

令和5年度諏訪湖創生ビジョン推進事業

調査結果報告書

令和7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	シジミ調査 (水産試験場諏訪支場)	・ ・ ・ ・	43
4	底生生物及び魚類モニタリング調査 (水産試験場諏訪支場)	・ ・ ・ ・	47
第4章	ワカサギの資源量調査 (水産試験場諏訪支場)	・ ・ ・ ・	51
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)	・ ・ ・ ・	54
2	メガネサナエのモニタリング (諏訪地域振興局環境課)	・ ・ ・ ・	60
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)	・ ・ ・ ・	62
第7章	総括	・ ・ ・ ・	68

資料編

はじめに

本報告書は令和5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点設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7地点（①、②、③、④、⑤、⑥、⑦）および湖心に固定された浮標または単管に、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）。

ただし、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 HOB0 溶存酸素データロガーU26-001（蛍光式）

調査期間

湖心：令和5年(2023年)3月上旬～12月下旬

①～⑤、⑦地点：同年7月上旬～12月上旬

⑥地点：同年10月上旬～12月上旬（機材トラブルのため）

各地点の位置、全水深、測定水深は表1のとおりである。

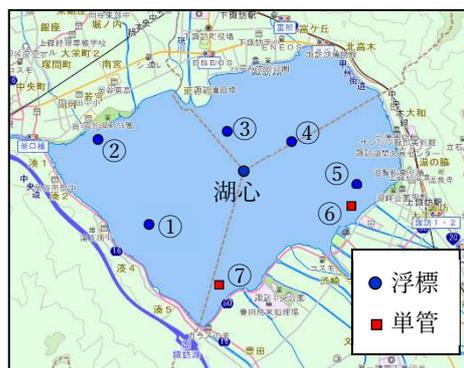


図1 湖内の測定地点

表1 測定地点の全水深と測定水深

地点	緯度 N	経度 E	現地全水深 (m) ¹⁾	測定水深 (m)		
				0.5	3.0	5.0
①	36° 02' 33.51"	138° 04' 12.91"	5.37	0.5		4.5
②	36° 03' 15.22"	138° 03' 41.30"	2.65	0.5		2.0
③	36° 03' 19.90"	138° 04' 59.60"	5.22	0.5		4.5
④	36° 03' 14.89"	138° 05' 39.10"	5.30	0.5		4.5
⑤	36° 02' 53.77"	138° 06' 18.20"	2.51	0.5		2.0
⑥	36° 02' 42.76"	138° 06' 14.73"	1.93	0.5		1.5
⑦	36° 02' 03.40"	138° 04' 55.10"	0.83	0.5		—
湖心	—	—	—	0.5	3.0	5.0

1) 現地全水深：令和5(2023)年12月5日（④地点は8月29日）測定

①地点 湊沖



②地点 塚間沖



③地点 赤砂崎沖



④地点 高浜沖



⑤地点 初島西



⑥地点 日赤沖



⑦地点 自然植生区



写真1 測定地点の様子

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～図2-4に示した。

全水深が5mを超える湖心、①、③および④地点では無酸素～貧酸素（DO<3 mg/L）となる状態が夏季に頻発しており、底層溶存酸素の類型で生物2の基準にあたるDO 3mg/Lを日平均で2日続けて下回ることが数十回あった。10月以降は貧酸素状態が観測されることはなくなった。

全水深が比較的浅い②および⑤地点では底層の貧酸素状態が観測されることは湖心等に比べて少なかったが、夏季にはある程度みられた。底層溶存酸素の類型で生物1の基準にあたるDO 4 mg/Lを日平均で2日続けて下回ることが各地点1回ずつあった。

全水深がごく浅い⑦地点においては、DO日平均が4 mg/Lを下回ることがなかったが、数時間程度DOが4 mg/Lを下回るのが数回観測された。

【各地点について】

湖心の水深5m測定点では、6月前半からDOが3 mg/Lを下回ることがあり、7月に入るとほとんどの日でDOの日平均値が3 mg/Lを下回った。8月には無酸素～貧酸素状態（DO<3 mg/L）となる時はやや減ったものの、9月下旬までは頻りに現れた。なお、DOの日平均値が3 mg/Lを下回る日は調査期間中に70日出現しており、うち59日は2日連続で現れていた。

①地点は全水深が深く、底層にあたる水深4.5m測定点では7月上旬の測定開始直後から3 mg/Lを下回るDO濃度が頻りに観測された。無酸素～貧酸素状態となる時は8月、9月にも見られたが、湖心よりは若干頻度が低かった。なお、DOの日平均値が3 mg/Lを下回る日は調査期間中に47日出現しており、うち2日連続で日平均が3 mg/Lを下回ったのは40日だった。

②地点は測定地点の中では比較的全水深が浅く、底層にあたる水深2.0m測定点でも貧酸素となる頻度は湖心などに比べて低かった。なお、この地点はDOの日平均値が4 mg/Lを下回る日は調査期間中に4日出現しており、うち2日連続で日平均が4 mg/Lを下回ったのは1日だけだった。

③地点の全水深は①地点と同程度であるが、底層にあたる水深4.5m測定点で3 mg/Lを下回るDO濃度が観測される頻度は7月前半にはあまり高くなく、7月後半に入って頻りに観測された。なお、DOの日平均値が3 mg/Lを下回る日は調査期間中に38日出現しており、うち2日連続で日平均が3 mg/Lを下回ったのは27日だった。

④地点は③地点に近いほか全水深も同程度で、③と似た傾向を示した。なお、DOの日平均値が3 mg/Lを下回る日は調査期間中に29日出現しており、うち2日連続で日平均が3 mg/Lを下回ったのは15日だった。

⑤地点の底層にあたる水深2.0m測定点で、10月後半から12月にかけて異常に低いDOが継続して観測されたため、この期間は異常値として欠測とした。推定であるが、諏訪湖の水位の低下

などの影響で測定器が湖底に埋没したことが原因と思われる。

測定できた期間においては、全水深が同等の②地点と似た傾向を示した。この地点はDOの日平均値が4 mg/Lを下回る日は調査期間中に5日出現しており、うち2日連続で日平均が4 mg/Lを下回ったのは1日だけだった。

⑥地点は、測定開始から1か月半後に測定器が現場から行方不明となったため、測定器の再設置を行い、データ採取を行えたのは10月上旬からとなった。水深が浅い地点であり、底層である水深1.5m測定点と表層である水深0.5m測定点のDOにあまり差がなく、データ採取できた10月から12月の間は両水深とも最低でも8 mg/L以上のDOが観測された。

⑦地点は極めて水深が浅く、測定点は0.5m水深ひとつだけである。測定期間のほとんどで貧酸素となることがなかったが、8月に数回夜間を中心にDOが4 mg/Lを下回る時間帯があった。DOの日平均値は4 mg/Lを下回る日はなかった。

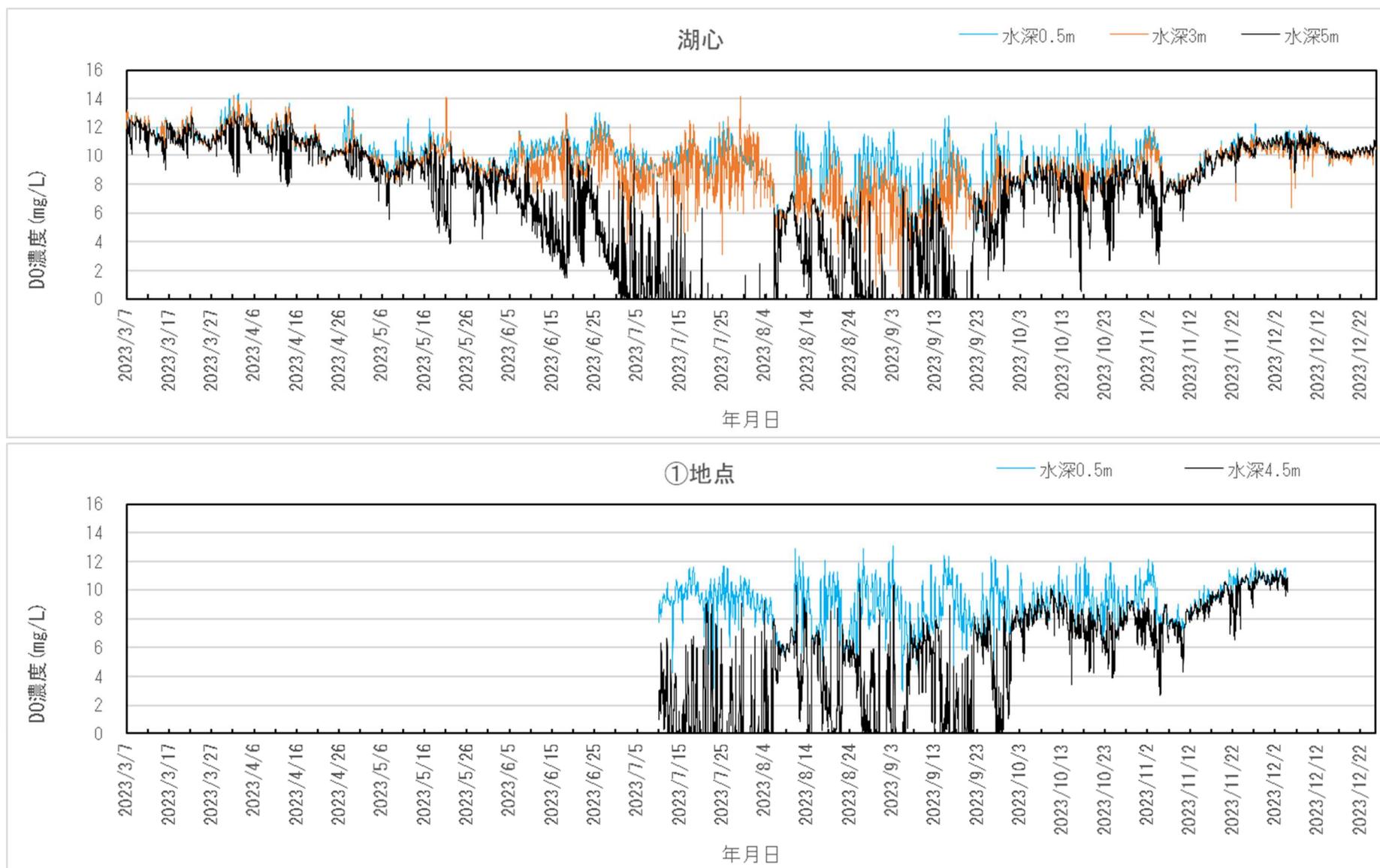


図2-1 各地点におけるDO濃度の変動(①、②地点)

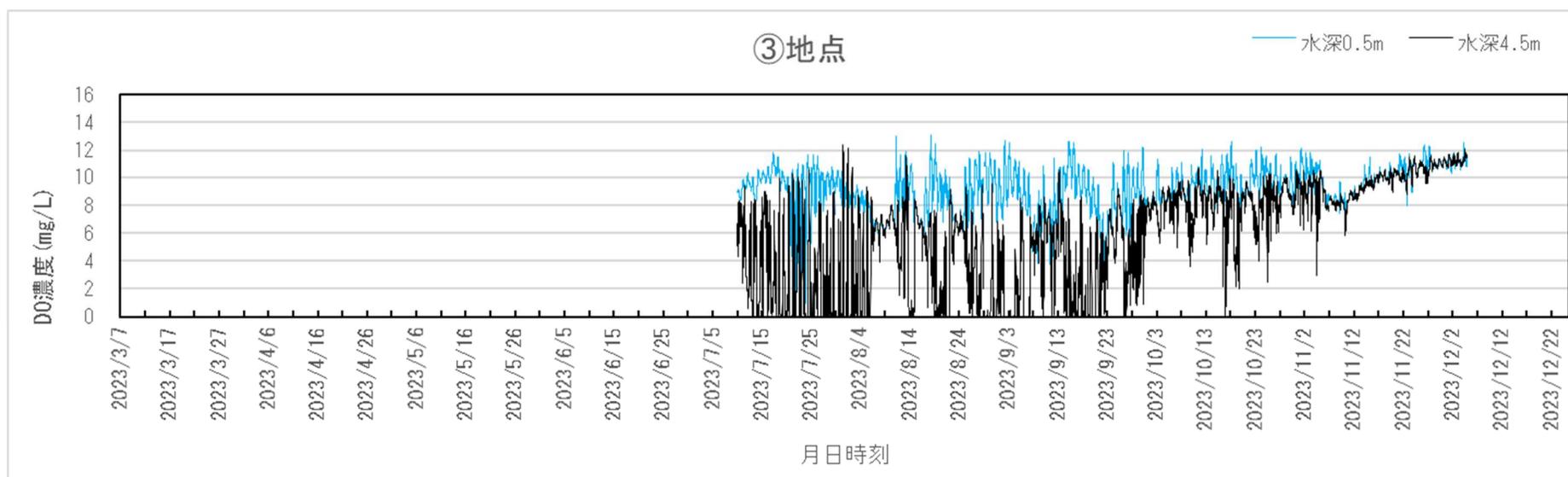
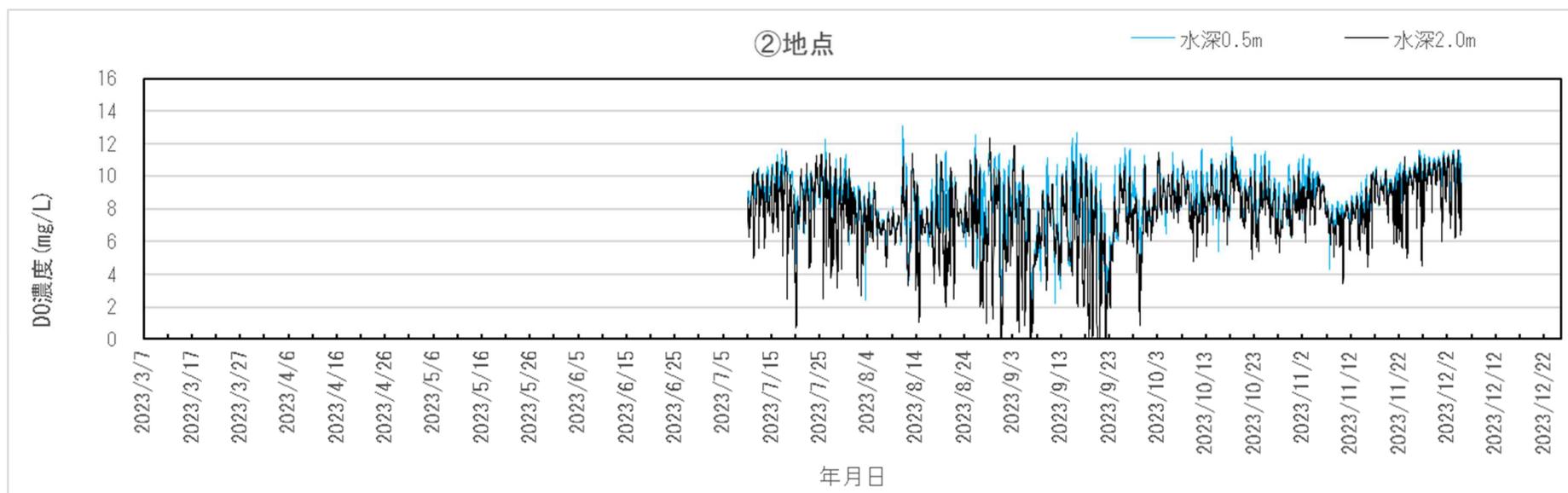


図2-2 各地点におけるDO濃度の変動(②、③地点)

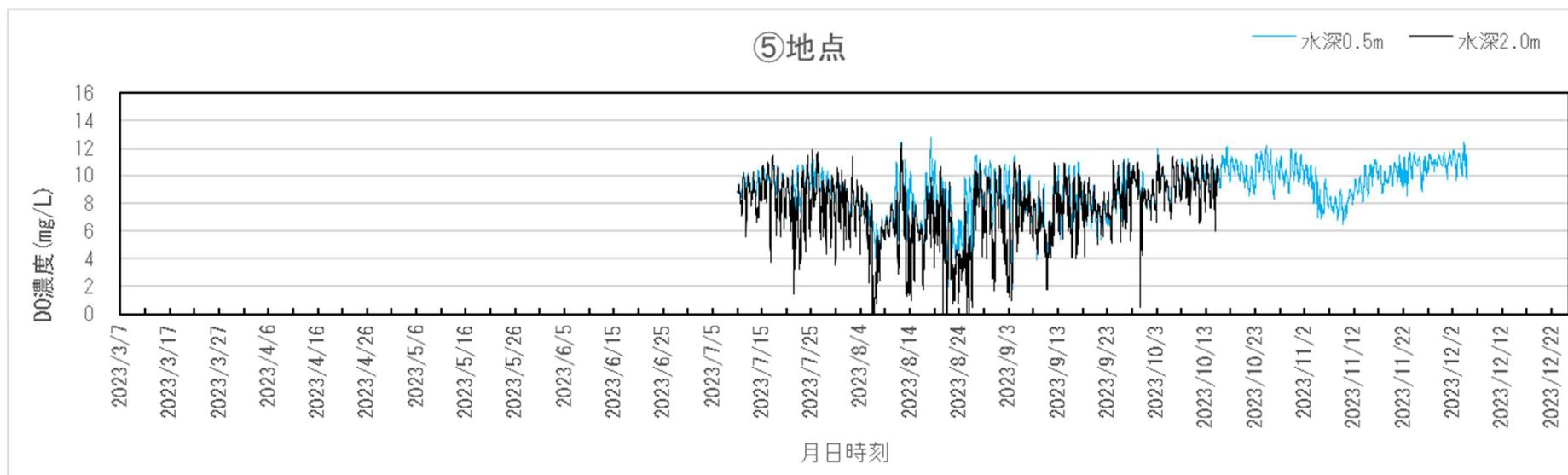
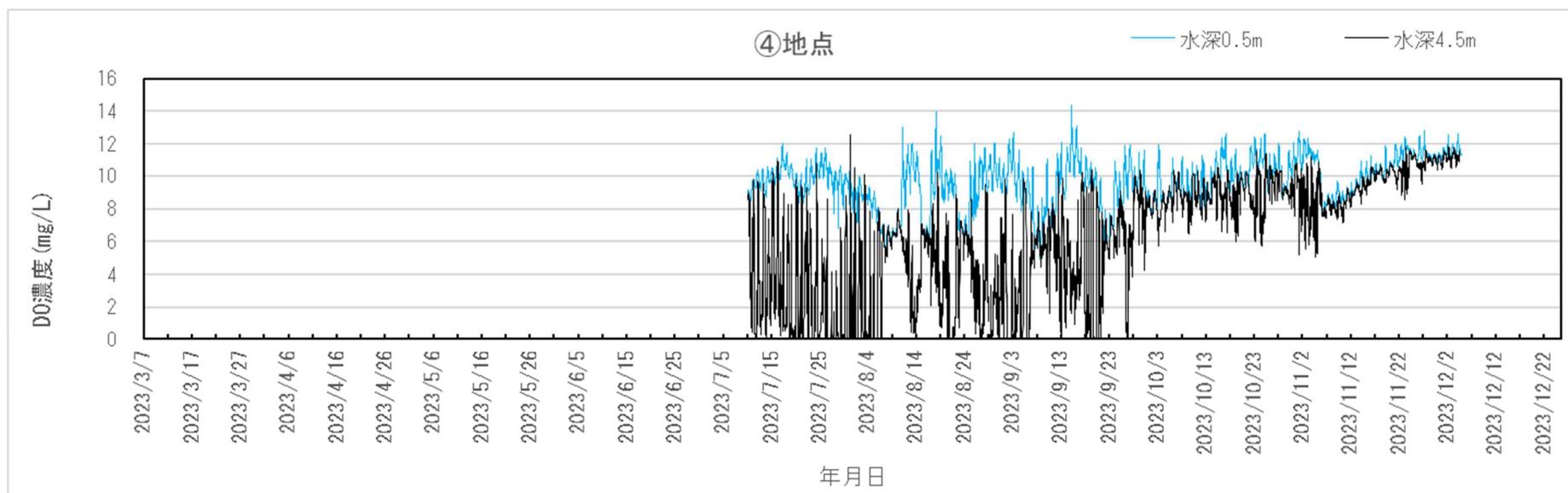


図2-3 各地点におけるDO濃度の変動(④、⑤地点)

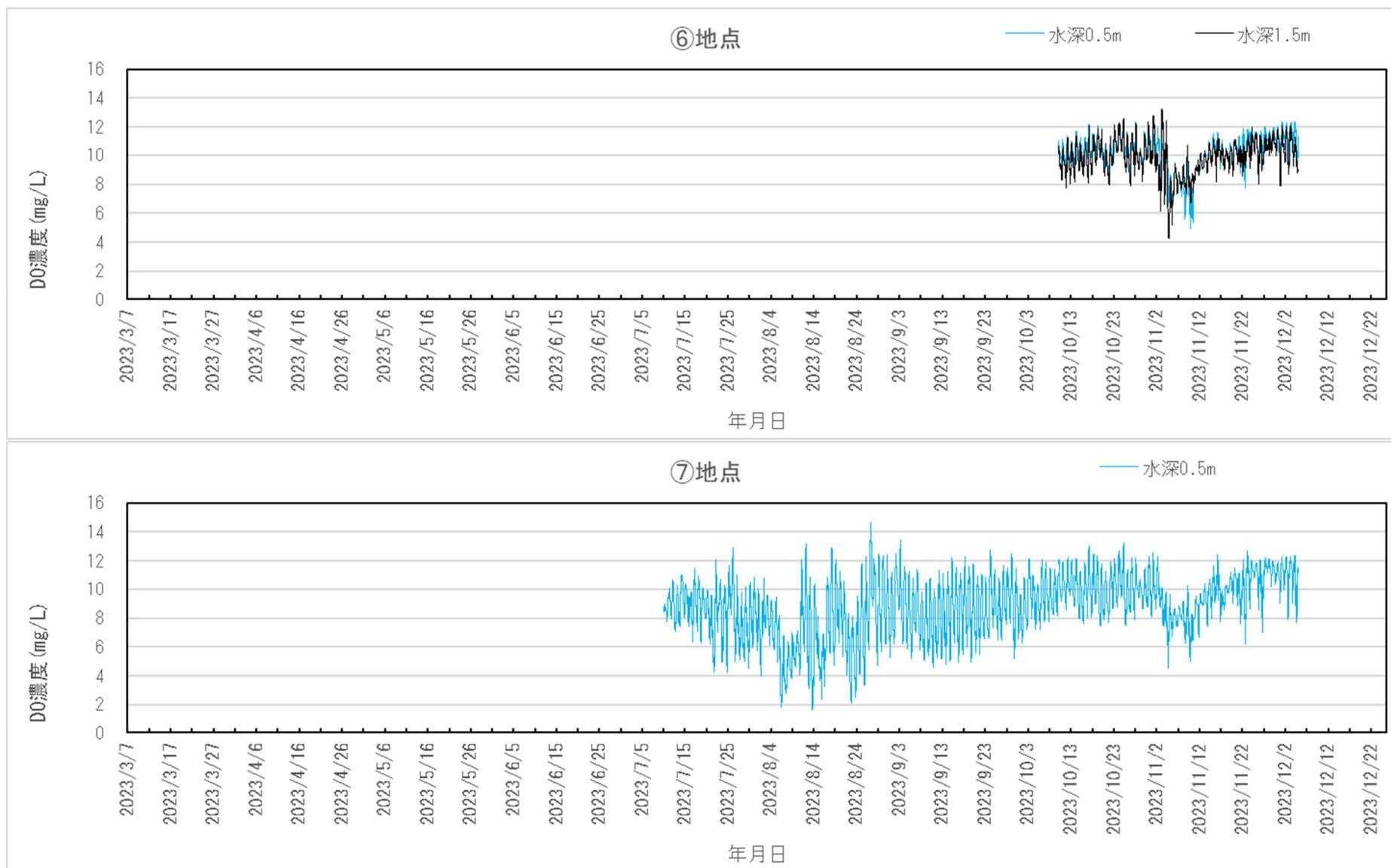


図2-4 各地点におけるDO濃度の変動 (⑥、⑦地点)

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と比較した（図3-1および図3-2）。

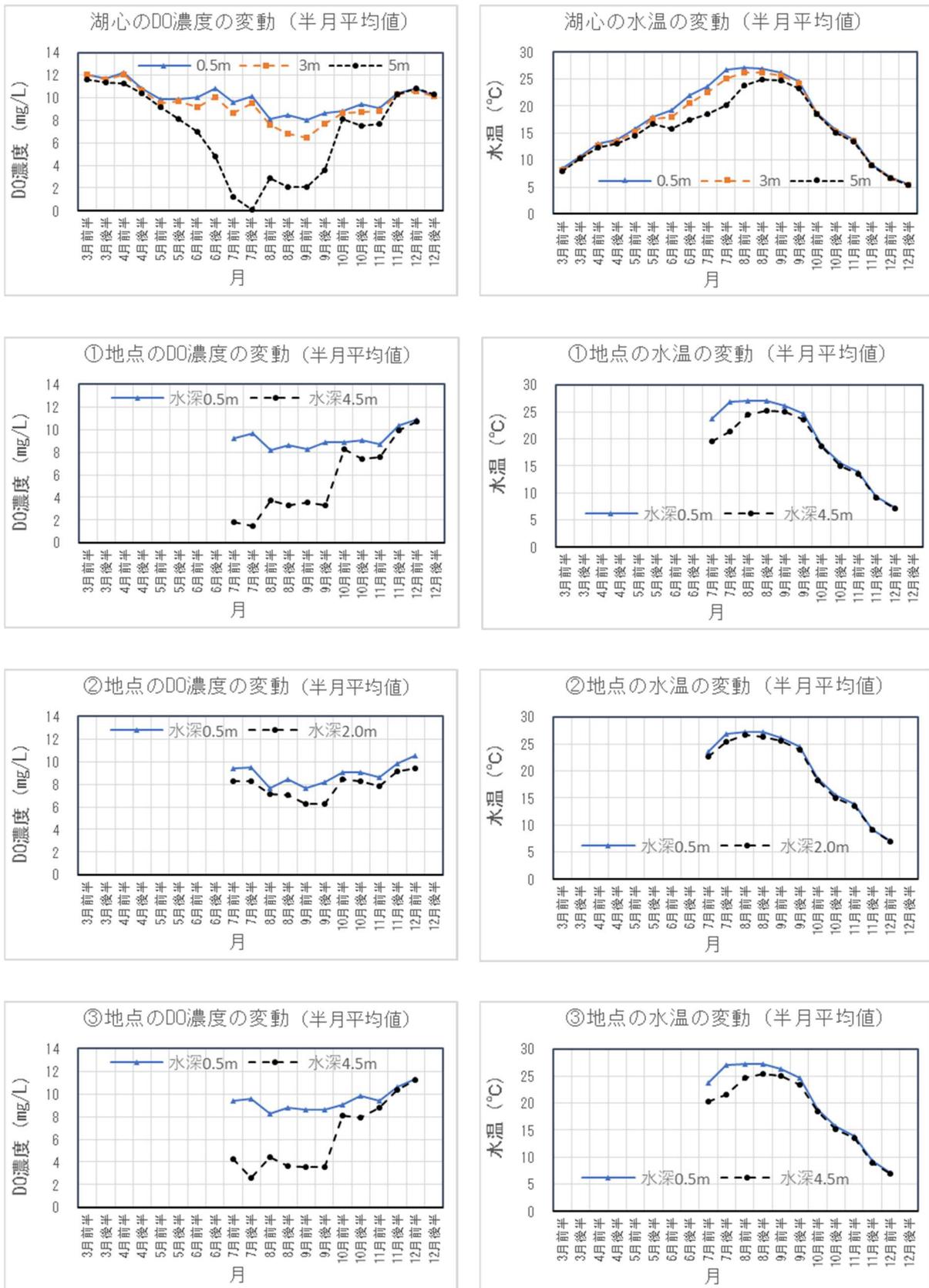


図3-1 各地点におけるDO濃度の変動(湖心、①、②、③地点)

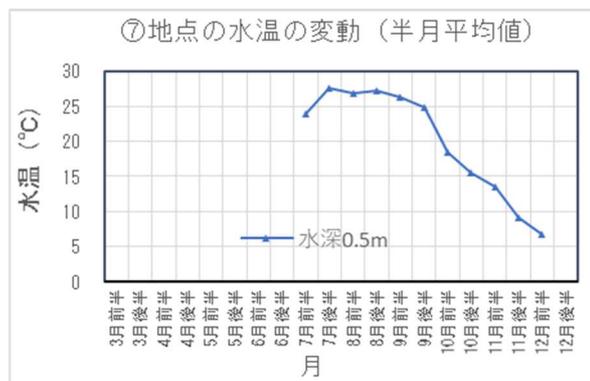
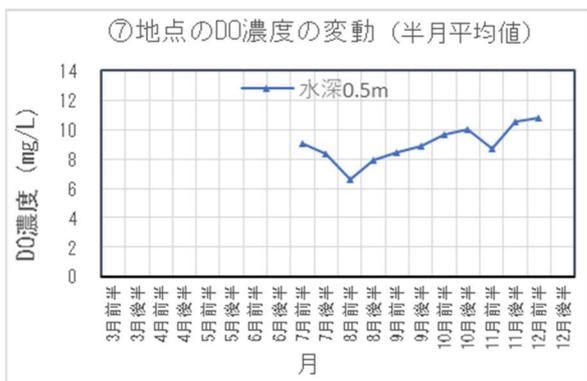
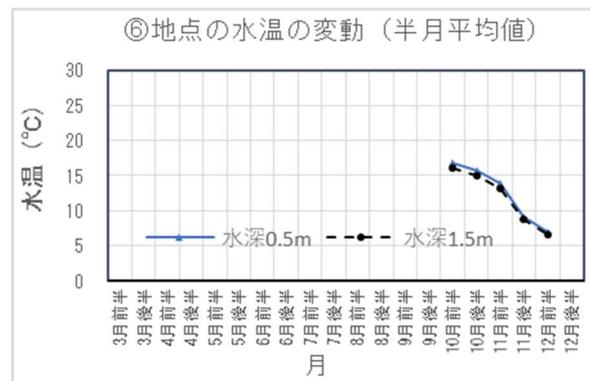
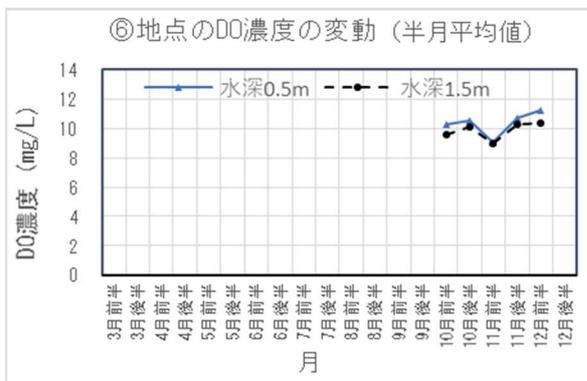
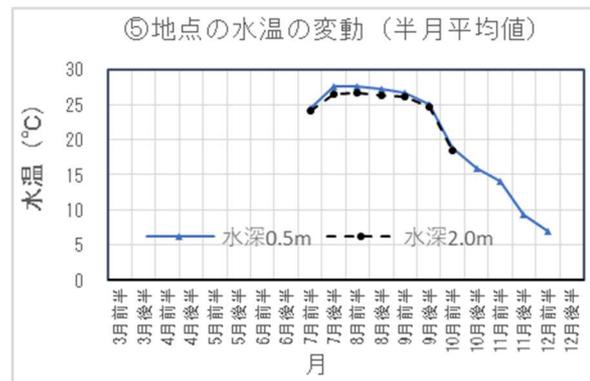
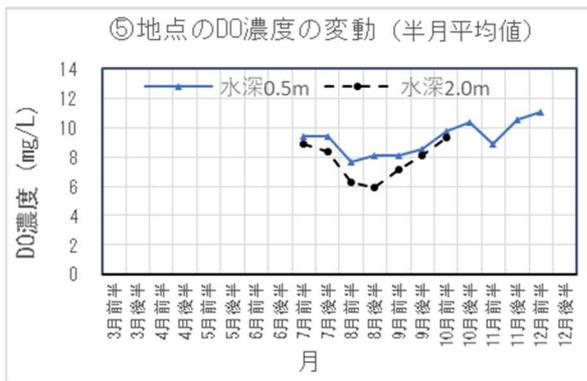
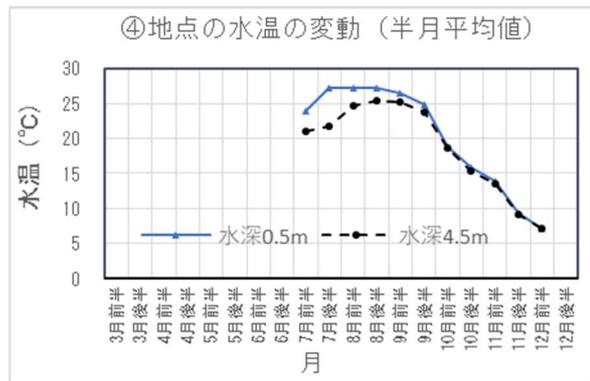
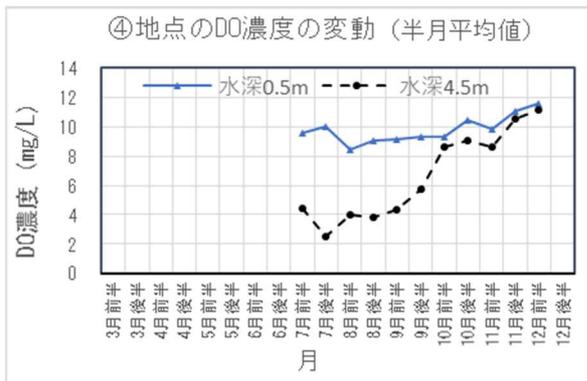


図3-2 各地点におけるDO濃度の変動(④、⑤、⑥、⑦地点)

DO半月平均値を総じてみると、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、①地点、③地点および④地点であり、頻度の高い順におよそ次のような傾向であった。

湖心 > ① > ③ ≒ ④ >> ⑤ ≒ ② > ⑦

湖心では、水深 5.0mでDO半月平均値が 3.0mg/L を下回る状況が7月前半から9月前半までみられ、その最低値は7月後半の 0.05mg/L であった。水深 3.0mでは半月平均値の最低値は9月前半の 6.4mg/L であった。

一方、水温の半月平均値については、表層(0.5m)と底層(5.0m)の差が6月後半～8月前半にかけて3.3～6.6℃程度と大きかった。水深0.5mと3.0mの半月平均値の差は最大でも1.7℃(9月前半)だった。

湖心に次いで全水深が深い①地点、③地点、④地点のうち底層(水深4.5m測定点)の半月平均値の最低値が最も低かったのは、①地点の1.4mg/Lであり、③地点の2.7mg/Lと④地点の2.5mg/Lは近い値だった。最低となったのはいずれも7月後半だった。

水温については、いずれの地点も7月前半から9月後半にかけて表層と底層の間に差がみられ、水温躍層が形成されていることが推測された。

全水深が比較的浅い⑤地点の下層(水深2.0m測定点)では、8月後半に5.9mg/Lとなったのが最低値であった。

②地点と全水深が近い②地点では、下層(水深2.0m測定点)のDO半月平均値の最低値は、9月前半の6.2mg/Lであった。

一方、水温の半月平均値の表層と下層の差については、②地点は7月後半の1.3℃が最大であり、⑤地点も同じく7月後半に最大値の1.2℃であった。

全水深が浅い⑦地点では、DOの半月平均値の最低値8月前半の6.6mg/Lであった。

⑥地点では測定データの採取開始が10月となり遅かったため、DO低下が問題となる夏季のデータをとらえられなかった。

次に、DO低下、貧酸素化の程度を比較するため、DO測定値が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）。

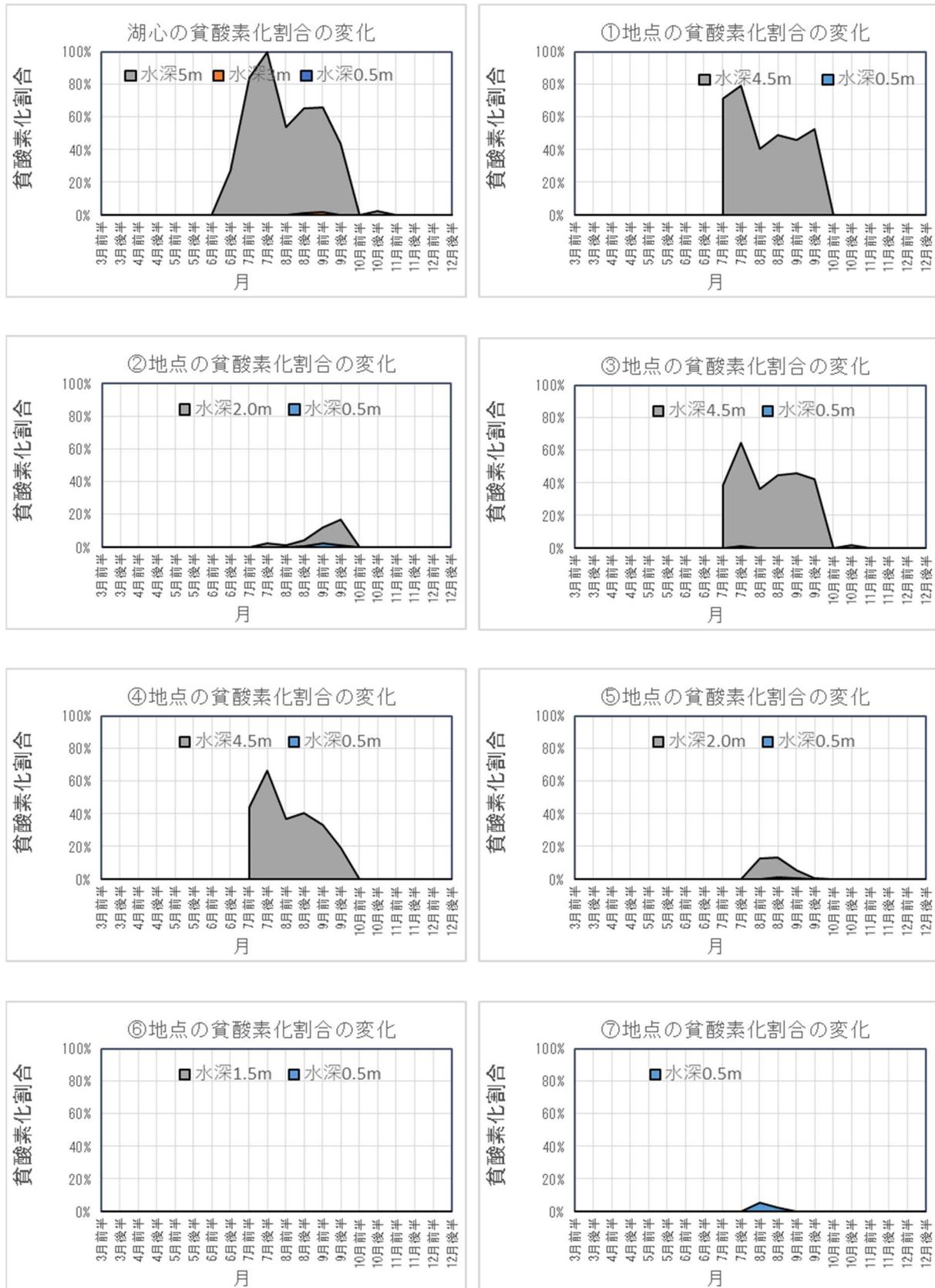


図4 各地点における貧酸素化の比較

各地点の底層の貧酸素化割合(測定した回数のうちDOが 3.0mg/L を下回った回数の比率)について、⑥地点を除き並行してデータ採取できた7月上旬～12月上旬の期間で比較するとおおよそ次のような傾向がみられた。

湖心 > ① > ③ > ④ >> ⑤ > ② >> ⑦

これらの地点の中で、全水深が深い湖心、①、③および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、この期間の半月ごとの貧酸素化割合(比率)は湖心では 43～99%、①地点では 41～79%、③地点では 36～65%、④地点では 20～67%であった。

一方、全水深の浅い⑤地点、②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⑤地点で 13% (8月後半)、②地点で 17% (9月後半)であった。

なお、全水深がごく浅い⑦地点では、8月以外には貧酸素化が観測されることがなく、貧酸素化割合の最大値は8月前半の 5.5%であった。

【参考】

調査期間の各月の風況について

調査期間の令和5(2023)年3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)。

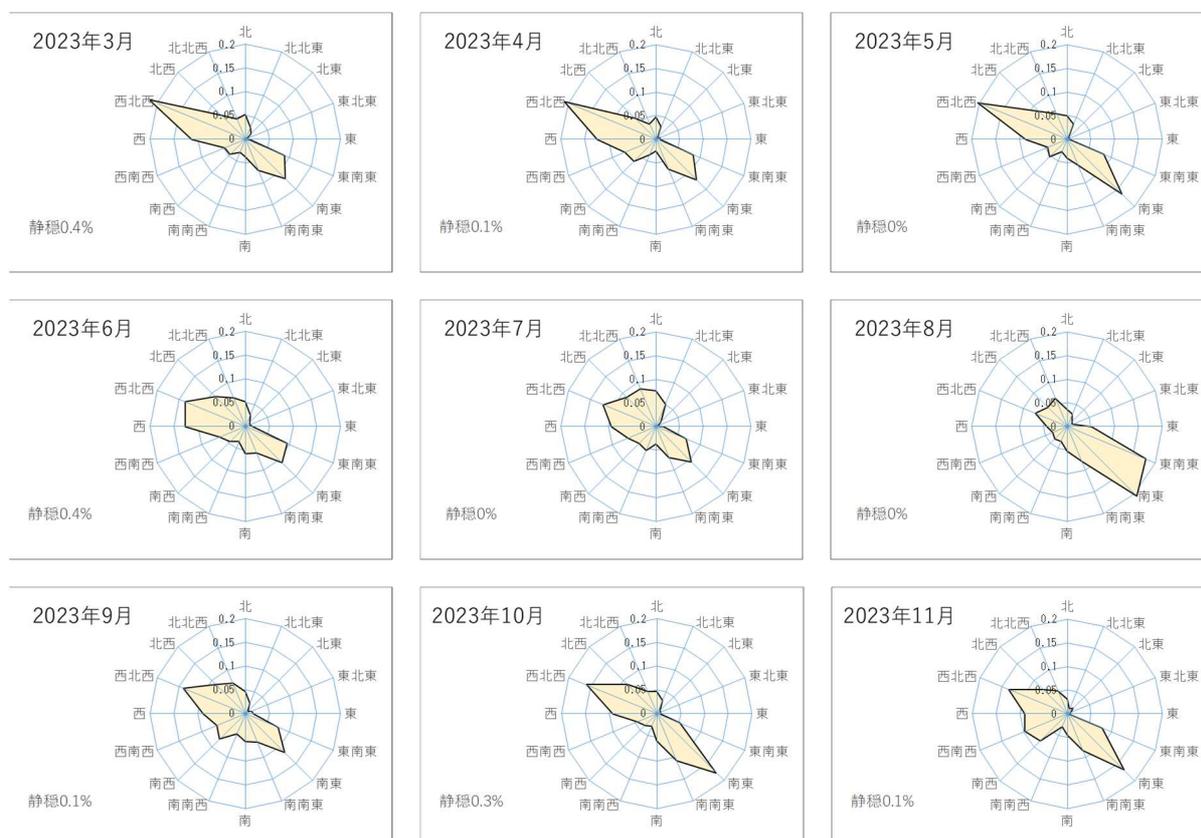




図5 調査期間の各月の風配図

併行してデータが採取できた期間（7月～12月）内の主風向は、南東であり、次には西北西であった。

ほとんどの月で南東寄りの風と西北西寄りの風がほぼ同等かどちらかが卓越していた。8月については、南東および東南東寄りの風が突出して卓越していた。

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 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*（アステリオネラ、ホガタイウ属）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 1）。

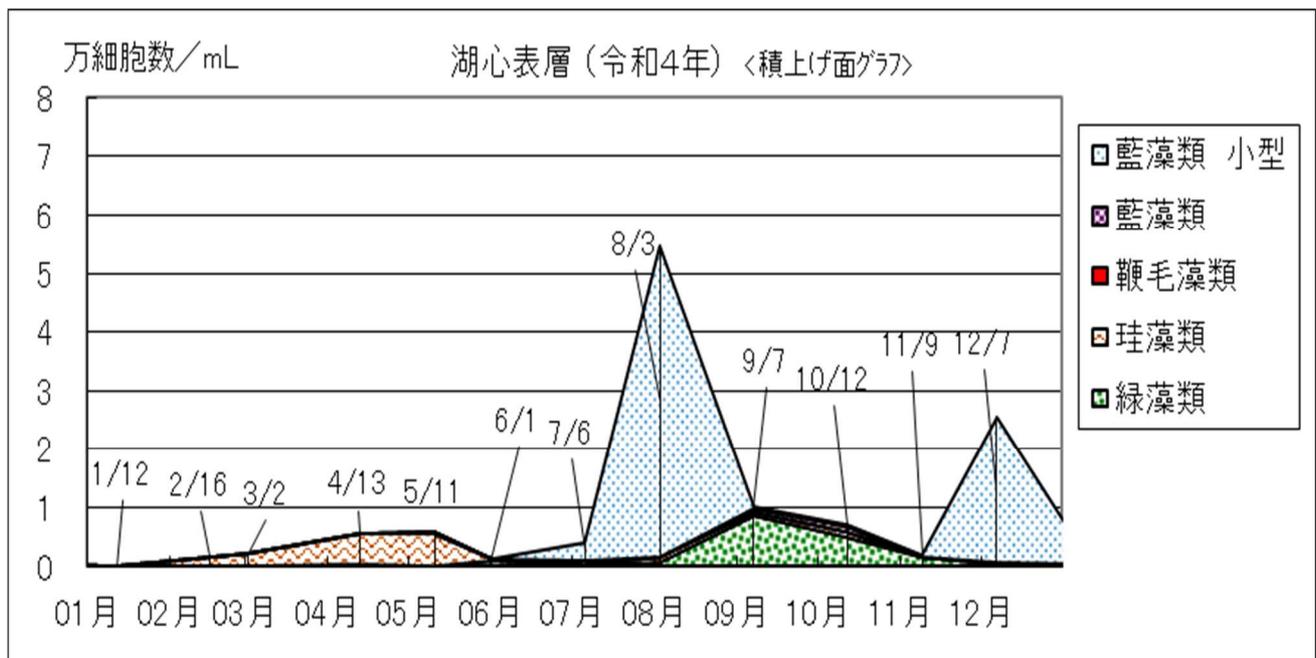


図1 令和4年の湖心表層における植物プランクトン細胞数の推移

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（シネドラ、ホカグヱ属）やAsterionella（アステリオテラ、ホカグヱ属）であった。増加し始めた珪藻類は4月にピークとなり、以降減少に転じた。7月からは藍藻類が増加しMicrocystis（ミクロシスティス属）やAphanocapsa（アファノカプサ属）が優占した。9月以降は緑藻類が優占し、10月にピークとなった。この時の優占種はMougeotia（モウゲオチア、ヒザチ属）であった。以降、全体の生物量は減少に転じた（図2）。

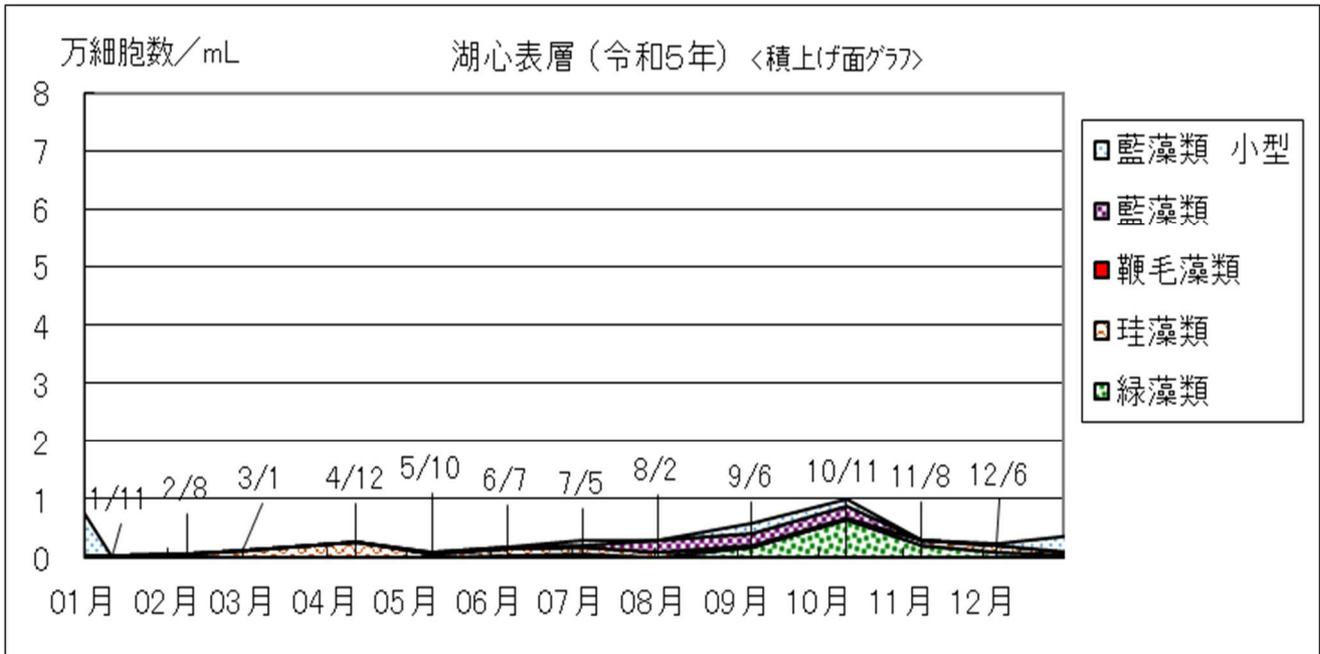


図2 令和5年の湖心表層における植物プランクトン細胞数の推移

令和6年に入り、1月は藍藻類が優占した。この時の優占種はChroococcus（クロコックス属）やPhormidium（フォルミディウム属）であった。2月以降は珪藻類が優占し、この時の優占種はAsterionella（アステリオテラ、ホカグヱ属）であった。（図3）。

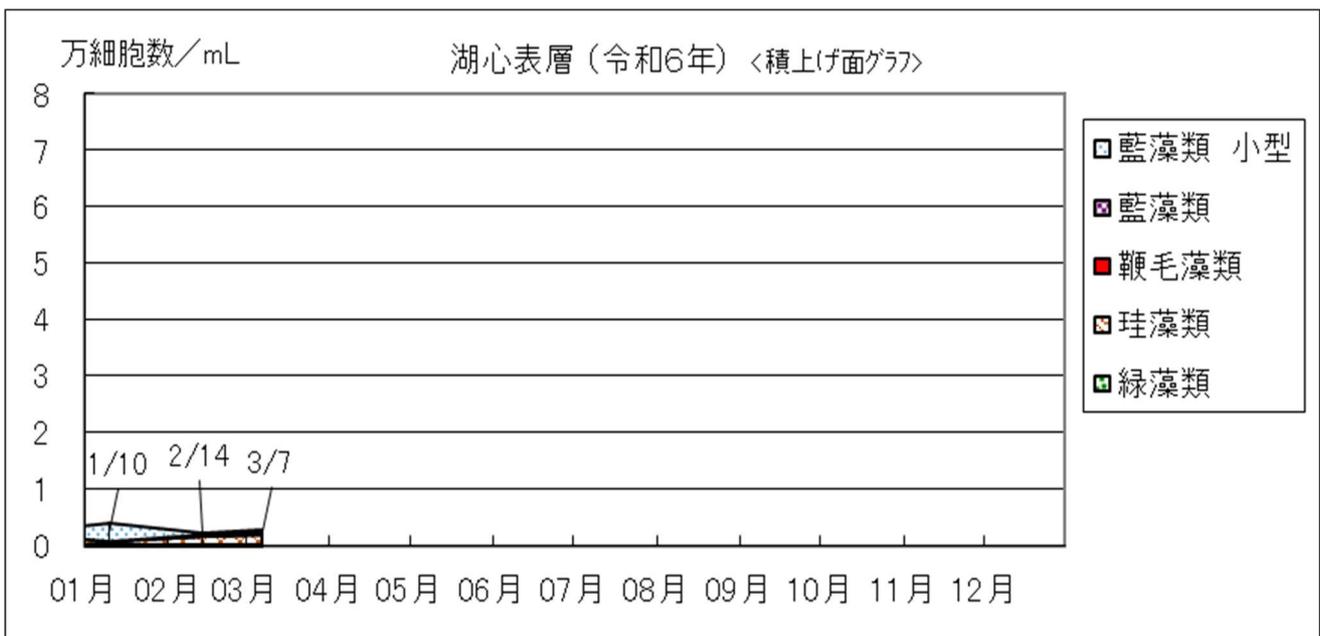


図3 令和6年の湖心表層における植物プランクトン細胞数の推移

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27日

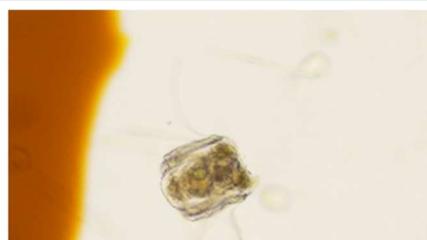
動物プランクトンの総数は1736.6個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は12.2個体/Lで、エピステイリス属、チンチニディウム属、コドネラ属が確認された。ワムシ類の個体数は544.2個体/Lであった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、カメノコウワムシ属、ツボワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は77.5個体/Lで、ノープリ幼生、ケンミジンコなどが確認された。ミジンコ類の個体数は1102.7個体/Lで、ゾウミジンコ、カブトミジンコなどが確認された。肉質虫類は確認されなかった。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2023年4月27日）

第1 優占種	ミジンコ類	<i>Bosmina</i> （ゾウミジンコ属）
第2 優占種	ワムシ類	<i>Polyarthra</i> （ハネウデワムシ属）



ゾウミジンコ属



ハネウデワムシ属

○5月31日

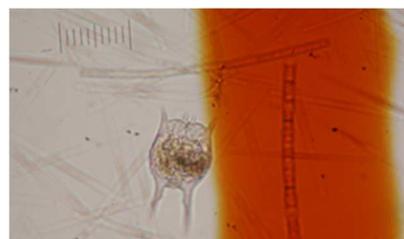
動物プランクトンの総数は559.5個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は5.1個体/Lで、コドネラ属、チンチニディウム属、ディディニウム属が確認された。肉質虫類の個体数は4.1個体/Lで、太陽虫が確認された。ワムシ類の個体数は478.0個体/Lであった。内、個体数の多い種はカメノコウワムシ属、ツボワムシ属、ネズミワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は24.5個体/Lで、ノープリ幼生、コペポデイドなどが確認された。ミジンコ類の個体数は47.9個体/Lで、カブトミジンコが確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2023年5月31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）



カメノコウワムシ属



ツボワムシ属

○6月21日

動物プランクトンの総数は893.8個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は11.2個体/Lで、コドネラ属、チンチニディウム属が確認された。肉質虫類の個体数は1.0個体/Lで、太陽虫が確認された。ワムシ類の個体数は786.8個体/Lであった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、ネズミワムシ属、ツボワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は23.4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71.3個体/Lで、カブトミジンコ、マル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6月21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	ミジンコ類	<i>Daphnia</i> （ミジンコ属）



ハネウデワムシ属



ミジンコ属

○7月18日

動物プランクトンの総数は1005.9個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は23.4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。肉質虫類の個体数は1.0個体/Lで、ツボカムリが確認された。ワムシ類の個体数は948.8個体/Lであった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、ネズミワムシ属、ミツウデワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は25.5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7.1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7月18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

○8月25日

動物プランクトンの総数は611.5個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は39.7個体/Lで、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457.6個体/Lであった。内、個体数の多い種はアワワムシ属、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67.3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44.8個体/Lで、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 2023年8月25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

○9月20日

動物プランクトンの総数は790.8個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は106.0個体/Lで、エピステイリス属が確認された。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568.7個体/Lであった。内、個体数の多い種はネズミワムシ属、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71.9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、オナガミジンコ、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9月20日）

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



ネズミワムシ属



ハネウデワムシ属

○10月24日

動物プランクトンの総数は1,640.8個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は114.1個体/Lで、エピステイリス属が確認された。ワムシ類の個体数は1,451.2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、ミツウデワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は55.0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20.4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 2023年10月24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

○11月27日

動物プランクトンの総数は544.2個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は71.3個体/Lで、チンチニディウム属、エピステイリス属、ディディニウム属が確認された。肉質虫類の個体数は14.3個体/Lで、太陽虫綱が確認された。ワムシ類の個体数は397.5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55.0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6.1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11月27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

○12月19日

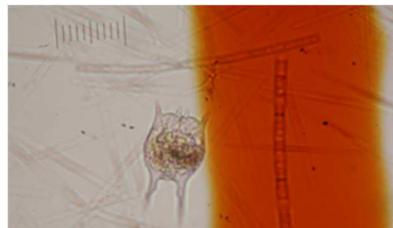
動物プランクトンの総数は356.7個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は28.5個体/Lで、チンチニディウム属が確認された。肉質虫類の個体数は14.3個体/Lで、太陽虫綱が確認された。ワムシ類の個体数は260.9個体/Lであった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、ツボワムシ属、カメノコウワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は32.6個体/Lで、ノープリ幼生、コペポデイド幼生などが確認された。ミジンコ類の個体数は20.4個体/Lで、ゾウミジンコが確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2023年12月19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



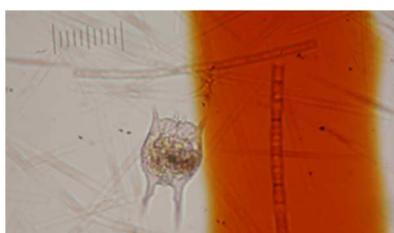
ツボワムシ属

○1月22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、コペポデイド幼生、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 2024年1月22日）

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



ツボワムシ属



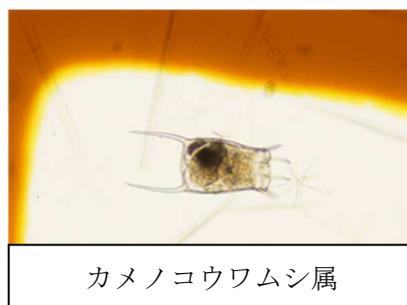
ハネウデワムシ属

○2月29日

動物プランクトンの総数は1610.2個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は2.0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8.2個体/Lで、太陽虫綱が確認された。ワムシ類の個体数は1467.5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、ミツウデワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は116.2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16.3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 2024年2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>Keratella</i> （カメノコウワムシ属）

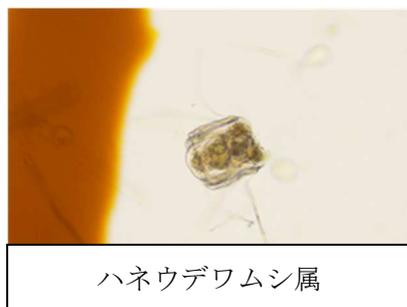


○3月22日

動物プランクトンの総数は2698.6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、コドネラ属、ストロビリディウム属が確認された。肉質虫類の個体数は12.2個体/Lで、太陽虫綱が確認された。ワムシ類の個体数は2558.0個体/Lであった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、カメノコウワムシ属、ミツウデワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は114.1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8.2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 2024年3月22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）



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10月下旬に再び増加し、12月下旬にかけて減少した。その後、2月下旬から再度増加に転じた。

令和3年度および令和4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。

また、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、増加の時期が令和3年度と比べ1ヶ月程度遅かった。一方、今年度は4月下旬にかけてミジンコ類の増加が見られ、その時期は令和3年度と同時期であった。

今年度は4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。

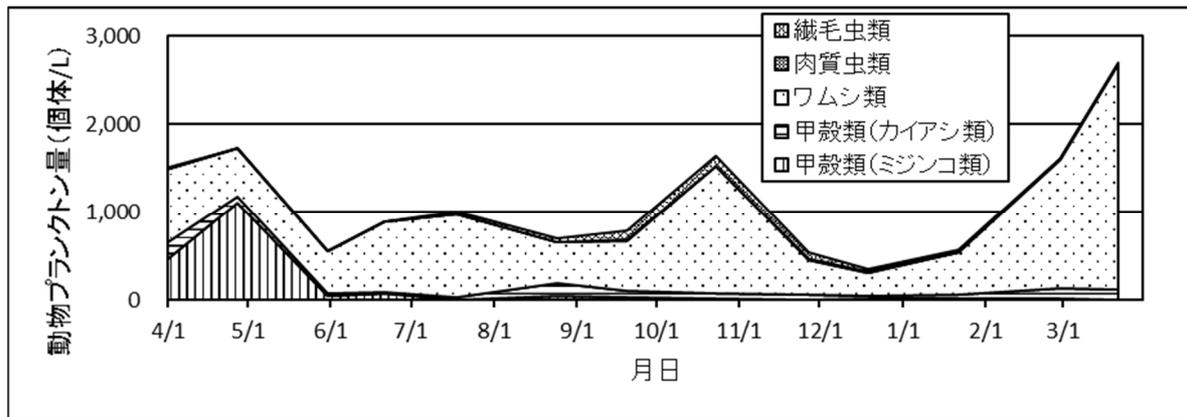


図1 令和5年度の動物プランクトンの個体数

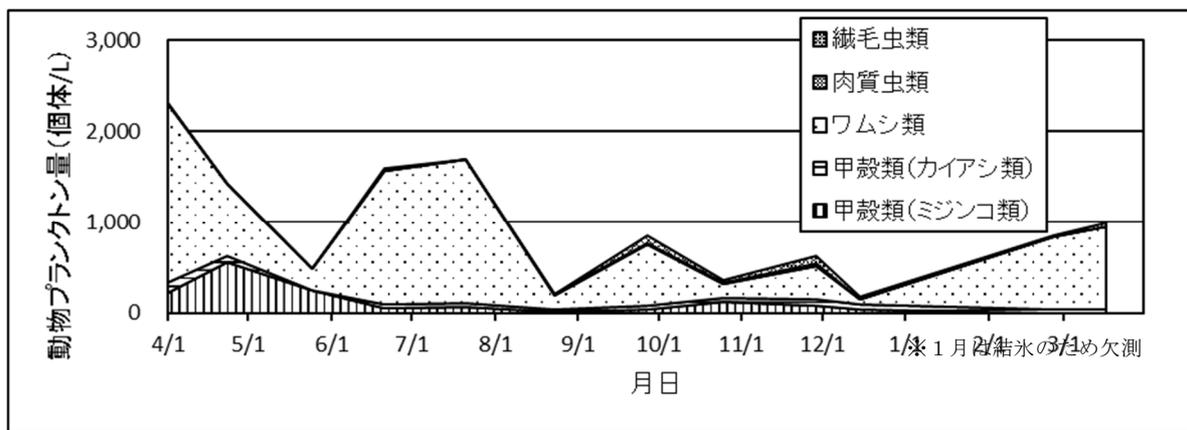


図2 令和3年度の動物プランクトンの個体数

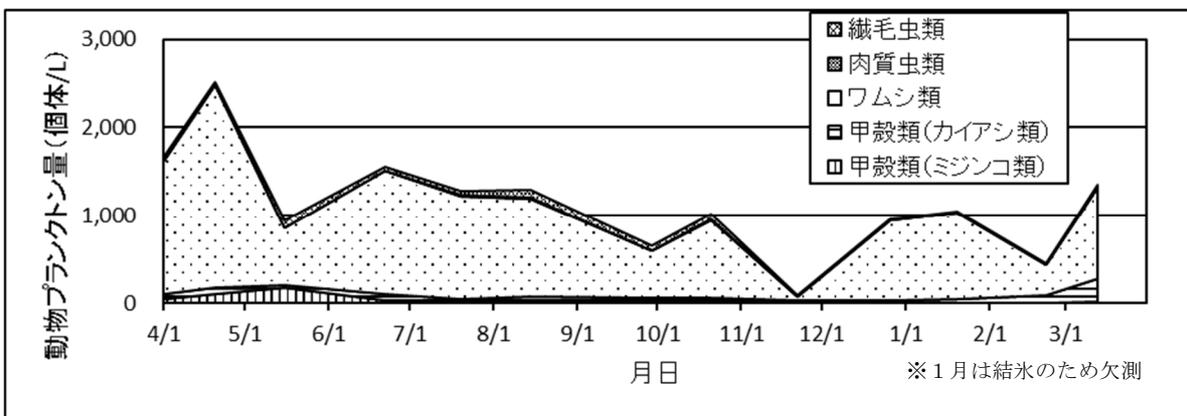


図3 令和4年度の動物プランクトンの個体数

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、10月下旬および3月下旬に増加した。ピークが見られた時期は年により違っていた。

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た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	0.8	砂	H28覆砂実施
	⑥	対照区	岸から130m	1.5	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	1.8	泥	

※水深は水質調査日に測定した平均値

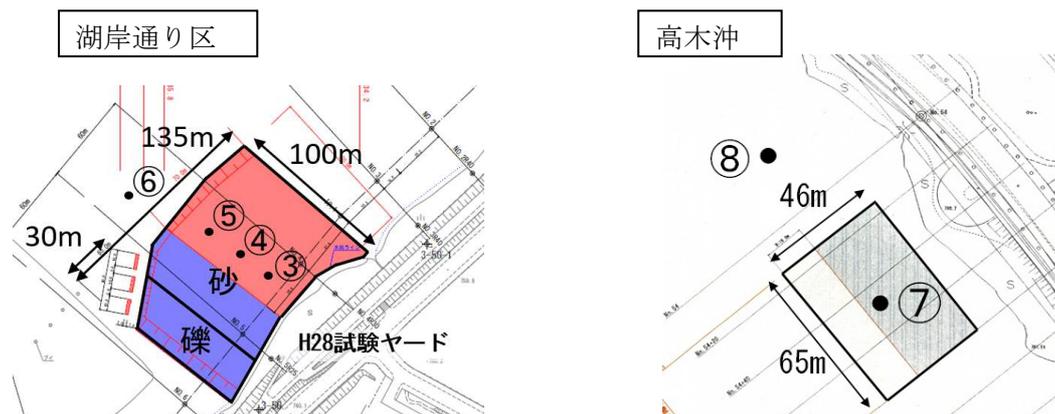


図1 調査地点図

3.1.2.2. 調査日

令和5年7月4日、8月1日、10月17日

3.1.2.3. 調査方法

試料は、湖底から 20 cm 上の底層水を水中ポンプ（RYOBI 製 RMG-3000）により底泥を巻き上げないよう静かに（20 mL/s 程度に流量を調節）ポリバケツに採取し、攪拌混合した後、2 L ポリ瓶に移した。また、表層水を船上から採取した。

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）	光学式センサ法（JIS K0102 32.4）
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。

<調査地点の状況（水生植物）>

調査地点における水生植物の状況について、7月の調査日には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月の調査日には試験区でヒロハノエビモやセキシヨウモが観察され、対照区ではヒシ、クロモ、マツモが観察された。10月の調査日には試験区でヒロハノエビモ、クロモが観察され、対照区ではクロモ、マツモが観察された。試験区周辺はヒシが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の効果が継続していることが確認された。

<窒素>

覆砂試験区③と対照区⑥の底層水の窒素濃度について、硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)濃度は7、8、10月に試験区で0.02-0.46 mg/L、対照区で0.22-0.62 mg/Lであり、調査日毎の比較で試験区の方が0.16-0.30 mg/L低かった。アンモニア性窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)と亜硝酸性窒素($\text{NO}_2\text{-N}$)濃度は、試験区・対照区とも0.01 mg/L未満で濃度差が見られず、無機態窒素(DIN)の形態は硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)が主であった。無機態窒素と同様に溶存態窒素(DTN)濃度は、試験区で0.20-0.55 mg/L、対照区で0.44-0.72 mg/Lであり、試験区の方が0.17-0.27 mg/L低かった。全窒素(TN)濃度は、試験区で0.41-0.74 mg/L、対照区で0.68-0.89 mg/Lであり、7、8月に試験区の方がそれぞれ0.15、0.27 mg/L低かった(参考：環境基準0.6 mg/L)。このように試験区で硝酸性窒素、溶存態窒素、全窒素などの濃度の低下が見られた。なお、R5年度調査では確認されなかったが、R4年度までの調査では試験区で夏季にアンモニア性窒素濃度が低く、覆砂による底泥からのアンモニア性窒素の溶出の抑制が見られていた。

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4)、試験区では各成分の鉛直方向の濃度差が小さいが、対照区では7、8、10月に全窒素、溶存態窒素、無機態窒素、硝酸性窒素の濃度差が大きく底層水の方が濃度が高かった。その差は0.2-0.3 mg/L程度で、底層水の調査地点間(水平方向)の濃度差と同程度であった。対照区では底泥から底層水への窒素成分の供給(栄養塩の溶出)等による影響が考えられる。

<りん>

底層水の全りん(TP)濃度は、試験区で0.033-0.057 mg/L、対照区で0.032-0.17 mg/Lであり、7、8月に試験区の方がそれぞれ0.099、0.12 mg/L低かった(参考：環境基準0.05 mg/L)。懸濁態りん濃度(全りと溶存態りんの差)は、全りの7-9割を占めており、全りと同様の傾向であった。りん酸態りん($\text{PO}_4\text{-P}$)濃度は、0.003 mg/L程度であり、試験区と対照区の差が見られなかった。SS濃度は、7、8月に試験区の方がそれぞれ3、5 mg/L低く(透視度は20 cm程度高く)、懸濁態りん濃度と類似の傾向であった。なお10月には試験区でSSが高いが、調査時に沈水植物の群落や切れ藻が多く観察され、クロロフィルa濃度も高かった。

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4)、試験区では各成分の鉛直方向の濃度差が小さいが、対照区では7、8月に底層水の方が全りん、懸濁態りんで0.06-0.07 mg/L程度、SSで4-5 mg/L程度高かった。このように試験区では全りん、SSなど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(デトリタス)の

発生抑制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、7、8月の調査日時(9~12時)において試験区で6.9~9.2 mg/L、対照区で3.4~8.7 mg/Lであった。8月調査日には対照区の方が4 mg/L程度低く、貧酸素状態(<4 mg/L)であった。また、試験区では鉛直方向の濃度差は見られなかったが、対照区では8月に底層水の方が5 mg/L程度低く、底泥の酸素消費量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。

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。

<調査地点の状況(水生植物)>

調査地点における水生植物の状況について、試験区及び対照区の周辺一帯は、調査期間中ヒシが繁茂していた。また、8月調査日には試験区を含む一部分でヒシが刈り取られていた。7月調査日には試験区及び対照区でヒシの繁茂が観察された。8月調査日には試験区でヒシの繁茂が見られず(刈り取り後)、対照区でヒシが繁茂していた。10月調査日には試験区と対照区でヒシ、クロモ、マツモが観察された。

<窒素>

覆砂試験区⑦と対照区⑧の底層水の窒素濃度について、硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)濃度は試験区で0.02~0.23 mg/L、対照区で0.03~0.45 mg/Lであり、7、8月では試験区の方が0.13、0.22 mg/L低かった。アンモニア性窒素($\text{NH}_4\text{-N}$)と亜硝酸性窒素($\text{NO}_2\text{-N}$)濃度は試験区・対照区とも0.01 mg/L未満で濃度差が見られず、無機態窒素(DIN)の形態は硝酸性窒素($\text{NO}_3\text{-N}$)が主であった。無機態窒素と同様に溶存態窒素(DTN)濃度は、試験区で0.16~0.48 mg/L、対照区で0.29~0.71 mg/Lであり、7、8月では試験区の方が0.23、0.24 mg/L低かった。全窒素(TN)濃度は、試験区で0.56~0.97 mg/L、対照区で0.64~0.95 mg/Lであり、8月に覆砂区の方が0.16 mg/L低かった。このように試験区で硝酸性窒素、溶存態窒素、全窒素などの濃度の低下が見られた。なお、R5年度調査では確認されなかったが、R4年度までの調査では試験区で夏季にアンモニア性窒素濃度が低く、覆砂による底泥からのアンモニア性窒素の溶出の抑制が見られていた。

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4)、アンモニア性窒素、亜硝酸性窒素以外の項目について、試験区では7月に、対照区では7、8月に濃度差が見られ、底層水の方が0.2~0.5 mg/L程度濃度が高かった(対照区・8月の全窒素除く)。対照区・8月の表層では、ヒシが高密度に繁茂して発生したアオコが滞留しており、全窒素、全りん、SS、クロロフィルaなどの濃度が底層より顕著に高かった。

調査区では底泥から底層水への窒素成分の供給(栄養塩の溶出)、植物プランクトンの増殖、デトリタスの沈降、底泥の巻き上げ等の複数の要因が底層水の濃度上昇に影響している可能性が考

えられる。また、試験区と対照区のヒシ刈取りの有無が異なるため、ヒシ繁茂状況の違いも要因として考えられる。

<りん>

底層水の全りん(TP)濃度は、試験区で 0.045-0.14 mg/L、対照区で 0.067-0.17 mg/L であり、7、8、10月に試験区の方が 0.022-0.046 mg/L 低かった。懸濁態りん濃度は、全りんの7-9割を占めており、全りと同様の傾向であった。りん酸態りん(PO_4 -P)濃度は、試験区で 0.003-0.006 mg/L、対照区で 0.006-0.014 mg/L であり、7、8月に試験区の方が 0.010 mg/L 低かった。SS濃度は、7月に対照区で 39 mg/L と高く、クロロフィル a 濃度も高かった。

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)、試験区では各成分の濃度差が小さいが、対照区では8月の全りん、懸濁態りんを除き、底層水の方が概ね各項目の濃度が高く、上下層の差が大きかった(差 0.01-0.02 mg/L 程度)。対照区・8月では、アオコの発生と滞留により表層で全りん、懸濁態りんなどの濃度が顕著に高かった。

試験区では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全りん、懸濁態りんの濃度が低く、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。また、試験区と対照区のヒシ刈取りの有無が異なるため、ヒシ繁茂状況の違いも要因として考えられる。

<溶存酸素(DO)>

底層水の溶存酸素(DO)濃度は、7、8、10月の調査日時(9~12時)において試験区で 2.9-3.7 mg/L、対照区で 2.3-2.7 mg/L であり、試験区より対照区の方が 1 mg/L 程度低かった。底層水と表層水の鉛直方向の濃度差について、7、8、10月に両地点で底層水の方が 3-7 mg/L 程度低かった。両地点では調査日に貧酸素状態($DO < 4$ mg/L)であり、ヒシ繁茂域の域内に位置することから水流阻害等の影響によりDOが低下していたと考えられる。また、対照区の方が底層DOがやや低い傾向が見られたが、底泥の酸素消費量の違い、調査エリア内の沈水植物の繁茂状況の違い(ヒシの刈取りの有無)などが影響している可能性が考えられる。

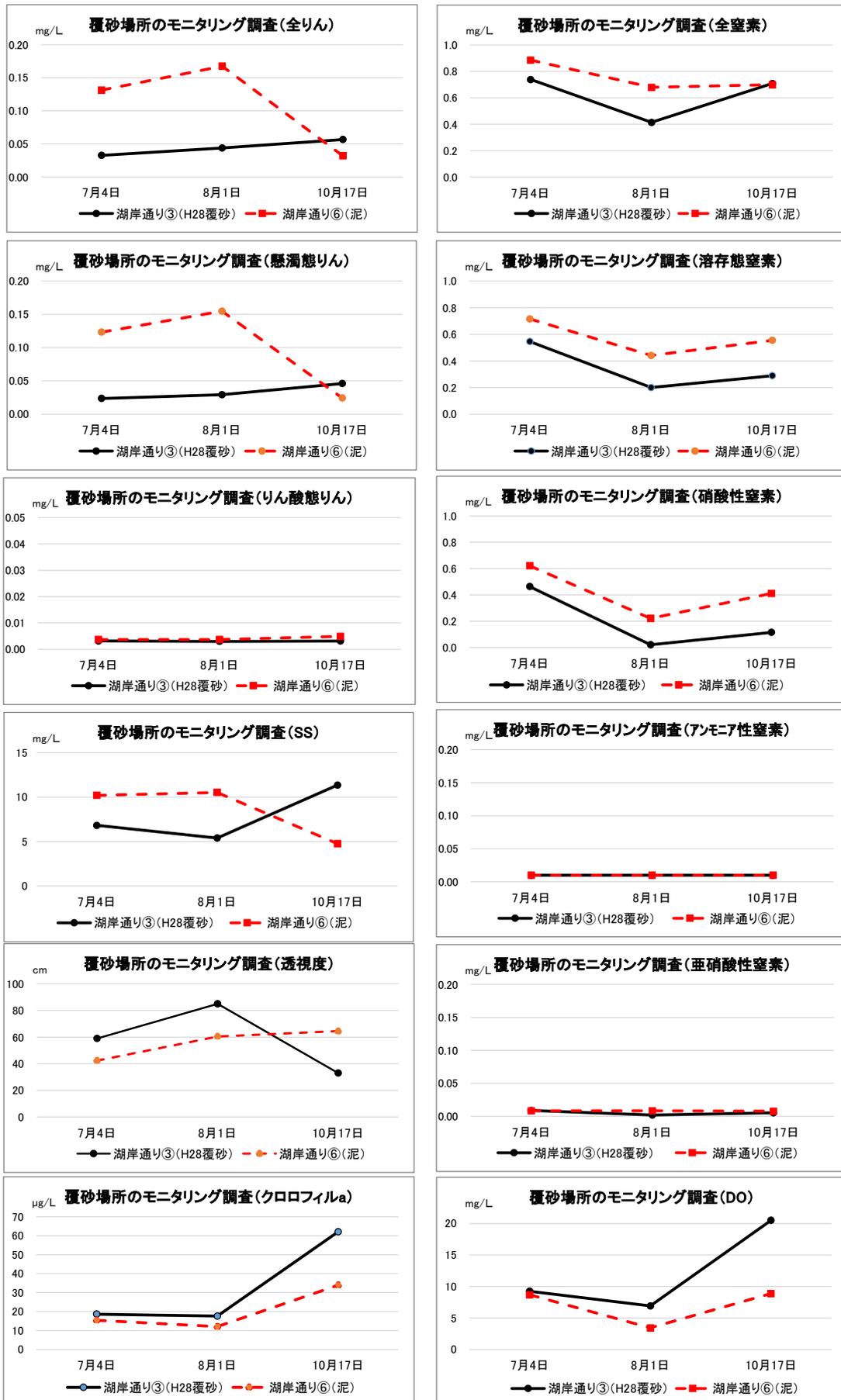


図2 湖岸通り区における水質測定結果（底層水）

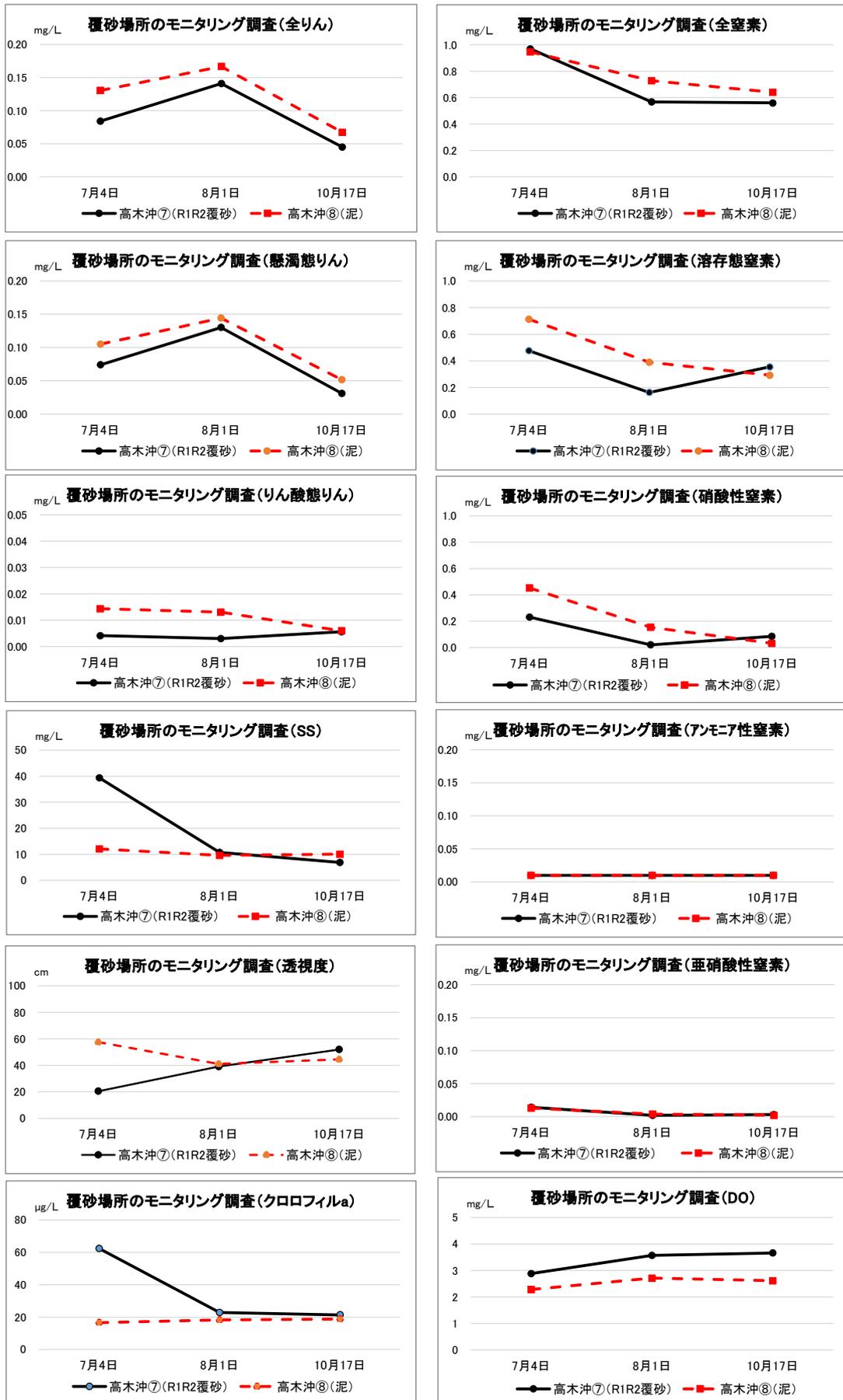


図3 高木沖における水質測定結果（底層水）

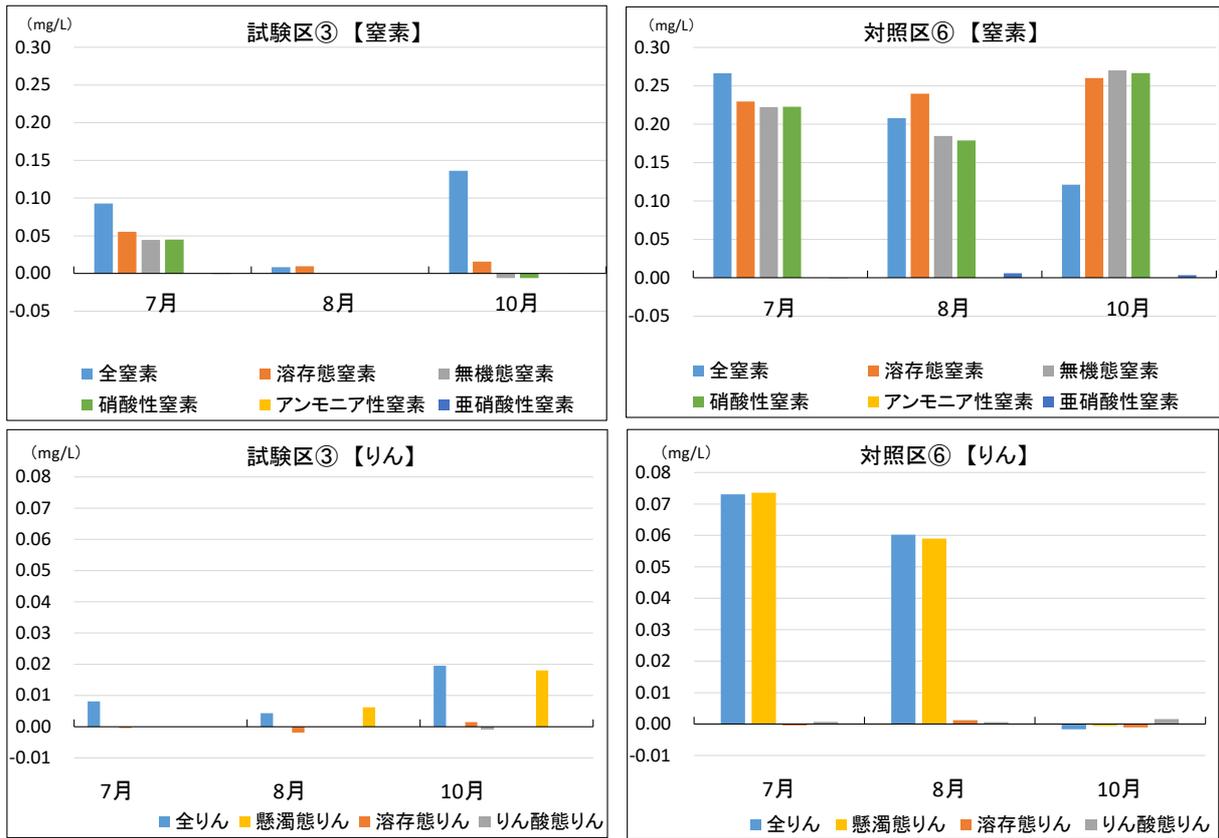


図4 地点毎の底層水と表層水の濃度差【湖岸通り区】(上段：窒素、下段：りん)
(縦軸の値：底層水の測定値－表層水の測定値)

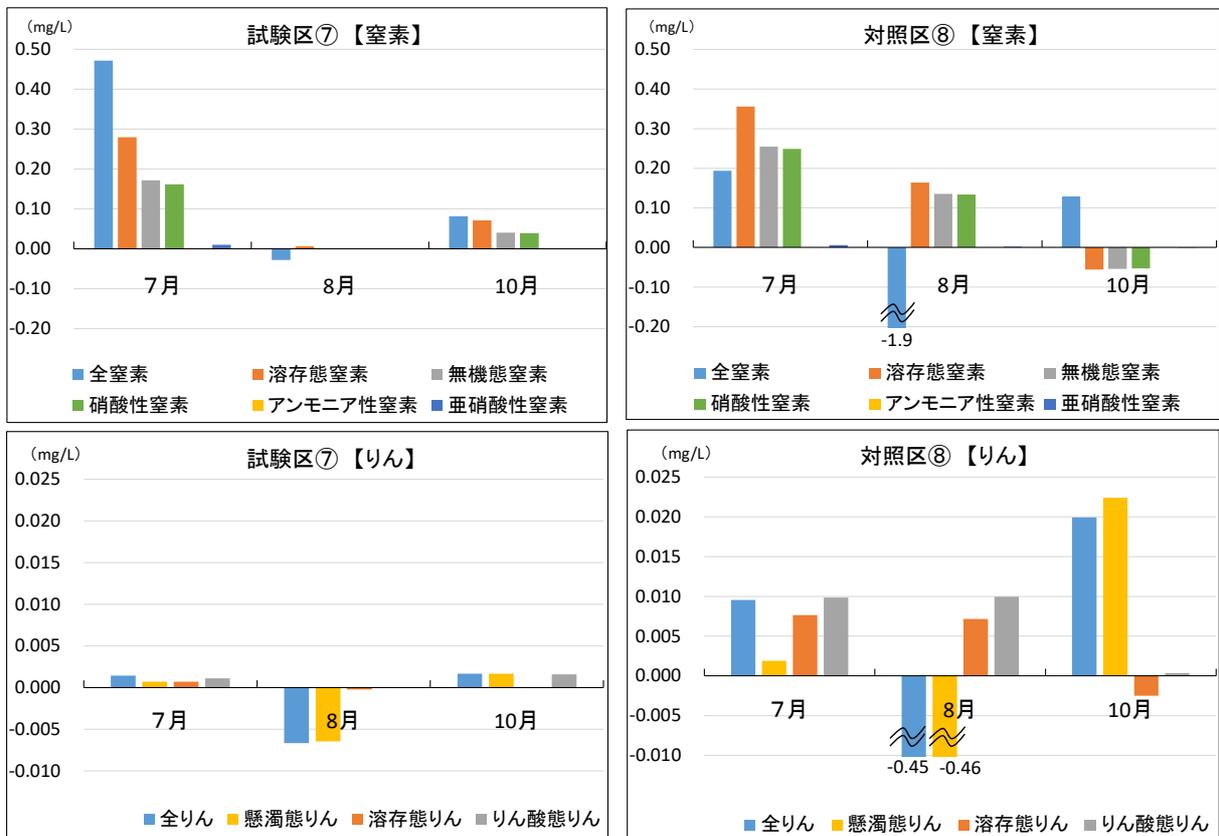


図5 地点毎の底層水と表層水の濃度差【高木沖】(上段：窒素、下段：りん)
(縦軸の値：底層水の測定値－表層水の測定値)

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、りん等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硝酸性窒素、溶存態窒素、全窒素等の濃度は、夏季(7、8月)を中心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。試験区では、従前の調査で見られた底泥からの溶出抑制によるアンモニア性窒素の対照区との濃度差は確認されなかったが、栄養塩である硝酸性窒素(無機態窒素)や環境基準である全窒素の濃度の低下が見られ、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、懸濁態りん、全りん等の濃度は、夏季(7、8月)を中心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(湖岸通り区のりん酸態りん除く)。覆砂による水質改善効果として、試験区では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、また全りん、懸濁態りん等の懸濁物質に関係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。

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ていること、さらに各調査地点の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。覆砂による栄養塩類の底泥溶出、植物プランクトンの増殖や死滅によるデトリタスの沈降、底泥の巻き上げ等の抑制による影響が可能性として考えられる。今後、影響要因を検討するためには、懸濁粒子の沈降量、植物プランクトン動態、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。

溶存酸素濃度について、両地区で夏季を中心に対照区の方が低く、覆砂による底泥の酸素消費量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。目的に応じた対照地点の選定やDOの連続観測などが、覆砂改善効果のさらなる把握に繋がると考えられる。

過去の調査と比較すると、R5年度の気象条件は年平均気温が例年より高く、春から秋にかけて記録的な高温であった。湖岸通り区(覆砂施行から7年程度経過)では、底泥からの溶出量に影響する底層水水温が、猛暑であったH30より8月調査日で2℃低かったが(8月調査時の対照区⑥底層水温：H30 28.2℃、R5 26.2℃)、H30から概ね同様の傾向(改善効果)が継続して確認されている。高木沖では、覆砂後3年程度が経過しており、R4調査と同様に他の調査区と類似した傾向が確認された。ただし、調査地点でのヒシ刈り取りの有無、ヒシ繁茂による流動阻害・アオコの滞留など水生植物の繁茂状況の違いによる影響も考えられるため、対照地点の設定などが課題である。

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	1.5	泥	
高木沖	⑦	試験区	試験区内・岸から28m	1.7	砂泥	R1-R2覆砂実施
	⑧	対照区	岸から28m、⑦から75m	1.8	泥	

※水深は底質調査日に測定した平均値。

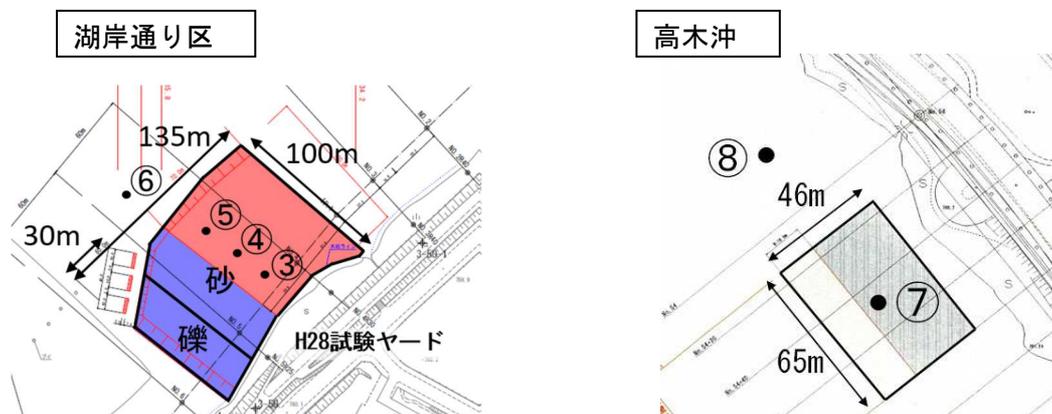


図1 調査地点図

3.2.2.2. 調査日

令和5年6月27日(又は7月4日)、10月3日

3.2.2.3. 採泥方法等

強熱減量、全窒素及び全りん測定用試料について、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、2mmふるいで小石などの異物を除いたものをガラス瓶(1L)に採取した。実験室内では採取した試料をステンレスバット上で風乾し、分析に供した。

粒度分布測定用試料について、調査地点ごとに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、分析用試料とした。

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	ケルダール分解 中和滴定法 (底質調査方法 II 4.8.1.1)
全りん	硝酸-硫酸分解 モリブデン青吸光光度法 (底質調査方法 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土の粒度試験方法 (JIS A 1204)、泥分率 (底質調査方法 II 4.3)

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7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は泥状であった。水生植物の状況について、6月調査日に試験区では水生植物が観察されず、対照区ではヒシが数株観察された。10月調査日に試験区ではヒロハノエビモ、クロモが、対照区ではクロモ、マツモが観察された。

<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5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2.1-2.2%であり、対照区の地点⑥の値12%と比べて平均9.5ポイント低かった(対⑥比1.9割)。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2.1%に改善し、令和5年度の値も2.2%と低い値を維持していた。なお、対照区⑥の平均値は11-13%の範囲で推移している。

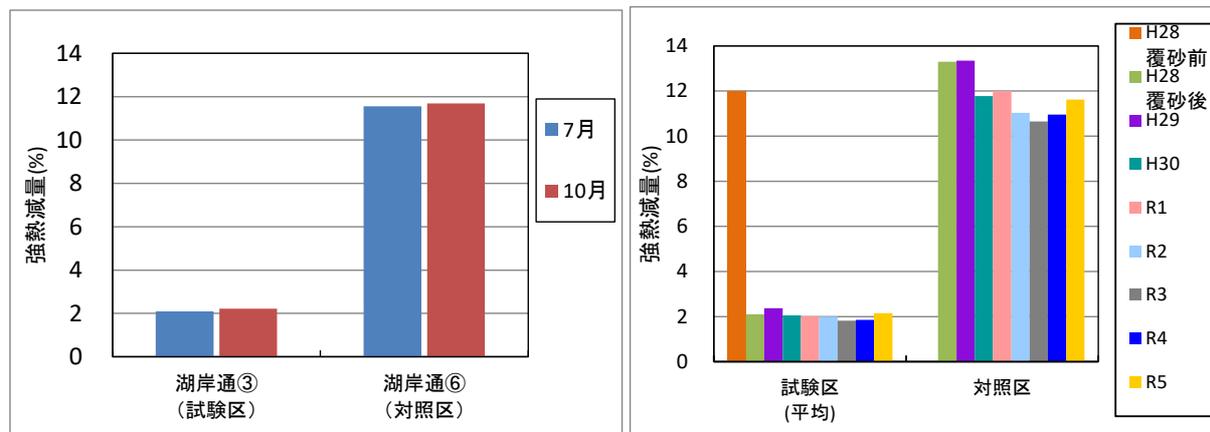


図3 強熱減量の令和5年度測定結果【湖岸通り区】 図4 強熱減量の経年変化※【湖岸通り区】

※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、平成28年度の値は平成28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、値を底質試料の乾燥重量に対する物質の重量で示す。

測定結果について、覆砂した試験区③の全窒素濃度は0.27-0.41 mg/gであり、対照区⑥の濃度2.7-2.9 mg/gと比べて平均2.5 mg/g低かった(対⑥比12%)。また、調査時期による傾向は見られなかった。

経年変化について、試験区的全窒素濃度は、平成28年度の覆砂前が2.1 mg/gであったが平成28年度覆砂後に地点毎の平均値で0.10-0.22 mg/gと低い値に改善され、その後平成29年度～令和4年度に0.19-0.32 mg/gの範囲で推移し、令和5年度も0.41 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の範囲で推移している。

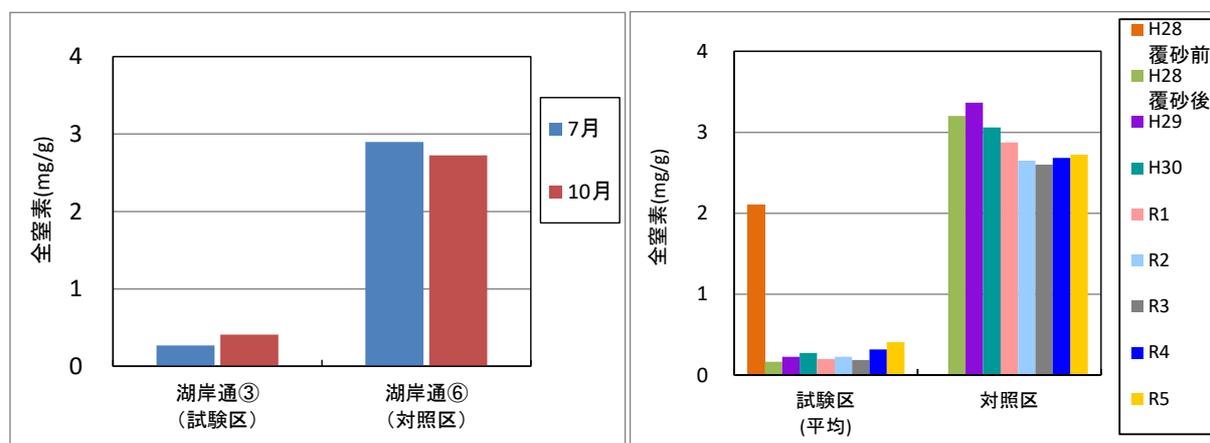


図5 全窒素の令和5年度測定結果【湖岸通り区】 図6 全窒素の経年変化【湖岸通り区】

<全りん>

測定結果を図7に、経年変化を図8に、値を底質試料の乾燥重量に対する物質の重量で示す。

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0.40-0.42 mg/gであり、対照区⑥の濃度1.4 mg/gと比べて平均0.98 mg/g低かった(対⑥比30%)。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、試験区的全りん濃度は、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0.58-0.63 mg/gと低い値に改善され、その後平成29年度～令和4年度は0.31-0.60 mg/gで推移し、令和5年度も0.40 mg/gと低い値を維持していた。なお、対照区⑥の平均値は1.2-1.7 mg/gの範囲で推移している。

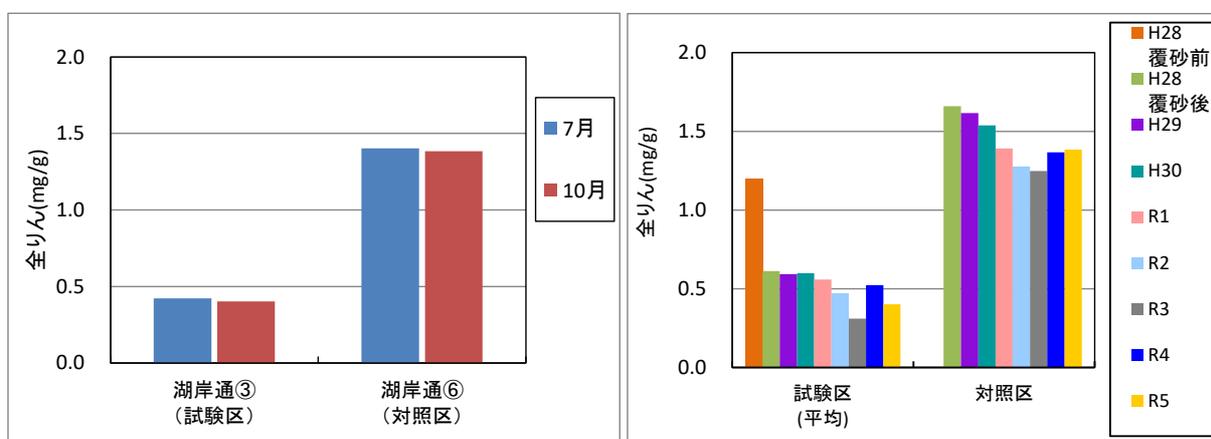


図7 全りんの令和5年度測定結果【湖岸通り区】

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 mm～)、礫(細)(2 mm～4.75 mm)、砂(粗)(425 μm～2 mm)、砂(細)(75～425 μm)、シルト・粘土(～75 μm)の5つの粒度分布組成(粒径別の乾燥重量の割合)を求めた。採泥試料における2 mm以上の礫の量は、採泥サンプル間でのバラつきが大きかった。以下、粒径2 mm未満の底質について測定結果を図9に示す。

75 μm未満のシルト・粘土分の割合(泥分率)について、試験区では覆砂施工前(H28.8月)は43%であったが覆砂実施後には10%未満になり、平成29年度～令和4年度は3-8%で推移し、令和5年度は1%と低い値を維持していた(砂分が99%を占めていた)。一方、対照区の令和5年度の泥分率は66%(砂分34%)であり、過去の調査と同程度であった。対照区の底泥は泥状であるのに対し、試験区では泥分率が小さく、覆砂の効果が維持されていた。

なお、採泥試料における2 mm以上の礫の割合については、試験区が4%、対照区が3%であった。

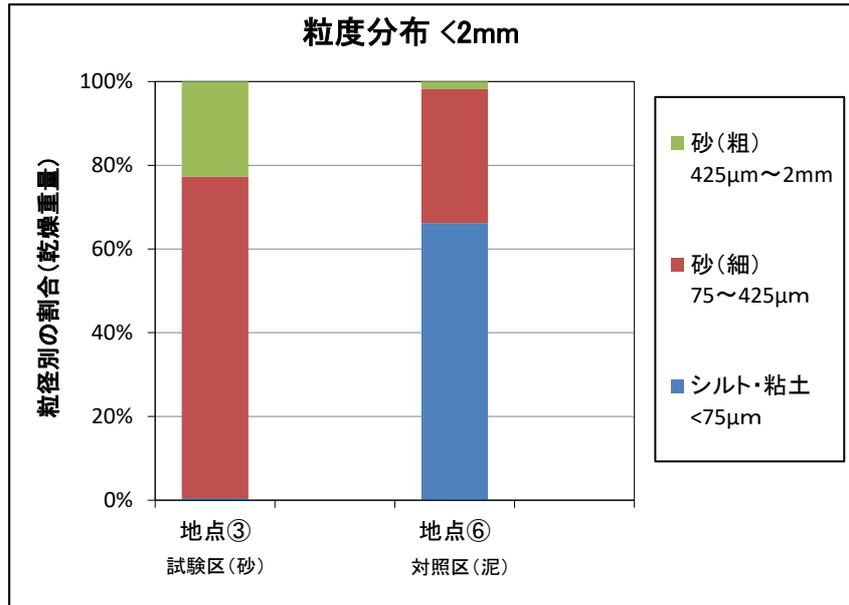


図9 底質の粒度分布組成【湖岸通り区】

3.2.3.2. 高木沖(地点⑦、⑧)

令和元年度～2年度に覆砂した試験区⑦について3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。水生植物の状況について、6月調査日に試験区ではヒシが観察され、対照区ではヒシが繁茂していた。10月調査日に試験区ではヒシ、クロモ、マツモが観察され、対照区ではヒシが繁茂し、水中にクロモが観察された。

<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5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3.9-6.5%であり、対照区の地点⑧の値19-20%と比べて平均14ポイント低かった(対⑧比2.7割)。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6月に比べて10月の方が値が高くなっていた(差2.6ポイント)。春～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%であったが覆砂後の令和3年度は2.9%に改善し、令和5年度の平均値は5.2%と低い値で推移しているが、前年より値が高くなっている。対照区の値は18-19%の範囲で推移している。

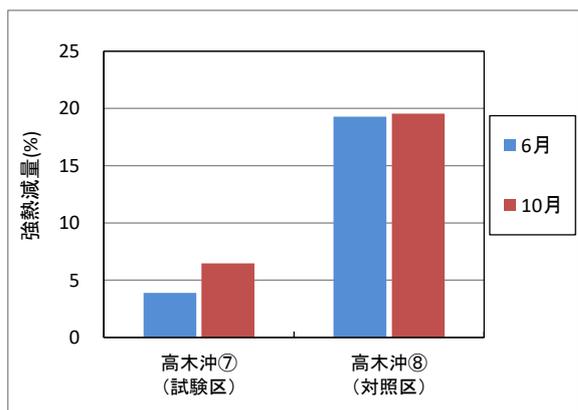


図 10 強熱減量のR5年度測定結果【高木沖】

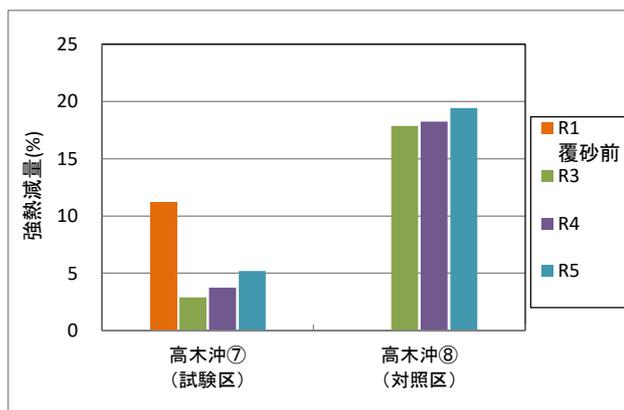


図 11 強熱減量の経年変化【高木沖】

<全窒素>

測定結果を図 12 に、経年変化を図 13 に示す。

令和 5 年度の測定結果について、覆砂した試験区的全窒素濃度は 0.88-1.9 mg/g であり、対照区の濃度 7.8-8.2 mg/g と比べて平均 6.6 mg/g 低かった (対⑧比 17%)。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 6 月に比べて 10 月の方が濃度が高くなっていた (差 1.0 mg/g)。春～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 0.35 mg/g と非常に低い値に改善され、令和 5 年度の平均値は 1.4 mg/g で低い値で推移しているが、前年より値が高くなっている。なお、対照区の値は 6.8-8.0 mg/g の範囲で推移している。

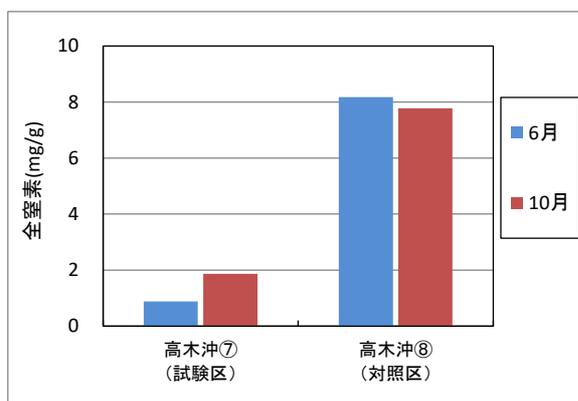


図 12 全窒素のR5年度測定結果【高木沖】

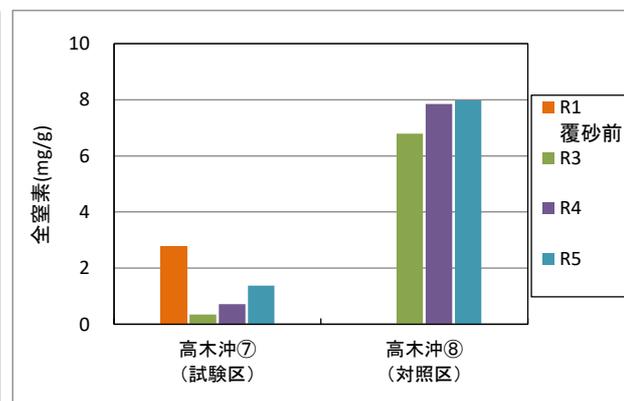


図 13 全窒素の経年変化【高木沖】

<全りん>

測定結果を図 14 に、経年変化を図 15 に示す。

令和 5 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 0.66-0.83 mg/g であり、対照区の濃度 1.6-1.7 mg/g と比べて平均 0.88 mg/g 低かった (対⑧比 46%)。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 6 月に比べて 10 月の方が濃度が高くなって

いた(差 0.17 mg/g)。春～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、試験区の全りん濃度は、覆砂前(R1.12月)が 1.4 mg/g であったが覆砂後は 0.57 mg/g と非常に低い値に改善され、令和 5 年度の平均値は 0.74 mg/g で低い値で推移しているが、前年より高い値であった。なお、対照区の値は 1.6-1.7 mg/g の範囲で推移している。

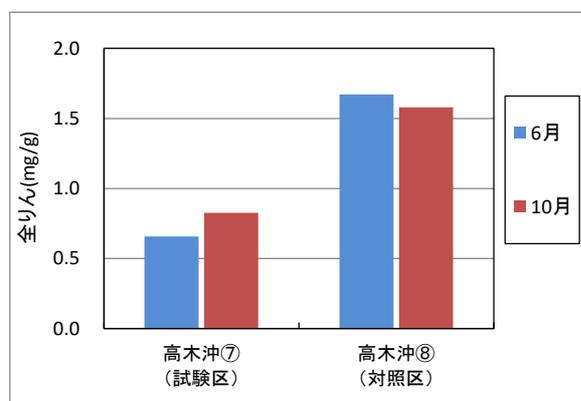


図 14 全りんの R5 年度測定結果【高木沖】

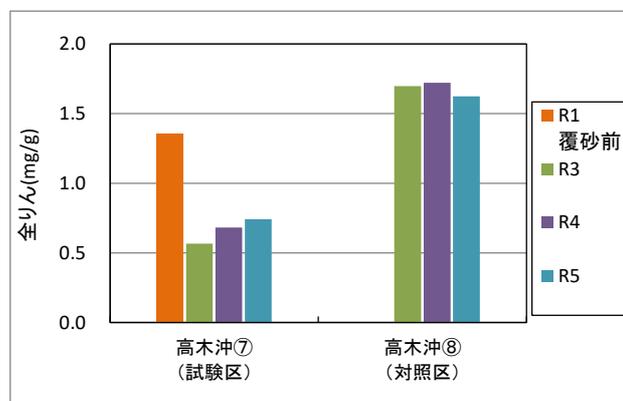


図 15 全りんの経年変化【高木沖】

<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 μm～2 mm)、砂(細) (75～425 μm)、シルト・粘土(～75 μm)の 5 つの粒度分布組成(粒径別の乾燥重量の割合)を求めた。採泥試料における 2 mm 以上の礫の量は、採泥サンプル間でのバラつきが大きかった。以下、粒径 2 mm 未満の底質について測定結果を図 16 に示す。

75 μm 未満のシルト・粘土分の割合(泥分率)について、試験区では R4 に 9% で、R5 に 26% であった(砂分 74%)。一方、対照区の泥分率は 89%(砂分 11%)であり、シルト・粘土分が大部分を占めていた。対照区の底泥は泥状であったが、試験区では砂分の割合が大きく、覆砂の効果が維持されていた。

なお、採泥試料における 2 mm 以上の礫の割合については、試験区が 17% で 4.75 mm 以上のれき分が多く見られ、一方対照区では 4% であった。

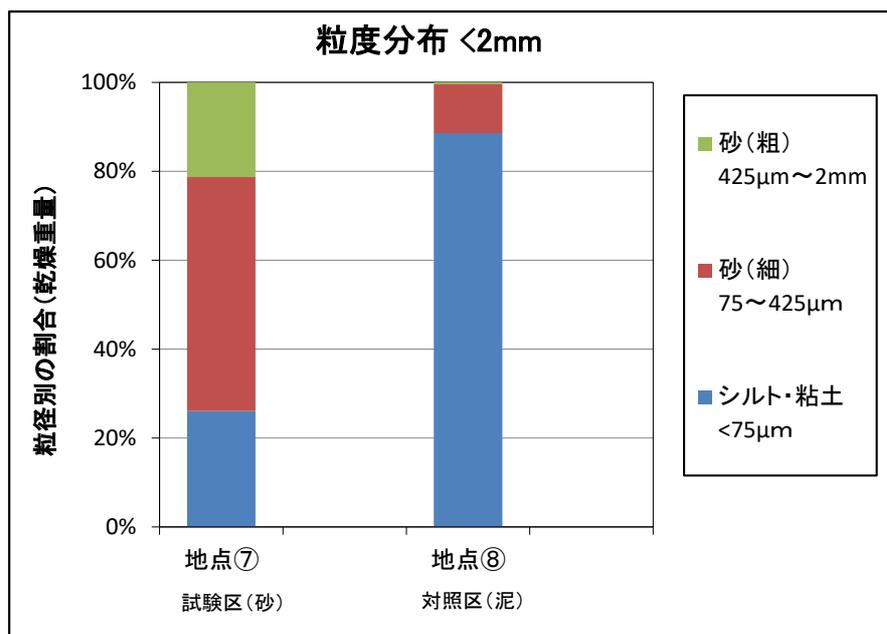


図 16 底質の粒度分布組成【高木沖】

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 7 年程度経過しても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、令和元年度～令和 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 3 年程度経過した状況において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。

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、全窒素で 9 割、全りんが 6 割程度の減少であった。(それぞれ湖岸通り区及び高木沖の平均)

底質については、これまでの継続的な調査により、底質性状の推移や改善効果が維持されている状況が把握されている。今後も長期的に状況の変化を把握することが重要である。

3.3 淡水シジミ生息調査

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（図1）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5年5月26日、8月15日、11月15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、本調査では採捕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4年産まれにあたる。覆砂区では3カ所で採捕した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

採捕結果

渋崎および湖岸通り地区の覆砂区では淡水シジミが採捕されたが、高木地区の覆砂区及び各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捕されなかった。

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2および図3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25および0個体、8月が55および5個体、11月が43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、92および98%と、採捕された淡水シジミのほとんど



図1 調査地点位置図

どは0+個体であった。

湖岸通り地区の覆砂区において採捕した淡水シジミ 0+個体および1+以上の個体の個体数は、5月が100 および0個体、8月が182 および3個体、11月が44 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、98 および96%と、採捕された淡水シジミのほとんどは0+個体であった。

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淡水シジミが採捕されたものの、対照区では採捕されなかった。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が、殻長4mm未満の淡水シジミが採捕されたことから5月中には産卵が始まっていると考えられた。8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6mm未満の淡水シジミが多数採捕された。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2年に造成された新規の覆砂区で、令和5年春にも覆砂が行われた。渋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す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。

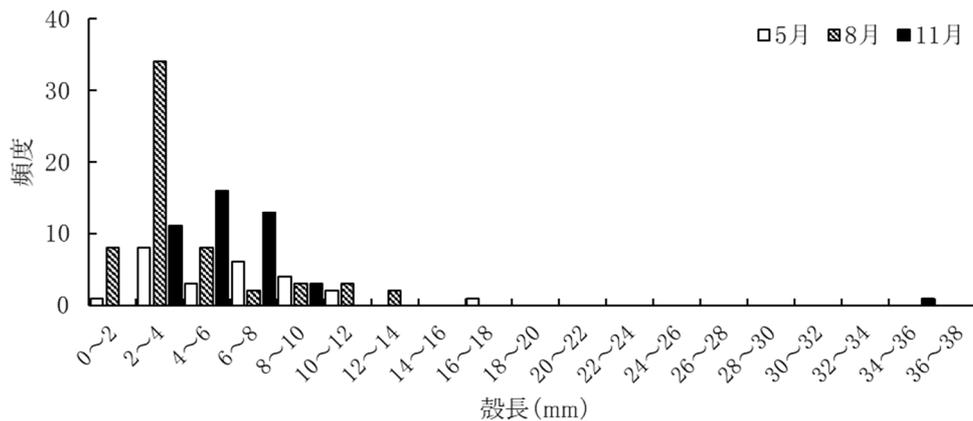


図2 渋崎地区の覆砂区における5、8、11月の淡水シジミの殻長頻度分布

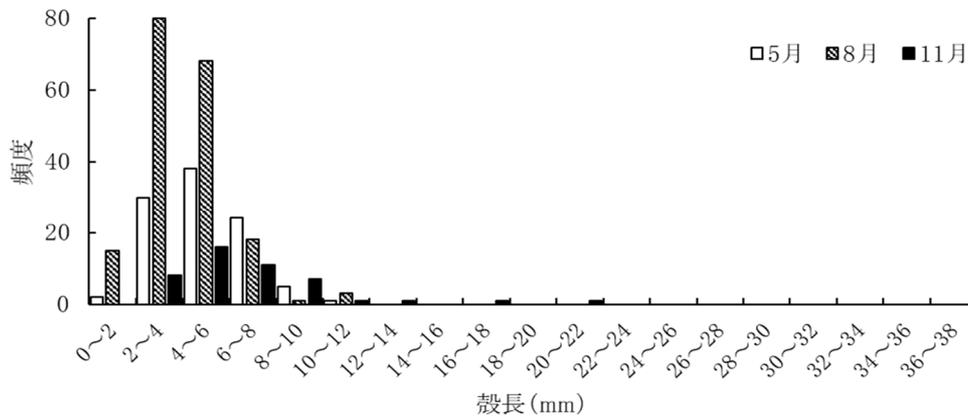


図3 湖岸通り地区の覆砂区における5、8、11月の淡水シジミの殻長頻度分布

表 渋崎および湖岸通り地区における淡水シジミの個体数と年齢組成

年齢	渋崎地区覆砂区の個体数			湖岸通り地区覆砂区の個体数		
	5月 (%)	8月 (%)	11月 (%)	5月 (%)	8月 (%)	11月 (%)
0 ⁺	25 (100)	55 (92)	43 (98)	100 (100)	182 (98)	44 (96)
1 ⁺ ~	0 (0)	5 (8)	1 (2)	0 (0)	3 (2)	2 (4)

生息密度

渋崎地区の覆砂区において採捕した淡水シジミ 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 8.3±4.0 および 0 個体/m²、8月が 18.3±1.2 および 1.7±0.6 個体/m²、11月が 14.3±10.1 および 0.3±0.6 個体/m²であった(図4)。

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 33.3±7.6 および 0 個体/m²、8月が 60.7±13.8 および 1.0±1.0 個体/m²、11月が 14.7±12.5 および 0.7±0.6 個体/m²であった(図5)。

渋崎地区および湖岸通り地区の覆砂区における生息密度は、産卵による新規加入によって8月に 0⁺個体の生息密度が上昇した。

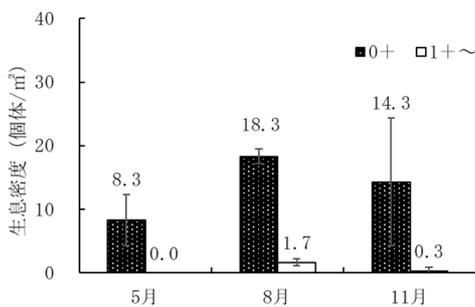


図4 渋崎地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度 (Iは標準偏差)

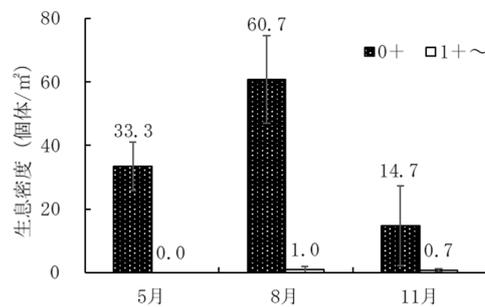


図5 湖岸通り地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度 (Iは標準偏差)

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捕された 0⁺個体と 1⁺以上の個体の 5 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6および図7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(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)が考えられた。湖岸通り地区では

令和4年、5年と2年続けて0⁺個体の生息密度が増加している。1⁺以上の個体の生息密度は例年一定程度あるものの増加はしていないことから、0⁺個体の密度が増加している要因は不明である。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。

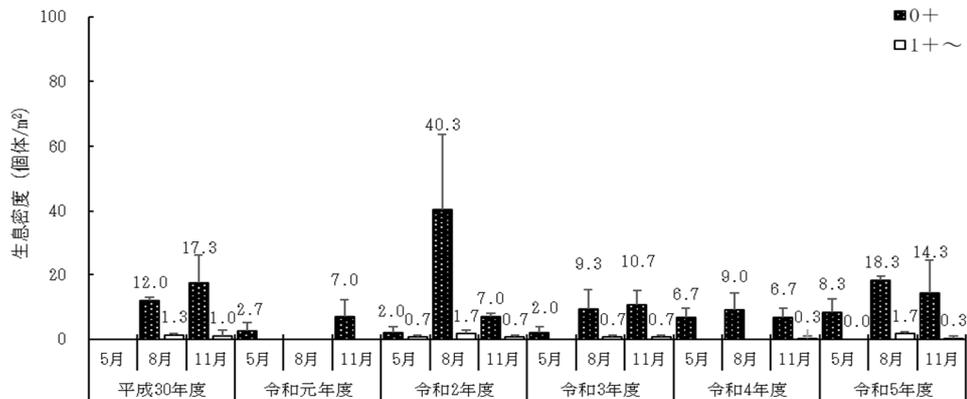


図6 浜崎地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度の推移 (Iは標準偏差)

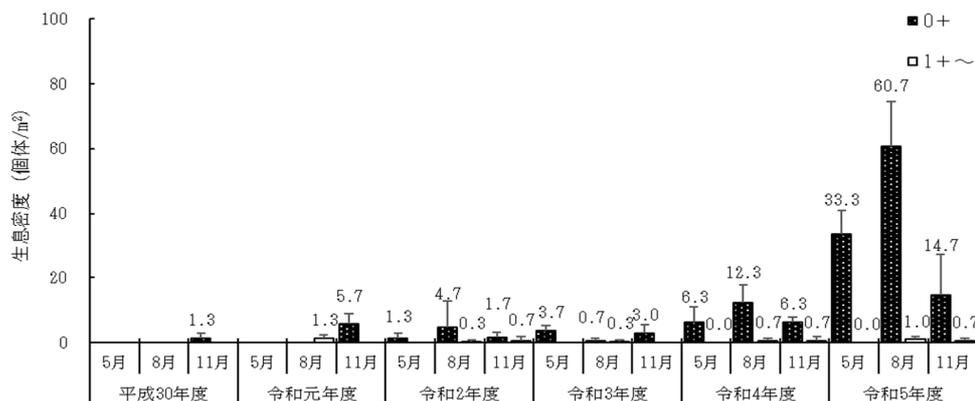


図7 湖岸通り地区の覆砂区における淡水シジミの生息密度の推移 (Iは標準偏差)

3.3.5 まとめ

- 浜崎および湖岸通り地区の覆砂区では淡水シジミが採捕され、それ以外の地区では採捕されなかった。
- 生息密度について、0⁺個体を中心に春に少なく、夏から秋にかけて増える傾向を示した。
- 湖岸通り地区の0⁺の生息密度が増加傾向にあった。

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 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する。本年度は平成 27 年度に造成した渋崎地区の覆砂区の 8 年後、平成 28 年度に造成した湖岸通り地区の覆砂区の 7 年後および令和元年に造成した高木地区の覆砂区の 4 年後の底生生物および魚類の生息状況を把握する。

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 5 年 6 月 14 日、8 月 22 日、10 月 17 日に罟網を調査地点に設置し、それぞれ 2 日後の 6 月 16 日、8 月 24 日、10 月 19 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。

使用漁具は目合い 3 mm、5 mm および 12 mm の罟網（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 調査に使用した罟網の仕様

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 5 年 6 月 15 日、8 月 24 日、10 月 19 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。使用漁具は目合い 1 cm 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で 7 および 6 種、湖岸通り地区の覆砂区および対照区で 8 および 6 種、高木地区の覆砂区および対照区で 6 および 4 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で 57 および 15 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 41 および 45 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では 13 および 20 個体と、対照区の方が覆砂区より多かった。

採捕された魚類はモツゴ、タモロコ、ウナギ、ウキゴリ、ヌマチチブ、ヨシノボリ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魚類の採捕種数はともに3種で、採捕個体数は10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魚類の採捕種数は5および3種で、採捕個体数は15および12個体であった。高木地区における覆砂区および対照区の魚類の採捕種数は4および3種で、採捕個体数は6および14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31および3個体、スジエビの採捕個体数は9および6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18および10個体、スジエビの採捕個体数は3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テナガエビの採捕個体数は3および6個体、スジエビの採捕個体数は4および0個体であった。テナガエビについては渋崎地区および湖岸通り地区において覆砂区の方が対照区より多く採捕された。スジエビについては渋崎および湖岸通り地区において対照区の方が覆砂区より多く採捕された。

採捕された貝類はタニシ科およびカワニナ科であった。カワニナ科は渋崎地区の覆砂区でのみ採捕された。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6および1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5および3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6、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		
	モツゴ	タモロコ	ウナギ	ウキゴリ	ヌマチチブ	ヨシノボリ	ブルーギル	テナガエビ	スジエビ	タニシ科	カワニナ科			
渋崎	覆砂区			1	7			2		31	9	6	1	57
	対照区			2	2			1		3	6	1		15
湖岸通り	覆砂区	1	1		3	2			8	18	3	5		41
	対照区				9	1			2	10	20	3		45
高木	覆砂区		1		1	1			3	3	4			13
	対照区		1	1					12	6				20
合計		1	3	1	16	13		3	25	71	42	15	1	191

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でともに6種、湖岸通り地区の覆砂区および対照区でともに6種、高木地区の覆砂区および対照区では7および6種であった（表3）。

採捕された魚類はワカサギ、モツゴ、タモロコ、ビワヒガイ、カマツカ、フナ、ウキゴリ、ヌマチチブ、ヨシノボリ、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118および50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18および28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95および76個体であった。

表3 渋崎、湖岸通り及び高木地区における6、8、10月に採捕された種及び個体数

調査地点	ワカサギ	モツゴ	タモロコ	ビワヒガイ	カマツカ	フナ	ウキゴリ	ヌマチチブ	ヨシノボリ	オオクチバス	ブルーギル	合計
渋崎	覆砂区	110	1	1			3	2	1			118
	対照区	33	7	2			6	1		1		50
湖岸通り	覆砂区	1		2	2		1			2	10	18
	対照区		5	9		3	1			2	8	28
高木	覆砂区	84	2	1		1	2			4	1	95
	対照区	56	2	1			1			3	13	76
合計		284	9	19	5	3	14	3	1	12	32	385

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採捕された種および個体数の一覧を表4に、過去3年間の魚類調査で採捕された種および個体数の一覧を表5に示した。5年間の底生生物調査で採捕された種は、魚類が10種、甲殻類が2種、貝類が2種であった。3年間の魚類調査で採捕された魚類は11種であった。

魚類については、底生生物調査でヌマチチブが毎年採捕されており、続いてウキゴリが令和2年以降は4年連続で採捕された。その他の種では1から3年間採捕された種が大半であった。魚類調査ではワカサギ、モツゴ、タモロコ、ウキゴリ、ヌマチチブ、オオクチバス、ブルーギルの7種が3年続けて採捕された。両調査を通して覆砂区のみで採捕されたのは、採捕個体数が少なく単年のみの採捕となったドジョウ除くとカマツカだけであり、それ以外の魚種では覆砂区と対照区の両方から採捕された。カマツカは砂底または砂礫の場所にすみ、湖の沿岸の砂底域にもすむ（宮地ら、1976）とされており、覆砂により好適な生息環境が創られたと考えられた。

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少ないため、巻貝類への覆砂の効果は明らかではない。

甲殻類については、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確認されている。山根（1991）はテナガエビの底質選択制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、本調査で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している。

表4 5年間の底生生物調査で採捕された種および個体数

年度	R1				R2				R3				R4				R5				総個体数	
	渋崎		湖岸通り		渋崎		湖岸通り		渋崎		湖岸通り		渋崎		湖岸通り		渋崎		湖岸通り			
	覆砂区	対照区	覆砂区	対照区																		
モツゴ	5	13	24	17		1	1	1													63	
タモロコ															1					1	2	
コイ								1													1	
ドジョウ											2										2	
カサドジョウ				1																	1	
ウキゴリ					1	6	1	1	3	5	7	7	1		1	3	1	2	3	9	51	
ヌマチチブ	7	7		5	5	13	2	7	4		2	4	7	3	10	10	7	2	2	1	98	
ヨシノボリ																	2	1			3	
オオクチバス								1													1	
ブルーギル				1																8	2	11
甲殻類		1	7	1	23	3	10	2	2	2	4	1	24		9	10	31	3	18	10	161	
スジエビ	2	1	9	25	5	12		15	4	16	1	11	2	9	4	35	9	6	3	20	189	
貝類	1		5		3	4	2		6	7	5	3	7	5	1	2	6	1	5	3	66	
カワニナ科					1												1				2	
合計	15	22	45	50	38	39	16	28	19	30	21	26	41	17	25	61	57	15	41	45	651	

表5 3年間の魚類調査で採捕された種および種数

年度	R3						R4						R5						総個体数	
	渋崎		湖岸通り		高木		渋崎		湖岸通り		高木		渋崎		湖岸通り		高木			
	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		
ワカサギ	8	134		10	46	1	2	276	12	8	81	124	110	33	1		84	56	986	
モツゴ	1		1	7				1		2						5	2	2	21	
タモロコ	2	1				2	1	1		7	1		1	7		9	1	1	34	
ビワヒガイ													1	2	2				5	
カマツカ	1														2		1		4	
フナ					2											3			5	
ウキゴリ					5			2	1	3		2	3	6	1	1	2	1	27	
ヌマチチブ					2								2	1					5	
ヨシノボリ													1						1	
オオクチバス	4		5	1			1				3				1	2	2	4	3	26
ブルーギル	4			3	11	1					1					10	8	1	13	52
合計	20	135	6	21	66	4	4	280	13	20	86	126	118	50	18	28	95	76	1166	

3.4.5 参考文献

- 宮地・川那部・水野 (1976) : カマツカ. 原色日本淡水魚図鑑 全改訂版, 161-163pp. 保育社, 大阪.
- 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5年5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。ワカサギは、日中は群れで行動し、日没後は単体で行動する。そのため、調査開始時刻は日没後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。

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

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

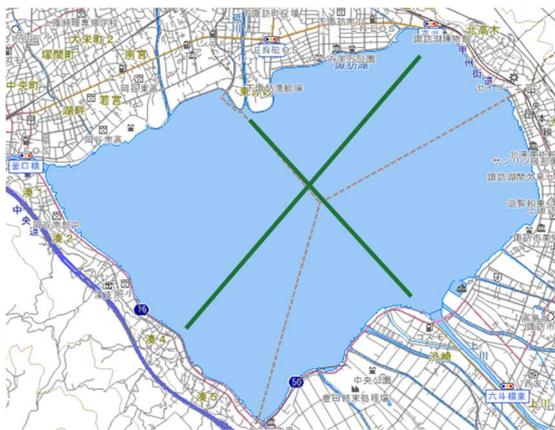


図1 資源量調査定線の位置

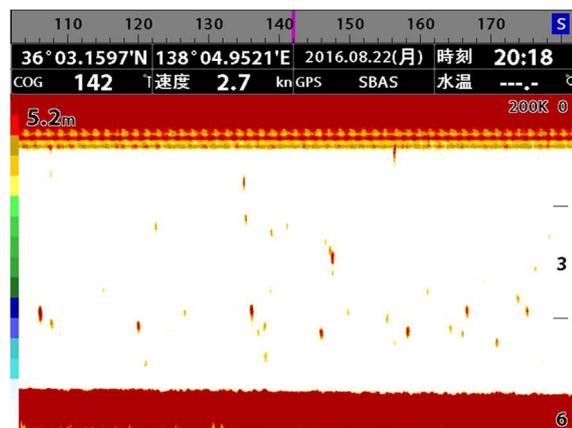


図2 魚群探知機の反応像
(赤や黄色で表示された点がワカサギの反応像)

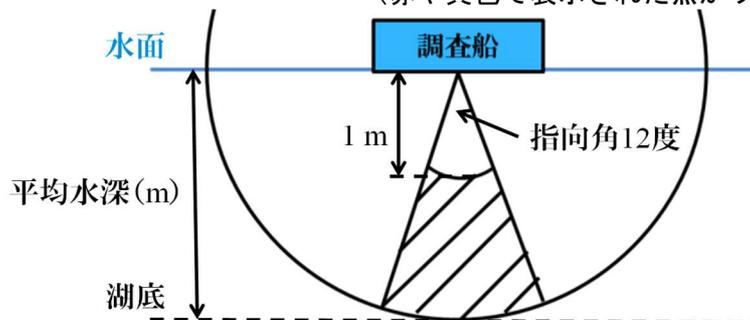


図3 探査面積の範囲

(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5年6月から令和6年3月まで月1回、諏訪湖漁業協同組合の投網で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

5月～11月の推定資源尾数は、316～1818万尾であった（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月中の結果を過去5年間と比較すると、今年度の資源尾数は、令和3年度と近い値であった。

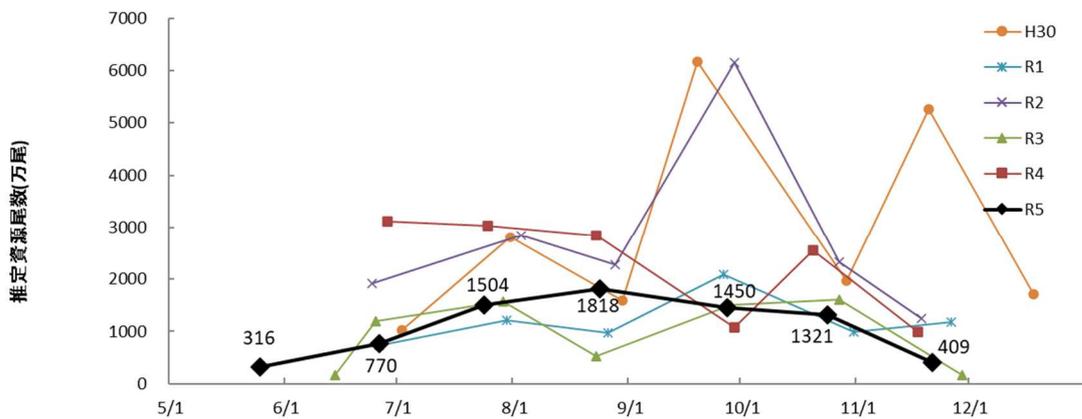


図4 平成30～令和5年の諏訪湖のワカサギ推定資源尾数

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元年度と同程度に大きく、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少なかったため、1尾当たりの摂餌量が多くなったことにより、1個体の大きさが大きくなったと考えられる。

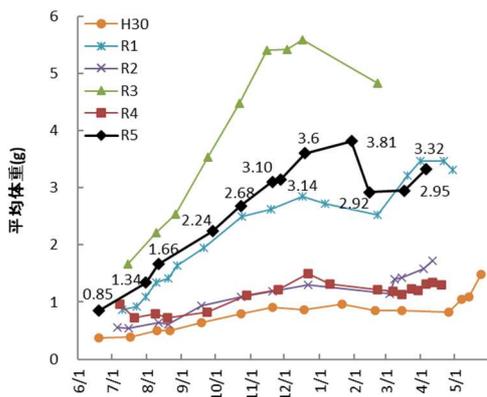


図5 ワカサギ0歳魚の平均体重

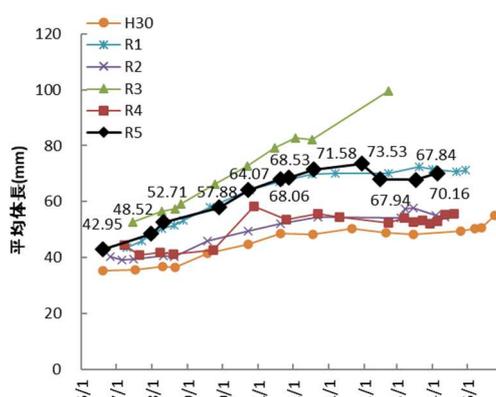


図6 ワカサギ0歳魚の平均体長

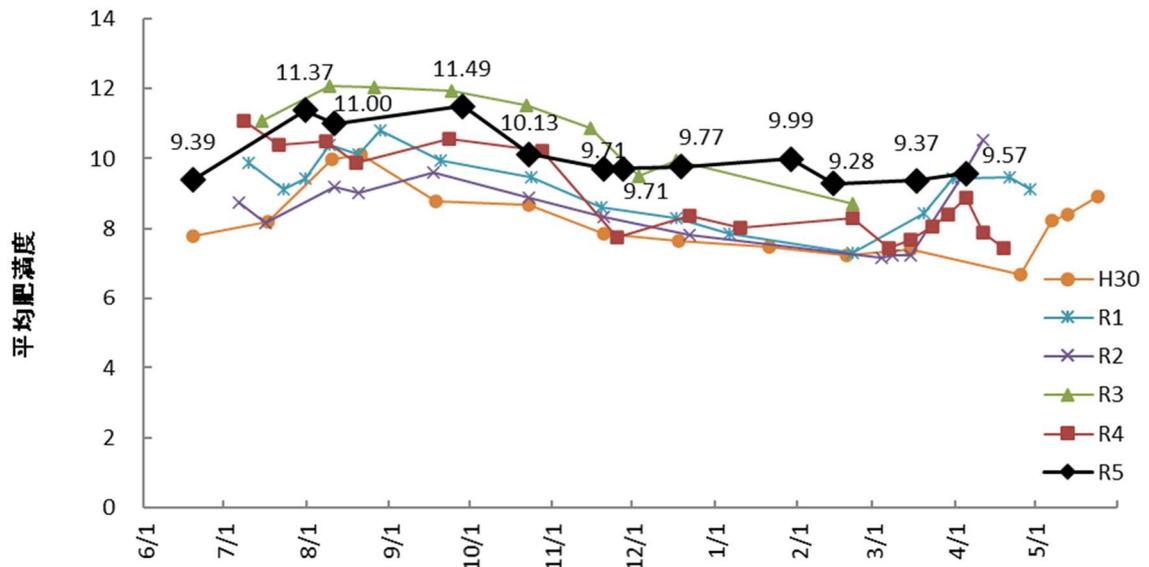


図7 ワカサギ0歳魚の平均肥満度

4.4. まとめ

- ・ 5月～11月のワカサギの推定資源尾数は、316～1818万尾であった。
- ・ 0歳魚（小公）の平均体重、平均体長は、令和元年度と同程度に大きかった。

第5章 水生動植物調査

5.1. 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

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5年8月1、2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、密度階級別の面積を求めた。本調査を行う時点ですでにヒシ刈り船による刈り取りが行われている。そこで、刈り取りによるヒシの面積を補足するため、ヒシ刈りの位置および面積を諏訪建設事務所に聞き取りを行い、本調査で求めた面積と刈り取り面積を合わせて当年度の繁茂面積とした。

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26年以降の繁茂面積の経年変化を表1および図1に示した。本調査におけるヒシの面積は122haであり、刈り取り面積も合わせた繁茂面積は186haと推定された。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年以降微増が続いている。

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(%)
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
R5	186	14

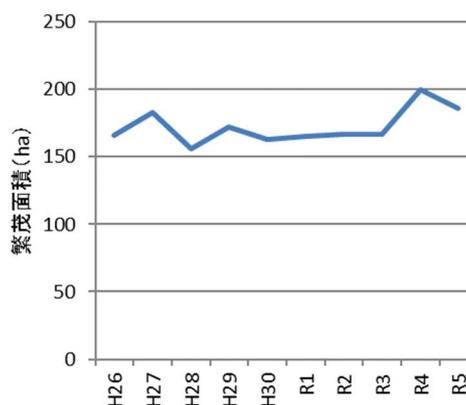


図1 ヒシの繁茂面積の経年変化

平成28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44ha、9ha、69haであり、繁茂面積に占める割合はそれぞれ24%、5%、37%であった。また、本年のヒシ刈り取り面積は65haであり、その割合は繁茂面積の35%であった。

表2 密度階級別のヒシ繁茂面積とその割合

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 (%)		
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
R5.8.1、2	44 (24)	9 (5)	69 (37)	65 (35)	186

※ 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 28 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、大きな変化はなかった。例年、諏訪湖北東岸の高浜から高木にかけての範囲で、ヒシの分布が沖まで広がっている。その張り出しの大小で、諏訪湖全体のヒシ繁茂面積は左右されている。



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。エビモは漕艇場内や湖岸通り沖を中心に、ササバモは豊田沖や釜口水門および横河川河口を中心に、ヒロハノエビモは豊田沖や漕艇場を中心に、ホソバミズヒキモはヨットハーバー付近および豊田沖で、セキシウモは豊田沖で確認された。豊田沖は水深が浅く、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。

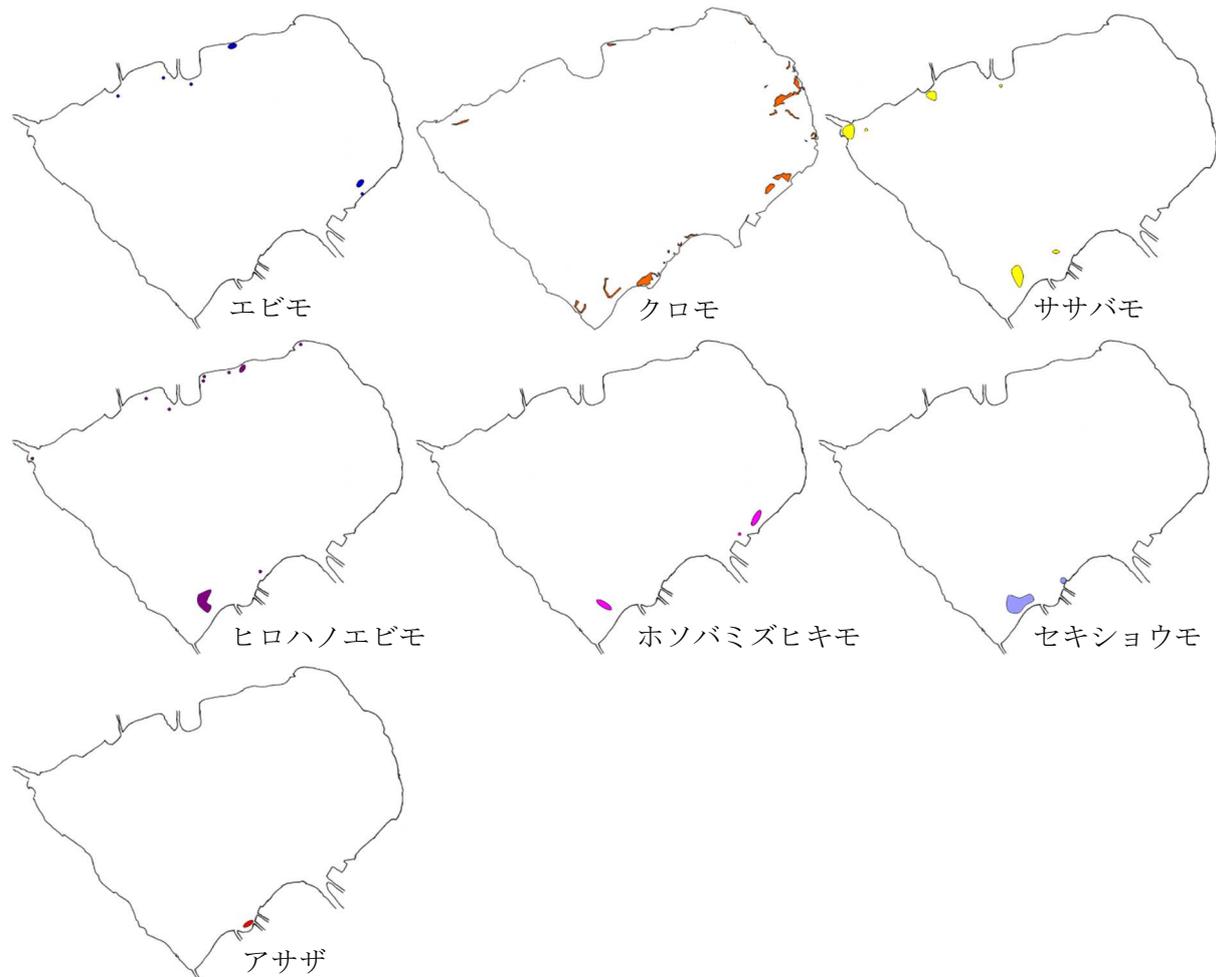


図3 令和5年のヒシ以外の浮葉・沈水植物分布

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9haで、令和4年と比較して57%（12ha）減少した。ヒシ分布域の沖側や豊田沖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4年と比較してその面積に変化はなかった。

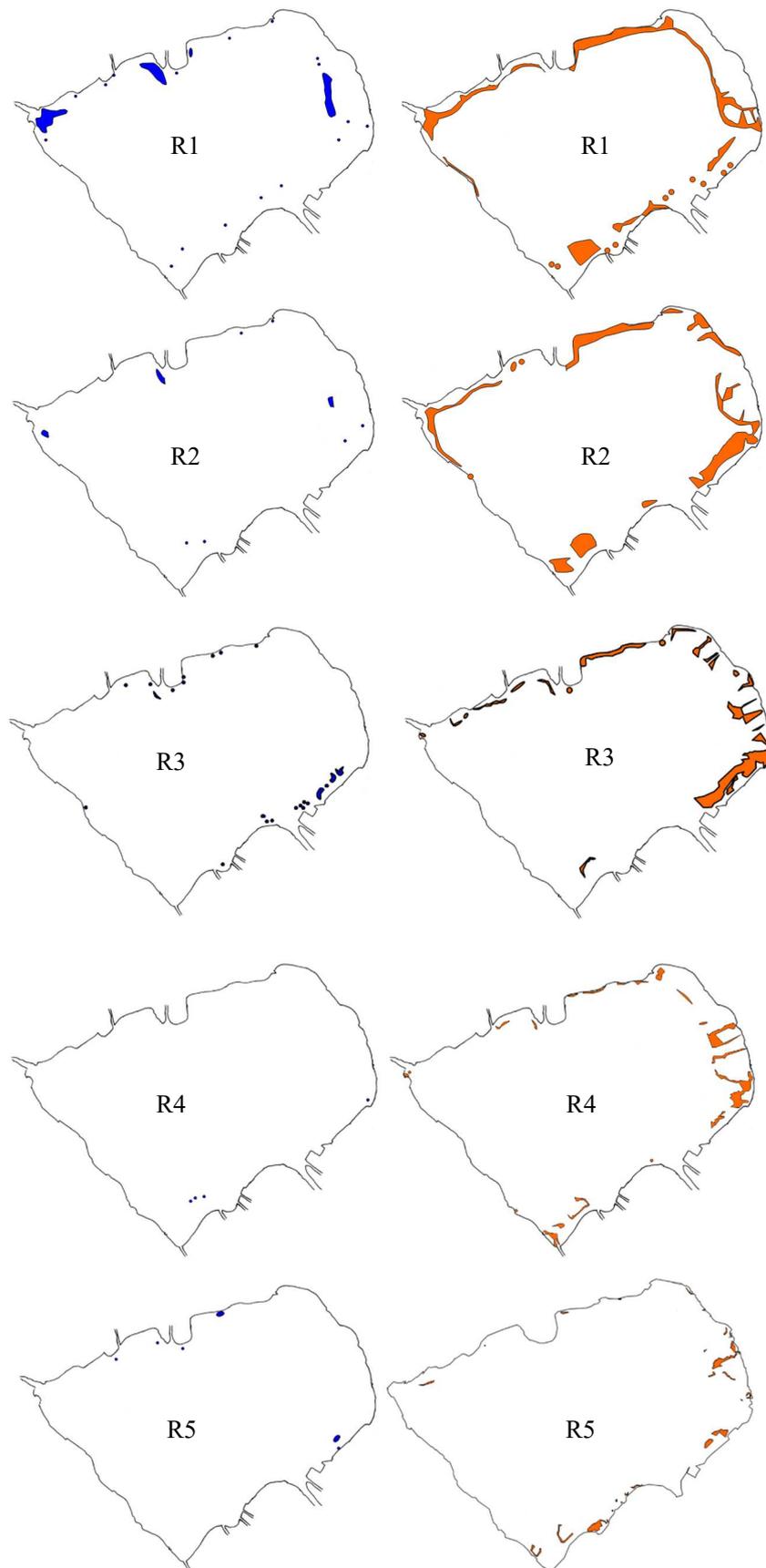


図4 エビモ (左) とクロモ (右) の分布の経年変化

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)
H28	55	20
H29	33	47
H30	8	29
R1	6	52
R2	0	68
R3	2	41
R4	0	21
R5	0	9

5.1.4. まとめ

- 本年のヒシの繁茂面積は 186ha で、令和 4 年よりも 14ha 減少した。
- 本年も密度 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、大きな変化はなかった。
- 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 4 年と比較してクロモの分布面積は 57% (12ha) 減少、エビモの面積に変化はなかった。

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5年8月30日、9月11日及び9月29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5年7月14日、7月26日及び8月9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5年8月30日(水)		令和5年9月11日(月)		令和5年9月29日(金)	
	往路	復路	往路	復路	往路	復路
天候	曇り	曇り一時晴れ	曇り	曇り／晴れ	晴れ	晴れ
気温(℃)	29.0	31.0	25.0	27.0	24.0	29.0
風向	NE	NE	E	E	-	NE
風力(m/s)	1.0	1.0	2.0	1.0	0	2.0
雲量(%)	100	100	50	50	5	10
照度(lux)	35,000	60,000	23,000	43,000	82,000	100,000
開始時刻～終了時刻	13:50～ 14:40	14:40～ 15:30	9:00 ～9:50	9:50～ 10:50	9:00～ 11:00	11:00～ 12:10
調査人数	3	3	2	2	3	3
メガネサナエ確認数 片道ごとの平均	3.3	1.0	1.0	1.0	48.3	45.7
メガネサナエ確認数 往路復路平均	2.2		1.0		47.0	

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29日が最も多く、雌雄連結も確認された。

5.2.3.2. 羽化殻調査

表2 羽化殻調査の結果

実施日	令和5年7月14日(金)			令和5年7月26日(水)			令和5年8月9日(水)			総計
	①	②	③	①	②	③	①	②	③	
メガネサナエ	44	8	2	31	7	3	14	1	2	112
ウチワヤンマ	33	7	7	4	0	0	0	0	0	51
オオヤマトンボ	19	11	1	6	6	3	3	1	1	51
コフキトンボ	134	2	8	90	4	16	34	1	5	294
ミヤマサナエ	9	0	2	10	0	0	0	0	0	21

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。

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

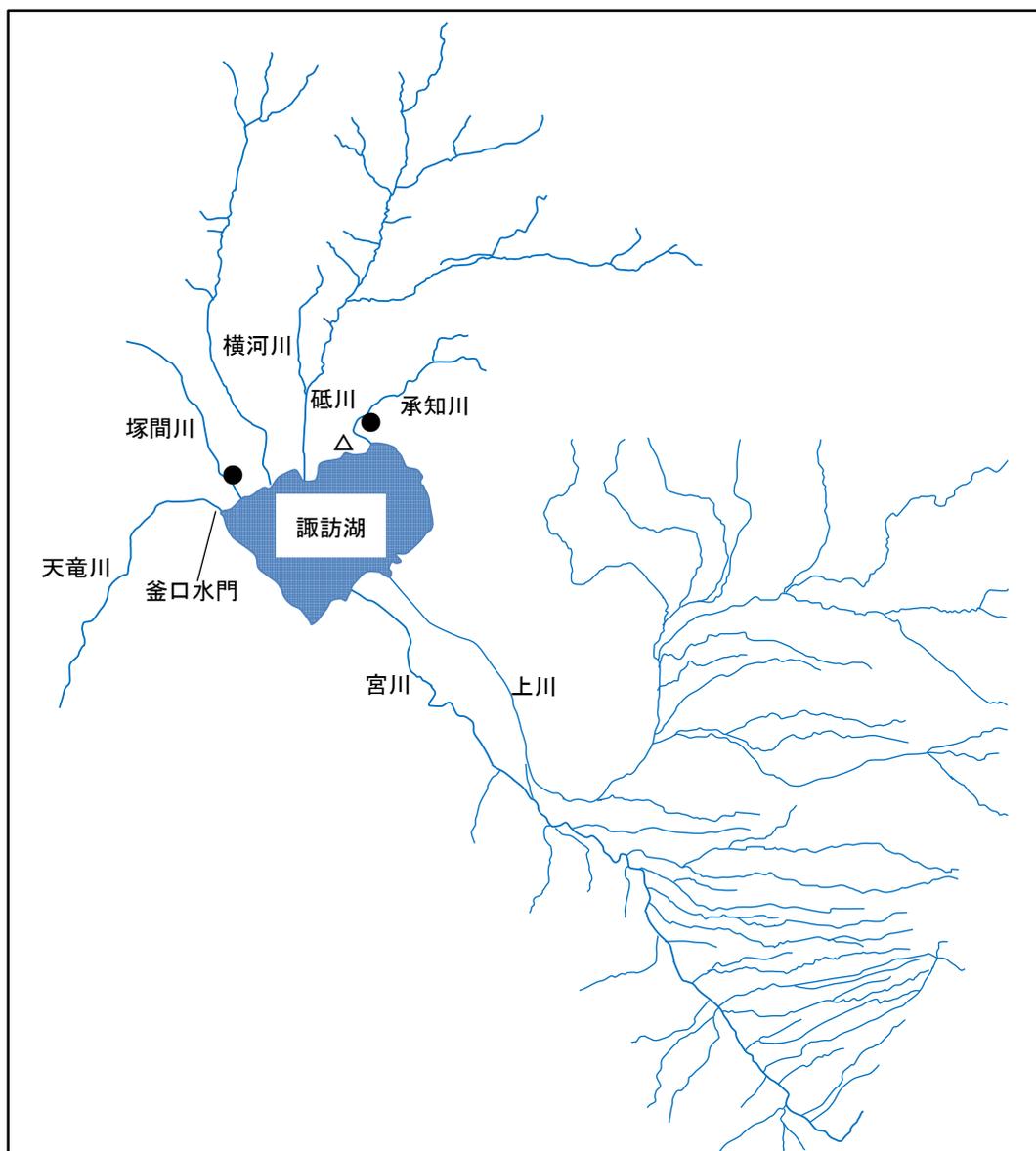
6.1. 調査目的

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。今年度は、昨年度までに行った調査結果を用いて、塚間川からの負荷量を算出し、2021年、2022年の値との比較を行った。

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。測定点の位置を、図1に示す。



● 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1 調査地点

6.2.2. 測定期間

水位計のデータは、2023/1/1～2023/12/31 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. 水位

水位の測定のために、塚間川と承知川に圧力式の水位計（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位計により大気圧を測定した。

ただし、承知川は水位計を設置した位置よりも水位が下がっており、水位がマイナスの値を示したため、データを使用できなかった。

6.2.4. 水深と流量の関係

次の相関式(H-Q式)¹⁾から水位と流量を算出した。なお、係数(a, b)は2021年度、2022年度の測定で得られた値を使用した。

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

Q：流量(m³/s)、H：水位(m)、a, b：回帰計算から求まる係数

a	6.7959
b	-0.0796

6.2.5. 負荷量

次の相関式(L-Q式)¹⁾から各物質の負荷量を算出した。なお、係数(a, b)は2021年度、2022年度の測定で得られた値を使用した。

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

	COD	有機炭素	全窒素	全りん	SS
a	0.9585	0.5416	1.5702	0.0168	1.2392
b	0.7367	0.7463	1.1649	0.8662	0.9912

6.3. 調査結果

6.3.1. 河川流量

6.2.4. で示した式から塚間川の流量を求めた。流量の日毎の経時変化を図2に、あわせて気象庁観測所諏訪局における降水量を図3に、それぞれ示す。

2023年度の塚間川の最大流量は6月2日の250,492m³/日であった。また、日ごとの経時変化を見ると、5月、7月、10月に高い値があった。

気象庁観測所諏訪局における降水量と比べたところ、日ごとの流量と増加の傾向が類似していた。これは、河川流量は降雨の影響で増加することを示していると思われる。

以上のことから、5月、7月、10月に流量の増加は、降雨の影響（このうち7月は梅雨前線、10月は秋雨前線の影響）により増水したためであると考えられる。

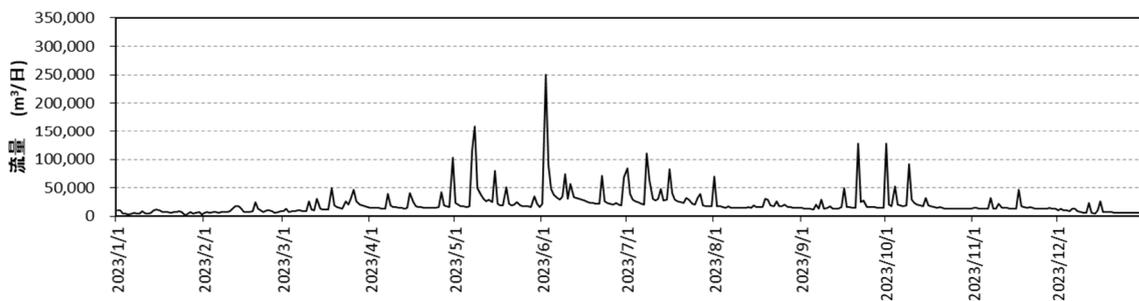


図2 塚間川における流量の日ごとの経時変化（2023年度）

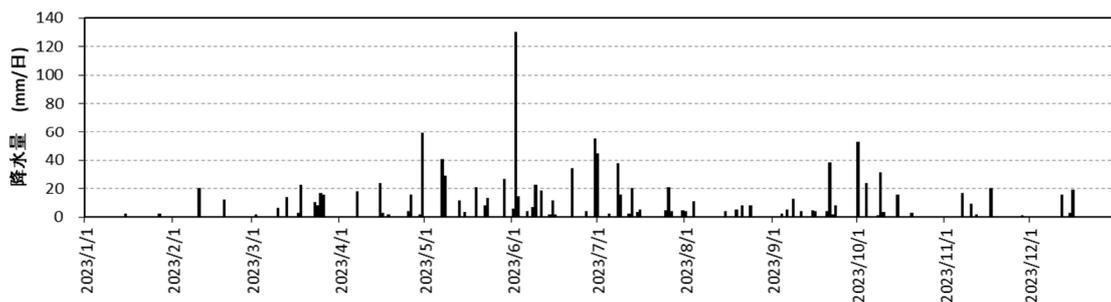


図3 気象庁観測所諏訪局における降水量（2023年度）

6.3.2. 豊水流量以上の流量が年間流量に占める割合

1年を通じた川の流量の特徴（流況）を探るために、日ごとの流量をもとに流況曲線図を作成した（図4）。曲線図は最初の20日間くらいで最大値の1/5（約50,000m³）に急激に減少した後ゆるやかに小さくなっていく特徴があった。

流況をあらわす指標に豊水流量（1年間の流量データを大きい順に並べて95番目の流量）、平水流量（同185番目の流量）、低水流量（同275番目の流量）、渇水流量（同355番目の流量）がある²⁾。結果から得られた値と各指標までの流量の合計、割合を表1に示す。

それぞれの値を比べたところ、豊水流量（22,122m³）に対して、平水流量（15,560m³）は約2/3、低水流量（11,771m³）は約1/2、渇水流量（5,091m³）は約1/4の値であった。

また、塚間川の豊水流量以上の1日目～95日目までの流量の合計は年間総流量の54%を占めることから、1年間の限られた期間（95日間）の流量が河川全体に大きな影響を与えていることが推察された。

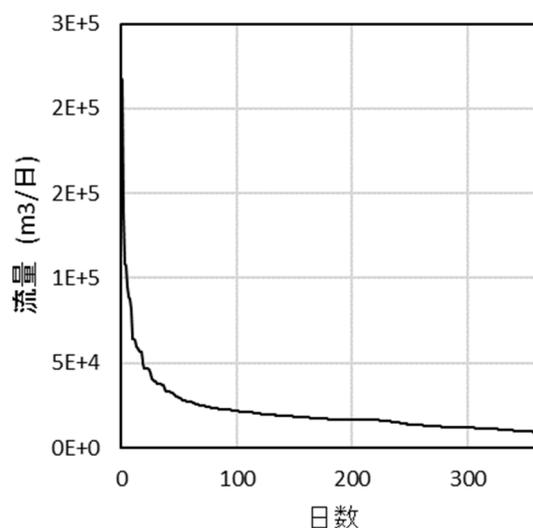


図4 2023年度の塚間川の流況曲線

区分	流量値 (m ³)	左欄の流量区分以上の累計 (m ³)	全体に対する累積の割合 (%)
豊水流量	22,122	4,252,566	54.3
平水流量	15,560	5,881,394	75.1
低水流量	11,771	7,146,979	91.2
渇水流量	5,091	7,792,957	99.5
合計		7,834,524	100.0

表1 流量区分ごとの流量と年間流量に占める割合

6.3.3. 塚間川の負荷量

6.2.5.の方法から算出した2023年度の塚間川の月別の負荷量を表2に示す。

各月の負荷量は、COD、有機炭素、全窒素、SSが3桁(100kg)～4桁(1,000kg)の規模であるのに対して、全りんはそれより少ない規模(1桁～2桁)であった。各物質のなかでは、COD、全窒素、SSが大きい値であった。

また月ごとの負荷量は、どの物質も流量が多い5月～7月に大きい結果になった。

次に過去3年間の値を比較したところ、2023年度の負荷量は2021年度に比べてやや少なかったが、2022年度と同程度の量であった(図5)。このことから、過去3年間で河川環境や流域の負荷源に大きな変化はなかったと考えられる。

月	流量 m ³ /月	負荷量				
		COD kg/月	有機炭素 kg/月	全窒素 kg/月	全りん kg/月	SS kg/月
1月	205579.7	382.7	211.1	213.9	4.8	260.4
2月	278050.7	464.4	257.1	310.2	6.2	351.0
3月	552496.7	781.2	435.1	687.1	11.3	693.4
4月	641084.0	857.0	478.1	831.8	12.7	802.9
5月	1024917.7	1201.1	673.2	1452.5	19.0	1277.7
6月	1274852.3	1396.7	784.7	1888.6	22.8	1585.6
7月	1088196.4	1286.7	721.2	1515.3	20.3	1357.5
8月	602690.2	841.8	469.0	753.6	12.2	756.1
9月	635259.8	841.8	469.7	834.8	12.5	795.2
10月	763617.5	967.4	540.7	1032.2	14.7	954.4
11月	482901.6	712.2	396.1	582.1	10.1	607.0
12月	284877.4	482.8	267.1	315.7	6.4	359.7
合計	7834523.9	10215.8	5703.0	10417.8	152.9	9801.0

表2 2023年度の塚間川の流量、負荷量

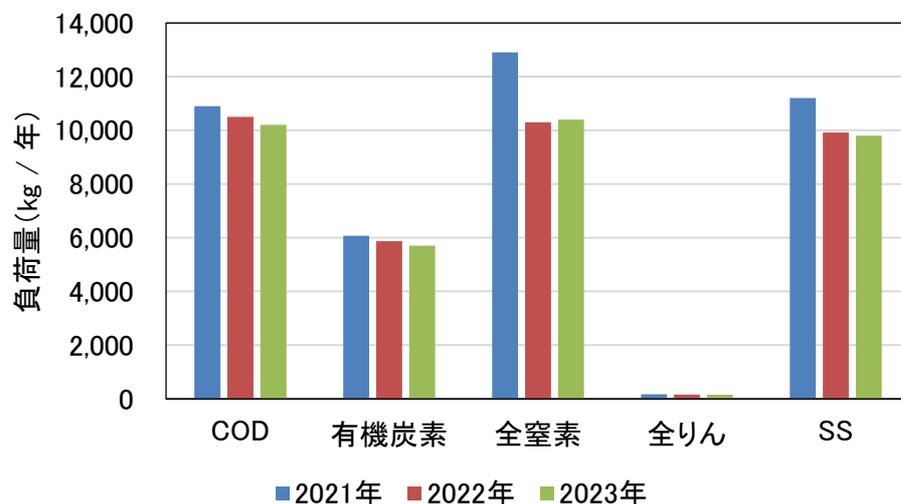


図5 塚間川負荷量の比較(2021年～2023年)

6.4. まとめ

令和5年度の流入河川水量等調査から、塚間川について以下のことが明らかになった。

- ・河川流量は、5月、7月、10月に高い時期があった。これは、梅雨前線や秋雨前線などの気象変化の影響を受けて流量が増加したためであると考えられる。
- ・豊水流量以上の期間の流量の合計値が年間総流量の半分以上を占めることから、1年間の1/4程度の状況が河川全体に大きな影響を与えていると思われる。
- ・負荷量を計算して過去3年間の結果と比較したところ、今年度は昨年度と同程度の値であることがわかった。

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) 国土交通省国土技術政策総合研究所 ホームページ 河川用語集～川のことば～”流況”

第7章 総括

諏訪湖環境研究センター

令和5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 溶存酸素濃度等連続測定調査)

貧酸素水塊の状況把握のため、溶存酸素濃度等連続測定を行った。信州大学が3月下旬から12月下旬にかけて測定した湖心では、6月下旬から最深測定点のDO濃度が3mg/Lを下回る貧酸素状態が現れ始め、7月下旬には無酸素状態が継続した。その後、変動を繰り返しながら貧酸素状態は解消に向かい、10月にはほとんど見られなくなった。県は7地点について7月中旬から12月下旬にかけて測定を行ったが、水深の深い①地点、③地点および④地点における最深測定点においては、測定開始直後からDO濃度が3mg/Lを下回る貧酸素状態が観測されており、9月頃まで貧酸素状態の発生が認められた。比較的水深の浅い②地点及び⑤地点においても、頻度は少ないものの無酸素状態になることがあった。水深がごく浅い⑦地点については、貧酸素状態になる時間がわずかに認められた。⑥地点については欠測期間が長く、夏季の溶存酸素の変動を把握できていない。

(第2章 プランクトン調査)

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5年度は、例年と同様に春季に珪藻類が増加し、4月にピークとなった。7月からは藍藻類が増加し、優先した。令和4年度も7月から8月に藍藻類が優先したが、令和5年度は令和4年度に比べると細胞数は少なかった。また、令和4年度は小型藍藻類主体だったが、令和5年度は大型藍藻類も優先した。9月以降は緑藻類が優占し、10月にピークとなった。その後、全体の生物量は減少に転じた。

動物プランクトン調査については、月1回の採水を行い、個体数で調査している。令和5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。この傾向は過去3年間で共通していたが、個体数がピークとなる月は年度により異なる。令和5年度は4月下旬、10月下旬及び3月下旬にピークが現れた。

(第3章 覆砂場所のモニタリング調査)

諏訪湖沿岸に造成した覆砂場所において、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。

水質調査及び底質調査は2区画（平成28年度造成の湖岸通り区及び令和元年度～2年度造成の高木沖）を対象とし、覆砂を実施した試験区と覆砂が未実施である対照区で比較を行っている。

水質調査結果では、両区画とも対照区の栄養塩濃度が試験区のそれよりも高い傾向があり、覆砂の施工から7年程度又は3年程度経過しても覆砂による水質改善の効果が継続していると思われる。

また、溶存酸素濃度については夏季を中心に対照区の方が試験区より低くなる傾向があり、覆砂による底泥の酸素消費量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。

底質調査では、両区画とも対照区と比較して試験区の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7年又は3年程度経過しても底質改善効果が維持されていることが確認された。

淡水シジミ生息調査並びに底生生物及び魚類モニタリング調査では、湖岸通り地区、高木地区平成27年度造成の渋崎地区の3区画を対象とした。

淡水シジミ生育調査では、渋崎および湖岸通り地区の覆砂区では淡水シジミが採捕されたが、高木地区の覆砂区及び各地区の対照区では採捕されなかった。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2年に造成された新規の覆砂区で、令和5年春にも覆砂が行われた。渋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、令和5年度は確認できなかったが数年後に高木地区の覆砂区においても淡水シジミが生息する可能性が考えられる。

底生生物調査については、5年間で魚類10種、甲殻類2種、貝類2種が捕獲された。また、魚類調査については3年間で魚類11種が捕獲された。

魚類のうち、覆砂区のみで採捕されたのは、採捕個体数が少なく単年のみの採捕となったドジョウ除くとカマツカだけであり、それ以外の魚種では覆砂区と対照区の両方から採捕された。カマツカは砂底または砂礫の場所にすみ、湖の沿岸の砂底域にもすむとされており、覆砂により好適な生息環境が創られたと考えられた。

貝類については巻貝のみ捕獲されたが、巻貝類への覆砂の効果は明らかではない。

甲殻類については、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確認されている。

(第4章 ワカサギの資源量調査)

5月～11月のワカサギの推定資源尾数は、約316～1,818万尾であった。0歳魚(小公)の平均体重、平均体長および平均肥満度は、令和元年度と同程度に大きかった。

(第5章 水生動植物調査)

ヒシおよび水生植物の分布調査では、令和5年度のヒシの繁茂面積は186haで、令和4年度よりも14ha減少した。本年も密度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、大きな変化はなかった。

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4年度と比較してクロモの分布面積は57%(12ha)減少、エビモの面積に変化はなかった。

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、川の水面上を飛翔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29日が最も多く、雌雄連結も確認された。

羽化殻調査では、羽化殻は棧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。

(第6章 流入河川水量等調査)

塚間川に水位計を設置し、流量及び諏訪湖への流入負荷量を算定した。なお、承知川にも水位計を設置したが、設置した高さよりも水面が低くなっており、算定に必要なデータが得られな

った。

塚間川の流況図からは、限られた日数の流量が年間の累積流量に寄与していることが推察された。令和5年度は6月2日に豪雨に伴って突出した流量を記録しているが、それを除外しても前述の傾向は変わらない。

流量から算出された令和5年度の汚濁負荷量は、令和4年度と同程度であった。

資料編

1 覆砂場所のモニタリング調査（第3章）関係	
資料1-1 水質測定データ	・・・ 資-1
資料1-2 底質測定データ	・・・ 資-4

資料 1 - 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	2023/7/4	2023/7/4	2023/7/4	2023/7/4	2023/7/4	2023/7/4	2023/7/4	2023/7/4
採水時刻	10:00	10:15	9:00	9:30	11:00	11:15	11:30	11:37
天候	晴 微風	晴 微風	晴 微風	晴 微風	晴 微～中 風	晴 微～中 風	晴 微～中 風	晴 微～中 風
全水深 (m)	0.81	0.81	1.51	1.51	1.85	1.85	1.75	1.75
採水深 (m)	0.20	0.60	0.20	1.31	0.20	1.65	0.20	1.55
気温 (°C)	24.7	24.7	25.7	25.7	26.8	26.8	27.0	27.0
水温 (°C)	25.5	24.5	24.9	22.2	27.4	24.6	27.9	24.3
pH	9.04	8.95	9.02	8.36	8.25	7.34	8.35	7.45
EC (mS/m)	13.59	13.60	13.44	13.44	15.96	18.61	17.14	21.30
ORP (mV)	106	95	88	113	96	137	127	165
色	黄緑褐色・ 淡(明)							
臭気	無臭							
透明度 (m)	全透(>0.8)	全透(>0.8)	1.40	1.40	1.20	1.20	1.30	1.30
透視度 (cm) 平均	58	59	94	42	81	21	56	58
DO (mg/L)	9.1	9.2	9.4	8.7	8.8	2.9	9.1	2.3
浮遊物質量 (mg/L)	4	7	5	10	5	39	7	12
COD (mg/L)	2.5	3.1	2.5	2.1	4.1	4.5	3.9	3.5
溶解性COD (mg/L)	2.1	1.7	1.5	1.2	2.8	1.8	2.4	1.5
全窒素 (mg/L)	0.65	0.74	0.62	0.89	0.50	0.97	0.75	0.95
溶解性窒素 (mg/L)	0.49	0.55	0.49	0.72	0.20	0.48	0.36	0.71
無機態窒素 (mg/L)	0.44	0.48	0.42	0.64	0.08	0.26	0.22	0.48
アンモニア性窒素 (mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
亜硝酸性窒素 (mg/L)	0.009	0.009	0.009	0.008	0.004	0.014	0.007	0.013
硝酸性窒素 (mg/L)	0.42	0.46	0.40	0.62	0.07	0.23	0.20	0.45
全りん (mg/L)	0.025	0.033	0.058	0.131	0.083	0.084	0.121	0.130
溶解性りん (mg/L)	0.010	0.009	0.009	0.008	0.009	0.010	0.018	0.025
りん酸態りん (mg/L)	0.003	0.003	<0.003	0.004	<0.003	0.004	0.004	0.014
TOC (mg/L)	1.7	1.7	1.6	1.4	2.2	2.2	2.2	1.9
DOC (mg/L)	1.4	1.4	1.4	1.2	1.8	1.5	2.0	1.5
クロロフィルa (µg/L)	14.7	18.6	14.9	15.4	28.1	62.4	31.0	16.6

< 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	2023/8/1	2023/8/1	2023/8/1	2023/8/1	2023/8/1	2023/8/1	2023/8/1	2023/8/1
採水時刻	9:40	9:50	9:10	9:20	10:25	10:30	11:00	11:20
天候	晴 北西風 微風	晴 北西風 微風	曇 北西風 微風	曇 北西風 微風	晴 無風	晴 無風	晴 無風	晴 無風
全水深(m)	0.83	0.83	1.53	1.53	1.73	1.73	1.78	1.78
採水深(m)	0.20	0.63	0.20	1.30	0.20	1.53	0.20	1.58
気温(°C)	26.3	26.3	26.1	26.1	27.7	27.7	28.9	28.9
水温(°C)	28.3	28.1	28.0	26.2	30.7	29.1	31.0	28.6
pH	8.17	8.29	8.87	7.29	7.73	7.30	8.11	7.25
EC(mS/m)	14.31	14.37	14.91	14.72	15.97	16.44	18.13	21.30
ORP(mV)	175	174	121	217	201	220	164	212
色	緑褐色・淡 (明)							
臭気	無臭							
透明度(m)	全透(>0.8)	全透(>0.8)	1.30	1.30	1.00	1.00	0.55	0.55
透視度(cm) 平均	87	85	69	61	42	39	24	41
DO(mg/L)	6.7	6.9	8.0	3.4	6.2	3.6	5.8	2.7
浮遊物質(mg/L)	5	5	7	11	9	11	38	10
COD(mg/L)	3.9	4.3	4.0	3.4	5.2	5.3	9.0	5.1
溶解性COD(mg/L)	3.2	2.7	2.7	2.2	3.4	3.6	4.4	3.3
全窒素(mg/L)	0.41	0.41	0.47	0.68	0.60	0.57	2.66	0.73
溶解性窒素(mg/L)	0.19	0.20	0.20	0.44	0.16	0.16	0.23	0.39
無機態窒素(mg/L)	0.03	0.03	0.05	0.24	0.03	0.03	0.03	0.17
アンモニア性窒素(mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
亜硝酸性窒素(mg/L)	<0.002	<0.002	0.003	0.008	<0.002	<0.002	<0.002	0.004
硝酸性窒素(mg/L)	<0.02	<0.02	0.04	0.22	<0.02	<0.02	<0.02	0.15
全りん(mg/L)	0.040	0.044	0.107	0.168	0.148	0.141	0.618	0.167
溶解性りん(mg/L)	0.016	0.015	0.012	0.013	0.011	0.011	0.015	0.022
りん酸態りん(mg/L)	<0.003	<0.003	0.003	0.004	<0.003	<0.003	0.003	0.013
TOC(mg/L)	2.4	2.5	2.1	1.7	3.2	3.2	7.4	2.9
DOC(mg/L)	2.2	2.3	1.9	1.7	2.3	2.4	3.1	2.3
クロロフィルa(µg/L)	17.0	17.6	18.9	12.0	35.6	22.8	206.4	18.3

<10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	2023/10/17	2023/10/17	2023/10/17	2023/10/17	2023/10/17	2023/10/17	2023/10/17	2023/10/17
採水時刻	10:45	10:45	10:00	10:10	11:30	11:30	12:10	12:00
天候	晴 無風	晴 無風	晴 無風	晴 無風	晴 西風 微風	晴 西風 微風	晴 西風 微風	晴 西風 微風
全水深(m)	0.80	0.80	1.52	1.52	1.77	1.77	1.78	1.78
採水深(m)	0.20	0.60	0.20	1.32	0.20	1.57	0.20	1.58
気温(°C)	17.1	17.1	15.8	15.8	18.8	18.8	20.0	20.0
水温(°C)	18.1	18.0	17.8	15.3	17.5	17.0	18.9	17.0
pH	9.08	9.28	8.81	7.69	7.44	7.12	7.49	7.17
EC(mS/m)	15.65	15.49	15.28	15.43	22.00	23.40	22.50	21.40
ORP(mV)	138	129	114	191	223	199	200	171
色	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色						
臭気	無臭	無臭						
透明度(m)	0.75	0.75	0.86	0.86	1.00	1.00	1.20	1.20
透視度(cm) 平均	41	33	42	65	55	52	60	45
DO(mg/L)	12.3	20.5	11.0	8.9	6.6	3.7	6.3	2.6
浮遊物質(mg/L)	6	11	7	5	5	7	4	10
COD(mg/L)	5.1	6.4	10.0	7.7	10.9	11.0	11.1	12.5
溶解性COD(mg/L)	3.3	3.4	3.1	2.5	4.5	4.5	4.7	4.3
全窒素(mg/L)	0.57	0.71	0.58	0.70	0.48	0.56	0.51	0.64
溶解性窒素(mg/L)	0.27	0.29	0.30	0.56	0.28	0.36	0.35	0.29
無機態窒素(mg/L)	0.14	0.13	0.16	0.43	0.06	0.10	0.10	0.04
アンモニア性窒素(mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
亜硝酸性窒素(mg/L)	0.005	0.005	0.004	0.008	<0.002	0.003	0.003	0.002
硝酸性窒素(mg/L)	0.12	0.11	0.14	0.41	0.05	0.08	0.08	0.03
全りん(mg/L)	0.037	0.057	0.034	0.032	0.043	0.045	0.047	0.067
溶解性りん(mg/L)	0.009	0.011	0.009	0.008	0.014	0.014	0.018	0.016
りん酸態りん(mg/L)	0.004	0.003	0.003	0.005	0.004	0.006	0.006	0.006
TOC(mg/L)	2.4	2.6	2.3	1.4	3.2	2.9	3.2	3.3
DOC(mg/L)	1.9	2.0	1.8	1.2	2.8	2.7	2.9	2.9
クロロフィルa(μg/L)	52.0	62.0	51.6	33.9	16.0	21.4	14.0	18.8

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 (°C)	泥温 (°C)	性状	TN (mg/g)	TP (mg/g)	強熱減量 (%)
2023/7/4	湖岸通り③	10:30	0.81	晴	24.7	24.8	砂質	0.27	0.42	2.1
2023/7/4	湖岸通り⑥	9:40	1.51	曇	25.7	21.1	泥質	2.90	1.40	11.6
2023/6/27	高木沖⑦	12:00	1.72	曇	25.4	22.5	砂泥質	0.88	0.66	3.9
2023/6/27	高木沖⑧	11:30	1.75	曇	25.4	21.8	泥質	8.18	1.67	19.3
2023/10/3	湖岸通り③	12:20	0.87	晴	19.0	19.8	砂質	0.41	0.40	2.2
2023/10/3	湖岸通り⑥	12:00	1.50	晴	18.8	20.1	泥質	2.72	1.38	11.7
2023/10/3	高木沖⑦	11:00	1.75	晴	17.7	21.7	砂泥質	1.87	0.83	6.5
2023/10/3	高木沖⑧	10:00	1.76	晴	17.4	22.3	泥質	7.78	1.58	19.5

