

汽水域研究会 2012 年大会

島根大学汽水域研究センター第 19 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



2012 年 1 月 7・8 日

島根県民会館

汽水域研究会2012年大会

島根大学汽水域研究センター第19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

2012年1月7日(土) 島根県民会館 3階「大会議室」

9:10- 9:15 開会の挨拶(汽水域研究会会長)

9:15-10:30 常設セッション 「保全再生」

10:30-12:00 常設セッション 「汽水域一般」

— 昼休憩 —

13:00-17:30 汽水域シンポジウム 2012

「堤防開削事業によって本庄水域はどのように変わったのか？」

17:45-18:45 汽水域研究会 2012 年総会

19:00-21:00 懇親会

2012年1月8日(日) 島根県民会館 3階「大会議室」

9:15- 9:45 常設セッション 「保全再生」

9:45-11:15 常設セッション 「生物・生態系・資源」

11:15-12:15 常設セッション 「環境変動系」

— 昼休憩 —

12:45-14:45 常設セッション 「環境変動系」

14:45-15:45 スペシャルセッション

「中海の自然再生事業関連研究」

15:45-17:30 スペシャルセッション

「宍道湖はいまどうなっているか, 2011」

17:30-17:35 閉会の挨拶(島根大学汽水域研究センター長)

会場 島根県民会館 3階「大会議室」



1月7日(土)

常設セッション 「保全再生」 (9:15-10:30)

9:15- 9:30 : 大山周辺の地下水・湧水の水質と代表的湧水の涵養域の推定について

九鬼貴弘(鳥取県衛生環境研)

9:30- 9:45 : 斐伊川水系におけるコアマモの遺伝的多様性と発芽率の関係

岩永千歳・宮本 康(鳥取県衛生環境研)・程木義邦(京大生態研セ)・國井秀伸(島根大汽水域セ)

9:45-10:00 : 島根県東部の宍道湖に発生した沈水植物のマンガンおよび元素濃縮の研究(予報)

石賀裕明(島根大総合理工)・佐野絵里香・塩原秀治(島根大院総合理工)

10:00-10:15 : 湖山池の現在の問題と湖内環境の変遷: ヒシが引き起こす貧酸素化と湖内環境の100年の移り変わり

森 明寛・九鬼貴弘・宮本 康(鳥取県衛生環境研)

10:15-10:30 : 中海(米子湾)浚渫窪地における底層酸素供給実験の事例紹介

増木新吾(鳥取大院連合農学研究科)・清家 泰(島根大総合理工)

常設セッション 「汽水域一般」 (10:30-12:00)

10:30-10:45 : 斐伊川下流域における治水対策の課題と対策 -平成23年9月台風12号を例として-

河野隆重((有)河野技術調査)

10:45-11:00 : 衛星観測データによる汽水域懸濁物質起源推定事例解析

大森康裕(島根大院総合理工)・古津年章・下舞豊志(島根大総合理工)

11:00-11:15 : 多波長リモートセンシングにおける主成分回帰を用いた汽水域懸濁物質推定の基礎研究

岡本 航(島根大院総合理工)・古津年章・下舞豊志(島根大総合理工)

11:15-11:30 : 光学センサMODISの衛星観測データを用いた6S Codeによる濁度推定手法の研究

坂井恭兵(島根大院総合理工)・下舞豊志・古津年章(島根大総合理工)

11:30-11:45 : 中海における水質・底質と貝形虫のモニタリング

横瀬貴之(島根大院総合理工)・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・砥上政隆・金子 傑・小草宏樹(島根大総合理工)

11:45-12:00 : 松江平野の古環境(1) -県道大手前線発掘調査に関連して(1) -

渡辺正巳(文化財調査コンサルタント)・瀬戸浩二(島根大汽水域セ)

— 昼休憩 —

汽水域シンポジウム 2012

「堤防開削事業によって本庄水域はどのように変わったのか？」 (13:00-17:30)

13:00-13:05 : 趣旨説明 瀬戸浩二 (島根大汽水域セ)

13:05-13:45 : [基調講演] 有明海の環境問題と諫早湾干拓・開門問題

速水祐一 (佐賀大学低平地沿岸海域研究センター)

シンポジウム I 「環境変化と現状」 (13:45-15:55)

13:45-14:05 : 中海本庄水域における森山堤防部分開削に伴う水質環境の変化と現状

瀬戸浩二 (島根大汽水域セ)

14:05-14:15 : [コメント] ラジウム同位体による中海・本庄工区の湖水の滞留時間

野村律夫 (島根大教育)

14:15-14:35 : 本庄水域の底質環境における森山堤防開削前後の変化と現状

山口啓子 (島根大生物資源)

14:35-14:45 : [コメント] 中海における底質表層の全有機炭素濃度の変化

三瓶良和 (島根大総合理工)

14:45-15:05 : 2006年から2010年までの中海本庄水域における底生生物の変化

倉田健悟 (島根大汽水域セ)

15:05-15:15 : [コメント] 本庄水域におけるメイオベントス (有孔虫, 貝形虫) の変化

入月俊明 (島根大総合理工)・高田裕行 (釜山大)

15:15-15:25 : [コメント] 北部承水路のマクロベントスと環境の季節相

中尾 繁 (自然再生セ)

15:25-15:55 : 音響解析および水質・底質分析による諫早湾浚渫地の環境評価

秋元和實 (熊本大学沿岸域環境科学教育研究センター)

-休憩- (15:55-16:05)

シンポジウム II 「水域の活用」 (16:05-16:55)

16:05-16:25 : 本庄水域におけるサルボウガイ種苗放流の試み

佐々木 正 (島根県水産技術センター)

16:25-16:35 : [コメント] サルボウの環境耐性: 室内実験の結果より

宮本 康・岩永千歳 (鳥取県衛生環境研究所)

16:35-16:45 : [報告] 中海の再生と海藻利用システム - 自然循環型地域社会の構築 -

渡部敏樹 (自然再生セ)

16:45-16:55 : [コメント] 自然再生と地域再生

國井秀伸 (島根大汽水域セ)

総合討論 「本庄水域の将来にむけて」 (16:55-17:30)

野村律夫 (島根大教育)

1月8日(日)

常設セッション 「保全再生」 (9:15-9:45)

9:15- 9:30 : 斐伊川水系および橋津川水系におけるコアマモ個体群の空間的遺伝構造

程木義邦・大林夏湖(京大生態研セ)・宮本 康(鳥取県衛生研)・田中法生(国立科博)・
國井秀伸(島根大汽水域セ)

9:30- 9:45 : 日本国内に生育する塩性湿地植物オオクグの遺伝構造と保全単位の検討

大林夏湖・程木義邦(京大生態研セ)・國井秀伸(島根大汽水域セ)

常設セッション 「生物・生態系・資源」 (9:45-11:15)

9:45-10:00 : 琉球列島における砂泥底内在性無脊椎動物と共生する十脚目甲殻類の多様性

大澤正幸(島根大汽水域セ)

10:00-10:15 : マングローブの根の構造は小型魚類の被捕食率を低下させるのか

南條楠土(東大院農)・中村洋平(高知大院黒潮)・堀之内正博(島根大汽水域セ)・
河野裕美(東海大沖縄セ)・佐野光彦(東大院農)

10:15-10:30 : 本庄工区内に最優占する動物プランクトンはミズクラゲ: 個体群の季節変動

真壁竜介・栗原拓也・上 真一(広島大院生物圏科学)

10:30-10:45 : アサリ浮遊幼生の分布・出現時期に影響を与える要因

佐川美緒・藤井千里・袴田一彬・山口啓子(島根大生物資源)・開内 洋・佐々木 正(島
根県水産技セ)・浜口昌巳(瀬戸内海区水研)

10:45-11:00 : 中海におけるサルボウガイ生息適地判定手法と底質指標値の年変動および季節変化の検討

山崎立樹・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)

11:00-11:15 : 宍道湖と中海における仔稚魚の出現様式

横尾俊博・堀之内正博・荒西太士(島根大汽水域セ)

常設セッション 「環境変動系」 (11:15-12:15)

11:15-11:30 : 小川原湖における東北地方太平洋沖地震に関連する津波堆積物のモダンアナログ

山田和芳(鳴教大学学校教育)・原口 強(大阪市大理)・瀬戸浩二(島根大汽水域セ)・
岡崎裕子・中島広海(島根大院総合理工)・永島 郁・秋満 睦(島根大総理)・林田 明・
中野遼馬(同志社大理工)・齋藤めぐみ(国立科博)・五反田克也(千葉商大政策情報)・
北川淳子(日文研)・吉田明弘(東北大植物園)・米延仁志(鳴教大学学校教育)

11:30-11:45 : 青森県小川原湖における水質・底質環境の特徴

永島 郁(島根大総合理工)・瀬戸浩二(島根大汽水域セ)・岡崎裕子・中島広海(島根大
院総合理工)・秋満 睦(島根大総合理工)・山田和芳・米延仁志(鳴門教育大学学校教育)

- 11:45-12:00 : **岡山県瀬戸内市沖における珪藻遺骸群集の水平分布**
吉岡 薫 (島根大院総合理工) ・ 廣瀬孝太郎 (福島大共生シ理工) ・ 入月俊明 (島根大総合理工) ・ 野村律夫 (島根大教育)
- 12:00-12:15 : **西日本の沿岸域における近過去の珪藻群集変化と人為的環境改変の関係**
廣瀬孝太郎 (福島大共生シ理工) ・ 吉岡 薫 ・ 佐古恵美 ・ 入月俊明 (島根大総合理工) ・ 瀬戸浩二 (島根大汽水域セ)

— 昼休憩 —

常設セッション 「環境変動系」 (12:45-14:45)

- 12:45-13:00 : **瀬戸内海児島湾における現生底生有孔虫 (メイオベントス) の分布と近年の環境変化**
辻本 彰 ・ 野村律夫 (島根大教育) ・ 福田賢一 (ナカシマプロペラ) ・ 河野重範 (島根県立三瓶自然館)
- 13:00-13:15 : **周防灘豊前沖の近年の環境と珪藻群集の変化に関する予察的研究**
佐古恵美 (島根大院総合理工) ・ 廣瀬孝太郎 (福島大共生シ理工) ・ 入月俊明 (島根大総合理工) ・ 瀬戸浩二 (島根大汽水域セ) ・ 岡田直之 (島根大総合理工)
- 13:15-13:30 : **東南極・スカーレン大池に記録された過去 7,000 年間の古環境変遷史**
中島広海 (島根大院総合理工) ・ 瀬戸浩二 (島根大汽水域セ) ・ 伊村智 (極地研)
- 13:30-13:45 : **Changes in Organic Source Materials and Depositional Environments during the Late Holocene Period in North Bolgoda Lake, Sri Lanka**
Amila Sandaruwan Ratnayake, Yoshikazu Sampei and Nalin Parasanna Ratnayake
(Department of Geosciences, Faculty of Science and Engineering, Shimane University)
- 13:45-14:00 : **大山火山南麓に分布する完新世テフラ**
奥野 充 (福岡大理) ・ 井上 剛 (福岡大院)
- 14:00-14:15 : **島根県出雲地域における中期完新世の古気候変動と太陽活動**
岡崎裕子 (島根大院総合理工) ・ 瀬戸浩二 (島根大汽水域セ) ・ 酒井哲弥 ・ 大木彩加 (島根大総合理工) ・ 山田和芳 (鳴教大学校教育) ・ David L. Dettman (アリゾナ大)
- 14:15-14:30 : **斐伊川周辺流域の河川水の地球化学的特徴**
池田友里恵 (島根大院総合理工) ・ 酒井哲弥 (島根大総合理工) ・ 中野孝教 (地球研) ・ 齋藤 有 (高知コアセンター) ・ 申 基澈 (産総研)
- 14:30-14:45 : **森山堤防部分開削前後における中海本庄水域の底質の変化**
秋満 睦 (島根大総合理工) ・ 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 (島根大汽水域セ)

スペシャルセッション 「中海の自然再生事業関連研究」 (14:45-15:45)

14:45-15:00 : 中海米子湾の水収支と栄養塩収支

相崎守弘・高杉由夫 (自然再生セ) ・木戸健一朗 (鳥取大院連合農学科) ・徳岡隆夫 (自然再生セ)

15:00-15:15 : 中海浚渫地底質の酸素消費速度の測定結果について

桑原智之・村上友章・城市 侑 (島根大生物資源) ・木戸健一朗 (鳥取大院農) ・齋藤 直 (エネルギー・エコ・マテリア) ・徳岡隆夫・相崎守弘 (自然再生セ)

15:15-15:30 : 中海, 北部承水路および弓浜承水路における海藻類の分布と現存量把握調査

—海藻の種類, 分布, 現存量の調査法の提案—

川上 豪・香川友二 (自然再生セ) ・梅木敬弘 (中海漁協) ・丸山政夫 (渡漁業組合) ・徳岡隆夫 (自然再生セ)

15:30-15:45 : 承水路のマクロベントスと環境の季節相

中尾 繁 (自然再生セ) ・桑原智之 (島根大生物資源) ・梅木敬弘 (中海漁協) ・丸山政夫 (渡漁業組合) ・徳岡隆夫 (自然再生セ)

スペシャルセッション 「宍道湖はいまどうなっているか, 2011」 (15:45-17:30)

15:45-16:00 : 光合成色素を利用した植物プランクトンの種別の存在量の測定

神谷 宏 (島根県保健環境科研) ・谷 幸則 (静岡県立大)

16:00-16:15 : 宍道湖における植物プランクトンの現状 (2010. 4~2011. 11)

—特にアオコの発生について—

大谷修司 (島根大教育) ・神門利之・崎 幸子・野尻由香里・神谷 宏 (島根県保健環境科研)

16:15-16:30 : 宍道湖と松江堀川における突発的な水草の分布拡大について

國井秀伸 (島根大汽水域セ)

16:30-16:45 : 宍道湖西部における湧水の調査結果について

清家 泰 (島根大総合理工)

16:45-17:00 : 宍道湖の湖水の酸性化問題

野村律夫 (島根大教育) ・河野重範 (島根県三瓶自然館) ・辻本 彰 (島根大教育)

17:00-17:15 : 宍道湖・中海におけるヤマトシジミの深度別野外飼育実験

森高秀信 (島根大総合理工) ・瀬戸浩二 (島根大汽水域セ)

17:15-17:30 : 宍道湖における漁業の現状

高橋正治 (宍道湖漁協)

主催：汽水域研究センター；共催：汽水域研究会，佐賀大学低平地沿岸海域研究センター

汽水域シンポジウム 2012

堤防開削事業によって

本庄水域はどのように変わったのか？

世話人：野村律夫・瀬戸浩二・山口啓子・秋元和實

2009年1月7日 13:00-17:30

シンポジウム趣旨説明

[基調講演] 有明海の環境問題と諫早湾干拓・開門問題

シンポジウム I 「環境変化と現状」

中海本庄水域における森山堤防部分開削に伴う水質環境の変化と現状

[コメント] ラジウム同位体による中海・本庄工区の湖水の滞留時間

本庄水域の底質環境における森山堤防開削前後の変化と現状

[コメント] 中海における底質表層の全有機炭素濃度の変化

2006年から2010年までの中海本庄水域における底生生物の変化

[コメント] 本庄水域におけるメイオベントス（有孔虫，貝形虫）の変化

[コメント] 北部承水路のマクロベントスと環境の季節相

音響解析および水質・底質分析による諫早湾浚渫地の環境評価

シンポジウム II 「水域の活用」

本庄水域におけるサルボウガイ種苗放流の試み

[コメント] サルボウの環境耐性：室内実験の結果より

[報告] 中海の再生と海藻利用システム —自然循環型地域社会の構築—

[コメント] 自然再生と地域再生

國井秀伸（島根大汽水域セ）

総合討論「本庄水域の将来にむけて」

有明海の環境問題と諫早湾干拓・開門問題

速水祐一(840-8502 佐賀市本庄町1 佐賀大学低平地沿岸海域研究センター)

hayami@cc.saga-u.ac.jp

ムツゴロウで知られる有明海は、九州西部に位置し、福岡・佐賀・熊本・長崎の4県に囲まれた閉鎖性の強い内湾である。有明海は、大きな潮位差と広大な干潟、湾奥部の海水は粘土鉱物で高濃度に濁り、大陸遺存種に代表される独特の生物相を育むといった特徴を持っている。また、湾奥には九州最大の河川である筑後川が流入し、それ以外にも7本の1級河川が流入する強い淡水影響を受ける内湾で、湾全体を1つのエスチュアリーないしはROFI（淡水影響域）と見ることができる。川から供給される豊富な栄養塩と波静かな閉鎖性の強い環境を生かし、本海域は日本最大の養殖ノリ生産地になっている。

今世紀に入って以降、有明海では環境悪化が問題になり、「有明海異変」と呼ばれている。歴史的に見ると、この問題は2000年度の養殖ノリの大規模色落ち被害をきっかけに、諫早湾干拓問題が相乗作用を起こして大きく社会問題化したものである。諫早湾は有明海西部に開口した支湾で、その湾奥部3470haは1997年に締め切られた潮受堤防によって海と隔てられ、その内側に870haの干拓地と2600haの調整池（淡水湖）がつくられた（図1）。2008年に干拓工事は完工し、干拓地では同年4月から営農が開始された。その一方で、干拓工事によって漁業被害を受けたとする漁業者らが潮受堤防の撤去を求めた裁判において、2008年6月に佐賀地裁で、上告後2010年12月には福岡高裁で、どちらも原告勝訴の判決が下された。判決の内容は、諫早湾内及びその近傍場の漁業者に対して潮受堤防の締切りと漁業被害の因果関係を認め、堤防の撤去は却下するものの、5年間の潮受堤排水門の開門を認めるというものである。菅直人首相の判断によって国側の上告が断念された結果、この判決は確定し、判決から3年以内すなわち2013年12月までに国は5年間の中長期開門を実施する義務を負っている。

では、「有明海異変」と呼ばれる問題の実態はどのようなものなのだろう

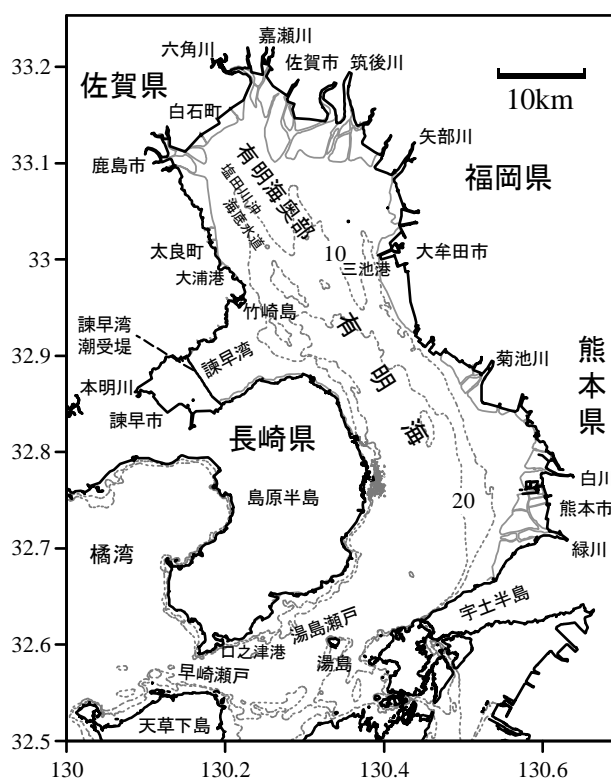


図1 有明海地図

うか？ 2000年度の養殖ノリ色落ち被害が全国的に注目を浴びたのであるが、有明海における漁業問題の代表は二枚貝と底魚類の漁獲量減少・低迷である。二枚貝としては、有明海奥部～諫早湾ではタイラギが最大の問題であり、サルボウがそれに次ぐ。熊本県から福岡県沿岸ではアサリが問題である。ノリ養殖については2000年度の被害が突出しており、それ以降、特に2004年度以降は高い生産が続いている。

環境面から見た場合、有明海の問題は複雑であるが、主な問題は以下の4つである。

1. 赤潮の増加, 有害赤潮 (シャットネラ) の発生
2. 貧酸素水塊の発生
3. 底質の細粒化 (泥化)
4. 透明度の上昇

これに加えて有明海特産種を含む希少種の減少が問題であると思われるが、それをはっきり裏付ける資料は少ない。過去のデータが少ないためである。有明海奥部のマクロベントスについては、1989年と2006年を比べて有意に個体数が減少していた (Yoshino et al, 2007)。また、漁獲対象とされているウミタケ (二枚貝) やエツ (魚) など湾奥部の生物の減少も明らかである。

これらの問題のうち、特に深刻なのが夏季の貧酸素水塊の発生である。有明海の貧酸素水塊は毎年夏季になると湾奥西部と諫早湾の2カ所に形成される。7月に大規模な出水が3回にわたって発生した2006年には、有明海奥部底層のほぼ全域が溶存酸素濃度2 mg/L以下の貧酸素水によって覆われた (図2)。

貧酸素水塊が発生すると二枚貝などの底棲動物が斃死し、サルボウやタイラギなどの漁業被害も引き起こされる。2008年8月には、

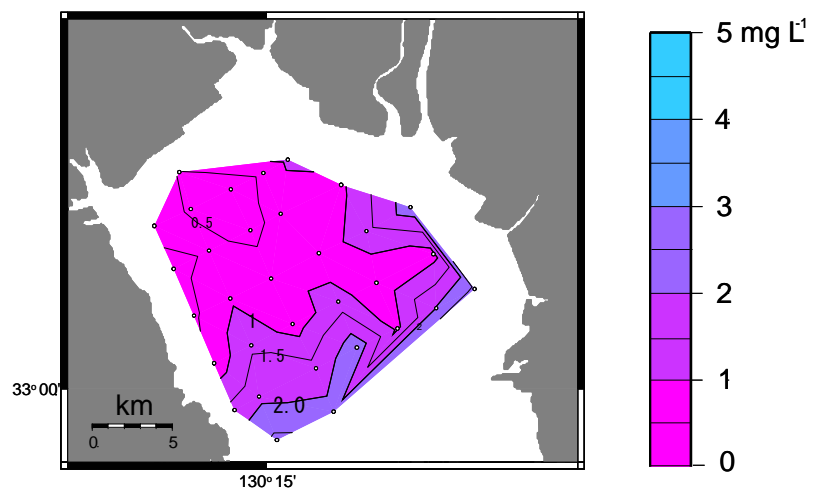


図2 有明海奥部の底層 (底上0.5m) 溶存酸素濃度分布 (2006年8月8日)

諫早湾において「青潮」が発生した。潮汐が大きく、潮流によって海水が鉛直混合されやすいと考えられてきた有明海において青潮が発生するに至ったことは大きな衝撃であった。

このような貧酸素水塊は、出水、あるいは大潮から小潮にかけて発生する高密度水の底層貫入によって成層が強化されることによって引き起こされる。有明海奥部のようなごく浅い水域で貧酸素化が生じるのは、物理場の特徴に加えてこの水域の酸素消費速度が非常に大きいためである。堤ら (2007) は、諫早湾潮受堤防締切で諫早湾と有明海奥部の潮流減少が生じ、成層が形成されやすくなったことが、海底への有機物負荷量の増加をもたらし、貧酸素水を発生するようになったと述べている。この主張は、有明海の問題が諫早湾締切によって引き起こされたと感じている多くの市民の思いを根拠づける。しかし、少なくとも有明海奥部の貧酸素化の長期変遷につ

いては、諫早締切と関連づけるのが困難な理由が存在する。1つは潮汐・潮流の変化である。諫早湾内について、締切によって潮流が大きく減少したのは確かであるが、有明海奥部については締切による潮汐・潮流の変化は小さい。それよりも18.6年周期で生じる月の昇降点位置の変動による影響の方がはるかに大きい(田井・山口, 2009)。もう1つは酸素消費速度の変化である。酸素消費速度を直接モニタリングしたデータは存在しないが、速水ら(2006)は、佐賀県有明水産振興センターが行ってきたモニタリングデータを解析し、年々の成層強度の変動を除去した貧酸素ポテンシャルの長期変化を見積もった。その結果は、有明海奥部は1970年代後半から80年代にかけて貧酸素化しやすくなり、その後はほぼ横ばいとなっていた(図3)。こうした貧酸素ポテンシャルの変化は底層のCODの変化傾向とも一致する。これは、有明海の貧酸素水塊は2000年以前に既に発生するようになっていたが、観測によって捉えられていなかった可能性を示す。「有明海異変」が全国的な社会問題になるまでは、有明海の調査・研究は乏しく、溶存酸素濃度のモニタリングは大潮時だけで、貧酸素水塊が発達する小潮時の調査データは無かったのである。

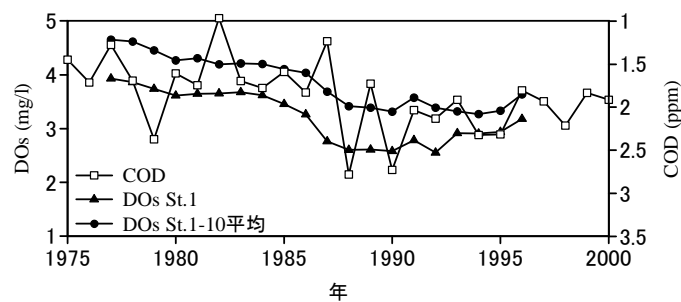


図3 有明海奥部佐賀県海域における貧酸素化ポテンシャル(DOs)と底層CODの長期変化

貧酸素化と並んで大きな問題である赤潮の増加についても、諫早湾干拓工事との関連は明確ではない。堤ら(2006)は、諫早湾潮受堤防締切で諫早湾と有明海奥部の潮流減少が生じ、成層が形成されやすくなったことが有明海奥部に秋季に赤潮が発生しやすくなった原因だと述べている。しかし、諫早湾は別として、有明海奥部については貧酸素の問題と同様に諫早締切と関連づけるのが困難な理由が存在する。有明海佐賀県海域では、1990年代から2000年代にかけて年間赤潮発生日数が増加しており、それは主に秋・冬季の珪藻赤潮の増加に起因する。佐賀県有明水産振興センターがモニタリングしたプランクトン沈殿量の経年変動について重回帰分析を行った結果からは、秋冬季のプランクトン沈殿量変動に最も関係があったのは二枚貝の減少で、その

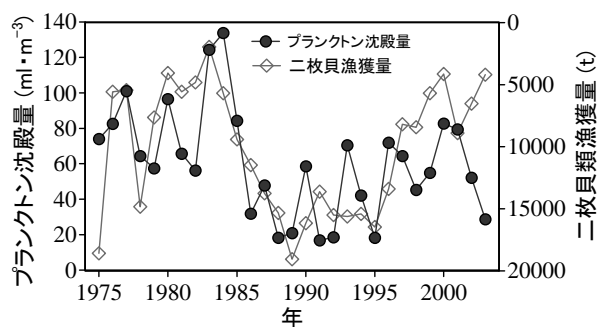


図4 秋冬季のプランクトン沈殿量と翌年の貝類漁獲量の経年変動比較

次が透明度の上昇であった。二枚貝については漁獲データを用いて検討しており、その大半がサルボウである。有明海佐賀県海域のサルボウ漁獲量は1989～1998年は15000t/年前後であったが、それ以降急激に減少し、盛期の1/3程度まで減少した(図4)。また、平均透明度は1980年代後半から1990年代にかけて上昇し、1990年代を通じて相対的に透明度が高い状況が続いた。こうしたこと

から、二枚貝減少による捕食圧の低下に加え、透明度上昇によって光条件が好転したことによる基礎生産増加が、この海域の秋冬季の赤潮増加を引き起こしたと考えられる。

諫早湾潮受堤排水門開門に対して、こうした有明海の環境を改善する効果を期待する人は多い。しかし現実には、開門は有明海を干拓工事前の環境に戻すのではなく、現状とも干拓工事前とも異なる第三の状態に導く可能性が高い。なぜなら、全長 7 km の潮受堤に対して開門される排水門の幅は 2カ所合わせて 250 m しかないためである。九州農政局による開門に関する環境アセスメント準備書はこうした開門後の環境予測を示している (<http://www.maff.go.jp/kyusyu/seibibu/isahaya/assess03.html>)。それとは別に佐賀大学で実施した開門時の数値シミュレーションでも、開門後の諫早湾では現状とも干拓前とも異なった流動パターンになることが示されている (濱田, 2011)。

筆者は、有明海の環境悪化に対して諫早湾干拓が無関係であったとか、有明海の環境を改善するのに潮受け堤開門は無力であると主張するわけではない。大事なことは、「有明海の環境問題」と「諫早湾干拓問題」という 2つの問題があるということである。両者は無関係ではないが、イコールではない。後者については、地域対立・セクター間の対立という社会問題が大きなウェイトを占める。檜澤 (2009) は、こうした問題が発生した背景にはアジェンダ・セッティングのずれがあり、マスメディアの責任も大きいことを示唆している。

有明海の環境問題についてはようやく実態が掴めてきたところで、まだ原因解明や実効性のある対策立案にまで至っていない。それは、過去の調査・研究の不足が大きな足かせになっているためである。諫早湾干拓以外にも大きな人為的影響は存在する。また、有明海では人為活動以外の自然の環境変動の影響も大きく、それについては未解明の部分がかかなりある。予定されている開門調査はこうした背景の下で実施される。筆者は、来るべき開門調査については、調査計画立案への共同参画や有機的に連携した調査の実施等により、沿岸 4 県の間に対立構図を解消するチャンスにして欲しいと願っている。さらに、巨額の国税を費やして開門を実施するのであれば、単に開門するだけでなく、副次的な悪影響が出ないように工夫しながらできるだけ環境改善効果が高くなるように事業計画を立てるべきだと考える。また、現実には起きている有明海の環境問題は、諫早干拓工事だけが原因ではなく複雑な問題であり、「開門調査」の実施を有明海の環境異変問題の幕引きにしてはならない。

キーワード：有明海、諫早湾、貧酸素水塊、赤潮

中海本庄水域における森山堤防部分開削に伴う水質環境の変化と現状

瀬戸浩二(690-8504松江市西川津町1060島根大学汽水湖研究センター)

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、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・潮通し、旧排水機場の撤去・潮通し、森山堤防部分開削などの事業が行われた。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た。本発表では、本庄水域における森山堤防部分開削に伴う水質環境の変化と現状について、水塊構造の形成過程とそれに伴う溶存酸素量の変化を中心に報告する。

本庄水域は、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、幅150m前後、長さ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、中海底層の高塩分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、中海本体より酸素に富む底層環境となった。また、本庄水域は流域面積が小さいため、陸域からの栄養塩の流入は比較的少ないが、水塊の流入が少いため、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。

調査は、第1期中海本庄定期調査と第2期中海本庄定期調査が行われている。第1期中海本庄定期調査は、2006年5月から2011年5月までの5年間、境水道（M01）、中海本体（M02-04）、本庄水域（M05-12）の12地点の定点観測および約60地点のルート水質観測を毎月行った（図1）。水質観測は、多項目現場型水質計を用い、塩分、水温、クロロフィルa濃度、濁度などを連続的に測定し、水深5cm間隔で平均化させた。定点調査では、溶存酸素量を水深50cm間隔で測定した。なお、底層は湖底から約20cm以内で測定している。第2期中海本庄定期調査は、2011年6月から毎月5年間行う予定である。この計画では、境水道（M01）、中海本体（M02-04）、本庄水域（M05-7, 9, 11）の9地点の定点観測および3地点（M08, 10, 12）の水質観測（溶存酸素量は表層と底層のみ）を行う。

中海本体では、境水道から高塩分の海水が定期的に流入し、また宍道湖から低塩分の水塊が流入しているため、塩分躍層が形成され、二層構造を示している。底層水の塩分は30psu前後を示しているが、冬季は風による攪拌および潮位の低下に

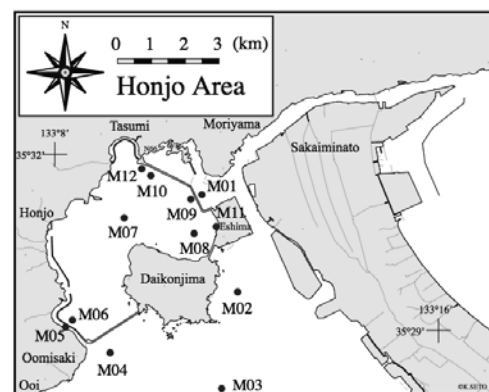


図1 定点観測の調査地点

Salinity (psu)

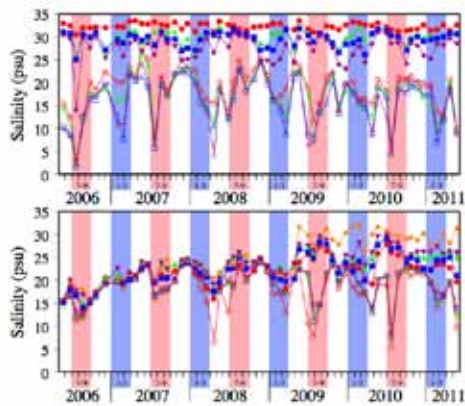


図2 第1期中海本庄定期調査における表層と底層の塩分変化

より、25-28psu とやや低い塩分を示している (図2)。一方、表層水では、20psu 前後の中塩分を示している。3月頃および7月頃には、流域の雪解け水の流入および梅雨により、表層水の塩分は 10psu 以下と低い。2011 年の5月は記録的な降雨により、例外的に低い塩分を示した。

本庄水域では、2009 年5月の森山堤部分開削までは、底層と表層に大きな差がなく、中海表層水とほぼ同様な変化を示している。しかし、3月頃および7月頃に見られる低塩分化はほとんど見られず、7月頃の低塩分化の時に若干減少するのみであった。また、2007 年7月の承水路堤撤去・潮通し以降は、本庄水域西部の表層で低塩分化が見られるようになり、表層と底層の塩分差が若干見られるようになった。これらのことは、ほぼ閉鎖されていた本庄水域は、承水路を通じて緩やかに流通し、中海の表層水の影響があるものの、大橋川から短期間で中海に流入する低塩分水の影響はなかったものと思われる。また、梅雨の時期の低塩分化は、中海から流入してきた

Annual average of dissolved Oxygen

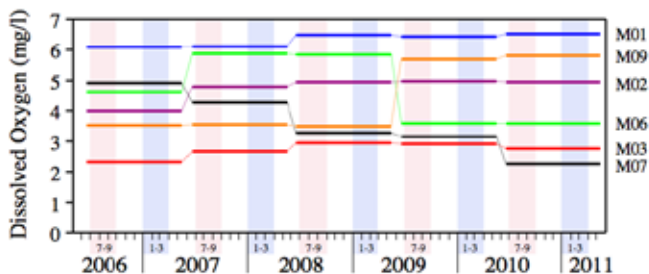


図4 第1期中海本庄定期調査における底層の年平均溶存酸素量

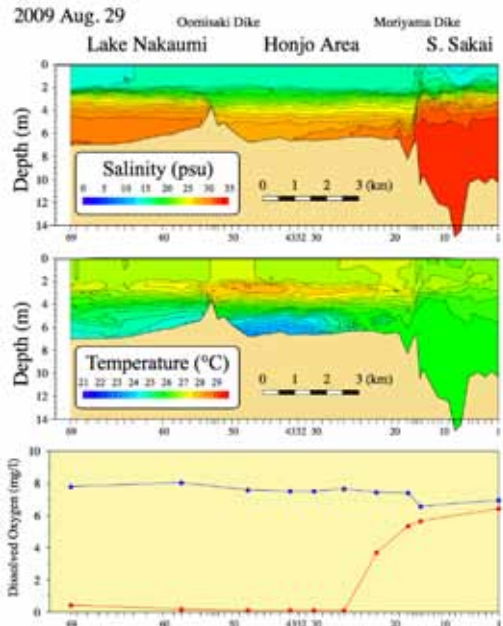


図2 本庄水域における2009年8月29日水温・塩分断面と溶存酸素量

溶存酸素量：底層 (赤) と表層 (青)

のではなく本庄水域の流域から直接流入したことが示唆される。この時期の低塩分化は、表層と底層に塩分差をもたらしている。承水路堤撤去・潮通し以降は、中海表層水が流通しやすくなり、その影響を受けるようになった。しかし、低塩分の表層水の影響は限定的で西部水域のみであったようだ。一方、本庄水域の底層の塩分は、中海の表層よりや

や高くなっている。これは、地中海の底層水が流入していることを示唆している。

森山堤部分開削以降では、境水道から高塩分水が流入し、底層と表層に大きな塩分差が形成された。表層水は、地中海の表層水と同様な変化が見られ、3月頃および7月頃の低塩分化も見られるようになった。これは、森山堤が部分開削されたことにより、表層水の流通も良くなったことに起因している。底層水の塩分は28psu前後の高塩分を示すようになったが、冬季は風による攪拌および潮位の低下により、20-24psuとやや低い塩分を示している。表層水が20psu前後であることから表層水と底層水の差は小さくなっており、おそらく森山堤の開削口からの高塩分水の流入が少ないため、攪拌された後の底層水は中海より復元しにくくなっているものと思われる。

以上の結果から、2007年7月の承水路堤撤去・潮通し以前は、中海表層水と同様な塩分を持つ水塊のみであったものが、それ以降に中海底層水の影響を受けた混合水塊が大海崎側から本庄水域に流入し、二層構造を示すようになった。森山堤部分開削以降は、開削口からの高塩分水の流入し、より安定な二層構造を形成している。

図3は2009年8月29日のルート水質観測から作成された水温・塩分断面図である。塩分断面図をみると本庄水域において表層水塊と底層水塊に明瞭に区分できる。また、中層の塩分躍層が厚い傾向にあり、大海崎堤側からの中海底層水の影響を受けた混合水塊も流入していること示し、より複雑な水塊構造が形成されたことを示唆している。底層水は、森山堤側の塩分が高く、大海崎堤側に向けて減少する傾向が見られる。これは底層水が森山堤側から西側に流入していることを示唆している。底層水の水温は、本庄水域中央～西側において低温を示し、東側では境水道とほぼ同じ水温を示している。底層の溶存酸素量は、低温を示す本庄水域中央～西側において無酸素状態を示し、境水道とほぼ同じ水温を示す東側では、高い値を示す。これは一度低温・高塩分の水塊が流入すると、その後は入りにくくなるため停滞し、開削口付近のみ流出入をしていることを示唆している。

底層の溶存酸素量は、中海・本庄水域ともに冬季に高く、夏季に低い傾向にある。開削事業の

Dissolved Oxygen (mg/l)

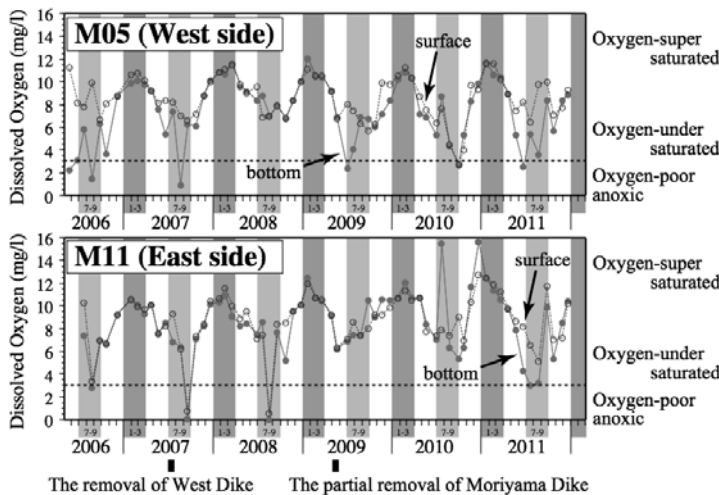


図5 浅瀬 (M05, M11) における表層と底層の溶存酸素量の変化

影響を明らかにするため、それぞれの地点で1年間（5月～翌年4月）の平均をとり、比較した（図4）。年平均溶存酸素量は、中海本体では、M01地点からM03地点の湖口側から奥側にかけて低くなる傾向にある。過去5年間の年平均値は、あまり変化は見られないが、2008年までやや高くなる傾向がある。これは中浦水門の撤去によって流通が良くなったことに起因するのかもしれない。一方、本庄水域で

は、地点によって全く異なる傾向を示した。大海崎堤側の M06 地点では、承水路堤撤去・潮通し後、1mg/l 程度増加し、森山堤部分開削・潮通し後、2mg/l 以上減少した。一方、森山堤側の M09 地点では、森山堤部分開削・潮通し後、2mg/l 以上増加した。中央部の M07 地点では、過去 5 年間減少し続け、トータルとしておよそ 3mg/l 減少し、2010 年度は中海中央の M03 地点より低い。これらのことは、本庄水域ではトータルとして溶存酸素量が減少し、好気性の生物は住みにくくなったことを示唆している。

生物の生息に適している水深 2m 前後の浅瀬では、おおむね横ばい状態である (図 5)。しかし、大海崎堤側の M05 地点では、森山堤部分開削・潮通し以降、貧酸素状態が観測されるようになり、年平均溶存酸素量も減少している。これは中海底層水の影響を受けた混合水塊の流入が、森山堤側から流入してきた高塩分水に押し上げられて、西側の浅瀬に影響を与えているものと思われる。森山堤側の M11 では、承水路堤撤去・潮通し後、表層と底層とも 1mg/l 以下の低い溶存酸素量を示す月が認められた。これは、本庄水域の貧酸素の底層水塊が湧昇してきたことを示唆している。

このときの M05 地点の表層～底層の塩分は、M05 地点沖側の M08 地点の底層水とほぼ同じ値を示しており、また、M08 地点の底層水は大海崎堤側の M06 地点より厚い (図 6)。この期間は、大海崎堤側から流入してきているため、西側の方が厚いはずであるが、薄くなっていることから、東風により西側が押され、底層水が東側に湧昇してきたものと思われる。このような現象は、森山堤部分開削・潮通し以降見られない。しかし、夏季にはそれ以前より低酸素化しており、今後さらなる観測を行い、原因を明らかにする必要がある。

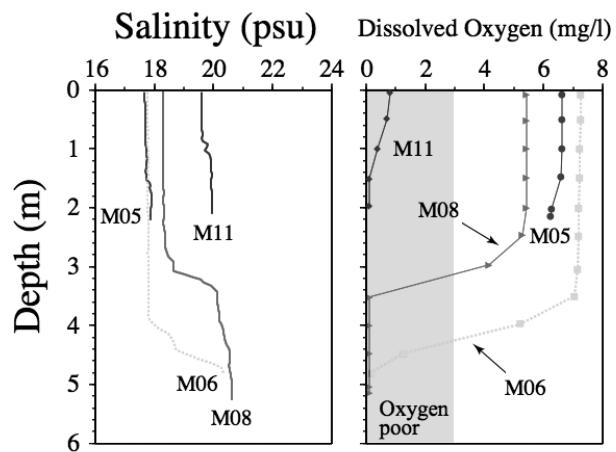


図 6 2007 年 9 月 18 日の塩分プロファイルと溶存酸素量のプロファイル

キーワード：汽水域、本庄水域、貧酸素水塊、塩分躍層、人為的改変

[コメント] ラジウム同位体による中海・本庄工区の湖水の滞留時間

野村律夫 (690-8504 松江市西川津町1060 島根大学教育学部)

nomura@edu.shimane-u.ac.jp

中海・宍道湖のような汽水湖における環境放射能の測定は国内では極めて少ない。我々は、環境放射能であるラジウムとラドンを使って、水の動きを理解することを試みている。ラジウムに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。このような半減期という言葉で表される時間の経過によって原子数が少なくなっていく過程は、ラベルが付けにくい水の動きや性質を相互に関連させるのに好都合である。開削された本庄工区内の水はどのくらいの間、漂っているのだろうか。境水道から入った水は、何日くらい工区内の中に留まって、ふたたび日本海へ流れ出ていくのだろうか。湖水の経歴を知ることが水中生物や水の環境問題を扱ううえで重要である。昨年に引き続き、環境放射能を使って、湖水の動態を明らかにする。

これまでの調査 (^{228}Ra と ^{226}Ra の同位体比) から、1ヶ月以内の滞留が予測されていたため、昨年に引き続き、 ^{224}Ra と ^{228}Ra の測定を行った。 ^{224}Ra は半減期が 3.66 日であるため、数日から十数日の湖水の動態を明らかにすることが出来る。昨年度までの調査や室内での測定方法に問題がみられたため、今回は改善して 11 月 8 日と 12 日に行った。

^{224}Ra の濃度分布からみると、工区内の水は、短期的には 3 地域の循環域に区分することができる。(1) 境水道からの水の影響を受ける地域 (北東域)、(2) 循環があまり活発でない地域 (南西域)、そして、最も循環の悪い地域 (大根島と江島の間)。これらの地点の底層水の滞留日数は、1 週間から 2 週間であった。北東部のなかには、生体のメイオベントスが多数生息していた。

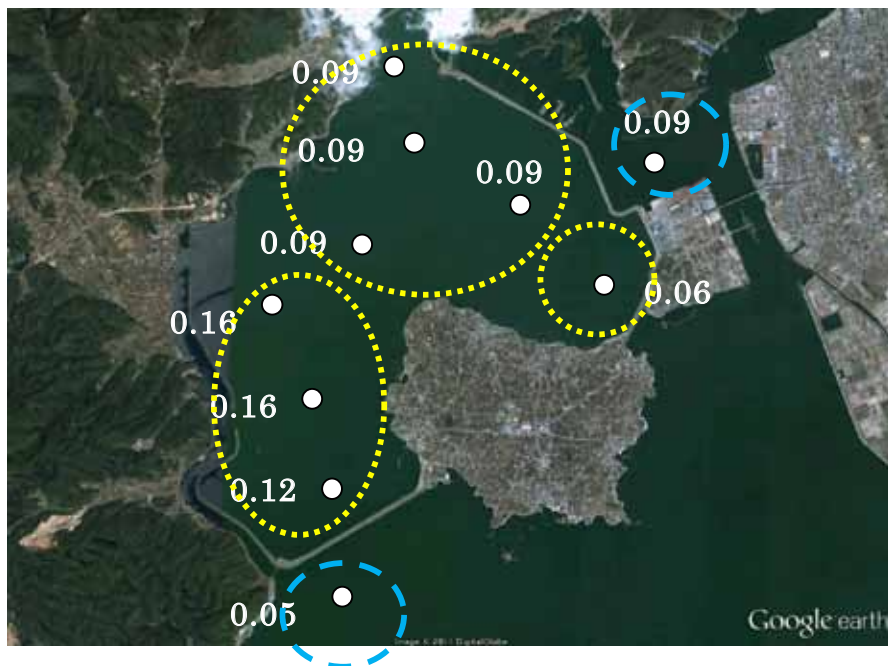


図1.
 ^{224}Ra 濃度(下層水)の分布
(Bq/fiber)

キーワード: 本庄水域, Ra-224, 湖水循環, 滞留時間

本庄水域の底質環境における森山堤防開削前後の変化と現状

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)

keiko@life.shimane-u.ac.jp

島根県と鳥取県の県境に位置する中海は、斐伊川水系河口部に位置し、沿岸汽水域や閉鎖性水域が現在抱えている様々な問題が顕著に見られるモデルフィールドとして注目される。日本の多くの潟湖や内湾で見られるのと同様に、中海は大規模な公共事業により埋め立て地や干拓地、堤防が構築され、大きく地形が改変された。特に、本庄水域は周囲を取り囲む干拓堤防により、極めて閉鎖性の高い水域となり20年以上が経過したが、2002年には本庄干拓計画、2005年には淡水化計画の中止が決定し、それを受けて堤防の一部開削などが行われ、巨大公共事業中止とその後の水域環境の変化が注目されている。島根大学汽水域研究センターを中核とするモニタリングチームでは、この開削による水質・底質環境や生態系への影響に着目し、2006年より集中的な生態系モニタリング調査を行ってきた。本講演では、その成果のうち、特に底質に着目し、この期間でみられた中海・本庄水域の底質環境の特性と開削による変化を含めた現状について報告する。

底質の調査項目としては、2006年より底質のCNS元素分析(炭素はTOC)・色度(L*a*b*およびマンセル値)を、また途中年度より酸揮発性硫化物濃度(AVS)や間隙水の硫化水素濃度などを測定してきた。これらのうち、色の明るさを示すL*値は、泥質～砂泥質の堆積物において還元環境の指標となり、環境モニタリングに有効な非常に簡便な指標となる可能性が高いことを新たに提案している。調査は毎年8月下旬に年1度、中海全域を対象とした広域調査と、毎月1回の頻度で12定点での月例モニタリング調査を、水質および底生生物調査とともに継続して行った。

有機物濃度の指標である全有機炭素TOC%や窒素N%では、開削部に最も近い地点(M9)において森山堤防開削後に明らかに低下し、底質が浄化されていることが示された。夏季の全域調査での傾向においても、堤防開削前は本庄水域西側で値が低く、東側で高く、奥部で有機汚染が進行している傾向がみられたが、森山堤防開削後はそれらが反転し、西側が奥部となり、有機汚染が著しくなった。これらの傾向は、底質の還元状態を示すL*値やAVS・硫化水素濃度でも同様であった。一方、開削後の2009-2010-2011を比較した場合、本庄水域の調査地点によって2009→2010年で還元状態を示す硫化水素の値が低下したようにみえたが、2010→2011年では値が増加するなど、大きく変動した。月例モニタリングM9地点の全硫化物TS%の値が、開削後低下したかにみえたが、2011年にはふたたび増加の傾向がみられたことでもわかるように、本庄水域開削部付近の底質環境には貧酸素化の年変動が大きく反映している。これらに対して、中海本湖では、分布のパターンに大きな変化は見られなかった。人為的な環境改変に伴う底質環境の変化傾向を的確に把握するためには、更に継続してより長期的なモニタリングを行っていくことが必要であると考えられる。

キーワード：中海、底質有機物、酸揮発性硫化物(AVS)、硫化水素、明度(L*)

[コメント] 中海における底質表層の全有機炭素濃度の変化

三瓶 良和 (690-8504松江市西川津町1060 島根大学総合理工学部)

sampe@riko.shimane-u.ac.jp

本庄水域の水質を議論する場合、森山堤と大海崎堤がつくられた 1980 年頃前後の環境変化を知っておく必要がある。特に貧酸素水塊の分布変化については、底質表層の全有機炭素 (total organic carbon: TOC) 濃度から推測することが可能である。森山堤と大海崎堤の建設前には、溶存酸素に富む美保湾の表層海水は境水道を経て反時計まわりに本庄水域経由で中海本体底層に流入していたため、本庄水域の底層水は比較的酸素に富んでいた。その結果、底質表層では好気性バクテリアや無機物的酸化分解のため TOC 濃度は 2% 程度の低い値を保っていた(小野・小野寺, 1976)。いわゆる“ヘドロ”状の黒色泥ではなく、灰色～暗灰色の泥であったと推察される。一方、森山堤と大海崎堤の建設後には、海水は時計まわりに中海本体に流入するようになったため、本庄水域は閉鎖水域となり、その底質 TOC 濃度は 3～4% 程度まで増加する場所が増え(三瓶ほか, 1999)，“ヘドロ”質黒色泥の分布が増えた。それらが合わさって本庄水域湖底の溶存酸素濃度は減少しやすくなったと考えられる。しかし複雑なことに、閉鎖された本庄水域には「海水流入による塩分躍層の形成」がなされにくくなった分、貧酸素水塊は中海本体ほど強固ではなかったと考えられる。

2005～2009 年に中浦水門が撤去されて、中海本体ではその近辺への海水流入がさらに容易になったためか、2011 年 10 月に採取した大根島東部の泥の TOC 濃度は 2.0% と低く、倉門ほか (1997) が示したほぼ同地点の TOC 濃度 3.2% よりも減少した。しかし、停滞した塩分躍層が生じ易いと考えられる南奥部の荒島近くでは、2011 年度も倉門ほか (1997) も共に TOC 濃度は 4.0% で変化はなかった。

以上のことから明らかなように、環境悪化の指標として貧酸素水の形成を挙げるのであれば、その改善策としては「新鮮な海水の流入範囲を広げること」と「有機物の基礎生産性を抑えること」が重要となる。ただし、前者については流入海水が停滞すれば逆に強固な塩分躍層を形成して貧酸素化を促進してしまう危険性も考慮しておかなければならない。

併せて、近年の中海では東部から南東部の広範囲に浚渫窪地がつくられ、そこから栄養塩の回帰や貧酸素水の供給などが頻繁に起こるようになり、状況はより複雑になっている。森山堤開削や西部承水路撤去によって本庄水域と中海本体との関係はより密接になっていると思われ、本庄水域と中海本体の環境変化予測は、さらに多面的に検討されることが必要となるだろう。

キーワード：中海、本庄水域、貧酸素水塊、底質、全有機炭素(TOC)濃度

2006年から2010年までの中海本庄水域における底生生物の変化

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

kengo@soc.shimane-u.ac.jp

発表者らは、西部承水路堤の撤去 (2007年7月までに完了) や森山堤の一部開削 (2009年5月11日) の前後における中海と本庄水域の環境と底生生物群集の変化を調べるため、2006年より長期的な調査を開始している (図1)。人為的な地形改変の影響と年毎の環境条件の変化とを併せて底生生物の変化を考察するためには、数年間の継続的な調査が必要である。汽水域研究会2011年大会では2006年から2009年8月までの分析済み試料のデータについて報告したが、今回はその後の2009年10月から2010年10月までのデータを追加し、新たに統計的解析を行ったので報告する。

中海の底生生物の変化の最も大きい特徴は、夏季の躍層の強化によって下層水の貧酸素化が底生生物の多くを死滅させることである。2006年から2010年までの試料の分析の結果、この傾向が明瞭に認められ (図2)、8~10月のデータを除外した残りの期間 (11~7月) を対象に解析を行うことが有効であると判断した。そこで、貧酸素期間と定義した8~10月のデータを除き、湿重量を対数変換した値について期間を要因とした分散分析を行った。中海のM2~M4地点の平均値について主な6種とも分散分析の結果は有意でなかった (有意水準5%)。一方、本庄水域のM6~M10地点の平均値については分散分析の結果が6種とも有意であった。このうち、多重比較 (Scheffe法) の結果、アサリ、チョノハナガイ、多毛類のシステニデス属において群間に有意な差が見られた。アサリは2006年と2008年、2006年と2009年の間、チョノハナガイは2006年と2010年、2008年と2010年の間、システニデス属は2007年と2009年の間にそれぞれ有意差があった。以上の結果から、2006年から2010年までの期間において、中海では6種の湿重量に有意な変化が見られなかったが本庄水域では有意な変化があり、本庄水域ではこのうちの3種が期間の対比において湿重量が有意に増加したケースがあったことが分かった。11月から7月までの湿重量の分散は大きく、また有意差の出にくいScheffe法による多重比較を採用したことから、以上は保守的な評価である。一方、西部承水路堤の撤去前の2006年のデータ数が少ないこと、森山堤の一部開削後の傾向は今後の試料の分析によって変わる可能性を考慮する必要がある。したがって、期間内に行われた人為的な地形改変の影響を厳密に評価するためには、いくつかの指標を定義して議論することが重要であろう。

本発表の内容は、島根大学プロジェクト研究推進機構重点研究部門「地域資源循環型社会の構築」および科学研究費補助金基盤研究(A)課題番号19201017「ラムサール条約登録後の中海における汽水域生態系の再生と長期生態学研究」によって行われた研究の一部を含む。また、野外調査と底生生物の選別には多くの方々に手伝っていただいた。ここに記して感謝を申し上げます。

共同研究者：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 (東農大生物産業)

キーワード：底生生物, 人為改変, 中海, 本庄水域, 長期モニタリング

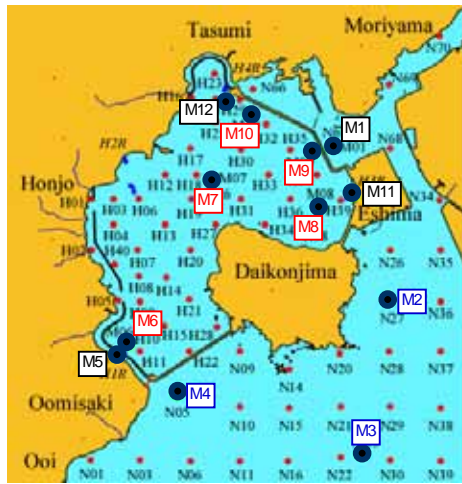


図1 調査地点

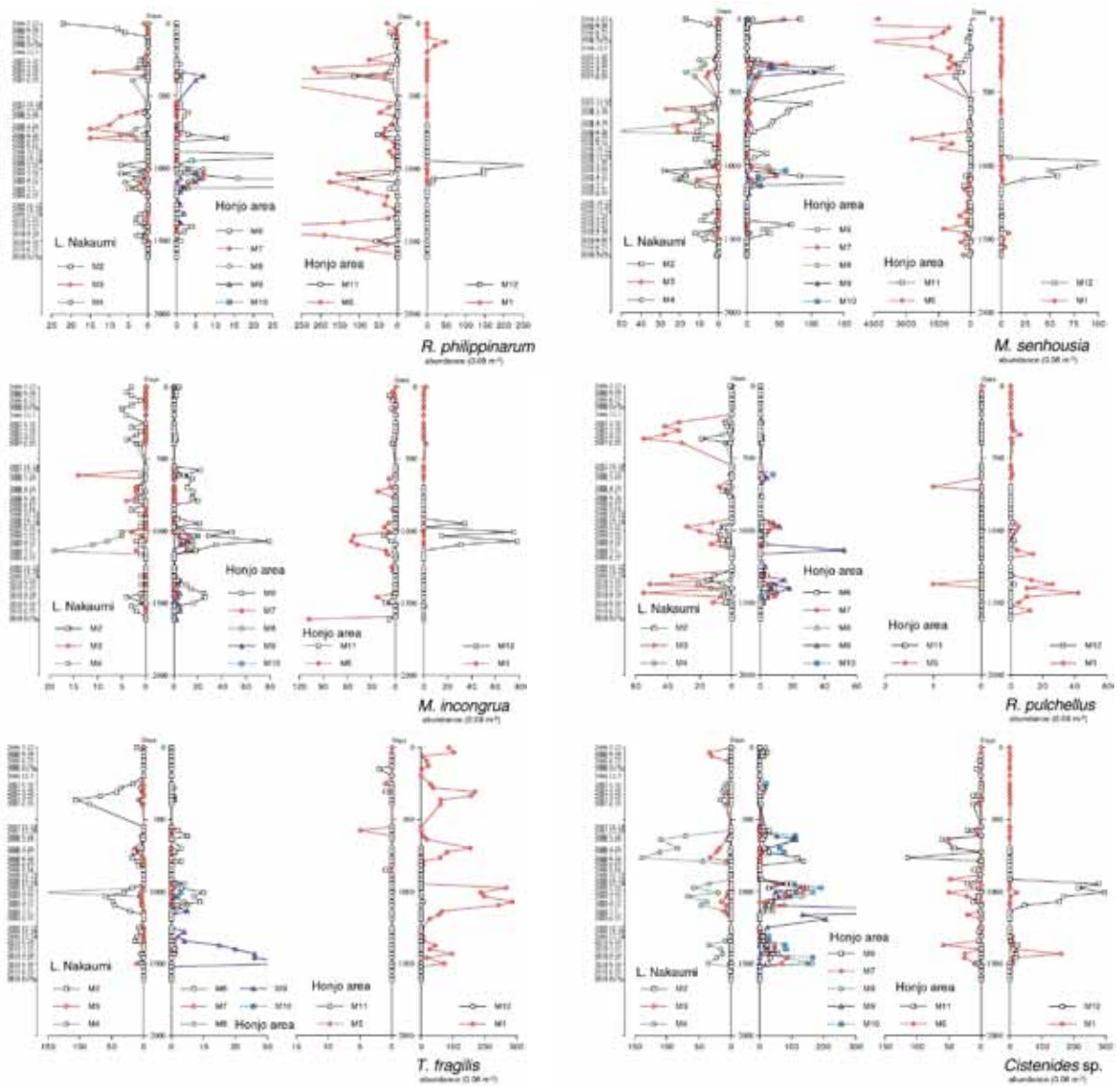


図2 2006年5月から2010年10月までの中海と本庄水域における主な底生生物種の個体数の変化

〔コメント〕 本庄水域におけるメイオベントス（有孔虫，貝形虫）の変化

入月俊明（690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学総合理工学部地球資源環境学科）・高田裕行（釜山大）・横瀬貴之（島根大・総合理工）・瀬戸浩二（島根大・汽水研）・松本香織・砥上政隆・小草宏樹（島根大・総合理工）

irizuki@riko.shimane-u.ac.jp

中海北部の本庄水域の干拓事業は 2000 年に中止となり，その後，西部承水路堤の撤去開始（2007 年 7 月），旧排水機場の撤去（2008 年 5 月），森山堤の部分開削（2009 年 5 月）などの事業が行われた．これらの事業により境水道から本庄水域に高塩分の水塊が流入し，本庄水域に生息する底生生物も変化した．本講演ではコメントとして本庄水域のメイオベントスのうち，原生生物の有孔虫と甲殻類の貝形虫に関して，特に森山堤の部分開削に伴う群集の変化を報告する．

試料は森山堤の部分開削地点から約 150 m 西の本庄水域内の地点において，2006 年 5 月から毎月採取された表層堆積物である．試料はエクマンバージ式グラブ採泥器で採取後，中の水が抜ける前に径 6 cm の筒を押し込み，表層 1 cm の堆積物を分取した．1 回の調査でこの作業を 4 回行った．その後，250 メッシュの篩で水洗後，ローズベンガルにて染色を行い，貝形虫についてはさらに 115 メッシュの篩上に残った試料より軟体部が完全に残った個体（生体と推定される個体）と軟体部が半分以上残り，死後時間があまり経過していないと推定される個体を抽出した．

染色された有孔虫に関しては，2007 年 5 月以降の試料について分析が行われ，結果として，2007 年末から 2009 年末の間，石灰質有孔虫の *Ammonia* “*beccarii*” が最も多産し，冬に多い傾向があった．しかしながら，この種は 2009 年の秋頃から減少し始め，2010 年では極めて少なくなったが，2011 年に入り再び増加した．一方，砂質有孔虫の *Trochammina hadai* は 2009 年までほとんど確認されなかったが，2010 年から急増し現在最も多産する．これらの種はいずれも中海の腐泥中に多産するが，*A. “beccarii”* のほうが，低塩分への耐性が強い．また，これらより貧酸素環境への耐性が低い *Elphidium somaense* は 2009 年と 2010 年の 12 月頃のみ認められた．

貝形虫に関しては，2006 年から森山堤の部分開削まで，生体は調査地点で全く確認されていなかった．ただし，本庄水域の他の地点（西部承水路付近など）では軟体部がわずかに残った種（低塩分に生息する *Cytherura miii* など）が若干認められていた．部分開削後，調査地点の表層堆積物中に様々な環境を示す種の遺骸は急激に増加したが，生体については，中海や境水道で多産し，貧酸素環境に耐性のある *Bicornucythere bisanensis* が 2010 年の 6 月に初めて確認された．その後，秋から春にはこのような個体は確認されなかったが，2011 年の夏も軟体部が半分以上残った個体は認められた．冬から春に生体が認められなかったのは，この時期は卵あるいは極めて小さな幼体の時期であり，今回の方法では抽出されなかった可能性が考えられる．

このように，部分開削後に本庄水域に侵入した有孔虫や貝形虫はすぐに個体群が定着したのではなく，前者は約半年，後者は約 1 年近く後のようである．また，開削後，調査地点の底層は夏場に貧酸素水塊が発生する高塩分域となり，それに耐性のある種のみが定着したと推定される．

キーワード：本庄水域，有孔虫，貝形虫，メイオベントス

【コメント】 北部承水路のマクロベントスと環境の季節相

中尾 繁 (690-0064 松江市天神町 28 島根大学白潟サロン内 NPO 自然再生センター)

nakao@icv.ne.jp

【目的】 中海においてはベントスの季節相が環境の季節相と対応し、特に水中の酸素量と底質の硫化物量変化が多く、ベントスの生息を規制すると言われる。また、それらがオゴノリ、スジアオノリ、シオグサなどの海藻量の消長と関係すると指摘されているが、詳細なメカニズムは明らかではない。そこで環境変化が厳しい承水路のマクロベントスと環境の季節相を明らかにし、マクロベントスの生息に影響すると考えられる要因を抽出する。今後、抽出した要因とマクロベントスの生息については実験的に検証し、海藻類の消長と要因変動の関係を明らかにしたい。

【方法】 中海の北部承水路に 5 地点を設定 (図 1) し、2011 年 6 月 (春)、同年 9 月 (夏)、同年 12 月 (秋) にマクロベントスはエクマンバージ採泥器 (採集面積 1/25m²) で 1 地点 2 回の繰り返し採集を行った。採られた底質は 0.5mm 目篩でふるった。水質は多項目水質計 (YSI 社 556MPS) で水深ごとに水温、塩分、DO、電気伝導度、pH、ORP を観測し、底質粒度組成は篩別法によった。

【マクロベントスの季節相の特徴】

- (1) 北部承水路の st. 5 は周年マクロベントスが生息しない。
- (2) 主な優占種は二枚貝 4 種であり、春の終わり頃から夏の間にはほとんどが死亡する。
- (3) 秋にはホトトギスガイの稚貝が出現し、春に向けて増大してイガイベッドを形成すると思われる。



図 1 調査場所とした北部承水路および調査地点

表 1 北部承水路に出現したマクロベントス

種名	北部承水路														
	st1			st2			st3			st4			st5		
	6月	9月	12月	6月	9月	12月	6月	9月	12月	6月	9月	12月	6月	9月	12月
ホトトギスガイ	83	-	12	611	342	28	25	-	27	294	7	26	-	-	-
アサリ	32	-	-	98	-	-	7	1	1	58	2	-	-	-	-
シロリガイ	1	-	-	3	-	-	10	-	-	4	-	1	-	-	-
ソトオリガイ	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Macoma sp.	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
ゴイサギ	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
サルボウガイ	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
巻貝	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
端脚類	150	-	3	2	-	2	-	-	-	251	-	-	-	-	-
多毛類	12	-	-	1	-	3	16	-	1	19	-	1	-	-	-
スナボヤ	-	-	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-

キーワード： マクロベントス、中海、承水路

音響解析および水質・底質分析による諫早湾浚渫地の環境評価

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

諫早湾では、1990年～1998年に、2,450,000m³の堆積物が、諫早干拓地の潮受け堤防を構築するために浚渫された(図1)。マルチビームソナー(Seabat8125)による測量(2001年6月4-5日実施)により、湾軸と平行な北西—南東に延びた多数の窪地が認められた(西首, 2002)。

浚渫地に一部が東接する大浦—多以良の測線(E-E')の南半部で、大潮における潮流の流速が40cm/秒に達し、流量も大きい(中村ほか, 2002)。同測線上にある観測樁(B5)でも、大潮の最速時には、海底から10cm上の濁度が急増する(秋元ほか, 2009)。観測樁S10(崩壊後撤去)におけるトラップ調査でも、砂粒子、底生有孔虫および貝類の殻が捕集されている。シングルビーム地層探査機(SH-20)による地形断面資料(九州農政局が1990, 1993年, 1995年, 1998年に測量)においても、浚渫地東側での海底地形の不規則な変化および西側での浅化が認められる(秋元ほか, 2009)。これらの既存資料は、潮流による碎屑粒子の再移動と地形変化を示唆している。

しかしながら、西首(2002)以降、マルチビーム・ソナーによる高精度の地形調査は実施されていない。このため、浚渫地の現状も経年変化も不明であり、窪地の存在が水質・底質に与える影響まで評価できない。そこで、音響機器で地形・底質情報を収集し、窪地内外で水質を測定し、改変地形の自然修復の可能性と水質に与える影響について考察した(図2)。

西首(2002)と同一の範囲(東西1.4km, 南北1.5km)の地形図および南北側線の地形断面を比較した。2010年8月3-5日(小潮)にはインターフェロメトリーサイドスキャンソナー(GeoSwath+: 250KHz)を、2010年10月5-7日(大潮)にはマルチビームソナー(R2sonic2024: 360kHz)を使用した。8月の調査では、パラメトリック地層探査機(SES 2000: 低周波10kHz, 高周波100kHz)により、海底下10mまでの地質断面および水中の浮遊および遊泳生物を記録した。底質の物理的性質(粒径分布、含水量および乾燥密度)と水質(多項目水質計: AAQ-1183を使用)も測定した。

浚渫地は、南(水深6m)から北(水深11m)に向かって深くなる緩斜面上にある(図2)。多くの窪地の形態は類似(長さ50m～300m, 幅20mおよび深さ3m～4m)し、長軸は湾軸と平行である。円錐形の窪地(直径0.5m～10m, 深さ2m以内)も一部に分布する。浚渫地周辺には、不規則な隆起が分布する。東部のその規模は大きく(比高が約0.6m～0.8m)、西部では小さい(比高約0.1m)。2回の調査結果から、東部では頂上の高さが2ヶ月間で約0.2m低くなった。これは、1998年までの調査で認められた地形変化が、継続していることを示している。

サイドスキャンイメージにおける反射強度は、東部で強く、西部で弱い。泥が、北東部の堆積物には36.4%、北西のそれには41.4%含まれる。また、北東部の堆積物の表面には、殻長が約1cmの巻貝と二枚貝が生息していた。含水量は、St-1で188.5%、St-2で254.8%およびSt-3で249.8%である。乾燥密度は、St-1で2.44、St-2で2.50、St-3で2.36である。これらから、反射強度の強度は、堆積物中の砂の量に比例し、とくに貝殻が強く影響すると判断される。

東西の地質断面では、東から西に向けて新しい地層が累重する。海底から10cm上の濁度は、

小潮でも窪地周辺では 700, 窪地でも約 200 である. このことは, 上げ潮による地形変化と, 窪地内部で底層流による砕屑粒子の再移動を示している. 南北断面では, 多くの窪地で新規堆積物が認められず, 地形断面も西首 (2002) と良く一致している (図 3). このことは, 周辺から砕屑粒子が再移動しても, 自然の営力のみで窪地を平坦化することが容易でないことを示唆している.

8 月には, 窪地とその周辺で, 水深 5m を境に密度が異なる 2 層構造であった. 下層の溶存酸素は, 海底に向かって 9.5mg/l から 3.07mg/l まで急減した. これは, 夏期の有明海で頻発する垂直混合の制限による貧酸素 (4.2mg/l 以下) 底層水の生成と一致した現象である. しかしながら, 多数の大型 (直径約 1m) のクラゲが高周波イメージに認められ, 多数の軟体動物も生息していた. 10 月には, 浚渫地で漁が行われていた. これらの事実は, 貧酸素水の発生源が浚渫窪地でない可能性と, 水質改善のために大規模工事による窪地の平坦化の必要性が低いことを示している.

なお, 本要旨は, *Journal of Oceanic Engineering* に投稿中の原稿から抜粋している. このため, 著者に無断で印刷物および電子媒体 (本シンポジウムに関する全てのホームページを含む) からの本文および図の引用および転載を禁ずる.

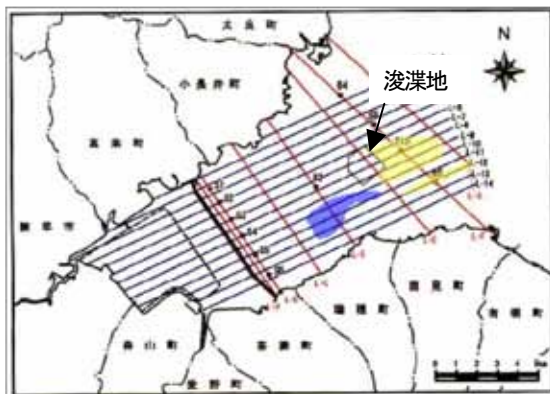


図 1. 調査位置図 (九州農政局測線図に加筆)



図 2. 浚渫地の地形, 西首 (2002) の地形断面と比較した測線 (A-B) および水質測定および底質試料採取地点 (ST-1, ST -2, ST -3)

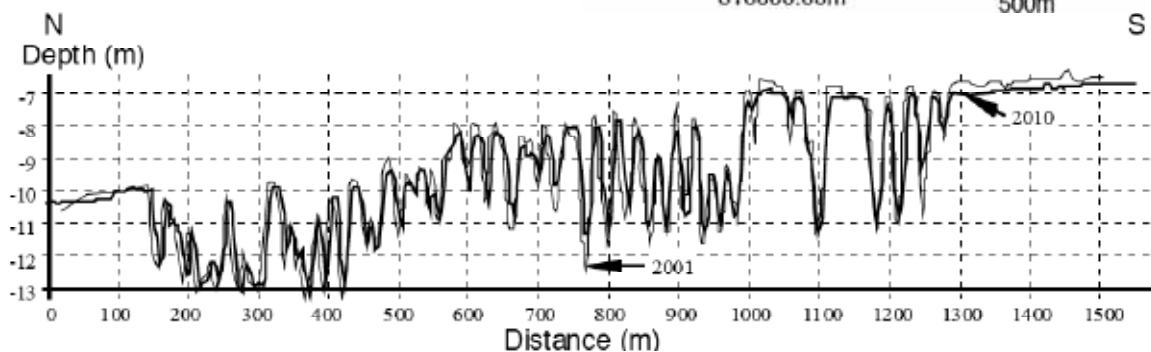


図 3. 同一の測線 (A-B) において, マルチビーム・ソナーで得られた 2 つの地形断面の比較 (2001 年 6 月 4-5 日 : Seabat8125, 2010 年 10 月 5-7 日 : R2sonic2024 を使用).

キーワード : 諫早湾, 浚渫地形, 自然回復, 環境評価

本庄水域におけるサルボウガイ種苗放流の試み

佐々木 正 (690-0322 松江市鹿島町恵曇 530-10, 島根県水産技術センター)

sasaki-tadashi@pref.shimane.lg.jp

水産技術センターでは、平成 20 年以降、中海におけるサルボウガイ漁業の復活を目指した取組みを中海漁協、松江市および島根大学等の関係機関と協力して実施している。現在、中海では近年実施された中浦水門の撤去をはじめとする各種の環境修復工事により一部の限られた水域においてサルボウガイ資源の回復が確認されつつあり、漁業関係者の漁業再開への期待が高まりつつある状況にある。しかし、現状ではサルボウガイの生息域が限定的であることに加え、その加入量が年により大きく変動していることから、資源状態は不安定でまだ底の浅い資源であると言える。従って、サルボウガイ漁業を復活させるためには、母貝集団の維持・形成を図りながら、さらに人為的な増殖手段を講じて資源を安定的なものとする必要があると考えられる。そこで、水産技術センターではその有効な手段の一つとして種苗放流による資源添加の可能性を検討するために、これまでに天然採苗技術や人工種苗生産技術の開発を行ってきた。その結果、種苗の安定確保に一定の成果が得られたことから、今後は種苗の放流技術開発が課題となっている。

平成 22 年度に水産技術センターが実施した放流試験では、放流後の稚貝の生残や成長には放流場所の溶存酸素濃度や底質等の条件が関係しており、これらの条件を満たした本庄水域の堤防開削部付近の放流地点では放流効果が十分期待できると考えられた。そこで、今年度は本庄水域において新たなサルボウガイ漁場が形成されることを期待して、中海漁協、松江市と共に事業レベルでの種苗放流を実施した。放流場所は昨年度の試験においてサルボウガイ生息可能場所の指標として有効であると考えられた底泥中の硫化水素 (H_2S) の値を参考に決定した。

平成 23 年の 6~8 月 (主体は 6 月) に中間育成後のサルボウガイ種苗約 100 万個 (平均殻長 16~24 mm) を本庄水域の 5 地点 (森山堤防開削部からの直線距離: 500~2,500m) に船上から放流した。放流後の追跡調査は桁曳き漁具およびスキューバ潜水により実施した。開削部から遠い 2 地点 (1,800m, 2,500m 地点) では、放流後約 1.5 ヶ月経過した 8 月の調査において死殻しか回収できなかったことから放流直後に放流貝の大部分が死亡したものと考えられた。開削部に近い地点 (900m 地点) の放流貝の推定生残率は、8 月の調査では 85% と比較的高かったが、放流 4 ヶ月後の 10 月の調査では 3% まで低下した。この地点に設置した DO ロガーの観測では、8 月 20 日~9 月 2 日にかけてサルボウガイの生存閾値である 2mg を下回る貧酸素状態が長期間継続していたことから、この間に放流貝の大部分が死亡したものと考えられた。この地点は昨年度の試験で生残、成長が良好であった場所の近傍であるが、今年度は放流後の生残、成長が大きく劣る結果となった。この原因としては昨年度との比較から、放流後の溶存酸素条件の違いが影響していたことが推察された。また、今年度の放流個体の生残状況と底質の還元状態を示す各指標の実測値との比較から、サルボウガイの生息可能場所を判定する指標としては、硫化水素 (H_2S) 濃度よりも酸揮発性硫化物 (AVS) の方がより適合していることが示唆された。

キーワード: サルボウガイ, 本庄水域, 種苗放流, 生残率, 溶存酸素

[コメント] サルボウの環境耐性： 室内実験の結果より

宮本 康 (682-0704 鳥取県東伯郡湯梨浜町南谷 526-1 鳥取県衛生環境研究所)

・岩永千歳 (鳥取県・衛環研)

miyamoto-y@pref.tottori.jp

二枚貝の分布は幼生の加入と加入後の生残で決まる。中海のサルボウに関しては、幼生が湖内全域に分散しているのに対し、成貝の分布がきわめて局所的であることから、加入後の生残が大きな分布制限要因であると考えられる。事実、古くから資料が残る中海産サルボウについては、昭和時代に入ると夏季の貧酸素に基づく死亡が主な死亡要因であることが度々指摘されてきた。しかし、貧酸素とサルボウの生残の関係、例えばどの程度の貧酸素がサルボウに致命的なのか、またはどの程度の期間の貧酸素化が致命的なのかについては、中海に限らず情報がきわめて少ないのが現状である。

平成 21 年度より、中海のサルボウ漁業の再生を目指して島根大学・島根県・鳥取県・水産総合研究センターによる共同研究が開始された。当所（鳥取県衛生環境研究所）では特に夏季の貧酸素とサルボウの関係に着目し、貧酸素時に貝の体内で生じる生化学的な変化を中海の夏季湖底を模した室内実験と生化学分析を併用して検証した。その結果、サルボウは貧酸素化 ($DO < 2\text{mg L}^{-1}$) により嫌気呼吸を開始、貧酸素化がさらに厳しくなると ($DO < 1\text{mg L}^{-1}$) 好気呼吸を停止し、後者の状態が本種にとって致命的であることが示唆された。さらに、致命的な状況では 1 週間程度で半数致死に至ることが明らかになった。

一方、島根県水産技術センターは、中海にて主に放流稚貝の生産と稚貝の放流技術の検討を行っている。稚貝放流の成否は放流適地の選定に強く依存する。そして、放流適地の選定に欠かすことのできない情報が、湖内の DO 分布と本種の貧酸素耐性（稚貝が生残可能な酸素レベル、および貧酸素期間）である。そこで、本発表では中海産サルボウの放流稚貝の貧酸素耐性を当所の成果に基づいて整理し、これを踏まえて島根県水産技術センターの実施した稚貝放流実験にコメントを行う。

キーワード 中海・サルボウ・嫌気呼吸・貧酸素耐性・放流適地

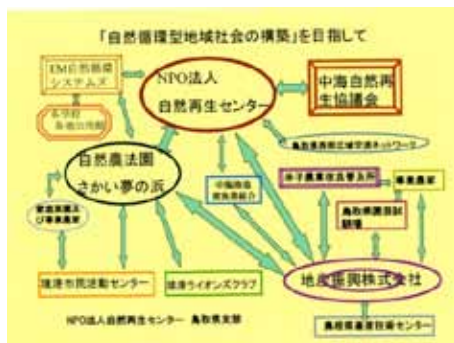
〔報告〕 中海の再生と海藻利用システム － 自然循環型地域社会の構築－

渡部敏樹（684-0072 境港市渡町 1303-1 NPO 法人自然再生センター）

tw-aguri@chukai.ne.jp

昭和 30 年代前半までの中海では海藻が食品加工や肥料として利用されていた。その量は 1948 年（昭和 23 年）の鳥取県の水産試験場の事業報告によると、鳥取県側だけで湿重量で 5 万 6 千トンである。この頃の中海には湿重量で 15 万トンを超えるアマモが成長していたのではないかとされている。昭和 30 年代後半になると化学肥料の使用が増え海藻は全く使われなくなった。この頃から中海の透明度は徐々に低下した。海藻を回収していた頃には 3～4 m あった透明度が 1980 年（昭和 55 年）には 1～2 m まで下がった事が島根県の農林水産統計年報より伺う事が出来る。これまで大量に使われ始めた化学肥料や農薬、畜産及び家庭排水等による流入負荷を考えてきた。しかし、使われなくなった大量の海藻が枯れて湖底で腐敗する事でより急速な透明度の悪化につながったのではないかとされる結果が平成 18 年より開始した調査の中で分かって来た。

流入水の規制が計られて来たこともあり近年になり透明度の良い日（2, 5m～3m）も増加傾向となりオゴノリを中心とした海藻が大量に発生するようになった。この海藻の成長途上では沢山の生物の生息場所となっている。しかし、枯れて腐敗する頃には 5mm～10 mm 程のアサリや 20 mm 程のソトオリガイ等の膨大な死がい散乱し、生物がほとんど住めない場所となっている事が平成 22 年から本格的に開始した調査から明らかになって来た。周辺の住民が競って海藻を回収し利用していた頃の豊饒の中海を取り戻すために、再び海藻を回収する事で負荷をどれだけ軽減出来るのか現在データの蓄積を進めている所である。しかし、回収する事は比較的容易で有るが問題となるのはその用途である。大半が肥料であり農業利用を計なければこの循環は到底進める事が出来ない。農業への利用もこれまで 5 年間の試験投入で堆肥と混合する事で対象区の 1, 5 倍の収量を上げる圃場も出ている。水稻や野菜ばかりでなく果樹でも海藻の効果を感じる農家が確実に増えている。海藻の回収で海の環境を改善し、それを処理する働く場所を作り、使う事で育土を進め安全・安心な作物（食べ物）を育てる事で私達も元気になれる。多くの中海周辺の住民が加わる事で、背を向けてしまった中海に今一度目を向けるようになった時、本格的な中海の再生が始まると思うのである。



現在進めている海藻回収区域

[コメント] 自然再生と地域再生

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）

kunii@soc.shimane-u.ac.jp

過去に損なわれた生態系その他の自然環境を取り戻すことを目的とした自然再生推進法が施行され、今年でちょうど 10 年目となる。自然再生に関する施策を総合的に推進するための基本方針「自然再生基本方針」は、策定から 5 年が経過した平成 20 年に一部見直しが行われ、この見直しによって自然再生の推進に関する基本的方向に、「地域の産業と連携した取組」という項目が新たに加えられた。その内容は、「自然再生を持続的かつ効果的に進めるためには、地域の産業と連携しつつ対応することが必要です。特に農林水産業は自然の物質循環機能に依存した持続可能な生産活動であり、里地里山等の二次的自然の形成に寄与してきたことを踏まえ、自然再生事業に関連して、関係者の合意を得ながら、農薬や化学肥料などの削減等による環境に配慮した農業生産活動、水と生態系のネットワークの保全に配慮した水路、ため池、水田のあぜ等の持続的な維持管理活動や基盤整備の実施、生物多様性に配慮した森林施業の実施、漁場環境の再生状況に応じた漁具の選定や漁期の設定など、地域の環境と調和のとれた取組を推進することが必要です。これらの地域では、長年にわたる人の営みと自然の相互作用によって特有の生態系や文化が形成されてきたことを踏まえ、農林漁業者をはじめとする地域の知見を尊重し、生物多様性の維持にとって重要な伝統的維持管理の手法を活用しながら自然再生を進めるとともに、地域の産業や社会経済活動と自然再生を関連づけ、自然資源の循環利用、地域社会の活性化につなげることにより、持続可能な取組としていくことが重要です」というものである。

中海の自然再生を目指すための「中海自然再生協議会」は、自然再生推進法に則って平成 19 年 6 月に設立された。平成 20 年 11 月にまとめられた中海自然再生全体構想では、「水辺の保全・再生と汽水域生態系の保全」、「水質と底質の改善による環境再生」、「水鳥との共存とワイズユース」、「将来を担う子供達と進める環境学習の推進」そして「循環型社会の構築」を自然再生達成のための 5 つの推進の柱とし、現在、「アマモ場の保全と再生」、「砂浜の保全・再生事業」、「浚渫窪地の環境修復事業」、「海藻類の回収及びその利用」という 4 つの実施計画を取りまとめている。このうち「海藻類の回収及びその利用」については、「中海の海藻刈りによる栄養塩循環システムモデル構築事業」として平成 23 年度の鳥取・島根両県の連携事業として先行して進められている。中海の未活用資源となっている海藻を回収することにより、水質汚濁負荷となる栄養塩を湖外に搬出するとともに、回収した海藻を産業等への原材料として利活用し、循環させるためのモデル的な仕組みの構築を図るものであり、まさに自然再生に加えて地域再生・地域活性化にも資する事業である。

常設セッション

「保全再生系」

2012年1月7日 9:15-10:30

- (1) 大山周辺の地下水・湧水の水質と代表的湧水の涵養域の推定について
- (2) 斐伊川水系におけるコアマモの遺伝的多様性と発芽率の関係
- (3) 島根県東部の宍道湖に発生した沈水植物のマンガンおよび元素濃縮の研究（予報）
- (4) 湖山池の現在の問題と湖内環境の変遷：
 ヒシが引き起こす貧酸素化と湖内環境の100年間の移り変わり
- (5) 中海（米子湾）浚渫窪地における底層酸素供給実験の事例紹介

2012年1月8日 9:15-9:45

- (6) 斐伊川水系および橋津川水系におけるコアマモ個体群の空間的遺伝構造
- (7) 日本国内に生育する塩性湿地植物オオクグの遺伝構造と保全単位の検討

大山周辺の地下水・湧水の水質と代表的湧水の涵養域の推定について

九鬼貴弘(682-0704鳥取県東伯郡湯梨浜町南谷526-1 鳥取県衛生環境研究所)

kukit@pref.tottori.jp

近年、大山山麓に地下水利用を目的とした企業進出が相次いだことを契機に地下水保全への関心が高まったことから、鳥取県と鳥取大学が地下水の量や収支について共同研究に取り組み、大山南西麓の年間降水量の約10～20%、約4400万 m^3 程度の水が地下の深層部に供給されていると推定した。ただし、この計算は大山南西麓の特定地域内での地下への水供給量を概算したもので、限界揚水量を把握して地下水・湧水を保全・管理するためには地下浸透後の水の挙動や周辺での取水・揚水量等の知見や情報がさらに必要である。また、大山南西麓の対象地域以外については知見が無い。

このような状況も踏まえ、当所では、県内の代表的な地下水・湧水の水質を調査・評価するとともに、水循環や水質形成過程に着目し、涵養域や年代の推定を行い、水質と涵養域～湧出場所間の土壌・地質、植生等との関連性にも言及して情報提供し、これらの価値や県民の意識を高め、県内の地下水・湧水や自然環境の保全と賢明な利用等に繋げることを目指している。

今回その一環として、大山山麓から米子にかけての代表的な地下水・湧水について、水質（主要溶存イオン等濃度・組成）を調査し、既存指標による評価を行うとともに、大山山麓の国や県の名水指定等代表的な湧水（5ヶ所）について、水の酸素・水素安定同位体分析による涵養域推定を行い、以下の知見を得た。

- ① 水質はアルカリ土類炭酸塩型（キーマイアグラムのI型）となるものが多く、水の味を良くする成分（Ca, K, SiO_2 ）と悪くする成分（Mg, SO_4 ）とのバランスでおいしさを数値化した指標（O-Index）で評価したところ、ほとんどが「おいしい水」となった。
- ② この水質形成の一因として、大山山麓に広く分布する過去の火山活動に伴う噴出物の主要構成岩石とされるデイサイト中の成分鉱物の灰長石の風化反応が影響していると考えられた。
- ③ 奥大山の水、柞水高原の水、及び地蔵滝の泉の平均涵養標高は約1000～1100m程度と推定され、主に大山山体上部で涵養されていると考えられた。一方、本宮の泉と天の真名井の平均涵養標高は約600m程度と比較的低く、主に大山の山腹～山麓部の比較的標高の低いエリアで涵養されていると考えられた。

キーワード：地下水・湧水、水質、水質形成、水素・酸素安定同位体分析、涵養域

斐伊川水系におけるコアマモの遺伝的多様性と発芽率の関係

岩永千歳(682-0704鳥取県東伯郡湯梨浜町南谷526-1 鳥取県衛生環境研究所)・
宮本康(鳥取県衛環研)・程木義邦(京都大・生態セ)・國井秀伸(鳥根大・汽水セ)

iwanaga-c@pref.tottori.jp

1 背景・目的

アマモ類の再生のために移植は欠かせないものであるが、この移植には問題点がいくつかある。中でも近年大きな注目を浴びているのが遺伝的多様性の問題である。遺伝的多様性が損なわれると、群落に対して様々な悪影響を与えると考えられており、その一つが発芽率の低下である。発芽率の低下は再生能力の低下に繋がるため、移植の成否に直結する問題とも言える。しかし、遺伝的多様性と発芽率の関係は、アマモについて限られた知見があるに過ぎず、コアマモに関しては未解明のままである。そこで本研究はコアマモにおける遺伝的多様性と発芽率の関係を明らかにすることを目的として、2つのコアマモ群落の遺伝的多様性と発芽率を評価した。

2 方法

遺伝的多様性の評価として、当所実験水路(中海の鳥取県水域から移植して増殖)と大橋川のコアマモ群落から葉を採取し抽出したDNAを使ってマイクロサテライト解析を行った。マイクロサテライトマーカーは、コアマモと同属の *Zostera noltii* で開発された9遺伝子座のうち利用可能な6遺伝子座を用いた。発芽率の評価としては、大橋川と実験水路で花枝を採取し追熟後に種子を冷蔵庫内で一定期間保管した後、発芽実験を行った。両者を同条件で栽培し、1ヶ月間における発芽率を求めた。

3 結果・考察

遺伝的多様性の解析結果について、アレル多様度、有効アレル数、遺伝子多様度は、大橋川の群落が実験水路よりも高い傾向を示した。ヘテロ接合度の観察値は大橋川の方が低く、近交係数は実験水路の方が低い傾向を示した。発芽実験を行った結果は、大橋川の群落から採取した種子は4割程度の発芽率であったが、実験水路においては1割にも満たなかった。

以上の結果から、遺伝的多様性が高い群落では種子の発芽率が高いことが明らかになった。しかし、その因果関係については現時点で不明であるが、コアマモ場の再生を目指し移植を行っていく際には、移植元となる群落の遺伝的多様性を十分に考慮する必要がある。

キーワード：コアマモ、遺伝的多様性、発芽率

島根県東部の宍道湖に発生した沈水植物のマンガンおよび元素濃縮の研究（予報）

石賀裕明（690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学総合理工）

佐野絵里香（島大・総理）・塩原秀治（島大・総理）

ishiga@riko.shimane-u.ac.jp

島根県東部の宍道湖において 2009 年から沈水植物のパッチ状群落は湖の南岸に沿って発生しているのが観察された。2010 年および 2011 年はさらにその分布域が拡大している。沈水植物は沿岸域の水質浄化に効果的であるとされ、瀬戸内海のいくつかの地域では人工的に“アマモ場”が復元・回復されている例もある。藻場は良く知られるように植物自身の栄養塩の吸収以外にも、様々な付着生物が作る生態系の基礎なす。そのため水流の低下による懸濁物の蓄積、生物による懸濁物の吸収、その生態系の全体としての重金属の吸収などの様々な作用が総合して水質浄化を行うと予想される。ここで示す宍道湖での沈水植物は自然に回復してきたものといえ、今後の水質や底質の変化について継続して観測を行うことは重要である。

沈水植物のうち、2010 年および 2011 年にオオササエビモを採取して生体の元素分析を行った。試料採取は宍道、来待、玉湯の 3 地点でいずれの年も 8 月に採取した。その結果、乾燥試料において重金属では銅（10ppm 前後）、鉛（10ppm 以下）、ニッケル（10ppm 前後）、クロム（多くは 2ppm 以下）、バナジウム（ほとんど検出されず）等に対して、亜鉛（100ppm 前後）に選択的な濃縮の傾向が認められる。3 地点での元素の含有率の差異は小さい。鉄（ Fe_2O_3 ）の含有率（多くは 1wt%以下）に対して、マンガン（ MnO ）は 3-7wt%と高い含有率を持つ。また、リン（ P_2O_5 ）は 1-3wt%と高い含有率を持つ。イオウについては 1wt%前後である。また、ハロゲン化物ではフッ素、臭素、ヨウ素に比較して塩化物が高い含有率（3-7wt%）を持つ。オオササエビモについて葉と茎について比較すると、2011 年の試料では亜鉛、マンガンでは葉の方が 2 倍程度の含有率を持つものもある。銅、ニッケルについても葉の方が高くなる。塩化物および臭素については茎の方が 2 倍程度高い傾向を持つ。

また、懸濁物（ss）についてはフィルターに捕集して合わせて元素分析を行った。2011 年の試料では 3 地点において西から東へ含有率が低下する元素が認められた。マンガン、リン、イオウ、塩化物について傾向が明らかである。懸濁物は湖盆での堆積物の形成に関連するとともに水塊構造の推定にも重要な要素といえ、引き続き沈水植物群落の発達と合わせて検討したいと考える。

キーワード：宍道湖、沈水植物、オオササエビモ、懸濁物、元素組成、重金属

湖山池の現在の問題と湖内環境の変遷 ～ヒシが引き起こす貧酸素化と湖内環境の100年間の移り変わり～

森 明寛(682-0704鳥取県東伯郡湯梨浜町南谷526-1 鳥取県衛生環境研究所)

・九鬼貴弘(鳥取県・衛環研)・宮本 康(鳥取県・衛環研)

moriak@pref.tottori.jp

鳥取県東部に位置する湖山池では、近年、カビ臭発生、ヒシの大繁茂、アオコの発生など様々な問題が生じている。このうち、ヒシは2004年頃から急激に繁茂し始め、数年で約60haまで広がり、その面積は湖面積の1割弱を占めるようになった。ヒシの繁茂は単なる景観悪化や悪臭を引き起こすだけでなく、ヒシ帯内部では表層から下層まで貧酸素化を生じていることが現地調査で確認された。湖山池では5月中旬頃から水面にヒシの浮葉が見え始め、約2～3週間で水面は浮葉で埋め尽くされる。ヒシ帯での貧酸素化は浮葉の被覆度が大きくなるにつれて進行し、被覆度がほぼ最大になるとやがて定常的に貧酸素化が確認されるようになった。このような定常的な貧酸素化は底泥から栄養塩類の溶出などを引き起こし、結果として内部負荷の増大に繋がるものと考えられる。

このように、現在湖山池の南西部ではヒシが一面に繁茂する状態となっているが、今から約70年前にはヒシも含めたくさんの種類の水生植物が適度に分布していたとの記録が残されている。また、一般に湖山池の環境は過去と比べて大きく悪化したと言われているが、実際にいつ頃どのような変化が生じたのかについては不明な点が多い。そこで、文献データを用いて湖山池の環境の変遷について解析を行った。その結果、1960年代前半のわずか5年足らずの間に透明度の低下とpHの上昇が著しく進行したことが明らかになり、植物プランクトン相がアオコ優占型に変化したことが示唆された。当時の時代背景は高度成長期であると同時に、唯一の流出河川である湖山川に水門が建設されるといった人為的改変が行われており、環境激変を考える上で重要な出来事が起こっていた。

現在湖山池では、この水門をより頻度高く開放して汽水域再生に向けての調整が進んでおり、これらの過去の検証は水門開放後の環境を考える上で参考となるものである。

キーワード：汽水域、ヒシ、貧酸素、変遷



湖山池のヒシの繁茂状況 (2010. 7)

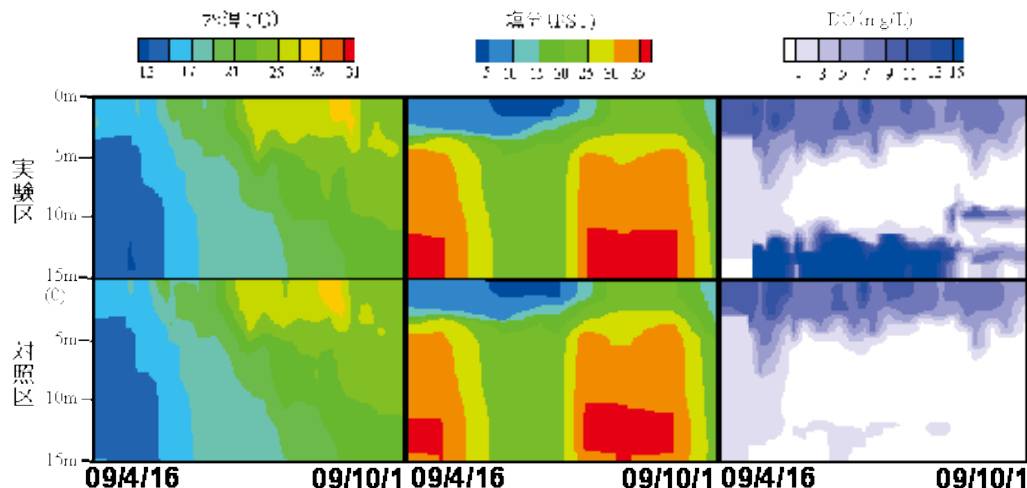
中海（米子湾）浚渫窪地における底層酸素供給実験の事例紹介

増木新吾(680-8550 鳥取市湖山町南4-101 鳥取大学大学院連合農学研究科) ・

清家泰(島根大学総合理工学部)

s.masuki@matsue-doken.com

鳥取県と島根県の間位置する中海（米子湾）は日本海から流入する海水と宍道湖から流入する淡水と混じりあう汽水域である。汽水湖において、塩分成層が形成されることは良く知られており、また、強固な成層強度を持つ場合には大気から酸素の供給が阻害され、底層部が無酸素状態になることがしばしば報告されている。中海（米子湾）においては、例年のように夏期から秋期にかけて、底層部の貧酸素化が観測されており、特に米子湾においては強固な成層構造により、長期的に底層部が無酸素状態となっている（下図）。このような底層部の貧酸素化については、これまでに多くの研究が行われてきており、硫化水素やメタンガスの発生、また底生性の生物の生息場所を奪ってしまうことなどが報告されている。このような底層部の貧酸素状態を改善する技術としては、ダム・湖沼等でいくつか試みられているが海域・汽水域において実証レベルで行われた前例はない。清家らは2007-2009年にかけて、米子湾に点在する比較的独立した形状の浚渫窪地において酸素供給実験を行った。酸素供給にはWEPシステム（松江土建（株））を用いた。WEPシステムは高濃度酸素ガスを底層部へ送り込み、気液溶解装置を用いて水圧条件下で水温や圧力に応じた溶解量まで溶け込ませるものであり、吐出される酸素水には余剰気泡がないことが大きな特徴である。余剰気泡が発生しないことで気泡の上昇により浮上することがなく、酸素水は底層部へ留まることが確認されている。本報告では米子湾浚渫窪地において酸素供給実験を行った時の、酸素水の拡がりについて紹介する。また、窪地内の流れが酸素水の拡散にどのような影響を及ぼしたのかについて紹介する。



米子湾浚渫窪地における水温、塩分、溶存酸素（DO）の鉛直分布の経月変化

キーワード：汽水域、酸素水塊、酸素供給、WEPシステム、浚渫窪地

斐伊川水系および橋津川水系におけるコアマモ個体群の空間的遺伝構造

程木義邦(20-2113滋賀県大津市平野2丁目509-3 京都大学生態学研究センター)・
大林夏湖(京大・生態研)・宮本康(鳥取県衛生研)・田中法生(国立科学博物館)・
國井秀伸(島大・汽水域セ)
hodoki@ecology.kyoto-u.ac.jp

汽水域の典型的な海草であるコアマモ (*Zostera japonica* Aschers. et Graebn.) の遺伝的多様性の評価と保全策の検討を目的とし、マイクロサテライトマーカーを用い斐伊川水系および橋津川水系に点在する個体群について解析を行った。斐伊川水系の大橋川に点在する9局所個体群では、ほぼ全てのサンプルが異なる遺伝子型に分離できた。一方、同じ斐伊川水系の中海のコアマモ6局所個体群では、3局所個体群で検出された遺伝子型数が3以下であり、少数の遺伝子型(ジェネット)の栄養繁殖によって形成されている個体群が多かった。また、有効アリル数は大橋川の局所個体群で高く(平均4.7)、中海の局所個体群で低い(平均2.6)傾向が見られた。近交係数は、大橋川上流の1局所個体群と中海の3局所個体群で高い傾向が見られた。また、各局所個体群間の固定指数(F_{st})を求めたところ、大橋川内部では全ての組み合わせで $F_{st} < 0.05$ であったのに対し、中海の局所個体群間の固定指数は $F_{st} > 0.27$ と高かった。また、中海の2局所個体群については、大橋川の局所個体群に対し、局所個体群間の距離と F_{st} の間に有意な正の相関が見られた。大橋川は、上流から下流にかけての遺伝子流動が維持されており、各局所個体群内の遺伝的多様性も高い傾向が見られた。また、局所個体群が連続的に分布していることが、遺伝的交流や空間的遺伝構造に大きく影響していると考えられた。一方、中海の局所個体群は遺伝的多様性が低く近交係数も高いことから、局所個体群間の遺伝的交流の頻度も低いことが示唆された。中海の局所個体群は群落のサイズが小さいことに加え、局所個体群間の距離は4 km以上離れていることと、潮汐による流動も小さいため、個体群の分断化により遺伝子流動の低下が生じやすいことも推測された。また、橋津川水系では、東郷池からの流出口と橋津川河口を結ぶ捷水路の中間付近の約500 mの区間に数 m^2 から25 m^2 以上の局所個体群を少なくとも5つを確認した。マイクロサテライトマーカーを用いた解析を行った40個体すべてが同じ遺伝子型を示した。コアマモの個体群が位置している捷水路は20年前に造成されたことから、それ以降に移入した1遺伝子型の栄養繁殖により形成された個体群と考えられた。

キーワード: コアマモ, 空間的遺伝構造, 保全

日本国内に生育する塩性湿地植物オオクグの遺伝構造と保全単位の検討

大林夏湖(520-2113 大津市平野 2-509-3 京都大学生態学研センター)

・程木義邦(京大生態研セ)・國井秀伸(島大汽水セ)

kakoh@ecology.kyoto-u.ac.jp

近年、河川上流のダム堆砂による下流域への土砂供給量の減少、河床掘削や港湾整備などの人為的改変による沿岸域・河川干潮域の砂州減少に伴い、砂州を生育の場とする塩性湿地植物の減少が報告されている。塩性湿地植物オオクグ *Carex rugulosa* は、およそ 50 年前まで本州の日本海沿岸および太平洋沿岸に生育していたことが報告されているが、現存する個体群は点在し全体として個体群数が減少している(環境省)。そこで本研究では、日本国内に現存する *C. rugulosa* の保全単位を決定するため、マイクロサテライトマーカーを用い、各個体群内のクローン多様性 (clonal diversity; 個体群内で識別できる遺伝子型数) を調べ、遺伝構造を解析した。太平洋沿岸に生育する個体群は、比較的高いクローン多様性が保持されており、repeated seedling recruitment が起きていることが明らかとなった。これらの個体群のほとんどは、2011 年 3 月の東北地方太平洋沖地震で甚大な被害を受けた沿岸部に生育しており、数十年から数百年単位で繰り返される大規模攪乱が頻繁に起こる場所でクローン多様性が高く保たれていた。一方、日本海沿岸・太平洋沿岸に孤立して点在する個体群および分布の端に位置する個体群は、低いクローン多様性を示し、これらは initial seedling recruitment によって形成された個体群であると考えられた。日本国内で最大のメタ個体群を形成する島根県・斐伊川水系のオオクグでは、表層 5~15 psu の塩分範囲(大橋川全域)にクローン多様性の高い個体群が集中していたが、いずれも太平洋沿岸の個体群と比べ、近交係数が高く、遺伝的劣化が進んでいることが明らかとなった。また、日本国内では、個体群間の地理的距離と遺伝距離に有意な相関があり、明瞭な地理構造を持っていた。ベイズ法を用いた遺伝的グルーピングの解析結果から、現存するオオクグの個体群は 3 cluster ((1)島根県斐伊川水系, (2)島根県以北の日本海沿岸, (3)太平洋沿岸)に分けられ、この cluster をオオクグの management unit とみなして保全すべきであることが明らかとなった。以上の結果、オオクグでは、個体群間の遺伝的な連続性の違い、およびそれぞれの生育地がうける攪乱頻度の違いを反映して、遺伝構造が異なっていることが明らかとなった。また、沿岸域の塩性湿地植物の保全には、それぞれの生活史特性と環境特性を踏まえ、遺伝的構造に基づいて保全を考える必要性が示唆された。

Key words : SSR 解析, クローン多様性, 遺伝構造, 保全単位 (management unit)

常設セッション

「汽水域一般」

2012年1月7日 10:30-12:00

- (1) 斐伊川下流域における治水対策の課題と対策－平成23年9月台風12号を例として－
- (2) 衛星観測データによる汽水域懸濁物質起源推定事例解析
- (3) 多波長リモートセンシングにおける主成分回帰を用いた汽水域懸濁物質推定の基礎研究
- (4) 光学センサMODISの衛星観測データを用いた6S Codeによる濁度推定手法の研究
- (5) 中海における水質・底質と貝形虫のモニタリング
- (6) 松江平野の古環境(1)－県道大手前線発掘調査に関連して(1)－

斐伊川下流域における治水対策の課題と対策 －平成23年9月台風12号を例として－

河野隆重 (843-0024 武雄市武雄町大字富岡 155-5 (有)河野技術調査)

平成23年9月近畿地方を通過した台風12号は、近畿地方のみならず島根県においても斐伊川下流域に治水対策上の課題を示している。これまでに演者は、松江市内の無堤河川の危険性と斐伊川の河道内樹林化の進行を指摘していたが(河野, 2006)、平成18年7月の集中豪雨において松江市の洪水被害が発生した。今回は台風12号のもたらした事象を踏まえ、災害は忘れた頃にやってくるとの観点からその課題と対策について述べる。

斐伊川下流4/000付近の瑞穂大橋～灘橋間において河道内樹木の選択的伐採が実施されている。しかし、右岸側高水敷はほとんど伐採されているものの、左岸側は森林化したままであり高水敷は池沼化している。演者が今回の洪水直後の痕跡を調べたところ、右岸側は堤防天端から-2.9m、左岸側は-2.3mを示し、明らかに左岸高水敷の森林化によるせき上げ現象が発生している。堤防天端幅は計画洪水流量2500 m³/secの時5mが必要とされている。しかし、この区間の堤防天端幅は左岸5m、右岸が6m以上ある。堤防の築堤盛土の土質が不明でもあり、左岸側の防災上のリスクが高いことを示している。今後、左岸側の堤防の補強止水対策と河道内樹林化の選択的伐採を早急に進める必要がある。

大橋川においては、松江大橋上流の水位観測所右岸側護岸による水はね現象により、洪水時の水流が松江大橋左岸の第一橋脚まで屈曲していることを確認した。このことは、宍道湖からの右岸側流入水が左岸側の流入水を遮断していることを示し、大橋川の流下能力に著しい影響を与えている。今後、治水対策上大橋川南岸の護岸の早急な整備が必要である。

佐陀川は計画洪水流量110 m³/secが計画されているが、佐陀橋付近が最も狭く、洪水時の流下能力の確保が困難であり、適正な河川管理の実施が必要である。

地域の洪水における安全確保のためには、これらの課題に積極的に取り組む必要がある。

キーワード：河道内樹林化，流下能力，河川管理，河川法

衛星観測データによる汽水域懸濁物質起源推定事例解析

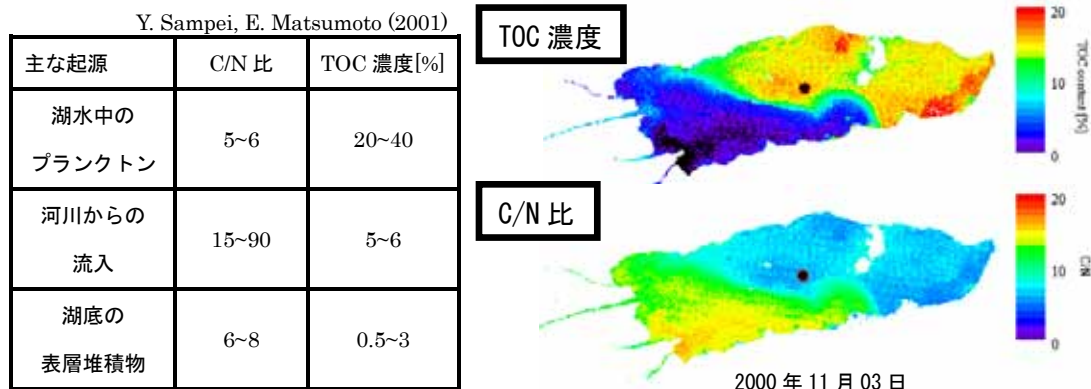
大森康裕(690-8504 島根県松江市西川津町 1060 島根大学大学院総合理工学研究科)・

古津年章(島大・総理)・下舞豊志(島大・総理)

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

汽水域である宍道湖と中海は、その地形や成因から半閉鎖的な独自の環境を有している。加えて、富栄養化に伴うアオコや赤潮が度々発生してきた。そのため定点や船舶による水質モニタリングが行われている。またリモートセンシング技術を用いて、人工衛星観測による濁度やクロロフィル a の推定に関する研究が行われてきた。しかし、同じ SS であってもその原因は様々であり、濁りの起源を求めることにより、富栄養化、河川水、巻上げなどの汚染起源と気象条件の関連などの議論が深まると期待される。本研究では、リモートセンシングを用いて濁りの原因物質である懸濁物質(SS)の起源推定手法の開発を目標とする。

宍道湖と中海の主な SS の起源は、「湖水中のプランクトン」、「河川からの流入」、「湖底の表層堆積物」の三つである。各起源における SS 中の有機炭素(TOC)濃度、懸濁態有機炭素と懸濁態窒素の重量比である C/N 比は、それぞれ異なる特徴的な値を示す。本研究では、LANDSAT-5 搭載 TM の Band1(450~520nm)、Band2(520~600nm)、Band3(630~690nm) 観測データを用いて事例解析(2000年11月03日観測)を行った。初めに、TOC 濃度と C/N 比を分光反射率から PLS 法によって推定する式を求めた。次に TM の観測データにこの式を適用し、TOC 濃度と C/N 比を推定した。その結果、宍道湖西部の濁りは「河川からの流入」と推定された。その結果を出雲河川事務所の管理する宍道湖湖心観測所で観測された濁度と塩分濃度データと比較した。その結果、TOC 濃度と C/N 比から得られた起源推定の結果は妥当であると言えた。今後は、さらに事例解析を行う予定である。
謝辞：水質データは国土交通省出雲河川事務所から、TM 観測データは JAXA から提供を受けた。また、本研究を進めるにあたり御教示いただいた島根大学三瓶良和教授、瀬戸浩二准教授、広島大学川村健介准教授、作野裕司助教に深謝いたします。



各起源の TOC 濃度、C/N 比の比率と、TOC 濃度と C/N 比の推定結果

キーワード：リモートセンシング、懸濁物質、TOC、C/N

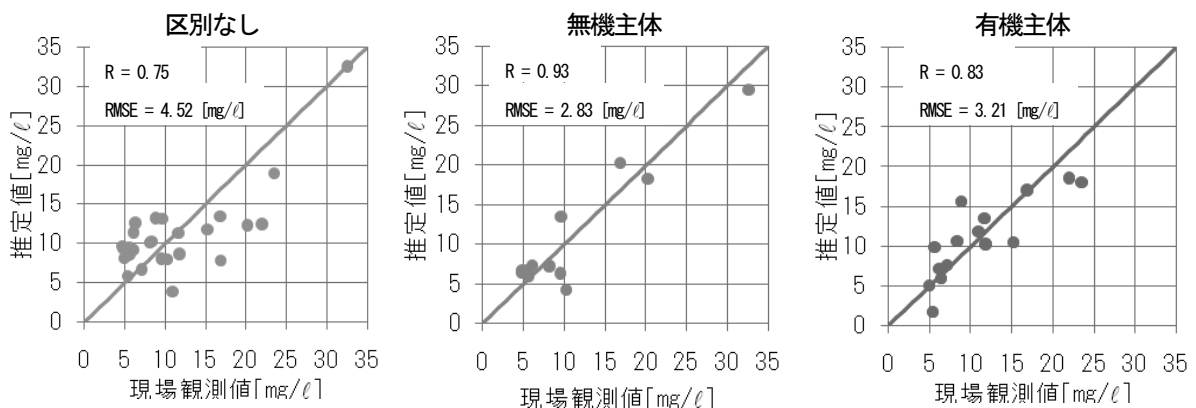
多波長リモートセンシングにおける主成分回帰を用いた 汽水域懸濁物質推定の基礎研究

岡本航 (690-8504松江市西川津町1060島根大学総合理工学研究科)・古津年章 (島大・総理)・下
舞豊志 (島大・総理)

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

島根鳥取両県に跨る宍道湖及び中海は、淡水と海水が混ざり合った汽水湖である。汽水湖は水深が浅く、海と川からの栄養分が多く行き渡る事から富栄養化に陥りやすく、赤潮やアオコの被害が起きてきたため、水環境の観測が重要視されてきた。しかし船舶や定点による観測の場合、汽水湖のような広大で時間変化の激しい場所では限界がある。そこで人工衛星などを用いて観測対象に触れずに遠方から観測する、リモートセンシング技術を用いることが有効であると考えられる。汽水域の水環境をより深く理解するためには、濁りの元となる懸濁物質(SS)の推定が重要である。これまで回帰分析によるSSの推定では、精度や多重共線性の問題が発生していた。そこで本研究では分光放射計を用いて観測した水の反射率と採取したSSから複数の波長の反射率を用いて汽水域懸濁物質の推定手法を多変量解析の手法のひとつである主成分回帰(PCR)から求めた。また、SSの有機懸濁物質(OSS)と無機懸濁物質(ISS)の割合によって分光反射特性が異なることからSSを区別しない場合、無機主体な場合(ISS-D)、有機主体な場合(OSS-D)に区別し、3つの場合について全懸濁物質(TSS)の推定を行なった。今回、いずれの場合においても400nmから10nmごとに800nmまでの41波長の内、それぞれ11波長の反射率を用いてPCRを行なったところ、SSを区別しない場合より、ISS-D、OSS-Dに区別してそれぞれに影響力の高い波長を用いて推定を行なった場合の方が精度の高い推定が可能であることが言え、衛星リモートセンシング応用の可能性を示すことはできた。さらに使用波長を削減させることで利用できる衛星の種類を増加させること、ISS-DとOSS-Dを区別するとき手法の改良をし、判別したデータから精度が良く、誤差の少ない推定式を求めることが今後の課題である。

謝辞 懸濁物質測定について御教示頂いた島根大学総合理工学部三瓶良和教授、ならびに元素分析をしていただいた島根大学汽水域研究センター瀬戸浩二准教授に深謝いたします



それぞれの場合における現場観測 TSS と推定した TSS
観測場所：大橋川、朝酌川 SS サンプル：2007年～2010年まで 27 個

キーワード：汽水域、懸濁物質、主成分回帰、分光放射計

光学センサMODISの衛星観測データを用いた6S Codeによる濁度推定手法の研究

坂井恭兵(690-8504 松江市西川津町1060 島大・総理) ・

下舞豊志(島大・総理) ・ 古津年章(島大・総理)

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

我々はこれまで、JAXA から提供される衛星搭載光学センサ MODIS により得られた Rayleigh 補正済反射率データと汽水域の現場観測データから濁度推定式を作成し、準リアルタイムに宍道湖・中海の推定濁度分布図を作成して公開するシステムを開発してきた。Web に公開している推定濁度分布図を図 1 に示す。これは、晴天時には 1 日に 1~2 回宍道湖・中海全体を観測できる環境モニタリングシステムである。しかしこのシステムでは、濁度を推定する汽水域の水面、又は大気成分を取り除くために用いる海面に薄雲等が覆った場合、濁度推定をうまく行えない問題があった。そこで、近赤外波長における水面からの反射が無視できることを利用し、衛星観測データと 6S Code という大気プロダクトより得られた近赤外波長の分光反射特性を用いて、エアロゾル反射率の可視域特性を推定し、MODIS データの大気補正を行うことで、濁度推定精度の改善を目指す。本手法のフローチャートを図 2 に示す。本講演では、この濁度マッピングシステムを紹介すると共に、新たに開発したエアロゾルの近赤外波長分光反射特性を用いた大気補正アルゴリズムによる大気補正法とその結果について発表する。

現行の暗画素法を用いた濁度推定結果、本手法の 6S Code を用いた濁度推定結果と現場観測濁度を比較した。その結果、現行のシステムの問題のひとつであった大気成分を取り除くために用いる海面に薄雲等が覆った場合については、本手法の方が精度良く濁度推定を行なうことができた。しかしながら、精度良く推定できていないシーンもあるので、さらに推定精度を改善する必要がある。今後は引き続き本手法の精度を向上させるとともに、現行のシステムに組み込む予定である。

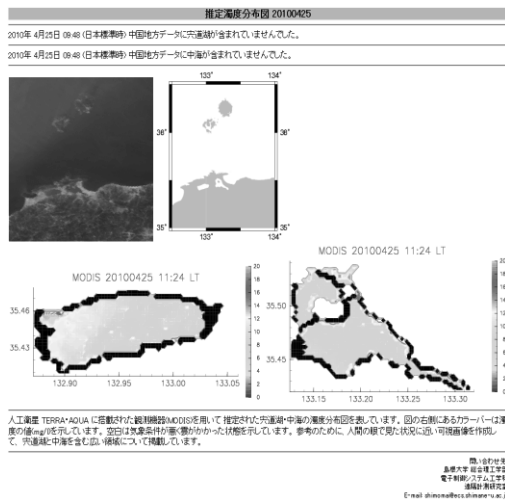


図 1 宍道湖・中海の推定濁度分布図

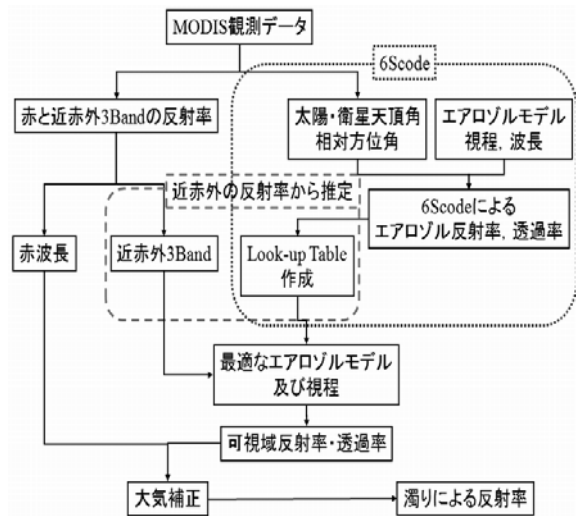


図 2 大気補正アルゴリズムフローチャート

キーワード：汽水域、衛星観測、大気補正、濁度推定、6S Code

中海における水質・底質と貝形虫のモニタリング

横瀬貴之(690-8504松江市西川津町1060島根大学大学院総合理工研究科地球資源環境学専攻)・
入月俊明(島根大・総合理工)・瀬戸浩二(島根大・汽水研)・松本香織・砥上政隆・金子 傑
・小草宏樹(島根大・総合理工)

marezaki@yahoo.co.jp

島根県と鳥取県にまたがる中海は 1960 年ごろ干拓・淡水化事業が計画・着工され北部の本庄水域は堤防に囲まれ極めて閉鎖的な環境になった。しかしその後、事業に対する反対運動や社会状況の変化から 2000 年に中止となり、環境修復が始められた。このような過程を経て本庄水域には再び境水道から海水が流入するようになった。環境修復が行われる前後の期間において、水質・底質および貝形虫のモニタリング調査を行い、長期的にこれらの変化を検討することが本研究の目的である。今回の発表では、本庄水域の北東部に位置する森山堤の部分開削(2009年5月)や中浦水門撤去(2009年3月)による影響を検討するために、森山堤を挟んだ西側と東側の M9 と M1 地点、および中海東部の M14 と M16 地点に関する結果を報告する(下図参照)。

2008年から2011年における毎月の調査で観測された水質および底質の含泥率を検討した結果、森山堤開削直後から M9 地点の水質は M1 地点のそれに類似するように変化し、含泥率に関しては、それまで M9 地点では月ごとの変動がほとんどなく 90%以上で安定していたが、開削後、含泥率は減少し、その後、変動が認められるようになった。M14 および M16 地点の水質については、中浦水門撤去後、中層に貧酸素水塊が頻繁に確認できるようになり、含泥率については大きな変化は確認できなかった。

各地点で毎月の調査で産出した貝形虫のうち、軟体部がほぼ完全な状態の個体(採取時に生存していたと推定される個体:“生体”)と軟体部が半分以上残り、死後時間があまり経過していないと推定される個体を計数した。M1 地点では“生体”がほぼ毎月認められたのに対して、M9 地点では、それまで全く“生体”が確認できなかったが、2010年6月に初めて認められ、開削後ようやく個体群が定着しつつあると推定される。一方、M14、M16 地点に関しては、中浦水門撤去や森山堤開削以前は“生体”が春から夏に認められたが、2010年および2011年に関しては、軟体部が半分程度残った個体は確認できたが、“生体”は認められなかった。



中海における調査地点と森山堤・中浦水門の位置

キーワード: 中海, 水質, 貝形虫, モニタリング

松江平野の古環境（1） — 県道大手前線発掘調査に関連して（1） —

渡辺正巳（690-0822松江市下東川津町131文化財調査コンサルタント・島大・汽水セ）・
瀬戸浩二（島大・汽水セ）
info@cons-ar.co.jp

「松江平野」は、「松江市・八東郡東出雲町に広がる平野。宍道湖と中海にはさまれた東西・南北とも約 10 キロメートルの低地帯」（デジタル大辞泉, HP）と定義されている。しかし一般には、大橋川流域の低地（東は朝酌川流域, 西は比津川流域, 南は国道 9 号線南方の丘陵まで, 北は北山山地の縁辺まで）の数 Km 四方を指し, 中海や宍道湖に直接流れ込む意宇川, 乃白川, 佐田川流域を除くことが多い。

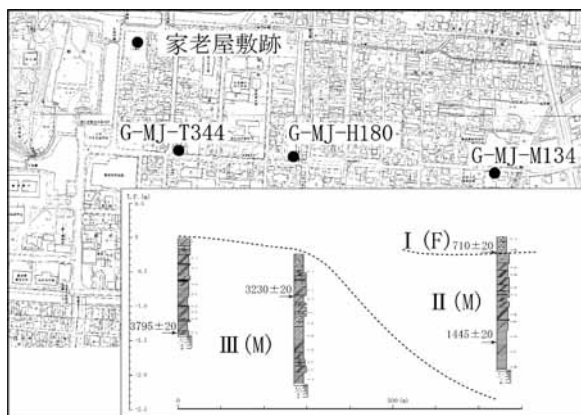
中海, 宍道湖湖底堆積物を対象とした地質学的な研究は, 水野ほか（1972）以降, 偏りなく多く行われている。一方, 「松江平野」を対象とした地質学的な研究は, 松江平野北東部の朝酌川中～下流域に偏っている（中村ほか, 1996 など）。今回報告する松江平野の中心地, 近世「松江城下町」域を対象とした研究はごく僅かであり, しかも網羅的なものが多い（林, 1991 など）。林（1991）は, ボーリングデータを集成し, 松江平野全域の微地形分類図と近世「松江城下町」域を縦断する地質断面図を描いている。これに対し各論的な研究は, 渡辺・瀬戸（2011）によって, 今回の調査地北方の「家老屋敷跡」において CNS 元素分析及び花粉分析 AMS 年代測定が実施, 報告されるまで, 皆無と言って良い状態であった。

本報告では, 県道大手前線建設工事に伴う発掘調査地において, 簡易型ジオスライサーによって採取した試料を対象として CNS 元素分析, 花粉分析及び AMS 年代測定を実施した。この結果, 近世「松江城下町」形成前の古地理, 古地形に関する新たな知見を得たので報告する。

また試料採取に当たり, 財団法人松江教育文化振興財団柚原恒平氏, 小山泰生氏, 園山 薫氏, 松江市教育委員会市史編纂室山根正明氏, 同文化財課調査係諸氏には, 多くの便宜を図って頂いた。報告にあたり, 深く感謝の意を示すとともに, 御礼申し上げます。

引用文献：

水野ほか（1972）地質学論集, 7, 113-124. 中村ほか（1996）LAGUNA（汽水域研究）, 3, 林（1991）地理科学 46, (2), 55-74. 渡辺・瀬戸（2011）, 松江市文化財調査報告書 139, 30-36.



試料採取地点と層序断面
I, II, III: 花粉帯
(F): 淡水成層, (M): 海成(汽水成)層

キーワード：松江城下町, 古環境, 花粉分析, CNS 分析

常設セッション

「生物・生態系・資源」

2012年1月8日 9:45-11:15

- (1) 琉球列島における砂泥底内在性無脊椎動物と共生する十脚目甲殻類の多様性
- (2) マングローブの根の構造は小型魚類の被捕食率を低下させるのか
- (3) 本庄工区内に最優占する動物プランクトンはミズクラゲ：個体群の季節変動
- (4) アサリ浮遊幼生の分布・出現時期に影響を与える要因
- (5) 中海におけるサルボウガイ生息適地判定手法と底質指標値の年変動および季節変化の検討
- (6) 宍道湖と中海における仔稚魚の出現様式

琉球列島における砂泥底内在性無脊椎動物と共生する十脚目甲殻類の多様性

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

osawam@soc.shimane-u.ac.jp

「干潟」は、内湾・河口域において潮汐によって生じる平坦な場所を中心とした複合的な海岸環境である。砂泥質の基底上に、大小の転石や海草などが存在することにより異質な微小環境が生じ、それぞれに異なった動物群集が見られる。加えて、目に触れることのない基底中にも、潜ったり、巣穴や棲管を作ってそれらの中に棲んだり、外面的には単調に見られる場所にも予想以上に多くの動物が生息し、共生関係(利害関係の有無を問わず、ある動物と他の動物と一緒に暮らしている状態を“共生”とする)にある動物も確認されてきている。しかしながら、動きに富む底内在性の無脊椎動物の採集は難しいことが多いことから、その詳細な動物相の理解は依然不十分なままである。近年、「ヤビーポンプ」と呼ばれる吸引採集器の利用により、砂泥底内在性の十脚目甲殻類相の解明が、西太平洋・大西洋の熱帯域を中心として進められてきており、未記載種や記録が非常に限られていた種の発見もなされている。本発表では、琉球列島の内湾・干潟環境に生息する底内在性の無脊椎動物に共生する十脚目甲殻類の多様性の把握状況について紹介する。

沖縄島および西表島の14地点において採集調査を行った結果、環形動物(ツバサゴカイ科, フサゴカイ科), 星口動物(スジホシムシ), ユムシ動物(タテジマユムシ), 節足動物(甲殻綱十脚目)の4つの動物門から16種の共生性十脚目甲殻類が得られた。これらの共生種のほとんどは、未記載または日本新記録である。同じ分類群である十脚目甲殻類の巣穴から最も多くの共生種が見つかり、同一の宿主種(トウゾクテッポウエビ, スナモグリ科 *Neocallichirus jousseumei*) からそれぞれ別に存在しているものの、複数の共生種が採集された。その一方、同一の共生種(テッポウエビ科 *Salmoneus rostratus*, ムツアシガニ科 *Hexapus* sp.) が複数の宿主種(トウゾクテッポウエビ, スナモグリ科 *Glypturus armatus*; フサゴカイ科の1種, スジホシムシ)の巣穴から見つかることもあった。これらの共生関係は、宿主の生息微環境が重なること、またはその動物体と巣穴の形の類似が関連しているかもしれない。

以上の共生種の生息条件は、宿主の生息・分布によって規定されているが、人為活動による干潟環境の改変・悪化・減少により、個体群の消失が進み、絶滅が危惧されている宿主動物も知られている。生息が知られないまま、消え去っている未詳種、未記載種も存在している可能性がある。汽水域を含む日本沿岸の生態系・生物多様性の真の理解を進めるためには、その基盤となる正確な種同定に基づいた生物相の把握・比較研究を行ってゆくことが必要である。

キーワード：琉球列島, 干潟, 十脚目甲殻類, 共生, 生物相, 未記載種

マングローブの根の構造は小型魚類の被捕食率を低下させるのか

南條楠土(113-8657東京都文京区弥生1-1-1東京大学大学院農学生命科学研究科)・中村洋平(高知大院・黒潮)・堀之内正博(島大・汽水セ)・河野裕美(東海大・沖セ)・佐野光彦(東大院・農)

hori@soc.shimane-u.ac.jp (演者アドレス)

一般に、マングローブの支柱根や気根が形成する複雑な立体構造は、小型魚類にとって捕食者からの隠れ家として機能していると考えられている。しかし、野外において実際にそのような構造が小型魚類の被捕食率を低下させるのかどうかを調べた事例はほとんどない。そこで本研究では、沖縄県西表島浦内川のマングローブ汽水域において、支柱根や気根が存在する岸部と存在しない河川中央部の砂地とで、魚食魚(捕食者)の個体密度と小型魚類の被捕食率を比較し、支柱根や気根の形成する立体構造が捕食者からの隠れ家として機能しているのかどうかを検証した。その結果、魚食魚の種数と個体数は砂地よりも岸部で多く、また、岸部ではより小型の魚食魚が多いことなどがわかった。また、捕食圧実験では、ある種の被捕食率は支柱根や気根が存在する岸部で有意に低くなっていたが、別の種については被捕食率は岸部と砂地とで有意な差がみられなかった。したがって、マングローブの根が形成する複雑な構造が捕食者からの隠れ家として機能するかどうかは魚種によって異なり、マングローブの根付近は小型魚類にとって必ずしも安全な場所ではないと考えられた。なお、以下の論文に本研究の詳細が述べられているので参照していただきたい。

Nanjo K, Nakamura Y, Horinouchi M, Kohno H, Sano M, 2011. Predation risks for juvenile fishes in a mangrove estuary: A comparison of vegetated and unvegetated microhabitats by tethering experiments. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 405:53–58

キーワード: マングローブ, 魚類, 構造的複雑性, 捕食圧

本庄工区内に最優占する動物プランクトンはミズクラゲ：個体群の季節変動

真壁竜介 (739-8528 広島県東広島市鏡山 1-4-4 広島大学大学院生物圏科学研究科)・

栗原拓也 (広大・生物圏科学)・上 真一 (広大・生物圏科学)

makabe@hiroshima-u.ac.jp

1. 緒言

近年、瀬戸内海や東京湾をはじめとする多くの沿岸域においてミズクラゲの大量発生が頻発化し、漁業、発電所などに多大な損害を与えている。また、ミズクラゲは大量の動物プランクトンを摂食することから生態系への影響も懸念されている。このような状況を正確に理解し、対策を講じるためにはミズクラゲの発生機構と環境要因との関係を解明する必要がある。しかし、ミズクラゲ発生機構解明のための基礎的情報であるべき「ミズクラゲ現存量の正確な定量」が、ミズクラゲの分布が極めて不均一であるためにネットを用いた従来の方法では困難であった。近年、水柱の一定サイズ以上の物体を映像として捉えることの可能な音響カメラ (DIDSON) が開発され、Han and Uye (2009) によってミズクラゲ定量に有効であることが示された。本研究は、傘径が小さい時期を含めたミズクラゲ現存量定量において、DIDSON の有用性、有効性を評価するとともに、本庄水域におけるミズクラゲ現存量の季節変動把握を目指した。

2. 材料と方法

調査は島根県中海本庄工区において 2008 年 10 月から 2009 年 10 月まで、1-2 ヶ月に 1 回の頻度で実施した。船外機付きの小型艇に DIDSON を取り付け、毎秒 8 フレームの画像を取得した。観測ラインは本庄工区中央部を東西に走る約 3.4 km とし、約 2 ノットで航行しつつデータを取得した。また、タモ網で可能な限り 100 個体以上採集し、傘径の測定を実施した。得られた DIDSON のデータを解析し、フレーム毎のミズクラゲ密度を算出した。ミズクラゲ現存量は既報の関係式に基づいて傘径から換算した。環境データ (水温、塩分、密度、溶存酸素濃度 (DO)) 採取、及び動物プランクトンの定量採集を観測ライン上の 3 定点において実施した。

3. 結果と考察

ミズクラゲ平均個体密度は秋から春に減少し、3 月に最小値 $0.3 \text{ medusae m}^{-3}$ を記録した。その後ミズクラゲは増加し、6 月に最大値 2.0 ind. m^{-3} となった。この期間の個体数増大は冬から春にかけて加入したミズクラゲが成長したために DIDSON で検出可能なサイズ ($>5 \text{ cm}$) より大きい個体が増加したためと推察された。ミズクラゲ現存量は $17.2\text{-}115.0 \text{ mgC m}^{-3}$ の範囲で変動し、5 月に最小値を記録した後、夏-秋にかけて増加した。採集したミズクラゲの傘径分布から、DIDSON によるミズクラゲ検出率は年間を通じて $>91\%$ と見積もられ、本水域におけるミズクラゲ現存量調査に DIDSON が有効である確認出来た。また、ミズクラゲの年間平均現存量 (63.8 mgC m^{-3}) は他の動物プランクトン群集のそれ (26.0 mgC m^{-3}) を遥かに凌駕し、ミズクラゲは本庄工区内で圧倒的に最優占していた。食物連鎖構造や物質循環における本種の重要性が明確となった。

キーワード：本庄水域、ミズクラゲ、現存量、季節変動

アサリ浮遊幼生の分布・出現時期に影響を与える要因

佐川美緒(690-8504 島根県松江市西川津町 1060 島根大学生物資源科学部)・

藤井千里・袴田一彬・山口啓子(島根大学生物資源科学部)・

開内洋・佐々木 正(島根県水技センター)・浜口昌巳(瀬戸内海区水研)

keiko@life.shimane-u.ac.jp

【はじめに】中海は、干拓淡水化事業により森山堤防と大海崎堤防が造られ、環境の悪化が問題となった。しかし、水質悪化に対する懸念や、食糧問題の解決により、2002年に干拓・淡水化事業の中止が決定し、2009年には森山堤防の一部開削が行われた。それに伴いアサリの漁業資源としての復活が期待されている。アサリ漁業再生の必要条件に、幼生の安定供給があげられる。しかし、幼生が安定的に供給されるための環境条件や、特に中海のような閉鎖性の高い汽水域における幼生出現の年変動については明らかにされていない。そこで本研究では、アサリ浮遊幼生の分布・出現時期に影響を与える要因について、また年変動について検討した。

【方法】浮遊幼生の出現時期を把握するために週1回程度中海・本庄水域の計6地点でモニタリング調査を行った。また、幼生の密度が増加する時期に広域・全域調査を行った。アサリ浮遊幼生の判別方法はモノクローナル抗体法を用いた。水質は多項目水質計により、塩分(psu)・水温(°C)・クロロフィル(ppb)・溶存酸素濃度(mg/L)を測定した。

【結果と考察】西日本では一般に春・秋の年2回産卵とされており、また2009年から2010年のモニタリング結果から中海においても6月と10月にピークをもつ年2回産卵が確認された。しかし、2011年のモニタリング調査の結果から中海では6月・8月末から9月初め・10月に明らかな年3回の幼生のピークがみられた。6月・10月における水温変化と幼生のピークを比較すると、水温18°C前後で春産卵・秋産卵が見られ、中海ではこの水温が産卵の目安とわかった。しかし一方、2011年の8月末から9月の幼生のピーク時は水温は27°C付近であった。夏の水温を2010年と比較すると、8月から9月にかけて2011年は水温が低く、またピークの前に急激な水温の低下が見られた。さらに2011年は6月の春産卵の幼生個体数が少なかった。これは2011年1月から3月の記録的な低温に起因するとみられた。これらの要因が刺激となって9月の幼生のピークが生じたと考えられる。このように中海における幼生の出現時期や個体数は水温変化に大きく左右されることがわかった。10月の全域調査の結果から水塊と幼生分布の関係をみると、2010年は下層で多く見られたのに対し、2011年は本庄水域内においてほとんど下層で幼生は確認されなかった。水質との関係をみると、2011年は9月の初めから表層の塩分濃度が低く、10月にも塩分躍層を形成し、下層に十分な酸素が行き渡らず、著しい貧酸素となっていた。このような著しい貧酸素状態では幼生の最も好む塩分濃度であってもほとんど生息できないことが示された。

キーワード： *Ruditapes philippinarum*, 浮遊幼生, 年変動, 貧酸素

中海におけるサルボウガイ生息適地判定手法と 底質指標値の年変動および季節変化の検討

山崎立樹(690-8504 島根県松江市西川津町 1060 島根大学生物資源科学部)・

鈴木秀幸・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)

keiko@life.shimane-u.ac.jp

【はじめに】現在の中海は、干拓・淡水化事業により建設された干拓堤防によって本庄水域と中海本湖に分けられた閉鎖性の高い汽水湖である。堤防建設後、サルボウガイ *Scapharca kagoshimensis* は激減した。現在、一部水域に生息していることが確認されており、これら母貝をもとに大量採苗が可能である。サルボウガイ資源を復活させるためには、採苗した稚貝を適地に地蒔きし、成育させる必要がある。その生息適地を判定する底質の基準については鈴木 (2011) が示したが、年間を通じた適地判定基準については確立されていない。そこで本研究では、①サルボウガイが生息可能な指標の値の年変動の検討、②年間を通じた適地判定指標の検討を行った。

【方法】2011年1月から毎月1回、中海の9地点にて環境調査を行った。測定項目は、水質と底質表層および1cm下層の酸揮発性硫化物 (AVS)・強熱減量・明度 (L*)・間隙水中の硫化水素濃度等とした。また、8月下旬に中海本湖・本庄水域の計105地点で環境調査を行い、その中の26地点においては、11月から12月にかけてサルボウガイの分布調査を行い、サルボウガイの分布と環境項目の関係を2010年の結果と比較した。

【結果と考察】2011年におけるサルボウガイが生息可能と思われるそれぞれの指標 (表層・下層) の閾値は、AVS (0.65mg/g d.w・1.0~1.5mg/g d.w)、強熱減量 (約16%・約16%)、L* (20.0・18.6)、硫化水素 (約2ppm) であった。AVS・L*の閾値は昨年とほぼ同じであったため、年変動が小さいと考えられた。下層のAVSと強熱減量については季節変化が小さく、1年を通して安定的であると考えられた。一方、硫化水素については、サンプル採取時の状況により濃度が大きく変動するため、適地判定指標としては不適と判断された。また、強熱減量に関しては、閾値内であっても生残個体が確認されなかった地点が多数見られ、年変動も認められるため適地判定指標としては不適と考えられた。AVSは表層よりも下層のほうが安定している傾向があり、年間を通じた適地判定指標には下層のAVSが適していると考えられた。しかし、中海本湖では下層のAVS値が年間で安定していたのに対し、本庄水域では1月から6月まで値が低く、7月以降に高くなる傾向があった。そこで、本庄水域では7月から11月に適地判定を行うことが望ましいと考えられた。ただし、森山堤防開削部付近についてはAVSでも値が激しく変動したため、正しい適地判定は困難であることが示唆された。

キーワード：中海、サルボウガイ、適地判定、酸揮発性硫化物 (AVS)、強熱減量、硫化水素、明度 (L*)

宍道湖と中海における仔稚魚の出現様式

横尾俊博(690-8504松江市西川津町1060島根大学汽水域研究センター)・

堀之内正博・荒西太士(島大・汽水セ)

tyokoo@soc.shimane-u.ac.jp

宍道湖と中海における魚類生態研究は乏しく、特に仔稚魚に関しては皆無である。宍道湖や中海で実施されている環境改変事業が魚類の生息環境に与える影響を評価するためには、両水域が魚類初期生活期においてどう利用されているのかを明らかにする必要がある。そこで本研究では、宍道湖と中海、さらに、両汽水湖外にあたる美保湾に定点を設定し、2010年4月から2011年3月にかけて、各月一回の頻度で仔稚魚の採集調査を実施した。採集には目合1mmの小型地曳網を使用した。

調査期間を通じて、84種25,512個体が採集された。科別出現種数は、ハゼ科(32種)が最も多く、次いでコイ科(8種)、タイ科(4種)であった。宍道湖、中海、美保湾の3水域間の魚類の出現動態を比較したところ、宍道湖と中海では個体数上位種の多くが重複していたのに対し、美保湾と共通して出現する種はごくわずかであった。また、生活史型に注目したところ、宍道湖と中海では河口魚が個体数で優占したのに対し、美保湾では両側回遊魚が優占することも示された。さらに、各種の出現期間に注目したところ、宍道湖と中海では、長期間出現する種が個体数で多くを占める一方で、美保湾では長期間出現種がまったく出現していなかった。したがって、汽水湖内外では種組成、利用様式が大きく異なり、さらに、宍道湖と中海においても各種の利用パターンが大きく異なることから、これら3水域はそれぞれ異なった成育場機能を持つ可能性が高いと考えられた。

キーワード：仔稚魚，初期成育場機能

常設セッション

「環境変動系」

2012年1月8日 11:15-14:45

- (1) 小川原湖における東北地方太平洋沖地震に関連する津波堆積物のモダンアナログ
- (2) 青森県小川原湖における水質・底質環境の特徴
- (3) 岡山県瀬戸内市沖における珪藻遺骸群集の水平分布
- (4) 西日本の沿岸域における近過去の珪藻群集変化と人為的環境改変の関係
- (5) 瀬戸内海児島湾における現生底生有孔虫（メイオベントス）の分布と近年の環境変化
- (6) 周防灘豊前沖の近年の環境と珪藻群集の変化に関する予察的研究
- (7) 東南極・スカーレン大池に記録された過去7,000年間の古環境変遷史
- (8) Changes in Organic Source Materials and Depositional Environments during the Late Holocene Period in North Bolgoda Lake, Sri Lanka
- (9) 大山火山南麓に分布する完新世テフラ
- (10) 島根県出雲地域における中期完新世の古気候変動と太陽活動
- (11) 斐伊川周辺流域の河川水の地球化学的特徴
- (12) 森山堤防部分開削前後における中海本庄水域の底質の変化

小川原湖における東北地方太平洋沖地震に関連する津波堆積物のモダンアナログ

山田和芳(772-8502 鳴門市鳴門町高島中島748 鳴門教育大学・学校教育)・原口 強(大阪市大・理)・瀬戸浩二(島大・汽水セ)・岡崎裕子・中島広海・永島 郁・秋満 睦(島大・総理)・林田 明・中野遼馬(同志社大・理工)・齋藤めぐみ(国立科博)・五反田克也(千葉商大・政策情報)・北川淳子(日文研)・吉田明弘(東北大・植物園)・米延仁志(鳴教大・学校教育)

kyamada@naruto-u.ac.jp

2011年3月11日に発生したM9.0の巨大地震は、東日本の太平洋岸地域を中心に大津波を発生させ、2万人を超える死者・行方不明者を出す未曾有の大災害を引き起こした。今回の地震では、小川原湖(青森県)、松川浦(福島県相馬市)といったラグーンに津波は押し寄せた^[1]。これら沿岸湖沼における津波のモダンアナログを明らかにすることができれば、その堆積物の層相、磁気パラメータや混入する微化石群集の特徴等から、湖底下の地質ボーリング資料の検討によって、過去に生じた津波の規模およびその再来周期を推定できるものと期待する。小川原湖(高瀬川水系)では、今回の津波によって、上流約28kmまで水位変化が認められ^[2]、高瀬川および高瀬川放水路に押し寄せた津波の遡上高はそれぞれ3m、4~5mと確認されている^{[3][4]}。このような状況から、津波が高瀬川および高瀬川放水路を通じて、湖に入ってきたことは明らかである。そこで、2011年8月末から9月上旬にかけて、下北半島の太平洋岸に位置する沿岸潟湖である小川原湖、とくに最下流域(小川原湖北部~高瀬川・高瀬川放水路)において、エクマンバージによる表層泥の採取・観察、水中カメラ及び潜水による底質環境の観察から、水底下の津波痕跡調査を実施した。その結果は、以下のようにまとめられる。

- ① 高瀬川では、河口から約4km上流の地点において、津波堆積物と思われる表層付近の層準に厚さ数mm程度の粗砂(一部パミス片)薄層が混在している。それよりも上流部分では、挟在層としての津波堆積物は認められない。
- ② 高瀬川放水路では、貝殻片やパミス片を多く含む海浜砂で構成されている水門付近の右岸河岸側面が浸食・崩落し、この堆積物が放水路の水底内に広く堆積していた。
- ③ 津波堆積物が認められたのは、高瀬川と高瀬川放水路の合流部(河口から約7km上流地点)までであった。それは、円磨されたパミスと貝殻片で主に構成される。
- ④ 小川原湖へは谷筋を沿って湖心部へ津波が侵入したと思われるが、少なくとも肉眼レベルで堆積物としては存在していない。今後、該当する層準で微化石などの分析が必要である。

参考文献

- [1]原口 強・岩松 暉(2011) 東日本大震災津波詳細地図(上巻・下巻). 古今書院. 168+98p
- [2]国土交通省東北地方整備局(<http://www.thr.mlit.go.jp/>)
- [3] ダイヤコンサルタント(2011) 青森県下北半島における津波痕跡調査報告. 110p. 株式会社ダイヤコンサルタント(<http://www.diaconsult.co.jp/index.html>)
- [4]財団法人 国土技術研究センター(<http://www.jice.or.jp/>)

キーワード: 小川原湖、高瀬川、津波、底質環境、東北地方太平洋沖地震

青森県小川原湖における水質・底質環境の特徴

永島郁(690-8504松江市西川津町1060島根大学総合理工学部)・瀬戸浩二(島大・汽水セ)・岡崎裕子・中島広海(島大院・総理)・秋満睦(島大・総理)・山田和芳・米延仁志(鳴門教大)

seto@soc.shimane-u.ac.jp

近年、小川原湖のような汽水湖では水質の悪化によって、シジミの斃死やシラウオやワカサギなどの成長不良などの影響が懸念されている。湖水の水質や底質環境を把握することは水資源の保全を考える上で重要である。そこで本研究では、青森県小川原湖全域の水質・底質環境の特性を把握するため、2011年8月31日～9月9日に現地調査を行った。

調査地域である小川原湖は、青森県東部に位置する汽水湖で、水深20m付近には年間を通じて塩分躍層が存在する。夏季には水深10m付近に水温躍層が形成され、三成層状態になる(藤原・豊島, 2002)。そのため、この時期は中層においても溶存酸素が供給されず、貧酸素水塊が厚くなる。本研究では、このような時期の小川原湖の水質・底質環境の特性について報告する。

調査は小型船舶を用い、定点調査とルート水質調査を行った。定点調査は、1～0.5kmのグリッド状に区切った約110地点で行った。定点では、水質測定、表層採水、採泥を行い、特別定点では水深0.5m間隔での溶存酸素量の測定も加えた。また、3地点のみ1m間隔の各層採水を行っている。ルート水質調査は、湖口から湖奥のルート上において約200m間隔で水質測定を行った。

小川原湖の表層の水温は24～25℃、底層では9℃と低い水温を示し、水深8～18mで水温躍層がみられた。塩分は、表層では2psu以下で、七戸川河口付近では1psu以下である。底層では12psuと高い塩分を示し、8～18mの水深で塩分躍層が形成されていた。このように、表水層(0～8m)、変水層(8～18m)、深水層(18m以深)の三層構造を示し、変水層以深は無酸素～強還元的な環境である。変水層の上部は水温と塩分による密度変化を示し、下部は主に塩分のみによる密度変化を示している。また、表水層と深水層ではクロロフィルa濃度が高く、深水層で濁度、懸濁態有機炭素濃度が高い。

底質は、水深6m以浅では、比較的淘汰の良い砂質堆積物、それ以深では黒色の泥質堆積物である。底質のCNS元素分析の結果、全有機炭素(TOC)濃度は主に水深が深くなるにしたがって高くなる傾向を示し、水深約13m以深で8%前後と非常に高い値を示した。これは、同じ汽水湖である中海、宍道湖、網走湖、藻琴湖などと比較しても高い値である。この高い値は、基礎生産が高いこと、無酸素～強還元的環境を示すことにより有機物が分解されにくいこと、堆積速度が遅いことに起因しているものと思われる。また、水深の浅い流入河川付近においてもTOC濃度が高い値を示した。これはC/N比の値が他の地点と比べて高いことから、陸源高等植物起源の有機物が河川によって運搬され、堆積したものと思われる。

全イオウ(TS)濃度は、10m以深で1～2%の値を示す。この濃度は、TOC濃度と比較すると相対的に低く、高いC/S比を示す。強還元的環境にも関わらず、通常の海洋より相対的に低い領域を示しており、硫酸イオンの供給不足、または鉄などの金属イオンの枯渇を示唆している。

キーワード: 汽水域, 小川原湖, TOC濃度, C/N比, TS濃度, 無酸素環境

岡山県瀬戸内市沖における珪藻遺骸群集の水平分布

吉岡 薫 (690-8504 松江市西川津町 1060, 島根大院・総合理工)・
廣瀬孝太郎 (福島大・共生システム理工学)・入月俊明 (島根大・総合理工)・
野村律夫 (島根大・教育)
s119704@matsu.shimane-u.ac.jp

瀬戸内海の海洋環境は、高度経済成長期にその水質・底質環境は極めて悪化したため、1980年代以降さまざまな環境保全対策が実施された。しかし1960～70年代に急増した赤潮の発生件数は減少傾向にあるが、現在でも年間100件前後と多い。近年、環境動態解析のため、堆積物中の生物遺骸(化石)からその時空間分布を明らかにする目的で、瀬戸内海を対象として柱状試料を用いて過去の海洋環境と人為改変・汚染の関連を検討する研究が多くなされてきた。本研究で対象とした播磨灘でも、これまでに北部・西部を対象に、過去数百年間の海洋環境の変化が貝形虫群集や珪藻群集を用いて明らかにされ、1930年代以降の人為改変・汚染による海洋環境の悪化が示唆されている(例えば、入月ほか、2011;吉岡ほか、2011)。しかしながら、播磨灘の表層堆積物中に珪藻遺骸群集がどのように分布しているかはこれまで明らかにされていない。そこで、本研究では播磨灘西部における珪藻遺骸群集の水平分布を明らかにすることを目的とした。

本研究で用いた試料は、2010年6月に岡山県瀬戸内市沖および虫明湾の計11地点においてエクマンバージ式採泥器を用いて採取された表層堆積物試料である。採取した試料を用いて、CHN分析、粒度分析、珪藻分析を行った。なお、本試料のCHN分析結果は、入月ほか(2011)によって既に報告されている。

粒度分析の結果では、表層堆積物は6～8φで、全体に細粒～極細粒シルトから成る。珪藻分析の結果、浮遊性タクサとして*Cyclotella* aff. *litoralis*, 小型の*Cyclotella* spp., *Skeletonema costatum*, *Neodelphineis pelagica*, *Thalassionema nitzschioides*, 小型の*Thalassiosira* spp., および*Chaetoceros*属の休眠胞子が、また付着性タクサとして*Cocconeis scutellum*, *Cocconeis* sp., *Cymatotheca weissflogii*, *Paralia sulcata*が多く産出した。総珪藻殻数は、虫明湾で最も多く、陸から沖へ向かっては乾燥試料1gあたり20～30×10⁶殻数で、その距離、および水深による顕著な差異が確認できなかった。虫明湾を除く10地点では、浮遊性タクサが全体の70～89%を占める一方で、虫明湾では付着性タクサの方が多く、全体の56%を占めた。これは、調査時の堆積物表面には緑藻類が生育しており、付着性タクサはこれらに付着して繁茂していたと考えられる。このように虫明湾を除いた播磨灘西部では、大きな河川の影響がなく、表層堆積物中の珪藻遺骸群集に大きな違いがないことがわかった。

キーワード：播磨灘，珪藻遺骸群集，水平分布

西日本の沿岸域における 近過去の珪藻群集変化と人為的環境改変の関係

廣瀬孝太郎 (960-1296 福島市 金谷川 1 番地 福島大 共生システム理工学研究科)
・吉岡 薫・佐古恵美・入月俊明 (島大・総合理工)・瀬戸浩二(島大・汽水域研究セ)
hkotaro@sss.fukushima-u.ac.jp

沿岸域の表層コアから珪藻群集の時空間的变化を明らかにし、それらが人為的環境改変や環境保全対策とどのように関連するかを検討、評価した。

試料として用いたコアは、瀬戸内海の東端部に位置する大阪湾、淡路島を挟んで大阪湾と隣接する播磨灘、および瀬戸内海の西端部に位置する周防灘において潜水または船上からの押し込み式、および落下式コアラーを用いて採取された。コア長は 35～100 cm 程度で、いずれのコアも細粒堆積物が主体であった。各コアは鉛-210 法およびセシウム-137 法によって 60～200 年程度の年代軸が設定された。また各コアは切り分けて珪藻分析用試料とし、作成したプレパラートから産出する珪藻の分類、同定および計数を行った。

大阪湾の表層コア (OS3, 4, 5) から産出した珪藻は Q モードクラスター分析により層準ごとの珪藻群集の類似性を検討した結果、大阪湾の珪藻群集は時系列に沿って 3 つの群集帯に区分された。すなわち 1) 1900 年頃～1960 年頃: assemblage 2 の漸減, 2) 1960 年頃～1980 年頃: assemblage 1 の急増と assemblage 2 の急減, 3) 1980 年頃～現在: assemblage 1 のさらなる増加, に特徴づけられる。これらの変化は、大阪平野の人間活動の歴史との関係から、栄養塩の負荷や埋め立てなど、沿岸域における人為的環境改変がもたらした富栄養化に関係すると考えられる。また R モードクラスター分析による種ごとの鉛直変化の類似性により、2 つの種群 (assemblage 1 と assemblage 2) が抽出された。assemblage 1 は *Neodelphineis pelagica* や小型の *Thalassiosira* 属などから構成され、人間活動の影響がほとんどなかったと考えられる時代に堆積した大阪湾平野の沖積層において比較的産出量が少ないまたは全く産出しない種類である。これに対し assemblage 2 は、*Actinoptychus senarius* や *Thalassiosira eccentrica* などから構成され、沖積層からも比較的産出量の多い種類である。これらの群集帯および種群を、共通した種類の産出が確認された播磨灘 (HNA, HNB)、周防灘 (Su93, Ks1) の珪藻群集変化に適用したところ、種群の変化傾向に類似性が確認できた。以上のことから、本研究で設定された種群は瀬戸内海における人為的改変の指標として有用であると考えられる。

本講演ではまた、前述のように瀬戸内海において抽出された人為的環境改変の指標種を、地中海で掘削された表層堆積物 (NK-3C) の珪藻群集に対しても適用し、地中海の環境変化についての議論を行う。

キーワード: 瀬戸内海, 地中海, 人為的環境改変, 珪藻, 沿岸域

瀬戸内海児島湾における現生底生有孔虫（メイオベントス）の分布と近年の環境変化

辻本 彰・野村律夫（690-8504 松江市西川津町1060 島根大学教育学部）・

福田賢一（ナカシマプロペラ）・河野重範（島根県立三瓶自然館）

tsujimoto@edu.shimane-u.ac.jp

【はじめに】

児島湾は瀬戸内海備讃瀬戸に位置する閉鎖的な内湾であり、江戸時代以降の大規模な干拓によって現地形が形成された。干拓農地の干害や塩害を防ぐ目的で、児島湾奥部を堤防によって締切る「児島湾淡水化事業」が1951年に開始され、1959年には児島湾奥部に「児島湖」が成立した。現在児島湾には一級河川の吉井川・旭川に加え、児島湖からの淡水の流入がある。高度経済成長期以降、汚濁物質を多量に含むこれらの淡水の流入によって児島湾の水質は著しく悪化した。最近では湾口部で生じる貧栄養化によって、ノリの色落ちなどの問題が生じている。本研究の目的は、① 児島湾における現在の底質特性の解明 ② 柱状堆積物試料の解析に基づく近過去の環境変化の解明、の2点の課題を通じて、現在の環境問題について言及することにある。

【現生底生有孔虫の分布】

児島湾奥部には *Ammonia* “*beccarii*”, *Buccella frigida*, *Eggerella advena*, *Elphidium excavatum*, *Elphidium somaense*, *Miliolids* などの種が生体として認められた。中でも、最優占種は *Ammonia* “*beccarii*”であり、児島湾最奥部、締切堤防東部海域では80%以上の頻度を占める。旭川河口、児島湾大橋より東部の海域では *Eggerella advena* が特徴的に産する（～20% <）。*Ammonia* “*beccarii*” は広塩性であり *Eggerella advena* は相対的に高塩分環境を好むため、児島湾大橋より西部の海域では旭川や児島湖からの淡水の影響を強く受けていると言える。

【児島湾奥部における近年の環境変化】

児島湾奥部で採取した柱状堆積物試料の堆積速度は、 ^{210}Pb ・ ^{137}Cs 法によって0.758cm/yearと見積もっている。試料中のC/N比は、児島湖が成立した1960年以降現在に向かって減少傾向を示した。環境モニタリングが始まった1982年以降、児島湾奥部におけるCOD（表層水）の年平均値は1990年代中ごろまで増加傾向を示しており、試料中のC/N比の減少は1960年代以降の湾の富栄養化を示していると言える。有孔虫群集は、1960、1980、2000年頃に変化が認められた。具体的には、1970年代以降、有孔虫の総密度が減少し、1980年代初めを境に *Miliolids* や *Elphidium* 属の一部の種がほとんど産出しなくなる。このような有孔虫群集の変化は、児島湖の成立・湾内への汚濁負荷の増加による底質悪化の影響を受けたものと考えられる。2000年以降、再び *Miliolids* が産出するようになる。2000年以降湾奥部において溶存酸素の増加や汚濁種である *Paraprinospio* の減少が生じており（高木ほか、2009）、有孔虫が示すこのような近年の変化は、ノリの色落ち等の問題と関連した湾環境の変化を示唆しているものと考えられる。

周防灘豊前沖の近年の環境と珪藻群集の変化に関する予察的研究

佐古恵美 (690-8504 松江市西川津町 1060, 島根大院・総合理工)・
廣瀬孝太郎 (福島大・共生システム理工)・入月俊明 (島根大・総合理工)・
瀬戸浩二 (島根大・汽水研)・岡田直之 (島根大・総合理工)
s119207@matsu.shimane-u.ac.jp

演者らはこれまでに瀬戸内海の周防灘北部および中部における最近の人為改変と海洋環境の変化を検討するため、表層堆積物および柱状試料の化学分析や中に含まれる微化石の分析を行ってきた。このような研究の一環として、今回は周防灘南西部で採取された柱状試料の珪藻分析、CNS 元素分析、粒度分析を行い、環境と珪藻群集の垂直変化について予察的研究を行い、既存の研究と比較した。

柱状試料 (Bz コア : 33° 39'4"N, 131° 5'48"E, 水深 : 7.0 m ; コア長 : 209.5 cm) は周防灘南西部の福岡県豊前市沖合の 1.3 km で、2011 年 7 月 14 日に押し込み式コアラールにより採取された。そのうち、本研究では表層から深度 50 cm までを研究対象とした。

Bz コアは深度 50–9 cm では明灰色泥からなるが、部分的に暗灰色泥を挟在する。深度 9–0 cm では暗灰色泥からなる。また、深度 12.5–7 cm では、貝殻片が多く含まれていた。

珪藻群集の分析の結果、Bz コアにおいて 60 タクサ以上が産出した。主要産出タクサは、小型の *Thalassiosira* 属、小型の *Cyclotella* 属、*Neodelphineis pelagica*、*Skeletonema costatum*、および *Chaetoceros* 属の休眠孢子であった。深度 20 cm 付近より上位では、小型の *Cyclotella* 属、*N. pelagica* の殻数が増加した。一方で、*Chaetoceros* 属の休眠孢子に関しては、殻数が減少した。*S. costatum* は、深度 50–45 cm、25–15 cm において一時的に殻数が増加し、その他の層準ではほとんど産出しなかった。小型の *Thalassiosira* 属は全層準を通して多産し、深度 7 cm 付近では特に殻数が急増した。

CNS 元素分析の結果、全有機炭素 (TOC) 含有率と全窒素 (TN) 含有率に関しては、深度 50–20 cm では変化が少なく、それぞれ約 1.06 wt% と 0.13 wt% であったが、深度 19 cm 以浅でそれぞれ、約 1.30–1.60 wt%、0.15–0.18 wt% へと急増し、その後、高い含有率を維持した。しかしながら、全硫黄 (TS) 含有率は深度 50–7 cm で上方へ向け緩やかに増加し、深度 7 cm 以浅では上方へ向け緩やかに減少した。

粒度分析結果について、中央粒径は全体として 6.5–7.0 ϕ で大きな垂直変化は見られなかった。

今回の分析結果から TOC、TN 含有率や、中央粒径の垂直変化の傾向は周防灘における既存研究の結果と類似していた。しかしながら、本研究の珪藻分析結果については、既存研究とは異なり、TOC、TN 含有率と珪藻殻数の垂直変化の傾向がお互い調和的ではなく、TOC、TN 含有率が増加する以前も多くの珪藻が産出した。

キーワード：瀬戸内海、周防灘、珪藻群集、人為改変

東南極・スカーレン大池に記録された過去7,000年間の古環境変遷史

中島広海(690-0854 松江市西川津町1060 島根大院・総合理工)・瀬戸浩二(島根大・汽水域セ)・
伊村智(極地研)

hiro_ixovoxi_cho@yahoo.co.jp

スカーレン大池は東南極大陸、宗谷海岸の南部に位置する露岩地域スカーレンに存在する。この湖は、氷床後退に伴う隆起により海から隔離され形成された海跡湖であり、少なくとも氷床後退以降の古環境変遷を記録している。本研究では、第46次南極地域観測隊によって、スカーレン大池の水深9.42m付近より採取されたSk4C-02 core(378cm)を1cm間隔に分取した試料を用い、CNS元素分析を行った。その結果に基づいてスカーレン大池の古環境変遷史を明らかにすると共に、世界的な気候変動との関係についての検討を試みた。

スカーレン大池は、海からの距離135m、海拔10mに位置する(村山, 1977)。面積は0.2km²、最大水深は9.5mである(Seto et al., 2002)。塩分は0.1~0.2psuで淡水湖である。湖底は藻類がマット状に繁茂しており、湖面には球状の浮遊藻類体が見られる。スカーレン大池の過去7,000年間の古環境変遷史については、同コアを使用して行われたMatsumoto et al. (2010)の研究により概要が報告されている。それによると、スカーレン大池は約3,590 cal yrs BPに海から孤立し、約3,290 cal yrs BPより淡水湖に移行した。

Sk4C-02 coreの岩相は、基底部~深度約152cmは主に泥質堆積物で構成されており、コアの基底部~深度約340cmにはウニの刺や底生有孔虫が産出する。また、深度340~190cmではラミナを伴い、深度270~210cm間のいくつかの層準からは氷河性の堆積物が見られる。深度190~152cmでは生物擾乱の見られる層が存在する。深度152cm~コアの表層は層状、破片状、球状の有機質堆積物で構成されている。Sk4C-02 coreの全有機炭素濃度(TOC)濃度は、基底部から深度約302cmまでは、0.2~1%と相対的に低い値を示すが、深度302cmから上位に増加する傾向が見られる。また、深度152cm付近から5%と劇的に増加し、その後、上位に向い20%近くまで増加する。全イオウ(TS)濃度は、基底部~深度152cm付近は、1~1.6%と相対的に低い値を示すが、152cm~コアの表層は、1~5%と高い値を示す層準も見られる。C/N比は、基底部~深度約340cmでは、5~6と相対的に低い値を示すが、深度340~152cmでは主に8前後、その後、急激に増加し、深度137cm~コアの表層は、9~13と高い値を示す。

CNS元素分析及び岩相の結果より、Matsumoto et al. (2010)が推定した古環境区分をUnitとして区分し、それを更にSubunitに細分化し、それぞれの古環境を推定した。その結果スカーレン大池は、一般的な南極海沿岸域と似た環境から、底質に生物が生息しないような還元的な海洋環境へと移行し、その間に氷河の影響を受ける環境が存在する。また、底質に生物が生息するような酸化的な海洋環境へと移行し、その後、海から孤立。300年間程度塩分躍層の見られる塩湖を形成した後に、湖底に藻類のマットが繁茂するような淡水湖を形成。その後、湖底に藻類のマットが繁茂するような時期と藻類片が堆積する時期、湖面の球状の藻類が堆積する時期とが繰り返されるような淡水環境へと移行したと考えられる。

キーワード: 南極, 淡水湖, 海跡湖, 堆積物, コア, 古環境, TOC, C/N比, C/S比

Changes in Organic Source Materials and Depositional Environments during the Late Holocene Period in North Bolgoda Lake, Sri Lanka

Amila Sandaruwan Ratnayake^{*}, Yoshikazu Sampei^{*} and Nalin Parasanna Ratnayake^{**}

^{*}Department of Geosciences, Faculty of Science and Engineering, Shimane University,
Nishikawatsu-cho 1060, Matsue 690, Japan

^{**}Department of Earth Resources Engineering, Faculty of Engineering, University of
Moratuwa, Katubedda, Moratuwa, Sri Lanka.

amilageopera@gmail.com

The Bolgoda Lake has been selected as a basin model for understanding organic matter sources, accumulations and environmental changes in a tropical estuary during the late Holocene period. Twenty eight surface sediment samples, three core samples were collected in the Bolgoda Lake. Also, four very short mud mangrove core samples (~160 cm) were collected along the main stream. Sediment samples were analyzed for total organic carbon (TOC %), total nitrogen (TN %) and total sulfur (TS %) using an elemental analyzer. Analyzed geochemical parameters of the lake water indicate the possibility of higher primary productivity. TOC, TN and TS contents in surface sediments are range from 1.31 % to 6.89 %, from 0.10 % to 0.62 % and from 0.58 % to 5.40 % respectively. TOC content of mangrove mud cores are represented great accumulations of organic matter close to river embankment and it is higher than normal lake sediments. Surface sediments are rich in organic matter and C/N ratios are identified algae production as the dominant organic source matter with some terrestrial inputs. Surface sediment samples are represented both oxic (normal marine) and oxygen-poor (brackish coastal lake) depositional environments. Upper parts of the sediment core samples are characterized by high TOC values and drastically changes are represented the deterioration level of the lake. The recorded significant enhancements of TOC values of core samples probably represent major environment changes. C/N ratios of mangrove mud core samples show narrow range and it indicates characteristic nature of source materials of mangrove environment. Overall patterns are probably accompanied by more wash-in of organic waste, land-plant litters and nutrient loading to the lake. Finally, these anthropogenic forcing and natural variability have caused of a continuous deterioration of Bolgoda Lake.

Keywords: TOC, C/N ratios, C/S ratios, Environmental Changes, Tropical Lake Sediments

大山火山南麓に分布する完新世テフラ

奥野 充 (〒814-0180 福岡市城南区七隈 8-19-1 福岡大学理学部)・井上 剛 (福岡大学大学院)
E-mail: okuno@fukuoka-u.ac.jp

大山火山は約 100 万年前に開始した第四紀の複成火山であり、最新のマグマ噴火では、山頂部の溶岩ドーム（烏ヶ山・弥山・三鈷峰）と山麓の火砕流が形成されている（津久井, 1984）。これらの火砕物は、約 30 cal kBP の始良 Tn 火山灰（AT：町田・新井, 1976）を覆っており、約 21 cal kBP の草谷原テフラ（D-KsP）は日本海にも分布しており（堂満ほか, 2002）、秋田県の一ノ目瀉からも見出される（Okuno *et al.*, 2011）。しかし、大山火山では、これまで完新世の噴火活動は知られていなかった。今回、演者らは、南麓の御机付近（地点 1）で厚さ 1 m 以上のシルト質～砂質火山灰層を発見した。この火山灰層には炭化木片が含まれており、火砕流ないし火砕サージである可能性が高い。また、東方の鏡ヶ成付近（地点 2）でも、表層のクロボク土中に厚さ 5cm の火山灰層が認められる。地点 1 の炭化木片から 3110 ± 60 BP が、地点 2 の火山灰層直下の土壌からは 3290 ± 40 BP の ^{14}C 年代が得られた。両者の年代値はほぼ一致しており、火砕流とその降下テフラであると考えられる。今後、これらのテフラ粒子を詳細に検討すると共に、この火砕物の給源火口を特定する必要がある。なお、本研究の AMS ^{14}C 年代の測定は、(独)日本原子力研究開発機構の施設供用制度を利用したものである。

キーワード：大山火山, 完新世, テフラ, AMS ^{14}C 年代

島根県出雲地域における中期完新世の古気候変動と太陽活動

岡崎裕子(690-0854 松江市西川津町1060 島根大院・総合理工)・瀬戸浩二(島根大・汽水域セ)・
酒井哲弥・大木彩加(島根大・総合理工)・山田和芳(鳴門教大)・David L. Dettman(アリゾナ大)
s119204@matsu.shimane-u.ac.jp

太陽活動は、地球規模の気候に影響を与えることが知られている。それによる気候変動は中緯度地域において降水量に変化をもたらすと予想される。一方、太陽活動の変化は、植物プランクトンの生産性にも影響を与える可能性がある。このような変化は、汽水域の堆積物やそれに含まれる有機物に記録されていると思われる。本研究では、汽水環境を示す堆積物試料の粒度分析結果や全有機炭素 (TOC) 濃度などを用い、出雲地域の気候変動と太陽活動との関連を検討した。

本研究で扱う INB コアは、出雲地域の完新世の古環境変動について高解像度で解析するために掘削された。コアは全長 19.17m で、岩相から 7 つの Unit に区分されている。本コアにおける完新世の堆積物は、有機質シルトからなる Unit III から始まる。Unit III は、縄文海進により海水準が上昇している 8400 年前から 5400 年前に堆積し、汽水環境を示す。Unit IV は、三瓶山の第 6 期火山活動の志学火砕流の噴出物を起源とするデルタフロントの堆積物、Unit V は、淡水湖沼あるいは湿地を示し、その後小河川により埋積されたと推定されている。

本研究では、汽水環境を示す 8400 年前から 5400 年前を対象とし、5 年の分解能で CNS 元素分析や粒度分析を行った。TOC 濃度は、増減を繰り返しながら、0.5 から 5% まで増加する。それに伴い、C/N 比も徐々に増加する傾向が見られる。これは、陸源高等植物の負荷が大きくなっていることが示唆され、陸源高等植物を供給する河口の前進に起因するものと思われる。TOC 濃度などと粒度の微細な変動をとらえるため、河川の前進などによる TOC 濃度の増加や粒度の粗粒化などの傾向を、移動平均で標準化したものから差し引いた残渣を用いた。その変動と太陽活動の指標とされる $\Delta^{14}\text{C}$ の傾向と比較した。TOC 濃度、TS 濃度、C/N 比、粒度の増減のタイミングと、 $\Delta^{14}\text{C}$ の変動を比較するとほぼ一致するが、下位層準 (8400 年前から 7400 年前) ではフェーズのずれが見られた。一般的に、 $\Delta^{14}\text{C}$ の正のピークは太陽活動の極小期を示し、寒冷的な気候に反映すると考えられている。逆に、 $\Delta^{14}\text{C}$ の負のピークは太陽活動の極大期を示し、温暖的な気候に反映すると考えられている。INB コアでは、 $\Delta^{14}\text{C}$ の負のピーク時に TOC 濃度、TS 濃度、C/N 比が低い値を示し、粒度が相対的に粗粒であった。これは、温暖期に降水量が増加し、河川から栄養塩が過剰に供給されることによって基礎生産は高くなるが、同時に多量の碎屑物が供給されることによって希釈され、TOC 濃度が減少したのものと思われる。一方で、 $\Delta^{14}\text{C}$ の正のピーク時に TOC 濃度、TS 濃度、C/N 比が高い値を示し、粒度が相対的に細粒であった。これは、寒冷期に降水量が減少し、河川からの碎屑物や栄養塩の流入が少なく、TOC 濃度が濃縮されたものと思われる。同様な解釈は、島根県東部に位置する中海のコアにおいて、長期的な温暖-寒冷サイクルで行われている。(Sampei et al., 1997)。下位層準でのフェーズのずれは、タイムコントロールに問題があるものと考えている。

キーワード：出雲平野、完新世、全有機炭素濃度、有機物埋積速度、 $\Delta^{14}\text{C}$ 、気候変動、太陽活動

斐伊川周辺流域の河川水の地球化学的特徴

池田友里恵(690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学総合理工学研究科)・酒井哲弥
(島大・総理)・中野孝教(地球研)・齋藤 有(高知コアセンター)・申 基澈(産総研)
s109021@matsu.shimane-u.ac.jp

河川水の水質は、元々の降水・降雪の水質と、流域に分布する岩石・土壌などの化学的特徴に左右され、さらに下流に流れていく過程で、人間や生物・大気降下物などの影響を受ける。本研究では、島根県東部の斐伊川水系と鳥取県西部の日野川水系を研究対象として、それぞれの河川の水質がどのような要因に支配されているのか、比較検討した。また、中国山地では、良質な磁鉄鉱を含む花崗岩類が広く分布しており、風化花崗岩から回収した磁鉄鉱を利用し、「たたら製鉄」が盛んに行われていた。地形が改変された土地は、田畑に利用され、崩された土砂は、河川に流され弓ヶ浜の形成や網状流路の発達に大きく影響を及ぼした。このような影響が、現在の堆積物に現れていることは報告されているが、水質に対する検討はなされていない。従って、この「たたら製鉄」の水質への影響を評価することも目的の1つとした。サンプリングはそれぞれ、斐伊川(2009年6月, 10月, 2010年2月, 2011年4月, 6月), 飯梨川(2010年6月, 2011年5月), 島根半島小河川(2009年6月, 2010年6月), 日野川(2010年11月, 2011年5月)で行った。また、各河川の本流・支流で、上流から下流に向かっての変化を捉える事が出来るように、サンプリング地点を設定した。分析は、総合地球環境学研究所に設置されている分析装置を用いて、主要溶存イオン(Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Cl^- , NO_3^- , SO_4^{2-}), 微量溶存元素(Sr , Fe など), Sr 同位体比($\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$)の分析を行った。主要溶存イオンの濃度は、ヘキサダイアグラムとしてまとめた。以下に、本研究で得られた結果を簡単に示す。

(1) 対象地域の水質の多くは、 Ca-HCO_3 型と Na-HCO_3 型で占められている。ダイアグラムのタイプは、季節によりほとんど変わらないが、一方ダイアグラムの大きさに変化が見られた。上流域のいくつかの地点では、雪解けの時期に水質タイプの変化を示した。(2) 日野川水系の特に大山付近の河川水は、低い $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ を示し、島根半島小河川では、高い $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ を示した。そして、斐伊川水系(斐伊川・飯梨川)では、中間的な値を示した。これらの結果は、おおよそ地質分布域と一致する。

(3) たたら製鉄に伴い土砂採取を行っている河川では、最上流地点の $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ は、新鮮な岩石と同じ値を示し上流域から下流域にかけて $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ が高くなった。しかし、土砂採取をほとんど行っていない河川では、低くなる傾向が見られた。この地域の風化花崗岩は、新鮮な花崗岩より高い $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ (0.718295~0.722795)を示す。土砂採取を行っていた河川で、風化した花崗岩の土砂が埋積して平坦な地形を作り出している。この堆積物と反応した水が河川に供給されることで、下流に向かい $\text{Sr}^{87}/\text{Sr}^{86}$ が高くなることを説明できる。この結果は、たたら製鉄が上流域で盛んに行われていた河川水の1つの特徴である可能性がある。

Keyword: 斐伊川水系, 日野川水系, たたら製鉄, Sr 同位体比

森山堤防部分開削前後における中海本庄水域の底質の変化

秋満 睦 (690-8504松江市西川津町1060島根大学総合理工学部)・入月俊明 (島大・総理)・山口啓子(島大・生資)・倉田健悟 (島大・汽水セ)

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、大規模な干拓および淡水化事業が行われたが、最終的に中止となり、2009年5月に森山堤防において60mの開削、潮通しが行われた。本研究は森山堤防開削前後の水質、底質をモニタリングし、開削による変化を明らかにすることを目的に行った。

調査は2006年から毎月20日前後に本庄水域の12定点で水質測定、採水、採泥が行われている。これまでサンプリングされた底質の表層試料についてCNS元素分析や粒度分析を行った。

本庄水域は、森山堤防が部分開削された2009年5月以降、境水道からの高塩分水が底層に流入するようになったため、底層は高塩分化している。これにより塩分躍層が定常的に形成され、特に本庄水域西部の底層では貧酸素環境が形成されやすくなった。一方、本庄水域東部、開削口付近では、貧酸素環境が形成されにくくなっている。

底質表層試料の有機炭素(TOC)濃度および全イオウ(TS)濃度は、本庄水域西部のM06地点では増加傾向を示し、減少傾向を示す開削口付近のM09地点と対照的である。M06地点より高い値を示していたM09地点は、森山堤防開削以後M06地点より低い値を示すようになる。M06地点のC/S比については、季節的な増減を繰り返しながら減少する傾向にあり、より還元的な環境に移行しているものと考えられる。一方、M09地点のC/S比は、季節的増減を繰り返しているが、平均的に見れば、森山堤防開削後に大幅な減少がみられる。このような傾向は、より還元的な環境に移行しているように解釈されるが、実際には底質直上の溶存酸素量は平均的にみれば増加しており、むしろ酸化的な環境に移行している。このC/S比の減少はTS濃度の減少に対してTOC濃度の減少が大きいことに起因している。このTOC濃度の減少の原因として、溶存酸素量が増加したことによる有機物の分解の促進、植物プランクトンの基礎生産の減少、無機碎屑物の増加による希釈効果があげられる。森山堤防開削後、M09地点の溶存酸素量が増加しており、生物的な有機物の分解が促進された可能性がある。C/N比も開削後、やや高い値を示すため有機物が分解されたことを示唆しており、この要因はTOC濃度の減少と関係するものと思われる。植物プランクトンの現存量に関連するクロロフィルa濃度は多少の減少が見られたもののTOC濃度の減少との関連はあまりみられなかったため、基礎生産の減少の影響は大きくないと考えられる。表層堆積物の粒度は、開削前後で7φから6φと粒度が粗くなっており、粒度頻度分布から粗粒な区画の頻度が増加している。これらは森山堤防の部分開削による潮流によって粗い粒子が新たに付加されたものと思われる。粗粒な碎屑物の付加は有機物を希釈することから、TOC濃度の減少の一因となっているものと思われる。これらのことからTOC/TS比の減少は、生物による分解の促進、また無機碎屑物の増加に伴う希釈効果によるTOC濃度の減少に起因しているものと思われる。

キーワード：汽水湖、中海本庄水域、TOC濃度、TS濃度、C/S比

スペシャルセッション

中海の自然再生事業関連研究

世話人：相崎守弘

2012年1月8日 14:45-15:45

- (1) 中海米子湾の水収支と栄養塩収支
- (2) 中海浚渫窪地底質の酸素消費速度の測定結果について
- (3) 中海、北部承水路および弓浜承水路における海藻類の分布と現存量把握調査－海藻の種類、分布、現存量の調査法の提案－
- (4) 承水路のマクロベントスと環境の季節相

中海米子湾の水収支と栄養塩収支

相崎守弘 (690-0064松江市天神町28島根大学白潟サロン内NOP法人自然再生センター)・

高杉由夫 (NOP法人自然再生センター)・木戸健一郎 (鳥取大学大学院連合農学科)・

徳岡隆夫 (NPO法人自然再生センター)

aizakim7@gmail.com

はじめに

米子湾は中海の中でも最も汚濁が激しい水域として知られている。汚濁の原因として外部からの流入負荷と湖内の底泥からの栄養塩溶出による内部負荷が考えられるがその詳しい解析は行われていない。本研究では八尋鼻と萱島のラインから奥を米子湾と定義し、このラインでの水の流出入量を流動数値シミュレーションを用いて季節ごとに求め、この流量と実測した中海の水質および流入負荷から栄養塩収支を求めた。

方法

中海の流動数値シミュレーションは水平メッシュサイズを 100mとし、鉛直方向には7層に分割し計算した。検査断面を通しての流出入水量は、上層 (4m以浅) と下層 (4m以深) の2層について断面流速から計算した。計算は、四季の条件を対象とし、潮汐、河川、成層構造 (水温、塩分) および海面風速を季節に応じて与えた。ただし、潮汐と河川流入量は年間を通じて同じと仮定して設定した。河川流量は大橋川: 72 m³/s、意宇川: 3.4 m³/s、飯梨川: 11 m³/s、伯太川: 7.7 m³/s、加茂川: 2 m³/sとした。風速は春期 (5月) 0m/s、夏期 (8月) 東風 3.0 m/s、秋期 (11月) 西風 2.5m/s、冬期 (1月) 西風 3.8m/sを設定した。

栄養塩収支は萱島北側の連続した浚渫窪地 (St. 8) で 2008 年に実測した水質と検査断面での流入水量から中海湖心側からの流入負荷をもとめた。また、米子湾中央部 (St. 10) で実測した水質と流出水量から流出負荷を計算した。外部負荷として加茂川からの負荷を LQ 式 (湖沼総合レビューH15 年報告書) を用いて計算し、TN : 198kg/d、TP : 25.8kg/d を与えた。米子市内浜処理場からの負荷 (湖沼総合レビュー報告書、2006) を TN:248kg/d、TP:6.6kg/d とした。

結果

TP 収支: 成層期 (6~11月) では、米子湾への TP 負荷の 45%が窪地を含む下層水が占めておりその影響が大きかった。米子湾からの流出は 81%が表層であり、中海の表層 (生産層) へ下層からのリンが供給されていた。循環期 (12~5月) では、TP 負荷は成層期の半分程度に減少しており、河川からの負荷が 43%を占めていた。窪地を含む下層水の負荷は 16%とさほど大きくなかった。

TN 収支: 成層期での米子湾への TN 負荷は下水処理場が最も多く、全体の 34%を占めていた。窪地を含む下層水からの負荷は 18%とさほど大きくなかった。流出は 81%が表層からであった。循環期の負荷は中海表層から割合が高く 34%を占めていた。流域からは河川と下水処理場を合わせて 42%の負荷となっており、窪地を含む下層水からは 14%の負荷とあまり高くなかった。

キーワード: 中海米子湾、水収支、栄養塩収支

中海浚渫窪地底質の酸素消費速度の測定結果について

桑原智之・村上友章・城市 侑 (690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学生物資源科学部)
・ 木戸健一朗 (鳥大院・農)・齋藤 直 (エネルギー・エコ・マテリア)・徳岡隆夫・相崎守弘 (NPO 自然再生センター)

kuwabara@life.shimane-u.ac.jp

【はじめに】 中海の水質は海水の影響を強く受け、平静時の湖底付近の塩分濃度は 25psu 程度で維持されている。一方、表層付近の塩分濃度は宍道湖からの流入水により希釈され、15psu 程度となっており、中海は平均水深が約 5.4m の浅い湖沼でありながら、年間を通じて成層化している。この中海周辺には、工業団地や農業用地が造成されており、その一部には中海の湖底の土砂が採取（以下、浚渫とする。）されて利用されているが、浚渫跡はそのままの状態に残されており、現在も通常の湖底面より 3~7m 程度深くなっている。浚渫窪地内部の堆積速度は通常の湖底に比べ数倍程度速いことが報告されており（井内ら 2010）、蓄積した堆積物からは酸化還元電位の低下に伴い栄養塩や硫化水素の溶出が認められる。この浚渫窪地は、細長く航路のような形状をした浚渫窪地と、独立した穴のような形状をした浚渫窪地の 2 種類に分けることができるが、特に独立した窪地内部の水塊は容易に入れ替わらず、通常の湖底よりも長い期間貧酸素の状態となっている（相崎ら 2011）。窪地内の貧酸素化は栄養塩等の内部負荷を増加させ、底生生物の生息を困難とすることから改善が必要と考えられるが、適切な改善手法を導入するためには現状について十分に理解する必要がある。本発表では、中海浚渫窪地のうち、独立した窪地である米子湾細井沖浚渫を対象に底質の酸素消費速度を調査した結果を報告する。

【方法】 調査は細井沖窪地を対象に、2011 年 5 月、8 月、9 月、12 月に実施した。底質および直上水を 100L のチャンバーで隔離し、内部の水をホースで吸い上げ、湖上にて曝気を行いつつ循環させた。DO が十分に上昇した後、閉鎖系とした。チャンバー内の DO が無くなるまでの約 1 週間に 4 回程度の採水を行い、DIN および $PO_4\text{-P}$ 、 H_2S を測定した。チャンバーには DO ロガー（ALEC 電子 ADOW-CMP）を設置し、測定結果から窪地の酸素消費速度を求めた。

【結果】 いずれの調査日においても水深 5m 以深では溶存酸素は皆無であり、6m 以深では還元状態にであったことから、窪地内では生物生息が困難であるばかりでなく、窪地内の水塊の移動が周辺水域へおよぼす影響は大きいものと予想された。底質の酸素消費速度 ($g/m^2\cdot day$) は、5 月 : 11.86, 8 月 : 6.616, 9 月 : 61.34, 12 月 : 42.24 であった。底質間隙水中の H_2S 濃度は調査を経る毎に増加していたことから、酸素消費速度の増加は底質中の H_2S との関連が大きいと考えられた。調査日はいずれも成層化していたが、本来の湖底の水深である 4m 付近では溶存酸素が存在していたことから、窪地の存在が中海の底質環境を悪化させている可能性は大きい。したがって、窪地の環境条件を改善するためには、 H_2S の蓄積を抑制し、酸素消費速度を低下させることが重要であると考えられた。

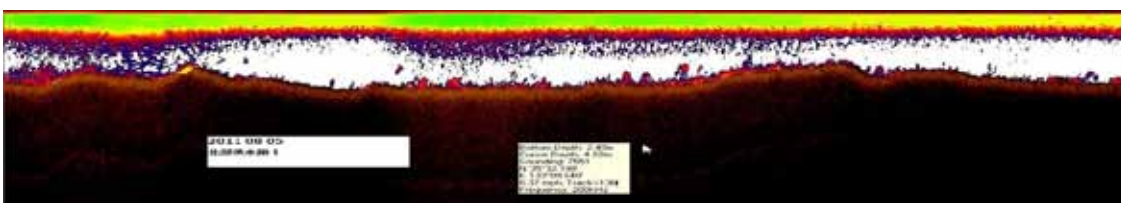
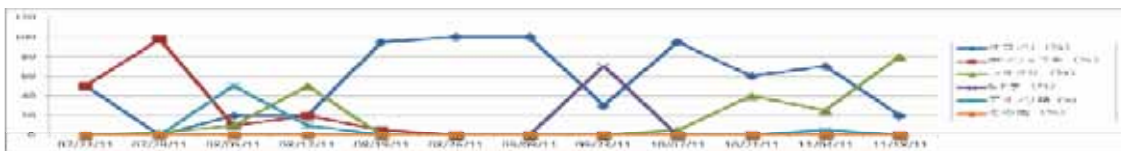
キーワード：浚渫窪地，酸素消費速度，塩分躍層

中海，北部承水路および弓浜承水路における海藻類の分布と現存量把握調査 —海藻の種類，分布，現存量の調査法の提案—

川上 豪（690-0064 松江市天神町 28 NPO法人自然再生センター）・香川友二（NPO法人自然再生センター）・梅木敬弘（中海漁業協同組合）・丸山政夫（渡漁業組合）・徳岡隆夫（NPO法人自然再生センター）

jim@sizen-saisei.org

環境省からの生物多様性保全計画策定事業（中海自然再生）委託業務（平成 23 年度）により調査した結果を報告する．かつては海藻・海草の肥料化などによる資源循環により維持されてきた昭和 20 年代後半～30 年代前半の豊穡の海，豊かな生態系の再生を目指した実施計画を策定するのが目標である．北部承水路は延長 1.9km，弓浜承水路は延長 2.3km，幅 40~100m，水深 1~4 m で，海藻が繁茂する条件に恵まれているが，大量発生や風による吹き寄せが起こると，集積して腐敗し，硫化水素を発生させて水質悪化をまねき，アサリなどの有用生物の大量死をもたらすことが問題となっている．調査は北部承水路 6 地点と弓浜承水路 4 地点，7 月から（7,8 月は毎週，以降は隔週）実施，継続中である．各地点で船を少し移動させて 4 回採藻器により採取，その地点の海藻・海草（オゴノリ，ホソジュズモ，シオクサ，ヒドドラ，アオノリ類，その他に識別）量とした．海藻の腐食状態は船上で記載した．また魚群探知機（HDS-5LOWRANCE）を用いて各地点を含む測線（水路のほぼ中央）で湖底地形と海藻によると判断される音響画像（繁茂および集積・腐敗状況）を記録した．水質は温度，濁度，pH，塩分，DO 等を水深ごとに測定した．北部承水路地点 1 の海藻類の時系列変化を図に示す．ホソジュズモは 7~8 月に繁茂，その後には消滅，代わって 8 月以降はオゴノリが繁茂，シオクサは 9 月以降に増加した．図（下）は同地点の 8 月 5 日の音響記録で，湖底面上に突出した反射は海藻の存在を，湖底面下のヌケた部分は海藻の集積・ヘドロ化を示す．海藻類の分布と存在量は変動が大きいので，調査回数をこなす必要があり，今回行った方法は数時間で終了することことから有効で，さらに改良を加え，調査法を確立したい．



北部承水路（水門前）地点の藻類の季節変化（上）と音響探査画像（下）

キーワード : 汽水域 中海 海藻調査法

承水路のマクロベントスと環境の季節相

中尾 繁 (690-0064 松江市天神町 28 島根大学白潟サロン内 NPO 自然再生センター) ・
桑原智之(島大生資)・梅木敬弘 (中海漁業協同組合) ・丸山政夫 (渡漁業組合) ・徳岡隆夫 (NPO 自然)

nakao@icv.ne.jp

【目的】 中海においてはベントスの季節相が環境の季節相と対応し、特に水中の酸素量と底質の硫化物量変化が多くベントスの生息を規制すると言われる。また、それらがオゴノリ、スジアオノリ、シオグサなどの海藻量の消長と関係すると指摘されているが、詳細なメカニズムは明らかではない。そこで環境変化が厳しい承水路のマクロベントスと環境の季節相を明らかにし、マクロベントスの生息に影響すると考えられる要因を抽出する。今後、抽出した要因とマクロベントスの生息については実験的に検証し、海藻類の消長と要因変動の関係を明らかにしたい。

【方法】 中海の2つの承水路に各5地点ずつ、計10地点を設定し、2011年6月(春)、同年9月(夏)、同年12月(秋)にマクロベントスはエクマンバージ採泥器(採集面積1/25m²)で1地点2回の繰り返し採集を行った。採られた底質は0.5mm目篩でふるった。水質は多項目水質計(YSI社556MPS)で水深ごとに水温、塩分、DO、電気伝導度、pH、ORPを観測し、底質粒度組成は篩別法によった。

【マクロベントスの季節相の特徴】

- (1) 両承水路のst.5は周年マクロベントスが生息しない。
- (2) 主な優占種は二枚貝4種であり、春の終わり頃から夏の間にはほとんどが死亡する。
- (3) 秋にはホトトギスガイの稚貝が出現し、春に向けて増大してイガイベッドを形成すると思われる。

表 各承水路に出現したマクロベントス

種名	北部承水路														
	st1			st2			st3			st4			st5		
	6月	9月	12月	6月	9月	12月	6月	9月	12月	6月	9月	12月	6月	9月	12月
ホトトギスガイ	83	-	12	611	342	28	25	-	27	294	7	26	-	-	-
アサリ	32	-	-	98	-	-	7	1	1	58	2	-	-	-	-
シラトリガイ	1	-	-	3	-	-	10	-	-	4	-	1	-	-	-
ソトオリガイ	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
Macoma sp.	-	-	-	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-
ゴイサギ	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
サルボウガイ	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-
巻貝	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
端脚類	150	-	3	2	-	2	-	-	-	251	-	-	-	-	-
多毛類	12	-	-	1	-	3	16	-	1	19	-	1	-	-	-
スナボヤ	-	-	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-

種名	弓浜承水路														
	st1			st2			st3			st4			st5		
	6月	9月	12月	6月	9月	12月	6月	9月	12月	6月	9月	12月	6月	9月	12月
ホトトギスガイ	417	41	-	120	45	165	413	21	26	837	1226	51	-	-	-
アサリ	19	-	-	38	3	1	45	-	-	35	2	-	-	-	-
シラトリガイ	19	-	-	59	1	1	23	-	-	-	-	-	-	-	-
ソトオリガイ	-	-	-	16	-	1	3	-	-	39	1	-	-	-	-
Macoma sp.	2	-	-	3	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
巻貝	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
端脚類	-	-	-	-	2	-	-	-	-	15	5	-	-	-	-
多毛類	1	-	-	3	-	310	23	-	52	2	2	50	-	-	-
スナボヤ	-	-	6	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-

エクマンバージ×2当たり

キーワード： マクロベントス、中海、承水路

スペシャルセッション

宍道湖はいまどうなっているか， 2011

世話人：野村律夫・大谷修司

2012年1月8日 15:45-17:30

- (1) 光合成色素を利用した植物プランクトンの種別の存在量の測定
- (2) 宍道湖における植物プランクトンの現状 (2010. 4~2011. 11)
-特にアオコの発生について-
- (3) 宍道湖と松江堀川における突発的な水草の分布拡大について
- (4) 宍道湖西部における湧水の調査結果について
- (5) 宍道湖の湖水の酸性化問題
- (6) 宍道湖・中海におけるヤマトシジミの深度別野外飼育実験
- (7) 宍道湖における漁業の現状

光合成色素を利用した植物プランクトンの種別の存在量の測定

神谷 宏 (690-0122 松江市西浜佐陀町 582-1 島根県保健環境科学研究所)・

谷 幸則 (静岡県立大学)

kamiya-hiroshi@pref.shimane.lg.jp

植物プランクトンの存在量はクロロフィル a 濃度で代表されている。それはすべての植物プランクトンがクロロフィル a を含有しており、植物プランクトンの総量を把握するには都合がいいからである。しかし、クロロフィル a だけの測定でよいのかどうかについては問題が発生している。宍道湖はヤマトシジミの日本最大の産地であるが、その最大の餌は植物プランクトンである。しかし、藍藻類はヤマトシジミが消化できない可能性が高いことが指摘されており、この藻類が優占した場合、クロロフィル a 濃度が高くて餌不足になる可能性がある。今回はヤマトシジミが藍藻類を消化できないという仮定の基で話をを行う。

植物はクロロフィル a や様々なカロテノイドを用いて光合成を行うが、植物の種類によって含有するカロテノイドは異なる。例えば珪藻類はフコキサンチン、緑藻類はルテイン、藍藻類はゼアキサンチンなどを特異的に含有している。よって、これらカロテノイドを測定することによって、どの綱の植物プランクトンがどの程度存在しているのかがわかるようになる。ただしカロテノイドでは綱別にしかわからないので、顕微鏡観察によって発生している植物プランクトンの種を同定する必要がある。カロテノイド類の測定には高速液体クロマトグラフィーを使用するが、かなり高度な技術を要する。当研究所では静岡県立大学の谷 幸則先生と共同で 2008 年 6 月からカロテノイドの測定を行っている。詳しい結果は講演時に発表するが、3 年間の結果としては冬季、春季、秋季には珪藻が多く、夏季に藍藻類がかなり多くなり、2008 年にはピコシアノバクテリア (藍藻) の一種、*Synechocystis* sp. が半分程度、2009 年には同じプランクトンが 7 割優占した。2010 年には藍藻の *Aphanocapsa holosatica* が 9 割以上優占していた。その結果、宍道湖は夏季において藍藻の割合が非常に大きくなることがわかった。よってカロテノイド類を測定することによって、その湖が健全な状態かどうか判断ができるようになる。

藍藻の優占によってさらなる問題がある。DHA, EPA などの高度不飽和脂肪酸 (ω 3) は生物にとって不可欠のもので、生体内では合成できないので餌から摂取する必要がある。ところが、ピコシアノバクテリアの一種 *Synechococcus* sp. は ω 3 をほとんど含有しておらず、本種が優占すると摂取しても成長が阻害されると考えられる。宍道湖で優占する *Synechocystis* sp. やその他の藍藻類が ω 3 を含有しているかどうかは今後調査予定であるが、含有していない場合はそれらが優占している場合は植物プランクトンを餌としている動物プランクトンやヤマトシジミ等の生物が餌不足に陥る可能性がある。

宍道湖における植物プランクトンの現状 (2010. 4~2011. 11) -特にアオコの発生について-

大谷修司(690-8504松江市西川津町1060島根大学教育学部)・
神門利之・崎 幸子・野尻由香里・神谷 宏(島根県保健環境科学研究所)
Ohtani2458@edu.shimane-u.ac.jp

島根県保健環境科学研究所は、環境基準調査の一環として宍道湖・中海の植物プランクトンの調査を継続的に実施している。大谷は平成5年よりこれまで植物プランクトンの種の同定に関して助言を行ってきた。今回は2010年4月~2011年11月の宍道湖の植物プランクトンの種組成および現存量について報告する。

調査地点は宍道湖湖心のモニタリング定点(S-3)とし、毎月1回、表層水を採水した。植物プランクトンは試水を100倍濃縮後、400~1000倍で種の同定を実施したのち、トーマの血球計算盤にて細胞数を計測した。細胞数の計測が困難な場合相対出現頻度で表した。

2010年度

2010年8月中旬から12月にかけてアオコが沿岸部で大発生した。原因種は藍藻*Microcystis ichthyoblabe*であった。本種は、網目状のコロニーを形成し、低倍率でレンガ色、細胞の大きさは約4 μmで、細胞は互いに少し離れる場合が多い。墨汁染色でコロニー外側に薄い粘質が観察される。モニタリング定点でも本種の発生を確認したが、優占種となることはなかった。これまで宍道湖では塩化物イオン濃度が1000~2000 mg/lの範囲でアオコが発生したが、2010年は11月以降3000 mg/lを超えてもアオコが沿岸部で観察された。

モニタリング定点では、優占種が季節的に大きく変わった。4月に珪藻*Cyclotella* spp.が、5月は藍藻*Synechocystis* sp.と*Cyclotella* spp.が、6月には*Synechocystis* sp.と藍藻*Merismopedia punctata*が優占した。7月と8月は優占種がなく、9月に藍藻*Aphanocapsa holosatica*が優占した。10月、11月は優占種がなく、12月に珪藻*Skeletonema potamos*が優占した。1月、2月は優占種がなく、3月には珪藻*Thalassiosira pseudonana*と緑藻*Pseudodictyosphaerium minusculum*が優占した。

2011年度

*Microcystis ichthyoblabe*は4月~8月(6月を除く)の定期調査でわずかに出現をし続けた。今年度も特に沿岸部で8月から10月にかけてアオコが発生した。アオコの優占種は*M. ichthyoblabe*と*Microcystis* sp.であった。*Microcystis* sp.のコロニーは網目状で1 mm以下であり、細胞は黒緑色、5-6 μmと前者よりもやや大きく、細胞が互いに離れており、墨汁染色でコロニー周囲に厚い粘質が観察される。*Microcystis* sp.については現在種名を確定していないが、両種の培養株を島根県保健環境科学研究所で保存できており、形態の観察と遺伝子解析等の結果から、今後種の同定を進めていく予定である。

モニタリング定点では、昨年度同様に優占種が季節的に大きく変わった。4月は珪藻*Thalassiosira pseudonana*が優占し、5月は藍藻*Synechocystis* sp., *Aphanocapsa* cf. *delicatissima*, *Cyclotella* spp., 6月は珪藻*Cyclotella* spp., 7月は藍藻*Synechocystis* sp., 8月は*Cyclotella* spp., 9月は*Microcystis ichthyoblabe*と*Microcystis* sp., 10月からは*Coelosphaerium kuetzingianum*が優占した。

キーワード:汽水域, 宍道湖, 植物プランクトン, 群集, アオコ

宍道湖と松江堀川における突発的な水草の分布拡大について

國井秀伸（島根大学汽水域研究センター）

kunii@soc.shimane-u.ac.jp

賢明に利用されている宍道湖であるが、最近、いくつもの気がかりな出来事が報告されている。たとえば、漁獲量日本一のヤマトシジミが、2006年の豪雨以来、漁獲量が激減していること、宍道湖七珍のひとつでもあるワカサギの漁獲が、この10年ほどはほとんどないこと、2010年の夏から秋にかけて、アオコが大発生したこと、そしてこれまで船溜まりなどの限られた場所でのみ生育していた水草（オオササエビモ、ホザキノフサモ、マツモ、エビモなど）が、2009年秋から南岸を中心に繁茂し始めたことなどである。

宍道湖では、1960年代までは広大な沈水植物帯が存在していた記録があるものの、1980年代前半以降は、沈水植物は船溜まりなどの極めて限られた場所以外ではその生育は確認されていなかった。今回の湖内での突発的な水草の分布拡大の原因については、諏訪湖での前例のように、下水道の整備や畜産排水の規制強化などによってチッ素やリンといった栄養塩の外部負荷量が低下し（いわゆる貧栄養化）、そのため植物プランクトン量が減少したためではないかと考えられる。あるいは2006年7月の洪水後、ヤマトシジミが採れなくなった(?)ので、採らなくなり、湖底の攪乱が減って水草が分布を拡大したとも考えられたが、水中懸濁物質の量が低下している松江の堀川（シジミ漁を行っていない）においてもマツモなどの沈水植物が2010年から繁茂し始めていることから、やはり光環境の改善が水草の分布拡大の主要因と考えられる。

突発的な水草の出現と分布拡大は、いわゆる植物プランクトンの優占する「濁った系」から水草の優占する「澄んだ系」へのレジームシフトの可能性が高いと考えられるが、人為的な操作なしに湖沼沿岸域に水草が回復した事例は世界的にもまれであり、宍道湖での水草の回復過程を湖沼全体の生物生産や様々な構成種の変化、そして水質や底質の変化とともにモニタリングし、さらに統合的流域管理の視点で流入負荷量などを精査することにより、宍道湖のシジミ漁に対する影響評価はもちろんのこと、世界の様々な湖沼の生態系管理や生物多様性保全・資源保全に資することができると考えられる。

参考文献

- Anderson, N.J. et al. (2005) Ecological effects of reduced nutrient loading (oligotrophication) on lakes: an introduction. *Freshwater Biology* 50:1589-1593.
- Jeppesen, E. et al. (2005) Lake responses to reduced nutrient loading - an analysis of contemporary long-term data from 35 case studies. *Freshwater Biology* 50:1747-1771.
- Kemp, W.M. et al. (2004) Habitat requirements for submerged aquatic vegetation in Chesapeake Bay: water quality, light regime, and physical-chemical factors. *Estuaries* 27:363-377.

キーワード：貧栄養化，水生植物，栄養塩

宍道湖西部における湧水の調査結果について

清家 泰(690-8504松江市西川津町1060島根大学総合理工学部)

yseike@riko.shimane-u.ac.jp

1. はじめに

宍道湖は、ヤマトシジミの漁獲量日本一として知られる日本有数の汽水湖である。斐伊川は、その宍道湖の最大の流入河川(集水域全体の約7割を占める)であるが、天井川であることから、その河川水は表流水としてだけでなく、河床に浸透し伏流水となって宍道湖へ流入しているものと考えられ、その湧水は、湖水の水質に何らかの影響を及ぼしているものと推察される。しかしながら、これまで宍道湖湖底からの湧水に関する調査研究例はなく、その影響に関する情報・知見は皆無である。

そこで本研究では、宍道湖湖底からの地下水(伏流水を含む)湧出の有無について確認するとともに、①斐伊川の表流水と伏流水、及び斐伊川水系地下水の水質、並びに②宍道湖湖底からの湧出量及び湧出水の水質、について調べ、③湧出水と地下水の水質を比較検討することでその起源についての推察を試みた。

2. 材料と方法

2-1 調査地点

斐伊川の河川水(表流水)及び伏流水の水質調査は、神立橋、西代橋及び灘橋の3地点で行った(2008年6月~2009年2月)。斐伊川集水域地下水の水質調査は、山林3地点、畑2地点及び水田4地点の計9地点を選定し実施した(2008年6月~2009年2月)。なお、斐伊川の伏流水を水源とする水道水についても併せて調査した。

宍道湖湧水調査は、斐伊川河口付近から沖(約2km)に向かって3地点を設け、シーページメーターを用いて実施した(2009年2月)。ここでは、湧出の確認調査とともに、宍道湖の表層水と底層水の水質、及び湖底堆積物中間隙水の水質をそれぞれ調べた。

2-2 調査項目

無機態の窒素(NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^-)及びリン(PO_4^{3-})を中心に調査を行った。併せて鉄(Fe)及びマンガン(Mn)についても調べた。

2-3 クラスタ分析

解析には、パラメータとして NH_4^+ , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , Fe及びMnを用いた。

3. 結果と考察

調査を行った3地点どれも湧水現象が認められ、はじめてその実態の一端を捉えることができた。斐伊川河口から沖に向けてそれぞれ88, 58, 27 L/m²/dayの湧出量であり、湧出量は河口から沖に向かうにつれて減少する傾向を示した。

また、地下水、河川水、及び宍道湖湧水の成分を用いてクラスタ分析による解析を試みたところ、斐伊川河口付近の湧水は、斐伊川表流水及び上水道の近くに分類され、他の2地点と異なる傾向を示した。このクラスタ分析は、今後、湧水の起源を究明する上で有効な手法になることが示唆された。

しかしながら、今回の調査では、宍道湖の湧水現象の一端を捉えたに過ぎず、今後更なる湧水に関する調査研究が必要である。

宍道湖の湖水の酸性化問題

野村律夫 (690-8504 松江市西川津町1060 島根大学教育学部)

・河野重範 (島根県三瓶自然館) ・辻本 彰 (島根大・教育)

nomura@edu.shimane-u.ac.jp

近年の沿岸・汽水域における環境の変化は著しい。アオコの大発生や水産資源の減少など、我々の生活にも影響を及ぼしている。沿岸・汽水域は、人間活動の場の中にあつて、人為的影響を直接受けてきたことに加え、グローバルな温暖化による水温上昇のような自然変動による影響も大きい。筆者の1人、野村は1990年代より、中海・宍道湖のメイオベントス(有孔虫群集)の調査を行い、顕著な群集変化がこれらの汽水湖で起こっていることを指摘した。メイオベントスの代表である有孔虫は湖水環境、とくに底層水の時系列変化を捉えるのに有用な生物である。近年の環境変化のなかでも有孔虫のAmmoniaイベント(1980年代前後)の確認は、特徴的であり1980年代において宍道湖周辺の湖水環境の富栄養化が一段と促進されたことを示している。本研究は、さらに近年の有孔虫個体に特異な現象が多くみられるようになったことと、堆積物の組成に変化が見られることの2点を指摘する。これらの2点は、相互に関連し合っているものと考えている。

【下層水の酸性化】

第1図に示すように、炭酸カルシウムできている有孔虫の殻の一部が溶解している個体が多く産出するようになったことである。通常の個体と比較すると、隔壁の薄い部分の溶解は顕著で、生体個体まで溶解が認められるものまで産出している。その要因は、有機物の酸化に伴う堆積物と底層水のインターフェースのpHが低下することによって起こっているものと考えられる。しかし、このような有機物の多い閉鎖的湖水環境では、一般的なこととしてCaCO₃の溶解は確認される。しかし、この現象が顕著になったことは、環境保全のうえで重要なことと考える。

【湖底堆積物の組成変化～堆積フラックス量の低下】

ラジウム(Ra-226)は、主に酸性岩に多く含まれ、河川を通じて湖に供給される。我々は、この元素がここ数十年の間に急激に低下している現象を見いだした。また、詳細な堆積速度を求めて、堆積フラックス量を計算すると、堆積物の供給が急激に低下していることが確認された。このことは、底生生物にとって極めて重要な問題である。

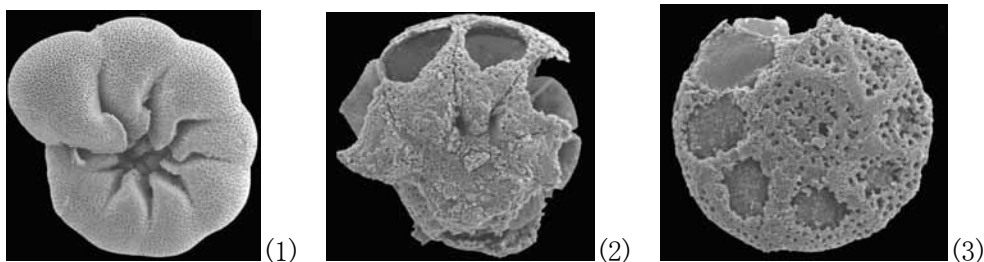


図1. (1) 通常個体, (2, 3) 溶解した個体

キーワード: 汽水域, 湖水の酸性化, 堆積物の組成変化, 堆積量の低下

宍道湖・中海におけるヤマトシジミの深度別野外飼育実験

森高秀信 (690-8504 松江市西川津町 1060 島根大学総合理工学部)

瀬戸浩二(島大・汽水セ)

seto@soc.shimane-u.ac.jp

ヤマトシジミは、低塩分の汽水域に生息し、貧酸素耐性・塩分耐性などに優れている二枚貝である。低鹹汽水湖である宍道湖はヤマトシジミの産地として有名であり、宍道湖の漁獲量の9割以上を占めている。しかし近年、その漁獲量・資源量が減少してきており、特に冬に大量斃死が起きている。その斃死の原因として、餌不足や環境変化などがあげられる。本研究では、各地点で水深別に生残率、殻長成長速度、肥満度の遷移を明らかにし、溶存酸素量、塩分、クロロフィルa濃度などの水質との関係性を検討することを目的としている。

本研究では、夏季にヤマトシジミの野外飼育実験を S01 (宍道湖湖心)・M03 (中海湖心)・HP (本庄水域)・YP (米子湾) の4地点で行った。この実験では S02 地点 (宍道湖東端) で採取したヤマトシジミを用い、各地点においてヤマトシジミ 10 個体入れた飼育カゴを水深 10〜20cm 間隔に 40 カゴ設置した。その地点で一ヶ月間飼育し、生残率、殻長成長速度、肥満度を観測した。

生残率は、どの地点においても湖底付近では0%を示した。M03 地点は水深 1m から 3m において 0%、YP 地点では 3m 以深は 0%である。また、どの地点も塩分躍層付近の中層で 100%を示している。肥満度は S02 地点の飼育前のシジミが 0.025 であったのに対し、M03 地点、YP 地点、HP 地点の各水深における中層付近で 0.04 と高い値を示した。殻長成長速度は YP 地点において水深による変動は大きい、3m 付近で 0.8mm/月と高い値を示した。また殻長成長量・肥満度が共に高い個体が多いのは YP 地点であった。HP 地点では、成長速度が低く、0.1mm/月から 0.5mm/月の間で変化した。S01 地点の肥満度と殻長成長速度は水深による変化が少なく、ほぼ一定となった。また S01 地点は他の3地点よりも肥満度が低かった。M03 地点は肥満度と殻長成長速度の増加・減少が同調している。このような傾向は YP 地点の表層付近でも見られる。

この実験では、台風の影響により、S01 地点と M03 地点の表層でヤマトシジミが流出し、一部回収ができなかった。そのため一部データが欠損している。今回の結果で生残率はどの地点も中層付近で高い値を示した。S01 地点において肥満度と殻長成長速度がほぼ一定となったのは、S01 の水質が表層から底層にかけてあまり変化がないためと考えられる。M03 地点と YP 地点の表層付近の肥満度と殻長成長速度は、増加・減少が同調していたが、相関はあまり見られなかった。これらの結果について水質データと比較し生残率、殻長成長速度、肥満度との関連性を明らかにすることで、成長に適する環境について議論していきたい。

キーワード：ヤマトシジミ、宍道湖、中海、野外飼育、殻長成長速度、肥満度、

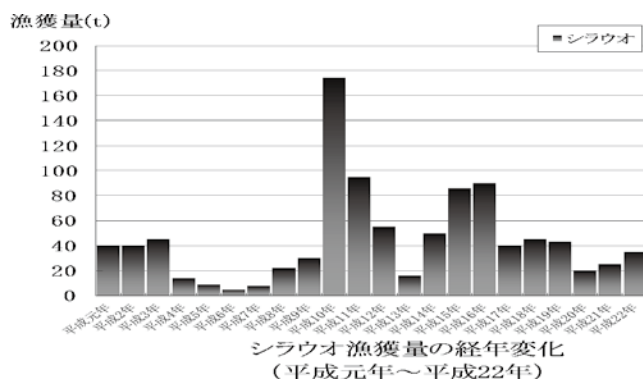
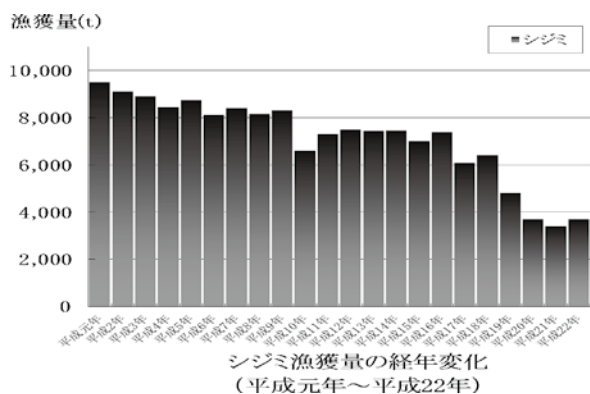
宍道湖漁業協同組合
高橋正治

「宍道湖における漁業の現状」

宍道湖における漁業は、内水面漁業の第1種共同漁業のシジミ、並びに第5種共同漁業のスズキ・ウナギ・ワカサギ・シラウオ・エビ・コイ・フナなど数々の魚種を対象にしている。これらの魚種は、シジミ搔・ます網・ふくろ網・刺網・投網・釜・朶葉漬・延縄・網釜・竹筒など、さまざまな漁法によって漁獲される。

中でも、シジミは、国内生産第1位の産地であるが、近年資源の減少に伴い漁獲量も減少しており平成22年は3700トンであった。

一方、シラウオは年間30～40トンで推移し、今期は豊漁が予想される



シジミ資源管理

- ① 産卵保護区の設定
- ② 1日の採捕量 150 kg→120 kg→90 kg
- ③ 週休制 3日→4日(火・水・土・日)
- ④ 操業時間 機械操業3時間・手搔操業4時間以内

漁業振興策

- ① 稚魚放流(ウナギ・エビ・フナ・ワカサギ)
- ② 湖底耕耘・湖底清掃
- ③ 竹林漁礁の設置
- ④ 水質調査、斐伊川上流の植林など

近年の特徴的事象

- ① シジミ資源の減少、冬季～春季のへい死
- ② シジミ産卵期における塩分低下、貧酸素水塊の発生
- ③ 藻類・沈水植物の継続的繁茂

島根県主導によるプロジェクト協議会の立ち上げにより、現状の宍道湖の環境やへい死要因の解明が待たれるところですが、当面自分たちでできる資源管理と漁業振興を推進する。

主催：島根大学汽水域研究センター・汽水域研究会

シンポジウム主催：島根大学汽水域研究センター

シンポジウム供催：汽水域研究会，佐賀大学低平地沿岸海域研究センター

2012年1月7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
