

貧酸素水塊の形成・移動・消滅にかかわる
季節遷移期の大村湾における海況変動機構

長崎大学大学院生産科学研究科
須崎 寛和

貧酸素水塊は世界各地の沿岸域で報告されており、海洋生態系に大きな影響を与える問題の一つである。内湾における貧酸素水塊は夏季において底層の水塊が躍層下で孤立することで形成・発達することが多くの研究で言われているが、その消滅や水塊の孤立過程あるいは機構についてはあまり知られていない。そこで本研究では冬季から春季への季節遷移期における大村湾の底層孤立水塊の形成、あるいは夏季から秋季への季節遷移期における孤立水塊の消滅過程に着目し、その時期の海況変動機構を明らかにすることを目的とした。

第2章では、大村湾における貧酸素水塊の消滅過程の詳細を明らかにするため、2009年の夏季から秋季にかけて集中的に実施された、水温・塩分・溶存酸素（DO）の分布に関する観測（原則として週1回）と流向流速・水温・DOの係留観測などのデータ解析、並びに熱収支に関する解析を行い、消滅期の海洋構造の三次元的な変化とその要因について検討を加えた。その結果、大村湾底層の貧酸素水塊は、2009年8月下旬～9月上旬は北部～湾中央部に広く分布し、9月中旬～下旬は主に湾奥部（南東部や北東部）に分布していたことが分かった。9月上旬～中旬の貧酸素水塊の分布の変化に対する吹送流の補償流の寄与は小さく、主に湾口部の底層から流入する密度流によるものと推定された。また、貧酸素水塊の分布が変化してから、海面冷却に伴う鉛直対流により貧酸素水塊が完全に消滅するまでには、およそ1カ月の時間差があった。近年の大村湾における青潮の発生時期は9月～10月初めに集中しており、上記のように初秋に底層に生じる密度流により、貧酸素水塊が湾中央部から湾奥部に移動することが、青潮発生の前提条件になっている可能性が高いと考えられる。

第3章では、夏季の大村湾において貧酸素となる底層冷水塊の形成過程を明らかにするため、2011年1月から2012年7月にかけて実施された、水温・塩分・溶存酸素（DO）の分布に関する観測（原則として月1回）と流向流速・水温・DOの係留観測のデータ解析、並びに熱収支に関する解析を行った。その結果、大村湾中央部の水温は2月中旬ごろに最低値となり、それ以降は水温上昇期であったが4月中旬ごろまでは水温成層の発達は見られなかった。2012年には4月14日以降に大村湾中央部の水温成層が急速に発達したとともに、底層水の塩分が安定したことから、この時期に夏季まで続く底層冷

水塊が形成されたことがわかった。塩分の水平分布と湾内2点の流向流速を照らし合わせて見ると1～4月は湾北部の底層で時計回りの水平循環が生じており、湾口部水は湾北東部底層に進入していたが、多量の降水量があった直後は湾口部水が湾の西部を通り湾中央部や奥部へ進入していた。

第4章では、大村湾における青潮発生の物理的なメカニズムを明らかにするため、2007～2008年に実施した現場観測結果にもとづき、数値モデルCOSMOSを用いて密度流による水塊移動と風の条件を組み合わせた数値実験を行った。数値実験は2008年の春季から秋季を精度良く再現出来ていた。夏から秋への季節遷移期に湾口部水は湾中央部底層へ進入し始めた後、およそ11日で湾奥部まで到達していた。また、湾口部水の底層進入後に風の効果を無くした実験2では、湾奥部において密度流の効果による鉛直上向きの流れが見られた。さらに、底層進入の開始後に0～8 m s⁻¹まで1 m s⁻¹きざみで一定の南東風を吹かせた実験3では、風速3～4 m s⁻¹において湾中央部底層の水塊の湾南東部表層への輸送に風と密度の両方の効果が寄与していた。以上のことから、大村湾の奥部における青潮発生には、湾口部水の底層進入開始のタイミングと適度な風速の南東風が吹く事がきわめて重要であることがわかった。

第5章では、季節遷移期の湾内における外海との海水交換特性を明らかにするため、2007～2009年の大村湾の流動状況を数値モデルCOSMOSを用いて再現した後、湾内に仮想染料を投入することで標識し、湾口部からの流出量を解析した。その結果、密度流が卓越する夏季から秋季への季節遷移期において外海との海水交換が強化されることがわかった。一方で、冬季から春季はどの月も外海との海水交換率が低かった。

以上のことから貧酸素水塊の形成・移動・消滅にかかわる季節遷移期の湾内における海況変動機構が明らかとなった。本研究で得られた結果のうち、孤立水塊の形成期とその過程が明らかとなったことで、各年の貧酸素水塊の規模の予測に応用出来ることが考えられる。また、青潮発生の物理的な条件が明らかとなったことで、青潮の予測に繋がると考えられる。