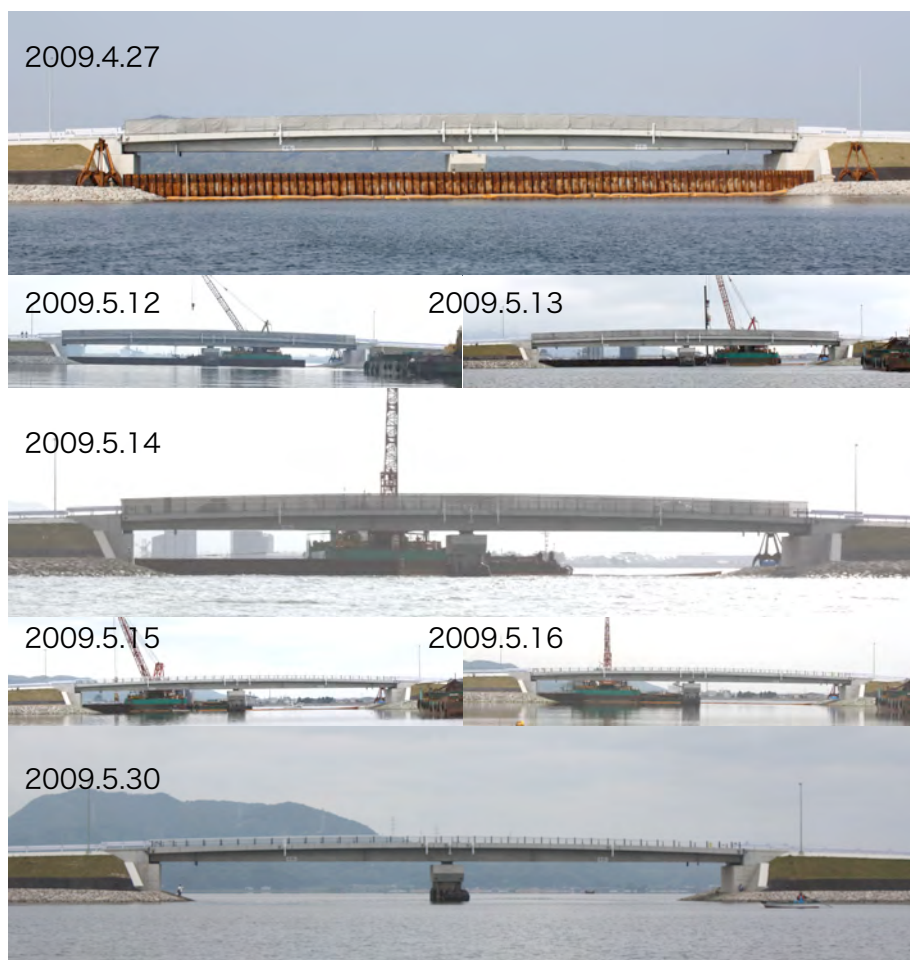


汽水域研究会 2010 年大会

汽水域研究センター第 17 回新春恒例汽水域研究発表会
合同研究発表会

講演要旨集



2010 年 1 月 9・10 日
松江テルサ

汽水域研究会2010年大会

汽水域研究センター第17回新春恒例汽水域研究発表会

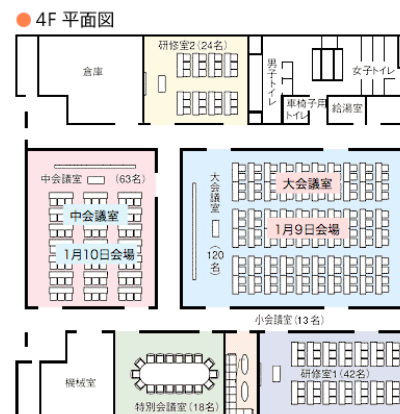
合同研究発表会プログラム

2009年1月9日（土） 松江テルサ4階大会議室

- 9:00-9:50 汽水域研究会総会
10:00-11:00 常設セッション 「保全再生系」
11:00-12:30 常設セッション 「生物・生態系」
— 昼休憩 —
13:15-14:30 常設セッション 「汽水域一般」
14:40-18:40 シンポジウム
「河口～内湾域の人為的改変の現状と課題」
19:00-21:00 懇親会

2009年1月10日（日） 松江テルサ4階中会議室

- 9:00-10:15 常設セッション 「資源系」
10:20-11:50 スペシャルセッション
「本庄水域の環境と生物 ～開削の影響に関連して～」
— 昼休憩 —
12:35-14:50 常設セッション 「環境変動系」
14:55-16:55 スペシャルセッション
「海跡湖に記録された小氷期以降の汎世界的な環境変動
と人為的環境変化」



2009 年 1 月 9 日（土） 松江テルサ 4 階大会議室

常設セッション 「保全再生系」 （10:00-11:00）

10:00-10:15 : 宍道湖集水域のため池の保全と有効活用

—過去 20 年間の水生植物の多様性と水質からの提案—

西元博文（島根大・生物資源）・國井秀伸（島根大・汽水域セ）

10:15-10:30 : 田頼川集水域における流出負荷特性

景山羅美（島根大院・生物資源）・相崎守弘（島根大・生物資源）

10:30-10:45 : 中海浚渫窪地での石炭灰造粒物覆砂による窒素，リン，及び硫化水素溶出抑制効果の検討

辻幸佑・木戸健一朗・相崎守弘（島根大・生物資源）・齋藤直（㈱エネルギー・エコ・マテリア）・魚谷律人（㈱ウオタニ）・徳岡隆夫（自然再生セ）

10:45-11:00 : 大橋川におけるコアマモ (*Zostera japonica*) の生活史の解明

松井 智（島根大・生物資源）・國井秀伸（島根大・汽水域セ）

常設セッション 「生物・生態系」 （11:00-12:30）

11:00-11:15 : 河口域に見られる塩生植物個体群の変化とその背景

荒木悟・國井秀伸（島根大・汽水域セ）

11:15-11:30 : 中海における珪藻群集の動態とタフオノミー

廣瀬孝太郎（島根大・汽水域セ）・大谷修司（島根大・教育）・後藤敏一（近畿大・医学）・香月興太（高知大・コアセンター）・瀬戸浩二（島根大・汽水域セ）

11:30-11:45 : 大橋川におけるホトトギスガイの生態について

松島弘幸（国交省・中国地方整備局）

11:45-12:00 : 宍道湖におけるヤマトシジミのカビ臭着臭機構に関する研究

遠藤睦巳（島根大院・生物資源）・尾崎志帆・相崎守弘（島根大・生物資源）・山根恭道（島根県水技セ内水面 G）・勢村均（島根県水技セ浅海 G）・神門利之（島根県保環研セ）・藤岡克己（中浦食品（株））

12:00-12:15 : 宍道湖におけるヤマトシジミの健康評価手法の検討

尾崎志帆・山口啓子（島根大・生物資源）・若林英人・山根恭道（島根県水技セ内水面 G）

12:15-12:30 : タイ国トラン県の連続海草藻場と断片化海草藻場間における魚類群集構造の違い

堀之内正博（島根大・汽水域セ）・Prasert Tongnunui（Rajamangala University of Technology Srivijaya）・南條楠土（東京大院・農学生命）・中村洋平（高知大院・総合人間自然科学）・佐野光彦（東京大院・農学生命科学）・小河久朗（北里大・海洋生命科学）

常設セッション 「汽水域一般」 (13:15-14:30)

- 13:15-13:30 : Tha Chin川 (タイ) 河口域の鉛直水質分布の水質モデルによる再現に関する検討
都筑良明(東洋大・国際地域／島根大・汽水域セ)
- 13:30-13:45 : 太田川放水路及び旧太田川における干潟の類型化とその安定機構に関する考察
大沼克弘・藤田光一・天野邦彦(国土技術政策総合研究所)・佐藤泰夫(いであ株式会社)
- 13:45-14:00 : 自行式水中移動水質計測機 (AUV) を用いた中海本庄水域の水質調査 (予報)
相崎守弘(島根大・生物資源)・中田正人・照屋貴司(ワイエスアイ・ナノテック (株))・
木戸健一郎(鳥取大学連合農学研究科)・徳岡隆夫(自然再生セ)
- 14:00-14:15 : MODISを用いた宍道湖・中海濁度の準リアルタイムマッピングシステムの開発と検証
遠藤謙(島根大院・総合理工)・下舞豊志・古津年章(島根大・総合理工)
- 14:15-14:30 : 来待石の水質浄化機能を利用した宍道湖での湖岸造成のための基礎実験
高橋千聡・相崎守弘(島根大・生物資源)

シンポジウム 「河口～内湾域の人為的改変の現状と課題」 (14:40-18:40)

- 14:40-14:45 : 趣旨説明 瀬戸浩二(島根大・汽水域セ)
- 14:45-15:40 : 有明海諫早湾における人為的改変の現状と課題
秋元和實(熊本大・沿岸域環境科学教育研究センター)
- 15:40-15:55 : 大阪湾における人為的改変の現状と課題 ～珪藻からみた一次生産者の応答とそれが環境に与える影響～
廣瀬孝太郎(島根大・汽水域セ)・辻本彰(島根大・教育)・安原盛明(スミソニアン研究所)・山崎秀夫(近畿大・理工)・後藤敏一(近畿大・医)・吉川周作(大阪市大・理)
- 15:55-16:10 : 大阪湾における人為的改変の現状と課題 ～有孔虫遺骸群集からみたベントス生態系の応答～
辻本 彰(島根大・教育)・廣瀬孝太郎(島根大・汽水域セ)・安原盛明(スミソニアン研究所)・山崎秀夫(近畿大・理工)・野村律夫(島根大・教育)・吉川周作(大阪市大・理)
- 16:10-16:40 : 瀬戸内海播磨灘・周防灘における人為的改変の現状と課題：メイオベントス(貝形虫と有孔虫)の分析結果
入月俊明(島根大・総合理工)・辻本 彰(島根大・教育)・吉川周作(大阪市大・理)・
河野重範(島根県三瓶自然館)・後藤明あすみ(第一学習社)・吉岡 薫・伊藤久代・滝本紋子(島根大・総合理工)・野村律夫(島根大・教育)

16:40-17:10 : 人為的に改変された中海本庄水域における環境変遷と今後の課題

瀬戸浩二（島根大・汽水域セ）・入月俊明（島根大・総合理工）・山口啓子（島根大・生物資源）・倉田健悟・高田裕行（島根大・汽水域セ）

17:10-17:20 : [コメント] 中海本庄水域における底生生物調査について（予報）

倉田健悟（島根大・汽水域セ）・山口啓子（島根大・生物資源）・瀬戸浩二（島根大・汽水域セ）・園田武（東京農業大・アクアバイオ）

17:20-17:30 : [コメント] 中海本庄水域の堤防開削に伴うメイオベントスの変化

高田裕行（島根大・汽水域セ）・入月俊明（島根大・総合理工）・瀬戸浩二（島根大・汽水域セ）・松本香織（島根大・総合理工）・砥上政隆・小草宏樹・野村律夫（島根大・教育/汽水域セ）

17:30-18:00 : 海底地下水湧出（SGD）の実態と海域への環境負荷

嶋田純（熊本大・沿岸域環境科学教育研究センター）

18:00-18:10 : [コメント] 中海の湖底湧水の現状について

新井章吾（株式会社海中景観研究所）

18:10-18:40 : 環境放射能を利用した水塊の動態

野村律夫（島根大・教育/汽水域セ）・中村光作・辻本 彰（島根大・教育）・瀬戸浩二（島根大・汽水域セ）

2009 年 1 月 10 日（日） 松江テルサ 4 階中会議室

常設セッション 「資源系」 （9:00-10:15）

9:00-9:15 : 宍道湖と中海の仔稚魚相

横尾俊博・堀之内正博・荒西太士（島根大・汽水域セ）

9:15-9:30 : 宍道湖におけるヤマトシジミの遺伝的多様性

飯塚祐輔・水戸鼓・田中智美・野田圭太・岩崎健史・横尾俊博・荒西太士（島根大・汽水域セ）

9:30-9:45 : サルボウガイ近縁種からの分子系統解析マーカーの探索

田中智美（島根大・汽水域セ）・山川彩子（沖縄国際大・経済）・荒西太士（島根大・汽水域セ）

9:45-10:00 : 二対立遺伝子解析によるマガキ×ポルトガルガキ自然交雑個体の検出

岩崎健史・田中智美・飯塚祐輔（島根大・汽水域セ）・菱田泰宏（大仁科技大學人文社會學院）・蕭聖代（台湾行政院農業委員會水產試驗所）・荒西太士（島根大・汽水域セ）

10:00-10:15 : 有明八代海域におけるシカメガキの集団遺伝構造

野田圭太・荒西太士（島根大・汽水域セ）

スペシャルセッション

「本庄水域の環境と生物 ～開削の影響に関連して～」 (10:20-11:50)

10:20-10:35 : 中海本庄水域における森山堤部分開削後の水質環境の変化

武石 祐一郎 (島根大・総合理工)・瀬戸浩二 (島根大・汽水域セ)・山口啓子 (島根大・生物資源)・倉田健悟 (島根大・汽水域セ)

10:35-10:50 : 中海本庄水域における森山堤部分開削前後の水質・底質環境の変化

竹内一馬 (島根大・総合理工)・瀬戸浩二 (島根大・汽水域セ)・山口啓子 (島根大・生物資源)・倉田健悟・高田裕行 (島根大・汽水域セ)

10:50-11:05 : 本庄水域の湖底凹凸地形と開削の効果

山口啓子・鈴木秀幸・山田瑞希・重康智洋 (島根大・生物資源)・瀬戸浩二 (島根大・汽水域セ)

11:05-11:20 : 本庄水域における環境とアサリの動態

藤井千里・山口啓子 (島根大・生物資源)・浜口昌巳・山田勝雅 (水産総合技術センター瀬戸内海区水産研究所)・佐々木正・勢村 均 (島根県水技セ浅海G)

11:20-11:35 : サルボウガイの野外飼育実験からみた中海・本庄の環境

鈴木秀幸・山口啓子 (島根大・生物資源)・瀬戸浩二 (島根大・汽水域セ)

11:35-11:50 : 中海底質中の微生物群集の季節変動～堤防開削の影響評価～

八十嶋哲 (島根大院・生物資源)・巢山弘介・井藤和人 (島根大・生物資源)

常設セッション 「環境変動系」 (12:35-14:50)

12:35-12:50 : ヤマトシジミを用いた環境モニタリング法について

外山浩太郎 (島根大・総合理工)・瀬戸浩二 (島根大・汽水域セ)

12:50-13:05 : 衛星・飛行機・ヘリ・気球による中海の藻場分布推定

作野裕司 (広島大院・工学研究科)・國井秀伸 (島根大・汽水域セ)

13:05-13:20 : 玉湯川三角州の湖底地形・湖底堆積物とその時間変化

酒井哲弥・三井恵輔・山口勝範 (島根大・総合理工)

13:20-13:35 : 斐伊川水系の河川水の Sr 同位体比と地質との関係

池田友里恵 (島根大・総合理工)・齋藤有・中野孝教(地球研)・酒井哲弥 (島根大・総合理工)

13:35-13:50 : 新期大山火山起源、草谷原軽石の広域対比

井上剛・奥野充 (福岡大)・鳥井真之 (熊本学園大)・山田和芳 (トウルク大)・檀原 徹 (京都FT)・安田喜憲 (日文研)

13:50-14:05 : 瀬戸内海における縄文時代早期の汽水性貝塚の変遷

遠部 慎 (北海道大・埋蔵文化財調査室)

14:05-14:20 : 中海・宍道湖地域における完新世花粉層序と気候変化

渡辺正巳 (文化財調査コンサルタント株式会社/島根大・汽水域セ)

14:20-14:35 : 福井県久々子湖の湖底堆積物に記録された近年の海水準変動の複合要因

河野重範（島根県立三瓶自然館）・野村律夫（島根大・教育）・入月俊明（島根大・総合理工）

14:35-14:50 : 朝酌川（大橋川支流）におけるメイオベントスが示す近年の河床環境の変化

野村律夫・中村光作・辻本 彰（島根大・教育）・高田裕行・倉田健悟（島根大・汽水域セ）

スペシャルセッション 「海跡湖に記録された小氷期以降の汎世界的な環境変動と人為的環境変化」 （14:55-16:55）

14:55-15:10 : 汽水域研究のための中～近世の気候変動に関するレビュー

高田裕行・瀬戸浩二（島根大・汽水域セ）

15:10-15:25 : 低鹹汽水東郷池の水質・底質環境の特徴について

森 貴俊（島根大・総合理工）・瀬戸浩二（島根大・汽水域セ）・宮本康・奥田益算（鳥取県衛生環境研究所）

15:25-15:40 : 北海道東部能取湖における湖口開削後のマクロベントス群集構造の変遷過程

園田武・時枝悟志（東京農業大・アクアバイオ）・瀬戸浩二・倉田健悟（島根大・汽水域セ）・山口啓子（島根大・生物資源）・香月興太（高知大・コアセンター）・川尻敏文（西網走漁協）

15:40-15:55 : 北海道東部能取湖における近年の環境変化

齊藤誠（島根大・総合理工）・瀬戸浩二・高田裕行（島根大・汽水域セ）・香月興太（高知大・コアセンター）・園田武・高橋梢・石川哲郎（東京農業大・アクアバイオ）・川尻敏文（西網走漁協）

15:55-16:10 : 北海道東部藻琴湖の現世環境と畜産系富栄養化の記録

瀬戸浩二・高田裕行（島根大・汽水域セ）・園田武（東京農業大・アクアバイオ）・香月興太（高知大・コアセンター）

16:10-16:25 : 飯梨川沖中海の過去数百年間の環境変遷

山際佑紀（島根大・総合理工）・瀬戸浩二（島根大・汽水域セ）・入月俊明（島根大・総合理工）・廣瀬孝太郎（島根大・汽水域セ）

16:25-16:40 : 貝形虫群集（甲殻類）の現生アナログ法による中海の小氷期以降の底質環境

入月俊明（島根大・総合理工）・川上遼平（いであ（株））・河野重範（島根県立三瓶自然館）・野村律夫（島根大・教育）・瀬戸浩二（島根大・汽水域セ）

16:40-16:55 : 南極大陸の海跡湖で発見された硫酸ナトリウムの礫と透明なラミナ堆積物

佐藤高晴（広島大・総合科学）・竹田一彦（広島大・生物圏科学）、大川真紀雄（広島大学・理）、瀬戸浩二（島根大・汽水域セ）

16:55-17:00 : 島根大学汽水域研究センター長 あいさつ

主催：汽水域研究センター；後援：汽水域研究会

シンポジウム

河口～内湾域の人為的改変の現状と課題

世話人：野村律夫・秋元和實・瀬戸浩二

2009年1月9日 14:40-18:40

河口～内湾域のような閉鎖性水域は、人類の歴史とともに常に改変されてきた。特に、1960年代の高度経済成長以来、干拓や堤防の建設などの地形改変や排水などによる環境汚染などが行われ、水域環境は全体的に悪化の一途をたどっているといつて過言ではない。近年、水域の自然再生・保全の観点から環境対策が考えられ、一部実行されるようになったが、その効果は十分とは言えないのが現状である。本シンポジウムでは、各水域での現状を報告し、そこから見えてくる課題について議論し、水域の将来像を模索することを目的としている。

シンポジウム趣旨説明

人為的改変の現状と課題

1. 有明海諫早湾における人為的改変の現状と課題

2. 瀬戸内海における人為的改変の現状と課題

・大阪湾における人為的改変の現状と課題

珪藻群集からみた一次生産者の応答とそれが環境に与える影響

有孔虫遺骸群集からみたベントス生態系の応答

・瀬戸内海播磨灘・周防灘における人為的改変の現状と課題

3. 斐伊川水系河口域中海における人為的改変の現状と課題

・人為的に改変された中海本庄水域における環境変遷と今後の課題

[コメント] 中海本庄水域における底生生物調査について（予報）

[コメント] 中海本庄水域の堤防開削に伴うメイオベントスの変化

課題解決のための新しい視点

1. 海底地下水湧出（SGD）の実態と海域への環境負荷

[コメント] 中海の湖底湧水の現状について

2. 環境放射能を利用した水塊の動態

有明海諫早湾における人為的改変の現状と課題

秋元和實 (860-8555 熊本市黒髪2-39-1熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター)

akimoto@sci.kumamoto-u.ac.jp

1. 諫早湾における環境研究の意義

人為的に改変された閉鎖性内湾において、環境特性を考慮した持続可能な環境保全・改善策の策定に向けた悪化メカニズムの解明は、国内にとどまらず、重要な世界的課題と位置づけられる。講演する多様な時空間スケールに応じた調査手法は、観測記録の乏しい国内外の海域でも、科学的根拠に基づいた対策において具体的な指針を示唆すると考えている。

諫早湾を含む有明海北部では、約 50 年毎に干潟が干拓されてきた。諫早湾干拓地の潮受け堤防は、1989 年に建設が始まり、1997 年 4 月 14 日に閉切られた。干拓地が諫早湾と隔てられて、1,550ha の干潟が消失した。2000 年 12 月に大規模な海苔の色落ちが発生し、潮汐の流速低下、赤潮・貧酸素水塊の出現数増加および底質の泥化も、閉切後に顕在化したといわれている。このため、閉切が、環境変化の原因とする考えもある。しかし、干潟-海域間の物質循環には、多くの未解明事象がある。したがって、この因果関係は、科学的には実証されていない。

諫早湾における水質は、築堤前に 2 回 (1987 年と 1988 年)、閉切直前から (3 月から毎週 1 回)、2002 年からは 6 観測櫓により毎正時・各層 (表面から海底直上 0.1m まで 0.5m 間隔) で、調査されている。夏期 (水温 25°C 以上) の貧酸素-低 pH 化も明らかになり、この海域は物理・化学的要因と生物生産過程を統合した研究に必要な基礎的情報が整備されているといえる。

しかし、水質資料は、悪化の原因解明に不可欠であるが、築堤期間 (1989-1997 年) において欠損している。この期間の環境情報を、堆積物に残されている記録を解析して、復元する必要がある。さらに、物理・化学的数値の変化は、生態系の変化に必ずしも直結しない。化石の解析は、未解明の生物生息環境の変化の、時間的・空間的オーダーを含めて、本質にも迫れる。

最後に、環境悪化のメカニズムの解明には、3 次元の連続観測および要因間の相互関係の 4 次元解析も必要である。観測櫓は昼夜の情報を収集しているが、定点以外の情報はない。従来の調査の多くが、研究者毎に異なる地点、期間、手法による断片的な環境情報の報告であり、解析の障害になっている。音響解装置および自律型環境モニタリングロボットは、高精度・高分解能で、かつ連続調査でき、中長期開門調査の基礎資料の収集における有用な方法である。

2. 環境悪化の時期の特定

諫早湾では、 ^{210}Pb 年代と化石群集に基づいて、1950 年代以降の環境が復元されている (Akimoto, et al., 2004 ; 松岡, 2004 ; 秋元ほか, 2007)。湾奥 (堤防近傍) では、渦鞭毛藻群集から、1950 年代まで定常的状态であった水質が、1960 年後半から 1980 年代前半に富栄養化し、1980 年代後半以後は富栄養状態にある。富栄養化は、干潟域より浅海域で顕著であった (松岡, 2004)。堤防内側では、底生有孔虫群集から築堤中に海底が貧酸素化し、珪藻群集から閉切後に急速に富栄養化した (Akimoto, et al., 2004)。一方、底生有孔虫から、湾外では 1954 年頃、湾口では 1960 年頃から、有機物付加が始まった (秋元, 2008)。これらの成果は、環境

悪化が、1950 年代後半に湾外から始まり、1980 年代後半には湾奥に達したことを示している。

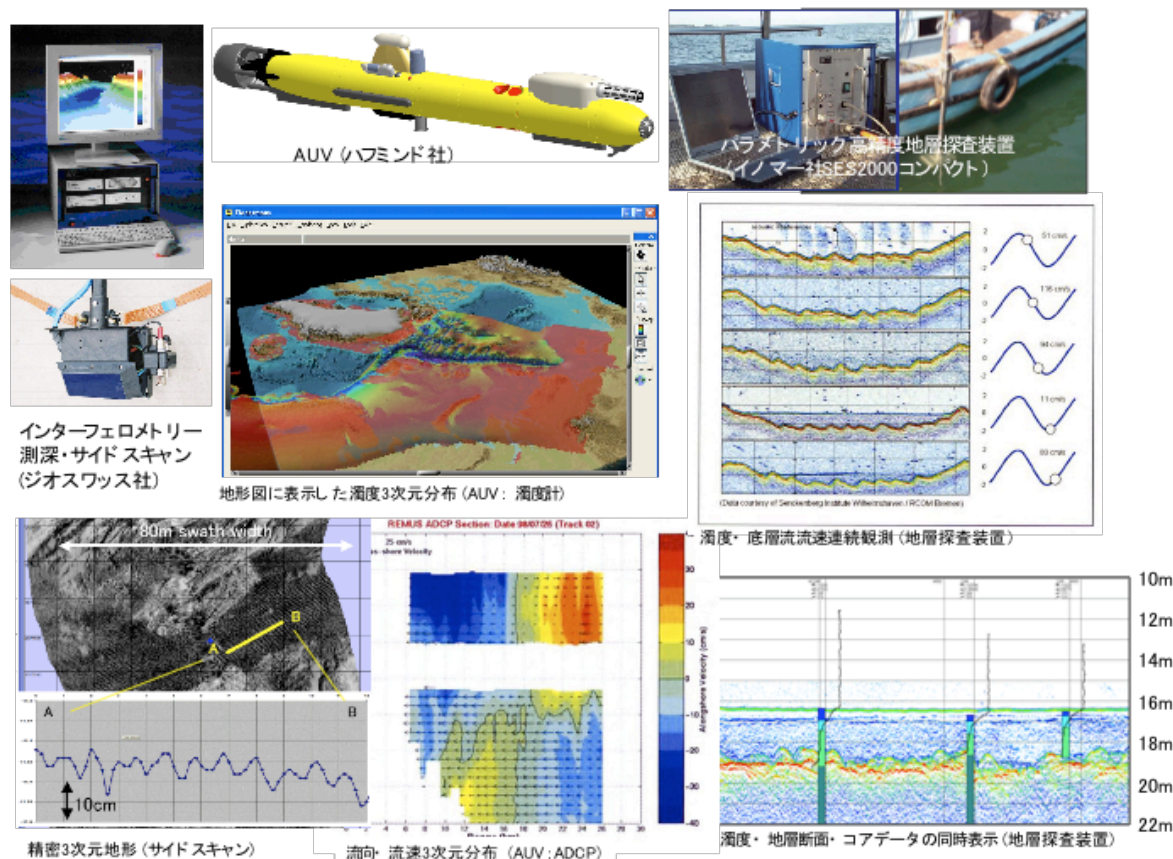
3. 築堤による環境への影響評価

底質は、1958 年（鎌田，1967）、1979 年（木下ほか，1980）、2002 年（秋元ほか，2004）に調査された。湾内には泥が広がるが、1979 年と 2002 年には含泥率の低い堆積物が湾口南部から湾中央にかけて舌状に分布している。このことは、築堤後も砂が拡散していることを示している。

湾口の大潮（2001 年 10 月 16 日）における潮汐の最大流速（中村ほか，2002）は、中-南部の底層では砂粒子の削剥限界を超え、潮汐残差流の方向は西である。加えて、中-南部にある砂堆では、地形が変化して西側の海底が浅海化（九州農政局資料）し、生息する石灰質底生有孔虫（*Neoponides mira*）の遺骸が湾中央まで拡散している（秋元ほか，2009）。本種の遺骸の割合と浮遊性有孔虫比は、相関している。これらの事実は、湾口南部に潮汐によって流入した外海系水が海底を削剥し、堆積物を湾中央まで移動・再堆積させていることを示唆している。これは、砂堆近傍の観測槽（B5）の濁度記録およびトラップ調査の結果からも支持される。なお、ラジウム放射能比も、湾奥の北部排水門近傍でのみ海水循環が停滞していることを示している。

4. 中長期開門調査への取り組み

九州農政局は、北部排水門を 1 潮汐間開放して、調整池から流出した淡水（100 万 m^3 以上）の拡散を目視調査（7 回）している。中長期開門による調整池への海水流入と湾への淡水流出は、生態系への人為的影響を直接検討でき、古生物学におけるモダンアナロジーとして貴重な機会である。従来の方で収集した環境情報および生物相の時系列解析、放射能比・3 次元流動シミュレーションによる循環の推定、これらにロボット観測による 4 次元解析を加えることにより、生態系・生息環境の変化に要する時空的オーダーが解明されることが期待される。



音響解析装置および自律型水中環境モニタリングロボットによる浮泥調査例

大阪湾における人為的改変の現状と課題 ～珪藻からみた一次生産者の応答とそれが環境に与える影響～

廣瀬孝太郎(690-8504 松江市西川津町1060 島根大学汽水域研究センター)・辻本彰(島根大・教育)・安原盛明(スミソニアン研究所)・山崎秀夫(近畿大・理工)・後藤敏一(近畿大・医)
・吉川周作(大阪市大・理)

kotaro@soc.shimane-u.ac.jp

一次生産者の群集組成や生産量は環境に規制されて変動し、同時にその変動が環境に大きく寄与する。そのため一次生産者の動態は、水域環境保全を想定した環境動態解析において重要な要素のひとつである。海洋における主要な一次生産者である珪藻は、塩分や栄養塩量などによって群集構造を大きく変化させることが知られており、またその遺骸は化石として堆積物中から抽出可能である。そのため近過去の堆積物から抽出した珪藻遺骸群集の時系列変化を検討することにより、人間活動に対する一次生産者の応答を時系列的に解析することが可能であり、さらに種類ごとの生態情報を充実させれば、モニタリングデータの存在しない過去に遡って環境変化を明らかにすることができると考えられる。以上のことから本研究では、典型的に人為改変・汚染が進行した沿岸域である大阪湾において珪藻遺骸群集の時空間分布を明らかにし、その変化の要因を検討した。

分析試料として、大阪湾において採取された表層堆積物(0B1～30)、表層コア(0S1, 2, 3; 過去約150年間)および完新世コア(夢洲沖コア; 過去約1万年間)を用いた。

各試料の珪藻分析を行った結果、珪藻遺骸群集は試料採取地域全域で1900年頃から変化し始め、1960年と1980年代に大きく変化したことが明らかになった。産出した珪藻遺骸群集組成の変化パターンと大阪湾周辺の人為改変史から、人為改変・汚染(主に富栄養化)に対して1) 増加する種群(*Thalassiosira pacifica*, *Thalassiosira ferelineata*, *Chaetoceros* 属の休眠胞子など)と、2) 減少する種群(*Actinopterychus senarius*, *Thalassiosira eccentrica* など)が設定された。また大阪湾では1980年代以降、法規制などによって栄養塩やCODの負荷量が軽減されているはずであるが、珪藻遺骸群集からみる限り、一次生産者は1900年以前の環境に回帰する傾向にはない。また、大阪湾におけるプランクトンのモニタリングでは、1980年代以降の *Skeletonema costatum* や渦鞭毛藻が構成種となる赤潮の減少、および *Chaetoceros* 属が構成種となる赤潮の増加が確認されており、*Chaetoceros* 属に関しては本研究における休眠胞子遺骸の時系列変化と整合的である。

以上のことから、珪藻遺骸群集の変化は近過去の人為改変・汚染に対する有効なプロキシーとして用いることが可能であると考えられる。また1980年代以降の大阪湾における一次生産者の変化は、同海域の生態系において、底生生物などに対する主要な環境因子となっている可能性がある。

大阪湾における人為的改変の現状と課題 ～有孔虫遺骸群集からみたベントス生態系の応答～

辻本 彰 (690-8504 松江市西川津町1060 島根大・教育) ・廣瀬孝太郎 (島根大・汽水セ) ・
安原盛明(スミソニアン研究所) ・山崎秀夫 (近畿大・理工) ・野村律夫 (島根大・教育) ・
吉川周作 (大阪市大・理)

tsujimoto@edu.shimane-u.ac.jp

20 世紀以降, 人為的富栄養化によって都市域に隣接する閉鎖性海域の栄養塩濃度は増加してきた。その結果生じる藻類の異常繁茂によって底層水は貧酸素化し, 富栄養環境を好み貧酸素耐性を持つ環形動物などの少数種が高密度で優占するベントス生態系が形成されるようになった。

有孔虫は硬質の炭酸カルシウムの殻を持つメイオベントスであり, 海底柱状堆積物を用いることで群集組成を時系列的に解析可能である。また, 特定の種が富栄養化やそれに伴う底層水の貧酸素化などに敏感に応答することが知られているため, 閉鎖性海域の人為的富栄養化がベントス生態系に与えてきた影響を解明するための有効な指標になる。

大阪湾は人為的富栄養化が進行した内湾の典型例である。現在, 湾奥部では有機汚濁に耐性のあるパラプリオノスピオ属などの環形動物が優占する高密度・低多様性のベントス生態系が形成されている。底生有孔虫群集に関しても, 好汚濁種である *Ammonia beccarii*, *Eggerella advena*, *Trochammina hadai* を主要種とする高密度低多様性群集が形成されている。

大阪湾奥部に位置し, 湾内に多量の栄養塩を供給する淀川河口から湾中央部にかけての側線に沿って掘削された海底柱状堆積物から有孔虫化石を抽出し, その時空間分布を明らかにしたところ, 好汚濁種である *E. advena* の産出頻度が大阪湾東部海域で 1900 年代初頭以降増加していた。また, かつての大阪湾に存在していた, *Elphidium* 属, *Miliolinella subrotunda*, *Valvulineria hamanakoensis* などで特徴づけられる高多様性群集は, 1900 年代初頭以降湾奥部を中心に好汚濁種である *A. beccarii*, *E. advena*, *T. hadai* を主要種とする高密度低多様性群集へと移り変わった。底層水の貧酸素が頻繁に発生した 1960～1970 年代には, 高密度低多様性群集は湾の広域に発達し, *Elphidium* 属, *M. subrotunda*, *V. hamanakoensis* などの, かつての大阪湾に優占していた種は湾奥部からほぼ消滅した。陸域からの栄養塩負荷削減が行われるようになった 1970 年代以降, 好汚濁種の密度は減少するものの, *Elphidium* 属, *M. subrotunda*, *V. hamanakoensis* などの種の産出頻度に大きな変化は生じていない。1980～1990 年代以降, 湾奥部を中心に好汚濁種である *A. beccarii* の密度の急減, *E. advena* の密度の急増が生じている。河口部において, 一次生産者の変化等, 新たな環境変化がベントス生態系に影響を及ぼしている可能性がある。

瀬戸内海播磨灘・周防灘における人為的改変の現状と課題：

メイオベントス（貝形虫と有孔虫）の分析結果

入月俊明（690-8504 松江市西川津町1060 島根大・総合理工）・辻本 彰（島根大・教育）・
吉川周作（大阪市大・理）・河野重範（島根県三瓶自然館）・後燈明あすみ（第一学習社）・吉
岡 薫・伊藤久代・滝本紋子（島根大・総合理工）・野村律夫（島根大・教育）

irizuki@riko.shimane-u.ac.jp

【はじめに】瀬戸内海は本州，四国，九州に囲まれた内海で，最も東部に大阪湾が位置し，播磨灘はその西隣に，周防灘は瀬戸内海の最も西部に位置する．いずれも閉鎖的な海域で，海砂の採取，干拓などにより，水質や底質は 1960 年代からの高度経済成長期に悪化し，赤潮の多発，水質汚濁や富栄養化が問題になった．その後，1970 年代からの様々な環境改善政策によって，水質は改善しつつあるが，底質環境に関しては，まだ COD の高い場所が多く存在する．そこで，本研究の目的はこのような COD が高い場所を対象に環境省の委託研究として（社）瀬戸内海環境保全協会により採取された表層堆積物とコア堆積物，さらに講演者の研究室で採取された試料を用いて，長期間堆積物中に保存される殻を持つメイオベントス（小型底生生物：貝形虫（甲殻類）と有孔虫（原生生物））に焦点を当て，播磨灘と周防灘の底質環境の現状を評価すること，さらに，過去約 200 年程度の変化記録から，理想的な底質環境はいつのどのような状態なのかを，明らかにすることである．今回はまだ年代が確定していないコア試料もあり，研究の途中段階であるが，これまでの成果（（社）瀬戸内海環境保全協会，2008；入月ほか，印刷中）も含めて現状を報告する．

【播磨灘の試料】播磨灘の表層試料は 2001 年 8 月の（社）瀬戸内海環境保全協会による第 3 回瀬戸内海環境情報基本調査（環境省委託事業）時に採取された試料のうち，底質が泥～砂質泥で COD が 10mg/g 以上の兵庫県下の 30 試料，および 2008 年 7 月に兵庫県相生市沖周辺で採取された 8 試料からなる．コア試料はすべて播磨灘北部で採取された．すなわち，第 3 回瀬戸内海環境情報基本調査時に相生市沖から採取された Ha-72 コア（水深 13.8m），2008 年 7 月に採取された以下の 3 本のコア：兵庫県赤穂市坂越湾内の HNA コア（水深 7.5 m），Ha-72 コア採取地点の HNB コア（水深 13.6m），およびたつの市室津湾内の HNC コア（水深 6.6 m）の合計 4 本である．

【周防灘の試料】周防灘の表層試料は 2004 年 8 月の第 3 回瀬戸内海環境情報基本調査時に採取された試料のうち，南西部と北東部の泥からなる 11 試料である．コア試料は（社）瀬戸内海環境保全協会により 2009 年 2 月に周防灘西部で採取された Su-121 コア（水深 15.6m），および中央部で採取された Su-93 コア（水深 38.1m）である．さらに，2009 年 7 月に周防灘北東部の笠戸湾内の 2 地点（Ks1 コア，水深 8.2m；Ks2 コア，水深 12.1m）においても採取された．

【播磨灘の結果と考察】播磨灘の表層試料から得られた貝形虫と有孔虫群集については底質の COD が 15mg/g 程度を示す播磨灘中～南部で多様性が低く，相対的に塩分の高い環境に生息する砂質有孔虫の有機汚濁耐性種（*Eggerella advena*）が圧倒的に多い．貝形虫では極度の

富栄養化には弱いものの、やや有機物量の多い場所に優占する種 (*Bicornucythere* sp. や *Loxoconcha viva* など) が多い。一方、底質の COD が 20mg/g 以上の北部の相生市沿岸域では、石灰質有孔虫の有機汚濁耐性種 (*Ammonia beccarii*) が優占し、貝形虫は無～貧産出、あるいは有機汚濁耐性種 (*Bicornucythere bisanensis*) によって占められている。このように兵庫県下の播磨灘では相生市沖で特に富栄養化が進行し、メイオベントス群集の多様性や密度が低い。コア試料については、現在底質の有機汚濁が進んでいる相生市沖で、やや有機物量の多い場所に生息する貝形虫種が 1930～1950 年代における特定の TOC 濃度のときに多産するが、これらは 1960 年代以降ほとんど産出せず、有機汚濁耐性種も個体数が激減する。有孔虫群集も 1950 年代以降、有機汚濁耐性種が主体をなす。播磨灘の最奥にあたる坂越湾、室津湾でも、上位に向け、貝形虫の優占種の交代が見られ、有機汚濁耐性種が増加する。また、貝形虫の密度はいずれのコアでも、上位へ向けて減少し、表層付近では、貝形虫がほとんど産出しなくなる。これらの堆積年代はまだ確定されていないが、貝形虫がほとんど消滅する層準は 1960～70 年代の相生市沖で密度が急減する層準に比較される可能性が高い。このように、相生市周辺においては、戦後から徐々に富栄養化し始め、高度経済成長期において TOC 濃度が急増し、この時期、富栄養化により急激に播磨灘の底質環境が悪化したことを示している。また、坂越湾や室津湾などのような播磨灘の最奥部において、貝形虫が少ない現状は、大阪湾や広島湾などでも認められ、底質環境に関しては、高度経済成長期の富栄養化の影響が引き続いており、貝形虫が増加するまでには至っていない。

【周防灘の結果と考察】周防灘では 11 試料と表層試料数が少なく、周防灘全体のメイオベントス群集を十分把握することはできない。しかしながら、砂質有孔虫の有機汚濁耐性種 (*Trochammina hadai*) を最優占種とする群集が南西部の沿岸部に分布し、塩分が高い環境における有機汚濁耐性種 (*E. advena*) を最優占種とする群集が他の地域に分散している。貝形虫については産出しない試料が 11 試料中 4 試料存在した。これらは有孔虫も少ないか、あるいは *T. hadai* が優占するような場所で、TOC 濃度も 22 mg/g を超え、硫化物濃度も高い南西部と周南市付近であった。その他の地点でも、有機汚濁耐性種 (*B. bisanensis*) が優占し、これは調査地点の TOC 濃度が 20 mg/g 前後と高いことに起因している。このように周防灘では特に南西部においてメイオベントスの多様性や密度が極めて低い。コア試料については、年代が確定している周防灘西部における有孔虫と貝形虫の時系列変化を主に検討した。結果として、有孔虫群集は 1820～1950 年までは変化が少なく、相対的に種多様度が高く、石灰質有孔虫が豊富である。一方、貝形虫は 1820～1880 年は多様性がやや高く、有機汚濁に耐性の弱い種が多く、1880～1960 年までは種多様度が高い群集からなる。このように 1950～1960 年まではいずれも種多様度が高く、人為的な影響は少なかったと判断される。1950～1960 年以降の有孔虫や貝形虫群集は高度経済成長期以降の群集であり、前者は砂質有孔虫の急増と種多様度の急減、後者は有機汚濁耐性種の急増と種多様度の急減で特徴づけられることから、明らかに人為的な環境負荷の影響を受けている。しかしながら、現在でも貝形虫の総個体数が多いことは、周防灘西部では底生生物がまだ、繁栄できる状態であることを示唆している。同様の傾向は周防灘中部と北東部の笠戸湾でも認められた。

人為的に改変された中海本庄水域における環境変遷と今後の課題

瀬戸浩二(690-8504松江市西川津町1060島根大学汽水域研究センター)・入月俊明(島根大学総合理工学部)・山口啓子(島根大学生物資源科学部)・倉田健悟・高田裕行(島根大学汽水域研究センター)

seto@soc.shimane-u.ac.jp

島根県から鳥取県にまたがる斐伊川水系河口域には、日本を代表する汽水湖である宍道湖・中海が分布する。そのような汽水湖(海跡湖)は、人類の生活圏に分布していることから、常に人為的な改変を受けている。中海でも大規模な公共事業により、干拓地や堤防が構築され、その過程で浚渫地ができるなど、原地形から大きく改変された。それに伴い、水質・底質環境や生態系にも大きな影響を与えられたことが知られている。そのような中、中海北部本庄水域の干陸化事業は2000年に、中海・宍道湖淡水化事業は、2002年に中止となり、2006～2009年に中浦水門の撤去、西部承水路堤の撤去、旧排水機場の撤去、森山堤の部分開削などの事業が行われることとなった。この事業により境水道から本庄水域に高塩分水塊が流入し、約25年間維持されてきた現在の生態系が再び環境が変化することが予想される。中海では多くの問題を抱えているが、本講演では、本庄水域に関連した環境変化に特化して、現状と課題について考えていきたい。

中海の底層水は、もともと境水道から本庄水域を経て中海に流入していた。中海干拓事業により1981年に完成した森山堤や大御崎堤などによって、底層水の流入は中浦水道を経由するようになり、中海の環境も著しく変化した。一方、本庄水域は幅150m前後、2.3kmの西部承水路(水深約3m)を通じて中海本体と流通することとなり、著しく閉鎖性の強い水域となった。しかし、塩水が流入しにくくなったため、塩分躍層が形成されにくくなり、中海本体より酸化的な底質環境となった。本庄水域は流域面積は小さいため、陸域からの栄養塩の流入は比較的に少ないが、水塊の流出入が少ないため、本庄水域内に蓄積され、時の経過とともに富栄養化している。これは、水路予定地の窪地から得られたコアの有機炭素濃度の増加傾向から支持される。

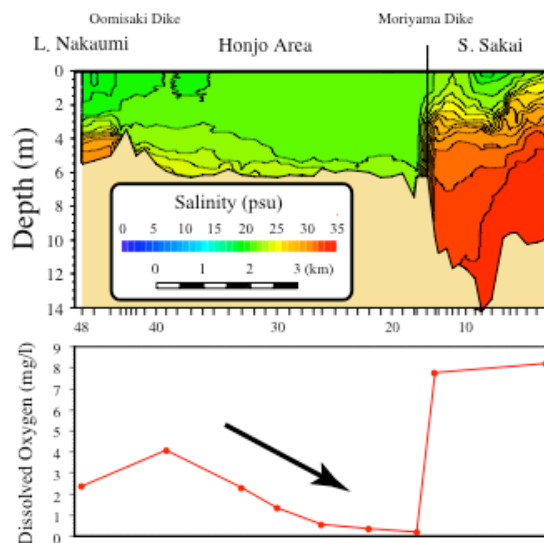
2007年7月に西部承水路堤の一部が撤去され、中海から直接、水塊が流入するようになった。西部承水路堤の撤去以後、本庄水域はほぼ定常的に表層と底層に塩分差が形成されるようになり、それに伴って全体的に貧酸素化が起りやすくなった。また、塩分差は小さいため、定常的な風により底層の貧酸素水塊が容易に湧昇するようになり、表層でも溶存酸素飽和濃度が10%を切ることも観測されている。これは深い底層部だけではなく、浅い水域にも影響を与えたことが示唆される。2008年5月末に旧排水機場の撤去並びに潮通しが行われた。この潮通しは、深さ4m幅8mの極めて小さなものであり、効果は限定的であった。貯木場側から貧酸素水塊が潮汐に引きずられるように湧昇することによって、貯木場側の比較的浅い水域に影響を与えている。

森山堤での潮通しは、5月11日～16日の間に174枚の矢板を撤去することによって行われた。撤去作業が始まる前の5月10日は、大海崎堤側から流入した底層水塊が本庄水域のほぼ全域に

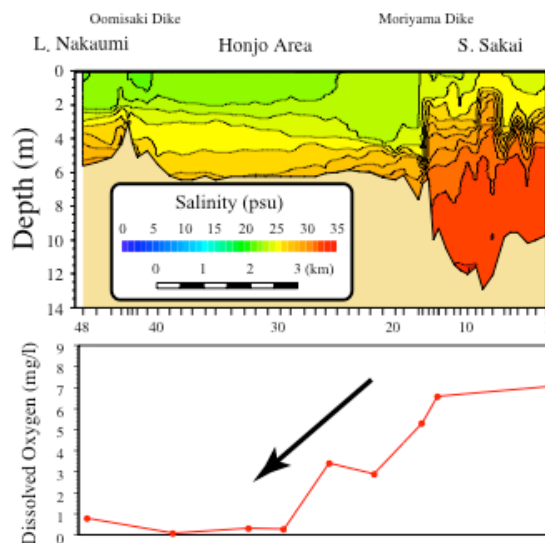
分布し、流入側と逆にあたる森山堤付近ではほぼ無酸素状態になっていた（図左参照）。矢板の撤去は 11 日から始まったが、実際に境水道の高塩分水塊が本庄水域に流入したのは、12 日からである。森山堤から 200m 離れた地点（水深約 7m）では、12 日 14:30 から 13 日 17:20 までに、塩分は約 6psu 上昇した。その間、溶存酸素量も約 6mg/l 上昇した。森山堤から 600m 離れた地点（水深約 6m）では、13 日 3:20 から 15 日 2:30 までに塩分は約 6psu 上昇し、上昇するタイミングおよび上昇期間に差が生じている。溶存酸素量は、森山堤から約 1km 離れた地点で約 6mg/l 上昇した。このように境水道の高塩分水塊の流入により、森山堤付近の溶存酸素量は 6mg/l 程度まで回復した。しかし、この高塩分水塊は森山堤から西方向に向かうに従い、塩分は減少し、湖心より西側では、大海崎堤側から流入した底層水塊の下層に薄く流入しているようだ。そのため、大御崎堤側の底層水塊は停滞し、潮通し以降ほぼ無酸素に近い状態が継続した。森山堤側は潮通し直後に溶存酸素量が上昇したものの、その後減少する傾向を示し、約 1 ヶ月の間にほぼ無酸素に近い状態になっている。森山堤から 200m 離れた地点でさえ、貧酸素環境になることが観測された。8 月になるとほぼ全域の底層部が無酸素環境に近い状況になっている。貧酸素水塊は、11 月にはほぼ解消されたが、全体として例年より長く継続している。一方、表層では、それまでに見られた貧酸素水塊の湧昇は観測されていない。今年度は例年に比べ気温が低かったことによるかもしれないが、水塊構造がより安定化したために起こりにくい状況にあったものと思われる。それに対し、中海本体では、ここ数年の中でもっとも貧酸素状態が継続した。これが直ちに森山堤潮通しの影響とは言えないが、今後そのような観点からも注視して観測する必要がある。

汽水域の環境は変化に富むということは誰もが知ることであり、半年程度観測しただけでは、この効果を特定することはできない。今後さらにモニタリングすることにより、潮通しの効果を検証し、その過程で得られる多くのデータを解析して、今後どのような対応をとるべきか検討しなければならない。

2009.5.10



2009.5.31



森山堤の潮通し直前と半月後の塩分プロファイルと底層の溶存酸素量

〔コメント〕 中海本庄水域における底生生物調査について（予報）

倉田健悟(690-8504島根県松江市西川津町1060 島根大学汽水域研究センター)・山口啓子(島根大学生物資源科学部)・瀬戸浩二(島根大学汽水域研究センター)・園田武(東京農業大学生物産業学部)

kengo@soc.shimane-u.ac.jp

本庄水域の干拓中止後の後処理として、(1)西部承水路堤の撤去、(2)排水機場跡地の潮通し、(3)森山堤の一部開削、が計画されていたため、それらの地形改変による底生生物への影響を見るため、広域調査と定点における定期調査を実施した。

2006年5月より2009年12月まで毎月1回、本庄水域と中海の定点において底生生物を採集した。各地点でEkman-birge型採泥器を用いて堆積物を採集し、船上で0.5mm目合いのメッシュネットを用いて細かい泥を落とし、残ったものをポリエチレン袋に入れて実験室へ持ち帰り、10%中性ホルマリン溶液で固定した。底生生物を選別して可能な限り同定し、個体数と湿重量を計測した。

2006年8～9月と2008年8～9月に本庄水域と中海の広域調査を行い、各地点で同様な方法で底生生物を採集し、実験室へ持ち帰って分析を行った。

現在も調査を継続中であり、また全ての試料の分析を終えていない。この要旨では一部の結果を掲載し、口頭発表の際には追加されたデータを含めた解析結果を報告する。

2006年5月22日に採集された二枚貝類は以下。中海の3地点(M2～M4)：アサリ、ホトトギスガイ、ヒメシラトリ、イヨスダレ、チヨノハナガイ、シズクガイの6種類。本庄水域の5地点(M6～M10)：ホトトギスガイ、ヒメシラトリの2種類。

2008年5月17日に採集された二枚貝類は以下。中海の3地点(M2～M4)：アサリ、ホトトギスガイ、ヒメシラトリ、チヨノハナガイ、シズクガイの5種類。本庄水域の5地点(M6～M10)：アサリ、ホトトギスガイ、ヒメシラトリ、イヨスダレ、シズクガイの5種類。

西部承水路堤の撤去が2007年7月までにほぼ終了したことから、本庄水域で2008年5月17日にアサリやシズクガイが見られた理由としては、これらの二枚貝類にとっての生息環境の変化、浮遊幼生の分散の変化、などの要因が考えられる。

なお、2006年7月に比較的大きな出水があり、中海の塩分が大幅に低下した。2008年5月30日に排水機場跡地の潮通しが行われ、2009年5月11日に森山堤の一部開削が実施された。これらの地形改変の影響と年毎の環境条件の変化とを切り離して、底生生物の変化を議論することが重要であろう。

〔コメント〕 中海本庄水域の堤防開削に伴うメイオベントスの変化

高田裕行^{1,*}・入月俊明²・瀬戸浩二¹・松本香織²・砥上政隆³・小草宏樹⁴・野村律夫^{1,5}

690-8504松江市西川津町1060¹ 島根大学汽水域研究センター,² 島根大学総合理工学部

³ 筑前町役場, ⁴ アイシンAW, ⁵ 島根大学教育学部, * yuu@soc.shimane-u.ac.jp

本庄水域の人為的環境変化の影響について、貝形虫・底生有孔虫から、コメントする。

〔貝形虫〕貝形虫は体長 1mm 前後の微小な甲殻類の仲間で、付属肢を保護する 2 枚の石灰質の殻が長期間堆積物中に保存されるという特徴を有する。また、幼生期間に浮遊生活をしないので、分散能力が低いとされている。今回、森山堤防が開削される前の 2009 年 3、4 月および開削後の 5-8 月における M9 地点の貝形虫群集を検討した。結果として、2009 年 3 月の試料からは *Cytherura miii* と *Xestoleberis hanaii* の 2 種が産出したが、すべて遺骸殻であった。前者は塩分が低い汽水域に生息する種で、部分的に付属肢が付着していた個体が存在したため、季節によっては生体がいる可能性もある。後者は岩礁の海藻に生息する種で、明らかに運搬された個体である。2009 年 4 月は遺骸殻も確認することはできなかった。一方、開削後の 5 月以降、急激に貝形虫の遺骸殻は増加したが、生体は確認できていない。開削後における遺骸を構成する主な種は依然として *C. miii* と *X. hanaii* であったが、他に様々な保存状態を示す数 10~50 種近くの様々な海域に生息する種が混在していた。また、開削地点の東側の M1 地点や大根島の南側で生体が確認されている代表的な泥底種の *Bicornucythere bisanensis* は、開削後の M9 地点で遺骸殻も数個体しか確認できていない。このように、開削後、多産した多くの種の遺骸殻は運搬あるいは再堆積した個体で、東側から泥底種の生体が移動し、本庄水域へ定着している可能性は低いと推定される。

〔底生有孔虫〕底生有孔虫は、体長 1mm 前後の原生生物で、外骨格である殻を持つ。また、浮遊生活期をもたず、一般に分散能力が低いとされている。底生有孔虫生体（染色）個体は、M9 地点で *Ammonia "beccarii" forma 1*, *Trochammina hadai*, *Miliammina fusca* の 3 種類が、産出した。*A. "beccarii" forma 1* がもっとも多く、2007 年 12 月以降、ほぼ連続的に産出する。本種の殻サイズ組成は明瞭な季節変動を示し、概して冬~春季に小型個体が多いのに対して、夏~秋季には幅広い分布を取る。また、その現存量は、2008 年夏~秋季にかけては単調に減少したのに対して、2009 年夏季においては現存量はほぼ一定に推移している。

以上のことから、*A. "beccarii" forma 1* は、2007 年冬季より本庄水域北東部で連続的に生息し始めたと考えられる。また、冬季における現存量の急激な増加は、サイズ分布から判断して、幼生の新規加入によると思われる。2007 年冬季以降にみられる本種の現存量の増加は、本庄水域への底生有孔虫の移入がかつては散点的であった上に、その個体群が短期間に消滅していたのに対して、西部承水路撤去工事以降は、中海から本庄水域への個体群の移入が頻繁に起こり、定着しやすくなったことを、暗示する。また、2008 年と 2009 年の間で、夏（~秋）季に *A. "beccarii" forma 1* の現存量に顕著な相違があることは、森山堤防開削前は夏季の貧酸素状態で個体群が損耗しやすかったのに対して、それ以後は境水道側から相対的に溶存酸素に富む底層水の流入で、個体群の損耗が起きにくくなったことを物語っているのかもしれない。

海底地下水湧出（S G D）の実態と海域への環境負荷

嶋田 純(860-8555 熊本市黒髪2-39-1 熊本大学大学院自然科学研究科・沿岸域環境科学教育
研究センター)

jshimada@sci.kumamoto-u.ac.jp

1. 調査地域

本研究の対象地域は熊本市の南方，宇土半島の付け根の不知火町永尾地区にあり（図1），
標高 400m の稜線部から海岸まで約 4km，流域面積約 4.5km²の流域である．流域には新第三紀鮮
新世～第四紀更新世の火山活動によって宇土半島に噴出した火山岩類（安山岩溶岩および凝灰
角礫岩）が広く分布し，これらの火山岩を帯水層とする豊富な地下水が存在し，流域内の二本
の河川（本浦川，西浦川）を通じて流出すると共に海岸では海底からの湧水が見られている．
また，この流域末端部は，潮汐変化がわが国でも屈指で，海域閉鎖度が日本最大の八代海に面
している．

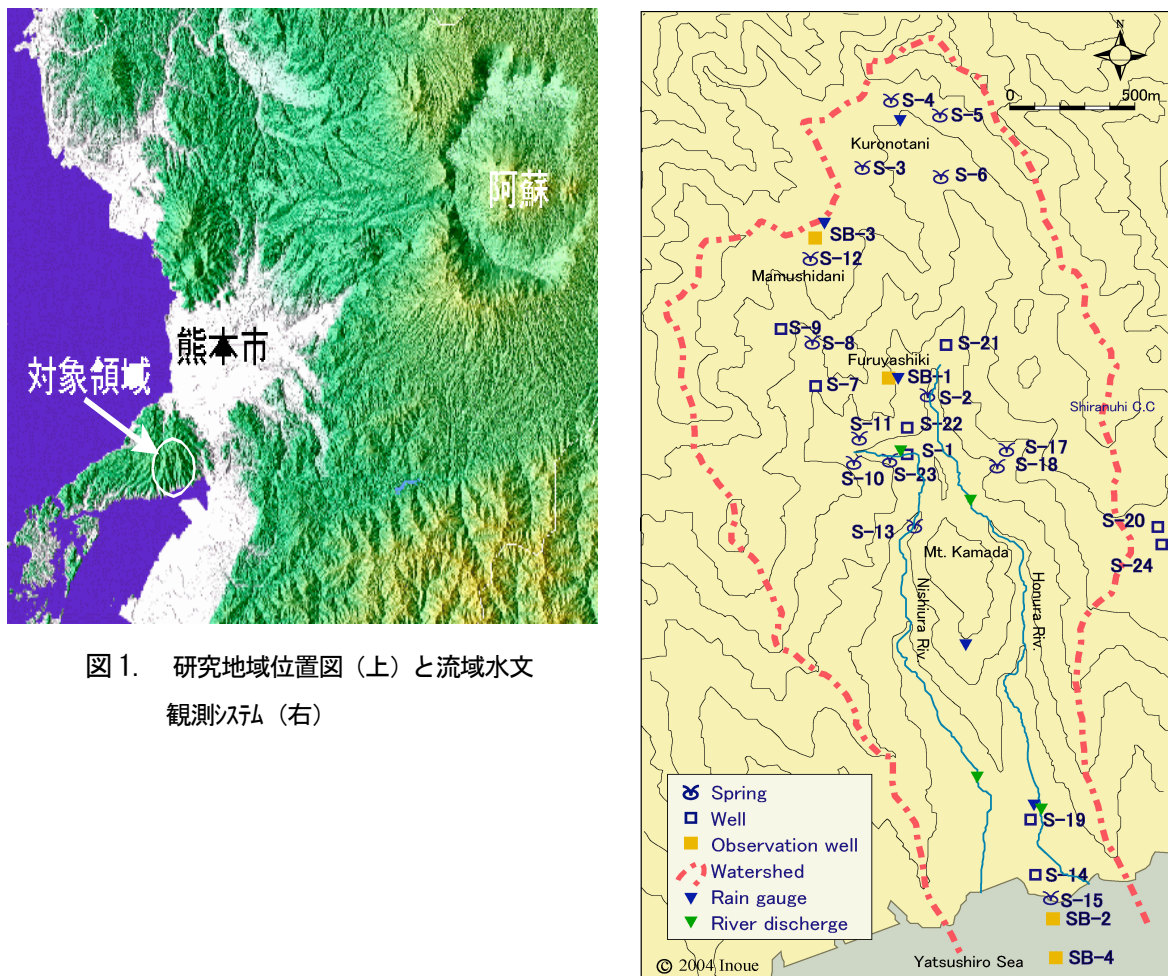
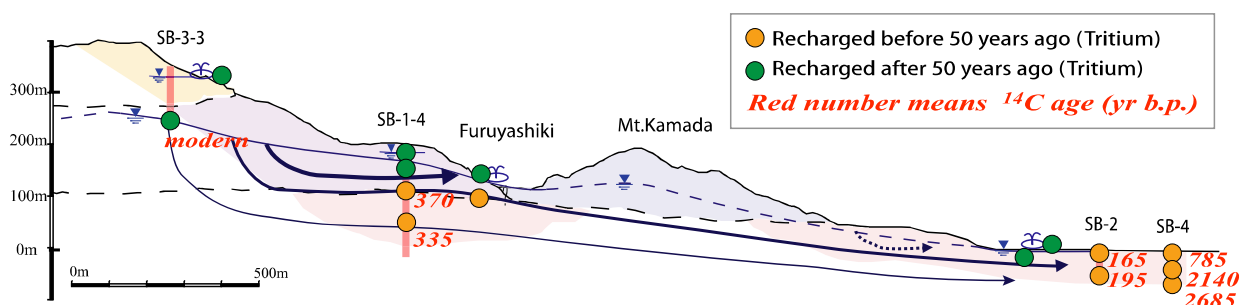


図1. 研究地域位置図（上）と流域水文
観測システム（右）

2. 調査研究方法と結果

陸域山体部で行うボーリング調査に基づく流域規模での地下水ポテンシャル分布の把握と、比抵抗トモグラフィ調査、広域 SP（自然電位）調査結果を踏まえた岩盤帯水層の連続状況と地下水流動状況の確認、湧水及びボーリング地下水による水質・環境同位体を用いた地下水流動調査（図—1）を行うと共に、海域における海底湧出点確認調査、比抵抗法による潮汐変動に伴う地下水の挙動の把握、海底ボーリングによる海底コア、間隙水圧、深度別地下水の採取、シーページメータによる海底地下水湧水モニタリングおよび環境同位体調査を実施した。その結果以下のことが明らかになった。

- ・ 流域内に設けた 8 本の多深度観測井戸の水頭観測および環境同位体分析の結果、火砕流を主体とする火山岩系帯水層は、基本的に地形ドライブによる 3 次元的な広域地下水流動を形成していることが判明した。
- ・ 海岸部での湧水現象は永尾神社湧水井戸として干潮域に既に存在していたが、本研究の結果、神社湧水井戸を含む凝灰角礫岩露出部を中心に優勢な海底湧水が存在していることが、シーページメータ、比抵抗測定、自然電位測定、VLF 測定等により確認された。
- ・ 流域末端の海岸部での火砕流帯水層地下水は、観測ボーリングデータから上昇フラックスを持っておりこれが海岸部での海底湧水を形成していることが判明した。またシーページメーターによる海底地下水湧出評価の結果、沿岸近くでは淡水性地下水湧出が卓越するが潮干域から沖合いに向かって次第に再循環海水湧出が卓越してくる。
- ・ 流域内の詳細な微気象観測と河川流量測定を用いた西浦・本浦の 2 河川流域における水収支から、本浦川は西浦川の 2 倍近い地下水流出量を持っていることが算定された。この結果は、海域におけるシーページ測定と良く対応しており、海底湧出量が地域によって明らかに異なっていることが示された。
- ・ 流域内の各湧水や観測井戸地下水の環境放射能による地下水年代解析の結果、流域の地下水は源流域から海岸湧水に至る広域の陸域流動系に加えて、八代海海底下には海退時代に封じ込められたと思われる滞留性の淡水が存在していることが明らかになった（図—2）。
- ・ 前述の海底下の滞留性淡水の存在は、これまで想定されていた海岸部における塩淡境界概念に新たな知見を提出したことになり、地下水流動は現在に加えて過去の海域変遷を踏まえた解釈が必要なことを明確にした。



図—2 トリチウム濃度及び炭素 14 濃度を基にした研究地域地下水の年齢分布概念図

〔コメント〕 中海の湖底湧水の現状について

新井章吾（〒685-0106島根県隠岐郡隠岐の島町蛸木後谷622-1 株式会社海中景観研究所）
shogo.arai@nifty.com

中海における自然再生の技術として、湧水環境の修復と湧水が滞留しやすい地形の造成が有効ではないかと考えられる。演者は、湧水と生物の関係を明らかにするための予備的な観察を行っている。中海ではまだ湧水量、水質など定量的調査を行っていないが、湧水に関して観察したことを報

告する。中海北部の島根半島湖岸部においては、砂が吹き上げられるほどの湧水箇所が水深0.5～1.5mの範囲に広域に分布している。それらの目に見える湧水箇所の周辺においては、流れや波の影響が弱い場所においても、砂面上への浮泥の堆積がないか少なく、面的に湧出する地下水の存在が推測される。中海南岸の飯梨川河口においては、浮泥の堆積が少ない砂地湖底へのシーページメーターの設置によって、湧水があることを確認した。面的に地下水が湧き出ていると思われる遠浅の場所においては、水際あるいは表層の濁った水の下部の層の透視度（横方向の透明度）が高い。今後アサリなどの生物との関係を含めて中海における湧水の定性・定量的な調査を進めていきたいと考えている。また、中海以外での調査結果と合わせて、湧水が生物に及ぼす効果をまとめた（表1）。

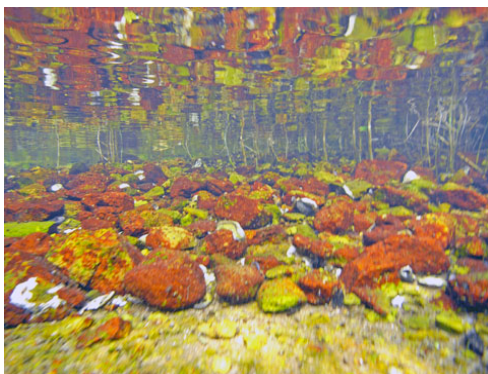


図1 安来市新十神町油壺鼻東岸の遠浅の場所においては、透視度が高い。



図2 米子市大崎の浅場造成された離岸堤内では、下層の透視度が高く、アサリなども生息する。

	作用	効果
透水	地下への有機物連行とによる有機物の分解	下流に移動する有機物の減少
湧水	水温の安定	生理的適域の拡大
	無機態の栄養塩の供給	海藻藻類の成長促進
	沿岸から透水した水による酸素の供給	底質の硫化の阻害
	面的な湧出による堆泥の阻害	二枚貝などの幼生の着底促進
	干潟における滞水の形成と移動	底質の硬化阻害
	淡水あるいは汽水の供給	生物の避難場所の形成

表1 湖岸・海岸域における透水と湧水の効果

環境放射能を利用した水塊の動態

野村律夫 (690-8504 松江市西川津町1060 島根大・教育/汽水域セ) ・

中村光作・辻本 彰 (島根大・教育) ・瀬戸浩二 (島根大・汽水域セ)

nomura@edu.shimane-u.ac.jp

汽水域の水がどのように形成され、どのように循環しているのか、そして生物相とどのように関わっているのか、学術的に興味のあるところである。我々は、このような淡水と海水が混合した汽水の性質を環境放射能であるラジウムとラドンを使って理解することを試みている。一般に、ラジウムは温泉や海洋調査で利用され、ラドンは温泉や地下水などの性質を研究するのに使われる。ラジウムは半減期を異にする核種[^{228}Ra (半減期 5.75 年)と ^{226}Ra (半減期 1600 年)]がある。またラドンはラジウムの娘元素であり、半減期が 3.82 日と短い。ラジウムを使った海水循環に関する研究は古くから進められている。ラドンについては、湧水との関係で最近注目されはじめた。一般に、測定する場の系が大きい場合や放射的に平衡状態に置かれている場所の環境放射能は、定量的な扱いが出来るが、汽水域のような複雑な要因が関係している水域では、あまり研究が進んでいないのが現状である。

ここでは、長期にわたって閉鎖されてきた本庄工区内の特異な水塊と併せて、中海のラジウム放射能比($^{228}\text{Ra}/^{226}\text{Ra}$)及びラドン(^{222}Rn)からみた水塊の動態について述べる。

【測定方法】

水中の Ra は、酸化マンガンでコーティングしたアクリル繊維をネット袋に包み、水深 1m と湖底から 1m の深度に 4~7 日間設置して得た。Ra を吸着したアクリル繊維は 500℃ で灰化したのち、 γ 線測定装置で同位体比を求めた。ラドン(^{222}Rn)は、静電捕集式のシリコン半導体を利用した RAD7 (DurrIDGE 社)を用いた。

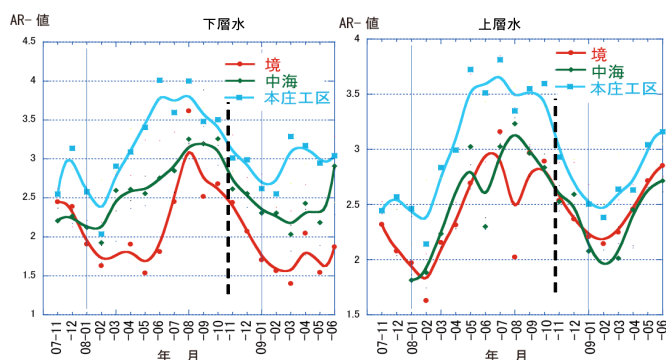


図1. 月別測定値を平滑化してみた放射能比の地域別特徴

【主な結果】

(1) Ra 放射能比の月別変化をみると、分布パターンから下層水は 3 つの区域(境水道;中海;本庄工区)に分けられ、表層水は 2 つの区域(中海と本庄工区)に分けられる特徴がある(図1)。下層水の境水道は、分布パターンが中海や本庄工区と異なっているが、その他は、月別変化の類似した変動パターンを示している。

(2) 本庄工区は表層水・底層水とも放射能比が高い特徴を示している(ただし、09 年 6 月までの測定値)。一般にラジウムの濃度は塩分と正の相関があるにもかかわらず、放射能比が高いことは、水の循環が乏しい環境であることを示している。

(3) 米子湾においてラドンの 24 時間連続測定によって、湧水の影響が明瞭に観察された。この湧水が汽水域の環境へどのような影響を与えているか具体的な評価は今後の課題である。

常設セッション

「保全再生系」

2009 年 1 月 9 日 10:00-11:00

- (1) 宍道湖集水域のため池の保全と有効活用
—過去 20 年間の水生植物の多様性と水質からの提案—
- (2) 田頼川集水域における流出負荷特性
- (3) 中海浚渫窪地での石炭灰造粒物覆砂による窒素，リン，及び硫化水素溶出抑制効果の検討
- (4) 大橋川におけるコアマモ (*Zostera japonica*) の生活史の解明

宍道湖集水域のため池の保全と有効活用 —過去 20 年間の水生植物の多様性と水質からの提案—

西元博文（島根大学大学院生物資源科学研究科）・國井秀伸（島根大学汽水域研究センター）

a089817@matsu.shimane-u.ac.jp

島根県内のため池の数は 5,232（1999 年）となっており、全国で 12 番目に多い。宍道湖集水域にある松江市・出雲市（旧平田市）周辺では、いくつかのため池について、過去に水質、水生植物、水生昆虫などについて調査が行われている。本研究では、これらのため池のうち 1988 年に水質と水生植物相が調査された 55 水体について再調査を行い、過去と現在の水質と水生植物相を比較した。調査した 55 水体のうち 6 水体では水生植物が確認されなかった。観察された水生植物の総種数は 40 種をこえ、そのうち 6 種は全国版 RDB に記載されており、11 種（は島根県版 RDB に記載されている、絶滅が危惧されている種であった。しかし、RDB に記載されているような希少種が生育しているため池でも、適切に管理されている所は少ないと思われた。

1988 年と 2008 年の α 多様性、 γ 多様性、 β 多様性を比較すると、2008 年の方が、 α 多様性、 γ 多様性が低くなっていることがわかった。 β 多様性においても 2008 年の方が高くなっていることから、1988 年よりも 2008 年の方が 1 つの池あたりの種数が減少しており、1988 年より限定された種から構成されていると考えられた。この原因として、水質の悪化や適切なため池の維持・管理が行われていなかったことが考えられた。これらを改善するためには、池周辺の草刈りや池干し、人為的な水位の調節が必要である。

さらに、水質を比較すると、2008 年の方が水深、透明度、DO の値が低くなっていることがわかった。これは、水が濁ったために水生植物の光合成が阻害され、水生植物の生育に影響を及ぼしたためと考えられる。また、クロロフィル a 量、電気伝導度は高くなっていることから、富栄養化が進んでいることがわかった。

また、ため池の形態による水質と水草への影響を知る手段として堤体を 5 つに分類しその影響を調べた。水質は、堤体数の増加とともに表層電気伝導度、pH、クロロフィル a は増加する傾向が認められ、その一方で透明度は低下する傾向が認められた。水生植物は、堤体数の増加に伴い減少している傾向が認められた。

最後に、ため池を保全・有効活用していくためには、その周辺に住む住民の理解と協力が不可欠である。そこで、現在のため池の状態を知ってもらい、適切に維持・管理してもらうために、ため池チェックシートと維持・管理のマニュアルも作成し、それを基に現状を把握してもらい、適切に維持・管理できる方法を提案する。また、これからの時代を担っていく子どもたちにも、ため池について知ってもらおうという観点から、環境学習の一環としてため池の四季の変化や水質の変化を通して環境について考え、ため池の在り方についても考える機会を与えることを提案する。

田頼川集水域における流出負荷特性

景山羅美(690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学大学院生物資源科学研究科)・相崎守弘(島根大学生物資源科学部)

A089805@matsu.shimane-u.ac.jp

現在、水質汚濁防止法などによって、事業場や工場からの排水など点源からの負荷が効果的に規制されたことにより、湖沼に流入する負荷の 5 割以上が面源であると言われている。面源負荷は地域によってその流出形態が異なっていることから規制が難しく、これまでに具体的法律によって規制されていなかった。しかし、外部負荷の流入が多いことが原因で水質基準値を達成できない現状を受け、閉鎖性水域において水質を改善・保全していくためには面源負荷の規制が重要であるとの見方が強まってきた。そこで、湖沼法が改正され、面源への具体的な取り組みが盛り込まれた改正湖沼法が平成 18 年に施行された。

湖沼における持続的利用や保全のためには、そこに流入する河川の流量や水質の適切な管理が非常に重要な課題となっている。2005 年 11 月には宍道湖・中海はラムサール条約に制定され、賢明な利用が求められている湖沼の一つとして挙げられる。本研究の対象河川である田頼川は中海に注ぐ河川であり、その流域の土地利用は面源によるものが多い。しかし、面源負荷の削減を行う際には、負荷に対して発生・流出・流達のどこを抑えるべきか、どの地目からの負荷を抑えるべきかなど、対策を講じるための情報が必要である。流出負荷量を見積もる簡単な手法として地目ごとの面積に与えられた負荷量に乗じて流域からの負荷量を見積もる原単位法が挙げられるが、その方法では値が幅広いこと、過小評価もしくは過大評価のどちらかに偏ることが欠点として存在する。また、そもそもの原単位が定められた地域によって大きく差があることから、信頼性に乏しいことも欠点として挙げられる。

田頼川は島根県安来市を流れる小河川で、その集水域は先述したように森林や水田といったいわゆる面源による土地利用が多いことが特徴である。田頼川東部に位置する飯梨川より、農業用水として取水を行い、主に稲作に利用しており、中流部から下流部にかけては水田が広がっている。また、島根県安来市は米の生産量が県内 2 位と非常に農業の盛んな地域である。さらに田頼川集水域内には事業所数が少なく、河川へ流入する点源負荷の影響が小さいと考えられる。これらのことから、面源負荷の流出特性を把握するためには本流域が適した環境であると捉え、調査を行ってきた。

本研究では流量・水質を基にした $L\cdot Q$ 式と物質収支法を基にした原単位法によって負荷量を算出し、比較することで田頼川集水域における流出負荷特性を解析した。

中海浚渫窪地での石炭灰造粒物覆砂による窒素，リン，及び硫化水素 溶出抑制効果の検討

辻幸佑・木戸健一郎・相崎守弘（島根大学生物資源科学部生態環境科 690-8504 松江市西川津町 1060）・齋藤直（㈱エネルギー・エコ・マテリア）・魚谷律人（㈱ウオタニ）・徳岡隆夫（自然再生センター）

kosuketom@yahoo.co.jp

島根県東部と鳥取県西部に位置する中海は、現在、様々な水環境問題を抱えており、そのひとつに浚渫窪地が挙げられる。今後、中海を有効利用していくためには、窪地を埋め戻すことが必要となってくる。そこで、注目されているのが石炭灰造粒物である。石炭灰造粒物は、リンを吸着する他、安定的な供給を望めるので、これまでも覆砂材として利用されてきた。本実験では、窪地の覆砂材として石炭灰造粒物を用いる有用性を調べるために、石炭灰造粒物で覆砂を行なった地点と行なっていない地点とでチャンバー法を用いた現地での溶出試験を行い、その覆砂効果を検討した。調査地点は、島根県安来市細井沖の浚渫窪地で行った（Fig.1）。覆砂は、2009年5月21日～24日にかけて行ない、石炭灰造粒物（Hi ビーズ）750 m³を40m×40mの範囲に厚さが40cm～50cmになるように散布した。

実験は、底泥チャンバー法を用いて行なった。底泥チャンバー法とは、チャンバーを用いて底泥直上を隔離し、その中の濃度変化を調べることにより底泥からの溶出速度を調べる方法である。今回は、44φ×74cm（容量100L）のタンクを用いて実験を行なった（Fig.2）。チャンバーは、2本のホースで水上と繋げ、実験開始時にホースを通じてタンク内の水を吸い上げ、水上で曝気し、再びホースからタンク内へと水を送り込んだ。また、ホースは採水時にも用いた。チャンバー実験は、好気的な変化を見るために実験開始時とその後2日間、嫌気的な変化をみるために2～7日ほど空けてから2日間の合計5回採水を行なった。なお、チャンバーは、覆砂を行なった地点（覆砂区）と覆砂を行なっていない地点（凹地区）でそれぞれ設置し、底泥からの窒素・リン溶出速度を比較することにより覆砂効果を検討した。

栄養塩は、凹地区・覆砂区共にチャンバー内で徐々に上昇した。窒素・リンともに溶出速度は、凹地区において大きく石炭灰造粒物での覆砂により栄養塩の溶出が抑えられていることがわかった。酸素消費速度は、凹地区で30～40gO₂/m²/dときわめて高く、覆砂区が中海の湖心レベルにまで抑えていることが明らかとなった。硫化水素に関しては、あまり違いを見る事が出来ず、今後さらに検討していく予定である。



Fig.1 安来市細井沖

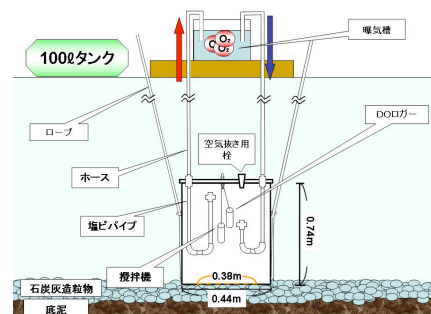


Fig.2 チャンバー模式図

大橋川におけるコアマモ(*Zostera japonica*)の生活史の解明

松井 智 (690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学生物資源科学研究科)

國井秀伸 (690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学汽水域研究センター)

a089821@matsu.shimane-u.ac.jp, kunii@soc.shimane-u.ac.jp

背景と目的

埋め立てや水質の汚濁などの被害により、海草藻場の分布域は全国的に激減した。中海においても、かつては浅場の多くにアマモ・コアマモからなる海草藻場が見られたが、現在では、湖内にはコアマモが小さなパッチ状の群落として散在するのみで、アマモは全く見られない。海草藻場を形成する有用な種の一つであるコアマモ (*Zostera japonica*) に関する知見は、同属のアマモ (*Z. marina*) と比べて乏しく、その生態や生活史も未解明の部分が多い。そこで、中海におけるコアマモ場の保全と再生に資するための情報を得るため、その生活史の解明を目的に、大橋川において調査を行うこととした。

方法

大橋川の2地点を調査地とし、両挟み式スコップ(採集面積 136.8 cm²×深さ 23.3cm)を用いて各地点それぞれ3回ずつコアマモを採取した。調査期間は2008年の4月から2009年の10月で、およそ2週間に1回の頻度で調査を行った。そして、総シュート数、総実生数、総地下茎長、シュート長の平均(上位10サンプルの)、最大根長を記録し、さらに花茎の形成時期や種子の成熟段階について定性的な記録を行った。

結果および考察

シュート長の平均(上位10サンプル)の経時変化は、両地点ともに春頃から伸長し、冬には枯れた。最大根長の経時変化では、両地点ともに4月あたりから急激に伸び、それ以降は大きな変化は無く、冬にはほとんど枯れていた。総シュート数と総地下茎長の経時変化は両地点共に4月頃から徐々に増加し、夏から秋にピークを迎え、冬には下降した。総実生数は、両地点ともに4月から5月下旬にかけて少し確認できたのみであった。これらのことから、大橋川のコアマモにおいては、4月頃に発芽した個体が夏から秋頃に最盛期を迎え、冬には衰退していくと推測された。

花茎は2008年は7月下旬頃から11月下旬まで確認でき、2009年は6月頃から確認できた。種子の成熟期は2008年は7月下旬から8月下旬までは未熟な花穂、9月中旬頃から結実した花穂が、11月下旬に放出後の花穂が確認できた。2009年は6月からある程度成熟した花穂が確認できたが、7月以降は花茎自体あまり確認できなくなり、9月頃に再び確認できた。これらの観察結果から、年により若干の違いはあるものの、大橋川のコアマモにおいては初夏から秋にかけて花茎が形成されると推測された。また、種子が結実するまでにかかる日数はおおよそ50日であることも推測された。

常設セッション

「生物・生態系」

2009 年 1 月 9 日 11:00-12:30

- (1) 河口域に見られる塩生植物個体群の変化とその背景
- (2) 中海における珪藻群集の動態とタフオノミー
- (3) 大橋川におけるホトトギスガイの生態について
- (4) 宍道湖におけるヤマトシジミのカビ臭着臭機構に関する研究
- (5) 宍道湖におけるヤマトシジミの健康評価手法の検討
- (6) タイ国トラン県の連続海草藻場と断片化海草藻場間における魚類群集構造の違い

河口域に見られる塩生植物個体群の変化とその背景

荒木悟・國井秀伸（690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学汽水域研究センター）

araki@soc.shimane-u.ac.jp

干潟に見られる塩生植物の個体群の動態は（１）標高（２）土質（３）塩分（４）攪乱（５）ヨシ等との競合といった要因に影響される．本研究では太田川放水路（広島市）の河口から 4.5～4.8 km の左岸で，優占するフクド，ハマサジの 2005 年以後の開花個体数，地表高，2006 年以後の出現実生数の変化，表土の状態を調べ，この群落で見られる変化とその背景を検討した．両種は二年草であり，開花期（秋）に開花しなかった個体を翌年の開花予備軍と見なすことができる．開花予備軍の個体数 x に，翌秋までの生存率 a ，翌秋での開花率 b をかけた値が，次の年の開花個体数 y である．2005 年～2009 年にかけて，フクド，ハマサジの開花個体数は，それぞれ 5～10，7～13/m² で変化した．2009 年の 11 月に観察された x ，2006～2009 年にかけて観察された a, b の値を $y=abx$ に代入して 2010 年の両種の開花個体数を予想した場合，それぞれ 2，9/m² となり，フクドは最小規模，ハマサジは平年並みの開花量になる．この干潟の群落は，標高 0.4～1.3m にかけての斜面部分と，1.3～1.5m にかけての平坦部分から成るが，2010 年のフクドの開花個体数が減少する直接の理由は，斜面部分のプロットの多くで $x=0$ のためである． x が小さい理由には，（ア）実生の出現が少なかった（イ）発芽後の生存率が低かったという 2 通りが考えられるが，今回は（ア）のケースであった．斜面部分のプロットでは 2006 年に見られたフクドの実生数は他の年に比べて顕著に多く（17～76/m²），一方 2009 年は 0～1/m² だった．また，2008 年以前に斜面部分のプロットで発芽したフクドは，2009 年秋までに開花しているため，現在，開花予備軍が無い状況である．これまでの観察から，実生数は地表の形状と土質に強く影響されることが示唆されている．いずれの年も，平坦部分では斜面部分よりも実生数が多いことが観察されており，平坦部分の方が種子が流出しにくい（または波の作用で種子が寄せられる）と考えられる．また，2005 年の台風 14 号の際，この場所の干潟に数 cm の土壌が堆積したが，この土壌が乾燥していく過程で干潟表面にひび割れが生じ，翌 2006 年の春，このひび割れに沿って多数の実生が現れた．この事は，干潟表面に生じた微細なひび，凹みが，種子の流出を防ぐトラップとして機能したことを示す．また，2007 年以後，斜面部分と平坦部分の境界付近で，冬になるとこの干潟の平均的な土壌よりも粗く均質な砂の堆積が進むことが観察されている．これらの場所は実生の出現が特に少ないことから，粗い砂が堆積した場所は，干潮時に乾燥しやすいために発芽しにくい環境が生じている，または，波による土壌移動が起りやすいため実生がすぐに流出してしまう状況が生じているといった可能性が考えられた．

中海における珪藻群集の動態とタフノミー

廣瀬孝太郎(690-8504松江市西川津町1060 島根大学汽水域研究センター)

・大谷修司(島根大学教育学部)・後藤敏一(近畿大学医学部基礎医学部門)

・香月興太(高知大学コアセンター)・瀬戸浩二(島根大学汽水域研究センター)

kotaro@soc.shimane-u.ac.jp

珪酸質からなる珪藻の遺骸殻(化石)は、古環境解析のツールとして広く用いられている。とくに沿岸域においては、柱状堆積物から産出する珪藻遺骸群集から近過去の人為富栄養化に対する珪藻群集の応答を確認できることが明らかになっているため(たとえば廣瀬ほか 2008)、人為改変のプロキシとして有効であると考えられる。ただし珪藻は、殻が堆積物中に保存されるまでの間に底生生物による摂食や化学・物理的作用を受けて消失するため、生育した珪藻の全てが堆積物中に保存されるわけではない。またこの作用の効果は珪藻殻の形態により異なるため(Kato *et al.* 2003)、現生珪藻と堆積物中の遺骸とでは群集構造が異なることがある。しかし珪藻は沿岸域生態系における主要な一次生産者でもあり、その動態(群集構造や生産量の変化)が内湾のシステムに大きな影響を与えるため、プロキシとしての珪藻遺骸のみではなく、実際の(生体)珪藻群集の動態と、それらが堆積中にどのような様式で保存されるか(タフノミー)をより詳細に把握することが求められる。

以上のような背景から本研究では、1998年以降現在まで、中海の定点において毎月採取した水中からプランクトンを抽出し、珪藻の産出傾向を明らかにした。またこの結果を過去に報告された中海におけるプランクトン群集および堆積物中の珪藻遺骸群集の時系列変化と比較した。

本研究においていずれかの試料から優占種として産出した珪藻は、小型の *Cyclotella* 属, *Skeletonema costatum*, *Neodelphineis pelagica* などであった。とくに *Chaetoceros minimum* は国内において未報告の種類である。これに対し、1951~1964年の中海における研究(岸岡 1965)によると、1951年以降に植物プランクトンの優占種が *Chaetoceros decipiens*, *C. curvisetus* から *Melosira borreri*, *Biddulphia granulata*, *B. sp.* に変化したことが報告されている。また中海の柱状堆積物(Katsuki *et al.* 2008)からは、浮遊性の珪藻遺骸群集が1940~1960年頃に変化したこと、またそれ以前の層準で卓越した *Chaetoceros* 属休眠孢子の産出量減少に対して *N. pelagica* および小型の *Cyclotella* 属が卓越するようになったことが明らかにされている。以上のように、堆積物中における *N. pelagica* の変化はプランクトンの産出傾向とは矛盾しないが、1951~1964年に多産の報告のあった *Chaetoceros* 属と *Biddulphia* 属、および本研究でしばしば優占種となった *S. costatum* と *C. minimum* は堆積物からは産出しない。このことは、これらの遺骸が堆積物中に保存されにくいことを示唆しており、このような種類の生育が報告される水域では、珪藻遺骸を用いた沿岸環境の解析に注意が必要である。また、*C. minimum* は休眠孢子を形成するため(Marino 1991)、堆積物中からこれらを抽出して、生産量の変化を解析できる可能性がある。

大橋川におけるホトトギスガイの生態について

松島弘幸(693-0023出雲市塩冶有原町5丁目1番地 国土交通省中国地方整備局

出雲河川事務所水質保全課)

matsushima-h87yu@cgr.mlit.go.jp

1. 概要

連結汽水湖である宍道湖・中海を繋ぐ大橋川の塩分濃度は上流の宍道湖側で低く、下流の中海側で高い値を示している。大橋川では洪水時に宍道湖の水位を下げるための改修事業が計画されており、改修事業に先立ち実施した「大橋川改修事業環境調査」では、大橋川の平均的な塩分濃度が上昇する傾向が示され、大橋川に生息する生物への影響が懸念された。本研究は、とくに把握の必要性が迫られた宍道湖の代表的な漁獲対象種であるヤマトシジミと塩分濃度を介してせめぎあいに関係にあるホトトギスガイの明らかにされていない生態について調査を行ったものである。

2. 現状と課題

ヤマトシジミとホトトギスガイの生息分布を規定している環境要因は、水質（とくに塩分）や底質等であると想定される。大橋川改修による塩分濃度上昇がホトトギスガイの生息エリアを拡大させ、競合関係にあるヤマトシジミの生息エリアへ影響を及ぼすことが懸念される。そこで、明らかにされていないホトトギスガイの生態、とくに、加入や死滅要因の把握が必要となった。

3. 課題に対する解決策と解決策に至るまでの経緯

ホトトギスガイに関する国内外の文献から情報収集し、大橋川における過去の水質観測結果及び底生生物調査結果から因果関係について検討し、ホトトギスガイの生態や加入・死滅に関する条件を想定した。

4. 解決策実施後の評価

ホトトギスガイの生息分布を規定している環境要因は、加入については着底時期の平均的な塩分濃度、死滅については瞬間的な塩分濃度低下であることが推察され、ホトトギスガイの加入・死滅に関係する塩分濃度範囲を予測できた。塩分以外の水質項目や底質との関係についても検討したが、明確な関係性を見いだすには至らなかった。

5. 今後の課題

ホトトギスガイの加入・死滅条件については、塩分濃度との概ねの関係性を確認できたが、今後も実施する水質観測結果と環境監視として実施するヤマトシジミとホトトギスガイの分布調査結果とを対比し、精度の向上を図ることが今後の課題である。

宍道湖におけるヤマトシジミのカビ臭着臭機構に関する研究

遠藤睦巳(690-8504 松江市西川津町 1060 島根大院・生資)・尾崎志帆・相崎守弘(島根大・生資)
山根恭道(島根県水技セ内水面 G)・勢村均(島根県水技セ浅海 G)・神門利之(島根県保環研セ)・
藤岡克己(中浦食品(株))

a089802@matsu.shimane-u.ac.jp

宍道湖では平成 19 年 5 月頃からカビ臭原因物質(**geosmin**)が定期的に発生し問題となっている。また、水産資源であるヤマトシジミにカビ臭が着臭し漁業関係に被害が出ている。そのため早急に解決する必要がある。

カビ臭発生当初、ヤマトシジミの殻を開くとエラ付近に多量の藻類を取り込んでいることが観察された。これにより、ヤマトシジミがろ過障害を引き起こし、取り込んだ藻類を体外へうまく排泄できず、カビ臭を持つ懸濁物が体内に長期間滞在することでカビ臭がするものと考えた。

本研究ではヤマトシジミへのカビ臭着臭機構の解明を目的とし、現場でカビ臭がしたヤマトシジミを用いて砂抜き操作を行い体内の藻類量および **geosmin** 量の変化を検討し、身にカビ臭が着臭しているのか、原因藻類が体内に滞在している間だけ着臭しているのか調査した。また、カビ臭発生時の湖水中の懸濁物がヤマトシジミの活性に与える影響を調査した。

2009 年春季に発生したカビ臭について、砂抜き操作前後のヤマトシジミ体内 **geosmin** 量および **Chl.a** 量の経時変化を Fig.1~2 に示す。体内の **geosmin** 量および **Chl.a** 量は砂抜き操作前はかなり高い値も計測されたが、12 時間後には著しく低下しており、2 時間後でもかなり低下していた。今回の調査期間でのシジミのカビ臭さは 12 時間程度の砂抜き操作を行えば体外へとカビ臭原因生物が排泄されるものと考えられた。また、カビ臭が身に移行するのは僅かであった。このことからヤマトシジミのカビ臭は、カビ臭藻類が体内に滞在している間だけ着臭しているものと判断された。

また、湖水中の懸濁物の影響によりヤマトシジミの健康指標である肥満度およびろ過速度の低下が観察され、懸濁物が活性低下に関係している可能性が示唆された

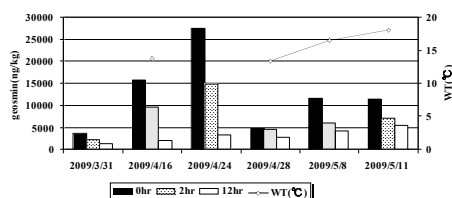


Fig. 1 砂抜き操作前後の体内 **geosmin** 量

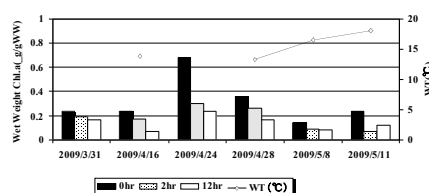


Fig. 2 砂抜き操作前後の体内 **Chl.a** 量

宍道湖におけるヤマトシジミの健康評価手法の検討

尾崎志帆・山口啓子（690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学生物資源科学部）

若林英人・山根恭道（島根県水産技術センター 内水面浅海部）

a062011@matsu.shimane-u.ac.jp

島根県に位置する宍道湖は、日本を代表する汽水湖である。宍道湖におけるヤマトシジミの漁獲量は日本一であり、重要な漁業資源である。またベントスの優占種であり、そのろ過能力において宍道湖の水質浄化に大いに役立っている。しかし、近年ヤマトシジミの漁獲量が減少しており、またしばしば大量へい死が問題になっている。大量へい死については様々な要因が考えられているが、シジミがどういった健康状態のときに大量へい死が起きているのかは未だ明らかにされていない。そこで本研究では、ヤマトシジミの健康状態を把握する手法について検討した。

<方法>

宍道湖の東・北・西・南の4定点において、月一回の調査と採集を行った。ヤマトシジミの健康状態を把握する手法として、①肥満度、②潜砂率、③貧酸素耐性の3項目を測定し、各月の変化を明らかにするとともに3項目の関係について検討した。

①肥満度については、末光ら（2001）の方法で測定した。②潜砂率については水槽に約10cm砂をひき、16時間後に未潜砂個体・潜砂個体の割合を調べた。③貧酸素耐性については、水温は現地水温、溶存酸素は1mg/L以下の条件で飼育し、半数致死日数で評価した。

<結果・考察>

各項目の結果

- ①肥満度：いずれの地点も春から上昇し5月にピークを迎え、以後9月まで減少した。
- ②潜砂率：月別・地点別に差異が見られた。
- ③貧酸素耐性：月別・地点別に差異がみられた。7月～9月についてはLT50が3～9日、10・11月は15日以上であった。

各調査項目の相互関係の検討

- ①－②：肥満度について潜砂個体と未潜砂個体で差異はみられず、関係性はなかった。
- ①－③：肥満度は全地点で同様に6月から9月まで減少していたが、貧酸素耐性は地点別・月別に変動しており、関係性はみられなかった。
- ②－③：水温が25度以上のとき（7～9月）、未潜砂個体の割合が増加すると貧酸素耐性が低くなるという関係性が示唆された。

以上から、夏季において、潜砂率と貧酸素耐性はヤマトシジミの健康状態を把握する手法になると考えられる。

タイ国トラン県の連続海草藻場と断片化海草藻場間における魚類群集構造の違い

堀之内 正博(690-8504松江市西川津町1060 島根大学汽水域研究センター)・Prasert
Tongnunui (Rajamangala University of Technology Srivijaya)・南條楠土 (東京大学大学院
農学生命科学研究科)・中村洋平 (高知大学大学院総合人間自然科学研究科)・佐野光彦 (東京
大学大学院農学生命科学研究科)・小河久朗 (北里大学海洋生命科学部)
hori@soc.shimane-u.ac.jp

タイ国トラン県において、断片化した海草藻場と連続した均一な海草藻場の魚類群集構造を調べ、ハビタットの断片化が群集構造にどのような影響を及ぼすのか明らかにした。断片化海草藻場と連続海草藻場とで群集構造は明瞭に異なった。すなわち、総種数は断片化海草藻場が34種、連続海草藻場が24種で、種の多様性が前者で顕著に高くなっていた。また、13種が断片化海草藻場のみに、3種が連続海草藻場のみに出現していた。さらに、海草藻場のタイプ間で個体密度に有意差がみられた種もあった。これらの違いは、断片化海草藻場にはより多様なマイクロハビタットが存在すること、また、様々なマイクロハビタットの相対的な量が断片化海草藻場と連続海草藻場とで異なることなどに起因すると思われた。本調査域においては断片化海草藻場のほうが魚類の種多様性がより高くなっていたとはいえ、人為的攪乱による断片化は容認すべきではなく、また、海草藻場の保全が地域全体の高い生物多様性の維持や地域漁業管理に必要不可欠であることは明らかである。

Horinouchi M, Tongnunui P, Nanjo K, Nakamura Y, Sano M, Ogawa H (2009) Differences in fish assemblage structures between fragmented and continuous seagrass beds in Trang, southern Thailand. *Fisheries Science* 72:1409–1416

常設セッション

「汽水域一般」

2009 年 1 月 9 日 13:15-14:30

- (1) Tha Chin川（タイ）河口域の鉛直水質分布の水質モデルによる再現に関する検討
- (2) 太田川放水路及び旧太田川における干潟の類型化とその安定機構に関する考察
- (3) 自行式水中移動水質計測機（AUV）を用いた中海本庄水域の水質調査（予報）
- (4) MODISを用いた宍道湖・中海濁度の準リアルタイムマッピングシステムの開発と検証
- (5) 来待石の水質浄化機能を利用した宍道湖での湖岸造成のための基礎実験

Tha Chin川（タイ）河口域の鉛直水質分布の水質モデルによる再現に関する検討

都筑良明(120-0001 東京都文京区白山2-36-5 東洋大学第2キャンパス国際地域学部／島根大学汽水域研究センター協力研究員)

tsuzuki.yoshiaki@gmail.com

バンコクを流れる Chao Phraya 川の西側を並行して流れる Tha Chin 川は、Chao Phraya 川と並んでタイで水質が悪化している河川として知られている (PCD, 2008; 都筑ら, 2009). 2006 年 10 月に河口付近の鉛直水質の調査を行った結果、緩混合と塩水楔が観測され、従来から指摘されている河口付近の水質のマクロレベル遷移のうち、turbidity maximum, Chl-a maximum が観測された (図 1). 本研究は、観測された turbidity maximum, Chl-a maximum 等の水質モデルによる再現を試みるものである.

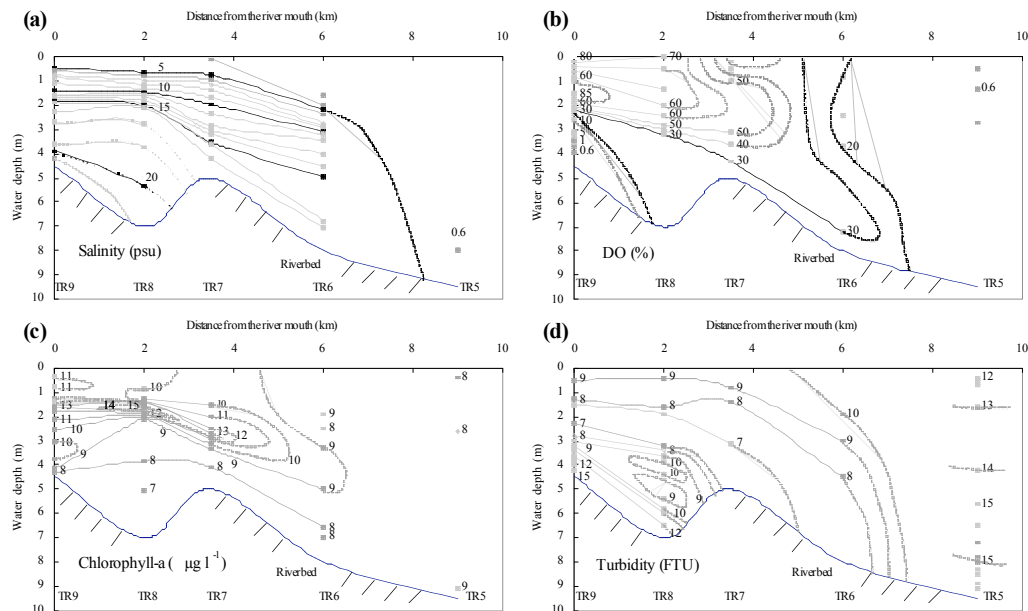


図 1 Tha Chin 川河口付近の鉛直水質分布 (2006 年 10 月 31 日に観測) (都筑ら, 2009)

Figure 1 Vertical water quality distribution near the river mouth of the Tha Chin River, observed on Oct. 31, 2006. (Tsuzuki et al., 2009)

参考文献

都筑良明, タマラット・クータテップ, MD マフィツァー・ラーマン (2009) 河口付近の水質遷移を中心とするバンコク, ダッカ周辺河川・運河の感潮域の水質分布, 水環境学会誌, Vol.32, No.1, pp.47-52, 2009. (調査報告)

Pollution Control Department (PCD) of Thailand (2006) Thailand state of the pollution report 2004.

太田川放水路及び旧太田川における干潟の類型化とその安定機構に関する考察

大沼克弘・藤田光一・天野邦彦(305-0804 茨城県つくば市旭1 国土技術政策総合研究所)・

佐藤泰夫(元国土技術政策総合研究所 現いであ株式会社)

oonuma-k2i2@nlim.go.jp

汽水域における河道を適切に管理するためには、環境上重要な役割を果たしている干潟の安定機構を把握することが重要である。本研究では、太田川放水路及び旧太田川の河口干潟を対象に、平面的な分布の特徴、標高、横断形状、主要構成材料等の物理的な類似性に着目して類型化し、その類型ごとに、安定機構について考察を行った。

これらの干潟については、1967年に太田川放水路が完成した後の過去の横断測量の結果を分析すると、低水路部分に比べ比較的安定している。以下、類型毎にその形成・安定機構について考察した。

①直線2タイプ：標高はT.P. -1m程度で放水路の河口付近に直線状に分布する。放水路建設時の掘削形状が複断面で高水敷に相当する箇所が潮間帯に位置したために干潟化したと考えられる。安定機構は現在不明な点が多く、解明のための調査を行っている。

②直線3タイプ：水際部の低水護岸が存在する区間

にその堤防側に分布し、護岸の敷高の変化に応じて干潟の高さが変化している。側岸部が構造物で固定されていること、他の干潟に比べて標高が高いためヨシ等の植生が繁茂し、その緊縛効果が干潟の安定要因になっていると考えられる。③湾曲内岸タイプ：放水路と旧太田川の湾曲内岸に分布しており、主要構成材料が近傍の低水路のそれと類似しており粗砂が中心である。二次流による横断方向の土砂輸送によって湾曲部内岸側に形成したと考えられる。④湾曲外岸タイプ：旧太田川の水制に挟まれた狭いエリアに分布しており、水制による土砂堆積により安定していると考えられる。

⑤中州下流タイプ：旧太田川の上流部の中洲の下流に分布。中洲の下流側の流速減少による土砂堆積により形成されていると考えられる。⑥急拡タイプ：旧太田川の川幅が急に拡大している部分に分布。旧太田川の左岸部で川幅が広がるように干拓されたことにより、川幅拡幅部分の上流の川幅に合わせるように土砂が堆積し、干潟が形成されたと考えられる。

以上のように、干潟の安定機構はタイプにより異なると考えられ、河道掘削・干潟造成等の人為的な改変による物理環境、さらには生物への影響も異なってくると考えられる。

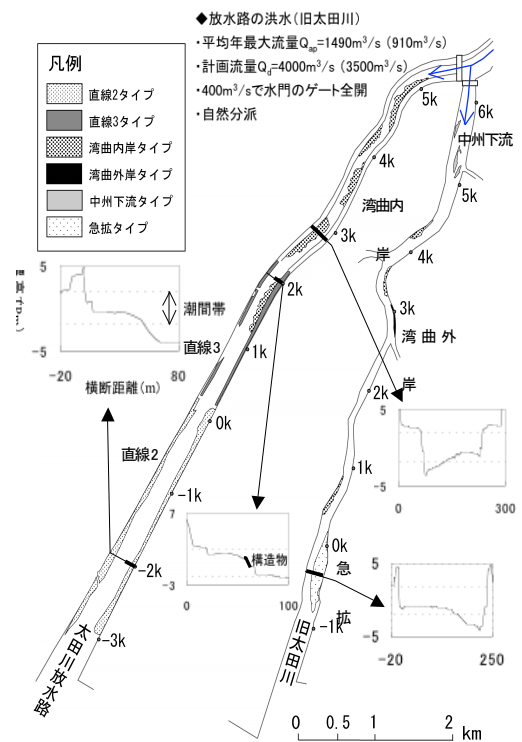


図 類型化した干潟の分布と横断形状

自行式水中移動水質計測機（AUV）を用いた中海本庄水域の水質調査（予報）

相崎守弘(690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学生物資源科学部)・中田正人・照屋貴司（ワイエスアイ・ナノテック（株））・木戸健一朗（鳥取大学連合農学研究科）・徳岡隆夫（NPO 法人 自然再生センター）

aizaki@life.shimane-u.ac.jp

中海は淡水と海水が混ざり合う汽水湖であり、その水塊構造は底層に塩分の高い海水が上層には海水に 1/2 程度の汽水が存在する二層構造を取ることが知られている。そのため、底層では大気からの酸素供給が無く貧酸素状態になりやすいことが知られている。

中海本庄水域は西部承水路で中海につながる閉鎖性の強い水域であったが、2008 年には西部承水路堤が撤去され、2009 年 5 月には森山堤防の一部が開削され、境水道と水が交換するようになった。その結果夏期では、塩分成層が強固に形成され、広い範囲の底層が貧酸素状態になった。しかし、その範囲や水質との関係、また潮汐との関係など不明な点も多く残されている。変動の大きなこのような水域の水質計測は、出来れば連続的に測定することが望まれる。

最近 YSI 社は自行式水中移動水質計測機を開発し、2009 年に日本にも導入され、本庄水域で予備的な調査が行われた。本装置は自行式潜水調査機で、プログラムにより任意の場所で調査が行える。また浮上潜行が出来るため、水質の鉛直プロファイルを得ることが出来る。本装置にはサイドスキャンソナーが付いており湖底地形の計測が可能であり、位置情報は GPS により浮上時に確認、修正しながら移動できる。水質センサーとしては水温、DO、塩分、Chl.a など八項目のセンサーが搭載されているため、これらの水質についてのマッピングが可能となる。

今回の予備調査（10 月初め）では本庄水域の開削部付近から本庄へ向けた約 2km の水域について連続的調査が行われた。予備調査のため、潜行深度は 4m までと塩分躍層の上部までの深さで底層の状況は十分に把握できなかったが、今後この計測器を定期的に活用できれば、広範囲での水質状況の把握が行えると共に、1 日に何回か測定することで、潮汐の影響なども解析できるものと考えられた。

MODISを用いた宍道湖・中海濁度の準リアルタイムマッピングシステムの開発と検証

遠藤 譲（島根大学大学院総合理工学研究科）・下舞 豊志・古津 年章（島根大学総合理工学部）

endo@rslab.riko.shimane-u.ac.jp

宍道湖・中海は、近年水質が横ばいから改善傾向にあるが、依然として COD（化学的酸素要求量）や窒素・リンなどの含有量は環境基準値を満たしていない。窒素やリンの含有量が高い場合、アオコや赤潮の発生などの問題を引き起こす。そこで、環境保全のために宍道湖・中海の環境モニタリングが必要と考えられる。モニタリング方法としては、広範囲かつ定期的な観測が可能なりモートセンシングが有効であると考えられる。

これまで本研究室では、衛星搭載光学センサ MODIS を用いて、準リアルタイムで宍道湖・中海の濁度マップを作成し、Web に公開するモニタリングシステムを開発してきた

(<http://rslab.riko.shimane-u.ac.jp/MODIS/> 参照)。MODIS により得られた反射率は、自動的に幾何補正が行われ、暗画素法による大気補正を行ったのち、濁度に変換される。濁度変換には、過去の多時期の MODIS 観測データと現場観測データから作成した濁度推定式を用いた。幾何補正は、地形から作成した陸・水面のマスクデータを用いて自動で行うことに成功した。今回は、このモニタリングシステムの推定精度の検証と、大気補正のための雲判別法について検討を行った。

赤～近赤外波長域において、SSC（懸濁物質濃度）が高くなるにしたがって、反射率も高くなることが報告されている。つまり濁度が高くなると反射率も高くなる。この性質を用いて MODIS の Band1（620～670 nm）を使い宍道湖・中海の水面の反射率を観測し、現場観測濁度と単回帰することで濁度推定式を作成する。本研究では、2002～2005 年のデータの 12 日間分を使い、濁度推定式として (1) 式を作成した。

$$y = 456x + 3.60 \quad (1)$$

ここで、 y は濁度 [mg/l]、 x は反射率を示す。本研究では、(1) 式を用いて濁度推定を行った。

モニタリングシステムによって推定された濁度と、国土交通省の現場観測濁度との比較を行い推定濁度の検証を行った。本研究では、快晴と少量の雲が存在するという気象条件の場合分けを、まず目視で行った。そして結果より、快晴に近い気象条件では、実用可能な程度の濁度推定が出来ていることが分かった。これより快晴に近い気象条件では濁度推定が可能なが判明したが、雲が多い場合には濁度推定は行えないため、雲の量を検出して、濁度推定の可否判別を自動で行う必要がある。特に、大気補正のための暗画素として使用する島根県沖の外洋上に雲が存在するかどうかの判別の自動化が必要である。現時点では、暗画素取得領域の気象条件を 4 つ（A・B・B-・C : C を不可とする）に分けており、快晴と雲が多い場合の判別は精度良く行えている。

本モニタリングシステムは気象条件が良ければ実用可能と考えられる。そのため、気象条件の判別が重要であり、この判別精度を上げていくことが必要である。また、宍道湖・中海上空にのみ雲が存在している場合の判別法を確立することが必要であり、現在この検討を進めている。

来待石の水質浄化機能を利用した宍道湖での湖岸造成のための基礎実験

高橋千聡・相崎守弘(690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学生物資源科学部)

a062024@matsu.shimane-u.ac.jp

湖沼の環境基準値達成率は河川などに比べて低い状況にある。宍道湖も例外ではなく、COD、窒素、リンなどの環境基準値を達成していない。こうした中で多様な生物の生息場所確保、浄化機能などのはたらきを持つ自然湖岸が注目されている。自然湖岸の機能はいろいろ知られているが、ろ過機能を強化する目的で礫間浄化湖岸を考えた。礫間浄化は礫の分流作用によって懸濁物除去、また礫への付着生物による栄養塩除去などを図るものである。宍道湖湖岸は風の弱い時にはヤマトシジミの働きで透明度の高い水質が維持されているが、風が強くなると非常に濁度の高い波が打ち寄せる。礫間浄化湖岸では濁度の高い波を湖岸で浄化し宍道湖から除去することを目的とする。本実験では松江市の特産である来待石の浄化能力を活用した礫間浄化湖岸造成を行う目的で基礎実験を行った。また来待石の対象としてみかげ石を用いた。

2700容量の FRP 水槽を用いて実験を行った。来待石大(5~10cm)、来待石小(2~3cm)、みかげ石(5~10cm)の3種類の礫をそれぞれ FRP 水槽の上端から 10cm のところまで敷き詰め、夏の宍道湖平均水位である 58cm より 10cm 高い 68cm の位置に水槽の上端がくるように高さを設定して宍道湖に設置した。設置した場所は松江市津ノ森地先で、横に並べて設置した。水槽内に流入する湖水は水位ロガーで計測、計算した。波により水槽内に入り石にろ過された湖水は水槽底部からホースを通して真空ポンプを用いて採水し、ろ過されていない湖水と比較した。測定項目は SS, TN, TP, DIN, PO₄-P, POC, PON, Chl-a, そして石に付着する生物量である。

水槽には波の高い時に湖水が入る。流入した湖水の SS 濃度は 716mg/l と、平常時に比べて 286 倍高かった。SS 除去率は来待小が最も高く、来待石大とみかげ石は同程度だった。POC や PON に関しても同様のことが言えるので、懸濁物の除去に関しては礫の大きさが小さく、空隙率が小さいものの方がより多くの懸濁物を除去できた。また単位あたりの付着生物が最も多かったのは来待石大で、同じ材である来待石小や石 1 個あたりのサイズが同程度のみかげ石と比べても大きく差が出た。これは礫のサイズが大きな方が流れの影響を受けにくく安定しているために生物が付着しやすいこと、みかげ石より表面が多孔質な来待石の方がより多くの生物の生息環境を提供していることを示した。DIN については、石によるろ過後の湖水の方が、ろ過前の湖水より高い値を示した。TN はろ過後には減少しているので、PON が大きく減少し、DIN は増加したといえる。DIN を大きく増加させた最も大きな要因は付着生物による分解だと考えられるので、礫間浄化の手法を採るには生物的影響を考慮したうえでの検討が望まれる。

常設セッション

「資源系」

2009 年 1 月 10 日 9:00-10:15

- (1) 宍道湖と中海の仔稚魚相
- (2) 宍道湖におけるヤマトシジミの遺伝的多様性
- (3) サルボウガイ近縁種からの分子系統解析マーカーの探索
- (4) 二対立遺伝子解析によるマガキ×ポルトガルガキ自然交雑個体の検出
- (5) 有明八代海域におけるシカメガキの集団遺伝構造

宍道湖と中海の仔稚魚相

横尾俊博・堀之内正博・荒西太士（島根大学汽水域研究センター）

宍道湖と中海の両汽水湖における魚類生態研究は、成魚・未成魚については当地に設置されている小型定置網の漁獲物に基づいた解析が多数行われている。しかし仔稚魚に関しては、宍道湖では、シラウオやワカサギといった一部の水産有用種の卵や稚魚の分布調査が行われているのみであり、中海では、近年精力的な調査が実施されているものの、出現種の発育段階や出現個体数は開示されていない。すなわち、本水域において「どんな種の仔稚魚が、いつ、どこに、どれだけ出現するか」は未だ不明である。中海では、干拓事業の中止にともなう環境修復事業として堤防の一部開削が2009年に実施され、宍道湖と中海を連絡する大橋川では改修工事が今後計画されている。これらの事業が本水域の生物生息環境に与える影響を評価するためにも、魚類初期生態の解明は急務である。そこで、宍道湖と中海の浅所において小型地曳網(目合1mm)を用いた調査を実施し、仔稚魚の出現動態を検討した。調査は宍道湖西部、宍道湖北部、中海西部、中海南部および中海北部の5定点を設定し、2008年12月から2009年9月まで、3カ月に一度の頻度で実施した。調査を通じて、51種(未同定種を含む)2823個体が採集された(図1)。

種数、個体数ともに12月に最少となり、種数は6月、個体数は9月に最多となった。宍道湖と中海における仔稚魚の出現様式を比較したところ、出現した仔稚魚の種数・個体数はともに宍道湖より中海で多く、特に仔稚魚期のみ出現した種でその差は顕著であった。仔稚魚が出現した種について生活史型の区分を行い比較したところ、海水魚の仔稚魚が中海で多く、淡水魚の仔稚魚は宍道湖でしか出現

宍道湖	中海
オイカワ	サッパ
カワムツ	ニシン科
コイ科sp.1	アユ
コイ科sp.2	サンゴタツ
コイ科sp.3	ヨウジウオ
コイ科sp.	トウゴロウイワシ
ワカサギ	クジメ
オオクチバス	カジカ
ダツ	シロギス
ドンコ	ウミタナゴ
シンジコハゼ	シマイサキ
ヌマチチブ	ムスジガジ
ウキゴリsp.1	
ウキゴリsp.2	
ヨシノボリsp.	
コノシロ	ギンボ
ウグイ	ギンボ垂目 spp.
シラウオ	ウロハゼ
ボラ	シロウオ
サヨリ	チチブ
スズキ	チチブsp.2
アジシロハゼ	チチブ spp.
ウキゴリ	ニクハゼ
シモフリシマハゼ	ヒメハゼ
チチブsp.1	ハゼ科sp.1
ビリンゴ	イシガレイ
マハゼ	
ハゼ科 spp.	

図1 宍道湖と中海で採集された魚類

しなかった。これは、両湖の地勢的な特性(淡水流入の多い宍道湖と海水流入の多い中海)を反映した結果と考えられた。本研究で得られた仔稚魚と、過去の研究で得られた成魚・未成魚の生活史型を比較したところ、種数、個体数ともに海水魚の割合は仔稚魚より成魚・未成魚で高い傾向が見られた。すなわち、本水域の持つ海水魚の一時生息場としての機能は、仔稚魚よりも成魚・未成魚にとって高いことが示唆された。

宍道湖におけるヤマトシジミの遺伝的多様性

飯塚祐輔・水戸鼓・田中智美・野田圭太・岩崎健史・横尾俊博・荒西太士
(島根大学汽水域研究センター)

日本国内に分布するシジミ属 *Corbicula* のシジミ類は、ヤマトシジミ *C. japonica*, セタシジミ *C. sandai* およびマシジミ *C. leana* の3種である。近年、日本各地でこれら3種とは異なる外来種と考えられるシジミが報告されている。しかし、シジミ類は分類に有効な形態形質に乏しく、生息環境により貝殻の形態や色彩が変異に富むため、在来種と外来種の形態識別は困難とされている。一方、ヤマトシジミは、国内の汽水湖および河口域に広く生息し、沿岸漁業では重要な漁獲対象種である。島根県東部に位置する宍道湖はヤマトシジミの一大漁場であり、その資源管理は島根県のみならず国内の水産業において重要な課題である。本研究では、宍道湖のシジミを分子系統解析により種分類した後、同湖におけるヤマトシジミの集団遺伝構造を解析した。

宍道湖の北、南、東および西岸の4地点からシジミ177個体を採集し、ミトコンドリアDNAのCOI遺伝子部分領域の588bpを解析した。その結果、採集した全177個体はヤマトシジミであった。次に、ヤマトシジミ177個体から得られた塩基配列を比較した結果、36部位で塩基変異が確認され、合計37種類のハプロタイプが得られた。さらに、HT01~HT03の優占ハプロタイプは採集した全4地点で確認され、それらのハプロタイプ頻度はHT01(38.9%), HT02(27.7%) およびHT03(6.8%)で全体の73.4%を占めていた。また、ハプロタイプ頻度から算出したハプロタイプ多様度 h を比較した結果、北岸($h=0.7188$)や南岸($h=0.6040$)より東岸($h=0.8495$)や西岸($h=0.8605$)が明瞭に高く、東岸および西岸の遺伝的多様性が高いことが判明した。また、個体群間の類縁関係を評価するためペアワイズ遺伝的分化係数 F_{ST} を算出した結果、南岸—東岸($F_{ST}=0.063$)および南岸—西岸($F_{ST}=0.053$)が有意に遠縁であることも判明した。以上の結果より、宍道湖におけるヤマトシジミの分散は、主として東側半分の反時計回りおよび西側半分の時計回りであることが示唆された(図1)。さらに、それらの母貝集団は、宍道湖の東岸および西岸に局在することも推測された。

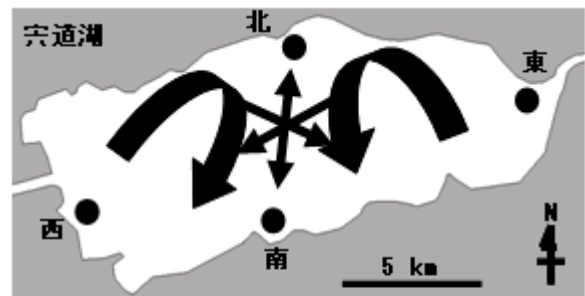


図1. 宍道湖におけるヤマトシジミの幼生移動の模式図。黒丸はシジミ177個体を採集した北、南、東および西の4地点を示す。矢印はヤマトシジミの幼生移動を示す。

サルボウガイ近縁種からの分子系統解析マーカーの探索

田中智美（島根大学汽水域研究センター）・山川彩子（沖縄国際大学経済学部）・
荒西太士（島根大学汽水域研究センター）

サルボウガイ *Scapharca subcrenata* は、フネガイ目フネガイ科に分類される二枚貝であり、その分布域は東京湾から有明海、中国や韓国まで広い。国内におけるサルボウガイ近縁種は、アカガイ *S. broughtonii* を初め、サトウガイ *S. satowi*、クマサルボウ *S. globosa* ursus、クイチガイサルボウ *S. inaequalis*、ハイガイ *Tegillarca granosa*、リュウキュウサルボウ *Anadara antiquata* などがあり、何れの種も軟体部が赤く見えるため「赤貝」と総称され、水産食糧資源としての利用価値が高い。これらのサルボウガイ近縁種は、貝殻の放射肋数やサイズにより分類され、例えば、サルボウガイは 32 本前後で中小型、アカガイは放射肋数が 42 本前後で大型、サトウガイは 38 本前後で大型、クマサルボウは 34 本前後で大型とされている。しかし、幼若個体や放射肋数が近似する近縁種間では、放射肋数やサイズによる形態分類は著しく困難である。一方、島根・鳥取県境に位置し、汽水湖として国内第 2 位の湖面積を誇る中海では、かつてサルボウガイの豊富な資源量を有して国内主要産地に種苗を移出していたが、近年は資源が枯渇しつつある。そのため、サルボウガイの復活を目的とした資源管理が急務であり、中海における現存資源量を詳細に把握する必要がある。本研究では、国内外のサルボウガイ近縁種を対象として、形態情報に因らず正確に種の識別が可能な分子系統解析マーカーを探索した。

サルボウガイ近縁 3 属 6 種を対象として、二枚貝類や水域生物に汎用されているものを含め合計 8 種類のミトコンドリア DNA 遺伝子マーカーを PCR 法により検討した。その結果、フネガイ科用に開発された COI 遺伝子マーカーのみ全供試種から PCR 増幅を確認できた。そこで、当該遺伝子マーカーの 481 塩基対の塩基配列を多重整列解析した結果、種特異的な変異も同定された（表 1）。また、当該マーカーにおけるサルボウガイと各近縁種との種間変異塩基数は、クイチガイサルボウ 11、クマサルボウ 18、リュウキュウサルボウ 28、アカガイ 49、ハイガイ 49 であり、国内 4 産地のサルボウガイの種内変異塩基数の 0–3 より有意に高かった。これらの結果から、当該遺伝子マーカーは、形態識別が困難なサルボウガイ近縁種を正確に識別可能な分子系統解析マーカーであることが明らかとなった。

表 1. サルボウガイ近縁種におけるミトコンドリア DNA の COI 遺伝子マーカー（481 bp）の変異塩基比較

	COI遺伝子 (481 bp)																							
種名	2	4	17	19	20	23	26	28	31	39	44	49	50	62	65	68	72	74	86	98				
サルボウガイ	A	T	C	G	A	C	A	T	T	T	G	G	T	C	T	T	G	T	G	G				
アカガイ	G	-	T	-	T	T	G	-	-	C	-	A	A	A	T	-	C	A	T	A				
ハイガイ	G	-	T	-	T	T	G	-	-	C	-	A	A	A	T	-	C	A	T	A				
クマサルボウ	-	-	-	-	-	-	A	G	-	G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
リュウキュウサルボウ	-	A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-				
クイチガイサルボウ	-	-	A	-	-	-	-	G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

	COI遺伝子 (481 bp)																							
種名	104	116	118	122	143	160	187	170	173	178	177	184	186	191	196	202	203	206	220	221				
サルボウガイ	A	A	T	T	A	G	G	T	A	C	C	C	G	T	T	G	T	T	G	G				
アカガイ	T	G	-	A	G	-	A	-	-	T	T	G	-	C	A	-	-	-	-	T	A			
ハイガイ	T	G	-	A	G	-	A	-	-	T	T	G	-	C	A	-	-	-	-	T	A			
クマサルボウ	-	G	-	A	G	-	-	-	-	T	G	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
リュウキュウサルボウ	-	-	A	-	-	A	-	-	C	-	-	-	-	A	-	A	-	-	-	-				
クイチガイサルボウ	-	-	-	-	-	-	-	C	-	-	-	-	-	-	A	-	C	G	-	-				

	COI遺伝子 (481 bp)																							
種名	236	238	242	246	256	259	262	267	275	277	278	281	286	294	317	322	325	341	344	347				
サルボウガイ	T	C	A	T	T	T	T	G	T	T	T	G	C	T	G	T	G	T	A	G	G			
アカガイ	-	T	T	C	-	-	-	G	C	A	T	-	A	-	-	-	-	-	-	-				
ハイガイ	-	T	T	C	-	-	-	G	C	A	T	-	A	-	-	-	-	-	-	-				
クマサルボウ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				
リュウキュウサルボウ	A	-	-	-	A	A	T	-	-	-	-	-	A	-	-	-	G	A	A	-				
クイチガイサルボウ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-				

	COI遺伝子 (481 bp)																							
種名	357	362	371	383	385	392	408	409	410	419	422	443	446	449	452	455	458	460	464	471				
サルボウガイ	T	G	G	T	T	C	C	T	G	T	C	T	A	A	C	A	C	A	C	T				
アカガイ	-	A	A	-	-	T	T	-	A	-	-	-	-	-	-	G	-	T	G	T				
ハイガイ	-	A	A	-	-	T	T	-	A	-	-	-	-	-	-	G	-	T	G	T				
クマサルボウ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	G	G	G	G	-				
リュウキュウサルボウ	-	-	-	G	G	-	-	G	-	C	C	-	C	C	-	G	-	-	-	-				
クイチガイサルボウ	C	-	-	-	G	-	-	-	-	C	-	-	-	-	-	G	-	-	-	-				

二対立遺伝子解析によるマガキ×ポルトガルガキ自然交雑個体の検出

岩崎健史・田中智美・飯塚祐輔（島根大学汽水域研究センター）・菱田泰宏（大仁科技大學人文社會學院）・蕭聖代（台湾行政院農業委員會水產試驗所）・荒西太士（島根大学汽水域研究センター）

マガキ *Crassostrea gigas* とポルトガルガキ *C. angulata* は、東アジアの沿岸汽水域に同所的に分布し、形態的に類似した近縁種である上、実験環境下では両種間の F1 交雑個体の形成と正常な生存が観察されている。また、Huvet *et al.* (Marine Ecology Progress Series 272: 141-152, 2004) は、両種の交雑個体を識別できる二対立遺伝子マイクロサテライトマーカー CG44 座も開発している。しかし、Huvet *et al.* による CG44 座の分析方法は、検出工程が煩雑であり結果を得るまでに数日を要し、現場で採集した大量の野生個体の分析には不向きで実用性に乏しい。本研究では、両種の野生個体群から自然交雑個体を簡便かつ高精度に検出することを目的として、マイクロチップ電気泳動装置を用いた CG44 座の迅速な PCR-RFLP 解析方法を開発した。

日本、台湾および韓国から採集し、Multiplex PCR によりマガキあるいはポルトガルガキと特定された合計 61 個体のカキの CG44 座を FastDigest *Bsp*1407I 制限酵素により RFLP 解析した (図 1)。その結果、マガキ、ポルトガルガキそれぞれの個体群から得られたマガキ対立遺伝子頻度は Huvet *et al.* の報告と同程度であり、かつ検出工程の省略化と時間短縮が実現できた。一方、供試したマガキ個体群の内、東京湾個体群のみに高いポルトガルガキ対立遺伝子頻度が確認され (表 1)、両種の自然交雑が示唆された。その原因として、船舶の往来が頻繁な東京湾では、船体付着やバラストなどを介したヨーロッパやアジアからのポルトガルガキ移入の可能性が推察された。

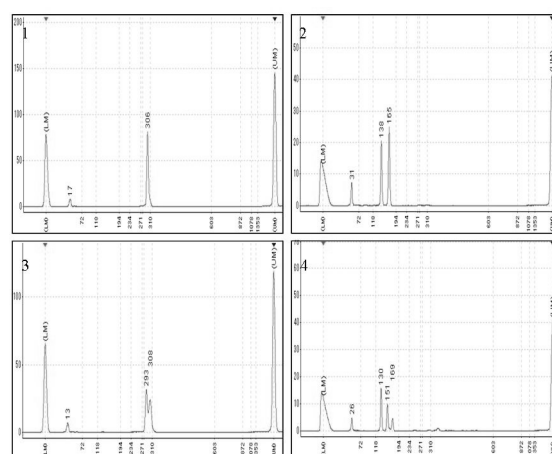


図1. マガキの*Bsp*1407I切断前 (1) と切断後 (2) およびポルトガルガキの*Bsp*1407I切断前 (3) と切断後 (4) の二対立遺伝子CG44座のマイクロチップ電気泳動分析。

表 1. マガキ個体群およびポルトガルガキ個体群における CG44 座の対立遺伝子頻度

	マガキ					ポルトガルガキ		
	中海	松島湾	慶尚南道	東京湾	Huvet <i>et al.</i> (2004)	南九州	屏東縣	Huvet <i>et al.</i> (2004)
個体数	10	10	10	10	347	11	10	258
全アレル数	10	11	12	10	n. d.	14	13	n. d.
マガキアレル数	8	11	11	8	n. d.	2	1	n. d.
ポルトガルガキアレル数	2	0	1	4	n. d.	12	12	n. d.
マガキアレル / 全アレル	0.800	1.000	0.911	0.800	0.867-0.984	0.142	0.078	0.068-0.145

n. d. = データ無し

有明八代海域におけるシカメガキの集団遺伝構造

野田圭太・荒西太士（島根大学汽水域研究センター）

地球上で有明八代海域のみに天然で生息するとされているシカメガキ *Crassostrea sikamea* は、塩分耐性が低く殻周縁部襞状が明瞭な小型カキであり、生理生態学的特徴等から同所的に分布するマガキ *C. gigas* やスミノエガキ *C. ariakensis* と識別できるとして、1928 年に新種記載された。その後、マガキのシノニムとする報告もあり分類が混乱していたが、現在では分子系統学的に独立種であることが実証されている。また、本種は、有明八代海域に面する熊本県により 1998 年には危急種に指定されていた。しかし、2004 年には詳細な分布状況が不明なため情報不足に見直されており、その分布実態の調査および保全管理が急務とされている。本研究では、有明海域 9 地点および八代海域 12 地点の合計 21 地点の潮間帯から網羅的にシカメガキ様天然カキ 949 個体を採集し、分子系統解析により両海域における本種の分布実態を調査した。

ミトコンドリア DNA の 16SrRNA 遺伝子部分領域を指標とした種判別の結果、シカメガキ 335 個体、マガキ 584 個体、スミノエガキ 1 個体およびケガキ *Saccostrea kegaki* 29 個体の合計 4 種のカキの出現が確認された。また、両海域ともにシカメガキが出現し、多くの採集地点でシカメガキまたはマガキの何れか単一種が優占的に分布していた。その分布実態を詳細に分析した結果、上層の塩分 (psu) が 30 以上の外洋に近い湾口ではマガキ、30 未満の河口に近い湾奥ではシカメガキがそれぞれ出現する傾向があり、塩分が両種の棲み分けの環境要因であると推定された。次いで、シカメガキ 335 個体の集団遺伝構造をミトコンドリア DNA の COI 遺伝子領域を指標として解析した結果、合計 65 種類のハプロタイプが得られ、その内 10 種類が共通ハプロタイプであった。さらに、全出現地点で確認された共通ハプロタイプ HA01 には、解析個体の約 53% を占める個体が割り当てられており、ハプロタイプネットワーク図は HA01 の一斉放散型を示していた。また、個体群間の類縁関係を評価するためペアワイズ遺伝的分化係数 F_{ST} を算出した結果、有明海内、八代海内、有明海—八代海の何れの海域においても明瞭な遺伝的差異は認められなかった。有明八代海域はともに閉鎖性の高い海域であるが、三角瀬戸、柳瀬戸および本渡瀬戸により接続されている。そのため、両海域におけるシカメガキの個体群では、これら 3 つの瀬戸を通じて積極的な遺伝子流動が生じていることが示唆された。

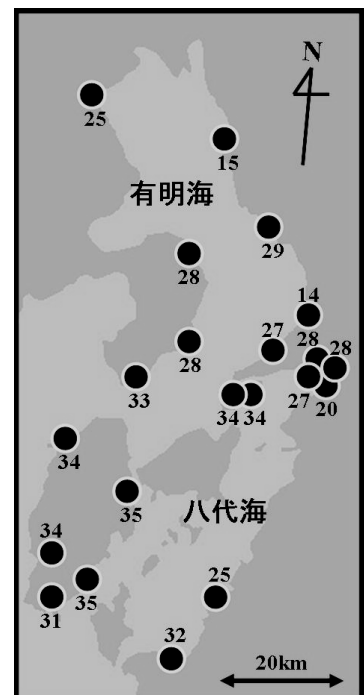


図 1. 有明八代海域における天然カキ採集地点. 数値は上層塩分 (psu) を示す。

スペシャルセッション

本庄水域の環境と生物 ～開削の影響に関連して～

世話人：山口啓子・瀬戸浩二

2009 年 1 月 10 日 10:20-11:50

- (1) 中海本庄水域における森山堤部分開削後の水質環境の変化
- (2) 中海本庄水域における森山堤部分開削前後の水質・底質環境の変化
- (3) 本庄水域の湖底凹凸地形と開削の効果
- (4) 本庄水域における環境とアサリの動態
- (5) サルボウガイの野外飼育実験からみた中海・本庄の環境
- (6) 中海底質中の微生物群集の季節変動～堤防開削の影響評価～

中海本庄水域における森山堤部分開削後の水質環境の変化

武石 祐一郎(690-8504松江市西川津町1060 島根大学総合理工学部)・瀬戸浩二(島根大学汽水
域研究センター)・山口啓子(島根大学生物資源科学部)・倉田健悟(島根大学汽水域研究セン
ター)

seto@soc.shimane-u.ac.jp

島根県から鳥取県にまたがる斐伊川水系河口域には、日本を代表する汽水湖である宍道湖・中海が分布する。中海では、大規模な公共事業により1981年に完成した森山堤や大御崎堤などによって、中海北部の本庄水域がほぼ閉鎖された。それにより、本庄水域は2.3kmの西部承水路(水深約3m)を通じて中海本体と流通することとなり、塩分躍層が形成されにくい閉鎖的な環境となった。本庄水域の干陸化事業は2000年に、中海・宍道湖淡水化事業は、2002年に中止となり、2006～2009年に森山堤部分開削・西部承水路堤の撤去などの事業が行われることとなった。このような状況の中で、2009年5月11日～16日に部分開削された森山堤の矢板の撤去作業が行われた。本発表では、それによる潮通し後約1ヶ月間の観測結果を報告し、本庄水域の水質環境がどのように変化したかについて検討を行う。

観測は、2009年5月から約1ヶ月間、自動水質観測および水質ルート観測を行った。水質ルート観測は、多項目水質計(AAQ1186: JFEアレック製)を用い、境水道から森山堤を越えて本庄から中海にいたる約50地点で表層から底層まで連続計測を行った。計測は、比較的容易に測定できる項目だけを測定し、溶存酸素量については9地点で表層と底層のみ測定した。

森山堤での潮通しは、5月11日～16日の間に174枚の矢板を撤去することによって行われた。撤去作業が始まる前の5月10日は、大海崎堤側から流入した底層水塊が本庄水域のほぼ全域に分布し、流入側と逆にあたる森山堤付近では、ほぼ無酸素状態になっていた。矢板の撤去は11日から始まったが、実際に境水道の高塩分水塊が本庄水域に流入したのは、12日からである。森山堤から200m離れた地点(水深約7m)では、12日14:30から13日17:20までに、塩分は約6psu上昇した。その間、溶存酸素量も約6mg/l上昇した。森山堤から600m離れた地点(水深約6m)では、13日3:20から15日2:30までに塩分は約6psu上昇し、上昇するタイミングおよび上昇期間に差が生じている。溶存酸素量は、森山堤から約1km離れた地点で約6mg/l上昇した。このように境水道の高塩分水塊の流入により、森山堤付近の溶存酸素量はほぼ0から6mg/lに回復している。しかし、この高塩分水塊は森山堤から西方向に向かうに従い、塩分は減少し、湖心付近で大海崎堤側から流入した底層水塊と同様の値を示している。そのため、大御崎堤側の底層水塊は停滞し、潮通し以降ほぼ無酸素に近い状態が継続している。森山堤側は潮通し直後に溶存酸素量が上昇したものの、その後減少する傾向を示し、約1ヶ月の間にほぼ無酸素に近い状態になっている。森山堤から200m離れた地点でさえ、貧酸素環境になることが観測された。

まとめ:森山堤を60m開けて潮通しを行ったものの十分に境水道の底層水が流出入していない。そのため、本庄水域の底層は貧酸素化している。

中海本庄水域における森山堤部分開削前後の水質・底質環境の変化

竹内一馬(690-8504松江市西川津町1060 島根大学総合理工学部)・瀬戸浩二(島根大学汽水域研究センター)・山口啓子(島根大学生物資源科学部)・倉田健悟・高田裕行(島根大学汽水域研究センター)

seto@soc.shimane-u.ac.jp

島根県から鳥取県にまたがる斐伊川水系河口域には、日本を代表する汽水湖である宍道湖・中海が分布する。中海では、1963年から中海を淡水化させるという大規模な公共事業が行われた。1981年には森山堤や大御崎堤などが完成し、中海北部の本庄水域がほぼ閉鎖的な状況となった。それにより、本庄水域は2.3kmの西部承水路(水深約3m)を通じて中海本体と流通することとなり、塩分躍層が形成されにくい閉鎖的な環境となった。本庄水域の干陸化事業は2000年に、中海・宍道湖淡水化事業は、2002年に中止となり、2006～2009年に森山堤部分開削・西部承水路堤の撤去などの事業が行われることとなった。このような状況の中で、2009年5月11日～16日に部分開削された森山堤の矢板の撤去作業が行われた。本発表では、2008年8月と2009年8月に行った広域調査による水質・底質観測結果を比較し、潮通し後どのように水質・底質環境が変化したかを明らかにする。

観測は、2008年8月31～9月4日と2009年8月24日～27日の2回行った。本庄水域59地点、中海北部～境水道31地点で水質・底質観測を行った。水質観測は、多項目水質計(AAQ1186:JFE アレック製)を用い、比較的容易に測定できる観測項目だけを測定している。なお、溶存酸素量については、表層と底層のみ測定した。また、底質はエクマンバージ式採泥器を用い、色調などの記載や持ち帰った試料の粒度分析、CNS元素分析を行った。

2008年と2009年の水質を比較すると、まず水温は、2008年は表層・底層共に大きな変化はなく、約26～28℃を示している。2009年は表層では約26～28℃、底層では約24～26℃と若干底層で低い値を示すが、それほど大きな変化は見られない。塩分は、2008年の本庄水域では表層で約18～23psu、底層で約21～25psuと若干の塩分差が見られる。2009年は表層では約10～16psu、底層では約25～30psuと大きな変化が見られる。これは森山堤開削により中海の底層水である海水が本庄水域に流入したと考えられる。溶存酸素量は、2008年の本庄水域では表層で約5～8mg/lの値を示し、特に南部で低い値を示す。底層で約0.5～3 mg/lの低い値を示しており、それが湧昇して表層に影響を与えたものと思われる。2009年は表層で7～10mg/lの値を、底層では多くの地点で0.5 mg/lにも満たないような値を示した。2008年の本庄での底質の全有機炭素濃度は、2～3%で中海北部よりやや低い値を示す。C/N比は約6.8という値を示したことからほぼこの水域のプランクトン起源であることが推定される。一方、酸化還元状態を示唆するC/S比は約2.7という値を示し、中海とほぼ同様な値を示す。これは湖底が、中海と同様、全体的に還元的な環境であるためと思われる。

本庄水域の湖底凹凸地形と開削の効果

山口啓子・鈴木秀幸・山田瑞希・重康智洋（690-8504 松江市西川津 1060 島根大学
生物資源科学部）・瀬戸浩二（島根大学汽水域研究センター）

keiko@life.shimane-u.ac.jp

現在、日本各地の沿岸河口域の浅場では人為的な改変が進められ、環境悪化との関係が指摘されている。島根県にある汽水湖の中海でも、1970 年代に行われた干拓工事の結果、中海への酸素を多く含んだ海水の流入量が減少した。特に本庄水域は、干拓堤防に囲まれ、1980 年代以降は西部承水路を通じて中海表層水が出入りする極めて閉鎖的な水域となった。近年では、湖底のヘドロ化・青潮の発生など、水域の悪化が顕在化してきた。2000 年に干拓・淡水化事業の中止が決定し、2009 年には境水道と隔てる森山堤の一部を開削することとなった。特に、この水域には湖底に干拓後の道路用として施された盛土の凹凸があり、複雑な環境改変が行われている。本発表ではこの凹凸地形に着目したライン調査を行った結果から、堤防開削により流入した海水の効果が、盛土の凹凸地形によってどのような影響を受けたかを検討する。

開削前の 2008 年 8 月 11 日 2009 年 5 月および開削後の 2009 年 8 月 11 日に本庄水域において、湖底の凹凸地形（盛り土）をまたぐように 3 本のラインを設定し、湖底の盛土の上部と下部（両側）での水質・底質・生物相の比較を行った。調査項目は、水質項目として水温、塩分、DO、Chl-a を、底質項目として粒度組成、TOC、間隙水の H_2S 濃度を測定し、生物調査としてベントスの同定、個体数計測を行った。

2008 年の調査では底層は盛土の上部下部関係なく貧酸素であった。しかし、盛土上部では H_2S 濃度は低い値を示した。また盛土下部において、西側よりも東側の地点の方が H_2S 濃度が高かった。生物は、西側の盛土上部では観察されたが、東側の盛土上部では観察されなかった。2009 年開削後の調査では、開削部に近い東側の盛土までは低層水の酸素があるが、一つ目の盛り土を越えると DO は極端に低下した。また、盛土の西側では H_2S 濃度が高くなっていた。生物も東側でのみ観察された。

2008 年、本庄では西側より東側の方が環境が悪かった。この原因として中海水の流入口から遠いため、東側には DO が多い水が供給されにくいことがあげられる。また東側は西側に比べて水深が深いため、貧酸素水などが貯まりやすい地形になっていることも関係していると考えられる。一方、2009 年の森山堤開削により東からの海水流入によって東側の開削部近傍では、明らかに底質が浄化されたことがわかった。しかし、その底質浄化効果が及んだ範囲は最も東の盛土までに限られており、湖底に沿って這うように流れ込む海水の進入を阻む要因の一つとなっていることが示唆された。

本庄水域における環境とアサリの動態

藤井千里・山口啓子(690-0823 松江市西川津町 1060 島根大学生物資源科学部)

浜口昌巳・山田勝雅(独立行政法人水産総合技術センター瀬戸内海区水産研究所)

佐々木正・勢村 均(島根県水産技術センター内水面浅海部)

keiko@life.shimane-u.ac.jp

中海は島根県と鳥取県の間に位置する汽水湖である。中海は干拓堤防によって水域が閉鎖的となり、環境悪化が問題となっている。しかし、干拓計画の中止が決定し、本庄水域の有効利用が求められる中、アサリは資源増加が期待されている水産有用生物である。しかし現在の本庄水域ではアサリの動態や制限する環境要因については十分な知見がない。そこで、本研究ではアサリと成長段階における環境との関係を把握するために、プランクトン幼生調査と着底稚貝調査、定着個体調査を行った。

幼生調査は、モニタリング調査を週 1 回 2 地点で行い、幼生の密度が増加したタイミングで本庄及び中海全体で広域調査を行った。本庄水域内では 5 ラインについて水深別ライン調査を行い、着底稚貝と定着個体について調べた。着底稚貝調査は、柱状コアで底質の表層を採集した。定着個体調査として、20cm 四方の枠で底質を各地点 5 回採集し、1mm のふるいで篩った後、二枚貝をカウントした。またアサリについては殻長も測定した。更に広域で定着状況を調べるために、本庄水域の内外 12 地点で沿岸調査を行った。

幼生調査のモニタリングから 10 月にアサリの幼生のピークが見られた。そこで 10 月に広域調査を行ったところ、本庄南西部にアサリの幼生が集中していた。主な原因としては、本庄南西部に親貝が多いこと、または中海側からの幼生の流入が可能性として考えられた。

定着個体調査では、水深 4, 5m では夏期に個体数がほぼゼロとなり、貧酸素の影響が考えられた。また、St.1,4 とともに浅場の水深 1m でも個体数の減少が見られた。一般に浅場での死要因としては、波による底質のかく乱や貧酸素化、海藻の腐敗による硫化水素の発生などが考えられる。そこで、St.4 の 1m に 8 月の末から DO ロガーを設置し、10 分おきに湖底直上付近の溶存酸素濃度 DO を測定した。その結果、浅場の 1m でも一時的に貧酸素化することがあった。一方、St.1 の水深 2, 3m は比較的安定して個体が維持されており、殻長組成から秋産卵(昨年)の個体が成長していることがわかった。また St.5 でのみ春産卵分の定着が認められたが、他の地点と比べて 7~8 月にかけて秋産卵の個体が大きく減少していた。St.5 は着底に適した環境ではあるが、その後の成長・生残は制限されていると考えられる。

汽水域は年による環境変化も大きいことから、開削がアサリにどのように影響するかを明らかにするには、今後継続して調査を行う必要がある。

サルボウガイの野外飼育実験からみた中海・本庄の環境

鈴木秀幸・山口啓子 (690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学生物資源科学部)

瀬戸浩二(島根大学汽水域研究センター)

a099803@matsu.shimane-u.ac.jp

中海は、島根県東部と鳥取県西部の間に位置する中・高塩分の汽水湖である。近年、干拓・淡水化事業が中止となったことで、水域の有効利用と環境修復が期待されている。かつて中海では、サルボウガイ（赤貝）が漁業の中心であったが、現在は激減し、全く漁獲されていない。しかし、現在も中海の一部にわずかに生息していることから、サルボウは中海の環境修復によって復活する可能性が高い。サルボウ漁業の再興は、水域の有効利用につながるだけでなく、サルボウのろ過摂食による懸濁物除去、漁獲による栄養塩の系外除去が見込まれ、環境浄化も期待できる。2009 年 5 月の森山堤防開削によって、本庄水域内にサルボウが生息可能な水域が形成されることも期待されるが、その範囲や生息条件については、明らかにされていない。そこで、本研究では、サルボウの生存環境条件を明らかにするため、中海・本庄水域において、垂下飼育実験を行い、その結果から、中海・本庄の環境を考察した。

実験は、2008 年度（08 年 5 月～09 年 5 月）と、2009 年度（09 年 6 月～継続中）に行った。稚貝を表層 1m と底層（底質から 50cm 上）で、ネットで飼育した。月に 1 度、個体サイズ測定、生残の確認、水質[水温・塩分・溶存酸素濃度(DO)]測定を行った。

2008 年度は、表層では、どの地点も高い成長・生残であったが、底層では、DO によって成長・生残に大きな差がみられた。しかし、2009 年度は表層で、夏に生残率が激減した。2008 年度と比較すると、10psu を下回る大幅な塩分の低下がみられ、低塩分となり易い浅場では、サルボウの生育は難しいと考えられた。

本庄水域は、2009 年 5 月に森山堤防開削によって海水が流入し、底層では堤防から奥部に向けて徐々に酸素が消費される水塊が形成されていた。そこで、2009 年度は、その環境傾度を利用して、堤防開削付近から本庄水域湖心にかけて、3 地点（St.1～3）にサルボウを垂下飼育し、DO との関係を検討した。

その結果、底層では、堤防に最も近い St.1 の生残率は 50%以上を維持し、奥部へ向かうに従って低下し、本庄湖心の St.3 では 0%となった。このとき、生残率に差があらわれるまでの平均 DO は、St.1 で約 2.5mg/l、St.2 で約 1.6mg/l、St.3 で約 0.9mg/l であった。2008 年度の St.1 は、生残率が 0%となったことから、開削によって St.1 付近（堤防から数百m）まで水質が改善したことが考えられた。しかし、堤防から 1 km以上離れると依然改善がみられないことから、本庄水域全体の環境改善には更なる施策が必要と考えられた。

中海底質中の微生物群集の季節変動～堤防開削の影響評価～

八十嶋哲（690-0826 松江市学園南 2-11-46 島根大学院生物資源科学研究科）・巢山弘介（島根大学生物資源科学部）・井藤和人（島根大学生物資源科学部）

a089823@matsu.shimane-u.ac.jp

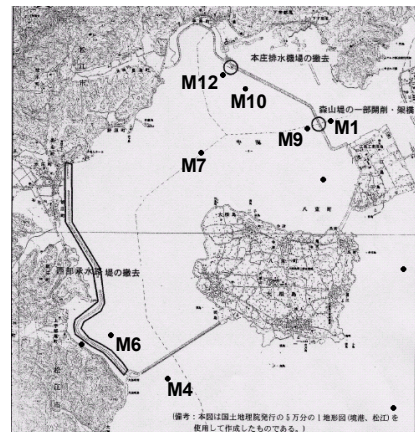
中海では森山堤防の開削事業に伴い、その前後で環境がどのように変化するか様々な分野で調査が行われている。本研究は中海底質中の微生物相を調査し、水域ごとの特徴や季節変化・開削による変化を捉え、環境評価の指標を見出すことを目的とする。

・調査試料：右図の M1・M4・M6・M7・M9・M10

・M12 の計 7 地点の底質

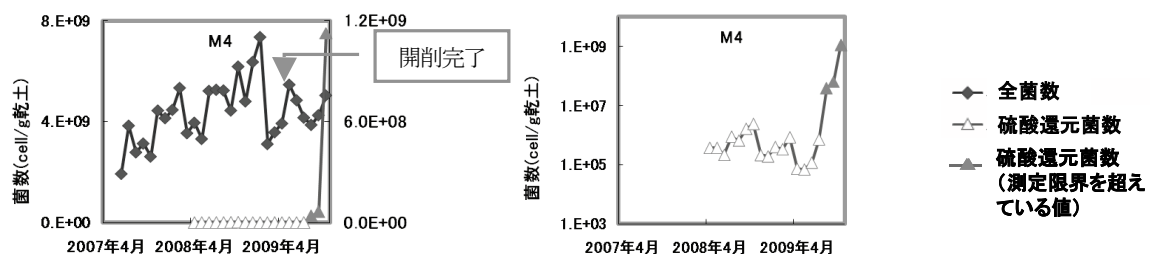
・実験内容：EB 法（全体の菌数の分析）・MPN 法

（硫酸還元菌数の分析）・キノンプロファイル法（バイオマスの分析・微生物群集構造の分析）・CN 解析



M9・M12 以外の地点では全体の菌数やバイオマスには開削の影響はあまり現れず、現れても一時的であった。一方で M9 では 2 月頃からバイオマスの変動

が大きくなり、M12 では菌数・バイオマス共に大きく減少した。特に M12 の減少は開削工事による影響で現れたと考えられる。硫酸還元菌数は 2009 年 7 月から急激に増加を始めたが、具体的な増加数は判断できなかった。この現象は本庄水域西側の M6 や中央部の M7 から現れ始め、開削地点では中央部より 2 ヶ月遅れて現れ始めた。また微生物群集構造を分析した結果、中海のどの地点でも 2008 年 10 月頃を境に変化が起きていた。一方、開削の前後で差異が見られる地点は M7 で、それ以外の地点では開削前後に微生物群集構造の違いは見られなかった。以上から、潮通しパイプ直近では開削工事の影響による環境変化が示唆された。また開削の影響によって中海全体で硫酸還元菌が増加し、その影響は本庄水域中央部に最も強く現れていることが示唆された。



M4 の菌数の経時変化（左図）硫酸還元菌数のみの対数表示グラフ（右図）

常設セッション

「環境変動系」

2009 年 1 月 10 日 12:35-14:50

- (1) ヤマトシジミを用いた環境モニタリング法について
- (2) 衛星・飛行機・ヘリ・気球による中海の藻場分布推定
- (3) 玉湯川三角州の湖底地形・湖底堆積物とその時間変化
- (4) 斐伊川水系の河川水の Sr 同位体比と地質との関係
- (5) 新期大山火山起源，草谷原軽石の広域対比
- (6) 瀬戸内海における縄文時代早期の汽水性貝塚の変遷
- (7) 中海・宍道湖地域における完新世花粉層序と気候変化
- (8) 福井県久々子湖の湖底堆積物に記録された近年の海水準変動の複合要因
- (9) 朝酌川（大橋川支流）におけるメイオベントスが示す近年の河床環境の変化

ヤマトシジミを用いた環境モニタリング法について

外山浩太郎(690-8504松江市西川津町1060 島根大学総合理工学部)・瀬戸浩二(島根大学汽水域
研究センター)

seto@soc.shimane-u.ac.jp

ヤマトシジミは、日本では本州西部～北海道までの汽水域に幅広く分布しており、汽水域での主要水産物として知られている。また、広塩性、広温性、貧酸素耐性を示すことも知られており、汽水域の環境に最も適応した生物群の一つである。そのため、ヤマトシジミの適正な成長は、汽水域での環境を評価するための指標として用いることが可能であると思われる。本研究は、宍道湖・中海においてヤマトシジミが生息できる環境であるか、また成長できる環境であるかを経年的にモニタリングすることによって、その場の環境の評価を行うことを目的としている。

定点でのモニタリング (S02 地点)：月に2度、エクマンバージ式採泥器 (15cm×15cm) で4回採取し、その中に含まれる 1mm 以上のすべての貝類をピックアップする。ヤマトシジミは、生体の個体数、個々の重量・殻長・殻高・殻幅を計測した。また、遺骸は合弁・半殻、1/4 殻以上に分け、それぞれの個体数と総重量を計測している。その他の種については、個体数と総重量のみ計測した。

飼育定点でのモニタリング：S02 地点で採取した 16mm 前後のヤマトシジミについて潜砂試験をし、潜砂した 180 個体をなるべく均等になるよう 6 グループに分割した。すべての個体は、重量・殻長・殻高・殻幅を計測し、マーキングを行った。第1グループは、直ちに軟体部を取り出し、肥満度を測定した。その他のグループは、宍道湖湖心 (S01 地点) の表層 (2m) と底層 (5m)、中海湖心 (M03 地点) の表層 (2m) と底層 (6m)、江島港 (M00 地点) の底層 (1m) に約1ヶ月設置し、生残率、成長率、肥満率などを算出した。

定点でのモニタリング結果：ヤマトシジミの生息密度は4月に約 2000 個体/m²だった。6月から8月中旬までに約 13000 個体/m²まで増加し、8月下旬から減少傾向を示す。11月には約 2000 個体/m²まで減少した。平均肥満度は4・6月で約 0.025 であったが、7月に大きく減少し約 0.018 になった。それ以降は 0.017 前後である。6月～8月は産卵期であるため、肥満度が大きく減少したと考えられる。

飼育定点でのモニタリング：宍道湖・中海の表層に設置したものの生残率は、すべて 90%から 100% だった。9月の江島港に設置したものは 40%だった。また底層では9・10月の宍道湖・中海と11月の中海で 0%だったが、11月の宍道湖では 85%だった。これは、9・10月の底層水塊が継続的に貧酸素状態だったため全滅したと考えられる。殻長の平均成長は、9月の宍道湖表層で 0.51mm・中海表層で 0.70mm だったが、江島港ではほとんど成長しなかった。10月の宍道湖・中海での成長は前月より減少したが、江島港で 0.21mm と成長した。11月は成長速度がさらに減少した。底層についてはどの月のどの地点でもほとんど成長が見られなかった。9月の設置前平均肥満度は約 0.016 だが、設置1ヶ月後の中海表層での平均肥満度は約 0.037 と高くなり、宍道湖表層では 0.022 と少し高くなった。江島港では 0.014 と低くなった。10・11月では江島港は約 0.022 だったが、設置前やその他の地点は9月とほとんど変わらなかった。このように各地点において中海湖心の表層での飼育が最も肥満度・成長速度ともに高くなることが明らかとなった。

衛星・飛行機・ヘリ・気球による中海の藻場分布推定

作野裕司（739-8527東広島市鏡山1-4-1 広島大学大学院工学研究科）・國井秀伸（690-8504松江市西川津町1060 島根大学汽水域研究センター）

sakuno@hiroshima-u.ac.jp

島根県と鳥取県に位置する中海は、2009年5月の森山堤防開削に伴う潮通し事業によって、藻場再生への期待が高まっている。また中海の広範囲にわたる藻場分布を効率よく（安価で広域的に）モニタリングする手法として、人工衛星や飛行機などを使用した藻場分布のモニターが期待されている。

以上のような背景から、筆者らは、2005年から2009年まで表1に示すような様々なプラットフォーム（カメラを搭載する飛行体）から、中海の藻場（特に外江地区と森山堤防南東部の現存アマモ地帯が中心）画像を取得するとともに（図1参照）、その解析方法について、検討してきた。その結果、これまでにサンゴ礁の底質マッピングに使われる手法を応用して、気球に搭載したデジタルビデオカメラからのアマモ場分布推定手法を提案し、すでに論文で公表している¹⁾。また、撮影画像の概要については、2009年11月に米子市で開催されたアマモサミットにおいて、公表している。本日の発表では、まだ詳しい成果報告を行っていない、2005年5月に取得された衛星 QuickBird（解像度、約60cm）データ解析結果および2009年6月に取得されたヘリコプターによる本庄水域の画像データ特性についての報告を行う。QuickBird ではパンシャープン画像（白黒とカラーを組み合わせた高解像度画像）で、ヘリの画像では低高度の高解像度撮影画像で、アマモ分布を比較的鮮明に把握する

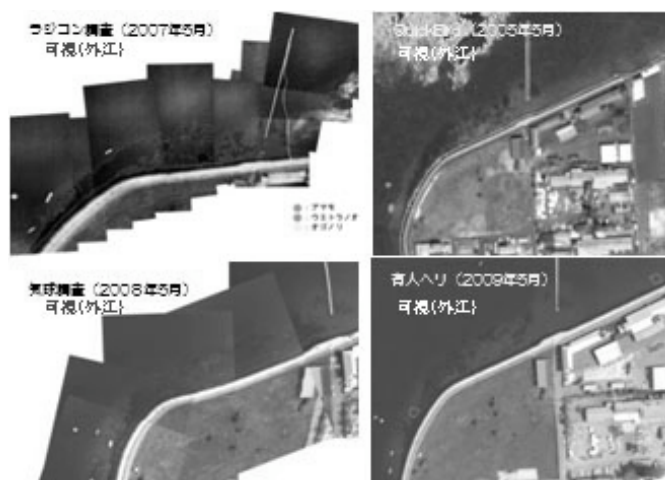


図1 衛星・飛行機・ヘリ・気球から取得された中海外江地区のアマモ場画像

表1 衛星・飛行機・ヘリ・気球の観測日一覧

No.	プラットフォーム	観測日
1	衛星 (QuickBird)	2005/5/4
2	ラジコンヘリ	2007/5
3	気球	2008/5/30
4	有人ヘリ	2009/6/1
5	無人飛行機 (UAV)	2009/10/29

ことができた。

<引用文献>

- 1) 作野裕司, ルイ ソチュー・國井秀伸・田中義和・國貞 栄二・若松芳樹: 気球搭載ビデオカメラによる中海のアマモ場の植被推定, 水工学論文集, 53, pp.1357-1362, 2009.

玉湯川三角州の湖底地形・湖底堆積物とその時間変化

酒井哲弥・三井恵輔・山口勝範 (690-8504 松江市西川津町 1060 島根大・総合理工)

Topography and grain-size distribution of Tamayu River delta, and
their temporal changes

Sakai, T., Mitsui, K. and Yamaguchi, K. (Dept. Geoscience, Shimane Univ.)

sake@riko.shimane-u.ac.jp

宍道湖の南岸には玉湯川、来待川の河口に小規模なカスプ状三角州が発達する。カスプ状三角州は一般に、波浪が卓越する水域に発達する。これらの三角州の湖岸線は河口を中心として東西にほぼ対称な形を示すが、水中部分の地形は河口の東と西で大きく異なる。その理由はまだはっきりしない。ここでは玉湯川三角州を例に、その地形的特徴、表層堆積物の粒度組成とその時間変化のデータから、この三角州周辺での堆積物の運搬過程と地形発達について議論する。06, 07 年度に行った 5 回の堆積物サンプリングとその地点での水深測定の結果をもとに、この三角州のおよその水中部分の地形とその時間変化を復元した。堆積物の粒度分布はレーザー一回折式粒度分析器を用いて測定した。

調査結果をもとに三角州の水中部分の地形を河口の東と西で比べると次のような違いがある。河口の東では水深 2m 付近に平らな地形（ここでは湖棚地形と呼ぶ）が発達するのに対して、西では湖棚地形は発達せず、湖岸から水深 4m 付近まで一気に水深が増加する。調査の間、これまでの湖底地形図にも描かれているような小さな砂州が湖棚上で一時的に発達した。これは、厳密には湖棚の上に発達をしたものではなく、湖棚の侵食された部分が埋め戻される間に、一時的に発達したものであることがわかった。砂州は、侵食でできた凹地形の西の付け根から伸びていたことから、東への流れにより作られたことが示された。堆積物の粒度は、湖棚上では沖側の縁付近で最も粗粒になる傾向があった。河口の西では東側に比べて堆積物が細粒になる傾向が見られたが、三角州の先端の地形が西に向かって歪んだ時には河口の西にも粗粒な堆積物が分布を広げた。

こうした地形と堆積物分布、その時間変化は、東への優先的な堆積物運搬を示す。こうした堆積物の運搬は西からの卓越風によって生じる、相対的に大きな波浪の影響を受けていると解釈される。西からの波が直接あたる西岸は波浪のために堆積作用がおこりにくい。一方で、この波浪の影響を直接受けない河口の東側では東に進む波に伴って、東方向への流れ成分が生ずることになる。このために川から供給された堆積物は東へ優先的に供給され、また河口の東側では西からの強い波浪が直接到達しないために、ここが堆積場となって湖棚が形成されたと解釈される。また、河口の西側への粗粒堆積物の一時的な拡散は、東風によって生じる相対的に小さな波浪により、一時的に粗粒堆積物が河口よりも西に運搬されたことで説明できる。

斐伊川水系の河川水の Sr 同位体比と地質との関係

池田友里恵 (690-8504 松江市西川津町 1060, 島根大・総合理工)・

齋藤有・中野孝教(地球研)・酒井哲弥 (島根大・総合理工)

Sr isotope ratios of Hii-kawa River water and geological control

Ikeda, Y. (Dept. Geoscience, Shimane Univ.) Saito, Y., Nakano, T. (Research Institute for Humanity and Nature) & Sakai, T. (Dept. Geoscience, Shimane Univ.)

Corresponding author: Ikeda, Y.: S062004@matsu.shimane-u.ac.jp

島根県東部を流れる斐伊川は、幹線流路延長 150km, 流域面積 2540k m², 流域内人口 43 万人の一級河川で、この地域の重要な水資源である。このため、斐伊川の水質形成過程を知ることが水利用の立場から重要である。河川の水質は、流域の気候、地質に加え、人間活動の影響を大きく受ける。斐伊川の上流域では過去にたたら製鉄が行われていた。それに伴う鉄穴流しが 20 世紀初頭まで行われ、大量の土砂が河川に流出した。風化花崗岩の大規模な切り崩しやそれに伴う地形変化、鉄を含む鉱物を除去した後の土砂を大量に河川へ流したことが、この河川の水質に影響を与えていることが予想される。そこで、この研究では地質と過去の人間活動がどのように河川の水質に影響したかを評価することを目的とした。

本研究では、一般的な水質評価に用いられる主要溶存イオン濃度に加えて Sr 同位体比、⁸⁷Sr/⁸⁶Sr を用いた。Sr 同位体比を用いる理由は、水文学でよく用いられる水素・酸素の同位体比と異なり、同位体分別を補正して分析できるためである。この補正により、水の Sr 同位体比はそれと反応した岩石の Sr 同位体比を強く反映することが知られている。

水試料は斐伊川の本流と主要な支流の赤川、久野川、三刀屋川、阿井川、大馬木川、下横田川、亀嵩川で採集した。これらの河川の流域には白亜紀の火成岩類、古第三紀の花崗岩、中新世の堆積岩類・火成岩類が分布する。河川水の Sr 安定同位体比は総合地球環境学研究所に設置された表面電離型質量分析計 (Finnigan Triton, Thermo Fisher Scientific 社) によって測定を行った。

分析の結果、斐伊川上流域の河川水の Sr 同位体比は基本的に流域の地質に応じて変化する傾向が認められた。斐伊川本流では全体的な傾向として、上流から下流に向かって徐々に Sr 同位体比が低くなり、赤川との合流以降はほぼ一定となった。各支流では、それぞれ異なる同位体比、その下流への変化を示したが、それがかな流しの影響を受けているかを明確に示すまでに至っていない。各支流の下流域の同位体比は多様な値を示しているため、かな流しのような過去の人間活動の影響より、農業活動など現在の人間活動の影響を受けている可能性が考えられる。

新期大山火山起源、草谷原軽石の広域対比

井上 剛・奥野 充（福岡大）・鳥井真之（熊本学園大）・山田和芳（トゥルク大）

檀原 徹（京都 FT）・安田喜憲（日文研）

Identification and correlation of the Daisen-Kusadanihara Pumice fall deposit

Takeshi INOUE, Mitsuru OKUNO (Fukuoka Univ.), Masayuki TORII (Kumamoto Gakuen Univ.),
Kazuyoshi YAMADA (Univ. Turku), Toru DANHARA (Kyoto FT) and Yoshinori YASUDA (IRCJS)

大山火山は、約 100 万年前に開始して約 2 万年前まで断続的に活動した複成火山である（津久井, 1984）。この火山の最新のマグマ噴火は、始良 Tn 火山灰（AT：町田・新井, 1976）の堆積後に、山頂部の溶岩ドーム（烏ヶ山・弥山・三鈷峰）と山麓の火砕流を形成している。演者らは、この最新の噴火堆積物の最上位にある草谷原軽石（KsP：津久井, 1984）を中心に噴火堆積物について現地調査した。

北東麓の船上山周辺の 2 地点で、KsP が 2 つのフォール・ユニット（KsP-L, -U）から構成されていることが明らかとなった。両者の境界は明瞭であり、噴煙柱が一旦断絶したと考えられる。さらに、EPMA による火山ガラスの主成分化学組成も KsP-U の SiO_2 含有量は 70~76 wt.% であるのに対し、KsP-L は 65~75 wt.% とより広範囲を示し、 Na_2O , CaO , K_2O とのハーカー図上で両者は容易に区分できる。これらの特徴から、KsP-L は草谷原の模式露頭の KsP に、KsP-U は男鹿半島の一ノ目潟のコア試料から発見された火山灰層（Yamada et al. 準備中）に対比される。KsP は日本海のコア試料から広く認められているが（三浦ほか, 1991）、海底コア試料では、漂流や再堆積の可能性を拭えない。一ノ目潟での KsP-U の確認は、少なくとも男鹿半島まで飛来したことを明確に示す。

KsP の噴出年代については、隠岐トラフ南縁のコア試料の KsP の直上と直下の浮遊性有孔虫殻の ^{14}C 年代から $18,070 \pm 50$ BP, $18,470 \pm 160$ BP が得られ、海洋リザーバー効果を考慮した暦年較正から $20,260 \sim 22,130$ cal BP が得られている（堂満ほか, 2002）。KsP を覆う清水原火砕流（福元・三宅, 1994）の ^{14}C 年代は、 $18,100 \pm 180$ BP（三浦・林, 1991）、 $17,440 \pm 150$ BP と $17,440 \pm 100$ BP（本研究）が得られているが、これらは一致しておらず、さらに詳細な検討が必要である。西麓の弥山火砕流で $16,780 \pm 100$ BP と $16,810 \pm 100$ BP、上のホーキ火山灰層で $24,070 \pm 130$ BP の ^{14}C 年代が得られた。福元・三宅（1994）は、どちらも弥山溶岩ドームの噴火に対応すると考えたが、大きな差が認められる。特に弥山火砕流の年代は、清水原火砕流よりも若い年代を示すため、大山火山の最新のマグマ噴火がどれなのか、さらなる検討が必要である。なお、本研究では、(独) 日本原子力研究開発機構の平成 19 年度施設共用を利用して ^{14}C 年代を測定した。記して謝意を表します。

瀬戸内海における縄文時代早期の汽水性貝塚の変遷

遠部 慎(060-0811札幌市北区北11条西7丁目 北海道大学埋蔵文化財調査室)

onbe@facility.hokudai.ac.jp

縄文時代草創期後半から縄文時代前期にかけて、温暖化が進行する。そうした中で瀬戸内海が成立することが知られている。閉鎖性海域である瀬戸内海は、東西（大阪側と大分側）より海水が流入し、出来上がる。そして、その水深は平均 40 メートル程度であるが、全体的な傾向としては、瀬戸内海中央部にむかって浅くなるという特徴をもつ。

これまで備讃瀬戸地域では、縄文時代早期に黄島貝塚などの事例から 8400 ± 350 BP 頃 (Carne&Griffin1958) に、ヤマトシジミからハイガイへと貝種が変化することが知られている (間壁 1961)。これまで、当該時期の貝塚の年代測定例は少なかったが (藤原・白神 1986)、近年、シジミ類を中心とした測定例が増加し、汽水段階の様相が明らかになってきた (遠部ほか 2005, 2007, 2008, 2009)。

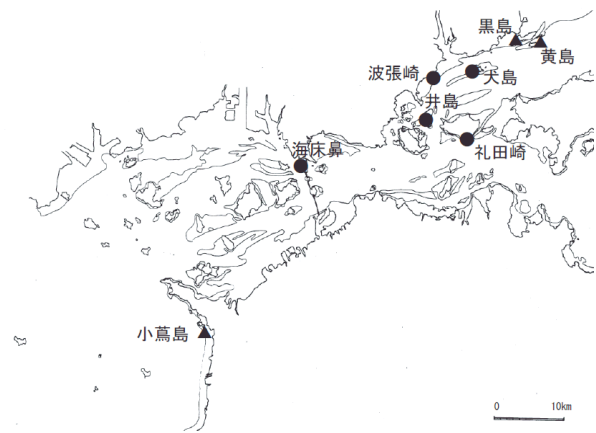


図1 瀬戸内海における縄文時代早期の貝塚群

黄島貝塚の 8400BP という測定値は、ハイガイを測定したものであり、汽水域の貝類 (●は汽水性, ▲は鹹水性: 地図の薄い線は水深 10m) を検討するうえで適切でない。そこで、瀬戸内海島嶼部に存在する縄文時代早期貝塚の帰属する土器型式 (山形文期: 古→黄島式: 新)、貝類組成を整理し、シジミ類を中心とした AMS 年代測定を実施した結果について考察を加える。

瀬戸内海縄文時代早期の貝塚群は、山形文 (シジミ主体貝塚中心) →黄島式 (ハイガイ主体貝塚出現) と変遷する。黄島式の時期の貝塚はハイガイがほとんどであるが、仁尾町: 小島貝塚については、黄島貝塚や黒島貝塚などとは貝種組成が大きく異なり、縄文時代前期以降によくみられるハマグリなどを主体とする貝塚である。このことから、仁尾町周辺はかなり早い段階に海水が流入していた可能性が高く、水深が瀬戸大橋周辺および瀬戸内市周辺 (10m 程度) より深い状況 (20m 程度) とも符合すると考えられる。瀬戸内海の貝塚群はヤマトシジミからハイガイへとその組成を変えるとともに、汽水性の貝塚は、礼田崎貝塚 (約 8800BP) →大島貝塚 (約 8700BP) →黒島貝塚 (約 8600BP) と東の方向へ展開していく。こうした状況は、黄島式以降では、岡山県水島地域で地下 17m のカキ礁の年代測定値が、 8230 ± 40 BP を示すこと (鈴木 2004) から、さらに海水が浸入している可能性が高く、神戸沖海底コアの様相の研究で示された 8000BP 頃に備讃瀬戸河内湾の成立する状況とも符合する (増田ほか 2000) と考えられる。

中海・宍道湖地域における完新世花粉層序と気候変化

渡辺正巳 (690-0822 島根県松江市下東川津町 131 文化財調査コンサルタント株式会社・690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学汽水域研究センター)

info@cons-ar.co.jp

中海・宍道湖地域における花粉層序の研究は、弓ヶ浜コア (CB1)、中海湖底コア (NB12)、宍道湖湖底コア (SB1) の分析結果を基に地域花粉帯が設定されたことに始まる (大西, 1977)。その後、大西ほか (1990)、大西 (1993) によって同地域の地域花粉帯の大改訂が行われた。しかし、この地域花粉帯についての花粉帯境界年代の見直しなどが、

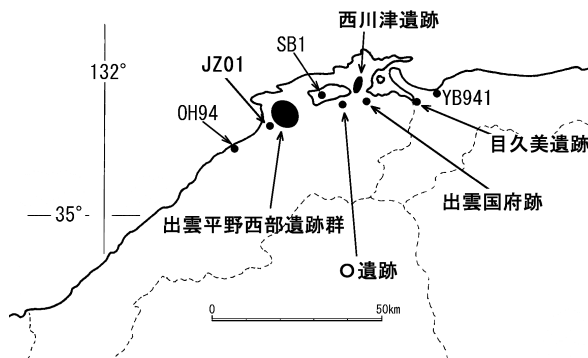


図 1 調査地域と主な分析地点

廉・渡辺 (1996) や中村ほか (1996) によって必用とされた。

渡辺 (2002) は大西ほか (1990) の地域花粉帯の見直しを行い、スギ属亜帯をイネ科花粉帯からアカガシ亜属・シイノキ属帯スギ属亜帯と変更した。更に SB1 の堆積速度の再計算を行うとともに、中海東岸に位置する目久美遺跡での年代測定資料を基にして完新統中部から上部の地域花粉帯境界年代を推定した。しかし、完新統下部の花粉帯については、試・資料が得られていないことから、見直しを行えないでいた。

今回、新たに同地域で得られた完新統のほぼ全域をカバーする湖底コアの分析結果と、従来同地域で得られていた完新統の花粉分析結果をまとめ、同地域の花粉層序の再検討を行った。更に、花粉化石群集の変遷から、古気候 (温度、降水量) の変化について考察した。

表 1 地域花粉帯と境界年代

地域花粉帯	花粉帯	yrBP	cal.BP	地域花粉帯	花粉帯	yrBP	cal.BP		
イネ科	マン属・スギ属			マツ属・モミ属	ニレ属・ケヤキ属				
		1930-1945						6890	7690
	マツ属			ブナ属・ツガ属	モミ属			7100	7940
アカガシ亜属・シイノキ属	アカガシ亜属・コナラ亜属				エノキ属・ムクノキ属			7280	8050
		1750	1635		ツガ属			7660	8425
	スギ属				クマシデ属			7860	8610
	マキ属			エノキ属・ムクノキ属	ブナ属			8090	9010
	シイノキ属				コナラ亜属			8240	9155
	アカガシ亜属								
		6610	7500						

福井県久々子湖の湖底堆積物に記録された近年の海水準変動の複合要因

河野重範 (694-0003 島根県大田市三瓶町多根1121-8 島根県立三瓶自然館)・野村律夫 (島根大・教育)・入月俊明 (島根大・総合理工)

kawano@nature-sanbe.jp

福井県西部に位置する三方五湖は久々子湖, 日向湖, 水月湖, 菅湖, 三方湖の5つの湖の総称である. 三方五湖のひとつである久々子湖は南北に細長く, 周囲約8km, 面積約1.4 km², 最大水深2.5m, 平均水深1.8mの閉鎖性が極めて強い汽水湖である. 久々子湖は北部の早瀬で日本海と結ばれ, 南部の浦見川で奥部の水月湖と接続する. Nomura and Kawano (submitted) では, 久々子湖の有孔虫群集が, 近年の海水準変動に鋭敏に反応していることを明らかにした. 本発表では, Nomura and Kawano (submitted) で用いられた湖心付近の表層コア堆積物から得られた貝形虫 (甲殻類) 遺骸群集の時系列変化を解析し, 久々子湖から最も近い舞鶴験潮所における海面水位の観測データを基に, 近年の緩やかな海水準変動が汽水湖の生物群集に与えた影響を検討した.

本研究で用いた表層コアの長さは14cmで, 2003年に久々子湖の中央付近 (35° 36' 11.9" N, 135° 54' 33.6" E ; 水深2.5m) にて不攪乱柱状採泥器を用いて採取された. コアは, 採取後直ちに5mm間隔 (深度10.0cm以深は1cm間隔) に分割され, ²¹⁰Pb法による年代測定やCHNコーダーによる有機物分析, メイオベントス (有孔虫と貝形虫) の群集解析に供された. なお, ²¹⁰Pb法から見積もられた堆積速度は, 0.135 cm/yearであった (Nomura and Kawano, submitted) .

貝形虫類は低塩分水を好む *Spinileberis furuyaensis* が優占し, *Spinileberis quadriaculeata* が一部で随伴した. 本コアにおける貝形虫群集の産出状況を概観すると, 深度7.0cm以深では貝形虫は無産出であった. 深度7.0~3.5cmでは*S. furuyaensis* が数個体ずつ散見され, 深度3.5~2.0cmでは産出個体数が急激に増加した. 深度2.0cm以浅では*S. furuyaensis* の産出個体数は100個体を超え, 数個体の*S. quadriaculeata* の産出が見られた.

舞鶴験潮所は1947年から観測を開始しているが, 現在に至る海面水位変動は急激な上昇を示しており, 日本海の他地域の変動とは一致しない. これは, 継続的な沈降場である若狭湾沿岸の地理的な特性を反映したものであると考えられる. なお, 国土地理院 (1997) による舞鶴験潮所の地殻変動量 (上下変動量: -2.44mm/year) を考慮すると, 他地域の観測結果と非常に良く一致する. *S. furuyaensis* が急激に増加する層準は, 海面水位が急激に上昇する1980年代初頭と同期し, 水位の上昇による高塩分水の流入が継続した1990年代初頭以降は*S. quadriaculeata* の侵入が見られる. これらのことから, 本コアにおける貝形虫の産出状況は, 相対的な海面水位の急激な上昇による高塩分水の流入に対応したものであると考えられる.

本研究により貝形虫群集は, 近年の上昇を主とした広域的な海水準変動のみならず, 年間数mmの沈降といった緩やかな地殻変動に対しても敏感に応答していることが明らかとなった.

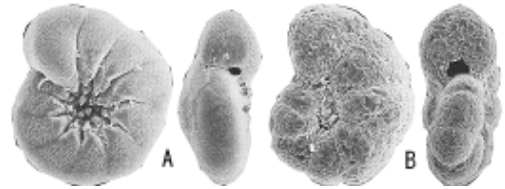
朝酌川（大橋川支流）におけるメイオベントスが 示す近年の河床環境の変化

野村律夫・中村光作・辻本 彰（690-8504 松江市西川津町1060 島根大・教育）・
高田裕行・倉田健悟（島根大・汽水域研究センター）
nomura@edu.shimane-u.ac.jp

汽水域は、地球温暖化に伴った海面水位の上昇によって顕著な影響を受けることが考えられる。日本近海の過去100年間でも海水温が0.7～1.7℃上昇しており、海面水位が今後10数cm上昇することが予想されている（気象庁HP）。このような沿岸汽水域における近年の気候変動や自然再生法に基づく環境の評価方法の1つとして、メイオベントス（有孔虫）の利用は効果的である。今回は、中海・宍道湖をつなぐ河川の支流である朝酌川で起こった1950年以降の人為的な自然改造との関係を述べる。

【メイオベントス（有孔虫）の産出の特徴】

汽水湖の中海・宍道湖には、有孔虫が低塩分域から高塩分域にかけて分布を異にして生息している。高塩分域の腐泥には *Trochammina hadai*、比較的低塩分域で腐泥底質には *H. canariensis*（写真B；約0.3mm）が分布している。A “*beccarii*”（写真A；約0.3mm）は、高塩分域から低塩分域にかけて広く産出する。



【採泥地点と堆積速度】

朝酌川に設置されている手貝水門の上流と下流で各1地点（水深1.8m）で、泥質堆積物よりなるコアを採取した。²¹⁰Pb測定結果は、1975-76年の浚渫による影響が顕著に現れた上部30cmとそれ以下では、堆積速度に違いが認められ、上部が1.83cm/y、下部が0.52cm/yであった。浚渫作業が河床堆積物の堆積速度を高める結果となっている。また、この堆積速度に基づく、35cmで確認された顕著な¹³⁷Csのピークとよく一致する。

【主な結果】

- (1) この河川域を占有していた *H. canariensis* 群集が河川改修の行われた1970年代中頃にきわめて顕著な減少をみせ、水門上流では2002年以降消滅状態になった。この減少は、きわめて急激で有孔虫の産出そのものが極めて鋭敏に人為的作業にしていることを示している。
- (2) A. “*beccarii*” が1980年ころより産出しはじめる。現在、増加傾向を見せているが、水門の開閉が関連して冬季にしか移動できないため生態的拡大が制限されている。
- (2) 2000年以降、水門上流では有機窒素量が増えている。*H. canariensis* の消滅は、このことと密接な関係がある（水の停滞による富栄養化の進行）。有機炭素量の増加が少ないのは、河岸の植生が減少していることと関連しているものとみられる。
- (3) 1980年以降になって産出し始めた A. “*beccarii*” の産出は、この地域での水位の上昇と関連して、今後とも多くなることが予想される。

スペシャルセッション

海跡湖に記録された小氷期以降の汎 世界的な環境変動と人為的環境変化

世話人：瀬戸浩二・高田裕行

2009 年 1 月 10 日 14:55-16:55

- (1) 汽水域研究のための中～近世の気候変動に関するレビュー
- (2) 低鹹汽水東郷池の水質・底質環境の特徴について
- (3) 北海道東部能取湖における湖口開削後のマクロベントス群集構造の変遷過程
- (4) 北海道東部能取湖における近年の環境変化
- (5) 北海道東部藻琴湖の現世環境と畜産系富栄養化の記録
- (6) 飯梨川沖中海の過去数百年間の環境変遷
- (7) 貝形虫群集（甲殻類）の現生アナログ法による中海の小氷期以降の底質環境
- (8) 南極大陸の海跡湖で発見された硫酸ナトリウムの礫と透明なラミナ堆積物

汽水域研究のための中～近世の気候変動に関するレビュー

高田裕行・瀬戸浩二 (690-8504松江市西川津町1060 島根大学汽水域研究センター)

yuu@soc.shimane-u.ac.jp

13 世紀以降のいわゆる小氷期には、とくにヨーロッパで顕著な寒冷化が報告されている。一方で、10-12 世紀は「中世の温暖期」として、世界各地で比較的温暖だった時期として知られている。日本においても、気象変動の程度や時期に差異はあるものの、同様な寒冷化や温暖化が起きたとされる。こうした気候変動と太陽活動との関連が、黒点数の観測記録（西暦 1610 年以降）および過去の宇宙線と大気との相互作用で作られる放射性同位体（たとえば、樹木年輪中の炭素 14 や氷床コア中のベリリウム 10）の量の研究（過去 1 万年間、たとえば、Stuiver and Braziunas, 1989）をもとに、さかんに行われてきた。

しかし、気候変動の要因としてみた場合、太陽活動の変動は日射量に 0.1% の増減しかもたらさないことから、日射量変動が、中～近世の気候変動の主要な要因になりがたいとの見解もある。そこで別の要因として、太陽の磁気極性（約 22 年周期）の変動に伴う宇宙線の強度が、着目されている。Svensmark (2007) などが提唱しているように、太陽磁場強度に影響された宇宙線強度の変動が、大気の電離状態を介して、雲の量を規制するとの仮説がある。宇宙線強度が、どのように気候変動を左右かのメカニズムについて、さらなる検討が必要とされている。

Miyahara et al. (2008) は、屋久島産杉の樹木年輪の炭素 14 と年輪幅による気温変動の推定 (Espet et al., 2002) の比較検討にもとづき、気候変動への影響が太陽の磁気極性（約 22 年周期）と太陽活動（約 11 年周期）で、異なったあらわれ方をすることを示唆した。また、これらのデータの周期性解析にもとづき、太陽活動にみられる周期性も、中～近世において 9～14 年の間で変調し、それに対応する形で宇宙線強度の周期も、18～28 年の間で変化しうることを示している。

また、樹木年輪セルロースの酸素同位体比は、相対湿度や降水量の指標となる可能性が明らかにされており、近年の分析技術の向上は古気候解析への適用を可能にしつつある（たとえば、中塚, 2006）。宮原らによる最近の樹木年輪を用いた研究でも、宇宙線強度の変動が相対湿度や降水量を反映する可能性が暗示されるという。

日本列島は、シベリア高気圧と太平洋低気圧の境界付近に位置している。地質時代におけるモンスーンフロントの位置変動で日本列島をはじめとする東アジアの気候が左右されてきたことが、指摘されている（たとえば、中川ほか, 2009 ; Liu et al., 2009）。たとえば、梅雨前線の発達状況は、このモンスーンの変動をうけるものの一つである。よって、太陽活動に関連した変動の影響は、降水量の変動などを介して、本研究課題の対象である汽水湖沼堆積物にも記録されているかもしれない。汽水湖沼堆積物は、一般に堆積速度が速いことから、高分解能な解析が可能であり、さらに年縞が保存されているような堆積物で、こうした視点での検討が期待できる。

低鹹汽水東郷池の水質・底質環境の特徴について

森 貴俊(690-8504松江市西川津町1060 島根大学総合理工学部)・瀬戸浩二(島根大学汽水域研究センター)・宮本康・奥田益算(鳥取県衛生環境研究所)

seto@soc.shimane-u.ac.jp

鳥取県中部に位置する東郷池は、低鹹汽水を示す海跡湖であり、ヤマトシジミ漁を主とした漁業が盛んである。しかしながら、近年では有機汚濁・富栄養化の影響により、貧酸素水塊が発生するなどの水環境の悪化が問題となっている。このような水域の水環境の保全・改善、さらには水産資源の保全を図る上で、水質・底質環境の評価は必要である。本研究の目的は、現在の東郷池の水質・底質環境を報告し、その特性を評価することである。

調査は、2009年5月～11月まではほぼ毎月行った。水質調査は、多項目水質計(AAQ1186:アレック電子製)を用い、15地点で行った。底質調査は、そのうちの3地点でエクマンバージ採泥器を用いて行っている。7月には、22地点で水質・底質調査を行った。

調査期間中の東郷池は、水温12～28.5℃を示した。表層の塩分は、5月(2psu)から9月(6psu)にかけて上昇し、11月までに減少している。5月、11月を除くと塩分躍層がみられ、底層では最大16psu(7月)を示している。地点間で表層の値に大きな違いは見られなかったが、底層は南部の水深が深い地点で高い値がみられた。また7月、9月は塩分躍層の水深が地点によって異なっている。溶存酸素は、表層ではおよそ10mg/l前後であり、底層は各地点で違いがみられた。特に、7月の南東部では貧酸素状態がみられた(2mg/l前後)。10月以降の底層の溶存酸素は増加し、11月ではほぼ表層と同じになる。濁度は、多くの地点で5～6FTUであったが、5月、6月の沿岸付近で高い値を示した(8～10FTU前後)。7月以降では沿岸付近も5～6FTUを示している。

底質は、橋津川付近では砂質(4.0φ前後)を示し、南部に行くほど粒度が細くなる傾向を示す。南部は泥質(6.0～7.0φ前後)を示し、表層に酸化層が見られることもあるが、全体的に黒色を呈し、還元的環境を示唆する。橋津川河口付近における粒度分析の結果では、6月(5.84φ)から7月(4.16φ)の間に粒度が粗くなっている。北部の砂質域でヤマトシジミが多く見られ、個体のサイズも比較的大きいものが見られた。一方、南部の泥質域ではほとんど見られなかった。

塩分は7月～9月に上昇し、塩分躍層の水深が地点によって異なっている。これは水門操作による海水の流入が起因しているものと思われる。それに伴い下層に停滞した高塩分水塊は、貧酸素環境を示したものと思われる。10月に溶存酸素が増加したのは、風によって攪拌された表層水と底層水の混合によるものと考えられる。濁度が沿岸付近で高かったのは、農業排水に起因する可能性があり、それが底質の泥分の増加に影響を与えている。

東郷池は湖沼面積が小さく、水深が浅いため、風による影響を受けやすい。また生活排水や農業排水の影響も受けやすい。そして水門操作が東郷池の水質を大きく変化させる要因となっており、水質浄化の鍵となるものと思われる。

北海道東部能取湖における湖口開削後のマクロベントス群集構造の変遷過程

園田武・時枝悟志（099-2493 網走市八坂 196 東京農業大学アクアバイオ学科）・瀬戸浩二・倉田健悟（島根大学汽水域研究センター）・山口啓子（島根大学生物資源科学部）・香月興太（高知大学コアセンター）・川尻敏文（西網走漁業協同組合）

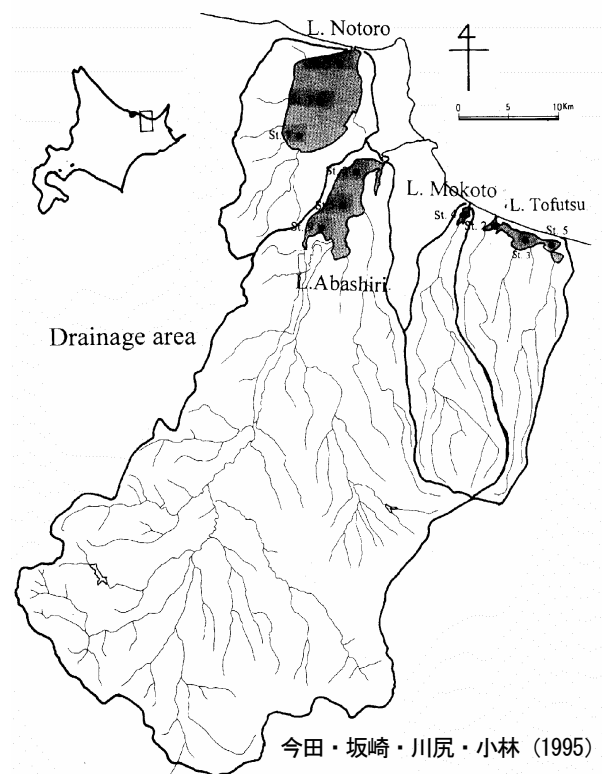
t3sonoda@bioindustry.nodai.ac.jp

北海道のオホーツク海側沿岸は日本の海跡湖の 30%が集まる「海跡湖銀座」である（坂口 1994）。これらの湖は地域生態系の構成要素として重要な役割を果たす一方、産業上も極めて重要な価値を持っている。サロマ湖、能取湖、網走湖の漁業生産量は 1 万 4 千トン、漁獲金額は合計で約 39 億円に達している。

代表する漁獲物と呼ばばホタテのサロマ湖と能取湖、シジミの網走湖であるが、これらの漁業生産が軌道に乗ったのは近年のことである。そしてそのキーは湖内に流入する海水・淡水量の人為的改変にある。

能取湖は湖面積 58.4 km²、周囲長 32 km、最大水深 23.1 m の卵形の湖である。湖口はオホーツク海に開口しているが、開削・護岸工事により周年開口したのは 1974 年であり、それまでは季節的に湖口が開閉する高鹹性汽水湖であった。

周年開口で湖水塩分は外海水と同じになり、漁業生産は 10 倍に増大した。しかし近年は貧酸素水塊による漁業被害や青潮発生など漁業生産上のリスクが高まってきている。このような変化を導いた要因は不明である。一方、能取湖では湖口開削前から現在まで断続的にマクロベントス群集の調査が継続実施されているため、これらの結果を解析すれば湖底環境の変遷を推測しうる。そこで本研究では 1972～2005 までの 33 年間のデータを基に、マクロベントス群集の構成種のうち環形動物多毛類を対象とした解析を行った。その結果、開削前後、そして 90 年以後群集構造が大きく変化し、現在は強いストレス環境下にあることが推察された。



北海道東部能取湖における近年の環境変化

齊藤誠 (690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学総合理工学研究科)・瀬戸浩二・高田裕行 (島根大学汽水域研究センター)・香月興太 (高知大学コアセンター)・園田武・高橋梢・石川哲郎 (東京農業大学アクアバイオ学科)・川尻敏文 (西網走漁協)

S099203@matsu.shimane-u.ac.jp

能取湖は、北海道網走市のオホーツク海沿岸に位置し、周囲 35km、面積 58.4km²、最大水深 23.1m の楕円形の見跡湖である。湖中央に地形的な高まり (水深約 10m) があり、湖盆は南北に分断されている。それにより南北の湖盆は湖底環境が異なっている。また、この湖は 1974 年に湖口を開削したことで、それ以前と比べ、外海水の流入量増加により、湖水の塩分増加、栄養塩類の低濃度化、無酸素層の消滅等の環境変化が起こった (菊池, 1978)。しかし、近年、青潮などが発生するなど開削直後と比較して水質・底質環境が悪化していることが指摘されている。それに対応するため湖口が開削されることによる人為的環境変化イベントとその後の環境変化を堆積物の柱状試料から明らかにすることを目的とした研究プログラムを行っている。

これまでの研究では、2008 年に空気圧入式ピストンコーラーを用いて北湖盆と南湖盆でそれぞれ 1 本ずつコアリングを行い、表層下 1m 程度について有孔虫解析などを行っている。その結果、25cm 付近に *Trochammina* を主体とする群集から *Haynesina* を主体とする群集に入れ替わることが明らかになった。これは、1974 年の湖口開削による外海水の流入の影響によるものと考えられる。また、*Haynesina* は、深度 10cm をピークに減少する傾向にあり、表層ではほとんど産出しない。この状況は、2005 年に行った広域調査の有孔虫遺骸群集の解析から能取湖全域に及んでいることが明らかになっている。一方で、1997 年に行われた能取湖広域調査の結果では、有孔虫遺骸は比較的多産しており、ここ 10 年程度で環境悪化が顕在化したことを示唆している。

表層堆積物付近を精密に解析するため、潜水により 25cm のショートコアを 3 本採取した。09Not-1SC コアは、南湖盆の水深 15.4m の地点で採取された。このコアはラミナが見られるが、一部生物擾乱を受けている。他のコアに比べ含砂率が高く、粒度も粗い傾向を示す。これは湖中央の高まり近くでサンプリングされたため、その影響を受けているものと思われる。09Not-2SC コアは、北湖盆の水深 15.7m の地点で採取された。このコアは、生物擾乱が激しく、粒度組成などに大きな変化は見られない。採取位置が湖口に近いことから、比較的酸素が供給され、生物活動が活発であると思われる。09Not-3SC コアは北部南湖盆の水深 21.2m の地点で採取された。このコアは生物擾乱がほとんどなく、ラミナが発達する。平均粒径もラミナの特徴によって異なり、洪水イベントを記録しているかもしれない。これらのコアの最下部からは、いずれも *Haynesina* を多産しており、*Haynesina* 最盛期前後のものと思われる。

北海道東部藻琴湖の現世環境と畜産系富栄養化の記録

瀬戸浩二・高田裕行(690-8504松江市西川津町1060 島根大学汽水域研究センター)・園田武(東京農業大学アクアバイオ学科)・香月興太(高知大学コアセンター)

seto@soc.shimane-u.ac.jp

亜寒帯気候に属する北海道東部オホーツク海沿岸には、多くの汽水湖が分布する。特に網走市周辺では、サロマ湖、網走湖など様々な特徴を持った汽水湖が分布し、日本有数の汽水湖群を形成している。この汽水湖群の特徴は、いずれも冬季に湖表が結氷することであり、温帯域の汽水湖群と異なった環境システムを考える必要がある。藻琴湖は、網走市東部に位置する面積約 1.1 km²、最大水深 5.8m の小さな富栄養汽水湖である。流域面積は 190 km²と湖の面積と比べて大きく、流域では農業とともに牛や豚等の畜産業も盛んである。そのため、流域からの汚濁負荷が相対的に高く、富栄養化の原因となっている。特にリンは、畜産業に起因する負荷が高く、藻琴湖の特徴の一つになっている。本研究の目的は、現在の藻琴湖の水質・堆積環境特性を明らかにした上で、藻琴湖から得られた柱状試料を解析することによって近過去の環境変遷、特に農業・畜産業の発展との関連性を明らかにすることである。

【藻琴湖の現在の環境】

藻琴湖の現在の水質・堆積環境を明らかにするため、2005 年 10 月及び 2006 年 2 月に水質底質調査を行った。2005 年 10 月の調査は、12 地点の水質・底質調査を行った。

藻琴湖の水塊構造は、中塩分 (20psu 前後) の表層水塊と高塩分 (31-33psu) の底層水塊の 2 層構造を示す。水質汚濁の指標となるクロロフィル a 濃度は、表層水塊や底層水塊下部は 4-8ppb と相対的に低い値を示すが、底層水塊上部は、20ppb 前後と高い値を示す。一方、碎屑物負荷の指標である濁度は、表層水塊や底層水塊上部で低く (1FTU 前後)、底層水塊下部で高い (5-20FTU)。酸素環境は、底層水塊下部は、貧～無酸素環境、底層水塊上部は不飽和環境、表層水塊は過飽和環境を示す。底質は、水深 1m 以深では、ラミナを伴う有機炭素濃度高い黒色の泥であり、湖口付近の浅い水域は、淘汰の良い細粒砂が主体であった。

【藻琴湖の近過去の環境変遷】

藻琴湖における近過去の環境変遷を解析し、流域の農業・畜産業の発展との関連性を明らかにするため、湖心付近の水深 3.85m の地点で柱状試料 (09Mk-1C コア) を採取した。09Mk-1C コアは、コア長 178cm で、主にラミナを伴う泥からなる。色調は、コアを通じて黒色であるが、表層下 100cm より上位では、N1.5/0 (L 値 : 5 前後)、下位では、10YR1.7/1, 2/1 (L 値 : 15 前後) と明瞭に区分された。リン濃度はその境界の上位で比較的高い値 (0.1wt%前後) を示し、それより下位では低い値 (ほぼ 0wt%) を示す。リン濃度の増加が畜産業の排水に起因するものならば、この境界付近から畜産業が発展したことになる。この境界は、リズミカルなラミナセツトから約 50 年前と推定される。

飯梨川沖中海の過去数百年間の環境変遷

山際佑紀(690-8504松江市西川津町1060 島根大学総合理工学部)・瀬戸浩二(島根大学汽水域研究センター)・入月俊明(島根大学総合理工学部)・廣瀬孝太郎(島根大学汽水域研究センター)

seto@soc.shimane-u.ac.jp

中海では、大規模な公共事業や洪水による湖岸や湖底地形の改変、流入河川の改修など、環境改変が特に著しい水域となっている。現在の飯梨川の河口付近は1840年に人為的に流路変更され、その後洪水イベントの影響を受けるようになった。本研究では、飯梨川の河口付近で得られたコアの解析を行い、それに記録されている洪水イベントがどこまで追跡できるかを検討することを目的としている。さらにそれらによって広域的に対比されれば、中海における1840年以降の詳細な環境変遷史を明らかにすることが可能だと考えている。本発表では飯梨川沖で得られたコアの解析結果について報告を行い、今後の展望について検討を行う。

本研究のため、飯梨川河口からほぼ北に0.2km(08Nk-1C)、1.2km(09Nk-2C)、2.2km(09Nk-3C)の3地点において2m押し込み式ピストンコアラでコアリングを行った。得られたコアはすぐに半裁し、記載後、1cm間隔で分取した。分取した試料の一部は、冷蔵し、過酸化水素処理後、粒度分布を測定した。一部は冷凍し、凍結乾燥させ、CNS元素分析などの化学分析に用いた。

08Nk-1C コアの長さは、145cmであり、ほとんど泥質堆積物である。0-107cmは、黒色(N1.5/0, N2/0)の泥質堆積物で、明瞭なラミナを伴う層準が少なくとも6層準確認された。特に57-107cmの間の4層準については極めて明瞭なラミナで、当時は現在より顕著な貧酸素～無酸素環境にあったものと思われる。また、このような明瞭なラミナを伴う層準は、粒度が比較的粗いことから飯梨川の洪水イベントに関連するものと考えている。色調の明度を示すL値は、130cm付近から減少し始める(黒色化)。これは粒度も粗粒化を始める層準であり、1840年に行われた飯梨川の流路変更によるものと思われる。

09Nk-2C コアと09Nk-3C コアの長さは、それぞれ188cmと167cmであり、ほとんど泥質堆積物である。共に表層下50cm付近を境界に上位はラミナを伴う泥、下位は貝化石を伴う塊状の泥を示す。また、色調の明度を示すL値は、60cm付近から減少し始める(黒色化)。その層準が1840年の流路変更に関連するものと思われる。

08Nk-1C コアと09Nk-2C コアについて底生有孔虫の解析を行った。2つのコアで見られた有孔虫のほとんどが*Ammonia beccarii*と*Trochammina hadai*であった。08Nk-1C コアの130cmから105cmの層準と09Nk-2C コアの65cmから50cmの層準で*Trochammina hadai*の産出個体数と割合の顕著な減少が見られた。この層準は、色調の明度を示すL値が減少し、粒度が粗くなり始める層準と一致し、1840年の流路変更の影響で減少したものと思われる。

本研究では、1840年の流路変更の層準や洪水イベントの一部の層準が3本のコアで対比され、08Nk-1C コアとその他のコアでは堆積速度が大きく異なることが明らかとなった。

貝形虫群集（甲殻類）の現生アナログ法による中海の小氷期以降の底質環境

入月俊明・(690-8504 松江市西川津町1060 島根大・総合理工)・川上遼平 (いであ (株))・河野重範(島根県立三瓶自然館)・野村律夫 (島根大・教育)・瀬戸浩二 (島根大・汽水研)

irizuki@riko.shimane-u.ac.jp

島根県と鳥取県にまたがる中海は、中国山地を水源とする斐伊川水系の河口に位置し、西側は大橋川を通じて宍道湖と、東側は境水道を通じて日本海とつながり、極めて閉鎖性の強い汽水湖である。縄文時代以降に発達した中海の古環境の研究は数多く存在する。本発表では、コア堆積物の全有機炭素 (TOC) および全窒素 (TN) 分析結果と、微小甲殻類の貝形虫群集に現生アナログ法の原理を適用した結果をあわせ、小氷期と20世紀の人為的改変に対する底質環境の変遷を検討した。

本研究では2本のコア (N1およびN2) を使用した。N1コアは中海中央部に位置する大根島の東方約 1kmの地点、N2コアは大根島南方の約1kmの地点で重錐型柱状採泥器を用いて採取した。試料は5 mm間隔で分割し、分析に使用した。年代はN2コアでは最上部の試料を対象に²¹⁰Pb法により求めた。また、N1コアの最下部およびN2コアの2層準から得られた貝殻を使用し、それぞれ¹⁴C年代測定を(株) パレオ・ラボに依頼した。リザーバ効果に関しては、Marine04 (Hughen et al., 2004) の較正曲線を用いて、暦年代 (1 σ) を算定した。¹⁴C年代測定の結果、最下部の暦年代はN1コアでは1540–1621AD、N2コアでは最下部が1331–1394AD、中部で1535–1618ADの値となった。この値と²¹⁰Pb法により求められた堆積速度に基づき、各層準の年代値が得られた。

貝形虫群集に現生アナログ法を適用するにあたって、本研究での現生資料は中海干拓・淡水化事業による工事 (1968–1981 年) が始まる前の 1963 と 1967 年における群集の分布資料 (Ishizaki, 1968) である。当時は大根島北方では境水道からの海水の影響を強く受け、多様性の高い群集が存在し、大根島を反時計回りに徐々に群集の多様性が減少し、大根島東部ではほとんど貝形虫が生息しない環境が広がっていた。これらの群集とコア試料から得られた群集とを、非類似度としてのコード平方距離を用いて比較し、海水流入の影響の強弱をランク付けした。結果として、小氷期にあたる 15–19 世紀まで、いずれの地点でも個体数が少なく、多様性も低く、これらは工事以前の大根島南方あるいは東方のような閉鎖的環境を示唆した。これは雨量の増加、弓ヶ浜の発達および海水準の低下に関連すると推定される。特に N1 コアでは貝形虫が全く産出しない層準もあり、水循環の不活発さを反映している。その後、19 世紀初頭から増加し始め、小氷期が終了した 1850 年前後では、N2 地点は工事以前の大根島北方に相当する水循環の良い環境が少なくとも 1940 年代まで継続した。しかし、N1 地点では、1922–1930 年に建設された境港の堤防延長工事以降、多様性も個体数も減少し、TOC も上昇し始め、富栄養化が始まった。そのため、貝形虫群集も再び、大根島南方から東方で見られた多様性と密度の低い群集に変化した。1968–1981 年の干拓工事以降、海水の流路変更に伴い、N1 地点では 1960 年代にほぼ消滅した貝形虫群集が復活したが、多様性の低い群集となった。N2 地点ではその後も底質環境は悪化し続け、現在最も悪い環境となっている。

南極大陸の海跡湖で発見された硫酸ナトリウムの礫と透明なラミナ堆積物

佐藤高晴・広島大学総合科学研究科(739-8521東広島市鏡山1-7-1 広島大学総合科学部)・竹田一彦(広島大学生物圏科学研究科, 大川真紀雄(広島大学理学部), 瀬戸浩二(島根大学汽水域研究センター)
staka@hiroshima-u.ac.jp

南極大陸宗谷海岸沿いには、後氷期のリバウンドによる海跡湖が多く見られる。ここでは、第46次南極観測隊で採取した2つの海跡湖(親指池と舟底池)の湖底堆積物柱状試料から発見された、硫酸ナトリウム(ミラビライト)の礫と透明なラミナ堆積物について報告する。

親指池は、海岸から30m足らずしか隔てられていない水深約5mの池で、湖面の標高も数十cm~1m程度で、越冬期間には、わずかに湖水の流出が認められた。2005年1月の水温は水深1.5mで15℃、湖底で-3℃、塩分濃度は、127psuであった。コアは夏期間(2005.1)に1本、越冬期間(2005.11)に2本採取した。全てのコア最上部、5~10cmの部分には数mm~数cmの多くの無色透明な析出鉱物と思われる礫-帰国後のX線回折実験によりミラビライトだと推定-が見られた。その下部にはいずれもラミナ構造の堆積物が見られ、更にその下にはウニ *Stereochinus neumayeri* の化石が見られるコアがあった。

舟底池は、わずか標高数mの鞍部で海と隔てられている、現在の湖水面が海面下23m、長径675m、短径250m、水深9.2mの湖沼である。夏期(2005.1)の塩分は、表層が144psu、底層が190psuであり、最大水温は水深約2mで15℃に達したが、底層は-9℃以下(計測限界以下)であった。春期(2005.10)の水温は、約-14℃ではほぼ均一であった。冬季は-17℃との報告がある。コア採取は、夏期間(2005.1)に1本、越冬期間中(2005.10)に3本、いずれも最深部付近から採取した。舟底池コアは全てのコアで、傾度や太さの変動は見られたが、コア全長に亘って、透明(光を通す)ラミナが見られた。また、透明な針状の結晶が密集する層が見られた。

親指池が潮間帯付近の池でありながら高塩分の塩湖になったのは、後氷期の氷床後退に伴う隆起で海底のくぼみから潮間帯の池になる間に、海水が結氷する際のbrineのくぼみへの蓄積に加えて、海から隔てられる時間が長くなってからは、日射による濃縮が加わったことが成因と考えられる。海水は冷却されると-8.2℃でmirabilite、-22.9℃でhydrohalite (NaCl·2H₂O)が析出することが知られている(Donald E. Garrett, 2001)。また、海水から析出してできる鉱物の内で、硫酸ナトリウムだけが溶解度に大きな温度依存性があることが知られている。これらのことから、濃縮した湖水から寒冷な冬季にmirabiliteの微結晶が水中で析出し堆積後、夏期に溶解し、再結晶し結晶が成長し礫ができたことが考えられる。一方、舟底池では、同じように寒冷な冬季にmirabiliteの微結晶が析出し堆積するが、湖底が低温であるため融けずにそのまま透明な層として保存され、湖水では、長期間にわたる硫酸ナトリウムの除去で硫酸イオン濃度が低下したことが考えられる。

主催：島根大学汽水域研究センター・汽水域研究会

共催：島根大学循環型社会構築重点プロジェクト

特別後援：特定非営利活動法人自然再生センター・(財)ホシザキグリーン財団

後援：JFE アレック株式会社・環境システム株式会社・(株)東陽テクニカ

2010年1月8日発行

発行 汽水域合同研究発表会実行委員会

〒690-8504 松江市西川津町 1060

Tel&Fax: 0852 (32) 6099
