

瀬戸内海

Scientific Forum of the Seto Inland Sea

特集 気候変動適応法の策定
—瀬戸内海における課題と取り組み—



No.79

(公社)瀬戸内海環境保全協会

THE ASSOCIATION FOR ENVIRONMENTAL CONSERVATION OF THE SETO INLAND SEA

瀬戸内海環境保全憲章

The Seto Inland Sea Charter on Environmental Protections

“瀬戸内”は、われわれが祖先から継承した尊い風土である。

かつて、この海は紺青に澄み、無数の島影を映して、秀麗多彩な景観を世界に誇った。

また、ここには、海の幸と白砂の浜、そして緑濃い里にはぐくまれた豊かな人間の営みがあった。

しかし、世代は移り変わって、今や瀬戸内は産業開発の要衝となり、その面影は次第に薄れ、われわれの生活環境は著しく悪化しつつある。

輝かしい21世紀の創造をめざし、人間復活の社会実現を強く希求するわれわれは、この瀬戸内の現実を直視し、天与の美しく、清らかな自然を守り育てることが、われわれの共通の責務であることを自覚し、地域の整備、開発その他、内海利用にあたっては、環境破壊を強く戒め、生物社会の循環メカニズムの復活を図る必要性を痛感する。

ここに、われわれは、謙虚な反省と確固たる決意をもって、瀬戸内を新しい創造の生活ゾーンとすることを目指し、相互協力を積極的に推進することを確認し、総力を挙げてその実現に邁進することを誓うものである。

昭和46年7月14日

瀬戸内海環境保全知事・市長会議

Issued on July 14, 1971
by the Governors and Mayors' Conference
on the Environmental Protection
of the Seto Inland Sea

The Seto Inland Sea is a precious region we inherited from our ancestors. At one time this sea was perfectly clear and islands projected grand shadows on its surface. Its beautiful and colorful scenery were well-known throughout the world.

Moreover, the sea used to be filled with an abundance of marine resources, white beaches and affluent human life in villages covered with rich greenery.

However, times have changed, and while the Seto has become an important region of industrial development, it has lost its beauty. Our living environment has been deteriorating considerably. Aiming at the creation of a brilliant 21st century and eagerly hoping to realize a society of revived humanity, we are conscious of our common duty to face the present condition of the Seto region, and recognize that we must work to preserve and restore the natural environment. Therefore, we intend to warn against environmental disruption in developments, and other utilization of the Inland Sea, and fully realize the necessity to rejuvenate the ecosystem of its biological society.

Aiming at the improvement of the Seto region as a home of our new creative life, with humble reconsideration, firm resolution and confirmation of positive co-operation, we pledge to act on our resolution with all resources available to us.

瀬戸内海と私

日本海と瀬戸内海 長嶋 俊介 4

特集 気候変動適応法の策定—瀬戸内海における課題と取り組み—

環境省 気候変動適応法及び気候変動適応計画について 環境省 地球環境局 総務課 気候変動適応室 6

気候変動がもたらす沿岸生態系の変化
 —海の生き物はどのように変わるのか— 金谷 弦、伊藤 萌 9

瀬戸内海における水温変化の実態 阿保 勝之 13

瀬戸内海の水温上昇による生物への影響
 —暖冬がもたらすマダイ瀬戸内海東部系群の分布変化と漁獲量の増加— 山本 昌幸 16

瀬戸内海の水温上昇が生物に与える影響—兵庫県におけるノリ養殖— 谷田 圭亮 19

気候変動の影響への適応に関する大阪府の取り組み
 —河川及び海域における水温変動の解析— 西井 裕子 22

国からの情報

瀬戸内海における気候変動による影響把握等の検討について 環境省 水・大気環境局 水環境課 閉鎖性海域対策室 25

瀬戸内海のプロジェクト紹介

東広島市における市民参加の里海づくりの取り組み 中原 真哉、平岡 喜代典 28

研究論文 瀬戸内海の景観多様性を論じる 17

瀬戸内の耕作地景観と国立公園 水谷 知生 31

一般記事

瀬戸内海の食べ物語り 第3回 魚と食文化を愛でた作家・俳人 山田 義 36

会員レポート

「豊かな大阪湾」の創出に向けた環境改善・啓発の取り組み 大阪府環境農林水産部環境管理室環境保全課 41

広島県海岸漂着物実態調査について 広島県環境県民局環境保全課 43

水環境保全の取り組み 明石市市民生活局環境室 46

「アカモク」は海の厄介者？宝物？ 愛媛県漁業協同組合連合会 岩森 雅章 48

「ESG憲章」に基づく環境への取り組み 株式会社カネカ高砂工業所 信頼の環境安全センター 49

「みらい生活創造企業をめざして」環境への取り組み 日本毛織株式会社 印南工場 52

三菱重工業(株)神戸造船所の廃水処理の取り組み 三菱重工業株式会社 神戸造船所 55

研究レポート

地下水の水源利用が淀川流域の栄養塩輸送に及ぼす影響 中谷 祐介 他 58

海産ハープを用いた海産無脊椎動物への忌避剤 Christopher J. Bayne 他 60

漁業者と取り組む貝殻人工魚礁を利用したマダコを増やす取組の紹介 森下 剛匠 62

半尾川再生まちづくり倶楽部の活動～忘れられた川の再生をめざして～ 小倉 亜紗美、中坪 孝之 64

山口県周辺の瀬戸内海と日本海におけるマイクロプラスチック汚染：
 同定、特性評価、分布および存在量の比較 A. H. M. Enamul KABIR 他 66

珪藻 *Skeletonema costatum* においてリン制限は顕著な強光阻害を引き起こす 矢野 諒子、小原 静夏 68

シリーズ

| | | |
|---------------------------------|-------|----|
| 魚の話シリーズ 72 漁業者と共に水族資料を収集する | 増田 修 | 70 |
| 瀬戸内海の沿海文化 34 販女が支えた魚食文化 | 印南 敏秀 | 73 |
| 瀬戸内海/府県の花風景 3 兵庫県の日本さくら名所 100 選 | 佐山 浩 | 77 |

ニュースレター

| | | |
|-------------------|--|----|
| 瀬戸内海各地のうごき | | 80 |
| 協会だより・瀬戸内海研究会議だより | | 81 |

トピックス・広報

| | | |
|--|------------------------------|----|
| 令和元年度瀬戸内海環境保全トレーニングプログラム研修 | 公益社団法人 瀬戸内海環境保全協会 | 82 |
| 令和元年度賛助会員研修会（現地研修会） | 公益社団法人 瀬戸内海環境保全協会 | 84 |
| 令和元年度瀬戸内海の環境保全・創造に係る研究ワークショップ | 公益社団法人瀬戸内海環境保全協会 賛助会員研修会（座学） | |
| | 特定非営利活動法人 瀬戸内海研究会議 | 85 |
| 第 13 回世界閉鎖性海域環境保全会議 （EMECS13-ECSA58 ジョイント会議）へのご案内 | 公益財団法人 国際エメックスセンター | 87 |



日本海と瀬戸内

鹿児島大学 名誉教授
ながしま しゅんすけ
長嶋 俊介

佐渡にとり、瀬戸内は元々身近な存在。北前船で上方とは瀬戸内繋がり結びついていた。経済でも文化でも情報でも芸能でも技術でも。その親近感のある場所と意外な形で結びついた。佐渡島育ちの団塊世代。島研究を志して東京受験の予定が、受験中止。関西で学生生活。初年次から志望学科に配属。禍を転じて福となす。読書三昧かつ瀬戸内は間近。周防大島出身宮本常一の総合記述学的離島観がリアルで、問題意識の共有に多大な影響を受けた。だが多様な島の現場を確認したかった。1971年秋、香川県9離島、笠岡諸島2島を経由して隠岐諸島4島を歩いた。理論経済学を離島に応用する展開を考えていたが、現場を佐渡以外にも知るべく、内海と外海の島代表として確認。地誌・認識・経済偏見的な目線を凌駕するカラフルな五感世界。島旅に誘われる。特に瀬戸内は後に深く関わる。

島研究をライフワークとして、かつ全国行脚が可能な、国家公務員=会計検査院に奉職。全国誌『農業経済研究』に卒論を整理応用したものが2本掲載されたこともあり、官房企画室の効率検査特命「離島振興」班の応援にも廻された。その最初の出張が、広島県飛島街道(現名称)。以来全国各地年100日近い出張の行きと帰りに島々を巡った。飛行機利用が希な時代で前後に旅行日がついた。迷惑を避け当該県以外を旨として、瀬戸内を含む全国の全有人島と元有人島を概ね巡った。その勢いで後に島嶼国の全ても概ね二巡したが、アラスカクルージングは瀬戸内に似た静穏海域かつ魅力一杯の場所であった。

行政官国内研究員(筑波大学大学院人事院事務官兼務)では行財政効率化の研究に勤しんだが、計量経済学目的で全国の離島振興関連社会データをカードに打ち込み、分析も行った。どの組み合わせでも決定係数0.9以上が容易に出る。システム論的な小島嶼特有な現象の証左と認識したが、多変量解析的整理は行わないことにした。今想うと、内海(瀬戸内)と、縁海(内海より大きい内なる海:日本海)と、近接外海(温帯:四本土近海)と遠隔外海(亜熱帯:奄美・沖縄・小笠原)とでは、面白いクラスター結果が出ていたかもしれない。カードリーダーでの解析が役所では出来ない。勿体ないが全カードを廃棄した。

島をフィールドにした記述学と応用経済学で書き続けている内に33歳。奈良女子大学の生活経営学科に誘われた。家政学原論も担当。戸惑ったが国会図書館で20冊ほど読んで、生活視座での島研究は、宮本的学風にも、島人の視座にも添う。規模の小さな社会。家庭も離島もまさにその代表。再びの関西は瀬戸内近傍。1ヶ月待って貰い返事。フィールドは瀬戸内優先となる。阪神淡路大震災では2週間に一度現場を訪れてきた。今でも時々向かう。

瀬戸内フィールドを核とする読売新聞連載物等をまとめ、『豊かさの生活学』PHP研究所で出版した折、豊島の住民から「日本最大のゴミの島より」との葉書を戴いた。事情が深く分からぬまま、一旅人としてタクシーを頼み、現場に立って驚愕した。産業廃棄物不法投棄事件のそれは、「住民運動」の既成概念を打ち破るべき「島ぐるみ」の闘いであった。数度参与観察を続ける内に、理不尽さに胸詰まった。住民一人一人や各集落代表のリーダー達との長い付き合いが始まる。島の学会立ち上げの発起人世話役として、豊島を場とする「設立準備幹事会」を呼びかけた。島側・住民側のこの理不尽さに、応えられない学問で

はいけない。それでも来てくれる人と始めたかった。沖永良部島・鳩間島(後に琉球大学学長)・宮古島・東京(離島審議会会長代理)出身者が豊島に来てくれた。ミニシンポもして懇親会も住民とした。

リーダー達は「後世に恥じない闘い」を続けた。この場合の記述学は当事者で無ければならない。「島民かく闘えり」をプロが第三者的かつ客観的に記録しておく必要がある。外部資金も得て、住民資料を点検し計量化した。小豆島側にある役場勤務ながら、住民として活躍を続けたN氏が、ある時期からの全資料をファイルしてくれていた。メモ魔で出席者名、男女数まで記載。参与観察を続けた香川大学学生も、実情を熟知。たらざる所は聞き取り、N氏ファイル以前資料も集めた。それを協力学生とでデータ化した。1975年3月からの年表、同年12月28日からの活動量を内容別・男女別で時間集計した。県内向け100箇所座談会や島内地区別会議等での動員量も多く、民主導に力注いだ闘いでもあった。ピーク時10年程は中小企業もしくは旧豊島村常勤職員動員並みの仕事量であった。産業活性化を妨げた逸失利益も甚大。弁護士達の無償支援も休日返上の億円単位の協力を相当した。

住民の推薦で「瀬戸内オリーブ基金(呼びかけ人:安藤忠雄・中坊公平)」のNPO立ち上げからの初代理事長を拝命した。現在は元中坊公平事務所弁護士が立派に先導してくれている。島研究を専門にする唯一専任勤務可能な国立研究組織:鹿児島大学に移動後も、ほぼ毎月運営委員会活動を続けた。瀬戸内海流域全府県を対象にする植樹・大きな木・瀬戸内再生や海ゴミ等の助成、そして豊島内直轄事業を企画・実践。専任職員も雇用し、元豊島弁護団や住民会議幹部等も運営に関わってくれ、世界的企業であるユニクロも募金・店長級を含む職員ボランティア、そして役員級を設立前から運営委員会に毎回派遣してくれた。柳井会長も山口瀬戸内側出身で広報対談等に出てくれる。今は豊島を核とする循環社会型環境教育にも力を注ぎつつある。瀬戸内関係者のさらなるご理解とご協力を仰ぎたい。

定年で郷土佐渡に移ってからは、毎年4月開催の豊島学(楽)会。来年で14回目。瀬戸内海全体に関するテーマも含めて誰でも参加できる。問い合わせ詳細は、熊本学園大学社会福祉学部中地研究室内豊島学(楽)会事務局 tel096-364-5161、fax096-364-7169、e-mail:nakachi@kumagaku.ac.jp まで。

日本島嶼学会事務局長又は会長としても、瀬戸内で活動を続けてきた。1999年家島諸島、2003年香川大学(豊島・直島)、2013年広島高専(大崎上島・周辺離島巡検)で研究大会等を地元の協力も得て開催してきた。無論毎年瀬戸内海関連の発表がある。学会誌や年報投稿でもテーマに上る。奈良女時代には小松左京達との太平洋学会シンポジウム(司会役)を呉で行ったこともある。

今は表舞台に立つよりは、瀬戸内研究まとめの時期である。2019年は『日本ネシア論』藤原書店で、瀬戸内ネシア論部分を建築士伊東豊雄の大三島での取り組みを含めて、学際職際の達人9名に執筆して貰った。2020年は『新版・日本の島事典』三交社刊行で瀬戸内海無人島情報も刷新の予定である。

瀬戸内海島嶼部は全て二巡もしくは三巡したつもりであるが、5年に一度以上行かないと論文に出来ないと思ってきた。阪神淡路大震災(淡路島)、困窮島(山口県大水無瀬島、愛媛県由利島)、無人島化島嶼群(直島諸島等)、古代祭祀島(太陽の道、岡山県大飛島、香川県荒神島)、水運と海戦・防衛(古代海城・山城、海軍と水軍拠点、関、広島県御手洗港を含む港湾)、架橋島(略全域に展開)、朝鮮通信使(広島県下蒲刈島・山口県長島を含む要所各地)、人災としてのハンセン病棟(岡山県長島・香川県大島)、日本海との比較と関わり、瀬戸内海の自然環境的特質と未来可能性等についても諸々50年近く思いを巡らしてきた。

小さな島々には共通する特徴としての隔絶・環海・狭小性があり、それは瀬戸内海島嶼部の自然現象・社会現象においても通底している。相対的に穏やかな海面と気象。干満差激しく、渦潮と瀬が豊穡の海を育む場所。箱庭的景観と、耕して点に至った里海的人為。日本全体の心のふるさと、地球全体の愛でられるべき希有な準閉鎖性水域。世界モデルとしての役割にさらに期待したい。

環境省 気候変動適応法及び気候変動適応計画 について

環境省 地球環境局 総務課
気候変動適応室

1. 激甚化する災害と気候変動への「適応」

平成 30 年には埼玉県で観測史上最高気温である 41.1 度を記録しているとともに、7月に各地で記録的な降水量を記録した豪雨が発生したことに加え、9月には非常に強い勢力のまま西日本に上陸した台風 21 号が暴風や高潮の被害をもたらし、関西国際空港においても滑走路が冠水、強風により大型タンカーが連絡橋に衝突するなどのニュースが流れたことは、未だ記憶に新しいところです。

また、平成 31 年・令和元年にも年を通して気温の高い状態が続き、年平均気温は全国的にかなり高くなりました。強風により千葉県で送電線や電柱の倒壊が相次ぐことで大規模な停電が発生した台風 15 号や、阿武隈川や千曲川の堤防が決壊するなど河川の氾濫・決壊が相次いだ台風 19 号などにより、近年まれに見る甚大な被害が発生しました。

このように温暖化や激甚化する災害等への対応は、もはや待ったなしの状況になっており、今後、地球温暖化の進行に伴い、猛暑や豪雨のリスクは更に高まることが予測されています。

これまで、気候変動の進行を防ぐために温室効果ガスを削減する「緩和」の取組が進められてきましたが、上で述べたような気候変動による影響を回避・軽減するために、例えば高温に耐性がある米や果実の品種開発や、気候変動の影響を踏まえた水害対策などの、「適応」策にも取り組む必要性が高まっています。我が国では、平成 30 年6月に少なくとも G7 では唯一の「適応」に関する単独の法律である「気候変動適応法」が公布されました。また、同年 11 月 27 日には、気候変動適応法に基づく政府の「気候変動適応計画」が策定されました。本稿では「気候変動適応法」及び「気候変動適応計画(以下、「適応計画」といいます。)」を中心に、政府における「適応」の取組をご説明します。

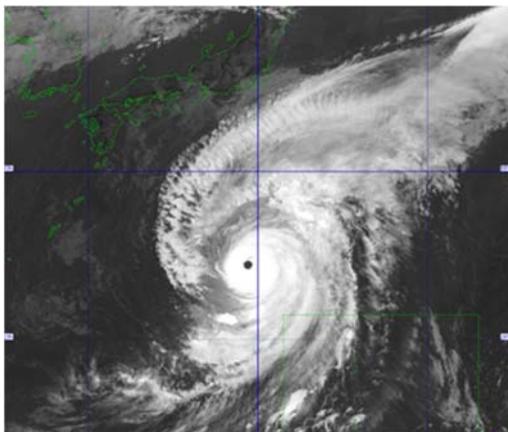


写真1 令和元年台風 19 号
(ひまわり8号赤外面像、気象庁提供)



写真2 平成 30 年台風 21 号大阪府咲洲庁舎周辺の
車両被害(大阪府職員撮影)

2. 気候変動適応法と適応計画

2.1 気候変動適応法成立の経緯

平成27年3月に中央環境審議会に取りまとめられた気候変動影響評価を踏まえ、平成27年11月に、政府全体として気候変動の影響への適応策を総合的かつ計画的に進めるため「気候変動の影響への適応計画」(以下「平成27年適応計画」という。))が閣議決定されました。各府省庁は平成27年適応計画に基づき、各分野において気候変動適応に関する施策を実施してきました。

その後、気候変動適応の法的位置づけを明確化し、国・地方公共団体・事業者・国民など多様な関係者が連携して、一層強力に気候変動適応を推進していくべく、平成30年6月6日に「気候変動適応法」が成立し、同年12月1日に施行されました。



図1 気候変動適応に関する施策の例

2.2 気候変動適応法の概要

本法では、まず国、地方公共団体、事業者及び国民が気候変動への適応の推進のために担うべき役割を明確にしています。また政府が従来、閣議決定してきた気候変動の適応計画を同法に基づく法定計画に格上げし、環境大臣が最新の科学的な知見等を踏まえ、おおむね5年ごとに行う、気候変動による影響の総合的な評価等を勘案して、必要があるときは気候変動適応計画を変更することとしています。

さらに、情報基盤の整備として、国立環境研究所は気候変動の影響及び適応に関する情報の収集及び提供や、地方公共団体等に対する技術的援助等の業務を行うこととしています。このため、国立環境研究所に「気候変動適応センター」が設置され、今後は、気候変動影響等に関する情報を集約し、国や地方公共団体等の取組を支援していきます。また、情報基盤として「気候変動適応情報プラットフォーム(A-PLAT)」の充実を図り、行政間や市民、企業等に対し、気候変動リスク情報や適応策に関する情報を提供していくこととしています。



図2 「気候変動適応情報プラットフォーム」ポータルサイトの主なコンテンツ

気候変動影響は地域の気候や地理、経済社会状況等によって異なることから、本法では「地域での適応の強化」として、都道府県及び市町村は、気候変動適応計画を勘案して、地域気候変動適応計画の策定に努めることや、気候変動の影響及び適応に関する情報の収集及び提供等を行う拠点（地域気候変動適応センター）としての機能を担う体制の確保に努めることとしています。令和2年1月6日現在、法に基づく地域気候変動適応計画は 29 件、地域気候変動適応センターは 13 件設置されており、着実に地方における適応に取り組む体制整備が進んでいます。

また、地方環境事務所その他国の地方行政機関、都道府県、市町村等は、広域的な連携による気候変動への適応のため、気候変動適応広域協議会を組織することができることとされており、現在、北海道、東北、関東、中部、近畿、中国四国、九州・沖縄の7地域で設置されています。

そのほか「適応の国際展開等」として、気候変動への適応に関する国際協力の推進や、事業者による気候変動への適応に資する事業活動の促進等に係る規定の整備を行うことを定めています。このため、令和元年5月の G20 軽井沢大臣会合において、アジア太平洋適応情報プラットフォーム（AP-PLAT¹）を立ち上げました。今後、AP-PLATにおいて、アジア太平洋地域における将来の気温、降水量変化などの気候変動による影響に関する予測や情報発信を行っていきます。

2.3 適応計画の概要

本計画は、平成 27 年適応計画の内容を踏まえつつ、気候変動適応法に基づき、気候変動適応に関する施策の基本的方向性（目標、計画期間、関係者の基本的役割、基本戦略、進捗管理等）、気候変動適応に関する分野別施策（「農業、森林・林業、水産業」、「水環境・水資源」、「自然生態系」、「自然災害・沿岸域」、「健康」、「産業・経済活動」、「国民生活・都市生活」）、気候変動適応に関する基盤的施策について記載しています。

気候変動適応を効果的に推進していくには、気候変動影響の評価と気候変動適応計画の進捗管理を定期的・継続的に実施し、その結果を踏まえて適時適切に計画の見直しを行うことが重要です。計画の進捗管理については、関係府省庁により構成される「気候変動適応推進会議」においてフォローアップを行い、年度単位で施策の進捗状況を把握・公表しております。

また、本計画は、主として、平成 27 年3月に取りまとめられた気候変動影響評価報告書の科学的知見を基に策定しており、次期の気候変動影響評価については、平成 27 年3月から起算して、おおむね5年となる 2020 年に行うこととしています。本計画の見直しについては、この 2020 年を目途とする第2次気候変動影響評価や、年度単位で取りまとめる本計画の進捗報告書の内容等を踏まえて、2021 年に行うことを目指しています。

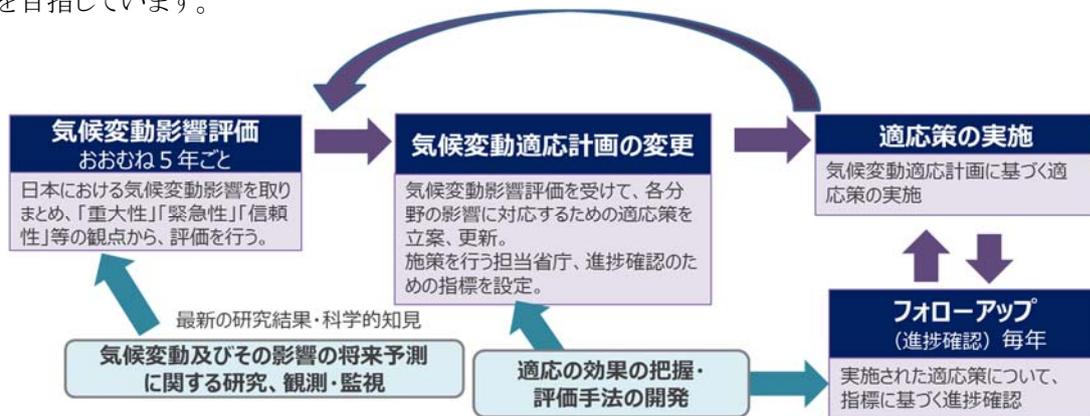


図3 気候変動適応計画の変更・進捗確認スキーム

¹AP-PLAT: <https://adaptation-platform.nies.go.jp/en/ap-plat/index.html>

気候変動がもたらす沿岸生態系の変化

—海の生き物はどのように変わるのか—

国立環境研究所 地域環境研究センター

主任研究員 ^{かなや げん} 金谷 弦, 特別研究員 ^{いとう はじめ} 伊藤 萌

1. はじめに

気候変動にともなう海水温の上昇は、海洋生物の分布や生産性、群集構造や種間関係を大きく変化させる可能性がある(Hoegh-Guldberg and Bruno 2010, Harley et al. 2012, Kumagai et al. 2018)。その影響は、生産者から高次捕食者まで、また浮遊系の植物プランクトンから海の底に暮らす底生動物(ベントス)まで多岐にわたると考えられている(Keller et al. 1999, Hoegh-Guldberg and Bruno 2010)。近年、日本近海でも海水温の経年的な上昇が認められ、その傾向は今後も続くと予測されている(水産庁 2017)。そのため、水温上昇が沿岸生態系の中で何にどのように影響し、その結果として系全体がどのように変わっていくかを予測することは喫緊の課題となっている。

2. 海の中はどう変わるか? —レジームシフトのパターン

気候変動に伴う水温上昇のように、ある環境変数が一定の方向に変化していく場合、生物や生態系の応答の仕方には、いくつかのパターンがある(図 1)。生態系(や特定生物種の生息密度など)が、ある安定した状態(A)と別の安定した状態(B)との間を数十年スケールで(相互に)移行する現象をレジームシフトとよぶが、その起こり方にはいくつかのパターンがある。

(a)は、水温上昇のような環境変化に伴い、レジーム間の移行が連続的に進行していくケースである。生物の代謝や生産性が水温上昇に伴って上昇していくケース(丸茂・横田 2012, Cusson and Bourget 2005)などが、これに該当すると考えられる。(b)は、ある閾値を越えるとレジーム間の移行が急激に進行するケースである。亜熱帯性・北方性の魚種や海藻類のように、生息可能水温の下限・上限が明確な生物では(重田 2008, 水産庁 2017)、海域の水温が閾値に達した時点で生息状況が劇的に変化すると推測される。(c)は、AからBへはなかなか変わりにくく、逆に1度BになってしまうとなかなかAに戻らないケース(履歴効果)である。例えば、瀬戸内海の一部海域にのみ隔離分布している種が絶滅した場合、個体群の再生が遠隔個体群からの偶発的加入に依存するため、もとの状態に戻るまでにかかなりの時間を要すると考えられる。(d)は、ひとたびレジームシフトが起こると2度ともとの状態には戻らないケースである。(c)のケースにおいて、対象種の移動分散能力が低く、遠隔個体群からの偶発的加入がほぼ起こりえない場合などが、これに該当しそうだ。

実際の海の中では、水温上昇に呼応して(a)~(d)の応答パターンが並行して生じると考えられる。ある生物種は突然いなくなり、ある生物種は徐々に増えて/減少していくだろう。いなくなったり、あらたに生息するようになった生物種が、生態系の中で生息場や餌の提供、他種への強い捕食圧といった重要な役割を果たしている場合(例:藻場を構成する海藻、造礁サンゴ、礁を形成する二枚貝や多毛類といった生態系エンジニアや、ヒトデやラッコのようなキーストーン種)には、その影響はとても大きなものとなり、生態系全体へと波及する。

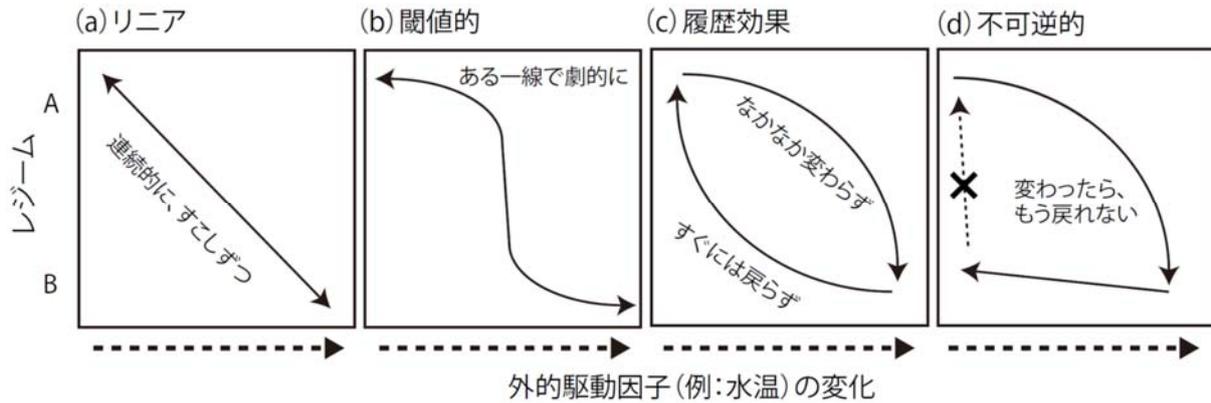


図 1 外的駆動因子の変化(横軸)に対する生態系の定常状態(レジーム A と B;縦軸)の変動パターン。Davis et al. (2010)を元に作図。リニアな変化(a)、閾值的な変化(d)、過去の履歴による影響を受ける変化(c)、および不可逆的な変化(d)。

3. 沿岸生態系へのさまざまな影響

水温が上がると、瀬戸内海の生態系はどのように変わるのだろうか？水温上昇による海洋生態系への影響に関する研究事例(総説論文)の一部を、表 1 に示した。

沿岸の水柱・底質中で進行する化学反応の多くは、微生物が関与している。一般に、タンパク質が変性して失活するような高温でない限りは、酵素活性は温度が上昇するにつれ高くなる。そのため、沿岸域における水温の上昇は、微生物による酸素消費(好気呼吸)や硫化水素の生成(硫酸還元)など生物体内で行われる代謝反応の速度を高める。富栄養な内湾域において、底層水が貧酸素化する要因として底泥の酸素消費(SOD)が重要であるが、SOD も温度依存的に増大することが知られている(丸茂・横田 2012)。また、表層水温上昇にともなう温度成層の強化もまた、底層水の貧酸素化を促進する要因となる。このように、将来的な水温上昇は、富栄養海域における貧酸素水塊の発達を加速する可能性が高い。一般に、魚類や甲殻類の酸素消費量は水温上昇にともなって増加し、貧酸素への耐性は低下することが知られている(丸茂・横田 2012)。夏場の底層水温上昇が進行すると、貧酸素による生物(ベントスや底魚)への負の影響が、現在より顕著に現れてくるかもしれない。

表層水中での植物プランクトンの増殖(赤潮)と底泥表面への沈降は、底層水の貧酸素を引きおこす要因の 1 つであるが、水温上昇にともなう植物プランクトンの現存量が低下し、底泥への沈降量も減少する可能性が指摘されている。このことは、底泥への有機物負荷というプロセスに注目した場合、水温上昇が貧酸素を抑制する方向で作用する可能性を示唆している。例えば、表層水温上昇にともなう成層状態の強化は、下層から表層への栄養塩供給の低下をもたらし、表層水中での一次生産を減少させると考えられている(水産庁 2017)。Keller et al. (1999)は、アメリカ・ナラガンセット湾の浮遊系生態系を深さ 5 m・水量 13m³ のメソコスム(隔離水界)実験で再現し、3°Cの水温上昇条件下で動物プランクトンやベントスによる捕食圧は増加し、その結果植物プランクトンの量が減少すること、さらに植物プランクトンの多くが水柱で食べられてしまうため底泥へ沈降する有機物の量が減少することを示した。また、二枚貝を使った実験でも、ろ過摂食速度が水温と正の関係にあることが示されている(=水温が高いほど、水柱からの有機物除去が活発になる;豊原ら 2015)。このように、水温上昇は底層水の貧酸素化に対して、促進的にも、抑制的にも作用する可能性がある。貧酸素という現象についてみても、水温上昇が沿岸域の環境に及ぼす影響を予測することは非常に難しい。

水温上昇に伴い、磯や藻場、潮下帯の泥底など、瀬戸内海の底生生態系はどのように変化するだろうか。日本近海では、アイゴやブダイのような植食魚の活動が活発になったり、高水温で海藻が枯死したりすることで藻場が衰退する可能性が指摘されている(水産庁 2017、Kumagai et al. 2018)。水温上昇は、ベントスによる過摂食速度を増加させるため(豊原ら 2015)、植物プランクトンを餌とするベントスが今よりも「餌不足」になりやすくなるだろう。また、水温上昇にともなって捕食者の活動が活発になり、埋着性・付着性ベントスの現存量や種構成が大きく変化する可能性もある(Freestone et al. 2011、Haley et al. 2012)。ベントスの成長速度(二次生産性)や繁殖時期、年間世代数も水温によって規定されているほか(Cusson and Bourget 2005、Kanazawa and Sato 2007)、水温が上昇すると代謝が高まることで海産動物の浮遊幼生期間が短くなり、その結果、幼生の分散距離が短縮されるとともに、幼生期間中の生存率は高まると予測されている(Hoegh-Guildberg and Bruno 2010)。これは、浮遊幼生期間が長いほど、その間に捕食されたり、飢えたり、生息に不適な場に運ばれたりして死亡するリスクが高まるためである。このように、海水温の上昇は、藻場やサンゴ礁のような生息場の構造を大きく変えるだけでなく、個々の生物種の繁殖生態や生活史にも変化をもたらす可能性が高い(そして、後者のような変化はなかなか気付かれない)。

4. まとめ

水温上昇は、沿岸生態系の生物的・非生物的構成要素に対して様々な影響をおよぼす。ある構成要素に生じた影響は、関わりのある他の構成要素にも波及するだろう。溶存酸素の例のように、水温上昇がある現象について[促進 / 抑制]という全く逆の効果を同時にもたらすケースも容易に想定される。個別の事象が、複雑な相互作用の結果として生態系全体にどのように波及していくかを推定することは非常に難しい。しかも、気候変動が沿岸域にもたらす影響は水温上昇だけにとどまらず、一次生産性の変化、災害の激甚化に伴う攪乱、海洋酸性化、水面上昇に伴う干潟の消失など、多岐にわたる(水産庁 2017)。沿岸生態系内で生じる複雑な相互作用を紐解くために、多様なパラメータを考慮した生態系モデルを用いた将来予測は、有効な手段の 1 つと考えられる。また、水温上昇がもたらす海産生物の生理・生態的特性の変化についても、室内実験や広域的な緯度間比較研究などにより、知見を蓄積していく必要があるだろう。

私たちは現在、広域的に分布する干潟の巻き貝ウミナ *Batillaria multiformis* をモデル生物として、摂食速度と水温との関係を室内実験で調べるとともに、現地調査によって個体群特性や生活史の緯度間比較を進めている。干潟に降り立って観察すると、陸奥湾のウミナは他の生息地と比べて大型であり、鹿児島湾のウミナは非常に小さなサイズで成熟している印象を受ける。私たちは、日本の北と南で彼らの暮らしぶりがどのように異なるのかを詳細に調べることで、気候変動が日本の干潟生態系にもたらす影響の一端を多少なりとも予測できるのではないかと夢想している。

表 1. 水温上昇にともなう沿岸生態系内で生じる変化

| 水温上昇にともなう影響 | 備考 | 文献 |
|---------------------|--------------|---|
| 生物活性・生活史 | | |
| DO 消費増加(底泥、生物)と貧酸素化 | 総説 | 丸茂・横田 2012 |
| ベントスの二次生産と P/B 比の増加 | メタ解析 | Cusson and Bourget 2005 |
| ろ過食・排泄速度の上昇 | 二枚貝・室内実験 | 豊原ら 2015 |
| 浮遊幼生期間と分散距離の短縮 | 総説 | Hoegh-Guildberg and Bruno 2010 |
| 成熟時期変化、年間世代数の増加 | アサリ | Kanazawa and Sato 2007 |
| 浮遊系 | | |
| プランクトン群集組成・生産性の変化 | メソコスム実験 | Keller et al. 1999 |
| 植物プランクトン量の低下 | 総説 | Hoegh-Guildberg and Bruno 2010 |
| 成層強化による表層の一次生産減 | 総説 | 水産庁 2017 |
| 底生系 | | |
| 植食魚による海藻植食圧増大 | 総説 | 水産庁 2017 |
| 藻場の衰退と造礁サンゴの北進 | モデルによる将来予測 | Kumagai et al. 2018 |
| 藻場・磯における群集構造の変化 | 藻場・磯・総説・野外実験 | Freestone et al. 2011・Haley et al. 2012 |
| 特定の埋在ベントス種の減少・分布変化 | 北海潮下帯 | Kröncke et al. 2011 |

参考文献

- Cusson M, Bourget E (2005) Global patterns of macroinvertebrate production in marine benthic habitats. *Mar Ecol Prog Ser* 297: 1–14
- Davis J et al. (2010) Multiple stressors and regime shifts in shallow aquatic ecosystems in antipodean landscapes. *Freshw Biol* 55: 5–18
- Freestone AL et al. (2011) Stronger predation in the tropics shapes species richness patterns in marine communities. *Ecology* 92: 983–993
- Harley CDG et al. (2012) Effects of climate change on global seaweed communities. *J Phycol* 48: 1064–1078
- Hoegh-Guldberg O, Bruno JFF (2010) The impact of climate change on the world's marine ecosystems. *Science* 328: 1523–1528
- Kanazawa T, Sato S (2008) Environmental and physiological controls on shell microgrowth pattern of *Ruditapes philippinarum* (Bivalvia: Veneridae) from Japan. *J Molluscan Stud* 74:89–95
- Keller AA et al. (1999) Predicted impacts of elevated temperature on the magnitude of the winter-spring phytoplankton bloom in temperate coastal waters: A mesocosm study. *Limnol Oceanogr* 44: 344–356
- Kröncke I et al. (2011) Changes in North Sea macrofauna communities and species distribution between 1986 and 2000. *Estuar Coast Shelf Sci* 94: 1–15
- Kumagai NH et al. (2018) Ocean currents and herbivory drive macroalgae-to-coral community shift under climate warming. *PNAS* 115: 8990–8995
- 丸茂恵右、横田瑞郎 (2012) 貧酸素水塊の形成及び貧酸素の生物影響に関する文献調査. *海生研研報* 15:1–21
- 重田利拓 (2008) 瀬戸内海の魚類に見られる異変と諸問題. *日本水産学会誌* 74:868–872
- 水産庁 (2017) 気候変動に対応した漁場整備方策に関するガイドライン. 水産庁漁港漁場整備部. 112 p.
- 豊原哲彦ら (2015) 人工護岸域に生息する付着動物優占種のろ過速度および排泄速度の定量化に関する研究. *海洋理工学会誌* 21:17–29



瀬戸内海における水温変化の実態

(国研)水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所

生産環境部 グループ長 **あ ぼ かつ ゆき**
阿 保 勝 之

1. はじめに

瀬戸内海は複雑な地形が特徴である。紀伊水道と豊後水道を通じて太平洋と繋がっていることから、その海況は外洋の影響を受けるが、平均水深が約 30mと浅いため気象の影響も大きく、地球温暖化の影響を受け易いと考えられる。瀬戸内海沿岸 11 府県の水産研究機関では、浅海定線観測調査により海域の水温等を毎月調査している。本調査は 1972 年に開始され、調査結果は漁海況予報や赤潮予察など様々な水産研究に利用されている。また、観測の節目には観測成果集が取り纏められ^{1)、2)}、海況の季節変動および長期変動特性について整理されている^{3)、4)}。ここでは、観測 40 年成果集²⁾で取り纏められた 1973 年から 2013 年までの各府県・海域毎の水温データを元に、各海域における水温変化の実態について述べる。

2. 瀬戸内海の水温変化傾向

瀬戸内海における水温の年平均値の経年変化を図 1 に示した。水温は、1980 年代に低水温となり、その後 1980～2000 年に顕著に上昇し、2000 年代以降は横這い傾向となっている。これは、西日本の気候変動が 1980 年代前半の比較的低温な期間を経て 1980 年代後半以降は昇温して高温が続いた⁵⁾ことや 2000 年代以降は横這いであることと変化傾向が一致している。瀬戸内海は比較的水深が浅く、気象の影響を受け易かったと考えられる。なお、40 年間の水温は有意に上昇しており、年間の水温上昇率は表層、底層ともに 0.02℃である。また、各月における水温の変化傾向を見ると(表 1)、春季から夏季(4～8月)には有意な変化傾向はないが、秋季から冬季(9～12月、1～3月)には有意な上昇傾向がみられる。特に 10～12 月の上昇率が高く、11 月の年間上昇率は表層で 0.036℃、底層で 0.049℃である。

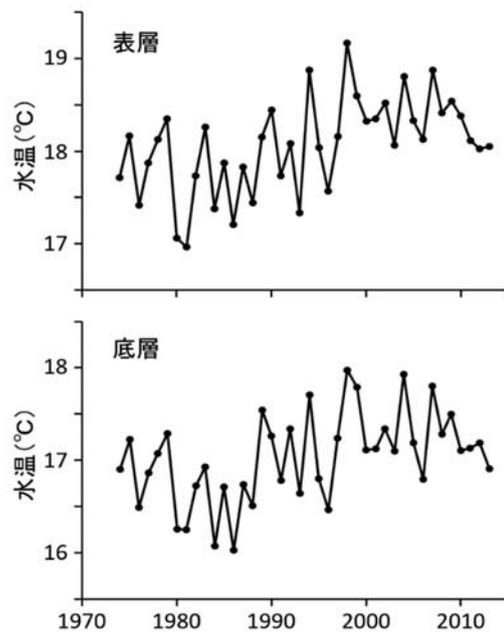


図 1 瀬戸内海の年平均水温の経年変化

表 1 瀬戸内海における各月の水温上昇率(℃/年)。有意な上昇率のみ示した(太字は有意水準1%)

| | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|-----|-------|-------|--------------|----|----|----|----|----|-------|--------------|--------------|--------------|
| 表層 | | 0.021 | 0.024 | | | | | | 0.026 | 0.033 | 0.036 | 0.031 |
| 10m | 0.025 | 0.024 | 0.026 | | | | | | 0.020 | 0.033 | 0.038 | 0.032 |
| 底層 | 0.029 | 0.021 | 0.022 | | | | | | 0.034 | 0.048 | 0.049 | 0.038 |

3. 各海域における水温変化

瀬戸内海は多くの湾・灘から構成されており、海況特性や水温変化の実態は海域により異なる。表 2 には各府県・海域における表層水温の変化傾向をまとめた。年間の変化傾向には、周防灘の大分県海域（豊前海）を除いて有意な上昇傾向がみられ、水温上昇率は東部海域（紀伊水道～備讃瀬戸）で大きい傾向がある。ただし、紀伊水道東部（和歌山県）や播磨灘南部（香川県）では上昇率が小さい。季節的な変化傾向を見ると、秋季（9～12 月）には、殆どの海域で上昇傾向がみられ、上昇率も大きいことが分かる。このことは、秋の降水温期の水温低下が遅れていることを意味している。また、1～2 月には中央部（備讃瀬戸～伊予灘・別府湾）では水温上昇がみられる海域が多いが、東部海域（播磨灘～紀伊水道）と周防灘では有意な上昇はみられない。また、3 月には水温が上昇する海域が多いが、4～8 月には上昇がみられない海域も多い。特に 8 月には殆どの海域で上昇傾向がみられておらず、燧灘（香川県）や播磨灘・備讃瀬戸（岡山県）のように有意な水温低下がみられる海域もある。

図 2 には水温の上昇傾向が顕著な秋季（10～12 月）について、各府県・海域における表層水温の経年変化を示した。1970 年代から 1980 年代は横這いまたは低下傾向の海域が多く、特に周防灘（山口県、大分県）、備讃瀬戸、播磨灘では 1980 年代に低水温となっている。また、1980 年代から 2000 年にかけては殆どの海域で顕著に水温上昇がみられる。しかし、2000 年代以降は横這い傾向の海域が多くみられ、周防灘、別府湾、伊予灘では低下傾向となっている。このように、いずれの海域も水温は上昇傾向ではあるが、単純に上昇しているわけではなく、海域によりその変動パターンも異なることが分かる。

ここで紹介した水温上昇率は単回帰分析により求めたものであり、海域の大まかな傾向を把握することを目的としている。しかし、水温の経年変化は海域により特徴があり、直線的とは限らない。例えば大阪湾では、調査日を補間して年平均偏差を標準化して水温データを解析した結果から、1993 年にジャンプによる水温上昇があったことが示されている⁶⁾。水温の変化傾向をより正確に把握するためには、海域毎にさらに詳細な解析が必要である。

4. おわりに

瀬戸内海沿岸 11 府県による 40 年にわたる浅海定線調査結果からは、特に秋季の水温上昇が顕著であり、降温期の水温低下が遅れていることが示された。ノリ養殖においては水温低下の遅れにより養殖開始時期が遅れて生産量低下の一因となっている。また、水温上昇は海洋構造を変化させ、海洋生態系の変化や食物連鎖網を通して生物に影響を及ぼすことが知られている。さらに、高水温は生物の代謝を高めて餌料要求量が高くなることから、近年指摘されている貧栄養化による餌料環境の悪化に拍車を掛けている可能性もある。水温上昇が生物生産へ及ぼす影響について海域毎に詳細な解析が必要であり、今後も調査の継続とデータの蓄積が重要である。

引用文献

- 1) 瀬戸内海区水産研究所(2005): 瀬戸内海ブロック浅海定線調査観測 30 年成果集.
- 2) 瀬戸内海区水産研究所(2015): 瀬戸内海ブロック浅海定線調査観測 40 年成果(海況の長期変動).
- 3) 樽谷・中嶋(2011): 閉鎖性内湾域における貧栄養化と水産資源. 水環境学会誌, 34, 47-50.
- 4) 阿保・秋山・原田・中地・林・村田・和西・石川・益井・西川・山田・野田・徳光(2018): 瀬戸内海における栄養塩濃度等の水質変化とその要因. 沿岸海洋研究, 55, 101-111.
- 5) 大阪管区気象台(2013): 西日本の気候変動. 近畿地方の気候変動, 2-5.
- 6) 秋山・中嶋(2018): 不等間隔の月例観測データから見る大阪湾表層水温の経時的諸特性. 水環境学会誌, 41(4), 83-90.

表2 各府県・海域における表層水温の上昇率(°C/年)。有意な月・海域のみ示した(太字は有意水準1%)

| 海域 | 府県 | 年間 | 1月 | 2月 | 3月 | 4月 | 5月 | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 12月 |
|-------|-----|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|-------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 紀伊水道 | 和歌山 | 0.013 | | | 0.035 | | | | | | | | 0.044 | 0.040 |
| | 徳島 | 0.027 | | | 0.046 | 0.052 | 0.034 | 0.038 | 0.051 | | 0.027 | 0.036 | | |
| 大阪湾 | 大阪 | 0.022 | | | | | | | 0.051 | | | 0.027 | 0.045 | 0.034 |
| 播磨灘 | 兵庫 | 0.025 | | | 0.025 | 0.029 | 0.049 | | 0.038 | | 0.030 | 0.030 | 0.034 | 0.028 |
| | 徳島 | 0.032 | | | | 0.067 | | | 0.074 | 0.059 | | | 0.046 | |
| | 香川 | 0.014 | | | | | | | | | | 0.025 | 0.024 | 0.028 |
| 播磨・備讃 | 岡山 | 0.028 | 0.042 | 0.034 | 0.027 | | | -0.025 | | | 0.044 | 0.076 | 0.080 | 0.078 |
| 備讃瀬戸 | 香川 | 0.026 | | 0.022 | 0.033 | 0.029 | 0.029 | 0.022 | 0.025 | | 0.029 | 0.029 | 0.025 | 0.025 |
| 燧灘 | 香川 | 0.017 | | | 0.022 | | | | | | | 0.024 | | 0.023 |
| | 愛媛 | 0.014 | 0.041 | 0.025 | | -0.032 | | -0.075 | -0.074 | | 0.051 | 0.086 | 0.071 | 0.049 |
| 備後灘 | 広島 | 0.023 | | 0.040 | 0.022 | | | | | 0.035 | 0.047 | 0.033 | 0.059 | |
| 安芸灘 | 広島 | 0.019 | 0.026 | 0.026 | 0.014 | 0.020 | | | | | 0.025 | 0.028 | 0.041 | |
| 広島湾 | 広島 | 0.023 | 0.030 | 0.024 | | | | | | 0.051 | | 0.038 | 0.044 | 0.025 |
| 周防灘 | 山口 | 0.022 | | | 0.028 | 0.024 | | | | | | | 0.033 | 0.037 |
| | 福岡 | 0.014 | | | 0.030 | | | | -0.028 | | | 0.030 | 0.029 | 0.042 |
| | 大分 | | | | | | 0.033 | | | | | | | |
| 伊予灘 | 大分 | 0.015 | 0.036 | 0.032 | | | | | | | 0.026 | 0.028 | 0.034 | 0.031 |
| 別府湾 | 大分 | 0.020 | 0.046 | 0.048 | | | | | | | 0.027 | 0.038 | 0.042 | 0.043 |

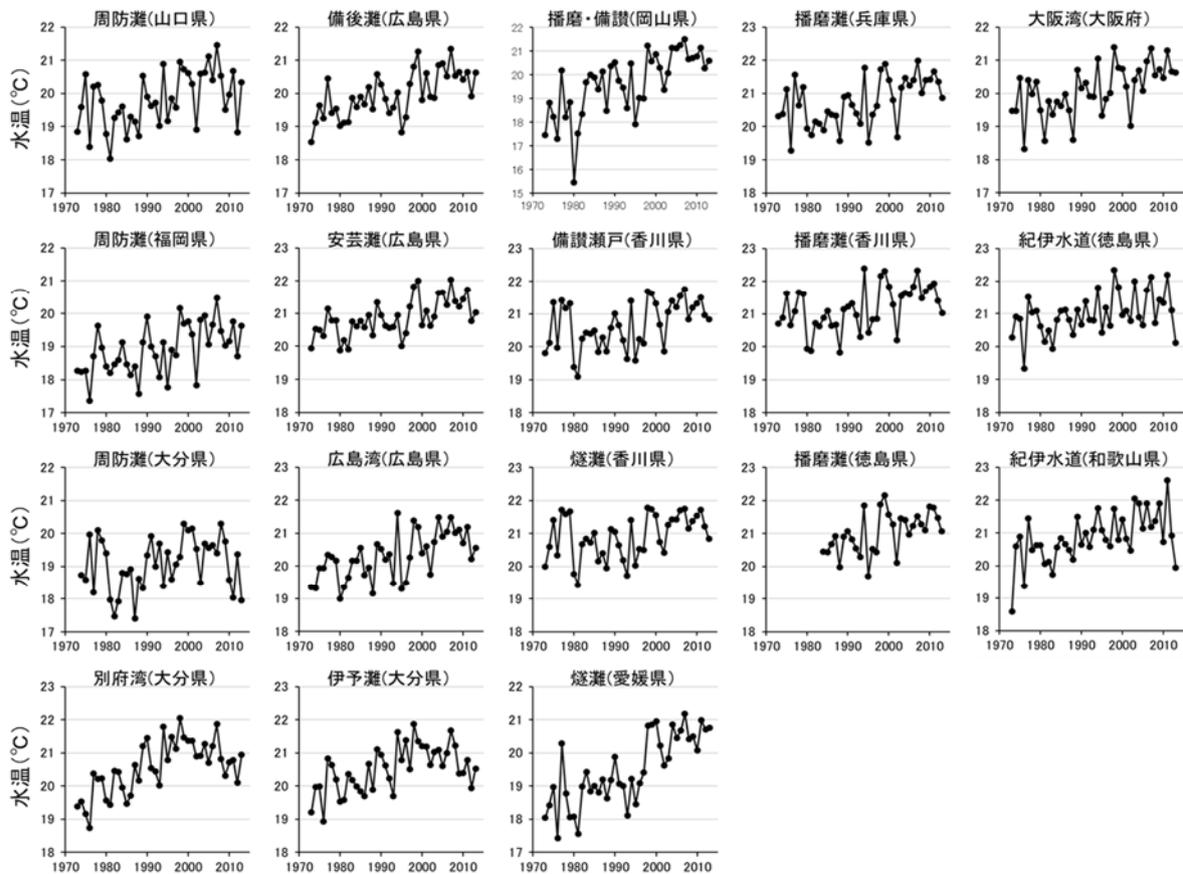


図2 各府県・海域における秋季(10~12月)の表層水温の経年変化



瀬戸内海の水温上昇による生物への影響 —暖冬がもたらすマダイ瀬戸内海東部系群の 分布変化と漁獲量の増加—

香川県水産試験場 主席研究員
やまもと まさゆき
山本 昌幸

1. はじめに

日本のお祝い御膳には欠かせないマダイは、瀬戸内海を代表する魚である。本種は北日本から東シナ海の沿岸域に生息し、日本では西日本を中心に漁獲されている。暖かい水温を好む魚であり、瀬戸内海では4～6月に産卵する(島本, 2006)。紀伊水道から備讃瀬戸に分布するマダイ瀬戸内海東部系群の漁獲量は1970年代後半より増加傾向にあり、1972年に297トン、1980年に636トン、1990年に996トン、2000年に1601トン、2010年に2003トンとなった(図1; 阪地・山本, 2017)。1970年代の増加は小型底びき網の普及・発展によるものと考えられている(島本, 2006)。一方、1980年代以降の増加については、小型底びき網の漁獲努力量の減少による小型魚の保護や埋め立ての規制、海砂採取量の減少があげられているが(島本, 2006)、マダイとともに小型底びき網で漁獲されるカレイ類や小エビ類・カニ類は1980年代以降減少傾向にあり、マダイの漁獲量の増加には他の要因があるのではないかと考えられた。そこで1972～2010年の各海域(紀伊水道、大阪湾、播磨灘、備讃瀬戸)の漁獲量と水温を用いて、漁獲量と冬期の水温の長期変動を解析したところ、温暖化がマダイの漁獲量増加に大きく関係していることが示されたので、その成果の概要を紹介する。

この研究成果は笠井亮秀教授(北海道大学)、大美博昭主任研究員((地独)大阪府立環境農林水産総合研究所)、安江尚孝主査研究員(和歌山県水産試験場)と共同で行ったものである。また、詳細については、Yamamoto et al. 2020)を参照いただきたい。

2. 使用データ

1972～2010年までの各海域の水温は、和歌山県水産試験場、大阪府立環境農林水産総合研究所、香川県水産試験場が浅海定線調査によって測定した水深10mのデータを使用した。1972～2010年までの年間漁獲量のデータは農林水産統計を使用し、紀伊水道は和歌山県加太漁業協同組合(以下、漁協)、大阪湾は大阪府泉佐野漁協、播磨灘は香川県引田漁協、備讃瀬戸は高松市卸売市場を代表として、これらの月別水揚げ割合と農林水産統計の年間漁獲量から各海域の月別漁獲量を推定した。

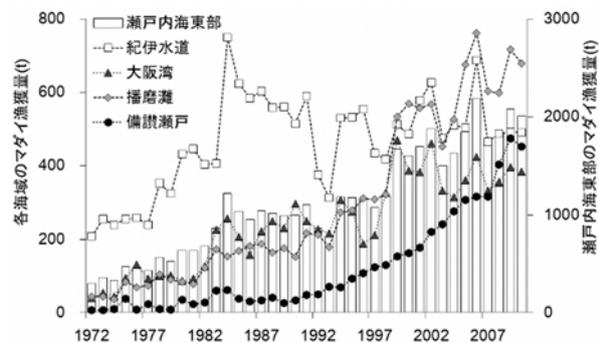


図1 1972～2010年における瀬戸内海東部と各海域のマダイ漁獲量の年変動

3. 冬の最低水温と漁獲量の関係: 暖冬によって内海域で越冬するマダイが増加

太平洋からの外洋水の直接的な影響を受けにくい内海域の大阪湾、播磨灘、備讃瀬戸における最低海水温は 1972～86 年には 8℃以下になることが数年に 1 度観察され、1977 年と 1984 年には 6.5℃以下となった(図 2)。しかし、1987 年以降は、1996 年を除いて最低水温は 8℃以上であった。大阪湾の最低水温には有意な上昇傾向はなかったものの、播磨灘と備讃瀬戸の最低海水温には上昇傾向が確認された。1972～1987 年までの冬期(2～3 月)の漁獲量は低水温年の 1977 年と 1984 年にそれぞれ 8 トンと 33 トンであったが、それ以外の年の平均漁獲量は 1.1 トンで、しばしば漁獲の無い年もあった。しかし、温暖化傾向が示される 1988 年以降、冬期の漁獲量が増加し、1990 年に 6 トン、2000 年に 14 トン、2010 年に 45 トンとなった。特に 2000 年以降の備讃瀬戸と播磨灘の漁獲量は大きく増加した。

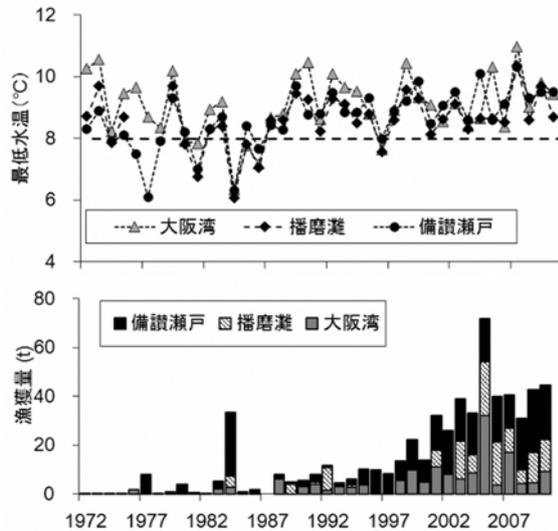


図 2 内海域の最低水温と冬期の漁獲量

紀伊水道の最低海水温は 9.3～14.3℃で上昇傾向は確認されなかった(図 3)。1970 年代前半に冬期の漁獲量は 1～8 トンであったが、1970 年代後半から 1990 年代前半に漁獲量は増加した。しかしながら、1990 年代後半には増加に陰りがみえ、2000 年代には 100 トン前後で推移した。

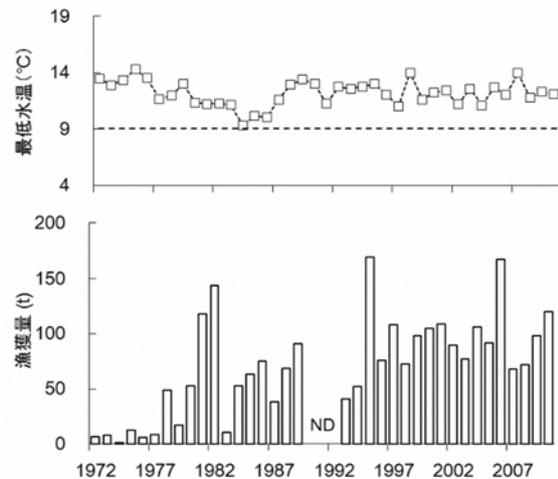


図 3 紀伊水道の最低水温と冬期の漁獲量

このような漁獲量の変動には、マダイの適水温が関係していると考えられる。瀬戸内海東部のマダイは一般的に、温暖域な紀伊水道に晩秋から初冬にかけて移動し、越冬するといわれている(島本, 2006)。マダイの分布下限水温は 8℃と報告されているが(坂口・浜口, 1979)、1980 年代後半より内海域の最低水温が 8℃以上になったことによって、内海域でマダイが越冬できるようになった可能性がある。

4. 産卵海域の変化: 主産卵場が紀伊水道から内海域に移動

瀬戸内海東部における産卵期(4～6 月)のマダイの漁獲量は 1980 年代より増加し、2000 年代に入ると大きく増加した(図 4)。しかし、漁獲量変動には海域差があり、紀伊水道の漁獲

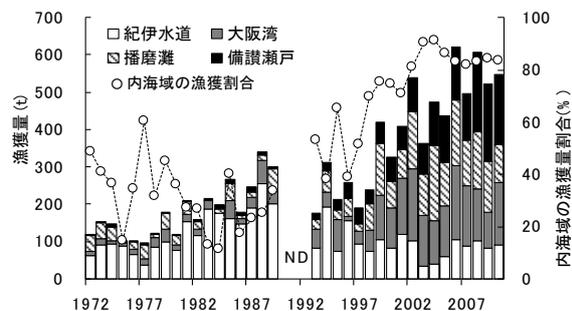


図 4 各海域の産卵期の漁獲量

量は1980年代には増加していたが、1990年代以降は横ばいとなった。対照的に、内海域は1990年代から漁獲量が増加し、特に備讃瀬戸と播磨灘における漁獲量は2000年代以降にさらに大きく増加した。内海域の漁獲割合は1980年代には40%以下であったが、1990年代から増加し、2000年以降は70%以上となった。内海域における冬期と産卵期の漁獲量には強い相関が認められ、温暖化による越冬場の拡大が主産卵場の内海域への移動に大きく関係していることが示された。

備讃瀬戸では1970年代、1980年代には産卵期にマダイの漁獲が少なく、産卵量は少なかったと考えられる。しかし、2000年以降は産卵時期における備讃瀬戸の漁獲量は多くなった。Zenitani et al. (2014) は、1960～70年代に消失したと考えられていた備讃瀬戸のマダイの産卵場が2000年代後半に復活したことを報告した。本研究により、内海域における冬期と産卵期の漁獲量には同調性が認められ、越冬場の拡大が備讃瀬戸の産卵場の復活に貢献していることが示された。

産卵期における各海域の漁獲変動から、1990年代以降、主な産卵場が紀伊水道付近から内海域に移動した可能性がある。マダイ稚魚は一般的に産卵場近くのアマモ場などの浅海域に分布する。瀬戸内海東部の内海域の藻場面積は紀伊水道に比べて3.9倍大きい(環境省, 2016)。飼育実験から、アマモ場ではマダイ稚魚への捕食圧が減少することも示唆されている(Shoji et al., 2007)。これらのことから、広い藻場を持つ内海域への主産卵場への移動はマダイ稚魚の生残率を向上させた可能性が高い。

5. 最後に

1980年代後半からの内海域における冬期の高水温化による越冬場の拡大とその後の産卵場の拡大(産卵量の増加)・内海域化(稚魚の生残率向上)が、瀬戸内海東部におけるマダイ漁獲量増加に大きく貢献していることが示唆された。温暖化による水温上昇は、冬期の分布域や産卵場の変化を通して漁獲量も変化させていた。今後も、このような海洋の変化と魚介類の資源変動のデータを精査し、温暖化に対する魚介類の分布や再生産力の変化の情報を発信していきたい。

引用文献

- 1) 環境省(2016)瀬戸内海における藻場・干潟分布状況調査 調査結果(東部海域)
<http://www.env.go.jp/press/files/jp/104209.pdf>
- 2) 阪地英男・山本圭介(2017)平成28(2016)年度マダイ瀬戸内海東部系群の資源評価. 我が国周辺水域の漁業資源評価, 1299-1330.
- 3) 坂口宏海, 浜口 章(1979)養殖マダイの生理学的研究 I. 日本水産学会誌, 45, 443-448
- 4) 島本信夫(2006)瀬戸内海東部海域におけるマダイの資源管理. 日本水産資源保護協会, 85 pp..
- 5) Shoji, J., Sakiyama, K., Hori, M., Yoshida, G., Hamaguchi, M. (2007). Seagrass habitat reduces vulnerability of red sea bream *Pagrus major* juveniles to piscivorous fish predator. *Fisheries Science*, 73, 1281-1285.
- 6) Yamamoto, M., Omi, H., Yasue, N., Kasai, A. (2019) Correlation of changes in seasonal distribution and catch of red sea bream *Pagrus major* with winter temperature in the eastern Seto Inland Sea, Japan (1972–2010). *Fisheries Oceanography*, 29, 1-9, DOI: 10.1111/fog.12432
- 7) Zenitani, H., Onishi, Y., Obata, Y. (2014). Spawning grounds of red sea bream in the east Seto Inland Sea, *Fisheries Science*, 80, 499–504.



瀬戸内海の水温上昇が生物に与える影響

—兵庫県におけるノリ養殖—

兵庫県立農林水産技術総合センター 水産技術センター

水産増殖部 主席研究員 谷田 圭亮

1. はじめに(ノリ養殖の位置づけ)

2019年12月26日に確報が公開された平成30年漁業・養殖業生産統計のうち、養殖魚種別収穫量によると、2018年(暦年)の全国ノリ類生産量は約28.4万トンで養殖魚種別でみて最も多く、養殖収穫量全体の約28%を占めている。ノリ養殖は、宮城県松島湾から鹿児島県錦江湾に至る全国各地で行われているが、瀬戸内海および有明海での生産量が抜きん出ており、佐賀、兵庫、福岡の3県で全国生産量の約65%を生産している(平成30年度全国漁連別乾のり共販・生産実績より)。

全国の乾海苔生産は、1980年頃から2005年頃まで90~100億枚の水準を維持していたが、その後は漸減傾向となり、2018年漁期には63.7億枚にまで減少した。減少理由として、従事者数(経営体数)の減少、水温上昇による漁期の短縮、栄養塩不足による製品品質の低下(色落ち)、病害や食害の増加など、地域によってさまざまな要因が挙げられ、その深刻さも異なっている。

本稿では、瀬戸内海の家島群島を代表する兵庫県を例として、漁場環境の変化にともなうノリ養殖の問題点を共有するとともに、解決すべき課題について、私見を交えながら述べることとする。

2. 兵庫県におけるノリ養殖の現況

兵庫県では、神戸市以西の本土側および淡路島周辺の沿岸漁場、家島群島周辺と鹿ノ瀬、神戸沖の沖合漁場でノリ養殖が行われている(図1)。これらの区画漁場において、2018年漁期には約13.8億枚の乾海苔が生産された。全国生産の約22%、瀬戸内海生産の約72%である。



図1 兵庫県のノリ養殖漁場

兵庫県のノリ養殖従事者数は、1970年頃に急増したが、1973年の2,700人あまりをピークとして減少に転じ、2018年には約800人にまで減少した。しかしその一方で、刈り取り船や全自動乾海苔製造機の大型化、経営体の統合による協業化等が進んだことにより、漁場への建込み柵数は1980年頃から18~20万柵で安定推移している。養殖規模がほとんど変わっていないにもかかわらず、兵庫県においても、乾海苔生産量は1998年以降、減少傾向が続いている(図2)。

秋から冬にかけての水温降下の鈍化による漁期の短縮と栄養塩低下による色落ち被害の拡大が主な原因とされているが、最近では漁場環境の変化にともなうノリの生育不良や病害の発生、魚食被害の増加など新たな問題も生じている。

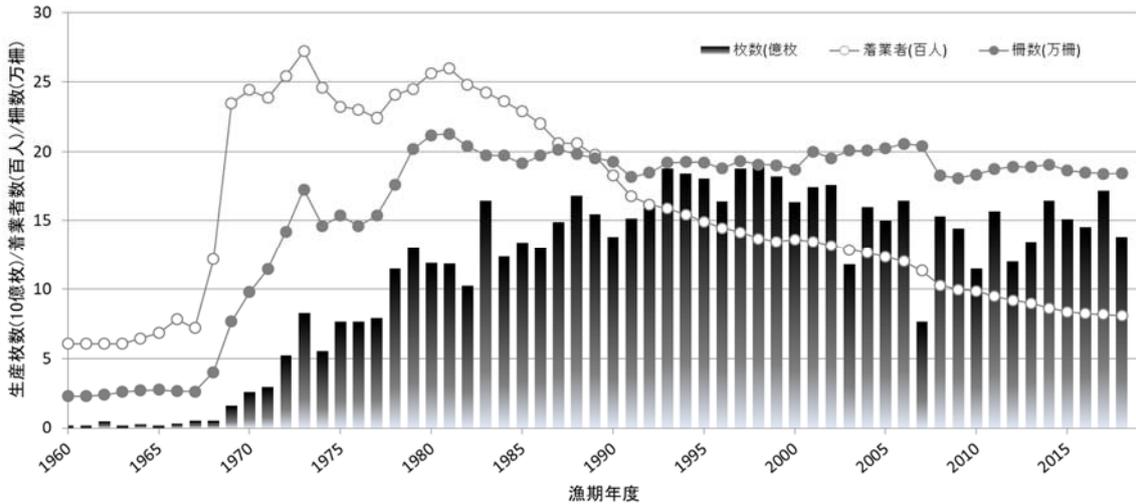


図2 兵庫県におけるノリ養殖規模および生産量の推移(兵庫県漁連のり共販資料を基に作成)

2003、2010、2012年は栄養塩低下による色落ち、2007年は明石海峡で発生した貨物船沈没事故(3月)の影響で広範囲の漁場で生産不能となり、生産量の顕著な落ち込みがみられた

3. 水温上昇による直接的な影響

播磨灘北部における表層水温は、比較的水温が低めであった1980年代前半から1998年頃までは顕著な上昇傾向を示し、それ以降はほぼ横ばいで推移していた。月別に見ると、2月は1990年頃、5、8月は1990年代後半頃から上昇傾向は鈍化し、ほぼ横ばい傾向で推移していたが、11月は近年も緩やかな上昇傾向が続いていた¹⁾(図3)。

ノリ養殖では、水温が23℃を下回る頃を目安に育苗を開始し、概ね20日間の育苗期間を経てノリ芽は約1cmに生長する。兵庫県では一部の漁場を除き、育苗後のノリ網を一旦冷凍保存し、水温が18℃台に降下するのを待って本張りが開始されるのが通例であり²⁾、養殖開始時期は、10、11月の水温降下の状況によって決定される。兵庫県下の多くの漁場で1990年代後半頃までは10月10日前後から育苗を行い、11月20日までには本張りが開始されていた。しかし、近年は徐々に養殖開始時期が遅れ、育苗開始は10月下旬、本張りは11月下旬あるいは12月上旬からの開始へずれ込んでいる。さらに、従来は4月末まで生産を継続していたが、近年は栄養塩の低下による色落ちが常態化し、早期の終漁を余儀なくされている。

水温降下が鈍ったことによって養殖開始時期がおおよそ2週間遅れ、さらに漁期後半の色落ちによって約1ヶ月、終漁時期が早まっているのが現状である。

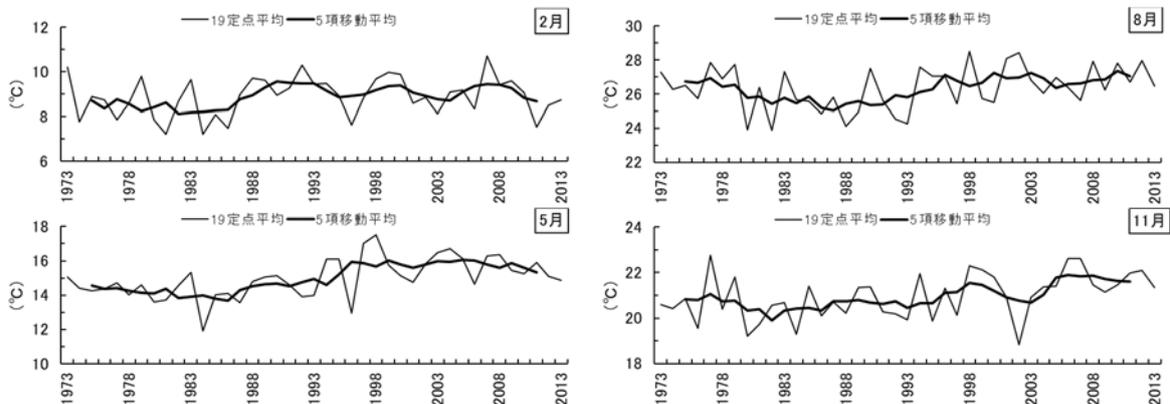


図3 播磨灘表層水温の経年変動(瀬戸内海ブロック浅海定線調査観測40年成果より引用)

4. 新たな養殖上の問題

秋季から冬季にかけての水温レベルが上昇したことによる影響は、単に生産期間が短縮されただけに止まらず、ノリ芽の健全な生育を阻害する要因にもなっている。

近年、育苗期の終盤(11月上中旬)および本張り直後(11月下旬から12月上旬)の水温降下が鈍いことによる、ノリ芽の生育不良や生理障害、さらには病害の発生が目立つようになっている。2015年12月および2018年12月には、東播漁場でノリ芽の細胞異常や形態異常といった生理障害に由来する「しろぐされ症」³⁾が発生し、年内生産量の減少と製品品質の低下を招いた。また、2018年12月には西播地先の河口周辺漁場で、高水温、温暖無風、塩分濃度の低下が重なったことにより「あかぐされ病」⁴⁾がまん延し、ほとんど生産できないまま終漁するという被害が発生した。これらの病障害の発生は以前から認められていたが、近年、被害は拡大傾向にある。

さらに最近では、病症害以外の生産低下要因として、食害による被害の報告が増加している。兵庫県での食害調査は緒に就いたばかりであるが、これまでに調査を行った漁場ではいずれもクロダイによる摂食が観察(図4)されており、クロダイが活発に摂食する12~13℃以上の水温⁵⁾が長期間続くことにより、被害が増大しているのではないかと考えられる。

ノリ養殖にとって水温上昇のインパクトは非常に大きいと考えられるが、現状を正しく把握し、病症害の防除、食害被害の防止等、さらなる養殖技術開発の必要があると思われる。

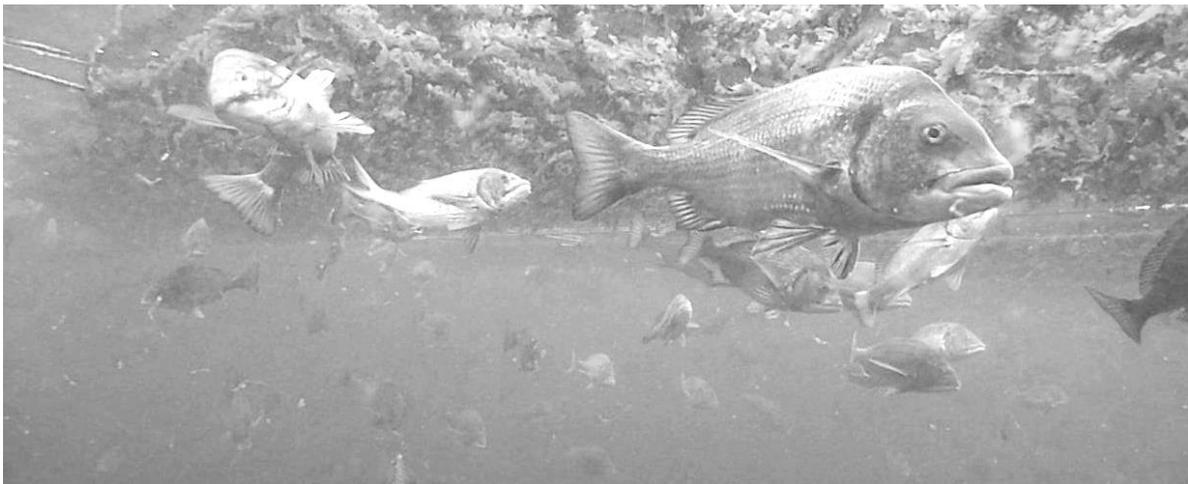


図4 ノリ網の下に蟻集しノリ芽を摂食するクロダイの群(神戸市地先2019年12月)

参考文献

- 1) 原田和弘(2015):兵庫県海域(播磨灘). 瀬戸内海ブロック浅海定線調査観測40年成果(海況の長期変動), (独)水産総合研究センター瀬戸内海区水産研究所, 63-65.
- 2) 兵庫県ノリ養殖安定対策協議会・兵庫県漁業協同組合連合会(2019):ノリ生産に関する基本方針, pp18.
- 3) 新崎盛敏(1973):しろぐされ症. 「のりの病気」(日本水産学会編), 水産学シリーズ, 2, 恒星社厚生閣, 東京, 29-34.
- 4) 秋山和夫(1973):あかぐされ病. 「のりの病気」(日本水産学会編), 水産学シリーズ, 2, 恒星社厚生閣, 東京, 7-11.
- 5) 草加耕司(2007):クロダイによる養殖ノリの摂餌試験. 岡山県水産試験場研究報告. 22, 15-17.

気候変動の影響への適応に関する大阪府の取り組み —河川及び海域における水温変動の解析—

大阪府環境農林水産部環境管理室環境保全課 課長補佐
にし い ゆう こ
西 井 裕 子

1. はじめに

日本の年平均気温は、20 世紀の 100 年間で約 1.0℃上昇しているのに対し、大阪の年平均気温は約 2.1℃上昇しています。大阪府域では地球温暖化の影響に加えて、都市部のヒートアイランド現象の影響により、気温の上昇幅が日本平均より大きくなっています。

大阪府では、地球温暖化対策については、2020 年度までの取り組みである「大阪府地球温暖化対策実行計画(区域施策編)」を、ヒートアイランド対策については、大阪市とともに基本的な考え方や目標等を取りまとめた 2025 年度までの「おおさかヒートアイランド対策推進計画」を、それぞれ 2015 年3月に策定し、各種対策を推進しています。

また、地球温暖化に伴う気候変動による影響が、農林水産業、自然災害や健康など、私たちの日常生活と密接に関係する様々な分野に現れている、もしくは将来現れると予想されていることから、気候変動の影響への「適応」の着実な推進を図るため、2017 年 12 月に「適応」の基本的方向性(適応の意義、分野別の影響と適応の方向性等)を「大阪府地球温暖化対策実行計画(区域施策編)」に盛り込む改定を行い、大阪府の「適応計画」と位置づけました。

さらに、大阪府において実施している又は実施予定の取り組みについて、国の適応計画で掲げられた7分野^{※1}を参考に分野別に整理し、「気候変動への適応に係る影響・施策集」としてとりまとめ、適応策を推進しています(表1)。

※1 ①農業、森林・林業、水産業、 ②水環境、 ③自然生態系、 ④自然災害・沿岸域、 ⑤健康、
⑥産業・経済活動、 ⑦府民生活・都市生活

ここでは、7分野のうち、水環境分野に関する適応策の取り組みについて、ご紹介します。

表1 分野別の気候変動の影響と適応の方向性 (例)

| 分野 | 気候変動の影響 | 適応の方向性 |
|--------------|--|--|
| 農業、森林・林業、水産業 | ・高温による水稲・果樹等の品質低下 ・海水温上昇による寒冷性魚種の減少 | ・高温障害を回避するための栽培技術の実施・検討 ・環境モニタリング、水産資源回復策の検討 |
| 水環境 | ・河川水温上昇に伴うDO消費量増加による異臭味の増加 ・海水温上昇に伴う底質からの栄養塩溶出量増加や底層DOの低下 | ・水質、水温の継続モニタリング ・基礎データの収集・解析 |
| 自然災害・沿岸域 | ・短時間強雨の増加による水害の増加 | ・堤防や洪水調節施設等の整備、既存ストックの機能向上、及び「長寿命化計画」に基づく適切な維持管理 |
| 府民生活・都市生活 | ・都市の気温上昇による快適性の損失 | ・屋外空間における夏の昼間の暑熱環境を改善するためのクールスポットの創出 |

※当面 10 年間を想定。上記の他、「自然生態系」、「健康」、「産業・経済活動」の各分野について整理。

2. 水環境分野における適応の方向性

大阪府内主要河川の水温は上昇傾向で、国の適応計画によると、降水量増大による浮遊砂量や土砂流出量の増加、水温上昇に伴う微生物の有機物分解反応等促進による D0（溶存酸素）消費の増加に伴う異臭味の増加等が懸念されています。

また、大阪湾の水温も上昇傾向にあり、短期間の大雨により大阪湾に流入する汚濁負荷量の増加、水温上昇による底質からの栄養塩溶出量の増加、底層 D0 が低下する期間の増大等が懸念されています。

このため、当面 10 年間で想定した適応の方向性として、公共用水域の水温、水質の継続的なモニタリングを実施するとともに、気候変動が水質へ与える影響を把握するために必要な基礎データを収集・解析し、気候変動への適応策に関する調査研究や対策を推進することとしています。

現在は、庁内関係課及び地方独立行政法人大阪府立環境農林水産総合研究所と連携して、温暖化の影響を把握するための水質モニタリング手法の調査検討に取り組んでいるところです。以下に、これまでに検討した結果についてまとめます。

3. 公共用水域における水温上昇について

公共用水域については、常時監視が開始された 1972 年度から 2014 年度までの府内河川及び大阪湾海域の水温データを整理し、その傾向について解析を行いました。なお、その有意性については、Mann-Kendall 検定により評価しています。

3.1 府内河川

府内河川について、環境基準点 140 地点における水温の変動を整理し、解析を行った結果、多くの河川で水温の上昇傾向が見られました（図 1）。

一方、下水道整備が途上の水域で比較的流量の少ない河川においては、水温の下降傾向が見られました。これは、比較的温かい生活排水の流入量が、下水道整備に伴って徐々に減少したことが、要因の一つと考えられます（図 2）。

このことから、気候変動と河川水温との関係の解析にあたっては、生活排水や下水放流水の流入量等、人為的な変動の影響が少ないモニタリング地点を選定する必要があると考えられます。

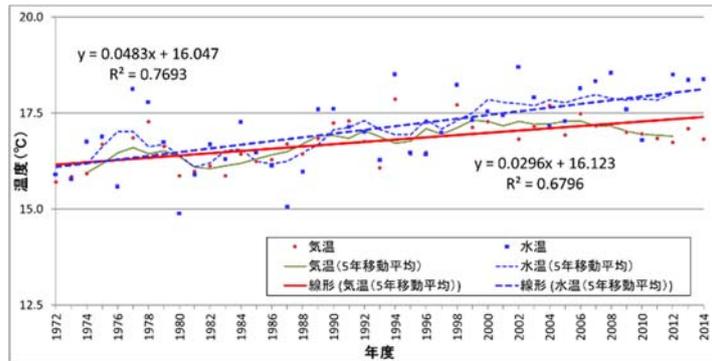


図1 河川水温の経年変化
(淀川 枚方大橋流心(淀川水域))

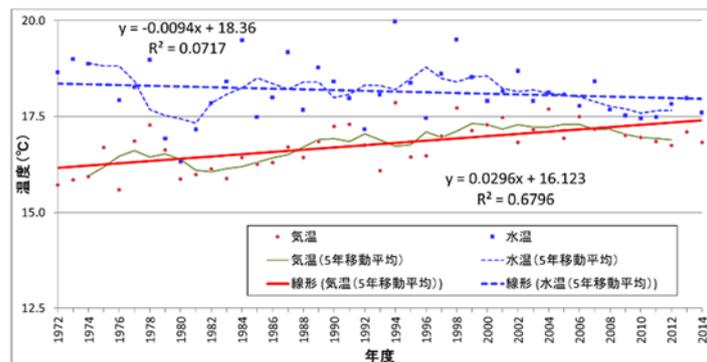


図2 河川水温の経年変化
(近木川 近木川橋(泉州諸河川水域))

※下水道整備による生活排水の減少が、水温低下の要因の一つと考えられる。

3. 2 大阪湾海域

大阪湾海域については、環境基準点 12 地点の表層及び底層における水温変動について整理し、解析を行いました。

その結果、表層では、湾奥部の水温上昇が顕著である一方、湾中央部では水温上昇が穏やかであることが確認されました(図 3、4)。また、底層では全地点において顕著な水温上昇が見られました。

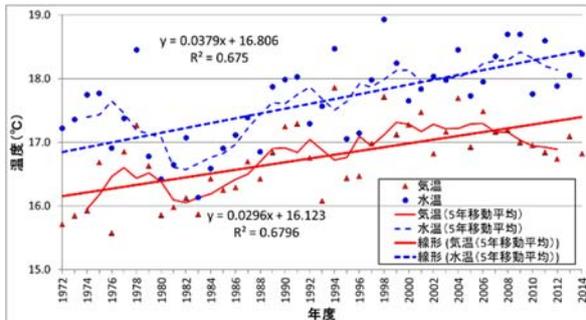


図3 大阪湾奥部における水温の経年変化
(C-3 南港西 (表層))

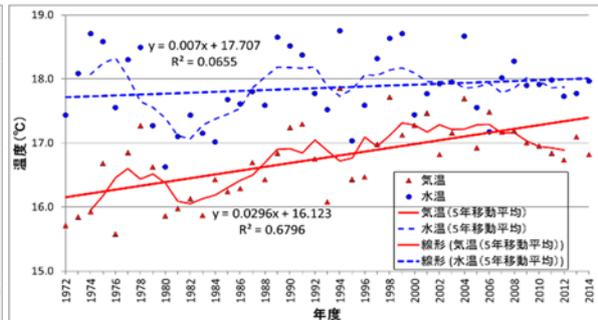


図4 大阪湾中央部における水温の経年変化
(A-6 関空北 (表層))

さらに、水温の一次回帰式の傾きは、表層では湾奥部、沿岸部で大きく、湾中央部では小さいこと、また、底層ではいずれの地点でも大きく、表層よりも水温上昇が顕著であることが確認されました(図 5、6)。

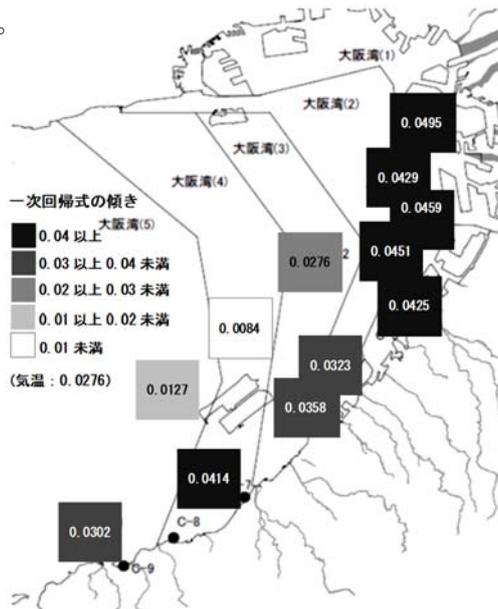


図5 大阪湾の水温変化(表層)

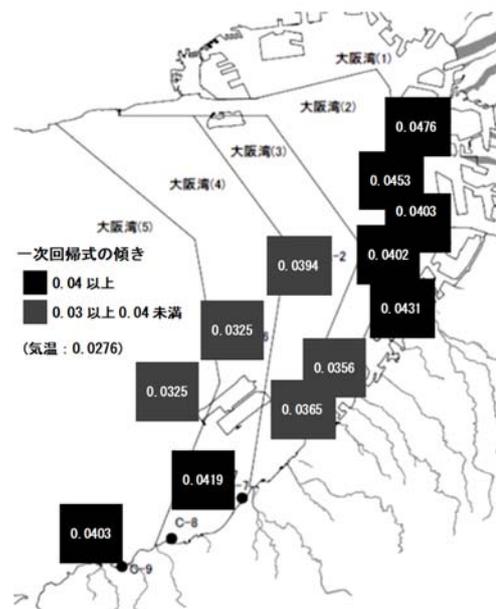


図6 大阪湾の水温変化(底層)

4. まとめ

水環境分野における気候変動への適応策を推進するために、過去のモニタリングデータを解析した結果、河川水及び海水について一定の温度上昇が確認されました。また、水温変動の要因の一つとして、生活排水や下水放流量等の長期的な変動の影響がある可能性が示唆されました。

このため、気候変動の影響を評価するためには、これらの人為的な変動の影響も考慮してモニタリング地点を選定する必要があると考えられます。

また、水温上昇が栄養塩類、D0 濃度等の水質や水生生態系に及ぼす影響については、様々な要因が複雑に絡み合っており未解明なことが多いことから、今後も引き続きモニタリングデータを蓄積して解析を進めるとともに、関係機関とも連携して、知見を集積する必要があると考えています。

瀬戸内海における気候変動による影響把握等の検討について

環境省水・大気環境局水環境課
閉鎖性海域対策室

1. はじめに

瀬戸内海をはじめとする閉鎖性海域では、瀬戸内海環境保全特別措置法等による汚濁負荷量の削減等の取組が進められた結果、一定の水質改善等の成果がみられるものの、生物多様性・生物生産性の確保、気候変動による影響把握等の重要性が指摘されるなど、新たな課題への対応が求められています。このうち、気候変動による影響把握等については、瀬戸内海環境保全基本計画(平成 27 年 2 月閣議決定)及び気候変動適応計画(平成 30 年 11 月閣議決定)において、調査・研究の推進が必要な旨盛り込まれています。

このため、環境省では、瀬戸内海をはじめとする閉鎖性海域を対象として、気候変動による水質・水温や底生生物に係るデータ分析、植物プランクトンに着目した実験等に係る検討、気候変動の将来予測及び影響評価に係る検討を行っております。

今号では、その検討内容等について紹介します。

2. 水質・水温に係るデータ分析

瀬戸内海に対する気候変動による影響を把握するため、海水温を中心として、国・自治体で実施されている公共用水域水質測定結果等において、過去 30～40 年間にわたって測定されてきたモニタリングデータの長期変動傾向の解析を行いました。

状態空間モデルの1つである季節調整法を用い、瀬戸内海全域における過去 30～40 年間における水温変動傾向から上昇幅を算出し、その水平分布を図示した上で湾・灘ごとの水深、海底地形と海水温上昇との関係性を検討しました。また、瀬戸内海に設置されている連続観測装置による高頻度海水温データと、解析結果を比較し、その妥当性を検証しました。

過去 30～40 年間における海水温トレンドの上昇幅は、表層 0.02～2.19℃、底層 0.05～2.3℃でした。1970 年代から 1980 年代にかけては下降傾向、または小さな変動がみられましたが、1980 年代から 2000 年代前半までは上昇傾向がみられました。

瀬戸内海における水温や水質の長期変動については、気温上昇の地域差、外洋との海水交換、黒潮の蛇行、成層の発達、流れの強弱等の様々な要因が推察されました(図)。

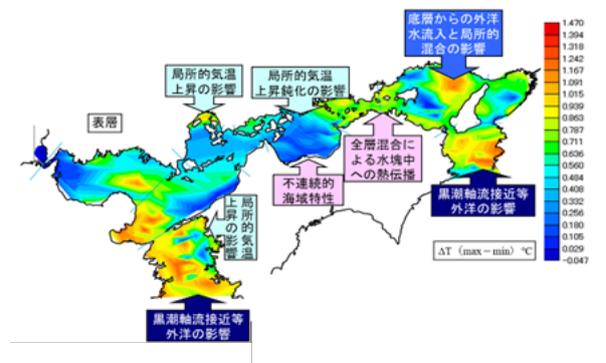


図 瀬戸内海における海水温変動要因の推察

3. 底生生物に係るデータ分析

瀬戸内海においてこれまで蓄積された水質データを用い、水温・水質の長期的な時空間変動解析を行いました。また、瀬戸内海環境情報基本調査(環境省)(以下、「基本調査」という。)で得られた底質と底生生物のデータを整理・解析し、環境の変化が瀬戸内海の底生生物に及ぼす影響を検討しました。

1980年代以降に得られた広域総合水質調査結果(環境省)を用いた解析の結果、底層水温は多くの海域で上昇傾向がみられるとともに、1月、5月、7月および10月を比較すると、水温上昇速度は10月が最大で、夏～秋の高水温化が広域で生じていることが分かりました(表)。

第1～4回の基本調査の解析の結果、1990年代から2010年代の期間に、底生生物の密度は広範囲で増加がみられ、底質 TOC の低下との関係性がみられました。

クラスター解析の結果、1990～2010年代に多様性と密度が高い群集が分布を拡大していました。また、泥分、底質 TOC、水深及び泥温について、底生生物の出現頻度解析を行った結果、泥分と底質 TOC に対して多くの種が一山形の分布を示し、特に底質 TOC に鋭敏に応答する種が多いのに対し、泥温と水深に明瞭な応答がみられる種が少ないことが分かりました。

表 回帰分析により推定質各海域における底層水温の経年変化速度

| 海域 | 底層水温の経年変化速度($\Delta^{\circ}\text{C yr}^{-1}$) | | | |
|-------|---|-----------------|-----------------|------------------|
| | 1月 ^a | 5月 ^a | 7月 ^a | 10月 ^a |
| 紀伊水道 | 0.0440 | 0.0289 | -0.0294 | 0.0413 |
| 大阪湾 | 0.0490 | n.s. | 0.0200 | 0.0925 |
| 播磨灘 | 0.0210 | 0.0188 | 0.0179 | 0.0701 |
| 備讃瀬戸 | 0.0149 | n.s. | n.s. | 0.0617 |
| 備後灘 | 0.0154 | n.s. | n.s. | 0.0684 |
| 燧灘 | 0.0207 | 0.0308 | 0.0254 | 0.0473 |
| 安芸灘 | n.s. | 0.0359 | 0.0252 | 0.0425 |
| 広島湾 | 0.0284 | 0.0240 | n.s. | 0.0605 |
| 伊予灘 | 0.0133 | 0.0197 | 0.0163 | 0.0383 |
| 周防灘 | 0.0359 | n.s. | n.s. | 0.0640 |
| 響灘 | 0.0507 | n.s. | n.s. | 0.0910 |
| 豊後水道 | 0.0146 | 0.0182 | 0.0178 | 0.0208 |
| 全海域平均 | 0.0280 | 0.0252 | 0.0133 | 0.0582 |

^a 広域総合水質調査、

赤字: 変化速度の上位2海域、青字: 変化速度が負の海域。

4. 植物プランクトンに着目した実験等に係る検討

近年ユーカンピア(*E.zodiacus*)に関しては、水温や栄養塩に対する増殖応答が調査されている一方、過去に優占的に出現していたスケルトネマ(*Skeltonema* spp.)等の小型珪藻の衰退原因に関しては、冬季の水温における栄養塩に対する増殖応答などがほとんど明らかではありません。そこで、スケルトネマのうち、過去に冬季播磨灘で卓越されたと推定される *Skeltonema marinoi-dohnii* complex と近年の優占種であるユーカンピアについて、水温、光、栄養塩類濃度に対する増殖応答を室内培養試験により、それぞれの種が優占化しやすい環境条件を検討しました。

その結果、水温・硝酸態窒素濃度に対する培養試験では、水温 10°C では硝酸態窒素濃度が 1 μM 以上のときはユーカンピアの比増殖速度がスケルトネマを上回り、水温 15°C では硝酸態窒素濃度に関わらずユーカンピアの比増殖速度がスケルトネマを上回る傾向がみられました。また、水温・光量に対する培養試験では、水温 8°C では光量に関わらずスケルトネマの比増殖速度がユーカンピアよりも大きいものの、

水温の高い条件ではユーカンピアの比増殖速度が上回りました。また、両種の比増殖速度の相対関係が逆転する光量は、水温が上昇するほど、低くなる傾向がみられ、比増殖速度には水温と水中光量の上昇が関与している可能性が示唆されました。

5. 気候変動の将来予測及び影響評価に係る検討

閉鎖性海域の気候変動への適応策の検討に向けて、気候変動が瀬戸内海の水質や生物多様性・生物生産性に及ぼす将来予測及び影響評価を検討しました。

瀬戸内海に流入する全集水域を対象とした空間解像度約1kmの陸域淡水・汚濁負荷流出、海域流動・水質・底質モデルを構築し、現在気候及び4つのシナリオ(RCP2.6、4.5、6.0、8.5)のうち現在のように温室効果ガスを排出し続けた場合のシナリオであるRCP8.5に係る将来気候のシミュレーションを実施しました。本シミュレーションのモデルにおける植物プランクトンは4.植物プランクトンに着目した実験等に係る検討において室内実験を実施したユーカンピア、スケルトネマと、過去に実験にて増殖パラメータを取得されているプロロケントルムを対象としました。その結果、RCP8.5の将来気候では、全ての湾・灘において表層水温が年間を通じて有意に上昇しました。瀬戸内海全体の月別気候値で見ると、各月の昇温幅は3.2～4.2℃であり、特に夏～秋の水温上昇幅が大きくなりました。この水温上昇により、夏～秋にスケルトネマとユーカンピアのChl.a濃度が低下しており、一次生産が低下する傾向がみられました。なお、プロロケントルムのChl.a濃度はスケルトネマやユーカンピアに比べて、無視できるほど小さいことが確認されました。この一次生産の低下に伴い栄養塩の消費が減少し、栄養塩濃度の上昇がみられました。また、11月に入り、水温が徐々に低下すると、一次生産が増加する傾向がみられました。

冬から春にかけても、将来気候は現在気候よりも水温が高く、一次生産は、現在気候に比べて将来気候では高くなる傾向がみられ、それに伴い栄養塩の消費が増加し、栄養塩濃度が低くなる傾向がみられました。

このような一次生産及び栄養塩濃度の将来変化は、比較的水温上昇が小さい豊後水道を除き、ほぼ全ての湾・灘においてみられました。

また、大阪湾の底層DOについては、一次生産の低下によって増加傾向がみられ、夏～秋の貧酸素化が弱まる傾向がみられました。しかし、貧酸素水塊の発生期間は長期化する可能性がみられました。

6. 今後の予定

今後、RCP8.5よりも温暖化の進行が抑えられた3つのシナリオ(RCP2.6、4.5、6.0)でもシミュレーションを実施した上で、施策の実施効果を周辺海域の水質・生態系への影響も考慮しつつ評価し、それらを踏まえ気候変動影響への適応策を検討してまいりたいと考えております。

東広島市における市民参加の里海づくりの取り組み

一般財団法人広島県環境保健協会 環境生活センター
 なかはら しんや ひらおか きよのり
 課長補佐 中原 真哉 ・ 参事 平岡 喜代典

1. はじめに

東広島市は、広島県中央部に位置し、西条地区を中心に急激な都市化が進むが、その一方で緑豊かな山林資源が全域に広がり、安芸津町三津湾においてはカキ養殖などの漁業も盛んである。しかし、近年は、松枯れなどによる山の荒廃やアサリをはじめとする漁獲高の減少が問題となっており、かつてのような豊かな山や海の回復は喫緊の課題となっている。

当会は、平成 29 年に創立 60 周年を迎え、これを記念し一年通して社会貢献事業を実施することになった。その一つとして企画したものが、市民参加の「里海づくりプロジェクト」である。このプロジェクトは、東広島市において豊かな海を取り戻すための取り組みであり、当協会が東広島市、教育委員会、漁業協同組合、森林組合などの協力を得て実施したものである。

2. なぜ「市民参加の里海づくり」なのか？

里海とは、「人手を加えることで生物多様性と生産性が高くなった沿岸海域」と定義¹⁾され、里海づくりは豊かな海を取り戻すための取り組みともいえる。里海づくりの主役は、生産者である漁業者が担うが、海からの恵みを享受する市民にも、「豊かな生態系を保全する意識を持ってもらう」ことが重要である¹⁾。また、森は海の恋人といわれるように、豊かな海を取り戻すには「山～海の一体的管理」が必要であり、市民が協同して取り組むことで、沿岸海域の保全への意識は一層高まるであろう。

3. 市民参加の里海づくりプロジェクトの活動内容

市民の参加は、当初、東広島市在住の小学生とその保護者を対象に 60 名の定員で募集したが、最終的には 33 組 74 名の参加となった。活動期間は、平成 29 年 6 月～平成 30 年 5 月までの約 1 年間であり、この間に間伐材魚礁づくり、干潟でのアサリ場整備、植林、カキ打ち体験などの体験学習会を計 7 回実施した。体験学習会の概要は次のとおりである。

第 2 回「里海と里山づくり体験学習会」が、紙芝居 22 冊 48 人（児童 26 人）の参加をいれた。平成 29 年 7 月 22 日（14:00～16:15）に開催された。

当日は、暑い中、子供たちによる海の生態の授業や引越船を使った魚の採集が行われた。引越船による採集では、スズメ、ワタメなどの魚が採れた。子供たちからは歓声が上がり、暑味あふれる思い出になってくれたのではないかと感じました。

また、当協会のスタッフによるアサリなどの魚貝類の採集やカキの成長測定などが行われた。力中は、当初、3 センチ程度でしたが、4 センチほどにまで成長していました。

採集した生き物については、本校小学校の体育館に持ち帰り、親子で確認していただきました。確認は当日、親子で 25 種類以上を採集された方もいらっしゃいました。

第 2 回 ニュースレター

第 2 回「里海と里山づくり体験学習会」が、紙芝居 22 冊 48 人（児童 26 人）の参加をいれた。平成 29 年 7 月 22 日（14:00～16:15）に開催された。

当日は、暑い中、子供たちによる海の生態の授業や引越船を使った魚の採集が行われた。引越船による採集では、スズメ、ワタメなどの魚が採れた。子供たちからは歓声が上がり、暑味あふれる思い出になってくれたのではないかと感じました。

また、当協会のスタッフによるアサリなどの魚貝類の採集やカキの成長測定などが行われた。力中は、当初、3 センチ程度でしたが、4 センチほどにまで成長していました。

採集した生き物については、本校小学校の体育館に持ち帰り、親子で確認していただきました。確認は当日、親子で 25 種類以上を採集された方もいらっしゃいました。

採集された生き物



一般財団法人広島県環境保健協会

確認された生き物

| No. | 分類 | 科 名 | 種 名 | No. | 分類 | 科 名 | 種 名 |
|-----|----|----------|---------|-----|----|-----------|-----|
| 1 | | イワシ科 | イワシ | 47 | | アサリ科 | アサリ |
| 2 | | シロコシノボリ科 | シロコシノボリ | 48 | | アサリ科(移動種) | アサリ |
| 3 | | アサリ科 | アサリ | 49 | | アサリ科 | アサリ |
| 4 | | アサリ科 | アサリ | 50 | | アサリ科 | アサリ |
| 5 | | アサリ科 | アサリ | 51 | | アサリ科 | アサリ |
| 6 | | アサリ科 | アサリ | 52 | | アサリ科 | アサリ |
| 7 | | アサリ科 | アサリ | 53 | | アサリ科 | アサリ |
| 8 | | アサリ科 | アサリ | 54 | | アサリ科 | アサリ |
| 9 | | アサリ科 | アサリ | 55 | | アサリ科 | アサリ |
| 10 | | アサリ科 | アサリ | 56 | | アサリ科 | アサリ |
| 11 | | アサリ科 | アサリ | 57 | | アサリ科 | アサリ |
| 12 | | アサリ科 | アサリ | 58 | | アサリ科 | アサリ |
| 13 | | アサリ科 | アサリ | 59 | | アサリ科 | アサリ |
| 14 | | アサリ科 | アサリ | 60 | | アサリ科 | アサリ |
| 15 | | アサリ科 | アサリ | 61 | | アサリ科 | アサリ |
| 16 | | アサリ科 | アサリ | 62 | | アサリ科 | アサリ |
| 17 | | アサリ科 | アサリ | 63 | | アサリ科 | アサリ |
| 18 | | アサリ科 | アサリ | 64 | | アサリ科 | アサリ |
| 19 | | アサリ科 | アサリ | 65 | | アサリ科 | アサリ |
| 20 | | アサリ科 | アサリ | 66 | | アサリ科 | アサリ |
| 21 | | アサリ科 | アサリ | 67 | | アサリ科 | アサリ |
| 22 | | アサリ科 | アサリ | 68 | | アサリ科 | アサリ |
| 23 | | アサリ科 | アサリ | 69 | | アサリ科 | アサリ |
| 24 | | アサリ科 | アサリ | 70 | | アサリ科 | アサリ |
| 25 | | アサリ科 | アサリ | 71 | | アサリ科 | アサリ |
| 26 | | アサリ科 | アサリ | 72 | | アサリ科 | アサリ |
| 27 | | アサリ科 | アサリ | 73 | | アサリ科 | アサリ |
| 28 | | アサリ科 | アサリ | 74 | | アサリ科 | アサリ |
| 29 | | アサリ科 | アサリ | 75 | | アサリ科 | アサリ |
| 30 | | アサリ科 | アサリ | 76 | | アサリ科 | アサリ |
| 31 | | アサリ科 | アサリ | 77 | | アサリ科 | アサリ |
| 32 | | アサリ科 | アサリ | 78 | | アサリ科 | アサリ |
| 33 | | アサリ科 | アサリ | 79 | | アサリ科 | アサリ |
| 34 | | アサリ科 | アサリ | 80 | | アサリ科 | アサリ |
| 35 | | アサリ科 | アサリ | 81 | | アサリ科 | アサリ |
| 36 | | アサリ科 | アサリ | 82 | | アサリ科 | アサリ |
| 37 | | アサリ科 | アサリ | 83 | | アサリ科 | アサリ |
| 38 | | アサリ科 | アサリ | 84 | | アサリ科 | アサリ |
| 39 | | アサリ科 | アサリ | 85 | | アサリ科 | アサリ |
| 40 | | アサリ科 | アサリ | 86 | | アサリ科 | アサリ |
| 41 | | アサリ科 | アサリ | 87 | | アサリ科 | アサリ |
| 42 | | アサリ科 | アサリ | 88 | | アサリ科 | アサリ |
| 43 | | アサリ科 | アサリ | 89 | | アサリ科 | アサリ |
| 44 | | アサリ科 | アサリ | 90 | | アサリ科 | アサリ |
| 45 | | アサリ科 | アサリ | 91 | | アサリ科 | アサリ |
| 46 | | アサリ科 | アサリ | 92 | | アサリ科 | アサリ |
| 47 | | アサリ科 | アサリ | 93 | | アサリ科 | アサリ |
| 48 | | アサリ科 | アサリ | 94 | | アサリ科 | アサリ |
| | | | | 95 | | アサリ科 | アサリ |
| | | | | 96 | | アサリ科 | アサリ |
| | | | | 97 | | アサリ科 | アサリ |
| | | | | 98 | | アサリ科 | アサリ |
| | | | | 99 | | アサリ科 | アサリ |
| | | | | 100 | | アサリ科 | アサリ |

図 1 体験学習会終了後に配布したニュースレター

3. 1 「豊かな生態系を保全する意識を持ってもらう」ための体験学習会

環境への関心を高める取り組みとして、図 2 に示すとおり、海辺教室、里山ウォークラリー、カキ打ち体験を行った。

海辺教室では、子供たちによる海岸生物の採集や引き網を使った小魚の採集が行なわれ、生物の生息と環境との関係について学んだ。確認生物は、スジハゼ、ヤツデヒトデ、アオウミウシなど約 90 種を数え、参加者はその多さに驚き、ふるさとの海のすばらしさと環境保全の重要性を再確認した。

里山ウォークラリーは、人家近くの里山で行われ、コシアブラやガンピなど、身近なところに食材や紙などの原料となる植物が生育していることを学習した。また、里山整備の重要性について理解を深めるために、植生の有無による保水力の違いを実験し、雨水が森林内の腐葉土にしみ込みやすいことを観察した。また、しみ込んだ雨水が、腐葉土中の栄養とともに海へと注ぐことを学んだ。

カキ打ち体験は、漁協の協力によって実施された。体験に先立ちカキ養殖の一連の流れを学び、さらに貧栄養による漁獲量の減少の問題やメバル等の放流などの話も聞いた。カキ打ち体験や漁業者の話は、カキ養殖の苦労だけでなく、豊かな生態系を保全することの重要性の理解に役立った。



図 2 「豊かな生態系を保全する意識を持ってもらう」ための体験学習会の様子

3. 1 「山～海の一体的管理」ための体験学習会

豊かな海を取り戻すために、図 3 に示すとおり、植林による里山整備、間伐材魚礁づくり、干潟でのアサリ場整備を行った。

植林体験は、森林組合の協力を得て、松枯れによって荒地化した場所をあらかじめ地ごしらえし、森林組合員の指導の下で行われた。参加者は、親子で穴を掘り、抵抗性アカマツの苗木を植え、間伐材の伐採も体験した。

間伐材魚礁づくりは、森林組合員の協力を得ながら実施した。間伐材の両端にあらかじめ穴を開け、参加者が間伐材の穴に鉄筋を通して井形に組んでいった。途中、補強材として間伐材を対角に置き、鉄筋をハンマーで打ち込み固定した。製作した魚礁は、7基であり、後日、漁協の協力を得て許可区域に設置した。

アサリ場整備は、母貝場づくりを目的とし、許可された干潟の範囲で耕耘を行った。参加者が、全員でツメタガイ、アカニシなどのアサリ食害生物を除去した後に、アサリの放流、食害防止網の設置を行った。

アサリ場整備と間伐材魚礁の効果は、最終回の体験学習会で確認を行った。1年前に放流したアサリを回収し、参加者が大きさや重量を測定し、成長の状態を確認した。この後、前年に設置した間伐材魚礁に蛸集する魚のビデオを鑑賞し、その効果を確認した。



図3 「山～海の一体的な管理」の体験学習会の様子

4. おわりに

今回の里海づくりの取り組みは、当会の創立60周年を記念して実施したもので、十分なモニタリングをしていないため、その有効性についての定量的な評価はできないが、参加者からのアンケート結果をまとめると、「身近な場所にたくさんの自然があることに驚いた」「自分達が作った魚礁が、生き物のためになるということがうれしかった」などの意見が寄せられ、参加者が楽しみながら、森里川海とつながる里海づくりの重要性について学んでいただくことができたと考えている。

参考文献

- 1) 柳 哲雄(2012) 里山・里海とは何かー岡山県日生地先でのアマモと牡蠣の里海創生論.「市民講座」里山・里海としての瀬戸内海について要旨集(北太平洋海洋科学機関,瀬戸内海区水産研究所,水産庁):3-4.

瀬戸内の耕作地景観と国立公園

奈良県立大学地域創造学部 教授

みず たに とも お
水谷 知生

1. 瀬戸内海国立公園の拡張と耕作地景観

瀬戸内の島嶼、沿岸地域の景観は、自然環境とそこでの人の活動を反映したものであり、人間の利用、特に耕作地としての利用いかんによって大きく左右される。1934(昭和9)年に岡山香川両県の備讃瀬戸を中心とした区域に瀬戸内海国立公園が指定される。国立公園の候補地の選定にあたって、内務省で作業を進めた田村剛は、瀬戸内海の植生について「海岸ニ生育スル黒松及び常緑闊葉樹ノ成セル森林ハ本邦特有ノ植物景観」と、第一回国立公園委員会(1931(昭和6)年 11月)で説明するが、そこには人の活動によって形成された景観、耕作地の景観についての説明はない。瀬戸内海国立公園の区域指定に関する委員会において、岡部長景委員(貴族院議員)の展望地周辺を広く公園区域に含め、小豆島は全域公園に入れた方がよいとの意見に対し、田村は、「陸地ノ奥へ入ルト農耕地、村落等ガ入り眺望ガ駄目ニナリマス」と、農耕地を国立公園の景観として評価する意識はない。

ところが、1950(昭和 25)年に公園区域を和歌山、兵庫県から広島、山口、愛媛、大分県まで東西に拡張した後、厚生省担当官の二上は「下島の御手洗は標高四四八米の展望地点を有し、山麓一帯のミカン島の壯観がすばらしいので休養地としても利用される」と、大崎下島のみかん畑に言及し、また、拡張地域の植生の概況説明では「・・・その段々畑に異色があり、ミカン・ビワ・イチジク・モモ等果樹園の文化的景観にも味わうべきものがある」と耕作地景観を評価している(二上 1950)。1951年の厚生省監修の『日本の国立公園』でも同様の表現があり、さらに「耕作地の文化的景観がこの地帯の主調をなしている」とまで記している(厚生省ら編 1951)。拡張した芸予諸島などに、注目すべき耕作地の景観があったことが影響したのだろうか。

この時期、厚生省の田村剛は連合軍司令部(GHQ)で国立公園担当官であったワルター・ポパムとの対談の中で、日本の国立公園と米国のそれとの違いについて問いかけている。「国立公園の中に市街地とか農耕地とか、人文的な風景が沢山加わって、瀬戸内海などはその代表的なもので・・・そういう景色がアメリカの人の国立公園という観念に当てはまるかどうか」との問いに対し、ポパムは、日本の人文的な景色を国立公園として推薦した方がよい、却ってその方が好きであると応じている(ポパム、田村 1950)。田村は、瀬戸内海国立公園の拡張に際して、「除虫菊や甘藷^{かんしょ}や麦や果樹等の段々畑や、漁家や農家等のかもし出す人文景観にも、情趣のあるものが少なくない」(田村 1950)と、短いながらも評価をしているが、ポパムとの対談からみるに、国立公園として耕作地の景観をどう評価し、どう扱うのか確固たる方向性をもっていたわけではない。

1950(昭和 25)年の拡張区域に含まれた芸予諸島、防予諸島などの島々をみると、主要な展望地周辺が公園区域に含まれているが、島全域が区域に含まれることはなく、耕作地を広く国立公園の区域に含める意図はない。厚生省の担当課長であった石神は、「段々畑が島の頂上迄並び、果樹等が栽培せられた処も尠くなく、又近時入殖開墾に着手して居るものも頗る多い。この種の島は大部分指定より除外して・・・」(石神 1950)と、むしろ積極的に公園区域から除外している。瀬戸内の景観として耕作地を評価しつつも、それを公園の一部としてマネジメントする意図はない。展望地点からの眺望を国立公園利用の

主体として考えているが、眺望の中に入ってくる中景、近景の耕作地の景観をどう考えるのか、「この地帯の主調をなしている」「耕作地の文化的景観」の扱いについて正面から向き合うことはしていない。

2. 耕作地景観の紹介と定着

国立公園が指定された第二次大戦前の芸予諸島の様子を、松山高商教授であった綿貫勇彦が写真とともに記している(綿貫 1932)。急傾斜地での段畑を紹介し、少し大きな谷では谷底が田に、谷壁の低い方が普通畑、上の方が果樹畑になるものも多く、芋、稗、煙草、蜜柑、除虫菊を植えている大三島の例をあげ、果樹としては、梨、桃、枇杷、イチジク、そして大崎下島の斜面一面が蜜柑畑になっている様子を地理学者の目で紹介している。しかし、旅行案内書の類では、^{ひえ}ジャパントーリストビューローが第二次大戦前から継続的に発行している『旅程と費用概算』では、紹介する地域の概況説明で農産物についての記述が見られる箇所はあるが、耕作地の景観を興味対象としてはあげていない。このような耕作地の段畑や作物の景観が瀬戸内の特徴的なものとして広く紹介されるのは、1950年代以降のことのようである。

第二次大戦後の凶書、旅行雑誌、写真雑誌などをみると、1954(昭和 29)年の雑誌「日本カメラ」に岡山・虫明出身の緑川洋一による除虫菊畑の写真(地名の記載はない)が掲載される。その後、1955(昭和 30)年に交通公社の雑誌『旅』5月号で、読者の数枚の投稿写真により「除虫菊の島」として因島が大きく取り上げられる。1957(昭和 32)年にはアサヒカメラから出された『撮影地案内』の中で、緑川が因島重井地区を紹介し、その後、カメラ雑誌の入選作品に因島の除虫菊の写真がたびたび登場する。風景写真を撮る者にとってはメジャーな場所となっていたようだ。

表1 瀬戸内の耕作地景観の紹介

| 発行年 | 凶書タイトル | 著者等 | 発行所 | 耕作景観の紹介 下線は写真での紹介 |
|---------|----------------------|---------------|-----------|---|
| 1954.6 | 国立公園紀行 1 (瀬戸内海・大山) | 北尾謙之助 | 毎日新聞社 | 大三島, 大崎上島, 下島あたりの段々畑, みかん畑の記述 |
| 1954.6 | 雑誌『日本カメラ』 | 緑川洋一撮影 | 日本カメラ社 | <u>因島除虫菊</u> |
| 1955 | 雑誌『旅』 29(5) | | 日本交通公社 | <u>因島除虫菊</u> |
| 1957 | 撮影地案内 | アサヒ・カメラ編集部編 | 朝日新聞社 | <u>因島除虫菊</u> <瀬戸内海西部は緑川洋一執筆担当> |
| 1959 | 瀬戸内海 | 中村由信撮影 | 角川書店 | <u>因島除虫菊</u> , 大長みかん畑 |
| 1960 | 瀬戸内海の魅力 | 奈良本辰也, 名執剛輔撮影 | 淡交新社 | <u>因島除虫菊</u> , 大崎上島? 段畑 |
| 1961 | 瀬戸内海の旅 | 中村由信 | 教養文庫 | 鹿久居島段畑, <u>因島除虫菊</u> , 大長みかん畑, 倉橋島段畑 |
| 1962.4 | ブルー・ガイド ブックス 31 瀬戸内海 | 緑川洋一・石津良介 | 実業之日本社 | <u>因島除虫菊</u> , 倉橋島みかん畑 |
| 1962.5 | 瀬戸内海旅行案内 | 緑川洋一・石津良介 | 秋元書房 | 真鍋島・花, 忠海段畑, <u>因島除虫菊</u> , 倉橋島みかん畑 |
| 1962.11 | 瀬戸内海 | 緑川洋一 | 美術出版社 | <u>因島除虫菊</u> , 忠海段畑 |
| 1966 | 四国／瀬戸内海 日本の旅 7 | | 小学館 | <u>因島除虫菊</u> , 真鍋島・花, 倉橋島段畑 |
| 1967 | 国立公園 | 緑川洋一・岡田喜秋 | 東京中日新聞出版局 | <u>鹿島段畑</u> |
| 1970 | 日本の旅情 瀬戸内と山陽 | | 国際情報社 | 倉橋島段畑, 真鍋島(花の島), <u>因島除虫菊</u> , 大長みかん |
| 1970 | ワイドカラー日本 17 瀬戸内 四国 | | 世界文化社 | 真鍋島・花, 観音寺ネギ畑 |
| 1971 | 瀬戸内 中国・四国の海路 | | 毎日新聞社 | 倉橋島段畑, 大崎下島みかん畑, <u>観音寺ネギ畑</u> , <u>因島除虫菊</u> |

1959(昭和 34)年に、直島出身の写真家中村由信が写真集『瀬戸内海』を出す。中村は人物を中心に撮っていたが、『瀬戸内海』では、大長(大崎下島)のみかん畑と因島の除虫菊の風景をあげている。中村は「風光明媚」な瀬戸内を紹介するのではなく、そこに住む人のことを紹介したいと同書の中で記している。段々畑を実にうまく利用し、除虫菊、ミカン、タバコ、オリーブ、季節の花など、工夫して、その島の土質に合せて、しかも少ない面積で収入を多くあげられるものを重点的に作っていると記し、島で農業を営んで生きる姿を象徴するものとして除虫菊畑やみかん畑を紹介している。

中村はその後、1961(昭和 36)年に旅案内である『瀬戸内海の旅』で、因島、大長に加え、戦後に開拓された鹿久居島の畑、そして海岸から急斜面を山頂まで石垣がぎっしり積み上げられている、「他の島々でみてきた段々畑よりも一つケタがちがう」とする倉橋島の段畑を紹介している(図1)。1962(昭和 37)年になると、緑川洋一も、岡山市出身の石津良介とともに『ブルー・ガイドブックス瀬戸内海』、『瀬戸内海旅行案内』といった案内書で耕作地の景観を紹介する。因島の除虫菊、真鍋島の花づくり、段畑として大久野島を遠望する忠海をとりあげる。ブルーガイドでは「因ノ島の丘の上には白と黄の美しいダンダラ模様がえがかれる。・・・ジュウタン模様の造形美」と見開きでモザイクに覆われた重井地区の丘を紹介する(図2)。

同年の緑川の写真集『瀬戸内海』でも、同じアングルでの除虫菊畑が圧倒的な迫力で示され、他に小豆島の麦秋、忠海の段畑といった耕作地の景観を提示する。緑川は光や海を扱ったその特有の作品を見せるが、因島の畑のモザイクにも造形美を見出している。中村の島の人の生活を写し出す思いとは違った視点で耕作地の景観の美を示し、緑川のイメージが広く一般に浸透していったといえよう。全国の国立公園を撮影した写真集『国立公園』が1967(昭和 42)年に出されるが、瀬戸内海では広島湾の鹿島の段畑を取り上げ、緑川は国立公園を代表する景観の一つと捉えている。

表1にみるように、その後の瀬戸内を紹介する図書には耕作地の景観が普通に登場するようになるが、みかん畑を写真として大きくとりあげるものは少ない。緑川は『瀬戸内旅情』(1979)の中で、好んで写してきた鹿島の段畑の写真を掲載しているが、その

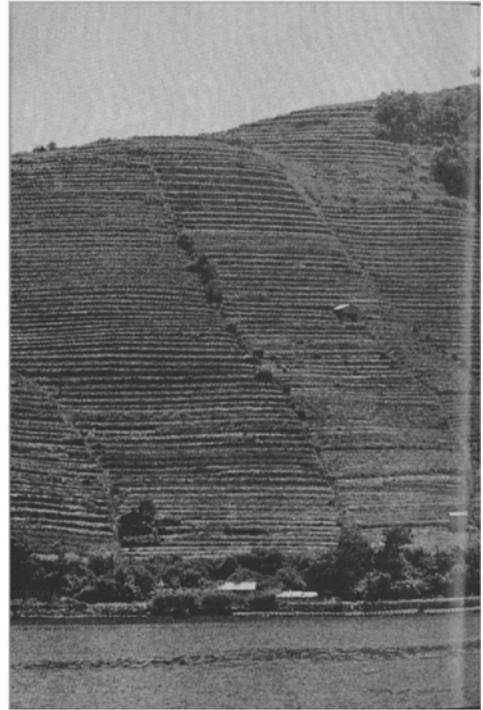


図1 倉橋島の段畑(中村由信写真)
『瀬戸内海の旅』(1961)より

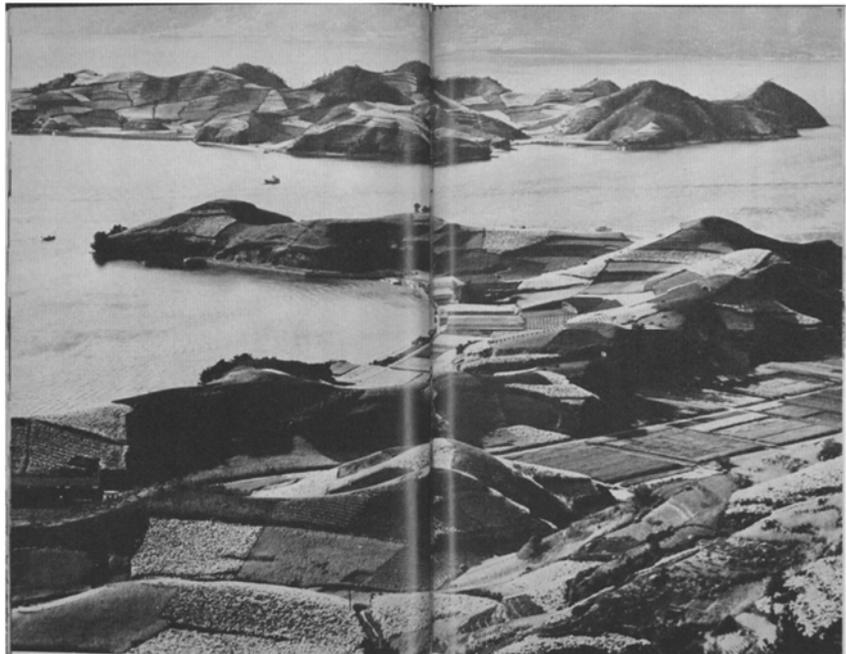
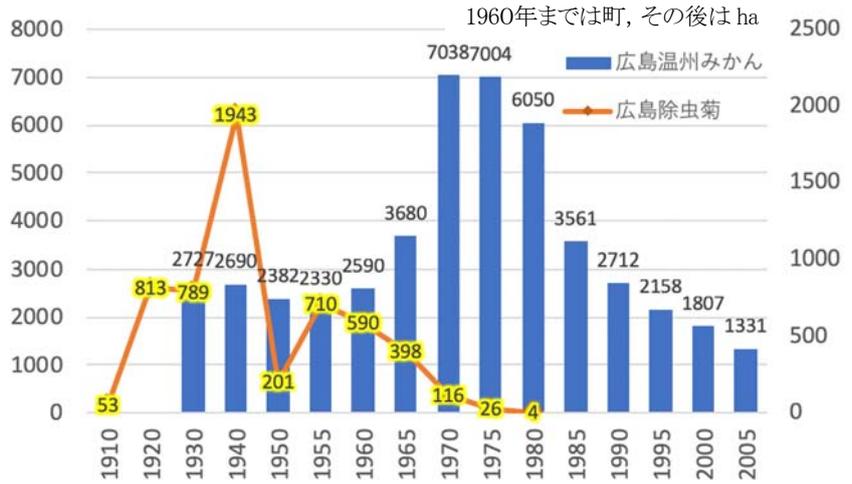


図2 因島(重井地区)の除虫菊のある耕作地(緑川洋一写真)
『ブルー・ガイド ブックス 31 瀬戸内海』(1962)より

紹介文で、「数ある段畑の中で最もきれいに耕された島だ。…早春の頃は麦の緑が美しかった。今は蜜柑畑が多くなって、かつての情景がうすらいだ」と記している。みかん畑の景観は除虫菊と麦のモザイクの造形美ほどには浸透することがなかった。



3. 耕作地の変化と今後

因島の除虫菊畑が紹介さ

れていた 1960 年頃、除虫菊の生産はすでにピークを過ぎていた。図3に除虫菊の作付面積の推移を示しているが、ピークは第二次大戦前の 1930～40 年頃で、その後、畑が食糧生産にあてられて除虫菊作付け面積は激減し、戦後に再び作付が行われる。戦後の小ピークが広島県では 1960 年頃、緑川の写真集の出版の頃であった。その後急激に減少し、15 年ほどでほとんどの地域で作付けが行われなくなる。

除虫菊が消えていく 1970 年代に、温州みかんが一気に栽培面積を増加させる。瀬戸内では広島県と愛媛県で栽培面積が大きい。1975 (昭和 50) 年頃に栽培面積はピークを迎えるが、図4は同年の農業センサスのデータで、市町村の耕地面積に占める温州みかん栽培面積の割合を示したものである。1950 (昭和 25) 年の市町村区域を単位として、瀬戸内海に面している市町村をとりあげ、瀬戸内の島嶼と沿岸

図3 広島県の除虫菊作付面積・温州みかん栽培面積の推移
除虫菊・1965までの温州みかんは農林統計協会(1983), 他は農業センサス

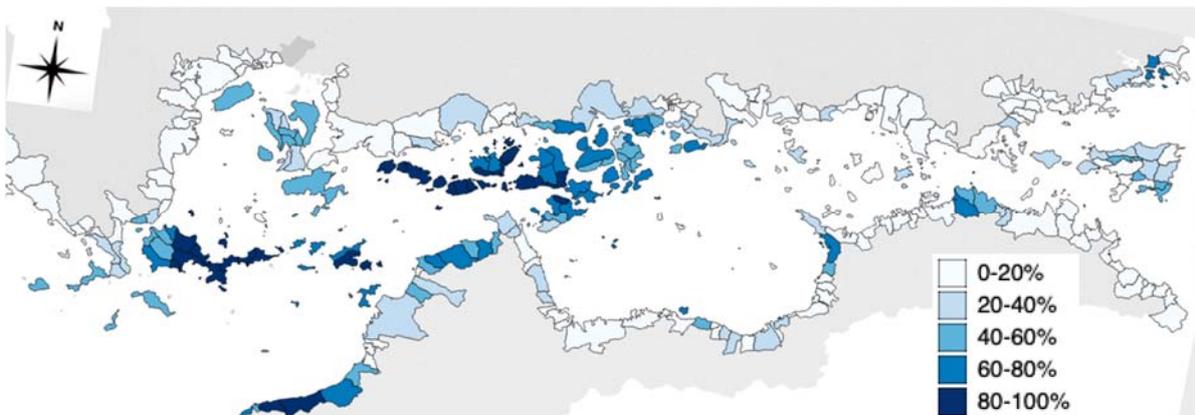


図4 1975 年の耕作地面積に占める温州ミカン栽培面積の割合(1975 年農業センサスによる)

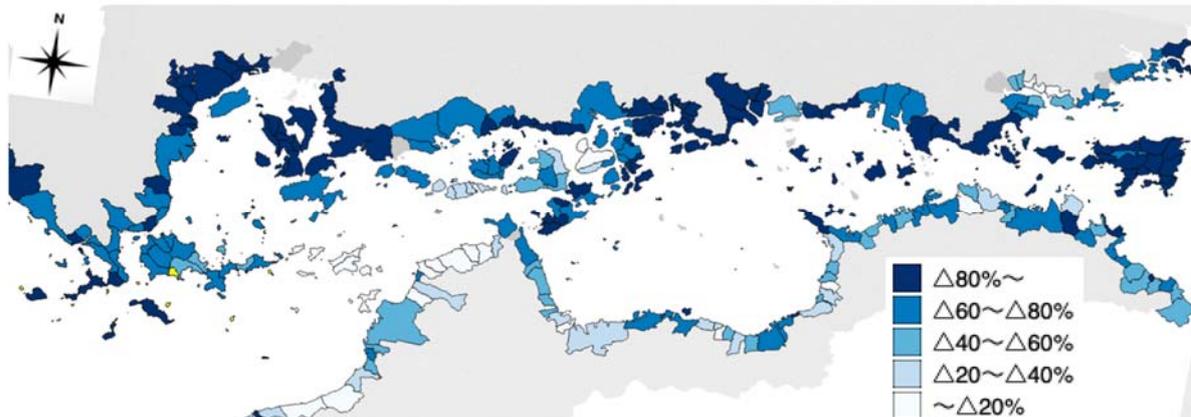


図5 1950 年の耕作地面積から 2000 年の耕作地面積の減少割合(各年の農業センサスによる)

域の状況を示している。芸予諸島・防予諸島と愛媛県沿岸域では温州みかん畑の割合は高く、耕作地の80%以上に及ぶ地域が多かった。しかし、温州みかんの栽培面積もピークから15年ほどで半減し、その後も減少が進む。この時期、みかん畑が他の作物へ転換していったわけではない点は、それまでの作付け作物の変化とは違っている。

図5は、1950年農業センサスの農用地面積と2000年のセンサスの販売農家経営耕地面積の数値を用い、この間の耕地面積の減少率(2000年/1950年比)を示している。調査対象となる農家の規模が同じではなく単純な比較はできないが、耕地面積の推移の傾向を示している。本州側の沿岸集落での耕地面積の減少はマイナス60%~80%と厳しい。四国側の沿岸地域、特に愛媛県における減少率は概ねマイナス40%までにとどまっている。島嶼では、広島湾の島嶼、しまなみ街道沿いの芸予諸島、備讃瀬戸の島嶼と小豆島での耕作地の減少率が高く、一方で忽那諸島の減少率は低い。忽那諸島では、1950年から75年にかけて耕作地面積が増加しているため、1950年と2000年を比較した図5での耕作地の減少は小さく見えている。しかし、1975年から2000年にかけて耕作地は減少し、2000年と2015年の販売農家経営耕地面積を比較すると4割から6割の耕作地が減少し、他の地域と減少傾向の違いはあまりない。

瀬戸内の耕作地は、作付けされる作物によってその景観が大きく左右されてきた。綿貫(1932)は、向島の立花村(現尾道市)の例として、1897(明治30)年ごろまで耕地の約4割が綿花だったが、外国綿の圧迫により養蚕、除虫菊、^{ぼっかん}麦稈に切り替え、養蚕、麦稈は大正末期から昭和初期に見切りをつけたと、作付け作物が絶えず変化してきたことを示している。そのような変化の中で生み出された除虫菊と麦のモザイクの景観は人々の心を強く捉えたといえよう。作付け作物による景観の変化は、これまで繰り返してきたであろうが、倉橋島や鹿島に代表される急傾斜地での畑作の基盤となる石積みの段畑が畑でなくなることは、これまでの変化と同じとは言えない。耕作放棄は瀬戸内の島嶼、沿岸域で特有に生じているわけではないが、1950(昭和25)年の公園区域拡張に際し、耕作地も瀬戸内を特徴づける景観としながら、国立公園区域に含めず、その後の耕作地の景観の変化に一石を投じることもできない。もはや遅きに失した感はぬぐえないが、景観の維持を目的とする制度として、瀬戸内のような自然環境とともに人が作りあげた景観を何らかの形で視野に入れるべきではないだろうか。

なお、本稿では瀬戸内特有の景観を考える上で、農業センサスで用いられている1950(昭和25)年の市町村区域を単位としたデータを用いたが、地域の特性の整理に一定程度有用であることが示された。

<引用文献>

- 石神甲子郎(1950), 瀬戸内海国立公園の拡張, 国立公園9, pp.5-6
厚生省国立公園部監修・田村剛編(1951), 『日本の国立公園』, 国立公園協会
田村剛(1950), 瀬戸内海の景観, 国立公園9, pp.2-4
農林省統計調査部編(1950, 1951), 『1950年世界農業センサス 市町村別統計表(岡山県, 広島県, 山口県, 香川県, 愛媛県)』, 農林統計協会
農林省統計情報部編(1976), 『1975年農業センサス(岡山県, 広島県, 山口県, 香川県, 愛媛県)統計書』, 農林統計協会
農林水産省, 2000年世界農林業センサス都道府県別統計書(岡山県, 広島県, 山口県, 香川県, 愛媛県), 2015年農林業センサス都道府県別統計書(愛媛県), 政府統計の総合窓口(e-Stat)(<https://www.e-stat.go.jp/>)
農林統計協会編(1983), 『都道府県農業基礎統計』, 農林統計協会
二上兵一(1950), 拡張区域の点描, 国立公園9, pp.15-17
緑川洋一(1979), 『日本の美 現代日本写真全集 11 瀬戸内旅情』, 集英社
綿貫勇彦(1932), 『瀬戸内海百圖誌』, 刀江書院
ワルター・ポパム, 田村剛(1950), 対談 観光と国立公園, 国立公園9, pp.18-21

魚と食文化を愛でた作家・俳人

神戸酒心館酒蔵文化道場世話人(元日本経済新聞社編集委員)

やまだ ただし
山田 義わたしゃ備前の岡山の育ち
米のなる木はまだ知らぬ

この民謡は江戸時代の参勤交代の際、備前藩の荷担ぎ役が歌っていた道中唄からきているという。米どころ岡山の宣伝文句として全国へ広がったらしい。

備前地方の酒蔵では、酒造り作業の「もとすり唄」や「もとつき唄」でも、「米のなる木は…」と歌っていたそう。岡山県は蔵元の数の多さでは兵庫や新潟に続く酒どころでもある。「雄町」をはじめとする酒造好適米を生かした淡麗、甘口の穏やかな風味が売り物だ。

岡山城下の造り酒屋に生まれた作家、内田百閒は「郷里は美田の多い所で、米のなる木はまだ知らぬと云うのは昔から聞き覚えている。しかしどう云う意味なのか知らない。諸説紛紛である」と書いた。「路傍の草すら稲だから」という説も紹介している。

見落とせないのはこの唄の続きである。生きのいい魚にも恵まれていることを自慢している。

備前岡山住み良いところ
白いお飯に魚添えて

私は昭和10年代に岡山市内で生まれ、高校を卒業するまで過ごした。日本全体として食料事情がきわめて厳しかった時期と重なる。昨年80歳を迎えたが、これという持病もなく、健康に暮らしているのは、成長期の食生活が瀬戸内海沿岸の地の利に恵まれ、何とか最低限の水準を保っていたおかげかもしれない。

その故郷の「食」への感謝の気持ちを書き表したいと思うものの、記憶ははるかに遠ざかり、食材や調理の知識も乏しい。そこで、同じ瀬戸内地方で育った年長の作家・俳人たちによる作品の力を借りることにした。

本物の鯛は急流を泳ぐ 内田百閒

内田百閒は地元の六高から東大へ進学。卒業後、陸軍士官学校や法政大学の教授を経て、本格的な文筆活動に入っていたが、昭和20年5月米軍の東京空襲に遭い、麴町の自宅から焼け出された。

焼け跡で掘っ立て小屋生活を続けていた終戦ほぼ1年後の昭和21年9月、飲食に関する随筆をまとめた『御馳走帖』を刊行した。ご馳走どころか食べる物自体が容易には手に入らない時節だ。出版のための資材や設備も整わず、ざら紙を針金で綴じた260ページほどの本だったという。よほど世に問いたいことがあったのだらう。

『御馳走帖』では食料調達に四苦八苦する日記の一部を序に代えた。本文の中に「餓鬼道肴蔬目録」という一章がある。註として「昭和十九年ノ夏初メ段段食ベルモノガ無クナツタノデセメテ記憶ノ中カラウマイ物食ベタイ物ノ名前ダケデモ探シ出シテ見ヨウト思ヒツイテコノ目録ヲ作ツタ」とある。

そこでは「さはら刺身生姜醤油」「たひ刺身」を皮切りに「松茸」「水蜜桃」など魚介料理から、肉料理、野菜、果物、菓子、麺類、飯物まで 100 品目近くを注釈なしで列記している。「かまぼこの板ヲ搔イテ取ツタ身ノ生姜醤油」という涙ぐましいようなものもある。郷里岡山の産物が数多く含まれ、締めくくりのところでは「岡山ノお祭鮓」が顔を出す。

この鮓については、5 年後出版した『随筆億劫帳』の中で詳しく説明。「東京で云う五目鮓、ちらし鮓の類であるが趣きは大分違ふ」と述べ、次のように由来を紹介する。「昔町人が余り食べ物に贅沢をするので殿様から爾今町人の食膳は一汁一菜たる可し。犯す者は罰せられると云う御布令が出た。そこで鮓一品の中身を贅沢にする」という知恵が生まれた。

「もともと質素の御布令に反抗して出来た鮓であるから豪奢を以つて自慢にする。鯛や鱈は云うまでもなく季節季節の野菜の走り、初物を具にして入れる。珍しい物や高価な物を入れなければ納まらない。それが岡山の鮓の本領である」と続ける。百鬼園先生の得意そうな顔が目に浮かぶ。

琴の師匠である宮城道雄検校の許へ、折に触れ自家製のお祭鮓を届けた。ある年の春それに添えたメモ書きは実にきめ細やかだ。まず鮓飯の酢について、「酒酢ノ中ニ鯛ヲ皮ツキノ儘オツクリニ刻ンダノヲ入レテ一晩置キ酢ノ味ヲ調ヘテカラ用イル」とする。

一方、具の方は「うど」「ふき」「竹の子」の野菜類から、「海老」「烏賊」「鯛」まで 22 品目を書き連ねた。具は品目ごとに味付けするので、多数の手間がかかる。子供のころわが家では、母と3人の姉たちが総出であわただしく動き回っていたのを思い出す。百間はメモの末尾に「出来テカラ一晩置イテ翌クル日ニ食ベルノガ本当ノ味デアル」と加えた。私の体験からしても、その通りである。

お祭鮓は魚島鮓とも呼んだ。魚島というのは晩春の鯛や鱈の旬を指す。百間の解説によれば、「岡山の方では鯛は水が綺麗で波が細かくて潮の流れの速い所で捕れたのでなければまづいと云う事になつてゐる。岡山の近海に大槌小槌と云う小さな二つの島があつて、その島の間を瀬戸内海の潮流が急湍になって流れる。鯛の群が大槌小槌の間を通る季節が魚島」ということになる。魚島は瀬戸内海の魚資源の豊かさを象徴する言葉と言えるだろう。

ママカりは濃い酢に漬けて 木山捷平

備前の西隣が備中の国。現在の岡山県笠岡市に生まれた作家に木山捷平がいる。村役場収入役から果樹園経営へ転じた父親の許で育った。中学を卒業後、兵庫県下の師範学校へ進み、小学校の教員になる。21 歳の時、文学の道を志し上京。当初は詩、やがて短編小説を手がけるものの不遇の時代が続いた。昭和 19 年 40 歳の時に自由な執筆環境を求め満州へ渡るが、現地召集を受け、生死の間をさまよう。

捷平が故郷で過ごしたのは中学卒業までのほかに、満州から帰国して再上京するまでの約3年間。売れない作家暮らしや満州での難民生活を体験しているだけに、食の望みはつつましい。造り酒屋の一人息子としてぜいたくをした百間とは対照的だ。

同じ魚でも、鯛や鱈などの高級魚にこだわる百間に対し、捷平が懐かしがるのは鯛の仲間の大衆魚であるママカリ。随筆『十月の味』の中で、その名の由来をこう紹介する。「昔何某の家でこの魚を買って食べたところ、あまりおいしすぎてご飯が足りなくなりました。そこでオカミさんがなりふりかまわず、近所の家を歴訪してママを借り集めてあるいた」。

ママカ리의 食べ方については、満州から故郷へ引き揚げていた時のこととして、次のように述べている。「酢づけにして食べた。酢はこいやつを用いた。こい目に漬けておくと、かたく身がしまった。そいつで一杯やる味は格別だった」。「閨酒が具合よくマッチするところが、たいへん重宝だった」と付け加えている。あくまでも庶民派である。

半面、果物では豊かさを堪能する。父親の果樹園で品種改良した水蜜桃の種苗が好評で、一帯は有力な桃産地に成長する。随筆『ふるさとの味』で桃の楽しみ方を説く。「桃は熟すると自然に木から落ちるが、その木から落ちる寸前、ブーンとあまったるい芳香を放っているやつを枝からもぎとって、うぶ毛のはえた皮をクルクルッとむきとり、おつゆを地べたにたらたららしながら、食べるに限るのである」という。

近くで松茸も採れた。「朝早く山から籠一杯にとって来て、直径二三尺もあるホーロクで焼いて、柚子の汁をしたたらしてたべる快味も私には忘れがたいものの一つ」と振り返っている。

ボラもチヌも真冬こそ 井伏鱒二

備中からもう一つ西へ行くと備後。岡山県を越えて広島県に入るが、同じ備州のうちであり、気候風土や人情に特段の違いは感じられない。捷平が師とも兄とも慕い、将棋のライバルでもあった井伏鱒二は現在の福山市の出身。代々地主の旧家の生まれで、5歳の時、父親を失い、書画骨董好きの祖父に育てられる。中学を出ると画家を志望、京都の橋本関雪を訪れて入門を願うが断られた。早大へ進学して中退、文筆生活に入った。

旅と魚を愛したこの人の著書に全国の旧道を歩いた紀行文『七つの街道』がある。そのうち「備前街道」では漁師町・日生を訪れ、島めぐりのポンポン船に乗り合わせた町長から、船上のざるの中で跳ねるギザミ(ベラ)、車エビ、サンジョウゴメ、バリ(アイゴの子)、シマダイ、セイゴなど多彩な地魚について、食べ方や名前のいわれを教えてもらう。

「バリは煮ると骨ばなれがよくて、ハラがほろ苦くて乙ださうである」「サンジョウゴメは非常に美味しいので、三升の米と交換するほどの価値があるから、そんな名前がついてあるのださうだ」などと書き留めている。

泊まった宿屋の料理人に、その日の献立表を自筆で書かせるのが趣味で、こうした地魚の味も実地に試しているはずだが、「——ださうである」と伝聞の形でしか記さず、自身の感想は書き残さないのが井伏流だ。見かけはやわらかいが、一筋縄ではいかない人ではある。

ただ、話し相手に語りかけ、談話として伝えることはある。歴史小説『鞆ノ津茶会記』は備後・鞆の浦で天正年間に何度も開かれた大名茶会の記録をひもときながら、晩年の豊臣秀吉の動静を描く。毎回の茶会の料理内容をきわめて詳細に書き込んでいる。例えばある年の真冬 12 月の茶会の折は、「初めに縁起を祝つて、西條柿の吊柿とかち栗に濃茶が出て、次に濁酒(茶碗酒)。メノハと云はれる石州若芽の酢の物。チヌの刺身。ボラの水炊きにネギを刻んだ酸醤油。茶漬飯」とある。

月刊誌上で河盛好蔵と対談した際、河盛からここに出てくる食べ物が記録の原文にあるのかどうか聞かれ、否定。「仮想、だとして、「ボラの水炊きでも、チヌ(黒鯛)の刺身でも、真冬でなければ駄目なんだ。食べたことがあるんだけど、それを知らないような顔をして書かなくちゃ」と種明かししている。

小説の登場人物に自身の味覚を語らせる手も使う。新聞連載小説『木靴の山』では、木靴製造会社の営業マンが「尾道の宿屋の女中に聞いた話」として、同僚たちにこう話す。「いくら瀬戸内海の鯛が有名でも、六月になつたら鯛がうまいと云つちやいけないだつて。宿屋のお膳に、鯛の刺身と小魚の煮物が出たとする。見た目には刺身の方が綺麗だね。しかし女中に向つて、姐さん、やつぱり鯛は瀬戸内海の鯛に限るねと云つちやあ、同席の人に笑はれるんださうだ」。ここでも「旬」に対する強いこだわりがうかがえる。

干したデベラを炙って 林芙美子

福山からさらに西へ進むと、すぐに備後・尾道に着く。「放浪記」の林芙美子が青春時代を過ごし、成人後もしばしば帰郷して、旧友たちと交歓した町だ。門司(一説では下関)生まれの芙美子は13歳の時、行商人だった両親とともに尾道に移る。高等女学校で学びながら、地方新聞に詩や短歌を投稿した。卒業後、遊学中の恋人を頼って上京し、銭湯の下足番や女給をして自活。両親が上京してからは、行商の仕事と共にした。そのかわら在京作家たちと交わる。

木山捷平は満州から実家へ帰り、「飯を食っては寝る」という日々を繰り返している時、たまたま手にした古びた週刊誌で、芙美子の『夏・女・旅・酒』という随筆に巡り会って感激している。同学年に当たる2人は東京で付き合いがあり、捷平が芙美子の家を訪ね、夫君と将棋を指すというような間柄だったのだ。

その芙美子が若い日に書いた文章には、「尾道、これは美しい中国の小港、女が美しい、風景がとてもいいし、私はこの夏を忘れることが出来ない」とある。尾道の町を知らない捷平が読み進んでいくと、「私はここの波止場の夜、船宿で田楽をつつきながら酒を一合つけてもらった事があったが……ここの魚はたしかに美味い。鯛はさらなり、デベラの干した類までとてもうまい」と捷平の好きな酒と魚の話になった。

デベラというのは尾道の名物で、体長10～20センチの通称デベラカレイ、分類としてはヒラメ科に属するタマガンゾウヒラメ。天日干して、軽く炙って食べると、香ばしく、かめばかむほど味が出る。炙る前に、カラカラに乾いた身を木槌などでたたき、骨まで柔らかくして、砂糖醤油やポン酢とともに、頭から尻尾まで食べる。酒の肴にうってつけとされ、お茶漬けとの組み合わせを好む人も多い。

病床でも刺し身なら毎日 正岡子規

尾道から「しまなみ海道」を通って、四国へ渡ってみよう。伊予・松山は俳人、正岡子規の故郷である。松山藩士の長男に生まれた子規は松山中学を中退して上京。東大予備門に入学して間もなく、俳句づくりを手がける。夏目漱石と付き合い始めた21歳の時に最初の咯血。帝大中退、新聞社勤務を経て、27歳で日清戦争に従軍したが、帰還の船中で再び咯血した。このころから俳句の世界に熱中する。

32歳、従軍時以来の大量咯血をし、東京・根岸の自宅で病床生活に入る。母と妹に看病されながら、日常の身边を記録する『墨汁一滴』、次いで『仰臥漫録』を新聞連載した。そのなかで、「うまい物を喰ふことは小生唯一の療養法」と書く。「うまい物」としては刺し身、珍しい物、くだもの、菓子、茶などを挙げ、「刺し身は毎日くふてもうまく候」と述べている。

死のほぼ半年前のある日の記述のうち、食べ物に関する個所を抜き出してみると、次のようになる。

十一時半 午餐 さしみ(鯛) 金山寺味噌 芹とあげ豆腐 ジャガタラ芋
午後二時 牛乳二杯 煎餅三、四
午後四時 をだまき蒸餛飩 さしみ少々 豆のもやし
六時 ぬく飯二わん さしみの残り

鯛の刺し身を1日3度。加えてじゃが芋、うどん、ご飯など。寝たきりの病人にしては大変な食欲である。句作の意欲も衰えなかった。魚を詠んだものも数多い。

三尺の鯛生きてあり夏氷
三尺の鯛や蠅飛ふ台所
春の海鯛も金毘羅参り哉
十ヶ村いわし鯉くはぬは寺ばかり

前の2句は石巻の知人から大鯛3枚を氷に詰めて贈られてきた時の作品。

子規のこのような魚好き、刺し身好きはどこから来たのか。松山で育った日々の食体験について書き留めたものがないかと探してみたが、見つからなかった。ここでは、故郷での青少年期に親しんだ味覚に元をたどるのがごく自然ではないだろうか。

愛媛県の鯛の水揚げ量は日本一。もちろん刺し身をはじめ、煮物、焼き物などで味わうが、松山では鯛と米をふっくら炊き込んだ鯛めしも人気がある。昆布だしに醤油ダレを加えたまろやかな味が好ましいという。同じ鯛めしでも、刺し身を甘めのダレにからめる宇和島方面の「南予風」に対し、「中予風」と呼ばれる。



ここに登場願った5人の作家・俳人が亡くなった年齢は正岡子規34歳、内田百閒83歳、井伏鱒二95歳、林芙美子47歳、木山捷平64歳(生年順)。百閒と鱒二は明治生まれとしてはきわめて長寿だった。芙美子、捷平も明治生まれだが、芙美子は一家の生計を支えた放浪時代、捷平は満州での難民生活さえなければ、もう少し長く生きられたかもしれない。子規の場合は医療水準が低い時代に生きた悲運というほかない。いずれにしても、それぞれ最晩年まで文筆活動をしっかり続けたのは見事だ。

その要因としては、確かに故郷が全国の中でも比較的食べ物の事情に恵まれたことはあるかもしれない。ただ、この人たちの作品を読み、生き方を追っていくと、どんな困難に出合っても、気持ちの余裕を失わず、ユーモア精神で包み込む姿勢が浮かび上がる。苦難続きの芙美子にしても、近所のおかみさんたちと気さくに付き合うという一面があった。

盛んな探究心も見逃せない。例えば、子規は米国から入ったベースボールを「野球」と訳したことで知られるが、病気がちのなか、自ら監督兼捕手として草野球チームを引っ張り、野球の面白さを追求した。百閒の琴、鱒二の川釣りの腕前は一級品と言われた。そうしたものが何よりの支えになったのではないだろうか。

この5人は酒をおおいに楽しんだことでも共通している。大きなグループから少人数の集まりまで、機を捉えては顔を出して交歓、心を開いた。百閒が多くの門人たちに囲まれる「摩阿陀会」は黒澤明の最後の映画「まあだだよ」で名が知られた。鱒二と捷平は同じ中央線沿線に住む文壇人たちが集う「阿佐ヶ谷会」の有力メンバー。子規自身はあまり酒を飲まなかったが、家に友人たちを集めて、宴会を催すのが大好きだった。

百閒が家の食膳でおからを肴にシャンパンを愛でるように、相手がいなくても至福の境地に浸れる術をも各自心得ている。芙美子は尾道へ帰郷すると、一人で海にボートを浮かべて楽しむことがあった。漕ぎ出す前に、気に入りの地酒「賀茂鶴」の2合瓶をボートの尻にくくり付け、沖合いで一服する際に栓を開けた。「しっとり汗ばんだ体で、ビンに口をつけた時、生きる途はこれにしかずと、悟りを開いた」と記している。

いつの間にか酒飲みの「我田引水」、自己弁護、へ向かう雲行きになったところで、一文を閉じることにする。(了)

「豊かな大阪湾」の創出に向けた環境改善・啓発の取組み

大阪府環境農林水産部環境管理室環境保全課

1. はじめに

瀬戸内海の東端に位置する大阪湾の湾奥部では、栄養塩類が滞留して貧酸素水塊が発生しやすく、また、生物の生息に適した場が少ない等の課題があり、これらを解決することが、湾全体の環境の保全・再生・創出を図る上で重要です。また、大阪湾の環境保全のためには、府民の方の意識向上が不可欠であり、そのためにもまず、大阪湾を訪れていただき、愛着や魅力を感じてもらうことも重要です。

このため、大阪府では、「豊かな大阪湾」の創出に向けて、環境改善のためのモデル事業や大阪湾のエコツーリズムの推進等に取り組んでいます。

2. 豊かな大阪湾の創出に向けて

2. 1 環境改善モデル事業の実施

大阪湾の湾奥部における環境改善の知見を収集するとともに、湾奥部全域への取組み拡大の契機とするため、民間事業者への補助事業として、環境改善モデル設備を公募により選定し、以下の2設備が設置されました。

1つは、特徴的な溝のあるコンクリートブロックの構造物により、人工藻場を造成し、生物生息の場を創出するもので、浜寺水路における傾斜護岸に設置されました。ブロックの隙間を隠れ家としてカニ等の甲殻類が群がり、それをエサとする魚が集まるほか、藻場が魚類の産卵や幼稚魚の育成の場となることなどが期待されます。

もう1つは、貝殻を充填した構造物により、生物の生息の場を創出するもので、泉大津旧港の垂直護岸や海底に設置されました。こちらも

同様に、小型生物が群がり、魚類の生息の場となるほか、構造物に蛸壺を装着したことにより、タコの産卵等の効果も期待されます。

これらの設備については、今後3年間、生物の生息状況や水質をモニタリングすることにより、環境改善効果を検証することとしています。



写真1 浜寺水路における環境改善モデル設備



写真2 泉大津旧港における環境改善モデル設備

2. 2 大阪湾エコツーリズムの推進

大阪湾の魅力を府民の方々に知っていただくために、沿岸域の魅力的なスポットや環境改善モデル設備を巡りながら、環境学習を行うエコバスツアーを夏季と秋季の2回、開催しました。

夏季は、大阪府内に在住・在学の小学生とその保護者を対象に開催し、大阪府内に残る

数少ない自然海浜である長松海岸(岬町)での水質調査や、漁港のせり市場の見学、阪南二区人工干潟での生き物観察、きしわだ自然資料館での「チリメンモンスター探し」のワークショップ等を行いました。



写真3 阪南二区人工干潟での生き物観察の様子

秋季は、田尻漁港の朝市や堺旧港、天保山を巡り、参加者の方々に、大阪湾の美しい風景の写真を撮影していただきました。このツアーでは、参加者に、これらの写真を SNS で発信していただくことにより、より多くの方に大阪湾の魅力伝えることができました。



写真4 秋季ツアー時の天保山の夕景

また、それぞれのツアーでは、昨今、問題となっている海洋プラスチックごみについて、大阪湾の状況を説明するとともに、より身近な問題として考えていただくために、海岸等でごみ拾いにも参加していただきました。

これらのツアーに加えて、エコツーリズムの推進の一環として、大阪湾沿岸の「魅力スポット」を歩いて巡る「大阪湾魅力ウォークマップ」も作成しました。

この冊子では、大阪湾のベイエリアの都市の

街並みを巡るコースや、漁港や干潟を巡るコース等、沿岸の北から南まで全 10 コースを紹介しています。

このマップは、沿岸市町村の観光案内所等で配架されているほか、大阪府のホームページからダウンロードすることができますので、ぜひご覧ください。



図1 大阪湾魅力ウォークマップ

3. おわりに

今回実施したモデル事業は小規模なものです。今後、環境改善効果が確認され、湾奥部全域に広く実用化される契機となることを期待しています。

また、エコバスツアーでは、参加者のアンケートにより、「大阪湾へのイメージが良くなった」、「海ごみ削減への関心が高まった」等の意見が寄せられるなど、啓発の効果もみられたことから、次年度はさらに船でのエコツアーも計画しているところです。

今後も引き続き、「豊かな大阪湾」の創出に向けて、ハード・ソフト面での取組みを推進していきたいと考えています。

※大阪府 「豊かな大阪湾」環境改善モデル事業
<http://www.pref.osaka.lg.jp/kankyohozen/osa-ka-wan/yutakana-osaka-wan.html>

※大阪府 「豊かな大阪湾」エコバスツアー
<http://www.pref.osaka.lg.jp/kankyohozen/osa-ka-wan/ecobustour.html>

※大阪府 大阪湾魅力ウォークマップ
http://www.pref.osaka.lg.jp/kankyohozen/osa-ka-wan/osakabay_walk_map.html

広島県海岸漂着物実態調査について

広島県環境県民局環境保全課

1 はじめに

海洋プラスチックごみによる環境汚染が世界的に懸念される中、これまでの回収や清掃を中心とした取組に加えて、流出防止対策の取組が重要になってきました。

このため、対策の基礎資料とすることを目的として、県内全域の海岸漂着物の種類や分布状況等の実態を把握することとし、平成30年度にこの調査を開始しました。

2 調査の概要

流木等の自然物を除く人工物を調査対象として、春夏秋冬の年4回実施しました。

(1) 現地調査

① 全域調査

「水辺の散乱ゴミの指標評価手法（海岸版）」（国土交通省）に準拠し、県内135海岸において漂着物の量を目視で調査しました。

② 組成調査

135海岸のうち10海岸について、漂着物を種類ごとに分類して重量等を計測しました。



図1 調査地点

(2) 漂着量の推計

現地調査で得られたデータを集計し、西部・中部・東部の3海域区分における海岸漂着物の量を種類別に推計しました。

3 調査結果の概要

(1) 海岸漂着物の量

- 海域ごとの年平均漂着量は、重量は約7～52 t、体積は約99～1,714 m³でした。
- 海岸漂着物量は、年間を通して西部で特に多い傾向が見られ、全体のおよそ8割を占めていました。
- 本土側の海岸と比較して、島しょ部の海岸において海岸漂着物が多い傾向が見られました。

表1 平成30年度平均の海岸漂着物の量

| 区分 | (西部) | (中部) | (東部) | 合計 |
|----|----------------------|--------------------|-------------------|----------------------|
| 重量 | 52 t | 13 t | 7 t | 72 t |
| 体積 | 1,714 m ³ | 203 m ³ | 99 m ³ | 2,015 m ³ |

(2) 海岸漂着物の種類

- 西部においては、漁業活動に関連するごみ（発泡スチロール製フロート及びカキ養殖用パイプ）が大部分を占めていました。
- 中部及び東部については、陸上の生活由来のごみ（ペットボトル、その他のプラスチック類等）が大部分を占めていました。
- 漁業活動に関連するごみを除くと、西部・中部・東部における海岸漂着物量に大きな差はありませんでした。

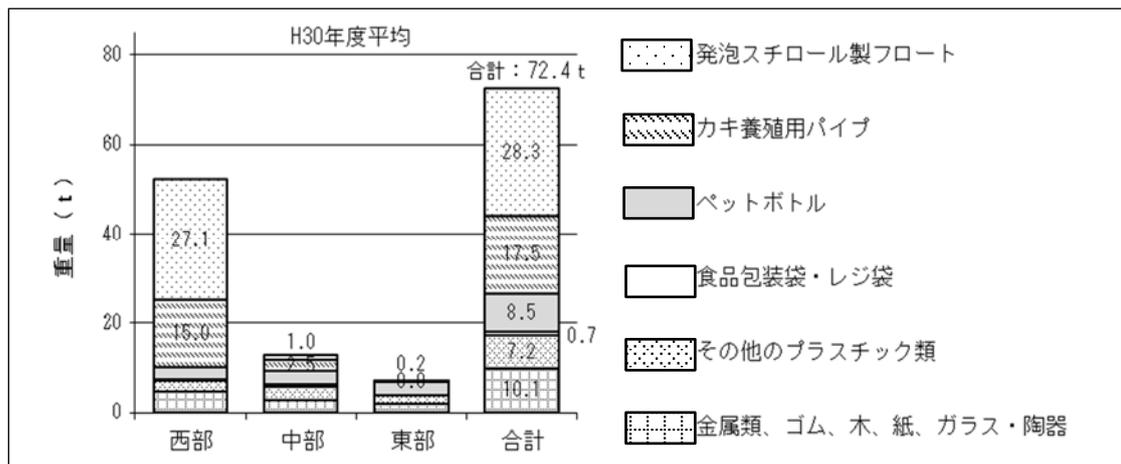


図2 種類別の海岸漂着物の量

4 終わりに

海ごみに起因する諸課題に対応するために、平成30年6月にこの調査を開始したところですが、初回の春季調査直後の7月上旬に西日本豪雨災害が発生しました。

このため、陸域から大量の土砂や立木、建築資材、家財等が流出するとともに、例年、海開き前に地域で行われてきた海岸清掃活動が中止になるなど、夏季以降の調査データに少な

からぬ影響があったものと思われます。また、通行止により海岸へアクセスできず、一部の調査地点で欠測が生じるなどの影響もありました。

多難な初年度の調査となりましたが、何とか四季ごとのデータを収集し、調査結果をまとめることができました。この調査は、今後も継続実施しデータを蓄積していくことで、地域的、季節的、経年的、組成的な傾向や変化を把握し、流出防止対策を評価するための基礎資料として活用していきたいと考えています。

*調査結果のホームページ掲載

→<https://www.pref.hiroshima.lg.jp/site/eco/kaiganhyotyakugomi.html>

水環境保全の取り組み

明石市 市民生活局環境室

1. はじめに

本市は、東経 135 度の日本標準時子午線上にあります。また、瀬戸内海に面しており、明石海峡をはさんで淡路島を眼前に臨むことができます。気候は温暖で、古くは万葉歌人柿本人麻呂によって多くの歌が詠まれた風光明媚な地です。さらに、阪神都市圏と播磨臨海地域、そして海を隔てて淡路島・四国と結ぶ位置にあり、海陸交通のうえで重要な拠点となっています。

市の東と北は神戸市と接し、西は加古川市、稲美町、播磨町と接しています。現在、市の面積は 49.42 km²、周囲は 60.4 km です。最長距離は、東西 15.6 km (海岸線は 15.9 km)、南北で 9.4 km あり、東西に細長いまちを形成しています。

2. 河川水質の推移について

本市内の主要河川として「明石川」、「谷八木川」、「瀬戸川」、「赤根川」、「朝霧川」があり、全て瀬戸内海の播磨灘水域に流れ込んでいます。本市は上述の主要河川において、河川水質の汚濁の状況を常時監視しており、そのうち市域内の明石川下流域と谷八木川全域について環境基準の類型指定が行われています。

しかし、かつて谷八木川は流域の住宅から生活排水が流れ込み、汚濁が進行していたため、1996 年から 4 年間、環境基準項目の一つである生物化学的酸素要求量(BOD)が環境基準値を大きく上回り、全国河川のワースト 3、4 位に位置付けられていました。

そこで、本市では流域の住民に対し、水切り袋の配布やごみのポイ捨て防止等の環境啓発活動の展開による意識の喚起を行い、その活動とあわせて公共下水道の整備促進による流域住宅の公共下水道への転換を加速させました。その結果、流域の下水道普及率を 1996 年 30%から 2007 年 95%に上昇させ、生活排水の流入を大きく減らしたことにより、濃度差から見た水質改善の上位水域として 2007 年度において全国 1 番目となりました。2001 年度以降、本市内の主要河川の水質が全ての項目において環境基準を達成し、今もなお、良好な状態を維持しています。

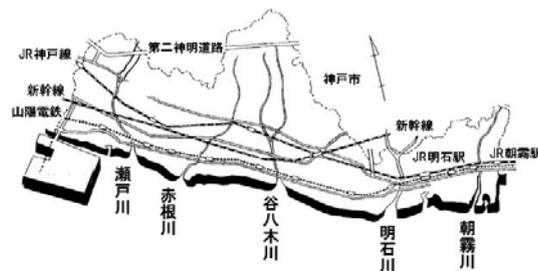


図1 明石市域の主要河川

3. 海岸の保全活動

本市は、明石海峡に面しており、これまでにウミガメの上陸、産卵、巣立ちを幾度も確認しました。そのため、巣立ったウミガメが再び産卵に戻って来るように、ウミガメの特性に配慮した美しい海岸を守る活動をしています。具体的には、ウミガメは静かで明かりの少ない海岸を好むため、海岸に近い市の施設において夜間照明の消灯、22 時以降の海岸における花火を禁止、市民ボランティアによる海岸清掃活動などにより、ウミガメの上陸環境を整えています。

また、これまでウミガメの産卵があった海岸には、ウミガメ上陸の情報提供を呼びかける看板を設置しました。市民に対し、保護・保全の周知を図り、美しい海岸の保全とウミガメが帰ってくることを願って、海岸保全活動の実施を継続しています。



図2 ウミガメの主な産卵地(本市 Web サイトより)



写真1 上陸したウミガメ



写真2 子ガメの巣立ち



図3 明石のウミガメ上陸・産卵 MAP

4. おわりに



図4 ウミガメの産卵に配慮した海岸づくり

本市は、2018年4月に中核市へ移行したことに伴い、瀬戸内海環境保全協会に参画させていただきました。このことは、「恵まれた環境と文化をともに守り育て、将来につながるまち・あかし」を環境像として目指している本市にとっても、大変意義深いものと考えています。

国民共通の財産たる瀬戸内海は、比類のない景勝地であり、漁業資源の宝庫でもあります。また、2021年に「全国豊かな海づくり大会」が本市で実施されます。今後、本市といたしましても、瀬戸内海環境保全協会の会員として、瀬戸内海の環境保全に関する事業活動をみなさまとともに推進し、豊かで美しい瀬戸内海を再生していく所存です。

「アカモク」は海の厄介者？宝物？

愛媛県漁業協同組合連合会

参事 いわもり まさあき
岩森 雅章

水産関係の各種会議に出席すると、主催者や来賓挨拶の冒頭に必ず語られるのは「少子高齢化による漁獲量の減少」という言葉である。これは、水産業だけではなく農商工共通の問題である。

本県(愛媛県魚連)は、藻類の入札会の歴史が古く、昭和30年後半から、まず天草共販を開始し、現在ではヒジキは年間約300トン、天草約100トン(素干し)/年間で指定商社に販売している。この5年間は国民の健康志向や輸入物の減少による需要の増加で相場も安定している。

一方、漁船漁業は高齢化や資材・燃油の高騰、資源の減少等により不振を極めている。

そのような背景があり藻類に依存する傾向にあるといえる。

平成28年に佐田岬半島にある漁協の組合長から「『アカモク』という海藻が当海域に繁茂しており東北では『ギバサ』と呼ばれ常食されていると聞いている。そのアカモクを活用できないか。」という相談を持ちかけられ情報収集することにした。

その後、福岡県のひびき灘漁協の岩屋支所においてもアカモクの加工品の製造販売に着手していることを知り、講師として招き研修会を開催した。

アカモクは10メートルにもなる1年藻であり本県では宇和海では4月、瀬戸内海では5月に滑りが増し、鮮やかな緑色に成熟する6月になると自然に岩礁から離れ海面に浮遊して消滅する。繁茂するとスクリュウに巻きついたり、海底への日光を遮断し生物の育成を妨げることから「海の厄介者」とされていた。

ただ、そのような海藻でも生態系や食物連鎖への影響が解明できていないため、漁業者が際限なく採取してしまうと、その環境に与えるダメージが危惧された。例えば6月に流れ藻となったアカモクの下で海鳥から身を守るため稚魚の隠れ家の役割を果たしているとしたらどうだろう。また、落下した胞子が魚介類の餌となっていたらどうだろう。

私自身アカモクの活用を推進する傍ら一抹の不安を抱いていた。本県にはホンダワラに関しては漁業調整規則があるが、アカモクに関しては規定されていない。そのため漁協の判断に委ねることとし、ひびき灘漁協の事例を参考に本会独自で基準を設定することとした。

①採取者②採取量③採取部位④販売先等いくつかの項目を記入する表を作成し、所属漁協長の押印があるアカモクしか扱わないこととし、県下の加工業者にも協力を要請した。

外来種は別として、その海域に生息している生物には無意味なものはないと考える。すなわち瀬戸内海的环境を維持するために生息し続けてきたことに価値を見出したい。



アカモク



「アカモクうどん」についての新聞記事
(愛媛新聞令和元年11月15日 朝刊より)

「ESG憲章」に基づく環境への取り組み

株式会社カネカ高砂工業所 信頼の環境安全センター

1. はじめに

株式会社カネカ(2004年に鐘淵化学工業株式会社から社名変更)は、1949年に鐘淵紡績株式会社から分社化後、2019年9月に創立70周年を迎えました。

カネカグループは総合化学メーカーとして、化成品、機能性樹脂、発泡樹脂、食品、ライフサイエンス、エレクトロニクス、合成繊維、「カネカ生分解性ポリマー-PHBH[®]」(以下PHBH[®])など多岐にわたる幅広い分野で事業活動を行っています。

2018年にはESG(環境・社会・企業統治)経営に舵を切り、その進化を目指し、従業員一人ひとりの行動指針となるESG憲章を制定致しました。その一つとして、製品の全ライフサイクルにおいて、それぞれの段階で地球環境の保護に取り組み、資源の保全、環境負荷の低減により、社会の持続的発展と豊かな社会の実現を目指しています。

高砂工業所は、謡曲「高砂」で知られる兵庫県高砂市に所在しているカネカの主力工場であり、124万m²(甲子園球場の約32個)の敷地内に化成品、機能性樹脂、発泡樹脂、食品、機能性食品、PHBH[®]など多くの製品を生産、出荷しています。



株式会社カネカ高砂工業所



PHBH[®]用途例

2. 環境配慮製品

カネカでは、様々な環境施策に取り組んでおり、「環境配慮製品」を定義し、その充実・拡大を図っています。

そのうちの一つ、高砂工業所で生産しているPHBH[®]は、100%植物由来の生分解性ポリマーであり、2017年9月に海水中で生分解可能という認証「OK Biodegradable MARINE」を取得しました。さらに、2018年3月に米国食品医薬品局(FDA)の食品接触物質(Food Contact Substance)に登録されました。これによって、海洋資材や食品包装材料、コンポスト袋などへの使用が可能となりました。

なお、PHBH[®]は、2019年1月に欧州委員会「欧州食品接触材料および製品に関する規制」のポジティブリストに掲載された後、欧州委員会の審査、欧州議会、EU理事会の立法手続きを経て、8月より欧州連合全域で、フルーツ・ベジタブル袋などのドライフード用途に加え、ストローやコップ、カトラリーなど全食品接触用途で使用可能となりました。日本では、2019年5月にポリオレフィン等衛生協議会の食品用器具・容器包装のポジティブリストに掲載されました。

3. 環境保全の取り組み

3.1 地球温暖化防止

カネカは低炭素社会実行計画の賛同企業として温室効果ガス削減に努めており、そのフラグシップとなる高砂工業所では、「エネルギーの使用の合理化等に関する法律」に則り、工業所長をトップとした省エネ推進委員会を主体とするエネルギー削減活動を展開しています。また、資源循環や環境負荷抑制を視野に入れた環境設備投資制度を設定する事で省エネを含めた環境対策を促進し、温室効果ガス削減に努めています。

また、フロン排出抑制法が2015年より施行され、フロンCO₂換算漏洩量1,000t/年未満達成(2020年度末)を目標に冷蔵・冷凍機器および空調機器の特定フロン(オゾン層破壊フロン)の代替フロンへの置換と機器の日常管理強化に努めています。

3.2 産業廃棄物の埋立処分量削減

産業廃棄物のセメント原料や肥料への再資源化などを推進し、2006年度よりゼロエミッション*1を継続し達成しています。今後も廃棄物の再資源化を推進いたします。

*1ゼロエミッション:当社では、最終埋立処分量を産業廃棄物発生量の0.5%未満にすることと定義しています。

3.3 環境負荷に対する監視測定

兵庫県および高砂市と締結した環境保全協定に基づき、環境に著しい影響を及ぼす可能性がある大気、水質汚染物質の排出量および騒音・振動の定期的な監視を行い、全ての項目で法律および環境保全協定値以内であることを確認しています。

排水関係測定結果(高砂工業所・西工場)

| | 測定項目 | 単位 | 規制値 届出値(通常値) | 測定点 | 測定頻度 | 2018年度測定結果(平均値) | *3 判定 |
|----------------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|--------------------|----------|
| 工業所 総合排水 (NO1) | 排水量 | m ³ /日 | 42,698以下 | 工業所 総合排水 出口 | 毎日 | 39,241 | ○ |
| | pH | | 5~9以内 | | 毎日 | 6.0~7.5 | ○ |
| | COD | mg/l | 24以下 | | 毎日 | 15.3 | ○ |
| | SS | mg/l | 23以下 | | 一回/週 | 10.5 | ○ |
| | 油分 | mg/l | 5以下 | | 一回/週 | 0.52 | ○ |
| | 大腸菌群数 | 個/ml | 3,000以下 | | 一回/週 | 34.4 | ○ |
| | 全りん | mg/l | 0.5以下 | | 一回/週 | 0.21 | ○ |
| | 全窒素 | mg/l | 22以下 | | 一回/週 | 9.9 | ○ |
| | フェノール化合物 | mg/l | 1以下 | | 一回/期 | 0.03 | ○ |
| | クロム含有量 | mg/l | 2以下 | | 一回/期 | 0.01 | ○ |
| | 溶解性鉄含有量 | mg/l | 3以下 | | 一回/期 | 0.14 | ○ |
| | 溶解性マンガン含有量 | mg/l | 10以下 | | 一回/期 | 0.04 | ○ |
| | 銅含有量 | mg/l | 3以下 | | 一回/期 | 0.005 | ○ |
| | 亜鉛含有量 | mg/l | 2以下 | | 一回/期 | 0.07 | ○ |
| | 西工場 排水 (NO8) | 排水量 | m ³ /日 | | 12,021以下 | 工業所 西工場排水 出口 | 毎日 |
| pH | | | 5~9以内 | 毎日 | 6.9~8.6 | | ○ |
| COD | | mg/l | 25以下 | 毎日 | 2.0 | | ○ |
| SS | | mg/l | 30以下 | 一回/週 | 1.5 | | ○ |
| 油分 | | mg/l | 5以下 | 一回/週 | 0.5 | | ○ |
| 大腸菌群数 | | 個/ml | 3000以下 | 一回/月 | 3.8 | | ○ |
| 全りん | | mg/l | 0.5以下 | 一回/週 | 0.26 | | ○ |
| 全窒素 | | mg/l | 5以下 | 一回/週 | 1.4 | | ○ |
| フェノール化合物 | | mg/l | 1以下 | 一回/期 | 0.01 | | ○ |
| クロム含有量 | | mg/l | 2以下 | 一回/期 | 0.01 | | ○ |
| 溶解性鉄含有量 | | mg/l | 3以下 | 一回/月 | 0.02 | | ○ |
| 溶解性マンガン含有量 | | mg/l | 10以下 | 一回/期 | 0.03 | | ○ |
| 銅含有量 | | mg/l | 3以下 | 一回/期 | 0.005 | | ○ |
| 亜鉛含有量 | | mg/l | 2以下 | 一回/期 | 0.02 | | ○ |
| 西工場 排水 (NO9) | | 排水量 | m ³ /日 | 36,595以下 | 工業所 西工場排水 出口 | | 毎日 |
| | pH | | 5~9以内 | 毎日 | | 6.5~8.6 | ○ |
| | COD | mg/l | 25以下 | 毎日 | | 5.3 | ○ |
| | SS | mg/l | 27以下 | 一回/週 | | 5.9 | ○ |
| | 油分 | mg/l | 5以下 | 一回/週 | | 0.5 | ○ |
| | 大腸菌群数 | 個/ml | 3000以下 | 一回/月 | | 9.1 | ○ |
| | 全りん | mg/l | 2以下 | 一回/週 | | 0.37 | ○ |
| | 全窒素 | mg/l | 11以下 | 一回/週 | | 1.8 | ○ |
| | フェノール化合物 | mg/l | 1以下 | 一回/期 | | 0.01 | ○ |
| | クロム含有量 | mg/l | 2以下 | 一回/期 | | 0.01 | ○ |
| | 溶解性鉄含有量 | mg/l | 3以下 | 一回/月 | | 0.02 | ○ |
| | 溶解性マンガン含有量 | mg/l | 10以下 | 一回/期 | | 0.07 | ○ |
| | 銅含有量 | mg/l | 3以下 | 一回/期 | | 0.002 | ○ |
| | 亜鉛含有量 | mg/l | 2以下 | 一回/期 | | 0.01 | ○ |

*3 判定 ○印は規制値以下(PHについては規制値内)であることを示す。

4. 地域とのコミュニケーション

4.1 瀬戸内 川と海のクリーンアップ大作戦

カネカは毎年、瀬戸内地域の環境改善に取り組む「リフレッシュ瀬戸内」が推進する「瀬戸内 川と海のクリーンアップ大作戦」に参加しています。2019年も近隣企業の人々を中心に約200名が参加し、カネカからも十数名が参加しました。高砂海浜公園と向島公園の清掃活動を通じ、川や海など自然環境を見直すきっかけとなっています。



瀬戸内 川と海のクリーンアップ大作戦

4.2 カネカみらいの森づくり

兵庫県が推進する「企業の森づくり」事業に参加し、2012年より多可町の山林整備・保全活動を進める社会貢献事業カネカみらいの森づくり活動を実施しています。2019年度も2回実施し、1回目の活動は新入社員による森林伐採活動を、2回目の活動では、社員や家族による森の整備を行いました。



カネカみらいの森づくり

4.3 地域社会との交流

グラウンドなど厚生施設を地域社会に開放しているほか、工場見学会、夏祭りなどを開催しています。

2019年も夏祭りを開催し、地域住民の皆様に参加頂きました。入場者は5,000人を超え、地域住民との交流を図っています。また、地域の例大祭や各種地域イベント等への寄付金やカンパ、工場周辺の清掃など地域の美化活動も継続して行っています。

5. おわりに

カネカグループは、「化学を通じて世界の人々の人生と環境の進化に貢献すること」を考えています。特に、社会的課題の中でも事業を通じて貢献できる分野を「3つのクライシス(環境・エネルギー、食糧、健康)」とし、オープンイノベーションなどを通じて、高い付加価値を創造し続けることで、課題解決と持続的な成長を同時に実現していきます。

「みらい生活創造企業をめざして」

環境への取り組み

日本毛織株式会社 印南工場

1. はじめに

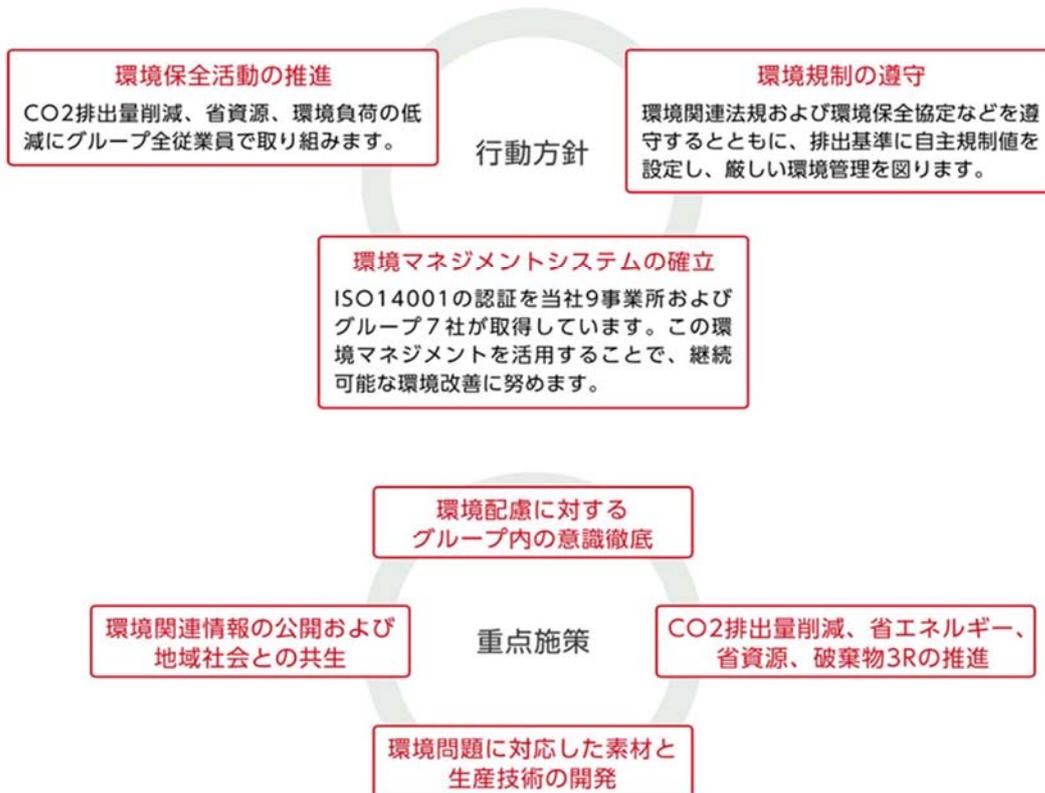
ニッケグループの環境基本理念“人と地球に「やさしく、あったかい」企業グループとして、わたしたちは情熱と誇りをもってチャレンジして行きます。”のもと、「環境への配慮と高い企業倫理により社会から信頼される企業グループを指向すること」を環境基本方針としています。

とりわけ地球環境の保全を最重要の課題と捉え、豊かで住みよい社会の実現に向けた企業活動に努めるため、3つの行動指針と4つの重点施策を定めています。

そして、研究開発から製造、技術、販売、流通に至るあらゆる分野において、グループ全従業員が積極的に環境保全活動に取り組んでいきます。



行動方針と重点施策



2. 日本毛織株式会社印南工場の環境への取組

当工場では、以下の項目について環境方針として掲げ、環境活動へ取り組んでいます。

- ◆電力、蒸気、および用水使用の効率化
 - ◆包装材と廃棄物のリサイクルと減量化
 - ◆人と地球にやさしい製品・製造技術開発への取組
- 具体的な取り組みは次のようなものです。

(1). 省エネへの取組

当工場では、省エネ法にある前年比1%削減に上乗せした2%の削減を目標とし、省エネ活動に取り組んでいます。2016年にガスコージェネレーションシステムを導入することで大幅なエネルギー原単位削減とCO₂排出量削減ができています。また、2019年には、排水処理設備が消費するエネルギーの大部分を占めるブロアを新設備に更新することで、大幅な電力削減ができています。今後も、大型の省エネ設備導入と日々の取組を継続していきます。



(2). 大気汚染防止への取組

低NO_xバーナーを採用した高効率ガスボイラーを導入することで、CO₂排出量削減、有害物質削減に努めているとともに、排気ガス分析、燃焼調整を定期的実施することにより最適な運用状態を維持しております。

現在は、生産負荷の偏り等による非効率生産状態を改善するために、生産部門とボイラー管理部門の連携強化と蒸気配管の保温強化による放熱損失削減に取り組んでいます。

(3). 水質汚濁防止への取組

当工場は活性汚泥による排水処理設備と、染色による染料や有害物質を選択除去する染色排水処理設備による排水処理を行ったうえで法華山谷川下流部に処理水を放流しています。これら設備の日常の点検、計測機器の定期保全を実施することで、安定した運転を心がけております。水質測定結果では加古川市との協定値を下回る水準を維持しています。



(4). 廃棄物削減への取組

当工場では、排水処理設備から汚泥が大量に発生します。この汚泥をセメント原料として使用することで環境負荷低減に取り組んでいます。また、廃プラスチック、木材、鉄屑等に関しては、可能な限りリサイクル使用(マテリアルリサイクル、サーマルリサイクル)することで、近年の廃棄物リサイクル率は99%以上を維持できています。

(5). 地域社会に対する取組

・地域連絡会の開催

当工場では、地域連絡会と称し、年 2 回周辺地域の町内会長様にご参加いただき、定期的に情報交換を行っております。

・トライやるウィーク等

「トライやるウィーク」、「インターンシップ」等で、地域の発展に協力しています。

・工場周辺の清掃活動

年に 2 回、工場周辺のゴミ拾いを実施し、美観維持に努めています。



3. おわりに

ニッケグループは、中長期ビジョン「RN(リニューアル・ニッケ)130 ビジョン」に基づき、成長戦略の加速、若い力や新しい発想・知見で実行する体制を構築し、魅力的な「みらい生活創造企業」を目指し、未来に繋がる環境保全や社会・地域貢献活動に、社員一人ひとりが努力してまいります。

三菱重工業(株)神戸造船所の廃水処理の取り組み

三菱重工業株式会社 神戸造船所

1. はじめに

三菱重工業株式会社 神戸造船所は、1905年8月8日に当時の三菱合資会社 長崎造船所から浮きドックを移設し、修繕船事業を開始して以来 100 年以上に亘り、さまざまな製品を手掛けてきました。現在は、神戸市兵庫区の「本工場」、及び明石市二見町の「二見工場」をものづくりの拠点とし、エネルギー分野では、原子力発電プラントや関連機器等を製作し、交通・輸送分野では、海洋調査機器や都市交通システム等を手掛けています。また、ICT分野では、有料道路の料金収受システムをはじめ各種プラントや



写真 1: 神戸造船所本工場(神戸市兵庫区)



写真 2: 神戸造船所二見工場(明石市二見町)



写真 3: 国指定史跡 和田岬砲台

製品の運転監視等の ICTを活用したサービス事業に、防衛・宇宙分野では、潜水艦の建造や宇宙機器の製作に取り組んでいます。その他 大型冷凍機や食品機器、食品包装機械等を製作しています。

なお、本工場敷地内には江戸末期の 1864 年に勝海舟の命により佐藤与之助が設計し建設された「和田岬砲台(国指定史跡第1号)」が現存しています。

2. 当社の環境理念

当社グループは、「顧客第一の信念に徹し、社業を通じて社会の進歩に貢献する」と社是に謳い、研究開発、生産活動等の事業活動を通じて、社会の発展に寄与することを第一義としています。社業を遂行するにあたっては、企業が社会の一員であることを自覚し、事業活動の全ての領域で、環境への負荷低減に努め、持続的発展が可能な社会の構築に貢献することを目的として、1996年に「環境委員会」を設置しました。第1回環境委員会では、社の環境活動の基礎となる「環境基本方針」、及び「行動指針」を制定しました。以来、この方針・指針の下、グループ一丸となり、サプライヤーを含むその他のステークホルダーとの対話を通じて環境への取り組みを推進しています。

3. 瀬戸内海への想い

当社グループは世界各国に生産・営業・アフターサービス等の拠点をもち、グローバルに事業を展開しており、国内においても多数の生産拠点があります。その内、当所を始めとして、兵庫県高砂市、広島県三原市、同広島市、山口県下関市に位置する事業所が瀬戸内海に面した立地となっております。

各事業所が当所と同様に複数の工場や事務所を有しており、材料や製品の輸送、冷却水の取水利用、船舶・海洋製品の製造及び海上試運転等、常に瀬戸内海から多くの恩恵を受けながら事業を行っています。また、陸上輸送が不可能な大型の製品を多数生産していることから、原材料や製品などの輸出入や国内搬送における海上輸送手段は事業活動において不可欠であり、前述の通り当社における100年以上の事業史の中で瀬戸内海から受けた恩恵は計り知れないものがあります。

阪神淡路大震災発生時には、岸壁の崩壊、クレーンや各工場建屋の倒壊等で当所は甚大な被害を受けましたが、その復興の際も、復興用資材のみならず、社員用の飲食料も海上輸送に委ねたほか、自社焼却炉の冷却水として海水を利用するなど瀬戸内海が存在により早期復旧を果たすことができました。

我々は、その恩に感謝し、「瀬戸内海を汚さない！」という強い気持ちのもと、海域への排水放流については常に細心の注意を払って管理しており、今回は当所における廃水処理について紹介させていただきます。

4. 廃水処理への取り組み

(1) 神戸本工場(以下、本工場)

排水の系統は大きく3種類あり、①汚水の公共下水道への排出、②雨水の公共用水域(海域)への排出、③汚水の自社総合廃水処理施設(以下、総廃)における処理後の海域への排出があります。①と②は未処理で排出することから、今回は③を中心に説明させていただきます。

本工場においては、水質汚濁防止法の制定以来、2か所の総廃により廃水処理を実施していましたが、2008年に廃水系統を1か所に集約して処理すべく総廃を更新しました。更新後は時間当たり120 m³、日量2,880 m³の処理能力を有する設備により、24時間365日の監視体制で廃水処理を実施しています。処理する汚水の内訳は工場の生産現場より排出される工程廃水と便所、手洗い、風呂、食堂等から排出される生活廃水となります。

なお、工程廃水については、有害な物質や油分を多く含む等、総廃で処理できない水質の場合は、総廃へ送る前の一次処理として当該物質を前処理することとしており、工場内に3か所の専用処理施設があります。具体的には、表面処理施設より排出される廃水や潜水艦や船舶より排出されるビルジ(油含有廃水)等がこれにあたり、物質の種類によっては非常に高度な処理を行い、完全除去の上、処理水を全量再利用しているものもあります。

また、生活排水においても海域放流する系統に位置する便所・食堂・風呂などについては、浄化槽による一次処理を行ってから総廃に送水し、最終処理を行ったうえで海域放流することとしており、排水基準の順守を徹底しています。

本工場の総廃の主要設備は次のとおりで、50 m³原水受槽、540 m³調整槽(二次原水受槽)、凝集槽、加圧浮上槽、45 m³中間水槽、砂ろ過塔2基、活性炭吸着塔2基、70 m³処理水槽、45 m³汚泥貯槽及びフィルタープレス式汚泥脱水機から構成されております。

処理水の水質管理は、計量証明事業所による定期水質分析検査をベースとして、自社管理としては油膜検知器による油分の有無、pH測定器、及びCOD、窒素、リン測定機による24時間365日 常



写真4: 本工場総合廃水処理施設

時監視を行っており、自主規制値1(基準の80%)で警報が発報し、自主規制値 2(基準の85%)で海域放流が自動停止するシステムとなっています。なお、自主規制値 2 の超過により海域放流が停止した処理水は、調整槽へ自動返送され、自主規制値を満足するまで再処理を行うよう自動制御されており、海域放流直前の汚水処理最後の砦として活躍しています。

(2) 二見工場

排水水の系統は大きく、①雨水の公共用水域(海域)への排出、②汚水の総廃における処理後の再生水社内利用、及び公共下水道への排出の2種類ありますが、本工場同様、②を中心に説明させていただきます。

当所二見工場は二見人工島への進出企業第1号であり、工場進出の昭和 52 年当時は公共下水道も未整備であり、近傍の海域は豊かな漁場として利用されていることから、海域放流せず廃水の全量を工場内にて再利用すべく、逆浸透膜精製装置を含む当時においては最先端の廃水処理施設を建設しました。

現在は、工場内の再生水利用ニーズが減少し、公共下水道も整備されたことから、以下処理フロー図(図 1)のとおり、生物処理、凝集沈殿、砂ろ過、活性炭吸着を主要処理とする設備構成に変更し、再生水利用については高度処理を必要としない用途に限定し、余剰水を公共下水道へ放流しています。

処理水の水質管理は、本工場と同様に計量証明事業所による定期水質分析検査をベースとし、自社管理としてはpHを常時監視しております。水質としては海域放流可能なレベルまで十分に処理を行っておりますが、設置当時の方針を尊重し、現在も海域放流は行っておりません。

二見総合廃水処理施設

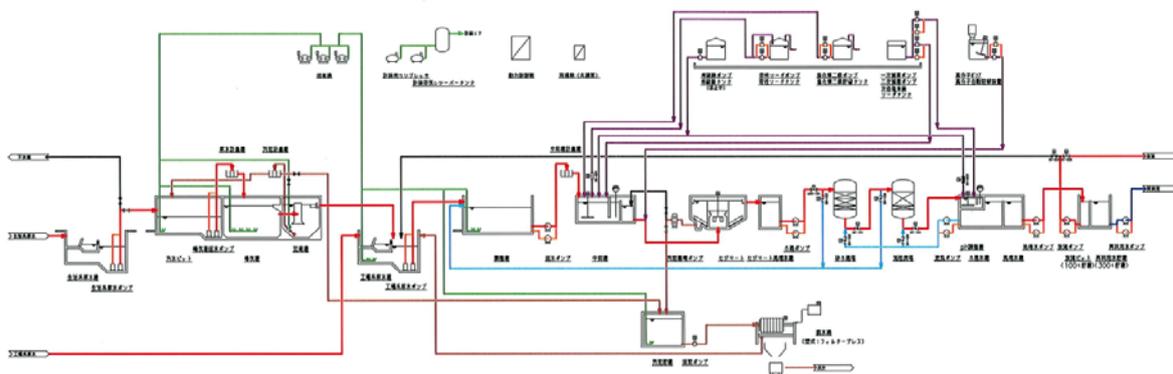


図1: 二見工場総合廃水処理施設処理フロー

5. さいごに

長年に亘り多くの恩恵を受けた瀬戸内海を決して汚さないという当時からの方針を基本として、今後は“豊かで美しい瀬戸内海”を目指し、微力ながら尽力していきたいと考えております。

今回の研究レポートは「令和元年度(第 27 回) 瀬戸内海研究フォーラム in 広島」においてポスター賞を受賞した 6 題の研究及び活動報告について紹介する。

地下水の水源利用が淀川流域の栄養塩輸送に及ぼす影響

大阪大学大学院工学研究科 1)助教, 2)博士前期課程大学院生, 3)教授
なかに ゆうすけ みやにし あんな にしだ しゅうぞう
中谷 祐介¹⁾, 宮西 杏奈²⁾, 西田 修三³⁾

1. はじめに

大阪湾の水質や生態系を適切に管理するためには、陸域から流入する栄養塩量を正しく把握し、適正に制御することが不可欠である。これまで、流域や海域の物質動態に関しては、COD や窒素、リンに注目した調査・研究が多く行われてきたが、一次生産者である珪藻類にとって必須元素であるケイ素はあまり注目されてこなかった。しかしながら、健全な物質循環系を構築するためには、窒素、リンだけでなくケイ素も含めた適正な栄養塩バランスを管理することが重要である。

淀川流域(図 1)のように都市化が進行した流域では、降雨・蒸発散・浸透・流出といった自然的な水循環だけでなく、取水・利用・水処理・排水といった人工的な水循環が複合した系によって水・物質動態が決定されている。人工水循環系に取り込まれたケイ素は浄水処理や下水処理によって除去されることなく系外へ排出されるため¹⁾、水域へのケイ素負荷量には浄水場での水源取水によるケイ素輸送が無視できない可能性が考えられる。特に、表流水に比べてケイ素濃度が高い地下水を取水する浄水場においては、多量のケイ素が地下から地表に輸送されていることが予想されるが、定量的には明らかにされていない。

本研究では、淀川流域で地下水を取水している浄水場を対象に、浅井戸・深井戸別の地下水の水質特性を明らかにするとともに、地下水取水による地表へのケイ素輸送量を算定し、流域スケールの物質輸送に及ぼす影響について解析を行った。なお、本レポートの詳細内容については既発表の原著論文²⁾を参照されたい。

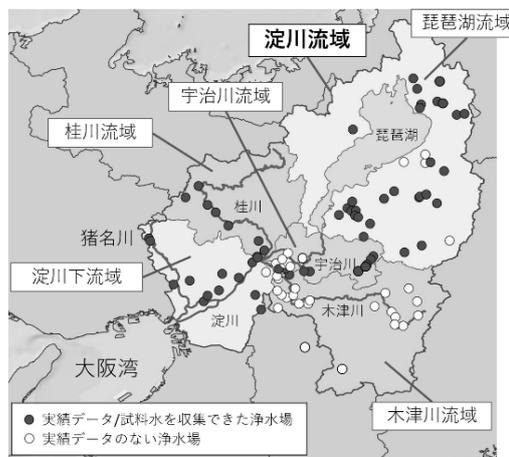


図 1 地下水を取水している浄水場

2. 研究内容

2.1 研究方法

淀川は大阪湾に注ぐ流域面積 8,240km² の一級河川であり、琵琶湖を水源とする宇治川他に、桂川、木津川などの上流支川を有している。本研究では淀川流域を 5 つの小流域(琵琶湖流域、宇治川流域、桂川流域、木津川流域、淀川下流域)に区分して扱った。地下水を取水している浄水場(図 1 参照)を対象に、原水と浄水を採取し水質分析を行うとともに、平成 29 年度の地下水取水量とストレーナー位置に関するデータを収集した。水質分析項目は、溶存無機態の窒素、リン、ケイ素(DIN, PO₄-P, SiO₂-Si)である。流域内に給水区域を有し、地下水を取水している浄水場は 99 ヶ所存在するが、今回はそのうち 42

ヶ所の浄水場からデータと試料水を収集した。地下水取水量の実績データが得られなかった浄水場については、水質検査計画などに記載されている浄水処理能力や配水量を代用した。

2. 2 地下水の水質分布

図2に示すように、DINについては一部の浄水場で浅井戸(不圧帯水層)、深井戸(被圧帯水層)ともに局所的に高い値を示したが、浅井戸と深井戸の水質濃度に大きな差異はなく、小流域間に顕著な違いはみられなかった。一方、 $PO_4\text{-P}$ と $SiO_2\text{-Si}$ については浅井戸よりも深井戸のほうが高濃度を示し、特に下流域の深井戸で高い傾向がみられた。地下水水質には地質構造や土地利用、滞留時間などが複合的に影響するが、長い年月をかけて被圧帯水層内を流下する間に、岩石の風化作用などにより $SiO_2\text{-Si}$ が地下水中に供給された可能性が考えられる。

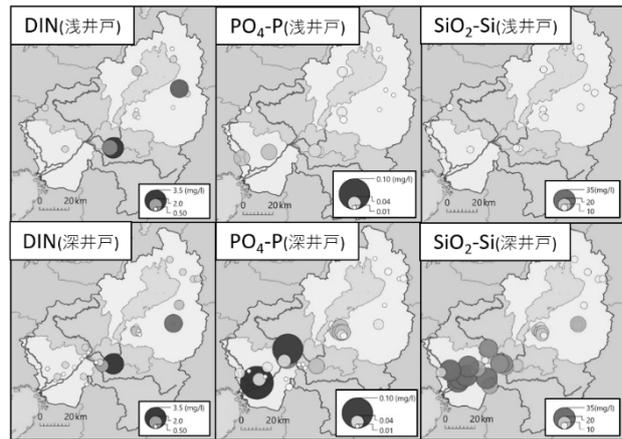


図2 地下水水質の空間分布

2. 3 地下水の水源取水が流域の物質輸送に及ぼす影響

上述したように、取水した地下水に含まれる $SiO_2\text{-Si}$ は、浄水・下水処理によって除去されることなく水域へ排出される。そこで、上流三支川の各小流域について、浄水場での地下水取水による地表への $SiO_2\text{-Si}$ 輸送量と、三川合流直前地点における平水時の河道断面輸送量を比較した。流量についても同様に、浄水場での地下水取水量と各支川下流端における年平均流量の比較を行った。その結果、表1

表1 浄水場での地下水取水による地表への輸送量と河道断面輸送量の比較 (左:流量, 右: $SiO_2\text{-Si}$ 輸送量)

| [流量] | (a)地下水取水量 | (b)河川流量 | (a)/(b) | [$SiO_2\text{-Si}$] | (a)地下水取水に伴 | (b)河道断面輸 | (a)/(b) |
|-----------|---------------|---------------|---------|-----------------------|----------------|--------------|---------|
| | (m^3/sec) | (m^3/sec) | | | う輸送量 (ton/day) | 送量 (ton/day) | |
| 琵琶湖・宇治川流域 | 1.8 | 171.83 | 1.1% | 琵琶湖・宇治川流域 | 2.1 | 14.4 | 15% |
| 木津川流域 | 0.86 | 47.28 | 1.8% | 木津川流域 | 1.7 | 13.7 | 12% |
| 桂川流域 | 0.66 | 40.02 | 1.6% | 桂川流域 | 0.88 | 8.70 | 10% |

に示すように、河川流量に対する地下水取水量の比率はどの流域においても2%以下と微小である一方、 $SiO_2\text{-Si}$ については河道断面輸送量の10~15%が浄水場での地下水取水に由来していた。この結果は、水道水源としての地下水利用が、流域スケールの物質輸送や陸域から海域へのケイ素負荷に対して無視できない影響を及ぼしていることを示唆している。

2015年に策定された水循環基本計画では「持続可能な地下水の保全と利用の推進」が明記されるなど、地下水の利用は今後促進されることが予想される。本研究結果を踏まえると、海域へのケイ素負荷量は今後増加すると見込まれるが、一方で大阪湾では窒素・リンの流入負荷削減方針が継続されることもあわせて考えると、将来的に陸域負荷の栄養塩バランスが変化することが予想される。今後、地下水利用に関する施策を実行する際には、沿岸海域における物質循環や生態系への影響も考慮して検討すべきと考える。

参考文献

- 1) 西田修三, 中谷祐介, 河内陽介:人工水循環系における窒素・リン・ケイ素の動態, 土木学会論文集 G(環境), 74(1), 35-47, 2018.
- 2) 中谷祐介, 宮西杏奈, 西田修三:淀川流域における地下水の水源取水による窒素・リン・ケイ素の輸送, 土木学会論文集 G(環境システム), 75(6), II_1-II_6, 2019.

海産ハーブを用いた海産無脊椎動物への忌避剤

(国研) 水産研究・教育機構 瀬戸内海区水産研究所

Christopher J. Bayne, おんづか としみつ いとう かつとし ほり まさかず 隠塚 俊満, 伊藤 克敏, 堀 正和

1. はじめに

農薬などの合成化学物質は私たち人類の営みに大きく貢献してきましたが、その一方で意図せずに自然界の生物や生態系に脅威を与えてきました。最近では、害虫駆除を目的としたネオニコチノイド系農薬が対象種以外の生物に作用し、生態系を攪乱することが報告されています。海域でもフジツボなどの付着生物を防ぐための船底塗料や防汚剤に化学合成物質が使われており、魚介類への残留なども懸念され続けてきました。そこで、この研究では自然環境で安全に使用できるように、天然の海産物、特に海藻に含まれる成分から海産無脊椎動物に対する忌避剤を開発することを目的としました。薬用成分を含む海藻を、陸上のハーブに見習って「海産ハーブ」と名付け、紅藻類・褐藻類に含まれる天然物質から製品を開発しました(PCT/JP2018/038204)。対象の海藻から薬効成分を抽出して、乾燥粉末として様々な用途に利用できるようにしています。例えば海水に溶解させて液体状の忌避剤としたり、凝固剤と混ぜ合わせて徐々に融解する固形状の忌避剤として使用できます。乾燥粉末として長期間保存しても忌避効果は殆ど損なわれず、濃度調節も簡単です。

2. 忌避剤の概要

この忌避剤のうち、本稿では甲殻類のみに作用する忌避剤について紹介します。主要な用途として、フジツボ類が漁具や船舶、あるいはパイプ内部等に付着するのを防ぐこと、ヨコエビ・ワレカラ等の小型甲殻類が養殖施設や養殖海藻・養殖カキなどに付着することを防ぐことを想定しています。忌避剤を低濃度で海中散布し、生物や構造物への付着を忌避させることが主目的ですが、高濃度で使用すると海藻等に付着したヨコエビなどを死亡させ、脱落させることもできます。この忌避剤をつくる原材料の紅藻は服用する漢方薬として利用されているので、人体への安全性も高く、海藻・魚介類に付着する甲殻類を除去することで、甲殻類アレルギーへのリスクを下げることもできると考えています。

3. 忌避剤の効能実験

私たちはフジツボ類およびヨコエビ類に対する忌避剤の効果を検証するために室内実験と野外実験を実施しました。室内実験では、まだ試験を実施していなかったフジツボ類の50%致死濃度を調べることを目的に、忌避剤の濃度勾配をつけた各試験管でフジツボ類の24時間後及び48時間後の死亡率を測定しました。また野外実験では、忌避剤濃度0%(対照区)、0.01%、0.03%、および1%の4つの濃度勾配に調整した円柱型の固形状忌避剤(直径5cm、容積200ml)を作成しました。これを自然海岸の潮間帯上部および下部へ複数設置し、その周り半径20cm以内に建材ブロックを配置しました。そして、ブロックへのフジツボ類・ヨコエビ類の加入を3か月間測定しました。

室内実験の結果では、フジツボ類の死亡率は忌避剤濃度と共に増加し、原材料海藻の乾燥重量に換算して7.5g/Lの濃度で24時間後に50%致死率に到達しました(図1)。

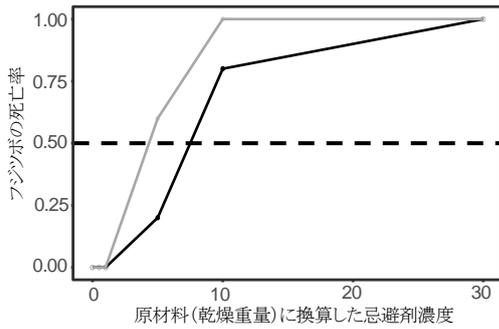


図1 忌避剤の濃度勾配に沿ったフジツボ類の致死率。24時間後の致死率(黒実線)、48時間後の致死率(グレー実線)、および50%致死率(黒点線)。

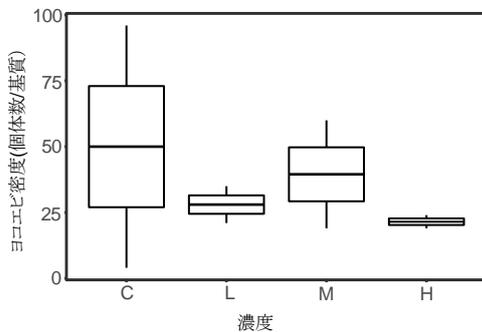


図2 実験終了時における建材ブロックあたりのヨコエビ加入量。対照区(C)、有効成分含有量0.01%プロット(L)、有効成分含有量0.3%プロット(M)、および有効成分含有量1%プロット(H)。

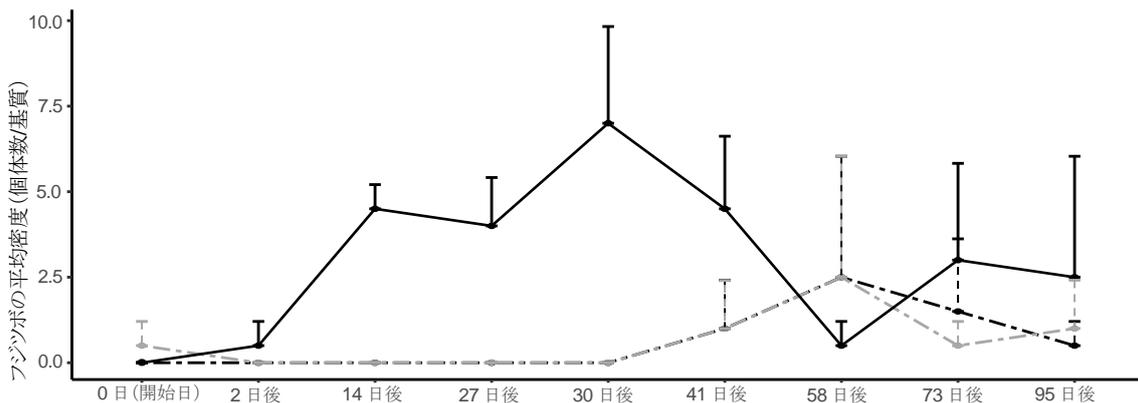


図3 異なる忌避剤濃度のプロットにおける建材ブロックあたりのフジツボ加入量の時系列変化(プロット平均値±SD)。有効成分含有量0%の対照区(黒実線)、有効成分含有量0.3%プロット(黒点線)、有効成分含有量1%プロット(グレー点線)。有効成分含有量0.01%プロットには全くフジツボが加入しなかったため、図から除外。

野外実験では、潮間帯上部に設置した建材ブロック一面にアオサ類が繁茂したので、3か月後にアオサ類ごとすべての生物をブロック表面から剥離し、含まれるヨコエビ類を計測しました。その結果、統計的には有意ではなかったものの、忌避剤濃度が高いプロットで対照区よりもヨコエビ類の密度が低く、またプロット間のばらつきも小さい結果が得られました(図2)。次に潮間帯下部のプロットでは、建材ブロックに海藻類が繁茂せず、フジツボ類・カキ類などの加入が確認できました。そこで2週間ごとに建材ブロックを写真撮影し、その画像から付着生物の個体数をカウントしました。その結果、実験開始直後から忌避剤のあるプロットではフジツボ類の加入密度が低く推移していました(図3)。カキ類やイガイ類など他の生物も多くみられましたが、甲殻類以外の付着生物はプロット間で明瞭な増減傾向は確認できませんでした。

このように、私たちが開発した忌避剤は一定範囲内のヨコエビ類やフジツボ類の加入を抑制する一方で、他の生物には効果がないことが確認されています。今後は、忌避剤濃度や溶出量の調整、さらには設置方法などを工夫して広範囲に効果を拡大できるように改良していく予定です。また、現在は液体状・固形状の2種類の忌避剤がありますが、塗布できる塗料や高濃度の錠剤など、用途に合わせた製品開発も実施していく予定です。

漁業者と取り組む貝殻人工魚礁を利用した マダコを増やす取組の紹介

貝殻利用研究会(海洋建設株式会社)
もりした つよし
森下 剛匠

1. 初めに

岡山県倉敷市下津井で漁獲される「下津井たこ」は名産品として有名であり、倉敷市におけるマダコを中心としたタコ類の漁獲量は 2016 年時点で 200 トンに達していた。同市の魚種別漁獲量のトップ1位に輝いており、岡山県全体のタコ類漁獲量の 54.6%を占めていた。しかし、倉敷市におけるマダコの漁獲量はここ数年減少傾向が続いており、特に 2018 年には西日本豪雨を始めとする相次ぐ台風に伴う豪雨による大量の土砂流入や高水温の影響か、漁獲不振が続いている。そのため、地域における水産業の持続、活性化のためには、マダコ資源の回復が喫緊の課題となっている。

マダコ資源を確保するにはマダコの産卵場やふ化後の稚ダコの生育環境の基盤整備が不可欠である。そこで、漁業者自らが設置できるマダコの産卵場と稚ダコ保育場としてより機能性かつ汎用性に優れたタコ魚礁を漁業者と共に開発し、マダコ資源を増大させる取り組みを実施したのでその事例を紹介する。

2. タコ魚礁

タコ魚礁は長さ約 50 cm、縦横約 30 cmのメッシュケースにカキ殻をランダムに詰めた貝殻基質とコンクリート製の土台を組み合わせた構造にタコツボ 2 個を取り付けている。

貝殻基質は天然素材であるカキ殻をランダムに詰めることで出来上がる小さな隙間がエビやカニなどのえき生物を培養し、タコツボはマダコの産卵保護育成を目的としている。また、魚礁の重量は約 70kg。成人男性 2 名以上で投入できる大きさとなっている。



タコ魚礁

3. 漁業者によるタコ魚礁製作と設置

3 名の漁業者によりケースへの貝殻の充填とタコツボの取り付け作業を行い、10 基のタコ魚礁を製作した。

完成したタコ魚礁は下津井漁港内の防波堤沿い 2 カ所にそれぞれ 5 基ずつの計 10 基を設置した(2018 年 8 月)。



タコ魚礁製作



タコ魚礁設置作業

4. タコ魚礁のモニタリング調査

設置から2か月後の10月に2海域の潜水目視調査と貝殻基質を引き上げての着生生物のソーティング調査を行った。

10基のタコ魚礁にマダコ4個体が確認され、内1個体は産卵し卵を守っている状況が見られた。なお、その他のタコツボでもマダコの利用した痕跡(石や貝殻が入っている状況)が認められ、生息が確認された数を含めたタコ魚礁の利用率は、30~40%に及んでいた。

引き揚げた貝殻基質の内部にはカサゴ、フトウデネジレカニダマシ等の小型動物が多く見られ、マダコのエサとなる生物が生息している状況を確認できた。

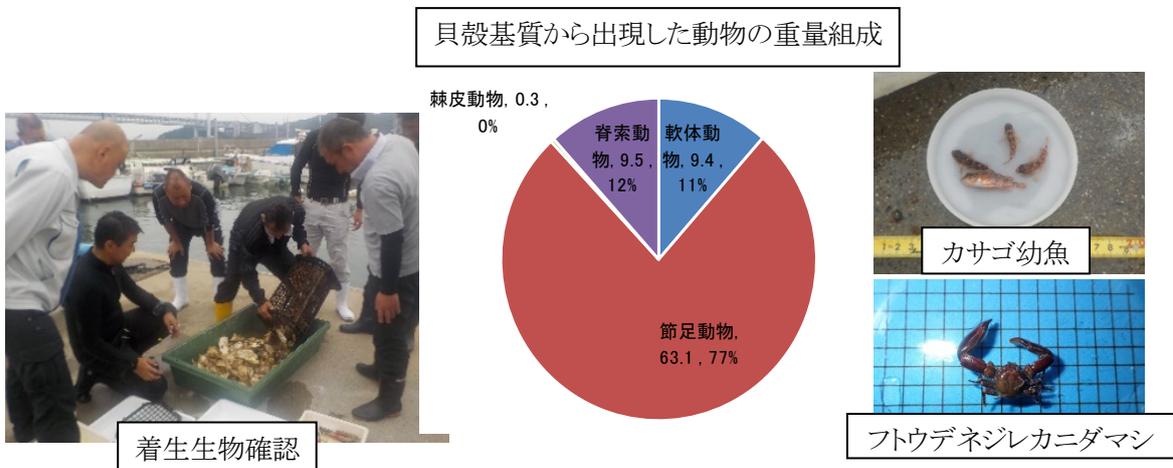
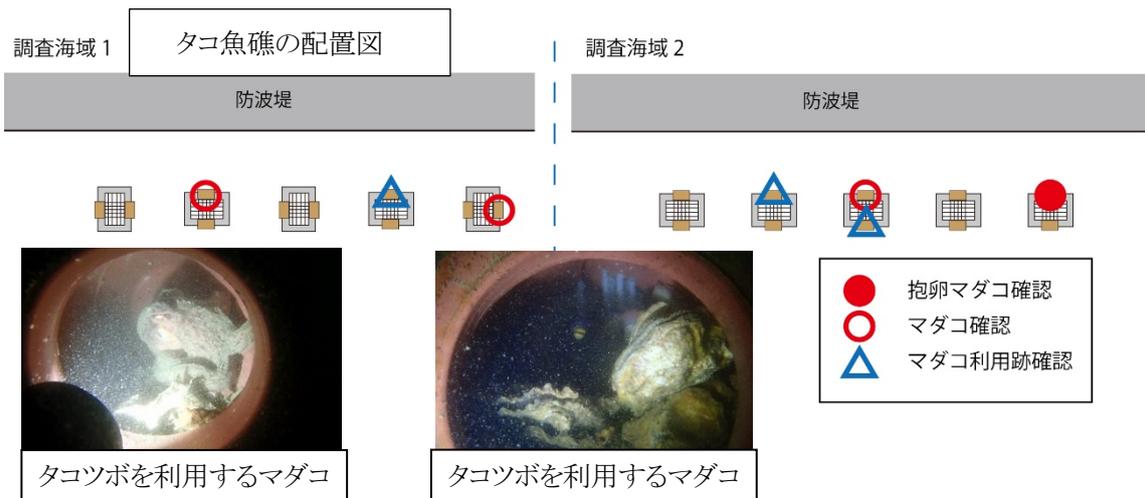
| | 基数 | タコツボ数 | マダコ | | |
|-------|----|-------|----------|-----|--------|
| | | | 確認数(産卵数) | 利用跡 | 利用率(%) |
| 調査海域1 | 5 | 10 | 2 | 1 | 30 |
| 調査海域2 | 5 | 10 | 2(1) | 2 | 40 |
| 全体 | 10 | 20 | 4(1) | 3 | 35 |

※利用跡:タコツボ内に石や貝殻が入られた物
 ※利用率:(確認数+利用跡)÷タコツボ数×100

5. まとめ

本取組では、長年タコ漁に携わった漁業者と共にタコ魚礁を製作し、効果的な設置場所を検討し実施した。設置後2ヵ月しか経過していないが、タコ魚礁の35%をマダコが利用しており、また抱卵個体も見つかるなど早期に効果が発現する結果が得られた。

漁業者が主体となって行われたタコ魚礁を使用した今回の取組は今後のマダコ資源の保護と増殖のみならず漁業者による資源管理の一つの実践事例となった。



出典 NPO 法人里海づくり研究会議, 倉敷市がんばる中小企業応援事業下津井タコ魚礁調査報告書, 2018.

半尾川再生まちづくり倶楽部の活動 ～忘れられた川の再生をめざして～

呉工業高等専門学校 講師 **小倉 亜紗美** (おぐら あさみ)
 広島大学大学院統合生命科学研究科 教授 **中坪 孝之** (なかつぼ たかゆき)

1. はじめに

広島県東広島市を流れる小河川“半尾川(はんのをがわ)”は、龍王山に源流を發し、酒蔵通りを横切り、二級河川黒瀬川に合流する河川延長(広島県管理区間)1.4 km、流域面積 3.4 km² のごく小さな川である(図1)。かつては東條郷と西條郷という 2 つの地区を分ける境として重要な意味を持っていたが、現在では、上流部を除きコンクリートで固められ「忘れられた川」になっている。しかし、2016年に行った流域住民に対するアンケート調査の結果、半尾川を川と認識していない住民もいる一方で、身近な自然として季節の移ろいを楽しんでいる住民もいることが明かになった。また、同時に行った水生生物調査の結果、魚類を含むさまざまな動物の生息が確認された(濱田ら 2018)。近年、この半尾川の価値をもう一度見直し、市民に楽しめる水辺に再生できないかという意見が地域住民の中から発されるようになってきた(中坪 2017)。そこで、半尾川に親しみ、地域の歴史や風土・文化を再認識する活動等を通じて、街なかを流れる河川環境の再生と創造及び西条市街地のにぎわい創出について市民の意識高揚を図り、次世代型の環境都市づくりに関する健全な提言を行うことを目的として2016年9月に「半尾川再生まちづくり倶楽部」が住民主導で設立された。そして、広島県アダプト制度に登録(2016年11月2日)し、半尾川をきれいにするため、募金活動や花の植栽、清掃活動・草刈り、マルシェやイベントでの半尾川の生き物展示などの活動を行っている(図2)。

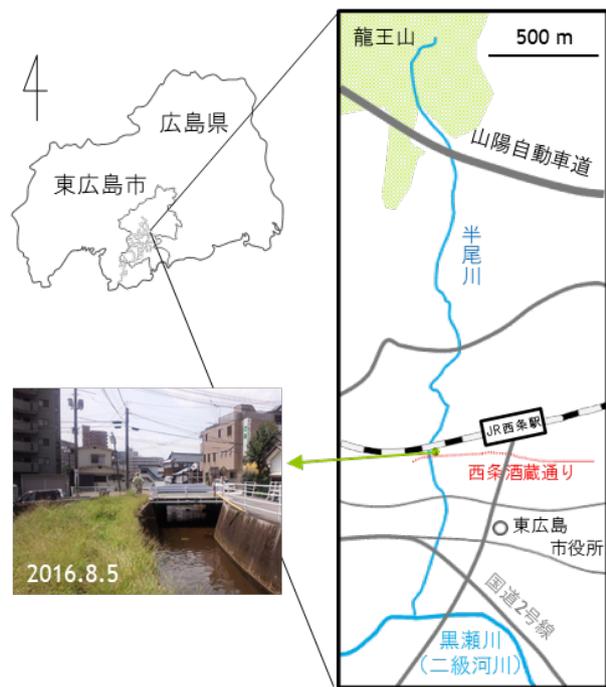


図1. 半尾川の地図と写真

これらの活動を続ける中で、大学生や半尾川沿いに暮らす住民などがゴミ拾いや清掃活動、植栽活動などに積極的に参加してくれるようになった。また、校区内を半尾川が流れる龍王小学校(2018年開校)では、半尾川とその源流である龍王山について総合学習の中で学んでいる。このように、活動に参加する人や半尾川に興味を持ってくれる人が増加してきた。しかしながら、大部分がコンクリートで固められた人工河川であり、過去に氾濫したこともあるため、安全性を考えると河道の大幅な改変をすることは難しく、ハード面での生物の生息環境の改善を行うことは難しいという課題を抱えている。今後、このような限られた条件の下で、河川環境をより良くしていく方法について、検討を行っていきたい。



図 2. 半尾川再生まちづくり倶楽部の(a)設立式、(b)西条酒まつりでの募金活動、(c) スイセンとヒガンバナの球根の植栽活動、(d)植栽したスイセン、(e) 広島大学環境サークル「エコ・ページ」と共同でサンタの格好でのゴミ拾い活動(サンタプロジェクト)、(f) 東広島マーケット「ひとむすびの場」など、イベントでの半尾川の生き物展示

参考文献

＜参考＞本報告の一部は下記にて報告済みである。

中坪孝之(2017)西条酒蔵通りと半尾川再生まちづくり. 水循環貯留と浸透、106、41-43.

濱田智恵・小倉亜紗美・中坪孝之(2018)コンクリート三面護岸化された小河川の環境改善に向けた課題—東広島市半尾川の環境と住民の認識—. 広島大学総合博物館研究報告、10、53-70.

Comparison of Microplastics Pollution in the Seto Inland Sea and Sea of Japan Surrounding Yamaguchi Prefecture Areas, Japan: Identification and Characterization, Distribution, and Abundance Comparison

山口県周辺の瀬戸内海と日本海におけるマイクロプラスチック汚染：
同定、特性評価、分布および存在量の比較

A. H. M. Enamul KABIR*, Masahiko SEKINE*, Tsuyoshi IMAI*, Koichi YAMAMOTO*

*Department of Civil and Environmental Engineering, Graduate School of Sciences and Technology for Innovation, Yamaguchi University, 2-16-1, Tokiwadai, Ube, Yamaguchi, 755-8611, Japan.

ABSTRACT

本研究は、瀬戸内海と日本海に囲まれた山口県沿岸のマイクロプラスチック(MPs)汚染を調査したものである。海浜砂中とその前面海水のMPsを抽出した。瀬戸内海と日本海では同レベルのMPsが含まれていた。砂中では、1mm未満の破片状のMPsが優占しており、海中には1-5mmのより大きな繊維状のMPsが優占していた。ATR-FTIR分析により、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリエチレンテレフタレート、ポリビニルアルコール、ポリスチレンが検出された。形状・サイズ・材質からみたMPsの特性から、両海域で生態毒性汚染や環境汚染の恐れがあることが示された。また、MPs汚染は日本起源だけでなく、他国からの影響も推察された。これらの結果は、両海域のMPs汚染が日本の海洋環境保護と持続可能性の観点から警鐘を鳴らしているものといえる。

1. INTRODUCTION

The microplastics (MPs) (i.e. the tiny plastic particles of 1 μm – 5 mm in size) has been identified as a worldwide emerging pollutant. The ubiquitous marine MPs pollution are posing challenges and threats to achieve environmental sustainability globally [1]. The MPs abundances and distribution across the marine environments are being reported for the Asian, Pacific, Atlantic, and Arctic seas. The East Asian seas have been said as hot spots of MPs [2]. However, less MPs pollution information have been established for the East Asian ‘Sea of Japan (SJ)’ and ‘Seto Inland Sea (SIS)’ marine areas in Japan. And ‘Yamaguchi Prefecture’, the most western part of main island, is surrounded by the both SIS and SJ. More interestingly, the SJ side of the prefecture is transitional to other country’s (South Korea and China) marine areas. However, no MPs pollution information are in this context. On the other hand, the ‘Ministry of Environment (MOE), Japan’ indicated that the ‘Yamaguchi Prefecture’ coasts had the largest amount of marine litter [3]. This emphasized the MPs pollution investigations in these prefectural marine environmental contexts. Hence, the main objective of this study was to investigate the MPs pollution through identification, characterization, distribution and abundance comparison in the SJ and SIS surrounded Yamaguchi Prefecture areas, Japan.

2. MATERIALS AND METHODS

The marine sea surface sediments (n=28) and water (n=18) samples were taken from the selected SIS and SJ surrounded areas of Yamaguchi Prefecture, Japan. Yamaguchi Bay (JY), Shiratsuchi Beach (JS) and Chofu Beach (JC) areas were from SIS and Doigahama Beach (JD) area was selected from SJ side of the prefecture (Fig. 1). NOAA laboratory methods 2015 and BASEMAN standardized protocols 2018 were followed for MPs analysis in this study.

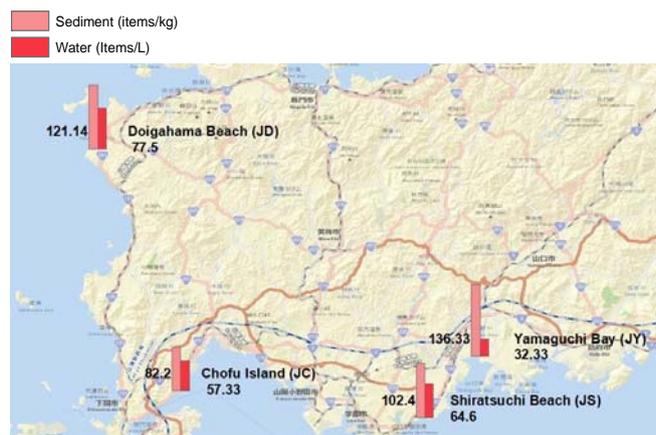


Fig. 1 Study Sites, MPs Abundance and Distribution in the SIS and SJ Surrounded Yamaguchi Prefecture of Japan.

3. RESULTS AND DISCUSSION

All the sampling sites were contaminated with MPs. The MPs abundance ranged from 6 to 502 n/kg with an average value of 112.57 ± 121.30 n/kg in sea surface sediments (SIS areas– 108.81 ± 120.24 n/kg and SJ area– 121.14 ± 132.98 n/kg) and 29 to 92 n/L with an average value of 57.46 ± 20.82 n/L in sea surface water samples (SIS side– 53.82 ± 20.26 n/L water and SJ side– 77.50 ± 12.02 n/L). For the sea surface water, the SJ area had higher MPs abundances than the SIS areas following- JD (77.50 ± 12.02 n/L) > JS (65 ± 18.27 n/L) > JC (57 ± 14.98 n/L) > JY (32 ± 12.67 n/L) of the SIS areas (Fig. 1). Overall, although the SJ side was found having comparatively higher MPs abundances than the SIS areas, however no statistically significant differences were found among the SJ than SIS indicating the similar MPs pollution level.

The observed MPs particle shapes indicated that the fragments (62.51%) were the predominant shape characteristic in the sediments and the fibers (70.28%) were for the water. The size results exhibited that the small MPs i.e. <1 mm occupied the major proportion (76.57%) in the sea surface sediments while large MPs i.e. 1 – 5 mm were predominant (60.71%) in the sea surface water. Overall, the small MPs were the predominant characteristics in this study. The ATR-FTIR analysis revealed five different polymers demonstrating that the polyethylene (PE) accounted for 34.69% as the predominant polymer in the sea surface sediments followed by polyvinyl alcohol (PVA) (31.52%) > polypropylene (PP) (25.03%) > polyethylene terephthalate (PET) (7.65%) > polystyrene (PS) (1.12%) while PET (59.71%) > PE (31.33%) > PP (8.97%) were found for water. From the environmental distribution point of view, PE, PVA, and PET were abundant in the SIS areas while PP and PET were predominant in the SJ areas.

Besides, in our preliminary field survey, several PET bottles of foreign land origin were found on the SJ beach. Moreover, the ‘Yamaguchi Prefecture Local Government Survey 2019 in the SJ Beach’ results suggested the abundance of plastics originated from Japan, Korea and China [4]. Also, Hence, we speculated that both plastics and MPs originated from these countries might enter SJ through long range transportations [3]. Thus, we speculated that SJ area might receive MPs from domestic japan and foreign lands while the SIS might be affected from the anthropogenic activities on Japan land.

4. CONCLUSIONS

The similar level of MPs pollution was observed in the SIS and SJ areas. The MPs characters (shape-size-polymer) indicated marine environmental threats with potential ecotoxicological and environmental pollution impacts for the SIS and SJ. The MPs pollution might occur both from the Japan as well as other land origins. Hence, further investigations are required in the context of MPs sources, transportation pathways and fates in order to know the Japan land MPs, develop the marine MPs pollution control, mitigation and management for these marine environments.

References:

1. Cole M, Lindeque P, Halsband C, Galloway TS: Microplastics as contaminants in the marine environment: a review. *Mar. Pollut. Bull.*, 62(12), 2588–2597, 2011.
2. Isobe A, Uchida K, Tokai T, Iwasaki S: East Asian seas: A hot spot of pelagic microplastics. *Mar. Pollut. Bull.*, 101(2), 618–623, 2015.
3. Ministry of Environment (MOE): Progress in Addressing Marine Litter in Japan. June 4th, 2018, Office of Marine Environment of Ministry of the Environment, 2018. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.111822/26454/Progress_ML_JPN.pdf?sequence=1&isAllowed=y [accessed on 22 December 2018].
4. The Yamaguchi Prefectural Government, Yamaguchi Prefecture: Japan-Korean Strait Coastal Waste Cleaning Programme, 2019. Waste and Recycling Measures Section. <https://www.pref.yamaguchi.lg.jp/cms/a15700/16kaigan/h31kaigancyousa.html> [accessed on 15th August 2019].

珪藻 *Skeletonema costatum* において リン制限は顕著な強光阻害を引き起こす

広島大学大学院 統合生命科学研究科
矢野 諒子, 小原 静夏

1. はじめに

海洋における食物連鎖の起点は植物プランクトンであり、その中でも多様な環境に高密度に出現する珪藻類が最も重要である。近年、瀬戸内海では、貧栄養化により植物プランクトン、特に珪藻類の出現量の低下や種構成の変化が顕著であり、このことが漁獲の低迷にも関連していると考えられている。また、貧栄養化のみならず、植物の増殖に大きく影響するもう一つの要因、「光環境」も近年大きく変化している。大気汚染防止法と東アジア諸国からの越境汚染の軽減により、瀬戸内海周辺の大気は清澄化し²⁾、実際に日射量が増加傾向にある²⁾。加えて、海水の透明度も上昇しているため、より強い光が海中深くに到達するようになっている。貧栄養状態と強光は、相乗的に働き植物にストレスを与えると考えられ、例えば、トウモロコシにおいて窒素欠乏が強光阻害を引き起こすことが報告されている³⁾。このことが植物プランクトンにも当てはまるのであれば、瀬戸内海において珪藻類にも同様のストレスが生じている可能性がある。本研究では、無機態栄養塩のうち、瀬戸内海で特に枯渇しているリン酸塩に着目し、珪藻 *Skeletonema costatum* におけるリン制限と強光阻害の関係について考察した。

2. 実験の材料と方法

Skeletonema costatum s.s. の培養株を用い、対象とする栄養塩種の枯渇のみを誘導できる連続培養を行った。リン酸塩 (NaH_2PO_4) 濃度を 10 分の 1 にした f/2 培地を、2 段階の希釈率 (0.14/day, 0.53/day) で連続的に注入した。なお、連続培養の原理から、培地の希釈率と細胞の日分裂速度は一致する。温度は 20°C、光量子束密度 $150 \mu\text{mol-photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ (12hL: 12hD) とした。定期的にパルス変調型蛍光光度計 (Water-PAM, Walz) を用いて、様々な光量を照射した時の光合成電子伝達速度 (相対値; rETR) を測定した。また、この電子伝達速度を左右する実効量子収率 (Φ_{PSII}) や、過剰なエネルギーを放散する非光化学消光 (NPQ) を見積もった。十分にリン制限状態におかれた細胞を 12 日目に回収してリン酸塩を再添加し、強光に当たった際の光合成系の反応を調べるとともに、5 日後の光合成系の回復を調べた。

3. 研究結果

連続培養下で日数を経るごとに、光合成電子伝達速度 (rETR) がリン制限状態の強い状況 (希釈率 0.14/day) で低下していった。特に、強光を照射すると、ほぼ電子伝達は見られなくなった (図 1)。12 日目には、比較的弱い光 ($158 \mu\text{mol-photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$) でも、実効量子収率 (Φ_{PSII}) の低下と、熱放散を示す NPQ の著しい上昇が見られた。すなわち、リン制限が長期間続くと、強光のみならず弱光下でも量子収率が低下し、全体の光合成活性が著しく低下することがわかった。このような状態の細胞にリン酸塩を再添加し、1 時間強光 ($800 \mu\text{mol-photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$) に曝すと、対照区と比べ Φ_{PSII} の低下と NPQ の上昇が軽

減された(図2)。さらに、リン酸塩を再添加した5日後には、強光下でも rETRと Φ_{PSII} が十分上昇し、このことを示すように NPQ の顕著な誘導は見られず、再び強光の利用が可能になったことが伺える(図3)。

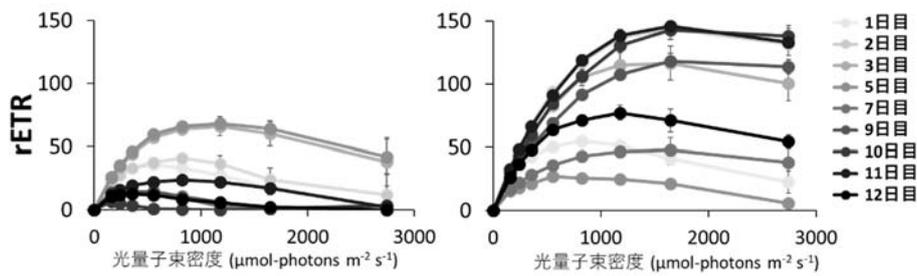


図1. 希釈率別の rETR(左:0.14/day, 右:0.53/day)

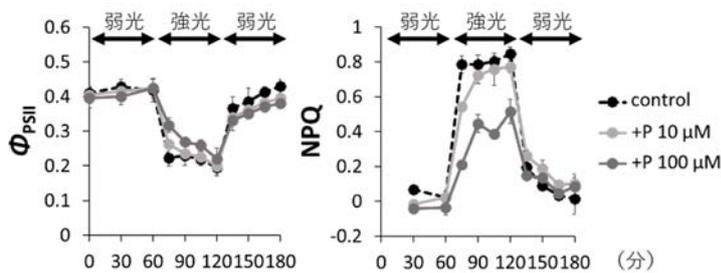


図2. 希釈率 0.14/day の細胞にリン酸塩を添加し、強光を1時間照射した際の Φ_{PSII} , NPQ の挙動

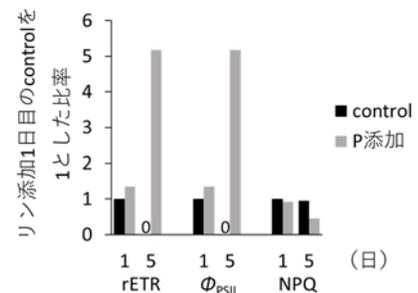
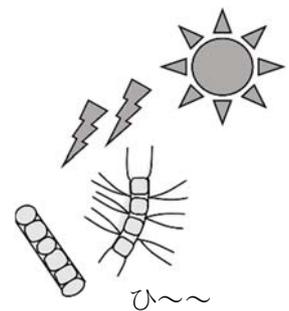


図3. リン酸塩添加後の rETR, Φ_{PSII} , NPQ の挙動 (825 $\mu\text{mol-photon m}^{-2} \text{s}^{-1}$ 照射時)

4. 考察

S. costatum は長期のリン制限によって、強光のみならず、通常十分に利用できる光量でも光合成系、特に光化学系IIが損傷を受けてしまう。そこで、光防御機構(熱放散)の誘導によって、光によるさらなる損傷を抑えようとし、このことがさらなる光合成の低下を引き起こす。ただし、リンの再供給があれば、素早く光合成系の回復を図ることが出来、強光でも十分に利用出来るようになると考えられる。この生理的メカニズムは、貧栄養と強光イベントが同時に進行する現在の瀬戸内海でも起こりうるものであり、*S. costatum*を始めとする基礎生産を担う珪藻類の出現減退につながるかもしれない。このように栄養欠乏と強光阻害を組み合わせる研究例は、少なくとも植物プランクトン分野においては無く、今後様々な植物プランクトン種及び栄養塩種において調べていくことが期待される。特に瀬戸内海では昨今、夏季の珪藻類の衰退と鞭毛藻類の優占が著しく、両者における違いを明らかにすることによって、この現状を解明する糸口になるかもしれないと実験を進めている。



文献

- 1) 鶴野伊津志, 王哲, 弓本桂也, 板橋秀一, 長田和雄, 入江仁士, 山本重一, 早崎将光, 菅田誠治 2017. PM2.5 越境問題は終焉に向かっているのか?. 大気環境学会誌, 52(6), 177-184.
- 2) 池鯉鮒悟 2012, 国内の日射量変化について, 太陽エネルギー, 38(5), 49-54
- 3) Congming Lu and Jianhua Zhang 2000. Photosynthetic CO₂ assimilation, chlorophyll fluorescence and photoinhibition as affected by nitrogen deficiency in maize plants. Plant Science 151(2) 135-143.

漁業者と共に水族資料を収集する

姫路市立水族館

係長 ますだ 増田 おさむ 修

1. はじめに

私の勤務する兵庫県姫路市立水族館では、身近な生涯学習型水族館という方針により地域の自然を紹介することで地域への関心と認識を高め、地域の自然を保全していくという観点から“里地・里海”をコンセプトに、海では瀬戸内海西部の播磨灘、陸域では兵庫県南西部の播磨地方を主とした展示を基本的に行っております。

生物や資料展示は水族館の主たる業務ですが、博物機能も有する当水族館としては、自然資料である地域の標本や写真等の収集も古くから行っている大切な業務の一つです。展示する水族の収集は、職員による直接採集や販売業者からの購入、他園館との交換や受贈、そして、地域の漁業関係者らからの寄贈や購入によるものです。川や潜水可能な海の浅場の種は、職員自ら調査、採集し、深場や沖合となると漁船に乗船して混獲物から採集することもあります。しかし、大型の種や当海域で稀な種などの入手は、日常的に操業している多くの漁業者の混獲物に混入している頻度が高く、当館のコレクションにおいては大きなウエイトを占めています。

2. 水族館での希少魚類の収集

高度経済成長期の強度な環境悪化の時代を乗り越え、格段に水質がよくなった播磨灘においては、これまでに300種をわずかに超える魚類を記録しています。生息魚類の主体は、底魚や沿岸性の魚を主とするおもに播磨灘やこの近辺で生活史を送る地付き魚が主体となります。加えて、初夏に繁殖のために来遊し、産卵、ふ化後に生育し、成長と共に外洋に出ていくマルアジやサワラ、アオリイカなどが姿を現し、この頃からブリの幼魚やイボダイの若魚、イトヒキアジなども来遊しはじめ、成長した後、外海に出ていきます。また、マンボウやシュモクザメ類、秋を中心に混獲されるチョウチョウウオ類やコンゴウフグ、ミノカサゴ、ハナオコゼなどの紀淡海峡や四国、和歌などの沿岸や近海や南方からの来遊魚が見られます。

播磨灘北部に位置する姫路市周辺には、漁業従事者が500名近い坊勢漁業協同組合をはじめとして、東の明石市から西の岡山県境の赤穂市にかけて漁港が点在しています。年間を通して操業する底曳き網、籠網、小型定置網、底刺し網、タコ壺、季節的なものではアナ



播磨灘産魚類のポスターの一部。

ゴ籠、流し刺網、巻網(巾着網)、船曳、そしてワリやカキ、マサバの海面養殖、イワシ類やボラの畜養といった漁業が営まれています。

各魚種の水揚げ量は一部を除いて決して多くはないのですが、セリにかけられる魚介類は1日に30~60種類と多く、多種少産型という特徴があります。もちろん混獲物も多いのですが、我々が最も興味ある水産対象種以外の多くは海上で海に帰され、目に触れることがほとんど無いのが現実です。誰が見ても珍種のなものや特に大きな水族は、漁業者から当館へ連絡、あるいは報道機関へ流され目にする事ができますが、我々が欲しい小型種や色形にさほど特徴的でない注目に値しない種となると、なかなか連絡もないのが現状でした。

そこで、漁業関係者に混獲物における稀産種の必要性を理解してもらうために、写真集や魚類相ポスター等を作って、どういったものが獲れていないか、あるいは水揚げ物から生物相の動向を推察し、混獲が予測される種類の写真を渡して獲れば連絡をもらうように心掛けてきました。また、姫路市内や周辺にある水揚げ場に直接出向き、出荷物に紛れ込んでいる稀産種の収集も心がけ、外海では珍しくもない魚ですが、マアジの中に紛れているメアジ、スズキの中からタイリクスズキやヒラスズキを、伝助と呼ばれるマアナゴの大型個体に紛れるダイナンアナゴやクロアナゴを得ることもできました。魚類ではありませんが、ヒイカと俗称される小型のツツイカ類には、ジンドウイカやヒメジンドウイカ、ペイカ、ケンサキイカの4種が、コウイカの新子にはヒメコウイカの若イカが混在しているなど、種類・季節構成なども判明してきました。

こうして入手した資料は、可能な限り写真を撮って解説を付けて提供者へフィードバックし、混獲種を改めて知ってもらう配慮もしています。さらに、水槽展示や標本資料として報道機関に情報提供することにより、提供者や漁獲した水族が報道されることも少なくなく、周りの漁業者にも注目されるようになってきました。

飼育できない資料は、ホルマリン液浸、剥製、骨格などにして保管し、一部は展示、公開しています。収蔵標本の一つ一つは、よほどでない限りさほど価値を持ちませんが、長年の収集活動により、収蔵資料に基づいた魚類相の解明はもちろん、いつごろから漁獲されなくなったとか、逆にいつ頃から定着し始めたかといった経年変化も知ることができ、漁況の動向にも関連づけられるのではないのでしょうか。



セリ場での水揚げ物。普段見ない種が混在していないか探すのは楽しい。



播磨灘で獲れた全長 2.7m のバショウカジキと作成した骨格標本

3. 播磨灘北部の魚類相の変化と近年の新顔

播磨灘北部は、初夏の頃までは紀淡海峡といった外海よりも水温は低いのですが、昨今の猛暑によって、真夏から初秋は温度勾配的にはほとんど変わらないか、むしろ紀淡海峡などの南部よりも高いといえます。また、近年は暖冬による冬期の1桁台の水温が短期になり、早期からの水温上昇や水質の大きな改善により、播磨灘南部の鳴門周辺や播磨灘の外側に位置する紀淡海峡沿岸に近くなりつつある感じです。

近年においては、ブリ(ツバス～ブリまでのフルサイズ)の増加やカンパチ、シマアジなどの外海魚の侵入が

頻繁にあり、外海の沿岸性種であるネンブツダイやオヤビッチャ、ハタタテダイ、キンメダイ、数年前から獲れ始めたヨコスジフェダイなどの北部の家島諸島周辺での目立った増加が見られます。

夏から秋は毎年新顔の魚が多く得られ、オオニベ、アケボノチョウチョウウオ、サザナミフグ、モヨウフグ、スギ、チャイロマルハタなどの南方系種の記録が増えています。特に2019年は、外海で確認されがちな大型のハモである4～10kgのスズハモが複数混獲され、明石海峡西部では2.7mのバショウカジキが混獲され水族館へ寄贈されました。スズハモは今も生体展示しており、普通のハモと同居させていることで、大きさの違いが随分と分かりやすく、来館者の驚きの声がよく響いています。バショウカジキは、独特の骨の構造を観察してもらうために骨格標本を作ったので、機会を見て展示する予定です。

播磨灘では、外海性や南方系種の来遊や混獲記録が多い中、過去には、深場や冷水域が生息地のシャチブリやエゾアイナメも獲れています。記録が極めて少ない冷水性魚において2019年5月には、水深数百メートルの中深海が棲息の場とされるサケガシラが小豆島から家島諸島の水深数十メートルの浅場で操業するサワラの“はなつぎ漁”で3個体もの生体が混獲されたことには驚きを隠せませんでした。彼らは、南側の鳴門海峡を通じて太平洋から播磨灘に侵入してきたものと推察され、外海深場の冷水塊も播磨灘に入り込んでいるのではないかと推測され、ひょっとしたらリュウグウノツカイも獲れる日が来るかもしれません。



これでもまだ小型の体重10kgのスズハモ。3～4kgの個体は、ごく希にハモに混ざっていることがある



まさか播磨灘で獲れるとは思わなかったサケガシラ

4. 最後に

漁業者から提供される混獲物資料は、我々、水族館スタッフのみでは手に入れられないものが多く、これらによって博物館機能を有する水族館の収蔵資料が充実し、播磨灘の魚類相の解明に大きく貢献してもらっています。閉鎖的な海域の播磨灘ですが、場所場所に環境特性があり多くの生き物を育てています。

今後も播磨灘の環境を住民、水産関係者ともに保全しつつ、より多くの生き物が育まれ、漁業が営まれることを願い、漁業者らと共に今後も引き続き播磨灘の魚類を初めとする生物相の解明に努めていきたいと思えます。

ひさぎめ

販女が支えた魚食文化

愛知大学地域政策学部

教授 印南 敏秀

瀬戸内の海産物流通

瀬戸内の海産物の流通や魚食文化の歴史は、わからないことが多い。さらに海産物を獲得する漁業への関心は高いが、流通や魚食文化への関心は薄かった。ただし儀礼用のタイなどは記録にも登場するが、日常の海産物は村々では行商(販女)が長く物々交換だったし、魚食文化は記録にも残らなかった。

例えば、古代から宮中や京都・奈良・大坂の社寺に儀礼用として運ばれていた海産物は、出土した木簡や法令集『延喜式』(927年完成)などからわかる。瀬戸内からは、摂津や讃岐のタイ、周防や讃岐のサバ、備中や安芸・周防のヒシコ(コイワシ・カタクチイワシ)、讃岐のタコ、豊後のイカなどが、海藻は讃岐のワカメ、播磨や伊予のナリソ、播磨のフリ・アオリ・オゴリなどが運ばれた。

近世になると漁業技術が発達し、海産物の流通が拡大した。瀬戸内沿岸に城下町や日本海海路などがひらかれ港町も発達する。城下町や港町などの町場では、もてなしや儀礼用に新鮮な海産物の需要が高まり、町場の近くに漁村が発達する。そうしたなかで、瀬戸内の流通の中心地は大坂となり、市場は生魚と塩干物にわかれ、高級魚は活魚運搬船で生きたまま大坂まで運ばれた。幕府からタイの要望があると、江戸まで生きたまま運んだ。大坂までの活魚運搬の範囲は、前の海である大坂湾から拡大して東瀬戸内海、幕末には瀬戸内海全体に広がっていた。

大正時代になると漁船の動力化が進み、漁網技術も発達し、漁船の大型化で沖合・遠洋漁業が盛んになる。冷凍技術が発達して遠隔地からの輸送も可能となった。戦後はさらに技術が発達して海外へと拡大していった。

村の海産物流通

村では漁民がとった海産物と農民の穀物類などの物々交換が続いていた。漁民は生活を維持するには農作物が必要で、男性がとった海産物を女性(販女)が農村をまわって交換した。船住まいの家船の村として有名な広島県三原市幸崎町能地でも、夜間に網でとった海産物を婦人が朝から農家をまわって交換した。物々交換は古くからの慣行で、販女の得意先は決まっていた。

やがて、販女の交易は物々交換から現金販売へと変わり、販路が拡大した。仕入れた海産物を売るようになり、海産物以外の小間物などへと商品も拡大した。

販女が行商した品物は、1962(昭和37)年から1964(昭和39)年に全国約1500ヶ所で文化庁が調査をおこない、「交易・運搬」として中村ひろ子氏が整理している。図1は、販女が売り歩いた品で、沿岸からは海産物(魚・海藻)を行商している。

流通が、より多くのものを、早く、遠くへと志向するなかで、輸送手段が自動車にかわり、女性から男性へと変化していった。なかで女性の行商が続いていたのは、流通の目からこぼれた不便なわずかな場所に限られていたという。

販女と頭上運搬

研究者から販女が注目されたのは原初的な物々交換法と、特殊な頭上運搬による運搬法があった。販女は海産物を浅い^{たらい} 盥に入れて、頭と盥の接点に輪を置いて安定させた。頭上運搬は女性特有の原初的な運搬法とされ、平安時代の『扇面古写経』に描かれ、『源氏物語』にも京で商いをする販女が登場する。中世の絵巻物に描かれた販女は、みな頭上運搬をしていた。

北見俊夫は、頭上運搬は神事でも見られ、捧げいただく敬虔な心意を表わす。次第に信仰心がうすれてくるとより効率的な肩おい運搬、背おい運搬にかわるが、販女はおそくまで遺風をとどめていたという。

そして魚を売るオタタさん(販女)が、神事において特別な役割をはたしていたという伝承も残っている。愛媛県伊予市松前の販女で、道後平野が^{かんがい}旱害になると、潔斎して海水を頭上に頂いて、川上の雨滝に注ぎ入れて雨乞い祈願をした。香川県高松市西浜(現瀬戸内町)のイタダキさんは、先祖が糸より姫という後醍醐天皇の皇女で、南北朝の戦乱をさけて西浜にきて糸を紡いでくらししていた。その後漁師と結婚して行商をはじめたが、役人が使う「魚御用」「魚御用」といって売り歩いたため売れなかった。糸より姫が庶民の言葉や服装などに合わせて売れるようになったという。



図1 販女が行商する物品(中村ひろ子「販女」)



写真1 手前：西浜イタダキさんの盥・秤・包丁、
後方：松前オタタさんの盥
(瀬戸内海歴史民俗資料館提供)

販女のよび名と役割

海産物を頭上運搬法の「カベル」「イタダク」「ササグ」が、販女のよび名となっていた。能地や広島県竹原市忠海・二窓、同尾道市内や生口島、愛媛県今治市大島はカベリ、島根県・山口県の西部海岸ではカネリ、カベリといった。徳島県海部郡美濃町阿部では頭上運搬をササグとよんでいた。

高松城下西浜のイタダキさんは、近世から一本釣りがさかんで、魚を入れたサカナハンボウを頭上に乗せて歩いた。城下町では一本釣りで釣った魚を売り、農村では小網漁でとった雑魚やエビを農作物と交換した。

道後平野の東部には、三津浜や松前から海産物の行商がきた。日常は松前のオタタが「魚おいりんか」といって得意先をまわった。ただし慶事などの儀礼のときは量が揃う三津浜から買った。

運搬方法に由来しないよび名は、松前のオタタの「タタ」は母のことだという。

煮物、塩焼き、湯引きで食べた。ワニは雑煮にも入れたので正月魚ともいった。ワニの刺身は、広島県の三次市や庄原市などの備北地域の郷土料理となった。ただし、山陰沿岸部の人々は、ワニは蒲鉾の原料だと思っている。

ただし古くからの日本海側から中国山地への行商は、正月や秋祭り、春のワカメ、雪で通れなくなる冬以外は塩漬けのサバを売った。焼サバ、締サバは日常、サバの腹にすし飯をつめたキズシ(鯖寿し)は祭りや婚礼の御馳走だった。鯖寿司を、自分の家で作る家もあったが、つくってくれという家が多かった。ただしサバを酢につけるのに時間がかかるため、家で作っておいて、持っていき切り売した。すしは少し時間をおいたほうがうまいので、浜から農家にとどくころは食べごろになっていた。昭和60年ころまで行商を自動車で行っていた老女は、ふつうの鯖寿司よりうまいので待っている家にとどけていた。

日本海からくる行商から魚を買う農家で、出刃包丁や刺身包丁を揃えている家は少なかった。農家の台所にはたいてい菜切り包丁だけで、魚はさばけなかった。サバを1本買ったときは、3枚におろしてくれといわれた。農家の人は切り方も知らないことが多く、販女は出刃包丁と刺身包丁、天秤秤が必需品だった。だから、結婚式や葬式のときには、料理人として頼まれることも多かった。販女も魚がたくさん売れるので、喜んではたらいた。

尾道市生口島でも、行商は頭にタオルをクルクルと巻き、その上にハンボウをのせて「買いなさらんか」と売りにきた。日常は、小魚、タコ、イリコなどだが、儀礼のときは魚がつきものだった。正月前になると魚を売りにきたので、焼いて吊ったザルに並べてすしなどに使った。

春の旧暦2月15日の^{ねはんえ}涅槃会には、うどんや刺身などと、雑魚ずしをつくって食べた。秋祭りも雑魚ずしが中心で、タイゴ(スズメ鯛)、メバル、コノシロ、ギザミ、アコウなどの白身魚を使った。タイゴは、10～20日ぐらい前から塩漬けして、塩抜きしたあと米麴を混ぜたご飯と交互に重ねて重しをすると2、3日で食べられた。

婚礼のときはタコの刺身、鯛の姿つくり、鯛の塩焼、鯛麵がつきもので、鯛麵は素麵とともに身を盛りわけて客にだした。ハレの儀礼食にすしや刺身がつきもので、販女にあらかじめ頼んでおいた。

ハラミズシは、コノシロやチヌなどを背割りして、三杯酢につけておく。オカラにも酢と砂糖で味付けして、魚の身につめた。販女は、祭り前になると三杯酢につけた魚を売り歩いた。

海産物の流通だけでなく、販女が果たした村の魚食文化における役割は大きかった。ことに時間のかかる鯖ずしなどの魚食文化において重要な役割をはたしていたように思えてならない。販女が消えそうな今、魚食文化の視点からの早急な調査が必要である。

参考文献

- ・中村ひろ子「販女」河岡武春編『講座日本の民俗5 生業』有精堂、1980。
- ・北見俊夫『市と行商の民俗』岩崎美術社、1970。
- ・『聞き書 香川の食事』農山漁村文化協会、1990。
- ・瀬川清子『販女』三国書房、1943。
- ・神崎宣武『峠をこえた魚』福音館書店、1985。
- ・瀬戸田町史 民俗編『瀬戸田町(現尾道市)』、1998。
- ・宮本常一『海に生きる人々』未来社、1964。
- ・神田三亀男『広島民俗の研究』広島地域文化研究所、1989。

兵庫県の日本さくら名所 100 選

関西学院大学総合政策学部 教授
 さやま ひろし
 佐山 浩

1. はじめに

今の世の中、花見といえば何と言ってもサクラである。令和元年は2019年5月1日から始まった。従って令和2年の今年こそが令和時代の本格的な花見の幕開けの年となる。そこで今回は「兵庫県の日本さくら名所 100 選」に選ばれた3か所を紹介する。その前に『47 都道府県花風景百科』執筆中に情報を得たものの同書籍で取り上げられなかった兵庫県のサクラにちなむ2つのエピソードから始めることとする。

1.1 エピソード1:ワシントンに贈られたサクラの台木は伊丹産

アメリカ合衆国の首都であるワシントンD.C.のポトマック川沿いのサクラは、尾崎行雄・東京市長(当時)から贈られた日米友好の証として有名である。これを巡って伊丹市観光物産協会のHPでは次のようなことが掲載されている。1910(明治43)年1月に約2,000本の苗が第1陣としてワシントンに到着したものの病害虫に汚染されていて全て焼却処分されたことから、東京市は直ちに病害虫に強い苗木の生産を農商務省に依頼する。サクラの台木の生産を兵庫県川辺郡稲野村東野(現伊丹市東野)に頼み、その台木を静岡県庵原郡興津町(現静岡市)の農商務省農事試験場園芸部に運び、東京・荒川堤の五色桜から採取した穂木を接ぎ木した。その苗木約3,000本が1912(明治45)年3月に第2陣としてワシントンに無事に到着したという(筆者注:一緒に太平洋を渡った残り半分のサクラもニューヨークに無事到着した)。現在、ソメイヨシノなど約3,800本が植栽されている状況にある。寄贈から90年経過後には、ワシントンのサクラの子孫樹1本が伊丹市に寄贈されて2003(平成15)年4月に瑞ヶ池公園に植えられた。さらに2012(平成24)年5月には「日米友好の桜100周年」を記念して新たにワシントンのサクラの子孫樹1本が伊丹市に寄贈され、市立図書館ことば蔵(伊丹市宮ノ前)の庭に植樹された。いずれも現存している。

1.2 エピソード2:桜研究者・笹部新太郎と兵庫県の関わり

ヤマザクラとソメイヨシノの交雑種との説もあるササバザクラに名を残し、水上勉の小説『櫻守』のモデルとなっているのが桜研究者の笹部新太郎である。

亦楽山荘は、兄から土地を譲り受けてサクラの品種保存などのために利用していた演習林(JR 福知山線武田尾駅近郊)の名前である。中国の詩人・蘇東坡の漢詩の一節に由来するという。かつて、全国から集められたヤマザクラやサトザクラが30種、5,000本以上も植えられていたと伝わる。新太郎没後、長らく放置されていたものの、遺族からの寄付と宝塚市の購入によって市有林となり、1999(平成11)年4月に里山公園として開所した。現在では「桜の園」としても知られ、同年に設立されたボランティアグループ「櫻守の会」などによって手入れされている。また、新太郎が晩年を過ごした神戸市岡本の邸宅跡は神戸市の公園(桜守公園(岡本南公園))となっており、園内にはササバザクラのほか、エドヒガン、オカモトザクラなど10種約30本の桜が植えられている。一方、新太郎が研究の傍ら収集に努めた美術工芸品から接木用の道具に至る約5,000点の様々な資料は「笹部さくらコレクション」として西宮市から(公財)白鹿記念酒造博物館が寄託を受けている。同館ではコレクションの保管管理や調査を行い、また「笹部さくら資料室」での常設展示や春季特別展の開催などを通じて一般公開を進めている。

2. 兵庫県の日本さくら名所 100 選

それでは「姫路城」、「明石公園」、「夙川公園・夙川河川敷緑地」の順に紹介していこう。

2. 1 姫路城

大天守の保存修理事業が 2014(平成 26)年度に完了して、白く輝く城が蘇った。姫路城はシラサギが羽を広げたような姿から「白鷺城」の愛称で親しまれている。

内堀内には約 1,000 本のソメイヨシノが植えられ、これに西の丸庭園のヤマザクラやシダレザクラ、三の丸回廊(三の丸広場～千姫ぼたん園)のヤエザクラやシダレザクラが加わり、壮観である。

また池泉回遊式日本庭園である姫路城西御殿屋敷庭園「好古園」では日暮れとともにライトアップされ、昼間とは趣向の異なった幻想的な景色が楽しめる。好古園は姫路市市制百周年を記念して造営されたものであり、1992(平成 4)年に開園した。好古園の愛称は、この庭園の入口付近に移設された藩校「好古堂」の名に因んでいる。サクラは姫路城を取り囲むように様々な趣向を凝らして内堀内外に植えられている。内堀から「お城やしき回廊」、「侍やしき回廊」、「城下町の回廊」へと幾重ものサクラの花が姫路城を取り囲む様子は正に「さくらの大回廊」である。



2. 2 明石公園

明石公園は明石城跡を核とし、約 55ha の敷地面積を有する県立の都市公園(広域公園)である。明石城は小笠原忠真(忠政)により築城された。本丸に残る 坤 櫓(西側)と巽 櫓(東側)は重要文化財(国指定)に指定されている。城下町の町割の設計は彼の宮本武蔵であるという。時季になると約 1,000 本のソメイヨシノが咲き誇る。築城の際、外堀の機能を担っていたとされる剛ノ池沿いのサクラが満開の様子は特に見事である。ボートに乗って池上からサクラの景色を楽しめるのもいい。



公園は、1881(明治 14)年、当時の明石郡内の各町村有志が明石城址の一部を郡公園にしたいと官有地の貸下げを願い出て、1883(明治 16)年に公園開設が許可されることが発端である。その後、宮内省から、御用邸建設地に採用するとの報により、御料地に編入される(1912(明治 45)年の明治天皇崩御により実現しなかった。)などの経過をたどり、1918(大正 7)年に兵庫県立明石公園として開設された。明石球場では全国高等学校軟式野球選手権大会が毎年開催されている。全国高等学校野球選手権大会が開催されている阪神甲子園球場(兵庫県西宮市)とともに高校野球の「聖地」である。園内の「球児の森」では、軟式野球で優勝した高校の地元・都道府県の木が植えられている。

2.3 夙川公園・夙川河川敷緑地

西宮市のシンボルとされる^{かぶとやま}甲山を北に望む夙川公園(夙川河川敷緑地)は兵庫県の東部を流れる夙川の両岸に整備された面積約 18ha の都市公園である。川沿い2.8kmにはソメイヨシノを中心にヤマザクラ、オオシマザクラ、カンザンなど約 1,660 本が植えられており、川面に映える。1949(昭和 24)年に当時の^{たつまういちろう}辰馬卯一郎市長の提唱でサクラ1,000 本が大々的に植えられた。保全された松林とサクラが一体となって河畔を彩る特徴的な風景となっている。加えて、西宮市オリジナルのサクラ2種類(「ニシノミヤゴンゲンダイラザクラ(西宮権現平桜)」、「シュクガワマイザクラ(夙川舞桜)」)も見ることができる。とりわけニシノミヤゴンゲンダイラザクラは、先に紹介した笹部新太郎が称賛したと伝わる「ゴンゲンダイラザクラ」に由来するものである。夙川公園は 1932(昭和 7)年に都市計画道路事業(街路事業)として工事が始められ、1937(昭和 12)年に竣工した。この時、財源の約 3 分の 1 は沿道の市民(受益者)の負担金と寄付金でまかなわれたといわれる。戦後、1951(昭和 26)年に戦災復興事業の一環として「夙川公園」が都市計画決定される。1970(昭和 45)年には夙川上流緑道の整備が進められ、1971(昭和 46)年には国道 2 号線以南の自動車通行が禁止され、「夙川オアシスロード」として一般開放された。2007(平成 19)年には、夙川沿いに JR の新駅が誕生し、サクラの名所に相応しく「さくら夙川」と名付けられた。



3 日本さくら名所 100 選

順番が逆になってしまった。日本さくら名所 100 選とは、1964(昭和 39)年に設立された日本さくらの会の 25 周年記念事業として、建設省(当時)のほか 3 省庁、全国知事会などの後援により、「さくらの名所としての知名度が高い」など 9 つの選定基準をもとにして選ばれた 100 か所である。

さて、「令和」という新しい時代、皆さんはどこでお花見を楽しみますか？

【引用・参考文献等】

- 1) 西田正憲・佐山浩・水谷知生他『47 都道府県・花風景百科』丸善出版、2019
- 2) 伊丹市観光物産協会 HP(<http://itami-kankou.com/sakura>)
- 3) 勝木俊雄『桜の科学 日本の「サクラ」は 10 種だけ？ 新しい事実、知られざる由来とは』SB クリエイティブ、2018
- 4) 石田三雄『近代日本の創造史*別冊「ポトマックの桜」』NPO 法人 近代日本の創造史懇話会、2011
- 5) 櫻守の会「亦楽山荘」HP(http://hyogo-green.net/asahi_04.html) 及びパンフレット
- 6) (公財)神戸市公園緑化緑化協会 HP(<https://www.kobe-park.or.jp/ryokuka/#>)
- 7) 黒田義隆『明石市史 上巻』明石市、1960(1972 復刊)
- 8) 黒田義隆編『明石市史 下巻』明石市、1970
- 9) 西宮市 HP(<https://www.nishi.or.jp/index.html>)
- 10) 日本さくらの会編『日本桜名所百選』講談社、1992

なお、「笹部さくらコレクション」に関しては、白鹿記念酒造博物館の方から詳しく教えていただきました。この場をお借りして深く感謝申し上げます。

瀬戸内海各地のうごき

■福岡県で実施

水辺の教室

福岡県京築保健福祉環境事務所

管内の小学生を対象に、水環境についての学習と現地体験を行いました。

水環境についての学習では、家庭からの生活排水が川や海を汚染していることを学び、水を汚さないために日々の生活の中でどのようなことに気を付ければ良いかを全員で考えました。

現地体験では、学校の近くを流れる川に生息する水生生物を調査し、水の汚れの程度を調べました。子どもたちは川にたくさんの生きものが生息していることに驚き、あらためて自然を守る取組みや水を汚さないための取組みの大切さを学んだ様子でした。

開催日及び開催場所(対象者)

- ・令和元年5月31日
みやこ町立柳瀬小学校(3、4年生) (講話、現地体験)今川
- ・令和元年6月3日
行橋市立今元小学校(4年生) (講話)
- ・令和元年6月11日
行橋市立今川小学校(4年生) (講話)
- ・令和元年6月17日
みやこ町立萩郷小学校(4年生) (講話、現地体験)祓川
- ・令和元年9月13日
行橋市立今元小学校(4年生) (現地体験)祓川
- ・令和元年9月20日
苅田町立片島小学校(4年生) (講話、現地体験)浄土院川
- ・令和元年9月26日
上毛町立友枝小学校(4年生) (講話、現地体験)友枝川
- ・令和元年9月27日
苅田町立馬場小学校(3年生) (講話、現地体験)殿川



■姫路市で実施

ひめじ環境フェスティバル2019

姫路市 環境政策室

姫路市、播磨圏域連携中枢都市圏の市町、企業、各種団体などの環境に関する取組みを紹介し、地球環境の保全やゴミの減量化・リサイクルについて、市民の方々に楽しみながら考える場を持っていただくことで、環境問題への理解と関心を高めていただくことを目的に、令和元年9月28日(土)に大手前公園で開催しました。

「第十八回全日本エコ川柳大賞」や「環境ポスターコンクール」の受賞作品、電気自動車の展示、風船を使ったクールチョイス啓発イベント、エコバッグとペットボトル風車作りなどの工作体験、ステージイベントや企業・市民団体等によるブース出展などを行い、約11,500人の来場者で賑わいました。

協会だより

(2019. 11. 1～2020. 3. 31)

| 会議名 | 開催日 | 場所 |
|--|---------------------|---|
| 賛助会員現地研修会 (詳細は 84 頁に掲載) | 令和元年 11 月 6 日 (水) | 株式会社日本海水 赤穂工場、住友大阪 セメント株式会社 赤穂工場 |
| 令和元年度 瀬戸内海における豊かな海の 確保に向けた方策検討業務に係る有識者検 討会 (第 2 回) | 令和元年 12 月 6 日 (金) | CIVI 研修センター 新大阪東 |
| 賛助会員研修会 (座学) (詳細は 86 頁に掲載) | 令和元年 12 月 10 日 (火) | 三宮研修センター |
| 令和元年度 瀬戸内海における豊かな海の 確保に向けた方策検討業務に係る有識者検 討会 (第 3 回) | 令和 2 年 2 月 19 日 (水) | 田中田村町ビル |
| 令和 2 年度瀬戸内海環境保全推進ポスター 選考委員会 | 令和 2 年 2 月 20 日 (木) | 国際健康開発セン ター |
| 第 13 回企画委員会 | 令和 2 年 2 月 25 日 (火) | 神戸国際会館セミ ナーハウス |
| 第 2 回編集委員会※ | 令和 2 年 3 月 5 日 (木) | 神戸市勤労会館 |
| 参事・事務局長並びに担当課長会議※ | 令和 2 年 3 月 19 日 (木) | ラッセホール |
| 第 15 回理事会※ | 令和 2 年 3 月 26 日 (木) | 三宮研修センター |

※ 新型コロナウイルス感染症対策に鑑み開催は中止。



賛助会員現地研修会



瀬戸内海の環境保全・創造に係る
研究ワークショップ
「海洋プラスチックごみ問題の現状と研究の最前線」

瀬戸内海研究会議だより

(2019. 11. 1～2020. 3. 31)

| 会議名 | 開催日 | 場所 |
|--|--------------------|----------|
| 瀬戸内海の環境保全・創造に係る 研究ワークショップ (詳細は 86 頁に掲載) | 令和元年 12 月 10 日 (火) | 三宮研修センター |

令和元年度瀬戸内海環境保全トレーニングプログラム研修

公益社団法人瀬戸内海環境保全協会

1 目的

瀬戸内海の環境保全に係る事務を担当する府県・政令指定都市・中核市の自治体や環境保全の実践活動を行っている環境衛生団体や漁業団体ならびに民間企業の会員より、新たに瀬戸内海の環境保全業務に従事する方々を対象として、瀬戸内海を豊かで美しい海にするため、瀬戸内法や環境技術等、専門的知識等を習得することを目的として実施しました。

2 期間および会場

- (1) 研修期間 令和元年 9月18日(水)～9月20日(金)
- (2) 研修場所 1,3日目: 香川県高松市 高松センタービル
2日目: 直島町役場 大会議室
- (3) 視察場所 2日目: 直島町



集合写真 アート作品「赤かぼちゃ」前(直島)
(家プロジェクト、瀬戸内国際芸術祭(直島宮浦港周辺))

3 参加人数

28名(12府県 15市1団体)

4 講義

- ◆「瀬戸内海の海洋環境総論」 講師: 広島大学名誉教授 松田 治 氏
- ◆「瀬戸内海の環境保全の動向」
講師: 環境省水・大気環境局水環境課閉鎖性海域対策室 審査係長 佐藤 文哉 氏
- ◆「瀬戸内海の栄養塩異変の現状理解～栄養塩管理とその将来に向けて～」
講師: 香川大学教授 多田 邦尚 氏
- ◆「直島町の地域活性化の取り組み」 講師: 直島町長 小林 眞一 氏
- ◆「かがわの里海づくり」 講師: 香川県環境管理課里海グループ 課長補佐 中西 正光 氏
- ◆「瀬戸内海の家ごみの現況と対応について」 講師: 鹿児島大学特任教授 藤枝 繁 氏

5 班別討議・全体討議

テーマ1「藻場・干潟の保全・再生・創造」、テーマ2「漂流・漂着・海底ごみ対策等の推進」、テーマ3「地域の自然や文化等を活かしたエコツーリズムの推進」の3つのテーマ毎に班別討議を行いました。



班別討議



全体討議

参加者からの感想

◆ 徳島県立保健製薬環境センター 浅川愛 氏

水質分析に携わるようになって半年足らず。瀬戸内海についての知識の乏しさを感じていたところにこの研修の案内をいただき、瀬戸内海についての基本的な知識を習得できればという思いで参加しました。

知識がない上に、分析機関からの参加者は私だけ、という状況で、研修についていけるか最初は不安でした。けれども、講義は初心者でも理解しやすいような内容・構成となっていたことや、現地視察で参加者同士の親交が深められたこともあり(宿泊所はまさかの大部屋！)、最終日の班別討議では活発な意見交換ができたと感じるまでになりました。当初の目標以上に、有意義かつ楽しい3日間だったと思います。今回の研修で得られた知識や経験を、瀬戸内海の環境保全に生かすことができるよう、今後も精進したいと思います。

最後になりましたが、研修を親身にサポートしてくださいました講師ならびに瀬戸内海環境保全協会の皆様に深くお礼申し上げます。

◆ 北九州市環境局環境監視部 岡本裕子 氏

平成 31 年4月より、私は水質汚濁防止法等に係る業務を担当するようになったが、日々の業務を進める中で自分の知識不足を感じる事が多々あった。今回のトレーニングプログラムへの参加は、瀬戸内海の現状や課題について知ることができる貴重な機会となった。

プログラムの内容は、瀬戸内海に関する各講義や直島町の視察など幅広く、その全てが興味深く有意義なものであった。特に最終日の午後に行われた班別討議は印象に残るものであった。私の班のテーマは「藻場・干潟の保全・再生・創造」であったが、自治体だけではなく、いかに事業者も巻き込んで対策を推進するか、その方法について重点的に意見を出し合った。その中で、他自治体の取り組みも知ることができた。

瀬戸内海の環境保全の推進には、他自治体との相互協力も必要である。今回のプログラム参加で得た様々な知識や繋がりを生かし、必要な連携を取りながら、今後も環境行政に携わりたい。

◆ 株式会社日立製作所 笠戸事業所 廣戸則文 氏

瀬戸内海に関する知見向上を目的として申込みさせていただいたのですが、参加者一覧を見て唯一の団体(民間企業)であることにまず驚きました。しかしながら行政の方々との貴重な意見交換ができる機会と捉え、結果的には非常に有意義な3日間を過ごすことができ、この場をお借りして、講師・参加者の方々、事務局の皆様に感謝申し上げます。

印象に残っているのは班別討議・全体討議で、テーマ2「漂流・漂着・海底ごみ対策等の推進」について様々な意見交換を行い、行政側の裏話的なことも聞かせていただきました。テーマ1「藻場・干潟の保全・再生・創造」の発表では企業に求めることの内容がありましたので、一担当としての意見を述べさせてもらうなど「参加した感」満載でした。

今後は講義の中で課題として取り上げられていた「産・官・学」一体推進に微力ながら貢献し、瀬戸内海＝「豊かな海」をめざして取り組んで参ります。引き続き、よろしくお願い致します。

令和元年度賛助会員研修会(現地研修会)

公益社団法人瀬戸内海環境保全協会

1 開催趣旨

令和元年度の賛助会員研修会(現地研修会)は、「資源リサイクルの取り組み」をテーマに、兵庫県赤穂市内の「株式会社日本海水赤穂工場」及び「住友大阪セメント株式会社 赤穂工場」を訪問致しました。それぞれの企業が実践されている資源リサイクルを主体とした事業と環境保全の実際を見学・研修させていただきました。



株式会社日本海水 赤穂工場

2 期間および会場

日程 令和元年 11月6日(水)
参加人数 31名(企業等:22名、自治体:9名)
講義・見学テーマ 「資源リサイクルの取り組み」

◆「株式会社日本海水 赤穂工場」

内容:未利用材、樹皮等のバイオマス発電について等

◆「住友大阪セメント株式会社 赤穂工場」

内容:セメント製造におけるリサイクル技術について等



住友大阪セメント株式会社 赤穂工場

環境調査事業

地方公共団体や民間事業者からの依頼により、各種計画策定や現地調査、予測など、中立公正の立場でのコンサルティング業務を行っています。

■環境アセスメント

各種開発整備事業について一連のアセスメント調査・手続を支援します。また、自主的に実施するアセスメント調査についても事業内容や周辺地域の特性に応じたご提案をしています。

■廃棄物の処理支援

循環型社会を実現するため、市町が推進するごみ減量化施策を支援するほか、廃棄物処理施設の建設事業について、生活環境影響調査など計画段階からコンサルティング業務を行っています。

■自然環境の保全・再生

生物多様性を保全し、自然共生社会の実現に貢献するための自然環境調査、GIS等を用いた自然環境情報の整理・解析・評価、保全計画等の策定など、各種の提案・支援を行っています。

また、新規事業として、環境DNA分析に着手し、自然環境の保全への活用を図っています。

■再生可能エネルギーの導入・普及支援

低炭素社会の実現をめざし、小水力や風力、バイオマスなどの再生可能エネルギーの導入や、地域特性を踏まえたエネルギーの地産地消を進める技術提案にも取り組んでいます。

■環境学習支援

地域や企業、行政が実施する環境学習について、企画や運営の支援、適切な人材の派遣を行っています。また、環境学習に活用できる写真やイラストを多用した普及啓発冊子やパンフレットを作成しています。

測定分析事業

計量法に基づく環境計量証明事業の登録機関として、経験豊富なスタッフが、最新の技術を実践しながら、あらゆるニーズに対応できる迅速正確な調査・測定分析を実施しています。

私たちの身の回りを取り巻く大気環境、河川や海域をはじめとする水環境を良好に保つため、各種法令に基づき、規制の対象となる有害物質等の測定・分析を行っています。

■大気環境

- ・ばい煙発生施設に係る測定分析
- ・微小粒子状物質(PM2.5)の測定分析
- ・アスベストの含有調査(空中濃度、建材等)
- ・騒音、振動、悪臭の測定分析
- ・一般環境大気質、作業環境・室内環境測定分析

■水環境

- ・河川、湖沼、海域、地下水の調査
- ・水道水質の測定分析(水道法に基づく水質検査機関)
- ・事業所排水等の測定分析

■土壌環境

土壌汚染対策法に基づく指定調査機関として、同法に基づく調査(地歴調査、土壌調査等)を行うとともに、汚染土壌の除去方法や浄化対策の検討も含め、総合的にコンサルティングしています。



令和元年度 瀬戸内海の環境保全・創造に係る研究ワークショップ 公益社団法人瀬戸内海環境保全協会 賛助会員研修会(座学) 「海洋プラスチックごみ問題の現状と研究の最前線」

特定非営利活動法人 瀬戸内海研究会議

瀬戸内海研究会議は、自然科学はもとより社会科学、人文科学等を含めた学際的で、学・産・官・民の研究者の集まりである。今回は、「海洋プラスチックごみ問題の現状と研究の最前線」をテーマにワークショップを開催した。

1. 開催概要

日 時: 令和元年 12 月 10 日(火) 13:30～17:00

場 所: 三宮研修センター7階705号室
(神戸市中央区)

出席者: 135 名

主 催: 特定非営利活動法人瀬戸内海研究会議
公益社団法人瀬戸内海環境保全協会

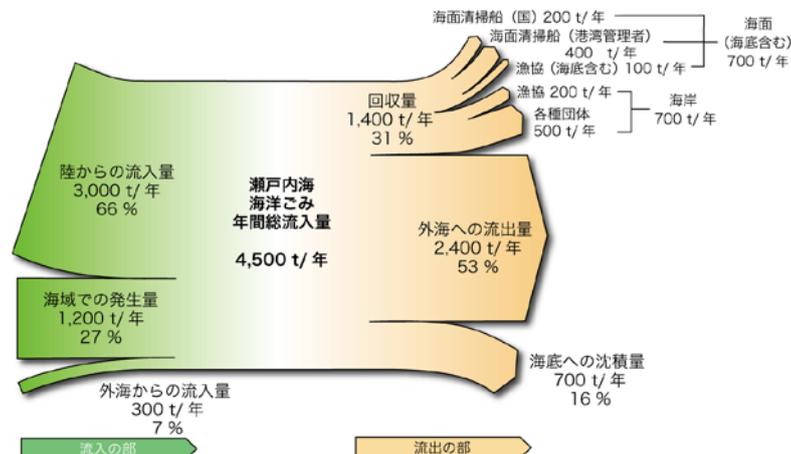
後 援: 瀬戸内海環境保全知事・市長会議、
ひょうご環境保全連絡会



写真 ワークショップ参加者

構 成: 趣旨説明の後、3 人の講師が講演を行い、質疑応答の後、最後に総合討論・総評を行った。

趣 旨: 海洋プラスチックごみ問題については、地球温暖化問題に匹敵する地球規模の環境問題と言われ、2015 年エルマウ以降の G7 サミットや 2019 年大阪での G20 サミットなど、国際的枠組みの中で海洋プラスチックごみ問題に対する懸念が表明されているとともに、一般社会のなかでも関心が高まっている。このような背景のもと、「海洋プラスチックごみ問題の現状と研究の最前線」をテーマにワークショップを開催し、瀬戸内海における海洋プラスチックごみの現状と対策、海洋プラスチックごみから発生するマイクロプラスチックの実情について参加者の理解を深め、活動の活性化を図る。



(出典: 藤枝 繁, 沿岸域学会誌/第 22 巻第 4 号 2010 年 3 月 pp. 17-29)

2. 趣旨説明

多田 邦尚(香川大学農学部教授・瀬戸内海研究会議・副理事長兼企画委員長)

多田 邦尚教授より、本ワークショップ趣旨についての説明があった。

(趣旨については前ページ参照)



多田 邦尚氏

3. 講演

①「海洋プラスチックごみの特質、瀬戸内海における海洋プラスチックごみの現状と対策」

講演者：藤枝 繁(鹿児島大学産学・地域共創センター 特任教授)

2006年から2008年の3年間実施した、瀬戸内海全域における海洋ごみ調査(海岸漂着物、海面漂流物、河川散乱ごみ、マイクロプラスチック、シミュレーションを含めた海ごみの流れ等*)の結果が報告された。また、海洋プラスチックごみの特質(①破片化、②世界中への拡散、③回収と発生抑制が必要)、効率的な回収方法、海ごみ問題の解決策、発生抑制の考え方を提案した。

※詳細は沿岸学会誌、Vol. 22No. 4, pp. 17-29 参照



藤枝 繁氏

②「マイクロプラスチックの観測技術、分布状況、流動モデル、将来予測について」

講演者：磯辺 篤彦(九州大学応用力学研究所 教授)

現行研究プロジェクトで得た海洋に浮遊するマイクロプラスチックの現存量観測や、数値シミュレーションによる予測結果が報告された。また、微細化したプラスチックが観測網から消え、所在が不明になっている「Missing Plastics」の問題や消失過程に関する現状での研究課題について解説した。

今後、日本のような先進国は、発展途上国や中進国での廃棄プラスチック削減における持続可能なモデルを提案する役割を担う必要がある。



磯辺 篤彦氏

③「マイクロプラスチックと微量有機化学物質との関係及び生物への曝露状況」

講演者：田中 周平(京都大学大学院地球環境学堂准教授)

都市水循環系におけるマイクロプラスチック汚染の現況と微量有機化学物質との関係や、魚や貝などへの曝露状況についての最新の研究結果を解説し、プラスチックのサイズが小さくなるほど化学物質の含有量が高く、10~100 μm レベルのマイクロプラスチックへの対策が必要であることを説明した。また、100 μm 以下が目に見えないマイクロプラスチックが環境中にどのくらいあるかについての知見が不足しているとのことであった。



田中 周平氏

4. 総合討論・総評

コーディネーター：多田 邦尚(香川大学農学部 教授)

近年、社会的に認知されてきた海ごみ問題の取り組みの在り方について、活発な議論が交わされた。一般の関心は高まっているが、関心を実行に変えるところまで教育が踏み込めるか、研究においては10~100 μm レベルのさらに下の1 μm レベルのマイクロプラスチックをどのように計測するか、マンパワーの確保が必要との意見がでた。



総合討論の状況

第 13 回世界閉鎖性海域環境保全会議 (EMECS13-ECSA58 ジョイント会議) へのご案内

公益財団法人 国際エメックスセンター

公益財団法人国際エメックスセンターでは、第 13 回世界閉鎖性海域環境保全会議（エメックス 13 会議）をイギリスに拠点を置く ECSA（河口域・沿岸科学学会）との共催により、EMECS13-ECSA58 ジョイント会議として、2020 年 9 月 7 日から 11 日にかけてイギリス・ハル市にて開催いたします。

昨今の地球温暖化による気候変動、そして人口の増加や都市の巨大化、開発、社会経済の大きな変化などの人間活動の拡大による人為的負荷は、水質汚染や海洋酸性化、海洋プラスチックごみ問題など様々な課題やリスクを生じさせ、流域や河口域、沿岸域の生態系を含む環境に大きな影響を及ぼしています。

今回のエメックス会議は『人類の時代における河口域および沿岸域 ～構造、機能、サービス、管理～』をテーマとして、世界の沿岸域・河口域の環境保全への取り組みや知見を共有し、今後の環境管理の方向性を探り、向上させる場にしていきます。

研究者、沿岸域管理・計画関係者、政策担当者、行政関係者、資源開発や環境保護活動に携わる方々など、皆様のご参加をお待ちしています。

1. 主催

公益財団法人 国際エメックスセンター (EMECS)
河口域・沿岸科学学会 (ECSA)

2. 開催期間

2020 年 9 月 7 日(月)～9 月 11 日(金)

3. 会場

イギリス・ハル市
ハル大学 (University of Hull)



4. 会議プログラムの内容

基調講演、会議トピックスに関連したテーマセッション、特別セッション(統合的沿岸域管理と里海セッション、海洋プラスチックごみセッション他)、ポスターセッション、青少年環境教育交流 (SSP) セッション等で構成され、最終日には環境関連施設へのフィールドトリップも行われます。



5. 会議トピックス

- ・物理的、科学的、生態学的構造と機能
- ・モデリングの妥当性と変化の予測
- ・資源(スペース、エネルギー、水等)の損失の影響
- ・生息地と生態系の損失と利益
- ・生息環境と個体群の回復、再生、創造
- ・河口域と半閉鎖性海域の都市化と工業化
- ・生態系サービス、ソーシャルグッドと利益
- ・ガバナンスと適応した管理 - ローカルからグローバルへ
- ・効果的な持続可能な管理への総合的アプローチ
- ・その他

6. 言語

会議の使用言語は英語です。

7. 青少年環境教育交流セッション

高校生および大学生を対象とした青少年環境教育交流セッション(Students & Schools Partnership Session)を開催します。セッションでは口頭発表やポスター発表を行う他、様々な国から参加する学生達と交流をはかります。

8. エメックス会議ツアー

国際エメックスセンターではこの会議に参加される研究者の皆様、環境関連団体や企業の皆様の利便のため、会議参加ツアーを企画します(旅行企画・実施：東武トップツアーズ、企画協力・国際エメックスセンター)。詳細は4月以降、国際エメックスセンターウェブサイト(<https://www.emecs.or.jp>)でお知らせします。

9. 会議開催地・ハル市について

ハル市(正式名称：キングストン・アポン・ハル、Kingston upon Hull)は、イギリス・イングランド東海岸に位置する港湾都市で、イースト・ライディング・オブ・ヨークシャーに属する市です。北海から内陸に約40kmの場所にある同市はハンバー川河口に面しており、人口は約26万人です。

会議の会場となるハル大学(University of Hull)は1927年に創立され、現在は約100ヶ国から来た16,000人を超える学生が学んでいます。



10. 会議参加登録料

| 参加カテゴリー | 支払い期限 | 登録料 |
|---------|------------------------|----------|
| 一般参加者 | 2020年6月22日までに 登録・支払 | 624 英ポンド |
| | 2020年6月23日以降に 登録・支払 | 744 英ポンド |
| 学生参加者 | | 300英ポンド |

※その他の参加登録カテゴリーや登録料に含まれる内容等、詳細については会議ウェブサイトをご覧ください。

11. アブストラクト提出、参加登録等の期限

| | |
|-------------|--------------|
| アブストラクト提出期限 | 2020年3月27日 |
| 早期登録期限 | 2020年6月22日 |
| 会議開催期間 | 2020年9月7～11日 |

．．．． 問い合わせ先 ．．．．．

会議公式ウェブサイト <http://www.estuarinecoastalconference.com> (英語のみ)

国際エメックスセンター E-mail: secret@emecs.or.jp

ウェブサイト: <http://www.emecs.or.jp>

TEL: (078) 252-0234 FAX: (078) 252-0404



社会基盤の形成と環境保全の 総合コンサルタント

IDEA Consultants, Inc.
Infrastructure, Disaster, Environment, Amenity

当社は、社会基盤整備や環境保全にかかわる企画、調査、分析、予測評価から計画・設計、維持管理に至る、すべての段階において、一貫した付加価値の高いサービスを提供しています。

- 河川・港湾・空港・海岸の計画・設計・管理
- 道路・橋梁・交通・都市の計画・設計・管理
- 災害に係る事前・事後調査、災害復旧の計画・設計
- 生物生息環境の保全・再生・創造
- 自然環境の調査・解析
- 環境計画(環境保全対策、環境創造、自然再生事業、環境管理計画)

人と地球の未来のために —
いであ株式会社
<https://ideacon.jp/>

代表取締役会長 **田畑日出男**
代表取締役社長 **田畑彰久**

本 社 〒154-8585 東京都世田谷区駒沢 3-15-1 電話:03-4544-7600

大 阪 支 社 〒559-8519 大阪府大阪市住之江区南港北 1-24-22 電話:06-4703-2800

沖 縄 支 社 〒900-0003 沖縄県那覇市安謝 2-6-19 電話:098-868-8884

研 究 所 国土環境研究所, 環境創造研究所, 食品・生命科学研究所, 亜熱帯環境研究所

支 店 札幌, 東北, 福島, 北陸, 名古屋, 中国, 四国, 九州

賛助会員募集中！

次の世代に豊かで美しい瀬戸内海を引き継ぐための事業推進に、ご協力をお願いいたします。

特典:総合誌「瀬戸内海」の提供、講演会・研修会の受講、最新のデータ（瀬戸内海の資料集）にアクセス可能

賛助会費:年額 62,000 円

賛助会員の皆様、総合誌 瀬戸内海に広告を掲載しませんか？

- 掲載誌及び発行回数等
年2回発行（印刷は各 350 部程度）
- 配布先
正会員（瀬戸内海関係府県市、漁業団体、環境衛生団体等）、賛助会員、（特非）瀬戸内海研究会議会員（学識者等）、購入希望者
- 広告サイズと広告料
A4 全面 100,000 円（年間、消費税込み）
A4 半面 50,000 円（年間、消費税込み）

【問い合わせ先】

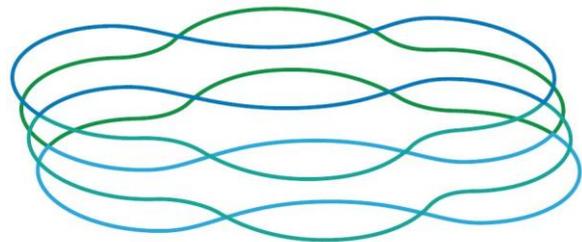
公益社団法人 瀬戸内海環境保全協会

〒651-0073 神戸市中央区脇浜海岸通 1-5-2

人と防災未来センター 東館 5 階

TEL:078-241-7720 FAX:078-241-7730

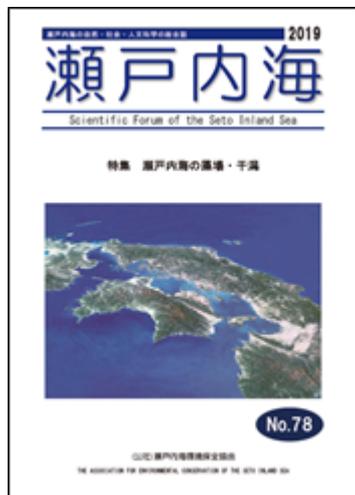
E-mail:web@seto.or.jp



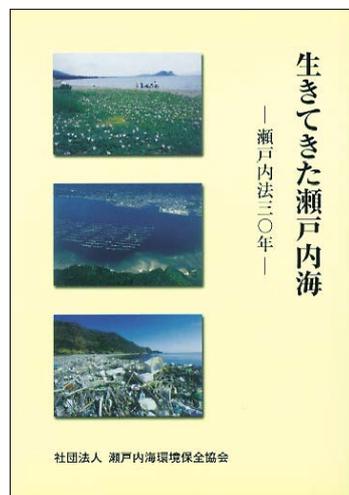
瀬戸内海環境保全協会

(公社)瀬戸内海環境保全協会の刊行物のご案内

瀬戸内海



生きてきた瀬戸内海



瀬戸内海文化シリーズ



瀬戸内海文化シリーズ



瀬戸内海 2020年3月 発行 No.79

発行所 〒651-0073 神戸市中央区脇浜海岸通1丁目5番2号
人と防災未来センター 東館5階

公益社団法人 瀬戸内海環境保全協会

電話(078)241-7720

FAX(078)241-7730

<http://www.seto.or.jp/>

発行人 春名 克彦

印刷所 〒663-8247 西宮市津門稻荷町4番11号
(株)旭プリント

電話(0798)33-5025

FAX(0798)26-3132