

# 生物・化学兵器への 公衆衛生対策

---

WHOガイドンス

WHO 専門家による生物・化学兵器の健康影響  
世界保健機関 ジュネーブ 1970 年

第2版



世界保健機関  
ジュネーブ 2004 年

WHO 図書館 出版目録情報 (Cataloguing-in-Publication: CIP)

世界保健機関 (World Health Organization)

生物・化学兵器への公衆衛生対策：WHO ガイダンス-第2版

1. 化学兵器剤
2. 生物兵器
3. 生物テロ
4. 環境モニタリング
5. 環境汚染
6. 疾患の流行
7. 災害計画
8. 危険性評価
9. 危機管理
10. 指針
- I. 表題

ISBN 92 4 154615 8

(LC/NLM 分類：QV 663)

第1版, 1970年

第2版, 2004年

©世界保健機関、1970年、2004年

著作権所有 (All rights reserved)。

本書で使用されている名称や資料の提示は、如何なる国家・領土・都市あるいは地域とその管轄当局の法的状況や国境や境界線の限界設定に関する WHO の見解は含まれていない。地図上の点線は、依然完全合意が得られていない大まかな境界線を示している。

本書で示した特定の企業や製品は、ここで言及されていない他の類似のものに優先して、WHO が支持あるいは推薦することを意味するものではない。

誤字や脱落などの正確さを欠く箇所が見いだせるかもしれないが、製品の商標名は頭文字を大文字にして区別した。

WHO は本書に含まれる情報が完全性や正確性を保証するものではない。また、これらの情報を使用した結果生じた如何なる損害に対しても責任を負うものではない。

WHO の出版物に関しては、以下で入手可能である。

Marketing and Dissemination, World Health Organization, 20 Avenue Appia, 1211 Geneva 27, Switzerland

(tel: +41 22 791 2476; fax: +41 22 791 4857; e-mail: [bookorders@who.int](mailto:bookorders@who.int)).

WHO の出版物の複製もしくは翻訳の許可の申請(販売もしくは非営利目的のための配布を問わず)は、上記住所の出版部 (fax: +41 22 791 4806; email: [permissions@who.int](mailto:permissions@who.int)) まで。

レイアウト：Bruno Duret、フランス

#### 日本語版について

本日本語訳は、WHO ジュネーブ本部放射線プログラム専門科学官に長崎大学から派遣出向中の山下俊一教授の監修の下で、国立大学法人長崎大学 WHO-REMPAN 協力センターと株式会社医療電子科学研究所の共同事業として行われた。翻訳は長崎大学の熊谷敦史、高倉修、乗松奈々と株式会社医療電子科学研究所の白水重憲らによる。なお翻訳内容に関する問題は監修者の責任であり、WHO の原本には何ら関係が無いことを付記する。

# 目次

序文 .....	vii
謝辞 .....	viii
要旨 .....	ix
略語と頭文字 .....	xii
寄稿者・協力者 .....	xiv
1 序論 .....	1
1.1 第1版からの展開 .....	1
1.2 当報告書の由来と目的 .....	3
1.3 作業定義 .....	4
1.4 構成 .....	5
2 公衆衛生への影響評価 .....	6
2.1 背景 .....	6
2.2 技術的發展 .....	8
2.3 進歩する科学 .....	12
2.4 予備的脅威評価 .....	14
3 生物剤と化学剤 .....	20
3.1 代表的な生物・化学剤 .....	20
3.1.1 国際条約の適用範囲 .....	21
3.1.2 歴史上の経験 .....	24
3.2 生物剤・化学剤の放出 .....	31
3.3 曝露経路 .....	32
3.3.1 呼吸器系 .....	32

3.3.2	皮膚.....	34
3.3.3	口鼻の粘膜と眼球結膜.....	35
3.3.4	消化器系.....	35
3.4	生物剤の特徴.....	35
3.5	化学剤の特徴.....	37
3.6	生物・化学剤の使用結果.....	38
3.6.1	短期的結果.....	38
3.6.2	長期的結果.....	39
3.6.3	心理戦の側面.....	42
3.7	評価と結論.....	43
4	公衆衛生上の対策準備と対応.....	45
4.1	背景.....	45
4.2	対策準備.....	49
4.2.1	脅威分析.....	49
4.2.2	攻撃の回避.....	50
4.2.3	対応準備.....	51
4.2.4	情報公開と情報伝達手段の準備.....	52
4.2.5	対応能力の検証.....	53
4.3	対応.....	54
4.3.1	生物・化学剤が公然と使用される前の対応.....	54
4.3.2	生物・化学剤使用事件の特徴.....	55
4.3.3	生物剤事件への対応.....	56
4.3.4	化学剤事件への対応.....	64
	章末付録 4.1：危険分析の原則.....	73
	章末付録 4.2：日本のサリン事件.....	77
	章末付録 4.3：アメリカ合衆国郵便システムを介した 炭疽菌芽胞の意図的散布.....	84
5	法的側面.....	94
5.1	1925年のジュネーブ議定書.....	94
5.2	1972年の生物兵器禁止条約(BWC).....	95

5.2.1	国際的な義務	96
5.2.2	国家による履行	97
5.3	1993年の化学兵器禁止条約(CWC)	98
5.3.1	国際的な義務	98
5.3.2	国家による履行	99
5.4	結論	101
	章末付録 5.1：生物兵器禁止条約施行制定法	103
	章末付録 5.2：化学兵器禁止条約施行制定法	107
6	国際的な支援源	110
6.1	国際連合 (United Nations)	111
6.1.1	使用が疑われる場合の調査	111
6.1.2	人道的支援	112
6.2	化学兵器禁止機関 (OPCW)	114
6.3	生物兵器禁止条約 (BWC)	116
6.4	世界保健機関 (WHO)	117
6.5	国連食糧農業機関 (FAO)	118
6.6	国際獣疫事務局 (OIE)	119
6.7	非政府組織	120
6.8	連絡先	120
	付属文書 1 化学剤	123
1	はじめに	123
2	致死性化学剤	128
2.1	肺刺激剤	130
2.1.1	ホスゲン	130
2.1.2	クロロピクリン	133
2.1.3	ペルフルオロイソブテン	137
2.2	血液ガス	140
2.2.1	シアン化水素	140
2.3	びらん剤	144
2.3.1	マスタードガス	144
2.3.2	ルイサイト	150
2.4	神経ガス	152
2.4.1	サリンおよび VX	154
3	無力化化学物質	159

3.1	活動不能化剤(無力化剤)	161
3.1.1	リセルギド	162
3.1.2	BZ 剤	165
3.2	擾乱剤と他の刺激剤	169
3.2.1	アダムサイト	170
3.2.2	CN 剤	172
3.2.3	CS 剤	175
3.2.4	CR 剤	179
3.2.5	OC 剤	182
付属文書 2 毒性化学物質		191
1	はじめに	191
2	細菌性毒素	194
2.1	黄色ブドウ球菌腸毒素	194
2.2	ボツリヌス神経毒素	195
2.3	アフラトキシンとその他の真菌毒	197
2.4	藻類およびその他の植物毒素	200
2.4.1	サキトキシン	200
2.4.2	リシン	201
付属文書 3 生物剤		206
1	はじめに	206
1.1	意図的放出の認識	209
1.2	予防・防御および治療	210
1.3	特定の病原体	211
2	細菌	213
2.1	炭疽菌／炭疽(A22)	213
2.2	ウシ流産菌、ブタ流産菌、マルタ熱菌／ブルセラ症(波状熱)(A23)	220
2.3	鼻疽菌／鼻疽(A24.0)	222
2.4	B 類鼻疽菌／類鼻疽(A24)	225
2.5	野兔病菌／野兔病(A21)	227
2.6	ペスト菌／ペスト(A20)	231
2.7	コクシエラ・バーネティー／Q 熱(A78)	235
2.8	発疹チフスリケッチア／発疹チフス(A75)	238
3	真菌	240
3.1	コクシジオイデス・イミティス、コクシジオイデス・ポサダシ ／コクシジオイデス症(B38)	240
4	ウイルス	244
4.1	ベネズエラ馬脳炎(A92.2)	244
4.2	天然痘ウイルス／天然痘(B03)	247

付属文書 4 防護の原則	253
1 はじめに	253
2 危険性の軽減手段	253
2.1 管理統制・行政管理	254
2.2 技術的管理	254
2.3 物理的防護	255
3 個人の防護	255
3.1 呼吸器系防護	256
3.1.1 空気清浄装置	256
3.1.2 空気供給装置	258
3.2 皮膚の防護	259
3.3 特殊な事例	260
4 集団的防護	260
5 危機管理原則の応用事例:汚染の可能性がある郵便物の問題	262
章末付録 A4.1:防護に関わる問題	266

## 付属文書 5 飲料水・食料および他の製品の妨害(破壊)行為に対する予防措置

..... 269

1 はじめに	269
2 予防	271
2.1 警備	271
2.2 脅威となる物質の入手可能性の軽減	272
2.3 従業員の審査	273
3 検出・探知・発見	273
4 対処	274
4.1 水・食物および他の消費製品の監視	274
4.2 汚染の監視	275
4.3 遡及(後方追跡)調査と市場回収	275
4.4 情報伝達	276
5 飲料水の供給	277
5.1 水源	279
5.2 原水の本管	279
5.3 処理設備	280
5.4 送水管による配水システム	280
5.5 給水タンクと給水塔	281
5.6 地域の配水管による配水システム	281
5.7 監視	282
6 食品	283
6.1 農業の生産前段階、生産と収穫	284
6.1.1 動物用飼料の安全性・警備	284
6.1.2 農業生産地域の安全性・警備	285
6.2 原料の貯蔵と輸送	285
6.3 加工	286

6.3.1	加工地域の警備.....	286
6.3.2	原料と加工製品の分析.....	286
6.4	加工製品の貯蔵と輸送.....	287
6.5	卸売りと小売の流通.....	287
6.6	食品サービスと家庭における食事の準備.....	288
6.6.1	食品サービス運営の警備.....	288
6.6.2	個人の家庭における食事準備の一般的な食品安全.....	288
7	その他の製品.....	288
8	結論.....	289

付属文書 6 情報源.....292

1	主要文書および一般的情報源.....	292
2	業務ごとの情報源.....	297
2.1	危険有害性物質の特定.....	297
2.2	評価および管理.....	298
2.2.1	生物剤.....	298
2.2.2	化学剤.....	299
2.3	軽減および制御.....	301
2.3.1	生物剤.....	302
2.3.2	化学剤.....	303
3	情報源記載ウェブサイト.....	304

付属文書 7 WHO 加盟国の生物・化学兵器に関する国際条約への加盟状況.....  
.....308

## 序文

意図的に放出される生物・化学剤に対応できる公衆衛生システムを各国が備える必要があることをこの報告書は明確に述べている。このようなメッセージを伝えるのは遺憾なことであるが、1980年代のイラン・イラク戦争における毒ガス使用、最近米国で起こった炭疽菌事件、その6年前の東京地下鉄サリン事件を見ればその必要性は明らかである。

その必要性を認識し、2002年5月の第55回世界保健会議ではWHA55.16決議を採択し、加盟各国に対し次のことを求めている。「生物・化学剤の意図的使用あるいは放射性核物質による攻撃は、局所的なものを含め世界全体の公衆衛生を脅かすものとして扱い、他国において起こった場合には、専門知識・救援・人材面などで協力し、迅速に事態を食い止め影響を最小限に抑えるよう対応する。」ただし各国がこのように対応することは最初の一步に過ぎない。必要なものははっきりしている。今求められているのは、資源を適切に使ってそれを実現する国家レベルおよび国際的レベルの手順を確立することである。

本マニュアルではその手順について説明している。生物・化学剤の問題についてWHOが初めて報告書を出してから30年となるこの時期に、新版が出ることはまことに時宜を得たものである。過去における戦争その他の犯罪で生物・化学剤が意図的に使用された結果から学んだ教訓が、本書の提言の基盤となっている。

本書には全体を通してひとつのテーマがある。そのテーマとは、公衆衛生を守るために既存のシステムを用いて適宜増強していくことの重要性である。例えば、生物剤の意図的放出を検知することだけを目的とするシステムよりも、地域・国家さらに国際的なレベルにおいて疾病監視態勢を改善することにより、さらに確実に異常な疾病の発生を察知し対応することができるのである。医療対策・健康に関わる緊急事態の管理、清浄水や食料供給を確保する対策においても同様の指針が当てはまる。

公衆の健康確保という責務を負い、さらに現在、生物・化学剤の意図的使用に神経を使わなければならない立場にある人々にとって、本マニュアルはこの上なく貴重なものであろう。WHO感染症対策局前局長として本書の出版に関わることができたことは幸いであり、また本書の発するメッセージを心から歓迎し支援するものである。

デビッド・L・ヘイマン博士  
Dr. David L. Heymann

## 謝辞

世界保健機関（WHO）は本報告書編集に際し下記の機関からご支援ご協力をいただいた。ここに謝意を表す。

スイス連邦共和国外務省人道支援局（Swiss Humanitarian Aid Unit）には資金提供をいただいた。ハーバード大学生物化学兵器軍備および軍縮に関するサセックスプログラムには、本書の編集に多大なご協力をいただいた。また専門的な観点から、科学と世界の諸問題に関するパグウォッシュ会議のご協力をいただき感謝申し上げます。さらに化学兵器禁止機関からは本プロジェクトに対し専門的な支援をいただいた。

## 要旨

生物化学兵器の開発・生産・使用は、1925年のジュネーブ議定書、1972年の生物兵器ならびに毒素兵器に関する条約、1993年の化学兵器に関する条約などの国際協定で禁じられている。WHO加盟国の大半がこのような国際協定に署名しているものの、すべてが参加しているわけではなく、いまだに、生物化学兵器が使用される懸念がある。さらに、国家以外の組織が、テロリスト向けあるいはその他の犯罪目的で生物・化学兵器を入手しようとする可能性もある。

実際には、かつて生物・化学兵器が使用された例は稀である。生物・化学兵器の開発、生産、使用には数多くの困難な問題があり、使おうとする側にも深刻な危険を伴う。生物兵器において特にその危険は大きい。しかしながら生物・化学兵器が使用された場合や、あるいは使用の脅威の段階からでも市民に与える影響が大きいことから、政府は生物・化学兵器の使用を防止すると同時に、対応策を準備しておく必要がある。この対応策は既存の国家緊急対策および公衆衛生対策に不可欠な部分として補完されるべきものである。

最先端の科学技術がこのような対策にはかなり有用であることは次に挙げる例から明らかである。DNAその他を用いた分子生物学的手法による迅速かつ特異度の高い臨床診断が、確実かつ比較的簡単な方法で一般的に実施できるようになった。このような診断方法は、自然発生する疾病の監視・予防・治療のために広く実施されている。

医療防護や除染などの予防対策として必要とされる専門家・設備・医薬品等をどの程度準備しておくかということは、生物・化学兵器による攻撃の可能性に関する国家的な分析や現存する保健サービス及び緊急医療・保護に対する現時点での必要性の考慮など、国家が現状を勘案して判断すべき問題である。

例えば1972年および1993年の条約の完全実施等、生物・化学剤の放出を回避することは引き続き重要であるが、予防的な準備対策を過度に楽観視すると、その重要性から注意がそれてしまう危険性があることを無視してはならない。

この2つの条約には、攻撃時あるいは攻撃の脅威がある場合の支援条項がある。1993年の条約の国際委員会である化学兵器禁止機関（OPCW）は、化学兵器が使用される、あるいはその脅威がある場合の支援提供の実際的な手配を行っているが、生物兵器に関しては同様の機関がない。但し、WHOには加盟国に対して何らかの支援を提供する準備がある。

本文詳説に上記事項の各々について論じてあり、下記のような実用的な提言がなされている。

- 1) 公衆衛生担当機関は、他の政府機関と緊密に連携して、一般市民を標的にした生物・化学剤の意図的放出に対応するため有事対策計画を策定すべきである。その計画は、疾病、自然災害、大規模な産業事故、輸送事故、テロの発生に対する既存の対策と齟齬をきたさないものでなければならない。2002年5月に世界保健会議が採択した決議WHA55.16に従い、WHO加盟国は、有害な生物・化学剤の意図的放出に備え、あるいは対応するための方策を策定、強化するためにWHOから技術支援の提供を受けることが可能である。
- 2) 生物・化学剤の意図的放出に備えた対策は、標準的な危険性分析の原則に基づいて策定されるべきである。つまり、まず危険性と脅威を見極めて、その国における他の危険および脅威と比較した上で、生物・化学剤の意図的放出に対しどの程度の優先順位で対応すべきか決定する。意図的放出に対して新たな基幹施設を整備するよりは、既存の公衆衛生のための基幹施設に組み入れるのが望ましい。
- 3) 大方の国においては、公衆衛生のための基幹施設、特に健康調査および治療のための基幹施設を強化することで、生物・化学剤の意図的放出への備えの向上にも繋げることができる為、基幹施設強化のための措置が必要であると考えられる。
- 4) 生物・化学剤の意図的放出の被害を管理するには、現在利用可能な資源では不十分な可能性がある。その場合には国際的支援が不可欠であり、支援を提供する組織を決定しお互いに合意しておく必要がある。
- 5) 化学兵器禁止機関（OPCW）加盟国や、1972年の生物毒素兵器廃止条約（BWC）の締約国に対しては、OPCWなどの専門組織からの国際援助・支援が可能である。OPCWは、化学兵器の使用あるいは使用の脅威が存在する場合、および準備計画への支援が可能であり、BWCは条約違反の場合に対象になる。諸国は、このような多国間体制に積極的に参加すべきである。
- 6) 1972年と1993年の協定が発効し、参加国の数も増えていることから、本書の1970年版で要求している「いかなる状況においても、戦時の兵器としての生物・化学剤の開発・使用を禁止する」方向へ大きく前進してきた。しかしながら、世界がさらに新たなバイオテクノロジーの時代へと進むにつれ、かつて新しいテクノロジーであったものすべてが平和目的にばかりでなく、敵対的目的にも利用されてきたことを加盟各国は認識するようになった。バイオテクノロジーの敵対的利用を防止することは、個々の国々の安全のためのみに留まらず、人類全体にとっての課題

なのである。従って、加盟各国においては、この2つの条約を完全かつ透明性を持って実施し、教育および専門的研修を通して、同条約の根底にある倫理原則を広く伝え、条約実施による対策を支援すべきである。

1967年5月25日に世界保健会議が決議WHA20.54で次のような声明を発表している。「科学的成果、特に最も人間味のある科学分野である生物学と医学における成果は、人類の利益のためにのみ利用されるべきであり、決して人類に害を与えるために用いてはならない。」この声明は、1967年当時と同様今日でも生き続けている。

## 略語・頭文字

ABC	American Broadcasting Company	ABC放送
AMI	American Media Incorporated	アメリカン・メディア・ インコーポレーテッド
BSE	bovine spongiform encephalopathy	牛海綿状脳症
BWC	Biological and Toxin Weapons Convention	生物及び毒素兵器禁止条約
CAS	Chemical Abstracts Service	ケミカル・アブストラクツ・ サービス
CBS	Columbia Broadcasting System	CBS放送
CDC	Centers for Disease Control and Prevention (United States)	アメリカ合衆国 疾病対策センター
CNS	central nervous system	中枢神経系
CPAP	continuous positive airway pressure	持続的気道陽圧法
CWC	Chemical Weapons Convention	化学兵器禁止条約
DMPS	dimercaptosuccinic acid	ジメルカプト琥珀酸
DMSA	dimercapto-1-propanesulfonic acid	ジメルカプト-1-プロパン スルホン酸
ELISA	enzyme-linked immunoabsorbent assay	酵素免疫測定法
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations	国連食糧農業機関
FBI	Federal Bureau of Investigation (United States)	アメリカ合衆国連邦捜査局
GC	gas capillary column chromatography	ガスクロマトグラフィー カラム
GC-MS	gas chromatography–mass spectrometry	ガスクロマトグラフ質量分析 法
GMP	good manufacturing practices	適正製造基準
GP	Geneva Protocol	ジュネーブ議定書
HACCP	Hazard Analysis and Critical Control Point	危害分析重要管理点方式
HEPA	high-efficiency particulate arresting	高性能粒子捕捉器
HPLC	high-performance liquid chromatography	高速液体クロマトグラフィー
ICGEB	International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology	国際遺伝子工学・ バイオテクノロジーセンター
IHR	International Health Regulations	国際保健規則
ILO	International Labour Organization	国際労働機関
IPCS	International Programme on Chemical Safety	国際化学物質安全性計画
IPE	individual protective equipment	個人用防護器具
MCDU	Military and Civil Defence Unit (OCHA)	OCHA軍事・民間防衛課
NBC	National Broadcasting Company	NBC放送
NMDA	<i>N</i> -methyl-D-aspartate	<i>N</i> -メチル-D-アスパラギン酸
OCHA	Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (United Nations)	国連人道問題調整事務所
OIE	World Organisation for Animal Health	国際獣疫事務局
OPCW	Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons	化学兵器禁止機関
OPIDN	organophosphate-induced delayed neuropathy	有機リン剤遅発性神経毒性

OSOCC	On Site Operations Coordination Centre (OCHA)	OCHA現地活動調整本部
PAVA	pelargonic acid vanillylamide	ペラルゴン酸バニリルアミド
PCR	polymerase chain reaction	ポリメラーゼ連鎖反応
PEEP	positive-end expiratory pressure	呼吸終末陽圧
PFIB	Perfluoroisobutene	ペルフルオロイソブタン
PVC	polyvinyl chloride	ポリ塩化ビニール
RADS	reactive airways dysfunction syndrome	反応性気道障害症候群
SEB	staphylococcal enterotoxin B	ブドウ球菌腸毒素B
SIPRI	Stockholm International Peace Research Institute	ストックホルム国際平和研究所
TEPP	tetraethyl pyrophosphate	テトラエチルピロホスフェート
TICs	toxic industrial chemicals	毒性工業化学物質
UNDAC	United Nations Disaster Assessment and Coordination (OCHA)	国連災害評価調整チーム
UNEP	United Nations Environment Programme	国連環境計画
UNSCOM	United Nations Special Commission	国連特別委員会
USAMRIID	United States Army Medical Research Institute for Infectious Diseases	アメリカ合衆国 陸軍感染症研究所
USPS	United States Postal Service	アメリカ合衆国郵政公社
WFP	World Food Programme (United Nations)	国連世界食糧計画
WHO	World Health Organization	世界保健機関

(訳者注)

なお本文中では、各章末のAppendixは章末付録、各専門分野の資料Annexは付属文書と訳した。

## 寄稿者・協力者

### 編集責任者

\*Professor J. P. Perry Robinson, SPRU— Science and Technology Policy Research, University of Sussex, United Kingdom

### 事務局長

Dr Ottorino Cosivi, Communicable Diseases, World Health Organization, Geneva, Switzerland

### 本書の基本概念構築および主な本文執筆担当者

Dr Brian J. Davey, Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons

Professor Alastair W. M. Hay, University of Leeds, United Kingdom

\*Dr Martin Kaplan, former Scientific Adviser to WHO Director-General, Switzerland

Mr Ian R. Kenyon, former Executive Secretary, Preparatory Commission for the Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons

Dr Walter Krutzsch, Chemical Weapons Convention consultant, Germany

\*Professor Matthew Meselson, Harvard University, United States

Dr Graham S. Pearson, former Director-General, Chemical and Biological Defence Establishment, Porton Down, United Kingdom

Dr Emmanuelle Tuerlings, University of Sussex, United Kingdom

\*印のついている執筆者は、1970年原版の執筆者である。

### 下記の方々からのご寄稿に編集責任者から厚く感謝申し上げます

Dr Mahdi Balali-Mood, Islamic Republic of Iran

Dr H. V. Batra, India

Dr Hendrik Benschop, Netherlands

Dr Raffaele D'Amelio, Italy

Dr Flavio Del Ponte, Switzerland

Dr David R. Franz, United States

Professor Jeanne Guillemin, United States

Mr Jerome M. Hauer, United States

Ms Iris Hunger, Germany

Professor Le Cao Dai, Viet Nam

Dr Roque Monteleone-Neto, Brazil

Mr Claus-Peter Polster, Netherlands

Mr Michael Sharpe, Canada

Dr Nikolay A. Staritsin, Russian Federation  
Professor Robert Steffen, Switzerland  
Dr Katsuaki Sugiura, Japan  
Dr Jan Willems, Belgium

下記の方々からは貴重なご意見ご提案をいただきました

Dr Anfeng Guo, China  
Dr David Ashford, United States  
Dr Camille Boulet, Canada  
Dr Ake Bovallius, Sweden  
Mr Peter Channells, Australia  
Mr Nicholas Dragffy, United Kingdom  
Colonel Edward Eitzen, United States  
Mr Simon Evans, United Kingdom  
Dr John Fountain, New Zealand  
Dr Bruno Garin-Bastuji, France  
Professor Christine Gosden, United Kingdom  
Dr Murray Hamilton, Canada  
Dr Donald A. Henderson, United States  
Dr Michael Hills, Australia  
Dr Martin Hugh-Jones, United States  
Dr David L. Huxsoll, United States  
Dr Goran A. Jamal, United Kingdom  
Dr Dennis Juranek, United States  
Dr Ali S. Khan, United States  
Dr Robert Knouss, United States  
Dr Takeshi Kurata, Japan  
\*Professor Joshua Lederberg, United States  
Mr Li Yimin, China  
Dr Jennifer McQuiston, United States  
Dr Jack Melling, Austria  
Dr Jane Mocellin, France  
Dr Virginia Murray, United Kingdom  
Dr Eric Noji, United States  
Professor Phan thi Phi, Viet Nam  
Dr Alexander Ryzhikov, Russian Federation  
Dr Lev Sandakhchiev, Russian Federation  
Professor Alexander Sergeev, Russian Federation  
Sir Joseph Smith, United Kingdom  
Dr H. Sohrabpour, Islamic Republic of Iran  
Dr Frank Souter, Canada  
Dr Ben P. Steyn, South Africa  
Dr David Swerdlow, United States  
Professor Ladislaus Szinicz, Germany

Dr Noriko Tsunoda, Japan  
Dr Peter Turnbull, United Kingdom  
Professor Scott Weaver, United States  
Dr Mark Wheelis, United States  
Dr Riccardo Wittek, Switzerland

下記の国際機関所属の方々からも貴重なコメント・提案・批評或いは編集への支援をいただきました

International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology (ICGEB)  
Professor Arturo Falaschi, Dr Decio Ripandelli Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons (OPCW)  
Dr Brian Davey, Mr Clou, Peter Polster, the late Dr Johan Santesson,  
Ms Lisa Tabassi Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO)  
Mr Manfred Luetzow, Professor Juhani Paakkanen, Dr David Ward United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA)  
Dr Arjun Katoch World Organisation for Animal Health (OIE)  
Dr Yoshiyuki Oketani, Dr Jim E. Pearson World Food Programme (WFP)  
Mr Allan Jury, Ms Christine van Nieuwenhuysse World Health Organization (WHO)  
Dr James Bartram, Ms Karen Ciceri, Dr Ottorino Cosivi, Dr Pierre Formenty,  
Dr Kersten Gutschmidt, Dr Randall Hyer, Dr Alessandro Loretto,  
Dr Gerry Moy, Dr Samuel Page, Dr Jenny Pronczuk, Dr Cathy Roth,  
Dr Philip Rushbrook, Dr Gita Uppal, Ms Mary Vallanjon, Dr Stephane Vandam,  
Dr Williamina Wilson, Dr Samir Ben Yahmed

# 第1章 序論

## 1.1 第1版からの展開

世界保健機関(WHO)が1970年に「化学、生物兵器の健康に及ぼす影響(Health aspects of chemical and biological weapons)」(1)と題した報告書を発行してから30年が経過したが、この間に世界の状況は様変わりした。マイナス面での変化としては、イラン・イラク戦争におけるマスタードガスと神経ガスの大規模使用のみならず、これらのガスをイラク政府が自国民に対して使用したとされる事件<1988年3月ハラブジャ(Halabja)での使用疑惑<sup>(注1)</sup>>や、日本の宗教カルト集団オウム真理教による公共の場(東京の地下鉄など)での二度にわたるサリン散布(1994年、1995年)等が挙げられる。このカルト集団は生物兵器の使用も計画していたが、幸いにもその計画は失敗に終わった。また、2001年に発生した米国における郵便物を介した炭疽菌散布事件では5人が死亡し、バイオテロへの恐怖を一層強めるものとなった。プラス面での変化としては、生物兵器禁止条約(BWC; Biological Weapons Convention)、化学兵器禁止条約(CWC; Chemical Weapons Convention)が、それぞれ1975年、1997年に発効し、化学兵器禁止機関(OPCW; Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons)の指導下にロシア連邦やアメリカ合衆国等で貯蔵化学兵器の廃棄および、化学兵器工場の取り壊しが開始されるとともに、将来化学物質が悪用されないように世界の化学工場を監視し始めたことが挙げられる。その結果、冷戦時代に生物化学兵器が使われるのではないかという脅威に晒されていたヨーロッパやアジアの多くの住民は、その脅威から解放されてきている。冷戦時代には膨大な量の化学兵器が備蓄され、また生物兵器も大陸規模で生物兵器戦を行えるほど大量の備蓄がなされていた。ここに述べた様々な変化や、この30年間における科学技術面、政治面での状況の進展を考慮した結果、報告書第1版を再検討する必要性が生じてきた。それを受けて、このたび第2版発行に至った次第である。

技術的には、この第2版は全く新しい内容というよりも既に第1版で取り上げられていた内容を更に発展させたものとなっている。現在、生物化学兵器として最重要とされるものには、既に1970年版に取り上げられた物質も含まれている。VX、Vxより強力な神経ガスが注目されているが、化学兵器分野における最も著しい進歩は「2種混合弾薬」である。これは、攻撃目標に向かって弾頭が発射される直前もしくは発射され航行している最中に弾頭の内部で、前駆物質から最終的な化学剤が合成される最終反応が起こる仕組みである。生物兵器については、1972年に初めて実験室で組み換えDNAが

作られたのを皮切りとして発展してきた遺伝子修飾技術が、その他の分子生物学分野の進歩とあいまって、新たな生物兵器用生物剤を作り出す危険性を孕んでいる。産業微生物学が発展し全世界に普及したために、軍事的にかなりの量の生物剤を入手することが事実上容易になってきている。

生物・化学兵器問題に対応するために国際的な法規制を設けようとする動きにとって、1970 年は画期的な年となった。アメリカ合衆国による生物兵器破棄宣言（1969 年）を受け、当時軍縮委員会（Conference of the Committee on Disarmament）と呼ばれていた多国間軍縮会議がジュネーブで開催され、生物・化学兵器の使用を禁止したジュネーブ議定書（1925 年）のようにそれまで一組と見なされていた生物兵器と化学兵器がそれぞれ個別の対象として採り上げられることとなった。また会議では生物兵器の開発・製造・貯蔵を禁止する条約作成に関する作業が開始され、もう一方の化学兵器禁止条約についての検討は先送りされた。この会議の成果である「生物及び毒素兵器禁止条約（生物兵器禁止条約）」（BWC ; Biological and Toxin Weapons Convention）は 1972 年に署名が開始され 3 年後に発効した。しかしその後も生物兵器戦争は依然として脅威であり続け、さらに 1990 年代初頭には旧ソビエト連邦とイラクで生物兵器計画が発覚したため、その脅威は更に強まり条約批准諸国は特別委員会を設立した。この委員会は BWC の強化、特に検証などの法規遵守メカニズムを通して BWC の強化を図るための議定書の成立を目指していた。しかし、この議定書に関しての作業は 2001 年後半に中断された。

ジュネーブ軍縮会議は 1980 年代には集中して化学兵器問題に取り組み、1992 年に国連総会に化学兵器軍縮条約の完成案を提出した。生物兵器禁止条約とは対照的に、この「化学兵器禁止条約」（CWC ; Convention on the Prohibition of Chemical Weapons）には入念に練られた検証条項が盛り込まれており、その実施にはハーグに本部を置く新たな国際機関 OPCW があたる事が定められた。CWC は 1993 年に署名を開始し 4 年後に発効した。

1970 年報告書の時代に比べ、国家の正規軍隊による生物・化学兵器使用の脅威は明らかに改善してきているものの、今なおこの二つの条約に参加していない国家ではその脅威への懸念はとりわけ大きいままである。さらに国家ではない存在によって使用される危険性も残されている。従って警戒を怠らず常に効果的に対応できる準備をしておくことが、国際社会が迅速に対応する手段として重要である。今回の報告書新版は、そうした努力の一助となることを意図している。

（注 1 : 1998 年 10 月 12 日、国連総会での国連事務総長の演説、書類 A/C.1 /53/PV. 3, 3-5）

## 1.2 当報告書の由来と目的

「生物・化学兵器及びその使用による影響についての報告書」を国連に提出するために当時設立されていた専門家グループに協力するよう、1969年1月、国連事務総長からWHO事務局長に要請されたことが初版の報告書発行の端緒であった。非政府組織パグウォッシュ (Pugwash)<sup>(注2)</sup> とストックホルム国際平和研究所<sup>(注3)</sup> (SIPRI; Stockholm International Peace Research Institute) の研究員も参加しているWHO事務局長の諮問委員会が準備した提示案に基づき報告書は作成され、期限通り1969年7月に完成し提出された(2)。それから程なく、第22回世界保健総会はWHA22.58決議でWHO事務局長に対してこの資料作成作業を継続するよう要請した。それを受けて、先の国連への提出資料を基に更に充実させ、1970年のWHO報告書として結実したのである。

それ以後もWHOは関連情報の収集を継続してきた。1987年の第40回世界保健総会では化学兵器戦争が議題に採り上げられ執行理事会へ付託された。執行理事会は1988年1月の第81回審議会で、事務局長の名で「化学兵器の健康に及ぼす影響」(Effects on health of chemical) と題された報告書を提出した。これは1970年報告書を改訂した資料に基づいたものであった(6)。化学兵器の健康に及ぼす影響に関する情報やその入手法についてはその後1989年2月7日から9日の間に作業グループにより検討された(7)。

クウェートでの軍事行動の中で一般市民に対する大量破壊兵器、特に生物兵器使用の危険性や、またその際の対応策不備が懸念されていた1990年末、WHO憲章条項2(d)に従いWHOは生物兵器によってもたらされる可能性のある緊急事態に対応するべく、スイス外務省と交渉した。それがWHOとスイス外務省のスイス人道支援局との協力体制樹立へとつながり、十分な訓練と装備の専門家チームを救急用航空機で即時現地派遣可能な機動部隊スコルピオ (Task Force Scorpio) が設立されるに至った(8)。さらに一般的には、生物剤や化学剤が悪意をもって散布される危険性に対する人々の不安が高まってきたことを受けて、WHOは加盟国の保健当局がこうした問題に関する様々な情報を得られるよう配慮してきた。スイス外務省は、その後も生物・化学兵器分野におけるWHOの努力を支援してくれており、今回の報告書発行にも資金援助していただいた。

2001年5月には第54回世界保健総会がWHA54.14決議でWHO事務局長に、「加盟諸国に対して、各国の危機管理プログラムの一環として、生物剤によりもたらされる危機への準備と対応策を強化、発展させるための技術支援」を要請した(9)。その1年後にはWHA55.16決議で事務局長に「有害な生物・化

学剤の意図的使用への対応として推奨される保健対策に関する技術情報およびそうした対策の国際的指針を引き続き発表していくこと」を要請した(10)。第2版報告書はWHAからのこうした要請に応えるために発行されたものである。

1970年の報告書は生物・化学兵器を技術的、政治的レベルから考察している。そのため保健・医療機関のみならず生物・化学兵器が実際に使用されたり、またその使用が疑われる場合の緊急対応に関わる全ての機関が対象とされていた。この第2版も第1版と同様に各方面の指導者を対象としている。この対象には政府の政策立案者、保健機関、医療関係者および関連部門、特に危機管理に携わる専門家、彼等の特別顧問などが含まれる。第1版の内容全てが第2版に含まれているわけではなく、第1版の内容の中には、現在でも専門家の強い関心を惹いている部分もある。

また、当報告書の第5章で採りあげている1972年発効のBWCと1993年発効CWCにはWHO加盟国の大部分が加盟している。これら二つの条約と加盟各国内の法規制は生物・化学兵器への予防壁となっておりと同時に、それでもなおそうした兵器が使用された場合の国際的支援の指針ともなっている。

(注2: 科学と世界の諸問題に関するパグウォッシュ会議は科学者の国際組織であり、1995年にはノーベル平和賞を受賞した組織でもある。1950年代以降、同組織は生物・化学兵器使用の戦争問題に対しても関心を抱いている(3)。)

(注3: スウェーデン議会が資金を拠出しているSIPRIは当時、パグウォッシュ会議と協力しながら、生物・化学兵器武装および武装解除に関する、歴史・技術・軍事・法・政治的的局面から6巻におよぶ研究書を編纂していた(4)。)

### 1.3 作業定義

BWCとCWCの範疇に含まれる生物・化学兵器の定義は第3章のBox 3.1に示されている。しかし、この報告書の目的を考慮すると、生物兵器とは、ウイルスや感染性核酸、プリオンなどを初めとする病原性微生物やその他の生物剤の感染性を利用することにより、意図した攻撃効果を得る兵器と解釈される。こうした兵器は人間のみならず、その他の動物や植物をも攻撃対象に含み得ることになるが、この報告書では主に人間を対象とした場合を考慮している。

こうした生物剤の中には、病原性をもつ有毒物質を産生しているものもある。そうした毒素は分離精製され、そのものが兵器として使われる場合もある。

その場合は、その毒素は感染性によってではなく、有毒性によって兵器としての有効性を持つことになるので、これは BWC の定義では生物兵器となっているが、化学兵器の定義の範疇に入る。自身で毒素を産生する生命体は微生物だけではない。BWC は毒素について、あらゆる生物体から産生される有毒物質と規定し、それが化学合成されたものでも毒素に含めている。本報告書でも毒素に関しては BWC と同様の定義をしているが、一方でそうした毒素は CWC の対象でもあるとも認識している。

化学兵器とはその活性成分からくる有毒性により有効性を持つ兵器と解釈される。言い換えると、その化学作用が生命活動に対して死、もしくは一時的・恒久的な機能障害をもたらす兵器である。これらも人間のみならず、その他の動物・植物に対して使用可能であるが、やはり当報告書では対人影響に的を絞っている。高圧ガスや爆薬、焼夷物質その他分類不能な兵器に関しても、それに含まれる活性化学物質が、たとえ有毒作用を示し得るとしても、いわゆる化学兵器としては見なされない。毒性を利用する意図で製造された兵器だけが化学兵器と見なされる。ホスゲンやシアン化水素、催涙ガスなどは一般でも利用されているが、悪意目的で使われることもあり、その場合はこれらも化学兵器と解釈される。

## 1.4 構成

報告書の本文は 6 章からなっている。この本文には 7 つの付属文書 (Annex) がついており、より詳細な技術的情報を補足している。

第 2 章、第 3 章では、生物・化学剤の人々の健康に及ぼす危険性について述べている。ここでは、生物・化学剤の意図的使用を防止するための対策と、それを回避できなかった場合に被害を最小限に食い止めるために行うべき対策を準備する上での必要事項を特定することを目的とした。

第 4 章では標準的な危機管理原則を示し、加盟国に対し、生物・化学剤が悪意のもとに意図的に使用される危険性に備えるための対応策の内容を示している。この章では、詳細な運営マニュアルの指針を示すことよりも、様々な対応策を検討し、より詳しい情報源の入手方法を示すことを目的とした。

第 5 章では対応策を策定する中で、国内法及び国際法共に、法律が果たすことのできる役割を検討しており、この中で国際支援の発動等の極めて重要な事項に関しても、その果たし得る役割についても触れている。また第 6 章では利用可能な支援源を確認した。

## 第 2 章 公衆衛生への影響評価

公衆衛生機関が対応すべき数多くの緊急事態や大災害の中には、有害な生物・化学剤の意図的使用も含まれている。そしてこれは、公衆衛生機関にとっては最優先で対応しなければならない対象の一つである。この章では、他の緊急事態や災害時、また公衆衛生分野での通常の活動に比較して生物・化学剤意図的使用への準備策における優先事項および第 3 章でのより詳細な脅威評価検討に関して、歴史的背景から考察を加える。

### 2.1 背景

毒物および病原性微生物は健康に対する天然の有害物質であり、人類はこれらと共存していくことを余儀なくされている。これらは感知しにくく、従って避け難いため、じわじわと障害や死をもたらす脅威となっている。人類はこうした脅威から生き延びるために適応という手段をとってきた。この適応には、一つは遙か昔に脊椎動物への進化時代の免疫システムの発達に示されるような生理学的適応であり、またもう一つは個人や公衆衛生状態の改善を改善することにより毒物や病原菌に曝露されにくくなり、また毒物や病原菌による疾病が軽微に治まるという形での社会的適応である。

歴史的に見ると、軍隊が採用する（兵器としての）毒物使用の禁止、すなわち軍事目的の疾病利用の禁止を定めた職業的行動規範は、こうした社会的適応の一つと考えられる。例えばインドのマヌ法典（Manu Laws of India）からコーランに基づいたサラセン（Saracen）戦争規約、1863 年のアメリカ合衆国のリーバー規約（Lieber Code）、1925 年のジュネーブ議定書（1）に至るまで、この毒物使用禁止というタブーは非常に古くから存在している上、広範かつ詳細に渡っているため、解釈するにはいくらかの説明を要するほどである（2）。

生物・化学兵器戦争に関する国際法については第 5 章で採り上げており、生物・化学兵器の完全禁止を定めた 1972 年と 1993 年の多国間条約がいかに拡大発展したものであるかを解説している。このように拡大発展した背景には、今まさに強力な新兵器が世界中に拡散せんとする瀬戸際にありながら、世界の安全保障システムではそれら新兵器によって引き起こされる動揺を抑えられないのではないかという懸念の広がりがあった。国連は、ほぼ設立当初

から通常兵器と大量破壊兵器を区別して捉えてきた。大量破壊兵器は、その使用原則と破壊力の観点から規定されているが<sup>(注4)</sup>、最も懸念されているのは、そのもたらす結果であり、すなわち、人間社会が存続出来なくなるような規模での荒廃、死、疾病を引き起こす危険性を有するということである。言い換えるならば、新たな兵器技術が生み出す脅威により、人類は、より進歩した防御策—すなわち、現存する危機への社会的適応力の強化—を迫られていると言える。安全保障理事会は1992年1月の首脳会議で「どのような種類の大量破壊兵器でも、拡散した場合には国際平和と安全保障にとっての脅威となる」との認識を明らかにした。また、国連安全保障理事会理事国である15ヶ国は「大量破壊兵器の開発・製造に関する技術拡散を防ぐために努力し、またその目的のため適切に行動する」ことを申し合せた(4)。

ほぼ世界中で、公衆衛生機関は健康に対する有害物質に対処すべく最大限の努力をしてきている。1998年には世界の死亡者5,390万人のうちその1/4の死因となったのは感染症であった。発展途上国の場合に限ると感染症が死因の半数にのぼり(5)、このことが、経済発展や貧困の緩和を強く妨げている。そうした背景の中で、生物・化学兵器による疾病が公衆衛生に対する脅威として加われば、公衆衛生機関にとって現存の重荷が少し増えるなどという程度では済まず、おそらくその規模や性格からも、保健機関の対応能力を超えたものとなるであろう。生物・化学剤の意図的使用(もしくは使用の脅威)に関しては、その被害の予測範囲は軽微な場合から大多数の死傷者を生じる重大な場合まで極端に幅広くなり得るが、生物・化学剤の性質や使用方法、健康状態や対応策の準備程度を反映した被害側集団の攻撃の受けやすさなどにより、特定の生物・化学剤がどの程度の被害をもたらすかは決まってくる。特に恐れられているのは、感染性病原体、それも効果的な予防法や衛生学的方法の無い天然痘などの感染症を引き起こす病原体が、故意に散布もしくは不注意により漏出することにより世界的流行が引き起こされることである。大多数の死傷者が発生するような最も恐れられていた事態が生じた場合には、対応や救援に一国で対応できない場合が多く国際協力を通じた対応策を求めなければ他にすべがない。

歴史を紐解くと、そうした重大な危機が起こる可能性に関する教訓が得られることもある。生物兵器や化学兵器が軍隊によって使用された例はほとんどないと言ってよい。使用したのではないかと根拠も無く非難されることのほうがむしろ多いが、これは使用したかどうかを証明するのが難しいことを反映しているとも言える。証明を難しくしている原因としては、そうした検証できない事件では信頼できる情報が欠如していることや、毒ガスや細菌戦と聞くと感情的になりやすく、その結果誹謗中傷やデマが飛び交うことになりがちなのが考えられる。少なくとも生物・化学兵器が禁止されるまでは生物・化学兵器戦は散発的に繰り広げられていた可能性はある。毒物は殺人用

の兵器として決して目新しいものではなく、例えば退避せんとする軍隊にとって飲料水を意図的に汚染することなどは魅力的な手段であったに違いない。生物・化学剤はかなり昔から意図的に使用されていたが、生物・化学兵器のもたらす被害予測レベルが、技術の進歩によりごく軽微なものから大多数の死傷者をもたらす重大なレベルにまで引き上げられたのは、つい最近のことなのである。

(注 4) : 1947 年 9 月、国連安全保障理事会文書で大量破壊兵器とは「核爆発を用いた兵器、放射性物質を原料とする兵器、致死性化学・生物兵器および、将来的に開発される兵器のうちその破壊力が原子爆弾やその他上述の兵器に匹敵する能力を持つ全ての兵器」と規定された (3)。アメリカ合衆国によって提案されたこの表現を基準として、その後国連は国連憲章第 26 条による「軍備規制のシステム」を作成した際に武器を大きく二つの範疇に分類した。しかしながら、第 5 章で述べているように、BWC と CWC はその対象を大量破壊兵器だけに限定していない。

## 2.2 技術的發展

先史以来、生物・化学兵器が戦争行為において用いられる緊急性を最も如実に示すこととなった最初の出来事は、第一次世界大戦の開戦から 8 ヶ月を経た 1915 年 4 月 22 日、ベルギーのイープリ (Ypres) 近郊で起こった。この時期、交戦国の中で大量の塩素ガスを液化するのに必要な工業力を有していたのはドイツだけであった。戦争が激化するにつれて、ドイツは他国に優るこの塩素大量液化技術を利用することで、塹壕戦のための戦場での兵士の損耗を防ぎ、敵海軍の海上封鎖による弾薬不足を打開しようと試みた。この時点からわずか 10 年ほど前にハーグで戦争における毒物使用禁止が再確認されたばかりであったにもかかわらず、この頃ドイツでは法律教義・戦時慣習法であるクリーグスレゾン (Kriegsraison、戦数) が戦争法規より優先されるという法学説が優勢であったこともあり (以後は否認されている)、この軍事的必要性が古代から存在する毒物使用禁止の原則よりも優先され、塩素ガスが戦線で使用されることとなった。その日 (1915 年 4 月 22 日) の午後遅く、5,730 本の圧縮円筒に注入された 180 トンの液体塩素が大気中に放出され、窒息ガス蒸気の雲が風に乗って敵の戦線の方へ流れていった。明確な記録はあまり残っていないものの、15,000 人ものフランス・アルジェリア・カナダ兵がこの猛攻撃の犠牲となり、そのうちの 1/3 が死亡したと考えられている。実際の犠牲者数には若干の誤差もあろうが、その数如何にかかわらずこれが世界で初めて経験した大量破壊兵器であった。

この新兵器は、攻撃対象となる人々が呼吸に必要とする空気を汚染するものであったが、空気フィルターなどの方法で防御策を用意することもできた。初期のフィルターは毒ガスと反応する化学物質を使用したものであった。そのため、兵器製造者が毒物を他の化学物質、特にホスゲンなどに変えたり、または散布量を増やしてフィルターに含まれる反応剤の処理能力を超えるようにした場合、すぐに防護効果を失ってしまうものであった。その後、改良フィルターが導入され、毒物が吸気フィルター（ガスマスク）の活性炭や粒子付き紙フィルターに物理的に吸着される仕組みで、今でも気体やエアロゾル形態の毒物に対しては最も主要で信頼できる対応策である。1917年までには、さらに防護効果を増したガスマスクに対抗するために、皮膚を傷害したり、皮膚を通して（経皮的に）危害を加えるような化学物質の開発が盛んになったが、中でも油性液体の「マスタードガス」がとりわけ有名である。防護の対象となっている人が活発に動き続けている限り、皮膚を効果的に防護することは肺を防護するよりも難しい。しかし一般的には、皮膚からの攻撃を効果的なものとするためには、吸入暴露の場合よりもはるかに大量の化学剤が必要であることから、十分に狭い範囲内でないと皮膚傷害剤は効果を発揮できない。しかし、高温の気候下で使用されるマスタードガスは例外である。というのは、（高温地域で生じる）揮発成分も皮膚を傷害することになるからであり、マスタードガスが今でも非常に恐れられている理由の一つである。

ガスマスクの防護効果に対抗するために兵器設計者が考えた次の打開策は、選択された化学剤を特別な方法で散布することで、攻撃目標となる人々を奇襲し、ガスマスク着用を間に合わなくさせる方法であった。これを成功させるための策としては、集中砲火、後には空爆によって化学剤を集中散布し不意に高濃度の毒ガスを空気中に蔓延させる方法があった。また、風上噴霧装置もしくはエアロゾル発生装置を用い、適切な化学剤を選択することで、それを感知できないほど微細な形状で空中散布し、被害をもたらすことが可能であると思われた。しかし、これらに対しても防御策が複数あり、その有効性の程度は様々であった。しかし今日では、化学兵器が少なくとも軍隊に対して使用された場合には、複数の防御策を組合せて講じることにより化学兵器による大量破壊を防御することが可能となっている。これに比べ、軍隊よりもはるかに人数が多くかつ訓練度がはるかに低い民間人の防護は、はるかに難しいと考えられるが必ずしも不可能ではない。次に挙げるような対策が考えられよう。(i) 医療対策（治療および化学剤の種類によっては、予防）、(ii) 技術対策（長時間着用できる防護マスク、およびマスク着用勧告や、空調設備のある防護シェルターへの避難勧告、また防護シェルターをいつ出たら良いのかを勧告してくれる自動毒物検知装置）、(iii) 組織・機関対策（特別に専用開発された情報システム、作業手順の基準、訓練）さらに最近では、新たに作られた国際法、特に BWC や CWC、及び国際刑事裁判所(International

Criminal Court) の制定法もこの部類の対策の中に入れられる。

特に経済的、技術的理由から初歩的な防御策さえ準備できない諸国はもちろん攻撃されやすい。だからこそ、第一次世界大戦以後に繰り返されてきた化学兵器戦争は、例外なく産業発達の遅れた地域で起こっているのである。例えば、モロッコ(1923-1926)、リビアのトリポリタニア(Tripolitania)(1930)、新疆ウイグル地区(Shinkiang)(1934)、アビシニア(Abyssinia)(1935-1940)、満州(1937-1942)、ベトナム(1961-1975)、イエメン(1963-1967)、イラク/イラン(1982-1988)などである(6)。その他の戦争、特に第二次世界大戦においては化学兵器への防御策が普及したため、あまり効果的な防御策がないその他の兵器に比べ、化学兵器の兵器としての魅力は目減りしてしまった。そのため第二次世界大戦では大規模な化学兵器使用の戦略や戦闘は見うけられなかった。

最善の防御策が利用可能であるからといって、生物・化学兵器で攻撃されにくいわけではない。化学兵器戦における攻撃側と防御側双方がより優位に立たんとして、激しい開発競争を行ったというのが第一次世界大戦時の化学兵器発展の特徴であったが、その傾向は大戦後も続き、新たな化学剤の探求が開発競争の一つの形となった。軍事的優位を得ることができるよう新しいタイプの生理学的効果をもたらす毒剤の探求が進められた。例えば致死性は低いが対人傷害能力をもつ化学剤(武力行使にかかる政治的費用を削減できる)や、経皮的傷害効果がより迅速に現れるような化学剤(用いることにより当該化学剤に対する防護装備を持たない集団を、地雷と同様に締め出す効果を期待できる)などが挙げられるが、その中でも、兵器発射システムにより経済的かつ効果的な使用を可能にする威力のある化学剤の探求が進められた。人1人に対して数十ミリグラム単位で効果を発揮する有毒化学物質、例えばホスゲンやシアン化水素(青酸ガス)は、1940、50年代にはミリグラム単位やそれ未満の量で効果を発揮する有機リン化合物であるアセチルコリンエステラーゼ阻害剤(神経ガス)に取って代わられた。これは、(ホスゲンやシアン化水素を使用するよりは神経ガスを使用する方が)標的を攻撃するために必要とされる軍需物資の量が実質的に少なく済み、後方支援に有利であるからである。こうした神経ガスやその他の新しい化学剤の中でも最も重要なものについては第3章及び付属文書1で確認している。

神経ガスを上まわる毒性を示す毒物は数種あり、付属文書2に記述している。そして、それらより強力でナノグラム単位あるいはそれ未満の量で効果を発揮するのが病原性細菌とウイルスである。1920、30年代には微生物学および、感染症の空気感染に関する理解が急速に深まった結果、病原性微生物を用いてさらに強力な種類の毒ガスを作ろうとする考え方も広がった。第二次世界大戦の頃までには、この種の生物兵器にも、化学兵器と同じ発射技術を

利用でき、雲物理学や気象学、空中散布に関する必要知識も同じであったため、化学兵器発展の延長線上として研究され始めた。大戦の終結前には、そうした空中散布型の好気性生物兵器を用いた攻撃が実際に可能であることが少なくとも欧米の兵器実験場では実証されていた。侵攻した軍隊が中国の居住地帯に対して、飛行機から病原性微生物の散布を試みた野外実験の報告も複数存在している (7, 8)。

生物兵器戦の別の側面も考えられていた。第一次大戦時には、荷役用動物が炭疽菌や鼻疽菌などの意図的散布による感染に弱いことを利用して、軍需関連輸送システムへの生物兵器攻撃が、破壊作業員によって密かに行われていた。第一次大戦と第二次大戦の間の時期には、各自治都市の基幹設備が空からの攻撃に弱いことが一層明らかになり、公共衛生施設（水処理施設や下水処施設など）を砲撃して感染症を蔓延させる戦略が注目された。そして、これをきっかけに各国は感染症を意図的に蔓延させ得る新たな方法を模索し始めた。その戦略の一つは、感染症をある拠点で発生させ、その後は自然にそこから本来の攻撃目標地域（この場合、攻撃目標地域は最初の時点では生物剤に直接曝露されていない）まで伝播させる方法であった。この方法は、感染症の伝播に不確実性を伴うため、特殊な戦略作戦や秘密作戦を除き、軍事理論に到底容易に受け入れられなかった。それゆえ軍事関係者の間では、兵器化のための生物剤の選択や予防策の考慮の際、感染性よりも非感染性の疾患に重きが置かれるようになった。しかしながら、テロリズムにおいては正規軍とは目的が異なり、当然正規軍とは異なる選択をする可能性もある。

冷戦時代の前半には、上述したような方式にせよ、その他の方式にせよ、生物兵器保有量は、神経ガスその他の化学兵器保有量と同様、対立する東西両陣営で増加の一途であった。1970年以降は一方の陣営のみが生物兵器製造の準備を継続していたようである。その効果の確実性が妥当なものであるとして冷戦時代に兵器化に至った主要な生物剤については第3章で確認しており、付録文書3に詳述している。生物兵器の開発は、小規模なものでは、特殊部隊による秘密攻撃用の兵器から、大規模なものでは、誘導ミサイルや重爆撃機に搭載して、遠く後方の目標に対しては生きた感染性微生物の、そして近くの目標に対しては非感染性病原菌のエアロゾル雲を大規模に発生させる兵器まで、幅広い範囲にわたっていた。こうして、かつては生物兵器の手本とされていた化学兵器よりも、理論的には、はるかに強力な大規模殺傷能力を持つ生物兵器が出現することとなった。

核兵器と同等の生命破壊力を持つものまでも出現してくるのではないかと思われていた。1964-68年に海上で行われた大規模な屋外実験では、横風の流れに沿って1発で病原性エアロゾル雲を数十キロメートルの長さにわたって散布できる空中降下型兵器の試験が行われ、その結果、風下数十キロメ

ートルの範囲までの地上の実験動物に感染させる能力があることが明らかにされた。これはつまり、数千平方キロはおろか数万平方キロの範囲に住む人々が、たった1機の飛行機からの攻撃によって病気に感染するという脅威にさらされていることを意味する。また同時に、防衛科学専門家の中からは、こうした生物兵器と同等の有効範囲を持つ次世代型の化学兵器が出てくることを懸念する声も出ていた (9)。

このように、確かにいろいろな目的に基づいた多様な兵器が存在している。歴史的考察から学べる第一の教訓は、生物兵器戦また少し程度は低くなるものの化学兵器戦のいずれも、冷戦時代に綿密な準備が為されていたにもかかわらずほとんど実現しなかった人道にもとる計画の名残ということである。

化学剤や生物剤の損傷能力を利用した大量破壊兵器は、新たに穀物や家畜などをも攻撃対象に含むようになった。第二次世界大戦時には、新たな対人神経ガスと同様の毒性を植物に対して持つ化学剤が既に発見されていた。こうした除草剤、特に2,4-D (2,4-ジクロロフェノキシ酢酸、2,4-dichlorophenoxyacetic acid) や 2,4,5-トリクロロフェノキシ酢酸 (2,4,5-trichlorophenoxyacetic acid) の誘導体は1950-75年に、Trioxone (2,4,5-トリクロロフェノキシ酢酸の商品名) やオレンジ剤 (Agent Orange、2,4-D と 2,3,7,8-四塩化ジベンゾダイオキシン <TCDD> を不純物として含む 2,4,5-トリクロロフェノキシ酢酸をほぼ同量含有する枯葉剤) の形でアフリカや東南アジアの紛争地域では、穀物畑や時には隠れ場所としての役目を果たしていた森林に対しても兵器として使われた。ある種の動植物に対する病原体も兵器として利用された。実際、最初に作られた対人用広範囲型生物・化学兵器には、もともとは農業用として考案された薬剤散布システムに基づいたものもあった。

動物や植物を対象とした生物剤が公衆衛生に与える影響は間接的なものなので、こうした生物剤や同様の化学剤についてはここで詳しくは取り上げないが、そうした生物剤の危険性、特に食物の安全性を脅かす危険性については軽視すべきではない。

## 2.3 進歩する科学

生物・化学兵器戦における技術革新を推し進めてきた要素として挙げられるのは、兵器使用側と防御する側との競争のみならず軍事戦略の変化に伴う兵器使用者側の新たな要望もある。より掘り下げて見るならば、生物・化学兵

器戦の技術的変化は、その基礎となる科学技術の進歩によって推進されてきたとも言える。今日、生命科学の分野での新知識は急速に深まっており、生物・化学兵器の性質や入手しやすさ、効果などが大きく変わる可能性が予見されている。新しい科学から発展し世界中に普及している非軍事的技術の幾つか、特に生命科学は軍事・民生の双方に応用できるため、そうした懸念がさらに高まっているのである。つまり、バイオテクノロジー（生命工学）などが生物・化学兵器戦にも応用されうるということである。実際、冷戦時代の軍拡競争による緊迫感は薄らいだものの脅威は減ることはなく、むしろ新たな科学の持つ二面性が脅威を増大させているように見えるのは、残念ながら事実である。

遺伝子工学の出現により、人類の健康や栄養摂取の面での改善が見られたが、しかし、本質的には新しい生物兵器や毒素、それも過去計画されていたものより強力な生物兵器や毒素を作るのにも、この遺伝子工学は利用できるものである。生命体の遺伝子特性を多少なりとも意図的に改変できる技術によって微生物に新たな遺伝特性を付加することにより、現存する防御策への抵抗力を強化した菌や、従来よりも病原性や感染性を高めた菌（10）、異常な環境でのストレスへの耐性が強い菌、通常分析では検知が難しい菌などを作り出すことができるようになってきている。実験での遺伝子改変の過程において微生物の持つその他の必要な特性が失われる傾向もあるが、おそらく常にそうであるとは限らないようである。

また遺伝子工学により、攻撃するために必要な量を手に入れるのが従来困難であった毒性物質を容易に大量に入手できるようになった。例えば、「遺伝子組み換え技術を用いて、非微生物毒素遺伝子を微生物の中に導入すれば、その微生物が毒性を発現するようになる」ということから、毒物が大規模生産され得ることが示唆される。

他にも悪用される可能性がある。例えば、ヒトの細胞内シグナル伝達経路を遮断したり、特定の遺伝子の活動を改変することで人に危害を与える兵器が開発されるおそれがある。しかし既に自然界には多様な病原性微生物が存在していることを考えると、兵器計画が遺伝子改変微生物に頼らなければならない必然的理由があるわけではない。また、新たなバイオテクノロジーが必ずしも防御よりも攻撃に向いているわけでもない。現在の技術では生物兵器を迅速に検知することができず、防護マスクの装着やシェルターへの避難が間に合わないために、生物兵器の攻撃による被害を受けやすくなる。必要とされるだけの感度や普遍性を備えているか、検出の迅速性は十分なものであるか、偽陽性反応を除外できるか等はまだ明らかではないものの、現代の分子生物学的技術に基づく迅速な検知技術が現在実用化されつつある。その上、特定の生物兵器を非常に低い濃度で検知するためには、ポリメラーゼ連鎖反

応（PCR：polymerase chain reaction、核酸を特定部分で増幅させる反応）やその他の増幅法を用いてもなお、膨大な量の空気サンプルを必要とする。新たなバイオテクノロジーの中にはワクチンや治療の開発方法に革新をもたらすようなものもあり、また一方では、ワクチンに代わる非特異物質を開発できる見込みを示しているものもある。例えばサイトカインを過剰生産させることにより、多くの感染性生物兵器に共通して使われている病原菌の経路を遮断するという方法は最近注目されているものの一つである。この方法は自然発生的なものであるか、人為的なものであるかを問わず感染症への重要な対応策となり得るものである。なぜならば、この方法はある特定の病原体のためという特異的なものでなく、より普遍的なものであり、また病原体に自然変異や人工的な変異が生じて性質が変化したとしても、こうした対応策が有効であろうからである。

それでもやはり、全体的に見れば、先進のバイオテクノロジーが普及し、そうした情報の入手が容易になったことから、生物兵器開発を目論んでいる国家や敵対的組織が新たな兵器を得やすくなっているという一抹の不安は拭い去れない（11-19）。

## 2.4 予備的脅威評価

これまでに検討してきた内容から、確かに国毎に評価や優先順位が異なるであろうが、賢明な WHO 加盟諸国なら、生物・化学兵器攻撃に対応するために少なくとも何らかの対応策や対応機関を準備するものと思われる。攻撃に対する弱点があるからといって、もちろん必ずしも脅威に晒されているということそのままで意味するわけではない。それでもやはり、この章の冒頭で触れた生物・化学兵器の社会に与える被害の程度を予測してみると、かつては現実味がなかった大量破壊という最悪の状況が、冷戦時代にいくつかの細菌性・ウイルス性エアロゾル兵器が出現したことにより、既に現実味を帯びはじめている。しかし公衆衛生当局はそうした兵器の大規模被害をもたらす危険性ばかりを重要視すればよいわけではない。私たちはアメリカ合衆国で発生し今なお未解決のままである「炭疽菌入り封書」事件（第4章末付録4.3）から、生物剤を非常に小規模かつ比較的単純な方法でばら撒いても大混乱を引き起こし得るという教訓を得た。同様の教訓は、これまでアメリカ合衆国内での意図的散布に使用された化学剤の中で最も多かったのは致死性の強い神経ガスではなく、着臭剤である酪酸であったという事実からも学ぶことができる。従って、毒剤を単純な方法で散布する小規模攻撃こそ実は最も懸念すべき脅威であると公衆衛生機関が考えていたとしても、概ね誤りとはい

えない。

予測される被害のなかで最悪の状況である大量破壊が現実味を帯びてくるにつれて、生物・化学兵器使用に伴う技術的制約が明らかに大きくなるという事実は注目に値する。兵器の影響範囲がより大きく、より確実なものにしようとするほど、その目標を実際に達成するのは難しくなる。生物・化学兵器に関する脅威評価をする際には、こうした大量破壊攻撃に内在する技術的限界も考慮に入れなければならない。

例えば、ある生物・化学兵器を攻撃目標の所に到達させるまでに生じうる問題について考えてみよう。毒物や感染性物質は飲料水や食物を介して広がりえるが、付録文書5で説明しているように、汚染された物質そのものの広範囲散布、もしくは生物兵器による確実な感染症発生がない限り、その効果は局所的なものに留まると予測される。また、物質を蒸気もしくはエアロゾルの状態で噴霧し、呼吸によって吸入させる方法も広範囲に効果を及ぼしうる。しかし、この型の攻撃に関しては不確実性が問題となる。蒸気やエアロゾルの状態の生物・化学兵器は大気の移動によって攻撃目標へと向かうため、その動きは水平・垂直方向どちらにも変化し、大部分が目標を外す可能性もある。分散の程度はその時の大気の安定度に、動きの方向は気象条件や地形に影響される。もしエアロゾルや蒸気が閉鎖空間で放出された場合、戸外使用の場合よりも確実性は大幅に増し、影響予測もかなり容易となる。つまり、このような小規模攻撃では、生物・化学兵器使用に伴う技術的制約がずっと小さくなる。さらに重要なことは、多くの生物・化学兵器の物質は大気中では不安定となり、散布されて時間が経つにつれて弱毒化したり、また空中散布という方法そのものによっても毒性が低下したり、不活化したりする可能性があることである。生物・化学物質が体内に吸入された後もその活性を保ち、意図された病原性効果を発揮するためには、まだその他の技術的要件も満たされなければならない。例えば、粒子状物質の場合は、大きい粒子であれば呼吸器経路の奥深くまで侵入することができない可能性がある。さらに、最適なサイズは限られているため、エアロゾル雲の中でその最適なサイズを維持しながら攻撃目標まで運ばれていくことには様々な困難を伴っている。この蒸発や濃縮のプロセスは、雲の形で移動している時だけでなく、体内に吸入された後の呼吸経路の中でも起こっている。攻撃する側はエアロゾル型攻撃の弱点を補うほどの感染症大流行を期待しているのかもしれないが、このような技術的難点は、生物・化学兵器の物質（感染性の場合も非感染性の場合も）をエアロゾルを散布する際に付随してくるものである。ただし、感染症の流行それ自体、本質的に予測が難しく、従って制御しがたい。さらに、感染症流行が早期に検知されれば、衛生学的方法や予防策を講じて広がりを抑えること可能である。

こうした諸々の技術的制約により、大規模な攻撃を成功させるためには、そ

の材料の面でも放出の技術の面でも、一般に想像されているより遥かに厳しい条件が必要とされてくる。特に非感染性生物・化学兵器の場合には、十分な量を、しかも意図した効果を発揮し得る一定の時間内に攻撃目標まで到達させるためには膨大な量が必要となる。しかもその結果には複数の不確定要素が影響する。大気の僅かな気象学的変化により成分が薄められて無害になったり、風向きが変わり攻撃目標を外してしまうこともある。それゆえに、感染性の生物剤が使われた場合は特にこうした攻撃は無差別攻撃となる可能性を常に孕んでいる。

また、こうした散布の際の難点だけが生物・化学兵器による大規模攻撃に伴う大きな技術的問題というわけではない。生物兵器の場合、まず第一に、菌株をテストするなどして適切な種類の菌株を選択する困難がある。そして次には、培養・収穫・加工・保存・兵器への充填・散布・エアロゾルでの移動に至るまで毒性を維持させていかねばならないという一連の困難がある。

こうしたことから、先端技術に基づいた大規模な生物・化学兵器攻撃が起こる可能性はかなり低いものの、もし起きた場合、そしてもし様々な不確定要素や予測不能要素が可能性は低いものの全て攻撃者にとって有利にはたらいた場合には、その攻撃は重大な結果をもたらすであろうと結論できる。そのため、そうした攻撃に対する国家的準備戦略に関しては、発生可能性の低い大災害と、発生可能性は高いが規模の小さな災害、各々の一般的な公衆衛生へ及ぼす危険性を比較しながら検討する必要がある。生物・化学剤の意図的散布によってもたらされる結果を軽視するのは確かに無責任かもしれないが、過大評価しないようにすることも、また賢明であろう (20, 21)。しかし、生物・化学剤の使用が疑われただけでも人々が衝撃を受け、その間に動揺が走ることをふまえれば、WHO 加盟諸国は少なくとも、そうした危険性が万が一発生した場合にどう対応するのかを、公衆衛生や厚生への脅威に備える国家的対応策の一環として検討しておくのが賢明であろう。

その際に考慮に入れなければならないのは技術的要素だけではない。世界の多くの国において、国内法や国際法による規制を初めとした、生物・化学兵器の使用に対する社会的制約が整備されてきており、そうした兵器を入手したり、またそうした兵器によって優越性を得たりするために超えねばならない実質的問題はより大きくなってきているのである。またこうした社会的制約は、必要な材料の入手を妨げるばかりではなく、もし制約が無ければ得られたであろう国際的支援機関や専門的見地から助言を付与する機関、あるいは学術関係者などからの非物質的な形での支援も受けることを困難にするであろう。なぜならば、そういった人々が兵器製造へ関わっていることが少しでも明らかになれば、彼等の企業イメージや名声、商業上の地位などが窮地に立たされことになるからである。また、いかなる兵器計画に対する規制

活動でもそれが国際的合意に基づいている場合は、今まで以上に正当化されると思われる。これまでのところ、実質的な生物兵器攻撃がかなり長期間にわたって起こっていないことから考えると、実際に生物兵器使用の意図のある国や合法的組織の数は少ないと思われる。実のところ、使用意図こそがその使用を現実に行うに移す上での中心的要素であり、意図そのものも倫理観や逮捕罰則への恐れなどに抑制される。

しかしアメリカ合衆国での「炭疽菌入り封書」事件は上述したような論拠に満足することに対して大きな警鐘を鳴らしている。特に、炭疽菌入り封書の差出人が、もし数通ではなく一千通の手紙を出していたら如何なる結果になっていたのかを考えると大きな懸念が出てくる。歴史は必ずしも将来への信頼できる指針にはなりえない。従って、何らかの形で生物・化学兵器が意図的に散布される可能性に対して、対応策と対応戦略を準備しておくことは必須であると考えられる。

地震などの自然災害や、工場や貯蔵施設、輸送施設などでの大事故に対して、多くの国には既に基本的な危機対応戦略や対応策の備えがあり、それを今後も状況の変化や経験に応じて維持、修正していくことになるであろう。生物・化学兵器攻撃に対処するための危機管理原則は、自然災害や人災による大事故、緊急時などに対処するためのものと重複するところがあるであろうから、生物・化学兵器の意図的な散布が危機管理上の新たな問題となっている地域では、一般社会（非軍事）の対応策としてはほとんどの場合、既存の災害/緊急時戦略および計画に生物・化学的補足を行うだけで十分と考えられる。

それに加え、WHO加盟諸国は被害をもたらす生物・化学兵器の意図的使用に対して、たとえそれがどんなに局所的な使用であっても、それを「地球規模での公衆衛生への脅威」として捉え、対処できるよう備えておく必要があり、また他国で生じた脅威に対しても、専門的技術や知識ならびに物資や資源を提供し合うことにより事態の収束を早急に図り、被害を最小限に食い止めることができるよう備えておかなければならない。繰り返すが、生物・化学兵器攻撃に対する弱点があるという事実が、脅威に晒されていることをそのまま意味するわけではない。

## 参考文献

1. Marin MA. The evolution and present status of the Laws of War. *Académie de Droit International: Recueil des Cours*, 1957, 92(2):633-749.
2. Mandelbaum M. *The nuclear revolution: international politics before and after Hiroshima*. Cambridge, Cambridge University Press, 1981.
3. United Nations Security Council document S/C.3/SC.3/7/Rev.1, 8 September 1947.
4. United Nations Security Council document S/23500, 31 January 1992.
5. *Removing obstacles to healthy development: WHO report on infectious diseases*. Geneva, World Health Organization, 1999 (document WHO/CDS/99.1).
6. Perry Robinson JP. Chemical-weapons proliferation in the Middle East. In: Karsh E, Navias MS, Sabin P, eds. *Non-conventional-weapons proliferation in the Middle East*. Oxford, Clarendon Press, 1993:69-98.
7. Williams P, Wallace D. *Unit 731: the Japanese Army's secret of secrets*. London, Hodder & Stoughton, 1989.
8. Harris SH. *Factories of death: Japanese biological warfare 1932-1945 and the American cover up*. London, Routledge, 1994.
9. North Atlantic Treaty Organization, Standing Group, von Kármán Committee. *Future developments in chemical warfare*, from the report of Working Group X on Chemical, Biological and Radiological Defence, March 1961, as distributed to the UK Ministry of Defence Advisory Council on Scientific Research and Technical Development, paper No. SAC 1928, 11 February 1969, in United Kingdom Public Record Office file W0195/16864.
10. Jackson RJ et al. Expression of mouse interleukin-4 by a recombinant ectromelia virus suppresses cytolytic lymphocyte responses and overcomes genetic resistance to mousepox. *Journal of Virology*, 2001, 75(3):1205-1210.
11. Dubuis B. *Recombinant DNA and biological warfare*. Zurich, Eidgenössische Technische Hochschule, Institut für Militärische Sicherheitstechnik, report IMS 94-10, 1994.
12. United Kingdom of Great Britain and Northern Ireland. *New scientific and technological developments relevant to the Biological and Toxin Weapons Convention*, in document BWC/CONF.IV/4, 30 October 1996.
13. *Biotechnology and genetic engineering: implications for the development of new warfare agents*. United States of America, Department

of Defense, 1996.

14. British Medical Association. *Biotechnology, weapons and humanity*. London, Harwood Academic Publishers, 1999.

16. Dando M. Benefits and threats of developments in biotechnology and genetic engineering. In: *Stockholm International Peace Research Institute Yearbook 1999: armaments, disarmament and international security*. Stockholm, Stockholm International Peace Research Institute, 1999:596-611.

17. Kadlec RP, Zelicoff AP. Implications of the biotechnology revolution for weapons development and arms control. In: Zilinskas R, ed. *Biological warfare: modern offense and defense*. Boulder and London, Lynne Rienner, 2000:11-26.

18. Block SM. The growing threat of biological weapons. *American Scientist*, 2001, 89(1):28-37.

19. Dando M. *The new biological weapons*. Boulder and London, Lynne Rienner, 2001.

20. Fifth Review Conference of the States Parties to the Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons and on their Destruction, Geneva, 19 November-7 December 2001, documents dated 26 October 2001, *Background paper on new scientific and technological developments relevant to the Convention*.

21. *Measures for controlling the threat from biological weapons*. London, Royal Society, 2000 (document 4/00).

## 第3章 生物剤と化学剤

WHO 加盟国やそれ以外の国が生物・化学兵器の意図的な散布という脅威やその結果に対して適切に対処するためには綿密な事前対策が不可欠である。そうした事前準備対策を作るにあたり重要なのは、あらゆる生物・化学兵器攻撃に対して準備を整えることは不可能であり、また必要もないという点である。ある国が生物・化学兵器攻撃の被害に事前に対策しようとする場合、厳選した生物・化学剤に対する訓練目標を定めれば、それで実際には訓練対象に入っていない生物・化学剤を含む多様な攻撃に対処可能になる。代表的な生物・化学剤の一般的性質の知識があれば、ほとんどすべての生物・化学剤に対して処置できるようになる。延々と続く生物・化学剤のリストというものは準備の観点から非実用的である上、その脅威の可能性の大きさについても誤った印象を与えかねない。この章では生物・化学剤の特定方法を述べ、続いて散布方法、曝露経路、生物・化学兵器の一般的特徴について述べたのちに、第2章から始まった脅威の評価についての結論を導く。

### 3.1 代表的な生物・化学剤

生物・化学兵器は「貧者の核」と呼ばれてきたことから、生産が容易で、しかも使いやすい兵器であると誤った印象が広まっている。生物・化学剤は感染しやすいとか毒性が高いというだけでは兵器として通用しない。第2章で述べたような技術的制約があるために攻撃側に魅力のない生物・化学剤である場合、兵器として選択されるためにはその技術的制約を相殺するだけの特徴を備えていなければならない。従って生物・化学剤は取扱いや貯蔵中、エネルギー転換段階（散布する間）も分解しにくく、十分に安定した生物・化学剤である必要がある。そして散布された場合、効果が予想される地域において感染症を発生させたり毒性を発揮したりする能力がなければならない。それはまた、容易に手に入る前駆体化合物や自然界に存在する物質あるいは遺伝子操作微生物などから比較的容易に生産できるものでなければならない。そして生物・化学剤によっても異なるが、一たび生産されるとさらなる加工や成型を経て、弾薬や散布用装置に注入、あるいは注入準備が整った段階で兵器の所持者に無用の危険が及ばないかたちで貯蔵できなければならない。貯蔵中に生物・化学剤が不安定な場合には「二種混合毒ガス」などいくつかの便法もある。二種混合毒ガスとは、毒性のある化学剤ではなく前駆物質を別々の容器に入れておき、兵器を発射する直前あるいは発射の最中に混合

して最終的な化学剤を合成する方法である。生物剤は、従来の軍事攻撃作戦では大規模に貯蔵するよりむしろ生産してすぐに使用されていた。

何千もの有毒化学剤や何百もの病原性微生物について軍事兵器としての可能性が研究されてきたにもかかわらず、先に定義した軍事要件に見合うものは比較的少数しか発見されておらず、兵器化され実際に使われたものとなるとさらに少数である。従って事前準備の対象とすべき代表的な生物・化学剤を公衆衛生当局は比較的簡単に選別できるといえる。しかし公衆衛生当局は非国家組織による攻撃にも備えておくべきであり、彼らは正規軍とは別の基準で生物・化学剤を選択してくる可能性がある。例を挙げると、非国家組織の場合、手に入れやすく、毒性がさほど強烈でなく、貯蔵時に安定であることなどを主に考慮して生物・化学剤を選択する可能性もある。また彼らが生物・化学剤によってどのような効果を期待しているかについても正規の軍事作戦とは異なっているかもしれない。言い換えれば、公衆衛生当局が様々な生物・化学剤の脅威を評価する際の優先順位について、例えば参考文献 1 にある内容などは軍事当局のものと同じであるとは限らない。現在は、使用懸念の高い生物・化学剤について重点的に情報収集されている。第一に条約上広義の生物・化学兵器。第二に条約を円滑に履行するため、あるいは生物兵器禁止条約（BWC）のために提案された生物・化学剤のリスト。第三に近年兵器化、または貯蔵された生物・化学剤について公に入手できる信頼すべき情報。第四に過去に兵器として使用されたことが判明している生物・化学剤、そして最後に非国家組織についての考察である。この選択の経緯については次に述べることとする。

### 3.1.1 国際条約の適用範囲

対策すべき生物・化学剤を選択するにあたり、まず懸念される生物・化学剤について最大限情報収集しなければならない。情報収集の意義については生物・化学兵器の保有を非合法とする条約の中で触れられている。生物兵器禁止条約（BWC）、次いで化学兵器禁止条約（CWC）に結実した政府間交渉は、この報告書第一版の作成中に始まった。条約の適用範囲を決めるため、1969年 WHO は生物・化学兵器と他の種類の兵器を毒性と感染性の概念を基として区別した。それによると化学兵器戦で用いられる化学剤とは、「ヒト、動物、植物に有毒な影響を及ぼすあらゆる物質」を含み、生物兵器戦で用いられる生物剤とは、「対象となる生物体の体内で増殖する効果によるものであり、ヒト、動物、植物の疾病や死の原因となる目的で戦争において用いられるもの」と定義された。しかし条約交渉の担当者は、戦争、平和目的いずれにも応用可能な相反する性質を持つ科学技術を規制しようとしたために、さらに広義の定義づけを捻り出さねばならなかった。たとえば交渉担当者は、第一次世界大戦において最も致死性が高かったガスであるホスゲンについて、あ

る種の合成樹脂等便利な製品の製造業者へ原料を供給することを認めなければ、ホスゲン生産を禁止できなかった。また、ワクチン生産を脅かさず病原性微生物の大規模培養を非合法にすることもできなかったのである。このような事例が多く見られたため、条約の交渉担当者は、生物・化学剤使用が意図している一般的な目的が、その生物・化学剤の関与する活動が条約の下で果たして禁止あるいは取締りの対象に当たるかどうかの判断基準となると考えた。そのような一般的基準はBWCとCWCのなかで、両条約の適用範囲を定義した箇所に見出せる。こうして、この二つの条約に盛り込まれた禁止事項は、平和利用のために用いられるのでない限り、そして用いられる種類や数量がそうした目的と合致するのでない限りあらゆる生物剤、毒素、化学剤に及ぶ。その上、CWCは毒性という概念を用いて、その一般的基準を「毒性を持つ化学剤」と「その前駆物質」に当てはめて化学におけるこれら双方の分野を大まかに定義したのである。対照的に、BWCではそれに当てはまる生物剤と毒素を定義づけようとはされていない。BWC、CWCの二つの条約で適用する兵器を定義した実際の文言を下記のBox 3.1に記載した。

このように広範囲にわたる条約を効率的に履行するために生物・化学剤のリストを作成し、薬剤を明確に示し、それらが化学兵器として使用される可能性があることについてすべての締約国が同意できるように、条約の執行者の努力を集中することにした。CWCにはそうした努力により作られた3つのリスト（「一覧表、Schedules」）が含まれており、その中では選ばれた毒性化学剤および前駆物質に「検証措置を適用すると判定されて」いる。これらの一覧表については条約の付属文書「*Annex on Chemicals*（化学剤関連付属文書）」に詳説されており、29の具体的な化学剤と14つの化学剤ファミリー（族）が列挙されている。そうしたファミリーの中には何百万もの化学物質を含む大ファミリーもあるが、その化学物質の大半は実際には一度も合成されたことがないか、実際に特性を明らかにされたことがないものである。たとえば、ジアルキルフォスフォネイト族（dialkylphosphonates）は一覧表2の第4項にある化学物質のほんの一部にすぎず、1,668,964種の異なる化学物質（立体異性体を除く）からなるが、実際にはそのうち118種しか合成されたことがないようである(2)。一覧表1はアルキル-アルキルフォスフォノフルオリデート族（alkyl alkylphosphonofluoridates、神経ガスであるサリン族）から始まっているが、それですら理論上は3,652もの仲間を擁している。そうした数字はずいぶん大きいものだが、CWCは、一覧表が「対象にとって危険であり、この条約の目的」である化学剤のすべてを網羅する意図で定義として作られたものではないことを明らかにしており、その一般的な目的基準に反して使用されるかもしれない危険性を有する化学剤を単に例挙しているだけなのである。

## Box 3.1

生物兵器禁止条約（BWC）と化学兵器禁止条約（CWC）では生物・化学兵器をどのように定義づけられているか

生物兵器禁止条約第1条は以下の通りである：

この条約の締約国は、いかなる場合にも次のものを開発、生産、貯蔵若しくは取得、保有しないことを保証する。

1. 予防目的、身体防護目的その他の平和目的として正当化しえない種類及び量の微生物剤その他の生物剤又は毒素（原料又は製法の如何を問わない）。
2. 微生物剤その他の生物剤又は毒素を敵対目的のため又は武力紛争において使用するために設計された兵器、装置又は運搬手段。

化学兵器禁止条約第2条は以下を含む：

この条約の目的として

1. 「化学兵器」とは、以下に挙げるものの総合又は個々を指す。
  - (a) 毒性化学剤及び前駆物質。ただしこの条約によって禁止されていない目的のもので、かつ種類及び量が当該目的に適合する場合を除く。
  - (b) 弾薬類及び装置であり、使用した結果放出される毒性化学剤<(a)に規定>の毒性により殺傷効果を発揮するよう特別に設計されたもの。
  - (c) (b)に規定する弾薬類及び装置の使用に直接関連して使用するように特別に設計された全ての装置
2. 「毒性化学剤」とは、生命活動に対する化学作用により、人または動物に対し死、一時的に機能を著しく害する状態または恒久的な障害を引き起こし得る化学剤。原料および製法の如何を問わず、また施設内、弾薬内その他等、合成される場所を問わない。（この条約を施行するため、検証措置の実施のために特定された毒性化学剤を化学剤関連附属文書の一覧表に掲げる）

中略

9. 「この条約によって禁止されていない目的」とは、次のものをいう
  - (a) 工業、農業、研究、医療又は製薬の目的その他の平和利用目的
  - (b) 防護目的、すなわち毒性化学剤及び化学兵器に対する防護に直接関係する目的
  - (c) 化学兵器の使用に関連せず、かつ化学剤の毒性を戦争の方法として利用するものではない軍事的目的
  - (d) 国内の暴動の鎮圧を含む法の執行のための目的

CWCより短く簡単な法的手段であるBWCには類似の一覧表は含まれていないが、リストの作成は終了しており、交渉が終わり次第BWC議定書に付け加えられるようになっていく。こうしたリストの目的は一般的な目的基準の範囲を例示するためであり、定義づけをするためではない。防衛担当官庁を含めて政府当局は敵対目的で使われる可能性が非常に高いと判断された生物剤のリストを作成している。こうしたリストの一部は付属文書3の表A3.1に含まれているが、異なる生物・化学剤の予想にはいかにばらつきがあるかがよくわかるであろう。

### 3.1.2 歴史上の経験

過去に国家軍隊が武器として入手することができた生物・化学剤は公文書に記録されており、現在は公開され歴史家は詳しく研究することができる。しかしこの文書を以前管理していた国家がそれに関連したすべての文書を公開しているわけではないため、この歴史の記録は完全ではなく、公開されたものでさえも過去20-30年分は未公開のままである（国連イラク特別委員会-UNSCOM-に受理された申告は例外であり、そのすべてが立証されたわけではないが1987-1991年の兵器化の参考文献を含む）。それにもかかわらず対人殺傷用の生物・化学剤の広範囲にわたるリストは編纂可能である。こうしてできたのが表3.1であり、サセックス大学所蔵の1946年1月以降の国家文書や歴史学文書等から集められたものである<sup>(注5)</sup>。そこに載っているのは、国家文書において貯蔵あるいは兵器化されていたことが明記された生物・化学剤に限られている。便宜上、表3.1では生物・化学剤をこの章の後半で説明する分類に従い区分している。

CWC加盟国の義務としてOPCWに申告された、種々の化学剤の量を吟味すると、表3.1に挙げられている毒性化学剤を保有していた国家の軍事計画にとって、その化学剤が歴史上相対的に重要であったことがわかる。申告されたこれらの量は表3.2に掲載しているが、それによると締約国により総量69,863トンの化学剤が化学兵器としてOPCWに申告されていたことがわかる。こうして申告された貯蔵物質はCWCの査察条項であり、合意された手順に従ってOPCW担当官監視のもとで廃棄される。2003年8月31日までに合計7,837トンが廃棄された。

敵対目的に生物・化学剤を実際に使用することに関する情報は、兵器化や貯蔵に関する情報よりもさらに不完全であることが多い。それは秘密裏の戦いで使われることの多いこうした生物・化学剤が公式記録にはほとんど出ないからだけではない。さらに生物・化学兵器が使われたと報告された場合でも、実際には使われていなかった場合が過去にはしばしばあったからである。そうした報告は誤解や間違いによるものやデマであることもあった。対人使用

記録を表3.3に要約しており、表3.1で用いたものと同じ公文書館の資料を用いた。そこに記入されているのは使用された事実に議論の余地がないとされ、生物・化学剤使用が証明されている1918年以降の件に限定されている。また対植物剤や対動物剤の使用は含まれていない。表3.3の最後の3つの項目には生物・化学剤を非国家組織が対人使用した、歴史上のきわめて稀なテロ行為が収載されている。

表3.1、3.2、3.3には生物・化学剤を40種類収載されている。この数は生物・化学兵器戦に関する文献に登場する生物・化学剤の数よりもずっと少ないものである。この40種類の中には工業化学剤として広く使われているものもあるため、40種類のすべてが国家軍隊にだけしか手に入らないようなものではない。これらを代表的な生物・化学剤のグループに含むかどうかについてであるが、ものによってはお互いに非常によく似ているために採用されないものもある。従って追加する生物・化学剤は以下に示す4つだけで十分であろう。その4つとは大痘瘡つまり天然痘ウイルス、コクシジオイデス症の原因となる真菌剤、化学工業界で現在毎年何万トンも副産物として産生されている毒性物質であるペルフルオロイソブテン (perfluoroisobutene)、そして精神異常に類似した状態を化学的に引き起こすLSDとして知られるリゼルギド (リゼルグ酸、lysergide) である。ここに付け加えたこれら4つの生物・化学剤はどれも表3.1に載っていないが、その4つすべて兵器化の可能性を研究されており、中には実験室の中での実験とともに屋外実験も実施した兵器化の研究が行なわれたものがあることが判明している。

付属文書1, 2, 3には生物・化学剤44種類のうちの26種類が説明されており、その中には公衆衛生当局が代表的な生物・化学剤としても十分おかしくないものも含まれている。

(注5) 古文書館はサセックス・ハーバード情報バンクといい、CBWの軍備と軍備制限に関するハーバード・サセックス・プログラムによってイギリスのサセックス大学のSPRUが維持している ([www.sussex.ac.uk/spru/hsp](http://www.sussex.ac.uk/spru/hsp) を参照のこと)。

表3.1

保有国家の公式文書に基づき、1946年以降国家軍隊用に貯蔵あるいは兵器化された対人用生物・化学剤
<b>催涙ガス、その他感覚器官への刺激物質、その他無能力化化学剤</b> 10-クロロ-5,10-ジヒドロフェンアルサジン (10-chloro-5,10-dihydrophenarsazine、アダムサイト、DM) $\omega$ -クロロアセトフェノン ( $\omega$ -chloroacetophenone、CN) $\alpha$ -ブromoフェニルアセトニトリル ( $\alpha$ -bromophenylacetonitrile、larmine、BBCあるいはCA) 2-クロロベンザルマロノニトリル (2-chlorobenzalmalononitrile、CS) ジベンゾ-1,4-オキサゼピン (dibenzoxazepine、CR) オレオレジンカプシカム (トウガラシ抽出物、oleoresin capsicum、OC) 3-キノクリジニル・ベンジラート (3-quinuclidinyl benzilate、BZ)
<b>窒息剤 (肺刺激剤)</b> ホスゲン (phosgene) クロロピクリン (chloropicrin)
<b>血液ガス</b> シアン化水素 (hydrogen cyanide)
<b>びらん剤 (発疱ガス)</b> 硫黄マスタード (bis(2-chloroethyl) sulfide、マスタードガス、イペリット) 2-クロロビニルジクロロアルシン (2-chlorovinyl dichloroarsine、ルイサイト) ビス(2-クロロエチルチオエチル)エーテル (bis(2-chloroethylthioethyl) ether、T剤) 窒素マスタード (tris(2-chloroethyl)amine、ナイトロジェンマスタード)
<b>神経ガス</b> エチル <i>N,N</i> -ジメチルフォスフォアミドシアニデート (ethyl <i>N,N</i> -dimethylphosphoramidocyanidate、タブン、GA) <i>O</i> -イソプロピルメチルフォスフォノフルオリデート ( <i>O</i> -isopropyl methylphosphonofluoridate、サリン、GB) <i>O</i> -1,2,2-トリメチルプロピルメチルフォスフォノフルオリデート ( <i>O</i> -1,2,2-trimethylpropyl methylphosphonofluoridate、ソマン、GD) <i>O</i> -シクロヘキシルメチルフォスフォノフルオリデート ( <i>O</i> -cyclohexyl methylphosphonofluoridate、シクロサリン、GF) <i>O</i> -エチル <i>S</i> -2-ジイソプロピルアミノエチルメチルフォスフォノチオレート ( <i>O</i> -ethyl <i>S</i> -2-diisopropylaminoethyl methylphosphonothiolate、VX) <i>O</i> -イソブチル <i>S</i> -2-ジエチルアミノエチルメチルフォスフォノチオレート ( <i>O</i> -isobutyl <i>S</i> -2-diethylaminoethyl methylphosphonothiolate、Vx)

**Toxins\***

リシン (ricin)

サキシトキシン (saxitoxin)

ボツリヌス菌毒素 (*Clostridium botulinum* toxin)

ブドウ球菌エンテロトキシン (staphylococcal enterotoxin)

アフラトキシン (aflatoxin)

**細菌とリケッチア**炭疽菌 (*Bacillus anthracis*)野兔病菌 (*Francisella tularensis*)ブタ流産菌 (*Brucella suis*)鼻疽菌 (*Burkholderia mallei*)類鼻疽菌 (*Burkholderia pseudomallei*)ペスト菌 (*Yersinia pestis*)リケッチア・プロワゼキ (*Rickettsia prowazeki*, 発疹チフス病原体)コクシエラ・バーネッティ (*Coxiella burnetii*, Q熱病原体)**ウイルス**

ベネズエラウマ脳炎ウイルス (Venezuelan equine encephalitis virus)

\*すでにリストに載っているものに加えて、OC (oleoresin capsicum) とシアン化水素。

表3.2

CWC加盟国によるOPCWへの化学兵器総申告量 (2002年12月31日現在)			
化学兵器		申告総量 (トン) <sup>a</sup>	
<b>化学兵器第1類<sup>b</sup></b>			
Vx剤		15,558	
VX剤		4,032	
二フッ化剤 (DF前駆物質) <sup>c</sup>		444	
EDMP (QL前駆物質) <sup>d</sup>		46	
イソプロパノール/イソプロピルアミン(OPA前駆物質) <sup>e</sup>		731	
ルイサイト		6,745	
マスタードガス <sup>f</sup>		13,839	
マスタード/ルイサイト混合物		345	
Runcol (HT剤) <sup>g</sup>		3,536	
サリン (GB剤)		15,048	
ソマン (GD剤)		9,175	
タブン (GA剤)		2	
不明		5	
<b>化学兵器第2類<sup>h</sup></b>			
クロロエタノール		302	
ホスゲン		11	
チオジグリコール		51	
<b>暴動鎮圧剤として申告された化学物質</b>			
アダムサイト	CN剤	CS剤	CR剤
クロルピクリン	OC剤	OC/CS混合物	MPA [ <i>sic</i> ]
臭化酢酸エチル	トウガラシスプレー	ペラルゴン酸バニリルアミド	

a 2002年度OPCW報告書 (3) の図表に基づく (端数を切捨てトンで表した)。1トン未満と申告された化学物資を除く。そのような化学剤にはまたの名をメデモあるいはEA1699とよばれる神経ガス *o*-ethyl S-2-dimethylaminoethyl methylphosphonothiolate が含まれる。

b 化学兵器禁止条約査察付属文書第IV (A) 部、段落16では化学兵器第1類を「一覧表1に基づく科学兵器またはその一部あるいは成分」と定義している。化学的な性質については表3.1を参照。

c メチルフォスホニル・ジフルオライド (Methylphosponyl difluoride、2種混合型神経ガスの成分)

d エチル2-ジイソプロピルアミノエチル・メチルフォスフォナイト (Ethyl 2-diisopropylaminoethyl methylphosphonite、2種混合型神経ガスの成分)

e イソプロパノール72%、イソプロピルアミン28%の混合物 (2種混合型神経

ガスの成分)

f 「油生成物中のマスタードガス」を含む。

g 反応してできる生成物には約60パーセントのマスタードガスと40パーセントのT剤が含まれる。

h 「その他すべての化学物質またはその一部あるいは成分に基づいた化学兵器」続いてCWCは第3類の科学兵器を「科学兵器の使用に直接関連して作られた、未だ充填していない弾薬類や装置」と定義している。

i CWCは「暴動鎮圧剤」と申告される化学物質には化学的性質の開示を要求するが、所蔵量については問わない。

表3.3

1918年以降の敵対的使用が証明された対人生物・化学剤		
期間	物質	使用地域
1919	アダムサイト	ロシア
	ジフェニルクロロアルシン (知覚刺激剤)	
	マスタードガス	
1923-1926	臭化メチルエチルケトン (催涙ガス)	モロッコ
	クロロピクリン	
	マスタードガス	
1935-1940	塩素 (窒息ガス)	アビシニア
	$\omega$ -クロロアセトフェノン	
	ジフェニルクロロアルシン	
	マスタードガス	
	フェニルジクロロアルシン (発疱剤)	
1937-1945	ホスゲン	満州
	$\omega$ -クロロアセトフェノン	
	ジフェニルシアノアルシン (知覚刺激剤)	
	シアン化水素	
	ルイサイト	
	マスタードガス	
	ホスゲン	
ペスト菌		
1963-1967	$\omega$ -クロロアセトフェノン	イエメン
	マスタードガス	
	ホスゲン	
1965-1975	2-クロロベンザルマロノニトリル	ベトナム
1982-1988	2-クロロベンザルマロノニトリル	イラク
	マスタードガス	イランイスラム共和
	サリン	国
	タブン	
1984	サルモネラ菌	アメリカ合衆国
1994-1995	サリン	日本
2001	炭疽菌	アメリカ合衆国

出典: SPRU (Science and Technology Policy Research, University of Sussex, United Kingdom、英国サセックス大学科学技術政策研究所) のサセックス・ハーバード情報バンク

## 3.2 生物剤・化学剤の放出

いかなる生物・化学剤を放出する場合でも、生物・化学剤の種類、散布量、散布方法、毒性に影響を与える要因、放出中および放出後の感染性や毒性、大気中での生物・化学剤の動きや薄まり方、生物・化学剤に曝露された人の防護状況や罹病性の状況など様々な因子の組み合わせにより危害の性質や度合いが左右される。一般的危害には通常2種類、すなわち吸入による危害と接触による危害とがあり、それぞれに異なった性質の防護を要する（第4章参照）。ここでは、何ら防護していない人に吸入危害や接触危害を引き起こしうる生物・化学剤の空中散布方法を要約する。この検討では他に、飲料水と食料を介した散布方法を含む生物・化学剤の放出方法にも一部触れている。生物剤については媒介節足動物が使われる可能性もある。

化学剤や毒素の場合は、分解や不活性化の原因となる因子、感染性生物剤にとっては微生物の生存条件を左右する因子、あるいは病原性だけに影響するわずかな変化など物理化学的性質によってとられうる空中散布方法が決められる。

化学剤の場合、化学剤の蒸気または吸入できるほど細かい霧や固形微粒子、あるいは空中で気化するようスプレー噴霧されたもの、あるいは予め液体として流されたものやスプレーされたものが気化したものなどが拡散し、吸入することで危害を引き起こす。生物・化学剤によっては蒸気や吸入可能な微粒子が特に眼球結膜など敏感な粘膜にも危害を及ぼすことがある。経皮性の化学剤の場合には、揮発しにくい薬剤が人々あるいは人が接触しやすい面に直接スプレーあるいはばら撒かれると接触傷害が起こる。化学剤を機械的に散布する方法にはスプレー式、容器の破裂、爆発物の使用、花火の組成への熱加工等がある。花火技術による散布は、先ず蒸発したのち吸入可能な微粒子状が浮遊した空気に凝縮され、主に呼吸器系や眼球結膜を傷害する耐熱性で不燃性の化学剤にのみ有効である。

生物剤の場合には、主として吸入により傷害される。これは経気道感染が病原体にとって自然の感染経路ではない場合でも起こりえる。病原体粒子がヒトに到達した時点で、肺胞に入り込むことができ、しかも呼気で呼出されない大きさ（病原体粒子径）であるという空気動力学的に狭いサイズ範囲の場合、多くの感染性兵器で最も危険な状態となる。感染性病原体に接触し、病原体が損傷部や粘膜を通じて体内へ侵入するリスクもあるが、これは一般的に吸入する場合よりは危険性が低い。爆発物やスプレーその他、吸入可能な大きさの粒子を生成するよう特別に設計された発生器を用いて、予定径の感

染性病原体粒子を散布することができる。

小さな粒子は重力によって落下してしまうまでの速度が遅いため、大気中では小粒子でできた雲は実際の雲のような動きをする。このタイプの粒子雲はコロイド状物質の大気内浮遊状態であり、この状態はエアロゾルと呼ばれている。蒸気でもエアロゾルでも堆積の速さは重力に依存しているのではなく、分子や粒子が特定の表面と接触することによって生じる化学的物理的な結合力に依存しているので、分子や粒子が雲から移動する速さは表面の粗さや気象因子によって変わる。付着する際に、単に重さだけではなく、空気力学的特徴が重要である。「均一な密度をもつ固体の球体」こそが空力学的抵抗が最小になり、物質の理論的空力学的抵抗に最も近づく状態である。この区別はその大半が空洞である凍結乾燥物質や非常に高濃度の化学剤にとっては重要である可能性がある。付着した粒子が風などの物理的作用により再び空中に浮遊することもありえるが、再浮遊する量は少なく、再浮遊した粒子すらも土壌やもっと直径の大きな粒子と結合してしまう。その結果、エアロゾルの状態から一度何ものかに付着した粒子が再浮遊して人体に吸入される割合は、最初の雲に曝露して吸入する割合よりも程度が軽いのが一般的である。

微粒子や蒸気の雲が風下に運ばれていくにつれて、大気中の主流に逆らう流れが微粒子や蒸気の雲を水平垂直両方向に広げていく（大気を攪拌する層がある場合にはその最上部にまで届く）。しかし、その速度は大気の乱流の度合いによって大きく変わる。放出源から風下遠く離れ、横風が強いほど薬剤の量は少なくなる。それにもかかわらず大気の状態が比較的安定している場合には、生物・化学剤の性質と量によっては放出源から何キロメートルも風下であっても危険なレベルに達することもある。

### 3.3 曝露経路

#### 3.3.1 呼吸器系

生物・化学剤の蒸気やエアロゾルは主に呼吸器系へ危害を及ぼすが、マスタード類や感覚器官を刺激する化学剤の場合には眼球結膜にも特に危害を及ぼす。

化学剤の蒸気は、吸入した気道で吸着され、その吸着効率はその化学剤の溶解性によって異なる。水溶性化学剤の場合には、蒸気の大部分が鼻腔と気道

上部に吸着される。非水溶性の蒸気の場合にはさらに深く侵入し、気道末端である肺胞で吸着されることもありえる。非揮発性化学剤のエアロゾルあるいは非揮発性のキャリア（担体）物質に吸着した化学剤の場合には、後述する生物剤の場合と同様にエアロゾル粒子の大きさや濃度によって付着部位は変わってくる。

マスタード、ホスゲン、塩素を含めた化学剤には、吸着部位である肺組織を損傷するものもあるが、神経剤などのように呼吸器組織を通じて血流に運ばれて末梢神経系や中枢神経系などの特定の感覚器官に作用するものもある。

曝露中にほとんど中和（解毒）されない化学剤の場合、その危害の度合いは吸入量によって変わる。しかし化学剤によっては、特にシアン化水素の場合には体内に入って数分以内に大きな解毒作用が起こるので、短時間に一定の投与量を吸入すると重篤な中毒あるいは死を引き起こしうるが、同じ量を長時間に渡って吸入する場合にはそこまでには至らないかもしれない。しかしマスタードや神経剤を含む表3.2に挙げられたもののうち大半の化学剤では、おそらく長時間曝露されない限り毒性は本質的に累積すると考えられる。

生物剤の場合でも、エアロゾル雲が通過する際には呼吸器系が主に傷害される。これは呼吸器系に蓄積するエアロゾルの量が他の体のどの部位よりも多くなるからであり、呼吸器系がいかに優れた自然防御機構を備えていてもこうした生物剤による感染には脆弱であるからである。またこうした生物剤の場合には経気道感染は経皮感染よりも重篤な疾病につながりやすい。それにもかかわらず、傷口があるとそこから皮膚表面に付着あるいは人が接触する何らかの面に付着したエアロゾル粒子による皮膚感染が起こる。

吸入した粒子が付着する呼吸器系の部位は、粒子の空気力学的直径により異なる。概算のために、生物剤エアロゾル中の粒子を取り出して単位ごとの密度と球の形を測定した。直径10ミリミクロン以上の粒子の大半は鼻腔の線毛、鼻腔や気管上部に慣性力で付着する。付着した後、粘膜繊毛運動によって鼻に移動したり咽喉に逆流して鼻汁と共に排泄されたり、嚥下されたり、あるいは咳や唾液、くしゃみとともに排出される。このような除去作用によって肺は気道に付着した感染性生物剤を含む多くの粒子から防御されている。さらに粘液に含まれる抗菌物質や食細胞の働きによって感染性生物剤から防御されている。しかしインフルエンザや天然痘ウイルスなどを含む感染性生物剤のなかには、特別に適応して口腔咽頭や呼吸器粘膜に感染し得るものもある。従って、このような生物剤による感染は単に汚染粒子の吸入によるのみならず、汚染物質が付着した手を口や鼻周囲にもってゆくことで手-口や手-鼻の経路を通して起こり得る。

直径1-5  $\mu\text{m}$ 以下の非常に小さな粒子の場合でも鼻腔で捕捉されることがあるが、多くは慣性による付着を免れて気道を通り、肺胞にまで到達し、重力沈降によってそこに堆積することとなる。そして肺胞まで届き得るほど十分細かい粒子のエアロゾルとして散布された生物剤が感染し始めるのは140平方メートルの全表面積を持つ約3億個の肺胞の中なのである。重力沈降速度が遅いため、吸い込んだ直径1  $\mu\text{m}$ 以下の粒子の堆積は起こりにくい、もし簡単に蒸発しない場合ブラウン運動によって肺胞表面に付着することになりえる(4)。

肺胞はガス交換（酸素—二酸化炭素）を行うため線毛上皮を有しておらず、気道の粘膜線毛表面のさらに奥深くに位置している。その代わりに自ら遊走できる食細胞、肺胞マクロファージ、あるいは多核白血球が不溶性粒子を貪食し、肺胞から除去している。付着粒子を貪食したマクロファージはそのままずっと肺胞結合組織に留まる可能性、あるいは未解明ではあるが、粘膜繊毛の働きによりが肺から気道に排出される可能性もある。粒子はマクロファージに貪食された状態、あるいは単独粒子の状態で所属リンパ節に到達し、その部位で留まる場合も、リンパ管に入り胸管を経て血液循環に合流する場合もある。

肺胞からの除去には数時間から数日かそれよりも長時間の半減期があり、それは粒子の性質によって異なる。マクロファージに貪食された微生物やウイルスの大半は不活性化され消化されてしまう。しかし微生物によってはそれら食細胞の貪食作用に対して耐性を持つものも、マクロファージ内部で生存や増殖ができるものもある。たとえば炭疽菌の芽胞はマクロファージ内部で発芽できる。発芽した炭疽菌はマクロファージによって所属リンパ節まで運ばれる。炭疽菌はそのリンパ節内で増殖し、そこから血液循環に入り全身感染を引き起こす。

### 3.3.2 皮膚

液体剤であるVX剤など数種の化学剤は皮膚に滲入して全身に影響を及ぼす。その他のマスタードのようなびらん剤は、液体でも蒸気でもより局所的な影響を及ぼし、さらにその皮下組織を感染しやすい状態にする。一般的に、薄くて血流が豊富で湿潤な皮膚ほどこうした化学剤による攻撃に弱く、滲入されやすい。湿度が高いほど滲入されやすくなる。皮膚への滲入は瞬時に起こるものではないので、洗い流す、拭き取る、無毒化するなどの除去作業を被曝後数分間以内に行うことができれば、そうした薬剤の毒性を大きく減少させることができる。

エアロゾル粒子は表面には堆積しにくく、無毛部では皮膚に付着しないだろ

うが、スプレーや塵などのさらに粗い粒子はさらに付着しやすい。

### 3.3.3 口鼻の粘膜と眼球結膜

眼球結膜と鼻腔の粘膜組織は特に刺激剤攻撃に敏感であり、また眼球結膜は特にびらん剤に敏感である。また天然痘、インフルエンザ、その他ある種のウイルスなどを含む感染性生物剤は口鼻の粘膜とおそらく眼球結膜からも侵入するであろう。

### 3.3.4 消化器系

生物・化学剤で汚染された食物や飲料水を直接摂取したり、また生物・化学剤で汚染された表面に触れた手で口に触れたり、あるいは鼻、咽喉、上部気道に蓄積した大量のエアロゾル粒子を気道の粘液とともに飲み込むことにより生物・化学剤が消化器系に入ってゆくことができるようになる。生物・化学剤の曝露経路が数多く考えられる中で、汚染源が判明している、あるいは少なくとも予測されている場合には最も対処しやすい。食物と飲料水供給の簡単な衛生管理手段さえ備わっていれば生物・化学剤にかなり曝露しにくくなる。もしも化学剤を摂取した場合には、呼吸器への曝露に比べると症状の出現が遅いため、また局所の影響よりもむしろ全身症状が主に出るため、疾患による症状あるいは全身倦怠感によるもの、さらには生物剤に曝露したことによるものと診断されかねない。

食物、水、その他の経口摂取な物質が生物剤に直接汚染された場合に引き起こされる問題は付属文書5に述べられている。

## 3.4 生物剤の特徴

第1章1.3において、生物剤の主な特徴は宿主の体内での増殖能力と定義されている。生物剤がこの宿主体内増殖能を持つため、攻撃能を持つようになる。そして生物剤によって引き起こされる病気は生物剤と宿主（宿主の免疫、栄養、一般健康状態を含む）、環境（たとえば衛生状態、温度、水質、人口密度）が複合的に相互作用した結果である。生物剤を用いて疾病を引き起こす結果はこうした複合的な相互作用を反映する。

生物剤は通常生物学的に分類され、真菌、細菌、ウイルスが最も重要な群である。こうした分類は生物剤の検出、同定、予防、治療に密接なかかわりを

持つため、医療にとって重要である。また易生産性や予防・治療の難しさなど攻撃使用における有用性に関わる性質によっても生物剤は分類することができる。さらに一般的にはその他の感染力、病原性、潜伏期間、致死率、感染性、感染のメカニズム、安定性など兵器としての有用性に関わる特色により特色づけられる。

生物剤の感染力は宿主の体内への侵入、生存、増殖する能力を反映しており、感染力はまた、ある集団が一定量の生物剤に曝露した際の感染者の割合としても表される。この一定の条件下で投与された薬剤が投与集団の半数に感染を起こす量をID<sub>50</sub>と呼ぶ。この値を基準として、使用量の多寡が一定集団における感染率の高低に反映される。ID<sub>50</sub>は病原体により異なり、感染性の細胞（細菌）やウイルス粒子が数千以上である場合も数個でしかない場合もある。比較的低い確率であるとはいえ、感染性の細胞（細菌）やウイルス粒子たった一個でも感染を起こし始める場合が考えられるのである。

病原性とは微生物により引き起こされる疾病の重篤度を指す。同じ種でも菌株が異なれば、重篤度が異なることがある。たとえば野兎病菌の菌株の中にも強い病原性を示すものとそうでないものがある。

潜伏期間とは、感染性生物剤に曝露してから当該感染症に関連した疾病の最初の徴候があらわれるまでの経過時間のことである。これは生物剤、侵入経路（感染経路）、量、宿主の特徴など、種々の要因に影響される。

致死率とは生物剤に感染した集団を死に至らしめる能力を意味している。症例致死率とはある特定の疾病に罹患していると臨床的に診断された患者が、その疾患によりある特定時間内（例えばこの特定の急性疾患が発症している間）に死亡する率を指す。

感染症の場合、最初に曝露され感染した患者に接触するという指定状況下で発生する二次感染患者数を調べることで感染力が判明する。直接感染と間接感染どちらのメカニズムでも感染し得る。たとえば感染者と未感染者が直接接触した場合でも、病原体に汚染された土、血液、寝具、衣類、外科手術器具、水、食物、牛乳など無生物物質を介した場合でも感染し得る。また空気感染や媒介動物を介した二次感染も起こり得る。微生物の飛沫やエアロゾルを撒き散らす咳嗽やくしゃみで空気感染し、媒介動物によるもの（一次か二次）ではヒトを刺す動物、節足動物、その他の無脊椎動物宿主を介して感染する。感染対策を選択する際に、感染のタイプの違いが重要となる。このように、個人個人の適切な衛生的手法や予防措置、感染者と介護者その他の接触を適切に扱うことにより、直接感染をくい止めることができる。間接感染予防には、十分な換気、飲料水の煮沸消毒か塩素消毒、表面の消毒、衣類の

洗濯、媒介動物の駆除などその他の取り組みが必要である。

安定性とは、エアロゾル化された生物剤が、太陽光、空気汚染、表面力や乾燥などの環境要因の影響を乗り越えて感染力を保持したまま生き延びる能力のことを指す。また生産中や貯蔵中の安定性も含まれている。

### 3.5 化学剤の特徴

生物剤と同様、化学剤も最も懸念されている特徴の種類によりさまざまに分類される。そのため文献の中での化学剤の分け方や定義づけに混乱を招きかねない。よく用いられる用語の紹介と説明のために最も一般的な特徴を次に述べる。

化学剤は一般的に、たとえば擾乱、無（能）力化や殺人などその使用意図により分類される。擾乱剤に曝露している間、人は無能力になる。彼らは化学剤が引き起こした不快感についてははっきりと認知しているが、一時的に目が見えなくなったり拘束されたりしていない限り、その場から逃げ出す力は通常残されている。通常、曝露から開放された後には短時間のうちに全快するため治療の必要はない。無（能）力化剤も人を動けなくするが、オピオイドやある種の向精神薬のように、曝露した人は自分の苦しい状態を自覚していない場合がある。あるいは無能力となり、曝露環境から逃げ出すこともできなくなる場合がある。影響は長引く場合があるが、特別な医療援助なしでも回復可能とされている。致死性化学剤は曝露された人を死に至らしめる。

これは特に正確な化学剤の分類法ではない。化学剤の効果は曝露量、被攻撃者の健康状態、化学剤のもたらす有害作用に対する被攻撃者の感受性にかかわる種々の要因によって異なるからである。催涙ガス（CS剤やCN剤など）は通常、擾乱剤として使われるが、狭い閉鎖空間で大量曝露すると死に至ることもある。その反対に神経ガスは致死性であるが、低濃度で短時間だけ曝された場合には単に動けなくなる（無能力化）だけのこともある。もしも完全防護が不可能であれば、化学剤の影響の度合いを緩和することを防護措置の目的としてもよいのではなかろうか。例えば、神経ガスの犠牲者に事前治療と解毒薬を施しておけば、完全に「治癒」し得ないものの、致死性効果を無能力化能までに緩和することはできる。

もう一つの分類としては、体内への侵入経路による分類法である（本章3.3参照）。呼吸器系の化学剤は吸入され、肺を傷害するかあるいは肺で吸収さ

れて全身に悪影響を与える原因となる。皮膚系の化学剤は皮膚から吸収されて皮膚を損傷する（例：マスタードガス）か、または体内に侵入して全身に悪影響を与える（例：神経ガス）原因となるか、あるいはそのどちらもあり得る。化学剤はその物理的性質あるいは化学構造によってどちらかの一方の経路か両方の経路を経て体内に取り込まれるのである。

さらに、起こる障害の持続時間により分類する方法もある。持続性のある化学剤は投与された部位に長期間（時には数週間にわたって）危害を与え続ける。こうした化学剤は通常揮発性の低い物質であり、表面を汚染し、皮膚と接触すると皮膚を損傷してしまう。散布された蒸気を吸入すると二次的な危険が生じる。戦略的に重要な場所や設備に対し、職場放棄者や死傷者を出す目的で、持続性のある化学剤を使って妨害することもある。汚染地域では防護靴や皮膚防護服が単独あるいはどちらも必要であり、通常は呼吸器系も防護すべきである。マスタードガスとVX剤は持続性化学剤である。非持続性の化学剤は揮発性の高い物質で、使用場所に長く留まることなく、すぐに蒸発あるいは拡散して、その直後に占領しなければならない地域で死傷者を出すために使われる場合がある。通常、表面を汚染することはなく、主な危険は吸入によるものであり、皮膚への曝露は間接的な危険しかもたらさない。防護のためには主に防毒マスクが必要となる。濃度が皮膚に有毒なレベル以下である場合には防護服は必要とされない。シアン化水素（青酸）とホスゲンが典型的な非持続性化学剤である。

最後に、化学剤は人体へ及ぼす影響つまり障害される主な臓器の種類によって分類される場合が多い。典型的な分類には神経剤あるいは「ガス類」（サリン、VX、Vxなど）、発疱剤やびらん剤（マスタードガス、ルイサイトなど）、肺刺激剤・窒息剤（塩素、ホスゲンなど）、血液ガス剤あるいは全身剤（シアン化水素など）、感覚刺激剤（CN、CS、CRなど）、および向精神薬剤あるいは中枢神経系刺激剤（無能力化剤BZおよびフェンタニール等の麻薬）がある。このタイプの分類は本章表3.1で使われている。

## 3.6 生物・化学剤の使用結果

### 3.6.1 短期的結果

生物・化学兵器は多数を殺傷することができる点が、短期間に出現する効果として最も重要な効果であり、まさにこの特徴こそがどのような事前準備戦略をとるべきかを決定付けるものである。生物・化学剤による攻撃が市民に

もたらす恐怖とパニックを含んだ心理的な反応は通常兵器による攻撃の場合よりも深刻なものになり得るため、それらが増幅して医療資源や社会基盤に大挙押し寄せる可能性がある。医療施設に集まる生物・化学剤に被曝した或いは被曝を免れた多くの死傷者を管理するためには、危険性評価と心理支援戦略を組み合わせたサービスが必要不可欠となる（第4章参照）。都会を化学剤で攻撃した際の短期的な結果の性質についての教訓的な例証として、1994と1995年の日本における神経ガス（サリン）を使用したテロリスト攻撃（章末付録4.2参照）が示されている。2001年末に米国で発生した「炭素菌入り封書」事件は、この本の執筆時点では未だに犯人も動機も解明されていないが、生物剤を意図的に散布することによって起こる短期的な結果について深く考えさせられる点が多い（章末付録4.3参照）。

さまざまな生物・化学剤により引き起こされた急性期障害については付属文書1, 2, 3に詳細に記載されている。

### 3.6.2 長期的結果

生物・化学兵器の使用からずっと後の時点から見た長期的結果、つまり兵器使用からずっと後になって発生する（遅発性）、また長期にわたって遷延する（遷延性）、そして環境因子の影響を受けた健康への影響その詳細などについてはさらによくわからない点が多い。

生物・化学剤によっては、身体的・精神的疾患を引き起こし得るものがある。この身体的・精神的疾患は曝露後数ヶ月或いは数年にわたり遷延したり、あるいは曝露後長期間経た後に発病するものもある。こうした悪影響については以前から知られていて科学論文の主題となってきた（5-6）。生物・化学兵器がもたらす危害の範囲は直接の攻撃対象だけでなく時間も空間も越える可能性がある。多くの生物・化学剤のもたらす長期的な悪影響については余りにも知られていないことが多く、信頼にたる予想をすることができない。

そうした不確定要因は医学的な対応措置の計画立案にも影を落としており、さらなる研究を必要とする様々な不確定な可能性の概要を示す以外にもう少し何かできるかもしれない。病気の原因となる微生物について、あるいは環境内に存在するある種の化学剤について、意図的に散布するということは非常に大量の生物・化学剤を使うことであり、同種の病原体や化学物質であったとしても、非軍事的経験とは全く異なる状況のため、非軍事的な経験は役に立たない。しかし化学剤への職業上曝露の影響に関する研究によって、化学剤のもたらす結果に関する有用な指針がもたらされることもある。例えば、有機リン化合物の殺虫剤、メチルパラチオン（methyl parathion）などは人体にとって危険であり、治療方法も中毒による長期的な悪影響もサリン

のような神経ガスによく似ているとされる。

生物・化学剤の散布がもたらす健康への長期的な結果には、慢性疾患、遅発性の影響、新たな感染症出現とその大流行、そして環境因子の影響を受けた健康影響などがある。

一般的に、毒性化学剤や感染性生物剤に曝露した後には、慢性疾患を起しやすくなるとされている。マスタードガス犠牲者の間に衰弱性の慢性肺疾患が発生したことが第一次世界大戦後に報告された(7)。これはまた1980年代のイラン・イラク戦争でイラクが使用したマスタードガスによるイラン人犠牲者についての実態報告によっても同様の疾患が報告されている(8-9)。イラン人犠牲者の経過報告により、衰弱性の慢性肺疾患(慢性気管支炎、気管支拡張症、喘息様気管支炎、肺線維症、気道閉塞)、眼の慢性疾患(マスタードガスによる遅発性の失明を伴う角膜炎)と皮膚の慢性疾患(種々の二次合併症を伴う皮膚の乾燥と掻痒、色素異常、肥大から萎縮までを含むさまざまな組織異常)があることが明らかになった。曝露時点から12年を経た後にも肺合併症による死亡例が後を絶たない(10)。他の毒物による詳細な慢性影響については付属文書1,2に記載している。特に危険性が憂慮される生物剤にも慢性疾患を引き起こすものがある。例えばBrucella melitensis菌(マルタ熱菌)感染症(マルタ熱)は、B. suis(ブタ流産菌)やB. abortus(ウシ流産菌、バング菌)によるブルセラ病よりも重篤であるのが特徴で、特に骨、関節と心臓(心内膜炎)に悪影響を及ぼす。症状として再発、易疲労性、体重減少、全身倦怠感、抑うつ状態が一般的に見られる。Francisella tularensis症(野兎病)に罹患すると倦怠感が遷延し、脱力が何ヶ月も続くことがある。ウイルス性脳炎は中枢神経系と末梢神経系に恒久的な障害を残すこともある。さらに詳しい内容は付属文書3に記載している。

薬剤の曝露量によって異なるものの、生物・化学剤に曝露した人に生じる遅発性の健康影響には発癌性、催奇性、もしくは変異原性が含まれる。一部の生物・化学剤はヒトの癌の原因として強く示唆されてきたが、生物兵器に適したいずれかの微生物に感染することによりヒトが発癌するかどうかは今のところ不明である上、発癌原因となる一部の化学剤の作用については、実験動物レベルの情報が主体の限られた情報しか入手できない。たとえばマスタードガスのような特に懸念される化学剤のうち数種はアルキル化剤であり、これらアルキル化剤には発癌性を持つものがあることが知られている。硫黄マスタード(サルファーマスタード、イペリット)に一度だけ激しく曝露した場合に発癌するかどうかについては疑わしいが、マスタードガス生産工場でも長期間少量曝露され続けた労働者では呼吸器系の癌が有意に増加することが証明されている(11)。動物実験と人間の疫学研究によると、多くの発癌物質による化学発癌は曝露期間の長さに依存するという。曝露総量が

同じ場合には、一回だけの曝露では何ヶ月も何年にも長期にわたる曝露よりもずっと発癌性が少ないはずである。化学剤と感染性生物剤には発育途上の胎児に重大な障害を与えるものもあり、中でもサリドマイドと風疹ウイルスが特に有名である。ここで議論される化学剤や生物剤が、一般市民が曝露する可能性のある量で果して催奇性を示すのかどうか知られていない。既知の生物・化学剤が、子に受け継がれる有害な遺伝子突然変異を引き起こし得る可能性についてはあまり注目されていない。この受け継がれる有害な遺伝子突然変異を起こす化学剤が数種類あることが動物とヒト培養細胞レベルでは報告されている。

その土地に従来存在しなかった疾病を引き起こす生物剤攻撃を受けた場合、新たな風土病となる疾病が広まることになり、ヒトや節足動物などの媒介動物、その他の非人間宿主である齧歯類、鳥類、ウマ、牛などに感染する。炭疽菌の孢子は環境悪化に対して非常に耐性が強く、特に土中では長期間生存することができる。動物に感染して体内で再生すると、再び新しい病巣を作ることができる。人に胃腸感染症を起こすサルモネラ菌や赤痢菌のような微生物は、持続的な保菌宿主をつくることができる。サルモネラ菌株の場合には家畜がその持続的な保菌宿主の役目を担っている。敵対目的で天然痘が意図的に散布されるようなことがあれば、1970年代に自然発生を撲滅できたことで発展途上国に大きな恵みをもたらした、その天然痘が甦ってしまうことが特に懸念される。

最後に、環境や生態系の変化に左右される影響の可能性がある。人や動物に感染する生物剤や除草剤の使用により引き起こされた生態系の変化の結果、新しい疾病の中心拠点が形成され得る。これらが植物や動物由来の食物供給の質・量ともに下げることにより、長期間にわたり健康被害を引き起こすかもしれない。これらはまた農業には直接、貿易や観光には間接的に被害を及ぼして経済に大きな打撃を与える可能性もある。

これまでの分析から導き出せる明らかな結論は、生物・化学剤への曝露による慢性的な健康被害を評価することは非常に困難ということである。

交絡変数が研究結果に影響を及ぼすかもしれないし、曝露による純粋な長期的な被害と、広範囲にわたる他の原因によって同様の症状が引き起こされる背景事情とを区別するのも難しい。データが矛盾し、結果があいまいなために、信頼に足る結論に至らない場合もしばしばである。

化学剤への曝露による慢性的な健康被害が存在したことを確定する困難さを語るには今も調査中の医療問題がよい例になるだろう。それはベトナム戦争中の1960年代から1970年代初頭にかけて、当時ベトナムで広く使われてい

た化学剤である除草剤（オレンジ剤）に曝露した人々に起こった医療問題である（12）。調査では2,3,7,8-テトラクロロジベンゾ-p-ダイオキシン

（2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-p-dioxin, TCDD）に注目した。これは生産工程で産生されるもので環境中に長期にわたり残存し、試料採取した脂質や体脂肪の中に高濃度で検出され、ある種の実験動物に対して高い毒性を示すものである。さらに最近の例では、その因果関係の科学的な証拠はさらに少なくなるが、いわゆる湾岸戦争症候群では種々の化学剤への曝露が一つの要因である可能性も指摘されている。この2例ともに広範囲の慢性症状と健康被害（発癌、奇形発生とおびただしいまでの不特異的な身体精神症状を含む）は、さまざまな原因の可能性が考えられる中でも、化学剤への曝露が原因になったのではないかとされている（13）。集中調査が行なわれたにもかかわらず、いずれのケースも信頼できる説明を得るまでには至っていない。

### 3.6.3 心理戦の側面

生物・化学剤は、体に傷害と疾病をもたらす能力を別にしても、恐れおののかすという意味では心理戦（意気沮喪させるための攻撃という軍隊用語で威嚇を含む）の役に立っているといえる。生物・化学剤がたとえ実際には使われなくても、生物・化学剤に対する恐怖感から混乱し、パニックまでも起こりかねない。生物・化学兵器の話が誇張して伝えられた場合、混乱がさらに助長されることも考えられる。生物・化学剤よりも従来型兵器のほうが人々には理解されやすいのである。

長距離ミサイルが出現し、さらに普及したことによって、殊に都市部が生物・化学兵器攻撃を受けやすくなってしまった。都市部の住民を防護することは非常に難しいように思われるため、心理戦になる可能性に拍車をかけているのである。これは1980年代にイラン・イラク戦争の最終局面で主要都市への無差別攻撃が行われた際にテヘランで実際に起こったことであり、この時、実際に襲来したミサイルは高性能爆弾を搭載していたにもかかわらず、化学剤を搭載したミサイルが来るかもしれないという脅威—結局これは現実にはならなかったのだが—のほうが人々にずっと大きな脅威を与えることになってしまったのである。さらに1990-1991年の湾岸戦争の際も、イスラエルに向けて発射されたスカッドミサイルには化学剤が搭載されているかもしれないと恐れられた。軍事関係者や民間防衛関係者だけでなく多くの民間人が化学剤から身を守る防護装置の配給を受け、化学兵器対応訓練を受けたのである。そして実際にはイラクは化学剤弾頭を搭載したミサイルなどは使わなかったのであるが、すべての攻撃ミサイルが化学剤弾頭を搭載しているものと考えられたために、それが事実でないことが証明されるまで大きな混乱が生じた。

### 3.7 評価と結論

この章では敵対目的で使われる可能性のある生物・化学剤を幅広く紹介した。そして評価過程の説明を通してわかったように、防護対策のためには比較的少数の生物・化学剤に焦点を当てるべきであると提案している。そうすることにより必要なすべての生物・化学剤に対して対策を整えることができるのである。

生物・化学剤には様々な散布方法があるが、エアロゾルとして散布する場合や化学剤によっては蒸気として散布する場合は特に危険である。呼吸器防護器具と空気中に生物・化学剤が広がる危険性を予知する手段があれば、被害を受ける可能性のある地域においても時間的に余裕のある防護措置をとることができるだろう。

皮膚への曝露は主に化学剤に関連した問題であり、通常は散布場所付近のみで起こるものである。ここでの重要な防護手段は防護服になる。液体や高濃度の蒸気が直接皮膚にかかる場合も、共に皮膚の保護が必要である。もし蒸気にも危険性があるようならば、吸着性フィルターを使った呼吸器の防護も必要となるし、場合によっては危険地域からの避難も有効であろう。

生物・化学剤の一般的な性質やそれらを使うことにより生じる可能性のある事態を理解すれば、バランスのとれた事前準備の取り組みをすることができる。事前準備プログラムとは、生物・化学剤の今すぐに死傷者を生み出す危険性に備えるだけでなく、長期にわたる事態の可能性にも備えるべきものである。

### 参考文献

1. Khan AS, Morse S, Lillibridge S. Public-health preparedness for biological terrorism in the USA. *Lancet*, 2000, 356, 1179-1182.
2. Kireev AF et al. Identification of alkylphosphonic acid derivatives by IR and mass spectrometry. *Journal of Analytical Chemistry*, 2000, 55(9):837-845.
3. Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons. *OPCW Annual Report for 2002*. The Hague, OPCW, C-8/5 dated 22 October 2003. Annexes

6 and 7.

4. Heyder J et al. Deposition of particles in the human respiratory track in the size range of 0.005–15  $\mu\text{m}$ . *Journal of Aerosol Science*, 1986, 17(5):811–825.
5. Lohs K. *Delayed toxic effects of chemical warfare agents*. Stockholm International Peace Research Institute Monograph. Stockholm, Almqvist & Wiksell International, 1975.
6. Committee on Toxicology, Board on Toxicology and Environmental Health Hazards, National Research Council. *Possible long-term health effects of short-term exposure to chemical agents. Vol. 3. Final report: current health status of test subjects*. Washington, DC, National Academy Press, 1985.
7. Papirmeister B et al. *Medical defence against mustard gas: toxic mechanisms and pharmacological implications*. Boca Raton, FL, CRC Press, 1991:26.
8. Emad A, Rezaian GR. The diversity of the effects of sulfur mustard gas inhalation on the respiratory system 10 years after a single, heavy exposure. *Chest*, 1997, 112:734–738.
9. Emad A, Rezaian GR. Immunoglobulins and cellular constituents of the BAL fluid of patients with sulfur mustard gas induced pulmonary fibrosis. *Chest*, 1999, 115:1346–1351.
10. Keshavarz S (Director, Baghiyat' ollah Hospital, Teheran), personal communication.
11. Pechura M, Rall DP, eds. *Veterans at risk: the health effects of mustard gas and lewisite*. Washington, DC, National Academy Press, 1993.
12. *Veterans and agent orange: health effects of herbicides used in Vietnam*, Washington, DC, US Institute of Medicine, National Academy Press, 1994.
13. Fulco CE, Liverman CT, Sox HC, eds. *Gulf war and health. Vol. I. Depleted uranium, sarin, pyridostigmine bromide, vaccines*. Washington, DC, National Academy Press, 2000.

## 第4章 公衆衛生上の対策準備と対応

### 4.1 背景

一般市民を標的にして生物・化学剤が意図的に使用された場合の初期対応は、世界中の多くの地域で、概ねその地域における責任となっている。地方行政当局はこうした事件に対応するのに最も適した立場にあり、事件の対応を誤るかどうかは概ね彼らの責任にかかっている。国家及び国際的な対応設備や対応者などの対応能力が長期的には重要となるが、実際に事件が発生する前に対応システムや計画の環境整備を確実なものにすることは地方行政の責務である。

生物・化学剤が万一意図的に使用された場合に、地域や国の行政機関が事件への対応計画に利用できるような枠組みをこの章では提示する。ここでは、関連するあらゆる科学技術やその他の問題について掘り下げた調査を行ったり、訓練マニュアルを示したりするつもりはない。標準的危機管理原則が他の緊急事態や災害と同様、生物・化学剤を使用した事件に対しても適応出来ることを実証するのが、むしろここでの目標である (1)。章末付録 4.1 で概説されているこうした原則は、生物・化学剤が関連している場合、特に注意が必要な地域を特定するのに利用することができる。これらは世界保健機関 (WHO) の最近の出版物にさらに詳細に記載されている (2)。従ってこの章では考察を必要とする事柄についての概略を示す。さらに詳しい情報源については付属文書 6 を参照されたい。

化学剤攻撃に関する限り、化学兵器禁止条約 (CWC) の締約国は、すなわち化学兵器禁止機構 (OPCW) の加盟国となっており、これらの締約国は対策準備の段階から国際的な支援を利用することができる。化学兵器禁止機関技術事務局の国際協力支援課に連絡をとれば、必要な物資の算定や具体的訓練に対する支援が得られる。生物剤攻撃については、生物兵器禁止条約 (BWC) の第7条で、条約違反の結果、締約国が危険に晒された場合には、援助措置を講ずることとしている。これに関するさらなる情報や WHO を含む国際支援に関する情報源については第6章を参照されたい。

対策準備は、生物・化学剤が使用されるという脅威が生じた状況についても対応可能なものでなくてはならない。このような脅威がデマや捏造されたものであった場合に

は、関係当局はあらゆる疑わしい装置を特定し、かつ制圧するため適切な行動を取ると同時に、一般市民の恐怖心を和らげることができなければならない。

この章で論じる生物・化学剤に対する公衆衛生上の備えと軍隊における軍事機能を守るための備えとは密接に関連している。実際の戦場で、訓練され中央指揮下におかれた健康な成人の戦闘員に対して、十分に警告でき、防護器具により十分に保護することができ、そうでなくても最低限保護することができる国もあると考えられるが、民間人を守ること、とりわけ平時に彼らを守ることとは全く異なる問題である。実際は非現実的である民間人防護が適正であるという予想に希望を抱いてしまうと予防への取り組みを損なう可能性があるため、確かに危険であろう。

即効性の有毒物質による攻撃に対する初期対応は、おそらく現場やその付近に居合わせた警察や消防、緊急医療関係者が行うことになるだろう。一方、遅発効果のみの生物・化学剤による攻撃で、しかも露見していない場合には、看護婦や医師、災難救急隊員などの一般の医療サービス提供者が広範囲のしかも別々の場所で初期対応を行うことになる可能性が高い。

化学兵器は公共安全関係者に、そして生物兵器は公衆衛生基盤に大きな負担をかける可能性があり、そして双方ともに地域の保健医療組織に対して桁外れの負荷をかける可能性がある。

化学剤攻撃の被災者は瞬時に傷害されることがあるため、迅速な対応が要求される。その場合に最も重要視されるのは避難と汚染部分の適切な管理、そして早期治療である。

救急隊員は汚染地域（いわゆる「ホット・ゾーン」）を迅速に突き止め、救命可能であれば数分以内に行動しなくてはならない。一方、生物剤が密かに使用された場合には、さらに長時間経過してから明らかになる可能性が高い。例えば、それは数日後あるいは数週間後のことであるかもしれず、感染症患者という形でおそらくは出現するものと思われる。被災者には汚染後の自覚症状がまだ現れない潜伏期間中に移動するものもあると思われ、患者は汚染地区とは違い遠く離れた場所にも現れる可能性がある。多くの地域からの情報や医療報告、監視データが収集されて初めて全体像が明らかになる。人間から人間へ感染する生物剤では、二次的な感染症発生まで引き起こす可能性がある。生物剤に含まれている微生物の種類と問題地域における感染症の標準的なパターンによるが、当初、発病は疾患の自然な発生のように見えるものと思われる。

生物・化学兵器の事件に対する公衆衛生上の対策を準備するにあたっては、こうした相違点を念頭に置くべきである。しかし事件の早期段階では、原因物質が生物剤であるのか化学剤であるのか、あるいは双方の混合物質であるのか、はっきりとしないことが考えられる。結果として、生物・化学剤関連の専門家が現れるまで、最初の対応者は生物剤・化学剤双方の事件として対応していく必要性を感じるようになる。

生物・化学兵器の攻撃に備えるために、関係当局は既存の緊急対応関連の設備を最大限に利用し、その他のあらゆる公衆衛生の緊急事態における処理の根本原則と一致した手法を採り入れるよう働きかける必要がある。生物・化学剤による攻撃にはいくつか固有の特徴があるが、これに対して全く新しくそれぞれに対応した独立の対応組織を準備しておく必要はない。適切に策定された公衆衛生と緊急対応の組織であれば、ある程度の生物・化学剤攻撃に対して対応する能力があり、その影響を軽減するのに必要な措置を講じることが可能である。かなりの規模の化学剤攻撃では、危険性物質の大事故とおそらく非常に類似しているであろう。従って、地域社会に従来備わっているこのような事故への対応能力が、こうした攻撃に対する対策準備のために必要不可欠な要素となるのである。一般に生物剤による攻撃は疾病の発生と同じ特性を持つので、関連する都市、州、そして地方公衆衛生当局は病気発生時の感染への対応戦略と非常に共通した対応を取ることが必要となる。

従って、日常的に稼動するリアルタイム高感度疾病監視システムは、通常疾病発生の場合と生物剤により引き起こされた疾病の場合のどちらにおいても必要不可欠である。該当地域における疾病流行歴を知っておくために、こうしたシステムは攻撃の相当以前から整備しておくべきである。監視システムの性能を、通常疾病の発生時にいかに時宜を得た素早い対応ができるかという点から見ることにより、意図的にもたらされた疾病の発生時にどれだけの貢献が見込まれるか、その目安を知ることができる。国家の疾病監視センターであるナショナルセンターは、個々の地域で感知できていない国内の疾病発生を感知することができる上に、発生原因やその源を調査するための疫学的な専門知識を経済的な面で支援することができる。さらに、生物・化学剤双方の攻撃に対する疫学調査の手法は類似しているため、生物剤と化学剤どちらに対する防御にも貢献できる（もともと生物剤攻撃がより頻繁に該当する）。多くの生物剤が人獣共通の感染性があるため、公衆衛生と獣医学部門の間で日常的に情報交換を行う仕組みを確立することが非常に重要である。

疾病の発生や他の健康現象に関する情報を広める大きな役割は、現在はメディアや特定の関連団体、とりわけアメリカ合衆国の国際感染症学会議（International Society for Infectious Diseases）が現在運営しているProMed（新興感染症監視プログラム、

Program for Monitoring Emerging Diseases、<http://www.promedmail.org>参照) によって担われている。WHOは国際公衆衛生の懸念する疾病の発生に関する情報を収集、検証し、広報しており、感染症勃発警戒および対策ネットワーク (Global Outbreak Alert and Response Network) に加盟しているWHOのパートナーはこの情報を毎週入手することができる。ひとたび公式に通知されると、情報はインターネットを通じて電子配信され、WHO疫学週報 (*Weekly Epidemiological Record*) として発表される (3)。

化学物質や中毒の個々の事例を含む事故処理を担当する関係当局にとって、稼働中の有能な毒物取り扱いセンターは極めて重要であることが判明している。すぐに入手できる化学・毒物学の情報や専門知識は、化学物質が使用された事件の処理に際しても同様に役に立つものである。

生物・化学剤が密かに散布されたことを確認するのはとりわけ困難である。日常の緊急通話監視システム (緊急通話の周波数およびその種類と発信場所について常に追跡を行っている) は、有用な管理手段であり、通常とは異なる傾向の症状に着目したり、生物・化学剤の意図的使用を指摘したりする際に大いに役に立つであろう。

生物・化学剤の事件に、専門特化した対応チームが対応する上での危険性とは、出動要請の機会が少ないために技量の低下を招きかねないことである。さらに重く受け止めれば、極端に対応を一本化することにより対応に要する時間が増大する危険を冒すことにもなりかねない。地域一帯の生物剤や化学剤の専門チームを動員したとしても、24時間態勢での利用や、既存の対応と公衆衛生サービスによる全面的な危機管理経験の実現には決してつながらない。しかし一部の特定の活動に関しては、専門家があたねばならない (例えば、関与している生物・化学剤の最終鑑定のための試料採取や分析などがそれにあたる)。準備および行動の計画においては、地域の公衆衛生、緊急対応、その他の当局 (消防・救急サービス・警察・民間防衛体制) が、事件現場に早期に対応し管理を行えるよう照準を定めるべきであり、専門分野の活動は生物・化学剤対応チームの手によってその後遂行するべきだということが示されている。例外的に、テロリストの標的になりそうな特にオリンピックなどの目立った催しの場合には、特別対応チームを事前に配置しておかねばならない。

生物・化学兵器の事件への対応能力は対策準備 (これには実際に事件が起こるはるかに前から検討が必要であること) と、対応 (差し迫った使用に対する警告のあった後、もしくは実際に兵器が使用された後に実行しなければならないこと) にかかっている。

## 4.2 対策準備

### 4.2.1 脅威分析

脅威分析を行うには、国の法律執行機関、諜報機関、医学界、科学界など多くの専門分野からの情報提供が必要となる。住民に対して生物・化学兵器を使用するおそれのある人物や、使用される可能性のある生物・化学剤、また生物・化学剤使用の想定状況など特定し確認することを脅威分析の目的とする。脅威分析は対象範囲の広い課題であり、法律執行機関や治安および健康機関（典型的な中央集権的な国家機関）と地方当局とが積極的に連携することが求められる。公算の高いもしくは正確な脅威の種類を特定することはほとんど不可能であるので、通常は一般的な対策準備が求められることになる。国や地域の事情を全体的に考慮して判断を下すことが必要になる。

たとえ具体的な生物剤もしくは化学剤による危害が特定できない場合でも、公衆衛生レベルが全体的に向上していれば、生物剤が使われた事件へ住民が自ずと対応できるようになる。産業化学剤による事故へ対応できる専門家や設備は、必要とあれば化学剤攻撃に対処するために転用することができる。

もしも危険性を具体的に特定できれば、事件が起こる可能性と成り行きを判断できるはずである。この作業が終わってから、既存の対応能力・設備の転用に関して根拠に基づき人々に了解されやすい決定を行うことになる。第3章において、特に懸念される代表的な生物・化学剤を特定した。

存在する脅威のレベルは、逆に関与する地域社会の攻撃されやすさ（弱点）を示しているともいえる。弱点を分析することにより、生物剤もしくは化学剤の危険性にさらされる可能性のあるシステムの持つ弱さと共に、起こりえるシナリオをも明らかにし、危機対応および管理に対する現存能力を判断することができる<sup>(4)</sup>。この分析には必要性和可能性を査定することが求められる。起こりえるシナリオを事前に確認できれば、こうした事件に対応するのに必要な対応能力・設備とは何かということを判断できるようになる。生物・化学剤の事件について下記に特定される各々の行動への対応に必要とされるものは、確固たるものでなくてはならない。いわゆる「ギャップ分析」により目下利用可能な対応能力・設備と必要とされるものを比べれば、確実に不足している物が明らかとなる。生物・化学兵器に対する防御に不慣れな国が国際的な支援（支援についての情報源は第6章を参照のこと）を最も必要とするのはこの時である。

#### 4.2.2 攻撃の回避

生物・化学兵器に対する対応システムの構築そのものには攻撃回避の危険性の軽減戦略が含まれている。生物・化学剤を用いた事件に対して有効対応管理能力を単に備えているだけでも、戦時において生物・化学剤でかなり攻撃されにくくなるのが、歴史的な前例によって示唆されている。攻撃が迅速かつ効果的に対応されてしまうことを攻撃側がもしも知っていれば、こうした攻撃を行う意思はかなり減弱するであろう。抑止力としての機能を果たすために必要とされる警戒対応システムの感知水準と、考えられる弱点に関連したマイナス結果とのバランスを取る必要がある。生物・化学テロを察知したと無分別な報道がなされてしまった場合には望ましくない影響をもたらしかねない。

テロリストによって生物・化学兵器を使用させないためには、何よりもまずテロリスト集団とその活動に関する正確な最新情報が前提である。生物・化学剤は軍用にも民生用にも利用できる機材を使って製造される可能性があり、さらに製造設備が大きいあるいは特殊な外観である必要がないため、偵察衛星などの諜報手段はほとんど役に立たない。テロリズムに関する情報は人間の情報源に依存するところが多い。生物・化学兵器を製造するための国家の大規模開発・製造計画や生産施設は比較的簡単に特定できるが、テロリストの活動はより一層人目につきにくいために発見がより困難である。

生物・化学兵器の開発・製造・保有・譲渡・使用を犯罪とし、そうした行為が疑われる地域において事件発生以前から司法当局に取締り権限を与える法律を準備しておくことが、生物・化学兵器による攻撃を封じ込めるための重要な必要条件となる。こうした活動が CWC と BWC においていかに取り扱われているかについては第 5 章を参照されたい。

化学剤や毒物剤による攻撃の封じ込めには、多目的基準も含めた CWC の完全実施により、軍民両用の技術<sup>(訳者注)</sup> および軍民両用の設備を監視・管理するための国内・国際努力に手を借りることになる。BWC と CWC の方針を承認することにより大多数の国によって決められた国際基準が、生物・化学兵器使用を思いとどまらせる決め手となるかもしれない。

(訳者注) : Dual-Use Technology、デュアルユーステクノロジー：汎用技術、軍において有用な用途を持ち、かつ民間市場においても存続可能な潜在力を有する技術。

### 4.2.3 対応準備

攻撃回避努力にもかかわらず、生物・化学兵器による攻撃のリスクを完全に払拭することは不可能であり、仮に攻撃された場合には深刻な結果をもたらすこともあり得る。従って、機材や消耗品の収集、適正な手順および訓練を含めた対策準備計画が必要となる。既存の有毒物質に対する協定、公衆衛生にまつわる計画、そして医師、疫学者、獣医師、研究所職員を含む救急医療従事者や公衆衛生担当者、警察、消防士に対する訓練の現状を国家群で検討しなければならない。そして生物・化学剤の意図的使用に見られる独自の特性を踏まえて、これらを適合させなくてはならない。

生物・化学兵器により引き起こされる症状に対して、非軍事関連の医療者のほとんどは全くといってよいほど経験がないため、とりわけ事件の初期段階では患者の症状が生物・化学兵器によるものとは疑うことができないであろう。従って、生物・化学兵器どちらの被害者の場合でも初期診断と初期管理の場で訓練された医療従事者が必要であり、さらに、異例の事態が疑われる時には直ちに情報を共有することができる迅速な連絡システムが必要とされている。教育と訓練は生物・化学剤の一般的特徴を網羅したものでなければならない。すなわちその対象とは意図的な生物・化学剤使用により引き起こされ得る疾患の臨床所見、診断、予防と治療、さらに試料の取り扱い、除染、そして隔離看護である。訓練、計画、演習は大量死傷者の管理のための医師やスタッフを対象とし、大多数の患者のための呼吸補助と大規模な医薬品供給を提供し、地方当局のワクチン接種計画を支援するものでなくてはならない。必要な教育と訓練を施すには費用がかかる上に人員を集中させる必要があるものの、それでも最も費用対効果の点から見て優れた生物剤攻撃に対する医療準備と思われる。こうした訓練もまた、生物兵器使用事件の後に予想される医療体系を崩壊させかねない医療従事者の心配や不安を取り除くために不可欠である。

生物・化学兵器双方に曝露された場合の早期診断は、治療と対応の選択にとって重要となるため、準備には使用されるおそれのある生物・化学剤を特定できる基準研究所（reference laboratory：検査基準決定の際の基準研究所）もしくは研究所の広域ネットワークの設置も含むべきである。医療目的の診断の必要性に加えて、発射装置や周囲環境、患者から採取した試料は科学捜査的な分析も必要となるであろう。もし地域の研究所にその目的に必要な機材とスタッフがあれば、より早期の診断が容易になる。新しい診断技術により迅速に、場合によっては攻撃現場においてでも生物剤が特定できるようになる。しかしこのような最先端技術がどこにおいてでも利用可能とは限らない。

生物剤攻撃に対する医療体制や医療従事者を十分に準備できない場合、事件発生の発見が遅れてしまうだけでなく、人間と人間の接触による感染拡大を助長してしまう。地域の医療施設や人材が疾患発生と臨床例を管理・治療できないと地域住民に受け取られている場合には、感染患者かもしれない人々を含めた住民が治療を求めて長い距離を移動し、感染拡大の一因となってしまう。

機材や解毒剤、抗生物質、ワクチンが特別に必要であると認められた場所では、攻撃前備蓄や配布計画あるいは迅速な補給源の指定などを被害住民が利用できるようにすることが必要になる。こうした備蓄にかかる費用は選ばれた品目や備蓄量にもよるが、確かに非常に高額になることが考えられる。生物・化学兵器攻撃の可能性に対応して独占的にこれだけの金額をかけることが正当であると認められるのは、極めて例外的で非常に明確な脅威が存在するときに限られる。危険性が高い状況では、個々の人間や家族に対する防護器具（呼吸器防護器具など）、解毒剤（自己注射できるよう解毒剤が注入された注射器）、抗生物質などが供給されることがあり得る。こうした種類の準備に必要な費用や後方支援の負担はかなり高額で、貧しい国々や多数の人々が防備を必要とするような国では実現不可能かもしれない。関与している生物・化学剤にもよるが、そうした場合には高危険群に対しては選択的防護手段がまだ検討される。例えば最も感染の可能性の高い、もしくは感染を受けた人に対する抗生物質の予防投与などである。

機材を入手・使用できるかどうかやすなわち対応能力の有り無しを表す、もしくは最新の機材のない地域は初めから失敗がわかっていると仮定するような失敗を犯さないことが極めて重要である。さらに専門機材を確実に入手・使用できるようにすることは生物剤攻撃よりも化学剤攻撃に対する準備にとって、一般的にはより重要な要素である。生物および化学剤に対する防護器具を使うには特別な訓練を必要とし、また既存の危機管理の手順と適合化しなければならない。必要な手順を注意深く作成することなく、また集中訓練もせずにこうした機材を使用すると、対応能力の妨げになるだけでなく危険なことにもなりかねない。防護器具使用に関する問題点については、その一部を付属文書4に記載した。

#### 4.2.4 情報公開と情報伝達手段の準備

一般への情報公開を成功させ、生物・化学兵器に関する偏見を取り除くためには、事件発生以前からその情報公開に関する計画を十分に練っておくべきである。この計画が効力を発揮するには、実際に攻撃された場合取るべき行動を、攻撃が現実のこととなるよりもずっと前の段階から一般市民が知っていることが必要である。その場合

の情報伝達の計画としては、ラジオやテレビの放送、または起こり得る脅威について平易で理性的に解説した冊子類の配布も考えられる。人々の動揺・恐慌はいかにしてもたらされるのか、さらに仮に人々が動揺し恐慌に陥ってしまった場合にいかなる行動を取るべきか、明確にアドバイスされるべきである。こうした情報伝達手段の優れた例は入手可能である (5, 6)。よく練られた報道計画 (メディアプラン、効率的・効果的な情報配信計画) が事前教育課程の一部としての役割と事件発生後の過剰反応抑制の両面から必要不可欠である。報道計画には、場合によっては軍事機密の可能性のある情報の伝達経路と処理方法を明快かつ包括的に指示説明されていることが欠かせない。当然ながら、どのような公共準備対策や情報計画についても、過剰な情報は逆効果で危険なこともあり得るという可能性も含め、地域固有の状況に照らした判断を行う必要がある。

#### 4.2.5 対応能力の検証

重要ではあるものの発生頻度の低いあらゆる事件に対する準備を行う上で、普段は実行したり使用したりされない対応設備能力を検証し正当であることを確認するのは非常に難題である。実際的な模擬訓練は非常に有益な手段であり (7, 8)、状況が改善され得る地域を特定するために、訓練結果を批判的に評価しなければならない。

さらに、どこで事件が発生したとしても、実際の事件を念入りに分析して国際社会の対応の手助けとなるような有益な情報を提供すべきであり、そこで得た知識は将来の計画に採り入れられるべきである。この報告書の初版が発行されたのちに、化学兵器を用い一般市民を対象にした重大なテロ事件が日本で発生した。この事件が要因となって詳細な分析が行われ、化学兵器を用いた市民攻撃の種類と対応に関する多くの教訓を学ぶことができる。例えば、ほとんどの被害者が各自の移動手段により自発的に病院に向かったという事実は、トリアージ (triage、災害医療での治療優先順序の選別) ならびに施設除染作業の分配と密接に関係している。この件に関するさらに詳細な情報を章末付録 4.2 に記載している。

被害の生じるような意図的な生物剤の使用は幸いにもまれである。1984年におそらく地域選挙に影響を及ぼすことを目的として、ラジニューズで知られるカルト宗派が、ネズミチフス菌を用いて10件のレストランのサラダバーを2ヶ月以上に渡って汚染し、アメリカ合衆国オレゴン州の小さな町で715人の住民が発病した (9, 10)。つい最近では、遙かに多くのマスコミの取材対象となったが、炭疽菌芽胞入りの封書がアメリカ合衆国郵便制度によって頒布された。この事件については章末付録 4.3 で説明している。

## 4.3 対応

### 4.3.1 生物・化学剤が公然と使用される前の対応

もし生物・化学剤攻撃が切迫している旨の警報を受け取ったら、仮に実際にそうした事態が発生した場合には、生物・化学剤が使用される前にたくさんの取り組みが可能であり、その実行が欠かせない。このような取り組みを行う順序はその事件特有の状況によって決定される。事件の最初の兆候は警報であるかもしれないし、あるいは、例えば火事への対応や不審な荷物の発見などの通常の社会活動の結果として見慣れない装置や器具の発見などかもしれない。以下に述べるもののうち、一つ以上が必要とされる。

**入手可能な情報の分析。** 現実的で確かな演習を通してこうした情報を分析するための共同作業が出来るよう訓練を受けた、警察・諜報機関・技術者を含む特別組織により入手情報を全て見極める必要がある。こうした分析家と専門家の小グループは脅威あるいは事件情報を評価できるようになり、適切な行動と専門家を支援に動員するにあたって助言が可能となり、さらに、デマに対して誤った対応をしないための手助けにもなる。

**調査手順の開始。** 十分な情報を警戒の中で入手し、分析の結果、調査行為が正当化されると判断した場合には、特定区域で疑わしい装置を捜索することが妥当であろう。容疑者あるいは目撃者を捜索することもよい。

**非常線・防疫線の設置。** さらに状況と入手される情報次第では、人々を危険区域から避難させることと立ち入り禁止区域を設置することも必要である。

**危険性の早期発見。** 装置や不審な荷物が発見された場合、差し迫った危険が化学剤によるものか生物剤によるものか、あるいは両者の混在なのかを可及的速やかに決定することが重要である。爆発物それ自体の危険性や生物・化学剤の散布方法として爆発物が用いられている危険性のいずれも、装置が放射性物質による危険性を持つ可能性とあわせて考慮しておかねばならない。適切な専門家をこの時点で呼び寄せ、事件の対処、正しい防護器具の選択に対して支援を得ることが可能である。例えば、口鼻用マスクは特定の生物学的危害に対して十分な防護となる一方、呼吸マスクと完全防護服は持続性の化学剤からの防護のために必要となる。

リスク軽減と無力化。リスク軽減の可能性あるいは使われるおそれのある危険物の無力化については、装置の種類に応じて、封入またはその他の鎮静と無力化のための手法を参考に検討すべきである。現場で対処すべきなのか、あるいは特別な施設に移動してから無力化すべきなのかは、専門家の判断次第である（生物・化学剤の汚染除去と併せて、現場で容器内の装置を小規模爆発させることのできる装置が入手可能である）。分析や科学捜査的な目的で試料採取することは、機器を破壊して無力化する前に可能な限り行っておくべきである。

#### 4.3.2 生物・化学剤使用事件の特徴

初期段階においては、特にそれが内密に行われた場合には、生物剤攻撃なのか化学剤攻撃なのかを判別するのは困難であると考えられる。一般的な法則として、化学剤攻撃では割合に立ち入りが制限された使用現場近辺で攻撃からしばらくの間に同時発生的に類似の症状が見られる傾向にある。生物剤攻撃では、病院または診療所で長期間かつ広域にわたり疾病患者として現れる傾向にある。遅発性化学物質に曝露した場合の症状は感染性疾患との区別がさらに困難である。決定的な特徴はないものの、表 4.1 の指標により、生物剤と化学剤どちらの攻撃が行われたのか判別しやすくなるであろう。一般の疾病と意図的使用による疾病の違いについては付属文書 3 で論じている。

表 4.1

生物剤攻撃と化学剤攻撃の相違点		
指標	化学剤攻撃の場合	生物剤攻撃の場合
疫学的特徴	非常に似通った症状を持った大量の患者がほぼ同時期に治療を求める (特に呼吸器、眼、皮膚、神経症状；例えば嘔気、頭痛、眼痛、眼刺激症状、見当識障害、呼吸困難、けいれん、さらに突然死)  単一地域から患者集団が訪れる  臨床症状に一定の傾向がある	平均的な健康状態の住民における疾病の急激な増加 (数時間または数日間)  特に発熱、呼吸器、胃腸関連を主訴とする受診者の異常増加  異常な時期、傾向で急速に現れる風土病  大量の短期間死亡患者 (生物剤関連疾患)  バイオテロの可能性のある比較的珍奇な疾患 (特別に付属文書 3 にリスト掲載)
動物の指標	動物の発病あるいは死	動物の発病あるいは死
発射装置、異常な液状スプレーまたは蒸気	疑わしい装置や荷物 水滴、油膜 異臭 天候に無関係の低い雲や霧	疑わしい装置や荷物

参考文献 11, 12 より改変

### 4.3.3 生物剤事件への対応

表 4.2 は生物剤事件への対応に関わる主要な取り組みをまとめたものである。取り組む活動の順序は国際的に認められた危険分析の原則に基づく (危険分析に関する詳細は章末付録 4.1 を参照)。

以下の論考は、表 4.2 に列挙された取り組みにおける最重要検討材料の一部をまとめたものである。対策立案者に必要と思われるさらに詳しい情報の出典は付属文書 6 に記載している。自然な疾病発生と意図的要因による疾病発生に対する対応は類似しているため、下記に提供する情報では、意図的要因による疾病発生によりもたらされる問題点に特に論点を絞っている。感染症による緊急事態における公衆衛生活動情報は WHO の出版物 (13) にて入手可能である。

表 4.2

生物剤攻撃への主な対応	
危険性評価	<p>生物剤散布、あるいは感染症発生の断定</p> <p>関与生物剤を特定し（危険物質の特定）、事件定義を作成</p> <p>疾病が蔓延する可能性の評価、ならびに感染性疾患である可能性を考慮しつつ、現時点および以降の疾患管理上の必要条件査定（危険度説明）</p>
危機管理 (危険性軽減・管理措置)	<p>事件対応者や医療従事者の保護</p> <p>感染予防と管理規定の導入</p> <p>患者トリアージ実施</p> <p>感染症医療の確保</p>
全活動監視	<p>地域内および国内の対応能力・設備が十分であるか、国際支援を求めるべきか決定</p> <p>予防管理措置の有効性を監視するため、担当者が直接感染症発生現場に出向き、一定期間患者への接触などを含め現場調査を行う能動的・積極的調査（active surveillance、能動的・積極的サーベイランス）を実施し、病気の分布（時間、場所、人）を追跡調査し、必要に応じ対応活動を調整</p> <p>必要に応じて危険度査定・管理手順の反復実施</p> <p>より長期的な追跡調査の実施</p>
危険性の通知	<p>情報と説明を被災住民に対して伝える危険性通知計画を随時実施</p>

### 生物剤散布、あるいは感染症発生の断定

他にはっきりとした根拠が存在しない限り、感染性疾患の発生の全てが自然の出来事と考えられるはずである（付属文書3参照）。従って、生物剤が実際に使用されたことを事前に立証したか、あるいは意図的な疾病発生が疑われるかのいずれかの場合でなければ国際的な疾病発生に対して対応することはできない。こうした国際的対応を開始する際の決断には、生物剤が公然と使用されたのかあるいは秘密裏に使用されたのかという違いをはじめとして、多くの要素が影響する。他のあらゆる疾病の発生と同様に、生物剤が秘密裏に使用された場合には、患者が医療機関を受診し始めてから初めて発覚する。既存の観察調査体系では疾病発生を検知できるはずであり、疫学的調査は疾病検知を契機として始められる。臨床症状の情報・検体検査結果・周囲環境の情報を含めた調査結果により、疾病発生が生物剤の意図的使用によるものであること

を示唆される可能性がある。日常的な観察調査と、全ての疾病発生に対する素早い調査を行い、異例の疾病が進行中であると警告することの重要性は、上記 4.1 で既に論じられたことである。危険の差し迫った状況、あるいは公然と生物剤が使用された場合には、後述する化学剤事件の初期段階とさらによく似た対応をしなければならなくなる。人間や動物に現れる徴候や症状によって生物剤が使用されたことが立証され得る一方で、環境において生物剤の試料採取し検出することもまた必要となるであろう。

### 関与生物剤の特定

関与している生物剤を迅速に特定することで、適正な予防および医療手段が確実に実施できるようになる。生物剤によっては接触感染を引き起こすものもあり、生物剤の特定について研究所の確認を待つことは望ましくないからである。疾病発生調査の開始直後に危険性の軽減計画を導入・実施することが必要であろう。

環境中の生物剤を検出・特定するための高感度かつ迅速な手法の開発は、考えられ得る生物剤の数が非常に多いために困難となる。こうした手法が普及するまでには、飛躍的な技術の進歩が欠かせないため、実現するにはしばらく時間がかかるものと思われる。

研究施設が支援することで可能となる初期診断援助・治療援助の範囲は、準備水準と診断に関わる研究施設のネットワークをどれだけ利用できるかの双方にかかっている。疑われる微生物の種類により、必要とされる生物試料の種類や生物剤特定に必要な特殊技術は変わってくる。意図的攻撃に使われる生物剤の最終的な特定もまた科学捜査的に重要となる。微生物とその特性を詳しく分析すれば、発生源である研究所まで追跡することができる。これは高度に専門的な活動であり、疾病発生時の管理に必要な基礎的な診断的手法とは異なるものであるため、公衆衛生の領域において直接関心を持たれたり責任の対象となることは稀である。

生物剤を使用したとするデマの場合、生物剤は通常潜伏期間が長いいため直ちに評価したり確認したりするのが困難である。デマであることを正確に特定できる可能性が高くなることが証明されている一つの方法は、一緒に訓練された人員からなり電話会議やインターネット接続を用いて極めて急な依頼にも迅速かつ効率的に状況を判断することができる、即時対応の専門家の小委員会を設置することである(4.3.1項を参照)。委員会には脅威のある生物剤に精通した生物学者と医師、法律執行機関や可能ならば軍の代表者、司法心理学者、公衆衛生団体の代表者、それに現場当局者を含む必要がある。こうした集団がその時点で手に入る全情報の提供を受けることにより、これか

ら講じる措置について、なし得る最善の決定を行うことができる。

ひとたび生物剤が特定されれば、それが疾病の原因であることを公開するために、生物剤の発生源や感染伝播経路について、はじめに仮説を立てることが重要である。この仮説は、臨床症状の情報・検体検査や周囲環境の情報・現地調査・住民の部分群に対する分析疫学的手段の適用を元に検討されなければならない。

### 起こりうる拡散の試算

事件に生物剤エアロゾルの散布が関わっている場合、コンピュータによるモデル化がエアロゾル粒子の拡散を防ぐ手助けになる。しかしながら最初の段階では、風向きや風速、可能性のあるエアロゾル発生源についての情報を集めることが欠かせない。まさに疾病発生中の時点では、疾病が特定地域から起こっていることを示し、散布地点から風上に当たる場所を指示するためには後ろ向き分析 (retrospective analysis) が役に立つであろう。例えば、1979年に旧ソ連のスペルドロフスクの軍事生物施設から炭疽菌芽胞が偶発的に放出された事件の捜査担当者は、エアロゾル拡散分析を行い、疑わしい放出地点を中心とした一定の等値線範囲内にいた人に肺炭疽が顕著に発生したことを明らかにすることができた (14, 15)。

人から人へ感染し得る生物剤が散布された場合には、疾病の蔓延は二次的発生の中で進む傾向がある。そうなれば疾病の蔓延の可能性を予測するために基本的な疫学的手法を用い、状況に合わせた医療資源の結集と配分を行うことができる。

### 事件対応者と医療従事者の保護

対応者と医療従事者の保護は明らかに必要不可欠である。事件への対応能力を危うくしてしまうことに加え、医療従事者に感染症が発生してしまうと保健所や病院自体が危険な感染源であるという認識を住民にもたらしかねない。このようなことが起きると、感染している可能性のある人々が地域の医療施設を受診しようしなくなり、他の医療施設へと移動するようになり、ひいては接触感染症であった場合には二次感染の危険性をさらに増大させることになりかねない。

生物剤エアロゾルが散布されている間は、最初の感染経路は気道と呼吸器官である。こうした際には呼吸器系の防護が最も重要な身体防御の要素となる。粒子フィルターは一般的に生物兵器に適している (これに対して化学剤の蒸気が混入した空気を浄化するためには活性炭や類似のフィルターが必要となる)。

特に懸念される生物剤のほとんどは接触感染症を起こさないが中には起こすものもあり、もしもこれらが市民に定着してしまった場合には、エアロゾルの飛沫、感染した体液および粘膜との接触、あるいは損傷皮膚との接触、さらに摂食までもが全て生物剤の二次的な蔓延に関与する。潜在的な感染物質を扱うための普遍的予防策 (Universal Precautions) はこうした理由で常に行うべきものである。対応者の保護は隔離看護と感染管理の基本的原則に則っているべきである (12, 16, 17)。

対応に従事する人についてのワクチン接種または予防的な抗生物質による治療を考慮しておかなければならない。このことは、最初に攻撃が明らかになった時よりも、感染の二次的蔓延に対する管理に役立つ可能性が高い。適切なワクチン (例: 天然痘・ペスト・炭疽) が広く入手可能であれば、攻撃前に医療従事者に対してワクチン接種を検討してよいであろう。

## 感染対策

感染性 (接触感染性) 疾患を引き起こす生物剤が散布された場合には、基本的な衛生・感染予防措置、例えば接触後の手洗いや、感染者の分泌物へ直接接触しないこと、公共の場所から生物剤曝露者を隔離すること、疑いや徴候のある患者を隔離することなどが、二次的蔓延を制限する上で必要不可欠となる。医療従事者だけでなく、一般人に対してもこうした予防策のために必要な基礎情報を普及させることは感染対策上、重要である。注意を払う必要のある徴候や症状と、仮にそれが現れた場合の連絡先と行き先を市民は通知しておく必要がある。一般人に対するこうしたアドバイスの具体性が欠ける場合には、地域の保健医療施設に感染を受けていない患者が殺到することになりかねない。

生物剤使用事件への対応として、予防措置的な大規模避難はおそらく実施されることはない。接触感染症が発生している場所では、感染の拡大と二次的疾患の発生数の双方の増加により、状況がさらに悪化する可能性がある。患者の移動は治療と介護を行うのに最低限必要なものに制限しなければならない。

ウイルス性出血熱 (例: エボラ出血熱やマールブルク出血熱)、ペスト、天然痘のような疾病の院内感染に歯止めをかけるためには特別な手段が必要となる。陰圧式の専用室を用意すべきだとする再三の提案は、見込まれる症例の実数から考えて非現実的である。保健医療施設以外に患者のケアを現場で行うためには体育館や競技場、または自宅などに備えが必要である。

生物剤は不揮発性であり、再度エアロゾル化（噴霧化）しにくく、わずかな残留物も皮膚や物体表面に付着しにくいため、生物剤攻撃に晒されたおそれのある人の除染を即座に行うことは、化学剤の被害者に対して行う時ほど重要ではない。物体表面に付着した病原体は急速に死滅するが、中にはさらに長期間生き延びるものもある (18)。しかし、殊に使用現場が特定できる場合には、器具と人体の両方の除染の準備をしておくことが賢明である。有害物質の使用事件における「危険地域（ホット・ゾーン）」を明確に示すことは極めて困難または不可能と考えられ、疾病の発生が認められない限りは汚染範囲を規定することはできないであろう。生物剤の散布地点、もしくはその付近には大粒子が付着している可能性があり、地域一帯の除染（あるいはその地域にいた人間の全身の除染）を行うことが望ましい。化学剤除染用の溶液は生物剤の除染にも適している。疾病発生への対応の際には次亜塩素酸塩（ヒポクロリット）を消毒剤として使用することが推奨される。汎用性のある消毒剤としては、0.05%有効塩素（1g/l、1リットルあたり1グラム）が必要であり、例えばラッサ熱ウイルスやエボラウイルスの発生が疑われる場合には、さらに高濃度の0.5%有効塩素溶液（10g/l、1リットルあたり10グラム）が必要となる。排泄物・死体・流出した血液や体液の消毒には0.5%有効塩素溶液が必要とされ、手袋をはめた手や素手・床・衣服・器具・寝具類の消毒には0.05%有効塩素溶液の使用が推奨される (19)。人間の皮膚からほとんどの生物剤を除染するためには、水のみ、あるいは石鹼水で十分であり、またおそらくその方法がより安全であると現在ではほとんどの専門家が認めている。建物除染には塩素系液状スプレー、パラホルムアルデヒドから加熱合成されたホルムアルデヒド蒸気やその他の殺菌性燻蒸剤を用いれば可能である。他にあまり有効な手段がないため、建物除染は心理的な意味合いで有益であろう。しかし生物剤が散布された後で、建物が汚染されていないことを保証することは、極めて難しいと考えられる。感染性の強い生物剤に対する前記の隔離看護の基本原則に加えて、廃棄物の処分、安全な埋葬の履行、そして患者の衣服の洗浄や除染を検討する必要がある (20)。

感染性生物剤が関与している場所では、防疫線設置による被害地の隔離を検討する必要がある。被災者への情報提供・水と食料補給の管理・該地域への人間の出入りの規制・医療体制の確立にとり、様々な公益事業による組織的な取り組みが必要となるであろう。

さらに、人間の疾病が国際的に伝播すると懸念される場所では、現在改訂の進められている国際保健規則（IHR：International Health Regulations）(21)の条項を念頭に置くべきである。国際的な病気の蔓延を防ぐために、IHRは旅行者や貨物を対象とした国境における恒久的な予防措置を講ずることによる重要な世界的規模の規制の枠組みを提供している。

## トリアージ

生物剤の散布が疑われる場合または現実起きた場合には、大勢の人が手当てを求めることが見込まれる。地域の実情に合った科学的に信頼できる症例記録を作成し、発病の危険性を持った住民の範囲を明らかにすることは、トリアージ（被災者の最初の受け入れ、判断、優先順位付け）を行う上で極めて重要である。このような情報は、一般的には疾病発生に関する疫学的な解説書から、時には具体的な調査内容からも収集することができる。真性の症状を示す患者、一般市民、関連の医療従事者には恐怖とパニックが予想される。手当てと助言を一斉に求める膨大な人々の数に対応するための事前計画を策定し、そして最もあらゆる医療施設において治療を必要とする人々に効果的に確実に医療資源が使われるよう努める必要がある。不安に対する精神的な支援と積極的な治療の双方がトリアージの過程において重要な役目を担うであろう。

## 医療

生物剤に曝露された人に対する具体的な治療法は、生物剤に含まれる微生物の種類により決定される（付属文書3参照）。

接触者、医療従事者、初期対応者など特定の人々を対象にした、散布された可能性のある生物剤に対する予防接種や予防的抗生物質投与が行われるのは当然であろう。この予防接種や予防的抗生物質投与は関与している生物剤に対する治療をどれだけ実際に行えるかということと、治療の有効性に依存している。例えば予防接種は天然痘やペストの発症に対する重要な管理手段であり、患者の収容と治療の行われている病院に入る人はそうした病気に対する予防接種を受けなくてはならない。

一般的に免疫が完全に発現するにはワクチンの接種から数週間かかるので、薬剤（抗生物質）と対処療法が治療技術の頼みの綱であるかもしれない。免疫血清が受動免疫を付与する方法として用いられる。

抗生物質またはワクチンの貯蔵準備や確認が済めば、それらの分配計画を始動しなければならない。生物剤に晒された可能性のある人の所まで薬剤を届けるか、もしくはその人に薬剤の所まで来てもらうか、選択肢は基本的にそのいずれかになる。通常であれば被災者に薬剤備蓄場所まで来てもらうほうが、必要となる人員が少なくすむ。現実には生物剤に曝露された人と、単に自分がそうであると信じている人とを区別できないため、備蓄量は生物剤に曝露された人だけに施す必要量よりも多くなくてはならない。利用可能な病床総数よりも患者数ははるかに多いかもしれないので、追加の

医療施設を設置しなければならなくなるであろう。

### 国際的な支援

大規模疾病が発生した場合の取り扱いは、自然、偶発、意図的要因のいずれであるにせよ、多くの諸国では自国のみでは対応できない。早期に国際的支援（第6章参照）を求める決断をすれば、多くの命が救われるであろう。WHOは、感染症がまさに発生している国に対して公衆衛生支援を行うことが可能であり、疾病の発生原因にかかわらずこうした援助を受けることができる。

### 疾病発生への監視

症状出現が遅れたり、生物剤に曝露された人たちが潜伏期間に移動してしまったり、さらには感染性病原体が用いられた可能性があるとして、疾病発生への影響は広範囲におよぶ。疾病発生を追跡するために、また最も困っている地域に医療資源を割り当てるためには、国内データを効率的かつ組織的に収集しなければならない。重ねて、原因病原体が自然に出現したものか、あるいは意図的に散布されたものなのかに関わらず、高レベルの公衆衛生とほぼリアルタイムの監視プログラムが監視体制において必要不可欠となる。

### 追跡調査

生物剤攻撃の続発症が事件後長年に渡り出現し続けるであろう。総合医療における臨床上の視点と、こうした事件を研究して予防対応措置を向上させることの必要性の双方において、入念な症例の検証、記録の保存、監督された追跡調査が必要となる。医療分野以外では追跡科学捜査活動や追跡軍事関連活動を行うこともまた妥当である。

### 危険性の通知と情報提供

生物剤の事件後には広範囲におよぶ恐怖やパニックが起きる可能性があるため、危険性に関する明瞭で正確な情報を世間に提供することが不可欠である。医学的診断や治療が受けられることと、受診し治療を受けるにはどうしたらよいかについて人々は知っておく必要がある。予防措置を講ずることで曝露や感染の危険性を最小限に抑えることができるならば、一般市民ははっきりとそして迅速にその情報を知っておかねばならない。

特定地点から風によって運ばれる生物剤が散布される場合、そして仮にその攻撃に対して警報を出す時間がある場合には、適切な避難部屋や建物を用意して、付近の住民を避難させることにより生物剤の雲から住民を守る一助になろう。個室に入って隙間を粘着テープで塞ぐことにより、密閉空間を応急に用意することができる。濡れたタオルや衣服で隙間を埋めることもできる。しかしこのような間に合わせの対応では、その対応の際に起こりうる危険性など、この方法の持つ限界を理解していることが同時に求められる。屋内の応急シェルターは初期段階においてのみ有益で、屋内の薬物総量は屋外レベルにいずれ到達するかあるいはそれを超過するであろうことが、シミュレーションにより判明している。従って生物剤の雲が過ぎ去ったら直ちにシェルターを出なければならないが、生物剤探知器がない状況で決心するのは容易なことではない。応急防護が勧められるとすれば、それにはあらゆる生物剤の使用が実際に起きる前に、よく検討され、情報がよく伝達されており、理解された上で実行することが欠かせない。

軍用、または認可された産業用マスクを一般住民が広く手に入れることができる可能性は（あるいは割り当てられる可能性はいかにも）低い。呼吸器官の防護をしかるべく考えた場合、口鼻用の粒子、煙霧（スモッグ）用マスクや、その場で何枚も布を重ねてフィルターとしたものでもある程度の防御にはなる。

### 指揮、管理と情報伝達

生物剤事件に関して記載された対応の仕組みでは、多岐にわたる集団を巻き込むことになるであろう。これほど多くの専門分野に渡る対応が成功するためには、効率的な連携と訓練が不可欠である。従って、それぞれの責任段階において総合的な指揮にあたる人物をあらかじめ決定・確認されていなければならない。さらにそれは対応にあたる各関係者に対して必要な権限を行使する能力がある人物でなくてはならない。この要件は他の考慮すべき事項と抵触するかもしれない。例えば、犯罪事件の対応に関して通常は全面的に責任を負う警察官が、生物・化学剤事件に対応するために必要な経歴や専門知識を持っていないこともあり得るのである。こうした理由から、事件の具体的特徴に関して適切に意見を具申し得る、しかるべき訓練を受けた技術顧問団に直接支援された、高度の権限をもつ総合指揮力が確立されなければならない。

#### 4.3.4 化学剤事件への対応

化学剤攻撃に対する対応に必要な活動は、生物剤事件に関連して上述した通り、危険

度分析の処理過程を踏襲することによって確認できる。この処理過程は章末付録 4.1 にてさらに詳しく説明されている。

表 4.3

化学剤攻撃に対する主な対応	
危険性評価	<p>速やかな化学剤検出と原因化学物質を確定（危険有害物質特定）</p> <p>科学捜査と法律的な目的上必要な最終的鑑定を行う専門家の支援強化</p> <p>初期対応着手（下記を参照）とともに、化学剤使用量と反応の関連性、曝露評価、危険性分類につきさらなる詳細評価開始（章末付録 4.1 参照）</p>
危機管理 （危険性軽減・管理措置）	<p>事件対応者の保護</p> <p>汚染管理 汚染拡大を抑制するため「危険地域（ホット・ゾーン）」の現場管理を確立。現場にて応急的除染を行い、「危険地域」から脱出する人間全員を除染</p> <p>患者トリアージ実施</p> <p>被災者医療の確保と避難の徹底</p> <p>現場の確実な除染</p>
全活動監視	<p>地域内および国内の対応能力・設備が十分であるか、国際支援を求めるべきか決定</p> <p>危険有害物質の現地残余水準の継続的監視と必要に応じた対応調整</p> <p>必要に応じて危険度査定・管理手順の反復実施</p> <p>追跡調査の実施（例：慢性化障害と機能回復訓練）</p>
危険度の通知	<p>情報と説明を被災住民に対して伝える危険性通知計画を随時実施</p>

以下の論考は、表 4.3 に列挙された取り組みにおける最重要検討材料の一部をまとめたものである。対策立案者に必要と思われるさらに詳しい情報の出典は付属文書 6 に記載している。

## 危険有害性物質の特定

化学物質による危害に直面している場合には、化学物質の性質を判断するために化学物質を検出し特定しなければならない。化学物質を送出する装置の外観と機能、公然の使用である場合には薬物自体の外見と臭気、そして化学剤に曝露された人に現れた徴候や症状など、入手可能なあらゆる情報に対する分析を含めて、観察能力を論理的に応用することから検出・同定作業は始まる。日本でのテロリストによる化学剤攻撃の際に、神経ガスが使用されたことが最初に指摘されたのは、緊急医療スタッフが特徴的な症状を察知したことによるものであったことを教訓として覚えておくべきである。使用された化学物質の種類が分析により同定されるまでのしばらくの時間、この臨床診断が対応活動の指針となっていたのである（章末付録 4.2 参照）。

化学物質の検出には、関与する化学剤を早期に提示できる種々の装置を使用することになる。このことは初期対応の指針として必要である。単純な比色試験紙から最新式の電子汚染監視装置に至るまで様々な種類の装置を用いることができる。準備段階の危険性評価と具体的な地域の需要に沿って検出装置を選択しなければならない。検出戦略は、初期対応者か専門的な対応者、あるいは一般住民によって対応開始するために用いられる警報や警戒の仕組みと連携している必要がある。対応を開始する際的基本理念には決断力が求められる。他の可能性が証明されるまでは、あらゆる疑わしい事件を化学剤攻撃として扱うというやり方が、湾岸戦争で使われたスカッドミサイルに対するイスラエルの構えで実証されている通り危険性の高いシナリオの場合には正当化されるであろう。危険性の低いシナリオの場合には、化学物質の検出結果が陽性である場合にのみ追加対応を要請するという手法を取り、さらに効率的に処理される。

使用された化学物質を明確に検証するには、最新式の研究施設の使用が必要な、長期科学捜査に基づく分析過程が必要であろう。このような検証は証拠として、また適正な戦略的対応を決定する上でも必要となる。他の犯罪と同様、化学剤攻撃の場合にも科学捜査と救命医療を統合して当たらねばならない。対応者が現場の完全な状態を乱さずに働かなくてはならない一方で、科学捜査団も救助活動が効率的に進むようにしなければならない。例えば除染過程で持ち去られる可能性のある衣類や所持品について一連の管理手順を維持できるよう対応者は注意を怠ってはならない。このように努力することにより、後々国際的な調査や刑事裁判の際にこうした物品を証拠として用いることが可能となる。

CWC の条項の下では、国際的な調査チームが、化学剤同定の正式認可を受けた研究室

の世界的ネットワークを利用し、試料採取とその分析を含めた事件の徹底的な調査を請け負う「疑わしい使用に関する調査」を、OPCW 加盟国は立ち上げることができる。こうした調査手順は順守されているが未だ行使に至ったことはない。

公然と化学剤が散布された場合、曝露状況を評価する上で化学剤の雲の拡大を予測することが重要な要素になる。これはどの地域を重点的に防護するか、および事件の管理手順のどこに重点を置くべきかを決定するのに役立つ。この化学剤の雲の拡大予測過程には様々なコンピュータ上の予測モデルが有用である。化学剤の特徴における変化の度合い、放出方法の種類（発生源が点なのか線なのか、瞬間的か持続的か）、初期濃度、風や気象の条件、さらに拡大の予測を行うための地形図などに対し、事件の性格にあわせて注意を払わねばならない。等値線は時間経過と共に予想される濃度の状況を示すもので、最も影響が大きいと考えられる場所の特定と、対応設備・能力配備の指図に用いることができる。

事件前の準備段階で危険性の高い地域が判明している場合には、その地域の地形図と人口分布を加味したコンピュータ上の予測モデルを使用できる。これにより化学剤の雲が拡散した結果生じるおそれがある被災者数をより正確に予測でき、利用可能な対応設備・能力を適正な場所に配置することができる。

このようなモデルは計画手段として有用ではあるものの、その限界についても正しく理解しておくべきである。風速が大きく、風速と風向が一定で、地域の地形が比較的平坦である場合には、より正確に予測することができる。しかしながら、これらの因子やその他の関連する変動因子では普遍的なばらつきが原因となり、予測の正確さは一般的水準にまで低減されてしまうことがしばしばである。

### 対応者の保護

個人用防護器具（IPE：Individual protective equipment）を事件対応者が利用できるようになっていなければならない、この防護器具を使用することにより事件対応者自身が被害者にならずに幅広い活動を汚染地域で行えるようではなければならない。簡単な前掛けや呼吸器を保護するための半マスクから、完全被覆の内蔵型不浸透性の一揃えまで、様々な種類の個人用防護器具が入手可能である。備蓄用のタイプや特殊な事件のために選択される個人用防護器具は、危険性評価と関与する化学物質の種類によって決まる。深刻な脅威がある地域では共同防護施設を利用できるようにしなければならない。つまり個人用防護器具がなくても人々が隠れることができるように除菌空気が満たされた大きな防護区域が必要となる。スイスにはこうした取り組みの優れた

例があり、そこでは冷戦時代の脅威の評価から、有事の際には住民数の大半を収容可能な公共と個人レベルの集団防護施設ネットワークの構築につながったのである。この件に関するさらに詳しい論考は付属文書4に掲載している。

## 汚染管理

化学剤使用事件の災害管理にとって最も特別な要素は汚染管理である。汚染管理で必要とされるものを以下に挙げる。

- ・明瞭に境界区分された「危険地域（ホット・ゾーン）」（はっきりと目で見えてわかる「非汚染」と「汚染」の地域の区別）を迅速に設置すること
- ・汚染拡大の抑制するために区域の出入りを厳格に管理すること
- ・つまり汚染地域から外に出る全ての人間や物資の洗浄を行い、非汚染環境に入る前の観察を確実に行う現場での除染の実施

車両や患者があふれている外傷救急部門の汚染を防ぐために、患者には専門の施設に移動する前に可及的速やかに除染すべきである。しかし大多数の被害者が発生する事件では、人々は現場の除染施設には行かずに、おそらくは多くの患者が救急車両以外の車で医療施設を訪れる傾向がある。従って被災者受付施設でも除染を行う必要がある。

## トリアージ

従来のトリアージ技術では化学剤の事件の際には十分対応できないため、トリアージには汚染管理の目的に適した被災者受付の手順が含まれていなければならない。普通であれば、医療従事者はトリアージと治療段階を区別して対応するが、化学剤には影響が急速に現れるものもあるため、化学剤事件の対応従事者はトリアージと解毒剤投与を同時進行で行うことが求められる。大多数の負傷者が生じる他の状況と同様に、底をつく可能性のある対応設備・能力を、最もプラスに作用すると考えられる人間に対して確実に使用することが必要とされる。この結果、可能な範囲で最も経験豊かな臨床医師でなければできない最も難しいトリアージの決断が必要となる。負傷者の数によっては、突然多数の患者が来院することに備えて外傷救急部や病床数を追加して準備することが必要になる。実際に化学剤に曝露された数よりも遙かに多くの人々が治療を求めて来院することを予測しなくてはならない。心理的支援チームによる援助が受けられれば、病院のベッドを占有する人数が減ることになるであろう。

## 医療と被災者の避難

医療には予防（高危険度の対応者に対して、化学剤曝露の影響を予防あるいは最小限に抑えるために行う曝露前治療措置）、診断、治療が含まれる。

当てはまる真の予防の例はそれほど存在しないが、ある種の投薬（例：臭化ピリドスチグミン）を行うと神経ガスの影響を受けた人の治療に対する反応を好転させることが可能である。しかしこのような投薬は逆に副作用をもたらす場合があるので、使用にあたっては個別に判断すべきである。通常であればこの薬剤は、戦時の軍人か、液化神経ガスに汚染されたことが分かっている高度危険地域で作業しなければならない緊急対応要員にのみ使用されるようなものである。

典型的な症状の観察や神経ガス曝露後のアセチルコリンエステラーゼ活性測定のような既に確立された技術から、マスタードガス汚染後の特定の DNA 付加体の検知のような先進技術に至るまで、具体的な診断補助が化学兵器に曝露したことを検知するために必要となるであろう。

除染と医療施設への搬送ができるように、病院搬送前の最初の処置により症状に基づく救命援助が実施される。もし化学剤の種類が分かっている場合には、現場での緊急解毒剤投与（できる限り自動注射器を用いる）の際に具体的な治療計画が必要となる。あらゆる対応措置に関する治療計画の詳細な考察はこのガイダンスの範囲外になるが、関連文献は付属文書 6 に記載されている。

## 最終的な除染

上述の除染の方策は、迅速に対応上の必要性に対処すること、さらに対応活動の間に汚染拡大を最小限に抑えることを目指している。ひとたび事件に関して直接表明された場合には、現場の最終的な除染が必要となる。これは特殊活動であるため、通常は専門家による対応チームが対処することとなる。

## 国際的な支援

国内当局は事件を管理するためまたは国際的に注目を集めるために、国際支援を求めようかどうかの決定を早い段階で行わなければならない。化学剤事件対応に関するその他の多くの状況について、OPCW 加盟国は入念に検討された一連の国際的支援措置（第 6 章参照）を利用することができる。化学剤の中には不安定な性質のものや効力が一

次のものもあるので、この支援は可及的速やかに実行されなければならない。

### 残余有害物質の監視

汚染地域に残っている有害物質や、それら残余有害物質が対応活動にもたらす危険性、また将来的な危険性が無くなりその地域を再び一般公開できる時期について見極めることが引き続き必要となる。「危険なし」のサインが出るまで、つまり最終的な除染とあらゆる残余有害物質の完全除去が保証されるまで監視を継続しなければならない。これは危険物質管理を行う専門家の職務となる。

### 追跡調査

化学剤攻撃直後の問題は、曝露による急性期の影響に対する管理であるが、化学剤の中には何年間にも渡り長期的な影響力を持つものがある。(第3章 3.6.2項を参照)。このため、うまく構成・管理されている追跡調査計画が患者の利益のためだけでなく該当地域における医学の進歩にとっても必要である。追跡調査計画の優れた例が、1980年代にイラン・イラク戦争で使用された化学兵器によって人々が被害を受けてから長年を経た現在でもイランの公衆衛生当局によって実施されている大規模追跡調査計画である (22, 23)。

### 危険度の通知と情報の伝達

上述の危険性評価で予測される通りに有害物質が拡散して、風下の住民に影響を与えることが疑われる場合には、警報を発令し拡声装置を作動させなければならない。これにより避難勧告あるいは、拡散する可能性がある有害物質から自分の身を守るために必要な行動に関する情報がもたらされる。有害物質の拡散が予想されない場合でも、大規模な事件の場合には、恐怖が広範囲に及び世間の反応が引き起こされやすい。パニックを防ぐために、正確で有用な情報を迅速に行き渡らせなければならない。

状況に応じて、住民は窓や扉を全て閉じて屋内に留まることも望ましい。4.3.3項(第4章)で述べた通り化学剤からの防御の目的と、同様な制限を受けた場合に密閉区域を急造することもあり得る。

### 指揮・管理と情報伝達

上述の対応の仕組みでは、多岐にわたる集団を巻き込むことになるであろう。これほ

ど多くの専門分野に渡る対応が成功するためには、効率的な連携が不可欠である。先の考察にて述べた通り、対応には通常 of 初期対応者 (救急隊員、消防士、警察官など)、専門家の対応者 (軍事化学防衛班など)、そして一般の人々に関わる可能性が高い。総合的な現場指揮は、有害物質を制御する際に必要な権限の行使と、関係するすべての団体と連携できる専門家に割り当てなくてはならない。

## 参考文献

1. United Nations International Strategy for Disaster Reduction. *Living with risk: a global review of disaster reduction initiatives*, July 2002 (available at <http://www.unisdr.org>).
2. *Community emergency preparedness: a manual for managers and policymakers*. Geneva, World Health Organization, 1999.
3. Grein TW et al. Rumors of disease in the global village: outbreak verification. *Emerging Infectious Diseases*, 2000, 6(2):97-102.
4. *Natural disasters: protecting the public's health*. Washington, DC, Pan American Health Organization, 2000 (Scientific Publication No. 575).
5. Norlander L et al., eds. *A FOA briefing book on biological weapons*. Umeå, National Defence Research Establishment, 1995.
6. Ivarsson U, Nilsson H, Santesson J, eds. *A FOA briefing book on chemical weapons: threat, effects, and protection*. Umeå, National Defence Research Establishment, 1992.
7. Inglesby TV et al. Observations from the Top Off exercise. *Public Health Reports*, 2001, 116(Suppl. 2):64-68.
8. Henderson DA, Inglesby TV, O' Toole T. Shining light on Dark Winter. *Clinical Infectious Diseases*, 2002, 34:972-983.
9. Török TJ et al. A large community outbreak of salmonellosis caused by intentional contamination of restaurant salad bars. *Journal of the American Medical Association*, 1997, 278(5):389-395.
10. Carus WS. The Rajneeshees (1984). In: Tucker JB, ed. *Toxic terror: assessing terrorist use of chemical and biological weapons*. Cambridge, MA, MIT Press, 2000, 115-137.
11. Sidell FR, Patrick WC, Dashiell TR. *Jane's chem-bio handbook*. Alexandria,

VA, Jane' s Information Group, 1998.

12. APIC Bioterrorism Task Force, Centers for Disease Control Hospital Infections Program Bioterrorism Working Group. *Bioterrorism readiness plan: a template for healthcare facilities*. Atlanta, GA, Centers for Disease Control and Prevention, 1999 (available at [www.cdc.gov/ncidod/hip/Bio/13apr99APICCDCBioterrorism.PDF](http://www.cdc.gov/ncidod/hip/Bio/13apr99APICCDCBioterrorism.PDF) and at <http://www.apic.org/educ/readinow.html>).

13. Brès P. *Public health action in emergencies caused by epidemics: a practical guide*. Geneva, World Health Organization, 1986.

14. Meselson M et al. The Sverdlovsk anthrax outbreak of 1979. *Science*, 1994, 266:1202-1208.

15. Guillemin J. *Anthrax: the investigation of a deadly outbreak*. Berkeley, CA, University of California Press, 1999.

16. Garner JS. *Guidelines for isolation precautions in hospitals*. Atlanta, GA, Centers for Disease Control and Prevention, Hospital Infection Control Advisory Committee, 1996.

17. *Infection control for viral haemorrhagic fevers in the African health care setting*. Geneva, World Health Organization, 1998 (document WHO/EMC/ESR/98.2).

18. Mitscherlich E, Marth EH. *Microbial survival on the environment*. Berlin, Springer-Verlag, 1984.

19. *Guidelines for the collection of clinical specimens during field investigation of outbreaks*. Geneva, World Health Organization, 2000 (document WHO/CDS/CSR/EDC/2000.4).

20. Dunsmore DJ. *Safety measures for use in outbreaks of communicable disease*. Geneva, World Health Organization, 1986.

21. *International Health Regulations (1969) adopted by the Twenty-second World Health Assembly in 1969 and amended by the Twenty-sixth World Health Assembly in 1973 and the Thirty-fourth World Health Assembly in 1981 (3rd annotated ed.)*. Geneva, World Health Organization, 1969. Full text also available on WHO web site (<http://www.who.org>).

22. Sohrabpour H. The current status of mustard gas victims in Iran. *ASA Newsletter*, 1995, 47(1):14-15.

23. Khateri S. Statistical views on late complications of chemical weapons on Iranian CW victims. *ASA Newsletter*, 2001, 85:16-19.

## 章末付録 4.1 危険分析の原則

生物・化学兵器攻撃への対応は、多くの専門分野に渡る困難な作業である。対応の糸口をつけるためには、一連の論点や疑問を整理し、優先順位をつける対策への取り組みが必要である。この危険分析という手法によれば、要求されている対策活動やその対策を論理的整合性を有した形で進めていくための実行方法は自ら定まるはずである。このような一連の系統的な道筋によってこそ危機的状況を把握・評価し、そのような状況下で起きる危険性を制御・軽減し、かつ排除するための行動をおこすことができるのである。これらの行程は体系的立案に利用できることに加え、攻撃実施前の「準備」段階及び警報発令後や攻撃実施後の「対策」段階、この双方における要警戒地域を把握するためにも利用可能である（そして前章の構造はこの様式で成り立っている）。生物剤と化学剤では、厳密には考慮事項にいくつか差異があるが（例えば攻撃の対象となる住民数は、化学剤の場合よりも生物剤事件の方がより重要な検討事項となる）、基本的原則は同じである。

危険分析の手法は、危険性評価・危機管理・危険性の通知によって成り立っていると一般的に受け入れられている。この章末付録では化学剤に関して当てはまる限りにおいて、危険性評価と危機管理についてさらに深く記述した。危険性の通知は本章の中で既に詳述されている。

### 危険性評価

危険性評価には危険有害性物質の特定、用量依存性に関する有害物質の特性の判定、曝露とその結果との因果関係の評価、危険性の判定が含まれる。

その過程において最初にして、かつ最も困難な段階は、生じうるあらゆる危険状況の把握である。人的損傷や設備の損傷、そしてその他の不測の事態が生じる前に、そうした危険な状況が認識されていない限り、危険性を制御することはできない。ひとたび危険な状況が認知されたならば、それがもたらす脅威や危険性を割り出すための評価を行わなくてはならない。危険性の水準は、有害物質への曝露の確率と、曝露によって引き起こされ得る被害の重篤度との、相関関係にある。この危険な状況の中には人間や設備にほとんど何の危険性ももたらさないであろうものもある（例えばしっかりとした容器に密封された有害化学薬品など）。その一方で、制御が行われなければ死や重大な傷害を引き起こす可能性がある状況もある（例えば使用中の作業空間に流出

した有害化学薬品など)。上記の2例の場合には、前に述べた状況の方が後者よりもはるかに曝露の確率が低い。有害化学物質が同じ薬物であって、その曝露による損害が同じようなものであっても、曝露の可能性の低い最初の状況の方が危険性は低くて済む。

化学物質は一般的に以下の2群に分類される

(i) ある一定量以下の曝露量あるいは濃度であれば、副作用は生じないが、それを超えると中毒症状を引き起こすと一般に考えられている化学物質(例えばその作用としては、化学物質が原因の、臓器特異性のある、神経学的・行動面、あるいは免疫、遺伝子毒性以外の発癌作用及び生殖や発生などへの影響がある。)

(ii) 曝露量の如何に関わらず影響を及ぼす化学物質。現段階でこれらには、変異原性や発癌性を持つものがまずあてはまる。多くの化学物質に関する評価が行われ、(閾値性の物質の場合)副作用が無いと考えられる曝露水準に関して文献への記載がされている。また曝露量の多寡によらず健康状態に危険を及ぼすと考えられている化学物質に関しては、その化学剤の曝露における単位当たりの危険性が記載されている(非閾値性物質の場合)。

空気や水、食物における曝露物質及びその前駆体である物質の濃度は、測定およびモデル化が可能である。化学剤の輸送方法やその最終結果は、その物質の物理化学的性質に依存しており、またそれによって劇的に異なるものである。

事件の危険性評価の段階においては、原因化学物質の拡散状態だけでなく、現段階での、そして将来的な濃度や曝露量をも測定・モデル化することが重要である。危険性の特性判定作業は、有害物質の特定を行い、さらに実際に起こったあるいは起こりつつある曝露においてその用量依存性を評価することにより原因化学物質の持つ固有の生体毒物学的特徴を統合的に捉えることを目的としている。住民がそれに直面することにより、健康上害を与え得ることが認められるその危険性を個別に分類する(例えば高・中・低の危険性)ため、このプロセスには用量依存性の分析結果と危険性の分析結果とを比較させたものが含まれる。

## 危機管理

危機管理の概念には、危険性の軽減や除去を決断、かつ実践するために求められるあらゆる活動が網羅される。ひとたび各々の危険性の特性が把握されてしまいさえすれば、少しでもその可能性がある場合、危険性を軽減させ有害物質を除去するためには

如何なる管理手段が必要なのかを情報を得た上で決定することができる。管理手段の中には危険性軽減や除去に必要なあらゆる活動が含まれ得る。しかし通常管理手段には発生の可能性または事態の重篤度の軽減が含まれる。そして、毒性化学物質または感染性微生物が関わる事態では、管理手段の中には行政や管理者による措置、工学的管理手段、または物理的防護手段が通常含まれる。こうした管理手段に関するさらに詳しい考察は付属文書4に記載されている。管理手段は人間や設備が危険物質に曝露される前に実行されなければならない。管理手段が実施される際には、その結果として新たに危険な状況が絶対に生まれないように注意を払わなければならない。

「危険なし」などという状況はあり得ないのである。すべての危険な状況を常に完璧に管理することはできない。何らかの危険性が残されている場合には、その残存危険性が「許容できる危険性」であるのかどうかを強く意識して、適切な段階でその判断をすることが欠かせない。「許容できる危険性」という概念は日常生活の一部になっているため、なじみのない事柄ではないはずである。誰もが皆何がしかの利益を得るために一定の危険性を受容している。商業用飛行機に乗る際には危険性がつきものである。全員ではないが多くの人は、目的地に迅速に移動することと引き替えにごく僅かではあるものの、飛行機事故が起こるかもしれないという可能性を受け入れている。

危険性を受容することで得ることのできる利益は危険性自体の潜在的結果に常に値するだけのものでなければならない。状況によっては通常受容しがたい危険性であっても、大きな潜在的利益があることにより、その受容が正当化されることもある。不必要な危険性、利益の得られる可能性のない危険性、あるいは適切な評価がなされていない危険性は負ってはならない。危険性を受け入れるか否かの決断は常に適切な水準で行わなくてはならない。ある特定の活動において、その際に起こりうる事故の最悪の結末を予想したとしてもそれが軽傷程度で済むのであれば、現場の監督者あるいは地域の管理者たちで、危機管理措置をそれ以上進めることはせず、その危険性を受容するのが適切な場合もある。その対極で大勢の命を危険にさらす可能性がある場合には、その決断は最高権威者によってのみ行われるべきである。当然ながら、被害を受けようと自ら計画する者は誰もいない。危険性軽減措置は常に現実に適用されているのである。手順どおりの予防策を講じていたにもかかわらず、事故によって不測の事態が生じた場合の結果について、ここで言及している。その不測の事態が生じたのは残存する危険性が未だに大きすぎたためと仮に見なされたとしたら、曝露の発生の可能性や影響をさらに軽減させるために、危機管理の過程を再度施行する必要がある。

「許容できる危険性」に取り組む際には、基本的な原則に常に注意しなくてはならない。すなわち危険状態に晒される人数、及びその人々の総曝露時間、そしてその曝露

される有毒物質の水準・濃度を作業遂行のために必要な最低限度に必ずとどめなければならない。

「許容できる危険性」という考え方を生物・化学剤攻撃の可能性に対して適用しようとする場合には、受容可能な残存する危険性は該当地域の状況によって決まる。一国がテロリストによる生物・化学剤の使用の明白な危険に晒されている場合には、それにあたる際にかかなりの量の資源を投入することが必要な場合がある。世界の中のある地域では、生物・化学剤による事態が生じる危険性は低いと判断されると、それに多額の費用を費やすことは不当とされ、それよりも経費を削減して対策能力を下げるほうが適当とされることもある。そのような決定を行うのは明らかに大変困難であり、現実的な判断だけでなく政治的な要因の影響を受けることが予想される。

危機管理過程が実施される際には、管理手段を評価し、かつ監視を怠らず、確実に計画通りに遂行させることが不可欠である。管理手段が効果を発揮していないとわかった場合には、即座に変更または修正を施す必要がある。有効であった管理手段は、同様な危機的状況の規制にあたって将来利用できるよう記録に残すべきである。模擬訓練や、他の地域・国々で発生した同様の危機や事故についての研究により、自らの危機管理過程をより適切なものにして行くための教訓を得るよう努めなければならない。

## 章末付録4.2 日本のサリン事件

1995年3月20日、あるテロリスト集団が、東京の地下鉄の通勤・通学客を標的とした神経ガス「サリン」による組織的攻撃を行った。この事件は大きく報道されたが、死者12名を出し、治療を要した人は5,000名以上に達した。日本政府による迅速かつ大規模な緊急対応がなければ、はるかにひどい大惨事になっていたおそれがある。テロリスト集団が誤りを犯したことも幸いした。この事件は、この種の事件としては最も大きく報道されたものではあるが、日本における神経ガス攻撃はこれが初めてではない。1994年6月に、同グループによる松本市の住宅地域内にある集合住宅への攻撃により、死者7名を出し、300名以上が被害を受けた。1994年12月には同グループの対立者の一人が、VXガスを皮膚にかけられて殺害されている。

章末付録では、以上の事件の背景と特色を簡単に要約し、さらにそれから得た教訓について説明する。この事件については、国際的に多くの文献で包括的に非常によく検討されている (1-6)。

### 背景

オウム真理教は松本智津夫独自の発案によるものであり、彼が幼少の時分から日本全土を支配したいという野望を抱いていたことは明らかである。1984年、松本は小さな印刷所とヨガ教室を始め、それが徐々にカルトへと発展していった。松本は自ら麻原彰晃（「明るい光」）と改名し、カルト拡大の道に乗り出した。それに伴い、その行為は奇抜な教義、信者の儀式から最終的には破壊活動までますます拡大していったが、その目的は日本での彼の信者に対する支配権を確立することにあつた。オウム真理教は驚くほど多くの海外信者を獲得し、その数は数万人にも及んでいた。また彼らの大いなる野望である軍備計画を開発するために積極的に大学を卒業した科学者や技術者を入信させた。その軍備計画には生物・化学兵器の開発も含まれていた。

オウム真理教の化学兵器は、1995年の東京地下鉄サリン事件後世界的なニュースとなったが、実際には生物兵器の研究が化学兵器よりも以前に始まっていた。生物剤を開発し散布する手段を手に入れるためには、莫大な資金と多大な労力が必要であつたにもかかわらず、意図された攻撃は失敗し、幸いにも目標とされた東京の住人にさしたる被害はもたらされなかった（1990年4月のボツリヌス菌および1993年の炭疽菌による攻撃）。

オウム真理教は、1993年に始めた化学兵器計画でより大きな成功を収め、かけた費用は3000万米ドルにのぼるとされている。VXガス・タブン・ソマン・マスタードガス・青酸ガス・ホスゲンなどで実験をした後、同教団が最終的に使用することを決めたのは神経ガスであるサリンであった。富士山麓の上九一色村にあるオウム真理教教団施設でサリンを70トン生産する計画が立てられていた。

### 松本サリン事件

1994年の間、オウム真理教は土地購入に関して法廷係争中であり、事案を担当していた3名の裁判官宅敷地を6月27日夜間に襲撃することを計画していた。不利な裁定を回避する目的であったことは明らかである。ヒータ・ファン・滴下装置からなる、改良を加えたサリン散布装置が使われ、この装置により配送車に偽装した車の窓からサリン蒸気を拡散させる方法がとられていた。20分の放出でサリンは800m×570mの楕円形の地域に拡散した（強い影響を受けたのは400m×300mの範囲）。この攻撃で目標とされた裁判官に被害はなかったものの、不幸にも7名の住民が命を失った。その他にも54名が入院し253名が外来治療を受けた。この毒物がサリンであると正式に特定されていなかったため、医師たちは観察される臨床症状が、有機リン酸エステル中毒に類似した症状であることを頼りに治療法を導き出した。7月4日になって、原因が化学兵器剤のサリンであることが公式に発表された。これは、汚染地域の池から採取した水の標本中のガスをガスクロマトグラフ質量分析(GC-MS)した結果、特定されたものである。その時点では、オウム真理教の犯行であるという証拠は何もなかった。

### 東京地下鉄サリン事件

日本の警察当局が掴んだ、オウム真理教が化学兵器に関心を持っていることを示唆する証拠は増加の一方であった。皮肉なことに、当時化学兵器の獲得や生産は違法ではなかったため、警察当局はそのような行為を疑っていても、防ぐことができなかった。ある誘拐事件にオウム真理教のメンバーが関与していたという証拠が挙がったため、サリン製造が疑われていたプラントを強制捜査する口実ができたが、警察官の中の教団信者が強制捜査が差し迫っていることを麻原に警告した。この捜査に備えて警察官は化学剤防護訓練を受けた。強制捜査を回避する目的で、東京の地下鉄攻撃が急ぎ計画されたことは明らかである。1995年3月20日の朝、2人一組となった5組が計画を実行した。2人のうち1人は逃走車の運転手であり、1人が地下鉄に乗車した。地下鉄に乗車したうちの4人は、二重のビニール袋を2つずつ持ち、残りの1人は3袋を持っていた。その袋の中には0.5リットルずつのサリンが入っていたが、この攻撃のために急いで生産したためこの時のサリンは純度約30%という精度の低いものであった。地下鉄の5路

線が集まり、多くの政府機関及び東京都警視庁から近い霞ヶ関駅が選ばれた。通勤通学のピークを迎える午前8時頃、5人の実行者はサリンの入った袋を電車の床に置き、それを尖った傘の先で突いて穴を開け<sup>(注7)</sup>、霞ヶ関の数駅先で電車を降りた。

最初の緊急通報は、午前8時9分東京都消防庁に入った。消防隊の緊急司令室は数多くの地下鉄の駅からの助けを求める電話でパンク状態となった。その地下鉄の駅では、被害を受けた乗客たちが電車から降りて治療を求めているのである。出動した救急車は131台、救急隊員は1,364名にのぼった。救急医療隊や消防隊が病院に搬送した人数は688名であった。4,000名以上の人々が自らタクシーや自分の車に乗って、あるいは歩いて病院や医師のもとまで辿り着いた。緊急浄化設備や防護用具が不足していたため、医療スタッフが二次被害を受けることとなった(135名の救急隊員と主たる受入病院の110名のスタッフが症状を訴えた)。

当初、ガス爆発が発生し火傷と一酸化炭素中毒が発生しているとの誤った情報が伝えられた。医療施設は遭遇した典型的症状に基づいて判断し、かつこの症状を示している被害者のアセチルコリンエステラーゼ活性が抑制されていたことから、有機リン酸エステル曝露に対する治療を開始することとなったのである(付属文書1参照)。原因物質がサリンと特定されたという警察の正式発表が、テレビニュースを通じて病院に届いたのはサリン拡散から3時間後のことであった。

全体で曝露程度が高かった12名の通勤者が死亡し、約980名が軽度あるいは中度の被害であり、このうち500名が入院した。治療の必要があったのは5,000名以上であった。

(注7) 11袋のうち8袋だけが裂け、3袋は手付かずのまま回収された。約4.5kgのサリンが放出されたと推定される。

## 所見

以上の攻撃を全般的に国際的脅威の点と特定の急性期の影響と対応の両方の観点で分析をすることにより、多くを学ぶことができる。

・ **事件の規模。** 攻撃が人間に与える結果を過小評価も過大評価もすべきではない。災害被害統計では「5000名以上」ということをよく目にするが、事実をありのまま見なければならぬ。攻撃は深刻であった。12名が死亡し、54名が重症、約980名が軽症から中等症であった。5000名の大半が助けを必要としていたが、多くは曝露してしまったのではないかとこの怯えによる心因性の症状であり、その心情は理解できるもので

ある。このことは、いち早くマスメディアを通じて情報を流し一般大衆を安心させることの重要性を示している。またこのことは同時に、本当に重い被害を受けている人たちに医療資源を確保するために、受入先の施設で効率的なトリアージ（患者にどのような治療が必要か優先順位をつける）を行うことが重要であることも示している。以前は、この攻撃は毒性化学物質がテロリストの手に渡った場合の効果を証明するものだと捉えられていたが、12名死亡という数字は、従来の爆発物を使った最近のテロ攻撃、すなわちナイロビとダルエスサラームのアメリカ合衆国大使館爆破事件（死者257名）、アメリカ合衆国オクラホマ州の連邦ビル爆破事件（死者168名）、レバノンのアメリカ合衆国海兵隊兵舎爆破事件（死者241名）などの死亡者数と比較して見るべきである。これらの数字も今では、2001年9月11日の犠牲者数と比べると少ないと見なされている。9月11日の事件は、ハイジャックされた長距離旅客機がワシントン、DC郊外の国防総省と、ニューヨークの国際貿易センターのツインタワーに突入したという事件で、3100人以上の犠牲者があったと思われる。同じように、サリンの犠牲者数も何倍も多い可能性もあったことも認識しなければならない。

・**テロリストの目的達成における化学兵器の有用性。** 多くの報道（特にメディア）で、サリン事件がテロの手口の恐るべき新たな時代がやってきた証拠だと声高に言われている一方、冷静な目で実際の結果を分析すると結果はそうではない。2001年9月11日以前は、確かにこの事件が歴史上最も大きく報道されたテロ攻撃のひとつであった。しかし、この結果はオウム真理教にとって成功とは決して判断できるものではなかった。攻撃の当座の目的は、予想された教団施設構内への強制捜査阻止であり、さらに広い意味では社会運動を扇動するというものであった。実際のところ、強制捜査開始はわずか48時間遅れただけであり、日本政府は依然として権力を掌握しており、教団の幹部の大半が今は投獄されている。

・**生物化学兵器の入手および使用の容易さ。** オウム真理教は多額の資金、大量の設備と専門的技術を費やして長年にわたり兵器を開発してきたにもかかわらず、生物剤を効果的に使用することには失敗し（7-9）、化学兵器計画に関して比較的限られた成功しか収めることができなかった。生物・化学兵器を使用するという野望を抱いていたテロリストらは、恐らくこのような結果を受けて出端を挫かれ、実行する意欲をそがれてしまったであろう。

・**化学兵器に関する国家の法律の重要性。** 教団が地下鉄サリン事件よりずっと前から化学剤へ高い関心を持っていたという動かしがたい証拠があっても、当時日本にはその活動を禁止する法律がなかったため、先手を打って阻止することができなかった。しかし1997年のCWC発効以降は、日本を含む全締約国は、自国の領土ないしは管轄範囲

内で人々が条約そのものを妨害するような活動を企図することを禁止する法律を制定・施行する義務を全うするために、自分たちの経験と法律の立案概念とを共有できるようになった<sup>(注8)</sup>。このような法律が導入されたため、化学兵器を開発および使用するテロリスト集団に対し、予防的先制措置をとることが可能になった。同様に1975年にBWCが発効し、日本を含む全締約国に対し同法律を施行するために必要な措置をとることを義務付けている。

(注8) 章末付録5.2も参照のこと

・**検知能力と特定能力の重要性。** 松本と東京での2つの事件において、両方とも医療スタッフは臨床所見に頼って初期治療の方向を定めねばならなかった。もし救急隊員が携帯用検出機器を利用できたならば、事件の本質をさらに早い時期に特定することができたであろう。引き続き科学捜査手順や法的手続きにおいては、警察の科学捜査の毒物学担当者が利用できる最新式のガスクロマトグラフ質量分析技術を用いてサリンを研究施設で特定したことで、かなりの恩恵を被ることができた<sup>(10)</sup>。新しい生物医学検査方法における興味深い発展により、オランダ在住のある科学者が、その後東京地下鉄サリン事件の犠牲者11人のうち10人の保存血液サンプル、松本サリン事件の犠牲者7人のうち2人の血液サンプルからサリンを抽出することに成功し、これはサリンへの曝露が実際にあったことの明らかな証拠となった<sup>(11)</sup>。

・**除染能力と防護の重要性。** 事件に対応した救急隊員のうち約10%がサリンを吸入した徴候があることが判明した。また被害者を受入れた主な病院の110人のスタッフもおおよそは軽症であったものの、同様であった。その要因としては現場に除染設備がなく、最初に対応した救急隊員や医療従事者の防護器具がなかったことがあげられる。このことは高度の防護が常に必要なことを意味しているのであると断定する前に、軽症者が10%という数字は、少なくとも90%の人は全く影響を受けなかったことを意味するということを心に留めておかねばならない。穏当な結論としては防護器具が利用できるならば救急隊員の大きな助けになろうということになる。しかし防護服着用上の人間工学的問題の結果として、救援隊員が不必要に動きを妨げられることを防ぐために、汚染の程度に見合った等級別防護に基づいた方法が必要である(付属文書4参照)。緊急輸送の際の二次汚染を避けるために現場と受け入れ施設、そのどちらにも除染設備の緊急配備が必要である。しかし医療の助けを求めていた人々の大多数は、自前の交通手段を使ったことを想起することも大切なことである。これらのことから、現場で除染設備を利用することができたとしても、実際にはほとんど用をなさなかったであろうと思われる。それらは通常、救急隊が被害者を避難させる途上で治療するために使用されるためである。

・**指揮、管理、情報伝達の重要性。** 攻撃によって大量の電話が殺到したために、救急隊員が利用できる連絡手段では対処することはできなかった。特に電話が殺到したために、現場や対応中の緊急医療隊員と支えるべき病院の医師たちの間で、受け入れ施設を探すにしても、受け入れ可能な病院を決定するにしても、十分な情報伝達ができなかった。その結果、多くの患者が病院に到着するまで人工呼吸や点滴のための静脈路確保といった処置を受けられなかった。救急隊員自身の安全を確保し、また適切な援助を提供するためには、隊員に正確な情報を時宜を得て提供することが極めて重要である。経験豊富にして、専門的知識の豊富な毒物学者・有毒物質情報センター・化学戦専門家といった専門家に打診するシステムを事前に構築していれば、受入医療施設にとって大きな助けとなったことであろう。連絡可能で多様な救急隊の救援活動を調整する能力を持つ責任ある地元の自治体が一カ所でもあれば、かなり役立ったであろう。複雑な手続きや高官の許可が必要であったために、自衛隊内の化学剤防衛専門家が迅速に出動できなかった。

・**化学薬物被害者に対処する医療関係者の準備態勢。** 東京の病院スタッフの大多数は、世界の他地域の医療関係者と同様に化学兵器による被害者の治療に関する訓練を受けておらず、そのような兵器の被害者に対する治療手順を即座に入手することができなかった。負傷者を最初に受け入れるのは地元の病院となるため、このようなことは軍事専門家に任せておけばよいというものではない。標準的な医学教育課程や、最初に出動することになるであろう救急隊員、地元病院の救急部のスタッフの訓練に、化学兵器の影響とそれによる被害者の治療法の両方を含めることは、化学事故に対応するための医療の備えとして不可欠な要素である。

## 結論

日本のテロリスト集団によるサリンの散布は結果として多数の負傷者を生じ、マスメディアにより大々的に報道される事件となった。しかしながら規模としては、従来どおりの爆発物を用いた近年の数多くのテロ攻撃によって引き起こされた死傷者数や環境に対する被害には及ばず、2001年9月11日にアメリカ合衆国で起きた事件より遥かに小規模なものであった。多くの困難にもかかわらず、日本の緊急部隊と地元の病院は驚くほど素早い対応を実現することができた。それがなかったならば犠牲者の人数はさらに多くなっていたかもしれない。事件の分析によって、そのような事態に備えて当局が考慮すべき多くの重要な教訓が明らかにされた一方で、有毒化学物質に関連する多くの技術的困難さやそれがテロリスト集団に兵器として使われる限界をも明らかにしている。

## 参考文献

1. Smithson AE. Rethinking the lessons of Tokyo. In: Smithson AE, Levy LA, eds. *Ataxia: the chemical and biological terrorism threat and the US response*. Washington, DC, The Henry L. Stimson Center, 2000, 71-111 (Report No. 35).
2. Tu AT. Overview of sarin terrorist attacks in Japan. In: *Natural and selected synthetic toxins: biological implications*. Washington, DC, American Chemical Society, 2000:304-317 (American Society Symposium Series, No. 745).
3. Okumura T et al. Tokyo subway Sarin attack: disaster management. Part 1: community emergency response. *Academic Emergency Medicine*, 1998, 5:613-617.
4. Okumura T et al. Tokyo subway Sarin attack: disaster management. Part 2: hospital response. *Academic Emergency Medicine*, 1998, 5:618-624.
5. Okumura T et al. Tokyo subway Sarin attack: disaster management. Part 3: national and international responses. *Academic Emergency Medicine*, 1998, 5:625-628.
6. Kulling P. *The terrorist attack with sarin in Tokyo. Socialstyrelsen report*. Stockholm, Modin-Tryck, 2000.
7. Leitenberg M. Aum Shinrikyo' s efforts to produce biological weapons. *Terrorism and Political Violence*, 1999, 11(4):149-158.
8. Smithson A, Levy LA. *Ataxia: the chemical and biological terrorism threat and the US response*. Washington, DC, The Henry L. Stimson Center, 1999.
9. Takahashi H et al. *The Kameido incident: documentation of a failed bioterrorist attack*. Poster presented at the 4th International Conference on Anthrax, St John' s College, Annapolis, MD, USA, 10-13 June 2001.
10. Seto Y et al. Toxicological analysis of victims' blood and crime scene evidence samples in the Sarin gas attack caused by the Aum Shinrikyo cult. In: *Natural and selected synthetic toxins: biological implications*. Washington, DC, American Chemical Society, 2000, 318-332 (American Chemical Society Symposium Series, No. 745).
11. Polhuijs M, Langenberg JP, Benschop HP. New method for retrospective detection of exposure to organophosphorus anticholinesterases: application to alleged Sarin victims of Japanese terrorists. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 1997, 146:156-161.

## 章末付録 4.3 アメリカ合衆国郵便システムを介した炭疽菌芽胞の意図的散布

2001年夏、炭疽菌の芽胞が混入された数通の封書がアメリカ合衆国郵便システムを通じて送付された。その結果、11人が炭疽菌を吸入しうち5人が死亡した。また11人が致死性ではない皮膚炭疽を発症あるいは発症を疑われた。皮膚炭疽の発症が初めて認められたのは9月末ごろで、肺炭疽が最後に発症したのは11月中頃であった。発見された4通の封書のうち2通はどちらもニューヨーク市宛であり、テレビのニュースキャスター宛と新聞の編集者宛のものであった。他の2通はワシントンDC在住の上院議員宛になっていた。

22人の患者のうち20人は、炭疽菌芽胞による汚染が認められた仕事場で炭疽菌に曝露された人々であった。そのうちの9人はアメリカ合衆国郵政公社（USPS）の郵便集配施設に勤務していた。その施設を通じて炭疽菌の入った封書が送付されたのである。肺炭疽を発症して死亡した2人の患者が炭疽菌で汚染された封書や汚染された建物に接触したかどうかについては確認されていない。

ポリメラーゼ連鎖反応（PCR）及びDNA配列の解読によって、攻撃に関わった全ての炭疽菌が同じ菌株であることが示された。攻撃の1年後でも、アメリカ合衆国の郵便集配施設が2カ所とも除染中のため閉鎖されたままとなっていた。それらの封書に関する説明責任は依然として謎のままである。

この章末付録では関連する背景についていくつか概略を述べ、封書、患者、公衆衛生の対応、除染作業に関する情報を要約する。これらの情報はアメリカ合衆国疾病対策センター（CDC）、アメリカ合衆国連邦捜査局（FBI）、USPSの報告書や印刷物、アメリカ合衆国議会聴聞会、報道関係者に対する公式声明、医学文献、そしてUSPS職員や郵便局員たちの報告などを基にしている。

### 背景

湾岸戦争直前の1990年、アメリカ合衆国は炭疽菌攻撃の可能性について憂慮し、10万人以上の軍関係者にワクチンを接種した。1995年、湾岸戦争中にイラクが炭疽菌兵器を開発し実験しているとの情報を国連特別委員会（UNSCOM）が掴んだとき、再びこ

の懸念が持ち上がった。1998年にはアメリカ軍関係者全員にワクチンを接種する計画が開始され、大統領決定指示 (Presidential Decision Directive) が発令され、アメリカ合衆国の民間機関が攻撃される可能性がある生物・化学テロに対処するべく、政府機関の各々の権威と責任の所在が明確に定められた。すなわち 1995年の大統領決定指示によって、すでに FBI が司法省から捜査と対応管理全体を担当する指導的機関であり、特定の作戦任務に他の政府機関を任命する権限を有するものとしての役割を与えてられていたのであるが、このことを改めて確認し、再度綿密に整えたのである。連邦政府の援助を得て 2001年までにアメリカ合衆国のほとんどの州と大都市の行政機関において生物テロに対処する計画が立てられ始め、またそれらの多くが緊急対応能力を試すための模擬攻撃を実施した。

アメリカ合衆国では炭疽菌にまつわる脅迫やデマが 1997年から始まって増加の一途をたどり、1998年末にはほとんど毎日の様に起こるようになった。これらのうちでも特に目立ったのが、多様な粉末や物質が混入した封筒が産科医院や行政府などに郵送された事例である。2001年秋の事件までは、これらの物質のいずれにおいても病原性炭疽菌の検査で陽性を示したものはなく、そもそもアメリカ合衆国では 1976年以来、肺炭疽が発症したことがなかったのである。

炭疽菌に関するいたずらの封書が数通あったあと、カナダでは、2001年2月から4月にかけてサフィールド国防高度研究所において炭疽菌芽胞が混入した封書を開封することから生じ得る危険を予測するための実験を行った。この際、カナダの研究者は類似物としてアメリカ合衆国防総省ユタ州ダグウェイ研究所から寄贈された非病原性炭疽菌芽胞を使用した。実験を行った人たちの予想に反して、1グラムの10分の1の芽胞しか入っていない封筒であっても開けた途端に多数の芽胞が空中に散乱し、その部屋にいる防護をしていない人々は芽胞を大量に吸入してしまうことが判明した。その後の 2001年9月に発表された報告では、炭疽菌を内包した封筒が完全に密閉されていない場合には郵便取り扱いシステムにおいても人々にとって脅威となり得るということ警告した。更にアメリカ合衆国の炭疽菌封書攻撃ののち、炭疽菌芽胞は完全に封をされた封筒であっても、紙質や種類によっては漏出する可能性があることが判明した。

1969年以前にアメリカ合衆国生物兵器攻撃プログラムの一環として、カニクイザルにおける炭疽菌芽胞投与量に関する用量反応の測定が行われ、この時用いられた実験条件では、肺炭疽の半数致死量 (LD<sub>50</sub>) はおよそ 4,000 芽胞であることが判明した。しかしサルを用いてさまざまな実験条件のもとで行われた別の測定では、LD<sub>50</sub> の数値はばらつきのあるものとなった。人間に対する肺炭疽の容量反応に関する信頼のおけるデ

一タなどはないが、後に軍事的計画立案の目的のために算出されたものによると、人間の  $LD_{50}$  はおよそ 8,000 から 10,000 芽胞であった。炭疽菌の量が  $LD_{50}$  以下であれば、曝露を受けた人たちの中で感染する人は 50% 以下に止まるであろうことは自明の理とされる一方で、ただ 1 個の芽胞を吸い込んだだけでも、たとえ非常に低い可能性であっても、感染を引き起こすことがあり得るのかどうかは判明していない。人間に対する用量と反応の関係が明確ではないことが、肺炭疽に関する危険予測を困難なものにし続けている。

乾燥した芽胞粉末の伝播能力に関する知識不足とは対照的に、封印された封筒の透過性、用量と反応の関係、予防のための効果的な医療対策、皮膚炭疽と肺炭疽の治療法などに関しては炭疽菌封書攻撃よりずっと以前に、既になにに確立され、医学文献のなかで発表されてきていた。ヒトの皮膚炭疽に関する長い経験から、いくつかの抗生物質で容易に治癒できるということは示されていた。今までは皮膚炭疽の治療のためにペニシリンが推奨されてきたが、肺炭疽に関してサルで実験された最近の研究に基づいて、選択すべき抗生物質としてドキシサイクリンやシプロフロキサシンがこのたび定められた。いずれも炭疽菌に曝露されたことが判明したかあるいは疑われた場合には予防薬として用いられ、もし発症した直後に投与される場合には治療薬として用いることができる。感染が成立する前に感染力のある芽胞が肺に何日間も停滞する可能性がある。このためアメリカ合衆国でのサルにおける研究結果や 1979 年のスベルドロフスク（旧ソビエト連邦）でのヒトにおける感染のデータに基づき、炭疽菌の曝露を受けた後、60 日間は抗生物質による治療を続けることが推奨されている。

### 炭疽菌封書

回収された 4 通の芽胞入りの封筒は、いずれもセロハン粘着テープで密封されニュージャージー州トレントンの消印が押されていた。2001 年 9 月 18 日付の消印の封筒は NBC テレビのキャスター宛とニューヨークポスト紙の編集者宛のもので両方ともニューヨークの事務所に送られていた。他の 2 通の封筒は 2001 年 10 月 9 日の消印が押しであり、トム・ダシュル上院民主党院内総務宛とパトリック・レーヒー上院議員宛で、両方ともワシントン DC の事務所に届くようになっていた。回収された 4 通の封筒は、トレントンの近くにあるハミルトンの郵便集配施設で消印が押され、分けられ、その後別の集配センターに送られたものであった。2 人の上院議員に宛てられた 2 通はワシントン DC のブレントウッドの郵便施設で集配されていた。このいずれの施設とも炭疽菌芽胞に著しく汚染されていたことが後に判明した。

さらに炭疽菌の混入した封書が少なくとも 3 通追加送付されたが、紛失したり廃棄さ

れたりしたということが示された。ニューヨークにある American Broadcasting Company (ABC) テレビと Columbia Broadcasting System (CBS) テレビの事務所で皮膚炭疽が発症し、フロリダ州ボカ・ラトンにある新聞社アメリカンメディア社 (AMI) で肺炭疽が発症したことが確認された。被害者に鼻腔内を綿棒を用いて検査したところ陽性反応が得られ、3ヶ所すべてにおいて周辺が炭疽菌に汚染されていることが判明した。また同時に3ヶ所宛の郵便が通過したいくつかの郵便集配施設も汚染されていることが判明した。これら3ヶ所にいた人々は10月9日以前に発症しており、未回収の3通の封書は9月18日付けの2通の回収された封書と一緒に投函されたのではないかと推察される。

9月18日消印の封書には2通ともまったく同じブロック体の手書きメッセージが書かれており、その中には” TAKE PENACILIN NOW 「ペナシリンを今すぐ服用せよ」 ” という言葉が含まれていた。そして10月9日消印のある2通の封書にはまったく同じメッセージ、すなわち” WE HAVE THIS ANTHRAX 「私たちはこの炭疽菌を持っている」 ” という言葉が書かれていた。ペニシリンが炭疽菌に対する抗生物質として歴史的に推奨されてきたことをふまえ、また使われた菌株はペニシリンに感受性があることが後に判明したこと、病原体の特定は適切な治療を容易にすることを考えあわせれば、これは受取人が防御行動をとれるようにする情報を加害者が伝えようとしたようにも見受けられる。

回収された4通の封書すべてには” ALLAH IS GREAT 「アラーは偉大なり」 ” という言葉と「01年9月11日」の日付が書かれていた。これはニューヨークの世界貿易センタービルとヴァージニア州のアメリカ合衆国国防総省に対する航空機による攻撃が行われた日であり、イスラム教徒テロリストとしての差出人像を描かせようとする意図は明らかである。

9月18日付けの2通の封書とダシュル上院議員に宛てられた封書は、それらの宛先の事務所から回収された。しかしレーヒー上院議員に宛てられた封書は、機械的なミスによって国務省に誤配されていたため、連邦議会から集められた未開封の政府郵便物を捜査した後になってようやく11月に発見された。この未開封政府郵便物は635個のゴミ袋に収集され、それから封印され個別に炭疽菌芽胞の標本が採取された。その結果、62個のゴミ袋が汚染されていることが判明し、このうちの 하나가他のものより汚染の程度が著しかった。そこでこの袋の中に炭疽菌が混入された封書がないかを個別に調べることとなり、そうしてレーヒー議員の封書が発見されることとなったのであった。

炭疽菌の菌株は Ames と呼ばれる変異体と特定された。もともとは 1981 年にテキサス州で罹患牛から分離され、当時のアメリカ合衆国陸軍感染症研究所 (USAMRIID) に送られたものである。そこからアメリカ合衆国、英国、カナダ、その他の国々の試験所に配送された。10 月 9 日付けの封書に含まれていたものはきわめて純度の高い炭疽菌芽胞であり、全くと言ってよいほど不純物は混入していなかった。一方 9 月 18 日に入られていた物質は、かなりの割合で休止状態の炭疽菌細胞が混入しており純度がより落ちることは明白であった。添加剤は入っていないことが確認された。レーヒー議員の封筒に混入されていた物質の放射性炭素  $^{14}\text{C}$  年代測定法による炭素同位元素の比率分析によって、その物質は郵送される 2 年前に生産されたものであることが判明した。

## 患者

9 月 25 日前後、NBC 事務所の助手が炭疽菌が混入した封書を受け取った。この封書は FBI に保管された。この助手は皮膚炭疽を発症しているのではないかと医者から診断されたが、10 月 12 日までそのことを臨床検査で確定することはできなかった。フロリダ州における AMI 社の写真編集者が一般に公表された初めての症例であった。その編集者は罹患後数日間で、10 月 5 日に肺炭疽で死亡した。その死亡はフロリダ保険局と CDC による診断が確定された一日後のことであった。連邦当局は当初は自然状態で炭疽菌が感染することもありうると考えていたが、AMI 社周辺が炭疽菌に汚染されていることが発覚したことをうけて、FBI は 10 月 7 日にその場所が犯罪のなされた現場であると断定した。10 月 1 日、郵便仕分け室の職員が AMI 社の従業員として二番目に、市中肺炎との誤診のもと入院した。10 月 15 日になって臨床検査で炭疽と診断された。彼は治癒して 10 月 23 日に退院した。

炭疽病と特定或は疑わしいとされた 22 人のうち、12 人 (8 人が肺炭疽、4 人が皮膚炭疽) は郵便を取り扱う人たちであった。そのうち 9 人は USPS 職員、2 人はメディア関連会社の郵便仕分け室職員、そして残りの 1 人はアメリカ合衆国国務省の郵便仕分け室の職員であり、レーヒー議員の封書が誤ってそこを通過したのであった。皮膚炭疽のもう一例はテキサス州の試験所所員であり、事件発生時から試料の検査をする仕事に従事していた人物であった。

発症が記録された時期は 2 群に分かれる。すなわち、9 月 22 日-10 月 1 日と 10 月 14 日-11 月 14 日で、間に 12 日間の中断がある (表 4.4)。この二群は回収した封書が投函された二つの日付を反映している可能性がある。肺炭疽のほとんどの症例 (11 人のうち 9 人) は後期群に入っている。このうち 6 人は USPS の職員である。後期群に肺炭

痘の人が多く、中でも郵便局の従業員に肺炭疽が多く見られるのは、芽胞調合における違いを反映している可能性がある。しかし、この違いの要因としては他にも、郵便集配施設における吸入による曝露程度の違い、あるいはエアロゾルを生成する際の種類及び精製作業における違い、職場で過ごした時間の違い、曝露時間の違い、抗生物質の予防投与がなされるまでの時間の違いなどのどれか、あるいは幾つかが絡んでいると考えられる。

前期群である9月22日-10月1日においては、7人の患者が皮膚炭疽を発症あるいは発症が疑われた。しかしこれらの7人は10月12日以降になるまで誰一人として臨床検査によって診断が付けられなかった。全般的にみて、発症の徴候から臨床診断されるまでに、皮膚炭疽の場合で2日から26日、肺炭疽の場合で3日から16日の幅があるが、発生が拡大していくにつれて臨床診断もより迅速になされるようになった。10月18日と19日にハミルトンにある郵便集配施設で働く2人の職員が臨床検査によって皮膚炭疽と診断されたが（その後集配施設は閉鎖された）、この段階では封筒からの漏出に対する危険性が公式によく理解されていなかったため、ハミルトンの2人の従業員とブレントウッド（10月21日に閉鎖された）の4人の従業員が肺炭疽を発症してしまった。このうちの2人が死亡した。

最新の2つの症例は両方とも肺炭疽を発症し死亡に至っているが、その発症は10月25日と11月14日に記録されている。それ以前の感染とは異なり、炭疽菌が混入した封書との関連もなく、周辺の炭疽菌汚染の証拠もなかった。これらの理解しがたい症例のうちの第1例目は、ニューヨーク病院の従業員が10月31日に死亡した例である。彼女の職場は臨時に郵便仕分け室として場所を提供していたが、そこで炭疽菌汚染は確認されなかった。2番目の症例では、コネチカット州に住む94歳の女性が11月21日に死亡したものである。感染源が何であれ、これらの2つの症例は、極めて稀ではあるが、個人の健康状態や年齢によっては、ほんのわずかな数の芽胞を吸入しても感染を引き起こす可能性があることを強調している。

抗生物質予防投与をするよう指導されてからは、いかなる場所においてもいずれの型の炭疽病の発症も全く記録されなかった。肺炭疽と診断された6人の患者は前駆症状の段階で入院し、残存している炭疽菌に感受性のある抗生物質の投与を受けた。今回観察された一連の結果は既存の実験や臨床の証拠と一致するものであった。すなわち、抗生物質の予防投与により炭疽菌の曝露を受けた人の発症を未然に防げることや、それにより流行期間および規模を限定し得ること、そして発症直後から抗生物質の使用を始めさえすれば死を防げるということが示されたのである。

## 公衆衛生の対応

ほとんどの症例は、地元公衆衛生当局が設定した能動的・積極的調査（active surveillance）に支えられ、自己申告や臨床研究所や臨床医からの自発的な報告により確認された。

10月12日、NBCの従業員に皮膚炭疽が発症したことが臨床検査で確認されたあと、CDCに緊急事態対策室（Emergency Operations Center）が創設された。その対策室は、疫学者、研究者、(物資の総合管理を担当する職員)事務員からなるチームを組織すること、及び、地元自治体、州、連邦政府における健康調査を支援することを目的としていた。調査官たちは、臨床医・取締官・一般人から報告された可能性のある症例に対して対応した。

担当医の職場や連邦議会をも含む地元自治体や連邦機関は、ある特定の場所において肺炭疽の危険があると公式に予測された人たちに対する抗生物質（シプロフロキサシンとドキシサイクリン）の緊急配布を行った。アメリカ合衆国国家薬剤備蓄機構（United States National Pharmaceutical Stockpile）は1999年に連邦議会から委任され、炭疽菌に曝露された可能性のある約32,000人が薬剤を緊急に入手できるように手配した。アメリカ合衆国国家薬剤備蓄機構のチームはあわせて約375万錠の抗生物質を配布した。さらに、より危険が高いと推定される人たちに対しては内服を60日間継続することを勧め、かつ民間委託業者を通じてCDCが実施する追跡調査に参加することを推奨した。その際同時に炭疽菌ワクチン接種を受けるかどうかの選択権も与えられた。公衆衛生職員は炭疽菌を吸い込んだ場合におけるワクチン接種の有効性を支持する結果は限定的なものであることを包み隠さず公表した。この申し出を利用したものは100人以下であり、その多くは上院議員であった。

この危機の間に行われた、環境面や臨床標本及び疑わしい事件やデマに関与する資料の収集と検査は、FBI・国防総省・CDC・全国の公衆衛生試験所にとって膨大な負担となった。実施された臨床検査や環境検査の規模は、研究所対策ネットワーク（Laboratory Response Network）というシステムを通して研究機関の養成を促進し、その受け入れ能力を高めるために莫大な資本ががたぎ込まれていなかったならば、アメリカ合衆国内の能力をたちまち凌駕してしまったであろう。このことにより地方自治体や州の公衆衛生試験所が、より高い能力を有する臨床試験所・軍・獣医・農業・水質や食品の試験所などと連携して行くこととなった。この連携は、1999年に確立され、試験所間のネットワークとして機能しており、その技術的熟練度や安全性及びある事象が対象として含まれるものなのか否かという、欠かす事のできない判断を

下すために必要な線引きを行う能力、そして、委託する代理機関を選定するのに必要な機能といった面で互いの結びつきをより強いレベルのものとして行っている。ネットワークは中心となる100カ所の高い能力を持つ公衆衛生試験所とUSAMRIIDとCDCにある2カ所の上級レベルの試験所で構成されている。

発生の急性期には、研究所対策ネットワークに属する試験所は120,000以上の炭疽菌の環境臨床標本を調査分析し検査した。これは主として州と地元の公衆衛生試験所・USAMRIID・アメリカ合衆国海軍医学研究センター・CDCで行われた。炭疽菌で汚染され回収された封書やその内容物、そして差し押さえられた資料の科学捜査と分析は、FBI・北アリゾナ大学・USAMRIID・ローレンスリヴァモア (Lawrence Livermore) 国立試験所・サンディア国立試験所・その他数カ所の施設で行われた。疫学的調査はCDCが実行し調整した。

### 環境汚染と除染

FBI・CDC・USPSの職員とその受託業者は事務所・郵便施設・個人の家など多様な場所から表面検体を採取した。濡れた綿やレーヨンのガーゼで強く検出面を拭ったり、または高性能微粒子捕捉 (HEPA) フィルターで陰圧 (吸引) をかけるなどして回収し、表面から採取した。納得のいく検体検査の結果を得られたものの、乾燥した面を拭いた検体はどれも結果があまり一致せず信頼性が低いと判断された。別の場所では空気中の検体採取が行われた。これにより、少なくとも23カ所の郵便施設や郵便局で汚染が見つかった。大半はニュージャージー州・ニューヨーク・ワシントンDC・フロリダ州南部で発見されたが、これらと距離のあるカンザスシティでも汚染が認められた。空気や表面の汚染と疾病の危険性との相関はどのようなレベルのものであれ、明らかにできないままとなっている。このため、より適確な試料採取及びさらに確実な危険予測がアメリカ合衆国公衆衛生当局者にとって急務となっている。

今回USPS郵便集配施設が最も広範囲に影響を受けた。高速分類装置により発生する空気の乱流や機械的振動及び機械の清掃をするため圧縮した空気を使用した (現在は中止) ことにより危険なエアロゾルが発生し、表面がより強く汚染されたのは間違いない。ハート上院議員の事務所ビルはガス状の二酸化塩素 (chlorine dioxide、クロールリン・ダイオキサイド、ClO<sub>2</sub>) を用いて除染され、再び使用できる状態になっている。事件から一年が経過したが、ブレントウッドとハミルトンの郵便集配施設は除染を行うかどうか未決定の状態で閉鎖されたままになっている。USPSは汚染されている可能性のある粉塵やエアロゾルを施設内の空気から減らすために、HEPA吸引機を16,000台ほど導入した。また用心のため、連邦機関に送付される郵便の電子線照射による殺

菌を日常的に行っている。郵便職員の健康を保持する能力の向上及び病原物質や他の有害物質が郵便を通して配送の防止のために、2003年から2004年にわたる2年間の会計年度に17億ドルの予算が計上された。

表4.4 2001年郵便炭疽菌攻撃：22症例に見る人口統計学的・臨床・曝露の特色 (Jernigan DBらの表を改変、Investigation of bioterrorism-related anthrax, United States, 2001: epidemiologic findings. *Emerging Infectious Diseases*, 2002, 8(10):1019-1028(<http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol18no10/02-0353.htm>))

症例番号	発症日	検査による炭疽菌断定日	州 (注 a) (攻撃地)	年齢	性別 (注 a)	人種 (注 a)	職業 (注 a)	症例の状況 (注 a)	炭疽菌存在	転帰
1	9月22日	10月19日	NY	31	F	W	ニューヨーク郵便局職員	疑診	皮膚	生存
2	9月25日	10月12日	NY	38	F	W	NBC キャスター助手	確診	皮膚	生存
3	9月26日	10月18日	NJ	39	M	W	USPS 機器管理担当	疑診	皮膚	生存
4	9月28日	10月15日	FL	73	M	W/H	AMI 郵便仕分室勤務	確診	吸入	生存
5	9月28日	10月18日	NJ	45	F	W	USPS 配達員	確診	皮膚	生存
6	9月28日	10月12日	NY	23	F	W	NBC テレビニュース研修生	疑診	皮膚	生存
7	9月29日	10月15日	NY	0.6	M	W	ABC 従業員の子	確診	皮膚	生存
8	9月30日	10月04日	FL	63	M	W	AMI 写真編集者	確診	吸入	10月5日死亡
9	10月01日	10月18日	NY	27	F	W	CBS キャスター助手	確診	皮膚	生存
10	10月14日	10月19日	NJ	35	M	W	USPS 郵便処理担当者	確診	皮膚	生存
11	10月14日	10月28日	NJ	56	F	B	USPS 郵便処理担当者	確診	吸入	生存
12	10月15日	10月29日	NJ	43	F	A	USPS 郵便処理担当者	確診	吸入	生存
13	10月16日	10月21日	DC	56	M	B	USPS 郵便職員	確診	吸入	生存
14	10月16日	10月23日	DC	55	M	B	USPS 郵便職員	確診	吸入	10月21日死亡
15	10月16日	10月26日	DC	47	M	B	USPS 郵便職員	確診	吸入	10月22日死亡
16	10月16日	10月22日	DC	56	M	B	USPS 郵便職員	確診	吸入	生存
17	10月17日	10月29日	NJ	51	F	W	帳簿係	確診	皮膚	生存
18	10月19日	10月22日	NY	34	M	W/H	ニューヨーク郵便局郵便取扱	疑診	皮膚	生存
19	10月22日	10月25日	DC	59	M	W	政府郵便処理担当者	確診	吸入	生存
20	10月23日	10月28日	NY	38	M	W	ニューヨーク郵便局職員	確診	皮膚	生存
21	10月25日	10月30日	NY	61	F	A	病院備品担当者	確診	吸入	10月31日死亡
22	11月14日	11月21日	CT	94	F	W	自宅生活 (退職)	確診	吸入	11月21日死亡

NY：ニューヨーク、NJ：ニュージャージー、FL：フロリダ、DC：ワシントンDC、CT：コネチカット  
 F：女性、M：男性、W：白色人種、W/H：白色人種・スペイン混血、B：黒色人種、A：黄色人種、

## 第5章 法的側面

第2章では、国内法と国際法とは生物・化学剤が敵対目的で散布される事態から防護するための法的手段を規律ある態で整えておくための必要欠くべ不可欠な措置であり、にもかかわらず散布されてしまった場合には、その結果に対応して救済する方策であると見なしている。本章ではそれらに直接関係のある法的側面について述べる。国際レベルで最も重要な法律文書は生物兵器禁止条約（BWC）と化学兵器禁止条約（CWC）である。両法ともに生物・化学兵器の使用を防止するための国際協力を提供するものであり、条約違反が疑われたり、特にそうした兵器が使用された場合には支援と協力を提供するものである。本章は数十年にわたりこの分野で中心的役割を果たす国際条約であった1925年のジュネーブ議定書の項から始まる。次に二つの条約を順に解説した後、この二つの条約により生じる国際的な義務についての情報と、その義務を果たすために必要な国家措置について述べる。この3つの条約に入っているWHO加盟国の個別の現状は付属文書7に記載している。

### 5.1 1925年のジュネーブ議定書

生物・化学兵器に当たるものはいにしへの昔から非難の対象とされている。国際法では少なくとも17世紀初頭から、今日のいわゆる生物・化学兵器に対して非難している。その法律(1)から特に毒物あるいは毒物を含有した兵器の使用を非合法化する1874年のブリュッセル宣言に発展している。そして再び1899年のハーグ平和会議において、「窒息性、あるいは有害ガスの散布のみを目的とする発射体の使用自粛」が合意された。1899年の会議では、地上戦において毒物あるいは毒物を含有した兵器の使用を禁止するブリュッセル宣言を条約として制定することを採択した。この禁止は後に地上戦における法律と慣習に関する1907年の第4回ハーグ条約に含まれることとなった。第一次世界大戦で塩素やマスタードガスなどの化学兵器が広く使われるようになったことを受け、国際社会は化学兵器が将来使われることがないように既存の法律を強化することについて合意した。この結果1925年6月17日、武器弾薬および核兵器の国際取引監視のための会議中に、「戦争において窒息性や有毒その他のガスおよび細菌使用兵器を禁止する議定書(2)」へ国際連盟加盟国が署名することとなった。この条約は通常1925年のジュネーブ議定書と呼ばれており、1928年2月8日に発効し、フランスが受託国となっている。本報告書の執筆時点では、国連安全保障理事会(安

保理) 常任理事国 5ヶ国を含む 130ヶ国が締約国となっているが、64の WHO 加盟国は含まれていない<sup>(注9)</sup>

ジュネーブ議定書は「戦争で窒息性、有毒、あるいはその他のガスおよび類似したすべての液体、物質、装置」を禁止し、また「細菌兵器の使用もこの禁止に含める」こととしている。議定書に述べられる禁止事項は現在では国際慣習法と考えられるようになってきているため、この議定書の締約国ではない国に対しても効力をもつと考えられている。しかしジュネーブ議定書はそうした生物・化学兵器の使用を禁止するだけで、その保有まで禁止しているわけではない。さらに、当時の締約国の多くが生物・化学兵器攻撃を受けた場合、反撃のために生物・化学兵器を使用する権利については留保したため、この条約は事実上「生物・化学兵器による先行攻撃は行わない」という合意であった。国によっては議定書の締約国ではない国に対しては生物・化学兵器を使用する権利を留保したところも存在した。こうした理由から、生物・化学兵器そのものの包括的な禁止を考慮する必要性が生じてきたのである。

(注9) 付属文書7を参照のこと

## 5.2 1972年の生物兵器禁止条約(BWC)

1960年代後半に始まったジュネーブ軍縮会議で生物・化学兵器に関する議論が開始され、そして本報告書の第1版が作成中であった頃、果たしてジュネーブ条約に述べられているように包括的な兵器の禁止を追求すべきか、それともまずは生物兵器のみの禁止を追求すべきかが大きな議論になった。アメリカ合衆国は当時まだジュネーブ議定書の締約国ではなかったにもかかわらず、1969年から1970年の間に生物・化学兵器を単独で放棄することを宣言した。これが国際社会を勇気付け、細菌兵器(生物兵器)および毒素兵器の開発、生産および貯蔵の禁止ならびに廃棄に関する条約が採択された<sup>(3)</sup>。1975年3月26日に発効したBWCは、1972年4月10日に調印され、現在国連安保理常任理事国5ヶ国を含む146ヶ国が締結しているが、WHO加盟国のうちの48ヶ国は含まれていない<sup>(注10)</sup>。イギリス、アメリカ合衆国、ロシアがこの条約の受託国である。

(注10) 付属文書7を参照のこと。

### 5.2.1 国際的な義務

BWC はジュネーブ議定書に盛り込まれている生物兵器使用の禁止を補完するために作られている。第1条で、締約国は「いかなる場合にも次の物を開発せず、生産せず、貯蔵せず若しくはその他の方法によって取得せずまたは保有しないことを保証する」ことを明示している。既に第3章で述べたように、こうしたものは単に生物兵器もしくは生物戦で使う生物剤と定義されてはいない代わりに次のように定義されている。「(i) 原料又は製法の如何にかかわらず予防、身体防護その他の平和目的として正当化できない種類および量の微生物剤その他の生物剤またはこのような種類および量の毒素。(ii) 微生物剤その他の生物剤または毒素を敵対目的のために、または武力紛争において使用するために設計された兵器、装置または運搬手段」。条約の効力の及ぶ範囲はそれらの使用目的として一般に考え得る基準に沿ってこのように特定された。こうした取り組み方が採用されたのは、バイオテクノロジーや今後の科学研究によって開発され得る未知の物質の兵器としての使用も条約の範疇に納められるようにする一方で、同時にそのことが多くの生物医学その他による微生物剤あるいはその他の生物剤や毒素の非敵対的な応用を妨害することがないようにとの趣旨によるものである。条約では「生物剤」、「毒素」について言及しているが、そのいずれについても条約では定義されていない。交渉とその後に行なわれた再検討会議の一連の成り行きからその定義に関しては明らかとなってくるのであるが、「毒素」という語句は微生物製品に限られるのではなく、生物によって作られ得るすべての有害物質を含み、それらがたとえ実際には人工合成されるものでもこれに含まれる。付属文書2で毒素について説明している。

もう一つの重要な義務が第2条に示されており、それは「締約国はすべての生物・化学剤、毒素、兵器、装置および運搬手段を廃棄するか平和目的のために転用しなければならない」というものである。当該締約国は条約の発効後可及的速やかに、遅くとも9ヶ月以内にこの非武装条項を満たさねばならない。BWCは第1条で明記しているように、いかなるものに対しても生物剤、化学剤、毒素、兵器、装置または運搬手段を委譲することを禁じている（第3条）ことを念頭において、締約国は細菌（生物）剤と毒素を平和目的のために使用する装置、物質および科学および技術的情報の交換を推進しなければならない（第10条）。

BWCの履行に関しては5、6年毎に見直されてきた。再検討会議で締約国は条約があらゆる新しい科学技術の発展を充分包括していることを再確認した。またBWCをより効力あるものとすべく、その信頼性を高めることを目的として、情報の交換制度を設けてその透明性を高めた。1991年の第3回再検討会議ではこれらの情報交換の対象範囲を拡大して「かつての攻撃を目的

とした…生物学的研究開発プログラム活動[1946年1月以降]」に関する情報を含むものとした。これによって以後5年間において締約国のうち、5ヶ国がそれに属するような計画をかつて有していたことを認め、その詳細を明らかにすることとなった。この5ヶ国とはカナダ、フランス、ロシア、イギリス及びアメリカ合衆国であった。そのような攻撃計画が実際に進められていたとして申告された期間は、いずれの国においても全てBWCが効力を発揮する以前のことであった。ただし、ロシアのみはその活動の成されていた期間を「1946年から1992年3月まで」と明記した。

第3回再検討会議では今後とりうる査察手段を科学技術的な見地から割り出し、かつ検討するために政府の専門家による特別グループ（VEREX）が設置された。この目的のために1994年に招集された特別会議でVEREXにより報告された。会議では「条約の効力を高めるべく、今後とりうる査察手段および法的案件の起草に関して検討し、それらの手段や法案を法的拘束力のある文書に適切な形で盛り込み、さらにはそれらに対する締約各国の合意を得ることを目指す」特別グループが設置された。特別グループは1995年から2001年まで活動したが、そうした法律文書策定の合意には到達しなかった。

### 5.2.2 国家による履行

BWCは、各締約国はその領土内あるいはその管理下にある全領域内において条約履行に必要なあらゆる措置をとる義務がある（第4条）、と明記している。上に述べられた基本的な義務のほかにも、BWCが完全に履行されるには国家的措置が必要な場合がある。生物剤、毒素あるいは第1条において定められているようなそれ以外の物質をいかなる者にも委譲してはならないとする第3条に則り、各国は長期間その義務の履行のための措置をとってきた。それとは対照的に、生物分野の活動の技術的協力を振興する措置に関する第10条の履行にはあまり直接の関心を持たれなかった。

第4条による国家措置について、その履行に向けて法制化への動きを示した締約国もいくつかある。たとえばイギリスは1974年に生物兵器法を導入し、オーストラリアは1976年に犯罪（生物兵器）法を、ニュージーランドは1987年にニュージーランド非核地域・非武装および軍備管理法を、そしてアメリカ合衆国は1989年に生物兵器反テロリズム法を制定したが、その一方で生物兵器禁止法が発効するずっと以前の1972年に、フランスは既に生物兵器あるいは有毒兵器の開発、製造、所有、貯蔵、取得および委譲を禁じる法律No.72-467を制定していた。

国家措置に関する情報は、BWC締約諸国が再検討会議において同意した、互いの信頼を確立するために行われる情報交換の主題のひとつであり、なおか

つその同意に従って各国から提出される申告そのものがこの各国の情報交換という題目において容易に手に入りかつ概略を捉えられる参考文献としての唯一のものである。そして、1991年の第3回再検討会議においては三つの異なる活動、すなわちBWC第1条で禁止された病原性微生物剤と毒素の輸出、そしてその輸入に関して各国でなされた「立法、規制あるいはその他の措置」について各締約国に年次報告を求めることも採択された。1992年から1997年までの間、46(3分の1)の締約国がそうした情報の提供に応じ、37ヶ国が少なくとも3分野のうちの一つの分野においては特定の措置を有していると申告した。また26ヶ国が3分野すべてにおいて法的措置を制定したと申告した。そうした法的措置の例は章末付録5.1に記載されている。

### 5.3 1993年の化学兵器禁止条約(CWC)

CWCについては20年以上もの長い間交渉が重ねられてきたが、その間に関連する取り決めも締結された。それらの取り決めの中で「植物に毒性のある化学物質の戦争行為での使用を制限する」という見地から特に注目に値するものは、1977年に成立した「環境改変技術の軍事的使用その他の敵対的使用の禁止に関する条約(環境改変技術敵対的使用禁止条約)」と、1989年のパリ会議における149ヶ国による化学兵器禁止に関するジュネーブ議定書の再確認がある。化学兵器の開発、生産、貯蔵および使用の禁止ならびに廃棄に関する条約(4)は1993年1月13日に調印が始まり、1997年4月29日に発効し、2002年10月現在、国連安保理常任理事国5ヶ国を含む147の国が締結しているが<sup>(注11)</sup>、WHO加盟国のうち4ヶ国は含まれていない<sup>(注12)</sup>。CWCではその遵守を確実なものとするため管理体制を入念に作り上げられている。またその義務の実施形態について詳細に明記している。さらにはその運営を監督する国際組織(OPCW)も設置されている。

(注11) この意味は、147ヶ国各々が、自国がCWCを批准するか或は加盟するのみか、そのいずれかの立場を記した法律文書を提出したということである。WHO加盟国である追加の27ヶ国は、この条約には調印はしたもののまだ批准はしていない。

(注12) 付属文書7を参照のこと。

#### 5.3.1 国際的な義務

CWCは化学兵器の開発・生産・取得・貯蔵・保有・委譲および使用を禁じて

いる。この条約はまた禁止行為を行なう如何なる者に対しても、締約国が支援したり、支持したり或は違反行為へ誘導したりすることのないよう禁止している。BWCと同様にCWCも、CWCで禁止されていない目的のためであれば各締約国が有毒化学剤を用いた活動を行うことができるように、その禁止範囲を定義するための一般的目的基準を採用している<sup>(注 13)</sup>。同様に、CWCの条項そのものも締約国の経済および技術の発展を妨げることのない方法で履行されなければならない。

CWCは自国もしくは自国の管理の下にある場所に貯蔵されている化学兵器および関連する生産施設をCWC発効後10年以内、あるいはある条件のもとでは15年以内に完全に廃棄しなければならないと明記している。この廃棄工程は住民の安全と環境の保護を確保した上で完遂されなければならない。

最後に、CWCでは条約の遵守を検証するための国際機構を設けている。この機構は何種類かの検証技術及び国家の安全保証措置に依拠している。この検証機構には締約国による申告、及び定期立ち入り検査と条約違反の疑いを調査する(試験査察などの)措置を含んでおり、OPCWにより運営されている。この制度は何よりもまず、OPCW技術事務局が条約に沿って実施する独立した検証過程で得る事実に基づいた情報に支えられており、運営が成功するためにはそうした情報が十分にあることが不可欠である(5)。

定期検証制度によって直接に影響を受けるのは締約国の40%にも満たないが、条約でもたらされる安全保障上の恩恵にはすべての締約国があずかることができる。その締約国への安全保障という理念に基づいて化学兵器の使用とその脅威がある場合にはOPCW締約諸国へ援助を派遣する手筈が整えられている(第6章を参照のこと)。そうした国際協力はOPCWと国連との間で合意されており、将来的には他の国際機構にも拡大される。CWCに沿った協力措置も条約の履行に関する勧告とOPCW技術事務局の持つ専門知識の分野とに広がっている(6)。

(注 13) CWCが兵器を特定するために用いる文言については3.1.1.(第3章21ページ)に引用して詳しく述べている。

### 5.3.2 国家による履行

CWCは締約各国に対しその履行を法制化することを求めている。第7条第4項によると、締約国は国内担当当局を設置しなければならない。つまり条約の検証制度における二つの骨子とは、

- (1) OPCW技術事務局(この機構通して遵守を検証する)と
- (2) 国内当局(この機構通して技術事務局の監督下でない種類の義務まで

含めて、遵守がなされる)

である。国内当局は検証制度を実りあるものとするために不可欠である。すなわち、有力な国内当局の存在は OPCW や他の締約諸国との連絡のための国内連絡先として、国内での情報収集拠点として、また国内での条約履行の推進役として、条約そのものが効力を発揮するために不可欠なものである。締約国はその基本的な義務を果たすために、下記の 8 つの基本的な責務を施行する立場とならねばならないが、国内当局はそのすべての責務において多かれ少なかれ関与している。

- (1) 必要とされる申告をすべて提出する、
- (2) OPCW と意思を疎通させる、
- (3) 他の締約国と協力する、
- (4) OPCW の査定を促進する、
- (5) OPCW からの援助の求めに応じる、
- (6) 機密情報を保護する、
- (7) 国家におけるが条約遵守を監視しそれが遂行されるように努める、
- (8) 科学技術情報の国際交換を含む、条約で禁止されていない化学活動分野および条約で禁止されていない化学剤の生産、加工あるいは使用の分野で協力する。

一国が CWC 第 1 条で国家に課せられた禁止事項に従うために行う正確な申告や輸出入管理に必要な情報提出に強制力を持たせるためには、法制化が通常不可欠である。さらに詳細な要件は章末付録 5.2 に記載している。施行後最初の 5 年間の経験に基づき、締約諸国から信頼のおける情報の報告を完全に得るためには包括的な法制化が不可欠であることが判明した。各国の法制化の状態を調査したところ、締約諸国のうちの数ヶ国においては、第 7 章の最初の段落（禁止事項、罰則措置、領土外での国民への適用）に明記された分野に加えて、他の 15 分野（法的援助、化学兵器の定義、申告の義務、一覧表に指定された化学剤の制度—一覧表 1 生産/使用の規制、一覧表 2 と一覧表 3 の申告基準、輸出入規制、混合剤としての使用—産業の許認可制度、施設への出入り、査察装置、査察官の特権と免責権の適用、守秘義務、義務責任、国内当局の権限、国内当局の執行力、試料採取、環境に対する措置、条約の重要性）においても法制化の必要性を見いだしていたことが判明した (7, 8)。

CWC の発効後 5 年のうちに、締約国の 43% が条約履行のためにとった法的措置と行政的措置を OPCW に報告する義務を果たした。第 5 回目の会合（2005 年 5 月）における締約国会議は、第 7 条で自国に科せられている義務を履行すべく努めている締約国に対して援助を行う立場にある、別の締約国がその責務を果たすことに対して奨励を与えた (9)。2001 年 12 月、OPCW 執行理事会は、第 7 条で要求されている法的措置の完全実施は、地球規模の反テロリ

スト対策における OPCW の貢献の中で特に重点を置くべき 5 つの優先事項のうちの 1 つであるとした。

## 5.4 結論

敵対目的での生物・化学剤の散布を阻止することと、その努力にも関わらずそうした散布が起きてしまった場合に生じる事態を緩和するという 2 つの貢献において、前項で述べてきた法的制度は第 4 章で述べられた防護準備措置と並び立つものであり、その相補性は明らかである。一般市民は生物・化学剤の意図的な散布に対してあまりにも無防備であり、この相補性は一層強化される必要がある。予防と防護とがお互いの代わりをすることはできないのは明らかであるが、その代わりにお互いを強化し合うことはできる。防護体勢での備えに自信があるために予防面での備えを軽んずる危険はありがちなものである。そうすると結論は、一つを強調することがもう一方を軽視することになってはならないということであろう。それゆえ、1972 年及び 1993 年の条約の完全履行は絶えまざる確認と国を挙げての支援とを要する目標なのである。

## 参考文献

1. Roberts A, Guelff R. *Documents on the laws of war*, 3rd ed. Oxford, Oxford University Press, 2000.
2. The text of the Geneva Protocol is available in reference 1 and also at [www.disarmament.un.org](http://www.disarmament.un.org).
3. The text of the Biological Weapons Convention is available in reference 1 and also at [www.opbw.org](http://www.opbw.org).
4. *Convention on the prohibition of the development, production, stockpiling, and use of chemical weapons and on their destruction, corrected version in accordance with Depositary Notification C.N. 246. 1994. TREATIES-5 issued on 31 August 1994 and the change made under Article XV (new paragraph 5bis of Section B of Part VI of the Verification Annex) , in accordance with Depositary Notification C.N. 916. 1999. TREATIES-7 issued on 8 October 1999; together with Depositary Notification C.N. 157. 2000. TREATIES-1 issued on 13 March*

2000. The text of the Convention is available at <http://www.OPCW.org>.
5. Krutzsch W, Trapp R. *Verification practice under the Chemical Weapons Convention*. The Hague, Kluwer Law International, 1999.
  6. *Opening Statement by the Director-General to the Organization for the Prohibition of Chemical Weapons conference of the States Parties at its fifth session*, OPCW document C-V/DG.11 dated 12 May 2000.
  7. *Survey of national implementing legislation*. Organization for the Prohibition of Chemical Weapons document S/259/98, dated 16 May 2001.
  8. Checklist for the legislator and model national implementing legislation and addendum. In: Tabassi L, ed. *OPCW: the legal texts*. The Hague, TMC Asser Press, 1999, 310-315.
  9. *Decision on national implementation measures taken by the Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons Conference of the States Parties at its fifth session*. OPCW document C-V/DEC.20, 19 May 2000.

## 章末付録 5.1 生物兵器禁止条約施行制定法

### 第1条の禁止事項を執行する法律

BWC第4条では、各締約国は、条約第1条に規定する微生物剤その他の生物剤、毒素、兵器、装置および運搬手段の開発・生産・貯蔵・取得または保有を禁止し、および防止するために必要な措置をとると規定している。さらにこうした措置は自国の領土内およびその管轄または管理の下にあるいかなる場所においても適用されると規定している。後日、再検討会議でそうした措置の適用を検討するために招かれた締約諸国は、自国の国籍を持つ自然人がいかなる場所で取る行動にも適用するのかについても検討することになった。条約との一貫性を保つため、国内における措置及び法制化は条約に定められている生物兵器の定義を組み込んだものでなければならない。こうした義務を果たすことは条約の目的と趣旨の達成に大きく貢献することであり、それはすなわち戦争手段としての、あるいはテロリストたちが脅威を与える手段としての生物・化学兵器使用を防止することへと繋がるものである。

締約諸国のうちの3ヶ国が立法化した制定法に関連する文言の例を次に挙げる。

**オーストラリア： 犯罪（生物兵器）法：1976年**  
<*Crimes (Biological Weapons) Act 1976*>

この法律により、オーストラリア人が予防、防護あるいはその他平和目的として正当化されない微生物あるいはその他の生物剤や毒素などを、その起源・生産方法・種類・量などにかかわらず開発・生産・貯蔵あるいは別な方法で取得、保有すること、あるいはそうした生物剤や毒素を敵対目的あるいは武力紛争で使うために設計された兵器、装置あるいは運搬手段は非合法となる。

この法律はオーストラリア国外のオーストラリア国民の行為にも及ぶ。

この法律に違反することは正式起訴で訴追される犯罪である。

**ニュージーランド： ニュージーランド非核地帯、軍縮および軍備管理法：1987年**  
<*New Zealand Nuclear Free Zone, Disarmament and Arms Control Act 1987*>

同法第8項では

「生物兵器の禁止—ニューージーランド非核地帯内においては何人も生物兵器を生産・貯蔵・取得・所有あるいは管理してはならない。」

「生物兵器」とは「条約第1条で言及するあらゆる生物剤・毒素・兵器・装置あるいは運搬手段」であると定義されている。

**アメリカ合衆国**:生物兵器反テロリズム法 1989年  
 <Biological Weapons Anti-Terrorism Act 1989>

第175節：生物兵器に関する禁止事項

「(a) 総則—何人であっても、それがいかなる生物剤、毒素あるいは兵器として使用するための運搬システムであれ、それを認識した上で開発・生産・貯蔵・譲渡・取得・維持あるいは所有する者、もしくはどんな外国や組織であれ、そのように行動する者を認識した上で援助する者は、この罪によって罰金刑、終身刑または不特定年数の懲役刑あるいはその両方を科せられる。アメリカ合衆国民によって、あるいはアメリカ合衆国民に対して犯されるこの項のもとでの犯罪は連邦法の域外管轄権の適用を受ける。

(b) 定義—この項の目的においては、

「兵器として使用する」という文言の中に予防あるいは防護もしくはその他の平和目的のためのいかなる生物剤・毒素あるいは運搬システムの開発・生産・譲渡・取得・保有あるいは所有をも含まない。」

### 生物剤と毒素の輸出規制法

BWC第3条は、各締約国は第1条に規定するいかなる生物剤・毒素・兵器・装置または運搬手段を何人に対しても直接または間接に譲渡しないこと、及びこれらの製造またはその他の方法による取得につき、いかなる国、国家集団または国際機関に対しても、何ら援助、教唆または勧誘を行なわないことを約束すると規定している。後日の再検討会議において締約諸国は個人や非国家組織が平和目的以外のために生物剤と毒素を譲渡により取得することに対する有効な防止策を確立するための手段及び財源についても検討しなければならぬことが述べられた。

2つの締約国が採用した制定法に関する文言の例を次に挙げる。

**オーストラリア**: 検疫法 (1908年) および規則、生物規制法 (1984年) および規則、医療品 (医療機器) 法 (1989年) および規則

*The Quarantine Act (1908) and Regulations, the Biological Control Act (1984) and Regulations, and the Therapeutic Goods Act (1989) and Regulations*

1908年の検疫法および検疫規則では生物剤を輸入する時には事前の許可が必要であると定められている。同法第13項の規定によると、ヒトの病原性微生物と毒素を含む生物起源の製品は検疫検査局局長の許可があった場合のみオーストラリアに輸入することができる。輸入条件はその生物の性質とそれの有する危険性により様々である。ヒトおよび動植物に重篤な病原性を有し、生物兵器となる可能性が考えられる危険性の高い生物は最高度の防疫態勢のもとでのみ輸入が許可される。重篤な特殊輸入感染症に対する緊急対応の準備として診断調査をしておくことが必要とされたごくわずかなもののみ輸入許可される。規制製品の無許可輸入および許可要件違反に対する罰則は重く、罰金または禁固刑あるいはその両方が課されることとなる。

#### 生物規制法（1984年）及び規則

「この法律は…害虫・疾病・雑草を管理するための生物剤散布を規制するために検疫法にさらなる効力を付加するものである。」

#### 医療品（医療機器）法（1989年）及び規則

この法律は医薬品・医療機器の輸出入を対象とするものであり、ヒトに用いられるワクチンに含まれる病原性微生物も含まれる。

#### ブラジル：法律番号 9.112（1995年）（非公式訳）

第1条-この法律は取り扱いに注意品物及びその品物に直接かかわる付帯設備の輸出に関する取引を規制するものである。

...

第2条-前条に挙げられた品物は取り扱いに注意を要する品物リストに含まれ、リストは連邦政府官報上で定期的に更新される (*Diário Oficial da União*)。

第3条-次品目の輸出は連邦政府官報 (*Diário Oficial da União*) に公表され、かつ定められている規則に従いその資格を有する連邦政府当局が発行する事前の正式認可に従ってなされる。

I - 取り扱いに注意を要する品物リストに含まれるもの

II - 取り扱いに注意を要する品物リストに含まれるものに直接関連する付帯設備

...

第4条-ブラジル大統領府の指導のもとに、取り扱いに注意を要する品物に関する輸出管理の省庁間委員会が設けられ、それはこの法律の対象となる品物

の輸出手続きに携わる連邦政府代表で構成される。

...

第6条-取り扱いに注意品物とそれに直接かかわる付帯設備の輸出に関してこの法律およびその取り締まり規定に違反した場合には、違反者に次の罰則が適用される：

I -警告

II -取引高の2倍までの罰金

III -取引するはずであった品物の没収

IV -6ヶ月から5年までの期間の輸出権の停止

V -再犯の場合には外国との取引に携わる業務につく資格の取り消し

...

第7条-なんらかの行為あるいは怠慢により、直接間接にかかわらずこの法律を遵守できない人間は有罪である。

罰則-1年から4年の禁固刑

## 章末付録 5.2 化学兵器禁止条約施行制定法

### 第1条の禁止事項を執行する法律（罰則規定を含む）

CWC第7条は、第1条の締約国の義務に違反する行為を禁止する特定の法律がなければならないと規定している。すなわちいかなる自然人であれ法人であれ締約国の領域内で、化学兵器の開発・生産またはその他の方法による取得・譲渡・使用、あるいはそうした罪を犯す他者の援助を刑法で禁止することを求めている。罰則には刑事上、行政上の両方の制裁が含まれる。条約との一貫性を保つために、国内制定法は条約に含まれる化学兵器の定義を含まなければならない。条約は締約諸国が自国籍を持つ自然人が如何なる場所で行なう行為に対してもこうした罰則規定の適用を広げる義務があるとしている。さらに締約諸国はお互いが援助協力しあい、全世界が一丸となって化学兵器の禁止事項に違反する者の罪を追求しなければならない。こうした義務を果たすことは条約の目的と趣旨の達成に大きく貢献することであり、それはすなわち戦争手段として、あるいはテロリストたちが脅威を与える手段として化学兵器を使うことを防止することへとつながるものである。これらは条約の真の目的に対する最も基本的な違反であり、罰則は違反する可能性のある者に対して十分な抑止力を持つだけのものでなければならない。締約諸国においてすでに発布されている制定法に明記されているもののうちでもっとも重大な違反に対する罪は終身刑となっている。

締約諸国は他の締約国からの要請にこたえて協力し、法律上の援助を与えねばならないという第7条2項の義務に従うことに困難を覚える場合もあるかもしれない。そのような協力と法律の援助様式には次の6項目が含まれる。

- (1) 逃亡犯罪人の引渡し
- (2) 刑事事項での相互法律援助
- (3) 罪人の引渡し
- (4) 犯罪による違法収入の差し押さえと没収
- (5) 他国での刑法判断についての認識
- (6) 刑事裁判のその国への委譲

刑事事項における国際間での協力や法律援助には慣例などは存在しないため、その方法や手続きは通常二国間の取り決めにより規定されるか或はその一部は幾つかの多国間における法律文書により規定される。従って、CWC締約諸国は他国との間で結ばれた様式の異なる相互法律援助に関する種々の取り決めと、国内法の関係がこの点において協力を可能とするものになっているかどうかを確認しておく必要がある。もしも締約国が相互法律援助を求めながらそれを得られない場合には、国際刑事警察機構（Interpol、

ICPO:International Criminal Police Organization) (1) などの組織を通じて国際間の共同体あるいは協力態勢に基づいた司法以外の何らかの威圧的な手段も利用しうる。

### 特定の化学剤とそれに関連のある化学工業の輸出規制と監視

公的機関および民間企業もしくは個人が条約で特定される化学剤を許容量限界を超えて製造、あるいは場合によっては消費ないしは加工している場合には、締約諸国はその法律に基づいて彼らに報告の義務を課さねばならない。締約国はこの報告された情報を基にして、条約で課せられた義務であるCWCの一覧表に記載された化学剤に関与するすべての国内活動についての正確な申告をOPCWに対して提出することができる。CWCによる規制活動のその国における全体像を捕捉し、かつそれらに関して確実に申告を得るために、締約国によっては化学剤の生産者に対し認可制を導入する法律を發布したところもある。

条約が発効されて以降、各締約国は一覧表1に記載されている化学剤を他の締約国に（から）譲渡する際には、30日間前にOPCWに通知することを義務付けられ、かつそれらの化学剤を非締約国に（から）譲渡することは禁じられた。2000年4月29日からは一覧表2に記載されている化学剤を条約の非締約国に譲渡することも禁止された。一覧表3に記載されている化学剤に関しても、締約国が適切な措置をとることでのみ、条約の非締約国に対して譲渡することができ、それらの化学剤は条約で禁止されていない目的のみに使われねばならない、ということも締約国は保証しなければならない。特定の申告施設について、各締約国の国内当局は技術事務局が行う査察活動を履行するための手続きを司るOPCWと交渉し、かつ施設契約を結ばなければならない。これらの任務を果たすために、国内当局は公私何れの施設であれ申告義務のある施設であれば、現場を確認しなければならない。また、その国の初年度及び毎年申告に含まれるその施設に関する情報も合わせて提供しなければならない。さらに条約に係る国内活動についての必要な情報を得るためには、国内の化学産業組織との連絡を取り合うこと及び商業レベルでのデータベースあるいは大学や病院のデータベース検索が通常不可欠になるだろう。

OPCW技術事務局と東カリブ海国家機構事務局（the Organization of Eastern Caribbean States）は、CWCを履行するために必要な規定が含まれた農薬規制モデル法を新たに生み出した。これにより、農薬と有毒化学剤規制法規定の草案において、以下の4項目が可能になった (2)。

- (i) 議会による農薬と有毒化学剤の包括規制検討の承認
- (ii) CWCの批准と加盟の促進

- (iii) 各国に省庁間を調整する役所を設立し農薬と有毒化学剤に関する責務を負わせ、条約のもとで国内当局としての役割を果たさせること
- (iv) 小区域単位でのCWC発効

## 参考文献

1. Yepes-Enríquez R, Tabassi L, eds. *Treaty enforcement and international cooperation in criminal matters with special reference to the Chemical Weapons Convention*. The Hague, TMC Asser Press, 2002.
2. *An integrated approach to national implementing legislation/model act developed by the secretariat of the Organization of Eastern Caribbean States*. OPCW document S/190/2000 dated 23 May 2000.

## 第6章 国際的な支援源

国際社会では生物・化学兵器攻撃の対象国となり得る国々の政府が攻撃に対応するための支援策を、いくつかの機関を通じ打ち出している。これらの対策には実際テロリストによる攻撃を受けた国の政府への援助も含まれる。それらの支援は下記の3群に分類される。

- (a) 国際法の適用
- (b) 兵器そのものに対する実際の防御措置（設備面、物資面および科学技術情報提供）
- (c) 生物・化学兵器攻撃による被害の甚大化を防ぐための医療あるいはその他の処置

政治的援助における筆頭機関は**国際連合**（国連、United Nations、UN、本文6.1参照）である。化学兵器攻撃の場合には**化学兵器禁止機関**

（Organisation for the Prohibition of Chemical Weapons、OPCW、本文6.2参照）も加盟国にとって重要な存在となる。将来的に生物兵器禁止条約（BWC）の下に新たな機関が発足した場合には、ここが生物兵器攻撃の際には任を負うこととなるであろう。

実際に化学兵器に対する防御策を供与する任務はOPCW（本文6.2参照）が担当することとなる。BWCは締約諸国に対しては、状況により各国が助け合うことも義務づけている（本文6.3参照）。

どちらの場合も一般的な医療援助は**世界保健機関**（World Health Organization、WHO、本文6.4参照）が担当する。**国連食糧農業機関**（Food and Agriculture Organization of the United Nations、FAO、本文6.5参照）と**国際獣疫事務局**（World Organisation for Animal Health、OIE、本文6.6参照）は攻撃対象が人間ではなく植物の場合（FAO）や動物の場合（FAOまたはOIE、もしくは両者）に担当することとなる。現地の対応態勢が人道的見地から不十分と考えられる場合には、**国連人道問題調整事務所**（United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs、OCHA、本文6.1.2参照）または主要な**非政府組織**に援助を依頼するのが適切であると言える。上記の団体は手短に後述されている。

ある国が生物・化学兵器攻撃を受けた際、一国の有している医療資源では全く対応できず、物流や組織運営に重篤な支障を来すような可能性もあり得る。その際は他国を含めて軍隊の支援を仰ぐことが適切な場合もある。人道的観点からの緊急事態が起きた場合（例えば難民危機問題や自然災害など）、そのような軍隊が国連の後援を受けて依頼され、救済活動を手助けした前例は存在する（本文6.1.2参照）。

## 6.1 国際連合（国連、United Nations、UN）

ある国が他国に対し生物・化学兵器を使用すること、またはその脅威に晒すことは国際間の平和と安全とを明らかに侵害するものである。国連安全保障理事会はその責務において、これらの事実があった際には同理事会に直ちに報告を受ける義務がある。BWCと化学兵器禁止条約（CWC）の条項のなかでも生物・化学兵器が使用されたと申告され、かつそれに関して調査準備が整えられた際の安全保障理事会の関与に言及している。

### 6.1.1 使用が疑われる場合の調査

国連総会は1987年11月の42/37C決議で、「事務総長は『加盟国から寄せられた化学兵器および微生物（生物）兵器や毒物兵器 [以下略…]の使用が疑わしいとされる報告書に関して、事実関係を確認するために…』調査を行わなければならない」としている。当決議をもとに、事務総長により現地調査を遂行することができる専門家調査団の名簿が作成された。決議に従い、任命された専門家チームはそのような調査がどのようなようになされるべきかについての指針となる報告書を提出した（1）。

1997年4月29日に発効したCWCに従い、OPCWはある国家に対して化学兵器使用の疑惑が持たれた場合には全ての調査義務を負うこととなった。CWC非締約国より国連事務総長に化学兵器の疑いに関する調査が寄せられた場合でも、OPCWはCWC宣言付録の第11部、27節と2001年10月11日発効の国連とOPCW間に交わされた関係合意書の第2条2（c）に従い国連事務総長に協力する責務を負う。

2002年までに国連が行った化学兵器使用が疑われる事例に関する調査の概略は以下の通りである。

1981-1982年：アジア。調査が行われたのは攻撃疑惑が持たれてから長期間を経っていたため現地訪問は不可能で、結論に到達できなかった（2）。

1984-1988年：イラン・イスラム共和国。攻撃の疑いが出てから数日間で調査を施行。実地調査により試料採取され、それによりイラクが化学兵器攻撃の実行者であったことが判明した（3-10）。

1987-1988年：イラク。化学物質によるイラク兵士の健康被害が調査団により証明された（6-7, 9）。しかしこの健康被害の原因に関する明白な

証拠を掴むことはできなかったと調査団は報告している。(11)。

1992年：モザンビーク。攻撃の申し立てより1ヶ月以上後に調査が行われた。化学兵器使用の証拠は何も見つからなかった(12)。

1992年：アゼルバイジャン。使用を疑われた当事国より化学兵器の疑いを晴らし無罪を証明するために調査依頼された。現地調査が直ちに行われたが、化学兵器使用の証拠は全く見つからなかった(13)。

1993年：イラク。化学兵器の国内使用の訴えに対して調査が行われたが、使用の証拠は何も見つからなかった(14)。

当該期間において、事務総長に対する毒物以外の生物兵器使用の調査申し立てはなかった(しかし使用申し立てに関する協議が1回BWCのもとで行われた(本文6.3参照))。

証拠隠滅の可能性を最小限にとどめるために、関連事件発生直後に調査要求を事務総長宛に出すことが望ましい。

### 6.1.2 人道的支援

大規模に攻撃され、人々に深刻な被害が出た場合は国連に人道的支援を求めることができる。1992年4月14日の総会決議A/RES/46/182に基づき、国連の緊急支援活動の要となりその活動の調整をする**国連緊急援助調整官**(Emergency Relief Coordinator)が制定された。調整官は人道問題担当事務次長も兼ね、国連の**人道問題調整事務所**(United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs、OCHA)から支援を受ける。

OCHAジュネーブ事務所は自然災害や人為的事故を含む環境問題が生じた際に、国際社会の対応を調整する緊急対応システムを確立した。世界規模の大災害時における対策の動員体制とその調整の責任を負い、緊急時は24時間体制で連絡を取ることができる。

人道的支援を必要とする緊急時にOCHAができることは以下の通りである。

- ・加盟国からの支援依頼に対応する。
- ・被害国政府と協議しながら、諸機関による共同対策部隊を組織する。
- ・政府、政府組織、非政府組織、そして国連の全ての緊急救助活動に関わる特別機関の中心的な調整機関として機能する。
- ・あらゆる人道的側面での緊急事態に対し、整理統合した情報を提供す

る。

- ・ 関係諸団体と密接に協働しつつ、救済から再興への移行がスムーズに運ぶように積極的に働きかける。

OCHAは軍人・民間防衛課 (Military and Civil Defense Unit、MCDU) を有している。これは国連が人道的な緊急事態に対応しようとする際に、必要があればいつでも軍隊や民兵の動員を行い、かつそれらを調整できるようにするための機関であり、人道システムの中心となるものである。

またOCHAはあらゆる国際緊急人道支援の調整を円滑なものとするべく国連災害評価調整 (United Nations Disaster Assessment and Coordination、UNDAC) チームも設立し、さらにOPCWとの協働で現場活動調整センター (On Site Operations Coordination Centre、OSOCC) の設置も行う。

自然災害時や環境に関わる緊急事態の際には、加盟国は情報や国際支援もしくはこの両者をジュネーブのOCHA事務所に直接または当該国の国連常駐調整官 (United Nations Resident Coordinator) を通じて要請することができる。

緊急時や救済や再生が長引いている時、そして開発途上で必要が生じている場合国連が要請に応じて食糧支援や関連サービスを提供できるよう**世界食糧計画 (WFP)** は1963年に食糧支援部門として設立された。

生物・化学兵器の使用で引き起こされた人為的な災害に際しても、WFPはその案件が自らの基本理念に合致し、かつ物資の寄贈を得ることができれば緊急食糧支援およびその他の必要物資の供給を行う。対応する状況としては以下のものがある。作物や食糧が損なわれる、もしくは汚染される場合。大規模な環境破壊で人々の暮らしが影響を受ける場合。衰弱を招くような疾病の流行で長期的安定食糧供給が危惧される場合。人々が強制的に移住させられる場合。WFPはこれらの状況により食糧安定供給が脅かされ、かつ政府に対応能力がない国々に対して援助することができる。この援助は80ヶ国以上にあるWFP現地事務所と貯蔵食糧により円滑に行われている。

生物・化学兵器により食糧安定供給が長期的影響を受ける事態では、WFPにより、再生・開発プログラムに被害者に必要なだけの食料を与えるための活動も組み入れられる。生物・化学兵器の使用により食糧安定供給が脅かされる危険性がある場合は、それを見越して早めに警告し、かつ今後生じうる偶発的事態への備えを計画の一つとして入れることもできる。

## 6.2 化学兵器禁止機関 (Organization for the Prohibition of Chemical Weapons, OPCW)

CWC第10条第8節には以下のように記述されている。

締約国各国は第9・10・11節に示された手順に従い、以下に該当する場合は化学兵器の使用もしくは脅威に対して支援・防御される権利を有する。

- a) 化学兵器が当事国に対して使用された場合<sup>(注14)</sup>
- b) 戦争行為の一環として暴動鎮圧剤 (riot control agent) が当事国に対して使用された場合
- c) 締約国から第1条で禁止されている行動により脅威を受けた場合

第10条第9・10・11節では、OPCW事務局長は要請を受けた場合直ちに行動を起こさねばならないことが義務付けられている。24時間以内に調査を開始し、執行理事会に最初の報告書を72時間以内に提出する義務を負う。必要ならば、調査期間は72時間ずつ繰り返して追加延長することができる。それぞれの期間後に新しい報告書が提出されなければならない。執行理事会は調査報告書を受け取って24時間以内に集合し、追加支援を含め次の行動を協議しなければならない。1997年5月の第1回締約国会議で、第10条に合致する活動のための自発的基金が設置され、締約国は何らかの支援を行おうとする場合には第10条第7節に沿って技術事務局に申告することとなった。2002年5月31日現在、この自発的基金は約100万ユーロの寄付金を得て、33の締約国が様々な形態で支援を申し出ている防護設備からOPCWの裁量で動かせる支援チームまで、その内容は様々である。

条約に定められている支援は、要請があった場合OPCWを通じて投入され、この支援は大きく2群に分類される。一つ目は機器類（主に防護器具）であり、二つ目はさまざまな支援チームである。

締約国から提供される機器類の多くは個人用の防護器具、特に民間向けのものである。そのような器具を希望している締約国に届けるには早くとも数日、おそらくは1週間以上かかる。その後、当該国の国内で分配作業を行わなければならない。

個人用防護器具を使用するには訓練が必要である。訓練を容易にするために、OPCWとの協働のもとスイスのチームによって中心となる指導者向けの一連の訓練課程が準備されている。これら中心となる指導者はその後地元の指導者を訓練できるようになり、その地元の指導者たちが、個

人用防護器具の適切な使い方を曝露された人々に訓練することができる。

いろいろな締約国との協力により、他の支援関係訓練課程もOPCWの技術事務局で用意されている。これらの中には例えば医療従事者向けの課程、分析機器の使用法課程、緊急援助や救命作業課程などがある。そのような課程に関する情報および申込方法についてはインターネット上のOPCWウェブサイトですぐ入手可能である。

必要時に締約国が行う援助チームには、とりわけ医療・生物化学剤検出・除染そして援助活動に必要な社会基盤整備を担当する各チームが含まれる。空輸の申し出もあるが、援助チーム派遣費用の幾分かは援助用の自発的基金が担うことが望ましい。

第10条第5節では、あらゆる締約国が要請さえ行えば、締約国から提供される他の情報および化学兵器に対する防護手段を自由に入手できるようなデータベースをOPCWの技術事務局が作成・保持していくことを義務づけている。このデータベースは現在既に設置されており、ユネスコ

(United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization、国連教育科学文化機構)が開発したCDS-ISIS (Computerized Documentation System/

Integrated Set of Information Systems) データベースソフトウェアを用いたデータベースで索引が作成されている。現時点ではデータベースからの情報は、直接OPCW技術事務局に要求しなければならないが、インターネットからデータベースが利用できるようにするための計画が進められている。

さらに第10条第5節では「化学兵器に対して締約国が防護手段を改善できるように、技術事務局が専門家のアドバイスを受けることができるよう斡旋せねばならない」と定めている。この条項では化学兵器使用国を告訴する手続きを踏まずとも支援を仰ぐ機会を与えている。この条項を実行するために防護に関するネットワークが形成されている。このネットワークは現在20ヶ国前後の締約国から参加した様々な化学兵器防護法の専門家約40人から構成されている。締約国は防護ネットワークから無料で助言を得ることができる。これら専門家への報酬は締約国が拠出したOPCW裁量資金から供出される。出張費もこの資金から支払われる。

第10条の枠組みにおいて、要請に応じて事務局は防護、ワークショップなどの国レベルまたは地域レベルの課程を用意することができる。

(注14) この条項は攻撃源を特定していない。他国またはテロリスト集団など無国籍の存在のいずれかとなる。

### 6.3 生物兵器禁止条約 (Biological Weapons Convention、BWC)

BWC第6条は以下のように記されている

(1) この条約の締約国は、他の締約国による条約違反行為を発見した場合、国連安全保障理事会（国連安保理）に告訴を申し立てることができる。告訴に際しては、国連安保理への審理要求とともに、訴えの正当性を立証可能な可及的多くの証拠も提出せねばならない。

(2) 受理した告訴状を基に国連安保理が、国連憲章に則った上で調査に着手する際には、この条約の締約各国はいかなる場合であれ協力義務を負う。国連安保理は条約締約諸国に調査結果を通知しなければならない。

援助についてはBWC第7条に以下のように記されている。

国連憲章に則り、この条約の締約各国は「条約違反の結果、締約国が危険に晒された」と国連安保理が認定した場合は、当締約国の要求する援助を提供し支援する義務を負う。

今までこの条約が発動されたことはないが、締約国は検討会議で援助または支援する義務を負うことを再確認した。さらにこの条約が発動される場合には、WHOなど適切な国際機関の助けと共に国連に調整役を務めてもらうことも考えている。

協議についてはBWC第5条に以下のように記されている：

この条約の締約国は条約の目的に関係する、または条約の条項の運用に関するいかなる問題解決に当たってもお互いに協議し、協力し合う義務を負う。さらにこの条項に沿った協議および協力は国連の枠組みの中で、国連憲章に則った適切な国際的な手続きを経なければならない。

1986年の第2回検討会議で、締約国はそのような協力活動を容易なものとし、この条項の実行のありかたを改善していくための公式協議を召集する議事手続きを設定した。1991年の第3回検討会議で、この議事手続きは拡大された。この協議は「1996年10月に草食昆虫がアメリカの手によりキューバ上空に散布された」問題を協議するために1997年に召集された(15)。

## 6.4 世界保健機関 (World Health Organization、WHO)

WHOは192加盟国からなる国連の特別機関である。事務局は本部をジュネーブに置き、6つの地域事務所と141の各国事務所がある。憲章によるとWHOの機能はとりわけ以下のようなものとなる。

- ・ 国際保健業務における指示および調整の権限者としての行動
- ・ 適切な技術的援助提供と、政府依頼または承認に基づく緊急時必要援助の実施
- ・ 保健分野の情報提供、カウンセリング、支援
- ・ 食糧、生物、薬品およびそれに類する製品の国際規格の策定と奨励

生物・化学兵器の使用により、様々な疾病罹患者の発生およびそれによる死亡者の急激かつ著しい増加といった、公衆衛生的あるいは医学的な見地から重大な問題が引き起こされる可能性がある。前に概略を示した委任状に基づき、WHOはそのような緊急事態に対処する際に非常に重要な役割を果たすこととなる。

国連事務総長からの依頼を受け、WHOは生物・化学兵器の問題に1969年から公式に関与し、これらの問題に関する報告書を整えるべく国連化学および微生物（生物）兵器専門家顧問団に協力した<sup>(注15)</sup>。

数多くのWHOプログラムによって様々な公衆衛生に関する専門的支援が提供されている。例としては、地震などの自然災害や人為的災害への備えと対応、化学物質や放射性物質の事故、複合的な人道的緊急事態、世界規模の大発生の警報と対応を含む感染症の調査、化学物質の安全性、食物の安全性と精神面の健康である。これらのプログラムは技術的・科学的援助の多くを外部組織であるWHO協力センターのネットワークに頼っている。

疾病の流行発生警報の発令と対応という専門分野においてWHOは世界規模で健康の保全に貢献している。

(i) 国家による調査計画の強化。特に疫学と検査の技術分野、人為的に引き起こされた流行性疾患への準備対策と検査における生物学的研究の安全性に重点をおいている。

(ii) 確実な疾病発生の関連情報の提供。その後の経過観察が必要な場合は常に対応のための技術援助を提供すること。

(iii) 地球規模で重篤な流行を引き起こすおそれのある疾病の情報収集、分析と提供。

WHOの調査・対応計画の範疇にある流行性疾患には生物兵器が関与してい

るものもある。特定の流行性疾患に関するガイドラインおよび調査計画の運営のガイドラインは文書と電子版の双方で入手できる。これら文書の最新リストはインターネット上から入手できる。WHOは国際保健規則（International Health Regulations、IHR）を管理する責任を持つ。これは政治的中立で合法的な国際組織であり、一国および世界レベルの調査・対応ネットワークが適切なタイミングでかつ調整の取れた状態で機能できるよう図られている。IHRは現在改訂中であり、この中で20世紀最後の30年間における世界の発展に関する考察がなされている。

国際化学物質安全計画（International Programme on Chemical Safety、IPCS）は化学物質が人間の健康に及ぼす影響や環境状態を評価・周知することを目的として国連環境計画（United Nations Environment Programme、UNEP）、国際労働機関（International Labour Organization、ILO）そしてWHOの共同で設立された。IPCSはまた人為的原因で生じた化学事故に備え、また事故発生時には対応ガイドラインや訓練資料を作成する。これには故意に化学物質が放出された場合にも適用される。IPCSは各国の化学物質安全計画に技術協力を行う。この中には24時間体制で化学物質や毒物の曝露に助言を行う化学物質情報センターの設置とその強化が含まれる。IPCSのINTOX計画には70ヶ国にある約120ヶ所のセンターにコンピュータ回線で連結したネットワークが含まれており、毒物学的・分析化学・臨床的専門知識を素早く入手できる。この機構は化学剤が戦争で使用された場合でも何が使われたかを解析し対応するために利用できる。

（注15） 1.2. 参照。

## 6.5 国連食糧農業機関（Food and Agriculture

### Organization of the United Nations、FAO)

FAOは国連内の独立機関であり175が加盟国している。その中にはヨーロッパ連合（EU）も加盟している。またFAOはその憲章で、各国政府の依頼に基づく技術支援提供、関係政府と協働のもとでの組織化、各国政府が国連の食糧農業会議での提言とFAO憲章を受諾しその義務を履行するための援助をすることの3つを強く述べている。

FAOは正式には生物・化学兵器管理に関わっていなかったが、現在は技術的・人道的支援を提供する幅広い委任権限の範囲内で積極的に役割を果たす準備ができています。最近FAOは干ばつ・洪水・地震・ハリケーン・イナゴの大群・家畜感染症・戦争・内戦・自然および人為的な災害で影響

が生じた際に緊急援助や再興の手助けを行い、被害者に多大なる貢献をしている。

## 6.6 国際獣疫事務局 (World Organization for Animal Health、OIE)

OIEは157の国々の獣医学分野を所管する公的部門により構成されている。1924年の設立以来、以下の3つの到達目標がある。

- (i) 世界中の動物疾病発生と経過および管理方法の各国政府への周知
- (ii) 重要な動物疾病に関して研究と管理の国際的調整
- (iii) 動物・畜産物貿易の調和努力

OIEには生物兵器に対する防御や対応を明確な目的とした計画はなく、活動も行わない。しかし上記の目的に関連して人獣共通感染症を含めた動物疾病の発生・予防・管理に関する情報を共有化する役割を担っている。動物の健康に関する業務を担当している上級官吏たちが例年あらゆる国々より集まり、最新の科学的発展に関する討議を行い、公的獣医学的分野に影響を与える国際重要課題の合意をはかっている。

OIEは情報システムを設置し、動物と人の公衆衛生という観点から非常に重要な動物の流行性疾患発生に関する情報を集め、提供している。情報配布の緊急度は国際合意の上で分類されたリストAとリストBの感染症により異なる<sup>(注16)</sup>。

OIEには緊急時用基金が設立されており、開発国での動物疾病を調査・管理する緊急技術援助が必要となる場合の使節団派遣に使用される。このような援助は通常FAOやWHOのような他の国際機関と協力の上になされる。

- (注16) リストAの感染症は国境とは無関係に急速に拡大する可能性を持つ非常に重大な感染症であり、社会経済や公衆衛生に重大な結果を及ぼし、動物や動物からの産物貿易にとり非常に重要である。リストBの感染症は国々の社会経済あるいは公衆衛生もしくは双方、そして動物・畜産物貿易に重大な影響を与えるものと考えられている。

## 6.7 非政府組織

非政府組織は自発的な非営利市民組織であり、地域レベルから全世界レベルまで様々な規模のものがある。科学的組織や専門家からなる組織も含まれる。使命を果たそうという意識を持ち、趣旨を同じくする人々によって運営され、様々なサービスや人道的な役割を遂行している。政府に国民の懸念を訴え、政策を監視し、地域レベルでの政治参加を推進する。分析を行い、専門知識を提供する。早期警報としての役目を果たし、国際間の合意を監視・実行する手助けをする。例えば人権、環境または健康など特定の案件について組織されているものもある。生物・化学兵器が健康に及ぼす結果を防ぎ、管理するためにどれほど関与するかは各組織の目的・立場・権限・資金力により異なる。生物・化学兵器の事故や事件が発生すれば、現地当局に加え、非営利組織が影響を受けた人々の世話を積極的に行う可能性が非常に大きい。

## 6.8 連絡先

### 国連食糧農業機関 (Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO)

Viale delle Terme di Caracalla - I-00100 Rome, Italy

電話番号: +(39) 06 57051

ファクス番号 +(39) 06 5705 3152

インターネット: <http://www.fao.org>

### OCHA ニューヨーク事務所 (United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, New York, OCHA)

国連人道問題調整事務所

United Nations, New York - NY 10017, USA

電話番号: +(1) 212 963 1234

ファクス番号: +(1) 212 963 1312

Eメールアドレス: [OCHAany@un.org](mailto:OCHAany@un.org)

インターネット: [http://www.reliefweb.int/OCHA\\_ol/index.html](http://www.reliefweb.int/OCHA_ol/index.html)

### OCHA ジュネーブ事務所 (United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs, Geneva, OCHA)

国連人道問題調整事務所

United Nations, Palais des Nations - CH-1211 Geneva 10,  
Switzerland

電話番号： +(41) 22 917 1234

ファクス番号： +(41) 22 917 0023

Eメールアドレス： *OCHA@un.org*

[公式の営業時間以外は、ジュネーブOCHA事務所の担当官に何時でも連絡することができる。緊急用電話番号は +(41) 22 917 2010]

**国際獣疫事務局 (World Organization for Animal Health、OIE)**

12, rue de Prony - F-75017 Paris, France

電話番号： +(33) 1 44 15 18 88

ファクス番号： +(33) 1 42 67 09 87

Eメールアドレス： *OIE@OIE.int*

インターネット *http://www.OIE.int*

**化学兵器禁止機関 (Organization for the Prohibition of Chemical Weapons、OPCW)**

Johan de Wittlaan 32 - NL-2517 JR The Hague, Netherlands

電話番号： +(31) 70 416 3300

ファクス番号： +(31) 70 306 3535

インターネット： *www.OPCW.org*

**世界食糧計画 (World Food Programme、WFP)**

Via C.G. Viola 68, Parco dei Medici - I-00148 Rome, Italy

電話番号： +(39) 06 65131

ファクス番号： +(39) 06 6513 2840

Eメールアドレス： *wfpinfo@wfp.org*

インターネット *http://www.wfp.org*

**世界保健機関 (World Health Organization、WHO)**

Avenue Appia 20 - CH-1211 Geneva 27, Switzerland

電話番号： +(41) 22 791 2111

ファクス番号： +(41) 22 791 3111

インターネット： *http://www.WHO.int*

**参考文献**

1. United Nations General Assembly document. A/44/561, 4 October 1989.
2. United Nations General Assembly document A/37/259, 1 December 1982.
3. United Nations Security Council document S/16433, 26 March 1984.

4. United Nations Security Council document S/17127, 24 April 1985, plus Add.1, 30 April 1985.
5. United Nations Security Council document S/17911, 12 March 1986, plus Add.1 and Corr.1, dated 14 March 1986, and Add.2, 16 April 1986.
6. United Nations Security Council document S/18852, 8 May 1987, plus Add.1, 18 May 1987, and Corr.1, 26 May 1987.
7. United Nations Security Council document S/19823, 25 April 1988, plus Add.1, 10 May 1988, and Corr.1, 17 May 1988.
8. United Nations Security Council document S/20060, 20 July 1988, plus Add.1, 2 August 1988.
9. United Nations Security Council document S/20063, 25 July 1988, plus Add.1, 2 August 1988.
10. United Nations Security Council document S/20134, 19 August 1988.
11. McCormack TLH. International law and the use of chemical weapons in the Gulf War. *California Western International Law Journal*, 1990-1991, 21(1):1-30.
12. United Nations Security Council document S/24065, 12 June 1992.
13. United Nations Security Council document S/24344, 24 July 1992.
14. United Nations Special Commission for the destruction of Iraqi weapons of mass destruction, *Executive Summary of UNSCOM 65: Chemical Weapons Inspection No. 12, 10-22 November 1993*, transmitted to the UN Secretary-General on 7 December 1993.
15. *Report of the formal consultative meeting of States Parties to the convention on the prohibition of the development, production and stockpiling of bacteriological (biological) and toxin weapons and on their destruction*. Formal Consultative Meeting of States Parties to the Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons and on their Destruction. BWC/CONS/1, 29 August 1997.

# 付属文書1 化学剤

## 1. はじめに

有毒な化学物質を兵器として大規模に使用することが、化学工業の発展の結果、第一次世界大戦中（1914-1918）に初めて可能となった。11万トン以上の化学物質が、西側の前線を主とする戦場で散布された。これらの化学物質は、敵兵の行動力を奪い、死傷者を増大させることより、むしろ彼らを混乱させることを当初の主な目的としていた。そこで使用された感覚刺激剤は、それに曝露された者の動きを奪うほど強力なものであったが、これら化学物質はあくまで、通常型の火器から身を守るべく、塹壕などの防護施設に入っている敵兵を燻し出すこと、あるいは敵の砲兵隊や兵站の機能を失わせることを主目的としていた。しかし第一次世界大戦で用いられた化学兵器の総トン数のうちこの種の催涙性物質（催涙ガス）・くしゃみ誘発剤・嘔吐誘引剤は10%に過ぎない。人体機能の一部を損なう化学剤の採用に続き、より致死的な化学剤が使用されるようになった。化学剤は合計130万人の死傷者をもたらし、うち9万人が死亡した。

第一次世界大戦中、武器としての使用可能性を確かめるべく既知の有毒化学物質のほとんどすべてが検討された。第二次世界大戦（1939-1945）中にも繰り返され、大量の化学兵器が貯蔵されたが、軍事上使用されることはほとんどないままに終わった。二つの世界大戦を挟み、新たに合成されるか、天然物質から抽出されたほとんどの物質が致死性あるいは障害性を有する化学兵器としての効力を確かめられた。1945年以降も生化学、毒物学、薬理学の進歩に基づく新規物質の探求と平行して、こうした体系的な調査が継続された。元来、新規化学兵器用薬剤は殺虫剤や薬剤の研究で発見されたものがほとんどであることから、化学工業がこうした薬剤の主要な供給源であることは当然なことである。

物理・化学・毒性面での特性が許容可能であるのみならず、製造コスト面での妥当性も含めて、化学兵器利用を考える者の特殊な要請にこたえ得るような化学物質はほとんどなかった。調査された数十万の化学物質のうち、化学兵器として使用されるか、兵器としての使用可能性から貯蔵されたものはわずか60種類に過ぎない。そのうちの3分の2は、第一次世界大戦中の戦場が試験場として使用された。効果が認められた化学物質は1ダース（12種）にも満たなかったが、その後同程度の数の化学物質が開発され、新たに加わえられるか、新しいものに置き替えられてきた。

このような化学物質のうちの数種類についての特性を下記に示す。こうした化学物質は、第3章に定められた分類に従って下記の二つに分類されている。(i) 致命的化学物質。敵を殺傷ないしは重篤な障害を与え、撤退して医学的処置を受けることを余儀なくさせるもの、(ii) 機能損傷型化学物質。敵を動けなくして戦闘不能とするが、治療を受けなくとも回復が可能なもの。その特性の要約を表A1.1に示す。

表A1.1に含まれる化学物質のみが、大量殺傷が可能な毒性物質というわけではない。化学兵器禁止条約(CWC)が採択される前は、化学物質は主としてそれが極めて強力で、在来の兵器に比べて化学物質の拡散能が強力である場合に、化学兵器の範疇に入れられていた。今日では、費用から見た殺傷効率ではなく、入手の容易さや相手に恐怖を引き起こす能力が兵器の選択をする上での主要な要因となるようになり、比較的攻撃力の弱い毒物が使用される可能性もある。1984年のインドのボパール

(Bhopal)におけるイソシアン酸メチル(methyl isocyanate)流出の事例で示されるように、ここで説明したものよりも毒性は低くても大きな被害をもたらし得る市販化学品は数多く存在する。殺虫剤に代表される有毒産業化学物質(toxic industrial chemicals、TICs)の特徴についての情報は広く入手可能である。幾つかの毒性の高いTICsを表A1.2に示す。化学物質の意図的散布の脅威を考える場合に、化学兵器禁止条約

(CWC)の別表に示される化学兵器物質だけではなく、危険な量で存在し得るTICsの所在や、工業設備間での移動についても念頭に置く必要がある。

欄外に表示がない限り、この付属文書の各物質に関する情報はこの研究の初版またはアメリカ合衆国国立医学図書館の毒性学ネットワーク

(TOXNET®)の毒性学ファイルである危険物質データベースから得られたものである。

表 A1. 1 選択された致死性・障害性化学物質の特性

CAS <sup>a</sup> 登録番号、分類、特性	一般名							
	サリン	VX	シアン化水素	ホスゲン	クロロピクリン	臭化ブタン	マスタードガス	ルイサイト
CAS 記録番号	107-44-8	50782-69-9	74-90-8	75-44-5	76-06-2	382-21-8	505-60-2	541-25-3
分類	神経ガス	神経ガス	血液ガス	窒息剤	窒息剤	窒息剤	糜爛剤	糜爛剤
融点/凝固点(°C)	-56	-51	-14	-118	-64	-156	14	-17
沸点(°C)	147	298	26	8	112	-29	228	190
20°Cでの揮発度(mg/m <sup>3</sup> )	16,100--	12	873,000	6370,000	165,000	Gas	625	3,000
相対的蒸気密度	4.86	9.2	0.93	3.5	5.7	5.5	5.4	7.2
20°Cの水への溶解度(%)	100	1-5	100	Reacts	0.2	不溶性	0.1	極僅か
ヒトが知覚可能な空気中の汚染物密度(mg/m <sup>3</sup> )	-	-	30,000	6	2	-	1.3	-
ヒトが不耐性を示す空気中の汚染物密度(mg/m <sup>3</sup> )	-	-	-	-	25	-	-	-
ラットの致死量、報告されたscLD <sub>50</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	0.12[220]	0.015	(cat)[1,550]	-[1,880]	10(cat)	-[1,235]	1.5-5.-[420]	1.0[1,500]
ヒトを無能力化する空気中の汚染物推測有効中央値(mg.min/m <sup>3</sup> )	5	0.5	2,000	1600	-	-	100	300
ヒトの空気中汚染物による推測致死中央値(mg.min/m <sup>3</sup> )	70-100	50	1,000-2,000	5,000	20,000	-	1,000-1,500	1,200
ヒトの経皮的な推測致中央値(mg)	1,700	6	7,000	-	-	-	7,000	2,500

表 A1. 1(続き) 選択された致死性・障害性化学物質の特性

CAS <sup>a</sup> 登録番号、分類、特性	リセルギド	BZ	アダムサイト	CN	CS	CR
	CAS 記録番号	50-37-3	6581-06-2	578-94-9	532-27-4	2698-41-1
分類	神経剤	神経剤	刺激剤	刺激剤	刺激剤	刺激剤
融点/凝固点(°C)	83	164	195	54-55	94-95	72
沸点(°C)	分離してしまう	320	410	245	310	335
20°Cでの揮発度(mg/m <sup>3</sup> )	極僅か	0.5	0.02	105	0.35	0.63
相対的蒸気密度			9.6	3.5	5.7	6.7
20°Cの水への溶解度(%)	不溶性	易溶解性-	0.6	Reacts	0.2	0.01
ヒトが知覚可能な空気中の汚染物密度(mg/m <sup>3</sup> )	-	-	0.1	0.3	0.05-0.1	-0.003
ヒトが不耐性を示す空気中の汚染物密度(mg/m <sup>3</sup> )	-	-	2-5	4.5	1-5	0.7
ラットの致死量、報告された scLD <sub>50</sub> (mg/m <sup>3</sup> )	16(iv)	-	-[3, 700]	50[3, 700]	>100[32, 500]	-
ヒトを無能力化する空気中の汚染物推測有効中央値(mg.min/m <sup>3</sup> )	10-100	100-200	20-25	60	5-10	0.15
ヒトの空気中汚染物による推測致死中央値(mg.min/m <sup>3</sup> )	-	200,000	15,000-30,000	8,500-25,000	25,000-100,000	>100,000
ヒトの経皮的な推測致死中央値(mg)	-	-	-	-	-	-

<sup>a</sup>CAS:chemical Abstract Service 化学部門 (アメリカ化学会の一部門)

**情報源** : Vojvodi V, *toksikolosilia bognih otova* [Toxicology of war gases.] Belgrade, Vojnoizdavacki Zavod, 1981、Marrs TC, Maynard RL, Sidell FR, *Chemical warfare agents: toxicology and treatment*. Chichester, Wiley 1996、カナダ L8N1H6 オンタリオ州ハミルトン東大通り250にあるカナダ労働安全衛生センターから入手可能なCD-ROMによる汚染物質データベース (Canadian Centre for occupational Health and Safety, 250 Main Street East Hamilton, Ontario, Canada L8N1H6)、Aaron HS, *Chemical warfare agents, a historical update from an American perspective*, アメリカ陸軍生物防御部音報告 ERDEC-SP-004、1993年4月、Klinnek R, Szinicz L, Weger N *Chemische Gifte und Therapie* [Chemical poisons and war agents effect and therapy.], Stuttgart, Hippocrates Verlag, 1983、Franke S, *Lehrbuch der Militarchemie* [Textbook of military chemistry], Vol. 1. Militärverlag der Deutschen Demokratischen Republik, 1977.

表A1.2. 危険性の高い数種の毒性工業化学品

アンモニア	アルシン	ボロントリクロライド
ボロントリフ라이ド	二硫化炭素	塩素
ディボラン	酸化エチレン	フッ素
フォルムアルデヒド	臭化水素	塩化水素
シアン化水素	フッ化水素	硫化水素
発煙硝酸	ホスゲン	リン酸トリクロライド
二酸化硫黄	硫酸	ヘキサフッ化タンゲステン

情報源： NATO国際タスクフォース25（ITF-25）、  
*Reconnaiassissance of industrial Hazard, chemical and biologicaldefense primer*に引用、ワシントンDC，米国防次官補（化学生物防衛担当）001年10月， p. 11.

注：ITF-25は毒性そのものだけではなく、化学薬品が当該地区で存在し得る量、その化学剤の吸入毒性、吸入による汚染を引き起こし得る状態で存在しているかどうかまで考慮して分類したものである。ここに列記されたものは、分類されたもののうち危険性の高いものに属するものを選択している。シアン化水素とホスゲンは化学兵器会議の別表3Aに、過去に化学兵器として使用されたことを重くみて記載されたものである。リン酸トリクロライドは別表3Bに化学兵器の前駆物質として使用されたことを示唆する意味で記載している。個々の化学品についての危険指標は国ごとに異なり、ランク付けは万国共通のものではない。例えばタンゲステン・六フッ化硫黄が実験室に少量しか存在しないならば、その国におけるその危険指標は低くなることになる。

## 2. 致死性化学剤

化学兵器として開発された致死性化学剤およびTICsもまた、おそらく二つのグループに分類できる。（i）組織刺激剤及び（ii）全身性毒物の二つである。前者には窒息剤（肺刺激剤または窒息剤）並びに、びらん剤（水泡発生ガス）が、後者には血液ガス及び神経ガスが含まれる。

窒息剤の一つである塩素は、第一次世界大戦で使用された最初の致死性化学物質であった。1915年春、このガスを用いた大規模な奇襲攻撃があり、こうした大気中の毒物に対する防護手段は全く持っていなかったことから、数千名の死傷者を出す結果となった。軍隊を守るための防毒マスクは、当初は未熟なものであったが、その後急速に発達した。このような防衛技術開発と平行して、塩素よりさらに攻撃力のある物質を見出す努力も行われた。続いてホスゲン（phosgene）およびジホスゲン（diphosgene）が広範囲にわたり使用された。シアン化水素も製造され

たが、当時使用可能な散布システムにおいては、ミサイルの弾頭部分は比較的小さく、空気より軽いこのガスには不向きであった。別の傾向として、クロロピクリン (chloropicrin) に代表される物質の開発があった。その物理・化学的特性から、それらは当時の防毒マスクを透過し得るものであった。そして最も重大な意味を持つ第三の開発はマスタードガスおよび砒素系びらん性ガス、例えば、皮膚を障害し浸透するルイサイト (lewisite) の開発であった。

1920年代及び30年代に、化学兵器としての可能性を検討された多くの新規化学物質の中に、ホスゲンと同類のビス (トリクロロメチル) シュウ酸塩 (*bis*(trichloromethyl)oxalate) およびクロロピクリンと同類のテトラクロロジニトロエタン (tetrachlorodinitroethane) があった。それ以外としても、二硫化デカフルオライド (disulfur decafluoride) ・各種の砒素系びらん剤・窒素マスタード (nitrogen mustards) ・より高次の硫化マスタード (sulfur mustards) ・金属カルボニル (metallic carbonyls) ・カドミウム (cadmium) ・セレンウム (selenium) ・テルリウム化合物 (tellurium compounds) ・フルオロ酢酸 (fluoroacetates) ・カルバメート (カルバミン酸塩、carbamates) などがある。既存の化学兵器に対して、特定の目的で何らかの優位性があると考えられて生産に移されたものもわずかながら存在する。しかし全般的な有用性という面で、ホスゲンやマスタードガスよりも優れていると考えられたものはなく、第二次世界大戦開始に際して化学兵器として大量に貯蔵されていたのは、第一次世界大戦終了時と同様この二つであった。

第二次世界大戦中に最も重要な致死性化学物質が開発された。ドイツがタブン (tabun) を生産し、その後神経ガスである一連のG剤の第一号として知られるようになった。1938年9月、大戦勃発時にはタブン生産の試験施設が操業中であった。1945年の大戦終結時までには、約12,000トンのタブンが生産され、その大部分が弾薬に充填されていた。タブンはホスゲンよりも毒性が強く、速効性もある。吸入が主要な曝露経路であるが、眼や皮膚から浸透した場合にも、高濃度であれば傷害を引き起こすことになる。

戦後もG剤についての研究は数ヶ国で継続された。サリン (sarin) は1938年にドイツで初めて同定され、軍事目的においてより魅力のある神経性ガスとして登場した。戦時中にサリンの大量生産を妨げていた方法上の障害がその後解消され、生産が開始された。1950年代の初頭に、V剤として知られる最初の薬剤が農薬研究所で発見された。例えばVXおよびVxなどの一連の薬剤は、特に露出した皮膚から吸収された場合、G剤神経性ガスよりもはるかに毒性が高い。

1981-1988年の湾岸戦争の間、国連の調査団はマスタードガスと神経剤が使用されたという証拠を収集した。この戦争の間、10万人を超えるイランの軍兵士及び民間人がイラクの化学兵器による急性症状に対する治療

を受け (1)、25,000人が死亡したが (2)、この数字は増大を続けている。さらに、戦後13年後においても、急性症状が出現した者の内34,000人が、化学兵器による長期の影響に対する治療を受け続けていた (1)。1988年に、イラクのクルド人地区の人口密集地で化学兵器が広範にわたって使用されたという証拠も存在する。特に、弾薬が爆発した近辺で採取された土壌や他の標本の分析で、微量のマスタードガスとサリンが検出された。イラン軍兵士及び民間のクルド人が、ヨーロッパやアメリカ合衆国の病院でマスタードガスによる傷害の治療を受けてきた。しかし、影響を受けたクルド人地区での健康調査は不十分であり、現在の健康状態に関する今後の調査が残された課題である (3)。

## 2.1 肺刺激剤

### 2.1.1 ホスゲン (Phosgene)

二塩化カルボニル (carbonyl dichloride、CAS登録番号75-44-5) としても知られているホスゲンは、ほとんどの大気温下で無色の気体であるが、8.2℃以下の温度では発煙性の液体となる。加圧下では容易に液化する。

(訳者注：CAS (Chemical Abstracts Service) は、アメリカ合衆国化学会 (American Chemical Society) の一部門)

#### 発生源

ホスゲンは天然に存在するものではない。1812年に最初に合成され、化学工業で広く利用され、染料、殺虫剤、医薬品、ポリマーおよび硬化剤その他の製品の製造における媒体として用いられた。アメリカ合衆国での年間生産量は約100万トン、ヨーロッパでは約120万トンである。ホスゲンはまた、塩素化溶剤の熱分解または光酸化やポリ塩化ビニル (polyvinyl chloride、PVC) が燃焼する際にも生成する。

#### 曝露

吸入が主要な経路である。高濃度では、皮膚や眼に対する刺激性が出現する。肺が障害を受ける主な器官で、ホスゲンに急性曝露した後の肺の損傷は、ハーバーの法則、即ち損傷の度合いは曝露の際の濃度と時間の積に従う。ハーバーの法則は慢性的な曝露には適用しない。ホスゲンの臭気は、腐敗した果実臭、刈りたての草のにおい、かびた干

し草のにおいなど様々に表現される。熟練した作業員は0.4ppmの濃度でもホスゲンを検知することが可能である。臭気の閾値は一般に約1.5ppmである。3-4ppmの濃度で眼、鼻、咽喉への刺激性を認める。肺を損傷する量は30ppm.minまたはそれ以上である。濃度が150ppm.min (600mg.min/m<sup>3</sup>) を超えると肺水腫が引き起こされる (4)。

### 潜伏期間及び回復時間

濃度が3ppmを超えると眼・鼻・咽喉の刺激症状に加え、胸部圧迫感が急速に進行し、呼吸切迫感や咳嗽が出現する。こうした症状のみである場合には、曝露が終始すれば急速に症状は軽快してゆく。30ppm.minを超える量の場合には、当初の刺激症状や呼吸系症状に続いておそらくは無症候性の第2期が始まる。その期間は吸入量に反比例する。吸入量が多い場合には1-4時間であるが、吸入量が少ない場合には24-48時間となる。第3期になると、時には致命的となる肺水腫が出現する。患者が存命する場合には、臨床上および胸部X線写真やCTなどの画像上みられる肺水腫は数日以内に解消する。感染の徴候が認められた場合には抗生物質を投与する。後遺症として気管支炎が数日継続することがある。血液ガス検査所見や一酸化炭素の拡散能 (DLCO、肺胞から血流への酸素移行度評価) も1週間以内に正常化する。しかし、運動時の呼吸困難感や気管支抵抗の増大は数ヶ月間継続することがある (5)。

### 主要な臨床症状

通常3ppmを超えた濃度に曝露した場合に、眼の灼熱感と流涙・咽喉部の疼痛、乾性咳嗽・胸部圧迫感などの症状が出現する。しかしこうした症状も、より重篤な肺傷害の可能性については単に大まかな指標に過ぎない。2ppmの濃度に80分間曝露された場合、何の刺激症状も出現しないまま12-16時間後に肺水腫が出現することもある (6)。嗅覚では濃度を推定できない。高濃度では嗅神経の疲労が始まるため被曝者は嗅覚を失い、危険を検知することが出来なくなる。

高濃度の場合には、口腔内および咽頭粘膜の発赤が認められる。

肺の聴診上、湿性の異常呼吸音 (ラッセル音) が明らかに認められる場合には、肺水腫の存在を示している。呼吸の延長が生じている場合には、気管支管腔が狭窄している可能性がある。呼吸困難が進行し、患者の喀痰量が増加し、やがて泡沫状となる。血液の粘調度が増し、凝固しやすくなる。メトヘモグロビン濃度が増加し、その後チアノーゼの出現および動脈血圧の低下に伴い心拍数が大幅に増加する。致死的中毒症の臨床末期においては堪え難い呼吸困難感を伴う著しい窮迫症状を認め、遂には呼吸が停止する。ホスゲン中毒では、常に代謝性アシドーシスと代償性の過呼吸が出現する。動脈血ガス分析では通常低酸素血症を示す (5)。

非常に高濃度 (>200ppm) の場合には、ホスゲンは血液-空気関門を通過し、その結果、肺毛細血管内での溶血、赤血球片による閉塞および毛細血管循環障害を引き起こす。急性の肺性心（右心室の急性拡大）により数分で死に至る。液化ホスゲンに接触すると皮膚傷害や水疱を生じることがある。

急性曝露後一命を取り留めた者のほとんどが予後良好であるが、一部では息切れや身体の活動性の低下が終生持続する。喫煙は回復の可能性を妨げ、また肺疾患の既往症、例えば肺気腫等がある場合には、ホスゲン曝露による影響が増大する (7)。

### 長期にわたる健康上の影響

これまでに示された事実から見て、ホスゲンには変異原性はないと思われる。発癌性に関する情報は、評価するには不十分である。

### 検出

空気中の濃度を検出するためには受動的線量測定、手動あるいは自動比色分析、赤外分光分析および紫外線分光分析など様々な技法がある。5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ を検出できる試験紙も存在する。他の方法では吸着剤や溶剤を使用する (4)。

### 医療管理の原則

以下に基づき、トリアージすなわち負傷者の治療優先順位づけを行う。

1. 重篤な呼吸窮迫
2. 呼吸困難。初期には労作性、進行すると安静時にも出現
3. 咳嗽、眼と咽喉の刺激症状
4. 過敏症状のみ

犠牲者を曝露源から遠ざけ、衣服を緩める。液化ホスゲンに接触した場合には汚染した衣服と履物を取り除き、影響を受けた部位を微温湯で静かに温める。

患者の観察は48時間まで継続する。通常肺水腫はその時までには明らかとなる。保温、安静がすべての患者に必須である (4, 5)。

### 予防法/処置

影響を受けた皮膚や眼は15-20分間、流水で洗浄する必要がある。

初期の刺激症状と胸部X線写真で判明する肺水腫とを区別することが重要である。刺激症状は、通常肺水腫の先行症状となる。しかし肺水腫は

時に肺の刺激症状なしに出現することもある。

初期の肺水腫は明らかな臨床所見が出現する前に50-80kV条件の胸部X線写真で検出可能で、100-120kVの胸部X線写真では検出不可能である場合もある(6)。

肺水腫または肺機能不全の初期兆候が認められた際には、早期に気管内挿管を行うことが肝要である。十分な酸素化も重要であり、各個人ごとの換気の様態を観察・判定する必要がある(6, 8, 9)。

呼吸機能試験および胸部X線撮影を患者の経過観察として2-3カ月後に行う必要がある。

### 安定性/中和

ホスゲンは大気中でかなり長期間残存する。紫外線を吸収せず、成層圏内では太陽光線による光分解を受けないが、さらに高高度においては光分解する。大気中の半減期は海水面において113年と推定されている。

ホスゲンは水中で水素と反応し、また一次及び二次アミンとも反応する。

ホスゲンは水中から急速に揮発するほどの水溶性と蒸気圧を持つ。

### 防護

軍用防毒マスクによって防護することが可能である。

## 2.1.2 クロロピクリン (Chloropicrin)

トリクロロニトロメタン (trichloronitromethane) またはニトロクロロフォルム (nitrochloroform、CAS登録番号76-06-2) としても知られているクロロピクリンは、催涙ガスでもあり、肺の刺激剤でもある。油性の液体で、あらゆる大気温度下で無色または黄緑色で、極めて刺激性の蒸気を発する。燃焼はしないが、高温で分解し、ホスゲン・塩化水素・酸化窒素・一酸化炭素などの有毒ガスを発生する。化学兵器としては、クロロピクリンは殺傷剤・擾乱剤・訓練用剤の目的で用いられてきた。

### 発生源

クロロピクリンは1848年に初めてピクリン酸及び漂白剤から製造された。

今日ではニトロメタン (nitromethane) を塩素化することにより製造されている。その平和的用途としては殺虫剤、殺鼠剤および燻蒸剤がある。以前には暴動鎮圧剤として使用された経緯もあるが現在では稀である。

### 曝露

クロロピクリンへは主として吸入や直接接触で曝露される。個人の過敏性により異なるが、0.3-1.35ppmの濃度の場合、3-30秒以内に、疼痛性の眼刺激症状が出現する。119ppmの濃度に30分間あるいは297.6ppmの濃度に10分間曝露されると死に至る。高濃度であればあるほど、より短い曝露時間で死に至る。

クロロピクリンの臭気閾値は1.1ppmで、それ以上の水準では眼刺激症状が出現する。1-3ppmの濃度では流涙が出現する。

肺水腫に至る重篤な肺および気道の傷害も惹起される可能性がある。肺水腫の出現は遅延することもあり、身体活動により悪化する。肺傷害の合併症としては二次感染、閉塞性細気管支炎がある。直接接触した場合には皮膚の刺激症状が出現することが多く、永続的な瘢痕を残す。少量を嚥下すると、痛みが起こり、嘔気、胃腸炎が発生し死に至る場合さえある。推定致死量は5-50mg/kgである。

クロロピクリンの毒性は塩素とホスゲンの中間である。致死濃度において塩素はまず上気道・気管・主気管支での傷害を引き起こすが、ホスゲンは主として肺胞に作用する。クロロピクリンは気管および主気管支に比べ小・中気管支に対してより大きな傷害を引き起こす。肺胞の傷害はホスゲンよりも少ないものの、肺水腫が早期死亡の最も多い原因となる。また、曝露後の腎臓および肝臓の障害も報告されている。

米国で職業上許容されている曝露限界は時間加重平均8時間以上で0.1ppmとされている。

### 潜伏期間及び回復時間

0.3-1.35ppm (2-9mg/m<sup>3</sup>) の濃度に1分間曝露されると、30秒以内に急速に眼の刺激症状が出現する。1-3ppmの濃度で流涙が出現し、15ppmの濃度に1分間曝露されると、肺の損傷が生じる (10)。

曝露の影響は遅延することもあるが、48時間後に肺水腫が出現していなければ、その後出現する可能性は低い。曝露が相当量であれば、吐気・嘔吐・下痢などの症状が何週間も持続することがある (11)。

クロロピクリンを吸入して傷害を受けるような人はガスに対する過敏性がより強く、通常の人間に影響がある濃度よりも低い濃度でこうした症状が出現する可能性があるといわれている。

### 主要な臨床症状

眼・鼻・咽喉の刺激症状の結果、流涙と咳嗽が出現する。被曝露者に出現した他の症状として、眩暈・疲労感・頭痛・起立性低血圧が報告されている。

4ppmの濃度に2-3分曝露されると活動能力を失い、15ppmに同じ時間曝露されると呼吸器系の傷害が出現する。15ppmの濃度では、職業上クロロピクリン曝露が習慣化されている人などでも1分以上許容できない。

嚥下すると嘔気・嘔吐・疝痛・下痢が出現する。

吸入すると、人によっては貧血が出現することが報告されており、またクロロピクリンに曝露した動物では造血器官が影響を受け、赤血球数・ヘモグロビン値・ヘマトクリット値（赤血球容積率）が低下する（12）。

喘息患者がクロロピクリンに曝露された場合は、クロロピクリンの刺激性のため喘息発作が生じる。

肺の聴診上、びまん性に湿性のラッセル音が認められる場合は、最も重篤な事態を示唆するものである。この場合胸部X線写真で、肺のびまん性浸潤影が確認される。

曝露後、患者が身体活動を行った場合、中毒性の肺水腫はさらに重篤なものとなり、より早期に出現する。

### 長期の健康への影響

クロロピクリンが発達・生殖・変異促進におよぼす影響を評価するためには情報が不足している。齧歯類での発癌性の研究において、発癌の危険性を判定するには、あまりにも曝露時間が短いものであった。変異原性に関する結果は両意にも取れるものであった。即ちクロロピクリンは細菌に対しては変異原性が認められ、哺乳動物の細胞に対しては認められなかった。

### 検出

化学分析・ガスクロマトグラフィー・イオン選択性電極法・電子捕獲、分光分析・ポーラログラフィーの併用などの検出法が幅広く利用可能で

ある (13, 14)。

### 医療管理の原則

患者を曝露源から遠ざけ、衣服を緩める。気道を確保する。低酸素血症や高炭酸ガス血症をチェックしながら、48時間患者を観察しなければならない。肺水腫の出現は、通常この時間までに判明する。保温・安静がすべての患者に肝要である。

### 予防/治療

皮膚汚染の場合、患部を石鹼と微温湯で20-30分間洗浄する必要がある。汚染した衣類はすべて取り除く。眼に入った場合には、多量の微温湯で20分間洗浄する。刺激が継続する場合には、洗浄を繰り返す必要がある。

クロロピクリンを摂取した場合には、嘔吐を誘発してはならない。患者には水や他の流動物を飲むように促す。

吸入後、肺水腫の出現は遅延することもあるが、48時間以内には診断可能である。気道を陽圧にすることにより呼吸補助が可能である (訳者注)。患者が低酸素血症あるいはチアノーゼを示す場合には酸素吸入を行う。肺水腫には細菌感染を合併することが多いため、注意深い監視培養が必要となる。抗生物質の予防投与は推奨されない。血圧低下時には輸液を行う。

(訳者注: PEEP、positive end-expiratory pressure、呼吸終末陽圧)

### 安定性/中和

クロロピクリンは光曝露により分解され、ホスゲン、塩化ニトロシル (nitrosyl chloride)、塩素、窒素酸化物となる。150°C以上に加熱すると、ホスゲンと塩化ニトロシルに分解する。クロロピクリンはアルカリ金属及びアルカリ性土類金属と激しく反応する。水溶性には乏しい (2.2g/litre)。

クロロピクリンの近隣で火災が発生した場合、その地域には風上から接近するようにする。消火には水 (大量の水または霧あるいは泡状)、乾燥化学物質、または二酸化炭素を用いる。クロロピクリンがこぼれた場合には、砂や土または吸着剤で吸い取り、シャベルを用いて適切な容器に移す。その場所がクロロピクリン酸と反応する可能性があるため、大量の水を流して処理する。少量のクロロピクリンに大量の水を加えても安全である。

## 防護

空気清浄型、空気供給型、または化学カートリッジ型のフルフェイスマスクにより適切な防護が可能である。

### 2.1.3 ペルフルオロイソブテン (Perfluoroisobutene)

1, 1, 3, 3, 3-ペンタフルオロ-2-(トリフルオロメチル)-1-プロペン (CAS登録番号382-21-8) またはPFIBとしても知られるペルフルオロイソブテンは、肺の空気-血液関門を損傷する速効性の肺刺激剤であり、肺水腫を引き起こす。曝露から5分以内に、肺組織に顕微鏡的水腫が出現する。ほとんどの大気温で無色無臭の気体として存在し、容易に液化する。

## 発生源

PFIBは自然界には存在しない。ポリ四フッ化エチレン (polytetrafluoroethylene、テフロン) の製造に伴う副生成物であり、この種類のポリマーあるいは関連物質であるペルフルオロエチルプロピレン (perfluoroethylpropylene) が熱分解を引き起こす温度にまで熱せられた際にも、生成する。分解によって生じる蒸気にPFIBが含まれる。テフロンは360℃以上でPFIBを含む蒸気を生じる (15)。

有機フッ化ポリマーの性状は潤滑で、誘電率および化学的不活性率が高く、戦車や戦闘機などの軍用車両または飛行機に広く使用されている。

## 曝露

曝露の主要経路は吸入である。高濃度では、眼・鼻・咽喉に刺激症状が誘発される。標的となる器官は肺であり、ヒトにおいて、他の器官への影響は報告されていない。動物実験では、肺に大きな障害がある場合に限って、全身的な影響が認められるが、その主な要因は低酸素血症と考えられる。

ヒトにおいては、症状の誘発に必要な量に関する情報はほとんどなく、PFIBに加え、ある有効量の他の気体に曝露した場合に影響があるとの報告がなされているのみである。

齧歯類においては150-180ppm.min (1250-1500mg.min/m<sup>3</sup>) の量で実験に使用された動物の50%が死亡する。これはホスゲン750ppm.minに匹敵する (16, 17)。

### 潜伏期間および回復時間

「Polymer fume fever」（原材料を加熱した際に発生する蒸気を吸入することで急性肺障害を引き起こす）として知られる症状が、有機フッ化物の熱分解による生成物を吸入することにより引き起こされるとされている。蒸気への曝露は、直接的にはテフロンが溶接過程で加熱された際、間接的には微小化テフロンに汚染されたタバコを吸った際に発生する

(15, 18, 19)。曝露後1-4時間で症状が出現するが、インフルエンザと間違えられることが多い。これに続く症状は肺水腫に伴うものであり、初期には労作時の呼吸困難が生じ、続いて起座呼吸が出現、その後安静時の呼吸困難が出現する。12時間後になると、肺水腫は臨床症状あるいは画像検査上ははっきりと確証を得られるものとなるが、72時間後までには通常肺水腫は消失し、完全に回復する。

### 主要な臨床症状

動物実験においては、高濃度の場合急速に死に至るが、ヒトでは確認されていない。

高濃度であれば、眼・鼻・咽喉の刺激症状が出現する。比較的低濃度の場合、初期症状としては特に深呼吸をした際に胸部不快感を自覚する。胸骨後部に胸やけあるいは圧迫感を自覚することもあるが、通常は明らかに痛みとして感じるほどのものではない。胸やけが増強するにつれ、刺激性の乾性咳嗽が出現し、増悪することもある。しかし、このような前駆症状がなく、全身倦怠感の出現のみが疾患に対する最初の警告症状となる場合もある。

曝露後の数時間で、体温・脈拍、場合により呼吸回数が徐々に上昇・増加する。通常、その後に悪寒と発汗が続く。体温が40℃を超えた例は報告されておらず、脈拍は一般的に120/分以下である。

身体徴候は徐々に消失する。肺の聴診でびまん性の湿性ラッセル音を認めることがあるが、通常最も重症な場合に限られる。胸部X線検査で肺にびまん性浸潤影が認められることがある。

曝露後、患者が運動を行った場合には、化学薬品の毒性により生じた肺水腫はより早期に出現し、さらに重症化することがある。

有機フッ化物ポリマーの熱分解生成物によるヒトの死亡は、これまでに2例報告されている (16)。

## 長期の健康への影響

ヒトにおいて、ポリマー蒸気の曝露から6ヶ月以内の一酸化炭素拡散能の減少など、肺機能の低下に関する詳細な報告が数件ある。

その一例を紹介する。ある50歳の女性は、主に有機フッ化物に汚染されたタバコの喫煙が原因と思われる、いわゆるPolymer fume feverの症状を40回経験し、最後の発作から18ヶ月後に進行性の労作時呼吸困難を認めた。呼吸機能検査で毛細管ブロック症候群（肺の拡散容量が減少する生理学的異常を伴う症候群）の暫定診断が得られ、一酸化炭素拡散能の減少・運動後の肺泡気動脈血酸素分圧較差（ $AaDO_2$ 、肺泡気と動脈血間の酸素分圧の較差）の開大、微小気道疾患の所見を認めた。心肺の理学所見・胸部X線検査・動脈血液ガス検査は正常であったが、漿果状動脈瘤（脳動脈の小さな嚢状の動脈瘤）破裂によるクモ膜下出血のため、6ヶ月後に死亡した。肺の組織学的検査で中等度の間質の線維化が認められた。肺泡隔膜は高密度のコラーゲンにより肥厚し、局所的にごく軽度の慢性炎症性細胞浸潤が認められた。気管支は正常であった（20）。

PFIBの遺伝毒性、変異原性、あるいは発癌性に関する情報は得られていない。

## 検出

蒸気のサンプルは、受動的に、またはポンプ補助により、吸着フィルターを用いて回収することが可能である。検査室ではガスクロマトグラフ分析を用いる。

## 医療管理の原則

患者を曝露源から遠ざけ、衣服を緩める。気道を確保する。低酸素血症や高炭酸ガス血症をチェックしながら、48時間患者を観察しなければならない。肺水腫の出現は、この時期までに判明する。保温と安静が全ての患者に肝要である。

## 予防／治療

PFIB曝露に対する一般的な予防法はない。ガス曝露の4-8時間前にN-アセチルシステイン（*N*-acetylcysteine）を経口投与すると、PFIB吸入による致死的影響に対する予防効果が認められることが、ラットで実証されている。予防効果の持続時間は、投与されたN-アセチルシステインに由来するチオール化合物（システイン・グルタチオン・N-アセチルシステイン）の血漿濃度に相関性が認められた（21）。PFIBの吸入後に傷害の進行を遅延させたり、改善させるような薬物・化学療法は存在しない（16）。

初期の肺水腫が、臨床的な兆候が発現する前に50-80kV条件の胸部X線検査で検知されることがある。陽圧呼吸管理は肺水腫に対して効果が認められている。従ってPEEP（呼気終末陽圧）／CPAP（持続的気道内陽圧）を初期に行うことが重要である。気管内挿管が必要となる場合もある。患者が低酸素血症またはチアノーゼを呈している場合は酸素を投与する。患者の血圧が低下する場合には輸液を行う。低血圧と低酸素血症が併存すると他の器官を障害する可能性がある。細菌感染がしばしば認められることから、注意深い監視培養が必要となる。しかし、慣例的な抗生物質の予防投与は推奨されていない。同一作業員のPFIB曝露の2例ではステロイド療法が用いられた。しばしば自然回復を認めるため、ステロイド使用の有用性に関する評価は困難である(16)。

### 安定性／中和

水に溶解するとPFIBは急速に分解され、様々な反応中間体およびフルオロリン酸塩を生成し、さらに分解され、二酸化炭素、ラジカルアニオン、フッ化水素を生成する(22)。

### 防護

軍用防毒マスクの使用が可能であるが、化学兵器として開発されたPFIBの利点は活性炭にほとんど吸収されないことにあるため、マスクの種類によっては効果を示さないことがある。

## 2.2 血液ガス

細胞内呼吸（有酸素環境下において細胞内小器官であるミトコンドリアで行われる、有機物からエネルギーを生産するための反応）を妨害する致死性の化学剤は、血液ガスとして知られている。これは、血液からの酸素摂取、あるいは血液と組織および血液と肺内の空気との二酸化炭素交換を妨害するとされるシアン化合物の作用形態に関連する。主要な物質は、化学兵器としても使用されてきた有毒工業化学物質のシアン化水素（hydrogen cyanide）である。ここでは説明しないが、同様の化学物質に塩化シアン（cyanogen chloride）もある。

### 2.2.1 シアン化水素 (Hydrogen cyanide)

青酸 (CAS登録番号74-90-8) またはHCNとしても知られるシアン化水素は、速効性の致死性薬剤で、細胞レベルでの好気性呼吸を阻害し、細胞の酸素利用を妨げる (23)。液体HCNは無色ないし黄褐色の液体で、大気圧下では、 $-14^{\circ}\text{C} \sim +26^{\circ}\text{C}$ の気温範囲を超えた場合に生じる。そのままの状態では重合し、爆発することもあるが、安定化させることも可能である。HCNにおいては苦いアーモンドやマジパン (アーモンドペーストで作った菓子) に形容される。低濃度でもにおいを感じる人もいれば全く感じない人もいる。

### 発生源

シアン化水素は化学工業用媒体として広く使用されている。殺虫剤・殺鼠剤・燻蒸剤として使用され、現在も死刑が執行されている国のなかには、国家による殺害手段として使用しているところもある。より一般的なシアン化合物への曝露は、喫煙、火災時の煙の吸入、サハラ以南のアフリカにおけるキャッサバの根に含まれるシアン化配糖体により引き起こされる (24)。

### 曝露

体内に入る経路としては、吸入が最も可能性が高く、初期に過換気が出現する。HCNの蒸気は皮膚を通過しない。液体HCNはエアロゾルと同様に皮膚に浸透する。

シアン化合物はサルファトランスフェラーゼ (硫黄転移酵素) によって迅速に解毒されるが、戦場で起こるような急性中毒の場合、大きな役割は期待できない。 $60\text{mg}/\text{m}^3$ 以下の曝露では重篤な症状は出現しないと考えられ、低濃度の場合ほど解毒は重要となってくる。 $200\text{mg}/\text{m}^3$ では10分後に死亡する。 $2,500\text{mg}/\text{m}^3$ を超える場合、特に $5,000\text{mg}/\text{m}^3$ を超える場合は、1分以内に死亡する可能性が高い (25)。

### 潜伏期間及び回復時間

気体は速やかに肺から吸収されるので、曝露後の中毒症状は急速に進行する。

初期には過換気症状が出現し、吸入量に応じて程度が悪化する。高濃度では、その後急速に意識が消失する。

### 主要な臨床症状

HCNの毒性は、チトクロームオキシダーゼを阻害し酸素の利用障害を引き起こすことで細胞内の好気性呼吸を妨害する。乳酸が蓄積し、細胞は組織中毒性無酸素症で死滅する。細胞が死滅する前に細胞内カルシウム濃

度が上昇する。これはシアン化合物に特異的なメカニズムではなく、ほとんどの細胞が死滅する前に通常認められる現象である。

非常に高濃度の場合に認められる主要な初期症状は過換気症状であり、その後意識消失・痙攣・角膜反射の消失が続き、心臓あるいは呼吸停止により死亡する。

濃度が高いと、患者は咽喉絞扼感・眩暈・意識混濁・視力低下が出現するが万力で締め付けられるような側頭窩領域（こめかみ）の疼痛、後頸部や背部痛が出現することもある。その後意識は消失する。患者をHCN含有の 대기から遠ざけることが不可能であれば、一過性の痙攣が出現し、呼吸困難となり、2-3分後に死亡する（26）。

低濃度でも致死性濃度の範囲内である場合、1時間以上経過して症状が重篤化することがある。患者は血管拡張のため、直後から明らかな顔面紅潮を伴う進行性の体熱感を自覚する。その後極度に衰弱し、嘔気・嘔吐・頭痛・呼吸困難・胸部絞扼感が出現する。曝露が継続すれば、意識消失と窒息は免れない。

低濃度または少量の場合、身体の違和感・呼吸困難・頭痛・眩暈が出現し、口腔内に金属様の味を自覚する。

### 長期の健康影響

低濃度では、健康への長期的な影響は見られない。熱帯性運動失調性神経障害は、十分に精製されていないキャッサバの摂取による慢性的なシアン化合物中毒の患者に認められるが、戦争状態におけるHCN曝露との関連性はない。

致死量に近い濃度では、細胞呼吸に対するHCNの影響により、脳機能に変調を来す傾向がある。知力低下、錯乱、集中力低下、およびパーキンソン症候群様の症状が出現することがある。

### 検出

検出には多種の分析法が用いられる。実験室および移動車両内での検出には、ガスクロマトグラフ質量分析装置（GC-MS）を用いる。

シアン化合物は迅速に血液から除去され、酵素であるローダナーゼ（rhodanase）<sup>（訳者注）</sup>により、毒性の低いチオシアン酸塩に転化される。これは尿検査で測定可能である。

（訳者注：青酸は、生体内でチオサルフェートと反応してチオシアネー

トとなって無毒化（触媒酵素：thiosulfate:cyanide sulfur transferase (rhodanase))され、尿中に排泄される）

### 医療管理の原則

患者を曝露源から遠ざける。HCNは即効性であるため、現場に到着した者は、無症状の者、急性症状を呈する者、回復過程にある者、死亡者を同時に目にすることとなる。したがってトリアージが必要である。

曝露後数分経過しても無症状の被害者には、酸素や解毒剤投与の必要はない。

曝露により痙攣、無呼吸などの急性症状が出現した場合、酸素と解毒剤を速やかに投与する。

急性曝露から回復しつつある患者（意識はないが呼吸はある場合）は、解毒剤と酸素投与により回復を早めることができる（27）。

人員に余裕があれば、心肺停止直後の患者に蘇生法を試みる。

HCNは揮発性が高いため、衣服や用具の汚染除去の必要はない。

### 予防／治療

戦場では複雑なものとなりがちである。曝露を受けた部隊が、解毒剤を自分自身で投与することは期待できない（25）。

治療は迅速でなければならない。酸素投与後の治療目標の一つは、シアン化合物イオンをチトクロームオキシダーゼから解離させることである。治療には、ローダナーゼの作用を増進するチオ硫酸ナトリウム（sodium thiosulfate）、亜硝酸ナトリウム（sodium nitrite）または4-ジメチルアミノフェノール（4-dimethylaminophenol、4-DMAP、シアン化合物と結合しシアンメトヘモグロビンを形成するメトヘモグロビンを形成する）、シアン化合物イオンと結合するコバルト（cobalt）を用いる（27-29）。

### 安定性／中和

HCNは不安定で非永存性で、大気中で徐々に分解する。長距離を移動することができるが、移動の距離が長くなるにつれて濃度が低くなる。水と混合し、徐々に分解する。

## 防護

シアン化合物を吸収するフィルター付きの軍用防毒マスクを使用する。

## 2.3 びらん剤

びらん剤 (vesicants) は、水疱形成性物質 (blister agents) とも呼ばれ、全身の組織を刺激し、さらに全身作用をも有する。皮膚組織に接触すると、少し遅れて病変部位に水疱が出現する。眼に接触すると、より急速に傷害が引き起こされ、炎症や一過性の失明をもたらすこともある。気道を障害することもある。その性質は薬剤の種類により様々である。

びらん剤は主に2群に分類される。ジクロロアルシン誘導体と、いわゆる「マスタードガス」である。後者には、ジクロロアルシンが有する初期の刺激効果はないが、においが検知されにくいため軍事的にはより重要で、潜伏攻撃に適している。ジクロロアルシンは肺水腫 (中毒性肺炎) を引き起こす。マスタードガスの曝露の場合にはこの特徴は典型的ではない。すべてのマスタードガスは、チオエーテル残基 (硫黄マスタード) またはアミン残基 (窒素マスタード) のいずれかと結合したクロロエチル基を少なくとも2個含んでいる。

### 2.3.1 マスタードガス (Mustard gas)

ビス (2-クロロエチル) スルファイド (bis(2-chloroethyl) sulfide、CAS登録番号505-60-2)、イペリット (yperite) あるいはロスト (Lost) とも呼ばれるマスタードガスは、無色ないし琥珀色を呈する中性・油性の液体で、純粋なものは14°Cで凍結、228°Cで沸騰し、徐々に分解する。高濃度では、セイヨウワサビ、タマネギ、ニンニク様の刺激臭があるが、これは硫化エチルまたは合成過程で生じる同様の副生成物などの不純物によると考えられる。水にはわずかしか溶解せず、有機溶剤や油脂には溶解する。物理・化学的に比較的安定した物質である。水中で溶解すると、まず加水分解し、次に酸化して比較的毒性の弱いスルホキシドおよびスルホンとなる。

## 発生源

硫黄マスタードは1860年までに合成され、第一次世界大戦中に化学兵器として開発された。実際上、他には利用されていない。

## 曝露

主に吸入および皮膚接触により液体と蒸気の両者に対する曝露が発生する。マスタードガスの使用量は広範囲にわたり、重大な軍事的影響をもたらす。約100mg・min/m<sup>3</sup>で失明を伴う眼障害が持続する。200mg・min/m<sup>3</sup>以上で重症の皮膚熱傷性病変が生じる。呼吸停止を引き起こす量は1,500mg・min/m<sup>3</sup>と予想される。露出した皮膚において、経皮的な致死量は液体のマスタードガス4-5gとなり、飛沫数ミリグラムでヒトを無力化することができる。

マスタードガスの蒸気は風で遠くまで運ばれる。硫黄マスタードに曝露した水は局所的に汚染される。すなわち液体のマスタードガスが水底に重油層のように沈殿する傾向があり、水表面に危険な油膜が残る。

空気中でマスタードガスが有毒な濃度に達すると臭気を発し、約1.3mg/m<sup>3</sup>で感知される。第一次世界大戦および1980-1988年のイラン・イラク戦争での経験により、皮膚と粘膜の障害に続く無力効果があることが明確に示された。事例は限られているが致命的な結果になることもあり、そのほとんどは最初の1ヶ月以内に死亡する。第一次大戦では曝露を受けた40万人中2-3% (25)、イラン・イラク戦争でも同程度の数の人が死亡した。

## 潜伏期間

防護なしの状況下では、症状や徴候は数時間おいて徐々に出現してくる。この期間は、曝露状況・環境温度またおそらくは個人の状態によって変化する。

しかし、曝露直後から嘔気・嘔吐・眼のヒリヒリとした疼痛が出現することがあるとの報告が多い。急性の全身的な影響、痙攣を誘発する中枢神経の刺激作用、急死は致死量を超えた場合にのみ生じる。

## 主要な臨床症状

症状および徴候は通常、次のような順序で出現する。曝露後30分-3時間で明らかな初期症状は通常眼に出現する。砂が入ったかのような異常知覚に始まり、進行性のびらんと充血、さらに浮腫や急性結膜炎のあらゆる所見を認め、疼痛・流涙・眼瞼痙攣・羞明感などの症状を伴う。鼻汁分泌の増加・くしゃみ・咽頭痛・咳嗽・嗄声が出現し、呼吸困難も生じ

ることがある。曝露後4-16時間以内にこうした症状はより一層顕著となり、さらなる苦痛を伴う。すなわち、眼から激痛を伴う排膿が始まり、鼻からはさらに化膿性の分泌物が流出し、嘔声は増強、発声は抑制される。上腹部痛を伴う嘔気、嘔吐が患者の多くに認められ、数時間に渡り間欠的かつ頻繁に繰り返される。重症の場合には、これらの症状は激的なものとなり、遷延する。下痢が出現することもあるが、比較的稀である。この間、皮膚搔痒が始まり、皮疹は曝露を受けた部位、腋窩や性器に浅黒い紅斑としての様相を呈し、水疱形成が始まる。24時間後には、より重症化している可能性はあるが、第1病日に死亡することは極めて稀である。

### 進行と回復

軽症の場合、皮膚の障害は紅斑のみですむ。紅斑は10-15日後に黒化し、実質的な皮膚欠損を残す事なく表面の表皮層のみが落屑する。この現象は第一次 (26, 30) および第二次 (31) 世界大戦時より既に知られており、イランの犠牲者でも観察された (32)。中等度から重度の曝露では、黄色透明の液体を含む大きな水疱が出現する。それらは容易に崩壊し、びらんや全層性潰瘍を形成する。マスタードガスによって出現した水疱は、2-3週間で治癒し、全層性皮膚潰瘍は6-12週間で治癒する。一方、熱傷性病変の周囲には色素沈着が生じる。マスタードガスによる熱傷性病変が治癒した部位は、物理的損傷に対する過敏性を示す。

重症例では上気道や下気道の炎症が第2病日に明らかとなる。分泌物は多量で膿粘性となり、時には気管粘膜の大きな脱落組織を伴うこともある。壊死した呼吸器粘膜の二次感染により症状は悪化する。発熱し頻脈と呼吸数の増加を認める。感染により最終的に気管支肺炎を併発し、2日から4週間までに死亡することがある。回復は遅く、喀痰と咳嗽が数週間持続することがある。

硫黄マスタードは、吸収後全身に分布する。重症の場合、末梢血白血球数が一時的に増加し、その後急速に減少する。イラン・イラク戦争におけるイラン人犠牲者では、曝露後5-20日の間に白血球減少が認められた。重度の白血球減少に伴い、敗血症、心血管ショック、多臓器不全が生じた。

イラン人犠牲者の中でも、人工換気を必要とするような重篤な肺合併症を発症した者や大量の全身曝露により重度の白血球減少を認めた者においては、高度な治療が施されたにも関わらず予後は極めて不良であった (32)。

## 長期の健康影響

イラン・イラク戦争後の体験から、掻痒を伴う皮膚癬痕や色素沈着および色素脱失などの遷延性皮膚病変や慢性閉塞性気管支炎および肺気腫などの肺疾患が出現することが確認された (Sohrabpour, Doulati & Javaadi, personal communication, 1999)。

最も悲惨な現象は、6-10年の間隔を経て遅発性の角膜炎が発現し、後に失明し、角膜移植後でも再発を繰り返すというものである。こうした現象は第一次世界大戦時より知られており、イラン・イラク戦争後にも観察された (Javaadi, personal communication, 1999)。

in vitro (生体外) および in vivo (生体内) のいずれにおいても、硫黄マスタード、窒素マスタードの両者は変異原性・発癌性・催奇性を示した。日本とイギリスのマスタードガス工場の作業員を調査した結果、ヒトにおける発癌性が明らかになった。工場内では大量かつ長期間マスタードガスへ曝露される。戦場における硫黄マスタードの曝露と発癌の関連性については更に難しい問題である。この問題に関しての証拠は示唆的なもので明確なものではない (25)。本書執筆時点で、イラン・イラク戦争でマスタードガスが使用されてから11-14年が経過したが、これまでのところ曝露を受けた兵士に癌の発生率の増加は認められていない (Keshavarz, personal communication, 1999)。しかし、明確な結論を出すには時期尚早である。

## 現場 (野外) での検出および曝露の診断

液体硫黄マスタードの検出には、検出用の紙・粉末・石灰など様々な技術が用いられる。空気中の硫黄マスタードの蒸気は、蒸気検出キット製品やイオン移動度分光分析または炎光光度法を利用した自動化学剤検出器の使用により検出可能である。

血中のヘモグロビン、アルブミンおよびDNAと硫黄マスタードとのアルキル化生成物や硫黄マスタードの尿中代謝産物がヒトの硫黄マスタード曝露を診断する上で有用な指標となることが分かっている。

ヒトDNAに対するの硫黄マスタードの主要な付加体、いわゆるグアニン7位の付加体に対するモノクローナル抗体を利用した酵素免疫測定法

(ELISA) および免疫スロットブロット測定法が開発された。ヘモグロビンについては、 $\alpha$ と $\beta$ 鎖の末端に存在するバリンに対するアミノ基をもつ付加体が診断に最適であることが判明している。現場 (野外) で利用可能な免疫学的測定法が開発されてきたが、より高度な診断をする場合には免疫化学的測定法の結果を確認するために質量分析法を利用することができる。タンパク質付加体の生物学的半減期は長いため、曝露の遡

及的検出には質量分析法が非常に有効である。イラン・イラク戦争において、硫黄マスタードへの軽度曝露が疑われて3週間以上経過しているイラン兵士の血液サンプルに質量分析法と免疫測定法を行ったところ、いずれも硫黄マスタードの検出に成功した (33)。

硫黄マスタードの代謝複合産物は尿中に排出される。一般的な認識とは異なり、硫黄マスタードの加水分解生成物であるチオジグリコール (thiodiglycol) は尿中代謝物中に少量のみ存在する。しかしチオジグリコールのスルホキシド誘導体は大量に存在する。スルホキシド誘導体をチオジグリコールに還元し、GC-MS分析に使用する。しかし都合が悪いことに、チオジグリコールとそのスルホキシド誘導体は共に非曝露者の尿中にもしばしば存在する。グルタチオン付加体由来と考えられる硫黄マスタードのビス-システイニル共役体に対するβ-リアーゼ活性によりスルホキシド/スルホン代謝物の尿中への排泄が促される。GC-MS分析を行うために、この2つの代謝物をチオエーテル誘導体に還元することが可能である。こうした代謝物は非曝露者の尿中には存在せず、偶発的な硫黄マスタードの曝露により広範囲に水疱が出現した男性患者2例の尿中から発見された (34)。

### 医療管理の原則

適切な応急処置が非常に重要である。曝露を受けた被害者を介助する際には、防護服と防毒マスクを着用しなければならない。患者を汚染源から遠ざけ、液体汚染地域の除染を行う。眼が液体で汚染された場合は、大量の生理食塩水または水で速やかに洗浄する。

### 予防/治療

マスタードガスに対する予防処置は存在しないので、適切な防護装備により皮膚と気道を保護することに限られる。治療は対症療法となる。

皮膚病変に関しては、熱傷専用治療室での治療あるいは沐浴や湿布など様々な処置法が用いられる。紅斑および微小水疱にはカラミンローション (Calamine lotions、皮膚の炎症を鎮静化する塗布剤) が使用される。皮膚病変の二次感染防止目的でクロラミン (chloramine) 0.2%または0.3%溶液あるいはスルファジアジン銀 (silver sulfadiazine<フラマジン、Flamazine>) 1%クリームが使用される。掻痒と刺激症状を軽減ために局所に対してコルチコステロイド (corticosteroid) 溶液が使用される。パラセタモール (paracetamol) ないしモルヒネ (morphine) などの鎮痛薬や抗ヒスタミン剤またはコルチコステロイド剤の全身投与も行なわれる。広汎な三度熱傷を負ったある症例においては、植皮が奏効した (25)。曝露の数日後に、病変部の皮膚表面を毛細血管からの出血を認める深さまで除去する (皮膚削り術) ことで、回復が促進されることがある (35)。

眼病変に対する治療には生理食塩水による洗浄、癒着防止目的の瀧胞辺縁部へのワセリン塗布が行われる。また、疼痛緩和目的で麻酔点眼薬が用いられるが、角膜に損傷を与える可能性があり麻薬性鎮痛薬の全身投与がより望ましい。感染防止目的でクロラムフェニコール

(chloramphenicol) 点眼薬などの抗生物質を投与する。重症の場合には眼科医の判断を仰ぐ必要がある。

イラン・イラク戦争におけるイラン人被害者に対する治療に加湿空気の吸入(ネブライザ)が行なわれ、去痰薬としてアセチルシステイン

(acetylcysteine) が使用された。気管支拡張薬も使用される。二次感染の危険があるため、抗生物質の投与が推奨される。

重篤な白血球減少症や再生不良性貧血を引き起こす骨髄抑制に対しては、顆粒球、血小板、赤血球の輸血で治療する。正常な骨髄に対しては刺激効果が認められている薬剤でも、本疾患に対する有効性については判明していない。重症の白血球減少症に対しては、顆粒球コロニー刺激因子(Granulocyte colony-stimulating factor、G-CSF) や他の関連因子も考慮すべきであるが有効性については明らかではない(25)。

イランのマスタードガス被害者の一部に対し、血液循環および全身からの硫黄マスタード除去目的で、血液透析と血液灌流に加えチオ硫酸塩および他のチオールの投与が行われたが、こうした治療はマスタードガス中毒の治療法として確立したものではない。また、被害者から採取された血液からは活性型マスタードガスが検出されておらず、血液透析と血液灌流には確固とした理論的根拠もないこと、さらに白血球減少症などの免疫機能が低下した患者では出血や二次感染の危険があることから、むしろ適用すべきではない(32)。

極めて重症の患者に対しては集中治療が必要となる。

### 安定性／中和

硫黄マスタードは、気温次第では環境中で非常に分解されにくい状態となる。とりわけ0℃未満では深刻な永続的危険が生じる。金属・ガラス・光沢タイルなどの素材は通常マスタードガスに対して不浸透性であるが、塗面ではしばらくの間マスタードガスは吸収され、後に放出されることがある。ほとんどの軍隊で皮膚の汚染を除去するための装備や資材が開発されている。代表的なものとして中和法、クロラミン溶液などの活性化学物質、フーリー砂(fuller's earth、珪酸アルミニウムマグネシウムを含む白陶土の一種)などの中性の吸収性粉末が用いられている。通常の水でシャワー除染を行っても、薬剤が全身に散布される可能性があるため効果のほどは疑わしい。

## 防護

軍用の活性炭入り防護服と適切なフィルター付きの防毒マスクを使用する。

### 2.3.2 ルイサイト (Lewisite)

2-塩化ビニル二塩化ヒ素 (2-chlorovinyl dichloroarsine、CAS登録番号 541-25-3) としても知られるルイサイト (lewisite) は無色無臭の油状液体で、 $-18^{\circ}\text{C}$ で凍結し $190^{\circ}\text{C}$ で沸騰する。応用科学用製剤は濃い藍色であることが多く、ゼラニウムのような臭気がある。こうした製剤には通常ルイサイト2 (ビス (2-クロロビニル) クロロアルシン、lewisite-2 (bis(2-chlorovinyl)chloroarsine)) およびルイサイト3 (トリス (2-クロロビニル) アルシン、lewisite-3 (tris(2-chlorovinyl)arsine)) も含まれる。ルイサイトは、実質上水には不溶性であるが、有機溶剤には容易に溶解する。水と混合したり次亜塩素酸ナトリウム溶液などのアルカリ性溶液に溶解すると急速に加水分解する。

## 発生源

ルイサイトは1918年以前に化学兵器に転用可能な化学物質として研究されていたが、マスタードガスの融点降下薬として利用される以外は戦場での使用は確認されていない。基本的には平和目的での応用は認められない。

## 曝露

液体や蒸気の吸入または皮膚接触により曝露が生じる。ルイサイトの効果持続性はマスタードガスの約7分の1である。ヒトへの急性毒性に対する明確な数値はあまり知られていない。しかし、 $0.05\text{--}0.1\text{mg}/\text{cm}^2$ で紅斑、 $0.2\text{mg}/\text{cm}^2$ で水疱が生じ、 $10\text{mg}/\text{m}^3$ の濃度の蒸気に15分間曝露されると結膜炎を発症する。約2.5gが皮膚に付着し、洗浄や他の汚染除去を行なわなかった場合、全身中毒により平均体重70kgの人間が致命的となることが予測される。吸入の場合、ヒトでの $\text{LCt}_{50}$  [蒸気の吸引毒性。C:濃度 ( $\text{mg}/\text{m}^3$ )、t:曝露時間 (分)] は約 $1,500\text{mg}\cdot\text{min}/\text{m}^3$ と推測される。

## 潜伏期間および主要な臨床的症候

ルイサイトの曝露から症状が出現するまでの潜伏期間はマスタードガスより短い。それ以外では偶発的な曝露の際に認められるように、ルイサ

イトはマスタードガスに類似した臨床像を示す。曝露直後に眼の刺激症状と眼瞼痙攣が出現し、その後直ちに咳嗽・くしゃみ・流涙・嘔吐が始まる。皮膚に付着すると灼熱感を自覚し、数時間後に出現する紅斑と水疱は疼痛を伴う。水疱で最大のは紅斑部全体を覆い、4日以上かけて次第に拡大する。異常な色素沈着は出現しない。呼吸困難を認めることもある。重症の場合はその後、偽膜が形成され、肺水腫が生じる。広範囲の皮膚汚染が生じれば、肝毒性や、下痢・神経症状・腎炎・溶血・ショック状態・脳障害などのヒ素の毒性による全身症状が出現することがある。眼病変が特に重篤な場合、迅速に汚染が除去されなければ失明につながることもある。

### 進行と回復

二次感染がなければ皮膚病変は数週間で治癒し、マスタードガスの場合より回復は容易である。二次的な呼吸器感染が起こる可能性があり、全身毒性からの回復は初期病変の程度により異なる。ルイサイトには変異原性・催奇性・発癌性は認められない。

### 現場（野外）での検出および曝露の診断

通常環境におけるルイサイトの検出と同定は、硫黄マスタードよりはるかに困難である。実験室での同定は、自動化学物質検出装置では検出不可能であるが、誘導体を用いてガスクロマトグラフ分析で検出することができる。硫黄マスタードと同じく、蛋白質付加対に基づく技術がルイサイトの検出にも利用可能となりつつある。これはとりわけヘモグロビンと結合する2-塩化ビニル亜アルソン酸（2-chlorovinylarsonous acid）の代謝産物定量化に有用と考えられ、実験動物では皮下注射から10日経過しても血液中で代謝産物の同定が可能であった。非結合型の2-塩化ビニル亜アルソン酸は、曝露後12時間までは尿中で測定可能である（36）。

### 医療管理の原則

適切な応急処置が非常に重要である。介助者が曝露による被害者の処置を行なう際には防護服と防毒マスクを着用しなければならない。患者を汚染源から遠ざけ、液体汚染区域は汚染の除去を行なう。眼が液体で汚染された場合、多量の生理食塩水または水で直ちに洗浄する。

### 予防／治療

ルイサイトに対する予防法は現在のところ存在しない。したがって予防法は適切な防護服を着用し、フリーー砂または希釈した漂白剤を用いた早期の除染により皮膚や気道を保護することに限られる。

ジメルカプロール (dimercaprol、BAL、イギリスの抗ルイサイト剤、2,3-ジメルカプトプロパノール<2,3-dimercaptopropanol>) による治療がヒ素化合物中毒の標準的治療である。この薬剤はヒ素と結合することでキレート剤として働く。深部への筋肉注射薬として利用可能であり、皮膚や眼用の軟膏、植物油に5-10%薬剤を含有させた点眼薬としても使用される。局所点眼と筋肉注射は疼痛を伴うことがある。筋肉内投与量は全身毒性のため制限される。数種類の投与方法が提案されており、その処方例を紹介する。2.5mg/kgの薬剤を4時間おきに4回投与、その後2.5mg/kgを1日2回投与する。あるいは1日目は400-800mgを数回に分けて筋肉内投与、2日目および3日目は200-400mgを数回に分けて筋肉内投与、4日目から12日目までは100-200mgを数回に分けて筋肉内投与する。投与量は体重と重症度により異なる。

最近になりジメルカプロールの水溶性類似化合物が2種類、ヒ素解毒薬として臨床に導入された。すなわち2,3-ジメルカプトコハク酸 (DMSA、*meso*-2,3-dimercaptosuccinic acid) と2,3-ジメルカプトプロパン- (1)-スルホン酸 (DMPS、2,3-dimercapto-1-propanesulfonic acid) の二種類である。こうした化合物はBALより毒性が低いため経口投与が可能である。DMPSは静脈内投与が可能である。

重症患者には、適切な集中治療を適用すべきである。

### 除染／中和

ほとんどの軍隊で皮膚を除染するための装備や資材が開発されている。代表的なものとして中和法、クロラミン溶液などの活性化学物質、フリー砂 (珪酸アルミニウムマグネシウムを含む白陶土の一種) などの中性の吸収性粉末が用いられている。通常の水でシャワー除染を行っても、薬剤を全身に散布する可能性があるため効果のほどは疑わしい。

### 防護

軍用の活性炭入り防護服と適切なフィルター付きの顔面全体を覆う防毒マスクを使用する。

## 2.4 神経ガス

「神経ガス」または「神経剤」という名称は、少量でヒトの組織コリンエステラーゼを阻害する有機リン化合物や他の有機リン性化合物に対して用いられる。この名称はこうした物質の作用機序、すなわち神経伝達

物質を妨害することを表したものである。現在、軍事目的で重要な神経ガスには二つの系統がある。すなわち、メチルフォスフォノフルオライド酸 (methylphosphonofluoridic acid) またはジアルキルフォスフォノ青酸 (dialkylphosphoramidocyanidic acid) のアルキルエステルであるG剤と主にS-ジアルキルアミンエチルメチルフォスホン酸

(S-dialkylaminoethyl methylphosphonothiolic acid) のアルキルエステルであるV剤の2系統である。G剤は吸入により作用することを主として作られたものであるが、V剤は皮膚浸透とエアロゾルの吸入による作用を主として作られた。

化学的にも毒物学的にも、神経ガスは市販されている有機リン系殺虫剤製品に類似している。ヒトの重症神経ガス中毒に関するデータは限られているが、一方でこうした殺虫剤にヒトが曝露した場合の情報は数多く存在している。

テトラエチルピロリン酸塩 (tetraethyl pyrophosphate、TEPP) やパラチオン (parathion) などの殺虫剤の誤使用や偶発的な中毒による死亡例は数多く報告されている。

G剤とV剤には様々な種類があり、化学兵器として過去にキロトン単位で製造されたものは次の通りである。

O-エチルN,N-ジメチルシアン化リン酸

(O-ethyl N,N-dimethyl phosphoroamidocyanidate)

タブン：CAS 77-81-6

O-イソプロピルメチルフルオロフォスホン酸

(O-isopropyl methylphosphonofluoridate)

サリン：CAS 107-44-8

O-1,2,2-トリメチルプロピルメチルフルオロフォスホン

(O-1,2,2-trimethylpropyl methylphosphonofluoridate)

ソマン：CAS 96-64-0

O-エチルS-2-(ジイソプロピルアミノ)エチルメチルフォスフォノチオ乳酸

(O-ethyl S-2-(diisopropylamino)ethyl methylphosphonothiolate)

VX：CAS 50782-69-9

O-イソブチルS-2-(ジイソプロピルアミノ)エチルメチルチオフォスノ  
 フォチオ乳酸 (O-isobutyl S-2-(diisopropylamino)ethyl  
 methylthiophosphonothiolate)

Vx：CAS 159939-87-4

他にも製造されたものはあるが比較的少量である。製造された中で最も量が多いのはサリンとVxである。下記において異性体であるVxよりVXについて多く記述されているのは、Vxの特徴についての詳しい文献が今な

お乏しいためである。しかし二つの薬剤の特性の違いがあるとしても、これから紹介する薬剤の一般像が説得力を失うほどのものではない。

G剤およびV剤の他にも化学分類上有機リン抗コリンエステラーゼ剤に分類される化学物質の幾つかについて化学兵器への応用が検討された。そのような化学物質の一例が、1970年代の発見後1980年代に兵器化されたノビコック (novichok) である。しかしながらノビコックに関する文献は少ない。一つの特徴としてその毒性はV剤を上回るとされるが、分子構造上、炭素 - リン結合は存在しない。従って、何人かの解説者が公然と主張しているように、いくつかのノビコックは少なくともCWCのリストに掲載される必要はない。

#### 2.4.1 サリン (Sarin) およびVX

神経剤は大気温度ではほぼ無臭で、無色ないし黄褐色の水溶性の液体である。強アルカリ性溶液内では非常に速く加水分解するが、pH4-7では加水分解は非常に緩徐に進行する。VXの水溶性は室温で1-5%の範囲内である。VXはサリンに比べて特にアルカリ溶液では加水分解されにくい。

##### 曝露

神経ガスはいかなる体表面からも吸収される。蒸気またはエアロゾルとして散布され塵に取り込まれると、速やかに気道や結膜から吸収される。気道からが最も速く完全に吸収される。

空気中濃度が低い場合、曝露後最初に出現するのは縮瞳である。約  $3\text{mg}\cdot\text{min}/\text{m}^3$  の濃度でサリンの曝露を受けた人の50%に縮瞳が出現する。約  $10\text{mg}\cdot\text{min}/\text{m}^3$  になると他のムスカリン性症状が出現し、無力化効果を示す。曝露濃度が高ければ高いほどさらに無力化が進み、最終的には死亡する。薬物の血中濃度の時間経過を示す濃度 - 時間曲線から概算すると、50%の人が死に至る濃度はタブンで約  $150\text{mg}\cdot\text{min}/\text{m}^3$ 、サリンで約  $150\text{mg}\cdot\text{min}/\text{m}^3$ 、ソマンで約  $40\text{-}60\text{mg}\cdot\text{min}/\text{m}^3$ 、VXで約  $40\text{-}60\text{mg}\cdot\text{min}/\text{m}^3$  となる (25)。

##### 潜伏期間

蒸気に曝露すると、おそらく1-数時間以内で死亡する。致死量の数倍の曝露を受けると、おそらく数分-30分以内に死亡する。イラクはクルジスタンのハラブジャにおける、1988年3月のサリンと推測される攻撃時に撮影された写真は、人々が曝露後すぐに死亡したことを示唆している。VXに関しては、実際に使用され殺害にまで至った例や殺人未遂に終わった

例もある。ある男性は頸部にVXを注射され、入院後4日目に死亡した(37)。殺人未遂に終わった例では、VXを背中に噴霧された被害者が15日間の入院を余儀なくされた。退院時点でも記憶障害、上肢帯と上肢の筋肉を支配する神経の障害が続いていた。退院6ヶ月で神経障害は軽快したものの、記憶障害は残存していた。VXとサリンでは生理学的反応に明らかな違いがある(38)。

### 主要な臨床症状

神経剤も有機リン系殺虫剤も組織のシナプス部位においてコリンエステラーゼを阻害し、効果器に存在するニコチン性受容体およびムスカリン性受容体に、過剰量のアセチルコリンの蓄積を引き起こす。こうした現象に続いて、神経系の他の障害が引き起こされる。特に*N*-メチル-*d*-アスパラギン酸 (*N*-methyl-*d*-aspartate、NMDA) 受容体サブタイプの過剰活性を介して興奮性アミノ酸グルタミン酸塩は、有機リンにより誘発される痙攣発作の持続とそれに続く神経病理学な現象に重要な役割を果たすことが多くの研究の結果明らかになっている(39)。

Grob D (40) によりまとめられた神経ガス中毒におけるムスカリン様症状、ニコチン様症状、中枢神経系症状を表A1.3.に示した。症状の出現時間は吸収の程度と経路により様々である。吸入後消化管関連の明らかな症状が出現する前に気管支収縮および呼吸器障害が起こる。神経剤中毒による死因は呼吸器および循環器の機能不全に関連しているものと考えられる。

表A1.3. 神経ガス中毒の兆候と症状<sup>a</sup>

作用部位	兆候と症状
<b>局所曝露に続くムスカリン性作用</b>	
瞳孔	著しい縮瞳、通常は最重度 (pin-point)、時として左右不同
毛様体	前頭部頭痛・焦点を合わせる際の眼痛・霧視・悪心・嘔吐
結膜	充血
鼻粘膜	鼻漏・充血
気管支	胸部圧迫感・気管支収縮を示唆する長引く喘鳴と呼気音または分泌物増加・咳嗽
汗腺	液体曝露局所の発汗
<b>ニコチン性作用</b>	
横紋筋	液体曝露局所の繊維束攣縮
<b>吸収に続くムスカリン性の全身的作用</b>	
気管支	胸部圧迫感・気管支収縮を示唆する長引く喘鳴あるいは分泌物増加・呼吸困難・胸部の軽い疼痛・気管支分泌物増加・咳嗽・肺水腫・チアノーゼ
消化器	食欲不振・悪心・嘔吐・激しい腹痛・胸焼けやおくびを伴う上腹部や胸骨下の圧迫感・下痢・しぶり腹・不随意排便
汗腺	発汗増加
唾液腺	唾液分泌増加
涙腺	流涙増加
心臓	軽度徐脈
瞳孔	軽度縮瞳、しばしば左右不均衡、後に顕著な縮瞳
毛様体	霧視
膀胱	頻尿、不随意排尿
<b>ニコチン性作用</b>	
横紋筋	易疲労性・軽度の無力感・繊維束攣縮・痙攣・呼吸困難やチアノーゼを伴う呼吸筋を含む全身の筋力低下
自律神経節	蒼白、時折の血圧上昇
<b>中枢神経系</b>	
	めまい・緊張・不安・神経過敏・不穏・情動不穏・過剰な夢想・不眠症・悪夢・頭痛・振戦・無気力・引きこもりと抑うつ・特に過呼吸の際のEEG (脳波検査) で高電圧徐波の突発・眠気・集中困難・想起遅延・混乱・不明瞭な話し方・運動失調・全身の無力感・反射作用の欠如を伴う昏睡・チェーン-ストークス呼吸・痙攣・呼吸困難と血圧低下を伴う呼吸と循環中枢の機能低下

グロブによる, 1963 (40).

## 進行および回復

軽度から中等度の曝露を一度だけ受けた場合は完全な回復が見込まれる。中等度から重度の中毒では生存のためには治療が必要となる。アセチルコリンエステラーゼの阻害は不可逆性であるが、シナプス伝達の順応が起こる。阻害された酵素の自発的再活性化は、急性中毒ではほとんど認められない。患者が数時間あるいは数日間生存するなら、毒物が消失せず再阻害を引き起こさない限り何らかの自発的再活性化が起こる可能性がある。こうした現象はサリン・シクロヘキシルサリン (cyclohexyl sarin) ・ VXによる中毒の際に観察され、ソマンでは観察されない。毎日繰り返し曝露を受けると、毒物が蓄積し重症中毒を引き起こすことがある。

## 長期的影響

致死量の何倍ものサリンに曝露された生存被害者では永続性の麻痺、有機リン誘発性の遅発性神経障害 (organophosphate-induced delayed neuropathy, OPIDN)、および神経線維軸索死と脱髄が認められる可能性がある。しかしイランでサリン攻撃を受けて生存した被害者にはこうした遅発性の影響は認められていない。

## 検出

検出には警告・監視・識別の3つの基本的な目的と縮腫の程度に関する警告や食物と水の汚染監視などのいくつかの特殊目的がある。現在では、様々な検出が可能な軍用機器が数多く製品化されており、手動の湿式化学物検出キットから特定のCW剤用の高度な自動機器まで様々である。通常、軍用機器は重量や大きさが限定され頑丈なものであるが、操作が簡便で迅速なものが作られるようになってきている。

## 曝露の診断

症候を除いて神経剤曝露の迅速診断法は、現在のところ血中コリンエステラーゼ活性低下率の測定のみである。しかしこの方法は神経剤あるいは有機リン曝露に対して特異的ではないのが欠点である。さらに、患者の非曝露状態でのコリンエステラーゼ活性値を通常入手できないため、阻害率が20%を超える場合にしか有用ではない。

開発状況としてはまだ実験段階である比較的新しい検査法は次の通りである。(i) 血中、尿中の神経剤加水分解物質または神経剤そのものの分析。(ii) フッ化イオンと蛋白が結合した神経剤の再合成とそれに続くフォスフォフルオリデート (phosphofluoridate) の分析。(iii) リン酸化蛋白の加水分解と加水分解された神経剤および酵素の作用により形成された代謝物

の分析 (41-43)。

### 医療管理の原則

重症の神経剤中毒の場合、解毒治療のみでは救命できない可能性がある。補助呼吸や全身的な補助的手段が場合によっては数日間必要となる。

### 予防／治療

予防と治療の方法は判明した生化学的機序により異なる。

予防は可逆性抗コリンエステラーゼ薬の投与が基本となる。重症性筋無力症に使用されるカルバミン酸塩（カーバメート、carbamate）のピリドスチグミン（pyridostigmine）を1日3回30mgずつ投与することで、血中コリンエステラーゼの約30%を阻害することができる。

重症中毒例では、中毒そのものによるコリンエステラーゼの阻害がコリン作動性シナプスで生じていると推測され、ピリドスチグミンの予防投与により保存されていた30%のコリンエステラーゼは自然に再活性化されるため、患者の回復が見込める。依然毒素が体内に留まっておりピリドスチグミンが体内から消失していれば、再び毒素はコリンエステラーゼと結合し再阻害される。さらに中枢神経系のアセチルコリンエステラーゼの保護を促進する中枢作用性のカルバミン酸フィゾスチグミン（carbamate physostigmine）と中枢性抗コリン作用性のスコポラミン（scopolamine）の併用も試みられている。組織に移行する前に血液中の神経剤を捕捉する触媒としての除去剤（catalytic scavenger）の投与も行なわれている。

対症薬物療法としては抗コリン剤および抗痙攣剤が用いられる。硫酸アトロピン（atropine sulfate）は、末梢でのムスカリン様効果を阻害することにより、中枢神経レベルで誘発される痙攣と呼吸抑制効果を部分的に拮抗する。アトロピンの薬理効果が完全に得られるまでは、30分おきに1-5mgを、維持量としては0.5-2mg/時間を経静脈的に投与する。聴診や血液ガス検査により判断される気管支狭窄の改善や分泌物の減少など、病態を改善させるための最適の薬理効果に基づいてアトロピンを投与しなければならない。心拍数の変化はそれほど重要ではないが、容易に経過観察が可能である。80拍/分の軽度頻脈が維持されるようにする。アトロピンに加えジアゼパム（diazepam）などの中枢神経作用性の抗痙攣薬を投与する。これは痙攣の予防と治療両方の目的で使用される。ジアゼパムに加えロラゼパム（lorazepam）、ミダゾラム（midazolam）、ペントバルビタール（pentobarbital）などがソマン誘発性の痙攣発作の治療に使用されている。治療が遅れれば痙攣発作の管理は確実に難しくなる。曝露後40分以上経過すると、ほぼ痙攣抑制は不可能である。臨床的に効

果が認められている抗てんかん薬のほとんどは、神経剤誘発性の痙攣発作を制止できない(44)。グルタミン酸系の神経伝達経路も関与していることから、NMDA (*N*-methyl-d-aspartate) 型受容体遮断薬の追加投与の臨床的有用性についての研究が現在進行している。

原因療法としては、アセチルコリンエステラーゼ再活性化薬のオキシム(oxime)が使用される。塩化プラリドキシム(pralidoxime chloride)、メタンスルホン酸プラリドキシム(pralidoxime methanesulfonate) やスルホン酸メチル(methylsulfate)、塩化オビドキシム(obidoxime chloride)により臨床効果が確認されてきた。最近ではオキシムHI6 (1-(2'-hydroxyiminomethyl-1'-pyridinium)-3-(4" carbamoyl-1" -pyridinium)-2-oxapropane dication) が導入されている国もある。こうした薬剤は重要な神経筋遮断症状を軽減するが、中枢神経系にはわずかしか到達しない。薬剤は反復投与または一回投与の後に維持投与を行うことができる(45)。

#### 安定性／中和

タブン、サリン、ソマンは揮発性が高いが、濃縮ソマンとVXは気温により環境中に残存することがある。とりわけ気温0℃未満であれば、VXは重大な危険性を維持したまま存在する。ほとんどの軍隊で皮膚を除染するための装備や資材が開発されている。代表的なものとして中和法、クロラミン溶液などの活性化学物質、フーリー砂などの中性の吸収性粉末が用いられている。

#### 防護

軍用の活性炭入り防護服と、適切なフィルター付きの顔面全体を覆う防毒マスクを使用する。

### 3. 無力化化学物質 (Disabling chemicals)

20世紀にかけて無力化化学物質は広く使用されてきた。具体的には法を執行する目的での警察などによる使用、危険な動物を捕獲する際の獣医による使用、患者鎮静目的での医師による使用、窃盗犯などの犯罪者が被害者を抵抗不能にする目的での使用、死傷者を減少させ戦略目的を達成する目的での軍隊による使用などが挙げられる。ある特定の化学物質をこうしたいくつかの目的に使用することが可能である。

法を遵守させるといふ名目の下、市民による暴動を強制的に取り締ま

る目的で催涙ガスやくしゃみ誘発剤などの感覚刺激剤は警察により長期間使用されてきたため、まったく別の目的で使用される場合でも「暴動鎮圧剤」と呼ばれることが多い。化学兵器禁止条約（CWC）は、「国内の暴動取締り目的を含む法の執行」は「この条約の禁止する目的」には含まれないとし、「暴動鎮圧剤」を「薬物リストに列挙されていない化学物質で、急激にヒトの感覚を刺激したり身体を無力化させるが、曝露後短時間で効力が消失するもの」に限定している。一定の合法的な反テロリスト活動など暴動抑止以外での法の執行を目的とする場合においても、多くの毒性化学物質が研究されており、場合によってはオピオイドや刺激剤が使用されたこともある。一覧表1に記載されておらず、種類や量が目的に合致したものであれば、化学物質の使用についてCWCは制限していないようである。例えば人質犯や爆発予告犯に対して化学物質を使用する場合、重要となる特性は極めて速やかに犯人を無力化させることにある。しかしながら、こうした化学物質へのいかなる集団でも曝露程度は常に均一とは限らないことから、全員を迅速に無力化するのに必要な量がある人にとっては致死量となる可能性がある。元来軍事目的で研究された無力化化学物質は法の執行に利用されることもあれば、その逆の場合もある。

防衛の専門家は軍事目的で利用される無力化化学物質を3群に分類している。A群は、睡眠、一過性の麻痺、脱力、一過性の失明、重い呼吸障害などの一時的な身体の無力化を引き起こすが、死亡や永久的無力化をもたらさない薬剤。B群は、少量で一時的な身体の無力化を引き起こし、多量では死亡や永久的な影響を与える可能性がある薬剤。C群は、精神機能を無力化する薬剤。この分類では、致死率が2%を超えられる薬剤は無力化化学物質のどの群にも含めることができないとされた。より致死性の低い薬剤についての重要な点は、こうした薬剤が旧式の化学兵器よりも高い死傷率や広範囲にわたる威力を持ち得ることであり、それは防護をしていない友軍や非戦闘員が標的地域にいる場合であっても同じことが言える。1960年に分類が公表された際の実際の薬剤例として、A群では催涙物質CNおよびCS、B群ではヒ素系くしゃみ誘発剤または催吐薬アダムサイト、C群では向精神薬LSDが挙げられた。その一方で、さらに大きな軍事的効果を示す無力化化学物質を同定するために活発な研究が行なわれた（46）。

それ以来、新しい無力化化学物質が数種類発見されてきた。向精神作用により身体的な無力化を引き起こす化学物質の発見はA群とC群の境界がなくなったことを意味した。orivals・フェンタニール（fentanyl）その他のオピオイドなどの発見がその例である。A群とB群の差異は軍事専門家が信じるほど明確なものではない。CSなどの薬剤でも非常に大量に曝露された者や異常に感受性の高い者においては重篤な障害を引き起こす可能性がある。非致死性あるいは無害であると言い切れる無力化化学物質は存在しないというのが現在では一般的な認識である。

こうした化学物質の差異で重要な点は、無力化の持続時間にあると現在では考えられている。持続時間で分類すると、その一つとしてほぼ曝露されている間のみ無力化を引き起こす化学物質がある。これは多くの刺激剤の特徴であり、この性質により戦争以外では暴動鎮圧目的で警察が使用することを可能にしている。一方曝露終了後も無力化が持続する薬剤が存在する。兵器の使用者はさらに多様な活動が可能となる。このような持続性が特徴である毒性物質は、通常「活動不能化剤」あるいは「無力化剤」と呼ばれるが、「鎮静剤」という新しい言葉も使われ始めている。短期作用が特徴のものとしては「刺激剤」あるいは「暴動鎮圧剤」という名称が用いられており、無力化化学物質としては都合の良いものである。いずれにおいても有用性を決定する上で、無力化が開始するまでの時間も重要である。

### 3.1 活動不能化剤（無力化剤、Incapacitants）

実験室における管理条件下であれば、致命的ではない一過性・遅延性の無能力化が可能な化学物質は多数存在する。しかし管理条件以外でも同様の作用が維持できると考えられる物質は未だほとんど見つかっていない。それには主に2つの障害がある。第一に、その薬剤の使用場所がたとえ活動中の軍事拠点のすぐ近傍であろうが致死率をゼロ近くに保とうとするならば、無力化のための用量は致死量よりも遥かに小さいものでなければならぬことが挙げられる。第二に、ある集団を無力化する際、その薬剤は使用者の立場から見て、十分に有効かつ想定内に収まらなければならないことが挙げられる。

この二点を満たす可能性がある無力化剤の一群として、強力な向精神薬が考えられる。こうした薬剤はあらゆる経路で中枢神経系統に影響を及ぼすため、被曝露者の行動に様々な変容を来し、軍事的役割を果たすことが不可能となる。

管理条件下で被験者に対して行われた実証研究に基づき、精神機能に影響を与える化学薬品に曝露された兵士たちの行動を解釈することは非常に困難である。薬物曝露による行動の変化は、被曝露者を取り巻く環境と周辺他者の行動との両方に強く影響を受ける。薬物は必ずしも行動の変化を引き起こすわけではない。もし周囲に薬剤による影響を受けていない人が存在すれば、特にその傾向が認められる。例えばLSDの場合、乱用している兵士であっても、使用していない兵士たちと同一の部隊に所属していれば、外見上通常と変わらない行動をとることが実証されている。ある集団に対する精神機能に影響を与える化学物質の効果を正確に予測する事ができるのは、ある量の薬物に曝露され、その集団の全構成

員に一様な行動変化が認められた場合に限ると考えられる。

しかし特定個人の自発性や積極性に由来する、より根源的な不確定要素がある。患者に明らかな重症薬物乱用があり、非合理的な行動が認められたとしても、自発性や積極性が非常に強い場合には複雑な課題を成し遂げることが可能である。薬物は個人レベルでは認知を歪めるが、すでに何らかの動機付けがなされている戦闘集団においては、薬物の影響を受けた者の肉体的反応や自発性を予測するのはいっそう困難である。すなわち、精神機能に影響を与える化学物質の影響下では、ある戦闘集団は收拾のつかない行動をとる可能性があるのと同時に、申し分のない働きをする可能性もあると考えられる。実験は平和時にのみ行なわれたため、戦争時における精神機能に影響を与える化学物質に対する曝露の影響は知られていない。戦火の下では自発性や積極性は明らかに違ってくるであろう。

行動への影響に加え肉体的無力化を引き起こす精神機能に影響を与える化学物質もある。症状としては霧視・失神・嘔吐・協調運動障害などが考えられる。兵器化が考慮され、多くの志願者を用いて試験された2つの精神機能に影響を与える化学物質について以下に概説する。この他にも精神機能を変化させる化学物質は多く存在する。その中には身体的症状を伴うものと伴わないものが存在する。

### 3.1.1 リゼルギド (*Lysergide*、*リゼルグ酸*)

9,10-ジデヒドロ-*N,N*-ジエチル-6-メチル-エルゴリン-8-β-カルボキサミド

(9,10-didehydro-*N,N*-diethyl-6-methyl-ergoline-8-β-carboxamide、CAS登録番号50-37-3)、*N,N*-ジエチル-D-リゼルグアミド

(*N,N*-diethyl-D-lysergamide)、またはLSDとしても知られるリゼルギドは、198℃で融解する、無色無味無臭の水溶性固体である。食物や水の汚染物質や吸引性のエアロゾルとして散布が可能である。5-ヒドロキシトリプタミン (5-hydroxytryptamine、5-HT、セロトニン<serotonin>) 経路に作用する。シナプス後受容体である5-HT<sub>2</sub>受容体に対する作用効果は興奮性で、セロトニンを放出することで精神的症状と身体的症状の両方を引き起こす (47)。

#### 発生源

リゼルギドは不法薬物として広く出回っている。

## 曝露

リゼルギドは吸入・経口または静脈注射投与後に活性を示す。

曝露による初期症状は瞳孔散大・眩暈・脱力・眠気・嘔気および知覚異常などの身体症状であることが多い。症状は経口摂取または吸入後数分以内に出現する。

わずか25 $\mu$ gの低用量で精神状態の変化が出現する。0.5-2.0 $\mu$ g/kgを経口摂取すると数分以内に眩暈・脱力などの身体症状が出現する。1-16 $\mu$ g/kgの範囲では精神生理学的影響の程度は用量に比例する。LSDは依存性物質ではない。致死量は約0.2mg/kgと概算されている(48)。

## 潜伏期間および回復期間

吸入後5分以内に、不安・不穏状態・嘔吐・全身の知覚異常が生じる。経口摂取後約30-60分で知覚変容が始まる。影響が最高点に達するのは曝露後3-5時間で、通常12時間以内に回復する。LSD曝露時の、より重篤な症状はパニック発作であり持続時間は通常24時間未満であるが、遷延性の精神異常状態に移行することもある。LSD中毒性の精神異常は数日から数ヶ月持続することもある。この精神異常はLSDに直接引き起こされるのではなく、既存の精神状態の増悪であると一般的に考えられている。LSDの半減期はヒトの体内では短く、約3時間である(48, 49)。

不安・疲労・暗い環境への移動・マリファナの使用などにより突然フラッシュバック(flashback:薬剤の使用後にその薬剤を使用することなく幻覚経験や知覚変容の一部が不随意に再現されること)が出現し、LSD曝露後数年間断続的に認められることがある。

## 主要な臨床症状

パニック発作は最も一般的な有害事象である。身体的影響は一貫しておらず、通常それほど重要とはならないが、瞳孔散大・頻脈・血圧上昇・反射亢進・感覚異常・筋肉の攣縮・協調運動不能・顔面紅潮・発汗などの症状が出現する。高用量曝露では昏睡が引き起こされることがある。色彩・形・距離感覚の変化を伴う知覚変容が生じる。幻嗅や幻視を認めることが多い。情動不安が明らかとなることが多く、しばしば感覚誘発が引き金となり出現する現象である。

LSDの情動や行動への影響は個人により異なり周辺環境の影響を受ける。集団ではLSDによる興奮がさらに高まり、行動の活発化、多弁、気分高揚が認められることがある。見知らぬ他人との同席など通常とは異なる環境では、当初の緊張から不安への移行が生じることがある。

異常高熱を引き起こす抗精神病薬誘発性の悪性症候群は1例のみの報告であることから稀な現象であると考えられる。

### 長期におよぶ健康への影響

動物における催奇性と胎児に対する致死的影響が観察されたとする報告もあれば、そうではないとする報告もあり、証拠は明らかではない。LSDは胎盤を通過するため、化学物質の分布は母体と胎児で同様である。快楽目的でのLSDの使用が女性の不妊の原因になるとする確証はない。

### 検出

LSDの検出方法は薬物検体用に開発されたものが多く、代表的なものとしてガスクロマトグラフィー（GC）・高速液体クロマトグラフィー（HPLC）・ガスクロマトグラフ質量分析法（GC-MS）などがある。尿検体中のLSD検出には放射免疫測定技術が利用される。検出限度はGC-MSでは5pg/mlと低いですが、他の技術を用いれば通常さらに高くなる（47, 50）。

### 医療管理の原則

曝露源から患者を遠ざけ、状態の評価を行う。心身の安定化と安心が重要である。

### 予防／治療

特異的解毒剤は存在しない。バイタルサイン（生命徴候：血圧・脈拍・体温などの生命活動を示す重要な指標）の監視、気道や循環状態の確認を行なう。抑制（興奮したり衝動的であるような患者が自傷や他害を加えないようにするための介入処置）は避けるべきであるが、患者が自傷行為に及ばないように注意する必要がある。必要であればジアゼパムを用い精神状態を鎮静化する。食物摂取が曝露経路と考えられる場合でも、胃洗浄は避けるべきである。というのもLSDは急速に吸収され、むしろ精神病性反応を悪化させる可能性があるためである。急性のパニック発作には、精神的に支える対応や環境設定による安心、知覚刺激の軽減が最良の管理方法である。患者を安静な環境に置き、可能であれば友人や顔見知りの方が付き添うのが良い。ジアゼパム（5-10mg静脈注射）の投与による鎮静が必要となる場合もある。急性の精神病性反応にはハロペリドール（haloperidol）が最も安全な抗精神病薬である。ただし、本態性の場合のみに使用する。フェノチアジン（phenothiazine）は抗コリン作用効果を増強する可能性があるため使用すべきではない。クロルプロマジン（chlorpromazine）は心血管系の虚脱を引き起こす可能性があるため使用を避けるべきである。フラッシュバックは精神療法・抗不安薬・抗

精神病薬を用いて治療する必要がある (47)。

### 安定性／中和

LSDは水溶性で、また紫外線により分解するため、環境下では効果は持続しないと考えられる。

### 防護

軍用の防毒マスクを使用すればエアロゾルから防護できる。

### 3.1.2 BZ剤 (Agent BZ)

BZは3-キノクリジニルベンジレート (3-quinuclidinyl benzilate、CAS登録番号6581-06-2) の塩酸塩である。水溶性の固体で239-241℃で融解する。その遊離塩基は164-167℃で融解する固体である。精神状態に影響を与えるとされることもあるが、BZは構造的にも薬理的にもアトロピンに類似した抗コリン作用性の化合物である。末梢神経系にも中枢神経系にも作用する。溶液から生成したエアロゾルや花火技術を応用しある一定の大きさの粉末を用いて散布されることがある (51)。

### 発生源

3-キノクリジニルベンジレートは臭化クリジニウム (clidium bromide) の中間生成物として一般製品化されている。

### 曝露

曝露経路としては吸入が最も多いが、BZは静脈注射、筋肉注射・経口摂取のいずれにおいても作用する。エアロゾルとしては、粒径0.6-0.8μmの比較的小さなものが大きい粒径 (2-4μm) のものより効力が高い。繰り返し曝露することによる累積効果も生じうる (51)。

症状は曝露時間と用量により異なる (52)。約90mg・min/m<sup>3</sup> (静脈注射による等価用量は4.60μg/kg) では軽い幻覚を伴う軽度の無力化が生じ、135mg・min/m<sup>3</sup> (静脈注射による等価用量は6.16μg/kg) では明らかな幻覚を伴う重度の無力化が生じる。

動物実験の結果とアトロピンによる致死率との比較に基づくヒトの半数致死量は0.5-3mg/kgの範囲内であり、体重70kgの人間であれば35-225mg

と想定されている。

### **曝露から症状発現までの潜伏期間および回復期間**

いかなる投与経路であっても症状の出現はかなり速い。軽度の無力化を引き起こす程度の用量であれば、症状は一般に48時間以内に軽減する。重度の無力化を引き起こす用量ではせん妄は72時間以内に鎮静化し、120時間までに完全に回復する。回復の速度は様々であるが、単純機能から徐々に回復してくる。判断・社会意識・創造的着想などの複雑な統合を必要とする機能が回復するのは最後となる (51)。

### **主要な臨床症状**

主にその抗コリン作用性の特性により、BZの毒性はアトロピンよりも強力でかつ作用時間が長い。曝露による徴候と症状として。頻脈および血圧上昇、皮膚や口腔内の乾燥・瞳孔散大・霧視・運動失調・昏迷につながる失見当識および混乱などがある。低用量の曝露では行動の明らかな鈍化・注意散漫・眠気が出現する。用量依存性に症状は増強する。協調性の運動失調・混乱・不安・不穏状態が悪化し、現実からの遊離感を自覚し、やがて昏迷に陥る。

無力化する容量のBZでの徴候や症状は時間経過とともに次のように変化する

- ・ 1-4時間：不穏状態・不随意運動・運動失調・眩暈・嘔気・嘔吐・口腔内乾燥・顔面紅潮・霧視・瞳孔散大・昏迷へと進行する混乱および意識レベルの低下。
- ・ 4-12時間：昏迷・静穏な半覚醒状態・環境刺激に対する無反応状態・幻覚。
- ・ 12-96時間：予測不可能な行動は患者が正常に戻るにつれて活発となり、幻覚が意識を支配することがある。現実の物や人は一般に無視されるか滑稽に解釈される可能性がある。幻覚は良性で愉快である場合もあれば、恐怖を伴う場合もある。

BZは消化管の腺分泌活動を阻害する。唾液は濃縮され粘稠度が増し分泌量も不足するため、口腔内乾燥や著明な咽頭不快感を生じる。嚥下痛が出現し、会話は小声となる。口臭が出現し、食物や液体を24時間以上摂取できない。曝露後16時間までは排尿困難または排尿不可能状態となり、頻繁に尿意をもよおす (51)。

アトロピン同様、BZは発汗を阻害するため、高温乾燥下でBZに曝露され

ると熱射病が誘発されることがある。アトロピン様化学兵器剤への曝露と高温の環境下であることが原因と考えられる死亡例や症状についての報告もいくつかある(53)。そのような症状は、白リンの煙に曝露された際により生じやすいとする説もある(54)。

### 長期にわたる健康への影響

実験ボランティアにBZを曝露する研究・化学剤に関する計画的実験・アトロピンの反復投与を受けている症例などを検討した結果、長期に渡る影響は出現しにくいと考えられる。実験が行われた環境条件ではBZに曝露した被験者の死亡率に関する情報は限定的である。変異原性についての情報も限られたものでしかなく、いかなる結論も導き出すことはできない。発癌性に関する利用可能な情報は存在しない(52, 55)。

### 検出

検査室や移動式の野外検査室での確認はGC-MSを用いる。HPLCも使用可能である。

### 医療管理の原則

患者を曝露源から遠ざける。傷病者のトリアージは迅速に次の順序で行なう。

1. 出血および他の外科的救急疾患
2. 昏睡
3. 昏迷
4. 運動失調
5. 自力歩行可能

汚染の可能性がある衣服や器具はすべて取り除く。衣服に付着した粉末が空気中に散乱するのを防止する。

### 予防／治療

熱射病を回避しなければならない。気温が25℃を超える場合、過剰な衣服は取り除く。膀胱の充満度を確認し、水分の補給状態を観察する必要がある。脱水症は最初の12時間では問題となることは少ないが、その後患者が自力摂取可能な場合に限り水分の経口摂取を行う。精神的に支えるよう接し、患者の自傷行為を防ぐ。

選択すべき治療薬物はフィゾスチグミンである。しかしながら昏睡・昏迷・運動失調を呈している患者に対しては、BZ曝露後4時間経過しないと

効果は期待できない。サリチル酸フィゾスチグミン (physostigmine salicylate) (体重2kgにつき1mgあるいは体重40ポンドにつき1mg) の静脈注射を行う必要があるが、心拍数の減少・意識レベルの改善などの十分な効果が得られない場合には再度同じ用量を投与する。その後は必要に応じて1-2時間おきに2-5mgの経口投与を継続する。この薬物の溶液は苦味があるため、口に合う清涼飲料水に加えて投与するとよい。投与頻度と量は2-4日かけて漸減する。

治療が効果的であれば仰臥位での心拍数は毎分70-80拍となり、意識は清明となる。治療は内科医の管理下で行なう必要がある。医師不在であれば、フィゾスチグミンを2時間おきに経口投与 (体重10kgにつき1mg) することで安全に局所管理をすることができる。投与頻度と量は2-4日をかけて漸減する。

フィゾスチグミンには毒性があるため、過剰摂取を避けるように注意する必要がある。過剰摂取の兆候としては発汗過多・皮膚湿潤・腹部の痙痛・嘔吐、筋肉の攣縮・振戦・脱力などコリン作用性症状がある。症状は通常軽度で、フィゾスチグミンの半減期は30分と短いいため症状持続時間も短く、追加治療が必要となることは稀である。こうした症状が出現した場合、治療を30分遅らせ、フィゾスチグミンを3分の2に減量する。BZによるせん妄状態が急速に再燃する可能性があるため治療は中断すべきではない (56)。

フィゾスチグミンを大量に過剰摂取すると、神経筋遮断に引き続き無呼吸を引き起こす可能性がある。無呼吸となれば、マウス・ツー・マウスによる人工呼吸法を行なう。

バルビツール剤の使用は避けるべきである。ネオスチグミン (neostigmine) とピロカルピン (pilocarpine) は、中枢神経系 (CNS) でのBZの作用に対する拮抗作用を期待できないため、フィゾスチグミンの代替薬とはならない。

患者数が非常に多い場合には、安全で涼しい場所に収容することが最も重要で唯一の方法である。

自力で歩行可能な患者は、8時間経過観察し軽度の影響しか残っていないければ、その後の処置や観察の必要はない。

### **安定性／中和**

BZ溶液の加水分解は時間とpHに依存する。pHが高いと加水分解は加速される。5%水酸化ナトリウム溶液でpH>13のアルカリ性環境では急速に加水分解される。

BZを廃棄する場合、粉末は紙や厚紙など可燃物の上に集め、換気の良い場所で焼却する。またBZを水などの適切な溶媒に溶解してもよい。BZの粉末を溶解後、5%水酸化ナトリウムを加えて溶液を中和し、2時間後に水を加え希釈した上で廃棄する。BZの粉末が水に溶解しなければ、遊離塩基である可能性があるためクロロホルム (chloroform) や塩化メチレン (methylene chloride、ジクロロメタン) などの有機溶剤を用いて溶解しなければならない。BZ塩基はアセトンやアルコールには難溶性ではあるが、徐々に溶解する。BZと有機溶剤の混合液は焼却処分すべきである。

BZは環境下でしばらくは消えずに残る。地中あるいは地上での半減期についての入手可能な情報は存在しない。

### 防護

軍用の防毒マスクで防護可能と考えられる。

## 3.2 擾乱剤 (Harassing agents) と他の刺激剤

刺激剤では、行動を妨害する効果を得るために流涙・くしゃみ・嘔吐・疼痛などの五感への刺激で生じる身体反応を利用している (57)。五感を刺激するものならば何であれ、こうした反応全てを引き起こすことが可能である。いずれの反応が出現するかは薬品の濃度と身体の中の部分に薬剤が作用したかで異なる。ある種の刺激剤は特に目の結膜に過敏な反応を引き起こす。このように主な反応が流涙ということであれば、その刺激剤は催涙剤として分類される。刺激剤の中には鼻腔内側や上気道に敏感に反応するものもある。これらはくしゃみ剤として分類される。ガス状またはエアロゾルの形で放出される刺激剤は気道深部の陥凹部まで侵入する。五感に対する刺激剤であっても高濃度を吸入すれば窒息剤のホスゲンと同程度の損傷を肺に与えることもある。

皮膚に対する刺激剤も行動を妨害する目的で使用されることがある。またホスゲンオキシム (phosgene oxime) としても知られるジクロロフォルモキシム (dichloroformoxime) などの搔痒剤や疼痛剤の中には戦争用の化学兵器として使用可能であると記載されているものもある。マスタードガスのように皮膚へ刺激を与える化学剤の中でも、作用がより強力なものは吸入すると肺にも障害を与えることが多い。こうした薬剤は無力化剤の範疇からは外される。それゆえに、皮膚刺激剤は催涙剤やくしゃみ剤など他の妨害効果と併用しない限り、単独では妨害剤としての特性を有し得ない。

警察による刺激剤使用の経験蓄積が、まさしく1914年8月第一次世界大戦西部戦線での無力化剤の使用を招来し、やがて後には軍隊が無力化剤使用経験を蓄積することにより、こうした薬剤を市民の暴動コントロールに用いる方向に発展していくこととなった。今日多くの警察は催涙剤のCN (2-chloroacetophenone) とCS (2-chlorobenzalmalonitrile) を使用している。曝露した場合、全身麻痺を起こしたり死亡する危険性があるため、軍用の無力化剤の多くは警察による使用には適さない。警察にとってまず必要な作用は、逮捕の際に相手を一時的に身動きできない状態にすることと、暴動の際に特定地域から暴徒を排除することである。

警察による使用に適した刺激剤は、物理的・毒物学的に見て曝露が致死量に達することが殆どなく、妨害効果も比較的穏やかなものである。現在世界で警察が使っている薬剤はCS、CN、赤唐辛子の有効成分であるオレオレジンカプシカム (oleoresin capsicum) である。いずれも使用後の死亡例がある。しかしCNの高濃度使用により肺障害をおこし死亡した例は別として、他の二種の刺激剤が直接の死因か単に寄与しただけであるかを判断することはできない。死亡者の多くは刺激剤の曝露後に何らかの拘束手段を科せられた上で死亡している。ある拘束手段により呼吸不可能な体勢となり、死亡した例もある (58, 59)。刺激剤の曝露を受けた人々に拘束手段を科した場合、刺激剤が死因にどれほど寄与したかを評価するのは難しい。多くの無力化剤は警察が用いる際、無力化効果が出現する量よりもかなり多量が使用されている。

### 3.2.1 アダムサイト (Adamsite)

10-クロロ-5,10-ジヒドロフェナルサジン

(10-chloro-5,10-dihydrophenarsazine、CAS登録番号578-94-9)、ジフェニルアミノクロロアルシン (diphenylaminechlorarsine)、塩酸フェナルサジン (phenarsazine chloride)、DMとしても知られている。アダムサイトは黄色から茶色の結晶構造を持つ固体である。195°Cで溶解し、第一次世界大戦時にくしゃみ剤として開発された。鼻咽喉部と呼吸器系に対する刺激性が非常に強い。末梢感覚神経障害や眼の刺激症状が出現することがある。またそれよりやや程度は軽いものの、皮膚への刺激症状が出現することもある。低濃度では上気道が障害され、高濃度では肺に炎症が起こる。

#### 発生源

アダムサイトは暴動鎮圧剤としてかつては商品化されていた。現在はあまり使用されていない。

## 曝露

通常は吸入により障害を引き起こす。約10mg.min/m<sup>3</sup>の量で軍事的な妨害効果が期待される。致死量は15,000mg.min/m<sup>3</sup>程度と推定されている。

## 潜伏期間及び回復期間

最初の曝露後2-3分で症状が出現する。曝露が遷延しなければ通常1-2時間で完全に回復する。

## 主要な臨床症状

吸入すると最初に鼻にムズムズとした刺激症状を自覚し、続いてくしゃみとひどい感冒の際に見られるような粘性の分泌物を認める。刺激症状は咽頭に拡大し、咳嗽や喉の窒息感が出現する。最終的に気管や肺に影響が及ぶ。頭痛は特に前頭部に出現し、堪え難い疼痛にまで悪化する。同時に耳にも圧迫感や顎や歯の疼痛が出現する。

こうした症状に平行して胸部圧迫感・息切れ・後に激しい嘔吐を誘発する嘔気・不安定歩行・眩暈・下肢の脱力感・全身の悪寒を認める。症状が進行するにつれ、抑うつ気分を感じることもある。非常に高い濃度であれば、肺に障害が生じることもある。死亡例も報告されている。アダムサイトの粉末を弾頭に装填する工場の作業員で曝露した腕・胸部・頸部に水泡を生じた症例が報告されている (60)。

## 検出

アダムサイトは無臭である。症状出現が曝露を最初に示唆するものとなる。

最も特異的な同定技術であるGC-MSを使用し、現在では迅速に検出できるようになった。X線蛍光反応や中性子活性化検査など生物検体内のヒ素を検知することが可能な様々な方法が発表されている (61)。

## 医療管理の原則

患者を曝露の発生源から遠ざける。衣服が汚染されている可能性があるため、粉末が飛散しないように注意深く脱衣させる。

## 予防/処置

漂白剤の瓶などから低濃度の塩素を吸入させることで呼吸が改善する。

眼や皮膚に付着した微小粉末は大量の水で洗浄する。治療は概して対症療法となる。吸入量が多ければヒ素中毒に対する治療が必要なこともある。

### 解毒/中和

次亜塩素酸塩水溶液 (hypochlorite、ヒポクロリット、ブリーチ)、クロラミン(chloramine)、過マンガン酸カリウム(potassium permanganate)による酸化が有効である。

### 防護

軍用の防毒マスクで防護できる。

## 3.2.2 CN剤 (Agent CN)

CNの正式名は2-クロロアセトフェノン (2-chloroacetophenone、CAS登録番号532-27-4) である。白色の結晶構造を持つ固体であり59°Cで溶解し蒸気圧は高い。第一次世界大戦末期に催涙剤として開発された。その後まもなく警察が使用するようになった。眼・鼻腔・上気道粘膜を強力に刺激する。警察が使用する場合、発火放射式の噴霧・煙幕・水溶液スプレーを用いて散布される。スプレー型の武器では担体としての溶剤や噴出のための高圧ガスとしてトリクロロフルオロエタン (trichlorofluoroethane)、1,1,1-トリクロロエタン (1,1,1-trichloroethane)、ケロシン型の炭化水素 (kerosene-type hydrocarbon) が用いられる (62)。

### 発生源

CNは暴動鎮圧剤や個人用の護身用具として広く商品化されている。

### 曝露

吸入すると鼻や気道の刺激症状が出現する。直接接触すると皮膚の刺激症状が出現する。

0.5mg/m<sup>3</sup>の濃度では1分以内に大量の流涙が認められる。軍事用の妨害兵器としての用量は80mg.min/m<sup>3</sup>程度である。

ヒトの致死量は7,000-11,000 mg.min/m<sup>3</sup>と推定されている。

### 潜伏期間及び回復期間

ほとんど即座に症状が出現する。低濃度が眼に直接接触した場合は大量の流涙が1分以内に出現する。

曝露終了後15-30分程度症状が持続する。結膜の刺激症状と充血は24時間続くことがある。皮膚障害は回復に3-5週間要することがある。

### 主要な臨床症状

CNの毒性はアルキル化とそれに続くスルフィドリル含有酵素 (sulfydryl-containing enzyme) が阻害されるためとされる。

通常まず眼の灼熱感が出現し、続いて鼻や咽頭に同様の症状が出現する。大量の流涙・唾液や鼻汁の分泌が著しく増加する。胸部絞扼感を自覚し、息切れ、喘ぎ呼吸を呈することもある。皮膚への直接接触により刺激症状を生じるのはCNの曝露が直接的な皮膚の炎症とアレルギー性接触皮膚炎の双方の機序に関与しているとされる。CNの皮膚接触は、掻痒感・紅斑・浮腫・硬結・壊死を伴うこともある。壊死の焼痂は接触後5-6日経過して引き起こされることもある。皮膚が回復するまでには3-5週間程度要する (63)。

CNにより虹彩毛様体炎・前房蓄膿・角結膜炎・間質浮腫などの重症な眼障害が引き起こされることもある。ウサギでは4%以上の濃度で角膜に恒久的な障害が生じる。

肺障害はCN入りの催涙弾を閉鎖空間で使用した場合に生じる。肺障害は即座にあらわれず、数日後に遅れて症状が出現することがある。偶発的曝露が遷延した際に肺水腫と気管支痙縮が認められたとする報告がある (64)。CN吸入に関連して死亡したと見られる人の剖検において顕著な肺水腫と肺胞内出血が認められた (65)。閉鎖空間におけるCN曝露後の死亡例は5件報告されている。

### 健康への長期的影響

CNは胎生胚に毒性を示し、成長中の鶏胚の中樞神経系を障害する。その影響はスルフィドリル複合体を用いることで可逆性となる。濃度0.5-3mmolに15-120分間曝露されると肺への毒性が生じる。ヒトが同程度の用量を吸入した際の影響については知られていない。CNの曝露が原因のヒトにおける催奇形性について証拠はない。知り得る範囲内では、CNの変異原性や発癌性が証明されたとする報告はない。

## 検出

低濃度ではCNはリンゴの花のにおいがする。においが感じられる最小限界濃度は0.1-0.15mg/m<sup>3</sup>である。検査室や戦場での車両での検出にはGC-MSを用いる。断定性の高い方法を用いれば熱伝導または水素炎イオン化検知器付きのGCで十分である。HPLC法も使用することができる。

## 医療管理の原則

患者を曝露源から遠ざける。衣服や靴が汚染されている可能性があるため、粉末が飛散しないように注意深く脱衣させるべきである。

## 予防/処置

眼に入った粒子は大量の水でしっかりと洗浄しなければならない。ホウ酸水で洗浄することで症状を緩和することができる。気道も確認すべきである。肺障害が著しい場合は酸素吸入が必要なこともある。汚染した皮膚は炭酸ナトリウムの温水溶液で洗浄する必要がある。入手困難な場合は水と石鹼を用いてもよい。水だけでは効果はあまり期待できないが、大量の水を用いればある程度の助けにはなる。患部は流水で20分間洗浄すべきである。被害者を安静にし保温する。皮膚病変はカラミン (calamine) などの鎮痛ローションで症状を和らげる (29, 63)。

## 安定性/中和

CNの土壌中での微生物分解を予測するにはデータが不十分であるが、中程度から高い速度で進みそうである。

水中のCNは紫外線で光分解されるが、分解率を予想するためのデータは不十分である。水からは緩徐に揮発する。半減期は13.3日から159日と報告されている。水中での生物濃縮や沈殿物への吸収はごく僅かである。

CNは光化学的に産生されたヒドロキシルラジカル (hydroxyl radical) と反応し、蒸気の状態での半減期は9.2日程度である。

廃棄するには粒子を紙などの可燃物に包むか可燃性溶液に溶解し、適切な焼却器または換気の良い場所で焼却する。加熱するとCNは塩化水素に分解される。

## 防護

適切な防毒マスクあるいは軍用の防毒マスクを着用すべきである。皮膚への接触は避けねばならない。大量に飛散した化学物質を除去する際は

防護服を着用しなければならない。

### 3.2.3 CS剤 (Agent CS)

CSは2-クロロベンザルデンマロノニトリル

(2-chlorobenzalmalononitrile、CAS登録番号2698-41-1)、別名は[(2-クロロフェニール)メチレンプロパンジニトリル ([2-chlorophenyl)methylene]propanedinitrile)、*o*-クロロベンジリデンマロノニトリル (*o*-chloro-benzylidene malononitrile)、 $\beta\beta$ -ジシアン-*o*-クロロスチレン ( $\beta\beta$ -dicyano-*o*-chlorostyrene) と呼ばれる。常温で白色の結晶構造を持つ固体である。もともとCNの代用として警察用に開発された催涙剤であるが、その後戦場で広く使用されるようになった。CNより作用発現が速く、眼・鼻腔・上気道粘膜への刺激性は非常に強い。更に皮膚全般に渡り刺激症状を引き起こす。警察が使用する際は発火放射式の噴霧・煙幕・水溶液スプレーを用いて散布される。スプレー型の武器では担体としての溶剤には塩酸メチレン(methylene chloride、ジクロロメタン)、アセトン(acetone)、メチルイソブチルケトン(methyl isobutyl ketone)などが用いられ、噴出のための高圧ガスには窒素、二酸化炭素、ブタンが用いられる(66)。

#### 発生源

CSは暴動鎮圧剤として広く商品化されている。

#### 曝露

吸入により鼻・咽頭・上気道の刺激症状が出現する。直接に接触すると皮膚の刺激症状が生じる。低濃度が眼に直接接触すると強い疼痛を自覚し、大量の流涙を生じる。

1分間の曝露で50%の人が何らかの症状を発症する濃度は、眼の刺激症状を訴える濃度が $0.004/m^3$ 、上気道の刺激症状を訴える濃度が $0.023mg/m^3$ であった。濃度が $4mg/m^3$ に達するとその妨害効果は顕著となり、眼と上気道がほぼ即座に障害される(62)。末梢感覚器官の刺激剤として、CSはCNのほぼ10倍の強さを持つ。動物実験の結果から推測されるヒトの半数致死量は $25,000$ から $150,000mg \cdot min/m^3$ である。肺毒性の程度は粒子の大きさと散布方法により異なる。濃度が致死量に達すると肺が障害され、気道障害から気管支肺炎へと進展するか、直接窒息や循環不全に至る。

### 潜伏期間と回復期間

妨害効果が出現する濃度である $4\text{mg}/\text{m}^3$ では、眼と気道の症状は非常に急速に出現する。通常曝露終了後30分で完全に回復するが、症状が遷延することもある。それぞれの症状についての回復時間は以下の通りである：視力（数分間）；胸部不快感（5分間）；咳嗽と呼吸困難（10分間）；流涙（最長15分間）；流涎（15分間）；皮膚の刺激症状（15分間）；結膜充血と眼の刺激症状（25-30分間）；眼瞼周囲の紅斑（1時間）（62）。

CSの水溶液は皮膚に炎症を引き起こす。反応は二段階で起こることが多い。まず初期紅斑が数分以内に出現し、1時間ほど継続する。その後2時間程経過して遅延性の紅斑が出現し、24-72時間継続する。遅延性の紅斑が出現するまでに曝露後12時間から3日要することもある。その際はびらん・水疱・痂皮を伴う（67）。皮膚障害がさらに重篤なものになると回復に数週間要することもある。

### 主な臨床症状

妨害効果が出現する濃度での曝露では眼のヒリヒリとした灼熱感を伴う疼痛を自覚する。また流涙・鼻汁・流涎・眼瞼痙攣・結膜充血・くしゃみと咳嗽が急速に出現する。胸痛や胸部絞扼感を自覚することもある。こうした症状により、自発的に呼吸を抑制する人もある。特に湿潤地域で曝露を受けた場合、外気に晒されている皮膚にヒリヒリした刺激症状が出現し、数分後には灼熱性の疼痛が出現する。紅斑が出現することもある。嘔気を自覚し嘔吐する人もある。

CSが担体溶剤入りで用いられると、曝露により臨床症状を悪化させることもある。この方法で散布が行われると皮膚や眼に付着するCSの量が増加し、刺激症状が遷延することとなる（63, 67）。

不安感を自覚することも多く、CSのエアロゾル曝露により一過性の血圧上昇や心拍数の増加が認められることがある（68）。

一過性の結膜充血以外には眼障害を生じる可能性はない。

CSの曝露による皮膚症状にはCNの直接作用による皮膚の炎症とアレルギー性接触皮膚炎の双方の機序が関与している。

また、高濃度曝露では反応性気道不全症候群（RADS）を生じる危険性がある（69）。人により喘息症状が出現することもある。慢性気管支炎患者では急性気管支炎と気管支肺炎を併発することもある。

CSが原因と見られる死亡例の報告はない。CSによる死亡例は曝露後、警

察による拘置中に発生しており、CSが直接の死因なのか、単に寄与しただけなのかが問題となっている。高濃度のCSを閉鎖空間で長時間使用しなければ致死量レベルには到達しない。こうした閉鎖空間では肺障害が出現し、窒息や循環不全へ至る可能性もある。

CSはシアン化能力を持つアルキル化剤である。段階的な代謝過程を経てチオシアン酸 (thiocyanate) となり、一部が更に代謝されてシアン化物となる。元来のアルキル化物質とこのシアン化物のいずれも死因となる可能性がある。しかし、妨害作用をもたらす程度の濃度で産生されるシアン化物は非常に少量であり臨床的には無視できる。

### 健康への長期影響

in vitro (生体外) ではCSが変異原性を示したとする報告もある。しかしながら、動物実験ではCS投与後に突然変異は認められていない。CSの発癌性に関する証拠はなく、2年間にわたるラットとマウスを用いた研究でも発癌性の根拠となる結果は得られていない。既知の範囲では、CSには胎生胚に対する致死毒性や催奇形性はないことが示唆される。

### 検出

蒸気圧が低いため、曝露の最初の兆候は症状である。検査室や移動式野外検査室内においてCSと物質交代を調べるにはガスクロマトグラフ質量分析法 (GC-MS) と高速液体クロマトグラフ分析 (HPLC) 法を用いる (61)。

### 原則的な医療管理

患者を曝露源から遠ざけること。衣服や靴が汚染されている可能性があるため、粉末が飛散しないように注意深く脱衣させる。CSが溶剤を添加したスプレーとして用いられた場合、溶剤は蒸発しCS粒子は摩耗し微細化した後空中に飛散する可能性がある。

### 予防/処置

処置はCSの散布方法により異なる。微細粉末として散布された場合は乾燥した状態のままヘアドライヤーなどを使って可能な限り人体から吹き飛ばす。

溶剤を用いたスプレー噴射の場合はCSと溶剤の両者に曝露しているため、少なくとも15分間は患部を微温湯で洗浄する必要がある。溶剤が蒸発した後に眼に残存した粒子は少なくとも15分間かけて大量の微温湯で完全に洗浄すべきである。短時間水に晒すのみであればCSは加水分解を起こし、灼熱感が悪化することもある。水と石鹼で皮膚を洗浄しても良いが、

その後微温湯で15分間洗浄する必要がある。CSはメタ重亜硫酸ナトリウム (sodium metabisulfite) の水溶液内で急速に分解する。この水溶液は刺激剤の粒子を取り除く目的にも使うことができる。メタ重亜硫酸ナトリウム溶液は二酸化硫黄を放出するため喘息患者にとっては有害である (70)。

生理食塩水またはホウ酸水で眼症状が緩和することもある。皮膚傷害部位にはカラミン (calamine) などの鎮痛作用のあるローションを塗布することで症状を緩和することが可能である。湿布 (ウェットドレッシング。プラスチックが裏についていないもの) を用いると皮膚面の乾燥を防ぐため、皮膚症状を緩和することができる。湿布は2-3時間ごとに新しいものに交換する必要がある (29)。いかなる皮膚感染症に対しても抗生物質を用いるべきである。気道が確保されていることを確認し、患者を安心させる。

#### 環境下での安定性/除染/中和

環境中でのCSの耐久性を高めるための技術は有効である。爆弾あるいは噴霧器による散布目的でCS1とCS2のという2種の疎水性非凝固性粉末の製法が開発された。CS1は5%の疎水性シリカのエアロゲルを含有し通常の気象条件下で2週間ほど効力を維持することが可能である。CS2はCS1をシリコン化した形状のもので気象条件への耐久性が増強されている。そのため効力が最長48日維持される。耐久性が高いためこうした2種のCSは軍事目的にのみ使用される可能性が高い (62)。

CSの粉末は暴動鎮圧用に使用され、そこで生じた塵芥は地上に落下後も5日間は効力を維持する。CSの形跡は更に長期に維持される。

土壌中での微生物による分解の程度を推定するために入手できるデータは不十分である。CSは土壌で濾過されることもあるが、それ以前に水に溶解することで急激に加水分解される。

粒子の大きさと表面積により水へ溶解度は異なる。またCSは水に浮遊し、溶解する前にかかなりの距離を移動することが可能である。海水での半減期は0°Cで281.7分、25°Cで14.7分である。

大気中での半減期は25°Cで4.9日程度である。

CSは加熱すると塩化水素・酸化窒素・シアン化物が生成される。

廃棄するには、粒子を紙や厚紙などの可燃物に包むかアルコールなどの有機溶剤に溶解し、適切な焼却器または換気の良い場所で焼却する。飛散した場合は、5%水酸化ナトリウム水溶液とエチルアルコールまたはイ

ソプロピルアルコールを1対1で混合した溶液で洗浄し、20分おいて流水ですすぎ除染する。

### 防護

チャコールフィルター付きの適切な防毒マスクまたは軍用のガスマスクを着用すべきである。飛散したCSを除去する際は皮膚への接触を防止するために防護服が必要となることもある。

### 3.2.4 CR 剤 (Agent CR)

CR 剤はジベンズ-(b, f)1:4-オキサゼピン(dibenz-(b, f)1:4-oxazepine、CAS 登録番号 257-07-8) で、1960 年代初めに最初に特性付けされた淡黄色の固体である。CR 剤の知覚刺激の強さは CS 剤の 6 倍であり、眼・鼻・上気道の粘膜を強烈に刺激する。溶液に接触すると皮膚に激しい刺激があるが、その作用は CS 剤や CN 剤ほどは持続しない。燃焼して発生するエアロゾルあるいは液体状のスプレーとして散布される (62)。プロピレングリコール(propylene glycol) と水、あるいはプロピレングリコール単独の 0.1-1%溶液のスプレー状の CR 剤は米国では暴動鎮圧の目的で承認されている (71)。

### 発生源

CR 剤はいくつかの国において国内治安部隊による使用が認められている。

### 曝露

低濃度のものが直接眼に触れると激しい不快感、疼痛そして大量の流涙を引き起こす。吸入すると口腔、鼻咽頭および気道を刺激し、皮膚に直接接触すると刺すような疼痛や灼熱感、時には紅斑を生じる。

1 分間曝露されることで 50%の人が何らかの症状を発症する濃度は、眼の刺激症状を訴える濃度が 0.004mg/m<sup>3</sup>、気道の刺激症状を訴える濃度が 0.002mg/m<sup>3</sup>であった。エアロゾル濃度が 0.7mg/m<sup>3</sup> で不快感は著しいものとなり、眼や気道への作用は堪え難いものとなる。CR 剤の哺乳類に対する毒性は極めて低く、CS 剤や CN 剤よりもさらに低い。動物実験の結果から、燃焼により発生する CR 剤エアロゾルのヒトでの致死量は 100,000mg・min/m<sup>3</sup> と推定される (62)。燃焼により発生する CR 剤エアロゾルは燃焼に伴う分解産物が混在するため、純粹に刺激物質だけからな

る加熱発生のエアロゾルよりも毒性が高い。

### 潜伏期間および回復期間

0.7mg/m<sup>3</sup>以上の濃度では迅速に気道と眼への刺激が生じる。眼や皮膚に対する主な影響の持続は30分未満であるが、眼の発赤は数時間残る場合もある。皮膚の疼痛と紅斑は曝露数分以内に生じる。疼痛は普通30分以内に治まるが、皮膚を洗浄するたびに再び出現することもある。胸部の不快感及び呼吸状態はCS剤の場合と同様に15-30分以内に正常化する。

眼へのCR剤の影響は通常直後に生じるが、一過性である。プロピレングリコールを固形状あるいは1-5%溶液としてCR剤を1回から数回ウサギの眼に塗布・滴下する実験が行われた。固形状のCR剤ではわずかな流涙と結膜炎を1時間惹起したのみであった。CR剤溶液を1回だけ滴下した場合には、軽度から中等度の炎症が数日間みられた。より高濃度(5%、10%)でも効果の持続時間は同程度であった。数週間にわたり繰り返し滴下を行っても中程度で一過性の結膜炎を生じただけであった。高濃度(10%)溶液では角膜炎がみられるが、通常2、3日で治まる。人間では急性期に眼圧上昇を引き起こす。年齢が40歳以上であることがさらなる危険要因になり得る。

0.001-0.0025%w/vのCR剤溶液にボランティア(ヒト)の全身の皮膚を浸す実験が行われた。眼にはすぐに影響が表れ、その1分後に眼周囲皮膚の刺激が生じ、やがて他の部分へと拡大した。痛みと紅斑の程度は角質層の厚さに関連性があり、顔面・後頸部・体幹部・外性器などは特に傷害されやすかった(68)。

### 主な臨床症状

擾乱剤として使用される濃度では、眼の刺すような疼痛と灼熱感・流涙・眼瞼痙攣・結膜充血・鼻漏・流涎・くしゃみ・咳嗽がすぐに出現する。人によっては、開眼困難感・口腔内の不快な味覚・皮膚の灼熱感・呼吸困難を訴えることもある。診察上、皮膚には中等度から重度の紅斑が認められるようになる。血圧は上昇するが通常30分以内に正常化する。視界がぼやけたり著しい刺激症状が生じたりすることから、様々な不安感が生じる。場合によってはこれが主訴となることもある(72)。

曝露後30分以上経過してから、眼に「砂の入ったような」感覚を訴えたり、皮膚の軽度の灼熱感を訴える人もいる。診察上は、結膜充血の残存や眼周囲や曝露皮膚の紅斑が認められることもある。

### 長期的な健康への影響

CR 剤が催奇形性、変異原性および発癌性を有するとする事実はない。経静脈投与による胚に対する致死的影響が見られたが、これらは注射の際に飽和溶液から CR 剤が析出したための可能性もある (73)。

### 検出

症状が出現するまで曝露したことはわからない。検査室および移動現地検査室ではガスクロマトグラフ質量分析法 (GC-MS) により CR 剤が確認される。ガスクロマトグラフ分析に加え、高速液体クロマトグラフ分析 (HPLC) 法も CR 剤分離に有効である。核磁気共鳴 (NMR) と赤外線スペクトルの結果はよく調べられており同定に有用である。

### 医療管理の原則

患者を曝露源から遠ざけねばならない。汚染された衣服は不浸透性の手袋を着用したスタッフが注意深く着脱し、適切な容器 (例：使い捨てのポリエチレン袋) に入れなければならない。皮膚は石鹼と水で除染する必要がある。毛髪も汚染されているときには洗浄の際に一切眼に入らないように注意しなければならない。

### 予防/治療

患者に、疼痛は一時的であることを伝え、安心させなければならない。大量の微温湯で眼に残存している CR 剤を洗い流す必要がある。生理食塩水や弱ホウ酸水を用いて眼を洗浄すると、眼の症状を緩和することができる。眼に疼痛が残るような場合は、機械的外傷を避けるために適切な注意を払った上で、0.5% テトラカイン塩酸塩 (tetracaine hydrochloride) を滴下することで鎮痛できる。皮膚の灼熱感は 10 分程度で和らぐ。皮膚と毛髪は石鹼と水で十分に洗い流さなければならない。その後必要に応じてカラミン (calamine) などの鎮痛作用のあるローションを皮膚に塗布しなければならない。乾癬や湿疹の患者には CR 剤で症状が悪化するものがあるが、これらに対しても通常どおりの治療が必要である。鼻漏や過度の流涎は一時的なものであり、すべての口腔内症状はすぐに消退する。必要ならば口腔内を洗浄するべきである。

### 安定性/中和

安定性があるため CR 剤は何ヶ月間も環境中に存在する。ジベンゾキサゼピン類は濃塩酸や 20% の水酸化ナトリウム溶液中で還流させた場合でも数時間にわたり安定である (74)。このように強酸性及び強アルカリ性の状況下ではジベンゾキサゼピン類は逆に高い安定性を示すため、加

水分解しようとしても失敗に終わる。分子中のエーテル結合はナトリウムとエタノールを用いて還元させることで壊すことができるが、現状では実地的な除染法はみつかっていない。CR 剤は水生生物に対して毒性が非常に強い (75)。

### 防護

活性炭フィルターのついた適切なマスクや軍隊用ガスマスクを装着しなければならない。洗浄時には流出してくる物質との接触を避けるために保護服が必要となる。

### 3.2.5 OC 剤 (Agent OC)

OC 剤はオレオレシンカプシカム (oleoresin capsicum)、トウガラシ、学名 *Capsicum annuum* (トウガラシ) ないしは *C. frutescens* (キダチトウガラシ) の天然の油性エキスであり、水にはほとんど溶けないが、エーテル、アルコール、クロロホルムのような有機溶剤には溶ける。OC 剤の有効成分は、油性エキスの約 60-80% を占めるカプサイシン (capsaicin、*trans*-8-methyl-*N*-vanillyl-6-nonenamide、CAS 登録番号 8023-77-7) とジヒドロカプサイシン (dihydrocapsaicin) であるが、そのほかに少なくとも 100 種の化学物質が含まれている。カプサイシンは合成が可能である。第一次世界大戦時に擾乱剤として導入されたが、かなり後になるまで個人護身用の無能力化剤としての使用はみられなかった。現在では警察が「唐辛子スプレー」として広く使用している。このようなスプレーには、溶剤やスプレー用の圧縮不活性ガスの中に 1-10% の OC オイルを含んでいるものが一般的である。OC 剤はすぐに眼・鼻・気道を強く刺激する。また皮膚も軽く刺激する。ペラルゴン酸バニリルアミド (pelargonic acid vanillylamide、PAVA) などのカプサイシンと同種の合成物質を含む製品も「唐辛子スプレー」と指定されることがある。

### 発生源

OC 剤は唐辛子や粉末唐辛子から抽出され、調味料としても様々な食品に使用されている。また医薬品としても使用されており、鎮痛剤として数世紀にわたり使用されてきた。現在では帯状疱疹軽快後 (ヘルペスウイルス感染症後の神経痛)・乾癬・糖尿病性神経障害その他の症状に用いられている (76)。

## 曝露

低濃度の溶液が眼に入ると激しい刺激と著しい流涙を生じる。鼻・咽頭・上気道への刺激は直接的な接触によって生じる。

ヒトを無力化する量は判明していないが、50mg/litre の濃度をラットの眼に対して投与したところ、明らかな疼痛と眼瞼痙攣を発症した。ヒトへの経口致死量は 0.5-5g/kg である (77)。

カプサイシンは求心性の痛覚求心性神経線維に作用し、疼痛の神経伝達物質である substance P を枯渇させると考えられている。カプサイシンを局所的に使用することで、容量に応じて、化学的・熱的・機械的な刺激に対する皮膚の感覚鈍麻を生じさせる。

## 潜伏期間および回復期間

OC 剤を顔にスプレーされると、ほとんどすぐに眼と気道の症状が生じる。激しい痛みと炎症は 45 分から数時間にわたり持続する。長期的影響は普通 1、2 日で消退する。OC スプレーによる死亡例も報告されているが、ほとんどの例でコカイン使用や拘束の方法による窒息に至る姿勢などの他の要因が主な死亡の原因と考えられている。唐辛子スプレーによる死亡は 1 例だけで、喘息が関与するものであった。

## 主な臨床症状

主な症状は眼の刺すような疼痛と灼熱感・流涙・鼻や口腔内の灼熱感である。エアゾルを吸入すれば、くしゃみ・鼻漏・窒息感・喘鳴が出現する。曝露された皮膚に紅斑が生じることもある。閉塞性肺疾患の患者では気管支収縮が誘発されることもある。

## 長期間にわたる健康への影響

神経への毒性が懸念されているが、ヒトに局所的塗布を行った結果ではそのようなことは報告されていない。変異原性については曖昧であり、実験によって陽性・陰性両方の結果がでている。発癌性に関しては未だ根拠に乏しいが、スプレーにより比較的少量のカプサイシンの接触を一度受けた程度であれば現実に問題になることはないであろうと考えられている (78)。

## 実験室での検出

ガスクロマトグラフ分析 (GC) と高速液体クロマトグラフ分析 (HPLC) 法が有用である (79)。

### 医療管理の原則

患者を曝露の発生源から遠ざける。衣服も汚染されている可能性があるため取り除く。カプサイシンは揮発性物質ではないので大気汚染の危険はない。

### 予防/治療

大抵の場合液体を顔面に噴射されることで曝露されていると考えられる。眼を水で洗い流すことが最も一般的な対処法であるが、カプサイシンは水にはほとんど溶解しないのでより効果的な方法が必要となる。皮膚は植物油で洗浄することもできる (78)。

患者を落ち着かせ、もし気管支収縮症状が見られる場合にはそれに対する処置を行う。

### 環境中での安定性/除染/中和

カプサイシンは揮発性ではないので直接接触しなければ危険性はない。汚染された衣服からカプサイシンを有機溶剤で除染し焼却しなければならない。

### 防護

眼・鼻・口は軍用ガスマスクで保護されなければならない。

### 参考文献

1. Khateri S. Statistical views on late complications of chemical weapons on Iranian CW victims. *The ASA Newsletter*, No. 85, 31 August 2001, 1:16-19.
2. Mazandarani M. Secretary-General of the Association for Helping Victims of Iraq's Chemical Warfare with Iran. Statement reported by the Islamic Republic News Agency, 1 December 1996.  
Web site: <http://www.irna.com/en/about/index.shtml>.
3. Gosden C et al. Examining long-term severe health consequences of CBW use against civilian populations. *Disarmament Forum*, 1999, No. 3:67-71.
4. *Phosgene*. Geneva, World Health Organization, 1997 (Environmental Health Criteria, No. 193).

5. Diller WF. Pathogenesis of phosgene poisoning. *Toxicology and Industrial Health*, 1985, 1:7-15.
6. Diller WF. Early diagnosis of phosgene overexposure. *Toxicology and Industrial Health*, 1985, 1:73-80.
7. Diller WF. Late sequelae after phosgene poisoning: a literature review. *Toxicology and Industrial Health*, 1985, 1:129-136.
8. Regan RA. Review of clinical experience in handling phosgene exposure cases. *Toxicology and Industrial Health*, 1985, 1:69-72.
9. Wells BA. Phosgene: a practitioner's viewpoint. *Toxicology and Industrial Health*, 1985, 1:81-92.
10. *Chloropicrin*. Hamilton, ON, Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CHEMINFO No. 2000-2003); available at <http://ccinfoweb.ccohs.ca/cheminfo/Action.lasso>  
<http://www.ccohs.ca/products/databases/cheminfo.html>.
11. Hayes WJ. *Pesticides studied in man*. Baltimore, MD, Williams & Wilkins.
12. Condie LW et al. Ten and ninety-day toxicity studies of chloropicrin in Sprague-Dawley rats. *Drug and Chemical Toxicology*, 1994, 17:125-137.
13. Berck B. Analysis of fumigants and fumigant residues. *Journal of Chromatographic Science*, 1975, 13:256-267.
14. Spencer EY. *Guide to the chemicals used in crop protection*, 7th ed. Ottawa, Information Canada (Publication 1093).
15. Harris DK. Polymer-fume fever. *Lancet*, 1951, ii:1008-1011.
16. Urbanetti, JS. Toxic inhalational injury. In: Sidell F, Takafuji ET, Franz DR, eds. *Medical aspects of chemical and biological warfare*. Washington, DC, Department of the Army, Office of The Surgeon General and Borden Institute, 1997.
17. Maidment MP, Rice P, Upshall DG. Retention of inhaled hexafluorocyclobutene in the rat. *Journal of Applied Toxicology*, 1994, 14:395-400.
18. Robbins JJ, Ware RL. Pulmonary edema from Teflon fumes. *New England Journal of Medicine*, 1964, 271:360-361.
19. Lewis CE, Kerby GR. An epidemic of polymer-fume fever. *Journal of the American Medical Association*, 1965, 191:103-106.
20. Williams N, Atkinson W, Patchefsky AS. Polymer-fume fever: not so benign. *Journal of Occupational Medicine*, 1974, 16:519-522.
21. Lailey AF. Oral *N*-acetylcysteine protects against perfluoroisobutene toxicity in rats. *Human and Experimental Toxicology*, 1997, 16:212-221.
22. Lailey AF et al. Protection by cysteine esters against chemically induced pulmonary oedema. *Biochemical Pharmacology*, 1991, 42:S47-S54.

23. Isom GE, Way JL. Effects of oxygen on the antagonism of cyanide intoxication: cytochrome oxidase, in vitro. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 1984, 74:57-62.
24. *Cyanides*. Washington, DC, United States Environmental Protection Agency, 1980 (EPA# 440/5-80-037). Available at <http://www.epa.gov/ost/pc/ambientwqc/cyanides80.pdf>  
<http://www.epa.gov/waterscience/pc/ambient2.html>.
25. Marrs TC, Maynard RL, Sidell FR. *Chemical warfare agents: toxicology and treatment*. Chichester, Wiley, 1996.
26. Vedder EB. *The medical aspects of chemical warfare*. Baltimore, MD, Williams & Wilkins, 1925.
27. Sidell FR, Patrick WC, Dashiell TR. *Jane's chem-bio handbook*. Coulsdon, England, Jane's Information Group, 1998.
28. Ellenhorn MD et al. *Ellenhorn's medical toxicology: diagnosis and treatment of human poisoning*, 2nd ed. Baltimore, MD, Williams & Wilkins, 1997:1299-1300.
29. Dreisbach RH. *Handbook of poisoning: prevention, diagnosis and treatment*. Los Altos, CA, Lange Medical, 1980.
30. Warthin AS, Weller CV. *The medical aspects of mustard gas poisoning*. London, Henry Kimpton, 1919.
31. Alexander SF. Medical report of the Bari Harbor mustard casualties. *The Military Surgeon*, 1947, 101:1-17.
32. Willems JL. Chemical management of mustard gas casualties. *Annales Medicinæ Militaris Belgicae*, 1989, 3(Suppl.):1-61.
33. Benschop HP et al. Verification of exposure to sulfur mustard in two casualties of the Iran-Iraq conflict. *Journal of Analytical Toxicology*, 1997, 21:249-251.
34. Black RM, Read RW. Biological fate of sulphur mustard, 1,1-thiobis(2-chloroethane): identification of  $\beta$ -lyase metabolites and hydrolysis products in urine. *Xenobiotica*, 1995, 25:167-173.
35. Rice P et al. Dermabrasion - a novel concept in the surgical management of sulphur mustard injuries. *Burns*, 2000, 26:34-40.
36. Fidder A et al. Biomonitoring of exposure to lewisite based on adducts of haemoglobin. *Archives of Toxicology*, 2000, 74:207-214.
37. Morimoto F, Shimazu T, Yoshioka T. Intoxication of VX in humans. *American Journal of Emergency Medicine*, 1999, 17:493-494.
38. Nozaki H et al. A case of VX poisoning and the difference from sarin. *Lancet*, 1995, 346:698-699.
39. Lallement G et al. Review of the value of gacyclidine (GK-11) as adjuvant medication to conventional treatments of organophosphate poisoning: primate experiments mimicking various scenarios of military or terrorist attack by soman. *Neurotoxicology*,

- 1999, 20:675-684.
40. Grob D. Anticholinesterase intoxication in man and its treatment. In: Koelle GB, ed. *Handbuch der experimentellen Pharmakologie. [Handbook of experimental pharmacology.]* Berlin, Springer Verlag, 1963.
  41. Polhuijs M, Langenberg JP, Benschop HP. New method for the retrospective detection of exposure to organophosphorus anticholinesterases: application to alleged victims of Japanese terrorists. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 1997, 146:156-161.
  42. Minami M et al. Method for the analysis of the methylphosphonic acid metabolites of sarin and its ethanol-substituted analogue in urine as applied to the victims of the Tokyo sarin disaster. *Journal of Chromatography B Biomedical Sciences and Applications*, 1997, 695:237-244.
  43. Nagao M et al. Definite evidence for the acute sarin poisoning in the Tokyo subway. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 1997, 144:198-203.
  44. Shih TS, McDonough JH Jr, Koplovitz I. Anticonvulsants for soman-induced seizure activity. *Journal of Biomedical Science*, 1999, 6:86-96.
  45. *NATO handbook on the medical aspects of NBC defensive operations. Part II - Biological.* Brussels, North Atlantic Treaty Organization, 1996 (NATO AMed P-6(B)).
  46. *Chemical warfare.* London, Defence Research Policy Committee, United Kingdom Ministry of Defence, 1960 (memorandum DEFE 10/382, held by Public Record Office, Ruskin Avenue, Richmond TW9 4DU, England).
  47. Ellenhorn MD et al. *Ellenhorn's medical toxicology: diagnosis and treatment of human poisoning*, 2nd ed. Baltimore, MD, Williams & Wilkins, 1997:387-391.
  48. Gilman AG et al., eds. *Goodman & Gilman's pharmacological basis of therapeutics*, 8th ed. New York, Pergamon, 1990.
  49. Haddad LM. *Clinical management of poisoning and drug overdose*, 2nd ed. Philadelphia, PA, Saunders, 1990:59-76.
  50. Sun J. Lysergic acid diethylamide (LSD) determination by GC-MS. *American Clinical Laboratory*, 1989, 8:24-27.
  51. Ketchum JS. *The human assessment of BZ.* Edgewood Arsenal, Aberdeen, MD, US Army Chemical Research and Development Laboratory, 1963 (CRDL Technical Memorandum 20-29).
  52. Panel on Anticholinesterase Chemicals, Panel on Anticholinergic Chemicals, Committee on Toxicology, Board on Toxicology and Environmental Health Hazards. *Possible long-term*

*health effects of short-term exposure to chemical agents, Vol. 1.* Washington, DC, National Academy Press, 1982.

53. *Report of the mission dispatched by the Secretary-General to investigate an alleged use of chemical weapons in Mozambique.* New York, United Nations, 1992 (Security Council Report S/24065).

54. Andersson G, Persson SA. *Final report of the experts appointed by ASDI to assist the government of Mozambique in order to investigate the alleged use of chemical warfare agent(s) in the Ngungue incident.* Stockholm, National Defence Research Establishment, 1992.

55. Hay A. Surviving the impossible. *Medicine, Conflict and Survival*, 1998, 14:120-155.

56. *NATO handbook on the medical aspects of NBC defensive operations.* AMedP-6. Washington, DC, Departments of the Army, the Navy and the Air Force, 1973.

57. Olajos EJ, Salem H. Riot control agents: pharmacology, toxicology, biochemistry and chemistry. *Journal of Applied Toxicology*, 2000, 21:355-391.

58. Reay DT et al. Positional asphyxia during law enforcement transport. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 1992, 13:90-97.

59. Pollanen MS et al. Unexpected death related to restraint for excited delirium: a retrospective study of deaths in police custody and in the community. *Canadian Medical Association Journal*, 1998, 158:1603-1607.

60. Haber LF. *The poisonous cloud.* Oxford, Clarendon Press, 1986.

61. *Systematic identification of chemical warfare agents. B. 3: Identification of non-phosphates.* Helsinki, Ministry for Foreign Affairs, 1982.

62. Ballantyne B. Riot control agents - biomedical and health aspects of the use of chemicals in civil disturbances. *Medical Annual*, 1977:7-14.

63. Gaskins JR et al. Lacrimating agents (CS and CN) in rats and rabbits. Acute effects on mouth, eyes, and skin. *Archives of Environmental Health*, 1972, 24:449-454.

64. Vaca FE, Myers JH, Langdorf M. Delayed pulmonary oedema and bronchospasm after accidental lacrimator exposure. *American Journal of Emergency Medicine*, 1996, 14:402-405.

65. Stein AA, Kirwan WE. Chloroacetophenone (tear gas) poisoning: a clinicopathologic report. *Journal of Forensic Sciences*, 1964, 9:374-382.

66. Hu H et al. Tear gas - harassing agent or toxic chemical weapon?

- Journal of the American Medical Association*, 1989, 262:660-663.
67. Parneix-Spake A et al. Severe cutaneous reactions to self-defense sprays [letter]. *Archives of Dermatology*, 1993, 129:913.
68. Ballantyne B, Gall D, Robson DC. Effects on man of drenching with dilute solutions of *o*-chlorobenzylidene malonitrile (CS) and dibenz(b,f)-1,4-oxazepine (CR). *Medicine, Science and the Law*, 1976, 16:159-170.
69. Hu J. Toxicodynamics of riot-control agents (lacrimators). In: Somani SM, ed. *Chemical warfare agents*. San Diego, CA, Academic Press, 1992:271-288.
70. Jones GRN. CS sprays: antidote and decontaminant. *Lancet*, 1996, 347:968-969.
71. Biskup RK et al. *Toxicity of 1% CR in propylene glycol/water (80/20)*. Edgewood Arsenal, Aberdeen Proving Ground, Aberdeen, MD, 1975 (Technical Report EB-TR-75009).
72. Ballantyne B, Beswick FW, Thomas DP. The presentation and management of individuals contaminated with solutions of dibenzoxazepine. *Medicine, Science and the Law*, 1973, 13:265-268.
73. Upshall DG. The effects of dibenz(b,f)-1,4-oxazepine (CR) upon rat and rabbit embryonic development. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 1974, 29:301-311.
74. Higginbottom R, Suschitzsky H. Syntheses of heterocyclic compounds. Part II: Cyclisation of *o*-nitrophenyl oxygen ethers. *Journal of the Chemical Society*, 1962, 962:2367-2379.
75. Johnson DW, Haley MV, Landis WG. The aquatic toxicity of the sensory irritant and riot control agent dibenz(b,f)-1,4-oxazepine. In: Landis WG, van der Schalie WH, eds. *Aquatic toxicology and risk assessment, Vol. 13*. Philadelphia, PA, American Society for Testing and Materials, 1990:1767-1788.
76. Govindarajan VS, Sathyanarayana MN. Capsicum - production, technology, chemistry, and quality. Part V. Impact on physiology, pharmacology, nutrition, and metabolism; structure, pungency, pain, and desensitization sequences. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1991, 29:435-474.
77. Salem H et al. *Capsaicin toxicology overview*. Edgewood Research Development and Engineering Center, Aberdeen Proving Ground, Aberdeen, MD, 1994 (MD ERDEC-TR-199).
78. Busker RW, van Helden HPM. Toxicologic evaluation of pepper spray as a possible weapon for the Dutch police force: risk assessment and efficacy. *American Journal of Forensic Medicine and Pathology*, 1998, 19:309-316.
79. Govindarajan VS. Capsicum - production, technology, chemistry,

and quality. Part III. Chemistry of the color, aroma and pungency stimuli. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 1986, 24:245-355.

## 追加文献

Ballantyne B, Marrs TC, eds. *Clinical and experimental toxicology of organophosphates and carbamates*. London, Butterworth-Heinemann, 1992.

Papirmeister B et al. *Medical defense against mustard gas: toxic mechanisms and pharmacological implications*. Boca Raton, FL, CRC Press, 1991.

Somani SM, ed. *Chemical warfare agents*. San Diego, CA, Academic Press, 1992.

Somani SM, Romano JA, eds. *Chemical warfare agents: toxicity at low levels*. Boca Raton, FL, CRC Press, 2001.

## 付属文書2 毒性化学物質

### 1. はじめに

近年、生物兵器戦争を扱う文献上で毒性化学物質の範疇に含まれる物質がひと際注目されている(1,2)。今日知られているもののうち最も毒性の強い一群が生物兵器戦争文献ではとりあげられているが、そのことはそれらの毒性化学物質が兵器として利用される危険性が高まっているということを意味するものではない。ただし、毒性化学物質によっては以前よりも容易に大量生産可能になってきているのは事実である。

そもそも科学文献においては「毒性化学物質」という言葉の共通定義は存在していない。しかし、現実問題としてあるいは潜在的な脅威として毒性化学物質による攻撃にさらされており、国際的支援を求めざるをえない加盟国の保健関係当局にとって、状況が改善されない限りあまり関心のあることではない。「毒性化学物質」という言葉の科学的な共通定義がないのであれば、生物兵器禁止条約(Biological and Chemical Weapons Conventions、BWC、細菌兵器(生物兵器)及び毒素兵器の開発、生産及び貯蔵の禁止並びに廃棄に関する条約、1972年4月10日作成)成立以後の毒性化学物質の取り扱いかたを理解することが重要である。この国際条約は生物・化学兵器攻撃を受けた際に助けを得るための拠り所となりうる存在であるからである。

1972年のBWCは「生産の起源や生産方法に関係なく毒性化学物質」を対象とするものとなっている。この条約は毒性化学物質を定義してはいないが、条約の編纂議事録においては、「毒性化学物質」とは生物によって作られる毒性化学物質を意味するものとなっている。このことに関しては、アメリカ合衆国の行動が重要なものとなっている。1970年の2月14日のBWCに関する交渉中に、アメリカ合衆国は「戦争の手段としての攻撃を目的とした毒性化学物質の使用準備の放棄を決定した」と発表した。その後まもなく同国はこの条約の交渉を行っていた団体に対して、毒性化学物質とは「生物体によって作り出された毒性化学物質であり、その生物体には細菌・動物・植物が含まれる(3)」と述べた。それ以降、同国政府はこの定義を繰り返し使用し、同国の法制化にまでこの定義を拡大した。この法律では以下のように述べられている。

「毒性化学物質」とは植物・動物・細菌・ウイルス・真菌・感染性細菌あるいは遺伝子組み換え技術等に由来する毒性物質であり、その入手方法や生産方法は問わない。これには以下のものが含まれる。

- (A) 有機生命体から生物工学によって得られる産物としての毒性物質あるいは生物体による生成物。
- (B) あるいはあらゆる毒性異性体あるいは生物による生成物、同族体、あるいは、このような物質からの派生体 (4)。

この定義の核心部分については他の締約諸国全ての確固たる賛同が得られ、こうして第2回のBWC検討会議ではその最終宣言で次のように謳っている。「微生物、動物、植物由来の毒性化学物質（蛋白質様、非蛋白質様の双方）およびそれらから合成された類似物がこの条約に含まれる (5)。

毒性化学物質とは毒性を有しかつ化学的な性質のものであるが故に、毒性化学物質は自動的に1993年の化学兵器禁止条約（Chemical Weapons Convention、CWC、化学兵器の開発、生産、貯蔵及び使用の禁止並びに廃棄に関する条約）の範疇に収められるものである。この条約は、以下のように記述している。

「毒性化学物質」とは、生命活動に対する化学作用により、人または動物に対し、死、一時的に機能を著しく害する状態または恒久的な害を引き起こし得る化学物質（原料及び製法の如何を問わず、また、施設内、弾薬内その他のいかなる場所において生産されるかを問わない）をいう。

以上のことから、科学者の中でこの用語に対する意見の一致がないにもかかわらず、国際法では幅広い範疇の物質を「毒性化学物質」とみなしている。この中にはボツリヌス毒素やブドウ球菌腸毒素などの細菌性毒素も含まれている。これらは両方とも過去に兵器として使う目的で貯蔵されたことがある。これらは高分子蛋白質であり、現在では工業微生物学的手法を用いさえすれば、大量生産が可能である。ヘビ毒・昆虫毒・植物性アルカロイドのほか多数のこの種の毒物が「毒性化学物質」の中心的存在であり、この中には化学的に合成できるものもあり、クラレ・バトラコトキシン・リシンのように兵器として使用されたものもある。また植物である *Diccephalatum cymosum* が含有するフルオロ酢酸カリウムなどの小分子も含まれている。『毒性化学物質』に含まれる物質は必要に応じて化学合成されるのが一般的であるが、生物の中にはこれを合成できるものもある。そのことにより、これらは「毒性化学物質」の法的な定義に含まれるのである。シアン化水素もこのような毒素の1つである。これは約400の種類植物およびある種の動物そして細菌の中では少なくとも緑膿菌 (*Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus pyocyaneus*) がシアン化水素を合成することができる。

BWCでは、「毒性化学物質」には科学者が通常用いない物質も含まれている。例えば、人体において自然に生成される化学物質でも、それが過

剰に投与された場合には毒性を示す物質である。つまり、言うなれば科学者にとってはこれらは生体内調節物質なのであるが、条約の見地からは生物により生成された「毒性化学物質」になる。そして、いずれにも理がないわけではない。スズメバチの毒は明らかに「毒性化学物質」であるが、その主要物質はヒスタミンであり、人間の生体内調節物質でもある。そして、ヒスタミン自体は有効な兵器にはならないかもしれないが、他の生体内調節物質がすべて兵器としてふさわしくないとは限らない。

生理活性を有するペプチドやその類似物質の商業目的での大量生産が急速な発展を遂げている今日、生体内調節物質やその他の毒性物質は医薬品としてだけでなく化学兵器としても有望な分野となっている。そして、これらの物質は人を無力化したり、活動能力を奪うことを意図した化学兵器として最適なのである。このことを考えるとこの生物学における進歩がCWCの調印と時期を同じくしたことは幸運であった。条約調印諸国は、他のすべての毒性化学物質だけでなく、生体内調節物質およびそれに類する毒性化学物質に対しても条約で禁止されていない目的にのみ使用するという義務を負うからである。

過去に兵器として使用された毒性化学物質のいくつかを以下に説明する。シアン化水素やその派生物であるシアン化塩化物などその他の毒性化学物質は、化学剤に関する附属文書1において取り扱われている。これはOCとしても知られるオレオレジンカプシカム (oleoresin capsicum、唐辛子抽出物) のように暴動鎮圧剤として幅広く使われ始めている毒性化学物質に関しても同様である。

1960年代にsubstance P (6) として知られるエンドカペプチドすなわちタキキニン (tachykinin) などの、生体内調節物である化学物質を兵器として用いる多くの研究が始まった。生体内物質であるその他のペプチドについても同様に注目されているものもあるが (7-11)、ここでは採り上げないこととする。

## 2. 細菌性毒素

### 2.1 黄色ブドウ球菌腸毒素 (*Staphylococcus aureus* enterotoxins)

ブドウ球菌腸毒素は、不適切に取り扱われた食物の摂取により下痢を引き起こす食中毒の一般的な原因の一つである。このような毒素は分子量23-29kDaの蛋白質であり、様々なサイトカインの過剰放出を刺激するものとされ、毒素の放出により、その後生じる様々な現象を引き起こされるものと考えられている。毒素はその抗原性により少なくとも5種類に分類されており、そのうちB型が最もよく研究されている。B型は熱に対して安定で、沸騰した水溶液中でも安定性を保つ。吸入でも活性を示すが、その場合には経口摂取とは全く異なる臨床症状を引き起こし、かつその症状はしばしばより重篤であることが多い。そのため重度の障害を引き起こし得る細菌兵器として研究がなされてきた。ヒトを障害する平均吸入細菌量は推定0.4ng/体重kgとされている。また致死量はこの平均吸入細菌量の約50倍と推定される (12)。

#### 発生源

毒素はグラム陽性球菌である黄色ブドウ球菌 (*Staphylococcus aureus*) から分泌され、この菌は世界中に存在している。菌を培養することで大量のタイプB腸毒素を得ることができる。

#### 主な臨床症状

黄色ブドウ球菌および毒素で汚染された食品を摂取した場合には、通常悪心・嘔吐・下痢などの症状が1-6時間以内に出現する。

ブドウ球菌腸毒素B (staphylococcal enterotoxin B<SEB>) を吸入した場合には、毒性効果は3-12時間後に出現し始め、突然の発熱・頭痛・悪寒・筋肉痛・乾性咳嗽を伴う。より重篤な症例では、呼吸困難・胸骨後方の胸痛を生じる。毒素を嚥下した場合には多くの患者で悪心・嘔吐・下痢を生じ、それにより脱水症状をきたす。様々な程度の悪寒や全身衰弱を伴う発熱が5日間程度まで継続し、咳嗽は4週間も継続することがある。

### 診断および検出

吸入性のSEB中毒は臨床的かつ疫学的に診断される。空気感染の場合は曝露が広範にわたり、かつ患者から迅速に試料採取されたものでない限り検体を検査しても毒素が検出されることは稀である。環境中で採取された試料では抗体反応を用いることで腸毒素が検出される場合がある。

### 医学的管理

SEBエアロゾルを偶然に吸入した場合、支持療法が効果的である。水分補給と酸素投与は慎重に行うべきである。重症例では肺水腫を生じ、陽圧換気および利尿剤を必要とすることもある。ほとんどの患者は急性期が過ぎれば回復が期待できるが、通常の活動ができない状態が1、2週間は続く(13)。この疾病は毒素による中毒性であるため隔離その他の感染症対策は必要ではない。

### 予防法

ヒトに利用可能なワクチンは存在していないが、開発中のものもある。その中には動物実験で吸入性曝露に対する有用性が確認されているものがある。受動的防御効果も証明されている。

### 安定化/中和

SEBは0.5%の次亜塩素酸塩(hypochlorite、ヒポクロリット)で10-15分処理することで解毒可能である。

## 2.2 ボツリヌス神経毒素 (*Clostridium botulinum* neurotoxins)

ボツリヌス神経毒(*Clostridium botulinum* neurotoxins)は、適切に処理されなかった缶詰の食品により生じる致死性食中毒の原因である。蛋白質毒素であり、分子量は約150kDaであるが、菌を培養した場合には毒素は他の蛋白と結合した形で産生されるため、300-900kDaの大きさとなる。抗原性により7種のボツリヌス神経毒が存在し、それぞれ2つずつ鎖状に結合しており、そのうちのより重いものがコリン作動性シナプス(アセチルコリンacetylcholine< Ach>を神経伝達物質とする神経接合部位)に作用する。内側に位置する軽鎖は亜鉛プロテアーゼ(蛋白分解酵素)であり、アセチルコリン放出過程に関与する蛋白質を分解するこ

とで活性を示す。基質特異性は血清型の差異により異なり、それがボツリヌス中毒の際にみられる発症までの時間および麻痺の持続時間の差異に相関している可能性がある。ボツリヌス神経毒素は自然毒のうち最も致死率の高いものである。乾燥した粉末状態では長期間安定である。摂取だけでなく吸入でも活性化し、両者の臨床症状にはほとんど差がない。致死的な兵器として長期間研究されている(14)。A型とB型が特に研究されてきた。ヒトが吸入した場合、A型の平均的致死量は推定2ng/体重kgと最近判明した。摂取の場合には、この3分の1と推定されている(12)。

### 発生源

この毒素はグラム陽性の芽胞形成性桿菌であるクロストリジウム属ボツリヌス菌 (*Clostridium botulinum*) から放出されるものである。この菌は世界中いたるところの地中および海の堆積物中に存在、増殖し、嫌気性環境で神経毒を生成する。

### 主な臨床症状

ボツリヌス中毒は自然状態では汚染された食物を摂取することで発生し、人間だけでなく動物にもしばしば致死性の劇的な病態を引き起こす。1950年以前の症例では致死率は60%となっている。医学文献に詳細に記述されている(15)。一方数は少ないものの、吸入によるボツリヌス中毒に関しても近年体系的な記述が試みられている(12, 13, 16)。

吸入1-3日後に徴候が現れるが、吸入量が少ないほど発症は遅くなる。最初に球麻痺症状が顕著に現れ、瞳孔散大に伴うかすみ目・複視・眼瞼下垂・羞明感などの眼症状が見られる。また別の球麻痺症状として構音障害・発声障害・嚥下障害などが生じる場合がある。その後、左右対称に下行性かつ進行性の筋力低下を伴う骨格筋麻痺が生じる。そして最終的に突然呼吸不全に至る可能性がある。

### 診断と検出

ボツリヌス中毒はしばしば誤診される(16)。脳卒中やギラン・バレー (Guillain-Barré) 症候群あるいは重症筋無力症と混同されることもある。こうした症候群の可能性を除外するためには、診断のための検査を幾つか行わねばならないため、ボツリヌス中毒という確定診断に至るまでには何日も要するかもしれない。そして患者は直ちに治療を受ける必要がある。診断のためには、ある種の抗原抗体反応を用い、血液サンプル中の毒素の存在を検出する必要がある。自然発生した病態においては、ボツリヌス菌およびすでに形成された毒素が食べ残された食物検体より見つかる場合がある。

## 医学的管理

ボツリヌス中毒の重症例に対する治療は、原則として人工呼吸による支持療法である。コリン作動性シナプスにまだ結合していない毒素を中和する目的で、ヒトあるいは非種特異化されたウマの免疫グロブリンが投与される。ボツリヌス中毒の最も重篤な合併症にして最大の死因は、呼吸筋麻痺による二次的な呼吸不全である。気管内挿管および補助呼吸を行う必要があるが、場合によっては気管切開を要することもある。感染性はないため隔離の必要はなく、特別の衛生上の措置も必要ではない。

## 予防法

A-F型に対するトキソイド<sup>(訳者注)</sup>が作られ、動物やヒトにおける研究により評価されてきた。A型に対するトキソイドにイギリスでは製品ライセンスが与えられている。現行のトキソイドが効果を発揮するためには数回の接種を数週間に渡って行う必要がある。霊長類に対するウマあるいはヒトの免疫グロブリンの投与実験においても毒素の吸入や注射に対して受動的効果が認められた(17)。その効果の度合いは循環する抗体量とその個人が接触した毒素量との間の化学量論関係に完全に一致している。

(訳者注：病原微生物が増殖過程で産生する菌体外毒素を特殊処理し免疫原性を保持したまま無毒化したもの。生体に投与すると毒素活性を中和する抗体<抗毒素>が産生されるので、毒素による疾患の予防に用いる)

## 安定化/中和

ボツリヌス毒素は比較的容易に不活化される。食べ物や飲み物の場合は内部温度85℃で5分間以上の加熱で十分である。空気中にある状態では、極端な温度と湿度に晒されると毒素は分解されてしまう。空中にある毒素の分解率は1分あたり1-4%と推定され、これは気候条件にも左右される(16)。数時間から数日間放置すれば毒素は自然に分解されるが、放置できない場合には、汚染表面を0.1%の次亜塩素酸塩溶液で拭くことが必要である。

## 2.3 アフラトキシン (Aflatoxins) とその他の真菌毒

1960年代以前には真菌毒に対して重要な病因として体系的にほとんど注意が向けられることはなかった。ほとんどの真菌毒関連文献はBWC締結以降に出されたものである。1種類の毒素しか産生しない真菌もあれば、い

くつもの毒素を産生する真菌もある。異なる真菌属が同じマイコトキシン（カビ毒：真菌が産生する毒素の総称）を生成することがあることも現在では良く知られている。アクレモニウム属 *Acremonium*、アルテルナリア属 *Alternaria*、アスペルギルス属 *Aspergillus*、クレビセプス属 *Claviceps*、フザリウム属 *Fusarium*、ペニシリウム属 *Penicillium*などの多くの真菌属がマイコトキシンを産生する。真菌が生えた飼料の摂取が動物の真菌症の主要な感染源であるということがデータにより示されているが、空気中の真菌孢子や菌が蔓延しているあるいは菌に感染している植物粒子も、動物やヒトに死に至る疾病を引き起こす可能性はある（18）。このような空気中の毒素を兵器として用いる可能性は無視されてきたわけではない。しかし1992年にBWCの信頼回復のために行われた、1946年からそれまでの期間のロシア連邦による攻撃のための生物学研究および開発計画に関する情報開示では「専門家の意見によれば、マイコトキシンには軍事的な重要性はない（19）」とされた。

しかし、アフラトキシン（aflatoxins）とトリコテセン（trichothecenes）の2種類のマイコトキシンが兵器として考慮されてきており、ここでも手短に取り上げる。国連のイラクに関する特別委員会（UNSCOM）は、1999年1月の概要報告書においてアフラキシンの兵器化について言及しており、「兵器としてのアフラキシンの選択した目的と理由に関しては疑問が残る」と述べている。さらにこの報告書はあるイラクの文書が「アフラキシンの肝臓癌を引き起こすという軍事的要求と、標的となる軍隊および市民に対するその効果」について述べている（20）としている。トリコテセンはカンボジアとラオス人民民主共和国において、1975-1984年の間に細菌兵器としての使用が取りざたされたが（「黄色い雨」）、その後否定されている（21）。

ヒトのアフラトキシン中毒症はアスペルギルス・フラバス（*Aspergillus flavus*）という真菌で汚染された食物からのアフラトキシン摂取と関連している。一連の様々な毒性の幅を有するアフラトキシン（ $B_1 > G_1 > B_2 > G_2$ ）がアスペルギルスによって生成されるが、その相対的な毒性は真菌の種類に依存している。アフラトキシン中毒症に関連した症状としては黄疸・発熱・腹水、足の浮腫・嘔吐などがある。2-6mg/日のアフラトキシンを1ヶ月間毎日摂取したと推定される397人の患者のうち106人が死亡した。アフラトキシン $B_1$ を12mg/kg摂取したと推定される群にも死者が生じている。急性中毒の生存者の5年間の肝臓生検を含む経過観察調査では、ほぼ完全な回復が観察された。アフラトキシン（特に $B_1$ ）の主要な問題点としては、真菌の生えた食物を恒常的に摂取することによる肝臓癌発症の可能性が挙げられる。

アフラトキシンの化学特性および代謝に関しては詳しく記述されている。アフラトキシン $B_1$ はミクロソーム内の酵素により代謝される。活性をもつ代謝物質はアフラトキシン $B_1$  8-9エポキシド（aflatoxin $B_1$ 8-9 epoxide）

であると考えられている。代謝物質の非活性化はグルタチオン抱合に依存しており、急性毒性に対する感受性はグルタチオン-S-転移酵素（glutathione-S-transferase）の活性により異なるとされている。B<sub>1</sub>エポキシドは構造活性および酵素活性を有する一連の蛋白質と等価で結合する。蛋白質のリン酸化反応は、アフラトキシンB<sub>1</sub>により変性作用を受ける。全てのアフラトキシンは遺伝子毒性を有している（22, 23）。

トリコテセン・マイコトキシン（Trichothecene mycotoxins）は、多くの穀物で見られる真菌であるフザリウム菌（*Fusarium fungi*）により産生される、構造的関連のある毒性化学物質の一群である。また、桿状ボツリス菌（*Stachybotry*）のような他のカビ属の菌によっても産生される。それらは250-550Daの低分子量セスキテルペン（sesquiterpenoids）である。比較的よく知られている毒素として、T-2とデオキシニバレノール（deoxynivalenol）（あるいはボミトキシン（vomitoxin））の2種類がある。これらの毒素が引き起こす症状は嘔吐・下痢・運動失調・出血など様々である。これらの毒素は免疫抑制作用を有し、細胞内で蛋白質合成を行う細胞内小器官であるリボゾームの段階で蛋白質合成を抑制する。真核細胞のリボゾーム60Sサブユニットと結合し、ペプチジルトランスフェラーゼ（peptidyl transferase）活性を変化させる。毒素の構造による酵素活性阻害作用であり、阻害の結果ポリペプチド鎖の連鎖第一反応もしくは延長が起きなくなる。In vitro（生体外の実験）における毒性強度は4倍まで変化し得る（24）。

動物におけるT-2の毒性は、動物種によって明らかに異なる。猫に経口投与した場合0.1-0.2mg/kgで嘔吐が出現する。モルモットでは0.75mg/kg/日まで影響は認められなかったものの2.5mg/kg/日で興奮が出現し始め、消化管に潰瘍が発生する。免疫抑制作用を認める投与量はアカゲザルで0.5mg/kg、マウスでは20mg/kgであった。また、マウス腹膜内に投与した場合のLD<sub>50</sub>（50%致死量）は5.2mg/kgと報告されている。これらのことより、トリコテセンの毒性は他の毒素と比較して弱い。しかしながらトリコテセンは皮膚障害性においては毒素のなかでも特異なものがあり、皮膚の疼痛・掻痒感・水疱・表皮の壊疽・脱落などを引き起こす。

食品添加物に関するFAO（国連食糧農業機関）/WHO（世界保健機関）合同の専門委員会は、2001年2月の第56回の会議で、アフラトキシンとトリコテセンの安全性に関する評価を行った（25）。

## 2.4 藻類 (Algal) およびその他の植物毒素

### 2.4.1 サキシトキシン (Saxitoxin)

サキシトキシン (Saxitoxin) はフィコトキシン (phycotoxin) の1種で、麻痺性貝中毒 (paralytic shellfish poisoning, PSP) の原因である。困難ではあるが、サキシトキシンは合成も可能である。海藻類の毒素で汚染された海産物を摂取することにより麻痺をきたすPSPあるいは下痢をきたす下痢性貝中毒 (diarrheal shellfish poisoning, DSP) を生じる。海藻類による産生に加えPSP毒素はある種の細菌、シアノバクテリア (藍細菌門、青緑細菌門、cyanobacteria) および紅藻類によっても産生される。こうした周辺群が産生する類似物質は300Da程度の低分子量である。基となる化合物であるサキシトキシン自体は強力な神経毒であり、細胞膜のナトリウムチャンネルと高い親和性を持ち結合してしまう。サキシトキシンがナトリウムチャンネルに結合することにより、カリウムイオンの流出を変えることなくナトリウムイオンの流入が阻害される。これにより細胞の活動電位は抑制され麻痺をきたすが、麻痺の程度は摂取量に依存する。サキシトキシンのナトリウムチャンネルとの結合は、可逆性である。毒素は水溶性で安定しており、エアロゾルとしての噴霧が可能である。成人死亡例は0.5-12.4mgを摂取した場合に報告されている。小児の最低致死量は25 $\mu$ g/kgと推定されている (26, 27)。

#### 発生源

サキシトキシンを含むPSP毒素は、アラスカバタークラム (*Saxidona giganteus*) などの軟体動物門、二枚貝綱の生物から分離される。このような貝は、ゴニオラックス・カテナラ (*Gonyaulax catanella*) などPSPの産生源である渦鞭毛藻類を摂食してPSP毒素を体内に蓄積してゆく。ある実験によると1gのサキシトキシンを作るために8トンの二枚貝を要したと報告されている (28)。

#### 主な臨床的症狀

サキシトキシン摂取で生じた臨床症状が報告されている。典型例では10-60分で発症する。局所的な吸収による口唇と舌の痺れやピリピリする感覚が次第に顔面や頸部へと広がり、手指や足趾にチクチクする感覚が後に続く。中程度から重症の中毒になると、感覚異常が腕や足に広がる。運動能力は低下し、呂律が回らなくなり、努力呼吸を呈し、やがて呼吸停止により死亡する。死亡時間は2-12時間以内である。医学文献上、吸

入による中毒例は報告されていないが、動物実験では症状の経過全体が圧縮され、数分で死に至ることが示唆されている。

### 診断と検出

ELISA法（酵素免疫測定法）もしくはマウスの生体分析により、毒素を検出すれば確定診断される。検体には、例えば胃の内容物・水・食物などが用いられる。

### 医学的管理

特異的な解毒剤は存在せず治療は対症療法となる。毒素は通常尿から急速に排泄されるため、12-24時間を凌ぐことができれば患者は通常回復する。利尿剤も有効である。動物実験では特異的解毒療法が成功を収めている。

### 予防法

サキシトキシン曝露に対するヒトで使用可能なワクチンは開発されていない。

### 安定化/中和

サキシトキシンが水中にある場合には加熱しても120℃まで活性を維持する。

## 2.4.2 リシン (*Ricin*)

リシンは非常に毒性の強い糖蛋白（レクチン）で、ヒマシ油植物であるトウタイグサ科のトウゴマ (*Ricinus communis*) の種子に含有される約65kDaの物質である。リシンは2つの蛋白質鎖からなり、比較的大きなB鎖（34kDa）が細胞表面の受容体に結合することにより、比較的小さなA鎖（32kDa）の細胞内侵入を促進する。A鎖は細胞内のリボゾームの活動に影響し、真核細胞の蛋白質合成を抑制する。A鎖は吸入を含め全ての経路で毒性を発揮しうるが、経口摂取の場合に毒性は最も小さい。リシンに最も弱い動物はウマで、牛や豚はウマほど影響を受けない。アヒルや雌鳥は最も影響が少ない。マウスの全身LD<sub>50</sub>は2.7μg/kgである (12, 13)。

## 発生源

リシンはヒマシ油豆から比較的容易に抽出でき、ヒマシ油の製造に伴い年間約100万トンが生産されている。廃棄糟の重量の約5%がリシンである。

## 主な臨床症状

接触後数時間、時には数日間におよぶ潜伏期間がある。吸入した場合は、分泌されるサイトカインの体内濃度の増加や著しい肺炎・肺水腫を伴い、重篤な肺の病状が明らかに認められるようになる。摂取された場合には、しばしば重篤な出血性胃腸炎をきたす。痙攣・ショック状態・腎不全などが起こる場合もある。リシンにより神経細胞・心臓・脾臓の全てが影響を受ける。リシンの粉末に曝露されると、眼・鼻・咽頭に局所的な影響がある(26)。マウスをリシンに対して免疫しておき、エアロゾル状のリシンを吸入させた場合、肺病変は死亡には至らない程度で治まることが報告されている。従って、エアロゾル状のリシン攻撃を受けた場合、生き残ったとしても、何らかの後遺症が肺に残ることとなる。

## 診断と検出

初期診断は臨床的または疫学的に行われる。血清を用いた特異的ELISA法、直接組織を分析する免疫組織化学的な技術が確定診断のために用いられる。

## 医学的管理

医学的管理は支持療法であり、循環血液量の維持に努めなければならない。抗毒素は未だ存在していない。

## 予防法

現在のところ承認されている予防法は存在しないが、能動免疫法・抗体による受動的予防法の二つの予防法が研究中である。ホルムアルデヒド処理したリシンのトキシイドを用いて、ラットへの免疫付加に成功している。トキシイドは3週間の間隔を置いて3回皮下注射され、この処置を受けたラットはLCt<sub>50</sub>の5倍量の吸入暴露を受けても生存した(29)。

## 安定化/中和

リシンは水溶性であり、溶液は乾燥状態より不安定である。乾燥状態では室温で通常安定であるが、高温では変性する。湿度が増すに従い安定性は低下する(30)。

## 参考文献

1. Madsen JM. Toxins as weapons of mass destruction. *Clinics in Laboratory Medicine*, 2001, 21:593-605.
2. Roberts B, Moodie M. *Biological weapons: towards a threat reduction strategy*. Washington, DC, National Defense University, 2002 (Defense Horizons, No. 15) .
3. United States of America. *Working paper on toxins*. Conference of the Committee on Disarmament, 21 April 1970 (document CCD/286) .
4. United States Code; Title 18, Crimes and Criminal Procedure; Chapter 10, Biological Weapons; Section 178, Definitions.
5. *Final document: 2nd Review Conference of the Parties to the Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons*. Geneva, United Nations, 1986 (document BWC/CONF.II/13) .
6. Koch BL, Edvinsson AA, Koskinen LO. Inhalation of substance P and thiorphan: acute toxicity and effects on respiration in conscious guinea pigs. *Journal of Applied Toxicology*, 1999, 19:19-23.
7. *Novel toxins and bioregulators*. Ottawa, Ministry of External Affairs and International Trade, 1991.
8. *Evaluation of biological agents and toxins: working paper submitted by the Republic of Croatia*. Ad Hoc Working Group of the States Parties to the Convention on the Prohibition of the Development, Production and Stockpiling of Bacteriological (Biological) and Toxin Weapons and on their Destruction. Geneva, United Nations, 19 July 1999 (document BWC/ADHOCGROUP/WP.356/Rev.1) .
9. Bokan S, Breen SG, Orehovec Z. An evaluation of bioregulators as terrorism and warfare agents. *ASA Newsletter*, 2002, 90:16-19.
10. Dando M. *The new biological weapons: threat, proliferation, and control*. Boulder, CO, Lynne Rienner, 2001:67-85.
11. Kagan E. Bioregulators as instruments of terror. *Clinics in Laboratory Medicine*, 2001, 21:607-618.
12. Sidell FR, Takafuji ET, Franz DR, eds. *Medical aspects of chemical and biological warfare*. Washington, DC, Department of the Army, Office of The Surgeon General and Borden Institute, 1997. *Public health response to biological and chemical weapons—WHO guidance*
13. *Handbook: medical management of biological casualties*, 2nd ed. Fort Detrick, MD, United States Army Medical Research Institute of Infectious Diseases, 1996.

14. Patocka J, Splino M. Botulinum toxin: from poison to medicinal agent. *ASA Newsletter*, 2002, 88:14-19.
15. Shapiro RL, Hatheway C, Swerdlow DL. Botulism in the United States: a clinical and epidemiological review. *Annals of Internal Medicine*, 1998, 129:221-228.
16. Arnon SS et al. Botulinum toxin as a biological weapon: medical and public health management. *Journal of the American Medical Association*, 2001, 285:1059-1070.
17. Franz DR et al. Efficacy of prophylactic and therapeutic administration of antitoxin for inhalation botulism. In: Dasgupta BR, ed. *Botulinum and tetanus neurotoxins: neurotransmission and biomedical aspects*. New York, Plenum, 1993:473-476.
18. Malloy CD, Marr JS. Mycotoxins and public health: a review. *Journal of Public Health Management and Practice*, 1997, 3:61-69.
19. *Compilation of declarations of information by BWC States Parties in accordance with the extended confidence-building measures agreed at the Third Review Conference*. New York, United Nations, Office of Disarmament Affairs, 1992 (document DDA/4-92/BW3, Add.1, Add.2, and Add.3: Form F filed by the Russian Federation, as translated by WHO) .
20. *Report: disarmament* (as transmitted to the President of the Security Council, 27 January 1999, and subsequently distributed as document S/1999/94, dated 29 January 1999) . New York, United Nations, 1999.
21. Tucker JB. The “Yellow Rain” controversy: lessons for arms control compliance. *The Nonproliferation Review*, 2001, 8:25-42.
22. *Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins*. Lyon, International Agency for Research on Cancer, 1993:245-384 (IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans, Vol. 56) .
23. Eaton DL, Groopman JD, eds. *The toxicology of aflatoxins. Human health, veterinary and agricultural significance*. London, Academic Press, 1994.
24. Rotter BA, Prelusky DB, Pestka JJ. Toxicology of deoxynivalenol (vomitoxin) . *Journal of Toxicology and Environmental Health*, 1996, 48:1-34.
25. *Evaluation of certain mycotoxins in food. Fifty-sixth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives*. Geneva, World Health Organization, 2002 (WHO Technical Report Series, No. 906) .
26. United States National Library of Medicine. Hazardous Substances Data Bank, 1999 (available at <http://toxnet.nlm.nih.gov/cgi-bin/sis/htmlgen?HSBD>) .
27. Aune T. Health effects associated with algal toxins from seafood. *Archives of Toxicology Supplement*, 1997, 19:389-397.

28. Schantz EJ. Biochemical studies on paralytic shellfish poison. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1960, 90:843-855.
29. Griffiths GD et al. Protection against inhalation toxicity of ricin and abrin by immunisation. *Human and Experimental Toxicology*, 1995, 14:155-164.
30. Cope AC, Dee D, Cannan RK. Ricin. In: Renshaw B, ed. *Summary Technical Report of Division 9, NDRC. Vol. 1: Chemical warfare agents and related chemical problems, parts I-II*. Washington, DC, National Defense Research Committee, 1946:179-203.

## 付属文書3 生物剤

### 1. はじめに

軍関連機関による徹底的な研究・開発・試験の結果、特別の機器を備えた施設で施設従事者に対する適切な感染防護措置および外部への感染性物質の偶発的漏出に対する適切な防止措置をとれば、特定の感染性物質を大量に生産し大気中に散布する兵器として使用可能であることが明らかになった。病原体や菌株の選択方法、大量培養、それに処理を加えることには多くの技術的問題があり、関係者の努力と特殊技術を駆使して研究・開発・試験を行う必要がある。軍事攻撃計画上、病原体の使用法に関して特に重点を置いているのが、いかにして生物剤をエアロゾル化して散布し、人々に吸入させるかということである。安定エアロゾルを作るための資材や装置の開発には、技術面で解決すべき問題が数多くある。エアロゾルを攻撃対象とする人々にまで到達させるためには、特定の散布方法や大気の状態などの条件を満たさなければならない。病原体の吸入しやすさ、感染力、毒性を一定に保つためには、エアロゾル雲の行程など、全ての段階を通じて特別な技術と条件が整う必要がある。歴史的にみて軍事機関で戦略生物兵器を開発するには、数年にもわたる多大な努力が必要とされているが、感染性物質の中には比較的単純な技術により小規模で製造可能なものもあり、これらはテロ兵器として使用される可能性がより高い。生物兵器もしくはテロに使われる可能性のある病原体を下の表A3.1にまとめた。

この付属文書では特に11種の感染性物質に関しての情報を掲載している。表A3.1に列挙したものすべては、第3章で生物剤の代表として採り上げている。一つを除いては依然として自然発生が続いている人間の疾病である。特に風土病のある地域や衛生設備・公衆衛生・家畜やヒトの医療システム・栄養水準が低い地域の人々の間に発生が多く見られる。唯一の例外が天然痘ウイルス (*variola virus*) である。これは天然痘の病原ウイルスで、1980年の世界保健会議で撲滅宣言がなされたものである。

表A3.1 ヒトを標的とした兵器への転用可能性が指摘されている生物剤

生物剤とWHOコード	国連 <sup>b</sup> 1969	WHO <sup>c</sup> 1970	BWC CBM-F <sup>d</sup> 1992	オーストラリアグループ <sup>e</sup> 1992	NATO <sup>f</sup> 1996	CDCカテゴリー-A <sup>g</sup> 2000	BWCドラフトプロトコール <sup>h</sup> 2001
<b>細菌 (リケッチアとクラミジアを含む)</b>							
炭疽菌、A22 (炭疽)	X	X	X	X	X	X	X
塹壕熱リケッチア、A79.0 (塹壕熱)				X			
ブルセラ種、A23 (ブルセラ病)	X	X	X	X	X		X
鼻疽菌、A24.0 (鼻疽)	X	X	X	X			X
類鼻疽菌、A24 (類鼻疽)	X	X	X	X	X		X
野兔菌、A21 (野兔病)	X	X	X	X	X	X	X
チフス菌、A01.0 (腸チフス)	X	X		X	X		
赤痢菌 A03 (赤痢)	X				X		
コレラ菌、A00 (コレラ)	X	X		X	X		
ペスト菌、A20 (ペスト)	X	X	X	X	X	X	X
コクシエラ菌、A78 (Q 熱)	X	X	X	X	X		X
ツツガムシ病チケッチア、A75.3 (ツツガムシ病)					X		
リケッチア・プロクシェキ、A75 (発疹チフス)	X	X	X	X	X		X
リケッチア・リケッチ、A77.0 (ロッキー山脈紅斑熱)	X	X		X	X		X
オウム病クラミジア、A70 (オウム病)	X				X		
<b>真菌</b>							
コクシジオイデス・イミチス、B38 (コクシジオイデス症)	X	X			X		
<b>ウイルス</b>							
ハンタ/韓国型出血熱等、A98.5		X		X	X		
シン・ノンブレ、J12.8							X
クリミア-コンゴ出血熱 A98.0		X		X	X		X
リフトバレー熱、A92.4		X		X	X		X
エボラウイルス病、A98.3				X	X	X	X
フニン出血熱、A96.0 (アルゼンチン型出血熱)				X	X	X	X
マチュポ出血熱、A96.1 (ボリビア型出血熱)				X	X		X
ラッサ熱、A96.2				X	X	X	X
マダニが媒介する脳炎/ロシア春-夏脳炎、A84.0/ A84	X	X		X	X		X
デング熱、A90/91	X	X		X	X		
黄熱病、A95	X	X		X	X		X
オムスク出血熱、A98.1					X		
日本脳炎 A83.0		X		X			
西部馬脳脊髄炎、A83.1		X		X			X
東部馬脳脊髄炎、A83.2	X	X		X	X		X
チクングニアウイルス病、A92.0	X	X		X	X		
オニョンニョン熱、A92.1		X					
ベネズエラ馬脳炎、A92.2	X	X	X	X	X		X
大痘瘡、B03 (天然痘)	X	X		X	X	X	X
サル痘、B04				X			X
白痘、(天然痘ウイルスの変種)				X			
インフルエンザ、J10, 11	X	X			X		
<b>原虫</b>							
ネグレリア・ファウレーリ、B60.2 (ネグレリア症)						X	
トキソプラズマ・ゴンジ、B58 (トキソプラズマ症)		X					
住血吸虫種、B65 (住血吸虫症)		X					

(注釈)

- a 疾病は世界保健機関 (WHO) による *疾病及び関連保健問題の国際統計分類* 第10版 (ICD-10) の分類コードで表記。
- b 国連、*生物・細菌 (化学) 兵器と使用時効力予想：事務総長報告書*、ニューヨーク、1969年。
- c WHO、*生物・化学兵器の健康に及ぼす問題：WHO コンサルタントグループ*、ジュネーブ、1970年。
- d 国連軍縮局、*生物兵器禁止条約 (BWC) 加盟各国による、第3回BWC再検討会議での合意に基づく拡大信頼醸成措置に沿ったインフォメーション宣言の編集*、DDA/4-92/BW3、補足1、補足2、補足3、カナダ、フランス、ロシア連邦、英国、アメリカ合衆国提出のフォーラムFセクション2 *過去の攻撃用生物R&Dプログラムのデータ* 1992年。
- e オーストラリアグループ文書 AG/Dec92/BW/Chair/30 1992年6月。
- f *NBC防衛戦略における医学ハンドブック (Handbook on the medical aspects of NBC Defensive Operation)* , AmedP-6(B), part II -生物、1996年。
- g アメリカ合衆国疾病対策センター (CDC) : *生物・化学テロリズム：準備と対応の戦略計画 (Biological and Chemical Terrorism: Strategic Plan for Preparedness and Response)* 。CDC戦略プランワークグループの提言。*罹患率と死亡率ウィークリーレポート (Morbidity and Mortality Weekly Report)* 、2000; 49 (No. RR-4) 1-14。
- h 細菌兵器 (生物兵器) 及び毒素兵器の開発、生産及び貯蔵の禁止並びに廃棄に関する条約関係各国特別グループ、文書BWC/AD HOC GROUP/56-2、465-466ページ、BWC プロトコル用議長複合テキスト付録A。

## 1.1 意図的放出の認識

リストに挙げられた病原体はどれも自然疾病の原因として知られている。しかし、兵器として使用される場合の影響が自然発生する感染とは異なる可能性が高いことが対応策を講じる上で重要である。特にエアロゾルとして使用される場合に重要である。

### **突発性**

自然発生の場合、動物や昆虫などの媒介生物もしくはヒトからヒトへの伝播で、複数の人間が感染症を発生する場合、個々の病原体への曝露期間は通常数日以上である。それとは対照的に、一回の攻撃によるエアロゾルに含まれる病原体への曝露期間は、主にエアロゾルの通過過程や散布過程などの時間に限定されるであろう。これはエアロゾル粒子の沈降により限界があるのに加え、一度沈降した物質を再度吸入可能な小粒子浮遊状態に戻しても、二度目以降のエアロゾルでは通常初回よりも曝露量が大幅に減少し、効率が悪いためである。それゆえに、接触感染性の疾病を除いては、エアロゾル攻撃による疾病の発症にかかる期間は、同じ病気を自然発症する場合に比べてより突発的で、また急速に減衰することが予測される。しかし意図的な病原体散布がさらに長時間に渡る可能性もある。繰り返し攻撃が行われる場合などがそれにあたる。

### **吸入感染による疾病の重症度**

吸入感染によって引き起こされる疾病は、他の経路で感染する疾病と異なった経過と症状を表し、より重症になる可能性がある。健康成人で致死率は低い疾病、例えば感染蚊が媒介するベネズエラ馬脳炎などでも、呼吸器を通して通常とは異なる経路で感染をした場合には、局所の炎症反応などの通常の防御機構を潜り抜けてしまうことになりかねない。このためワクチンによる予防が効きにくく、劇症化したり、致死率が上昇する恐れがある。吸入による感染症の中でも、肺ペストや吸入型炭疽などの特に致死性の高い疾病では、同様にこの過程の深い関与が示唆される。

### **発生件数**

人口密集地域で大規模攻撃が行われた場合、あるいは大規模攻撃のための準備と実行に伴う多くの技術的困難が克服された場合には、大量感染の危険性がある。

### 例外的な地理的または人口統計学的分布

曝露が疑われる際に、人間や動物の通常での分布状態と感染者や感染動物の分布状態が矛盾することが生物兵器の意図的使用を突き止める糸口となりうることもある。例えば、エアロゾル雲として散布されたならば、感染者や感染動物はその時の気象条件に合致した分布を示すであろう。これ以外でも何らかの不自然な感染分布を示すことや、不審な物体もしくは行動と感染との関連が疑われることも意図的な使用を示唆するものである。

### 希少性

外来の病原体が自然に、または偶発的に持ち込まれることは珍しくないが、該当地域で通常では非常に稀な感染症が、説明できない状態で人間や動物に発症した場合、意図的な使用を示唆していることがある。

## 1.2 予防・防御および治療

ひとたび生物兵器による疾病が引き起こされると、その流行は突発的にして症状は重篤、かつ症例数はかつてない数にのぼる上、その経過が通常とは異なり予測がつかない事態がもたらされることも十分考えられる。こうなると比較的設備の整った救急医療システムでも対応能力を超えてしまう可能性がある。そのため通常の公衆衛生学的には何よりもまず、予防に重点を置かなければならない。この問題は第4章と第5章で採り上げている。

軍用マスク・高性能粒子捕捉 (HEPA) タイプの微生物対応マスクの適切な着用、適切にフィルター処理または殺菌処理された空気が流れるシェルターや建物の使用により、エアロゾル化生物剤への曝露を大幅に減少させることができる。マスクを安全かつ効果的に使用するには、使用方法の訓練が必要である。時宜をたがえずマスク着脱やシェルターへ出入りするためには、警戒警報や危険が去ったことを適切に報知することが重要である。防御に関しては第3章と第4章で部分的に触れている。

使用が懸念されている生物剤には、自然発生感染症への対策として用いられているワクチンの有効性と十分な安全性を国内監督機関により認められているものもあるが、その効力と有効期間は様々である。WHOはインターネット上のウェブサイト

で様々なワクチンの種類と供給先情報を公示する予定である。

個々のワクチンはそれぞれ特定の病原体に限定されたものであるため、生物兵器攻撃に備え、予防措置として広範囲にワクチン接種を行うのは、次のことに対する判断に基づいて決定することになる。すなわち対象集団が重大な危険性にさらされており、および攻撃に使われる可能性のある病原体が特定されており、しかもワクチンが有効な場合である。さらに複雑なのは、ワクチン対象として該当する病原体であっても、自然発生した場合の菌株とは予防ワクチンへの感受性が異なる可能性があり、予防ワクチンが無効な菌株が人工的に精製される可能性があることである。いかなる大規模なワクチンプログラムであれ費用と人員が必要となるが、これも他に講ずるべき対策とのバランスを考える必要がある。ワクチンの種類にもよるが、副作用によって健康を害する危険性が生じる可能性があり、人によっては使用禁忌という場合もある。最後に、問題となっている病原体のうちほとんどは一般使用向けに承認されているワクチンが存在しない。

これまでに挙げた生物剤において曝露後のワクチン接種について有効性が認められているのは天然痘のみである。曝露の可能性のある人たちへの時宜を得たワクチン接種は感染症の蔓延阻止のために非常に重要となろう。

抗生物質投与は、細菌および真菌の曝露の危険性が予想される場合や曝露の可能性のある場合の予防措置として、または既に感染した患者の治療に有効である。最も効果の高い抗生物質を適正に選択・入手し、かつ使用するためには、生物剤の種類、個々の抗生物質に対する感受性の程度を速やかに突き止めなければならない。問題となっている疾病の多くは、初期症状が非定形的なものであるため、予測できない疾病が突然出現した場合に速やかに診断する手段を講じる必要がある。それゆえ現地・地域レベル・国内・国際的な関連研究機関に必要ながあれば速やかに連絡が取れるよう準備が必要である。こうしたことを踏まえ、自然発生、意図的使用の何れの感染症に対しても、速やかに効果的な予防と治療ができるようにする必要がある。迅速かつ信頼性の高いDNA診断や免疫学的診断その他の新しい検査室レベルの診断方法の採用が急がれる。

### 1.3 特定の病原体

これまでに挙げた生物剤それぞれについての特徴・診断手順・適切な医療および公

衆衛生対策に関する一般的な情報を以下にまとめた。またこの付録末尾に挙げた一般的な文献それぞれの生物剤については各単元末尾に挙げた参考文献から、またこの付録末尾に挙げた一般文献からも追加情報を得ることができる。これらの情報の構成は以下のとおりである。

- ・ *生物剤・疾病の名称*。病原体とそれによって引き起こされる疾病の名称。それぞれの疾病は ICD-10 (ICD: International Classification of Diseases、ICD-10: 国際疾病分類第 10 版) の分類コードで示されている。
- ・ *生物剤の説明*。生物剤の分類と説明。
- ・ *発生状況*。疾病が流行している場所。
- ・ *宿主*。人間への主な感染源となる主な動物又は環境。
- ・ *感染方法*。主な人間への感染方法。例: 媒介動物による伝播・ヒトからヒトへの伝播・水媒介・食物による感染・空気感染など。
- ・ *潜伏期*。曝露から最初に症状が出現するまでの期間。これは個体差があり病原体により差がある。潜伏期は体内への侵入経路や量によっても異なり、通常侵入量が多ければ短くなる。
- ・ *臨床症状*。疾病の主な兆候と症状の特徴。列挙した生物剤は多くの場合、初期症状は非特異的なものである。インフルエンザに酷似していることが初期診断を難しくしている。
- ・ *検査診断*。症例や環境より採取した病原体試料から病原体を同定するための検査方法。検査室職員向けの微生物の安全性 (バイオセーフティ) に関する勧告。
- ・ *医療管理と公衆衛生対策*。隔離の必要性、看護者の防護策、汚染物質の廃棄、必要に応じた検疫・隔離及び衛生手段。
- ・ *予防と治療*。該当するワクチン・抗生物質・抗血清剤。
- ・ *その他の情報*。
- ・ *参考文献抜粋*。

## 2. 細菌

### 2.1 炭疽菌 (*Bacillus anthracis*) / 炭疽 (Anthrax) (A22)

休止状態にある炭疽菌は非運動性、グラム陽性、好気性・通性嫌気性桿菌で、大きさは1-1.2 $\mu\text{m}$  x 3-5 $\mu\text{m}$ である。休止状態の桿菌は感染動物の体内や培養液中で急激に増加する。酸素が豊富で栄養素が限られている条件下では、休止状態の菌体内で卵形の芽胞が作られ、その芽胞は菌体が溶解することで放出される。不安定な休止期の菌とは対照的に、成熟した炭疽菌の芽胞は乾燥・熱・紫外線・イオン化放射線などのストレスへの耐性が非常に強く、感染能力を数年間保持する。宿主の体内に入り、防御機構により非活性化されなければ、芽胞は出芽して休止状態の桿菌になり、こうしたサイクルを再び開始する。

#### 発生状況

炭疽は主に哺乳類の疾病であり、反芻動物で最もよく認められる。家畜へのワクチンが導入され普及する前は、ウシ・ヒツジ・ヤギ・ラクダ・ウマ・ブタの主な病死の原因となっていた。家畜や野生の草食動物の炭疽症例の報告は多くの国々で依然として続いており、特に家畜のワクチン接種計画が不十分な地域や中断されている地域で発生している。ヒトの炭疽は罹患した動物や動物性食品・加工品から感染し、アフリカ・中東・中央アジア・南アジアで最も頻度が高い。

#### 宿主

炭疽菌芽胞は、発症動物が死亡した土地の土壌を汚染する。すなわち、死亡直後あるいは瀕死状態の動物から地面に流出した血液や分泌物に含まれている休止状態の菌が、気温や土壌の状態に左右されはするものの、空気と接触することで芽胞を形成して土壌を汚染する。これが更なる感染源として数年にわたり持続することがある。それに加えて、動物の死体が感染源となることもある。また感染性のある芽胞が感染動物の皮・毛・肉骨粉に長期間潜んでいることもある。汚染された肉骨粉を含んだ飼料を感染源として家畜で大発生した例が数多く報告されている。ただし、動物の死体に残存している休止状態の菌は、その死体が腐敗することによって急速に破壊される。

## 感染様式

通常、感染原因となるのは休止状態の菌ではなく芽胞である。動物の体外で顕著に増殖できるかどうか明らかではない。しかしながら、休止期の炭疽菌にも感染性があり、特にハエの刺し傷を介して感染する場合は、休止状態の菌が原因と推測されている。ただし、確固とした研究がなされたわけではないものの、動物の感染原因は、汚染された粉塵の吸入や、可能性は低いもののハエの咬傷によるものなど、主に芽胞が上皮の障害部位を通して侵入することによるものであると考えられている。ヒトへの感染経路としては、皮膚の障害部位を通して、炭疽菌に汚染された動物性食品・加工品に含まれていた芽胞が侵入することで感染するのが最も一般的である。特に野外で露出しがちな上肢・顔面・頸部などからの侵入が多い。頻度は少ないものの、感染動物の肉を食べたり、汚染された毛や皮から芽胞を吸入し感染することもある。この疾病は一般的には接触感染はないとされているが、ヒトからヒトへの感染も稀に報告されている。皮膚や消化器の障害部位から芽胞が侵入する場合には、わずか数個で感染させられるが、吸入によって高率に感染させるためには大量の芽胞が必要なことが類人猿における実験から明らかとなっている。このように吸入や摂取によって炭疽に罹患する確率は非常に低いとはいえ、芽胞を1個でも吸入してしまった場合、いずれかの経路で感染の契機となる可能性は否定できない。

## 潜伏期

通常ヒトの皮膚・消化器症状は炭疽菌への曝露後1日から数日で出現する。報告例は少ないが、吸入炭疽の潜伏期は1-7日といわれている。しかし、稀に数週間の長期に及ぶこともある。他の病原体と同様に、平均潜伏期間は曝露量が多ければ短くなる。

## 臨床症状

皮膚炎の初期には無痛性で掻痒感を伴う丘疹を認めるが、癬痕は残さない。1週間ほどで黒色の硬く扁平な痂皮になる。隣接するリンパ節腫脹と局所的な浮腫を伴う。浮腫が拡大することもある。通常局所病変に留まるが、無治療の場合には皮膚炭疽が全身に播種することがあり、その場合死亡率は5-20%に達する。ただし適切な抗生物質治療を行えば皮膚炭疽の死亡率は1%未満である。

吸入炭疽の初期症状はインフルエンザ様で、非特異的なものである。このため正しい診断が遅れることがある。症状としては発熱・疲労感・悪寒・乾性咳嗽・嘔吐・盗汗・筋肉痛・呼吸困難・意識障害・頭痛・胸痛などがあり、腹痛が認められるこ

ともある。1-3日後に急激にチアノーゼ、ショック症状をきたし、昏睡状態に陥り死に至る。インフルエンザや他のウイルス性呼吸器疾患によく認められる鼻閉や鼻漏は吸入炭疽患者では非常に稀である。通常、胸部単純X線写真では縦隔拡大・胸水貯留・縦隔リンパ節腫脹などの所見を認める。末期状態における桿状の炭疽菌の血中濃度は108/ml、またはそれ以上になることもある。抗生物質投与が遅れた場合、血中に存在する炭疽菌の殺菌には有効であるが、既に放出された炭疽毒素の作用により死亡することもある。典型的には発症から死亡まで平均1-4日である。無治療の場合、致死率は90%以上と報告されている。髄膜炎の頻度も高く、いかなる病型の炭疽から発症したものであっても危険な後遺症となりうる。肺炎は必ずしも発症するというわけではなく、菌が増殖していったとしても、通常は晩期に致るまで肺が冒されることは少ない。

腸型と口腔咽頭型炭疽は汚染された肉の摂取によるものである。腸炭疽の症状として発熱・悪心・嘔吐・腹痛・血便が挙げられる。口腔咽頭感染の特徴は頸部の腫脹である。この頸部腫脹はしばしば重症となり、発熱やリンパ節への波及が認められる。腸炭疽の致死率は各流行ごとに様々であるが、吸入炭疽の致死率に迫るとする報告もある。しかしながら、腸炭疽と吸入炭疽の双方において軽症あるいは不顕性感染に留まることがあり、発見されないこともある。

### 検査診断

臨床診断の確定は休止状態の桿菌を顕微鏡で直接観察するか、培養により行う。新鮮な水疱液塗抹標本または血液中の休止期の桿菌を顕微鏡で同定するにはマックフェディアン染色法 (McFadyean staining) や間接蛍光抗体法分析 (the indirect immunofluorescence assay) を用いる。血液寒天培地で、炭疽菌は白色もしくは灰白色を呈し、互いに密着した非溶血性コロニーを形成し、休止状態の桿菌は芽胞が存在する細胞と連鎖を形成する。通常の培地ではなく、血液中や感染した組織内、あるいは二酸化炭素存在下の嫌気状態では、休止状態の桿菌は大きなポリγ-d-グルタミン酸の嚢を形成する。しかしながら抗生物質で治療を受けている場合の血液や組織サンプル中に桿菌を見出すのは困難あるいは不可能な場合がある。そこで無菌状態の体液や他のサンプルについては、モノクローナル抗体とポリメラーゼ連鎖反応 (PCR) などの手法により迅速に診断できるようになった。セロコンバージョン (seroconversion、抗体陽転) <sup>(訳者注1)</sup> は酵素免疫測定法 (ELISA) を用いて検出することができる。

臨床サンプルを扱う場合にはバイオセーフティレベル2 <sup>(訳者注2)</sup> に基づいた取り扱いの実施、装置、施設使用が望ましいとされる。エアロゾル産生の可能性が高い培養

やその他の操作の場合はバイオセーフティレベル3に基づく扱いの実施、装置、施設使用が望ましい。

(訳者注1: セロコンバージョンとは感染症の後あるいはワクチン接種後に、それまで検出されなかった交代が産生されるようになること。生体試料から病原微生物を検出することが困難な場合、セロコンバージョンによってその微生物に感染したかどうかを診断される<ステッドマン医学大辞典より一部改、メジカルビュー社刊>)

(訳者注2: バイオセーフティレベルとは、取扱微生物またはその産生物によるヒトへの危害の予防を目的とした病原性による微生物の取扱区分である。WHOをはじめ諸機関がガイドラインを公表している。日本国内では国立感染症研究所による国立感染症研究所病原体等安全管理規定ならびに日本細菌学会による日本細菌学会バイオセーフティ指針がある。WHOによる実験室バイオセーフティマニュアル<英語版>は

[http://www.who.int/csr/delibepidemics/WHO\\_CDS\\_CSR\\_LYO\\_2004\\_11/en/](http://www.who.int/csr/delibepidemics/WHO_CDS_CSR_LYO_2004_11/en/)を参照されたい)

### **医療管理と公衆衛生対策**

患者の隔離、あるいは検疫を施行する必要はない。遺体は火葬すべきである。処置に使用した物品、病変部位からの排泄物、その他の汚染物は消毒処理を行い、焼却もしくは石灰を散布して深く埋めることが望ましい。オートクレーブ（高圧蒸気滅菌）による滅菌処理、ホルマリン液、グルタルアルデヒド水溶液、次亜塩素酸水溶液、過酸化水素液または過酢酸液を浸透させることにより消毒、殺菌も可能である。汚染された部屋や建物へは、酸化エチレン、ホルマリン蒸気、二酸化塩素を用いた燻蒸消毒で芽胞を非活性化することが可能である。

### **予防と治療**

ヒトを使用対象とした、弱毒化菌株由来の芽胞生ワクチンは中華人民共和国とロシア連邦で製造されている。その他の国々では芽胞生ワクチンは家畜への使用のみに制限されており、ヒトへの使用は認可されていない。炭疽菌に対する防御抗原を含む無細胞ワクチン（下記参照）はイギリスとアメリカ合衆国で生産されヒトへの使用が認可されている。このようなワクチン接種により職業上炭疽菌感染の危険性の高い人々の発病を大幅に抑制することができた。こうしたワクチンの有用性に関する信頼できるデータが限られているため、WHOは本対策マニュアルの出版時にこう

した情報を掲載することができなかった。インターネットのWHOウェブサイト上に公表されることが望まれる。

エアロゾルによる炭疽菌感染に対する防御は顧慮しておかねばならないことの一つであり、動物実験（モルモット・ウサギ・サル）において、生芽胞ワクチンや炭疽菌に対する防御抗原を含む無細胞ワクチンの試験的予防接種が吸入炭疽に有効であることが判明している。炭疽菌の吸入感染に対する既存ワクチンの効果程度と期間は感染の危険性が高い職業従事者についての疫学的分析にある程度に基づいている。しかし、生物攻撃の予想シナリオは、上記のような動物実験やヒトの免疫学的パラメータを間接的に測定した結果に基づく推定に大きく依存している。曝露後の予防計画としての、これらワクチンの有効性はまだ確定していない。曝露後の予防計画としてのこれらのワクチンの有効性はまだ確定していない。

抗生物質治療は皮膚炭疽治療に有効であり、症状出現前や発症後直ちに治療を開始すれば吸入炭疽にも有効と考えられる。一旦大量の毒素が体内で産生されてしまうと抗生物質治療は無効となる。致死量の炭疽毒素が体内に蓄積された後では、入手可能であれば特異的ヒトガンマグロブリン（specific human gamma globulin）が効果を示す可能性がある。芽胞のエアロゾルに曝露された疑いのある患者に対しては、予防的治療として無症状であっても抗生物質投与を行うべきである。芽胞状態の炭疽菌に対しては抗生物質は効果がないので、肺に沈着した芽胞が浄化作用を受け非活性化される時間を考慮した延長治療が必要となる。稀に潜伏期が長い可能性もあるので、アメリカでは最大60日間の抗生物質治療が推奨されている。

ヒトの皮膚炭疽には一般的にペニシリン（penicillin）が有効である。類人猿を用いた試験では、ペニシリン・ドキシサイクリン（doxycycline）・シプロフロキサシン（ciprofloxacin）が吸入炭疽の予防と初期治療に有効であることが判明した。類人猿を用いた小規模の研究に基づき、曝露後の予防策として無細胞ワクチンと抗生物質の併用が提唱されてきた。

### その他の情報

炭疽は休止桿菌が産生する3つの蛋白質要素から構成される毒素が哺乳類の細胞で活性を示すことによって引き起こされると考えられている。構成要素の一つである防御抗原（PA）は細胞表面の受容器に結合し、他の二つの要素である浮腫因子（EF）と致死因子（LF）の細胞内への侵入に関与する。

毒素に加え、もう一つの主要な炭疽の発症要素は休止桿菌のポリペプチドカプセル

であり、炭疽菌に対する貪食作用を防御している。実験動物において、精製した毒素を投与することで炭疽菌感染の症状を引き起こすことができる。

類人猿を用いた吸入炭疽の研究によると、50%に感染させるために必要な芽胞の量は2,500から760,000個と非常に大きな幅がある。このことは、このような実験に多くの変数が関わっていることを反映している。LD<sub>50</sub>より投与量が低くなるとそれだけ感染率も低くなる。非常に多くの動物を必要とすることから、曝露されたうちわずかな割合しか感染しない量を決定しても実用的ではない。

1979年の旧ソビエト連邦スヴェルドロフスク (Sverdlovsk、エカテリンブルグ、Ekaterinburg) で発生した吸入炭疽が人類史上最大のものである。66の致死例で全員が23歳以上であったことから、成人は子供より吸入炭疽に罹患しやすいことが示唆される。発生源とされる地点から最大50km風下でもヒツジとウシの感染が発生しており、感染力のある芽胞のエアロゾルが長距離にわたって飛来する危険性が指摘されている。

2001年10月と11月にアメリカ合衆国で発生した吸入炭疽と皮膚炭疽は、何者かにより郵送されてきた封筒内に詰められていた炭疽菌芽胞が原因であった。報告された吸入炭疽11例のうち、曝露日の確定が可能であったものが6例で、潜伏期の中央値は4日間であった(4-6日の範囲)。この事件においては、最も危険性が高いと考えられる人々に対して抗生物質を長期間予防投与したことが発症防止に繋がったと考えられる。発症した吸入炭疽11例全てが抗生物質投与と補助治療を受け、そのうち6人が救命された。スヴェルドロフスクの場合と同様に、吸入例に若年者は認めず、患者の年齢層は43歳から94歳であった。

#### 参考文献抜粋

Abramova FA, Grinberg LM. Pathologic anatomy of anthracic sepsis: macroscopical findings during the infectious outbreak in 1979, Sverdlovsk. *Arkhiv Patologii*, 1993, 55:12-17 (in Russian).

Abramova FA, Grinberg LM. Pathology of anthracic sepsis: materials of the infectious outbreak in 1979, Sverdlovsk. *Arkhiv Patologii*, 1993, 55:18-23 (in Russian).

Abramova FA et al. Pathology of inhalational anthrax in 42 cases from the Sverdlovsk outbreak of 1979. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1993, 90:2291-2294.

Brachman PS. Anthrax. In: Evans AS, Brachman PS, eds. *Bacteriological infections of humans: epidemiology and control*, 2nd ed. New York, Plenum,

1991:75-86.

Bryskier A. *Bacillus anthracis* and antibacterial agents. *Clinical Microbiology and Infectious Disease*, 2002, 8:467-468.

Dixon TC et al. Anthrax. *New England Journal of Medicine*, 1999, 341:815-826.

Friedlander AM et al. Postexposure prophylaxis against experimental inhalation anthrax. *Journal of Infectious Diseases*, 1993, 167:1239-1242.

Hanna P. Anthrax pathogenesis and host response. *Current Topics in Microbiology and Immunology*, 1998, 225:13-55.

Inglesby TV et al. Anthrax as a biological weapon: medical and public health management. *Journal of the American Medical Association*, 1999, 281:1735-1745.

Inglesby TV et al. Anthrax as a biological weapon, 2002: updated recommendations for management. *Journal of the American Medical Association*, 2002, 287:2236-2252.

Jerningan JA et al. Bioterrorism-related inhalation anthrax: the first 10 cases reported in the United States. *Emerging Infectious Diseases*, 2001, 7:933-944.

Meselson M et al. The Sverdlovsk anthrax outbreak of 1979. *Science*, 1994, 266:1202-1208.

Mourez M et al. 2001: a year of major advances in anthrax toxin research. *Trends in Microbiology*, 2002, 10:287-293.

Pile JC et al. Anthrax as a potential biological warfare agent. *Archives of Internal Medicine*, 1998, 158:429-434.

Swartz MN. Recognition and management of anthrax - an update. *New England Journal of Medicine*, 2001, 345:1621-1626.

Turnbull PCB. Current status of immunization against anthrax: old vaccines may be here to stay for a while. *Current Opinion in Infectious Diseases*, 2000, 13:113-120.

Turnbull PCB et al. *Guidelines on surveillance and control of anthrax in humans and animals*. Geneva, World Health Organization, 1998 (document WHO/EMC/ZDI/98.6; also available at [www.who.int/emc-documents/zoonoses/whoemczdi986c.html](http://www.who.int/emc-documents/zoonoses/whoemczdi986c.html)).

Turnbull PCB. Guidance on environments known to be or suspected of being contaminated with anthrax spores. *Land Contamination and Reclamation*, 1996, 4:37-45.

Watson A, Keir D. Information on which to base assessments of risk from environments contaminated with anthrax spores. *Epidemiological Infection*, 1994, 113:479-490.

## 2.2 ウシ流産菌 (*Brucella abortus*、バング菌)、ブタ流産菌 (*Brucella suis*)、マルタ熱菌 (*Brucella melitensis*) / ブルセラ症 (波状熱) (A23)

ブルセラ属はマルタ熱菌の異種とも考えられているが、非運動性・グラム陰性・好気性・莢膜のない球菌もしくは短桿菌で大きさはおよそ $0.5-0.7\mu\text{m} \times 0.6-1.5\mu\text{m}$ である。菌は感染した宿主の細胞内でも発育することができる。感染性を持つ細胞は何週間も生存可能で、乾燥状態では毒性を数年保持し得る。

### 発生

全世界にみられる。

### 宿主

ウシ・ヤギ・ヒツジ・ブタ・ラクダ・水牛等様々な家畜・野生の哺乳類と海洋哺乳類に多い。ウシ流産菌 (バング菌) は一般的にウシに感染し、ブタ流産菌は一般的にブタに感染する。マルタ熱菌は一般的にヒツジとラクダに感染する。このように、それぞれの菌が好む宿主が存在する。また、ブタ流産菌の菌型1と3とマルタ熱菌は特にヒトへの毒性を持つ。

### 感染様式

ヒトへの感染はほとんどの場合、生の動物製品、特に滅菌処理をしていない乳製品を摂取することで引き起こされる。感染した動物から菌が皮膚病変や粘膜より侵入したり、汚染された塵やエアロゾルを吸入することでも引き起こされる。数個の菌の吸入でも感染確率が高い。研究所での感染も稀ではなく、特にエアロゾルの吸入が原因となっている。ヒトからヒトへの感染は非常に稀である。多くの国々では、検査・屠殺計画やウシ・ヒツジ・ヤギに対するワクチン接種に基づく拡大防止および撲滅計画の導入により、動物のブルセラ症は基本的に今や過去のものとなった。

## 潜伏期

潜伏期の幅は非常に大きく、通常5-60日間であるが、数ヶ月に及ぶこともある。曝露の程度が著しい場合、潜伏期間は短くなると予想される。

## 臨床症状

発症は緩徐な場合と急性の場合がある。症状は様々であるが、波状熱・悪寒、倦怠感・うつ状態・背部痛と下肢痛・発汗・頭痛・食欲減退の頻度が最も高い。皮膚や軟部組織においては、接触した部分に発疹や軟部組織内の膿瘍などの病変を伴うことがある。内臓痛を伴う肝脾腫が認められることもある。無治療でも通常2-3ヶ月で回復するが、再発と寛解を数年にわたって繰り返し、肝臓・脾臓・骨・泌尿器・中枢神経・循環器の障害を起こすこともある。

無治療の場合でも、致死率は概ね2%以下である。マルタ熱菌の場合はやや高く、心内膜炎で死亡することが多い。どの年齢でも罹患するが、小児においてはやや少ない。

## 検査診断

急性期患者では、静脈血・骨髄・その他の組織から分離された病原体を微生物学的・生化学的に属レベルまで同定できれば、患者の治療には十分である。急性感染には、血清テスト、特に血清凝集反応やELISA法が有用である。ただし、慢性期や再発例の場合には、抗体価は低値を示す傾向がある。属に特異的なプライマーを用いたPCRによるそれぞれの菌株同定は信頼できることが明らかとなっている。臨床サンプルの取り扱い及び培養作業全般においてバイオセーフティレベル3に基づく取り扱いの実施、装置、施設使用が望ましい。

## 医療管理と公衆衛生対策

ヒトからヒトへ感染するという事実はないため患者隔離の必要性はない。傷口からの排膿時に膿汁が飛散したり、あるいは直接接触することで、汚染された排出液やその他の汚染物質から感染しないように標準的な予防対策が必要である。滲出液や処置用品はオートクレーブによる滅菌処理、焼却、または標準的な消毒液で消毒を行うべきである。

## 予防と治療

家畜用ワクチンにより動物の感染はかなりの割合で防ぐことができるが、無制限に防御できるというわけではない。ヒト用のワクチンは未開発である。6週間の経口ドキシサイクリン投与、続く6週間のリファンピシン (rifampicin) または3週間のストレプトマイシン (streptomycin) 筋肉内注射を病早期に開始すれば、通常有効である。慢性炎症の場合、長期に抗生物質を投与しても中程度の効果しか得られない。

## 参考文献抜粋

Alton GG et al. *Techniques for the brucellosis laboratory*. Paris, France, INRA, 1988.

Bovine brucellosis. In: *The OIE manual of standards for diagnostic tests and vaccines*, 4th ed. Paris, France, Organisation mondiale de la Santé animale (OIE), 2000:328-345.

Caprine and ovine brucellosis. In: *The OIE manual of standards for diagnostic tests and vaccines*, 4th ed. Paris, France, Organisation mondiale de la Santé animale (OIE), 2000:475-489.

Crespo León F. *Bruceles ovina y caprina*. [Ovine and caprine brucellosis.] Paris, France, Organisation mondiale de la Santé animale (OIE), 1994.

*Joint FAO/WHO Expert Committee on Brucellosis. Sixth report*. Geneva, World Health Organization, 1986 (WHO Technical Report Series, No. 740).

Nielsen K, Duncan JR, eds. *Animal brucellosis*. Boca Raton, FL, CRC Press, 1990.

Porcine brucellosis. In: *The OIE manual of standards for diagnostic tests and vaccines*, 4th ed. Paris, France, Organisation mondiale de la Santé animale (OIE), 2000:623-629.

Young EJ, Corbel MJ, eds. *Brucellosis: clinical and laboratory aspects*. Boca Raton, FL, CRC Press, 1989.

## 2.3 鼻疽菌 (*Burkholderia mallei*) / 鼻疽 (Glanders) (A24.0)

以前はシュードモナス・マレイ (*Pseudomonas mallei*) とされていたものである。菌体はグラム陰性で両端が丸い桿菌である。長径は1.5-3.0 $\mu\text{m}$ で短径は0.3-0.6 $\mu\text{m}$ であり、しばしば不規則な染色性を示す。鞭毛がないため非運動性である。環境状

態に対する耐性能力はそれほど高くない。

### **発生**

この病気はヒトでは稀であり、世界のほとんどの場所では存在しない。アジアと東地中海沿岸諸国の数ヶ国、中東の一部と中南米において風土病として見られるのみである。

### **宿主**

基本的にはウマ・ロバ・ラバが罹患する疾病であり、それらの間では非常に感染力が強い。

### **感染様式**

この疾病のヒトへの感染は、感染した動物または汚染された動物の組織に直接接触し、病原体が皮膚病変・眼・口・鼻粘膜から侵入することで引き起こされる。ヒトからヒトへの感染力はそれほど強くないと考えられている。エアロゾルに曝露された際の感染は起こりうると考えられている。

### **潜伏期**

ほとんどの場合、曝露から1-14日で発症する。長年にわたり潜伏する可能性がある。

### **臨床症状**

鼻疽感染は感染経路と感染部位によりいくつかの病型をとる。初期症状は発熱・不快感・筋肉痛・頭痛である。曝露後数日で局所的な感染が明らかとなることがある。たとえば皮膚に膿を形成した潰瘍が出現し全身に拡大したり、化膿性の潰瘍が鼻・気管・咽頭・肺の粘膜に出現することがある。呼吸器感染では肺炎・肺膿瘍・胸水を伴う。肺葉に局在する感染が胸部X線写真で観察されることもある。菌血症をおこすと無治療であれば通常数日で死亡する。慢性感染の場合、上下肢の筋肉あるいは脾臓や肝臓に複数の膿瘍が出現する。無症候性の感染が剖検時に発見されることもある。

## 検査診断

検査による診断は、皮膚病変・膿・喀痰・血液から病原体を分離し、直接蛍光抗体染色法またはPCR法を用いて行う。血清学的検査には補体結合反応、凝集反応試験、ELISA法がある。臨床サンプルや試験的に感染させた研究用の齧歯類を取り扱う際は、バイオセーフティレベル2に基づく取り扱いの実施、装置、施設使用が望ましい。培養濃縮物の取り扱いまたはエアロゾル発生の可能性の高い活動を行う場合はバイオセーフティレベル3に基づく取り扱いの実施、装置、施設使用が望ましい。

## 医療管理と公衆衛生対策

傷口からの排膿時に膿汁が飛散したり、あるいは直接接触することで、汚染された排出液やその他の汚染物質からの感染が起きないように標準的な予防対策が必要である。滲出液や処置用品はオートクレーブ（高圧蒸気滅菌）による滅菌処理、焼却、または標準的な消毒液での消毒を行うべきである。

## 予防と治療

ワクチンは存在しない。疾患が稀であるため、治療に関する医学文献は乏しい。治療にはスルファジアジン (sulfadiazine) とセフトアジジム (ceftazidime) が推奨される。テトラサイクリン (tetracyclines)、シプロフロキサシン (ciprofloxacin)、ストレプトマイシン (streptomycin)、ノボビオシン (novobiocin)、ゲンタマイシン (gentamicin)、サルファ剤 (sulfonamides)、あるいはイミペネム (imipenem) とドキシサイクリン (doxycycline) の併用にも感受性がある。抗生物質治療を長期に続けた場合でも再発が起り得る。

## 参考文献抜粋

Howe C, Miller WR. Human glanders: report of six cases. *Annals of Internal Medicine*, 1947, 26:93-115.

Jennings WE. Glanders. In: Hull TG, ed. *Diseases transmitted from animals to man*, 5th ed. Springfield, IL, Charles C. Thomas, 1963:264-292.

Kenny DJ et al. In vitro susceptibilities of *Burkholderia mallei* in comparison to those of other pathogenic *Burkholderia* spp. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 1999, 43:2773-2775.

Loeffler F. The etiology of glanders (in German). *Arbeiten aus dem Kaiserlichen Gesundheitsamte*, 1886, 1:141-198.

Neubauer H, Meyer H, Finke EJ. Human glanders. *Revue Internationale des*

- Services de Santé des Forces Armées*, 1997, 70:258-265.
- Popov SF et al. Capsule formation in the causative agent of glanders (in Russian). *Mikrobiologichnyi zhurnal*, 1991, 53:90-92.
- Robins GD. A study of chronic glanders in man. *Studies from the Royal Victoria Hospital*, 1906, 2:1-98.
- Srinivasan A et al. Glanders in a military microbiologist. *New England Journal of Medicine*, 2001, 354:256-258.
- van der Schaaf A. Malleus. In: Hoeden J, ed. *Zoonoses*. Amsterdam, Elsevier, 1964:184-193.
- Woods DE et al. *Burkholderia thailandensis* E125 harbors a temperate bacteriophage specific for *Burkholderia mallei*. *Journal of Bacteriology*, 2002, 184:4003-4017.

## 2.4 *B*類鼻疽菌 (*Burkholderia pseudomallei*) / 類鼻疽 (Meliodosis) (A24)

以前シュードモナス・シュードマレイ (*Pseudomonas pseudomallei*) とされていたこの菌は、運動性を持つグラム陰性好気性桿菌で、大きさは1.5 $\mu$ m x 0.8 $\mu$ mである。環境状態に対する耐性能力はそれほど強くない。

### 発生

東南アジア、特に湿度の高い稲作地域とオーストラリア北部に多い。また中南米でも多くの発症報告がある。

### 宿主

類鼻疽菌は熱帯と亜熱帯地域の地中や水中に認められ、海洋哺乳類を含む多くの哺乳類に感染する。ヒトへの感染は汚染された土壌または水に接触した際に皮膚の障害部位を通して起こる。汚染された水を吸入・摂取したり汚染された塵を吸入することによっても感染する。ヒトからヒトへの感染は稀である。

## 潜伏期

潜伏期は数日から数年の幅がある。

## 臨床症状

臨床症状は鼻疽に類似し、様々である。皮膚感染では、皮下に急性リンパ管炎や局所的なリンパ節炎を伴う感染性の小結節を作ることがあり、通常発熱を伴う。吸入・摂取もしくは皮膚病変から血中へ播種した場合は臓器障害を認め、慢性化膿性膿瘍が肺・肝臓・脾臓・リンパ節・骨・関節に形成される。呼吸器が冒された場合には炎症性の硬化や壊死性肺炎が起こり、症状は軽症から劇症まで様々である。結核やチフスに類似した病態を呈することもある。急激な敗血症性ショックをきたすことがあり、ほぼ例外なく死に至る。血清検査で無症候性の感染が発見されることがあり、また曝露後長い期間を置いて発症することもある。

## 検査診断

菌を喀痰または膿性浸出液から分離し、微生物診断を行う。血清学的検査はELISA法で行う。臨床サンプルを扱う場合はバイオセーフティレベル2に基づく取り扱いの実施、装置、施設使用が望ましい。培養濃縮物の取り扱いやエアロゾルができる可能性が高い活動を行う場合は、バイオセーフティレベル3に基づく取り扱いの実施、装置、施設使用が望ましい。

## 医療管理と公衆衛生対策

病変部位から排膿液が飛散したり、他の方法で直接に触れたり、汚染された排出液やその他の汚染物質から感染したりしないように標準的な予防対策が必要である。滲出液や処置用品はオートクレーブによる滅菌処理、焼却、または標準的な消毒液での消毒を行うべきである。

## 予防と治療

ワクチンは存在しない。重症の類鼻疽の治療にはセフトアジジム (ceftazidime) かイミペネム (imipenem) の静脈注射を10日ないし4週間行う。続いて維持療法としてアモキシシリン・クラブラン酸 (amoxicillin-clavulanic acid) 経口投与、またはトリメトプリム・サルファメトキサゾール (trimethoprim-sulfamethoxazole) とドキシサイクリン (doxycycline) の併用療法を10週間ないし18週間施行する。

### 参考文献抜粋

- Chaowagul W et al. Melioidosis: a major cause of community-acquired septicemia in northeastern Thailand. *Journal of Infectious Diseases*, 1989, 159:890-899.
- Dance DAB. Melioidosis. In: Guerrant RL, Walker DH, Weller PF, eds. *Tropical infectious diseases: principles, pathogens, and practice*. Philadelphia, PA, Churchill Livingstone, 1999:430-437.
- Mays EE, Ricketts EA. Melioidosis: recrudescence associated with bronchogenic carcinoma twenty-six years following initial geographic exposure. *Chest*, 1975, 68:261-263.
- Rajchanuvong A et al. A prospective comparison of co-amoxiclav and the combination of chloramphenicol, doxycycline, and co-trimoxazole for the oral maintenance treatment of melioidosis. *Transactions of the Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene*, 1995, 89:546-549.
- Sookpranee T et al. *Pseudomonas pseudomallei*, a common pathogen in Thailand that is resistant to the bactericidal effects of many antibiotics. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 1991, 35:484-489.
- White NJ et al. Halving of mortality of severe melioidosis by ceftazidime. *Lancet*, 1989, ii:697-701.
- Whitmore A. An account of a glanders-like disease occurring in Rangoon. *Journal of Hygiene*, 1913, 13:1-35.
- Woods ML II et al. Neurological melioidosis: seven cases from the Northern Territory of Australia. *Clinical Infectious Diseases*, 1992, 15:163-169.
- Wuthiekanun V et al. Value of throat swab in diagnosis of melioidosis. *Journal of Clinical Microbiology*, 2001, 39:3801-3802.
- Yabuuchi E, Arakawa M. *Burkholderia pseudomallei* and melioidosis: be aware in temperate area. *Microbiology and Immunology*, 1993, 37:823-836.

## 2.5 野兎病菌 (*Francisella tularensis*) / 野兎病 (Tularaemia)

### (A21)

この病原微生物は小さく、非運動性で、条件下で細胞内に存在し、グラム陰性好気性球桿菌である。大きさは0.2 $\mu$ m x 0.3-0.7 $\mu$ mである。大きく二つの亜種があり、フランシセラ・ツラレンシス・ツラレンシス (*F. tularensis tularensis*, A型)

はフランシセラ・ツラレンシス・パレアルクチカ (*F. tularensis palaeartica*, B型) より毒性が強い。自然環境下で、最長数週間生存可能である。

### 発生

A型は北米に認められ、一方B型はアジア、ヨーロッパおよび北米で認められる。

### 宿主

多くの野生動物、特にウサギ・ノウサギ・モグラ・ジャコウネズミ・ビーバーに多く存在している。マダニの一部にも認められる。他の多くの動物にも報告例があり、さまざまな齧歯類・鳥類・爬虫類・両生類・海洋動物にも認められる。土壌や水中でも見出すことができる。

### 感染様式

野兎病は基本的に幅広い種類の野生哺乳類と鳥類に認められる疾病である。ヒトへの感染は主に節足動物、特にマダニや蚊の刺し傷から引き起こされる。感染した動物やその動物から排泄された糞尿等に直接接触した場合、皮膚・結膜囊・口腔咽喉粘膜を介して感染したり、汚染された食物や水を摂取したり汚染された塵やエアロゾルを吸入して感染する。タイプA型菌はエアロゾルによって容易に感染し、わずかに数個の病原体で感染症を引き起こす。ヒトからヒトへの感染報告はない。

### 潜伏期

潜伏期は1日からおよそ14日と幅がある。平均して3から5日である。

### 臨床症状

臨床症状は病原体の体内への侵入経路と病原体の毒性によって異なる。皮膚または結膜からの感染は潰瘍リンパ節型を呈し、菌の侵入口に無痛性潰瘍が出現し、疼痛性のリンパ節腫脹を認め、時に化膿する。体内への侵入口が目立たず、局所的にリンパ節に侵襲を認める場合もある。経口摂取による感染の特徴は、有痛性の咽頭炎と頸部リンパ節炎である。稀に腸間膜リンパ節結節に感染し腸管型となることもあり、腹痛・下痢・嘔吐がその特徴である。いずれの型も突然の発熱に続き悪寒・不快感・関節および筋肉の疼痛を伴うことが多い。毒性の強い菌株による潰瘍リンパ節型の野兎病は、無治療の場合致死率は5%程度であり、2-4週間の経過をとる。回

復には最長3ヶ月を要する。感染する呼吸器の部位により、吸入型の野兎病は原発性肺炎・気管炎・気管支炎などの病型をとる。しかしながら、初期症状はインフルエンザに類似し、明らかな呼吸器感染徴候は認められない。毒性の強い菌株による肺・胸膜型の野兎病は、無治療の場合致死率が高い（40-60%）。

病原体は血流に乗り、全身に症状を引き起こすことがあり、重症となることが多い。毒性がより強いタイプA型菌による敗血症は無治療の場合、しばしば死亡する。明らかな感染部位を認めぬままに、全身に症状が出現するものは通常「チフス型野兎病（typhoidal tularemia）」と呼ばれる。

### 検査診断

臨床サンプルを直接顕微鏡で検査した場合、小さな難染性のグラム陰性細菌が認められれば野兎病の可能性が高い。蛍光抗体法も診断の補助となる。他の補助的診断法としてPCR法や抗原捕捉ELISA法がある。確定診断のためには、病原体をシスチン液体培地、チオグリコレート液体培地、シスチン血寒天培地などのシスチンの豊かな培地で培養し、野兎菌に対する抗体価を測定する。しかし、確定検査では迅速に結果を得ることができない。したがって臨床症状で本疾患が疑われる場合は確定診断を待つことなく、直ちに治療を開始せねばならない。

病原体の感染力は非常に強く、厳格に安全ガイドラインに従って取り扱わなければ研究室における感染の危険性が非常に高くなる。動物やヒトからの臨床サンプルの通常の取り扱いではバイオセーフティレベル2に基づく取り扱いの実施、装置、施設使用が望ましい。培養物の取り扱いや遠心分離などエアロゾル化の危険性を伴う処理を行う場合は、常に減圧バイオセーフティキャビネット使用などバイオセーフティレベル3に基づく取り扱いの実施、装置、施設使用が望ましい。

### 医療管理と公衆衛生対策

患者隔離や患者との接触者への予防接種は不要である。病変部が開放性であったり、潰瘍部から滲出物が存在する場合には、オートクレーブによる滅菌、焼却、浸出液や汚染物の消毒など標準的な予防対策を行うべきである。

### 予防と治療

弱毒化した生ワクチンの皮下接種は皮膚感染または吸入感染に対する予防効果あるいは感染を弱体化する効果があることが証明されている。このタイプのワクチン

は旧ソビエト連邦の風土病地域に住む人々を対象に野兔病に罹患する危険性を減少させるために使用されてきた。アメリカでは一般向けの使用は認可されておらずワクチンは入手できないが、感染の危険性が高いメリーランド州フォートデトリック（訳者注：アメリカ合衆国陸軍感染症研究所）の職員に用いられている。現在野兔病ワクチンを供給可能なのはロシア連邦だけであるが、必要に応じて将来的にはロシア連邦以外の国でも使用可能となるであろう。現在、様々な国で改良ワクチンの開発が試みられている。

発症予防として、曝露最終日から14日間のドキシサイクリン (doxycycline) またはシプロフロキサシン (ciprofloxacin) の経口投与が推奨されている。治療目的では、ストレプトマイシン (streptomycin) が推奨され、注射で15mg/kgを1日2回（1日2gを超えない）、10日間投与する。ストレプトマイシンに代わるものとしては、注射剤のゲンタマイシン (gentamicin)、ドキシサイクリン、シプロフロキサシンが推奨される。注射剤のドキシサイクリン又はシプロフロキサシンで治療を始めた患者については、臨床の適応があれば経口抗生物質投与に切り替えてもよい。ゲンタマイシンまたはシプロフロキサシン投与は10日間が推奨される。しかしドキシサイクリンは静菌性であるので、再発防止には14日から21日間投与を続けるべきである。野兔病の治療には、これまでクロラムフェニコール (chloramphenicol) が使われてきたが、前述した抗生物質と比較して初期治療の失敗と再発率が高い。

#### 参考文献抜粋

Bell JF. Tularemia. In: Steele JH, ed. *CRC Handbook series in zoonoses, Vol 2*. Boca Raton, FL, CRC Press, 1980:161-193.

Cross JT, Penn RL. *Francisella tularensis* (tularemia). In: Mandell GL et al., eds.

*Principles and practice of infectious diseases*. Philadelphia, PA, Churchill Livingstone, 2000:2393-2402.

Dennis DT. Tularemia as a biological weapon: medical and public health management. *Journal of the American Medical Association*, 2001, 285:2763-2773.

Enderlin G et al. Streptomycin and alternative agents for the treatment of tularemia: review of the literature. *Clinical Infectious Diseases*, 1994, 19(1):42-47.

Evans ME et al. Tularemia: a 30 year experience with 88 cases. *Medicine*, 1985, 64:251-269.

Feldman KA et al. Outbreak of primary pneumonic tularemia on Martha's Vineyard. *New England Journal of Medicine*, 2001, 345:1601-1606.

Grunow R et al. Detection of *Francisella tularensis* in biological specimens

using a capture enzyme-linked immunosorbent assay, an immunochromatographic handheld assay, and a PCR. *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology*, 2000, 7:86-90.

Johansson A et al. Ciprofloxacin for treatment of tularemia. *Clinical Infectious Diseases*, 2001, 33:267-268.

Reintjes R et al. Tularemia investigation in Kosovo: case control and environmental studies. *Emerging Infectious Diseases*, 2002, 8:69-73.

Saslaw S et al. Tularemia vaccine study. II. Respiratory challenge. *Archives of Internal Medicine*, 1961, 107:134-146.

Sawyer WD et al. Antibiotic prophylaxis and therapy of airborne tularemia. *Bacteriological Reviews*, 1966, 30:542-548.

Syrjälä H et al. Airborne transmission of tularemia in farmers. *Scandinavian Journal of Infectious Diseases*, 1985, 17:371-375.

Tärnvik A. Nature of protective immunity to *Francisella tularensis*. *Review of Infectious Diseases*, 1989, 11:440-451.

## 2.6 ペスト菌 (*Yersinia pestis*) / ペスト (Plague) (A20)

ペスト菌は非運動性で芽胞を作らないグラム陰性球桿菌であり、大きさは1.5 $\mu\text{m}$  x 0.75 $\mu\text{m}$ ほどである。好気性・嫌気性、両者での生育が可能である。水中もしくは湿った土壌で何日も生存可能であり、粘液または他の物質で保護された状態であれば乾燥にも耐え得るが、日光の直接照射を受けると数時間で死滅する。

### 発生

1990年代にアフリカ・アジア・南アメリカでヒトでの発生が見られ、アメリカ合衆国を含むその他多くの国々で散発性に症例が認められた。歴史的には黒死病として知られ、依然として深刻な問題ではあるが、適切な調査と近代的な公衆衛生活動が行われている地域では散発的な発生に限られている。

### 宿主

病原体は動物宿主に存在し、特に野生の齧歯類が多い。病原体の存在する風土病地域はオーストラリアを除く全世界に渡っている。

## 感染様式

ペストは齧歯類間あるいは齧歯類から他の動物へノミ（蚤）を媒介して感染する。感染した動物組織の摂取や、汚染土壌や乾燥糞尿を吸入することにより感染する可能性もある。農村地域の風土病としては、宿主となっている齧歯動物とそれに寄生するノミに接触することによりヒトへの感染が散発性に発生している。ヒトへの大流行はペスト菌が都市の齧歯類、特にクマネズミ (*Rattus rattus*) ・ドブネズミ (*Rattus norvegicus*) に感染することで発生する。ヒトに最も一般的な病型である腺ペストの感染経路は二つある。一つは、感染齧歯類からペスト菌を得たノミによるヒト刺咬時のペスト菌注入であり、もう一つは感染ノミを介した病原体の皮膚障害部位からの侵入である。腺ペストの患者に肺感染を起こした場合、より劇症型の肺ペストとなり、飛沫感染によりヒトからヒトへと直接感染するようになる。

## 潜伏期

腺ペストの潜伏期は2-6日で、肺ペストはそれよりも少し短い。

## 臨床症状

初期症状は非特異的であり、突然の発熱・悪寒・不快感・筋肉痛・悪心・咽頭痛・頭痛などを認める。エアロゾル吸入による場合は原発性肺炎の形で出現し、血痰を伴う咳嗽を認めることもある。予防接種部位からリンパ管を介して局所リンパ節に感染することもあり、局所の腫脹・疼痛を伴う（有痛性リンパ節腫脹）。病原体が血中に侵入し、ペスト敗血症を引き起こすこともごく僅かながらある。血流を介して病原体が肺に至り肺ペストとなると、ヒトからヒトへと直接飛沫感染する。進行すると患者はショック状態・意識混濁状態・昏睡状態をきたす。治療をしなければ腺ペストの致死率は60%にまで上がる。無治療であれば肺ペストはほぼ致命的である。さほど一般的ではないが、ペスト髄膜炎やペスト咽頭炎もある。

## 検査診断

喀痰・血液や、有痛性リンパ節腫脹から吸引検体中のペスト菌の存在を強く示唆する所見としては、顕微鏡観察で卵形のグラム陰性桿菌が確認され、かつギムザ染色 (Giemsa stains) またはウェイソン染色 (Wayson's stains) で両端が染まりやすいという特徴を有していることがある。しかし、両端の染色性は高感度でもなく、特異的でもない。桿菌はペスト菌被膜抗原に対する直接蛍光抗体染色・特異的なバクテリオファージによる溶解・PCR法を用いて判定する。他にも様々な血清学的検

査方法もある。感染性のある臨床的試料と培養物を取り扱う際はバイオセーフティレベル2に基づく取り扱いの実施、装置、施設使用が望ましい。エアロゾル、飛沫産生の可能性が高い場合または抗生物質の耐性が強い菌や感染したノミを取り扱う場合はバイオセーフティレベル3に基づく取り扱い実施、装置、施設使用を用いるべきである。

### 医療管理と公衆衛生対策

蔓延・拡大防止に重点をおかなければならない。肺ペストの患者に対しては、空气中の飛沫に対する厳重な注意が必要である。そのため、患者を隔離し、患者と介護者は手術用マスクを着用する必要がある。個室が用意できない場合は、肺ペストの診断が確定した患者同士であれば同室にしてもよい。いかなる型のペスト患者に対しても、排出物や汚染用具からの感染を防止するために、手洗い、手袋やガウン、顔面防具の着用など標準的な感染予防対策を行わなければならない。必要があればノミの増殖防止手段も講じるべきである。

### 予防と治療

ペストワクチンは全世界で入手可能であるが、すでに流行が発生している場合の緊急予防策としては推奨されていない。ワクチン接種は医療従事者や研究所の職員等の曝露の危険に常にさらされているハイリスク群にのみ推奨されている。

死菌ワクチンまたは弱毒化生ワクチンは腺ペスト予防には中程度の効果があるが、肺ペストの予防には効果がない。死菌ワクチンの有効期間は比較的短く(3-12ヶ月)、定期的な再接種が必要である。免疫が成立するまでには少なくとも1ヶ月を要することから、ワクチン接種はペスト発生時にはほとんど役に立たない。死菌ワクチンの接種法として推奨されているのは、6ヶ月かけて初回接種と2回の追加接種を行う方法である。他の様々な病原体と同様に、感染が強力な場合、ワクチンで獲得した免疫が打ち負かされることもある。肺ペスト患者と密接な接触をした人々や感染したノミに曝露した可能性のある人々、感染した哺乳類の体液や組織に直接接触した人々、他の理由で病原体に曝露した可能性のある人々は抗生物質の予防投与を予測される曝露日から1週間受けるべきである。こうした場合、ドキシサイクリン (doxycycline) とシプロフロキサシン (ciprofloxacin) の使用が推奨される。

抗生物質による治療は早期に開始すれば効果がある。効果を十分なものとするためには解熱してからも少なくとも3日間は継続する。ストレプトマイシン (streptomycin) が歴史的に使用されてきた選択薬であるが、どこでもすぐに手に

入るものではない。生体外実験や動物実験、そして限られてはいるがヒトの臨床実例に基づき、ゲンタマイシン (gentamicin) がストレプトマイシンに代わるものとして考えられている。テトラサイクリン (tetracyclines) は有効であり、治療と予防に広く使われている。1日2回投与のドキシサイクリン (doxycycline) は消化管で吸収されやすいため経口治療に使用されている。クロラムフェニコール (chloramphenicol) は肺ペストを含む様々な型のペスト治療に使われており、血液-脳関門を通過できるため、ペスト髄膜炎の治療に推奨されている。フルオロキノロン系 (fluoroquinolones) は動物実験で効果が認められた。シプロフロキサシン (ciprofloxacin) はマウスを用いた肺ペストの研究で、少なくともアミノグリコシド系 (aminoglycosides) やテトラサイクリン系 (tetracyclines) と同程度に有効であることが観察された。生体外実験ではフルオロキノロン系薬剤の中にアミノグリコシド系やテトラサイクリン系と同等か優れた効果をを示したものがあつた。スルフォンアミド系薬剤 (スルファチアゾール <sulfathiazole>、スルファジアジン <sulfadiazine>、スルファメラジン <sulfamerazine>、トリメトプリム-スルファメトキサゾール <trimethoprim-sulfamethoxazole>) には、ペストの治療と予防に非常に有効であるものがいくつかある。しかしながら報告によれば、肺ペストに対して、スルフォンアミド系薬剤はストレプトマイシンやテトラサイクリンと比較して効果が落ちる。スルフィソキサゾール (sulfisoxazole) は腎から急速に排泄されるため使用すべきではない。ペニシリン系、マクロライド系、セファロsporin系薬剤は臨床効果が認められておらず、ペストの治療には推奨されていない。変異プラスミドにより形質変換された多剤耐性についての臨床報告例があり、プラスミドを介したストレプトマイシン耐性もある。抗生物質耐性株も実験的には作られている。

#### 参考文献抜粋

- Chu MC. *Laboratory manual of plague diagnostic tests*. Atlanta, GA, Centers for Disease Control and Prevention, 2000.
- Dennis DT et al. *Plague manual: epidemiology, distribution, surveillance and control*. Geneva, World Health Organization, 1999 (document WHO/CDS/CSR/EDC/99.2).
- Galimand M et al. Multidrug resistance in *Yersinia pestis* mediated by a transferable plasmid. *New England Journal of Medicine*, 1997, 337:677-681.
- Inglesby TV et al. for the Working Group on Civilian Biodefense. Plague as a biological weapon: medical and public health management. *Journal of the American Medical Association*, 2000, 283:2281-2290.
- Titball RW et al. In: Plotkin S, Mortimer EA, eds. *Vaccines*, 3rd ed. Philadelphia, PA, WB Saunders, 1999:734-742.

## 2.7 コクシエラバーネティー (*Coxiella burnetii*, Q熱リケッチ

### ア) / Q熱 (Q Fever) (A78)

コクシエラバーネティーは多形性グラム陰性球桿菌であり、偏性細胞内寄生菌である。大きさはほぼ0.2μm x 0.7μmである。感染宿主細胞内で形成される芽胞様の形態は乾燥と環境の影響に抵抗力があり、水中や食物内で何ヶ月も生存可能である。ヒトへの感染力は非常に強い。

#### 発生

全世界で発生している。。

#### 宿主

病原体は家畜（特にウシ・ヒツジ・ヤギ）・ネコ・イヌ・齧歯類・ヒヒ・野生の鳥類など幅広い種類の動物を宿主とし、ヒトにも感染する。Q熱の風土病感染動物サイクルにはマダニやヒメダニの数多くの種が含まれる。しかしながら、媒介節足動物はヒトへの感染においてそれほど大きな役割を果たさない。

#### 感染様式

ヒトへの感染は主として感染した家畜類の体液や排泄物の塵・飛沫・エアロゾルを吸入することで引き起こされる。汚染した飛沫や塵によって、結膜や皮膚の擦過創から感染することもある。ごくわずかな数の病原体の吸入でも感染するには十分である。大気中に放出されたエアロゾルは数 km 離れた所でも感染を引き起こすことがある。。また、低温殺菌処理をしていない乳製品の摂取によるヒトへの感染も散発的に認められる。高温殺菌をすれば病原体を死滅させることができる。ヒトからヒトの感染例は報告されているが、稀である。

#### 潜伏期

通常18日から21日間である。しかし、大量の病原体を吸入した場合はさらに短くなりうる。

## 臨床症状

悪寒・発熱・発汗・頭痛・食欲減退・不快感・筋肉痛・胸痛などの症状で突然発症する。悪心・嘔吐・下痢を伴うこともある。重症の場合、頸部や背部が高度硬直し失見当識を呈することがあり、また肺炎も生じ得る。致死率は通常1%以下であるが、発生報告の中にはいくらか高いものもある。脱力感や発熱は何ヶ月も持続することがある。長期間にわたる合併症は一般的ではないが、心内膜炎を起こすこともある。無症候感染は日常的に発生しており、血清検査で判明することがある。

## 検査診断

血液や他の臨床検体から病原体を分離し、顕微鏡検査で同定することは診断のためには有効であるが、検査従事者にとっては危険な作業である。血液やパラフィン包埋組織についてはPCR法を用いて特異的かつ比較的迅速に菌を同定可能である。血清学的診断は補体結合反応、間接免疫蛍光抗体法、ELISA法が用いられる。病原体の培養・増殖操作を行わず、顕微鏡検査や血清検査など限られている場合は、バイオセーフティレベル2に基づく取り扱いの実施、装置、施設使用が望ましい。感染したヒトや動物の組織を取り扱ったり、病原体を分離したりする場合は、バイオセーフティレベル3に基づく取り扱いの実施、装置、施設使用が望ましい。

## 医療管理と公衆の衛生対策

患者隔離は必要ではない。患者の検体や汚染した物品は、オートクレーブ（高圧蒸気滅菌）による滅菌処理を施すか、焼却処分にする。次亜塩素酸塩、過酸化水素、70%エタノール、フェノール、第四アンモニウム化合物の水溶液を用いて消毒してもよい。

## 予防と治療

ホルマリン不活性化ワクチンはオーストラリアで製品化されており、研究所職員などハイリスクの人々に使用されている。テトラサイクリン系製剤の中でも特にドキシサイクリン（doxycycline）は早期に投与すれば有効で、症状出現前に投与すれば感染の進行を阻止する可能性がある。

## 参考文献抜粋

Ackland JA, Worswick DA, Marmion BP. Vaccine prophylaxis of Q fever: a followup study of the efficacy of Q-Vax (CSL) 1985-1990. *Medical Journal of Australia*,

1994, 160:704-708.

Dasch GA, E Weiss E. The rickettsiae. In: Collier L, Balows A, Sussman M, eds. *Topley and Wilson's microbiology and microbial infections, Vol. 2*, 9th ed. New York, Oxford University Press, 1998: 853-876.

Dupont HT et al. Epidemiologic features and clinical presentation of acute Q fever in hospitalized patients: 323 French cases. *American Journal of Medicine*, 1992, 93:427-434.

Dupuis G, Petite J, Vouilloz M. An important outbreak of human Q fever in a Swiss alpine valley. *International Journal of Epidemiology*, 1987, 16:282-287.

Fiset P, Woodward TE. Q fever. In: Evans AS, Brachman PS, eds. *Bacterial infections of humans: epidemiology and control*, 3rd ed. New York, NY, Plenum Medical Book Company, 1998:583-595.

Fournier PE, Marrie TJ, Raoult D. Diagnosis of Q fever. *Journal of Clinical Microbiology*, 1998, 36:1823-1834.

Levy PY et al. Comparison of different antibiotic regimens for therapy of 32 cases of Q fever endocarditis. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 1991, 35:533-537.

Marrie TJ, Raoult D. Coxiella. In: Murray PR et al., eds. *Manual of clinical microbiology*, 7th ed. Washington, DC, ASM Press, 1999:815-820.

Maurin M, Raoult D. Q fever. *Clinical Microbiology Reviews*, 1999, 12:518-553.

Peter O et al. Evaluation of the complement fixation and indirect immunofluorescence tests in the early diagnosis of primary Q fever. *European Journal of Clinical Microbiology*, 1985, 4:394-396.

Raoult D. Treatment of Q fever. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy*, 1993, 37:1733-1736.

Raoult D et al. Treatment of Q fever endocarditis: comparison of 2 regimens containing doxycycline and ciprofloxacin or hydroxychloroquine. *Archives of Internal Medicine*, 1999, 159:167-173.

Raoult D et al. Diagnosis of endocarditis in acute Q fever by immunofluorescence serology. *Acta Virologica*, 1988, 32:70-74.

Raoult DH et al. Q fever 1985-1998: clinical and epidemiologic features of 1383 infections. *Medicine*, 2000, 79:109-123.

Scott GH, Williams JC. Susceptibility of *Coxiella burnetii* to chemical disinfectants. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1990, 590:291-296.

## 2.8 発疹チフスリケッチア (*Rickettsia prowazekii*) / 発疹チフス (Epidemic typhus) (A75)

発疹チフスリケッチアは小さな絶対的細胞内寄生性のグラム陰性菌で、大きさはほぼ $0.4\mu\text{m} \times 1.5\mu\text{m}$ である。

### 発生

古代から人間を悩ませてきたチフスの大発生は、第二次大戦後まもなく害虫の増殖防止策とその他の衛生対策が行われるようになり、終息に向かった。疫病の中心はメキシコの一部、中南米、アフリカ中央部及び東部、アジアのさまざまな地域などシラミが蔓延する特定の地域である。この疫病は戦争や飢饉に再発生することがある。

### 宿主

ヒト、ムササビ (アメリカ合衆国のみ)

### 媒介動物

シラミによりヒトからヒトへ感染する。ノミがムササビのチフス感染に関係することがある。

### 感染様式

特に人体に寄生するコロモジラミにより感染する。ヒトでの感染は粘膜や皮膚擦過創面に急性発疹チフスの患者を刺したシラミやノミの糞尿が直接接触することで起こる。おそらく、感染した昆虫の糞尿や体の一部で汚染された塵を吸入することでも感染する。患者がシラミに対して感染力を示すのは発熱期の間とその後2-3日間である。ヒトからヒトへの直接感染は起こらない。

### 潜伏期

潜伏期は通常1-2週間である。

## 臨床症状

発症は様々であるが突発的なことが多く、悪寒・身体の疼痛・発熱・頭痛・脱力感を伴う。発症第1週目に皮膚に斑点状の発疹が出現する。まず上半身から始まり、その後拡大する。さらに重症化し2週目から3週目に峠を迎える。知覚麻痺状態や昏睡状態から譫妄状態陥ることもある。通常発熱期の2週目に突如解熱し回復期に入る。しかし無治療であれば致死率は10%から40%に達し、高齢者ほど致死率が高い。初感染から何年も経過して再発症することがあり、症状の軽いブリル・ジンサー（Brill-Zinsser）病として知られている。

## 検査診断

感染後2週間程度で特異抗体が出現し、免疫蛍光抗体法で診断可能である。急性期の血液を用いた免疫組織検査やPCR法を用いれば、より迅速に診断することができる。顕微鏡検査や血清検査など、病原体の培養を行わない場合はバイオセーフティレベル2に基づく取り扱いの実施・装置・施設使用が望ましい。感染したヒトや動物の組織を扱う場合は、バイオセーフティレベル3に基づく取り扱いの実施・装置・施設使用が望ましい。

## 医療管理と公衆の衛生対策

患者隔離の必要はない。シラミが存在する場合は衣服・寝具・部屋・患者が接触したところに対して殺虫剤を使用することで疾病の拡大を防ぐ。シラミが存在し、曝露の疑いがある人々については殺虫剤を用いてシラミを駆除し、その後15日間の強制隔離を行う。また2週間は発熱の有無を継続的に観察する必要がある。事前に生まれたシラミの卵が孵化した場合、殺虫剤散布を再度行う必要がある。

## 予防と治療

ドキシサイクリンなど抗生物質が予防と治療に有効である。チフスの疑いがある場合は投与すべきである。

## 参考文献抜粋

Duma RJ et al. Epidemic typhus in the United States associated with flying squirrels. *Journal of the American Medical Association*, 1981, 245:2318-2323.  
Eremeeva ME, Dasch GA. Rickettsia and Orientia. In Sussman M, ed. *Molecular medical microbiology*. London, Academic Press, 2001:2175-2216.

- Lutwick LI. Brill-Zinsser disease. *Lancet*, 2001, 357:1198-1200.
- Perine PL et al. A clinico-epidemiological study of epidemic typhus in Africa. *Clinical Infectious Diseases*, 1992, 14:1149-1158.
- Raoult D, Roux V. The body louse as a vector of reemerging human diseases. *Clinical Infectious Diseases*, 1999, 29:888-911.
- Raoult D et al. Survey of three bacterial louse-associated diseases among rural Andean communities in Peru: prevalence of epidemic typhus, trench fever, and relapsing fever. *Clinical Infectious Diseases*, 1999, 29:434-436.
- Raoult D et al. Jail fever (epidemic typhus) outbreak in Burundi. *Emerging Infectious Diseases*, 1997, 3:357-359.
- Tarasevich I, Rydkina E, Raoult D. Outbreak of epidemic typhus in Russia. *Lancet*, 1998, 352:1151.
- Wisseman CL Jr. Concepts of louse-borne typhus control in developing countries: the use of the living attenuated E strain typhus vaccine in epidemic and endemic situations. In: Kohn A, Klingberg MA, eds. *Immunity in viral and rickettsial diseases*. New York, NY, Plenum, 1972:97-130.

### 3. 真菌

#### 3.1 コクシジオイデス・イミティス (*Coccidioides immitis*)、 コクシジオイデス・ポサダシ (*Coccidioides posadasii*) / コ クシジオイデス症 (Coccidioidomycosis) (B38)

二形性の真菌で、土壌中では菌糸体で存在し、哺乳類の組織内では内生胞子を持った球状体となる。成熟した菌糸体の菌糸は成長して分節胞子を作り、分離して空中を飛散するようになる。分節胞子は軽量で樽状の細胞であり、大きさはほぼ $3\mu\text{m} \times 6\mu\text{m}$ である。乾燥状態でも安定である。

#### 発生

乾燥地域あるいは湿度が低い地域、特にアメリカ合衆国南西部・メキシコ北部・中南米の土壌に発生している。風土病地域におけるかなりの割合のウシ・ブタ・ヒツ

ジ・イヌ・ヒトが無症候感染を起こしており、皮膚テストで明らかとなる。

### **宿主**

特に西半球の乾燥地域における土壤中。

### **感染様式**

通常感染は分節胞子を吸入することで引き起こされる。1977年にカリフォルニア州の風土病地域を起源とする砂嵐により、何千km四方にも渡る地域でこの疾病の発生頻度が増加した。ヒトを含む哺乳類は、わずか1個の分節胞子を吸入することでも感染が成立する場合がある。宿主の体内に入ると分節胞子は、文節構造を持つ球体へと形態変化し、大きさは30-60 $\mu\text{m}$ となる。内部には何百という2-3 $\mu\text{m}$ 大の卵形の内生胞子が入っており、それぞれが球状体となる内胞子に成長し、全身性に疾病を拡大する。

### **潜伏期**

通常1-3週間である。

### **臨床症状**

風土病地域では無症候性感染が大部分を占めており、皮膚テストで感染が明らかになることがある。風土病地域の住民で皮膚テストが陽性になる割合は5%から50%以上と幅がある。

臨床症状を起こす場合、初期症状は上気道感染症に類似し、咳嗽・発熱・寝汗、悪寒・胸痛・喀痰・頭痛などを認める。それより頻度は低いが、結節性紅斑や多形性紅斑などの様々な皮膚症状が出現することもあり、さらに関節痛を伴う場合もある。初期症状は無治療で数週間の内に軽快することが多いが、時に回復に時間のかかる患者も存在する。

慢性的に症状が持続する肺コクシジオイデス症の発症が稀ながら存在し、糖尿病患者でより多く認められる。進行性破壊性肺疾患の特徴があり、微熱・倦怠感・湿性咳嗽・呼吸困難・喀血・胸膜炎による胸痛を伴う。呼吸器外への播種は全感染者の約1%に認められ、通常最初の感染症状の後、数週間から数ヶ月で出現する。皮膚・皮下組織・骨・関節・中枢神経系へ浸潤する特徴があり、AIDSや他の細胞性免疫不全患者は特にこうした合併症を起こしやすい。無治療であれば、急性あるいは慢性

の経過をとる播種型の致死率は50%以上で、髄膜炎を伴えば致死率は100%に達する。

疾病が回復すると通常終生免疫が獲得され、無症候感染者のほとんども終生免疫を獲得している。

### 検査診断

球状体と内生胞子は、喀痰サンプル、膿、生検組織をカルコフロール (calcofluor) 染色、パパニコロウ (papanicolaou) 染色、ヘマトキシリン・エオジン (haematoxylin-eosin) 染色、ゴモリ・メセナミン (Gomori methenamine) 染色を用いて観察することができる。脳脊髄液中の病原体が明らかになることは稀である。10%水酸化カリウム水溶液内を喀痰サンプルに滴下して直接顕微鏡で観察することで球状体と内生胞子を同定できる可能性は30%未満である。おそらく、花粉など球状体様の類似物質 (アーチファクト) が診断を困難にしている。菌糸体 (コクシジオイジン) あるいは球状体 (スフェルリン) 由来の成分に対する皮膚過敏性テストは疫学研究には有用であるが、特に疾病が進行している場合、偽陰性結果となることもある。皮膚テスト試薬は現在商品化されていない。

### 医療管理と公衆の衛生対策

伝染性はないため、検疫や患者隔離は必要ない。分節胞子は空中に飛散しやすく、感染力が強いため、臨床検体の扱いや胞子化培養を行う場合は、バイオセーフティレベル3に基づく条件下で行うべきである。汚染した検体や用具はオートクレーブで滅菌するかヨードあるいはグルタールアルデヒド系の消毒薬で処理する。

### 予防と治療

現在のところ、コクシジオイデス症のワクチンはない。コクシジオイデスの遺伝子組み換え抗原に染防御効果があることが実験上明らかとなっており、臨床治験におけるワクチンの候補として開発中である。重症例または慢性症例では、アムホテリシンB (amphotericin B) あるいは経口アゾール抗真菌剤 (ケトコナゾール < ketoconazole >、フルコナゾール < fluconazole >、イトラコナゾール < itraconazole >) の継続投与により中程度の効果がある。コクシジオイデス髄膜炎にはフルコナゾールの終生投与が望ましい。

### 参考文献抜粋

Barnato AE, Sanders GD, Owens DK. Cost-effectiveness of a potential vaccine

- for *Coccidioides immitis*. *Emerging Infectious Diseases*, 2001, 7:797-806.
- Blair JE, Logan JL. Coccidioidomycosis in solid organ transplantation. *Clinical Infectious Diseases*, 2001, 33:1536-1544.
- Cairns L et al. Outbreak of coccidioidomycosis in Washington State residents returning from Mexico. *Clinical Infectious Diseases*, 2000, 30:61-64.
- Desai SA et al. Coccidioidomycosis in non-endemic areas: a case series. *Respiratory Medicine*, 2001, 95:305-309.
- Dixon DM. *Coccidioides immitis* as a Select Agent of bioterrorism. *Journal of Applied Microbiology*, 2001, 91:602-605.
- Fisher MC et al. From the cover: biogeographic range expansion into South America by *Coccidioides immitis* mirrors New World patterns of human migration. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 2001, 98:4558-4562.
- Fisher MC et al. Molecular and phenotypic description of *Coccidioides posadasii* sp nov., previously recognized as the non-California population of *Coccidioides immitis*. *Mycologia*, 2002, 94:73-84.
- Galgiani JN et al. Comparison of oral fluconazole and itraconazole for progressive, nonmeningeal coccidioidomycosis. A randomized, double-blind trial. Mycoses Study Group. *Annals of Internal Medicine*, 2000, 133:676-686.
- Galgiani JN et al. Practice guidelines for the treatment of coccidioidomycosis. *Clinical Infectious Diseases*, 2000, 30:658-661.
- Pappagianis D. Epidemiology of coccidioidomycosis. *Current Topics in Medical Mycology*, 1988, 2:199-238.
- Pappagianis D. Seeking a vaccine against *Coccidioides immitis* and serologic studies: expectations and realities. *Fungal Genetics and Biology*, 2001, 32:1-9.
- Pappagianis D, Zimmer BL. Serology of coccidioidomycosis. *Clinical Microbiology Reviews*, 1990, 3:247-268
- Rosenstein NE et al. Risk factors for severe pulmonary and disseminated coccidioidomycosis: Kern County, California, 1995-1996. *Clinical Infectious Diseases*, 2001, 32:708-715.

## 4. ウイルス

### 4.1 ベネズエラ馬脳炎 (Venezuelan equine encephalitis、VEE)

#### (A92.2)

病原体はトガウイルス科 (family *Togaviridae*) のアルファウイルス属 (genus *Alphavirus*) である。ウイルス粒子の直径はほぼ70nmで、一本鎖RNAが正二十面体のカプシドに包まれ、周囲は表面に糖タンパクが埋め込まれた脂質二重膜で覆われている。I ABサブタイプとI Cサブタイプはウマ類に対して病原性があり、ヒトでの流行発生において主な役割を果たす。他の亜種は通常ウマ類における脳炎の原因にはならず、大発生時には単離されていないが、ヒトに脳炎が認められることがある。

#### 発生

1930年代に南アメリカ北部における流行が初めて記録され、その後中央アメリカに拡大した。1969年にメキシコ、1971年にテキサス、1995年にベネズエラで大規模の流行が認められた。この疾病は南アメリカの中央部と北部の風土病となっている。風土病性のベネズエラ馬脳炎 (VEE) ウイルスはメキシコとフロリダに特有のウイルスである。フロリダのウイルスはエバーグレイズウイルス (Everglades virus) という異種のものである。

#### 宿主

ウイルスは齧歯類-蚊-齧歯類といったサイクルで種を保ち続けている。ヒトの大流行の際は、この病気は媒介動物である蚊と宿主としてのウマ類同士のサイクルに関与して感染する。このため自然発生する場合は、通常家畜ウマの流行が先行する。ヒトにおいても、ヒト-蚊-ヒトサイクルの宿主となるに十分なウイルス血症に進展することもある。流行性と非流行性のウイルス亜種は抗原性の違いで区別できる。

#### 感染様式

ヒトの感染は感染した蚊の刺咬により引き起こされる。流行性のVEEを媒介する主な蚊の種類は、*Psorophora confinnis*・*Aedes sollicitans*・*Aedes taeniorhynchus*

(最近Ochlerotatus taeniorhynchusに改名) とDeinocerites pseudusである。ヒトからヒトやウマからヒトへの直接感染の報告はない。ヒトの空気感染について記載した文献はないが、研究所でのエアロゾル感染はよく知られており、感染性のある病原体をわずか数個吸入するだけで感染の可能性はかなりのものとなる。VEEウイルスは鼻粘膜と上気道の嗅上皮を介して感染することが可能である。そのため、大きすぎて呼吸器深部に侵入できない飛沫についても感染の危険がある。

### 潜伏期

自然感染あるいは空気感染の潜伏期は通常1-6日である。

### 臨床症状

自然発生の場合、臨床症状はインフルエンザ様を呈し、突然の強い頭痛・高熱・悪寒・両下肢や仙腰部の筋痛・眼窩後部痛が出現する。また、羞明・咽頭痛・悪心・嘔吐・下痢も認める。外部徴候として出現するのは結膜と咽頭の充血のみである。感染のほとんどは非常に軽度で、症状は通常3-5日間継続する。1962年から1963年にかけてのベネズエラでの大流行における致死率は、30,000例中約0.6%であった。発熱が再燃する患者も存在する。特に小児では中枢神経系への影響が出現することもあり、症状は傾眠や失見当識から人格変化・痙攣・麻痺・死におよぶ。呼吸器感染の初期症状は咬虫感染様であるが、中枢神経系への影響の出現頻度が咬虫感染よりも明らかに高い。

### 検査診断

通常発症から1から3日間に限定して白血球減少症が認められる。この間に血清または鼻咽頭ぬぐい液からウイルスを採取し、培養細胞または新生児マウスで増殖させる。特異的IgM ELISA法・赤血球凝集抑制反応・免疫蛍光抗体法・補体結合反応などさまざまな血清検査が使用できる。ウイルス株を区別するためにPCR法が用いられる。PCR法には培養前の血清や脳脊髄液を使用する。症状出現後5日から最長2週間で、回復期血清中に中和抗体が初めて出現する。

感染の恐れがある臨床材料の扱いについては、バイオセーフティレベル3に基づく取り扱いの実施・装置・施設使用が望ましい。

### 医療管理と公衆衛生対策

患者の介護者は手袋・帽子・ガウン・手術用マスクを着用すべきである。感染性ウイルスは新鮮血もしくは乾燥した血液・滲出液・脳脊髄液・尿中に存在する。それらはオートクレーブ（高圧蒸気滅菌）による滅菌処理または次亜塩素酸塩やクロラミンなど化学薬品で消毒すべきである。媒介する蚊がいる場合は、健康な者への感染を防止するために、患者を蚊帳で囲んだ部屋もしくは殺虫処理をした部屋に入れ、一般的な蚊の駆除対策を講じる。

### 予防と治療

培養細胞で増殖させた弱毒化生ワクチンであるTC-83はアメリカ合衆国で製造されているが認可されていない。自然感染とエアロゾル感染の両方に中程度の効果が認められているが、効果にはばらつきがあり、接種を受けた者の約5分の1に最低限の中和抗体反応が出現せず、おそらくこうした人たちに対する予防効果はないと考えられる。ロシア連邦で開発された他の2種の弱毒化生ウイルスワクチンである変種15と230はエアロゾル攻撃に対して良好な予防効果があるという報告がある。非活化ワクチンであるC-84はTC-83変種をホルマリンで非活性化して作られ、現在TC-83の効果が無い者やTC-83ワクチン接種後抗体力価が低下した者に対する免疫獲得に使用されている。

### 参考文献抜粋

- Oberste MS et al. Association of Venezuelan equine encephalitis virus subtype IE with two equine epizootics in Mexico. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 1998, 59:100-107.
- Rivas F et al. Epidemic Venezuelan equine encephalitis in La Guajira, Colombia, 1995. *Journal of Infectious Diseases*, 1997, 175:828-832.
- Rodríguez G, Boshell J. Encefalitis equina Venezolana. [Venezuelan equine encephalitis.] *Biomédica* (Bogota), 1995, 15:172-182.
- Tsai TF, Monath TP, Weaver SC. Alphaviruses. In: Richman DD, Whitley RJ, Hayden FG, eds. *Clinical virology*. New York, Churchill Livingstone, 2001:1217-1255.
- Walton TE, Grayson MA. Venezuelan equine encephalomyelitis. In: Monath TP, ed *The arboviruses: epidemiology and ecology, Vol. IV*. Boca Raton, FL, CRC Press, 1988:203-231.
- Weaver SC. 2001. Venezuelan equine encephalitis. In: Service MW, ed. *Encyclopedia of arthropod-transmitted infections of man and domesticated animals*. Wallingford, CABI Publishing, 2001:539-464.

Weaver SC et al. Re-emergence of epidemic Venezuelan equine encephalomyelitis in South America. *Lancet*, 1996, 348:436-440.

## 4.2 天然痘ウイルス (*Variola virus*) / 天然痘 (Smallpox) (B03)

天然痘ウイルスはオルソポックスウイルス属 (genus *Orthopoxvirus*) ポックスウイルス科 (family Poxviridae) チョルドポックスウイルス亜科 (subfamily Chordopoxvirinae) に属する。オルソポックスウイルス属に属するウイルスには他に牛痘ウイルス (*Cowpox virus*) ・ラクダ痘ウイルス (*Camelpox virus*) ・エクトロメリアウイルス (*Ectromelia virus*) ・ワクシニアウイルス (*Vaccinia virus*) ・サル痘ウイルス (*Monkeypox virus*) がある。天然痘の撲滅により、サル痘ウイルスがヒトへのポックスウイルス感染症中で最も深刻と考えられている。最も研究されているポックスウイルスであるワクシニアウイルスは、大きさが370nm x 270nm で約19万塩基対の二重鎖DNA分子を含み、これまで知られている中でも最も大きなウイルスゲノムの一つである。それらのDNAは200種程度の異なる蛋白質をコードしていると推定される。天然痘ウイルスはこれより僅かに小さなゲノムを持ちウイルス粒子の正確な大きさは明らかにされていない。疫学的には、2つの天然痘ウイルス変種があり、感染性の強い大痘瘡 (*variola major*) と感染性がそれほど強くない小痘瘡 (*variola minor*, *alastrim*) と呼ばれている。

### 宿主

ウイルスの宿主として知られているのは、ヒトのみであったことがWHO主導による世界規模の撲滅キャンペーンを容易にした。最後に自然感染が起きたのは1977年のソマリアで、1978年には英国の研究所で感染が発生した。全世界における天然痘の撲滅は1980年の世界保健総会 (World Health Assembly、WHA) で承認された。

究極的なウイルスの撲滅は依然懸案事項であり、天然痘ウイルスの貯蔵と研究については、封入能力が最強であるバイオセーフティレベル4の設備を持つアメリカ合衆国ジョージア州アトランタにあるアメリカ合衆国疾病対策センター (CDC) 内の研究所とロシア連邦ノボシビルスク (Novosibirsk) のコルツォボ (Koltsovo) にあるVECTORに限り許可されている。

## 感染様式

最も多い感染様式はヒトからヒトで、感染患者の唾液や鼻汁の飛沫が口腔咽頭内に入ることで感染が拡大する。主に感染性の唾液が、感受性の高い人の口腔咽頭・鼻腔・呼吸器粘膜に直接侵入することで感染が引き起こされる。感染した唾液や鼻汁で汚染された指や物にでも、ウイルスは鼻腔や口腔咽頭に運ばれる。汚染した寝具・衣服・他の媒介物も感染の危険がある。

## 潜伏期

初期の臨床症状は、曝露後7日から19日の間に出現し、一般的には10-14日目が多く、その後、2から5日で発疹が出現する。

## 臨床症状

突然発症し、前駆症状として発熱・気分不快感・頭痛・極度の疲労感・強い背部痛を伴うインフルエンザ様症状を2から4日間呈する。頻度は少ないが腹痛と嘔吐が出現することもある。解熱すると、まず口腔粘膜・顔面・手や前腕部に斑状丘疹が出現し、数日後に躯幹へ拡大する。このような遠心性に分布する病変は、診断上重要な特徴である。病変は斑状から丘状、さらに膿疱状の小水疱へ進行し、どの病変部もほぼ同時にこの経過を辿る。発症後8日から14日後に膿疱は痂皮を形成し、治癒過程でこの痂皮は3-4週間後に脱落し、その後には色素脱失性の凹んだ癍痕を残す。大痘瘡も小痘瘡も類似した病変であるが、小痘瘡の症状は軽く、大痘瘡の致死率が20-40%であるのに対して、1%以下である。

天然痘は、ヘルペスウイルスの一種である帯状疱疹ウイルス (*varicellazoster virus*、ヒト (アルファ) ヘルペスウイルス3、human (alpha) herpesvirus3) によって引き起こされる水痘症と区別がつきにくいことがある。水痘症は全世界的な感染症で、特に小児に多く、滅多に死ぬことはない。天然痘よりもかなり表層性の皮膚病変で、顔面や四肢よりも躯幹に多く、同部位の病変群が連続性に進展することで区別される。

天然痘には稀に出血型と悪性型がある。前者はワクチン接種の有無に関わらず致命的であり、発疹は粘膜や皮膚の出血を伴う。悪性型天然痘は、膿疱に進展せず平坦軟の状態を維持する病変が特徴である。ワクチンを接種していない患者については例外なく致命的であり、接種済みであってもしばしば死に至る。

## 検査診断

確定診断のためには、免疫蛍光抗体法による顕微鏡検査またはウイルスのネガティブ染色による電子顕微鏡検査で観察する。大痘瘡を他のポックスウイルスと鑑別診断するには、臨床サンプルから採取したウイルスDNAを用いたPCR法による増幅物のシーケンス解析（塩基配列解析）を行う。ウイルスを含むサンプルがなければ、ウイルス中和法・赤血球凝集抑制反応・ウエスタンブロット法・ELISA法・補体結合反応など様々な試験により、血清中の抗天然痘抗体を検出することができる。痂皮・小水疱および膿疱液や他のサンプル採取は、必ずワクチン接種者が担当すべきである。天然痘の再発生が起こらないように感染物の実験室操作は、最強の封入施設であるバイオセーフティレベル4に基づく取り扱いが実施可能な施設で行われなければならない。アメリカ合衆国とロシア連邦に存在するWHOが指定する2研究所でのみに許可されている。

## 医療管理と公衆衛生対策

流行の拡大防止に重点を置かなければならない。潜伏期の患者には感染性はないが発疹の出現から痂皮が脱落するまでは、約3週間感染性を持ち続けることに留意する必要がある。発疹の最初の1週間が最も感染性が強く、口腔や咽頭内の病変から大量のウイルスが唾液や鼻汁に放出される。痂皮が形成されると、次第に感染性は減弱していく。天然痘に対する免疫は、天然痘ワクチン接種後急速に獲得されるため、曝露後約4日以内すなわち発疹の出現前にワクチンを接種すれば、発症の防止や、症状を軽減することができる。

天然痘の診断を受けた患者は物理的に隔離し、密接な接触のあった人、あるいは接触する可能性のある全ての人に対してワクチン接種を行うべきである。天然痘発生時には病院が流行拡大現場となっていることが判明していることから、必要不可欠な最低限の接触に厳格に制限した上で、患者は自宅もしくは専用施設で隔離するのが望ましい。自宅で隔離することはまた、天然痘の大発生時に天然痘と誤診された人々に対する感染の危険性を軽減することもできる。隔離前に発疹が出現した患者には最近の接触者を可能な限り全て想起してもらい、該当者に対してワクチン接種をするか、少なくとも2週間は毎日発熱の有無を観察し、発熱すれば隔離すべきである。サンプル採取者・看護人・介護者・家族・その他患者と密接に接触した人は全て、天然痘の診断後できるだけ早期にワクチン接種を受けねばならない。また、患者と何らかの接触が疑われ、かつ以前にワクチン接種を受けていないのであれば、毎日発熱の有無を観察し、発熱が見られればワクチン接種を行うべきである。天然痘の大発生時には、周辺住民に対しては、混雑した場所を避け、

いかなる発熱についても報告し、頻繁の手洗いなどの衛生・予防対策を行うように勧告する必要がある。

医療介護者・付添い者・死体に関わる仕事をする職員は、ワクチン接種を受けていても手袋・帽子・ガウン・手術用マスクを着用すべきである。汚染した器具・排出物・体液・その他の物品は薬品あるいは熱で浄化するか焼却する。汚染した衣服や寝具は焼却しないのであればオートクレーブ（高圧蒸気滅菌）による滅菌処理または次亜塩素酸塩漂白剤を含む熱湯で洗浄する。遺体は可及的速やかに火葬し、接触者は全員ワクチン接種を受け、発熱の有無を毎日観察すべきである。いかなる天然痘疑診例であれ、常に国際的公衆衛生の緊急事例であると見なし、国の保健機関とWHOへ直ちに報告すべきである。

### 予防と治療

現存するほとんどの貯蔵ワクチンとWHOの撲滅キャンペーンで使用されたワクチンはワクシニアウイルス感染動物の皮膚（主にウシかヒツジ）から剥切された軟塊で作られており、細菌は死滅するが、ワクシニアウイルスは非活性化しない程度のフェノール溶液が加えてある。次に、凍結乾燥加工し、アンプルに密閉し、後日滅菌緩衝液で溶解し、ジェット式注射器で皮内接種するか二又針で多孔接種を行う。さらに最近のワクチンは、ワクシニアウイルスに感染したヒトの培養細胞あるいはサル腎臓（ペロ）培養細胞から製造されている。

通常ワクチンは、少なくとも10年間の予防効果があり、症状が出現したとしても軽症で済むかあるいはワクチン接種をしない人に比べて致死率が低くなる。

妊婦・HIV感染による免疫不全あるいは免疫抑制状態の者・ワクチンによる湿疹の既往がある者は、ワクチン接種は禁忌である。ただし、流行拡大の恐れがある場合はそのような者に対してもワクチン接種を行うことが望ましく、可能であればワクシニアウイルスに感染したヒツジまたは子牛から得られたワクシニア免疫グロブリンを筋肉内注射することで副作用軽減を試みる。培養細胞より得られたワクシニアウイルスを基礎としたワクチンは数年以内に完成する見込みであり、曝露や感染を受けた個人の受動免疫に対する天然痘のモノクローナル抗体を開発する動きもある。

非常用天然痘ワクチンは、ジュネーブのWHOにより60万人用が維持・管理されており、定期的に有効性の試験が行われている。各国が保管する一般市民向け天然痘ワクチンについても、撲滅キャンペーンの時代から保管しているものか、最近作られ

たものであるのかなどに関する調査をWHO主導で行っている。WHOは、軍事目的で保管されている可能性のある追加分についての情報はない。加盟国の要請を受け、WHOは世界規模の備蓄の一部として現存の非常用天然痘ワクチンの保管量を増やしつつある。非常用ワクチンは臨床的・疫学的に確認された天然痘の大発生に対して、あるいは該当国のワクチン供給量が不十分な場合にのみ使用されることとなる。

天然痘感染に対して、数々の抗ウイルス薬が化学療法薬として研究開発中である。中でも、シドフォビル (cidofovir) は広範な効果スペクトラムを持つウイルスのDNAポリメラーゼ阻害剤であり、マウスの牛痘、カニクイザルのサル痘を予防し、*in vitro*(生体外)においてウイルスの複製を阻害することが明らかとなっている。

### 参考文献抜粋

Breman JG, Henderson DA. Diagnosis and management of smallpox. *New England Journal of Medicine*, 2002, 346:1300-1308.

Esposito JJ, Fenner F. Poxviruses. In: Knipe DN et al., eds. *Field's virology*, 4th ed. Philadelphia, PA, Lippincott Williams & Wilkins, 2001:2885-2921.

Fenner F, Wittek R, Dumbell KR. *The orthopoxviruses*. San Diego, CA, Academic Press, 1989.

Fenner F et al. *Smallpox: its eradication*. Geneva, World Health Organization, 1988.

Henderson DA et al. Smallpox as a biological weapon: medical and public health management. *Journal of the American Medical Association*, 1999, 281:2127-2137.

Herrlich A, Mayr A. *Die Pocken: Erreger, Epidemiologie und klinisches Bild*. [Smallpox: etiology, epidemiology and clinical presentation.] Stuttgart, Georg Thieme Verlag, 1967.

Mack T. A different view of smallpox and vaccination. *New England Journal of Medicine*, 2003, 348:460-463.

Moss B. Poxviridae: the viruses and their replication. In: Knipe DN et al., eds. *Field's virology*, 4th ed. Philadelphia, PA, Lippincott Williams & Wilkins, 2001:2849-2883.

Internet: <http://www.cdc.gov.smallpox>

### 一般参考文献 (ウェブサイトを含む)

Acha PN, Szyfres B, eds. *Zoonoses and communicable diseases common to man and animals*, 2nd ed. Washington, DC, Pan American Health Organization/World Health Organization, 1980.

Centers for Disease Control and Prevention. Biological and chemical terrorism:

strategic plan for preparedness and response. Recommendations of the CDC strategic planning workgroup. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 2000, 49:No. RR-4:1-14.

CDC Public Health Emergency Preparedness and Response

<http://www.bt.cdc.gov/HealthProfessionals/index.asp>

Chin J, ed. *Control of communicable diseases manual*, 17th ed. Washington, DC, American Public Health Association, 2000.

Collier L et al, eds. *Topley and Wilson's microbiology and microbial infections*, 9th ed. London, Arnold, 1998.

Collins CH. *Laboratory acquired infections*, 2nd ed. London, Butterworths, 1988.

Garner JS. Guidelines for isolation precautions in hospitals. *Infection Control and Hospital Epidemiology*, 1996, 17:51-80.

Hoepfich PD, Jordan MC, Ronald AR, eds. *Infectious diseases*, 5th ed. Philadelphia, PA, Lippincott, 1994.

Khan AS, Morse S, Lillibridge S. Public health preparedness for biological terrorism in the USA. *Lancet*, 2000, 356:1179-1182.

Murray PM et al., eds. *Manual of clinical microbiology*, 7th ed. Washington, DC, American Society for Microbiology, 1999.

Richmond JY, McKinney RW. *Biosafety in microbiological and biochemical laboratories*, 4th ed. Washington, DC, US Department of Health and Human Services, 1999 (GPO 017-040-00547-4).

Sidell FR, Takafuji ET, Franz DR, eds. *Medical aspects of chemical and biological warfare*. Washington, DC, Walter Reed Army Medical Center, Office of the Surgeon General, 1997.

*WHO recommended strategies for the prevention and control of communicable diseases*. Geneva, World Health Organization, 2001 (document WHO/CDS/CPE/SMT/2001.13).

## 付属文書4 防護の原則

### 1. はじめに

生物・化学剤による汚染から個人を物理的に防護するために活用できる技術や戦略には様々なものがある。実際に生物・化学剤の脅威に対する方法を考慮した場合、最初に想起されるのは、個人の防護である。しかしながら、防護は相当の代償を払ってのみ達成されるものである。下記の章末付録A4.1で議論されているように、防護服による防護には、防護装備それ自体がもたらす問題も存在するため、防護効果単独で検討するのは誤りである。まずできるだけ安全で、防護の必要のない戦略を立てた上で、不可欠な危機管理対策として防護も忘れてはならない。

この付属文書では、危機管理過程における物理的防護の役割について述べ、かつ様々な危険性軽減手段の利点と欠点に焦点を当てている。さらにこれまでに紹介されてきた原則の適用を示した実践的な例を挙げ、結びとしている。

### 2. 危険性の軽減手段

ある脅威の危険度は、その脅威への曝露の可能性とその曝露によって引き起こされる被害程度と相関関係にある。被害の可能性や被害の重症度軽減あるいは回避を模索する中で、危機管理過程の一部として危険性軽減策が適用される。生物・化学剤に対処するために以下の危険性軽減手段が導入され得る。

1. 行政管理
2. 技術的管理
3. 物理的防護

このような対策は、システム上必要不可欠なものとして理解しなければならない。また、危機管理戦略は、決して一つの方法のみに限定されてはならない。また、この戦略はその脅威自体にできるだけ近いところで効果を発揮することが望ましい。生物・化学剤の意図的放出による惨事を防止するための最善策は、こうした生物・化学剤の使用を不可能にするか、少なくとも使用の可能性を減少させることである。これに失敗した場合、

次善の策は、人的被害を最小限に食い止め、人間の持つ資産の損失を減少させることである。それぞれの方法は長所と短所をともに持ち合わせている。

## 2.1 管理統制・行政管理

生物・化学剤への対策としての行政管理には警報システムなど危険性伝達や汚染された可能性のある地域からの避難措置およびその封鎖が含まれる。これは危険因子を避けることにより、単純に曝露の可能性を減少させるものである。危険因子自体に対しての作用を及ぼすことはなく、いかなる物理的防護も導入されない。この種の行政管理は通常比較的容易に実施可能であり、他の危機管理手段よりも費用がかからない。人々を危険から遠ざけることにより危険に遭遇する可能性そのものが減少するため、他の手段による危険性の軽減策はそれほど重要ではない。しかしながら、人々が行政を含む管理者の指示に従わず、家から離れるなどの選択をすることも考えられる。脅威を受けた地域の封鎖計画には、その時点で他では使用できない方策を必要とする。また、制限区域もしくは建物は一定期間使用できないものの、調査員など一定の人員はこの地域に立ち入る必要がある。このことは、この種の行政管理があくまで補助的なものにすぎず、他の危機管理手段の必要性を否定するものではないことを意味している。

## 2.2 技術的管理

技術的管理とは、気流の制御や、フィルターおよび様々な形態による危険因子の封じ込め等の技術応用に関わるものである。封鎖は通常、危険因子の拡散を防止し制限するために行われる。行政管理とは異なり技術的管理は人間による意思決定とは独立して機能する。これらの手段を一切顧慮しないことも当然可能であるが、通常は慎重に、技術的な制約もあることから特定地域に限定して実行される。技術的管理を導入すれば個人に対して防護装備の使用を強制することなしに有害物質への接触を防止できることから、優先的な手段となる。危険物質が梱包されていることが疑わしい郵便物を取り扱うためのバイオセーフティレベル<sup>(訳者注)</sup>の高い保管庫使用などが技術的管理の一例として挙げられる。こうした例については以下で詳細に説明する。空気フィルターシステムを設備した建物も技術的管理手段の中に含まれる。

(訳者注) 付属文書3の2.1末の訳者注2参照

## 2.3 物理的防護

物理的防護が応用されるのは、技術的管理により危険因子が封じ込められていない場合や、行政管理により人々が危険因子から隔離されていない場合である。以下の章末付録A4.1で説明しているように、防護はそれ自体による危険も引き起こし得るため、危機管理手段の中で最も望ましくない方法である。防護は本来補助的手段であるが、時として唯一の実際的方法となることもある。物理的防護に頼る必要がある際は、汚染物質への曝露人数および曝露濃度を可能な限り低く抑えることを目標とする。また選択される防護レベルは危険因子の程度と種類に応じたものでなければならない。常に完全に防護すべきであるとは限らない。例えば、皮膚に障害を与えず、また吸収されない揮発性物質に対する防護としては、ガスマスクだけで十分であろう。防護は以下の2つによって達成される。

1. 個人の防護
2. 集団的防護

個人の防護には、個人が着用するあらゆる種類の装備が含まれ、これらは生物・化学兵器の吸入や皮膚への曝露の可能性を軽減させるものである（例：ガスマスクや防護服）。集団的防護は実際には技術的管理の特殊形であり、危険因子を封じ込めることなくある集団に対する曝露の危険性を軽減しようとするものである。例えば、フィルター換気された建物や指令センター、シェルターや車両が使用される。通常個人の防護に関連して惹起される問題を回避できることから、可能であれば常に集団的防護の方が個人の防護よりも好ましい。

## 3. 個人の防護

通常個人の防護を必要とする際には、危機管理原則に照らした上で、適切な装備が選択されなければならない。個人と危険物質の間に防護壁を築くことにより、接触を低減することが一時的には可能である。しかし全ての化学剤、そして一部の生物剤も防護壁を通過あるいは透過することが早晚可能であることを念頭におかななければならない。防護素材の種類により、防護時間は数秒から数日の幅があるものの、いずれにせよ、装着者をどんな物質からでも完璧に防護するといった装備はありえない。それに加えて、防護因子<sup>(注1)</sup>は、防護システム全体で達成できる密封性と気密性に依存するところが大きく、例えば密着していないガスマスク

の防護因子は低いことになる。産業従事者の健康や安全においては、二つの防護因子、すなわち純粹に物質に関連した理論的防護因子と、現場で得られた実践的あるいは実際に適用された防護因子が用いられる。後者の防護因子は、防護装備の適合性、密封性などの個人的因子に依存する。いかなる防護装備であれ、実際に達成される防護度は理論値よりかなり低いのが普通である。個人の防護装備は、薬品の種類や濃度、密閉空間での酸素欠乏状態などのその他の予想される危険性、および着用して実行しなければならない活動などの観点から選択しなければならない。個人防護は主に呼吸器系防護と皮膚防護の二つからなり、脅威となる物質の性質により、それらは単独で実施あるいは併用される。

(注1) 個人の防護装備外の物質の濃度 ÷ 内部の濃度

### 3.1 呼吸器系防護

ほとんどの生物・化学剤は、呼吸器系を通じて体内に侵入する能力があり、また全てではないものの正常な皮膚に浸透できるものもある。従って呼吸器系の方が皮膚よりも生物・化学剤攻撃に対して脆弱であるといえる。それゆえに、危機管理の観点からは呼吸器系の防護が優先される。呼吸系防護装備には二種類が存在する。

1. 空気清浄装置 (軍隊用のガスマスクなど)
2. 空気供給装置 (自給式呼吸器 < self-contained breathing apparatus、SCBA > など)

#### 3.1.1 空気清浄装置

フィルター付きマスクなどの空気清浄装置により、吸気からガス・蒸気・エアロゾルが除去される。こうした装置は酸素欠乏に対する防護にはならず、その防護能力はフィルターの性能<sup>(注2)</sup>と様々な汚染物質に対する選択性<sup>(注3)</sup>に依存する。生物兵器に対しては、いかなるエアロゾルフィルターを用いたとしても、常に十分にではないものの物理的に汚染物質を物理的に捕捉すると考えられる。しかし化学剤に対しては、物質固有の吸着剤を含んだフィルターでなければならない場合もある<sup>(注4)</sup>。すなわち、軍事仕様で製造されたキャニスター<sup>(注5)</sup>であれば、吸気から既知の生物・化学剤を除去するが、産業用のキャニスターでは、どんな化学剤でも除去するとはいかない可能性もある。最新のキャニスターでは、

エアロゾルフィルターを活性炭フィルターと一体化することで塵・噴霧と同時に蒸気・ガスなども取り除く。フィルター付きのガスマスクに関しては、以下に示す2つの主要な問題が生じる可能性がある。

1. フィルター性能が汚染物質の種類と量に対して適切ではない可能性がある。
2. 顔面部分の密封性が不十分である可能性がある。

生物・化学剤の大部分に対して適合性があるとされている軍事仕様のキャニスターを使用したとしても、選択性の問題は克服されない可能性がある。最も優れたキャニスターをもってしても、ガスや蒸気が著しく高濃度であれば性能が追いつかないこともあり、また無害の塵ですらあまりに多量な場合には機械的な目詰まりを起し、呼吸抵抗が増大して呼吸不能となる事態が起こり得る。さらに深刻な問題であるのは、ガスマスクが装着者顔面に対して密封効果を発揮しているかということである。最も優れたフィルターを使用したにせよ、顔面の密着が不十分であれば、汚染空気がキャニスターを介さずに侵入するため、防護できない。産業従事者の健康や安全においては、実質的なキャニスターの防護因子は、理論上の防護因子を試験値ですら大きく下回っていることがしばしばである。ガスマスクの種類（マウスピース・、ハーフマスク・フルフェイスマスク・フード）のみならず、装着者の熟練度・顔面の体毛・その他の実際上の因子によっても防護レベルがかなり低下する可能性がある。また、装着者が十分に訓練されていて、顔に毛髪がなく、ガスマスクの大きさが適合している場合でも、頻回に呼吸すると吸気時にマスクの内側が低圧となり、防護レベルが低下することがある。パワーアシスト式ガスマスクを使用すれば、電動ファン（噴出装置）によりマスク内に軽微な高圧状態を作り出すため、この問題を部分的に解決することができる。パワーアシスト式ガスマスクはフード様に設計することも可能で、装着者の頭部が完全に覆われるため、顔面の厳重な密封の必要はない。したがって、「フリーサイズ (one size fits all)」を作成可能である。しかし、このマスクでも、極端な深吸気時には低圧となってしまうため、フィルター効果を下げない限りキャニスターを通過する空気量は増やすことができない。さらに、バッテリーやメンテナンスなどに関する兵站学的問題や、相対的に費用がかさむことも絡んで、パワーアシスト式ガスマスクは汚染の可能性がある患者を治療する医療関係者等の特定集団が使用の方がより適切である。また、デザインによってはファンからの騒音のために装着中の会話が難しくなり、装着者に一層の負荷をかけてしまう可能性がある。

(注2) フィルターをすり抜けずに捕捉できる汚染物質の量。

(注3) ひとつあるいはそれ以上の異なる化学剤に対するフィルターの防護能力。

(注4) シアン化水素、ペルフルオロイソブタン (PFIB) 等の特定の毒性を持った化学剤に対する吸収の問題がよく知られている。

(注5) マスクや呼吸系装置に取り付けられているフィルター用のカートリッジ。

### 3.1.2 空気供給装置

その名が示すごとく、空気供給装置とは周辺の大気の状態に左右されることなく、汚染されていない空気を装着者に供給することができるものを指す。その方法には、固定式システム（例：壁に接続された空気管）や、あるいはSCBA（自給式呼吸器）やリブリーザー（Rebreather<sup>(注6)</sup>）などの持ち運び可能なシステムが存在する。両者ともに呼吸抵抗が少なく防護因子が非常に高いという点では優れているが、ある一定の限界もある。マスクの顔面装着部内側の加圧とタンク内の密閉された清浄空気を吸入することにより、より高い防御効果が得られている。いわゆるポジティブ・デマンド・デバイスにおいては、顔面装着部内側の気圧は常に外気圧より高く保たれている。固定システムでは、一定の空気が流れるフードやヘルメットが使用される場合もあり、マスクを装着することができない人でも使用できる。また、このシステムでは清潔な空気をほぼ無限に供給することが可能であるが、装着者の可動範囲は空気管の長さにより制限される。例えば不安定な構造物の上にいる場合や消火作業の際には、空気管は全く使用することができない。その場合にはSCBAの方が役立つが、空気の供給時間は制限される。リブリーザーを使用すれば、その型にもよるものの空気供給時間を最大4倍程度にまで延長させることができ、問題解決の一助となるが、完全な解決に至るわけではない。炭素繊維などの最新素材であっても、空気供給システムは重たいため、装着者にとってはかなりの肉体的負担となる。

防護効果を最大にするためには、空気供給システムの装着者が高度に熟達している必要がある。実際のところ、装置の機能が完全なものであっても非熟練者が不適切に使用すれば、死に至ることすらあり得る。多くの国々において、空気供給装置の使用者に対する専門的訓練と認可が法律により義務付けられている。空気供給機器は必ず、定期的に整備・点検しなければならない。以上から明らかなように、適切な防護のためには、正しい装置の選択・適切な整備・包括的な訓練の全てが必要不可欠である。呼吸器系の防護を成功させるためには、使用者の指針となり、関連している多くの因子に注意を促す呼吸器系防護計画の公的明文化の必要性があることを多くの組織が認識するようになった。

(注6) 呼気の二酸化炭素を除去し、酸素濃度を高めて再循環させるシステム

## 3.2 皮膚の防護

生物・化学剤に対してまず最初に障害を受けやすい部位は呼吸器系であるが、時として皮膚に対する防護も必要となる。脅威の性質と必要とされる活動に応じて、つなぎ服・ポンチョ・長靴・手袋あるいは体幹部全体・頭部・手足の全てが防護可能な完全防護服など様々な防護装備が準備されている。デザインおよび素材によって、単回あるいは複数回の使用が可能である。防護因子は以下の点に依存した身体防護により得られる。

1. 生物・化学剤に対する素材の浸透性
2. 防護材の「気密性」

既述のごとく、全ての汚染源を絶対に浸透しない素材はない。皮膚防護の有効性は、ある化学薬品に対する特異的抵抗性・摩耗・微小の隙間や傷などにより低下してしまう。「浸透不可能」な素材ですら無制限の防護はできない。汎用されている素材のうち幾つかは、ある種の化学剤に対しては防護することができない。例えば硫黄マスタードは天然ゴムをものの数分で透過してしまう。一方生物剤に関しては、ほとんど素材を問うこと無く、いずれのものでも十分な防護が可能である。最新の軍事装備のほとんどは生物・化学剤の両者に対して防護可能な設計となっている。また、防護服に通気性素材を用いることで、装着者の熱負荷を軽減し、より長時間の使用に耐えるものにできる。こうした通気性素材は、本質的には布状の木炭フィルターであり、空気を浄化する呼吸装置様の働きがあり、周囲の空気のある程度浄化し、限定的な通気を可能にしている。しかし、以下に説明する「ふいご効果 (bellows effect)」と呼ばれる望ましくない通気と混同してはならない。

いわゆる「ふいご効果」とは、装着者の動作によりフード・袖・ジャケットの開口部から空気が汲み出される効果である。これにより冷却効果と通気効果が得られるため、装着者にとっては喜ばしいことではあるが、同時に防護因子は大幅に低下してしまう。マスクの顔面装着部・袖・脚の開口部周囲を比較的しっかりと密封したり、継ぎ目のないつなぎ服にデザインすることで、「ふいご効果」を減少させることはできるが、完全になくすことはできない。このため、非常に高濃度の生物・化学剤に対しては密閉・加圧された防護服を使用する必要がある。さらに、個々の防護装備の選択にあたっては、マスクと防護服は通常一対のものとして設計されていることを念頭に置かなければならない。別のマスクを使用したり、一対のものを違う方法で装着すると防護因子は有意に低下する。全ての個人用防護装備と同様に、防護服はサイズがぴったりと合う熟練者が着用するべきである。以下の章末付録A4.1で採り上げるように、

これらのことは防護服着用による身体的負荷が想定される温暖あるいは高温環境下では特に重要である。

### 3.3 特殊な事例

標準的な個人用防護装備をまったく装着できない集団もある。通常、小児（7歳以下）や呼吸機能不全がある人は、空気清浄装置の呼吸抵抗を克服することができない。頭部や顔面の負傷者も、マスク着用が不可能である可能性があり、また数パーセントの人々は、顔の寸法や構造が合わず、マスクが正しく装着できない<sup>(注7)</sup>。こうした場合には、パワーアシスト式のガスマスクを装備した負傷者用バッグ、小児用のフィルタージャケット、加圧フード付きベビーカーなどの特別な装備が必要となる。個人用防護装備の装着自体に関連する心理的問題により、特に小児などでは、適切に使用できない場合もある。

（注7）ガスマスクは関連国における成人人口の95%に適合するように、通常は設計されている。

## 4. 集団的防護

集団的防護により、集団への清浄空気の供給が可能となり、また個人用防護装備についての問題点に悩まされることなく生物・化学剤の皮膚接触を防ぐことができるようになる。集団的防護では使用者の身体的あるいは心理的状态に影響を受けることは決してない。また個人用防護装備と比較して、集団的防護では熟練度は大きな問題とはならない。このことから、集団的防護は技術的管理の特殊型と考えられ、状況が許す場合には個別防護より優先すべき手段となる。集団的防護は以下方法により可能である。

1. 特に生物・化学兵器に対する防護を目的として設計されていないシェルターや車両
2. 特別に設計された設備

一般的に、いかなる建物や車両も、気密化し、汚染物質の侵入を防ぐことで生物・化学兵器に対してある程度の防護が可能である。これは、窓・ドア・換気口等全ての開口部に化学抵抗性のシートや粘着テープを貼り付けることにより可能である。残念ながら、気密化だけでは生物・化学

剤は侵入できなくなるだけでなく、呼吸に必要な酸素も入ることができず、二酸化炭素をに閉じ込めてしまう。しかし当座の解決法により少なくともある程度の一時的防護が可能ではある。生物・化学兵器の脅威を阻止するために通常の建物やシェルターを一時的に利用する際の防護因子は、以下の2つの因子によって規定される。

1. 密閉作業による気密性と薬剤への抵抗性
2. 一人当たりの空気量

すでに述べたように、完璧な気密状態を達成することは、不可能ではないにせよ極めて困難であり、早晚汚染物質は侵入してくるであろう。一定時間が経過した後、シェルター外部の汚染物質濃度が自然に安全なレベルまで低下しても、シェルター内部の人々が低濃度の汚染物質に曝露され続けるという奇妙な状況が出現する場合もある。こうして同じ汚染物質により、シェルター外部では短時間の高レベル曝露が、内部では長時間にわたる低レベル曝露引き起こされる<sup>(注8)</sup>。こうした場合には、シェルター内部の人々が安全な密閉解除時期を知ることが重要である。このため、厳重に密閉されたシェルターでは、シェルター内外両方の汚染物質を監視することが必要となる。密封材が不適切（生物・化学剤に抵抗性のないもの）であったり気密性が不十分であったりすると、シェルター内部での曝露レベルが外部での曝露レベルよりも実際に高くなる可能性がある。

緊急使用の為の気密シェルターのもう一つの問題は、内部での二酸化炭素の蓄積と利用可能な酸素の逼迫である。安静状態あるいは最大でも時折軽作業をする程度と仮定しても、気密シェルターでは人員1人1時間あたり最低10m<sup>3</sup>の空気量を確保しなければならない。二酸化炭素を吸収させるために生石灰を含むトレーを床に敷くと、シェルター滞在可能時間を若干延長できるが、当然これは酸素をさらに供給するものではない。

特別設計の設備やシェルターには通常気密性の密封材が使用されており、場合によっては清浄空気で加圧されている。空気浄化システムの性能が部屋容積と計画上の収容能力に見合ったものでなければならず、密封材を不要とするために若干の加圧状態を維持することが望ましい。システム全体の定期検査と維持管理が必要である。最近の建物にはエアコンが設置されていることが多く、エアコンの性能にもよるが、高性能粒子捕捉（HEPA）フィルターや活性炭フィルターを設置することで、加圧シェルターに転用できる可能性がある。ビル環境防護に関する優れた手引きを参考にすることができる<sup>(注9)</sup>。

個人の防護よりも集団的防護が望ましいとする要素は多いが、以下のようない点もある。

1. コスト
2. 必要時の入手可能性
3. 移動性の制限

生物・化学剤から十分に防護できるシェルターを、全てあるいはほとんどの人口に対して提供することができるのは、全世界でも2、3カ国のみである。スウェーデンとスイスがその例として挙げられる。これに要する費用の算定は、建設費と維持管理費のみではなく、本来他の目的のための部屋をシェルターとして使用することによる損失も加味される。このことから、スウェーデンでは平和時には他の目的で使用できるようにシェルターは建設されなければならない、こうした施設が学校の音楽室や保育園の遊戯室として使用される例もある。シェルターには警報発令後、人々が適切な時間内に到着可能でなければならない。人々がシェルター外で汚染源と接触した場合、汚染物質を侵入させることなく、人々をシェルターに入室させる手順は非常に複雑で、時間と資源が必要である。例えば、気密室・汚染除去施設・入室用の着替えなどが必要である。また、シェルターが必要な施設を備えていない限り、人員はシェルター外部での仕事を行うために自由に出入りできないことも明白である。従って防護シェルターは通常外部での仕事を持たない人にもみ適している。集合的防護のもうひとつの形態として、生物・化学兵器に対して防護された車両がある。こうした車両には、独自にフィルター付換気システムが装備されている。しかしこのような車両を使用する者は、車両内部に汚染を広げないために、乗降について長時間の訓練が必要である。

(注8) 蒸気とエアロゾルの量は、単位時間・単位容積あたりの物質量、つまり  $\text{mg} \cdot \text{min} / \text{m}^3$  となる。物質の毒性に依存して、1分間の  $100 \text{mg} / \text{m}^3$  と100分間の  $1 \text{mg} / \text{m}^3$  とが同じとなる

(注9) *Guidance for protecting building environments from airborne chemical, biological, or radiological attacks*; アメリカ合衆国厚生省疾病管理・予防センター出版を参照。

ホームページ:

<http://www.cdc.gov/niosh/bldvent/2002-139E.html>

## 5. 危機管理原則の応用事例：汚染の可能性がある郵便物の問題

2001年にアメリカ合衆国で発生した「炭疽菌手紙」事件<sup>(注10)</sup>後、世界中の多くの組織や企業が、構内でこうした事件が発生する危険性が対策を講ずるに値する重要事項であると判断した。比較的小さな組織にふさわ

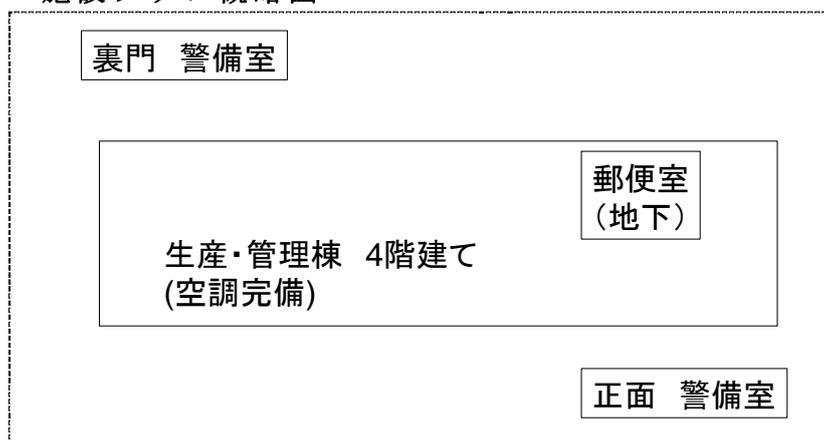
しい対策の一つをここで説明する。これは危機管理手段における防御の役割の実例を示すが、これがすべての組織や環境に当てはまると考えてはならない。

従業員数約500名の工業安全設備を製造しているある会社が、危険性を徹底的に評価検討した結果、自社が炭疽菌のデマや攻撃の標的となる可能性があるとの結論に達した。デマや虚偽の警告であっても、危険が全くないという報告がなされるまで生産は少なくとも2日間の停止を余儀なくされ、心理的要因により従業員の生産性が長期間低下することが判明した。同社には毎日約150通の手紙や小包に加えて個人宛の手紙が数多く郵送されている。こうした郵便物は、通常郵便仕分室で郵便係が開封し、登録・配達していた。

職員に対する曝露の危険性と、容認できる程度にまで会社資産の損失を低減させるために、同社では管理面および技術的手段を含む対応システムを導入し、個人に対する防護装備を限定的に使用することとした。

「炭疽菌手紙」事件以前、郵便物が配送されると正面の警備室で大まかに目を通され、郵便仕分室の郵便係が開封し、社内のしかるべき部署に配達していた。この方法では、「炭疽菌手紙」を開封する郵便係が致死量の炭疽菌芽胞に曝露されることとなり、空調設備を介して建物内部に芽胞が拡散し、避難と生産休止を余儀なくされる可能性がある。同社はこうした危険性を低減するために多くの対策を講じた。

図1. 施設プラン概略図



(図1) :

1. すべての従業員に対し、個人的郵便物を会社の住所で受け取らないよう要請し、郵便係が確認する郵便物を削減した（管理統制）。
2. 開封作業を行う場所を、本館から独立した空調設備のある裏門の警備室に移動した。炭疽菌の脅しやデマの場合、汚染可能性区域がこの警備室に限定される。生産棟には影響がない（管理統制）。
3. 郵便物はすべて、裏門の警備室まで厳重に密封されたビニール袋

で運搬し、運搬時に建物を横切ることによる汚染を防止する（技術的管理）。

4. 今までも郵便物はすべて目視検査が行われていたが、以後はこれを裏門の警備室で行うこととする（管理統制）。

5. 同社は、ガスマスク検査のために有毒化学物質を使用していたため、ポータブルの化学物質蒸気用フード（陰圧装置）をいくつか常備していた。この蒸気用フードの技術的仕様を評価した上で、同社安全部はバイオセーフティキャビネット<sup>(注11)</sup>として使用するべきであると勧告した。（技術的管理）。

6. 蒸気用フードの一つを裏門の警備室に移動し、バイオセーフティキャビネットとして使用するようにした（技術的管理）。

7. 郵便係および警備員は、標準的な運営手順を実行する前に、バイオセーフティキャビネット内での郵便物の開封についての説明と訓練を受け、すべての郵便物はキャビネット内で開封・選別することを義務付けた（管理統制）。

8. 郵便係には、防護手袋とバイオセーフティキャビネット内で手袋を洗浄する汚染除去溶液を支給した（個人の防護）。

9. これらに関する信頼を確立し危険性を熟知させるべく、すべての人員に上記決定と方法とを通知した。

同社は、その後2回誤報を経験したが、いずれにおいても日常業務や生産上の損失は一切なく、滞り無く対処することができた。

もちろんこれは、ある特別な形態の生物テロに対処するための、論理的に系統立てられた方法を簡略化した一例に過ぎない。ここでは、個人用防護装備の使用をいかに必要最低限に留め、管理統制および技術的管理を優先させるかを例証している。その結果は、さらに大げさな行動（仕分け担当以外も含めた郵便物を扱う職員全員に手袋とマスクを支給、つまり防護のみ）を取った他の多くの組織よりも安全性が高かったばかりでなく、誤報やデマ、あるいは脅威が現実のものとなった場合でも日常業務への支障は最低限となる。

（注10）第4章の章末付録4.3を参照。

（注11）バイオセーフティキャビネットとは、空気が絶対に外へ漏れないように内部を減圧した囲いであり、HEPAフィルターを備え、吸い上げられた空気を外部に排出する仕組みになっている。こうしたキャビネットは、有害な生物剤を扱う研究所で一般に使用されている。

## 追加文献

Forsberg K, Mansford SZ. *Quick selection guide to chemical protective clothing*, 3rd ed. New York, Van Nostrand Reinhold, 1997.

*The selection, use and maintenance of respiratory protective equipment - a practical guide*, 2nd ed. Suffolk, Health and Safety

Executive, 1998.

Ridley J. *Safety at work*, 3rd ed. Oxford, Butterworth-Heinemann, 1990.

## 章末付録 A4.1: 防護に関わる問題

生物・化学剤に対する最新の防護装備により、多くの種類の有害環境でも生き延びることが可能となった。しかし、こうした防護は機能性を犠牲にすることで初めて可能となるものである。生物・化学剤に対する準備として防護装備を選択する際には、懸念される危険性と必要な防護の程度と装着者の機能性の低下との間の均衡を取らなければならない。もちろん、文民組織と有毒な生物・化学剤の存在する環境で長期間作業する必要がある軍人とでは、防護要件がかなり異なるであろう。

文民組織であれ軍人であれ、防護装備をうまく使用するのに重要な鍵は、使用訓練を繰り返し、装備に慣れておくことにある。防護装備が必要な場合には、次の点を慎重に考慮する必要がある。

### 熱ストレス

防護服を着用すると、断熱性が高まり、体表面からの汗の蒸発が減少することにより、体本来の放熱力が大幅に低下する。この放熱力は、特に物質非浸透性の防護服を着用する際に低下が著しく、1時間以内に致命的な熱射病を引き起す可能性がある。事態対応担当者あるいは救急隊の監督者は、防護服の着用者を注意深く観察することの必要性とその問題の回避法とを理解しておかなければならない。例えば事前に作業と休憩の周期を決めておくことや、特別な冷却装置を使用するなどの対策を講ずる必要がある。ガスマスク装着に関するさらなる問題は、キャニスターの抵抗に逆らって呼吸するためには労力を要するという点である。これにより作業効率が著しく制限され、また心理的ストレスが極めて大きくなる（下記参照）。

### 心理的ストレス

上記に述べた身体的ストレスとは別に、防護服の着用者は多大な心理的ストレスを経験する。作業効率を下げるという点においては、心理的ストレスは身体的ストレスよりさらに重要であると考えられる。生物・化学剤による汚染環境への恐怖・防護服装着・とりわけガスマスクの装着による閉所恐怖感の影響・同僚との会話ができない可能性・防護服がしばしばかさばることによる全身不快感・熱や呼吸のストレスなどの身体的ストレスが増加を認知すること・生存に必要な作業の機能効率や能力の低下などが重なりストレスがもたらされ、その結果意思決定能力が損なわれることとなる。

## 人間工学上の問題

化学剤対応の防護服には本来多くの人間工学上の問題があり、簡単な作業の実行をも妨げることがある。厚いゴム手袋はコンピュータ操作や診察などの手先の細かい感覚が必要な仕事に支障を来す。また分厚い防護服により、救急車内などの狭いスペースでの活動が妨げられる。マスクのレンズは光学機器と互換性がない。医療従事者は、心肺蘇生や気道確保に代表される患者の取り扱いの基本的手順すら実行に困難を極めることがある。

## 薬の副作用

生物・化学剤の影響に対して一般的に使用される薬剤の中には、それ自身が問題を引き起こすものがある。ピリドスチグミン (pyridostigmine) は神経ガス中毒の予防薬として使用されることが多いものであり、神経ガス攻撃が実際に起こった場合に、生存率を高めるために曝露前に使用することが計画されている。しかし、ピリドスチグミンには下痢、消化管痙攣、視覚異常などの副作用がある。化学剤から防護するために世界中で最も汎用されている医療機器に自己注射器がある。タイプによって中身は様々であるが、一般的に使われる薬剤はアトロピン (atropine) で、神経ガス曝露後に必要とされる解毒剤である。しかしアトロピンは神経ガス中毒以外で注射されると心拍数の増加・不整脈・口渇・発汗減少、さらには重篤な熱ストレスを引き起こす。また視力障害などの深刻な副作用が生じる場合もある。

## 兵站学的問題

人員に対して必要な防護装備の配布する際に、兵站学的問題が生じ得る。例えば、装備の中には、密封包装から取り出したり汚染されたりすると、すぐには汚染を除去することはできず、再利用不可能なものがあることである。多くの人員が防護装備を必要する場合、それにかかる費用は極めて莫大なものとなるであろう。

## 結論

文民組織は配備される期間が短いことが多く、汚染区域外で効率を低下させることなしに休息することができるため、上記のような問題の影響を受けることは少ないと考えられる。しかし軍が関与する場合には、生物・化学剤が放出の無い場合でさえ、攻撃を予想して対策準備をする際に長期間の防護装備使用に関する問題が幾つか発生する可能性がある。こうした準備自体が、防衛側にはかなりの不利となり、攻撃者が脅しをかける理由にすらなり得る。しかしある国家が、生物・化学兵器攻撃に対する防衛あるいは防護の放棄を選択してしまったとしたら、その

国家は生物・化学兵器の影響を強烈に受けることとなり、それにより生じる大規模災害も免れないと考えられる。生物・化学兵器戦に対応するための十分な装備を持ち、訓練を受けた軍事力を持つ国家が、生物・化学兵器による大きな攻撃を受けたことは未だかつてないということは大きな教訓である。生物・化学剤攻撃による脅威の評価・有事計画準備などの即応態勢が成功を収めるには、可能性のある脅威に相当した根拠のある戦略が強く求められる。脅威に対して過剰に反応すれば、まさに攻撃者の思うつぼなのである。

## 付属文書5 飲料水・食料および他の製品の妨害 (破壊)行為に対する予防措置

### 1. はじめに

市民の飲料水や食物の供給は、歴史上大抵の場合軍事作戦の際に妨害されてきた。しかし最近、そうした妨害行為が正規の戦闘とは関係のない状況で市民を恐怖に陥れ、脅迫目的で行われるようになってきている(1)。テロリストらは、怨恨から政治の不安定化まで、様々な動機を持っている可能性がある。特に経済を広範囲に混乱させ、崩壊させるためには、大量の死傷者を出す必要はないのである。意図的に飲料水を汚染すれば人間に疾病を引き起こすが、長期にわたって飲料水の供給を妨害すると、公衆衛生と市民の信頼に壊滅的な結果をもたらすことになる。ある地域に対して、すべての食料供給が意図的に汚染されることは考えづらいが、既に食料が不足している場合には、こうした意図的汚染によって事態がさらに悪化することが考えられる。人々は皆こうした攻撃を受けやすい状態にある。

政府のみならず民間の商業その他の組織も、意図的な汚染の予防と対処の必要性を自覚する必要がある。特に商業組織からの金銭強奪を目的とした脅威は通常テロとは考えられていないが、一般に思われているよりもはるかに多い。これにより、経済や社会に対して明らかなテロ行為と同程度の打撃を与えることも可能である。したがって防衛と安全に関する予防措置を評価し、意図的汚染の脅威に対処できるよう備えておくべきである。意図的汚染に対する予防・発見・対処に関する安全保障計画の立案と実行には、飲料水の供給者、製造者、その他の民間組織の関与が必要である。このような計画には、消費者教育や報道と市民とが活発に意思疎通できる手段が含まれるべきである。警戒する風潮が高まれば、意図的な汚染や偶発的汚染への弱点は改善されるものと考えられる。しかしながらテロの脅威が意味することは、偶発的な飲料水や食物の汚染予防に代表される、別の意味で緊急を要する安全性への関心が無視されるということであってはならず、あるいはそれによる混乱をも引き起こしてはならない。

飲料水・食料・医薬品は多くの人々に必要とされるため、致死量あるいは弱体化させる量の有毒な生物・化学剤を混入することが最も簡単な対象であろう。飲料水供給システムと食品その他の消費者向け製品の製造と流通に携わ

る業者にとって、数多くの意図的汚染の機会が存在する。グローバル化が進み、また多くの食品や医薬品の製造配送システムが複雑化していることで、汚染されやすさが増してきているとはいえ、こうした供給源の多様化によって食品と医薬品の供給すべてが一度に汚染される危険性は減っている。水に関しては、ほとんどの地域で代替となる水源が不足しているため、問題がさらに深刻になっており、混乱が引き起こされやすくなっている。

人間界に広く蔓延する疾病は、食料や水が媒介する微生物と有毒な化学物質に汚染された飲料水や食品と関連している。家畜の病気が原因で食糧供給が大規模に混乱したこともある。こうした疾病の大流行によって公共サービスは疲弊し壊滅的な打撃を受け、マスメディアによる激しい報道の結果、経済・社会・政治に悪影響を及ぼしてきた。また、社会的信用も失う結果となった。テロリストが汚染を拡大し、公共サービスをさらに混乱させれば同様の被害が起こる可能性がある。

飲料水、食料および化粧品や医薬品など他の消費者向け製品に対する妨害行為を予防するために作成した計画は以下の3点に基づいている。

1. 予防
2. 発見
3. 対処

このいずれにおいても、即応態勢が整っていることが不可欠である。

偶発的であれ、意図的に生物・化学物質や放射性物質が持ち込まれた結果であれ、完全に汚染を防止できる方法はない。必要とする資金や資材を入手できるテロリストであれば、意図すれば事実上いかなるシステムであろうと突破することが可能である。しかし、防衛力と汚染や妨害を探知する能力を強化することにより、人間が曝露される危険性を軽減させることができる。汚染やその企てを早期に探知すれば、疾病の流行を予防したり、発症規模を著しく縮小できることになる。汚染やその他の原因で引き起こされる疾病の流行を、早期に効率よく発見・対処する体制は不可欠であるが、既存の体制では、すべての人間への曝露予防には迅速に対応できないことが多い。

脅威となる可能性がある物質の数が非常に多いことから、そのすべてを常時監視することは不可能である。しかし、適切な予防措置を選択すれば、それが複雑で近代的な飲料水および食品の製造流通システムのある地域や、反対に貯水池から飲料水を取水し、食料のほとんどを地元で生産・貯蔵・消費するような地域において、効果的に公衆衛生を守ることができる。先を見越した危険性の分析によって、偶発的な汚染に対する弱点も減少させることができる。利用可能な資源や資金は脅威と弱点の評価に基づいて配分されるべきであり、偶発的、意図的の如何に関わらず、脅威の性質や可能性に則したも

のであるべきである。

この付属文書の目的は、飲料水・食物およびその他消費製品やサービスの意図的な妨害行為が行われることなどの脅威について社会の自覚を促し、この脅威を予防・探知・対処するためにとりうる行動に関する一般的な手引きを提供することである。多国籍組織、その他の大規模な商業組織やサービス業者のほとんどが防衛および探知システムの開発に充当する資金を十分に持っている。したがって中小企業や公共事業団体が意図的汚染を予防・探知するためのシステムを開発・実施できるように援助することを強調すべきである。

いかなる活動においても、作業員の安全が最も重要である。この付属文書では直接触れていないが、作業員の身体的・精神的な健康は、防衛と安全計画の作成時に考慮されるべき重要な事柄である。

## 2. 予防

### 2.1 警備

飲料水の供給と食品の生産・加工・流通に携わる組織や他の消費製品の製造・流通に携わる組織は以下の点を実行する必要がある。

- ◆ 何らかの事件を疑い、あるいは発見した場合には、組織の内外を問わず公衆衛生当局および警察と最新の視点に立った接点を確立・維持することを含む警備・対処計画を作成する
- ◆ 貯蔵施設や輸送システムを含め原料の安全を守る
- ◆ 加工・貯蔵・輸送など、すべての危険区域への出入りを制限し、文書化する
- ◆ 従業員の資質と経歴の適性検査を行う
- ◆ 危険区域に出入りする他の従業員（清掃、維持管理、監査要員を含む）を審査する
- ◆ 供給経路において製品が汚染される機会を最小限に留める
- ◆ 食品その他の消費製品に対して、いかなる製品も現在供給経路のどこに存在し、以前はどこに存在したかという製品の履歴・適用または所在の追跡能力（トレーサビリティ）と、汚染が確認あるいは疑われる場合には、供給経路からの排除能力を向上させる

- ◆ 脅迫や疑わしい行為および行動を関係当局に報告し、安全性確認のために適切な行動をとる

予防の取り組みには、必ずしも高度な技術は必要ではない。将来問題になる可能性を認識し、嚴重に警戒することが最も効果的な手段のひとつである。ワックスシール（封蝋）は不正開封の防止手段として数千年にわたり使用されてきた。そうした種々の方法を用いて、危険区域や資材に無許可で干渉した証拠をつかむことができる。こうした予防措置は主に警備に関するものであり、安全性との直接的な関連はないが、意図的な汚染に対する安全性を高めることが可能である。しかしながら、警備手段の向上は必ずしも安全を保障するものではない。脅威とは、偶発的、意図的に関わらず、刻々と変化するものである。とは言え、安全な運営や品質管理重視の文化においては、相手に見抜かれにくく発見可能性を向上させるような、豊富な事前対策システムを構築することで汚染を防止しようとする。

## 2.2 脅威となる物質の入手可能性の軽減

生物・化学兵器の国際的排除努力は強く支援されるべきである。軍により兵器として開発された物質には、食物や水を汚染するために使われるものもあるが、有毒な除草剤や工業用化学剤、しばしば偶発的に食物や水を汚染するような病原性微生物によっても大きな脅威がもたらされている。さらに毒性の高いある種の薬剤はテロリストに流用されることもある。医療用に広く使用されている放射性物質の大半は、たとえ食物や水を汚染するために使用されたとしても、深刻な傷害の原因にならないであろう。しかしこうした存在は社会に対して重要な警笛を鳴らしている。この付属文書の内容からすると、非核分裂性の放射性物質は化学汚染物質であると考えられる。毒性の高い除草剤や化学廃棄物を含む工業用化学剤は広く利用されている。テロ目的での化学剤の調製や使用に関する情報も、とりわけインターネット上で容易に入手可能である。病原性微生物剤は水や食物管理に携わる臨床研究所等に存在している。多くの物質の製造には、大学レベルの化学や微生物学の知識があれば十分可能である。したがって、政府や商業組織は有毒な薬品・除草剤・放射性物質・他の化学剤の貯蔵に関する防衛努力をすべきであり、窃盗や無許可の流用が発生した場合には、迅速にすべてを関係当局に報告しなければならない。病原性微生物がテロ活動へ流用されぬよう、さらに努力しなければならない。臨床および公衆衛生研究機関・調査機関・水や食物に関する研究施設がこうした可能性に精通し、テロ目的で危険物質が流用される危険性を最小限に抑えるために適切な防衛手段を講ずることが極めて重要である。

## 2.3 従業員の審査

水供給施設内には、飲料水を意図的に汚染あるいは妨害行為を行う機会が、とりわけこうした施設に精通した者にとっては多くの場所で存在する。食物を意図的に汚染する機会は農場以前の段階から食卓に上るまで存在し、他の消費製品の場合には生産前段階から消費段階に至るまで存在する。経営者は従業員を審査し、資質や経歴が仕事と責任に対して適切であることを確認しなければならない。全従業員は不審行為や活動を報告するように強く勧められているが、嫌がらせ目的で虚偽あるいは不当な報告を行なうことのないように注意を払う必要がある。

## 3. 検出・探知・発見

水の安全計画、適正製造基準 (good manufacturing practices (GMP))、危害度分析・重要管理点制度 (the Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP) system) などの安全保障体系を評価する際には、水と食料供給の汚染や妨害の可能性を考慮に入れる必要がある。これは安全維持に重要な危険を確認・評価・管理することで、初期製造段階から最終消費までの安全性の向上を目的とした科学的かつ系統的な手段である(2)。しかし HACCP 制度は、特定された危険を引き起こす原因を管理するために作られたものである。HACCP の要件によっては、記録管理などのように、意図的汚染を発見する目的においては、不要かつ不適切なものもある。安全保障体系は、懸念が考えられる特定の事業のために立案する必要がある。弱点を改善するためには、偶発的な汚染の危険性と同様に、先を見越した危険性の分析が必要である。こうした目的のために分配される資金や資材は、脅威に関する公算、結果の規模と深刻度、システムの弱点等に比例させるべきである。意図的汚染の可能性の検討は安全計画にとって不可欠な部分であり、妨害行為の防止努力は、他の本質的な安全活動と置換するのではなく、それを補完すべきものである。

人間への曝露の可能性や規模を軽減するためには、汚染やその企てを早期に発見することが肝要である。病原体による影響は遅延して出現することが多いため、汚染や大発生が確認されるまで汚染製品へ曝露し続けることとなる。先進国の疾病監視体制ですら、水媒介性の疾病の大規模発生を探知できなかったことから、汚染の予防や早期発見の重要性が強調されてきている。すべての飲料水供給システムと、食物や他の消費製品の製造における汚染の監視

は日常の品質管理業務に不可欠である。監視計画には慎重な裸眼検査から先端技術のインライン検出システムまで様々な機能が含まれる。偶発的な汚染については、可能性のあるすべての物質を常に検査することは技術的、経済的に不可能である。外観・におい・味等の製品の品質に関する非特異的な変動指標が存在する。したがって日常的な監視のための資金や資材は、特定の製品・加工・流通状況に合わせて配分されなければならない。製品の品質や水の供給システムに関する変動指標が汚染の可能性を示唆する場合には、迅速な追跡が不可欠である。公衆衛生当局者は、公共事業体、商業組織など民間と密接に協力し、可能であれば適切な監視計画の立案援助を行わなければならない。

意図的あるいは偶発的な汚染の発見において、個人消費者の果たす役割は大きい。たとえば味・におい・色などの水質の変化を最初に発見し、水が原因で起こる健康問題をまず自覚するのは消費者であることが多い。たとえば、いたずら防止の封緘が破られている食品や他の消費製品の包装が開いている場合や製品の外観・におい・味に異常がある場合、それを消費してはならない。仮に不正な接触があることが疑われる場合は、小売業者あるいは供給業者と管轄の公衆衛生当局、警察に通知しなければならない。

## 4. 対処

### 4.1 水・食物および他の消費製品の監視

感染症や食物や水を媒介とする病原体の大発生に関連する疾患への対処行動は、意図的な生物・化学剤汚染に関連した疾病の流行を発見する上でも妥当である。一般的に、テロや食品安全性などの懸念に対処することに限定して、個別の体系を立案すべきではない。原因の如何に関わらず、疾病の流行や他の公衆衛生にとって不都合な出来事に対処するために、公衆衛生学的監視を強化しなければならない。疾病の流行を監視するためのアンケート調査の項目には、感染経路（たとえば空気・水・食物）や汚染の程度と汚染源を明確にすることを目的とした質問を含む必要がある。公衆衛生当局は、飲料水供給業者、食品や他の消費製品の製造業者と共に活動を調整し、後方追跡調査や市場からの製品回収等の適切な措置をできるだけ迅速に講ずることができるようにしなければならない。もしも意図的汚染が疑われる場合には管轄の警察当局に相談すべきである。

## 4.2 汚染の監視

汚染・脅威・疾病の流行が疑われる場合の対処としては、公衆衛生当局と関連業界は、あらゆる分析・調査資源を利用して、汚染された製品が消費者に届けられないようにすべきである。汚染の程度を明らかにするためには監視が必要であり、管轄の政府担当者と民間組織に通知する機構を対処計画に盛り込む必要がある。公衆衛生当局は分析に必要な資源の一覧と国際組織・政府・商業および学術研究所に在籍する熟練技術者の名簿を用意しなければならない。飲料水の場合には、最終処理から消費までの時間が数時間しかないことが多い。そこで、効率的な監視によって汚染の早期警告が出せるようにすることが肝要である。

## 4.3 遡及（後方追跡）調査と市場回収

食品と他の消費製品に対する遡及調査と市場回収は、こうした製品に関連した事件の調査に必要であり、対処計画に含まれるべきである。汚染源と汚染製品の場所の迅速な特定は、汚染製品を市場から迅速に排除することに繋がることから、死傷者数を大幅に減少させることに繋がる。飲料水の回収は通常必要ない。関連性が疑われる水供給システムの全ての部門と消費者に対して、迅速に通知できる準備が整備されていなければならない。事前計画、水の分配システムの力学とシステムにおける別の水源からの流入率についての十分な理解が極めて重要である。

遡及調査と市場回収は、意図的であれ偶発的であれ、食物汚染の対処には不可欠である。しかし遡及調査も前方追跡調査も、ベルギーのダイオキシン危機で示されたように、必ずしも簡単ではなく (3)、また多くの農業生産体系には使用できない。少量の生鮮農産物は小規模農場で生産され、通常それらは他と一括して出荷される。したがって汚染された積荷を辿り生産者個人にまで結びつけることが非常に重要である。加工品の場合には、原料が加工過程に入る時点が管理上重要なポイントであり、安全性確認のために分析やその他の手段が必要とされる。これに対して未加工品の場合には回収の程度は、遡及調査と市場回収に必要な資金・資材に依存している。多くの食物は集中管理の工場で製造され、地球規模で広範囲に流通することも多い。こうした工場での汚染は多数の人々に影響を及ぼし、疾病の大発生が確認されるまでに、非常に広範囲に拡大してしまうことがしばしば認められた。汚染源と汚

染製品の場所を迅速に特定することにより、市場から汚染製品を迅速に撤去することが容易になり、死傷者数を大幅に減少させることが可能となる。加工時点から市場回収できるようにしておくことが不可欠である。

#### 4.4 情報伝達

恐怖を抑え、根拠のない噂を避けるためには、報道や市民との意思の疎通方法も含めて事前準備を整えなければならない。脅威自体よりも混乱や過剰反応の方が、産業や商業、公衆衛生にもさらに深刻な結果を招いてしまう恐れがある。大発生の有無とは関係なく、社会・政治的な混乱と無防備感は、事件の後も長期に渡り継続する傾向がある。そこでテロ攻撃の犯人によっては、賑やかな場所に爆弾を仕掛け多くの人々が感染あるいは死亡するよりも、負傷や死を避けるように警告を出し社会が混乱することによって、彼らの「メッセージ」が効果的に拡大すると捉えている者もいる。それゆえに生物・化学剤、放射性物質の散布に代表されるテロの脅威が、純粹に多くの人々を傷害したり、疾病を引き起こす意図を持っていると考えないほうがよい。水供給システムや食物供給が意図的な汚染対象として興味を惹くのはこのためである。健康被害を引き起こすのに十分な程度汚染させることよりも、いくつかの汚染物質の物理的証拠が存在・発見され、社会が思い知らされるなどの事態を引き起こすことのほうが、彼らにとってはより重要なかもしれない。

公衆衛生当局・警察当局・商業・他の民間組織や報道機関は、混乱を引き起こすことなく、市民の安全に必要な情報を提供する情報伝達手段を開発・使用し、社会と積極的に意思の疎通を図らなければならない。大発生には至らなかった事件に関する情報の提供もその情報手段に含めなければならない。こうした事件はありふれており、また市民の関心を高めることができる。社会からの情報を差し控えると、関係当局の信頼喪失をもたらすことから、曝露の予防に関する助言や事件の性質に関連した医学的助言などの適切な情報を提供しなければならない。脅威やその対処に関する情報伝達には文化的特色も考慮に入れなければならない。こうした理由から、ある一定の形態の情報伝達手段がいかなる場所でも通用するとは限らない。

飲料水、食物その他の消費製品に関する以下の項では、システムズアプローチ（\*訳者注）が用いられている。これを用いて、弱点と安全性改善するためにとられる予防措置を評価することができる。

（\*訳者注）社会問題などを全体的な関連性の中で捉え、解決の糸口を探す考

え方。関係的認識に基づいた体系的・組織的問題への研究方法。

## 5. 飲料水の供給

水供給システムを意図的に汚染しても、通常は希釈、殺菌および濾過、非特異的非活性化（加水分解、太陽光および微生物による分解/捕食）が行なわれ、全供給量と比較して個人が通常曝露される水量は少ないことから、その影響は限られたものになる。しかし、水を汚染する意図があり、必要な資金・資材があれば、システムのいかなる部分にでも潜入することができる。意図的汚染が原因ではなかったが、アメリカ合衆国ウィスコンシン州ミルウォーキーでの大流行に代表されるクリプトスポリジウム症の流行は、水の供給システムが無防備であることを示している（4）。世界各地の水源は安全性に不安があるため、生物・化学剤による意図的汚染あるいは設備や施設に対する破壊行為にはより無防備であるといえる。水処理工場の警備水準には広くばらつきがある。

意図的汚染は傷害や疾病などの直接的影響のみならず、飲料水の供給中止といった間接的影響をももたらす。テロ攻撃が成功すれば、汚染行為であれ爆発物や他の物理的手段を用いた他の破壊行為であれ、大都市の飲料水供給を何ヶ月にも渡り混乱させ、公衆衛生のみならず、産業や商業にも深刻な結果を招く。下水処理施設の破壊行為も同様に、特に下流部で公衆衛生学的問題を引き起こすが、それは飲料水処理工場や送水システムが破壊で引き起こされる被害規模とは比較にならない。

飲料水の水源目的で使用されない水泳プールなどの遊泳区域も意図的汚染の対象となる可能性があるが、これについてはここでは触れないこととする。しかしここで述べた飲料水供給システムに関する事柄の多くが、遊戯目的で使用される水についても当てはまる。

飲料水供給システムには、一般的に以下の構成要素がある

- 水源：湖、貯水池、川の取水場、湧水の集水地、地下水の掘抜き井戸
- 原水本管：飲料水の水源から水処理工場までパイプラインか水道管を用いて導く
- 処理工場：凝固処理、沈殿処理、濾過処理、活性炭処理、オゾン処理、塩素消毒などの処理を行なう
- 配水管による配水システム：飲料水を最終消費者に届ける配水管、あるいはさらに一般的なものは、高い位置に設置された給水タンクや給水塔につ

#### ながる配水システム

- 給水タンクと給水塔：常に一定の圧力を保ちながら安定した飲料水供給を行う
- 地域内の配水管による配水システム：ポンプで汲み上げた水や重力で加圧した水を住宅地の給水タンク・蛇口・他の最終消費者に供給する

監視がよく行き届いた飲料水供給システムによる広い給水領域に侵入し、効果的に汚染行為を行うのは比較的難しい。それぞれの区域で飲料水の供給を行なっている業者は一社のみであることが多く、一ヶ所で生産された飲料水が国中の広い地域に輸送されることは通常はあり得ないことから、各水道システムに対する監視と警備手段としては、地域の主要設備を防護することに集中してもよいと考えられる。健康への被害を大規模に与えるのに十分な量の生物・化学剤を、最終消費目的で準備された水に混入することが可能なシステム内部への侵入は通常制限されている。さらに、残留消毒薬を用いて消毒が慣行されているため、疾病や傷害を引き起こすためにテロリストが使用する生物・化学剤は、消毒薬に耐性があり水中で数時間以上安定な物質に限定される。しかし大量の生物剤による汚染を残留消毒薬で中和することはできない可能性がある。

それでもやはり、多くの部位において汚染の可能性が全くないと言い切ることができる水供給システムはほとんど存在しない。特に経験豊富な水道技術者に言わせると、水供給システムの中で最も無防備な部位が配水システムである。市販のポンプを使用して、比較的大量の汚染物質をシステム内に注入することが可能である。甚大な損害と混乱を与えるには、システムの大部分を汚染する必要はない。

ほとんどの水供給システムにおいて、運営要件と業務に相違が認められる。飲料水を遠距離輸送に頼っている地域等では、さらに厳重な警備が必要あるため、弱点を改善するために必要とされる行動はシステムによって異なる。したがってシステム内の特定部位における意図的汚染の危険性を軽減させるために必要な行動は、汚染の受けやすさの程度とシステム内のいずれかの部位が汚染された場合の影響に依存している。

水供給システムの職員の共謀、あるいは職員が何者かに強制されることによって、水の中に生物・化学剤を混入したり、水処理過程を危険にさらす可能性は否定できない。職員はその資質と経歴が彼らの職務に見合ったものであるために審査を受けなければならない。全職員は不審行為や活動を報告するように強く勧められているが、嫌がらせ目的で虚偽あるいは不当な報告を行なうことのないように注意を払う必要がある。

## 5.1 水源

水源の汚染で人間の健康に深刻な影響が出る可能性は、最終消費者に届くまでに、希釈・処理される大きな貯水池や河川のように危険性の低いものから、処理が施されない貯水池やふたのない浅井戸のように危険性の高いものまで様々である。

水源の防衛は以下に依存している。

- 水源への侵入しやすさと、最終消費者に傷害や疾病を引き起こすのに十分な量の生物・化学剤をテロリストが運搬する能力
- その後の水処理・分析能力と、問題が検出されてから適切に対処するまでにかかる時間

水源・取水場・検査部署・ポンプ室などに無許可で出入りする危険性を最小限に留めるために、フェンスで囲む、施錠するなど種々の物理的手段が一般的に用いられている。こうした手段は、現場の警備員、侵入感知機、警察と水供給業者あるいは公社に直結した無音警報機などで補完することができる。もしも資金が許すならば、リモコン式監視テレビを導入するのもよい。地域住民には不審な行動を発見した場合、関係当局に報告するよう強く勧められる。河川などの水源は、上流での大量の工業用化学剤の廃棄や下水処理施設の破壊などの大規模汚染に対しては無防備な場合がある。

## 5.2 原水の本管

原水を処理工場まで運ぶ本管は汚染に対しては無防備である可能性がある。しかし、水供給システム全体としては、原水の本管は処理工場よりも上流に位置するため、有毒化学物質や病原体はその後不活化されたり、比較的発見されやすい。ある種の化学物質や放射性物質は発見されにくい。さらに、ある種の微生物剤は即座には検出できない。ほとんどの化学物質と放射性物質やある種の微生物剤には、必ずしも従来の処理では排除したり不活化できないものもある。

上記水源の項で示した物理的警備手段はパイプラインやポンプ室においても応用できる。

### 5.3 処理設備

水処理設備は水の供給システムに必須であり極めて重要である。消毒工程の削減や省略に、病原性微生物の意図的混入が加わると、感染量の微生物が混入された水が運ばれる可能性を大幅に増大することになる。最近発生した水媒介の疾病は消毒作業の中断が原因であった (5)。

公衆の衛生を感染症と工業用化学物質から守るという従来理由により、大規模な水供給システム内の水処理設備への出入りは通常厳密に管理されており、現地の研究所員が広範囲にわたる汚染物質のサンプルを分析する。小規模のシステムはさらに無防備である可能性がある。いくつものチェック段階を設けた警備体制と出入口を導入し、汚染物質混入目的による処理工場内への不法侵入を困難にする必要がある。こうしたことは不定期で行なうパトロール、有線監視モニター、侵入の証拠を残すことができる錠前、重要設備に対する警報装置など別の手段で補完することができる。

塩素消毒は、すべてではないが多くの病原性生物剤に効果があり、容易に死滅させることができる。さらに、特に大人口を抱える地域では、塩素ガスの巨大貯蔵タンクの存在自体がテロの標的となる危険を孕んでいる。オゾン処理は中でも高価な殺菌方法であるが、一般的には汚染物質・病原体・毒素による汚染に対してより効果的である。しかし、オゾン処理には塩素消毒で可能な残留塩素による保護機能はない。

### 5.4 送水管による配水システム

通常、処理済の水は地下の送水管を用いた加圧配水システムで最終消費者に届けられる。加圧配水システムの主な機能は人々に水を届けることであるが、加圧されたネットワークの性質上、処理済の飲料水が表層水、地下水、下水と接触するのを防止する。このことが汚染物質の意図的混入を困難にしているが、不可能ではない。経験豊富な技術者であれば、こうしたシステムに容易に介入することが可能である。水は既に処理過程を通過しているため、いかなる汚染であれ最終消費者に届くまで、おそらく何も検出されないまま維持されるであろう。

## 5.5 給水タンクと給水塔

多くのシステムにおいて、ほとんどの最終消費者は飲料水を直接水道本管から受け取るのではなく、近隣にある給水タンクや給水塔から受け取る。地域の送水管ネットワークは、比較的一定の低圧で加圧していることが多い。こうしたタンクや塔内の処理水は低圧であるため、より無防備である。しかし、タンクや塔は特定の場所にあるため、防護しやすいのも事実である。

給水タンクや給水塔の安全性を高めるには、立ち入りを困難にしなければならない。丈夫なフェンスで囲む、複数の障壁を築く、侵入口を塞ぐなどの方法で、その場所の安全を確保できる。こうした手段は、侵入感知機と警察や水管理室に直結した無音警報機によって補完することができる。資金が許せば、水質パラメータの監視、有線監視モニターや適切な現場警備員を導入することも可能である。

## 5.6 地域の配水管による配水システム

ポンプや加圧して水を供給する住宅地の給水タンク、家庭の蛇口、他の最終消費者に届ける配水システムには、意図的汚染に対して無防備な多くの部位を通過するが、多くの人口が影響を受ける可能性はあまりない。しかしながら、こうした配水システムにおける飲料水は、既に処理済であり、これ以上希釈されることはないため、この時点で混入された生物・化学剤に曝露された場合、多くの人に傷害や死をもたらす危険性は高い。建物や住宅によっては、主に給水タンクから水を引く専用の配水システムを持っているところもある。テロリストにとって、ここは配水システムにおける他の場所よりも容易に侵入可能な場所である。特定の建物や地域、あるいは全配水システムの様々な場所を標的として、意図的に汚染物質の混入が行われることがある。配水システムのほんの一部が汚染されただけで市民の混乱が拡大してしまう可能性もある。

供給者と消費者は共に地域の配水システムに特別な注意を払い、これも事前準備計画に含めておく必要がある。オフィスビルやアパートなどの特定の場所の配水システムでは、侵入口や設備室を施錠するなどして水道管とメーターの安全を確保すべきである。すべての不審な活動、特に見慣れない維持・修理作業に関連した活動であれば、関係当局へ迅速に報告すべきである。

配水システムの各部門を個別化することで管理を向上させることができ、システムの汚染箇所や汚染が疑わしい箇所を迅速に分離することができる。これは、ほとんどの最新式配水システムでは標準設計になっており、送水管の修理・交換、そして偶発的に発生した微生物による汚染除去など、従来のな問題に対処する上で使用されている。

病院・公衆衛生サービス・警備サービス・飲料水のびん詰めや食品加工工場などの特に注意を要する施設においては、これ以上の水処理過程を追加することも考慮してもよいと考えられる。

## 5.7 監視

適切な対処を講ずるための余裕を与える上で必須なものとして、監視は行われるべきである。汚染物質を検出する品質管理システムの能力は分析の頻度とその実施範囲によって異なる。しかし使用される可能性がある生物・化学剤のすべてを分析することは現実的ではない。伝導性や pH などの一定の指標に対するオンライン監視装置は、ある非特異的水質変化や問題発生の可能性に関する情報を提供することができる。処理済の水を対象にして特定化学汚染物質に対する処理水の一般検査をインラインシステムで、あるいは迅速に行なうための装置の研究が行われており、生物剤を対象としたものは現在開発中である。生物学的検定は監視計画の中では高度な技術を必要としないものの一つでありながら、時に迅速に検査結果を出すこともある。多くの非特異的な生体内 (in vivo)・生体外 (in vitro) の分析は、とりわけ化学物質などの汚染の検出に有用であり、特定の細菌やウイルスに対する簡単な免疫学的検定法による検査は特定の脅威に対処するために有用である。一旦問題が発見されてからはその取り扱いを議論するための時間はないため、緊急対処計画には異常な検査値に即応し、汚染飲料水が配水システムに混入させないために、明確な指示を含めなければならない。管轄の公衆衛生当局への迅速な報告についても指示しておかねばならない。飲料水供給システムが有毒化学物質や病原性微生物に汚染されたという徴候や形跡がある場合、公衆衛生に対する重大な問題を予防するためには、一時的な給水停止こそが唯一の現実手段となる。しかしこれは社会に多大なる不便を強いることになる可能性がある。そうした事態に関する意思決定過程は慎重に立案されるべきであり、前もって手本を作っておくことで、こうした決定が非常に迅速に下せるようになる。

## 6. 食品

テロリストが生物・化学剤、放射性物質を意図的に混入する事態から食物供給および食材の安全を確保することは、工業化諸国、特に生鮮食品・加工食品その他の製品が世界中から入手できるような国にとっては大問題である。実際に製品が生産される前の段階、例えば農場なら飼料の原料、肉製品の場合には屠殺場などの段階で、製品が化学剤や微生物に汚染され、結果的に疾病の大流行を引き起こすことがある。小売店やレストラン・学校・病院・その他食事を提供する組織では気づかぬうちに食品が汚染されてしまうことはよくあることであり、それを予防することは非常に困難である。瓶詰め、壺入り、袋入りの食品などが加工後に汚染される機会はいたずら防止装置付きの容器の導入が一般化されてからは大幅に減少した。これは大企業や大規模小売業者を恐喝する目的での食品や薬品へのいたずらに対する措置であった。小売レベルでの汚染が大規模な健康被害をもたらすことはありそうもないが、同時に多地点で汚染が起こった場合、混乱の広がり招くこととなる。異物が混入しにくい容器や、混入した場合にすぐに判明してしまう容器が絶対に安全であるとはいえないが、故意に汚染する機会を減らすという意味ではコストのわりに効果の高いものであるといえる。

食品供給の安全を確保するために採るべき予防策は、農場から小売までを含めた生産加工の各段階で消費者によって系統的に考慮されるべきである。行程が複雑な場合には、必要とされる予防措置はかなりの数に上るかもしれない。街角の売店やレストランでとれるもっとも適切な予防措置とは、おそらくその仕事に携わる従業員が、より注意して眼を配ることであり、特に不審な行為をする人間がいたり、あるいは食品の外見が通常とは異なっている場合には、その全てを見逃さないようにすることであろう。偶発的汚染の場合は、製造者と消費者の各々が食品の安全性における自らの役割をきちんと果たさなければならない。

農業やその他の製造に関する問題で人間の病気に直結していないものとしては、短期または長期に渡るある区画の土地や水源の放置、農業、食品加工、あるいはその他の経済的分野(たとえばヒトには病原性を有しない病原体の家畜への感染、虫の寄生、あるいは穀物の疾病、および除去困難な生物・化学剤による食品加工施設の汚染など)における経済的混乱などがあるが、ここでは採り上げないこととする。

一般的な食品生産システムには次の段階が含まれる

- ◆ 農場以前
- ◆ 農業生産と収穫
- ◆ 原料の貯蔵と輸送
- ◆ 加工
- ◆ 加工製品の貯蔵と輸送
- ◆ 卸売りと小売の流通
- ◆ 食品サービスと個人の家庭での食事準備

この一般的な食品生産システムには、家族単位で近所向けに商売をしているような小規模の場合から、全世界的な生産と流通システムを持った組織まで幅広く含まれる。魚・肉・鶏肉・果物・野菜などの多くの食品は消費されるまでに最低限の加工しかされない。その他の食品、例えばほとんどの穀物製品・食用油・甘味料などは消費者の手元に届くまでに多くの加工を経ている。従って個々の食品における、食品生産システムおよびテロ攻撃に狙われやすい具体的な部分は種類によってそれぞれ異なると考えられる。しかし、一般に食品製造の全体的な流れの中の構成要素同士の接点—すなわち食品を扱う人が変わるところ—が最も襲われやすい部分であるといえる。食品安全計画に物理的安全および人的安全確保を意図して設けられた措置を含むのは当然であるが、汚染が意図的なものなのか偶発的なものかを判定するための様々な手段を含むことも必要と考えられる。

## 6.1 農業の生産前段階、生産と収穫

### 6.1.1 動物用飼料の安全性・警備

動物用飼料が汚染されていたために牛海綿状脳症(BSE)が蔓延した事件や、鶏用飼料がダイオキシンに汚染されていた事件は、偶発的汚染であっても強い衝撃を引き起こしうることを示しており、万一意図的汚染がなされた場合の、人間の健康、消費者の信頼そして経済に与える衝撃を示すものであった。動物用飼料の原料の多くは国際市場での重要な取引商品であり、飼料原料の品質管理には安全保証システムが包含されるべきである。具体的には製造・輸送・貯蔵には出入りの取り締まりや、異物混入しにくい、あるいは何か手を加えるとすぐに判明するシステムなどの安全対策を考慮しなければならない。そしてさらに可能ならば、動物用飼料とその原料に関する市場回収のための仕組みも開発すべきである。

### 6.1.2 農業生産地域の安全性・警備

農業生産地域と一口に言っても、小規模農場から非常に大きな商業農場や家畜の飼養場まで様々である。しかし、いずれにせよ一般的な優先順位は生産者に重きを置かれており、食品の安全自体は後回しである。しかしながら適正農業規範を推進するために作られた最近の計画では食品安全についても含まれている。農業生産地域は毒性の極めて高い農薬や、その他の化学剤による意図的汚染には無防備である可能性が高い。灌漑用水は生物・化学剤に容易に汚染され、管理上重要なポイントとなりうることもある。果物や野菜の場合は加工せず直接消費されるため、汚染の検出除去ができる重要管理点を設ける機会は限られる。肉・魚・鶏肉・牛乳製品の製造中に偶発的に引き起こされた病原性微生物汚染事件の多くは、こうした製品のどこが汚染されやすいのかをはっきりと示している。

多くの地域で実施されている適正農業規範（HACCP<危害分析・重要管理点方式>の応用を含む）と通常行われている検査とを組み合わせることにより偶発的なものであれ意図的行為によるものであれ汚染が起こる可能性を大幅に減らすことができる。重要管理点の設置およびその監視の際には、意図的行為を考慮に入れる必要がある。天日乾燥などのある種の収穫時の行程には、故意に汚染することを企む場合、特に狙われやすいものがある。農業生産地域への出入り管理と監視とを考慮すべきであり、既知の脅威あるいは起こりうる脅威がある場合には、特にその対策も検討されるべきである。

## 6.2 原料の貯蔵と輸送

農業生産物の貯蔵施設は屋外のものから大きなエレベーターまで様々であり、輸送手段も人力による運搬や大きな遠洋航行船舶まで幅があるが、それらに全般的に通用する予防措置がいくつかある。囲いや施錠などの物理的手段は貯蔵施設や輸送コンテナへ無許可で出入りすることを防止し、安全確保に有用である。これらのものを現場の警備員、侵入探知機、関係当局へ直接連絡される無音警報機で補完することができる。もしも資金が許すならばリモコン式監視カメラを導入するのもよいだろう。異物混入しにくい容器や、異物混入した場合にすぐにわかってしまう封緘やシールを使用することが可能であるならば、店頭で一般的に販売されている食品にも用いるべきである。これらは広く出回っているラベルつきテープや蠟などの材料を使ってその場で作ることもできる。

## 6.3 加工

HACCP 方式が採用されているところでは、意図的汚染を予防するため設けられている措置も加工作業用食品安全計画に含めるべきである。屠殺場は元来無防備であるが、HACCP あるいはそれと同等のシステムを取り入れていない屠殺場は特に無防備である。食品加工に使う水も重要で、特に最低限しか加工しない果物や野菜などの食品では水洗いが唯一の加工手段であることが多い。飲料水設備に用いられているものと同様、使用後の水の分析も含めた予防措置をとるべきである。加工場の空調設備も偶発的あるいは意図的な汚染源となりうる。多くの食品加工システムでは、熱処理段階が往々にして微生物による汚染の重要管理点となる場合がある。HACCP の取り組みが拡大され意図的汚染をも含む場合には、従来通りの時間・温度処理では、意図的汚染に使用される可能性のある生物兵器に対しては必ずしも適切ではない。また有毒化学剤汚染の場合には、従来通りの時間・温度処理では全く無効となるであろう。

### 6.3.1 加工地域の警備

貯蔵区域と水や空調の設備を含むすべての重要区域と設備への出入りは管理・監視を行なうべきである。閉鎖系のほうが防備が手薄になる部分が少ないと考えられており、監視する対象が少なくすむので考慮すべきである。弁当箱などの個人の持ち物を重要な地域へ持ち込むことは許されるべきでない。

### 6.3.2 原料と加工製品の分析

加工過程へ原料を導入する箇所はほとんどの加工作業にとり重要管理点となる。可能な限り安全が確認されている原料を用いるべきである。脅威となる可能性のあるもの全てを分析することは不可能なので、本来の性状から逸脱していないかどうかの分析に重点を置くべきである。最終加工製品から検体採取して分析する際には意図的汚染の可能性を常に考慮に入れておかねばならない。本来の性状から逸脱している部分は全て汚染を示している可能性があり、注意深い観察が必要である。

## 6.4 加工製品の貯蔵と輸送

貯蔵施設および輸送コンテナへの無許可の出入りを予防し安全を確保するためには囲いや施錠などの物理的手段を用いるべきである。こうしたものは現場の警備員、侵入探知機、関係当局に直結した無音警報機などで補完することができる。またリモコン式監視カメラを導入するのもよい方法である。大量の生産単位に関してだけでなく個包装製品についても異物混入しにくい容器や、異物混入した場合にすぐに分かるような包装を使うべきである。返品されたものは全て再発送の前に注意深く検査しなければならない。

## 6.5 卸売りと小売の流通

卸売業と小売店は食品供給システムの中でももっとも攻撃されやすい部分である。

異物混入しにくい容器や、異物混入した場合にすぐに分かるような容器は意図的汚染を減らすために非常に有効であることが証明されているが、そうした容器はこうした防御手段をすり抜ける方法を知っている人間には無力である。出入りの管理およびカメラやその他の監視方法を用いた警戒態勢の強化が必要かもしれない。顧客に包みを小売店内に持ち込ませないようにすれば、店頭の商品が汚染される可能性を軽減することができる。多くの小売店頭で広げて売られている食品は意図的汚染に対して特に無防備といえる。意図的汚染を予防するためには、店頭に広げて売られている食品に関してもっと安全な容器や初めから包装された材料を用いる必要があるかもしれない。卸売や小売店の管理者は信頼の置ける供給業者と取引を行うべきである。非常に優れた価値があると認められている製品をその基準に達していない食品で代用してしまう偽造行為が世界中で行われている。これには偽ラベルをつけた製品や材料を置き換えた製品を使うことも含まれるが、偽造品も汚染されている可能性がある。故意に汚染された製品を流通させる場合にも、こうした偽造と同様の手段が用いられる可能性もある。買い手は、たとえば通常の流通システムに則さずに従来の価格よりもずっと安く売られているなど、通常とは違う状況で売られている食品には不審の念を抱くべきである。

## 6.6 食品サービスと家庭における食事の準備

### 6.6.1 食品サービス運営の警備

食品サービスは過去にも犯罪の標的となってきた (6)。レストランやその他の施設に置かれている蓋の開いた容器に入った調味料は意図的汚染に対して無防備である。サラダバーその他数人で共有する食品の給仕方法では意図的汚染を防ぐために監視を増やす必要があるであろう。自動販売機はだれも監視していないことが多いため、標的になりやすい。監視を増やすことが必要であろうし、手を加えにくく、異物混入した場合にすぐにわかってしまう装置が必要である。

### 6.6.2 個人の家庭における食事準備の一般的な食品安全

消費者教育計画には意図的汚染に関する情報を含めるべきである。偶発的な汚染を招かないように、食べる前にはよく洗い、適切に調理すべきことを強調すべきである。異物混入を防ぐ仕組み、あるいは不審な加工した場合にすぐに分かるようにされているシールに注意を払うべきである。シールや容器にどこか破損がみられたり、例えば異常な外見・におい・味など、通常予想される品質と異なっている場合には購入・使用してはならない。もしも不審な加工が疑われた場合には小売業者あるいは卸売業者・管轄公衆衛生当局・警察に連絡するべきである。

## 7. その他の製品

日常生活では様々な工業製品が使われているが、その中には人体と直接接触するものがあり、そうしたものはテロリストによって生物・化学剤を撒くために使われやすい。そのような製品の中ではシャンプーやローションなどの化粧品、それに医薬品が特に重要である。高度に発達した市場経済のもとでは多くの競合製品が手に入るため、一種類の製品を故意に汚染したとしても、それが広範に疾病の大発生を起こす可能性は低い。同様に、テロリストが特定の製品のすべてのブランドを同時に汚染するだけの資金を持っているとは考えにくい。しかしその事件の実際の規模よりも、自分たちの環境の安全性に対する社会の信頼を失わせたことの方がずっと大きな影響であるといえるかもしれない。被害を被った製品を生産している会社および国が被る経

済的な衝撃が、人々の健康に間接的に影響する可能性がある。食品についての記述の多くはその他の消費者製品にも当てはまる。意図的汚染の起こる可能性を減らすためには、従業員の慎重な審査、原料の均一性と安全の確認、製造過程での安全確保、異物混入しにくい容器や異物混入した場合にすぐに分かる容器の使用、そして輸送や貯蔵時および小売店内での安全確保手段などを考慮すべきである。

ほとんどの国では医薬品の製造と流通に関し、免許を持つ者のみに医薬品の処方あるいは調合が許可され極めて高い水準で管理されている。しかしこのような高水準の品質管理方法でも、意図的汚染という観点からは再検討する必要がある。品質管理で用いられる分析方法では、ある種の化学汚染物質や毒素を必ずしも検出できるとは限らない。貯蔵や輸送時の警備システムも製品への不正加工や置換えに無防備である面から再検討する必要がある。ある薬の国際的偽造事件が起きたことにより、そういった予防措置の必要性が示された。食品小売市場と同様に、市場に持ち込まれた包みを全て確認することで、故意に汚染された製品が棚に陳列される可能性を減らすことができる。市場がより国際化し、特にインターネットや電子メール注文で多くの製品を手に入れることができるようになったことにより、薬の意図的汚染に対する危険性はさらに高まった。その上、薬の場合は熱処理である種の薬や生物剤製品を不活性化しようと意図することでその効果そのものを危うくしてしまう可能性がある。

伝統薬では医薬品と同じ基準で管理されていないことが多い。薬効のある植物ではなく、うっかり有毒植物を代わりに用いて製造してしまった薬が国際的に取引された例が、最近幾つか報告されている(7)。これはこの市場が意図的汚染に対して無防備であることの明らかな証拠である。少なくとも食品製造と同じ予防措置を伝統薬でも採るべきである。すなわち従業員の慎重な審査、原料の均一性と安全の確認、製造過程を通しての安全確保、不正加工しにくい容器や不正加工した場合にすぐわかる容器の使用、そして輸送や貯蔵時、および小売店レベルでの安全確保である。必要とあらば原料の回収も辞すべきではないが、しかし原料汚染の証明は困難かもしれない。伝統薬の材料となる植物などは野生のものを個人が収穫して売り、その買手は様々な産地のものを混ぜてしまうのが一般的だからである。

## 8. 結論

テロリストが意図的に水の供給・食品・その他の製品を汚染する可能性につ

いては深刻に捉えなければならない。妨害活動による危険性を軽減するためには、政府の公衆衛生当局と警察、公益企業、そして商業その他の民間組織と密接な協力を必要とする。WHOは加盟国を支援するために、食品に対するテロリストの脅威を防ぐためのガイドラインを作成した(8)。公共衛生当局は疾病の調査と事件への対処の先頭に立つだけでなく、予防措置計画への支援にも力をいれるべきである。

国家機密に関わる諜報機関からの情報、なかでも非特異的な脅威に関わる情報を共有することは、防衛上の観点や法的な観点から困難であることが多い。システム運営と脅威への弱点に関わる情報をだれもが入手できるような状態にあることは破壊行為の危険性を高めるもととなる。このため、水処理設備や商業その他の民間組織は直接連携して、警備を強化するべく必要な情報を共有すべきである。監視と調査を改善するために構造を発展させ、導入しなければならない。

脅威についての報道は実際の攻撃と同じくらい公共の信頼を損ねることがある。パニックを引き起こす可能性がある上、そのような報道はデマや「模倣犯」行為を招きやすく、瞬時にして危機対処システムを凌駕してしまうことがある。国家政府と地方自治体はこうした状況に対する自らの責任と管理能力を考慮し、商業・サービス業・その他民間組織との密接な協力のもとに、適切な行動計画を策定して非常訓練を実施するべきである。人々に情報を伝達し、その恐怖を抑えて根拠のない噂を避けるための準備も含めて行動計画を立てるべきである。

偶発的あるいは意図的な汚染の危険性をすべて排除することは不可能である。目標はこの危険性を最小限に減らすことと、万一汚染と混乱が生じた場合に迅速に対処するということであらねばならない。安全保障システムには意図的な汚染を防ぐ適切な機構を組み込む必要がある。ある脅威や事態に対処するために割り当てられる資源は、その危険性の規模に見合ったものでなければならない。消費者は曝露を予防するために重要な役割を担っており、危険性についてもっと関心を払う必要がある。脅威および不審な行為に関しては関係当局に通報しなければならない。こういうことから、消費者教育は準備計画に含まれるべき事項なのである。消費者は意図的な汚染の可能性と適切な対処方法について周知しておかねばならない。しかし、そうした汚染を予防する努力は他の活動を補完するものとはなっても、置き換わるものとはならない。

## 参考文献

1. Khan AS, Swerdlow DL, Juranek DD. Precautions against biological and chemical terrorism directed at food and water supplies. *Public Health Reports*, 2001, 116:3-14.
2. *HACCP: Introducing the Hazard Analysis and Critical Control Point System*. Geneva, World Health Organization, 1997 (document WHO/FOS/97.2; available at [http://whqlibdoc.who.int/hq/1997/WHO\\_FSF\\_FOS\\_97.2.pdf](http://whqlibdoc.who.int/hq/1997/WHO_FSF_FOS_97.2.pdf)).
3. Van Larebeke N et al. The Belgian PCB and dioxin incident of January-June 1999: exposure data and potential impact on health. *Environmental Health Perspectives*, 2001, 109:265-273.
4. MacKenzie WR. A massive outbreak in Milwaukee of *Cryptosporidium* infection transmitted through the public water supply. *New England Journal of Medicine*, 1994, 331:161-167.
5. Mermine JH et al. A massive epidemic of multidrug-resistant typhoid fever in Tajikistan associated with consumption of municipal water. *Journal of Infectious Diseases*, 1999, 179:1416-1422.
6. Torok TJ et al. A large community outbreak of salmonellosis caused by intentional contamination of restaurant salad bars. *Journal of the American Medical Association*, 1997, 278:389-395.
7. Slifman NR et al. Contamination of botanical dietary supplements by *Digitalis lanata*. *New England Journal of Medicine*, 1998, 139:806-811.
8. *Terrorist threats to food: guidance for establishing or strengthening prevention and response systems*. Geneva, World Health Organization, 2002 (document WHO/SDE/PHE/FOS; available at <http://who.int/fsf>).

## 付属文書6 情報源

本報告書は、生物・化学剤の意図的放出に対する公衆衛生的準備の際に考慮すべき多岐にわたる内容の概略を述べている。本報告書は各々に、各分野にわたる準備や詳細なガイドラインを提供したり、ひな型や運営マニュアルとしての意味合いをもたせようとするものではない。さらに詳細あるいは特定の情報が必要な場合には下記の関連文献を参照されたい。確認できる限りすべて国際輸出入管理の対象にはならない公開出版物である。

情報源は3つのカテゴリーに分類される。

第一に、権威ある書籍や研究論文など（インターネット上で閲覧可能なものが多い）の主要な文書及び一般的な情報源がある。これらは攻撃に対する準備のいくつかの側面を採り上げているものである。第二には、業務特有の情報源である。第4章の業務の記載順序に概ね沿って記載されている。業務は脅威や実際に生じた災害そのものの認知、災害の評価と災害管理計画、および災害の被害軽減と管理である。生物・化学剤関連の情報源については別枠を設けてある。物質ごとに特定した情報源は記載していないが、付属文書1、2、3の参考文献の項を参照されたい。第三に、インターネット上のウェブサイトを紹介しており、これらは個々の準備業務に関する信頼できる情報を掲載し、頻繁に追加または更新が行われているサイトである。

### 1. 主要文書および一般的情報源

#### カナダ

Leonard B, ed. *Emergency response guidebook: a guidebook for first responders during the initial phase of a dangerous goods/hazardous materials incident*. Ottawa, ON, Diane Publishing Co., 2000 (以下で入手可能

[http://www.tc.gc.ca/canutec/erg\\_gmu/en/Table\\_of\\_contents.htm](http://www.tc.gc.ca/canutec/erg_gmu/en/Table_of_contents.htm)).

#### フランス

Blanchet JM et al. *Les agressions chimiques*. [Chemical aggressions.] Paris, Éditions France-Sélection, 1997.

北大西洋条約機構 (North Atlantic Treaty Organization、NATO)

*NATO handbook on the concept of medical support in NBC environments.*  
AMedP-7(a).

*NATO handbook on the medical aspects of NBC defensive operations.*  
*Part II-biological.* AMedP-6(B).

米国版は、Army Field Manual 8-9, Navy Medical Publication 509, Air Force Joint Manual 44-151, Departments of the Army, the Navy and the Air Force, Washington, DC, 1 February 1996 (以下で入手可能  
<http://www.fas.org/nuke/guide/usa/doctrine/dod/fm8-9/toc.htm>).

*NATO handbook on the medical aspects of NBC defensive operations.*  
*Part III-chemical.* AMedP-6(B).

オランダ

*Defense against bioterrorism.* The Hague, Health Council of the Netherlands, 2001 (publication no. 2001/16).

経済協力開発機構 (Organization for Economic Co-operation and Development、OECD)

*Guidance concerning health aspects of chemical accidents. For use in the establishment of programmes and policies related to prevention of, preparedness for, and response to accidents involving hazardous substances.* Paris, Organization for Economic Co-operation and Development, 1996. [合わせて以下も参照されたい。the OECD *Guiding Principles for Chemical Accident Prevention, Preparedness and Response*, OCDE/GD(96)104; 以下で入手可能  
<http://www.oecd.org/ehs/ehsmono/#ACCIDENT>.]

*Health aspects of chemical accidents: guidance on chemical accident awareness, preparedness and response for health professionals and emergency responders.* Paris, Organization for Economic Cooperation and Development, OCDE/GD(94)1 [prepared as a joint publication with IPCS, UNEP-IE and WHO-ECEH]. (Environment Monograph, No. 81 (1994), UNEP IE/PQC Technical Report No. 19.)

*Report of the OECD workshop on risk assessment and risk communication in the context of accident prevention, preparedness and response,* No. 1, OCDE/GD(97)31 (1997) (以下で入手可能  
<http://www.oecd.org/ehs/ehsmono/#ACCIDENT>).

## スウェーデン

Ivarsson U, Nilsson H, Santesson J, eds. *A FOA briefing book on chemical weapons - threat, effects, and protection*, No. 16. Umeå, National Defense Research Establishment, 1992.

Norlander L et al., eds. *A FOA briefing book on biological weapons*. Umeå, National Defense Research Establishment, 1995.

## スイス

Steffen R et al. Preparation for emergency relief after biological warfare. *Journal of Infection*, 1997, 34:127-132.

## イギリス

*Deliberate Release Homepage*. London, Health Protection Agency, 2003 (以下で入手可能  
[http://www.hpa.org.uk/infections/topics\\_az/deliberate\\_release/menu.htm](http://www.hpa.org.uk/infections/topics_az/deliberate_release/menu.htm)).

*Measures for controlling the threat from biological weapons*. London, Royal Society, 2000 (document 4/00; 以下で入手可能  
<http://www.royalsoc.ac.uk/files/statfiles/document-114.pdf>).

## アメリカ合衆国

Bartlett J et al., eds. *Bioterrorism and public health: an internet resource guide*. Montvale, NJ, Thomson Medical Economics, 2002.

Catlett C et al. *Training of clinicians for public health events relevant to bioterrorism preparedness*. Washington, DC, Department of Health and Human Services, Agency for Healthcare Research and Quality Evidence, Report Number 51, 2002. [ “この確証ある報告書の目的はそのデータに基づき、テロリストの生物剤攻撃に対応できる臨床医を訓練するための最も効果的な方法を確認・参照することである” ]  
Chin J, ed. *Control of communicable diseases manual*, 17th ed. Washington, DC, American Public Health Association, 1999.

*Defense against toxin weapons*. Fort Detrick, MD, United States Army Medical Research Institute of Infectious Diseases, 1997 (以下で入手可能 <http://www.usamriid.army.mil/education/defensetox.html>).

Ellison DH. *Emergency action for chemical and biological warfare agents*. Boca Raton, FL, CRC Press, 1999.

Ellison DH. *Handbook of chemical and biological warfare agents*. Boca Raton, FL, CRC Press, 1999

Emergency Medicine - Chemical, Biological, Radiological, Nuclear and Explosives Articles (以下で入手可能  
[http://www.emedicine.com/emerg/WARFARE\\_CHEMICAL\\_BIOLOGICAL\\_RADIOLOGICAL\\_NUCLEAR\\_AND\\_EXPLOSIVES.htm](http://www.emedicine.com/emerg/WARFARE_CHEMICAL_BIOLOGICAL_RADIOLOGICAL_NUCLEAR_AND_EXPLOSIVES.htm)).

Fraser MR, Fisher VS. *Elements of effective bioterrorism preparedness: a planning primer for local public health agencies*. Washington, DC, National Association of County and City Health Officials, 2001.

Government publication on CD-ROM. *21st century complete guide to bioterrorism, biological and chemical weapons, germs and germ warfare, nuclear and radiation terrorism: military manuals and federal documents, with practical emergency plans, protective measures, medical treatment and survival information*.

Graves B, ed. *Chem-bio: frequently asked questions. Guide to better understanding Chem-Bio*. Alexandria, VA, Tempest Publishing, 1998.

*Health and medical support plan for the federal response to acts of chemical/biological (C/B) terrorism: final interim plan*. Washington, DC, Department of Health and Human Services, 1995.

Institute of Medicine and National Research Council. *Chemical and biological terrorism: research and development to improve civilian medical response*, Washington, DC, National Academy Press, 1999.

*Jane's chemical-biological defense guidebook*. Alexandria, VA, Jane's Information Group, 1999.

Khan AS, Levitt AM, Sage MJ. Recommendations and Reports. Biological and chemical terrorism: strategic plan for preparedness and response. Recommendations of the CDC Strategic Planning Workgroup. *Morbidity and Mortality Weekly Report*, 49 (RR-4), 21 April 2000 (以下で入手可能 <http://www.bt.cdc.gov/Documents/BTStratPlan.pdf>).

Khan AS, Morse S, Lillibridge S. Public-health preparedness for

bioterrorism in the USA. *Lancet*, 2000, 356:1179-1182.

Mandell GL, Bennett JE, Dolin R, eds. *Mandell, Douglas, and Bennett's principles and practice of infectious diseases*, 5th ed. New York, NY, Churchill Livingstone, 2000.

Kortepeter M et al., eds. *USAMRIID's medical management of biological casualties handbook*, 4th ed. Fort Detrick, MD, United States Army Medical Research Institute of Infectious Diseases, 2001 (以下で入手可能 [www.nbc-med.org/SiteContent/HomePage/WhatsNew/MedManual/Feb01/handbook.htm](http://www.nbc-med.org/SiteContent/HomePage/WhatsNew/MedManual/Feb01/handbook.htm)).

*Medical management of chemical casualties handbook*, 3rd ed. Aberdeen, MD, United States Army Medical Research Institute of Chemical Defense, 1999 (以下で入手可能 <http://ccc.apgea.army.mil/>).

Sidell FR, Patrick WC, Dashiell TR. *Jane's chem-bio handbook*. Alexandria, VA, Jane's Information Group, 1998.

Sifton D, ed. *PDR guide to biological and warfare response*. Montvale, NJ, Thomson/Physicians' Desk Reference, 2002.

Snyder JW, Check W. *Bioterrorism threats to our future. The role of the clinical microbiology laboratory in detection, identification, and confirmation of biological agents. A report from the American Academy of Microbiology and American College of Microbiology*. Washington, DC, American College of Microbiology, 2001(以下で入手可能 <http://www.asmusa.org/acasrc/pdfs/bioterrorism.pdf>).

United States Army Chemical and Biological Defense Command, Domestic Preparedness Program, Defense Against Weapons of Mass Destruction. *Technician-hospital provided course manual*. Aberdeen, MD, US Army CBDCOM, Domestic Preparedness Office, 1997.

United States Department of Defense. *21st century terrorism, germs and germ weapons, nuclear, biological and chemical (NBC) warfare - army medical NBC battlebook*. Washington, DC, Department of Defense, 2001.

Venzke BN, ed. *First responder chem-bio handbook. Practical manual for first responders*. Alexandria, VA, Tempest Publishing, 1998.

Zajtchuk R, ed. *Medical aspects of chemical and biological warfare*. Washington, DC, Department of the Army, Office of the Surgeon General, 1997 (以下で入手可能  
<http://www.nbc-med.org/SiteContent/HomePage/WhatsNew/MedAspects/contents.html>).

## 世界保健機関(World Health Organization、WHO)

*Community emergency preparedness: a manual for managers and policy-makers*. Geneva, World Health Organization, 1999.

*WHO recommended strategies for the prevention and control of communicable diseases*. Geneva, World Health Organization, 2001(document WHO/CDS/CPE/SMT/2001.113).

## 2. 業務ごとの情報源

### 2.1 危険有害性物質の特定

Bean N, Martin S. Implementing a network for electronic surveillance reporting from public health reference laboratories: an international perspective. *Emerging Infectious Diseases*, 2001, 7:773-779.

Franz DR et al. Clinical recognition and management of patients exposed to biological warfare agents. *Journal of the American Medical Association*, 1997, 278:399-411.

Green M, Kaufman Z. Surveillance for early detection and monitoring of infectious disease outbreaks associated with bioterrorism. *Israel Medical Association Journal*, 2002, 4:503-506.

Jortani SA, Snyder JW, Valdes R. The role of the clinical laboratory in managing chemical or biological terrorism. *Clinical Chemistry*, 2000, 46:1883-1893.

Klietmann WF, Ruoff KL. Bioterrorism: implications for the clinical microbiologist. *Clinical Microbiology Reviews*, 2001, 14:364-381.

Olson JE, Relman DA. Biologic weapons: what infectious disease practitioners need to know. *Infections in Medicine*, 2000, 17:29-44.

Teutsch SM, Churchill RE, eds. *Principles and practice of public health surveillance*, 2nd ed. Oxford, Oxford University Press, 2000.

*Worldwide chemical detection equipment handbook*. Gunpowder, MD, Chemical and Biological Defense Information Analysis Center, 1995.

## 2.2 評価および管理

Cieslak TJ et al. A field-expedient algorithmic approach to the clinical management of chemical and biological casualties. *Military Medicine*, 2000, 165:659-662.

Fullerton CS, Ursano RJ. Behavioral and psychological responses to chemical and biological warfare. *Military Medicine*, 1990, 155:054-059.

[神経剤その他に対する慢性および急性曝露の長期影響に関するもの]

How would you handle a terrorist act involving weapons of mass destruction? *ED Management*, 1999, 11:121-124 (以下で入手可能 [http://www.ahcpub.com/ahc\\_online/edm.html](http://www.ahcpub.com/ahc_online/edm.html)).

### 2.2.1 生物剤

Anderson RM. The application of mathematical models in infectious disease research. In: Layne SP et al., eds. *Firepower in the lab: automation in the fight against infectious diseases and bioterrorism*. Washington, DC, National Academic Press, 2000:31-46.

Association for Professionals in Infection Control and Epidemiology. APIC/CDC, *Bioterrorism readiness plan: a template for healthcare facilities*. APIC Bioterrorism Task Force (Judith F. English, Mae Y. Cundiff, John D. Malone and Jeanne Pfeiffer) and CDC Hospital Infections Program Bioterrorism Working Group (Michael Bell, Lynn Steele and Michael Miller), 13 April 1999 (以下で入手可能

<http://www.cdc.gov/ncidod/hip/Bio/13apr99APIC-CDCBioterrorism.PDF> and at [www.apic.org](http://www.apic.org).

*Bioterrorism preparedness and response: use of information technologies and decision support systems*. File Inventory, Evidence Report/Technology Assessment Number 59. Rockville, MD, Agency for Healthcare Research and Quality, 2002 (AHRQ Publication No. 02-E028; 以下で入手可能 <http://www.ahrq.gov/clinic/bioitinv.htm>).

Chemical-biological terrorism and its impact on children: a subject review. American Academy of Pediatrics, Committee on Environmental Health and Committee on Infectious Diseases. *Pediatrics*, 2000, 105:662-670. [生物・化学兵器戦争における災害対策および生物・化学兵器と小児の健康との密接な関係についての総説]

Dickinson Burrows W, Renner SE. Biological warfare agents as threats to potable water. *Environmental Health Perspectives*, 1999, 107:975-984.

Henderson DA. Bioterrorism as a public health threat. *Emerging Infectious Diseases*, 1998, 4:488-492.

Inglesby TV, O' Toole T, Henderson DA. Preventing the use of biological weapons: improving response should prevention fail. *Clinical Infectious Diseases*, 2000, 30:926-929. [この記事は、「感染症専門家委員会の提案による生物兵器や生物兵器によるテロの問題が発生した場合に行われるべき処置方法」についてのものであり、とりわけ生物兵器使用への備えについて強調している。項目には、生物兵器使用を意識することや生物兵器使用時の対処法に関する教育、研究検査室での診断、治療機関の配分、病院での対応及び科学的調査がある]

## 2.2.2 化学剤

*Guiding principles for chemical accident prevention, preparedness and response: guidance for public authorities, industry, labour and others for the establishment of programmes and policies related to prevention of, preparedness for, and response to accidents involving hazardous substances*. [Under revision in 2000-2001.] Paris, Organization for Economic Co-operation and Development, Environment, 1992 (Monograph, No. 51; 英語、フランス語、ロシア語、スペイン語で

入手可能 <http://www.oecd.org/ehs/ehsmono/#ACCIDENT>).

*International assistance activities related to chemical accident prevention, preparedness and response (the joint OECD and UN-ECE workshop to promote assistance for the implementation of chemical accident programmesの続編である)*. Paris, Organization for Economic Co-operation and Development, 1997

(No. 3, OCDE/GD(97)181; 以下で入手可能

<http://www.oecd.org/ehs/ehsmono/#ACCIDENT>).

Karalliedde L et al. Possible immediate and long-term health effects following exposure to chemical warfare agents. *Public Health*, 2000, 114:238-248.

*Public health and chemical incidents guidance for national and regional policy makers in the public/environmental health roles*. Cardiff, WHO Collaborating Centre for an International Clearing House for Major Chemical Incidents, University of Wales, 1999.

*Report of the OECD workshop on human performance in chemical process safety: operating safety in the context of chemical accident prevention, preparedness and response*. Paris, Organization for Economic Co-operation and Development, 1999 (No. 4,

ENV/JM/MONO(99)12; 以下で入手可能

<http://www.oecd.org/ehs/ehsmono/#ACCIDENT>).

*Report of the OECD workshop on new developments in chemical emergency preparedness and response*. Lappeeranta, Finland, November 1998.

Paris, Organization for Economic Co-operation and Development, 2001 (No. 5, ENV/JM/MONO(2001)1; 以下で入手可能

<http://www.oecd.org/ehs/ehsmono/#ACCIDENT>).

Reutter S. Hazards of chemical weapons release during war: new perspectives. *Environmental Health Perspectives*, 1999, 107:985-990.

Shapira Y et al. Outline of hospital organization for a chemical warfare attack. *Israeli Journal of Medical Sciences*, 1991, 27:616-622.

*Report of the OECD workshop on pipelines (prevention of, preparedness for, and response to releases of hazardous substances)*. Paris, Organization for Economic Co-operation and Development, 2001 (No. 2, OCDE/GD(97)180; 以下で入手可能

<http://www.oecd.org/ehs/ehsmono/#ACCIDENT>).

## 2.3 軽減および制御

Ballantyne B, Schwabe PH, eds. *Respiratory protection: principles and applications*. London, Chapman & Hall, 1981.

*Canadian Forces Operations NBC Defense (Book 1 of 2); NBC Defense Equipment (Book 2 of 2)*.

Colton CE et al. *Respiratory protection: a manual and guideline*, 2nd ed. Akron, OH, American Hygiene Association, 1991.

Dashiell TR et al. *Overview of US chemical and biological defensive equipment*. Alexandria, VA, Chemical and Biological Defense Information Analysis Centre, 1997.

Fullerton CS, Ursano RJ. Health care delivery in the high-stress environment of chemical and biological warfare. *Military Medicine*, 1994, 159:524-528.

Jane's Yearbooks (yearly). *Jane's NBC protection equipment*. Coulsdon, England, Jane's Information Group.

Kadivar H, Adams SC. Treatment of chemical and biological warfare injuries: insights derived from the 1984 Iraqi attack on Majnoon Island. *Military Medicine*, 1991, 156:171-177.

Macintyre AG et al. Weapons of mass destruction events with contaminated casualties. Effective planning for health care facilities. *Journal of the American Medical Association*, 2000, 283:242-249.

Revoir WH, Ching-Tsen B. *Respiratory protection handbook*. Boca Raton, FL, Lewis Publishers, 1997.

Sohns T, Voicu VA, eds. *NBC risks. Current capabilities and future perspectives for protection*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1999.

Sullivan FR, Wand I, Jenouri I. Principles and protocols for prevention, evaluation, and management of exposure to hazardous materials.

*Emergency Medicine Reports*, 1998, 19:21-32.

*The selection, use and maintenance of respiratory protective equipment: a practical guide*. London, Health and Safety Executive, 1988. United States Army Soldier and Biological Chemical Command (SBCCOM). *Overview of the latest development of US chemical and biological defensive equipment. Detection, decontamination, and protective equipment* (available at <http://www.sbccom.army.mil/products/nbc.htm>).

*Worldwide NBC mask handbook*. Alexandria, VA, Chemical and Biological Defense Information Analysis Centre, 1992.

Yuan LL. Sheltering effects of buildings from biological weapons. *Science and Global Security*, 2000, 8:329-355.

### 2.3.1 生物剤

Barbera J et al. Large-scale quarantine following biological terrorism in the United States: scientific examination, logistic and legal limits, and possible consequences. *Journal of the American Medical Association*, 2001, 286:2711-2717.

Casadevall A. Passive antibody administration (immediate immunity) as a specific defense against biological weapons. *Emerging Infectious Diseases*, 2002, 8:833-841 (以下で入手可能 <http://www.cdc.gov/ncidod/EID/vol8no8/pdf/01-0516.pdf>).

Cieslak TJ et al. Immunization against potential biological warfare agents. *Clinical Infectious Diseases*, 2000, 30:843-850.

*Guidance document on the use of medicinal products for the treatment and prophylaxis of biological agents that might be used as weapons of bioterrorism*. London, European Agency for the Evaluation of Medicinal Products, 2002 文献 CPMP/4048/01; 以下で入手可能 <http://www.emea.eu.int/pdfs/human/bioterror/404801.pdf>).

Richard P et al. *Guide to infection control in the hospital: an official publication of the International Society for Infectious Diseases*. Hamilton, ON, BC Decker, 1988.

*Treatment of biological warfare agent casualties*. Field Manual 8-284, NAVMED P-5042, Air Force Manual (Interservice) 44-156, Marine Corps MCRP 4-11.1C, Headquarters Departments of the Army, the Navy, and the Air Force, and Commandant Marine Corps, Washington, DC, 17 July 2000.

### 2.3.2 化学剂

*Chemical accident contamination control*. Field Manual 3-21 Headquarters Department of the Army, Washington, DC, 23 February 1978 (以下で入手可能  
<http://155.217.58.58/cgi-bin/atdl.dll/fm/3-21/toc.htm>).

*List of items to be stockpiled for Emergency and Humanitarian Assistance*. The Hague, Organization for the Prohibition of Chemical Weapons, 1998 (generic list of items for Assistance under Article X of the CWC; 以下で入手可能  
[http://www.opcw.org/html/global/c\\_series/csp1/ci\\_dec12.html](http://www.opcw.org/html/global/c_series/csp1/ci_dec12.html)).

Lundy PM. Treatment of organophosphate nerve agents, current therapy and future prospectives. In: Sohns T, Voicu VA, eds. *NBC risks. Current capabilities and future perspectives for protection*. Dordrecht, Kluwer Academic Publishers, 1999:197-218.

Marrs TC, Sidell FR, Maynard R. *Chemical warfare agents: toxicology and treatment*. Chichester, Wiley, 1999.

Mashhadi H. Delivering assistance and protection. *OPCW Synthesis*, 2001:25-30.

Munro NB et al. The sources, fate, and toxicity of chemical warfare agent degradation products. *Environmental Health Perspectives*, 1999, 107:933-974 (以下で入手可能  
<http://www.nbc-med.org/others/Default.html>).

Romano J, Hurst C, Newmark J. Supporting homeland defense: training

for chemical casualty management. *Army Medical Department Journal*, 2002, PB 8-02-4/5/6:46-52.

*Treatment of chemical agent casualties and conventional military chemical injuries*. Field Manual 8-285, NAVMED P-5041, Air Force Joint Manual 44-149, Fleet Marine Force Manual 11.11, Headquarters Departments of the Army, the Navy, and the Air Force and Commandant Marine Corps, Washington, DC, 22 December 1995

(以下で入手可能 <http://www.nbc-med.org/others/Default.html> あるいは

[http://www.nbcmed.org/SiteContent/MedRef/OnlineRef/FieldManuals/FM8\\_285/new/toc.pdf](http://www.nbcmed.org/SiteContent/MedRef/OnlineRef/FieldManuals/FM8_285/new/toc.pdf)).

United States Army Soldier and Biological Chemical Command (SBCCOM). *Guidelines for mass casualty decontamination during a terrorist chemical agent incident*, January 2000 (以下で入手可能

[http://www2.sbccom.army.mil/hld/cwirp/cwirp\\_guidelines\\_mass\\_casualty\\_decon\\_download.htm](http://www2.sbccom.army.mil/hld/cwirp/cwirp_guidelines_mass_casualty_decon_download.htm)).

訳注) 現在は [www.au.af.mil/au/awc/awcgate/army/sbccom\\_decon.pdf](http://www.au.af.mil/au/awc/awcgate/army/sbccom_decon.pdf) で入手可能。SBCCOMに関しては、312頁の訳注参照。

United States Army Soldier and Biological Chemical Command (SBCCOM). *Guidelines for mass fatality management during terrorist incidents involving chemical agents*, November 2001 (以下で入手可能

[http://www2.sbccom.army.mil/downloads/cwirp/guidelines\\_mass\\_fatality\\_mgmt.pdf](http://www2.sbccom.army.mil/downloads/cwirp/guidelines_mass_fatality_mgmt.pdf)).

訳注) 現在は [www.mipt.org/pdf/guidemassfatalitymgmt.pdf](http://www.mipt.org/pdf/guidemassfatalitymgmt.pdf) で入手可能。MIPT (National Memorial Institute for the Prevention of Terrorism)。

United States Army Medical Research Institute of Chemical Defense. *Field Management of Chemical Casualties Handbook*, 2nd ed., July 2000

(以下で入手可能

[http://ccc.apgea.army.mil/training/training\\_mat.asp](http://ccc.apgea.army.mil/training/training_mat.asp)).

### 3. 情報源記載ウェブサイト

注: インターネットリンクは変更されていることがあることに注意すること。このリスト記載のものは2003年現在運営中のウェブである。

#### イスラエル

イスラエル軍 (Israel Defense Forces)

<http://www.idf.il/english/organization/homefront/index.stm>

**化学兵器禁止機関 (Organization for the Prohibition of Chemical Weapons、OPCW)**

<http://www.opcw.org>.

**シンガポール**

シンガポール市民防衛軍 (Singapore Civil Defense Forces)

<http://www.mha.gov.sg/scdf/ready.html>

**イギリス**

内務省 (Home Office) [緊急対策立案および災害管理に関する情報提供および連携]

<http://www.homeoffice.gov.uk/epd/publications/dwd.htm>

健康保護局 (Health Protection Agency)

<http://www.hpa.org.uk/>

**アメリカ合衆国**

対抗拡散や生物・化学兵器への防衛に関する国防省次官補 (DATSD、Deputy Assistant to the Secretary of Defense for Counterproliferation/Chemical and Biological Defense) [このホームページには、国防総省の生物・化学兵器防御計画や、対抗拡散支援計画の要約とダウンロード可能な報告書も含まれている]

<http://www.defenselink.mil/pubs/>

国防総省、国防脅威削減局、化学-生物関連防衛 (Department of Defense, Defense Threat Reduction Agency, Chem-Bio Defense)

[http://www.dtra.mil/cb/cb\\_index.html](http://www.dtra.mil/cb/cb_index.html)

国防総省炭疽菌ワクチン種痘計画事務局 (Department of Defense, Anthrax Vaccine Immunization Program Agency)

<http://www.anthrax.osd.mil/>

国防総省生物・化学兵器情報分析センター (Department of Defense, Chemical and Biological Defense Information Analysis Center、CBIAC) [CBIACは国防総省において特に対抗拡散や生物・化学兵器への防衛技術に焦点を当てている部門である。同センターはまた、その対抗拡散や生物・化学兵器への防衛技術に関する情報の収集・分析・統合・布告および要約を行う。この機関はまた認可を受けた利用者なら検索できるデータベースを提供しており、これはまた他の多くの対抗拡散や生物・化学

兵器への防衛関連サイトともリンクしている]

<http://www.cbiac.apgea.army.mil/>

保健福祉省、疾病予防センター<CDC>、CDC生物兵器テロ対策・対応部門 (Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, CDC BioTerrorism Preparedness and Response)

<http://www.bt.cdc.gov>

保健福祉省首都医療対応機構 (Department of Health & Human Services, Metropolitan Medical Response System, MMRS)

<http://www.mmrs.hhs.gov>

保健福祉省非常事態準備室 (Department of Health & Human Services, Office of Emergency Preparedness, OEP) [OEPは合衆国の健康・医療・社会福祉に関わる保健事業や主要な緊急事態および連邦政府が非常事態宣言を出す状況への対応に関する責務を負う。この非常事態には自然災害の他、科学技術による災害、輸送機関での大事故、テロリズムなどが含まれる]

<http://www.ndms.dhhs.gov>

連邦緊急事態管理局 (Federal Emergency Management Agency)

<http://www.fema.gov>

連邦緊急事態管理局緊急対応情報システム (Federal Emergency Management Agency, Rapid Response Information System, RRIS) [緊急対応情報システムは参照指針や訓練教材として活用できるだけでなく、生物・化学兵器や核兵器を用いたテロ事件が発生した場合に対応するための全体計画を作成することや、そのための訓練をしておく情報源として活用することもできる。緊急対応情報システムには生物・化学・放射能兵器や応急手当の方法、連邦政府の対応権限や、そういった緊急時に助言を得られる電話サービスおよびホットライン (緊急時の直通電話サービス) そして大量破壊兵器となる潜在的可能性のある兵器に関するその他の連邦政府所属の情報源を含む複数のデータベースから構成されている]

ジョンズ・ホプキンス大学、民間生物兵器防御研究センター (Johns Hopkins University, Center for Civilian Biodefense Studies)

<http://www.hopkins-biodefense.org/>

核・生物・化学兵器関連オンライン医療情報サーバ (Medical NBC Online Information Server)

<http://www.nbc-med.org>

セントルイス大学公衆衛生センター生物兵器テロおよび新興感染症研究部門 (St Louis University School of Public Health Center for the study of Bioterrorism and Emerging Infections)

<http://www.slu.edu/colleges/sph/bioterrorism/>

テンペスト生物・化学.com (Tempest's Chem-Bio.com) [今日の生物・化学兵器テロに立ち向かう人々を支援する目的で設立されている]

<http://www.chem-bio.com/>

陸軍化学兵器防御研究所 (US Army Medical Research Institute of Chemical Defense, USAMRICD) [戦闘行為で用いられる化学物質に対する医療的対応手段を開発し、化学物質による災害被災者に対して医療的処置を要する事態が生じた場合を想定した医療従事者訓練を目的としている。USAMRICDのホームページは化学物質による災害被災者への医療管理や化学剤分析技術に関する公開情報を提供している]

<http://chemdef.apgea.army.mil/>

陸軍化学兵器防御研究所、化学物質災害被災者保護局 (US Army Medical Research Institute of Chemical Defense, Chemical Casualty Care Division)

<http://ccc.apgea.army.mil>

陸軍感染症研究所 (US Army Medical Research Institute of Infectious Diseases, USAMRIID)

<http://www.usamriid.army.mil>

陸軍兵士生物化学コマンド (US Army Soldier and Biological Chemical Command) [生物・化学兵器への防御設備および化学物質に関する情報。生成物・防護服・保護・防御等に関する情報]

<http://www.sbccom.apgea.army.mil/>

訳注) 2003年10月、陸軍兵士生物化学コマンド (SBCCOM) はRDECOM (Research, Development and Engineering Command)、CMA (Chemical Materials Agency)、GUARDIAN BRIGADE、PM NBC (PM Nuclear, Biological and Chemical Defense)、SSC (Soldiers System Center) の諸機関へと改組された。

陸軍兵士生物化学コマンド、国土防衛部隊 (US Army Soldier and Biological Chemical Command, Homeland Defense Business Unit) [任務は大量破壊兵器を含むテロ行為に対する軍・連邦政府・州および各地方単位での緊急対応能力を強化することである。国土防衛計画は厳格な検証を受けた国内準備計画基金に基づく対策改善計画と技術援助計画および大量破壊兵器対策計画の重要な要素を調整する]

<http://hld.sbccom.army.mil/>

## 付属文書7 WHO加盟国の生物・化学兵器に関する国際条約への加盟状況

下の表は、1925年6月17日にジュネーブで署名された「窒息性ガス、毒性ガス又はこれらに類するガス及び細菌学的手段の戦争における使用の禁止に関する議定書」（「ジュネーブ議定書」（GP））、1972年4月10日にロンドン・モスクワ・ワシントンにおいて署名された「細菌兵器（生物兵器）・毒素兵器の開発・生産・貯蔵の禁止並びに廃棄に関する条約」（「1972年の生物・毒素兵器条約」（BWC））、1993年11月13日にパリで署名された「化学兵器の開発・生産・貯蔵・使用の禁止並びに廃棄に関する条約」（「1993年の化学兵器条約」（CWC））といった生物・化学兵器による攻撃、もしくは攻撃の脅威に対する防衛に関する国際協定へのWHO加盟国の参加状況をまとめたものである（参加（+）、不参加（-））。表には、加盟国が協定に署名しているが、まだ批准されていない事を示す（|）もある。情報はGPに関しては2002年9月25日現在、BWCに関しては2002年10月25日現在、CWCに関しては2002年10月25日現在のものである。

WHO加盟国	GP	BWC	CWC
アフガニスタン	+	+	
アルバニア	+	+	+
アルジェリア	+	-	+
アンドラ	-	-	-
アンゴラ	+	-	-
アンティグア・バーブーダ	+	-	-
アルゼンチン	+	+	+
アルメニア	-	+	+
オーストラリア	+	+	+
オーストリア	+	+	+
アゼルバイジャン	-	-	+
バハマ国	-	+	
バーレーン	+	+	+
バングラデシュ	+	+	+
バルバドス	+	+	-

WHO加盟国	GP	BWC	CWC
ベラルーシ	—	+	+
ベルギー	+	+	+
ベリーズ	—	+	—
ベニン	+	+	+
ブータン	+	+	
ボリビア	+	+	+
ボスニア・ヘルツェゴビナ	—	+	+
ボツワナ	—	+	+
ブラジル	+	+	+
ブルネイ・ダルサラーム	—	+	+
ブルガリア	+	+	+
ブルキナファソ	+	+	+
ブルンジ	—		+
カンボジア	+	+	
カメルーン	+	—	+
カナダ	+	+	+
カボベルデ	+	+	
中央アフリカ共和国	+		
チャド	—	—	
チリ	+	+	+
中華人民共和国	+	+	+
コロンビア	—	+	+
コモロ	—	—	
コンゴ共和国	—	+	
クック諸島 <sup>①</sup>	—	—	+
コスタリカ共和国	—	+	+
コートジボワール	+		+
クロアチア	—	+	+
キューバ共和国	+	+	+
キプロス	+	+	+
チェコ共和国	◆	+	+
朝鮮民主主義人民共和国	+	+	—

WHO加盟国	GP	BWC	CWC
コンゴ民主共和国	－	＋	
デンマーク	＋	＋	＋
ジブチ	－	－	
ドミニカ国	－	＋	＋
ドミニカ共和国	＋	＋	
エクアドル	＋	＋	＋
エジプト	＋		－
エルサルバドル		＋	＋
赤道ギニア	＋	＋	＋
エリトリア	－	－	＋
エストニア	＋	＋	＋
エチオピア	＋	＋	＋
フィジー	＋	＋	＋
フィンランド	＋	＋	＋
フランス	＋	＋	＋
ガボン	－		＋
ガンビア	＋	＋	＋
グルジア	－	＋	＋
ドイツ	＋	＋	＋
ガーナ	＋	＋	＋
ギリシャ	＋	＋	＋
グレナダ	＋	＋	
グアテマラ	＋	＋	
ギニア	－	＋	＋
ギニアビサウ	＋	＋	
ガイアナ	－		＋
ハイチ	－		
ホンジュラス	－	＋	
ハンガリー	＋	＋	＋
アイスランド	＋	＋	＋
インド	＋	＋	＋
インドネシア	＋	＋	＋

WHO加盟国	GP	BWC	CWC
イラン	+	+	+
イラク	+	+	-
アイルランド	+	+	+
イスラエル	+	-	
イタリア	+	+	+
ジャマイカ	+	+	+
日本	+	+	+
ヨルダン	+	+	+
カザフスタン	-	-	+
ケニア	+	+	+
キリバス	-	-	+
クウェート	+	+	+
キルギスタン	-	-	
ラオス	+	+	+
ラトビア	+	+	+
レバノン	+	+	-
レソト	+	+	+
リベリア	+		
リビア	+	+	-
リトアニア	+	+	+
ルクセンブルグ	+	+	+
マダガスカル	+		
マラウイ	+		+
マレーシア	+	+	+
モルディブ	+	+	+
マリ	-		+
マルタ	+	+	+
マーシャル諸島	-	-	
モーリタニア	-	-	+
モーリシャス	+	+	+
メキシコ	+	+	+
ミクロネシア連邦	-	-	+
モナコ	+	+	+

WHO加盟国	GP	BWC	CWC
モンゴル	+	+	+
モロッコ	+	+	+
モザンビーク	-	-	+
ミャンマー	-		
ナミビア	-	-	+
ナウル	-	-	+
ネパール	+		+
オランダ	+	+	+
ニュージーランド	+	+	+
ニカラグア	+	+	+
ニジェール	+	+	+
ナイジェリア	+	+	+
ニウエ $\Psi$	-	-	-
ノルウェー	+	+	+
オマーン	-	+	+
パキスタン	+	+	+
パラオ	-	-	-
パナマ	+	+	+
パプアニューギニア	+	+	+
パラグアイ	+	+	+
ペルー	+	+	+
フィリピン	+	+	+
ポーランド	+	+	+
ポルトガル	+	+	+
カタール	+	+	+
大韓民国	+	+	+
モルドバ共和国	-	-	+
ルーマニア	+	+	+
ロシア連邦	+	+	+
ルワンダ	+	+	
セントクリストファー・ネイヴィス	+	+	
セントルシア	+	+	+
セントビンセント及びグレナディーン諸島	+	+	+

WHO加盟国	GP	BWC	CWC
サモア	—	—	+
サンマリノ	—	+	+
サントメ・プリンシペ	—	+	—
サウジアラビア	+	+	+
セネガル	+	+	+
セイシェル	—	+	+
シエラレオネ	+	+	
シンガポール	—	+	+
スロバキア	+	+	+
スロベニア	—	+	+
ソロモン諸島	+	+	—
ソマリア	—		—
南アフリカ	+	+	+
スペイン	+	+	+
スリランカ	+	+	+
スーダン	+	—	+
スリナム	—	+	+
スワジランド	+	+	+
スウェーデン	+	+	+
スイス	+	+	+
シリア・アラブ共和国	+		—
タジキスタン	—	—	+
タイ	+	+	
マケドニア旧ユーゴスラビア共和国	—	+	+
東ティモール民主共和国	—	—	—
トーゴ	+	+	+
トンガ	+	+	
トリニダード・トバゴ	+	—	+
トルコ	+	+	+
トルクメニスタン	—	+	+
ツバル	—	—	—
ウガンダ	+	+	+
ウクライナ	—	+	+

WHO加盟国	GP	BWC	CWC
アラブ首長国連邦	—		+
イギリス	+	+	+
タンザニア連合共和国	+		+
アメリカ合衆国	+	+	+
ウルグアイ	+	+	+
ウズベキスタン	—	+	+
バヌアツ	—	+	—
ベネズエラ	+	+	+
ベトナム	+	+	+
イエメン	+	+	+
ユーゴスラビア	◆	+	+
ザンビア	—	—	+
ジンバブエ	—	+	+

◆：チェコとスロバキアに関しては、ジュネーブ議定書の受託者であるフランス政府からの2002年10月30日時点での情報によると、ジュネーブ議定書のリストにはスロバキアのみが国家単位として入っているという。受託者からのそれ以前の情報によると、チェコ、スロバキア、ユーゴスラビアがジュネーブ議定書への参加国家である。ユーゴスラビアは同議定書を1929年3月27日に批准し、チェコとスロバキアは参加国としての継承権の行使を表明し、1993年1月1日をもって参加国となった。現時点ではスロバキアのみが参加国家としてリストに入っている。

フランス政府の関連国際法の解釈は、新国家が条約に参加するには継承権行使の表明宣言が即座になされるべきだというものである。この法解釈を支持する1978年の協定について国家継承に関するウィーン議定書が1996年11月6日より有効となった。現時点ではチェコ、スロバキア、クロアチア、ボスニア・ヘルツェゴビナ、スロベニア、旧ユーゴスラビアなどを含む17カ国のみが入っているが、フランスは入っていない。協定への国家継承の問題に関して、国際慣習法上も決定的な決まりがある訳ではない。

⊕：WHO加盟国であるが国連加盟国ではない。

#### 注釈

- ・ ローマ教皇庁はWHO・国連どちらにも加盟しておらず、ジュネーブ議定書、BWC、CWCへの締約当事者である。
- ・ リヒテンシュタインはWHO加盟国ではないが、国連加盟国であり、ジュネーブ議定書、BWC、CWCへの締約当事者である。
- ・ プエルトリコとトケラウはWHOの準加盟国であるが、国連加盟国ではない。

**出典**

- ・ ジュネーブ議定書：同協定の受託者であるフランス政府より、2002年10月30日に2002年9月25日時点での参加国情報の提供を受ける。
- ・ 生物兵器条約：2002年10月25日付、細菌兵器（生物兵器）・毒素兵器の開発・生産・貯蔵の禁止並びに廃棄に関する条約締約国による第5回会議、BWC/CONF. V/INF. 4。
- ・ 化学兵器条約：2002年11月4日付、OPCW技術委員会（法律顧問事務所）における文書S/322/2002。