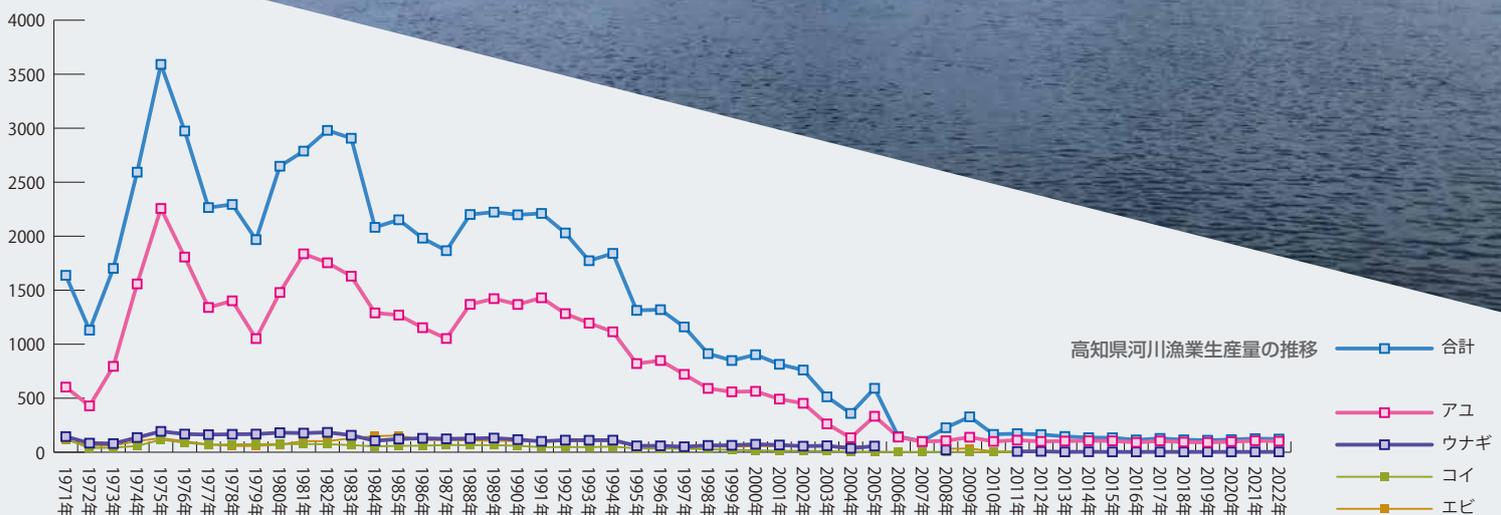
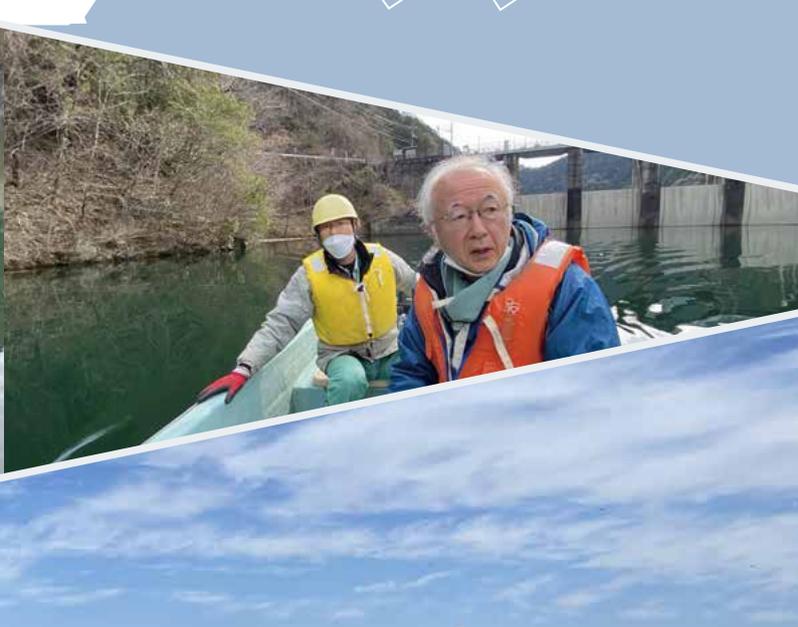


自然活用の水辺再生プロジェクト 2022年度報告書

四万十川 大船渡湾・広田湾 東京湾
チェサピーク湾とダム



自然活用の水辺再生 プロジェクト 2022年度報告書

四万十川 大船渡湾・広田湾 東京湾
チェサピーク湾とダム

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

調査活動の支援

一般社団法人生態系総合研究所は2015年から“気仙川・広田湾プロジェクト”「森川海と人」として発足しました。当初は5か年の予定でしたが、2023年度で既に9年を経過し、2024年度の10年目に突入すると確信します。

住田町の民間企業の支援により2015年度に開始され、2016年と2017年には公益財団法人日本財団の支援を得ました。そして2018～2020年は陸前高田市から、2022年度は豪外務貿易省AJF（豪日交流基金）、大船渡市、四万十川漁業協同組合連合会、一般財団法人鹿島平和研究所と鹿島建設株式会社及びNPO法人TEOS東都中小オーナー協会などからの支援を得ました。

四万十川と東京湾へ

これまで広田湾・気仙川流域の基本的なデータの収集と、地域住民の啓蒙と普及に貢献してきましたが、2021年度からは大船渡湾と盛川を追加しました。

さらに2021年度に最後の清流と言われる「四万十川」を調査の対象としました。196キロメートルに及ぶ蛇行に蛇行を繰り返す大河は最後の清流と言われていますが、汚染がじわじわと進行しています。その原因を作っているのは一人ひとりの私たちです。

2022年11月からは、東京に本部を置き環境問題の取組に力点を置くNPO法人TEOSの支援により東京湾の調査と再生事業に取り組み始めました。

米スミソニアン環境研究所の協力

2017年度には、スミソニアン環境研究所のハインズ博士を招待し、国際シンポジウムを陸前高田市、大船渡市と住田町そして東京で開催しました。

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に、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ました。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、予備・視察調査を実施しました。

2022年5月30日から6月8日には、スミソニアン環境研究所とアンダーウッド社一行が、3度目の来日を果たしました。精力的に国土交通省、農林水産省、環境省と意見交換を行い、岩手県そして大船渡市と大震災で被害を受けた現場を視察しました。そしてNBSの具体的なプロジェクトの実実施計画骨子を作成しました。

2022年11月から12月には代表理事小松正之が、スミソニアン環境研究所とアンダーウッド社の要請に応え、チェサピーク湾周辺の16か所に及ぶ水辺再生のNBSプロジェクトを視察してきました。「百聞は一見に如かず」です。これが2023年4～5月の米ホワイトハウス・環境クオリティー委員会（CEQ）への訪問につながります。

科学情報は財産；日本と外国の情報

私たちは科学的情報が重要と考えます。

私たちの一般社団法人生態系総合研究所の調査活動では、本格的な計測による科学データ（深度別、地点別、季節別）、成長・生育の観察データ（写真と漁業者・住民からの直接の聞き取りデータ）というこれまで取ったことのない比較分析が初めて加わりました。

2021年度からは四万十川で継続した現場でのデータを収集し、評価して年次報告書として公表しています。東京湾でも新たな調査を開始し、東京都、環境省と国土交通省とは違った着目点からの調査を実施しています。更に国内では日本初の本格的な撤去例となった熊本県荒瀬ダムや、今後完成すれば日本最大の流水型のダムとなる川辺川ダムも取り上げました。さらには、NBSに関してスウェーデンや米政府とFAOなど国際機関の取組みも紹介しました。これらの科学と諸外国の情報が、本書を手にとっていただける読者を通じて、日本と世界の環境、生態系の保護と改善に役立ち、そして素晴らしく美しく、価値の高い地球、日本国土と自然の恩恵を現在の私たちが享受し将来世代に伝達することに貢献することを強く願っています。

この報告書のすべての内容と記述の責任は、著者である小松正之にあります。

目次

はじめに	2
調査の目的と概要	5
四万十川調査	8
2022年7月3日 四万十川の河川環境調査 四万十川・窪川地区	9
2022年7月4～5日 四万十川の河川環境調査 四万十川下流域と西土佐地区調査	12
2022年11月14日・16日 四万十川中流域調査 津賀ダムと窪川地区	17
2022年11月14日・16日 四万十川下流域調査	21
2022年2月28日 四万十川下流域と2月27日窪川地区調査	27
2023年2月27日から3月1日 四万十川の環境調査 津賀ダムと梶原川調査並びに高知県・四国電力の会合記録	33
大船渡湾・広田湾調査	38
2022年7月11日 大船渡湾の海洋環境調査	39
2022年7月10日と12日の広田湾海洋環境調査	42
2022年10月28日 大船渡湾の海洋環境調査	45
2022年10月28日午後広田湾両替地区と29日午前 広田湾全域の海洋環境調査と古川沼の水質調査	49
2023年2月12日古川沼・気仙川、13日の両替地区並びに2月14日広田湾の海洋環境調査	54
2023年2月13日 大船渡湾の海洋環境調査	59
東京湾調査	63
2022年11月5日 海の森公園と令和島調査	64
2023年3月23日 東京内湾の海洋環境調査	67
国内ダム調査	
2023年3月17日 荒瀬ダム撤去地、瀬戸石ダムと川辺ダム建設予定地	72
海外訪問団と海外事情調査	76
スミソニアン環境研究所一行の訪問記録 2022年5月31日～6月8日	77
豪タスマニア大学ジェフ・ロス博士訪日時面談記録 2022年7月24日～31日	87
2022年11月30日 スミソニアン環境研究所（SERC）でのNBS進捗	94
2022年12月1日 メリーランド州政府（水産資源管理を除く）	98
2022年12月1日 メリーランド州政府の漁業資源管理 ロック・フィッシュ（Striped Bass）とITQとブルークラブ（ワタリガニ）	101
2022年11月30日 Muddy Creek、Howard Brachの現場視察	104
2022年12月1日 Belvoir Farm Pondの現場視察	106

2022年12月1日	Cattail CreekとKyle Pointの現場視察	107
2022年12月2日	Cecil/Jabezの現場視察	109
2022年12月2日	Najoles, Severn Chapel FarmとCity of Havre de Graceの現場視察	110
2022年12月3日	Assateague Island, Bishopville and Lizard Hillの現場視察	113
2022年12月4日	Tizzard Island、Windy HillとSt. Paul's Kent Episcopal Churchの現場視察	116
2022年12月6日	Linnean Park and Broad Branch DCの現場視察	119
米政府との会合		
2022年12月5日	米国環境庁（EPA）との会合	120
2022年12月6日	米国海洋大気庁（NOAA）キャッチシェアの現状と進捗	123
2022年12月6日	米国海洋大気庁（NOAA）洋上風力発電の現状と将来展望	125
2022年12月6日	米国海洋大気庁（NOAA）養殖業	127
米業界との会合		
2022年12月5日	David Sikorski, Coastal Conservation Association	130
2022年12月9日	カキ養殖業ジョニー・シャクリーとの会合	133
ノルウェー・スウェーデンでの会合		
2022年9月23日	FHF ノルウェー・シーフード基金	136
2022年9月23日	ノルウェー貿易漁業省との最新漁業と養殖業に関する意見交換	138
2022年9月27日	スウェーデンのParisa Liljestrang Vallentuna市長他訪問	141
2022年9月27日	ストックホルムの都市再生地区訪問 Hammerby Sjostad再開発の環境に配慮した住宅地	143
FAOとの会合		
2022年9月29日	FAO Manuel Barange 漁業・養殖業部長	146
2022年9月29日	FAO 漁業・養殖業局との会合	147
2022年9月29日	FAO 植物部との意見交換	149
2022年9月29日	FAO 法務局Blaise Kuemlangan 法務官との BBNJと中西部太平洋漁業管理に関する意見交換	150
2022年9月29日	FAO 動物生産・衛生部	152
2022年9月30日	FAO 林業局との分水嶺の管理に関する協議	153
2022年9月30日	FAO Mr. Lifeng Li 土地・水資源部長と Dr. Aniami Alfarra 水資源専門官との協議	154
	将来への提言	156
	あとがき	158

調査の目的と概要

1. 総論

一般社団法人生態系総合研究所（代表理事 小松正之）が自然活用型の水辺再生プロジェクトとして、四万十川、大船渡湾・広田湾ならびに接続する河川と東京湾の内湾で、本プロジェクトの実施に必要な基本データの収集、分析並びに助言を行った。併せて、国内では荒瀬ダム撤去と川辺川ダム建設についての報告書、また、5～6月に米国のNBS紹介と具体的NBS提案作成のため来日したスミソニアン環境研究所一行の訪問の成果と小松代表理事が2022年11～12月米国訪問で得たNBS事例を紹介した。

2. 主たる調査地域の概要

- 1) 四万十川は1980年代に日本に残る最後の清流として一躍脚光を浴びた。そして多くの観光客が押し寄せたが、それに受け入れ体制が及ばなかった。また、長年の防災工事、工業開発、農業振興と都市化の進展で四万十川の水質、水流と生態系が悪化した。そのために、アユとウナギ他の魚類の生産量はピーク時の3%に凋落した。広田湾と大船渡湾のサケ、ウニとアワビなど漁業生産量の減少も著しい。
広田湾、気仙川流域、古川沼と大船渡湾と盛川も次第に水質は悪化している。
- 2) 陸前高田市の高田平野、高田松原と古川沼は、東日本大震災後の防災を主目的とした堤防工事、嵩上げ事業や高台造成事業により、自然生態系への影響が懸念される。さらには、海産物の生産量減少や品質低下及び病気などがみられる。
2つの水産加工場と海藻養殖場の排水が広田湾奥に排出され、水質の悪化の一因となっている。
- 3) 大船渡湾では大津波により2011年3月11日に崩壊した湾口防波堤が、2017年3月19日に再建設された。これによって、大船渡湾の海洋環境も外洋とはほぼ一線を画した状況となった。大船渡湾は、湾奥での経済・社会活動の結果、排出物があり、水質の汚染がみられる。半閉鎖海としての大船渡湾を広田湾との比較対象によって分析評価する。また、気仙川と盛川とはその分水嶺の面積が4対1程度であるが、それぞれがサケの回帰のための河川である。広田湾では河川とカキ養殖業との関係についても分析と評価を試みる。
- 4) 東京湾は我が国の半閉鎖海で、首都圏を抱えて最も人口が密集した地域である。江戸時代は、江戸の庶民に水産物を提供し江戸前の3大食文化を育んだ。それが1960年代の高度経済成長期に埋め立てと護岸のハードニング（コンクリート化）が進行して、周辺の都市

下水などの流入で汚染・水質の悪化と生物多様性の喪失が進行した。現在は海岸・砂浜を求める動きも芽生えている。

3. 調査項目（全体）

水温、塩分濃度、クロロフィル量、濁度（FTU）、溶存酸素量（DO）と流向と流速を主として計測する。また、計測値と近辺のカキ養殖とアオサノリ（四万十川下流）との関係を把握する。

4. 調査結果の概要

(1) 四万十川流域

1) 目的

第2年目の本調査の目的は、2年間の蓄積による河川環境の悪化状態を科学的指標を客観的に表示し環境悪化の原因を解明/推定することである。また、これらの結果について行政、研究者と一般市民に情報提供しわかりやすく解説することである。

四万十川の河川環境は、これまでの調査から：

- ① 防災を目的とした河川の護岸と直流化の工事による自然の回復力の低下が濁度（FTU）など数値に表れている。
- 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生姜根茎腐敗病に対する殺菌剤や稲作の代掻きなど農業排水の流入による下流域の水質とアオサノリ養殖不作への影響がみられる。
- ③ 四万十市の中筋川の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による濁度（FTU）と溶存酸素量（DO）など環境悪化があげられる。
- ④ 津賀ダムや佐賀堰の水量、水流への一部遮断と取水そして停滞が四万十川水系に及ぼす流速の低下、貧酸素と濁度（FTU）の増加など環境への影響がみられる。

2) 結果の概要

- ① 濁度（FTU）に関しては、長期間の渇水と台風時の洪水による土砂の流出が上記の人工的な原因に加わり、河川水質は悪化しているとみられる。
表面（水深50センチ）でも、四万十川橋（赤鉄橋）のみが良好である。渡川大橋付近から濁度（FTU）が次第に悪化。後川内に放出される塩素系化合物を含む都市排水の影響で後川と四万十川と合流する地点では、水質が悪化する。中筋川の中流の南西中核工業団地と農業の排水は四万十川大橋付近での科学指標（濁度など）の悪化の要因である。竹島川は他の水域より濁度（FTU）は高い。

②溶存酸素量（DO）は後川と津蔵淵川と中筋川で低い。
しかし一般に問題ない場所が多い。

③クロロフィル量は特に問題がない。

④竹島川の養殖場は、国営農場の果樹や生姜農家などの排水が竹島川に放出され汚染物質と農薬などが入り込むと推定される。濁度（FTU）が高い。この傾向は2021年から2022年でも継続している。国営農場に近づくほど計測値は悪化を示す。

間崎・津蔵淵川の養殖場は中筋川の汚濁南下水の影響と津蔵淵川から流下する汚染水が影響した。そしてアオサノリ養殖の収穫量は2023年2月時点ではゼロであった。

⑤河岸堤防工事

津蔵淵川の出口と初崎の間での堤防工事がある。また、下田漁港の防災のための新たな改修工事なども予定されている。

⑥排水処理施設

四万十市には右山排水処理施設他がある。この施設を11月15日に視察した。資金があれば施設の近代化と造設が好ましい。塩素系殺菌消毒剤ナンカイ「スタークロンPT」（商品名）を含む排水が四万十川を汚染し生態系に影響を及ぼす。

⑦津賀ダムと佐賀堰（家地川ダム）

2023年3月1日によろやく津賀ダム湖にて本格的な水質調査を行った。この結果、ダム湖底は貧酸素で濁度（FTU）が高い。四季を通じての科学的データの収集が必要である。ダムの撤去に関しては、荒瀬ダムの撤去を本報告書では紹介した。

⑧アオサノリ

完璧に収量がゼロであった。抜本的な改善のための漁場への汚染源を遮断・大幅削減するなど清浄化の取り組みが必要である。

(2) 大船渡湾・盛川

大船渡湾では、2021年度に観察されたような、夏季期間中でも、貧酸素水塊などは発見されなかった。しかし、湾奥の盛川河口付近は都市下水処理場の排水口、太平洋セメントがあり、他の湾内の水質よりは悪い傾向がある。また、蛸の浦は水産加工場があり、一般に水質が悪化しているが、極端に悪い値ではないが、水産加工場からとみられる悪臭が常時感知されるし、漁船の稼働時の反転時毎に海底のヘドロが舞い上がることが観察される。また、湾口防波堤の影響による湾外と湾内の流速の減退は、2022年度は2021年度に比べて、7月11日では外洋の流速（表面）は速かったがそれ以外（2023年2月11日）は大きな差が観察されなかった。この原因として調査時（2022年11月28日）に突流速が観察されたことも一因である。

(3) 広田湾・気仙川

1) 広田湾

広田湾の湾奥の川村加工場付近の排水口とスジ青ノリの養殖場のある理研食品の排水口の溶存酸素量（DO）と濁度（FTU）が、私たちが調査した全ての調査時期において他の海域より悪化した値を示した。2か所については、適切な対応とデータの提出・公開が必要である。

（参考）

2022年7月10日

川村加工場で濁度（FTU）は2.3（表面）と1.9（水深2.3メートル）である。理研食品では1.03（表面）と10.75（水深4メートル）である。また、DOは85%（水深4メートル）。

2022年10月28日

川村加工場では21.9FTU（水深3.8メートル）溶存酸素（DO）は79.3%（水深4メートル）。理研食品では3.8FTU（表面）と6.3FTU（水深3メートル）。79.0%（DO）（水深3メートル）。

2023年2月13～14日

川村加工場 34FTU（水深1メートル）。
理研食品 2.5FTU（表面）。

2) 古川沼

古川沼は総面積が173,995平方メートルで東西は2キロメートルで南北は200メートル。深さは最大で2メートルである。総水量が17万トンで小さい沼である。気仙川が流入する主要河川で、川原川と小泉川が注ぐ。もともと気仙川が東に延び砂州によって閉塞し出来上がった干潟湖である。2011年3月の東日本大震災/大津波では沿岸域に蘇生した。その後の復興工事で人造湖となった。

古川沼は汚染が進行しており、大きな問題である。特に排水溝から常に糞尿が流れ出る。濁度（FTU）が高い。各調査回の結果は以下の通りである。

- もがみどう橋で16FTUを記録し、川原川橋、松原大橋、震災祈念橋そして排水口と気仙川連結部は2.6、2.9、2.2、2.6と3.3（FTU）である。（2023年2月13日）
- もがみどう橋、松原大橋と排水口は2.3、2.0と2.3FTUであった。（2022年10月28日）
- もがみどう橋、川原橋、排水口と気仙川河口17.9、35.14、5.4と21.1（FTU）であった。（2022年7月10日）

3) 広田湾

広田湾の震災後の漁業・養殖業生産の減少

広田湾で最も懸念の地域は小友浦である。小友浦では、残土処理されて、その後両替地区の流速が常に他の広田湾地区と比較して2分の1から3分の1であり、汚染を含む濁度が停滞し、また、カキへのプランクトンは流速が遅いために行き届かなくなる傾向がある。

広田湾の矢の浦から長部ラインの沖側については、水温の上昇と、太平洋からの暖水塊の流入以外は懸念の材料は見当たらない。しかし、2022年11月23日から急速に4度程度水温が上昇して太平洋の暖水塊の影響を直接被った。

5. 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年度は不参加)
調査スタッフ 渡邊孝一(2022年11月まで)
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
現地サポーター 大坂信悦
(岩手県) 大和田信哉
鈴木栄・美津子・晃夫
新沼敬司
高知銀行 田村忍常務取締役
竹内清彦
溝渕文興
藤本剛中村支店長
百田幸生窪川支店長
四万十川下流漁業協同組合 山崎明洋組合長
山崎清実理事
四万十漁業協同組合連合会 堀岡喜久雄会長
大木正行副会長
高知大学名誉教授 大野正夫
高知大学副学長 受田浩之
(株)明神水産 元社長 明神照男

6. 連携・協力機関(順不同)

- 1) 国内：国土交通省水管理・国土保全局長、国土交通省九州地方整備局、中村河川国道事務所、球磨川河川国道事務所、川辺川ダム砂防事務所、農林水産省事務次官、環境省自然環境局長、岩手県知事、岩手県三陸沿岸広域振興局、大船渡市、陸前高田市水産課長、四万十市、四万十町、四万十川下流漁業協同組合、四万十川漁業協同組合連合会、四万十川西部漁業協同組合、四万十川東部漁業協同組合、陸前高田市、鹿島建設(株)、一般財団法人鹿島平和研究所、鹿島建設株式会社技術研究所、東京都立大学、広田湾漁業協同組合、(株)仙台商産、並びに岩手日報、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：スミソニアン環境研究所、アンダーウッド&アソシエイツ社他、メリーランド州天然資源省、チェサピーク湾計画(CBP)、在日豪州大使館、豪日交流基金とタスマニア大学。

四万十川調査

一般社団法人 生態系総合研究所
代表理事 小松正之



2022年7月3日 四万十川の河川環境調査

四万十川・窪川地区

1. 概況

私たちは7月3日（日）に高知空港に到着した。到着時の天候は曇りであった。7月1日に日本の南西海上で発生した台風4号（7月3日15時に沖縄の西の海上にあって985ヘクトパスカル）は時速30キロにて北東に進み、4日8時に長崎市付近に上陸し4日の12時過ぎに愛媛県宇和島市付近に上陸したので四万十市は直接にこの台風の影響を受けた。

窪川に到着時には、雨が一時的にやんだ。昼食後に仁井田川の仁井田橋、吉見川の吉見川橋と新開橋並びに四万十川にかかる太井野橋での調査を開始した。その後、佐賀堰（家地川ダム）に向かい、2022年3月に実施した調査地点と同じ地点で科学計測を行った。この間、台風の影響はあったが、幸運にも雨が降らず、調査活動を中断しなかった。佐賀堰での調査が終わった後、前回の反省に基づいて、佐賀堰の影響が薄くなり堰との比較が可能となる場所として下流の向弘瀬沈下橋を選定し、そこでの計測を行った。



写真1 仁井田川の道の駅付近
台風4号の影響で濁水量が増加し堰からあふれ出る。2022年7月3日

2. 調査の結果

結果のポイント

1) 泥水の流出源の探求と泥の原因となる土壌の流出の防止対策を検討する必要がある。

今回も台風の接近による異常天候時の調査となったことによって、水量が極端に増加し河川の水質、水量と流速にその影響が確実に出た。そして計測値で最も影響が出たものは濁度（FTU）であった。

2) 家地川の高い値の濁度（FTU）の原因も生姜農家など農業に原因がある可能性が示唆された。次回以降に家地川の上流域での農業の調査も必要である。

3) 仁井田橋付近

仁井田橋の下の堰は、3月14日の調査の時期には渇水状態であって、堰を水が超えて流れることは全くな

かったが、7月3日には台風4号の影響で雨量が増大して水濁りが増加し、焦げ茶色の色彩を呈した水流が大量に流れ出た。流速も176～318センチ/秒と著しく早かった。前回の調査時点ではほぼ静止状態であった。そしてこれらの水流が堰を超えて流れ出していた。当然のことながらその時々や天候によって、川の表情が全く異なる。河川水の濁度がこげ茶色に染まり、大量の土砂をその水量の中に溶かし込んではいないが、これはいずれ沈殿すると小石や砂利の間に入り込み目詰まりを起こし、微小な生物の生息場を塞いでしまう。

濁度（FTU）が極めて高く89.9FTUであった。これは河川水中に泥が流れ込み、このために濁度（FTU）が高くなったと考える。クロロフィルが全くなかった（ゼロ $\mu\text{g}/\ell$ ）。流れが速すぎてクロロフィル量は生産されず、停滞している隙もないものと考えられる。酸素量に関しては98.7%であり、十分な酸素量が水中には溶解していた。

このように台風の影響で水量が多くなり、また、その水が河川脇や山腹、農地や平地ないしは工事現場の泥をさらい流して、四万十川の河川の濁度（FTU）を増大させていると推定される。

本流と支流の水温の差

水温に関しては、3月の調査時には四万十川の本流と支流との間には大きな水温差がみられたが、今回も差がみられた。しかし先回とは異なり支流の仁井田川で22.9℃であり、四万十川の本流では24.8℃で、本流の方が高い水温を示した。これは前回の3月とは全く逆の現象である。先回は、仁井田橋では18.25℃で四万十川本流の太井野川橋で17.7℃で、本流が支流より低かった。向弘瀬沈下橋でも、26.4℃で本流の水温はさらに高くなる。仁井田川ではこの間3～7月で4.75℃の上昇であったが、太井野橋の四万十川本流では7.1℃も上昇した。

これらの支流より本流の方が水温上昇が著しい現象がどうして起きるのかについては、今後の検討課題としたい。いずれにしても支流と本流では夏の方が温度差が大きく異なることが判明した。

2) 旧窪川町内：吉見川橋と新開橋と四万十川の本流太井野橋

吉見川橋付近ではクロロフィル量が全くなかったのは仁井田橋と同様である。

しかし、新開橋そして太井野橋ではそれぞれ3.3 $\mu\text{g}/\ell$ と4.1 $\mu\text{g}/\ell$ と高い値を示した。

新開橋付近でも濁度（FTU）は78.7FTUと著しく高かつ



図1 仁井田橋のクロロフィル量他と流向流速 2022年7月3日



図2 吉見川橋、新開橋と太井野橋のクロロフィル量と流向流速 2022年7月3日

た。焦げ茶色の水色でほとんどが泥によると考えられる。これらの泥水の発生源を突き止めることも重要である。

泥は生物に対しては決して良い作用を与えない。濁度 (FTU) はすべての地点で異常に高い点が特徴である。台風の影響で水量が増加し、水を含んだ土砂が河川に流れ込んだと考えられる。これが河川工事現場、農地と道路などからなのか、またどこからが土壌の流出が起きる弱い地点かを判別する必要がある。濁度 (FTU) が高すぎることは、それだけ土砂が河川と海洋に無駄に流入している証拠とみられる。これが陸地、河川岸と沿岸域の生態系のかく乱と劣化の原因となると考えられる。

3) 佐賀堰と向弘瀬沈下橋

佐賀堰湖内での水流は停滞し、ほとんど流速はなかった (図3参照)。しかしクロロフィル量も高かったが、家地川から佐賀堰湖に流れ込む時点でのクロロフィル量が $23.1\mu\text{g}/\text{l}$ と最も高く濁度 (FTU) は 10.3FTU と堰湖内よりもさらに高くなっていた。佐賀堰湖にそそぐ家地川の水質は、比較しても目に見える濁りが一段と汚い (写真5参照)。



写真2 吉見川橋から上流を望む。2022年7月3日

堰湖内の濁度は 1.4 ~ 2.2FTU であった。向弘瀬の沈下橋の濁度 (FTU) は、佐賀堰の堰湖内の水質に比べても 5.0FTU と高かった。家地川の濁度 (10.3FTU) よりも低かった。しかしながら、堰の下流であるから濁度が低くなるとの予測は当てはまらなかった。

家地川の河口付近ではあまりに濁度 (FTU) が高すぎるので、近所の老婦人 (80歳台) から話を聞くと上流に3軒ほどの生姜農家と数件の稲作農家がありそこからの農業や肥料の流出が濁度 (FTU) の原因ではないかという。

4) 全地点における流向・流速

台風の影響で大雨が降り、その結果河川内に大量の雨水が流れ込んで、流速も増したと考えられる。従って、仁井田川でも 67 ~ 86センチ/秒、吉見橋で 176 ~ 318センチ/秒、新開橋でも 86 ~ 94センチ/秒、太井野橋では、120 ~ 182センチ/秒そして向弘瀬の沈下橋付近では 63 ~ 99センチ/秒であった。これらの計測値は2022年3月には、仁井田川はほとんど水が動かな



写真3 新開橋から下流の方向を望む。2022年7月3日

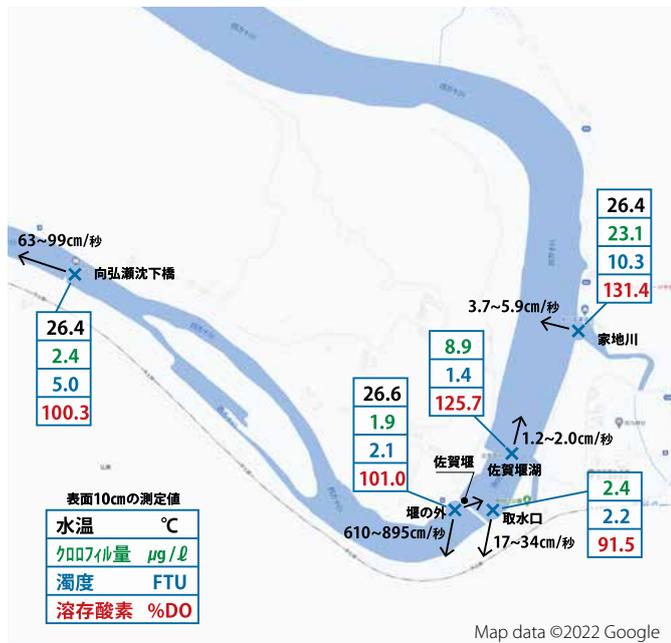


図3 佐賀堰と向弘瀬の沈下橋のクロロフィル量、濁度、溶存酸素と流向流速
2022年7月3日

い状態であった。他の計測地点でも1センチから10.7センチ/秒であったので、河川の表情は全く違った様相を示すことがこれから判明する。

3. 調査結果の評価

1) 泥水の流出源の追求と泥の原因となる土壌の流出の防止対策を検討する必要がある。

今回も台風の接近による天候異常時の調査となったことによって、水量が極端に増加しその影響が河川の水質、水量と流速には確実に影響が出た。そして計測値で最も影響が出たものは濁度 (FTU) であった。濁度 (FTU) の極端な増加は、台風の影響による土砂の流出によると考えられる。

2) 家地川の濁度 (FTU) の高い値の原因も生姜農家など農業に原因がある可能性が示唆された。次回以降に家地川の上流域での農業の調査も必要である。農業は前回までの調査でも汚染源4つのうちの1つであるとの推定をしたが、それを間接的に裏付けるものであった。

3) 2022年3月の調査時点では渇水状態であり、7月

の調査結果は全く逆の結果を示した。科学調査は、河川の特徴と現状を知るうえでは、一年を通じた調査が必要で、さらにこれを周年継続すればさらに有益なデータが蓄積される。それらの年をまたいだデータ間の比較と検討が可能になり、さらに四万十川の各地の状況を深く知ることができる。



写真5 家地川の河口付近の水質の悪化。
水色が下の写真の佐賀堰湖の水色と比べ、濁りが見た目にも濃く、
ごみが浮いていることがわかる。2022年7月3日



写真6 佐賀堰湖 2022年7月3日
上流の窪川と家地川からは濁度が極端に高い濁水が流れ込んでいたが、この時点 (7月3日13時30分頃) ではまだ台風による濁水の流入がみられなかった。



写真4 太井野橋 (窪川橋) から四万十川の下流を望む 2022年7月3日



写真7 向弘瀬の沈下橋から下流を見たもの。
一見典型的な四万十川の清流に見えるが
濁度 (FTU) は非常に高く5.0FTUであり、汚れている。

2022年7月4～5日 四万十川の河川環境調査 四万十川下流域と西土佐地区調査

調査結果の要点

- 2021年7月の結果と同様に溶存酸素量（DO）が極端に低い場所が特定された。これらの場所は昨年同様中筋川（本年67%と79%；2021年は58%と74%）で、また、本年は大島付近の76.8%がある。最低水準の溶存酸素量を記録したのは津蔵淵川の川底（41.7%）であった。四万十川の下流に貧酸素水塊が拡大している可能性がある。残念なことに台風4号の影響で竹島川地区は調査ができなかった。
- 濁度（FTU）は昨年7月に比べ、10倍以上に増大し悪化した。これは台風の影響で土砂・土壌が河川に流れ込んだため、河川の土手・河川敷が弱い工事現場や土地からの流出土砂・土壌によるものと考えられる。後川；38～47FTUで、中筋川と津蔵淵川も10FTUを超えた。
これらが河川の底質、土手の土壌空洞をふさぎ目詰まりが生じ、河川に生息する生物の生活の場を喪失させる。
- 中流部の江川崎での掘削で河川敷に伏流水が流れていないことが判明した。これは上記の濁度の増加による土壌空洞の閉塞と長年の農薬の使用による土壌細菌の殺傷による土壌空洞の喪失によるものと推定される。

1. 調査の目的と概要

本調査の目的はこれまでに引き続き、四万十川河川環境の悪化劣化の状態を、科学的指標を客観的に示し、科学数字の意味を提供し、環境悪化の原因を解明・推定することである。

私たちは7月3日（日）午前9時30分頃に高知空港に到着した。到着時の天候は曇りであった。7月1日に日本の南西海上で発生した台風4号（7月3日15時に沖縄の西の海上にあって985ヘクトパスカル）が時速30キロにて北東に進み、4日8時に長崎市付近に上陸し4日の12時過ぎに愛媛県宇和島市付近に上陸したので四万十市は直接にこの台風の影響を受けた。

上記の台風の影響で下流域の調査地点を大幅に修正した。当初は赤鉄橋と渡川大橋は右岸と左岸の2か所を予定していたが、それぞれ1か所とした。これで後川の合流地点から上流の2地点をカットした。それ以南の調査地点である中筋川合流点の南については変更を加えなかった。

しかし、初崎の調査地点を終えた時点で9日11時20分頃となり土砂降りで、私たちの防水ジャケットも効果がなくずぶぬれとなったので、一度鍋島のスタート地点に戻ったが、それからも台風の影響による天候；雨と風は悪化するのみであり、鍋島に戻った時点で、調査の継

続は断念した。すなわち、竹島川流域の4地点；アオサノリの養殖場；の調査の実施は断念した。調査地点については悪天候で却って普段は得られない貴重な科学情報となりえた。調査断念は非常に残念であった。

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員は渡邊孝一である。

四万十川下流域の調査では、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。

また、四万十市や四万十川漁業協同組合連合会との日程の調整などに関して、高知銀行中村支店の藤本剛支店長にご支援を得た。また、本店の田村忍常務ならびに竹内清彦氏には、全体のスケジュールの設定特に高知県庁と西土佐漁業協同組合とのアレンジに全幅のご支援を賜った。

3. 調査の目的

河川環境把握と汚染とその原因の推定

今回の7月の調査から第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。しかし台風4号は高知県地方をほぼ直撃したので、その影響を被り、調査のデータの量と質に大きく影響した。量的には竹島川地区の調査を断念するなど残念な結果であったが、他方で台風の影響のもとでの四万十川の環境を調査できたことは有益であった。

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行流向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。

4. 調査の結果

(1) アオサノリ養殖の漁業権免許と土地の占用工作物の許可書

アオサノリの養殖のためには、2か所；四万十市間崎地先と四万十市下田から鍋島地先の港湾区域に関して①高知県知事からの第一種区画漁業権を下流漁業協同組合が5ヶ年間免許されている。

加えて以下が許可される。

②間崎地先に関しては河川を管理する四国地方整備局長から河川法第24条及び第26条第1項に基づき占用の許可がされた。期間は漁業法に基づく漁業権の期間が5年であるが、河川占用の許可は当該養殖の期間；10

月1日から5月31日までである。場所も特定されている。

- ③下田から鍋島は港湾区域であり、港湾内の占用について港湾法第37条第1項第1号の規定に基づき、高知県幡多土木事務所長から許可されている。期間は同様に10月1日から5月31日までである。

(2) 結果の各論

1) クロロフィル量

四万十川の下流域の全般にわたり、表面（2022年は表面10センチ、2021年は表面50センチ）のクロロフィル量は、2022年7月4日では1.1～1.6 $\mu\text{g}/\text{l}$ 、2022年8月2日では0.96～1.7 $\mu\text{g}/\text{l}$ であり、横ばいであった。

2) 濁度 (FTU)

一方で濁度 (FTU) が大幅に増加し、汚染・濁りは進行した。後川では佐岡橋で38FTU、右山排水処理場の排水口で44FTUそして四万十川の本流との合流点で48FTUであり、異常な高い水準であり、汚染の深刻度を示している。また中筋川では四万十大橋下で10.4FTUで、本流との合流点で8.9FTUであった。津蔵淵川でも12FTUであった。従って、今回の調査では、濁度が異常に高かった。四万十川橋（赤鉄橋）と渡川大橋でも濁度の値は決して良くない。それぞれ1.6FTUと1.5FTUであった。台風の影響で泥水が運ばれてきたが、それらは後川と中筋川並びに津蔵淵川と下流域で四万十川に合流する支流からの濁度ももたらされた。その中でも後川が最も悪い。

※注：清浄水での濁度は0.3FTUである。

3) 溶存酸素量 (DO)

2021年8月は悪かったが、11月は90%台で2022年3月では、さらに改善し概ねあらゆる水域で100%を超えた。これらの改善・変化は、秋から冬場を越して植物相の変化や水温の低下などに伴う季節的な変動であるとみられた。

2021年8月2日の調査結果で河川の底の溶存酸素量 (DO) の悪化が示されていた。特に、中筋川では四万十

大橋下で58%であり、合流点で74%であった。竹島川の養殖場の61.3～73%であった。このような値は昨年度では、8月2日以外に観測されなかったが、今回の調査では、大変に低い溶存酸素 (DO) が観測された。

中筋川では67%（四万十大橋下）と79%（四万十川との合流点）であった。

今回調査では津蔵淵川の水深2メートルで41.7%が記録された。この値は四万十川水系で観測された溶存酸素量 (DO) の最低値である。昨年8月2日には同河川の川底の計測は行われていないので比較はできなかったが、津蔵淵川も護岸工事と水門の工事がいたるところで見られ、いつでも水色が濁って見える。この値 (41.7%) の原因としてこれらの工事が原因である可能性がある。

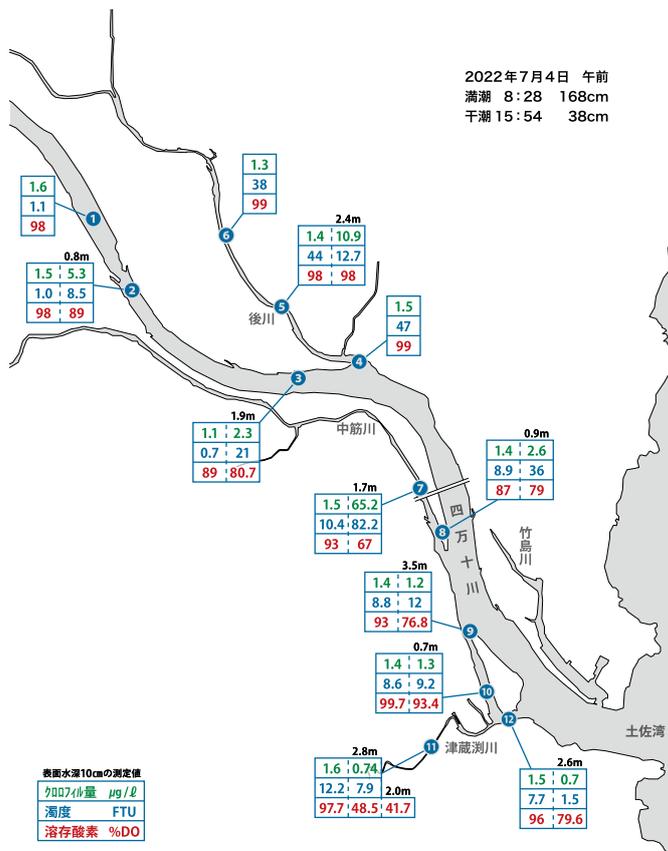


図1 2022年7月4日午前下げ潮時の四万十川下流域のクロロフィル量、濁度と溶存酸素量



写真1 中筋川と四万十川本流の合流地点の濁水と川面への降雨
2022年7月4日午前9時35分



写真2 左岸から右岸を望む赤鉄橋と降雨
2022年7月4日午前8時56分

4) 塩分濃度

塩分については四万十川橋（赤鉄橋）の鉄橋下まで計測した。その結果は、四万十川橋（赤鉄橋）までは海水が到達していることは2021年11月、2022年3月と今回調査でも立証されなかった。

渡川大橋と後川の合流点までも海水は到達していないとみられる。これらの地点での塩分濃度はわずか0.04%（地点③）であり、この程度の塩分は中流域の四万十川太井野橋、吉見川や仁井田川でも記録される。従ってこれらの塩分は陸地由来の塩分であると考えるのが適切である。今回の調査結果から推定されることは、大島の水深3.5メートルでは、33.1‰であり、この地点と中筋川と本流の合流点でも塩分濃度が水深3.5メートルで約7‰であるので、この2点の間まで100%の海水が到達していると考えられる。

11月調査時と2022年3月の調査では渡川大橋までは淡水で、四万十川と後川の合流点では海水が到達した。合流点で塩分濃度が（表面水深50センチ）25～27‰程度であった。しかし、今回は後川合流点でも表面（10センチ未満）はほぼ淡水である。今回はこの地点での川底でも塩分濃度は赤鉄川とほぼ等しい値であった。

後川の佐岡橋付近でも0.06‰であり、海水は到達していない。津蔵測川の川底（水深2.6メートル）では25.5‰であった。初崎は土佐湾に近いにもかかわらず、表面の塩分濃度は3.3‰であり、水深4メートルで33.3‰の海水である。

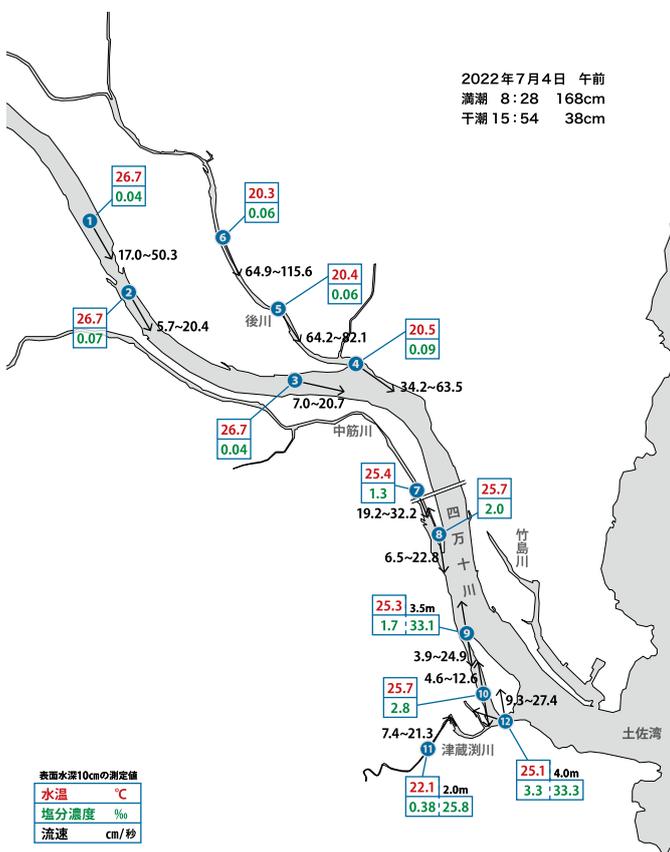


図2 2022年7月4日下げ潮時の下流域の流向流速、塩分と水温

5) 水温

四万十川下流域では表面（0センチ）の水温は24.5℃から24.7℃であり、水深10センチの温度26.7℃と比較して、赤鉄橋から後川の合流点までは水深が10センチ深くなるだけで2℃高く、それより南から河口域までは1℃の差がある。四万十川の中流域の窪川地区でも本流は26℃台であったので、赤鉄橋から中筋川までの地域と変わらない。支流の後川では水温が極端に低くなり水深10センチの表面水温20.3～20.5℃であり、本流との温度差は6℃もある。後川水系で冷水源を供給しているところはどこか。または、後川はまだ、伏流水の流れが活発で、河川底と河川敷と氾濫原に水流が入り込み、冷却されるシステムが機能しているのか。それも台風の大雨時にも伏流水機能による冷却作用が機能するかどうか。中筋川では25.4～25.7℃であって、これが四万十川本流の表面と川底までの水温に影響を及ぼす。

水温に関しては今後の検討と調査の課題である。

5. 中筋川ダムとトンボ自然公園の視察

(1) 中筋川ダム

中筋川ダムは1989年（平成元年）8月から1996年（平成8年）3月までの工期で施工し、1998年（平成10年）8月に竣工した。ダムは中筋川の源流に近いところに建設された。中筋川流域はもともと台風の多い地域であり川の傾斜がゆるやかで四万十川の背水の影響を受けやすく何度も水害にあってきた。そのために治水対策が望まれてきた。また、宿毛市、四万十市の灌漑用水の安定供給と高知県南西中核工業団地の工業用水も必要とされた。1999年（平成11年）4月からダムの管理を開始した（渡川総合管理事務所）。

堤高は73.1m、堤頂長は217.5m、提体積は274,000m³で有効貯水量が1,200万トン。洪水貯留容量は8,600万トンである。

(2) トンボ自然公園

トンボ自然公園は赤鉄橋から北西に行き、四万十市具同地区の四万十川右岸にある。総面積が50haの世界初のトンボ公園である。77種のトンボが確認されている。訪問した7月4日午後はいにくの台風の影響で雨であ



写真3 中筋川ダム 2022年7月4日

り、自動車の中からの観察となった。しかし、人工的に整備するより、自然の湿地帯として残す選択肢もあったのではないかと。

6. 四万十市役所との会合；朝比奈雅人農林水産課長、岡田圭一係長、環境生活課 渡邊康課長他、

- 1) 当方から、2022年3月調査の結果を説明。四万十川の水質悪化は農業の農薬・過肥料と都市下水と公共事業が問題である旨を説明した。農業については農林水産省も「みどりの食料システム戦略」を公表し、「有機農業にかじを切っている」ので、四万十市の農業も農薬や肥料の使用量を漸減することで対応するべきであること、四万十町の生姜農家が農薬；根茎病対策としてEUなどで禁止される劇薬クロロピクリンを使用し、排水とともに流れる側溝をコンクリートから自然の土手に代えて植物に吸収させることで水質の改善が図れると説明した。
- 2) 朝比奈課長は、「みどりの食料システム戦略」は大規模農業には適するが、四万十市の小規模農業は人手もなく高齢化しており、農薬と肥料を使用せざるを得ない。また、側溝の改修は農水省の事業が自然対応型の事業にしてもらえばよいと語った。これに対して小松から、横山紳農林水産省次官と7月19日に会合する機会が予定されているので、その点を提起すると述べた。実際小松より横山紳次官にその点を提起したが、回答はなかった。
- 3) また、アオサノリの不漁の原因についても話に及んだ。種苗の採集方法に原因があるとの意見も出されたが、毎年減少して、本年はゼロというのは、単なる種苗採集の一技術の問題ではない。国営農場からの農業廃水の濁度と貧酸素水が原因と考えるレベルに悪化している。また、本年は、市役所で海苔の現場を漁業者とのコミュニケーションのため、毎年継続することが重要であると小松より述べた。
- 4) クロロピクリンを取り上げた理由についても問われたのでそれは世界では使用が禁止の劇薬であること、生姜農家ででの使用量が多いことからであると説明した。
- 5) 台風の影響で右山の「中央排水処理場」の訪問は中止となった。



写真4 江川崎岩間沈下橋付近の河川敷の掘削 伏流水がない
金谷光人組合長提供の資料を撮影；2022年2月2日調査

7. 四万十川漁業協同組合連合会 堀岡喜久雄組合長と大木正行副組合長との会合

2022年3月の調査結果と7月の暫定調査の結果について報告した。

8. 西土佐の江川崎；四万十川西部漁業協同組合金谷光人組合長と林大介副組合長との会合

西土佐道の駅の2階で会合した。

金谷光人組合長は、2022年（令和4年）2月2日に四万十川中流域の江川崎付近で、河川敷の掘削工事を実施した。実施箇所は岩間沈下橋付近（芽生地区）の河川敷の川側の水際付近3か所と山側の雑草が生えた場所2か所であった。約2メートルの深さに掘削し、伏流水は確認されなかった（注）。

（注）2月22日に橘地区で同様の掘削調査を実施したところでは、河川に近い場所（水際）の掘削地点では伏流水が確認された。

伏流水が河川敷に行き届いていない。このことから判断されるのは、河川床の下にも伏流水は流れるが（図3参照）、これも閉塞している可能性が大きいと類推される。

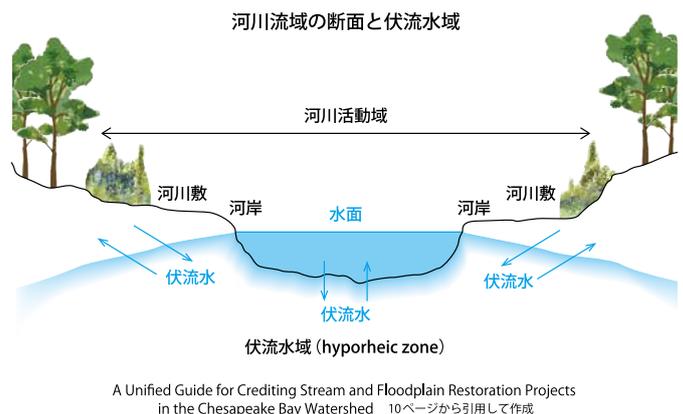


図3 河川流域の断面と伏流水域
米チェサピーク湾再生ガイドから著者が作成

9. 河川・伏流水域の科学評価

陸から河川を通じて海へ流れる河川水が河床下や、川沿いの土手や氾濫原に水が伝道し、それが再度河川本流に流れ込む。これを伏流水域 (Hyporheic Zone) という。土手や氾濫原には微小・微細な穴と空洞があり、其処に河川水が流れ込んで、微生物やバクテリアによる分解作用を受けて、化学物質が分解され、有機的な栄養分が製造される。土手や氾濫原は河川で処理できない大量雨水の保水機能もある。米国では、土手 (Bank) と氾濫原 (Floodplain) の機能を水電導度 (量と速度) と土壌蓄積量 (Sediment) と土質から科学評価する。

四万十川の伏流水の劣化と不足の原因としては四万十川の場合以下の2つが考えられる。

- 1) 農薬と過肥料並びに土壌中の微生物と土壌細菌やウイルスの殺傷である。農薬、過肥料(N;窒素とP;リン酸)と塩基性薬物が機能して、土壌中の空洞を形成する土壌微生物と細菌やウイルスを殺傷し、空洞が喪失することによって土壌の親水性・浸透性が喪失したと考える。
- 2) 台風や低気圧の発生により、山林や河川の流域から、河川や道路工事中と地盤がぜい弱な場所からの土砂が河川に大量に流入し(2022年7月4日の台風4号の大雨による)四万十川の本流と支流へ土砂が流出して、これが河川床と河川敷と氾濫原にも蓄積し土壌空洞を塞いでしまうと推測される。

10. 高知県水産課との意見交換

四万十川の調査結果について当方から説明し、高知県内水面漁業の現状と問題に関する意見交換を行った。

特に内水面漁業協同組合員の資格については漁業への従事日数が、海面の90日を大幅に下回り、30～90日が問題であって、厳密には組合員資格を確認していない。また、現在の内水面の利用者が、遊漁者であり、内水面の漁業権が現在のまま必要であるのかに関して、質問があった。

小松より、内水面漁業に関しては、実態が遊漁;スポーツフィッシングであることから、これにライセンス制(許可制)を導入して、漁獲する漁獲量に関しても欧米と同様の制限;尾数が数量制限を課すべきではないか。内水面の漁業協同組合の必要性に関しては、実態上、漁業者も存在しえなくなっているため、これが漁業法上の組織として必要であるのかどうかを根本的に検討の必要があると述べた。

農業振興課と四万十川条例担当の環境課との会合は、先方が多忙で持てなかった。次回の2022年11月の訪問時に再度会合を設定する。

11. 高知大学理事・副学長 受田浩之博士

6月15日に開催された高知カツオ県民会議の自然資源分科会での小松の四万十川調査に関する講演が縁での訪問。

当方から「四万十川報告書;8月出版済」の原稿を基に、四万十川の現状について、報告と説明をしたところ、受田博士からは、報告書には森林と林業の観点が入っているのかとの質問があったので、小松より、自分の経験では、高知県の幡多郡地方は特段の森林の非持続的伐採はないと思うが、受田博士が具体的問題を承知しているのかと質問した。これに対して、特段に問題の箇所の特定ができていないわけではないが、森林の観点も流域管理には必要と述べた。

受田浩之博士は自分達の取り組みも科学的根拠(エビデンス)に基づく、提言につながるよう努力したいとした。

12. 福田仁高知新聞記者

当方から「四万十川報告書;8月出版予定」の原稿を基に、四万十川の現状について、報告と説明をしたところ、報告書出版のタイミングで高知新聞でも取り上げたいと述べた。

13. 調査活動の延期

台風4号の襲来のために科学観測;下田港湾地区のアオサノリ養殖場:ができなかったこと、中央排水処理場の担当者が、排水処理の業務に追われて視察が出来ず、また、津賀ダムでの四国電力との協力を得た調査が、四国電力も監視業務があることから延期された。

2022年11月14日・16日 四万十川中流域調査 津賀ダムと窪川地区

1. 概況と調査の結果概要

1) 7月3日と5日には台風の影響で実施できなかった四国電力が所有し管理運営する津賀ダムの訪問と調査を実施し、津賀ダムに関する水質データを収集し、津賀ダムの問題点並びに課題について、科学的観点から認識を深めた。四国電力の円滑なる協力が得られるのかについて不透明であったが、実際には四国電力社員(大石佳伸副長)に積極的に対応していただいた。副長によれば、四国電力が環境の保護に対しても前向きな対応を取っているとのことである。

本調査の結果は、国土交通省水管理・国土保全局岡村次郎局長や中村河川国道事務所、浜田省司高知県知事／高知県庁ならびに四万十市と四万十町にも既に説明済みである。四国電力の本店(高松市)にも説明することが必要と考える。

2) 津賀ダムでは今回ダム湖の水質調査を実施し、その貧酸素水塊の存在が明らかになった。溶存酸素DO(%)は水深7.6メートルで57.0%の貧酸素水塊であり、これを津賀発電所に放流している。これより深い水深の地点と夏の貧酸素水塊の発生の可能性が高い時期には、さらに酸素の欠乏状況が悪化すると推測される。そして津賀ダムからはその貧酸素水塊を含んだ発電後の放流水を四万十川の本流に放流し、それが流れ込む。その貧酸素水塊を含んだ水が、津賀発電所放水口の貝類が死滅をした原因の可能性とも(2022年3月12日の報告書参照)考えられる。

ところで、四国電力社員は、津賀ダムから津賀発電所までの放流導管では火力発電所と原子力発電所が、海水を汲み上げて、排水を放出する際に、海藻と貝類の管への付着防止を目的とした次亜塩素酸ナトリウムなどの無機塩素系化学物質を使っていないと説明した。

3) 津賀ダムは、四国電力の単一管理で、電力の供給目的の発電用のダムである。最大で毎秒約22トンダム湖から取水し、津賀発電所から放流する。それによる

発電量は計算をする必要がある。四国電力社員によれば、戦前に建設され、現在までの保守により設備上問題なく、定期的な国の検査でも不適合はない状態であり、その運営上は特段に問題がないとの説明であった。しかし上述の通り、ダム堤壁とダム湖の存在による水流と生態系の遮断とその結果の水質の悪化に十分な考慮がなされていない。そのため、環境を阻害する問題にほぼ配慮していない。運営上問題ないのであればより環境に配慮した対応；コストをかけて水流の改善とヘドロ堆積の阻止などを実施するべきと考える。これが課題であろう。



写真2 津賀ダム下流側水溜。放水口の水が溜り表面に浮遊物が浮く。
2022年11月14日



写真3 津賀ダムの概況 四国電力提供

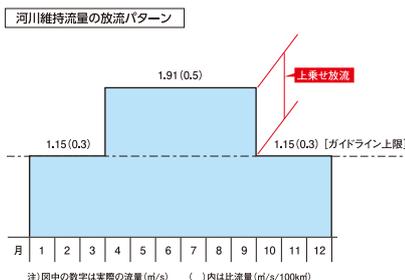


写真1 津賀ダム湖とダム堤 2022年11月14日

4) ダム湖下流の水たまりには、貧酸素水塊が放流されている。これを四国電力は通常の1.15トン/秒に4月から9月の間に上乗せし、1.91トン/秒の放流を実施しているが、この放流水の水質は貧酸素水塊の可能性があり、また、夏場はさらに貧酸素の状況が悪化することが懸念される。このことは却って梶原川の環境の悪化に貢献する可能性があることを排除していない。

河川維持流量の放流による河川環境の保全

前回の水利権更新(平成元年)以降、津賀ダムから直下流へ年間を通して、河川維持流量を放流しています。なお、河川維持流量は、年間を通じガイドライン上限を放流しており、4月から9月の半年間はさらに上乗せ放流を行っています。その河川維持流量で発電(津賀発電所3号機 平成10年運用)を行い、貴重な水資源の有効活用や河川環境の保全に努めています。



ガイドラインって?

河川環境の改善を図るため、特定の条件に該当する発電所について、水利権更新時に河川維持流量を放流することを昭和63年に国が定めたものです。なお、ガイドラインでは、河川維持流量の大きさは、概ね0.1~0.3m³/s/100kmとなっています。

津賀発電所3号機(維持放流発電)



夏場の津賀ダム下流6km付近の河川状況



写真4 津賀ダムの放流による河川環境の保全を謳った冊子; 資料: 四国電力

5) 渇水時期に行われた中流域の窪川地区調査に関しては、四万十川の支流の仁井田川で水質の悪化が進行しているとみられる。吉見川では濁度が昨年も本年も2.3FTUを超えて悪い。本年は新開橋で5.8FTUを超えており、悪化していると考えべきである。

しかし大野井川の測定値では、2021年と比べて2022年11月は濁度 (FTU) については改善した数値を示している。溶存酸素 (DO) に特段変化はない。

(注) 今回は単純に電池補充をし忘れて、窪川地区の4地点; 仁井田橋、吉見橋、新開橋と太井野橋の流向・流速の観測値を得られなかった。調査には、多方面の協力と我々自身の予算・経費と時間が投入されており、このような初歩的ミスはあってはならない。再発防止に努めたい。

2. 調査の体制

今回の調査も調査リーダーは小松正之、調査員は阿佐谷仁(今回から参加)並びに渡邊孝一(今回で最後)である。

四万十川窪川流域の調査では、四万十川財団の神田修事務局長と高知銀行窪川支店の百田幸生支店長と溝渕史興氏; 本店地域連携ビジネスサポート部の協力をいただき謝意を表す。

また、津賀ダムとの日程調整などに関して高知銀行の田村忍常務ならびに本店地域連携ビジネスサポート部の竹内清彦氏にはご支援を賜った。併せて謝意を表す。

3. 調査の目的

河川環境把握と汚染とその原因の推定

今回の7月の調査から第2年度に入ったので、11月も2021年11月の調査結果との比較が可能であり、有益な評価が得られる可能性がある。

4. 調査の結果

1) 津賀ダム

津賀ダムの貧酸素水塊の原因を解明する必要がある。2022年3月12日の津賀ダムの調査では水深10センチで39.8FTUを記録している。これは着底している可能性とヘドロの中に計測器が入り込んだ可能性があり、そのままの値としては、十分に注意する必要がある。

① 今回の調査の測定値ではダム湖の内側では溶存酸素 (DO) が57.0% (水深7.2メートル) であった。

これは酸素の量が欠乏した貧酸素水塊を示している。これがダムと全体に分布しているのか、私たちが計測したダム湖岸に集中しているのかの検証が必要であり、このためにはダム湖に調査のための船を出して、そこからダム湖を広範囲に調査する必要がある。南北方向と東西方向の両方で行い、ダム湖内の貧酸素の分布状況を調べる必要がある。また、濁度 (FTU) についてもダム湖内の地点①では水深7.6メートルで3.2FTUを記録した。これは通常の清浄水の10倍の濁度・汚染度である。

② ダムの下流の放水口でも貧酸素水塊の状態が観察された。ダム下流では2か所を計測したが、放水口(地点②)では、溶存酸素 (DO) は67.8%であった。濁度 (FTU) も1.7FTUと高かった。その放水口の内側; ダム外壁に近いところ(水深1メートル)は水が濁っているように表面から見え、濁度 (FTU) は2.3FTUであり、溶存酸素 (DO) が67.5%と放水口より更に悪化した。放水口と同じ表面で比較すると水質の悪化状態は地点②も地点③も変わらない。

③ 流向と流速はダム内であり、下流と発電所に向けて放水するので流速が早くなる。189.6センチにも達する(水深4メートル; ダム湖内)。同様にダム湖の外の放水口でも188.9センチを記録している。しかしながらダム湖でもダム提壁の下での排水口とよどみでも、極端に流速が低下する時間帯が定期的に表れる。0.2~0.3センチ/秒である。これらは一定の時間の間隔で放水を停止する時に起こっているものと推測されるので、四国電力に確認する必要がある。また、放水のインターバルと放水量が、溶存酸素の値の改善につながる可能性があるのかどうかについても検討を重ねたい。

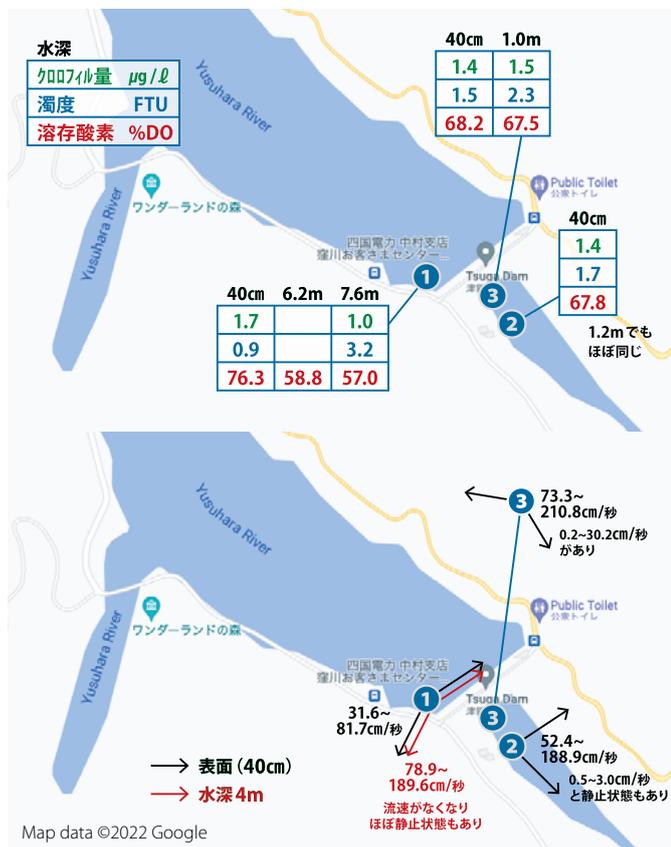


図1 2022年11月14日 津賀ダムのクロロフィル量他(上)と流向・流速(下)

2) 旧窪川町内 仁井田橋付近

仁井田橋の下の堰は、3月14日の調査の時期には渇水状態であって、堰を水が超えて流れることは全くなかったが、7月3日には、台風4号の影響で雨量が増大して水濁りが増加し、焦げ茶色の色彩を呈した水流が大量に流れ出た。流速も176～318センチ/秒と著しく早かった。今回は7月よりは濁度も大幅に上がり、表面(40センチ)で2.2FTUであり、水深1.1メートルで6.1FTUであり、かなり汚濁・汚染の状況が進行している。今回は、河口堰から水量が超えることができないほど渇水状況であった。そのために、川底の濁度が上昇したと考えられる。

神田事務局長によれば、最近は渇水状態が続いているとのことである。それに対する対応も検討する必要がある。

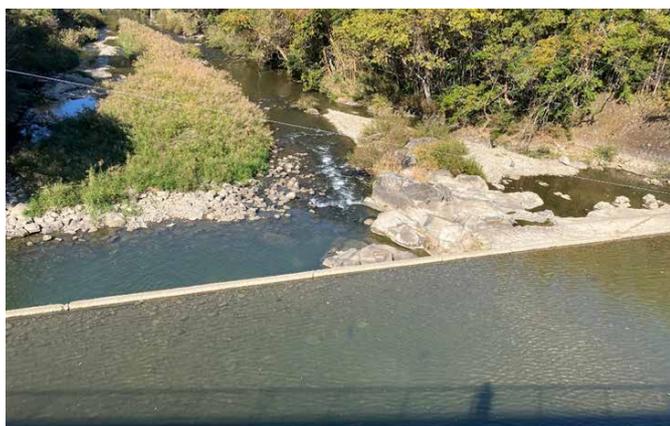


写真5 仁井田橋から下流を望む。堰を水が超えない。2022年11月16日

仁井田橋の下の堰から水量が少ないために流れが遮断されている様子が見て取れる。このために、仁井田橋の直下で堰の上流の水質が悪化する。水流を停止させない方策があるのかも検討してみたい。



図2 2022年11月16日 仁井田橋のクロロフィル量、濁度と溶存酸素

3) 旧窪川町内：吉見橋と新開橋と四万十川の本流太井野橋

7月は吉見橋付近ではクロロフィル量が全くなかったのは仁井田橋と同様である。今回の11月16日は吉見橋川で $1.4\mu\text{g}/\text{l}$ で新開橋では $1.6\mu\text{g}/\text{l}$ であったので十分である。また仁井田橋でも $1.4\mu\text{g}/\text{l}$ であった。太井野橋では $0.55\mu\text{g}/\text{l}$ であったので貧栄養の状態である。



写真6 吉見橋から上流を望む。2022年7月3日

7月は新開橋そして太井野橋ではそれぞれ $3.3\mu\text{g}/\text{l}$ と $4.1\mu\text{g}/\text{l}$ と高い値を示したのでそれらの値から見ると大幅な減少である。

新開橋付近では、7月の濁度 (FTU) は78.7FTUと著しく高かったが、今回は平時に戻ったが相変わらず濁度 (FTU) の値が5.8FTUと極めて高水準であった。吉見橋でも2.3FTUであったので汚染は進行していると考えて間違いはない。太井野橋では0.4FTUであり、清浄水のレベルであり、特段問題はなかった。



図3 2022年11月16日吉見川橋、新開橋と太井野橋のクロロフィル量、濁度と溶存酸素

新開橋の左岸側にクレーン車が見えて、ここでも左岸の改修工事ないし補強工事が行われているが、何の工事なのかに関して、説明書きが近くに見当たらず、何の工事なのかに関して住民も関心を持っていた。これは三陸の陸前高田市でもそうであるが、何の目的の工事が、期間がどれほどかを説明することが重要と考える。期間が毎年更新されて半永久的であるケースもある。



写真7 新開橋から下流の方向を望む。鯉が数匹見える。2022年11月16日

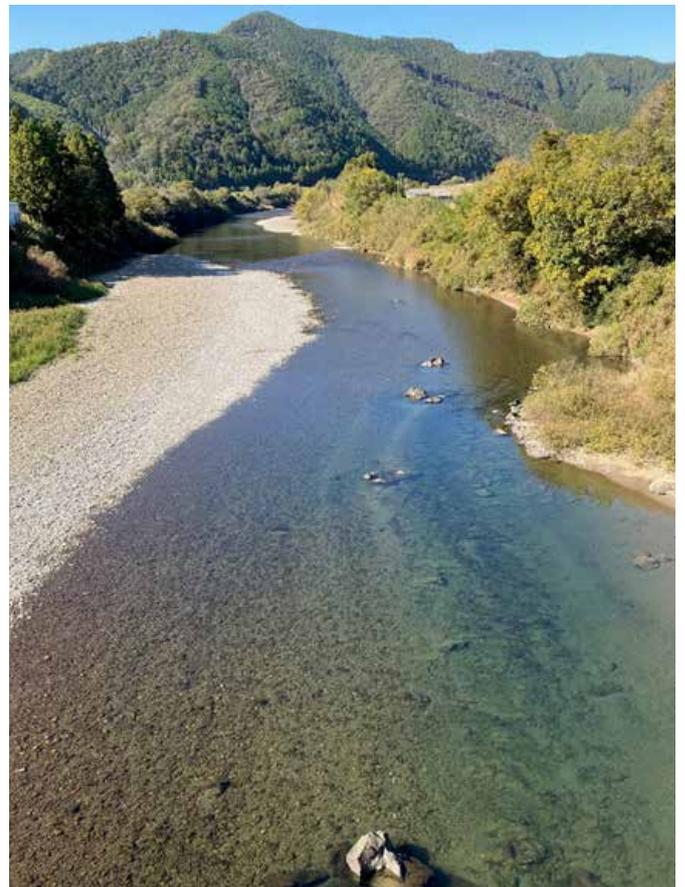


写真8 太井野橋（窪川橋）から四万十川の上流を望む 2022年11月16日

1. 調査結果のサマリー（要点）

今回の調査と視察・気聞き取りは非常に有意義な反応をもたらした。

1) これは、2021年3月から開始した四万十川調査の結果の報告を行ってきたことやスミソニアン環境研究所とのNBSの取組を地道に実施してきたことが少しずつ浸透してきたためと考える。しかし、これでNBSの方向に各自治体；高知県と四万十市などが実際の行動に出るかについては現時点では、期待することは早計であるとする。

2) 今回は7月には台風の影響で実施できなかった津賀ダムの訪問と調査の実施、四万十市右山の中央排水処理場での視察と訪問が実現し、排水処理場の機能、現状とその問題点並びに課題について、認識を深めたことも収穫であった。下水処理は地球温暖化対策では大きな要素である。ここで塩素系の薬剤を使用しなければ、それだけ環境への負荷が削減され、生態系の活性化の維持に貢献する。

3) また、国土交通省の中村河川国道事務所との会合を初めて持ったことも極めて有意義であった。これは国土交通省の岡村次郎水管理・国土保全局長室の支援を得ながら実施したものであるが、中村事務所がきわめて真摯に対応して、各事務所が有する業務の現状が理解できたとともに、細切れになっている国と、県と市町村の分野別の対応にも、今後は対策の必要があることが判明した。このことは内水面漁業と河川の漁業権に関して同様の問題を抱えていることが判明した。河川に関してはオランダなどが採択している分水嶺毎の管理を導入すべき時期に来ている。

4) 津賀ダムに関しては、今回のダム湖の水質調査を実施することによってその貧酸素水塊の存在が明らかになった。DO（%）は水深7メートルで50%強の貧酸素水塊であり、これを津賀発電所に放流している。そして津賀ダムからはその貧酸素水塊を含んだ発電後の放流水を放出して、それが四万十川の本流に流れ込む。その貧酸素水塊を含んだ水が、以前の調査で私たちが発見した、津賀発電所の排水口の付近の大量の貝類の死滅を招いたと考えられる。ところで、大石副所長は、津賀ダムから津賀発電所までの放流導管には通常、火力発電所と原子力発電所が、海水を汲み上げて排水を放出する際に、海藻と貝類の管への付着防止を目的とした次亜塩素酸ナトリウムなどの塩素系化学物質を使っていないと明言した。（この件に関しても四国電力に確認する必要がある。）

2. 調査の体制

今回の調査も調査リーダーは小松正之、調査員は阿佐

谷仁（今回から参加）並びに渡邊孝一（今回で最後）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。

また、高知県庁、津賀ダム、中央排水処理場四万十市や四万十川漁業協同組合連合会との日程の調整などに関して高知銀行の田村忍常務ならびに本店地域連携ビジネスサポート部の竹内清彦氏には全幅のご支援を賜った。また、青木剛中村支店長と溝史興氏；本店地域連携ビジネスサポート部業務役にも感謝の意を表したい。

3. 調査の目的

河川環境把握と汚染とその原因の推定

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行流向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。

4. 調査の結果

今回の調査で水質が悪い地点は津蔵淵川、後川の中央排水処理施設の排水口、下田のアオサノリ養殖場と中筋川下流であった。これらはいつでもこのような傾向を示す。夏場では、濁度（FTU）の値の悪化に加えて、溶存酸素（DO）も悪化する。しかし、冬場では溶存酸素は100%前後と決して悪くないが、これをもって水質が改善したとは全く判断できない。

- ①津蔵淵川では濁度（FTU）が11.9FTUでありかつ酸素も87.2%と低い値を示した（水深1.2メートル）。
- ②後川の中央排水処理場の排水口；ここでは濁度（FTU）が14.6FTUと異常に高いだけでなく、塩素系化学薬品のおいが多分に感じられた。
- ③下田の養殖場の濁度（FTU）は3地点ともすべて高い。地点⑮では4.3FTU（水深3.4メートル）であるが、地点⑯では極端に濁度（FTU）が高く、30.0FTUである（水深2.4メートル）。さらに地点⑰では水深1.4メートルで11.5FTUであり、竹島川の国営農場に近い地点（地点⑱）ではさらにこの値が高く12.4FTUであった。これらの傾向は毎回の調査で国営農場に近い方が濁度（FTU）が高いことが示されており、国営農場が汚染源であることは疑いの余地がないと考えられる。
- ④中筋川の濁度は4.0FTUであった。この地点も問題である。その下流の大島の北端では2.7FTUであったし、間崎の養殖場（地点⑩）でも5.9FTUである。



写真1 右山の中央排水処理場の排水口 2022年11月15日午前9時



写真2 津蔵淵川の川面の水面に水泡が目立つ
2022年11月15日午前10時34分

(3) 結果の各論

1) クロロフィル量

四万十川の下流域の全般にわたり、表面（2022年11月は表面10センチ、2021年は表面50センチ）のクロロフィル量は、2022年7月4日では $1.1 \sim 1.6 \mu\text{g}/\text{l}$ 、2021年8月2日では $0.96 \sim 1.7 \mu\text{g}/\text{l}$ であり、横ばいであった。

今回の11月15日調査の時点ではクロロフィル量が表面（水深40センチ）では、 $0.4 \mu\text{g}/\text{l} \sim 1.0 \mu\text{g}/\text{l}$ であった。また、水深は1.4～3.4メートルまで地点によって異なるが川底では、0.5から $3.9 \mu\text{g}/\text{l}$ までであった。もっとも高かったのは中央排水処理場の排水口であった。これは昨年11月では、 $1.5 \mu\text{g}/\text{l}$ （中央排水処理場の排水口）であり、かなりの富栄養化が進んでいると推定される。一般にクロロフィル量は表面でも川底でも、夏に比べると低下しており、この傾向は本年の調査結果でも変わらない。

2) 濁度 (FTU)

2022年7月4日の調査の結果では、夏場の濁度 (FTU) が大幅に増加し、汚染・濁りは進行した。後川では佐岡橋で38FTU、右山排水処理場の排水口で44FTUそして四万十川の本流との合流点で48FTUであり、異常な高い水準であり、汚染の深刻度を示している。また中筋川では四万十大橋下で10.4FTUで、本流との合流点で8.9FTUであった。津蔵淵川でも12FTUであった。従って、7月の調査では、濁度が異常に高かった。

2022年11月15日の調査でも濁度は、7月の台風襲来時の値に比べれば大幅に低下したが、それも軒並みに8FTU以上の異常値が津蔵淵川、後川の中央排水処理場の排水口、下田の養殖場と竹島川で計測された。とりわけ竹島川と下田のアオサノリ養殖場では、計測した4地点のすべてで高い濁度 (FTU) が計測された。地点⑥は濁度 (FTU) が30FTUであったので、これは極めて高い異常値である。海底には、ヘドロが堆積している可能性が示唆される。その起源は国営農場からの排水であると推測するのが妥当である。国営農場の農家との話し合

いを一刻も早く持つ必要がある。これを四万十市も仲介する必要がある。

(注) 山崎清実理事に拠れば、本年3月ではアオサノリ収穫はほぼ終了、アオサノリの養殖量はゼロであったが、未生長の海苔の葉状帯から種苗を採取して、それらを放卵させて種付けを行った。それを活用して本年も海苔の養殖を開始したとのことで、未だ全域には海苔張りは済んでいないとの事。下田川で23軒の漁業者は作付面積を減らしながらも養殖を行う。間崎では8人中の3人が脱落し5人で養殖をするとのことで、規模も減少するとの事。河川の水質の環境は昨年より悪化しているので収穫の可能性は2022年よりも低下する可能性が大であると小松より指摘したが、それでもやるとのことであった。

3) 溶存酸素量 (DO)

2021年8月は悪かったが、11月は90%台で2022年3月では、さらに改善し概ねあらゆる水域で100%を超えた。これら改善・変化は秋から冬場を越して植物相の変化や水温の低下などに伴う季節的な変動であるとみられた。

2021年8月2日の調査結果で河川の底の溶存酸素量 (DO) は悪化が示されていた。特に、中筋川では四万十大橋下で58%であり、合流点で74%であった。竹島川の養殖場の61.3～73%であった。このような値は昨年度では、8月2日以外に観測されなかった。

中筋川では67%（四万十大橋下）と79%（四万十川との合流点）であった。これらの溶存酸素 (DO) も昨年11月同様に、本年においても大幅に改善され



写真3 下田のアオサノリ養殖場種付けと支柱建て
2022年11月15日11時12分頃

た。これは昨年と同様の傾向である。昨年も高いところでは100%を超えた値が計測されたが、そのほかの大半の地点では90%台で、ある地点（複数地点）で80%台の上方の値であった。溶存酸素（DO）が80%台で低いところは、濁度（FTU）とクロロフィル量でも好ましくない値が計測されたのは津蔵淵川で87.2%、（昨年は88.9%）、大島の北端で88.3%（昨年85.2%）であった。昨年では中央排水処理場の排水口（89.8%）と中筋川と四万十川合流点（88.9%）であったが、これらの2地点では本年では、特段に問題の値が観測されなかった。

今回調査では溶存酸素（DO）は津蔵淵川の水深1.6メートルでの87.2%が最低値であった。津蔵淵川は、川面の表面に白い濁りの気泡がたくさん浮いている状態が観測された（写真2）。これは明らかに河川水の汚染・汚濁が進行していることを示している。これらの汚染・汚濁水の源が上流とその周辺にあると推測される。付近には水鳥の保養地が建設されて、これがコの字型で奥が行き止まりであるので、水流が停滞する。そのために、これが汚染水の原因の一つと推測される。これに加えて、津蔵淵川は生態系にとって明らかに工事のし過ぎであり、これら工事によって河川の生態系が破壊されたものと考えられ、そのために津蔵淵川の上流の調査も実施することが重要である。

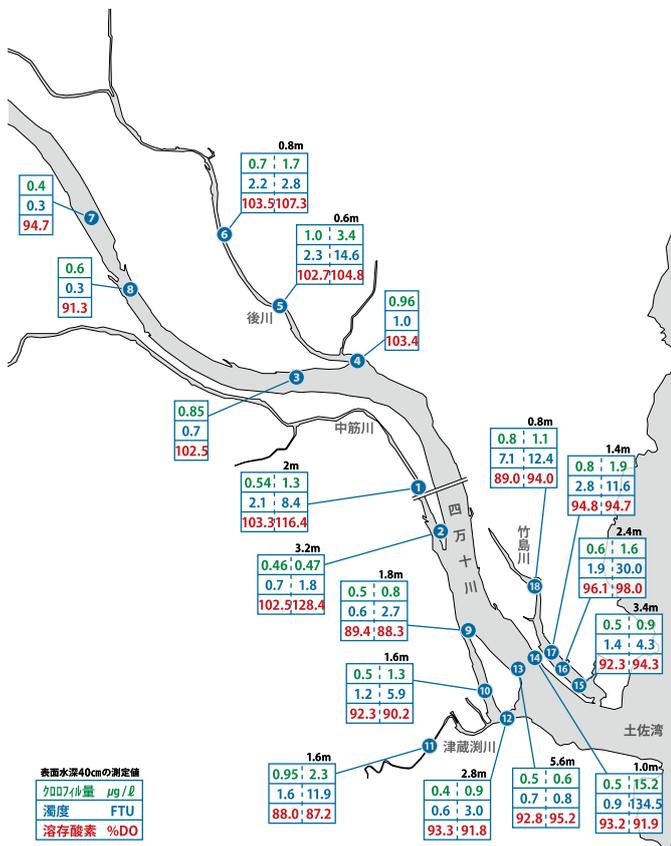


図1 2022年11月15日の四万十川下流域のクロロフィル量、濁度と溶存酸素量

4) 塩分濃度

塩分については四万十川橋（赤鉄橋）の鉄橋下まで計測した。その結果は、四万十川橋（赤鉄橋）までは海水が到達していることは2021年11月、2022年3月と7月の調査でも立証されなかった。今回の調査結果でも同様に、海水が赤鉄橋には到達しているとの計測値は示されなかった。むしろほぼ1年間にわたって、到達していないとみられることから、海水は赤鉄橋までは到達していないと断言しても良いものとする。

渡川大橋（地点8）でも0.1‰であり、ここまでも海水は到達していない。後川の合流点までも7月では海水は到達していないとみられたが、今回の11月15日の調査では、表面では10‰であったし、水深1.4メートルでは32‰を超えていたので、海水は到達していた。赤鉄橋と渡川大橋の塩分濃度はわずか0.04から0.1‰であり、これは中流域の四万十川太井野橋、吉見川や仁井田川でも記録される。従ってこれらの塩分は陸地由来の塩分であると考えるのが適切である。今回の調査結果から推定されることは、後川との合流地点（地点③）で32.48‰であった。

2021年11月調査時と2022年3月の調査では渡川大橋までは淡水で、四万十川と後川の合流点では海水が到達した。合流点で塩分濃度（表面水深50センチ）は25～27‰程度であった。しかし、7月は表面（10センチ未満）がほぼ淡水である。

後川の佐岡橋付近でも9.21‰（水深80センチ）であり、海水は若干到達している。津蔵淵川の川底（水深1.6メートル）では31.1‰であったのでほぼ海水が到達しているとみてよい。

5) 水温

7月の調査時点では、夏であったことと台風のために淡水の水量が増したため四万十川下流域では表面の水温は24.5℃である。水深10センチの水温は26.7℃であり、赤鉄橋から後川の合流点までは、水深10センチの水温が表面より2℃高く、其れより南から河口域までは1℃の差がある。



写真4 下流の渡川大橋から望む赤鉄橋と水鳥「かも」（右上）
11月15日9時37分

しかしながら、今回の11月調査では赤鉄橋では17.5℃で水深に関係なく一定であった。しかし、地点④の後川と本流の合流点では18℃台と20℃台の差が僅か40センチの水深の差でみられたが、20.2‰であったので、ここにも海水の差し込みがみられる。下流域の地点⑭では表面水温が19℃台であるが、水深が1メートルでは23℃台に上昇した。この地点での水深1メートルは海水であるので、これらの温度差は淡水と海水の差を表しているとみられる。

水温に関しては今後の検討と調査の課題であるが垂直方向の分布図の導入によって、現在以上に水温と海水の混入と台風時などの雨水の量との関係そして伏流水の構造などがわかってくると思われる。少なくともいろいろな仮説と推測を立てることが必要となる。

6) 流向と流速

先回の7月4日は満潮が8時28分で水位168センチ、干潮が15時54分で水位が38センチであった。今回の11月15日はこれとは好対照で干潮が3時43分で水位が58センチ、満潮が10時52分で水位が153センチであった。再度の干潮が16時12分で水位が124センチでほとんど干満の差がない干潮であった。

このために赤鉄橋に向かう時間を遅れさせて、満潮時刻に合わせたいとの意向が山崎組合長らにあったので、まず最初の計測地点を中筋川の2地点として、その後、後川の合流地点から後川に入り、佐岡橋まで計測したのちに赤鉄橋に向かうことにした。

7月の台風時の大雨と流量の多いときの調査と比べると流速の速度に大きな違いが生じた。すなわち7月は流速がきわめて早かった。特に川幅が狭い後川の流速の速度は著しかったが、今回の11月15日の調査は雨も降らず、風もなく晴天であったので、流速の増加に影響する要因はなく、平穏時で晴天時の流速になり、とても緩やかな流れになった。本流の下流域でも4～25センチ/秒程度であった。後川はもっと緩やかであって2.7～15センチ/秒であって本流下流域の約半分であった。

平坦な場所を流れる中筋川はさらに減速して、2～7センチ/秒であった。これらはいずれの場所においても7月の計測値を大きく下回り中筋川で5分の一、後川で8分の一程度、本流でも2分の一程度である。このような流れが河川工事を施す前はどのようなものだったのかについても文献などから推定の作業を試みるのが重要である。それによって、全体の水量の土佐湾への流出量と災害の予測と氾濫原は湿地帯への保水量の計算の基礎とすることが可能となる。

5. 中央排水処理場の視察

安岡晃四万十市下水道係長と高橋大四万十事業所長が説明。四万十市水産課岡田圭一係長と池田係員が同行。

KPS社が四万十市からの委託を受けて、1996年（平

成8年）に完成・運営を開始した中央排水処理場の管理運営を行っている。2014年（平成26年）高橋大（まさる）所長に抛れば本中央排水処理場は旧中村市、具同町平田地区などの2,000～2,500世帯からの排水量2,200トン/日（平日は2,300トン/日で土日は2,100トン/日）を受けいている。各家庭から流れてきたものをポンプアップして水管に上げる。能力的には全体処理能力で4,700トン/日（下水道課資料）である（説明では5,000～6,000トン/日であった）。流入の水質がBODで190mg/lであり、生活排水の一般に言えるがかなり高い値である。SSは270mg/lである。計画の放流水の水質はBOD15mg/lである。これは15,000μg/lに相当するので、相当の高水準の汚染・汚濁物質となる可能性がある。

まず、流入してきた排水・汚水からは固形物・残渣を取り除く。髪の毛と野菜や紙などは分解できないので問題である。排水処理場の分解能力はあくまで水に溶けているものを分解し、除去することであって、固形物は取り去ることである。固形物・残渣は一日に10キロほどが蓄積される。水洗トイレよりも問題は台所とお風呂場であり、そこからの固形物の流入が問題である。活性汚泥法などの方法では固形物は除去できない。

まず、最初は沈殿槽で固形物を除去し、その後浮いている油分やオイル・ボールなども除去する。

活性汚泥槽に入れる前に、残渣・細かい固形分を取り除く。活性汚泥槽ではエアレーションして地場菌のバクテリアからなる活性汚泥；ボルカチア属やエベスチス属の細菌などを活性化させて、バクテリアの力で、汚濁

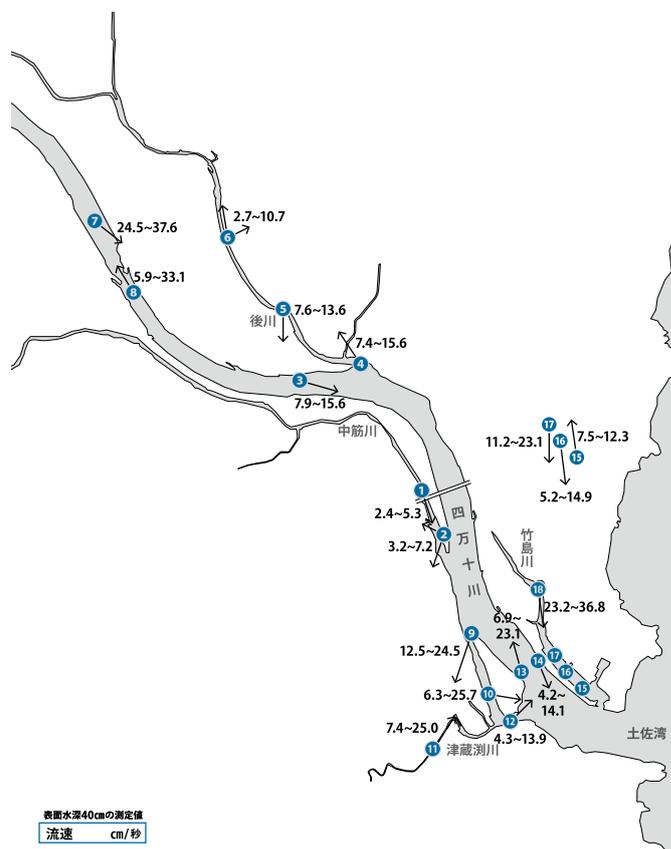


図2 2022年11月15日四万十川下流域の上げ潮時の下流域の流向流速

物質を分解する。活性汚泥槽は、通常ラインと2006年（平成18年）から導入した窒素分とリン分を除去する高度処理槽を導入した。そのために通常槽を入れて2ラインあるが、高度処理は現状では機能していない。従って汚染の原因となる窒素分とリン分の除外が足りない。処理能力は4,680トン/日であるが、このために12～13時間を処理に要する。その後最終沈殿池の排水は移動し、そこで上澄みを放流に回す。沈殿後の固形物は放流ではなくて固形物として焼却場に持っていき処理する。放流前の排水の透明度を毎日モニターし、目視している。NとPを直接計測する機械・器具はない。

溶存酸素量は最終排水の直前では3～4mgである。これは私たちの計測ではDOが50%程度の極めて悪い貧酸素水に匹敵する。これを放水前に曝気して空気中の酸素を吸いこんでから放水するとのことで、これでは7～8mg/lであるとの説明であった。これはDO(%)では90～100%に相当する。しかし、塩素化合物は生物に悪影響がある。酸素が不足しない状態の排水に曝気しても酸素は長時間は溶存しない可能性がある。

また、放水の直前には、2,200トン/日に対して1.5キログラムの無機塩素剤；ナンカイ「スタークロンPT」（商品名）を投入して、殺菌する。これは放水口での塩素系の異臭の元であった。

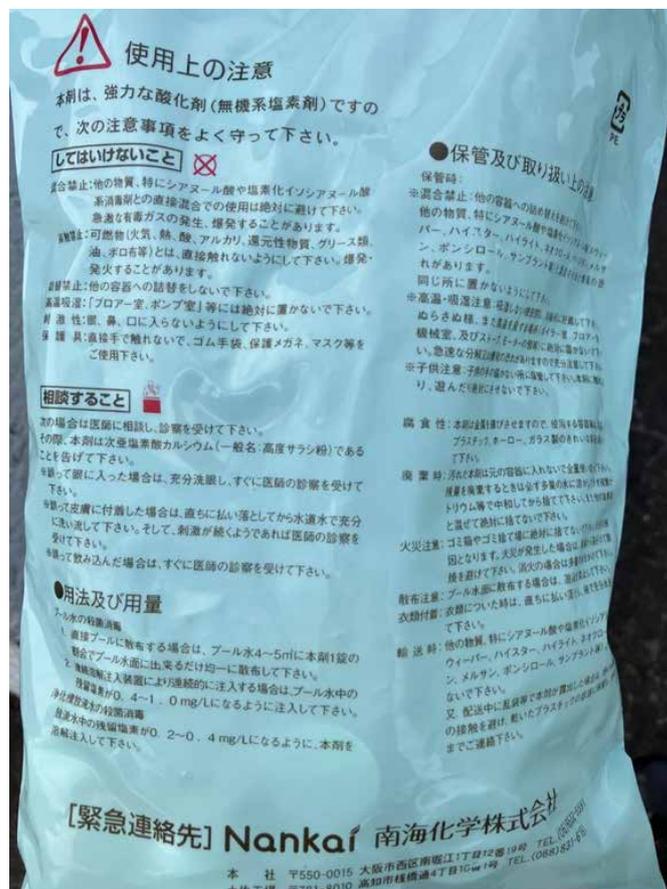


写真6 塩素系殺菌消毒剤の裏面 2022年11月15日

6. 高知県庁津野健太郎水産振興課長、遠近共生担当官

小松より、7月四万十川調査の結果を報告。また、6月のスミソニアン環境研究所と中谷元衆議院議員らとの間のNBSに関する決議を中谷先生から浜田高知県知事に送ったことを説明しつつ、NBSは米国がCOP27でも正式に同国のホワイトハウスの立場として推進しているとしてペーパーを配布。それを説明した。また、内水面漁業に関する2021年データの提供をお願いした。

先方からは県で分水嶺が分断され、内水面の漁業権が分断設置される問題と、水質検査に四万十方式という水中での見える距離によって透明度を図る方式がある。しかし、水量の減少でこの方式が活用できない問題がある。住民参加型の予算の獲得をしたい旨の表明があった。



写真5 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

(第4表)

終末処理場等の名称	位置	敷地面積 (㎡)	計画放流水質	処理方法	処理能力		計画処理人口 (人)	換要
					晴天日最大 (立方m/日)	雨天日最大 (立方m/日)		
四万十市中央下水処理センター	四万十市 右山字明治及び宇大別	2,76	800 15mg/L	標準活性汚泥法	4,700	—	7,790	計画汚水量(日最大) 4,210 m ³ /日 全体計画処理能力(日最大) 4,700 m ³ /日 流入水質 BOD 190mg/L SS 270mg/L
終末処理場等の敷地内の主要な施設								
終末処理場等の名称	主要な施設の名称	個数	構造	能力	換要			
四万十市中央下水処理センター	流入管渠	1式	鉄筋コンクリート造り	流量 約 0.4m ³ /sec				
	主ポンプ	3台	汚水ポンプ	約 5.3m ³ /min	3/3(内1台予備)			
	最終沈殿池	2池	鉄筋コンクリート造り 長方形平行常流式	水面積負荷 約50m ² /日	2/2			
	エレーションタンク	2池	鉄筋コンクリート造り	17L-13/時間 約8時間	2/2			
	送風機	3台	ルーツプロア	風量 約 17m ³ /分	3/3(内1台予備)			
	最終沈殿池	4池	鉄筋コンクリート造り 長方形平行常流式	水面積負荷 約20m ² /日	4/4、4池目既設土木対象			
	塩素接触タンク	1池	鉄筋コンクリート造り	接触時間 約 15 min	1/1			
	放流渠	1式	鉄筋コンクリート造り	流量 約 0.4m ³ /sec				
	汚泥濃縮タンク	2池	重力式	固形物負荷 約 60kg/m ² ・日	2/2			
	汚泥脱水機	2台	回転加圧型	約 48kg-ds/m ² ・h×1.5m ²	2/2(内1台予備)			
汚水ポンプ棟	1棟	鉄筋コンクリート造り	階段室					
機械棟	1棟	鉄筋コンクリート造り	電気室 自家発電機室 受変電室 脱水機室 プロワー室 ボイラー室 脱臭機室					
受変電設備	1式							
自家発電設備	1台							

表1 中央排水処理場の処理能力と機能 資料；四万十市上下水道課

7. 四万十市役所への7月調査の説明

朝比奈農林水産課長、岡田圭一水産課係長と池田係員朝比奈課長からは、市町村による荒廃森林の整備のために、森林環境税が令和6年度から導入される前に森林環境贈与税の分配が予定されており、その資金を使って針葉樹林の現状調査や伐採を行いたいとの話がなされた。針葉樹の長年の放置が山荒れの原因で地滑りと生態系の崩壊と河川への泥の流入の原因となるのではとの話題が提起された。そこで岡田係長と小松も入り針葉樹の問題について、一般に根が深く浸透し、土中に拡大しないと見られる針葉樹と広葉樹との比較が提起された。針葉樹と広葉樹の問題の多くが理解されていないことも含めて、今後の重要課題として提起された。

8. 四万十川内水面漁業協同組合連合会

小松より、7月の調査の結果を堀岡喜久雄組合長に説明したが、堀岡組合長からは津賀ダムの上流の梶原川の調査を是非していただきたいとの要望があった。また、アユの違法漁獲；投げ網を使った漁獲は禁止；を監視中の理事の一人が本日の調査を赤鉄橋付近で観察していたと報告した。

9. 国土交通省中村河川国道事務所

岡林福好副所長、宮地憲一計画課長、太田秀明事業対策官が出席。

中村河川国道事務所管内の四万十川下流、中筋川と後川の防災事情と環境事業をご説明いただく。特に中筋川のツルの里づくり、四万十川下流域の魚のゆりかごづくりと赤鉄橋の付近のアユの瀬づくりの説明を受けた。小松から、これらの事業が生物相の改善のための結果を伴っていない、漁業者も評価していないことの検証とモニターの必要性を述べた。

小松から四万十川調査の結果（2022年7月の結果を別添）と世界のNBS;自然工法による水辺再生の説明をした。四万十川の汚染・汚濁進行による水質劣化は ①農業排水 ②都市と工業排水と ③公共事業・コンクリート工事による自然の浄化力・生態系の喪失（中筋川の蛇行の直行化や川中島の撤去など）と ④ダム建設による生態系遮断と水質の悪化があると説明した。今後は一部局を超えた包括的な対応が重要であると述べた。

岡林次長は、国、県と市町村の管轄が分断され、有効な対策をとれないことも問題。今後は漁業者からの聞き取りに加え生物・生態系の専門家を組織内に抱えることが必要ではないかとの指摘を小松から行った。中村河川国道事務所の前向きな対応で、大変に有意義な意見交換となった。

2022年2月28日 四万十川下流域と2月27日窪川地区調査

1. 2月28日～3月1日の下流域と窪川地区調査結果

1. 調査結果概要

(1) 下流域の調査

1) 継続した科学データと連続水温の取得

2021年3月から開始した四万十川調査も今回の2月27日から3月1日の調査で四万十川に関する2年間の調査が終了し、科学データの蓄積が2か年分になった。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科学的な説得力を持った説明が可能となった。また、連続水温を冬の最低水温を記録する時期（2月ごろ）に取得し、アオサノリの養殖不作を知るうえで新たな情報も取得した。

2) 下流域では、竹島川の下流の下田地区で濁度（FTU）が昨年と同様高い値を示した。特に竹島川底付近で極端な高さ121.5FTU（地点②）を示した。

津蔵淵川とアオサノリ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並びに佐岡橋付近でも高い濁度を川底では示した。

3) 溶存酸素量に関してはいずれの地区も97%台から100%を超える良好な値を示した。

4) 下田地区の竹島川のアオサノリの養殖場は、本年においても収穫はゼロ。津蔵淵のアオサノリ養殖場も同様に、葉状帯の伸びがみられず、収穫は望めない。

これらは、竹島川と津蔵淵地区の双方とも水質悪化が原因と考えられる。特に濁度（FTU）が高いことが原因であろう。クロロフィル量も概ね0.5～1 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以下ではあるが、冬であり低い。濁度（FTU）は2～3.7FTUを表面（水深40センチ）でも記録し、国営農場に近接するほど悪化する。津蔵淵の養殖場では、中筋川からの影響とみられる濁度（FTU）の高さが記録された。

5) 後川の佐岡橋下では濁度が5.2FTU（表面40センチ）と8.8FTU（水深90センチ）である。中央排水処理場付近では、塩素系化合物に悪臭が感じられた。塩素分の臭いが、水質計測値には反応、反映されない。

濁度（FTU）は、1.3FTU（表面40センチ）と3.0FTU（水深1.4メートル）を示した。

(2) 窪川地区の調査結果

1) 渇水状態であり、仁井田橋では、通例のごとく、堰を超えない状態で水流が停滞した。従って濁度（FTU）は3.0FTUと高かったが溶存酸素量（DO）は特に問題がない97%を示した。窪川町内では一般に濁度（FTU）が高く、溶存酸素（DO）が特段問題はない。

しかし大野井橋（窪川橋）では濁度（FTU）が1.3FTUと高かった。

2) 流向と流速は吉見橋川が渇水状態で堰を超えられないので遅かった。四万十川の本流も流速は遅かった。

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のアシスタントは山本仁調査員である。

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。

また、高知県庁環境農業課青木敏純課長、四万十市と四万十川東部漁協組合長との日程の調整などに関して高知銀行の田村忍常務ならびに本店地域連携ビジネスサポート部の竹内清彦氏と溝渕文興氏に感謝の意を表した。また、青木中村支店長には四万十市との会合のアレンジとご同席をいただいた。山崎洋二大正支店長は溝渕文興氏とともに津賀ダムと梶原川の調査に同行された。百武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

今回の7月の調査から第2年度に入ったので、2021年度の2022年3月13日から14日にかけて実施した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。今回は天候には恵まれたが、渇水状態であった。

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行流向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。



写真1 四万十川橋（赤鉄橋）には海水は到達せず
2023年2月28日午前 著者撮影

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10時20分（水位は129センチ）で干潮は18時42分（水位は43センチ）である。満潮時に近い11時25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0.08%であり、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0.096%であり、ここまでも海水は到達していないと考えるのが妥当である。

しかし後川と四万十川の合流点までくると、表面で1.4‰であり、水深10センチでは3.4‰であるので後川での合流点でも表面水の約10センチまでは淡水である。水深20センチで30‰であり、水深2.5メートルでは海水と同様の33.6‰である。従って、後川の合流点までは海水が到達していると計測値では判断される。「図1；塩分などの垂直分布」によると水深10センチから水深20センチの間で塩分濃度が急激に上昇していることがわかり、この間の水深で淡水と海水を分ける躍層が形成された。

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、夏場に比較して冬場では溶存酸素量 (DO) は比較的高い値を占める。概して100%前後の値である。溶存酸素量 (DO) が表面水では100%を超え、表面水の溶存酸素量 (DO) は川底の溶存酸素量 (DO) より高い傾向にあ

る。川底でも90%を記録した。その中でも竹島川下流域のアオサノリ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養殖場は地点②、地点③と地点④であるが、これらの川底でも90%台であった。しかし濁度 (FTU) はこの地点では悪化した値を示す。特に地点⑤国営農場に近付くほどFTU値は悪くなる。

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り、次回、温室ハウスの近くの排水の溝などでの水質の計測が必要である。

3) クロロフィル量 ($\mu\text{g}/\ell$)

概ね表面水では0.4～0.6 $\mu\text{g}/\ell$ が計測された。冬場ではよく計測される値であり、一般にみられる値である。川底は概して高い値が示される。1.5～4.2 $\mu\text{g}/\ell$ が計測された。特に高かったのは、中筋川の地点⑬川底の17.5 $\mu\text{g}/\ell$ と竹島川の地点③の9.7 $\mu\text{g}/\ell$ であるが、汚染物質と栄養が共存している可能性がある。

4) 濁度 (FTU) ※注：清浄水のFTUは0.3FTUである

濁度 (FTU) は中筋川の河口部の川底が47.9FTU (2.1メートル)、四万十川本流の渡川大橋が11.1FTU、佐岡橋の下が表面で5.3FTUと川底が8.8FTU (90センチ)である。中央排水場付近では、塩素系化合物の悪臭が感じられた。塩素分の臭いが、水質計測値には反応しない。



写真2 中央排水処理場の排水口付近の後川；塩素化合物のにおいがする
2023年2月28日 著者撮影

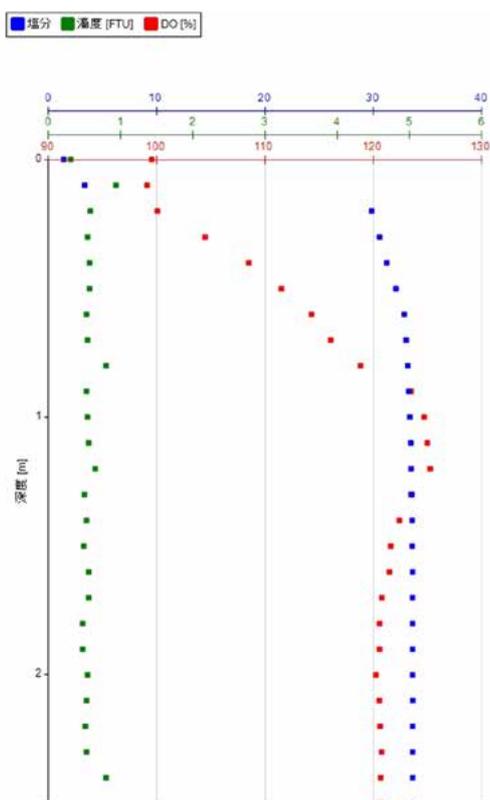


図1 四万十川と後川の合流点での

塩分濃度 (青)、濁度 (緑) と溶存酸素量 (赤) 資料：生態系総合研究所

今回の計測で最も濁度 (FTU) の値が悪かったのは竹島川下流のアオサノリの養殖場の内部とその上流の国営農場の下流に存在する地点⑤の下田のヨットハーバー付近である。ここでは川底で9.7FTUである。また、アオサノリの養殖場の中の最も高い値は地点⑤の121.5FTU (水深3.2メートル) である。竹島川下流は表面でも0.6FTUから1.2FTU、2.7FTUそして下田のヨットハーバーで3.7FTUとなり、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、高くなるので汚濁の原因は国営農場であると断言しても誤りである可能性は極めて低い。

5) 流向流速

流向流速は、昨年(2022年)の3月13日午前には上げ潮時の調査であったが今回(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、下げ潮は地点⑭後川合流点から地点⑰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、今回は四万十川の本流での赤鉄橋と渡川大橋までは、流速が早い傾向がみられた。これは前回(2022年)3月13日の上げ潮時の調査と異なり、今回はそれらの地点での調査・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、後川から土佐湾までの下流域では流速が低下した。このように潮の干満は河川流の流速にも影響を及ぼしていると考えられる。

しかし、竹島川での流速の値は2022年3月13日と2023年2月28日との間に特段の差がみられない。どちらも上げ潮時に調査している。

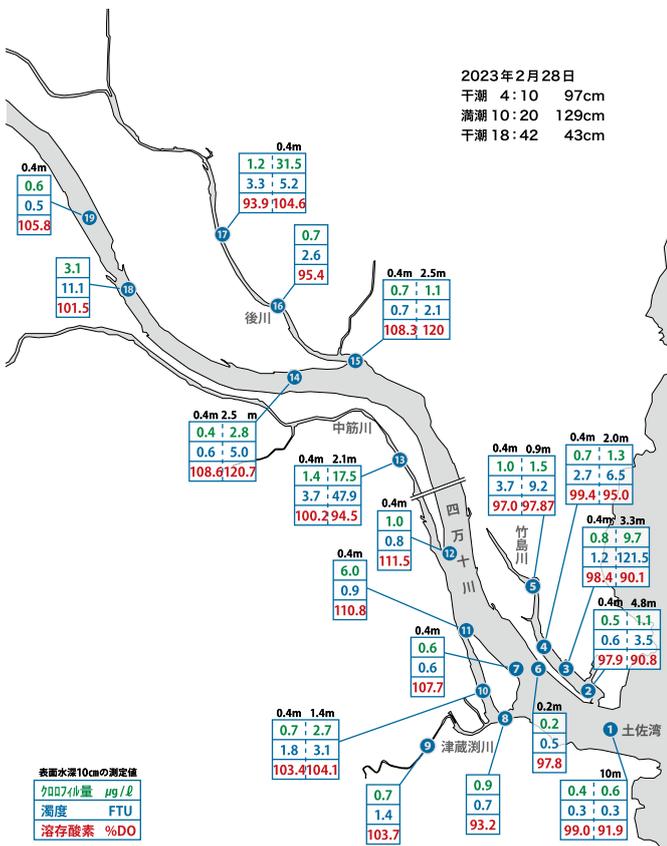


図2 2月28日の四万十川の下流域でのクロロフィル量、濁度と溶存酸素量

6) 連続水温計値

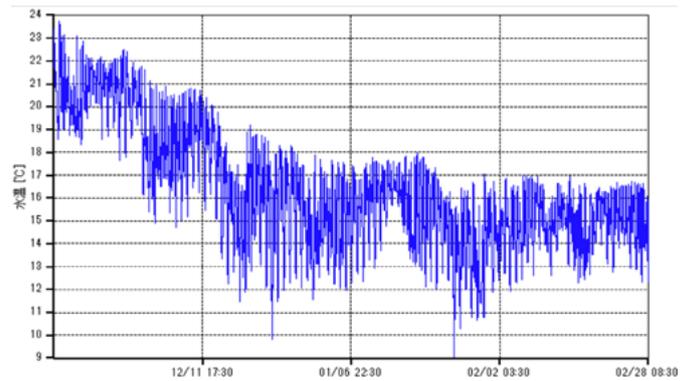


図3 アオサノリ養殖場の地点③の連続水温
 2022年11月15日から2023年2月28日 資料：生態系総合研究所

先回は、連続水温計を干出するように設置したために、気温と水温が毎日交互に入り混じるように水温計に記録され、その結果水温の読み取りが不可能となった。今回は水温計をノリ漁場と同様の干出しない場所に設定し、水温だけの動きが記録されるように設定した。その結果が図3のとおりである。

これによれば、最低水温が1月20日過ぎ(要確認)の9°Cである。しかし、この後の最低水温を見ると10.3°Cから10.8°C程度を2月25日以降に記録している(要確認)。これらの水温は、広田湾と大船渡湾の同時期に観測された表面水温；5~8°Cに比べれば2から5°C程度高いことがわかる。

一方で、これらの最低水温を記録している1月下旬から2月上旬もそれらの日々には14.8°Cから17°Cの水温

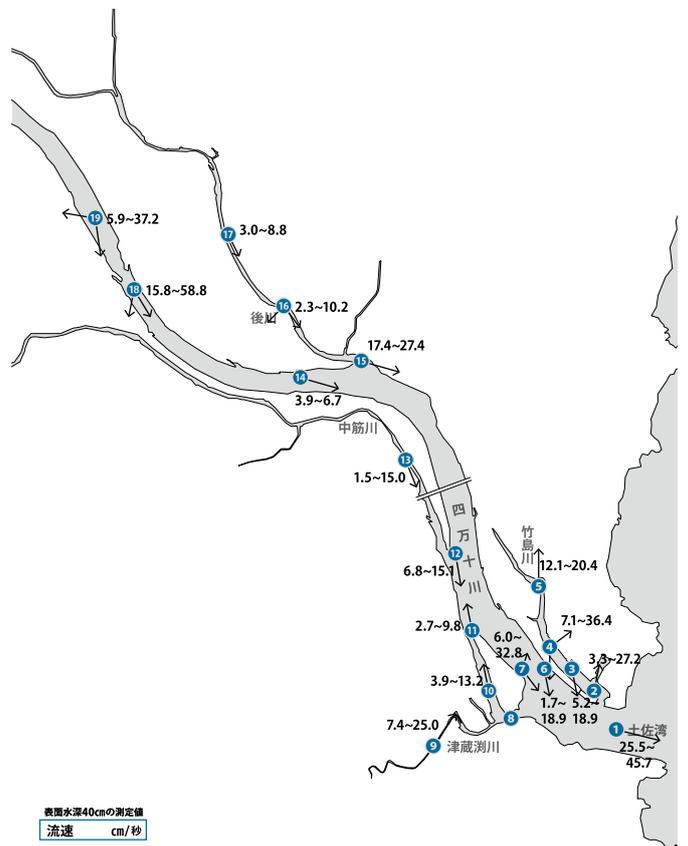


図4 2023年2月28日の四万十川下流の流向流速

を併せて記録しており、一日の間に約10℃程度の水温の変動がある。これと、気温の日変化との比較も必要であるが、ほぼ気温と同じ変化をしているようである。

更に12月中旬から1月の下旬までの約40日間には最高水温と最低水温の変動の差が大きく、11月15日頃と2月5日過ぎから2月28日の時期には3℃から4℃に低下する。これも気温と連動しているとみられる。

これらの気温の動きとアオサノリの発育と生育状況に及ぼす影響については、今後共計測を継続していくことと、過去の水温とアオサノリの養殖生産量との比較が必要であるが、このような連続水温を取得・計測した例は見ることがない。

6) アオサノリ養殖の状況

アオサノリの生育状況も2022/2023年度漁期においても全く不作であり、本漁期においても収穫量はゼロであった。本漁期においては、昨年の不作の状況にかんがみ、養殖を最初から断念する漁業者が多かった。竹島川では3分の2程度に減少し、残存者もその作付面積を削減し、津蔵淵の養殖地では、15名程度の漁業者が8名程度に減少し作付面積も削減した。また、種のりの確保も、昨年不作であったので、これを如何に確保したのかを小松より山崎清実理事に尋ねたが、多少育成した海苔から胞子をとってそれを種範としたとの説明があった。



写真3 竹島川下流のアオサノリ養殖場：全く収穫できず
2023年2月28日 著者撮影

この不作の原因として、山崎明洋下流漁協組合長は、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

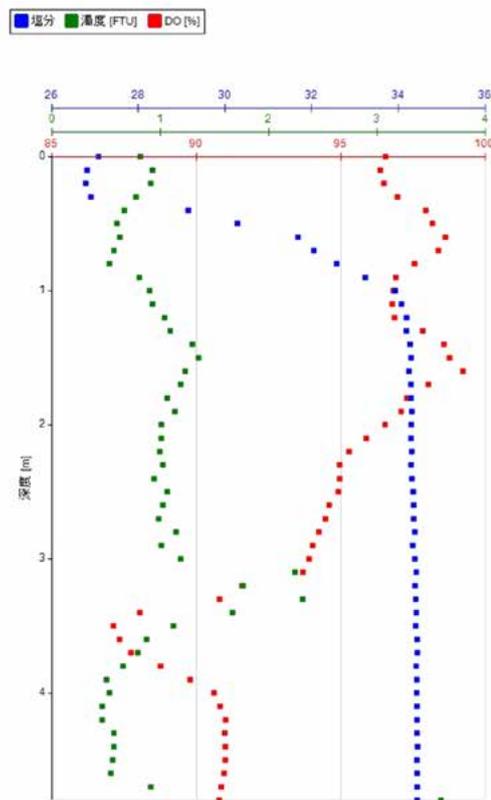


図5 塩分、濁度 (FTU) と溶存酸素量の水深による鉛直分布
2023年2月28日の地点②；最も海に近い養殖場計測地点
資料：生態系総合研究所

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、上記の図5を見れば、養殖場の表面から30センチは淡水の影響がある塩分濃度27‰であるが、それ以降は海水が卓越し水深1メートルでは34‰の海水となる。この30センチの淡水の躍層が以前はどれだけの厚さがあったのか、後川の合流点では20センチの水深で既に30‰である。



写真4 中筋川の下流域の渡川大橋付近。石積みで河川の沿岸を補強している。
植物の育成は見られない。2023年2月28日 著者撮影

しかし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については、これらの複合要因で悪化が急速に進行したと考えるのが最も自然であると思われる。

(2) 窪川地区

渇水状態であり、仁井田橋では、通例のごとく、左わきから少量の水流が下流に下るが堰を超えない状態で水流が停滞した。従って濁度 (FTU) は3.0FTUと高かったことで水質の悪化が継続しているとみられる、しかし溶存酸素量 (DO) は97%を示した。この堰の目的をヒアリングする必要がある。

窪川町内では一般に濁度 (FTU) が高く、溶存酸素 (DO) が特段問題はない。しかし大野井橋 (窪川橋) では濁度 (FTU) が1.3FTUと高かった。



写真5 渇水状態の仁井田橋下の堰：水がせき止められて水質が悪化する傾向を促進する 2023年2月28日 著者撮影



写真6 渇水状態にあり川底が露出する吉見橋付近の吉見川 2023年2月27日 著者撮影



写真7 左：河川の工事が行われている新開橋下流方面 2023年2月27日
右：2022年11月16日の水質調査の折には工事は行われていなかった。
どちらも著者撮影



写真8 太井野橋から見た四万十川
左が2023年2月17日、右が2022年11月16日 著者撮影

双方の写真とも、四万十川の窪川地区での渇水状態で、左岸側の砂利石が白くなっており1~2メートル程度水際から河川水が後退したことを示す。この渇水状態が長期間にわたって観察されることが四万十川の水質と生態系に与える大きな影響の一つである。



図6 2023年2月27日の仁井田橋、吉見川橋、新開橋と太井野橋 (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

(3) 四万十市との意見交換

四万十市役所；渡邊康環境生活課長と岡田圭一農林水産課係長が出席。こちらは小松、阿佐谷、田村忍高知銀行常務、青木剛中村支店長と溝渕文興氏が出席した。

会合では、先回の11月の調査結果を報告するとともに、四万十川の汚染・濁度と水質の悪化は現在では多くの人が知るところである。従って最後の清流四万十川のイメージを変えて、むしろ、清流としての輝きを取り戻す対策を今後講じていくことが重要であるとの理解と認識で一致した。其の意味で高知放送テレビ（RKC）が2月28日に番組で取り上げたのは大変に良かったとの認識でさらに一致した。できれば汚れた四万十川をどのように回復するのかの問題提起の番組であることを期待したいと述べた。

四万十市としても必要な協力は前向きに検討したいと述べた。（了）

2023年2月27日から3月1日 四万十川の環境調査 津賀ダムと栲原川調査並びに高知県・四国電力の会合記録

1. 2月27日～3月1日の調査結果のサマリー（要点）

今回の調査と視察・気聞き取りは非常に有意義な反応をもたらした。

1) 2021年3月から開始した四万十川調査も今回の2月27日から3月1日の調査で四万十川に関する2年間の調査が終了して、科学データの蓄積が2か年分になった。このために、四万十川の水質環境に関してより説得力を持って説明が可能となっている。また各方面に本調査の内容が周知され、今回は高知放送（RKC）テレビの2月28日早朝7時30分から下流域でのアオサノリの育成場での取材が入り、これにより小松らの調査活動の様子が即日18時23分頃から放送された。



写真1 2月28日高知テレビ（RKC）で放送された四万十川下流域の調査
2月28日午後6時23分 著者撮影

2) 津賀ダム湖調査を四国電力の協力を得て実施した。ダム湖8か所と栲原川の上流の四万十町と栲原町の境界にある芦川橋まで遡って目視観察をした。上流の下津井橋ではクロロフィル量、濁度と溶存酸素（DO）の計測と流向流速も測った。ダム湖は予想通り、堤長の脇から上流にかけて、ヘドロが蓄積（計測値からの推定）しており、この影響で濁度（FTU）が高く、溶存酸素（DO）は極めて低かった。流向と流速は表面では5～20センチ/秒で、水深10メートルではそれより遅くなり、0.5～6.2センチ/秒であり、表面の4分の1から5分の1であり底の流れが遅いのは海洋と同様である。栲原川上流の下津井では、ダム湖の湖底の流速程度の流速であり、流れがきわめて遅い。ダム湖の取水が表面からどのくらいの水深で行われているのが重要となる。

この流れを速くすることで、ダム湖の水質が大きく改善すると考えられる。

3) 高知県環境農業課の青木敏純課長との意見交換を持った。高知県農業は減農薬と減肥料に取り組んでおり、環境にやさしい農業の実現を実施している。農薬使用

量は農林水産省がその統計情報の収集を廃止したので高知県も取っていない。また、三面張りではなく土壌のあぜ道を造成して環境に配慮し、畜産業も養鶏は少なく、養豚と飼育牛である。これらは養鶏に比較すると水質の汚染が少ないとの由。高知県の農業は環境保全に貢献しており、農業が四万十川の汚染原因の第1の原因であるとの表現は回避されたいと述べた。しかし、農業も四万十川の水質・環境汚染の主たる原因であることは肯定した。最大の原因ではないと強調した。農業事情に関して口頭での説明がなされ、データや資料の提供はなかった。これは日本の役所全般に言える。データの提供の促進が急務である。

4) 四国電力の高知支店幹部他に四万十川調査の趣旨説明と意見交換を行った。津賀ダム湖の調査にボートを使用した。

津賀ダム湖の水質調査を8地点で実施し、ヘドロの蓄積（計測値からの推定）と貧酸素水塊の存在が明らかになった。これらのヘドロと貧酸素水塊は北の方に伸びており、右岸側の支流の合流点より北まで確実に伸びている。これらの8地点では水深が10メートルでは濁度（FTU）が10FTU程度を記録し、ヘドロに近付き水深が深くなると100FTUを瞬時に超える。溶存酸素量（DO）は80%台から65%台を記録した。合流点より北上した左岸が飛び出した鼻先の地点では、水深が急に深くなり、その30メートル水深（要確認）では、溶存酸素量（DO）が49%まで低下した。

5) 四万十川東部漁協代表理事武政賢市氏からの説明

3月1日午前に津賀ダムから四万十町の下津井部落までの間の栲原川の上流域を案内される。途中ダムの堰き止めに関する栲原川への影響を観察した。私たちは、下津井橋でも計測を行ったが、下津井橋では表面的には正常な河川水に見えたが、ここでは水深3メートルを超えると濁度（FTU）が10FTUを超えて急速に悪化した。

津賀ダムの堰き止めによる影響は四万十町と栲原町の境の芦川橋付近にまで影響が及んでいるように見えた。上流の下津井橋まで、ダムの影響は及んでいるようだ。栲原川の上流には、津賀ダムよりは小型であるが取水用のダムが3基あること。また、アユを他所から購入してきた栲原町が毎年上流に放流していること。しかし、アユは1年魚であり、毎年放流する必要がある。近年はアユの冷水病の死滅アユが多く放流事業がうまくいっていないとのこと。また、津賀ダム下流域では土砂の流入がないので下流の栲原川の川底が削り取られてしまって河川の生態系によくないことなど武政組合長は指摘した。小松より、アユの海に降海する性質

がダムで阻害されること、ダム堰き止めで水質が悪化し、外部のストレス要因が多く、冷水病の発生原因と考えられる。従って、アユの放流はいつまでも継続してもアユの生態系と生活サイクルの改善には役立たない。予算が有効に使われていない、また、当地のアユ冷水病に関する科学論文があればそれを見たい。放流はアユ資源の増加、生態域の改善に効果がなく、中止するべきと述べおいた。

また、四万十川漁業協同組合連合会は、四万十川下流漁協。中央部漁協、西部漁協と東部漁協；四万十町の大正町から十川付近まで；から構成され、さらに四万十川上流には連合会には入っていないが四万十川上流淡水漁業協同組合がある。

東部漁協は組合員が約250名で、ほとんどが農業との兼業者である。専業は一人もいない。今回は、農業者訪問のアレンジを武政組合長にお願いした。

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のアシスタントは山本仁調査員である。

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。

また、高知県庁環境農業課青木敏純課長、四万十市と四万十川東部漁協組合長との日程の調整などに関して高知銀行の田村忍常務ならびに本店地域連携ビジネスサポート部の竹内清彦氏と溝渕文興氏に感謝の意を表した。また、青木剛中村支店長、山崎洋二大正支店長と百田幸生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

2022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通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。

4. 調査の結果

1) 津賀ダム湖と第1発電所

①2022年3月調査

津賀ダム湖の調査を開始したのは2022年3月12日からである。その時は、津賀ダム湖の堤長の左岸側からとダムから下流1キロ地点そして、四万十川に注ぐ第1と第2発電所の設置場所の下流における計測と目視観測を行った。その際はダム湖では濁度が水深10センチで1.9FTUと非常に高かった（また、2度目の計測

では39.8FTUを記録）。溶存酸素104.5%を超えて何ら問題がなかった。1キロの下流でも濁度は0.77FTUで高かったが特段問題があるほどではなく、溶存酸素は101.8%であった。津賀ダム第1と第2発電所では濁度は1.08FTUと高く、溶存酸素は100.5%である。しかし、この際にシジミの死骸が放水口付近で多数発見された。しかし、この時の溶存酸素量（DO）は特段の問題がなかった。しかしその後の調査では津賀ダム湖の溶存酸素量が慢性的に低く貧酸素水塊を形成すると考えられるので、これが時期の違いがあるものの影響した可能性はあり、詳細な分析が必要である。



写真2 津賀第1と第2発電所の排水口で多数の死貝が見える。泥に埋まって貝片が見えるもの、貝殻が欠けたもの、全体の死貝が見えるものなど多数である。2022年3月12日 著者撮影

②2022年11月14日の調査

2022年7月3～5日は台風4号の影響で、津賀ダム湖での調査は延期となった。

今回の2022年11月14日の調査ではダム湖堤長側の右岸で水深7.6メートルでは溶存酸素が57.0%であり、濁度は3.2FTUであった。ダム湖の下では67.5%と濁度は2.3FTU（水深1メートル）で、その下流の第3発電所排水口では67.8%と1.7FTU（水深40センチ）であった。貧酸素状態であると考えられる。



写真3 調査用ボートから見た津賀ダム湖の風景
2023年3月1日 著者撮影

③ 2023年3月1日の調査

1) クロロフィル量 (µg/l)

表面のクロロフィル量は、ほぼどこでも0.4mg/lであった。また水深10メートルでは少し多くなり、0.6～1.6µg/lであるが、所によっては地点③と点⑥のようにゼロのところがあった。これらの原因は不明である。

2) 濁度 (FTU)

濁度 (FTU) は表面 (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。この水深地点から河川と陸地から流入した汚濁物質と物理的な土砂などが蓄積されるとみられる。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8メートル水深を超えると急速にその濁度 (FTU) が増大し悪化する。そして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。

3) 溶存酸素 (DO %)

溶存酸素 (%) も表面水では何ら問題はない。全てが97～98%台である。しかし表面で低いのが第3発電所の排水口での91.3%である。これはダム湖からの排水なので、ダム湖の水のうちの溶存酸素の少ない水を流した結果であろうと推定される。

貧酸素水塊が問題となるのはダムの湖底である。

(注) 四国電力がダム湖からの水を発電用に取水する際には水深何メートルの水層からの水を取水するのか。これはダム湖からの水で四万十川の淡水シジミの死滅の原因の解明にも貢献する可能性がある。

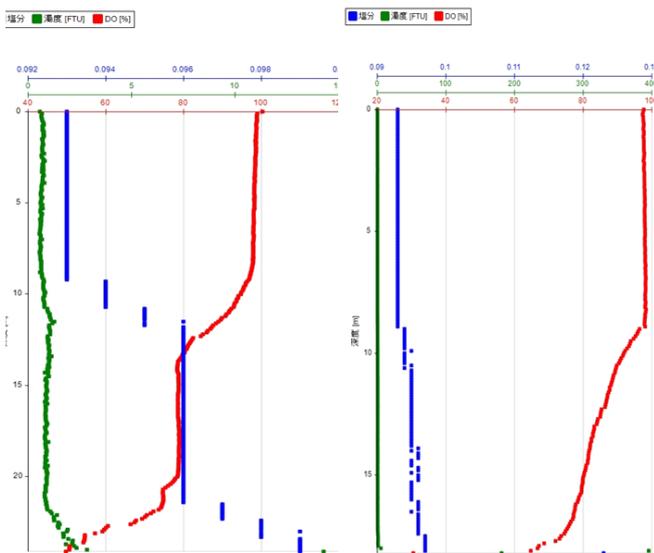


図1 地点⑦の垂直方向断面

図2 地点②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。
資料：生態系総合研究所

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、ダムの水深約8メートルから下層の水深の水層に水質の悪化をもたらしていることである。溶存酸素 (DO) に顕著に表れている。水深8メートルから急速に溶存酸素量の値が悪化しそれが、ダム上流地点の地点⑦では、水深20メートルまでは、横ばいの溶存酸素量が継続するが、水深20メートルを超すと急に溶存酸素量が悪化する。その悪化の程度は極めて急速であり、最終的には49.8%まで低下する (水深24.1メートル)。堤体沿いの中間点である地点②では同様に水深8メートルから溶存酸素量が低下し悪化する。これは急速に18メートル程度まで続きそこから更に急速に悪化し、最終的には、30.5% (水深18.2メートル) まで低下する。この30.5%は私たちが計測した値としては最低の貧酸素水塊である (大船渡湾の尾崎沖の2022年7月で39.5%であった)。

今回の調査と水質測定から判明したのは、津賀ダム湖の水質も表面から約8メートル水深までは、濁度 (FTU) は0.5～0.7FTUであり (清浄な水質のFTUは0.3である) 溶存酸素 (%) は97～98%を記録しも特段問題がなく清浄水であることが確認された。しかし、底質付近は濁度による汚濁と貧酸素水があり、特に左岸に比較すると右岸では湖底に近いほど水質は悪化していることが数値で示されている。また、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北部の地点⑦では水深が深く (水深24.1メートル) 49.8%で好ましくない値となった。

ところで下津井の情報はクロロフィル量が貧弱であったが、溶存酸素は98～100%であり特段問題はないが、濁度 (FTU) は10FTU (水深3メートル) で観測されているので、この地点まで、ダム堰き止めの影響がある。

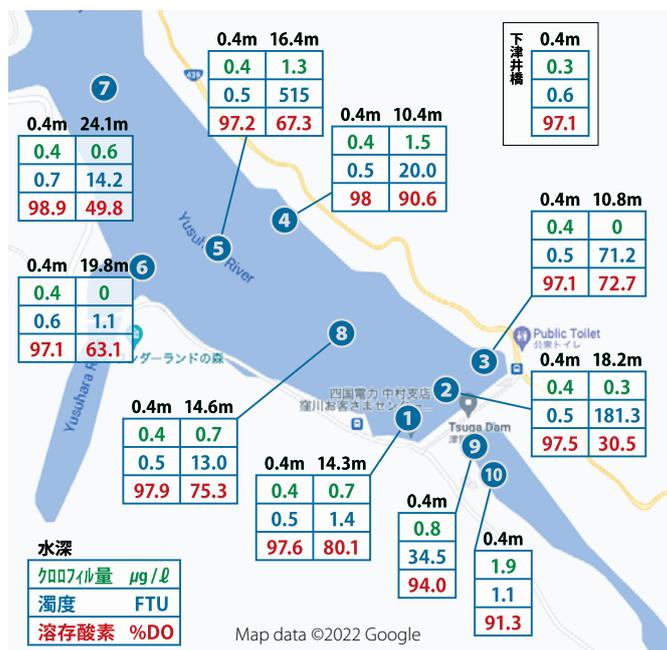


図3 2023年3月1日 津賀ダム湖の水質調査

クロロフィル量、濁度 (FTU) と溶存酸素 (%) 資料：生態系総合研究所

2) 流向流速

①ダム湖表面水流

流向と流速の結果からは、ダム湖内での表面水は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、ダム堤体の中心に当たった水流はそこで上流に向かって跳ね返されている。流速はおおむね2～15センチ/秒で第④地点では最大27センチ/秒に達する。しかし、これらは四万十川の下流域の本流に比較すると半分以下であるが、下流域の竹島川と比べる（2022年3月）と、ほぼ等しい値である。しかし堤体付近は減速する。

②ダム湖の水深10メートル

ここでは表面水深の流速と比較すると大幅に減速する。大船渡湾と広田湾でもそれぞれ、表面と水深10メートルでは約40～50%程度減速するが、津賀ダム湖ではさらに減速しているとみられる。表面水深の流速の3分の1程度とみられる。これが水深14～18メートルないし24メートルのダム湖底ではさらに減速し、ほとんど水流・流速がない状態となっていると予想される。水深10メートルでの最小流速を拾って見ると0.5センチであり、流れがない状態である。

上流の下津井橋でも0.9～1.5メートルであったのできわめて遅い。

3) ダム湖の水質浄化対策（案）

ダム湖の水量が上流まで及ぶにつれて、流速の低下がみられる。これは下津井橋の計測の結果から判明した。このことは、可能な限りダム湖の貯水量を上流に影響しない程度に抑えることが、上流の環境の保護と保全にとって有用なことを示唆している。

またダム湖の8メートル水深以深の水質が悪化していることが問題である。また、この水層は流速を見れば表

面水の約4～5分の1程度で（大船渡湾では水深10メートルでは表面水の約40～50%の減少）また、水深が深くなれば水圧がかかりその分だけ流速は低下し、水深の深い水層は固定化して動かない。それによって、深層に蓄積した汚濁物質が移動しなくなるとみられる。このことから水深をできるだけ浅く保つことが流速を速くし、水質を良好に保つことにつながる。

このために随時、発電量やそのほかの放流量を増大させる必要がある。発電量だけでは放流量が不足する場合、新たに発電以外の放流を心がけるべきである。その際にダム湖の深層の貧酸素水量を放流するのではなく、水質で問題の無い水塊を放流することから検討がなされるべきである。また、貧酸素水塊を放流する前に、曝気するか放流前に湿地帯を一度通過させることが検討されるべきであろう。

5. 調査結果の現地の説明会の開催へ向けて

1) 現地説明会の概要と目的

四万十川は1980年代に日本の最後の清流として脚光を浴びたが、地元の方々は、そのころから特に2000年代に入り、川の環境が悪化した、そして土佐湾にもその影響があると口々に話すようになった。そして、川が客観的・科学的にどれだけ悪化したのかを調査してほしいという声が、私たちの研究所に届いた。

本調査は2021年3月15～16日に予備調査を実施して以来、2021年度は3回の調査を、2023年度も2月27日から3月1日の調査を入れて3回の調査を実施した。

予備調査を入れて7回の現地調査を実施して、蓄積が殆どない継続的な科学的データを取得して、現地の方々が実感していた四万十川の環境と水質の悪化を科学的情報により、客観的・科学的に見ることが出来る。これらを地元高知県の方々にご紹介すること、また、世界における生態系サービスを活用した水辺、湿地帯造成と水質浄化の取組を紹介する。これによって四万十川の水質・環境と生態系について理解していただくこと水質・環境と生態系の回復のためにできることを考えることが目的である。

2) 現地説明会の開催

- 1) 日時 2023年8月4日・5日
- 2) 場所 四万十市と四万十町の2か所
- 3) 対象の聴衆 一般市民・町民と公官庁と大学・研究機関、漁業者、漁協、ならびにNGO
- 4) 現地説明会のテーマ

2021年度と2022年度の調査から分かった四万十川と流域水質、環境と生態系
米スミソニアン環境研究所などの世界の生態系の回復の取組；NBS；自然力活用の川、水辺と農地、湿地帯と森林の再生について

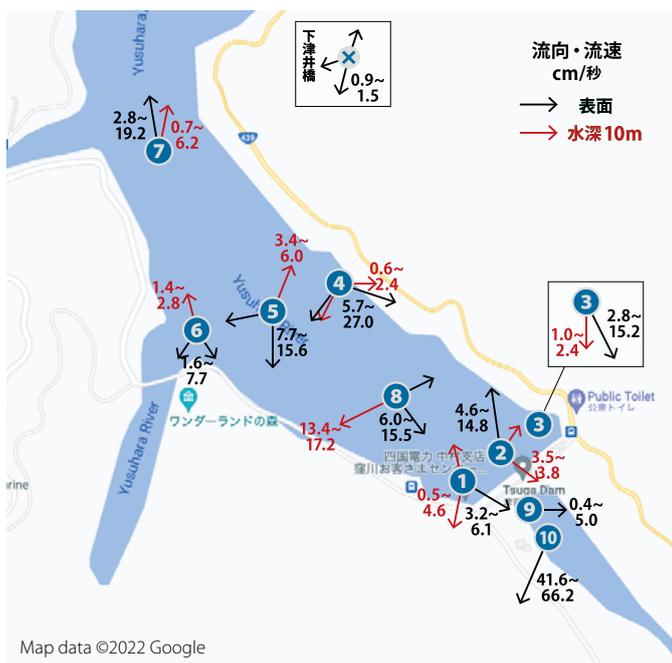
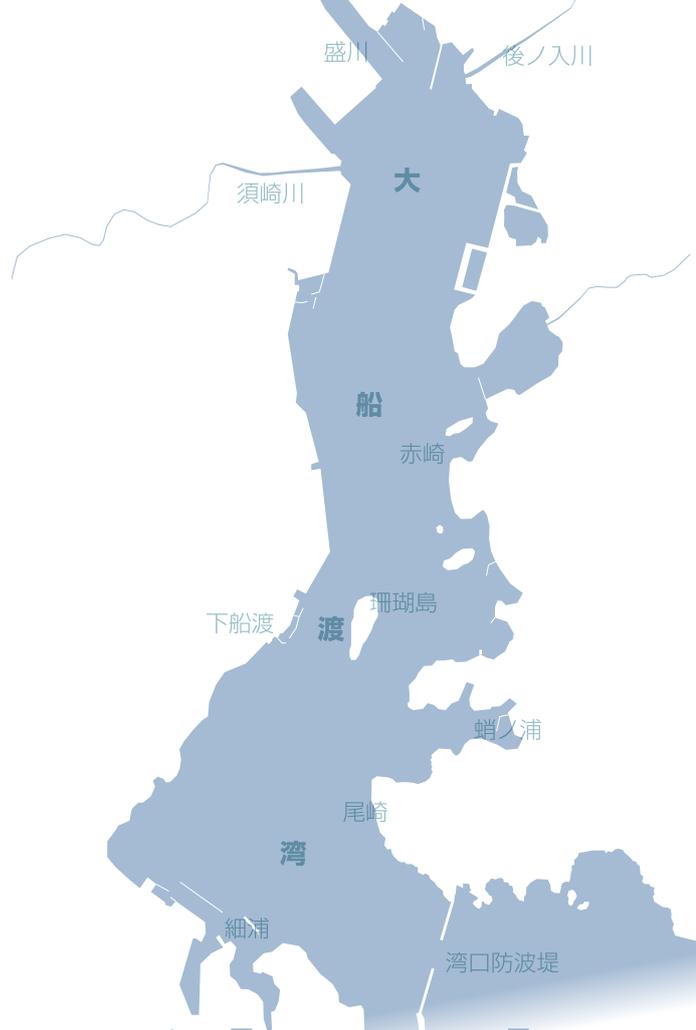


図4 2023年3月1日 津賀ダム湖の流向・流速
資料：生態系総合研究所

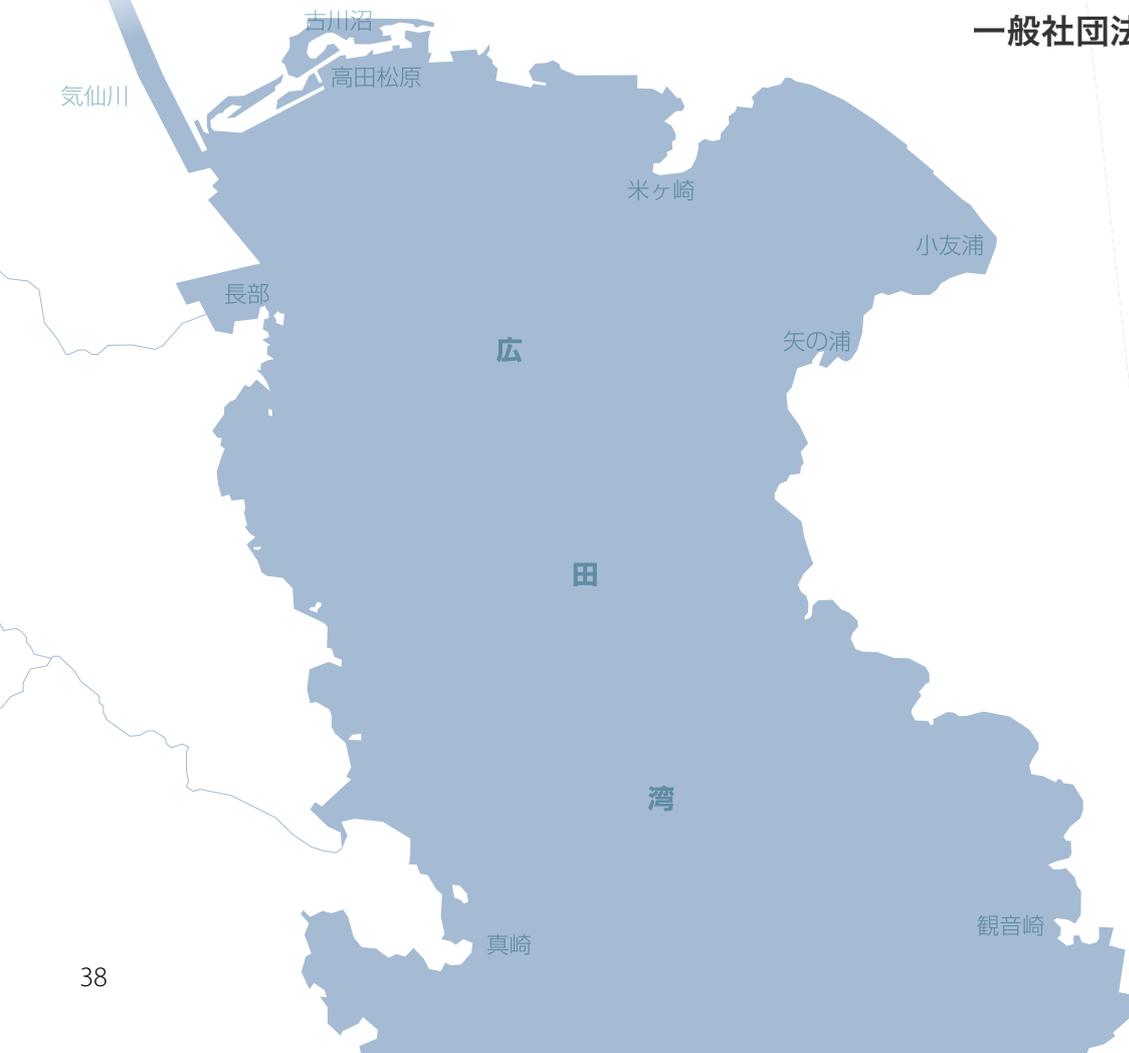
3) 説明会の内容

- 1) テーマに関する講演 45分
- 2) 現地の住民からの発表 10分 四万十市と四万十町；
四万十川とその変化
- 3) パネル・ディスカッション
メンバー（四万十市シンポジウム）
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 山崎明洋組合長
（四万十町シンポジウム）
四万十川財団 神田修事務局長
㈱佐竹ファーム 佐竹孝太専務
- 4) 主催 一般社団法人生態系総合研究所
共催 高知銀行
後援 高知県、四万十市、四万十町、黒潮町、
四万十川漁業協同組合連合会、四万十川財団など多数
（了）



大船渡湾・広田湾調査

一般社団法人 生態系総合研究所
代表理事 小松正之



2022年7月11日 大船渡湾の海洋環境調査

1. 序文

大船渡湾の調査は広田湾との同時並行の比較調査として2021年4月から開始した。4月、7月と9月と12月と2022年3月の5回の調査を実施した。昨年度の5回分の調査の結果については、2021年度の一般社団法人生態系総合研究所「水辺再生プロジェクト；四万十川調査と大船渡湾・広田湾調査」（2022年8月刊行）に記載した。

2022年7月11日の天候は曇りで平穏であった。

調査は午前9時01分に下船渡港を出港し、下船渡のカキ養殖場での計測と連続水温計からの長期水温データの取得と連続水温計の再設定を行い、その後盛川方面の内湾域に向かい、盛川河口と太平洋セメント工場沖を通り、赤崎沿岸を北上し、湾口防波堤の内外の観測をした。そして11時30分に下船渡港に寄港した。

今回の調査の特徴と前回からの変更点は

- 1) 須崎川の河口付近での調査
- 2) 戸田公明大船渡市長から要請のあったカキ養殖場として重要な蛸の浦を対象としたこと
- 3) 細浦地区の2地点は今回から測定を停止したこと
- 4) 湾口防波堤外海域は2点の観測を1点に絞ったこと
- 5) これにより全体で16地点に増加した観測地点を12点に縮小して、総調査時間を3時間程度（これまでは4時間を要した）に縮小したことである。

2. 調査員と使用機材

調査員は調査団長が小松正之、調査員が渡邊孝一。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) 小型メモリー流速系 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) 流向と流速

①7月11日の午前は干潮が午前7時22分で潮位が20センチ、満潮が午後15時16分で潮位が125センチである。従って本調査の時間帯は上げ潮時の調査である。湾内ではしかしながら、潮位が低いためか、盛川

河口から湾口防波堤に向かっての流れが表面水も水深10メートルでも観察された。これは、開口部でも同様であり、上げ潮時の調査であるにもかかわらず、湾内から湾外に流出する流れが主体であった。

しかし、湾外の外洋では上げ潮の湾内に流れ込む流向が観測された。

②表面水の流速は水深10メートルの流速に比較すると30～50%程度早いことが観測された。これは、2021年度の調査期間の大船渡湾や広田湾、石巻湾と桃浦湾でも同様に観察・計測されたことであり、水深10メートルで水圧がかかりその分、流速が遅くなるとみられる。また、水深30メートルではさらに流速は遅くなる。しかし、今回の調査での尾崎と開口部では水深10メートルと水深30メートルでは際立った差がみられなかった。

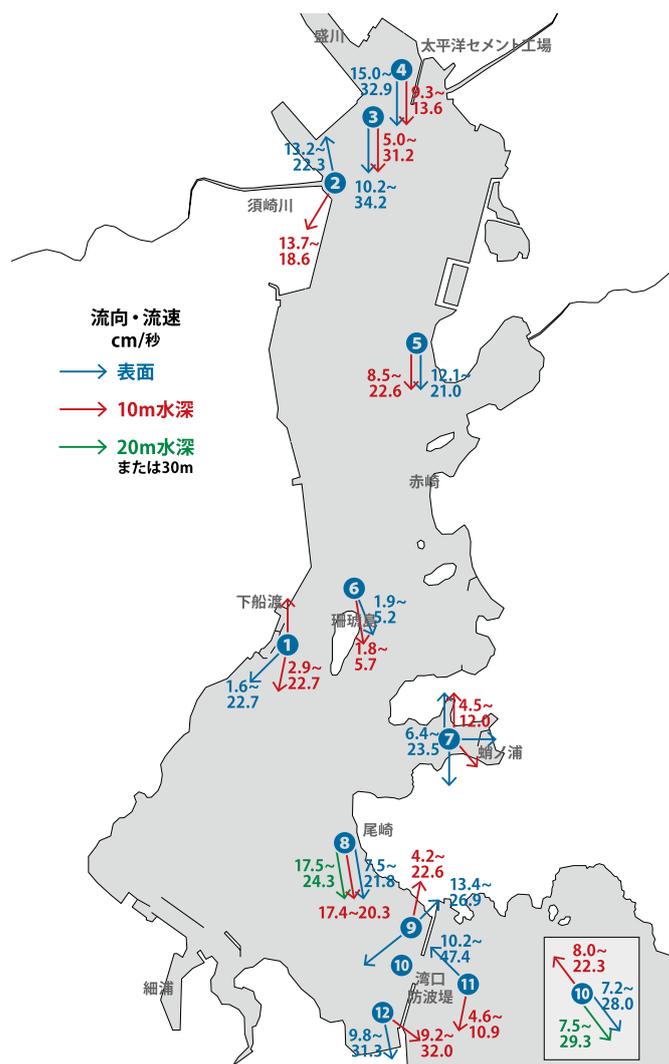


図1 2022年7月11日の上げ潮時の大船渡湾の流向流速

③湾口防波堤の影響は、これまでと同様に顕著であった。湾内の流速が湾口外に比べて30%程度減速したことが明らかであった。また、この湾内流速は、大船渡湾の全域について言えることである。従って湾口防波堤によって湾内の流速が30%程度減速しそのための濁度 (FTU) の停滞と溶存酸素 (DO) の悪化が固定化される傾向があると推量される。

④一般的に、広田湾に比較して大船渡湾流速が遅いと判断される。特に水深10メートルがさらに遅い。

⑤珊瑚島と赤崎沖の海域の流速が表面で1.9～5.2センチ/秒であり、入江内部の停滞した水域のような小さな流速である。これは水深10メートルでも1.8～5.7センチ/秒とこれも極めて遅い流速である。2021年度の調査結果で珊瑚島付近の流向と流速を再確認 (2022年8月17日の報告書作成時) したが取り立てて流速が遅い観測値ではなかったが、一方で海域が狭まっているので早くなる傾向があるとの観測値も見られなかった。その原因についてはこれから精査したい。この海域の海底付近 (水深30メートル) の溶存酸素 (DO) が49%で極めて少なかった。濁度については高い傾向があるが、極端に高いほどではない。

2) クロロフィル量 (µg/l)

クロロフィル量については全海域で概ね1µg/lを超え良好な植物プランクトンの発生状況を示している。盛川付近湾奥が高く、湾口防波堤に近づくにつれて値が下がる傾向がみられる。湾口防波堤の外、外洋では表面では0.7µg/lであったほかは水深10メートルと水深30メートルではそれぞれ1.3µg/lと1.1µg/lであり湾口防波堤の付近の内部の値と同水準の値であった。

盛川に近い河口、須崎川河口と太平洋セメント工場沖と赤崎沖の表面ではいずれも2µg/lを超える高い水準のクロロフィル量が観測された。水深10メートルでも1.6～2.6µg/lを示した。

これらの値を昨年7月6日の調査結果と比較すると、同様の値を示している。しかし、全般的に見て湾の奥が高くそして湾口防波堤附近が低くなる傾向は同じであるが、昨年のクロロフィル量の値が高い傾向を示した。

3) 濁度 (FTU)

2021年も2022年7月も濁度に関しては湾口防波堤の外の海洋水は極めて清浄な値を示した。特に濁度が比較的高かったのは盛川河口表面 (0.67FTU)、太平洋セメント工場沖表面 (0.6FTU)、珊瑚島水深30メートル (0.84FTU)、蛸の浦水深16メートル (0.92FTU) で、今回の計測値では最も悪い値であった。尾崎沖水深30メートル (0.66FTU) と開口部水深34メートル (0.67FTU) で、南提内側の水深32メートルで0.62FTUであった。このうち最も悪いのは蛸の浦の0.92FTUであった。

昨年に比較すると濁度 (FTU) が1FTUを超える地点が表面でも水深10メートルでも多かったことに比較すると今年はいくぶん濁度 (FTU) は低下したと考えられる。しかし悪い地点 (珊瑚島水深30メートルと尾崎水深30メートルと南提内側水深30メートル) は通常頻繁に観測される。

4) 溶存酸素 (DO)

溶存酸素については、表面と水深10メートルについては100%を超えて特段の問題は見当たらない。このような傾向は2021年7月の調査結果と同様である。その時点でも問題はなかった。

問題の値を示すのは2021年7月では太平洋セメント沖の水深10メートルの89%、珊瑚島水深20メートルの84%である。

2022年7月の今回では、珊瑚島の30メートルの49% (最低値)、蛸の浦水深16メートルの83%、尾崎沖の水深30メートルの50%と開口部の水深34メートルの58%で、南提内側の32メートルで73%ある。これまで蛸の浦は計測していなかったが、今回の計測で濁度と溶存酸素の双方とも悪い値が計測された。

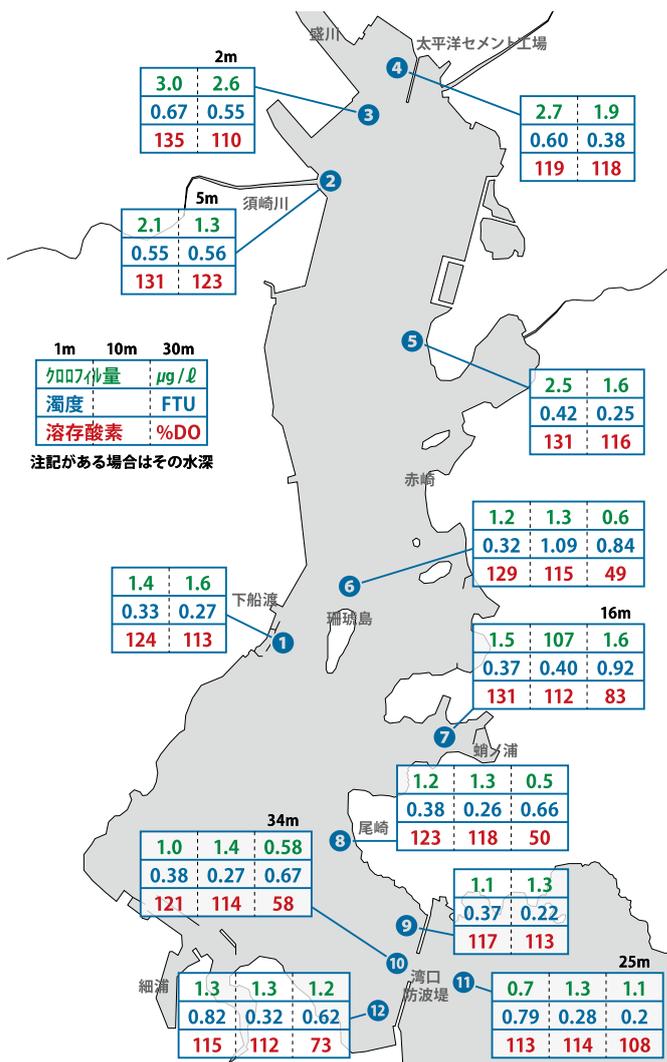


図2 2022年7月11日の上げ潮時の大船渡湾のクロロフィル量、濁度と溶存酸素

5) 調査結果の評価

今回の調査でも夏場の特徴である溶存酸素（DO）が特定か所の水深30メートル以下の海域で極端な貧酸素水が観察された。この傾向は今後とも毎年継続する可能性が高い。濁度（FTU）もこれらの海域と盛川河口と太平洋セメント工場沖が比較的高い海域である。これらの海域の水質の低下の要因・原因を探ることが緊要である。

大船渡湾の流速は湾口防波堤によってその速度が昨年でも35～45%減速したことが調査の結果から判明（下表参照）したが、今回の調査結果でも同様に湾港内の流速が表面では湾口外に比べて30%程度減速したことが判明した。

表1 大船渡湾の湾内外の流速の比較（単位：センチ/秒）

表面

	2021年 4月	7月	9月	12月	2022年 3月	計
湾内(A)	10.5	19.0	12.5	9.1	32.4	83.5
湾外(B)	30.0	19.5	33.0	11.2	59.1	152.8
(A)/(B)%	35	97	37.9	81	54.8	54.6

水深10メートル

	2021年 4月	7月	9月	12月	2022年 3月	計
湾内(C)	5.5	17.8	6.5	4.6	19.4	53.8
湾外(D)	11.0	18.0	17.0	9.8	26.4	82.2
(C)/(D)%	50	99	38	47	73	65.5

資料：一般社団法人生態系総合研究所

（注1）四万十川調査・大船渡湾・広田湾調査2021年報告書（2022年8月発行）に基づき作成。

（注2）2021年4月から7月、9月、12月及び2022年3月の湾外の流速と湾内の地点の流速（流向・流速の図を参照）のそれぞれの上限值と下限値から平均値を計算してそれを流速とした。

（注3）計は、各月の合計を求めた。

4. 大船渡湾への都市下水の排出の現状と問題点

1) 大船渡浄化センター

平成6年10月1日から供用を開始した。計画処理水量は11,408トン/日である。水処理方式としては長時間エアレーション（平成6年10月から令和2年3月）を採用してきたが、現在は標準活性汚泥法（令和2年4月から）に変更している。

放出先は新田都市下水路を経由して大船渡湾に放流している。放流地点は、盛川の南で須崎川の北の四角状の堤防に囲まれた海域である。2018年度（平成30年度）から、PPP（公民連携）による本格的な民間委託に移行した。汚水量の増加に伴う浄化センターの処理能力の増強について処理系列の増設をやめて最新の技術による高効率の処理方式；高効率固液分離施設（50%の汚れを除去）、浄化排水路槽と反応タンク（分離施設から流入；酸素と微生物で汚濁物を分解）などに変換した。

一般に、排水処理施設の運営を外部の会社に委託する例が見受けられるが、この場合市役所職員の専門性が失われる傾向がある。また委託先も、問題の対応に市役所の判断を仰がなければならず、その場合には問題が市役所に適切に上がってこない可能性がある。

2) 反応タンク

処理した汚水は最終沈殿池で汚水と固形物に分けられて、きれいになった汚水（きれいではないが）塩素混和池に流れ込む。

3) 塩素混和池

その後最終沈殿池からの処理水を長さ52メートルの水路を使用し15分以上かけて固定塩素に接触させて大腸菌と微生物を滅菌し消毒して、新田都市下水路に放出する。

4) 放流口

新田都市下水路に流す。

そして大船渡湾に放流する。

浄化センターからの放流量は夏場の6～9月が多く日量4,400トンから4,500トンである。他方冬場には減少し、3,900トンから4,000トンである。しかし、晴天日の最大放水量は6,110トン（9月）に達し、雨天時には8,223トン（8月）に達する。また、平成8年度は500トンの放水量が現在令和3年には4,222トン/日にも上る（資料；上下水道部大船渡市下水道事業所）。

放流水の水質

- ①塩化物イオン（残留塩素）で0.10mg/lである。しかし反応槽への流入時点では986mg/lであるので、この減少が如何にして起こるのかの聞き取りを浄化センターに対して行う必要がある
- ②溶存酸素は沈殿放出水では0.3～0.4mg/lであるが、それが放出水では2.7mg/lである。このことも聞き取りをしたい内容である。

また2022年7月11日の大船渡湾の須崎川と盛川付近の溶存酸素量は9.8～10.0mg/lであり、放出水の溶存酸素（DO）を%で表示すると約27%程度となり、大船渡湾の海域では観察されない超貧酸素水が放出されていることになる。

2022年7月10日と12日の広田湾海洋環境調査

広田湾の調査は2015年から開始した。広田湾と大船渡湾を同時並行の比較調査は2021年4月から開始した。4月、7月と9月と12月と2022年3月5回の調査を実施して四万十川調査結果と合わせて2021年度報告書を作成した。

1. 広田湾調査の特徴

- 1) 両替地区の流速が遅いことである。特に小友浦干潟の前面が埋め立てられてからは、干満の差に影響を及ぼしている可能性があり、流速の振幅に影響して、速度が減じている可能性を過去にも指摘してきたが、一向に流速に改善がみられない。特に海底部の水深5メートルではほぼ毎秒2～5センチ程度の流速であり、水が停滞している。
- 2) 塩分の分布から判断して、気仙川の水は直接に南下して、岩手県と宮城県の県境を経て、真崎沖まで流れ込んでいることがわかる。一方で、南東部では気仙南（地点⑨）と長部港と矢の浦の中間地点を通り流れていることがわかる。また、一部の水流は気仙川から見て東側の高田松原沖を流れ、「米ヶ崎」に到達しているとみられる。これらの流れに沿って、気仙川の栄養分が、流れ込んでいるとみられ、この海域のクロロフィル量が高い傾向がある。
- 3) 広田湾の水質は、湾口防波堤がないので、湾奥の一部の海域を除いては湾内の水質は良好である。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が進行し、今後もその進行が懸念される。
- 4) 川村加工場等の排水口の水質は悪化；広田湾の水質が悪化している地点は2地点である。第1点は川村加工場の排水口（地点⑩）である。ここは過去に何度計測しても値が悪かった。2021年9月27日では表面の濁度（FTU）が37.8FTUで、水深5.5メートルで36.5FTUである。12月2日の川村排水口の溶存酸素（DO）は85.5%で通常より低い値である。12月2日の排水口での濁度（FTU）は表面が9.8FTUで水深5.5メートルでは15.8FTUであった。今回も表面では7月10日も濁度（FTU）が0.84FTU（清浄水は0.3FTU）と決して良くない。海底付近は5.2FTU（水深6メートル）と異常に高い。これは、近隣の気仙川の水門での濁度（FTU）が1.9FTUや高田松原沖の濁度が1.6FTUであることを考慮すると、大部分の原因が加工排水であると考えられる。溶存酸素（DO）に関しては116%であり問題は観察されなかった。
- 5) 理研食品スジ青ノリ養殖場の排水口の水質は悪化；今回理研食品の排水口は2回計測した。第2回目は排

水口に限りなく近づけて計測した。その結果クロロフィル量（ $\mu\text{g}/\text{l}$ ）が $2.19\mu\text{g}/\text{l}$ であり、周囲に比べても排水口からの過剰な栄養分を吸収して植物プランクトンが生長しているとみられ、2倍程度（地点⑨との比較）で高かった。問題は、濁度（FTU）が10.15FTU（第2回目は5.01FTU）と双方とも異常に高い濁度値（FTU）を示した。また溶存酸素（DO）の少なさも問題値を示した第1回目は85%であったが第2回目は79.7%である。

9月27日は表面で0.9FTUで水深5.5メートルでは1.5FTUを示し高い値であった。12月2日で表面では6.7FTUで水深5メートルでは355.8FTUの異常値を示した。2022年3月6日は水深3メートルで、0.66FTUと基準値の2倍を示した。これは養殖施設からは排水が垂れ流し状態であり、これが過剰栄養をもたらす汚染の原因となり、クロロフィルを含有した植物プランクトンが発生し死滅し、また汚濁化学物質が海底付近にたまり濁度が高くなり、これを分解するのに酸素を要するので、溶存酸素（DO）が減少したものと考えられる。



写真1 理研ビタミン子会社 理研食品のスジ青ノリの米崎養殖場からの排水
2022年7月10日16時10分

- 6) 以上の4)と5)の2工場に対して、排水の水質の改善のための是正の措置を要請すること、そして迅速で的確な是正対応の措置が必要である。それではなければ広田湾の水質は悪化し、カキ養殖への被害（斃死や変質）が生じる。現に、卵巣肥大症が観察されて、年々悪化している。

2. 古川沼の水質汚濁・汚染の進行

古川沼はその水質が悪化している。貧酸素水塊は漁船を活用した調査を行っていないので、詳細な調査が実施できず、2020年8月以来実施していないが、これを近々実施する必要がある。現在は沿岸域からの計測できる範囲内での調査にとどめている。

基本的に濁度 (FTU) が異常に高い。新しく古川沼の北東を南北に横断する「もがみどう橋」ではクロロフィルが $10.1\mu\text{g}/\ell$ (表面の淡水) であり、濁度 (FTU) は 17.9FTU (水深40センチ; 海水) であった。濁度がさらに高いのが川原川にかかる古川橋の付近で、クロロフィルが $14.1\mu\text{g}/\ell$ であり濁度が 35.1FTU (水深2メートル) であったので、汚れの進行が著しい。商業施設アバッセ付近では川原川に親水性の遊歩道などをつけたり、一部植物を植えたりしているが、これらが川原川の下流の水質の改善に貢献をしていない。

下流付近で汚濁度合が増加する原因のとなる要素・要因があると推定される。これらの特定を急ぐべきである。気仙川と古川沼との交差点でも濁度 (FTU) が 21.1FTU と極端に高く正常な値の域をはるかに超えている。

また、陸前高田浄化センターからの排水がカルバートを通じて古川沼に流入するが、その地点; 排出口から大量の焦げ茶色の物質が広がり分布していた。それに小魚; 黒色が大量に群がった。

2. 調査予定と計測の項目

(1) 広田湾調査実施の船舶・日程

7月10日の午後は満潮14時09分が満潮。干潮は17時47分で下げ潮時の調査であった。しかしながら、7月10日は広田湾を対象にして大坂新悦氏の漁船で実施した。12日の午前9時には大和田信哉氏の漁船で、11時頃からは鈴木栄氏の漁船で両替湾にて実施した。広田湾では両替地区と気仙南地区の2か所でいずれも連続水温計を設置していたので、その計測値を取り出しその評価を行った。大陽地区でも水温計を取り出して計測値を確認した。

広田湾での調査対象海域は、広田町泊の観音崎と宮城県真崎沖と結ぶ直線上を対象として開始した。大坂新悦氏漁船での調査で13時25分頃長部港を出港し13時41分に到着した広田泊の観音崎をスタートした。そこから中間点と真崎に向かって調査を進めた。そのまま広田湾の内湾に向けて調査地点を北上して調査した。12地点目 (脇ノ沢の理研ビタミン子会社理研食品前は汚濁が進行しているのでここでは2回計測したので、13回の計



写真2 川原川から見た古川沼の東側; 小泉川方面。
古川沼の表面の汚染物質・油濁物質が膜状の楕円を描き浮いている。
2022年8月10日午後

測) を終了したのは16時21分の脇ノ沢の理研食品のヒトエグサ養殖場沖であった。

連続水温計測の読み取りは気仙南と両替地区並びに大陽地区で行った。調査地点ではクロロフィル量、塩分、水温、濁度 (FTU) と溶存酸素量 (DO) 他と流向流速を計測した。

(2) 調査員と使用機材

調査員は調査団長が小松正之、調査員が渡邊孝一、西脇茂利。現地調査員が伊藤光男である。調査船は広田湾全域で大坂新悦氏の漁船、両替地区では鈴木栄氏カキ作業漁船そして大和田信哉氏の漁船; どちらも約10トン程度を使用した。

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) 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。

3. 調査の結果

(1) 塩分濃度と海流・河川流

真崎沖の水深0メートルと水深1メートルでは31.6‰であるが、宮城県境の水深0メートルでは31.2‰である。水深1メートルでは32.5‰であった。水深2メートルで33.2‰に急上昇するのでこれらを考え合わせると気仙川の流出水の影響が5キロ (要確認) 先まで及んでいることがわかる。県境の水深2メートルでは33.4‰であった。気仙川が直接流れ込む長部と矢の浦の中間点 (地点⑧) の漁場も塩分濃度が表面0メートルで31.6‰であった。この漁場のクロロフィル量は表面の0メートルで $1.49\mu\text{g}/\ell$ と高い値を示した。また、気仙南 (地点⑨) は塩分濃度が31.7‰であった。クロロフィル量 $1.75\mu\text{g}/\ell$ である。



写真3 排水口から流出した焦げ茶色の富栄養化の物質。左の黒色の塊は小魚が群がって、物質を食べている様子。古川沼の右岸の気仙川水門と東日本大震災津波伝承官の間。
2022年8月10日午後

(2) 濁度

広田湾の真崎半島沖の水深30メートルの濁度が異常に高い2.14FTUを記録したが、近辺の広田半島の観音崎沖は0.19FTUであり、また、真崎と観音崎の中間点（水深29メートルも0.19FTUである。県境で、濁度（FTU）は比較的高く1.5FTU（水深18メートル）であった。

気仙南（地点⑨）では水深15メートルで濁度（FTU）の異常値135.7FTUが観測された。着底はしていないので、この値の原因の究明が必要である。ここではよく養殖のロープに付着した海藻と貝類を清掃して落下させることが多く行われるので、それが海底に蓄積したことも考えられる。

そのほかは、上述した地点⑩の川村工場前の表面と水深6メートルの0.84FTUと5.2FTUの双方の値と、理研食品の養殖場の排水口前の10.75FTUと5.01FTUの2度にわたる高い計測値である。理研食品の前は溶存酸素（DO）も85%と79.7%と今回の広田湾の調査では最も低く悪い値を示した。

(3) クロロフィル量

真崎沖で $1.23\mu\text{g}/\text{l}$ と周辺より高い。概して広田湾全般に $1\mu\text{g}/\text{l}$ 以上であり、良好な発生量であるみられる。しかし、外洋に近いほどまた、広田半島側の方がクロロフィル量が $0.4\sim 0.82\mu\text{g}/\text{l}$ であり、 $1\mu\text{g}/\text{l}$ を下回る傾向がみられる。一方で広田湾の奥側と気仙川寄りが高くなり、気仙川からの水流が直接影響を及ぼす範囲の河口から1キロの半円状の海域は表面のクロロフィル量が高い傾向があるが、水深10メートルの方が表面より値が50～100%程度高い傾向がある。

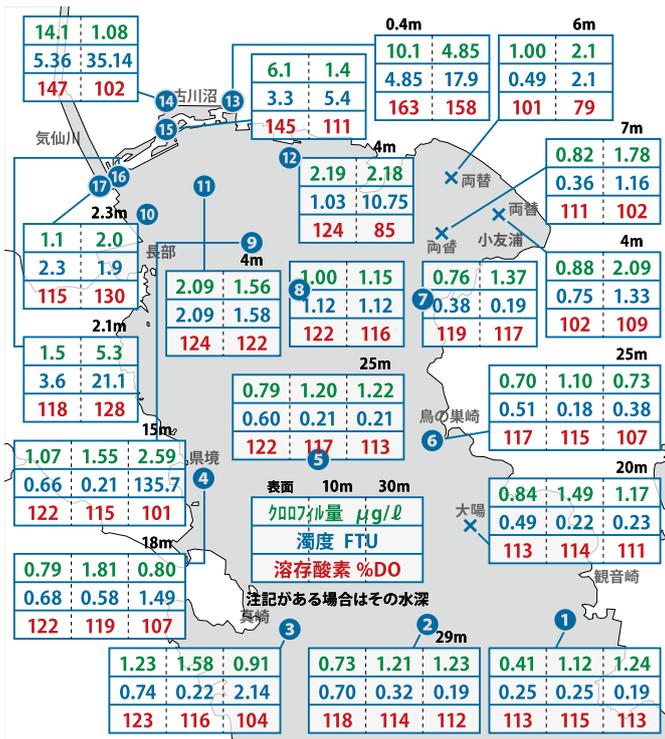


図1 2022年7月10日12日のクロロフィル、濁度と溶存酸素

(4) 溶存酸素 (DO)

理研食品前の海底を除いて、溶存酸素（DO）は100%を超えており特段に全海域で問題はない。一般に表面での溶存酸素量が水深10メートルのそれや水深30メートルないしは海底の溶存酸素に比べて高い値を示した。

(5) 流向・流速

下げ潮の調査であったが、ほぼ満潮のピーク時の調査であり、下げ潮の影響が大きくあるとは見られないので広田湾の外洋からの海流が表面と水深10メートルの双方で観測された。また、表面流が水深10メートルの流速より早く30～100%程度早い。湾奥に行くほど北上流が卓越した様子が観察される。また、両替湾では流速がほとんど減速して無くなるが、それでも反時計回りに流れる傾向がみられる。海底流（水深5メートル）では、表面に比べて30%程度ないし半減する。広田半島と唐桑半島の付近の海流は半島の物理的障害にあって中央を流れる海流に比べて速度が遅い傾向がみられる。

この計測時間帯；満潮時には、北上流と南下流の双方が観音崎と真崎それに鳥の巣崎と県境の間のすべての6か所の調査地点の表面で観察された。

従って、広田湾の海水は、広田湾の中心部からまっすぐ入り込み、2つの半島にぶつかりながら北上し、流出の海水も広田湾の中心部からまっすぐ流出する流向が基本であると考えられる。これに塩分と栄養の分布を合わせて考慮した場合に、気仙川からの水流が、唐桑半島沿いの流れを形成し、そして米ヶ崎の方面への海流を生じせしめていると考えられる。

このことは2020年の調査でも既に明らかになったことである。

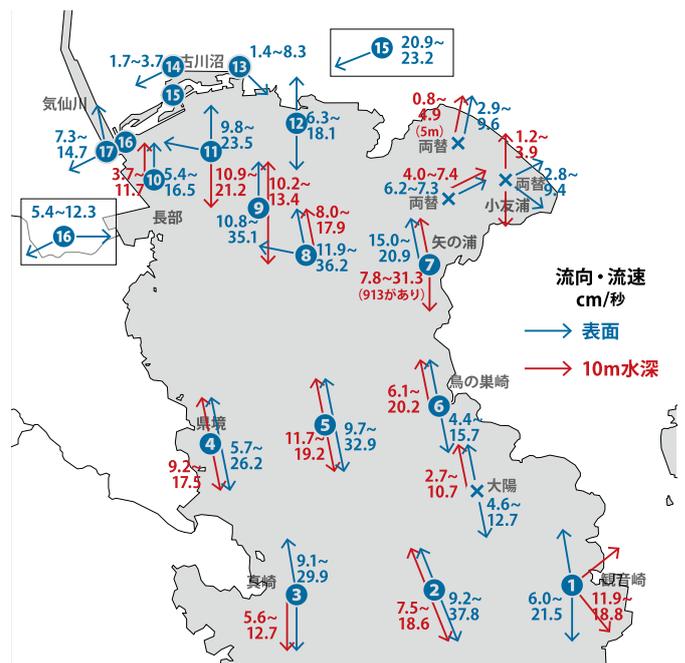


図2 2022年7月10日12日広田湾の下げ潮時の流向流速

1. 序文

大船渡市の天候は晴れ、最高気温が17.1℃で快適な一日であった。9時00分から新沼敬司氏（調査船船長）に7月の調査結果について小松より説明をした。特に大船渡市排水処理場からの排水が貧酸素水であることと衛生面の配慮のために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ことを説明した。また、湾口防波堤があるために湾口防波堤の内側の流速が外側の流速の約55%～65%の流速に減速し、これがもとで、湾内の水質の悪化が促進されるとみられることを説明した。湾内では最近水ボヤの付着が著しく多く、カキ養殖に対する熱湯処理を例年とは異なり2度実施したとのことである。



写真1 カキ養殖のはえ縄に付着した水ボヤ（上の白い部分）
2022年10月28日

また、湾奥に行くほど今年は水質が悪いのではとの疑問が新沼氏から呈されたことと排水処理場からの排水の大船渡湾への流入状況の把握のために、

- 1) 今回は計測値の特段の異常値がみられない須崎川河口を省略し、
- 2) 太平洋セメント工場の内側；後ノ入川の河口を追加した。
- 3) 蛸の浦の船着き場の堤防内側が目視では汚染が進行しているので、これを追加して計測した。
- 4) また、湾口防波堤の南提の内側の調査を割愛した。南提も北提も計測値はほぼ変わらないとの判断からである。これにより全体の計測地点は13か所であった。これは前回の12地点から1地点増加したが、ピーク時の16調査地点からは3か所減少した。
- 5) また地点①では表面の連続水温の記録を抜き取った。また、付着物の付着状況を調査した。
- 6) 10月28日の満潮は午前5時40分の138センチで干潮は午前10時42分92センチであった。2度目の干潮は午後16時9分で154センチであった。

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にに長期間の計測用に設置した連続水温計はDEFI-1Fである。

2. 調査結果

基本的には昨年2021年7月6日の大船渡湾の調査と比較すると、湾奥の太平洋セメントの排水口付近で比較するとクロロフィル量が高くなり、濁度（FTU）も高い。さらに溶存酸素量（DO）は低下している状況が見取れる。従って湾奥の水質は悪化しているとみられる。湾の中央部の赤崎と珊瑚島では、クロロフィル量は増加しているが、溶存酸素量（DO）は低下している。ただし尾崎の水深30メートルの溶存酸素量（DO）が2021年では39.8%であったが今年は95.5%と正常値を示している。これは、原因は不明であるが表面流で毎秒621.9センチを超える突発流が流れていた。このような突発流は今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変化があったと考えられるが、しかしながら、水深30メートルでは、このような突発流は観察されないの、尾崎沖の溶存酸素量（DO）の昨年と比較しての改善の原因については、さらに今後も検討を加える必要がある。

また、今回から調査地点として追加した大船渡市排水処理場からの排水の大船渡湾への排水口は、溶存酸素



写真2 大船渡湾に排水処理場から処理水が流れ出る排水口
2022年10月28日

(DO) が他の湾奥の計測値と同様の悪化した値 (68.0%) を示した。

ところが排水路で計測した値では溶存酸素量 (DO) も特段の問題を示していない。しかしながら、排水溝内の水の色は濁った緑白色で、濁度；汚染度が極めて高いのが一目瞭然であった。溶存酸素量 (DO) は流れ出ている間に曝気されて、一時的に酸素を吸収するためであり、しかし汚染物質があまりにも多いので、排出口の底にたまり、酸素を消費して汚濁物・有機物を分解するためであると推測される。

濁度 (FTU) に関しても湾奥で悪化した。赤崎沖 (地点⑥) 以降の湾中央部でも表面水と水深10メートルと水深30メートルでも清浄水の0.3FTUに近い値であり、全く問題がみられない。しかし、前回の調査から追加した「蛸の浦」の水質は大船渡湾の中央部に比べて悪化した値を示している。特にその値は蛸の浦の堤防の内側の濁度 (FTU) とカキ養殖場も含めた蛸の浦の全体の数字が悪化を示している。特に堤防の内側が濁度 (FTU) と溶存酸素 (DO) の双方において悪化している。

1) 流向と流速

今回は満潮 (水位138センチ) が5時40分で干潮 (水位92センチ) が10時42分であった。その後再度満潮 (水位154センチ) となるのが16時09分であった。今回は調査の開始は下船渡の9時32分、珊瑚島での計測が10時46分であるので、それまでの湾奥の計測は下げ潮で、珊瑚島からその後の蛸の浦湾口防波堤附近の調査と湾口防波堤の外の調査は上げ潮時の調査となった。

特段の特徴はなく、2021年9月28日と比較しても同様の調査結果がみられた。すなわち、表面では太平洋セメント地点での96.4センチ/秒、赤崎での235センチ/秒、珊瑚島の145センチ/秒と北提の内側の125センチ/秒などが観察された。今回も同様に赤崎で177.8センチ/秒、珊瑚島で195.8センチ/秒、蛸の浦カキ養殖場で260センチ/秒、尾崎では北東流が特徴で434.6～621.9センチ/秒を記録した。湾口防波堤の開口部でも134.1センチ/秒であり、外洋部でも135.0センチ/秒を記録した。しかしながら、これらの流速の速さは水深10メートルと水深30メートルでは観測されなかった。



写真3 排水処理場からの汚濁水が流れる排水溝 大船渡湾に注ぐ
2022年10月28日



写真4 大船渡湾の湾口防波堤の開口部 左が北提、右が南提
2022年10月28日

今回も水深10メートルの流速は表面流と比較して減速していた。さらに水深30メートルではより減速していたし、流速の振幅が狭くなり安定した流速であった。また、表面流を除いては、湾口防波堤の内外で見ると水深10メートルと水深30メートルを比較すると湾口防波堤の内部 (地点⑫) では外部流速 (地点⑬) から減速していることが観察された。

この傾向はこれまでの調査結果と変わらない。

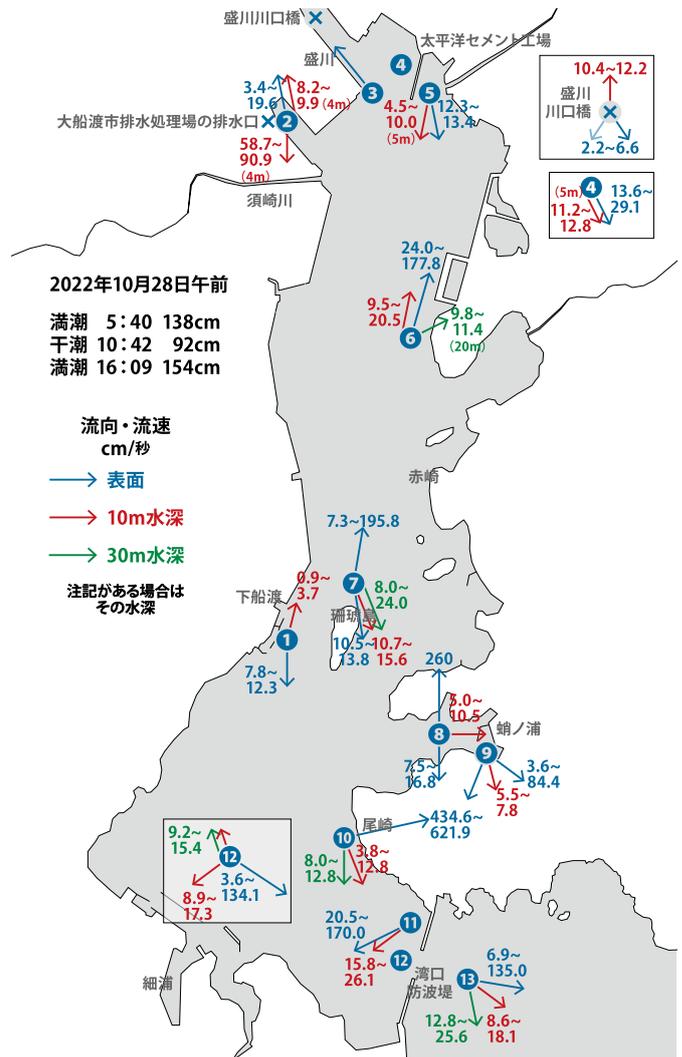


図1 2022年10月28日大船渡湾の流向流速
表面、水深10メートルと30メートル

2) クロロフィル量 (µg/l)

クロロフィル量が秋に高い傾向は、全国的にみられる傾向ではないかと考えられる。これは四万十川と広田湾の調査結果を見ての判断である。

今回も前回（2021年9月28日）と同様に湾奥では高い傾向がある。特に表面水において高く、排水口では7.6µg/l、盛川河口で3.5µg/l、太平洋セメントで5.5µg/lなどである。赤崎と珊瑚島でも昨年と同様に値が計測された。意外に少なかったのが蛸の浦の表面と水深10メートルの双方で0.9µg/lであり、これはカキに栄養が吸い取られていると考えられる。一般的に表面と水深10メートルでは後者がクロロフィル量は減少していた。しかし例外的に極端に高くなったのは蛸の浦の堤防の内側であった。これは加工場が陸上にあり、そこからの栄養分の補給で植物プランクトンが発生したためと推測される。

3) 濁度 (FTU)

濁度 (FTU) も悪化の状態を示している。特に湾奥の排水口、盛川、太平洋セメントでは一様に値が悪い。全てにおいて1FTUを超過し、盛川、太平洋セメントでは2FTUを超過する。また、排水口の上流の大船渡市排水処理場からの排水溝では10.0FTUと極端に汚濁した排水が大船渡湾に流出されていることがわかる。これが大船渡湾の汚染の一因であると判断される。

湾中央部から、湾口防波堤の外側にかけては、表面水と水深10メートルならびに水深30メートルも特段問題はなく、このような測定値は2021年9月28日も同様である。



写真5 蛸の浦の堤防内の水面と水産加工場 2022年10月28日

4) 溶存酸素 (DO)

溶存酸素 (DO) の値は湾奥で濁度 (FTU) と同様に悪化した傾向を示した。さらにこの値が悪化しているのは蛸の浦であった。今回初めて測定した排水口では68.0%を記録し極めて低い値であった。盛川と太平洋セメントもすべてが60%台の低い値であり、太平洋セメントでは61.7%であり、今回の計測値の最低値を記録した。また、濁度 (FTU) では特段の問題がない湾の中央部の赤崎、珊瑚島と下船渡でも70～80%台を記録し決して良くない値である。蛸の浦の2地点；養殖場と堤防の内側は82.4% (水深10メートル) と77.5% (水深9.2メートル) であった。

昨年の7月6日に尾崎では39.8%が観測されたが、今回は水深30メートルで95.5%であったし、それ以深でも95%程度を計測した。従って尾崎から湾口防波堤の内外にかけては今回の調査では濁度 (FTU) と合わせて溶存酸素 (DO) には何ら問題は見当たらなかった。

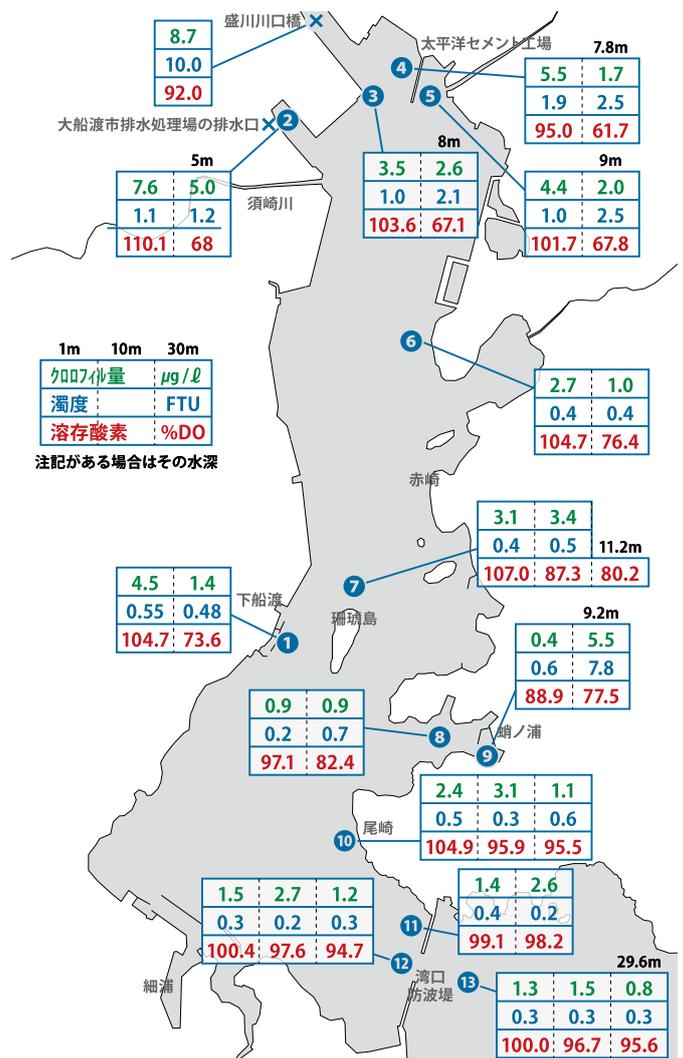


図2 2022年10月28日大船渡湾のクロロフィル量、濁度と溶存酸素

5) 水温

大船渡湾の下船渡地点に設置した連続水温計では、9月20日頃に最高水温の23℃（表面）と22℃（水深10メートル）を記録した。その後は水温が冷水性の水塊の差し込みとみられるものがあり、急速に低下している。現在（10月28日）では水深10メートルで18℃まで低下し、表面では16.6℃まで低下している。その低下の速度は速いように見える。

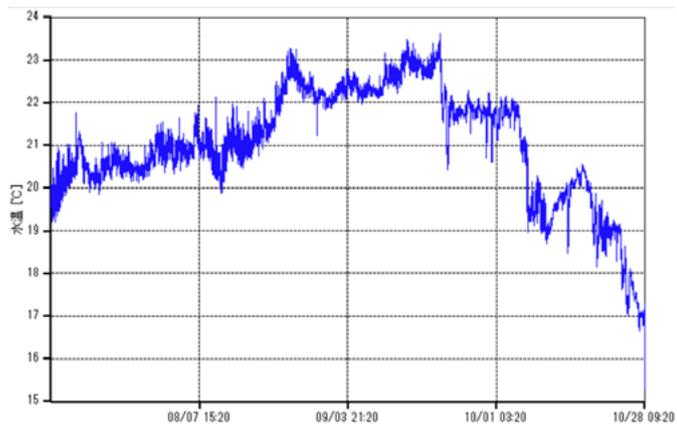


図3 大船渡湾の表面水温の推移 2022年7月から10月まで

2022年10月28日午後広田湾両替地区と29日午前 広田湾全域の海洋環境調査と古川沼の水質調査

1. 序文

陸前高田市の天候は晴れ、最高気温が17.1℃で快適な一日であった。28日15時42分に両替漁協に到着し、鈴木栄氏の本年のムキカキの初出荷の相場価格について聞き取りを行ったところキロ6万円の高値が付いたとの事であったが、数量ではまとまらず、大粒の実入りの良いものが少ないとのことで、今年の出荷も当面は実入りが良くなるまで遅らせるとのことであった。

7月の調査結果について、小松より説明をした。広田湾に関しては、気仙川河口の川村の加工場からの排水と脇ノ沢の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大問題点であると説明した。両替地区については広田湾の奥まった地域にあるので常に流速が遅い点で他の地域より、汚染度が進行する可能性があるが、流れがない分カキ養殖の作業性は増大するメリットがあると説明した。この点についても従前どおりである。小友浦の埋め立てと残土処理の影響を最も身近で受ける地域であり、継続した水質のモニタリングは欠かせない。この海域での流速は他の広田湾の地域の半分以下であるとみられる。



写真1 両替鈴木栄氏の3年ものも耳釣りのカキ
暖水の影響でまだミズガキの状態
11月には良好な状態になり出荷のシーズンに入る

2022年度に入り、2022年7月10日と12日に広田湾の調査を実施した。その結果については既に、2022年7月の報告書に記載の通りである。今回の10月28日と29日の調査の結果の概要は以下の通りである。

2. 11月の広田湾調査の結果の概要

1) 両替地区の流速が遅いことである。特に小友浦干潟の前面が埋め立てられてからは、干満の差に影響を及ぼ

している可能性があり、流速の振幅に影響して、速度が減じている可能性を過去にも指摘してきた。特に海底部の水深5メートルではほぼ毎秒2～5センチ程度の流速であり、このような観測値は今回もほぼ同様である。表面流（表面1メートル）は0.45～3.6cm/秒で水深7メートルの海底でも0.83～9.7センチ/秒であった。一般の広田湾の中心部の鳥の巣崎では、今回は9.2～22.1センチ/秒ほどあったので、10分の1程度の流速である。

- 2) 南東部では気仙南（地点⑱）と長部港と矢の浦の中間地点を通り流れているとみられるが、気仙川の栄養分が、流れ込んでいるとみられ、この海域のクロロフィル量が高い傾向がある。外洋からの流れが広田半島側を通り、広田湾に流入してきていることがクロロフィル量からは読み取れる。濁度（FTU）が表面流と水深10メートルの2つの層で極めて清浄な海水が流れ込んでいることが判明した。しかし、このことは観音崎から真崎のラインの北側・広田湾の内側からまた、矢の浦から長部沖までのラインの南側に関していえることである。しかし矢の浦と長部のラインから北側になると濁度（FTU）も上がり、汚染度合いが増すし溶存酸素量も90%台が頻繁にみられた。これは内湾域が、汚染度合いが進行していることを示している。
- 3) 広田湾の水質は、湾口防波堤がないので、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が進行し、今後もその進行が懸念される。また、川村水産加工場からの排水と脇ノ沢の理研食品からの排水口の付近は、格段に悪い値；溶存酸素と濁度（FTU）を示している。このことは春夏秋冬のいずれの時期においても悪化状況は観測される。
- 4) 川村加工場の排水口の水質は悪化

広田湾の水質が悪化している地点は2地点である。第1地点は川村加工場の排水口（地点⑳）である。ここは過去に何度計測しても値が悪かった。2021年9月27日では表面の濁度（FTU）が37.8FTUで、水深5.5メートルで36.5FTUである。12月2日の川村排水口の溶存酸素（DO）は85.5%で通常より低い値である。12月2日の排水口での濁度（FTU）は表面が9.8FTUで水深5.5メートルでは15.8FTUであった。

7月10日（表面）も濁度（FTU）が0.84FTU（清浄水は0.3FTU）、海底付近は5.2FTU（水深6メートル）と異常に高い。

今回10月29日は溶存酸素（DO）（水深4メートル）が79.3%で極めて悪かった。また濁度も4.4FTUで極

めて高かった。気仙川河口が2.0FTUであることから見ればその差の2.4は川村加工場由来と推定される。

5) 理研食品スジ青ノリ養殖場の排水口の水質は悪化。2022年7月10日は、濁度 (FTU) が10.15FTU (第2回目は5.01FTU) と双方とも異常に高い濁度値 (FTU) を示した。また溶存酸素 (DO) の少なさも問題値を示した第1回目は85%であったが第2回目は79.7%である。

10月29日は濁度も3.9FTU (表面) と6.3FTU (水深3m) と著しく悪く、溶存酸素 (DO) も81.0% (表面) と79.0% (水深3m) とかなり悪かった。付近の高田松原沖 (地点㉒) では濁度 (FTU) が0.5で溶存酸素 (DO) が99.0%であることと比較してもかなり悪化している。そしてこのような状況は周年継続していることを考えれば、広田湾の環境に悪影響を少しずつ及ぼしていることになる。

6) 以上の4) と5) の2工場に対して、排水の水質の改善のための是正の措置を要請すること、そして迅速で的確な是正対応の措置が必要である。それできなければ広田湾の水質は悪化し、カキ養殖への被害 (斃死や変質) が生じることが懸念される。



写真2 理研ビタミン子会社理研食品のスジ青ノリの米崎養殖場からの排水が広田湾に排出 2022年10月29日

3. 調査員と使用機材

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；28日午後は大和田信哉氏の所有漁船と鈴木栄氏の所有漁船山吉丸で、29日午前は大阪新悦氏の所有の漁船である。

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) 小型メモリー流速計 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. 調査の結果

(1) 塩分濃度から見た海流・河川流

気仙川の河口である川村水産加工場の排水口付近では25.8‰であった。それは加工場からの淡水が含まれる可能性を差し引いて考慮する必要があるが水深40センチでも27.6‰であるので、この値は気仙川の淡水の影響と考えられる。真崎沖の水深0メートルの32.8‰と、宮城県境の水深0メートル32.4‰はこの付近の外洋水の塩分濃度33.7‰をかなり下回っているので、気仙川からの流出水が真崎沖まで到達していると考えられる。このことは先回の7月の調査結果ではさらに塩分濃度から読み取れたところである。また、気仙南 (地点㉑) は塩分濃度が28.6‰であり、標準海水の塩分濃度を5‰も下回っており河川水が長部の沿岸沿いを流れると同時に広田湾の中心に向かって流れていることがわかる。他方で、高田松原沿いと米ヶ崎には、気仙川の淡水が表面を伝って流れていることは今回の調査では示されなかった。

(2) 濁度

7月10日では広田湾の真崎半島沖の水深30メートルの濁度が異常に高い2.14FTUを記録したが、今回の調査では真崎沖での濁度 (FTU) も0.4FTUであったので特段の問題は見られない。しかし溶存酸素 (DO) が水深34.4メートルで89.3%であったので決してよい値ではない。真崎沖では水深31メートルを超えて深くなると濁度と溶存酸素が悪化の傾向が進展する。例えば32メートルを超えると濁度も溶存酸素も急激に悪化する傾向が見て取れる。従って真崎沖では、水深が深くなれば貧酸素水塊や汚染物質の滞留スポットが形成されやすいのかなどを今後も調査で注視して聞く必要がある。

今回の調査結果では、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あって、矢
の浦から長部港を結ぶ線の南側は濁度 (FTU) と溶存酸
素 (DO) 並びにクロロフィル量 ($\mu\text{g}/\ell$) の値では清
浄で栄養価も普通から高い値を示していた。

地点⑳の川村水産加工場前の濁度4.4FTUと溶存酸素
79.3%と、理研食品の養殖場の排水口前の地点㉑の計
測値3.8FTUと6.3FTUである。溶存酸素 (DO) も81%
と79.0%と今回の広田湾の調査では最も低く悪い値を
示した。そして、これらの2か所は継続して好ましくな
い値を提示する



写真3 カキの養殖のロープに大量に付着したイガイ・ムール貝
これを熱湯処理で全部死滅させて、カキの実入りをよくする作業を行う。
2022年10月29日

(3) クロロフィル量

概して広田湾全般で $1\mu\text{g}/\ell$ 以上であり、良好な発生
量であるみられる。しかし、外洋に近いほどまた、広田
湾ではクロロフィル量が表面で $0.9\sim 2.2\mu\text{g}/\ell$ であり、
水深10メートルでは、これらの値の約2倍の1.2から

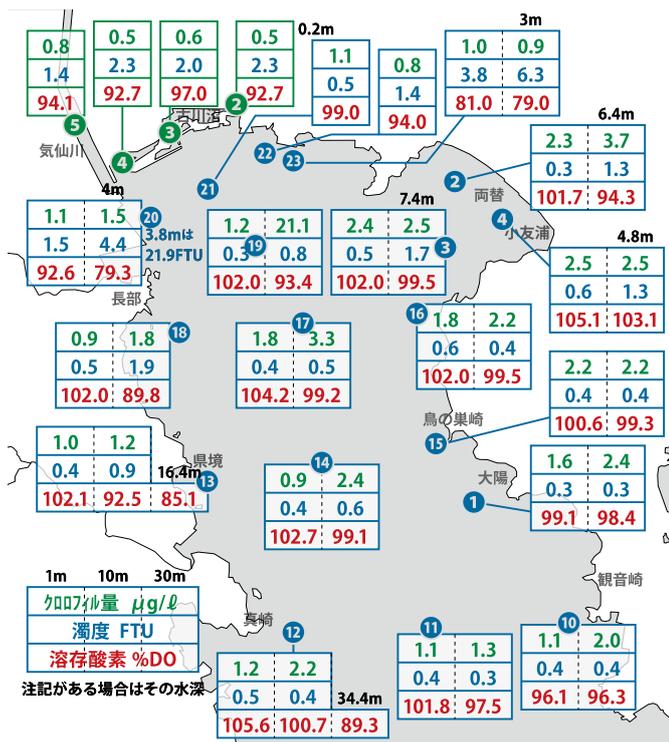


図1 2022年10月28日と29日
広田湾のクロロフィル量、濁度と溶存酸素

$3.3\mu\text{g}/\ell$ を示した。一方で先回の7月の計測値では広田
湾の奥側と気仙川寄りが値が高く、気仙川からの水流が
直接影響を及ぼす範囲の河口から1キロの半円状の海域
は表面のクロロフィル量が高い傾向があった。

しかし今回は広田半島沿いのクロロフィル量が、特に
表面よりも水深10メートルのそれが長部・宮城県境沿
いのそれよりも高い傾向が観察された。これは外洋水；
親潮が南下し差し込んできて、それが広田半島沿いを北
上して流れ込んでいるとみられる。

一方両替湾でのクロロフィル量がさらに高い値である
 $2.3\sim 2.5\mu\text{g}/\ell$ (表面) と $2.5\sim 3.7\mu\text{g}/\ell$ を示してい
るが、これは、両替湾に流れ込む陸水に由来する栄養で
はないかと推測される。

(4) 溶存酸素 (DO)

川村水産加工場と理研食品前の海底のDOは問題であ
る。川村水産加工場海底4メートルで79.3%である。ま
た、理研食品は79.0% (3メートル) であった。

その他の地点での溶存酸素 (DO) はほぼ100%を
超えたり90%台の高い値を示しており特段の問題はな
かった。

一般に表面での溶存酸素量が水深10メートルのそれ
や水深30メートルないしは海底の溶存酸素に比べて高
い値を示した。

(5) 流向・流速

大船渡湾で見た10月29日の満潮は午前6時32分で、
潮位が130センチ、干潮は午前11時08分であり下げ
潮の調査であった。干満の差が小さいので下げ潮の影響
もさほど大きくないと考えられる。

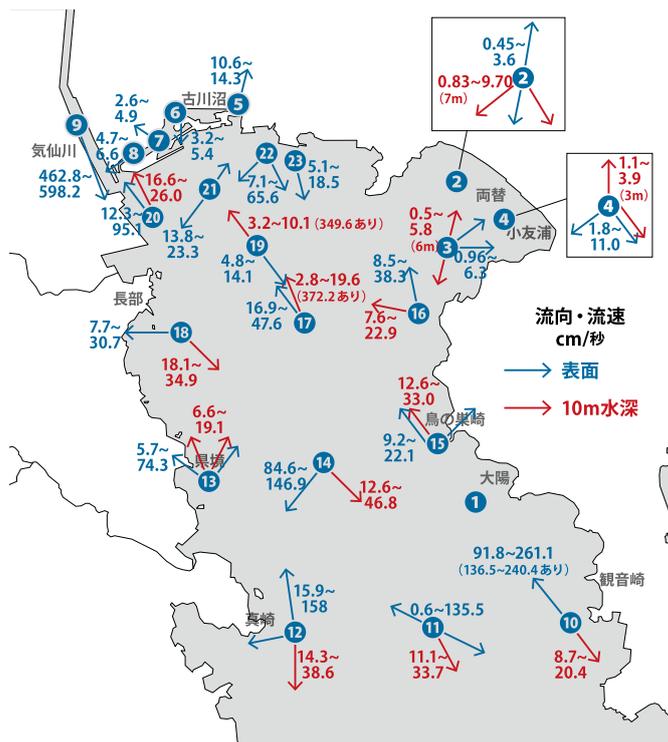


図2 2022年10月28日と29日
広田湾の下げ潮時の流向流速

下げ潮の効果がみられるのは、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の水深10メートルには南下流が卓越している様子をはっきりと示されたが、その他では下げ潮が観察されたとは言にくかった。特に表面の流向はほとんどが北上(北東)の方向を向いており、下げ潮ではなくて上げ潮とみられる流向であった。従って表面の大気の影響、すなわち南西からの吹き込む風の影響を受けたのではないかと考えられる。

特に観音崎と真崎でも240.5センチ/秒、158センチ/秒など、秒速100メートルを超えるものが記録されたし、広田湾の内湾側に入っても、矢の浦から長部の中間点と気仙南の地点でもそれぞれ372.2センチ/秒と349.6センチ/秒の速い流れが記録されている。

広田湾の海水は、広田湾の中心部から観音崎の広田半島沿いを入り込み、一方、流出の海水も長部沖、宮城県境から真崎沖を気仙川の河川水をのせて流れる流向と気仙川から広田湾の真ん中に流れ出るのが基本であると考えられる。これに塩分と栄養の分布を合わせて考慮した場合に、気仙川からの水流が、唐桑半島沿いの流れを形成した。

ところで今回は前回の7月の調査で観測・推測された米ヶ崎の方面への海流については観測されなかった。

(6) 水温

①両替

表面の水温(1メートル)は、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℃台を記録している。現在は水温が急速に下がり10月28日の15時50分で、17.2℃である。

両替の海底は6メートルであり、最高水温は9月20日頃に23.5℃を記録した。10月28日の水温は16℃程度である。

②大陽地区

7月31日頃に表面では最高水温の25.5℃を記録した。最低は現時点では16℃である。

また、水深10メートルでは9月20日頃に22.5℃を記録し、現在では17.2℃である。

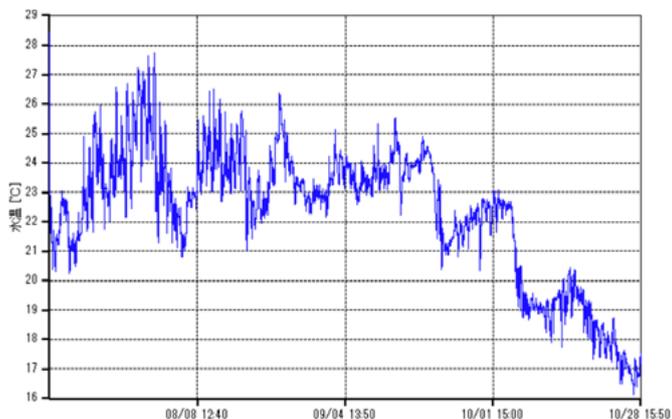


図3 両替地区の水温の推移 2022年7月から2022年10月28日まで
資料：生態系総合研究所

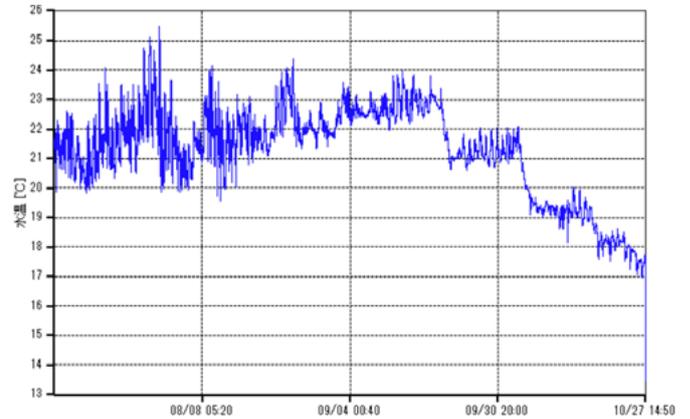


図4 大陽地区の水温の推移 2022年7月から2022年10月27日まで
資料：生態系総合研究所

③気仙南

最高水温は表面では25.2℃で現在は17℃である。また水深10メートルでは、9月20日頃に22.8℃で7月の20日頃に16.2℃を記録している。これは変動的な水温で、気仙川の水量の影響を受けたのではないかと想像される。

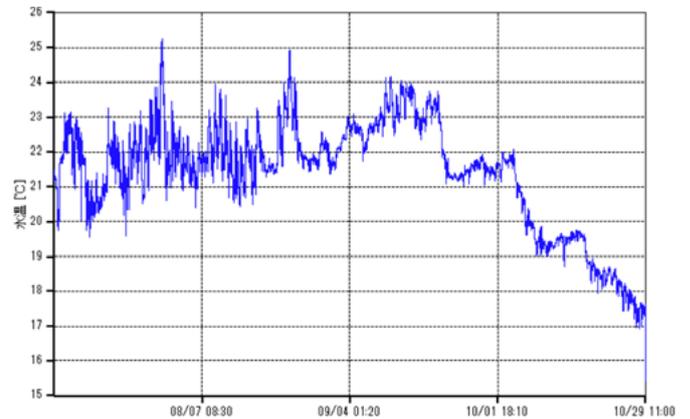


図5 気仙南地区の水温の推移 2022年7月から2022年10月29日まで
資料：生態系総合研究所

(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。特に沼の奥側で東側の小泉川に近い方の水質が悪化している。これは東側が小泉川という極めて小河川しか流入していず、不必要と見られる埋立が行われたことから、明らかに水質環境が悪い。しからば気仙川と連結した古川沼の西側の水質が改良されたかというところらもむしろ悪化の傾向が進捗している。

ところで、以前貧酸素水塊が発見されたが、それは漁船を活用した古川沼の中央まで観測・調査を行ったからであった。しかし現在ではその調査(2020年8月のみに実施)を行っていないので、詳細な調査が実施できず、これを近々実施する必要がある。現在は沿岸域の岸辺からの計測できる範囲内の調査にとどめている。

基本的に濁度(FTU)が異常に高い。最上堂(もがみどう)橋で3.6FTUであったので通常値の12倍の濁度である。通例古川沼の西側では流速が早く、濁度(FTU)

と溶存酸素（DO）は良好な値を示す傾向があったが今回は、松原大橋で2.0FTUで、排水口で2.6FTU で汚染の度合いが進行していた。溶存酸素は特段に問題となる指標ではなかったが、流速が以前に比べて古川沼全域で落ちているとみられる。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きわめて遅く、川原川河口で3.2～5.4センチ/秒で、松原大橋でも2.6～4.9センチ/秒であってほとんど流れていない状態と同じであった。

先回の7月10日では「もがみどう橋」ではクロロフィルが10.1 $\mu\text{g}/\text{l}$ （表面の淡水）であり、濁度（FTU）は17.9FTU（水深40センチ；海水）であった。濁度がさらに進行しているのが川原川にかかる古川橋の付近で、クロロフィルが14.1 $\mu\text{g}/\text{l}$ であり濁度が35.14FTU（水深2メートル）であった。これらの計測値と比較すると、冬場に向かってきたので計測値は低下してきたが、それでも清浄の水質から見ればはるかに汚濁度が進行している。

商業施設アバッセ付近では川原川は横浜市役所OBの技師の設計になる親水性の遊歩道や一部植物を植えたりしているが、これらが川原川の下流の水質の改善に貢献していない。NBS；Nature Based Solutionの導入をさらに一段と図る必要がある。



写真4 もがみどう橋から見た西側を望む古川沼；水が停滞し澱む
2022年8月10日

2023年2月12日古川沼・気仙川、13日の両替地区 並びに2月14日広田湾の海洋環境調査

1. 序文

1) 陸前高田市付近の天候は晴れのち曇り。最高気温が6.9℃で最低気温が0.0℃であった（大船渡）。低気圧が次第に前線を伴いながら日本の南岸を東進し西から雨の範囲が広がった。風速は午前9時で6メートル。私たちが調査を開始した時には「少しずつ風が収まり風速3～4メートルであった（大船渡湾）。この程度の風は調査には支障がない。北海道の釧路沖の東方海上にも低気圧があった。冬の期間では低気圧が日本列島を通過してこれらが海上での時化や高波をもたらすので調査海域である広田湾にも急速な流速をもたらし、海水の浄化に良い影響を及ぼしたとみられる。

10月29日の調査結果について、小松より2月12日午後大和田信哉氏に、2月13日午前に鈴木栄氏にそして2月14日に大阪新悦氏に説明をした。

7月10日と同様10月29日においても気仙川河口の川村の加工場からの排水と脇ノ沢の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地点では、他の地区に比較して濁度（FTU）で悪化の状況が観察された。

両替地区は広田湾の奥まった地域にあり常に流速が遅い点で他の地域より、汚染度が進行する可能性がある。流れが緩やかでカキ養殖の作業性は増大するメリットがある。この海域での流速は他の広田湾の地域の半分以下である。2月13日の流向と流速の結果でも傾向は変わらない。小友浦の埋め立てと残土処理の影響を最も身近で受ける地域であり、引き続き継続した水質のモニタリングは欠かせない。

気仙川へのサケも回帰の減少が2022年度も継続した。魚体の大きさも雄雌ともに小型化している。

2. 広田湾調査結果の概要

1) 両替地区

両替地区の流速が他の広田湾の調査地点に比較して遅い。これまでの調査と同様である。特に小友浦干潟の前面が埋め立てられてからは、干満の差に影響を及ぼしている可能性があり、流速の振幅に影響して、速度が減じている可能性を指摘してきた。特に地点②の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1.5～8.9センチ程度の流速（先回は0.8～9.7センチ）であり、このような遅い観測値は今回も同様である。しかし、表面流（表面1メートル）は4.6～597.7cm/秒で、突発流が生じた。今回の調査では他の地点でもみられた（矢の浦沖の地点⑰、地点⑱と大陽の地点①）。同様に大船渡湾の調査でも突発流が観察されている。冬の特徴でもある。

2) 広田湾の唐桑半島沿いでは気仙川の流水の流れ込みの状況が濁度（FTU）と溶存酸素（DO）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。先回までは気仙川の栄養分が流れ込んでクロロフィル量が高い傾向があったが、今回の調査ではクロロフィル量が0.3 $\mu\text{g}/\text{l}$ （地点⑳）とかなり低い値であった。外洋からの流れが広田半島側を通り、広田湾に流入するクロロフィル量も見られなかった（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0.3～1 $\mu\text{g}/\text{l}$ 以下であった）。「観音崎から真崎」と「鳥の巣崎から県境」までの2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、県境（地点⑭）の水深14メートルでは濁度（FTU）が1.3FTUと高くなった。しかし矢の浦と長部のラインから北側の湾奥になると濁度（FTU）も上がり、汚濁度合いが増加した（地点⑲、地点㉑、地点㉒と地点㉓と地点②）。これは内湾域が、汚濁度合いの進行を示している。



写真1 両替鈴木栄氏の3年ものの耳釣りのカキ；12センチに達する3年物
著者撮影 2023年2月13日



写真2 大和田信哉の殻付き出荷用3年もののカキ
著者撮影 2023年2月12日

3) 広田湾の水質は、湾口防波堤がないので、湾奥の一部の海域を除いては湾内の水質は良好である。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進行が懸念される。また、川村水産加工場（地点㉔）からの排水と脇ノ沢の理研食品（地点㉓）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；溶存酸素と濁度（FTU）を示している。通常冬は改善値を示す。

4) 川村加工場の排水口の水質

広田湾の水質が悪化地点は2地点である。第1地点は川村加工場の排水口（地点㉔）である。過去に何度計測しても値が悪かった。2021年9月27日では表面の濁度（FTU）が37.8FTUで、水深5.5メートルで36.5FTUである。2022年12月2日の川村排水口の溶存酸素（DO）は85.5%で通常より低い値である。12月2日の排水口での濁度（FTU）は表面が9.8FTUで、水深5.5メートルでは15.8FTUであった。

2022年7月10日（表面）も濁度（FTU）が0.84FTU（清浄水は0.3FTU）、海底付近は5.2FTU（水深6メートル）と異常に高い。

2022年11月29日は溶存酸素（DO）（水深4m）が79.3%が悪かった。濁度も4.4FTUで極めて高かった。今回は水深1メートルで3.5FTUである。

5) 理研食品スジ青ノリ養殖場の排水口の水質は悪化

2021年12月2日、表面で6.7FTUで水深5メートルでは355.8FTUの異常値を示した（着底の可能性あり）。2022年7月10日は、濁度（FTU）が10.15FTU（第2回目は5.01FTU）と双方とも異常に高い濁度値（FTU）を示した。また溶存酸素（DO）も少ない。第1回目は85%であったが第2回目は79.7%である。

2022年10月29日は濁度も3.9FTU（表面）と6.3FTU（水深3m）と著しく悪く、溶存酸素（DO）も81.0%（表面）と79.0%（水深3m）と悪かった。今回の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。

6) 以上の4)と5)の2工場に対して、現状の水質を悪化させている状況を説明し理解を得ることである。水質改善のための迅速で的確な是正対応の措置が必要である。



写真3 理研ビタミン子会社理研食品のスジ青ノリの米崎養殖場からの排水が広田湾に排出 2023年2月14日

カキ養殖への被害（斃死や変質）と卵巣肥大症が脇ノ沢や両替地区で既に発生している。

3. 調査員と使用機材

調査員は調査団長が小松正之、調査員が山本仁と西脇茂利。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；28日午後は大和田信哉氏の所有漁船と鈴木栄氏の所有漁船山吉丸で、29日午前は大坂新悦氏の所有の漁船である。

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) 気仙川と広田湾流

今回の計測は10センチ刻みではなく1メートル刻みにしたので、淡水の影響を知ることが困難となった。気仙川の河口である川村水産加工場の排水口付近（地点㉔）では28.5‰（2023年2月14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㉑の長部港沖では33.5‰で既に通常海水と変わらない。地点㉒の高田松原沖でも33.8‰であった。広田湾の外洋の広田観音崎と真崎沖の中間の地点㉓では33.7‰であった。

2) 古川沼の塩分

「もがみどう橋」（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。更に新見橋（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、気仙川河口と設置他店では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、川村の排水口とほぼ変わらない。しかし「もがみどう橋」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

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。県境では水深16メートルで1.3FTUを記録し、長部港沖では水深10メートルで濁度 (FTU) は5.7FTUを記録した。それは毎回の調査で同様の傾向がみられるが、気仙川沿いに汚濁した水がみられたり、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。気仙川か川村加工場ほかの汚染水が南下してきていると推測される。

今回の調査結果では、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気仙川の南下ルート以外は特段濁度 (FTU) に問題はない。すなわち、広田湾の中央部と広田半島側では濁度 (FTU) に関しては清浄水が流れ、存在している。県境から気仙川沿いを経て川村加工場がある気仙川河口を通り、高田松原沖から脇の沢の理研ビタミンの養殖場前までが濁度 (FTU) が高いといえることができる。

(3) クロロフィル量

広田湾全般に表面も水深10メートルでも更には水深30メートルで $1\mu\text{g}/\text{l}$ 以下であり、貧栄養の状態に戻っているとみられる。水深30メートルでも $1.0\mu\text{g}/\text{l}$ であることは北方からの三陸沿岸に沿っての南下流である親潮の第1分枝の影響もないということを示している。ただ県境の水深10メートルだけが $1.7\mu\text{g}/\text{l}$ の値を示した。

(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。しかしそれでも川村水産加工場海底

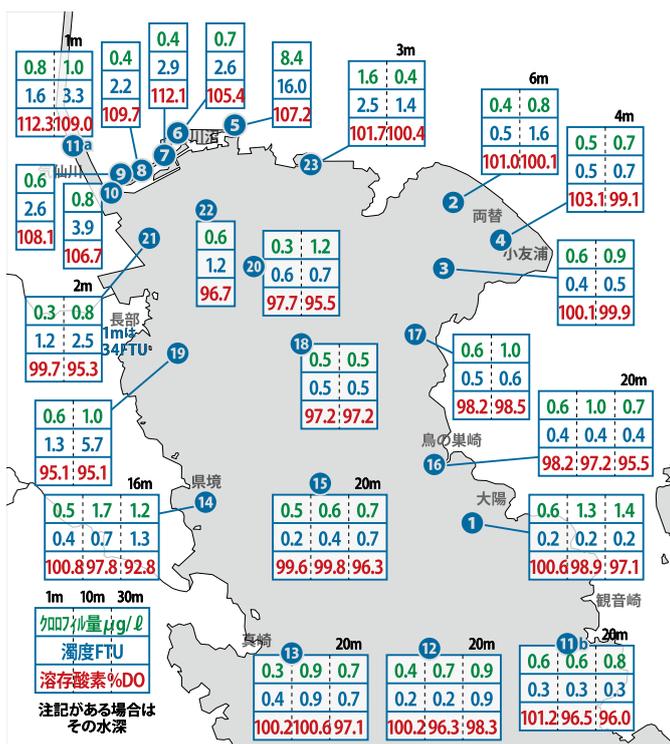


図1 2023年2月13～14日
広田湾のクロロフィル量、濁度と溶存酸素

2メートルでは95.3%で今回の調査結果の中でも最低値に近い値を示した。最低値は県境(地点⑭)の水深16メートルの92.8%であった。この値からわかるが、今回の調査では溶存酸素 (DO) では、きわめて清浄な海水であることを示している。

その他の地点での溶存酸素 (DO) はほぼ100%を超え、また、90%台の高い値を示して一般に表面での溶存酸素量が水深10メートルのそれや水深30メートルないしは海底の溶存酸素に比べて高い値を示した。また、水深が深くなるほど溶存酸素量は減少することが示される。

(5) 流向・流速

2023年2月14日の満潮は午前7時43分で、干潮は午後15時40分であり下げ潮の調査であった(大船渡湾)。

下げ潮の効果は、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の水深10メートルと30メートルでは南下流が卓越している様子をはっきりと示された。特に表面の流向はほとんどが北上(北東)の方向を向いており、下げ潮ではなくて上げ潮とみられる流向であった。従って表面の大気の影響、すなわち南西からの吹き込む風の影響を受けたのではないかと考えられる。昨年10月の調査でも同様の傾向がみられた。

観音崎で106.8センチ/秒、大陽沖で153.8センチ/秒など、秒速100メートルを超えるものが記録された。一方でこれまで観測されたとは記憶にない「静かな」1センチ/秒以下の状態が多く場所で観測された。それらの地点は地点①の観音崎、地点⑭、地点⑮と地点⑯の鳥の巣崎沖である。矢の浦と長部港沖の中間点でもその傾向が観測された。荒い流速と静かな流速が交互にやってくるの特異な現象にも見える。

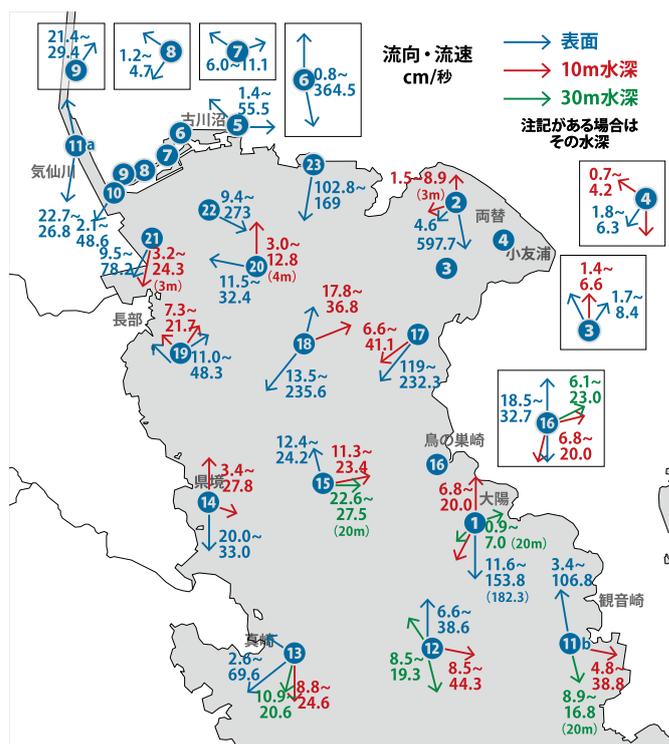


図2 2023年2月13～14日
広田湾の下げ潮時と古川沼の流向流速

広田湾の海水は、広田湾の中心部から観音崎の広田半島沿いを入り込み、一方、流出の海水も長部沖、宮城県境から真崎沖を気仙川の河川水をのせて流れる流向と気仙川から広田湾の真ん中に流れ出るのが基本であると考えられる。これに塩分、栄養と濁度（FTU）の分布を合わせて考慮した場合に、気仙川からの水流が、唐桑半島沿いの流れを形成している。

一方、広田半島沿いは、気仙川の影響を受ける唐桑半島沿いとは全く違った水質と水流の構造をもっていると考えられる。また、水質の調査の結果からは、米崎から両替も別の海洋・海水の特徴を持っていると考えられる

(6) 水温

①両替

表面の水温（1メートル）は、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。先回りの水温計の再設定時の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。

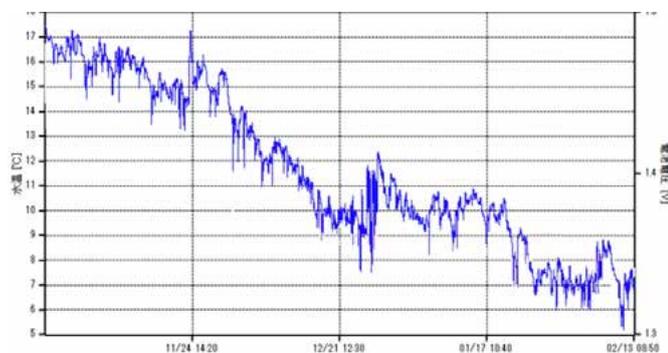


図3 両替地区の表面水温（水深1m）の推移
2022年10月から2023年2月13日まで 資料：生態系総合研究所

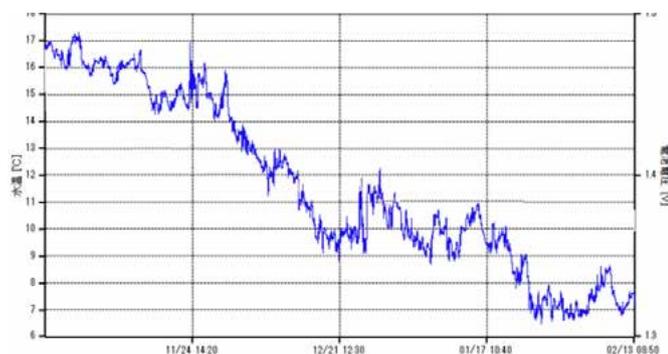


図4 両替地区の海底（水深6m）水温の推移
2022年10月から2023年2月13日まで 資料：生態系総合研究所

両替の海底水温測定水深は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、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。

②大陽地区

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考えられる。

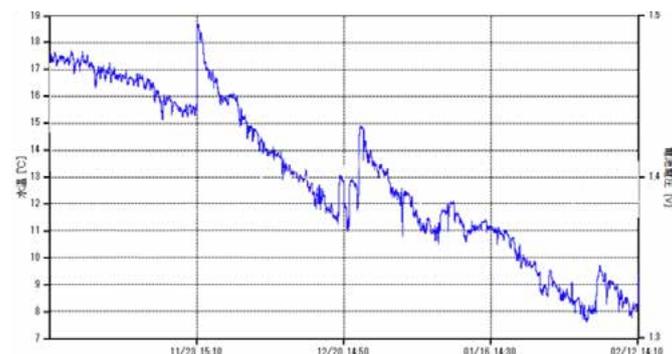


図5 大陽地区の表面水温（水深1m）の推移 2022年10月から
2023年2月12日まで 資料：生態系総合研究所

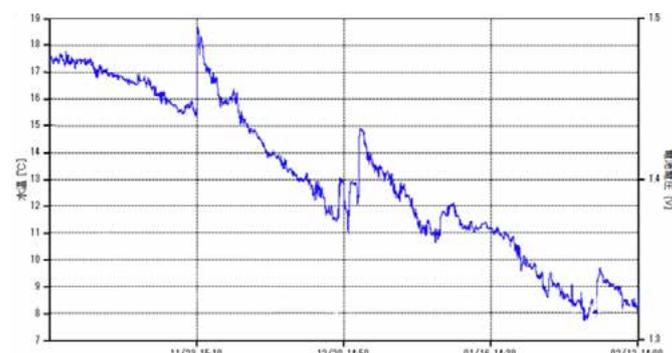


図6 大陽地区の表面水温（水深10m）の推移 2022年10月から
2023年2月12日まで 資料：生態系総合研究所

大陽地区では、表面と水深10メートルではほぼ同じ傾向を示している。この傾向は両替地区とは異なる。両替では水深が浅いので表面が大気の影響を受けやすいので水温低下が著しい。

③気仙南

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。広田湾の漁業者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（大坂新悦氏）。暖水塊は栄養が不足する。ワカメ養殖の種付けも控えたとのことである。

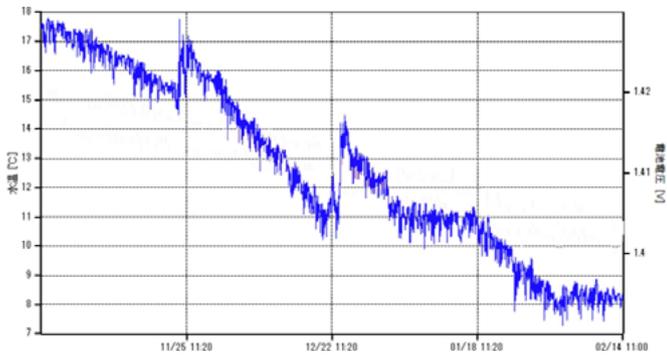


図7 気仙南地区の表面水温（水深1m）の推移 2022年10月29日から2023年2月14日まで 資料：生態系総合研究所

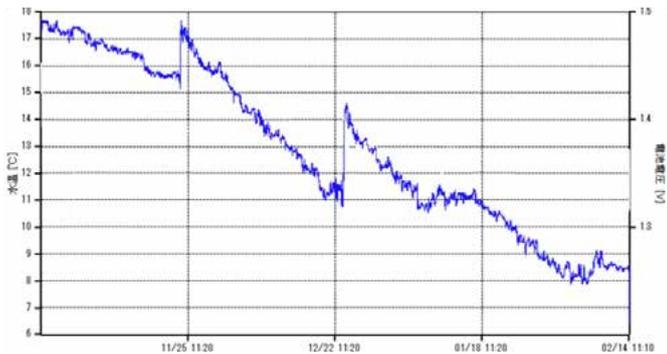


図8 気仙南地区の表面水温（水深10m）の推移 2022年10月29日から2023年2月14日まで 資料：生態系総合研究所

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。最低水温は7.9℃（2023年2月3日）であり、現在は8.5℃（2023年2月14日）である。

(7) 古川沼の水質悪化と流向流速

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方の水質が悪化の傾向は先回の2022年10月の調査結果と同様である。東側が小泉川という小河川しか流入していない。明らかに水質環境が悪い。加えて、気仙川と連結した古川沼の西側の水質悪化の傾向が進行している可能性がある。

古川沼では濁度（FTU）が異常に高い。地点⑤から地点⑩の6か所で計測したが濁度（FTU）は2.2FTUから16.0FTUであった。「もがみどう橋」で16.0FTU（先回は3.6FTU）であったので通常値の0.3FTUからは極端に高い。川原川の河口でも3.4FTUが記録された。通例古川沼の西側では流速が早く、濁度（FTU）と溶存酸素（DO）は良好な値を示す傾向があったが、この傾向は見られなくなってきた。すなわち松原大橋の西側の狭い水路でも流速は速くなく（30センチ/秒以下であり）、時折り早い流速が観察された。川原川河口では364.5センチ/秒がみられた。今回は、松原大橋で2.0FTUで、排水口で2.6FTUで汚染の度合いが進行していた。

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古川沼の流速が遅く、川原川河口で3.2～5.4セ



写真4 市排水処理場の排水口からの濁った排水が見える 2023年2月12日

ンチ/秒で、松原大橋でも2.6～4.9センチ/秒であった。ほとんど流れていない状態と同じであった。気仙川との連結部では2.1～48.6センチ/秒と流速の差が大きかったため、時折り、突然流速が観察されたのではないかと。これは「もがみどう橋」でも55.5センチ/秒が記録され、これもそのような傾向があるのではと懸念される。「もがみどう橋」ではクロロフィルが8.4μg/l（表面の淡水）であった。濁度がさらに進行しているのが川原川にかかる古川橋の付近である。

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。溶存酸素量（DO）は冬に特有の100%越えを記録した。クロロフィル量はもがみどう橋を除いて0.4～0.8μg/l程度であり低い値であった。

6. 気仙川のサケマスの回帰動向

1) 日本のサケの回帰

2022年度の総来遊尾数は前年の178%であり、1,926万3,303尾であった。このうち岩手県は131,723尾で前年比の124%であった。

漁獲量は5.4万トン（2021年）が7.8万トン（2022年）（要確認）に回復したが、魚体が小型化した。

2) 2022年度の気仙川へのサケの回帰尾数は9,220尾（メスが4,010尾でオスが5,210尾）（2023年1月31日現在）（気仙川のピーク時には9万尾）であった。そしてオスの平均体長は2.5キロでメスは採卵後で2.0キロであった。年齢組成は現在解析に回しているため不明とのことである。そのうち採卵用に回したのは3,762尾であった。盛川では、1,403尾（メスが638尾でオスが765尾）であった。盛川での採卵用は455尾でそのうち畜養魚から回したのは239尾であった。（了）

2023年2月13日 大船渡湾の海洋環境調査

1. 序文

1) 大船渡市の天候は晴れのち曇りであった。最高気温が6.9℃で最低気温が0.0℃であった。低気圧が次第に前線を伴いながら日本の南岸を東進し西から雨の範囲が広がったが大船渡市には影響がなかった。風速は午前9時で6メートル。私たちが調査を開始した時には「少しずつ風が収まり風速3～4メートルであった。この程度の風では調査には支障がない。北海道の釧路沖の東方海上にも低気圧があった。冬期間では低気圧が日本列島を通過してこれらが海上での時化や高波をもたらすのでこれらが調査海域である大船渡湾と広田湾にも急速な流速をもたらし、海水浄化に好影響を及ぼす。今階の調査でも大船渡湾の湾内で流速597センチ/秒を記録した場所が数か所みられた。

2) 13日の13時30分から新沼敬司氏（調査船船長）に2022年10月28日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市排水処理場からの排水、盛川の河口域に各種の排水が流れ込むこと、また、太平洋セメントの付近の水質が悪いことならびに蛸の浦が貧酸素水域である。大船渡市排水場の排水は衛生面の配慮のために塩素系化学薬剤を使用し、これが大船渡湾の水質と生態系にとって悪影響がある。また、湾口防波堤があるために湾口防波堤の内側の流速が外側の流速の約55%～65%の流速に減速し湾内の水質の悪化が促進されるとみられることを説明した。湾奥に行くほど今年の水質が悪いのではとの疑問が新沼氏から呈された。排水処理場排水の大船渡湾への流入影響の把握のために、湾内排水口を追加した（地点②）。須崎川河口を省略した。以下の調査地点を更に追加した。

- ①太平洋セメント工場の内側；後ノ入川の河口。
- ②蛸の浦の船着きの堤防の内側が目視では汚染が進行している。これを追加計測した。



写真1 大船渡市排水処理場からの排水口 須崎川の北に位置
2023年2月13日撮影



写真2 新たに追加した地点⑤；太平洋セメントと後ノ入川の間海域
2023年2月13日撮影

また、湾口防波堤の南提の内側の調査を割愛した。南提も北提も計測値は過去の計測からほぼ変わらないとの判断。全体の計測地点は13か所であった。前回の12地点から1地点が増加したが、ピーク時の16調査地点からは3か所減少した。

地点①では表面の連続水温の記録を取った。また、付着物の付着状況を調査した。

2023年2月13日満潮は午前7時19分、干潮は午後7時19分であった。

2. 調査員と使用機材

調査員は調査団長が小松正之、調査員が山本仁と西脇茂利。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) 小型メモリー流速系 INFINITY-EM AEM-USBを使用した。
- 3) 下船渡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。

3. 調査結果

1) 2022年10月28日の大船渡湾調査

先回は湾奥の太平洋セメントの排水口付近ではクロロフィル量が高くなり、濁度（FTU）も高い。さらに溶存酸素量（DO）は低下していた。湾奥の水質は悪化していた。湾の中央部の赤崎と珊瑚島では、クロロフィ

ル量は増加したが、溶存酸素量（DO）は低下していた。ただし尾崎の水深30メートルの溶存酸素量（DO）が2021年では39.8%であったが今年では95.5%と正常値を示した。表面流で毎秒621.9センチを超える突流が流れていた。このような突発流は今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変化があったと考えられるが、しかし、水深30メートルでは、このような突発流は、観測されない。また、10月28日から追加した大船渡市排水処理場からの排水の大船渡湾への排水口は、溶存酸素（DO）が他の湾奥の計測値と同様の悪化した値（68.0%）を示した。

2) しかし、今回の2月13日の調査結果では、上記で記録した悪化した科学指標がほぼ消滅した結果となった。

1) 流向と流速

- ①今回は満潮が7時19分（潮位127センチ）で、干潮が14時24分（潮位42センチ）である。先回の10月28日に比べて、満潮位が11センチ低く、干潮位が50センチ低い。これは流れに対して流速が低下するのではと考えられる。
- 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早くなっている。水深10メートルは半分以下の流速となるとみられる。
- ③表面では急速な流速が観測された（地点⑥の521センチ/秒、地点⑦の597.7センチ/秒、地点⑧の597.8センチ/秒、地点⑨の597.5センチ/秒と地点⑫の151.3センチ/秒（ここでは最大瞬間では597センチ/秒を記録した。）これらは表面の風力の影響と考えられるが、2月13日の計測時にそのような強風は感じられなかった。蛸の浦の2地点；地点⑧と地点⑨でも観測された。しかし、これらのすべての計測地点で、水深10メートルでは、平常時の流速をすべての地点で記録した。それらの流速は10センチ/秒から20センチ/秒程度であった。
- 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。

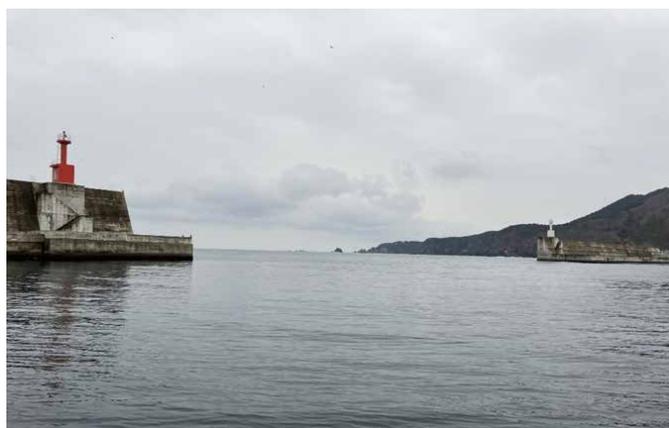


写真3 大船渡湾港防波堤の開口部を湾内から見た写真
2022年2月13日撮影

⑤外洋と堤防内の流速を比較すると北提の内側と外洋の流速を比較すると堤防の影響で表面水と水深10メートルとも外洋水の流速が早いことが数字に表れる。しかしながら湾口防波堤の開口部の内側と外洋水の流速を比較すると、表面では内側に突発性の流速があるので、開口部内側の流速が早く、水深10メートルではほぼ同じ流速であり、水深30メートルでは約2倍の流速を示した。これは既に観測時刻が16時16分であり、干潮の時刻を過ぎて、外洋から堤防内に流向が向き、海流が流れ込む時刻にあっており、開口部の表面では、外洋から流入する流れが開口部に集中するためと推測される。

2) 塩分

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・淡水が細く計測できなかった。次回からは、再設定する。これまで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。

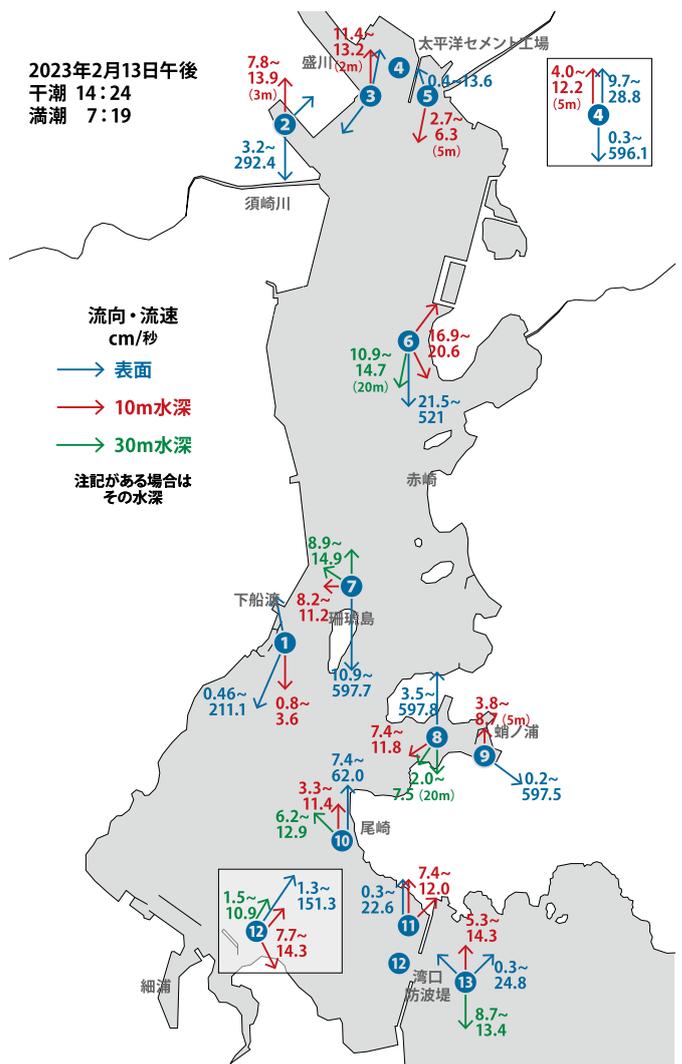


図1 大船渡湾の流向流速 2023年2月13日午後

3) クロロフィル量

クロロフィル量は冬場で高い数値が観測されなかった。表面では0.5～1.3mg/ℓで大半の計測地点で1.0mg/ℓを下回った。また水深10メートルでも、表面よりは多くの調査地点で高かったが全般的に低い値であった。最大値でも尾崎の2.3μg/ℓであった。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冬はクロロフィル量が低い傾向がある。

4) 濁度 (FTU)

今回の計測では地点②の大船渡市排水処理施設の排水口でも濁度は0.2FTUである。また、盛川では表面で0.4FTU 6メートル水深でも0.3FTUである。太平洋セメント工場付近でも表面で0.2FTUと水深5mで0.3FTUであった。蛸の浦では通常悪化した濁度と溶存酸素量を示すが、地点⑨の堤防の内側でも濁度は表面が0.6FTUと水深7メートルでは却って濁度 (FTU) が低下し0.2FTUであった。しかし、蛸の浦に入り、加工場からと思われる強烈な臭い・においが、乗船者5名全員に感じられた。しかし、計測値としては表示されない原因を探る必要がある。今回の計測で濁度 (FTU) が最も高かったのは外

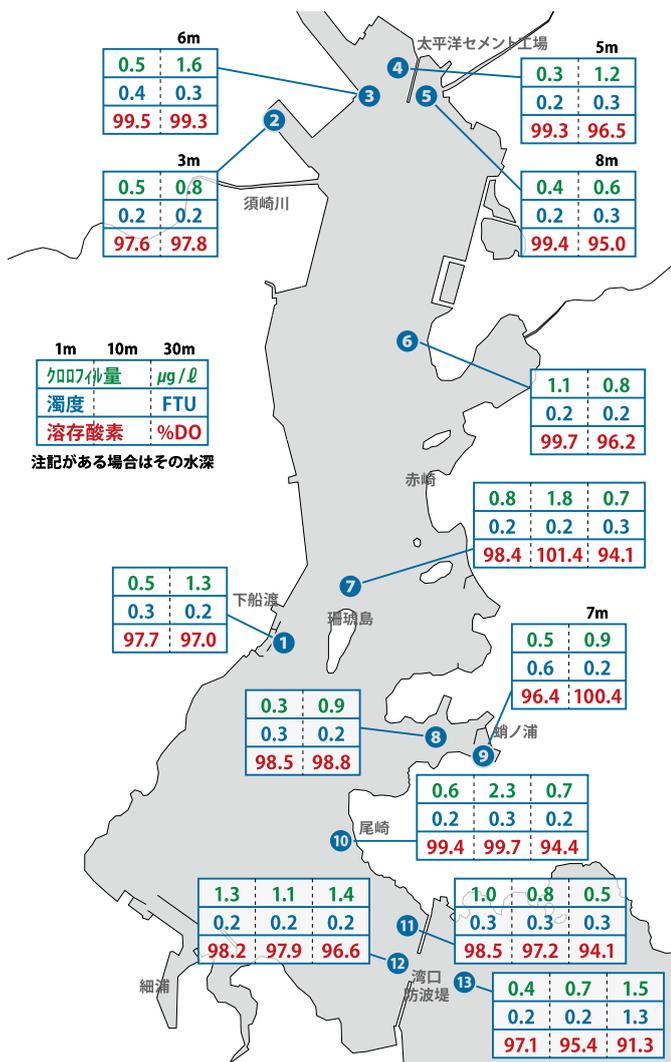


図2 2023年2月13日の大船渡湾のクロロフィル量、濁度と溶存酸素

洋地点⑬の水深30メートルでは1.3FTUであった。外洋水の方が汚濁されているとは初めての結果である。

5) 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。湾奥部の大船渡市排水処理施設の排水口、盛川河口と太平洋セメント付近とも何ら問題がなかった。全てで91%以上の値を示した。この最も低い値も外洋水の地点⑬の水深30メートルであった。湾内の溶存酸素は何ら問題がない。しかしながら、蛸の浦では匂いに追加し、船体の向きを転換する際に海底のヘドロを巻き上げることが毎回観測される。これは海底にヘドロ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なる。

6) 連続水温

表面水温 (水深1メートル) では先回の設置時2022年10月28日には17.2℃を記録していたが、その後次第に水温が下降となり、右肩下がりに推移した。広田湾のように、11月20日頃と12月21～25日頃に3～4℃の急激な水温の上昇も見られず、大船渡湾内には暖水塊が入り込まなかったとみられる。最低水温は2月12日の6.9℃であったが、最終的に水温計を引き上げた時点の2023年2月13日で7.6℃を記録した。

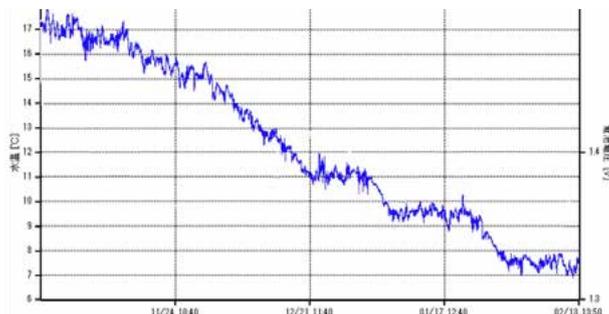


図3 下船渡地区の表面水温 (1m) の推移
2022年10月から2023年2月13日まで 資料：生態系総合研究所

水深10メートルでも表面水温とその傾向はほとんど変わらない。2022年10月28日に18.0℃を記録していたが、その後水温が下降して、2月11日には7.1℃の最低水温を記録した。最終的には水温は2月13日で8.1℃である。水深10メートルが水深1メートルよりも水温が0.5℃から0.8℃高い傾向にある。

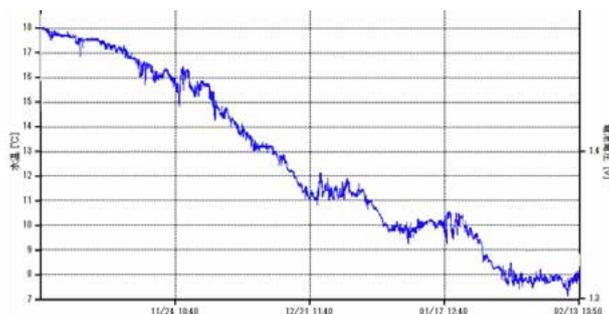


図4 下船渡地区の水温 (水深10m) の推移
2022年10月から2023年2月13日まで 資料：生態系総合研究所

3. 盛川孵化場とサケマスの回帰



写真4 盛川孵化場でニジマスが飼育されているサケ水槽
2022年2月13日

盛川へのサケの回帰最近では著しく低下した。2022年の回帰尾数は1,403尾であった。そして魚体も小型化している。気仙川に比較しても盛川の方の減少が著しい。計画に対する採卵数も目標のわずか16%である。気仙川では目標値を10%上回ったが、それでも回帰数が僅かピークの10%である。現在は孵化後の稚魚が入れているが、サケ水槽にニジマスが飼育されている。

4. 渚上清大船渡市新市長への大船渡湾調査の説明

2023年2月13日11時30分から12時15分

小松より渚上清市長に2021年4月から開始した大船渡湾の水質・環境調査の結果について説明した。サケの回帰量が激減し、また、震災前後からカキの生産量も少しずつ減少していることから盛川と大船渡湾の水質は少しずつ悪くなっているとの認識を有する住民と専門家が多いことに照らして、調査を開始した。そして近隣の広田湾との比較ができるメリットがあることを説明した。

水質の悪化の原因は湾奥部；大船渡市排水処理施設の排水口からの排水、盛川からの流入水と太平洋セメントからの排水などが原因とみられること、蛸の浦も水質が悪化していることそして、湾口防波堤が湾内の流速を約40～50%減速させていることが、水質の悪化を促進していることを説明した。

更にはスミソニアン環境研究所の当地訪問があり、NBS；自然工法による水辺再生のプロジェクトの実施が重要であり、5月の訪米ミッションが予定されていることを説明し、渚上市長の参加のご検討を要請した。（了）

東京湾調査

一般社団法人 生態系総合研究所
代表理事 小松正之



1. 島の概要

2022年11月5日10時50分から約2時間半、東京湾内の最近の埋め立て地である海の森公園（島）と現在でも東京都廃棄物処理場としての令和島を視察して、島の現状と海岸線の現状を視察し観察した。

海の森公園（島）は豊洲と青海ふ頭からと有明ふ頭からの2つのルートでアクセスすることが可能である。私は有明ふ頭から東京港海の森トンネルと通って、海の森公園に上陸・アクセスした。

1) 海の森公園

海の森公園は四方を海に囲まれている。1973年から1987年まで、1,230万トンのごみと建設残土を底に投棄し埋め立てて、造成された。その所有権をめぐる江東区と大田区が争ったが、現在ではボート競技用の水路も含めて江東区の登記の下となった。しかし実質的所有者は東京都港湾局である。

1996年の全国植樹祭で天皇皇后両陛下が植樹された。2020年の東京オリンピックではボート、カヌー競技として中央水路が使われた。

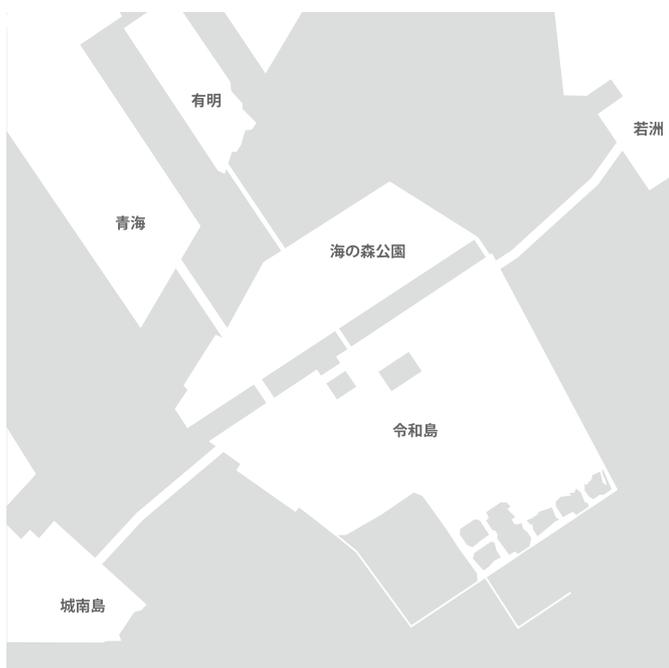


図1 東京湾の埋め立て地；海の森公園島（北）と令和島（南）

2. 調査結果の概要

1) 調査地点と水辺へのアクセス

小松が調査した地点に関して図示すると以下の通りとなる。



図2 2022年11月5日の海の森公園と令和島の調査地点の概要
2022年11月8日作成

基本的には「海の森公園」島は島自体にはアクセスが可能であったが、沿岸部にはアクセスが不可能だった。これらの沿岸域にはフェンスが張り巡らされており、人が近づけなかった。立ち入り禁止が多すぎる。唯一のアクセス可能な地区はボートレースが行われる場所であった。

2) 「海の森」の森林

海の森の森林は落葉樹が多く、これも道路からはフェンスに仕切られており、アクセスが不可能であった。唯一のアクセス可能な場所である公園整備が行われる場所があった。ところで「海の森公園」は何が目的で造成されたのかの説明が見当たらない。工事の方法論は記述してある（写真1）が工事目的や工事が目指す公園の内容に関しては一切の記述がみられなかった。

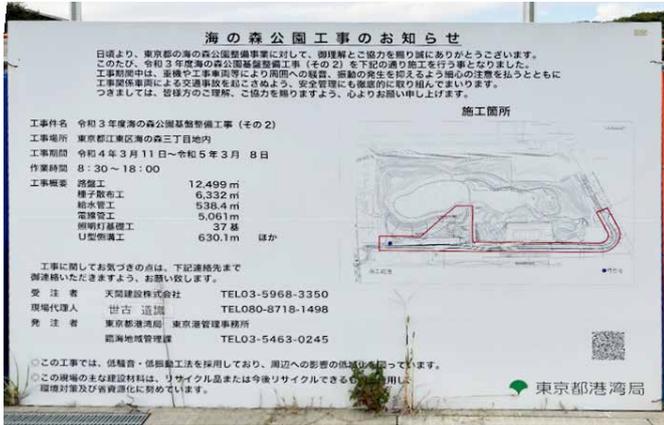


写真1 海の森公園の工事計画 2022年11月5日撮影

海の森公園の公園の造成工事の最中であつたが、これは沿岸域から南側の道路を隔ててさらに森側に造成中であつた。

このことは、東京湾と海の親水性とは全く無関係の公園であり、遊歩道やキャンプ地、バーベキューやベンチや遊園地のような若洲公園と同様の内容施設となる。



写真2 海の森公園 2022年11月5日

これは、ボート、カヌー競技場付近の海の森である。この森は写真で見ると森が柵でかこまれ、森に入ることができない。すなわちここを訪れる人が容易にアクセスができない状態である。

1) 海の森公園



写真3 西側を望む海の森のボート、カヌー競技場
2022年11月5日

この水路は北側を封鎖しているために流速が全くなく(計測の必要がある)、水質は焦げ茶色で汚濁されている。



写真4 ゲートブリッジを望むボート、カヌー競技場 水がよどむ
2022年11月5日

①ボート用水路

これは北側のゲートブリッジの閉鎖水門を開放することにより、一時的には解決されよう。しかし、中央ボート用水路に海底に蓄積されたヘドロの量がどの程度なのかを調査する必要がある。これは、海底部分まで濁度(FTU)を測定することにより間接的に推定することが可能である。

②有明側と青海側の東京湾

これらの沿岸域の海水は、目視でも透明度が高く、清浄に見える。濁度も低く溶存酸素量（DO）も充分にあると推定される。



写真5 青海と有明側の水路 海水は清浄であった
2022年11月5日

2) 令和島

①現在も令和島は「東京都廃棄物処理場」であるとの立て看板が、令和島から、若洲を経て江東区の夢の島に向かう途中に立てかけられる。

令和島は、ごみ・廃棄物処理場の一部であり、大田区側の城南島と結ばれ羽田空港と平和島寄りの埋め立て地を示す。

面積は1,030平方メートルであり、ほぼ海の森公園の広さに匹敵する。東側の3分の2の埋め立て地の帰属は、大田区と江東区他の間で、解決が図れるものとみられる。

②令和島とその東は現在も東京都のごみ処理場である。交通のアクセスが令和島の中央部分しかなかったため沿岸沿いの親水性のある地域については視察することができなかった。

しかしながら、遠景からの写真撮影を見ると垂直護岸が外壁として設立されているので、その近辺に生物相や生態系が豊かになる可能性は、米国スミソニアン環境研究所の研究結果から見ると乏しい。



写真6 車内から撮影した令和島の様子
2022年11月5日

3. 今後の対応

③今後海上からの視察、目視が必要。

2022年12月中に東京湾の海上から、遊漁船やプレジャーボートをチャーターし海の森公園と令和島の外周の目視調査を実施する。そして岸壁の物理的構造と親水性並びに生物の多様性に関して調査研究する。また、イワシ、サバ、ブリ、クロダイとイカなどの漁業種と遊漁対象魚種に関する情報の収集も行う。

④海洋環境科学調査の実施

併せて水質；溶存酸素量、塩分、水温、濁度とクロロフィル量と流向流速などの東京湾の水質と科学環境の調査を実施することとしたい。これらの指標は東京湾のこれら埋め立て地の環境を知る上で極めて有効・有用な科学的データとなろう。

⑤スミソニアン環境研究所との協力

11月7日にWEB会合にて小松より本件東京湾の再生と親水性、環境プロジェクトについて説明した。

小松が訪米し、11月30日米国スミソニアン環境研究所と会合を予定しており、そこで本東京湾の環境調査・研究のプロジェクトに関しても紹介する予定である。



写真7 令和島の南部の東京湾から見た令和島で、物流に拠点として活用されている。2022年11月5日

調査の結果

- (1) 東京内湾は他の日本の海域に比較して濁度 (FTU) と溶存酸素の水質が悪い。
- (2) 令和島と青海ふ頭他
 - ① 令和島の周辺の水質は悪い。海底では汚染指標を示す濁度 (FTU) が高い。溶存酸素がきわめて低い。海底ではヘドロが堆積していると推測。モニターが重要。
 - ② 青海埠頭と有明埠頭の海域も悪化している。改善の要素がない。
- (3) 有明東雲地区の狭い海域の流れが遅い。水質が悪い。改良策が必要。

(注)

1. 濁度は一般に海水・河川の汚染の度合いを示し、FTU (フォルマジン・タービティ・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・濁りの進行水域では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で酸素吸入をする必要があるとされた (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のケースがあり、使用される)。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。また、2023年3月12日には東京都海上公園計画課の根来喜和子担当課長の案内で、有明埋立地沿岸と海の森公園島の視察を行った。

陸域からの目視観察では海上と海水状況を観察していたが、海上からの直接視察と東京湾の水質・環境などの科学観測の必要性から東京内湾域の調査を行った。

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。目的地为旧江戸湾の江戸前の海域で開発と埋め立てが進行している海域に絞ったが、今後は徐々に調査地点と調査の海域を、大田区と江東区並びに品川区の海域と沿岸域に、河川流域も加えることが好ましい。



図1 2023年3月23日の東京湾の調査地点

2. 調査地点

1) 調査船舶は横浜市の根岸湾から出港した。東京湾の調査対象の海域に到達するまで約1時間を要し、往復で2時間を要した。本来では羽田か品川ないしは江東区から出港する船舶の調達が適切である。



写真1 雨模様の横浜ベイブリッジを通過し羽田空港・多摩川河口に向かう。川崎の工業地帯が見える。著者撮影 2023年3月23日

- 2) 調査地点は大田区と江東区の中で、
- ① 東京都が有明の海浜造成を検討中
 - ② 海の森公園など環境改善に対して特に関心が高い
 - ③ 令和島など産業廃棄物などの埋め立てが進行中
 - ④ 有明と青海ふ頭などに囲まれた海域
- また調査地点は計画では20地点ほどを予定していたが、午前10時過ぎから雨が降り出し、強まったので、予定の調査地点を割愛して12地点に絞って実施した。

3. 調査体制と機材

調査員は調査団長が小松正之、調査員が山本仁である。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。

4. 調査結果

1) 東京湾の調査海域の全般

東京湾の環境の悪化は、大船渡湾と広田湾などの他の調査海域と比較しても際立ったと言える。通常、3月は冬の時期であり、海域の水質の悪化状況は夏に比べて良好であるが東京湾では他の海域の夏に相当する水質の悪化状態であった。

濁度 (FTU) と溶存酸素 (DO) を見るとどちらも悪化値が目立った。今回の計測地点である、羽田の多摩川河口域、令和島の周辺並びに青海ふ頭、第10号ふ頭と有明ふ頭の人工陸地で囲まれた2つの長方形の海域は水質・環境が悪く汚染が進行している。特に青海・有明ふ頭の海域は入り江の内部で海域環境が好転する要因がない。

海底は全般に多くの場所で水質が悪化している。濁度 (FTU) と溶存酸素 (DO) からは海底に、ヘドロや貧酸素土砂の堆積があると推測される。

2) 多摩川河口と羽田空港

多摩川河口に赤い鉄塔が建てられており、その海側で計測をした。濁度 (FTU) も表面で1.6FTUと高く、河

川の底である14.4メートルでは3.3FTUと更に汚れが増加する。溶存酸素も表面では100%を超えるが川底で78.3%であり、低い値である。川の流れは、下げ潮時であったが、湾に向かっており、水深10メートルの流速が表面より早い特異な現象である。



写真2 羽田空港のD滑走路 円柱。流速停滞の可能性。
著者撮影 2023年3月23日

空港建設に際し、海洋環境への配慮から、滑走路建設のために全面的に埋め立てではなく、支柱式とし、流速が生じるようにした。支柱で空間を作ったものの、流速が支柱にぶつかり、ランダムな流れになり、流速が阻害される可能性がある。実際に支柱内の流向流速を計測することが肝要である。支柱内は「立ち入り禁止」の表示がある。羽田空港公団ないし東京都からの許可を得て、支柱内での調査を実施が肝要である。

3) 令和島

令和島は、2022年11月5日に行った陸域からの目視調査でも立ち入り禁止の地域が太宗を占めており単純な目視調査も実行していなかった。

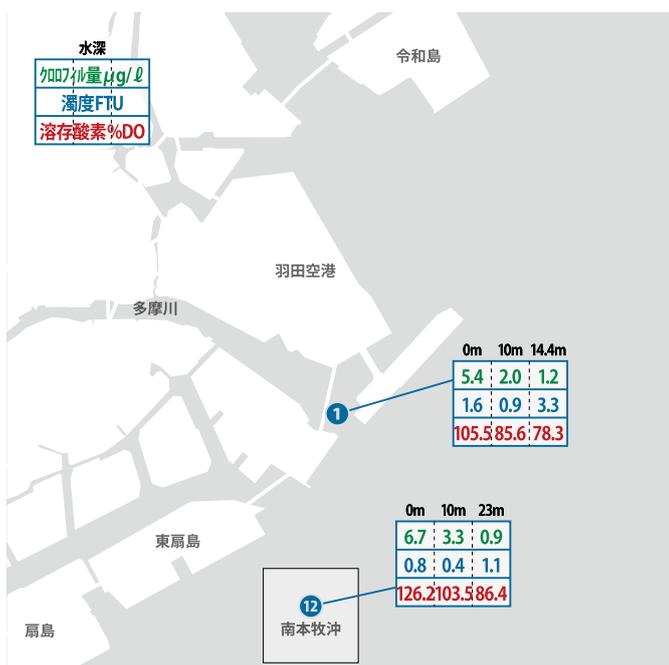


図2 多摩川河口のクロロフィル、濁度 (FTU) と溶存酸素。併せて、南本牧沖の同指標も掲示した。2023年3月23日

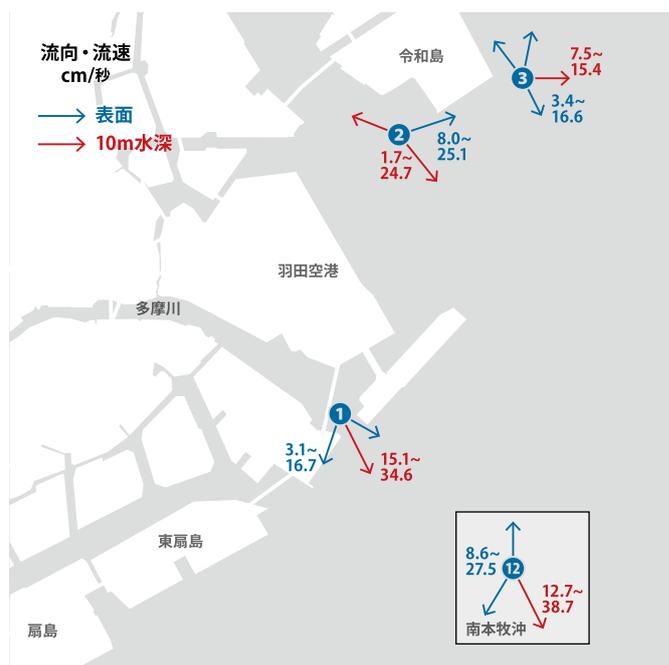


図3 多摩川河口の流向流速。併せて、南本牧沖を記載。2023年3月23日

①濁度 (FTU) と溶存酸素他

令和島では基本的に4角を調査した。その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。

令和島では南西を地点②として計測した。表面水も濁度 (FTU) が1.2FTUと高いが、海底の水深17.5メートルの濁度 (FTU) が17.6FTU、溶存酸素が79.3%と極めて低水準である。また、南東部の地点③は濁度 (FTU) と溶存酸素とももっと悪く、海底の水深10.3メートルでは濁度が348FTUであり、溶存酸素が55.9%の貧しい酸素状態が更に悪化している。ゲート・ブリッジでの地点④では海底8.3メートルで濁度 (FTU) が154.8FTUで、溶存酸素が76%である。

栄養状態を示すクロロフィル量は3.9～8μg/lを記録するが特徴的なのは海底深くなるとクロロフィル量が急激に低下する。これは濁度 (FTU) の増加により光が遮断されて、光合成ができなくなるからではないか。特に地点③では水深10.5メートルでクロロフィル量がゼロを記録した。

埋め立て地である令和島から廃棄物質に起因する化学物質がし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などに関する原因があるかもしれない。今後の海域の水質環境の継続したモニターと埋め立て地の陸域からの観察が必要である。

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通常の値を示している。東京湾は半閉鎖海ではあるが、湾口が開けており、外洋性の性質も持ち合わせているとみられる。また、表面水の流速が水深10メートル流速より早いことも他の海域と変わらない。海の森公園

と令和島間の水路の流速はその外側に比較すると3分の1程度の速度であることがわかる。従って水はこの水路では停滞する。しかし、地点⑨の水路では濁度 (FTU) も0.9FTUで溶存酸素は82.9%であった。



写真3 令和島西側 地点②付近 写真4 ゲートブリッジ下 地点④

4) 青海ふ頭と有明ふ頭と海の森公園

①海の森公園

この周辺海域はクロロフィル量が他の海域同様に高い。しかし濁度 (FTU) が海底では高く、地点⑤では11.5FTU (水深6.6メートル) であり、地点⑥では19.7FTU (水深3.6メートル) であった。地点⑥では11月5日に陸域から目視で海水を観察した折には、清浄水に見えたが、実際の計測値では表面水と海底 (水深3.6メートル) とともに濁度 (FTU) がかなり高い。溶存酸素は地点⑤で83.5% (水深6.8メートル) を記録したが、地点⑥では98.2% (水深3.6メートル) で良好であった。

地点⑤は海の森公園と令和島との間の水路からの排出口があり、私たちの計測時には排出水が流れ出てこれを調査船上でも感じた。しかし、実際の計測値は表面の流

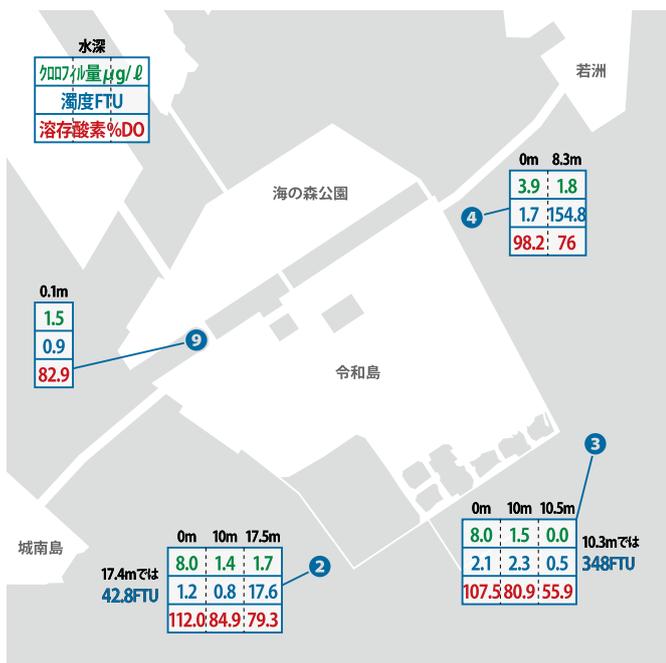


図4 令和島のクロロフィル、濁度 (FTU) と溶存酸素。
2023年3月23日

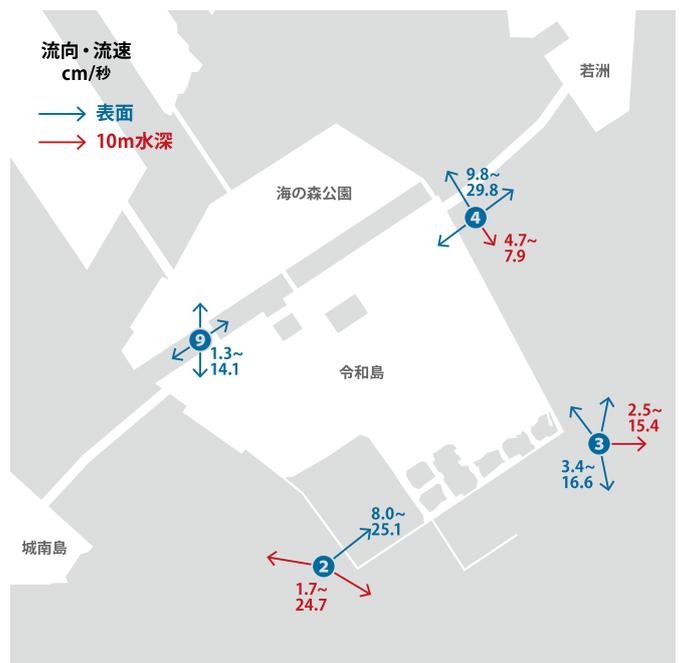


図5 令和島周辺の流向流速。
2023年3月23日



写真4 カヌー水路の排水口 地点⑤ 写真5 海の森公園北側 地点⑥

速（11.1センチ/秒）より水深7メートル（21.1センチ/秒）の方が2倍程度速いとの結果であったのは意外であった。そして、排水口での流速も他の海域に比べれば平均的に決して速くないのであるが瞬間的に速い流れが、断続的に流れ、体感的に速く感じられよう。この流れも地点⑨の水路内の平均の流速7.7センチ/秒に比較すると表面でも50%以上速く、水深7メートルでは3倍の速さになる。

②有明ふ頭と青海ふ頭並びに第10号ふ頭で囲まれた海域

当初は予期しなかった、今回の調査で判明した最も水質・環境が悪い海域である。

人工的な埋め立て地の中でも更に人工的な要素が加わる。青海ふ頭と有明ふ頭が人工であり、其処に水揚げスペースを更に確保するために第10号ふ頭を造成したために、水環境が悪化したためとみられる。しかし、流向と流速を見ると、令和島のそれらと比較しても大差は見られないが、これは豊洲側からの水路があり、これを通じて南下流があるためとみられる。他の時期の計測、特に夏場の計測が必要と考える。結果として、濁度（FTU）と溶存酸素が、今回の調査でも最も悪化していた。また地点⑦の海底ではクロロフィル量がゼロであった。また、溶存酸素が29.8%であった。貧酸素水塊であろう。これは海底の付近の濁度（FTU）が318.5FTUを記録したことと関係がある可能性がある。



写真6 有明ふ頭地点⑦ 青雲丸が停泊中

写真7 有明海浜西地点⑩ 砂浜造成を検討

地点⑥でも濁度（FTU）が405FTUと異常に高い値を示した。溶存酸素も極めて低い64.7%であった。

③有明海浜と有明アリーナ

北上すると有明の埋め立て地と豊洲の埋め立て地の間に人工の東西に延びる堰堤がある。これは捨て石で基盤が構成されている。この捨て石（米では「リップ・ラップ」と呼ばれる）付近には多くの魚類他が住み着いている（根来喜和子海上公園担当課長談）とのことであるが、本来は自然の砂浜、湿地帯と岩石海岸であればもっと多数の魚類が住み着く（資料；米国NOAA、スミソニアン環境研究所とバージニア大学）。

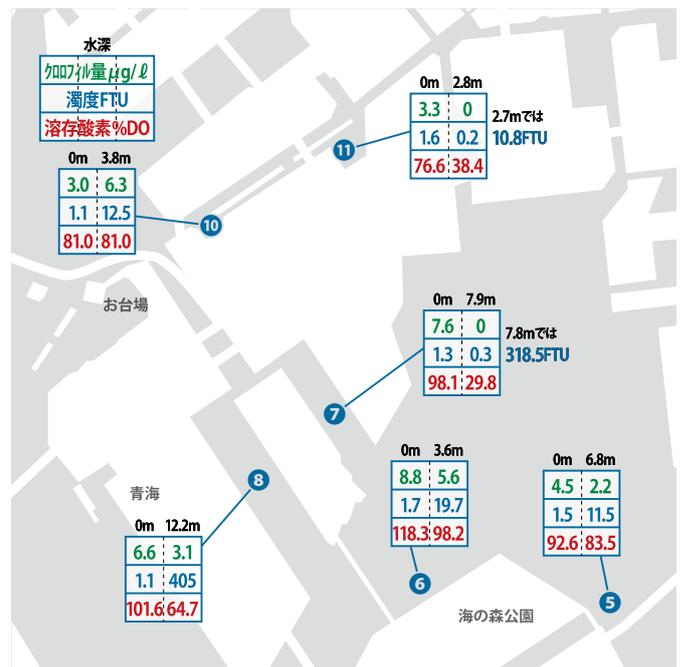


図6 海の森公園、青海ふ頭と有明ふ頭と有明海浜のクロロフィル、濁度（FTU）と溶存酸素

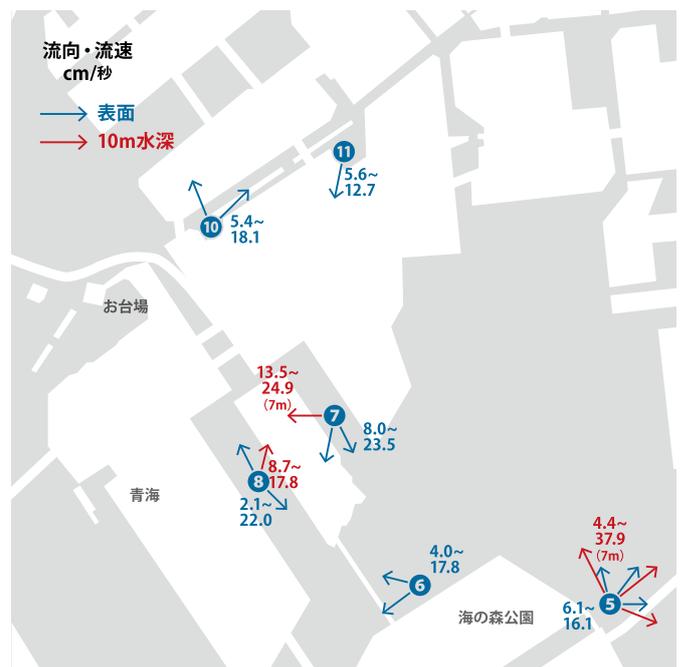


図7 海の森公園、青海ふ頭と有明ふ頭と有明海浜公園の流向流速 2023年3月23日

有明地区の西側の地点⑩と地点⑪；東雲地区とも、有明と豊洲の埋め立て地に囲まれて、周囲をつなぐ水路も狭いことから、流速も他の調査地点に比較して、遅いことが判明した。奥まったところに位置する東雲地区の地点⑪では9.1センチ/秒である。南本牧沖の表面では181センチ/秒で水深10メートルでは261センチ/秒であり、それらに比較すると3分の1から半分程度である。

また、東雲地区では濁度（FTU）が10.8FTU（水深2.7メートル）で、溶存酸素が38.4%である。東雲地区がより悪化しているが有明西地区でも濁度（FTU）が高く溶存酸素が低いことは変わらない。



写真8 豊洲市場6街区；仲卸棟

写真9 有明海浜と豊洲市場の中間の人工島

現在、東京都は、有明地区の東雲地区と西側に砂浜を造成することを検討中である（根来喜和子担当課長）。しかし、東雲地区の高層マンションの住人からは、強風時には小石が飛んでマンションに被害を与えるので、砂浜造成はやめてもらいたいとのことである。しかし付近の環境を見ると小石が飛んでマンションのガラスに被害を与える要因はマンションの住人が造成した花壇しか考えられない。



写真10 有明東雲地区と有明アリーナ地点⑩

写真11 有明アリーナから見た有明東雲海浜地点⑪

上記写真10と写真11からはこの地に砂浜を造成しても自然の水と土壌の流れは、コンクリートで断絶しており、ここに造成しても陸域との関係においては水と土壌

と栄養の一貫した流れを築くことは不可能である。しかし、海側からの栄養と砂と土壌の補給がなされる「生きた海浜」の造成は可能である。そのためには、この海域に水流を起こすことである。海側からの栄養と水流も極めて狭い水路となっており、ここに海側との連続した生態系を構築することが重要である。沖堤防を改変することが可能か。沖堤防に断絶する水路を一定の間隔で造成すること。また、写真11にみられるコンクリートの護岸とスペースを撤去して、後方の護岸までの海洋・沿岸のスペースを造成し、其処に生きた海浜（Living shore line）を造成することではいかか。仕組みは土壌を東京内湾に流れ込む土壌を集積するシステムで構築することである。

5) 塩分、濁度（FTU）と溶存酸素垂直分布の構造

下記の3地区では水層の躍層が形成されることが示される。垂直方向の座標軸は調査の地点の水深で規制されるので、垂直方向の深さの単位は一致しない。

羽田・多摩川河口では水深6メートルに、令和島では水深5メートルに有明東雲地区では海底の2.9メートルに淡水と海水の差など水の躍層が形成されている。また、令和島と有明東雲地区は双方とも濁度（FTU）と溶存酸素の値が海底とその付近で急激に悪化しており、海底にヘドロ状の堆積物が堆積していることが示唆される。

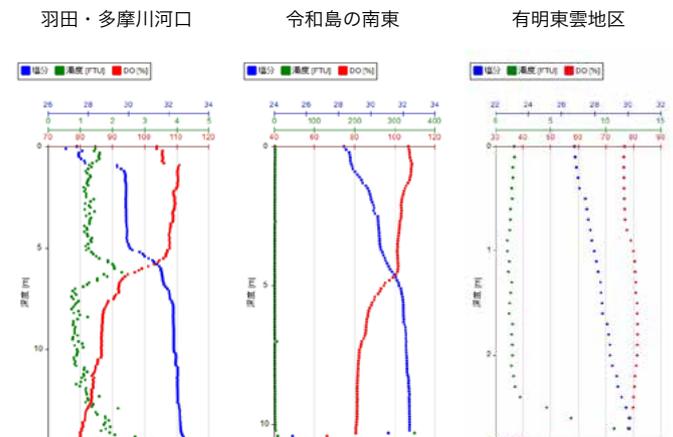


図8 羽田・多摩川河口、令和島の南東、有明東雲地区における塩分、濁度（FTU）と溶存酸素の垂直分布の構造

2023年3月17日

荒瀬ダム撤去地、瀬戸石ダムと川辺ダム建設予定地

国土交通省水管理・国土保全局河川環境課、豊口佳之課長から九州地方整備局の服部洋祐河川調査官にお願いし、河川・国道事務所長がご説明の労を取り、今回の荒瀬ダム撤去地他の訪問視察のプログラムを組んでいただいた。

1. 2023年3月17日荒瀬ダム撤去

(注) 2023年5月24日、環境省奥田直久自然環境局長の話では、撤去費用は全額環境省負担。

1) 熊本県は1951年(昭和26年)に「球磨川地域総合開発計画」を策定し、その一環として、熊本県内の電力不足を解消する目的で、荒瀬ダムと藤本発電所を建設する計画を作成した。

昭和28年度に着工し、短期間に完成し昭和29年12月に発電を開始した。12名の尊い犠牲者と80万人の従事者の関与があった。当時荒瀬ダムは県内の電力量の16%を供給した。119戸の家屋移転補償、漁業補償、木材運搬補償、筏陸送への切り替えを行った。

2) 地元住民の荒瀬ダムの運転停止を求める意見書の提出があった。

(注) 荒瀬ダムは「可動堰付き重力式越流型コンクリートダムである。堤高25メートル、堤長210.8メートルで総貯水量が1,014万トンである。本発電所は最大使用水量が134トン/秒、最大出力が18,200kWで発電方式がダム水路式で年間供給電力量が約7,468万kWhである(これは一般家庭の2万世帯の年間使用量に相当)。

平成13年度ごろから、ダム上流の湛水地域でダムからの臭いがする、水質が悪化しているとの苦情が住民から寄せられた。上流で浸水被害があった。

3) 熊本県は総合的に判断し2012年(平成24年度)に撤去工事に着手

熊本県の資料に拠れば、平成15～19年度「荒瀬ダム対策検討委員会」を9回開催し、ダム撤去工法、土砂処理方針と環境保全措置と環境モニタリングを検討した結果、ダム撤去方針をまとめた。また、平成22年度「荒瀬ダム撤去技術研究委員会」(3回)を設置して、同様の3項目を検討した。これは撤去技術の確認と検証を目的とした。その後は「荒瀬ダム撤去フォローアップ委員会」が平成29年度から年1回開催された。

当ダムは、河川環境や治水に配慮して、6年間の撤去期間が定められた。水位を徐々に低下させる「水位低下設備」を導入した。また右岸側から撤去する「右岸先行スリット工法」を採用した。

2. 撤去地の視察と熊本県企業局伊藤健二工務課長

1) 3月17日に伊藤健二企業局工務課長と千葉祐士主幹から荒瀬ダムの撤去;経緯、予算と事業費並びに委員会などについてとその後のヘドロなど環境モニタリングのご説明を受け、一連の動向をよく理解することができた。

「荒瀬川の撤去に関する報告書」と「モニタリング報告書」の2分冊を購入することとした。

私はダム撤去地点の左岸に立って、撤去跡を見て説明を受けた。

荒瀬ダムは堤高25メートル、堤長は210メートルで堤長道路は車両を通した。

右岸側の撤去跡を眺めると取水口はコンクリート構造物で塞いで水が滲んだところで、水面から下の水を取水したとみられる。境目から白いところで取水はその上方を取っていた。取水口は水面から3メートルで堤頂高5メートル下から取水していた。

右岸に滲筋があった。右岸をスリット状に撤去した。まず、右岸側の堤頂のゲートを取っ払った。その後門柱と堤体をとった。



写真1 左岸撤去観察場所の案内図
3月17日

写真2 右岸撤去後の取水口跡
2023年3月17日

2) ダム湖内ヘドロ泥土は門柱を撤去前に全量を撤去

小松から水とヘドロの除去はどうやったのかと聞くとダムの門柱を開放し、水量を下流に流した。ヘドロ泥土は、ダム堤体付近ではなく堤体から離れた上流に溜った。ダム堤体に近いヘドロは流したのかとの質問に対し、「ヘドロは事前に人力で除去し、土砂は水流とともに流した。」下流に流れた貧酸素のヘドロは下流まで流れたのか。伊藤健二工務課長は「流出後にヘドロの溜まったのは下流のわずかな区間だけで「遙拝堰」までは行ってない。八代海には到達していない。(注)ヘドロと土砂の質などについては「撤去報告書」で調べる必要がある。

- 3) 伊藤健二工務課長は「フォローアップ専門家委員会を形成した。」との説明をした。小松から「河川工学や環境の専門家が入っているか、記録・文章はあるのか。」と聞いた。「蒲島知事が残せと言いつつ残した撤去工事の記録誌がある。国交省にも配布した。2.5万円もする。」と述べた。小松は撤去報告書とモニタリング報告書の2冊買い求めた。
- 4) 現在の頻繁な工事は河床工事で、2020年7月水害で河床が上がり、土砂撤去工事を実施中である。2020年7月水害で球磨川に架かる第1橋梁と第2橋梁もなくなった。
- 5) 撤去は平成24年度から開始され、28年度まで6年かかった。88億円の経費を要した。28年度に撤去が終わった。撤去を決定した時は塩谷知事で、その後蒲島知事はいったん撤去を凍結した。もともと40億円の予算規模で88億円まで膨れ上がり、電力売電も不安定で、一旦休止を決定し撤去計画を見直した。
- 6) 水利権の問題があり、更新が困難との判断から凍結を解除した。発電用の水利権、漁業権に関して補償は既に済んだが、その後も漁業者への金銭的供与はしていた。球磨川漁協に対してである。八代海漁協には提供していない。加藤清正公の由来の「八の字堰」とその上流の「遥拝堰」にはヘドロは到達しなかった。懸念については、委員会では議論した。撤去後のヘドロはダム直下にはたまっていたがそれ以外にはたまらなかった。撤去技術はすべて国費で賄ったのかに対しての明快な答えはなかった。

2. 瀬戸石ダム

1) JP 前田修一南九州発電所所長代理

3月17日瀬戸石ダムの目的、現状と2020年（令和2年）7月の水害時の対応と住民との対話につき説明した。

瀬戸石ダムは、荒瀬ダムから10キロ上流で球磨川河口から30キロ上流にあり、重力式コンクリートダムで、有効貯水量は、2.23百万トンで最大水使用量は134トン/秒である。出力が最大で20,000キロワッ



写真3 加藤清正が作った八の字堰。上流（左手）に遥拝堰がある。
2023年3月17日

トである。瀬戸石発電所がダムの下流に隣接し設置される。

堤高は26.5メートルで、堤長は139.35メートルである。発電開始は昭和33年である。現在はゲートを全部開けて空にしている。貯水池に堆砂するので除去する目的で水位を下げる。現在2020年7月水害後の復旧工事で国道工事をしている。その工事の促進目的で水位を下げています。

このダムの目的は発電のみ。3月末から水をためて、発電を開始する予定。ダム底の標高は30メートルで11メートルの水がたまっている。令和2年（2020年）7月豪雨があって、設計降水量が6,000トン/秒であるが10,000トン/秒の1.4倍の水が来た。その時はダム水面が標高で53メートルまで10,000トン/秒の水がたまった。あの高さからでは53引く30メートルで23メートルの深さの水がたまった。発電所はダムのすぐ下にあるが、浸水して使用不能となった。2年かけて修繕して昨年5月に発電ができるようになった。現在の水位から10メートル上げると発電は可能となる。今、川の水が30トンあり、5門あって1門あたり6トンの水がある。水深が0.3メートルで幅が15メートルであるので、1.5メートル/秒程度。（要確認）通過の断面である。冬場は水量が少なくなる。水質の検査は常時しているのかとの小松からの問いに関して、濁度と電気電解度そして溶存酸素は定期的検査で測定している。窒素とリン酸も一通りは計測しているが、底（1メートル）、中間と表層と計測している。ダム堤体の傍と上流に2地点選んで定期的（1か月に1度ないしは項目によっては3か月に一度）計測している。

ダム湖の真ん中と流入するダム湖の上流で計測している。溶存酸素(DO)は環境基準をクリアしている。（小松よりそれでは具体的な答えになっていない。）濁度は5度とか10度である。（これも具体的には何を言っているのかが不明）

- 2) 2020年7月の豪雨で堤体が70センチずれてしまった（下写真参照）。長方形の橋桁がずれてしまった。



写真4 瀬戸石ダム。2022年7月豪雨で橋桁がずれた。
2023年3月17日撮影

本台にあたらなくらいのずれが生じた。大船渡の湾口防波堤はトンガ津波で30センチもずれてしまった。電源開発は発電に関して経済産業省の管轄で、ダム建設と検査では国土交通省の河川管理事務所が担当となる。水害対応は国土交通省である。熊本県内7,500軒に電力を供給する。住民と周りの人との付き合い、チラシで情報を提供、お祭りでの付き合いや、「ちょっと道路を直してください」との要請がある。住民理解がないとこの事業はやっていけない。3市町村で、クラシック・コンサートを開催したり、泥を取る警告と取水と放流の警告などについての情報提供をしている。環境への配慮はここでも、近年は進んでいる。球磨川漁協と八代漁協では、アユを捕まえるために漁業者に協力している。JPも変わってきていると思う。10年前とは大きく変わっている。小松より、「農業は肥料と農薬を流す。農家がどのくらいあるのか。土木工事で蛇行を欠くことも悪い。沈砂池をもうけて、掘削とか、横断方向にも配慮をしている（これは環境への配慮にはならない）。自然の力を活用することが重要である。コンクリートは一度作れば変わらない。NBSにも国交省が力を入れた方が良いのではないか。」

3. 建設予定の川辺川ダム

1) 川辺川の渓谷

ダム建設予定地を見渡せるサイトに到着した。川辺川ダム砂防事務所長の齋藤正徳所長のご案内で説明を受けた（宗塚万八代河川国道事務所長、夜久将司調査課技官と服部洋祐九州整備局河川管理官が同席）。川辺川を上流に上ってきたところで五木村にいる。ダムサイトは、川辺川の五木村と相良村の丁度境の相良村に建設予定である。

2) 2020年7月の豪雨の球磨川氾濫

被害を受けて、蒲島知事はそれまでのダムに頼らない治水から方向転換し、川辺川の流水型ダム（穴あきダム）の建設へと容認したと報じられた。1965年の球磨川大水害時にダムが役に立たず、ダムへの不信感が募った経緯がある。蒲島知事はダム反対の民意を追い風にしたが、3期12年の「ダムに頼らない治水に具



写真5 相良村と五木村の境のV谷に川辺川ダム建設予定

写真6 流水型ダムの排出門上3基下基5基

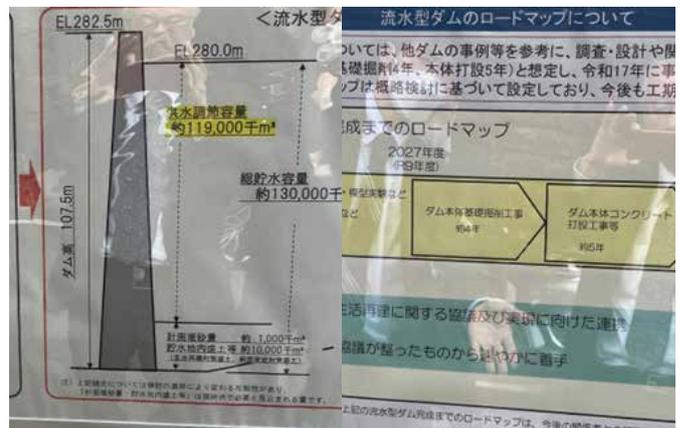


写真7 川辺川ダムの垂直構造

写真8 川辺川ダムの建設予定計画

体策を立てられなかった」との批判がある。

3) 川辺川とは

川辺川は熊本県と宮崎県の境（国見岳）にある水源（Headwater）の五木川が源流で、延長が62キロに及ぶ一級河川で、流域面積は533平方キロに達する。球磨川本線に還流し、一番大きな支流が川辺川であって、ちょうど、本流と川辺川の支流は長さと同じ。

4) 2020年7月4日の水害

人吉市で水害が発生した。人災は合計65名（溺死49名）、うち球磨川水系が50名、球磨町が25名、人吉市が20名と芦北町が11名である。そのうち65歳以上の高齢者が43名と86%を占める。

5) 防災対策の川辺川ダム

1965年の人吉の水害後には防災目的として川辺川ダムの建設が予定された。そして平成20年までは貯留型ダムの建設で整備を進めていたが、下流の相良村と9市町がダム反対となって、貯留型のダムは白紙撤回になった。その後のダム建設計画は平成20年以降は動いていない。

川辺川ダムサイトはV字渓谷で五木村の境界の南で相良村に位置する、国道445号から堤体に延びる道路ができています。コンクリートをモルタルと山と岩を砕いて小さくしてこれから骨材から生成する現場と貯蔵するサイロがある。2008年（平成20年）まで造っていた基礎が残っている。



写真9 水没予定の五木村一部 3月17日

他の足跡はもともとの本流の川を転流させるトンネルが1999年（平成11年）造成されている。川が流れるとコンクリートを打てない。トンネルは延長が600メートルでダムサイトの下流に迂回させる。

これは流水型ダムで、貯留型は農業用水にも使った。貯水池の上流は五木村まで12キロまで及ぶ。2022年8月に水利計画ができた。完全に洪水時だけ貯める。普段は全開し、魚が行き来、洪水が発生する際には保水する。

ダムの材質はコンクリート。流水用の一つの穴が5メートル×5メートルでこれで自然の流れを確保できるので、洪水時だけ貯める。

開口の口は3つを下に、2つを上、さらに上にはオーバーフロー型の開口部を敷設する。開口部はアユの遡上にも配慮している。下の3つの高さの開口部はアユが十分に認識して、遡上できる高さに設計された。しかし、実験モデルなどを使いながら、位置や間隔を最終決定したい。

6) 川辺川ダムは石川県辰巳ダムの2倍以上

流水型のダムの先例である辰巳ダムは堤高が51メートル（堤頂長は195.0メートル、総貯水量は600万トン、重力式コンクリートダムで、目的は洪水調整。竣工は2012年：建設反対派は北陸地方整備局を相手に訴訟を起こし長期間係争したダム建設）であり、川辺川ダムは117.5メートルで約2倍以上の高さである。川辺川ダムの上流の緑は湛水時には冠水するので環境への配慮が必要である。

7) 放流時放水の減速と川底の掘削の防止

一方、放流時に構造物を設置して流速を減速する；この構造物を「副ダム」という；これは突起物であり、それで勢いを殺し、また、水そのものの抵抗と反発力で流水を減速する。これをしないと流速で土地；川底が掘削されてしまう。

開口部は案であり、水流モデルなどを使いながら、どれが良いか、詳細な環境影響評価の決定プロセスにある。この「副ダム」も魚が行き来しやすい。齋藤所長は九州大学院時代アユの研究をしていた。

8) 今後地球温暖化で雨が增加すると考えられ、ダム能力をアップしている。ダムは13年後の令和17年の完成を目標にしている。環境影響調査、環境調査と下流と上流に与える影響調査をやりながら、ダムの構造を固

める。このことを令和4年から始めた。環境影響評価法と同じ手続き（法に基づく環境影響評価ではないとみられる）を踏んでいる。環境大臣の意見は聞いている。また、漁業権に関して農林水産大臣の意見は聞いているが、漁業権についても熊本県の農林部を通じて意見を総合的に聞いている（状況から見て、文書にて照会があるが、関係者が一堂に会しての検討は、小松の経験からない）とのことである。

川辺川ダムによる水没地

1) 図面の最高水位まで湛水が進むと、青いラインで囲まれたところが水没する（図は略）。五木村役場も水没する。

2) 相良村と合わせてダム水面下に550世帯が居住していた。

最初のダム計画を昭和41年に発表した後に五木村で反対運動が起きた。これはダムサイト相良村には固定資産税などの税収はあるが、五木村の場合は水没するが、税収がないことも反対の原因である。国土交通省は五木村（五木村は、税収問題などから初期には国土交通省との交渉を拒絶）と交渉してようやく平成2年に補償基準が妥結した。平成8年にダムの本体の建設の同意をもらったが苦渋の決断だった。

五木村と相良村では550世帯が移転し、相良村は50世帯が殆ど人吉に移転し、ダムのサイトから上流の500世帯の移転が終わっている。そのうち100世帯はもともとの居住地から高い場所に来た。500世帯のうち143世帯は五木村にとどまっている。残りの357世帯は下流の人吉他に移転・離村している。もともと人口のピーク時は五木村で6,000人いた。現在では高齢化（高齢化率46%と深刻）も進み880人と1,000人を切っている。ダムで翻弄されこんな状況になっているが、県、村と国では地域振興を考え村と協議をしている。どうしても住民は下流に行きたがる。五木村村内に留まりたい人に対しては山の中に平場を造ったり、大平などの8か所の代替地を提供した。

3) 流水型は、平常時は、水はほとんど平常の川の流れ計算すると365日中364日は水が溜まらない。川辺川ダムの唯一の目的が治水である。洪水時は1日で水が溜まる。

小松から「コンクリートダムでは景観が良くならないだろう、自然豊かな田舎に来てコンクリートの巨大な建設物が見えるのかとの疑問に答えてもらいたい、イタリア人は子供のころから道路に絵も描き、芸術的センスは抜群である」と指摘した。国交省の専門職員は「其処はいろんな専門家の知恵を拝借したいし、景観についても頑張りたい」と述べた。「地域振興に加えて、日本で一番大きな流水型ダムになるので、みんながここに視察に来るようにしたいと思う」と述べた。「このダムは国土交通省の将来にも影響する。気持ちだけではなく、実質が伴った形で頑張りたい」とも述べた。



写真10 右から案内役の国土交通省九州地方整備局の服部河川調査官、宗塚万八代河川国道事務所長、夜久将司調査課技官、小松、齋藤正徳川辺川ダム砂防事務所長 2023年3月17日

海外訪問団と 海外事情調査

一般社団法人 生態系総合研究所
代表理事 小松正之

スミソニアン環境研究所一行の訪問記録

2022年5月31日～6月8日

5月31日

9:00～10:30過ぎ 国土交通省

- ・井上智夫、水管理・国土保全局局長
- ・信田智、水管理・国土保全局、河川環境課、河川環境保全企画調整官
- ・中須賀淳、水管理・国土保全局、砂防部、保全課、海洋開発企画官
- ・時岡利和、水管理・国土保全局、河川計画課国際室、国際河川技術調整官
- ・中村圭吾、公益財団法人リバーフロント研究所、主任研究員

米国におけるNBS事例をウィグハム博士らが紹介した。先方からは、日本におけるグリーン・インフラストラクチャー事例；横浜など都市の近郊ではNBSを養成するケースがあるが地方ではほとんどない。また地方では、ほとんどNBSへの関心はなく、中央が中心で、今後モデルを積み上げるなどで地方への浸透を図りたい。また、NBSの実施についても地方自治体からプロジェクトの実施要請があれば、これに補助金を提供できるなどの国交省の発言があった。陸前高田市のケースでは県か市からプロジェクトの実施要請を上げてもらえれば、対応が可能であるとの発言あり。また、先方からメリーランド州のNBSの資金調達法についての質問が寄せられた。各国での成功事例、問題点、今後の課題に関して意見交換を行った。



写真1 国土交通省にて 2022年5月31日

14:00～15:30 鹿島建設(株)東北支店

- ・勝治博、常務執行役員・支店長
- ・佐藤仁志、営業総括部長
- ・三沢直樹、盛岡営業所長

キング博士の示したアーカンソー州、オクラホマ州での水質改善事例やコヒー氏の示したチェサピーク湾改善の経済効果とNBSの資金調達：プロジェクトの実施方

法についての質問があった。NBS自体に関する理解が鹿島東北支店には浸透したとみられ、活発な質疑応答であった。

会議の様子はオンラインで支店スタッフに配信され、10名程度が聴取していた。



写真2 鹿島建設(株)東北支店との会合 2022年5月31日

6月1日

10:30～15:00 小岩井農場

- ・野澤日出男、元小岩井農場社長
- ・中軽米（なかかるまい）靖典、取締役管理部長
- ・鎌田徹、総括管理責任者

野澤前社長のアテンドで場内視察；小岩井農場の開始の歴史；岩崎弥之助が個人投資、植林、農場開発、牧場と乳業、戦後の農地改革と農場の3分の1を手放したことと現在の多角経営；小岩井農牧、小岩井乳業、小岩井加工場と第3セクターによる廃棄物処理と発電所など；しかし全体を束ねるホールディングス性を採用していないが、常に各社間で意見交換を実施。その他、ビオトープや星空を眺める野外ハンモックや天体博物館を視察。

キング博士からは農場内から排出される窒素やリンについて、ピークラフト氏からは植林や場内の景観設計に関して多くの質問が飛んだ。



写真3 小岩井農場内のビオトープを視察 2022年6月1日

16：00～17：10 岩手県庁達増拓也知事

- ・達増拓也、岩手県知事
- ・福田利喜、陸前高田市議会議長

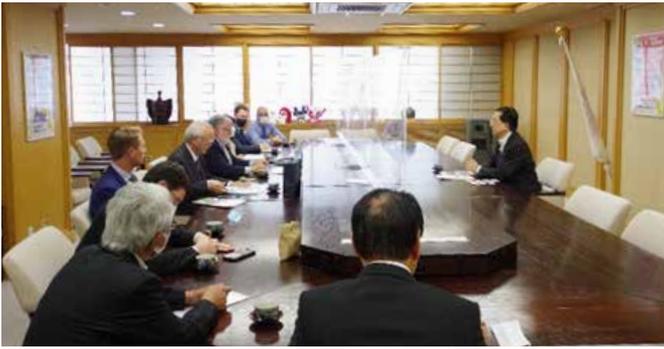


写真4 達増拓也岩手県知事との会談 2022年6月1日

達増拓也 岩手県知事との会談。

ウィグハム博士から簡潔にプロシユアーに基づいて英語にて説明をしたが、英語でよかったかどうかは、その後の一行との会合でも疑問であった。知事からは、一般論としてNBSを進めていきたいとの話が出たが、陸前高田市の古川沼に言及した話にならなかった。そこで小松より前日に国土交通省で交わされた議論を踏まえ、国土交通省の井上局長らは、岩手県からプロジェクト要請が上がってくれば、それに対して、補助金を提供する用意があるとの説明があったことを紹介した。しかし、知事からは大船渡市訪問と大船渡市でのシンポジウムの開催が有意義であることを期待するとの言葉があったが、それ以上の各論に踏み込んだ話はなかった。

後日、6月7日に採択された石破茂・中谷元・鶴保庸介議員らとスミソニアン環境研究所の一行5名とのNBSに関する決議を送付しておいた。

6月2日

11：00～12：00 大船渡市役所

- ・戸田公明、大船渡市長
- ・志田努、副市長
- ・松川伸一、農林水産部長
- ・新沼秀樹、水産課長
- ・村上隆英、水産課長補佐

プロシユアーに基づきウィグハム博士のプレゼンテーションと各人の紹介の終了後、戸田市長からも大船渡市の東日本大震災からの復興事業の進捗についての説明があった。訪日チーム一同からの復興工事・防潮堤、湾口防波堤が湾の水質に与える影響についての質問に対して、戸田市長から、湾の水質は年々悪化している。それがカキの養殖生産量には直ちに大きく影響はしていない。しかし、盛川へのサケの回帰量が殆ど皆無となってしまった。小松より、1年間にわたっての大船渡湾の環境調査では、冬場は湾の水質は悪くはないが、春から夏にかけ

ては汚れと貧酸素の発生が多くなり、水質全体は良くない。今後も湾と盛川での環境調査を継続する。そしてドローン撮影もしたいが、盛川は佐野橋から日頃市までを行う。しかし、大船渡湾のカキ養殖との関係では、どこを撮影するべきかを戸田市長に尋ねたら、尾崎岬付近の蛸の浦のドローン撮影をお願いしたいとのことであった。



写真5 戸田公明大船渡市長との会談 2022年6月2日

13：00～14：30 大船渡湾現地調査

- ・調査協力 新沼敬司氏と従兄（伊藤哲也氏）



写真6 大船渡湾を視察し下船 2022年6月2日

新沼敬司氏のカキ船が、遊漁船案内の登録をしていなかったとのことで、急遽このカキ船での乗船調査となった。まず、新沼氏のカキのはえ縄でのカキの育成状況について、実際にカキを数個剥いてもらった。現在は貝毒発生後2週間を経過し、さらに1週間の待機期間であるとの事。それで、カキを食べないので、誰かが食べだしたら皆食べた。そしてなんでもなかった。その後、盛川河口まで行き、そののちは反転して、湾口防波堤に向かい、スミソニアン環境研究所の一行に湾口防波堤を視察してもらった。

乗船前と船上では岩手日報の向川原記者からウィグハム博士とキング博士へのインタビューが行われたが、この時の記事が大きく岩手日報に掲載された。また東海新報社からもインタビューがあった。大雨・強風の中での乗船となったが、寄港時には雨がやんでいた。

15：40～15：30 盛川増殖協議会さけ・ます孵化場

佐藤由也 盛川漁業協同組合長との会談。

佐藤組合長から壊滅的な盛川のサケの近年における回帰の状況を説明した。打つ手はなく、孵化場を上流の日頃市までもっていき其処に建設したい。その場所にサケは2～3キロ遡上する必要がある、その間に盛川で自然産卵も行うこととなる。その場合は佐野橋から日頃市橋までの河床でサケが産卵しその後死亡するのでサケは腐敗する。それに対する市民の理解も必要になる。「臭い」は自然現象である。市民教育も必要であると小松より述べた。また佐藤組合長は川の蛇行を復活させる必要があるとの見解を示した。ウィグハム博士とキング博士からはアラスカにおける自然産卵の説明があった。

東京都立大学の横山勝英教授もここから調査に参加。現在、孵化施設ではニジマスの産卵・育成が行われている。



写真7 盛川増殖協議会さけ・ます孵化場 佐藤由也組合長との会談
2022年6月2日

18:00～20:00

大船渡プラザホテルにて歓迎レセプション

- ・戸田公明、大船渡市長
- ・志田努、大船渡副市長
- ・松川伸一、農林水産部長
- ・新沼秀樹、水産課長
- ・村上隆英、水産課長補佐
- ・大船渡市から他5名参加
- ・横山勝英、東京都立大学教授

小松代表理事の挨拶に続き戸田市長のスピーチ。

ウィグハム博士の代表スピーチと訪日メンバーの紹介に加えキング博士、コヒー氏、ピークラフト氏、ビンステッド氏もそれぞれ単独スピーチを行った。戸田市長はスミソニアン環境研究所の一行との一連の会合でNBSの重要性を認識した様子であった。また、レセプションが大変に快適であったご様子で、最後まで会場に残り、スミソニアン環境研究所一行の退席を見送った。



写真8 歓迎レセプションにて 2022年6月2日

6月3日

9:00～11:15 古川沼周辺の調査

- ・熊谷仲実、岩手県沿岸広域新興局土木部大船渡土木センター、河川港湾課、港湾・海岸チーム総括主任主査



写真9 古川沼の視察 2022年6月3日

小泉川を起点に古川沼沿いを東に気仙川方面に歩き、途中から、堤防に上り、そこから、松原海岸と高田松原、古川沼の縁辺、高田松原津波復興祈念公園の草地を目視にて調査。コヒー氏は「コンクリート使用量の多さに驚く」とコメント。

ビンステッド氏は、沼内の干潟は、其処に植物が繁茂して当然であり、それをしない、できない環境が問題である。また、沼には砂を入れて、現在の捨て石を隠しスロープ状にして植物が繁茂し、動植物が生息するようになるべきであり、スロープにして人々が親水することができるようにすることが大切である。このままでは誰も沼に近付けない。キング博士は排水口周辺の悪臭に関心を示し後日の質問に繋がった。



写真10 防潮堤を歩く一行 2022年6月3日

11:15～11:45分 小友浦の調査

- ・水本歩、岩手県沿岸広域新興局農林部大船渡農林振興センター農村整備課、主任主査（総括）

水本歩主任主査より旧湿地帯に造設された防潮堤の構造に関する説明が行われた。この堤防は、旧堤防から200メートル内陸側・湿地帯側に後退した場所に建設された。また、前面の干潟が埋め立てられたり、後面の干潟に残土が蓄積されたところは陸前高田市の管轄で、岩手県の管轄権限は、防波堤のみであるとの説明があった。

またビンステッド氏からは、「当エリアがなぜ立ち入り禁止になっているのか」という質問が出され、「危険である」との回答に首をかしげる場面が印象的であった。本調査より岩手医科大学の松政正俊教授が合流。



写真11 小友浦の防潮堤上で 2022年6月3日

13:00 ~ 14:00

小友浦の残土処理と干潟造成に関する説明
陸前高田市民ホール



写真12 菅野水産課長による説明 2022年6月3日

菅野泰浩、陸前高田市水産課長より小友浦の現状に関する説明が行われた。

直前に合流した松政教授は、陸前高田市へ残土処理は小友浦に生息する希少種や絶滅危惧種の絶滅につながり、残土処理を中止することをベントス学会として要請した。この結果陸前高田市は、松政先生を委員とした検討会を構成し、また小友浦での生物調査を行った。その結果、生物相が回復してきているとの報告がなされた。松政氏からも小友浦の生物相についての説明が行われた。キング博士は甲殻類のみの急激な増加と砂地などに生息する生物、また植物相などの他の生物相の回復が遅れていることを指摘、ビークラフト氏からはレクリエーション機能の強化が提案された。

14:00 ~ 14:40 小友浦調査（干潟埋め立て地・残土処理値の生物・土壌・土質調査）

生物相やレクリエーションに関する議論を経て再び小友浦へ。キング博士と松政教授は実際に底生生物や海藻を採取しながら意見交換を行う場面もあった。この調査に関して岩手日報が記事を掲載。



写真13 小友浦を視察 2022年6月3日



写真14 小友浦を視察する松政教授とキング博士 2022年6月3日

14:40 ~ 15:30 排水浄化センター

伊藤芳光 陸前高田市建設部上下水道課長から窒素、リンの排出量に関する資料を閲覧しながら説明を受ける。

数時間前、古川沼にある排水口から漂っていた悪臭を指摘していたキング博士は排水基準や雨水流出に関していくつかの質問を投げた。キング博士の研究ではリンが0.035mg/Lを超えると河川の水質が悪化し、藻類の異常発生を引き起こすとのことだが、浄化センターからの排水基準（T-P）が1mg/Lであったため驚いていた。



写真15 陸前高田浄化センターにて 2022年6月3日

16:20 ~ 17:10

気仙沼市舞根地区の湿地帯の河川堤防の破壊か所

ウィグハム博士とビークラフト氏から当該場所の訪問が入っているのかを、聞かれ、また横山先生から、其処を視察することを勧められたので、急遽訪問することとした。堤防の破壊か所が上流部に新たに設定された。また、下流部は破壊部分が広がり、そして、小石でせき止められた。これは、湿地帯に入った水量が再度小川に流れ出るため、せき止められた。



写真16 舞根地区の河川堤防破壊か所を視察 2022年6月3日

18:00 大船渡市大寿司

ウィグハム博士らとは毎回朝食・夕食にその後の会合やスケジュールに関して打ち合わせた。このことが強行スケジュールが円滑かつ無事に消化できた一因と考えられる。

6月4日

9:00～15:00 古川沼/小友浦 ドローン撮影 (途中40分程度昼食 中断)

- 撮影協力 ドローンピーク 石川啓 代表・統括管理者
- 安杖宏 操縦士；岩手県滝沢市大釜字仁沢瀬 18-5



写真17 古川沼のドローン調査
2022年6月4日



写真18 小友浦のドローン調査
2022年6月4日

9時00分から12時30分まで古川沼、13時10分から14時30分まで小友浦でのドローン撮影を実施した。

高度、撮影枚数などの高精度に関してはビンステッド氏の決定に沿って撮影が実行された。撮影の許可については、前日に、陸前高田市と岩手県の古川沼事務所からは例外的措置（本来は例外ではなく、安全の確保が確認される案件であるので特段問題なく認められるべきであった）として認められたが、国土交通省の国営公園管理事務所からは2週間前の申請が義務であるとの杓子定規で認められなかった。困ったものである。

また、戸田大船渡市長と打ち合わせを行った撮影計画；盛川の河口域の佐野橋から日頃市の地区と尾崎岬の

付近の蛸の浦地区の撮影に関してだが、前者については、現地で撮影の場所をドローンの図面で確認し、後者はドローンの図面のみで確認して、ドローン・ピーク社に後日の撮影をゆだねた。（大船渡での撮影は撮影許可取得のために後日に実施し、既に終了した。）

この間、ビンステッド氏を除く、スミソニアン環境研究所の一行は広田半島の視察と観光を実施した。私の故郷も見学し、かつ、大野海岸で、ビクラフト氏とコヒー氏は泳いだとの事。

16:00 両替漁港

- 協力 鈴木栄氏 鈴木美津子氏 鈴木晃夫氏

12時30分頃から鈴木栄氏の番屋で昼食；弁当は購入したが、これにカキを出してもらいホットプレートで蒸して食べた。2年物であるが大変に美味で、皆が堪能した様子であった。また、ホヤの刺し身が振る舞われた。



写真19 広田湾 2022年6月4日

16:00

鈴木栄氏の漁船に乗り広田湾随一の巨大な「3年物牡蠣」を賞味。番屋でもチーム一同堪能した様子だった。

矢の浦付近の2年物のカキの養殖場では、付着物を取り去った、そして耳釣りした3年物のカキとは異なり、この2年物のカキには移入種や海藻、ムール貝などの多数が付着したものが観察された。これを熱湯で取り去ることに限っては、スミソニアン環境研究所の一行は大層驚き、また、適切ではないとの思いを強烈に持った様子であり、特にムール貝は商品価値があるではないかとの意見であった。これは本当に問題である。



写真20 広田湾のカキ養殖場視察 2022年6月4日

18:00 カモンでの夕食

翌日の「森は海の恋人」の植樹祭・セレモニーと「国際シンポジウム」の打ち合わせ。

6月5日

9:30 森は海の恋人 植樹祭開会式

- ひこばえの森交流センター
- 協力 横山勝英 東京都立大学教授

室根町で開催された「NPO法人 森は海の恋人 第34回植樹祭」の開会式に飛び入り参加（これは、主催者側から事前に参加の条件であるウィグハム博士が来賓としてスピーチをすることが認められたため。むしろ主催者がそれを歓迎した）。

先方からの出席要請もあり、こちらからウィグハム博士にスピーチをさせることを前提条件として、出席した。それが当方の活動と先方の活動の双方にプラスであるとの算段からである。ウィグハム博士が壇上に上がりスピーチを行い、一行全員を紹介した。

14:00~16:30

大船渡市民文化会館リアスホール（マルチスペース）

- シンポジウム「自然活用の河川と水辺再生 米国での現状と気仙地方」開催



写真21 リアスホールでのシンポジウム 2022年6月5日

当日は約150人（147名）の聴衆が参加。

会場からは質問が市議員や一般市民から次々に起こり、予定時刻を30分程度大きく超過。

- 質問；孵化放流のサケは腹を切り非人道的ではないのか？ その通り非人道的なので限りなく自然の状態で産卵し死を迎えるようにするべきと思う。
- 質問；大船渡湾の水質は、湾口防波堤の建設で悪化しているのではないか。その通りである。年々悪化している。しかし、建設してしまったので、それが存在している前提で話すと、夏の貧酸素水塊と汚染がひどく、冬は良好であるので、夏の大船渡湾への汚染物質の負荷を減らすことであると考え。そのためには、工場排水と家庭排水の削減と浄化が大切である。

- 質問；太陽光の発電についてどう考えるか？ 私たちは、その現場を見ていないが、一般論でいうと、環境との調和が大切である。必ず環境に悪影響を及ぼすのでその削減の対策を実行する必要がある。
- 質問；サケの減少の理由は何か、マグロが多かった時代もあり、縄文期にはサケも少なかった。環境の変化に対して、孵化放流のサケは遺伝子の多様性がなく、温暖化でも生き残れないものも多く出る。他方、天然のサケはその生んだサケが温暖化などの環境変化に対して生き残る可能性が高い。また、河川や海洋の環境に関して言えば、サケの自然産卵が可能な自然の生態系が維持された環境を復活してやることであろう。

18:00 夕食；キャピタルホテル1000

みなと新聞 2022年6月14日 5面

みなと新聞 2022年6月7日 5面

6月6日

10:00 川原川の視察

岩手県知事が自負する親水性の川原川の工事もコンクリートの河岸とコンクリートの道路で遊歩道を造り、NBSの概念からはほど遠いことがスミソニアン環境研究所の一行が観察した。ただ、想像したほど悪くないという意見が出た。



写真22 川原川の遊歩道を視察 2022年6月6日

13:00 一関市狛鼻溪

雨の中を狛鼻溪を手押しの木船で観光した。奥には干潟があり、砂利で盛り上がり、そこから鼻の形をした岩が突き出ているのが観察される。それがいわれで「狛鼻溪」と名称される。



写真23 狛鼻溪にて 2022年6月6日

6月7日

9:00 鹿島建設株式会社、環境本部内田道也副本部長・常務執行役員、鹿島技術研究所田中昌宏副所長、板川暢主任研究員と面談

ウィグハム博士から、縮小版の全体説明を行い、質疑応答に入った。田中氏からは、NBSがなかなか日本では浸透しないし、板川氏も、何年もNBSを語っているが、これが真剣に取り上げられないとのコメントをした。内田氏もいくつかの質問をした。(田中氏と板川氏からは、今後NBSが日本でも実行に移されていくであろうことがコメントされた。また、内田氏からは環境に関して勉強の機会となったとのコメントがあった。)

官民の資金調達はどうするのかとの質問に対し、コヒー氏より、NBSによる環境修復でカーボン・クレジット、汚染削減クレジットを販売し、州政府がリスク削減のためギャランティーする、そして買い手が見つからなければ州政府が購入し、それが一種の保険になるとのこと。資金源としては、レンタカー税、ガソリン税などで年間5千万ドル環境修復のために州政府が予算を割り当て、連邦政府レベルでも補助金が出ている。

田中氏より、カーボン・クレジットの話が出たが、どのような市場があるのか？コヒー氏より、この市場は新しくまだ大きくはないが、これからますます重要になる。チェサピーク湾でのモデルは非常に複雑だが機能している。ピークラフト氏より、日本では水田という大きなスペースがあるが、湿地帯を造成するとカーボン・クレジットやメタンガスの吸収の価値が出て、カーボンとメタン吸収と生物多様性の向上にもなるので、湿地帯クレジットの概念を導入し、クレジットを考えるべきである。日本の科学者に是非メリーランドに来てもらい、現状を見て欲しいとウィグハム博士よりコメントがあった。

12:00～14:00

鹿島平和研究所北太平洋海洋生態系研究会会合 キャピトルホテル東京

訪日チームから米国におけるプロシユアーに基づくNBSの具体的ケースの改善事例が紹介された。

途中参加の平泉会長は、

「①どの様にNBSを日本社会に適応するように設計し適用していくか？そしてその結果、観光や地方産業・振興にも有益な結果をもたらすのか。日本では1,700もの限界集落があり、そのようなところでは過疎化がすすんでいるが、そのようなコミュニティには美しい自然、豊かな環境というアセットがある。環境を修復し上手く使えばコミュニティの収入につながるし、限界集落の問題も解決できる。②国際社会は、IFRSが今後発表するISSB；持続性会計基準が導入されて、これを採用せざるを得なくなり、いずれは日本の会社・企業にとっても外圧によって改革を迫られる黒船となろう。世界のサステナビリティ・スタンダードが日本企業の企業価値を決めることになるだろう」との論述の展開となった。



写真24 鹿島平和研究所北太平洋海洋生態系研究会会合 2022年6月7日

研究会・防災への対応は？ 結局、自然の力を封じ込めるのではなく、自然を活用したり、逃がしたりすることでの防災がより強固で、確実性が高い。汚染源の明確な汚染排除対策と汚染源が広範囲にわたる汚染排除対策の違いについても説明があった。

NBSの事業実施の財源の調達手段についての質問と、メリーランド州政府のレンタカーやガソリン課税を財源とするとの説明があった。

15：30～17：00 衆議院議員会館

- 中谷元 衆議院議員
- 鶴保庸介 参議院議員
- 三木亨 参議院議員



写真25 国会議員と会話しNBSに関する決議を採択 2022年6月7日

中谷議員からはNBSを導入して水産資源が増加するのか。コヒー氏からは、実際に資源は増加している。後日、科学論文他を送ってもらうこととした。小松からはコンクリートを導入すると漁業資源が減少するとの米国政府NOAA、スミソニアン環境研究所とバージニア大学の論文他がある。

鶴保議員からは防災はどうなるのか。NBSは防災に弱いのでは、自然の力を抑えるのではなく逃がし活用することが大事で、押さえつける人工物は破壊される。またインセンティブは、水質の向上が最も重要、景観と資源の増大などである。

三木議員からは日本の川と米国の川の違い、NBSは異なった環境でどこでもそれにふさわしい設計と施工ができる。瀬戸内海環境保全特別措置法では、海がきれいになりすぎたので排水を海に流すべきとの議論があるがとの質問がなされた。これに対して、排水処理場の排水は薬物や微量薬品を含み有害である。これを海に流すのではなくNBSで湿地帯を造って、その湿地帯で浄化し、その後流出させることが重要である。小松から、瀬戸内海沿岸の本土はほとんど干潟と湿地帯を失い浄化作用が著しく低下した。そこに排水処理場からの排水を流すと汚染が進行する。

会合の最後に6名の議員と5名のスミソニアン環境研究所の一行の間のNBSの日本での普及に関する決議を採択した。

自然工法による新しい土木工事に関する決議
2022年6月7日

衆議院議員 石破 茂
衆議院議員 中谷 元
参議院議員 鶴保庸介
衆議院議員 武部 新
参議院議員 三木 亨
衆議院議員 小林史明

スミソニアン環境研究所 Dr Dennis Whigham
ベイヤール大学、生物学部教授 Dr Ryan King
メリーランド州政府、天然資源省職員 Mr Gabe Cohee
Underwood & Associates 社 Mr Chris Becraft
Underwood & Associates 社 Mr Keith Binsted

2022年6月7日、上記の日本の国会議員は、来日した米国スミソニアン環境研究所のDennis Whigham博士を代表とする専門家と、自然工法による水辺再生(Nature Based Solution: NBS)に関して意見の交換を行った。

米国の専門家はNBSに関して、国土交通省、環境省と農林水産省、岩手県、大船渡市との会合ならびに大船渡市と陸前高田市の河川、潟と湿地帯の視察・調査結果について説明した。

日本の国会議員は、米国と日本でのNBSの普及と受容の現状と日本での普及と適用可能性に関し意見を述べた。

双方はNBSの環境改善、景観、漁業への有用性を認め、防災面と資金調達についてさらに検討することを確認した。

既存の土木工事とNBSのミックスについて検討した。

双方は、将来の適切な機会に意見交換の継続の必要性を表明した。

Resolution concerning New Type of Public Works by NBS

7 June 2022

Mr Shigeru Ishiba, Member of the House of Representatives
Mr Gen Nakatani, Member of the House of Representatives
Mr Youkei Tsuruho, Member of the House of Councilors
Mr Arata Takebe, Member of the House of Representatives
Mr Toru Miki, Member of the House of Councilors
Mr Fumiaki Kobayashi, Member of the House of Representatives

Dr Dennis Whigham, Smithsonian Environmental Research Center
Dr Ryan King, Professor, Department of Biology, Baylor University
Mr Gabe Cohee, Maryland Department of Natural Resources
Mr Chris Becraft, Underwood and Associates
Mr Keith Binsted, Underwood and Associates

The above-mentioned parliamentarians of Japan exchanged views on NBS (Nature Based Solution) with the experts from the United States represented by Dr Dennis Whigham of the Smithsonian Environmental Research Center on 7 June 2022.

The American experts described their meetings with the Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT), Ministry of the Environment (MOE), Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries (MAFF), Iwate Prefectural Government and Ofunato City and also the results of the inspection and survey of rivers, bays and wetlands in Ofunato City and Rikuzentakata City.

The Japanese parliamentarians noted the current status of the widespread use and acceptance of NBS in the US and Japan, as well as the potential for widespread use and application of NBS in Japan.

Both sides discussed combination of existing civil engineering works and NBS and expressed the need for continued exchange of views at appropriate future opportunities.

自然工法による新しい土木工事に関する決議 2022年6月7日

スミソニアン環境研究所 生態系学部長のデニス・ウィグナム博士と米国の専門家チームと生態系総合研究所の中谷元氏との会合は8日に東京都内で開催し、自然工法による水辺の環境修復について話し合った。先月21日、中谷議員の環境再生推進法案の材料を用いて説明し、薬物などの生活排水を適切に処理することで、水質向上や生態系多様性、漁業資源の増加、景観の改善を促すことと、7日には国会議員らと会合し、自然工法と既存の土木工事の共存などについて今後も意見交換を続ける必要性を合意したと明らかした。

7日の国会議員との会合

米国専門チームと議員とも意見交換

資源増へ環境修復検討を

スミソニアン環境研究所の一行は、7日午後、国会議員と会合し、自然工法による水辺の環境修復について話し合った。中谷議員は、環境再生推進法案の材料を用いて説明し、薬物などの生活排水を適切に処理することで、水質向上や生態系多様性、漁業資源の増加、景観の改善を促すことと、7日には国会議員らと会合し、自然工法と既存の土木工事の共存などについて今後も意見交換を続ける必要性を合意したと明らかした。

スミソニアン環境研究所の一行は、7日午後、国会議員と会合し、自然工法による水辺の環境修復について話し合った。中谷議員は、環境再生推進法案の材料を用いて説明し、薬物などの生活排水を適切に処理することで、水質向上や生態系多様性、漁業資源の増加、景観の改善を促すことと、7日には国会議員らと会合し、自然工法と既存の土木工事の共存などについて今後も意見交換を続ける必要性を合意したと明らかした。

スミソニアン環境研究所の一行は、7日午後、国会議員と会合し、自然工法による水辺の環境修復について話し合った。中谷議員は、環境再生推進法案の材料を用いて説明し、薬物などの生活排水を適切に処理することで、水質向上や生態系多様性、漁業資源の増加、景観の改善を促すことと、7日には国会議員らと会合し、自然工法と既存の土木工事の共存などについて今後も意見交換を続ける必要性を合意したと明らかした。

6月8日

9:30 水産庁記者クラブ



写真26 水産庁記者クラブにて 2022年6月8日

記者からはウィグハム博士へのNBSの水産資源増と水質環境改善への効果；チェサピーク湾のカキ生産を見ると増加していないように見えるが、について；カキに関しては漁業者の禁漁区違反などがあり、効果がないように見えるが、一般にNBSを実施しているところでは水質は改善され、そして資源は増大している。

また、キング博士へはサケ回帰に関する質問があった。孵化場のサケは遺伝子が、特定のものに限定されて、温暖化などの変化に対応できない。自然産卵で野生のサケは、温暖化による水温の上昇に耐えうるサケが生き残る。しかし、自然産卵が可能な野生生態系の環境が必要である。コンクリートの直線河川流では、自然産卵はできない。これらをNBSによって修復し、改善する必要がある。

11:00 環境省

- ・奥田直久 自然環境局局长
- ・羽井佐幸弘、自然環境計画課、調整官
- ・奥田青州、生物多様性戦略推進室、室長補佐
- ・花田徹、自然環境計画課、事業係長

環境省はNBSに関してはこれを推進の立場であり、生物多様性条約のOECMの一環としてとらえている。質疑応答では、NBSの実施資金の調達に関する質問があった。

コヒー氏はガソリンやレンタカーに課税する方法などの例を具体的に示し回答した。



写真27 環境省奥田直久自然環境局局长との会談 2022年6月8日

14:00 農林水産省

- ・枝元真徹 農林水産事務次官

ウィグハム博士からプロシユアー；とくに農業地域における湿地帯造成の役割についてその重要性を言及。枝



写真29 農政クラブにて 2022年6月8日

元次官からは農水省の掲げる「みどりの食料戦略システム」（枝元次官からその主要部分に説明があり）の内容である、有機農業、減農薬と減肥料と環境にやさしい農業の実現とも合致する。これからもスミソニアン環境研究所から、また、小松氏の研究所からもご指導とご協力を得たいと述べた。

決議に武部新副大臣が参加されていることに目を止められ、安心のご様子。

お互いの協力体制を確認した。

15:00～30 農政クラブ

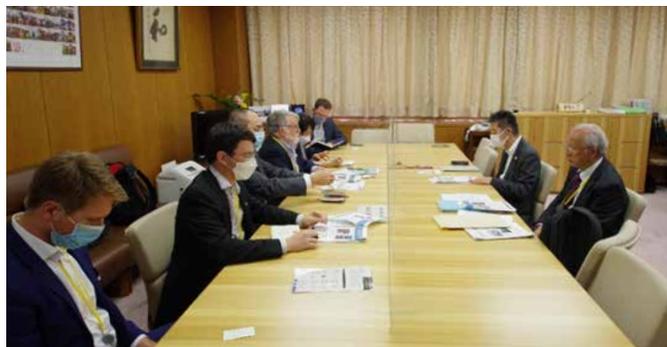


写真28 枝元真徹農林水産事務次官との会合 2022年6月8日

- ・「陸前高田市でNBS施工をするならば工期はどの程度になるか？」との質問。
ピークラフト氏は「施工そのものは1年程度で十分に可能、その後生態系が回復するまでには更にもう1～2年が必要」と回答。
- ・NBSは防災には耐えられるのか？人工物は破壊され、防災にならない。それは、自然の力に対抗し封じ込めるからであり、NBSは自然の力を氾濫原などで逃がし、避けたり、時間をかけて自然堤防を造るなどそれを活用するからである。こちらの方が防災にも利点が多い。

15：40～50 武部新 農林水産副大臣との会談

小松よりNBSに関する決議を念のためにご説明。ご本人は手元に置き、承知済。

武部副大臣からは防災に対する考え方の質問があった。

また、具体的なNBSの実施をどのような場所であるのか、サケの回帰率の減少の改善策に関して質問があり、時間が不足して対話が不可能であったが、良好な雰囲気でご会談を終了。副大臣の要請で記念写真を撮影した。

今後とも意見交換を継続していく意思を確認した。



写真30 武部新副大臣と記念撮影 2022年6月8日

豪タスマニア大学ジェフ・ロス博士訪日時面談記録 2022年7月24日～31日

7月25日（月）

14：30～15：30 オーストラリア大使館、
ピーター・ロバーツ臨時代理大使と面談

- ・オーストラリア大使館、ピーター・ロバーツ臨時代理大使
- ・タスマニア大学海洋・南極研究所、准教授、ジェフ・ロス
- ・オーストラリア大使館、農務部、トム・クライネン参事官
- ・小松正之
- ・中村智子



写真1 オーストラリア大使公邸にてピーター・ロバーツ臨時代理大使と会談
2022年7月25日

7月に着任したばかりのピーター・ロバーツ首席公使（現在は大使不在のため臨時代理大使）より大使公邸でのアフタヌーン・ティーに招かれる。ロバーツ臨時代理大使は日本赴任2回目で日本語を流暢に話す、今回は英語で対応。

小松から本事業は2019年のAJFの支援を受けて開始したが、コロナ感染症で延期され、漸く開催の運びになったもので、一時は陸前高田市での開催を検討したが、大船渡市での開催に落ち着き、それでよかったと思うと説明。自分の働いているうちに豪州から学ぶべきものがあるとは感慨深い。今回のロス博士の訪日に関して、オーストラリア政府外務貿易省の豪日交流基金から助成金を受け、大使館農務部からも支援を受けたことを報告。ロバーツ臨時代理大使からは、豪日交流基金ではいろいろなプロジェクトの支援をしているが、漁業の分野、サケ養殖はこれまでなかったもので、サケ養殖の分野で日豪協力が進むことを期待する。また、小松より、今回は大船渡市の中高生との対話集会をセットした。これはまさしく日豪の交流の趣旨に合うものであると考える。それからロス博士には、日本の食も体験していただきたいと述べたところ、ロバーツ臨時代理大使はラーメンがとても日本ではおいしいと述べた。

16：00～18：00

講演会「タスマニアでのサケ養殖の現状と生態系の観点」
ニッスイ会議室にて



写真2 ニッスイ会議室での講演会（出席者20名） 2022年7月25日

ロス博士より「タスマニアのサケ養殖と海洋生態系」について講演があり、その後質疑応答が行われた。業界関係者対象の講演会であったため専門的な質問が多かった。

Q サケ養殖生産量が年間8万トンに達してから横ばいになっているが、その原因は？

A 沿岸海域での養殖スペースが満杯になったこと。新たな沿岸域の許可には地域住民は反対している。許可を得るためには沖合域と陸上養殖しか許可しない方針である。マコーリー湾では養殖数量が環境への懸念から削減された。タサールはオーストラリア北部でサケとエビ養殖を始めた。

Q ASCは取得しているか？

A スーパーマーケットチェーンはASCを特に重視しているし、認証が基本的には取れているが、サケ養殖の環境への悪影響が懸念されておりマコーリー湾ではASC認証を取れていない。

Q 沖合養殖の課題は？

A コストがかかるがチャレンジしなければならない。陸上循環養殖（RAS）も大きな挑戦（チャレンジ）だ。RASでは通常200gのスモルトを700~800gあるいは1kgにできるような話がある。（実際は、サケは海洋で成長するので、陸上での養殖の完結はそれほど簡単ではない。）

Q 沖合とはどのあたりを言うのか？

A exposed waters すなわち波の荒い海域や外洋を言うが、明確な定義はない。沿岸から見えないところに住民は出て行って欲しいということである。

Q (質問者は釜石湾を想定している。) 日本で古くからある養殖漁場は浅いところで、海底の泥、堆積物を除去しなければならない。そのような泥さらいをし、漁場回復をしたことがあるか？

A マコーリー湾では、表層が淡水で海底が比重の高い海水なので、海水の上下のかく乱が生じにくく、貧酸素と汚染の問題があった。餌は糞尿が落下しないよう対応するタサールの養殖場ではケージの真下でオムツのような袋状のものをかぶせて、飼料くずや糞を受け取る対策をとった。チリなどでは底にたまった堆積物をホースで刺激したりしている。飼料くずなどの汚染物質が多すぎるとバクテリアも生存できないほど汚染される。マコーリー湾では2016年ひどい状況の時、海底の酸素量が20-30%の貧酸素状態になった。湾口が狭いマコーリー湾では外洋の海水との入れ替えがどれくらいスムーズに行われるかで水質環境が変わる。湾内で養殖すると、養殖いけすの建設やメンテナンスのコストが安上がりで加工場にも近い。ただ、水の循環が悪く、そこでサケの養殖を大規模に行えば同湾の環境に影響を与える。

Q 日本ではASC、MSC認証で差別化しているが、それによって高く売れるということは少ない。オーストラリアでは消費者はその分払うのか？ 補助金はあるのか？

A タスマニアでは環境保護運動(グリーン・ムーブメント)が盛んで、地元の人達はコストを払って環境を維持することが非常に大切だという意識を持っている。そのため業界はもっとお金をかけて沖合養殖、陸上養殖にシフトしつつある。しかし、タスマニア州を離れて、シドニーなどの一般市民は、ただサケが安く買えればよいとの消費者も多いので、環境保護に関してタスマニア住民ほど関心があるとは言えない。

7月26日(火)

13:30~14:30 戸田公明大船渡市長と面談

- 戸田公明市長
- 志田努副市長
- 松川伸一農林水産部長
- 新沼秀樹水産課長
- 村上隆英水産課長補佐



写真3 大船渡市戸田公明市長との面談 2022年7月26日

ロス博士よりタスマニアの漁業について説明。ロックロブスター、アワビ、養殖サケが主な魚種で、タスマニアの漁業生産はオーストラリアの3分の1強を占める。サケ養殖は過去30年で成長し、年間生産量は8万トンになりサクセス・ストーリーと言える。サケ養殖に関しては環境に配慮し、持続可能な産業であることが重要で、そのために研究・開発が重視され、海洋環境のモニタリングをしている。サケ養殖の環境への影響が最近問題視され、社会的プレッシャーが増え、州政府はサケ養殖に関する10カ年計画を作成している。サケ養殖拡大のためには沿岸中心から沖合、陸上へシフトする必要がある。戸田市長より、大船渡湾でもカキ養殖がされていてオーストラリアから大いに学びたい、明日のシンポジウムを楽しみにしている。ロス博士より、海への開口部が狭いタスマニアのマコーリー湾でサケ養殖をしたため水質悪化の問題が起こったことを説明し、持続可能な養殖のためには環境への配慮が必要なことを強調。オーストラリアでは連邦政府、州政府が環境保全、修復のために投資し、環境モニタリングが重視されている。その後、戸田市長より大船渡湾は湾口防波堤があるため水の入替えが制約され、年々大船渡湾の水質は悪化しているのと同じような状況であると説明があり、関心を示した。

戸田市長よりスライドを見せながら東日本大震災後の復興状況について英語で説明があった。復興予算として通常の年間予算の20倍もの予算がおりて、30箇所250ほどのプロジェクトを実施したことが説明された。

**14:30～15:30 盛川増殖協議会サケ・マス孵化場視察、
盛川漁業協同組合、及川正明場長と面談**



写真4 及川正明場長と面談 2022年7月26日

盛川では上流に鷹生ダムができてサケの産卵場所が少なくなった。県の調査で、鷹生ダムの手前に産卵場所が3箇所しかないことが分かった。県からの指示でヤマメの義務放流をしたが、大型魚からの捕食の問題があった。自然産卵で生まれた稚魚が4月初めに下ってくるのが少ない。小さい魚を守るにはシェルターとなる保護林が必要。サケは河口ダムから上がれない。

ロス博士より、孵化場での孵化のための採卵の際、意図して大きいものを選んだりすると質問。及川場長の返事は、魚が十分ある時はある程度のサイズを選ぶが、今は全部を対象として採卵する劣化した遺伝子を有した鮭を産卵させてしまう悪循環の可能性がある。オーストラリアでは日本でのサケの回帰がなくなるような重大な問題が起こったら、科学者、研究者、政府が一緒になって迅速に調査する。このような問題は、経済、科学、海洋、遺伝子などの専門家を入れて解決すべきで、外国人も入れるべきと小松が発言。豪ではノルウェーとアイスランドの専門家も参加した。意見交換のあと孵化場を見せてもらったが、サケではなくトラウト（マス）が入っていて、現在はマスが収入源ではあるが、赤字の幅が大きすぎるとのこと。

16:00～17:00 大船渡市浄化センター視察

- 大船渡市上下水道部下水道事業所、熊井勝幸所長
- 門口光貴業務係長
- 大船渡下水道マネジメント株式会社、事業水深本部、丹後好二氏



写真5 大船渡市浄化センターにて 2022年7月26日

大船渡市の汚水が浄化センターにどのようにして入って来るかの説明を受ける。今後数年をかけて老朽化した排水管を取り換えて整備する。しかし、それによって排水の浄化度と汚染度の低下がなされるわけではなく、汚水の修水システムの合理化が達成される。また、近代的な水圧式の装置を活用し、2ラインを予定していたものを1ラインに削減しその分経費とスペースが浮いたので、そのスペースに水耕栽培の施設を挿入した。そのスペース上に、自然活用型の事業を導入したものではない。また資料には、排出される排水の溶存酸素（DO）が10%であるとの記述があり、これでは超貧酸素水；事実上の死に水であり、これは排出後に大船渡湾の水質の悪化に悪影響を及ぼす。

**18:00～20:00 大船渡プラザホテルにて
ロス博士の歓迎レセプション開催**

- 戸田公明市長
- 志田努副市長
- 松川伸一農林水産部長
- 新沼秀樹水産課長
- 村上隆英水産課長補佐
- 村上浩人水産課長補佐
- 佐藤直司水産課振興係長
- ジェフ・ロス博士
- トム・クライネン参事官
- ニッスイ、養殖推進事業部、鶴岡比呂志部長
- ニッスイ、養殖推進事業部、藤田真守係長
- 小松正之
- 伊藤光男
- 渡邊孝一
- 中村智子

小松から、市長はじめ大船渡市の農林水産部関係者による準備に感謝した。戸田公明市長、ロス博士、トムクライネン参事官が挨拶した。大船渡プラザホテルにてロス博士の歓迎レセプションが開催され、出席者は15名。東京からニッスイの鶴岡氏、藤田氏が参加。両氏は翌日の国際シンポジウムにも参加。



写真6 ロス博士歓迎レセプション
2022年7月26日

写真7 戸田公明大船渡市長
による挨拶 2022年7月26日

7月27日（水）

9：00～10：00 大船渡湾と盛川の調査

新沼敬司氏のカキ養殖漁船で大船渡湾と盛川の調査をした。大船渡湾のカキ養殖場を視察し、ロス博士はカキの大きさに驚く。オーストラリアのカキは小ぶりとのこと。新沼氏よりカキについてのイガイを取るため、これからは熱湯処理の季節になると説明。ロス博士とクライネン参事官からは、イガイをなぜ活用しないのか、販売しないのか、もったいないとの意見。新沼氏からは手間がかかるし、そのために労力を使いたくないとの説明があった。その後、盛川河口まで行き、前日に視察した排水浄化センターの排水溝から排水路に流れ込みそれが大船渡湾に流れ込む付近を視察確認した。次いで、大船渡湾湾口防波堤の内側ギリギリまで行き水の流れと防波堤の形状などを確認。湾口防波堤の外に出て、湾内と湾外の水流を比較し、ロス博士は湾口防波堤が水の入れ替えと水質に悪影響があるのではと発言した。またなぜこんなにコンクリートが多いのか述べた。小松より、流向・流速計で流速を計測しているが、防波堤の内外で流速は40~50%程度減速すると説明した。



写真8 大船渡湾の調査 2022年7月27日

10：30～11：30 大船渡市魚市場視察

大船渡魚市場株式会社佐藤光男専務取締役の案内で大船渡市魚市場を視察した。時間が遅かったため水揚げ中の魚を見ることができなかったが、魚市場の説明を受けた。フォークリフトの計量システムと入札がコンピュータに直結しているなどハイテクの導入について説明があった。UV処理をした海水を使ってスラリーアイスを作り、タンクに貯め、パイプを通してスラリーアイスを提供するシステムを視察した。清掃には海水を使用とのこと。

14:00～16:00 大船渡市リアスホール、マルチスペースにて大船渡市共催、大船渡市市制70周年記念国際シンポジウムを開催（約120名参加）



写真9 シンポジウムでの小松代表理事の挨拶 2022年7月27日

ロス博士が「タスマニアのサケ養殖と海洋生態系」について講演した。質疑応答では、岩手大学の釜石校舎の田沼教授から「タスマニアで大規模養殖しているが水質などの自動モニタリングを含めてどのようにモニタリングしているのか？どのように公表しているのか？国の規制値を守るにはどうしているか？基準値を超えた場合の対策は？」と質問があった。ロス博士より、「水質に関しては毎月20箇所、マコーリー湾などで自動計測器で異なる水深で水質モニタリングをしている。養殖場のケージの下では廃棄物モニタリングもしている。その結果を政府が定期的にウェブサイトで公表している。」高校生からは遺伝子編集（ゲノム・エディティング）に関するレベルの高い質問があった。豪州は遺伝子編集は例外；病害対応など；を除いて禁止。これは全く禁止していない日本と異なる。タスマニアのサケ養殖の将来計画について質問があり、ロス博士より今後の計画としては沿岸養殖から沖合養殖と陸上養殖の組み合わせにシフトするとの説明があった。陸上養殖はコストがかかり、どう対応しているのかとの質問に対して、ロス博士より州政府が10カ年計画をたて、業界、地域社会などすべての利害関係者からの意見を聞いていると説明があった（結局、明確なことは決まっていない）。また、オーストラリアでは日本とは異なり、新規事業とイノベーションを目的とした研究開発を重視し、予算を多く割り当てているとのこと。



写真10 大船渡市リアスホールでのシンポジウム
2022年7月27日

それに対して、小松より、日本の水産庁は予算の6割が漁港建設などインフラ整備に使われ、かつ積立プラスなど赤字補填のための予算が800億円で、これら2種で全水産予算の大半を占めているが、研究と開発やイノベーションの予算は少額であって、これらの差が現在の日本；凋落と豪や米；安定と発展；の水産業の差となって表れている。一方、米国やオーストラリアでは何十年にもわたって研究開発に多くの予算が投入されてきた。自分が役人だった時はオーストラリアから学ぶことがなかったが、この40年ほどで日本の水産業は劣化した。ITQ、IQをやっていないし、漁業権は時代遅れ。日本は、予算、人材を変えないと負けてしまう。オーストラリアが立派というよりは、日本が遅れている。ロス博士より、何十年も前のオーストラリアの漁業は生産性が悪かったため研究開発に投資せざるを得なかった。また、業界が1ドル出すのに対して、政府は2ドル出して研究開発にインセンティブを与えた。また、民間が拠出しなければ政府も拠出しない。

納税者も政府も、水産物は地域社会の資源という考えがある。

サケの導入は官が決めたのか、民が決めたのかとの質問もあり、双方で決定したとの回答であった。そもそも、その海域で自然に生息しないものを閉鎖系で飼育・養殖することが生態系と生理学上問題ではないのかの質問に対しては、逃げたサケは胃袋に人工飼料しか入ってなくて死に絶えたとの回答があった。(これは必ずしも回答になっていない)

7月28日(木)

9:00～10:30 広田湾の内湾の両替湾視察

カキ養殖業者鈴木栄氏の船で広田湾を視察。鈴木氏のカキ養殖場を視察し、カキを試食し、3年物のカキの大きさに驚き、美味しさに感動した。オーストラリアではこれほど大きなカキはないとのこと。その後、高田松原の防潮堤を海から視察し、ロス博士はコンクリートで囲まれた広田湾を見て驚きを隠さなかった。鈴木栄氏に防潮堤をどう思うかとロス博士が質問したところ、「防潮堤を建設する時、漁業者の意見を聞いてもらえなかった。津波が来れば逃げればいいので自分はこんなものいらないと思う。昔は海の環境が良かったし、景色も良かった。今はコンクリートで囲まれてしまった」と鈴木氏が答えた。地元の人々の率直な意見だ。しかしロス博士は、堤防のことを東京に戻ってジャーナリストから問われた際に、そのような漁業者の意見を紹介せず、堤防の問題は地元にとっての「チャレンジ」であるとの意味が伝わらない回答をした。

14:00～16:00 大船渡市リアスホール、アトリエにて大船渡市、陸前高田市の中高生との対話集会

対話集会には11名の中高生が参加し、うち2名が中学生、全員が女生徒だった。最初に全員が英語で自己紹介をし、その後、ロス博士がスライドで自身の生い立ち、オーストラリアとタスマニアの野生動物などについて説明した。クライネン参事官は、自分は大船渡市と同じような小さな漁業の町で育ち、今は外交官になったことを話した。大船渡市長は当初は日本語で挨拶し、通訳者に通訳させる予定だったが、中高生に刺激を与えるため「自分も英語で話すのでみなさんも頑張って英語で質問して下さい」と英語で挨拶した。質疑応答では、出席者全員が質問し、日本語で質問するものもいたがほとんどが英語で質問し、活発な質疑応答となった。クオッカについて質問するものもあれば、英語が上手になるためにはどうすればいいか、外国に行き経験するのが一番早いこと。英語のほかにラテン系言語がわかれば語彙の語源がわかることを小松より教授した。オーストラリアのバイオセキュリティ、オーストラリアの多文化国家、日焼け対策など多岐にわたる質問が出た。最後にクライネン参事官から釜石のラグビーチームで活躍したオーストラリア人ラグビー選手が東日本大震災の時オーストラリアに帰国せず、釜石に残りボランティアをした話があった。オーストラリア大使館から参加者に記念として2021年東京オリンピックの際のオーストラリア選手団公式Tシャツが配られた。また、大船渡市議会議員の佐藤優子氏の冒頭の参加があった。しかし男子学生が一人も参加しなかったことは現在の日本の象徴的な現象である。

7月29日（金）

10：00～10：30 神谷崇水産庁長官と面談

- 水産庁長官、神谷崇
- 増殖推進部栽培養殖課課長補佐、中村真弥
- タスマニア大学海洋・南極研究所、准教授、ジェフ・ロス
- オーストラリア大使館、農務部、トム・クライネン参事官
- 小松正之
- 中村智子（通訳）

神谷：国際交渉ではミナミマグロ、捕鯨を担当してきた。長官になって資源管理、国内の漁業管理を担当している。

小松：（ロス博士とトム・クライネンの紹介をしたあと）7月25日にオーストラリア大使館臨時代理大使のピーター・ロバーツ氏と会い、その後、ニッスイ本社にて水産企業（ニッスイ、マルハ、極洋、泉澤水産など）を対象とした講演会を開催した。大船渡市では、大船渡市長と会い、大船渡湾を視察し、大船渡市浄化センターや盛川の孵化場を訪問した。ただし、サケはなかった。27日に国際シンポジウムを開催し、120名ほどが出席した。ロス博士は科学の重要性を説明し、遺伝子や生物多様性など多岐にわたる質問が出た。また、サケ養殖は政府がイニシアチブをとったのか、民間なのかなどの質問も出た。翌日は広田湾を視察し、大きなカキを試食し、船から防潮堤を見た。28日には大船渡市、陸前高田市の中高生と交流会を開催し、出席者11名全員が女子学生で、英語と日本語で交流した。

ロス博士：タスマニアで海洋生態系について教えているが、30名の学生のうち半分強が女子学生。今回は生態系総合研究所と豪日交流基金の支援により来日できた。オーストラリアの人口2,600万人に対して、タスマニアの人口は60万人弱だが、オーストラリアの漁業生産量の1/3強がタスマニアで生産され、カキ、海藻の他、主な水産物としてロック・ロブスター、アワビ、サケがある。IMASの漁業・水産養殖センターは、州政府と協力関係にあり漁業・水産養殖がサステナブルに行われるよう研究をしている。サケ養殖は30年前から始まり、現在はサクセス・ストーリーと言える。年間8万トンほど生産し、生産額は10億ドルに達した。オーストラリアでは水産分野の研究・開発に投資し、選択的増殖やワクチンの開発などを行っている。私のリサーチ・チームは環境管理を担当している。タスマニアのサケ養殖は、地元の人が飼料や海洋廃棄物（marine debris）が環境に及ぼす影響を懸念している。タスマニア州政府は10カ年計画を立て、厳格な規制を導入し、コストがかかるが沖合養殖へシフトしようとしている。大事なことはイノベーションのための研究・開発に投資することだ。

神谷：自分とオーストラリアの関係だが、ミナミマグロではグレン・ハリーと仕事をし、FFAに行ったレズ・ノリスとも仕事をし、彼は確か、今AFMAのトップだ。20年前はミナミマグロの資源が非常に減少したが、きちんと管理したら回復することを体験した。多分、当時の日本の業界と水産庁の思考方法は、今の中国みたいに遠洋漁業一辺倒だった。小松氏が大胆に変えて、サステナブルな資源管理ができるようになった。太平洋クロマグロの管理では、産卵親魚が2010年に1万トンまで落ち込んだが、10万トンに回復した。当時、国内の漁業者から反対があったが、ミナミマグロで資源回復を経験したので太平洋クロマグロでも資源回復できた。正直に告白すると、20年前は、トム・ポラチェックなどの研究者がいてオーストラリアは敵と思っていたが、オーストラリアは資源管理の先駆者で素直に従えるようになった。

クライネン参事官：光栄です。小松氏のレベルには到底達しないが、自分は漁業の専門家でもあり、自分は2019年に赴任して以来付き合いがある。漁業資源管理に関しては、全く同感だ。日豪は関係が非常に良好で、大使館としても公式レベルで関係を深化させたい。農業・水資源・環境省からみると特定分野で新たな関係を築きたい。例えばIUUに関して新政権が強くコミットしているため日豪が協力できると思う。また、RFMOなど国際機関で漁業管理や科学の分野で二国間の関係を強化したい。

神谷：政府間同士の付き合いも深化させたい。サケの養殖場を選定する場合、日本では漁業協同組合の許可を得るが、オーストラリアではどうか？

クライネン：オーストラリアは科学ベースのプロセスで、州政府が沿岸域を管轄し、海洋区域の水深、生物などを見て養殖に適しているかどうか評価をする。評価の結果が良ければ、養殖業者が州政府に申請する。また、環境影響評価がなされ、政府は海洋開発計画を立て社会的、経済的に利益があるかなど関係者と協議する。その結果、養殖業；種類の許可と養殖場；スペースの許可を州政府が養殖業者に許可をする。現在のところ沿岸域（3マイル）は州政府の管轄で、現在州政府が海洋養殖の99%を管轄しているが、3マイルを超えた沖合養殖になると連邦政府の管轄になる。

神谷：非常に興味深い。日本の沿岸域ではシロザケが回帰しないという大きな問題がある。

ロス博士：大船渡では大震災後の復興が素晴らしいが、正直言ってコンクリートの防潮堤が環境に影響を及ぼしていると思う。タスマニアでは業界が湾内で水の動きがないところでサケ養殖を拡大したため、環境問題が起こり大きな教訓を学んだ。もし、日本のシロザケの回帰がなくなるといった大きな問題が起こると、その原因を追求するため研究者、政府、地域社会などすべての関係者が協議する。また、その原因を理解するため非常に大き

な投資をする。また、政府のすべての段階において、大臣を含めて協議するし、国会でも調査（inquiry）が入る。岩手県で様々な関係者と同じ問題を話し合ったが、個々がバラバラに対応しているという印象を受けた。このような問題は、政府・業界そして関係者がまとまって対処すべき。

神谷；ミナミマグロの場合、多くの人が資源回復は無理と言ったが、複数の国が協力しあって資源回復に成功した例がある。

13：00～15：00 鹿島平和研究所「食、生態系と土地利用研究会」WEB会合で「タスマニアのサケ養殖と生態系」について講演（生態系総合研究所赤坂事務にて）



写真11 生態系総合研究所 赤坂事務にて 2022年7月29日

出席者は11名で、ロス博士の講演のあとの質疑応答では活発な議論が行われた。水産予算に関しての日豪の違いに関しては、オーストラリアに比べ日本の水産業界は10倍の大きさだが、オーストラリアの水産業界は研究開発に対して日本に比べ5倍の投資をしている。また、資源管理、規制にかなりの投資をしている。一方、小松主査より、日本は漁港整備などのインフラ、漁業者の所得保障などに予算の大半を使っていることが説明された。タスマニアのサケ養殖は環境汚染の問題があるため地元からの反対のプレッシャーがあり、これからは沖合養殖・陸上養殖に移行する方針であるが、しばらくは沿岸、沖合、陸上養殖のミックスになるであろうとのこと。ASCなどの認証ラベリングによる商品差別化についての質問があり、それに対してはサケは輸出志向型産業でありそのようなラベリングが重要であるが、そのようなラベリングを信用しない、無頓着な人達もいる。科学をベースにした情報を消費者に提供することが重要であるとの説明があった。

2022年11月30日 スミソニアン環境研究所 (SERC) でのNBS進捗

2022年11月30日

9時から会合を開始したが、最初は参加者の紹介であった。

1. Anthon Hines, Director, SERC (スミソニアン環境研究所、所長)
2. Rebecca Hale, SERC intern, ecosystem ecologist (SERCのインターン、生態学者)
3. Matt Ogburn, research scientist, Fisheries Conservation Labo, SERC (漁業保全研究室、リサーチ・サイエンティスト研究専門科学者)
4. Chris Becraft and Keith Binsted, Underwood & Associates (アンダーウッド・アンド・アソシエーツ社)
5. Carin Bisland, EPA Chesapeake Bay Program Officer (環境保護庁チェサピーク湾計画担当官)
6. Dennis Whigham, Senior Botanist, SERC (スミソニアン環境研究所 上席植物学者)
7. Chela Zabin, Marine Bioinvasions Labo Group, SF Bay Restoration, SERC West (海洋移入種研究グループ、サンフランシスコ湾再生、SERC西部支部)

Greg Ruizは移入種の専門、Matt Ogburnは魚種の生態と生物学が専門。Carin Bisland、Keith Binsted、Chris Becraft、Anthon Hines、Dennis Whighamが出席。Rebecca Haleは3か月のインターンでストリーム管理が専門。

①スミソニアン環境研究所のハインズ所長によるスミソニアン環境研究所のNBSに関する最近の研究状況他の説明

ハインズ所長は、5年前に日本を訪問した。その時には津波に影響を受けた復興が行われていた。最近では、地球温暖化の影響と沿岸域の復興のプロジェクトを実施している。

最近のスミソニアン環境研究所の研究について説明し、沿岸域の修復、ストーム水の浄化、汚染水の浄化と



写真1 最近のスミソニアン環境研究所のNBSなどの研究活動について説明するハインズ所長 2022年11月30日

ヘッド・ウォーター対策などがある。また対象研究地域はラテンアメリカ、アジア、アフリカにも拡大していると述べた。ストリーム回復では、土壌の浸食が進行し河川床が本来の位置から高くなったものを掘り下げて、自然の流れを作っていた修復事業がSERCの敷地内にあり、Head Waterの対策を実施したところである。ここはTom Jordan氏が熱心に対応したが、彼はその後、足を怪我し死亡したとのことである。現在の対策はN(チッソ)の削減を主体としている。チェサピーク湾には、研究されているところだけでも385か所の分水嶺(Watershed)が存在する。森林と河川の再生、樹木が大切な役割を果たす。生物多様性が重要。農業への対応も必要である。チェサピーク湾の浄化にはカキが主要な役割を果たしている。また、海岸線の形状についても垂直護岸ではなく、また、小石よりは砂浜、そして緩やかな生きた沿岸にして植物が生えることも重要であるとされた。サンフランシスコ湾での研究にも言及した。ペンシルベニア州の排出の問題とダム建設の問題がある。また、環境と養殖との問題、森林、植林の戦略は成功している。生物多様性の問題もある。その場合には潜堤を入れることもあると説明した。10年前から指摘されている海洋の水温上昇と温暖化の課題がある。日本の潮位が高いので、アプローチが異なる。

小松より、潜堤があると魚類の浅海域でのアプローチに障害ができるのではないかと質問した。これに対して、沿岸域の湿地帯と陸域での水生植物や陸上の植物を増加させるために、これが必要であるとの判断をした。

②デニス・ウィグハム博士のプレゼンテーション

デニス博士から、スミソニアン環境研究所との関係が2017年のハインズ所長から始まり、2019年に彼が初めて陸前高田市と大船渡市を訪問した。その後、2020年には実際のNBSの工事を請け負うアンダーウッド社を引き連れ、そして、コロナウィルス感染が収まった2022年6月に再度日本を訪問した。再訪の特徴は、さらにメリーランド州政府Gabe Cohee氏と汚染源の削減対策と魚類の専門家であるペイラー大学のRyan King博士を同行したことである。そして、大船渡湾と陸前高田市の古川沼を中心としたNBSの対象地域でのドローン撮影を使って情報収集に務めてきたことである。

小松さんは、日本におけるNBSの強力な推進者であって、自分達の訪日のアレンジにも多大な努力を傾注した。日本国内での政府高官と政治家との会合の設定、シンポジウム並びに現場の視察などである。しかし、中村智子さんという有能な通訳がいて、今回の成功がある。彼女は豪州大使館に長年働いていたことが貢献した。また、

ビル・コート氏は、この地域で育ち、47年間日本で生活したが、彼が小松さんを私たちに紹介したことで、スミソニアン環境研究所との関係ができた。彼らにも感謝したい。

また、日本では東京都立大学の横山勝英先生が取り扱っている舞根湾での堤防の破壊をしたのがNBSである。デニス博士は、そのほかにも京都大学の河野昭一名誉教授とその弟子との関係が日本との縁であるとの説明を追加した。



写真2 日本とのNBSの取組を説明するデニス・ウィグハム博士
2022年11月30日

③小松からNBSに関する日本での取組；生態系総合研究所並びに鹿島平和研究所北太平洋海洋生態系研究会での小松の取組を紹介した

④NBSの取組と日本での可能性；

Chris BecraftとKeith Binstedの統合生態系回復(Integrated Ecological Restoration)について

両名が共同出資者であるUnderwood社(主たる株主はKeith Underwood氏)は、メリーランド州のアナポリス市郊外に本部を置き、民間の生態系回復事業を設計し施工する会社である。同社は、再生河川チャネル(Regenerative Stream Channel:RSC)の技術と汽水域の修復・回復の方法、すなわちダイナミックな生きた沿岸線の回復技術の先駆者でもある。

同社は自然の分水嶺や沿岸域の水流を理解し、自然力を活用したシステムによるアプローチを持つ。これらの造成物は、コンクリートの工作物と異なり永続した、壊



写真3 サスケハナ川の河口に位置するHavre de Grace市の2022年8月に完成したLiving Shoreline:生きた海岸線 2022年12月2日著者撮影

れない、分水嶺の水源から海水侵入するタイドウォーター(潮汐の影響を受ける水域)まで、ダイナミックなバランスを構築する。

同社は生きた海岸線の復旧前と回復後のイメージについて、古川沼と高田平野の分水嶺(Watershed)の回復を念頭に置いて河川域と沿岸域のそれぞれRSCとDynamic Shorelineの回復の計画を提示した。また、小友浦については、メリーランド州のベルリン市郊外にある湿地帯が一時失われて、それを回復したLizard Hillの湿地帯の回復例が小友浦の参考として適合するとの計画案を提示している。

Underwood社のNBS;RSCとLiving Shorelineの河川域水流の修復と沿岸の砂浜の修復の技術は、最近の同社と米国内10年間の経験と改良(頻繁にNBSの工事の施工に関する学会と展示会が開催)で年々向上している。2011年に計画し施工されたWindy Hillの沿岸域の生きた海岸線Living Shorelineの例と、2021年8月に一部が完成したCity of Havre de Graceでの生きた海岸線の計画と実施後の海岸線を視察すると、後者(写真)が改善されており、その差が明確である。

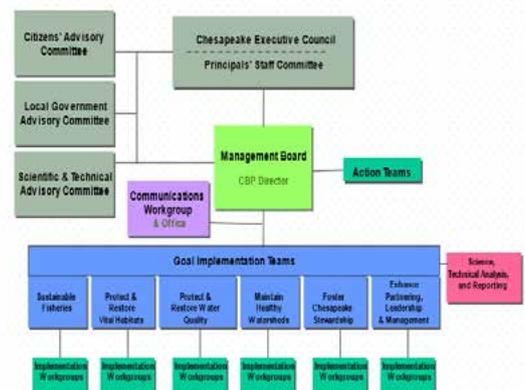
また、一方で、Havre de Graceは旧工業地帯で直立護岸が存在し、排水が直接チェサピーク湾へ放出され、湾での環境と水質の汚染につながる。その施工前とその施工後(BeforeとAfter)の比較をもって、彼らの技術のもたらす成果を示した。

⑤Carin BislandによるChesapeake湾計画の紹介

彼女から、EPAのチェサピーク湾計画の紹介があった。

- 1)チェサピーク湾の分水嶺域には1,800万人が住み、150の主要河川・ストリームが流れ込み、510億ガロン/日の水が流入する。
- 2)チェサピーク湾計画は、分水嶺を共有する6つの州(メリーランド州、バージニア州、デラウェア州、ウェスト・バージニア州、ペンシルベニア州とニューヨーク州)とワシントン特別区に加えて、チェサピーク湾委員会(各州の議会を代表)と環境保護庁、住宅・都市開発省、商務省、農業省、運輸省、内務省と防衛省をメンバーとする。

3)組織



資料1: EPA チェサピーク湾計画提供

上述のような構成である。中心となるのは、チェサピーク湾執行委員会であってその下部に管理委員会 (Management Board) があり、この下にゴール・実施チームがある。この下にはさらに専門に応じて、持続的漁業、重要生息域保護・回復、水質保護と回復と健全な分水嶺の維持など6つのチームがある。

- 執行委員会が分水嶺合意のゴールと結果に合意する。管理委員会は管理戦略の管理と追跡を行う。
- 各ゴールは、持続的漁業、重要生息域、水質、有毒汚染物質、健全な分水嶺、住民の保護活動、陸上の保護、住民の湾・河川へのアクセス、住民への環境に関する情報提供 (リテラシー) と気候変動への対応が定められる。

4) チェサピーク湾計画の時間軸

1983年に本計画に自主的に合意し、その後1987年、1992年、2000年と改定し2014年にTMDL; Total Maximum Daily Levelに合意した。

チェサピーク湾にはたくさんの過剰栄養と汚染物質が流れ込み、これが生態系へのストレスとなっている (1983年CBP報告書による現状把握と勧告)。

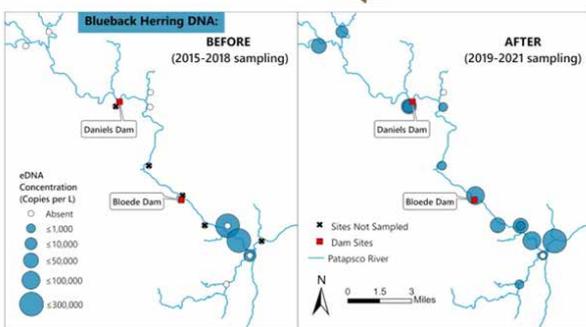
⑥SERC魚類研究室Matt Ogburn博士 : Restoration of Aquatic Connectivity and Oyster Reefs in Chesapeake Bay

1) 2018年9月のBloedeダムの撤去とニシン遡上の効果



資料2 Matt Ogburn博士提供

eDNA: Blueback Distribution



資料3 Matt Ogburn博士提供

2018年9月にBloedeダムの撤去によって、その後の2019年～2021年の調査結果ではニシンの遡上の効果ははっきりと観察された。ニシン; Blackback herringはBloedeダムだけでなく、その上流にあるDanielsダムで魚類階段 (フィッシュ・ラダー/魚道) を超えて、遡上していることが示された。

⑦Rebecca HaleのHBSとRegenerative Stream Chanel (RSC) の導入の成功と信頼の醸成

SERCに来る前の7年間の研究成果を基に、彼女はRSCの成功例と失敗例の差は何かを研究した。RSCの実施と設計が、実施者や住民と行政の考えと目的の違いによって、また、これらの当事者間の意思の共有、コミュニケーションの差によって、その事業の成否が分かれることを論じた。例えば、真に水質を改善したいのか自分の農地を守るためなのか、土壌の浸食を防ぐためなのか、科学的根拠に基づく事業なのかなどの目的は、土地所有者、行政や科学者によって異なり、近隣のRSCの2つのプロジェクトでもその実施結果が大きく異なった。水が流れるプロジェクトはP (リン) が多く、水が枯渇したプロジェクトはN (チッソ) が多かった。

Lesson 1: Restoration that ignores context can have unintended consequences



資料4 RSCの成功例でストリームに水が流れる (左) RSC後に枯渇したストリーム (右) 提供: Rebecca Hale博士

彼女は今後共、RSCが生態学的ゴールを満たしているのか、そのために我々は何をするべきかの実施基準とコミュニケーション並びに合意形成について研究を継続強化すると発表した。この点でも日本に比較して、数段進んでいる。

⑧Greg Ruiz 移入種研究室長 : Invasive Research Laboratory

同研究室は40人に及ぶ研究員がおり、移入種の米国沿岸域への移入の状態を把握する研究とその原因の解明などに加えて、その対策を検討している。

移入種は年々増加しており、その最大の原因は、船舶のバランスを維持するために船体のハルに搭載するバラスト水、そして漁業や水産養殖が原因であるとしている。バラスト水の規制のためのIMO (国際海事機関) の国際条約も締結・発行している。米国ではバラスト水を処理しない船舶は入国できない。

- Gregは、水質が悪化したところでは、移入種が繁殖しやすいので、水質の浄化が重要である。
- 最近では2011年の津波の影響で、太平洋を渡り、西から米西海岸へデブリー (瓦礫) や海洋プラスチックに付着して移入種が漂流してくる新たな侵入経路が発見されている。

⑨サンフランシスコ湾でのスミソニアン環境研究所 (SERC West) のChela Zabin 博士他らの研究

1) 海面上昇が進行する際のサンフランシスコ湾の水没状況と例えばサンフランシスコ国際空港がどこまで水没するのかについてのシミュレーションの結果を紹介した。



資料5 現状のSF国際空港（左）と2100年の水没予想後のSF国際空港
SERC西部支部のZabin 博士ら提供

- 2) また、コンクリートに牡蠣殻など生物基質を混ぜて泥質の海底に設置することによって、魚類と海藻類の付着を促す効果があることが実験的に証明された。また、アマモを傍に結えることによって、カキの付着を促すとの仮説を立てたが、そのことは立証できなかった。
- 3) 岸壁の壁に、タイル材質の壁（人間の大きさ程度）をサンフランシスコ湾の7.5マイルに及ぶ垂直護岸の一部に張り付けたところ、そこに魚類、海藻と貝類の付着がみられて、生物多様性が増加していることが確認された。ただ、このタイル状の材質に関する記述はどこにも見られない。



資料6 タイル質を使った垂直版をサンフランシスコ湾の垂直護岸に設置し
魚類、藻類と貝類が付着した 資料提供：Chela Zabin 博士

2022年12月1日 メリーランド州政府（水産資源管理を除く）

1. 12月1日10時から11時30分まではNBSに関する先方のプレゼンテーションで11時30分からは、漁業管理ITQなどに関するプレゼンテーションであった。先方の出席者は以下の通りである。

- Matthew Fleming matthew.fleming@maryland.gov
- Lynn Fegly lynn.fegley@maryland.gov
- Sara Weglein sara.weglein@maryland.gov
- Ari Engelberg ari.engelberg@maryland.gov
- Sarah Lane sarah.lane@maryland.gov
- Nicole Carlozo nicole.carlozo@maryland.gov
- Carrie Kennedy carrie.kennedy@maryland.gov
- Genine McClair genine.mcclair@maryland.gov
- Alison Santoro alison.santoro@maryland.gov
- Carrie Decker carrie.decker@maryland.gov



写真1：メリーランド州政府のDNR；天然資源省の前に立つ筆者
2022年12月1日

2. NBSに関するプレゼンテーション

Nature-Based Design monitoring data; Impact and continued learning（自然をベースにした設計モニタリング・データ；影響と継続的な学習）



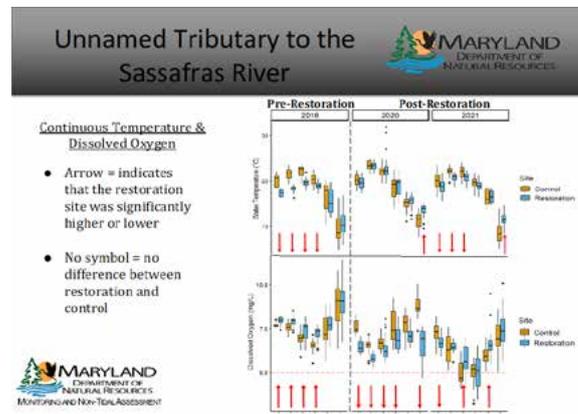
写真2：メリーランド州政府DNR職員との会合
2022年12月1日

1) DNR's Strategic Monitoring for Impact and Effectiveness（影響と効果のためのDNRによる戦略的モニタリング）

Sara Weglein 女史の発表

河川修復の実例について、データを提示しながら、Hybrid Natural Channel（HNC）のDesign to Stage Zero（自然の状態に回復した状態を示す）の説明。

ここではN；チッソ分もP；リン酸分並びに沈殿物・堆積物も削減され、HNC；RSC；Regenerative Stream Restorationは大きな効果を示したが、問題は溶存酸素量であった。彼らがモニターするのは、沈殿・堆積物（Sediment）、栄養の負荷；（Nutrient Load）、溶存酸素量（DO）と魚類と底質マイクロ・無脊椎動物、地形の状態と侵食状態である。



資料1：Sassafras Riverの名前なしの支流でのRSC実施前と実施後の溶存酸素量 メリーランド州DNR提供

溶存酸素量はRSCの実行前から低い傾向にあり、RSCを導入したのちも夏場のDOが特に低いが通年を通して、低いままであることに対して、小松よりSaraに対してDOの低い理由に関する疑問を呈したところ、これを契機にしてRSCのモニター、天候の影響、RSCの効果とデザインの可否などについて、後半にわたり議論が活発化した。低い理由の質問に対して、①モニターした地点が上流域と下流域がたった1点ずつの2地点に限定されたこと。②基本的に施工前のデータが少ないか、ないことで比較できない。③2018年の施行前は降水量が多かったが、施工後は降水量が少なく、少ない水量の河川中で有機物の分解が進んで、これを消費するために総体的に酸素が消費されたこと。④計測した水深が川底に近かったことを上げた。

また、RSCといっても、その設計と工事に大きな変化があるので、本当にそれがRSCになっているのかの疑問が呈された。これは米国でもNBS;RSCが発展初期の段階にあり、NBSとRSCの内容について今後とも深掘り

と具体的な詰め作業がまだまだ必要であることを示唆している。

また、スミソニアン環境研究所の敷地内のRSC事業はMuddy Creekの修復事業で、2017年頃に完成した。その後も少しずつ時間の経過とともに、ストーム・ウォーターや雨水が流れ込み、2020年では湿地帯と浸水地帯がRSCの施行前の2014年に比較すると拡大していることが目視でもわかるし、ドローン撮影の結果でも判明している。また沈殿物の削減、リン酸の削減に貢献したが、窒素分の削減は多少の効果があった。溶存酸素量(DO)では、上流に比べて下流のそれが少ないことが2016年から2021年のすべての年で観察された。夏場はDOが低く、2016年と2018年は通年低かったが、それが、最近のデータではそのデータ数が少なく、判断が出来かねる。

2) 補助金；Grantによるモニタリング

NBS/RSC通例はチェサピーク湾信託基金(Trust)とそのほかのパートナー；DNR(天然資源省)SHA(州高速道路管理局),NFWF(全国魚類・野生生物基金)とメリーランド郡などによって管理される。原資は連邦政府からの補助金であり、ストーム・ウォーター料金(これについては、何を意味しているのか確認が必要)である。

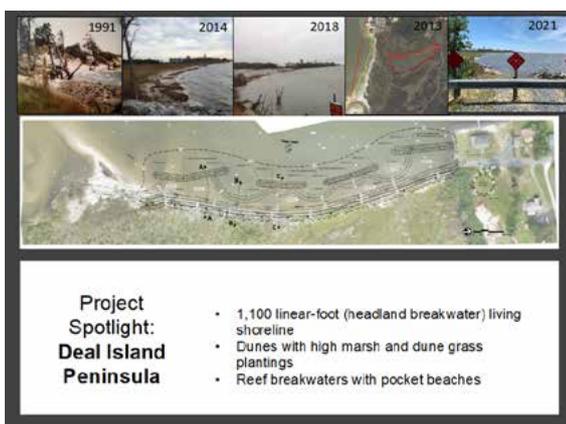
NBS事業を実施するために事業者提供されるDNRの資金源は安定しているが、モントゴメリー郡とSHAからの拠出は安定していない。しかしながら、最近の2019年から2022年にかけては安定して増加傾向にある。

3) 回復計画の実施と頑健性

ニコル・カルロソ適応管理によるモニタリング

今後、問題視される地球温暖化に対してメリーランド州の脆弱性をどのように削減していくか。そして地元経済をどのようにして向上していくかである。

- 長期化するこの問題に対する、回復のイニシアチブ。
- どんなところでNBSを活用するか。
- 現時点で、チェサピーク湾の沿岸と河川内で、RSCプロジェクトを展開する。



資料2：チェサピーク湾のDeal Islandでの砂浜造成のモニター調査
メリーランド州DNR提供

- チェサピーク湾のDeal Islandで約300メートルの生きた海岸線を形成し、陸上部の湿地帯と砂浜の植物並びにリーフによる堤防の形成状況を観察中である。

4) Chesapeake Bay Program (チェサピーク湾計画) について；Matthew Flemingからのプレゼンテーション

①関連する連邦政府の法律は

- Clean Water Act / 水質浄化法 (1972)
- チェサピーク湾の第1分水嶺全体のTMDL(日最大許容負荷量)の設定。
- Clean Air Act / 大気浄化法 (1963)
- Nation Environmental Policy Act / 国家環境政策法 (1970)

チェサピーク湾は北大西洋では、最大のEstuary(河口・汽水域)である。約1,800万人が居住し、毎年15万人の新住民がやってくる。数万に上るストリーム、クリークと河川がありこれは地域にとって有用な資源である。

- 流域には77万件の農家がある。
- 流域には3,600種の動植物と魚類が生息する。
- 歴史を見ると、チェサピーク湾計画が始まったのは1983年である。1987年にはこれが合意・協定となり、2000年に合意が改定された。
- 2010年に出来たTMDLが、2014年にはチェサピーク湾分水嶺合意となった。
- TMDL; Total Maximum Daily Load(日最大許容負荷量)は、すべての窒素、リン酸と堆積物/沈殿物を対象とし、これらを汚染物質としてコントロールすることで2025年までに達成する。TMDLはClean Water Act(水質浄化法)による達成義務が課される。2010年にEPA(米国環境保護庁)によりきれいな湾とすることを合意。

目標；2009年レベルから、窒素分を72百万LBS、リン酸を4.8百万LBS削減、メリーランド州の目標は10.8百万LBS、リン酸0.5百万LBSである。

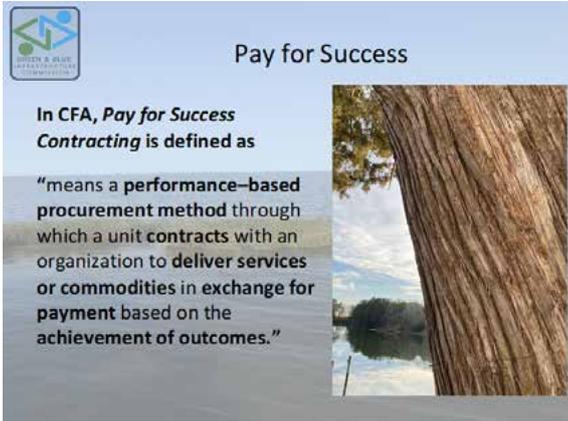
2025年までにこの目標を達成する。

窒素分の湾への負荷量を見ると、ペンシルバニア州が約半分を占める

(何を達成するのが不明)2009年に比べて、N 39%、P49%、堆積物/沈殿物 100%の削減を達成することが目標である。

- 今後はペンシルベニア州がTMDLを達成するか。
- 気候変動にどう対応するか。
- 科学の重視・一致をどのように維持するか。
- 重要なTMDLの課題と挑戦・チャレンジとしては
 - ① WIPS(水域改善計画)と2年後の目標の達成。
 - ② ペンシルベニア州。
 - ③ 連邦政府の行動いかん。
 - ④ Conowingo WIP；分水嶺計画。
 - ⑤ BWPの証明。

- 州の Conservation Finance Act (CFA) 環境保全資金調達法とは何か？ 成功に対する支払いである。CFA（環境保全資金調達法）は、パフォーマンスに依存した調達手法であって、組織との契約によって、組織が提供・伝達するサービスと製品に応じて、その結果の達成の程度に応じて、（州から）支払いをする。



資料3：メリーランド州政府の環境保全資金調達法の成功事業への支払いの仕組み メリーランド州DNR提供



資料4：メリーランド州政府の環境保全資金調達法による環境分野での成功事例への投資と支払いまでの仕組み メリーランド州DNR提供

2022年12月1日 メリーランド州政府の漁業資源管理 ロック・フィッシュ (Striped Bass) とITQとブルークラブ (ワタリガニ)

1. 冒頭、小松より、2017年3月以降5年振りでメリーランド州政府天然資源省 (DNR) を訪問して、漁業資源管理についてお聞きすることになった。我が国でも国家が管理する漁業については抵抗がありながらも比較的ストレートにIQ：個別漁獲割当 (ないしITQ：譲渡可能個別漁獲割当) が導入され始めている。ただ、沿岸漁業となると小規模ながら政治力が強く、ITQをはじめとする資源管理もなかなか導入が困難である。そこが同様であるのか、または、日本とは異なった部分があるのか (双方と思うが)、それについてメリーランド州政府DNRからお聞きしたいと前置きした。

2. これに対して先方のLynn Fegley 女史(水産局次長)からは、ブルークラブとロック・フィッシュはメリーランド州にとっては経済的にも社会的にも極めて重要な漁業であり、資源である。

両魚種の資源管理はここ10年間で大幅に改善されてきた。もちろん山と谷があるし、行政から規制措置を提案すると、漁業者はすぐに州議会議員のところへ駆け込んで、それによって行政に圧力をかける。しかし、一度管理措置を導入するとそれに対する漁業者の適応力は大変すばらしく、瞬時に馴染んでしまう。



写真1 ブルークラブ (左) とロック・フィッシュ (右)
2017年3月著者撮影



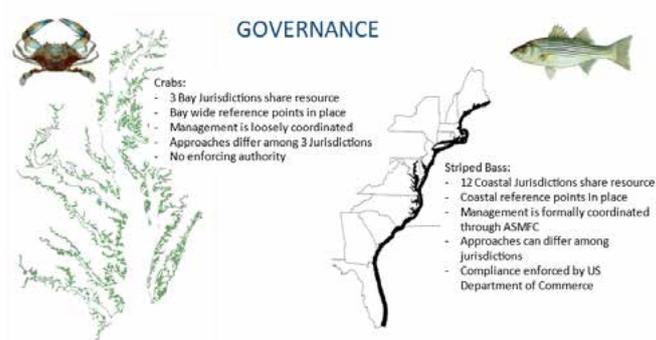
写真2 ロック・フィッシュのグリル 2022年11月30日
アナポリス市内レストランにて 著者撮影

3. この二つ魚種の漁業者は漁業管理の面では大きく異なる。

ロック・フィッシュは12州が加盟する大西洋沿岸漁業管理委員会が決定した措置によってITQが導入されて

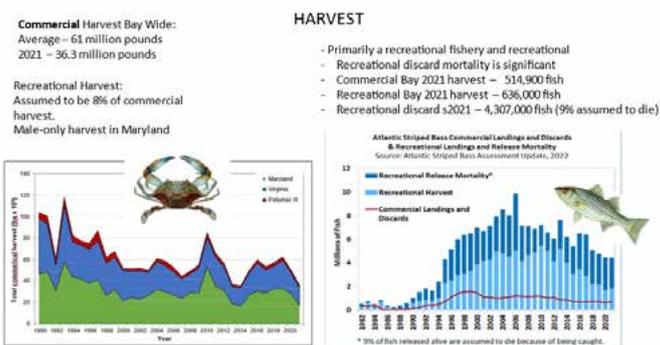
いる。ロック・フィッシュは、漁業がチェサピーク湾を超えて湾外でも大きく回遊し営まれている州が加盟しているため、これらの合意として強制力がある規制措置である。一方、ブルークラブの産卵は湾外でなされるが、漁業のほとんどがチェサピーク湾内のバージニア州、メリーランド州とポトマック川の3か所で完結するので、メリーランド州ではほぼ強制力を伴わない行政措置を導入している。

メリーランド州の漁業者は約5,000名が、カキ、ロック・フィッシュ、ブルークラブ漁業などを合わせて営んでおり、そのうちロック・フィッシュを漁獲している漁業者は1,000名程度とみられる。



資料1 ブルークラブとロック・フィッシュの資源管理措置の違い
メリーランド州DNR提供

4. また、これらの2魚種はレクリエーション漁業の対象としても極めて重要であり、双方とも大きな漁獲量がある。従って、レクリエーション漁業の漁獲量を推定することは大変重要で2つの方法により行われる。1つはNOAAが開発した方法によるもので、現場での抜き打ちのサンプリング調査と電話での聞き取りアンケート調査である。これらの調査は5月の重要な時期を除いては極めて正確であると考えられる。従って、このレクリエーション漁業の推定値を向上させることが課題であるとした。



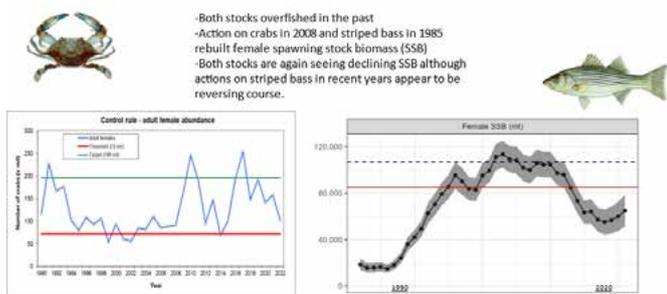
資料2 ブルークラブとロック・フィッシュの漁獲量の推移
メリーランド州DNR提供

これに対して、小松より商業漁獲量の報告はどうか。これは信頼に足るレベルであるのかと尋ねたところ、レクリエーションの漁獲量に比べれば信頼度合は高い。ロック・フィッシュの場合は一尾ごとにタグをつけて市場に流通させることが義務付けられている。

5. 漁業資源の特徴と動向

ブルークラブ（ワタリガニ）は、チェサピーク湾の系群は湾外で産卵するが、ロック・フィッシュは湾内のCreekなどの河川内で産卵し、小型魚の時代を湾内で過ごしてから、大西洋の洋上、ニューヨーク州のハドソン川やニューイングランド地方まで北上回遊しそれらの地域で漁獲されるので、湾内のロック・フィッシュを保護する資源管理措置は他州の漁業と漁業者を益しているのではとのジレンマがある。ロック・フィッシュの資源の95%はチェサピーク湾で産卵する。

Stock Health – Spawning Stock Biomass



資料3 ブルークラブとロック・フィッシュの産卵資源量の推移
メリーランド州DNR提供

上記からわかるように、双方の資源量ともに2017年以降に下降傾向にある。ブルークラブのオスガニに関しては、資源の管理上は何ら規制をしていないし、これを資源の評価にも活用していない。しかし、メスガニを目標値の30%を超えて獲り過ぎた。ロック・フィッシュは目標値を下回っているのにどうして資源が下降基調にあるのかとの小松の質問に対して、Fegley女史はこの原因を解明するために、（これは他州での漁獲の影響も含め）包括的な資源の評価を新データやあらゆる利用可能なデータを入れての評価とカリブレーション（例えば加入や死亡率の推定値を変動させる）をいろいろ実施したい。また、ロック・フィッシュについては資源評価を最新化することに力点を置きたいと考えていると説明した。

6. 具体的な資源管理措置

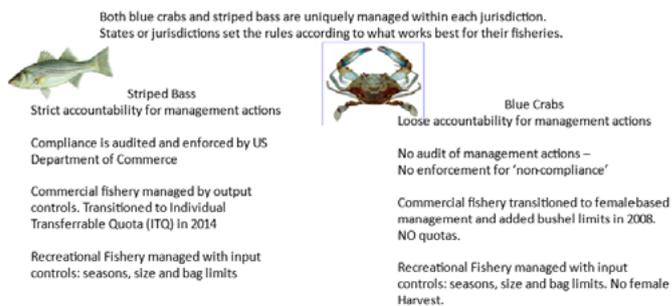
資源管理措置が厳密な意味で存在するのはロック・フィッシュである。これは13州の大西洋沿岸漁業管理委員会（ASFC; Atlantic States Fisheries Management Commission）の合意として強制力を有した措置を決定しなければならないからである。13州が管理措置を決定できない時には、連邦政府NOAAが介入することが

できるとの定めがある。ロック・フィッシュの漁獲はバージニア州45%、メリーランド州45%とポトマック川が10%の漁獲比率に分割される。ITQについてはバージニア州での導入は、ITQとは何かかわからないままに1998年からと早かったが、反対者が多かったメリーランド州では2014年から導入された。しかし、当初は、75%を歴史的な漁獲実績に応じて配分し、ITQへの参加に反対の漁業者には残りの25%を共通枠として、其処に属する人は自由競争で漁獲を可能とした。

監視取締りは、ブルークラブについては、管理措置と漁業に関する説明が不十分である。現状がデータの不足でよくわかっていない。また、管理・規制措置の違反に対する取り締まりも行われていない。それでも悪質な違反には許可の没収もありうる。一方ロック・フィッシュに関しては商業漁獲された漁獲物はすべて標識（上記の写真参照）を付着する義務があり、州政府の取締官2名と連邦政府の取締官が常時監視し、検証している。罰則も許可の没収を含めて厳しい。レクリエーション漁業もインプットコントロール、19インチ以下の捕獲禁止（湾外は32インチ以下）と一人一日あたり1尾までのバッグ・リミットがある。

科学的調査についていえば、特にブルークラブの科学者で、その意見を明確に言う人がいないことが問題である。今の資源状態が悪いといっても、具体的な数値を示して、提言と勧告をする人が皆無である。また、資源の評価に関しては何をすべきなのかの言葉が明確ではなくて、具体的な行動に結びつけられない。

Management



資料4 ブルークラブとロック・フィッシュの管理措置
メリーランド州DNR提供

7. 2017年からの進展と変更部分

しかし最近では、漁業者の方から25%の共通枠の廃止を求める声上がり、これを廃止する方向が決定した。このことは行政の手続きに時間を要し、かつ、行政のサイクルに照らし2024年からの実施となると思う。

ところでレクリエーションはその実態が不明であるので、メリーランド州政府としては、これによるメスの漁獲を一切禁止した。一方ブルークラブについては、基本的には誰でもが、岸壁からでも籠を下ろして漁獲が可能である。このことを懸念して表明するのか、また多くの

人がカニの漁獲と食事を楽しみにやってくるし、ロック・フィッシュの漁獲を楽しみにしてくる人もいるので、どこまで規制するのは、これは経済と資源管理や人々の娯楽との間のバランスということになる。

2017年からの資源・漁業が悪い原因の一つにコロナウイルス感染症の影響があると思う。ロック・フィッシュはマーケット依存型の魚種であり、検疫やシャットアウトでマーケットが縮小して、漁業者の収入が激減した。そのために漁業収入が無くなった。一方で一般の労働者がコロナで仕事がなくなり、ビルディングとオフィスビルにはいかなくなり、人々はボートを購入して、レクリエーションに出かけて釣りをすることになったことも資源への影響があると思う。2022年になってもコロナウイルス感染の影響でマーケットもどうなるのか。

また、特にブルークラブに影響したが、2017年は干ばつの年で雨がなく沈殿物・Sedimentも少なかったので栄養が不足したが、2018年は比較的雨が多く降水量が多かったので、栄養塩が流れ込み、ブルークラブの繁殖に良好な影響を与えたと思う。このような自然の変動は人為的なコントロールができない部分でもある。今後は最近の5年の資源評価にも影響しているが、これも良くわかっていない。この件がますます資源の評価にも影響し重要となる。気候変動と資源評価がどう影響するのか。たとえばサマーフラウンダー（ナツヒラメ）が過去の漁獲データに基づいて配分されているが、現在はそのような配分とは全く違った動きと生態・生息場をそれらの魚種が示している。このような場合にNOAAがどのように対応するべきかの指標を示してもらいたいと期待している。

小松からの質問に対して、メリーランド州政府はコロナウイルス感染症対策としても漁業者に対しては補助金を支給しなかったと述べた。(了)

2022年11月30日

Muddy Creek、Howard Brachの現場視察

1. 11月30日13時30分から14時30分

SERC敷地内のNorth Muddy Creek プロジェクト；
647Contees Wharf Rd, Edgewater, MD 21027

この敷地は私（小松正之）が2017年3月2日に訪問した場所である（写真）。



写真1 North Branch restoration プロジェクトの水源
2017年3月2日著者撮影

道路の北側に水源；Headwaterがあり、さらに道路ならびにショッピングセンターなどからのストーム汚染水が流れ込む。しかし、スミソニアン環境研究所側の水流処理のために埋めた水管；カルバートを使用していたが、それを全部取り除き、さらにそこを1～2メートル掘り下げて、其処に小石、木くず、倒木を植えて、以前より3フィートの水準を上げた。其処に自然の水流を作り上げた。水流をゆっくりさせて、土壤に水を浸透させて地下水として流すこと、セディメント（沈殿土壌）を処理することも重要である。これで水流が上がり、広葉樹が水が増えることによって枯れてしまったが、以前の植物の生態系に戻る。フラグマイテス（ヨシ）も移入種と現地種の2つがあり、後者の方が背が低いとのことである。どのような生態系も戻る。これらの植物で水銀や鉄分、重金属も吸収する。ここに火山がなくても、火山からの重金属が風に流されてやってくるのである。



写真2 North Muddy Creek のheadwater
付近から流れ出た水流がゆっくりと下流に流れている様子
2022年12月1日14時30分頃

2017年3月から2022年12月まで5年と9か月を経過して、RSCが有効に機能していることが2つの写真から見て判断される。

Keith Underwood によると、1600年代のヨーロッパ人が入植した時代にはシカモア（セイヨウカジカエデ）が多数自生していたが、それが交雑をして今では純粋種が存在しない。

2. 15時27分 Coventry Court のHoward Brach のRSC現場

この場所はKeith Underwoodの一番最初のプロジェクトの現場である。1999年冬から～2000年に開始した。この点に関しては、3種類の植物に関して観察の結果を書いている。カナダや東部コーストに、アトランティック・ホワイト・シダーが自生していたのでそれを守る意味がある。

ここは急斜面の上の方であって、住居があって、下の急斜面の下に、個々の急斜面から少しずつ水がしみ込んで下にあるバンクに水がたまっていた。それが壊れたことを契機に、それまで使っていたパイプラインを撤去して、これを斜面を水流がしみだして流れるRSCの自然の流れに変更し、その後の渓谷では、RSCの緩やかな流れに変更している。

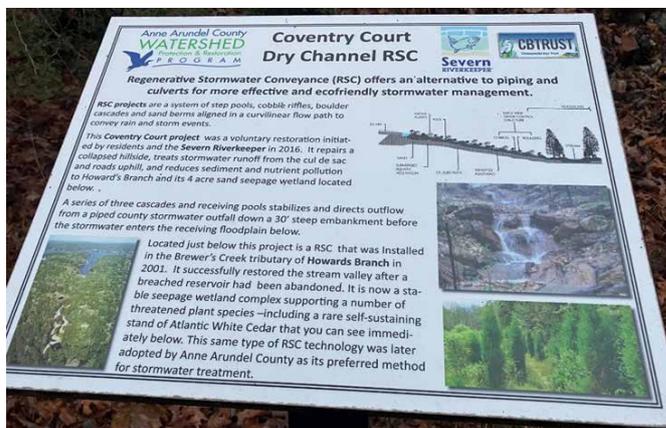


写真3 Howard Brachのプロジェクトの説明
現場写真 2022年12月1日

水は高台から流れてくるので、とても早く流れ下る。そのためにパイプは無くし、小さい砂や小石を敷いて、その土壤の下を水が流れる間に、その土壤は、エコシステム・サービスを提供し、清浄な水を提供する。パイプで下ると狭い範囲を長く流るので、これではエコシステム・サービスが得られない。下り落ちる水の流れも広い幅で流れ、流れ落ちる時間がゆっくりになる。そしてこの地下の水は55°F（約13°C）であるので、夏の間は冷たい水が維持されることになる。

このようなプロジェクトのモニターと科学的評価を行い、これを次のRSCプロジェクトの改善と普及に努める事になる。

ここの住民は、このプロジェクトに関心を持っていないが、そのために、これらの成功はむしろ州政府に取り上げられて、これが他の場所に生きることになる。ここの住民も10ドルでも5ドルでもこれらのモニターと維持のために拠出してくれると好ましい。

全般に、近所の住民で直接利益を受ける人たちがその認識がないことである。

以前に、このストリームに埋められていたパイプには多大な圧力がかかるので、パイプは破壊されてしまった。自然の力を活用することが好ましい。シカモア（セイヨウカジカエデ）は移入種で悪い樹種である。

2022年12月1日 Belvoir Farm Pondの現場視察

12月1日午後13時30分

Belvoir Farm Pondの視察

1224 Francis Scott, Key Ln Crownsville MD 21013



写真1 Belvoir Farm Pondの設計図 2022年12月1日

1) このプロジェクトは、2022年10月5日に工事を開始した。これはできてから4週間しかたっていない。かつては池があって、其処に雨水を貯めた。ここに一日に100台のダンプカーが地元の砂とよその砂を運び込み、ウッド・チップ（木材チップ）を持ってきた。そして、特別な住人が其処に住んでいた。ここに5マイル先から水が供給され、ここに堤防があった。ストリーム水を管理する浅い池があった。1970年に法律が成立して、処理しない水を流すことが禁止された。ここから水が流れて、溝ができたが決して良くなかった。また、老朽化したパイプが壊れそうになったが、これは、これでリップルとなる。既に、パイプがなく、この流れで、ゆっくり流れる。ここでは100年間の大雨に対しても耐えるようなものとして設計した。ここでは魚も住めるようになった。

2) 伝統的な、やり方では池から水があふれでて、パイプも壊れる。これでは、だれにとっても利益にならず、新方式により全ての人利益を享受することになる。

Sara Caldes ;Severn River Keeperの役割は、このプロジェクトの資金調達のための調整役である。5つの資金源から資金を調達した。州、郡と、NGOなどからであった。

3) Saraはさらに、語る。すなわち、コンクリート工事は20世紀の遺物の事業であって、これは、自然の摂理にも反するし、汚い汚染水をそのまま河川と湾に流してしまう環境の破壊につながる行為で工事である。これらはやめなければならない。そのために必要な役人や住民の教育を私たちが行っていると考えることである。

これは10月に工事をして、4週間で工事が終了したが、問題はそれ以前の時間がかかることである。例えば、許可官庁からの許可が得られるまで1.5年を要することもある。許可する官庁の担当者が、許可する内容を承知



写真2 池の部分に流れ込むストリームの水
以前はこれほど水が豊かではなかった 2022年12月1日 著者撮影



写真3 ストリーム水が流れ込む池。以前はここから手前の堤防を超えて水があふれ、パイプで水を流していた。しかし今ではそれを造成した小川を通して、ゆっくりと水を下流に流す。1本のパイプに代わり、20か所のリップル；小石の自然堰によってゆっくりと流し込む。その後Severn川とチェサピーク湾に流し込む。その場合、地下を通るので清浄な水となる。2022年12月1日

していないからである。また、許可後でも工事の監督省庁が異なるので、監督に来た担当者から工事の一時中断の命令が下ることがある。そのたびに私たちは、懇切丁寧に、監督の役人に教えるのである。彼らは、私たちの工法が新しいので知らない。彼らに一から説明するのに15年を要した。役人のマインドを変えるのにそれだけかかった。

4) これらの場所は個人が所有している場所であって、役人は、どうして個人所有のコミュニティーの事業に対して、州や郡の税金を投入する必要があるのかとの疑問を常に提起する。それでも郡はまだましで、州より物分かりが良い。

これに対して私たちは、どこからの水と沈殿土砂であろうとそれが最終的に、適切に処理されなければ、公共の水域であるチェサピーク湾に流れ込むことになるので、湾の水質と環境を考えた場合、この改善のために公金・税金を投入することは当然に必要であると説得した。

2022年12月1日 Cattail CreekとKyle Pointの現場視察

Cattail Creek 113Berrywood Drive, Severna Park, MD 21146



写真1 Cattail Creekの道路標識
2022年12月1日 著者撮影

写真2 Cattail Creekの船着き場
ここにCattail Creekからの
ストーム水が流れ込んでくる
2022年12月1日



写真3 船着き場にストーム水が流れ込む場所であるが、堆積物・沈殿物がそのまま分解されずに残っているのが観察された。2022年12月1日



写真4 Cattail Creek リップル堰を背景に立つ著者
2022年12月1日

このCreekのRSC (Regenerative Stream Conveyance) は水流の長さや幅が小さく、結局すべてのNとPと沈殿・堆積物 (Sediment) を十分に消化しきれないと思われるのと意見が聞かれた。確かに、道路の下をくぐって流れる水流は船着き場まで、300メートルもあったかと思

われるほど短い距離であった。やはり、自然力を活用して、汚染水と過剰栄養水を消化するにしてもそれに見合う土壌細菌やバクテリア並びに土壌内の微小生物が繁殖し、生息する絶対量の最小単位の見極めが必要である。

5. Kyle Point 315 Kyle Road, Crownsville, MD210232

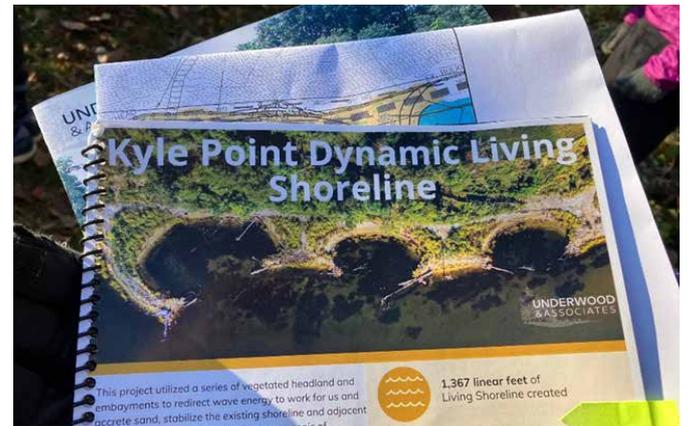


写真5 Kyle Point のLiving Shoreline を説明した小冊子
2022年12月2日

Kyle Pointはアナポリス市の北東でSevern Riverに注ぐ。その生きた海岸・砂浜線は、Underwood社の事業の中でも、優れた結果を残している場所であると判断される。これは先行するLiving Shorelineの事業の改良などを施して、その経験を生かして設計され、かつ計画実行されたとみられる。2020年に完成し、3か月で事業は完成した。

この沿岸域はSevern Riverの沿岸沿いのLiving Shorelineであって、この工事自体の施行・実施は3か月で出来上がったとのことである。

この地の沿岸ラインは1,367フィート；約400メートルである。そこに三日月形の沿岸が3か所形成された。この砂浜は約1年で、3フィート(約1メートル)高くなった。以前は波が直接海岸にあたり、海岸が削り取られてしまった。この場所の工事申請を承認してもらうまでに9年間を要して、その間に削り取られた海岸線と岸壁は10メートルに及ぶとKeith Underwoodは役人の対応を批判する。

この地の海岸線を三日月形ではなく、直線型の海岸線にしたら、砂は蓄積されるのかとの質問に対して、直線海岸であれば波が直接海岸・砂浜にぶつかり、その力で砂を運び去り、砂浜が減少する。それでは、三日月形の砂浜の効用の科学的根拠はあるのかと聞くと、科学者が経験的；Empirical、実証的に証明しており、そのための科学文書もあるとした。

小松より、さらに、「三日月形の突端をコンクリー

トにしてはだめなのか」との質問をしたら、Keith Underwoodはコンクリートでは不可である。コンクリートは波を跳ね返し、波に抵抗して、形を変えることができない。変更することができない。一方、Living Shorelineのための突端は小石・碎石と木材でできており、これらは波の力で移動するし、もし不都合が生じた場合にはこれを移動したり、変更することが可能であり、自然の状況に応じて移動させることが可能であるが、コンクリートではそのようなことはできないので、コンクリートでは不可である。



写真6 この海岸と崖上の土地の所有者のJanet Clausonとともに
2022年12月2日

この海岸線に、これまであまり見られなかったHorse Shoe Crab（カブトガニ）の甲羅が打ち上げられて発見された。カブトガニは絶滅危惧種ではないが、最近では、稀にしか見られない種となってしまった。Living Shorelineの完成後にカブトガニがたびたび発見されるのはとても嬉しいことであると、Severn River KeeperのSara Caldes女史は語った。

Janet Clauson女史もこの海岸線が自然の状態を示して回復したことを大変に嬉しく思う。自分たちもこのLiving Shorelineの工事を実施してとてもよかったと思う。自分の土地の斜面がこの海岸に面しており、其処には現在多数の移入植物が自生しており、これを自分は、この地の固有の植物にすべてを植え替えるつもりであると語った。

デニスは、Switch Grass（キビの一種で米国の固有種）を増やしたいとのこと。この海岸線はUnderwood社の創造性の発現である。

2022年12月2日 Cecil/Jabezの現場視察

12月2日9時30分から11時00分

Cecil/Jabez (Regenerative Stream Restoration)
633 Cecil Avenue North Millersville, MD 21108

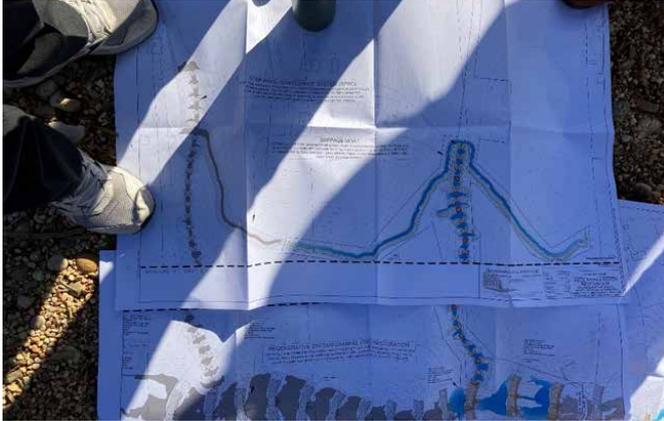


写真1 Cecil Avenue NorthのRSCの修復現場の設計図
2022年12月2日 Underwood社提供

1) この場所は、連邦高速道路97号線とそのインターチェンジにあり、これが、この付近の分水嶺の水流を分断している。また、高速道路と付近の道路並びに商店街と住宅地から流出するストーム水の流入で、この付近のCreekとStreamの水質が悪化している。結果的に、これらの水がSevern Riverに流れ込み、本河川の水質を悪化すると共に Chesapeake Bayの水質悪化に悪影響を及ぼしている。

Keith Underwoodは、この土地；Cecilを購入し、今後この地でRegenerative Stream Conveyance (RSC)を実施してSevern Riverの水質改善、この土地の湿地帯の回復と、移入種ではなく当地メリーランド州付近の植物種の回復に努めたいと言う。また、この付近のCreekと湿地帯はサケの一種が回復しているため、釣り人の楽しみを増加させたいとのことである。

2) 当地は、初期の頃に欧州からの入植者があり、ここで農業を営んでいた。その農業の利用も規則だったものの、ルールを持ったものではなく、良好に農業が営まれたとは言えない。18世紀から1920年頃までは農業が中心であった。従って、土壌が荒廃し、下層にみられる茶色の土壌は農業が行なわれていたころの植物の性質を表す土壌を示す。

3) その後この地は農業が放棄され、森林が自然に発生した。これも、18世紀以前の森林とは全く異なり、その時代は現在とは土壌の構成も異なる。



写真2 雨水とストーム水がストリームに流れる
2022年12月2日



写真3 Cecil Avenue Northの元は湿地帯であったところを観察のための散策をするデニス・ウィグハム博士、サラ・カルデスとキース・ピンステッド他 2022年12月2日

2022年12月2日 Najoles, Severn Chapel Farmと City of Havre de Graceの現場視察

1. 12月2日11時15分から12時

Najoles (Stream Restoration) Active Restoration site (221Najoles Road, Millersville MD 21108)

1) Underwood社は、この日、これに先行してCecil Avenue NorthのKeith Underwoodが購入した湿地帯造成候補地を小松に視察させた。これは今後RSC;ストリーム回復を実施する前の造成前の状況を小松に視察させて、造成前と造成後の経過がその比較対象から理解できるようにとの配慮であった。

2) Najolesのプロジェクトの現場は、実際にChris Becraftと彼の弟が現場で指揮をとっており、工事用の造成に必要な土壌と木材チップスの搬入と、現場から摘出・掘削された土砂を運び出す。



写真1 地下に埋まっていたパイプを掘り起こし、撤去して、其処に水流；ストリームの水位を上昇させるための木材チップスと小石などを敷設 2022年12月2日著者撮影

3) これは地下と脇にも水流が伏流水として流れ込むようにするためである。パイプを通してストーム水が流れても、その汚染した水は土壌にしみこまず、結果として、土壌のバクテリアや細菌と微生物による汚染水の分解・浄化作用の恩恵を享受することができずに、そのまま Severn 川に流れ、その後チェサピーク湾を汚染する。

4) 工事では、パイプを抜き取る作業が行われ、そのために掘削工事がおこなわれてそこからの土砂を運び出す。そこに木材チップスと砂礫などの通水性の高いもので、埋め戻す。このような素材は基本的に地元にある素材を使用することをアンダーウッド社は原則としている。掘り返した藻を再活用する場合もある。しかし、以前は、地元の素材は活用されなかったのが、無償で提供されたが、現在ではNBSの事業も活発になってきて、素材も無償では入らなくなってきた。その分だけ、事業のコストも上昇している。



写真2 埋設されたパイプを撤去した後では、其処にストーム水が表面に現れるので、これをポンプで水を抜き取る 2022年12月2日著者撮影



写真3 ダンプカーが掘削土砂を運び出す様子 2022年12月2日著者撮影

5) 埋め戻した場所をダンプカーが、掘削土砂を運び出す様子の写真である。これはストーム水の下流で工事していたダンプが上流側に向かっているものである。ダンプカーが走行している場所はこれからストーム水が流れる予定のストーム線上にあり、敷き詰められたものは川底を形成する木材チップスと小石などである。そこを踏み固めながらダンプカーが走行する。

工事箇所と規模に拠るが、2～3か月の期間中に、一日に50台から100台のダンプカーが行き来するそうである。

2. Severn Chapel Farm (Underwood Office)

1787 Severn Chapel Road MD 21108

上記のNajolesの工事現場を視察した後に、Underwood社の本部を訪問して昼食を食べる。小松に気を使って寿司とてんぷらなどの弁当のテイクアウトを注文していた。決しておいしいとは言えないが、外地で食べると一段と美味しく感ずるものである。



写真4 アンダーウッド社の敷地内での記念撮影

左から、Keith Underwood, Keith Binsted、小松、Claudia Donegan DNR
その後ろがSara Caldes ; Severn River Keeper協会長
さらに右後ろがAmy Hruska; Underwood社の科学者
一番後ろがDennis Whigham; スミソニアン環境研究所

1) この場所にはメリーランド州政府のDNRの役人、Claudia Donegan他計2名が参加した。DNRも積極的にNBSとRSCを後押ししている。計画と設計段階のDNRはこのようにNBSの実施に理解を示し協力的であるが、問題は規制当局であって、彼らがNBS/RSCの計画申請に対して承認を与える権限を有する。それが、現場の状況と工事での使用素材にも疎くて、申請から許可が下りるまでに3～5年を要することがあるとの不満がアンダーウッド社とRiver Keeperないし住民のコミュニティから聞こえてきた。しかし、最近では規制当局も随分慣れてきたということである

2) アンダーウッド社はもともと別の場所：アナポリス市内；に位置していたが、事業の拡大とともに本部も手狭になり、また、Cecil Avenue Northに今後のRSCの実施と自然の植物の繁殖場を確保するために、場所を求めて、併せて本部も最近Severn Chapel Roadに移転した。スペースも大分広くなった。



写真5 Underwood社のCecil Avenue Northの事業所の敷地と作業小屋
2022年12月2日著者撮影

3. 2022年12月2日15時から17時

City of Havre de Grace (Living Shoreline) 509 Otsego St, Havre de Grace, MD 21078

この場所のLiving Shorelineは2022年8月に3週間程度の工事期間をもって約3分の2が完成した。残りの3分の1は、今後の資金の状況で決定する。

1) このHavre de Grace市はチェサピーク湾の内湾域の最も上流域に属し、この場所にサスケハナ川が流入する。この川の流域はほとんどがペンシルベニア州であり、この川に同州の農業地帯からの汚染水・農薬・殺虫剤や過剰栄養が流れ込んで、この川への流入に対する規制がチェサピーク湾の水質規制すなわちTMDL（一日あたりの最大許容負荷量）の規制上の非常に重要な課題となっている。ペンシルベニア州はチェサピーク湾に関する合意の6州のうちの1州で当事者ではあるが、メリーランド州やバージニア州のように沿岸域・汽水域を有しているわけではないので当事者としての意識がこれらの2州に比べて薄い。



写真6 鉄橋の真下の左手の水路がサスケハナ川である。右がチェサピーク湾。
中央が今Living Shorelineの工事を進めている地区である。
2022年12月2日著者撮影

2) Havre de Grace市は工業都市として発展した。そのために、都市の沿岸域が工場地帯の積出港として使用された。しかし、工業の衰退とともにチェサピーク湾に面する工場地帯の敷地も放置された。この湾岸線は、Riprap（リップラップ・捨て石）ないしBulkhead（直立



写真7 Havre de Grace市の旧市街地の状況
堤防 (Bulkhead) が見える

護岸)で固められて、沿岸域には動植物も生息しなかった。また、陸上から湾内に流れ出る汚染水とストーム水もそのままパイプを通して流し込むので、バクテリアや微小生物による分解と浄化作用が働かず、汚染水のままで流れ込んでいた。市の担当者も数年前からこのままで良くないので、湾岸線の改善と汚染水対策の必要性を強く考えていたところUnderwood社を知り、州、郡などの資金と市の資金も組み合わせて、Living Shorelineとストーム水の湿地帯を経由する工法によって改善する対策を手掛けることを計画した。

3) 以前の湾沿いの沿岸域の形状はRiprap捨て石かBulkhead；直立護岸

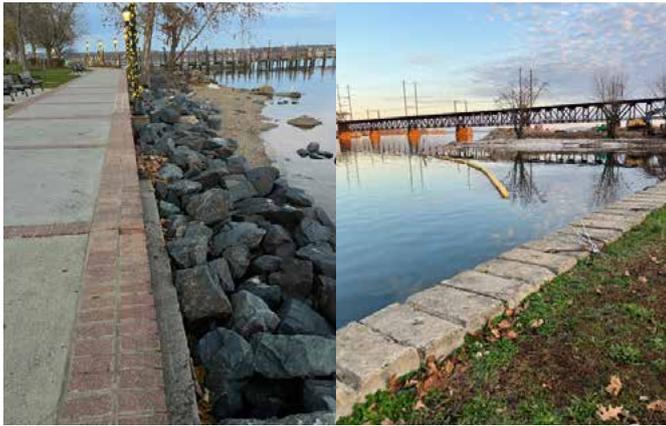


写真8 左がRiprap:捨て石沿岸、右がBulkhead直立護岸
どちらにも生物は住みつかない 2022年12月2日著者撮影

4) RiprapとBulkheadの湾岸をLiving Shorelineに変更

上記の沿岸ラインをNBSの解決法であるLiving Shorelineの工法によって、自然の海岸に再生した。これはUnderwood社がこれまでの経験に基づいて開発し改善してきた方法では、沖から岸側に流れ込む波浪と潮流に対して、これに対抗して反発されて護岸の浸食を起こすのではなく、これらの潮流と波浪の力とそれに乗って移動する湾内の土砂をEngulfmentした(波に巻き込まれるような形で運び)沿岸内に落とし込んで砂を堆積させる技術によって砂の堆積を図り、沿岸域を数年の時間をかけて強靱な砂浜に自然に変化させるものである。

現在、工事の約3分の2は終了したが、残りの3分の1は今後の工事を行ったり、新たに申請して追加工事として実施する予定である。

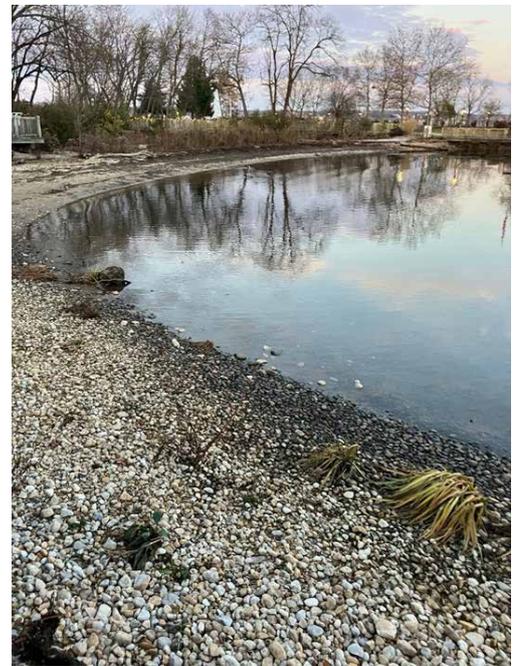


写真9 Havre de GraceのLiving shoreline
2022年12月2日著者撮影



写真10 Havre de GraceのWilliam T. Martin市長(右端)と
Greg 技師(左2人目)と著者(左) 2022年12月2日



写真11 Havre de GraceのLiving shorelineを見渡す木製の遊歩道
2022年12月2日著者撮影

2022年12月3日 Assateague Island, Bishopville and Lizard Hillの現場視察

1. 10時30分 Assateague State Park (Living shoreline – 3 years old) Assateague State Park Visitors Center: 11800 Marsh View Ln, Berlin, MD 21811

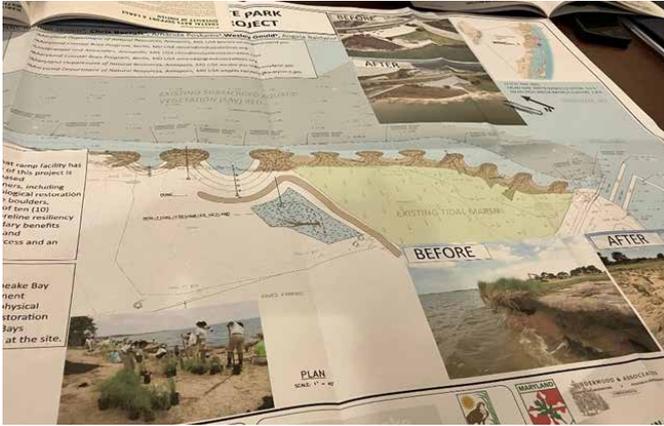


写真1 Assateague Living shorelineの全体像
2022年12月3日撮影

1) Assateague地区での生きた海岸線 (Living Shoreline) は大西洋を仕切る南北に伸びた Assateague 島に囲まれた内湾 (Inlet) に面している。この島の北部にはリゾート地として有名になった Ocean City がある。この Assateague 島と陸地をつなぐ橋が Verrazano 橋で 1509 年にこの地を訪問した植民地主義者にちなんで、ここにかげられた橋を Verrazano 橋と呼ぶ。ニューヨークのマンハッタン島とブルックリン島をつなぐ南部にかげられた橋も Verrazano 橋と呼ばれる。この一帯はメリーランド州立公園となっており、このプロジェクトは EPA (米国環境保護庁) が資金支援をしている Atlantic Watershed Program (大西洋流域プログラム) として位置づけられており、その中には 28 の Watershed (分水嶺) がある。そのアイデアは、分水嶺の保護と回復を目的として、地域の住民が何をすべきかとどのように実行すべきかを決め、EPA 上部からの指示ではないことが特徴



写真2 AssateagueのLiving Shorelineの一つで小規模なもの
2022年12月3日撮影

である。構成員は地元住民、連邦職員、州政府職員、科学者などで、運営委員会 (Board of Directors) を構成しそこで意思決定をする。正式名称は Maryland Coastal Bays Program (メリーランド州湾岸プログラム) という。

2) 本 Living Shoreline は 2018 年に造成されたが、その当時ですでに 4 インチも海岸が浸食されていた。非常に小規模なプロジェクトで、三日月形の小規模湾 (Engulfment) が 9 つ造成された。しかし、その規模から水質浄化に寄与している程度は、比較的小さい。すなわち、大西洋から入り込む海水とまた、陸上起源の流入水の量が莫大であり、陸上からの流入水は、農地と陸地に敷設された鶏舎からの過剰栄養の排水が流れ込むからである。従って、ここでは海藻 (Algae) が繁殖しているが、海底に根を下ろしている植物は沖合に若干生息する。沿岸域では、これら海藻と水に含まれる物質によって太陽光が遮られ、根を有する植物が繁殖できない。また、この地ではバージニアカキ (Crassostrea Virginica) の養殖も手掛けているが、2 年以上は生息できずに死滅してしまう。これはカキの内部に微生物 (名前は不明とのこと) が寄生し入りこみ、カキの中で 2 年間繁殖し、そしてカキを死滅させる。小松より、それは水質が悪いから、そのような微生物が繁殖するのではないかと指摘したが、案内の Roman Jesien 氏は水質がよく、その微生物が問題であるとの説明にこだわった。

3) この Living Shoreline は全部で 9 つの三日月形の小規模湾 (Engulfment) がある。ここには当初、外からの砂を持ち込んだが、Kyle Point と同様に時間の経過とともに、海からの砂が蓄積する。それはこの地に固有の砂である。ここには Northern Diamondback Terrapin Turtle (淡水または汽水域に住む半水生の亀) の巣がつくられる場所がある。Terrapin 亀はアメリカ大陸に生息し、フロリダ州にも生息地があり全部で 7 種の亜種があ



写真3 Terrapin Turtleのサンクチュアリを示す標示
2022年12月3日著者撮影

るとされる。ワシントン条約の付属書Ⅱに規定されており、絶滅種ではないが、資源が悪化している。日本に輸入されるのはすべて人工繁殖したものである。この Living Shoreline は自然の砂とモルタル砂を入れ、穏やかな傾斜の浅いマウンドを形成して、自然の Terrapine 亀が産卵する場所【Nesting Habitat】を再現し其処をサンクチュアリとして設定して学生らがその研究を行っている。このような現象も Living Shoreline の効果の1つであろうと考える。

4) 後背地の湿地帯と前面の沿岸の様子

この Living Shoreline の後背地には湿地帯と雑草の生い茂る草地が存在する。前面の草地には Cord grass (コード・グラス/多年生イネ科植物)、Spartina patens (スパルティナ・パテンス/塩性湿地に定着するイネ科の侵略植物) と Spartina anglica (スパルティナ・アングリカ/イネ科の侵略植物) が生い茂る。Spartina 属の植物は、塩性湿地の塩分濃度に応じていくつかの種類がある。

前面の湿地帯は大潮の高潮位の際には海水が入り込むが、通常は淡水が優勢である。

自分たちは植物を植えることも行っている。岩場を好む植物もあるが、これらは Arm Heads といわれる(要確認)。ここには、岩があってこれを好む。また、Off Shore に Zustra と Lupia を植生してカキ養殖の手助けをしているが、太陽光が遮られてうまく定着しない。これが私たちの問題である。カブトガニの鰓の部分の死骸もあった(植物についてはその正確な表現は要確認)。

後背地の枯れた植物はフラグマイテス(ヨシ)であるが、枯れている。これは自分たちが除草剤を一本一本に丁寧に噴霧したからである。これも私たちの事業である。これは環境への悪影響を避けるために空中散布を避けて、労働力をかけ実施した。またこの除草剤も短命で土壌の中で短期間に消滅する。(小松よりそれでも化学薬品を使ったのでは、生態系に悪影響ではないかと質したところ) そうしなければこの一帯は Phragmites (ヨシ) だらけになってしまうし、環境にやさしい除草剤を使ったと反論した。



写真4 後背地の湿地帯の植物の繁殖の状況
2022年12月3日著者撮影

一番上方に写っているのが、除草剤を撒かれて死にかけて Phragmites (ヨシ) である。これは背が高くなり、最も乾いた湿地帯を好む。その手前にある黄色と緑が混在する植物が Spartina patens である。これは中間の湿地帯と水分量を好む。手前; 手元の植物も Spartina anglica であるが、黄緑色の Spartina とは種が異なる。Spartina は Cord Grass と呼ばれる。

2. 14:00 - Bishopville (Stream Restoration, Fish passage – 7 years old) 10618 Bishopville Rd, Bishopville, MD 21813

この地の写真はアンダーウッド社から提供されてよく見た写真であった。

1) この場所は、2014年に完成して以来、Water willow などの植物の繁殖が激しく、小型堤防の水流が緩やかになった傾向があったがここに来てようやく水の流れがスムーズになったと感じられる。また、ここに Water Penny beetle (淡水性のカブトムシ/ヒラタドトムシ) がみられる。この Beetle は極めて水質が良好・清浄なところにしか生息しないので、水質の判断のバロメーターとなっていて、これが生息する場所では、水質は極めて清浄である。



写真5 アンダーウッド社の提供の Bishopville の Riffle/早瀬と
現在(右) 2022年12月3日著者撮影

2) 2014年に工事して完成した。付近には White Atlantic cedar が生存する。



写真6 この場所の20フィート(約6メートル)の高さのダムを撤去して
5つの Riffle の小型石積みダムで水流を緩やかにした
2022年12月3日著者撮影

3) この場所に6フィート（約2メートル）の高さの小型のダム（日本での基準では堰）があり、これを撤去した。その代わりに5段に亘る小型のダムの状態の小石と枯れ木・倒木と石などから構成されるWeir（間隔をあけた小石の堰）を造り、自然に水流の流れを抑えて、上流の池が保持されるようにした。池とダムは1860年に造成された。この土地に製粉所（Mill）があった際にその水力・動力として活用したものであるが、現在ではそれが必要とされなくなった。従って、池そのものも必要がないが、どうしても水が恋しく、自分の祖母がそこで過ごして愛着を持っているとか、冬になるとそこでスケートをしたとか、それを継続したいとかの要望が地元住民から強かったので池を残すことにした。下流の撤去したダム（堰）はそもそも上流の池を保持するためのものであった。水の眺めは、最上（Prime）の価値であるとの理由である。

4) この小川の流れの脇にSpill overする（水が溢れ出でできた）脇の流れがあり、大水が出た際には脇に水が氾濫原のように流れ広がるように造成されている。この場所は海水・塩水が流れ込まない場所であり、下流には橋があるが、その下に2か所のWeir（堰）を設置している。しかし、たまに海水が侵入することがあり、遡河性のAlewifeにしん（Culicidae alosa）が遡上して産卵する。ここにはChadも遡上する。このプロジェクトのもう一つの大きな目的は、魚類の遡上の道を造ってやることである。これらは関係する雑誌にも掲載されている。溶存酸素量でいえば、上流のほうが酸素量（DO）が下流より高いが差が殆ど見られない。問題は、夏は植物による光合成などが活発に行われ、DOは比較的高く100～200%もある。しかし冬はその値が低下し85～150%である。これは植物の代謝が行われなくなるからである。これに対して、小松より、自分が日本で計測している限りでは、夏は酸素消費量が多くてDOが低下し、冬から春先にかけては高くなる傾向があるのでとても不思議である。どちらが正しいのか、両方が正しいかもしれないと答えおいた。



写真7 Bishopvilleの小型石積みダムの前での記念撮影
左からRoman Jesien、著者、Kevin SmithとDennis Whigham博士
2022年12月3日

3. 15時30分 Lizard Hill (mine reclamation, wetland creation – 10 years old)

Bishopville Cemetery, 10660 Cemetery Rd, Bishopville, MD 21813

このプロジェクトは2011年に着手し完成した。



写真8 Lizard Hill の上空からの写真
アンダーウッド社提供

この場所は、長い間廃棄物の投棄場になっていたものを湿地帯を造成することによって改善したケースである。周囲を取り囲む水路はMoatと呼ばれ、湿地帯より低いところにある。

実際にこの場所に入ってみると、灌木に覆われており、入るのも歩くのも困難である。Keith Binstedはこのプロジェクトが小友浦の再生プロジェクトの参考になるとのことで、私をこの場に連れてきた。すなわちここは投棄物が大量に投棄され、それを撤去しかつ、活用できるものは活用して、造成した湿地帯である。従って、大量の投棄物が投棄された小友浦は、この湿地帯とその前身が似ているとの考えである。しかし、私は当地に連れてきてもらったが、全体像が分かりにくいこと、造成地に入ってもどこにいるのかが全く不明であったこと、また、藪、灌木に覆われて視界が悪く、かつ、歩きにくかったことから、このプロジェクトの訪問の初期の目的を達することができなかった。（了）



写真9 周囲を取り巻く水路；Moatの様子 2022年12月3日著者撮影
写真10 灌木に覆われて、大変に歩きにくい 2022年12月3日著者撮影

2022年12月4日 Tizzard Island、Windy Hillと St. Paul's Kent Episcopal Churchの現場視察

1. Ocean City



写真1 明け方のOcean CityのInlet側の風景
2022年12月4日著者撮影

1960年代にリゾート用に人工的に開発された都市で、夏の期間と各季節の祝祭日には、たくさんの観光客で賑わう。

1. Boat tour of Tizzard Island – eroding marsh islands that will be restored by U&A (3 hours)

6773 Taylor Landing Rd, Girdletree, MD 21829

1) Tizzard 島は Assateague 島に囲まれてできた Inlet (内湾) の中に存在する島であって、Inlet の南側に位置し Chincoteague 島に近い位置にある。多くの Inlet 内の島が、海面の上昇と侵食の進行によって海面下に水没したり、島そのものが消滅したりしている。これらの島は渡り鳥の定住の場所としても重要であり、これらを海面上昇と波浪による侵食から保護して、島自体を残すべきである。そうすれば鳥類にとっても好ましく、また、鳥を見学に来るバードウォッチングの観光客も呼び込めるとのアイデアもある。

南側より北側の方が潮流と波浪の影響を受けて侵食と



写真2 Tizzard 島の図面に黒で Engulfment を設計し書き入れた図面
Underwood 社提供

島の土地の流出が進んでいる。私たちは、これらを観察しに Kevin Smith 氏の弟の Charles Smith 氏のボートによって島を訪問して、その侵食の状況を視察した。



写真3 ボートを提供した Charles Smith 氏 (後方) と左から Keith Binsted、Dennis Wigham 博士と著者 2022年12月4日



写真4 Tizzard Island の南側をボートから見た光景
2022年12月4日

南側は特に侵食が進んではいなかった。この島には一軒の小屋があり、其処はこの島をバードウォッチングのために訪れる者のための休息・立ち寄り所で、普段は誰も住んでいないとの事。



写真5 北側の海岸線。波浪と潮流並びに風雨の影響で侵食されて荒廃している。2022年12月4日著者撮影

この場所の近隣地はCord Grassが生い茂ってはいるが、それらの根が浸食を防いでいる様子もない。この北側に、アンダーウッド社はLiving Shorelineをいくつか設置して海岸線を保護し、かつ、自然の力を活用して砂浜の強化と造成を推進したいとしている。

2. Windy Hill

420 Windy Hill Farm Lane, Centreville, MD 21617

- 1) この土地のオーナーと奥さんは芸術と自然に大変に関心があり、家の室内と野外にも数々の彫刻と絵画並びに蔵書があった。彼は森林とそのマッピングが専門の仕事をしてきたが、このLiving Shorelineは2012年に造成された。小松からなぜ米国と貴地を訪問したのかの説明をした。2011年3月の津波で大堤防が出来上がり、それが湿地帯と砂州や汽水域を破壊し、これが主たる産業の漁業・養殖業と景観にも全くよくないと説明。米国の自然の活力を活用する手法を学びに来たと説明した。
- 2) Keithは小松をこの地に連れてきたのは、Kyle PointのLiving shorelineと比較してもらいたいとの目的があった。すなわち2012年と2018年のプロジェクトではアンダーウッド社も学びながら向上し、適応していることを見てもらいたいとの事。
- 3) この付近には他の地権者との境界があり、近隣はまだBulkhead（垂直護岸）のままのところがある。自分のところは大部分はLiving Shorelineとしたが、一部Bulkheadが残っているし、侵食を受けて湿地帯に変化したところをLiving Shorelineに造成したいと考えていると語った。
- 4) 確かにKyle Pointと比べると規模も小さく、砂浜への砂の蓄積も少ないと思われる。従ってEngulfmentの改良の余地がその後の経験からわかったのではないと思われる。この改良点についてはアンダーウッド社に総括・比較をお願いしたい。また、Havre de GraceはKyle Pointよりもさらに4年後であり、その改良はさらに一段と進んでいると考えられる。この点についても総括・比較が有意義である。



写真6 Windy HillのLiving Shorelineと北にBulkhead；垂直護岸が見える。
2022年12月4日著者撮影

3. St. Paul's Kent Episcopal Church, 7579 Sandy Bottom Rd, Chestertown,

農業用の汚染水のコントロールと侵食の防止並びに水流の浄化作用の向上が目的のプロジェクト。



写真7 St Paul Episcopal ChurchのStream Restorationの図面
アンダーウッド社提供

- 1) 目的の第1は、St Paul Episcopal Churchの墓地への侵食の防止である。従って水路と池の間に盛り土と投石をして地固めをしたので、侵食は生じない。



写真8 St Paul Episcopal Churchの墓地 2022年12月4日著者撮影

- 2) 農地の放棄による池の造成

この池は付近の農地と側溝（Ditches）から流れこむ流入水をいったんため込んで、自然の力を活用して、流入汚染水などを浄化する機能を持たせた。また、こ



写真9 農業の排水を浄化する目的の農地の提供によって造成された池
2022年12月4日著者撮影

これは地形を考えると平地であったので、下流の狭い溪谷的な土地よりもスペースを池のために確保することが可能であった。また、このために農家は農地を提供する行動をとった。彼らも農地を環境の保護や水質の浄化に提供したとのことを住民や消費者にアピールすることが可能となって、一石二鳥の効果が農業者にとっても生じた。

3) 森林の造成

Underwood社はこのプロジェクトに600本の樹木を植えることによって湿地帯の機能と土地の水量の保持量の向上を図った。しかし、そのための資金は事業の実施の本体の工事費用としては関係の資金拠出の基金が対応してくれないので、別途環境保護の目的を有する米政府Fish and Wild Life Service/FWS（魚類・野生生物局）からそのための資金をマッチング資金として拠出をしてもらった。

4) 下流域の河川に入る前の浄化機能を有するストリームの造成

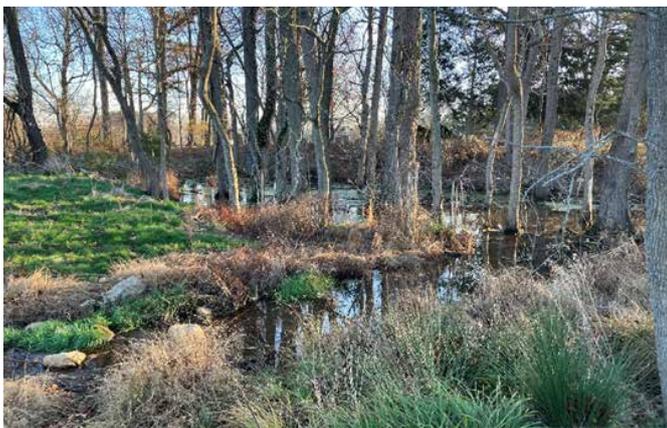


写真10：池から流れ出た水流をストリームを通じてさらに浄化して河川に最終的に流入させる 2022年12月4日著者撮影

下流の方はスペースが不足するのでストリームを緩やかに流す。これらの地域・水域までは淡水域のNon-tidalの水域であるが、これをさらに下るとTidal Water（潮汐水）となりチェサピーク湾に注ぐ。

5) 環境への配慮 水フクロウの巣箱の設置



写真11：巣箱の設置 2022年12月4日著者撮影

水フクロウ用とみられる巣箱が設置され、本プロジェクトの環境への配慮がうかがえる。下に取り付けられた金属製の傘は蛇やラクーン（アライグマ）が巣箱の中のひなを食べに上ってくるのを防ぐためであるとの事である。

このプロジェクトによって、特に農業者が農地を提供して水質の浄化と環境保全に努めていると言えることは農業経営者にとってもPRができるのでプラスの効果をもたらすと考えられる。（了）

2022年12月6日

Linnean Park and Broad Branch DCの現場視察

12月6日 15:15 - 16:00

Linnean Park and Broad Branch

5200 Broad Branch Rd NW, Washington, DC 20015



写真1 Linnean Terの標識（左）と住宅（右） 2022年12月6日



写真2 大きめの石を活用した流れ。石のところはパイプが取り付けられて暗渠状態であったが石に代えて、流れを地表面に出した。2022年12月6日撮影

1. Linnean Park はワシントンDCから真北に6マイル（約10キロ）に位置し、住宅街に囲まれる。西隣はRock Creek Parkであり、NOAA（米国海洋大気庁）のNMFS（漁業局）があるシルバースプリングからは南西に6マイル程度に位置する。近くにはペルー大使館もあり、彼らの協力も得てこのプロジェクトを実施した。

NOAAのNMFSでの会合の後にKeith Binsted氏の案内で、このRSC；Regenerative Stream Channelの場所を視察した。ここは、高級住宅街で、富裕層が居住している。付近には高級住宅がみられる。（写真1参照）

2. このプロジェクトは2014年に完成した。予算規模は70万ドルから1百万ドル（約1.4億円）であった。このプロジェクトと隣接のプロジェクトは、2つを合わせてBroad Branch プロジェクトと呼ばれる。ここは別会社Bio Habitat社 がデザインして、Underwood社 が工事を施工した。もう一つの隣接プロジェクトはリムノテック社 が設計してUnderwood社 が工事をした。現

在では多くのエンジニアリング会社がNBSの設計・工事を請け負っている。既に多くの予算・資金が投入されている。このプロジェクトの総延長は1,000フィートで、大規模ではない。これはチェサピーク湾にTMDL（一日あたりの最大許容負荷量）が2014年に設定されてから検討の対象となり、DC市は排水処理施設の設計と建設で十分であったが、それでもこのRSCプロジェクトの実施を決定した。TMDLと水質の向上に関して工事後の科学的評価についてDC市が実施しているかもしれないが、Keith Binstedは承知していない。

3. ここは住宅地から地下のパイプでBroad Branchに排出されていた。上流から流れるパイプからの排出口がある。さらに上流に道路が通っており、その下をパイプで繋ぎ、水流をここまで持ってくる。道路はより高いところにあるからである。

4. 最終的には、この流れは、さらにこのプロジェクトの下ある道路を400メートル下るとBroad Branchという支流に流れ込み、そしてRock Creekに入る。その後は海水が入り込んでいるPotomac川に流れ込む。

5. このように、このプロジェクトと隣接のプロジェクトは、以前水の流れはパイプラインで地下を流れていたが、現在は流れを地上に持ってきたので、「Under Sun Shine Project」ないしは「Day Light Project」と呼んでいる。市は、このプロジェクトに関するWEBサイトを持っており、その歴史やネーミングの由来などを詳しく説明し、とてもいいWEBサイトである。このプロジェクトは「National Geographic」に取り上げられた。

最初、住民の中には、このプロジェクトに反対のものがいた。しかし現在では、鳥が棲み、鳴き、虫もいて歓迎しているが、当初は蚊がわくのが嫌だと反対をした人もいた。雪の斜面を滑り降りる楽しみがある。勿論「蚊」も発生するが、流れのあるところでは蚊は発生しづらいし、例えばトンボのような生き物に食べられる。人々が犬を連れての散歩道となっている。

6. このプロジェクトがKeith Binstedが大学を卒業した翌年の春にインターンシップのときに来て手掛けた最初のプロジェクトである。Keith Bonskiに出あったし、Keith Underwoodがどういうわけか怒っていた。その後、彼からは多くのことを学んだ。（了）

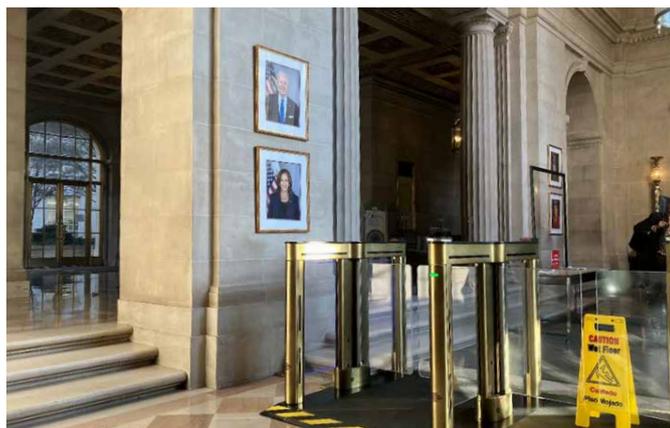
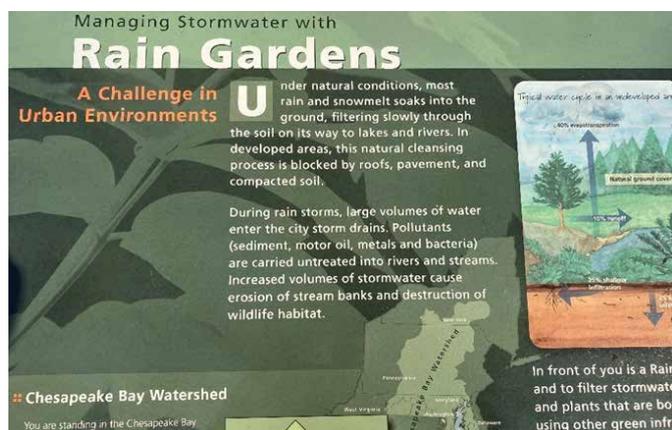
2022年12月5日 米国環境庁 (EPA) との会合

2022年12月5日 9時から10時30分

Dr Tom Wall, Director, James Havard, Michael Scozzafava, Watershed Restoration, Assessment and Protection Division, Office of Wetlands, Oceans and Watersheds, EPA

(米国政府環境保護庁、湿地帯・海洋・流域オフィス、評価・保護局、流域修復担当官)

EPA West Building, 1301 Constitution Avenue, NW

写真1 EPAの開門入り口 1301 Constitution Ave
2022年12月5日写真2 EPAのビルの前のRain Garden
2022年12月5日

1. 冒頭、小松からの下記の質問状に答える形で、協議が進行した。

- 1) 2014年に導入されたN、P、堆積物のそれぞれのTMDL（一日あたりの最大許容負荷量）は？溶存酸素（DO）の最低基準値はあるか？ない場合、その理由は？
- 2) チェサピーク湾もしくはその他河川他に排出される処理済み排水に含有される塩素について規制があるか？
- 3) 2014年以降現在に至るまでの、チェサピーク湾のN、P、堆積物、DOに関する科学指標による水質評価はどうか？
- 4) 住民に供給される飲用水に塩素は使用するか？日本で

は飲用水を供給の際は塩素を使用しなければならないが、米国での規制はどうか？

- 5) チェサピーク湾計画の計画ならびに実施にあたり、NEPA（国家環境政策法）はどの程度重要か？国家環境政策法で最も重要な条項は何か？

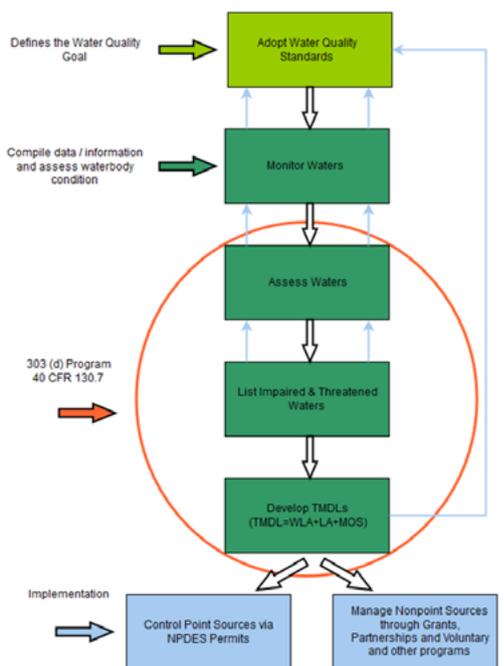
2. 上記1) に関しては、N、Pと沈殿物・堆積物（Sediment）に関して一日あたりの流入量の規制がある。DO（溶存酸素）に対しても基準があり、NOAAと共同で、DOに対応するカニやロックフィッシュなどの生息可能最低値を示している。これらについては、後ほど小松さんにご送付したい。小松より、3mg/l（DOで30%程度）でブルークラブが生存するとは、自分の日本の現場での計測経験から言ってありえないが、一度NOAAと照合されたらいかがか。いずれにせよあなた方の作成物であるが、生息が不可能か、それに近いので通常の生活ができないと思う。

2) に関しては、塩素系の薬物に関して、現在情報を集めているところである。

- 3) これはあなたが、チェサピーク湾計画の担当者とお会いになる折にお聞きするべきとても良い質問である。これは米国としても重要な課題として認識しており、モニタリングは重要である。これには議会でも予算を十分につけてもらっているし、複雑なモデリングまで実施している。このモニタリングの結果を毎年報告書を作成して公表している。単にN、PとSedimentだけでなく、アマモ（Eelgrass）などの海草とAlgae海藻類や生態系がどうなっているのかも公表している。このような詳細な報告書が1～2年ごとに公表されている。モデリングが示すところは、未だに大量のNがチェサピーク湾に流入していることである。特にサスケハナ川沿いのペンシルベニア州からの農家・農業からの流入が大変多い。これらの数百万ポンドのNの削減がまだまだ不足している。農家・農業企業数はペンシルベニアが30,000軒に対して、メリーランド州は3,000軒であって、彼らは10倍である。しかし、ペンシルベニア州の議員はあまり協力的ではない。法律では、河川の近くの牛は近寄ってきてはいけないとか、雪の上に畜産物の排泄物（manure）を放置してはいけないとの規定があるが、そうならない。ところで家畜排泄物の処理については多大な努力がはられたがどれも成功しているとは言えない。これを加工して肥料にする方式、バイオ・エネルギーすなわちバイオガスにすることもうまくいっていない。またはペレットにして肥料にすることである。メリーランド州政府が家畜排泄物を効果的に利益が出るようにとの対策を講

じているが、どれも運搬のコストが高くネックになり、経済的ではないのでうまくいっていない。

4) 塩素に関しては、広く使用されているので一般的であるが、飲料水に関していえば表層水ないし地下水での表層水の影響を受けるものについては殺菌(Disinfection)が義務付けられている。塩素系化合物は広く飲料水に使われるが、これの使用は義務ではなく紫外線とオゾンを使用してもよい。しかし、塩素系化合物が安価で取り扱いやすいので、これを使用することが多い。これが水質内の有機化合物と結合してトライテロ塩素系有機化合物を形成する。これが健康に有害であるとしてワシントン特別区の住人らの懸念となって問題を提起している。従って有害度の低い塩素系化合物や別の物質を使用すべきであると主張している。また、水道管が腐食して、特に鉛が溶出することが問題であるとしている。加えて臭化化合物も問題であって、これの規制を検討中である。



Water Quality-Based Approach of the Clean Water Act

図1 水質浄化法の水質改善アプローチ

5) NEPA (米国環境政策法) に関して、特別の場合を除いて、この法律はそれほど重要ではない。NEPAによる分析は、新しい浄水場と排水処理施設を建設するにはこれに基く規制があるが、それ以外は水質浄化法と絶滅の種保護法が重要である。従って、新しいチェサピーク湾の規制措置を検討する際にはそれが淡水域であれば内務省の野生生物局と海水魚の場合はNOAAと協議することとなる。また、別の部局では1,100か所の水質調査地点があり、ある年は沿岸域で、ある年は湖でまたある年は河川とストリームの水質を検査・調査する。この際は、魚と生物についても調査をするが、常に内務省とNOAAと地域社会とは事前に相談し、協議して、これらの関係者が

電氣を通されたように驚くことがないようにしている。

6) ここで私は、憲法論を展開。

7) 規制措置は、Non-point 源(非点源汚染源/面源汚染源)とPoint 源(点源汚染源)に関するものがある。これらはそれぞれ管理するが、Point 源については、良好に管理されているが、Non-point 源については、十分とは言えない課題がある。小松さんの世界の憲法論で出てきた質問であるが、米政府では連邦政府と州政府以下の役割であるが、規制措置を実施し実行するのは州政府以下である。EPAをはじめとする連邦政府はこれを監督し検査する権限を有する。従って、実施状況をアセスメントするのは州政府である。

そしてTMDLにはその達成までの期限が定められていない。これは、議会でも法律でも期限は定められず、それぞれの州が独自に設定して、その達成に向けて努力することになる。しかしEPAは州に対して適切に介入し、目標が迅速かつ適切に達成できるようにする役割を果たしている。また、米国の場合は、もし州が適切に行動しない場合は、訴訟されることもあり、そこからの圧力がかかるし、州がTMDLの目標設定と実施内容が不十分な場合には、EPAはその計画を承認しない場合がありうる。これも圧力になる。Non point 源についても許可のプロセスがありそこで許可をしない選択がありうる。EPAのコーディネーターについては、州とEPAとの間の協力と他省庁間の協働がある。これらによってTMDLの目標と達成のシナジー効果(相乗効果)を高める。

一つの例としてNon point 源の場合は、これは農業が原因であるので農家に協力を求める。また、モデリングの結果で問題が生じた場合は、これらの状況を理解してもらう努力と具体的行動をお願いします。また、さらにクラシックな例とすれば、チェサピーク湾の合意のようにいくつかの州で協働・協調して活動してもらうことである。

8) TMDLでは、実現するために実行のためのプランが必要で、それが実現可能であるかどうかである。そのためにマップとそこまで行きつく道程が必要である。これを実現するためにはデータが必要で、EPAは既存のモニタリング地点の既存データしか持っていない。しかし、それでもこれを基にしてアセスメントを実施することが必要である。

9) 先住民の保有している土地には州は関与する権限がなく、全米で、先住民が保有する土地はニューイングランド地方の広さに匹敵する。その土地での協力が不可欠である。従って州が先住民の土地に介入できない時には連邦主義に基づいてEPAが介入することになっている。

10) ところで、私たちにはビジョンが必要で、そこに到達し、または到達しようとする際に次の宿題が明確になってくる。

- 11) トランプ政権でも、私たちは現場中心であり、私たちの仕事の重要性は理解してもらっている。
- 12) かつてメキシコ湾で巨大な石油の流失事故があったが、その時に連邦政府は事故を起こした会社に損害賠償を求めてその時の損害に対する罰金が80億ドルに達している。そのうちの1億5千万ドルをEPAの環境の調査用に当てることとされている。
- 13) 省庁間の協調では、農務省と農家のとの関係は一步間違えば非常に危険である。農家の場合はポイント源の排出を規制することである。しかし、本来重要なものは農業政策の補助金政策を変更させることである。
- 14) 農業の問題は、メリーランド州よりは中西部のミシシッピ川流域の中西部の農業からの汚染物質の流失を規制できるかが重要である。80%の汚染が20%の土地から出てくる。特にこれらの土地と発生源を特定できるかにかかっている。
- 15) 農業者の中には、環境にやさしいとかHabitat（動物生息域）の保護に貢献をしているかどうかを表明したいと思っている者が出てきた。しかし、そのような貢献をしたいと思っている者とそうでない者がいて、大半はその中間である。Purdue大学のある女性教授が、土地利用に関して環境に配慮している農業者とそうでない者とを土地と農業の方式の差になるのかを上空からの写真を撮って比較する研究を実施した。
- 16) 事業の実施には信頼関係・トラストが重要であるが、EPAは農家からは信用されていない。むしろ農薬と肥料を販売する者が信用される。短期的には、どうすれば生産性が高くなるかアドバイスをし、農業を支援する者を信用する傾向にある。
- 17) 最後にマイクはExternality（外部性）に関心があり、私は誰もが自然を破壊する権利と権限を持っていない。ダムがサケの遡上などに悪影響があると語った。（了）

2022年12月6日

米国海洋大気庁 (NOAA) キャッチシェアの現状と進捗

最近のキャッチシェアの状況

12月6日 10:00-11:00

Dr Wendy Morrison and Ms Lindsay Fullenkamp,
NOAA/NMFS (catch shares)



写真1 Dr Wendy Morrison (左)、筆者と Ms Lindsay Fullenkamp
2022年12月6日撮影

1) 冒頭、彼女らから、これまで米国でどこを回って、どのような話となったかを問われたので、小松より、まずスミソニアン環境研究所 (SERC) を訪問し、次いで、メリーランド州DNR (天然資源省)、そしてCCA (沿岸保護協会)、EPA (米国環境保護庁) を訪問した。一方で、自然の力を活用しての事業；海岸の自然再生、水流；ストリーム自然再生と農業の排泄・排出物の浄化のための湿地帯造成の現場；すなわちNature Based Solution (NBS) の実施地を訪問した。ところで日本では震災後の公共工事で藻場干潟と塩性湿地帯と砂州が破壊され、震災による自然破壊よりも、その後の工事による破壊が自然への悪影響の原因である。そこで2022年5～6月にスミソニアン環境研究所一行を日本に招待し、NBS推進の目的で震災地の陸前高田市と大船渡市を訪問した。また、政府高官と政治家とも会談してNBSとは何かとその推進について協議した。コンクリート堤防は、自然を破壊し景観に悪い、生物多様性の喪失と漁業にも悪影響を及ぼす。しかし、日本は環境影響評価もなくコンクリート堤防などの建設を実施し、世界でも環境保護に大変に遅れた国家である。そこで今回はそのスミソニアン環境研究所の一行が訪問した後のフォローアップとして、私が米国のスミソニアン環境研究所、メリーランド州DNRとチェサピーク湾の計画とNBS;RSCとLiving Shoreline (生きた沿岸) の工事例の視察に訪れた。そして初日はSERC、第2日目はDNRそしてその後NBSの現場視察と5日はEPA (米国環境保護庁) を訪問した。

EPAでは、チェサピーク湾のTMDL；一日当たりの最大許容負荷量 (Total Maximum Daily Load) と溶存酸

素 (DO) の環境基準について話した。その際、DOが3 mg / l でも Blue Crab (ワタリガニ) が生存可能であるとの表がNOAAとの共同制作で紹介されたので、私からは、通常のDOは10mg / l で100%であって、人間が酸素吸入を必要とするレベルも93%以下に下回ったらかなり厳しい。それが3mg / l は30%レベルであり、ありえない。これでBlue Crabが正常に生き残ることはないだろうとEPAで指摘し、NOAAとよく相談したほうが良いと言ってきた。

2) 本論のCatch Shareに入り、小松からの質問は2015年以降にCatch Shareの進展はないのか。無いとすればその理由は何かを事前に尋ねていたところである。

①先方より、2015年以降のクロマグロの混獲枠ITQ導入以来最近まで進展がなかったが、太平洋のベーリング・アリューシャン海で操業する工船トロールと母船他のトロール漁船団は、長年TACは決まっているものの、漁獲競争で、操業日数が最近ではたった数日に短縮され、洋上操業での事故も多くなってきたので、Race for Fish (漁獲競争)をやめたいとの機運が高まった。また2018年頃にキスカ島とアトカ島他の陸上加工場に漁獲割り当てを配分しようとして、裁判所から、それは単なる経済的理由で資源管理の思想がないと批判されていた。これに対して、上記のトロール漁船団と加工場と地域社会が一緒になって協同操業するマダラを対象としたプログラムが北太平洋漁業管理委員会の承認を得られた。参加漁船は既に操業の許可を持っている漁船に限られている。これはPCTC; Pacific Cod Trawl Cooperative (マダラトロール漁業協同操業)といわれベーリング・アリューシャン諸島漁業管理計画への修正第122号である。この計画は2023年から実施予定で、最初の漁獲割り当ては2024年からの実施に合わせて配分される。現在は商務省NMFS (米国海洋漁業局) で省令を作成中である。その他のITQとCatch Shareについては正式な進展がないが、中西部大西洋でマツイカ (Illex) のITQ化の動きがある。それは温暖化で珍しくこの資源が増大しているので、既存の漁業者が新規の参入を抑えることが目的で、ITQの導入を唱えている。勿論、新規加入をしたい漁業者はITQの導入には、自分たちの参入が妨げられるので反対である。実績者と新規加入を制限したい漁業者の戦いである。メキシコ湾の漁業でもITQの導入で合理化を推進する動きがあるが、機運がまだ熟していない。太平洋側のIllex (ヤリイカ) も温暖化が好影響を及ぼして資源が順調に増加してきたが、2015年～2016年頃から巨大な暖水塊が発生してからイカの資源も下

降調となった。資源が順調であった際には、これらの資源に対してITQの導入を漁業者が検討していたが、現在では南西部太平洋でのマイワシへの検討を含めて、ITQの導入の検討は停止している。

- ②新規のITQとCatch shareが進展しないのはいくつか理由があるがまず第一にITQの導入によって、漁船団の減船などの合理化を果たそうとする目的が最も大きなITQとキャッチシェアの導入の理由であるが、その特質を持った漁業と地域がほぼITQに取り込まれてしまっており、後はあまり残っていないとみられることがキャッチシェアの導入が停滞している理由である。
- ③また、アラスカにみられるように、ITQの導入によりITQ枠が大規模な漁業者に集約されて、地域の漁業者が疲弊してしまった。アラスカの漁業者が減りITQ枠がシアトルベースの漁業者に集約された。そして、アラスカの漁業者がシアトル漁業者の枠を使い過酷な操業を強いられたりする。
- ④レクリエーション漁業者の中には、ITQは公共物であるにも関わらず、その私有化の根拠を与えてしまうことが問題であるとの声がある。これは特にRecreational Fishermenにその声が強い。ITQは、結局のところ既得権を持った漁業者の有利になるように機能する。漁業者の実績を補償しRecreational Fishermenはいずれ不利になると考えているからである。

3) Recreational FisheriesとITQないしLAPP; Limited Access Privileged Program (制限的アクセス特権プログラム)は2006年のMSA (マグナソン・スティーブンス漁業資源保存管理法)の再承認時に導入された新概念である。それまで導入されたITQは1996年から2002年まで、そして2006年まで延長されてその実施が禁止された。しかし2006年MSAの再承認法で、LAPP; Limited Access Privileged Programとして、ITQも導入が最後に承認され、その後、ITQを含む広い概念がCatch Shareプログラムとされた。

ところで2018年にModernizing Recreational Fisheries Management Act (レクリエーション漁業管理近代化法)が成立し、それが、商業漁業にITQが導入されている場合であって、Recreational Fishermenがその同一の資源を活用している場合においてLAPPがRecreational Fisheriesと商業漁業(Commercial Fisheries)の双方に対するインパクトを研究することを指令した。このような例としてはメキシコ湾のマダイのケースと南大西洋漁業委員会のWreck Fish、中西部大西洋のゴールデンタイルフィッシュ(アマダイ)や商務省が直接管理する大西洋クロマグロがある。

本件の研究は、既存の科学文書などを中心に検討が行われてきた。商業漁業がITQを導入しているケースであって、レクリエーション漁業は基本的にオープン・アクセスで、バググリットやサイズリットなどの商業

漁業に比較すると緩やかな規制しか投入されていないが、LAPPは比較的良好に機能していると結論付けているとしたのでNOAA/NMFSとしてはほっとしている。

4) これに対して小松より、メリーランド州のロックフィッシュの資源管理に関して、遊漁者のグループは商業漁業者に比較して不利な扱いを受けているとの不満を持っており、この報告書とは異なった結論である。すなわち、メリーランド州DNRはレクリエーション漁業の漁獲データが不十分であることを承知しながら、Recreational Fishermenのデータを正確に取寄せずに、その不正確なデータに基づいてRecreational Fishermenに対して不利な規制措置を課しているとの不満である。そしてロックフィッシュの資源が悪化していることに対して適切な資源管理措置を提案しない、または実施しないで、ニューイングランド地方の漁獲が多いことに原因を転嫁したり、適切で有効な措置をとらないとの不満である。このようなことはメリーランド州政府のみならず、米連邦政府と日本政府にも当てはまるのではないかと考えると語った。

5) 最近でもニューイングランドのマダラの資源状態が大変悪い。それでも漁獲量を削減しながら底引き網漁業を含めて直接漁獲を認めている。資源は回復しない。この原因としてこの漁業の漁獲データの収集が悪いことがあげられる。オブザーバー乗船のカバー率が低く、これを高める必要がある。また、漁業者はオブザーバー乗船を嫌がり、コロナ感染症の発生後漁船を小型化したのでオブザーバー乗船をしたくないとか言ってきている。はっきりしているのは漁船にオブザーバー乗船をした時に不正はないが、乗船中と乗船していない時の操業場などに明らかに差があって、非乗船時に何をしているのか漁獲が正確かどうか不明であり、ビデオ・カメラでも捕捉できない。従ってオブザーバー乗船のカバーを増大することが必要で、政府として予算をとったので今後はオブザーバー乗船を現行の60~70%を90~100%に増加させたいと思っている。とにかく正確な情報を取得することが最も大切で、漁獲情報が正確であれば、マダラ資源の回復がもっと早かったかもしれない(了)。

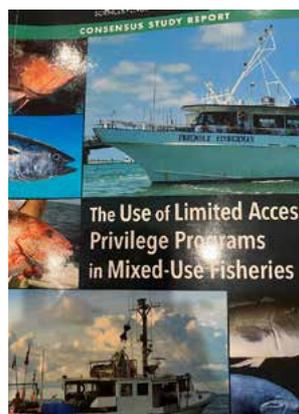


写真2
商業漁業とRecreational Fisheriesの混在する漁業管理についての報告書

2022年12月6日

米国海洋大気庁（NOAA）洋上風力発電の現状と将来展望

12月6日11:00 – 12:00

Ms Helen Chabot, NOAA Fisheries Office of Policy (impacts of offshore wind power generation on fisheries)

1. 冒頭小松より、事前に質問を提出しており、その中で、米の洋上風力発電対策について、現在訴訟中の Vineyard Wind and South Fork Wind のケースに関して、差し支えない範囲でのご説明を頂ければありがたいと述べた。

- 1) バイデン政権における風力発電の方針は？大西洋、中央大西洋、メキシコ湾、太平洋沿岸の海域における風力発電の最近の動向は？ NOAA と内務省の BOEM（海洋エネルギー管理局）の関係や位置づけは？
- 2) 洋上風力発電を許可するための EIA（環境影響評価）または EA（環境評価）のプロセスはどのようなものか？ Vineyard Wind Power の EIA は既に完了しているのか？
- 3) 風力発電の設置について、漁業者や地域住民との交渉やヒアリングはどのように行われているのか？
- 4) 風力発電は、沖合や海岸線からどの程度の距離まで許可されているのか？海岸からどれくらい離れているのか？また、水深が深い海域に風力発電所を建設する費用はどのくらいになるのか？遠く離れた場所に設置された風力発電機からの電力輸送や、ハリケーンなどの強風に対するメンテナンスコストは膨大なものになるのか？
- 5) ロードアイランド、マサチューセッツ、ニューヨーク、コネチカット沖の北大西洋沿岸では、Vineyard Wind と South Fork Wind の許可に対して、漁業者、商社、民間信託基金が、風力発電が漁業による持続可能な漁業資源の利用を脅かし、政府漁業管理に関する漁業者の信頼を侵害すると主張し訴訟を起こしている。
- 6) 2030年、2050年の米国のエネルギーミックスの中で、洋上風力発電が占める割合はどうなるのか。



写真1 Ms Helen Chabot, NOAA Fisheries Office of Policy と著者
2022年12月6日

7) 中国や北欧諸国に追いつくために、米国はどのような戦略をとるのか？

2. Chabot 女史より、バイデン政権は、大統領府の行政方針により 2030 年までに 30 ギガワット（1 ギガワットは 10 億ワットである瞬間の発電力を表す。）にのぼる沖合域発電（Off Shore）を目指している。しかし同時に、生物の多様性、生息域と漁業の持続的生産に配慮することの双方の両立（CO-USE）を目指している。しかし、水深が深い海域の先進的リース海域では 2035 年までに 15 ギガワットのフロートによる開発を目指している。

3. 現在の Offshore Wind 海洋風力発電のリースは、BOEM；Bureau of Ocean Energy Management/内務省海洋エネルギー管理局）が連邦政府が管轄する大陸棚の海底の使用権の期間を区切って貸与する。内務省に属する海域はニューイングランド地方の沖合域に集中している。そのほか中部大西洋、南東部大西洋、メキシコ湾内とカリフォルニア沖がある。

しかしながら、最もリースが進んでいる海域はニューイングランド地方沖である。それにはいくつかの理由があるが①海域が比較的遠浅で、固定式の風力発電機の設置が容易であること、②この付近は電力需要が大きいこと、③この地方は Green Energy に対する関心が高いことがあげられる。

カリフォルニア沖では海域の水深が深いので、フロート式の洋上発電の導入が行われる予定である。その他、メイン湾も沖合域は断崖があり、ここでもフロート式が検討されている。カリフォルニア沖ではフロート式であるが、フロートをロープで海底に固定することが不可欠であり、この技術も高レベルなものが必要とされる。フロート式は欧州では盛んに開発されているので欧州から学ぶことが必要である。

現在の洋上風力の導入海域は、ほぼ 3 マイル以遠で 200 カイリ内の連邦政府の管轄海域での海底のリースがなされており、3 マイル以内の州政府の管轄海域では 1



写真2 洋上風力発電のリースの海域 資料NOAA

件を除いて存在しない。それはニューヨークのブレイク島のたった5基の発電であって、その規模は極めて小さい。3マイル以内の沿岸域に洋上風力が建設されないのは、住民や環境団体からの反対が根強いからである。彼らは、太陽光の施設の見栄えがとても悪く反対である。住民と環境団体は、また、沿岸域は生物相が多様で、資源も多く、これらの種を守ることが必要であると主張している。それは絶滅のおそれのある野生動植物の種の保存に関する法律（種の保存法）と海産哺乳類保護法で、例えばRight Whale（セミクジラ）と、希少種の魚類；遡河性ニシン類と蝙蝠などを守るためである。また、洋上発電のプロペラから発出される超音波の健康への悪影響を心配する声もある。従って現在のところ、3マイル以内の沿岸域には洋上風力発電は設置されていないと言ってよい。

ところで、米行政の洋上風力の許可などの行政はBOEMが主たるリード・エイジェンシー（中心行政機関）との位置づけであり、そのほかにNOAAはコンサルティング・エイジェンシー（協議機関）との位置づけである。これは海洋生物に関して種の保存法などに基づく、絶滅種への悪影響がないかとか、MSA（マグナソン・スティーブンス漁業資源保存管理法）に基づく生息域と漁業に関して悪影響がないかとかを見て、BOEMに対して助言をする。また、科学と技術面からはエネルギー省（Department of Energy）がコンサルティング・エイジェンシーとして助言を与える。BOEMの使命・役割は、まず、必要な場所に関して洋上風力の許可申請を審議して、これに許可を与える規制機関（Regulatory Agency）であり、また、他の協議機関（コンサルティング・エイジェンシー）との協議をまとめ上げることである。

4. アメリカの現在の風力発電の促進は、法的措置に基づいたものではなく、大統領令に基づいたものである。従って、促進の根拠法は大陸棚の活用振興法がかなり前に成立したが、それを根拠法として風力発電を振興している。環境保護と環境アセスメントとの実施については、NEPA（国家環境政策法）がその根拠となっており、環境に影響を及ぼす活動については、環境影響評価か環境評価を行うことが義務づけられている。米国内で実行に移され、または検討されて、BOEMからその場所のリースの許可が下りているものについてはすべて環境影響評価が策定され、それに基づく事業の実施となるようにされている。現在の洋上風力の計画は、すべてについて環境影響評価が策定されている。環境影響評価は、その工事自体が環境に悪影響を及ぼすことが懸念される事業についてはすべてがこれを策定しなければならない義務がある。影響がほぼない、ないしは軽微と認められるものに関しては、環境評価で対応することとされている。また洋上風力事業の事前の段階で、科学調査と実験が必要であるものについて、かつ、環境に悪影響を及ぼさない

ものに関しては、環境評価で対応することが可能となっている。この場合でも、本格工事が後に控える場合は、環境影響評価を作成して開示する必要がある。

5. 環境影響評価（EIA）は、基本的にそれぞれの洋上風力の事業ごとにBOEMが作成する義務を負う。その作成と承認・認可は2年以内に終わったことがなく、通常は4年から4.5年を要する。ニューイングランド地方の沖で承認されたVineyard Power Wind plantとSouth Fork Wind plantの場合は3.5年を要している。これらのプラントは既に工事が開始されており、現在訴訟中であるので、裁判所から差し止めの決定がなされない限り、工事はこのまま進行する。しかし、BOEMには人材が不足しており、実際のEIAの策定はBOEMが工事のリース許可を受けた会社から資金を提供させ、BOEMが独立性を維持したままで、EIAを作成する。EIAは初期には、まずその骨子を作成公表し、これをパブリック・コメントにかける。その後も計画の内容を肉付け・具体化したのちに、これをパブリック・コメントにかける。また、関係する住民への説明会と対話集会を開くほか自治体や漁業管理委員会にも直接説明をする。

これに対して小松より、日本では2018年12月に再エネ海域利用法が成立し、洋上風力の導入の促進が決定されたが、其処ではもともと環境影響評価法に基づく環境影響評価の内容を簡便化し、かつ、その評価作成の期間と承認までの期間を短縮することを盛り込んだ。また、米国と異なりLead Agencyから環境省が外れて、建設側の国土交通省と経済産業省がLead Agencyとなった。また、海域を管轄する農林水産省（水産庁）はLead Agencyが許可を下す前に、重要なインプットを提供するコンサルティング・エイジェンシーにも事実上なっておらず、米国に比べて、生物多様性と海洋資源の持続的利用と絶滅種の保護にも力点が不足している。

6. BOEMに同時並行して米国環境保護庁（EPA）も規制当局（Regulatory Agency）としての権限を、Clean Water 法（水質浄化法）とClean Air法（大気浄化法）に基づいて実施しなければならない。従って、洋上風力の事業の承認にはEPAの承認もBOEMのそれと合わせて必要となる。

7. 小松から、12月3～4日に大西洋に面したOcean CityとAssateague島に出かけたがそこでも洋上風力の話になった。その地区でも漁業者は最初は洋上風力に強く反対していたが、そのうち洋上風力推進勢力が当地にも入り込み、どうも現金や雇用の提供を示唆したら、反対派の声が次第にトーンダウンしてきた。そのうち、賛成の声や、海底を石油採掘されるよりはまだ洋上風力の方がましであるとの声が変わっていったとの説明を聞いたと説明し置いた（了）。

2022年12月6日 米国海洋大気庁 (NOAA) 養殖業

13:00-14:00 Dr Jordan Hollarsmith and Dr Penny Swanson, NOAA Fisheries, Alaska Fisheries Science Center (aquaculture) NOAA 海洋大気庁漁業局、アラスカ漁業科学センター

小松からは以下の点について事前に質問状を提出しておいたが、養殖の会合のアレンジは、メキシコ湾とフロリダ州のRASについては、対応がなく、アラスカ州での養殖業と研究の取組が協議の対象となった。

- 1) アメリカの政策では、魚介類の自給率が9%と非常に低いため、養殖を導入して自給率を上げたいと考えているようだが、この政策は自給率の向上にどの程度貢献したか？
- 2) 米国の各地域では、これまでにどのような養殖種が導入されているか。魚類か、それとも海藻・海草類か、それとも貝類か？また、どこで養殖に成功しているのか？
- 3) メキシコ湾の連邦水域にMSAが適用されるとNOAAが解釈したため、米国政府はメキシコ湾に養殖場を設置しようとしたが、環境保護団体が養殖に反対している。メキシコ湾での養殖はどのように展開されているのか？
- 4) 天然魚の捕獲を尊重するアラスカ州は将来どうするのか、また現状はどうか？ 数年前、アラスカ州は、日本の昆布のような海藻の自然採捕を生態系に悪いと公然と否定し、その養殖も否定したことがある。アラスカにおける養殖の位置づけや政策は？

カナダ西海岸では、2025年までにケージでのサケの養殖を段階的に廃止すると聞いた。米国では、西海岸と東海岸で魚類の養殖が行われているが、どのような方針、立場になるのか。西海岸と東海岸での養殖はどうなるのか？

フロリダ州マイアミにアトランティック・サーモンを生産するRAS施設があるが、計画通りに生産できない難しさに直面している。当初は10万トンの生産計画だったが、現在も数千トンの生産にとどまっている。アメリカの水産物自給率向上政策、養殖政策、環境問題への配慮という点で、このプロジェクトをどのようにお考えか。大量の淡水を消費し、冷却に電力を使い、排水も再循環させているのに、その副産物として排水が出る。RASは将来の水産養殖になると思うか？ノルウェーでは、スモルトレベルを除き、RASは大きな投資を必要とし、淡水閉鎖系での生態は海水を好むサケには向いていないため、今のところあまり成功していない。



写真1：Dr Jordan Hollarsmith (左) と Dr Penny Swanson (右) がWEBで会議に参加した。2022年12月6日

1. Penny Swanson博士は、シアトルに根拠を置くNorthwest Centerの業務に言及し、主として魚類の研究のほかに、生態系とのインターラクシオン (相互関連)、養殖については、貝類、オイスターとアワビならびにマクロアルジー (海藻類) の研究をしている。最近では、アワビの養殖に関心を持っている。最近で残念なことは、カナダ政府が西海岸で、魚類養殖を禁止したことである。それに続きワシントン州と、オレゴン州とカリフォルニア州も続いて禁止した。この決定は科学的な根拠を持っておらず、社会的な要素で決定されたので、非常に残念であるが、これですべての魚類養殖が禁止されたわけではなく先住民は引き続き魚類養殖が可能である。

ところで自分 (Penny Swanson) は1986年から1987年まで、三陸の北里大学に滞在し、川口教授の指導を受けながらサケとその孵化場の研究などを実施したことがある。また、三重県の養殖研究所にも行ったことがある。三陸地方は、養殖の盛んなところで、自分は、東日本大震災後にも何度か訪問したと述べた。(Penny Swanson博士は他の会合があり、ここで一旦中座した)。

2. 再開後、魚類養殖の禁止が科学的な根拠に基づいていないことに言及した。

2016年にワシントン州のサケ養殖いけすから、事故があってアトランティック・サーモンが逃げ出したが、それで一般の市民は、アトランティック・サーモンが天然のサケと遺伝的に交わるのではとの懸念を抱き、ワシントン州はサケの海上での養殖を禁止してしまった。これは科学的根拠に基づくものではなく、ソーシャル・ライセンス (社会的な認識) に基づくものであった。この地域では、絶滅種のサケ；マスノスケとスチールヘッドなどの回復に膨大なエネルギーを使っているために、何を言っても養殖は悪い。生息域の回復の努力は天然の絶

滅種の回復のためにあるとして、一般市民は聞く耳を持たない傾向にある。養殖会社はその後不妊性のメスの3倍体を用いた養殖を提案した。これは99%以上の確率で不妊であるが、これも州政府は却下した。この決定は、養殖業界に多大なインパクトを与えた。これに対して将来は訴訟が起こる可能性がある。これらの禁止は先住民には適用されないし、先住民は養殖に関心を有し、現在はマガキとグイダック（ミルガイ）と地域の固有種などの貝類の養殖をピュージェットサウンド（湾）で行っている。ワシントン州には連邦政府が正式に認知した16の先住民の部族があり、それぞれが自分たちの独立した海域を所有し、彼らがそれぞれ異なった養殖や漁業を行っている。彼らには連邦政府と先住民との協定があり、独自の漁業・養殖業を行っている。また、メキシコ湾では連邦政府と部族間合意に基づいてのものではなく、さらに地域の先住民が独自に設定した内容に基づいて漁業・養殖業が営まれている。

2016年2月に盛岡市で岩手県のサケ孵化場のシステムをどのように再生・回復するかの会合が開催された。

そこには米国とカナダの科学者も参加した。そして、孵化場に関する代替のアプローチ案をプレゼンテーションした。私たちは孵化場の再生計画を持っており、それに基づいて、天然固有種の回復に焦点をあてた、そしてドメスティケーションの削減（野生の性質の保持）、サケの生存を高めるための方策について紹介した。しかし私たちの対象魚種は、海洋に下る時期多様な年齢であるマスノスケとスチール・ヘッドを対象としており、稚魚（Fry）の段階で下るシロザケとは生活史が異なるが、それでも基本の部分で共通するところがあると思う。地球温暖化の影響がサケにどのように影響を及ぼすかについては難しい研究であるが、結局のところサケの遺伝子のドメスティケーションの削減（遺伝子の野生部分の多様性保持）にあると思う。私たちは40年間のモデリングを通じてみており、あるマスノスケの系統群が絶滅しており、その原因が地球温暖化と関係があるのかどうかを見ている。そして孵化魚を通じて、どのように頑健なサケの系統群をそこに移植できるのか、かなりロングターム（長期間）で見ている。また、生息域の状況も観ているが海洋の状況をコントロールすることは極めて困難なので、海洋の条件を見ながら、孵化場からの放流と海洋への降海の時期をコントロールすることも研究している。自分は今、部長職にあるので研究はしていないが、自分が研究をしている科学者にコンタクトして連絡を取り合いたい。North West Fisheries Centerは、孵化場の再生・改革（Reform）に連邦政府と州政府とともに深くかかわっている。遺伝子学的研究も野生魚と孵化場魚の双方でたくさん実施している。そして天然魚と孵化場魚の相互の交配を避ける目的と絶滅危惧種の保護のための活用の目的を持っている。その会合の全体の記録（Proceeding）は作られてはいないが、サマリーはでき

ていると思う。この会議の招集者は山口こうへい氏であった。自分もサマリーが残っていないかどうかをしてみる。

2016年に三陸を訪問した時には大変数多くのダンプトラックが行き交い、工事のための穴掘り（Excavate）をしていたことにショックを受けた。

小松より、震災より、大震災後の工事の方が環境破壊であると考え人々が多いと述べたところ、彼女も環境への影響には同調し、サケが最近では回遊がゼロになったとの説明に大変驚くとともにコロナウィルス感染症で会合が開催されず、科学者間の交流が無くなったことも問題であると語った。彼女のご主人はサケの研究をされており、博士課程で日本に暮らしており現在はワシントン大学の水産学部のGram Young教授であると語った。また、小松さんとは別途WEBでもさらに会合を持ちたいを語った。

3. Dr Jordan Hollarsmithとの会合

小松が「2017年にアラスカを訪問した際に、州政府の魚類・野生生物部の役人が、養殖業（特にノルウェーのサケ養殖）はペストであると語り、海藻養殖だけでなく、天然の海草類の漁獲まで、生態系に悪影響があるとして、何ら推進ないし開発する気がなかった。そして日本にとっての関心種はLuminaria 昆布とUndaria ワカメである。Laminaria は日本食のダシとしても非常に重要である。世界は日本食ブームであり、本当の味わいはダシにあり、そのこだわりを求めて多くの外国人が日本にやってくるし、海外でも日本食がブームである」と語ったところ、彼女は、今ではアラスカ州でも養殖を否定する者はいないと述べた。貝類と海藻類の養殖の推進と研究に力を入れている。しかし問題は、海藻に対する科学的知見と流通・加工の能力並びに、海藻を食べる食文化が米国に無いのでマーケットの開発が重要である。従って具体的な乾燥技術と冷凍保存技術並びにそのほかの加工技術についても学びたい。小松から、加工も重要であるが、生鮮で海藻を食べる者が米国でも増えている。シーベジタブルサラダとして、人気があるので、鮮度保持の技術も大切である。また、彼女が具体的にアラスカ州のどこで何を研究しているのかとの問いに対して、自分はAlaria と Saccherina 他の研究をしているところである。また、対象海域はシトカ、ピュージェット・サウンド、アラスカ湾とコディアックまでの広範囲でほぼアラスカ州の全域にわたる。しかし、その知見が限られており先住民がそれを利用し、食べている程度であるので、海藻に関する科学的知見の集積と利用の開発のためにNOAAの予算が5千万ドルがついた。これによって海藻の養殖と利用を促進するため研究が活発化している。また、これに加えて2千5百万ドルが科学研究の推進のための予算として付いたので、これも活用して調査研究を推進したい。この予算は、海藻類と生態系やハビタット並びに

地球温暖化との関係を調査することができる。特に最近
はアラスカ州でも、以前は赤潮に被害はなかったが、最
近はある湾では全く問題がないのに、隣接する湾では発
生したり、以前冬は全く赤潮が発生しなかったが、現在
では冬でも発生する。また、最近には巨大な暖水塊が形成
され、それと赤潮との関係も調査したいと考える。また、
日本と米国の西海岸は海洋生態系に共通点と類似点が多
く日本から専門家を招致することができるし、米国から
日本へ出かけて科学者と専門家との交流を図ることが可
能であるとした。

そこで小松より、具体的どの海藻を現在研究・開発中
なのかと問うたところ先方はBlack Algae と述べたの
で、それをWEBを通じて写真で見せてもらった。これ
もAlaria種の一つと考えられ、現在は先住民が主として
そのまま乾燥して砕いて、ないしは発酵させて食用にし
ているとのことであった。

小松から、研究・開発の具体的対象種と地域を特定し、
さらには流通・加工とマーケットについてさらに開発し
たいならば、その具体的要望を明記してこちらにお知ら
せ願いたい。当方から、水産研究所や水産庁に繋ぎ、そ
こから、彼らが科学者と専門家を特定することができ
ると述べおいた。(了)

2022年12月5日

David Sikorski, Coastal Conservation Association

1. 2022年12月5日13時

David Sikorski Chairperson of Coastal Conservation Associationとの会合

彼は、遊漁者の代表であって、漁業者（Watermen）の代表ではないが、漁業者（Watermen）とも緊密な関係にあり、チェサピーク湾の漁業と遊漁については大変詳しい。当日は、漁業者3名が来る予定であったが、急にキャンセルされたり、そのような予定が入ってはいないといわれて、来なかったりしたが、これは、日本の漁業者についても同様の傾向がみられる。



写真1 David Sikorskiと筆者 アナポリス市内にて 2022年12月5日

1) 活メと漁業者収入の向上

Davidは真っ先に活メの話を始めだした。これは、知り合いのAndrew Choi（崔）氏から学んでいるが、ロックフィッシュなどの品質が大変に向上する。チェサピーク湾の漁業者（Watermen）は鮮度の向上と保持には全く関心がなく、漁獲後の魚をただクーラーボックスに入れて氷をかけるだけである。それで、魚価が50～80セント/ポンドでこれが末端の価格では7～8ドル/ポンドで買ったたかれている。Andrew Choiは、ワシントンDC地区で、レストラン業を営む寿司協会長と親しく、また自分の商売上も鮮度の良い魚を調達したいと考えたが、漁業者（Watermen）との接点がなくそして自分のところに相談に来た。自分は寿司が大好きだし、漁業者の収入の向上と、鮮度の良い高級品（High end）の水産物の供給をしたい。ところが漁業者（Watermen）はさっぱり、これまでの自分のやり方を変えようとしないので、Recreational Fishermen との間でつないで、この活メと高級品の提供をする試みを始めた。併せて、19～20ポンドの活メした後のロックフィッシュを丁寧に水切りして、特別の熟成用の紙に敷き、クーラーボックスに入れて1週間ほど寝かせておくと大変に味が良くなって、私の妻や家族がビックリした。このようなことが漁業者

（Watermen）の役に立つのだが彼らはその気がなくて本当に困ったものである。

2) ブルーキャット・フィッシュの増加

最近のチェサピーク湾では、本来はミシシッピ川などの固有種であるが、Blue Catfishが著しく増大してくる。これは2～5フィートに達し、大きいもので100ポンドにもなるが、レクリエーション漁業の対象としても人気がある。主として生息域は、ベイブリッジ（湾岸橋 アナポリスとケンブリッジ間を結ぶ）から北の淡水性の強いところとその支流に生息する。彼らの生息域の範囲と生息地は拡大し、ロックフィッシュのそれを駆逐する勢いで、また、ブルークラブなどを餌とする。現在ではロックフィッシュの漁獲量とその資源量を上回っているところであり、これの食としての利用も課題であるのでAndrew Choiとこれについても大きさと部位をかえて試食をしているところである。しかし、この魚種を放置すると重要なロックフィッシュの資源管理と漁業の管理に大きな影響があるので、それらの相互関係を考慮した資源管理をメリーランド州DNRに要求しているが、それを行っている様子もないし、できないのでは思う。

3) ロックフィッシュの資源管理

2017年以降この資源はDNRに拠れば資源が急速に悪化しているとされる。DNRのLynn Figley 局長代理は、この魚種の漁獲量が100万ポンド（約454トン）を下回ったら、産業としての意味がなくなると発言しているがそれは資源管理政策とは相入れない。そして、資源の業況が悪いので漁獲量を削減すると言い出した。ところで、政治的システムは公共信託主義に基づいて政策を策定・実行することだが、漁業の場合、其処にある情報が適切でなくても政策を実行してしまうことである。これで当面の政治的なニーズを満たしたと思っているが、これは政治的なナンセンスである。レクリエーション漁業の漁獲情報がきわめて少ない状況で、現状が把握されていないので私たちレクリエーション漁業者は、レクリエーション漁業の現状把握の調査の実施を要求していたが、DNRはAtlantic Coastal State Fisheries Commission (ACSFC；大西洋沿岸州漁業委員会)への対応が忙しく、要求が放置されたままであった。そして、メリーランド州政府DNRは、適切な科学情報がないまま、ロックフィッシュ資源の減少原因の50%はレクリエーション漁業の海上での投棄（Discard）が原因であると推定した。1年の内のある期間、夏の2週間ロックフィッシュに高温で最もストレスのかかる期間を禁漁にしまった。しかし、これで、漁獲努力は削減されても、漁業

の状況は、その期間を含めて正確に把握されない問題が生じた。さらには特定のレクリエーション漁業者を選択して、2尾のロックフィッシュを与え、Faxを含むエレクトロニックでの漁獲情報を提供させる調査を開始した。自分たち一般のレクリエーション漁業者にはたった1尾である。これは漁業資源の公平なアクセスの原則からも大問題である。自分たちが2尾を漁獲するのに、さらに経済的負担が増強した。これでは、法律違反といえる。公平でもなく公正でもない。経済的な要素を使って政策を誘導してはならない。これは州政府を相手取って訴訟が可能であるが、時間と労力がかかる。我々は公平に扱ってほしいのであって漁業者と同列を求めているのではない。しかし、この間も漁業者は漁獲枠を削減されていないのである。資源が悪いときは漁業者もレクリエーション漁業者も資源状態に比例して削減されるべきである。しかし、自分たちの欠点は漁獲データが欠けることである。そのため、遊漁者の漁獲把握を正確にしてほしいとの要望；こうすればレクリエーション漁業の漁獲データが改善するとの内容：を自分が委員長となった委員会からメリーランド州知事は州議会議長とDNRの局長あてに提出したところである。これは主として、レクリエーション漁業者の観点から、州議会からの要請に基づいて、漁業者と行政官は入れないでアカデミー（科学者）とレクリエーション漁業のコンサルタントも入れて検討したものである。

これはモア州知事をはじめとして州議会議長とDNR局長などに提出したが、DNRは8名のボランティアの遊漁者を選択して、彼らに調査の実施を依頼した。もっとも重要なデータはどれだけのロックフィッシュの投棄（Discard）があるかである。これでDNRとも協力するが特にYamahaがレクリエーション漁業のうちの外来魚の調査に資金の提供をしてくれている。

これに対して小松より、レクリエーション漁業者からの調査への協力は本当に得られるのかと質したところ、David Sikolskiはイエスと答え、たとえば移入種のCobiaはその漁獲が年々拡大し、重要なレクリエーション漁業の魚となっている。この調査に少人数にレクリエーション漁業者を特定し、さらにその漁業者のサブセット（小グループ）を形成して、漁獲情報などを収集中である。このCobiaについては隣接するVirginia州が既に2016年から報告の義務付けをした。その結果、調査への参加率は高く、もし、調査票を提出しない場合は、翌年はCobiaのレクリエーション漁業の許可を得られない。これは税申告と同じで、ある人は正直に申告し、別の人は少なく申告する。聞くところによれば報告は良くなされている。同様なことをメリーランド州政府DNRもやれと私は主張している。2017年から18年にかけて雨量が多くて、これがブルークラブの加入を良くし、かつブルーキャット

フィッシュの加入も良くした。しかしロックフィッシュの資源量加入量は引き続き悪化したままである。DNRはチェサピーク湾は全資源の95%の産卵が同湾でなされ、これが外部の州で漁獲されることが原因とするが、何一つ有効な資源管理措置をとっていない。担当のDNRの局長代行がMike LuisiからLynn Figleyに変わったが、その前の有能であったBrazier局長も首になり、その前任者も知事から解雇され、有能なものも解雇される。現在のLynn Figleyは局長代行であり、局長は空席である。彼女はノースカロライナ大学の水産関係の学部を出ているが社会学と経済学に関する知見はないと思う。

4) ブルークラブの資源管理

この資源の大多数はロックフィッシュと異なり、漁業者（Waterman）によって漁獲されていることである。また、メスガニを漁業者は漁獲できるが、レクリエーション漁業はそれができないことである。しかし、ブルークラブの問題点はむしろ生息域の問題である。従って、その種の管理では、生態系の考慮が重要であるがDNRにはそれを考慮するだけの科学的な知識・情報が備わっていないことが問題である。ブルークラブは陸上からの流入水、過剰栄養と沈殿物質（Sediment）の影響を受けやすく、これが十分にコントロールできていない。このことへの対応はカキの生産と生息域の改善にも影響する。州政府は1魚種に対応した資源管理政策を取り、対応しきれていない（保守的）。しかし連邦政府はMSAが包括的・海洋生態系の管理の手法（リベラル）をとっているが、自分としてはその中間が良いのではと考える。オイスターが初期資源の25%レベルに回復すれば、それは、現資源量の20～25%増大を意味するが、それがブルークラブの生息環境にも、水質が改善されて好影響をもたらす。この包括・連鎖的な改善の重要性は、湾の改善に取り組む人々に対する「教育のポイント（重要点）」でもある。また、ブルークラブはブルーキャットフィッシュのえさとなっているのでますます生態系の包括的な管理が必要である。

5) 漁業行政の組織

しかしこれには知事が簡単に役人を首切りし、また、一方でDNRの役人の資質が低下していることが問題で、この二つが悪循環になっているのではないか。例えばITQの導入ではバージニア州は1998年からである。しかし、メリーランド州では2014年からの導入で、これもロックフィッシュの資源管理をDNRがどのようにしたらよいかわからなかったので苦肉の策としてしょうがなくITQを導入した。積極的にITQの導入に至ったのではない。ITQは魚類・天然資源に関しての所有権を与えるが、自分は、漁獲、レントの権利はよいと思うが所有権には反対である。すなわち、所有権を持った漁業者とレクリエーション漁業者が漁

業ができて、そのほかの一般人（Public）が漁業出来ないのは、これは制度的な誤りであると思う。ライセンスの期間についても、現在は1月1日から1年間で、毎年更新である。しかしDNRが検討しているのは3～7日間の許可で、彼らの考えはそれによって許可料の収入が欲しいためである。しかし、これでは、安定してレクリエーション漁業も営めない。

バージニア州の海洋資源（マリン・リソース）委員会と委員長（コミッショナー）制度は知事の任命であるが、いったん任命されるとそのポストは安定し科学の機能をVIMS（Virginia Institute of Marine Science of William and Mary University; この大学はハーバード大学に次ぐ歴史を誇り、エール大学よりも古い。初期の頃の数多くの米大統領を輩出した。）に持たせていることが、彼らの安定した優秀な行政官の輩出の源になっているのではないかと思う。彼らのコミッショナーも知事が任命することには変わりがないが、より独立性が高いと思う。また、科学者もVIMSが優秀である。

6) CCAとしての活動

自分は、Recreational Fishermen の代表として、活動するとともに、チェサピーク湾の再生に牡蠣殻の海底・湾底への設置をするとそこにカキが定着しやすくなり、カキが繁殖増大する。また、カキ自身が、チェサピーク湾に流入する窒素分とリン分の浄化に極めて貢献しているので、これらを生徒たちに教え、かつ、実際の活動に参加することを呼びかけ、そして、生徒たちの教育のためのプログラムを実施している。これによってチェサピーク湾の浄化に貢献したいと考える。しかし、たった今もボルチモア市で大量の汚染物質・汚染水の流入があったとの苦情が漁業者（Watermen）から寄せられたところである。

これに対して小松から、貴職が子供たちに対してカキ殻によるカキ底質の造成をしたり、カキによる水質浄化を図ることは今後共大いにやってほしいが本質はTMDLの限界があるように、陸上起源のNとPとSedimentの流入量を削減することではないか。湾に入ってしまったものを取り除くことは重要であるが、それ以前に重要なのは農業、畜産業；鶏糞や都市排水と廃棄物をチェサピーク湾に流入させないように、ないしは大幅に削減することの重要性を生徒たちや大人たちと市民に教えることではないかと思う。すなわち、陸上起源の汚染源がチェサピーク湾の水質と環境の悪化の原因で原因を絶つことが最も重要であると教え込むことであろう。そうすることによって牡蠣殻やカキの増殖に参加する人たちも自分たちに活動の位置がわかるし、さらにもっと効果的な活動とは何かがわかると思うと述べおいた。

2. 食から見たチェサピーク湾の生産力不足？



写真2：ケンブリッジ市のレストラン；Portsideのカキのチーズが乗ったハーフシェル 2022年12月9日著者撮影

1) マガキとバージニアカキの差

日本のマガキ（*Crassostrea gigas*）では1年物に相当する（小松の判断）殻が7～8センチのバージニアカキ（*Crassostrea virginica*）である。カキの身はこのチーズの下にある。これの3分の1程度で、どろどろしていた。カキの生物としての活力が伝わってこない。これは後で専門家のシャックリー氏に聞くと4年物であろうとの事（彼は実物を見ていないが、小松の説明で判断）とすると、チェサピーク湾の生産力が、日本の太平洋の沿岸域に比較して、きわめて低いとの感触を有した。これは次回以降のチェサピーク湾の訪問時の課題である。

2) 海域の生産力

また、このことが意味する日本の海域の生産性とカキ養殖業を考えることが必要である（了）

2022年12月9日

カキ養殖業ジョニー・シャクリーとの会合

2022年12月7日メリーランド州ケンブリッジ市 Dorester で Johnny Shockley 氏と会合。

Mr Johnny Shockley (カキ養殖とチェサピーク湾の生態系修復のエキスパート)

住 所：Phillips Packing House, 411 Dorester Ave, Cambridge MD 21613

1. もともと Johnny Shockley は The Hooper Island 社の共同経営者で Hooper Island でのカキ養殖業者であったが、最近は養殖業も含めて、カキの流通と加工業とレストランにも事業を拡大している。最近はそのために、養殖生産から加工業、販売・レストラン業までを営む Blue Oyster Environmental 社をいくつかのカキに関連する事業者・投資者と共同で同社を設立し、彼はその会社の過半数以上の株式を保有。The Phillip Packing House での投資を2018年に決断した。その会社の下でいくつかのレストランとバーを営業する。このレストランとバーを一般の客と住民に開放し、この地の住民らに認知してもらうことが目的である。総投資額は5百万ドルで、連邦政府からの借入金とタックス・クレジットを活用すると返済総額は3.5百万ドルでよいので、好条件である。そのほかに州政府からの借入金も提供される予定である（金額は要確認）。

2. 彼は、The Phillip Packing House の跡地の1Fの奥まった2つのスペースをこのPhillipの缶詰工場跡地60,000平方フィートを2,000万ドルで買った Eastern Shore Line Conservancy (ESLC) とリース契約し一連の業務を開始する予定で、このビルディングの内装の改造工事に着手した。

Phillip 社は1920年にこの地に設立され、第1次世界大戦と第2次世界大戦のKパックとCパックの軍事食用缶詰などを生産して、1960年に閉鎖した。その後ケンブリッジ市は、この跡地の利用を計画し、東に位置する

大西洋岸のリゾート地 Ocean City への通り道としての価値と Phillip の歴史的建物を生かす伝統的な街づくりに合わせて農業と漁業も含めた基幹都市としての位置付けをした。

この Packing House はその外装の歴史的価値を生かしながら複合機能を持つ食品業と環境と観光のビジネス地点として位置づけられた。

3. 彼は1階の奥まった2つのスペースをレンタル契約した。広場に面したほうのスペースをレストランとオイスター・バーに当て、その隣の内側をパッキングと加工場にして、さらに奥には事務所を設けた。付近には試作用と市民用のキッチンも設置が予定される。二階には全く別のテナントが入居の予定である。



写真2 内装を改装中の The Phillip Packing House
2022年12月9日 著者撮影

4. 彼は、オイスター・バーとレストランで、顧客に各種のオイスターを直接販売し、提供する予定である。2倍体と3倍体のカキ、養殖と天然のカキ、ハーフシェルと調理を施したロック・フェラーオイスター（ハーフシェルにパン粉とクリームと緑野菜を載せてオーブンで熱して提供するもの）などである。世界中のオイスター



写真1 The Phillip Packing House 前で Johnny Shockley (右) と筆者
2022年12月9日



写真3 高圧の Hiperbaric 社の殻剥き・加工機器写真図面
2022年12月9日 著者撮影

も集めたいと考えている。彼は高圧の殻剥き機（価格は80万ドルでHiperbaric社の機器としては最も小型）を設置する予定である。

彼は外部販売もする。種類は①単純に殻から取り出した剥き身②高圧をかけて殻から離れたオイスターを殻に閉じ込んでバンドで結わえて販売する。これはレストランが簡便に顧客にハーフシェルとロックフェラー調理で提供できる。③大きなサイズは剥き身を瓶詰にする。これによって食品調達業者（Purveyor）は用途に合わせて、カキ製品を購入する。

5. 今回の事業を環境の改善と結びつけて考えている。2014年からチェサピーク湾にTMDL（一日あたりの最大許容負荷量）が導入されたことによって、2015年と2016年に将来の事業展開について悩んでいた。事業に環境改善への取組が求められていると理解していたが、カキはチェサピーク湾に流入する窒素分とリン酸塩分の除去に大いに貢献する。カキ養殖生産を事業化し、その場所からの窒素とリン酸塩分の吸収、窒素分とリン酸塩分をチェサピーク湾から除去したかを具体的に算出できる。

メリーランド州政府はEPAと協力し2016年に専門家他による委員会を形成・設置して、環境・季節・養殖形態・ブロックの塊などの状況別の窒素分とリン酸塩分の吸収の効果について、委員会としての勧告を出した。

（参考；Oyster BMP Expert Panel First Report — Approved on December 19, 2016）

これを受け自身の会社Blue Oyster Environmental社でも窒素分とリン酸塩分の吸収にどれだけ貢献しているかを実際の数値として算出し、この算出分をクレジットとして、州政府あるいは、排出規制が不十分な企業ないしは、庭からの雨水の排出を削減できない個人に販売することが可能となった。すなわちカキの販売のほか、環境改善貢献のクレジット販売を通じてのビジネスが可能となったと説明した。

6. これに対して、小松より、質問をした。

- 1) 私（小松）が8日夕方ケンブリッジ市のレストラン「Portside」で食べたパン粉とクリームで調理したハーフシェルのオイスターは7～8センチで小さく、身もやせて溶けかかっていたが、この大きさのバージニア・カキは一体何歳か。
- 2) 窒素分とリン酸塩分のクレジットは承知したが、二酸化炭素が世界的に問題となっているが、それに関してのカキの効用に関する科学的評価・分析はないのか。
- 3) 2016年12月の報告書は承知したが、それ以降の報告書はないのか（本質問は小松が、2016年の報告書を読んだ帰国後に発した。）

Johnny Shockley は、バージニア・カキはマガキに比べて成長が遅い。その料理はロックフェラー・オイス

ターで、3.0～3.5インチで年令は3.5～4歳ではないかと思う。バージニア・カキは概して小さい。またマガキは養殖が主体で、養殖は天然に比べて成長が早いし、3倍体ではないか（3倍体については、小松より日本ではごく一部を除いては、これを使用していないと説明）。マガキはバージニア・カキの通常2～3倍の大きさがある。そしてバージニア・カキの天然は成長する前に収穫してしまい大きくなれない。漁獲が禁止されているカキのサンクチュアリの海域の内部であれば大きくなると述べた。（小松より、例えば、チェサピーク湾が清浄であった100年前ならば、カキはもっと大きく成長したのではないか？現在は排出物が陸上から流入して、この物質がチェサピーク湾の水質を悪化させて成長を阻害しているのではないかと質したところ）Johnny Shockley は、流入物がむしろカキの栄養となって成長が進むと思う、また産卵直後のその後の成長を阻害する問題があるのではと述べたので、小松より、現在のチェサピーク湾の水質は化学物質と医療用の排出物なども多いと思う。これが瀬戸内海でも同じでこれが成長を阻害している。Assateague島でもカキは成長しないで若齢期に死滅した。Johnny Shockley はサンクチュアリ内では10～15歳まで生きて、8～10インチ（24～30センチ）まで成長する。そして貴職が昨晩食したカキは漁業（Public Fishing）によって年から年中漁獲されており、成長する暇がない。



写真4 カキ桁・かご底引き（Dredging）漁船
2022年12月9日 著者撮影

これらのカキは天然なのでNon-Sterile（産卵する）するが、養殖は3倍体のSterile（不稔性）で産卵せず、その分成長する。そして自分たちは3倍体、天然の2倍体は漁業者（彼らは養殖業者の悪口も言うが）がドレッジング（底引きの桁網かご漁業）でとったものも全部販売予定である。そして、それらの製品には、それぞれ情報を提供し、説明をする。

- 4) の二酸化炭素については、Johnny Shockley は、カキの二酸化炭素の吸収と排出がほぼ拮抗して、吸収が多いことが証明できないと聞いている。（小松より、そ

れはおかしい。炭水化物もたんぱく質もC（炭素分）から構成されており、二酸化炭素の吸収には貢献しているはずだ。そして世界が関心を有しているのは窒素とリン酸塩よりは二酸化炭素であると述べたところ、) 当地ではTMDLとの関連で窒素とリン酸塩に関心が働いていると述べた。

5) についての2016年12月以降の報告書はない。

7. Johnny Shockley は、Blue Oyster Environmental 社はその下にカキ養殖、カキ種苗生産とシングルシード用のカキ養殖機材（主に豪で生産）の販売も手掛ける The Hooper Island 社を包括し、総合的にすべてのカキに関する事業を行う世界の最初の会社である。しかし、The Hooper Island 社は現在、自分の共同出資者との間で裁判の係争中で、自分が勝訴の予定であるが、今日は、小松さんとともに養殖・種苗施設に立ち寄ることは差し控えたい。

8. 今後は洋上風力の概念と同じようにチェサピーク湾の真ん中にソーラーパネルはアンカーを使って固定しそこで発生する電力を活用して、養殖を行いたく既に州政府に申請済である。総投資金額は5百万ドルで、本事業に関心を有する各方面の関係者から投資を募っている。これで8,000個のシングルシードの養殖籠をコントロールし；定期的に20フィート（約6メートル）上下に移動し回転させ、年間2百万個のカキを生産計画している。これまで籠の生物的付着物も自動の回転で解決し、12～18月でマーケットサイズの生産が可能で、温暖な海では8～10か月でそのサイズに達しよう。管理はすべてたった2人がリモートで行うと語った。現在、米国防省（正確には国防省の仕事を請け負っている民間会社）と共同研究・開発中である。ボルチモア湾内で試験的に実験中で、これが成功すると、チェサピーク湾のいたるところで事業展開が可能となる。（小松よりどうして米国防省との共同事業かと質したところ、また、汚染が進行しているボルチモア湾とはイメージが悪いと述べたところ、) 彼らはソーラー・パネルの設置技術と、潜水艦などの建造を通じた工学的技術の蓄積があり、沿岸と海洋生態系の生物に関心を有しているがしかしカキには知見と経験がないので、双方からの歩み寄り、私たちと組むことになった。ボルチモア湾は陸上からの排水養分が多く、実験場としては、適切であり、本格的事業としてはチェサピーク湾の別の海域で行うと述べた。

Blue Oyster Environmental ; Solar Oysters (了)

参考文献

Oyster BMP Expert Panel First Report—Approved on December 19, 2016
Panel Recommendations on the Oyster BMP Nutrient and Suspended Sediment Reduction Effectiveness Determination Decision Framework and Nitrogen and Phosphorus Assimilation in Oyster Tissue Reduction Effectiveness for Oyster Aquaculture Practices

2022年9月23日 FHFノルウェー・シーフード基金

9月23日14時から17時まで、ノルウェーのシーフード調査基金（FHF）の組織改正、業務並びに、ノルウェーのシーフードとエネルギー政策と政治情勢を含めた情勢と対応に関して多岐にわたり、Hans Petter Naes氏と意見の交換を実施したところ、その概要以下の通り。

1. 養殖業からのリソースレントの徴収議論

2日前の報道によれば、養殖業から徴収するべきリソースレントは正規に算出し徴収すれば7兆クローネ（約100億円）に達すると予想され、10月6日にノルウェー議会に政府の漁業・養殖業の予算も提出される予定であり、そこでこの議論が噴出することが明らかになった。最近発表されたノルウェー国内高額所得者（長者番付）上位400人中の6番にSalmar社の会長Gustav Witzeが50.6 Billion クローネ（約7,500億円）が入りそのほかの養殖会社の社長・会長が上位に入っている。明らかに儲け過ぎである。養殖業は、各地の水域ではあるが公的な水面を使用しているのであり、使用料を払うべきであるとの議論が2019年にも起こったが、これが再現した。

2021年に行われた総選挙後現在の政府与党は少数与党であり、労働党と中央党が連立を組み、それに、政策の是々非々で左派社会党と緑の党が協力する。しかし、現在再度総選挙があれば、保守党に再度回帰するとみられている。中央党は、その名の通りではなく地域政党であって、特に農民・農業者等であって、農業保護や農業者への補助金の支給に賛成である。またガソリン税（ディーゼルを多量に使用する）の増税などには反対である。

一方、左派社会党は都市部のインテリ層の支持者が多く中央党とは全く政策が異なるし、緑の党とも異なる。リソースレントに関しては、Gustav Witze サルマル会長が反対を述べることは適切ではないので、小規模な養殖業者が反対の意見陳述をすることになる。

2. 養殖業のTLS制度について

ノルウェーのTLS制度は養殖場を海ジラミの対策によって、良く対策をしているところを緑で表示し、中間を黄色で、対策が悪いところを赤と表示する制度である。そして緑の養殖海域での将来の養殖量を6%増大し、赤の養殖場からは6%を削減する制度である。

ところで、この制度に対して、養殖業の成長を阻害するものであるとの批判が養殖業界から高まり、ノルウェー政府貿易漁業省からの要請によりノルウェーの調査委員会（Research Council of Norway）がTLS制度評価委員会を設立し、2021年12月にその報告書（英

文）が公表された。「評価委員会は①海ジラミと天然サケの死亡に関する科学的モデルと方法が適切であったか②TLSが科学的証拠を反映したものであったかどうかである。」すなわちTLSは科学的な証拠に基づいて設計されたのかどうかに関する疑問が沸き上がったのである。この委員会は、TLSの製作・設計にかかわったノルウェー人科学者を全く入れず、8人の各分野の専門家；海洋生物学やモデリングと魚病理などのフェロー諸島、デンマーク、英国（議長）フィンランドの海外の科学者のみで構成された。

この調査結果の意味するところは①そもそも天然のサケは海ジラミの感染で大挙して死亡しているのか。他の要因；自然死亡率の方が高いのではないか。自然の状態でもサケは93%が死亡するのに、海ジラミの関係する要因は問題視できるほどは高くないのでは②養殖サケから海ジラミがその付近を回遊する河川から海洋に泳ぎだしたサケのスモルトに本当に転移するのかどうかという基本的な考えが適切かどうか、③仮に転移するにしても現在のTLSに使用されるモデルと転移する比率、養殖サケに存在する海ジラミの付着量（特に海ジラミメスの産卵可能な数量）が適切ではないのではとの問題を提起している。そして、15に亘る勧告（提言）を行っている。科学的な不確実性の削減と、自然科学に対する専門家の意見を取り入れるべきであるとの内容である。

しかし、昨年12月に勧告が発表されても、何らの政府からの動きもなく至って静かである。自分は、求めに応じて、この報告書の説明に関する講演会を行っている。

3. 海面利用の競合の強化

今後はノルウェーでは海面利用の競争が激しくなる一方である。養殖業だけをとりてもサケだけではなく今後はマダラの養殖が盛んになると推測される。これまでマダラ養殖は技術的な課題から発展しなかったがその問題が解決したので、マダラ養殖のニーズが高まることが予想される。さらに漁業との競合があるし、今後は風力発電の海上進出が大きな経済的な推進力となっている。ノルウェーは、石油、天然ガスと水力発電に依存してエネルギーを確保してきたが、ここにきて地球温暖化の加速の面から、石油と天然ガスが批判されてきた。そのために政府は洋上風力の推進を今積極的に進めている、実際に進められた例はほとんどないが、政府も民間もその推進に極めて積極的である。そのために、洋上でのスペースが大幅に必要となるので、この面でも漁業と養殖業との競合が懸念される。特に沖合の海域で操業するオーシャン・トロール漁業からは強い懸念が表明されてい

る。ノルウェーは歴史的にみると1900年代に水力発電を、1972年以降は石油開発を推進し、現在は風力発電に向かっている。緑の党は、風力発電にも反対である。彼らは環境に対する懸念を表明しているが、大方の政治圧力は風力発電の推進に向いており、政府はこのためにEnova（政府系の投資機構）が初期投資の資金を用意し、民間企業も投資に向かっている。10月6日にはノルウェー議会に政府が政府全体の予算を説明することになっており、漁業も洋上風力もここで討議されることになるのでその結果をみどりの党をはじめ多くの関係者が注目している。緑の党は、風力発電も科学的根拠を持って推進するべきと主張している。

4. 漁船漁業と割り当て量

小型漁船への割り当てが今の政府の政策の焦点になっている。特に割り当てを行う際には、漁獲成績報告を正確にしるとの要求が政府から提示されている。エレクトロニック（電子）報告であれば、これが簡単であるとの政府の主張であるが、小型の漁業者は、これが過大な負担であると反発をしている。大型漁船では問題はない。従って、報告をどこまで、どのように義務付けるかが焦点となっている。また地球温暖化に対応して、漁船のエンジンとエネルギーをハイブリッドにしるとか、電気式にしるとかの要求も出てきている。またカーボン税の導入も検討されている。ノルウェー漁船はディーゼル油の消費が多いので、これは大幅な負担増となる。Brexitは結局ノルウェーにとっては問題とならなかった。輸入も、操業も以前とほぼ変わっていない。80%の資源がノルウェー、EUとロシアで共有されているが、微調整はあったがBrexitで操業が大きく変わったことはないし、マーケット面でも変わらなかった。ロシアとは100年の付き合いがあり、彼らとの付き合いを大切にしたい。

5. 漁業・養殖業新技術の展開とサケ養殖業の地球温暖化への悪影響

1) 今後養殖業のパラダイムシフトも予測され、実際に技術革新が起こらなければならないが現実はそうはなっていない。30年間ノルウェーの養殖技術は変わっていない。

しかし、フィヨルド内の汚染が進行して、この対応のための陸上養殖も円滑に進展していない。陸上施設は淡水を大量に使用するし排水の問題もある。従って200～400グラム以上の大きさの養殖は進展していない。サケの生理に合わないからである。Salmarと石油掘削の技術とフロートに経験があるEker Oceanが協働した沖出しの養殖施設も決してうまくいっていない。

2) 日本においてもGrieg FamilyのGrieg Jrは38億クローネの所得を上げて、ノルウェーの長者番付けの上位に躍り出ている。日本の富士山ろくにProximar社

として、RASの工場を建設し投資している。

3) ノルウェーのサケ養殖業は地球温暖化への悪影響の面では多くの問題を抱えている。1970年代の初期の頃の養殖量は10～20万トン台でその餌が殆どホワイティングなどの魚類・魚粉で賄えたが、現在のように150万トンに達すると、えさの大半が植物性タンパク質である。その大部分のえさ（98%；要確認）がブラジルからの輸入大豆で支えられている。その大豆の栽培が、ブラジルの熱帯林を破壊して行われて、さらに、燃油費をかけてブラジルから運搬される。そしてその植物たんぱくを投入して、サケが育成されたのち、生鮮サケは航空機で、すなわち二酸化炭素の排出に大いに貢献しながら、日本や中国と米国市場に空輸される。これらの現象と問題点はいずれは、対応するべき課題として取り上げられるであろう。

4) 最近、マダラとハドックの肉質内のアニサキスの存在を確認することができる機械がFHFの支援を受けた研究で開発された。それによって、アニサキスを取り除くことは未だできないが、確認できるだけでも大きな進歩であり、かつ、経費の節減につながる。

5) 先の保守党政権の時にノルウェーは北方圏の国家だと言いながら、北極圏に活動の拠点が少ないとの批判を受けて、そのためにFHF（ノルウェー・シーフード研究投資機構）はその本部を、これまでのオスロからトロムソに移すことになった。その結果、FHFのオスロ事務所の職員はそれまでの12人から3名に削減され、その代わりトロムソ事務所が1名から、11名が勤務する本部となった。その他、オースランド他にも事務所がある。小松より、FHFの主たる事業はシーフード産業振興のための研究であり、そのためにはオスロにある政府や研究機関と産業界は、政府の諮問機関との意見交換などが重要と思うが、トロムソに移動したら、それがおろそかになろうと述べたところ、Hans Petterは、その議論はあったが、前政府が決めたことであり、FHFでは特にそのことを取り上げて反対はしなかった。自分はだから週に2～3日はオスロにやってきて仕事をしている。

2022年9月23日

ノルウェー貿易漁業省との最新漁業と養殖業に関する意見交換

2022年9月23日ノルウェー政府貿易漁業省で、Kjersti Vartdal Pauline（養殖業担当）とJahn Isahsen（漁業IVQと漁業改革担当）から漁業・養殖業と水産業改革について情報提供を受けるとともに意見交換を実施したところその概要は以下の通り。



写真1 ノルウェー政府貿易漁業省
2022年9月23日 著者撮影

1. 漁船漁業とIVQの改革について（Jahn Isahsen）

1) まず北東大西洋のマダラ資源とこれを漁獲対象とするトロール漁業について説明を受けた。2020年のマダラのTACは、ノルウェーの配分は334,277トンであった。これらを、7,000トンを遊漁用に控除し、さらに300トンを沿岸漁業委員会に、733トンを調査・トレーニング用に、2,500トンを生かして漁獲する際のボーナス用に、そして5,300トンを加入用として割り当てる。これらは、本年も含めて行われており煩雑な手続きである。

2) 2022年の全体のTACは729,000トンである。このうちノルウェーには約半分が割り当てられ、残りの半分はロシアに割り当てられる。2022年は、割り当てられた半分のうち26,000トンをアイスランドから赤魚をもらう引き換えに26,000トンのマダラをアイスランドに譲渡するので最終的に336,000トンがノルウェーの漁獲用のTACであった。来年2023年、TACは約20%減の568,000トンである。これを半分にすると284,000トンであり大幅に削減される。この数量からさらにアイスランドに割りあてる。ハドックはやはり、ロシアと約半々に分けているがTACは340万トン程度で、身質はマダラに比べれば水が多く柔らかい。ロシアはセイスに関心を有せず、ノルウェーだけで漁獲するがTACは約190,000トンから220,000トンである。セイスの身質は、灰色がかりあまり人気がない。

最近の魚価はキロ当たりハドックが2.5クローネ（1

クローネが14円）、セイスが1.0クローネでマダラが4.0クローネである。最近の魚価は40～50%上昇しており、レストランでの消費は低迷しているが、家庭内での消費は増加し、さらにノルウェーでの水産物の消費はコロナ前に比べて増加している。

また、来年2023年のマダラのTACは568,000トンと20%減少することが分かっており、その結果を受けて、マダラは値上がり大きい。

3) 伝統的グループの構造改革

最下位層の11メートル未満に関しては、これを改革することを推進している。伝統的な漁法・漁具を使うグループは4つの階層から構成される。11メートル未満、11～15メートル、15メートルから21メートルと21メートル以上である。これらの階層には合計で1,750隻がいるが、その内訳は1,170隻、350隻、150隻と66隻であり、これらの隻数が割り当てられ階層別に受け取っているが、実際の漁船数はこれとは異なっている。最下位層が890隻、次が500隻、次いで70隻と最上位は160隻まで増大した。彼らは、割り当てをもらっている各階層の中で操業するので漁獲割り当て量は変わらないが、漁船が大型化したので、割り当ての上限まで漁獲することがこれまで以上に可能となるので、いずれ時化などでも効果的な操業を行うことができるようになる。

また、オーシャン操業する34隻が存在する大型トロール漁船と伝統的な漁法の漁船間での線引きを全体のTACの変動でその%を変化させてきたが、あまりに煩雑なので、TACの水準にかかわらず、68%と32%に固定したいと考えている。現在では小型船のTAC比率がTACの増加とともに72%から67%に変動する。TACが130万トンでは72%で、ここから23万トンまで下降し68%で、33万トンで67%である。これをTACの水準にかかわらず68%にしようとする提案を政府がしている。これは現在の計算式ではあまりにも複雑であるからである。しかし、当該提案には大型船も小型船も双方が反対している。

その他に、現在は伝統的な漁法グループに入れているオープン・グループは割り当て配分量が20,200トン（2020年）であるが、これをTACを大型船と小型船（伝統的な漁法）に配分する前に配分してしまうとの考えである。さらに28メートル以上のはえ縄漁船との定義も旧態であり、これを魚槽の積載容量を500トン以内とすることとした。このほうが現実的であるからである。

また、ムルマンスク海域の20万トンの沿岸マダラについては、2021年にMSC認証を失ってしまったが、今後これを回復したいと考えている。

4) ロシアとの関係

ウクライナ／ロシア戦争の勃発で、EUが政治的に、ロシアとの関係を断ち切るようにとの要請をしてきた。その結果、ロシア漁船のノルウェー海域での操業は拒否しているのでノルウェー漁船もロシアの海域での操業はできなくなった。しかし、ロシアがノルウェーの漁港などに水揚げするのは引き続き許可をしている。ロシアからの水産物の輸入がノルウェーにとっても重要であり、この点に関しては、EUの要請に従っていないことになる。ロシアとは100年以上前から水産関係でも良好な相互依存関係が維持されておりそれは単純には変えられないのが現状である。

2. 養殖業の改革 (Kjersti Vartdal Pauline 養殖業担当)

1) 養殖業のリソース・レント

リソース・レントに関しては、その名前を、海面使用税(リソース・レント)ではなく、生産税と代え2019年から徴収が始まりその総額は500万クローネに達している。これは生産物あたり0.4クローネを徴収している。リソース・レントの考えが新たに浮上してくるかどうかは、政権次第である。ところでリソース・レントに対しては、養殖業界から大変に強い反対があった。現在は利益が出ているから良いが、コロナやウクライナ戦争と経済の先行きが不透明であり、その際のリソース・レントは固定されて徴税されると負担が多すぎるとして、反対が強かった。石油・天然ガスには既にリソース・レントが課税されているが、それは企業が国際企業であったので徴税が楽であった。養殖業はすべて国内企業であり、一部の養殖会社の社長は儲けすぎて、キプロスなど外国に別荘を持って、それが批判はされている。ただし、養殖業やはり国内企業であり、養殖と関連産業を通じて雇用などの地域貢献もしているし、今は良くても景気の上下がつきものであるので養殖業が弱体化するのではないかとの懸念があった。勿論、徴税後の税は各地方自治体などに地域振興用に配分される。また課税の仕方、労働費や輸入資材費の扱いなども懸念された。

ところで、現在の政権は労働党と中央党が少数連立し、先の政権の保守党から変わったので、導入議論が開始される可能性はある。小松より、米国でのサケ販売の談合で、米国から独占禁止法違反で提訴され、其れが和解したとの報に接したが、国内でも養殖業者が儲けすぎであるので、それに対して国民共有の財産を使用しているので応分の負担をせよとの声が上がらないのかとの問いに対し、先方は、確かに正当に、海面使用料；リソース・レントとしての課税をしたら5ビリオン(50億)クローネと110倍の額であったとの推定がある。米国の例は、あくまで米マーケット内での話で、生産に関するノルウェー国内の問題とは性格が異なると思う。

2) TLS；Traffic Light System 信号機の緑、黄と赤の表示による養殖業管理

小松より、TLSの運用の結果はどのようになっているのかとの質問をしたところ、先方よりノルウェーの全海域13のうち8がグリーンであり、3か所が黄で、ベルゲン地方を含む2か所が赤であった。緑は6%の増加を認め、黄は現状維持で、赤は現状から6%削減する。赤のうちの一つはより厳しくその削減を見ているところである。増大する海域では6%(そのうち1%を既存の業者に割り当て、残りの5%をオークションにかける。要チェック)。

3) 魚の健康と福祉の問題

魚の健康の維持が重大な問題となっている。魚が20%程度死亡する。この原因の正確な理由は判明していないが、一つは海ジラミのサケへの寄生で、これによって、サケが体力を失い死亡するとの仮説である。(小松よりその他の理由は何かと聞いたところ)それが本当にわかっていないのが問題であると述べた。海ジラミが養殖のサケに寄生し天然のサケ(特にスマルト)が養殖いけすを通過する際に養殖のサケから、スマルトに寄生虫が転移して、スマルトないし天然サケとして大きくなって死亡するとされる。しかし、この転移を削減するためには、養殖サケに海ジラミが付着していないことが最もよいのであるが、実際は付着しているので、この付着を少なくするためにサケを淡水に入れたり、お湯に入れたりしている。これが高い死亡率の原因でもあるともいわれる。ノルウェーでは、死んだサケの補填分を更に生け簀へ追加することを認めているが、このことが問題である。このことが、養殖量の増大につながり、海面の健康に悪影響を及ぼすとも考えられる。一方、フェロー諸島では、サケが死亡した場合には、その補充は一切認めないとの政策であるが、自分としてもフェロー諸島の方針の方が適切であると思う。

4) 教育・研究枠の創設の圧力

サケ養殖の教育枠、トレーニング枠、展示枠と調査枠などの設立の要求が政治的圧力によって高まっている。これはTLS；信号機制度；の導入によって、養殖業の柔軟な発展が期待できないとの焦りとも見える。これは現在サケの市場価格が良すぎるので、より多くのサケを養殖したいとの要求の現れともとれる。

5) この後の養殖生産見通し

小松より、TLS制度を導入し、かつ、良好な緑の海域が13か所中の8か所も増加したので、全体の養殖生産量は、2019年の130万トンレベルからどれだけ増大したのかと質した。

これに対して先方は、TLS制度について専門家グループからの提言もあって、これをどのように政策に反映していくかを検討中であり、専門家グループは、環境の保全とサケの健康と福祉にもっと配慮していく方向である。2024年までには配分のシステムを見直したい。上記の特別許可に関しては、マーケットとの兼ね合いも見ながら、その方策を検討していく。

今後のRASの動向については、いったいこれが陸上養殖なのか海上養殖の一部なのかの法的な位置づけが不透明である。そのために、あるRASの生産機能への投資者がその後の展開を止めてしまった。これはコストがあまりにもかかりすぎる。特に最近、エネルギーコストが上昇していることが障害となっていると考えられる。

また、沖出しの養殖業についても1件投資があったものが、これも今は事実上停止状態である。もっとも最近の申請の動向を見ると皆フィヨルド内に近いところに養殖施設を設定したがる。従って、沖合というのは事実上みられない。

3. 国際捕鯨委員会他(KjerstiがIWC政府代表からの伝言)

1) 国際捕鯨委員会に関しては、日本が脱退してしまい、取り立てて、日本側と話すことが無くなったとの考えがIWCコミッショナーの言葉である。日本が脱退し、IWCの活動が、低調になり、また分担金も日本の部分が無くなったので、IWCは資金難であって、これも一大関心事である。

2) 日本がNAMMCO（北大西洋海産哺乳動物委員会）に参加することに関しては、アイスランドは、日本のプレゼンスが大きすぎるとして反対であるとのことである。

3) また鯨肉の輸入で日本が積極的でないとこのことも言及されている。

2022年9月27日

スウェーデンのParisa Liljestrand Vallentuna市長他訪問

Lars Vargo 元駐日スウェーデン大使が居住するVallentunaの市制の状況を学習し、視察する目的で同市を訪問し、市の環境政策を中心に、税制や市制の独立性など主要な政策について聴取した。Office of Mayor Parisa Liljestrand (Tuna Torg 1, 18686 Vallentuna) を訪問した。

同市は、ストックホルム市の北西30キロ程度に位置するストックホルム・カウンティ（郡）の中にあるVallentunaのMunicipalityで、人口は33,219人（2018年）である。

市長は女性のイラン系スウェーデン人のParisa Liljestrand女史である。彼女は、Mayor でもありExecutive CommitteeのChairでもある。



写真1 Vallentuna市長のParisa Liljestrand女史（右）とAnnika Hellberg, City Manager 2022年9月27日

1. 冒頭、Parisa Liljestrand市長が説明し、同市；Vallentuna市は南にストックホルム市があり、北には、Arlanda国際空港と大学都市であるUppsala市があって、立地条件がとても優れている。人口は33,219人で、税金を安くし、効率的にその税金を使用することによって、同市に居住する人口を増やす目的がある。また、他市よりも今後とも税金を効率的に使い、安いままに努め、多くの新住人がこの市に居住することを欲するようにしたい。

スウェーデンでは290のMunicipalitiesがあり、地理的に他の市との区分が明快である。義務的に居住を定め(Mandatory)、その地区には選挙で選ばれた代表が必ず存在する。これらのMunicipalitiesにかなりの程度の独立性が与えられ、課税の独立性がある。

Municipalitiesの事業は社会へのサービスの提供、個人と家族のケア、老人と身体障がい者のケア、保育園から高等学校までの教育の提供と身障者との学びの提供である。

環境の関連事業では、環境と健康の保護、廃棄物の管

理、上水の提供と下水の処理がある。本市の特徴はいくつかあるが、今回のコロナウィルスに対してワクチンのある部分の開発に関しては世界の先進的技術を持ち主導的役割を果たした会社も存在する。これらの企業に関しては、課税の免除もある。これは国が決めるが、住民にも説明する。

市の事業の特徴としては以下があげられる。

- 1) どれだけ長続きするか。市の発展は、経済的、生態学的そして社会的に持続すること。
- 2) インスピレーション。これは、税金に対して高いパフォーマンスを要求される。コスト効果を上げる必要がある。
- 3) 共同；コーポレーション；良いサービスへ影響を及ぼす機会の提供。
- 4) イノベーション；人とビジネスに成長する機会を提供する。
- 5) コンシダレーション；安全で、福祉が充実し、個人が選択の自由を有すること。
- 6) ハブ；ストックホルムの大都市部・メトロポリタンに貢献することを目指している。

2. Vallentunaの環境・ゴール。Municipalityの目標は長期的に持続的であること。Municipality環境への悪影響は削減されるべきこと。住民とビジネスの機会を持続的に増大するべき。

これらの根拠として憲法に法律の規定がある。これについては、小松が質問をして、担当者は、スウェーデン憲法の第1章の第2条他に環境の保護に公的機関(Public Office)が務めるべきとの記述がある。

(注) スウェーデン憲法

第1章第2条第2項……健康のための良好な環境を促進することは公共機関の義務である。

第3項 公共機関は現在および将来の世代のためにより良い環境を形成するための持続的発展を促進しなければならない。「畑博行編著 世界の憲法集 有信堂」



写真2 環境政策と環境事業の根拠はスウェーデン憲法；The Instrument of Governmentとスウェーデン環境法典（Swedish Environmental Code）に基づくと説明するAnn Wahlsrom, Environmental Strategist

2022年9月27日 著者撮影

そのために Vallutuna 市他全ての市は、環境の保護・改善に努める必要がある。このことが Vallutuna 市が環境保護と改善に努める政策を実施する根拠になる。

小松からさらにエコシステム・サービスとは何かを考えるかとの問いに対して、担当者は自然の持つ浄化作用と修復作用と景観ないし、二酸化炭素吸収と酸素の排出などに加えて、人工的な遺産と施設も自然の作用と景観があって、初めてその存在と継続が可能となるものである。それらの遺産、施設と景観もエコシステム・サービスと考えると説明した。

これがスウェーデンで環境の政策と実施の手段；Instrument となる。また REACH という EU のコードがあり、それによって、土地と景観に対する環境インパクトの評価を実施する。すなわち環境面での安全性、排水処理と汚染・化学物質のチェックなどの実施である。またスウェーデン調達法があり、建設用資材他の調達や学校の仕事もサポートしている。

現在市長として5年目を迎えて、食の食べ残しと排水や投棄物などの廃棄物処理管理も手掛けており、食物の廃棄物のコレクション（収集）も実施している。

3. 洪水対策と氾濫原の設置

市 Municipality の上流域に小川が流れており、それが氾濫した場合の氾濫水の増加の想定図が、水色で示された部分である。ここには、最初からある程度の規模の親水範囲を想定し、その浸水が行き渡る場所を氾濫原として想定しておく。小河川に沿ってのコンクリート工事による堤防建設の計画はなく、鉄道と道路が浸水するが、氾濫原に水があふれることを想定した対策である。このほうが自然に優しい対策となる。

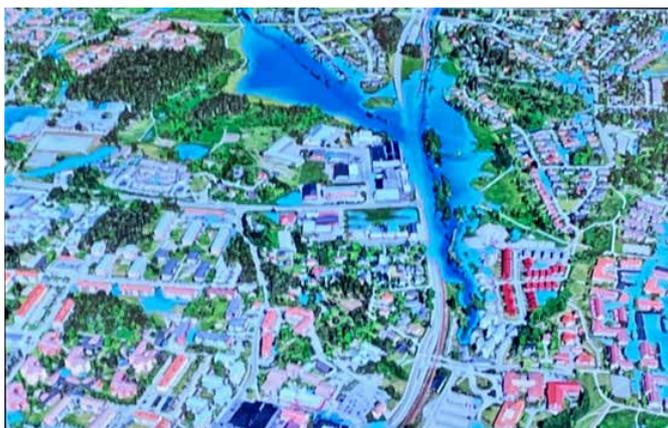
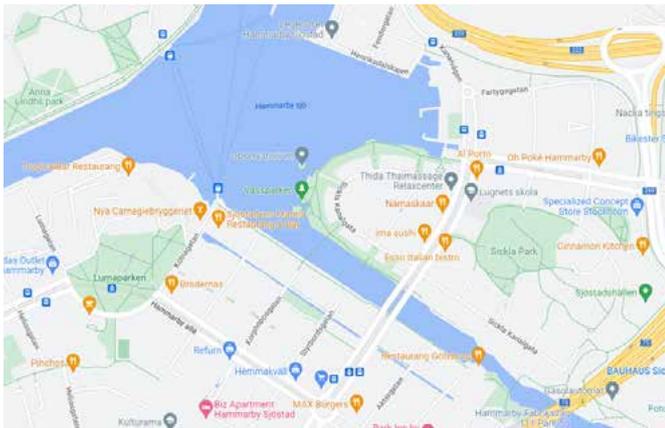


写真3 Vallentuna 市のプレゼンテーションから
2022年9月27日 著者撮影

2022年9月27日

ストックホルムの都市再生地区訪問

Hammarby Sjostad再開発の環境に配慮した住宅地



地図 スtockホルムのHammarby Sjöstad地区
Map data ©2022 Google

1. 経緯

1990年代初めには、Hammarby Sjöstad地区は荒廃した汚染地区で、危険な工業・工場地帯でかつ居住区でもあったが、これらが環境にやさしく、かつ持続的な居住地区として再生された。

1996年には、環境保護の観点に適合し、技術も環境に順応している。Hammarby Sjöstadはもともと2004年のオリンピック大会に立候補する予定であったが、ギリシャのアテネ（1896年の100周年のアトランタに敗れた）に敗れた。

オリンピック招請に合わせて、この地区は、ストックホルム最大の環境に配慮したプロファイル（特徴）を有する都市・居住地の新たな地区としてのプロジェクトとして開発された。



写真1 カナルに沿って遊覧船が並ぶ 2022年9月25日

2. 現状

2016年では約2.5万人が居住し、1万人が労働する。ここに人を魅了するアパート、商店、事務所と小規模な事業主があり、Hammarby Sjöstadはストックホルムの中の小規模な街を形成している。

著者らは上記の地図の南に位置する Biz Apartment Hammarby Sjöstadに4泊滞在した。



写真2 案内役のMr. Bo Hallqvist
彼は、建築、行政のほか多岐に亘る経験者

この地区の居住地としての人気は高く、ここでは5階以上の建設は禁止されている。この地区を当初開発・計画する際には、居住する住人を巻き込んで話し合いを徹底させた。その結果を建築や区画の土地利用と保全などに反映させた。

3. 再開発と包括的アプローチ 環境への配慮

熱源を再利用している。暖房の多くは、家庭から排出される温水を浄化する過程で生じる熱を家庭の暖房用に再利用しているほか、食品廃棄物の生物熱を発生させて、その熱を再利用する。エネルギーと食品の再利用のシステムは、住居と都市開発の計画の段階から詳細に設計され、循環利用の方式を決めた。

エネルギーの再生利用

住居からの食品廃棄物をバイオ・ガスとして活用し、ガスを各住居に提供する。熱源の47%は家庭からの可燃可能な廃棄物の利用である。また16%はバイオ・燃料の活用である。また、暖まった排水から熱源を取り去ったのちの冷却水は、住居の冷凍庫と地下室などを冷却する冷却水として活用する。

この地区の2つのビルディングには太陽光のセルが取り付けられており、これらの熱源がビルのオフィスの暖房用に活用される。住居用のビルの屋上にも太陽光の発電所が取り付けられており、その熱源で住居用の暖かい水道水の50%が供給される。また、電気コンロは食物残渣の生物・ガスを熱源として利用したものであり、これで約20%の電力量の節減となる。

本都市再生計画の要素としては以下のものがある。

水の使用

ストックホルムの平均的一人当たりの水の使用量は200リットルである。これの使用量の削減と排水に含まれる化学物質の削減に関し重要なことは洗剤の使用量などに関する教育である。Hammarby Sjostad地区の住人は、インターネットを通じて、自分たちのエネルギーと水の使用と排水状況を知ることができる。

また、排水は熱源としても重要で、排水から取り出されるスラッジ（泥）は肥料にもなるし、またバイオ・ガスの原料ともなる。

雨水・ストーム水

雨水とストーム水はそのまま、河川、海とカナルに流れ込むのではなくて、一度排水処理プールに入れて、処理を施してから放水するようにし、水質環境を保護している。



写真3 分別のごみのシュート・投入口 2022年9月27日

包括的な協力の重要性

また、彼は、この地区の再開発には、多くの部署と専門家の協力が得られたことが特徴であるとしている。すなわち協働（Collaboration）であるが、重要なことはHolistic（包括的）であることである。多くの専門知識間の協力と、民間、公的機関、市役所、都市計画者、建築家、景観構成の専門家、開発業者、エンジニアとエコテックの専門家ならびにエネルギー会社と水の管理組織と住民とコミュニティの協力が極めて重要である。また



写真4 Hammarby Sjö 側のカナルを活用した住民用ポート置き場
レジャーと通勤用 2022年9月27日

当該計画を設計する段階から、19世紀の都市計画に学んだことである。

それは海とカナルを最大限に活用し、その方向にアクセスが容易になるように住居の設計をしたことである。

これらの水面は、住民などに配分され、それがHammarby Sjos（湾ないし入江）の対岸にまで、通勤や日常生活並びにレジャー用に使用される。



写真5 居住地区の間の広場の樹木と空間と歩道 2022年9月27日

可能な限り公共的空間を確保し、遊歩道もゆったりと確保し、そしてフェンスは設けない。そしてなるべく多くの居住アパートを海とカナルに面して、人々が憩うことができるようにした。



写真6 カモが水遊びするカナル 2022年9月27日

Mr. Bo Hallqvistの説明によれば、水質は常に検査しており、清浄に保っていることを確認しているとのことであるが、小松から、どのような指標；溶存酸素量と濁度；BODなどとクロロフィル量を測定しているのかと質問したら、彼は、測定指標については承知していないとの回答であった。このカナルの水質は濁度が高く見えて、また流速がほとんどないので、汚濁物質が沈殿する。しかし、沈殿物は、定期的に浚渫し除去するとのことであった。



写真7 カナル沿いにある日本食レストラン たくみ寿司 2022年9月25日

カナル沿いにいくつものレストラン、大通り沿いに商店街、生協とスーパーマーケットや薬局並びに健康管理施設も充実している。また、地下鉄網がすぐ近くまで来ており、最寄り駅も間近である。日本食のレストランは、日本の基準では、到底、平均レベルにも及ばないが、土地の住民で大変混雑をしていた。私は店内で席が取れないのでカナルに面した外の席をとったが、却って気持ち良かった。巻き寿司はカリフォルニア巻で、寿司はマヨネーズをつけて食べる。醤油もついてきたが、日本食レストランではあるが、もはや日本食ではなかった。それでいて値段も高く、かつ混雑していた。テイクアウトの注文もしょっちゅう来ている様子であった。(了)

2022年9月29日

FAO Manuel Barange 漁業・養殖業部長

9月29日午後、10時小松がFAO漁業・養殖業局のBarange 漁業・養殖業部長を往訪して、漁業・養殖業の問題とFAOの対応に関して、意見交換を実施したところ、その概要は以下の通り（同局の渡辺浩幹調整専門官が同席）。

1. 小松より、先回お目にかかったのが2019年2月で、最近では9月第1週に水産委員会が開催されたが、最近のFAOの課題や主要政策はどのようなものかをお知らせしたいと述べたところ、先方Barange 部長は、最近では気候変動の影響が漁業養殖業に及ぼす影響があり、さらにこれに対応する政策が求められている。このためFAOとしてはBlue Transformationを大きな柱としている。これは2030年までに達成を迫られて知るSDGsの目標を念頭に置き、より効率的で、全ての人を巻き込んで、頑健で、持続的な水生食料生産システムを作り上げることであり、その結果、よりよい生産、よりよい栄養の提供とよりよい環境の形成そして、よりよい生活を目指している。そして誰も取り残すことがないようにとの目標であると述べた。

そしてBlue Transformationは水生食料の生産システムは水生生物の生態系やその健全性に大きく影響を受けるものであり、生物多様性、土地と水の利用、気候と水生と陸上の活動を巻き込むものである。そしてBlue Transformationは包括的（Holistic）で適用可能なアプローチを必要とする、と説明した。

2. ところで、小松より、その説明でもっともであるが、FAOの憲章（Constitution）に書かれるFAOの目的は、飢餓、貧困と栄養失調の撲滅の目的は、地球温暖化と環境の劣化で、その達成がますます困難になると考える。そのために気候変動など環境の回復と保護などを明確な目標とすることが必要である。其の意味で地球環境対策をUNEP（国連環境計画）にだけ任せておくだけでなく、FAOが積極的に環境に取り込むことが必要である。それでない、むしろ、飢餓、栄養失調と貧困の撲滅の達成もより明確になってくるが、そうではないとむしろ本来の目的の達成が困難になると考える、従って、戦後直後に設立された国連の専門機関もその憲章を改正する時期に来ていると考える。他の国連機関も、また国連本体も改正する時期に来ていると思うと述べた。

これに対してBarange 部長は、憲章が変更をしなくても対応が可能であるし、FAOは対応をしていると述べたので、小松より、その通りであるが、やはり、明確な組織としての目標があることが、組織が、適切に動くし、現在の憲章は70年前の古いもので、このままでよいも

のではないのである。それを考えるかどうかはその方向性を示すものであると述べた。

3. Barange 部長は、最近では漁業の資源の回復がみられるが、これらの資源は科学的な資源管理の手法を導入しており、回復資源はその成果でもある、FAOでの漁業資源管理小委員会は、今後2回程度試験的に、開催してみ、その結果を見て常設にするかどうかを決定することとされた。これは2018年にノルウェーから提案されたのであるが、その後数年間にわたりFAOの主要メンバー国で構成されるブローで検討を重ねてきたが、現在2つある小委員会に更に追加することにより、設置の経費が掛かることを懸念するメンバーが多かった。また途上国メンバーは、自国に本小委員会に対応する人材が不足し、設置されても出席する能力が不足すること、さらに、小委員会が貿易、養殖と漁業管理を3つとなれば、いったい水産委員会本体の存在意義がなくなるのではとの懸念が表明された。結果的に2028年のCOFI（FAO水産委員会）の開催までに3回の漁業管理小委員会を重ねて開催し、その結果を見て、2028年の会合で、小委員会の設置の是非を正式に判断することとされた。

4. 最近ある特定国の漁業大臣と環境大臣が自分のところを訪問して、自国の養殖振興に関して、別の観点からの助言を求めに来た。前者は養殖業の進行の助言を、後者は養殖場の抑制と厳しい規制を求めた。小松よりそれはどこの国かと質したところ、「ブ」がそれは申し上げられないとしたので、小松からさらにそれは発展途上国か先進国かと聞いても、答えられないとの回答であった。（これは、その後すぐにFAO職員からチリと判明した。）

5. 小松より、自分は鹿島平和研究所と日経調の水産業改革委員会で、研究会を主宰しており、そこで気候変動と漁業・養殖業すなわち、Blue Transformationについて、ご講演を賜りたいと述べたところ、Barange 部長は前向きに検討したいと述べた。（了）

2022年9月29日 FAO漁業・養殖業局との会合

2022年9月29日FAO漁業・養殖業局において統計・情報課・SOFIA（世界漁業・養殖業白書）担当のMr.Taconet、漁業資源管理担当Ms. Metzner及びBlue Transformation担当のMs. Himes Cornell並びに養殖業・技術生産チーム担当のMr. Xinhua Yuanと意見交換したところ、その概要は以下の通り。

1. 冒頭Taconet課長より、SOFIAに関する説明があり、本書は第1章の世界の漁業・養殖業の事情についてのセクションが最も人気があり、よく読まれている。今回のSOFIAはBlue Transformationに力を入れている。問題は何がTransformationかということになるが、2050年までに90兆ドル（要確認）の漁業・養殖業を目指したい。成長は養殖業と漁獲漁業の持続的発展から生じるものである。しかし最近では、漁獲漁業で成長を遂げているところは、資源の管理が適切かつ科学的に実施されていることが判明している。また、流通のバリューチェーンも重要である。これに小規模漁業からの流通も含まれるようにし、これが消費に結びつくようにすることが大切である。これらを達成するために21のインディケーションがあり、これらの達成はSDG14の目的達成に大いに関係する。

FAOは現在、小規模漁業の持続的発展に政策の力点を置いており、現在は伝統的漁業の年で、伝統的漁業の振興と発展に力を入れる年である。本年は、また、国連の海洋の10年に該当する（UN Decade of Ocean）。海洋水産資源の回復を図り、そして伝統的漁業を発展させて、また養殖業も振興させる。このような政策を強化することによってコロナ対策にも十分に対応することが可能になり、ジェンダーと不平等の問題にも対応することが可能である。

これに対して、小松より、発展途上国の小規模と伝統的漁業にFAOが優先的に取り組むことは結構であるが、日本のような先進国にも小規模漁業があり、その小規模漁業はデータの提出がない。また、規制が守られない、経営が悪化しているなど、発展途上国と共通する部分が多い。そのため、先進国内の小規模漁業についても、FAOで取り上げるべきであると思うと述べたところ、Taconet氏は日本の小規模漁業の実態と問題点についてぜひご教示をいただきたいと述べたので、30日の昼に本件をフォローアップすることとした（特に漁業権漁業について、説明することとした）。

ところで、先般、チリの漁業大臣と環境大臣が別々にFAOを訪問し、前者は養殖業を振興することに対する助言を、後者は養殖業の厳しい規制を実施するための助言を求めに来て同一の政府内部での異なった対応がみられた。

2. Yuan養殖業専門官

養殖は今後の食料不足問題の解決策の一つである。持続的養殖業が現在は東アフリカなどアフリカ諸国やラテン・アメリカで発展している最中である。これからFAOは持続的養殖技術の展開のために、例えば養殖池から養殖用の水と排水の汚染をコントロールする技術の導入を支援している。また餌についても6%と餌効率が悪いので、これを向上する技術の導入について、ペレットや野菜と穀物のえさ使用など技術支援を行っているところである。また、養殖業の多様性を増大させ、地域の多様性の展開に貢献する養殖業を発展させている。従って養殖魚種としては、サケだけではなく、エビや他魚種と海藻に向かっており、特にサケは二酸化炭素の排出を考慮してみた場合には、その排出量が高い傾向にある。

1950年代から1970年代は、漁業を中心に何がベスト・ミックスであるかを検討したが、現在とこれからはその時代の反映としては、漁獲漁業の時代ではなく、養殖業の時代である。

1000年間続いた漁獲漁業では賄えない。単位海面面積当たりの生産量が、養殖の場合は、海面漁獲漁業よりも数倍高い。また、えさの効率が、海面養殖は、陸上での畜産物の飼育が約2倍で、豚や牛で7～10倍であるが、せいぜい1.2倍である。其の意味で、養殖業は、地球温暖化に対しては、環境にやさしい産業であると言える。そして水産物に対する需要が、GDPの増大とともに年々増加しており、これに対応するのは水産養殖が有望であると述べた。しかしながら、今後沿岸域が風力発電、天然ガス開発と漁業と養殖などの間で競合が予想されるので、効果的な沿岸域管理計画の樹立とその実施が重要となろう。これに対して小松より、それはその通りであるが、養殖は、えさをどこから調達するかである。植物たんぱく質を調達するにしても、その調達先での農地の確保が可能であるのか、熱帯林の破壊は起きないのかまた輸送にコストがかかり、二酸化炭素が排出されれば、地球温暖化に貢献する。現にFAOのパフレットでも、漁業よりも養殖の方が、二酸化炭素の排出が多くて地球温暖化に悪影響であるとのデータがある。そしてできたサケなどの製品を、航空便で世界のマーケットに運ぶのは、二酸化炭素の排出を招いているとの指摘と批判があると述べた。また、日本では大豆をそのまま、植物たんぱく源として人間が直接摂取するが、それの方がよほど環境にやさしく、地球温暖化の悪影響も少ないと述べた。

小松からの質問に対して閉鎖系陸上循環養殖（RAS）については、電気料、餌代、酸素コストなどのインプットに関しても生産が小型段階を超えて成功しないので、結果的に高い製品しかできない。また、アウトプットに

関しても、結果的にコストがかかりすぎて現実的に実現の可能性があるとは思えない。中国でもスズキ（パラマディ）などがRAS生産で行われているが、成長させて成体まで大型化するのにはコストが高すぎると思う。RASがうまくいっている例はほとんどないと述べた。小松より、自分がノルウェーで聞き取りした結果についても、今、Yuan氏から承った結果とほぼ同じであり、そのことを確認できたことに感謝したいと述べた。

小松より、世界の養殖業の生産量、国別、魚種別と生産金額などに関する統計と図表を頂ければありがたい。以前はそのような出来合いの見やすい図表をいただいたと述べたところ、これらは単に各国の生産量報告などを積み重ねたものであり、FAOのネットで引くことが可能であるとしたので、それでは、ネットのどこにアクセスすればよろしいのかをご教示いただきたいと述べたところ、先方は了解した。

3. 漁業資源管理 Metzner 漁業資源管理課長

Metzner 課長はYuan課長にその説明を振り、同課長は、今回のCOFI（水産委員会）では漁業管理小委員会の設置が、今後3回ほど開催してその様子を見て、恒久的に設置をするかどうかを2028年のCOFIで決定することになった。これにより、COFIのもとに水産物貿易小委員会と養殖業小委員会との計3つの小委員会が設置される可能性が出来上がった。しかし、それらの3つはいずれも、密接不可分の関係を持ち、それぞれとそれらの総合的、包括的な関連いずれもが重要となった。すなわち、養殖水産物も管理の対象であり、貿易の対象である。また漁業資源が餌となり、漁場や海洋環境でのお互いの影響があるので、総合的包括的な管理が必要となる。従ってそれぞれの小委員会が密接不可分の関係にあり、切り離すことができない。となると、小委員会で議論することとなれば、其処に出席できない発展途上国はつなば棧敷に置かれかねない。またG77 諸国とOECD諸国の間にも温度差があり、漁業管理の専門家が不足して対応ができないとなると途上国が不利になる。またCOFI（水産委員会）に関しては、これまでも、議題が多すぎて形式的な議論と議事の報告で終わっているところが、欠点と問題点として挙げられており、3つの小委員会で実質的な議論が行われるとCOFIの形骸化がさらに深刻化すると懸念がある。Metzner氏は自分としては個人的には、漁業管理小委員会は正式に発足させて、そこで資源管理を真剣に積極的に議論し・意見交換することが意味があると述べた。すなわち発展途上国の伝統的な漁業管理の在り方、小規模漁業や発展途上国の所有権や使用権に基づく漁業（Right Based Fisheries）と先進国のITQ漁業の資源・漁



工事中のFAO本部前で筆者
2022年9月30日

業管理をお互いに、発表し情報交換し合い、それらから学ぶことが極めて重要であると思うと述べた。

これに対して小松より、漁業管理小委員会は、FAO水産局の基本中の基本の仕事とすべきである。やはり漁業は資源を科学的根拠に基づき管理して資源と漁業の回復を図ることが原点であり、その点では、発展途上国も先進国も全く変わらない。今回FAOでの説明を聞くと世界では科学的根拠を重視した資源管理が進行しており、科学重視のところでは資源の回復がみられることが明らかであるとその分析を発表している。また、漁業先進国にも沿岸域に数多くの小規模漁業や養殖業があり、これらは、大規模な漁業とはその性格を異にする。すなわち、漁業データを提出しない、漁業の管理を守らないまた、後継者がいないなど、発展途上国の小規模漁業と共通する問題点を抱えているので、これらの共通項と、異なる点を漁業管理小委員会の場で比較検討し、問題解決に向けて意見を出し合うことが非常に有意義であると考え。従って、今回のCOFIでその設置を即座に決定すべきであったと述べた。

これに対してTaconet氏からはネットを活用して、取れた漁獲物を流通経路に乗せて販売促進するシステムを作り上げ、そこで小規模漁業者が漁獲データを提出することがメリットになるように、販売が高価格でスムーズにいくようなシステムを作り上げて、小規模漁業者を支援しかつデータの収集も促進できるような仕組みを作り上げたいと述べた。

Metzner氏も自分も漁業資源管理はFAOの業務の中でもプライオリティが高い、大変に重要であり、もし、漁業資源管理小委員会が即座に設置されていれば、より柔軟にかつオープンに漁業資源管理について幅広く検討し、作業に取り組むこともできたと思うと述べた。

4. 韓国のFAOとの連携水産大学構想

小松より、標記についての最近の動向と状況は如何かと尋ねたところ、彼らは一様に進展していないと述べた。そして資金面での問題もあるが、韓国が強引に大学設立のスケジュールまで示して進展を図ろうとしたところが、FAOの幹部の反発を呼んでいるものと考え。そして今はBarange部長のもとの預かり事項となっており何ら進展はない状況である。しかし一般論でいえば発展途上国の役人や学生が、これまでもアイスランドやノルウェーの水産大学で学んで多くの専門的知識をつけて自国に戻り活躍している。従って、水産大学・大学院は必要であり、またFAOのメンバーの国々には大きく貢献していると述べた。

5. 水産局長のポスト

水産局長をはじめとするFAOの各局長のポストは予算の削減と効率化の目的ですべて廃止された。これは水産局だけではなく、森林・林業局や財政局などのすべてに及ぶ。

2022年9月29日 FAO植物部との意見交換

2022年9月29日FAO植物生産・保護部(Plant Production and Protection)の首席技術官Christine Fuel, Tempelmanと害虫・殺虫剤管理グループOxena Perminovaと農薬と水質汚染の問題について意見交換を実施したところのその概要は以下の通り。

1. Fuel首席技術官は、殺虫剤や除草剤などの農薬は、生物多様性の減少と生態系の脆弱化に大きく影響するので、これを適切にコントロールすることが求められる。水産業の場合もこれまでに水銀による汚染の問題がUNEP(国連環境計画)などで取り上げられてきた。その結果、農薬・有害物質の貿易の規制や情報の交換に関してバーゼル条約、ロッテルダム条約や国内の規制強化を実施し、国際機関での情報交換によって進行させるストックホルム条約をUNEPの枠組みの中で成立させてきた。これらの条約の活用と遵守が重要である。

またFuel首席技術官は、有害物質の国際貿易・輸出入：特に先進国からアフリカなどの発展途上国への輸出を禁じる条約は「特定有害廃棄物の国境を超える移動およびその処分の規制に関するバーゼル条約」が作成された。その締約国数は186か国とパレスチナとEUである(2019年12月現在)。

この条約の対象として、使い古したスマホやパソコンや電化製品などもある。先進国にとっては、廃棄コストより発展途上国に輸出したほうが安上がりである。その結果、発展途上国では廃棄物がもたらす土壌汚染と水質汚染が深刻な社会・環境問題となっている。

(注)我が国はリサイクル可能な廃棄物を資源として輸出入しており、条約上の手続きに従った貿易を行うことが地球規模の環境問題への積極的な貢献になるなどの判断をしている(日本国外務省)。

またロッテルダム条約(1998年9月に採択された)は、農薬・殺虫剤などの国際貿易に関する事前の情報に基づく同意を必要とし、これらの有害物質の貿易の規制に関する条約である。

更にストックホルム条約は有害有機汚染物質(Persistent Organic Pollutants; POP)の規制に関する国際条約で、1996年に化学物質の安全性に関する国際フォーラムで交渉が開始され、2001年5月に条約が採択され2004年5月17日に発効した。この条約でPOPとしての規制に合意すると各締約国が規制を実施することになる。

2. また、2015年のUNEP締約国会合の傘下のSAICM(Strategic Approach to International Chemical Management; 国際的な化学物質管理のための戦略的ア

プローチ)では、2002年の持続的開発の世界サミットで合意され、2020年までに有害農薬の使用量の最小限の使用達成と廃止を目指した合意が得られた。これにより、人間の健康に配慮することと環境に配慮するために、これらの悪影響を及ぼす農薬などの規制が強化されることとなった。

3. 環境汚染の原因としては農薬の占める程度が大きいが、これが地下水や河川水と海洋水に溶け込み、環境に悪影響を及ぼす。これらを防止し、削減するためには、関係者間の協力が必要であって、セクションを超えた対応が必要である。すなわち、農薬、農業、水資源管理と排水処理の部門と生物多様性に関する部局などである。特に農業からの農薬の水資源・水質汚染については、そのモニターが極めて重要である。森林の水の浄化作用もあり、森林の適切で健康的な管理が重要で、森林の劣化が生じないようにすることもモニターの必要がある。

また、(小松の質問に対して)農薬の水質汚染と河川や海洋生態系への影響に関しては、オランダのWageningen大学の水資源、土壌、大気学部が行っていると述べた。

4. FAOでは、最近、水が貴重な資源である小島嶼国での水に着目した調査と分析を行った。それによると小島嶼国では、それぞれ事情は多少異なるが、水は極めて貴重な資源であり、主として農業に使用される。最近では観光に産業の重点が移行したり、都市部に人口が移行すると、それに付随するニーズに対しても水資源の利用のニーズが高まり、その結果水の需要と供給がタイトになる。また、その後の排水や排水処理の問題とそれが不十分であることによる垂れ流しによる水汚染の問題が悪化している。



写真1 2021年FAO小島嶼国の淡水資源管理の資料からの抜粋

2022年9月29日

FAO法務局Blaise Kuemlangan法務官との BBNJと中西部太平洋漁業管理に関する意見交換

9月29日FAO法務局にBlaise Kuemlangan法務官を往訪し、国連海洋法条約に関するBBNJ（Biodiversity Beyond National Jurisdiction；国家管轄権外区域における海洋生物多様性）の交渉状況と中西部太平洋の地域漁業管理機関と資源管理他に関して意見交換を実施したところ、その概要は以下の通り。

1. 「ブ」より、小松さんの立場に関してお聞きしたい。現在はどのような資格と立場なのかと質したので、小松より、貴職もご承知の通り、小生は長い間日本国政府水産庁の職員であり、国家を代表して国際交渉の責任者であったが、現在は一般社団法人生態系総合研究所という自身が設立した民間のシンクタンクの代表であり日本政府とは無関係であるが、私が議長や委員長を務めて提言をまとめ上げ、農林水産大臣や防衛大臣並びに農林水産事務次官と水産庁長官、国土交通省の水管理・国土保全局長ならびに環境省の自然保護局長などに提言を説明・提出し日本政府に影響力を行使している。その結果、法律制度が改正された。このようなことを今後も継続実施していく所存であり、そのためにFAOからも教えを乞うている。従って、私の関与する提言などを政府の高官や役人が聞かなくなれば私の役割も減少するが、それまでは努力を継続したい。その努力の継続に貴職を含めFAOの職員のご尽力とご協力とご指導を賜りたいと説明したら、先方はよくわかったと答えた。

2. 冒頭、国連におけるBBNJ（Biodiversity Beyond National Jurisdiction）の8月15日から26日まで国連本部で開催されたIGC（Inter-Governmental Consultation；政府間会合）の検討状況について、貴職も出席したのかと質したところ、「ブ」は、自分は体調の不調により出席はできなかったが、その内容については、フォローしている。日本からは元FAO水産局長を務めた野村一郎氏が出席されたことは非常に良かった。FAO事務局は

出席していても、国連の専門機関であり、発言の機会がほとんどなく、野村氏を通じて意見交換することにより、若干の意見の表明が可能であった。本件会合でも、本質的には、海洋水産資源と漁業に関して生態系アプローチ（Ecosystem Approach to Fisheries）を適切に導入し確保することが必要である。公海や深海底では、これまでの深海底鉱物資源の開発に関して、先進国と発展途上国との間で投資を実施し、リスクを負う国の権利を優先するのか、人類共有の財産としての深海底の鉱物資源に途上国の権利を認めるのかが、これまでも論争の焦点であり、現在のBBNJの論争点でもある。また、深海底の開発が行われると、海底を中心に環境の破壊と汚染が起きるので、それに対する措置の検討も極めて重要でそれが焦点である。また、海洋環境の汚染についても、公海域を中心にそれを如何に防ぐかが本交渉の焦点でもある。この点、UNEPと共同で殺虫剤などの農業からの汚染物質に関する管理に関するワークショップを11月19日に開催するなどの仕事もある。また、養殖業と汚染の問題と水資源への対応もアジアパシフィックなどでの検討も行う。

3. BBNJに関しては、国家の管轄権外の海洋生物多様性を意味するが国家管轄外区域をABNJ（Areas Beyond National Jurisdiction）と呼んでおり、公海と国連海洋法条約第1条で規定されて深海底を意味する。2000年代初頭から、ABNJの海洋生物の多様性（BBNJ）の保全と持続的利用のための国際的ルールを設けるべきとの議論が継続し、現在もそのBBNJに関する世界的な関心がある。これまで、BBNJのために国連海洋法条約の下での法的拘束力のある国際文書を作成するための政府間会合（IGC）が国連総会決議72/249に従って招集されており、第1回が2018年9月4日から17日まで開催された。2019年は2月と8月に開催され、2022年に入り3月7日から18日まで開催された。そして今回の8月の会合に至った。

IGC会合では2011年にパッケージで合意され以下の4項目に取り組んでいる。

- ① 利益配分の問題を含む海洋遺伝資源（Genetic Resources）
- ② 海洋保護区（MPAs）を含む区域型管理のツール（ABMTs）
- ③ 環境影響評価（EIA）
- ④ キャパシティ・ビルディングと技術移転

FAOは国連の会合ではその意見を自由には表明できないが、MPAに加えて、ABMTsも議論されている。しか



写真1 右奥がFAO法務局のBlaise Kuemlangan法務官
2022年9月30日昼食会

し、すでに、漁業管理の世界ではRFMO；地域漁業機関がいくつも設定されており、これがIUU対策としてもこれまでに機能しており、今後ともその機能の発揮が期待されるので、これとABMTsとの関係で二重になったり、海域と機能が重複したり、また、国連海洋法条約の第63条（2つ以上の国家にまたがって生息する資源）、64条（高度回遊性の種）と第118条（公海における生物資源の保存と管理；生物資源の保存と管理における国の間の協力）がすでに規定が定められているので、今更必要があるのか。そして国連公海漁業協定との関連でRFMOの機能と効力を阻害することが懸念材料としてある。RFMOと国連公海漁業協定では、漁獲報告なども明確に規定されており、環境団体とNGOが主張するようなABMTsが単なる保護機関とならないことが重要である。また、MPAがいずれの国もその設立を提案できるが、そのほかには、どの機関にもオープンなNGOもその設立を提案できる懸念が生じている。

遺伝資源の問題に関しては、開発側の権利のみでなく、発展途上国は、遺伝資源が公海にあり人類共有の財産であるとの考えを基本に、その利益などを広く人類全体で共有することを提案している。しかし、その対象となる遺伝資源には一般の漁獲による魚類はその対象からは除外されている。しかし、その共有遺伝資源として何を登録すべきか、そしてどのように管理すべきかが現在検討中である。

今後これらの条文案がまとまれば、10月以降は本格的に条約草案の策定交渉に入る予定である。

（注）この点については、「ブ」との間では議論にならなかったが、環境影響評価の目的と手法などの導入については、海洋に陸上起源の排泄物が流入し生物多様性と生態系サービスなどの機能を失っており、この点を日本政府が海洋の機能を重視し、海洋生物資源を保護し持続的利用を図っていく場合においては、環境影響評価の導入を日本も積極的に導入推進すべきと考えるが、日本国政府の当事者にはその意識は見られない。現在の沿岸域と海洋が陸上起源の排出物の投棄・排出の場となり、その被害を受けていることについて、情報の持ちあわせもなく、ましてや評価もない。この点は大きな課題として残っている。

4. 小松より、遺伝資源の問題も保護区を設置して効果がある海域もほとんどすべては、各国の200海里排他的経済水域に存在する。それがどうして、生物資源はほとんど存在しないような公海での管理の議論になるのかが、本質の議論を避けて通っているとしか見えないので、これが本当に必要な議論なのかと述べたところ、「ブ」はその通りであるが、対象物に着目すれば、公海でも200カイリ内にでも生息・存在することは事実であり、まずやりやすい公海から手を付けるやり方ではないのか。国連公海漁業協定と同様に、これが現在では国連の海洋法の実施協定となってしまったことと同様の効果を狙っているとみられる。

5. 小松より、中西部太平洋のVDSの研究の状況はその後どのようになったのかを質したところ、PNA;ナウルグループからのVDSの研究分析の申し出は、FAOではなくFFAにもたらされた。FFAの方がPNA;ナウルグループに好都合な結果が得られるからである。VDSは操業に対して付加価値を付けた考え方であって、それ以前のライセンス制よりはるかに規制がしやすく収入を確保しやすいのでPNAはこれを好んだ。しかしこれが漁獲規制であるかとなるとそうではない。TACなどの漁獲規制はWCPFCが行うべきであり、PNAのVDSとは別の問題である。VDSは漁獲努力量の規制であるとしたので、小松より、一日当たりの操業努力量を規制していないので努力量規制でもない。ましてや漁獲総量規制でもない。いったいその本質は何であるのかとの問題となる。IQやITQとは全く異なる。

6. 小松よりFAOが提唱しているBlue Transformationが極めてわかりにくいのが、これを簡単に言うとうどうなるのかと質したところ、「ブ」は1) 良き生産、2) 良き栄養状態の提供、3) 良き生活の提供であって、4) 環境と気候変動（Climate Change）に対応し適応するものであるとした。小松より、すなわちFAO憲章に規定されるその目的である①栄養失調②飢餓と③貧困の撲滅を気候変動と環境の悪化のもとで対応しようとすることであると理解される。しかし、最近の気候変動の影響は、FAOのメンバー国の多くが存在するアフリカ諸国などで大きな悪影響を及ぼしている。すなわち環境と気候変動に対しても対応をFAOの憲章の目的に明確に示すべきと考える。環境と気候変動の対応がUNEPだけで済むとは到底考えられない。また、気候変動と地球温暖化の原因と対応が土地利用と食料の生産と流通・消費によって解決できることが多いことは、国際社会でも明らかにされているところであり、これをFAO憲章に明示してFAOがその政策と施策にあたるのが、適切ではないのかと述べた。「ブ」は、そのことを明示しなくてもFAOとして対応が可能である。そして現に地球温暖化と気候変動に対応する施策を掲げて実行していると述べたので、小松より、それだから、わかりにくく、メリハリがない。そしてUNEPに遠慮するところが出てくる。それでは対策の真の柱とはならないし、第2次世界大戦後に設立した国連機関の専門機関の分野別の業務分担が70年前に決めた時と現在では全く異なるのに、国連自身が変わろうとしないことが、また問題である。どこの専門機関が提起すべきかは検討の余地があるが、私はFAOが率先して、加盟国メンバーと国連本体でそのことが発言されるように、加盟国に働きかけたら如何かと考えると述べたら、「ブ」は其れもそうであるとうなずくところがあった。（了）

2022年9月30日10時から1時間以上に亘りFAO動物生産・衛生（Health）部のMr.Besbes, Ms.MottetとMr.Thanamatと家畜と水質の件ならびに、パンデミックとウクライナ・ロシア戦争で生じた世界の食料の不足と安全保障問題について意見交換をしたところ、その概要は以下の通りである。

1. まず、動物生産・衛生部の業務としては、1)動物の健康 2)動物生産と遺伝子の問題と 3)情報の提供がある。

2)の動物生産と遺伝子の担当については ①生きた畜産物のシステムとその改善 ②遺伝子の多様性 ③気候変動と環境 ④放牧；乾燥地帯と半乾燥地帯での放牧があげられる。世界の家畜生産は95%が小規模生産者で占められている。畜産業でもこれらの小規模生産者を支援するために水産・漁業の「行動規範」に類するものを作成したいと考えている。これによって畜産セクターを支援するものであり、収入と、生態系と社会面の観点から支援するものである。

2. 畜産生産は、これまで、多くの機会では非難されてきた。それは畜産物生産に伴う、外部性；排せつ物などを外部の環境に放出して、これを「きれいにする負担を支払わないこと」である。これを現在では可能な限り、削減（Mitigate）する方針である。

3. 遺伝資源に関しては、現在FAOは畜産物の遺伝資源の登録をしており、世界規模で8,000に呼ぶ遺伝子を基本データベースに登録している。これらの種の登録は地方の遺伝子資源としても重要であり、SDGsのインデケーターである生物の多様性と生物資源の保存にも貢献している。特に野生種は、ブリーディング（種苗を提供する親）のための種として重要であり、これを支援するプログラムを立ち上げており、野生種からブリーディングストックとして既に7%が活用されている。そして、これは地域社の畜産業に貢献している。

4. 第3の視点は、放牧畜産業である。これは、環境との調和を図るものでもあり、畜産業の外部性の削減と減少にも貢献するものであって、これまでは畜産業は他の住民や社会から嫌がられていたが、放牧の中でリサイクルが行われる。また、放牧は、乾季と雨期を使い分けて、家畜を移動させて、水と牧草が茂っているところに異動する。いわば自然のサイクルを活用するものである。これは自然とともに働くものであり、洪水にも対応し、過剰な牧草の摂取も避けるので、まさに自然活用の解決策となる。これらを「シルボフォレストリー」と呼び、次

週から始まるCofa（林業委員会）でも取り上げられよう。

実は、農業委員会の下に、漸く畜産小委員会が設置され、136か国とEUが参加して2022年3月に初めて開催された。水産の例を参考にして設定され、文書、通訳と翻訳が最も多いが全て必要資金・経費は外部の資金で賄った。この会合では、動物の遺伝資源の問題が熱心に議論された。小松より、本当に一切、通常予算からの支出はないのかとの質問に対して、Besbesは、スイス、オーストリア、アイルランド、フランスとNZなど欧州諸国などからのトラスト・ファンドですべてを賄った。また初回の委員会であったので誰が議長となるのかで欧州とラ米で決着がつかず、結局は秘密投票に持ち込まれ、ラ米のアルゼンチンからの議長となった。ところで畜産の予算は他の予算もそうだと思うが、ここ20年で20～30%も削減された。このために専門家も減少して、その中で対応を差し迫られていると述べた。

最近の畜産は気候変動の影響をウクライナ・ロシア戦争の影響でメイズやソヤ（大豆）の生産・利用と輸出が大きく影響を受けている。アフリカに輸出される穀物飼料の80%が削減された。アフリカ諸国は穀物を鶏肉の生産に当てており、パンデミック、気候変動とウクライナ・ロシア戦争のためにその生産施設が原料不足で、閉鎖に追い込まれた。それで代わって行われているのが、米国やブラジルからの鶏肉の直接の輸入であるが、このために鶏肉価格が急上昇して、アフリカ諸国の購入・輸入が困難になっている。またアフリカでは農民や地方住民が都市に移住して農業から離れ、それが農業生産体制の弱体化にもつながっていることが問題である。アフリカの畜産農家の90%からほとんどが小規模である。

アフリカの人口は増加を続けている。2050年までに全人口の60%が都市部に集中するとみられている。南アフリカですら、地域の輸入は増している。

5. Ms Mottetは現在では気候変動に対し、遺伝資源の改良、そしてAgroEcologyでの対応があるが、これは新しい考えではなく、1930年代には既に考えられたものである。これはFAOなどの機関、農民などが植物を活用して、畜産業を営もうとしたものである。また、家畜の世話は女性や子供の仕事と考えられていたが、ジェンダーの面からも検討される必要がある。また、放牧酪農は自然の力を活用したものである。日本では、廃棄される食料を家畜のえさにしており、これはエコサイクルと呼ぶものであり、画期的な出来事である。

家畜の糞尿を今後はバイオマスとしてとらえ、これをエネルギー源として活用したり肥料として活用するプロジェクトをセネガルやニジェールなどで実施している。緑のバイオマス資源として活用していきたい。

2022年9月30日

FAO林業局との分水嶺の管理に関する協議

9月30日にFAO林業局Ashley Steel 林業生産官、Ms. Duchelleとコロンビア現地事務支所Ramirez担当官と森林と淡水魚の関係ならびにWatershedについて意見交換をしたところその概要は以下の通り（当方渡邊浩幹FAO担当官同席）。

冒頭に小松から、日本の漁業生産の急速凋落についてと四万十川の淡水漁業生産量が、ほぼゼロまで落ち込んだ理由について説明した。陸上の人為的活動に加えて、森林の植生が広葉樹から針葉樹や草原地帯に代わってしまったことがあげられるので、森林側の環境と生態系の維持と回復並びに修繕が必要であり、そのためにFAOの林業局と2016年頃から、特に2019年頃からは本格的な協議を持ち出し、今回もそれをさらに確認し強化したいと述べた。

1. 林業局の専門家は、一様にFAOの中でも水産局を訪れるのは初めてであるが、やはり、もっと交流を促進することが重要である。このように、小松さんが来ることによって水産局と林業局の交流が図られることは大切である。

2. 少し遅れてやってきたSteel担当官は、ワシントン大学で森林学を学び、その後NOAAに入り、ワシントン州の森林の回復と淡水ないし分水嶺に生息する魚類の研究と行政に従事したが、合衆国では、分水嶺を中心としたデータや分析も十分に蓄積されて来た。例えばオリンピック半島のElwha ダムの取り壊しにも興味があったので、Elwhaダムの取り壊しの現場をも観察した経験がある。小松より、自分も現在四万十川で環境の調査を実施中であるが、一つのダムが戦前に建設され、ダムにヘドロの蓄積が多く機能が低下し、また近くに原発もできたので、電力も必要なくなった。Elwhaダムの破壊の状況などについても知りたいと述べたが、Steel女史は、自分が直接に関与したわけではない。西ワシントン大学の先生が詳しいと述べ、NOAAからFAOに転籍したものである。これらの仕事の方が自分としてはやりがいがある。

現在彼女が、ザンビアで進めているプロジェクト；分水嶺の管理；森林と淡水魚の資源量や管理を一体化させた包括的取組に関して語りだした。

そこは、ザンビア国の中央部の北に位置する、Upper Kaeful川の分水嶺であって、南西部の国境付近にダムがあるがその影響を避けるために、ダムの北部の分水嶺に限定した。その方が分水嶺を全般的に観察できるからであると説明した。分水嶺の下流では淡水魚が多く発見さ

れるがこれらは上流まで遡上回遊して、そこで、植物由来のえさを捕食しているとしたので、それについては、定性的でかつ定量的なデータがそろっているのかと質したが、それらはこれから調査する必要があると語った。この後ドローンや水温計を活用した定点調査などを充実し、さらに、人口の変遷や産業の形態などを、一つの分水嶺の地図で、それらの全体が見えるようにして、何が淡水魚湯やその資源動向と逆に植生に影響を与えているのかを分析していきたい。また、各分野の専門家が、現場で参集することも重要であり、FAOの関係者のみでなく、また地元の役人森林関係者だけでなく幅広く多くの人が集うことが重要であると述べた。

3. コロンビア地域事務所のRamirez担当官は、2019年に小松さんがFAOを訪問し、その際に林業局を訪れたことが、自分たちFAO林業局の専門家の目を開いたと思う。自分たちも森林と林業だけを見ては、包括的な問題を把握できないし、専門的な各論の分野も見えなくなると考えて、広く淡水漁も分水嶺の調査と研究に加えることとしたものである。

4. 今後に関して、彼らは、対象分野が一分野を超えてますます包括的になるべきであること、また専門家も、自分の専門分野を超えて、他の分野の専門家と一緒にあって広い分野の視点から問題解決に取り組むことが重要となる。すなわち、各分野を超えた連携と協力がますます重要となると語った。FAO本部でも、連携と協力がさらに必要となると語った。

5. Steel専門家はザンビアのKaeful川上流のプロジェクトの取組について現在ビデオを作成中でありそれが完成した後はWEBのリンクを送るので、その内容に関して、評価と感想を聞かせていただきたいと述べた。(了)

FAO Mr. Lifeng Li 土地・水資源部長と Dr. Aniami Alfarra 水資源専門官との協議

1. 小松より、日本の水産業の劣化が止まらない。ピークには1,280万トンの漁業生産量が2021年には417万トンにまで激減したが、自国の200海里の排他的経済水域内の減少量が650万トンもあり、この減少は日本の自国の責任である。しかし、この現象の半分は水産庁と漁業者によるミスマネジメントにあるにしても、残りの半分は、陸上起源の様々な活動に起因すると考えている。ここで、「四万十川調査の報告書」を見せながら、原因は、陸上起源の活動が様々な汚染水を河川を通じて海洋に垂れ流しするからであると考えられる。1) その第1が農業や畜産による廃水 2) 都市下水と工場排水の河川を通じての海洋への流出が海洋の生態系の劣化を招き、かつ、漁業と水産資源の劣化と減少の原因である。その原因のもととなっている、農業分野と土地利用での水資源の利用と排水の状況、問題点と管理の現状について、貴職のご意見などをお聞きするのが今回の訪問と今日の会合の目的である。すなわち、漁業と水産業の問題も、その分野の単一の問題としては既に解決が困難になっていると考えると述べた。

2. これに対し、Alfarra博士からまず第一に「ホリステイック（包括的な）アプローチ」が極めて重要で必要であるとの冒頭発言から開始された。まず水の問題はその量と質の双方が大切である。水は河川のヘッド・ウオーター（源流）から河川中流域・分水嶺、河川盆地を通り、最終的には沿岸域に流出する。河川水と海洋水の汚染で最も悪質なものは、目に見える、プラスチックではなく、プラスチックはそれほど危険とは思えない。危険なものは、目に見えない汚染物質である。これらの目に見えないものに更に人間の注意を払っていく必要がある。水銀も、過大な肥料も危険であるし、危険物質などを分解する機能を有する湿地帯の喪失も非常に危険である。

これらの水と河川の問題を、私たちは現在、グアテマラやトルコなどでの河川流域盆地・分水嶺に着目し、それらの広大な流域を包括するプロジェクトを立ち上げつつある。しかし、このプロジェクトを実施するには資金が必要であり、自分たちはGEF；グリーン環境基金他からその資金援助を受けて実施しているが、これらを他の地域で展開する場合資金が足りない。これらのプロジェクトによって、水資源と水の管理を、化学汚染物質の把握と対応や農業と工業の土地利用、水利用と水質汚染などと総合的包括的にとらえることによって、解決策を導こうとするものである。その解決策には水量の配分（アロケーション）やどのように湿地帯を保存し回復すべきかの問題もあり、その場合はラムサール条約まで

関与し、該当する国際機関はFAOではなくUNEP（国連環境計画）である。地域の関係者を多く関与させることである。政府だけでなくまたFAOなどの単一の国際機関だけでは、解決が不可能である。そして、これらが現状分析や包括的対応のモデルとなれば、これを契機として、他の地域への適用が可能であるし、そのようにしたいと考えている。

そしてトルコのGediz川Basin（流域盆地）で実施するプロジェクトはそのタイトルが「Integrated Water Resource Management in Gediz River Basin in Turkey」であって、その重要なキーワードは「Integrated 統合された」である。

このプロジェクトはGediz川の流域を対象とするが、本河川は275キロメートルで流域面積は18,000平方キロメートルである。東の山岳地から流れ、蛇行しながらエーゲ海にそそぐ河川である。

Barriers

The main barriers that need to be addressed to overcome the problems are as follows:

- Lack of an effective water management system for Gediz River Basin
- Weak balance among conservation and utilization of natural resources in the river basin
- Limited knowledge on innovative approaches and tools on sustainable use of water resources
- Lack of a quality monitoring program for the river basin
- Lack of an analytical framework

図1 Dr.Aniami Alfarra 水資源専門官が提供

- 1) プロジェクトの参加者とその構成を統合すること。その地域の持っている資源を調査しそれを統合して、かつ多くの関係者の傘下で活用すること
- 2) 持続的な土地利用の推進と統合的自然資源の管理、河川地帯、放牧地帯、景観と河川との統合陸上水が河川に流入する前の湿地帯を浄化機能として活用
- 3) モニタリング、評価、トレーニング教育の推進である。

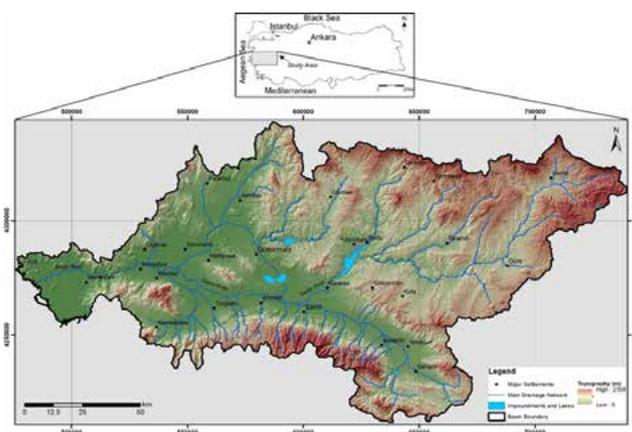


図2 トルコのGediz川Basin（流域盆地）
Dr.Aniami Alfarra 水資源専門官が提供

すなわち、別々の分野の関係者が統合され、協力され、モザイク状態を形成する。これによっていくつかの流域盆地（分水嶺）の生態系が統合されて観察・研究・分析されるのである。というのは河川に沿って自由に幾つか県（カウンティ）をまたがって流れるからである。このような考えは非常に重要であって、これは以前にはFAOにもそのような考えを持ち合わせていなかった。これによって、これらの地域の土壌の種類と例えば排水処理場からの排水がどのような状況で排水されているのかを観察することができる。これを国際的にも他地域のモデルケースとして取り扱うことができる。地域によって環境や地勢には差があるが、共通する技術的な問題点や評価があると考えるのでこれらを他地域に適用させることである。

河川と海洋の汚染の80%は陸上起源と推定される。従って、これを規制する関係法の整備も急がれるが、人口が集中する都市対策も重要である。

FAOは海洋に関してはブルートランスフォーメーションを唱えだした。

2. Li部長からは、そのほかにも畜産業・家畜の飼育中にはAMR;Antimicrobial Resistance（抗微生物薬耐性）の問題がある。これは、畜産物の飼育中に抗生物質を投与すると、その抗生物質に耐性を持った微生物が大量の微生物群の中に必ず発生するのである。そして、それらが食物の摂取を通じて、人間の体内でも抗生物質に耐性を持った微生物が発生するのであるが、この原因とメカニズムはよく解明はされていない。今後環境、人類と家畜などの一つの生態系内の健康；One Healthとする考え方が、2019年のパンデミック以降に提唱されており、これらの考えも、問題をホリスティックに検討することを基本とする。

水産部門でも水産資源は河川と海洋を回遊する。従って、河川に流入する過剰肥料と農薬の規制を行うことが重要である。さらに家畜の生産とそこからの排泄物も河川や海洋環境の悪化に貢献する。

森林部局でいえばマングローブ林が沿岸域の海洋の生産と生態系を保護する役割を有している。沿岸域の植物もそのような役割を有する。

今後は沿岸域でも統合された管理海域を設定し、かつこれを、沿岸に加えて島嶼部や海洋にも拡大していく必要がある。まさしくホリスティックなアプローチであり、関係者のコラボレーション；共同作業である。これは、ブルートランスフォーメーション；Blue Transformation；①より良い生産、②より良い栄養と③より良い環境と④より良い生活をその内容としているが、これらを推進していく必要がある。（了）

将来への提言

総論

本調査報告書も年を重ね充実してきた。四万十川調査は2023年度は第3年目、大船渡湾調査も第3年目を迎える。広田湾・気仙川調査は2015年から開始して、第9年目である。2022年度からは東京湾調査も開始した。そして本年度はNBSに関する活動もスミソニアン環境研究所を日本に迎え、2023年度はホワイトハウス環境クオリティー委員会（CEQ）との会合が入り、益々、日本と世界の広がりを見せた。

それぞれのプログラムが相互に関連をもって包括的に検討し、評価し、かつお互いの結果を相互活用できる。これは本生態系総合研究所としても大変喜ばしく考えている。さて、今後の調査活動については、相互に関連付けながら、各調査について以下のように進めたい。

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、実現に向けて行動する。

1. 四万十川調査

本調査の目的は河川環境を科学的指標を客観的に表示し、それらの意味を提供し、環境の悪化の原因を解明する。

1) 春夏秋冬の調査を継続して実施する。

- ①防災を目的とした河川の護岸と直流化の工事。
- 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。
- ④津賀ダムや佐賀堰の及ぼす環境影響。

2) 上記の①から④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、分析に足るものとするのである。

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。ダムの利点として水力発電、洪水防止、灌漑があるが、他方で、第1次生産力の減少、生物多様性の喪失、水質の悪化、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。

2. 大船渡湾と広田湾

1) 大船渡湾

当面、現在実施中の海洋環境の科学的な計測調査を1年に春夏秋冬の4回実施し、2021年度から2023年度までの3か年間はこれを地道に繰り返し実施する。

大船渡湾の水質・環境については基本的に悪化傾向にあるが、国土交通省釜石地方事務所のデータでも夏の環境は悪化している。しかし、継続調査での検証が重要である。また、暫定的対応は夏場の大船渡湾への汚染物質の流入を削減することである。このため湾岸に立地する都市排水処理場の塩素系化学物質の使用実態と、工場の排水処理能力を調査することが大切である。

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。将来は研究所を設置して研究と日米交流、若手科学教育と国際教育を推進する。

古川沼への流入河川のストリーム回復と古川沼の再生

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。

このような湿地帯造成事業に魅力を感じ、取り組む。三陸沿岸や日本の各地にもモデルとして広がる可能性がある。

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。



写真1 米国Havre de Grace市におけるLiving Shorelineの例
著者撮影 2022年12月



写真2 Havre de Grace市のLiving shorelineを見渡す木製の遊歩道
著者撮影2022年12月2日

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るとみられる。



写真3 米国のSt Paul Episcopal Churchの湿地帯造成を参考に
小友浦の後背地に湿地帯を造成する

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。

今後は、自然活用型の水辺の再生プロジェクトに関する米国の経験を紹介する国際シンポジウムを予定する。

また、2023年10月にはメリーランド州スーザンリー州務長官がNBSについて訪日する。東京湾のNBS関係地を視察する他、関係者とも意見交換する予定である。

日本での、コンクリートによるグレー・プロジェクトではなく、自然活用型の水辺再生によるグリーン・プロジェクトの定着を目指したい。

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、和歌山県と兵庫県など）にも適用するべきものであり、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。ここでは、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。ここで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。そのために必要なプロトコルを作成し、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。受け入れ場所は東京湾と他の地域（神奈川県横浜市、和歌山県と兵庫県など）とする。NBSに関するワークショップを開催する。

ここを起点に日米協力、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。（了）

あしがき

一般社団法人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年目に突入し来年度は10周年を迎えます。

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ました。駿河湾と富士川、北上川と万石浦と桃浦も対象にしました。

2021年度からは調査の対象を拡大しました。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対象としました。

また、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ました。さらには、5～6月にはスミソニアン環境研究所を日本に招致し、日本政府要人と会談し、東日本大震災とその後の復興工事について陸前高田市の広田湾と大船渡湾を視察しました。そしてNBS；自然力活用のビジョンを描いてもらいました。2023年10月にはチェサピーク湾の回復に専門知識・技術を持つメリーランド州務長官の訪日が予定されます。

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ました。

かつては天然の魚類や甲殻類も豊富な自然が豊かな河川でした。アユやウナギ、川えびとゴリが豊富で、青のりとアオサノリ（養殖他）も多く獲れましたが、最盛期の3%まで減少しました（2021年漁獲量；高知県）。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ました。このために河岸工事やダム建設が盛んに行われました。また、農業と都市化・工業化が原因で汚染も進みました。

四万十川の再生は、科学的情報・根拠に基づく四万十川の科学的評価が最も重要です。本年8月には四万十市中村と四万十市窪川で2年間の調査結果を市民に報告するシンポジウムを開催します。

大船渡湾と広田湾

大船渡湾の調査を2021年度から開始しました。広田湾に隣接して、震災影響も受けており、2つの湾・河川を比較対照することが有益です。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ます。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キロの巨大防潮堤が造成されました。古川沼は石張り（Riprap）で生物が住みにくく、

水流が停滞し、都市下水が不十分な処理後に流入し環境劣化が進行中です。その環境や広田湾の環境と養殖業との関係も調べています。

東京湾調査

東京湾の内湾域での調査も開始しました。海の森公園島、令和島と中央堤防外の新埋立て地（東京都の廃棄物処理場）の周辺と有明などの海洋水質・環境調査を始めました。

海外研究機関と大学との連携活動

2022年5月31日から6月9日までは米スミソニアン環境研究所の一行5名の科学者・専門家を東京に加えて大船渡と陸前高田市に迎え、国際シンポジウムを開催し、現地調査を行いました。同年11～12月には、メリーランド州とチェサピーク湾の周辺のNBSのプロジェクトを訪問しました。

ところで、7月24日から8月1日までは豪日交流基金；豪外務貿易省が提供する基金；により在日豪州大使館の後援でタスマニア大学の専門家を迎えてサケの国際シンポジウムと中高生との対話集会を開いて日豪の親善に貢献する事業を実施しました。

また、米国政府、ノルウェー政府とスウェーデンと国際機関（FAO）も訪問しました。

このほかにも日本で初めて本格的ダムとして撤去された熊本県荒瀬ダムと今後建設される日本最大の流水型の川辺川ダムについて報告しています

このように幅広い、他には見られない情報がたくさんあります。この報告書を是非ご覧いただき参考にして頂ければ幸いです。

謝辞

この報告書を作成し、出版するに際しては、国内外の数多くの方々、政府関係者、科学者ならびに民間活動家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株式会社高知銀行の田村忍常務と竹内清彦氏他に感謝の意を表します。岩手県のアレンジ伊藤光男氏にも御礼を申し上げます。

今後とも何卒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、一般財団法人鹿島平和研究所「食、生態系及び土地利用研究会」主査、公益財団法人アジア成長研究所客員教授。2021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。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「水産業改革委員会」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率するために―」（2023年1月）など。

自然活用の水辺再生 プロジェクト 2022年度報告書

四万十川 大船渡湾・広田湾 東京湾
チェサピーク湾とダム

2023年7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



陸前高田の防潮堤



撤去された荒瀬ダム



大船渡の湾口防波堤

広田湾に流れ出る排水



古河沼に流れ出る排水

一般社団法人生態系総合研究所
Ecosystem Research Institute



Kyle PointのLiving Shoreline



ストックホルムの環境に配慮した町