

令和4年度諏訪湖創生ビジョン推進事業
調査結果報告書

令和5年3月

長野県

【目 次】

はじめに

本編

第1章	溶存酸素濃度等連続測定調査 (環境保全研究所水・土壌環境部)	・ ・ ・ ・	1
第2章	プランクトン調査		
1	植物プランクトン調査 (松本保健福祉事務所検査課)	・ ・ ・ ・	15
2	動物プランクトン調査 (水産試験場諏訪支場)	・ ・ ・ ・	17
第3章	覆砂場所のモニタリング調査		
1	水質調査 (環境保全研究所水・土壌環境部)	・ ・ ・ ・	26
2	底質調査 (環境保全研究所水・土壌環境部)	・ ・ ・ ・	35
3	淡水シジミ生息調査 (水産試験場諏訪支場)	・ ・ ・ ・	45
4	底生生物及び魚類調査 (水産試験場諏訪支場)	・ ・ ・ ・	49
第4章	ワカサギの資源量調査 (水産試験場諏訪支場)	・ ・ ・ ・	53
第5章	水生動植物調査		
1	諏訪湖におけるヒシおよび水生植物の分布調査 (水産試験場諏訪支場)	・ ・ ・ ・	56
2	メガネサナエのモニタリング (諏訪地域振興局環境課)	・ ・ ・ ・	62
第6章	流入河川水量等調査 (環境保全研究所水・土壌環境部)	・ ・ ・ ・	64
第7章	総括	・ ・ ・ ・	72

資料編

はじめに

本報告書は令和4年度に長野県が実施した諏訪湖に関連する事業のうち、平成30年3月に策定した諏訪湖創生ビジョンの長期ビジョンの実現に向けて実施した「諏訪湖創生ビジョン推進事業」の環境改善の調査結果等をまとめたものです。

目次に記載のとおり、各章ごとに調査実施機関が、調査概要、調査結果、関連調査の結果等を踏まえた考察等を取りまとめました。

調査で得られた実測値等の一部は資料編として最後にまとめてありますが、それらの扱いに当たっては、本編に記載の調査方法や分析方法によって得られた値であることに留意して下さい。

なお、第1章については、県と共同研究を実施した信州大学の調査結果を加えて取りまとめてあります。

結びに、本報告書の作成に当たり調査結果のデータ等を提供いただいた信州大学理学部附属湖沼高地教育研究センター諏訪臨湖実験所の宮原教授、第1章の溶存酸素濃度等連続測定で使用した測定器を県に寄贈いただいた「抱きしめてプロジェクト in 信州 実行委員会」ならびに諏訪湖ロータリークラブにこの場を借りて御礼申し上げます。

第1章 溶存酸素濃度等連続測定調査

環境保全研究所 水・土壌環境部

1.1. 目的

湖内に溶存酸素（DO）濃度および水温の連続測定器を設置して貧酸素水塊の状況を把握し、貧酸素水塊の発生・解消メカニズムの解明、貧酸素対策の検討および底層溶存酸素量の環境基準類型指定のための基礎資料とする。

1.2. 調査測定方法

湖内の観測地点の5地点（A、B、C、D、E）および湖心に固定された浮標に、測定器をロープで所定の深度位置に係留し、DO と水温の連続測定を行った（測定間隔： 10 分）（図1および写真1）。

但し、湖心での測定については信州大学 諏訪臨湖実験所が実施した。

装置：HOBO 溶存酸素データロガーU26-001（蛍光式）

調査期間： 令和4年(2022年)6月下旬～12月下旬
(但し湖心は3月～12月)

各地点の測定水深は表1のとおりとした。



図1 湖内の測定地点

表1 測定地点の全水深と測定水深

地点	緯度	経度	現地 全水深 (m) ¹⁾	測定水深 (m)				
				0.5	2.0			
A	36° 03′ 15.22″	138° 03′ 41.30″	2.55	0.5	2.0			
B	36° 03′ 29.67″	138° 05′ 52.52″	4.55	0.5	—	3.0	4.0	
C	36° 02′ 53.77″	138° 06′ 18.20″	2.43	0.5	2.0			
D	36° 02′ 44.17″	138° 04′ 28.25″	5.76	0.5	—	3.5	—	5.0
E	36° 02′ 44.28″	138° 03′ 51.50″	4.36	0.5	—	3.0	4.0	
湖心	—	—	—	0.5	1.5	3.0		5.0

1) 現地水深： 令和4(2022)年6月28日測定

A 地点



B 地点



C 地点



D 地点



E 地点



写真1 湖内の測定地点の様子(2022 年 7 月)

1.3. 調査結果の概要

DO 濃度をモニタリングした結果を図2-1（湖心、A地点）、図2-2（B地点、C地点）および図2-3（D地点、E地点）に示した。調査地点の中で、湖心の最深測定点では5月中・下旬から10月中・下旬までDO濃度が4 mg/Lを下回る貧酸素状態から無酸素状態になることがあった。また、6月下旬から観測した他の5地点の最深測定点では、全水深の浅いA、C地点は頻度が低いが、およそ6月下旬から10月中・下旬までDO濃度が4 mg/Lを下回る貧酸素状態から無酸素状態になることがあった。特に全水深の深いB地点、D地点およびE地点における最深測定点で、7月上旬～10月上旬の時期を中心に継続的、あるいは高頻度の断続的な貧酸素化が生じていた。

さらに、湖心、A地点、B地点では11月上・中旬ころに短期間（＜1h～2・3h程度の継続時間）ながら4 mg/Lを下回る貧酸素状態になることがあった。11月に入ってから4 mg/Lを下回る貧酸素状態化は昨年（2021年）には観測されなかった。

一方、9月には、これらの測定地点で低下した最深測定点のDO濃度が6～8 mg/L程度まで回復するとともに、同一地点の上層の測定点のDO濃度とほぼ同じになる現象がみられた。

この時期は、台風等（11号、14号、15号や台風から変わった低気圧）や前線、湿った空気等の影響³⁾で激しい雨の降った日もあり、強風が続いた日もあり、湖水の上下混合が進んだことが原因と考えられる。

³⁾ 長野県の気象概況 令和4年（2022年）9月、長野地方気象台

【各地点について】

湖心の5m層では、5月後半にも散発的にDO＜3 mg/Lとなることがあったが、その継続時間は2～7h程度でそれほど長くはなかった。半日以上DO＜3 mg/Lが継続するようになるのは6月下旬以降であり、10月上旬までは、無酸素～貧酸素状態（＜3 mg/L）が間欠的に現れた。DO＜3 mg/Lになるのは10/22昼頃の短期間（3時間程度）が最後であり、昨年（2021年）より7日ぐらい遅かった。

A点の2m層で6月下旬に観測開始以降、初めてDO＜3 mg/Lとなったのは6月下旬（6/29）であり、継続時間は単発であった。また、最後にDO＜3 mg/Lとなったのは11月中旬（11/11）で、継続時間は1h程度であり、昨年（2021年）より1ヶ月あまり遅かった。

B点の4m層で6月下旬に観測開始以降、初めてDO＜3 mg/Lとなったのは6月下旬（6/28）であり、継続時間は単発であった。また、最後にDO＜3 mg/Lとなったのは11月中旬（11/13）で、継続時間は単発であり、昨年（2021年）より1ヶ月程度遅かった。

C点の2 m 層で6月下旬に観測開始以降、初めて $\text{DO} < 3 \text{ mg/L}$ となったのは7月中旬(7/12)であり、継続時間は2h程度であった。また、最後に $\text{DO} < 3 \text{ mg/L}$ となったのは10月中旬(10/17)で、継続時間は1.5h程度であり、昨年(2021年)より1ヶ月程度遅かった。

D点の5 m 層で6月下旬に観測開始以降、初めて $\text{DO} < 3 \text{ mg/L}$ となったのは6月下旬(6/28)であり、継続時間は65h程度であった。また、最後に $\text{DO} < 3 \text{ mg/L}$ となったのは10月下旬(10/23)で、継続時間は2h程度であり、昨年(2021年)より1週間程度遅かった。

E点の4 m 層で6月下旬に観測開始以降、初めて $\text{DO} < 3 \text{ mg/L}$ となったのは6月下旬(6/28)であり、継続時間は12.5h弱程度であった。また、最後に $\text{DO} < 3 \text{ mg/L}$ となったのは10月中旬(10/17~18)で、継続時間は7h弱程度であり、昨年(2021年)とほぼ同じであった。

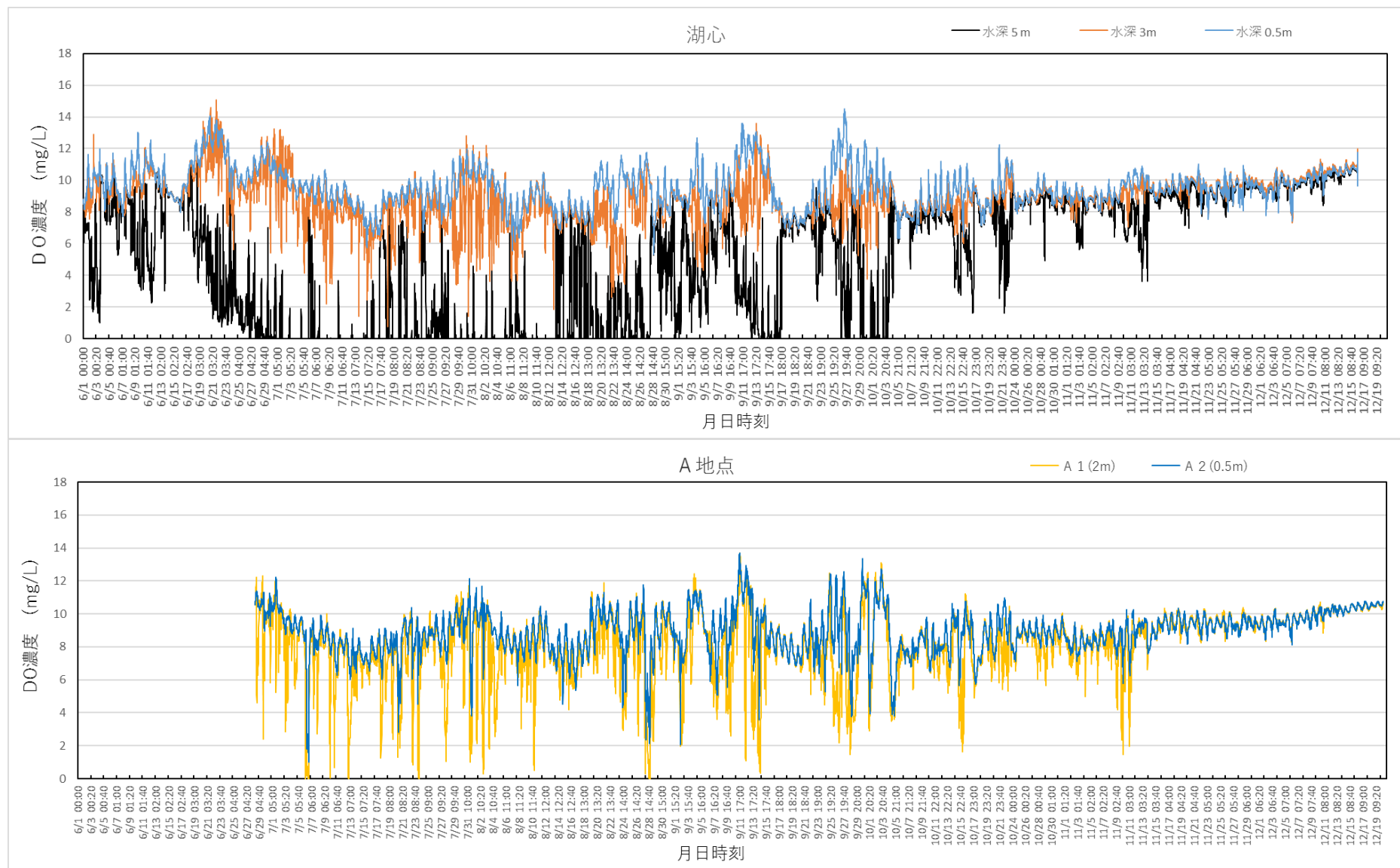


図2-1 各地点における DO 濃度の変動（湖心、A 地点）

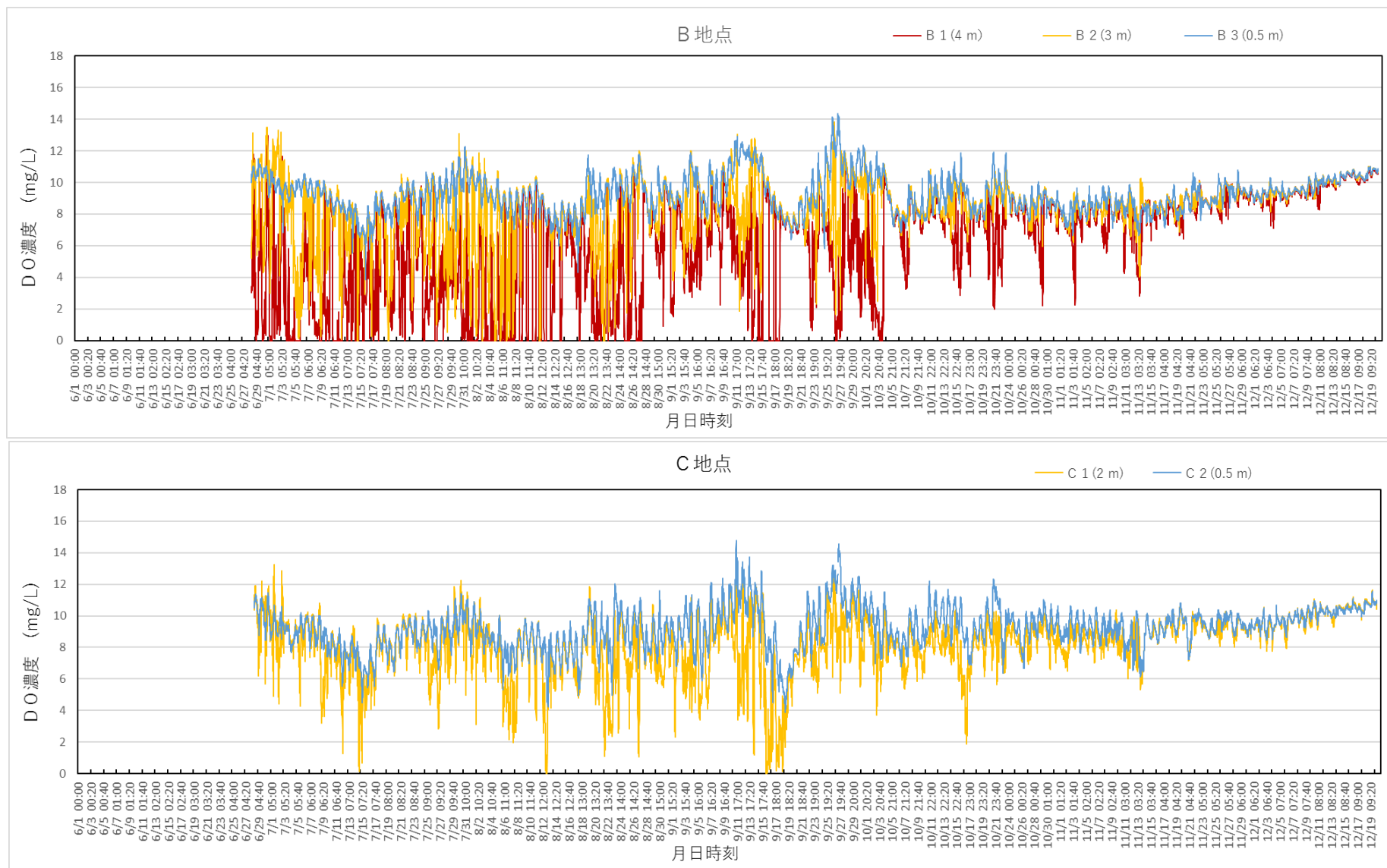


図2-2 各地点における DO 濃度の変動 (B 地点、C 地点)

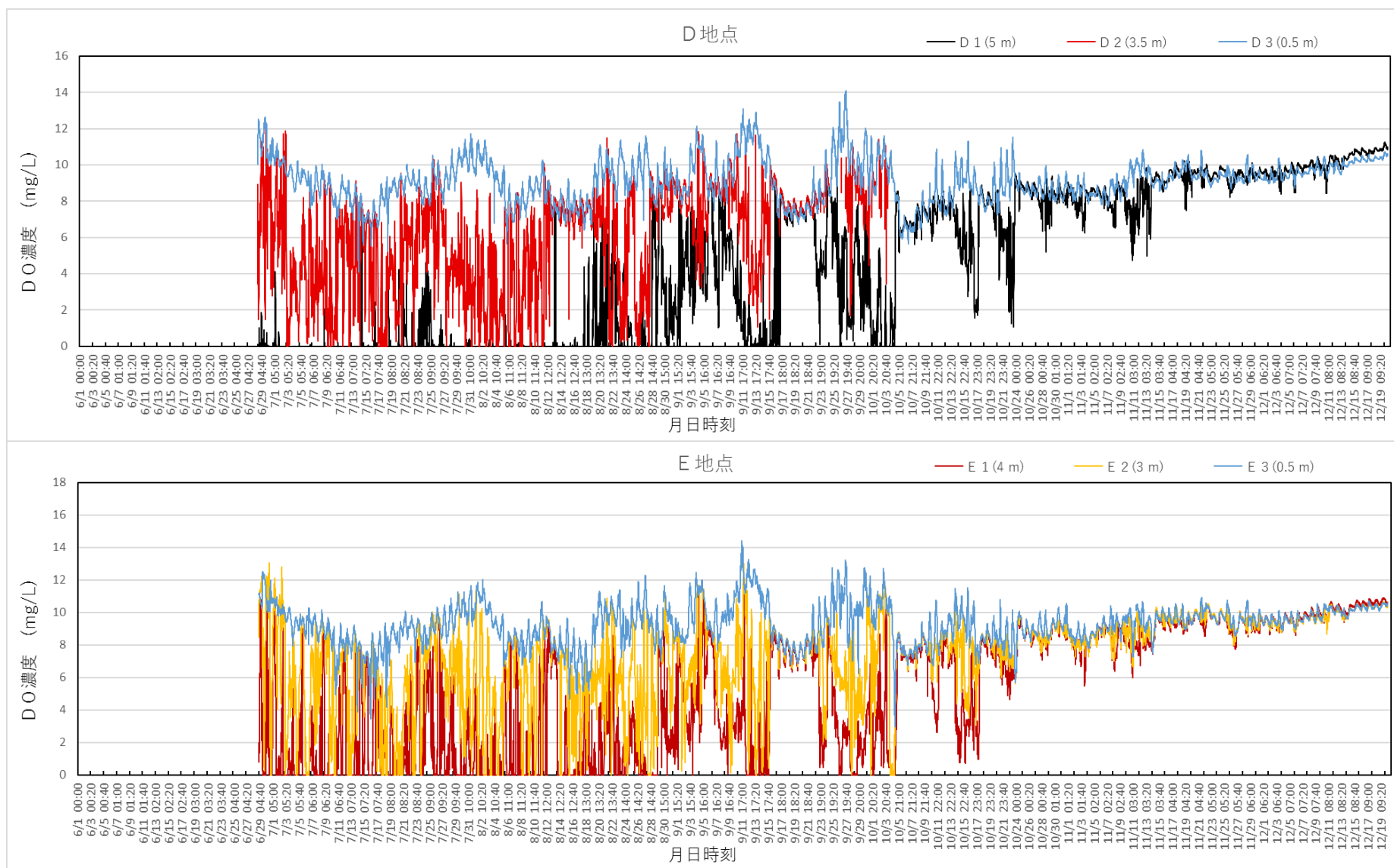


図2-3 各地点における DO 濃度の変動 (D地点、E地点)

なお、各調査地点の各調査月の半月間ごとの期間内測定割合が50%を下回ったのは、調査期間の6月後半～12月後半の中で、6月後半と12月後半であった。また、D地点の水深3.5 m層では測定装置に不具合が生じたため、10月前半に期間内測定割合が50%を下回り、10月後半～12月後半は欠測となった。

次に、DO と水温の変動を地点ごとに半月間のデータの平均値で比較した（図3-1および図3-2）。

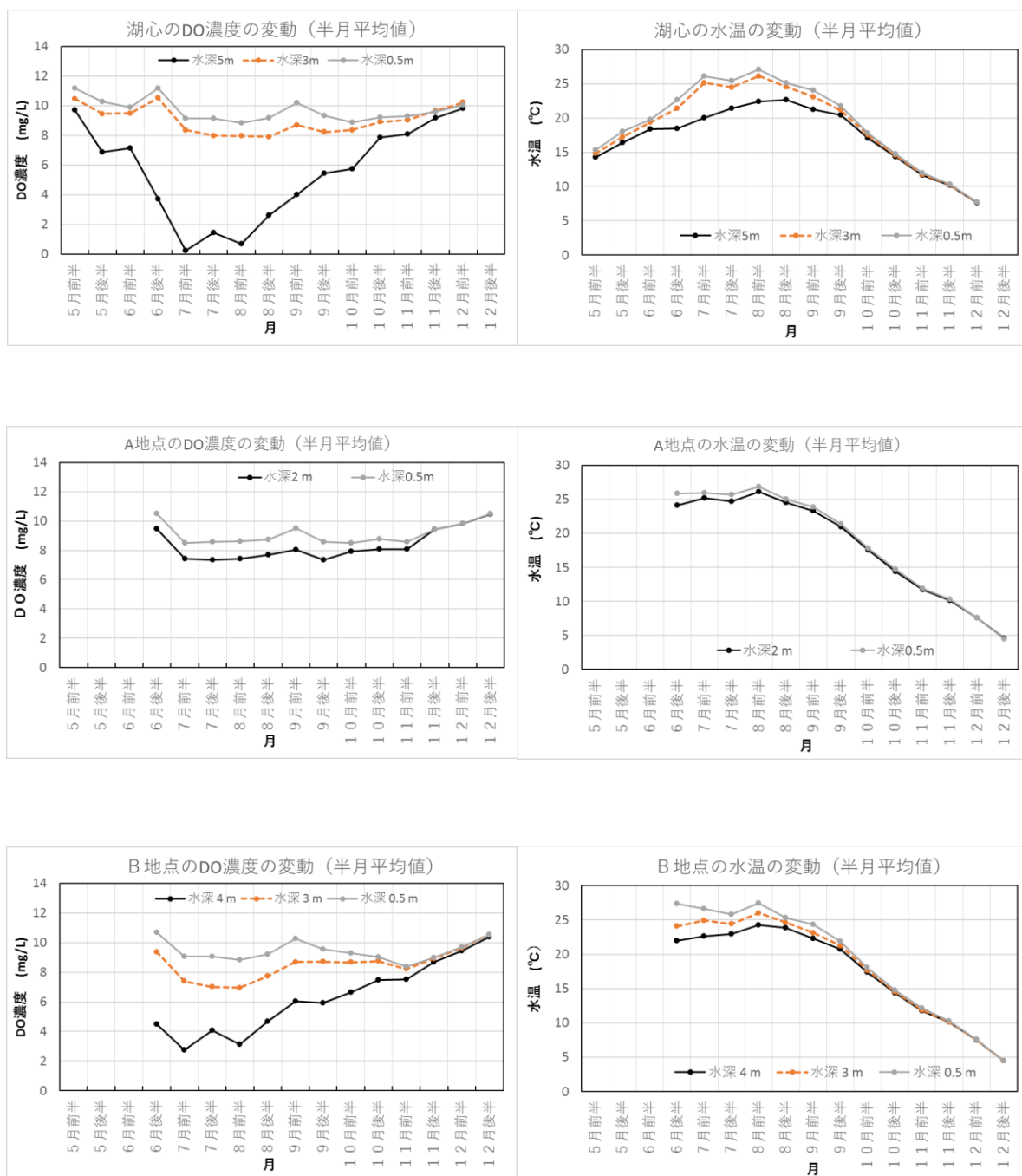


図3-1 各地点におけるDO、水温の比較(湖心、A地点、B地点)



図3-2 各地点におけるDO、水温の比較(C地点、D地点、E地点)

A地点、C地点においては、半月平均値としてDO濃度の大きな低下はなく、深い層(水深2.0 m)での最低値はA地点で7月後半と9月前半の7.3 mg/L、C地点で9月後半の7.0 mg/Lあった。また、表層(水深0.5 m)のDO濃度(半月平均値)はそれより0~2.3 mg/L程度の範囲で高い濃度であり、7月前半から11月前半あたりでその差は大きかった。

一方、水温の半月平均値については、表層(水深0.5 m)と底層(水深2.0 m)の差は6月後半~9月後半にかけてA地点で0.4~1.7°C、C地点で0.5~1.3°Cとなり、特に6月後半~9月前半にその差が大きかった。

B地点の底層(水深 4.0 m)の DO 濃度の半月平均値はA地点、C地点に比べて低下がみられ、DO 半月平均値の最低値は 2.7 mg/L (7 月前半)であった。また、水深 3.0 m での DO 半月平均値の最低値は 7.0 mg/L (8 月前半)で、表層での DO 半月平均値は 8.4~11 mg/L 程度であった。

一方、水温の半月平均値については、表層(水深 0.5 m)と底層(水深 4.0 m)の差が 6 月後半~9 月前半で大きく、1.5~5℃程度であったが、9 月後半以降は差が 1.2℃程度以下に小さくなっていた。

D地点では、水深 5.0 m で DO 半月平均値が 6 月後半~8 月後半に 3.0 mg/L を下回る状況がみられ、6 月後半~8 月前半には 0.3 mg/L 程度以下であった。また、水深 3.5 m での DO 半月平均値の最低値は 4.6 mg/L (7 月前半及び 8 月前半)であり、水深 0.5 m では大きな低下は見られなかった。

一方、水温の半月平均値については、表層(0.5 m)と底層(5.0 m)の差が 6 月後半~9 月前半にかけて 3~7℃程度と大きかった。

E地点では、底層(水深 4.0 m)で DO 半月平均値が 7 月前半~8 月後半に 3.0 mg/L を下回る状況がみられ、その最低値は 1.7 mg/L(7 月前半及び 8 月後半)であった。水深 3.0 m では 7 月前半~8 月後半に 5.4 mg/L 程度までの DO 低下がみられた。表層では大きな低下はみられなかった。

一方、水温の半月平均値については、表層(0.5 m)と底層(4.0 m)の差が 6 月後半~9 月前半で 2~4.5℃程度であった。

湖心では、水深 5.0 m で DO 半月平均値が 7 月前半~8 月後半に 3.0 mg/L を下回る状況がみられ、その最低値は 0.3 mg/L (7 月前半)であった。また水深 3.0m では同時期に DO 半月平均値が 7.9~8.4 mg/L 程度までやや低下した。

一方、水温の半月平均値については、表層(0.5 m)と底層(5.0 m)の差が 6 月後半~9 月前半にかけて 2.5~6℃程度と大きかった。

総じてみると、DO 半月平均値からみて底層で DO 濃度低下が顕著に現れたのは全水深の深い湖心、D地点、E地点、およびB地点であり、DO 濃度低下を全体的にみると、

D ≒ 湖心 > E > B >> A ≒ C であり、この順番は昨年(2021 年)の調査結果と同様であった。

次に、DO 低下、貧酸素化の程度を比較するため、10 分ごとの DO 測定値において 3 mg/L 以下となった測定回数の割合を半月ごとに算出し、図示した（図4-1および図4-2）。

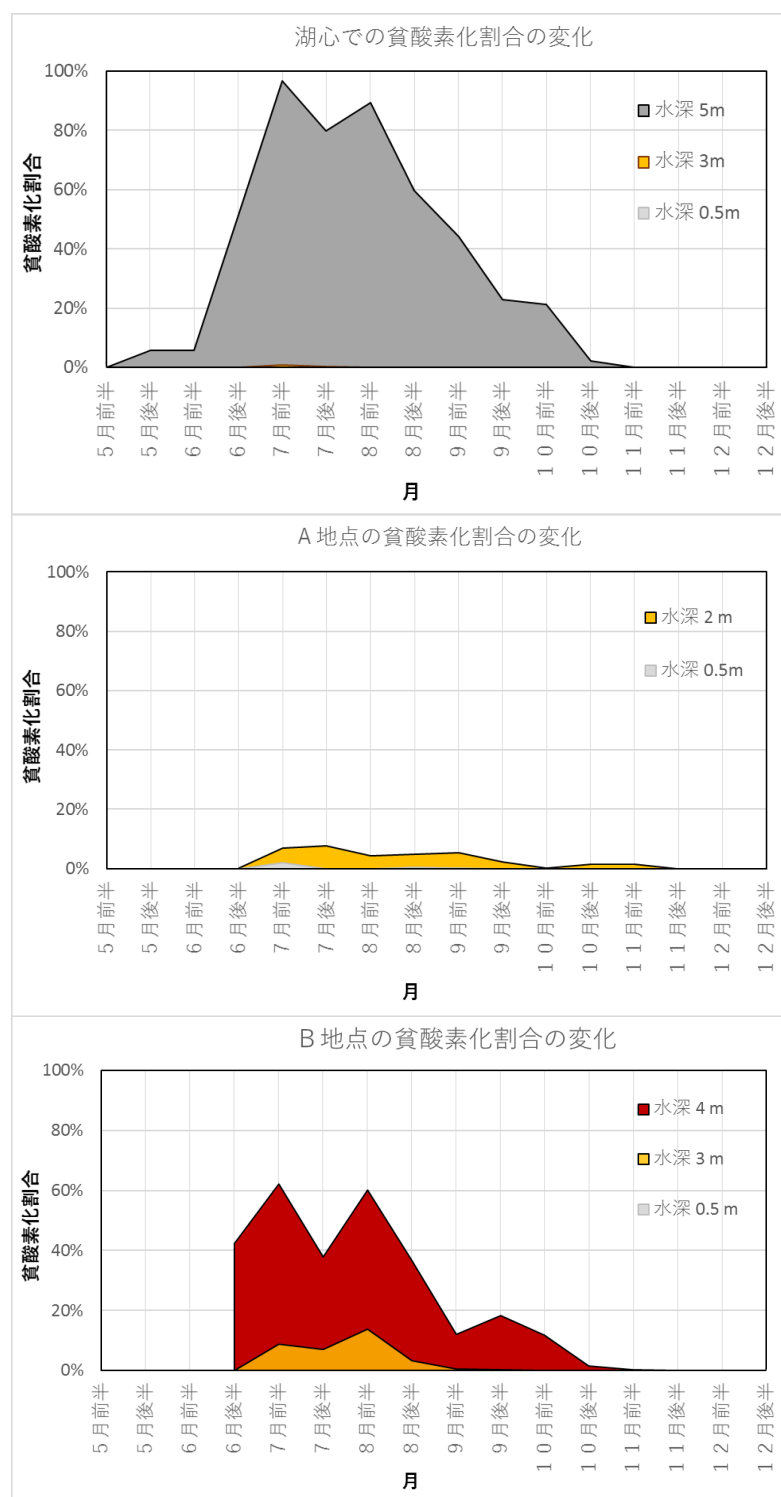


図4-1 各地点における貧酸素化の比較（湖心 A地点、B地点）

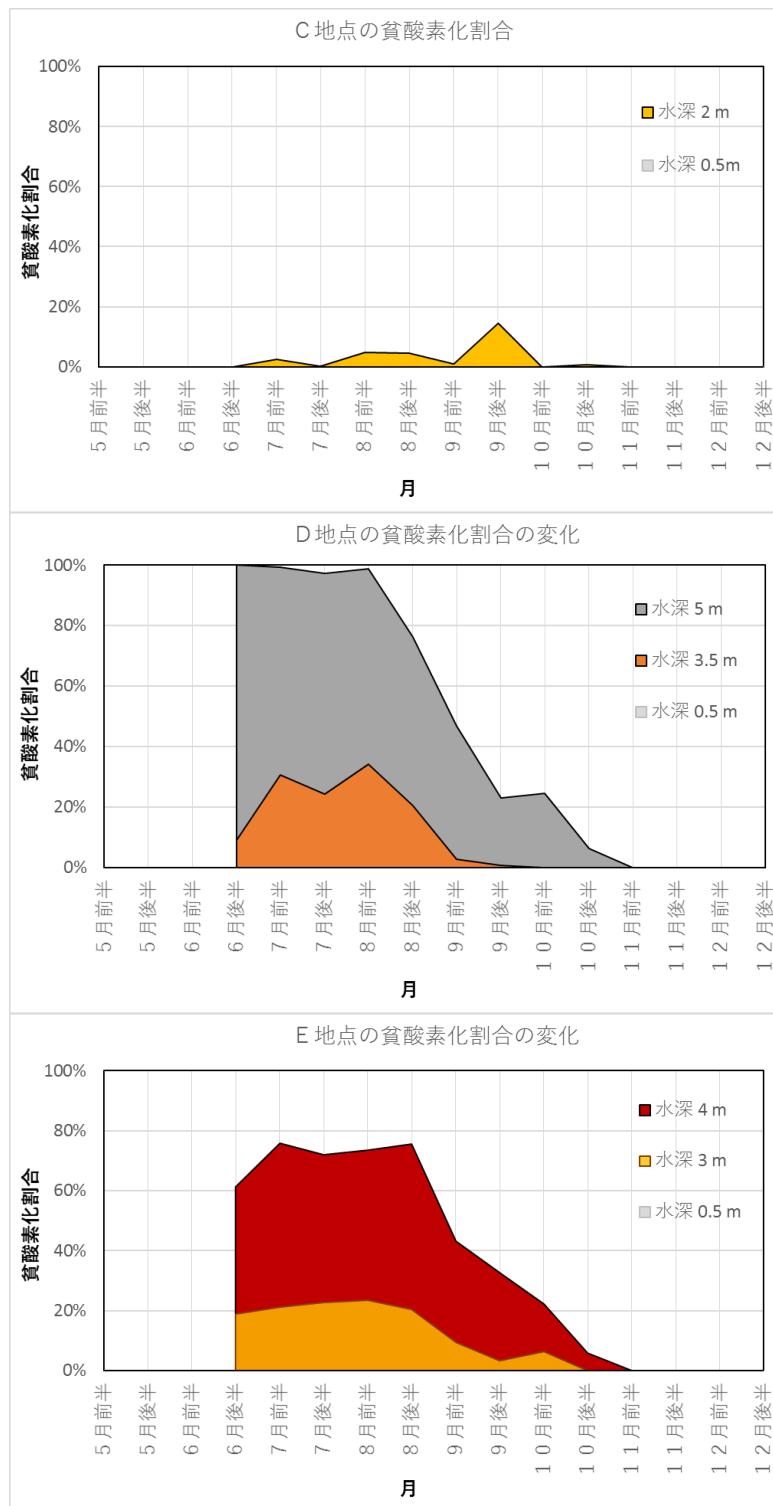


図4-2 各地点における貧酸素化の比較（C地点、D地点、E地点）

各地点の底層の貧酸素化割合(比率)をみると、

D ≧ 湖心 > E > B >> A ≧ C であつた。

これらの地点(底層)の中で、全水深の浅い A 地点、C 地点では貧酸素化割合(比率)があまり大きくはならず、半月ごとの貧酸素化割合の最大値は A 地点で 7.7% (7 月後半)、C 地点で 14.7% (9 月後半) であつた。昨年 (2021 年) のこの最大値は A 地点で 4.2% (9 月後半)、C 地点で 3.8% (8 月後半))であり、それらと比べて大きな値であつた。

一方、全水深が深い他の 4 地点の底層では貧酸素化割合(比率)が高いのは 7 月～9 月であり、半月ごとの貧酸素化割合(比率)は湖心では 23～97%、D 地点では 23～99%、E 地点では 33～76%、B 地点では 12～62% であつた。これらを令和 3(2021)年の値(湖心：17～89%、D 地点：34～79%、E 地点：19～45%、B 地点：12～29%)と比較すると、全体として大きい値であつた。

【参考】

令和 4(2022)年度の各月の風況について

調査期間の令和 4(2022)年 5 月～12 月における諏訪湖の風況を知るため、諏訪特別地域気象観測所の気象観測データ(毎正時データ)から各月の風配図を作成した(図 5)。

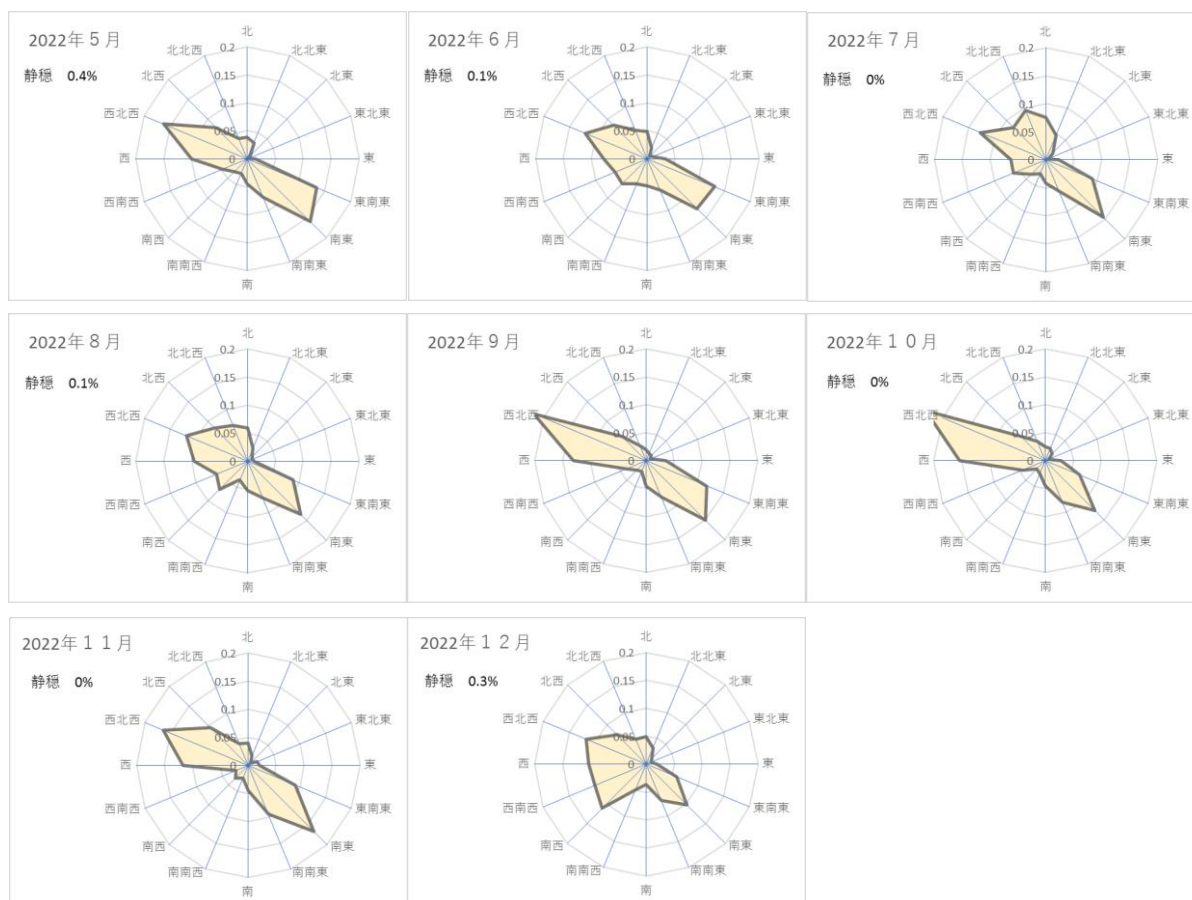


図5 調査期間の各月の風配図

調査期間（5月～12月）内の主風向は、西北西寄り（北西～西北西～西）の風であり、次には南東寄り（東南東～南東～南南東）の風であった。

各月の両者の関係をみると、5月、6月、7月、8月は南東寄り風が西北西寄り風と比べ、ほぼ同等かやや卓越していたが、他の月（9月、10月、11月）は両者は逆転して、西北西寄り風が卓越していた。12月については、西北西寄り（北西～西北西～西）の風に加えて、南西寄りの風まで加えた西寄りの風が南東寄りの風に比べて卓越していた。

第2章 プランクトン調査

2.1. 植物プランクトン調査

松本保健福祉事務所検査課

2.1.1. 調査目的

平成 28 年 7 月に発生したワカサギ等魚類の大量死亡の際、植物プランクトンの減少が確認されたため、植物プランクトン及び動物プランクトンを定期的に調査し、情報を収集する。

2.1.2. 調査方法

月 1 回の水質常時監視時に、表層は湖面から水深 0.5m、下層は湖底から 0.5m で採水した。

採水した試料に中性緩衝ホルマリン液を 5 % 濃度となるよう添加し、静置濃縮した後、「上水試験方法 2011 年版 VI. 生物編（日本水道協会）」を参考に、標準計数板を用いて検鏡、計数し、試料 1 mL 当たりの細胞数を算出した。種類は属レベルまで分類し、藍藻類、珪藻類、緑藻類、鞭毛藻類に分類した。

2.1.3. 昨年度との結果と今年度の比較

令和 3 年に入ると、鞭毛藻類が増加した。鞭毛藻類が優占するのは過去にあまり見られない現象であるが、この時の優占種は Dinobryon（ディノブリオン、サツギ属）であった。3 月から増加し始めた珪藻類は、4 月にピークとなった。4 月以降に全体の生物量は減少に転じたが、珪藻類が優占する状況は続いた。夏場は藍藻類が優占し、9 月から全体の生物量は増加に転じた。11 月以降は珪藻類が優占し、全体の生物量は減少傾向となった（図 1）。

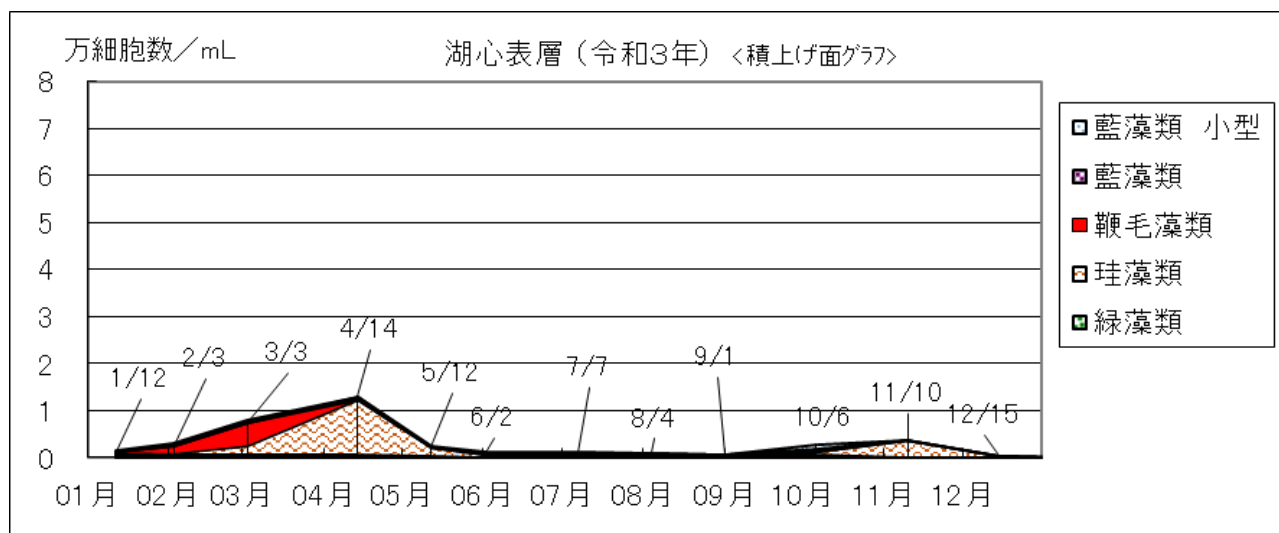


図1 令和3年の湖心表層における植物プランクトン細胞数の推移

令和 4 年に入り、例年と同様に珪藻類が増加し優占した。この時の優占種は Asterionella（アステリオラ、ホガタケイロ属）であった。2 月から増加し始めた珪藻類は 4 月、5 月にピークとなった。5 月以降に全体の生物量は減少に転じた。7 月からは藍藻類が増加し Phormidium（フォルミディウム属）や Aphanocapsa（アファノカプサ属）が優占して、8 月にピークとなった。9 月以降緑藻類が優占し、全体の生物量は減少に転じた。12 月に再び藍藻類が優占し、全体の生物数が増加した（図 2）。

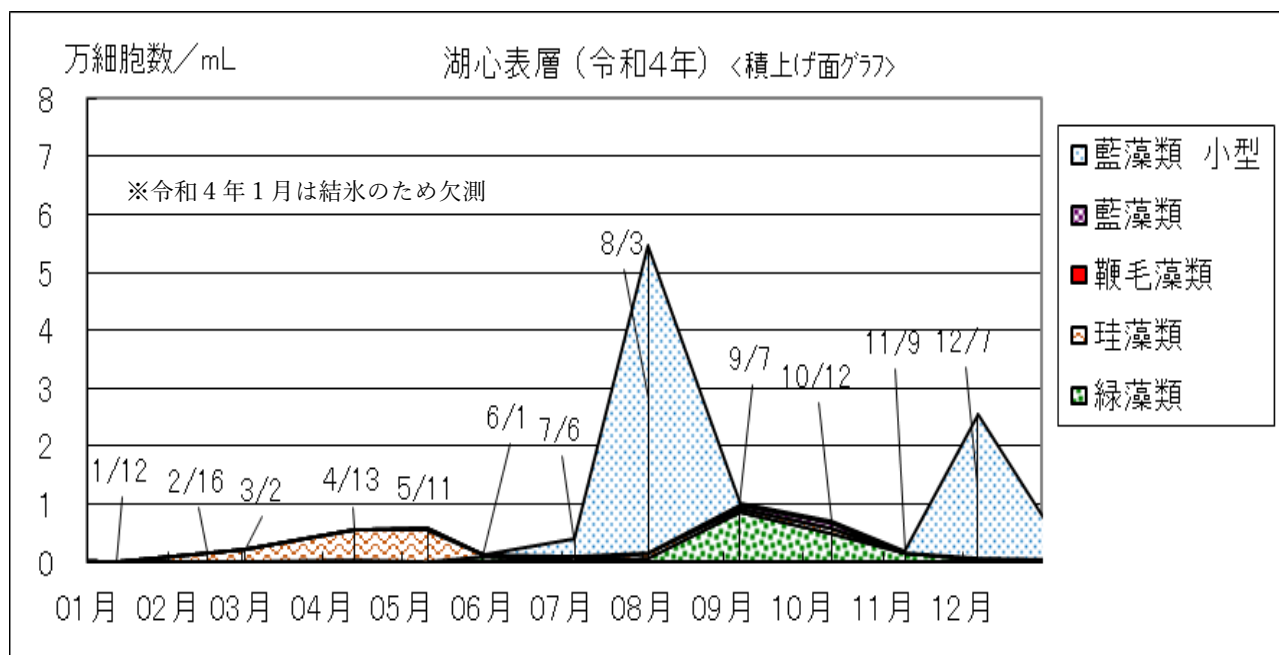


図2 令和4年の湖心表層における植物プランクトン細胞数の推移

令和5年に入り、例年と同様に春先に向けて珪藻類が優占した。この時の優占種は *Synedra*（シネトラ、ハケイワ属）であった（図3）。

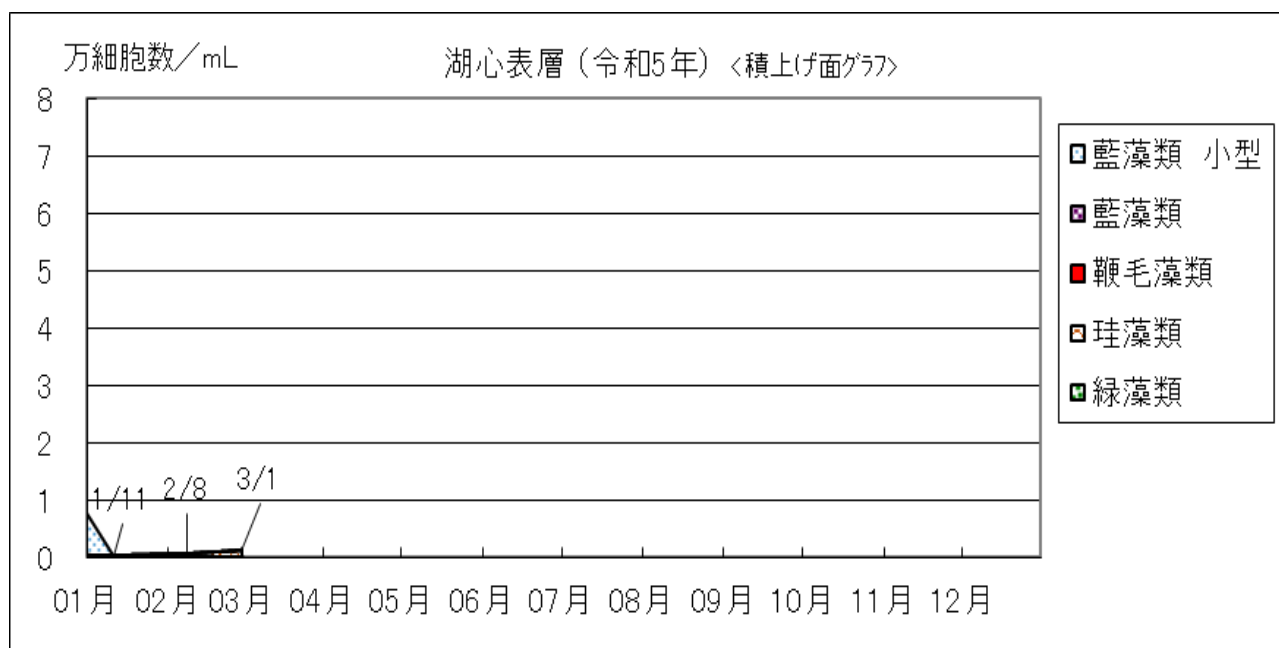


図3 令和5年の湖心表層における植物プランクトン細胞数の推移

2.2. 動物プランクトン調査

水産試験場諏訪支場

2.2.1. 調査目的

平成 28 年 7 月に発生したワカサギ等魚類の大量死亡の際、植物プランクトンの減少が確認されたため、植物プランクトン及び動物プランクトンを定期的に調査し、情報を収集する。

2.2.2. 調査方法

諏訪湖湖心定点において表層から水深 5m までを、内径 5cm のカラム型採水器で柱状に 9.81L 採水した。採取した水は NXX25（目合 63 μ m）のプランクトンネットで全量をろ過して、70% アルコールで固定した。採水は 2 回実施し、それぞれ別のサンプル瓶に保存した。

サンプルは室内に持ち帰ってから 100mL メスシリンダーに移し換え、24 時間静置沈殿させた後、上澄みを除去し、全量を 20 もしくは 40mL にした。サンプルをよく攪拌した後、1mL を採取し、界線入りスライドグラスに滴下し、光学顕微鏡を用いて、1mL 中の動物プランクトンの個体数を計数した。2 つのサンプルで 1 回ずつ検鏡した結果の平均値を、各調査日の動物プランクトン量とした。

確認した動物プランクトンは繊毛虫類、肉質虫類、ワムシ類、甲殻類に分別した。

◇繊毛虫(せんもうちゅう)類：単細胞の生物。体の表面に細かい毛を持つ。

◇肉質虫(にくしつちゅう)類：単細胞の生物。細胞の一部がやわらかくなって、流れ出た擬足を持つアメーバや多数の有軸仮足を持つ太陽虫が含まれる。

◇ワムシ類：袋状の体形で、口の周辺に細かい毛が生えている。

◇甲殻(こうかく)類：いくつかの節になった足を持つ節足動物の仲間。

カイアシ類：円筒状で、エビに似た体形をしている。

ミジンコ類：多くの種は卵形や円形をした左右 2 枚の殻で体が覆われ、そこに頭がついている。腕のように長い触角を持つ。

参考文献：水野寿彦・高橋永治編「日本淡水動物プランクトン検索図説」（東海大学出版会 1991）

滋賀の理科教材研究委員会編「やさしい日本の淡水プランクトン 改訂版」（合同出版 2008）

2.2.3. 調査結果

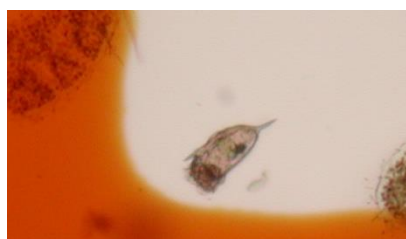
2.2.3.1. 調査日ごとの結果

○4 月 20 日

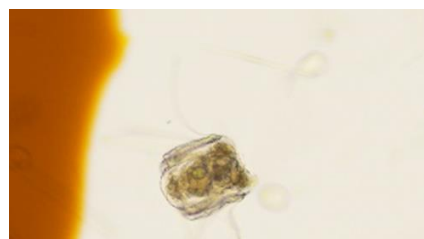
動物プランクトンの総数は 2517.2 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 24.5 個体/L で、チンチニディウム属、コドネラ属が確認された。ワムシ類の個体数は 2319.5 個体/L であった。内、個体数の多い種はカメノコウワムシ属 2 種、ハネウデワムシ属、ミツウデワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 75.4 個体/L で、ノープリウス幼生、ケンミジンコ目を確認された。ミジンコ類の個体数は 97.8 個体/L で、ゾウミジンコ、ゾウミジンコモドキ、マルワムシが確認された。肉質虫類は確認されなかった。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2022 年 4 月 20 日）

第 1 優占種	ワムシ類	<i>Keratella</i> （カメノコウワムシ属）
第 2 優占種	ワムシ類	<i>Polyarthra</i> （ハネウデワムシ属）



カメノコウワムシ属



ハネウデワムシ属

○5 月 16 日

動物プランクトンの総数は 951.8 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 91.7 個体/L で、チンチニディウム属、エピステイリス属が確認された。ワムシ類の個体数は 656.3 個体/L であった。内、個体数の多い種はカメノコウワムシ属 2 種、ネズミワムシ属、ハネウデワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 28.5 個体/L で、ノープリウス幼生、コペポディド幼生などが確認された。ミジンコ類の個体数は 175.3 個体/L で、ゾウミジンコ、カブトミジンコが確認された。肉質虫類は確認されなかった。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2022 年 5 月 16 日）

第 1 優占種	ワムシ類	<i>Keratella</i> （カメノコウワムシ属）
第 2 優占種	ワムシ類	<i>Trichocerca</i> （ネズミワムシ属）



カメノコウワムシ属



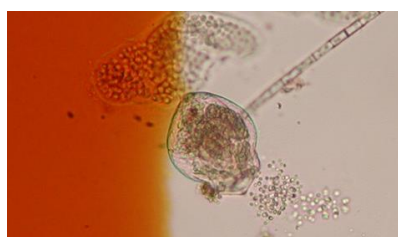
ネズミワムシ属

○6 月 22 日

動物プランクトンの総数は 1553.1 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 40.8 個体/L で、コドネラ属、チンチニディウム属、エピステイリス属が確認された。肉質虫類の個体数は 2.0 個体/L で、太陽虫綱が確認された。ワムシ類の個体数は 1414.5 個体/L であった。内、個体数の多い種はアワワムシ属、ハネウデワムシ属、ネズミワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 63.2 個体/L で、ノープリ幼生、コペポディド幼生などが確認された。ミジンコ類の個体数は 32.6 個体/L で、ゾウミジンコ、カブトミジンコが確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2022 年 6 月 22 日）

第 1 優占種	ワムシ類	<i>Pompholyx</i> （アワワムシ属）
第 2 優占種	ワムシ類	<i>Polyarthra</i> （ハネウデワムシ属）



アワワムシ属



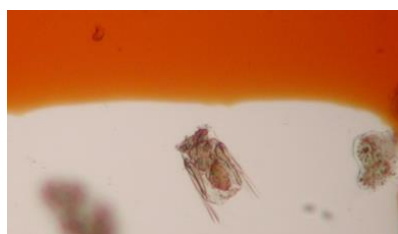
ハネウデワムシ属

○7 月 20 日

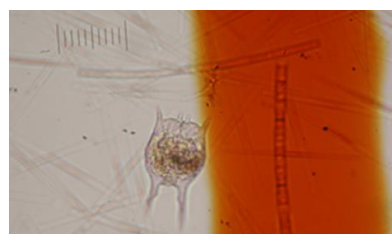
動物プランクトンの総数は 1276.9 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 44.8 個体/L で、チンチニディウム属、エピスティリス属が確認された。肉質虫類の個体数は 13.2 個体/L で、太陽虫綱、ツボカムリが確認された。ワムシ類の個体数は 1175.0 個体/L であった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、ツボワムシ属、ミツウデワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 18.3 個体/L で、ノープリ幼生、コペポデイド幼生などが確認された。ミジンコ類の個体数は 25.5 個体/L で、ゾウミジンコ、ニセゾウミジンコが確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2022 年 7 月 20 日）

第 1 優占種	ワムシ類	<i>Polyarthra</i> （ハネウデワムシ属）
第 2 優占種	ワムシ類	<i>Brachionus</i> （ツボワムシ属）



ハネウデワムシ属



ツボワムシ属

○8 月 15 日

動物プランクトンの総数は 1289.2 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 79.5 個体/L で、チンチニディウム属、エピスティリス属、コドネラ属が確認された。肉質虫類の個体数は 12.2 個体/L で、太陽虫綱、ツボカムリが確認された。ワムシ類の個体数は 1130.2 個体/L であった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、ネズミワムシ属、カメノコウワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 32.6 個体/L で、ノープリ幼生、ヒゲナガケンミジンコなどが確認された。ミジンコ類の個体数は 34.6 個体/L で、ゾウミジンコ、オナガミジンコが確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2022 年 8 月 15 日）

第 1 優占種	ワムシ類	<i>Polyarthra</i> （ハネウデワムシ属）
第 2 優占種	ワムシ類	<i>Trichocerca</i> （ネズミワムシ属）



ハネウデワムシ属



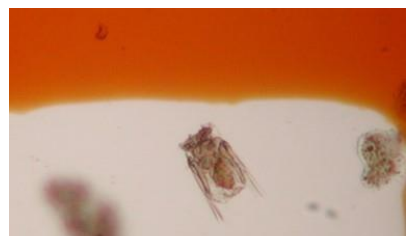
ネズミワムシ属

○9 月 29 日

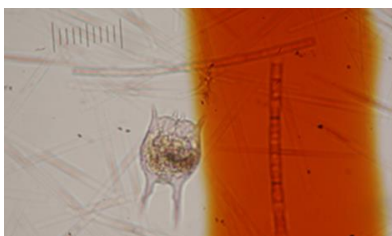
動物プランクトンの総数は 658.3 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 55.0 個体/L で、チンチニディウム属、エピステイリス属、コドネラ属が確認された。肉質虫類の個体数は 10.2 個体/L で、太陽虫綱が確認された。ワムシ類の個体数は 542.2 個体/L であった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、ツボワムシ属、ネズミワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 26.5 個体/L で、ノープリ幼生、ケンミジンコなどが確認された。ミジンコ類の個体数は 24.5 個体/L で、ゾウミジンコ、ゾウミジンコモドキが確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2022 年 9 月 29 日）

第 1 優占種	ワムシ類	<i>Polyarthra</i> （ハネウデワムシ属）
第 2 優占種	ワムシ類	<i>Brachionus</i> （ツボワムシ属）



ハネウデワムシ属



ツボワムシ属

○10 月 21 日

動物プランクトンの総数は 1017.1 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 51.0 個体/L で、エピステイリス属、チンチニディウム属、コドネラ属が確認された。肉質虫類の個体数は 17.3 個体/L で、太陽虫綱が確認された。ワムシ類の個体数は 896.8 個体/L であった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、フクロワムシ属、ツボワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 16.3 個体/L で、ノープリ幼生、ヒゲナガケンミジンコなどが確認された。ミジンコ類の個体数は 35.7 個体/L で、ゾウミジンコ、ゾウミジンコモドキが確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2022 年 10 月 21 日）

第 1 優占種	ワムシ類	Polyarthra（ハネウデワムシ属）
第 2 優占種	ワムシ類	Asplanchna（フクロワムシ属）



ハネウデワムシ属



フクロワムシ属

○11 月 22 日

動物プランクトンの総数は 81.5 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 2.0 個体/L で、エピスティリス属、コドネラ属が確認された。ワムシ類の個体数は 51.0 個体/L であった。内、個体数の多い種はカメノコウワムシ属、トゲナガワムシ属、ツボワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 7.1 個体/L で、ノープリ幼生、ケンミジンコなどが確認された。ミジンコ類の個体数は 21.4 個体/L で、ゾウミジンコが確認された。肉質虫類は確認されなかった。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2022 年 11 月 22 日）

第 1 優占種	ワムシ類	Keratella（カメノコウワムシ属）
第 2 優占種	ミジンコ類	Bosmina（ゾウミジンコ属）



カメノコウワムシ属



ゾウミジンコ属

○12 月 26 日

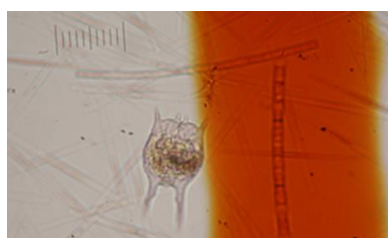
動物プランクトンの総数は 953.9 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 12.2 個体/L で、チンチニディウム属、コドネラ属が確認された。ワムシ類の個体数は 916.2 個体/L であった。内、個体数の多い種はカメノコウワムシ属、ツボワムシ属、ハオリワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 11.2 個体/L で、ノープリ幼生が確認された。ミジンコ類の個体数は 14.3 個体/L で、ゾウミジンコが確認された。肉質虫類は確認されなかった。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2022 年 12 月 26 日）

第 1 優占種	ワムシ類	Keratella（カメノコウワムシ属）
第 2 優占種	ワムシ類	Brachionus（ツボワムシ属）



カメノコウワムシ属



ツボワムシ属

○1月20日

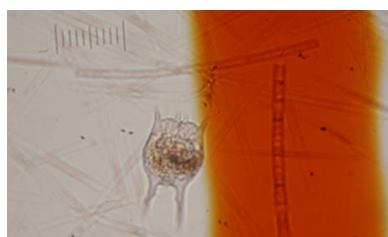
動物プランクトンの総数は 1041.5 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 6.1 個体/L で、チンチニディウム属が確認された。ワムシ類の個体数は 996.7 個体/L であった。内、個体数の多い種はカメノコウワムシ属、ツボワムシ属、ハネウデワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 32.6 個体/L で、ノープリ幼生、コペポディド幼生、ケンミジンコが確認された。ミジンコ類の個体数は 6.1 個体/L で、ゾウミジンコが確認された。肉質虫類は確認されなかった。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2023 年 1 月 20 日）

第1優占種	ワムシ類	<i>Keratella</i> （カメノコウワムシ属）
第2優占種	ワムシ類	<i>Brachionus</i> （ツボワムシ属）



ハネウデワムシ属



ドロワムシ属

○2月22日

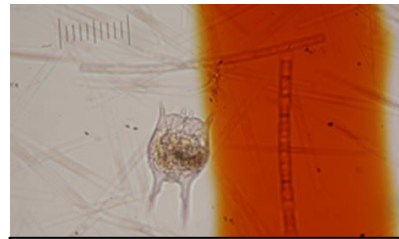
動物プランクトンの総数は 457.6 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 20.4 個体/L で、チンチニディウム属が確認された。ワムシ類の個体数は 355.7 個体/L であった。内、個体数の多い種はカメノコウワムシ属、ツボワムシ属、ハネウデワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 80.5 個体/L で、ノープリ幼生、ケンミジンコ、コペポディド幼生が確認された。ミジンコ類の個体数は 1.0 個体/L で、ゾウミジンコが確認された。肉質虫類は確認されなかった。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2023 年 2 月 22 日）

第1優占種	ワムシ類	<i>Keratella</i> （カメノコウワムシ属）
第2優占種	ワムシ類	<i>Brachionus</i> （ツボワムシ属）



ハネウデワムシ属



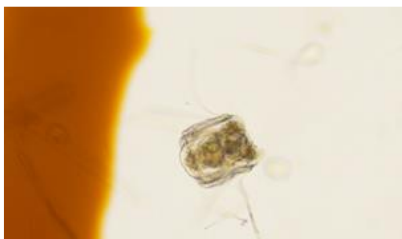
カメノコウワムシ属

○3月13日

動物プランクトンの総数は 1354.4 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 26.5 個体/L で、チンチニディウム属が確認された。肉質虫類の個体数は 2.0 個体/L で、ツボカムリ類が確認された。ワムシ類の個体数は 1050.7 個体/L であった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、カメノコウワムシ属、ツボワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 265.0 個体/L で、ノープリ幼生、ケンミジンコ、コペポディド幼生などが確認された。ミジンコ類の個体数は 10.2 個体/L で、ゾウミジンコが確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2023 年 3 月 13 日）

第1優占種	ワムシ類	<i>Polyarthra</i> （ハネウデワムシ属）
第2優占種	ワムシ類	<i>Keratella</i> （カメノコウワムシ属）



ハネウデワムシ属



カメノコウワムシ属

2.2.3.2. 今年度の個体数推移と過去との比較

今年度の動物プランクトンの個体数推移を図1に示した。年間を通してワムシ類が多く、ワムシ類の個体数変化によって、動物プランクトン総数（以下、総数）も左右されていた。総数は4月下旬に増加し、5月下旬にかけて減少、それ以降は11月下旬にかけて増減を繰り返しながら減少した。12月下旬以降は再度増加し、2月下旬に一度減少したが、3月中旬に増加に転じた。

令和2年度および令和3年度の動物プランクトンの個体数をそれぞれ図2、図3に示した。3年間の共通した特徴として、総数に占めるワムシ類の割合が年間を通して高いことが挙げられる。特に令和2年度は年間を通してワムシ類が多かった。この年はワカサギの資源尾数が多く、トップダウン効果（ワカサギの捕食圧増大→カイアシ、ミジンコ減少→ワムシ類増加）が要因と考えられる。令和4年度は令和3年度と同様に動物プランクトン量が年間を通して低い値で推移し、明瞭なピークが見られなかった。その要因として、令和4年度も令和3年度と同様に年間を通じた植物プランクトン量が低い値であり、動物プランクトンの餌となる植物プランクトンが少なかったためと考えられる。

また、令和2年度および令和3年度はワカサギの餌として重要なミジンコ類（ゾウミジンコ）の個体数が4月には増加していたが、令和4年度は5月下旬にかけて増加しており、増加の時期が過去2ヵ年と比べ1ヶ月程度遅かった。今年度も5月下旬から6月下旬にかけて甲殻類のカブトミジンコが出現したが、令和2年度および令和3年度のような諏訪湖内の透明度を急激に上昇させるほど個体数の増加は見られなかった。

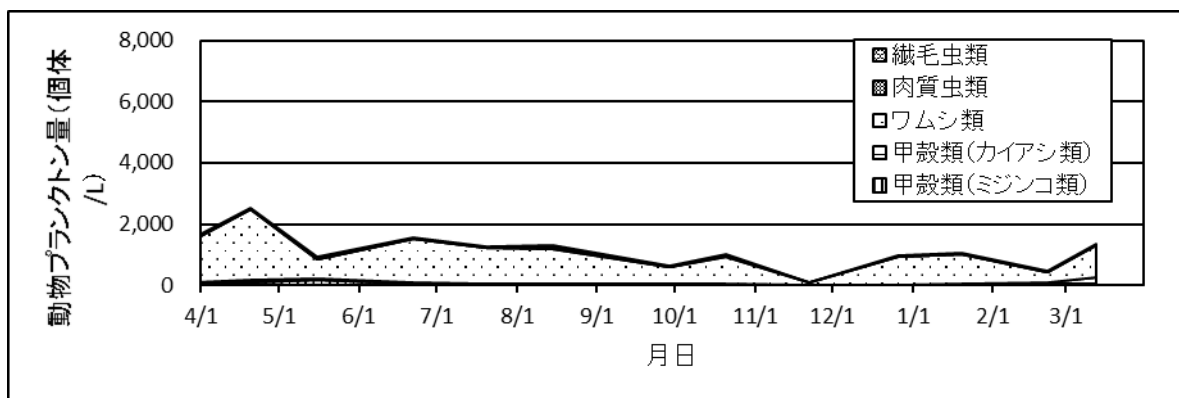


図1 令和4年度の動物プランクトンの個体数

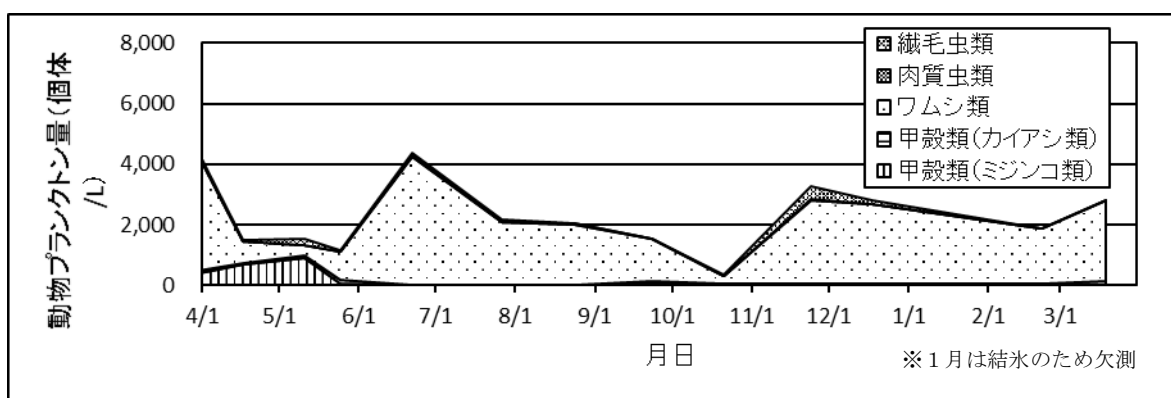


図2 令和2年度の動物プランクトンの個体数

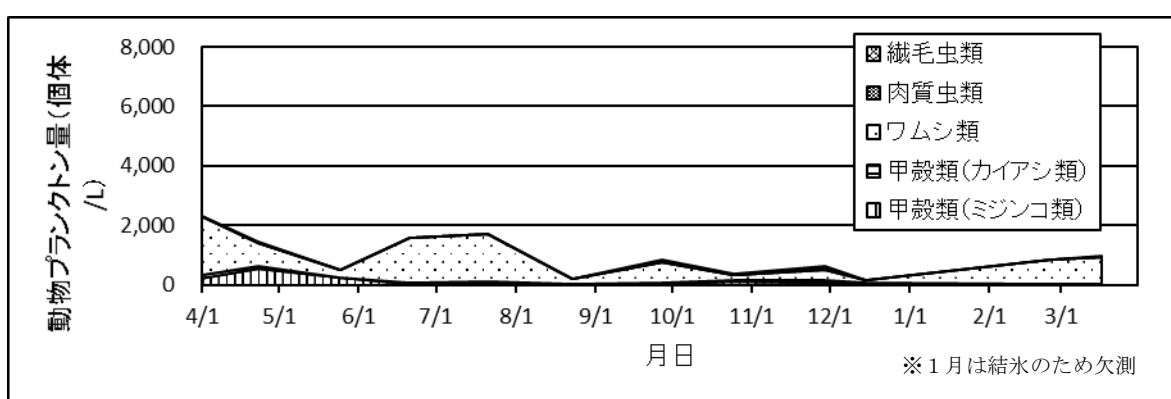


図3 令和3年度の動物プランクトンの個体数

2.2.4. まとめ

- ・今年度の動物プランクトンは、年間を通してワムシ類が多くなっていた。ワムシ類の個体数変化によって、動物プランクトン総数も左右されていた。この傾向は3年間で共通していた。
- ・動物プランクトン総数は、4月下旬に増加したが明瞭なピークは見られなかった。ピークが見

られなかったのは令和 3 年度と同様な傾向であった。令和 2 年度は明瞭なピークが見られ、その時期は 5 月下旬であった。

第3章 覆砂場所のモニタリング調査

3.1. 水質調査

環境保全研究所水・土壌環境部

3.1.1. 調査目的

沿岸に造成した覆砂試験ヤードを活用して、覆砂によるシジミ等に及ぼす影響調査として、試験区及びその周辺において水質の状況を調査し、覆砂による環境改善効果を把握することを目的とした。

3.1.2. 調査内容

3.1.2.1. 調査地点

調査地点を表1、図1に示す。湖岸通り区（諏訪日赤前）は、平成28年度に覆砂した試験区内の地点③及び比較対照として試験区外側の地点⑥を調査地点とした。高木沖（高木運動公園前）は、令和元年度～令和2年度に覆砂した試験区内の地点⑦及び比較対照として試験区外側の地点⑧を調査地点とした。

表1 調査地点一覧

地区	No.	区分	位置	水深(m)*	底質	備考
湖岸通り区	③	試験区	試験区内・岸から25m	0.7	砂	H28 覆砂実施
	⑥	対照区	岸から130m	1.6	泥	
高木沖	⑦	試験区	試験区内・岸から28m	1.8	砂泥	R1-R2 覆砂実施
	⑧	対照区	岸から28m、⑦から75m	1.9	泥	

※水深は水質調査日に測定した平均値

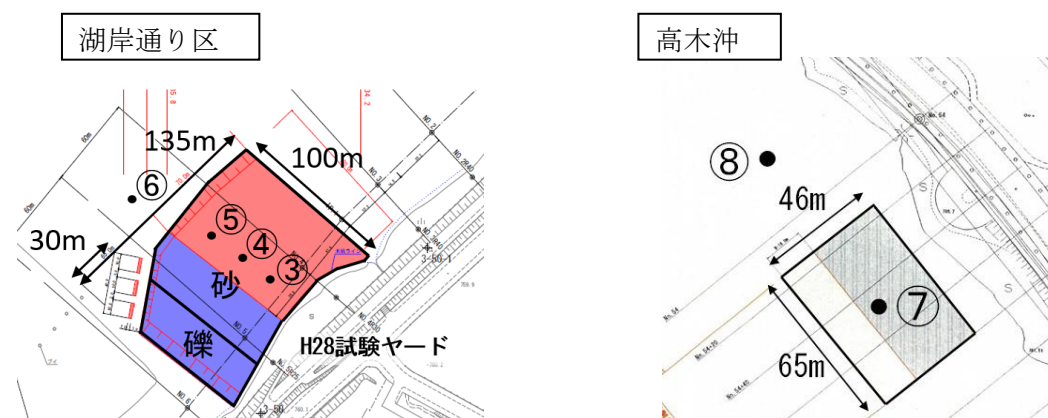


図1 調査地点図

3.1.2.2. 調査日

7月8日、8月2日、11月1日

3.1.2.3. 採水深度・採水方法

湖底から 20 cm 上の湖水（以下「底層水」という。）を採取し、調査対象とした。

採水方法について、スライダックで水中ポンプ（RYOBI 製 RMG-3000）の流量を調節し、底泥を巻き上げない程度にゆっくりとした速度（20 mL/s 程度）でポリバケツに十分な量を採水し、攪拌混合した後、ポリ瓶に移し入れ試料とした。

3.1.2.4. 測定項目及び分析方法

測定項目及び分析方法を表 2 に示す。なお、溶存態成分はガラス繊維ろ紙 GF/B でろ過したろ液を用いて測定した。

表 2 水質分析方法

項目	分析方法
水温	サーミスター温度計（JIS K0102 7.2）
水素イオン濃度（pH）	ガラス電極法（JIS K0102 12.1）
電気伝導率（EC）	電気伝導率計（JIS K0102 13）
酸化還元電位（ORP）	酸化還元電位計
透明度	透明度法（上水試験法 II-3-5）
透視度	透視度計（JIS K0102 9）
溶存酸素（DO）	よう素滴定法（JIS K0102 32.1）
浮遊物質（SS）	環境庁告示第59号付表9
化学的酸素要求量（COD）	過マンガン酸カリウム法（JIS K0102 17）
溶解性化学的酸素要求量（D-COD）	過マンガン酸カリウム法（JIS K0102 17）
全窒素（T-N）	紫外線吸光光度法（JIS K0102 45.2）
溶解性窒素（D-T-N）	紫外線吸光光度法（JIS K0102 45.2）
アンモニア性窒素（NH ₄ -N）	イオンクロマトグラフ法（JIS K0102 43.2.5）
亜硝酸性窒素（NO ₂ -N）	ナフチルエチレンジアミン吸光光度法（JIS K0102 43.1.1）
硝酸性窒素（NO ₃ -N）	イオンクロマトグラフ法（JIS K0102 43.2.5）
全りん（T-P）	ペルオキシ二硫酸カリウム分解法（JIS K0102 46.3.1）
溶解性りん（D-T-P）	ペルオキシ二硫酸カリウム分解法（JIS K0102 46.3.1）
りん酸態りん（PO ₄ -P）	モリブデン青吸光光度法（JIS K0102 46.1.1）
有機体炭素（TOC）	紫外線酸化-ガス透過膜式電気伝導率測定法（JIS K0102 22.1 備考2.）
溶存有機体炭素（DOC）	紫外線酸化-ガス透過膜式電気伝導率測定法（JIS K0102 22.1 備考2.）
クロロフィルa	メタノール抽出-蛍光光度法（樋口ほか(1995)※）

※樋口ほか(1995),メタノール抽出法による水中のクロロフィル a の測定,長野県衛生公害研究所研究報告, No.18,43-48

3.1.3. 調査結果及び考察

3.1.3.1 湖岸通り区（地点③、⑥）

平成 28 年度に覆砂した試験区の地点③について、対照区の地点⑥と比較して覆砂による水質への影響を調査した。底層水の測定項目別の測定結果を図 2 に、地点毎の底層水と表層水の濃度差

を図 4 に示す。

<窒素>

湖岸通り区の底層水の各態窒素について、アンモニア性窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)濃度は 7、8 月に対照区⑥に比べて試験区③の方がそれぞれ 0.08、0.05 mg/L 低く、亜硝酸性窒素($\text{NO}_2\text{-N}$)濃度は 7、8 月に試験区の方が 0.005、0.003 mg/L 低く、硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)濃度は 7、8 月に試験区の方がそれぞれ 0.32、0.37 mg/L 低かった。無機態窒素(DIN)濃度は 7、8 月に試験区の方がそれぞれ 0.41、0.42 mg/L 低く、溶解性窒素(DTN)濃度についても同様の傾向が見られた。また、全窒素(TN)濃度は 7、8 月に試験区の方がそれぞれ 0.45、0.35 mg/L 低かった。このように窒素項目全般に 7、8 月に試験区の方が対照区より濃度が低く、試験区において覆砂により底泥からのアンモニア性窒素の溶出が抑制され、アンモニア性窒素と硝酸性窒素の濃度が低下し、無機態窒素や全窒素の濃度に影響していた。

また、調査地点毎の底層水と表層水の鉛直方向の濃度差（底層水の測定値－表層水の測定値）を比較すると(図 4)、試験区における各成分の鉛直方向の濃度差は小さいが、対照区では 7、8 月に全窒素、溶解性窒素、無機態窒素、硝酸性窒素、アンモニア性窒素について表層水より底層水の方が濃度が高い（濃度差 0.1～0.5 mg/L 程度：底層水の調査地点間の水平方向の濃度差と同程度）傾向が見られた。対照区において底泥から底層水への窒素成分の供給(底泥溶出等)による影響が考えられ、底泥からの栄養塩の溶出による植物プランクトンの増殖、デトリタスの沈降、底泥の巻き上げ等による複数の要因による影響も可能性として考えられる。

<りん>

湖岸通り区の底層水の全りん(TP)濃度は、7、8、11 月に試験区の方がそれぞれ 0.025、0.082、0.055 mg/L 低く、溶解成分以外を懸濁成分として計算すると、試験区の懸濁態りん濃度（TP－DTP：全りに占める割合 7～9 割）が同程度低下していた。また、懸濁態成分と関係する SS 濃度は、7、8、11 月に試験区の方がそれぞれ 6、2、2 mg/L 低かった。りん酸態りん($\text{PO}_4\text{-P}$)濃度は、対照区と試験区で濃度差が見られなかった(7 月欠測：溶存態りんの値参考)。

調査地点毎の底層水と表層水の鉛直方向の濃度差を比較すると(図 4)、試験区における各成分の鉛直方向の濃度差は小さいが、対照区では 7、8 月に全りんについて表層水より底層水の方が顕著に濃度が高く（濃度差 0.03～0.04 mg/L 程度：調査地点間の水平方向の濃度差と同程度）、SS についても同様の傾向であった。このように試験区の底層水の方が懸濁物質に関する項目の濃度が低く、覆砂による底泥の巻き上げの抑制、植物プランクトンの発生抑制（デトリタスの沈降）等の複数の要因が可能性として挙げられる。

<溶存酸素(DO)>

底層水の溶存酸素(DO)濃度は、各調査日時(9～12 時)において試験区で 8～9 mg/L 程度であり、対照区では 7 月調査日に試験区より 2 mg/L 程度低かった。また、試験区における底層水と表層水の鉛直方向の濃度差は見られなかったが、対照区では 7 月に鉛直方向に底層水の方が 2 mg/L 程度低く（水平方向の濃度差と同程度）、底泥の酸素消費速度の違いが影響している可能性が考えられる。ただし、調査エリア内で繁茂する沈水植物による影響や沿岸域で水深が浅いことの影響も考えられる。

<水生植物の状況>

7月の調査日において、試験区で水生植物は観察されず、対照区でヒシが数株観察された。8月の調査日において、試験区でヒロハノエビモの群落を観察され、対照区ではヒシが点在していた。11月の調査日において水生植物は観察されなかった。このように、試験区周辺は夏季に岸側東西方向にヒシが高密度に繁茂する一帯であるが、試験区内ではヒシが繁茂せずに沈水植物の群落が見られており、覆砂によるヒシの繁茂抑制効果が継続していることが確認された。

3.1.3.2 高木沖(地点⑦、⑧)

令和元年～2年度に覆砂した試験区の地点⑦について、対照区の地点⑧と比較して覆砂による水質への影響を調査した。底層水の測定項目別の測定結果を図3に、地点毎の底層水と表層水の濃度差を図5に示す。

<窒素>

高木沖の底層水の各態窒素について、アンモニア性窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)濃度は7、8月に対照区⑧に比べて試験区⑦の方がそれぞれ0.09、0.06 mg/L 低く、亜硝酸性窒素($\text{NO}_2\text{-N}$)濃度は7月に試験区の方が0.016 mg/L 低く、硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)濃度は7、8月に試験区の方がそれぞれ0.09、0.23 mg/L 低かった。無機態窒素(DIN)濃度は7、8月に試験区の方がそれぞれ0.19、0.29 mg/L 低く、溶解性窒素(DTN)濃度についても同様の傾向が見られた。また、全窒素(TN)濃度は8月に試験区の方が0.45 mg/L 低かった。このように窒素項目全般に7、8月に試験区の方が対照区より濃度が低く、試験区において覆砂により底泥からのアンモニア性窒素の溶出が抑制され、アンモニア性窒素と硝酸性窒素の濃度が低下し、無機態窒素や全窒素の濃度に影響していた。

調査地点毎の底層水と表層水の鉛直方向の濃度差(底層水の測定値－表層水の測定値)を比較すると(図5)、試験区における各成分の鉛直方向の濃度差は小さいが、対照区では7、8月に全窒素、溶解性窒素、無機態窒素、硝酸性窒素、アンモニア性窒素について表層水より底層水の方が濃度が高い(濃度差0.1～0.5 mg/L 程度：底層水の調査地点間の水平方向の濃度差と同程度)傾向が見られた。対照区において底泥から底層水への窒素成分の供給(底泥溶出等)による影響が考えられるが、底泥からの栄養塩の溶出による植物プランクトンの増殖、デトリタスの沈降、底泥の巻き上げ等による複数の要因による影響も可能性として考えられる。対照区において底泥から底層水への窒素成分の供給(底泥溶出等)による影響が考えられ、底泥からの栄養塩の溶出による植物プランクトンの増殖、デトリタスの沈降、底泥の巻き上げ等による複数の要因による影響も可能性として考えられる。

<りん>

高木沖の底層水のりん酸態りん($\text{PO}_4\text{-P}$)濃度は、8月に対照区に比べて試験区の方が0.02 mg/L 低かった(7月欠測：溶存態りんの値参考)。全りん(TP)濃度は、8月に試験区の方が0.16 mg/L 低く、溶解成分以外を懸濁成分として計算すると、試験区の懸濁態りん濃度(TP－DTP：全りに占める割合8～9割)が同程度低下していた。また、懸濁態成分と関係するSS濃度は、8月に試験区の方が13 mg/L 低く、透視度も50 cm 程度低かった。

調査地点毎の底層水と表層水の鉛直方向の濃度差を比較すると(図 5)、試験区における各成分の鉛直方向の濃度差は小さいが、対照区では 8 月に全りん、りん酸態りんについて表層水より底層水の方が濃度が高く(濃度差:全りん 0.16、りん酸態りん 0.02 mg/L、調査地点間の水平方向の濃度差と同程度)、SS についても同様の傾向であった。このように覆砂により底泥からのりん酸態りんの溶出が抑制された可能性が考えられ、また試験区の底層水の方が懸濁物質に係る項目の濃度が低く、覆砂による底泥の巻き上げの抑制、植物プランクトンの発生抑制(デトリタスの沈降)等の複数の要因が可能性として挙げられる。

<溶存酸素(DO)>

底層水の DO 濃度は、各調査日時(9~12 時)において、7 月に対照区及び試験区で貧酸素状態(DO<4 mg/L)であり、対照区の方が 2.4 mg/L 低く DO 1 mg/L 程度であった。8 月に両地点で DO 1 mg/L 程度であった。11 月は両地点とも 6 mg/L 程度であった。また、底層水と表層水の鉛直方向の濃度差について、7 月に対照区で、8 月に両地点で底層水の方が 7 mg/L 程度低かった。

7、8 月に調査地点がヒシ繁茂帯の中に位置していることから水流阻害等の影響により貧酸素状態となっていた。7 月に対照区の方が DO が低い傾向が見られたが、底泥の酸素消費速度の違い、調査エリア内の沈水植物の繁茂状況の違い(ヒシ繁茂による水流の阻害、水中照度の減少等)などが影響している可能性が考えられる。

<水生植物の状況>

7 月調査日に試験区及び対照区でヒシの繁茂が観察された。8 月調査日に試験区及び対照区でヒシの繁茂、水中にクロモの繁茂が観察された。11 月調査日に水生植物は観察されなかった。試験区及び対照区の周辺はヒシが高密度に繁茂する一帯であり、試験区内でもヒシが繁茂していた。

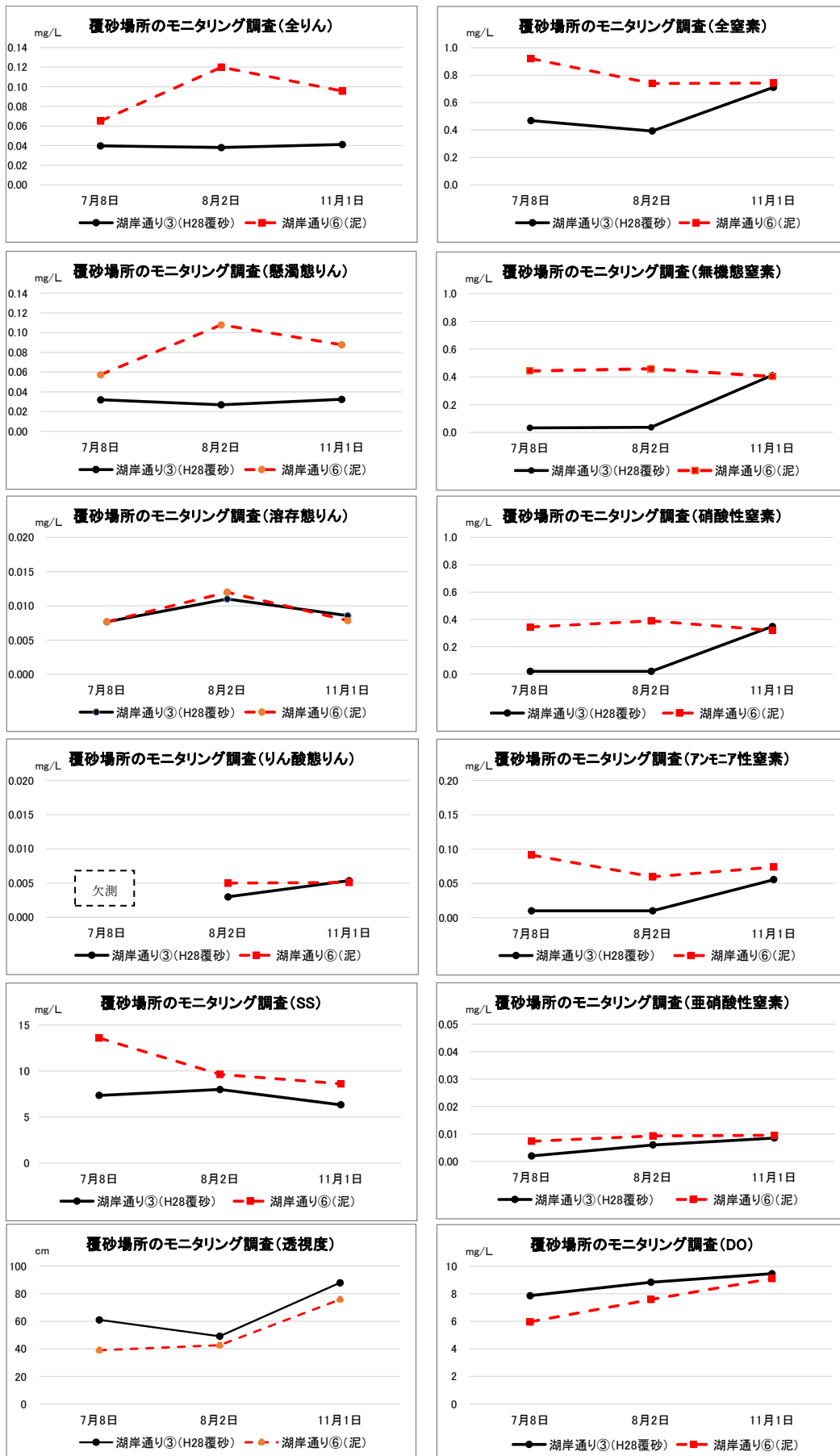


図2 湖岸通り区における水質測定結果(底層水)

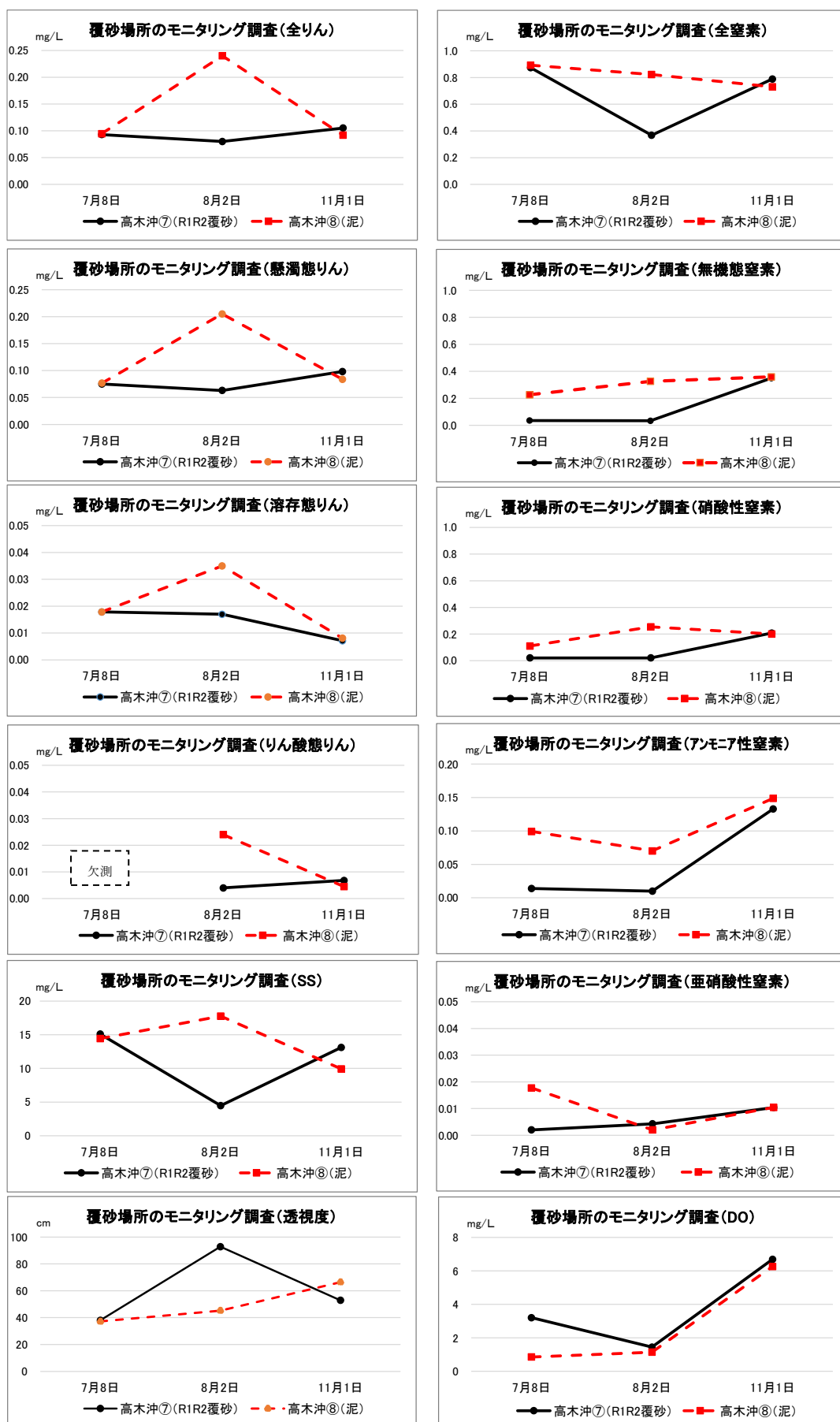


図3 高木沖における水質測定結果（底層水）

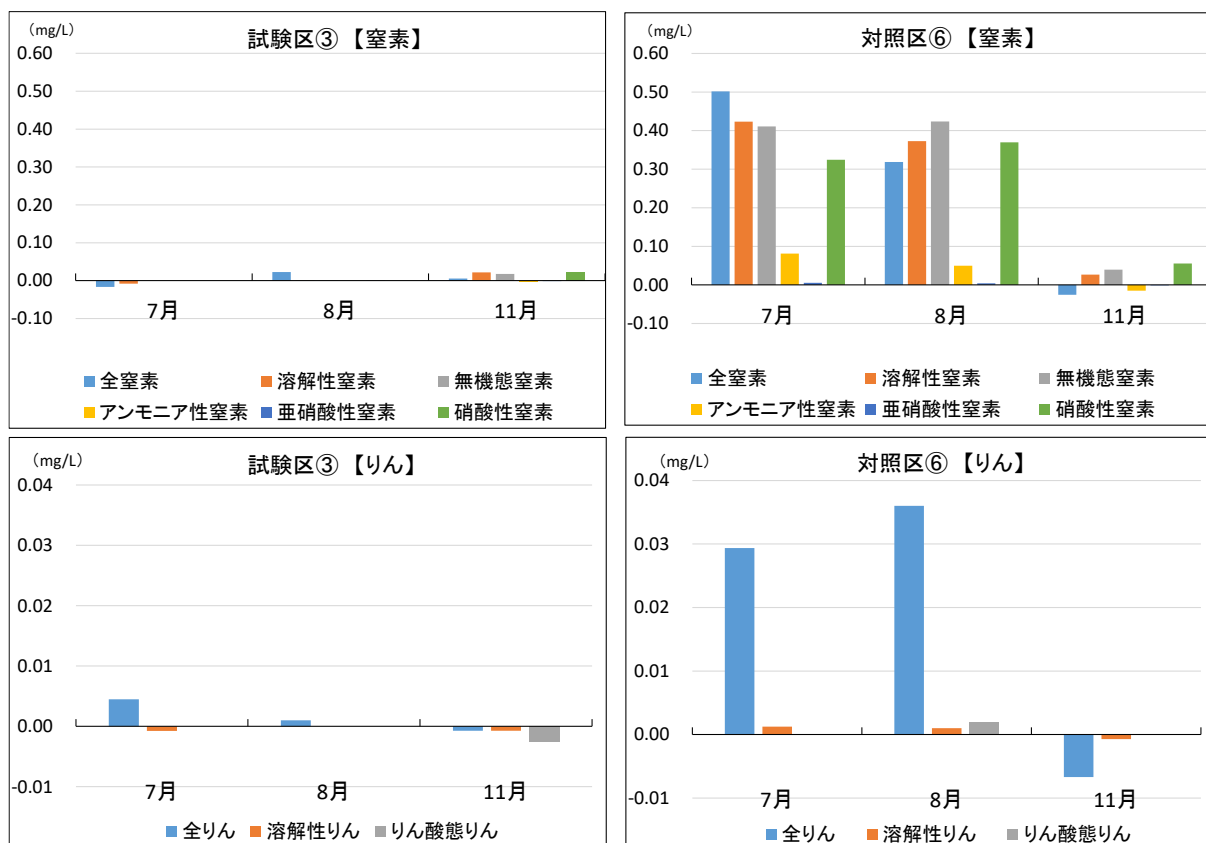


図4 地点毎の底層水と表層水の濃度差【湖岸通り区】（上段：窒素、下段：りん）
（縦軸の値：底層水の測定値－表層水の測定値）

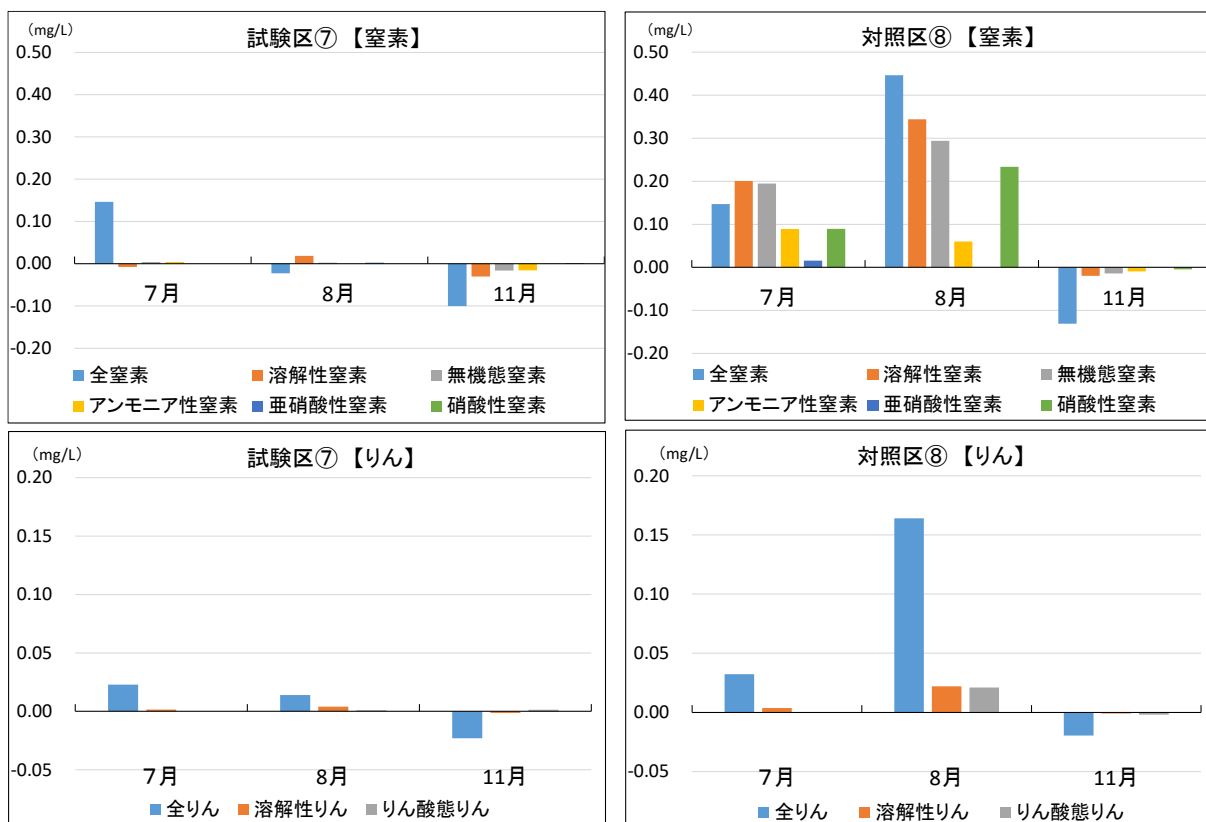


図5 地点毎の底層水と表層水の濃度差【高木沖】（上段：窒素、下段：りん）
（縦軸の値：底層水の測定値－表層水の測定値）

3.1.4. まとめ

覆砂による水質への影響について、2地区で調査を実施した。2地区の調査結果から、窒素、りんについて概ね類似の傾向が見られた。

窒素について、湖岸通り区及び高木沖の調査地点における底層水のアンモニア性窒素、亜硝酸性窒素、硝酸性窒素、全窒素等の濃度は、夏季(7、8月)に全般的に対照区に比べて試験区の方が低い傾向が見られた。試験区と対照区の底層水について、試験区で底泥からのアンモニア性窒素の溶出が抑制され、また硝酸性窒素の濃度が栄養塩である無機態窒素や環境基準である全窒素の濃度に影響し、覆砂による水質改善効果として現れたものと考えられる。

りんについて、りん酸態りん、全りん等の濃度は、全般的に対照区に比べて試験区の方が低い傾向が見られ、特に8月にその傾向が顕著であった。覆砂による水質改善効果として、試験区で底泥からのりん酸態りんの溶出が抑制された可能性が考えられ、また、試験区の方が全りん等の懸濁物質に関する項目の濃度が低いことから、底泥の巻き上げ抑制や植物プランクトンの発生抑制等の要因が可能性として挙げられる。試験区では覆砂によりこれらの影響が抑制されていたと考えられる。

また、上述のとおり調査地点間(底層水)の水平方向に栄養塩類等の濃度差を生じ、さらに各調査地点における表層水と底層水の鉛直方向の濃度差から、覆砂試験区と対照区の底質が底層水に与える影響の違いが確認された。この傾向について、覆砂による栄養塩類の底泥溶出の抑制、植物プランクトンの増殖抑制や死滅によるデトリタスの沈降・堆積、底泥の巻き上げ抑制等による影響が可能性として挙げられ、試験区では覆砂によりこれらの影響が抑制されていたと考えられる。今後、影響要因を検討・把握するためには、底泥溶出量、懸濁粒子の沈降量、底泥からの巻き上げ量等の実態を調査していく必要があると考える。

高木沖について、R3年度に初めて実施した調査では、底層水の調査地点間の窒素・りんの濃度差に一定の傾向が見られなかったが(表層水と底層水の濃度平均値では試験区の方が低い傾向を確認)、今回、覆砂後2年程度経過した状況で調査したところ、他の地区と類似した傾向が見られた。今後さらに継続した調査により経年変化を把握していく必要がある。

溶存酸素濃度について、両地区で7月に対照区の方が低く、覆砂による底泥の酸素消費速度の違いが影響している可能性が考えられるが、各地点における水生植物の繁茂状況の違いによる影響、沿岸域で水深が浅いことの影響も考えられる。高木沖における底泥の酸素消費速度については、後記「3.2. 底質調査」の項において考察するが、今後も底泥の酸素消費速度調査を実施して覆砂による改善効果をさらに検証する必要がある。

過去の調査との比較(湖岸通り区)について、R4年度の気象条件は、年平均気温が比較的高く特に6月下旬～7月上旬にかけて記録的な高温であった。底泥からの汚濁物質の溶出量に影響すると思われる底層水水温は、猛暑であったH30より8月調査日で4℃程度低かったが(8月採水日・対照区⑥底層水温平均 H30 : 28.2℃、R1 : 24.4℃、R2 : 23.8℃、R3 : 25.8℃、R4 : 24.5℃)、試験区と対照区の濃度差は項目により違いがあるが、H30と概ね同様の傾向が確認された。

3.2. 底質調査

環境保全研究所水・土壌環境部

3.2.1. 調査目的

沿岸に造成した覆砂試験ヤードを活用し、覆砂によるシジミ等に及ぼす影響調査として、試験区及びその周辺において底質の状況を調査し、覆砂による環境改善効果を把握することを目的とした。

3.2.2. 調査内容

3.2.2.1. 調査地点

調査地点を表1、図1に示す。湖岸通り区（諏訪日赤前）は、平成28年度に覆砂した試験区内の地点③及び比較対照として試験区外側の地点⑥を調査地点とした。高木沖（高木運動公園前）は、令和元年度～令和2年度に覆砂した試験区内の地点⑦及び比較対照として試験区外側の地点⑧を調査地点とした。

表1 調査地点一覧

地区	No.	区分	位置	水深(m)	底質	備考
湖岸通り区	③	試験区	試験区内・岸から25m	0.8	砂	H28 覆砂実施
	⑥	対照区	岸から130m	1.6	砂泥	
高木沖	⑦	試験区	試験区内・岸から28m	1.8	砂泥	R1-R2 覆砂実施
	⑧	対照区	岸から28m、⑦から75m	1.9	泥	

※水深は底質調査日に測定した平均値。

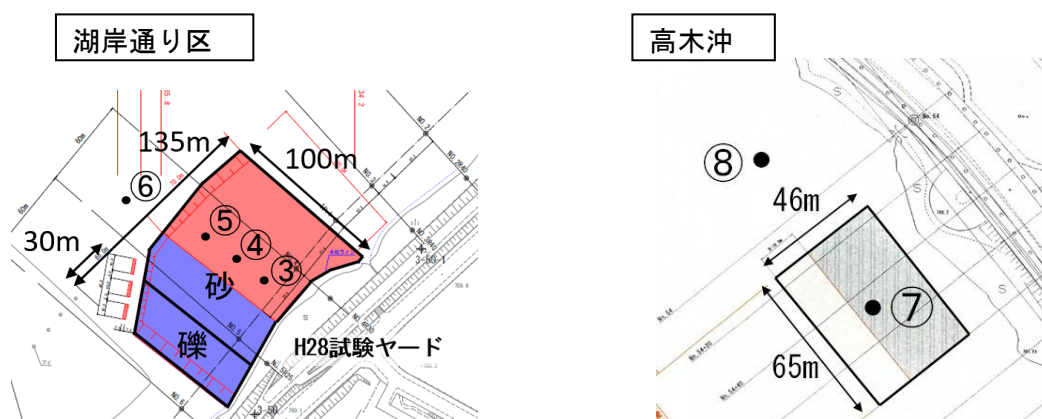


図1 調査地点図

3.2.2.2. 調査日

底質中の栄養塩含有量等の底質性状調査及び底泥酸素消費速度調査の採泥日は以下のとおり。

- 底質性状調査：8月4日、11月8日
- 底泥酸素消費速度調査：10月4日

3.2.2.3. 採泥方法

強熱減量、全窒素及び全りん測定用試料は、調査地点ごとにエクマンバージ型採泥器で3回採取し、ステンレス製バット中で混合した後、2 mm ふるいで小石などの異物を除いたものをガラス瓶(1 L)に採取した。

全硫化物及び粒度分布測定用試料は、エクマンバージ型採泥器でポリエチレン製容器(12L)に3回採取し、試料とした。

底泥酸素消費速度試験用試料は、底泥表面を乱さずに採泥可能な不攪乱柱状採泥器(HR 型、離合社)を用いて、採泥用パイプ(アクリル円筒形：内径 11 cm、長さ 50 cm)に採泥厚 15 cm 程度になるよう底泥を採取し、直上水をカラム上部まで満たし上下をゴム栓で密閉した。各地点において6本程度の未攪乱底泥コアを採取し、氷冷して当所へ搬入した。

3.2.2.4. 測定項目及び分析方法

測定項目及び分析方法を表2に示す。

表2 底質分析方法

測定項目	分析方法
泥温	サーミスタ温度計
強熱減量	底質調査法 II 4.2
全窒素	底質調査法 II 4.8.1.1(中和滴定法)
全りん	底質調査法 II 4.9.1
粒度分布	4.75mm、2mm、425 μ m、75 μ mの試験ふるいによる分別
底泥酸素消費速度	底質調査方法 I 9(詳細、以下参照)

<底泥酸素消費速度の測定方法>

測定方法は、環境省の底質調査方法(I 9)に準じて行い、また入江ら(2007)[※]を参考とした。実験装置を以下に示す。採泥した底泥コアサンプルの直上水をアスピレーターでゆっくり排水した後、あらかじめ条件を整えた試験水を底泥が巻き上がらないようサイホンで静かに加えた。試験水として、各地点で採水した底層水をガラス繊維濾紙(Whatman GF/B)でろ過し、ばっ気によりDOを概ね飽和状態にさせたものを用いた。試験水の表面からの酸素供給を遮断するために、少量の流動パラフィンで水表面を封じ、光学式溶存酸素計(WTW社 Multi 3510 IDS)を用いて試験水のDO経時変化を計測した(10分間隔)。暗条件下で試験温度を20℃一定とするため、実験装置を恒温槽内に設置し、試験水のDO濃度が均一になるよう攪拌器でゆっくり攪拌した。

※入江政安、窪田勇輝、中辻啓二、西田修三(2007)：都市海浜における底質の非一様性を考慮した酸素消費量の推定、海岸工学論文集、第54巻

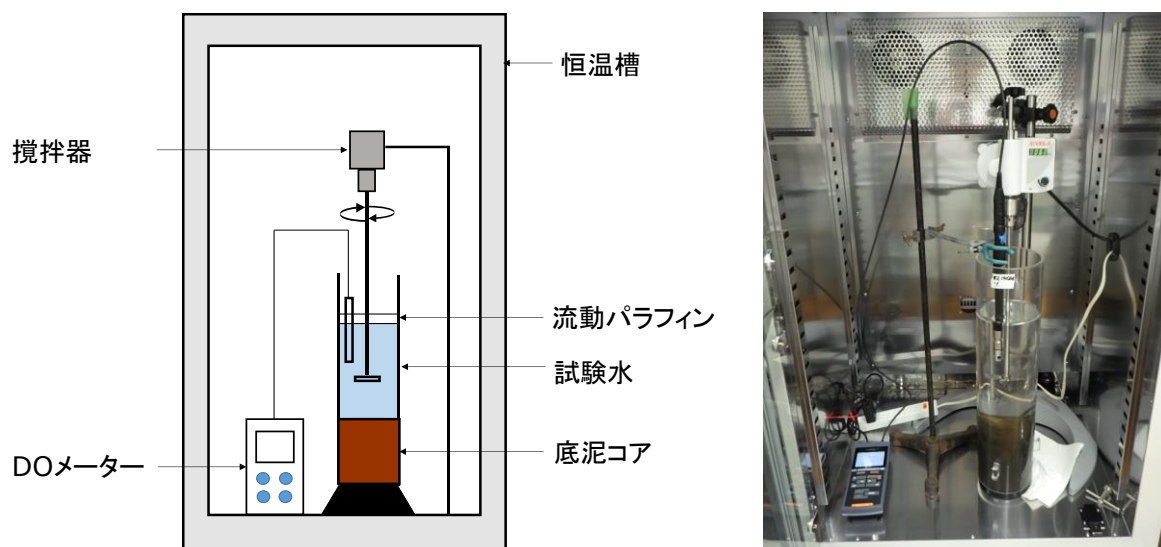


図2 底泥酸素消費速度 実験装置 (左：模式図、右：写真)

3.2.3. 調査結果

3.2.3.1. 湖岸通り区(地点③～⑥)

平成28年度に覆砂した試験区③について6年程度経過した状況について確認するとともに、対照区⑥と比較して覆砂による底質改善状況を確認した。なお、地点③は砂状、地点⑥は砂泥状であった。

<強熱減量>

測定結果を図3に、経年変化(年度別の平均値の推移)を図4に示す。

令和4年度の測定結果について、覆砂した試験区の地点③の強熱減量(有機物含有量の目安)の値は1.7～2.0%であり、対照区の地点⑥の値(11%)と比べて平均9ポイント低かった(対⑥比17%)。また、試験区、対照区とも調査時期による差は見られなかった。

経年変化について、試験区③の強熱減量の年度別の平均値は、覆砂前(平成28年8月)は12%であったが覆砂後は2%程度に改善し、R4年度の値も2%程度を維持していた。なお、対照区⑥の平均値は11～13%の範囲で推移しており、やや減少傾向が見られる。

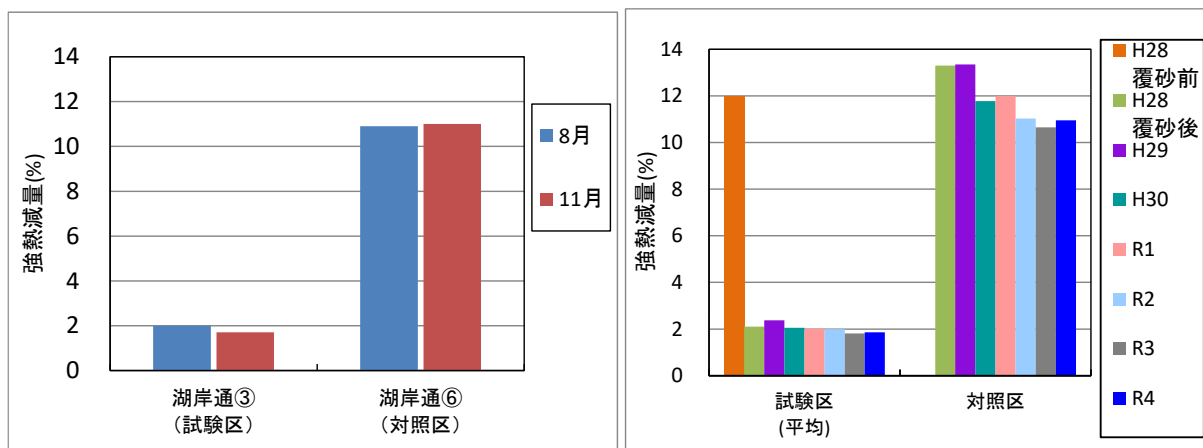


図3 強熱減量のR4年度測定結果【湖岸通り区】 図4 強熱減量の経年変化*【湖岸通り区】

※経年変化について、「試験区平均」は試験区内の複数の調査地点の平均値を示し、H28年度の数値はH28年度調査地点番号で試験区⑦～⑨及び対照区⑬の値を示した(以下、湖岸通り区のグラフについて同様)

<全窒素>

測定結果を図5に、経年変化を図6に示す。

測定結果について、覆砂した試験区③の全窒素濃度は0.32 mg/gであり、対照区⑥の濃度(2.61～2.75 mg/g)と比べて平均2.4 mg/g低かった(対⑥比12%)。また、試験区、対照区とも調査時期による差は見られなかった。

経年変化について、試験区の全窒素濃度は、平成28年度の覆砂前が2.1 mg/gであったがH28覆砂後は地点毎の平均値で0.10～0.22 mg/gと低い値に改善され、H29、H30、R1、R2、R3年度はそれぞれ0.13～0.29、0.22～0.34、0.16～0.23、0.23、0.19 mg/gであり、R4年度は0.32 mg/gと低い値を維持していた。なお、対照区⑥の平均値は2.6～3.4 mg/gの範囲で推移しており、やや減少傾向が見られる。

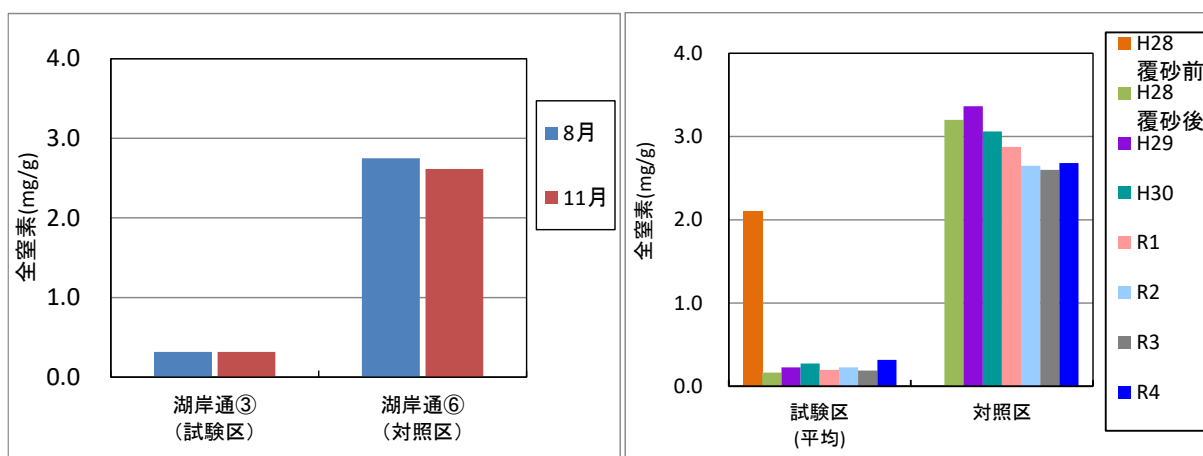


図5 全窒素のR4年度測定結果【湖岸通り区】

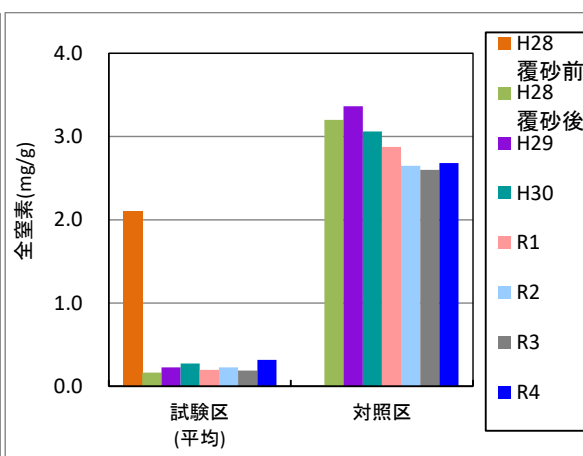


図6 全窒素の経年変化【湖岸通り区】

<全りん>

測定結果を図 7 に、経年変化を図 8 に示す。

測定結果について、覆砂した試験区の地点③の全りん濃度は $0.50 \sim 0.55 \text{ mg/g}$ であり、対照区⑥の濃度(1.37 mg/g)と比べて平均 0.84 mg/g 低かった (対⑥比 38%)。また、試験区、対照区とも調査時期による差は見られなかった。

経年変化について、試験区の全りん濃度は、平成 28 年度の覆砂前が 1.2 mg/g であったが覆砂後は地点毎の平均値で $0.58 \sim 0.63 \text{ mg/g}$ と低い値に改善され、H29、H30、R1、R2、R3 年度はそれぞれ $0.53 \sim 0.63$ 、 $0.58 \sim 0.63$ 、 $0.54 \sim 0.59$ 、 0.47 、 0.31 mg/g であり、R4 年度は 0.52 mg/g と低い値を維持していた。なお、対照区⑥の平均値は $1.2 \sim 1.7 \text{ mg/g}$ の範囲で推移しており、やや減少傾向が見られる。

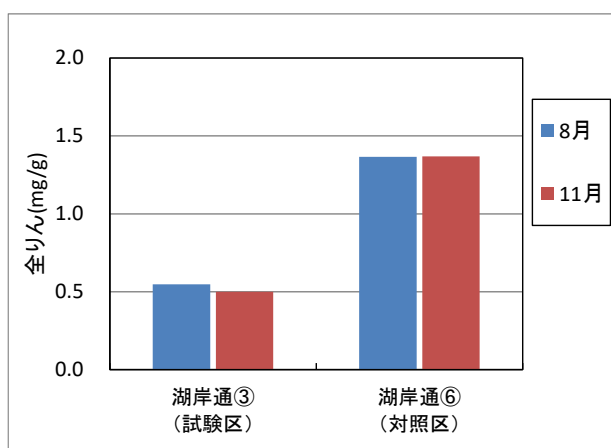


図 7 全りんの R4 年度測定結果【湖岸通り区】

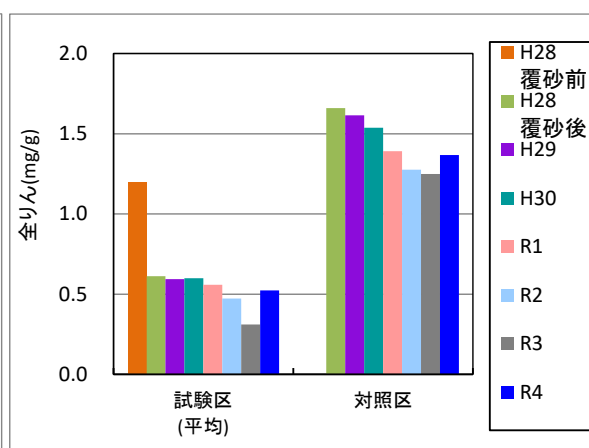


図 8 全りんの経年変化【湖岸通り区】

<粒度分布>

底質調査方法を参考に、礫(粗)($4.75 \text{ mm} \sim$)、礫(細)($2 \text{ mm} \sim 4.75 \text{ mm}$)、砂(粗)($425 \mu\text{m} \sim 2 \text{ mm}$)、砂(細)($75 \sim 425 \mu\text{m}$)、シルト・粘土($\sim 75 \mu\text{m}$)の 5 つの粒度分布組成を求めた。全底質に対する 2 mm 以上の礫の割合($1 \sim 3\%$ 程度)について、同一地点の試料間でのバラつきがみられた。以下、 2 mm 未満の底質について測定結果を図 9 に示す。

シルト・粘土分の割合(泥分率)について、試験区では覆砂施工前(平成 28 年 8 月)は 43%であったが覆砂実施後には 10%未満になり、H29～R3 年度は 3%～8%程度で推移し、R4 年度は 3.6%で低い値を維持していた(砂分が 95%以上を占めていた)。一方、対照区の R4 年度の泥分率は 59%(砂分 41%)であり、過去の調査と同程度であった。

なお、全底質に対する 2 mm 以上の礫の割合については、試験区が 2.5%、対照区が 1.4%であった。

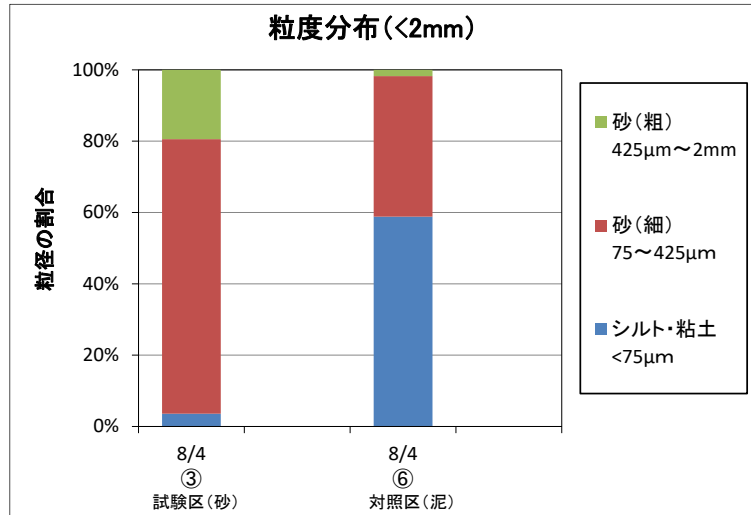


図9 底質の粒度分布組成【湖岸通り区】

3.2.3.2. 高木沖(地点⑦、⑧)

令和元年～2年度に覆砂した試験区⑦について2年程度経過した状況について確認するとともに、対照区⑧と比較して覆砂による底質改善状況を調査した。8月調査日に試験区及び対照区ではヒシが繁茂しており、11月調査日に水生植物は観察されなかった。

<強熱減量>

測定結果を図10に、経年変化(年度別の平均値の推移)を図11に示す。

令和4年度の測定結果について、覆砂した試験区の地点⑦の強熱減量(%)(有機物含有量の目安)の値は2.4～5.1%であり、対照区の地点⑧の値(18.1～18.4%)と比べて平均14ポイント低かった(対⑧比21%)。また、対照区では調査時期による差は見られなかったが、試験区では8月に比べて11月の方が値が高くなっていた(差2.7ポイント)。夏期に繁茂したヒシの枯死・堆積の影響が考えられる。

経年変化について、試験区の強熱減量の年度別の平均値は、覆砂前(R1.12月)は11%であったが覆砂後は2.8%に改善し、R4年度の平均値は3.7%で低い値で推移しているが、R3よりR4の方が高い値であった。対照区の値は17～19%の範囲で推移している。

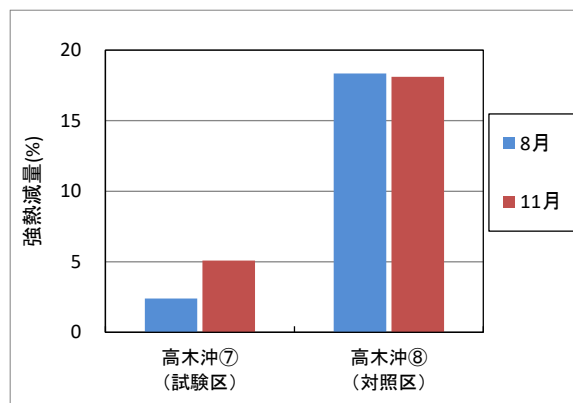


図10 強熱減量のR3年度測定結果【高木沖】

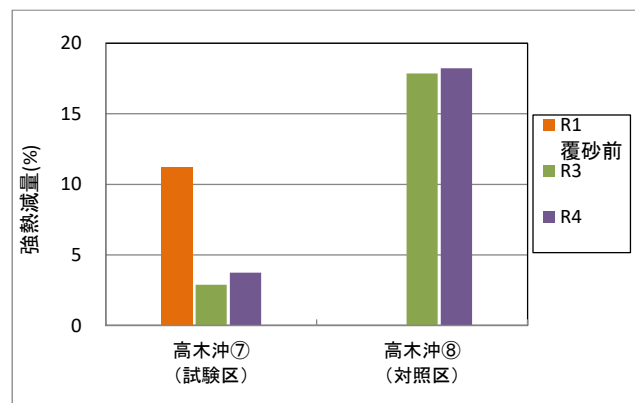


図11 強熱減量の経年変化【高木沖】

<全窒素>

測定結果を図 12 に、経年変化を図 13 に示す。

令和 4 年度の測定結果について、覆砂した試験区の全窒素濃度は 0.21～1.23 mg/g であり、対照区の濃度(7.85 mg/g)と比べて平均 7.1 mg/g 低かった(対⑧比 9.1%)。また、対照区では調査時期による差は見られなかったが、試験区では 8 月に比べて 11 月の方が濃度が高くなっていた(差 1.0 mg/g)。夏期に繁茂したヒシの枯死・堆積の影響が考えられる。

経年変化について、試験区の全窒素濃度は、覆砂前(R1.12 月)が 2.8 mg/g であったが覆砂後は 0.33 mg/g と非常に低い値に改善され、R4 年度の平均値は 0.72 mg/g で低い値で推移しているが、R3 より R4 の方が高い値であった。なお、対照区の値は 6.4～7.9 mg/g の範囲で推移している。

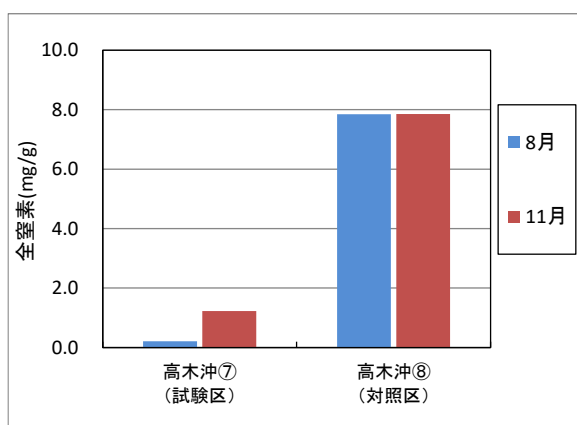


図 12 全窒素の R4 年度測定結果【高木沖】

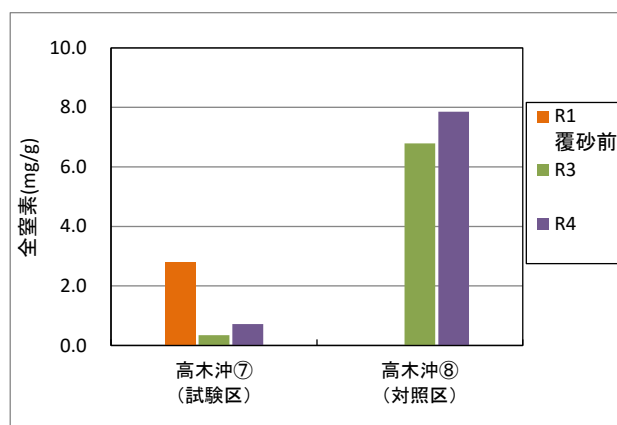


図 13 全窒素の経年変化【高木沖】

<全りん>

測定結果を図 14 に、経年変化を図 15 に示す。

令和 4 年度の測定結果について、覆砂した試験区的全りん濃度は 0.57～0.80 mg/g であり、対照区の濃度(1.7 mg/g)と比べて平均 1.0 mg/g 低かった(対⑧比 40%)。また、対照区では調査時期による差は見られなかったが、試験区では 8 月に比べて 11 月の方が濃度が高くなっていた(差 0.24 mg/g)。夏期に繁茂したヒシの枯死・堆積の影響が考えられる。

経年変化について、試験区的全りん濃度は、覆砂前(R1.12 月)が 1.35 mg/g であったが覆砂後は 0.61 mg/g と非常に低い値に改善され、R4 年度の平均値は 0.68 mg/g で低い値で推移しているが、R3 より R4 の方が高い値であった。なお、対照区の値は 1.6～1.8 mg/g の範囲で推移している。

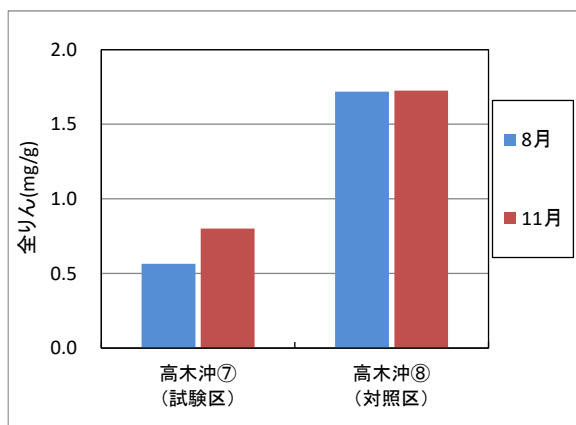


図 14 全りんの R4 年度測定結果【高木沖】

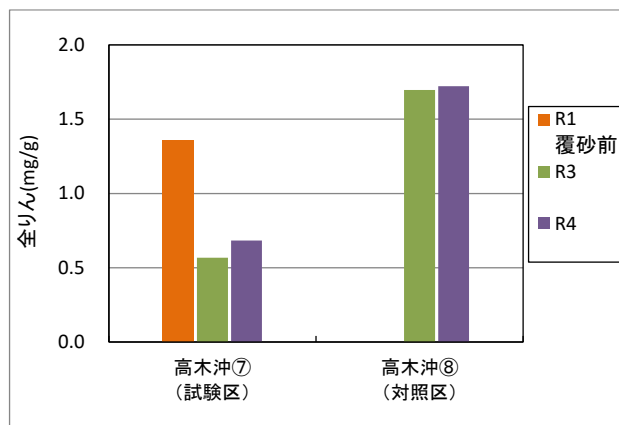


図 15 全りんの経年変化【高木沖】

<粒度分布>

底質調査方法を参考に、礫(粗)(4.75 mm～)、礫(細)(2 mm～4.75 mm)、砂(粗)(425 μ m～2 mm)、砂(細)(75～425 μ m)、シルト・粘土(<75 μ m)の 5 つの粒度分布組成を求めた。全底質に対する 2 mm 以上の礫の割合について、同一地点の試料間でのバラつきがみられた。以下、2 mm 未満の底質について測定結果を図 9 に示す。

R4 年度の結果について、シルト・粘土分の割合(泥分率)は、試験区で 9%であり低い値であった(砂分 91%)。一方、対照区の泥分率は 93%(砂分 7%)であり、シルト・粘土分が大部分を占めていた。

なお、全底質に対する 2 mm 以上の礫の割合について、試験区が 46%で特に 4.75mm 以上のれき分が多く見られ、一方対照区では 2%であった。

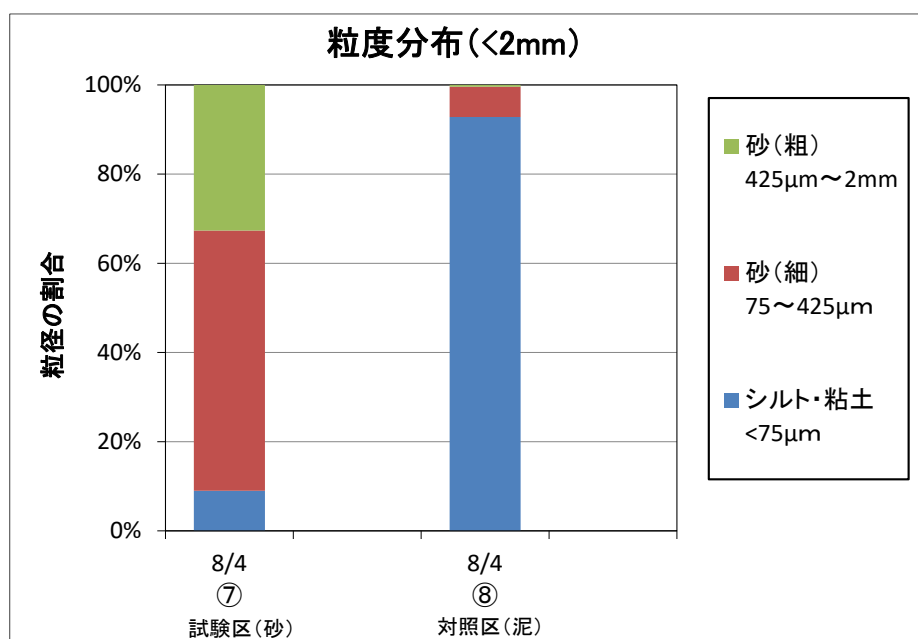


図 16 底質の粒度分布組成【高木沖】

3.2.3.3. 底泥酸素消費速度

底泥酸素消費速度（SOD）について、高木沖の覆砂試験区及び対照として試験区近傍のヒシ繁茂帯(高密度)で調査を実施した。

測定結果を表 3、図 17 に示す。DO 経時変化図（図 18）の近似曲線の傾きが段階的に変化していたため、底泥酸素消費速度（SOD）は、試験開始から直線的に DO が減少する期間(10 時間程度)を対象に、DO 減少量を底泥の表面積と時間で除して算出した。また、試験水による酸素消費を補正するため、直上水に用いた試験水の同条件下における DO 経時変化を計測して底泥酸素消費速度を算出し、この値を差し引くことで底泥による酸素消費速度とした。

試験区の SOD は平均 1.7 g/m²/d、対照区は平均 1.4 g/m²/d であり、併行試験(n=3)のバラつき(変動係数 CV%)は、試験区 26%、対照区 11%で試験区のバラつきが大きかった。前項のとおり、試験区は砂泥質で有機物量等が少なく一方対照区は泥質であり、両地点の底質性状は顕著に異なっていたが、調査日(10 月)のサンプルにおいて酸素消費速度への影響は見られなかった（試験区：IL 5.1%, TN 1.2 mg/g, TP 0.80 mg/g、対照区：IL 18%, TN 7.9 mg/g, TP 1.7 mg/g）。R3 年度の調査でも試験区の方がバラつきが大きい同様の傾向が見られており、SOD 値も R3 と同程度であった(R3 秋期試験区・対照区 1.5 g/m²/d)。なお、調査日(10 月)の現場の底層 DO は、対照区で貧酸素状態(2.1 mg/L)であり、11 月に貧酸素は解消されていたが対照区の方が DO が低かった。

調査サンプル間のバラつきについて、サンプル表面には、試験区でクロモ、対照区でヒシ等の枯死体(植物残渣)が多く堆積していた（R3 調査同様）。バラつきが大きい試験区の 3 本の底泥コアサンプルのうちクロモの枯死体等の植物残渣が多い 1 サンプルで SOD 値が大きく、またれき分が多く外観上のサンプル間の不均一さも顕著に見られ、バラつきの要因と推察される。変動係数について基準はないが CV 20%程度を目安とすれば、試験区の CV 26%はバラつきが大きいといえる。試験区の表層はれき分が多く、不攪乱に均一にサンプルを採取することが難しく(層構造の乱れ)、また沿岸に近い採取場所となるため試験区の代表性等に課題が考えられる。試験区のサンプルの採取方法、調査方法等について今後検討する必要があると考えられる。

表 3 底泥酸素消費速度調査 調査結果 (g/m²/day) 【高木沖】

試料名	サンプル数	最小値	最大値	平均値	CV%	採泥日	水温*1 (°C)	DO*1 (mg/L)	DO*2 (mg/L)
試験区	3	1.4	2.2	1.7	26	10/4	20.4	—	7.2
対照区(ヒシ)	3	1.3	1.6	1.4	11	10/4	20.5	2.1	5.2

*1 現地(10 月)の底層水の水温、DO (試験区:欠測)

*2 現地(11 月)の底層水の DO

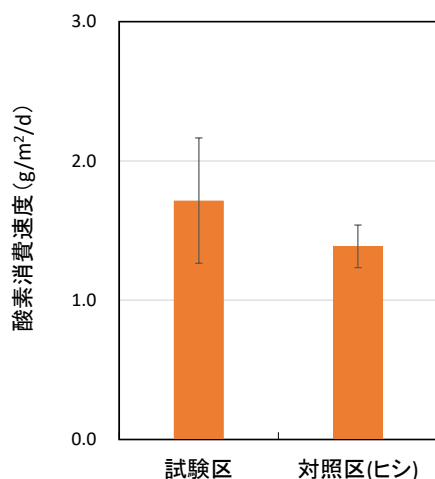


図 17 底泥酸素消費速度 測定結果【高木沖】

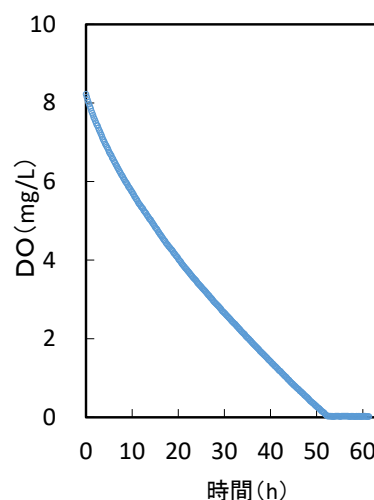


図 18 DO 経時変化 (対照区)

※エラーバーは標準偏差を示す

3.2.4 考察・まとめ

湖岸通り区では、平成 28 年度に覆砂を実施した試験区③において、対照区⑥と比較して有機物量や栄養塩類(強熱減量、全窒素、全りん等)の測定値は低く、覆砂施工直後から概ね同程度で推移しており、覆砂施工から 6 年程度経過してもその明瞭な底質改善効果が維持されていることが確認された。

高木沖では、令和元年～2 年度に覆砂を実施した試験区⑦において、対照区⑧と比較して有機物量や栄養塩類(強熱減量、全窒素、全りん等)の測定値は低く、覆砂施工により底質が改善され、覆砂施工から 2 年程度経過した状況においてその明瞭な底質改善効果が確認された。

また、底質改善効果を測定項目別にみると、試験区の値は対照区と比較して、強熱減量で 8 割減(対対照区比平均 19%)、全窒素で 9 割減(対対照区比平均 11%)、全りんで 6 割減(対対照区比 39%)であった。(それぞれ湖岸通り区及び高木沖の平均)

底泥酸素消費速度について、高木沖で 2 年目の調査を実施した結果、秋期の調査では R3 と同様に底質性状の違いによる酸素消費速度への影響が見られなかったが、試験区の測定値のバラツキの大きさから水生植物の堆積、れき分が多いサンプル間の不均一さ等による酸素消費への影響が示唆された。今後、試験区のサンプルの採取方法、調査方法等について検討する必要があると考えられる。

底質調査については、今後も継続的に調査を実施し、底質の状況や改善効果の推移を確認していくことが必要である。

3.3 淡水シジミ生息調査

長野県水産試験場諏訪支場

3.3.1 調査目的

渋崎、湖岸通りおよび高木地区の覆砂場所およびその対照区における淡水シジミの生息状況を調査・比較し、覆砂による底質改善の効果を検証する

3.3.2 調査方法

調査年月日

令和4年5月25日、8月29日、11月8日

調査方法

渋崎および湖岸通り地区の覆砂区では、覆砂場所内で無作為に選んだ3カ所に縦1m×横1m×高さ0.2mのコドラートを湖底に設置し、コドラート内の底層10cmまでの砂を目合い1mmのタモ網で採取し、再度、目開き1mmの円形金属ふるいでふるって淡水シジミを抽出した。

高木地区の覆砂区ならびに渋崎、湖岸通りおよび高木地区の対照区では水深が深く同様の調査が困難なため、調査地点付近で無作為に選んだ1カ所で船上から目合い1mmの網を付けたジョレンを用いて1m²を目安に底質を採取し、再度、目開き1mmの円形金属ふるいでふるって淡水シジミを抽出した。

淡水シジミの産卵期の盛期はおおよそ6月から9月と言われている。また、藤原（1977）によると、8月、11月および翌5月のシジミ0+個体の最大殻長はそれぞれ10、16および21mmとされている。そこで、本調査では採取した淡水シジミの殻長を測定し、各月でその殻長未満であったものを0+個体、それ以上であったものを1+以上個体と区分した。なお、本年の産卵期前となる5月に採捕された0+個体は令和3年産まれにあたる。覆砂区では3カ所で採取した0+個体および1+以上個体のそれぞれの個体数の平均をその時期の生息密度とした。

3.3.3 結果

年齢組成

渋崎地区および湖岸通り地区の殻長頻度分布をそれぞれ図1および図2に示す。

渋崎地区の覆砂区において採取した淡水シジミ0+個体および1+以上の個体の個体数は、5月がそれぞれ20および0個体、8月がそれぞれ27および0個体、11月がそれぞれ20および1個体であった（表）。5月、8月および11月の0+個体の割合はそれぞれ100、100および95%と、採取された淡水シジミのほとんどは0+個体であった。

湖岸通り地区の覆砂区において採取した淡水シジミ0+個体および1+以上の個体の個体数は、5月がそれぞれ19および0個体、8月がそれぞれ37および2個体、11月がそれぞれ19および2個体であった。5月、8月および11月の0+個体の割合はそれぞれ100、95および90%と、採取された淡水シジミのほとんどは0+個体であった。

高木地区の覆砂区では淡水シジミは採取されなかった。渋崎、湖岸通りおよび高木地区の対照区ではいずれの月においても淡水シジミは採取されなかった。

淡水シジミの産卵期の盛期は6月頃から9月頃と言われているので、5月の調査において渋崎

地区および湖岸通り地区の覆砂区では前年から生息していた淡水シジミが採捕されたものの、対照区では淡水シジミは採捕されなかった。8月および11月の調査において両地区の覆砂区では本年生まれの殻長2～4mmおよび4～6mmの淡水シジミが多数採捕されたが、対照区では淡水シジミは採捕されなかったことから、淡水シジミは覆砂区で繁殖している可能性が考えられた。

高木地区の覆砂区は令和元年に造成された新規の覆砂区である。浜崎および湖岸通り地区の覆砂区では、覆砂区が造成された数年後に淡水シジミの生息が確認できたことから、今年度は確認できなかったが数年後に高木地区においても淡水シジミが生息している可能性が考えられる。今後も淡水シジミの生息状況をモニタリングしていく必要がある。

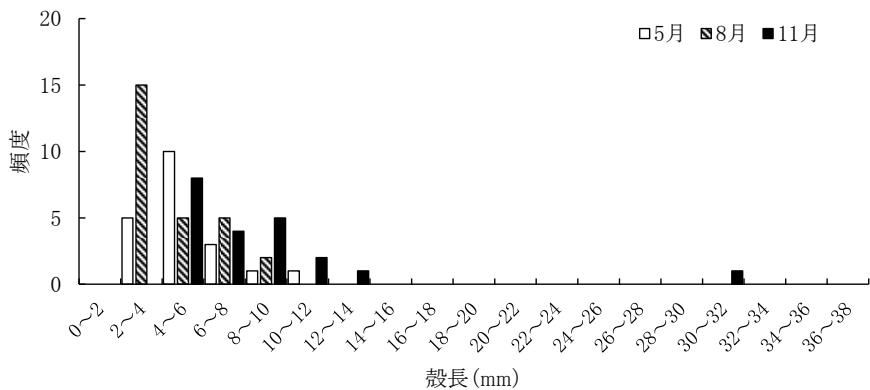


図1 浜崎地区の覆砂区における5、8、11月の淡水シジミの殻長頻度分布

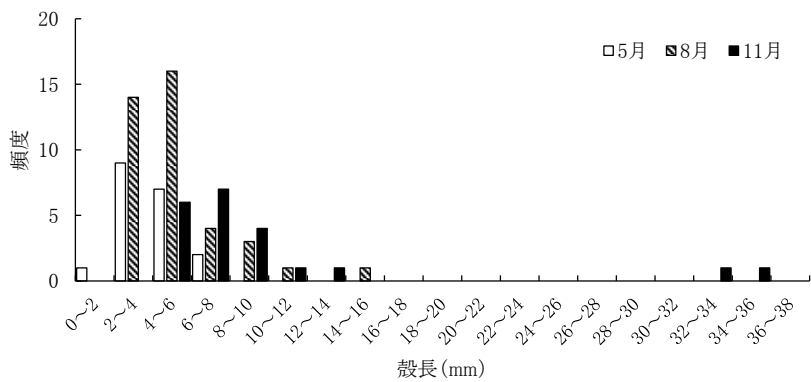


図2 湖岸通り地区の覆砂区における5、8、11月の淡水シジミの殻長頻度分布

表 浜崎、湖岸通りおよび高木地区における淡水シジミの個体数と年齢組成

年齢	浜崎地区覆砂区の個体数			湖岸通り地区覆砂区の個体数			高木地区覆砂区の個体数		
	5月 (%)	8月 (%)	11月 (%)	5月 (%)	8月 (%)	11月 (%)	5月 (%)	8月 (%)	11月 (%)
0 ⁺	20 (100)	27 (100)	20 (95)	19 (100)	37 (95)	19 (90)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
1 ⁺ ～	0 (0)	0 (0)	1 (5)	0 (0)	2 (5)	2 (10)	0 (0)	0 (0)	0 (0)

生息密度

渋崎地区の覆砂区において採取した淡水シジミ 0⁺個体および1⁺以上の個体の生息密度(平均値±標準偏差)は、5月がそれぞれ6.7±2.9および0個体/m²、8月がそれぞれ9.0±5.2および0個体/m²、11月がそれぞれ6.7±2.9および0.3±0.6個体/m²であった(図3)。

湖岸通り地区の覆砂区において採取した淡水シジミ 0⁺個体および1⁺以上の個体の生息密度は、5月がそれぞれ6.3±4.7および0個体/m²、8月がそれぞれ12.3±5.5および0.7±0.6個体/m²、11月がそれぞれ6.3±1.5および0.7±1.2個体/m²であった(図4)。

高木地区の覆砂区では淡水シジミは採取されなかった。

渋崎、湖岸通りおよび高木地区の対照区ではいずれの月においても淡水シジミは採取されなかった。

生息密度の推移は、渋崎地区および湖岸通り地区の覆砂区において産卵による新規加入によって8月および11月に0⁺個体の生息密度が上昇したと考えられた。

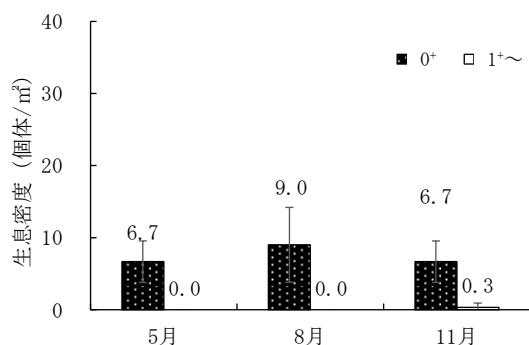


図3 渋崎地区の覆砂区における
淡水シジミの生息密度 (Iは標準偏差)

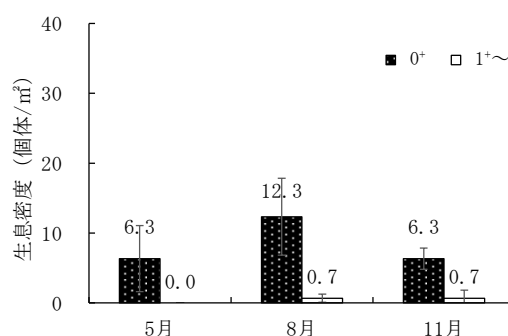


図4 湖岸通り地区の覆砂区における
淡水シジミの生息密度 (Iは標準偏差)

3.3.4 過去の調査結果を踏まえた経年変化等

淡水シジミ生息調査で採取された0⁺個体と1⁺以上の個体の4年間の渋崎地区および湖岸通り地区の生息密度の推移をそれぞれ図5および図6に示す。淡水シジミ生息調査が平成30年5月に始まった渋崎地区および平成30年11月に始まった湖岸通り地区において、淡水シジミの生息密度は両地区とも0⁺個体を中心に春に少なく夏から秋に増える傾向を示し、増減を繰り返している。淡水シジミの産卵期の盛期は6から9月といわれているため、5月から8月および11月にかけて観察された0⁺個体の増加要因としては産卵による0⁺個体の新規加入、11月から5月にかけて観察された0⁺個体や1⁺以上の個体の減少要因としては水温の低下による死亡(平野・藤原, 1987)や魚類、鳥類および甲殻類による被食(粕谷・陣野, 2014、北野ら, 2017)が考えられ、今後もモニタリング調査を継続し、淡水シジミの生息密度の増減やその要因を調査していく必要がある。

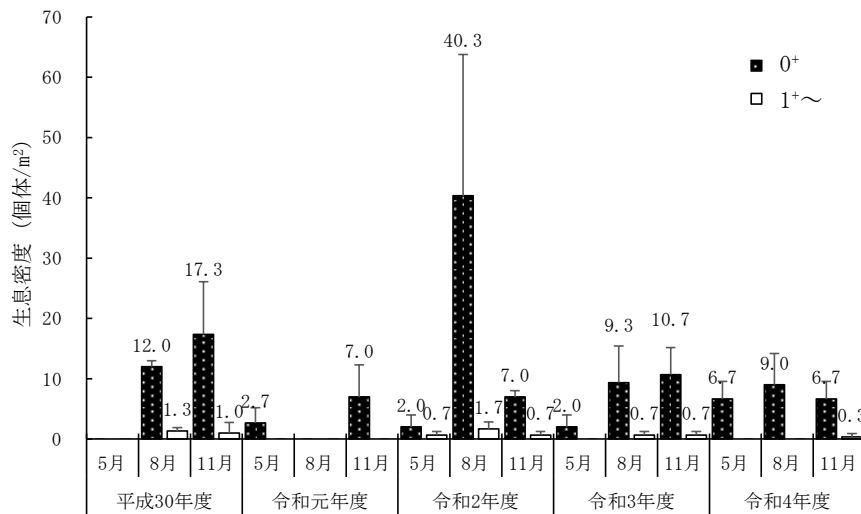


図5 浜崎地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度の推移（Iは標準偏差）

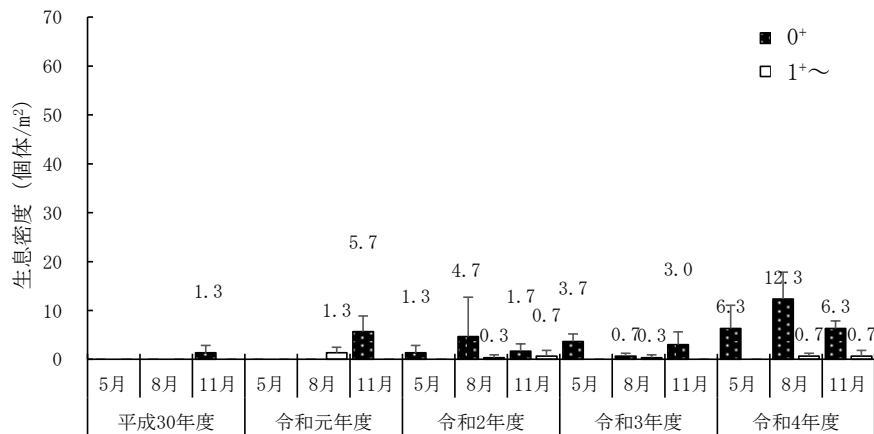


図6 湖岸通り地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度の推移（Iは標準偏差）

3.3.5 まとめ

- 浜崎、湖岸通りおよび高木地区の対照区では淡水シジミは採取されなかった。
- 高木地区の覆砂区では淡水シジミは採取されなかった。
- 浜崎および湖岸通り地区の覆砂区では淡水シジミが採取され、その生息密度については、0+個体を中心に春に少なく夏から秋に増える傾向を示し、増減を繰り返している。

3.3.6 参考文献

- 藤原（1977）：マシジミの稚貝の成長について．貝雑誌 Vol. 36, No. 1 p. 19-24
- 平野・藤原（1987）：マシジミの成長と寿命．水産増殖 35, p. 183-189
- 北野ら（2017）：琵琶湖につながる農業水路における淡水シジミの生息状況と絶滅危惧種マシジミの保全に係る水路管理手法の検討．伊豆沼・内沼研究報告 11, p. 55-66

3.4 底生生物および魚類調査

水産試験場諏訪支場

3.4.1 調査目的

覆砂区の生物相が安定するまでにある程度の時間を要することが想定されるため、継続的なモニタリング調査により、底生生物の生息状況から覆砂による底質改善の効果を評価した。本年度は平成 27 年度に造成した渋崎地区の覆砂区の 7 年後、平成 28 年度に造成した湖岸通り地区の覆砂区の 6 年後および令和元年に造成した高木地区の覆砂区の 3 年後の底生生物および魚類の生息状況を把握した。

3.4.2 調査方法

3.4.2.1 底生生物調査

調査は 3 回行い、令和 4 年 6 月 28 日、8 月 29 日、10 月 18 日に筌網を調査地点に設置し、それぞれ 2 日後の 6 月 30 日、8 月 31 日、10 月 20 日に回収した。調査地点は渋崎地区、湖岸通り地区および高木地区のそれぞれ覆砂区および対照区の合計 6 地点とした。渋崎地区および湖岸通り地区の覆砂区および対照区は前年度と同じ調査地点とし、高木地区の覆砂区および対照区は令和元年度に新規に造成された調査地点とした。なお、8 月の高木地区は浮草植物のヒシおよび沈水植物のクロモ大量繁茂により調査できなかった。使用漁具は目合い 3 mm、5 mm および 12 mm の筌網（表 1）を調査地点に各 1 個設置し、採捕した生物は、実験室に持ち帰り、種類、個体数を確認し、3 回分の合計の採捕個体数を求めた。

表 1 調査に使用した網筌の仕様

目合い	大きさ	開口部数	備考
3 mm	45×30×15cm	1	金属製
5 mm	45×30×15cm	1	金属製
12mm	67×47×12cm	2	小判型

3.4.2.2 魚類調査

調査は 3 回行い、令和 4 年 6 月 16 日、8 月 30 日、10 月 20 日に調査地点付近で投網を行った。調査地点は底生生物調査と同様に渋崎地区、湖岸通り地区および高木地区のそれぞれの覆砂区および対照区の合計 6 地点とした。なお、8 月の高木地区は浮草植物のヒシおよび沈水植物のクロモ大量繁茂により調査できなかった。使用漁具は目合い 1 mm の投網を調査地点ごとに 5 回ずつ行い、採捕した生物は、実験室に持ち帰り、種類、個体数を確認し、3 回分の合計の採捕個体数を求めた。

3.4.3 調査結果

3.4.3.1 底生生物調査

採捕種数は渋崎地区の覆砂区および対照区はそれぞれ 5 および 3 種、湖岸通り地区の覆砂区および対照区はそれぞれ 5 および 6 種、高木地区の覆砂区および対照区はそれぞれ 4 および 2 種であった（表 2）。

採捕個体数は渋崎地区の覆砂区および対照区はそれぞれ 41 および 17 個体と、覆砂区の方が対照区より多かった。湖岸通り地区の覆砂区および対照区はそれぞれ 25 および 61 個体と、対照区の方が覆砂区より多かった。高木地区の覆砂区および対照区はそれぞれ 5 および 7 個体と、覆砂区の方が対照区より多かった。

採捕された魚類はウキゴリ、ヌマチチブ、モツゴ、タモロコおよびブルーギルであった。渋崎地区における覆砂区および対照区の採捕種数はそれぞれ 2 および 1 種、採捕個体数はそれぞれ 8 および 3 個体であった。湖岸通り地区における覆砂区および対照区の採捕種数はそれぞれ 2 および 3 種、採捕個体数はそれぞれ 11 および 14 個体であった。高木地区における覆砂区および対照区の採捕種数はそれぞれ 3 および 1 種、採捕個体数は両区ともに 4 個体であった。

採捕された甲殻類はテナガエビおよびスジエビであった。渋崎地区における覆砂区および対照区のテナガエビの採捕個体数はそれぞれ 24 および 0 個体、スジエビの採捕個体数はそれぞれ 2 および 9 個体であった。湖岸通り地区における覆砂区および対照区のテナガエビの採捕個体数はそれぞれ 9 および 10 個体、スジエビの採捕個体数はそれぞれ 4 および 35 個体であった。高木地区における覆砂区および対照区のテナガエビの採捕個体数はそれぞれ 1 および 3 個体、スジエビは両区ともに採捕されなかった。テナガエビについては渋崎地区において対照区より覆砂区で多く採捕された。スジエビについては渋崎および湖岸通り地区において覆砂区より対照区で多く採捕された。

採捕された貝類はタニシ科であった。渋崎地区の覆砂区および対照区のタニシ科の採捕個体数はそれぞれ 7 および 5 個体であった。湖岸通り地区における覆砂区および対照区のタニシ科の採捕個体数はそれぞれ 1 および 2 個体であった。高木地区では両区ともにタニシ科は採捕されなかった。

表 2 渋崎、湖岸通り及び高木地区における 5、8、10 月に採捕された種及び個体数

調査地点		魚類					甲殻類		貝類	合計
		ウキゴリ	ヌマチチブ	モツゴ	タモロコ	ブルーギル	テナガエビ	スジエビ	タニシ科	
渋崎	覆砂区	1	7				24	2	7	41
	対照区		3				0	9	5	17
湖岸通り	覆砂区	1	10				9	4	1	25
	対照区	3	10		1		10	35	2	61
高木	覆砂区		2	1		1	1			5
	対照区					4	3			7
合計		5	32	1	1	5	47	50	15	156

3.4.3.2 魚類調査

採捕種数は渋崎地区の覆砂区および対照区はそれぞれ 3 および 4 種、湖岸通り地区の覆

砂区および対照区はそれぞれ 2 および 4 種、高木地区の覆砂区および対照区はそれぞれ 4 および 2 種であった（表 3）。

採捕された魚類はワカサギ、タモロコ、モツゴ、ウキゴリ、オオクチバスおよびブルーギルであった。渋崎地区における覆砂区および対照区の採捕個体数はそれぞれ 4 および 280 個体であった。湖岸通り地区における覆砂区および対照区の採捕個体数はそれぞれ 13 および 20 個体であった。高木地区における覆砂区および対照区の採捕個体数はそれぞれ 86 および 126 個体であった。ワカサギについては渋崎地区の対照区 276 個体と多く採捕されたが、渋崎地区の対照区は覆砂区より沖側のため、沖側の比較的水深が深い場所に生息するワカサギが多く採捕されたことが考えられた。

表 3 渋崎、湖岸通り及び高木地区における 5、8、10 月に採捕された種及び個体数

調査地点	ワカサギ	タモロコ	モツゴ	ウキゴリ	オオクチバス	ブルーギル	合計
渋崎	覆砂区	2	1		1		4
	対照区	276	1	1	2		280
湖岸通り	覆砂区	12			1		13
	対照区	8	7	2	3		20
高木	覆砂区	81	1		3	1	86
	対照区	124			2		126
合計		503	10	3	8	4	529

3.4.4 過去の調査結果を踏まえた経年変化等

5 年間の底生生物調査で渋崎地区および湖岸通り地区で採捕された種および個体数の一覧を表 4 に示した。5 年間で採捕された種は、魚類が 11 種、甲殻類が 2 種、貝類が 2 種であった。

魚類については、5 年間毎年採捕された種は、ヌマチチブの 1 種で、それ以外は 1 から 3 年確認された種が大半であった。また、ヌマチチブは覆砂区および対照区の両区から確認されており、生息環境を選択している様子はなかった。現在のところ、魚類については覆砂によって創出された環境を強く選択する種は出現していないと考えられる。

貝類については、使用漁具が網罟であったことから、移動力のある巻貝のみ採捕された。タニシ科は覆砂区および対照区で、カワニナ科は覆砂区でのみ採捕されたが、カワニナ科は採捕個体数が 1 個体であり、巻貝類への覆砂の効果は明らかではない。

対して、甲殻類については、本年度はテナガエビの採捕数が少なく明確な差は見られなかったが、テナガエビが覆砂区で多く、スジエビが対照区で多い傾向が、平成 30 年度および令和 2 年度で観察されている。山根（1991）はテナガエビの底質選択性を室内実験で調査し、テナガエビは礫等の粒径が小さい底質より小石等の粒径が大きい底質の方を好適な場として選択していることを示唆しており、本調査の平成 30 年度および令和 2 年度における粒径の大きい底質を含む覆砂区の方が泥地の対照区よりテナガエビが多く採捕された結果を支

持っている。

一方で、覆砂後 6、7 年経過してもその好適な環境が維持されているかは明らかではなく、今後も底生生物および魚類の生息状況のモニタリング調査を継続する必要がある。

表 4 浜崎地区および湖岸通り地区における 5 年間の調査で採捕された種および個体数

年度	H30				R1				R2				R3				R4				総個体数	
	浜崎		湖岸通り		浜崎		湖岸通り		浜崎		湖岸通り		浜崎		湖岸通り		浜崎		湖岸通り			
地点	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区		
魚類	モツゴ	2		17	5	13	24	17	1	1	1									81		
	タモロコ																		1	1		
	ビワヒガイ			1																1		
	コイ										1									1		
	ドジョウ														2					2		
	カラドジョウ							1												1		
	ウキゴリ								1	6	1	1	3	5	7	7	1		1	3	36	
	スマチチブ	3	5	6	2	7	7		5	13	2	7	4		2	4	7	3	10	10	102	
	ヨシノボリ	3																			3	
	オオクチバス											1									1	
							1													1		
甲殻類	テナガエビ	34	4	17	12		1	7	1	23	3	10	2	2	2	4	1	24		9	10	166
	スジエビ	1	2	1	7	2	1	9	25	5	12		15	4	16	1	11	2	9	4	35	162
貝類	タニシ科		1		5	1		5		3	4	2		6	7	5	3	7	5	1	2	57
	カワナナ科									1												1
合計		41	14	24	44	15	22	45	50	38	39	16	28	19	30	21	26	41	17	25	61	616

3.4.5 参考文献

- 山根 (1991) : テナガエビ (*Macrobrachium nipponense*) の底質荒度評価について. 近畿大学農学部紀要, 第 24 号, p. 25-27

第4章 ワカサギの資源量調査

水産試験場諏訪支場

4.1. 調査目的

諏訪湖のワカサギ資源の保護培養を図るため、諏訪湖におけるワカサギの資源尾数推定および成長等の調査を実施した。

4.2. 調査方法

4.2.1. 資源量調査

令和4年6月～12月に月1回、魚群探知機（以下、魚探）によるワカサギの資源尾数推定調査を実施した。魚探は、FUSO エレクトロニクス（株）製 FEG-1041GPS 魚探 1kw ハイスペックを使用した。調査開始時刻は、日中、ワカサギは群れて生活しているため、単体で行動を始める日没後1時間以降とした。調査定線は、諏訪湖を十字に横断するように設定した（図1）。調査中の魚探の画像は、BMP形式ファイルで保存し、後日パソコンにデータを移し変えて、魚の反応像を計数した（図2）。過去の捕獲調査で、諏訪湖の沖合での魚探の反応像は、そのほとんどがワカサギであったことから、確認した反応像は全てワカサギと判断して計数した。諏訪湖全体のワカサギ資源尾数は、反応像計数値と探査容積から次の計算式により算出した。なお、探査容積 v は、図3に示す探査面積に探査距離を乗算する次の式より算出した。

$N = n \cdot V / v$ N : 推定資源尾数、 n : 反応像計数値、 V : 諏訪湖容積 (m^3)、 v : 探査容積 (m^3)

$v = \{ (\text{平均水深})^2 \times 3.14 \times 12/360 - 1^2 \times 3.14 \times 12/360 \} \times \text{探査距離}$

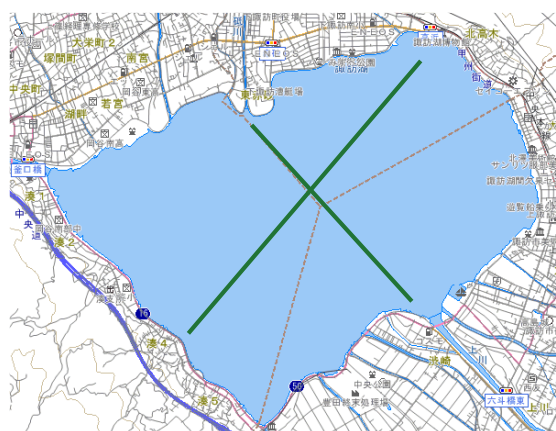


図1 資源量調査定線の位置

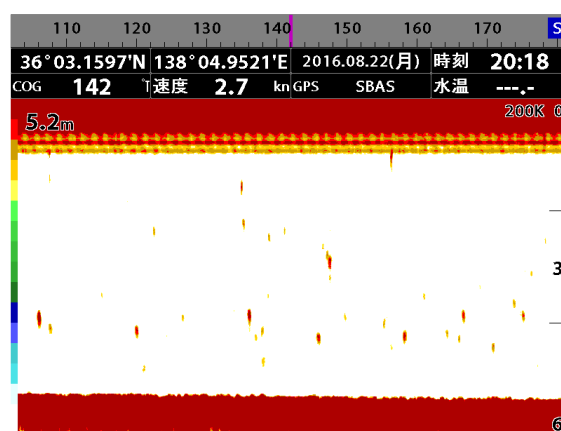


図2 魚群探知機の反応像

(赤や黄色で表示された点がワカサギの反応像)

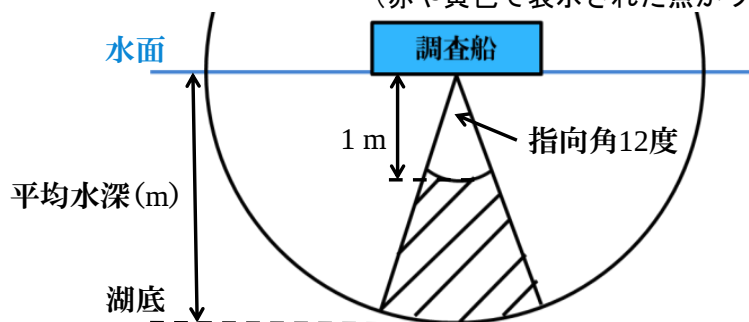


図3 探査面積の範囲

(図中の斜線部が探査面積、水深1mまではノイズが出るため、探査面積から除く)

4.2.2. 成長調査

令和4年7月から令和5年1月まで月1～2回、諏訪湖漁業協同組合の投網試験獲りの漁獲物を標本とし、0歳魚（小公）の体重、体長および肥満度を求めた。年齢査定は耳石輪紋の観察により行った。

4.3. 調査結果

4.3.1. 資源量調査

6月～11月の推定資源尾数は、約3,112～996万尾であった（図4）。なお、12月上旬に行った魚探調査はワカサギが湖内で局在していたため資源尾数の推定に至らなかった。ワカサギが成長し、魚探で捉えられる精度が上がる9月頃の結果を過去5年間と比較すると、今年度の資源尾数は、平成30年度および令和2年度と近い値であった。

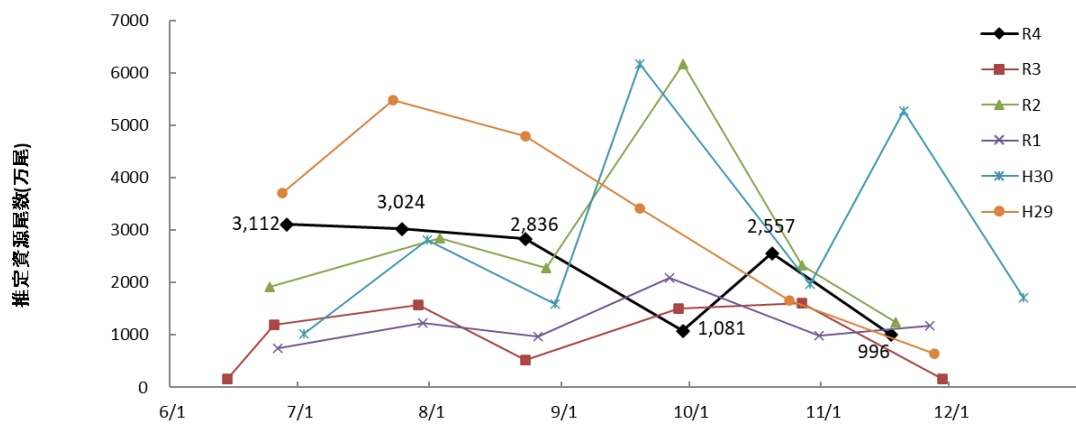


図4 平成29～令和4年の諏訪湖のワカサギ推定資源尾数

4.3.2. 成長調査

0歳魚の平均体重および平均体長は令和2年度と同程度に小さく、平均肥満度は過去5年間と同程度の値であった（図5、図6、図7）。本年度はワカサギの資源尾数が多かったため、1尾当たりの摂餌量が少なくなったことにより、1個体の大きさが小さくなったと考えられる。

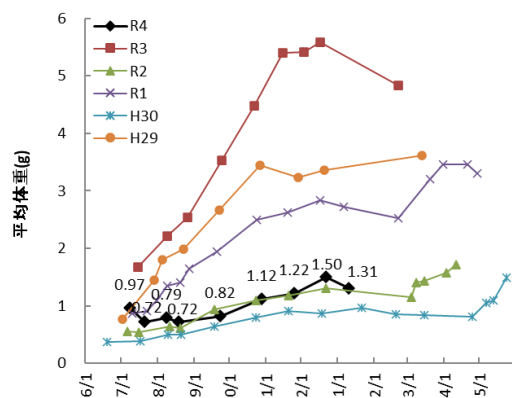


図5 ワカサギ0歳魚の平均体重

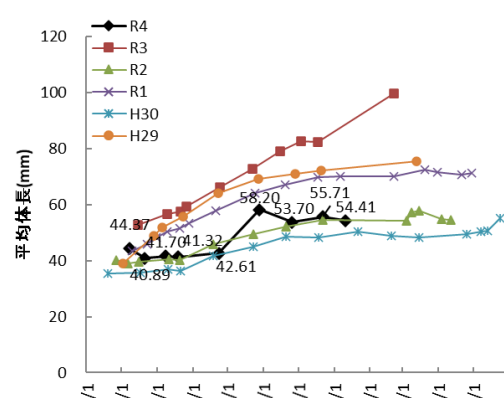


図6 ワカサギ0歳魚の平均体長

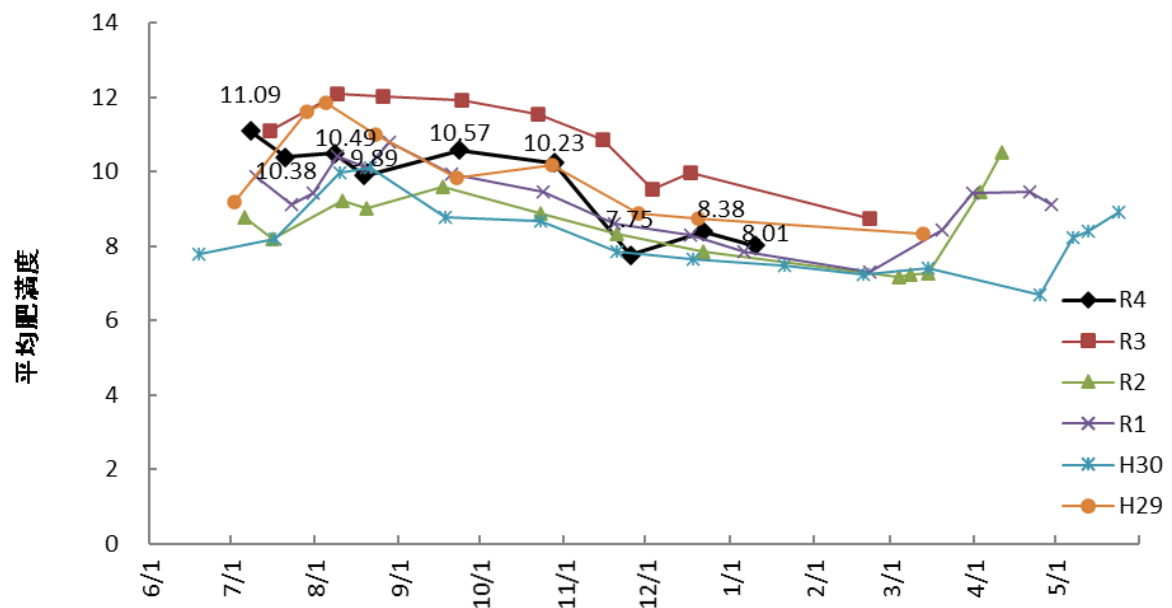


図7 ワカサギ0歳魚の平均肥満度

4.4. まとめ

- ・6月～11月のワカサギの推定資源尾数は、約3,112～996万尾であった。
- ・0歳魚（小公）の平均体重、平均体長および平均肥満度は、令和2年度と同程度に小さかった。

第5章 水生動植物調査

水産試験場諏訪支場

5.1. 諏訪湖におけるヒシおよび水生植物の分布調査

5.1.1. 調査目的

諏訪湖の沿岸水域でヒシが大量繁殖し、水質や観光・漁業に問題が生じていることから、ヒシの刈り取り除去が行われている。効率的な除去を進めるため、ヒシ刈り船が導入され、平成24年の試験運行ののち、平成25年から本格的に稼働している。また、ヒシ刈り船の運航が困難な場所では、手刈りによるヒシ除去も行われている。

本調査では、ヒシの繁茂抑制と従来から生息している水生植物の再生方法を検討するため、ヒシの繁茂状況とその他の水生植物の分布の推移を把握する。

5.1.2. 調査内容

5.1.2.1. 範囲

諏訪湖の水深3m程度までの沿岸全域を調査範囲とした。

5.1.2.2. 実施日

過去の調査でヒシ繁茂面積が最大となっていた7月下旬から8月上旬に合わせて、令和4年8月8、9日に実施した。

5.1.2.3. 方法

5.1.2.3.1. ヒシの分布

船上からの目視調査で、株間距離によりヒシ群落をL(2m以上)、M(1~2m未満)、H(1m未満)の3段階の密度階級に分類し、それぞれの外縁の位置をGPSで計測した。得られた位置情報から国土交通省国土地理院が提供しているウェブサイト、地理院地図 <http://maps.gsi.go.jp> の作図機能を用いて、密度階級別の繁茂面積を求めた。

5.1.2.3.2. ヒシ以外の浮葉・沈水植物の分布

船上からの目視調査で観察された水生植物群落の外縁をGPSで計測した。また、単体の水生植物が観察された場合は、その位置を計測した。

5.1.3. 調査結果

5.1.3.1. ヒシの分布

平成24年以降の最大繁茂面積の経年変化を表1及び図1に示した。本年の調査時点での面積は200ha、刈り取り後の推定値は168haであった。刈り取り前の面積は令和3年よりも33ha増加した。繁茂面積の長期的な傾向は、隔年周期で増減を繰り返しながら減少していたが、平成30以降微増が続いており、今年は平成25年と同程度まで増加した。

表1 各年のヒシの繁茂面積と諏訪湖に占める割合

調査年	繁茂面積 (ha)	諏訪湖に 占める割合(%)
H25	204	15
H26	166	12
H27	183	14
H28	156	12
H29	172	13
H30	163	12
R1	165	12
R2	167	13
R3	167	13
R4	200	15

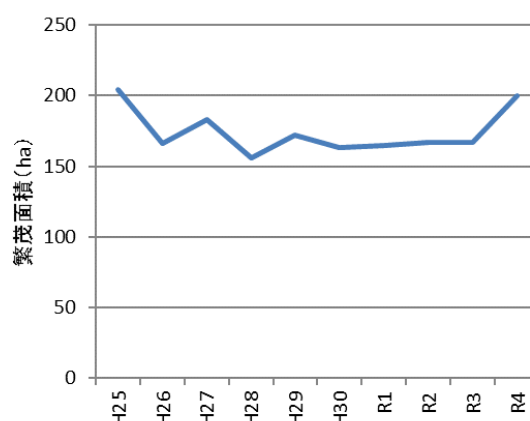


図1 ヒシの繁茂面積の経年変化

平成27年から本年までの密度階級別のヒシ繁茂面積とその割合を表2に示した。本年の密度階級L、M、Hの面積はそれぞれ24ha、24ha、120haであり、繁茂面積に占める割合はそれぞれ12%、12%、60%であった。また、本年のヒシ刈り取り面積は32haであり、その割合は繁茂面積の16%であった。

表2 ヒシの密度階級別繁茂面積

調査日	密度階級別面積(ha)						刈り取り 面積(ha) (%)		合計面積 (ha)
	L	(%)	M	(%)	H	(%)			
H27.8.10、11	62	(34)	50	(27)	71	(39)			183
H28.8.8、9	62	(40)	7	(4)	74	(47)	13	(8)	156
H29.7.25、26、28	49	(28)	14	(8)	103	(60)	6	(4)	172
H30.8.7	85	(52)	1	(0)	77	(47)			163
R1.8.6、7	22	(13)	8	(5)	135	(82)			165
R2.8.4、5	6	(3)	11	(6)	123	(74)	28	(17)	167
R3.8.3、4、5	22	(13)	27	(16)	74	(44)	45	(27)	167
R4.8.8、9	24	(12)	24	(12)	120	(60)	32	(16)	200

※ 面積と比率は少数点以下1桁を四捨五入しているため、合計が合わない年がある。

平成 27 年から本年のヒシの密度分布図を図 2 に示した。本年の密度 H の範囲は、漕艇場内や上川河口などの一部を除き、諏訪湖の湖岸全周に渡って分布しており、大きな経年変化はなかった。諏訪湖北東岸の高浜から高木にかけての範囲では、ヒシの分布が沖まで広がっており、その張り出しの大小で、諏訪湖全体のヒシ繁茂は左右されていた。



図 2 ヒシの分布の経年変化

5.1.3.2. ヒシ以外の浮葉植物、沈水植物の分布

ヒシ以外の群落が確認された浮葉・沈水植物は、エビモ、クロモ、ササバモ、ヒロハノエビモ、ホソバミズヒキモ、セキショウモ、アサザの7種であった（図3）。クロモは、湖内各地に広く分布していた。エビモは豊田沖を中心に、ササバモ、ヒロハノエビモは豊田沖や上川河口を中心に、ホソバミズヒキモ、セキショウモは上川河口および豊田沖で確認された。上川河口と豊田沖とも水深が浅く、湖底が砂地になっており、ササバモなどの生息に適していると考えられる。アサザは豊田の岸際1箇所で見られた。



図3 令和4年のヒシ以外の浮葉・沈水植物分布

ヒシに次いで分布面積の大きい水生植物は、平成29年以降クロモであった（図4、表3）。調査時のクロモの分布面積は21haで、令和3年と比較して51%（20ha）減少した。ヒシ分布域の沖側や豊田沖、漕艇場内といったヒシが見られていない場所で生息が確認された。一方、平成28年以前ではヒシに次いで多かったエビモの分布は多くが点状であり、令和3年と比較してその面積は減少した。

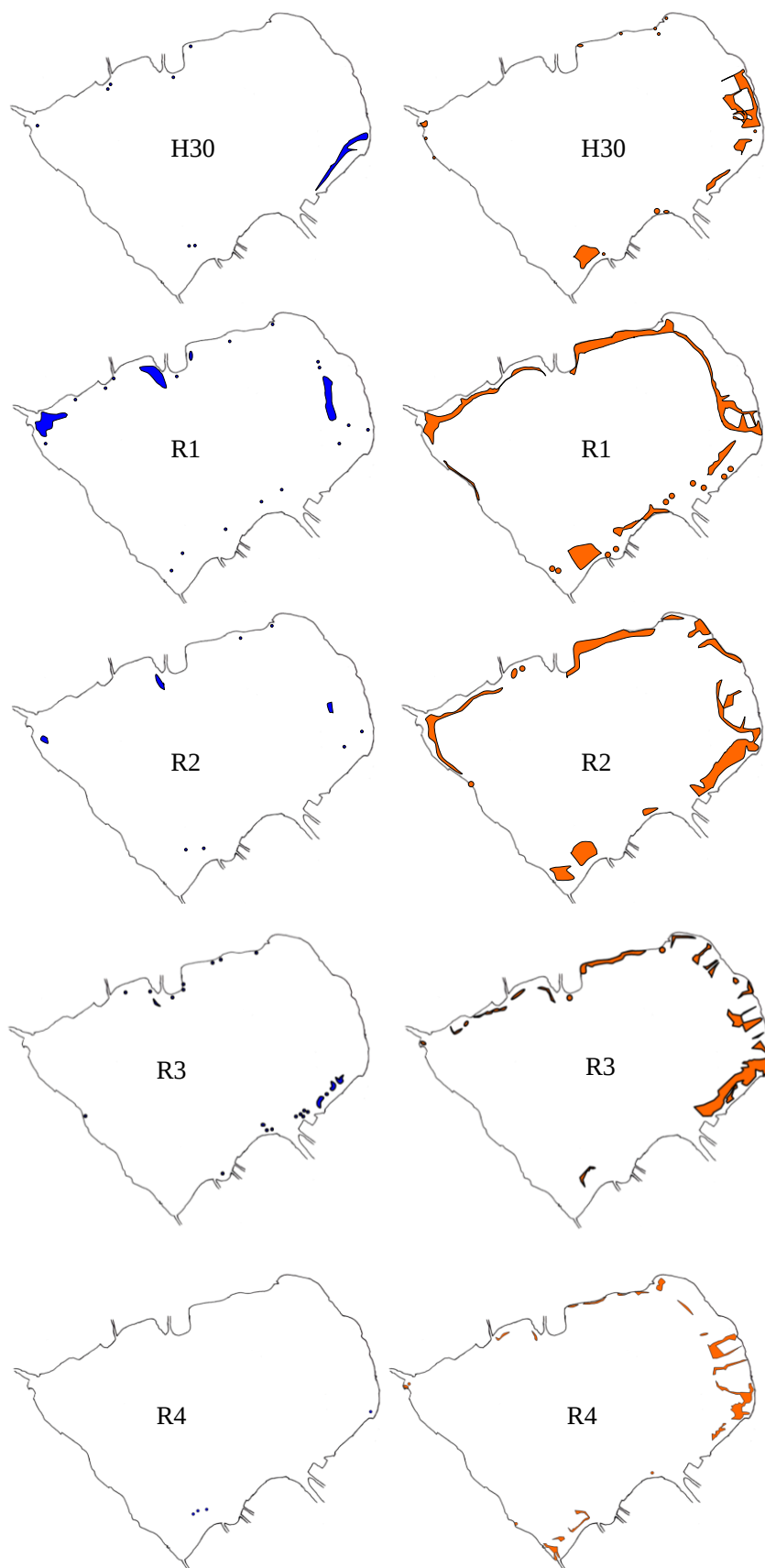


図4 エビモ（左）とクロモ（右）の分布の経年変化

表 3 各年のエビモとクロモの繁茂面積

調査年	エビモ(ha)	クロモ(ha)
H27	16	4
H28	55	20
H29	33	47
H30	8	29
R1	6	52
R2	0	68
R3	2	41
R4	0	21

5.1.4. まとめ

- ・ 本年のヒシの繁茂面積は 200ha で、令和 3 年よりも 33ha 増加した。
- ・ 本年の密度 H の範囲は、漕艇場内や上川河口などの一部を除き、諏訪湖の湖岸全周に渡って分布しており、ヒシの繁茂面積に占める割合も令和 3 年よりも増加した。
- ・ ヒシ以外の群落が確認された浮葉・沈水植物は、エビモ、クロモ、ササバモ、ヒロハノエビモ、ホソバミズヒキモ、セキショウモ、アサザの 7 種であった。
- ・ 令和 3 年と比較してクロモの分布面積は 51% (20ha) 減少、エビモの面積も減少した。

5.2. メガネサナエのモニタリング

諏訪地域振興局環境課

5.2.1. 調査目的

諏訪湖創生ビジョンで指標水生動物に位置付けられているメガネサナエ（トンボ）についてモニタリングを行い、生態系保全のための手法を検討する。

5.2.2. 調査方法

5.2.2.1. 成虫調査

宮川（諏訪市）の約1kmの区間においてラインセンサス法により調査した。メガネサナエの繁殖活動期間中の令和4年8月23日、9月5日及び9月26日に、往路（右岸）復路（左岸）ごと成虫の個体数をカウントした。



図1 メガネサナエの成虫

5.2.2.2. 羽化殻調査

羽化期の令和4年7月12日、7月26日及び8月5日に、①諏訪市湖岸通り、②下諏訪町東赤砂の下諏訪港から一ツ浜公園、③岡谷市岡谷湖畔公園の栈橋や湖岸において、羽化殻数をカウントした。

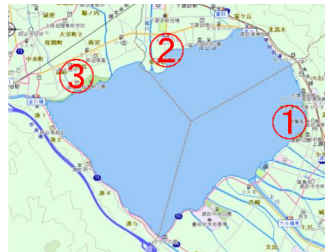


図2 羽化殻の調査場所



図3 メガネサナエの羽化殻

5.2.3. 調査結果

5.2.3.1. 成虫調査

表1 成虫調査の結果

実施日	令和4年8月23日(火)		令和4年9月5日(月)		令和4年9月26日(月)	
	往路	復路	往路	復路	往路	復路
天候	曇り	曇り一時晴れ	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温(℃)	27.0	31.0	24.0	26.0	21.0	24.0
風向	-	-	E	E	-	SW
風力(m/s)	0	0	1.0	1.0	0	1.0
雲量(%)	100	100	20	20	5	10
照度(lux)	31,200	54,000	127,300	105,000	76,700	105,200
開始時刻～終了時刻	14:30～ 15:20	15:30～ 16:30	9:20 ～10:20	10:50～ 11:40	9:15～ 10:15	10:15～ 11:30
調査人数	2	2	3	3	3	3
メガネサナエ確認数 片道ごとの平均	0	10.0	6.0	3.0	15.3	28.3
メガネサナエ確認数 往路復路平均	5.0		4.5		21.8	

調査した3日ともメガネサナエを確認した。

確認された個体は、ほとんどがオスで、川の壁面に静止しているものや、川の水上进行飛行しテリトリーを形成しているものが確認された。確認数は9月26日が最も多かった。

5.2.3.2. 羽化殻調査

表2 羽化殻調査の結果

実施日	令和4年7月12日(火)			令和4年7月26日(火)			令和4年8月5日(金)			総計
調査箇所	①	②	③	①	②	③	①	②	③	
メガネサナエ	28	5	5	15	6	0	5	9	2	75
ウチワヤンマ	30	3	5	7	2	2	4	0	0	53
オオヤマトンボ	40	4	2	17	3	0	10	1	0	77
コフキトンボ	117	2	4	121	3	5	46	1	27	326
ミヤマサナエ	4	1	0	1	1	0	1	7	0	15

諏訪市、下諏訪町、岡谷市の3地点ともメガネサナエの羽化殻を確認した。

羽化殻は栈橋の木柱でより多く観察され、メガネサナエの主要な羽化場所となっていることが示唆された。

メガネサナエの羽化殻数は8月上旬の調査では減少したことから、主に7月中下旬にかけて羽化しているものと推測される。

6章 流入河川水量等調査

環境保全研究所水・土壌環境部

6.1. 調査目的

諏訪湖流入河川の水量等を把握することにより、水質保全対策のための基礎資料を作成することを目的とする。今回は、諏訪湖へ流入する物質収支の推測を試みた。

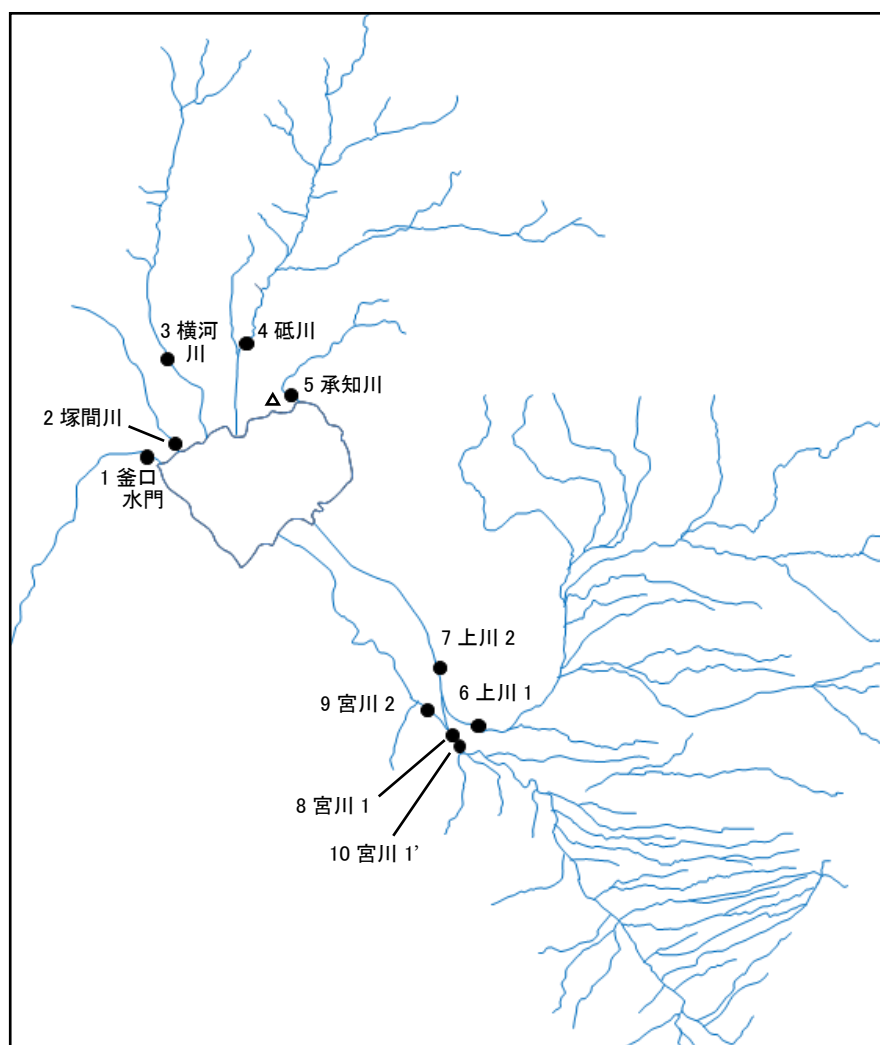
6.2. 調査方法

6.2.1. 調査地点

諏訪湖北側に流入する2河川（塚間川・承知川）に水位計を設置し各種測定を行った。また、1地点（水産試験場諏訪支場）において大気圧を測定し、この2河川の水圧の補正に用いた。

さらに、諏訪建設事務所で設置した水位計近傍で各種測定を行った。

測定点の位置を、図6.2.1に示す（測定点の詳細については、資料1）。



● 測定地点 △ 大気圧測定（補正用）

※ 地図は、カシミール3Dで作成

図6.2.1 調査地点

6.2.2. 測定期間

流量、水質測定等の現地での作業は、令和3年(2021年)4月2日～令和4年(2022年)12月2日に実施した。

水位計のデータは、2021/1/1～2022/12/31までの1時間ごとのデータを使用した。水位データに欠測がある部分は、欠測が生じる直前のデータを使用した。

6.2.3. 測定項目及び測定方法

各地点において、水位、流量の測定と採水を実施した。なお、水位計付近に接近しにくい場合には近傍の橋で測定した。

6.2.3.1. 水質

現地で採水した試料について、次の項目を測定した。

測定項目	測定方法	
COD	JIS K0102 17.	100℃における過マンガン酸カリウムによる酸素消費量(COD _{mn})
TOC	JIS K0102 22.1 備考2	紫外線酸化-ガス透過膜式電気伝導率測定法
全窒素 (T-N)	JIS K0102 45.2	紫外線吸光光度法
全リン (T-P)	JIS K0102 46.3.1	ペルオキシ二硫酸カリウム分解法
SS	昭和46年12月28日環境庁告示第59号付表9	浮遊物質(SS)の測定方法
透視度	JIS K0102 9.	透視度 (現場測定)
電気伝導率	JIS K0102 13.	電気伝導率 (現場測定)
pH	JIS K0102 12.1	ガラス電極法 (現場測定)
気温		サーミスタ温度計 (現場測定)
水温	JIS K0102 7.2	水温 (現場測定)
流量 (流速・水深・川幅)	昭和46年9月30日環水管第30号 環境省水質保全局通達 水質調査方法 四(1)カ	流速計、浮木測定 (現場測定)

6.2.3.2. 水位

水位の測定のために、塚間川と承知川に圧力式の水圧計(ONSET社製 HOB0 U-20-001-04)を設置し、絶対圧と水温を60分ごとに測定した。大気圧の補正のために、水産試験場諏訪支場の敷地内で同型の水圧計により大気圧を測定した。

横河川、砥川、上川、宮川の水圧データは、諏訪建設事務所からいただいたデータを使用した。

6.2.3.3. 流量

各地点において、検尺、巻尺、水準器を用いて、水圧計設置場所の河川断面形状を測定した。

現地での測深または水圧計のデータから測定時刻での水位を計算し、河川断面形状と現地での流速測定データと合わせて採水日当日の流量を計算した。

6.2.3.4. 水深と流量の関係

水位と流量を、次の相関式(H-Q式)¹⁾で近似できるように係数を求めた。

$$Q = a(H + b)^2 \quad \therefore \quad \sqrt{Q} = \sqrt{a}H + \sqrt{ab}$$

Q: 流量(m³/s)、H: 水位(m)、a, b: 回帰計算から求まる係数

6.2.3.5. 負荷量

流量と濃度から、測定点を通過する各物質の負荷量を求めた。さらに、流量と負荷量を次の相関式(L-Q式)¹⁾で近似できるように係数を求めた。

$$L = aQ^b \quad L: \text{負荷量(kg/s)}、Q: \text{流量(m}^3\text{/s)}、a, b: \text{回帰計算から求まる係数}$$

6.2.3.6. 釜口水門からの流量と負荷量

釜口水門からの毎時の流量は、諏訪建設事務所からいただいたデータを用いた。

2021 年の公共用水域常時監視業務の毎月の諏訪湖湖心表層午前の水質濃度を用いて一カ月間を同濃度と仮定して、負荷量を計算した。なお、公共用水域常時監視業務では釜口水門における TOC を測定していないが COD は測定しているため、環境保全研究所が釜口水門において測定した TOC/COD 比と COD の積によって TOC を求めた。

6.2.3.7. 諏訪流域下水道からの流量と負荷量

諏訪湖流域下水道からの排水の日平均流量と水質濃度は、諏訪湖流域下水道事務所からいただいたデータを用いた。流量は毎日のデータが存在するが、水質濃度は毎日のデータは存在していなかった。そこで、水質濃度測定を次に実施するまでは前回の濃度値が続いていると仮定して、負荷量を計算した。なお、諏訪湖流域下水道事務所では排水の TOC を測定していないが COD は測定しているため、環境保全研究所が釜口水門において測定した TOC/COD 比を利用して、COD の積によって TOC を求めた。

6.3. 調査結果

6.3.1. 各河川の状況

6.2 により求めた各河川の流量と負荷量を示す（表 6.3.1.1、表 6.3.1.2）。

水位計に異常があった河川や長期間にわたって河床工事を行っていて河川断面を把握できなかった等の諸事情のあった河川については、表から除外した。

表 6.3.1.1 各河川の流量、負荷量(2021 年)

		流量	負荷量				
			COD	有機炭素	全窒素	全リン	SS
		m ³ /年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
1	釜口水門	642,000,000	2,280,000	1,150,000	816,000	35,800	3,950,000
2	塚間川	8,960,000	10,900	6,070	12,900	167	11,200
7	上川2	381,000,000	945,000	464,000	396,000	25,800	11,900,000
9	宮川2	106,000,000	227,000	108,000	195,000	4,990	587,000
10	宮川1'	155,000,000	548,000	313,000	417,000	17,500	9,120,000
	下水道放流	38,200,000	176,000	93,100	294,000	12,300	20,400

表 6.3.1.2 各河川の流量、負荷量(2022 年)

		流量	負荷量				
			COD	有機炭素	全窒素	全リン	SS
		m ³ /年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年	kg/年
1	釜口水門	515,000,000	1,930,000	976,000	781,000	32,700	3,470,000
2	塚間川	7,920,000	10,500	5,870	10,300	156	9,920
3	横河川	11,600,000	12,300	5,850	6,010	220	38,100
7	上川2	368,000,000	573,000	252,000	259,000	13,900	1,180,000
9	宮川2	113,000,000	242,000	115,000	208,000	5,280	604,000
10	宮川1'	76,400,000	178,000	88,700	145,000	3,620	515,000
	下水道放流	37,400,000	175,000	88,800	283,000	10,700	19,200

6.3.2. 過去の文献における物質収支

諏訪湖に関する1年間の物質収支を示した過去の文献のデータを用いて、本報告の形式に改変して掲載する。

本報告の中の「諏訪湖」の枠内には、諏訪湖の湖水・底泥・水草・魚介類等を含むものとする。

なお、文献ごとに参照している元データや計算方法や注目する項目が異なっている部分があることに注意が必要である。リンは大気との交換がほぼ存在しないので、大気との授受の項目を削除した。CODは単一物質ではないが生物分解されやすい有機炭素の目安として扱われているため、物質収支の形で掲載した。

6.3.2.1. 1970年代の物質収支

1970年代の状況を示した資料²⁾³⁾から作成した窒素、リン、COD、炭素の物質収支を示す(図6.3.2.1.1～図6.3.2.1.4)。本資料は、実測値を基にした推算値を掲載している。

図中に示す養魚とは、網いけすによる養殖事業を指す。

炭素の物質収支図においては、流入・流出量に無機態炭素が含まれている。

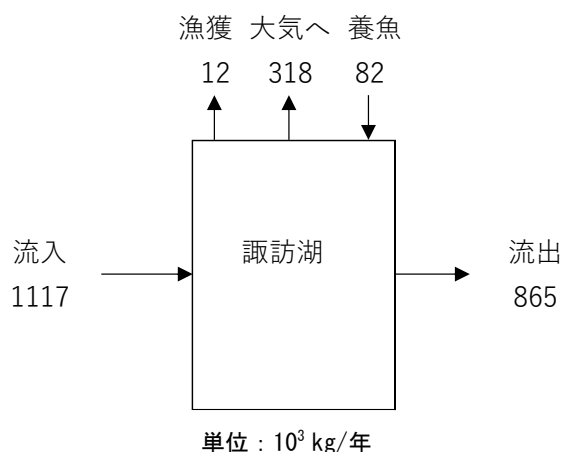


図 6.3.2.1.1 窒素の物質収支(1977年)²⁾

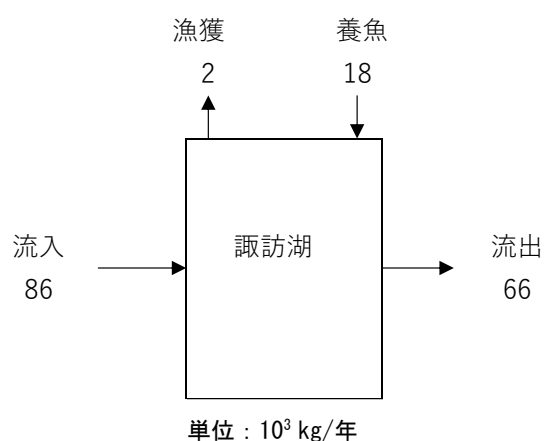


図 6.3.2.1.2 リンの物質収支(1977年)²⁾

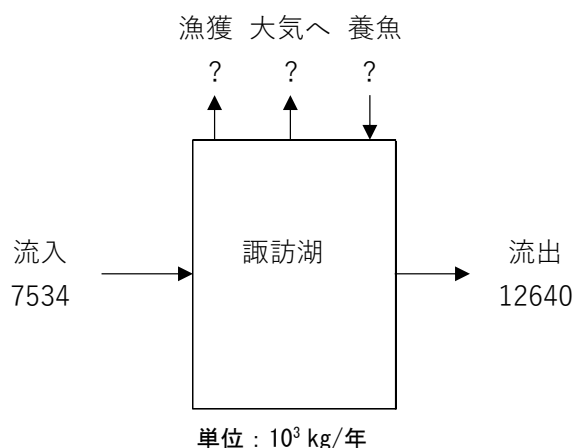


図 6.3.2.1.3 CODの物質収支
(1977年と1978年のデータ)³⁾

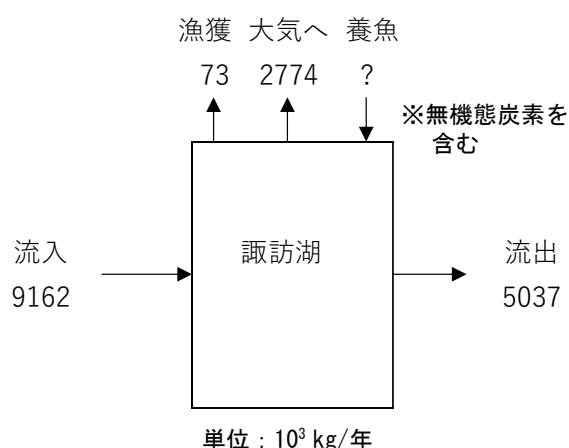


図 6.3.2.1.4 炭素の物質収支
(1973年のデータ)³⁾

6.3.2.2. 1995 年の物質収支

1995 年の状況を示した資料⁴⁾から作成した窒素、リン物質収支を示す（図 6.3.2.2.1～図 6.3.2.2.2）。本資料は、シミュレーションによる値を掲載している。

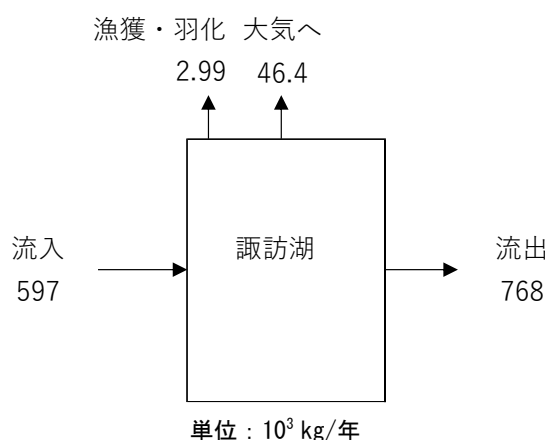


図 6.3.2.2.1 窒素の物質収支(1995 年)⁴⁾

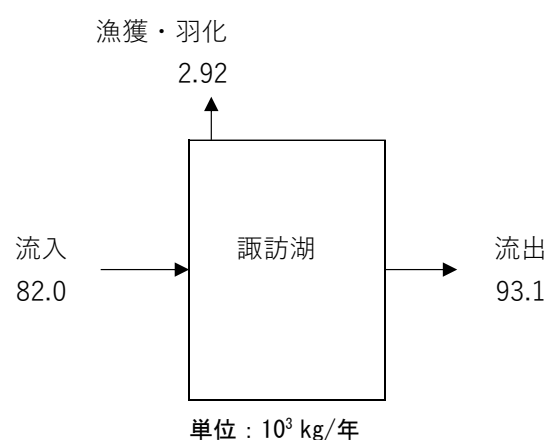


図 6.3.2.2.2 リンの物質収支(1995 年)⁴⁾

6.3.3. 諏訪湖の物質収支の推定

2009 年に環境保全研究所が作成した報告⁵⁾によると、上川・宮川流域が諏訪湖流域に占める面積割合は 76.2%としている。また、同報告によると、原単位法を用いて流出負荷量を推測したところ、上川・宮川流域からの排出負荷量は諏訪湖流域全体の 8 割を占めると推定している。

この傾向が現在も続いていると仮定して、比較的河口に近い上川江川橋局（地点 7）と宮川中州局（地点 9）の流量・負荷量の合計が諏訪湖へ流入する負荷量の 80%とみなし、諏訪湖への流入負荷量を計算した。

諏訪湖流域下水道からの流入水は、諏訪湖への流入に無関係である。また、諏訪湖流域下水道からの放流水は釜口水門付近で放流されているため、全量が湖内にとどまらずに釜口水門から排出されるとみなした。そのため、諏訪湖からの流出量を次のように想定した。

$$(\text{流出量}) = (\text{釜口水門からの流出量}) - (\text{諏訪湖流域下水道の放流量})$$

COD は単一物質ではないが生物分解されやすい有機炭素の目安として扱われているため、物質収支の形で掲載した。

流出入の項目は、1970 年代の過去の文献とそろえた。なお、現在では養殖事業はほとんど行われていないため、負荷量計算においては無視してよいと仮定した。

「諏訪湖」の枠内には、諏訪湖の湖水・底泥・水草・魚介類等を含むものとする。

リンは大気との交換がほぼ存在しないので、大気との授受の項目を削除した。

6.3.3.1. 令和3年（2021年）の物質収支の推定

令和3年(2021年)1年間の窒素、リン、COD、有機態炭素の物質収支を6.3.2.と同様の項目で図示した（図6.3.3.1.1～図6.3.3.1.4）。

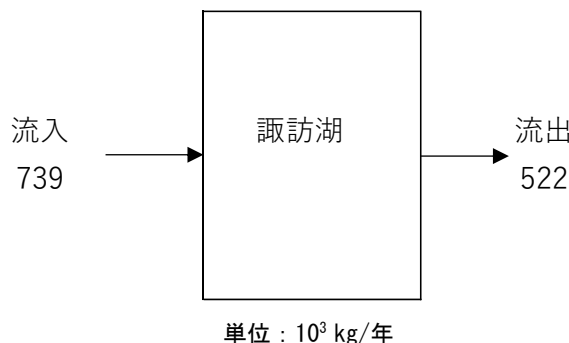


図 6.3.3.1.1 窒素の物質収支(2021年)

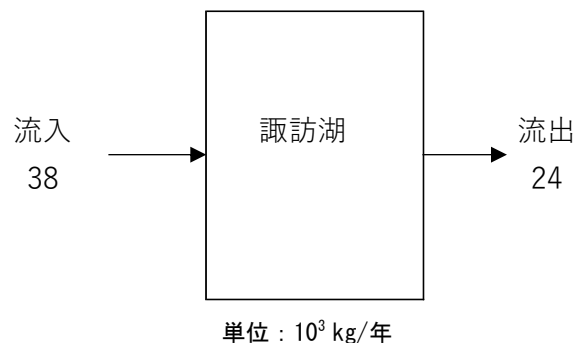


図 6.3.3.1.2 リンの物質収支(2021年)

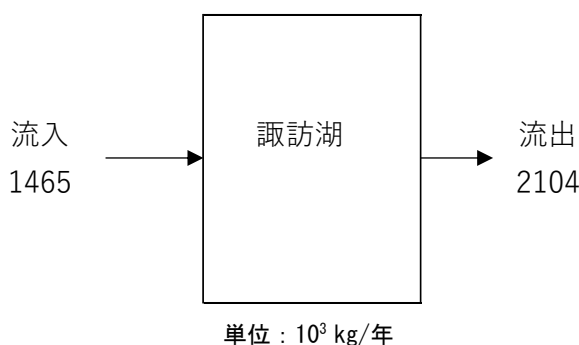


図 6.3.3.1.3 CODの物質収支(2021年)

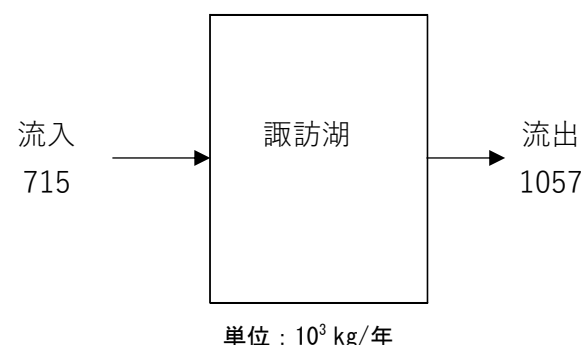


図 6.3.3.1.4 有機態炭素の物質収支(2021年)

6.3.3.2. 令和4年（2022年）の物質収支の推定

令和4年(2022年)1年間の物質収支を窒素、リン、COD、有機態炭素の6.3.2.と同様の項目で図示した（図6.3.3.2.1～図6.3.3.2.4）。

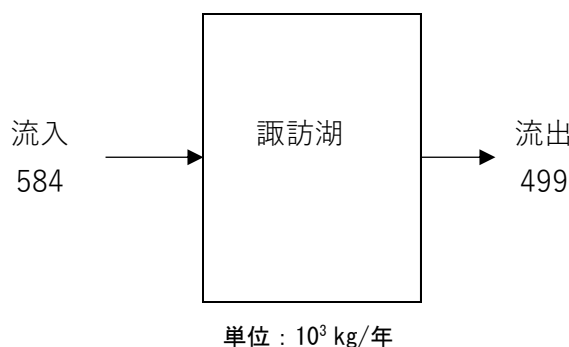


図 6.3.3.2.1 窒素の物質収支(2022年)

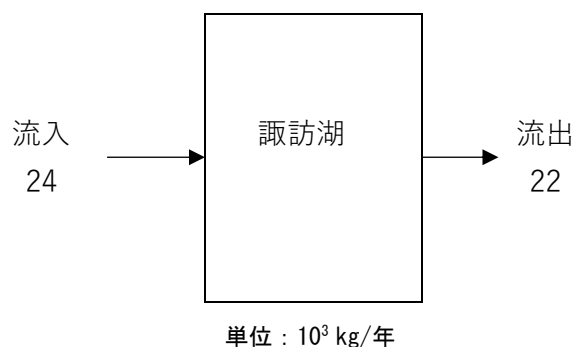


図 6.3.3.2.2 リンの物質収支(2022年)

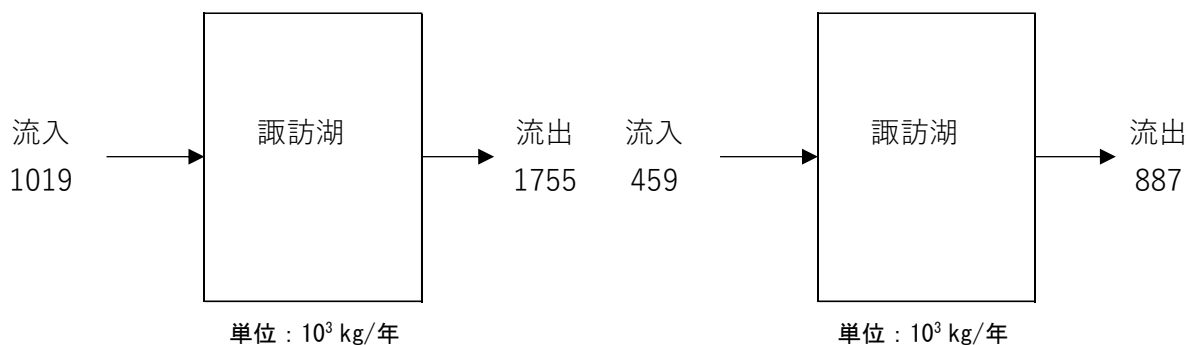


図 6.3.3.2.3 COD の物質収支 (2022 年)

図 6.3.3.2.4 有機態炭素の物質収支 (2022 年)

6.3.4. 過去の文献と今回の調査の比較

計算方法や項目が各資料ごとに異なるため、単純に数値を比較することは難しいが、各資料はおおよその傾向を表していると考え、過去の文献と今回の調査を比較をしてみたところ以下のような状況であった。

- ・窒素は流入・流出が減少していると思われる。なお、大気との授受が推測できないため、蓄積量については不明である。
- ・リンは、流入・流出が減少していると思われる。1975 年よりも現在の漁獲は減少しているため、漁獲による流出は、未算定であるが減少していると思われる。
- ・COD は、流入・流出が減っていると思われる。大気との授受が推測できていないため、蓄積状況は不明である。流入よりも流出が多いのは、湖内での内部生産（植物プランクトンの発生等）による増加分が流出しているためと考えられる。
- ・炭素や有機態炭素の流出入に関しては、過去と現在とで集計項目が異なるためはっきりしなかった。有機炭素について、流入よりも流出が多いのは、湖内での内部生産（植物プランクトンの発生等）による増加分が流出しているためと考えられる。

また、各資料のデータの取り扱いの違いや不足しているデータの存在もあるため、蓄積量の変化についてははっきりした傾向が分からなかった。

6.3.4. 令和 3 年 (2021 年) と令和 4 年 (2022 年) の調査の比較

令和 3 年 (2021 年) と令和 4 年 (2022 年) の物質収支を比較してみると、各項目の負荷量のばらつきが大きかった。原因としては、河川水量のばらつきが想定される。そのため、単年度の結果のみで物質収支の傾向を判断することは難しいと思われる。

6.4. まとめ

各河川の水位データをもとに流量と流入負荷量を求め、さらに釜口水門と下水道のデータから流出負荷量を求めた。さらに、年間の物質収支の推定を試み、文献に示された 1970 年代と 1995 年の物質収支と比較してみたところ、以下のような状況であった。

- ・窒素は流入・流出が減少していると思われる。
- ・リンは、流入・流出が減少していると思われる。
- ・COD は、流入・流出が減っていると思われる。
- ・炭素の流出入に関しては、過去と現在とで集計項目が異なるためはっきりしなかった。

また、各資料のデータの取り扱いの違いや不足しているデータの存在もあるため、蓄積量の変化についてははっきりした傾向が分からなかった。

令和 3 年(2021 年)と令和 4 年(2022 年)の物質収支を比較してみると、各項目の負荷量のばらつきが大きかった。原因としては、河川水量のばらつきが想定される。そのため、単年度の結果のみで物質収支の傾向を判断することは難しいと思われる。

流入負荷量、流出負荷量、物質収支は直接測定して検証することが難しいため、多くのデータや資料が必要である。特に、降水により河川の流量が増加した際の流量測定と採水作業を増やすことが今後の課題である。

現在の諏訪湖の水質は長期的に改善傾向であることから、諏訪湖の物質収支も徐々に変化していくと思われる。また、物質収支の算出には仮定やばらつきが多く正確な値の算出も難しい。そのため、今後も引き続き現地調査や各種文献の探索等を行い、より正確な現状の把握にむけて作業を続ける予定である。

参考文献

- 1) 環境省水・大気環境局水環境課、非特定汚染源対策の推進に係るガイドライン(第二版)、平成 26 年 12 月、p41、 p47
- 2) 沖野外輝夫、諏訪湖集水域生態系研究、信州大学環境科学論集 第 5 号、1983 p137-p144
- 3) 沖野外輝夫、自然史双書 諏訪湖 ミクロコスモスの生物、1990 年 4 月 25 日初版第 1 冊発行、p162
- 4) 沖野外輝夫ほか、湖沼沿岸域の浄化容量、環境科学年報-信州大学-、第 18 巻、1996、p57-p67
- 5) 吉田富美雄ほか、諏訪湖流入河川汚濁負荷実態調査、全国環境研会誌、Vol. 34 No. 2(2009)

第7章 総括

水大気環境課

令和4年度の諏訪湖創生ビジョン推進事業の調査結果全体について以下のとおり総括した。

(第1章)

諏訪湖の溶存酸素濃度については、溶存酸素濃度等連続測定（信州大学と共同で実施した湖心を含む湖内6地点における6月下旬～12月下旬の連続測定）により、貧酸素水塊の状況把握に努めた。溶存酸素濃度等連続測定からは、全水深の深い湖心、B地点、D地点およびE地点における最深測定点において6月下旬から10月中・下旬までDO濃度が4mg/Lを下回る貧酸素状態から無酸素状態になることがあり、7月上旬～10月上旬の時期を中心に継続的、あるいは高頻度の断続的な貧酸素化が生じていた。また、湖心、A地点、B地点では11月上・中旬ごろに短期間ながら4mg/Lを下回る貧酸素状態になることがあり、11月に入ってから4mg/Lを下回る貧酸素状態化は2021年には観測されなかった現象であった。

(第2章)

プランクトン調査については、平成28年7月に発生したワカサギ等魚類の大量死亡の際、植物プランクトンの減少が確認されたため、植物プランクトン及び動物プランクトンを定期的に調査し、情報の収集を行っている。

植物プランクトン調査については、月1回の採水を行い、継続的に分類及び細胞数について植物プランクトンの動向を調査している。令和4年に入り、例年と同様に珪藻類が増加し優占した。2月から増加し始めた珪藻類は4月、5月にピークとなった。5月以降に全体の生物量は減少に転じた。7月からは藍藻類が増加し、8月にピークとなった。9月以降緑藻類が優占し、全体の生物量は減少に転じた。12月に再び藍藻類が優占し、全体の生物数が増加した令和5年に入り、例年と同様に春先に向けて珪藻類が優占した。

動物プランクトン調査については、今年度の動物プランクトンは、年間を通してワムシ類が多くなっていた。ワムシ類の個体数変化によって、動物プランクトン総数も左右されていた。この傾向は3年間で共通していた。動物プランクトン総数は、4月下旬に増加したが明瞭なピークは見られなかった。ピークが見られなかったのは令和3年度と同様な傾向であった。令和2年度は明瞭なピークが見られ、その時期は5月下旬であった。

(第3章)

覆砂場所のモニタリングは、諏訪湖沿岸に造成した覆砂場所（平成27年度に造成した渋崎区及び平成28年度に造成した湖岸通り区）において、覆砂による改善効果を把握するため、水質調査、底質調査、シジミ調査、底生生物及び魚類モニタリング調査を実施した。

水質調査結果からは、調査地点間（底層水）の水平方向に栄養塩類等の濃度差を生じ、さらに各調査地点における表層水と底層水の鉛直方向の濃度差から、覆砂試験区と対照区の底質が底層水に与える影響の違いが確認された。この傾向について、覆砂による栄養塩類の底泥溶出の抑制、植物プランクトンの増殖抑制や死滅によるデトリタスの沈降・堆積、底泥の巻き上げ抑制等による影響が可能性として挙げられ、試験区では覆砂によりこれらの影響の抑制が示唆された。今後、影響要因を検討・把握するためには、底泥溶出量、懸濁粒子の沈降量、底泥からの巻き上げ量等の実態を調査していく必要がある。

底質調査では、平成28年度に覆砂を実施した湖岸通り区において、対照区と比較して有機物

量や栄養塩類の測定値は低く、覆砂施工直後から概ね同程度で推移しており、覆砂施工から6年程度経過してもその明瞭な底質改善効果が維持されていることが確認された。

令和元年～2年度に覆砂を実施した高木沖において、対照区と比較して有機物量や栄養塩類の測定値は低く、覆砂施工により底質が改善され、覆砂施工から2年程度経過した状況においてその明瞭な底質改善効果が確認された。底質調査については、今後も継続的に調査を実施し、底質の状況や改善効果の推移を確認していく必要がある。

淡水シジミ生息調査では、渋崎、湖岸通りおよび高木地区の対照区では淡水シジミは採取されなかった。高木地区の覆砂区では淡水シジミは採取されなかった。渋崎および湖岸通り地区の覆砂区では淡水シジミが採取され、その生息密度については、0+個体を中心に春に少なく夏から秋に増える傾向を示し、増減を繰り返している。

底生生物及び魚類調査では、年間で採捕された種は、魚類が11種、甲殻類が2種、貝類が2種であった。覆砂後6、7年経過してもその好適な環境が維持されているかは明らかではなく、今後も底生生物および魚類の生息状況のモニタリング調査を継続する必要がある。

(第4章)

ワカサギの資源量調査では、6月～11月のワカサギの推定資源尾数は、約3,112～996万尾であった。0歳魚（小公）の平均体重、平均体長および平均肥満度は、令和2年度と同程度に小さかった。

(第5章)

諏訪湖におけるヒシおよび水生植物の分布調査では、令和4年のヒシの繁茂面積は200haで、令和3年よりも33ha増加した。令和4年密度Hの範囲は、漕艇場内や上川河口などの一部を除き、諏訪湖の湖岸全周に渡って分布しており、ヒシの繁茂面積に占める割合も令和4年よりも増加した。ヒシ以外の群落が確認された浮葉・沈水植物は、エビモ、クロモ、ササバモ、ヒロハノエビモ、ホソバミズヒキモ、セキショウモ、アサザの7種であった。令和3年と比較してクロモの分布面積は51%（20ha）減少、エビモの面積も減少した。

メガネサナエのモニタリングについて、成虫調査では、調査した3日ともメガネサナエを確認され、個体はほとんどがオスで、川の壁面に静止しているものや、川の水上进行飛行しテリトリーを形成しているものが確認された。羽化殻調査では、羽化殻は栈橋の木柱でより多く観察され、メガネサナエの主要な羽化場所となっていることが示唆された。また、メガネサナエの羽化殻数は8月上旬の調査では減少したことから、主に7月中下旬にかけて羽化しているものと推測された。

(第6章)

各河川の水位データをもとに流量と流入負荷量を求め、さらに釜口水門と下水道のデータから流出負荷量を求めたもの。資料のデータの取り扱いの違いや不足しているデータの存在もあるため、蓄積量の変化についてははっきりした傾向が分からなかったが、流入負荷量、流出負荷量、物質収支は直接測定して検証することが難しいため、多くのデータや資料が必要である。特に、降水により河川の流量が増加した際の流量測定と採水作業を増やすことが今後の課題とされた。

資料編

- | | | |
|---|----------------------|------------|
| 1 | 覆砂場所のモニタリング調査（第3章）関係 | |
| | 資料1 水質測定データ | ・・・・・・ 資－1 |
| 2 | 流入河川水量等調査（第6章）関係 | |
| | 資料2 測定地点 等 | ・・・・・・ 資－5 |

資料 1 覆砂場所のモニタリング調査 水質測定データ

< 7 月 >

項目	湖岸通③ 表層	湖岸通③ 底層	湖岸通⑥ 表層	湖岸通⑥ 底層	高木沖⑦ 表層	高木沖⑦ 底層	高木沖⑧ 表層	高木沖⑧ 底層
採水年月日	2022/7/8	2022/7/8	2022/7/8	2022/7/8	2022/7/8	2022/7/8	2022/7/8	2022/7/8
採水時刻	9:40	10:00	9:00	9:20	10:30	10:40	11:10	11:20
天候	晴 北風 微風	晴 北風 微風	晴 北風 無～微風	晴 北風 無～微風	晴 無風	晴 無風	晴 無風	晴 無風
全水深(m)	0.70	0.70	1.55	1.55	1.60	1.60	1.90	1.90
採水深(m)	0.20	0.50	0.20	1.35	0.20	1.40	0.20	1.70
気温(℃)	26.0	26.0	24.7	24.7	30.9	30.9	31.1	31.1
水温(℃)	27.4	27.3	26.7	23.9	28.0	25.8	28.8	25.6
pH	8.88	8.88	9.14	7.97	7.76	7.42	7.88	7.30
EC(mS/m)	15.70	15.76	15.39	15.63	20.40	22.30	20.90	30.00
ORP(mV)	-15	-3	-8	31	38	55	36	42
色	黄緑褐色・ 淡(明)	緑褐色・淡 (明)	緑褐色・淡 (明)	緑褐色・淡 (明)	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)
臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
透明度(m)	全透(>0.7)	全透(>0.7)	1.05	1.05	1.10	1.10	0.95	0.95
透視度(cm) 平均	79	61	62	39	59	38	45	37
DO(mg/L)	7.6	7.9	8.4	6.0	6.7	3.2	7.7	0.9
浮遊物質量(mg/L)	7	7	7	14	11	15	11	14
COD(mg/L)	4.2	4.5	4.2	4.2	7.8	7.2	6.8	5.6
溶解性COD(mg/L)	2.7	2.8	2.8	2.5	4.1	3.8	3.8	3.1
全窒素(mg/L)	0.49	0.47	0.42	0.92	0.73	0.87	0.75	0.89
溶解性窒素(mg/L)	0.21	0.20	0.17	0.59	0.28	0.27	0.25	0.45
無機態窒素(mg/L)	0.03	0.03	0.03	0.44	0.03	0.04	0.03	0.23
アンモニア性窒素(mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.09	<0.01	0.01	<0.01	0.10
亜硝酸性窒素(mg/L)	<0.002	<0.002	<0.002	0.007	<0.002	<0.002	<0.002	0.018
硝酸性窒素(mg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	0.34	<0.02	<0.02	<0.02	0.11
全りん(mg/L)	0.035	0.040	0.036	0.065	0.070	0.093	0.062	0.094
溶解性りん(mg/L)	0.008	0.008	0.006	0.008	0.016	0.018	0.014	0.018
りん酸態りん(mg/L)	-	-	-	-	-	-	-	-
TOC(mg/L)	2.0	2.2	2.2	1.8	3.7	3.3	3.2	2.4
DOC(mg/L)	1.8	1.8	1.8	1.4	2.7	2.6	2.6	2.0
クロロフィルa(μg/L)	23.3	23.6	22.4	17.1	46.2	54.4	36.9	42.2

< 8 月 >

項目	湖岸通③ 表層	湖岸通③ 底層	湖岸通⑥ 表層	湖岸通⑥ 底層	高木沖⑦ 表層	高木沖⑦ 底層	高木沖⑧ 表層	高木沖⑧ 底層
採水年月日	2022/8/2	2022/8/2	2022/8/2	2022/8/2	2022/8/2	2022/8/2	2022/8/2	2022/8/2
採水時刻	10:40	11:00	9:55	10:05	12:55	13:15	12:25	12:30
天候	晴 北風 微風	晴 北風 微風	晴 北風 微風	晴 北風 微風	曇 無風	曇 無風	曇 無風	曇 無風
全水深(m)	0.80	0.80	1.55	1.55	1.80	1.80	1.88	1.88
採水深(m)	0.20	0.60	0.20	1.35	0.20	1.60	0.20	1.68
気温(℃)	30.3	30.3	28.7	28.7	35.6	35.6	34.0	34.0
水温(℃)	31.0	30.2	30.3	24.5	31.5	27.8	30.7	28.0
pH	9.14	9.05	9.07	7.93	8.82	7.44	8.50	7.34
EC(mS/m)	15.23	15.21	15.23	13.63	15.85	18.40	17.18	31.90
ORP(mV)	-	-	-	-	-	-	-	-
色	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)
臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
透明度(m)	全透(>0.6)	全透(>0.6)	全透(>1.2)	全透(>1.2)	全透(>1.4)	全透(>1.4)	全透(>1.48)	全透(>1.48)
透視度(cm) 平均	51	49	54	43	100	93	98	45
DO(mg/L)	8.8	8.8	8.9	7.6	8.5	1.4	7.6	1.1
浮遊物質(mg/L)	7	8	8	10	5	4	5	18
COD(mg/L)	4.1	4.0	4.1	3.4	5.2	5.4	5.1	5.2
溶解性COD(mg/L)	2.9	3.0	4.1	2.3	3.8	4.5	3.9	3.3
全窒素(mg/L)	0.37	0.39	0.42	0.74	0.39	0.37	0.38	0.82
溶解性窒素(mg/L)	0.16	0.16	0.17	0.54	0.19	0.20	0.18	0.52
無機態窒素(mg/L)	0.04	0.04	0.04	0.46	0.03	0.03	0.03	0.33
アンモニア性窒素(mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.06	<0.01	<0.01	<0.01	0.07
亜硝酸性窒素(mg/L)	0.005	0.006	0.005	0.009	<0.002	0.004	<0.002	<0.002
硝酸性窒素(mg/L)	<0.02	<0.02	<0.02	0.39	<0.02	<0.02	<0.02	0.25
全りん(mg/L)	0.037	0.038	0.084	0.120	0.066	0.080	0.076	0.240
溶解性りん(mg/L)	0.011	0.011	0.011	0.012	0.013	0.017	0.013	0.035
りん酸態りん(mg/L)	<0.003	<0.003	<0.003	0.005	<0.003	0.004	<0.003	0.024
TOC(mg/L)	2.4	2.4	2.4	1.7	3.1	3.4	3.1	2.6
DOC(mg/L)	1.9	1.9	1.9	1.4	2.6	2.9	2.5	2.1
クロロフィルa(μg/L)	19.8	20.7	23.7	17.0	16.8	11.9	15.6	23.7

<11月>

項目	湖岸通③ 表層	湖岸通③ 底層	湖岸通⑥ 表層	湖岸通⑥ 底層	高木沖⑦ 表層	高木沖⑦ 底層	高木沖⑧ 表層	高木沖⑧ 底層
採水年月日	2022/11/1	2022/11/1	2022/11/1	2022/11/1	2022/11/1	2022/11/1	2022/11/1	2022/11/1
採水時刻	10:00	10:20	9:15	9:30	11:00	11:20	11:45	12:00
天候	雨 北西風 微～弱風	雨 北西風 微～弱風	雨 北西風 微風	雨 北西風 微風	雨 南東風 弱風	雨 南東風 弱風	雨 東風 微風	雨 東風 微風
全水深(m)	0.74	0.74	1.56	1.56	1.93	1.93	1.98	1.98
採水深(m)	0.20	0.54	0.20	1.36	0.20	1.73	0.20	1.78
気温(℃)	10.4	10.4	10.5	10.5	8.9	8.9	8.8	8.8
水温(℃)	11.5	11.5	11.7	11.7	13.5	13.1	13.6	13.2
pH	7.63	7.67	7.61	7.61	7.29	7.29	7.25	7.29
EC(mS/m)	14.77	14.87	14.60	14.73	15.31	14.51	15.07	14.65
ORP(mV)	180	181	176	177	182	167	173	172
色	緑褐色・淡 (明)	緑褐色・淡 (明)	緑褐色・淡 (明)	緑褐色・淡 (明)	緑褐色・淡 (明)	灰緑褐色・ 淡(明)	緑褐色・淡 (明)	灰緑褐色・ 淡(明)
臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
透明度(m)	全透(>0.7)	全透(>0.7)	全透(>1.3)	全透(>1.3)	1.45	1.45	1.45	1.45
透視度(cm) 平均	90	88	66	76	66	53	68	66
DO(mg/L)	9.5	9.5	9.1	9.1	6.9	6.7	6.6	6.3
浮遊物質(mg/L)	6	6	9	9	9	13	9	10
COD(mg/L)	3.2	3.0	3.6	3.2	4.1	3.8	3.9	3.4
溶解性COD(mg/L)	1.8	1.9	2.3	2.1	2.1	2.1	2.0	2.0
全窒素(mg/L)	0.71	0.71	0.77	0.74	0.89	0.79	0.86	0.73
溶解性窒素(mg/L)	0.50	0.52	0.49	0.52	0.50	0.47	0.51	0.49
無機態窒素(mg/L)	0.39	0.41	0.36	0.40	0.37	0.35	0.37	0.36
アンモニア性窒素(mg/L)	0.06	0.06	0.09	0.07	0.15	0.13	0.16	0.15
亜硝酸性窒素(mg/L)	0.010	0.009	0.011	0.010	0.011	0.010	0.011	0.010
硝酸性窒素(mg/L)	0.33	0.35	0.26	0.32	0.21	0.21	0.20	0.20
全りん(mg/L)	0.042	0.041	0.102	0.096	0.128	0.105	0.111	0.092
溶解性りん(mg/L)	0.009	0.009	0.009	0.008	0.009	0.007	0.009	0.008
りん酸態りん(mg/L)	0.008	0.005	0.005	0.005	0.005	0.007	0.006	0.004
TOC(mg/L)	1.5	1.4	1.6	1.4	1.8	1.6	1.8	1.6
DOC(mg/L)	1.1	1.1	1.2	1.1	1.3	1.2	1.3	1.3
クロロフィルa(μg/L)	18.1	17.5	22.6	19.6	27.3	18.2	24.4	18.1

資料 1－2 覆砂場所のモニタリング調査 底質測定データ

採泥年月日	検体名	採泥時刻	採取水深 (m)	天候	気温 (℃)	泥温 (℃)	性状	TN (mg/g)	TP (mg/g)	強熱減量 (%)
2022/8/4	湖岸通り③	9:30	0.72	曇	25.2	27.2	砂質	0.32	0.55	2.0%
2022/8/4	湖岸通り⑥	9:10	1.56	曇	25.2	24.1	砂泥質	2.75	1.37	10.9%
2022/8/4	高木沖⑦	10:30	1.69	曇	24.6	26.3	砂泥質	0.21	0.57	2.4%
2022/8/4	高木沖⑧	10:00	1.90	曇	24.3	25.2	泥質	7.85	1.72	18.4%
2022/11/8	湖岸通り③	9:50	0.78	晴	9.6	11.5	砂質	0.32	0.50	1.7%
2022/11/8	湖岸通り⑥	10:05	1.60	晴	10.4	11.1	砂泥質	2.61	1.37	11.0%
2022/11/8	高木沖⑦	9:20	1.85	晴	8.8	12.4	砂泥質	1.23	0.80	5.1%
2022/11/8	高木沖⑧	9:30	1.95	晴	8.8	11.9	泥質	7.85	1.73	18.1%

1 測定地点

河川	地点 番号	地点名 (橋名、局名)	水位計設置 環境保 全研究 所	緯度	経度	備考
天竜川	1	釜口水門		N 36 ° 3 ' 13.0 "	E 138 ° 3 ' 11.0 "	流出河川
塚間川	2	岡谷酸素(株)岡谷営業所の東	○	N 36 ° 3 ' 30.8 "	E 138 ° 3 ' 25.6 "	
横河川	3	小東橋		N 36 ° 4 ' 36.3 "	E 138 ° 3 ' 23.7 "	・小東橋と長地局は近接しており、この間に流入なし
		長地局	○	N 36 ° 4 ' 45.0 "	E 138 ° 3 ' 26.3 "	・長地局での採水は河床に降りる必要があり、増水時の採水が危険であるため、小東橋で採水を実施した。
砥川	4	医王渡橋(医王渡橋局)	○	N 36 ° 4 ' 53.8 "	E 138 ° 4 ' 51.1 "	
承知川	5	ボックスカルバート直上流の橋	○	N 36 ° 4 ' 11.2 "	E 138 ° 5 ' 28.3 "	
上川1	6	上川橋		N 35 ° 59 ' 25.4 "	E 138 ° 9 ' 11.2 "	・上川橋と銭場局は近接しており、この間に流入なし
		銭場局	○	N 35 ° 59 ' 24.4 "	E 138 ° 9 ' 7.5 "	・両地点の河川形状は、異なる。上川橋直下は広く浅いが、銭場局では狭く深い。
上川2	7	江川橋		N 36 ° 0 ' 13.1 "	E 138 ° 8 ' 19.2 "	・銭場局での採水は河床に降りる必要があり、増水時の採水が危険であるため、上川橋で採水を実施した。
		江川橋局	○	N 36 ° 0 ' 15.8 "	E 138 ° 8 ' 20.2 "	江川橋と水位計の間は約20m。両者の河川形状はほぼ同じ。途中に流入なし。したがって、両者の河川断面をほぼ同じとみなした。
宮川1	8	安国寺橋		N 35 ° 59 ' 26.9 "	E 138 ° 8 ' 29.7 "	・安国寺局と安国寺橋は近接しており、この間に流入なし
宮川1'	10	安国寺局	○	N 35 ° 59 ' 20.3 "	E 138 ° 8 ' 37.2 "	・安国寺局は、約10m上流に合流する用水路があり、あまり混雑していないと想定されたため、安国寺橋で採水を実施した。
宮川2	9	どんどん橋直下流の橋(中州局)	○	N 36 ° 0 ' 3.9 "	E 138 ° 7 ' 41.6 "	
大気圧補正用		水産試験場諏訪支場		N 36 ° 4 ' 2.9 "	E 138 ° 5 ' 42.9 "	塚間川、承知川に設置した水位計の大気圧補正のために、地表に水位計を設置して大気圧を測定

※ 経緯度

公共用水域常時監視業務の地点は、長野県環境部水大気環境課 令和2年度水質測定結果の記載に従った。

それ以外の地点は、GoogleMap で測定地点の座標を読み取った (世界測地系)

2 HQ 式のパラメータと河川の状況

採水地点			パラメータ		決定 係数	水位計のデータが有効な期間		測定に関する備考
			a	b		2021年	2022年	
2	塚間川	岡谷酸素(株)岡谷 営業所東の橋	6.796	-0.07956	0.867	2021/1/1 1:00 -2021/12/31 24:00	2022/1/1 1:00 -2022/12/31 24:00	
3	横河川	小東橋	17.010	-0.01159	0.961	全欠	2022/1/17 3:00 -2022/12/31 24:00	2021年度中途から観測開始。2021年度 は8月から12月まで河床工事をしてい たため、欠測とする。採水地点と水位計 が少し離れている
4	砥川	医王渡橋	-	-	-	全欠	全欠	水位計にほとんど変化がないため、HQ 式を作成できない（水位計が通常の流 路から外れていて、水面から露出して いると思われる。）
5	承知川	ボックスカル パート直上の橋	-	-	-	2021/1/1 1:00 -2021/8/14 24:00	2022/1/1 1:00 -2022/12/1 1:00	大量出水や工事による河床形状の変更 回数がおおかったため、広い範囲の水 位変動の観測ができず、HQ式が作成で きなかった。
6	上川1	上川橋	18.31	1.418	0.443	2021/1/1 1:00 -2021/12/31 24:00	2022/1/1 1:00 -2022/12/31 24:00	採水地点と水位計が少し離れている。 採水地点近傍で河川形状が急変してい る上に、河川断面も複雑である。また 、相関係数が低い。そのため、負荷 量算定に使用しなかった。
7	上川2	江川橋	87.88	-1.484	0.681	2021/1/1 1:00 -2021/12/31 24:00	2022/1/1 1:00 -2022/12/31 24:00	採水地点と水位計が少し離れている が、河川断面は同じとみなせる。水位 H=1.77m以下の場合は、 $Q=4.062H$ と した
8	宮川1	安国寺橋	-	-	-	2021/1/1 1:00 -2021/12/31 24:00	2022/1/1 1:00 -2022/12/31 24:00	近傍の水位計は地点10
9	宮川2	どんどん橋直下 の橋	11.07	0.1585	0.785	2021/1/1 1:00 -2021/12/31 24:00	2022/1/1 1:00 -2022/12/31 24:00	
10	宮川1'	安国寺橋直上の 橋、安国寺橋局	32.50	0.1404	0.918	2021/1/1 1:00 -2021/12/31 24:00	2022/1/1 1:00 -2022/12/31 24:00	直上流で河川が合流しており混合が不 十分と考えられる。宮川1安国寺橋の水 質データを使用する。

記号の説明：

$$Q = a(H + b)^2 \quad \therefore \quad \sqrt{Q} = \sqrt{a}H + \sqrt{ab}$$

Q ：流量(m^3/s)、 H ：水位(m)、 a, b ：回帰計算から求まる係数

3 LQ 式のパラメータ

地点 番号	河川		COD	TOC	全窒素	全リン	SS	使用データ
2	塚間川	a	0.9585	0.5416	1.5702	0.0168	1.2392	2021/4/2-2022/12/2
		b	0.7367	0.7463	1.1649	0.8662	0.9912	
		R ²	0.5796	0.5920	0.9059	0.5327	0.2837	
3	横河川	a	1.0436	0.5246	0.5746	0.0209	3.9746	2021/9/24-2022/12/2
		b	0.9815	1.0968	1.2730	1.2521	2.0501	
		R ²	0.5245	0.6697	0.9100	0.7871	0.5993	
4	砥川	a	1.0682	0.4500	0.3636	0.0114	2.0442	2021/9/24-2022/12/2
		b	1.0929	1.1462	1.3106	1.1415	0.9982	
		R ²	0.5304	0.6249	0.9270	0.6329	0.1614	
5	承知川	a	1.4789	0.6235	0.4850	0.0259	2.2908	2021/4/2-2022/12/2
		b	0.9643	1.0274	0.9629	0.9472	0.8249	
		R ²	0.9066	0.9264	0.9546	0.9477	0.6298	
6	上川1	a	0.6045	0.0611	0.1195	0.0036	0.0126	2021/4/2-2022/12/2
		b	1.3559	1.8861	1.6110	1.9335	3.1120	
		R ²	0.4371	0.7743	0.9031	0.6733	0.8330	
7	上川2	a	0.4255	0.1056	0.2001	0.0059	0.0550	2021/4/2-2022/12/2
		b	1.5394	1.7181	1.5077	1.7184	2.5794	
		R ²	0.5975	0.8011	0.9008	0.8005	0.7378	
8	宮川1	a						10宮川①' と統合
		b						
		R ²						
9	宮川2	a	1.4349	0.5777	1.0520	0.0217	1.4704	2021/4/2-2022/12/2
		b	1.2921	1.4086	1.4037	1.5516	1.9126	
		R ²	0.7934	0.8247	0.9643	0.8172	0.5570	
10	宮川1'	a	1.5029	0.6571	1.3199	0.0198	0.8454	2021/11/10-2022/12/2
		b	1.3814	1.4874	1.3223	1.7155	2.5065	
		R ²	0.9158	0.9639	0.9807	0.9448	0.9172	

記号の説明：

$L = aQ^b$ L ：負荷量(kg/s)、 Q ：流量(m³/s)、 a, b ：回帰計算から求まる係数

4 水質測定結果（その１）

番号	河川	採取日	採取時刻	採取時刻	濃度					透視度 度	電気 伝導度 mS/m	pH	気温 ℃	水温 ℃	流量 m³/s	備考
					COD mg/L	TOC mg/L	全窒素 (T-N) mg/L	全りん (T-P) mg/L	SS mg/L							
1	釜口水門	2021/7/21	9:15	9:15	3.5	1.8	0.52	0.018	5	>100	13.5	9.3	27.2	27.2	-	
		2021/8/5	9:00	9:00	3.7	2.1	0.42	0.031	<1	66	14.0	9.2	31.6	26.9	-	
		2021/11/10	8:53	8:53	5.1	2.3	3.2	0.15	20	39	29.6	7.2	10.5	14.7	-	
		2021/12/1	8:54	8:54	3.2	1.8	1.9	0.061	4	84	24.3	6.9	10.6	9.3	-	
		2022/4/4	8:50	8:50	4.6	2.5	3.4	0.10	12	30	26.1	7.0	7.1	10.7	-	
		2022/6/9	8:40	8:40	3.8	1.8	0.53	0.028	7	93	14.9	9.1	18.8	19.8	-	
2	塚間川	2021/4/2	10:25	10:25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.12	
		2021/7/21	9:35	9:35	1.6	0.96	1.4	0.016	1	>100	21.9	8.0	30.0	20.7	0.20	
		2021/8/5	9:20	9:20	1.5	0.90	1.2	0.022	2	>100	23.7	8.0	30.6	22.6	0.23	
		2021/9/10	11:36	11:36	1.5	0.76	1.4	0.024	4	-	23.4	8.1	27.0	-	0.41	
		2021/9/24	8:50	8:50	1.5	0.67	1.3	0.021	1	>100	22.9	7.7	20.8	16.5	0.18	
		2021/9/30	8:45	8:45	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.13	
		2021/10/13	13:15	13:15	2.7	1.4	1.5	0.041	2	-	22.4	7.7	-	-	0.17	
		2021/10/28	8:45	8:45	0.9	0.67	1.2	0.022	1	>100	28.8	7.7	9.5	11.0	0.091	
		2021/11/4	9:10	9:10	1.3	0.63	1.2	0.021	<1	>100	25.3	7.8	10.5	10.5	0.067	
		2021/11/10	9:11	9:11	1.4	0.80	0.99	0.024	<1	>100	24.6	7.6	11.3	10.8	0.092	
		2021/12/1	9:15	9:15	3.9	2.2	1.7	0.077	9	37	19.4	7.8	11.9	9.4	0.36	
		2021/12/10	9:21	9:21	1.0	0.72	1.5	0.017	<1	>100	25.0	7.7	5.4	6.8	0.12	
		2021/3/10	8:55	8:55	1.9	0.95	0.79	0.015	2	>100	30.6	8.0	4.0	3.1	0.075	
		2022/4/4	9:05	9:05	2.1	1.4	0.90	0.013	1	>100	39.8	8.0	7.3	7.1	0.071	
		2022/4/28	9:13	9:13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.21	
		2022/6/9	9:10	9:10	1.6	0.81	0.94	0.023	1	>100	24.4	7.8	19.2	16.0	0.16	
		2022/7/28	8:45	8:45	1.3	0.77	0.99	0.021	2	>100	25.1	7.9	26.6	21.3	0.14	
		2022/10/19	8:54	8:54	1.5	0.64	1.1	0.019	<1	>100	13.7	7.7	10.6	12.1	0.17	
		2022/11/25	8:57	8:57	1.5	0.77	0.99	0.016	<1	>100	26.0	7.5	8.1	8.8	0.23	
		2022/12/2	8:40	8:40	1.3	0.70	1.0	0.016	1	>100	28.2	7.7	2.8	6.2	0.12	
3	横河川	2021/9/24	9:25	9:25	0.8	0.37	0.38	0.013	1	>100	7.8	8.1	19.8	14.2	0.68	
		2021/9/30	10:15	10:15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.71	
		2021/10/13	12:10	12:10	2.2	0.89	0.57	0.025	6	-	8.0	7.5	-	-	-	
		2021/10/28	9:15	9:15	0.5	0.38	0.42	0.017	1	>100	8.8	7.9	12.6	9.7	0.45	
		2021/11/4	9:30	9:30	0.8	0.35	0.38	0.016	<1	>100	8.2	8.0	10.9	9.4	0.38	
		2021/11/10	9:44	9:44	1.0	0.47	0.31	0.017	<1	>100	8.5	7.8	12.3	10.7	0.22	
		2021/12/1	9:39	9:39	4.1	1.7	0.80	0.048	17	29	7.7	7.7	11.9	8.6	0.64	
		2021/12/10	10:25	10:25	0.7	0.42	0.49	0.015	<1	>100	8.1	7.7	8.9	6.0	0.47	
		2021/3/10	9:25	9:25	1.3	0.51	0.32	0.012	<1	>100	8.6	8.7	4.7	3.8	0.10	
		2022/3/25	9:06	9:06	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.34	
		2022/4/4	9:35	9:35	0.8	0.51	0.53	0.011	2	>100	7.8	7.7	6.0	5.8	0.46	
		2022/6/9	9:45	9:45	1.0	0.61	0.60	0.023	6	>100	9.8	7.9	20.9	13.9	0.58	
		2022/7/28	9:30	9:30	1.5	0.38	0.48	0.017	2	>100	8.1	8.0	28.1	19.7	0.41	
		2022/10/19	9:33	9:33	0.9	0.34	0.38	0.013	2	>100	8.3	8.2	11.7	10.8	0.65	
		2022/11/25	9:19	9:19	1.4	0.44	0.46	0.013	2	>100	8.4	7.9	7.9	7.2	0.25	
4	砥川	2021/9/24	10:10	10:10	1.1	0.38	0.39	0.009	<1	>100	8.6	7.7	21.8	14.0	2.7	
		2021/10/28	9:45	9:45	0.6	0.37	0.42	0.012	5	>100	9.2	7.8	14.7	8.6	1.3	
		2021/11/4	10:10	10:10	0.6	0.35	0.34	0.009	1	>100	9.3	7.7	14.8	7.9	1.0	
		2021/11/10	10:17	10:17	1.2	0.54	0.23	0.010	2	>100	9.0	7.5	13.4	9.6	0.59	
		2021/12/1	10:13	10:13	3.1	1.4	0.55	0.025	10	46	8.6	7.5	11.8	7.7	1.7	
		2021/3/10	9:58	9:58	0.9	0.33	0.37	0.008	<1	>100	10.7	7.5	4.9	2.5	0.75	
		2022/4/4	10:15	10:15	1.0	0.54	0.42	0.007	1	>100	9.3	7.6	7.5	5.3	2.0	
		2022/6/9	10:50	10:50	-	-	-	-	-	9	7.9	7.7	23.9	13.6	2.4	
		2022/7/28	10:10	10:10	1.0	0.37	0.46	0.014	2	>100	8.9	7.8	-	18.3	1.6	
		2022/10/19	10:14	10:14	1.3	0.38	0.39	0.023	10	>100	9.1	7.9	14.9	10.4	1.2	
		2022/11/25	9:52	9:52	1.6	0.49	0.40	0.010	3	>100	9.7	8.1	9.4	6.8	0.77	

4 水質測定結果（その2）

番号	河川	採取日	採取時刻	採取時刻	濃度					透視度 度	電気伝導度 mS/m	pH	気温 ℃	水温 ℃	流量 m³/s	備考
					COD mg/L	TOC mg/L	全窒素 (T-N) mg/L	全りん (T-P) mg/L	SS mg/L							
5	承知川	2021/7/21	11:05	11:05	1.6	0.54	0.75	0.032	8	>100	8.8	7.8	33.5	21.4	0.49	2021/8/15の増水以降、水位計が異常を示した。 2022/4/28に新しい水位計を設置しなおした。承知川は水位計のデータを利用して流量を計算していたため、増水から再設置の間の流量を欠測とした。
		2021/8/5	10:55	10:55	2.4	0.60	0.67	0.042	9	>100	10.0	7.8	34.0	21.8	0.47	
		2021/9/10	10:45	10:45	1.5	0.46	0.73	0.024	5	—	7.6	7.7	27.4	—	—	
		2021/9/24	11:15	11:15	1.0	0.45	0.49	0.023	1	>100	8.1	7.9	24.3	16.5	—	
		2021/10/13	11:50	11:50	5.8	1.7	1.2	0.074	25	—	8.5	7.6	—	—	—	
		2021/10/28	10:20	10:20	0.9	0.45	0.45	0.023	3	>100	8.7	7.6	17.1	10.6	—	
		2021/11/4	10:40	10:40	1.1	0.48	0.42	0.022	2	>100	9.1	7.8	19.0	9.8	—	
		2021/11/10	10:51	10:51	1.5	0.67	0.34	0.025	2	>100	8.8	7.8	14.1	10.9	—	
		2021/12/1	10:56	10:56	3.7	1.8	0.77	0.049	11	27	8.0	7.7	11.9	9.1	—	
		2021/12/10	11:34	11:34	1.1	0.47	0.47	0.021	1	>100	9.0	7.7	9.3	7.1	—	
		2021/3/10	10:36	10:36	1.0	0.41	0.35	0.022	<1	>100	9.6	7.7	8.7	4.8	—	
		2022/4/4	10:55	10:55	1.4	0.74	0.49	0.023	2	>100	9.0	7.7	8.2	7.4	—	
		2022/4/28	10:21	10:21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	0.38	
		2022/6/9	11:36	11:36	1.5	0.70	0.44	0.032	7	>100	9.6	7.9	24.1	17.4	0.25	
		2022/7/28	10:45	10:45	2.1	0.49	0.57	0.038	7	>100	9.8	7.9	31.5	21.3	0.16	
		2022/10/19	10:50	10:50	1.5	0.38	0.46	0.029	3	>100	8.7	8.4	14.8	11.5	0.23	
		2022/11/25	10:23	10:23	1.6	0.51	0.37	0.021	1	>100	9.3	8.2	10.7	8.2	0.24	
		2022/12/2	10:26	10:26	1.3	0.47	0.40	0.022	2	>100	9.1	8.0	7.3	6.2	0.17	
6	上川1	2021/9/24	13:30	13:30	1.2	0.50	0.53	0.030	2	>100	13.6	7.8	22.6	17.1	—	
		2021/9/30	13:30	13:30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	
		2021/10/28	11:30	11:30	0.8	0.43	0.53	0.14	3	>100	14.3	7.6	17.0	10.8	16	
		2021/11/4	11:45	11:45	1.1	0.44	0.48	0.030	2	>100	15.0	7.9	14.1	10.1	13	
		2021/11/10	12:01	12:01	1.4	0.67	0.50	0.031	3	>100	14.4	7.6	10.6	9.7	12	
		2021/12/1	12:55	12:55	5.1	1.6	1.0	0.074	13	35	13.1	7.7	9.8	9.0	20	
		2021/3/10	12:46	12:46	1.3	0.51	0.54	0.032	2	>100	16.4	7.7	9.1	7.1	11	
		2022/4/4	13:07	13:07	1.3	0.69	0.59	0.035	4	>100	14.7	7.7	8.8	8.4	17	
		2022/6/9	13:35	13:35	1.5	1.0	0.90	0.059	11	65	13.5	7.8	23.0	17.0	27	
		2022/7/28	12:55	12:55	2.4	0.81	0.66	0.040	7	>100	15.4	8.0	32.0	24.0	14	
		2022/10/19	12:56	12:56	1.4	0.46	0.56	0.032	2	>100	14.6	7.8	14.5	12.5	13	
		2022/11/25	11:30	11:30	1.7	0.50	0.53	0.028	2	>100	16.0	7.8	11.6	8.7	8.6	
7	上川2	2021/9/24	12:50	12:50	1.3	0.53	0.62	0.027	2	>100	14.1	8.0	22.6	17.0	25	
		2021/9/30	11:55	11:55	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	16	
		2021/10/28	11:00	11:00	0.7	0.45	0.66	0.028	2	>100	15.0	8.4	15.4	11.0	11	
		2021/11/4	11:15	11:15	1.2	0.45	0.56	0.029	2	>100	14.1	7.8	12.1	10.1	10	
		2021/11/10	11:25	11:25	1.4	0.69	0.55	0.029	2	>100	14.5	7.7	10.7	10.0	9.3	
		2021/12/1	11:40	11:40	6.3	2.4	1.5	0.13	29	18	12.5	7.6	10.3	8.8	24	
		2021/3/10	11:19	11:19	1.3	0.51	0.63	0.030	1	>100	16.4	7.7	7.9	5.5	6.6	
		2022/4/4	11:40	11:40	1.3	0.77	0.79	0.030	3	>100	15.0	7.8	11.8	7.5	13	
		2022/6/9	12:15	12:15	2.0	1.1	1.2	0.069	13	62	14.1	7.8	23.8	16.8	25	
		2022/7/28	11:35	11:35	1.9	0.62	0.75	0.040	6	>100	15.8	8.0	31.0	22.4	12	
		2022/10/19	11:29	11:29	1.4	0.46	0.65	0.031	2	>100	14.9	7.8	13.5	12.6	11	
		2022/11/25	11:00	11:00	4.1	0.53	0.62	0.028	2	>100	16.0	7.9	10.3	9.3	10	
8	宮川1	2021/7/21	15:25	15:25	2.7	0.99	1.7	0.047	4	>100	17.6	8.5	31.2	25.2	—	
		2021/8/5	14:06	14:06	2.0	1.0	1.2	0.045	3	>100	18.4	8.6	31.4	27.0	—	
		2021/9/24	14:10	14:10	1.6	0.82	1.6	0.030	1	>100	15.5	8.5	24.3	18.6	—	
		2021/10/28	12:00	12:00	1.2	0.73	1.7	0.035	2	>100	16.1	8.0	16.7	12.5	—	
		2021/11/4	12:10	12:10	1.5	0.66	1.6	0.031	2	>100	16.1	8.3	16.9	11.3	—	
		2021/11/10	13:23	13:23	2.1	0.97	1.2	0.035	2	>100	15.6	8.1	12.1	10.3	—	
		2021/12/1	13:51	13:51	5.8	2.5	2.2	0.10	24	25	13.3	7.8	10.4	8.4	—	
		2021/3/10	14:08	14:08	1.6	0.81	1.6	0.019	<1	>100	17.0	8.9	13.1	8.0	—	
		2022/4/4	13:45	13:45	1.8	1.1	1.9	0.025	3	>100	16.4	8.0	—	8.0	—	
		2022/6/9	14:20	14:20	2.0	1.3	2.9	0.083	12	60	17.7	8.0	22.0	17.1	—	
		2022/7/28	13:40	13:40	2.1	0.93	1.6	0.047	6	>100	18.7	8.3	30.9	24.9	—	
		2022/10/19	13:19	13:19	1.7	0.65	1.7	0.024	2	>100	16.9	8.0	15.6	14.2	—	
		2022/11/25	11:49	11:49	1.8	0.77	1.4	0.028	1	>100	16.3	8.0	14.0	9.3	—	

4 水質測定結果（その3）

番号	河川	採取日	採取時刻	採取時刻	濃度					透視度 度	電気伝導度 mS/m	pH -	気温 ℃	水温 ℃	流量 m³/s	備考
					COD mg/L	TOC mg/L	全窒素 (T-N) mg/L	全りん (T-P) mg/L	SS mg/L							
9	宮川2	2021/9/24	14:35	14:35	1.8	0.69	1.4	0.035	9	79	14.4	8.3	25.4	19.4	1.7	
		2021/10/28	12:20	12:20	1.2	0.70	1.5	0.034	3	>100	15.6	8.1	17.4	13.0	2.1	
		2021/11/4	12:30	12:30	1.7	0.66	1.4	0.033	2	>100	15.9	8.0	15.3	12.0	1.4	
		2021/11/10	13:58	13:58	2.0	0.92	1.2	0.034	3	>100	14.9	8.0	11.9	10.5	1.7	
		2021/12/1	14:17	14:17	5.3	2.4	2.2	0.10	18	24	12.9	7.8	9.4	8.4	4.1	
		2021/3/10	14:47	14:47	1.7	0.82	1.5	0.020	<1	>100	16.5	9.0	13.4	8.7	2.6	
		2022/4/4	14:40	14:40	1.7	1.0	1.8	0.029	3	>100	16.3	7.9	-	8.7	3.5	
		2022/6/9	15:05	15:05	2.1	1.2	2.8	0.081	13	47	17.1	7.9	25.0	17.6	8.3	
		2022/7/28	14:25	14:25	2.1	0.77	1.5	0.044	4	>100	18.4	8.3	30.9	24.7	3.9	
		2022/10/19	13:57	13:57	1.6	0.63	1.6	0.029	2	>100	16.6	7.9	16.3	15.0	2.9	
		2022/11/25	12:26	12:26	2.1	0.76	1.4	0.035	5	>100	16.3	8.1	12.8	10.2	3.7	
10	宮川1	2021/11/10	12:47	12:47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	
		2021/12/1	13:25	13:25	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7.8	
		2022/3/10	13:31	13:31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	
		2022/3/25	15:54	15:54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.3	
		2022/4/4	14:09	14:09	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3.0	
		2022/6/9	14:44	14:44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6.8	
		2022/7/28	14:07	14:07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2.5	
		2022/10/19	13:37	13:37	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	
		2022/11/25	12:11	12:11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.1	