

# Studies on Algicidal Effects of *Ulva* Species (Ulvaceae, Chlorophyta) on Red Tide Phytoplankton

[アオサ類(アオサ科、緑色植物門)の赤潮植物プランクトンに  
対する殺藻効果に関する研究]

長崎大学大学院生産科学研究科  
モハンマド アミン アラムジャー  
(MOCHAMMAD Amin Alamsjah)

藻類によって遊離され他の藻類に毒性を示す化学物質については長い間研究されている。いくつかの海藻類は微細藻類の生育を顕著に抑制することが報告されている。しかしながら、海藻類からの殺藻物質の化学的性質は十分に明らかにされていない。さらに、有害・有毒藻類ブルームに対する殺藻剤としての海藻類の可能性は詳細な研究が行われていない。そこで、本研究は赤潮を形成する植物プランクトンへの殺藻効果を確認するために海藻類のスクリーニングおよび殺藻物質の化学的性質特性の解明を目的とした。

まず、海藻類、殺藻活性および赤潮を形成する植物プランクトンとの関係について概要を述べた(I章)。海藻37種(緑藻10種、褐藻13種、紅藻14種)について、*Heterosigma akashiwo*、*Fibrocapsa japonica* および *Karenia mikimotoi* を含む赤潮原因植物プランクトンに対する殺藻源としてのスクリーニングを行った。その結果、試験した海藻のなかでリボンアオサとアナアオサが最も殺藻活性が高いことが確認された(II章)。リボンアオサとアナアオサの生葉体、乾燥粉末およびメタノール粗抽出物は赤潮を形成する植物プランクトン *H. akashiwo* の生育抑制と死滅効果を引き起こした。これらの結果は *H. akashiwo* の効果的な生育抑制には生葉体から殺藻物の連続的な遊離が必須であることを示唆している。アオサ類の乾燥粉末は生葉体よりも *H. akashiwo* に対して効果的であった。さらに、アオサ類(孢子体)のメタノール粗抽出物の半数致死濃度(4時間)は、*Chattonella marina*、*F. japonica*、*H. akashiwo*、*K. mikimotoi* では400mg/l以下で、*Alexandrium catenella* では950mg/l以上であった(III章)。

リボンアオサのメタノール抽出物の生物学的定量を指標にした分画によって3つの殺藻化合物が分離され、それらの構造はヘキサデカトリエン酸(HDTA)、 $\alpha$ -リノレン酸(ALA)およびオクタデカテトラエン酸(ODTA)と決定された。一方、リノール酸(LA)はアナアオサから分離された殺藻化合物であった。HDTA、LA、ALAおよびODTAの毒性は、いくつかの赤潮植物プランクトンをこれらの不飽和脂肪酸で処理すると時間と共に細胞が膨張し遂には破裂し、それは多分、プランクトンの細胞膜の状態と浸透圧調節を破壊させることから、プランクトンの細胞膜と強い両親媒性分子との相互作用

用によると推察された。これらの高度不飽和脂肪酸は、*C. antiqua*、*C. marina*、*F. japonica*、*H. akashiwo*、*K. mikimotoi* に対して強い、*Heterocapsa circularisquama*、*Prorocentrum minimum*、*P. sigmoides*、*Scrippsiella trochoidea* に対しては中程度の、また *A. catenella* と *Cochlodinium polykrikoides* に対しては弱い殺藻効果が認められた。また、HDTA、LA、ALA および ODTA の赤潮植物プランクトンに対する毒性レベルはほぼ同程度であった(IV章)。

リボンアオサとアナアオサから分離された HDTA、ALA、および ODTA の最も高い毒性およびこれら葉体中の含有量は、葉体中のクロロフィル *a* 量および季節的変動との関係は認められなかった。アオサ類の HDTA、ALA および ODTA の含有率とメタノール粗抽出物の殺藻活性は、これまで ODTA の殺藻源として明らかにされていた褐藻オキナワモヅク (*Cladosiphon okamuranus*) より高かった。HDTA、ALA および ODTA は、リボンアオサの葉体乾燥粉末と生葉体片から時間経過によって遊離されることが確認された (V章)。

さらに、高度不飽和脂肪酸 (LA、ALA) は、動物プランクトン (*Artemia* sp.、*Brachionus plicatilis*)、魚 (*Inimicus japonicus*) および哺乳動物細胞 (U939、HeLa、Vero、CHO) には顕著な影響を与えなかった。LA と ALA の *B. plicatilis* に対する半数致死濃度は *H. akashiwo* の半数致死濃度の 70–90 倍であった (VI章)。

本研究の結果を基に、(1)アオサ類は、比較的低濃度で数種類の赤潮を形成する植物プランクトンの増殖に高い抑制効果があり、(2)リボンアオサとアナアオサの殺藻の素因は HDTA、LA、ALA および ODTA のような高度不飽和脂肪酸であることが明らかにされた。結論として、これらの高度不飽和脂肪酸は、周囲の海域に成育する生物に影響を及ぼすことなく有害な赤潮植物プランクトン *C. marina*、*H. akashiwo* を除去するための軽減剤として有用である (VII章)。