

宍道湖におけるヤマトシジミ稚貝の移動実態と水草類が移動に及ぼす影響

浜口昌巳（水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所）

背景・目的

ヤマトシジミ、アサリ、マガキなどほとんどの二枚貝は卵から孵化した後、水中を漂う浮遊幼生として成長し、その後、底質や岩等に着底して稚貝となる。宍道湖のヤマトシジミ漁業は宍道湖内で生まれ育った資源を漁獲しているために、資源再生のためにはこの浮遊幼生期と稚貝期の調査が必要である。しかし、浮遊幼生や稚貝は1mmにも満たないほど小さく、これまでそれらの詳細な調査研究は行われてこなかった。そこで、本課題では島根県水産技術センター内水面浅海部内水面科と共同でヤマトシジミの浮遊幼生と稚貝の調査を行った。調査は5年間実施し、最初の3年間では稚貝が宍道湖内のどこに、どれだけいるのか？や、その移動分散過程を検証した。後半の2年間では、近年、宍道湖内で繁茂超量や面積が拡大している水草類が、ヤマトシジミ稚貝に及ぼす影響を調べた。

研究成果

1) 宍道湖内における着底稚貝の分布調査

浮遊幼生の調査は主に島根県水産技術センターと宍道湖漁業協同組合によって調査を行い、我々の課題ではそれ以降の着底初期稚貝の分布を調べるための調査を行った。稚貝の分布調査は、産卵期を中心に複数回行った。2013年度は図1に示す緯度・経度により格子状に設定した宍道湖内101か所の地点で稚貝の分布状況を調べた。2014-2015年はこのうち稚貝が分布していた浅場の37箇所で調査を行った。

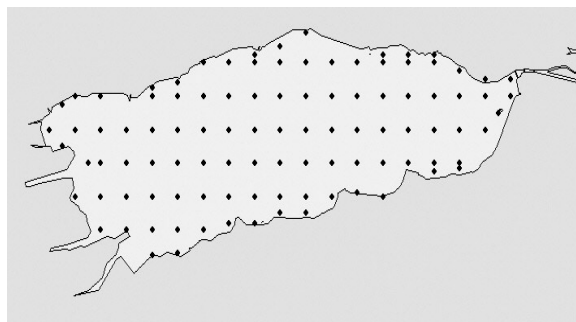


図1. 宍道湖内の稚貝分布調査地点

稚貝調査のうち、宍道湖内で稚貝密度が最も高かった2013年のヤマトシジミのすべてのサイズの稚貝数を図2に着底初期稚貝の分布を図3に示す。稚貝の最大の密度は8/28-29の東側の地点 St.98 で10cm²あたり4824個となり、2013年は極めて高密度で着底していたのではないかと考えられる。なかでも、2013年の最大の特徴は、過去の予備調査では稚貝数が少なかった西側でも10cm²あたり1000個を超える密度で稚貝が分布していたことである。一方、10cm²あたり着底直後の稚貝は通常年では産卵期が終了している11月まで見られたことから、産卵期が長かったのではないかと考えられる。そのことは2014年、2015年では8-9月以降は着底直後の稚貝

が見られなかったことから裏付けられる。次いで、稚貝分布と宍道湖の水深等の関係について検討した。

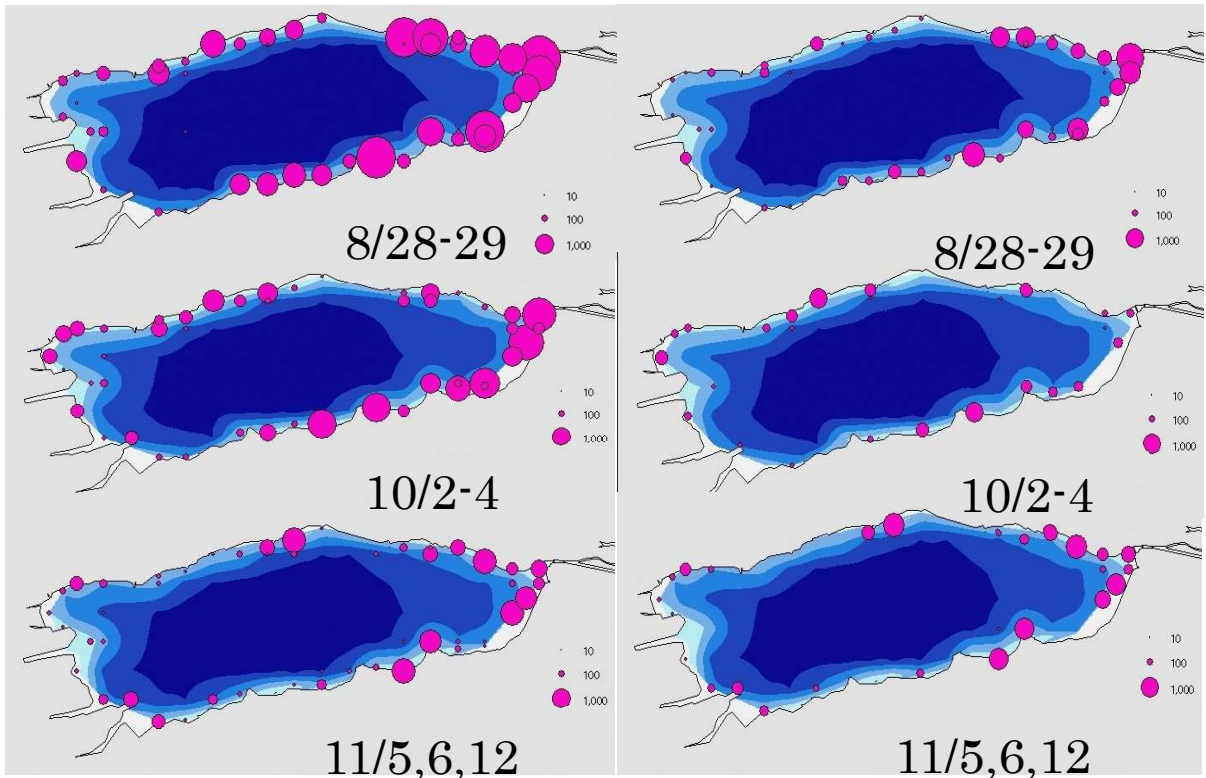


図2. 10cm²あたりのヤマトシジミの全てのサイズの稚貝の分布

図3. 10cm²あたりのヤマトシジミ着底直後の稚貝の分布

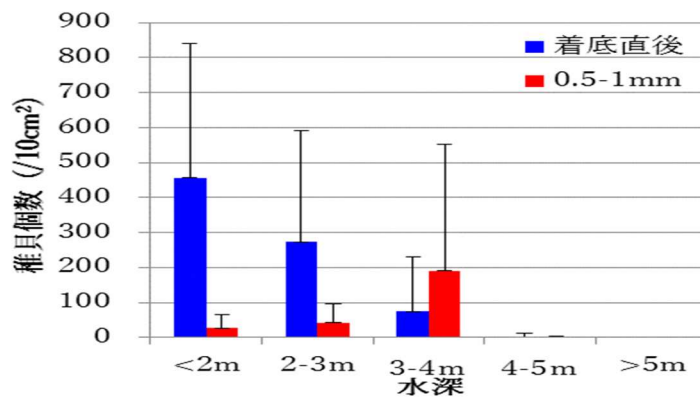


図4. 宍道湖内の稚貝の成長に伴う分布水深の変化

着底直後の稚貝は水深が浅いほど密度が高かったが、殻長0.5~1mmの稚貝は水深3-4mの方が、密度が高く、0.5mmを境に稚貝の分布水深が変化する可能性がある(図4)。なお、これ以上のサイズとなると水深間の明瞭な差が無くなり、深場から浅場にかけて広く分布していた。この傾向は3年間同じであり、宍道湖では稚貝は最初に水深2mより浅い砂場に着底し、殻長0.5mmを超えると何らかの機構により3-4mの深場に移動しているのではないかと推測される。この稚貝の水深帯の変化であるが、どの程度の距離を移動することになるのだろうか。稚貝の

すみ分けについて、分布が水深にのみ規定され、また、メッシュ調査定点間の最短距離を移動すると仮定し、かつ、両者の水深条件（3m以浅⇒3～4m）を満たす組み合わせを検索したところ、2013年の101定点の調査結果から12ヶ所が該当することが明らかとなった。この定点間の距離を国土地理院の測量計算サイト <http://surveycalc.gsi.go.jp/sokuchi/surveycalc/bl2stf.html> で直線距離を算出した。

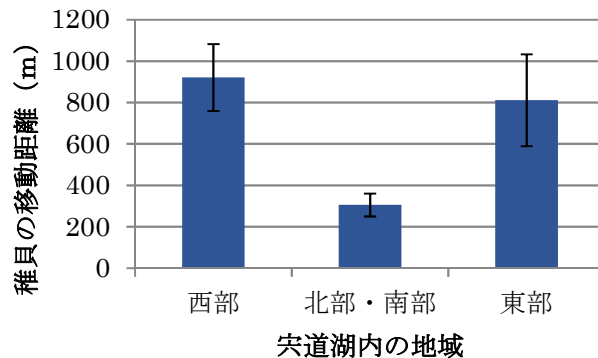


図 5. 着底直後から殻長 0.5～1mm になる間の稚貝の移動距離（推定値）

その結果、着底直後から殻長 0.5～1mm になる間の稚貝の移動距離は宍道湖内平均で 662m となった。これを地域毎に検討すると湖底の傾斜が緩やかな東部と西部ではそれぞれ 811m, 921m, 湖底の傾斜が急な北部と南部で 305m となり地域間で差があることが明らかとなった（図 5）。

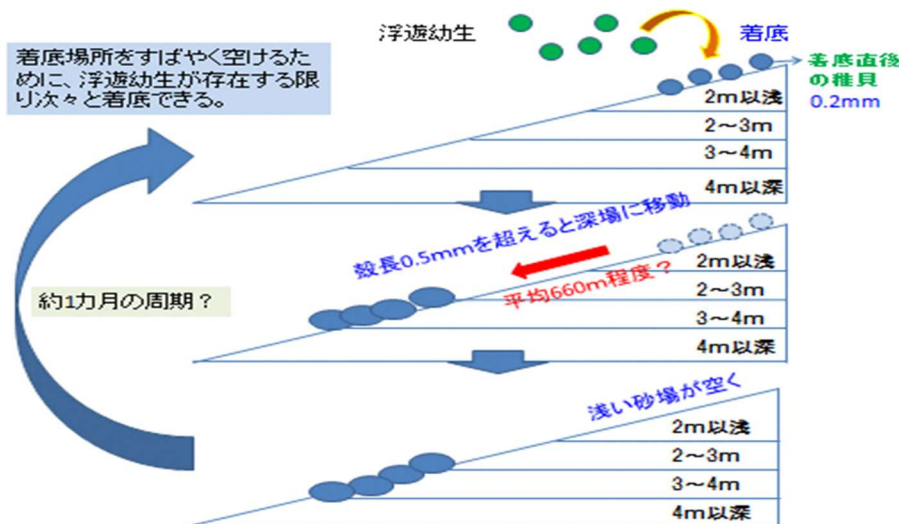


図 6. 宍道湖におけるヤマトシジミの着底初期の稚貝の動態

今回はいくつかの仮定をおいているので現実とは異なる可能性があるが、稚貝の水深帯別のすみ分けを説明するためには、稚貝はかなりの距離を移動しなければいけないことが明らかとなった。

これらの結果から解明された宍道湖のヤマトシジミの初期生態を図 6 に示す。浮遊期を終え、着底する場所は浅場の砂場であり、次いで、殻長 0.5～1mm に成長した稚貝は何らかの物理要因によって約数百メートルほど移動して深場に移送される。したがって、宍道湖でヤマトシジミの

資源を維持するためには2m以浅の砂場の保全に加え、3-4m程度の深さまでの間の場の保全も必要となると考えられる。

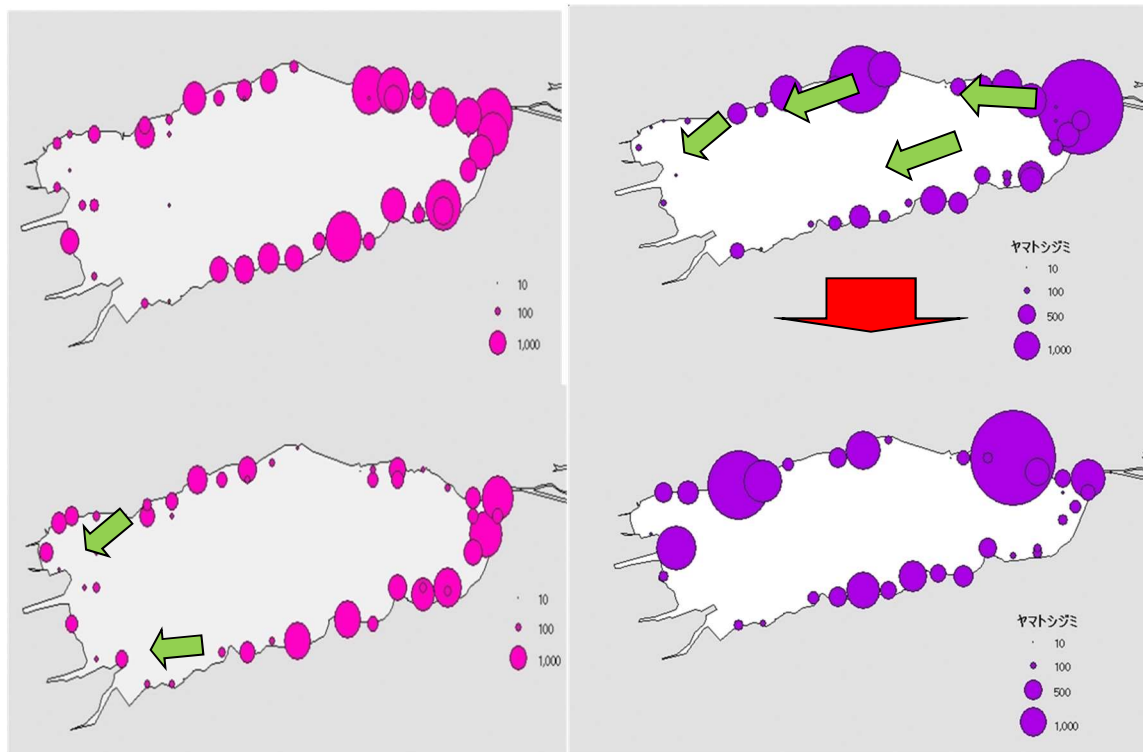


図7. 2013年（左）と2014年（右）の宍道湖内の稚貝の分布状況（上：8月，下：10月）
緑の矢印は推定される稚貝の移動方向。

一方、3年間の稚貝の分布調査の結果から稚貝は東から西に向けて水平方向にも移動する可能性が示唆された（図7）。特に西岸では、3年間の調査では着底初期の稚貝は極めて少なかったが、常に優良な漁場が形成されている。本課題の結果から、その漁場形成の一端として、他所に着底した稚貝が移動分散し、西岸の漁場が形成されるのではないかと、ということが示唆された。そこで、2014～2015年にかけては、稚貝を移動させる物理環境について野外や室内実験での検証を行った。まず、宍道湖の流れでは日単位では熱対流による流れが生じるため、日単位での稚貝分布の変化を調べたが、変化が無く、その後、波高や流れ等の観測機器類を設置して連続観測と稚貝の分布状況を調べた結果、1ヶ月に一度程度生じる波により稚貝は水平、垂直方向に移動分散することが明らかとなった。

2) ヤマトシジミ稚貝に及ぼす水草類の影響評価

2015年ごろから宍道湖内ではオオササビモやツツイトモが、ヤマトシジミの稚貝にとって重要な生息場所である水深2mより浅い砂場を中心に急激に増加しており、ヤマトシジミ稚貝に影響を与えることが懸念された。そこで、2016-2017年はこれらにシオグサを加え、ヤマトシジミ稚貝に及ぼす影響を水草類が高密度で繁茂していた南岸の玉湯地区でSCUBA潜水により実施した。オオササエビモとツツイトモはパッチ状に分布するため、まず、水草がパッチ状に分布する砂地で水草パッチ区と水草の生えていない裸地区の比較を行った。その結果、オオササエビモもツツイトモもパッチ状に分布している場合には、底質環境やヤマトシジミ稚貝の密度には影響が

無いことが明らかとなった。

しかし、水草の繁茂していない砂地では、前述したように水深の浅い場所ほどヤマトシジミ稚貝は多かったが（図8左）、水草帯では水草が高密度で繁茂する浅場では、ヤマトシジミ稚貝は有意に減少し、本来、浅場に多いという宍道湖の稚貝の分布パターンが変化していることが明らかとなった（図9左）。それに対し、巻貝類の分布は水草の有無に関係なく1-2mの範囲内では水深が深くなるほど密度が上昇した（図8右、9右）。

これらの結果から、ヤマトシジミ稚貝の分布は水草繁茂の影響を受けることが明らかとなった。しかし、前述したように水草類がパッチ状に分布している場所ではほぼ影響が無いので、水草がどの程度の密度になると底質環境やヤマトシジミ稚貝に影響がでるかを調べた。

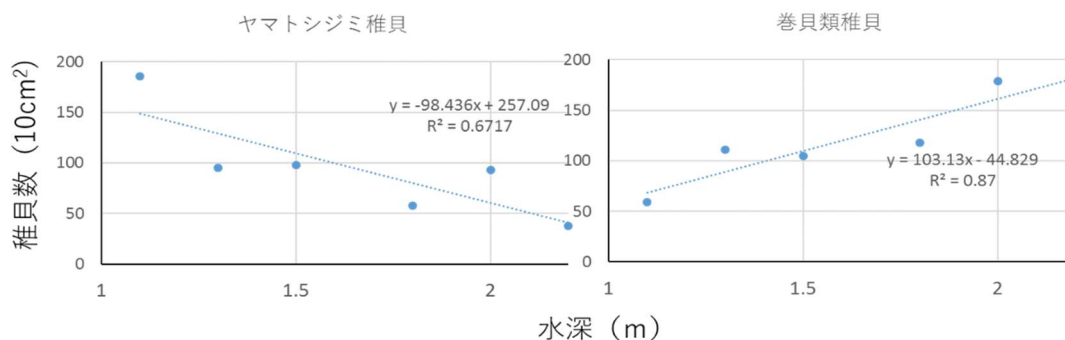


図8. 水草の繁茂していない砂地における水深とヤマトシジミおよび巻貝類稚貝密度の関係

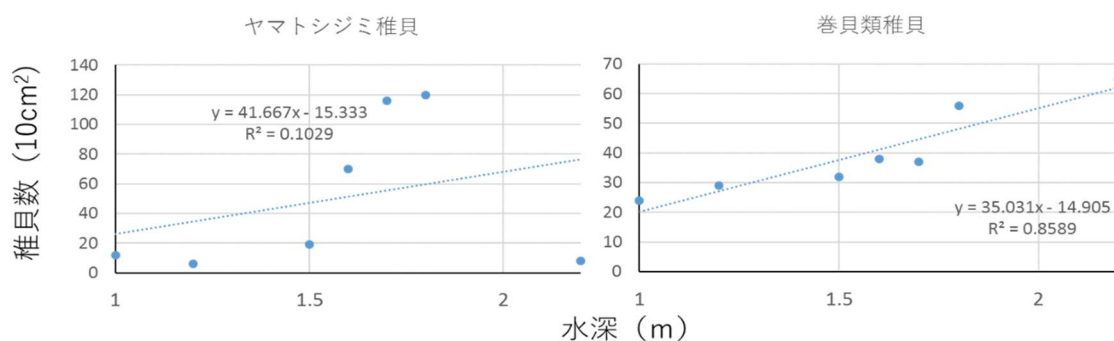


図9. 水草帯における水深とヤマトシジミおよび巻貝類稚貝密度の関係

調査は玉湯地区で行い、オオササエビモとツツイトモの混生水草帯でほぼ同じ水深帯で周辺の砂地を含めた約3mの仮想コドラ-トを設定し、計算上の被度から図10に示す低密度、中密度、高密度の3段階の密度の異なる場所を設定し、近接する裸地区を対照として底質環境やヤマトシジミの稚貝密度の調査を行った。

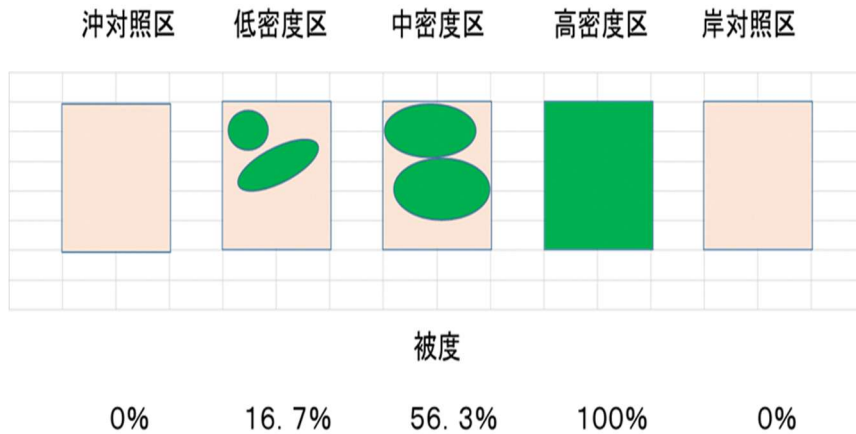


図 10. 水草密度と底質環境およびヤマトシジミ稚貝の関係の調査区

各区の底質の環境指標である酸化還元電位 ORP (図 11 左) と泥分率 (図 11 右) を示す. どちらも沖対象から中密度区まで変化がなかったが, 高密度区と, 岸対象区では ORP は有意に低下した. 泥分率も同様に高密度区と岸対象区で有意に上昇していた. これらの結果から, 水草の密度が約 50%以上の上昇すると底質への影響が出るのではないかと考えられた. また, 高密度の水草帯の后背地となる水深 1m 程度の浅場は水草の繁茂量は少なくても, 何らかの環境悪化させる要因の影響を受けていることも明らかとなった.

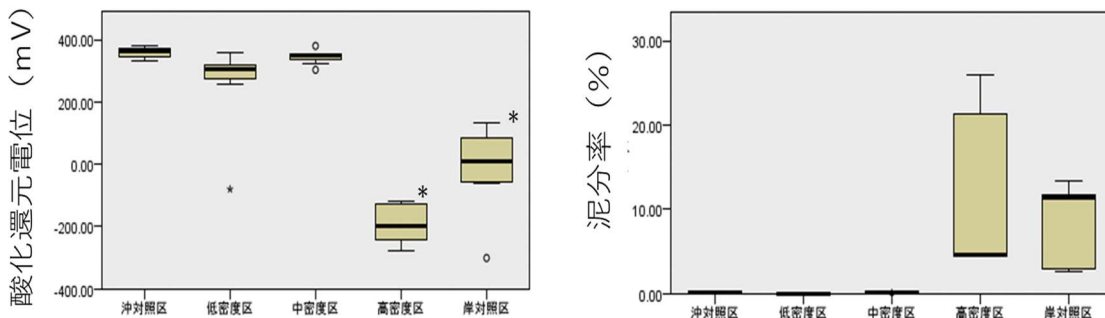


図 11. 各区の底質の ORP(左)と泥分率の比較 (右)

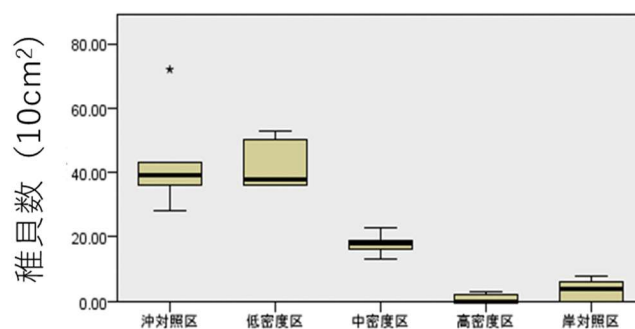


図 12. 各区のヤマトシジミ稚貝密度の変化

一方, ヤマトシジミの稚貝の密度は, 図 12 に示すように, 図 11 に示した底質環境が変化していない中密度から低下する傾向にあり, 高密度区と岸対象区ではほぼゼロであった. このように, 水草は 50%程度以上の被度となるとヤマトシジミ稚貝の密度を減少させる効果があること

が明らかとなった。ヤマトシジミの着底初期は、泥分率の低いきれいな砂を好む傾向があり、泥分率の上昇は着底を阻害すると考えられる。しかし、今回の結果から、底質への影響がない中密度区でも稚貝数の低下が確認されたことから、水草のヤマトシジミ稚貝への影響は、底質環境の改変以外の影響もあるのではないかと考えられた。そこで、底質の影響のない採苗器を用いて水草類の影響調査を行った。

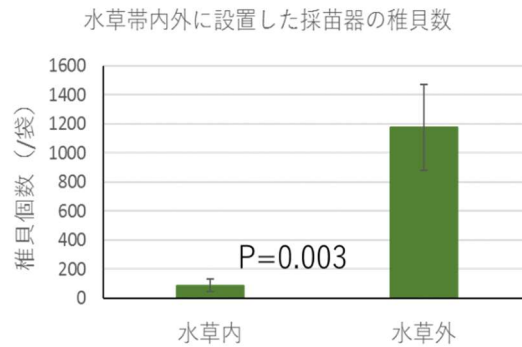


図 13. 水草帯内外に設置した採苗器のヤマトシジミ稚貝数の比較

その結果は図 13 に示すが水草帯内部に設置した採苗器のヤマトシジミ稚貝数は水草帯外より有意に少なかった。これらのことから、水草によるヤマトシジミ稚貝数の減少は、高密度になると底質の悪化による着底阻害もあるが、さらに、水草帯による流速低減効果により幼生フラックスを低下させ、結果的には稚貝数が減少するのではないかと考えられた。いずれの場合でも、これまで宍道湖内でヤマトシジミ稚貝にとって重要な生息場所であった浅い砂場が水草によって影響を受けていることが明らかとなった。さらに、2017 年は前年度と同じ玉湯地区で水深 1-3m までの間でライントランセクトを設定し、ライン上の水深 3m, 2.5m, 2m, 1.5m, 1m 程度の地点に調査点を設定して調査した。加えて、高密度水草帯の内外に溶存酸素量（以下 DO とする）、流速、波高計等を設置して、高密度水草帯内における環境状況を調査した。

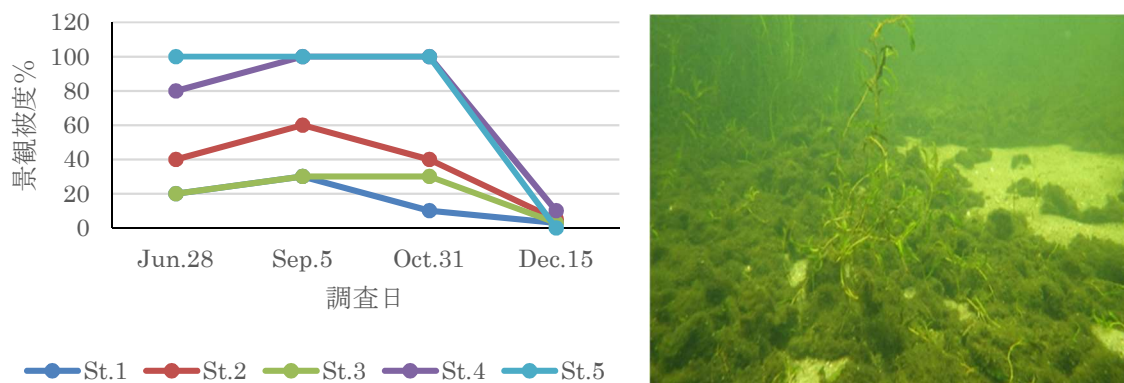


図 14. 各調査地点の景観被度の季節変化と湖底に堆積するシオグサ類

各調査地点の景観被度および調査時に撮影した湖底に堆積するシオグサ類を図 14 に示す。今回調査したライン内の各地点の一部は昨年度の調査点とほぼ同じであるが、昨年度と同じ場所でも被度は今年の方が高く、水草帯が確実に拡大していると考えられた。各定点の景観被度は 10/31 までほぼ横ばいか、少し減少する程度であったが、10/31-12-15 の間に急激に減少し、12/15 では

それまで被度 100%であった St.5 ではほぼ 0 となっていた。次に、ツツイトモ、オオササエビモ、シオグサ類、アオノリ類の 4 つの分類群の乾燥重量を計測した結果を図 15 に示す。

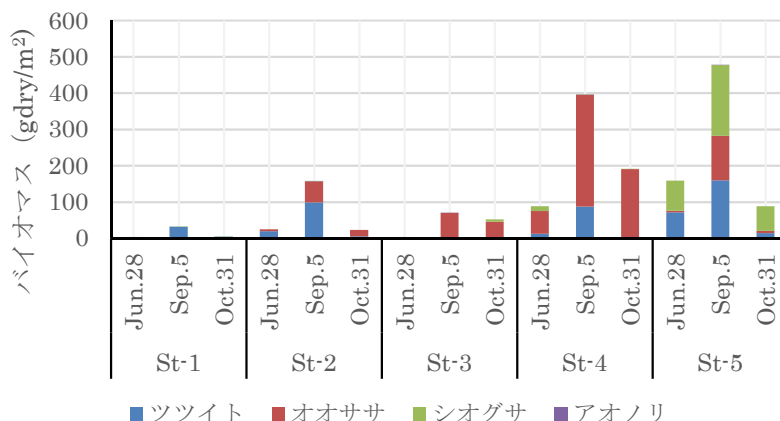


図 15.各調査点の 4 種類の水草類のバイオマス

ツツイトモ、オオササエビモ、シオグサ類、アオノリ類のバイオマスを見ると、ツツイトモは幅広い水深帯に出現するが、オオササエビモは水深 1.5-2.5m、シオグサ類は水深 1.5m 程度の場合多く、アオノリ類は図 15 ではわかりにくいですが水深 2m に多かった。

この結果から、シオグサ類は水深 1.5m 程度の浅い場所に高密度に分布しており、また、湖底での堆積量も多いことが確認された。次に、それぞれの場所でのヤマトシジミ稚貝の密度を調べた結果を図 16 に示す。ヤマトシジミ稚貝は水深 2m 程度の St.3 に集中分布しており、水深 3m の St.1 や水深 1.5m 程度の St.5 ではほとんど分布していなかった。昨年度と比較すると、水深 2.5m 地点でのヤマトシジミの稚貝密度が低下していた。

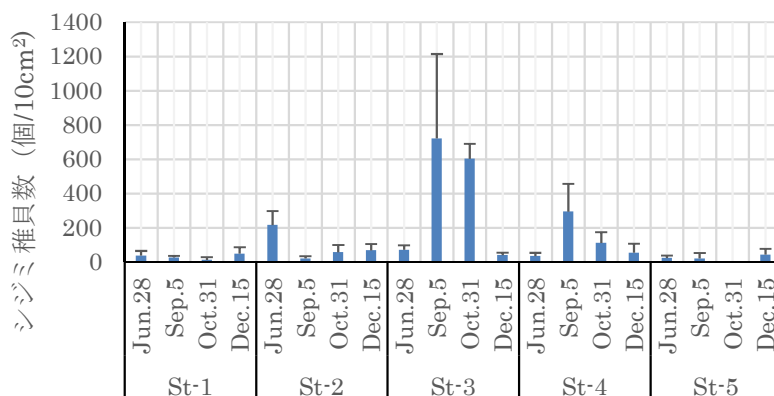


図 16. 各調査地点のヤマトシジミ稚貝密度の変化

このうち St.5 では何が起こっていたのであろうか？連続観測の結果から 8 月中に観測された弱風時の St.5 の流状況と水質を図 17 に示す。2017 年度は年間を通じて風が強く、風速 5m/s 以上の風が吹くと波によるかく乱が強くなり、St.5 でも DO は低下することは無かった。しかし、風速 5 m/s 以下では St.5 では DO の低下が顕著であり、これに表層と下層の水温差が 1°C 以上となると貧酸素水塊が形成されていた。特に、St.5 では 8/16~8/22 にかけて一週間程度、底質から 2cm で DO はほぼ 0 となったが、St.4 では断続的に DO が上昇し、常時 0 となることは無かった。

St.5: 植生繁茂地区
St.4: 植生なし地区

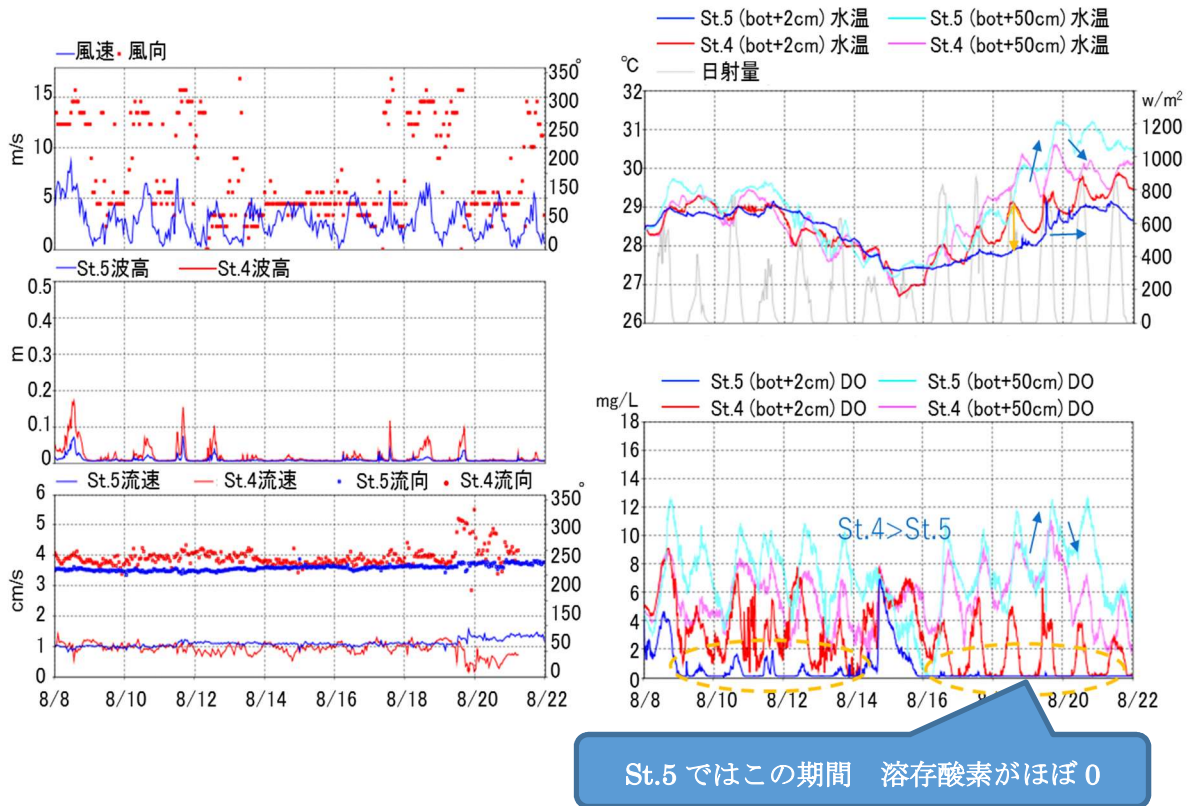


図 17. 弱風時の流況と水質

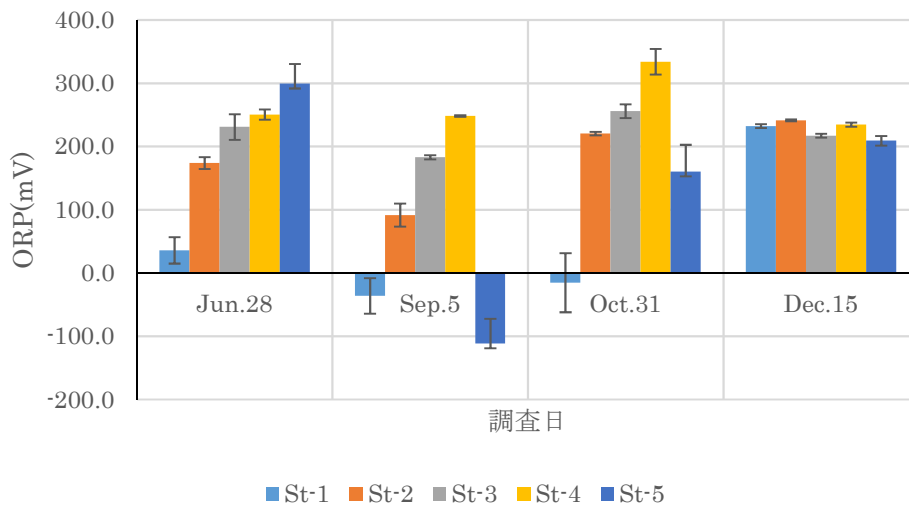


図 18. 各調査定点の底質の酸化還元電位 (ORP) の変化

次に、今回調べた底質の環境指標のうち酸化還元電位 (ORP) の結果を図 18 に示す。酸化還元電位は有機物の負荷が増加し、腐敗等が進むと低下する。St.5 で測定された ORP は 9/5 以外の調査日では酸化状態であったが、9/5 だけ急激に還元状態が進んでおり、それ以前に急激に環境が悪化したことを示している。これは先に観測した 8 月後半の貧酸素水塊の発生と関連してい

るのではないかと考えられる。一方、水深3mのSt.1では恒常的に有機物負荷があり、ORPが低い傾向を示した。宍道湖の深場では恒常的に貧酸素水塊が発生しているが、今回のSt.1のデータは宍道湖の深場所発生している現象の一つであろう。

前述したように水草による流れの低減効果により浮遊幼生の水草帯内への侵入が抑制され、それによって水草帯内では稚貝は少ないのではないかと考察したが、2017年の観測結果から、仮に水草帯内に着底したとしても、そのなかで、夏場に風が弱い日が続くなどの条件依存的に発生する局所的な貧酸素水塊によって稚貝がへい死する可能性もあることが示唆された。他方では、浅場が水草に覆われることにより、ヤマトシジミの稚貝は2~3m付近に着底するようになったと考えられるが、今年度のデータでは3mではヤマトシジミの稚貝は少なかった。この原因としては、水草の増加により、有機物負荷量が増加し、深場の環境も悪化している可能性がある。2017年の観測結果から、ヤマトシジミの稚貝はORPが高く、硫化物量および泥分率が少ないきれいな砂地を好むことが明らかとなったが、このような環境が水草の増加によって悪化して減少しているのではないかと考えられる。以上の結果から、今後、水草が増加すると、ヤマトシジミの着底にふさわしい浅い砂場が減少し、資源加入が減少する可能性がある(図19)。

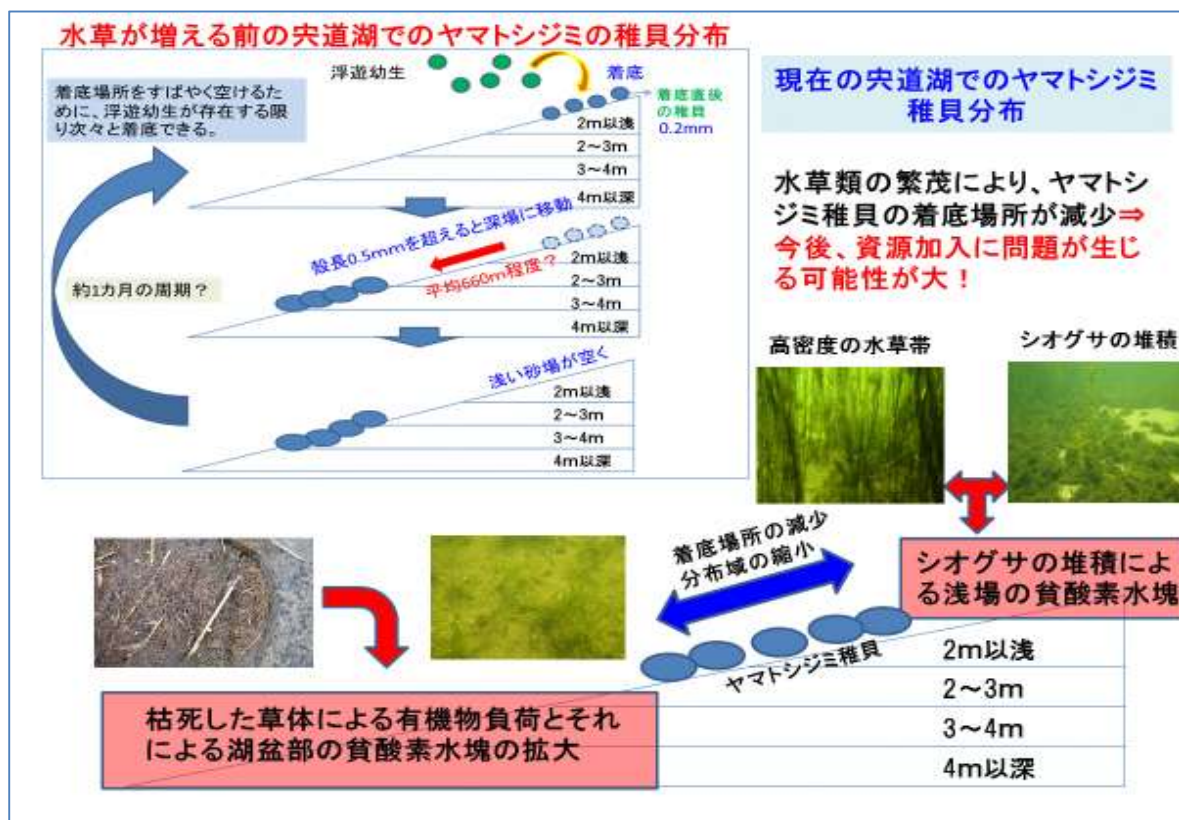


図 19. 本課題の調査結果まとめ

【研究担当者・連絡先】 浜口昌巳・e-mail : masami@fra.affrc.go.jp
(共同研究者) 矢島 啓 (島根大学エスチュアリー研究センター)