



四万十川

自然活用の水辺再生 プロジェクト 2023年度報告書 上

四万十川・大船渡湾・広田湾・
東京湾とダム



大船渡湾



広田湾



大河津分水路

東京湾



四万十川シンポジウム



長良川河口堰

自然活用の水辺再生 プロジェクト 2023年度報告書 上

四万十川・大船渡湾・広田湾・
東京湾とダム

はじめに



一般社団法人生態系総合研究所
代表理事 小松正之

調査活動へのご支援

一般社団法人生態系総合研究所は、2015年度から「気仙川・広田湾プロジェクト」を実施しており、それが本組織の設立と活動開始の原点となった。最初は、住田町の林業会社より、森と森林の荒廃の原因と改善策を探るように依頼され調査を始めたところ、その林業会社の関連会社が経営難に陥り、わずか1年で資金の提供が中断された。その後、全国規模のNPOの支援を受け、2018年から2020年にかけては陸前高田市の支援を受けた。現在は、支援の輪が水産関係民間企業と環境事業実施NPO特定非営利活動法人（TEOS/東都中小オーナー協会）、豪日交流基金（AJF）、大船渡市と四万十川東部漁業協同組合、そして一般財団法人鹿島平和研究所などに広がり、調査対象の範囲も広がった。調査活動の実施面では、高知銀行や四国電力の支援も得られた。また、各現場（ダムと河口堰）の視察では国土交通省、独立行政法人水資源機構、電源開発株式会社及び東北電力株式会社のご支援をいただいたことに、深甚なる感謝を表明したい。

広田湾、四万十川そして米国チェサピーク湾へ

2015年から広田湾・気仙川調査として開始した本研究所の事業は、その後拡大し、対象地域を四万十川と大船渡湾に拡大した。また、東京湾も調査対象とした。加えて、2023年4・5月には自然活用の水辺再生プロジェクトのノウハウを有する、米国のチェサピーク湾にも調査活動に出向いた。そこでスミソニアン環境研究所（SERC）を訪問し、ハインズ所長の歓迎講演を聞き、さらにはSERCの研究敷地内のNBS（自然活用の水辺再生プロジェクト）を視察したのを皮切りにチェサピーク湾沿岸の約15か所のNBSの計画実施地域を視察した。そしてNBSの推進をしている米国メリーランド州と訪米代表团（山口壮元環境大臣を団長）との間で、日米NBS協力合意を締結した。米国メリーランド州に所在するスミソニアン環境研究所（SERC）とアンダーウッド社（NBS実施会社）と日本との協力関係を樹立し、NBSの技術移転を促すことが目的である。

NBSの対象が広がる

また、2023年5月には、コロンビア大学SCAPE（建築とランドスケープ融合）、台湾の高雄市の南にある大鵬湾、2023年11月にはオーストラリアのキャンベラ郊外にあるNBSを採用したマルーン農場を視察した。国際的な協力の広がりである。

四万十川流域では、2023年8月に四万十川シンポジウムを開催し、多くの参加者とともに「四万十川決意表明」を採択した。2024年度（2025年3月）は米国SERCなどを招聘し国際シンポジウムの開催を予定している。

日本のダム・堰と分水路の視察

水はすべての生命と体構成の源である。そして常に円滑に清浄に流れていることが基本である。しかし、その水の流れは、遮断され、汚染され、生命の連続と回遊も遮断された。利水と治水を目的として多くのダムが建設された。しかし環境への配慮が年々関心と呼び、米国では大型ダムとしては2014年にワシントン州のエルワードダムが撤去され、小規模なダムは既に900以上が撤去されている。日本では2018年（平成30年）に熊本県球磨川の荒瀬ダムが撤去された。当研究所も、四万十川支流の梶原川の津賀ダムでの水質調査を実施した。本ダムでは撤去の動きがあり、今でも漁業者と一般市民はその撤去を望んでいる。今後の対応が、科学的根拠と社会的ニーズを踏まえて具体的に考えられるべきである。

海外との協力；米スミソニアン環境研究所他

2017年の米スミソニアン環境研究所ハインズ所長の招待から始まり、2023年4・5月には一般社団法人生態系総合研究所が主宰し山口壮元環境大臣と鶴保庸介元内閣府特命担当大臣を団長・副団長とする訪米団がチェサピーク湾沿岸のNBS現場視察と米国環境クオリティー諮問委員会（CEQ）、メリーランド州務長官とスミソニアン環境研究所などを訪ねて、意見交換を実施した。そしてメリーランド州務長官との間ではNBSの日米協力に関する合意文書を締結した。現在はこれの具体的な実施に向け、スミソニアン環境研究所を含むメリーランド州と日本側（神奈川県など）との協議を鋭意実施中である。

科学情報はすべての基本

日本はこれまで科学的情報を重要視してこなかった。その典型的な例としては、日本の沿岸域、河川や湿地帯などに関する情報が殆どない。科学情報無しで政策立案と科学計画を立てる場合、目的、目標も具体的行動計画も正確には樹立できない。また、データが無ければ、何をして良いかが不明となり、迅速かつ適切な対応を逃がすことにつながり、国家と国民の損失となる。各種の政策に厳密な対応ができないことが考えられる。これも国家の損失となる。常日頃から情報とデータをとることの重要性を意識した対応を心がけるべきである。

2024年度もスウェーデンのシンクタンクとの意見交換とローマの国連食糧農業機関（FAO）などに出かける予定である。国内調査も充実させる。今後共私たちの収集する科学情報と分析と外国の情報が日本と世界の環境、自然と生態系の保護に役立ち貢献することを期待している。そして、素晴らしく、美しい日本と地球を後世の世代に伝達することに貢献することを期待する。

目次

はじめに	2
目次	4
調査の目的と概要	6
将来への提言	124
あとがき	126

【上】四万十川・大船渡湾・広田湾・東京湾とダム

四万十川調査	9
2023年8月4日・5日 四万十川シンポジウム 8月4日(金) 四万十市・5日(土) 四万十町	10
2023年8月5日 公益社団法人トンボと自然を考える会	18
2023年9月11日と13日 津賀ダム調査と四万十川窪川地区調査	21
2023年9月12日 四万十川下流域と西土佐地区の水質環境調査トンボ王国訪問	29
2024年1月15日から17日 四万十川中流域窪川地区と佐賀堰の調査	35
2024年1月16日 四万十川下流域と黒尊川、西土佐地区、広見川、奈良川と三間川調査	40
大船渡湾調査	45
2023年6月27日 大船渡湾の海洋環境調査	46
2023年9月26日 大船渡湾の海洋環境調査 悪化する大船渡湾の水質・環境	50
2023年12月19日 大船渡湾の海洋環境調査	55
広田湾調査	60
2023年6月26～28日 広田湾全域と古川沼の海洋環境と水質調査	61
2023年9月25日～27日 広田湾全域と古川沼の水質環境調査	67
2023年12月18日～19日 広田湾・両替地区と古川沼の海洋環境と水質調査	75
東京湾調査	78
2023年6月8日 環境省皇居内濠浄化施設の視察	79
2023年7月12日 砂町水再生処理場と2023年7月21日 蔵前水の館（合併式排水路）	81
2023年7月25日 お台場海浜公園	83
2023年7月26日 中央堤防外側埋め立て地	85
2023年8月2日 都立葛西海浜公園	88
2023年9月16日 東京内湾の水質環境調査	91
国内視察調査	94
2023年4月17日 熊本県阿蘇水系の立野ダム 流水式ダム	95
2023年7月22日～23日 和歌山県白浜町白良浜の砂流出	97
2023年9月3日～5日 新潟県信濃川大河津分水路他	100
2023年10月16日 新潟県・福島県阿賀野川と只見川水系のダム	108
2023年11月1日 広島県呉市 野呂川ダムと三津口湾カキ養殖場	115
2024年3月18日・19日 徳山ダムと長良川河口堰	119

【下】米チェサピーク湾・台湾・豪州・ニュージーランド

海外事情調査.....	9
米国	
2023年4月29日 Kentmorr Marina, Kent Island チェサピーク湾を海上から観察.....	10
2023年5月2日 ホワイトハウス環境諮問委員会 (CEQ).....	12
2023年5月2日 メリーランド州政府 Susan Lee 州務長官他.....	14
2023年5月3日 Havre de Grace、Living Shoreline Project と Regenerative Stream Channel (RSC：湿地・水流の再生).....	18
2023年5月4日 Belvoir Farm (RSC：湿地帯造成).....	20
2023年5月4日 Cattail Creek (RSC：湿地帯造成).....	22
2023年5月4日 Underwood 社 (NBS の設計・施工会社).....	23
2023年5月4日 Jabez Branch (ストーム水への対応).....	24
2023年5月4日 Najores (RSC：湿地帯造成).....	25
2023年5月5日 Summerfield Farm Restoration (農地の排水処理).....	26
2023年5月5日 Clagett Farm Restoration (農地の排水処理).....	28
2023年5月5日 Tag Along Farm Stream (ストーム水への対応).....	29
2023年5月8日 ハドソン川沿岸 Storm King 米国環境法の発祥の地.....	30
2023年5月9日 NY 大学数理・大気海洋科学の David Holland 教授他.....	32
2023年5月10日 コロンビア大学 SCAPE の Kate Orff 教授.....	34
台湾	
2023年5月29日 台湾行政院農業委員会漁業署.....	36
2023年5月29日 行政院農業委員会漁業署 FMC.....	39
2023年5月30日 高雄科学技術大学での講演会 / 懇親会.....	41
2023年5月30日午後 東港サクラエビ漁業.....	43
2023年5月30日 高雄市大鵬湾のマングローブ林.....	45
2023年5月31日 高雄市前鎮漁港建設と高雄地区漁会.....	46
2023年5月31日 天時福冷凍食品の水産加工場.....	48
2023年5月31日 行政院農業委員会水産試験所.....	50
2023年6月1日 台湾海洋大学シンポジウム講演会 / 懇親会.....	52
2023年6月1日 基隆区漁会 (漁業協同組合).....	54
2023年6月2日 台北市大地球環境と生物資源部.....	55
豪州・ニュージーランド	
2023年11月27日 豪気候変動・エネルギー・環境・水資源省 (DCCEEW) 水資源と水質.....	56
2023年11月27日 豪政府農水林業省と AFMA.....	59
2023年11月28日 Mulloon Creek Farm (RSC と NBS の農地への導入).....	62
2023年11月29日 南極海海洋生物資源保存委員会事務局 (CCAMLR) オキアミと鯨類.....	65
2023年11月29日 タスマニア州天然資源・環境省 (DNRET) ITQ とサケ養殖.....	68
2023年11月29日 SeaBOS 代表 Mr Martin Exel.....	72
2023年11月29日 Nick Gales 豪 IWC 政府代表.....	73
2023年11月30日 豪南極研究所 (AAD) オキアミ資源研究.....	75
2023年11月30日 海洋南極研究所 (IMAS).....	77
2023年12月4日 サンフォード水産会社 ITQ の将来.....	78
2023年12月5日 Shane Jones NZ 海洋漁業大臣との意見交換.....	80
2023年12月5日 Joe Williams NZ 最高裁判所名誉判事 河川と森林の人格と訴訟権.....	81
2023年12月6日 Doug Paulin Sealord グループ CEO ITQ の将来とサケ養殖.....	84
2023年12月6日 Talley's Fisheries Doug Loder 社長 漁業管理の現状.....	86
2023年12月8日 ニューサウスウェールズ州 第一次産業省 (セント・ステファン) ソーシャルライセンス.....	88
2023年12月9日 オーストラリア原子力科学・技術機構 (ANSTO).....	91
2023年12月9日 シドニー・フィッシュ・マーケット (SFM) 新マーケットの 2025 年完成.....	92

調査の目的と概要

総論

一般社団法人生態系総合研究所が自然活用の水辺再生プロジェクトとして、四万十川、大船渡湾・広田湾を核に調査を実施した。国内では、これに加えて東京湾での沿岸部調査を実施した。また、2023年8月には四万十川流域の四万十市と四万十町窪川地区において四万十川の科学的な実情を報告する「四万十川シンポジウム」を開催した。

また、国内では、2023年4月に熊本県阿蘇の立野ダム、新潟県信濃川水系と大河津分水路及び阿賀野川水系と只見川水系のダムを視察した。2024年3月には、徳山ダムと長良川河口堰を視察した。

海外では、2023年4・5月に山口壮元環境大臣と鶴保庸介元内閣府特命大臣を団長・副団長とする本研究所主催のNBS訪米ミッションが米国ホワイトハウス環境クオリティー諮問委員会（CEQ）とメリーランド州務長官他を訪問して、NBSに関する合意文書を締結した。

2023年11月にはオーストラリアのキャンベラ郊外にあるマルーン農場でのNBS活用型の農業を視察した。

国内調査の結果概要

四万十川、大船渡湾・広田湾と東京湾とも、調査した沿岸域と流入する河川の水質と環境はいずれも年々悪化している。私たち一般社団法人生態系総合研究所が調査を開始する以前からこの傾向は始まり、その後も継続している。悪化の原因はほぼ特定可能である。

第1に、防災の目的工事である。コンクリートの護岸で固められ、河川の蛇行を直行化し、流水をいち早く河川下流と沿岸に流そうとするが、これは河川と沿岸の貧栄養と土砂流出のもとである。

第2に、農業と畜産からの排水である。これは、過肥料と農薬と排泄物を河川に流出させる。農業の過肥料と農薬は土壌と地下水にとっても、ひいては農業を継続することにも悪影響を及ぼす。排水が流れ込む川の本流の水質は悪化する。

第3に都市下水と工場排水である。これらは、処理した水を流しているが、未処理と処理不足の排水が多く、また放出前に塩素処理する。その塩素が生物を破壊する。規制を守って処理後の排水をしているというが、首都圏でも塩素化合物の高い濃度の排水を放出している例がみられる。

第4に、ダムと堰で水流が堰き止められ、水流が滞り、水質が濁り、湖底と堰堤にヘドロが蓄積し、貧酸素ないしは無酸素状態が作りだされる。そこには生物も生息で

きないか、生息が困難になる。協力放水がなされるが、貧酸素・無酸素水の放水は下流の生命と生態圏に悪影響を及ぼしている。

第5に木材の乱伐である。森林は、森林の寿命を勘案した間伐が適切であるが、皆伐が行われ、林道が森林生態系に配慮不足のままに造成され、これらが土壌流出の原因である。

調査項目

水温、塩分濃度、クロロフィル量、濁度（FTU）、溶存酸素量（DO）、並びに流向・流速を主として計測した。これらの計測は、漁業者と一緒に行うので、計測値と漁業者の観察とを比較対照しつつ、計測を実施している点が他の計測と異なる特徴である。計測値のカキ養殖（大船渡湾と広田湾）、アオサノリ養殖（四万十川）と東京湾（遊漁船案内業）との比較対照を行っている。

概要の各論；四万十川

過去3年間で悪化の傾向がみられ、悪化が確認される。それぞれの調査か所で問題が顕在化し観測されたが、これ以外にも調査をすれば問題が発覚・発見されたと考える。

2021年の調査開始後は、夏の水質が悪く、冬は水質が良好であるとの判断を有していたが、現在では冬でも悪化の状態が継続しているか所；竹島川、津蔵淵川、後川排水処理施設と中筋川河口：がみられる。昨年のアオサノリの収穫はゼロであったが、2023年度も収穫はなかった。

四万十川中流域の窪川地区でも年々水質が夏だけでなく、冬も悪化の傾向が顕著になってきたと判断せざるを得ない。最近の水量の少なさは異常に見える。また、河川土木工事に不必要と見られる箇所と堰の目的が不明な箇所が見受けられる。

津賀ダムは夏の水質が特に悪かった。ダム湖の底は貧酸素を超えて無酸素状態であり、ヘドロがたまり、流れもほとんど見られない。早急な改善策が必要である。現状程度の水量の協力放水では生態学的には全く意味をなさない。また、放流水も水質が悪い。

佐賀堰湖の水質は11月の開門のためか、2024年1月には良好であったが、湖底はヘドロがたまり、これが湖底土に固着していると考ええると好ましくない。これを取り除くことが必要である。四国電力が佐賀提の水量を、伊与木川に流入させ、黒潮町が地下水・伏流水くみ上げポンプで飲料水として利用しているのかどうか。黒尊川は清流といわれていたが、計測値は汚濁が進行していた。

この原因は、黒尊川の玖木の付近の森林の伐採痕跡の裸山と作業道が延伸・多数あり、これらとオートレース場の土壌と汚染水の流出が原因と考えられる。

広見川水系の広見川、奈良川と三間川は、水質の汚濁の程度が著しく高い。それは近隣に工場と人口が密集していること。農業用の取水堰が多数あり、これが水量と水流の円滑な流れを阻害し、汚濁物質を堰でせき止めて蓄積していることである。これは魚類、ウナギと鮎ほかの遡上と下流移動もできない。

大船渡湾

大船渡湾の水質と環境も年々悪化している。2021年から夏場の水質の調査結果は溶存酸素（DO）と濁度（FTU）の双方で非常に悪い値を示した。これは、湾奥の太平洋セメント、盛川河口と都市排水処理場の排出口（これは1年遅れで計測）であった。また蛸の浦と珊瑚島の海底と尾崎の海底はいつでも悪い値であった。更に、湾口防波堤の開口部の海底も悪い値を示した。

更に2024年に入ると、冬でも溶存酸素量（DO）と濁度（FTU）が悪い値のままである。これには、最近では、冬に低気圧が到来しなくなり、海中と海底を速度の速い流速で洗い流す頻度が少なくなった。また、降雪が少なく降水量が少ないことがあげられよう。

大船渡湾は湾口防波堤があり、これが流速を表面で半減、海底では75%も削減していることも、湾内の水質の悪化の原因として挙げられる。各工場と施設の排出量の規制と湾口防波堤の流速を阻害する要因の改善；開口部と通水管の拡大などが必要である。

このような水質の悪化で、湾内のカキの養殖に通常は流れが悪く水質が悪化したおりに発生する「卵肥大症」のカキの割合が最近3年間では増加している。

広田湾

広田湾は、矢の浦から長部沖のラインの内側が水質の悪化と流速の減少の問題がある。また2023年は、9月の夏の時期に表面から水深30メートルの下層まで水温23℃が連続して続いた。

気仙川沿いの川村水産加工場、脇ノ沢の理研食品のノリ養殖場の排水がそのまま過栄養分を含んだまま流出していることがあげられる。一方で理研ビタミン子会社の理研食品はブルーカーボンに協力していると発表。利害関係のない外部のチェックを受けない会社の発表行動は欧州基準ではグリーンウォッシング（環境配慮しているようにごまかすこと）に相当しよう。

また、両替湾は流速が著しく遅いことが広田湾内の湾である特徴である。従って、カキ養殖には、物理的には筏の保持が楽であるが、一方で、流速が遅いことから水質がよどむ可能性があり、また、栄養塩のカキへの供給が阻害される。加えて夏は水深が浅いので高水温になりやすく、2023年8月には29.9℃とほぼ30℃に到達した。

古川沼は汚濁が年々進行している。川原川と小泉川からの流入河川水量もほとんどない。また流速がきわめて弱い。このままでは、水質が悪化して沼としても生態系が維持できない可能性がある。

ニッスイの子会社の弓ヶ浜水産が2023年11月から広田湾の内湾の明神崎沖と金室湾で、岩手県の試験免許に基づくサケ（ギンザケとトラウト）の養殖を開始した。これは正式な漁業権の免許制度に基づいてもしないし、海洋環境への影響評価も全くなされていない。一般社団法人生態系総合研究所は過去3年以上にわたり観音崎沖に水質と流向流速調査を勢力的に実施してきた。養殖場がカキとワカメの漁場と生産に悪影響を及ぼすのは確実であるが、どの程度かを今後モニターする。

東京湾

2022年3月に東京湾での水質・環境調査を開始して以来、2023年9月には本格的な内湾調査を実施した。その結果、水質と底質の溶存酸素（DO）と濁度（FTU）は予想以上に悪化していた。一般に東京湾は、高度経済成長後の水質汚濁防止法と大気汚染防止法の実施によってきれいになったと思込む人が多い。現実には汚濁・汚染がない湾域で進んでいた。

また、葛西臨海海洋公園とお台場海洋公園も海水浴を許可しているが、海底にはヘドロが蓄積されている。前者では海岸でも砂浜にヘドロが堆積している。早急な対策が必要である。メリーランド州と神奈川県は姉妹州の関係にあり、東京湾を有する東京都も協働して東京湾再生プロジェクトとのスタートが必要である。

東京湾に流入する河川の水質が悪化している。多摩川、隅田川、荒川、江戸川（旧江戸川・旧中川）などの水質が悪化している。

中央堤防外埋め立て地と砂町浄化センターなどを視察した。そのほかにも蔵前の地下水管なども視察したが、根本的な浄化対策が必要である。外国の例に倣い塩素化合物の使用削減と廃止も大きな課題である。

海外調査の結果

米ホワイトハウス環境クオリティー諮問委員会（CEQ）と米国チェサピーク湾NBS現場

2023年4月29日から5月10日まで、上記の米国訪問をし、ホワイトハウス環境クオリティー諮問委員会（CEQ）、スミソニアン環境研究所（SERC）、メリーランド州務長官と州天然資源省（DNR）、ハーブドグラス市長との会談のほか、NBSの現地視察を実施した。生きた海岸線と再生された水路と湿地帯造成並びにダム撤去である。メリーランド州務長官と日本の山口壮衆議院議員と鶴保庸介参議院議員と州務長官がNBSの技術協力に関する合意文書に署名した。また、メリーランド州議会議員約50名を招いた夕食会ではNBSについて州議会議員から積極的な評価とその支援が表明された。

NBSの現地視察

生きた海岸線、湿地帯造成、農業用地の流水改善と堰撤去による流水路（RSC）の回復を達成した事例約10件余りを視察した。その結果、窒素とリン酸塩などの削減により水質の改善が図られ、植物、魚類と水鳥などの生物の多様性が回復した。しかし、一部には溶存酸素量（DO）が改善されない例があったり、NBSの本来の在り方を忘れ、小石がたくさん積まれる例がみられた。

ニューヨーク州NBS訪問

その後、NBSの展開についてコロンビア大学SCAPE、ニューヨーク大学の極地研究室（地球温暖化）と河川他の訴訟権の獲得の経緯に関してハドソン川のストームキング町を訪ねた。

台湾訪問

2023年5月29日から6月3日の1週間にわたり台湾政府・研究所と民間企業を訪問した。目的は日本が台湾を併合、韓国を合併した折に日本の漁業法を両国に導入し実施しており、それ以来100年が経過したが、特に戦後と最近それぞれの3か国の漁業政策がどのように変化したかを調査研究することが目的であった。しかし入り口の議論で終わっており将来のフォローアップが必要である。日本の漁業法制度の改革が、台湾と韓国に遅れたことは明らかとなった。

オーストラリア・ニュージーランド訪問

オーストラリア政府の漁業政策、水資源環境政策、タスマニア州とNSW州政府の漁業・養殖業政策、南極研究所と豪IWC政府委員、国際機関CCAMLR（南極海洋生物保存委員会）でオキアミと海洋環境並びに鯨類との関係について意見交換し、また、完成が遅れるシドニー・フィッシュ・マーケットの現況について説明を受けた。ニュージーランドの漁業と漁業政策とITQ枠の管理システム(Fish Serve)について意見交換した。ウィリアムズ・ニュージーランド最高裁判所名誉判事から、河川と森林の訴訟権について教示を得た。シェーン・ジョーンズ海洋漁業大臣と会談した。

国内視察調査

和歌山県白良浜、新潟県大河津分水路、新潟県・福島県阿賀野川・只見川水系ダム、広島県三津口野呂川ダムと岐阜県徳山ダムと三重県長良川河口堰を視察した。これらはすべて水流水質及び生態系に関係した調査である。長良川河口堰は、水資源機構と長良川管理事務所の協力を得て、水質・環境調査を2024年度に実施する予定である。

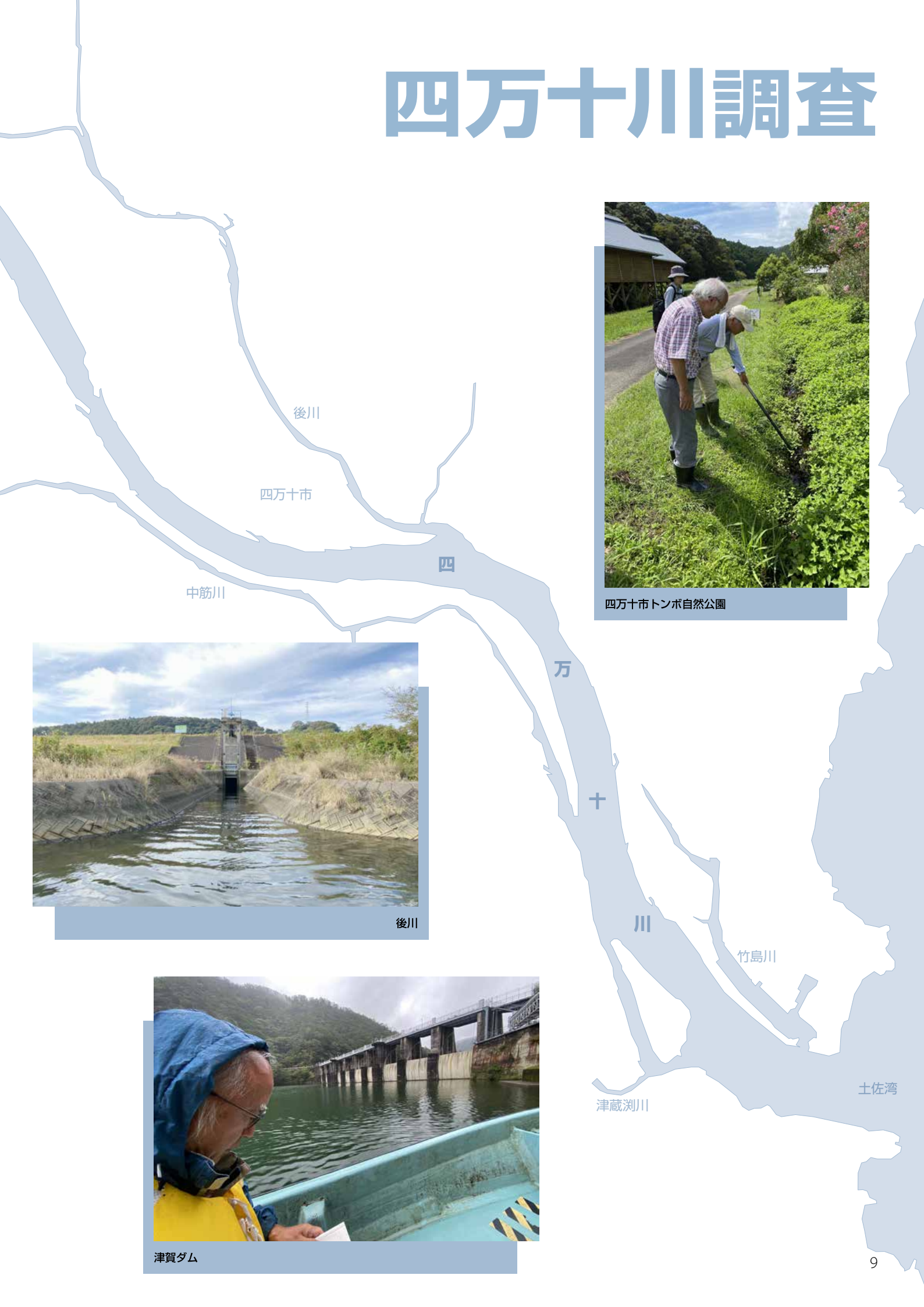
調査の実施体制

プロジェクト・リーダー	小松正之
調査リーダー	望月賢二（2021、2022と2023年度は不参加）
調査スタッフ	阿佐谷仁（2022年11月から参加） 西脇茂利（2021年度途中から参加）
岩手県現地事務所長	伊藤光男
事務サポート	中村智子
現地サポート（岩手県）	大坂信悦 大和田信哉 鈴木栄・美津子・晃夫 新沼敬司
（高知県）	（株）高知銀行 田村忍常務取締役 竹内清彦地域連携ビジネスサポート部主任業務役 山崎洋二大正支店長 百田幸生窪川支店長 青木幹人中村支店長 四万十川漁業協同組合連合会長及び 四万十川西部漁業協同組合 金谷光人組合長 四万十川東部漁業協同組合 武政賢市組合長 四万十川下流漁業協同組合 山崎明洋前組合長 山崎清実理事 四万十中央漁業協同組合 大木正行副会長 （株）明神水産 明神照男元社長 （株）佐竹ファーム 佐竹孝太専務取締役 公益社団法人トンボと自然を考える会 常務理事 杉村光俊 野村彩恵

協力機関（順不同）

1) 国内 国土交通省水管理・国土保全局長、国土交通省北陸地方整備局、新潟県立歴史博物館、電源開発(株)、東北電力(株)会津ダム管理センター阿賀野川ダム管理所、東北電力(株)会津若松支社会津ダム管理センター、東北電力(株)再生可能エネルギーカンパニー、独立行政法人水資源機構西部支社、長良川河口堰管理事務所、農林水産省事務次官、環境省事務次官、環境省自然環境局長審議官、環境省皇居外苑管理事務所、東京都下水道局、東京都環境局、NPO法人ふるさと東京を考える実行委員会、和歌山県県土整備部港湾空港局、四万十市、四万十町、(株)高知銀行と(株)四国電力、四万十川漁業協同組合連合会、四万十川下流漁業協同組合、四万十川西部漁業協同組合、四万十川東部漁業協同組合、大船渡市、一般財団法人鹿島平和研究所、鹿島建設(株)と鹿島技術研究所、東京都立大学、(株)仙台産商、(株)金田水産、東海新報社、RKC高知放送、みなと新聞社、水産経済新聞社、日刊食料新聞、水産タイムズ社
2) 海外 日本国駐米大使並びに在アメリカ合衆国日本国大使館、米国ホワイトハウス環境クオリティ諮問委員会（CEQ）、メリーランド州務長官、メリーランド州天然資源省（DNR）と環境省、アン・アーデル州、スミソニアン環境研究所（SERC）、アンダーウッド&アソシエイツ他、パテクスセント・リバーキーパー、ハドソン川・リバーキーパー、コロンビア大学SCAPEオルフ教授、ニューヨーク大学ホランド教授、チェサピーク湾計画（CBP）、豪州政府農水林業省（DAFF）、オーストラリア漁業管理局（AFMA）、豪州政府気候変動・環境・エネルギー・水資源省（DCCEEW）、在日豪州大使館、豪州IWC委員（IWC副議長）タスマニア州政府天然資源・環境省（DNRET）、マルーン・クリーク・ファーム（Mulloon Creek Farm）、南極海洋生物保存委員会（CCMLAR）、タスマニア海洋南極研究所（IMAS）、豪州政府南極研究所（AAD）、ベチューナ社（サケ養殖）、サンフォード社、マルハニチロNZ社、ジョー・ウィリアムズ NZ最高裁判所名誉判事、ケネディー元駐日ニュージーランド大使、シェーン・ジョーンズ、ニュージーランド海洋漁業大臣、シーロード社、ターリーズ・フィッシャリーズ社、シドニー・フィッシュ・マーケット社とオーストラリア原子力科学技術機構（ANSTO）、台湾行政院農業委員会漁業署、高雄科学技術大学、台湾行政院農業委員会水産試験所、台湾海洋大学、基隆区漁会（漁業協同組合）、台北市立大学地球環境・生物資源部

四万十川調査



四万十市トンボ自然公園



後川



津賀ダム

2023年8月4日・5日 四万十川シンポジウム

8月4日(金) 四万十市・5日(土) 四万十町

一般社団法人生態系総合研究所主催と高知銀行共催による四万十川シンポジウムが8月4日(金)と8月5日(土)の2日間にわたり四万十市ならびに四万十町で開催された。8月4日の四万十市でのシンポジウムは新ロイヤルホテル四万十で開催され、約80名が出席した。また、8月5日の四万十町でのシンポジウムは四万十町役場本庁東庁舎多目的大ホールで開催され、約60名が出席し二日間にわたって活発な議論が展開された。「四万十川決意表明」が採択された。



写真1 主催者として挨拶する小松代表理事 2023年8月4日

四万十川シンポジウムは、高知県、四万十市、四万十町、黒潮町、高知新聞社、高知放送、四万十川漁業協同組合連合会、公益財団法人四万十川財団による後援、一般財団法人高銀地域経済振興財団の協賛を得て開催された。シンポジウムの概要は以下の通り：

8月4日(金) 15:00～17:15

出席者(来賓)

中平正宏、四万十市市長

海治勝彦、株式会社高知銀行頭取

パネリスト

岡田圭一、四万十市農林水産課 課長補佐

山崎清実、四万十川下流漁業協同組合 理事

野村彩恵、公益財団法人トンボと自然を考える会

主催者の一般社団法人生態系総合研究所代表理事小松正之が冒頭の挨拶をした。四万十川を含む高知県の内水面の漁獲量が激減したことを受け、漁業者を含む関係者より四万十川の環境劣化に対して懸念が表明され、2021年から四万十川の調査を開始した。濁度、溶存酸素、クロロフィル量などの科学調査をし、流向・流速などを調べている。この調査にあたり、高知銀行はじめ四万十川下流漁業協同組合など多くの皆様からご支援、ご協力をいただいた。主催者挨拶のあと、司会者が浜田省司高知県知事のメッセージを代読し、中平正宏四万十市長、海治勝彦高知銀行頭取による挨拶があった。

中平正宏市長挨拶

冒頭挨拶で、少しはアユなどが獲れるが、アオノリが全く採れず、アオサノリの収穫もこの2～3年かなり悪い。自分は平成10年から市長をやって来たが、その時から河川排水に関しては標準よりかなり厳しくし、河川環境改善に取り組んできた。昨年度は、川砂利を掘り起こして河川環境の調査をした。今回発表の四万十川調査の結果などを参考にして河川環境再生に取り組む必要がある。

株式会社高知銀行、海治勝彦頭取挨拶

高知銀行は、2021年3月より四万十川水質環境調査の主旨に賛同し、2年半あまりの調査の報告会として今回のシンポジウム開催の運びとなった。四万十川は日本最後の清流と言われ、アオノリ、アユ、ウナギなどが豊かに採れた専漁時代があったが、最近水質が悪化し漁獲量が著しく減少した。そのため、漁協や地元の協力を得て、四万十川で一体何が起きているのかの調査を始めた。地域の人々、事業の繁栄が地元銀行の繁栄に繋がり、自然環境がその大きな基礎になるので、銀行としてサポートしなければ、取り組まねばと考える。次の世代まで、豊かな水域を維持していかなければならないし、豊かな自然を次の世代に繋げたい。

四万十川調査の結果

小松講演は以下のパワーポイント(一部のみ抜粋して以下に貼り付け)によって行われた。

四万十川調査は地元の方々の四万十川が汚れて、ピークの3%の漁獲しかなく、全盛期と比べてアユとウナギは全く獲れなくなったので、科学的な調査との要請があった。および土佐湾に対する影響調査の要請に従って、2021年3月の予備調査から開始した。本格的な調査は8月からであり、一年に4回春夏秋冬に行うことを予定したが、結果的には1年に3回の調査を実施してきた。そして2年間の調査の結果をまとめ、この度、本シンポジウムでの報告会となった。

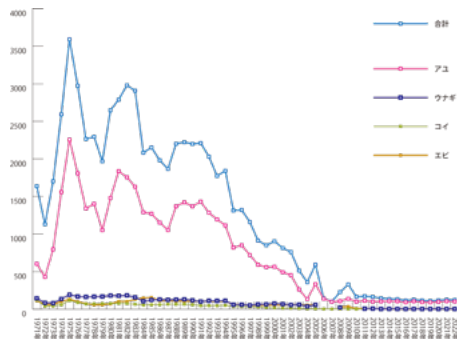
調査の結果、四万十川の水質、環境と漁業生産の減少などの生態系の悪化は次の4つに起因する。まずは公共事業工事で自然・生態系を破壊したこと、農業からの排水が汚染源であること、都市下水・工場排水の排出(貧酸素水と塩素化合物)が生物に害を与えること、そしてダムが流水を止めて貧酸素とヘドロ状態をダム湖内に作り出したこと。これらが推定されることを、2年間の一連の調査の結果から科学的根拠に基づく推定として提示した。

四万十川シンポジウム 四万十川流域科学調査報告会

2021年3月から2023年3月まで

一般社団法人 生態系総合研究所
代表理事 小松正之
2023年8月4日・5日

1971～2022年の高知県の内水面の漁業生産量



これまでの四万十川調査

2021年3月15～16日	四万十川流域事前調査
2021年8月1～3日	四万十川の環境科学調査
2021年11月7～10日	四万十川河川環境科学調査
2021年11月7日	仁淀川河川環境科学調査
2022年3月12日	四万十川河川環境科学調査：家田川ダム（佐賀）と津賀ダム
2022年3月13日	四万十川の河川環境調査：四万十川下流
2022年3月13～14日	四万十川の河川環境調査：中筋川、広見川と四万十川・窪川地区
2022年7月3～5日	四万十川河川環境調査：3日四万十川窪川地区、4～5日四万十川下流域と西土佐地区調査
2022年11月14～16日	四万十川中流域調査：津賀ダムと窪川地区、四万十川下流域調査
2022年2月27日	窪川地区調査
2022年2月28日	四万十川下流域調査
2022年2月27～3月1日	四万十川の環境調査：津賀ダムと橋原川調査ならびに高知県・西園電力との会合記録

調査目的と結果推定

- 本調査の目的は河川環境の悪化・劣化の状態を科学的指標を客観的に表示し、科学数値の提供し、環境悪化の原因を推定・推定することである。
- 四万十川の河川環境は2021年8月～2023年3月の調査結果から以下が推定される。

- 旧中村付近の本流と中筋川の防犯を目的とし、コンクリートを用いた河川の護岸工事と貯水・排水・中筋川を敷設したり、沿岸部を造成させた事による自然の回復力の低下により、濁度(FTU)と溶存酸素(%)、流速などの数値が悪化した。
- 四万十川下流域の田舎農家の肥料・農薬を含む排水による下田のアオノリ繁殖への影響、四万十川などの中流域での主要産業の排水(後川と中筋川の山梨排水場付近)など農業排水の流入による水質の悪化への影響。
- 四万十川の下流・中流・上流の都市下水の排出による濁度と溶存酸素(%)、塩素系化学物質使用などの科学的数値の悪化が認められる。
- 中筋川水系の高知県西南中核工業団地からの排水が適切に処理されず、四万十川本流に流れ込む。
- 津賀ダムと佐賀ダムによる橋原川と四万十川への水流低下化：流れの停滞と濁度(TU)の悪化、生態系と魚類と淡水生物類死滅などの可能性の分析。



調査活動中の山崎清実理事、山崎明洋組合長（後方）と小松（左）2021年8月1日

中筋川下流域のコンクリートで固められた河岸2021年8月2日



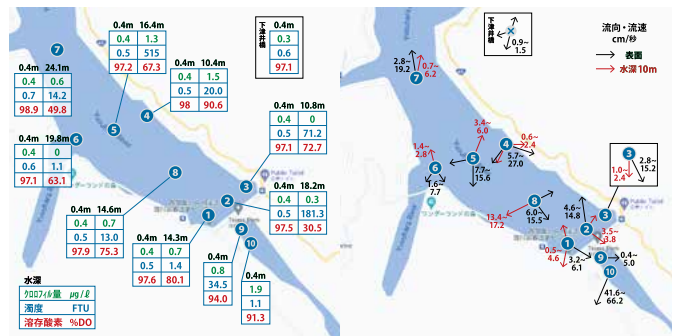
高岡郡四万十町の収穫後の生麦畑。手前の側溝から余剰肥料と農薬が四万十川に流れ込む。2021年11月10日

右山の中央排水処理場の排水口 2022年11月15日午前9時



中央排水処理場屋上。生物活性処理曝気槽や沈殿池がある。2022年11月15日

塩素系殺菌剤の袋の裏面



2023年3月1日 津賀ダム湖の水質調査
クロロフィル量、濁度 (FTU) と溶存酸素 (%)

2023年3月1日 津賀ダム湖の流向・流速

以上のように、四万十川の問題点と汚染の原因を特定したが、これに対する解決策としては、その原因を除去することである。その除去の方法としては、米国においてNBS；Nature Based Solutionが採用されて、水質の浄化と改善とさらには生態系の改善に効果が上がっている。これらの技術はチェサピーク湾の水質浄化に効果を発揮している。また、米政府もNBSをホワイトハウス環境クオリティー諮問委員会（CEQ）が率先して、この採用を米国内と世界各国に働きかけている。米国は地球温暖化の解決方法の3分の1はNBSによると主張している。

NBSには生きた砂浜・海岸線の創設、ダムの撤去と流れの円滑化そして、汚染水を生態系サービス力で処理する流水路（RSC）の創造であって、これらを以下に示す。四万十川でもこれらの方法を採用して直接汚染水を四万十川に流出しないで、生態系サービス力で処理し、水をきれいにしてから四万十川に放水することが重要であると説明した。

2023年5月2日 ホワイトハウス環境クオリティー諮問委員会（CEQ）との会合



山口社衆議院議員及び鶴保康介参議院議員は、ホワイトハウス環境諮問委員会(CEQ)のリディア・オランダー部長ほか、Nature-based Solutions：NbSの普及に向けた意見交換を行った。先方：サラ・ワトリング連邦緊急事態管理庁(FEMA)分析官、ポール・フェリチェリ同庁気候部長、ステファニー・サンデル環境保護庁(EPA)気候担当上級アドバイザー、アレクシス・ペロシ住宅都市開発省気候担当上級アドバイザー、キム・ベン海洋大気庁(NOAA)沿岸管理官、ジェリー・ロザティ陸軍工兵司令部技術部長。

45

NBSの現地視察の例 Havre de Grace市の生きた砂浜・海岸



2023年5月3日 Havre de Grace市の護岸(bulkhead)

2023年5月3日 Havre de Grace市の生きた海岸線

2022年12月2日 メリーランド州Havre de Grace市 堤防を撤去した自然砂浜

St. Paul Episcopal Church:側溝から直接流れる水をRSCにより浄化

プロジェクト前：コンクリート側溝の側溝から直接川に水が流れ込み、大雨の時は水が溢れ出した。また、下流の小川が水流で深く掘り下げられた。2023年4月30日



プロジェクト後：水路からすぐのところに湿地帯を造成し、水の流れを緩和させ、下流の小川の岸辺の崩壊を防止。2023年4月30日



50

Bishopville：堰を撤去し川を自然な流れに戻すプロジェクト

プロジェクト前：堰の内側には、付近の農家や畜舎からの排水・汚染水が流れ込み、ダムで流れ滞り、夏には悪臭が付近の住民と路上まで漂って、不評だった。

プロジェクト後：自然な川の流れを回復させ、ダムが溜め込んでいた土砂や汚染物質を通過し流すとともに、川ニシンなど在水魚へ遡河域への上流までの移動経路を提供。



2023年4月30日

四万十川シンポジウム2023 決意表明

2023年8月4日と5日
四万十市と四万十町において

高知県濱田省司知事の後援を受け、四万十市と四万十町において四万十市長、四万十町長（代理副町長）と金融機関頭取をはじめ一般市民、漁業者、市役所職員、銀行員とマスコミ関係者などの参加者約80名が参加し、2021年3月から2か年間にわたる四万十川の環境・水質調査の報告と専門家のパネル・ディスカッションを聴取し、近年40年間における四万十川の水質と環境ならびに生態系悪化に懸念を表明した。

四万十川を含む高知県の内水面の漁獲量が1975年の3,500トンから2022年の100トン（3%）に激減したことを改めて認識し、以下を決議し、参加者他が日本政府と高知県に働きかけることを併せて決意した。

1) 2023年以降、以下に配慮し四万十川の水質・環境調査を継続して実施すること。

①防災と自然環境の保護の双方を目的とした河川工事

の確実な実施。

②過肥料と除草剤・殺菌剤と稲作代掻きの影響を含む農業排水の把握。

③工業排水と都市下水排出の適切なあり方。

④ダム及び堰の及ぼす水質、生物や環境への影響。

2) 以上に関し、科学、人文科学的データの収集を継続・強化する。

3) 上記1)に関連し、米国等で実施される自然を活用した環境修復・再生事業（NBS：Nature Based Solution）及び適切な近未来工法の導入を図る。

主たる参加者とパネリストと講演者は以下の通りである。

シンポジウム参加者

四万十市 中平正宏市長

四万十町 森武士副町長

株式会社高知銀行 海治勝彦頭取

株式会社高知銀行 河合祐子副頭取

パネリスト 四万十市農林水産課、岡田圭一課長補佐

四万十川下流漁業協同組合、山崎清実理事

公益社団法人トンボと自然を考える会

野村彩恵

四万十町人材育成推進センター

中井智之次長

公益財団法人四万十川財団

神田修事務局長

株式会社佐竹ファーム 佐竹孝太専務

講演者 一般社団法人生態系総合研究所

小松正之代表理事

小松講演後の質疑応答

田村忍、高知銀行常務取締役：今回分かったことが一つある。大学、行政、漁業関係者、農業関係者など環境を考え努力しているが、皆バラバラで成果が非常に少ない。提言にもあるようにNBSを普及するにはどうすればいいか？ ①高知県あるいは全国でNBSを普及できるのか？ ②政府に対してNBSに関して提言できる日経調のような機関があるのか？

小松：さっきのダムの話だと、佐賀堰を取っ払って石を5段階に並べたらこれまでと同じだけ、あるいは70～80%水が溜まるのか？ 流量と流速から計算できる。水は人類共有の財産なので、産業側と住民との皆で分かち合うという考えで、津賀ダムのような巨大なダムでは、ダム堤体の脇にトンネルを造りそこから浄水を流すということも考えられる。中筋川の沿域では休耕田があるのでそこに湿地帯を作ってそこを通して、浄化してから中筋川に流すという案がある。そのような工事は新しい技術の振興につながる。下田の港に砂浜海岸ができるか？ とか、初崎上流のちょっとしたスペースに砂浜や湿地帯ができるのでは？ とか、そういった対策があ

と思う。米国では、湿地帯を造成しバクテリアや昆虫と小動物が汚染物質と過栄養を体内に取り入れて分解し、植物が光合成をして二酸化炭素を分解し酸素を供給する。

提言に関しては、日経調、鹿島平和研究所の研究会を通して政府や国会議員と在外大使館とFAOなどの国際・海外機関と新聞社などに対して出している。くじらの伝統捕鯨サミットを2000年頃に室戸でやった時は、シンポジウムで決議を採択し、それを農林水産省や国会議員に持っていった。将来の提言をベースにして、本日のシンポジウムで決議を採択することは可能であり、適切であると考え。この将来への提言は決議とすることを意図して作ったものではない。そして仮に決議として採択しても、私たちのシンポジウムは私的な機関であり、決議には拘束力がないが努力目標とはなる。ただ関係者の氏名を入れ、確認するので参加者の一つの決意と決心の表明と考えられる。継続的な調査を、住民も努力して取り組み、国や地方自治体としてバックアップして欲しいという決議で、皆さん次第だ。また、意見があれば修正する。

田村常務：きちっと提言してもらって予算付してもらえばいい。ただ、農場、農家やダムと排水処理と公共事業などの固有名詞を取って一般論としての問題を表明し、その対策としてNBS調査とその事業に予算をつけてもらえばいい。

この意見に基づいて、上記の決議案を作成した。これを窪川・四万十町のシンポジウムでさらに議論を加えて、微修正後に決意表明を採択した。



写真2 小松代表理事の講演に聞き入る聴衆 2023年8月4日

(5分間の休憩)

パネルディスカッション

四万十川下流漁業協同組合 山崎清実理事：理事になってから20年以上経つが経験則しか語れない。40年前と今を比べると水は確実に汚れた。なぜかと思わないか？ 今、国道河川事務所などは河原を掘削して浄化作用を改善するという事業をしている。ところが下流について言えば、今まであったものがなくなっている。砂州が消失していて、これが影響ないわけないと単純に考える。小松先生の調査では水温が一日に10度も変るとのこと

で、これは明らかに砂州の消失によるものと小松先生が言ってくれば有り難い。

公益財団法人トンボと自然を考える会 野村彩恵：トンボ公園には魚やトンボを展示した学友館があり、屋外は自然保護区になっている。トンボと自然を考える会は、自然の重要性を訴えている組織でトンボ公園を管理している。1年を通して60種のトンボが見られ、他にはこのようなところはない。人間が手を入れて生態系を保っている。最近は虫が減っていて、アユ、ウナギもいなくなり、虫が減ったことが影響していると感じている。

四万十市農林水産課 岡田圭一課長補佐（林業水産担当）：防災と水質、どこにバランスを置くのか？ 大規模堤防を建設したら、漁業が衰退し、湿地帯がなくなる。初崎などで工事をやっているがどの辺にバランスを置けばいいのか？ おそらく、これまでバランスが悪かったからこのようになったと思う。土石流災害が多くなっており、人命を守ることが重要と思う。バランスについてはここで申し上げることができないが、工法を検討することは可能だ。ただ、ブロックに穴を開けても魚が住める状態ではない。見た目は近自然で石を使っているけど、石の間にモルタルやコンクリートを詰めて全然自然ではない。そういうところで工夫することは可能。見た目の近自然でなく、本当に自然に近いものを使っていくことが重要だ。

山崎清実：10数年前汽水水域シンポジウムに出たことがある。その時、10数年後に飯が食えなくなると言われたが、それが現実になっている。あったものが人工物のせいできなくなり、あったものをもとに戻してくれと散々言っているが、今のところ進展がない。水温が一日に8～10度変化するということは、水温の1度は人間に換算したら4度の気温変化に相当し、それでアオノリが育つわけない。このことを小松先生から言って欲しい。そしてみんなに知って欲しい。

小松：アオノリの養殖だが淡水層が非常に小さくなった。海水層はそのままだが、砂州があった時と比べると流向・流速が変化している。岩手の気仙川は40年前の1/4しか水がない。竹島川が国営農場からの排水で汚いこと、その影響がアオサノリの不作の原因であることは明らか。下田の海苔養殖場の淡水層が、近年豪雨時に簡単に海洋に河川水を流すので、氾濫平原や水田の保水力が激減し、伏流水層が薄いので水温の変動が激しい。狭い河川水層の中の汚れは、きれいな水を流すことで解決する。きれいな水を流すために金谷さんたちがやっていることは非常に需要である。すなわち伏流水の重要性に目をつけているからだ。しかし、そのための分析が必要である。伏流水の下の方の四万十川の河川水の全部のおさないとだめ。農薬、過肥料といった汚染源をどうやって断つのかを考えるべき。

山崎清実：そういう話し合いの場を持つのは分かるが、我々は経験則しかない。どこまで行政に響くのか。

野村彩恵：トンボ公園からみて水質が劣化しているのが分かる。自分たちはトンボの特徴にみあった環境を作り続け、トンボが気に入ってやってくる。つまりトンボが好む環境を作るからトンボがやってくる。四万十川は広いので湿地のようにできないかも知れない。昔は上流からの恵みでアオサノリ、ウナギが採れた。上流が荒れて、休耕田が増えた影響は大きいと多くの人が思っている。上流が悪いということではなく、田んぼは労力の割に実入りが少なく、高齢化も進んでいて休耕田が増えた。ただ、田んぼは生物にとって非常に良い環境で、雨が降ると田んぼは水を溜める。水をゆっくりと流すし、急激な温度変化を防止する。若い人にがんばってもらって、会社化して田んぼを増やすのが一つの解決策。

小松：田んぼも氾濫原、湿地と同じ機能を持っているので、田んぼの良いところを伸ばして行く必要がある。

四万十市の小谷（出席者）：岡田氏に質問だが、本当の意味の自然工法の事例があるか？

岡田圭一：四万十川本流は国土交通省が管轄で、後川、中筋川、上流は県が管理していて、これまで工事したところ（堤防など）を壊して変えるというのを聞いたことがない。自然工法の事例については自分は把握していないので、必要であれば確認する。さきほど、昔はコンクリートブロックで固めていたが、今は穴が開いたコンクリートブロックを使っている。これは、魚が入れる隙間を作るためで、海岸などでも使っている・

山崎清実：今の四万十川は非常に汚いので昔の姿に戻したい。

四万十市の小谷氏：農業排水、生活排水が汚れの原因なので汚染源を断つべき。なんとかせねばいけないと思う人がいるはず。今この場に60人ほどの人がいるけれど、皆さんの中で歯磨き粉、洗剤でせっけんを使っている人が果たして何人いるか知りたい（手をあげたのは5～6人）。そういう身近なところから考えるべきではないか？自分はここ30年石鹸を使っている。

山崎清実：自分もせっけんを使っている。

小松：それも大事だが、洗剤に成分が書かれていないことがある。塩素系か、界面活性剤を入れているかどうかなど書いてない。身近なことも大事だが、大きな原因、特に下水量を減らし生物活性槽を付けるといった対策が必要だ。農薬や肥料の使用に関しても皆気をつけるべきだ。国土交通省が変わってきたことは事実だが、中村国道河川事務所へ最近行って分かったことは土木の人は、土木分野では非常に優秀で、熱心で、かつ、漁業を回復するために何とかしなければと熱意を持っている。しかし、土木の域を出ていない。他の専門職、生物や生態学の専門職を入れるべき。そして、担当が違ふところと意見交換をすべき。中村国道河川事務所が漁業者を採用したらどうか。四万十だけを見ていてはだめで、包括的に見てほしい。農業、林業、特に生活を見るべきで、小さい所から大きい所まで両方を見るべき。

野村彩恵：トンボは益虫で、水の中で育ち水の浄化作用をし、役割が大きい。

山崎清実：四万十川は全長が長いので、上流、中流、下流みんながちょっと行動するだけで改善できる。

野村彩恵：自然を壊すのは簡単だが、元に戻すのは大変。自然を壊してお金を稼いで、自然を守るのにお金を使わない。この仕組みが変わらないと難しい。このシンポジウムにしても多くの人に伝わらないので、もっと多くの人に伝えて欲しい。石けんのように、ちいさなことでできることからやるのが大切。自分たちはそういったことから改めるべき。

岡田圭一：提言をここで出しましょうとは申し上げられない。「はい」とは言えない。自分は土木が専門だが、ここ10年はやっていない。防災目的と自然保護のバランスが大事だ。

小松：これまでのシンポジウムで提言を出したことがあり、そのため見てほしいと言った。3人から意見を聞いて2対1になった。防災と自然保護のバランス論を入れて岡田さんに見せる。あとは任せてもらって明日までに直す。その間、岡田さんと岡田さんを通して中平市長に相談する。意見が出た山林からの土砂の流出に関してだが、ここ20～30年とてもひどいので間に合わない。作業道を造成したりしたため、山からの土砂が非常に多いと思うので、泥のもとから見るべきだ。しかし、土砂の流失の防止もNBSによって解決が図られていることが米では知られる。

＊四万十川決議に関しては手を入れたあと関係者に回覧することになった。



写真3 パネルディスカッション 2023年8月4日

8月5日（土）14:00-16:30

参加者（来賓）

森武士、四万十町副町長

河合祐子、株式会社高知銀行副頭取

パネリスト

中井智之、四万十町人材育成推進センター次長

神田修、公益財団法人四万十財団事務局長

佐竹孝太、株式会社佐竹ファーム専務

主催者の一般社団法人生態系総合研究所小松正之代表理事より、シンポジウムの目的は科学的観点から四万十川の問題点について話すことだと説明。現在、水産業、農業他関係者がそれぞれバラバラで、中央省庁もそれぞれバラバラであり、森川海の観点から横串を刺して考えるべき。今回は、皆さんの参考に、知っているか、知らないかでは大きく違ってくるので熊本の荒瀬ダムを撤去した件も紹介する。



写真4
主催者として挨拶する小松代表理事
2023年8月5日

司会により知事メッセージ代読のあと来賓による挨拶があった。

森武士、四万十町副町長：このシンポジウムは高知銀行と四万十町の支援を受けて開催された。自分は船を3隻持っているが、台風が来るため今朝船を港に上げてきたが、海水温はぬるま湯のようだった。50年以上前はアユの天然遡上が多かったが、去年は200～400匹、今年は200匹くらいになった。四万十川の水質が改善しなければ、そして四万十川にアユがなければ地域再生はない。2021年に四万十川対策室を作り、小学校5年生に筏を体験させ川との触れ合いの機会を作った。後世に四万十川という財産を残したい。そして四万十川の再生・保全是行政にとって大きな課題になるので、本日のシンポジウムでヒントをもらって取り組みたい。

河合祐子、高知銀行副頭取：高知銀行は四万十川調査に最初から関わってきた。自分は7月はじめに東京から高知に来たばかりで、9年前にも別の仕事で高知に来たことがある。四万十川は日本最後の清流と言われていたが、自然環境の劣化が見られるようになった。そのため、科学データを取って、四万十川で何が起きているかを知らなければならない。皆さんは、銀行がなぜこんなことをやっているかと思うかも知れないが、自分はヨーロッパにいたことがあり、ヨーロッパでは金融機関が環境保全をやっていて環境保全運動が非常に盛んだ。地域社会の環境、状況が銀行のビジネスに直結しているため地域社会、地域の環境が豊かでなければだめなため、世界中で金融機関が環境に取り組んでいる。子供たちや、将来の世代のために四万十川が美しい川である続けることが大切だ。

来賓挨拶のあと、小松代表理事の講演。講演の内容に関しては四万十市での講演内容と同じで、決議案は四万十町では明快に提示された（講演内容は四万十市と同じなので略）。質疑応答で質問が出なかったため、短い休憩のあとパネルディスカッションに入った。



写真5
挨拶する森武士
四万十町副町長
2023年8月5日



写真6 挨拶する
河合祐子高知銀行副頭取
2023年8月5日

パネルディスカッション

中井智之：この3月まで6年ほど四万十川振興室にいて小松氏の調査を手伝った。自分は愛媛で生まれ、育ったが大学は高知で、大学を卒業後は旧窪川町役場に勤務し、2年ほど環境省に出向していた。そのため科学的な話、例えばFTUとかDOとかについては理解できる。酸素量（DO）に関しては今まで見ていなかったため、新しい関心事だ。アユが激減したが、ここ数年、少しだけ回復傾向にあるがその理由は分らない。

神田修：自分は長野県出身で15年前に四万十に移住し、今は高知県自然共生課と一緒に仕事をしている。四万十の環境はこの10年で大きく変わり、生物数が極端に減っている。なんとかしないとといけませんが、具体的な方法が分からない。小松氏の講演でNBSが紹介されたが、かつての四万十川ではいろんな取り組みが行われていた。1983年のNHKの放送で四万十川が有名になった。林道造成や浄化槽の設置など非常に先進的な取り組みがされており、四万十川再生のために今一度大きな取り組みができればと思う。

佐竹孝太：私は生粋の四万十町民で、窪川高校を出てから自衛隊に入り、今は農業をやっていて22年間農業を頑張っている。生姜農業が川を汚す産業であることは間違いないことなので、自分たちでできることは何かを

考えている。それで、自らリサーチして栽培方法を見直している。例えば、水分量、肥料、農薬がどれくらい必要なのかを考えて工業的生産を続けてきた。

小松：四万十川が非常に汚くなったので、どのようにしてきれいにすべきか真剣に考えるべきだ。今、問題点は何かを把握して、どう進めるのかを考えるべき。四万十川の調査をしているが、中流のデータをどう評価しているか。なぜならば濁度（FTU）は高く、汚染は進行している。これは、下流域に比べて、本流支流とも、川の水深が浅く空気に触れるので、溶存酸素（DO）はどうしても高く出るのではと思う。

中井智之：農業、林業、生活排水、気候変動などいろいろあってどう改善すべきかが問題だ。理想はあるけれど、皆実行しているのかどうかは分からない。例えば、ゴミを捨てないのは当たり前のことだ。農業では濁水対策、なるべく泥を出さないようにするにはどうすればいいのかを実践している人がどれだけいるのか？一時はダムの撤去で盛り上がったけれど、今どれだけ実行しているのか？自分の家は掃除するが、関係ないところは何もしない人がある。これは意識の問題で、足元から変えていくことが大事だ。

神田修：大局観を持ってやるのが大事。農業排水の問題は仕事の中でどうしても出てくる。代掻きなどは汚そうと思ってやっているわけではない。排水に関しても三面張の水路や川があり、そこからの水が四万十川に流れ込むのでなんとかしないといけない。こういう場で、みんなが知恵を絞って対策を考えるべき。皆が電気を使っているのでダムが必要だが、ダムに関しては貧酸素の問題がある。何か解決法があればそれを教えて欲しい。また、四万十川の川底がガチガチに固まっていて、金谷さんがそれを改良し水が通るようになって生物相が増えたのではというデータが出てきた。ああいった取り組みを広げていって、河床に手を入れ河床環境を改善できればと思う。

佐竹孝太：生姜の栽培方法が環境に負担をかけているのは承知している。それで、どうやって解決すべきか、まず疑うことから始めた。例えば、生姜栽培に肥料が必要なのかを考えた。米作では代掻きをするが、北海道や福島などでは早田での米栽培が進んできた。それで今年早田での米栽培をやってみた。雑草刈りが大変だったが、実験してみた。水がないと米を作れないのかどうかやってみないと分からないことがある。早田栽培をすると川に土を流すことが少なくなる。ともかくできるところから始める。おそらく5年くらいで結果が出ると思う。米と生姜との関係だが、考え方が近く、農薬をなくしていかなければならない。虫が食べられないような葉を人間は食べないし、肥料で過剰生産させることを考え直すと、農薬の使用も減る。

小松：データ取りが非常に大事で、それらの取組の記録をとることが大事。自分たちは下流域のアオサノリ養

殖場では連続水温系を設置し、環境の変化を連続水温計でチェックしている。

中井智之：面白い取り組みだと思う。今、四万十町では有機農業を志す人たちが増えている。四万十に合うのかどうかがあるけれど、有機農業は政府も政策としてすすめている。

小松：RSC（湿地型の流水路造成；Regenerative Stream Channel）を造成しそこに水を流すことを考えると休耕田を使える。四万十川でがけ崩れがあるようなところでliving shorelineの概念を使えるかも知れない。ダムの場合、3メートルくらいの小型ダムが山ほどあって、国土交通省はそのようなダムの撤去をを把握している。米国ではhidden damと呼ばれる未登録のダムが多くある。小さいダムを一つひとつ吟味して撤去できるかどうか考えてはどうか。例えば、佐竹ファームにある側溝は三面張をやめてNBSを取り入れることを考えてはどうか？

佐竹孝太：汚れた水を隣の空いた畑に貯めている。栄養分は植物生成に重要だが、リン酸カリを入れすぎるとよくない。

神田修：学ぶべきことが多い。近自然工法は福留修文氏が四万十川で進めていたが、最近それが滞ってきた。NBSと同様、川や水の動きを活かし、自然に負担をかけない工法で、それをもう一度考える時が来た。人間が手を加えて戻して行こうという時が来た。10数年前だが、後川水系で魚が魚道を登れない場合が70%あるということが言われたが、それはデマだった。県が設置した魚道は県が壊したりできるが、他の団体が作ったものを県が壊せず、やりたくても縛りがあってできないところがある。分水嶺は管轄が違うので、法改正によってできることがある。そういった行政上の問題を明確にすべき。また、福留氏の近自然工法にはどういう例があるのか、事例と写真をまとめたものを作るべき。

小松：神田さん、重要なポイントです。四万十川シンポジウムの決議の採択が重要である。決議は拘束力がないけれど、せっかく60人ほどの出席者がいるので、四万十という名前を残して決議を採択すれば、これは全国の水系に当てはまる。防災、環境のどちらが大事かは人それぞれで、当面は両方が大事。一人ひとりが自分のできることをやっていくことを念頭においた決議の採択を考えるべきである。

佐竹孝太：青年団で様々な取り組みをしていて、その際、いろんな人から話を聞いている。昔のことを聞いて守るべきことを学んでいる。いろいろな話をしながら、一人ひとりが意識すれば一歩前に進むことができるので、できるところからやってみよう。

神田修：大枠は賛成だ。データ収集が重要ということも同感だ。できるところからやる。そしてやるかやらないかは一人ひとりが決める。拘束力はないということでも理解した。

中井智之：地元の人が意識を高められるようなものが
必要だ。具体的には④近未来工法の導入を図るとか。

河合祐子：決議は非常に重要だが、個人の信念として
は議員に働きかけるとするのは私は反対する。むしろ自
分たちが何ができるのかを考えるのが大事。以前パブ
リック・セクターにいたので、働きかけることはやって
もいいし、選択肢としていれるのはいいがそれが結論に
なっているといけない。それぞれのレベルで何ができるのか
を具体的に入れるべき。

仁井田（高知銀行）：最初から四万十川調査に関わっ
てきたので、まさか3年後にシンポジウムができるとは思
わなかった。これからもっと前に進んでほしい。今回は
感動し、そして感謝している。NBSは日本ではまだ導
入されていないので、一番大事なのはここで日本初の市
民参加型の取り組みができるのではということだ。高知
では、「よさこい」を大事にしてきたし、四万十川を大
事にしてきた。だから、強制ではなく何らかの形でこの
取り組みをすすめるべき。銀行は、農業、漁業に携わろ
うとして勉強している。金融機関として、この取り組み
に対して何かできないか、自分たちで何かできないか、
話し合いできる場を持ってないかと思うてきた。その
ため、この様な機会をもっと増やすべき。

金谷（四万十川西部漁業組合）：講演有難うございま
す。私は3年前から西部漁協組合長をしていて、組合長
になってから200名あまりと意見交換をしてきた。自然
河川では災害があるが、災害についてどう考えるべき
かを話し合ってきた。台風の前後はダイバーを雇って調
査をし、川の危機を感じた。西土佐では幅100メートル、
長さ1,000メートル掘削し浄化機能を持つことができる
かどうか調査している。どうなるかみんなから意見を聞
きたいし、小松氏らに立証して貰う目的で調査を活用で
きるかも知れない。今回のシンポジウム参加者が周りの
人に声をかけることが川の改善に繋がる。農業には川の
水が必要で、お互い助け合いだ。泥を使わずに碎石を使
う、そういった助け合いが改善に繋がる。

小松：修正を入れた決議賛成でよろしいか？

神田：四万十川の悪化した現状に懸念を表明すると
ともに、こうしたいという思いが一行でも入っていたら
いいと思う。

小松：前文に環境の劣化を認識したと書き、四万十川
を将来に向けて伝承できる豊かな川に復活させることを
願ってという文言を入れることにする。

（注）シンポジウム終了後に、共催者の高知銀行からシンポジウムでの
発言内容に沿った申し入れがあり、最終的に以下のような内容の「決意
表明」となった。主変更点は「議員に対する働きかけ」が原案から削除
された。しかしながら「決意表明」がコンセンサスで採択されたことは
特筆に値する。

四万十川シンポジウム2023 参加者による決意表明 四万十市と四万十町において

高知県濱田省司知事の後援を受け、四万十市と四万十
町において四万十市長、四万十町長（代理副町長）と
金融機関頭取をはじめ一般市民、漁業者、市役所職員、
銀行員とマスコミ関係者などの参加者約80名が参加し、
2021年3月から2か年間にわたる四万十川の環境・水
質調査の報告と専門家のパネル・ディスカッションを聴
取し、近年40年間における四万十川の水質と環境なら
びに生態系悪化に懸念を表明した。

四万十川を含む高知県の内水面の漁獲量が1975年の
3,500トンから2022年の100トン（3%）に激減した
ことを改めて認識し、今後も、各自の立場においてある
いは協働して、現状の確認や他地域・他国における事例
の調査を進めるとともに、四万十川流域の環境改善に向
けて取りうる施策を検討し、実行に移していくことに賛
同した。

具体的には、以下のような項目を含め、各自において
可能な活動をしていく。

- 1) 2023年以降以下に配慮し四万十川の水質・環境につ
き、科学的・人文的調査の継続、あるいは調査へ
の協力。
 - ①防災と自然環境の保護の双方を目的とした河川工事
の確実な実施。
 - ②過肥料と除草剤・殺菌剤と稲作代掻きの影響を含む
農業排水の把握。
 - ③工業排水と都市下水排出の適切なあり方。
 - ④ダム及び堰の及ぼす水質、生物や環境への影響。
- 2) 四万十川流域の環境改善に資するような手法（例とし
て、NBS、近未来工法、または水質を浄化するノリ
の養殖や農業など）の研究、実施検討、導入。
- 3) 国際機関、国、地方自治体、関連団体などへの働きかけ。

主たる参加者とパネリストと講演者は以下の通りである。

シンポジウム参加者

四万十市 中平正宏市長

四万十町 森武士副町長

株式会社高知銀行 海治勝彦頭取

株式会社高知銀行 河合祐子副頭取

パネリスト 四万十市農林水産課 岡田圭一課長補佐
四万十川下流漁業協同組合 山崎清実理事
公益社団法人トンボと自然を考える会
野村彩恵

四万十町人材育成推進センター

中井智之次長

公益財団法人四万十川財団

神田修事務局長

株式会社佐竹ファーム 佐竹考太専務

講演者 一般社団法人生態系総合研究所

小松正之代表理事



写真1 四万十市トンボ自然公園入り口の看板 2023年8月5日

小松が公益社団法人トンボと自然を考える会、杉村光俊常務理事と野村彩恵氏（8月4日四万十市でのシンポジウムにパネリストとして参加）を8月5日午前には訪問したところ、その会合の概要以下の通り（当方中村智子同席）。

トンボ王国（四万十市トンボ自然公園）はその造成がWWFジャパン保護区用地買収をきっかけに1985年6月に開始された。それまでは、耕作水田に加えて、湿地化していた休耕田が急速に草原化し一時繁殖していたトンボ類も減少した。1986年に本格的トンボ保護区づくりが開始された。述べ200人の市民ボランティアが参加した。1988年7月に秋篠宮殿下をお迎えし、開所した。その後1990年5月トンボ自然館と2002年8月さかな館がオープンした。

野村彩恵氏によると、それまでも減少はしていたが2019年ごろから四万十川のコアマモやアオノリがなくなり始め育たなくなった。アカメの稚魚や他の魚類、エビ類などの隠れ家、エサ場でもあった。

コアマモは60センチから1メートルぐらい伸びるが、今は根はあるけれど数センチ程度の長さの芝生のような感じ。伸びたいけれど伸びることができない状態。栄養が足りないのではと思う。近隣の川、宿毛市松田川でもコアマモがほぼなくなった。まだ残っているのは黒潮町（旧：大方町）の蛸瀬川にはまだ孤立状態で残っているが、減少しているので、多分消えそうだ。

問題は農薬である。今、除草剤やネオニコチノイド系の成分が含まれた農薬がよく使われている。昔から薬は使われているが、ネオニコチノイドの方は神経毒性で長く効く。稲の害虫カメムシ等によく効き、成分が長く残るので、薬をかける回数が減る。

特に高齢者は、労力がかからないで済む農薬に頼ってしまう。昆虫に効くのであれば、近いグループのエビな

どの甲殻類にも影響しているのではないかと。田舎の人は自然は無限だと思っている。自然に帰る、元に戻るという考え。とにかく3～4年くらい前からコアマモはひどいことになっている。



写真2 四万十川学遊館にて杉村光俊常務理事（中央）と野村彩恵氏（左）小松（右）2023年8月5日

杉村光俊常務理事から四万十の状況について、高知県の川と水田は全部同じ様な好ましい生態系を喪失した状態にある。中山間地域では過疎化により水田がなくなりつつある。高齢者は草刈りが大変なので除草剤を使い、農薬漬けの状態になっている。昔は草刈りした草も、水生生物の栄養源だった。日当たりが悪くなると生態系環境が悪くなり、環境と水質の清浄さの指標であるトンボ類も減少してくる。特にミヤマカワトンボが生息している河川は日当たりがよく環境が良いことが分かる。四万十町窪川影野付近の仁井田川では数年前から急にミヤマカワトンボがいなくなったし、3～4年前から魚もいなくなった。カワムツは主に水生昆虫を食べるが、餌がないと魚がいなくなる。昆虫や魚類などが激減していることを皆知らないでいる。ホタルも激減した。

耕作水田がなくなり、田んぼによる保水力がなくなった。水を涵養する支えがなくなり洪水で一気に水が流れ、湿地と氾濫原もなくなり、それらを棲み家とした水性昆虫がなくなる。自分が若い頃は中山間地域で家の前の川でアユやウナギが採れて買わずに済んだほどだ。ところが過疎化により田んぼが農薬漬になったし以前は、山奥の水田、畑では日照確保のため雑草や雑木のすそ刈りをしていたが、除草剤など使われていなかったように思う。

温暖化の影響も出ている。40年前には台湾まで行かなければ見られなかった台湾型ベニトンボが1983年に日本で初めて石垣島で確認され、その後九州と四国に渡り（高知県では2001年初記録）、現在では広島県北部や滋賀県まで北上している。これは温暖化進行の影響と考えられるので要注意である。

1972年11月10日、足摺岬が国立公園に昇格され、高度成長期で付近が乱開発された反動もあってか、田畑が取り上げられ（一種地では田畑の耕作も禁止されるなど、自然環境に対する人手の介入が徹底的に排除された）、それでも老木は、年数回、同地を通過する台風によってなぎ倒されるなど、適度な環境かく乱によって良好な生態系は一定レベルで維持されてきた。しかし近年、気候変動の影響からか老木をなぎ倒すほどの台風が激減、草木の過剰繁茂による日照不足によって下草が生えないところは表土がむきだしになり洗い流され泥が川に流れ出している。足摺半島では、10年ほど前にミヤマカワトンボが絶滅した可能性が高い。良好な溪流環境の指標となるミナミヤンマは、水道施設がある最も安定していた溪流でも一昨年末で抜け殻が30あったのが、去年は10でそのうち奇形が3つあった。今年は羽化殻を含む羽化確認数はわずか3頭に留まった。絶滅の危機にある（確認したところ2020年が32で2021年が13、2022年も13で今年が3でした）。

ところで、自然は放置しておけば好ましい状態が維持されるとの考えがある。そのような考えが静岡の磐田市の桶ヶ谷沼でみられた。一方、私たちのトンボ公園は人工的に生態系を維持する考えで、トンボの生息域に適する環境を作った。共に1985年の保護区化開始当初、桶ヶ谷沼も当トンボ王国も、それまでの生息確認種数は60種だった。現在、総記録種数は桶ヶ谷沼が71種に留まり、四万十のトンボ公園は81種（2020年8月21日現在）まで増加した。最も大切なことは1シーズン（1年間）に何種が確認されるか、ということで、当トンボ王国では2005年から2022年まで60種以上を継続しているが、桶ヶ谷沼では40種程度と聞いている。

源流が傷めつけられているのに河口域が元気なわけではない。過疎化をなんとかすべきで、中山間地の農業は食料生産だけ求めても無理で、企業化して食料生産だけでなく生態系保全で再生すべき。2020年に球磨川が決壊して人吉市近郊が大洪水にあったが、以前はもっと雨が降ってもそうはならなかったし、多少の水害は床上浸水でもこれに人吉も耐えることができた。以前の四万十川は、100km上流の降雨が丸一日かかって下流（四万十市）まで流れてきたが、今では大量の水を一気に下流に流して水害を招いている。渇水期になっても、氾濫原から水が供給され、湿地帯も、河川敷きとエコトーンも枯れなかった。

今の子供達は発想が違う。自分が子供の頃は昆虫採集の標本を見てどんな種類のものがどれだけあるか興味を持って見たが、今の子供達が標本は「死んでる」とか「誰が殺したのか」とか言って、数や種類に感動しない。現在の環境の悪化は日本人の感性、能力の低下につながるのではと心配する。今の日本人は食べることに、お金を儲けることしか考えない。環境が劣化したらなくなるものが増える。自然を知らない若者にいかに自然の大切さを

教えるかは至難の業だが、これを実施することが必要である。これは小松がニューヨーク大学の教授と意見交換をした折に先方の教授が同様に嘆き、大きな課題であると指摘していた。

本山町というところで「天空の米」を作っていて、ここではミヤマアカネやナツアカネがたくさんいて美味しく安全な米が作られている。ところが、今そういうところがなくなってきた。最近では気候変動で一番水を欲しい時、ゴールデンウィークに雨が降らない。トンボは5分の1が有機物で残りの5分の4は水。汚染の度合いが影響し、最初に生存できなくなる種には順番があって、水生植物なら以前はヒルムシロが四万十川流域にたくさんあってその頃は川底の泥が少なかった、そのような河川の富栄養化に連れ、ヒルムシロに置き換わるようにヤナギモが増えてきたが、今はそれもほとんど見られなくなった。アオノリはなんとか生きているのがびていない。刈り取られた植物など、中山間地の農地から運ばれてくる肥料分の減少が推察される。一方でトンボなど水生昆虫によって除去されるべき有機物が増加し、河川水の濁りに繋がっているように思う。少し前まで、今成の沈下橋ではカワゲラ、トビゲラなど水生昆虫がびっしりいたが、近年激減した。昨年と今年の春は非常に少雨で、川に流出した農薬の成分が濃縮されたものと考えられ、特に水生昆虫の減少が著しかった。かつての100分の1以下に減ったとも言われる四万十川のアユは、後川の中央排水処理場があるところでも上ってきているので、一般に思われているほど清流に依存している魚とは言えない。アユがいれば清流、という考え方は危険で、それよりも水生昆虫を主食とするアカザやカワムツなどが生息しているかどうかの方に注目して欲しい。

小松から例示として四万十川流域の公共工事、例えば、下流域でも中村国道河川事務所では漁業者の漁業の生産力と環境改善のためにとの思いで実施しても、結局コンクリートを使う土木事業で、結果的に漁業に悪影響である。また、窪川の再開橋の左岸工事は、目的があるように見えない。すると杉村氏は土木業者に技術力がなく地元業者は大きな工事は無理で、仕事を与えるために目的が不明に見える仕事を作り出している。人間の手が入り、生態系が崩れると移入種が増え、人工的な手を加えて従来あった自然に戻すとそれまで生存していた在来種が戻るというのがスミソニアン環境研究所で学んできたことであると小松から語った。手を入れないと自然も劣化するので、適切に保たれた水田などの生態系を守るのが一番だ。自然は手つかずがいいという専門家もいるが、それは周辺も手つかずの場合であって、周辺で宅地造成と工場建設がされたら、自然公園や水田は手つかずでよいとはならない。道路での過剰水・ストーム水の氾濫は昔だったら田んぼと湿地帯と河川氾濫原で吸収されていた。環境保全のための農林業が必要だが、だから地方と土地は重要で、人口比だけで選挙制度を決定するなら地方が

寂れる一方だ。今の環境破壊は欧米的だが、日本の文化はやりすぎないところがいい。生態系を考えると役に立たないものは何もない。政治家がもっと賢くなって欲しい。生態系劣化に関して正しく分かっていない政治家が多い。自分たちがいる間に四万十川を壊したくない。コンクリートで固めた公園で十分で、維持管理の作業がいらないと言っている人がいるが、環境に関する教養、経験、知識が必要だ。

今後も小松は四万十川流域と四万十市を調査で訪問するので、継続した会合を持てることを期待すると杉村・野村氏にお願いした。

小松の総評

四万十川の水質と環境・生態系の改善には、清浄な水を好み、気温の上昇にその生息域が敏感に影響を受けるトンボに代表される環境と生態系の指標が目に見える形で、市民にも理解されることが重要と考える。其の意味で杉村・野村氏の推進し管理するトンボ公園の果たす役割は大きい。其の意味で、四万十川の科学調査とともに、トンボ自然公園での取り組みとの協働と協力を図っていくことが、私たちの取組にも欠かせないとする。また、トンボ自然館は四万十川流域の魚類の生きた水槽展示を行っており、生きた魚類の生理・形態の観察が可能であるので、これらから得られる情報と示唆は大きいとみられる。

参考文献

公益社団法人トンボと自然を考える会「トンボで守る食の安全」(2019年8月)

2023年9月11日と13日 津賀ダム調査と四万十川窪川地区調査

1. 9月11～13日の調査結果の概要

(1) 過去以上の率直な意見交換の実施

- ① 東部漁協の武政組合長他4名と神田修四万十川財団事務局長と津野史司四万十町四万十川振興室長：津賀ダムがヘドロ、貧酸素と小石の堰き止めで大きな問題であり、改善策を四国電力は講ずべきとの意見。
- ② 四万十市の岡田係長他：四万十川シンポジウムの会合と「決意表明」に関しては市長も長時間出席、賛成との理解。
- ③ 下流組合：下流域の不漁の原因が国営農場からの汚染・汚濁水の流入であることは、科学的に明らかであるが、今回は河口域の流向・流速の調査と養殖場への影響を実施して欲しい。
- ④ 西部漁協、金谷組合長：1,000万円の私財を既に投入し、滞筋を掘った。広見川上流の奈良川の葦をすべて刈り取った。今後は小松の科学的なご指導を得たい。また、津賀ダムの貧酸素水とヘドロそして小石の堰き止めが大問題。四国電力には、改善策を講じて欲しい。

(2) 調査結果の概要

- 1) 9月10日と11日の雨量が多かったため、四万十川の水量が多くなり、濁度がきわめて高く貧酸素も目立った。濁度の回復に要する日数も以前は3日間～1週間程度であったが、現在は1週間でも濁りが消えないと観察結果が聞かれる。
- ① 本流は深緑色で濁り、後川は黄土色で、排水処理場口はいつもの塩素臭があった。
- ② 中筋川は黄色で濁りがひどい。
- ③ 最も濁りが高いのは竹島川の国営農場下流である。下田養殖場はアオサノリが育成できる水質環境ではない。
- 2) 江川崎の掘削の現場を金谷光人組合長が案内。掘削では一時的な通水効果があったが、再度埋めると効果が無くなる。中長期的には、四万十川全体の水質改善が必須。
- 3) 津賀ダムは予想通り2023年3月1日の水質調査に比較してかなり水質が悪化、溶存酸素量と濁度「FTU汚濁物質」が増加した。特に堤体付近とダム湖の深くなった中心筋の水質が悪い。また水深16～20メートル程度から湖底まで、10メートル程度のヘドロの蓄積（小石も）が推定される。
- 4) 津賀ダム上流の佐渡堰は発電用のダムで設備供用中との四国電力の説明である。コンクリート魚道も流れが速すぎ効果は見られない。中平堰は大雨後で水がオーバーフローした。水質表面のみ計測した。

(3) 評価

- ① 今回、多くの関係者と忌憚のない、率直な意見交換ができ、とても積極的に意見交換した。江川崎、津賀ダムと上流と河口域の調査に関して熱心であった。
- ② このような本調査への評価と期待は、これまで調査を継続してきたこと、高知銀行の多大な協力と支援を含め、四万十川シンポジウム（決意表明の採択）が成功裡に開催されたことによる。「たかじんのそこまで言って委員会」の視聴者がとても多く、調査の実施者（小松）に対する信頼が増したことがあげられる。

2. 9月11日四万十川中流域の大正地区と昭和地区の四万十川東部漁協組合員との会合

集合者は以下の通り

武政賢市組合長（大正地区）米作を中心

平野賢一副組合長（十和地区）

伊藤哲郎理事（十和地区）

矢野健一理事（十和地区）お茶、唐辛子としし唐などを栽培

竹本英治（幹事）（十和地区）

武政組合長の説明は東部漁協の管轄地域は、十和地区と大正地区であり、窪川地区は淡水漁協に属する。東部漁協は津賀ダムの南の津賀ダムの下流から、大正地区と十和地区の管轄区域で窪川は入らない。佐賀堰までを対象地区として含む。



写真1 左奥から2人目が武政賢一組合長、手前左が平野さん
2023年9月11日

1) 小松からの説明

- ① 「2023年3年目の四万十川調査を実施中。これまで下流域と3月1日に津賀ダムの調査をした。四万十川の水質悪化には4つの原因があるが都市下水・工業下水、塩素と貧酸素が問題で、塩素は生き物を殺す。米国とFAO（国連食糧農業機関）でも農業・畜産業が悪

いと指摘する。過肥料と農薬の使用も問題で、過疎化でさらに農薬の使用が多くなる。3つ目はダムで、貧酸素になる。津賀ダムの堤体付近では濁度が高くヘドロが堆積し、水と環境を汚している。東京湾も汚いが水が澱むとダムも濁る。2022年には津賀ダム排水口付近で貝が死んでいる。

第4に河川土木工事・公共事業はコンクリートで蛇行した流れを直行する。現在の中筋川には蛇行がない。これでは二酸化炭素吸収・酸素供給能力と動植物の住処がない。

中村国道河川事務所とも話した。皆さんとても熱心ではあるが、専門が土木で、生物生態系の専門家ではない。米国では土木事務所でもいろんな専門家を入れている。自然の修復の解決策はコンクリートでは不可能である。

- ②2023年3月1日には津賀ダム湖で水質計測した。冬で、水質は良い時期であった。9月13日調査を実施する。夏であり、9月13日は水質が悪いとのデータになろう。
- ③農業は生姜栽培の佐竹ファームに行ったきりであり、皆さんから農業の状況を聞きたい。「清流であった四万十川」を直したいと説明した。
- ④更に米国での農地、沿岸域でのNBSの活用に関しアメリカでの対応を説明した。

2) 討論と意見交換

漁業者からは以下の意見が表明された。

- ①大正地区は200ヘクタールの水田がある。2月にまず荒搔きをする。箱で20日間ぐらい苗を育てて、それを本圃に移植する。箱に使用する2～3種混合の農薬がある。いもち、虫害と紋枯対策の農薬を投与する。水田に除草剤を袋のまま放りこんで便利である。5月中旬に代搔きをする。7月に三種混合の農薬を入れる。8月に2種混合農薬を入れるが、これはウンカとカメムシに対する農薬である。9月はいもちをやる。いもち病が出る。箱だけに3種混合農薬を施し、後は手抜きでやらない。家庭菜園・自家用には農薬は一切使わない。農薬はコメだけ。発電所の下流は汚い。
- ②津賀ダムと四万十川の水質
4月(2020年)に第1回の放水があり、放水口から茶色の水が流れてきた。4月の水質はきれいではなくて、汚い。せっかく放流した鮎がいなくなった。放水口(発電所)の下流が汚くなった。昔は箱眼鏡で見てアユを獲って商売できた。伊藤さんによると、昭和30年代または昭和の時代まではアユがかかったが、そのころから獲れなくなった。
発電所から出た水が臭い。ダムの影響が大きい。1945年建設のダムからの水が悪い。ダム湖の中でメタンガスがあると思う。ヘドロの状態が悪くなる。掃

除をしているが、流木と落ち葉が溜まる。

ダム底にはヘドロがある。放水路からは毎秒22トン、維持放水1.5トンを出している。梶原川下流も汚い。ダム下流では泥がたまっている。白い微粒が流れ、微粒がべったりとつく。それで河川床は糞詰まり状態である。ダム下流は上流からの岩石の補給がない。そこまで考えると津賀ダムは撤去すべきである。

浚渫する場合、ヘドロは除けるべきである。その場合濁りを出さないようにするにはどうするのか。住民が納得する方法でヘドロを除けるべきである。当面はダムを撤去するよりこのことを優先するべき。

- ③ダムの75%はヘドロで覆われている。ダム貯水量の75%の貯水量を失っている。ダムの堤体の下部にある排水口は、四国電力に確認したが一切使用していない。
流水型ダムは水をためない。発電も津賀ダムができたところに比較し、原発ができ、津賀ダムへの依存、環境と地域社会への配慮の必要性については、四国電力も気を使っている。
- ④漁業者からは河川の濁水が年々ひどくなっている。水も茶色になる一方である。昔にどう戻すか。
- ⑤ダムの安全性にも懸念が表明され、1944年の建設の津賀ダムは耐震補強をやっているのか。四国電力から耐震検査の文書を見せてもらうことが必要ではないか。国土交通省地方事務所がその関係書類を保持しているとみられるので見せてもらうことをお願いしたい。
- ⑥小松からは以下を説明した。外国はダムを壊す例がある。熊本県の球磨川の荒瀬ダムは熊本県の報告書ではヘドロの下流域への影響はないと言っている。また、県土木部署では影響はないという。
荒瀬ダムの撤去の際には、球磨川のヘドロは人手をかけて撤去した。荒瀬ダムは電力事業利益がないので撤去したとのことである。5年をかけて撤去した。5本の柱があったので5年を要して撤去した。コンクリートダムの津賀ダムの撤去は、例えば熊本県阿蘇水系の立野ダムのように流水型の別ダム構造物を造って置いて、現在のダムを撤去する。その後新ダムで発電する。
- ⑦さらに漁業者からは、物部川もダムがある。電源開発ではダムの濁りを出さないようにと徹底しているという。川辺川では流水型のダムを造る予定である。人吉の市民は治水貯水型ダムはいらないと言っている。
- ⑧今後の対応 本意見交換では以下を確認した。
ダム一般と津賀ダムに関する情報集めが重要である。津賀ダムに関しては ①きれいな水を流してもらうこと。②ヘドロと小石など湖底への堆積物の除去をしてもらうこと。③水田や畑作での農薬などの削減と農作業に手をかけた方が良いのかどうかと四万十川の水質改善への貢献の程度などの検討が必要である。

3. 窪川地区のニラ農家廣田吉男氏訪問

1) 廣田吉男氏は高知県農業協同組合に属し、四万十二ラ部会の副会長とニラ集荷・出荷施設運営委員会の副委員長を務めている。9月8日に急遽四万十川財団の神田事務局長を通じて、高知銀行大正・山崎支店長を通じて、今回のアレンジをして頂いたが、きわめて熱心なニラ農家である。



写真2 廣田吉男氏から説明を受ける
2023年9月11日

写真3 雑草の生えた排水溝
2023年9月11日

- 2) 以前はミョウガを栽培していたが、みょうがは生姜と同様に根茎病に弱く、継続して栽培が困難であることから、病気には比較的強いニラに転換した。
- 3) 肥料代が最近はいかす。アミノ酸が入り、有機系の栄養素が入った良い肥料を使いたいが価格が高いため化成肥料を使う。この場合良いニラができない。葉が幅広ではなく、ひよろ長くなる。以前は中嶋農法といって硝酸体の窒素を土壌とニラの葉っぱに残さない方法をとっていた。

(注)「中嶋農法」とは中嶋常允が長年の経験に基づき、ミネラルのバランスを考え、土壌の性質も考えながら、葉上散布を含めて栄養を与える農法の事をいう。3年間の継続実施が必要。

この場合は、最後に「りん」を使いニラの根に窒素が残るようにして、葉っぱには残らないようにした。しかし、現在では中嶋農法をやめた。アスパラは味が変わるが、ニラは臭いのみであるので大した効用がないと思ったからである。

- 4) アスパラとニラの双方とするのは手間が大変だった。そしてニラの経営規模を考えるとアスパラをやめて、ニラハウスに転換した。見えているニラ(写真)は昨年の5月に植えた。現在同じ根から出たニラを刈り取り、5回目である。二年株にも挑戦したがいいものがない。現在のニラ価格キロ800円であればとても良い。経営収支のボーダーラインの価格は400円で、300円では農業経営上は厳しい。費用対効果を考えながら収穫する。農協出荷は束にして出す。結局最終的にニラは切り刻んで食べるので束にまとめて出荷

する必要があるのかと思う。自分は箱に入れて出荷する。肥料代が2倍になった。

- 5) 農薬代金そして冬場になったら燃料経費が掛かる。

(注) 病気はカビの系統；「ネギアザミウマ」または「スリップス」という虫がつく。これがウイルスを媒介して、葉に不透明な緑色の斑点ができる。進むと枯れ死する。

一週間で孵化する。三日間隔で消毒するが止められなければ拡散してしまう。農薬はハチハチ、グレーシア、ファインセーブとコルトが聞く。ネオニコチノイド系の農薬はほとんど効かない。ネオニコチノイドが現在使用できるのは日本だけなのか不明とのこと。水質汚染が激しいのでヨーロッパでも使用禁止ではないか。耐性ができてしまった。

- 6) 一反(1,000平方メートル；300坪、0.1ヘクタール。1町がその10倍の10,000平方メートルで1ヘクタール)のニラ面積に対して3日に一度12トンを使用する。その水に肥料としての液肥料を入れる。昔ながらのやり方だと中耕して有機肥料を与えるが、その方法でいいニラができる。このハウスは21アールと25アールである。現在は出荷経費も経費でなくて売り上げに入れられた。農協の手数料と荷造り運賃もある。これらが売り上げとなる。本来はこれが経費。補助金は、欧州は多いが日本は少ない。このハウスは3,600万円を要して建設したが、今作ったら6,000万円は費用が掛かる。窪川ではほとんど生姜を作ってきて現在は水田に変わってきている。根茎病でやられた。ここ2～3年は生姜が安くて経営が厳しくなった人が多い。ニラの出荷量が高知県は全国第1である。

- 7) 問題は人手であるがパートが高齢化した。息子が後を継いでいるが将来がないのでどこかで職を探せと言っている(小松からサラリーマンはもっと将来性がないと言っていた)。農業は暇がない。パートが3人と身内(家族が4人)では生活は楽ではない。おばちゃんたちは、ご主人も亡くなり、ここにきて、お茶飲みながら過ごすのが楽しみである。福利厚生を付けたら雇えないし、朝の4時からの刈り取りは機械化もできない。自分は365日働き、息子には日曜日は休ませている。

- 8) 水は、井戸を掘って取水して12トン/3日で使う。これを100メートル程度の排水溝で流している。これは最終的には四万十川に入る構造であるが、どうも流れ切っていない。排水溝はコンクリートの3面張りではなくて、草が生えた畔の水路であり、これは環境にやさしく、農薬と肥料の分解機能もあるとみられる。

4. 9月13日津賀ダム湖調査

四国電力の協力を得て実施した。ダム湖8か所を水質調査した。

1) 調査体制

今回の調査も調査リーダーは小松正之並びに調査アシスタントは阿佐谷仁調査員である。津賀ダムの調査でダム湖内での水質調査に四国電力からご協力をいただいた。

山崎洋二大正支店長にはニラ農家の廣田吉男氏の訪問と無手無冠の4代目女将山本紀子取締役とのアレンジと機材の発送のご支援をいただいた。百田窪川支店長にも厚く御礼を申し上げたい。

2) 調査目的 河川環境把握と汚染とその原因の推定

2023年7月調査から第2年度に入ったので、2021年の調査結果との比較が可能である。

第1年目と今回の調査結果から ①中筋川と津蔵淵川の河川の護岸建設と直流化工事による自然回復力の低下 ②ダムと堰の建設による生態系の切断 ③四万十町や家地川流域の農業と過肥料と土壌流出など農業排水の流入と ④後川への都市下水排出と中筋川への高知南西中央工業団地からの工場排水が四万十川の水質悪化の要因と推測される。

3) 調査結果

1) クロロフィル量 ($\mu\text{g}/\ell$)

3月1日では表面のクロロフィル量はほぼどこでも $0.4\mu\text{g}/\ell$ であった。また水深10メートルでは少し多くなり、 $0.6 \sim 1.6\mu\text{g}/\ell$ であった。これが大幅に増加した。特に表面のクロロフィル量が $2.5 \sim 4.8\mu\text{g}/\ell$ と約4倍程度に増加した。湖底は $0.1 \sim 1.7\mu\text{g}/\ell$ と20分の1から3分の1程度に低下する。これは光が届かず光合成が起きないためとみられる。表面のクロロフィル量もこれを消化する動物プランクトンもなければ汚濁物質として湖底に堆積するだけであり、また、動物植物プランクトンを食べる魚類と貝類も一見見当たらない。生物調査は将来に実施することが望ましい。

2) 濁度 (FTU)

①3月1日には濁度 (FTU) は表面 (水深0.4メートル) ではどこの地点でも問題は観測されなかった。しかし水深8メートルを超えるとどの地点でも濁度 (FTU) が急速に増加する。水深18～19メートル地点から更に汚濁物質が蓄積されることがわかる。ダム堤体の内側では、堤体基底の直近は汚濁物質が急速に蓄積している場所である。このことから類推されるのはダム湖の水深はおおむね18～24メートルで、そのうちの水深の8メートルまではほぼ正常な水質であるが水深8メートルを超えると急速にその濁度 (FTU) が低下し悪化した。湖底付近まで水深が低下すると、さら

に急速に濁度 (FTU) が高くなり、湖底に汚濁物質が蓄積していることが類推される。

②上記の傾向が更に悪化した値で、湖底に関しては観察された。ダム堤体の直近の真ん中 (地点②) では、466.1FTU (水深20.8メートル) を観測した。3月1日では181.3FTU (水深18.2メートル) であったので約2.5倍に悪化した。またダム湖中央部南 (地点④) でも206FTU (水深18.3メートル) で3月1日の13.0FTU (水深14.6メートル) を約15倍も上回った。同様にダム湖北の中央部 (地点⑧) でも41.7FTUを記録し、3月1日の14.2FTUから3倍となり大幅に上回った (図3を参照)。

表面についても3月はおおむね0.5FTU程度で、清浄水であったが、9月13日では0.9～1.0FTUが観測され、2倍に増加した。

この結果ダム湖底の水質はかなり悪化したことが判明した。

ダム湖の放水口の第3発電所では、同様に3月1日から比べると20% (地点⑨) と5倍 (地点⑩) の悪化した値を示した。これはダム湖の表面水に近い水を放水しているがダム湖の水質の悪化を反映していると思われる。

3) 溶存酸素 (DO %)

①3月1日は溶存酸素 (%) も表面水では何ら問題はない。全てが97～98%台であった。表面で溶存酸素量が低いのが第3発電所放水口での91.3%であった。

②しかし9月13日の溶存酸素量 (DO) は軒並み悪化した。最も悪化したのは堤体中央部の湖底の0.3%であり、これは貧酸素の域を超えて無酸素状態である。また、湖底中央部北 (地点8) では、3.3%であった。これも無酸素状態と同様である。その他湖底中央部の地点④と地点⑤もそれぞれ30.1% (水深18.4メートル) と地点⑥の35.6% (水深20メートル) であった。これは極端な貧酸素でこれでは動物・魚類の長期間の生息は不可能である。



写真4 津賀ダム湖調査中の筆者 2023年9月13日

これらの垂直方向断面図と図3の水平方向図からわかることは、3月1日にはダム水深約8メートルから下層の深水層に水質の悪化をもたらしているが、9月では水深12～13メートルから溶存酸素（DO）と濁度の悪化が顕著に表れている。水深2～3メートルから既に溶存酸素量の低下が顕著になり、12メートルから急速に溶存酸素量の値が悪化する。その悪化の程度は極めて急速であり、最終的には0.3%の無酸素状態まで低下する（水深20.8メートル）。中央部（地点④）では30.1%（水深18.4メートル）まで低下した。

今回の調査と水質測定から判明したことは、底質付近は濁度（汚濁）が高く、貧酸素水塊と無酸素水塊がある。津賀ダム湖の中央の汚濁と貧酸素が進んでいること、そして堤体に近い中央部が最も水質の悪化が進んでいると考えられる。また、ダム湖の中央部の水深が深い

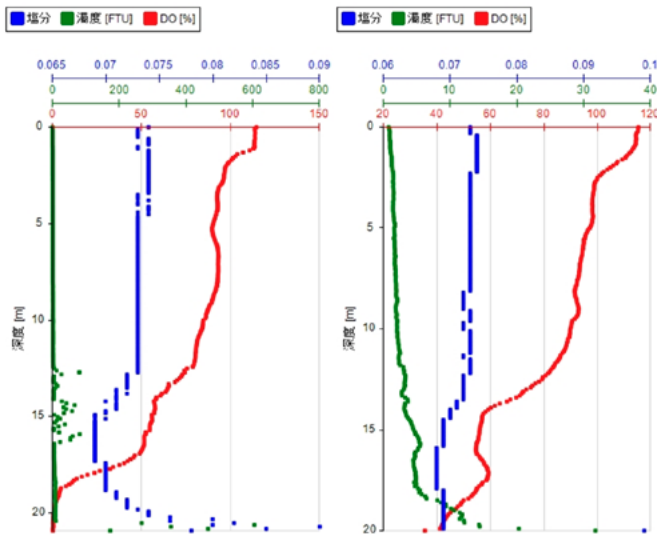


図1 堤体直近中央地点②の垂直方向断面
図2 地点ダム湖中央地点⑥の垂直方向断面
上記は濁度（FTU; 緑、塩分（‰ 青）と溶存酸素（DO% 赤）を示す

北部の地点⑥では水深が深く（今回の観測では最低水深24.1メートル）好ましくない値となったことは3月の調査と一致するが、今回の調査の方が濁度も高くなり、酸素の状態（貧酸素と無酸素の状態）も悪い。

経年80年以上経過した初瀬ダム・中平ダム

ところで、初瀬ダム（佐渡ダム）と中平ダムも、水質の測定をしたが、ダムに貯まった水の水質も濁度（FTU）と溶存酸素量も決して良くない。またダム湖の表面にはごみが大量に浮遊し付着している。これから見れば湖底にも砂礫と土砂などが堆積している可能性がある。濁度（FTU）の計測値からは、ヘドロの堆積はないと考えられる。

初瀬ダムの建設時期と現在、稼働しているのかどうか（四国電力によれば稼働中）について国土交通省中村国道河川事務所に取り組みを実施したい。また、魚道も

コンクリートで脆弱な鮎などの魚類がこのような無機質なコンクリートの魚道を遡上するとは思えない。四国電力によれば「既往の現地調査においてアユの魚道遡上は確認できており、階段に切り欠きを設け、魚道内において流速に差が生まれる構造とするなど、魚類にとって遡上しやすい魚道となるよう考慮している。」としている。従って、魚道の効果についても聞き取り調査や科学文書の提示を求める必要がある。また、アユなどがどの位の頻度で、都合何尾遡上し、それが資源の維持にどれだけ貢献したのか、又、ダムがどれだけ阻害要因になっているかを科学的に検証することが必要である。

一方でダムからの流水が常に観察される、中平ダムは、特段に特記すべきことはない。



写真5 ごみがたまると定期的に除去 写真6 初瀬ダムのコンクリート魚道
していると四国電力は説明；初瀬ダム
2023年9月13日

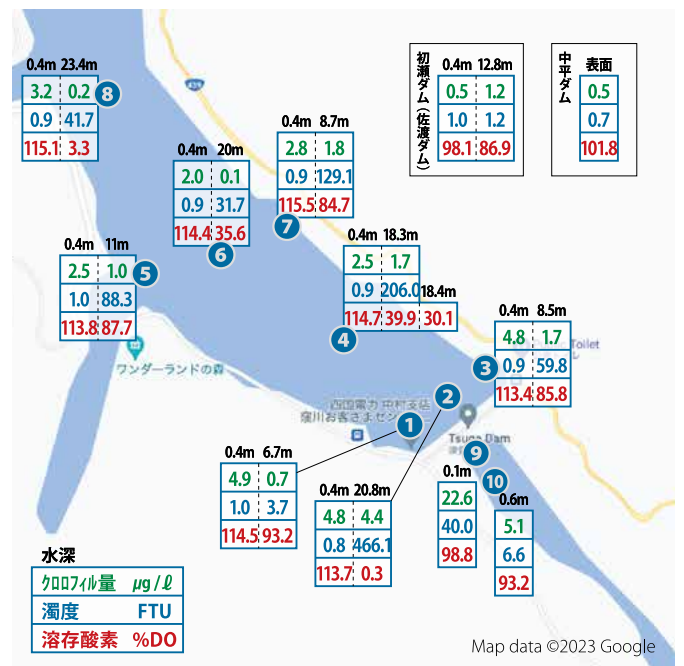


図3 2023年9月13日 津賀ダム湖の水質調査；クロロフィル量、濁度（FTU）と溶存酸素（%）資料；一般社団法人生態系総合研究所

2) 流向流速

①津賀ダム湖水流

流向・流速調査の結果からわかったことは、ダムの中
央では、表面でも水深10メートルでも、ダム湖内での
表面水と水深10メートル水流もダムの下流に向かって
流れている水流が卓越する。しかし、右岸と左岸とダム
湖の北辺では上流に向かって流れる流速が観測される。
しかしながらいずれの流速も1センチ/秒を超える程度
のものが多く、10センチ/秒を超えるものが観察され
ない。このことは、通常は10センチ/秒を超え（四万十
川下流の河口付近）、四万十川の赤鉄橋、広田湾と大船
渡湾の30～40センチ/秒を記録する海洋の湾流に比べ
れば、流れが全くないと言える。しかし濁度が高く汚染
が進行している四万十川支流の竹島川でも2.9センチ/
秒から11.9センチ/秒である。

ダム堤体に当たった水流は上流に向かって跳ね返され
る。流速はおおむね0.4センチ/秒である。

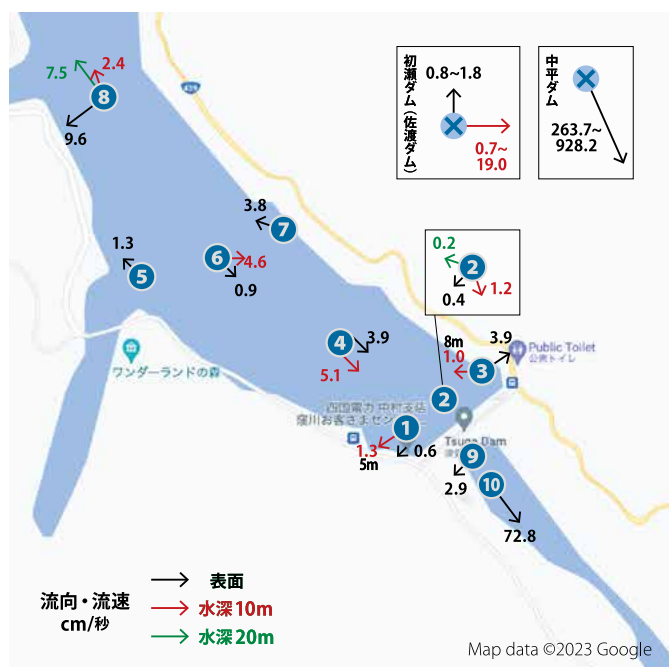


図3 2023年9月13日 津賀ダム湖の流向流速
資料：一般社団法人生態系総合研究所

②初瀬堰（佐渡堰）と中平堰

初瀬ダムでは0.8～1.8センチ/秒であり、ほとんど
流速はなかった。ただし、水深10メートルでは0.8～
19センチ/秒であり、これもほとんど流速がないとみら
れる。すなわちこのダムは放置され障害物として水流を
止めてしまった結果を招いている可能性があるように見
えたが、四国電力によれば使用中で管理しているとのこ
とである。初瀬ダムは梶原川第二発電所として、高知県
西部地域の電力供給の約5%を担う。（四国電力の説明）

中平堰は堤体の上部を超えて水が流れるように設計さ
れており、この限りにおいて水質は決して悪くはなかつ
たが、堤体・堰堤に近づくことが困難であり、堰の内側
の堰湖の底質を計測することができなかったことは将来
への宿題である。



写真7 中平堰 堤体の上を流水する 写真8 中平堰の水利権を説明した札
2023年9月13日 2023年9月13日

5. 9月13日窪川地区の水質調査

1) 仁井田川橋では、2023年2月27日と異なり水流
が多く下流に堰を超えた状態で水流がみられた。濁度
(FTU) は137.7FTU（水深0.9メートル）FTUと異常に
高かった。水質の悪化が継続しているとみられるが、溶
存酸素量 (DO) は101.2%を示した。この堰の目的を
ヒアリングする必要があることを今回も認識したい。

窪川町内では一般に濁度 (FTU) が高い。吉見川橋が
3.7FTU、新開橋が2.7FTUであり、大井野橋が1.3FTU
であった。



写真9 水が豊富な仁井田橋下の堰：著者撮影2023年9月13日

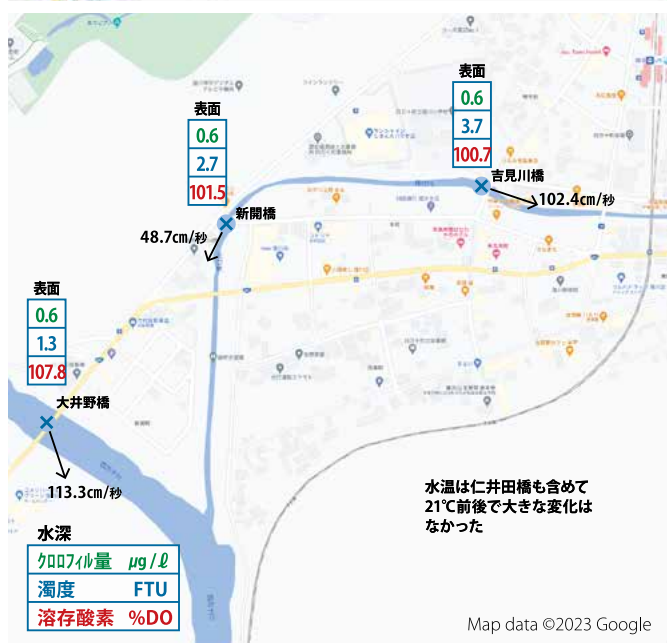


図4 2023年9月13日の仁井田橋、吉見川橋、新開橋と大井野橋（窪川橋）での流向流速、クロロフィル量、濁度（FTU）と溶存酸素量
資料：一般社団法人生態系総合研究所

これはいつもの傾向で窪川町内を流れる吉見川が町内の生活排水と農業の排水で汚染が進行するためと考えられる。しかし、溶存酸素（DO）が特段問題はないのは河川が水深が浅く常に水量が大気中の酸素を取り入れているからで、吉見川が酸素を供給する能力が備わっているかについては疑問である。



写真10 水量が豊富な状態にある吉見川橋付近の吉見川
2023年9月13日

2) 工事が進んだ新開橋下流付近河川敷



写真11 2022年11月16日
工事は行われず

写真12 2022年5月31日
県須崎事務所が発注

目的がはっきりしない河川敷の工事が行われた。少なくともこの工事で四万十川水系の環境が改善されることはない。むしろ自然の浄化力や洪水時の水の吸収力を失う。近所の住民も何でこのような工事が必要なのかを疑問視。また、この河川敷から出た工事土砂は別の河川敷のような場所に移動してただ置かれているとの証言もある。これも調査の必要がある。高知県土木事務所の事業と思われる。



写真13 河川工事が行われた新開橋
2023年2月27日著者撮影

写真14 河川工事終了後
2023年9月12日

3) 水量が久しぶりに豊かな大井野橋の下流側の四万十川



写真15 大井野橋から見た比較的水量が豊かな四万十川
2023年9月13日

6. 2023年9月12日無手無冠（むてむか）の
山本紀子取締役 高知県高岡郡四万十町大正452



写真16 無手無冠の栗焼酎ダバダ火振
2023年10月9日撮影

8月の四万十川シンポジウムの際にお会いして、大変な逸品の「ダバダ火振」栗焼酎をいただいた。これは、国産の栗が50%、麦25%と国産のコメ麴25%を使って醸造したアルコール度が25度の栗焼酎である。これは人気が高く、製造量も限定してあるので、なかなか手に入らないが、2023年8月5日に窪川地区で四万十川シンポジウムを開催した折にわざわざご聴講にお出かけ下さり、その折に持参いただいた。それを味わうことができた。栗の味がして濃厚で、かつ重かったが一方ですっきりとしたのだ越しであった。これは体にとっても良い健康酒であるとの自分なりの評価である。

親切で有能な女性従業員の勧めがあって、「無濾過純米原酒」を味わった。無濾過によってアミノ酸のいい意味での雑味が残る、それが味わいを醸すので、フランス人の長年の愛好家がこだわっているとの説明をお聞きした。これが本当においしかった。その風味と厚い味わいがある、それが純米大吟醸酒よりも人気が高いという。せっかくなので純米大吟醸酒もいただいて飲み比べたが、あっさりし、清々しい大吟醸酒の美味しさで無濾過原酒では味わいが全く異なった。

四代目の酒造・蔵元の女将山本紀子取締役からは、四万十川があるからいい水がある。良い水があるからいい酒ができる。しかし、四万十川は年々悪くなるのご心配を聞いた。農業により農薬が川に入ること、そして道路工事がいたるところで行われていることなどをご心配で、これらは四万十川流域の人がみな心配していることでもあるのだとも思った。



写真17 株式会社無手無冠の山本紀子取締役と談笑する筆者
2023年9月12日

ご主人が亡くなられて、ご主人の意思を継がれて、三男が第5代目の社長にご就任された。女将本人は、高知市内から土佐の地酒を扱う「地酒屋」を発祥の地である旧大正町に移した。ご年配であるが気持ちの大変に若々しい方である。歌舞伎にもご熱心でご最前線にしている歌舞伎役者がおられる。

2023年9月12日 四万十川下流域と西土佐地区の水質環境調査 トンボ王国訪問

1. 調査結果概要

(1) 下流域の調査

1) 概況

2023年9月10日から大雨で四万十川中流域から下流域まで増水して、いつもより水量が多かった。9月12日の下流域の調査の当日朝8時頃も、中流域と下流域とも土砂で川色が黄土色に濁ることのない増水であった。一見、鍋島の船着場では透明度が高そうにも見えたが、四万十川の本流では、黄土色ではないが深緑色の粒子がたくさん浮遊し、透明度は低かった。これが濁度の高い粒子であると思う。下流組合の山崎清実理事他によると、以前は濁りができて2～3日で透明に戻ったが現在では1週間を要しても濁度が透明化しない。回復しないとの感想を漏らしており、四万十川の回復力が低下していると更に推測をしている。これは、私たちの科学調査の結果とも一致するものである。

鍋島の船着場と下田漁港の間では、護岸工事が引き続き行われている。これは水の流れを阻害し氾濫原を縮小させる。この本流下流左岸の工事現場を9月12日の朝8時頃に通過したが、この工事は四万十川の水質と環境には悪影響を与えることが明らかである。環境モニタリングを実施するべきではないだろうか。また、窪川にある中流域の新開橋の下流の左岸の土手の補強工事と同様にその目的が立ててある看板の工事の説明書にも書かれていなかった。目的が明確でなく環境への影響が悪影響とみられる工事が数多く見られる。アキアカネが後川と本流との合流点から渡川大橋の間でまとまってみられた。しかし、後川より下流で河口まではアキアカネはみられない。また、赤鉄橋へ向かう渡川大橋の上流ではアキアカネは見られなくなった。昔はアキアカネが大量に飛んでいたものであるが、集団で飛んでいる姿からは程遠い。本当に数が少なくなった。アキアカネは水質の清浄なところに生息するので、水質が悪化し、ヤゴが生息する湿地帯も少ないのであろう。

2) 連続水温の取得は次回の調査へ

2021年3月から開始した四万十川調査も今回の2023年9月12日の調査で四万十川に関する第3年目の調査に突入した。このために、四万十川の水質環境、特に下流域と窪川地区に関してより説得力を持つ科学的な説明が可能となった。連続水温については、調査の時間が迫り、今回引き上げはしなかったが次回に引き継いだ。

3) 下流域；竹島川下流の下田地区で濁度（FTU）が高い

特に竹島川の橋の下で調査を実施し、国営農場からの汚染の実態に更に調査を拡大したが、予想通り、汚濁が158.1FTU（表面）と異常に高かった。それより下流の下田の養殖場の北辺でも濁度は976.8FTUで、溶存酸素（DO）が39.8%と異常に低かった（水深1.4メートル）。従って下田の養殖場への影響は、ほぼ国営農場からの汚染水と断定しても誤りがないとみられる。同様に津蔵淵川と中筋川の汚染が、津蔵淵の養殖場のアオサノリの養殖に影響を及ぼしていると考えて差支えないとみられる。中筋川の四万十川大橋の麓では濁度が13.7FTU（水深0.7メートル）であり、本流と中筋川合流点では22.6FTUである（水深0.8メートル）。この合流点では、右岸側に深木川が注ぐが、この川も見るとかなり汚濁が進んでいる。

津蔵淵川と海苔養殖場と中筋川の四万十大橋下でも高い濁度（FTU）を観測した。これらの傾向はこれまでの計測値と変わりはない。後川でも四万十川との合流点、中央排水施設の排水口（36.3FTU；水深1.5メートル）並びに佐岡橋付近（7.0FTU水深1.1メートル）でも川底では高い濁度を示した。

4) 溶存酸素量（DO）

地区で90%～100%を超える良好な値を示した。しかし、中筋川とその下流では80%台であり、竹島川の下流ではさらに悪化した。竹島橋の下では71.7%であり、下田の養殖場の北辺では、38.9%と極めて低い値を示した。

5) 山崎清実氏

下田地区の竹島川のアオサノリの養殖場の種付けは実施。2024年に収穫は望めないが、何もしないわけにもいかない。

6) 後川佐岡橋下

濁度が7.0FTU（水深1.1メートル）である。中央排水場付近では、さらに悪化し36.3FTU（水深1.5メートル）ある。そして、毎回、塩素系化合物の悪臭が感じられた。至急に塩化化合物の除去対策が必要である。

(2) 西土佐での水質調査



写真1 金谷光人組合長と意見交換する筆者 2023年9月12日

昨年来、四万十川西部地区漁業協同組合の金谷光人組合長が、ご自身の資金でボランティア活動として、2022年2月、8月と2023年3月と5月に四万十川本流や広見川を含む西土佐地区の河川敷で掘削工事を行った。これは、河川敷（氾濫原）で土砂が粘着・結合し、水はけが全くない状態を掘削により、水通しを良好にしたいとの意図で実施してきた。

掘削では物理的に一時的に水流が発生し、掘削した上流部に水質が改善された場所が観測され一定の効果がみられたが、一時的な効果にとどまった。これを埋めてしまうと水流も再度停止してしまう。従って、掘削とともに、付着物質に満ちた土壌が多孔質（水泡状態）（Porous）になるようにする作業との組み合わせが必要とみられる。

そのためには、化学物質の農薬と肥料などの流入削減と工事と山崩れなどによる土壌の河川への流入の削減である。このような要因が河川敷と伏流水地域の土石の目詰まりを起こすので、これへの根本的な対策が必要と考えられる。



写真2 広見川合流地点のすぐ上流の多孔質の土壌が全く見られない河川敷
2023年9月12日 著者撮影



写真3 水流がみられる掘削上部は多少水質が改善掘削効果が見られた
2023年9月12日

2. 調査の体制

今回の調査も調査リーダーは小松正之並びに調査アシスタントは阿佐谷仁調査員である。

四万十川下流域の調査では、調査に乗船した山崎明洋四万十川下流漁業協同組合長と山崎清実理事が参加した。

西土佐では四万十川漁業協同組合連合会長であり、四万十川西部漁協組合長の金谷光人氏に現地調査を案内していただいた。

また、全体的な日程調整では高知銀行の田村忍常務に、青木幹人中村支店長にもトンボ王国公園や四万十市との会合設定などでご尽力をいただいた。

また、四万十市と四万十川西部漁協組合長との日程の調整などに関して山崎洋二大正支店長にお世話になり、同氏は窪川地区の農家訪問、津賀ダムと梶原川の調査に同行された。百田窪川支店長にも厚く御礼を申し上げたい。

3. 調査の目的

河川環境把握と汚染とその原因の推定

9月の調査から第3年度に入ったので、2021年度と2022年度の下流域調査と窪川地区での調査結果との比較が可能である。

第1年目、第2年目に加えて、第3年目の今回の調査結果から①中筋川と津蔵淵川の河川の護岸建設と直行化工事により水質の悪化が継続して悪化していること②津賀ダムによる水質の悪化が夏場で著しいこと③四万十町や家地川流域の農薬と過肥料と土壌流出など農業排水の流入と④後川への都市下水排出と中筋川への高知南西中央工業団地からの工場排水が四万十川の水質悪化の要因と推測される。特に問題は都市下水の塩素系化合物を添加した後の排出と貧酸素水の排出である。これらは四万十市に限ったことではなく日本全国の都市下水場からの排出が問題であるが、外国は塩素系化合物による処理をやめて、紫外線での殺菌（フランス；要確認）と塩素系化合物で排水を処理したのちに、脱塩化施設を設置しての脱塩化を義務付けている（米国メリーランド州環境省）。

4. 調査の結果

(1) 下流域

1) 塩分濃度

今回の調査時には満潮が午前4時09分（水位は171センチ）で干潮は10時53分（水位は52センチ）である。干潮時に近い9時01分での計測であったが四万十川橋（赤鉄橋）の鉄橋下での塩分濃度は0.06‰であり、前回2023年2022年3月の1年前の値と変わらなかった。

従って今回も赤鉄橋までは海水が到達していないと考えられる。渡川大橋の下でも0.063‰であり、ここまで海水は到達していないと考える。



写真4 四万十川橋（赤鉄橋）には海水は到達せず
2023年9月12日午前9時著者撮影

しかし後川と四万十川の合流点までくると、表面で0.069‰であり、水深10センチでは0.069‰であるので後川での合流点でも水深2.3メートルまでは淡水である。また水温は後川では表面から2.3メートルまで23.6℃で一定していたから淡水だけが流れていることがわかる。

2) 溶存酸素量（DO）

汚染・汚濁が進行する四万十川の下流域であるが、夏場では溶存酸素量（DO）は比較的低い値を占める。それでも表面では概して100％前後の値である。しかし、後川の合流点までは、90％台以上で100％台もあるが、それ以降の下流域では、溶存酸素が悪化する。その悪化の原因は、中筋川、津蔵淵川と竹島川である。

その中でも竹島川下流域のアオサノリの養殖場が最も低い値を示した。竹島川下流のうちアオサノリの養殖場は下田漁港（地点⑬）とアオサノリ養殖場の北辺（地点⑭）と竹島橋（地点⑮）であるが、これらの川底で86.7％、38.9％と71.7％をそれぞれの順に示していた。特に、地点⑭では著しく低い値である。これは、海水ではなく塩分濃度から見て淡水層であると判断されるが、このような汚染度と濁度（FTU）も976.8FTUと著しく高く、この地点ではアオサノリ養殖をやることは環境的に不適切な状況に陥らされたと考えるべきである。この地点では、特に国営農場に近付くほど（地点⑮）濁度（FTU）が悪い。

すぐ上流にある国営農場ではビニールハウスで温室農業が営まれており、温室ハウスから流れ出る排水の水質の科学的計測が必要である。また、アオサノリ漁業者と国営農場の農業者の早急な話し合いと、汚染物質の削減のために具体的な対策と農家の協力が必要である。

3) クロロフィル量（ $\mu\text{g}/\ell$ ）

概ね表面水では $0.7\mu\text{g}/\ell$ が赤鉄川から後川では計測された。しかし川底ではこれらの値は同等か高くなる。下流域の中筋川、竹島川と津蔵淵川では $1.4\mu\text{g}/\ell$ から $4.0\mu\text{g}/\ell$ と高くなる。川底ではさらに高く $3.0\mu\text{g}/\ell$ から $16.8\mu\text{g}/\ell$ である。夏場ではよく計測される値であり、

数値としては高い。 $1.5 \sim 4.2\mu\text{g}/\ell$ が計測された。汚染物質と栄養が共存している可能性がある。

下田の養殖場では、約2メートルの水深まで、淡水が海水の上部を覆っていることがわかる。すなわち、アオサノリの養殖はこの淡水層で行われてきたことがわかるが、この淡水層では溶存酸素量（DO）が65％か85％台であるので、酸素も不足しているし、濁度（FTU）は2～13FTUと非常に高く、汚濁していることが明らかであり、これではアオサノリの養殖には適していないことがわかる。

4) 濁度（FTU）

（注）清浄水のFTUは0.3FTUである。

濁度（FTU）は中筋川、後川、本流と竹島川のいずれも高い。特に川底の値が高い。四万十川本流の渡川大橋が8.2FTU、佐岡橋の下が表面で2.3FTUと川底が7.0FTU（水深1.1メートル）である。中央排水場付近では、川底は36.3FTU（水深1.5メートル）で正常値の120倍で異常に高く、塩素系化合物による悪臭がいつものようにすべての調査員に感じられた。排水口からの排水（どす黒い色）と後川の流水（深緑色）との間に明確に水色と水質の差が表れたラインが浮き彫りとなった（下の写真を参照）。それだけ排水が汚濁されていることを示している。

今回の計測で最も濁度（FTU）の値が悪かったのは



写真5 中央排水処理場の排水口付近の後川；塩素化合物の臭いがする
2023年9月12日著者撮影

竹島川下流のアオサノリの養殖場の内部（地点⑬）で976.8FTUであり、清浄水（0.3FTU）の3000倍の汚濁度であり、その上流の国営農場の下流の竹島橋の下に存在する地点⑮では158.1FTUで清浄水（0.3FTU）の500倍である。毎回の計測時と同様に国営農場に近付くにつれて汚濁度が増す。また、今回の計測値がこれまでの3年間で最も高かった。汚濁の原因、すなわちアオサノリの不作の原因は国営農場であると断言できる。

津蔵淵の養殖場でも大嶋の北端の川底で18.5FTU（水深1.2メートル）で、津蔵淵養殖場では9.8FTU（水深0.8メートル）であった。また津蔵淵川では7.1FTU（水深0.6

メートル) であり、いずれもかなりの汚濁度の高さである。これでは養殖場としては不向きである。

5) 流向流速

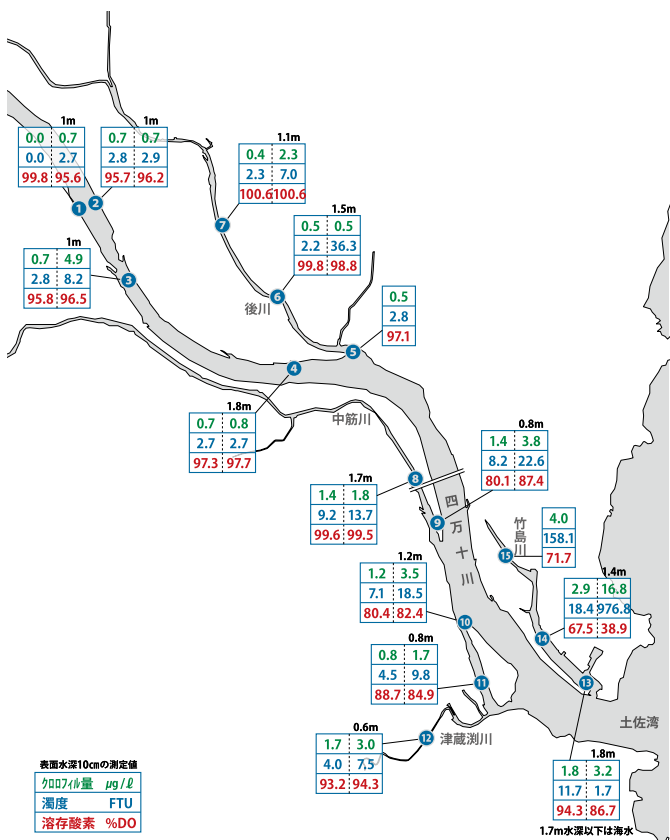


図1 9月12日の四万十川の下流域でのクロロフィル量、濁度と溶存酸素量

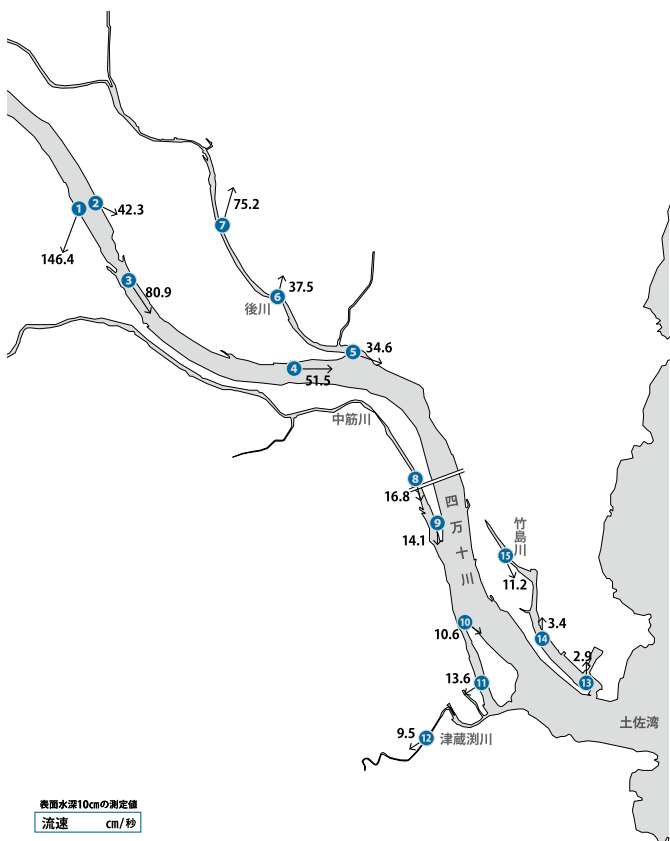


図2 2023年9月12日の四万十川下流の流向流速

流向流速は、前回2023年2月28日は満潮が午前10時20分で、干潮が午後18時42分であったので、午前8時過ぎの調査開始から午前10時20分までは上げ潮時に調査をした。これは地点①の土佐湾から地点⑬の中筋川の渡川大橋下までである。下げ潮時の調査は地点⑭後川合流点から地点⑯の赤鉄橋下までである。河川の場合は表面水を見ると、下降流の勢いがあり、河口に下降する流向となる傾向があり、四万十川の下流域全域でその傾向がみられる。今回も平時の観測であったので流速も特徴的なものは見られない。

また、2023年9月12日の調査も前回2023年2月28日の調査と同様に四万十川の本流での赤鉄橋（146.4センチ/秒）と渡川大橋（80.9センチ/秒）までは、流速が早い傾向がみられた。そして後川の合流点（51.5センチ/秒）までの流速は早かった。これは計測が下げ潮時にあたっていたためと考えられる。その後、中筋川の合流点から土佐湾までの下流域では流速が低下し、10センチ/秒台となった。問題は竹島川であり、ここでは養殖場では、2.9センチ/秒（地点⑬）と3.4センチ/秒（地点⑭）とほとんど流れのない澱んだ水であった。流速から見ても竹島川は養殖に不相当である。津蔵測の養殖場は13.6センチ/秒であり、これも流速は遅い。

6) アオサノリ養殖の状況

アオサノリの生育状況について言えば、2023/2024年度漁期においてもアオサノリの作付けを行う方針とのことである。作柄は本年同様の結果、ほぼ収穫が見込めないことは明らかであるが何もしないことはできない（山崎理事）。一方の本流の右岸の対岸の小学校の跡地を利用したアオサノリないしは、スジアオノリの養殖を手掛けることを下流組合としては取り組みたい意向であるが、6月からはまた組合長が改選され、執行部に変更がもたらされたので、この話も現在は休止状態である。他方、下流組合とは別に一般企業の参入によるスジアオノリの養殖の話も持ち上がっているが、こちらは具体性があるレベルにはいっていない。



写真6 竹島川下流のアオサノリ養殖場；海藻養殖の杭が見える。汚濁の進行が目立つ。2023年9月12日撮影

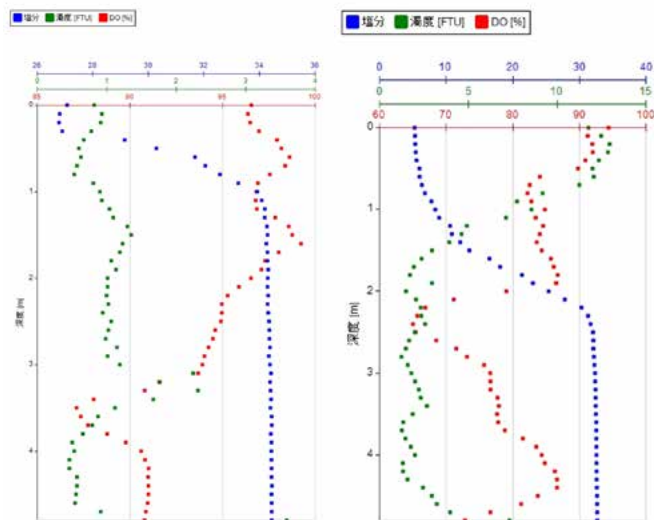


図3 塩分、濁度 (FTU) と
溶存酸素量の水深による鉛直分布
2月28日の下田養殖場計測地点

図4 同地点での
9月12日の計測値他

この不作の原因として、山崎明洋下流漁協前組合長は、河口域にあった干潟を撤去して海水の流入が増大し、ノリの成長に必要な淡水層の減少が近年著しいためではないかとの発言があった。

これに対して小松からは、根本は竹島川下流域の水質悪化が主たる原因であると推定される。特に濁度 (FTU) は化学的汚染物質の肥料と農薬であり、また、農用地からの流出土壌 (セディメント) である。海水の流入が多くなったのが問題ではなく、むしろアオサノリの育成に必要な栄養分がある淡水域への浸水の期間が減ったとすれば、それは海水が流入したのではなく、近年の四万十川本流と後川ならびに中筋川などの河川の護岸工事と直行化で河川水が一気に流れ出て、河床と氾濫原並びに湿地帯に滞留しなくなり、その結果河川の淡水層減少が原因であると考えられる。事実、上記の表②と表③を見れば、養殖場の表面から1～2メートルは淡水層である。この層でアオサノリの養殖がおこなわれており、その下の海水層は無関係であることが、表2と表3の塩分、濁度 (FTU) と溶存酸素 (DO) の垂直分布から明らかである。

4～5年前に4トンの生産があったものがゼロとなった急激な減少は、環境の劣化が最近では急速であることを示しているのではないか。

5. 四万十市トンボ自然公園 (トンボ王国) 訪問

1) トンボと植物・土壌・水質

トンボ公園の杉村常務理事と野村彩恵さんから、トンボ自然公園内を約1時間弱ご案内していただいた。駐車場前水路では、過剰繁茂した外来植物のミゾソバを早期に刈り取り日照を確保することで、激減していたタバサナエというトンボの個体数が回復してきた。



写真7 トンボ自然公園を杉村常務理事と野村彩恵氏にご案内を頂いた
2023年9月12日

ヒルムシロは水質の悪化 (富栄養化) に極めて弱く、ヤナギモ (ヒルムシロ科) は2番目に汚染に脆弱との事である。泥が深くなるとヤナギモも無くなる。しかしながら、水田では、ヒルムシロは雑草扱いで、駆除の対象である。これらの水草が維持できるレベルの環境維持がトンボ王国の目標である。

トンボはハグロトンボがいたが、東北にはいるかどうかである (注: 東北地方も分布域であることを杉村常務理事が確認)。台湾から地球温暖化の影響で日本にまで北上してきたベニトンボはアキアカネよりは紅色が濃い。

2) ウスバキトンボの北上大移動

ウスバキトンボがみられた。田んぼが乾田化してきたことによってトンボの種類と生態も変化してきた。ウスバキトンボはアキアカネより大きい。このトンボは、日本を経由してロシアまで北上して、そこで息絶える。そのトンボを捕食しながら燕などの鳥類も気流に乗って移動する。大移動である。しかし温帯域以北では、一時的に繁殖できても越冬 (定着) はできない。繁殖はあくまで南方で行い、そこで増殖したものが北上回遊に参加する。これは増えすぎたものを間引く遺伝子上の操作や分散の本能的な仕組みかもしれない。八重山地方を除き日本での越冬はない。

チョウトンボは反射板のような翅を持ち、無職透明の翅をした多くのトンボ類より暑さ (日照) への耐性が高い。本種を含め、気温が高くなると腹部を挙上させ体への受光面積を少なくして体温上昇を抑制するトンボ類が少なくないが、気温が38℃を超えると、チョウトンボでは太陽を背にした腹部を挙上させて飛翔する行動が観察される。

「アイモンイトトンボ」を含むイトトンボは種類が多い。イトトンボ科を含む均翅亜目の種類数はトンボ目の約5分の1を占める。ベニイトトンボなど、イトトンボ科の多くはオスとメスが連結して産卵する。ベニイトトンボはわかりやすい。

3) トンボは小さいトンボを捕食

ところでトンボは他の昆虫類もよく捕食するが、小さいトンボを大きなトンボが捕食することも少なくない。大型のイトトンボも小さいイトトンボを食べる。オオイトトンボは水質が悪化するとすぐに死ぬ。高知県でも今や3か所に生息するのみである。以前は四万十川はトンボだらけであったがアオノリとアオサノリも良く取れた。水質が良かったということである。今ではそれもない。

モノサシトンボは、腹部の斑紋をものさしの目盛りに見立ててその名がついた。春のモノサシトンボは夏のモノサシトンボよりも大きい。

ギンヤンマは湿地帯にいるが、乾いたところが好きである。空中湿度が高いところを嫌い、また田んぼが無くなってもしなくなる。

トンボは食事の時間とメスを探す（生殖活動の）時間とに分けられる。ギンヤンマは高温期には約3か月で卵から成虫になる。基本的にはトンボの寿命は1年である。「コウホネ」は国内産水生植物の中では最も汚染に強い。スイレン科に属する水草の一種である。

前立て赤とんぼ（ミヤマアカネ？）は、流水を好み、止水は好まない。



写真8 中央の茎が伸びた先に泊まったイトトンボがみられる
2023年9月12日

4) 人工手入れと自然生態系の活用

昔は田んぼの用水路にオニヤンマがたくさんいた。低木が田んぼのそばに茂ると風通しが悪くなってオニヤンマがいなくなる。田んぼが無くなって、表土が流出してすぐに土砂が下流に来る。



写真8 クリなどの低木が水田と湿地帯に迫り乾燥化する
2023年9月12日

田んぼと畑に人の手を入れないと豊かな生態系が崩壊する。人間は表面の水だけを見ている。以前の四万十川は今回の9月10日頃程度の大雨では、1週間もあれば、濁りも解消したが、それがいつまでも濁りが継続して濁りが取れない。

ガガンボ（双翅目）は大きな蚊のような形をしている。トンボ王国も年に5回刈り取りする。水は基本的にしみだしてきている。田んぼは一段2段と浄化作用があった。

2024年1月15日から17日 四万十川中流域窪川地区と佐賀堰の調査

1. 1月15日の四万十川窪川地区と津賀ダム調査結果の説明

集合者は以下の通り：

四万十川東部漁業協同組合 武政賢市組合長(大正町)
竹本英治氏(幹事)(十和町)
四万十町企画課四万十川振興室 津野史司室長
(財)四万十川財団 神田修事務局長
高知銀行大正支店 山崎洋二支店長



写真1 左から神田氏、武政組合長、右端は山崎支店長、津野室長と小松
2024年1月15日 四万十町の四万十川財団の入居ビルにて

1) 9月報告書の説明

小松から「調査報告書に対して四国電力は、津賀ダムの水質が予想通り悪かった9月調査の分析については特にコメントはなかった」と説明した。

「しかし四国電力上流のダムの効用と魚道の効用や、武政組合長他との会合で誰がどう言ったのかを明らかにして欲しいと修正の要求があったので修正したが、四国電力の表現に偏る箇所は小松のコメントでバランスさせた。ダム撤去などの表現を漁業者が言うのは致し方がないと語っていた。「四国電力が気に掛けるダム撤去の国内と米国などの事例は今後も参考のために調査を継続する」と小松から語った。

更に新開橋での過去1年余りの工事の推移と工事現場の説明書きを見るとその工事に意味があるようには思えないと説明した。

2) 討論と意見交換

武政組合長より、津賀ダムの水質などが悪いこととダムによる土砂の堰き止めが一層判明したが、ダム下流の梶原川は土砂がせき止められて、川肌が露出して、ごつごつしている(写真2参照)。これでは、梶原川は今後10年で完全に生物が生きられない川になり死んでしまう。何とかしたい。については津賀ダム堤体の下流側の下に碎石を積み上げて、そこに現在、第3発電所の発電に

使っている河川維持流量を岩肌に流して、蓄積した碎石の下流への転移を促したいと述べた。

これに対して、小松から現在の河川維持流量(平成10年から $1.15\text{m}^3/\text{秒}$)では役に立たない。この水量では、全く現在と同じ状況でありダムの下に置いた碎石は動かない。また土砂は気の遠くなる時間で動くので、岩肌が露出したままで、水流で碎石が砕けられて土砂がたまるようには、現在の少量に維持放水量ではないと思う。下流の土砂堆積を促すなら、現在の何倍もの水量の放流が必要で、津賀ダムに導水管を造って下流への流水増を促す必要がある。導水管を造る工事は日本では普通にあるので、日本の土木工学の技術をもってすれば、比較的迅速にできるのではと思うと述べた。



写真2 津賀ダム下流の梶原川；四万十町大正大奈路付近
岩肌がごつごつして小石も砂も見られない 2022年3月12日筆者撮影

神田事務局長は、徳島県に碎石を積み上げて下流域の碎石土砂の蓄積効果がみられたケースがあるとも聞いたと述べた。

これに対して、小松から神田事務局長に対して、徳島県の事例調査と、津賀ダム下流への碎石を蓄積し放流するアイデアをペーパーとしてまとめていただくとありがたいと述べた。

新開橋の工事に関して津野室長からは、当該工事は高知県の土木事務所が発注した工事であり、新開橋の下流の橋げたの耐震補強の工事である。四万十町は直接関与していないが更に調べてみたいと述べた。小松から耐震工事では河川敷の盛り土は全く不必要で、却って遊歩道の造成は河川敷を失い、吉見川の環境浄化の機能を失うので、環境にはよくない工事であると述べた。

2. 2024年1月15日佐賀堰湖の水質・環境調査

2024年1月15日14時53分から、四国電力のご協力を得てダム湖に小舟を出してもらって佐賀堰湖の調査を実施した。定点は7か所設置した。堰堤の内側沿いに3

地点、家地川の河口から横に2点を取りその上流に200メートル程度遡り、横に電線風のものを張ってあるところの真下附近に1地点を計測した。堰湖内は6か所。それに魚道の中の1か所の合計7か所で計測した。

1) クロロフィル量、濁度と溶存酸素

計測は、クロロフィル量、濁度 (FTU) と溶存酸素 (DO) などと流向・流速である。ほかにも当然水温と塩分濃度は計測した。その結果は以下の通りである (図1 参照)。

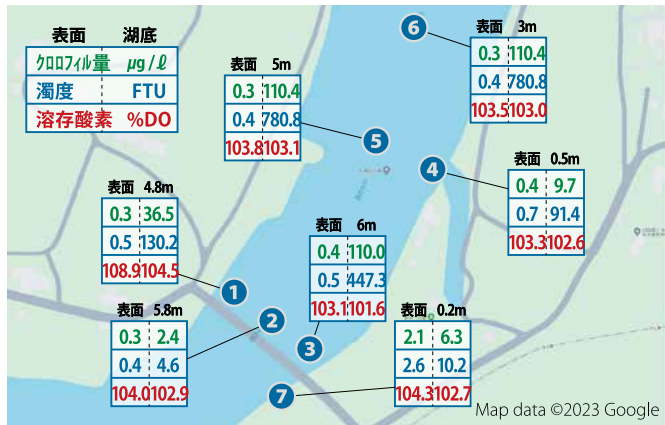


図1 佐賀堰湖の調査、クロロフィル量、濁度と溶存酸素
2024年1月15日午後

四国電力によれば、2023年11月13日から24日の間にゆっくりと堰を開けて放流をした。その結果は堰湖の上澄みの部分の水質は大変に清浄であり、今回の水質調査にも反映されていた。全ての計測地点で、表面の計測値は濁度 (FTU) と溶存酸素 (DO) とともに良好な値を示した。しかしながら湖底の濁度 (FTU) は高すぎた。最高値は家地川の西地点⑤で780.8FTUであり、次いで堰提左岸の地点③の447.3FTUである。また、右岸の地点①の130.2FTUも高い。これらは堰を開放したにせよ、結局は堰湖の水を流しただけで、積年に蓄積した土砂・ヘドロなどの堆積物はそのままだと考えられる。堰湖の水が下流域の伊尾木川に放流し、黒潮町が地下水として伊尾木川の水を汲み上げ飲料水になっているのであれば、なおさら堆積物・ヘドロの除去の対策が必要である。



写真3 佐賀堰湖で調査活動中の筆者 (右) と四国電力職員
2024年1月15日

2) 流向・流速

特徴的なことは、堰提のそばの内側ではほぼ水流が止まっているに等しい。通常、河川でも20～40センチ/秒が一般的な流速である。水は流動して、初めて生きた水としての効用を持つ。止水では、次第に排泄物や流入物が堆積し酸素が消費され、多くの生物と微生物が死んでしまい、水自身も死んでしまうか死に向かう。

水に流動性すなわち流れを与えることが自然現象・生態系サービス力の継続の上で極めて重要である。佐賀堰の堤体の近くでは表面では流速は1.1センチ/秒から5.3センチ/秒であった。残念ながら水深の深い箇所の計測はしなかったが、地点②で水深が5.8メートルで地点③で6メートルあったので計測をすればよかった。一般に水深が深まれば、表面からの水の重力が加わって、流速が阻害されて流速は低下する。従って堰底、海底と川底には諸物質が蓄積しやすい。

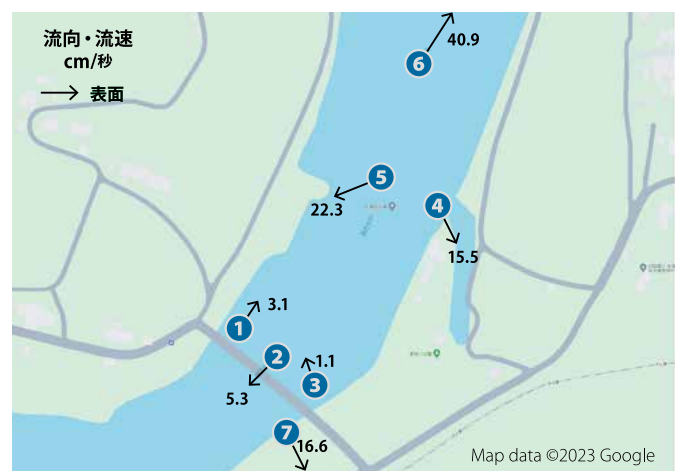


図2 佐賀堰湖の流向・流速調査 2024年1月15日午後

上流の地点⑤では22.3センチ/秒であり、それより上流の地点⑥では40.9センチ/秒がある。このことは堰提で水をせき止めて水量を確保するが、その機能のために水の流速は低下し水質が低下するという当たり前のことが判明する。

3. 農家の訪問

1) 四万十町大正地区の清水只 (けい) 子さん

清水只さんは典型的な小規模農家であり、多種多様な作物を生産する農家 (年金収入あり) である。以前は米作を主としていたが、コメの値段が低下して、現在ではコメは最低の作物であると清水さんは語る。国のコメ余りが販売価格を下げてきている。肥料、農薬、農業資材の値上がりが起きている。米は赤字だが、自分は個人売りもあり何とか続けている。

雨よけハウスで夏秋はししとう、冬はチンゲン菜を栽培している。野菜の売上は良い年、悪い年もあり米と違って楽しみがある。夏場のししとうについては農薬防除はなるべく少ないカウントで抑えての栽培をしている。

水源は四万十川からではなく裏山から引いている。自



写真4 清水只子（けいこ）さんと筆者2024年
1月15日 四万十町大正地区

分の農地の上に畜産農家がないのが本当に幸運である。水が大変に豊かで清浄である。集落では近年ホテルが飛んでいるのが見える年があるとのこと。

2) 四万十町昭和地区（旧昭和町三島）の土居重光さん

土居さんは、菜の花畑の維持管理などを四万十町から任せられ、収入は日賃役で生活している。要するに月に何日働いたかでその日数分を日給として町から支給される。

耕作放棄地となった畑で、菜の花を育成する。春には観光客と近くの三島キャンプ場を訪れる訪問客の観賞用に耕作する。それで直接の収入があるわけではない。また、時期になると菜花の出荷がある。菜花はつぼみ、若



写真5 菜の花畑の前で説明をする土居重光さんに質問する筆者
2024年1月15日



写真6 菜の花畑
2024年1月15日



写真7 食用の菜花
2024年1月15日

葉を言い、スーパーマーケットでも売られ、食堂でもメニューに供される。

土居さんの話を聞くと生活はどのようにしているのかとの思いがしたが、田舎暮らしでは経費はかからない。都会に出るとか子供に教育を受けさせるとかに現金収入は必要であるが、田舎で自給自足的に暮らすのには生活ができると思う。ただ、これからの世代を担う農家の育成という観点からは、土井さんのケースにしる、前述の清水さんのケースにしる、経済的には到底成り立たない。日本の農業はこのような形でしか残っていないものがいっぱいあるのではないかと。国民のために食料を生産する機能が失われつつある。しかし、楽しんで農業をしているようには見えた。

4. 2024年1月17日の窪川地区の水質・環境調査

1) 仁井田川橋

今回も水量が少なく、川の下流に設置された堰（目的は不明で現在調査中）がある。写真で明らかなように水流が停滞し、水が濁り、水質が悪化している。

この状態では全ての生物と環境にとって好ましからざ



図3 仁井田川橋 クロロフィル量、濁度と溶存酸素及び流向・流速
2024年1月17日

る状況を作り出している。この堰の建設目的と現在もその目的で堰を必要としているのかを正確に把握することが必要である。流速は0.7センチ/秒であり、全く流れがない状態と一緒にある。これでは水は死んでいる状態で、水質は悪化する。濁度(FTU)は川底で4FTUと高かった。



写真8 仁井田川橋の下流の堰を左岸から見たもの
2024年1月17日

2) 吉見川橋、新開橋と大井野橋

吉見川橋はほぼ水流がなく、流速は0.6センチ/秒とほぼ止まった状態であった。その結果、濁度（FTU）が50.2FTUとかなり高い値を示した。着底したので高い値になったが、それでも高い。



図4 吉見川橋、新開橋と大井野橋のクロロフィル量、濁度と溶存酸素及び流向・流速 2024年1月15日



写真9 吉見川橋からの眺め

新開橋は濁度が川底で2.9FTUと高かった。



写真10 新開橋付近の工事

河川での工事が引き続き進行していた。今回は新開橋の下流の橋梁の補強工事をしてしたが、左岸の脇の氾濫原を道路に戻すのは河川の環境保全上は、伏流水の流れを抑止し問題である。河川環境保全の視点を持っているとは考えにくい。大井野橋での計測値はクロロフィル量

も過大であったし、濁度（FTU）も表面が6.1FTUで川底（水深0.1メートル）が42.2FTUであり、かなりヘドロが堆積しているとみられる。吉見川橋に匹敵する悪さであり、四万十川本流ではあるが、水深が1メートルの水量しかないとは渇水状態が継続しているものと考えられる。

窪川地区ではすべての河川；仁井田川、見附川（吉見川）と四万十川の本流のいずれにも水量が乏しく、その結果、流れも滞り、停滞し、水質が悪化している。近年の渇水は継続して生じており、計測値からは四万十川の中流域の水質と環境は年々悪化しているように類推される。

5. 2024年1月17日四万十町の生姜農家（株）佐竹ファームの訪問（再訪）

佐竹ファームは2021年11月10日に訪問して、生姜と米を栽培する佐竹ファームの佐竹孝太専務から生姜栽培の話の伺っていた。また、佐竹専務は2023年8月5日に開催された四万十川シンポジウムに講師の一人として参加した。2024年1月17日の再訪が実現した。



写真11 左から筆者、佐竹孝太・佐竹ファーム専務と百田幸生高知銀行窪川支店長 2024年1月17日

1) 佐竹孝太専務は、できるだけ農薬；クロロピクリンなどを使わない生姜農業に持っていきたい。そのためには生姜生産の連作をやめる必要があり、コメを交えた栽培としたい。しかし、2年の間隔では生姜を再度栽培した場合にはどうしても根茎病が多少の水：雨でも発生してしまう。そのためには畑に水が停滞する量を削減することであると考えており、米作の時期でも、水を減らすことができれば、米作から生姜に転作した折にも生姜の根茎病の発生が抑えられないかと推定している。

水を使わないで米作を行う方法を、乾田で稲作をしている農家から勉強しながら、自分でも試行しているところであるが、成功した暁には生姜にも良い効果があるかと期待している。また、根茎病は人間には害であるが、自然の摂理からすれば、バクテリアが茎と根を腐らして土に返すので、これはバクテリアの機能としては当然であり、人間の都合で勝手に、病気であると判断しているのは身勝手である。



写真12 生姜と稲作農場
2024年1月17日

写真13 取水路、同日

農業用水は四万十川ではなく、地殻の山側の水脈から隣の農業集落と共同して引いている。それを圃場の近くで分離して使用している。従って取水路や排水路にNBSの概念を入れた手を加えるに際しては、関係者の合意を得る必要がある。また、自家用の取水は自宅の裏の山からの地下水を利用している。

自分の圃場・畑を3分割して、自分（佐竹専務）の責任で耕す箇所、両親の担当と従業員の担当か所でそれぞれ、やり方度考えた異なるので自らの責任で耕作してもらうことにしたその方が、各自の責任が芽生えると考える。

- 2) 小松より、むしろきれいな流水は生姜栽培時に存在しても却って良好な働きをするのではないかと。また、根茎病といっても腐敗した水が停滞して発生するのではないかと推定できないか？だとすれば、清浄で栄養分が豊富な水量の水流を如何に確保し、供給するかに拠るのではないかと。

2021年の11月にも申し上げた通り、四万十川に排水をそのまま流すのではなくて、NBSの考えを入れて、排水路のコンクリートの3面張りを土の畔にして、そこに微生物と植物が繁殖し、その力を活用して過剰肥料と農薬の分解を促進して、その後に四万十川に流すことが四万十川の水質改善にも必要である。

また、取水路もコンクリートの3面張りであり、これも植物相が繁茂する生態系サービス活用の取水路にすると水質が改善し、むしろ根茎病などの病気予防などにも貢献しよう。

更には圃場の内部にも、小さな湿地帯を造成して、ここを通して水を供給すると、良質の水がその後の圃場

に供給されるのではないかと。また、排水の浄化対策になるのではないかと。スミソニアン環境研究所・アンダーウッド社の知恵・アイデアを借りて、農地や水路にNBS型湿地帯を造成してみることも検討されたい。1年後には再々度訪問して佐竹専務の取組がどこまで進展したかについて、お話を伺いたい。

2023年11月には、豪のマルーン・ファームの良質な水量確保対策を視察してきた。流れを堰で一部堰き止めるが水流は継続し、結果的に地下水量のレベルを上げて、農業の灌漑用と育成用に貢献している。この時の報告書を送るのでご参考まで。

- 3) 佐竹専務は、今後も勉強を継続しながら、有機的で、農薬を使用しない生姜農業に代えていく努力をしたい。農薬を使用しないことは結局土壌にもよく、土地力を向上するので、長期的な農業生産にも好ましい。どこまでできるかは、やってみないと分からないが、努力したい。取水路と排水路に手を付けることは、関係者との話し合いが必要であり、いずれは切り出してみたい。

また、小松先生が海外に視察に行かれる際には自分も同行したいのでぜひ声をかけていただきたいと述べる場所があった。百田支店長も参加したいと述べた。



写真14 排水路は雑草に隠れて奥が見えない 同日

2024年1月16日 四万十川下流域と黒尊川、 西土佐地区、広見川、奈良川と三間川調査

2024年1月16日の下流域調査結果

1. 調査結果概要

(1) 下流域の調査

1) 概況



写真1 鍋島の入江・船溜まりにて山崎清実氏と山崎明洋氏と
調査地点の打ち合わせをする筆者 2024年1月16日

- ①鍋島の船着き場に午前8時に到着し、2023年9月の下流域と津賀ダムの調査結果について、四万十川下流漁業協同組合の山崎清実理事と山崎明洋理事に説明をした。彼らも津賀ダムの水質の悪化が問題であるとの認識で一致した。しかし、碎石を津賀ダム堤体の下において放水しても水量が大きく増大しない限り、現在の維持放流量では下流には土砂がたまらないとの意見で小松と一致した。
- ②今回の下流域の調査は、土佐湾に面する四万十川の河口域の下田港内とアオサノリの養殖場への影響を理解するための計測を河口域で実施した。そのために赤鉄橋と渡川大橋での調査は割愛し、後川の上流部の調査も割愛した。
- ③下田のアオサノリ養殖場は濁度 (FTU) が高く、生育環境としてはよくないことが、これまで通り判明した。また土佐湾の河口域のデータも湾口の中心地の地点①、初崎寄りの地点②の濁度FTUがそれぞれ87.8FTUと10.8FTUと極めて高かった。これらの数値は2023年2月28日の計測値の濁度 (FTU) に比較して悪化した。(地点①は0.3FTUで地点②は0.7FTUであった。) 下田地区のアオサノリの養殖場でも中央部分では、濁度が112.9FTU (2023年2月28日は121.5FTU) であり、双方とも悪い。しかしそれ以外は、下田養殖場内ではFTUが一桁であったが、今回は地点⑥で55.6FTUを記録し、下田港付近でも濁度が3.5FTUから6.7FTUと2倍となった。冬としては、先回も高い値で、今回は更に上回った値である。養殖場内と土佐湾の河口とも水質悪化を示している。

④連続水温のデータ取得に失敗

連続水温については、9月の時点では調査の時間が迫り、引き揚げなかったが、2024年1月16日に引き継いだ。記録値を見たが、途中から計測値が記録されていなかった。

⑤下流域；竹島川下流の下田地区で濁度 (FTU) が高い値

特に竹島川の橋の下で調査を実施し、国営農場からの汚染の実態を更に調査した。夏は、濁度 (FTU) がきわめて高いのが当然だが、冬場の値を2023年2月と比較すると悪化傾向がみられた。上流に行けば濁度 (FTU) が高まる。この傾向はいつ計測しても変わらないので下田の養殖場への影響は、ほぼ国営農場からの汚染水と断定しても誤りが無い。

⑥同様に津蔵淵川と中筋川の汚染が、津蔵淵の養殖場のアオサノリの養殖に影響を及ぼしていると考えて差支えない。中筋川の四万十川大橋の麓では濁度が41.0FTUであり2023年2月28日の47.9FTUと変わらない。津蔵淵川 (地点⑦) では濁度 (FTU) が316.0FTUと極めて高い値であった。これは一年前では1.4FTUであった。また、津蔵淵アオサノリの養殖場では40.4FTUであり、去年は3.1FTUであった。

⑦津蔵淵川と海苔養殖場と中筋川の四万十大橋下でも高い濁度 (FTU) を観測した。これらの傾向はこれまでの計測値を更に大幅に更新した。四万十川水系の汚染・汚濁の悪化が急速に進んでいると懸念される。後川でも四万十川との合流点で4.8FTU (2023年2月28日は2.1FTU)、中央排水施設の排水口は69.9FTU (先年は2.6FTU) と急速に悪化している。

⑧溶存酸素量に関しては下流域の多くの地区も90%～100%を超える良好な値を示した。

⑨山崎清実氏によれば下田地区の竹島川のアオサノリ養殖場の種付けは実施。2024年に収穫は望めないが、何もしないわけにもいかない。作付け者は半分に減少している。津蔵淵の養殖場では1人に減少した。

⑩後川の中央排水場付近では、69.9FTU (水深1.7メートル) ある。そして、今回も塩素系化合物の悪臭が感じられた。至急に塩化化合物の除去対策が必要である。塩素及び塩化化合物の排水含有量について四万十市に問い合わせが必要である。

2. 調査の体制

今回の調査も調査リーダーは小松正之並びに調査アシスタントは阿佐谷仁調査員である。

四万十川下流域の調査では、調査に乗船した山崎明洋氏；四万十川下流漁業協同組合と山崎清実氏が参加した。

西土佐と広見川水系では四万十川漁業協同組合連合会長であり、四万十川西部漁業協同組合長の金谷光人氏が経営する(有)竹村総合建設の成川晃祥氏に、広見川水系を案内していただいた。

広見川水系の調査日程の調整と四万十町大正地区と昭和地区の農家との調整などに関して高知銀行大正支店長山崎洋二氏にお世話になった。窪川地区の生姜農家アレンジには高知銀行の百田幸生窪川支店長にお世話になった。厚く御礼を申し上げたい。

3. 調査の目的

河川環境把握と汚染とその原因の推定

2023年9月の調査から第3年度に入ったので、2021年度と2022年度の下流域調査と窪川地区での調査結果と2023年度（2024年1月を含む）の比較が可能となつて、四万十川の汚濁・汚染を含む水質・環境の変化がより鮮明に理解できるようになった。

今回の調査結果から①国営農場からの汚染水が流れ込む竹島川の水質の悪化②河口域の水質の悪化③後川の都市下水排出での水質の悪化が分かった。都市下水の塩素系化合物を添加した後の排出は、四万十市のみならず日本全国の都市下水処理場からの排出の問題である。

4. 調査の結果

(1) 下流域

1) 溶存酸素量 (DO)

冬場では溶存酸素量 (DO) は比較的高い値を占める。表面でも川底でも概して100%を超える値である。最も低かったのは津蔵淵川の表面の92.5%であった。

3) クロロフィル量 ($\mu\text{g}/\ell$)

概ね表面水では $0.3 \sim 1.2 \mu\text{g}/\ell$ と低い。汚染が進んでいる津蔵淵以外は表面では $1.0 \mu\text{g}/\ell$ を下回る。川底では汚濁に比例してクロロフィル量が増大する。その典型的な例が津蔵淵川の川底の $326.4 \mu\text{g}/\ell$ である。中央排水口の $15.8 \mu\text{g}/\ell$ とアオサノリの養殖場（地点⑤）の $25.5 \mu\text{g}/\ell$ が極端に高いが、これは汚濁物質を死滅したクロロフィル量が構成するからと推測される。地点⑤は汚濁の進行が著しく、アオサノリの養殖場の環境にはとても適していないと考えられる。

4) 濁度 (FTU)

(注)清浄水のFTUは0.3FTUである。

濁度 (FTU) は中筋川、後川、本流と竹島川のいずれも高い。特に川底の値が高い。中央都市排水場付近では、川底は69.9FTU（水深1.7メートル）で正常値の230倍で異常に高く、塩素ないし塩素系化合物による悪臭がいつものように調査員に感じられた。

今回の計測で最も濁度 (FTU) の値が悪かったのは津蔵淵川（地点⑦）の316.0FTUである。清浄水の1000

倍の汚濁度である。また、竹島川下流のアオサノリの養殖場の内部（地点⑤）で112.9FTUであり、清浄水（0.3FTU）の300倍の汚濁度であり、その上流の国営農場の下流の竹島橋の下に存在する地点⑥では55.6FTU

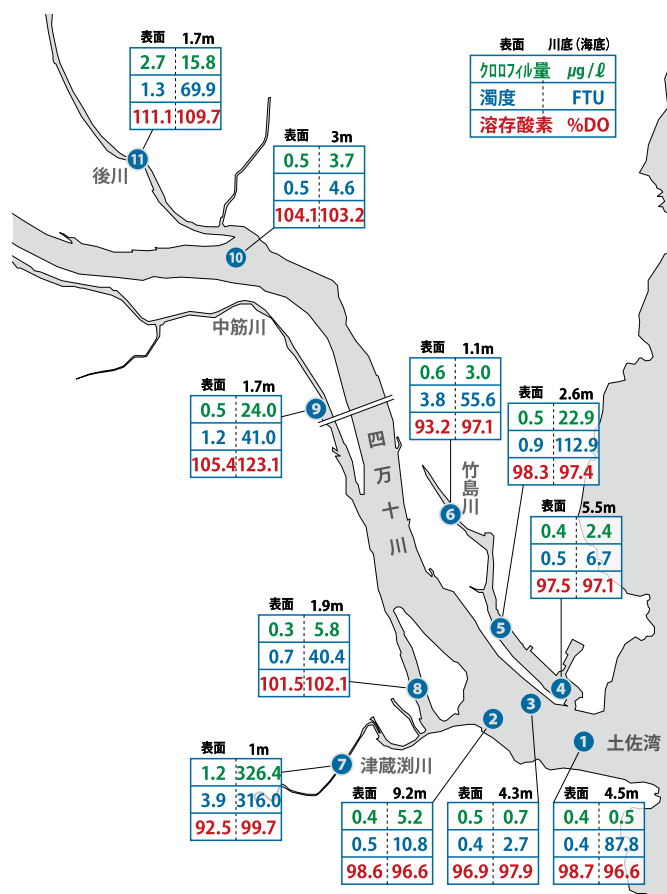


図1 2024年1月16日 四万十川下流域のクロロフィル、濁度と溶存酸素



写真2 中央排水処理場の排水口付近の後川；塩素化合物の臭いがする
2024年1月16日著者撮影



写真3 四万十川本流から見た竹島川沿いの国営農場
2024年1月16日

で清浄水（0.3FTU）の160倍である。国営農場に近づくにつれて汚濁度が増す傾向にある。また、今回の計測値では、これまでは低かった冬でも濁度（FTU）が年々高くなる傾向がある。汚濁は、すなわちアオサノリの不作の明快な原因の一つは国営農場である。

津蔵渚の養殖場でも40.4FTU（水深1.9メートル）で、津蔵渚川の値316.0FTUと合わせて、いずれもかなりの汚濁度の高さである。これでは養殖場としては不向きである。

5) 流向・流速

流向・流速調査は、今回2024年1月16日は満潮が午前9時52分で、干潮が午後15時53分であったが、午前9時10分に河口域に到達して実施した。この時間から午前9時53分までは上げ潮時の調査で、その後は下げ潮時の調査となった。地点①の土佐湾に近い河口と初崎の地点②並びに下田漁港とその地点④では特に特徴的なものは観測されなかった。表面の流速は河口域18～20.5センチ/秒と下田養殖場内19.0～19.6センチ/秒ともほぼ同様な値であった。

しかし、竹島川の上流では7.2センチ/秒と流速が低下する。津蔵渚川のそれは5.8センチ/秒であり、一般に流速が遅いと濁度（FTU）が高い傾向がみられる。もっとも速い流速は後川と本流の合流地点（地点⑩）であり、51.7センチ/秒であった。また、中央都市下水処理場の排水口では26.2センチ/秒であった。通常の速さである。

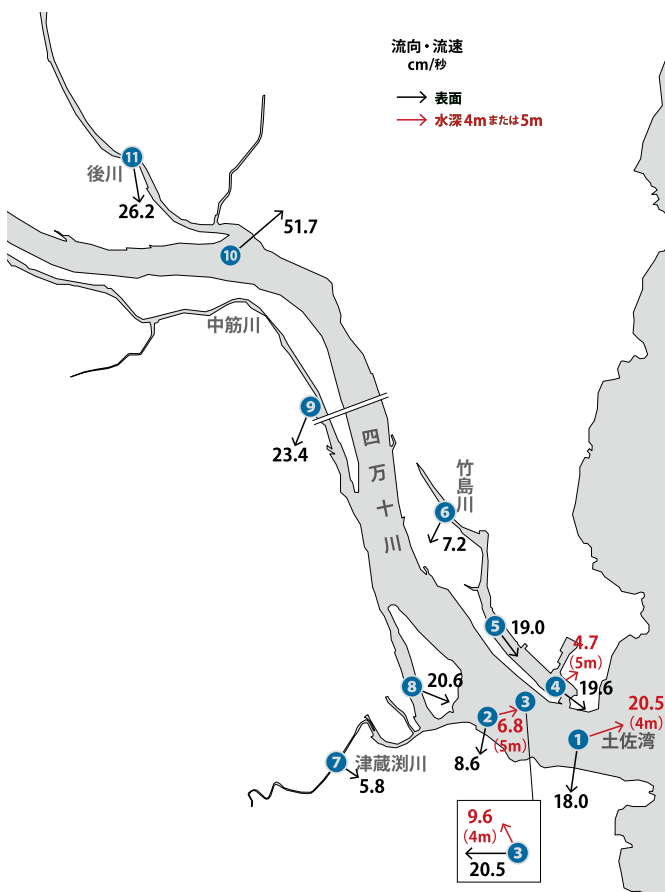


図2 2024年1月16日の四万十川下流域の流向・流速

6) アオサノリ養殖悪化の原因は何か

アオサノリの2023/2024年度漁期の育成状況は全くよくない。作柄は目視観測で葉状体の長さは2～3センチ程度とみられほぼ収穫が見込めない（山崎明洋氏）。

一方の本流右岸の対岸の小学校の跡地を利用したアオサノリないしは、スジアオノリの養殖を手掛けることを取り組みたい意向であるが、6月からは四万十川下流組合長が改選され、執行部に変更がもたらされたので、この話も現在は停滞状態である。

アオサノリの養殖場と河口との比較

山崎明洋前組合長から、下田漁港がある左岸に沖に延びる堰堤が30～40年前に完成してから、河口域と下田湾内で滞留していた外洋起源の砂が河口と下田港に一切蓄積しなくなった。それで河口域の砂州が消失してしまった。その結果、砂州があれば緩やかに海水が流入していたが、現在ではそれが無いので一気に海水が入り込む。

外洋水が直接下田港と養殖場に流入することが強くなった。その結果アオサノリの養殖に好適な汽水域の塩分濃度（15～25‰）を更生する時間が短くなって、汽水である以上に海水に近くなったのではないか。

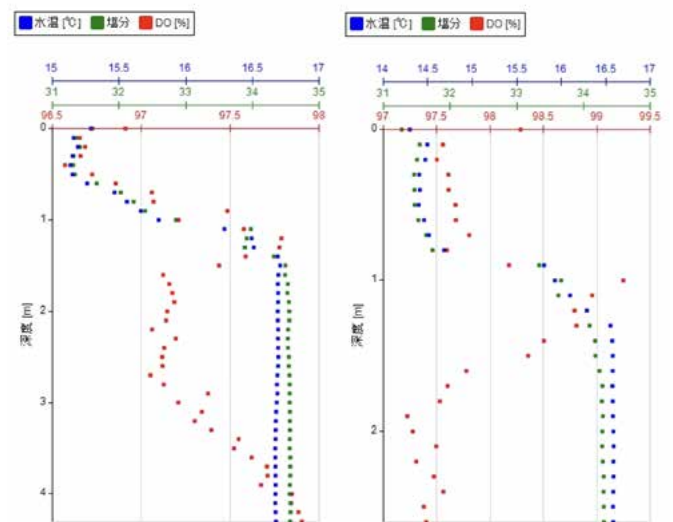


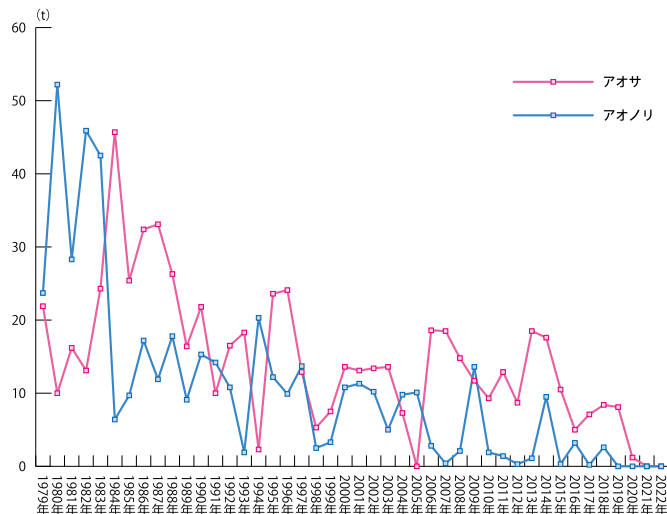
図3 地点③鉛直方向水温、塩分と溶存酸素

図4 地点⑤の同左



写真4 竹島川下流のアオサノリ養殖場；海苔養殖の杭と緑の2-3センチの葉状体が見える。2024年1月16日撮影

両方の地点とも水深1.5メートルに躍層がある。しかし、塩分躍層15～25‰が全く存在しない。地点①では表面で28.8‰であり、地点③では31.6‰、地点⑤では31.1‰である。これではアオサノリ養殖の好適な塩分の躍層が全く存在しないこととなる。



グラフから分かるように、アオノリは1980年には55トンの生産量を記録し、アオサノリは1984年に45.7トン进行記録した。しかしアオノリは1999年から、アオサノリは2021年からゼロとなった。

(2) 汚かった黒尊川

黒尊川はきれいな川であると聞いていたが、私たちの調査の結果は、その前評判とは全く異なる結果となった。黒尊川と四万十川本流の合流点は、水不足で黒尊川の水が全くなくなっており、地下に河川水がもぐってしまう状態となっていた。

下流域の計測は天皇橋（地点①）から計測した。一見清浄な川に見えたが、計測値を見ると川底の0.3メートルでクロロフィル量が19.0 $\mu\text{g}/\text{l}$ と高く、濁度が39.4FTUもあった。そこから上流に20分ほどさかのぼると土手があり、そこを下って計測した。一見きれいであったが、足を入れると滑り、小石の表面は小さな綿状の繊維のような微生物が付着していた（地点②）。



写真5 干上がってしまった黒尊川と四万十川本流との合流点
2024年1月16日

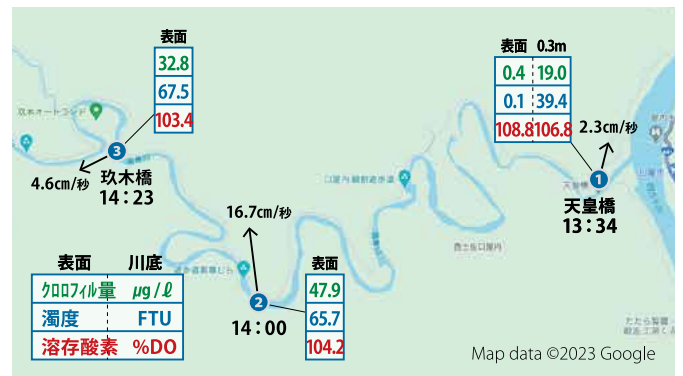


図5 2024年1月16日 黒尊川中・下流域のクロロフィル、濁度、溶存酸素と流向・流速

これで、汚濁も進んでおり、濁度（FTU）は65.7FTUとかなり高い値であった。更に上流の玖木橋の上から計測したが、これも濁度（FTU）が67.5FTUと極めて高かった。これを反映してクロロフィル量も32.8 $\mu\text{g}/\text{l}$ であった（地点③）。



写真6 黒尊川の中流地点② 一見きれいだがぬめりあり
2024年1月16日

このように四万十川の他の地域にみられない汚濁度合であるが、その原因は、地元の人に尋ねてもわからない。唯一の反応は水量が少ないことではないかとのこと。高知県の森林に詳しい中嶋建造氏が送ってくれたGoogleの写真では黒尊川遊歩道黒尊と玖木オートランド付近に森林伐採の跡がありこれらの場所からの土壌と有機物の黒尊川への流出であると思われる。次回黒尊川での計測を実施する。かつ森林伐採地も視察する。また流速も下流の地点①と玖木橋の地点③では2.3センチ/秒と4.6センチ/秒であり、流れがないのとはほぼ同様であり、これでは河川の水質が悪化するのとは当然である。

(3) 広見川水系；奈良川と三間川

広見川水系の広見川、奈良川と三間川はどの計測点をとっても汚濁度合が極度かつ深刻に進行しているとみられる。

西が方の沈下橋付近は、濁度が49.4FTU、松野町の「虹の森」公園前は40.6FTUである。三間川の宮ノ下も19.1FTUであった。

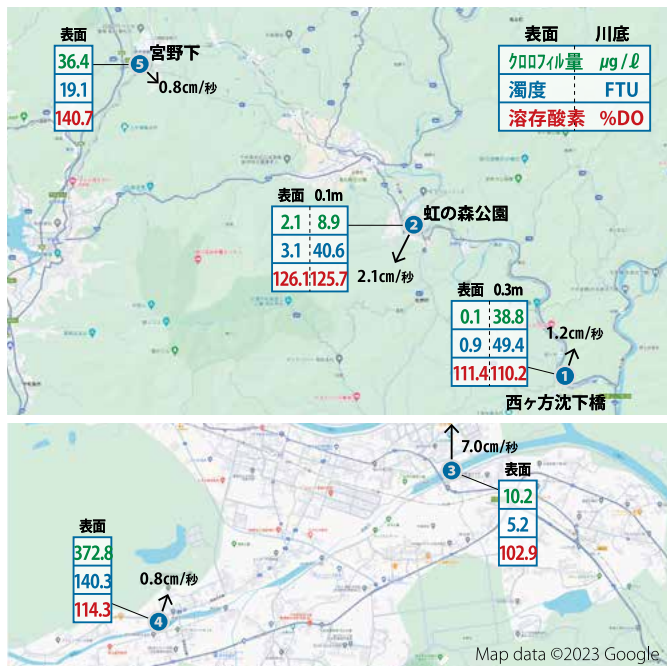


図6 広見川、奈良川と三間川のクロロフィル、濁度と溶存酸素と流向流速
2024年1月16日

最も汚濁度がひどかったのは金谷組合長がリッパー掘削をかけた奈良川である。農業用とみられる堰が多数存在し、水枯れ状態である奈良川の架橋下で、濁度 (FTU) は 140.3FTU であり、広見川水系の計測値としては最も汚濁度が進行していた。クロロフィル量は $372.8\mu\text{g}/\ell$ という高い値である。この奈良川は渇水状態であり、ほとんど水が流れていない。これでは濁度 (FTU) が高くなり、沈殿物もヘドロ化していよう。リッパー掘削をかけたが、まず水量がないこと、前後に無数の堰が存在し、これらが水と土砂・土壌の流れを阻害していることが課題である。

鬼北町役場から、奈良川の堰の役割と建設の経緯並びに今後の水質対策などについて、説明を受ける機会を得ることが重要で、金谷光人組合長にこの点を相談することが必要である。



写真7 西が方の沈下橋で、(有)竹村綜合建設の成川晃祥氏と高知銀行大正支店山崎洋二支店長と。2024年1月16日



写真8 リッパー掘削をかけた奈良川と堰
堰が水流と土壌流を止めている 2024年1月16日

大船渡湾調査



太平洋セメント工場



大船渡浄化センターから排水が流れ込む



湾口防波堤

1. 序文

- 1) 2023年6月27日 大船渡市の天候は曇りのち雨であった。最高気温が26.5℃で最低気温が19.0℃であった。新沼敬司氏に拠れば、調査当日は外洋が時間の経過とともに時化する可能性があるとのことで、今回の調査は、湾口防波堤外の外洋から開始することとした。
- 2) 新沼敬司氏（調査船船長）には、2023年2月13日の大船渡湾の調査結果について説明した。特に水質が悪い箇所は大船渡浄化センターからの排水、盛川の河口域に各種の排水が流れ込んでおり、また太平洋セメント付近の水質が悪く、蛸の浦が貧酸素水域であった。大船渡浄化センターは塩素系化学薬剤を使用し、これらが、大船渡湾の水質と生態系にとって悪影響がある。ところで大船渡セメントなどの湾奥の水質はクロロフィル量および濁度（FTU）が共に高い。また、溶存酸素量（DO）は低下していた。ただし、尾崎沖では2021年では溶存酸素量（DO）は低かったが、今回は95.5%で良好であった。しかし、これは夏の水質が悪い時期と冬の水質が改善される時期の差があることに留意するべきである。先回も秒速600センチに達する突発流が観察された。今回の突発流は珊瑚島と蛸の浦の2か所（蛸の浦は図には記載されない）で観測された。湾口防波堤の内外での流速の変化に大きな差がみられなかったことを説明した。
- 3) 新沼氏は、大船渡湾の水質は、年々次第に悪化しているのではないかと。卵肥大症を発症するカキの個体が増加傾向にある。新沼氏は殻付きで出荷しているが、卵肥大症のカキは重さが軽くなり、手に持つと容易に判断ができるので出荷の前に取り除かれる。卵肥大症の発症率は本年では5～10%に達するのではないかと。すなわち出荷数300～400個の内最低20個は卵肥大症で、今年は昨年より多く、昨年は一昨年より更に多い。宮城県から種苗を持ち込んでくるので、その種苗が卵肥大症の原因となっていると思うと述べた。
- 4) 参考；平田靖先生のご見解 2021年4月1日

2021年3月30日宮城県石巻市桃浦のカキ養殖場（2）

はえ籠式のカキ養殖；ホンダワラ類とイガイが付着



卵肥大症のカキ；◎部分に斑点が数個みられる



2021年4月1日、小松の質問に対する平田靖博士の回答は以下の通り。

マガキ卵巣肥大症（いわゆる異常卵塊）とは、卵細

胞内に寄生する細胞内寄生性原生動物（*Marteilioides chungmuensis*）により発症。虫体は卵細胞内で胞子を形成し、寄生胞子卵が産出されるのに伴いカキ体外に放出される。放出されなかった卵は塊状に卵巣に残り膨隆体を形成する。外観が非常に悪くなるので、むき身出荷の場合は選別廃棄されるが、殻付き出荷では確認できないので、発症率の増加は大きな問題になる。

原因となる原生動物の生活環の詳細は不明で有効な対策は確立されていないが、河口域での感染率が低いマガキを潮間帯で飼育すると本虫の寄生率が低下するという報告がある。

広島県海域でも数%の発症個体が常在するが、むき身中心の出荷体制のため、むき身加工時に廃棄されるので、過去大きな問題は生じていない。また、弱発症の場合、身入りが進行し外套膜が肥厚することで外観上問題がなくなることもある。



2020年11月広島湾にて平田靖博士撮影

5) 水温計の脱落

新沼敬司氏の養殖場に設置した2基の連続水温計が脱落した。これはつるした紐が重力に耐えきれなかったためと考えられるが、この紐に、付着物の付着度合を観測するセラミック版を合わせて懸垂させたのでその重力が過重にかかってしまったことが原因であるとみられる。この2基の連測水温計はその後潜水夫をして新沼敬司氏の親類によって回収した。



写真1 下船渡の新沼敬司氏の養殖場で連続水温計の設置場所
2023年6月27日

6) 測定作業を湾口防波堤外から開始

午後から海上が時化るので、午前中の早い時期に湾外の調査を実施して随時湾内に戻る方が良いので、湾口防波堤の外の観測地点から調査・計測を開始し、観測順番をすべて逆転させて実施した。

2. 調査員と使用機材

調査員は調査団長が小松正之、調査員が阿佐谷仁と西脇茂利。現地調査員が伊藤光男である。調査船は新沼啓司氏のカキ作業漁船；2013年の建造、14.1メートル、450馬力を使用した。

使用機器

- 1) AAQ-RINKO AAQ170を使用した。水温、塩分、クロロフィル量、濁度と溶存酸素量を計測し、D-10総合水質計用ハンディターミナルで瞬時に表示した。後刻データはパソコンに取り込んだ。
- 2) 小型メモリー流速計INFINITY-EM AEM－USBを使用した。
- 3) 下船渡地区のカキ養殖いかだに長期間の計測用に設置した連続水温計はDEFI-1Fである。

3. 調査結果

1) 大船渡湾調査の概要

湾奥の盛川ではクロロフィル量が $4.3\mu\text{g}/\ell$ と高くなり、濁度（FTU）も若干高い。さらに溶存酸素量（DO）は、後入川の水深11メートルでは77.7%と低下していた。湾奥の水質は昨年と一昨年に比べると悪化していない。

湾の中央部の珊瑚島では、溶存酸素量（DO）は水深30メートルでは64.1%で低下していた。尾崎の水深30メートルの溶存酸素量（DO）が2021年では39.8%であったが6月27日では46.8%と悪い値を示した。

ところで、今回は台風も低気圧も襲来していないのに水深30メートルで毎秒534～786センチ/秒を超える突発流が流れていた。このような突然流は先回では表面流に関しては赤崎、珊瑚島、蛸の浦と北提の内側でも観測されたので何らかの強風と気圧の収れんがあったと考えられる。これまでは水深30メートルでは、このような突発流は観察されたことがないが、水深30メートル

で計測されたことは大船渡湾では初めてであった。今回隣接する広田湾では、このような突発流が表面水を中心に広田湾の調査を実施した全域で観測された。

また大船渡浄化センターの大船渡湾への排水口は、溶存酸素（DO）が2月13日には68.0%を示していたが、今回は100%を超え、濁度（FTU）が1.6と高い値を示した。一方、排水路では、溶存酸素量（DO）が56.9%で低かった。

(2) しかし、今回の6月27日の調査結果では、悪化した科学指標は、尾崎沖の水深30メートルの溶存酸素量（DO）が46.8%を示したが、海底の溶存酸素量（DO）が比較的悪い値を示したところは後入川と太平洋セメント沖、珊瑚島の水深30メートル（64.1%）、蛸の浦の湾奥と中心部がそれぞれ80%台で北提内側が84.8%であった。

濁度（FTU）が極端に悪かったのは蛸の浦の湾奥水深11メートルの153FTUと後入川の水深11メートルの13.0FTUであった。

2) 流向・流速

- ①今回は満潮が9時23分（潮位97センチ）で、干潮が15時19分（潮位70センチ）であるので比較的小潮である。
- ②今回も表面流速と水深10メートルの流速を比較すると、前者の流速が殆どの計測地点で速くなっている。水深10メートルは半分程度の流速となるとみられる。しかし、水深10メートルと水深20メートルでは、流速に変化があったようには見えない。
- ③珊瑚島の水深30メートルでは今回初めて534～786センチ/秒の突発流が観測された。これまでも大船渡湾では突発流が観測されたがそれは表面に限ったことであり、かつ、台風や低気圧の通過後の暴風雨の影響とみられていたが、今回はこれらの要因が見当たらなかった。これまで水深30メートルでは流向・流速は安定していたが、本調査の計測値は顕著な違いが認められた。
- ④また、水深30メートルでは表面水よりは格段に流速が低下するが、水深10メートルと比較すると幾分低下している程度を示した。



写真2 湾口防波堤の北提内側から湾口防波堤を見る。奥が南提
2023年6月27日



写真3 水深30メートルで突発流が観測された珊瑚島
2023年6月27日

3) 塩分；盛川の影響は湾口防波堤まで広がる。

塩分は計測の深度を今回は10センチに代わり1メートルごとに設定したので、盛川からの河川流・淡水の程度を細く計測できなかった。しかしながら、表面の塩分濃度を見ただけでも、盛川の淡水の影響が及ぶ範囲がよく理解できる。今回の計測から盛川の河川流は、大船渡湾の表面を流れて湾口防波堤にまで到達していることが判明している。川口橋では表面で5.4‰、これが盛川の河口では26.4‰まで塩分の影響を受ける。排水口では19.5‰であり、湛水の影響を盛川河口より受けていることがわかる。ところで、大船渡浄化センターから直接流れ込む水路の塩分濃度は1.8‰であり、これは淡水であることがわかる。

一方、珊瑚島まで行くと28.8‰であり、尾崎でも28.2‰であり、湾口部分の湾内では27.0‰であった。北堤の内側では28.8‰で、湾外に出ると31.5‰となり、若干淡水の影響はあるが海水が卓越する。このことによって、湾口防波堤が盛川の淡水を湾港内に留め置いている機能があることを理解できる。

4) クロロフィル量 ($\mu\text{g}/\ell$)

クロロフィル量は冬場で高い数値が観測された。特に排水口では表面で $6.8\mu\text{g}/\ell$ であった。盛川河口と太

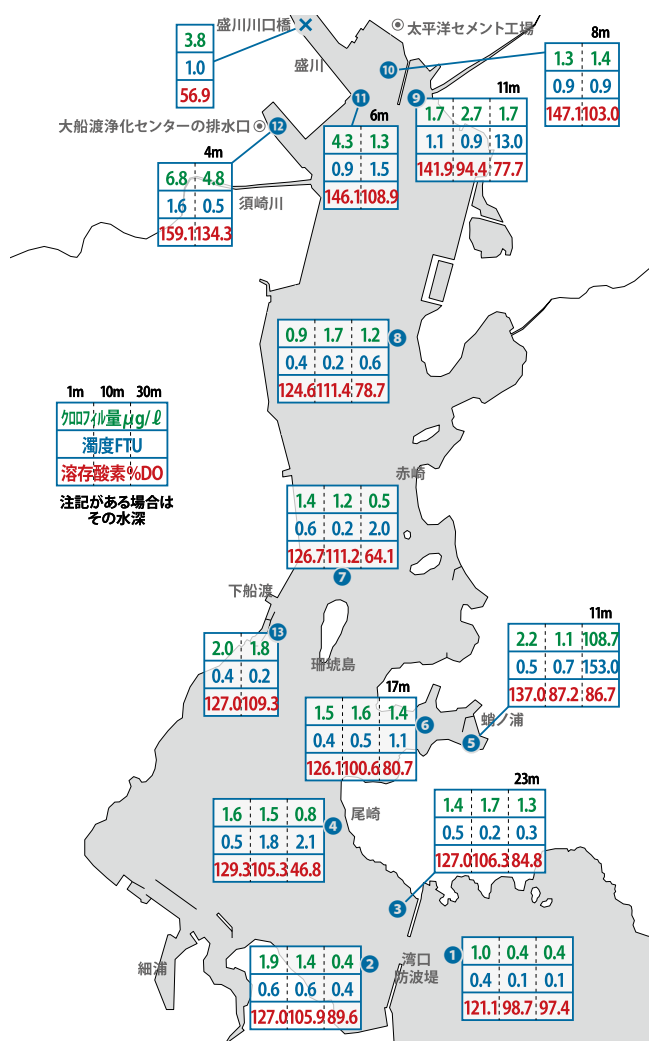
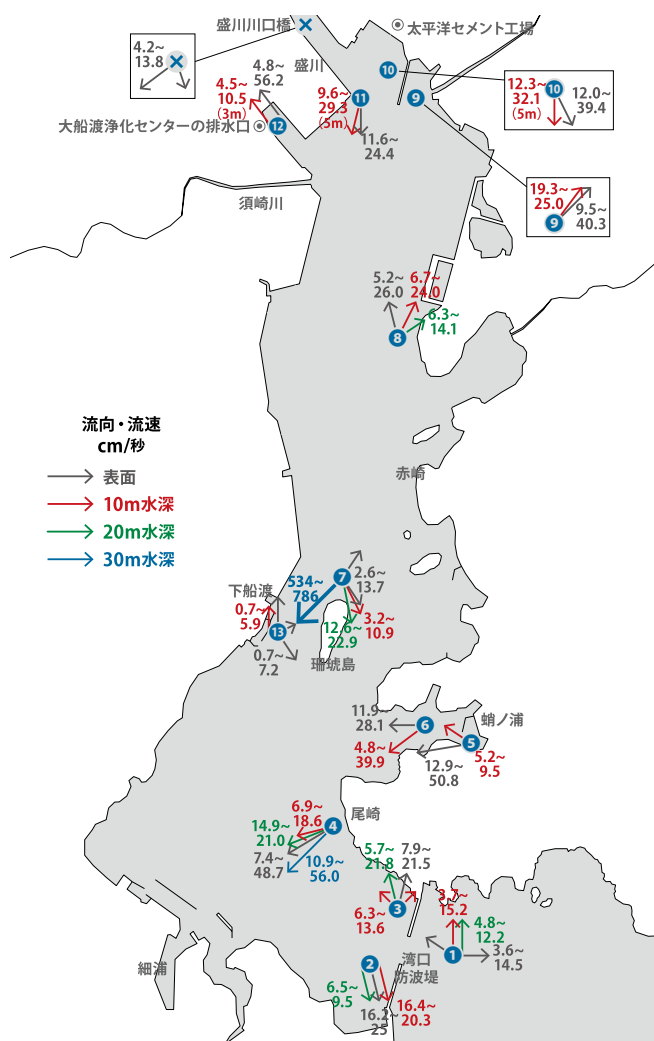
平洋セメントでも表面で $1.3 \sim 4.3 \mu\text{g}/\ell$ を記録した。珊瑚島から湾口防波堤の内側は $1.5 \sim 2.0\mu\text{g}/\ell$ であり夏場特有の全般的に高い値であった。異常値は蛸の浦の湾内で $108.7\mu\text{g}/\ell$ であった。この場所は濁度でも異常値153FTUを記録した。この海底付近は堆積物が多いことが原因の値であると考えられる。

2021年から大船渡湾、広田湾そして四万十川で科学計測を開始して、四季の傾向を見ると通例夏はクロロフィル量が高い傾向があるが、今回もその傾向がみられた。

また特徴は湾口防波堤の外では表面が $1.0\mu\text{g}/\ell$ で、水深10メートルと水深30メートルでは $0.4\mu\text{g}/\ell$ であった。大変な値であった。広田湾の外洋に近い広田半島観音崎と唐桑半島の真崎を結ぶ線ではこれよりは2～3割程度高い値を示したが、概して大船渡湾で計測した各水深共 $1.0\mu\text{g}/\ell$ 以下であった。

5) 濁度 (FTU)

今回の計測では地点②の大船渡浄化センターの排水口でも濁度は表面で1.6FTUである。排水路では1.0FTUであった。高い値ではあるが、特に高いというほどではない。また、盛川では表面で0.9FTUで6メートル水深でも1.5FTUである。太平洋セメント工場付近の後入川



の水深11メートルでは13.0FTUとかなり高い。異常に高い濁度は蛸の浦の湾奥153FTUである。ここには海底の堆積物があると考えられる。尾崎沖の水深30メートルでは2.0FTUと高かった。



写真4 濁度が異常に高く海底がヘドロ状態と推測される蛸の浦湾奥
2023年6月27日

2月13日は外洋水の方が汚濁されている初めての結果であったが、外洋は大変に濁度が清浄であり、表面で0.4FTUであったが、水深10メートルと30メートルでは0.1FTUとこれまでどこの海域で測った値よりも低い清浄な値であった。しかしクロロフィル量も低く海洋水に栄養が不足することが懸念される。濁度とクロロフィル量が低いのは広田湾の外洋部でも同様の傾向を示した。

6) 溶存酸素 (DO)

溶存酸素 (DO) も濁度 (FTU) と同様に今回の調査では、健全な値を示した。湾奥部の大船渡浄化センターの排水口、盛川河口と太平洋セメント付近とも後入川の水深11メートルの77.7%を除くと問題がなかった。

しかし、蛸の浦の湾奥と湾内では80%台である。海底にヘドロ状の堆積物が蓄積されていることを示しており、この状態の精査が必要になる。

問題は珊瑚島と尾崎の水深30メートルの64.1%と46.8%である。これら2つの海域の水深30メートルでは、いつも夏場にはこのように低い溶存酸素量 (DO) を示す傾向がある。構造的な問題があると推定される。また、排水処理場から流れ出る排水路の溶存酸素 (DO) は56.8%と低かった。これは排水処理場から排水の溶



写真5 大船渡浄化センターからの排水が流れ込む排水路への口
2023年6月27日

存酸素量は20%程度と低いためである。この低酸素水が塩素とともに大船渡湾に流れ込む。

7) 連続水温

連続水温計は2基とも下船渡の海底に脱落し、その後回収したものでもまだ手元になく、分析をするに至っていない。今後、水温計が次回調査時に当方に回収されてから分析をすることとする。

8) 湾口防波堤の影響；濁度と溶存酸素などの鉛直分布

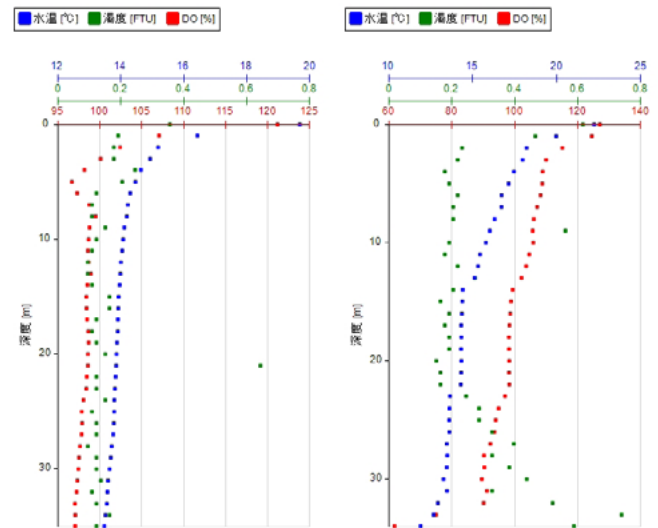


図3 湾口防波堤外の地点①

図4 湾口防波堤内の開口部の地点②

湾口防波堤の影響を検討すると、湾外と湾口防波堤内部の流速に、今回の調査では大きな差がみられなかった。それは表面、水深10メートルと水深20メートルのそれぞれにおいて大きな差が観測されなかった。これは調査・観測を開始した2021年には顕著な流速の差があり、湾口防波堤の外が、約2倍の流速を持っていた。しかし、今回の調査・観測ではその結果がみられなかった。

しかし、一方で湾外と湾内の差を、水温、濁度 (FTU) と溶存酸素量 (DO) で見ると顕著な差が観測された。それは湾外でもすべての値が垂直に分布して、鉛直方向に水深が深まることに比例して、動いていることがわかる。すなわち濁度 (FTU) は表面が急激に動くが水深5メートルを超えるとほぼ一定の値となる。溶存酸素もほぼ一定の値を維持する。

他方、これとは好対照に、湾口防波堤内の開口部に位置する地点②は、湾口防波堤の外地点①とはその濁度 (FTU) と溶存酸素量 (DO) の挙動が全く異なる。濁度 (FTU) は水深22メートルから急激に増大する。そして、溶存酸素量 (DO) は水深32メートルを超えたところから急速に減少する。これらは湾口防波堤の海底の水深30メートル付近に導水管が設置されているが、湾外と明らかにその挙動が異なるのでその効果がみられるとは考えにくいと理解される。

2023年9月26日 大船渡湾の海洋環境調査

悪化する大船渡湾の水質・環境

1. 序文

1) 大船渡市の天候は良好で、風もなく穏やかな日であった。今回の調査も、先回の6月と同様に湾口防波堤外の外洋から開始した。

①9時08分に下船渡漁港を出港し、調査をすべて終了して12時00分に帰港した。その後に大船渡市都市下水排水路(12時17分)と川口橋(12時25分)で計測した。

②新沼敬司氏から、水中に墜落し回収した連続水温計を受け取った。2器で、番号は0B6U030 とデモ器であるS/NOA91067 である。後者はもう一器のデモ器(気仙南で使用)とともに、次回12月の調査でJFEアドバンテックに返却予定である。

2) 新沼敬司氏(調査船船長)には、2023年6月27日の大船渡湾の調査結果について説明した。その内容は以下の通り。

①特に水質が悪い箇所は大船渡浄化センターからの排水で、盛川の河口域に各種の排水が流れ込んでおり、太平洋セメント付近の水質が悪く、蛸の浦が貧酸素水域であった。大船渡浄化センターは塩素系化学薬剤を使用し、これらが大船渡湾の水質と生態系にとって悪影響を及ぼす。

珊瑚島と尾崎沖に関して2023年6月27日では、溶存酸素(DO)は珊瑚島(64.1%)と尾崎沖(46.8%)では悪かった。[9] 参考：大船渡市の下水道と大船渡浄化センター参照]

3) 新沼敬司氏によれば、卵肥大症は増えている。

4) 先回までは湾口外の調査地点を1か所としたが今回からは、湾口防波堤の影響調査の重要性から、再び2か所とした。また、湾口防波堤内も南堤内での計測を復活させた。これによって流向流速の影響と溶存酸素(貧酸素)状態と濁度(FTU)の状況の比較が明確になる。

2. 調査員と使用機材

調査員は調査団長が小松正之、調査員が阿佐谷仁と西脇茂利。現地調査員が伊藤光男である。調査船は新沼啓司氏のカキ作業漁船(2013年の建造、14.1メートル、450馬力)を使用した。

使用機器

AAQ-RINKO AAQ170を使用した。水温、塩分、クロロフィル量、濁度と溶存酸素量を計測し、D-10総合水質計用ハンディターミナルで瞬時に表示した。後刻データはパソコンに取り込んだ。

小型メモリー流速計INFINITY-EM AEM-USBを使用した。

下船渡地区のカキ養殖いかだに長期間の計測用に設置した連続水温計はDEFI-1Fである。

3. 調査結果

1) 結果概要

今回の調査結果では大船渡湾の水質は悪化していることが示された。それも過去の計測値では、最も悪い結果となったと判断される。濁度(FTU)と溶存酸素(DO)の双方とも悪化した値であった。

湾奥の盛川ではクロロフィル量が表面で $5.6\mu\text{g}/\ell$ (先回は $4.3\mu\text{g}/\ell$)と高くなり、濁度(FTU)も川口橋で376.6FTU(水深1.8メートル)、209.6FTU(水深7.4メートル)と極端に高い。太平洋セメントでも76.4FTU(水深10.3メートル)であった。さらに溶存酸素量(DO)は、川口橋で76.8%(水深1.8メートル)、太平洋セメントで73.9%(水深10.3メートル)であった。排水路では、78.9%である。

湾の中央部の珊瑚島では、溶存酸素量(DO)は水深30メートルでは13.5%で最低値を記録した。尾崎の水深32.1メートルの溶存酸素量(DO)が2021年では39.8%(水深30メートル)であったが、これも17.1%と最低値を記録した。



写真1 湾口防波堤の内側から大船渡湾を望む 2023年9月26日



写真2 湾口防波堤北堤(右)外から見た防波堤開口部 左が南堤
2023年6月27日

先回は台風も低気圧も襲来していないのに突発流が生じた。この突発流は先回では表面流に関しては赤崎、珊瑚島、蛸の浦と北堤の内側でも観測されたが、今回は全く見られない。このような突発流がないことも貧酸素の状態が悪化した原因と考えられる。

濁度（FTU）が極端に悪かったのは蛸の浦の湾中央の地点⑧である。この水深18メートルでは525.5FTUであった。先回は湾奥（今回の地点では⑦に対応）の水深11メートルの153FTUであったが、その場所は今回は9.4FTUであった（水深11.4メートル）。

また、湾口防波堤の開口部（地点④）もこれまでに比較しても悪化していることがうかがえる。水深30.9メートルでは、濁度が20.8FTUで、溶存酸素（DO）が32.0％であり、着底していない。着底していると更に悪い結果となったことが伺える。

湾口防波堤の底部に設置された通水口が実質機能していないことが疑われる。本格的な観測を実施し精査する必要がある。

2) 流向・流速

- ①今回は干潮が7時42分（潮位31センチ）で、満潮が14時40分（潮位129センチ）であるので大潮である。
- ②今回は表面流速と水深10メートルの流速を比較すると、前者が後者の流速を上回っているケースが過半を占めるが、水深10メートルの流速が早い地点もみられる。一般に表面流の流速が遅く、緩やかで湾口防波堤の外も含めて10センチ/秒以下であることが目立った。水深10メートルでも開口部と尾崎沖以外は10センチ/秒以下である。

また、湾口防波堤の外と内側を比較すると外側の方は流速が早いことがわかる。（図1参照）湾口防波堤は流速の減速の要因である。

湾口防波堤の影響を見てみると北堤の内外の比較では湾口防波堤の内側は外側の流速の平均で僅か24.5％でしかない。ただ表面では50％であった。深くなるとその比率は小さくなる。南堤で比較すると平均で50.6％である。しかし表面では内外の比率は100％でありその差はなかったが水深10メートルでは22.7％まで低下し、水深20メートルでは僅かに13.6％であり、水深が深くなればなるほど、湾口防波堤の流速を妨害する悪影響を受けることがわかる。また湾内の湾口の流速と北堤外の流速を比較すると平均値で53.1％しかなかった。湾口部分は口が空いている分だけ、流速比は高くなるが、それでも湾外の自然の流速の約半分であり、表面では82.9％であるものが、水深10メートルで55.2％で、水深30メートルではさらにそれが低下して37.5％まで減少する。すなわち、湾口防波堤は水深が深くなれば流速を大幅に阻害していることがこの数値から読み取れる。防災の目的で建設された湾口防波堤も大船渡湾に流入する流れを阻害し、大船渡湾から流れ出る盛川の淡水や排

水処理施設からの排水の流れもまた、阻害されてることがわかる。

これらの湾口防波堤の環境への悪影響は、濁度（FTU）と溶存酸素の内外の比較による比率にも表れている。湾口防波堤内の開口部の溶存酸素（DO）はわずか20.8％（水深30.9メートル）である。これはまだ着底していないので、さらに水深を下げれば10％台ないし全くの無酸素状態もありえたことがうかがわれる。この場合でも湾口防波堤の流速に対する減速の悪影響がない湾口防波堤外では北堤外では99.1％で南堤外で96.8％であって何ら問題はなかった。

2023年9月26日午前の大船渡湾口防波堤による流速の低下(%) 単位cm/秒

	北堤			南堤			湾口(北堤外比)		
	内	外	比率(%)	内	外	比率(%)	湾口	北堤の外	比率(%)
表面	4.1	8.2	50	9.8	9.8	100	6.8	8.2	82.9
水深10m	4.5	26.8	16.8	1.5	6.6	22.7	14.8	26.8	55.2
水深20m	4.7	19.2	24.5	1.1	8.1	13.6	7.2	19.2	37.5
計	13.3	54.2	24.5	12.4	24.5	50.6	28.8	54.2	53.1

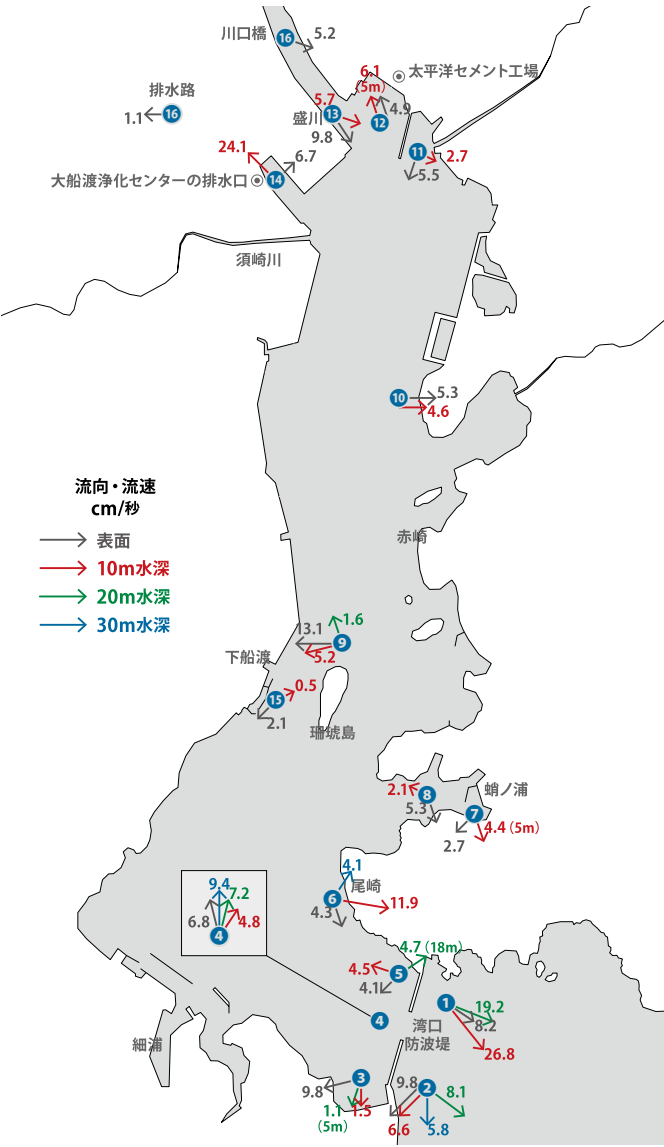


図1 2023年9月26日大船渡湾の流向流速
表面、水深10メートル、20メートルと30メートル

淡水の影響が端緒な6月27日

珊瑚島は28.8‰であり、尾崎でも28.2‰であり、湾口部分の湾内では27.0‰であった。北提の内側では28.8‰で、湾外に出ると31.5‰となった。

河口から湾口防波堤まですべて表面も海水

Figure 1: Map of Sagami Bay showing sampling locations 1 through 16. The map includes the bay's coastline, major rivers (Arakawa River, Sagami River, Sagami River), and islands (Sagami Island, Sagami Island). Sampling locations are marked with numbered circles. Each location has a table of water quality data. The tables include measurements for Chlorophyll a (クロロフィル量), Turbidity (濁度), and Dissolved Oxygen (溶存酸素). Some locations also include depth (水深) and distance from shore (岸からの距離).

Legend:

- 表面 (Surface)
- 10m
- 30m
- クロロフィル量 $\mu\text{g}/\ell$
- 濁度 FTU
- 溶存酸素 %DO

注記がある場合はその水深の測定値

Sampling locations and data:

1. 1.8m, 川口橋, 4.1 : 4.7, 0.5 : 16.5, 62.5 : 79.9
2. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8
3. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8
4. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8
5. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8
6. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8
7. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8
8. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8
9. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8
10. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8
11. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8
12. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8
13. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8
14. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8
15. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8
16. 1.4 : 357.6, 92.4 : 76.8

4) クロロフィル量

2021年から大船渡湾、広田湾そして四万十川で科学計測を開始して、四季の傾向を見ると通例夏はクロロフィル量が高い傾向があるが、今回もその傾向がみられた。

先回の計測では地点⑭の大船渡浄化センターの排水口でも濁度は表面で1.6FTUである。内陸部の排水路では1.0FTUであった。高い値ではあるが、特に高いというほどではない。また、盛川では表面で0.9FTU で水深6メートルでも1.5FTUであった。太平洋セメント工場付近の後入川の水深11メートルでは13.0FTUとかなり高く、異常に高い濁度は蛸の浦の湾奥153FTUであった。

52

ら大船渡湾は、これまで約1年余り、一見良好に見えたが、今回の結果から判断すると、水質の悪化が徐々に進行していたことがわかる。晴天と無風状態が続き降雨が少なく風が弱いことが異常高温が継続し、向上的な水質、環境の悪化が示される。

6) 悪化した溶存酸素 (DO)

溶存酸素 (DO) も濁度 (FTU) と同様に今回の調査では大幅に悪化した。溶存酸素 (DO) は、湾奥部の大船渡浄化センターの排水口 (85.5%)、盛川河口 (76.8%) と太平洋セメント (73.9%) であった。後入川は 95.0% と問題がなかった。

蛸の浦は湾内が 66.1% で、湾奥は 53.6% である。海底にヘドロ状の硫化堆積物が蓄積されていることを示唆している。

問題は珊瑚島と尾崎の水深 30 メートルの 13.5% と 17.1% (32.1 メートル) である。これら 2 つの海域の水深 30 メートルでは、いつも夏場にはこのように低い溶存酸素量 (DO) を示す傾向があるが、今回の値は極端に低い。これまでは低くても 30% 台であったがそれがいきなり 10% 台であり、これではさらに着底して計測すると無酸素に近い状態の可能性がある。これらは、古代に盛川が形成された折に深い溝である川筋を形成していると考えられるが、その地形的な深い川底に汚濁物が蓄積し貧酸素の水塊を形成していると推察される。

また、排水処理場から流れ出る排水路の溶存酸素 (DO) は 62.5% (前回は 56.8%) と低かった。これは排水処理場から排水の溶存酸素量は、生物活性処理などのプロセスで酸素を消化し、ほぼ無酸素状態になりそこに曝気などにより酸素を補給するが、水質が酸素を保有する性質を失っている可能性があるため溶存酸素 (DO) が 20% 程度と低いのである。この低酸素水が塩素とともに大船渡湾に流れ込む。



写真4 大船渡浄化センターからの排水が流れ込む排水路への口
2023年9月26日

7) 連続水温

連続水温計は2器とも下船渡の海底に6月27日に脱落したことを確認し、その後9月26日に回収した。その間に海中に保持されていた形跡が、連続水温の読み取りからは、推測されるが、これについても新沼敬司氏に確認する必要がある。

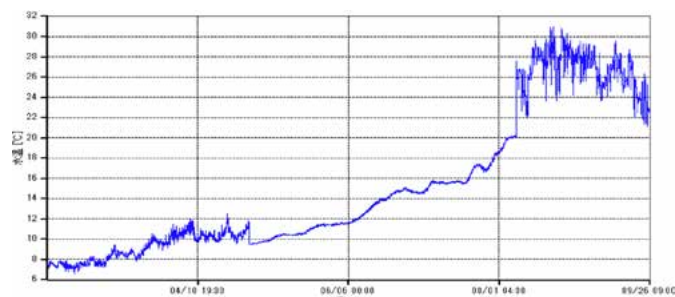


図3 2023年2月13日から9月25日までの表面の下船渡地区の連続水温

これを見ると2月はほぼ最低水温を記録しているが、2月13日では7.6℃であった。その後は水温が低下し2月21日には最低水温である6.8℃を記録した。その後は一貫して上昇を続けて、特に8月1日を過ぎてから急激に上昇したが、8月4日に20℃に達し8月14時頃から急に25.6℃に上昇した。8月20日には最高水温に近づく30.87℃まで上昇した。その後8月21日に30.97℃の最高水温を記録した。9月26日にはこれが低下して、22.5℃であった。

8) 湾口防波堤の影響；濁度と溶存酸素などの鉛直分布

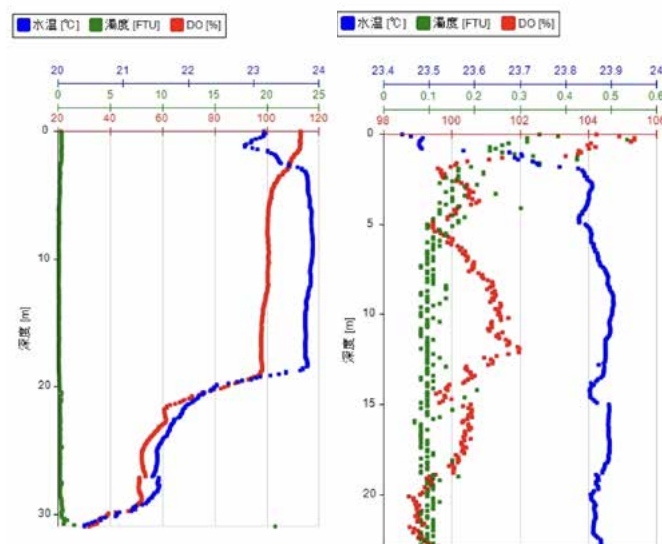


図4 湾口防波堤内の地点④開口部

図5 湾口防波堤の北堤外地点①

湾口防波堤の影響を検討すると、湾外と湾口防波堤内部の流速に、今回の調査では大きな差がみられた。それは表面、水深10メートルと水深20メートルのそれぞれにおいて大きな差が観測された。調査・観測を開始した2021年には顕著な流速の差があり、湾口防波堤の外が、約2倍の流速を持っていた。今回の調査・観測では

その結果を裏付ける結果が得られた。湾口防波堤外では流速が湾口防波堤内の2～4倍の流速が観測された。また、水深が深くなるほど、その差が大きくなることが観察された。

湾外と湾内の差を、水温、濁度（FTU）と溶存酸素量（DO）で見ると顕著な差がすべての値で観測された。それは湾外でもすべての値が垂直に分布して、鉛直方向に水深が深まることに比例して悪化している。濁度（FTU）は水深30メートルを超えると急速に悪化し、20.8FTU(30.9メートル)まで下がるが、湾外ではほぼ一定の値となる。溶存酸素（DO）は湾内では水深20メートルを超えると急速に悪化する。そして水深30.9メートルでは32%と急激に悪化する。

他方、湾口防波堤外の地点①はその濁度（FTU）がどの水深まで行っても0.1FTUと清浄な水質を示し、また溶存酸素も104.2～99.1%であってほとんど変化しない。酸素が十分にある清浄水の模範であるが、溶存酸素量（DO）は水深20メートルを超えたところから急速に低下する。湾口防波堤の海底の30メートル付近に導水管が設置されているが、湾外と明らかに総合的に指標が異なるので、干満を伴う海水の挙動が異なると推測される。

9) 参考：大船渡市の下水道と大船渡浄化センター

大船渡市の下水道令和3年度版「上下水道部下水道事務所」と「大船渡浄化センター」（施設見学用説明資料）から作成

大船渡市によれば公共下水道の役割は家庭や工場などから排出される排水を、下水道に排除することにより、悪臭や伝染病などの発生を防ぎ、生活環境を向上させている。

大船渡市の下水道処理の計画人口は19,580人（事業計画は17,880人）で、計画処理水量は11,408m³/日（処理能力は11,500m³/日）である。

下水排除方式は分流式で、水処理は標準活性汚泥法（令和2年4月から）に変更している。

放流した排水は、新田都市下水路（400mの長さ）を経由して大船渡湾に流入させている。

浄化センターの処理能力増強について高額な費用負担が伴う。処理系列の増設をやめ、最新技術の導入による高効率の処理方式に見直した。（これはコスト削減にはプラスだが、最終排水の水質の向上にはいかなる貢献がなされたか。）

ところで、浄化センターでは最終沈殿池を通過した後、塩素混和池で固形塩素を混ぜて、バクテリアなどを殺生する。しかし、外国では塩素を使っても脱塩素したり、オゾン殺菌と紫外線殺菌も使用されている。また排水の残留塩素は0.1mg/ℓであり、上水が0.1ppmの1,000倍の濃度で放出されている。外国は上水の塩素含有量は更に低い。

また溶存酸素量（DO）は最終沈殿池で0.4mg/ℓ（通常は10mg/ℓであり、これは4%で無酸素状態である）。

放出前の曝気された放流水が2.7mg/ℓでDOが27%であり、貧酸素である。

流出放水のCOD（FTUにほぼ等しい）は14.5mg/ℓであり、清浄な濁度（FTU）0.3の約50倍である。

2023年12月19日 大船渡湾の海洋環境調査

序文

1) 今回は満潮が9時04分（潮位116センチ）で、干潮が14時17分（潮位が87センチ）である。従って、調査時間中は引き潮時にあたる。

大船渡市の天候は曇りで風もなく穏やかな日であった。今回の調査も9時27分に下船渡港を出発し、大船渡湾口防波堤の外側の北堤の外洋から開始した。実際この日も昼前から強風が吹き、小雨交じりとなり、賢明な判断であった。

連続水温計（DEFI）の取り外しと読み取りを終えて調査をすべて終了し、12時30分に帰港した。



写真1 調査を開始した下船渡漁港
2023年12月19日

2) 新沼敬司氏（調査船船長）には、2023年9月26日の大船渡湾の調査結果について説明した。その内容は：

調査結果では大船渡湾の水質は最も悪い結果となった。濁度（FTU）と溶存酸素（DO）の双方とも悪化した。

湾奥の盛川では濁度（FTU）も川口橋で376.6FTU（水深1.8メートル）、209.6FTU（水深7.4メートル）と極端に高い。太平洋セメントでも76.4FTU（水深10.3メートル）であった。さらに溶存酸素（DO）は、川口橋で76.8%（水深1.8メートル）、太平洋セメントで73.9%（水深10.3メートル）であった。排水路では78.9%である。

湾の中央部の珊瑚島では、溶存酸素量（DO）は水深30メートルでは13.5%で最低を記録した。尾崎の水深32.1メートルの溶存酸素量（DO）が2021年では39.8%（水深30メートル）であったが、これも17.1%と最低を記録した。

濁度（FTU）が極端に悪かったのは蛸の浦の湾中央の地点⑧である。ここの水深18メートルでは525.5FTUであった。

また、湾口防波堤の開口部もこれまでに比較して悪化している。水深30.9メートルでは濁度が20.8FTUで、溶存酸素（DO）が32.0%である。

（注）濁度FTUは清浄水の場合は0.3FTUである。従って1.0を超えると清浄水の3.3倍の濁度であり、濁りが進行している。上限基準値はJIS規格で似たような計測値を示すCODを参考にすると2FTUで、CODの場合は2mg / ℓである。

湾口防波堤の底部に設置された通水管8本が機能していない可能性が疑われるので、本格的な通水の検査・観測の実施が好ましい。

湾口防波堤の影響を見てみると北堤の内外の比較では湾口防波堤の内側は外側の流速の平均で僅か24.5%でしかない。表面では50%であった。深くなるとその比率は小さくなる。南堤で比較すると平均で50.6%である。水深10メートルでは22.7%まで低下し、水深20メートルでは僅かに13.6%である。

湾口防波堤内の開口部の溶存酸素（DO）はわずか32.0%（水深30.9メートル）である。

3) 9月の卵肥大症は昨年よりも悪化している。5%程度と推測する（新沼氏）。



写真2 防波堤開口部から見た湾口防波堤北堤（左）
2023年12月19日

2. 調査員と使用機材

調査員は調査団長が小松正之、調査員が阿佐谷仁と西脇茂利、現地調査員が伊藤光男である。調査船は新沼啓司氏のカキ作業漁船；2013年の建造、14.1メートル、450馬力を使用した。

使用機器

AAQ-RINKO AAQ170を使用した。水温、塩分、クロロフィル量、濁度と溶存酸素量を計測し、D-10総合水質計用ハンディターミナルで瞬時に表示した。後刻データはパソコンに取り込んだ。

小型メモリー流速計INFINITY-EM AEM－USBを使用した。

下船渡地区のカキ養殖いかだ（地点⑮）に連続水温計 DEFI-1F を長期間計測用に設置した。

3. 調査結果

1) 結果概要

①湾奥部

一般社団法人生態系総合研究所は2021年4月から水質・環境調査を大船渡湾で実施して来たが、大船渡湾の水質は夏と冬の双方で年々悪化している。夏は好天の日が多く流速が少なく、水質が悪化する。都市生活排水と産業排水の流出が多くなるからである。また、冬は低気圧が襲来し、海の流れをかく拌するので、一般に水質が良好な状況に戻る傾向がある。夏と夏を比較し、冬と冬を比較すると年々悪化の傾向がみられ、その中でも2023年の夏（9月26日）は過去3か年で最も悪化した。その悪化傾向が急速に進行した。冬の水質と底質の悪化も12月19日の調査結果で明らかになった。

ところで、2023年12月19日を2022年2月（一年前の冬）と比較すると、湾奥部の太平洋セメントの水質悪化が目立つ。

今回の特徴では赤崎沖（地点⑩）の溶存酸素（DO）が最も低い79.6%を示した。これは冬としては悪い。2023年2月13日では96.2%（水深10メートル）で、今回は90.9%（水深10メートル）、79.6%（水深22メートル）であり、震災後に毎年行われて、停止の兆しが見えない大船渡湾左岸の赤崎川の湾岸工事の影響の可能性もある。

湾奥部の海底では、太平洋セメント付近、盛川河口と大船渡浄化センターからの排水口附近の濁度（FTU）は昨年度から著しく悪化した。

太平洋セメントの2か所（地点⑪と地点⑫）はそれぞれ249.9FTUと110.7FTUであり、海底のヘドロ蓄積は疑いがない。盛川の河口と大船渡浄化センターからの排水口においても5.7FTUと3.9FTU（清浄水では0.3FTU）であり、清浄水に比べて濁度が13倍から19倍にも達し、汚濁が進んでいることがわかる。

②蛸の浦

蛸の浦の湾内はいつ計測しても濁度（FTU）と溶存酸素（DO）とも悪い値を示すが、今回も特に漁港内の地点⑦では濁度（FTU）が12.3FTUを記録し、溶存酸素（DO）も84.7%であった。蛸の浦は2023年2月（冬）には特段問題がなかったが、今回は水深11.8メートルで12.3FTUは冬としては最も高い。

③湾口防波堤内側と尾崎沖

濁度（FTU）と溶存酸素（DO）とも2021年12月3日（冬）から2023年2月13日（冬）にかけては横ばいであったが、2023年12月19日（冬）では溶存酸素（DO）は次第に低下してきた。溶存酸素（DO）もこれまでは

湾口堤防内でも90%以上を維持していたが、今回は北堤内側（地点⑤）と尾崎沖（地点⑥）で80%台を初めて計測した。

濁度（FTU）は横ばいであったし、外洋水も冬の清浄水の特徴を示したが、北堤の内側（地点⑤）の水深20.7メートルで、これまでに観測されなかった7.9FTUを記録した。

湾口防波堤の外側は濁度（FTU）も0.2FTUであり、酸素も最低でも91%台である。湾口防波堤が無ければ流速と流量が2～4倍となる。この清浄水が少なくともどこまで到達するのか（尾崎沖、珊瑚島沖と蛸の浦までも到達するか）シミュレーションの必要性がある。

2) 調査結果の各論

①流向・流速

- 北堤と南堤の内外の流速を比較すると前回の2023年9月26日と同様に、湾口防波堤の内部の流速が外部の大船渡湾の外洋の流速より約50%も低下・減速していることが判明した。この傾向は先回も同様であったが、前回は北堤の内外で比較すると約4分の1の24.5%であったが今回は北堤の内外の比較も49.1%で約半分であった。また、南堤の内外の比較は53.9%であり北堤の場合とほぼ変わらない。南堤の内側では、今回堤防に近付きすぎて水深20メートルを計測しなかった。次回は計測する。

- このように、湾口防波堤は流速の減速の要因であると考えられる。

- また湾内の開口部の流速と南堤外の流速を比較すると、湾口部分は口が空いている分だけ流速は速くなると思えるが、表面では20.2%で、水深10メートルでは62.8%で、水深20メートルでは、内部の流速が早くなり、114.9%となった。

表面から水深20メートルまでの平均値で見ると65.3%であった。先回は37.5%であり、水深の深い場所での流速が速かった。冬は、季節性の低気圧の影響を受けて、流速が早い海流が流れることがある。このことが要因か？

- 湾口防波堤の付近の環境への影響は、濁度（FTU）は北堤の内側で7.9FTUを記録した。これは冬には初めての高い値であった。湾港防波堤内の北堤、南堤、開口部と尾崎沖の溶存酸素（DO）は2023年9月26日（夏場）の20.8%（水深30.9メートル）からは改善・上昇したが、過去の2年間の冬場の溶存酸素（DO）と比較すると僅か3年の間に次第に減少してきている。現在では尾崎沖で85.6%、北堤の内側で87.9%を記録し、これまで90%台を下回ったことがなかったので初めての現象である。

2023年12月19日午前の大船渡湾口防波堤による流速の低下(%)

単位: cm/秒

	北堤			南堤			湾口 (堤外との比)		
	内	外	比率 (%)	内	外	比率 (%)	内	外	比率 (%)
表面	15.5	19.4	80.0	10.7	16.8	63.7	3.4	16.8	20.2
水深 10m	6.5	21.8	29.8	9.5	20.7	45.9	13.0	20.7	62.8
水深 20m	3.9	11.5	33.9	計測なし	16.1	—	18.5	16.1	114.9
平均値	25.9	52.7	49.1	20.2	37.5 (注)	53.9	35.0	53.6	65.3

(注) 表面と水深10mとの合計

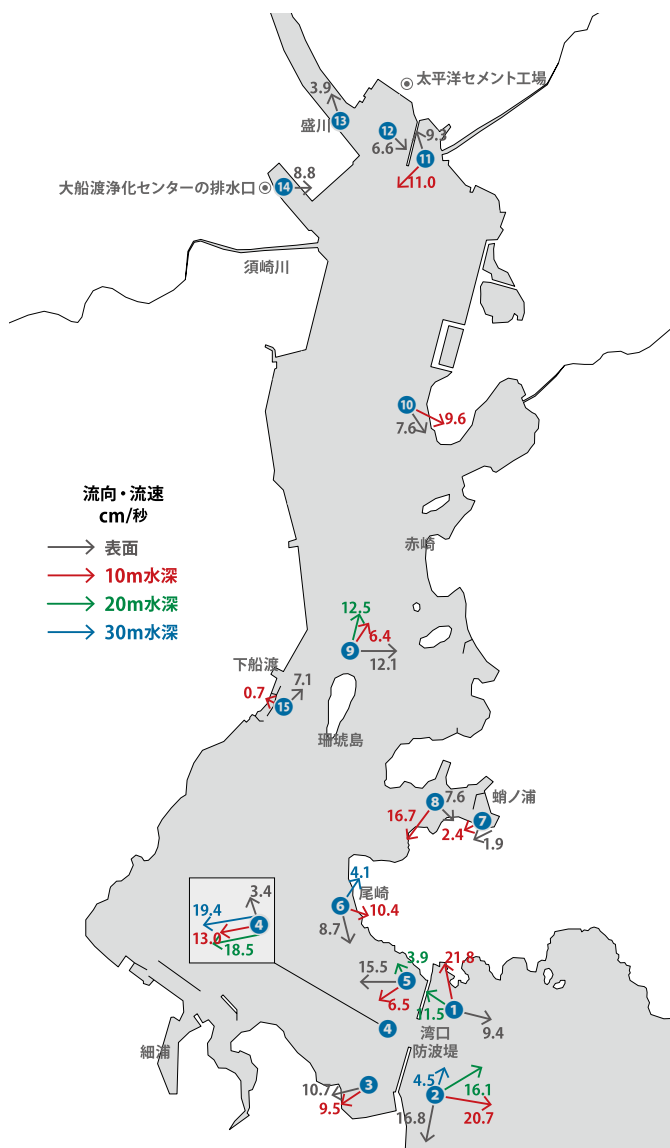


図1 2023年12月19日大船渡湾の流向流速
表面、水深10メートル、20メートルと30メートル

24.8 $\mu\text{g}/\text{l}$ であり、地点⑫海底では9.6 $\mu\text{g}/\text{l}$ である。これらの場所では、濁度 (FTU) が高く、溶存酸素 (DO) は他の地点と比較しても低い値である。

排水口では表面で1.6 $\mu\text{g}/\text{l}$ であった。盛川河口では5.7 $\mu\text{g}/\text{l}$ を記録した。蛸の浦は1.8 $\mu\text{g}/\text{l}$ で、これも濁度 (FTU) の12.3FTUと連動している。

また特徴は湾口防波堤の外では表面が0.5～0.7 $\mu\text{g}/\text{l}$ で、表面、水深10メートルと水深30メートルでも変わらない低い値であった。親潮が栄養塩豊かな環境をもたらしているようには見えない。

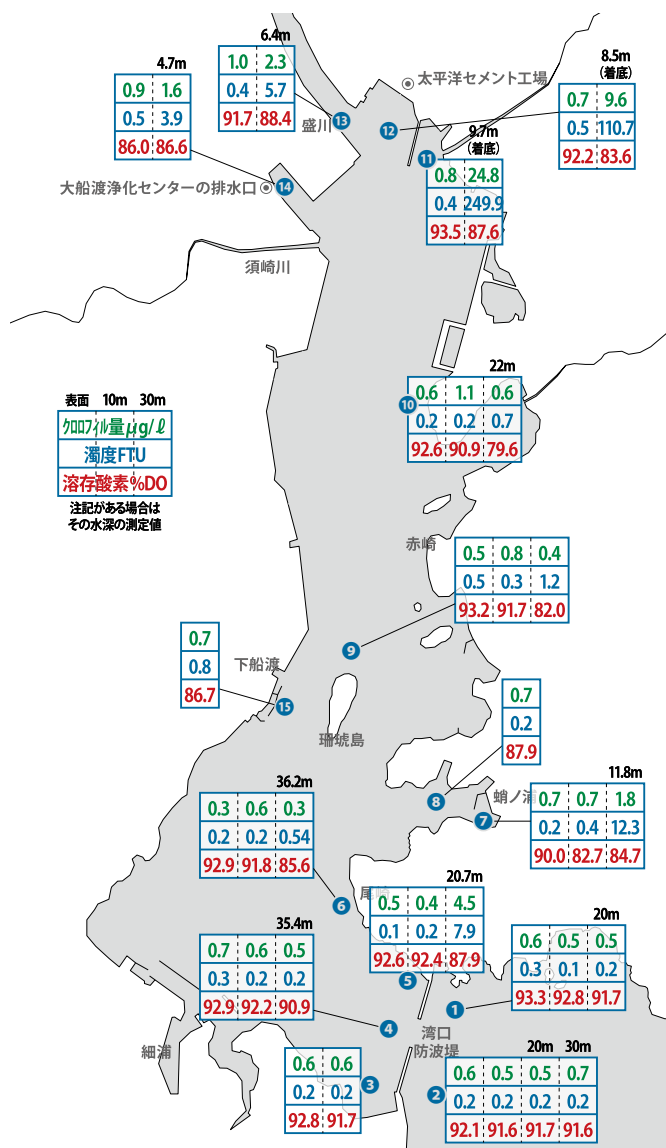


図2 2023年12月19日 大船渡湾の
クロロフィル量、濁度 (FTU) と溶存酸素量 (DO)

②塩分；湾口防波堤まで表面も海水

塩分の分析は今回省略する。

③クロロフィル量 ($\mu\text{g}/\text{l}$)

クロロフィル量に関して、今回の冬場でも高い数値が観測されたのは太平洋セメントの付近である。これは明らかに濁度 (FTU) と連動している。地点⑪の海底では

④冬でも悪化した濁度 (FTU)

冬の調査であり、濁度 (FTU) は高い値にはならないが、既に記述したように、濁度 (FTU) は湾奥部；太平洋セメント、盛川、大船渡浄化センター排水口で年々悪化している。今回は、蛸の浦の海底で12.3FTUという冬ではこれまでにない高い値であった。夏場の値も高く、冬の値も年々悪化する。これまで大船渡湾の水質の悪化は徐々に進行していた。2年前と1年前の冬と2023年12

月の冬を比較すると水質と環境が良好と思われていた冬も次第に湾の水質は悪化し、じわじわ進行している。最近夏の高温に加えて、晴天と無風ないし降雨が少なく風力が弱くなり、水質、環境の悪化が懸念される。



写真3 海底の濁度が高く海底がへドロ口状態（推定）の蛸の浦港に停泊中のイカ釣り漁船 2023年12月19日

⑤悪化する冬の溶存酸素（DO）

溶存酸素（DO）は冬には、一般に90%～100%を超える値を示す。これは、人間の生活と産業活動が抑えられ、汚濁物質が減少し、これらの分解に必要な酸素の消費量が抑えられること並びに動物の活動が抑えられ、酸素を多く消費しないことなどがあげられる。しかし年々、濁度（FTU）が増加する地点数の増加とともに、溶存酸素（DO）の低下が顕在化してきた。冬なのに90%台を割り込んでいる調査地点が増加してきた。湾奥部の大船渡浄化センターの排水口（86.0%）、盛川河口（76.8%）と太平洋セメント（83.6%）（地点⑫）であった。太平洋セメントの後入川（地点⑪）は87.6%で低かった。

蛸の浦は湾内が87.9%で、湾奥は84.7%である。湾奥は濁度（FTU）が高く海底にへドロ口状の堆積物蓄積を示唆している。

赤崎（地点⑩）の79.6%はこの調査地点のみが70%台を記録した。珊瑚島の水深30メートルの82.0%も決して良くない。珊瑚島と尾崎沖の2つの海域の水深30メートルでは、いつも夏場には低い溶存酸素量（DO）を示す。

今回は、時間が不足して排水処理場から流れ出る排水路の溶存酸素（DO）を計測できなかった。

⑥連続水温

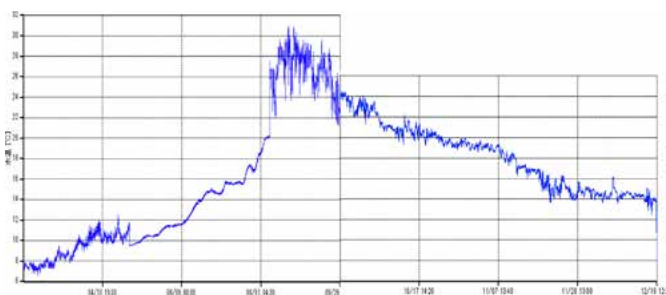


図3 2023年2月13日から12月19日までの表面の下船渡地区の連続水温

これを見ると2023年2月はほぼ最低水温を記録しているが、2月13日では7.6℃であった。その後は水温が低下し2月21日には最低水温である6.8℃を記録した。その後は一貫して上昇を続けて、特に8月1日を過ぎてから急激に上昇したが、8月4日に20℃に達し8月14時頃から急に25.6℃に上昇した。8月20日には最高水温に近づく30.87℃まで上昇した。その後8月21日に30.97℃の最高水温を記録した。9月27日には低下して、24.04℃であった。その後一貫して低下し、12月19日には12.5℃であった。この水温は、下船渡の水深10メートルの15.4℃に比べればかなり低い。また広田湾・両替地区の水深6メートルの12.5℃に比べるとほぼ同じである。

⑦湾口防波堤の影響；濁度と溶存酸素などの鉛直分布

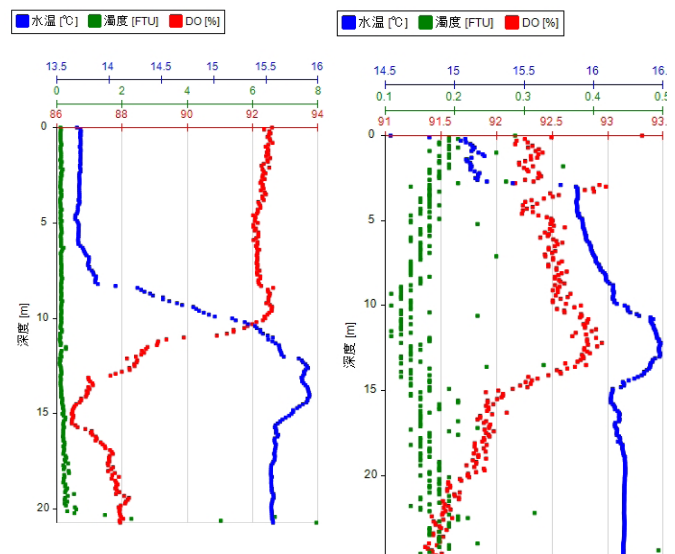


図4 湾口防波堤の北堤内の地点⑤

図5 湾口防波堤の北堤外地点①

湾口防波堤の影響について湾外と湾内の差を、水温、濁度（FTU）と溶存酸素量（DO）で見ると顕著な差がすべての値で観測された。それは湾外でもすべての値が垂直に分布して、鉛直方向に水深が深まることに比例して悪化している。濁度（FTU）は水深20メートルを超えると急速に悪化し7.9FTU（20.7メートル）まで悪化するが、北堤の湾外ではほぼ一定の0.2FTUである。溶存酸素（DO）は湾内でも水深10メートルを超えると急減少するが、湾外での減少は微小である。一方、北堤湾内では一旦、86%まで減少するが87.9%まで回復する。

4. 結論と提言

1) 湾口防波堤の改善

湾口防波堤は、大船渡湾への外洋水の流れと湾内の海水を外洋に流出させる流れを阻害していることは、流向・流速の調査で明らかになった。湾内・湾外流の速度は約50%に低下した。この結果、夏には、湾口防波堤附近の水質も悪化した。しかし、夏に加えて従来は問題がな

いとみられた冬も次第に水質が悪化していることが判明した。

①このことから、今後とも湾口防波堤の流向・流速のモニターが必要である。

②水深30メートル以深に設置された通水管の効果が薄いことが調査結果から判断される。国土交通省の釜石事務所による通水管の機能と効果のモニターを実施すべき。また通水管の機能の改善策；とくに夏の流速が減退する時期；を至急検討するべきである。

開口部は通水に効果が若干みられる。従って、開口部を拡大することが効果的と考える。中央開口部、北提と南提の開口部の拡大について技術的に検討を開始するべきである。そのためには上記①のモニターが重要となる。

2) 大船渡湾内への総量規制の導入

湾内の水質改善のためには、湾内の各所と季節に配慮した水質の改善目標を大船渡湾に設定することが必要である。そのためには汚染物資の削減のための総量規制(窒素、リンと土壌量排出の上限値)を、東京湾、伊勢湾と瀬戸内海に倣い導入することである。

規制値は、現在の排出量を基に大船渡市が岩手県環境局の指導を得て計算する。現在の推定排出量の80%を目標（東京湾と伊勢湾の例にならい技術的に達成可能な値）とする（この規制値は年々、改善させる）。

汚染物質排出の総量規制の値を設定し、各主たる排出源にこれを配分する。例えば、大船渡浄化センター、太平洋セメント、水産加工場（盛川河口と蛸の浦）などに振り分ける。

カキ養殖やホタテの養殖は、窒素とリンを吸収・固定するので、カキ養殖業の固定量を算出する。下記養殖業の窒素とリンの固定量を、上記の①の排出源が規制値を達成できない場合は、彼らに大船渡湾クレジットとして販売することができる仕組みとする。販売価格は民間・関係者同士が決定する。

岩手県環境生活部と大船渡市、市民生活部市民環境課が本件の事務を取り扱う。必要に応じて環境省水・大気環境局の指導と協力を得るものとする。

この総量規制は2026年4月から導入する。

広田湾調査



観音崎沖



広田湾に流れ込む排水



2023年6月26～28日 広田湾全域と古川沼の海洋環境と水質調査

1. 序文

1) 6月26日の広田湾の天候は蒸し暑かった。13時54分に長部港を出港した。

2) 前回の2023年2月13日の調査結果について、小松より2月12日から14日にわたり大坂信悦氏、鈴木栄氏、大和田信哉氏とさらに今回は大和田信之氏に説明をした。

2022年7月10日、同年10月29日と同様の2023年2月13～14日の調査においても気仙川河口の(株)かわむらの加工場からの排水と脇ノ沢の理研食品ヒトエグサの養殖場からの排水が広田湾の水質汚染の2地域である。2023年2月14日の調査結果でもこれらの2点では、以前ほどではないが他の地区に比較して濁度(FTU)で悪化の状況が観察された。

3) 卵肥大症の発生

今回は、卵肥大症の発生が懸念されており、脇ノ沢の調査を実施したが、その結果濁度が高いことが判明した。これは両替地区でも同様に高い。

卵肥大症は、既に2020年には宮城県で発症していたが、岩手県ではその発症が遅れていた。最近気仙町の大坂信悦氏が卵肥大症が脇ノ沢を中心に発症しているとしたので、今回は、大船渡湾での聞き取りのほかに、両替と脇ノ沢でも聞き取りを実施したところ、両方の地区において卵肥大症がみられるとのことであった(鈴木栄氏と大和田信之氏)。しかしながら大陽地区では確認されない(大和田信哉)。

本調査で繰り返し実施して判明したことは、矢の浦と長部漁港を結ぶ線の外側は水質が清浄であるが、内側は水質が清浄とは言えない。そこに2つの加工場と養殖場があることが悪化を更に推進している。卵肥大症もこれらの内側の養殖場で発生している。

4) 気仙川へのサケ回帰量の減少と小型化

気仙川へのサケ回帰の減少が2023年度も継続した。気仙川の回帰尾数はわずか9220尾(2023年2月現在)であった。ピーク時のわずか10%である。魚体の大きさも雄雌ともに小型化が認められている。



写真1 広田半島泊の観音崎沖 工事船とテトラポットが目立つ
これらは次第に水質に影響する 2023年6月26日

また、問題が提起されたのは孵化場の稚魚の生残率が低いのではないか、その原因は気仙川と矢作川の取水地にコンクリート工場があり、そこからの排水が影響する可能性が示唆された。これについては早急に水質の調査を実施して、問題の可否を調べる必要がある。

5) 広田半島の泊地区の観音崎と宮城県真崎沖のラインから調査を開始した。このラインは濁度(FTU)も0.3程度であり、極端に清浄な場所は中央の30メートルの0.1FTUであった。このような値は日本中でも特別清浄な例である。溶存酸素(DO)も100%前後である。このような傾向は広田湾の内側の矢の浦と長部漁港を結ぶラインまで続くが、次第に濁度(FTU)は高くなり0.6FTUから0.9FTUを示す。

2. 調査結果の概要

1) 両替地区と脇ノ沢地区

両替地区の流速が他の広田湾の調査地点に比較して2分の1から3分の1程度で遅い。これはこれまでの調査と同様の結果である。小友浦干潟の前面が埋め立てられてからは流速の振幅が小さくなって、速度が減っている可能性を指摘してきた。特に両替漁港からすぐの調査地点での水深6メートルでは毎秒1.5～5.9センチ程度の流速であり、両替の他の2地点でも同様に遅い。表面流(表面1メートル)は1.3～6.5cm/秒で変わらない。今回は脇ノ沢を追加したが、流向は表面流と水深5メートルでは両替よりは速いが、他の広田湾地点に比べると小さい。

2) 広田湾の唐桑半島沿いでは気仙川の流水の流れ込みがクロロフィル量から推測できる。流向流速ではそれが干満のタイミングと陸地地形の影響で不明確となる。外洋からの流れが広田半島側を通る。広田観音崎から唐桑半島の真崎まで表面と水深30メートルでも0.9～1.5μg/lであり前回よりは高くなった。

既に述べたように「観音崎から真崎」と「鳥の巣崎から県境」までとさらに「矢の浦と長部漁港」の3ラインでは表面流と水深10メートルの清浄な海水が流れ込んでいる。しかし、矢の浦と長部漁港ラインの内側では、水質の清浄性が低下する。これは河川と陸地を通じて汚濁物質や土砂が流れ込むためと考えることが一般的であろう。

3) 広田湾の水質は、湾奥の一部の海域を除いては湾内の水は良好である。しかし1)に記述した通り、小友浦干潟埋め立ての影響を被る両替湾の状況は徐々に悪化の進行が懸念される。また、(株)かわむら水産加工場(地点②)からの排水と脇ノ沢の理研食品(地点③)からの排水口の付近は、他の地点と比較すると好ましくない値；溶存酸素(DO)と濁度(FTU)を示している。

4) 理研食品スジアオノリ養殖場の排水口の水質は悪化

2022年10月29日は濁度も3.9FTU（表面）と6.3FTU（水深3m）と悪く、溶存酸素（DO）も81.0%（表面）と79.0%（水深3m）と悪かった。2月14日では表面では1.5FTUであり、水深3メートルでは1.4FTUであった。しかし今回は夏場でその値が増大すると考えられたが、濁度（FTU）が表面では1.4FTUで水深2.1メートルで1.6FTUであり、冬と同程度の悪化であった。



写真2 理研ビタミン子会社理研食品のスジアオノリの米崎養殖場の排水が
広田湾に排出 2023年6月26日

3. 調査員と使用機材

調査員は調査団長が小松正之、調査員が阿佐谷仁と西脇茂利。現地調査員が伊藤光男である。調査船は大和田信哉氏の漁船と鈴木栄氏の所有漁船山吉丸で、29日午前は大坂信悦氏所有の漁船である。

使用機器

- 1) AAQ-RINKO AAQ170を使用した。水温、塩分、クロロフィル量、濁度と溶存酸素量を計測し、D-10 総合水質計用ハンディターミナルで瞬時に表示した。後刻データはパソコンに取り込んだ。
- 2) 小型メモリー流速系 INFINITY-EM AEM－USBを使用した。
- 3) 両替地区、大陽地区と気仙南地区のカキ養殖いかだに長期間の計測用に設置した連続水温計はDEFI-1Fである。今回はこれらの3か所全ての地点から水温計を取り出して連続水温の推移を観察した。

4. 調査結果

(1) 塩分濃度と海流・河川流

1) 気仙川の広田湾流への影響

今回の計測は古川沼と両替地区は10センチ刻みで、他は1メートル刻みにしたが淡水の影響を知ることが可能である。気仙川の河口である川村水産加工場の排水口付近（地点⑪）では23.1‰（2023年2月26日）であった。気仙川の淡水の影響と考えられる。附近の地点⑨の長部港沖では28.6‰であった。地点⑫の高田松原沖でも11.4‰であった。新たに計測した脇ノ沢では26.3‰

であった。

これは2月13日時点の結果と比較して淡水の影響が増していることが判明した。特に地点⑫の松原沖では淡水の濃度が高く、塩分濃度がかなり低い。このことは地点⑪の(株)かわむら水産加工場排水口でも同様である。この計測時期は2月に比べて雨がが多く淡水が影響したと考えられる。

広田湾の外洋の広田観音崎の地点①では33.5‰であり、真崎沖では32.1‰で2月と変わらない。外洋では塩分濃度は安定しているし、気仙川の影響はほぼなくなるとみられるがそれでも1.4‰の差が広田半島の観音崎と唐桑半島の真崎の間で見られ、唐桑半島沿いに気仙川の淡水が影響していることがわかる。

2) 古川沼と気仙川の塩分、濁度と溶存酸素

①古川沼の小泉川沿いの孤立した池では11.8‰、最上堂橋では19.8‰、川原川が古川沼に注ぐ古川橋では13.7‰であり、これは川原川の淡水の影響であるとみられる。震災祈念橋では25.8‰と塩分の影響がみられるが、排水処理場の排水口では、また、塩分濃度が低下し17.6‰となる。河口では、また、気仙川の影響がみられて、10.3‰と低下し、気仙大橋では淡水が卓越し、20‰となる。気仙大橋では0.4～0.5メートルの間に淡水と海水の躍層があり、川底の2.6メートルでは32.1‰となり、海水である。

②気仙大橋の濁度と溶存酸素の悪化

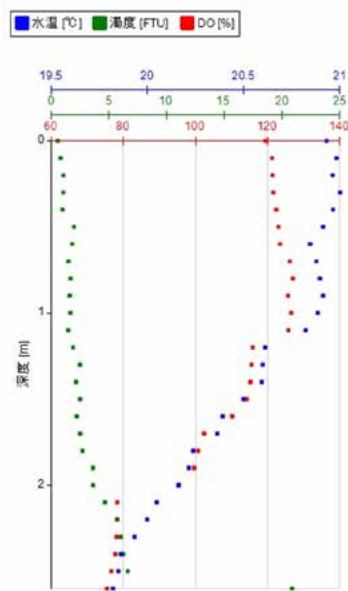


図1 気仙川の溶存酸素（DO）と濁度（FTU）

上記のグラフを見ると海水の影響を受ける海底に近くて、濁度（FTU）が急激に増加し、溶存酸素が急激に低下することが判明した。水深1メートルまでは清浄水であるが、これを超えて深くなり海水の影響があると急激に悪化する。河口付近ないし気仙大橋の付近に悪化の要因があると推測される。

参考 2022年2月13日 冬の渇水の影響で、6月27日の調査結果と大きく異なる。

「最上堂橋」(地点⑤)は塩分濃度が16.5‰、川原川河口(地点⑥)が25.7‰、松原大橋が28.2‰である。更に震災祈念橋(地点⑧)が28.4‰であり、川原川から西側の気仙川に近付くほど塩分濃度が増加する。そして排水口(地点⑨)では28.2‰であり、気仙川河口と接触地点では29.5‰であった。気仙大橋の下の気仙川では28.2‰であったので、(株)かわむらの排水口とほぼ変わらない。しかし「最上堂橋」の16.5‰は淡水が気仙川の開口部からの影響を受けているのではなく、古川沼の東側に流入する小泉川からの淡水の影響である。一方、川原川から松原大橋を通り、気仙川の河口付近の開口部に行くにつれて塩分濃度が上昇することから、気仙川が古川沼に開口部から流れる影響がみられる。

(2) 濁度 (FTU)

広田湾の真崎半島沖から観音崎のラインでは特段の問題は見られない。県境から鳥の巣崎までも問題はなく高くても0.7FTU程度で通例それを下回る0.4から0.6FTUである。長部港沖では表面で濁度 (FTU) は0.9FTUを記録した。毎回の調査でもいつもと同様の傾向がみられるが、気仙川沿いに汚濁レベルと塩分濃度で次第に気仙川の淡水が南下していることが確認される。

今回の調査結果でも、いつも通り、広田半島の観音崎沖から宮城県の真崎沖を結ぶ線から北側の広田湾の内湾では、矢の浦から長部港を結ぶ線の北側は特段濁度 (FTU) に問題はない。

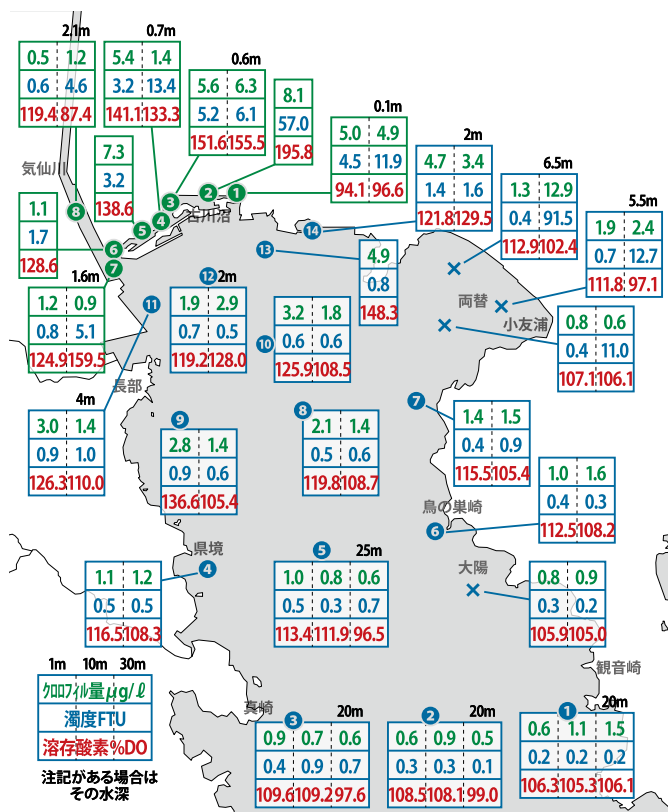


図2 2023年6月26～28日 広田湾のクロロフィル量、濁度と溶存酸素

(3) クロロフィル量 (μg/l)

夏場であり、クロロフィル量は冬場の2月に比べて全般的に高くなった。ただ、観音崎と真崎沖のラインは表面と水深30メートルとも0.6～1.1μg/lであった。その内側の県境から鳥の巣崎でも0.8～1.2μg/lと20%程度は前者のラインより高い。その内側の矢の浦と長部港では1.4から2.8μg/lで、2倍となる。内湾は更に高くなり、濁度も高く栄養であるクロロフィル量も高くなる。今回の調査結果では溶存酸素量 (DO) は濁度が高くなっても総じて100%を超えて問題がなかったが、今後、クロロフィル量が餌として未使用で分解する場合、これに酸素が必要となり溶存酸素量の低下につながる可能性を監視することが肝要である。

(4) 溶存酸素 (DO)

川村水産加工場と理研食品前の海底の溶存酸素 (DO) も問題はなかった。今後夏場にかけて溶存酸素量は低下すると推測される。しかし脇ノ沢の水深6.6メートルの92.1%が今回の最低値であった。

(5) 流向・流速

干潮が6月26日の14時30分であり上げ潮の調査である、観音崎と真崎の間の計測地点、並びに県境から鳥の巣崎の間の計測地点でも北上流が卓越しているように見えるが南下流も観測された。

今回の流速の特徴は広田湾の調査地点の19か所中の11か所で突発流；流速が毎秒500センチから900センチの早い流速が観察された。これは通常台風や低気圧の通過後にあらわれるが、今回はそのようは天候の原因が見当たらない。流向流速計器を水中に投入する際の加速とも考えられなくないが、真崎沖では水深30メートル

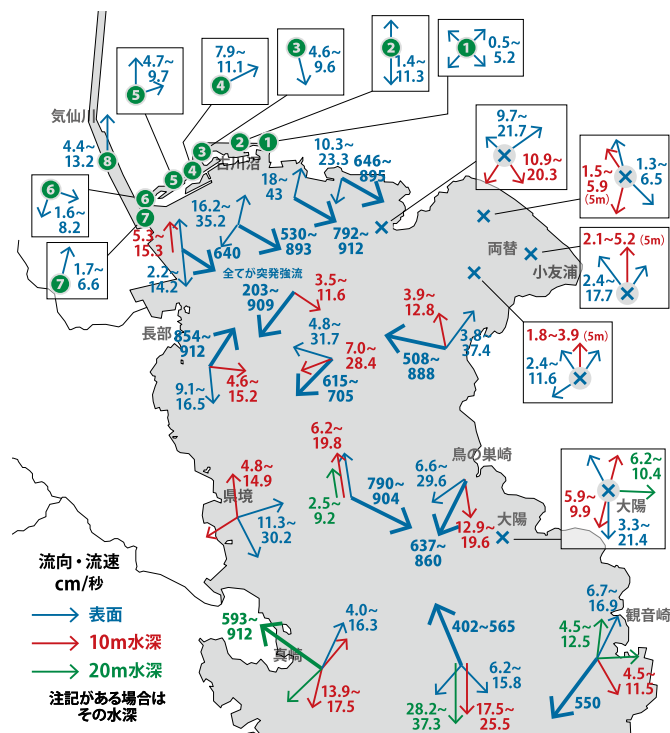


図3 2023年6月26～28日 広田湾の下げ潮時と古川沼の流向流速

で生じているのでそうとも考えにくい。次回以降には、ゆっくり流向流速器を投入することを心がける。

観音崎で550センチ、高田松原に近い内湾域ではすべてが突発流を観測した。毎秒500センチから900センチである。最大は900センチ/秒でありこれを超えることはない。しかし突発流が観測される場合次の水深でも流速が通常よりはないものが観測されると考えるのが一般的である。

両替地区の流速は広田湾のそれと比較すると表面と海底とも半分程度と判断される。

(6) 連続水温

①両替

表面の水温（水深1メートル）は、2022年7月31日に瞬間で27.7℃を記録した。その後8月20日頃にも26℃を記録している。10月28日の15時50分で、17.2℃である。

その後は一貫して水温は低下した。途中で2022年11月20日頃と12月25日頃に水温の急激な上下が、大陽地区と気仙・長部地区にも共通するので、広田湾全域に、この計測期間に2度にわたり、外洋起源の暖水塊が入り込んだ。

これらの暖海性の水塊がなければ水温は順調に下がった。しかしその後は水温が急速に下がりだして2023年2月11日午前8時50分に最低水温5.2℃を記録した。

それ以降はいくぶん上昇に転じて、2月13日の午前8時40分には7.2℃である。5.2℃は最近では例年になく低い値である。

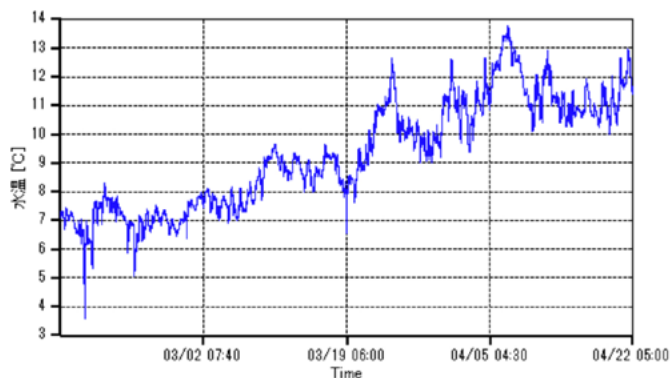


図4 両替地区の表面水温（水深1m）の推移 2023年2月13日から2023年4月22日まで；資料 生態系総合研究所

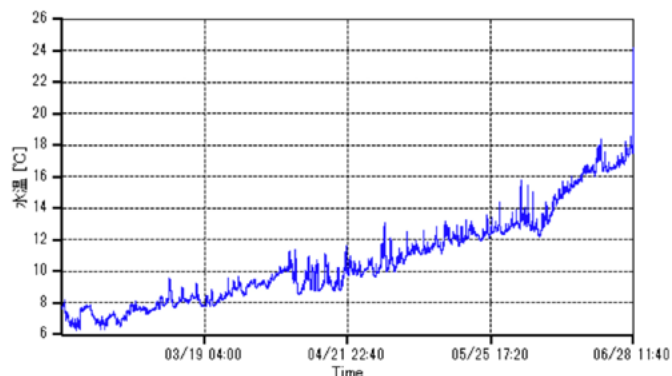


図5 両替地区の海底（水深6m）水温の推移2023年2月13日から6月28日まで；資料 生態系総合研究所

その後は下記のグラフを見ると表面水温が一時的に2023年2月中旬ごろに3.5℃を記録した。その後急速に回復し、また5℃を2月下旬に記録している。その後は順調に水温が上昇し、一旦3月20日過ぎに急速に12.8℃まで上昇し、そして低下し更に13.8℃に上昇して、その後は低下し、4月22日（この日で水温計の記録が途切れた）には13℃を示した。

両替の海底水温測定時の水深は6メートルであり、2022年10月28日に記録した16.8℃の水温は12月までは連続して低下したが11月21日と12月21日以降2.5℃程度急に上昇した。その後は下降と上昇を繰り返したが、2023年2月2日頃に6.7℃の最低水温を記録した。その後はまた少し上昇し2月13日では7.6℃を記録している。しかし図2を見ると2月中旬には更に水温が低下し6.2℃を2～3回繰り返し記録している。その後は一貫して上昇して6月28日には18.2℃を記録した。

②大陽地区

2022年7月31日頃に表面では最高水温の25.5℃を記録した。11月23日に水温が急速に3.5℃上昇する暖水塊が外洋から流入した。その後12月20日から25日頃にかけて水温が段階的に4℃も急激に上昇し、暖水塊が広田湾に流入した。養殖業に対して影響があったものとする。

2023年2月13日頃で8℃まで低下した表面水温は、その後3月下旬に一旦2.8℃程度の急速な低下を経験したのちは緩やかに上昇している。それでも2℃程度の水温の河口を5月に経験し6月28日では21℃である。

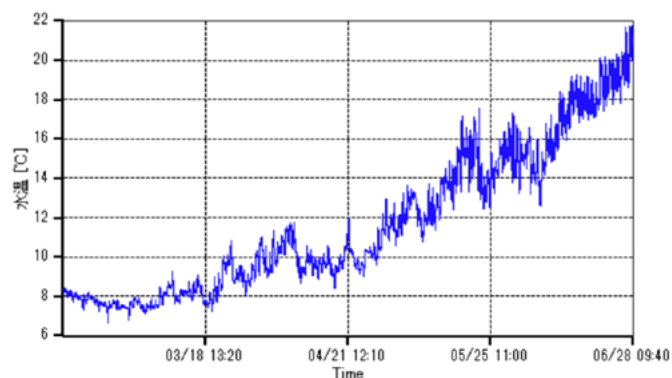


図6 大陽地区の表面水温（水深1m）の推移 2022年2月13日から2023年6月26日まで；資料 生態系総合研究所

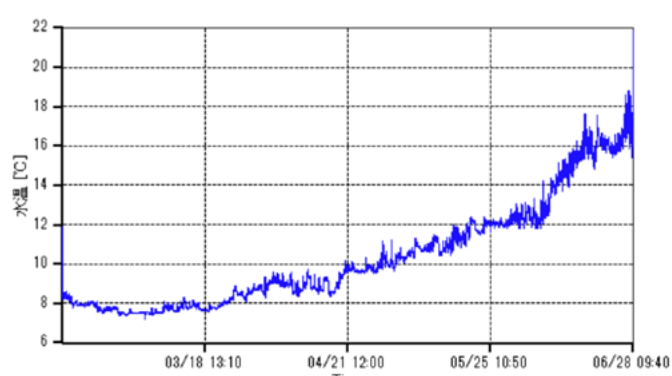


図7 大陽地区の表面水温（水深10m）の推移 2023年2月12日から2023年6月26日まで；資料 生態系総合研究所

2023年5月下旬から6月上旬にかけて冷水が入ったがその後は順調に水温が上昇した。

大陽地区では、6月ごろから急速に水温が上昇し、6月28日に近付くと17℃付近で安定した。2月下旬は水温が表面と水深10メートルとも10℃で差がなかったが6月28日頃では21℃（表面）と17℃（水深10メートル）4℃の差となっている。表面水温の上昇が早い。

③気仙南

2022年の最高水温は表面では25.2℃で10月29日では17.6℃である。それが11月23日頃から急速に水温が3℃程度上昇した。これはその後下がりはじめ12月20日頃に再度4℃程度急激に水温が上昇した。唐桑半島沖に形成されていた暖水塊が、広田湾内に入り込んだ（大坂信悦氏）。

2023年に入り最低水温が7.5℃程度を2月下旬に記録した。その後は若干の上下の変動を経験しながら6月26日で21℃で、大陽と同水温である。

2022年10月29日に17.6℃であったがその後同様の水温の急速な上昇を11月21日頃と12月25日頃に記録し、その後は一貫して低下した。2023年2月3日では7.9℃であり、2023年2月14日では8.5℃であるが、その後再度低下し、最低水温は7.5℃（3月上旬）である。

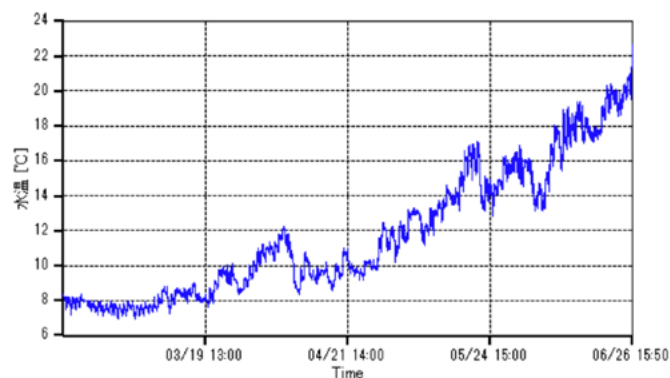


図8 気仙南地区の表面水温（水深1m）の推移 2023年2月13日から2023年6月26日まで；資料 生態系総合研究所

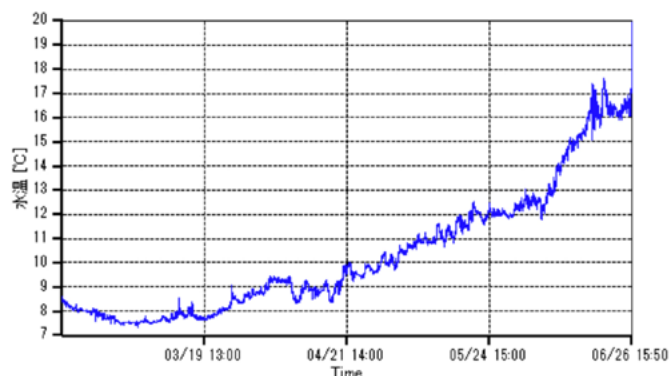


図9 気仙南地区の水温（水深10メートル）の推移 2023年2月15日から2023年6月26日まで；資料 生態系総合研究所

(7) 古川沼の水質と流向流速

古川沼は水質が悪化している。特に沼の東側の小泉川に近いため池の水質が悪化しているため、濁度（FTU）は水深1メートルで11.9FTUと高い。川原川からの流入水も濁度（FTU）が高い。松原大橋も13.4FTUでは高すぎて、川原川同様にヘドロが堆積していると推定される。陸前高田浄化センターからの排水口では、6.2FTUであり、これも悪化を示している。気仙川は水深2.1メートルで濁度（FTU）は4.6であるが溶存酸素量（DO）が78.4%と今回の広田湾の地域での計測値では最も悪い値であった。

流速が以前に比べて古川沼全域で落ちている。特に通例は流速が気仙川に連結して速い流れを記録していた西半分の古川沼の流速が遅く、川原川河口で4.6～9.6センチ/秒で、松原大橋でも7.9～11.1センチ/秒であった。古川沼の東西で流速が遅い。気仙川との連結部では1.7～6.6センチ/秒と2月よりも遅い。また、「最上堂橋」でも1.4から11.3センチ/秒で遅い。

このように気仙川と古川沼を連結したが、古川沼の水質を示す指標の濁度（FTU）と流速の改善は見られない。むしろ科学指標をみる限り悪化したとみられる。

しかし、溶存酸素量（DO）は夏にもかかわらず100%越を記録した。クロロフィル量は「最上堂橋」で8.1μg/l、濁度は57.0FTUでヘドロ状態である。



写真3 陸前高田浄化センターの排水口から排水 2023年6月27日

6. 気仙川のサケマスの回帰減少と孵化場の取水の問題点

1) サケ回帰の悪化とサケの減少

- ①気仙川のサケの回帰量は2022年は9,220尾であった。ピークの震災前は90,000尾であるので、最盛期の10%である。

最近はメスの大きさが卵をとった後で2キロ、オスが2.5キロであるが、それでも4歳魚である。サケの体内卵数は1,000～6,000個で、震災前は平均3,000個で、その後2,600個から現在は2,400個であって、小型化に伴い卵数が低くなっている。

- ②そこで岩手県では、孵化場再編計画を樹立して、拠点孵化場と地域孵化場に分けて、拠点孵化場から地域孵化場に種苗を供給することにした。これは岩手県が国の指導を受けて実施している。気仙地区では、盛川漁協が拠点孵化場で気仙川・広田湾漁協と綾里漁協が孵化した稚魚を受け取る地方孵化場である。これは、孵化放流の事業の立て直しというよりは、予算面での合理化である。震災前には気仙川漁協だけでも2,600万尾の稚魚生産、震災直後は3,000万尾を目標としたが、現在の目標は3孵化場で、現在の300万尾から500万尾に増加しているが、震災直後の1/6で低迷は続いている。

拠点孵化場に広田湾漁協になるべきであったが、経済的負担が大きくなり断念した。それで盛川漁協が、トラウトの生産への投資もしており、拠点を引き受けた経緯がある。

2) 孵化場の取水の問題点

- ③卵が最近では弱い。盛川に卵を預けると元気な稚魚で還って来るが、ここで育てると弱い。特にここ数年、気仙川の松館橋のところに石灰の加工会社ができ、水質がアルカリ性が強くなった可能性がある。矢作川の水より気仙川の取水が悪い。震災前は当該工場はもっと下流にあったので良かった。
- ④至急に孵化場と採捕場の水質・環境調査が必要である。6月28日は時間の都合で調査をできなかったが、9月25日の初日に実施する。

2023年9月25日～27日 広田湾全域と古川沼の水質環境調査

1. 序文

1) 矢作川と気仙川の合流点の廻館橋付近では、孵化場が取水する地下水（ないしは伏流水）の水質が悪化しているとのコメントが6月26日の会合時になされた。それを受けて、矢作川と気仙川の合流点の上下流での水質検査を行った。矢作川は良好であるが、気仙川は合流点の上下流の双方で、良好ではないデータが得られた。廻館橋の付近と上流に工場と農業ハウスや木材店などが存在しており、矢作川の上流などの影響を今後調査することが重要である。

2) 主たる調査である広田湾の全域調査は、9月27日に小雨の中を行った。当初の予定では大坂新悦氏の養殖業用の漁船で行う予定であったが、1年に一度の漁船の定期検査を行い、そのエンジンの解体検査などの検査が遅れ、25日の調査を繰延した。結局、彼の友人の漁船（長部港の明神丸の船本英明船長）を使用して実施した。9月27日8時37分に長部港を出港した。最初の目的地の金室崎に向かった。それから、ニッスイ子会社が養殖場を設定予定の金室崎と久保湾を調査し、さらに内湾側の養殖予定地の観音崎沖（滝浜漁場）での調査を実施した。これはニッスイ子会社が養殖を開始した後の汚染度合を比較する事前データである。その後は通常の調査を実施した。12時40分に長部港に寄港した。4時間に渡る調査活動であった。

3) 6月24～26日の調査結果について、小松より大坂新悦氏、鈴木栄氏、大和田信哉氏にそれぞれ説明した。毎回、先回の調査の結果を説明することが重要と考える。このような説明は四万十川調査でも同様に実行している。

4) これまでの調査と同様、気仙川河口の(株)かわむらの加工場からの排水と脇ノ沢のスジアオノリの養殖場からの排水の2地域である。2023年9月27日の調査結果でもこれらの2地点では他の地区に比較して濁度（FTU）と溶存酸素量（DO）の悪化の状況が観察された。(株)かわむらの排水の影響が宮城県境まで及んでいることを示唆するデータが得られたほか、理研食品の排水とカキの卵肥大症の蔓延水域拡大の関係が排除できないので、至急に調査を始める必要がある。また、冬のカキ生産の最盛期には理研食品の操業を大幅縮小ないしは、停止することも検討に値する。

5) ニッスイ子会社が11月から広田湾の内湾域；観音崎沖と金室崎沖でサケの養殖を計画し、2023年11月か

ら2か年間で800トン程度ギンザケの試験操業を予定している。その結果を踏まえて、将来は2,000トンの正式な養殖業の免許を岩手県が出すかどうかを決定することである。事前にニッスイから説明を受けたが、本格的な内容については未だ定まっていないとのこと。岩手県が何を試験するのかも全く明らかにされていない。広田湾の調査は、これまで、観音崎沖の旧滝浜漁場については水質・環境調査を実施してきたが、今回は新たに金室崎の調査を実施した。少なくとも、カキ養殖場に近い観音崎沖のギンザケ養殖は、カキ養殖に悪影響が及ぶ可能性があるので、今後もモニターを行う。



図1 ニッスイ系会社のギンザケ養殖予定地 資料：ニッスイ提供

- ◆候補エリア：陸前高田市 広田湾 広田地区地先（次ページ参照）
- ◆状況：以下メンバーより、当社参入の賛同を得て活動中
・陸前高田市 佐々木市長、広田湾漁協 砂田組合長他
- ◆今後のスケジュール：
 - ・2023年7月21日 漁場・孵化場 現地確認、協議済み
 - ・2023年8月8日 地先集落への説明会実施
 - ・2023年8月29日 組合の理事会開催（漁場参入・組合加入など）
↓（承認次第）
 - ・2023年11月～ 試験養殖スタート 生け簀1～2基
 - ・2025年11月～ 目標：3年目の正式免許取得にあわせて事業化
将来構想：岩手県5,000t体制（大槌2,000t、陸前高田3,000t）
- ◆当面の体制
 - ・試験養殖期間：養殖事業推進部にてFS運営
 - ※ ニッスイGの現地事務所設立、組合に法人加入

表1 ニッスイの広田湾でのギンザケ養殖の計画 資料：ニッスイ提供

6) 9月27日に、広島県尾道市に本社を置くカキの加工・販売会社(株)クニヒロの新谷真寿美社長と呉市安浦町三口浜の(株)金田水産の金田祐児社長らが宮城県気仙沼と岩手県陸前高田市を訪問した。彼らは広田湾両替の鈴木栄氏の養殖場を訪問し、カキの育成状況を視察しながら、鈴木栄氏と対話して、自らの養殖と養殖場の海洋環境などの比較を行いながら意見交換を実施した。後日、11月1日小松は金田祐児社長の招きで、安浦町三津口浜と流入河川である野呂川と野呂川ダムを訪問し視察した。



写真1 鈴木栄氏の漁船上で新谷社長 写真2 カキ小屋で談笑する新谷社長、
と金田社長 2023年9月27日 金田社長 2023年9月27日

7) 卵肥大症

卵肥大症に関して引き続き発症はあり、その実態は悪化しているとのことである。広田湾の環境が悪化しているのは調査を実施していると明らかであり、その傾向は今後共継続しよう。

8) 水温の上昇・地球温暖化

表面から水深30メートルまで、巨大な23～24℃の水塊が形成されていることが今回のAAQの計測調査と連続水温の調査から判明した。9月に入り、水温が下がらず広田湾全域に深さ30メートルの23～24℃の高水温層が形成されている。これは塩分濃度や流向と流速とも全く無関係に見える。

9) 気仙川へのサケ回帰量の減少と小型化

気仙川へのサケ回帰の減少が2023年度も継続した。9月25日には気仙川と矢作川の水質検査のために下流域のサケの採捕場を訪問したが、サケの遡上は全く見られなかった。

注10月中旬からサケの遡上があったが10月は69尾であった。

2. 調査結果の概要

1) 両替地区と脇ノ沢地区

両替地区の流速が他の広田湾の調査地点に比較して2分の1から3分の1程度で遅い。これは、これまでの調査と同様の結果である。小友浦干潟の前面が埋め立てられてからは流速の振幅が小さくなって、速度が減っている可能性を指摘してきた。特に両替漁港からすぐの調査地点での水深5メートルでは毎秒2.5センチの流速であり、両替湾の他の2地点;矢の浦で0.8センチ/秒と三日市で1.4センチ/秒と流速が無いに等しい。表面流（表面0メートル）は3.3～10.7センチ/秒で遅い。脇ノ沢は表面流は18.2センチ/秒、水深5メートルでは28.7センチ/秒とかなり早い流速で流れていた。それでも両替では流速が極端に緩やかになるので米ヶ崎半島の影響とみられる。

2) 広田湾の唐桑半島沿いでは気仙川の流水の流れ込み

流向流速では、それが干満のタイミングと陸地地形の影響で不明確となる。今回は県境での表面の濁

度（FTU）が異常値とも言える139.3FTUを記録した。そこで気仙川の流れとみて北上ラインをトレースすると、長部港の外も表面で16.6FTUと濁度がかかなり高い。そして問題は地点⑮の(株)かわむら加工場の排水口では476.2FTUを記録したので、これが汚染源であると推量するのが妥当とみられる。

しかし、(株)かわむら加工場の排水に加えて、気仙川の河口の地点⑥でも40.1FTUを記録し、サケ採捕場の164.1FTUで、気仙大橋でも118.4FTUである。これらは、慢性的に気仙川の河口域の底質が悪化し、それに(株)かわむら加工場からの排水が加わって更に水質が悪化すると推測することが、計測数値から判断して適切であると考ええる。

既に述べたように「観音崎から真崎」と「鳥の巣崎から県境」までとさらに「矢の浦と長部漁港」の3ラインでは表面流と水深10メートルの清浄な海水が流れ込んでいる。ただし、気仙川を唐桑半島沿いに南下する流れは、上述のように汚染度が進行している。

しかし、それより内側では、地点④の気仙南地点を除いては水質の清浄性が低下する。これは河川と陸地を通じて汚濁物質や土砂が流れ込むためと考えられる。理研食品の排水も汚染源であると推測される。



写真3 (株)かわむら水産加工場からの排水
2023年9月27日

3) 理研食品スジアオノリ養殖場の排水で水質は悪化

2023年9月27日は濁度（FTU）は0.9FTU（表面）と12.2FTU（水深4m）と水深4mは著しく悪く、溶存酸素（DO）も75.8%（表面）と56.2%（水深4m）と、今回の広田湾のDOの計測値では最も悪かった。夏場でその値が増大すると考えられたが、今回はそのような結果となった。今回は排水口まで十分な接近ができず、3～5メートル程度離れた地点からの計



写真4 理研ビタミン子会社理研食品のスジアオノリの米崎養殖場の排水が
広田湾に排出 2023年9月27日

測であったので、近づいていけば更に悪化した計測値となったと推測される。

3. 調査員と使用機材

調査員は調査団長が小松正之、調査員が阿佐谷仁と西脇茂利。現地調査員が伊藤光男である。調査船は大和田信哉氏の漁船と鈴木栄氏の所有漁船山吉丸で、9月27日午前は大坂新悦氏の所有の漁船が使用不能で、船本秀明氏所有の明神丸で行った。

使用機器

AAQ-RINKO AAQ170を使用した。水温、塩分、クロロフィル量、濁度と溶存酸素量を計測し、D-10 総合水質計用ハンディターミナルで瞬時に表示した。後刻データはパソコンに取り込んだ。

小型メモリー流速系 INFINITY-EM AEM－USBを使用した。

両替地区、大陽地区と気仙南地区のカキ養殖いかに長期間の計測用に設置した連続水温計はDEFI-1Fである。今回はこれらの3か所全ての地点から水温計を取り出して連続水温の推移を観察した。

4. 調査結果

(1) 塩分濃度と海流・河川流

1) 気仙川と広田湾の関係－海水の遡上範囲

今回の計測は古川沼と両替地区は10センチ刻みで、他は1メートル刻みにしたが淡水の影響を知ることが可能である。気仙川の河口にある(株)かわむら水産加工場の排水口付近（地点⑪）では27.2‰（2023年9月27日）であった。それより上流の気仙川河口で古川沼への入り口では、水深0.5メートルまでは28.0‰で、水深0.6メートルからは31.1‰となりほぼ海水となる。其れより上流の気仙川大橋では水深0.7メートルまでは6‰であり、ほぼ淡水と考えられる。水深0.4メートルで21‰で、水深0.5メートルでは31.6‰であるのでほぼ海水となる。採捕場のあたりでもほぼ同様で、表層水が0.32‰、水深2メートルでは29.6‰である。それより遡った、気仙川と矢作川の合流点でかつ孵化場が設置されている地点は全くの淡水である。

2) 気仙川の影響

地点⑫の高田松原沖でも32‰であった。脇ノ沢の地点⑬でも31‰であり、海水であると判断される。

脇ノ沢では33.6‰であり前回の大雨の影響が残った6月26日の26.3‰を上回った。

これは6月26日時点の結果と比較して淡水の影響が無くなっていることが判明した。

広田湾の外洋の広田観音崎の地点④では33.2‰であり、真崎沖では32.0‰で6月と変わらない。外洋では塩分濃度は安定しているし、気仙川の影響はほぼなくなるとみられるがそれでも1.6‰の差が広田半島の観

音崎と唐桑半島の真崎の間で見られ、唐桑半島沿いに気仙川の淡水が影響していることがわかる。既にみたように、県境とその沖にあたる真崎沖では濁度（FTU）が観音崎に比べて異常に高く、気仙川の流出水に乗って流れた気仙川と(株)かわむら加工場由来の汚染・汚濁水と考えられる。

3) 古川沼と気仙川の塩分、濁度と溶存酸素

①古川沼の小泉川沿いの孤立した池では今回は計測をしなかった。最上堂橋では塩分濃度は26.5‰（前回6月は19.8‰）、川原川が古川沼にそそぐ古川橋では24.6‰（前回6月は13.7‰）であり、前回は川原川の淡水の影響であるとみられる。震災祈念橋では28.7‰（前回6月は25.8‰）と、排水処理場の排水口では26.0‰（前回6月は17.6‰）となる。河口では21.0‰で（前回6月は10.3‰）、気仙大橋では淡水が卓越し5.2‰で、前回の20‰からは淡水が卓越した値となる。気仙大橋では水深0.7メートルに（前回は水深0.4～0.5メートルの間）淡水と海水の躍層があり、これ以深から川底の水深2.6メートルでは33.3‰（前回の6月は32.1‰）となり、海水である。

②気仙大橋の濁度と溶存酸素の悪化

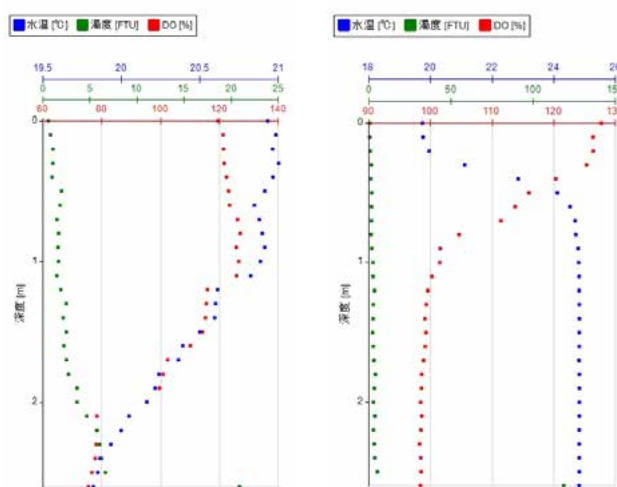


図2 気仙川の溶存酸素、濁度（FTU）と水温；左が2023年6月26日、右が2023年9月25日の計測

上記のグラフを見ると海水の影響を受ける海底に近づくに連れて、濁度（FTU）が急激に増加し、溶存酸素（DO）が水深1メートルから双方のケースで急激に低下することが判明した。塩分の濃度からは水深0.6メートルを超えるとほぼ海水と同様の状態32～33‰となる。濁度（FTU）が川底で悪化しているのは6月26日でも9月25日でも変わらない。サケマス採捕場でも川底の濁度（FTU）は164.1FTUと高い。気仙大橋の下の川底では118.4FTUで河口域の気仙川河口では40.1FTUと高く下流域に濁度（FTU）悪化の要因があると推測される。

(2) 濁度

今回は、金室崎の3地点を調査したが着底地以外の全ての地点で濁度は良好であった。

- ①ニッスイ子会社が予定している地点②では水深29.4メートルまでは濁度（FTU）が0.1FTUであった。金室湾は着底しても0.2FTUと清浄な水質であった。ここで重要なのは溶存酸素（DO）である。

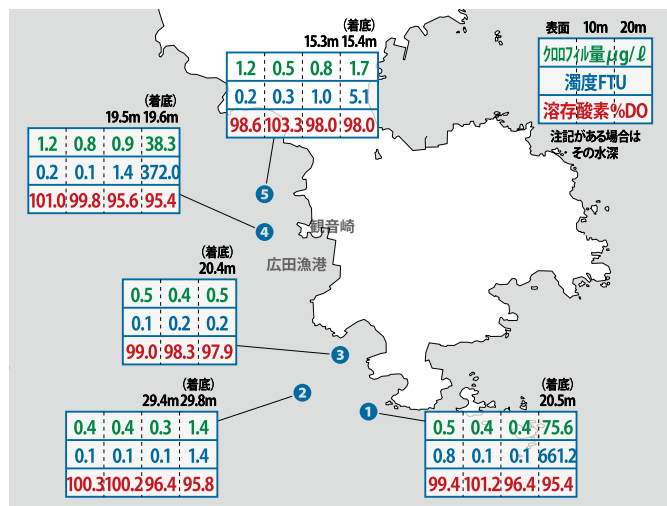


図3 2023年9月27日金室崎と観音崎（滝浜漁場）のクロロフィル量、濁度（FTU）と溶存酸素量

②金室湾、金室崎から滝浜までの水深

金室湾は水深が僅か20.5メートルしかないの、浅く養殖には不適である。金室崎は水深は31メートルある。しかし久保湾になるとワカメ養殖が行われて、さらに水深は22メートルであるので、これも養殖地としては不適である。観音崎も水深は22.3メートルであるので浅い。滝浜はさらに浅く16メートルである。真崎と観音崎との中間点の水深は41メートルあった。

- ③広田湾の真崎半島沖から観音崎のラインでは、表面水は気仙川の影響と推測される原因で濁度（FTU）が高い。特に県境は異常に高く139.3FTUを記録した。その手前の長部港でも16.6FTUとかなり高い。これは、(株)かわむら水産加工場の水深3.6メートルの476.2FTUが原因とみられる。これらが影響して真崎沖の表面でも2.5%を計測した。気仙川の流れに乗った汚濁と推測される。毎回の調査でもいつもと同様の傾向がみられるが、気仙川沿いに汚濁レベルと塩分濃度で次第に気仙川の淡水が南下していることが確認される。



写真5 久保湾とワカメの養殖場
2023年9月27日

写真6 金室湾を金室崎から望む
2023年9月27日

今回の調査結果でも、いつも通り、広田半島の観音崎沖から宮城県の実崎沖を結ぶ線から北側の広田湾の内湾では、矢の浦から長部港を結ぶ線の北側は特段濁度（FTU）に問題はない。ほとんどの計測地点⑥から地点⑩までで0.1～0.5FTUであった。しかし、鳥の巣崎の表面では2.8FTUであったが、そのすぐ近くの大陽では0.1FTUであるし、矢の浦では0.2FTUである

(3) クロロフィル量 (μg/l)

クロロフィル量は全般に夏の6月に比べて低くなった。ただ、観音崎と真崎沖のラインは表面と水深30メートルとも0.4～1.2μg/lであった。その内側の県境から鳥の巣崎でも0.5～1.3μg/lと前者の外洋のラインとほぼ等しい。矢の浦と長部港では0.5～1.6μg/lで、ほんの少し増加した。内湾は更に高くなり、濁度も高く栄養であるクロロフィル量も高くなる。両替湾では1.8～5.5μg/lであり、栄養分は高くなる傾向がある。



写真7 広田泊漁港とニッスイの養殖候補地の滝浜漁場を望む
2023年9月27日

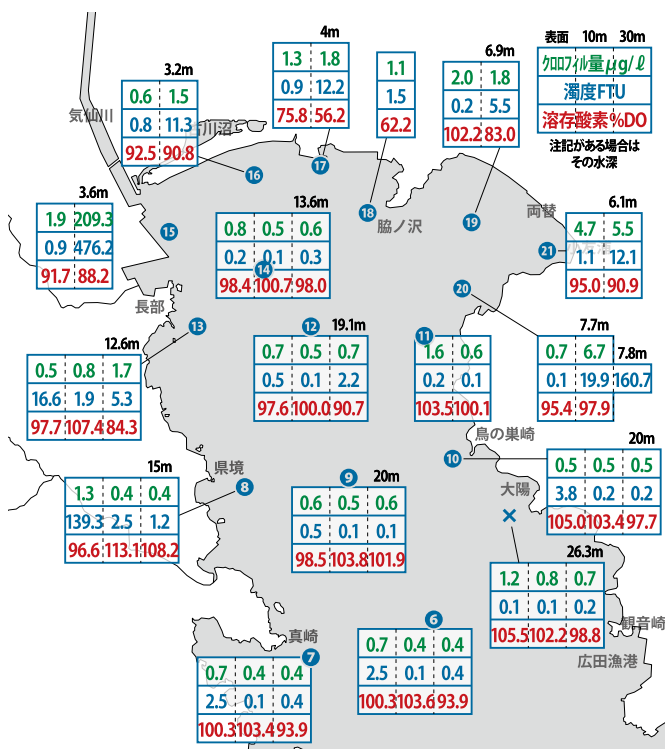


図4 2023年9月26と27日の広田湾のクロロフィル量、濁度と溶存酸素

(4) 溶存酸素 (DO)

㈱かわむら水産加工場と理研食品前の海底の溶存酸素(DO)は問題があるか所である。広田湾の計測地点で常に毎回悪化値・最低値を記録する。今後夏場にかけて溶存酸素量(DO)は低下する。㈱かわむら水産加工場は表面で91.7%で水深3.6メートルで88.2%であった。理研食品ではもっと悪く、表面では75.8%で水深4メートルでは56.2%であった。これらの計測値は今回の調査では最低値であり、濁度(FTU)の12.2FTUとともに改善を必要とする計測値である。そもそも、内湾域の堤防に囲まれた流速も早くないところに排水せざるを得ない施設を造ることは、避けなければならない。

(5) 流向・流速

①9月27日の干潮が午前7時57分27センチで満潮が15時02分で131センチであった。従って午前中9時からの調査で、上げ潮の調査である。

今回初めて調査海域とした金室崎の3地点は北上流が目立ったが、地点⑦と地点⑥の観音崎から真崎にかけては水平真横の東向きの流れであった。

其れの北の県境と鳥の巣崎では表面流は南下流であり、水深10メートルの地点⑨と地点⑩の鳥の巣崎は北上流であった。そこから湾奥に入ると北上流と南下流が入り混じる様相を呈する。

②流速は今回は小雨であったが風も吹かず、先回の調査時の突発流500～900センチ/秒を超える流速は一切観測されなかった。これは風も穏やかで全く吹くことがなかったことも要因であろうが、原因は不明である。台風や低気圧の通過後には、水がかく乱されたことにより生じると解釈・推測される。

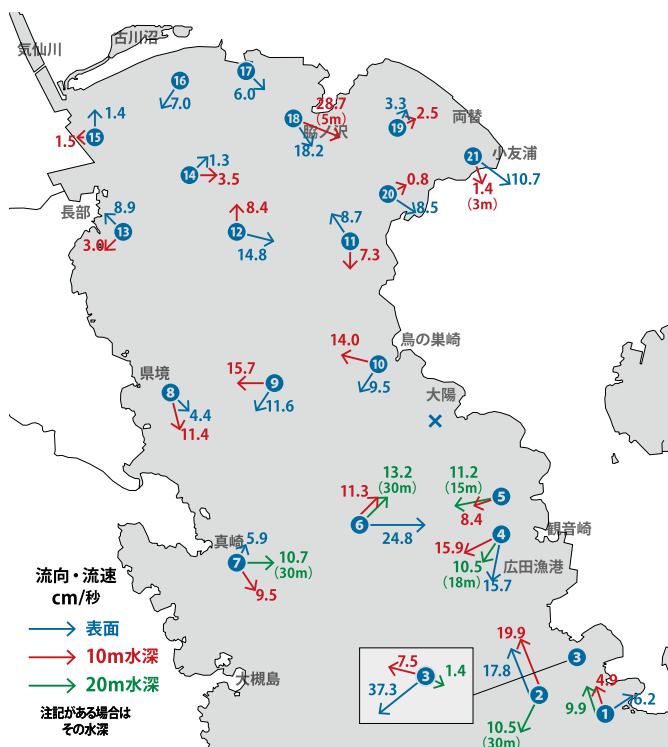


図5 2023年9月26日と27日 広田湾と金室崎・観音崎 上げ潮時の流向流速

6月は広田湾の調査地点の19か所中の11か所で突発流；流速が毎秒500センチ/秒から900センチ/秒の早い流速が観察された。これは通常台風や低気圧の通過後にあらわれるが、今回はそのような天候の原因が見当たらない。流速は地点②の金室崎と地点⑥の観音崎と真崎の中間点の24.8センチ/秒と20センチ/秒を超えるものがたった2か所だけであった。大半が10センチ/秒台であり、10センチ/秒以下も長部と矢の浦ラインから内側では目立った。それだけ穏やかな海況であったことを意味する。これらはカキの養殖作業には楽で良いが、カキへの栄養の循環と海水質の循環と改善に役立つかに関しては、好ましくない。水の循環が悪化することにつながる。

(6) 連続水温

①両替

表面水温

表面の水温(水深1メートル)は、2022年7月31日に瞬間で27.7℃を記録した。その後8月20日頃にも26℃を記録している。10月28日の15時50分で、17.2℃である。

その後は一貫して水温は低下した。途中で11月20日頃と12月25日頃に水温の急激な上下が、大陽地区と気仙・長部地区にも共通するので、広田湾全域に、この計測期間に2度にわたり、外洋起源の暖水塊が入り込んだ。

これらの暖水塊がなければ水温は順調に下がった。しかしその後は水温が急速に下がりだして2月11日午前8時50分に5.2℃を記録した。

それ以降はいくぶん上昇に転じて、2月13日の午前8時40分には7.2℃である。5.2℃は最近では例年になく低い値である。

その後は表面水温が一時的に2月中旬ごろに最低水温3.5℃を記録した。その後急速に回復し、また5℃を2月下旬に記録している。その後は順調に水温が上昇し、一旦3月20日過ぎに急速に12.8℃まで上昇し、そして低下し更に13.8℃に上昇して、その後は低下し、4月22日(この日で水温計の記録が途切れた)には13℃を示した。

6月28日には計測を再開した。22.8℃であった。それからは、上下を繰り返しながらも8月には一旦最高水温に近い29℃に到達したが、最高水温は8月25日の29.8℃である。同様の高水温は8月24日にも記録しているが、厳密に言えば24日には0.01℃だけ低い。30℃には到達しなかったが2020年8月29日に最高位水温の30.01℃を記録したがそれに0.2℃及ばないものの、それに近い最高水温の記録となった。

9月27日には水温が24.0℃で低下したものの、下げ止まっている。そして特徴的なことは、水深による水温の差がみられないことである。また、広田湾の外洋の計測地点でも、水温が23℃台で、両替と大差がないこと

である。そして水深が深くなれば水温が下がる傾向にあったが、9月27日の計測時点では、水深の深さによる水温の低下がみられない、異常な事態である。

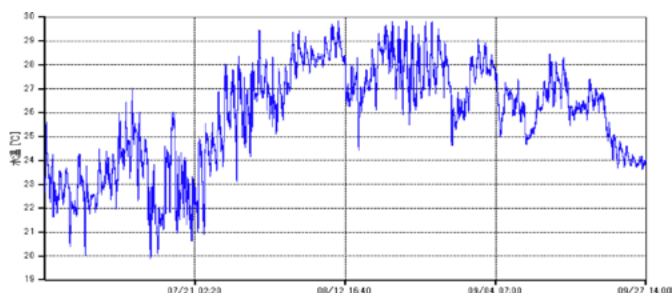


図6 両替地区の表面水温(水深1m)の推移
2023年6月28日から2023年9月27日まで 資料：生態系総合研究所

両替の海底水温測定の水深は6メートルであり、図7を見ると6月28日にはほぼ18.0℃から始まり、最高水温は8月31日の26.1℃である。これは、表面水温の最高水温を2.7℃下回る。その後緩やかに水温の低下を計測して9月27日では23.9℃となった。これは表面水温の24.0℃とほぼ変わらない。このように表面水温と水深5メートルの計測地点の水温が変わらないのは、今回の特徴である。

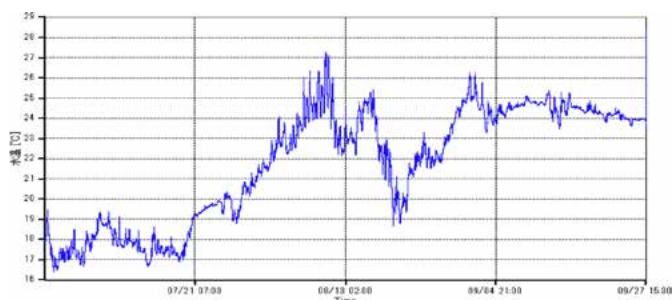


図7 両替地区の海底(水深6m)水温の推移
2023年6月28日から9月27日まで 資料：生態系総合研究所

②大陽地区

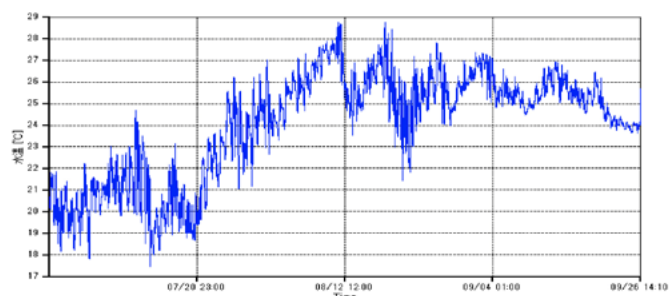


図8 大陽地区の表面水温(水深1m)の推移
2023年6月26日から2023年9月26日まで 資料：生態系総合研究所

大陽地区の表面水温は6月26日には20.6℃であったがその後冷水塊の影響を受けたような状況を7月20日まで計測したが、それ以降は急速に水温が上昇した。最高水温は28.8℃で8月18日に記録した。この水温は両替の29.8℃と1℃しか変わらない。最終的には9月26日に24℃を記録した。

大陽地区では、6月28日では15.8℃付近であった。6

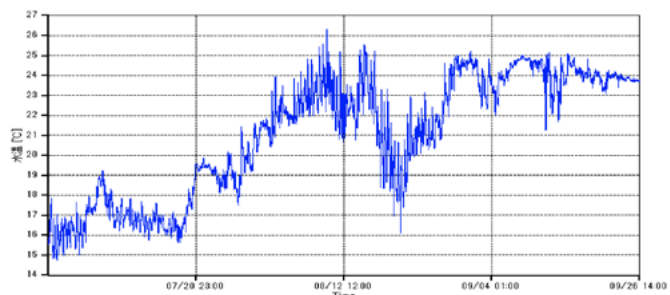


図9 大陽地区の表面水温(水深1m)の推移
2023年2月12日から2023年6月26日まで 資料：生態系総合研究所

月28日頃では表面水温は20.6℃であり、その差は4.8℃(表面)の差となっている。その後水温の上昇が早い。8月10日以降は、水温が24℃を超えて最高水温が8月31日に25.1℃に達してからは、24℃でほぼ下げ止まり状態である。そして計測の終期の9月26日では23.8℃であり、表面水温の23.9℃とほぼ変わらない値である。

③気仙南

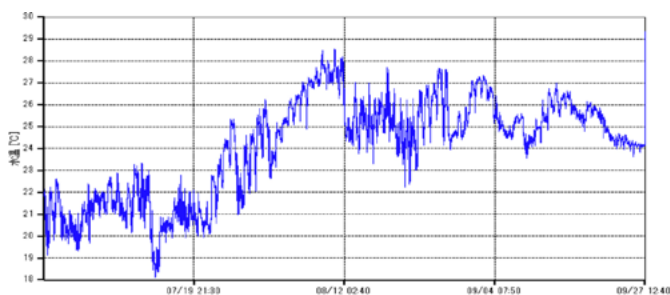


図10 気仙南地区の表面水温(水深1m)の推移
2023年6月26日から2023年9月27日まで 資料：生態系総合研究所

2023年に入り表面では最低水温が7.5℃程度を2月下旬に記録した。その後は若干の上下の変動を経験しながら6月26日で21.9℃である。その後水温は7月19日頃までは足踏み状態であったが、その後は急速に水温が約一か月間上昇を続け8月17日に最高水温28.5℃を記録した。その後また、急な冷水の差し込みがあって水温が27.5℃から22.2℃まで急速に低下した。同様に水深10メートルでも、25.6℃から17.2℃まで約8℃も約20日間で急速に低下した。しかし、これらの低下した水温はまた再度9月はじめにかけて急上昇することになるが、この傾向は水深10メートルで明確に見て取れる。これは冷水塊の差し込みが後退するからと考えるのが適切なのかどうかの検証が必要である。表面では、9月27日は、24.0℃であった。

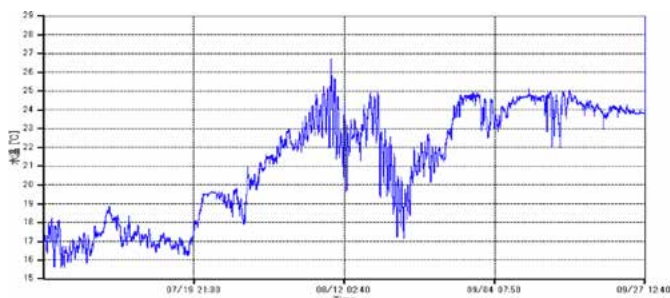


図11 気仙南地区の水温(水深10メートル)の推移 2023年6月26日から2023年9月27日まで 資料：生態系総合研究所

水深10メートルでは、6月26日に17.0℃からスタートし最高水温は26.7℃で8月9日に記録したが、表面より1.8℃低かった。9月26日の切り上げ時の水温は23.9℃であり、表面水温と0.1℃しか変わらない。

(7) 古川沼の水質と流向・流速

①古川沼の水質

古川沼の水質が悪化している。このような悪化の計測値は毎回同様に提示される。最上堂橋の底質の濁度（FTU）は27.2FTUを記録した。また、川原川からの流入水の入る川底も濁度760.7FTUと異常に高い。松原大橋も3.1FTUである（2023年6月は13.4FTU）。古川沼は、川原川の河口でヘドロ堆積が推定される。陸前高田の都市下水の排水口では、66.4FTUであり、これもヘドロが蓄積していよう（2023年6月は6.2FTU）。

気仙川河口の濁度（FTU）も40.1FTUと悪化を示している。気仙川は水深2.6メートルで濁度は118.4FTUを示した（2023年6月は4.6FTU）。先回は大雨の後の調査であったが、今回は夏場過ぎで穏やかな天候であったので、水質が最も悪化する時期にあたっていたが、検査の結果が古川沼と気仙川の下流域に関しては悪い結果となった。



写真8 陸前高田浄化センターの排水口から排水
2023年9月25日

②古川沼の流向・流速

流速が古川沼全域で遅い。特に、通例は流速が気仙川に連結して速い流れを記録していた西半分の古川沼の流速が決して速くない。特に都市下水排水口では1.8～5.5センチ/秒とかなり遅いので、汚水が停滞し、底にヘドロが堆積する原因となる。実際にそのような傾向がみられる。川原川河口では0.6～2.4センチ/秒（前回は4.6～9.6cm/秒）で一段と低速化した。これは渇水のために流入する水量が少ないことも原因の一つとみられる。

松原大橋では17.7～26.9センチ/秒（前回6月は7.9～11.1cm/秒）であったので、流速は速くなった。同様に「最上堂橋」でも流速は21センチ/秒であり、先回は1.4～11.3センチ/秒で遅い。適正であった。計測時は流向は松原大橋とともに東向きであった。これは満潮が14時46分で、最上堂橋の計測が14時52分で松原大橋が15時07分であり、ほぼ満潮時の流入水の力の影響のためではないかと思われる。

古川沼の水質を示す指標の濁度（FTU）と流速の改善は見られない。むしろ化学指標をみる限り悪化したとみられる。古川沼の水質の改善のための対策が必要である。

しかし、溶存酸素量（DO）は100%越えを記録した。これは水深が浅いので常に空気との接触があるために空気中の酸素が古川沼の水量に混合するためである。クロロフィル量は10～30μg/ℓあり高い値であるが、これが全く動物プランクトンや貝類に利用されないの生物系の沈殿物となり、水質の悪化とヘドロの原因となろう。ひいては、これを分解するために酸素を必要とするので貧酸素の原因ともなる。

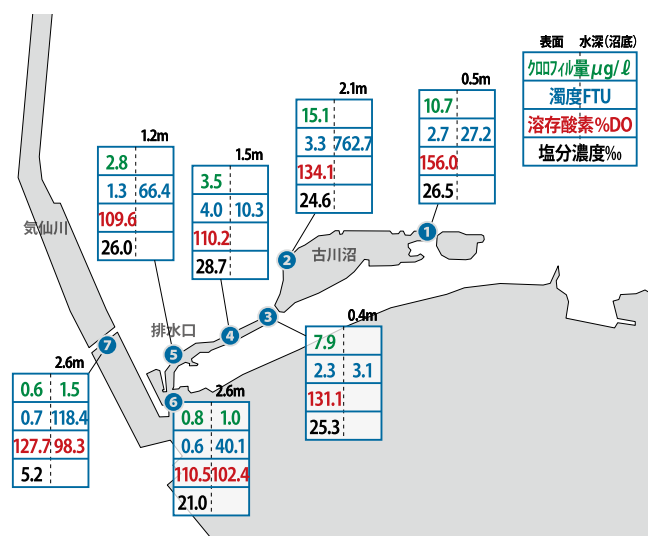


図12 2023年9月25日の古川沼と気仙川のクロロフィル量、濁度（FTU）、溶存酸素（DO）と塩分濃度（‰）

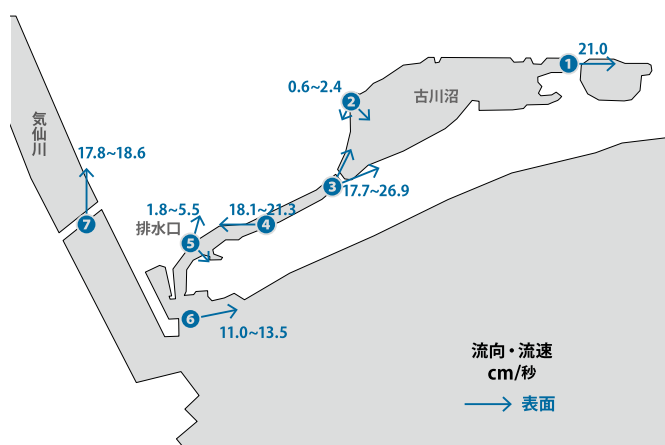


図13 2023年9月25日の古川沼と気仙川の流向と流速

(8) 気仙川と矢作川の合流地点の水質

- 1) サケマス孵化場の、矢作川と気仙川の合流点の廻館橋付近において、孵化場が取水する地下水（または伏流水）の水質が悪化しているとのコメントがあり、矢作川と気仙川の合流点の上下流での水質の計測調査を行った。
- 2) 事前のヒアリングでは矢作川からの取水の水質はサケの稚魚を育成する上で特段の問題はないが、井戸の内、2つは気仙川からの取水であり、それが近年悪化しているとの評価が寄せられた。これは科学的根拠に基づくものではないので、計測調査を実施することとした。矢作川は良好であるが、気仙川は合流点の上下流の双方で、良好ではないデータが得られた。従って、廻館橋付近の工場や上流の農業ハウスや木材店などが存在しており、矢作川の上流などの影響を今後共調査することが重要である。
- 3) 調査の結果、廻館橋の濁度（FTU）は7.8FTUであり、矢作川の1.0FTUと横田方面の上流の1.0FTUに比べると高かった。すなわち、気仙川は矢作川に比べて汚濁が進んでいる。孵化場の放流口の表面では0.5FTUであるが、水深0.1メートルの川底では2.5FTUと水質基準（CODの水質基準）を上回る結果が得られた。また、さらに下流のサケの採捕場では、表面は0.4FTUで全く問題はないが川底の水深2.1メートルで164.1FTUと汚濁がかなり進行していた。

(9) 広田湾と気仙川の水質の悪化とカキ・ホタテ貝類養殖への悪影響

しかし、陸前高田市は水質の浄化に対する対策を何一つ取っていないので、今後共古川沼、気仙川と広田湾の水質と環境は改善する要素が全くなく、ニッスイ子会社のギンザケ養殖が開始されると、今後ますます広域的に水質は悪化する可能性があり、カキ、ホタテとワカメ養殖に対しては悪化の要因となることが懸念される。



図 14 2023年9月25日の気仙川と矢作川の合流点の水質
クロロフィル量、濁度（FTU）と溶存酸素と流向流速

2023年12月18日～19日

序文

1) 広田湾の全域調査は次回へ

12月18日は北西の風の風力5であり、広田湾は時化しており、調査を断念した。代わりに20日午前中に調査を振り替えた。そして、午後からは古川沼の調査を実施した。しかし、流向流速のINFINITY計測器の電池充電を忘れ、計測値が得られなかった。このような単純ミスが最近多い。事前確認を徹底することでの防止が大切である。

20日の午前中に大坂新悦氏の漁船で広田湾全域調査を実施する予定であったが、前日19日の大船渡湾調査と両替地区での調査と11月～12月の豪とニュージーランド出張帰国直後であり小松の疲労が重なり大事をとって、広田湾全域調査を延期した。従って今回は古川沼・気仙川と両替地区調査の結果のみが得られたので、これらを紹介する。

2) 卵肥大症

卵肥大症に関して、2023年12月現在、広田湾でも最近3年程度引き続き発生し悪化している。調査の結果から湾奥部を中心に広田湾の水質と環境の悪化は明らかであり、その傾向は今後共継続しよう。今後本格化するニッスイのサケ養殖も餌投与による食べ残しと糞尿の発生はつきもので、海洋環境と水質の悪化につながる。サケ養殖に関する環境基準の導入が我が国において必要な時期が到来した。岩手県の環境部は水質モニタリングを至急実施するべきである。また、サケ養殖の水質環境基準を至急作成するべきである。

3) 気仙川へのサケ回帰量の減少と小型化

12月18日の熊谷場長の聞き取りではサケ遡上量は震災後のピーク時には9万尾が回帰したが、2023年度も極めて低調で、前年を下回ってオスが1,621尾、メスが1,960尾で3,581尾となった（2022年度は9,220尾）。また魚体もオスもメスも小型化した。一方近隣の盛川はわずか544尾（2022年度は1,403尾）であり、ほとんど回帰がなくなってしまった。

この回帰の減少に対しての根本的対策が必要で、ギンザケなどの養殖は解決策にはならない。

2. 調査員と使用機材

調査員は調査団長が小松正之、調査員が阿佐谷仁と西脇茂利。現地調査員が伊藤光男である。使用漁船は鈴木栄氏の所有漁船山吉丸であった。

使用機器

AAO-RINKO AAO170を使用した。水温、塩分、クロ

ロフィル量、濁度と溶存酸素量を計測し、D-10 総合水質計用ハンディターミナルで瞬時に表示した。後刻データはパソコンに取り込んだ。

小型メモリー流速系 INFINITY-EM AEM-USBを使用した。

両替地区、大陽地区と気仙南地区のカキ養殖いかに長期間の計測用に設置した連続水温計はDEFI-1Fである。今回はこれらの両替の地点から水温計を取り出して連続水温の推移の観察が可能であったが、残りの気仙南と大陽地区からのデータの取り出しはできなかった。

3. 調查結果

1) 古川沼・気仙川と両替湾

①塩分

古川沼の小泉川沿いの孤立した池では13.1‰（前回は計測値無）、最上堂橋では10.1‰（前回は26.5‰、6月は19.8‰）、川原川が古川沼に注ぐ古川橋では17.2‰（前回は24.6‰、6月は13.7‰）である。川原川の淡水の影響がある。震災祈念橋では26.8‰で（前回は28.7‰、6月は25.8‰）、浄化センターの排水口では28.1‰（前回は26.0‰ 6月は17.6‰）となる。河口で

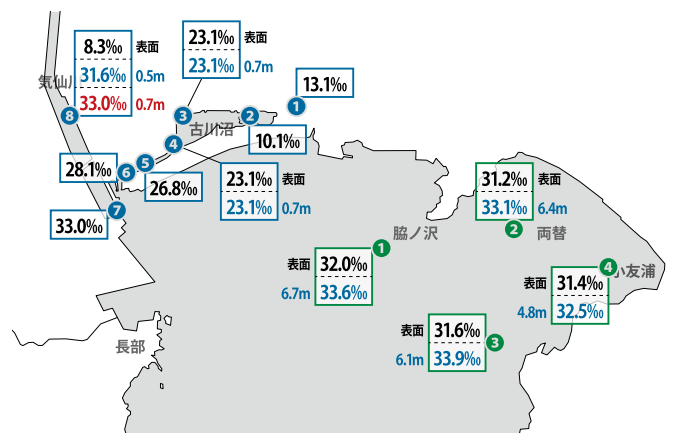


図1 古川沼、気仙川と両替湾の塩分濃度
2023年12月18日と19日



写真1 最上堂橋から見た古川沼
2023年12月18日

は今回はほぼ海水である33.0‰（前回は21.0‰、6月は10.3‰）、気仙大橋の表面では淡水が卓越し8.3‰（前回は5.2‰）で、気仙大橋では水深0.5メートルに淡水と海水の躍層があり、これ以深から川底の2.0メートル以深では33.0‰を超え（6月は32.1‰）海水である。

2) クロロフィル量 (μg / ℓ)、濁度 (FTU) と溶存酸素 (DO)

古川沼については冬場の調査であったので、クロロフィル量が高くなかったが、濁度 (FTU) は冬としてはかなり高い。小泉川沼地、最上堂橋、川原川、震災祈念橋まで2.3FTUから7.7FTUを記録した。しかし、2022年度の冬場の調査を比較すると、濁度 (FTU) は次第に悪化している箇所が増えている。

溶存酸素 (DO) は表面だけを結果的に計測するので95.5%から114.9%との高い値を示した。しかし、これが古川沼の環境が良好であることにならない。空気中の酸素と混交してこれらの高い値を示すこととなる。これらの数値を約1年前の冬（2023年2月）と比べると、溶存酸素 (DO) は1年前の当時では軒並み100%を超えていた。計測値の古川沼と気仙川の1か所たりとも100%を下回った地点が無かった。すなわち溶存酸素 (DO) は約10%少なくなった。これは水質の悪化である。

また濁度 (FTU) は先回も高かったが（2FTUが中心であったが）、今回は6.8から7.7FTUが頻繁に計測された。クロロフィル量は、今回は0.6から3.6μg / ℓで、先回は0.4から0.7μg / ℓが中心で、1か所8.4μg / ℓ（最上堂橋）があった。最上堂橋は連続して高い数値を示す。

3) 古川沼の水質の悪化

古川沼の水質が悪化している。このような悪化の計測値は毎回同様に提示される。最上堂橋の底質の濁度 (FTU) は今回は計測しなかったが、前回は27.2FTUを記録した。また、川原川からの流入水の入る川底も濁度2.3FTUであり（前回は夏であり760.7FTU）、松原大橋も3.3FTU（前回は3.1FTU）である。古川沼は、川原川の河口でヘドロが堆積していると推定される。陸前高田の都市下水の排水口では、0.8FTU（前回は66.4FTU）であり、低かった。夏には水質が悪化するが、冬には改善する。しかしこれは根本的な改善にはならない。



写真2 陸前高田浄化センターの排水口からの排水
2023年12月18日

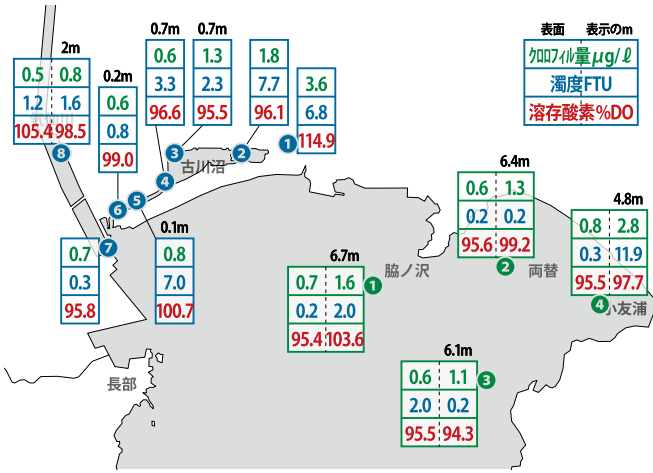


図2 古川沼、気仙川と両替湾のクロロフィル量、濁度 (FTU) と溶存酸素 (DO)
2023年12月18日と19日

気仙川河口の濁度 (FTU) も1.2FTUと前回からは低下している。気仙川は水深2.1メートルで濁度は1.6FTU（前回は118.4FTU）を示した。先回は大雨の後の調査であったが、今回は冬になり、18日は時化であったので、汚い水質が一掃された天候であったので、水質が改善する時期にあたっていた。

4) 鉛直方向の水温、濁度と溶存酸素

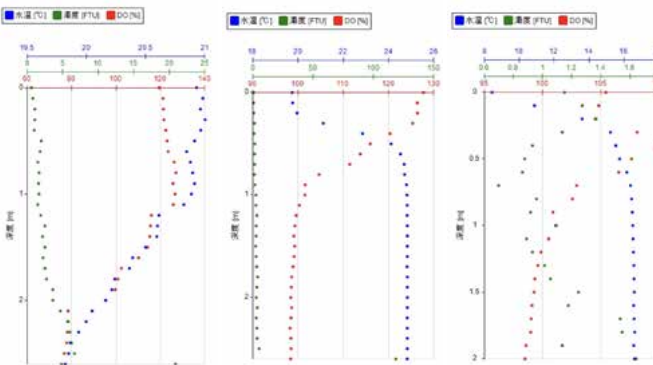


図3 気仙川の溶存酸素、濁度 (FTU) と水温；左が2023年6月26日、中が2023年9月25日、右が2023年12月18日の計測

上記鉛直方向のグラフを見ると海水の影響を受ける傾向がある海底に近付くに連れて、濁度 (FTU) が急激に増加し、溶存酸素 (DO) が水深1メートルから3つのケース（12月18日は50センチからも急速に低下する）とも急激に低下することが判明した。塩分の濃度からは水深0.6メートルを超えるとほぼ海水と同様の状態32～33‰となる。濁度 (FTU) が川底で悪化しているのは6月26日でも、9月25日そして12月18日でも変わらない。

3) 流向・流速 両替地区と脇ノ沢地区

両替地区の流速が小友浦干潟の前面が埋め立てられてからは流速の振幅が小さくなって、速度が減じている可能性を指摘してきた。脇ノ沢では表面で25.9センチ/秒（前回9月は表面流は18.2センチ/秒）と通常の広田湾

と同程度の流速が観測されたが、両替湾に入ると一気に流速が減速する。両替漁港からすぐの調査地点の表面で2.9センチ/秒と1.7センチ/秒（水深5メートル）の流速であり、両替湾の他の2地点;矢の浦で1.8センチ/秒と3.1センチ/秒（水深5メートル）で、三日市で0.6センチ/秒と1.1センチ/秒（水深5メートル）で流速が無いに等しい。両替では流速が極端に緩やかになる。米ヶ崎半島と両替湾の形の影響そして三日市の干潟の埋め立ての影響とみられる。

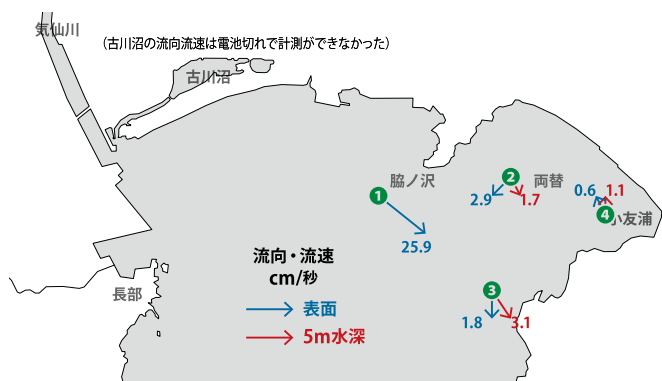


図4 両替地区の流向・流速調査
2023年12月18日と19日

4) 連続水温 両替

①表面水温

表面水温（水深1メートル）は、2023年2月11日午前8時50分に最低水温5.2℃を記録した。

それ以降はいくぶん上昇に転じて、2月13日の午前8時40分には7.2℃である。5.2℃は最近では例年になく低い値である。一時的に2月中旬ごろに3.5℃を記録した。その後急速に回復し、また5℃を2月下旬に記録している。順調に水温が上昇し、一旦3月20日過ぎに急速に12.8℃まで上昇し更に13.8℃に上昇して、その後は低下し、4月22日（この日で水温計の記録が途切れた）には13℃台を示した。

6月28日には計測を再開した。22.8℃であった。それからは、上下を繰り返しながらも8月には一旦最高水温に近い29℃に到達したが、最高水温は8月25日の29.8℃である。2020年8月29日に最高位水温の

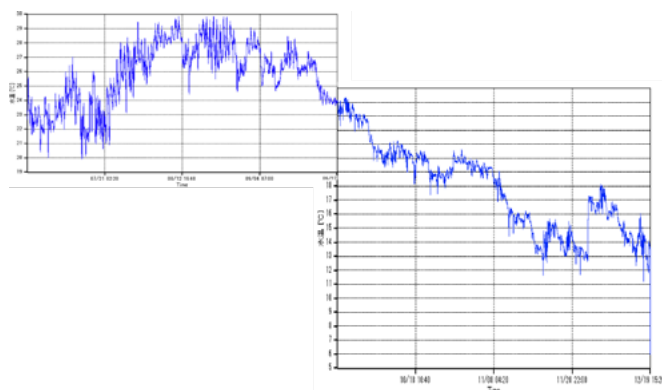


図5 両替地区の表面水温(水深1m)の推移

2023年6月28日から2023年12月19日まで 資料：生態系総合研究所

30.01℃を記録し0.2℃及ばないものの、それに近い最高水温の記録となった。

9月27日には水温が24.1℃で低下したものの、しばらく下げ止まった。特徴的なことは、水深による水温の差がみられないことである。また、広田湾の外洋の計測地点でも、水温が23℃台で、両替と大差がない。水深が深くなれば水温が下がる傾向にあった。

その後は、10月20日に20℃を割り込んで、11月18日には15℃を割り込んだ。12月19日には13.6℃である。

②海底水温（水深6メートル）

両替の海底の水温測定の水深は6メートルであり、図を見ると6月28日にはほぼ18.0℃から始まり、最高水温は8月31日の26.1℃である。これは、表面水温の最高水温を2.7℃下回った。その後緩やかに水温の低下が計測されて9月27日では23.9℃となった。これは表面水温の24.1℃とほぼ変わらない。その後は11月27日に14℃台に低下し、12月19日では12.4℃であり、表面の水温（13.6℃）から1.2℃低い。

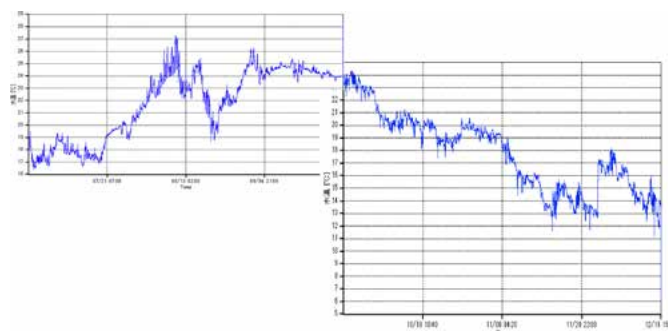
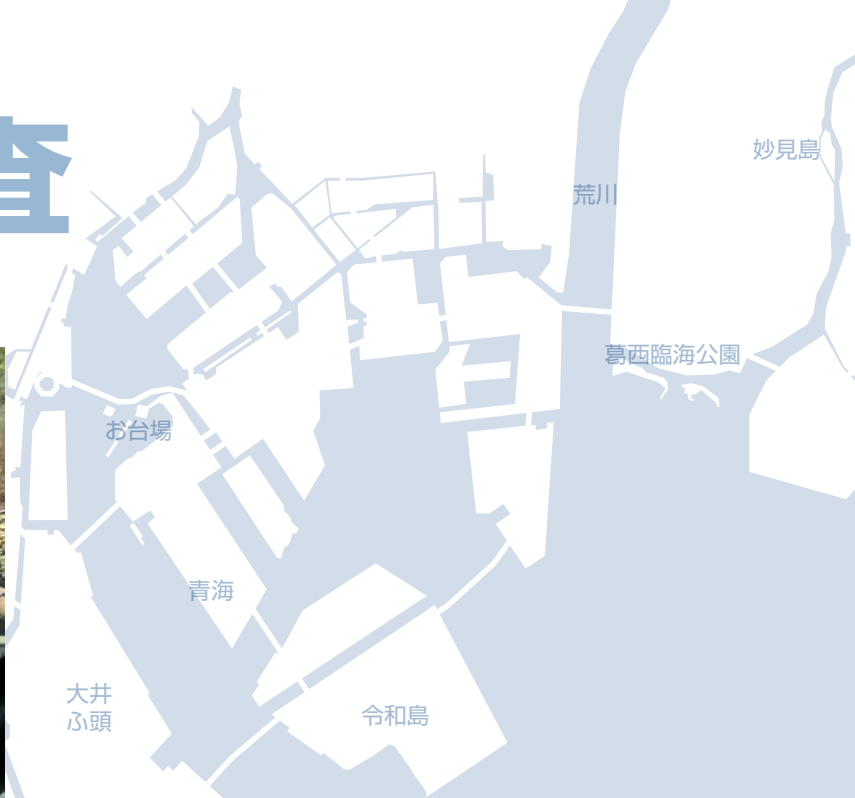


図6 両替地区の海底(水深6m)水温の推移
2023年6月28日から12月19日まで 資料：生態系総合研究所

東京湾調査



中央堤防外側埋め立処分場



砂町水再生処理場



葛西臨海公園

東

京

湾

2023年6月8日 環境省皇居内濠浄化施設の視察

2023年6月8日に環境省皇居外苑管理事務所の森川久次長と飯田尚樹主査の案内にて内濠の浄化施設を視察した。

1. 内堀の浄化の経緯

元々江戸時代には玉川上水から10,000トン/日を超える水の供給量があったと言われる。明治以降についても昭和45年に淀橋浄水場が廃止されるまでは1,900～4,700トン/日の供給があったが、廃止以降供給は停止された。

皇居外苑濠（内濠）はかつて、アオコ（青粉）の大量発生が続いた。平成21年（2009年）に環境省は水質改善の第1期計画を策定した。皇居の前庭であり、江戸城の歴史性の継承から、内濠の浄化・整備を計画した。

2. 浄化施設の構造

上記の施設の浄化水処理；凝集槽、注入槽（マイクロサンド注入）と熟成層と活性汚泥処理施設を案内された。当該施設は、小規模の浄化施設で、かつ、排水の汚濁の濃度が相対的に低い場合の浄化施設としては、我が国の中でも高性能で、先端を行っている（後日の株式会社西原環境の担当者の談）。

10時30分祝田橋を通過して管理事務所に向かうが、橋の上から観察した日比谷濠の浮遊する緑藻が多数見える。

この日比谷濠から取水をして、浄化後に千鳥ヶ淵に再生水を戻している。日比谷濠からの取水直後のサンプルをビーカーに取り、それを見た。この取水とほぼ同じ位置で計測された濁度が8.7NTUであった（これはJIS規格ではFTUとほぼ同様の規格であると理解される）。従って、汚水であるが100FTU（ないし100NTU）に達する可能性がある生活排水ないしは工業排水に比較すると、汚染度合いはかなり低い。



写真1 祝田橋から見た日比谷濠の緑色浮遊植物が多数
2023年6月8日午前10時頃撮影

3. 浄化施設の処理能力他

700トン/毎時（内濠は8時間稼働で5,600トン/日）
[参考；四万十市の中央排水処理場は4,680トン/日、大船渡市の排水処理場は4,400～4,500トン・日（夏季）、3,900トン～4,000トン/日（冬季）]の汚染水を処理する。従って、日本の中規模都市の一般排水処理施設と比べて規模は同程度である。しかし、汚染源水の汚濁の程度が内濠では、都市下水から見ればはるかに汚染度が少ない。10分の1程度以下である。ここでは汚染原水を即座に計測する計器がある。デジタルで測定する。BODとCODは時間をかけて測るが濁度は自動計測で測る。濁度はBODとCODの過負荷の目安となる。

①日比谷濠角に排水処理施設がある。日比谷濠から3台のポンプで汲み取る。

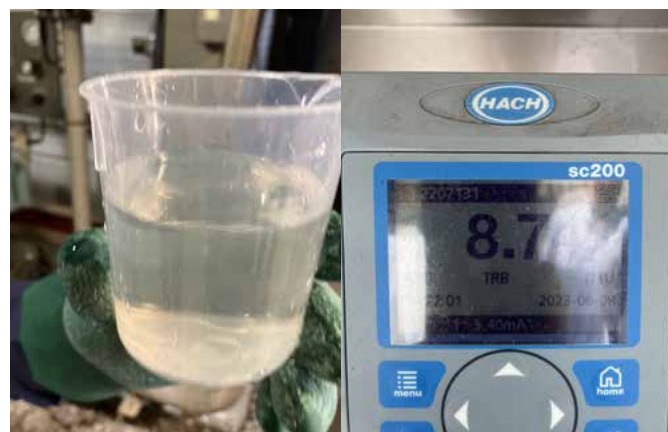


写真2 取水口から採集直後の
日比谷濠の水 2023年6月8日

写真3 取水口付近で自動計測された
濁度8.7NTU 2023年6月8日

濁度の単位は、事務所では目標値であり、透明度であり、JIS規格の濁度（NTU）で計測している。小松の海洋観測と河川・ダム湖などの陸水観測ではFTUを採用する。NTUとFTUはJIS規格を見るとほぼ同様の規格とみられる。5月、8月と11月など通年のNTU値があるが8月はNTU値が日比谷濠の汚染状況の悪化に従って上昇する。



写真4 排水処理施設での処理後のNTUの値。0.893NTU
6月8日著者撮影

4. 浄化施設の機能；凝集槽と熟成槽他

凝集槽で攪拌、集水槽と熟成槽がある。マイクロサンドは人工砂で、ゴルフ場のバンカー砂と同質であるといわれている。これで安全との説明であるが、その証拠となるには十分とは言えない。マイクロサンド（シリカ）に固形物を吸収させる。凝固剤は、汚染物からフロックを造るための硫酸バンドで、其処には鉄分が含まれている。赤ちゃんのおむつに含まれる吸水剤と同じとの事。珪砂は高額で経費が掛かる。多孔質浄化剤のおかげで浄化の効率は高い。

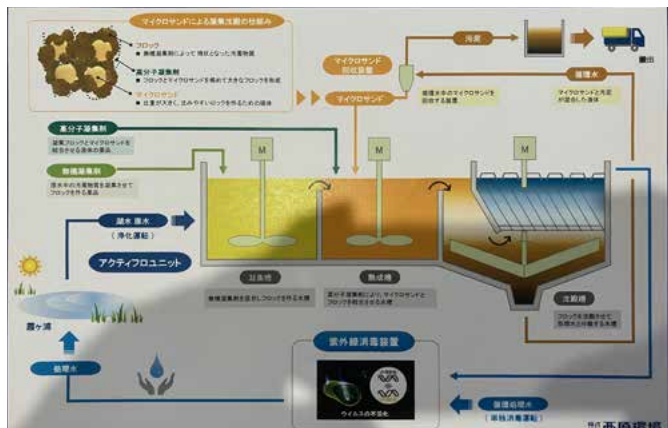


写真5 ㈱西原環境の提供の内堀の浄化システム；霞ヶ浦と同様施設

第1槽では無機凝集剤を入れて、懸濁物の塊を造り、第2槽では高分子凝集剤（硫酸バンド）で凝集させ、汚染物をマイクロサンドに凝集させて、水質中から懸濁物質を取り除く。マイクロサンドに吸着させた凝固物（フロック）は、マイクロサンド回収機に入れてフロックとマイクロサンドを分離させて、マイクロサンドは再利用する。フロックはこれを汚泥として搬出する。そして、これは東京都内の污水处理場に搬入されて、その後は固形物として、東京都の最終処理場（中央堤防外の廃棄物処理場）に投棄される。埋め立ての素材となる。

5. 質疑と応答

質問は以下の通りである。

- 1) 投資コスト；第1期；平成25年と第2期の平成31年の総額とメンテナンスコストがどれだけかかっているのか。

建設費について、濠水浄化施設（平成25年稼働）は浄化施設2.5億円に配管とポンプを入れて約5億1千万円、それに加えて汚泥処理施設（平成31年稼働）は約5億5千万円である。

メンテナンスコスト（運転費用）は令和元～4年度の平均で年間約4千5百万円（詳細は添付参照）である。電気代が高騰し、いただいた資料と㈱西原環境の資料の双方では50%から3分2程度に達している。

- 2) 施設は㈱西原環境の製造機械との理解で宜しいか。

その通り。

小松から報告書はわかりやすく、内容も濃いと伝える。

- 3) また、年間の排水処理の数量の総トン数がいくらか、700万トンの処理機能に対して、204万トン（実量）であったと思うが正しいのか。

年間の処理水量だが、204万トンとなる。

$700 \text{ トン/時間} \times 8 \text{ 時間} \times 30 \text{ 日} \times 12 \text{ ヶ月} = \text{約} 2 \text{ 百万トン/年}$ である。

- 4) 濁度のJIS規格の01020を正確にお知らせいただければ幸いである。

私の現場での計測器の濁度の計測の単位FTUと同類であることが理解できた。

2023年7月12日 砂町水再生処理場と 2023年7月21日 蔵前水の館（合併式排水路）

1. 2023年7月12日砂町水再生処理場

東京都下水道局施設管理部 高橋彰浩環境管理課長、環境管理課調整担当（統括課長代理）山本央氏、東京都下水道局 東部第一下水道事務所長川村和也氏、高橋肇砂町水再生センター長が案内した。当方は細田勇都議会議員並びに（一社）日本生活問題研究所の小熊誠氏が小松に同行。

2. 下水道の役割

1) 浸水対策であり東京はアスファルトで覆われているので、これを早く海に流す。その役割を下水道が担っている。2) 水質対策である。汚水をできるだけ浄化水にして東京湾に流す。3) 地球温暖化対策である。下水道だけでも、ポンプを多用し膨大な量の電気を使用するのでこれを如何に節約するかである。砂町の再処理場では常時1万キロワットの電力を消費するが、東京都庁では6,800キロワットなので、その1.6倍を消費する。地球温暖化対策とエネルギー対策を合わせて実行している。
東京都には全部で13か所の水再生センターがある。



写真1 砂町水再生センターの管理棟
2023年7月12日著者撮影

(1) 砂町水再生センター

昭和5年（1930年）2月に開設。三河島に次いで東京で2番目に古い下水処理場で、処理能力は658,000トン/日で処理水は塩素処理後に砂町運河に放流。敷地面積は827,033平方メートルである。処理区域は隅田川と荒川に挟まれた低地帯で計画人口は100万人である。対象地区は6,153ヘクタールである。

本施設の職員が全員東京都の職員である。このことは全国の排水処理場がその運営と管理を外部に委託していることに鑑み、適切である。これによって現場のノウハウが都の職員の身につく。

(2) 処理能力

本処理施設は3つの処理能力に分かれる①東陽I、II系処理能力が40万トン/日、砂系処理能力が13.8万トン/日で、③東陽III系処理能力が12万トン/日である。

1) 家庭から出た下水は沈殿池に入る。ここで粗大ごみや土砂類を沈殿させ、揚泥機で掻き揚げて取り省く。

2) 第1沈殿槽

汚水を2～3時間かけて流し、細かい浮遊物を重力によって沈殿し分離させる。泥は汚泥処理施設のポンプで圧送する。



写真2 第1沈殿槽での沈殿の様子
2023年7月12日

3) 反応槽（活性汚泥槽）

微生物を含んだ活性汚泥を加え、空気を吹き込みながら、微生物が下水の汚れ（有機物）を分解し、沈みやすい塊とする。活性汚泥槽にはツリガネムシ、イタチムシとクマムシなどがある。



写真3 生物活性反応槽での反応の様子
2023年7月12日著者撮影

4) 第2沈殿槽

反応槽でできた活性汚泥の塊を5～6時間かけ沈潜させ上澄み水は処理水となる。沈殿した活性汚泥の一部

は返送して反応槽に戻し、残りは余剰汚泥として、汚泥処理施設に送る。

5) 反応槽（ステップA₂O法）

酸素の無い嫌気槽、結合酸素だけの無酸素槽と空気を吹き込む好気槽からなり12～14時間程度の攪拌を行う。これらの方式では、特に嫌気槽は、従来方式に比べて窒素とリンを多く除去できる。

6) 塩素殺菌と放流

最終的に塩素殺菌を施し、砂町運河に放流する。塩素を添加することは海洋の環境と生態系の維持の観点からは悪影響が避けられない。



写真4 塩素処理後砂町運河に放出される砂町水再生センター排水
2023年7月12日 著者撮影

2023年7月21日蔵前水の館；合流式下水道管の視察

東京都下水道局 施設管理部 高橋彰浩環境管理課長、環境管理課調整担当（統括課長代理）山本央氏の案内で標記を視察した。当方は（一社）日本生活問題研究所小熊誠氏が同行した。



写真5 蔵前の水の館の正面
2023年7月21日 著者撮影

蔵前の水の館では、地下30メートルにある内径6.25メートルの下水道幹線の中を下水が流れている様子を観察した。

この下水道幹線は合流式であって、雨水と下水が同じ幹線を流れる。従って大雨の場合には、処理能力を超過してしまう。雨水と下水を区別なく、下水処理することなく、河川を通じて東京湾に排出してしまう問題が発生する。薄めてしまうから良いのではとの議論があるが、下水が下水処理をせずに河川と東京湾の海域に放出されてしまうことは避けたい。

また、当施設においては、雨水がドロップシャフトを垂直に流れる施設を視察できた。



写真6 6.25メートルの内径の下水道管
2023年7月21日 著者撮影



写真7 雨水や下水を合流式下水道管に落とすドロップシャフト
著者撮影 2023年7月21日

1975年に完成した全長1,250メートルの人工海浜

2023年7月25日午後お台場海浜公園を視察した。ここは、東京都港湾局の所管する区域にある海上公園であり、1975年12月1日に、東京湾に土砂ないし廃棄物を入れ埋め立てて造成した人工の島であるお台場の一部に海浜公園として開園した。お台場海浜公園は、潮風公園、台場公園、シンボルプロムナード公園からできているが、水質環境は一見して良好ではない。

2020年の東京オリンピックのトライアスロンの会場となり、水質が悪く、トイレのような悪臭がするとの不評があり、神津島から1万立方メートルの砂を持ち込むこと（費用約6,000万円）や高速ろ過設備の設置をした。しかしながら、これらが根本的なお台場海浜公園の水質向上にはつながっていない。

沿岸、砂浜からと海側からの水質と海洋環境と流向・流速の調査及び計測が必要である。これによって、お台場の水質と環境が把握できる。



写真1 お台場人工海浜の全長の風景 2023年7月25日著者撮影

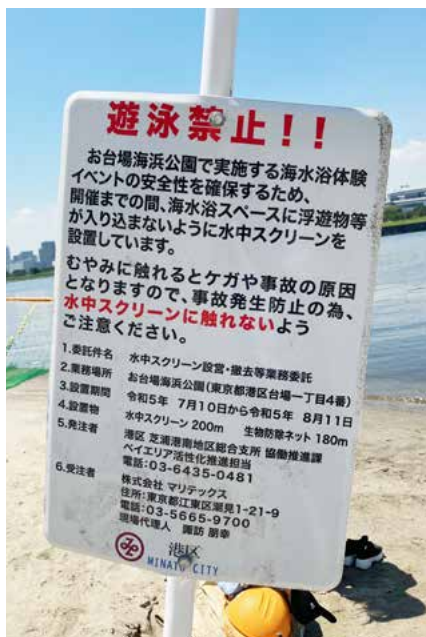


写真2 お台場海浜公園の遊泳禁止の立て看板
2023年7月25日

お台場人工海浜の全長は1,250メートルである。水の色が良くなく、濁度が高い。溶存酸素量（DO）に関しては測定しなければならないが、近くに藻場がないこととアオコの発生がみられないのでクロロフィル量も高くないことが示唆される。総じて溶存酸素量（DO）は高いとは考えられない。

砂色は、波打ち際の水に浸かっているところは白色を呈しているが、水際はこげ茶色である。葛西臨海公園の海浜のようなヘドロ質の海浜ではないが、汚染物質が水際の砂質に蓄在している可能性がある。

お台場海浜公園では、2023年の7月30日から8月6日に海水浴に開放する予定である（実際に遊泳した人がいたかどうか、筆者は確認していない）。

海水浴に開放の予定

お台場海浜公園のごく一部の海水浴の予定地にロープを張り、浮遊物他のごみが入らないようにする対策を講じているがロープで囲まれた狭い海域は、既に海水の汚濁が進んでおり、筆者の目には到底海水浴に適した海浜ではないと考えられた。



写真3 海水浴場の場所確保のため網を張り、浮遊物の侵入を防止
2023年7月25日

上記の写真では、はっきりと水質が茶色を呈して、汚濁物質が水中に浮遊している様子がわかる。これでは濁度が非常に高い可能性があり、固形物質が海水浴場の予定地に入らなくても、水質面では汚れが明らかであり、海水浴には適しているとは思えない。また、砂浜に生物がいるようには見えず、浮遊海藻や着底海藻も観察されなかった。通常砂に穴を掘り、その穴にカニやゾウリムシなどが観察される場合があるが、一見それらが観察されなかった。

遊歩道と後背地はNBSを活用せずに人工素材を使う

近隣の丘側には散歩道があるが、これも人工の素材を使用した遊歩道；プロムナードであり、歩きやすいが、自然の素材ではないので快適さを伴ったものではない。

また、さらに陸側には広葉樹が植えられていた。広葉樹の下は日差しが入らず、快適なので、人々が休息をとっていた。

この日は快晴で、強風もなく、穏やか。

お台場の湾内の流速が速いとは思えないが、流れが無いようにみられた。これも実際に計測してみると判明しようが、このお台場周辺は、東京湾内でブロックで囲まれた護岸とBulk Head（垂直護岸）が多数を占めている。

また、下の写真のプロムナードは、砂浜との間に、粘土質か合成樹脂でつくられており、その右隣が、ストーム水が流れ込む格子蓋付きの側溝で、ストーム水はお台場人工海浜に流れ込むとみられ、お台場人工海浜の水質の悪化につながる。また、このプロムナードの陸側（右側）は、固めた化学資材であり、自然の素材を使っていないので、雨水が地下に浸透することなく、浄化されず、それらが直接、側溝を通過して、お台場人工海浜の海洋水に流れ込む。これではお台場の水質の維持と管理に決して好ましくない。



写真4 お台場海浜公園の遊歩道/プロムナード；左は砂浜
2023年7月25日 著者撮影

このように海浜海岸には、自然の生態系の機能を活用した場所、植物相と海浜がみられない。また、砂はどこからどれだけ運んできたのかは今後調査をしたい。

1. 序文

- 1) ごみ処理技術の効率が格段に向上し、廃棄物の発生量が10分の1に削減され、埋め立てのスケジュールの完了時期も平成23年度（2011年）から2050年に完了予定と見直しを変更した。
- 2) また、廃棄物の分離と処理技術も格段に向上し、埋め立て地ではあまり生ごみはなく、臭わない（一部の例外はあるが不燃ごみで量は格段に減少した）。
- 3) 第三排水処理場は生物活性処理；好気性と嫌気性を併用して富栄養の窒素除去に力点。加えて、化学・金属物質の除去用に酸化能力・分解の能力が高いフェントン酸化処理を併用。
- 4) 最終放水は砂町の水再処理場を通じて行い、直接東京湾への放水はしていない。
- 5) 埋め立て開始前のコンクリート護岸の造成は港湾局の担当であり、廃棄物によって埋め立て進行中は環境局の担当である。埋め立てが完了すると再度その担当・主管が港湾局に戻される。
- 6) また、ごみの最終処分は、特別区他から東京都が委託されて埋め立ての最終処分を実施している。

7月26日は、中央堤防外側の埋め立て処分場の視察

東京都環境局の資源循環推進部埋立調整担当久保田庄三課長と杉山昭管理施設所長と第三排水処理場に関しては佐藤所長のご案内により、中央防波堤外側埋め立て処分場を視察した。



写真1 中央堤防外側埋立処分場図面と視察スケジュール
資料：東京都環境局

①粗大ごみは再処理施設

23区から出てくる粗大ごみを破碎する。破碎後に区の施設に戻す。リチウムなどは火災が起きるので問題である。資源としての活用まではしていない。例えば傘は資源の鉄の部分とプラスチックの部分に各区のリサイクル施設で分離・分別する。そしてリサイクル工場に持ち込まれる。プラスチックは、清掃工場に逆送する。プラスチックは、その生産量と使用量は増加傾向にあるが、それがリサイクルされて資源として回収するので「ごみ」として認識されるものは減っている。「プラスチック」はごみとしての扱いではないとの認識である。燃えるものは焼却処理場に戻し、燃えないものはこちらの埋め立て地で処分する。また、生ごみだけだと、燃焼する時に燃えてくれない。ある程度油脂分のあるもの、汚れがあるものが混じる方が燃焼効率が良い。



写真2 粗大ごみ処理場 2023年7月26日 著者撮影

一般ごみの中のプラスチックを機械で瞬時に峻別する。この施設も建設から何十年が経過したので現在はコンパクトな新規の施設とすべく計画中である。

②不要ごみ処理センター

同センターを視察した。

港湾局と環境局との分野調整：海の森大橋を渡り中央堤防外側の埋め立て処分場に入った。中央堤防外側処分場では、埋め立ての枠を造るのは東京都港湾局の業務である。その埋め立ての枠の中に埋め立てのごみを入れるのは環境局資源推進部埋め立て担当課の仕事である。埋め立てが完了するとまた環境局から港湾局にその業務の権限が返還される。この港湾と環境局の業務分担は終戦直後のごみの扱いに関する区との業務分担が決定したところからである。

中央堤防外側の埋め立て場は当初は平成23年（2011年）に埋め立てが満杯になるとの予定であったが、ごみのリサイクルや資源の有効活用が進み、現在でもま

だまだ埋め立ての余地は大いにある。
中央堤防外側の埋め立て処分場に入る。法律に基づき、最終処分者である区の委託を受けて東京都がごみの埋め立て処分をする。あくまでごみ処理は市町村と特別区の業務である。ここで計量して、埋め立て処分場に入っていく。

- ③焼却灰置場を見た。23区の焼却灰を埋めている所である。地図で言うB(72ヘクタール)である。東側は海で、埋め立てが進み高さが30メートル程度上がって高くなっている。30メートルは港湾局が埋め立て計画を作成した折に、その高さに決定し、そして埋め立て許可を申請し、取得し、そしてそれに基づいて護岸の強度を決定している。



写真3 焼却灰の置場 2023年7月26日 著者撮影

焼却灰は全く臭わず、灰状の土が置場に積み置かれたので、産業廃棄物が持ち込まれたとの感じが全くせず、むしろ通常に近い砂や細かい土砂を持ち込んで埋め立てをしているとの感触である。これは、焼却灰の置場の特徴である。他の埋め立て地はこれとは様相は異なるが、1960年代に埋め立て地の夢の島では生ごみが充満し、臭気が漂い、カラスなどが上空を徘徊し、残渣を漁っていたころとは全く異なる。清掃工場に残ったものを灰として、この埋め立て地に持ってくる。清掃工場のできた「主灰」と「本練り」と合わせて練りこんで、扱いやすく、埋め立て用にしやすいものである。



写真4 不燃物の置場 2023年7月26日 著者撮影

その後に④汚泥置場と不燃ごみ置場を視察した。不燃物で斜面をどんどん埋め立てている。多少臭う。食品が腐敗したようなにおい。廃棄物の種類によって廃棄する場所が異なり、それをすべて記録に残している。現在ではかつてのように鳥が生ゴミを漁って、上空を旋回する光景は見られない。

- ⑤下水汚泥置場を訪問した。その後は⑥調整池を見た。雨水・浸透水量を保管する場所である。汚染成分をここで分解する機能を付与はしていない。処分場の周りに集導水管があって、水を集めてポンプで圧送する。ポンプは全部で30数か所ある。



写真5 中央堤防外側埋め立て処分場内の排水ポンプと調整池
2023年7月26日著者撮影

そして上にある調整池に集める。水はほとんど雨水である。それでその後、水質調整し（しかし、ある時間放置しているだけで何かを物理化学的に実施してはいない）、最後に第三排水処理場に持っていき処理したうえで、砂町の水再処理場に移送する。それで調整池に排水を集める。

第三排水処理場と中央堤防外側の埋め立ての汚染水と雨水処理 佐藤所長からの説明



写真6 中央堤防外側埋め立て処分場の第三排水処理場
2023年7月23日 著者撮影

- ⑦第三排水処理場には中央堤防外側の埋め立てに浸透する汚染水を全長10キロに及ぶ集水管によって集水し、

そして同所の道路上を流れる雨水をすべて処理している。このことは日本においては画期的な排水と雨水の浄化対策である。しかしながら米国では特に後者の雨水対策は現在では、随所にみられる。

第三排水処理場は平成9年(1997年)に完成した。処理能力は日産11,500トンであり、そのほかに昭和54年(1979年)に完成し平成14年(2002年)に改修した第二処分場は日産4,500トンである。また、第2処分場は廃止した。地方の下水処理場に比べても大きい(大船渡市は4000トン/日である)。

この排水処理場の最終処理水は、砂町の水再生処理場とは異なり、都の職員が直接管理し作業しておらず、民間企業に管理を委託する。

第三排水処理場は生物活性汚泥法による処理とフェントン酸化処理を組み合わせる排水を処理する。

(注1) フェントン酸化処理とは汚水が有機物質だけでなく、有害な化学金属物質などを含む場合は、生物活性処理だけでは不十分であるので、フェントン酸化処理を併用する。これは硫酸を使い有機化合物を凝縮し取り除き、塩化第二鉄で酸化する。その後酸化による分解が必要な場合に過酸化水素を入れる。また、このプロセスで酸性に傾いた水質をアルカリ性に戻すために苛性ソーダを使用する(埼玉県公害センター研究報告 1995年)。

(注2) 東京都環境局のフェントン処理の詳細を参照のこと

好気性細菌と嫌気性細菌の双方を使い、中央堤防外側の埋め立て処分場から集水する排水は窒素が高濃度で好気性菌の機能を活用し脱窒素を図る。また、汚染水の濃度が高く、化学物質・金属物質を含んだ排水中の溶解物は硫酸を使って一度凝固させている。その後は苛性ソーダを使って酸性に偏った処理水をアルカリ性ないし中性に戻す。フェントン酸化処理中に塩化第二鉄、過酸化水素水を使う処理、砂に濾す方法で処理したのち、下水管に流し、この下水管は砂町の下水処理場につながっている。従って砂町の再処理場に入る排水に比べて、一見すると第三排水処理場からの排水は格段にきれいに見える。



写真7 生物活性汚泥処理とフェントン酸化処理の説明と排水のサンプル
2023年7月26日 著者撮影

参加者

- ・田中克哲
NPO法人ふるさと東京を考える実行委員会
技術担当顧問
- ・小松正之
- ・竹下庸一（小松の孫）
- ・中村智子

視察当日の天候は快晴で35度近い気温で、強風が吹いていた。葛西臨海公園駅から徒歩10分ほどで葛西渚橋を渡り都立葛西海浜公園西なぎさに到着。田中克哲氏と合流し説明を受ける。西なぎさの干満の差は2メートル、視察当日は午前11時に干潮の大潮で、干潟沖合250メートルほど潮が引いていた。子どもたちを含む多くの人達が干潟を歩いて楽しんでいた。満潮時になると砂浜際の汀線まで潮が満ちて、汀線際で海水浴を楽しむとのことである



写真1 葛西臨海公園の東なぎさと西なぎさの説明図 2023年8月2日

西なぎさと東なぎさ（こちらは自然保護のために立ち入り禁止）ができたのは平成元年（1989年）で、2012年から海水浴ができるようになり今年で12年目とのこと。2008年に東京湾再生を願いNPO法人ふるさと東京を考える実行委員会を中心として、東京都港湾局と進めて来た事業で、海水浴プロジェクトを開始した。2008年は石原都知事の頃で2万人の署名活動をしたが、都知事まで届かなかった。そのため、2010年に試験的に1日だけ海水浴を実施し、その結果を見て、海水浴ができるようになるまで4年の年月がかかった。

干潟は都港湾局の資金で造成し、いくつかある都の海浜公園のうちの一つとなったが遊泳禁止措置が続いていた。日本財団、地球環境基金から資金援助を受けたが2年で資金が打ち切られた。そのため、都にお願いしてNPO法人ふるさと東京を考える実行委員会を立ち上げて、西なぎさの管理の委託を、公園管理協会の下請けと

して受けた。東京都の公園管理協会が都からの第1次の委託管理者である。



写真2 8月2日の11時50分頃の干潮時の西なぎさ干潟の前面 著者撮影

アカエイの侵入防止ネットの内側が海水浴場で、潮が満ちてくるとブイを置いている。カキはマイオイスターとして養殖を始めたが管理が非常に難しい。これまで竹を2,000本入れたが2～3年で折れて、ネットだけが残っている。ほとんどがフジツボが付着しカキは1～2%。カキ殻をネットに入れるとカキが付く。丸いカゴは波が強すぎてだめで、海外で使っている筒みたいな「シングルシード用のカキ養殖籠」がちょうどよく去年から使い始めた。ノリも支柱式で作っている。東なぎさで天然物の種付けをし、ビスコという会社でDNA鑑定をやっていて浅草海苔であることを確認しているが、雑種になっている可能性がある（浅草海苔と言いながらスサビ海苔であるケースがほとんどである）。浅草海苔は養殖でコンタミがあり、胞子を付ける段階までは、浅草海苔であると自信があるが、その後は雑種になっているかもしれない（小松注：種が成長後に雑種になることはあり得ない）。試験的な養殖で、漁業権もないので販売はしていない。ワカメは、種を横須賀の栗山さんから猿島産ワカメの種を入れて養殖している（問題はこの猿島産の原産地がどこかである）。

生物に関しては手足が青くなく赤いタイワンガザミ、シラタエビ（ひげが多い）、ハマグリなどが見られる。ここは塩分が薄く、かつ、ボンビノス（米東海岸中部大西洋の原産のコーハッグとサーフクラム）はない。青潮があり他は殆ど死滅し、通常は青潮に強いはずのホンビノスまで死んだ。ハマグリは、ニホンハマグリ（ホンハマグリ）、チョウセンハマグリとシナハマグリが生息する。ホンハマグリかどうかは分からないし、ハマグリの漁獲はほとんどない。ここは漁業権は放棄して存在しない、公園管理者の規則で2キロ以下まで獲れる。また、一人4キロまでの制限を課しているが、漁業権と異なり

拘束力がない。小松より、ハマグリ漁業も漁業の許可制に（遊漁のライセンス制）するべきである。そして拘束力のある漁獲量と漁法の規制をすることが適切である。



写真3 西なぎさで採れたハマグリ 2023年8月2日

田中克哲氏による簡単な説明を聞いたあと、西なぎさの東なぎさ側の突堤先まで歩き砂浜の底質を確認したが、途中の干潟は、その中央部で場所によっては粘着性の泥質で、相当の汚濁物質を含んでいるとみられる。これは干潟の汚染物質、高い濁度と富栄養の分解機能がないか不足していることを示していると考えられる。米チェサピーク湾のSevern RiverのKyle PointやHavre de Graceの生きた海岸線：Living shore lineとは全くその砂の性質が異なる。歩くとつるつる滑るほどドロドロしていた。小型のカニの出入りする穴がたくさん見られ、生物の存在が確認できた。小魚と貝類の死骸がみられない。左右の人口堤防に近づくと、若干砂質が増加する。そして汀線から上部になれば砂がサラサラしていて、砂質が増加し普通の砂浜の砂だったが普段水没している海底は泥質で焦げ茶色だった。突堤は碎石岩で米国で言うRiprapであり、このような堤防ではBulkhead（コンクリートや矢板の堤防）とともに生物の生息はほとんど期待できず、見られない。このようなRiprapでは子供や年寄には歩くのも面倒で、登り降りが危険な作りで、水際に降りてみたがとても困難であったし、転びそうになった。また西なぎさと東なぎさの間の海底も泥質で、真っ黒なカキ礁ができており、カキは一見してすべてが死滅して



写真4 西なぎさ東側突堤先端部に積み上げられたテトラポッド
2023年8月3日

いた。田中氏は40%程度が死滅との事であったが、とてもそうは思えない。Eco Pass（陸域と水辺のつながり）が感じられなかった。また、陸上と海浜の植物の生育が見られず樹木も植えられていなかった。これは西なぎさ全体に言えることである。西なぎさと東の突堤の先端は立入禁止の看板が立ち、コンクリート製のテトラポッドが積み上げられていてとても見栄えが悪い。

突堤の東なぎさ側に大量の死滅したカキ殻があり、原因を調べ、継続したモニタリングをする必要がある。



写真5 大量のカキ殻 2023年8月2日

西側突堤を視察したあと、砂浜を歩き東側突堤に移動した。途中、小松がライフセイバーの若者に端から端まで何メートルあるか尋ねたが、答えられず「西なぎさと葛西臨海公園の生態系と海洋・生物に関する関係者の基礎的な教育」が必要と思われた。視察後、小松が田中氏に尋ねたところ、約800メートルとのこと。砂の質は岸辺の砂はサラサラした砂浜だったが、普段は水面下にある底質は西側同様泥質だった。砂浜にはボランティアが集めたゴミが袋に入れられ積み上げられていた。西なぎさはボランティアによる清掃（ビーチクリーン、毎月第4日曜日）のおかげでゴミが殆ど見られず綺麗だった。

西なぎさの西側の突堤は、Riprapとコンクリート護岸テトラポットであったので、東端より、その工法の環境への配慮の無さが判明した。また、こちらの西側の突堤は全体が立ち入り禁止で、この表示により、当工事がきわめて人に危険な工法を採用していることを自らが表明している。ここは旧江戸川と新中川の合流した旧江戸川であり、対岸も同様にコンクリートなどで固められていた。課題が多い。

東側突堤の川に面した護岸を確認したところコンクリート製のブロックが積み上げられていた。東側突堤も西側突堤同様、植物と樹木が見られなかった。また、先端部にはテトラポッドが積み上げられ、西側同様立ち入り禁止の看板が立っていた。西なぎさ東側の陸側には広大な土地が見られたが特に何も利用されているようには見られなかった。



写真6 西干潟の西の突端のRiprapとコンクリート護岸 著者撮影



写真7 立ち入り禁止の立て看板と西干潟の旧江戸川沿い 著者撮影

2023年9月16日 東京内湾の水質環境調査

調査の結果

- (1)東京内湾は他の日本の海域に比較して著しく濁度（FTU）が高く溶存酸素（DO）が低く、水質は日本の最悪の海域の一つと考えられる。2023年3月の調査結果に比べて、9月はかなり悪化した。
- (2)中央堤防外埋立処分地、お台場と砂町排水処理場の著しい悪化の指標
- ①中央堤防外埋立処分場の水質は悪すぎる。海底では汚染指標を示す濁度（FTU）が異常に高く、溶存酸素が1%にも満たず極めて低い。海底ではヘドロが堆積していると推測。コンクリート塀の外で作業船からヘドロの投棄がみられた。
- ②お台場の水質の悪化の原因は、海浜を囲むコンクリートと石積みが外洋水の流入を弱めて、水交換が不十分なこと。もともと隅田川と品川運河からの流入水の水質が良くないこと。
- (3)流入する河川の荒川と新中川と旧江戸川の水質が悪い。また、多摩川（冬に計測）の水質も良くない。隅田川は今後調査が必要。荒川、隅田川、江戸川の中流と上流域の調査が必須。
- (4)葛西臨海公園の西干潟のヘドロ体積と水質の悪化は、荒川と江戸川水系の悪化した水質と土砂・土壌が原因であるとみられる。また干潟の両翼の構造がコンクリートであり、自然の浄化作用が提供されない。
- (5)塩素臭が強い。砂町水再生センターの排水口、浦安市排水口と木場旧貯木場など。

総括表 東京湾・流入河川と他湾と河川との比較

表1 東京湾と四万十川と広田湾の水質・環境比較
資料：一般社団法人生態系総合研究所

	東京湾				その他海域	
	東京湾お台場	砂町排水口	中央堤防外埋立地	葛西臨海公園西干潟	四万十川	陸前高田市広田湾
濁度 (FTU)	47.1	124.1	10.1	55.1	3.5	0.3
溶存酸素 (海底)	0.1% (水深3.9m)	34.0%	0.6%	73.4%	90.8%	106.1% (水深20m)
特記事項 塩素臭他	堤防で囲われ流速が他地区の10%	きつい塩素臭	ヘドロの海洋投棄	西干潟東はヘドロ海岸	1980年代は清流、現在は汚染進む (2023年2月28日)	広田町観音崎 (2023年6月27日)

表2 東京湾への流入河川と他河川との水質・環境比較
(2023年9月16日調査) 資料：一般社団法人生態系総合研究所

	東京湾分水嶺河川			その他		
	多摩川	荒川	新中川/旧江戸川	富士川	気仙川	盛川
濁度 (FTU)	3.3	467.9	378.2	2.8	4.6	1.5
溶存酸素 (DO) (%)	78.3	43.8	58.1	106.4	121.4	108.4
特記事項	2023年3月23日の調査で清浄時であり、9月では悪化と推定	2023年9月16日調査、河口域	2023年9月16日調査、新中川と旧江戸川の合流点	2020年11月1日調査。富士川橋において	2023年6月28日調査	2023年6月27日調査

(注)

- 1.濁度は海水・河川の汚染の度合いを示し、FTU（フォルマジン・タービディティ・ユニット；0.3FTUが清浄水を表す。これを超えると濁りが進行していることを示す。）で表示される。
清浄海域・河川では1FTUを超えることは少ない。汚染・濁りが進む水域では1FTUを上回る。
- 2.溶存酸素量が多ければ動植物の呼吸・代謝が進行して、動物は生き生きと活動するし、不足すれば動物の活動は低下する。
コロナウイルス感染症での入院患者の指標は、血液中の溶存酸素量（DO）が93%を下回った場合にECMOで酸素吸入を必要があると考えた（ECMO使用には80%台を目安値としているが90%でも患者の容態が不安なケースがあり、使用がありとされる）。海洋・河川でも93%を下回った場合、警鐘を鳴らすことが適切であると思料した。

1. 調査の経緯

2022年11月5日海の森公園島、令和島他の目視・視察調査を行った。2023年3月12日に有明埋立地沿岸と海の森公園島の視察を行った。更に2023年3月23日には、東京内湾の水質・環境調査を行った（別添）。

東京都は独自に環境調査を実施している。埋め立てが進行する内湾域の調査地点は少ない。データの収集に際し、現場の特徴と環境・人文的意味に照らして自らの手による計測が重要であるとの判断から、本調査を実施した。目的地を旧江戸湾の江戸前の海域であって開発と埋め立てが進行している海域に絞った。今後は河川流域の中流域も加える。

2. 調査地点

1) 調査船舶は江戸川区一之江の新中川と旧江戸の合流点から出港した。

2) 調査地点は

- ① 葛西臨海公園の西干潟（東干潟）と周辺の荒川と新中川と旧江戸川河口
 - ② 令和島と中央堤防外埋め立て処分場の沖
 - ③ お台場海浜公園
 - ④ 有明と青海ふ頭などの海域と東雲・有明アリーナ前面海域
 - ⑤ 荒川と新中川と旧江戸川および葛西臨海公園の西干潟
- 調査地点は計画では14地点を予定していたが、最終的に13か所・地点で実施した。

3. 調査体制と機材

調査員は調査団長が小松正之、調査員が阿佐谷仁である。調査船は横浜市で用船した。

使用機器

- 1) AAQ-RINKO AAQ170を使用した。水温、塩分、クロロフィル量、濁度と溶存酸素量を計測し、D-10 総合水質計用ハンディターミナルで瞬時に表示した。後刻データはパソコンに取り込んだ。
- 2) 小型メモリー流速系 INFINITY-EM AEM－USBを使用した。



写真1 2023年9月16日午前9時36分 中央堤防外埋め立て地の南端（地点①）で運搬船からヘドロ状態土砂が海洋に投棄される瞬間；著者撮影



写真2 調査中の筆者；小松（左）と同行したふるさと東京を考える実行委員会理事の関口氏 2023年9月16日

4. 調査結果

1) 東京湾の調査海域の全般

計測地点のすべての測定地点で濁度（FTU）と溶存酸素とも悪化状態を示した。特に濁度（FTU）は極端に高く、貧酸素状態である。

埋め立て地である令和島から廃棄物物質に起因する化学物質が滲みだしている可能性は否定できない。または、令和島ないし近隣の埋め立て地と埋め立て工事の方法などに関する原因があろう。

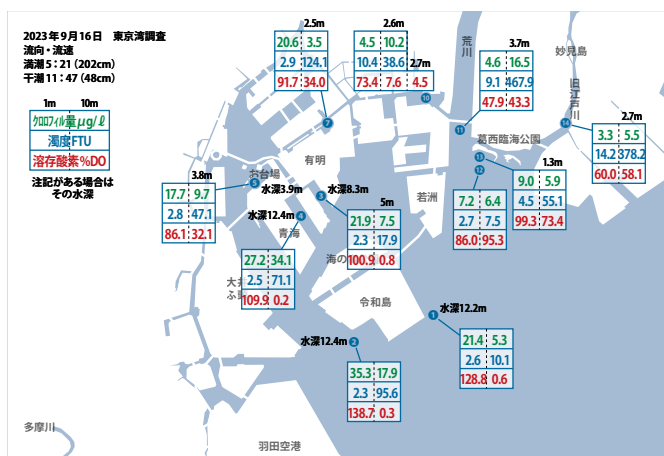


図1 2023年9月16日 東京湾調査地点とクロロフィル量、濁度（FTU）と溶存酸素（DO）%

2) 溶存酸素（DO）が10%以下の貧酸素水塊

私がこれまで経験したことがない10%以下の貧酸素水塊が多数で観測された。中央堤防外埋め立て処分場、令和島沖、お台場海浜公園、有明ふ頭と青海ふ頭では1%であった。砂町水再生センターの排水口では4.5%でありこれも貧酸素水が処理場から排出されていると考えられる。

3) 濁度（FTU）が正常値の1000倍の荒川、新中川と旧江戸川ならびに100倍のお台場海浜公園

一般に濁度（FTU）の標準値は0.3FTUである。これは広田湾や大船渡湾そして土佐湾ではあたりまえに

観測される値である。しかし、この値の1,000倍を超える値が、荒川と新中川と旧江戸川では447.9FTUと378.2FTUが観測された。お台場海浜公園では100倍を超える47.1FTUである。



写真3 お台場海浜公園でパドルリングカヤックを楽しむ人々
2023年9月20日

2) 流向・流速

この周辺の流速は他海域の広田湾と大船渡湾内と比較して遅い値を示している。東京湾は半閉鎖海であり、内湾域とコンクリート護岸に囲まれた海域での調査であるので流速が阻害されて低下することは当然である。広田湾と大船渡湾などでは30～40センチ/秒が記録されるが東京内湾では、その4分の1から10分の1程度である。特にお台場海浜公園は周囲を土塁や岸壁で囲まれ、流速が阻害され、2.3センチ/秒（水深5メートル）であり、流速が無いに等しい。令和島と中央堤防外の埋め立て処分場でも表面では1.5センチ/秒と4.6センチ/秒とこれも流れがないのに等しい。

有明ふ頭と青海ふ頭でも同様に流れが弱い。砂町の水再生処理場では25.4センチ/秒と通常の早さに近付くが、これは排水口の勢いがそれをもたらしていると考えられる。

3) 荒川と新中川と旧江戸川でも酸素が低く、濁度（FTU）が高い

葛西臨海公園を囲む荒川と新中川と旧江戸川は両方とも溶存酸素（DO）が低く、かつ、濁度（FTU）が高すぎる。これらの河川は、都市下水、工場排水と上流の農業排水などが流れ込むと考えられる。新中川と旧江戸川の合流地点の下流域でも浦安市から排水口があり、ここからも頻繁に（特に夜間）、排水が排出されていると住民が語り、かつ、浦安市に抗議した由。



写真4 旧江戸川河口の浦安市排水口；夜間に排水される由
2023年9月16日



写真5 砂町水再生センターの排水口 塩素臭が強烈
2023年9月16日

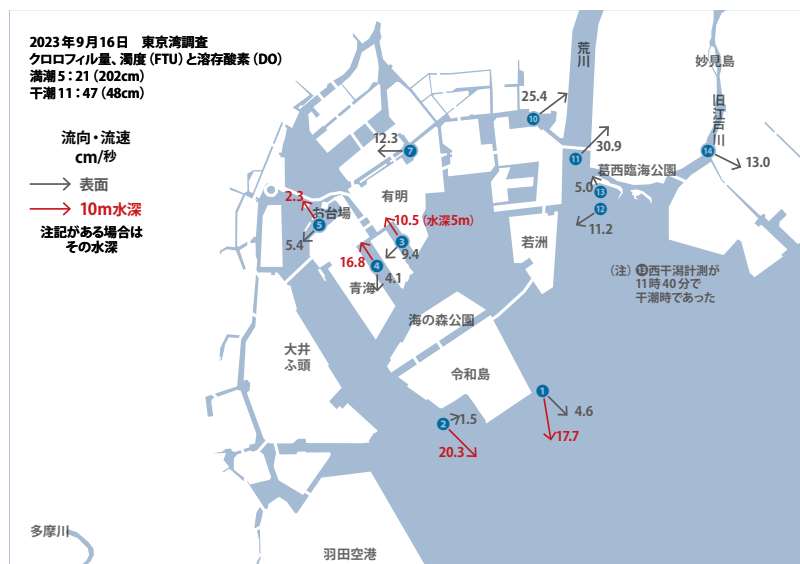


図2 東京内湾の流向流速 2023年9月16日

国内視察調査



立野ダム (熊本県)



大河津分水路 (新潟県)



野呂川 (広島県) の杭打ちカキ養殖場



楊川ダム (新潟県)



徳山ダム (岐阜県)



長良川河口堰 (三重県)

2023年4月17日 熊本県阿蘇水系の立野ダム 流水式ダム

立野ダムの視察

国土交通省九州地方整備局の服部洋祐河川調査官、長岡一成立野ダム工事事務所長と岩元龍太郎工事課長の案内で熊本県阿蘇水系立野ダムの建設現場と新阿蘇大橋など多数の現場を視察した。

これまで流水型ダムの堤体構造・機能、流水のメカニズムと柱状・帯状石に対する環境配慮に関する理解が幾分進んだ。

立野ダムの建設の経緯

立野ダムは重力式コンクリートダムで、流水型である。堤高は87メートルで、堤頂長は187メートルである。堤体積は40万トン（立米）で、有効貯水量は860万トン（立米）で、利用目的は下流域の治水である。

立野ダムは、平成24年（2012年）九州北部豪雨での白川中流部の熊本市北区龍田陣内地区などで氾濫し、濁流が住宅地に流れ込み床上、床下浸水3000戸の被害が発生したので、それ以前から立野ダムは着工しているが、これらの対策としても計画されている。



写真1 立野ダム建設の必要性を説明した看板；国土交通省
2023年4月17日撮影

このダムではダムの最下部に設けられた3か所の放水口（高さ5メートル・幅約5メートル）から通水する。



写真2 立野ダムの上流から撮影した通水孔。3つの通水孔が見える。
大きさや設置位置は工学的実験と検証により決定したとの説明であった。
2023年4月17日 著者撮影

真ん中の最も下部に位置する通水孔は常時全開していて、水を貯留することはしない。洪水時に、これを封鎖して水をためて、上部に位置する2つの通水孔でも水を貯留する。



写真3 最下部の通水孔付近と白川の水流 2023年著者撮影

流水式のダムは通常は貯水をしないことにしており、最下部の通水孔から常時河川流が下流に向かって流れ込んでいる。

通水孔を閉鎖して流入するダムへの計画量を2,800立方メートル/秒から600立方メートル/秒を削減調整する。これにより熊本市の大継橋における流量を3,400立方メートル/秒から400立方メートル/秒を削減し調整するとの予定である。1983年に事業に着工し、8月にはダムの起工式が行われたが2020年10月にはダム本体のコンクリートの打設が行われた。2022年度には完成予定であったが、小松が訪問した4月17日はまだ完成しなかったが、近々完成予定で、流水を蓄積する予定日が近いとのことであった。

2016年4月に発生した熊本地震において、ダム建設地周辺での斜面崩壊と断層活動が確認されたのでダムサイトでの基礎岩盤の状況他を調査したが、「技術委員会」は特に問題がないとの結論を下した。

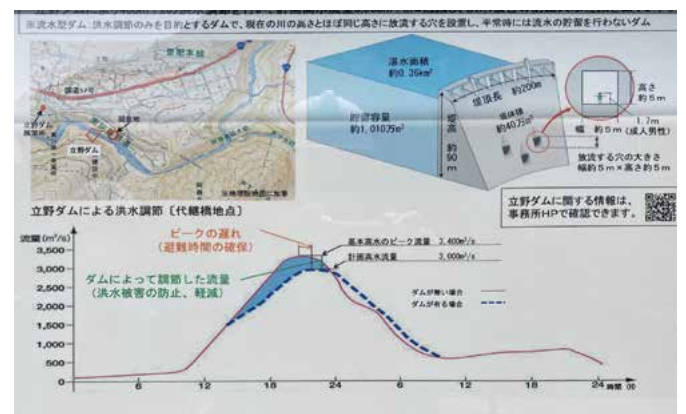


写真4 立野ダムの構造とダムによる水量の貯水量
ピークの遅れと水量の削減

ダムの上流と下流

1) ダム上流



写真5 ダム上流左岸の
山肌掘削と補強 2023年4月17日

写真6 ダム直近上流白川
2023年4月17日

ダム上流は貯水する際に湛水するので水没する。従って、これらの山肌の対策が必要となる。写真左では山の斜面の針葉樹林は伐採されて、斜面は地面を固める補強が行われた。また、写真右はダムに流入する白川であり、貯水対策の川岸の補強の工事が行われていた。



写真7・8 阿蘇山特有の柱状岩石 2023年4月17日

上記の写真は、先阿蘇火山岩類（40～80万年前）、立野溶岩（5～7万年前）からなる岩石で、このダムサイトで発見され、ダム工事は、これらの岩石と溶岩を保存するために最新の注意を払った。

ダム直下流の状況



写真9 ダム下流
2023年4月17日

写真10 ダム下流側から見た堤体
2023年4月17日

謝辞

国土交通省水管理国土保全局豊口佳之河川環境課長と、現地で案内をして頂いた国土交通省九州地方整備局服部洋祐河川調査官、長岡一成立野ダム工事事務所長と岩元龍太郎工事課長に厚く御礼を申し上げます。

2023年7月22日～23日 和歌山県白浜町白良浜の砂流出

1. 訪問と調査の経緯

- 1) 鶴保庸介参議院議員から、2023年4～5月連休の米国視察時に、和歌山県白浜町の白良浜の砂の流出について調査をし、可能であれば、スミソニアン環境研究所とアンダーウッド社に科学的に精査してほしいとの要請があった。
- 2) これを受けて、小松より、アンダーウッド社の専門家に、白良浜の砂流出に関して、航空写真にて、暫定的な現状の分析を依頼したところであった。この結果、アンダーウッド社は過去10年間の航空写真に基づき、暫定的な分析をしたところ、白良浜の砂は2021年においては北部の権現崎での流出が、中央部と南部の湯崎のT字堤防で囲まれた箇所よりも大きいことが、航空写真分析で示された。



写真1 2011年9月の汀線
アンダーウッド社

写真2 2021年12月の汀線
アンダーウッド社

2つの写真を見比べれば、北側の権現崎付近南から中央部にかけての砂浜と湯崎のT字の離岸堤の内側の砂が多量に流出していることが明らかにわかる。

アンダーウッド社はこの原因を権現崎の付近の潜堤、または、自然の磯が水没して、流砂の防止機能が低下したためと推測している。



図1 白浜海岸の工事箇所全景 資料：和歌山県県土整備部港湾空港局提供

流砂は北西の風と水流並びに、西からの風と水流に作用されると仮定しており、風力と風向に関するデータが必要である。このデータは、和歌山県県土整備部港湾空港局から提供された。

2. 白良浜の砂流の歴史的経緯

1) 砂の流出と減少

白良浜は白砂青松の海浜として夏には、多くの人々に遠浅の海浜として海水浴の場を提供してきた（土屋他1985年）。しかしながら、温泉が湧き、1919年頃以来温泉地としても開発され、1981年頃からの温泉地としての開発が進展した。その結果、砂の流出と汀線の後退が進んだ。

①白良浜の砂の供給源である寺谷川の左岸側の石英と長石の供給地までが開発され、砂の供給が阻害されて、供給が著しく減少した。

②そのほかにも、質は泥岩で異なるが、権現崎には歩道ができて、風化による権現崎からの砂の供給もブロックされた。

③また、付近の海浜から海流によって漂流する砂の量は少ない。

2) 1984年から白良浜の砂の保全事業の開始。

3) 1989年から権現崎の離岸堤の工事と湯崎のT字堤が完成し、養浜事業が開始された。

4) 豪州パース郊外のフリーマントル鉱山の砂（珪砂 石英含有率90%）を、同質であることを理由に使用した。12年で74,570m³を投入。

5) その後の観測結果では、緩やかに砂が流出している（モニタリング調査と汀調査）。しかし2018年（平成30年）の調査では砂の量が増加した（砂浜面積調査）。



写真3 白良浜の海浜の後退の状況 資料：県土整備部港湾空港局

3. これを受け2023年7月22日と23日に小松に加えて

横山勝英東京都立大学教授が現地視察に同行した。

現地においては、以下のメンバーが参加した。

- ①鶴保庸介参議院議員
- ②三栖卓也和歌山県議会議員
- ③花田祥一和歌山県県土整備部港湾空港局長
- ④坂口陽一郎港湾空港局主任
- ⑤小松正之一般社団法人生態系操業研究所代表理事
- ⑥横山勝英東京都立大学教授
- 2023年7月23日に旅館ムサシ主人
- ⑦沼田久博氏に権現源崎から寺谷川までの案内された。

4. 調査の結果概要（暫定）

- 1) 陸地（水際から陸地にかけて）の砂の量は、水際線の後退がモニタリング調査、汀線調査とアンダーウッド社の分析からすべての水際線で進んでいると考えられる。
- 2) 問題は、以前は遠浅の海浜として有名で、そのために多くの観光客が訪問していたが、現在では汀線から、わずか1メートル先で水深が1.5メートル程度となった。これは大人がやっと立っていられる程度である。海水浴になじみがない子供連れにとっては、海水浴がしづらいと考えられる。かつては（いつごろかは不明であるが、沼田氏が子供の頃か）、沖合10メートルまで海水から首を出せたとのことであるので、海底部分は相当、砂の流出が進んだと考えられる。

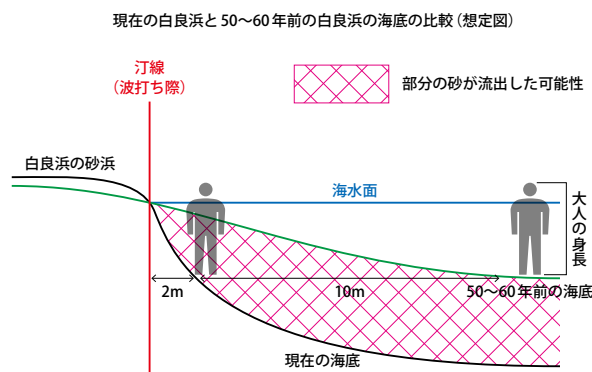


図2 海底深度の現在と50年前（仮定）との比較図 資料：小松作成

この図から各種の仮定を置いて海底での砂の流出量を推定する。

- ①沖合までの距離（背の立つ水深1.5メートルは離岸10メートルとする。沼田久博氏談）
- ②現在の離岸1メートルの水深は1.5メートルとする。
- ③現在の離岸10メートルの水深は3メートルとする。
- ④白良浜の総延長は700メートルとする（会談後、岸の総延長が685メートル；資料 和歌山県県土整備部港湾空港局）。

700メートル×1.5メートル（3－1.5メートル）×10メートル（沖合10メートルまでの推定とする）＝



写真4 急速に深度が増す白良浜に立つ筆者 2023年7月22日午後

10,500㎡である。これは豪州から12年かけて搬入した砂の量の74,570㎡の約14.1%に相当する。すなわち、既に14.1%の砂を流出したことになる。この量は、沖合を20メートルと仮定したら、最低でも2倍の28.2%となる。

- 2) 砂の供給は、かつての論文（京都大学防災研究所）で指摘されたように、寺谷川の左岸側の長石と石英を多量に含む砂の流出が減少したことである。これはこの地に既にホテル群が建設されているので、改良の余地はないように見えるが、砂の補給が少しでも進展する方策を検討してみることが必要である。このために寺谷川の左岸の調査と寺谷川の水流と水量に関する調査とその流れ込みの場所の検討も必要である。



写真5 白良浜の権現崎側の砂浜 砂が白い。2023年7月22日午後



写真6 湯崎離岸堤付近の砂浜 砂が焦げ茶色 2023年7月22日午後

3) 砂の流失と風向との関係

2013	年分		
風速	5 m/s以上		
	年間計		
	出現頻度	比率	
北	133	5.14%	
北北東	1	0.04%	
北東	7	0.27%	
東北東	3	0.12%	
東	12	0.46%	
東南東	53	2.05%	
南東	61	2.36%	
南南東	238	9.20%	
南	59	2.28%	
南南西	0	0.00%	
南西	2	0.08%	
西南西	10	0.39%	
西	27	1.04%	
西北西	153	5.91%	
北西	487	18.82%	
北北西	1341	51.84%	
	2587	100.00%	

資料：和歌山県県土整備部港湾空港局

このデータからは、北部の海浜の砂の流出が他の部分よりも大きいことが裏付けられる。北寄りの風によって、白良浜の権現崎の南の北より砂浜が流出する傾向があることは、北風によって直接持ち去られると考えられる。これらの砂が飛散し、海水に流失するものとみられる。

3) 温泉水、寺谷川の流出水、下水処理場が寺谷川の右岸に設置されている。その下水処理水が白良浜に排水されている。しかし、これらについて今回は聞き取りも、視察も何も行うことができなかった。これらに関する都市下水と温泉水の現状と水質・排水の水質に関するデータが必要である。

一見ではこれらの排水は、権現崎の突端とT字堤防の突端に放出されている。また寺谷川についてはその流出先は不明であったが、しかしながら、寺谷川、都市下水と温泉水についても、これらを直接白良浜に流すことなく、湿地帯を砂浜と、排水の流れの間に設置して、其処を通過させてから放出することが、白良浜の水質の改善にも大きく改善しよう。

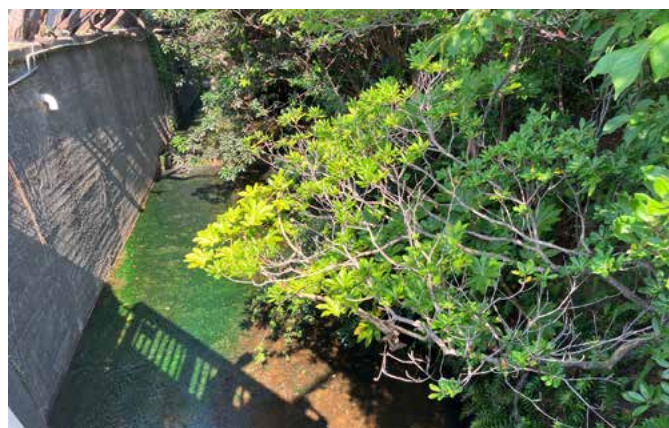


写真7 寺谷川の下流付近 緑色の植物が生える 2023年7月22日午後

4) 京都大学防災研究所の論文は白良浜の保全に関しては大変力をいれた論文である。しかし、白良浜の水質、海洋の流向と流速や、漁業と海洋生態系；動植物の生息などに関する調査がなされていない。また、京都大学は白浜に防災研究所白浜海象観測所、京都大学フィールド科学研究センター瀬戸臨海実験所と京都大学白浜水族館を保有しており、海洋生態学と生物学の専門性を持ち合わせているので、これらの生物と生態系と海洋学の研究者と防災研究者との研究協力が、今後は期待される。

5) 白浜湾は、以前は「ナガレコ」（トコブシ）と各種の魚類そして海藻類が権現崎の岩礁地帯に付着し、繁茂していた。現在ではそれがきわめて少なくなった。これは水質の悪化に大いに関係しよう。

6) 権現崎の先端まで、温泉水廃水の暗渠の蓋になって、コンクリートの歩道になっている。しかしこの先から海洋に向かって温泉排水が放出されている。放出口附近は、緑藻が生えており、栄養分があることがわかるが、水質が良好であるとは考えにくい。排水源の上流を辿って、温泉街に入ったものの、スタートは不明であった。この温泉排水も流域湿地帯(RSC)を造成して、排水の浄化を促進することが可能である。

I. サマリー

2023年9月3～5日は信濃川大河津分水路と新潟平野を国土交通省北陸地方整備局他の関係者のご案内をいただき視察した。また、2022年8月31日と9月1日信濃川大河津分水路と千曲川決壊地点を視察した。

1) 結論

新潟平野はコメなどの穀倉地帯となり、信濃川右岸域に交通網が発達し、湛水田から乾田へと土地利用にも変化が生じた。信濃川下流域の治水は他の土木工事とも相まって向上した。潟（汽水域湿地帯）であった土地は農地や宅地として利用された。

信濃川は甲武信ヶ岳に源流を発する長野県内を流れる千曲川214kmと新潟県内に入ると信濃川153kmの合計367kmの日本最長の河川である。

以下が著者が考える必要なものである：

- ①信濃川水系の整備で洪水被害を食い止めた効果は認められる。これは分水路によるものか信濃川と千曲川の堰堤の整備によるものかの検証。
- ②失ったもの；日本海海洋生態系への悪影響と漁業の衰退がみられる。新潟平野の汽水域漁業は完璧に失われ、その結果、日本海の漁業が影響を受け衰退した（新潟県漁業生産量の大幅減少：県庁資料を参照）。それらの検証。
- ③分水路自体が周辺自然・地質環境に対して、河口が狭く、急流であることが一見、自然の摂理とは逆である。このことで持続性があるか？ 平成の大改修の効果については疑問符が付き、河床、川幅、分水路の底質掘削に鑑み、工事の包括的な評価が必要。
- ④蒲原平野の湛水田は乾田となり、一時農業生産は安定した。その後、減反政策と農地の宅地化が起り、初期の目的とは異なった新潟市の都市化の結果をもたらした。大河津と関屋並びに新川など分水事業の環境影響調査が必要。
- ⑤大河津と関屋分水路と信濃川に関する水質・環境の科学調査と環境の評価。
- ⑥土地改良区と土地造成と減反の評価。
- ⑦阿賀野川水系に関する人文・科学的な調査。

II. 大河津分水路

1) 分水路は、河川を直行化し、いち早く海へ河川水を放水し、洪水災害から守ること（一部水田の開発を目的としている）とした人工の水路を言う。

関東平野の利根川と旧中川・旧江戸川、仙台平野の北上川と追波川並びに広島市太田川放水路と太田川があげられる。

2) 氾濫と堤防の決壊を防ぐ目的で1909年（明治42年）に計画し、1922年（大正11年）に完成・通水した。燕市大河津から長岡市の寺泊海岸までの全長約9.1キロメートルをつないだ人工の大水路である。

川幅が分岐路で720メートルあり、河口では180メートルと極めていびつな形状となっているので、これが氾濫と洪水対策への根本的な弱点でもある。河口付近2キロメートルが山地となっている。現在の平成の大改修工事で河口付近の山を約100メートル掘削し拡張工事を行っている。

3) 江戸から明治の歴史的経緯

①大河津分水路の掘削要望は享保の年間（1716～1735年）に寺泊の本屋敷数右衛門が幕府に最初に嘆願したのが始まりである。その後、子の数右衛門が寛政元年に信濃川の悪水を抜くため新川（分水路）の造成を願いあげている。

②小泉蒼軒（1797年生れ、77歳で死亡）は新発田藩士で越後と佐渡をくまなく歩き、父の越佐地図の完成を助けた。彼は「蒲原郡水害の記」を残している。同記に拠れば「水は低いところに向けて流れるものだから、流れるままに逆らわなければ害とはならないことは誰でも知っている。しかし目の利益に惑わされて各所の荒れ地を切り開き、田畑に代えて大きな利益を得ようとした。…水害は開発のために築かれた川や堤が招いたものである。…水の実理に反しているから発生する」と記述する。

③1896年（明治29年）横田切れ

1868年（明治元年）の大洪水を契機に明治政府は分水路の工事に明治3年から着工した。折からの難工事、財政難であり、かつ外国人で英国人の灯台専門技師ヘンリー・ブライトンが、1872年（明治5年）3月工部省に対して信濃川河口の水深に有害なる故中止すべしとしたが取り入れられなかった。しかし、オランダ人技師のリンドウは明治5年来日し、1873年（明治6年）10月に「信濃川河口の水深に有害なり」との報告書を出し本工事が中止となった。

1896年（明治29年）7月21日の大洪水、22日に各所で破堤が起こりその最大のものが横田切れで下流の新潟市にまで大災害・大被害をもたらしたことから、

工事が再開し大正11年（1922年）に分水路に水が通った。完成したのは昭和6年（1931年）である。



写真1 2022年8月31日信濃川大河津資料館から見た大河津分水路と西川（手前の分流）

4) 生態系への視点

全体事業費が1,200億円で事業期間が2015年（平成27年）度から2032年（令和14年）度まで。分水路付近では川幅が720メートル、河口部では180メートルであり、河床の洗堀対策として、河口山地部掘削、低水路拡幅、第2床固の改修などを進め、これらの工事で約1,070万トンの土砂掘削を予定する（出典：国土交通省北陸地方整備局信濃川河川事務所の「越後平野の発展の礎 大河津分水路」）。

このような大規模な事業を行う際に、生態系への配慮が充分になされていない。その後の継続モニターも見られない。自然の土地を大規模掘削することに代えて、大河津分水から渡部橋の間の左右両岸に広がる水田と畑を氾濫原としての活用も科学的に検討するべきと考える。欧州と米国では、農地を湿地帯に戻し、強大化する地球温暖化への対応がNBSとして広がっている。防災対策に加えて、生態系と生活並びに産業との調和の視点がますます不可欠である。

Ⅲ. 千曲川

1) マウンテンパーク津南

甲武信ヶ岳に源流を発する千曲川は新潟県では信濃川と呼ばれる。300万年前に太平洋プレートとフィリピン



写真2 2022年9月1日、マウンテンパーク津南から見た蛇行する信濃川

プレートがユーラシアプレートを押し持ち上げてできたのが信濃川左岸の頸城丘陵で、それらの地面が下がる場所を流れるのが信濃川である。マウンテンパーク津南付近は群馬県境に源流を発する中津川と清津峡を通る清津川が合流する地帯である。清流水が豊富であり稲作と錦鯉の生産に適する。

2) 千曲川の決壊地点

① 2019年10月13日の長野市穂保の千曲川決壊現場に到着した（2022年9月1日11時30分）。現場は長野市の中央に位置し、上越新幹線の長野車両基地に近い。千曲川の左岸に位置し、なだらかな平原地帯であり、武田信玄と上杉謙信の5度にわたる決戦地の川中島も千曲川の氾濫原の中にあり、長野市全体が千曲川の氾濫原に形成され、真ん中の島である川中島が形成された。

② 千曲川の本流と川土手からは約2キロメートル離れた河川堤防に上り、これを下ると千曲川左岸は広大な農地である。長野県の名産のリンゴが栽培されている。2019年10月13日午前0時50分頃に越水した（国土交通省北陸地方整備局「千曲川堤防調査委員会報告書令和2年8月」）。千曲川氾濫の折には、これらの河川敷内の農地はすべて、そして堤防の外側の長野市の広大な面積が水没したことが国土交通省の航空写真で確認されている。水没後、水が引けた後にリンゴ樹木は生存したと理解される。



写真3 千曲川左岸堤防決壊地点付近河川敷内の農地；リンゴ園
2022年9月1日撮影

河川敷は広大な面積で9.5平方キロメートル（国交省千曲川堤防調査報告書；令和2年8月）あり、ほとんどが農地で占められており、農道も通り自家用車と作業車が河川敷内に駐車していた。

決壊地域は源流から下流に約56.7キロメートルの地点で発生した。私たちが視察した折には70メートルに及ぶ決壊場所の修築・改修工事が作業中であった。基盤土手と盛り土の上に写真にあるようにコンクリートブロックを敷き詰めている。環境と生態系への配慮が改正河川法でも要求されるので、これらのコンク



写真4 穂保地区の左岸の堤防修復工事を外側から撮影したもの
2022年9月1日

リートブロックに土砂の流出止めが工夫され、コンクリートの上に土砂を盛り、その上に芝草や低木の樹木を植えることが隣接の先行工事現場から観察できる。正確な改修工事の開始時期は、令和元年の決壊後から緊急ないし補正予算で開始され、令和2年には予算措置もついて本格的事業は令和3年と令和4年にも継続している。

3) 河川法改正後も千曲川の復旧は土木中心

国交省の「千曲川堤防調査委員会」の委員長が大束悟・長岡技術科学大学大学院教授であり、そのほかも地盤工学、河川工学、水工学の専門家と国土交通省国土技術政策研究所と国立研究開発法人・土木研究所の研究者であり、すべてが土木関係者で防災のコンクリート工事を専門とした既存の土木研究・技術の観点からの委員で構成されている。生態系や生物多様性と農林水産業などの産業の専門家は不在である。

自然工法に基づく水辺再生（Nature Based Solution）の専門家も見当たらない。将来の自然力との調和での防災や自然と環境との調和を考えると、NBSを米国や欧州は取り入れており、日本でも大災害に対しても必要である。

日本の土木工学の専門家は、日本の急流河川と欧米の長大で傾斜が緩やかな河川では、対応が異なると言う。スミソニアン環境研究所（SERC）一行はすべてのケースにケースバイケースでNBSは適用が可能と断言する。今後の日本の河川工学と河川行政の緊急の課題である。

IV. 新潟県大河津分水路と新潟平野

2023年9月3～5日に新潟県大河津分水路と横田切れの関連施設、新潟県立博物館と新潟市博物館を訪問し、新潟平野の信濃川の氾濫、災害と防災並びに信濃川について視察調査と聞き取りをした。

1) 関屋分水路の視察

①歴史的経緯

関屋分水の計画が動きだすのは戦後である。運輸省と新潟県は新潟港の機能強化と海岸線浸食防止案として、

信濃川河口の導流堤を延長して河口と港を分離する案と関屋分水案の2案を提案した。河口の分流案では新潟港が狭くなるので、海運業者などの反対が多く、関屋分水案が検討され、昭和39年に認可された。しかし昭和39年6月に新潟地震が発生し県は断念した。昭和42年に可動堰の大型堰が着工して昭和47年に日本海に通水し、昭和50年に信濃川水門とこれに接続する締め切り堤が完成した（大津分水・関屋分水と新潟市 45ページ）。



写真5 関屋分水資料館 2023年9月3日

②機能

信濃川の流量を減らすべく河口から10キロメートル上流の平島地区から分流し、分水路は1.76キロメートルで関屋地区を経て新潟砂丘を貫き日本海に注ぐ。1972年（昭和47年）8月10日に通水した。楊柳からの土砂の堆積を防ぐことにより、新潟西港への土砂堆積を防止している。しかしながら、関屋の分水路と新川などが日本海へ直接河川水と排水を排出していることに関する環境影響評価とモニタリングと評価がなされている様子が見当たらない。排水を日本海に行う観点以外の配慮が重要である。関屋分水路の水質・環境調査も必要である。

2) 宝光院



写真6 宝光院の敷地内の横田切れの記念碑
2023年9月3日

1896年7月22日に発生した信濃川の堤防の決壊「横田切れ」の洪水が、「決壊地点」から遥かに20キロメートル程度離れた日本海沿いの宝光院まで到達したことを示す記念碑が立っていた。高さの表示も横田切れからの距離の解説もなかった。

3) 新川西川交差



写真7 西川（上）と新川（下）の交差 写真8 西川・新川の交差の解説
2023年9月3日 2023年9月3日

西川は信濃川の分水で、第1級河川で、大河津分水路から派生している。一方新川は、西蒲原地方の排水処理のための人工的河川であって、排水は日本海に流出する。

4) 大河津分水路の拡張工事

①拡張工事

令和の大河津分水路の大改修は ①下流域の洪水処理能力の低下による拡張工事 ②老朽化した第2床固の補強工事の実施 ③河床の低下による構造物の安定性の低下と右岸部地滑りの危険性への対応が行われている。

これは、大河津分水路が、その場所の地形と地質的な制約を持っているもので、これは明治時代の初期の建設の時代からよく理解されていた制約条件である。すなわち通常は、河川は下流に行くほど川幅が広くなり、川の勾配が平たんになって、河口域は多くの水量を貯えることが可能であるが、大河津分水路は、むしろ分水路の開始の地点の川幅が広くかつ、流れが緩やかである。

分水路の開始部分では川幅が約720メートルあるが、下流部（7.8K）の第2床固では僅か180メートルである。またこの第2床固の右岸には地滑りが起きた山腹があり、それが第2床固の崩壊を招く可能性がある。



写真9 大河津分水路下流域拡張工事を左岸山腹掘削工事現場から視察
2023年9月4日



図1 拡張工事 国土交通省北陸地方整備局信濃川河川管理事務所提供

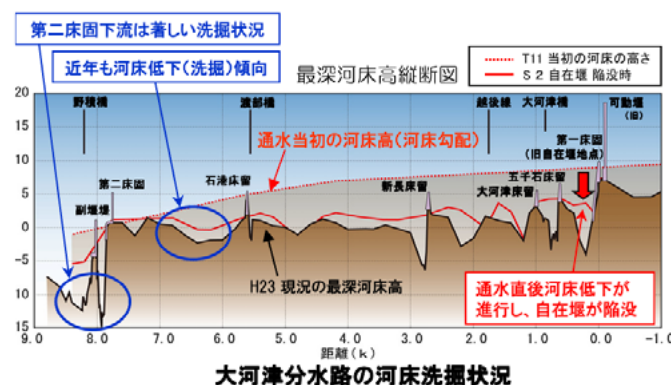


図2 大河津分水路の河床の河川流による洗掘の状況 資料は同上

②歪な河床

大河津分水路の河床は大変に不規則に掘削されているが（図2）、その原因の究明が必要である。昭和2年の通水当時、自在堰が陥没した時も、水流によって著しく掘削がなされたことがわかり、ここで土砂を喪失したことが自在堰の崩壊の原因であるとみられる。通水当時の河床から概ね5メートル河床が低下した。これはどう理解するかであるが、通常は、川の上流から土砂が運ばれてきて、川の河口域は、蓄積土砂の浚渫を必要とするが、大河津分水路は、むしろ、土砂が蓄積されずに、川底の土砂が絞り取られる奇妙な現象が観察されている。この原因を分析・評価する必要がある。

③可動堰と洗堰の仕組み

信濃川本流と分水路への流水のコントロールの仕組みは土木工学的には至って単純である。しかし、この仕組みに、生物・土壌・地質学的な科学的な考慮が払われた跡があるのかどうか？ 洪水時には、大河津分水路に水を流し、渇水時には信濃川下流である蒲原平野に水を流すのである。その中間の水量時には、自在堰を開けて隙間を調節する。単に水量のコントロールであり、そこには生物・科学的なそして河川生態系に配慮している様子はない。

また、可動堰から直線で、蛇行もなく、河川水が日本海まで流れるのは、河川の形状と流出の特徴を考えると、異様である。

河川は河口域では、蛇行し、砂州が形成されて、水流がゆったりする。また、川幅も広くなり、川底も浅くなる傾向があるが、大河津分水路の場合これらがどれも当

てはならず、自然の流れからは程遠く、流れ出る水流が歪になり、海洋生態系への影響の観点から、栄養価豊かであるとは考えられない。従って分水路からの流出水が日本海に悪影響を及ぼす可能性がある。

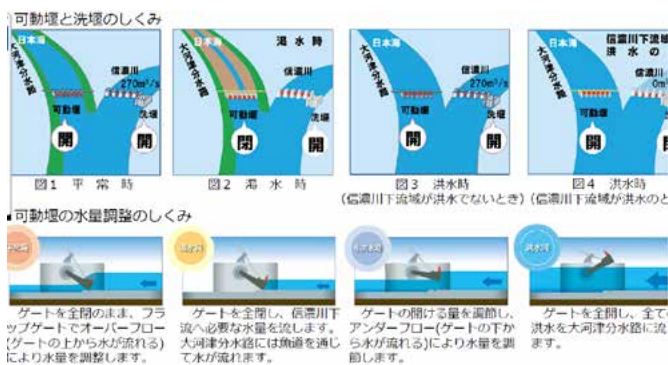


図3 可動堰と洗堰のしくみと可動堰の水量調整のしくみ
国土交通省北陸地方整備局信濃川河川管理事務所提供

④左岸の拡張工事で算出された土砂の行き場

土砂の運搬先は公共の場所であって、土砂を必要としているか所に移送した。また、一部の水田の水位を上げるためにこれらの土砂で盛り土をしたとのことである。

5) 本間数右衛門の信濃川分水掘削掘削請願

柳下明也；郷土史家

大河津分水路の掘削の要望は享保の年間（1716～1735年）の寺泊の本間屋数右衛門が幕府に最初に嘆願したのが始まりである。その後、子の2代目数右衛門が寛政元年(1789年)に信濃川の悪水を抜くため新川（分水路）の造成を幕府勘定奉行所に願いあげている。

しかしこの訴状（嘆願書）に対しては、賛成もあったが反対も多かった。この訴状に対して、賛成のものは、第8代将軍徳川吉宗の新田開発令に刺激されて、新田開発投資のために、分水路（新川）を掘削したいとの意向のものも多かった。彼らにとっては防災のためではない。



写真10 横田切れの碑 70年後に建碑
2023年9月4日

また、反対者で最も強力であった者は新潟湊の商人であった。彼らは分水嶺ができると水量が不足して湊が浅くなって海水運と商売に支障をきたすことが反対理由であった。

しかし、1896年（明治29年）7月21日の大洪水で22日に横田切れをはじめ各所で破堤が起こり、一転して分水路の掘削の方向に動いた。

柳下氏は、令和2年の人吉の水害から、一転して熊本県の球磨川水系の川辺川にダムを建設することが決定するに及び、江戸期の幕府の役人が本間屋数右衛門の嘆願を退けたことがむしろ、「幕府の対応が優柔不断だったせいとは一概にいけない」と柳下氏は「おわりに」で結んでいる。幕府に自然の尊重が重要との考えがあったと言いたかったのか。

6) 洗堰と魚道

洗堰は信濃川本流入り口に造られている。旧洗堰は1922年（大正11年）に創られ、現在の洗堰は、2000年（平成12年）に完成した。



写真11 信濃川本流に流れる河川流と洗堰
2023年9月4日

堰の建物内に入ると魚道の説明があり、ガラス越しに魚道を見ることができる。ガラス越しに見える河川道の中を魚が泳いでいる形跡はなかった。

魚道を流れる水の流速があまりに速すぎて、サケをはじめ多くの魚類が遡上することが不可能と思える。また、



写真12 洗堰に設置された魚道
2023年9月4日

写真13 洗堰内の魚道の説明文
2023年9月4日

コンクリートの材質が冷たく、非生物質であり、魚類は寄り付かないのではないのか。科学的評価と検証が必要である。魚道は作って終わりではない。効果を見る必要があり、効果が無ければ、改良または、堰の部分的撤去も検討すべきであろう。

7) 青山工の刻銘碑文

「万象に天意を覚えるものは幸なり、人類のため、国のため」の碑文がエスペラント語と日本語で刻まれている。この場所を案内していただいた。竹林征三氏は、「万象と天意に気づかないものが、大河津分水事業を計画し設計したことにより大きな事故を起こしてしまった。多数の死者を出す災害をもたらすことになった。その結果国家的損害をもたらすことになった」と記述する（「物語に日本の治水史」169ページ）。そして、青山氏を賞賛しているが、果たしてどうだろうか。私は、青山氏にも「天意を覚える」に関して自然のコントロールではなく自然に配慮・調和した対策を考えてもらったと思う。

これは本来、大河津分水路を自然に適合して作ることが、むしろ不可能か困難であり、「だから信濃川は寺泊に流れずに蛇行したのであった」と理解することはどうだろうか。現在でも信濃川分水路は平成の大修復という大工事を行っているが、この工事でも計画とその説明では、河口域の狭さと浅さそして、右岸の崩れやすさと左岸地盤の硬さを斟酌すると、ほとんど将来に更なる問題と課題を残したと言えよう。そう考えると「天意」の意味がおのずと変わって解釈・理解されると考える。特に現代においてはそうであると思う。



写真14 青山工の碑文を記した信濃川補修工事浚渫記念碑
昭和6年6月に建碑 2023年9月4日

8) 横田切れの現場の視察；

案内信濃川大河津資料館コーディネーター樋口勲氏

1896年（明治29年）7月22日午前7時、連日の大雨により信濃川大洪水が起こり横田地内の信濃川堤防が約290メートルにわたって決壊した。この大水害によって新潟市にまで及ぶ越後平野の大部分が約1か月にわたり浸水し、濁流は家屋と樹木を押し流し泥海と化し、湛水は伝染病の蔓延も引き起こした。



写真15 横田切れの説明をする樋口勲氏
2023年9月4日著者撮影

樋口氏は「支流の刈谷田川があって、この場所はまさに切れやすい場所である。20時間かけて下流の宝光院まで流れていった。一か所で切れたというよりは水が堤防を伝わり、横田切れの場所から噴き出したとみられる。」

横田切れは文書によれば2間（360メートル；上記の290メートルとは食い違う）にわたって決壊し、西は新発田まで、東は長岡まで及んだといわれている。しかしこれは、方々で決壊した水が拡散したものである。当時の気象情報では、熱帯低気圧が襲来し、長雨となり、上流の千曲川の水量増とも重なった。また、横田の堤は河川堤防でも堤でもなかった。横田切れの部分は今の堤防より5メートル下流にある。この地は砂地であり、もろかった。海底であったことが推測される。また、信濃川底の標高が高く、決壊した場合、水流が流れ出しやすかった。決壊した泥水が流れ込んだところは1.5メートルの泥がたまり、掻き出すのに1年を要した。直接水害で亡くなった人は43名で、1年間に3,000人がコレラとチフスなどの病気で亡くなった。ツツガムシは干拓時にかかった人が多かった。1960年代にもあったが、農業を使うようになった後はツツガムシ、ネズミとススキが無くなった。

堤防が切れたのが横田のせいだと言われて、近隣から横田から嫁をもらうなどと言われた。これらのために「横田切れ」の記念碑が建立されるのに70年を要した。

9) 県立歴史博物館の田邊幹専門研究員

概要 新潟平野の治水、利水と農業などの産業と人びとの暮らし、それを超えて農民、庄屋と自作農と武士並びに新潟独特の大名による入り組んだ統治と農民・商人との関係まで、大河津分水路の意味合いをはるかに超えた解説があった。さらには新発田藩、牧野藩など多数の藩の林立の是非と幕府との関係ならびに信濃川を超えて阿賀野川にまで及んだ説明がなされた。将来の新潟と自然、産業特に漁業と農業の持続的な育成と環境の保護を考えるベースを提供いただいた。

①越後の国絵図は、1647年に創ったものの写し。江戸幕府が各藩に作成させて、自ら収納した。その控えが北は新発田と南半分は高田藩が保管している。日本海に面しての河口がない。これが大河津分水路の必要論争の源と一緒に原因を造る。西川が描かれる。今の分水は、当時は曲がっていたが、円上寺潟は大河津分水ができたときに無くなる。阿賀野川と信濃川まで川がない。長岡から新潟までは長い距離を水が逃げる場所がない。蛇行している。信濃川、西川と中之口川があったが、本当は信濃川も網の目のように張っていて蛇行していた。川は幅が広く、蛇行していた。川の場所も蛇行して位置が変わった。長岡の調整橋がある。川幅が今の川とはイメージが異なる。江戸時代と明治時代の調整橋は今の2倍の川幅があった。

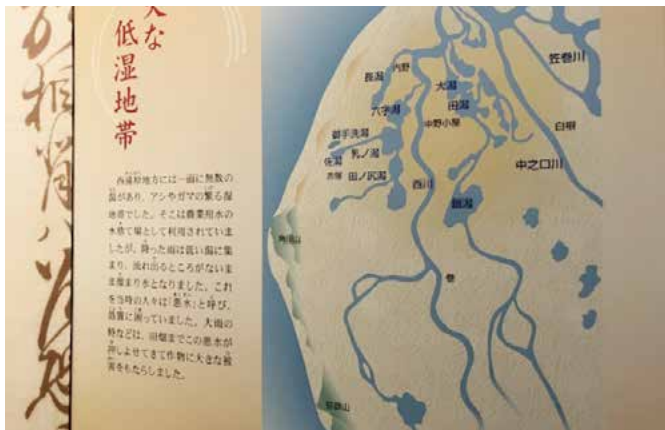


写真16 新潟平野の河川と湿地帯の絵図「広大な湿地帯」：新潟県立博物館
2023年9月5日撮影

②大河津分水路の特別展示を実施したが、大河津分水路博物館の所有物を展示した。

ところで、自在堰については責任を取らされた岡部三郎博士（技師）が自在堰は特段に問題がなく、川底の基礎工事が問題で、底が掘れてしまったので自在堰を支えきれなくなって破壊されたと言った。

また、阿賀野川の河口は江戸末期から明治に松ヶ崎で信濃川にくっついていったが、ある洪水時から、放水口に水が流れ、松ヶ崎から信濃川に水流が来なくなった。阿賀野川が日本海に直接に流れ出し、猪苗代上流から

の舟運が途絶えて新潟湊の商売が低下した。新潟はあるときには長岡藩であり、幕府直轄領であった。海水運の減少で商売と運上金が大きく減少した新潟の商人たちは、分水路に神経質で、水量が減ることにも反対で、基本的には大河津分水路の掘削には反対であった。

③分水路掘削に反対なのは明治20年代までで30年代になると鉄道輸送が発達して、かつ河川と海運が衰退する。すると河口に交易港がある必要が無くなり、次第に新潟湊も大型船入港の整備をした。

また、鉄道が信濃川の右岸の山すそを通り、信濃川の洪水が怖くて左岸には敷設されなかった。従って長岡から内陸の新津まで鉄道が通過したが、それが新潟まで延伸するのはかなり後になってからである。そうすると新潟も信濃川の水運に依存する必要が無くなり、むしろ信濃川が運ぶ泥を問題視するようになったので、次第に分水路を支持するようになった。

また、日露戦争が終結（1905年）し、対口脅威とともに満州の開拓論が登場して、その拠点が新潟であるとの論理に新潟も西蒲原もそれまでの対立を超えてまとまるようになり、その流れの中で、大河津分水路も明治40年（1907年）4月の帝国議会で承認されて明治42年（1909年）に着工するに至った。

④頸城郡は高田、古志郡は長岡と分かれる。小規模な殿様がバラバラな新潟地区の蒲原郡では石高が上がると人口が増える。長野では飢饉で食えなくなると、新潟に来る。藩は、面で支配していない。飛び地の柏崎は5万石で、桑名藩は7万石、合計12万石で松平定信の名門藩である。統治は基本は村単位である。武士はこのエリアにあまりいない。新潟でも長岡藩が置いたのは20名。長岡藩と、旗本の長岡藩はどう違うのか？隣の藩との関係は、お互いにうまくいかない。領主から税金を納めなさいという命令を受ける。庄屋は自分の存続と村の存続は同一である。個人の税金ではなく、名主が全体を何とかしないと。自作農は全員を集めて、名主と庄屋が集めて、藩に出してしていく。小作は名主に提出するだけ。納税の義務は土地持ちに課された。

10) みなとぴあ新潟市歴史博物 森行人学芸員

①新潟の藩と農業

湊の展示と農村部の展示、南北をひっくり返した地図である。北側の日本海が下側になる。信濃川と阿賀野川が流れ、猪苗代と只見川が阿賀野川の源流である。平野部であり、平らな土地である。土砂がたまり、安定していった。砂丘地は海沿いに広がっている。1000年前に形成された。阿賀野川と信濃川が合流した。柴田藩と長岡藩など多数諸藩に分かれて、なかなか支配が難しかった。長岡藩の分家が旗本として存在した。条件の良いところから外部の村人が順々に入る。流入は加賀藩から。江戸時代の中期以降放水路ができ、最初は阿賀野川の松ヶ崎である。阿賀野川では洪水の水だけを流すが、翌



写真17 新潟県立博物館の田邊専門研究員と著者
2023年9月4日

年の雪解け水で決壊して、放水路が壊れてしまって本流になった。

農民が開発に伴ってやってきた。お寺の移転に伴って人口が増加した。次男三男の対策として、元の村から頼ってやってきて、そして耕作者として頼り、新田開発が行われた。干拓をめぐり、河川の取り付け；加治川と境川の問題も起こった。阿賀野川と信濃川の掘割は1730年に行われた。



写真18 森行人学芸員と筆者
2023年9月5日

②蒲原平野の20世紀 水と土の近代

信濃川下流域の蒲原地方は、戦国時代まではマコモや葦が茂る低湿地帯であったが、江戸時代にかけて新田開発が行われた。

第2次大戦後は土地改良事業が進んで、1950年～60年代には稲作農業地帯として黄金期を迎えるが、1970年には減反政策と都市部の拡大で混迷を極めた（新潟市博物館「蒲原平野の20世紀」）。



写真19 新潟市博物館内に展示された「はさ木」の様子
2023年9月5日

「はさ木」は新潟平野（蒲原平野）が湿地帯であったために、水田中に稲を干すことができずに、水田の脇にトネリコの木を植えて、それに刈り取った稲を立てかけて乾燥したものである。現在ではコメの乾燥機が導入されて、その需要は大きく減退し、「はさ木」はほとんど残っていない。新潟市西浦区夏井地区に残り、保存運動も行われている。

謝辞

国土交通省北陸地方整備局の田村利晶河川調査官、信濃川河川事務所福島雅紀所長、信濃川大河津資料館コーディネーター樋口勲氏、県立歴史博物館田邊専門研究員、みなとぴあ（新潟市博物館）森学芸員、郷土史研究家柳下氏（本間屋数右衛門の業績説明）と新潟県伊藤敏晃氏をはじめ多くの方々のご支援があって今回の訪問が実現しましたので、厚く御礼を申し上げます。

参考文献

国土交通省北陸地方整備局「令和の大河津分水路大改修」
信濃川河川事務所2023年7月

柳下明也「本間屋数右衛門の信濃川分水屈割請願の歴史的意義」
郷土史燕第16号 2023年3月

新潟市博物館（森行人・藍野かおり）「大河津分水・関屋分水と新潟市」
新潟市歴史博物館2022年7月

平朝彦・海洋研究開発機構「地球科学入門」講談社2020年11月

国土交通省「千曲川堤防調査報告書」；2020年（令和2年）8月

竹林征三「物語 日本の治水史」鹿島出版会 2017年6月

五百川清編集・執筆「大河津分水双書資料編 第1巻から第10」
（社団法人北陸建設弘済会）2001年7月～2011年3月

新潟市立博物館「蒲原平野の20世紀 水と土の近代」
新潟市博物館 2009年7月

司馬遼太郎「街道を行く 潟のみち」講談社 1998年

2023年10月16日 新潟県・福島県阿賀野川と 只見川水系のダム

2023年10月16日、国土交通省北陸地方整備局の田村利晶河川調査官と後藤正博河川課課長補佐のご案内で、新潟県阿賀野川水系の楊川ダムと福島県の只見川水系の上田ダム、田子倉ダムと奥只見ダムを訪問・視察したところ、その概要は以下の通りである。当方、同行者は新潟県伊藤敏晃氏であった。

1. 総合考察

1) 産業振興優先の1960年代以降の電源開発・ダム建設

阿賀野川水系とその支流の只見川水系共に、いたるところに大小さまざまなダムが設置されている。これは戦後の復興期と高度経済成長期を迎えるために電力の供給が必要となり、電源開発促進法（昭和27年7月法律第283号平成15年10月廃止）が制定され、発電をすべてに優先してダムが設置された。このために電源開発株式会社も電気の供給を増加することを目的として設立された（同法第13条）。そして只見川、北上川と球磨川が該当河川で電源開発を行う地点と定められた（同法第13条第2項）。この頃は環境への配慮は水質汚濁防止法（昭和45年法律第138号最終改正平成29年法律第45号）もなく、環境基本法（平成5年法律第91号）と環境影響評価法（平成9年6月法律第81号）はその制定がまだ先であった。更に河川法に環境への配慮が入れ込まれるのは平成9年河川法の改正で、この時でも河川法改正には環境への配慮の具体的な内容は記載されていない。

したがって、現在でも東北電力㈱にも電源開発㈱にも環境への配慮があるかといえば、欧米の諸外国と比べてほぼ無いに等しいと言わざるを得ない。今回、東北電力の2か所の発電所と電源開発㈱の2か所の発電所を訪問した結果は、それぞれの方々が環境への配慮を従前よりは高く意識しているが、まだまだこれからの尽力に期待せざるを得ないとの評価である。

電源開発㈱（Jパワー）は電力の卸売り会社として供給増の使命を担って設立された会社であり、ダムの建設

がその立地場所と条件から困難な場所での建設に特化した。それゆえに深い渓谷に大型のダムが建設されている。

これらのダムは、只見川水系を寸断、分断し、そのために河川の生態系や水質と土砂流も変わってしまった。やせ細り、水質も濁度が高く汚濁状況の悪化が懸念され、貧酸素の発生ないし栄養状態も劣化していると考えられる。只見川の源流は尾瀬湿原であるが、その手前の奥只見ダムで奥只見湖が形成される。其処では陸封型のイワナが釣れるが、本来は、日本海よりサクラマスとサケが遡上していた。サケとサクラマスは海の栄養を運び、そしてアユとサクラマス（ヤマメ）が流域と支流で育って、森の栄養を運んで日本海に下る栄養の循環と物質の循環もあったはずであるが、これらが全く途絶えた。

2) 魚道なしの只見川水系ダム

只見川水系ダムの田子倉ダムと奥只見ダムには魚道がなかった。また、同様に只見川水系の東北電力の上田ダムにも魚道はなかった。この点については電源開発㈱の担当者もダム建設当時は、環境への関心と配慮は全くなかったと語る。当時は、エネルギー供給の不足と産業振興第一から許容されたが、この状況が今後共許されることではないとの認識は持つ必要があるし、その意識はあると考える。しかし、会社の目的、土木と電気専門の人材構成から見て具体的な行動に直ちに結び付く可能性があるとは言い難い。

3) 水質悪化と河川底土砂やせ細り

楊川ダムでもダム堤の底には、土砂はたまらないとの事であったが不思議であった。通常、土砂は堤体にその流れが妨げられ、土砂が溜まることになるが楊川ダムではたまらないとのことだった。聞いてみると上流のダムで土砂がせき止められ流れてこないの、楊川ダムの上流側の堤体に土砂はたまらないという。これは実際に計測してみなければならない。

また、楊川ダムの魚道の魚類の通過の状況についてもメモ状の観察であっただけで、科学的な内容が伴ったものではない。通過した魚種の名称をあげていた。資源量ならびに産卵や生息状況そして遡上や降下と経年的な変化などは全く調べられていない。

ところで、現在、米国や国連食糧農業機関（FAO）の林業局と漁業・養殖局が河川生態系と森林生態系並びに生息する動植物（熊や鳥類）との食物連鎖を正常・適切に維持する取組を共同して実施している。この点での日本の取組；法制度、行政と研究と市民・住民の問題意識が遅れている。



写真1 東北電力の阿賀野川にかかる楊川ダム
2023年10月16日撮影

水力発電の発電効率の向上と水循環へ

水力発電も火力発電と原子力発電と同様に効率を引き上げる努力が必要である。河川水は国民共有の財産である。電力は最終的には国民の利用に供されるとは言え第1義的には電力会社が私的に利用する。すなわちこの場合、国民共有の貴重な財産（水循環基本法第3条第2項）と定義される。従って水を国民からの負託を受けて、使用を委ねられている。また、水循環に関する影響を回避するように求められている（同法第3条第3項）。しかし、このような水循環基本法の思想のダム管理運営者への徹底については大きな課題であると認識される。

4) 経済外部性の解消へ

国土交通省九州地方整備局と同様に東北電力（電源開発株式会社については聞き取りをしなかった）の人材採用と専門家の構成を聴取したところ、東北電力は、土木工学の専門家を採用し、その土木の専門家が原子力、火力と水力発電を行き来する。土木工学は、ダムと発電所の維持とメンテナンス担当である。土木工学以外の専門家は、水力発電、原子力発電と火力でも電気・機械の専門家を採用している。また、建物の建築の専門家も採用している。彼らは、発電機のメンテナンスを主として担当する。発電機の設計は、発電機・機械の専門会社に任せており、環境、河川、水循環、魚類並びに生態系の専門家もいない。経済や社会学の専門家もいないとみられる。結果として、東北電力も電源開発(株)も環境に配慮するという企業の目的にも乏しく、当然のことながら人材の採用も土木工学、電気と建築などの専門家で、自然環境を学習する研修のシステムも不足するとみられる。

また、原子力発電の部局には原子力の専門家がどれだけ配備されているのか、また、これらの専門家と土木工学並びに電気などの専門家との交流があるのか？部門の最適を目的として全体最適を目的としていないと考えられる。自然への配慮は部門と専門家構成から見ると配慮が不足する。

5) 河川の維持水量と水利権の根拠とは

1) 発電所は河川の維持水量を提供し協力しているとの言動を耳にするが、これは私には不自然な表現である。ダムと発電所の設置者は国民共有の財産とみられる水資源を利用している。それを河川に戻すのは当然の義務と考える。

ところで国土交通省がダムの管理者である発電者に対する水利権を認めている。

2) 水利権は特定の目的のために、その目的を達成するために、必要な限度において流水を排他的・継続的に使用する権利をいう。「水利権」とは河川法の規定にある「河川管理者の許可に基づく水利使用許可」と明治29年以前から慣行的に認められた「慣行水利権」からなる。今後、本許可水利権は1997年（平成9年）

の河川法改正と2014年の水循環基本法の制定を受け、さらにはNBSなど諸外国とSDGsなど国連と国際機関の動きを受けて改正するべきものと考ええる。

ダム建設の許可権者と水利権許可権者が国土交通大臣で一致するのも、独立性の観点からは問題であると考えられる。



写真2 東北電力に平成21年まで与えられた楊川ダムの水利権
2023年10月16日

2. 楊川ダム・発電所

1) ダム規模

楊川ダムは堤長316メートルで越流部は236メートルである。堤高は場所によって異なるが36.5～41メートルである。本ダムと発電所は阿賀野川の下流から約40キロ上流の阿賀野町谷沢の楊川に所在する。楊川発電所は1963年5月に運用を開始した。最大460トン/秒の水量を利用する、ダムからの水を急勾配をつけて水路で引きこむ水路式（調整池方式）の発電様式である。発電機は2台でブラン車水を採用している。出力は53,600キロワットで、最大水使用量が46万トン/秒である。有効落差は13.57メートルと小さい。



写真3 魚道の入り口付近
2023年10月16日

写真4 魚道の遊歩道末端から見た
出口方向 2023年10月16日

魚道と構造

魚道では、魚の遊泳、遡上し、降下している様子は観察できなかった。光に照らされ明るさの影響評価も必要である。水流が秒速100センチ程度はあろう。流速は計測する必要がある。魚の遡上には当該流速の妥当性を検討する必要がある。



図1 楊川のダム、魚道と発電所の平面図

魚道のトンネル部は448メートル、魚道総延長は698メートルである



写真5 ダム湖側の魚道の採水口
2023年10月16日

写真6 魚道トンネルを抜けた
地上部魚道 2023年10月16日

魚道の取水口はダム湖の表面より下から取水し約400メートルの魚道トンネルを通過して、地上部の魚道に出てくる。そこから阿賀野川の蛇行した下流に注ぐ。

魚道は環状になって蛇行する阿賀野川の上流部から下流部にその蛇行した地面を通る直線の水路である。楊川ダムは堰式のダムの閉鎖版を開放できる形式で、この開閉で、魚類の行動に対応したほうが生物的にも理屈に合うし効果的と考えられる。



写真7 魚道の水が開口する魚道開口部 2023年10月16日

1. 上田（うわた）ダム・発電所

1) ダム概要

上田ダム・発電所は1954年（昭和29年）に建設が完了し運用が開始された。発電はダム式で調整池形式である。ダムから水路で一度調整池まで、水を落下させる。カプラン水車を3台使用した交流発電である。最大使用水量が毎秒28.4万トンであり、有効落差は26.3メートルである。取水の標高は281.5メートルで、放水位の標高は254.8メートルである。

上田ダムは低落差で大容量で、カプラン水車を利用している。東北電力では数多くの場所にカプラン水車を利用している。10年に一度は水車の総点検と全解体を実施する。以前はフランス水車が一般的であったが、現在はカプラン水車が主体である。溜めの角度を変えることによって一番効率の良い角度を採用している。3台を並立に並べて発電する。縦には並べない。

水系全体像を見ると大きさと落差を検討し効率を考えダム建設を決定する。しかし自然環境に配慮し水力を利用する考え方ではない。あくまで、どこにでもダムを建設できる場合、ダムの組み合わせと地形・地質の制約による効率化である。

今後、河川生態系の影響と環境影響考えるべきと思料する。

2) ごみと土砂の堆積

観光シーズンにはダムにたまったごみは上流に流れるので、それを阻止するために綱を張っている。ダム堤体に反発して、上流する。コンクリートの下の方に土砂がたまらない。土砂交じりが一気に開口した際、土砂を引き込んで下流に流す。



写真8 上田ダムの上流側から見た前景 2023年10月16日



写真9 上田ダムの右岸に立つ東北電力初代会長白洲次郎の開設パネル
2023年10月16日

土砂はダムの底にあるクレストの上には溜まっていないとの説明を受けた。発電には土砂が影響することがない。

3) 白洲次郎の記念碑

東北電力の初代会長である白洲次郎氏が、電源開発のためにダムの建設に日夜努力する姿を高く評価した文章を記載した石碑が随所にあり、上田発電所の脇にも建っていた。



図10 白洲次郎氏の祈念碑の前で
国土交通省北陸地方整備局の田村利晶河川調査官
後藤正博課長補佐と東北電力の方々とともに 2023年10月16日

2. 田子倉ダムと発電所

1) 田子倉ダムの概要

田子倉ダムは昭和29年に着工して、昭和36年に完成し、運用を開始している。

ダムの大きさは、長さが462メートルで堤高は145メートルである。容量は4,000万トンで日本では第3位である。奥只見ダムは日本で第2位である。第1位は岐阜県の本曾川水系の揖斐川の徳山ダムである。

(注) 徳山ダムは独立行政法人水資源機構が管理するダムで本曾川水系の揖斐川にあり「中央土質遮水壁型ロックフィルダムである。洪水調節と不特定利水が目的である。すなわち上水道、工業用水と発電用として使用する。6億6,000万トンの貯水量がある。

田子倉ダムは利水・発電用で、建設当時は95,000キロワットで、その後拡大工事をして発電量を拡大している。付近は国有林で、ダム上流は特別地域で環境規制の場所である。2014年只見町がユネスコ・エコパークに指定されている。



写真11 田子倉ダム 2023年10月16日

満水時52メートルまでは水位が上がるが、現在は30メートル程度で渇水状態である。今日の発電予定は毎秒60トン程度である。基本的に取水口は低水位より上で取水し、その水位で発電量を決定する。

落差が取れる場所はフランシス水車を設置し、田子倉ダムは4台を設置している。そうではないところの上田ダムのようなところはカプラン水車である。



写真12 田子倉ダムの説明を平副所長から受ける筆者
2023年10月16日

2) 電力販売

販売先メインは東京電力で4分の3、4分の1を東北電力に売電している。もともと東京電力が田野倉ダム他のダムと発電資源を開発していたが、規模が大きく電源開発(株)が国策に基づき担当してできたのが本ダムと奥只見ダム・発電所である。水利権も東京電力が保有していたが、一時東北電力に移管した。現在ではすべての水利権が電源開発(株)に移管している。この地域では東北電力が所管していた場所もあり、かつ、尾瀬沼が東京電力と東北電力が所有していたこともあり、政治的配慮でそうになったのか、よくわからない。Jパワーは電力の卸売会社であり、東京電力と東北電力に電力を卸売り販売する。東京電力と東北電力は小売りもやるし、自分で電力を生産して、販売する役割も果たす。

3) 電力自由化後

電力自由化についてはどう思うかの小松からの問いに関しては、基本的には自由化後も特段変わっていない。また、あまり変わりたくない。東京電力と東北電力もJパワーから電力の供給を受ける現在の構図を変えたくないと思っているはず。我々も自由化ではコストがかかるし、送電線も関わってくるので、簡単には変化はないと思う。送電線を使わないといけない。

右岸ルートはJパワーの送電線で左岸ルートは東京電力の送電線である。送電網と送電線はJパワーが一番保有している。変電所までもっていくのはJパワーがやる。日本全体の送電線をつなげる機能はJパワーが持っている。Jパワーは火力も保有している。

4) Jパワーの発電ミックス

Jパワーは大間で原子力発電所の建設を進めているが、平成23年に原子力の建設基準が変わって、審査し直しで現在は建設が止まっている。原子力燃料の再利用すなわち、使用済み燃料の再利用可能な施設が大間町に誘致され、それを造ることで始まった。漁協からはいろいろ反対もあったが、解決した。ABR:Advanced Burner Reactor（使用済みウラン再利用の最新燃焼炉）はウランの廃棄物の再利用をすることが必要であった。青森県は中間貯蔵施設があり、一度使用したものを使う。東京電力と東北電力はABRをやっていたが電源開発が遅れていて、最新施設ができるのでJパワーがやった方がよいとの事になった。

社の方針としては、風力と太陽光では不安定であるので、これらの補完が水力と原子力である。建設には補助金はなく、融資を受けたと思う。

電源開発㈱はABRと再処理の開発が遅れている大間原発からやれとなったが、最初はフランスから再処理燃料を輸入した。

水力は火力の8分の1程度。水力が太陽光と風力の補いである。水力は風力を補いかつ融通が効くので大事である。水力も規模が大きいから、国策会社の特徴として民間会社では手が出せないため、規模が大きいものを扱った。

近年は下流の佐上ダムは採算が合わないので補助金をもらった。昔は採算が悪くて止まったところでも、新しく小規模水力として、波に乗っているところがある。

5) 使い続けたい田子倉発電所

田子倉ダムは64年経ったが、コンクリート自身のメンテナンスは3年に1度、漏水、変形、アップリフト、強度がメンテナンスの対象となる。水につける部分が安定する。コンクリートは空気では劣化するが、水では漏水があるとそこから水が入ることがある。基本は大丈夫である。水中はドローン撮影では、大丈夫。145メートルで、ヘドロとか石がたまらない。上流でせき止められているのでたまらない。下流の滝ダムが最もたまらない（あくまでJパワーの説明）。

魚道はない。魚の回遊は分断されている。ダムから上流で別の漁協に代わっている。ワカサギを放流している。クローズしているが生態系がしっかりしていて（田村調査官）、奥只見はそれで完結している（これも水産の専門家の検証が必要である）。金属・金物は劣化するがコンクリートは劣化しない（検証が必要）。

3. 奥只見ダムと発電所

1) 概要

奥只見ダムは、昭和35年に発電所ができてダムの完成は昭和36年である。日本では揖斐川水系の徳山ダム（2024年3月18日視察済）に続き第2番目に大きなダ



写真13 奥只見湖を背景に記念撮影 所長、大石氏、栗原氏、筆者、後藤氏と田村利晶河川調査官 2023年10月16日

ムである。貯水量は6億トンである。

私たちが立っている場所が海拔755メートルで、水を溜められるのが海拔750メートルで、最低水量が海拔690メートルである。一番低いところで海拔675メートルから発電用の取水をする。その最低水量より上部に取水口がある。また湖底は海拔600メートルである。ダムの高さ；堤頂は155メートル（水量の最大貯水レベルは150メートル）である。



写真14 右岸に維持流量の排水が見える 2023年10月16日

写真15 ダム湖の右岸側を見たもの 2023年10月16日

発電は4か所から取水して流す。発電は水路を通過して約3キロ下流に出口があり、そこで発電する。当時平成10年頃は電力事情が逼迫し需要が伸びるということで、下流にも発電所を造る計画があったがそちらも猛禽類保護が厳しく、結局奥只見ダムに第4の発電機を導入することとした。平成15年にこれまでの12万キロワットより大きな20万キロワットの発電機を設置した。

2) 環境影響評価（アセスメント）とイヌワシ猛禽類保護

大石宗竜氏は、拡大工事が開始される平成5年頃から猛禽類「奥只見ペア；イヌワシ2羽のペア」がいて、さらにクマタカのペアも発見された。巣から1.2キロメートル以内では注意が必要。11月から巣作りをする。地上部の工事区域では、11月から6月までは工事作業車両は減速して15キロ以内で走行する。右岸の山側に巣

があった。そこで観察可能な対岸にプレハブの窓にカーテンを掛け内部にカメラを設置して観測した。加えて、常時専門家に来ていただいて猛禽類を観測し、工事影響を評価してもらった。岩手県立大学の鳥類の先生と環境省関係の学者と関山先生（新潟の先生）からなる社内委員会を作って先生方にご意見を頂いた。平成15年頃は環境影響評価アセスメントが始まったところで、特に猛禽類に対する環境保護の関心が高く、うるさく言われた。田村河川調査官も観察と規則順守状況をチェックに来た。現在は工事と猛禽類保護の関係がルーチン化されて特に問題はない。また付近にビオトープも作った。

3) 新たにトンネルを設け維持水量を下流へ。

下流右岸にある水路は維持水路排出口である。下流では減水路と無水区間が生じるので、水を放水することが目的でつくられた排水口である。その維持流量を流す際にこの流量を活用した発電機で発電し、発電後に流水している。毎秒約2.75トンである。

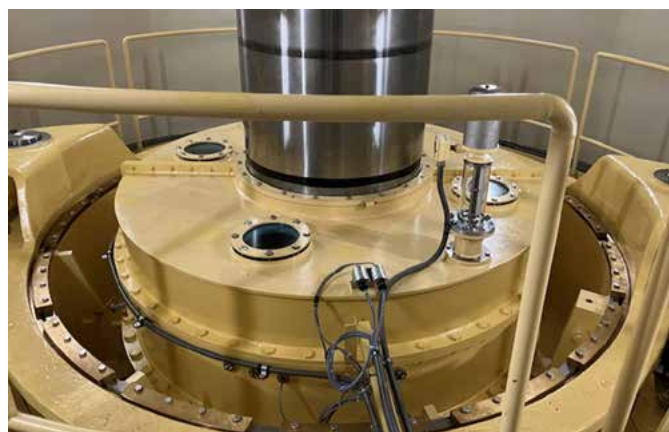


写真16 維持水量を利用した維持発電機 2023年10月16日

河川維持放流のためにわざわざトンネルを掘って維持放流をするようにした。取水口は675メートルの位置にある。提長高が750メートル。取水口は満水から見て75メートルである。取水後に分岐している。左岸側の流水は山から流れてくる沢水である。しかし、この維持放水の水質に関しては酸素や濁度のレベルが問題であり、貧酸素と濁度が高い水の場合、これは河川的环境を維持する観点から水量を提供すれば良いものではない。後日に提供された水質情報では奥只見湖も大島湖も表面50センチでの測定だが化学的酸素要求量（COD）などの水質は良くはない。また、溶存酸素量（DO）は表面から50センチでもよくない値が散見された。また、水深が深い取水口附近の水質は計測されていない。更にダム建設当時から60年程度の経年的な水質の変化を見ることが重要である。

4) 魚類と湖水生態系

陸封型のサクラマスやイワナ、ワカサギ、コイとフナが生息する。イワナやサクラマスは奥只見湖内で自然繁

殖する。ワカサギはイワナやサクラマスの餌として漁協により卵放流を実施しているが、自然繁殖による再生産が見込まれている。ワカサギが増えすぎて取水口に取り込まないように光を照射したり、音を出したりしている。釣り船案内があるし、手前のボートも釣り用である。

イワナとサクラマスの大きいのが釣れることでは有名である。ダムで完璧な陸封型のイワナやサクラマスが再生産している。DOは低いことがないとのことであるが、ダム現場の人が水質の数値を読んで理解していない。

環境や生物と合わせて解釈しないと数値の意味が理解できない。自然環境と生物に配慮する意識を今後真剣に持つのであれば、自らが測定して自らが読み取り解釈をすることが必要である。

5) 魚道設置なしの電源開発(株)の大型ダム

電源開発(株)のダムにはなぜ全く魚道がないのかを考えたことがあるのかの質問に対しては、昭和30年代では電力の供給がすべてに優先され、自然・環境への配慮は考慮されなかったからだと思うとの発言であった。河川法が改正されたのも1997年（平成9年）で、最近になってようやく環境配慮がなされるようになった。それから25年以上が経過したが、環境への配慮はそれほど進んではない。

5) 維持発電所

大型の水車発電機が見えないが、模型を見た。140メートル下がって、その後200メートルまで下がる。維持発電所付近を見た。「順路」と書いているトンネル状通路を歩いた。気温は12度で安定しており、2.75トンの維持発電施設である。うるさく聞き苦しかった。

フランス水車で水車は発電機の下にあるので見えないが、見えているのが主軸で、その脇に発電機がついている。発電量12万キロワットのものが3基あって、第4号機は20万キロワットである。総合で56万キロワットである。水量も大きく取った。

フランス水車は個々の弁中にサイド弁がついて、サイド弁を水压で押して水車が時計方向に回転して、その水流の力が水車の主軸に伝わり、上部の回転子のコイルが回転し、その力が固定子の電気磁石との間で摩擦を起こして電力に変換される。電気は、抽出してトランスに入る。

エネルギーの変換効率(水は有効に利用されているのか)

問題と関心は、発電機に流れこむ水量の総エネルギー（ジュール）を100とすると、最終的に電力に変換された総エネルギーは何%かである。すなわち水は電力用だけでなく、他の利用；漁業、飲料水、農業他の用水、生態系と他生物の生息の源でもある。電力での効率的利用が高まれば、他の利用や生態系への配慮に回すことが可能であるし、それ以前に効率の向上それ自体が命題であ

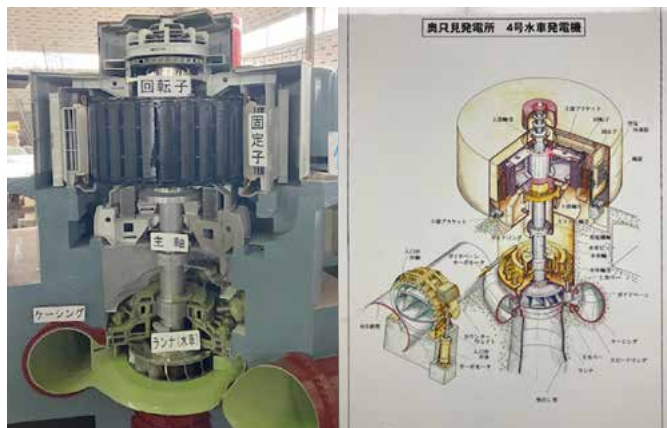


写真17 フランシス水車の模型
2023年10月16日

写真18 フランシス水車の解説図
2023年10月16日

る。其の意味でこの効率(回転子からの固定子への変換効率ではなく)を計算することが適切である。

謝辞 以下の方には本調査・視察に関してご案内とご説明をいただき、心より御礼を申し上げます。

田村利晶北陸整備局河川調査官
後藤博正河川管理課長補佐
東北電力株式会社 村里浩司水力部副部長
松本昌文会津ダム管理センター所長
小野寺仁志阿賀野川ダム管理所長
渡部光真主査様、粟崎夏代子田子倉電力所長
平和敏所長代理
電源開発株式会社
水力発電部 東日本支店
土木グループリーダー榎原昭夫氏
東日本本支店 大石宗竜氏

2023年11月1日

広島県呉市 野呂川ダムと三津口湾カキ養殖場

2023年11月1日に広島県呉市安浦町三津口の榎金田祐児社長のご案内により、三津口湾のカキ養殖の現場と湾の水質・環境の視察ならびに野呂川ダムの視察と野呂川ダムの管理事務所の日浦所長らとの会談のために現地を訪問した。

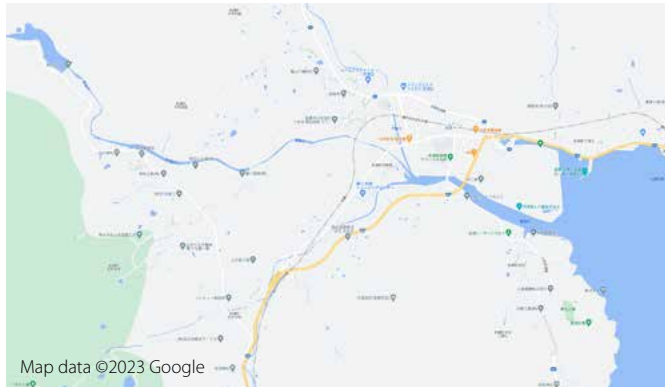


図1 呉市安浦町三津口湾と左上が野呂川に懸かる野呂川ダム

1. 三津口湾のカキ養殖場

1) まずは、三津口湾の月見公園付近の漁港から金田水産の漁船で出航した。

2) 三津口湾内の金田水産のカキ養殖場を視察した。最初は干出するカキ養殖の現場を訪問したが、満潮時でカキの干出は見られなかったが竹竿が水面の上に突出するのを観察した。本年は瀬戸内海の南風が強くて干出時に脱落するカキが、例年より多いとのことである。金田社長はこれが水温と気温の上昇の地球温暖化との関係があるのではないかと疑問を提起した。11月1日は大潮にあたり、干出部分も最も少ない状態であった。干出する杭打ちカキを育成する理由は、干出時にカキが栄養を取れずに身がしめる。栄養を中に閉じ込める作用が働き、グリコーゲンの蓄積が進み旨味が増加すると考えられる。本来はカキは岩肌について常に干出し、広島湾でのカキ養殖の始まりも



写真1 2023年11月1日9時50分 三津口港から出港した



写真2 2023年11月1日干出する杭打ちカキ養殖場
野呂川の河口の正面に位置する

竹の棒にカキを吊るした方式で干潟で行われていた。2024年4月に入り、金田社長から贈られた杭打ちカキは身がしまり、甘味が高く大変美味であった。しかし、埋め立てで干潟を喪失したことと、海面での垂下式での養殖の方がスペースを有効活用できてカキを大量に養殖できるので、現在の筏式の養殖に移行した。これがカキの大量生産の始まりである。

3) 主要な養殖場でのカキ養殖



写真3 主要養殖場のカキ

土砂が付着 2023年11月1日

写真4 4年物のカキ

小さめであった 2023年11月1日

三津口湾の干出養殖場からすぐ東側に主要なカキ養殖場があった。そこで、8～10メートルのロープにつるされたカキを引き上げた。広田湾と比較すると筏もかなり大きいし、一本のロープにつるされるカキの量も10倍程度あるのではないかと思います。大量生産をするので、過密養殖になる。剥いてカキの身を見せてもらったが、広田湾での1.5～2年程度の小サイズだが、4年物である。

私が以前、2019年1月9～11日に広島を訪問してカキ養殖の歴史を川上清・元丹那漁協組合長から聞き取り

を行った折には、カキ養殖は丹那沖と金輪島の沖から始まったとのことであった。竹串での干出の手法での養殖であった。埋め立て事業が開始され、水質汚染が進行して、カキ養殖は衰退した。本来は干出の方法では強い種苗も残すことができると説明している（川上清元丹那漁協組合長）。

2019年1月訪問時のカキ養殖でも、広島のカキは2年目と説明されたものでも広田湾の1歳程度の大きさに相当するとの記述があった（広田湾・気仙川総合調査事業報告書2019年度20ページ）。

4) 環境の悪化の原因の護岸工事

沖合の漁場である柏島の外側に位置するカキ養殖場に案内してもらった。ここでも養殖ガキに野呂川が源とみられる土砂がカキのカキ殻に付着し、近年水質が悪化しているとの感想を金田社長は述べられた。この養殖場は野呂川が直接南下する位置にあっており、そのような水質悪化の原因として野呂川を想定することは非常に的を得ている。



写真5 水際が捨て石で固められて浄化作用を失った柏島
2023年11月1日

しかし、野呂川以外でも、柏島の水際が捨て石で固められていた。土壌流出と侵食を防ぐ目的で、きわめて土木的な発想であるが、このような処置をするとこの島の周りには魚がいなくなるか、少なくなるし、汚染物質や過剰栄養の分解作用が無くなって、水質の悪化に寄与してしまう。土木の専門家からは防災と財産保全の考えが中心だ。これで却って海域の生産力という貴重な財産を失うことになっていることに気づかない。

5) クロダイによる食害

クロダイによる食害の筏を見せてもらった。クロダイは特定の筏を狙って入り込み、貝を碎き、カキを食べる。有効な対策は見つかっていない。筏の周りに網を張る方法でも賢いクロダイは隙間から入り込む。また、網の清掃も労力を要するし、かつ、網によって流速が妨げられて、カキへの栄養補給が低下し、カキの実入りが悪くなる。結局何らの特效策も見つかっていない。東京湾の富津の海苔養殖業でもクロダイによる海苔の

食害が多く対策に困窮している。対策は簡単に見つからない。



写真6 クロダイに食べられた後のカキ殻 2023年11月1日

6) 科学データが欠如

三津口湾の状況を見たが、溶存酸素（DO）、濁度（FTU）ないしはFTUと同等な化学的酸素要求量（COD）、水温と塩分ならびに栄養状態である植物プランクトンの量を示すクロロフィル量の科学データが全くなければ、対策の立てようがない。これらのデータの収集が必要である。そのためには計測機材が必要である。これに流向・流速の計測もあれば好ましい。栄養分は、流れがあって初めてカキの栄養分となる。カキは養殖現場では流速は停止状態にあるので、流速の計測値は重要な情報である。

2. 野呂川ダム視察

1) 金田水産にて昼食

金田夫人の手作りの昼食をいただく。カキの天婦羅、カキ飯とカワハギの肝と刺身であった。大変な心づくしのお料理であった。心から御礼を申し上げる。この場所から広島テレビの福田記者が同行する。

2) 広島テレビの番組制作

番組を来年に向けて制作し、これを担当する福田理絵記者（株式会社RCCフロンティア制作部）が同行する。野呂川ダムの取材も同行した。説明では、金田祐児社長の取組を追って番組を制作している。私の訪問



写真7 金田水産の前で 左から金田祐児社長、福田理絵記者と筆者
2023年11月1日

が却って好都合で、野呂川ダムでのダム管理事務所での会合も取材したいとのことで、野呂川ダム管理事務所もOKとのこと。

3) 野呂川ダム管理事務所日浦光春野呂川ダム管理事務所 所長と吉田大貴主任との会合



写真8 野呂川ダムの管理事務所前での筆者 2023年11月1日

- ①野呂川ダムの歴史と現状につき以下の説明を受けた。
野呂川ダムは昭和42～43年の集中豪雨の被害後の防災目的用に建設された。基準地での計画を(233から400トン/秒)して、この流量をダムによって食い止め、削減する目的で野呂川ダムの建設の着手が昭和45年で、昭和47年からダムの本体工事に着手した。試験湛水(竣工)は昭和50年12月でありダムにも刻まれている。一部農業用水も提供している。



写真9 野呂川ダム湖
2023年11月1日

写真10 ダム前面
2023年11月1日

本ダムはコンクリート重力式であり、堤高は44.80メートル(堤頂の標高が135.8メートル、基礎岩盤の標高は91メートル)、堤長は170メートル。総貯水量が170万トン、有効貯水量が120万トンで治水容量が105万トンである。洪水の吐きゲートは一門で、角落としが7枚ある。従って堤頂高からのダムの高さ
と深さは44.8メートルである。通常の水深は、それより11メートル低い33.8メートルである。

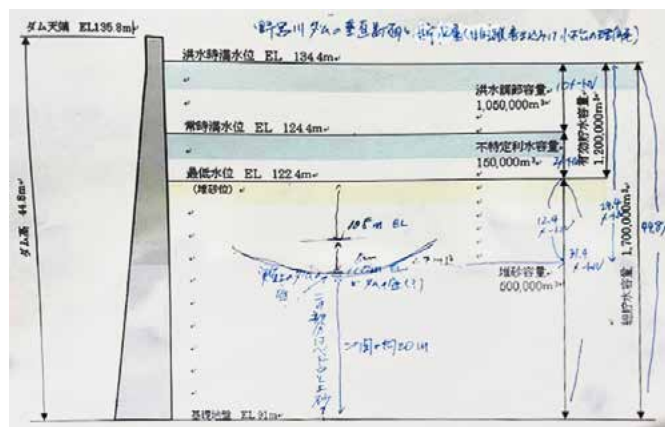


図2 野呂川ダムの貯水量に関する断面図
管理事務所作成図に小松が2023年11月1日書き込む

- ②小松からは「野呂川下流の自然環境と三津口湾カキ養殖などダムの適切な運用が貢献するという期待が住民から年々大きくなっていること、SDGsやNBS：自然再生；Nature Based Solutionの国内外の情勢からも、防災・治水と自然と地域産業との両立を図ることが重要なことから、漁協並びに地域との分かりやすい説明会の開催」をお願いした。

3. 野呂川ダムの水質：

2018年から2019年にかけて急激に水質悪化

原因は何かを追求することが重要である。これらのデータは呉市が「㈱日本総合科学」を通じて計測したものである。

野呂川ダムの水質は近年の計測値から、年々悪化している。野呂川ダムの計測水深は水深0.5メートルと1.5メートルである。これらの数字はダムの水深33.8メートルに鑑みると比較的浅い水深であるので、値が悪い数字は出てこないのが一般的であるが、野呂川では悪い値が出ている。そしてこの値は水深1.5メートルの値であるので、野呂川ダムの湖底の水深33.8メートルを計測したならば、きわめて悪化した数値が計測されよう。

このダム湖の水質は、特に水質が悪化する夏場(例えば8月20日から9月20日頃の間)に、筆者が計測している四万十川水系の津賀ダムの値を超えた悪化の可能性はある。

1) 溶存酸素量(DO)：夏は貧酸素状態

2022年の溶存酸素量(DO)は下層の下限値(夏と考える)が0.9mg/lであった。通常値が8～10.5mg/lであるので、これは10%程度の貧酸素である。2021年では、それを下回る0.5mg/l以下であると記録された。これは5%程度か、これを更に下回る。

平成28年(2016年)は最低値(夏場)は5.1mg/lであった。50～60%もあり、最近よりはかなりましであった。

2) 濁度 (FTU) /COD (化学的酸素要求量) は
上限基準の3倍

これらはJIS規格に拠ればほぼ同一の指標であると考えられる。筆者は常にJFEアドバンテックのAAQ計測器でFTUを計測している。FTUは清浄水で0.3FTUである。悪い水質汚濁でも1FTUが目安である。これとほぼ同様のCODは環境基準 (COD) 上限値は2.0CODである。すなわち2.0FTUである。

表1 野呂川ダム (水深1.5メートルの夏場) における
2018年と2019年の水質 (悪化) の比較

	2018年	2019年	2019/2018 の比率 (%)	基準値
科学的酸素 要求量COD (≒FTU)	1.6COD	15COD	940%	上限値2.0
溶存酸素 (DO)	6mg / ℓ	0.5mg / ℓ 以下	8.3%	8 ~ 10 mg / ℓ 標準値

資料：呉市「㈱日本総合科学」を通じ計測したものから著者が作成

(注1) CODとFTU (濁度) はJIS規格 (日本工業規格) でほぼ同じ値を示す。
(注2) 上記の値は最大値/最小値を計上した。これら値は通常夏場に計測される。

ところで、2022年 (令和4年) では野呂川ダムの水深1.5メートルの最大値 (夏場) は5.6CODである。これは基準値を大幅に超える。約3倍である。2015年 (平成26年) CODの最大値も1.4CODであり、これも基準地の範囲内であった。

3) 化学的酸素要求量 (COD) と溶存酸素 (DO)
急速に悪化

2019年 (令和元年) では15CODであり、2018年の1.6CODから一挙に9.4倍となった。

溶存酸素 (DO) は6mg / ℓ から0.5mg / ℓ 以下に低下した。あまりにも急激な水質の悪化である。2019年の夏前に水質悪化の要因が発生していたことになる。

たった1年間でCOD (濁度であり、化学的酸素要求量) は940%も増大 (9.4倍) し、溶存酸素はわずか8.3%に減少した。急激な水質の悪化である。

その後、水質改善の対策が取られずに2022年 (令和4) に至っている。本年も同様ではないか。

4) 水質の計測必要

以上の事から野呂川ダムの水質の調査を一定の期間を定めて実施する必要がある。この計測は三津口湾のカキ養殖の漁場の計測とともに、両者を関連付けながら実施することが極めて必要であり、重要である。

4. 山根周志・安浦組合長との意見交換

山根周志組合長には、日浦・野呂川ダム管理事務所長と会合の内容を説明した。所長は、防災、環境保護と産業の振興の並立の重要性への理解を示し、そのことが今後ますます必要との発言と漁業者並びに地域住民とのダ

ムに関する説明会と持つことに同意したので、早いうちに、連絡を取って実現されたいと述べた。

概要

国土交通省の水管理国土保全局、河川環境課、流水管理室大野良徳室長の仲介で、独立行政法人水資源機構中部支社の花田弘之副支社長のご案内により、3月18日は木曽川上流河川事務所と徳山ダム、そして、その帰途に国土交通省所管の横川ダムを訪問した。また、3月19日は長良川河口堰管理事務所を訪問し視察・説明を受けた。

1. 木曽川三川の概況

木曽川三川は、木曽川が、長野県木曽郡木祖村の鉢盛山（標高2,446メートル）を源とする。木曽川、長良川と揖斐川は木曽三川といわれる。木曽川は229キロメートルで長野県の鉢盛山を源流とし、伊勢湾にそそぐ。長良川は大日岳（岐阜県郡上市）を源流として166キロメートルである。揖斐川は福井県と岐阜県の境にある冠山を源流として121キロメートルに及ぶ。揖斐川が最も西に位置し、降水量は最も多い。

木曽川水系の流域は、長野県、岐阜県、愛知県、三重県と滋賀県にまたがり、中京地区を要する濃尾平野を中心に、人口は190万人である。人口は上流域では過疎化が進んでおり、愛知県においても横ばいである。流域の土地利用は森林と林地が80%で、水田と畑地の農地が11%、市街地が7%である。これまでは、その社会と経済活動に必要な多くの都市用水と農業用水を供給した。

また、流域内には名神高速道路、東海北陸自動車道、東名阪自動車道、第二名神自動車道、東海道新幹線、JR東海道本線などがあり国土の基幹となっている。

木曽川水系を要する地形は、上流は1,000~3,000メートルを超える山々に囲まれ、ミズナラなどの広葉落葉樹とこの地方では木曽ヒノキなどの人工林が広がり、また、アマゴとアカザの渓流魚とオオサンショウウオとモリアオガエルなどの産地渓流魚が生息する。

中流域では扇状地を流れ、瀬と淵が交互しながら流れ、砂礫河原が広がる。瀝床の背はアユなどの生息域になっている。

下流域にはワンドの湿地帯が点在し、槍タナゴなどの魚類やカワジシャなどの湿地性植物が生息し、コアジサシが生息している。下流域から河口域の河岸に広がる吉原にはオオヨシキリなどの鳥類が生息する。干潟にはヤマトシジミ、黒弁慶ガニが生息しており、シギや千鳥のわたり鳥の中継地点となっている。水質は、このような工業、農業地帯と人工の密集地を通るので、かなり悪化しているとみられる。長良川河口堰内の水質の悪化は単に堰の影響だけではなく、これらの産業活動と人工の集中をつぶさに反映していると考えられる。

2. 治水の沿革

木曽川水系では、16世紀から輪中がつくられてきた。本格的な治水は、天正14年（1586年）の木曽川大洪水による尾張の国の後輩を救うための豊臣秀吉による文禄2年（1593年）に始まった「文禄の治水」である。その後江戸時代には徳川義直が木曽川の左岸犬山市から弥富市に至る約47キロに「御囲堤」が築堤された。宝暦4年（1754年）薩摩藩のお手伝い普請によって逆川洗提などと油島の締め切り工事が行われた。これが木曾三川の分流工事の始まりである。



写真1 薩摩藩の治水工事への犠牲者を祭った治水神社
2024年3月19日

明治時代に入り、ヨハネス・デ・レーケを迎え、三川を完全に分流する「木曽川下流分流計画」を命じ20年（1887年）に策定した。明治45年（1912年）に完成した。

戦後の河川法の改正昭和39年（1964年）に木曽川水系は一級河川の指定を受けた。なお丸山ダムは昭和18年（1943年）に着工したが、太平洋戦争により工事が中断した。また横山ダムは昭和34年（1959年）に建設に着工した。この後数多くのダムが木曽川水系の特に木曽川に建設されることとなる。揖斐川は徳山ダムなどの上流ダム群の建設が決定された。



図1 木曽川水系の既設ダム木曽三川のダムの所在地
資料：独立行政法人水資源機構

現在では、木曽川に32か所、長良川に4か所そして揖斐川に8か所の合計44か所のダムが存在する。

長良川河口堰

長良川では昭和63年（1988年）に長良川河口堰の建設に着工し、平成7年（1995年）に完成している。洪水時の水位を下げるために1971~1997年にかけて、下流地区で、河道浚渫を行った。一方、1976年9月洪水により、長良川右岸堤防が決壊したので、対策が講じられた。

揖斐川では昭和47年（1972年）に徳山ダムの建設に着手した。木曽三川の河口部では昭和34年（1959年）の伊勢湾台風の甚大な被害の記憶がいまだに残る。

利水の歴史

鎌倉時代から明治時代に至るまで、利水は、農業用水と舟運であった。特に木材の輸送用であった。大正13年（1924年）にわが国最初の本格的発電用のダムである「大井ダム」ができてから木曽川を中心に発電ダムによる開発が急速に進んでいった。また、自噴水と浅井戸から上水道に変わっていった。給水区域拡大により、上水道の整備は急速に進んでいった。

戦後は名古屋臨海工業地帯と四日市コンビナートの産業の発展にみられるように都市用水の需要が増大し、地下水ではなく、表層水からの給水を増大した。また、愛知用水、濃尾用水と木曽川用水などに利用している。

河川環境の沿革

長良川河口堰の建設においては、「自然環境と河口堰との調和」を打ち出している。昭和38年に木曽三川資源調査団（K S T）が組織された。魚介類はもとより、植物、底生生物とプランクトン、水質と底質の調査などが実施された。これらのデータは木曽川大堰と長良川河口堰の開閉にも活用されている。アユの遡上も順調であるが、定量的かつ科学的報告書が作成されていない（要確認）。その後も長良川河口堰のモニタリングが実施されている。また、ワンドの保全と再生を実施している。しかし、これらのモニタリングなどの内容がどこまで実施されているのかを正確に把握することが大切である。

木曽川水系連絡導水路の建設

揖斐川、長良川と木曽川をつなぐ木曽川水系連絡導水路の整備計画がある。これは徳山ダムに確保された貯水を渇水対策容量5,300万トンのうち、4,000万トンを長良川を経由して、木曽川に導水する。これは異常時渇水対策であり、河川環境の保全のために必要な

流量の一部であるとの考えである。しかし、この水量についてもその根拠を正確に把握することが重要である。

徳山ダムからの渇水対策の容量；5,300万トンのうち、4,000万トンを木曽川に流し込む計画である。通常でも

利水容量7,800万トンのうち、4,700万トンは木曽川に流れている。これは木曽川と長良川に転水して、木曽川成戸地点での約40トン/秒を確保し河川環境の改善を行うものである（揖斐川徳山ダムと木曽川成戸付近の水質と、水量の影響の調査を評価する必要がある）。徳山ダムから一旦西平ダムに水量を移して西平ダムから長良川と木曽川に移動させることを意図している

しかし、数字の提示があるが、これらの毎秒の数字の意味するところが、木曽川、長良川と揖斐川のそれぞれの天然流水との関係での意味を科学的、定性・定量的に分析・評価する必要がある。また、導水路の目的の大きなものがアユの産卵の確保とあり、これを木曽川と長良川河口堰などを通過してと長良川に遡上し生息するアユの生態と資源量の測定と把握とを総合的に組み合わせることがきわめて重要である。

伊勢湾の水質の総量規制

伊勢湾は、瀬戸内海と東京湾と並んで、水質総量規制（COD、窒素量、リン量）の規制値が設定されている海域である。2006年2月に伊勢湾再生推進会議が2007年3月に「伊勢湾再生行動計画」を策定した。木曽川水系を通じて伊勢湾に流出する栄養塩濃度の測定と伊勢湾の水質改善のモニタリングを継続実施とされる。

しかし、具体的な規制値については本文章では何らの紹介もなされていないので、当該推進会議から承知する必要がある。

また、国土交通省は中部地方整備局は「わかりやすい水質基準の整備」とうたっており、地域住民と木曽川水系の水質改善を促進するためにBOD等の科学指標のみでなく水質基準（色、におい、川底の感触）について調査し、啓発活動を継続するとしている。しかし最も大事なことは、CODと溶存酸素ないしクロロフィル量などの基本的な水質の基準に関して、住民にその意味を分かりやすく説明することが原点である。特に長良川河口堰と徳山ダムなどの人工工作物の建設の前後の水質指標の評価についても丁寧に説明することが重要である。

1. 中部地方整備局木曽川上流河川事務所の板垣修木曽川上流河川事務所長

3月18日、小松から冒頭、先方からの問いに応じ、再訪目的を説明した。すなわち、海と水産資源を管理保護するに際してもますます、陸と森と河川について知る必要があること。阿賀野川と只見川、大河津分水嶺と陸前高田の大防潮堤と河川・沿岸との関係を見てきた。今回も徳山ダムと長良川河口堰を中心に、木曽川三川についてもご教示をいただきたいと述べた。国土交通省の水管理国土保全局長と豊口佳之河川環境課長と大野良徳流水管理室長とも意見交換をしつつ、かつ今回も訪問のお願いをした。

板垣修所長より、濃尾平野は、西が低くて東が高い。

従って木曽川の方が高い。現在でも西側の年間、0.5ミリメートルずつ沈下している。河川の氾濫と水害があるたびに、木曽三川は西に拠っていく。養老山地があるのでそこで移動は阻害されるのでそれ以上は西に動かない。輪中は濃尾平野の西南が低いので西南に排水の機場がある。水害が起こる場所は西南の方で起こる。



写真2 木曽川上流域の笠松町と鹿子島の木曽川の南北の分流と水量の不足と河川の二極化 2024年3月18日 著者

中流域に笠松町と鹿子島の間の木曽川が二つに分かれて、北流と南を流れるが、南はほぼ干上がっている。其のトンボの生息域（笠松町無動寺にあるトンボ王国）が、地下水と伏流水が低下して、水流が少なくなって年々干からびてきている。その付近は河川の河岸の二極化が進行している。これは、河川堤防の整備と河川の掘削の頻繁な実施と上流の30を超えるダムを設置による上流からの土砂と通常時の水量・水流の供給の減少によるものと推定される。

鮎とイタセンハラに関しては、愛北漁協の江口さんと長良川漁協の奥村さんが熱心に対応している。また岐阜協立大学の先生が二極化の論文をまとめている。

二極化とは、米国の例では水量が不足し、その水量が一定の狭い場所に集中してそこを大雨の場合掘り下げる現象である。そして、掘り下げられない場所には砂がたまり、植物が繁茂する現象である。これは米国のスミソニアン環境研究所（SERC）の敷地内のMuddy Creek他と全く同一の現象である。Muddy Creekはストーム水などが高速道路の水から流れ出した。木曽川の場合は、単に二極化の問題地点だけでなく上流からの水流も含めた分水嶺全体でその原因を究明する必要がある。



写真3 木曽川上流域河川管理義務所の板垣修所長（その後2024年4月1日で人事異動）と小松

木曽川の場合は、砂がたまった場所に樹木が生えたので、その樹木を伐採することによる対策を実施中であるが、それでは滞筋が深く掘れた問題は解決しない。従って、滞筋に砂と小石を埋めて、水位を上昇させる対策が必要と考える（このような対策も実施している）。

木曽川における二極化対策に関しては、自然と人工の関与に伴い鹿島平和研究所の提言と其中的のNBSが二極化対策のご参考となろうと述べた。

2. 木曽川水系連絡導水路事業

木曽川に揖斐川の徳山ダムの渇水対策容量の5,300万 m^3 のうちから4,000万 m^3 を長良川を経て木曽川に流水使用するものである。一旦、西平ダムに流下した水量を西平ダムから、水量が減少した長良川と木曽川の中流域に導水管をもって水量を流入する。長良川の流入の計画地点は岐阜市東である。この先さらに東に延ばし、犬山市の大山頭首工の北東数キロ付近で飛騨川の合流点の下流地点の木曽川に流し込む計画である。

しかし木曽川の渇水は、木曽川の上流とその支流である飛騨川には32箇所のダムがあり、ダムが利水と治水のために水量を吸い上げ、水流を遅くし、水質を悪化している要因を包括的かつ個別総合的に調査し、分析する必要がある、揖斐川水系の徳山ダムと西平ダムから揖斐川の水量を運ばよとの考えで一部水量の問題は解決するが、揖斐川水系と長良川と木曽川水系の水量と水質の差と生態系への影響も考慮する必要がある。



図2 木曽川水系連絡導水路事業 資料：岐阜県土木部

3. 徳山ダム

当日は花田弘幸独立行政法人水資源機構中部支社副支社長、有馬慎一郎徳山ダム所長のご案内で徳山ダムの解説を聞き、その後に、堤体の内部の地下126メートルまで降下し、ご案内をいただいた。

更に30メートル下までの通路があったが、下を見て降下を放棄した。

徳山ダムは岐阜県揖斐郡揖斐川町にあり、木曽川水系の揖斐川にあるロックフィルダムとして特徴づけられるが、その下流の横山ダムの付近の岩石・砕石等の資材を



写真4 有馬信一郎所長と
2024年3月18日

写真5 花田弘幸副社長と
ともに 2024年3月18日

利活用でダムを建設する方がコンクリートを建設資材とするよりも経済的に安上がりになり建設できるからである。



写真6 堤体内126メートル地点から
下を望む 2024年3月18日

写真7 現在地の表示
2024年3月18日

徳山ダムの堤体面堰は1,370万トン。貯水量は6億6,000万 m^3 で日本第一位である。浜名湖の2倍の貯水量である。湛水面積は13平方キロで諏訪湖と同じである。ラジアルゲートが4門、オリフィスラジアルゲートが2門、堤高が161メートル（標高が400メートル）で堤頂長が427メートルある。本体着工が2000年で完成が2008年である。

徳山ダムはその実施計画が1971年に作成されてから、466世帯の移転完了が1989年と18年を要している。その間には反対運動も村内と地域外で根強くあった。ダムの総工費は800億円で、補償金や他の整備費などを合わせて総計3,500億円を要している。移転に関する補償金は主として国土交通省から交付金として60%が提供され、残りは、水資源機構が融資などで調達し、その後、ダムの運用の開始で、これを返済する方式を採用している。

総貯水量の6億6,000万 m^3 のうち、洪水調整容量が1億2,300万 m^3 あり、残りが2億5,740万 m^3 である。これらが電力用などに使われる。電力量は1,140万 m^3 と特定されているが、いつでもどの目的でも、いったんは発電用の発電所を通過してから、他の用途に振り向けられる。発電は、中部電力が担っており、水資源機構は水量を供給する役割までとなっており、明確な分野の区分が確立されている。中部電力の発電に対する利権が強いことを物語っている。

ダム管理事務所の業務は、ダムの保守点検が主体ではあるが、最近では水質、生態系、魚類と近隣の鳥類の生息などに力点を置くことが大変重要になっている。ダム湖では、魚類が生息し(どのような魚かは承知していなかった。)、ダム湖の近辺では、現在は採捕禁止にしている。

また、水質についても定期的に測定はしているが、全て外部に委託して実施しており、これについては、小松からは、自前で実施しないと計測値の意味するところが理解できなくなるので、是非ご自身で計測することをお勧めすると述べた。



写真8 ロックフィルの堤体と
ダム湖 2024年3月18日

写真9 ラジアルゲートが4門
2024年1月30日

職員 全体で15名で、土木の専門家が、半分で、残りが、事務職と電気・機械である。土木の専門家が、最近の環境に対する業務のニーズに対して、独自に勉強を重ねて対応している。環境への対応を無くしては、今後は、やっていけない。

魚道未設置 徳山ダムには魚道は設置されていなかった。これは奥只見水系の奥只見ダムと田子倉ダムなど約150メートルの巨大な堤高を有する日本のダムでは一般的である。環境と生態系に対する配慮が今後は必要となろう。

横山ダム



写真10 横山ダム湖
2024年3月19日



写真11 横山ダムの解説図
2024年3月19日

横山ダムは1951年に調査が開始され、1964年に完成した。横山ダムは徳山ダムの10キロ下流に位置する。横山ダムは国土交通省の直轄のダムである。発電と利水などでは徳山ダムからの放水を、こちらで受け止めて再度利用するなどの連携をしている。同ダムでは湖内に蓄積した土砂を掘削して、ダムの機能の回復を図った。

長良川河口堰

長良川河口堰は堤頂長が661メートルで、堰高が8.2メートルである。建設費は漁協に対する補償が約20%でありそれと、かつ、農業影響補償費を含めて約1500億円で、水資源機構が事業者であり、管理者である。着工は1968年で竣工は1994年である。堰の運用の開始は1995年5月からである。所在地は桑名市長島町である。1988年3月に堰本体に着工した。この堰から1998

年に知多半島への送水を開始した。

長良川河口堰管理事務所での説明

荒川敏之長良川河口堰所長、犬童真二副所長から長良川河口堰についての説明を受ける。

① 河口堰を浚渫することにより、それまでは河口から14～18キロメートルにある河床から突き出ているマウンドで止まっていた塩水が、さらに河口から上流の30キロメートルまで達する可能性があったが、これを堰でせき止めることにより、その可能性がなくなった。また、全体的に保水から貯水量が増加したため治水効果も増大したと報告されている（平成26年8月出水時で1.6メートル低下した）。

また、水質、底質や生態系などについても調査を実施している。河口堰から伊勢大橋の間には2基の観測ゲートが設置され継続した水質、水温などのデータが蓄積されている。これら外部科学者も含めた科学分析と評価が期待される。また、堰の開放について、伊勢湾の17養殖業者からは近隣の長島ではあまり多量の淡水を流して欲しくないとの意見がある。一方で、遠隔地の桑名の養殖業者は多く流して欲しいとの要望があり、これについても科学的分析評価が必要である。



写真12 木長良川河口堰管理事務所の荒川敏之所長と
2024年3月18日



写真13と14 右岸から見た長良川河口堰
2024年3月19日 著者撮影

② 元来は工業用水としての利水用の堰であったが、30年も紆余曲折している間に、そのニーズが無くなり、洪水防止に目的を変更して工事が進められた。そして現在では、飲料水の需要が過半数を占めている。長良川の水質、生態系と漁業と環境に対する懸念が表明された。多くの者が反対運動を展開し、環境か開発かの問題を越えて、だれが当事者足りうるかの問題が論争

となったとされる。一方で反対派は、反対に固執するあまり、科学的根拠とそれを提供する科学調査の必要性を重視しなかった。といわれる。

③ 魚道 アユ、サツキマスとウナギなどの遡上量などのデータは存在しない。中流域の漁協で持っているものはあるが下流域と長良川河口堰では持っていない。米国では、ワシントン州のコロンビア川などでサケの遡上と資源評価の科学的評価文章があるが、そのようなものが存在しない。これは長良川河口堰だけでなく、日本全体の問題と欠点である。遡上の尾数についても4本ある魚道のうち1本しかカウントしていない。右岸側のせせらぎ魚道もカウントしていない問題がある。小松より、今からでも遅くないのでぜひカウントを開始してほしい。呼び水のある魚道では、魚道入り口を釣り人対策で囲っている。魚道の流速は呼び水の200センチ/秒で、通常の魚道で50センチ/秒である。

④ ロック式の調整ゲート：オーバフローとアンダーフロー

通常時に魚が移動できるように、第1から第3のゲートに設置されている。これは、上方に設置された、室内での操作によって、オーバフローとアンダーフローの操作を行う。のフローの機器の水深は下から50セ



写真15 呼び水魚道
2024年3月19日

写真16 せせらぎ魚道
2024年3月19日

ンチで、それが設置された水深は6メートル程度である。ここから、伊勢大橋までは1キロはない。このフローの効果についても科学的な分析・評価が必要である。実際にどのようなデータが収集されているのか確認が必要である。

⑤ 共同調査の実施

長良川河口堰の水質・流向流速などの指標について、堰湖のうち伊勢大橋の下流と堰の下流（一定の区間を除く）と揖斐川で、7月下旬に水資源機構の長良川河口堰管理事務所と一般社団法人生態系総合研究所で共同調査を実施することとした。

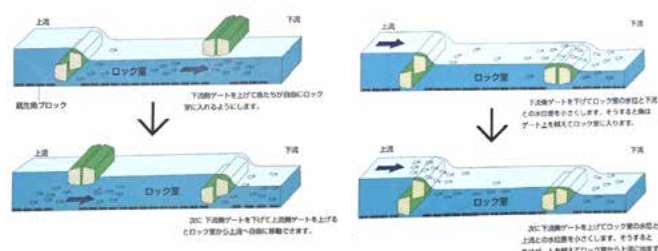


写真17と18 水門のオーバフローとアンダーフローの図
2024年3月19日

将来への提言

総論

2023年度の報告は近年に比べても更に充実した。四万十川調査と大船渡湾調査も2023年で第3年目を迎えた。3年間のデータの蓄積は科学的に意味合いが大きい。広田湾・気仙川調査は2015年から開始して、2024年度は第10年目である。2022年度からは東京湾調査も開始し、2023年度は本格的に調査し、東京湾の汚染状況を指摘した。2023年度はホワイトハウス環境クオリティー委員会(CEQ)、メリーランド州政府との会合並びにチェサピーク湾のNBSの視察を充実して行い、益々、調査と活動内容が深まり、広がり、具体化した。

今後の調査活動とその実践については、更に深めたい。相互に関連付けながら、各地域において以下のように進めたい。特に日本でのNBSの理解の促進と、モデルケースの導入・実施について推進していきたい。

また、海外の研究機関と大学など学術機関との協力と連携を進め、国内にNBSを研究し実践する機関の設立認可実現に向けて行動する。また、長良川河口堰で、独立行政法人水資源機構西部支社の協力を得て、水質・環境調査を実施する予定である。

1. 四万十川調査

1) 春夏秋冬の調査を継続して実施する。

- ①防災中心の目的の河川の護岸と直流化の工事の水質と環境への影響。
- ②四万十川下流域の国営農場、中筋川や後川を含む農業排水、中流での生姜農業の殺菌剤や稲作の代掻きなどの水質への影響。
- ③南西中核工業団地からの工場排水、後川水系の都市下水の排出の影響。
- ④津賀ダムや佐賀堰と奈良川の堰の及ぼす水質と環境影響。
- ⑤梶原町と黒尊川などの森林伐採の影響。

2) 上記の①から⑤への対応は、地道に科学データ、人文科学的データ（聞き取りと文献データ）の取得と視察・現地調査を繰り返し、継続することにより、データの蓄積を図り、分析する。

3) 上記④に関しては、科学情報の継続的集積を果たす国内・海外のダム撤去の例を調査する。米国のダム撤去例；ワシントン州ElwhaダムやグランドキャニオンにあるGlen Canyon ダムなどを視察する。ダムは、第1次生産力の減少、生物多様性の喪失、固有種の減少、

ダム構造の脆弱化、安全性の減退、堆積物の蓄積とダム維持コストの増大を検討する。米国で1990年から2015年で堰を主体に900のダムが撤去された。荒瀬ダムに加えて我が国の小規模ダム（堰）の撤去例を視察・調査する。また、空撮映像などを活用して森林の伐採とその影響を分析する。

2. 大船渡湾と広田湾

1) 大船渡湾

2021~2023年の調査の結果、大船渡湾では冬場を含めて水質・環境は悪化している。夏のデータの結果はいつでも悪く、悪化している。対応としては大船渡湾への浄化センターと太平洋セメントと水産加工場などからの汚染物質の流入を削減すること、湾口防波堤の流れを円滑にする防波堤の構造に、開口部を拡大する改良を加えることである。現状では大船渡湾の健康は害される一方である。

2) 広田湾・古川沼

陸・海洋と湿地帯の生態系研究と湿地帯の改善のため、スミソニアン環境研究所・アンダーウッド社との日米連携を強化し、2023年度には具体的な湿地帯造成の対策の第1歩とすることを目的としたが、現市長がNBSを理解せずに、計画はあるが、その導入が進んでいない。

古川沼への流入河川のストリーム回復と古川沼の再生

現在の古川沼の水質環境は悪く、年々悪化している。NBSの導入以外に水質と環境の改善策はない。

古川沼の流入河川と生きた海岸・砂浜（Living ShorelineとRegenerative Stream Conveyance）計画

小泉川、川原川上流はRSCを実施する。浜田川は、古川沼に連結し水を流せば古川沼に水流を生じる可能性あり。

古川沼岸のビーチ造成、古川沼干潟での木製遊歩道設置、高田松原津波復興祈念公園下の水路、リップラップを掘削し平らにならしてゆるいスロープを造成。沼辺で最大限に植生回復を念頭に計画を立案する。

この事業は、当初の建設事業費は大きくないが、自然活用の水辺再生で、自然の機能が適切に作用しているかをモニターし、必要に応じて修正・改良する必要がある。これらの観点からは、堤防建設と異なり、一度の建設投資ではなく、永続的なモニターや助言・改善を必要とする事業である。

木製の遊歩道・散策路建設や海水浴場の設計と維持管理は自然活用の再生事業で公共事業に対するイメージ・チェンジが起きる。

また、高田松原の砂浜海岸には、砂の流出が起きず、むしろ砂浜が造成される。自然活用により砂浜の再生を目指す。

小友浦の2つのオプション

オプション1は、Stream restoration。広い浅瀬を作り、農地から流出する肥料などを含む水を通過させ、浄化水を流す。防波堤前面の盛り土・残土処理の場に、真の湿地帯と干潟再生を目指す。

オプション2は、埋立地のすべての土を除去し、もともとあった湿地帯と干潟を再造成すること。このオプションはますます遠ざかったとみられる。

広田湾の水質汚染源

広田湾の汚染源である理研食品と(株)かわむらに対して、汚染物質の排出の総量規制を導入すべきである。また、ニッスイ子会社によるサケ養殖は、広田湾の水質環境にとってはよいことは全くない。環境の悪化要因である。現在から排出規制措置を厳しく、かつ、適切に講ずるべきである。また、ニッスイではなく、第三者による水質と環境のモニターの実施が、早急に必要である。

3. スミソニアン環境研究所(SERC)他とコロンビア大学との連携

1) スミソニアン環境研究所他との連携の継続

2017年度スミソニアン環境研究所のハインズ博士を招待し、陸前高田市の被災地を視察後適切な助言（環境影響評価の実施の重要性）をいただくとともに、水産資源管理と自然活用の水辺再生に関する国際シンポジウムを陸前高田市で開催した。

2019年9月にはスミソニアン環境研究所のデニス・ウィグハム博士が来日、古川沼の人工的なコンクリートや材質で固めた環境を、米国や世界が採用している自然の復元力を活用した湿地帯の造成（Nature Based Solution；NBS）を採用したい意向を示した。それが2020年2月17日から19日スミソニアン環境研究所とアンダーウッド&アソシエイツ社の古川沼の再訪につながり、実際にNBS自然活用土木の事業を米メリーランド州で実施している経験をもとに古川沼の予備・視察調査を実施した。

2022年5月31日から6月9日には3度目の来日を果たし、古川沼、気仙川と川原川ならびに小友浦の湿地帯と分水嶺を視察し、ドローン高次元撮影による3Dと4Dの立体地勢・地図のデータを取りながら具体的なプロジェクトの実施計画の骨子を作成した。

現在は陸前高田市長の理解不足により、本計画の実施

が止まった状態である。上記のアイデアは四万十川、東京湾と他の地域（神奈川県横浜市など）にも適用すべきものであり、速やかにスミソニアン環境研究所やコロンビア大学Scapeオフィスをこれらの候補地にも招聘する。

2) 日米海洋河川科学・技術研究所の設置の構想

スミソニアン環境研究所の日本出張所またはコロンビア大学ScapeのNBSオフィスが建設できないか。そこでは、スミソニアン環境研究所（SERC）が従来から研究しているNBSによる干潟・湿地帯や河川の再生や窒素排出量のコントロールによる水質の改善と生態系・生物多様性の研究を日本の地で実施する。日米協力して生物相・海洋構造などを研究する。また、スミソニアン環境研究所ないしコロンビア大学Scapeオフィスからポストドクを日本に派遣する。そのために必要なプロトコールを作成し、どれくらいの期間派遣するかなどを検討する。SERC科学者；魚類学、海洋生態系・生物多様性や湿地帯やランドスケープと審美・美術などの専門家を受け入れる。2024年度末には四万十川でNBSに関する国際NBSシンポジウムを開催する予定である。

これらを起点に日米協力、ランドスケープ、審美と防災管理、日米海洋科学・技術協力、若手研究者の交流を図る。また日本の学生や若者を市民・若手科学者として当該研究所で教育トレーニングを実施する。

あとかき

一般社団生態系総合研究所も2015年5月13日に設立し事業を開始以来、9年間の調査・事業を終了した。2024年度（2024年4月~2025年3月）からは10周年を迎える。何か、記念の事業を企画したいと考え、四万十川での国際NBSシンポジウムを開催できればそれを記念事業としたいと考える。

2020年度まで6年間は広田湾と気仙川の基本調査に専念してきた。駿河湾と富士川、北上川と万石浦と桃浦も対象にした。

2021年度からは調査の対象を拡大した。最後の清流といわれる四万十川の調査を現地の人たちの要請に基づいて実施し、大船渡湾と盛川も調査の対象とした。

また、2022年度と2023年度は東京のNPOの要請から東京湾の生態系と環境の調査も開始した。2023年4月から5月には、米ホワイトハウス環境クオリティー委員会（CEQ）、メリーランド州政府とスミソニアン環境研究所（SERC）他を訪問し、NBSの現場を多数視察しました。2023年8月には四万十川シンポジウムを四万十市と四万十町で開催し、四万十市長らの参画を得て、「四万十川決意表明」を採択し、将来の四万十川清流への復活へ決意を新たにしました。また、球磨川水系、阿賀野川と奥只見水系並びに揖斐・長良川水系のダムや堰の現状を視察し、その現状と問題点などを紹介した。

四万十川の清流を復活させる

1983年に「NHK特集 土佐・四万十川~清流と魚と人~」で「最後の清流」として放送され、四万十川は一躍脚光を浴びた。しかし、現在では、河川的环境悪化に関して住民が総じて懸念し、改善のための対策をとる必要を強く意識している。土砂の流出、水量の極端な不足、水質の悪化と漁業資源の大幅な減少とトンボなど水生昆虫の激減など目に余る現状であることが住民の多くからも認識されている。

四万十川は豊かな自然の恵みを提供した半面、河川が氾濫し、旧中村市などが何度も水害に見舞われた。このために河岸工事やダムの建設が盛んに行われた。また、農業と都市化・工業化が原因で汚染も進んだ。人間のその場の都合を優先した結果が、自然が人間に恵みを遮断し、提供をやめてしまい、かつ住みづらくして自然が回復をしていると思える。

四万十川の再生は、科学的情報と根拠に基づく四万十川の科学的評価が最も重要である。そして自然への敬意と愛情が必要である。2025年3月には四万十地区で国際NBSシンポジウムを開催する予定である。

大船渡湾と広田湾

大船渡湾の調査を2021年度から開始した。大船渡湾には湾口防波堤と各種工場と都市下水処理場があり、塩素系化合物で処理後の排水が流れ出る大船渡湾の海洋環境・養殖への影響も調べたが、大船渡浄化センター、水産加工場と太平洋セメントからの排水で水質が悪化している。湾口防波堤は、大船渡湾の水流と汚染物質の停滞の原因である。早急に規制の強化と堤防の改良が急がれる。また、広田湾では塩性湿地の古川沼の相当部分を埋め立てて、2キロの巨大防潮堤を造成した。古川沼は石張り（Riprap）で生物が住みにくく、水流が停滞し、都市下水が不十分処理後に流入し環境劣化が進行中である。また、広田湾内湾の水産加工場と海藻養殖場が汚染の源である。ニッスイ子会社のサケの養殖も湾の水質の悪化の要因である。

東京湾調査

東京湾の内湾域での調査も開始した。葛西臨海公園とお台場などの海洋水質・環境調査では本当に汚染が進んでいる。NBSの導入が真剣にかつ具体的に導入されるべきと考える。

海外研究機関と大学との連携活動

4月から5月には米ホワイトハウス環境クオリティー委員会(CEQ)とメリーランド州政府を訪問し、かつ、チェサピーク湾沿いのNBSの現場を多数視察した。また、メリーランド州政府のスーザン・リー州務長官と山口壮・元環境大臣並びに鶴保庸介元国務大臣との間でNBSに関する協力合意を締結した。これを受けて今後日米間のNBSの技術協力と人的交流が進むことを期待している。

このほか、国内の視察も国土交通省の支援を得て、日本ではまだ珍しい流水型ダム熊本阿蘇水系の立野ダムに加えて、奥只見ダム、田子倉ダムと徳山ダム日本の大型ダムや長良川河口堰を視察してきた。

ダムについても環境保護と自然生態系との調和の観点から今後ますます必要で、その観点から、本研究所では一層指摘していく所存である。

この報告書には見られない情報がたくさんある。当該報告書を是非ご覧いただき参考にして頂ければ幸いである。

謝辞

この報告書を作成し、出版するに際しては、国内と国外の数多くの方々と政府関係者と科学者ならびに民間活動者に多大のご協力をいただきました。ここにお名前は列記できませんが、私の有能なアシスタントとして、本書の構成と校正に尽力をして頂いた、阿佐谷（山本）仁氏と中村智子氏に加えて西脇茂利氏に心からの謝意を表します。また、四万十川調査では種々のアレンジをご提供いただいた高知銀行の田村忍常務、山崎大正支店長、百田窪川支店長、青木中村支店長他の皆様に感謝の意を表します。岩手県でのアレンジ伊藤光男氏にも御礼を申し上げます。

何とぞ今後ともご指導ご鞭撻のほどよろしくお願い申し上げます。敬具



＜小松正之：プロフィール＞

一般社団法人生態系総合研究所 代表理事、2021～23年 日本経済調査協議会「第3次水産業改革委員会」委員長・主査。2019～21年 一般財団法人鹿島平和研究所「北太平洋海洋生態系研究会」主査。2022～23年「食、生態系と土地利用研究会」主査。2024～25年 一般財団法人鹿島平和研究所「天然循環水とNBS研究会」主査及び「スウェーデン・日本気候変動研究会」主査。公益財団法人アジア成長研究所客員教授。2023年7月から「新・海洋生態系捕鯨検討委員会」委員長。1953年岩手県生まれ。1977年水産庁に入省。1984年米イェール大経営学大学院卒・経営学修士（MBA）取得。1991～2004年の国際捕鯨委員会日本代表代理、みなみまぐろ保存委員会代表団長、ワシントン条約や国連食糧農業機関（FAO）など国際会議に出席。国際海洋法裁判の日本代表団員、2002年FAO水産委員会議長、インド洋まぐろ類委員会議長などを務める。2004年農学博士号取得（東京大学）。2005年ニューズウィーク誌の「世界が尊敬する日本人」に選ばれる。2007年水産庁を退官。2008～11年内閣府規制改革会議専門委員。2008～12年政策研究大学院大学教授。2010～2016年新潟県参与。2015～2020年東京財団政策研究所主席研究員。2017～19年日本経済調査協議会「第2次水産業改革委員会」主査。2021～22年「第3次水産業改革委員会」委員長・主査。主な著書に『国際マグロ裁判』『日本人とクジラ』『これから食えなくなる魚』『劣勢を逆転する交渉力』『なぜ日本にリーダーがいなくなったのか？』『国際裁判で敗訴！日本の捕鯨外交』『地球環境陸・海の生態系と人の将来』『大震災後の海洋生態系―陸前高田を中心にして』（2022年7月）、「海洋生態系再生への提言―持続可能な漁業を確立するために―」（2023年1月）など。一般社団法人生態系総合研究所「自然活用の水辺再生プロジェクト報告」2015年から2023年度まで毎年年次報告書として出版（2023年度は2024年5月出版予定）。「四万十川の将来」（雄山閣）を2024年10月に出版予定。著書は約60冊（日・英・仏・西・中・露語）。

自然活用の水辺再生 プロジェクト 2023年度報告書 ①

四万十川・大船渡湾・広田湾・
東京湾とダム

2024年5月31日発行

発行所 一般社団法人生態系総合研究所

著 者 一般社団法人生態系総合研究所

代表理事 小松正之

木長良川河口堰管理事務所



大船渡湾



古川沼



大船渡湾 湾口防波堤

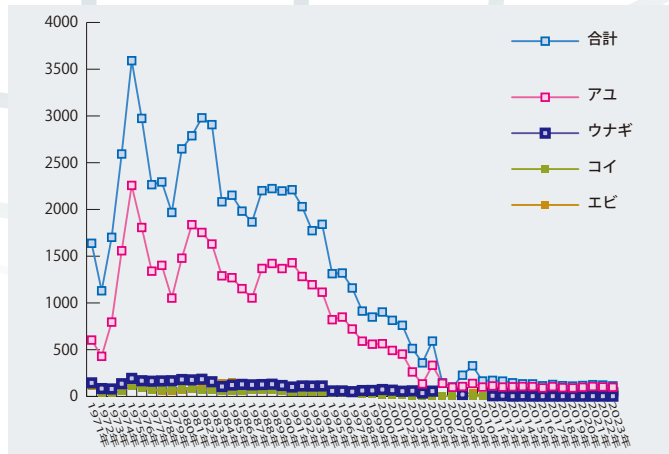


砂町水再生センターの排水口



広田湾に流れ込む排水

津賀ダム



高知県河川漁業生産量の推移