

# 令和元年度諏訪湖創生ビジョン推進事業

## 調査結果報告書

令和2年 11月 25日

長野県



## 【目次】

### はじめに

### 本編

第1章 湖内全域の溶存酸素濃度測定 (環境保全研究所水・土壌環境部)	・ ・ ・ ・	1
第2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)	・ ・ ・ ・	16
第3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)	・ ・ ・ ・	25
2 動物プランクトン調査 (水産試験場諏訪支場)	・ ・ ・ ・	27
第4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)	・ ・ ・ ・	39
2 底質調査 (環境保全研究所水・土壌環境部)	・ ・ ・ ・	48
3 シジミ調査 (水産試験場諏訪支場)	・ ・ ・ ・	58
4 底生生物調査 (水産試験場諏訪支場)	・ ・ ・ ・	63
第5章 ヒシ刈り取り場所のモニタリング調査 (諏訪建設事務所)	・ ・ ・ ・	65
第6章 ワカサギの資源量調査 (水産試験場諏訪支場)	・ ・ ・ ・	77
第7章 宮川流域汚濁負荷実態調査 (環境保全研究所水・土壌環境部)	・ ・ ・	81
第8章 流入河川水量等調査 (環境保全研究所水・土壌環境部)	・ ・ ・ ・	108
第9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)	・ ・ ・ ・	131
2 メガネサナエのモニタリング (諏訪地域振興局環境課)	・ ・ ・ ・	137
3 湖畔の動植物モニタリング調査 (環境保全研究所自然環境部)	・ ・ ・	138
第10章 ワカサギの鉛直分布条件調査 (水産試験場諏訪支場、水大気環境課)	・ ・ ・ ・	142
第11章 底質環境に関する調査 (環境保全研究所水・土壌環境部)	・ ・ ・ ・	147
第12章 総括	・ ・ ・ ・	158

### 資料編

## はじめに

本報告書は令和元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、第12章では、第11章までの内容を踏まえて、令和元年度の諏訪湖全体の状況等について概要をまとめてあります。

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が必要です。

なお、第2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2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 湖内全域の溶存酸素濃度測定

環境保全研究所 水・土壌環境部

### 1.1. 目的

多項目水質計を用いて、貧酸素水塊が発生する夏場を中心に湖内全域の溶存酸素濃度等の分布を把握し、貧酸素水塊の発生・解消メカニズムの解明、貧酸素対策の検討及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. 調査測定時期／回数、方法

2019 年 5 月から 10 月まで月 1 回調査を実施した。調査実施日は 5/22、6/12、7/10、8/9、9/10、10/28。

測定地点は図 1 のとおりとした。各地点における鉛直プロファイル測定を行った。測定の順番は、地点 4、地点 8、地点 14、地点 18、地点 20、地点 21、地点 19、地点 15、地点 16、地点 9、地点 1、地点 3、地点 7、地点 13、地点 17、地点 12、地点 6、地点 2、地点 5、地点 11、地点 10 の順であり、測定時刻はおよそ午前 9 時～午後 2 時であった。

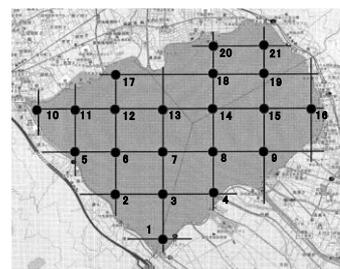


図 1 全域 DO 調査の測定地点

測定に用いた多項目水質計は HYDROLAB 社製 Datasonde 5(DS 5)を用いた。

### 1.3. 調査結果の概要

#### 1.3.1 経月的変化

全体として、調査を始めた 5 月から、6 月、7 月、8 月と盛夏期に向かって貧酸素化が進み、9 月以降は貧酸素状態が改善していった。5 月～10 月の各月の全地点における DO に関する鉛直プロファイルを図 2～図 7 に示した。

#### 1.3.2 5 月の DO 鉛直分布 (図 2)

全地点の表層 (水深 0 m 付近) の DO 濃度は 8.7～10.4 mg/L の範囲であり、その中で表層の DO 濃度が低めとなっていたのは、地点 21 (DO=8.7 mg/L)、地点 4(DO=9.1 mg/L)、地点 18 (DO=9.3 mg/L) であった。また、DO 濃度が高めとなっていたのは地点 9 (DO=10.4 mg/L)、地点 11(DO=10.3 mg/L)、地点 7(DO=10.2 mg/L)などであった。

一方、全地点の深部での DO 濃度の最小値は 7.2 mg/L (地点 3) であり、総じて底層での顕著な DO 濃度低下はみられなかった。

#### 1.3.3 6 月の DO 鉛直分布 (図 3)

全地点の表層 (水深 0 m 付近) の DO 濃度は 7.8～9.6 mg/L の範囲であり、その中で表層の DO 濃度が低めとなっていたのは、地点 1 (DO=7.8 mg/L)、地点 14(DO=8.0 mg/L)であった。また、DO 濃度が高めとなっていたのは地点 16 (DO=9.6 mg/L)、地点 9(DO=9.4 mg/L)などであった。

一方、全地点の深部での DO 濃度の最小値は 0.8～2.0 mg/L (地点 3) であり、底層で貧酸素 (DO<

3.0 mg/L) 層が形成されていたのは地点 3 のみであった。また、低酸素状態 ( $DO \leq 4.0$  mg/L とする) が形成されていたのは、地点 6、地点 7 および地点 14 の 3 地点であった。これらの地点は 5 m 以上の水深の深い地点であった。

#### 1.3.4 7月のDO鉛直分布(図4)

全地点の表層(水深 0 m 付近)の DO 濃度は 6.9~12.0 mg/L の範囲であり、その中で表層の DO 濃度が低めとなっていたのは、地点 1 ( $DO=6.9$  mg/L)、地点 16 ( $DO=8.3$  mg/L)であった。また、DO 濃度が高めとなっていたのは、地点 6 ( $DO=12.0$  mg/L)、地点 12 ( $DO=11.4$  mg/L) などであった。

一方、水深の深い地点で、深部での顕著な DO 濃度低下がみられた。底層で無酸素層が形成されていたのは地点 3 および地点 7 の 2 地点であり、地点 6、地点 12、地点 13、地点 14、地点 18 および地点 19 の 6 地点では貧酸素 ( $DO < 3.0$  mg/L) 層がみられた。

#### 1.3.5 8月のDO鉛直分布(図5)

全地点の表層(水深 0 m 付近)の DO 濃度は 8.1~10.7 mg/L の範囲であり、その中で表層の DO 濃度が低めとなっていたのは、地点 1 ( $DO=8.1$  mg/L) および地点 19 ( $DO=8.9\sim 9.0$  mg/L)であった。

一方、水深の深い地点で、深部での顕著な DO 濃度低下がみられ、底層で無酸素層が形成されていたのは地点 2、地点 3、地点 6、地点 7、地点 8、地点 13、地点 14 および地点 18 の 8 地点であり、地点 1、地点 12、地点 20 および地点 21 の 4 地点では貧酸素 ( $DO < 3.0$  mg/L) 層がみられた。底層での無酸素層、あるいは貧酸素 ( $DO < 3.0$  mg/L) 層が形成されている地点数は 7 月の調査時に比べて増加した。

#### 1.3.6 9月のDO鉛直分布(図6)

全地点の表層(水深 0 m 付近)の DO 濃度は 8.0~12.9 mg/L の範囲であり、その中で表層の DO 濃度が高めとなっていたのは、地点 4 ( $DO=10.3$  mg/L)、地点 10 ( $DO=10.4\sim 10.5$  mg/L)、地点 11 ( $DO=11.4\sim 11.5$  mg/L)、および地点 16 ( $DO=12.8\sim 12.9$  mg/L)であった。また表層の DO 濃度が低めとなっていたのは、地点 1 ( $DO=8.6$  mg/L)、地点 8 ( $DO=8.6$  mg/L)、地点 15 ( $DO=8.5\sim 8.6$  mg/L)、地点 19 ( $DO=8.5\sim 8.6$  mg/L) および地点 21 ( $DO=8.0$  mg/L)であった。

一方、水深の深い地点で、深部での顕著な DO 濃度低下がみられ、底層で無酸素層形成されていたのは地点 3、地点 7 および地点 18 の 3 地点であり、地点 5、地点 6、地点 8、地点 14 および地点 16 の 5 地点では貧酸素 ( $DO < 3.0$  mg/L) 層がみられた。底層での無酸素層、あるいは貧酸素 ( $DO < 3.0$  mg/L) 層が形成されている地点数は 8 月の調査時に比べて減少した。

#### 1.3.7 10月のDO鉛直分布(図7)

全地点の表層(水深 0 m 付近)の DO 濃度は 7.8~10.8 mg/L の範囲であり、その中で表層の DO 濃度が低めとなっていたのは、地点 8 ( $DO=8.7$  mg/L)、地点 16 ( $DO=8.9$  mg/L) および地点 21 ( $DO=7.8$  mg/L) であった。

一方、深部では顕著な DO 濃度低下はみられず、全地点の底層で DO 濃度は 7.5 mg/L 以上であり、無酸素あるいは貧酸素状態は解消していた。

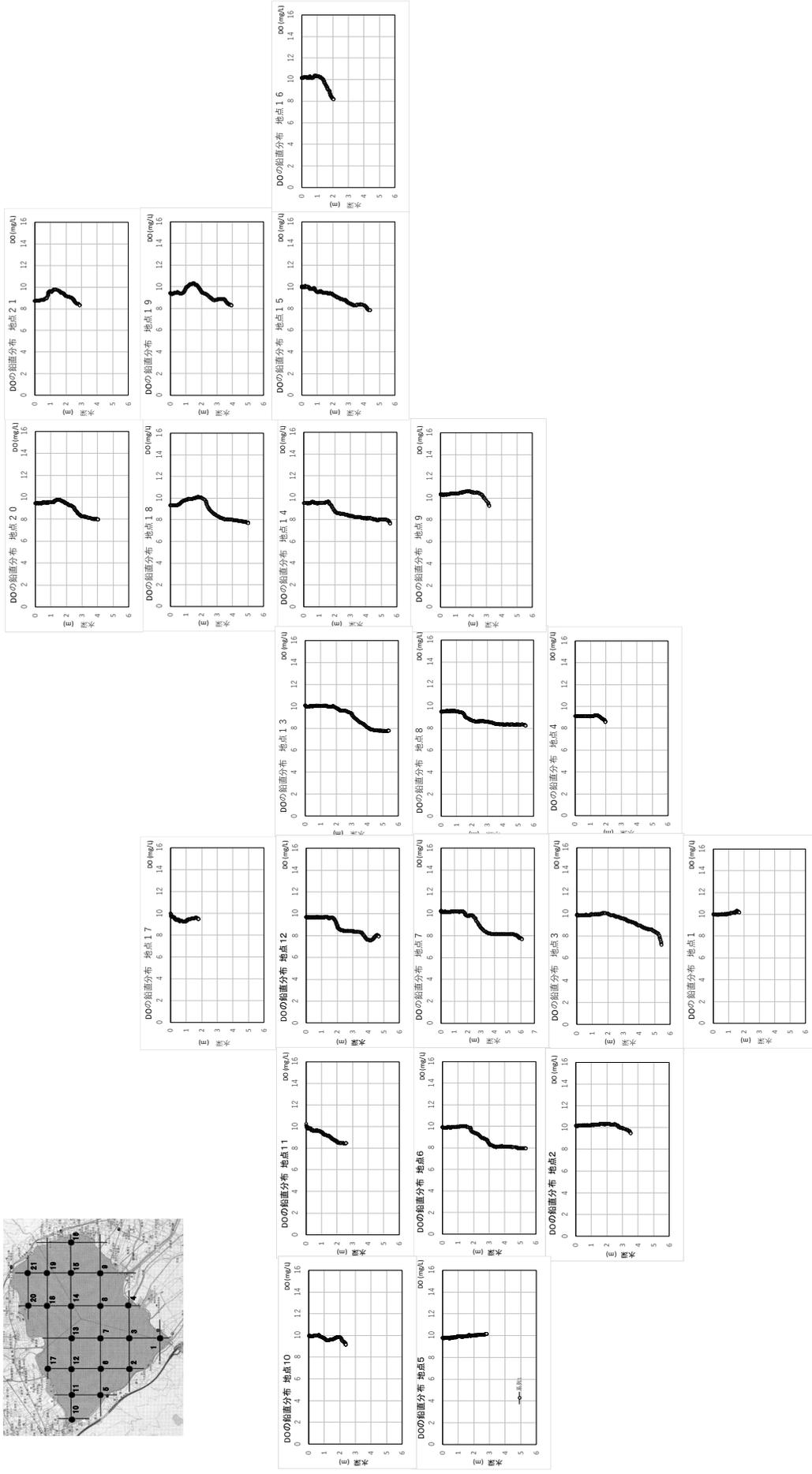
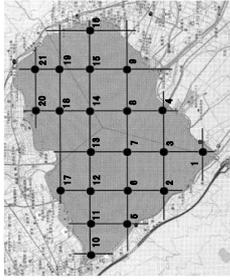


図2 諏訪湖全域DO調査 (5月分: 2019/5/22)

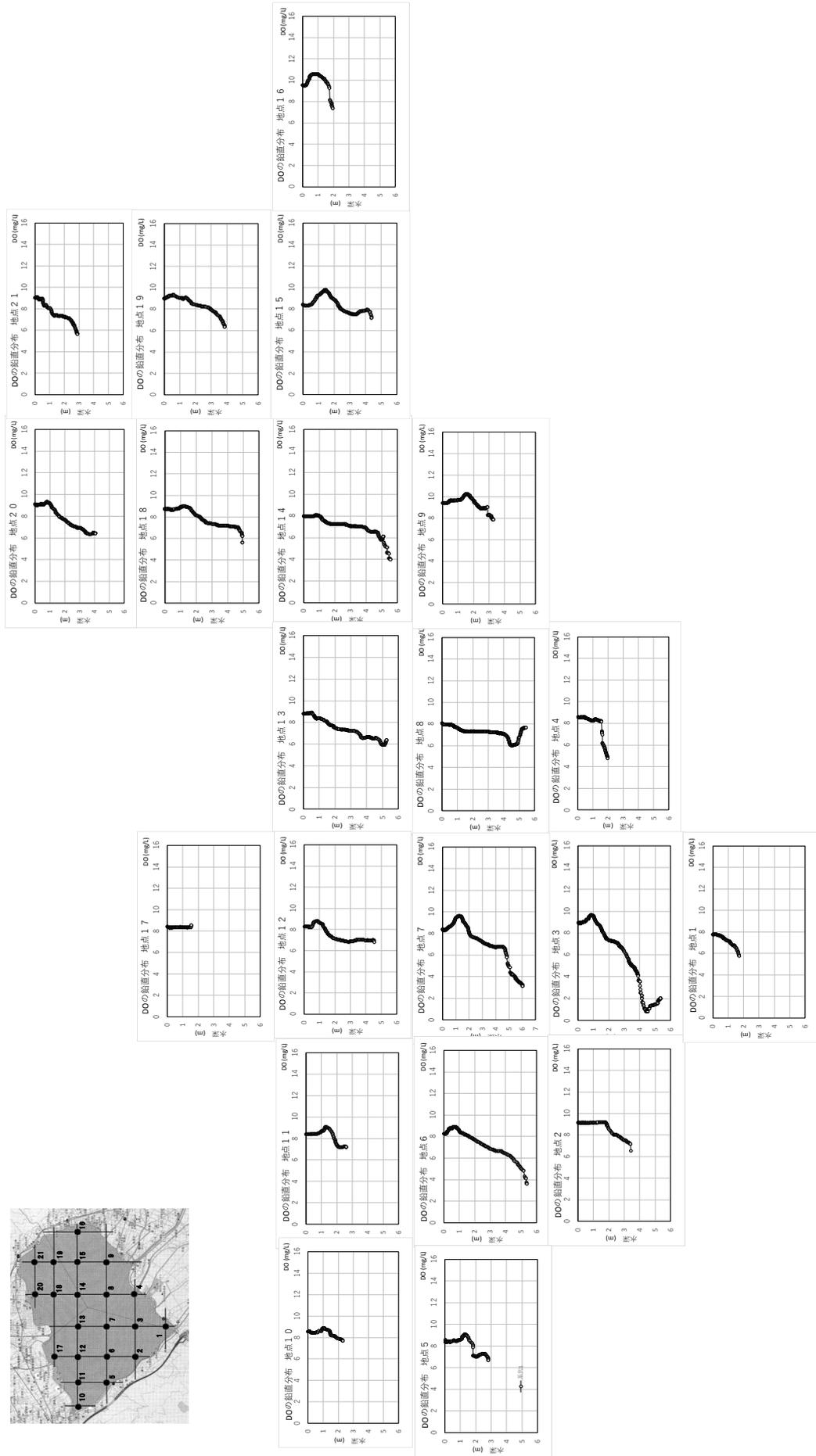
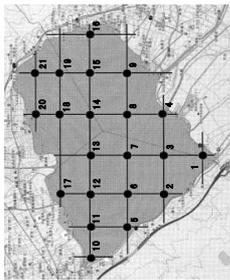


図3 諏訪湖全域DO調査（6月分：2019/6/12）

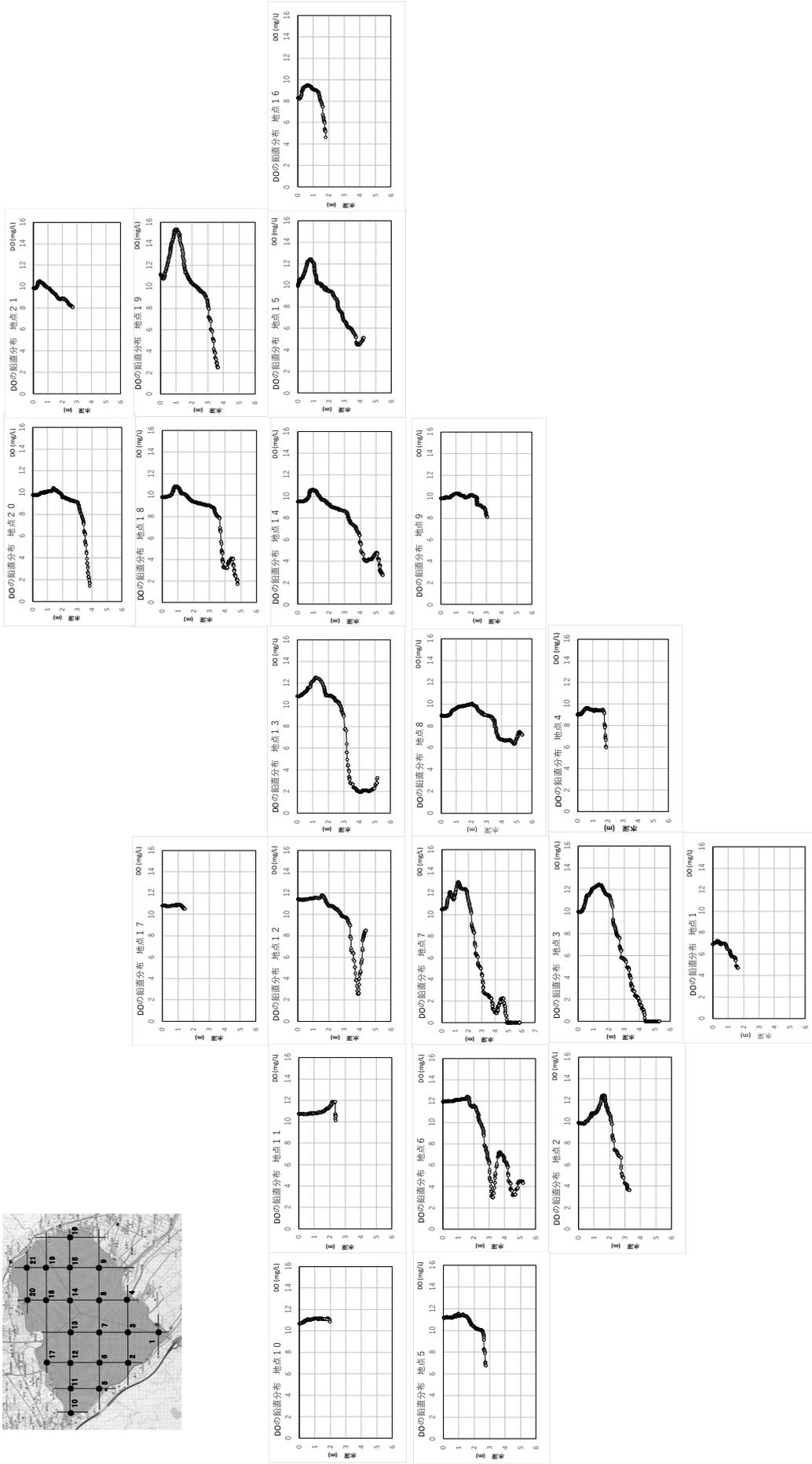
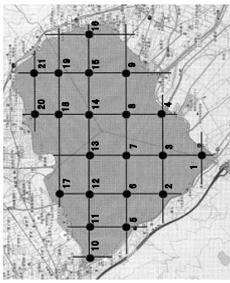


図4 諏訪湖全域DO調査 (7月分: 2019/7/10)

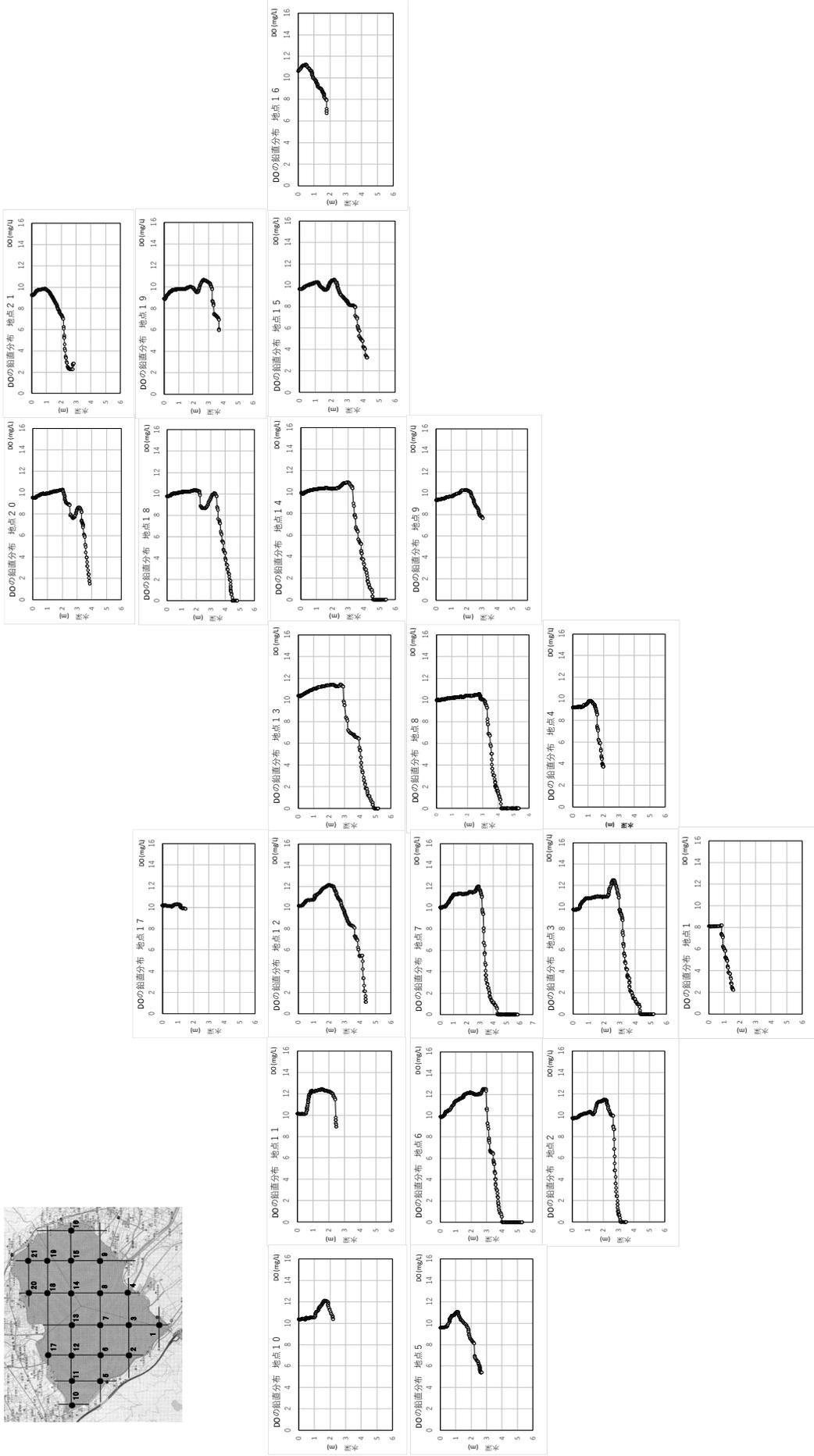
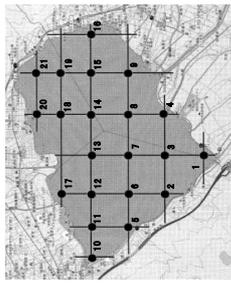


図5 諏訪湖全域DO調査 (8月分: 2019/8/9)

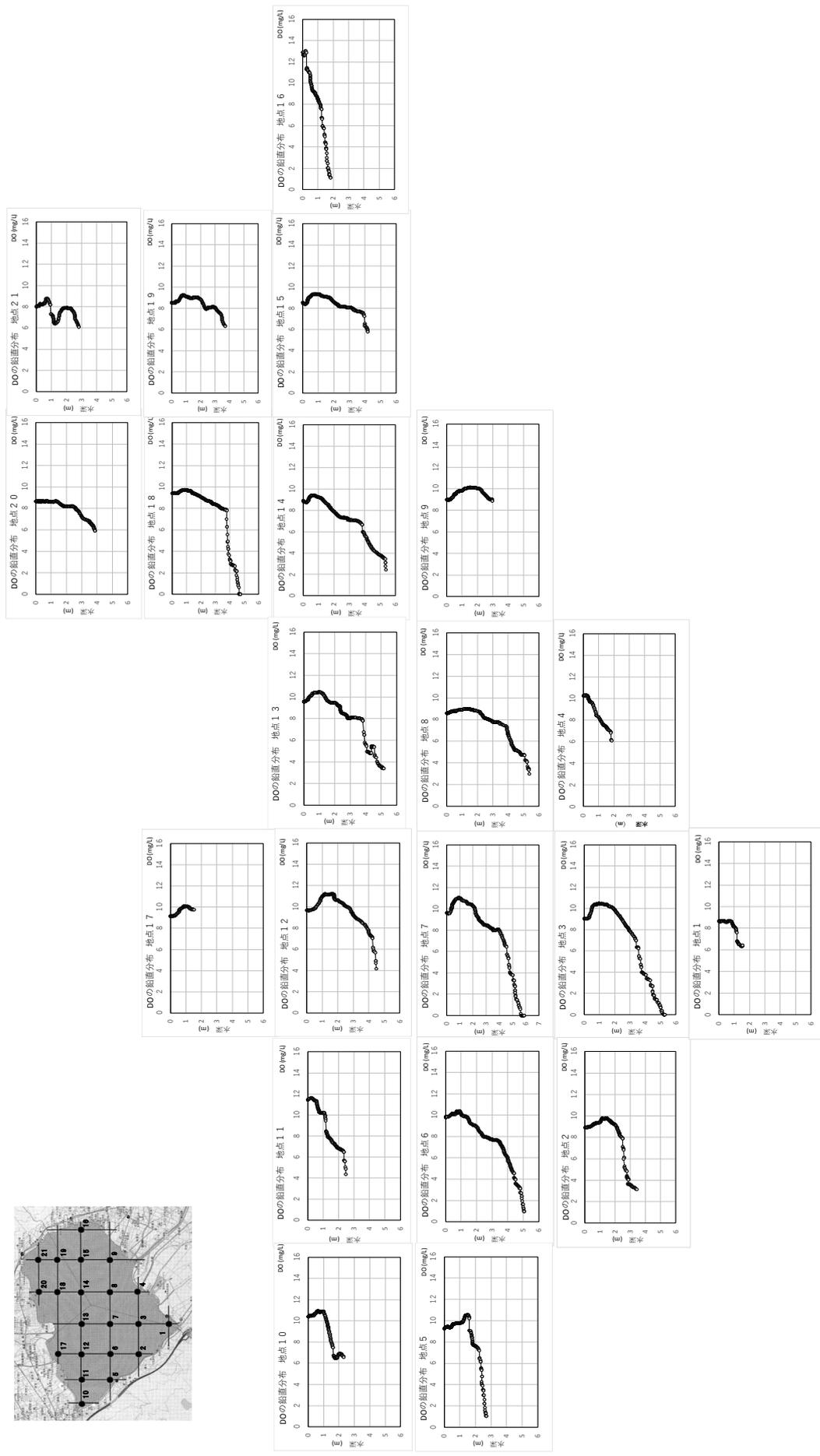
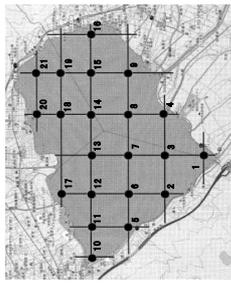


図 6 諏訪湖全域DO調査 (9月分：2019/9/10)

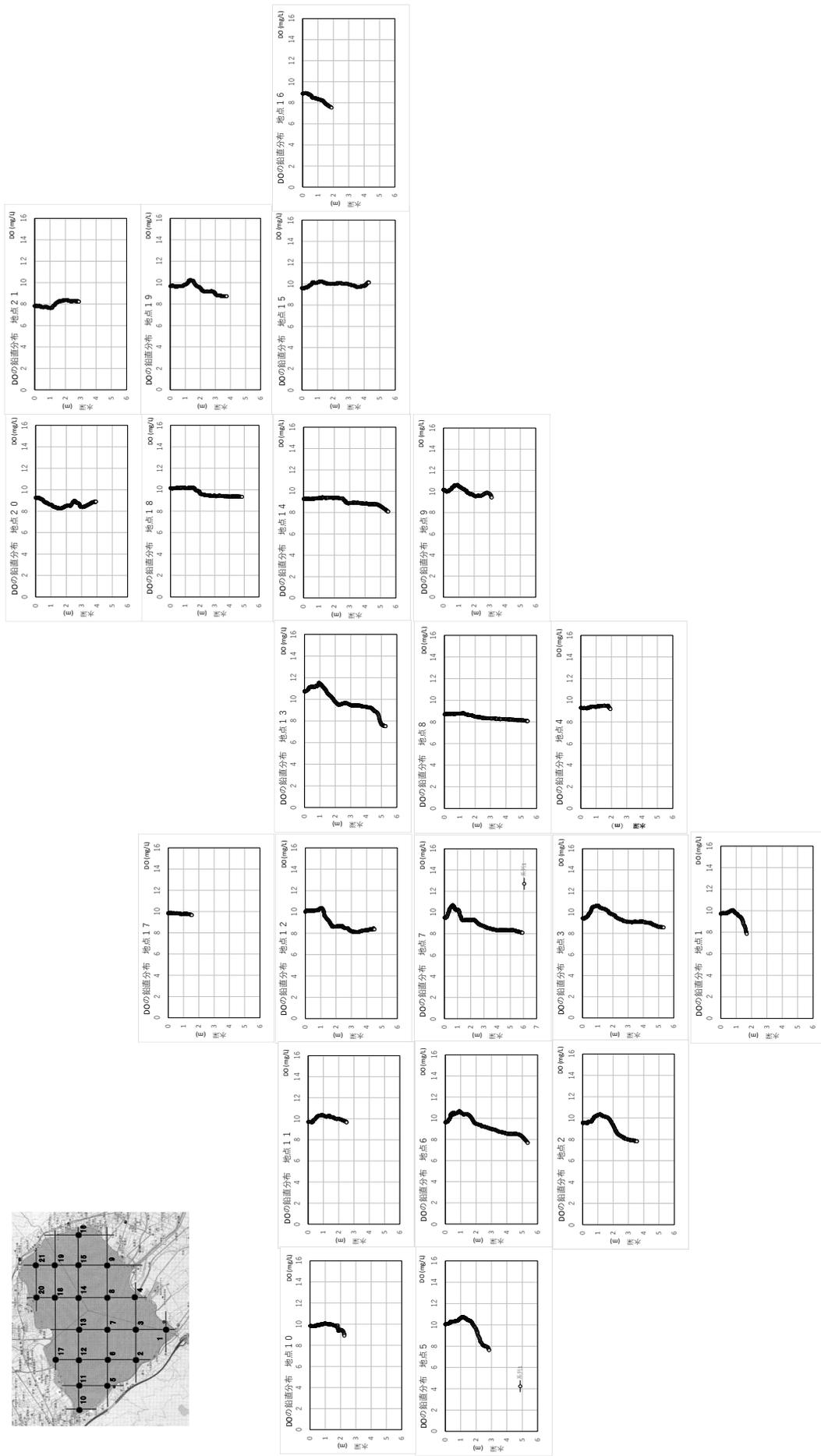
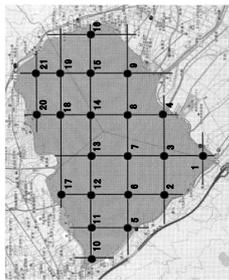


図7 諏訪湖全域DO調査 (10月分：2019/10/28)

図7 諏訪湖全域DO調査

図7

## 1.4. 参考

### 1.4.1. 水平面的な DO 分布傾向の経月変化

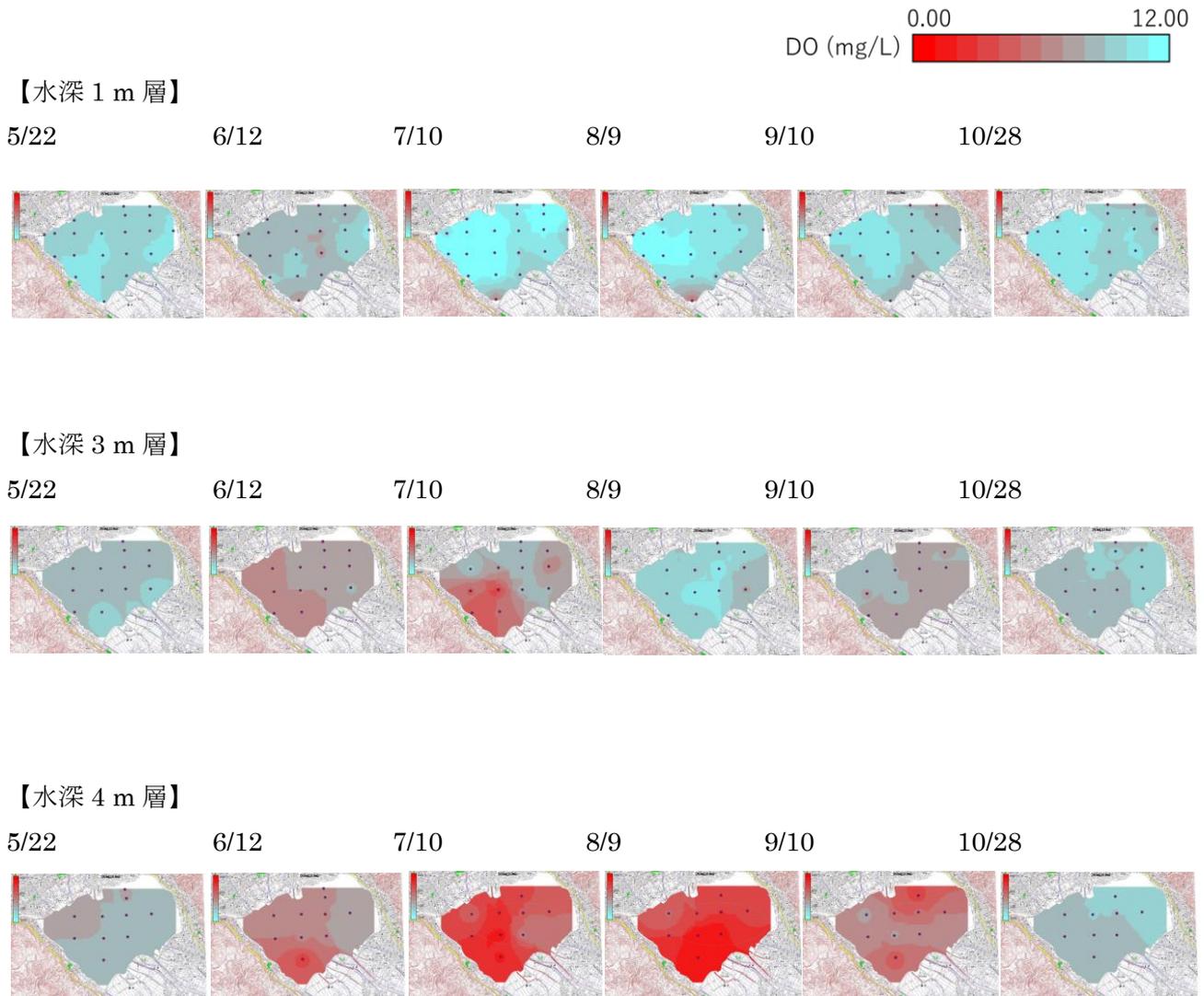


図 1 参 各月の水平面的な DO 分布傾向  
(水深 1 m、3 m、4 m 層の DO 分布)

1.4.2. 東西・南北 断面線での DO 分布傾向

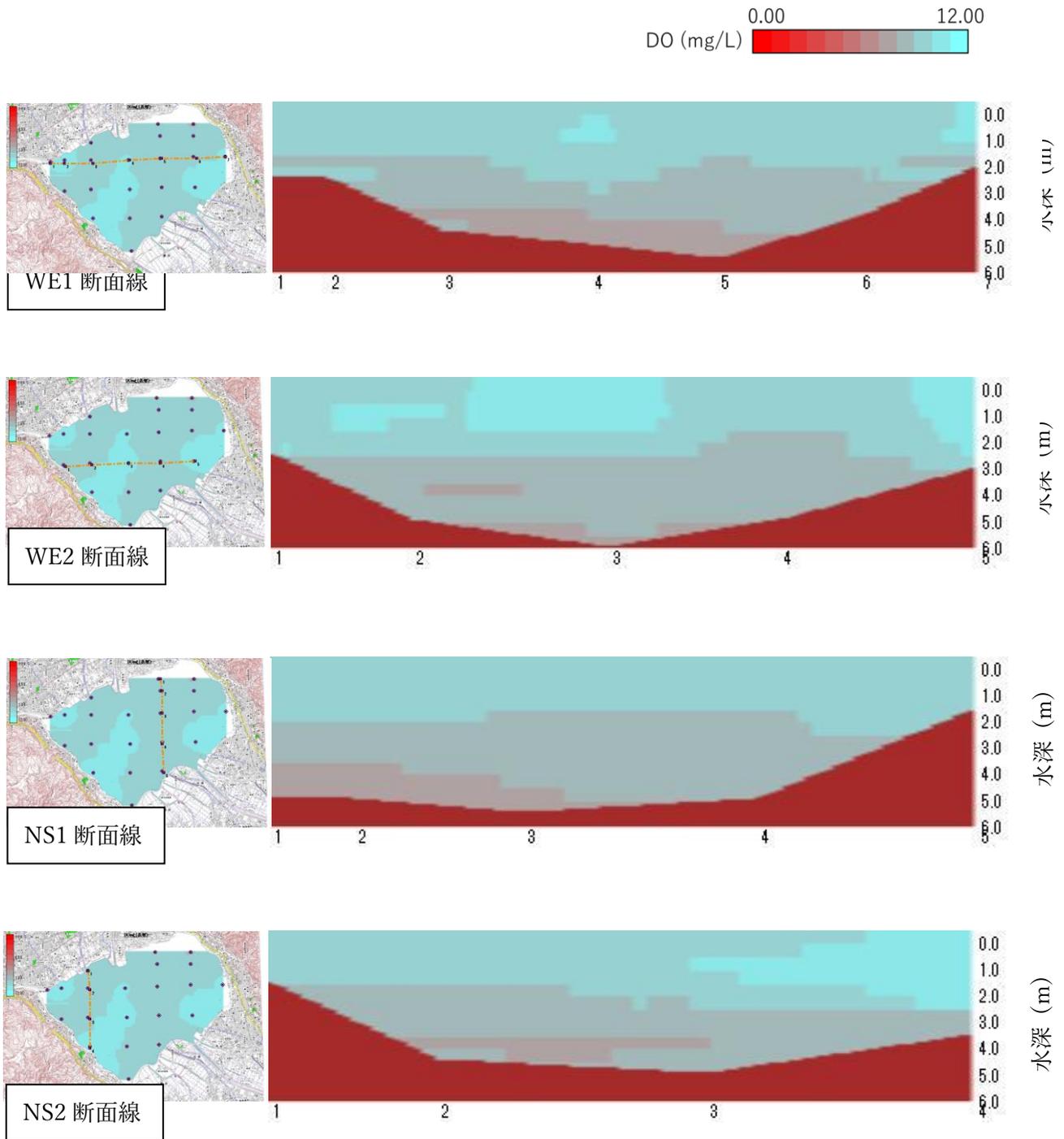


図 2 参 5 月 22 日の各断面線における DO 分布

DO (mg/L) 0.00 12.00

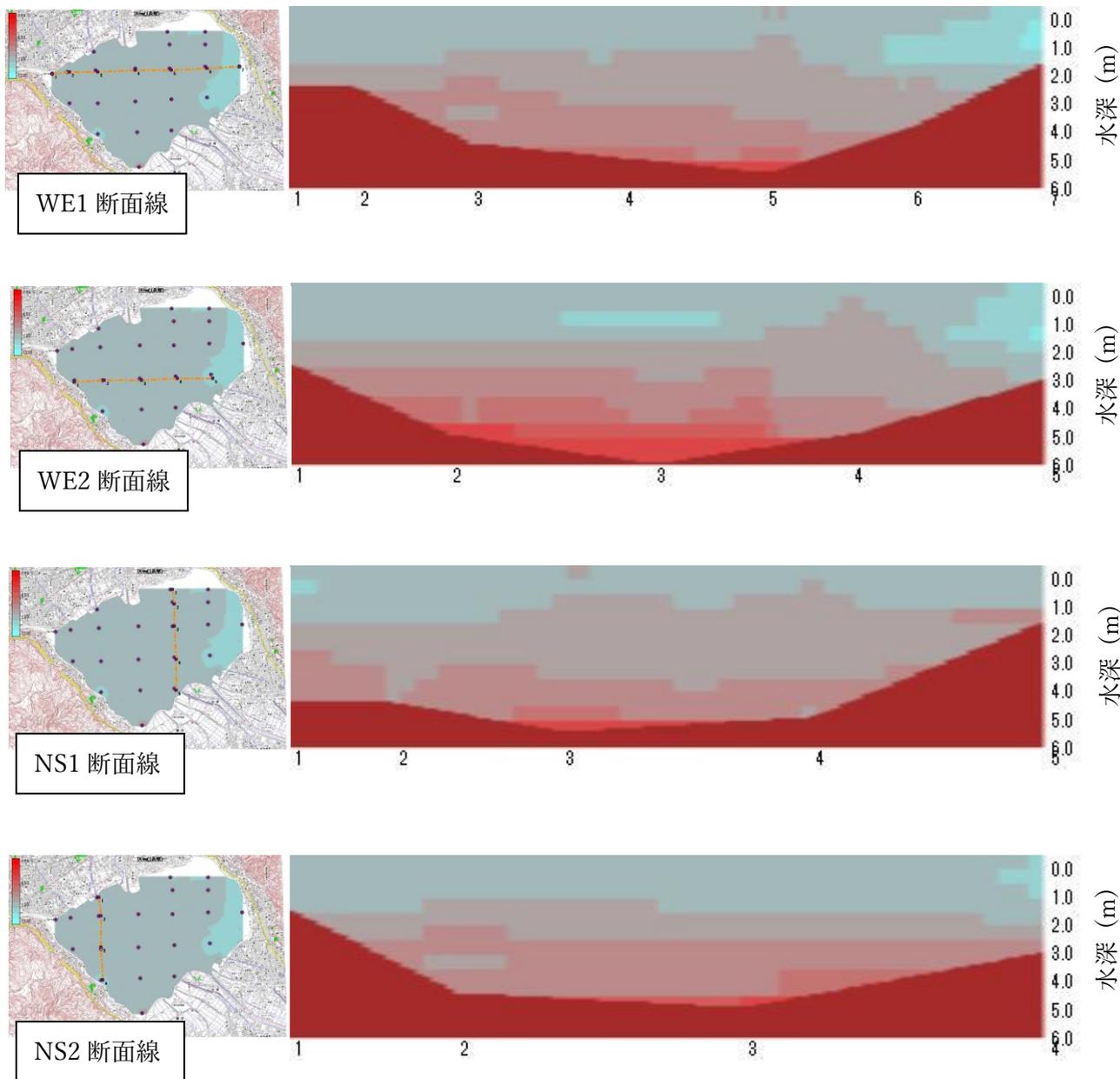


図3参 6月12日の各断面線におけるDO分布

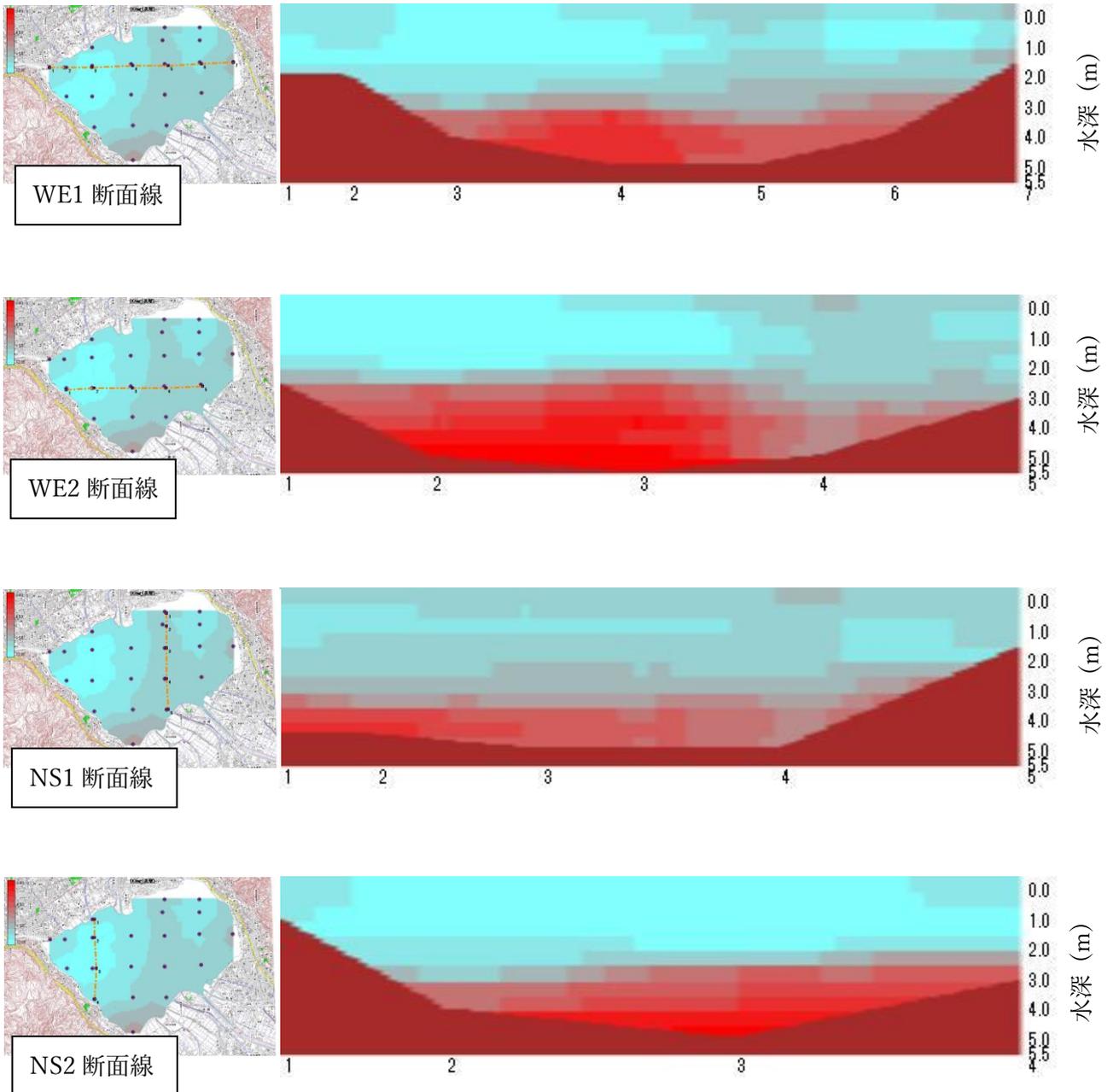


図 4 参 7 月 10 日の各断面線における DO 分布

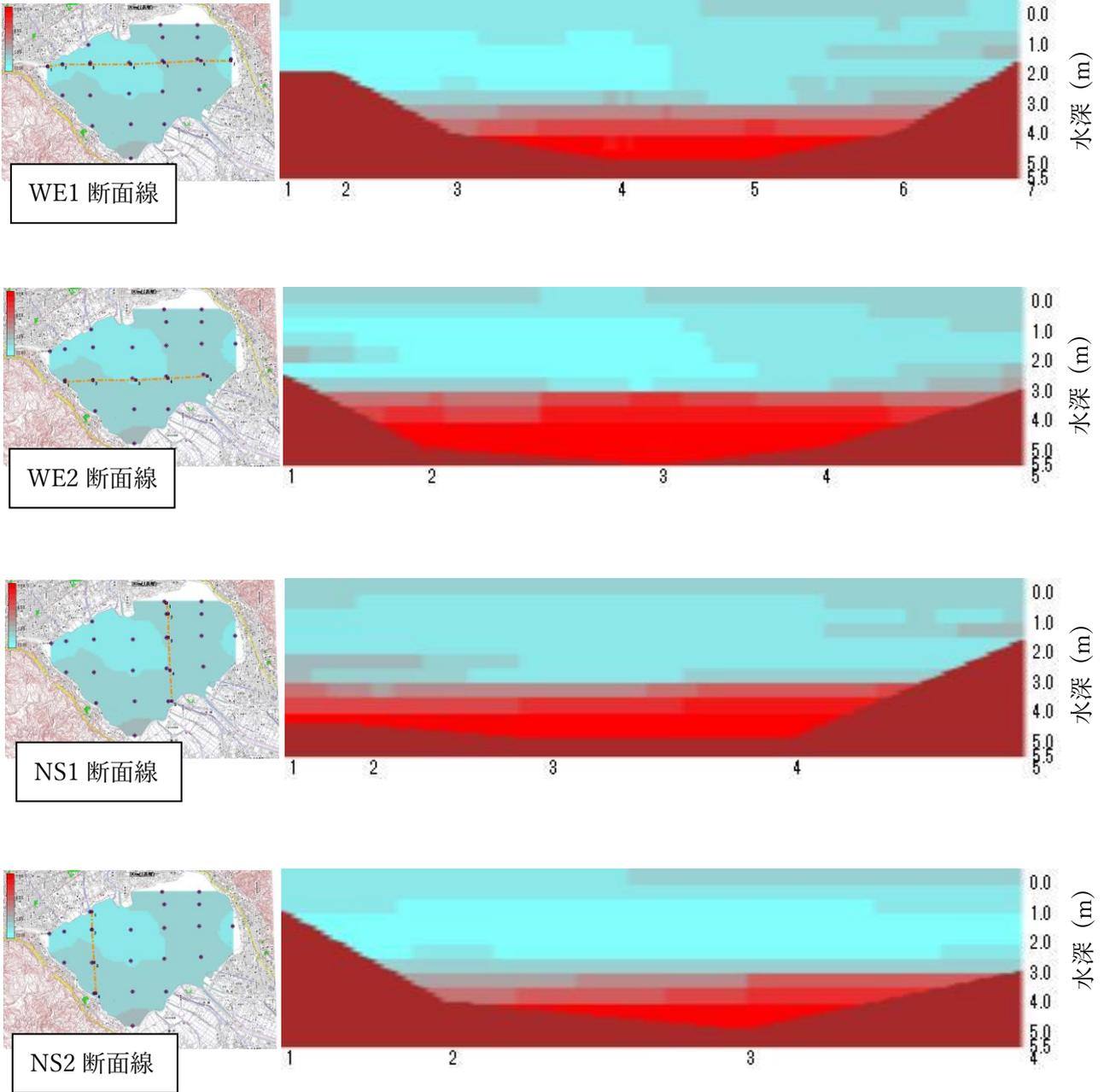


図5参 8月9日の各断面線におけるDO分布

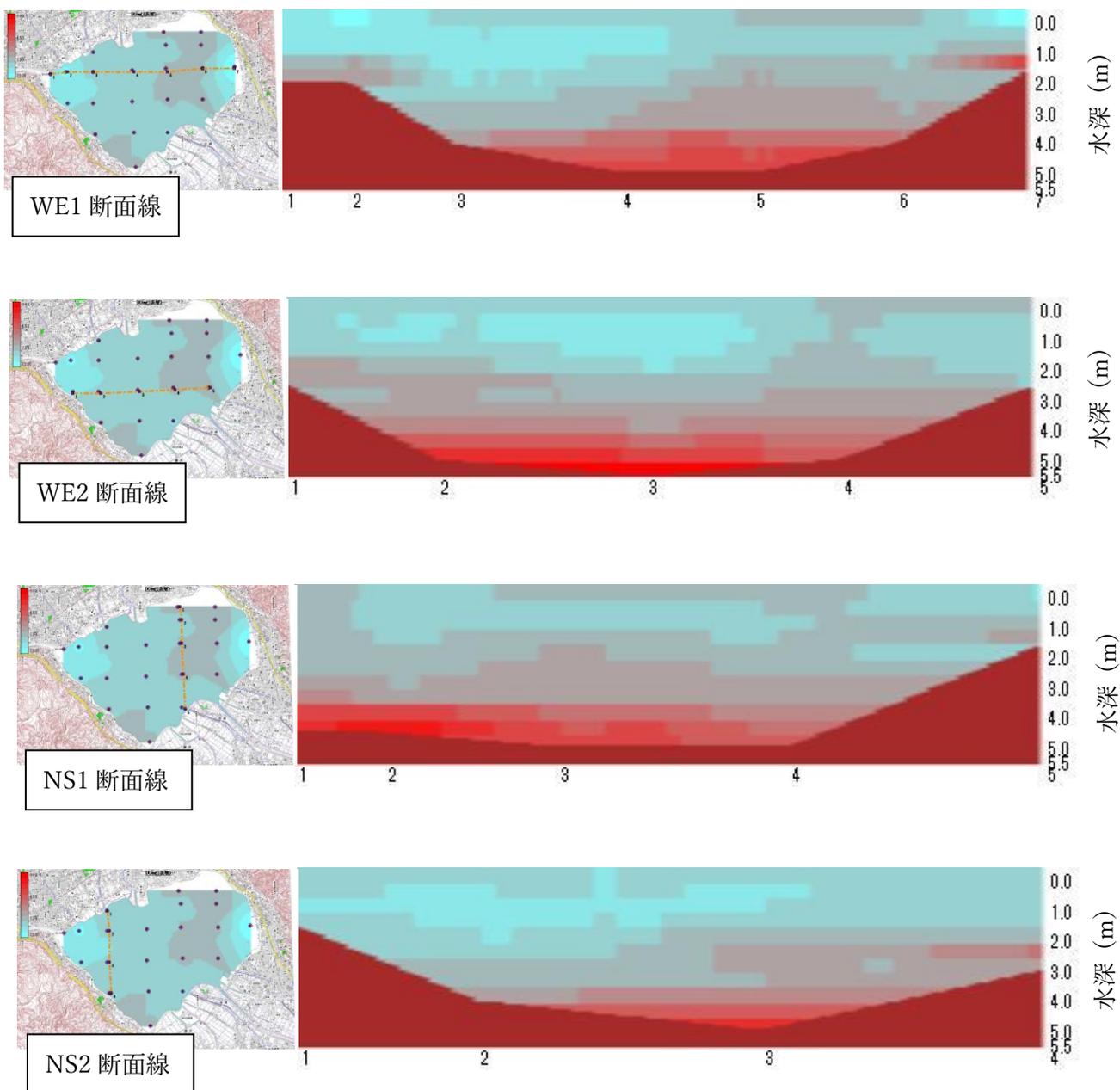
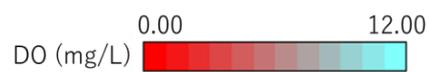


図 6 参 9 月 10 日の各断面線における DO 分布

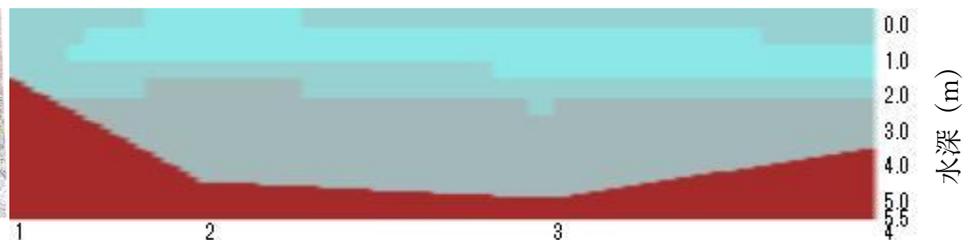
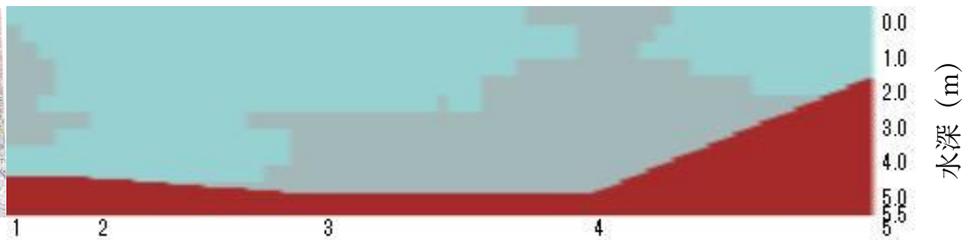
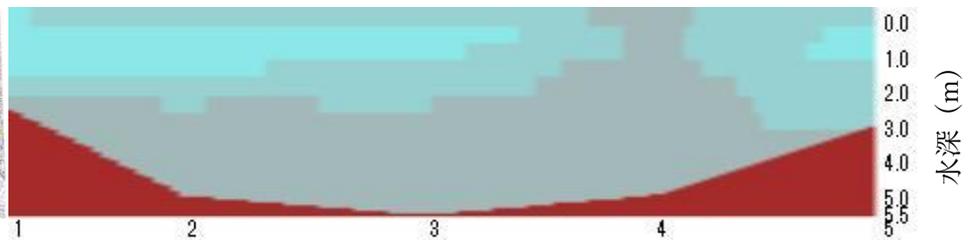
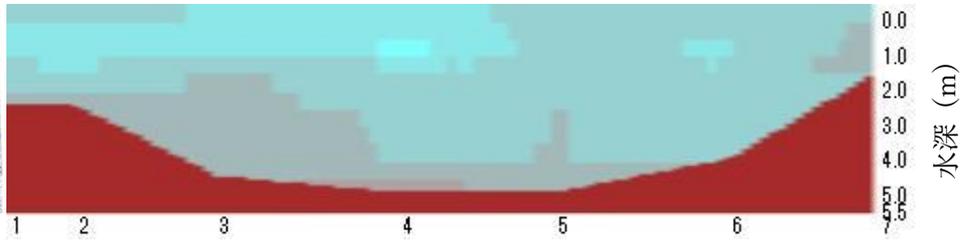
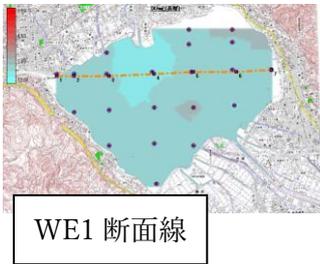


図7参 10月28日の各断面線におけるDO分布

## 第2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

### 2.1. 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。

### 2.2. 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）。

但し、湖心での測定については信州大学 湖沼高地教育研究センター（諏訪臨湖実験所）が実施した。



図1 湖内の観測地点

調査期間： 5月下旬～12月上旬

各地点の測定水深は以下のとおりとした。

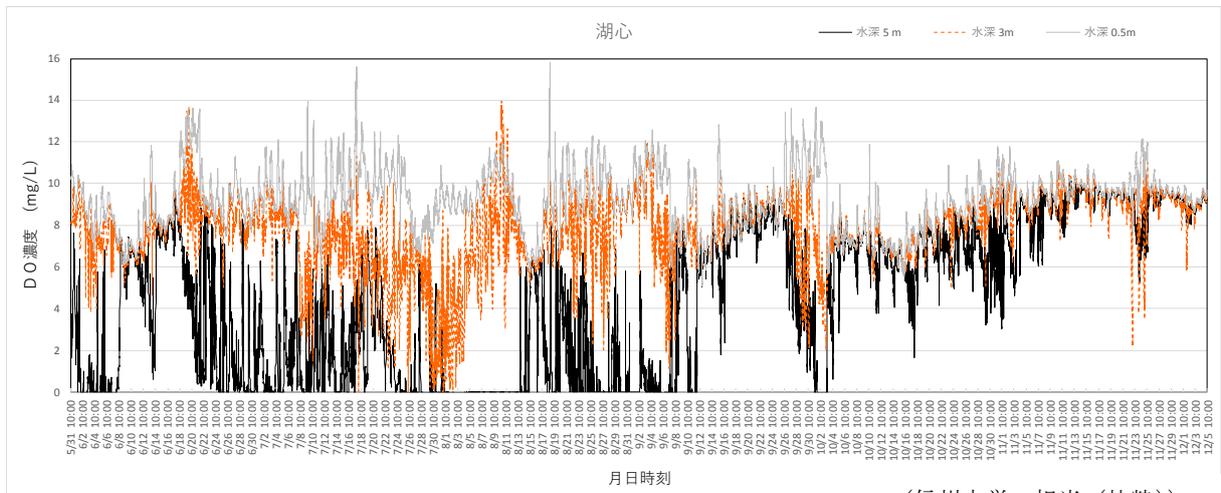
表1 観測地点の水深と測定水深

地点	現地水深(m)	測定水深(m)				
		0.5	2.0			
A	2.79	0.5	2.0			
B	4.73	0.5	—	3.0	4.0	
C	2.58	0.5	2.0			
D	5.98	0.5	—	3.5	—	5.0
E	4.56	0.5	—	3.0	4.0	
湖心	—	0.5	1.5	3.0		5.0

現地水深： 令和元年5月31日測定

### 2.3. 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、およびB地点）および図2-2（C地点、D地点、およびE地点）に示した。水深の深い湖心、B地点、D地点およびE地点で、5月下旬から10月下旬まで貧酸素状態（DO濃度<3 mg/L）となることがあり、6月後半～9月前半の時期を中心に継続的な貧酸素化が生じていた。



(信州大学 担当 (抜粋))

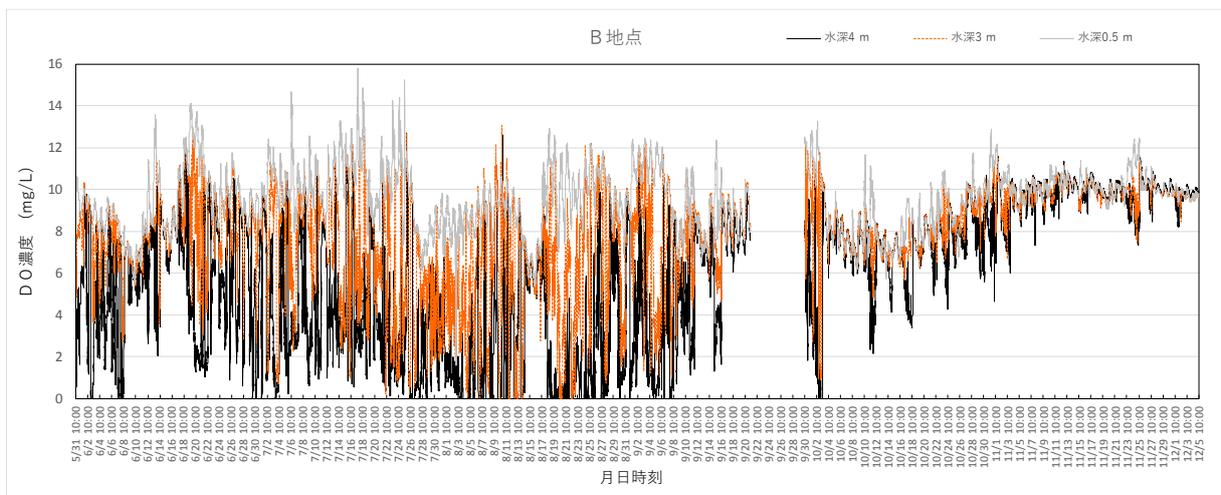
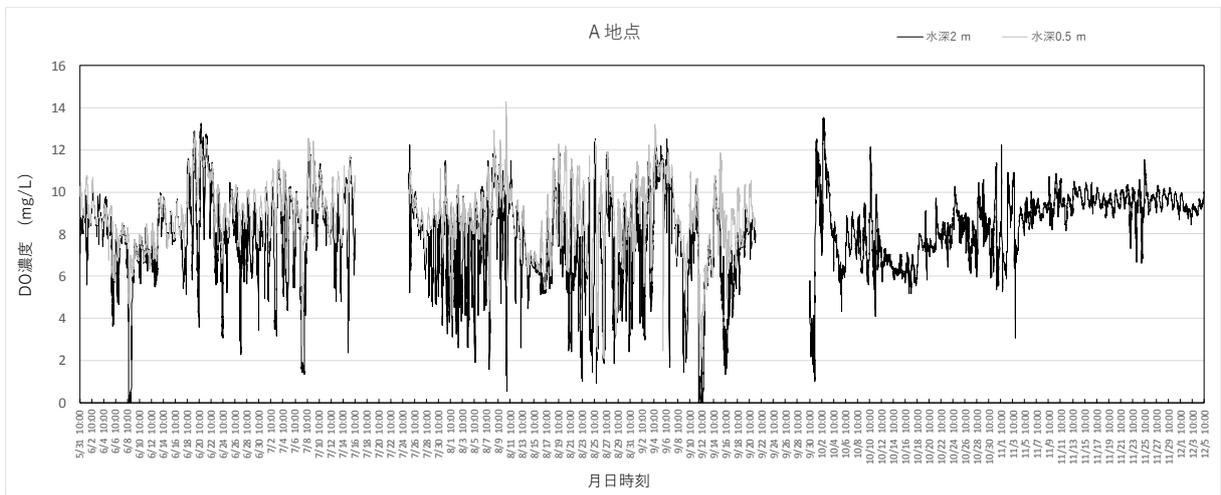


図2-1 各地点における DO 濃度の変動 (湖心、A 地点、B 地点)

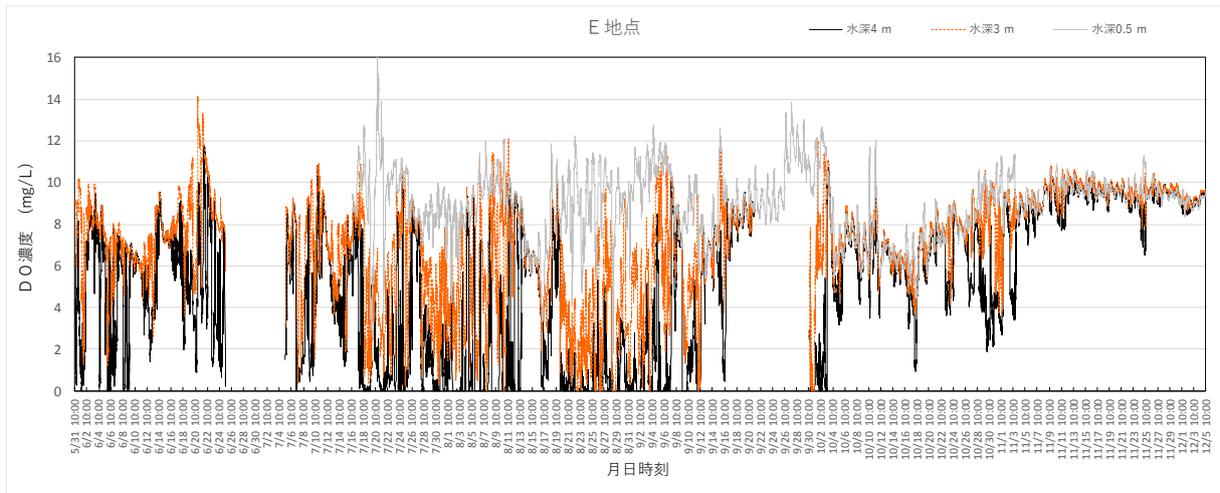
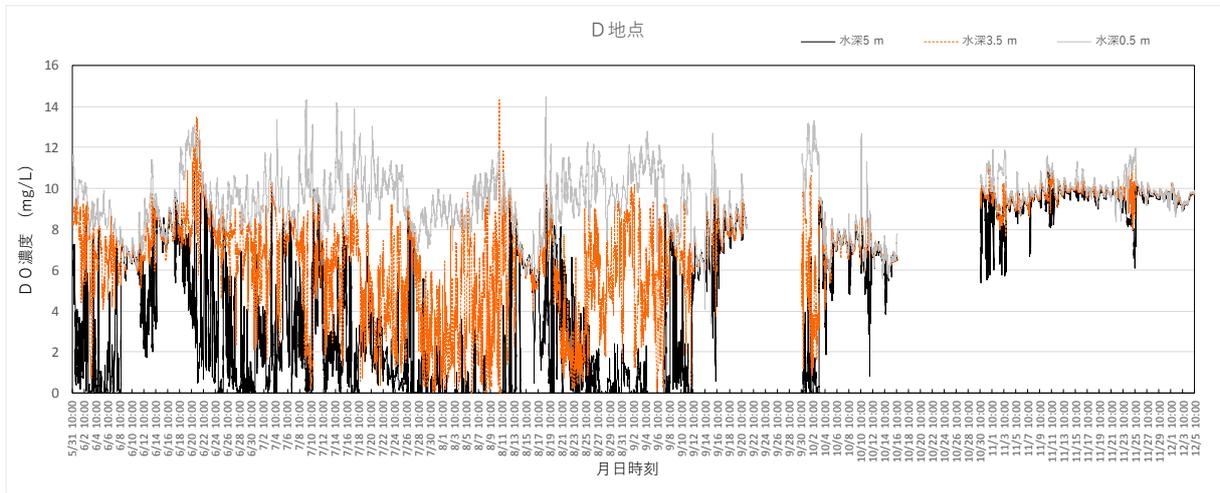
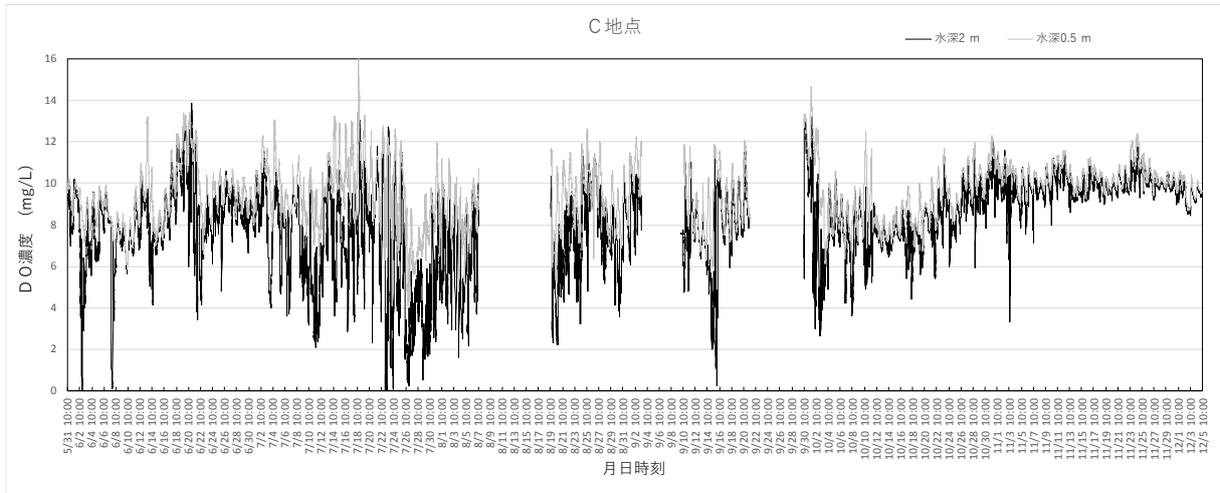


図2-2 各地点におけるDO濃度の変動（C地点、D地点、E地点）

なお、各調査月の半月間の期間内測定割合が50%を下回った期間は、調査期間の5月後半～12月前半の中で、主に5月後半（A地点、B地点、C地点、D地点およびE地点(3～4%)）、9月後半（A地点、B地点、C地点、D地点およびE地点(36～40%)）および12月前半（A地点、B地点、C地点、D地点およびE地点(29～30%)）であった。また、A地点表層（0.5 m）では10月前半期～終了期、E地点表層（0.5 m）では開始期～7月前半期に欠測となった。

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）。

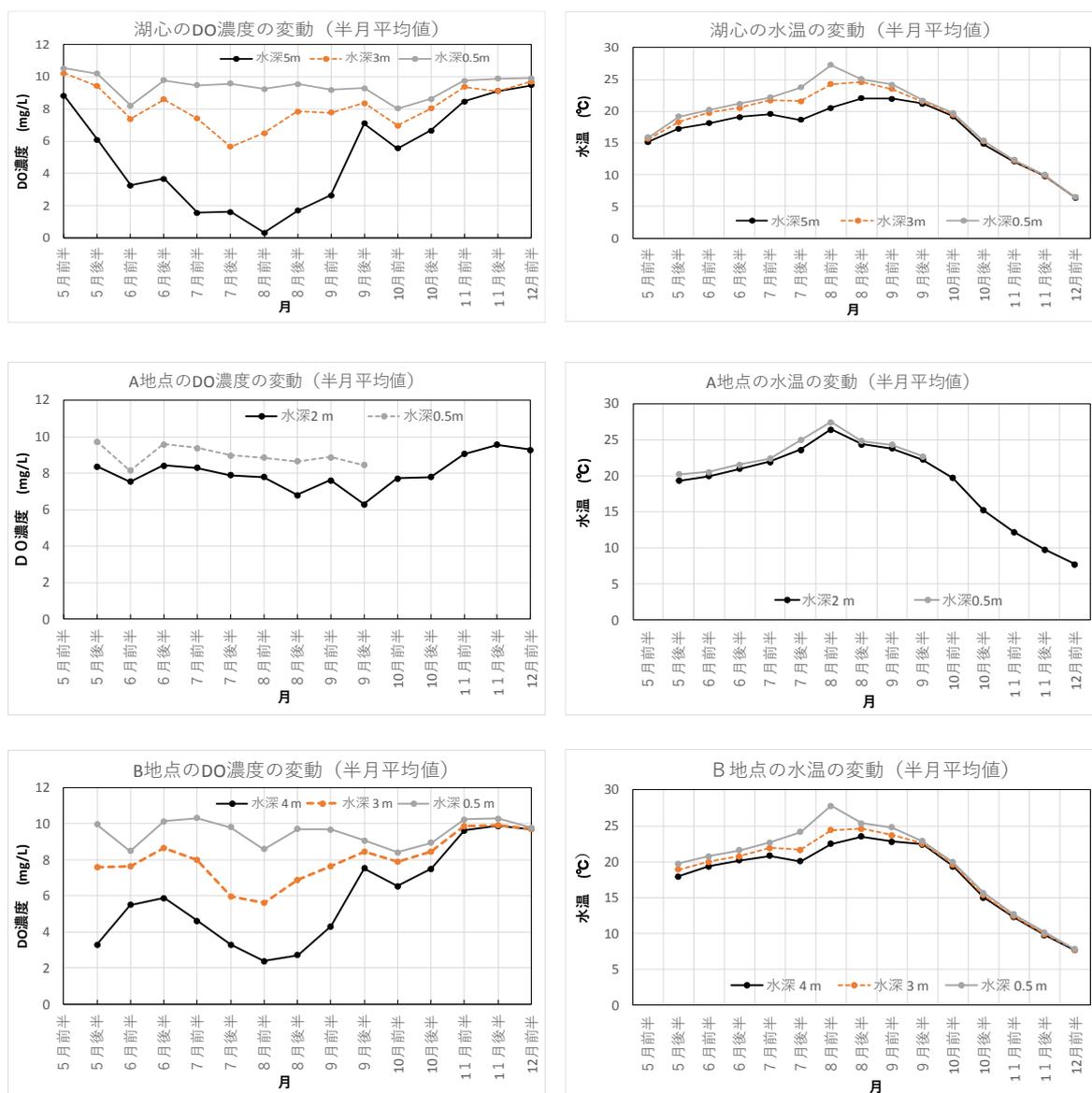


図3-1 各地点におけるDO、水温の比較(湖心、A地点、B地点)

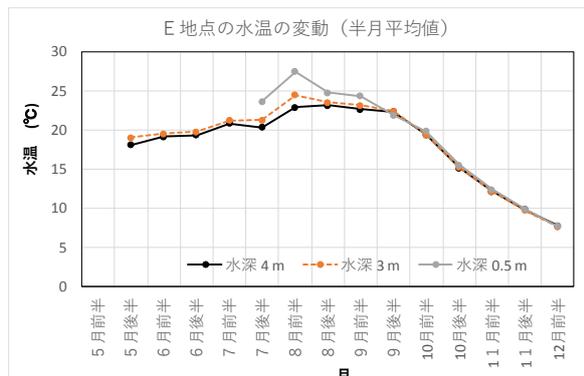
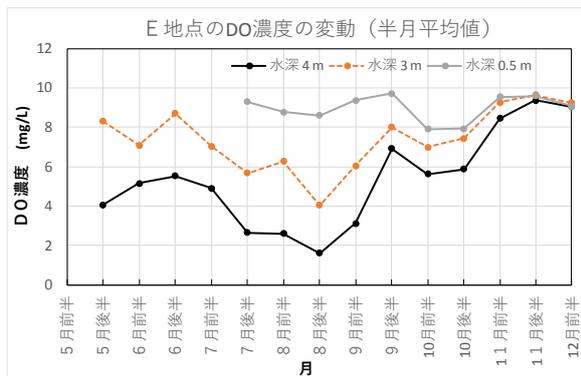
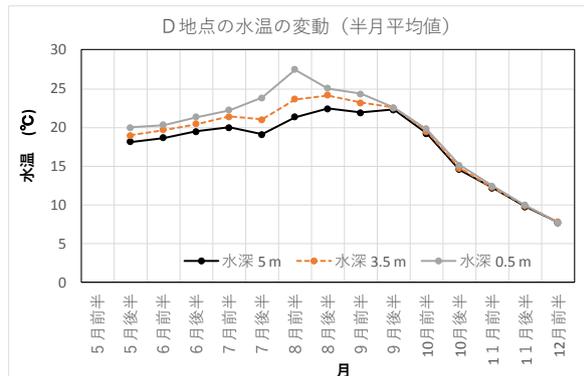
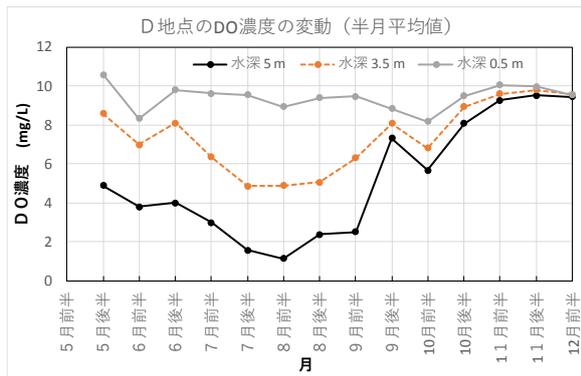
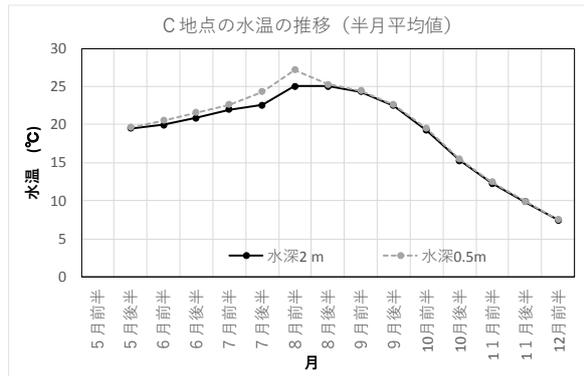
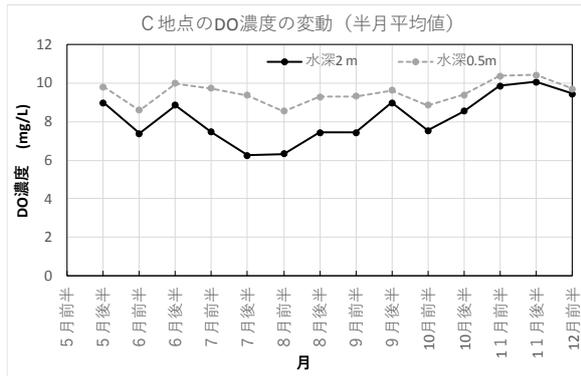


図3-2 各地点におけるDO、水温の比較(C地点、D地点、E地点)

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2.0m)での最低値はA地点で9月後半の6.3 mg/L程度、C地点で7月後半～8月前半の6.3 mg/L程度であった。また、表層(水深0.5m)のDO濃度はそれより約2 mg/L程度の範囲で高い濃度であった。

一方、水温の半月平均値については、表層(水深0.5m)と底層(水深2.0m)の差は6月後半～9月後半にかけてA地点で0.5～1.4℃、C地点で0.1～2.2℃となり、特に7月前半～後半にその差が大きかった。

B地点の底層(水深4.0m)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 8 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 2.4 mg/L 程度（8 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 5.6 mg/L 程度で、表層での DO 半月平均値は 8.4～10 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 7 月前半～8 月前半で大きく 4～5℃程度であったが、9 月後半以降は差が 0.7℃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 7 月後半～9 月前半に 3.0 mg/L を下回る状況がみられ、その最低値は 1.2 mg/L（8 月前半）であった。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 7 月後半～8 月前半にかけて 4.5～6℃程度と大きかった。

E 地点では、底層（水深 4.0 m）で 7 月後半～8 月後半に DO 半月平均値で 3.0 mg/L を下回る DO 濃度低下がみられ、その最低値は 1.6mg/L（8 月後半）であった。水深 3.0 m では 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 7 月後半～8 月前半で 3～4.5℃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～9 月前半に 3.0 mg/L を下回る状況がみられ、その最低値は 0.3 mg/L（8 月前半）であった。また水深 3.0m では 6 月～8 月の半月平均値の最低値が 5.6 mg/L（7 月後半）であった。

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 7 月後半～8 月前半にかけて 5～7℃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、

湖心 > D > E > B >> C > A 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）。

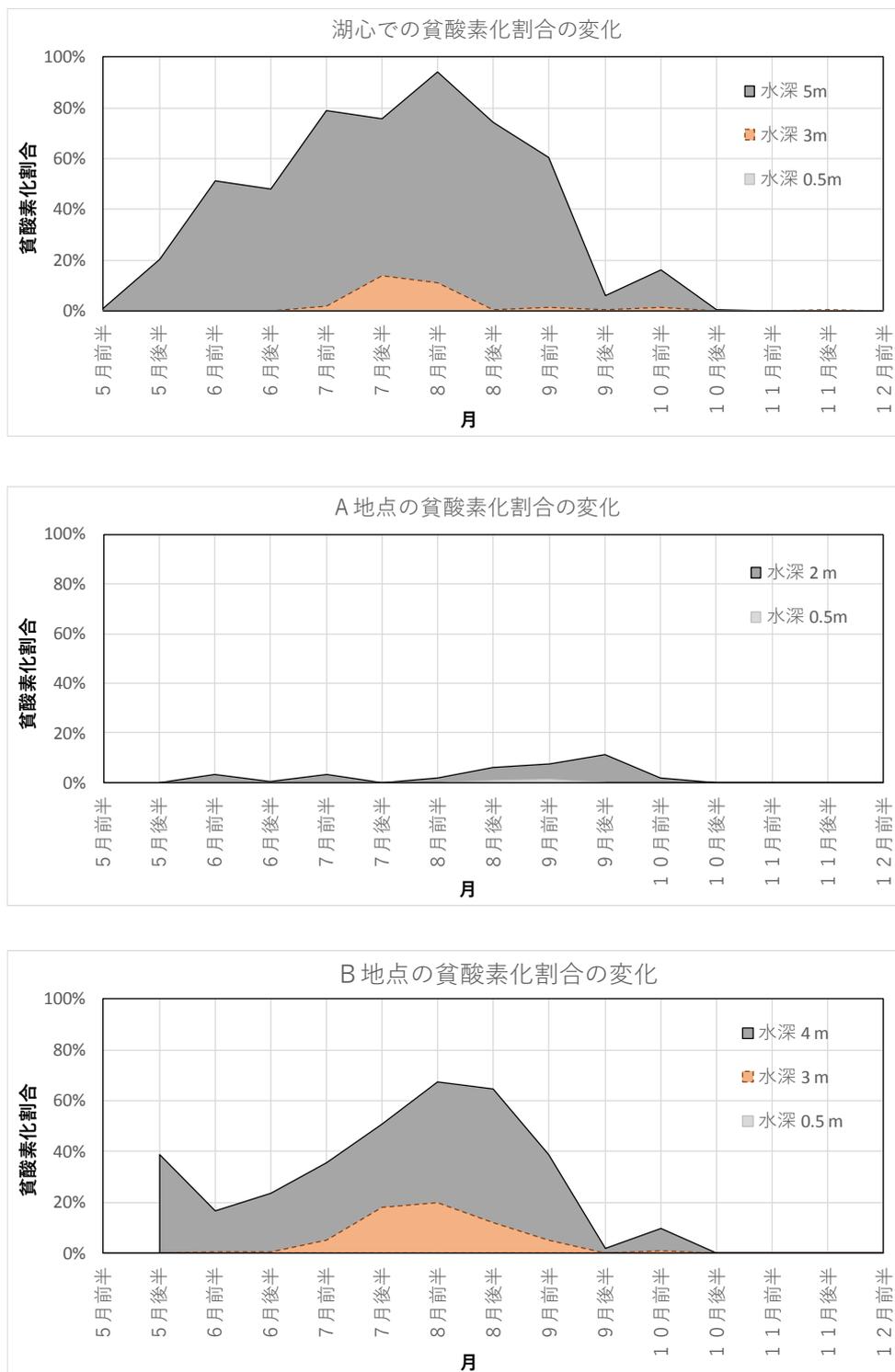


図4-1 各地点における貧酸素化の比較（湖心 A地点、B地点）

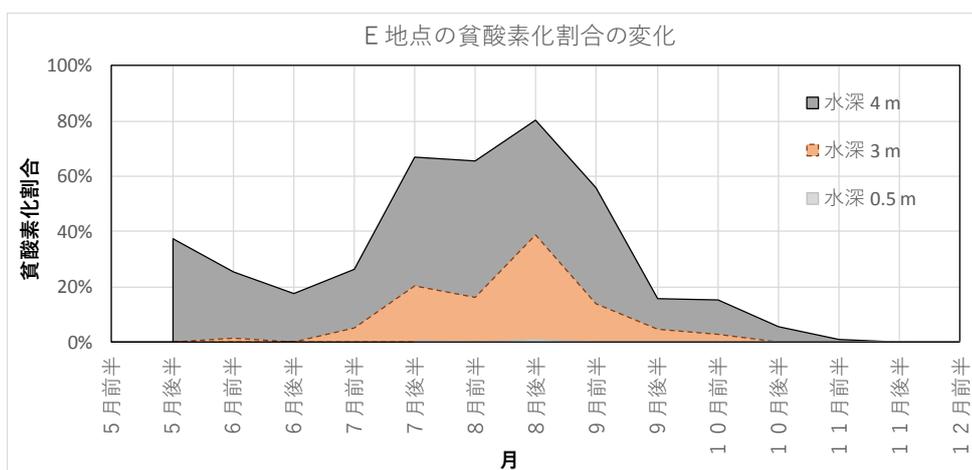
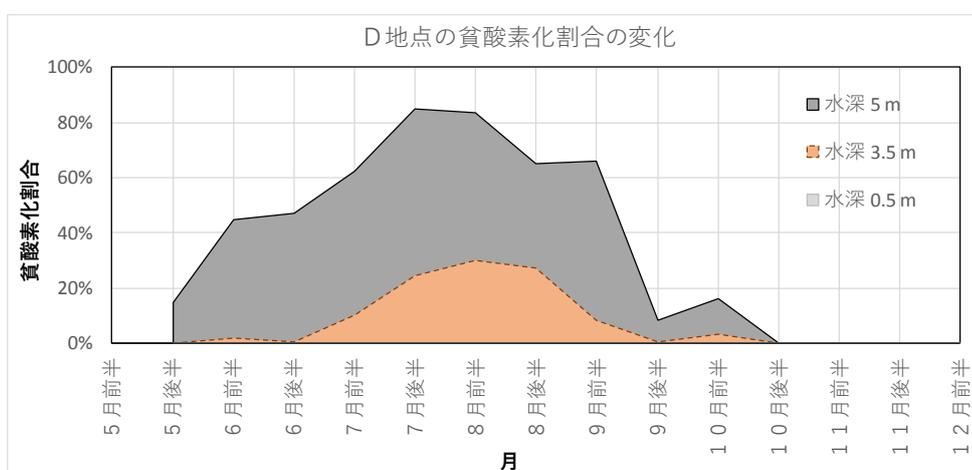
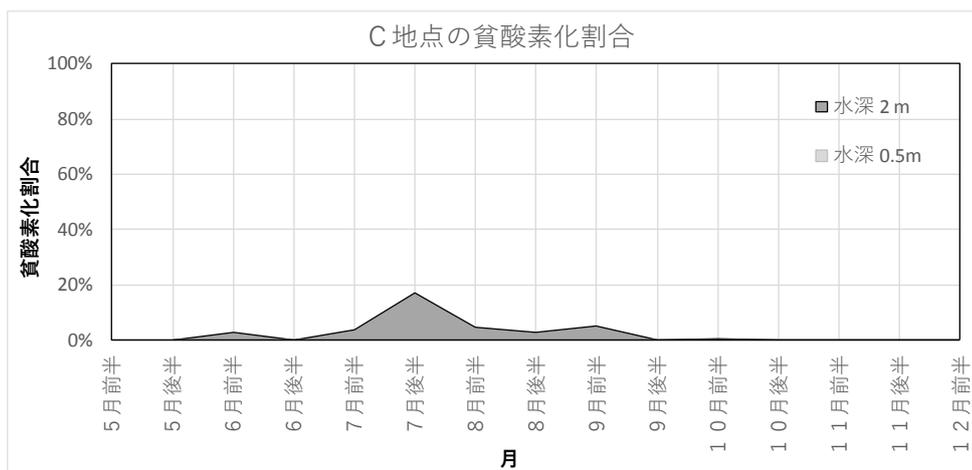


図4-2 各地点における貧酸素化の比較 (C地点、D地点、E地点)

各地点の底層の貧酸素化比率をみると、

湖心 > D > E > B >> C > A であった。

これらの地点 (底層) の中で、水深の浅いA地点、C地点では貧酸素化割合があまり大きくは

ならず、最大値はA地点で11%（9月後半）、C地点で17%（7月後半）であった。

一方、水深が深い他の4地点では、貧酸素化割合が高いのは7月~8月であった。中でも7月後半~8月前半にはこれらの地点では貧酸素化割合が最も高くなり、湖心では74~94%、D地点では65~85%、E地点では65~80%、B地点では51~67%であった。

(参考)

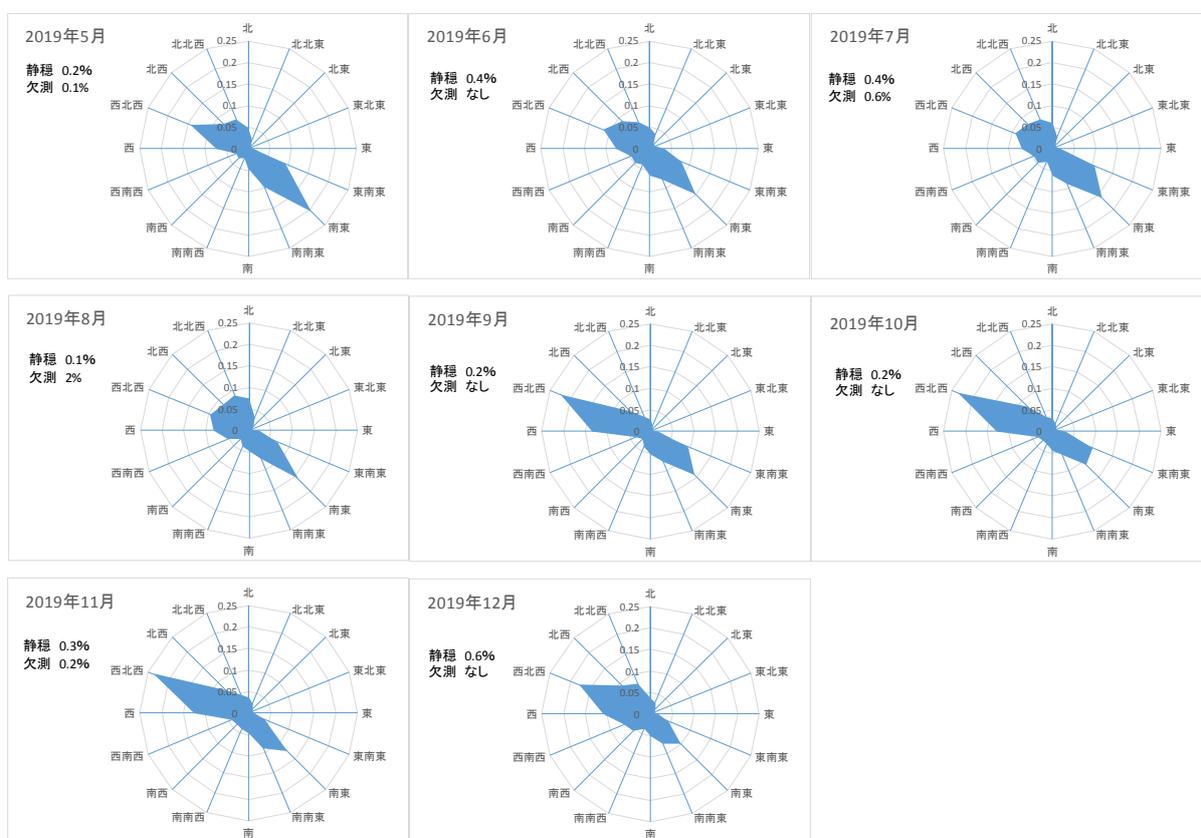


図5 調査期間の各月の風配図

調査期間の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（10分平均データ）から各月の風配図を作成した(図5)。

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見ると、5月から8月にかけて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、9月から12月にかけては両者は逆転して、西北西寄り風が卓越していた。

### 第3章 プランクトン調査

#### 3.1. 植物プランクトン調査

松本保健福祉事務所検査課

##### 3.1.1. 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。

##### 3.1.2. 調査方法

4 月、11 月から 3 月までは月 1 回（水質常時監視時）、5 月から 10 月までは月 2 回（水質常時監視時及びその約 2 週間後）採水を実施した。

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。

##### 3.1.3. 昨年度との結果と今年度の比較

平成 30 年について、4 月に珪藻類が増殖し、優占種となった。6 月には大型藍藻類が優占したものの、例年ほどの顕著な増加は見られなかった。その後は、小型藍藻類が 8 月の下旬から増加し、9 月下旬にピークを示して以降、12 月上旬まで優先していた。また、例年春季に増加する珪藻類（この時の優占種は *Asterionella*（アステリオネラ、ホガクイウ属））が 12 月上旬から増加し始めた（図 1）。

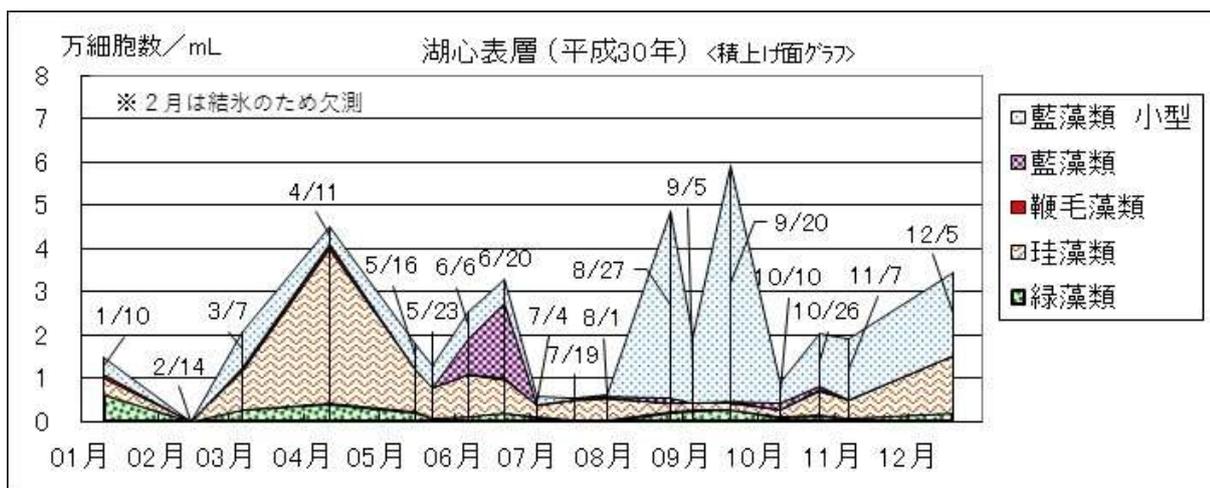


図1 平成 30 年の湖心表層における植物プランクトン細胞数の推移

平成 31 年（令和元年）について、平成 30 年 12 月から増加し始めた珪藻類は、更に顕著に増加し、2 月にピークとなった。4 月には珪藻類の増加は落ち着き、続いて小型藍藻類が優占した。7 月後半に大型藍藻類が一旦は優占するも、その後減少した。8 月からは緑藻類（この時の優占種は *Mougeotia* (モウゲトリア、ヒザリ属)) が顕著に増加し、9 月前半にピークとなった。緑藻類が優占したのは 10 月前半までで、10 月後半から令和 2 年 3 月まで珪藻類が優占種となっている（図 2、3）。

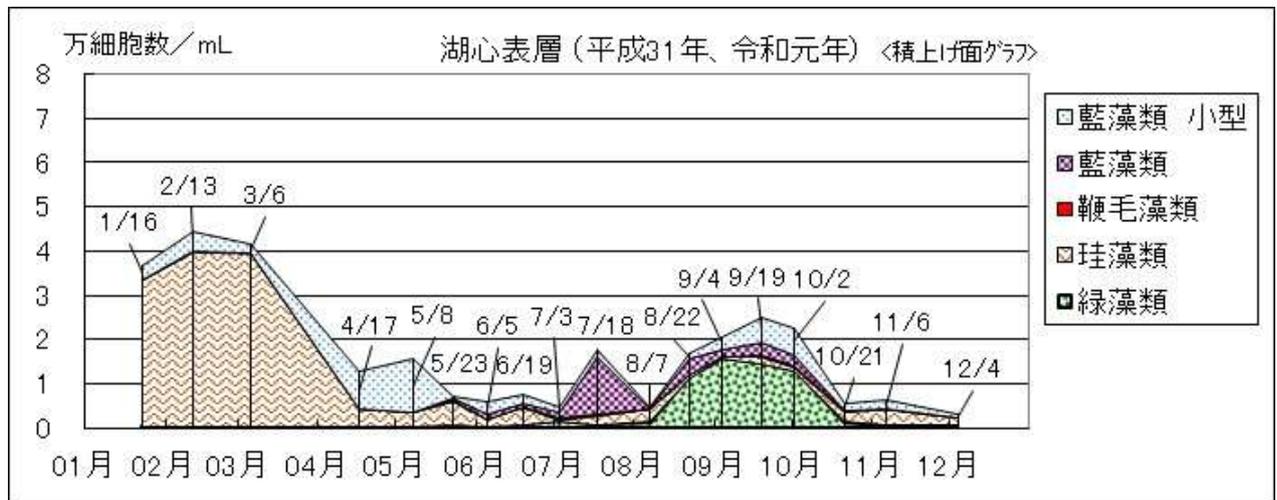


図2 平成 31 年(令和元年)の湖心表層における植物プランクトン細胞数の推移



図3 令和2年の湖心表層における植物プランクトン細胞数の推移

## 3.2. 動物プランクトン調査

水産試験場諏訪支場

### 3.2.1. 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。

### 3.2.2. 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 $\mu$ 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）

### 3.2.3. 調査結果

#### 3.2.3.1. 調査日ごとの結果

○4月22日

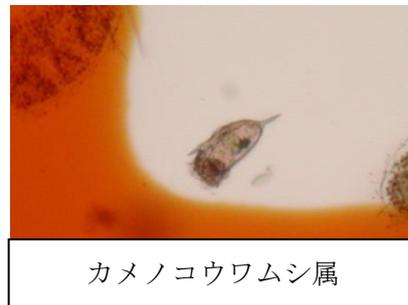
動物プランクトンの総数は 2937.1 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 17.3 個体/L であった。内、個体数の多い種はエピスティリス属、チンチニディウム属であった。肉質虫類の個体数は 1.0 個体/L で、ナベカムリ属のみ確認された。ワムシ類の個体数は 2898.3 個体/L であった。確認された種は 95.5% がハネウデワムシ属、それに次いでカメノコウワムシ属、ミツウデワムシ属であった。カイアシ類の個体数は 18.3 個体/L で、内、個体数の多い種はノープリウス幼生、コペポディド幼生であった。ミジンコ類の個体数は 2.0 個体/L で、ゾウミジンコのみ確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2019年4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）



ハネウデワムシ属



カメノコウワムシ属

○5月8日

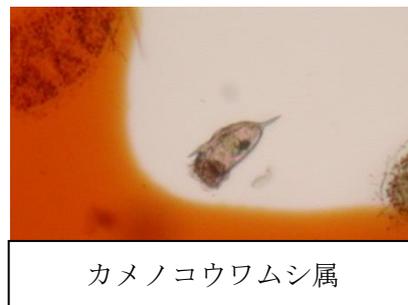
動物プランクトンの総数は1469.6個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は20.4個体/Lであった。内、個体数の多い種はディディニウム属、チンチニディウム属であった。肉質虫類は確認されなかった。ワムシ類の個体数は1432.9個体/Lであった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、それに次いでカメノコウワムシ属、ドロワムシ属であった。カイアシ類の個体数は2.0個体/Lで、ノープリウス幼生のみ確認された。ミジンコ類の個体数は14.3個体/Lで、ゾウミジンコのみ確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2019年5月8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

○5月23日

動物プランクトンの総数は3662.7個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は1074.1個体/Lであった。内、個体数の多い種はエピスティリス属、チンチニディウム属であった。肉質虫類の個体数は16.3個体/Lで、太陽虫綱、ナベカムリ属が確認された。ワムシ類の個体数は2109.6個体/Lであった。確認された種はカメノコウワムシ属、それに次いでテマリワムシ属、ドロワムシ属であった。カイアシ類の個体数は8.2個体/Lであった。個体数の多い種はコペポディド幼生、ノープリウス幼生、ケンミジンコ目であった。ミジンコ類の個体数は454.5個体/Lで、ゾウミジンコのみ確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2019年5月23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>Conochilus</i> （テマリワムシ属）



○6月6日

動物プランクトンの総数は7682.0個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は501.4個体/Lで、エピスティリス属のみ確認された。肉質虫類の個体数は6.1個体/Lで、無殻目、ナベカムリ属が確認された。ワムシ類の個体数は6253.2個体/Lであった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、それに次いでフクロワムシ属、ネズミワムシ属であった。カイアシ類の個体数は30.6個体/Lであった。内、個体数の多い種はノープリウス幼生、ヒゲナガケンミジンコ目であった。ミジンコ類の個体数は890.7個体/Lで、ゾウミジンコ、ノロが確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2019年6月6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>Bosmina</i> （ゾウミジンコ属）



○6月19日

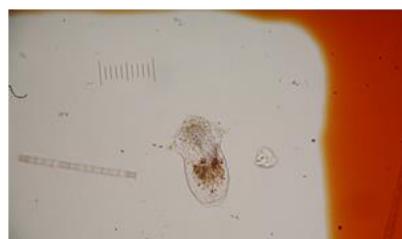
動物プランクトンの総数は3228.5個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は2.0個体/Lで、チンチニディウム属のみ確認された。肉質虫類は確認されなかった。ワムシ類の個体数は3112.4個体/Lであった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、それに次いでドロワムシ属、カメノコウワムシ属であった。カイアシ類の個体数は40.8個体/Lであった。内、個体数の多い種はノープリウス幼生およびコペポディド幼生、それに次いでヒゲナガケンミジンコ目であった。ミジンコ類の個体数は73.4個体/Lであった。内、個体数の多い種はゾウミジンコ、それに次いでシカクミジンコ属、ノロであった。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2019年6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>Synchaeta</i> （ドロワムシ属）



ハネウデワムシ属



ドロワムシ属

○7月5日

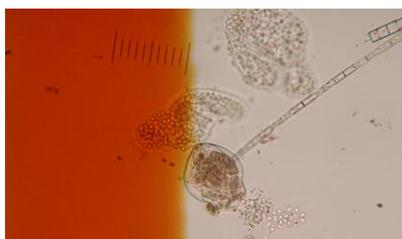
動物プランクトンの総数は 1098.6 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 2.0 個体/L で、エピステイリス属のみ確認された。肉質虫類の個体数は 6.1 個体/L で、太陽虫綱、ナベカムリ属が確認された。ワムシ類の個体数は 917.2 個体/L であった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、それに次いでアワワムシ属、ネズミワムシ属であった。カイアシ類の個体数は 85.6 個体/L であった。内、個体数の多い種はノープリウス幼生、ヒゲナガケンミジンコ目であった。ミジンコ類の個体数は 87.6 個体/L であった。内、個体数の多い種はニセゾウミジンコ、それに次いでオナガミジンコ属、ノロであった。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2019年7月5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>Pompholyx</i> （アワワムシ属）



ハネウデワムシ属



アワワムシ属

○7月18日

動物プランクトンの総数は 1288.2 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 42.8 個体/L で、エピステイリス属、チンチニディウム属が確認された。肉質虫類は確認されなかった。ワムシ類の個体数は 1184.2 個体/L であった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、それに次いでネズミワムシ属、アワワムシ属であった。カイアシ類の個体数は 24.5 個体/L で、ノープリウス幼生、ヒゲナガケンミジンコ目、コペポデイド幼生であった。ミジンコ類の個体数は 36.7 個体/L であった。内、個体数の多い種はニセゾウミジンコ、それに次いでオナガミジンコ属、ノロであった。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2019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9日

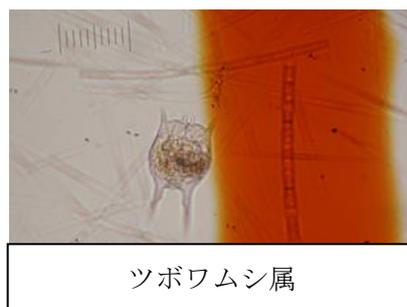
動物プランクトンの総数は4217.1個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は51.0個体/Lであった。内、個体数の多い種はツリガネムシ属、コドネラ属、エピステイリス属であった。肉質虫類の個体数は51.0個体/Lで、ツボカムリ属、太陽虫綱、ナベカムリ属が確認された。ワムシ類の個体数は3752.4個体/Lであった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、ツボワムシ属、カメノコウワムシ属であった。カイアシ類の個体数は159.0個体/Lであった。内、個体数の多い種はノープリウス幼生、ケンミジンコ目、ヒゲナガケンミジンコ目であった。ミジンコ類の個体数は203.8個体/Lであった。内、個体数の多い種はゾウミジンコ、オナガミジンコ属、ゾウミジンコモドキであった。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2019年8月9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22日

動物プランクトンの総数は1848.7個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は66.2個体/Lで、エピステイリス属、チンチニディウム属、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239.5個体/Lで、太陽虫綱、ツボカムリ属、ナベカムリ属が確認された。ワムシ類の個体数は1406.4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、ドロワムシ属であった。カイアシ類の個体数は92.7個体/Lであった。内、個体数の多い種はノープリウス幼生、コペポディド幼生、ヒゲナガケンミジンコ目であった。ミジンコ類の個体数は43.8個体/Lで、ニセ

ゾウミジンコ、オナガミジンコ属、ノロなどが確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2019年8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>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5日

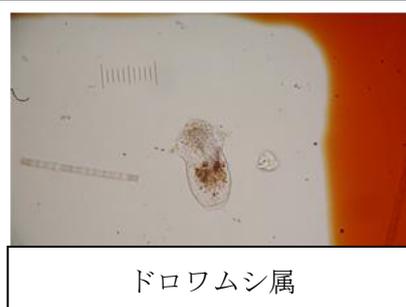
動物プランクトンの総数は 939.6 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 20.4 個体/L で、エピステイリス属、チンチニディウム属、ラップムシ属が確認された。肉質虫類の個体数は 28.5 個体/L で、ツボカムリ属、太陽虫綱が確認された。ワムシ類の個体数は 741.9 個体/L であった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、ドロワムシ属、カメノコウワムシ属であった。カイアシ類の個体数は 110.1 個体/L であった。内、個体数の多い種はノープリウス幼生、コペポデイド幼生などであった。ミジンコ類の個体数は 38.7 個体/L で、オナガミジンコ属、ニセゾウミジンコ、ノロであった。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2019年9月5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>Synchaeta</i> (ドロワムシ属)



ハネウデワムシ属



ドロワムシ属

○9月19日

動物プランクトンの総数は 1006.9 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 97.8 個体/L で、エピステイリス属、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 14.3 個体/L で、ツボカムリ属、太陽虫綱が確認された。ワムシ類の個体数は 735.8 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、カメノコウワムシ属であった。カイアシ類の個体数は 116.2 個体/L であった。内、個体数の多い種はノープリウス幼生、ケンミジン

コ目、コペポディド幼生であった。ミジンコ類の個体数は 42.8 個体/L で、ニセゾウミジンコ、オナガミジンコ属、ゾウミジンコなどが確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2019年9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>Trichocerca</i> （ネズミワムシ属）



ハネウデワムシ属



ネズミワムシ属

○10月3日

動物プランクトンの総数は 939.6 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 112.1 個体/L で、エピステイリス属、ストロビリディウム属、チンチニディウム属が確認された。肉質虫類の個体数は 30.6 個体/L で、太陽虫綱、ナベカムリ属、ツボカムリ属が確認された。ワムシ類の個体数は 1365.6 個体/L であった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、ミツウデワムシ属、ネズミワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 124.3 個体/L であった。内、個体数の多い種はケンミジンコ、ノープリウス幼生、コペポディド幼生などであった。ミジンコ類の個体数は 38.7 個体/L で、ニセゾウミジンコ、オナガミジンコ属であった。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2019年10月3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>Filinia longiseta</i> （ナガミツウデワムシ）



ハネウデワムシ属



ネズミワムシ属

○10月24日

動物プランクトンの総数は 46.9 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 97.8 個体/L で、エピステイリス属、ラップムシ属が確認された。ワムシ類の個体数は 874.4 個体/L であった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、ドロワムシ属、ネズミワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 44.8 個体/L であった。内、個体数の多い種はノープリウス幼生、コペポディド幼生、ヒゲ

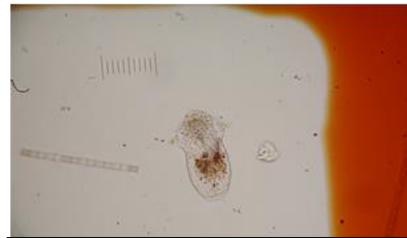
ナガケンミジンコ目、であった。ミジンコ類の個体数は 48.9 個体/L で、ニセゾウミジンコ、オナガミジンコ属、ノロが確認された。肉質虫類は確認されなかった。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2019 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>Synchaeta</i> (ドロワムシ属)



ハネウデワムシ属



ドロワムシ属

○11 月 22 日

動物プランクトンの総数は 621.7 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 32.6 個体/L で、チンチニディウム属、コドネラ属、エピステイリス属が確認された。ワムシ類の個体数は 487.1 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、ネズミワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 69.3 個体/L であった。内、個体数の多い種はコペポディド幼生、ノープリウス幼生などであった。ミジンコ類の個体数は 32.6 個体/L で、ゾウミジンコのみが確認された。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 2019 年 11 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)



ハネウデワムシ属



カメノコウワムシ属

○12 月 27 日

動物プランクトンの総数は 289.4 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 10.2 個体/L で、ストロビリディウム属、チンチニディウム属、ツリガネムシ属が確認された。肉質虫類の個体数は 4.1 個体/L で、ナベカムリ属のみが確認された。ワムシ類の個体数は 134.5 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、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 20.4 個体/L で、ノープリウス幼生、コペポディド幼生が確認された。ミジンコ類の

個体数は 120.3 個体/L で、ゾウミジンコのみが確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2019 年 12 月 25 日）

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



ゾウミジンコ



カメノコウワムシ属

○1月30日

動物プランクトンの総数は 464.7 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 4.1 個体/L で、ツリガネムシ属、ストロビリディウム属が確認された。ワムシ類の個体数は 277.2 個体/L であった。内、個体数の多い種はドロワムシ属、カメノコウワムシ属、ハネウデワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は 57.1 個体/L で、ノープリウス幼生、コペポデイド幼生、ケンミジンコ目が確認された。ミジンコ類の個体数は 126.4 個体/L で、ゾウミジンコのみが確認された。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 2020 年 1 月 30 日）

第1 優占種	ワムシ類	<i>Synchaeta</i> （ドロワムシ属）
第2 優占種	ミジンコ類	<i>Bosmina</i> （ゾウミジンコ）



ドロワムシ属



ゾウミジンコ

○2月28日

動物プランクトンの総数は 1616.3 個体/L であった。繊毛虫類の個体数は 22.4 個体/L で、チンチニディウム属、ツリガネムシ属、コドネラ属が確認された。ワムシ類の個体数は 1375.8 個体/L であった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、ドロワムシ属、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 85.6 個体/L で、ノープリウス幼生、コペポデイド幼生、ケンミジンコ目が確認された。ミジンコ類の個体数は 132.5 個体/L で、ゾウミジンコのみが確認された。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 2020年2月28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>Bosmina</i> （ゾウミジンコ）



ハネウデワムシ属



ゾウミジンコ

○3月18日

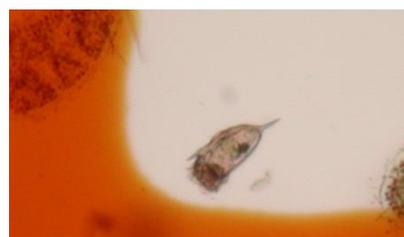
動物プランクトンの総数は6514.1個体/Lであった。繊毛虫類の個体数は126.4個体/Lであった。内、個体数の多い種はチンチニディウム属、ツリガネムシ属、ストロビリディウム属などであった。肉質虫類の個体数は2.0個体/Lで、ナベカムリ属のみが確認された。ワムシ類の個体数は6073.9個体/Lであった。内、個体数の多い種はハネウデワムシ属、カメノコウワムシ属、ミツウデワムシ属などであった。カイアシ類の個体数は110.1個体/Lで、ノープリウス幼生、ケンミジンコ目、コペポディド幼生が確認された。ミジンコ類の個体数は201.8個体/Lで、ゾウミジンコのみが確認された。

観察された主な動物プランクトン（採水日 2020年3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>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

### 3.2.3.2. 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6月上旬および8月上旬に2回急増し、10月上旬にわずかに増加した後、12月下旬まで緩やかに減少し、1月以降緩やかな増加傾向に転じ、3月中旬に急増した。一般的に、珪藻類、緑藻類が増える時期に、動物プランクトンが増えるとされるが、植物プランクトン調査の結果では、6月上旬、8月上旬共に珪藻類や緑藻類のピークとはなっておらず、今年度の動物プランクトンの変動要因

は餌の量だけではないと示唆される。

平成 29 年度および平成 30 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 年間の個体数推移の共通した特徴は、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、ピーク時期が年によって若干異なっているが、5 月下旬から 6 月上旬にかけて、ミジンコ類（ゾウミジンコ）の増加が見られることも 3 年間で共通している。一方、総数やワムシ類のピークが出現する時期は、平成 29 年度が 5 月上旬、平成 30 年度が 10 月下旬、今年度が 6 月上旬、8 月上旬および 3 月中旬と年によって異なっていた。同様に、年度内での総数が最も少ない時期は、平成 29 年度が 10 月下旬、平成 30 年度が 1 月下旬および令和元年度が 12 月下旬で、年ごとに異なっている。また、平成 30 年度は、年間を通じてワムシ類が多くなっていた。この年のワカサギの資源尾数は多く、ワカサギからミジンコ類などへの捕食圧は例年より大きかったと考えられる。ワカサギの捕食でミジンコ類などが大きく増加せず、ミジンコ類などからワムシ類への捕食圧が減少したため、ワムシ類が多い時期が長く続いていたと考えられる。

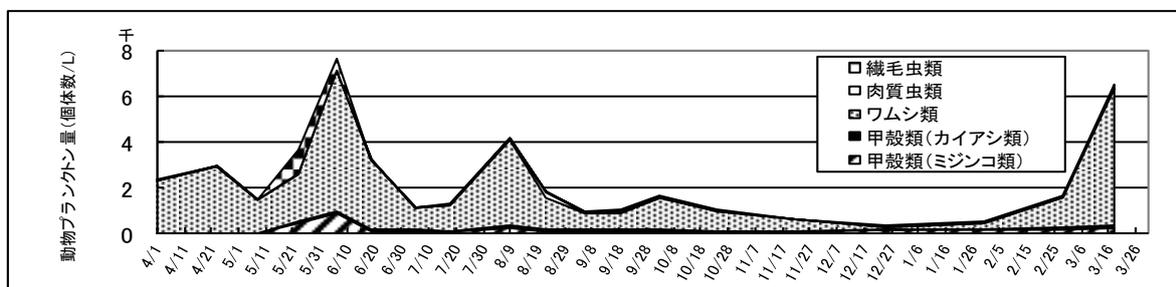


図 1 令和元年度の動物プランクトンの個体数

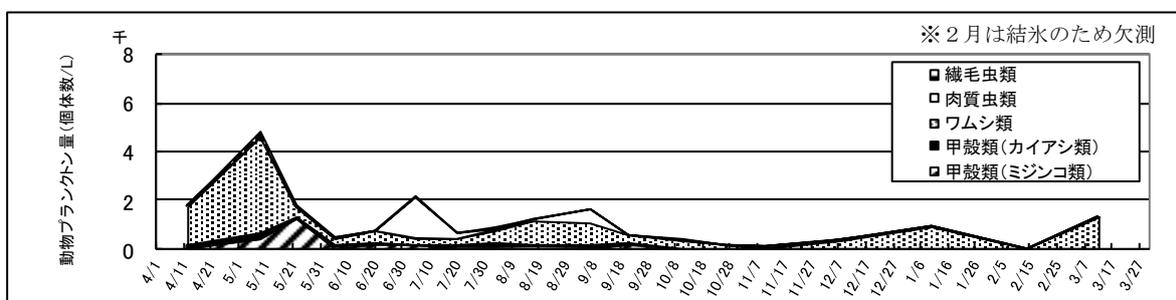


図 2 平成 29 年度の動物プランクトンの個体数

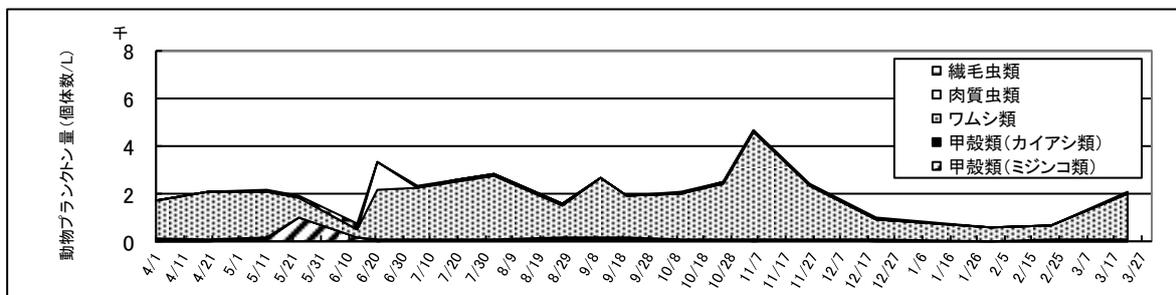


図 3 平成 30 年度の動物プランクトンの個体数

#### 3.2.4. 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、6月上旬、8月上旬および3月中旬に3回急増した。平成29年度、平成30年度における動物プランクトンのピーク時期は、それぞれ5月上旬および10月下旬で、3年間で異なっていた。

## 第4章 覆砂場所のモニタリング調査

### 4.1. 水質調査

環境保全研究所水・土壌環境部

#### 4.1.1. 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。

#### 4.1.2. 調査内容

##### 4.1.2.1. 調査地点

調査地点を表1、図1に示す。渋崎区は、平成27年度に覆砂した試験区内の地点①及び比較対照として試験区外側の地点②を調査地点とした。湖岸通り区は、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。

表1 調査地点一覧

地区	No.	区分	位置	水深(m)*	底質	備考
渋崎区	①	試験区	試験区内・岸から25m	1.1	砂	H27覆砂実施
	②	対照区	岸から100m(湖心線)	2.4	泥	
湖岸通り区	③	試験区	試験区内・岸から25m	0.9	砂	H28覆砂実施
	⑥	対照区	岸から130m	1.7	泥	

※水深は水質調査日に測定した平均値

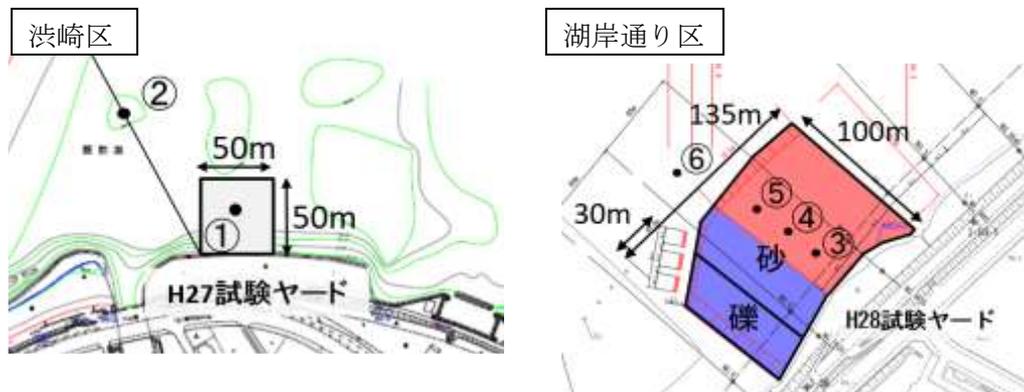


図1 調査地点図

##### 4.1.2.2. 調査日

5月30日、8月7日、11月13日

##### 4.1.2.3. 採水深度・採水方法

湖底から20cm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(20mL/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。

#### 4.1.2.4. 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 <sub>4</sub> -N)	インドフェノール青吸光光度法(上水試験法 III-2 8.4)
亜硝酸性窒素 (NO <sub>2</sub> -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 <sub>3</sub> -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 <sub>4</sub> -P)	モリブデン青吸光光度法 (JIS K0102 46.1.1)
有機体炭素 (TOC)	燃焼酸化-赤外線式TOC分析法 (JIS K0102 22.1)
溶存有機体炭素 (DOC)	燃焼酸化-赤外線式TOC分析法 (JIS K0102 22.1)

#### 4.1.3. 調査結果及び考察

##### 4.1.3.1 渋崎区 (地点①、②)

平成 27 年度に覆砂した試験区の地点①について、対照区の地点②と比較して覆砂による水質への影響を調査した。測定項目別の測定結果を図 2 に示す。

##### < 窒素 >

渋崎区の底層水のアンモニア性窒素濃度は、5、8月に調査地点間の濃度差は見られず、11月に対照区②に比べて試験区①の方が 0.04 mg/L 低かった。亜硝酸性窒素濃度は、調査地点間の濃度差が見られなかった。硝酸性窒素濃度は、8月に試験区の方が 0.15 mg/L 低かった。また、無機態窒素濃度も同様の傾向が見られ、試験区の方が 0.15 mg/L 低く、全窒素濃度は試験区の方が 0.27

mg/L 低かった。このように夏季の硝酸性窒素の濃度差が無機態窒素や全窒素の濃度に影響し、試験区と対照区の底層水の濃度差を生じていると考えられる。

さらに、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、試験区における各成分の濃度差は小さいが、対照区では5月、8月に全窒素、溶解性窒素、無機態窒素、硝酸性窒素等の濃度が表層水より底層水の方が高く、顕著な濃度差が見られており、対照区において底泥から底層水への窒素成分の供給による影響が考えられる。

#### <りん>

洪崎区の底層水のりん酸態りん濃度は、調査地点間の濃度差が見られなかった。

全りん濃度は、5、8月に試験区の方が0.016～0.022 mg/L程度低く、溶解成分以外を懸濁成分として計算した場合、試験区の懸濁態りん濃度（全りに占める割合：6～8割）が同程度低下したことになる。また、懸濁態成分と関係するSS濃度にも同様の傾向が見られ、試験区の方が5 mg/L程度低く、SS濃度と関係する透視度（底層水）については、8月に試験区の方が30 cm程度高かった。さらに、地点毎の底層水と表層水の濃度差を比較すると、試験区における各成分の濃度差は小さいが、対照区では5月、8月の全りん、SSに顕著な濃度差が見られた。このことは、覆砂による底泥の巻き上げの抑制、栄養塩類の溶出抑制による植物プランクトン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>

調査日時において貧酸素（DO < 3 mg/L）は発生していないが、8月調査日の底層DOは対照区に比べて試験区の方が2.3 mg/L高かった。洪崎区では覆砂による底泥の酸素消費の抑制によるDO濃度への影響は確認されなかった。

### 4.1.3.2 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3に、地点毎の底層水と表層水の濃度差を図5に示す。また、信州大学湖沼高地教育研究センター（諏訪臨湖実験所）宮原裕一教授より提供された同調査地点における底層水の溶存酸素連続測定データを図6に示す。

#### <窒素>

湖岸通り区の底層水のアンモニア性窒素濃度は、8月に対照区⑥に比べて試験区③の方が0.05 mg/L低かった。亜硝酸性窒素濃度は、8月に試験区の方が0.007 mg/L低かった。硝酸性窒素濃度は、5、8月に試験区の方が0.26～0.39 mg/L低かった。また、無機態窒素濃度も同様の傾向が見られ、試験区の方が0.28～0.45 mg/L低く、これは全窒素の濃度差（0.32～0.45 mg/L）に影響していた。

このように試験区と対照区の底層水に濃度差を生じていることから、特に水温が上昇する夏季については、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、また、硝酸性窒素の濃度差が無機態窒素や全窒素の濃度差に影響していると考えられる。

さらに、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、試験区における各成分の濃度差は小さいが、対照区では5月、8月の全窒素、溶解性窒素、無機態窒素、硝酸性窒素及びアンモニア性窒素の濃度が表層水より底層水の方が高く、顕著な濃度差が見られた。対照区において底泥から底層水への栄養塩の供給による影響が考えられる。

#### <りん>

湖岸通り区の底層水のりん酸態りん濃度は、8月に対照区に比べて試験区の方が0.007 mg/L低かった。水温が上昇する夏季において、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る。

全りん濃度は、5、8月に試験区の方が0.01~0.02 mg/L程度低く、溶解成分以外を懸濁成分として計算した場合、試験区の懸濁態りん濃度（全りに占める割合：5~8割）が同程度低下したことになる。また、懸濁態成分と関係するSS濃度にも同様の傾向が見られ、SS濃度と関係する透視度（底層水）については8月に試験区の方が30 cm程度高かった。さらに、地点毎の底層水と表層水の濃度差を比較すると、試験区における各成分の濃度差は小さいが、対照区では5月、8月の全りん、溶解性りん、りん酸態りん等に顕著な濃度差が見られた。このことは、覆砂による底泥の巻き上げの抑制、栄養塩類の溶出抑制による植物プランクトン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>

調査日時において貧酸素（DO < 3 mg/L）は発生していないが、8月調査日の底層DOは、対照区が5.8 mg/Lで、対照区より試験区の方が6.1 mg/L高かった。

また、図6に示すDO連続測定データ（7/2~8/7）より、7月前半の試験区と対照区のDOは同程度で推移していたが、7/18以降水温の上昇とともに夜間を中心に対照区の方がDOが低下する傾向が見られ、7月下旬と8月上旬（図中赤色網掛け）には対照区で貧酸素が発生していた。一方、試験区では期間中貧酸素は発生しなかった。

このことから、夏季に試験区において覆砂により底泥の酸素消費が抑えられた可能性が考えられる。ただし、調査エリア内での沈水植物（クロモ等）の繁茂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。

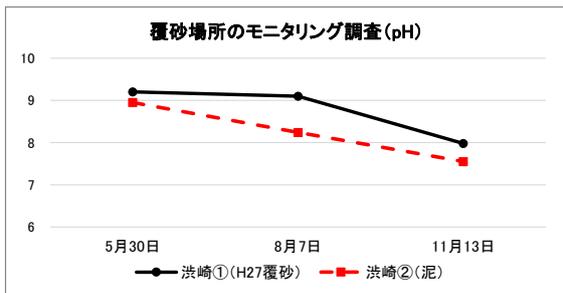
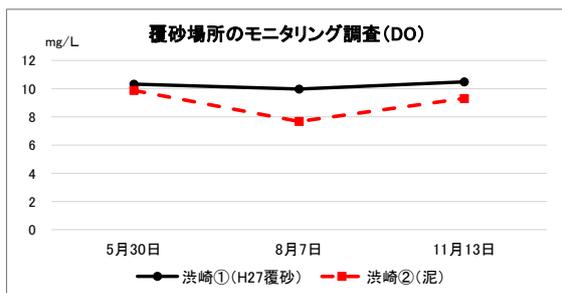
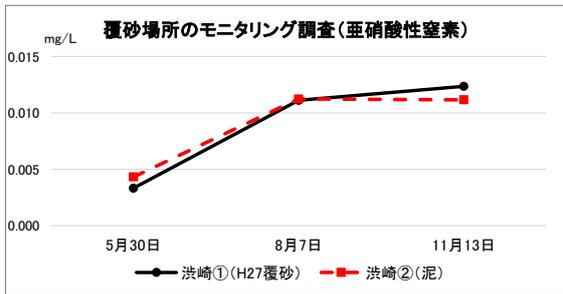
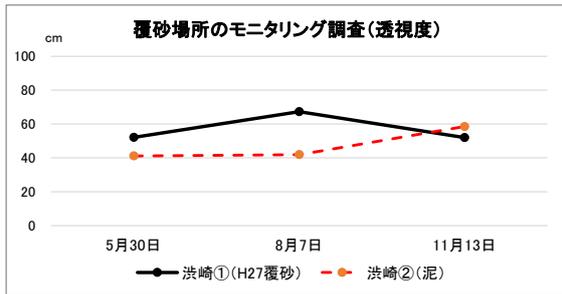
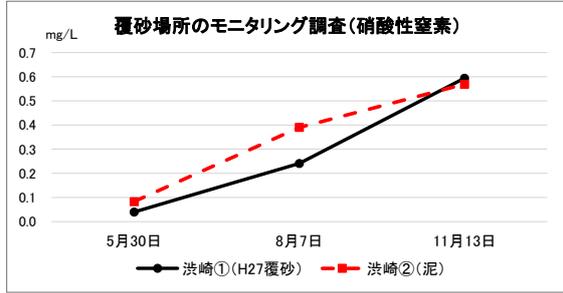
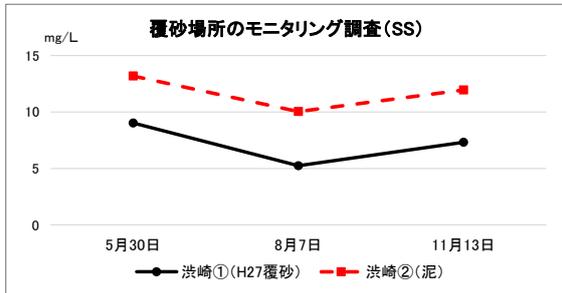
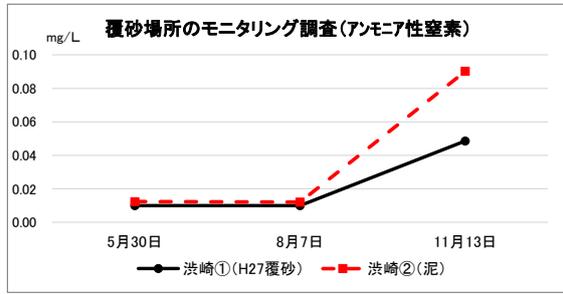
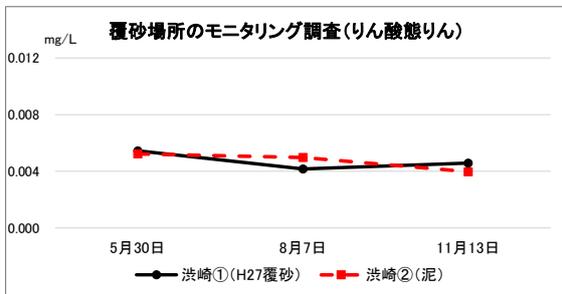
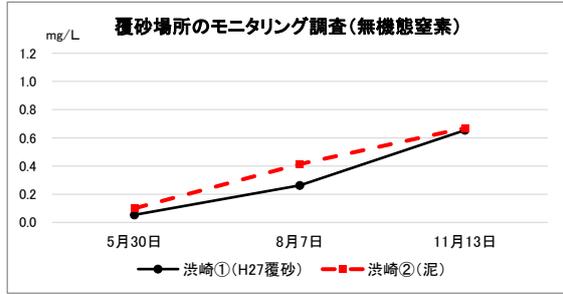
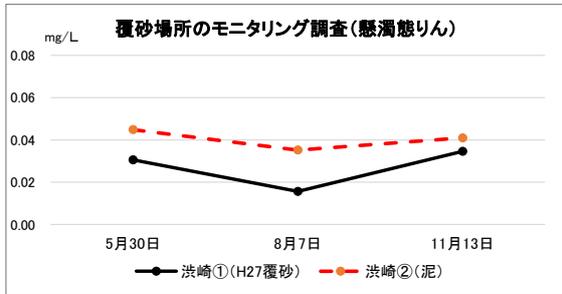
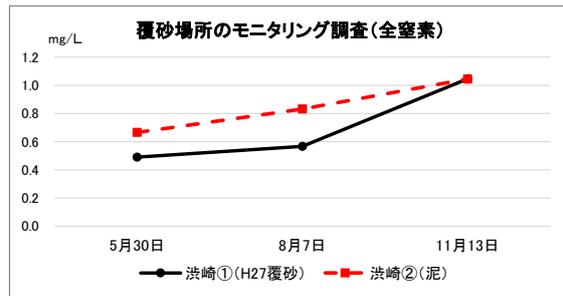
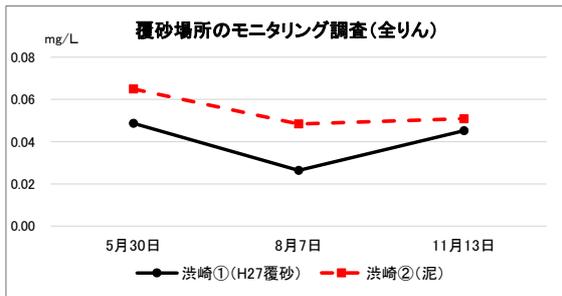


図2 洪崎区における水質測定結果

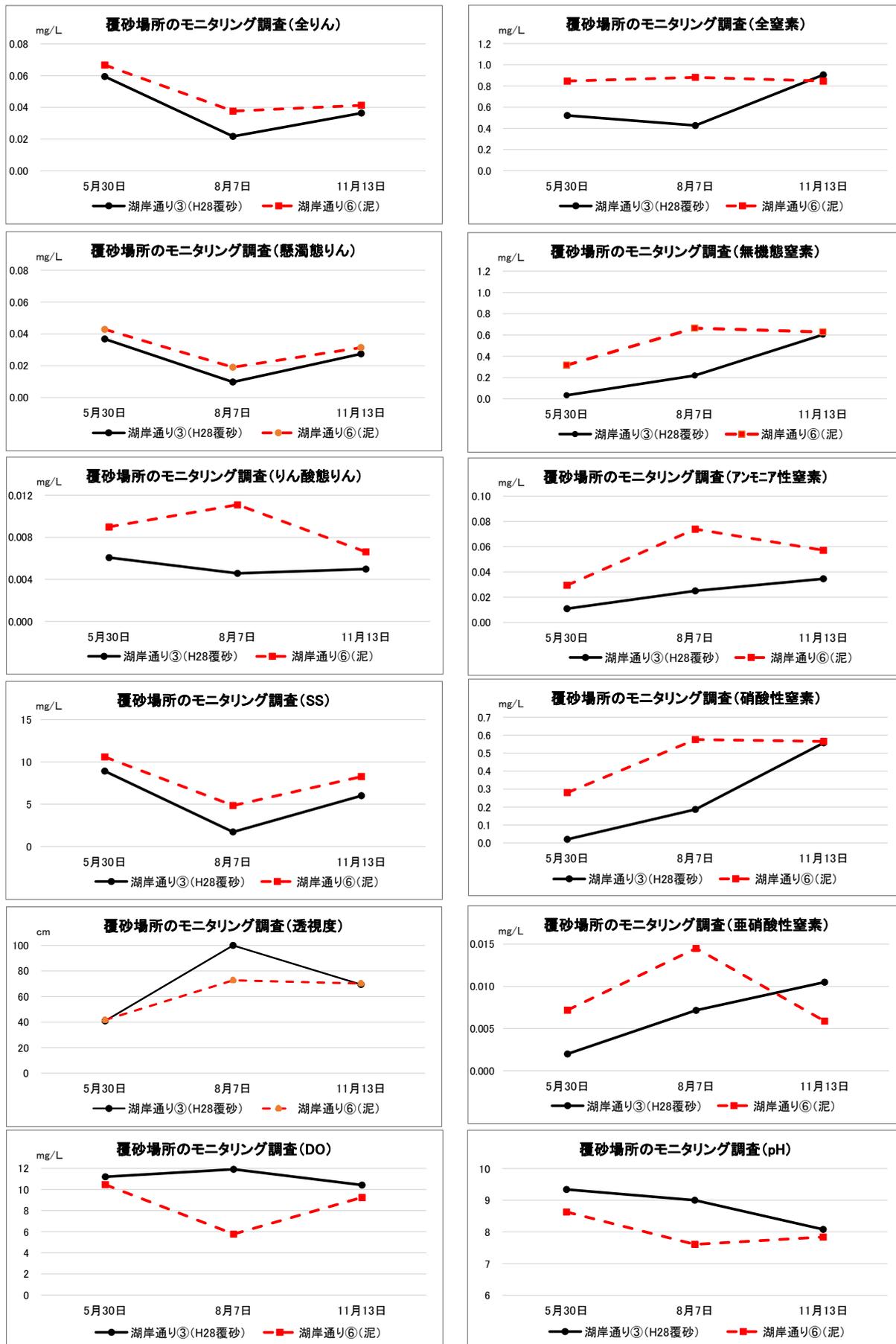


図3 湖岸通り区における水質測定結果

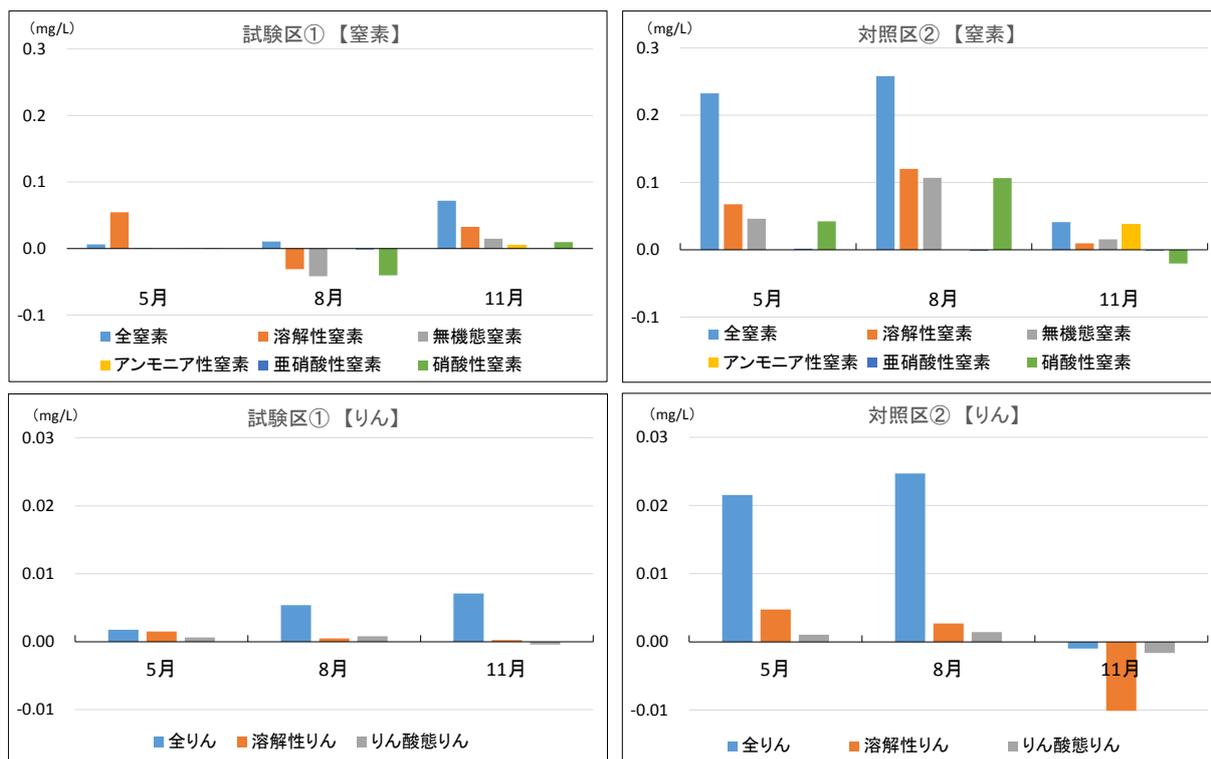


図4 地点毎の底層水と表層水の濃度差【渋崎区】(上段：窒素、下段：りん)  
(縦軸の値：底層水の測定値－表層水の測定値)

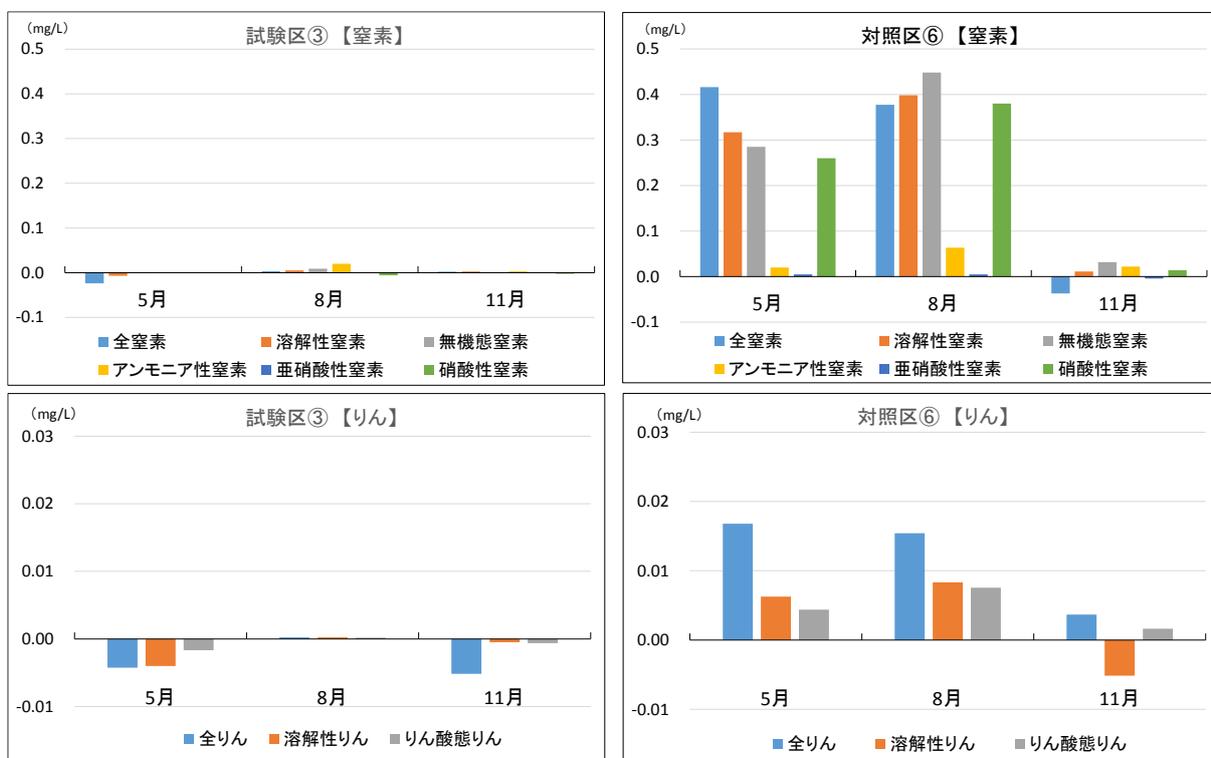


図5 地点毎の底層水と表層水の濃度差【湖岸通り区】(上段：窒素、下段：りん)  
(縦軸の値：底層水の測定値－表層水の測定値)

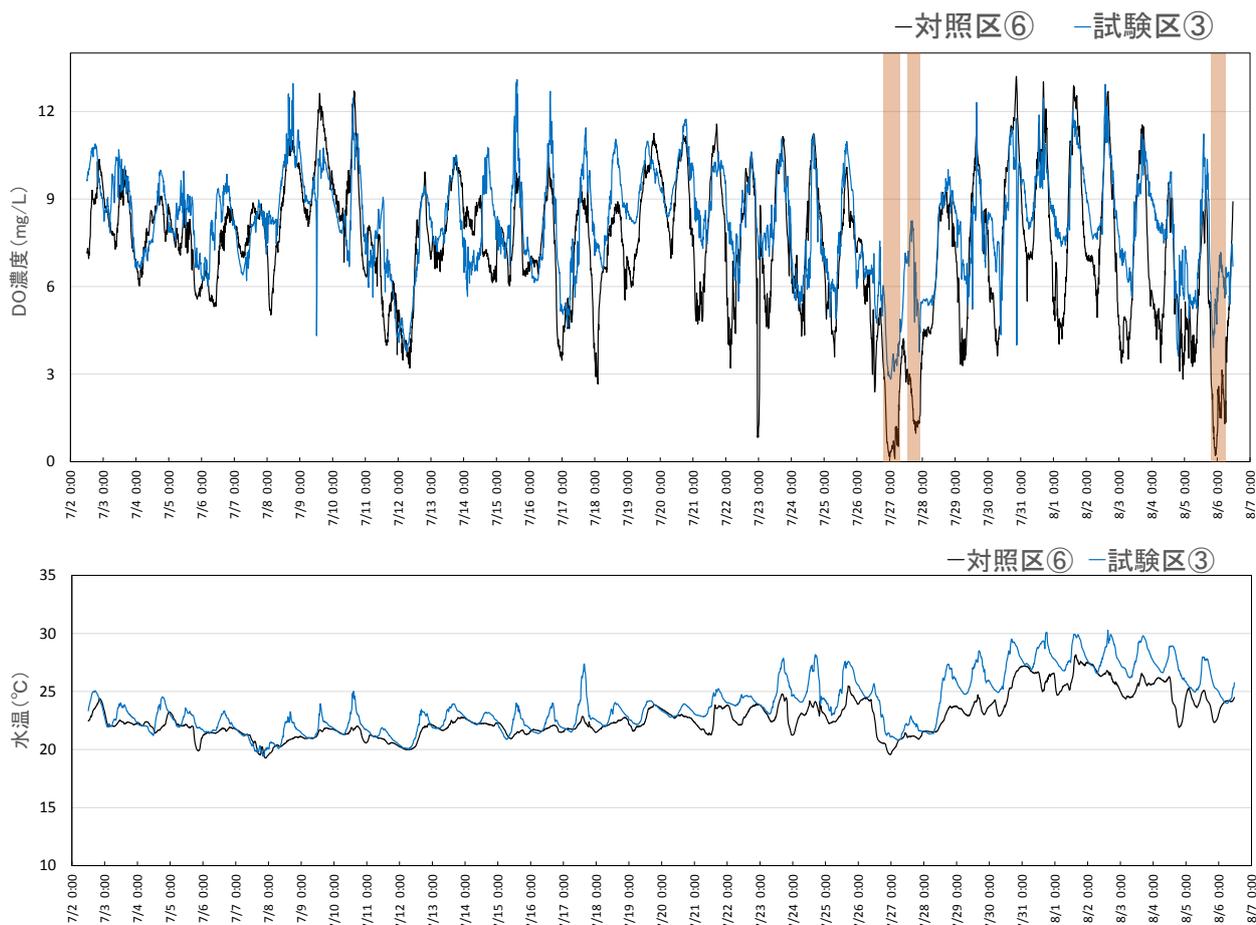


図6 湖岸通り区における DO 濃度、水温の変動（信州大学提供）  
（測定水深：湖底面上 20cm、測定間隔：10 分）

#### 4.1.4. まとめ

湖岸通り区における覆砂した試験区のアンモニア性窒素、硝酸性窒素、無機態窒素、全窒素濃度は、対照区に比べて低い傾向があった。特に、水温が上昇する夏季については、試験区において底泥からのアンモニア性窒素の溶出が抑制され、また、硝酸性窒素の濃度差が無機態窒素や全窒素の濃度差に影響し、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。（渋崎区では、夏季のアンモニア性窒素の濃度差は見られず、硝酸性窒素、全窒素等の傾向は同様であった。）

湖岸通り区の8月のりん酸態りん濃度は、試験区の濃度が対照区に比べて低く、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るが、渋崎区では濃度差は見られなかった。また、全りん濃度は渋崎区及び湖岸通り区で試験区の方が低い傾向があり、覆砂による水質改善効果である可能性が考えられるが、その要因については今後も検討が必要である。

DO 濃度について、夏季に対照区より試験区の方が高い傾向があり、覆砂により底泥の酸素消費が抑えられた可能性が考えられるが、各地点における水生植物の有無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。今後も底泥の酸素消費速度調査を実施して改善効果をさらに検証する必要がある（後記「4.2.3.3. 酸素消費速度」参照）。

過去の調査との比較について、今年度は、H30 年度調査で水質改善効果が一定程度確認されたため調査回数を減らして実施した。H30 年より夏季の日照時間が少なく、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が 8 月調査日で 2~4 °C 程度低かったため（8 月採水日の対照区底層水温平均 H30 : 27.6°C、R1 : 24.8°C）、試験区と対照区の濃度差は小さかったが、概ね昨年度と同様の傾向が確認された。

## 4.2. 底質調査

環境保全研究所水・土壌環境部

### 4.2.1. 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。

### 4.2.2. 調査内容

#### 4.2.2.1. 調査地点

調査地点を表1、図1に示す。渋崎区は、平成27年度に覆砂した試験区内の地点①及び比較対照として試験区外側の地点②を調査地点とした。湖岸通り区は、平成28年度に覆砂した試験区内の地点③、④、⑤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。

表1 調査地点一覧

地区	No.	区分	位置	水深(m)**	底質	備考
渋崎区	①	試験区	試験区内・岸から25m	1.1	砂	H27覆砂実施
	②	対照区	岸から100m(湖心線)	2.4	泥	
湖岸通り区	③	試験区	試験区内・岸から25m	0.9	砂	H28覆砂実施
	④	試験区	試験区内・岸から50m	1.1	砂	H28覆砂実施
	⑤	試験区	試験区内・岸から75m	1.1	砂	H28覆砂実施
	⑥	対照区	岸から130m	1.7	泥	

※水深は底質調査日に測定した平均値

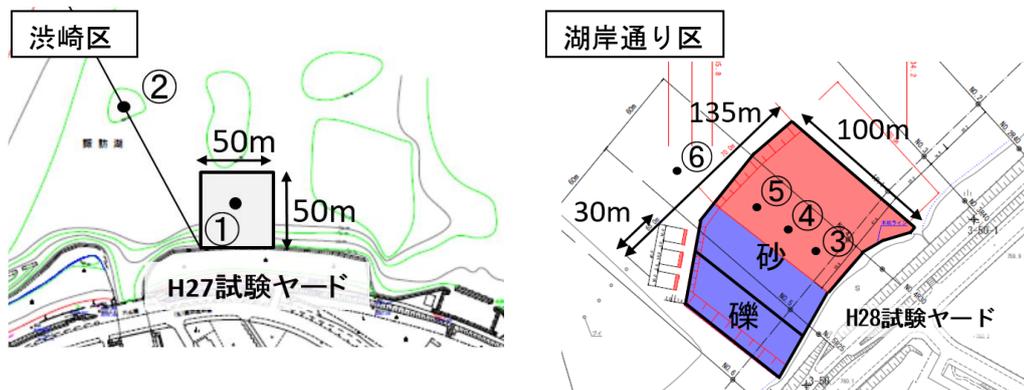


図1 調査地点図

#### 4.2.2.2. 調査時期

春期及び秋期(5月、11月)、酸素消費速度試験のみ夏期及び秋期(7~8月、10~11月)

#### 4.2.2.3. 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、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。

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。

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)を用いて、採泥用パイプ(アクリル円筒形：内径11cm、長さ50cm)に採泥厚15cm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。

#### 4.2.2.4. 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
全硫化物	検知管法(全国漁業協同組合連合会(社)全国かん水養魚協会 硫化物の簡易測定法マニュアル)
粒度分布	4.75mm、2mm、425 $\mu$ m、75 $\mu$ mの試験ふるいによる分別
酸素消費速度	底質調査方法 I 9

#### 4.2.3. 調査結果

##### 4.2.3.1. 洪崎区(地点①、②)

平成27年度に覆砂した試験区について4年程度経過した状況について確認するとともに、対照区と比較して覆砂による底質改善状況を調査した。なお、地点①は砂状、地点②は泥状であった。

##### <強熱減量>

測定結果を図2に、経年変化(年度別の平均値の推移)を図3に示す。

令和元年度の測定結果について、覆砂した試験区の地点①の強熱減量(有機物含有量の目安)の値は1.7~1.8%であり、対照区の地点②の値(9.5~11.5%)と比べて8~10ポイント程度低かった。また、試験区①では調査時期による差は見られなかったが、対照区②では11月に比べて5月に値が高くなっていた(+2ポイント)。

経年変化について、試験区①の強熱減量の値は、覆砂前(平成27年4月)が14%であったが覆砂後は2%程度に改善し、R1年度の値も2%程度を維持していた。

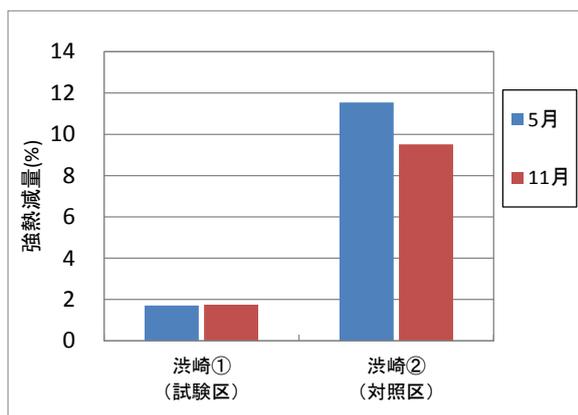


図2 強熱減量の R1 年度測定結果【渋崎区】

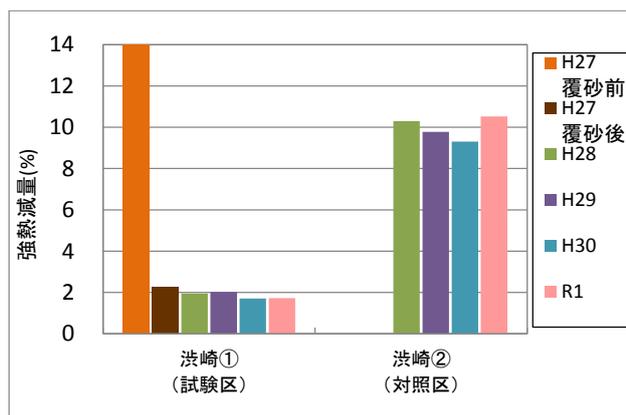


図3 強熱減量の経年変化【渋崎区】

### <全窒素>

測定結果を図4に、経年変化を図5に示す。

令和元年度の測定結果について、覆砂した試験区①の全窒素濃度は0.20~0.22 mg/gであり、対照区②の濃度(2.50~3.13 mg/g)と比べて2.3~2.9 mg/g程度低かった。また、試験区①では調査時期による差は見られなかったが、対照区②については、11月に比べて5月に濃度が高くなっていた(+0.6 mg/g程度)。

経年変化について、試験区①の全窒素濃度は、平成27年度の覆砂前が3.7 mg/gであったが覆砂後は0.08~0.16 mg/gと非常に低い値に改善され、H28、H29年度はそれぞれ0.15~0.17 mg/g、0.12~0.23 mg/gと低い値を維持していた。H30年度はこれまでよりやや高目の値(0.25~0.27 mg/g)であったが、R1年度はこれまでと同程度の低い値(0.21 mg/g程度)であった。

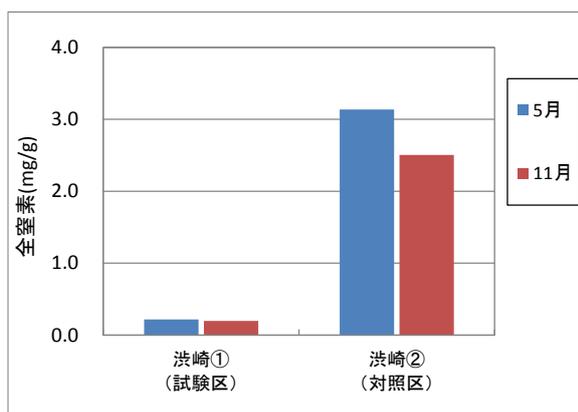


図4 全窒素の R1 年度測定結果【渋崎区】

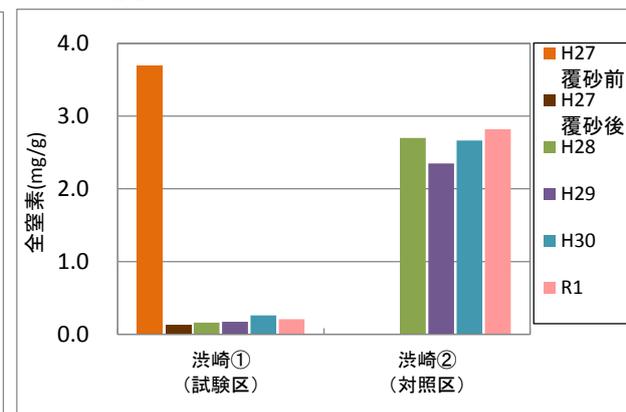


図5 全窒素の経年変化【渋崎区】

### <全りん>

測定結果を図6に、経年変化を図7に示す。

令和元年度の測定結果について、覆砂した試験区①の全りん濃度は0.53~0.56 mg/gであり、対照区②の濃度(1.46~1.75 mg/g)と比べて0.9~1.2 mg/g程度低かった。また、試験区①では調査時期による差は見られなかったが、対照区②では11月に比べて5月に濃度が高くなっていた(+0.3

mg/g 程度)。

経年変化について、試験区①の全りん濃度は、平成 27 年度の覆砂前が 2.1 mg/g であったが覆砂後は 0.54~0.64 mg/g と低い値に改善され、H28、H29、H30 年度はそれぞれ 0.56~0.58 mg/g、0.55~0.62 mg/g、0.55~0.65 mg/g と低い値を維持していた。R1 年度も 0.55 mg/g 程度と低い値を維持していた。

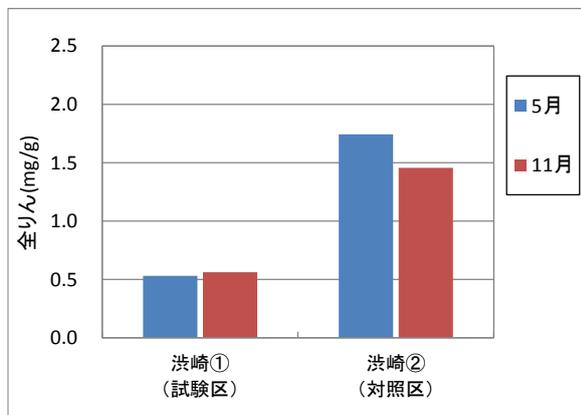


図 6 全りんの R1 年度測定結果【渋崎区】

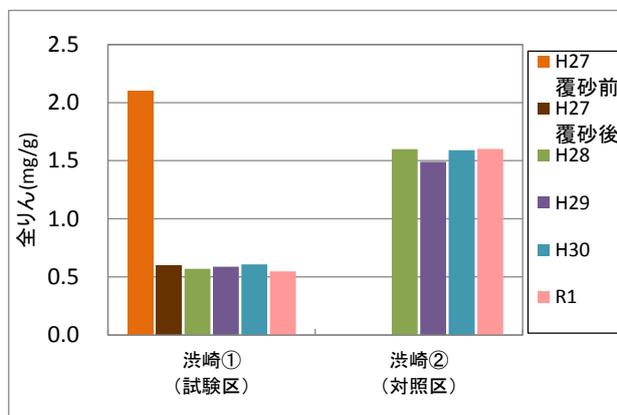


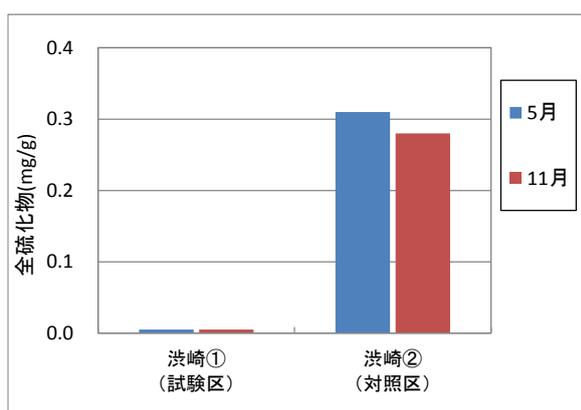
図 7 全りんの経年変化【渋崎区】

### <全硫化物>

測定結果を図 8 に、経年変化を図 9 に示す。測定は検知管法により、採取した試料(湿泥)の水分率から乾泥換算した。

令和元年度の測定結果について、覆砂した試験区①の濃度は 0.01 mg/g 未満であり、対照区②の濃度は 0.28~0.31 mg/g で顕著な差が見られた。また、季節変動について、過去の調査では対照区②で春期より秋期の方が濃度が高くなる傾向が見られていたが、R1 年度は 5 月の方が濃度が高くなっていた。

経年変化について、試験区①の濃度は、平成 27 年度の覆砂後に 0.01 mg/g 未満であり、R1 年度も 0.01mg/g 未満を維持していた。



※グラフの表示の都合上、0.005 未満の値は 0.005 として表示した(以下、全硫化物のグラフについて同様)

図 8 全硫化物の R1 年度測定結果【渋崎区】

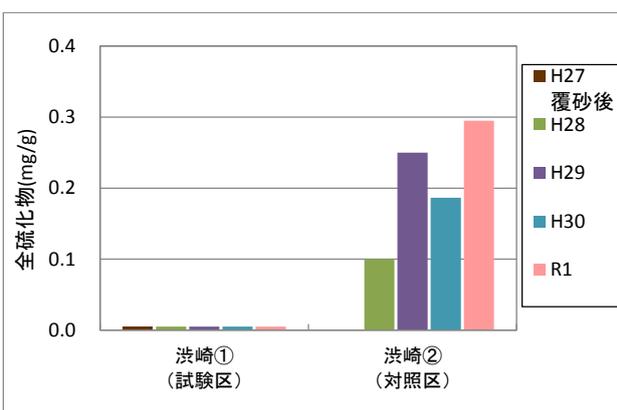


図 9 全硫化物の経年変化【渋崎区】

### <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つの粒度分布組成を求めた。

全底質に対する2 mm以上の礫の割合(概ね1%未満)については、同一地点の試料間でのバラつきがみられる。ここでは2 mm未満の底質について図10に示す。過去の調査では、覆砂施工前(平成27年4月)の試験区①のシルト・粘土分の割合(泥分率)は71%であったが覆砂後に5%未満になり、H28~H30年度は3%未満、R1年度は1%程度と低い値を維持していた。一方、対照区②の泥分率は40~50%程度であった。

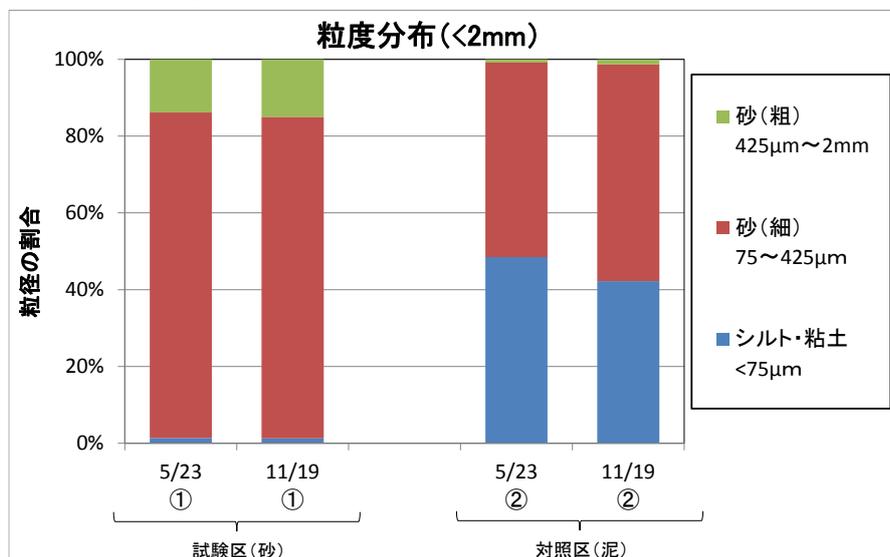


図10 底質の粒度分布組成【浜崎区】

#### 4.2.3.2. 湖岸通り区(地点③~⑥)

平成28年度に覆砂した試験区(地点③~⑤)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(地点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、④、⑤は砂状、地点⑥は泥状であった。

#### <強熱減量>

測定結果を図11に、経年変化を図12に示す。

令和元年度の測定結果について、覆砂した試験区の地点③、④、⑤の強熱減量(有機物含有量の目安)の値は1.6~2.4%であり、対照区の地点⑥の値(11.5~12.4%)と比べて9~10ポイント程度低かった。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、試験区の強熱減量の値は、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、R1年度の値も2%程度を維持していた。

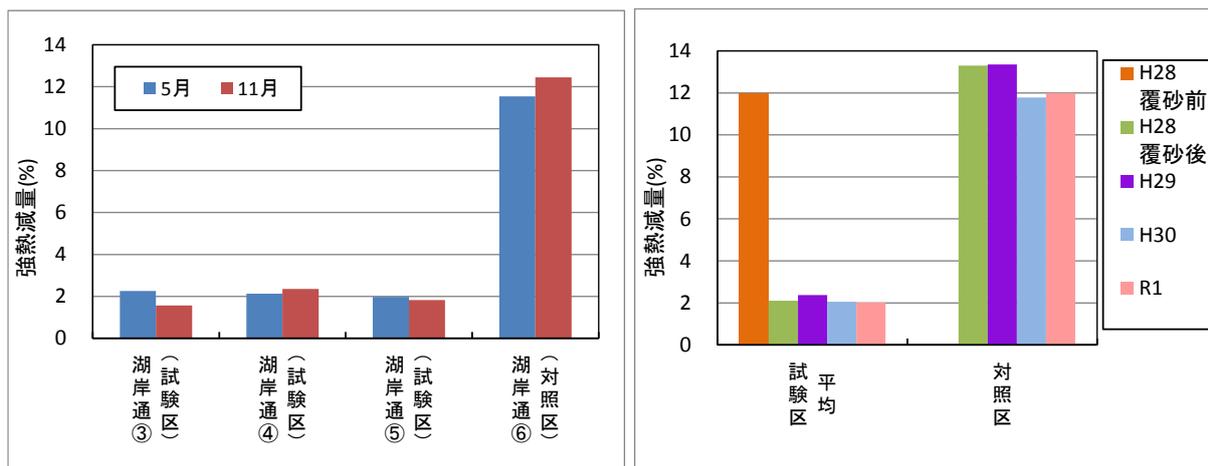


図 11 強熱減量の R1 年度測定結果【湖岸通り区】 図 12 強熱減量の経年変化※【湖岸通り区】

※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 13 に、経年変化を図 14 に示す。

令和元年度の測定結果について、覆砂した試験区③～⑤の全窒素濃度は 0.15～0.24 mg/g であり、対照区⑥の濃度(2.76～2.99 mg/g)と比べて 2.6～2.8 mg/g 程度低かった。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 年度はそれぞれ 0.13～0.29 mg/g、0.22～0.34 mg/g、R1 年度は 0.20 mg/g 程度と低い値を維持していた。

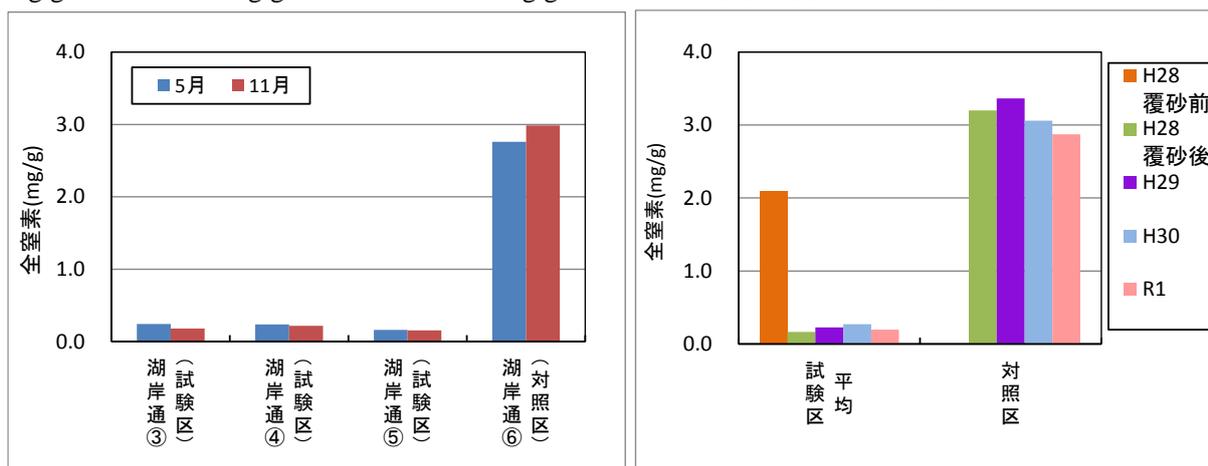


図 13 全窒素の R1 年度測定結果【湖岸通り区】

図 14 全窒素の経年変化【湖岸通り区】

### <全りん>

測定結果を図 15 に、経年変化を図 16 に示す。

令和元年度の測定結果について、覆砂した試験区の地点③～⑤の全りん濃度は 0.49～0.60 mg/g

であり、対照区⑥の濃度(1.35~1.43 mg/g)と比べて0.8~0.9 mg/g程度低かった。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0.58~0.63 mg/gと低い値に改善され、H29、H30年度はそれぞれ0.53~0.63 mg/g、0.58~0.63 mg/g、R1年度は0.56 mg/g程度と低い値を維持していた。

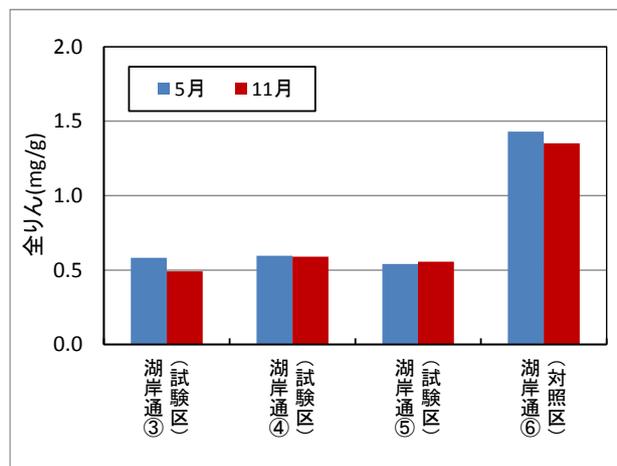


図 15 全りんの R1 年度測定結果【湖岸通り区】

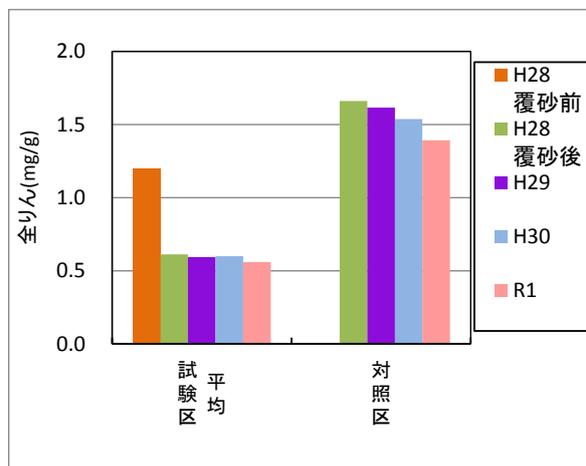


図 16 全りんの経年変化【湖岸通り区】

### <全硫化物>

測定結果を図 17 に、経年変化を図 18 に示す。

令和元年度の測定結果について、覆砂した試験区の濃度は、試験区③・11月を除き0.01mg/g未満であり、対照区の濃度は0.23~0.28 mg/gと顕著な差が見られた。また、試験区では調査時期による差は見られなかったが、対照区では5月に比べて11月の方が濃度が高くなっていた。

経年変化について、試験区の濃度は、平成28年度の覆砂前は0.37 mg/gであったが覆砂後に0.01mg/g未満に低下し、R1年度も0.01mg/g未満を維持していた。

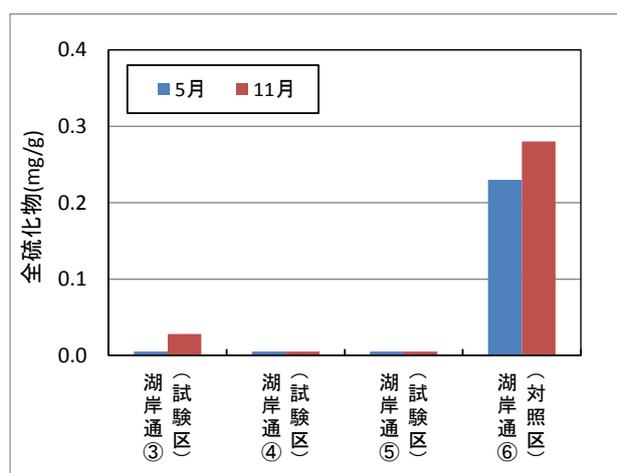


図 17 全硫化物の R1 年度測定結果【湖岸通り区】

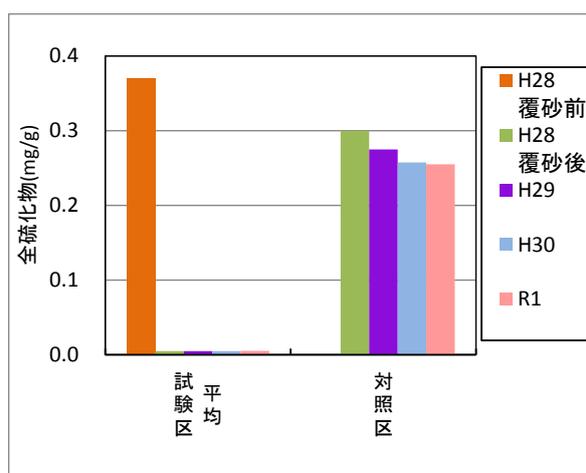


図 18 全硫化物の経年変化【湖岸通り区】

### <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つの粒度分布組成を求めた。

全底質に対する2 mm以上の礫の割合(1～4%程度)については、同一地点の試料間でのバラつきがみられる。ここでは2 mm未満の底質について測定結果を図19に示す。覆砂施工前(平成28年8月)の試験区のシルト・粘土分の割合(泥分率)は43%であったが覆砂後には10%未満になり、H29、H30年度はそれぞれ8%未満、5%未満、R1年度は3%未満と低い値を維持していた。一方、対照区の泥分率は65%程度であった。

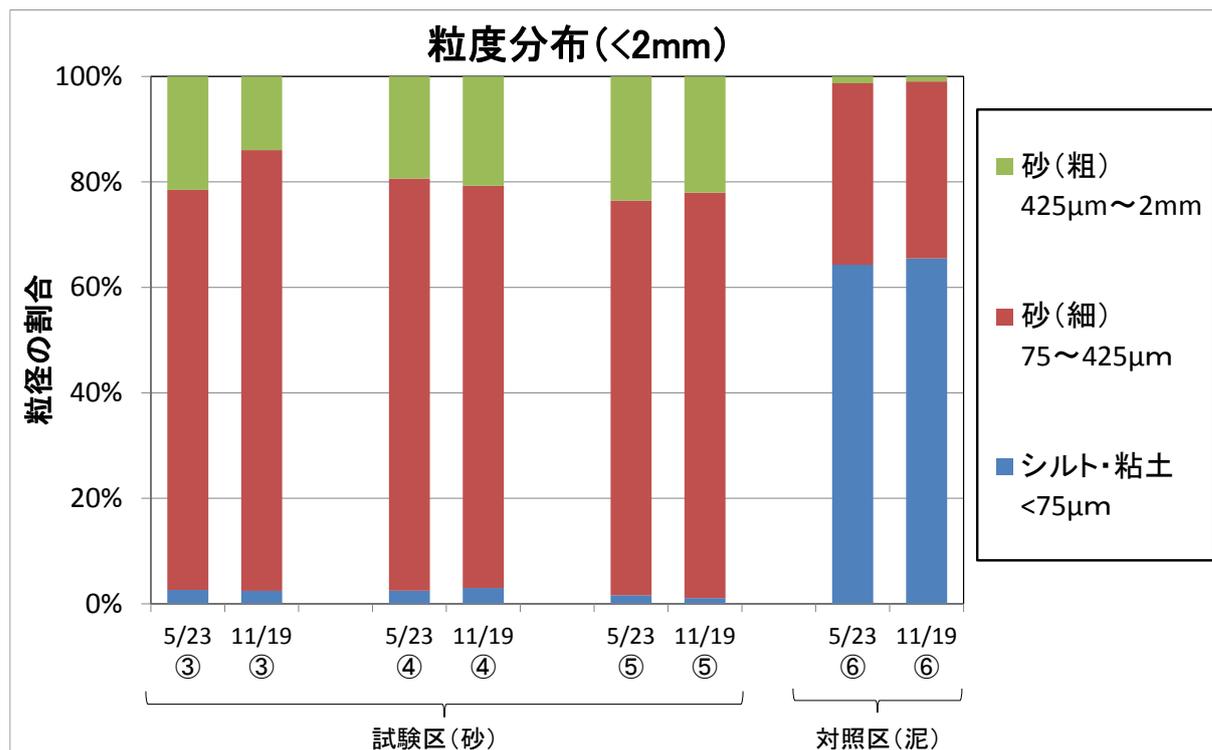


図19 底質の粒度分布組成【湖岸通り区】

### 4.2.3.3. 酸素消費速度

酸素消費速度試験は、浜崎区の地点①及び②で実施した。

#### <試験方法>

底泥コアを試験条件に応じた準備を行った後、恒温槽内に設置し、光学式 DO メーターを用いて直上水の DO 経時変化を 10 分間隔で計測し、酸素消費速度を算出した。

試験条件：底泥コアの直上水を試験水(採泥地点の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)に入れ替え、直上水表面を流動パラフィンで封じ、暗条件下、温度 20℃とした。試験中は直上水の DO 濃度が均一になるよう攪拌器でゆっくり攪拌した。

#### <測定結果>

測定結果を表 3、図 20 に示す。DO 経時変化は近似曲線の傾きが段階的に変化していたため、酸素消費速度は、試験開始から直線的に DO が減少する期間を対象に、DO 減少量を底泥の表面積

と時間で除して算出した。また、直上水に用いた試験水についても同条件で DO 経時変化を計測して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。

夏期(7~8月)の調査では、覆砂した試験区①の酸素消費速度は平均で 1.68 g/m<sup>2</sup>/d であり、対照区②では平均 1.10 g/m<sup>2</sup>/d であった。試験区①は砂質で有機物量(強熱減量 2.7%)が少ないが対照区②より酸素消費速度が大きく、これは試験区①の底泥表面が付着藻類に覆われており、付着藻類による酸素消費の影響が大きかったためと考えられる。なお、本試験は暗条件下で行っているが、現場環境においては付着藻類の日中の光合成による酸素供給の側面も考慮する必要があるため、夏期の試験方法等については今後検討する必要がある。

秋期(10~11月)の調査では、覆砂した試験区①の酸素消費速度は平均で 0.59 g/m<sup>2</sup>/d であり、対照区②では平均 0.78 g/m<sup>2</sup>/d であった。対照区①の方が酸素消費速度が小さかったが、これは試験区①の底泥表面の成分が砂分及びれき分であり、有機物量(強熱減量 2.0%)が少なかったためと考えられる。2期の調査から季節変動は、両地点において現地水温が低い秋期の方が酸素消費速度が小さい傾向であった。

また、底泥の不均一性を考慮し、サンプル数 4 本以上で測定値のバラつきを確認した。測定結果から、試験区①・夏期を除き変動係数は 1.4~16%であり、基準はないが変動係数 20%程度を目安とすれば妥当な範囲であった。なお、変動係数が 20%以上であった渋崎区①・夏期については、底泥コア表面を覆う付着藻類の影響でバラつきが大きくなったと考えられる。

表 3 酸素消費速度測定結果 (g/m<sup>2</sup>/day) 【渋崎区】

試料名	サンプル数	最小値	最大値	平均値	CV %	採泥日	水温 (°C)	強熱減量 (%)
試験区①・夏期	4	1.25	2.46	1.67	32	8/19	26.3	2.7
対照区②・夏期	4	0.89	1.31	1.10	16	7/24	23.6	10.8
試験区①・秋期	4	0.57	0.59	0.58	1.4	11/27	10.7	2.0
対照区②・秋期	6	0.72	1.01	0.82	13	10/24	14.5	10.6

※水温：現地の底層水水温

強熱減量：底泥コアの表層 0-1 cm の測定値

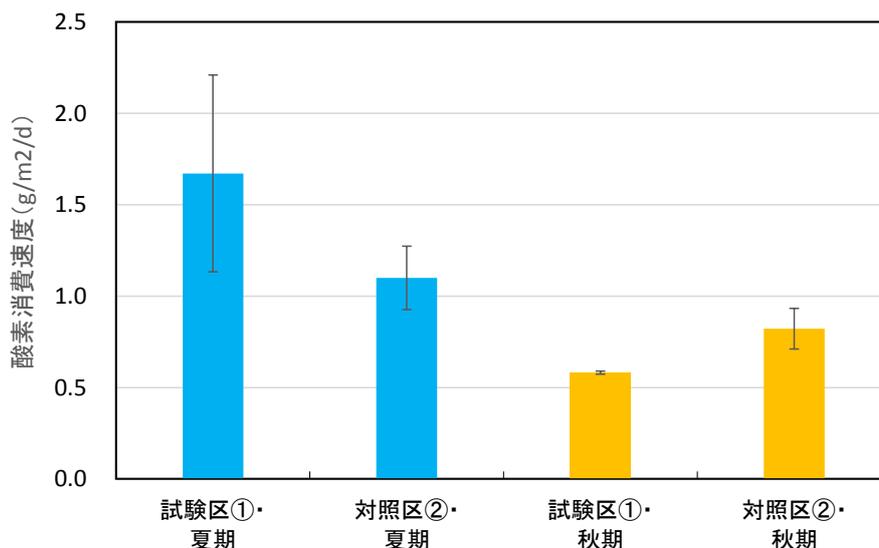


図 20 酸素消費速度測定結果【渋崎区】

※エラーバーは標準偏差を示す

#### 4.2.4 考察・まとめ

渋崎区では、平成 27 年度に覆砂を実施した試験区①において、対照区②と比較して強熱減量、全窒素、全りん、全硫化物及び粒度分布(泥分率)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 4 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。

湖岸通り区では、平成 28 年度に覆砂を実施した試験区③～⑤において、対照区⑥と比較して強熱減量、全窒素、全りん、全硫化物及び粒度分布(泥分率)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 3 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。

酸素消費速度試験について、今年度初めて調査を実施した結果、夏期は覆砂した試験区①の方が酸素消費速度が大きく、一方秋期は小さい値となり、調査地点間に一定の傾向は見られなかった。季節変動は、水温が低い秋期の方が酸素消費速度が小さい傾向が見られた。今後、付着藻類による影響が大きい夏期の調査方法を検討する必要がある。

底質調査については、今後も引き続き調査を継続して行い、その改善効果の維持の状況を確認していくことが必要と考えられる。

### 4.3 シジミ調査

水産試験場諏訪支場

#### 4.3.1 調査目的

諏訪湖の湖底覆砂処理によって、淡水性のシジミ（以下、淡水シジミ）およびヤマトシジミの生残、成長および生息状況に与える効果について調査する。

#### 4.3.2 調査方法

##### 4.3.2.1 シジミ放流調査

###### 調査年月日

令和元年6月6日、7月29日、9月27日、11月26日

###### 調査地点

調査地点を図1に、その概況を表1に示す。



図1 渋崎地区（左図）および湖岸通り地区（右図）の調査地点

表1 シジミ放流調査地点の概況

地区	NO.	区分	底質	水深	位置	備考
渋崎地区	①	覆砂区	砂	1.1m	岸から 25m	H27 年度覆砂造成
	②	対照区	泥	2.4m	岸から 100m	
湖岸通り地区	③	覆砂区	砂	0.7m	岸から 25m	
	④	覆砂区	砂	1.0m	岸から 50m	H28 年度覆砂造成
	⑤	覆砂区	砂	0.9m	岸から 75m	
	⑥	対照区	泥	1.7m	岸から 130m	

#### 調査方法

1 地点につき供試員として諏訪湖流入河川で採取した淡水シジミ 10 個体（殻長 10～32mm）および淡水馴致した宍道湖産ヤマトシジミ 30 個体（殻長約 18.8mm）を用意し、殻長を測定した。縦 55cm×横 37cm×高さ 20m のプラスチック製コンテナに園芸用苗ポッド

を 40 個設置し、放流地点の試験区の砂または対照区の泥を厚さ約 5cm になるように入れ、供試貝を 1 個体ずつ収容し、鉄製アングルの枠に固定した後、コンテナ上部に網目 1cm の金網で覆った。これらコンテナを 6 月 6 日に渋崎地区の 2 地点（覆砂区の渋崎①およびその対照区の渋崎②）および湖岸通り地区の 4 地点（覆砂区の湖岸③、④、⑤およびその対照区の湖岸⑥）に設置した。7 月 29 日、9 月 27 日および 11 月 26 日にコンテナごと回収し、淡水シジミおよびヤマトシジミの生残率、殻長を測定した。計測後は同じ地点に再設置した。

#### 4.3.2.2 淡水シジミ生息調査

##### 調査年月日

令和元年 5 月 13 日、8 月 27 日、11 月 21 日

##### 調査地点

渋崎地区および湖岸通り地区の覆砂場所内で無作為に選んだ 3 カ所

##### 調査方法

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。3 カ所で採取した個体数の平均を取り生息密度とした。採取した淡水シジミは殻長を測定した。

#### 4.3.3 調査結果

##### 4.3.3.1 シジミ放流調査

##### 淡水シジミ

生残率については、渋崎地区の覆砂区の渋崎①および対照区の渋崎②の生残率がそれぞれ 80、60%、湖岸通り地区の覆砂区の湖岸③、④、⑤および対照区の湖岸⑥の生残率がそれぞれ 90、80、80 および 70%で統計的に差はなかったが ( $\chi^2$  独立性の検定、有意水準 5%)、渋崎地区および湖岸通り地区ともに、覆砂区が対照区と比較して生残が良い傾向にあった (表 2)。

殻長の成長については、渋崎地区の覆砂区の渋崎①および対照区の渋崎②の成長倍率はそれぞれ 1.06 および 1.04、湖岸通り地区の覆砂区の湖岸③、④、⑤および対照区の湖岸⑥の成長倍率はそれぞれ 1.04、1.04、1.03 および 1.05 で有意差はなかった (Steel-Dwass 法、有意水準 5%、図 2)。

対照区では確認されなかったが、11 月 26 日に覆砂区である渋崎①、湖岸③および④のコンテナ内に淡水シジミ稚貝を確認し、後日にその個体数を計測したところがそれぞれ 87、448 および 60 個体であった。覆砂場所では淡水シジミが再生産できることが明らかになった。

## ヤマトシジミ

生残率については、渋崎地区の覆砂区の渋崎①および対照区の渋崎②の生残率がそれぞれ 97、93%、湖岸通り地区の覆砂区の湖岸③、④、⑤および対照区の湖岸⑥の生残率がそれぞれ 97、100、93 および 97%で有意差はなかった ( $\chi^2$  独立性の検定、有意水準 5%、表 2)。

殻長の成長については、渋崎地区の覆砂区の渋崎①および対照区の渋崎②の成長倍率はそれぞれ 1.20 および 1.17 で有意差はなかったが、湖岸通り地区では覆砂区の湖岸③、④、⑤および対照区の湖岸⑥の成長倍率はそれぞれ 1.22、1.22、1.20 および 1.17 で、前年に引き続き覆砂区の湖岸③および④が対照区より有意に高かった (Steel-Dwass 法、有意水準 5%、図 3)。

表 2 シジミ放流試験の淡水シジミおよびヤマトシジミの生残率と稚貝確認数

種類	項目	渋崎地区		湖岸通り地区			
		覆砂区 渋崎①	対照区 渋崎②	覆砂区			対照区 湖岸⑥
				湖岸③	湖岸④	湖岸⑤	湖岸⑥
淡水 シジミ	生残数/供試数	8/10	6/10	9/10	8/10	8/10	7/10
	生残率 (%)	80	60	90	80	80	70
	稚貝確認数	87	0	448	60	0	0
ヤマト シジミ	生残数/供試数	29/30	28/30	29/30	30/30	28/30	29/30
	生残率 (%)	97	93	97	100	93	97

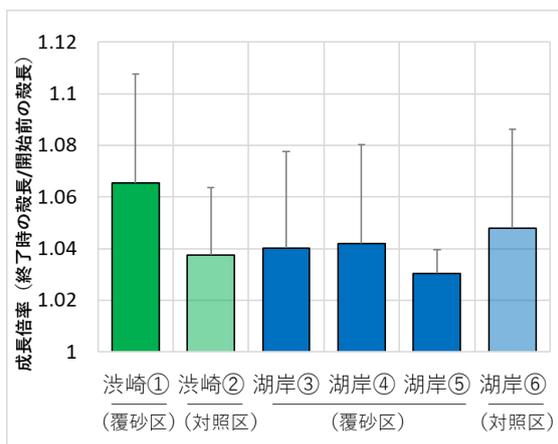


図 2 放流した淡水シジミの殻長の成長倍率

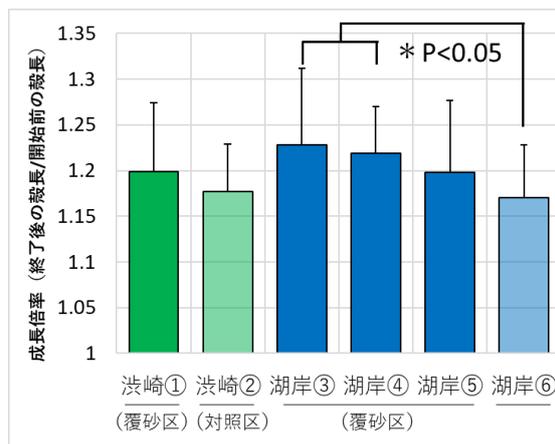


図 3 放流したヤマトシジミの殻長の成長倍率

### 4.3.3.2 淡水シジミ生息調査

#### 生息密度

浜崎地区では、5月、11月に淡水シジミが採取され、生息密度はそれぞれ2.7、7.0個体/m<sup>2</sup>であった。平成30年8月、11月の生息密度13.3、18.3個体/m<sup>2</sup>と比較して生息密度が低下した。湖岸通り地区では、8月、11月に淡水シジミが採取され、生息密度はそれぞれ1.3、5.7個体/m<sup>2</sup>であった。平成30年11月の平均密度1.3個体/m<sup>2</sup>と比較して生息密度は上昇した。

#### 殻長頻度分布

浜崎地区では、5月の調査において殻長5.2～8.8mmの淡水シジミが8個体確認された(図4)。淡水シジミの産卵期は6月から9月下旬であることから、浜崎地区で5月に採取された個体は1～2歳貝であることが示唆された。また、11月の調査において殻長4.8～9.3mmの淡水シジミが21個体確認された。藤原1977<sup>[1]</sup>を参考に、11月時点で殻長が16mm以下の淡水シジミは1歳貝とすると、浜崎地区で11月に採取された個体は1歳貝と考えられた。平成30年度は1～3歳貝が確認されたが、本年度は1歳貝のみが確認され、年級群数が低下した。

湖岸通り地区では、8月の調査において15.1～20.3mmの淡水シジミが4個体確認された(図5)。藤原1977<sup>[1]</sup>を参考に、8月時点で殻長が10mm以上の淡水シジミは2歳貝とすると、8月に採取された個体は2歳貝と考えられた。11月の調査において4.9～11.6mmの淡水シジミが17個体確認された。藤原1977<sup>[1]</sup>を参考に、11月時点で殻長が16mm以下の淡水シジミは1歳貝とすると、11月に採取された個体は1歳貝と考えられた。平成30年度は1歳貝のみが確認されたが、本年度は1～2歳貝が確認され、年級群数が上昇した。

さらに、この殻長20～22mmの2個体を場内で飼育したところ、産卵を確認することができ、覆砂場所に生息する淡水シジミ2歳貝は産卵能力があることが示唆された。

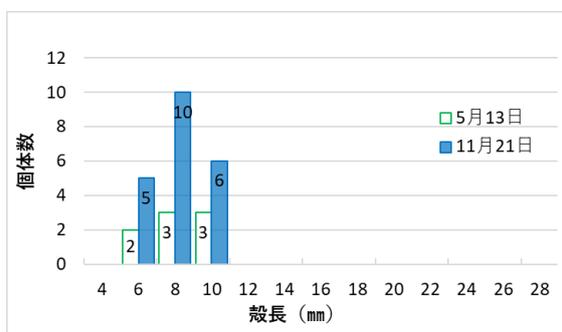


図4 浜崎地区覆砂試験区で採取された淡水シジミの殻長頻度分布

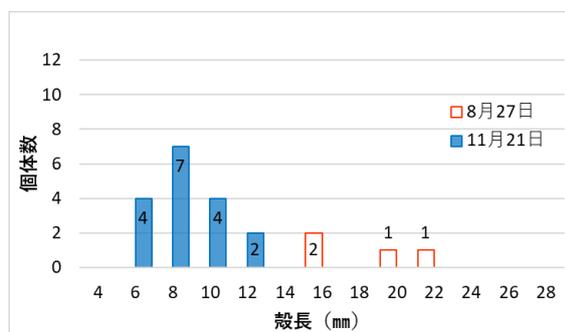


図5 湖岸通り地区覆砂試験区で採取された淡水シジミの殻長頻度分布

#### 4.3.4 まとめ

##### 4.3.4.1 シジミ放流試験

- 淡水シジミの生残率については、覆砂区と対照区に有意差はなかったものの渋崎地区および湖岸通り地区ともに覆砂区が対照区より高い傾向となった。
- 淡水シジミの殻長の成長については、覆砂区と対照区に有意差はなかった。
- 淡水シジミの産卵については、対照区では確認されなかったが覆砂区である渋崎①、湖岸③および④の淡水シジミの苗ポッド内に多数の稚貝が確認され、覆砂場所では淡水シジミが再生産できることが明らかになった。
- ヤマトシジミの生残率については、渋崎地区および湖岸通り地区ともに覆砂区と対照区に有意差はなかった。
- ヤマトシジミの殻長の成長については、湖岸通り地区では覆砂区の湖岸③および④が対照区よりも有意に高く、前年に引き続き、覆砂によるシジミ類の成長改善効果が示された。

##### 4.3.4.2 淡水シジミ生息調査

- 淡水シジミの生息密度については、渋崎地区では前年と比較して低下したが、湖岸通り地区では上昇した。
- 殻長から推定される年級群数については、前年と比較して、渋崎地区では1～2歳貝に低下したが、湖岸通り地区では1～2歳貝に上昇した。
- 8月に湖岸通り地区の覆砂区で採取された殻長20～22mmの推定2歳貝の淡水シジミを水産試験場諏訪支場内で飼育していたところ、産卵を確認することができたことから、覆砂場所に生息する2歳貝は産卵能力があることが示唆された。

#### 4.3.5 参考文献

- [1] 藤原次男 (1977) : マシジミの稚貝の成長について、貝雑 Vol. 36, No. 1 p. 19-24

## 4.4 底生生物調査

水産試験場諏訪支場

### 4.4.1 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 4 年後および平成 28 年度に造成した湖岸通り地区の覆砂区の 3 年後の底生生物の生息状況を把握した。

### 4.4.2 調査方法

調査は 3 回行い、令和元年 6 月 3 日、8 月 27 日、10 月 28 日に筌網を調査地点に設置し、それぞれ 2 日後の 6 月 5 日、8 月 29 日、10 月 30 日に回収した。調査地点は渋崎地区の覆砂区の渋崎①およびその対照区の渋崎②、湖岸通り地区の覆砂区の湖岸③、④、⑤およびその対照区の湖岸⑥の地点とした。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、捕獲した生物は、実験室に持ち帰り、冷蔵庫で凍結保存したのち、種類、個体数を確認し、3 回分の合計個体数を求めた。

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	45×30×15 cm	1	金属製
5 mm	45×30×15 cm	1	〃
12 mm	67×47×12 cm	2	小判型

### 4.4.3 調査結果

本年度の底生生物調査では魚類、甲殻類および貝類の種類数はそれぞれ 4、2 および 1 種類捕獲され、その合計は 170 個体だった（表 2）。

捕獲された魚類はモツゴ、ヌマチチブ、ブルーギルおよびカラドジョウだった。渋崎地区および湖岸通り地区ともにモツゴは底質が泥地の対照区の方が砂地の覆砂区よりも多く採捕され、ヌマチチブは覆砂区および対照区で捕獲数に大きな差はなかった。特定外来生物のブルーギルは湖岸通り地区の覆砂区および対照区でそれぞれ 1 尾ずつ捕獲された。要注意外来生物のカラドジョウは湖岸通り地区の対照区で 1 個体が捕獲された。

捕獲された甲殻類はテナガエビおよびスジエビだった。テナガエビは湖岸通り地区の覆砂区で平均 5 尾と対照区の 1 尾に比べ多く捕獲された。一方で、スジエビは湖岸通り地区の対照区で 25 尾と覆砂区の平均 6 尾に比べ多く捕獲された。

捕獲された貝類はタニシで、6 個体ともに覆砂区であった。

表2 調査地点における網罟で捕獲された種類と個体数

調査地点		魚類				甲殻類		貝類	合計
		モツゴ	ヌマチチブ	ブルーギル	カラドジョウ	テナガエビ	スジエビ	タニシ科	
渋崎 地区	覆砂区 ①	5	7	0	0	0	2	1	15
	対照区 ②	13	7	0	0	1	1	0	22
	③	24	0	0	0	7	9	5	45
湖岸通り 地区	覆砂区 ④	15	3	1	0	3	5	0	27
	⑤	1	1	0	0	4	5	0	11
	対照区 ⑥	17	5	1	1	1	25	0	50
合計		75	23	2	1	16	47	6	170

5.1. 調査地点及び調査項目

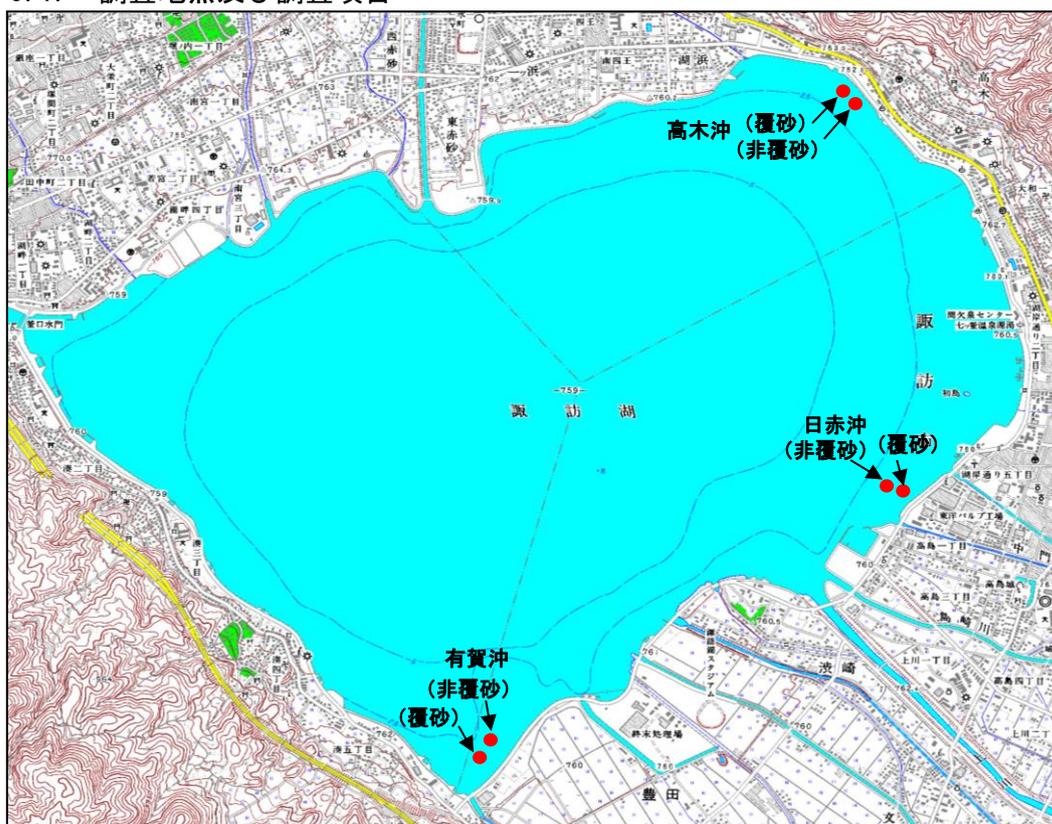


図1 調査地点位置図 (背景図は国土地理院数値地図使用)

調査項目

- ①水質環境調査：水質調査（計6地点）、底質調査（高木沖・有賀沖の計4地点）
- ②水生植物の回復状況調査：水草調査（計6地点）、水草分析（ヒシ・クロモ）

測定分析（水質）1地点1水深当たりの分析項目	測定分析（底質）1検体の分析項目																																																
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>水温</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>溶存酸素量 (DO)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>酸化還元電位 (ORP)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>電気伝導率 (EC)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>水素イオン濃度 (pH)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>浮遊物質 (SS)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>藻類現存量 (CHLa)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>化学的酸素要求量 (COD)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>溶解性 COD (d-COD)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>全窒素 (T-N)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>溶存態窒素 (d-T-N)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>アンモニア態窒素</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>全リン (T-P)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> </table>	水温	1 検体	溶存酸素量 (DO)	1 検体	酸化還元電位 (ORP)	1 検体	電気伝導率 (EC)	1 検体	水素イオン濃度 (pH)	1 検体	浮遊物質 (SS)	1 検体	藻類現存量 (CHLa)	1 検体	化学的酸素要求量 (COD)	1 検体	溶解性 COD (d-COD)	1 検体	全窒素 (T-N)	1 検体	溶存態窒素 (d-T-N)	1 検体	アンモニア態窒素	1 検体	全リン (T-P)	1 検体	<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>全窒素 (含有)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>全リン (含有)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>含水率</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>全窒素 (溶出)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>全リン (溶出)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> </table> <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <th style="text-align: center;">測定分析（水草）1 検体の分析項目</th> <td></td> </tr> <tr><td>湿潤重量</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>乾燥重量</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>全炭素 (T-C)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>全リン (T-P)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> <tr><td>全窒素 (T-N)</td><td style="text-align: right;">1 検体</td></tr> </table>	全窒素 (含有)	1 検体	全リン (含有)	1 検体	含水率	1 検体	全窒素 (溶出)	1 検体	全リン (溶出)	1 検体	測定分析（水草）1 検体の分析項目		湿潤重量	1 検体	乾燥重量	1 検体	全炭素 (T-C)	1 検体	全リン (T-P)	1 検体	全窒素 (T-N)	1 検体
水温	1 検体																																																
溶存酸素量 (DO)	1 検体																																																
酸化還元電位 (ORP)	1 検体																																																
電気伝導率 (EC)	1 検体																																																
水素イオン濃度 (pH)	1 検体																																																
浮遊物質 (SS)	1 検体																																																
藻類現存量 (CHLa)	1 検体																																																
化学的酸素要求量 (COD)	1 検体																																																
溶解性 COD (d-COD)	1 検体																																																
全窒素 (T-N)	1 検体																																																
溶存態窒素 (d-T-N)	1 検体																																																
アンモニア態窒素	1 検体																																																
全リン (T-P)	1 検体																																																
全窒素 (含有)	1 検体																																																
全リン (含有)	1 検体																																																
含水率	1 検体																																																
全窒素 (溶出)	1 検体																																																
全リン (溶出)	1 検体																																																
測定分析（水草）1 検体の分析項目																																																	
湿潤重量	1 検体																																																
乾燥重量	1 検体																																																
全炭素 (T-C)	1 検体																																																
全リン (T-P)	1 検体																																																
全窒素 (T-N)	1 検体																																																

注) 水質分析は日赤沖を除き1地点3水深（表層・中層・底層）で7.8.9.10月に実施

表1 ヒシの繁茂状況及び覆砂工事・ヒシ刈り等の人為的影響

調査地点		ヒシの繁茂状況及び工事・ヒシ刈り等の人為的影響			
		7月(7/25)	8月(8/21)	9月(9/19)	10月(10/24)
高木沖	非覆砂(水草除去無し)	隣接部でヒシ刈り中	覆砂工事中(湖底掘削前)	覆砂工事中(湖底掘削中)	覆砂工事中(覆砂直後)
	覆砂(水草除去有)				
日赤沖	非覆砂(水草除去無し)				
	覆砂(水草除去無し)				
有賀沖	非覆砂(水草除去無し)				
	覆砂(水草除去有)		付近でヒシ刈り中	ヒシ刈り後約1か月経過	ヒシ刈り後約2か月経過

水面のヒシ繁茂状況の凡例

- 植被率(密)
- 植被率(中)
- 植被率(疎)
- 植被率(ほぼ無し)

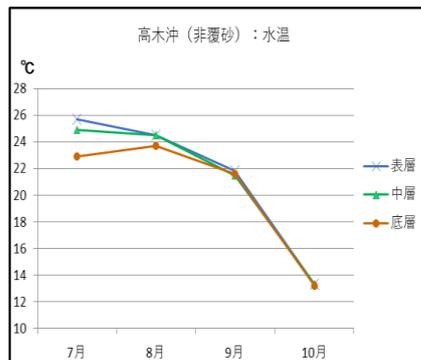
## 5.2. 水質等調査結果の概要

### 5.2.1. 今年度の調査結果概要

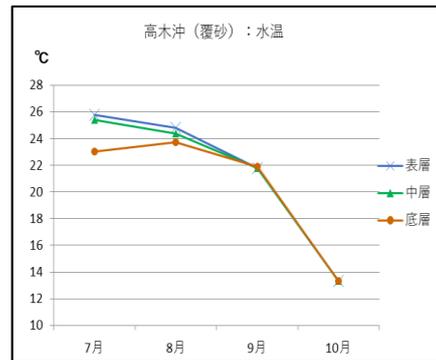
#### (1) 水質調査結果

##### ①水温

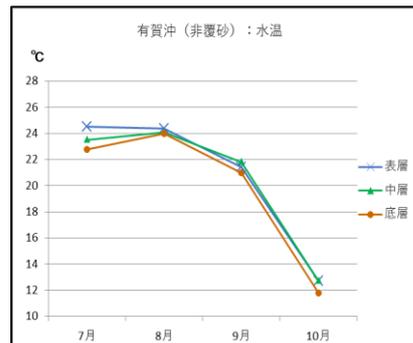
高木沖は特にヒシが繁茂していた場所であり、7月は表層・中層の水温が高く、底層との水温差も大きかった。8月以後は高木沖・有賀沖ともに、表層と底層の水温差が小さくなる傾向が見られた。



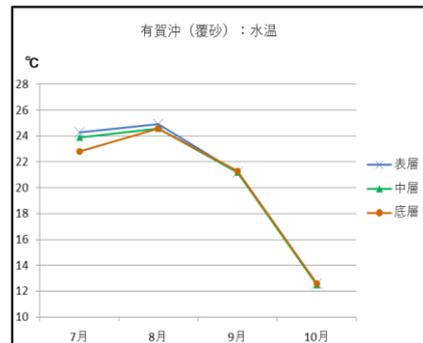
高木沖 (非覆砂・7~9月ヒシ繁茂)



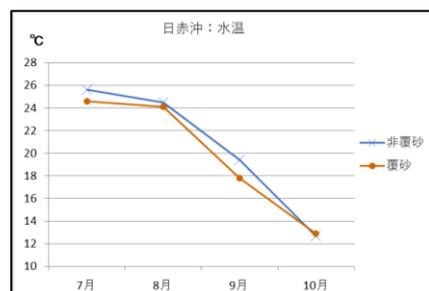
高木沖 (覆砂・7月のみヒシ繁茂)



有賀沖 (非覆砂・7~8月ヒシ繁茂)



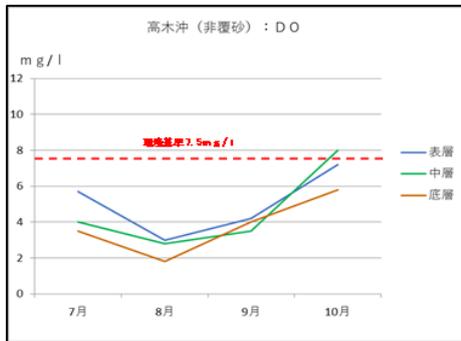
有賀沖 (覆砂・ヒシ疎)



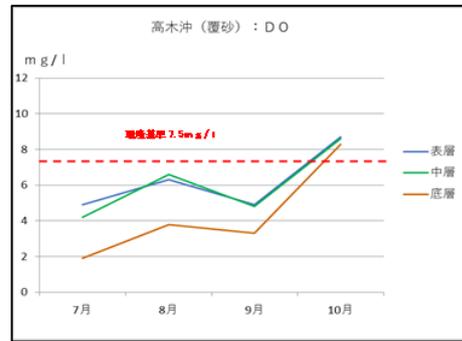
日赤沖 (表層のみ、非覆砂・覆砂ともにヒシほぼ無し)

## ②DO（溶存酸素量）

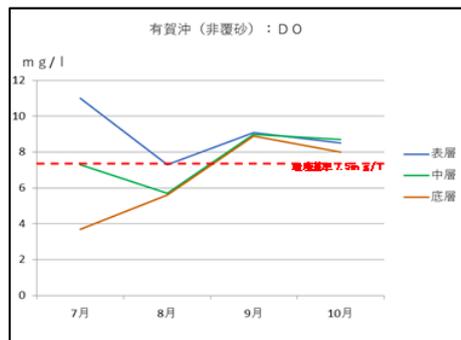
ヒシが繁茂していた7、8月頃の高木沖（非覆砂・覆砂）及び有賀沖（非覆砂）は底層でDOは低く、ヒシ繁茂の影響によるものと思われた。また、覆砂工事が行われた高木沖（覆砂）は8月以後ヒシがなかったにもかかわらず、底層では9月までDOの低い状態が続いた。ヒシがほとんどの場所で枯れた10月には、ヒシがわずかに残っていた高木沖（非覆砂）の底層を除き概ね環境基準を満たす値となった。



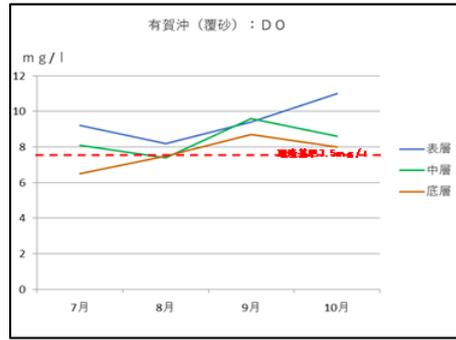
高木沖（非覆砂・7～9月ヒシ繁茂）



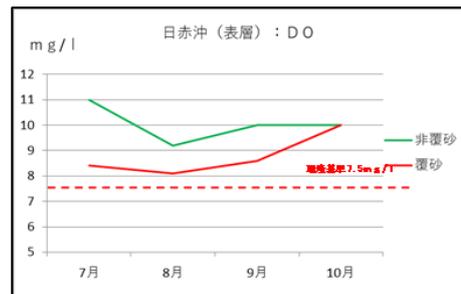
高木沖（覆砂・7月のみヒシ繁茂）



有賀沖（非覆砂・7～8月ヒシ繁茂）



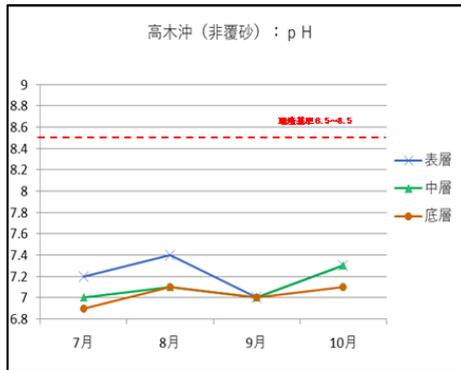
有賀沖（覆砂・ヒシ疎）



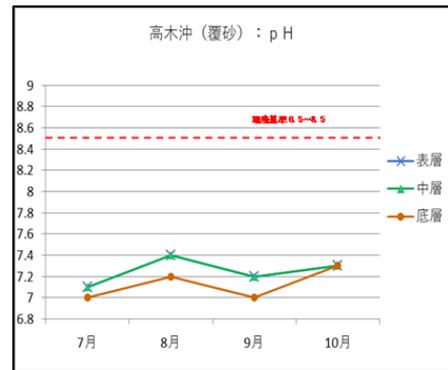
日赤沖（表層のみ、非覆砂・覆砂ともにヒシほぼ無し）

### ③ pH（水素イオン濃度）

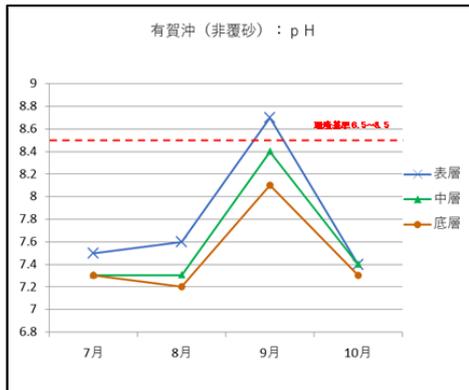
ヒシが繁茂していた高木沖ではpHが環境基準を超えるまで高くなることはなかったが、有賀沖ではヒシが枯れ始めた9月に表層などで環境基準を超えるまで高くなり、ヒシがほとんどなかった日赤沖（表層）では非覆砂箇所でも7、8月に環境基準を超えるまで高くなった。



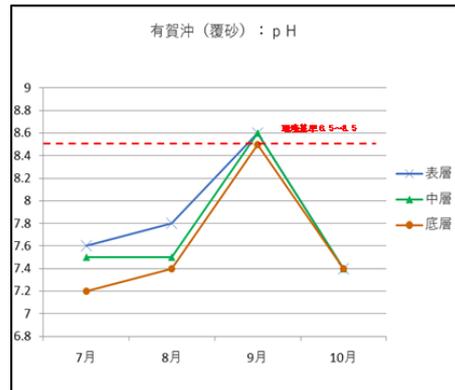
高木沖（非覆砂・7～9月ヒシ繁茂）



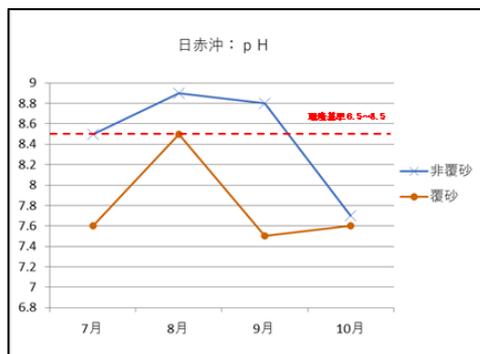
高木沖（覆砂・7月のみヒシ繁茂）



有賀沖（非覆砂・7～8月ヒシ繁茂）



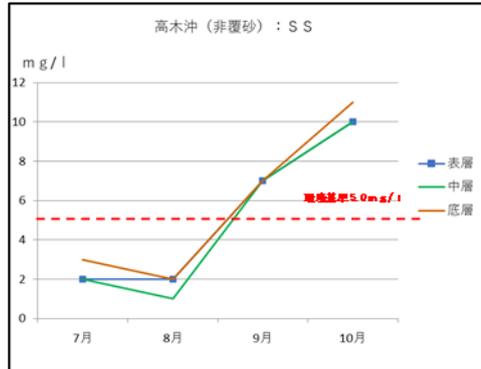
有賀沖（覆砂・ヒシ疎）



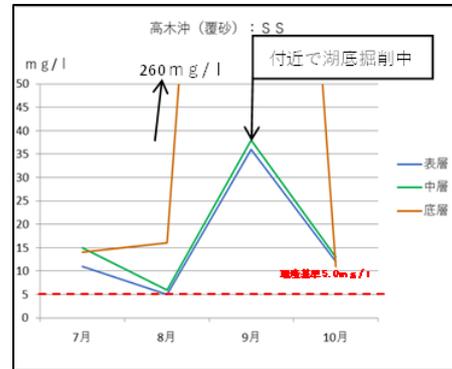
日赤沖（表層のみ、非覆砂・覆砂ともにヒシほぼ無し）

#### ④SS（浮遊物質）

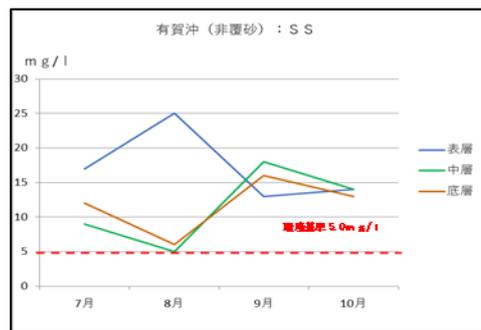
ヒシが繁茂していた高木沖（非覆砂）の7、8月は、SSが環境基準を満たす低い値であったが、それ以外は環境基準を超えるまで高くなるが多かった。特にSSが高かったのは、覆砂工事を行っていた9月の高木沖（覆砂）と、調査時に付近でヒシ刈りを行っていた8月の有賀沖（覆砂）の中・底層であった。



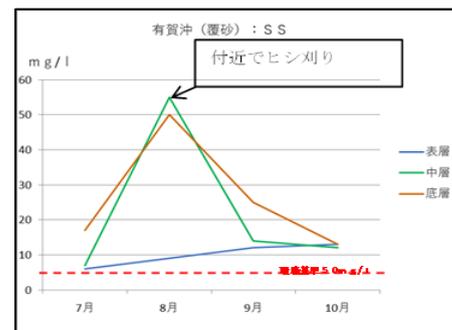
高木沖（非覆砂・7~9月ヒシ繁茂）



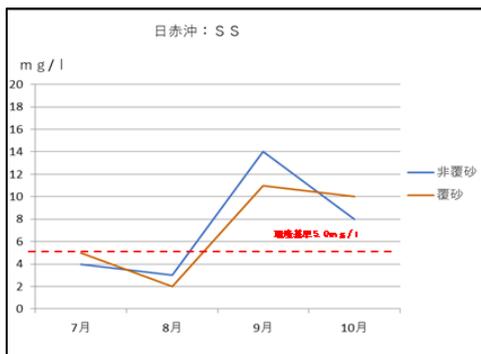
高木沖（覆砂・7月のみヒシ繁茂）



有賀沖（非覆砂・7~8月ヒシ繁茂）



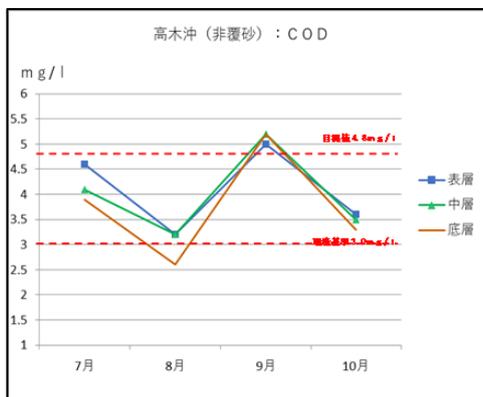
有賀沖（覆砂・ヒシ疎）



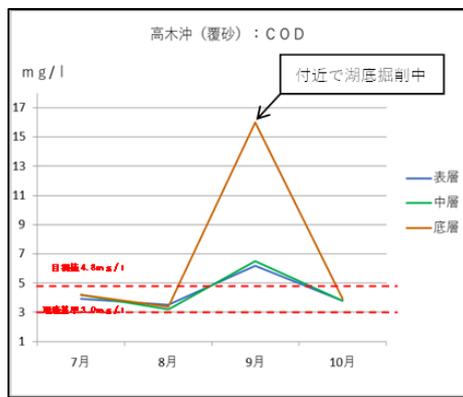
日赤沖（表層のみ、非覆砂・覆砂ともにヒシほぼ無し）

### ⑤COD（化学的酸素要求量）

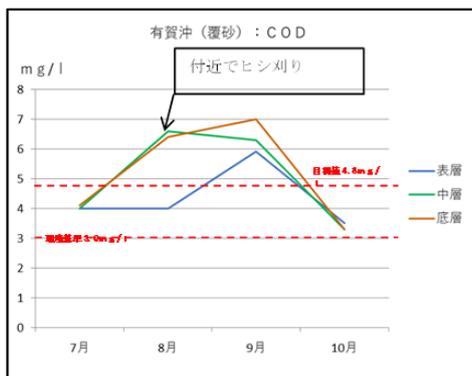
ヒシの繁茂状況にかかわらず7、8月には、人為的影響のない地点・階層で目標値以下の低い状態であったが、9月には日赤沖（覆砂）を除き目標値を超えるまでに高くなり、10月にすべての地点で再度目標値以下に低くなった。



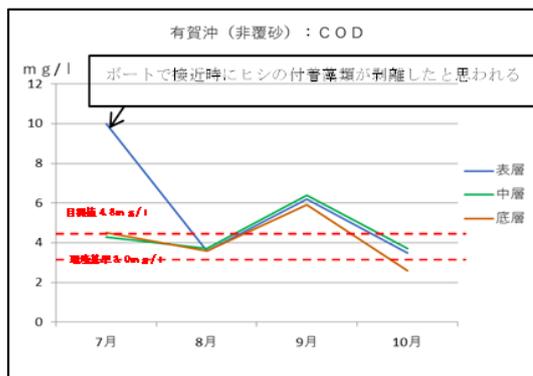
高木沖（非覆砂・7～9月ヒシ繁茂）



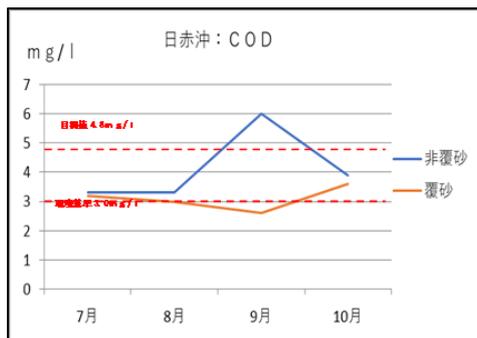
高木沖（覆砂・7月のみヒシ繁茂）



有賀沖（非覆砂・7～8月ヒシ繁茂）



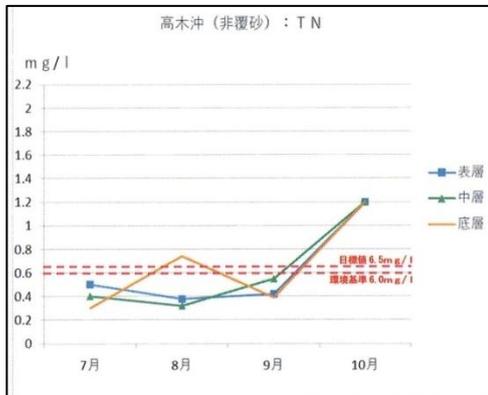
有賀沖（覆砂・ヒシ疎）



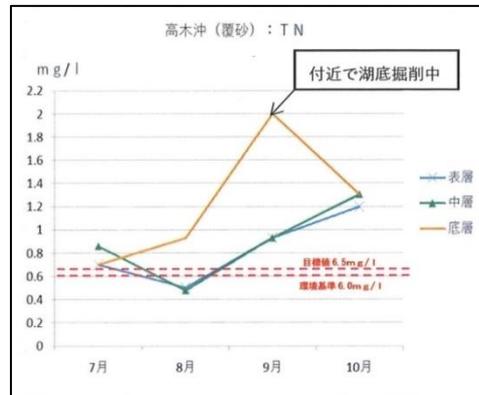
日赤沖（表層のみ、非覆砂・覆砂ともにヒシほぼ無し）

## ⑥ TN（全窒素）

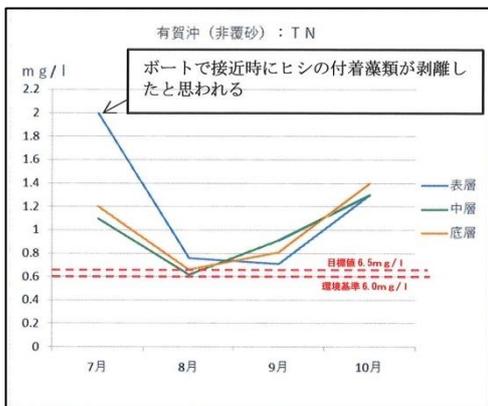
ヒシが繁茂していた高木沖（非覆砂）では7～9月にTNが低い傾向が見られた。ヒシがほとんど枯れた10月には人為的影響のないすべての地点・階層で高くなった。



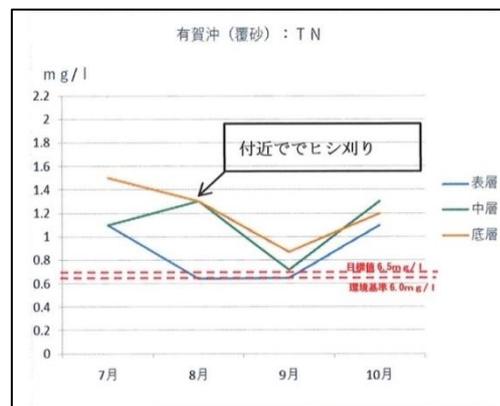
高木沖（非覆砂・7～9月ヒシ繁茂）



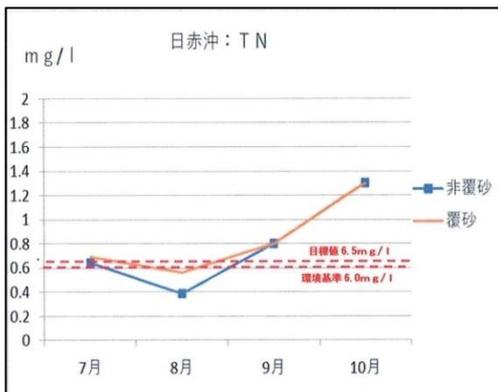
高木沖（覆砂・7月のみヒシ繁茂）



有賀沖（非覆砂・7～8月ヒシ繁茂）



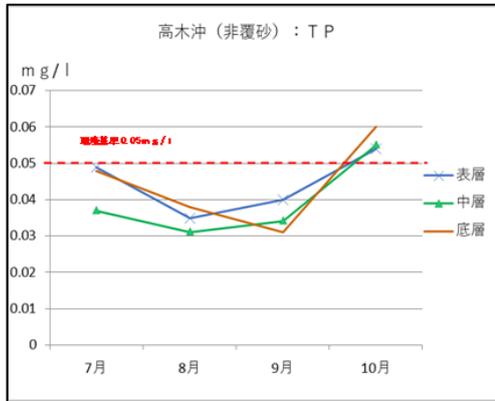
有賀沖（覆砂・ヒシ疎）



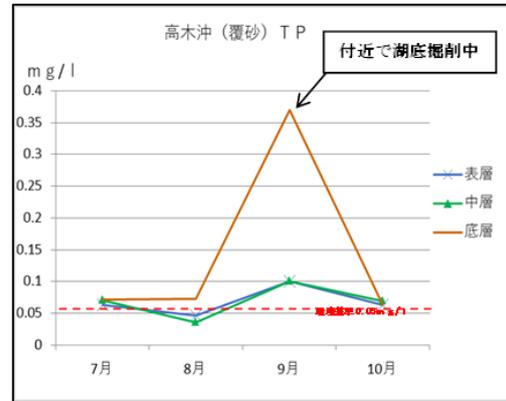
日赤沖（表層のみ、非覆砂・覆砂ともにヒシほぼ無し）

## ⑦TP（全リン）

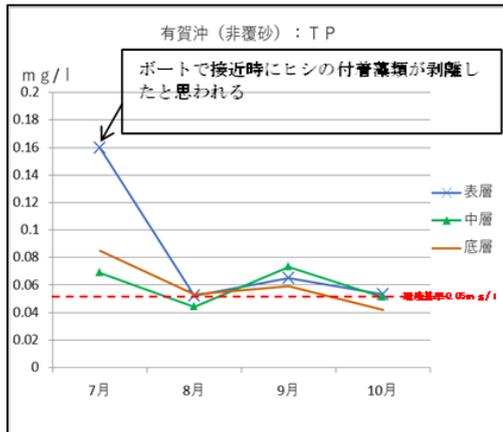
ヒシが繁茂していた高木沖（非覆砂）では7～9月にTPが低い傾向が見られたが、10月には高くなった。一方で、有賀沖や高木沖（覆砂）では10月にTPが低下する傾向が見られた。



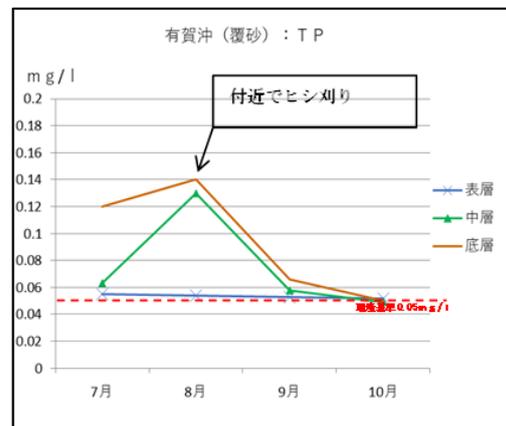
高木沖（非覆砂・7～9月ヒシ繁茂）



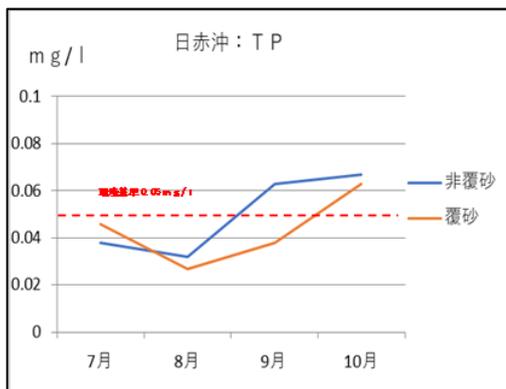
高木沖（覆砂・7月のみヒシ繁茂）



有賀沖（非覆砂・7～8月ヒシ繁茂）



有賀沖（覆砂・ヒシ疎）



日赤沖（表層のみ、非覆砂・覆砂ともにヒシほぼ無し）

## (2) 底質調査結果

含有試験及び溶出試験による全窒素（TN）及び全リン（TP）ともに8～9月頃に低く、2月及び7月に高い傾向が見られ、特に有賀沖の全リン（溶出）でそれが顕著であった。

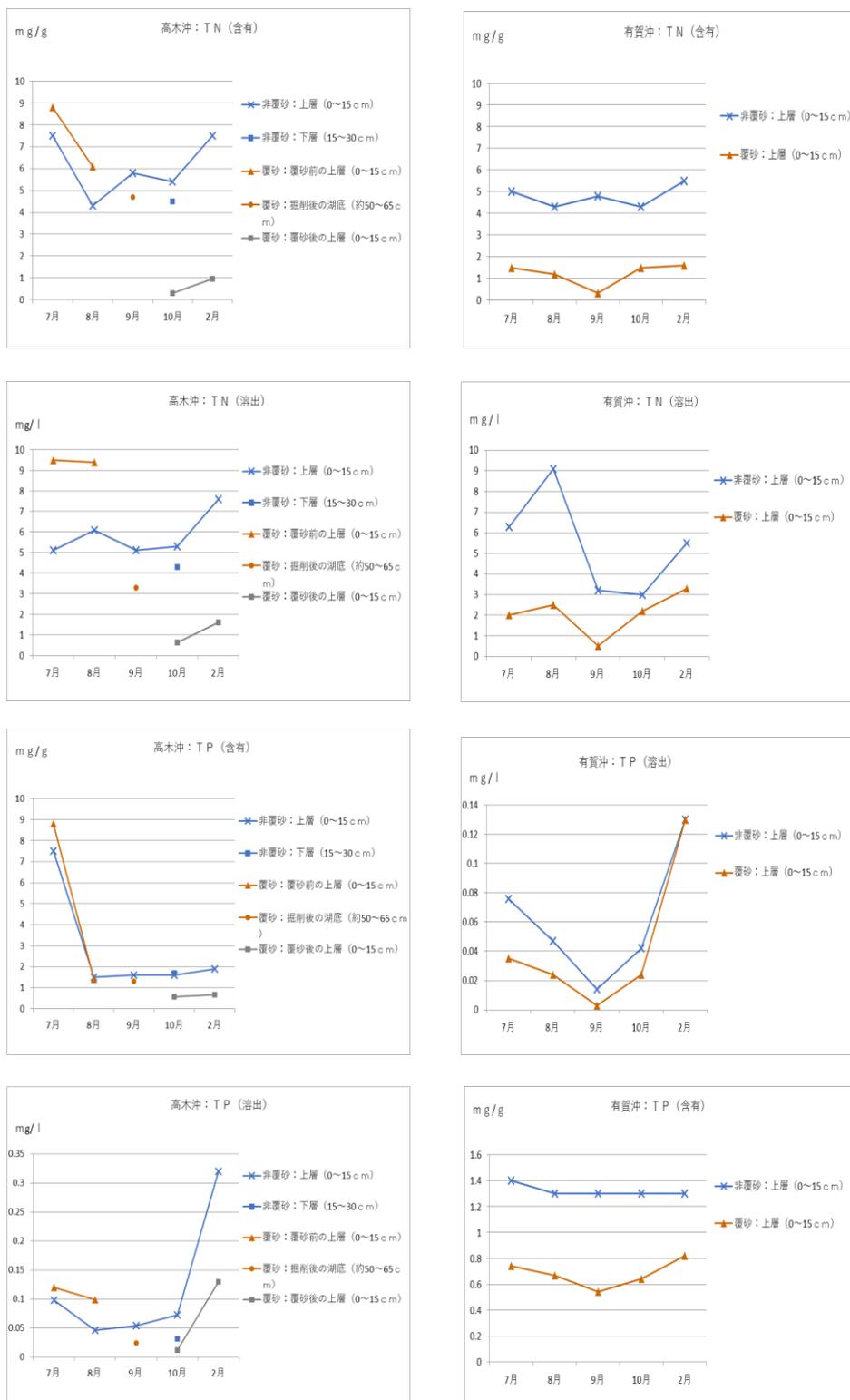


図2 底質調査結果 (TN (含有)、TP (含有)、TN (溶出)、TP (溶出))

### (3) 水草調査結果

ヒシの繁茂していた高木沖では、僅かではあるがヒシ以外にクロモが確認されるようになり、有賀沖ではヒシ以外にクロモとマツモが確認されるようになった。日赤沖は覆砂箇所及び非覆砂箇所ともにヒシが少なく、特に非覆砂箇所はヒシ以外の水草相が豊であり、重要種のクロモ、ホソバミズヒキモ、ササバモ、センニンモ、ヒロハノエビモ、セキショウモが確認された。

表2 水草調査結果の概要

No.	科名	種名	高木沖(覆砂)				高木沖(非覆砂)				日赤沖(非覆砂)				日赤沖(覆砂)				有賀沖(覆砂)				有賀沖(非覆砂)				有賀沖浅瀬	環境省 R L	長野県 R L
			7月	8月	9月	10月	7月	8月	9月	10月	7月	8月	9月	10月	7月	8月	9月	10月	7月	8月	9月	10月	7月	8月	9月	10月			
1	マツモ	マツモ																	●	●	●	●	●	●	●	●	●		EN
2	ヒシ	ヒシ	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		
3	トチカガミ	クロモ	●	●	●	●	●	●	●	△	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●		CR
4	ヒルムシロ	ホソバミズヒキモ									●	●	●	●	●	●	●	●	●										NT
5		ササバモ									●	●	●	●											△		●	EN	
6		センニンモ									●	●	●	●														EN	
7		ヒロハノエビモ						△			●	●	●	●			△										●	VU	
8	トチカガミ	セキショウモ									●	●	●	●													●	CR	
全体 4科8種			2	1			2	2	2	2	7	5	4	3	2	3	1	1	4	2	3	2	3	3	3	2	6		7

注1: ●: 湖底から生えている植物体確認、△: 切れ藻確認

注2: RLカテゴリー凡例 CR: 絶滅危惧 I A類、EN: 絶滅危惧 I B類、VU: 絶滅危惧 II 類、NT: 準絶滅危惧

注3: ヒシの植被率 ■ 100~75%(密) ■ 74~25%(中) ■ 24~5%(中) ■ 4~0%(中)



マツモ



クロモ (水中)



ホソバミズヒキモ (水中)



ササバモ (水中)



ササバモ



センニンモ



ヒロハノエビモ

#### (4) 水草分析結果

ヒシの葉及び茎の全窒素及び全リンは、乾燥重量当たり及び湿潤重量当たりともに7月に最も高かった。ヒシの茎のC/Nは乾燥重量当たり及び湿潤重量当たりともに10月に最も高く、クロモのC/Nは乾燥重量当たり及び湿潤重量当たりともに10月に最も低かった。

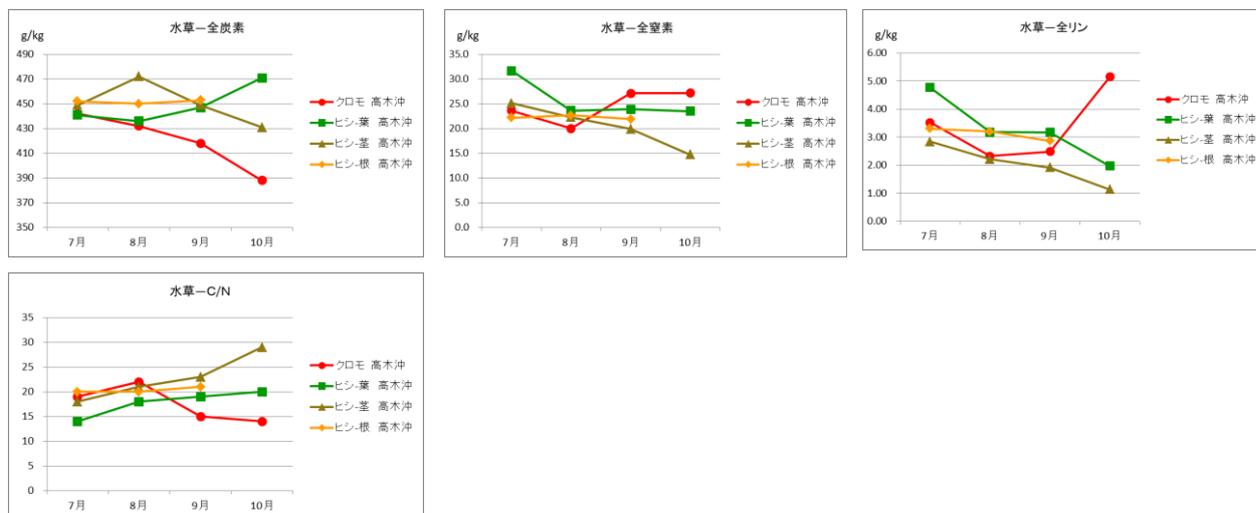


図3 水草分析結果（乾燥重量当たり）

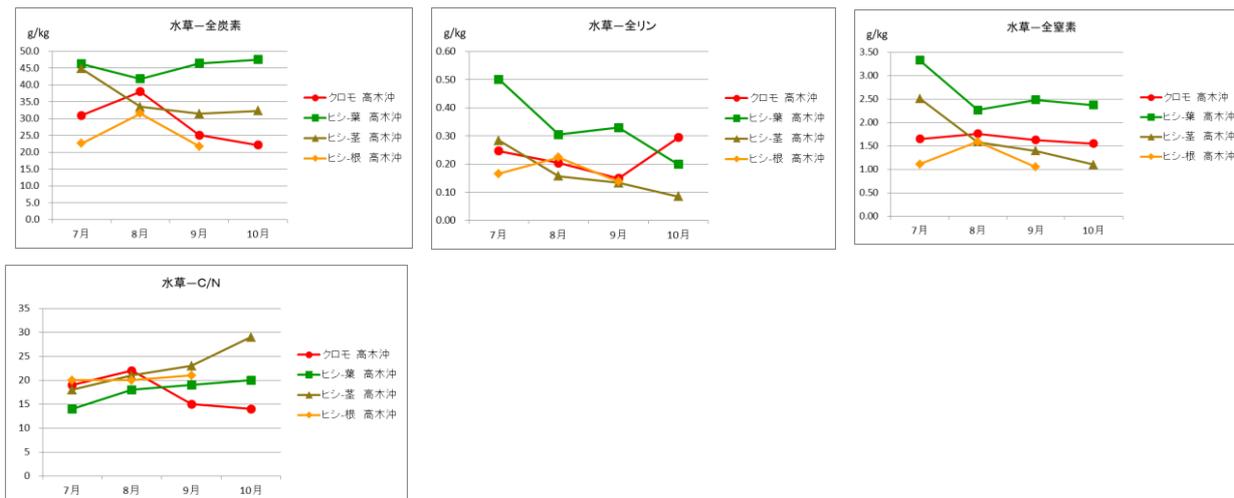
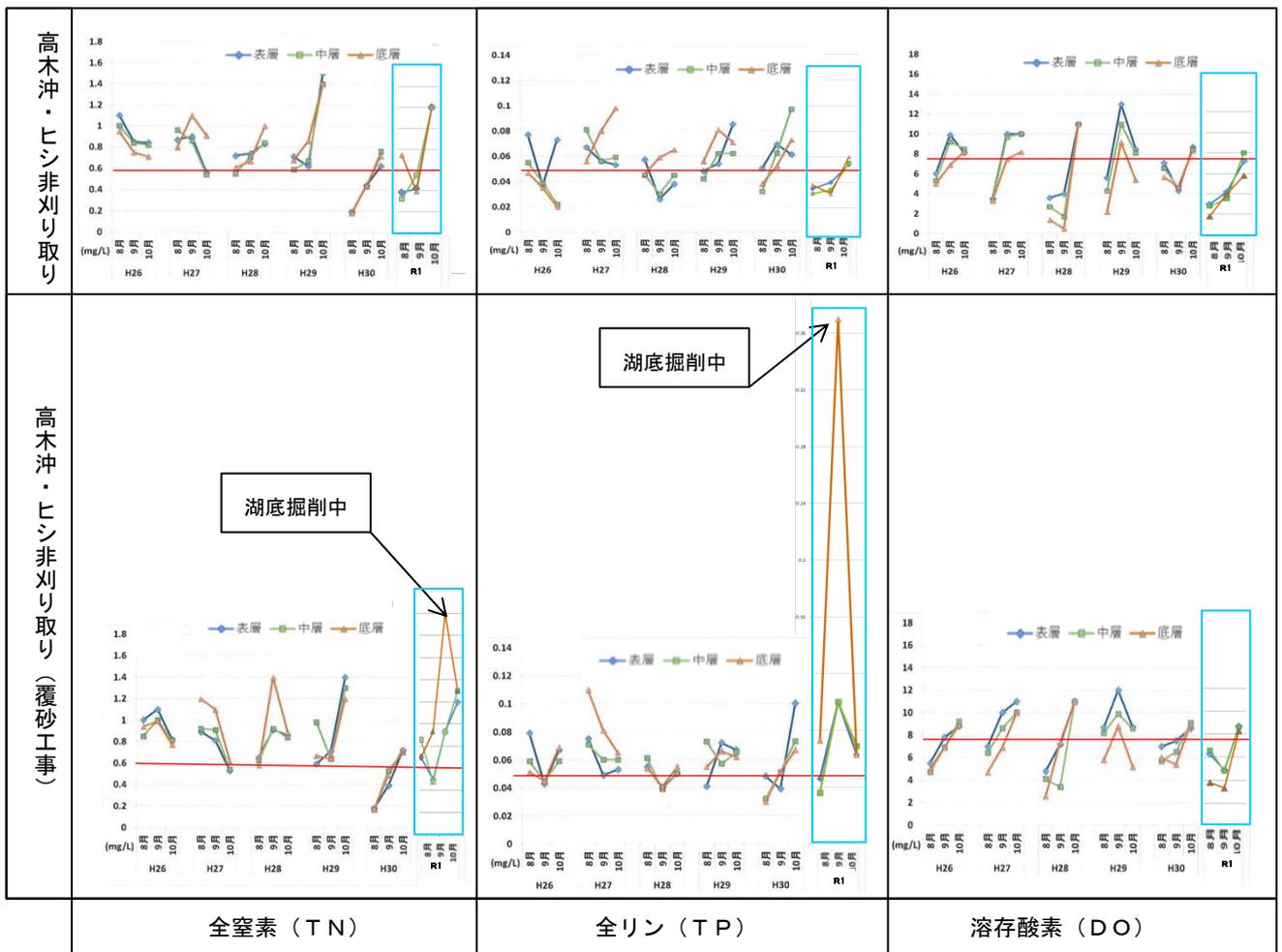


図4 水草分析結果（湿潤重量当たり）

#### (5) 過年度調査結果との比較

昨年度調査地点の近隣で行った本年度調査結果と過年度調査結果を比較すると、高木沖における全窒素（TN）及び全リン（TP）はやや改善傾向にあるように思われる。ただし、本年度の覆砂工事に伴う湖底掘削時の底層では全窒素（TN）と、特に全リン（TP）が極めて高かった。



注) 赤線は諏訪湖における環境基準値、全窒素 (TN) : 0.6mg/L、全リン (TP) : 0.05mg/L、溶存酸素 (DO) : 7.5mg/L、青枠は本年度調査結果

図5 過年度調査結果との比較 (高木沖、全窒素 (TN)、全リン (TP)、溶存酸素 (DO))

### 5.3. 考察

諏訪湖の水質は調査の地点、時期、水深 (表層・中層・底層) より様々であるとともに、水質の階層構造も場所により様々であり、ヒシやクロモなどの水草の有無や種類がこのような水質特性に影響を与えているものと考えられる。そして、有機態及び無機態の窒素やリン等が水中、植物の体内、底質中を量と時期を変えながら循環している状況が徐々にではあるが見えてきた。このような水質及び物質循環特性のある諏訪湖において、ヒシの除去は物理的に窒素やリン等の持ち出しになるため、水質改善効果が期待されるものの、本調査において目に見える形で大きく水質が改善されてきている状況は確認できなかった。一方で、水草に関しては、ヒシ刈りを行うことによりクロモが生育し易くなる状況が確認されるとともに、日赤沖の非覆砂箇所のようにクロモ以外にもササバモやセキシウモなどの多種の水草が確認された場所もあることから、ヒシ除去の効果が徐々に出てきたものと考えられる。

## 第6章 ワカサギの資源量調査

水産試験場諏訪支場

### 6.1. 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。

### 6.2. 調査方法

#### 6.2.1. 資源量調査

令和元年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、ワカサギは群れで生活しているため、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 ( $m^3$ )

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

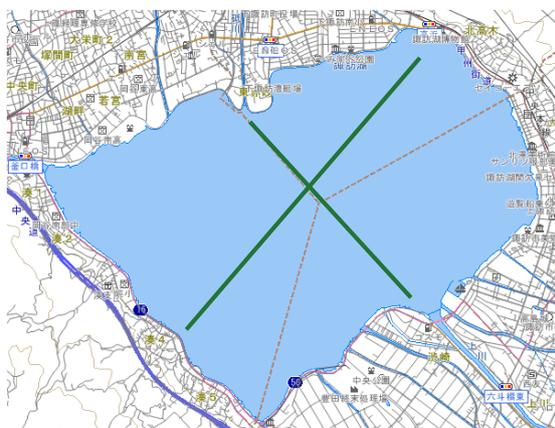


図1 資源量調査定線の位置

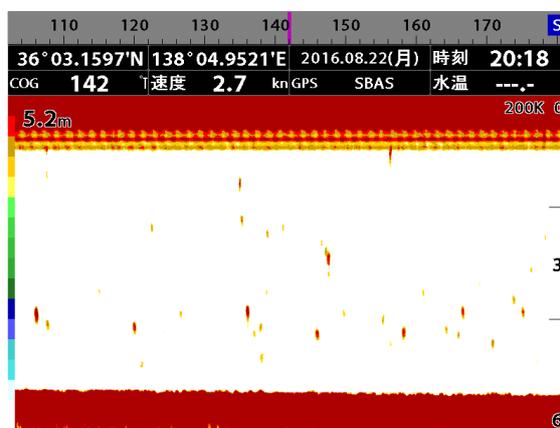


図2 魚群探知機の反応像  
(赤や黄色で表示された点がワカサギの反応像)

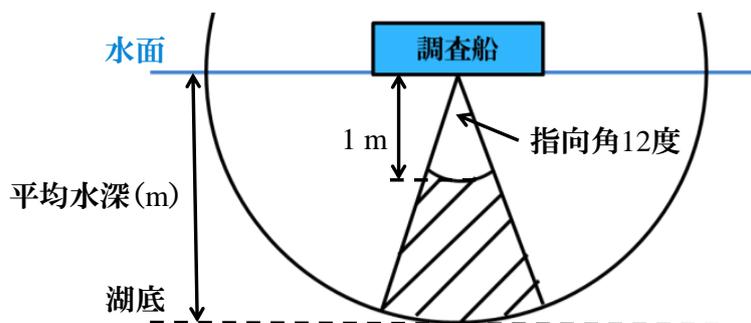


図3 探査面積の範囲  
(図中の斜線部が探査面積、水深1mまではノイズが出るため、探査面積から除く)

## 6.2.2. 成長調査

令和元年6月～令和2年2月に月1～2回、諏訪湖漁業協同組合（以下、漁協）の投網試験獲りの漁獲物および当场が捕獲した個体を標本とし、0歳魚（小公）および1歳魚（大公）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。

## 6.3. 調査結果

### 6.3.1. 資源量調査

6月～11月の推定資源尾数は、約738～2,092万尾であった（図4）。なお、12月下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、10月の結果を過去5年間と比較すると、今年度の資源尾数は、ワカサギの大量死亡があった平成28年に次いで少なかった。

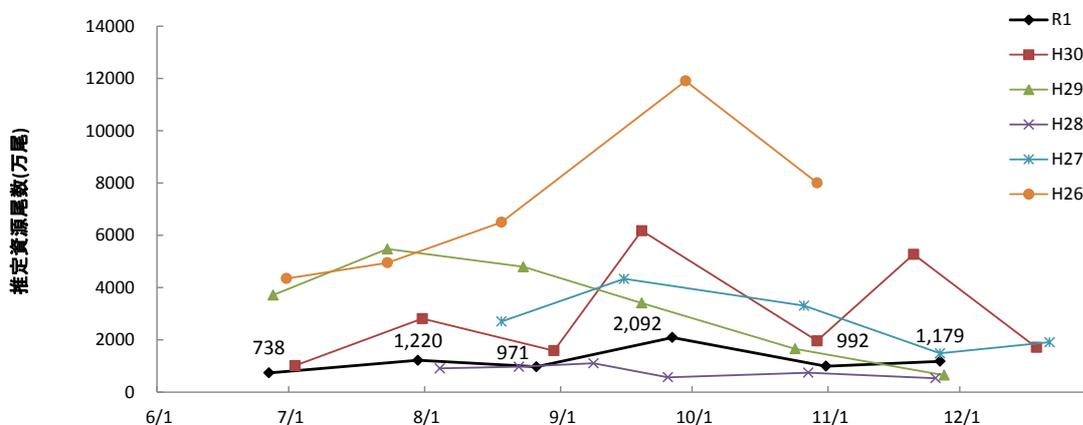


図4 平成26～令和元年の諏訪湖のワカサギ推定資源尾数

### 6.3.2. 成長調査

0歳魚の平均体重、平均体長および平均肥満度は、平成28年度、29年度に次いで3番目に大きかった（図5、図6、図7）。今年度の資源尾数は平成29年度を若干下回る程度だが、0歳魚の成長はより劣っていた。後述のように今年度は0歳魚より大型の1歳魚が例年より多く生残したためと考えられる。

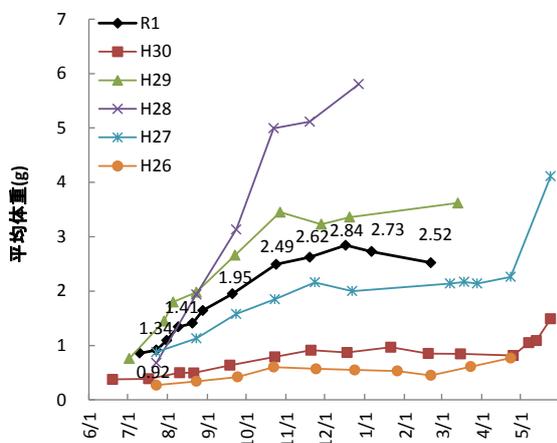


図5 ワカサギ0歳魚の平均体重

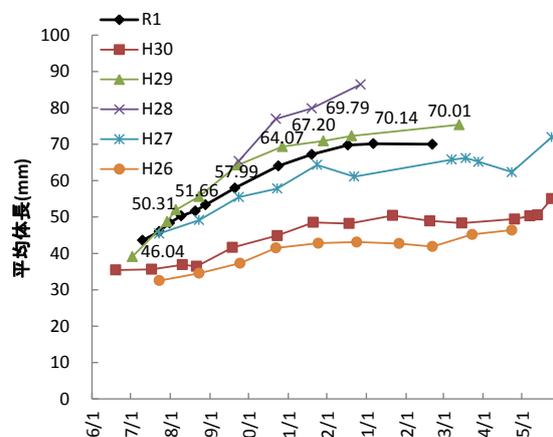


図6 ワカサギ0歳魚の平均体長

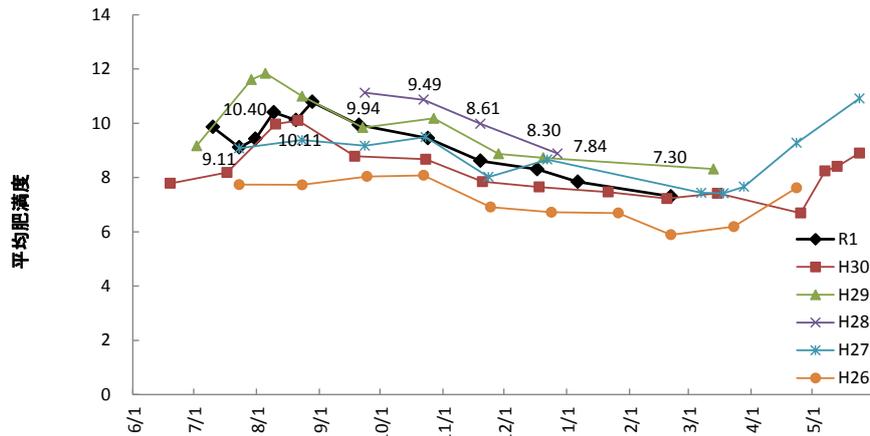


図7 ワカサギ0歳魚の平均肥満度

今年度のワカサギ資源の特徴として1歳魚が例年より多いことが挙げられる。昨年度、ワカサギの孵化放流数が多く、その後も多数が生存できたため、魚体は小型のまま推移し、産卵期後もその多くが1歳魚として生き残った。無作為に計測魚を選んだ10月以降、計測個体に対する1歳魚の割合は、39.2%（10月）、51.0%（11月）、32.3%（12月）、34.2%（1月）および24.2%（2月）と捕獲した群れごとに割合は異なっていたが、例年の数%に比べてはるかに高かった。1歳魚の各項目の平均値は、いずれも0歳魚を上回っていたが（図8、図9、図10）、例として示した1月の体長組成のように（図11）、両者の組成は大きく重複していた。

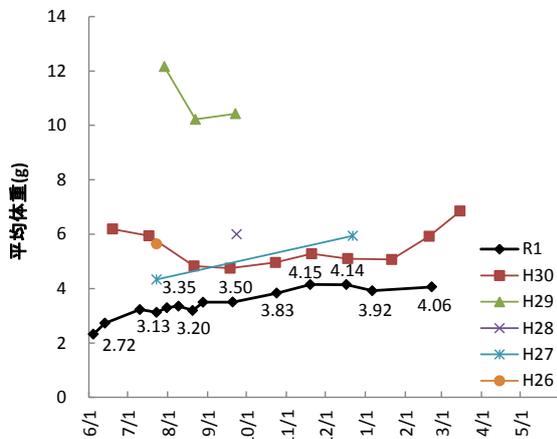


図8 ワカサギ1歳魚の平均体重

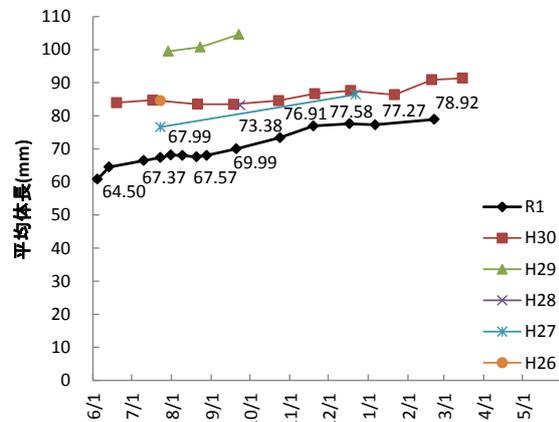


図9 ワカサギ1歳魚の平均体長

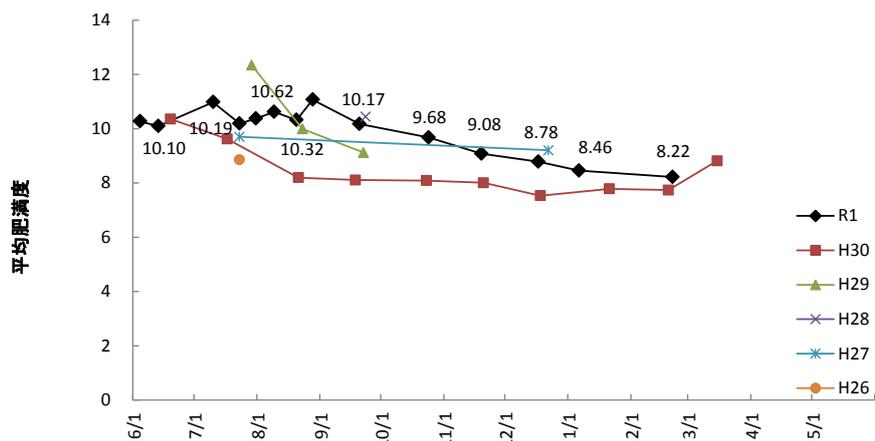


図10 ワカサギ1歳魚の平均肥満度

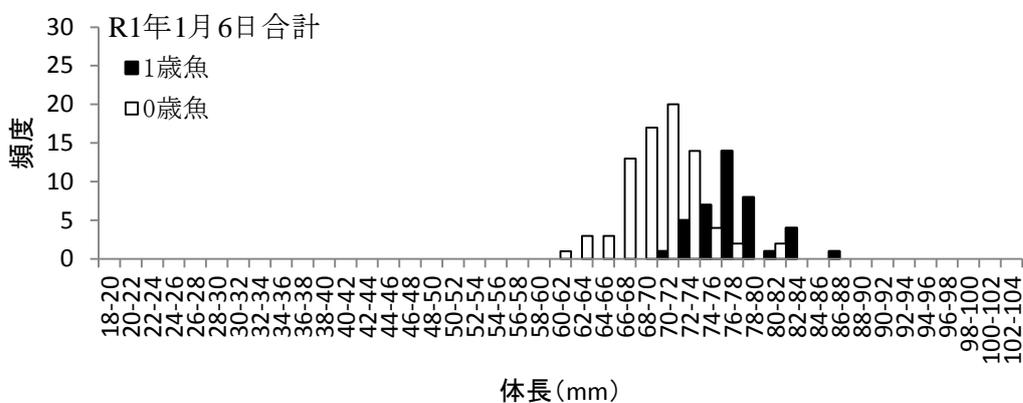


図11 1月におけるワカサギの体長組成

#### 6.4. まとめ

- 6月～11月のワカサギの推定資源尾数は、約738～2,092万尾であった。
- 0歳魚（小公）の平均体重、平均体長および平均肥満度は、平成28年度、29年度に次いで3番目に大きかった。
- 1歳魚（大公）が全体に占める割合は24.2～51.0%で、例年の数%よりはるかに多かった。
- 1歳魚の各計測値の平均値が0歳魚より大きくなっているが、両者は大きく重複していた。

## 第7章 宮川流域汚濁負荷実態調査

環境保全研究所水・土壌環境部

### 7.1. 目的

諏訪湖流入河川のうち汚濁負荷の大きい宮川において、本川及び支川の水質調査により汚濁負荷の高い水域を把握する。

### 7.2. 調査方法

#### 7.2.1. 調査地点

調査地点は、宮川本流の上流（地点23）、宮川本流の下流（地点1）、宮川支流が宮川に合流する直上（地点3～20）とした（地点数合計：16）。なお、今年度の対象河川と調査地点はH29（2017）年度と同じとし、代表的な地点のみ測定をした。

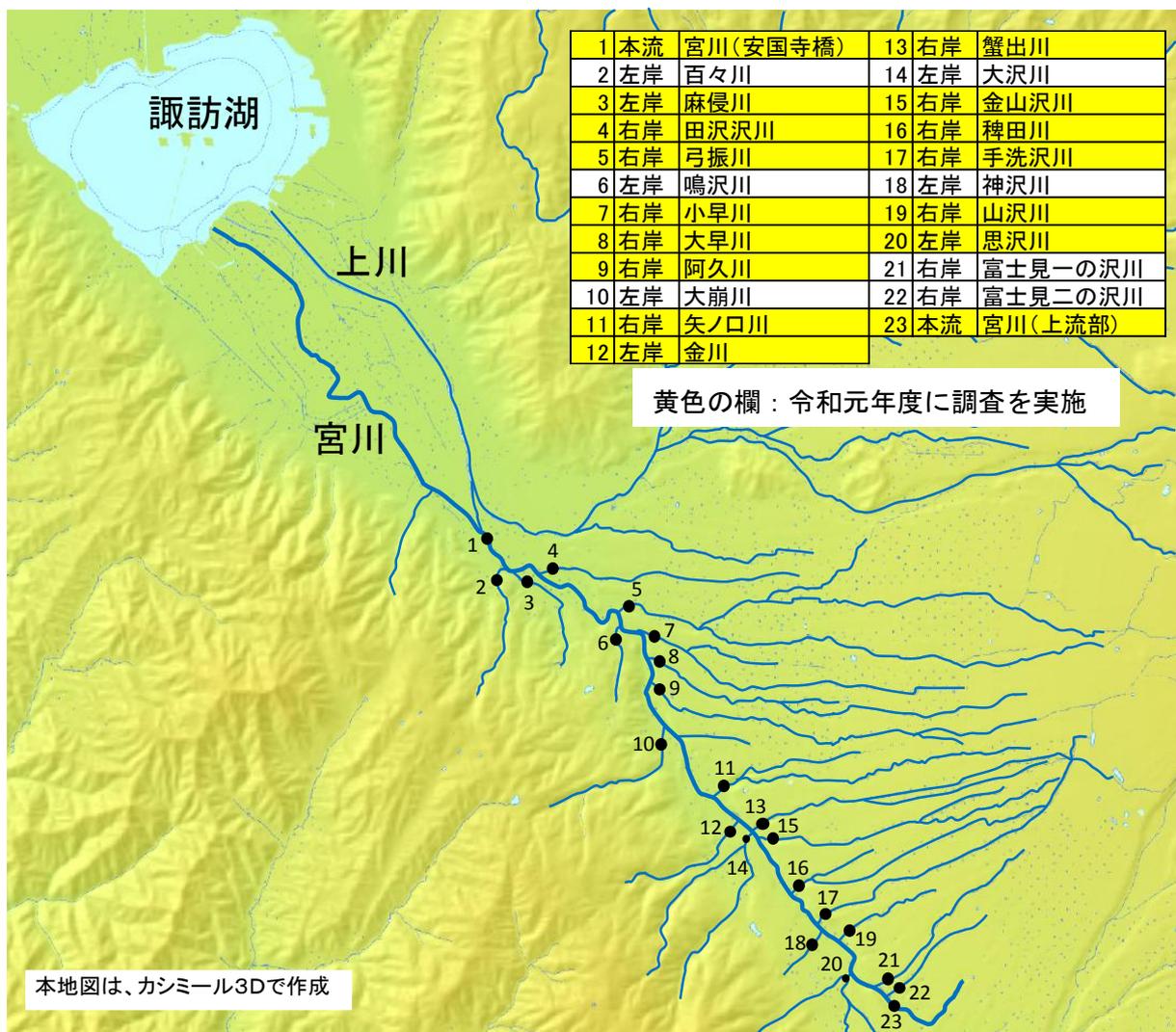


図 7.2.1.1 調査地点

#### 7.2.2. 調査実施日

4月に月1回（平常時）、5月・9～10月・12月・2～3月に各2回（平常時、降雨時）、調査を実施した。

「平常時」とは、河川状況に降雨による増水や濁り等の影響が認められない日を対象とし、調査を実施した。

「降雨時」とは、気象庁の観測（原村）による連続降雨量が10mm以上となった日を対象とし、降雨終了から24時間以内に調査を実施した。

表 7.2.2.1 調査実施日等

調査期	調査区分	調査日	調査時降水量(mm)		累積期間
			原村		
4月	平常時	平成31年(2019年) 4月 19日	0.0	降雨なし	4/16 5時～4/19 終日
5月	平常時	令和元年(2019年) 5月 9日	0.0	降雨なし	5/6 23時～5/9 終日
	降雨時	令和元年(2019年) 5月 22日	54.5	雨	5/21 3時～5/21 11時
9～10月	平常時	令和元年(2019年) 9月 26日	0.0	降雨なし	9/23 13時～9/26 終日
	降雨時	令和元年(2019年) 10月 23日	52.5	雨	10/21 21時～10/22 11時
12月	降雨時	令和元年(2019年) 12月 3日	19.0	雨	12/2 9時～12/2 19時
	平常時	令和元年(2019年) 12月 10日	0.0	降雨なし	12/3 20時～12/10 終日
2～3月	平常時	令和2年(2020年) 2月 27日	0.0	降雨なし	2/26 2時～2/27 終日
	降雨時	令和2年(2020年) 3月 11日	35.0	雨	3/10 10時～3/11 1時

### 7.2.3. 測定項目及び測定方法

透視度・電気伝導率・pH・気温・水温・流量（流速・水位・川幅）は、現場で測定した。それ以外の項目は、採水して持ち帰った後、環境保全研究所で測定した。

表 7.2.3.1 測定項目及び測定方法

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	
全窒素(T-N)	JIS K0102 45.2	ペルオキシ二硫酸カリウム分解 －紫外線吸光光度法	
全りん(T-P)	JIS K0102 46.3.1	ペルオキシ二硫酸カリウム分解 －モリブデン青・アスコルビン酸還元吸光光度法	
SS	告示付表9	重量法	
透視度	JIS K0102 9.	透視度計	(現場測定)
電気伝導率	JIS K0102 13.	電気伝導率計	(現場測定)
pH	JIS K0102 12.1	ガラス電極法	(現場測定)
気温	JIS K0102 7.1	ガラス製棒温度計	(現場測定)
水温	JIS K0102 7.2	サーミスター温度計	(現場測定)
流量(流速・水位・川幅)	JIS K0094 8.4	流速計による測定法	(現場測定)
	水質調査方法	浮木測定	(現場測定)

### 7.3. 調査結果

H29(2017)年度、H30(2018)年度、R1(2019)年度に実施した宮川流域汚濁負荷実態調査の結果をもとに、支流河川の水質濃度と土地利用の関係、宮川からの通年の流出負荷量の傾向、比負荷量を求めた。

#### 7.3.1. 流量・濃度・負荷量

R1(2019)年度の流量・全窒素・全りん・COD・SSの濃度と負荷量の範囲を図7.3.1.1から図7.3.1.21に示した。

調査結果をみると、全ての項目で濃度と負荷量が平常時より降雨時の方が増加する傾向にあった。また、全窒素・全りんの濃度範囲の傾向をまとめると、宮川支流の測定地点を、左岸グループ・右岸下流グループ・右岸上流グループの3グループの分類にまとめられた。その他の項目については、明確な傾向は見られなかった。調査結果は、H29(2017)年度の測定と同様の傾向であった。

なお、思沢川(地点20)の全りんの濃度は、H29(2017)年度は通年0.05mg/L以下であったが、R1(2019)年度では高い濃度を示すことが多かった。測定地点付近では、状況の変化は見られなかった。

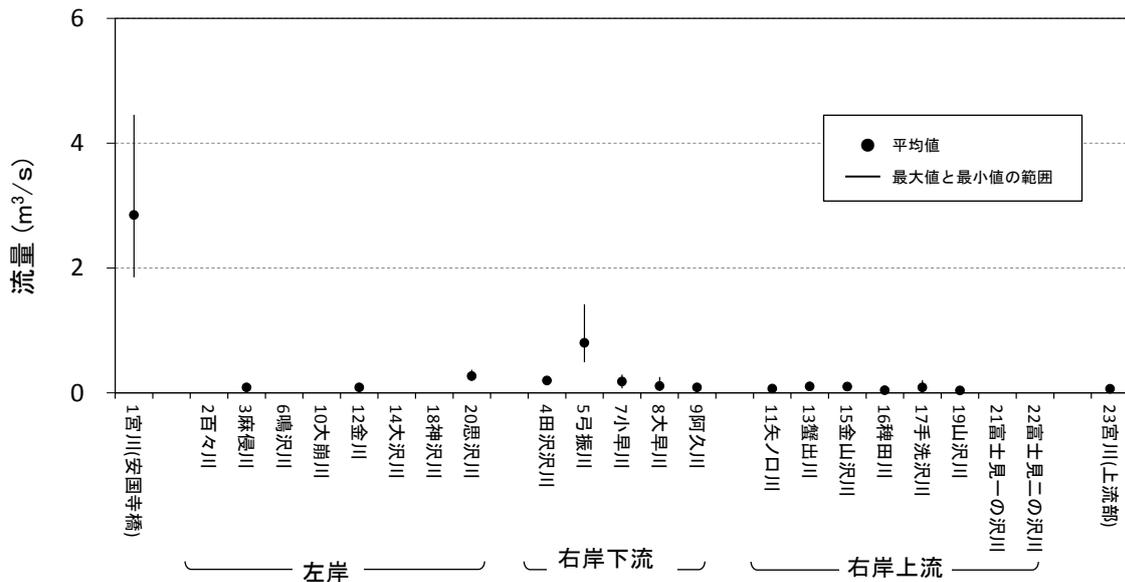
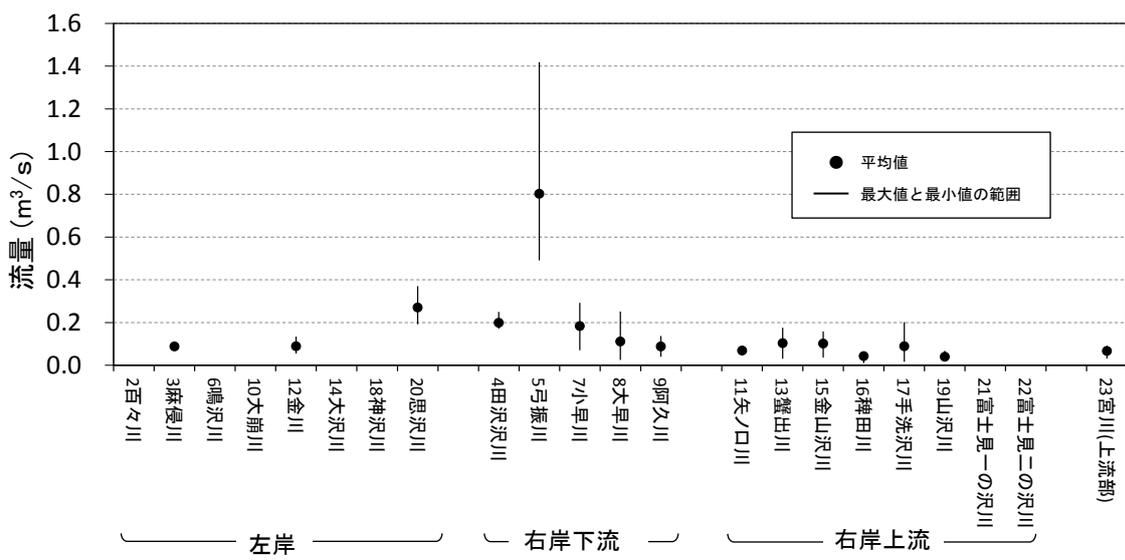


図 7.3.1.1 地点ごとの流量の範囲 (平常時)



※ 1 宮川 (安国寺橋) を除く

図 7.3.1.2 地点ごとの流量の範囲 (平常時) (図 7.3.1.1 の流量スケールを拡大した図)

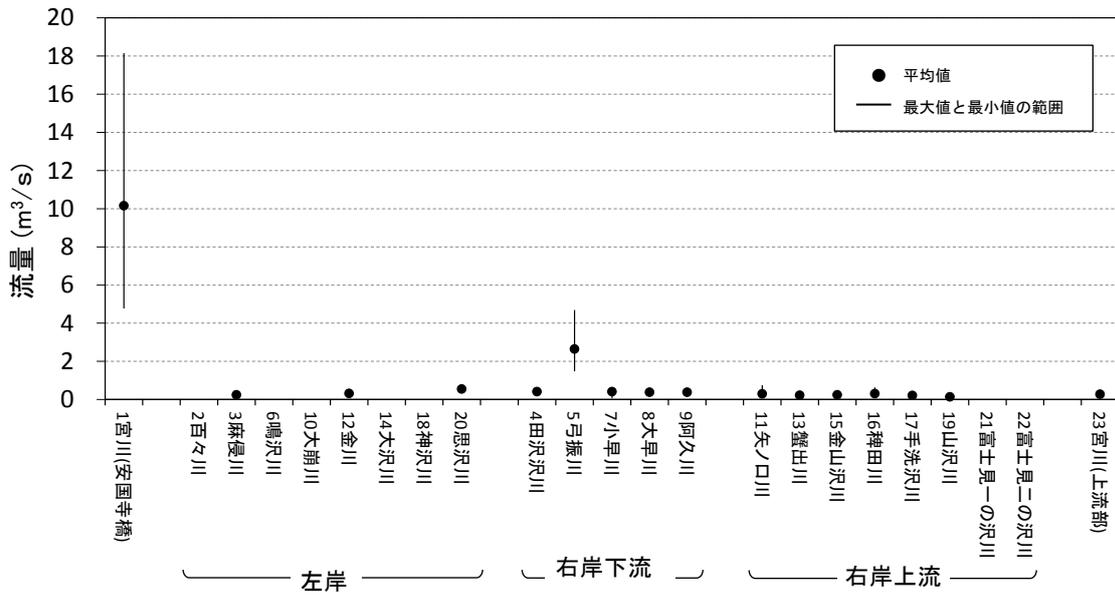
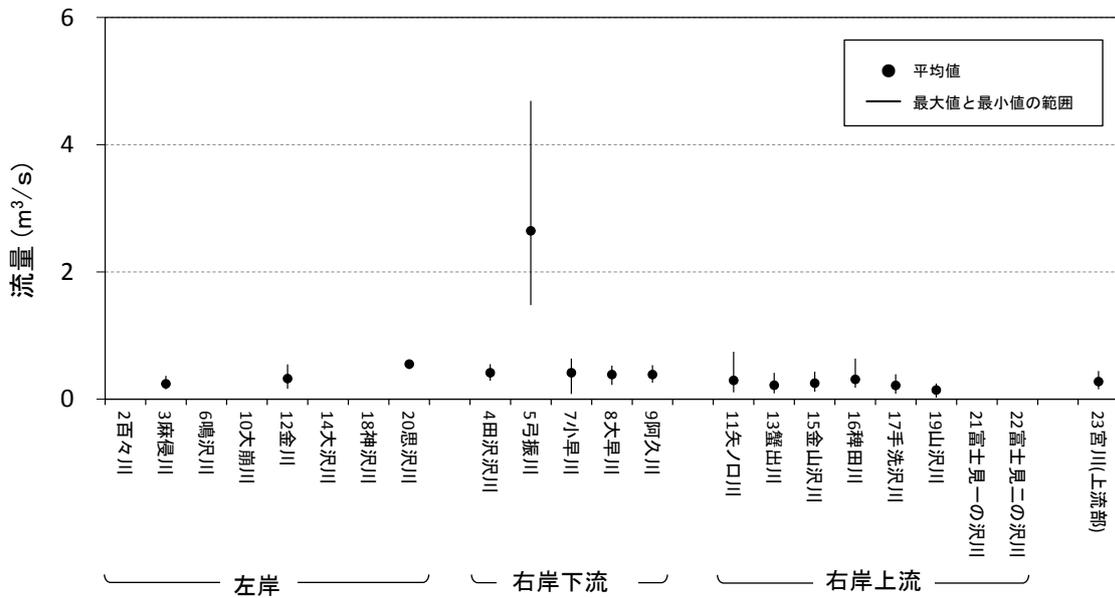


図 7.3.1.3 地点ごとの流量の範囲 (降雨時)



※ 1宮川(安国寺橋)を除く

図 7.3.1.4 地点ごとの流量の範囲 (図 7.3.1.3 の流量スケールを拡大した図)

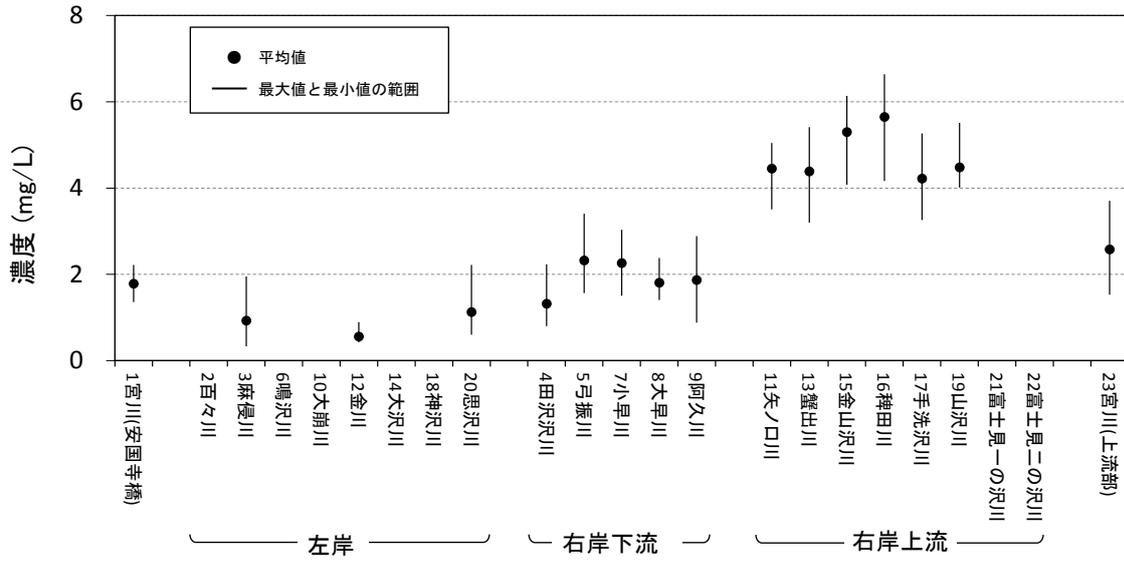
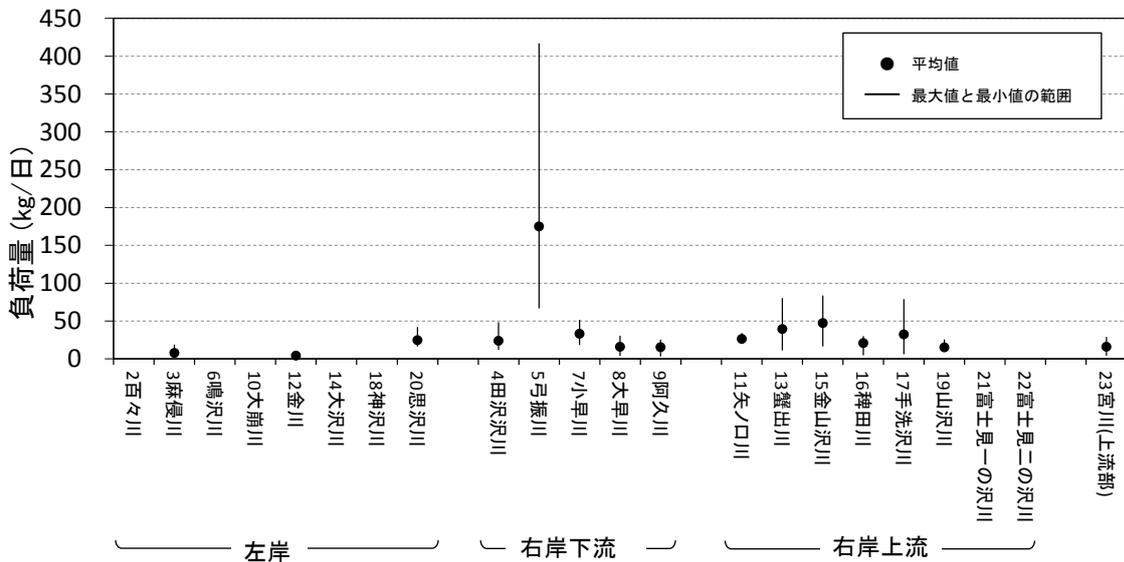


図 7.3.1.5 地点ごとの全窒素の濃度の範囲（平常時）



※ 1宮川(安国寺橋)を除く

図 7.3.1.6 地点ごとの全窒素の負荷量の範囲（平常時）

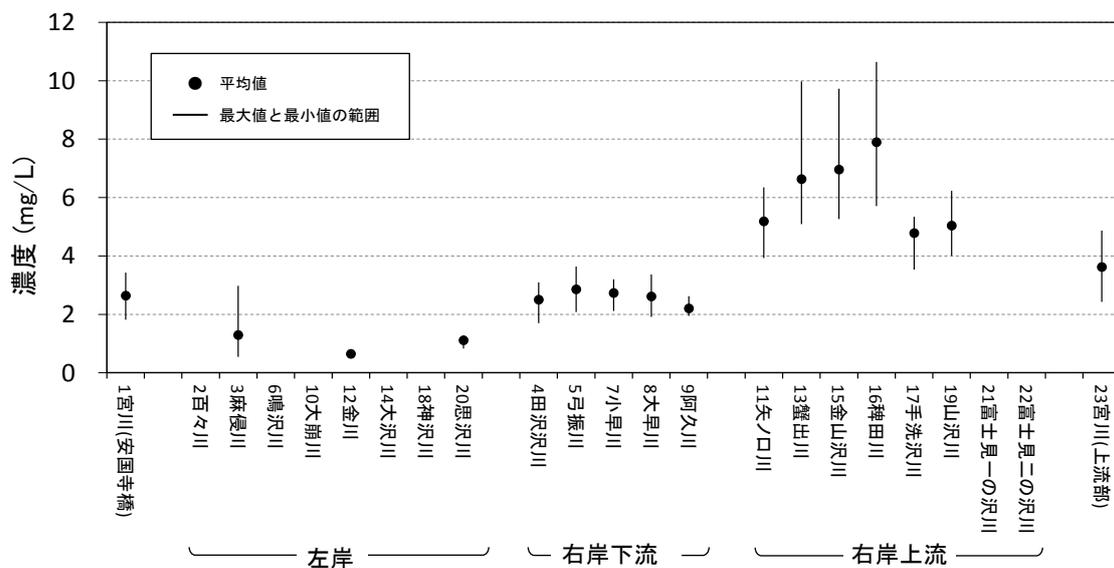
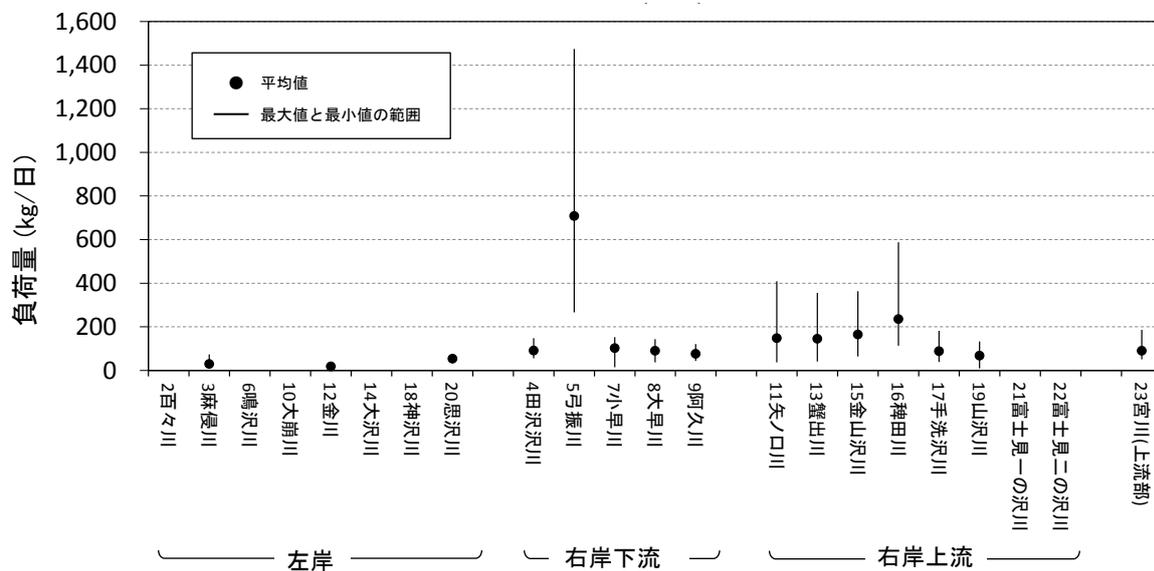


図 7.3.1.7 地点ごとの全窒素の濃度の範囲（降雨時）



※ 1宮川(安国寺橋)を除く

図 7.3.1.8 地点ごとの全窒素の負荷量の範囲（降雨時）

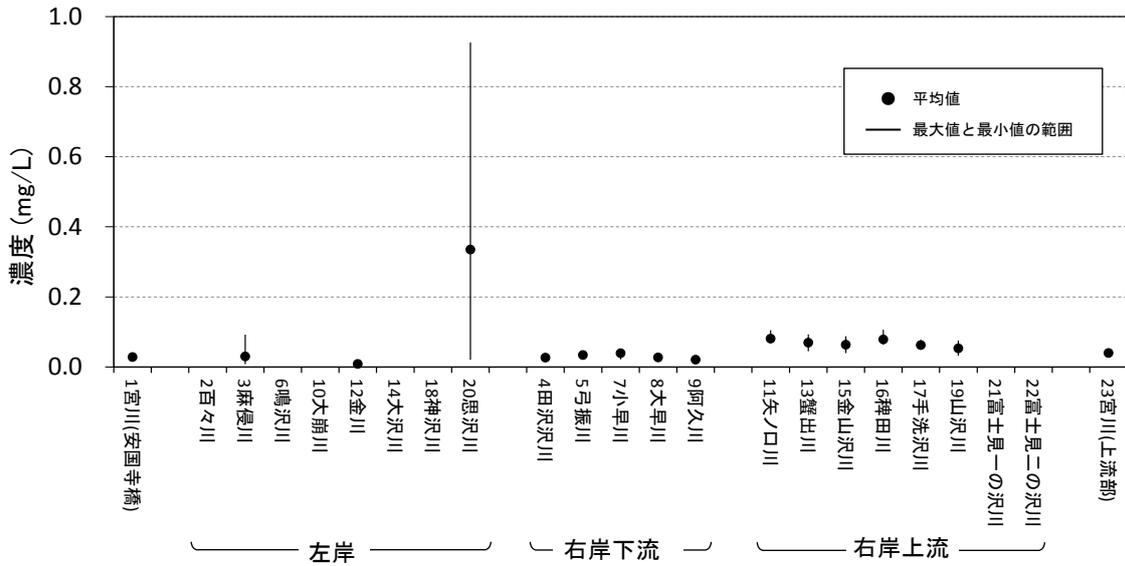


図 7.3.1.9 地点ごとの全りんの濃度の範囲（平常時）

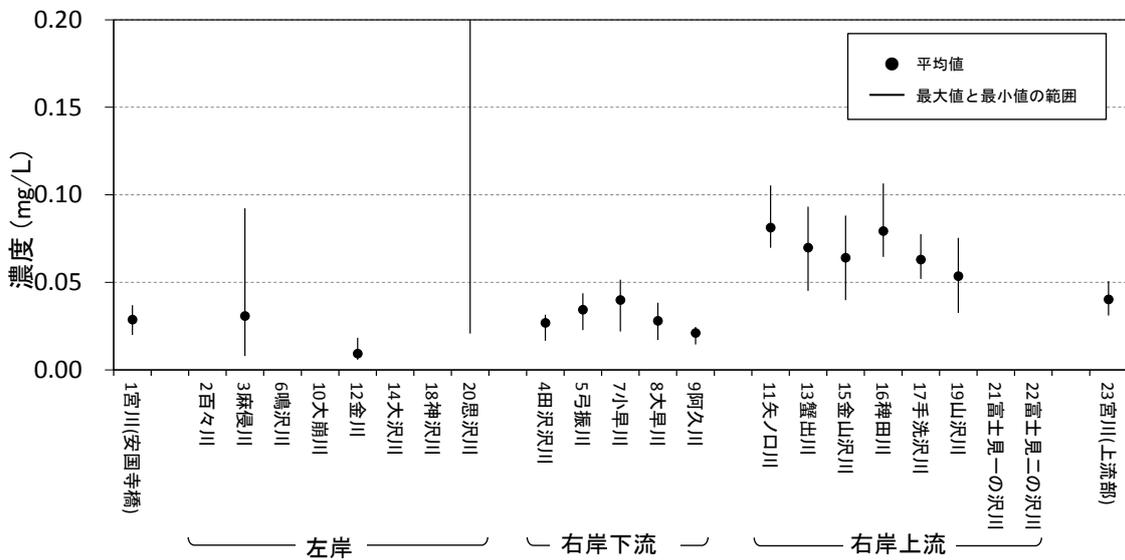
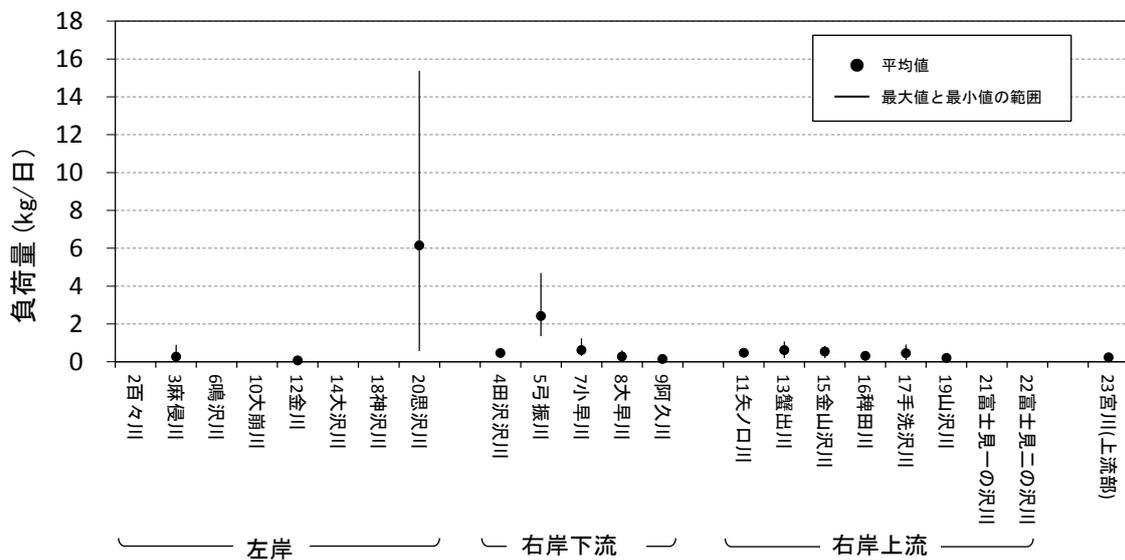


図 7.3.1.10 地点ごとの全りんの濃度の範囲（平常時）（図 7.3.1.9 の濃度スケールを拡大した図）



※ 1宮川(安国寺橋)を除く

図 7.3.1.11 地点ごとの全りんの負荷量の範囲（平常時）

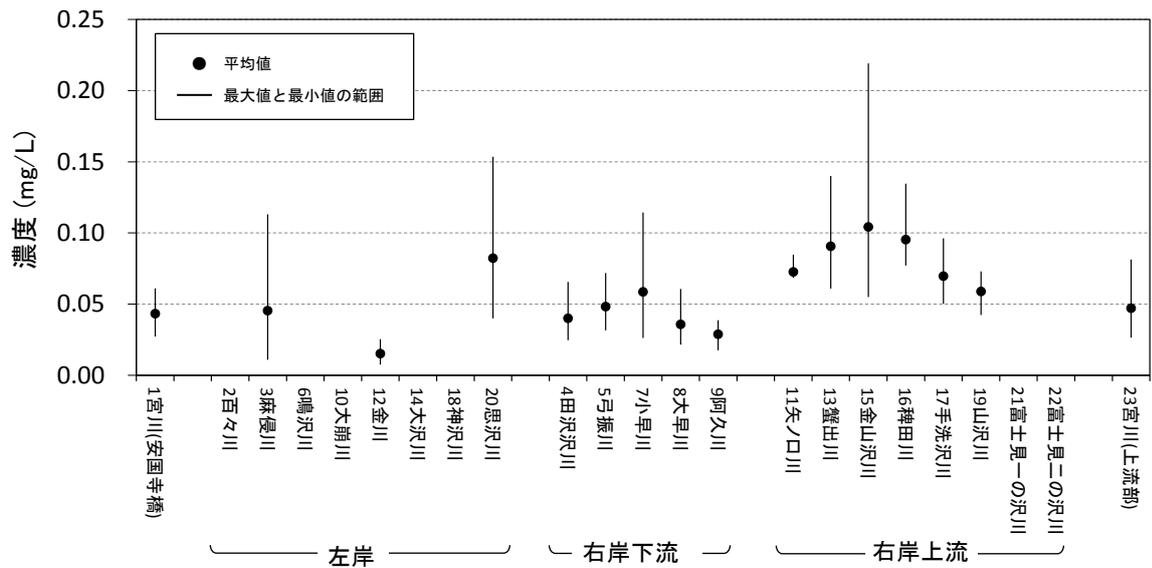
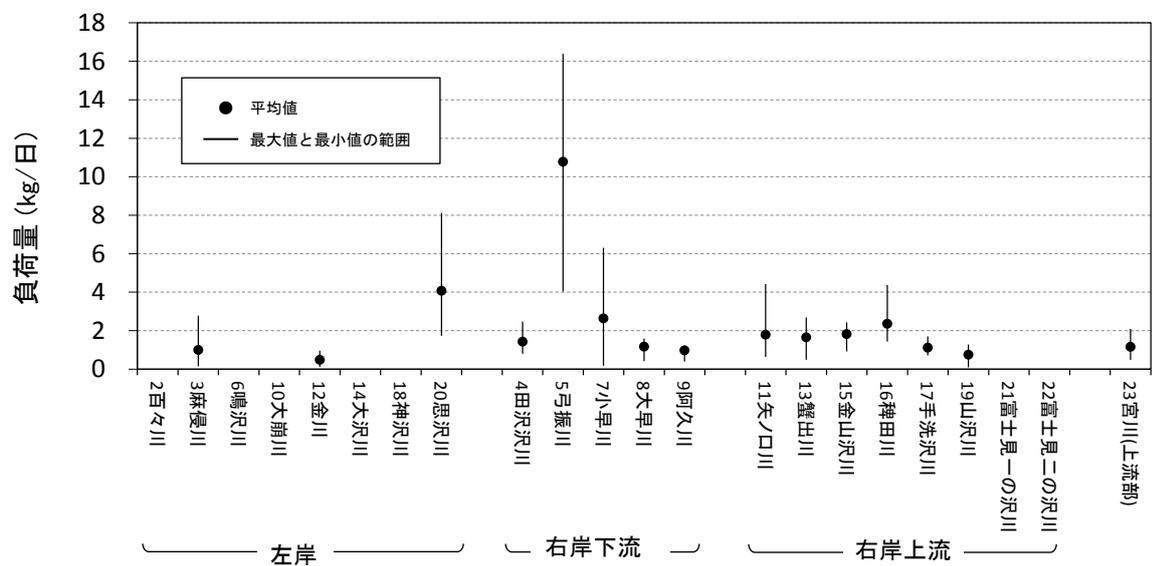


図 7.3.1.12 地点ごとの全りんの濃度の範囲（降雨時）



※ 1 宮川 (安国寺橋) を除く

図 7.3.1.13 地点ごとの全りんの負荷量の範囲（降雨時）

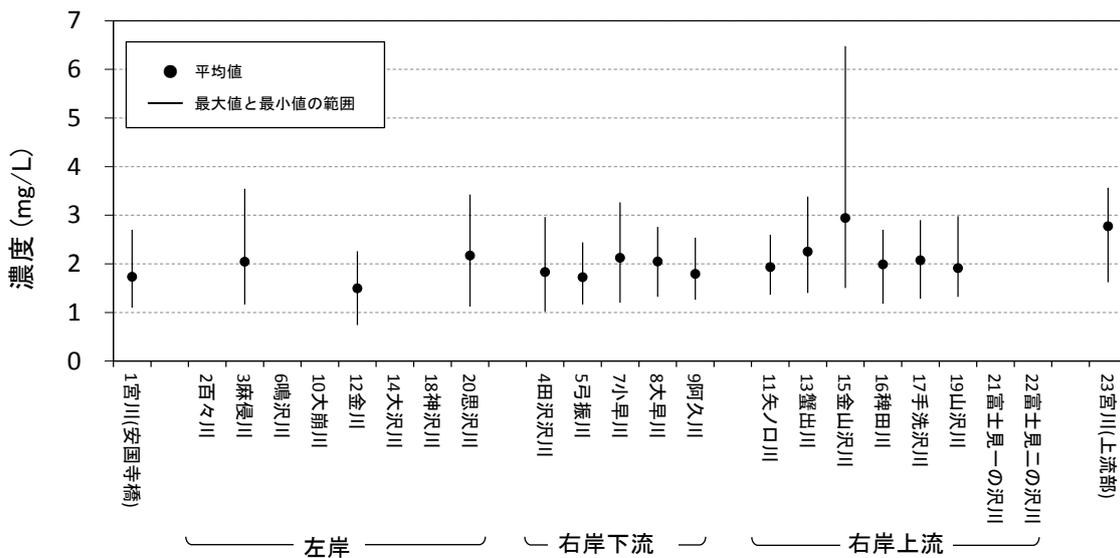
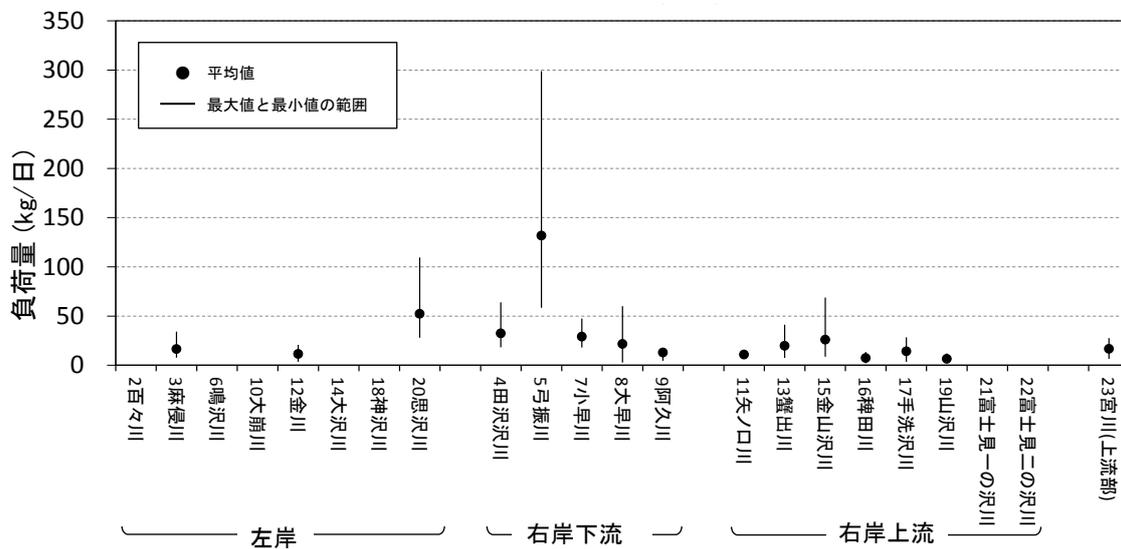


図 7.3.1.14 地点ごとの COD の濃度の範囲 (平常時)



※ 1 宮川 (安国寺橋) を除く

図 7.3.1.15 地点ごとの COD の負荷量の範囲 (平常時)

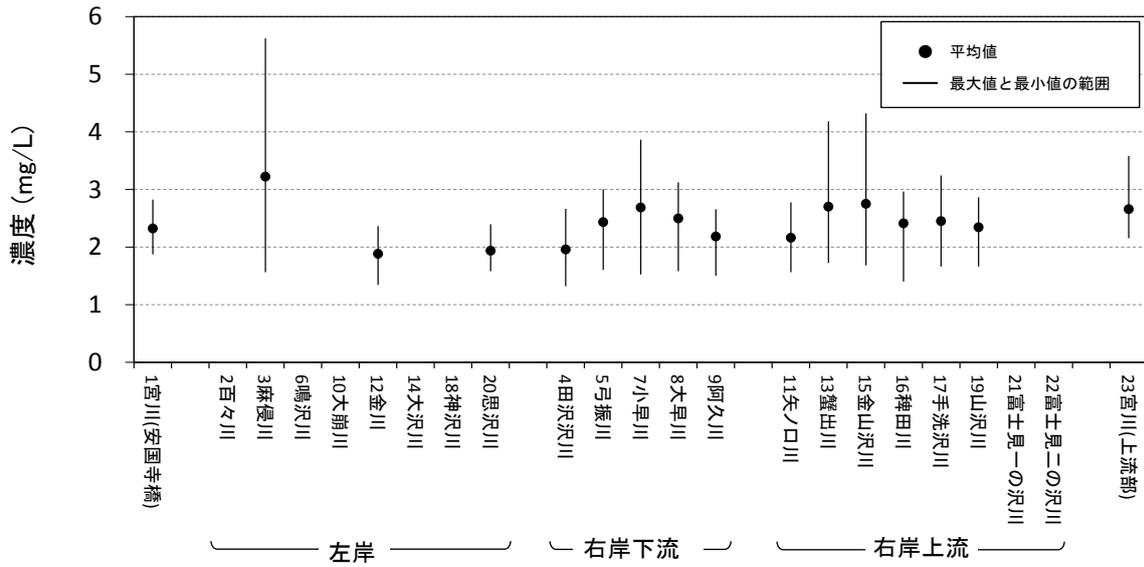
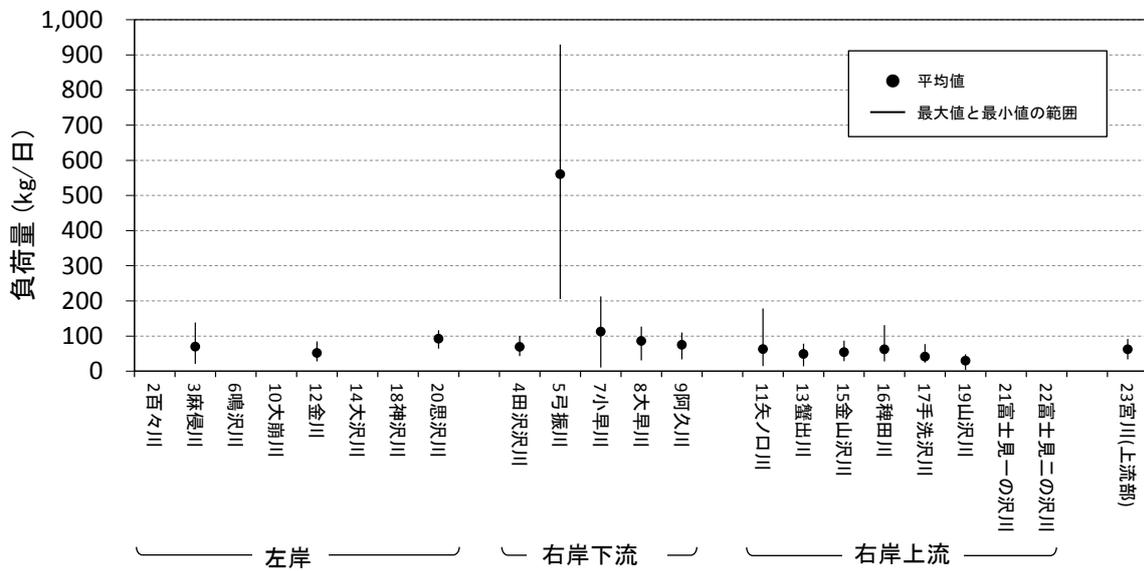


図 7.3.1.16 地点ごとの COD の濃度の範囲 (降雨時)



※ 1宮川(安国寺橋)を除く

図 7.3.1.17 地点ごとの COD の負荷量の範囲 (降雨時)

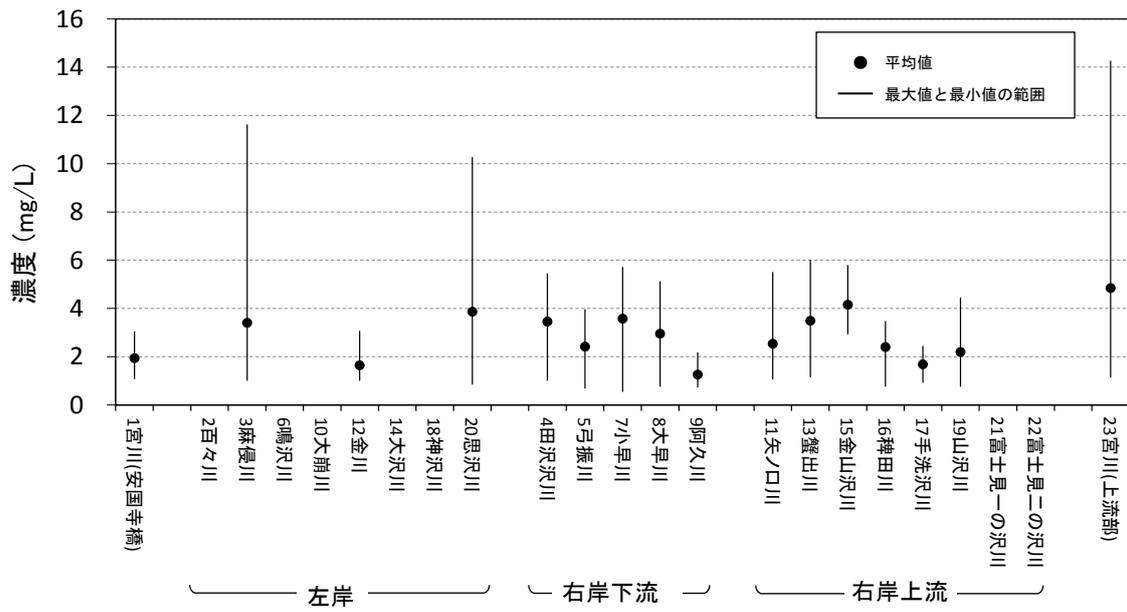
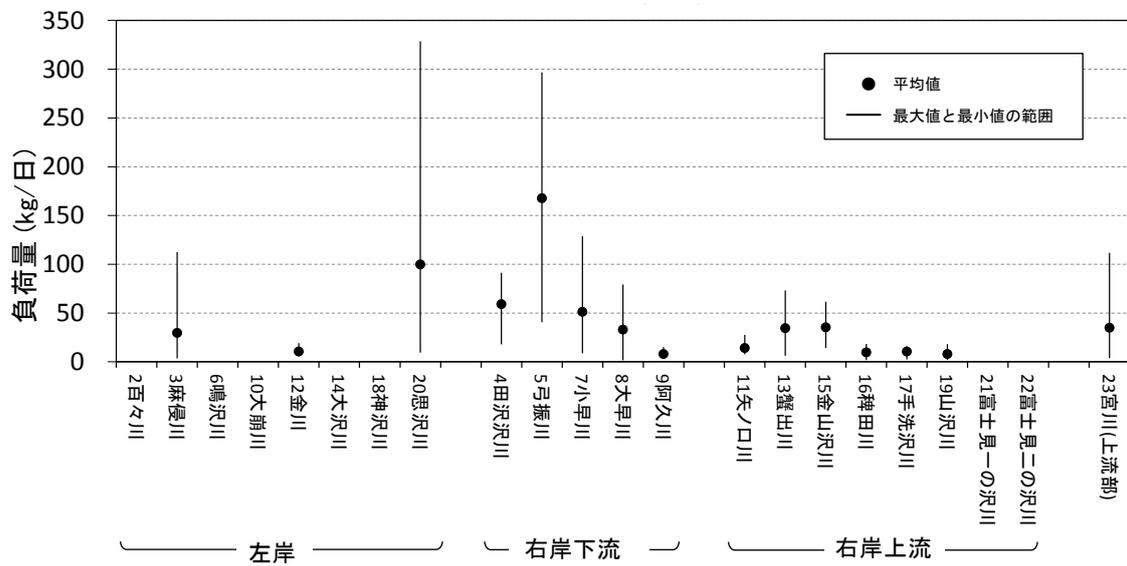


図 7.3.1.18 地点ごとのSSの濃度の範囲(平常時)



※ 1宮川(安国寺橋)を除く

図 7.3.1.19 地点ごとのSSの負荷量の範囲(平常時)

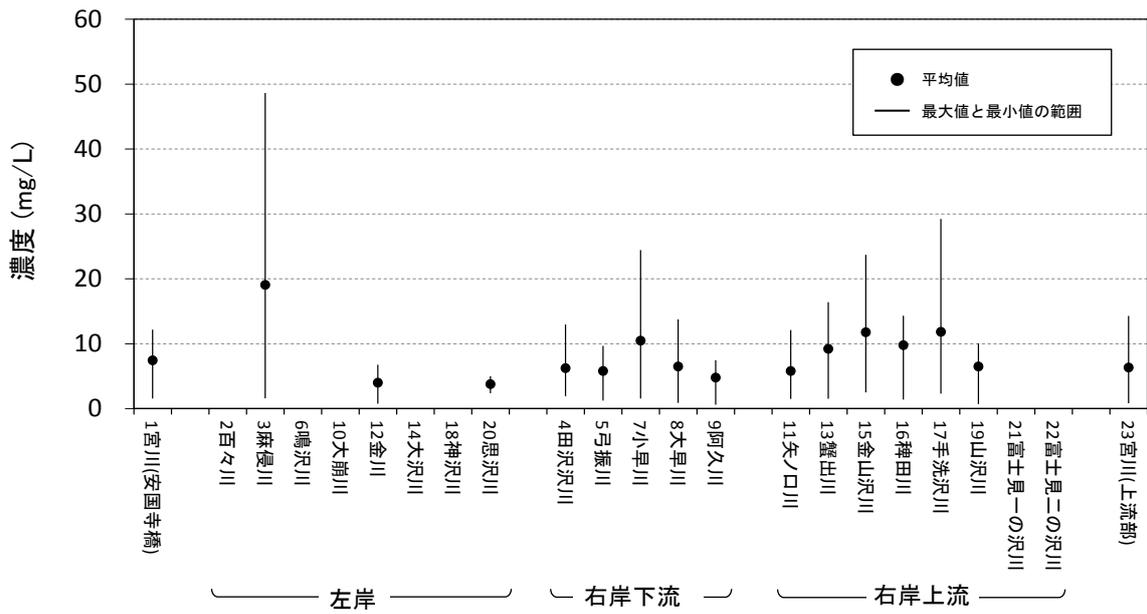
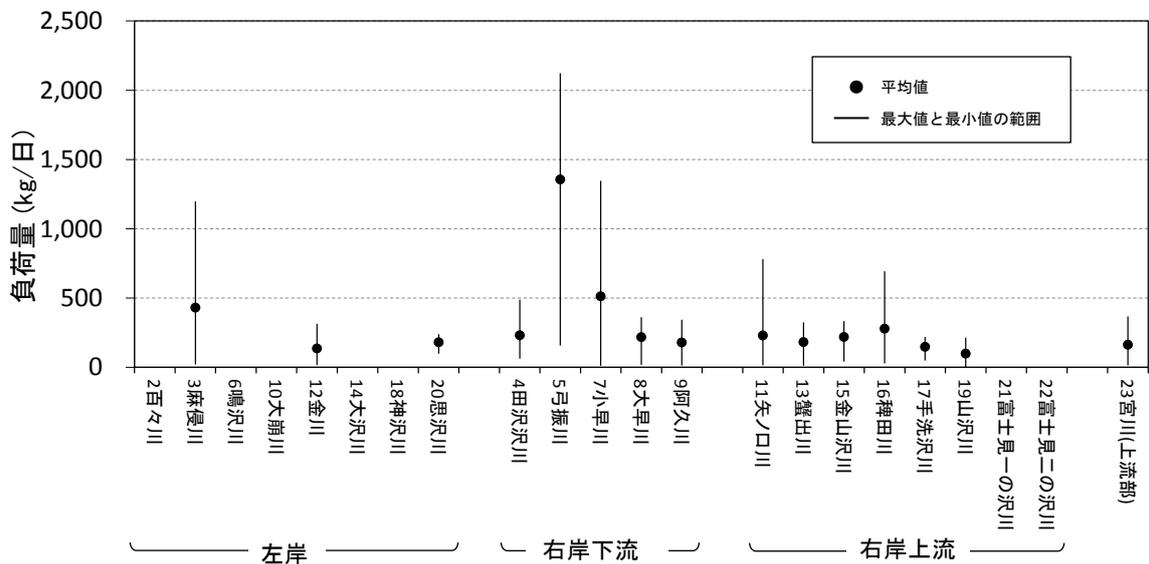


図 7.3.1.20 地点ごとのSSの濃度の範囲(降雨時)

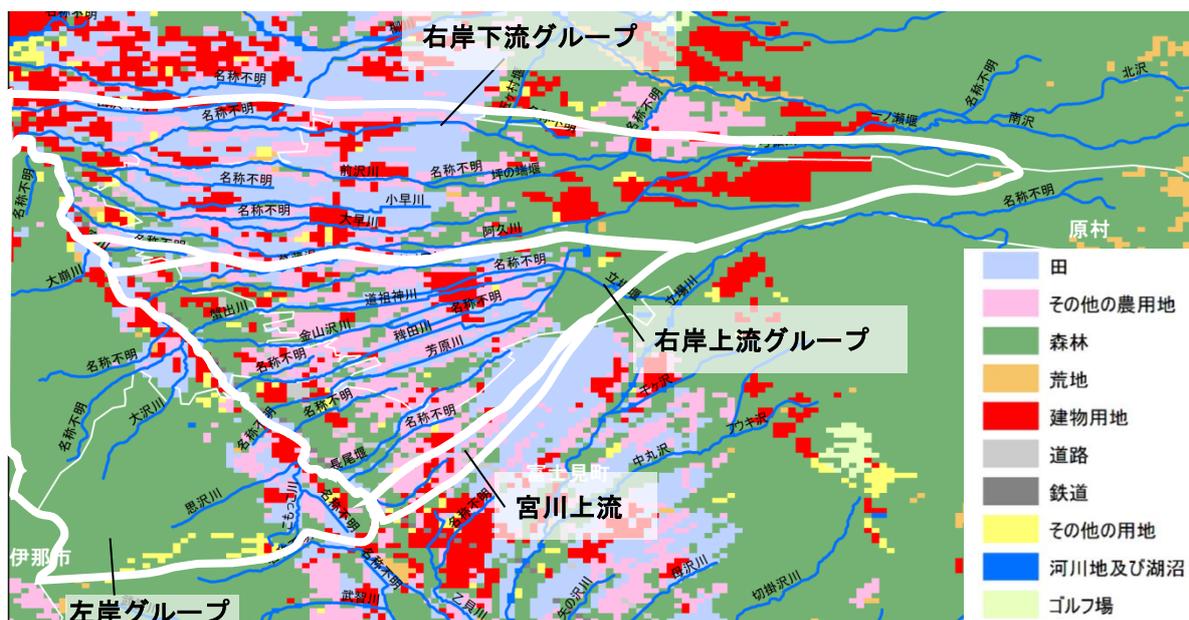


※ 1宮川(安国寺橋)を除く

図 7.3.1.21 地点ごとのSSの負荷量の範囲(降雨時)

前出で記述した河川のグループ分けを、流域の土地利用種別もあわせて現した地図を図7.3.1.22に示す。

グループの傾向としては、左岸グループは全窒素・全りん濃度が低く、土地利用の種別は「森林」が多かった。右岸下流グループは全窒素・全りん濃度が中程度であり、土地利用の種別は「田」が多かった。右岸上流グループは全窒素・全りん濃度が高く、土地利用の種別は「その他の農用地」が多かった。なお、現地を確認したところ、「その他の農用地」の地域は、主に畑であった。



※ 3グループのグループ名のないエリア、採水できる場所が見つからず測定できなかったため、分類していない。

※元データ：国土地理院 国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ（平成28年度～）

※地図上の格子は、3次メッシュ 1/10 細分区画（100mメッシュ）。大きさは、緯度方向3"、経度方向4.5"

※土地利用区分図：PASCO株式会社が作成

※グループを区分する白線：環境保全研究所水・土壌環境部で記載

図7.3.1.22 河川グループ分け

### 7.3.2. 各河川のL-Q式

H29(2017)年度・R1(2019)年度宮川流域汚濁負荷実態調査のデータを使用して、測定点における流量Qと、全窒素と全りんとの負荷量Lの関係モデル(L-Q式)を、次式により求めた。

$$L = aQ^b \quad (L: \text{負荷量 } kg \text{ day}^{-1} \quad Q: \text{流量 } m^3 s^{-1} \quad a, b: \text{係数}) \quad 1)$$

全窒素のL-Q式については一部相関の低い河川があるものの、決定係数R<sup>2</sup>が概ね0.9以上と精度のよい関係がみられた。

一方、全りんについては決定係数R<sup>2</sup>が0.6以上のものは全体の8割程度にとどまり、特に、左岸グループの麻侵川・金川・大沢川・思沢川の全りんについては、決定係数R<sup>2</sup>が低い傾向みられた。これらの流域は現地調査において灌漑用水の流入がみられたため、流出挙動が他の河川流域と異なった特性があると推測される。

また、H29とR1年度の比較では、金川(地点12)、思沢川(地点20)が測定年度によって決定係数が大きく異なっていた。

表 7.3.2.1 測定点におけるL-Q式の係数及び決定係数

グループ	地点番号	地点名	全窒素						全りん					
			H29(2017)年度			R1(2019)年度			H29(2017)年度			R1(2019)年度		
			a	b	R <sup>2</sup>	a	b	R <sup>2</sup>	a	b	R <sup>2</sup>	a	b	R <sup>2</sup>
本流(下流)	1	宮川(安国寺橋)	97.99	1.251	0.7844	120.12	1.264	0.9538	1.265	1.632	0.5676	1.921	1.263	0.9124
左岸	2	百々川	72.10	1.116	0.9065				1.110	0.917	0.7873			
	3	麻侵川	170.17	1.491	0.8013	209.44	1.506	0.6675	2.881	1.179	0.4854	7.219	1.607	0.5359
	6	鳴沢川	43.17	1.114	0.8704				2.290	1.144	0.7262			
	10	大崩川	25.13	1.002	0.9649				0.486	0.865	0.8124			
	12	金川	78.12	1.102	0.6703	62.79	1.117	0.9269	0.567	0.501	0.0776	1.713	1.339	0.8036
	14	大沢川	85.85	1.259	0.8545				3.085	1.323	0.4344			
	18	神沢川	150.58	1.194	0.9629				1.884	0.931	0.6548			
	20	思沢川	97.93	1.159	0.7606	83.72	0.921	0.5442	3.267	0.983	0.2842	2.053	-0.358	0.0165
右岸(下流)	4	田沢沢川	247.88	1.686	0.6074	471.16	1.908	0.8718	42.996	3.056	0.9460	4.481	1.400	0.7675
	5	弓振川	173.39	0.886	0.8350	200.48	1.280	0.9591	4.618	1.215	0.7449	3.202	1.196	0.9062
	7	小早川	140.86	0.833	0.7479	225.44	1.051	0.9290	8.216	1.233	0.6748	6.022	1.319	0.8633
	8	大早川	224.43	1.229	0.7205	221.41	1.113	0.9466	15.985	1.840	0.6094	3.403	1.157	0.9287
	9	阿久川	68.37	0.777	0.8382	257.52	1.237	0.9443	2.786	1.038	0.7101	2.544	1.121	0.9278
右岸(上流)	11	矢ノ口川	514.51	1.081	0.9786	552.95	1.140	0.9799	7.160	0.959	0.8793	5.516	0.915	0.9731
	13	蟹出川	263.03	0.874	0.7800	770.00	1.264	0.9332	6.706	0.985	0.7416	7.662	1.080	0.8489
	15	金山沢川	441.83	1.051	0.8666	805.61	1.231	0.9612	17.903	1.339	0.6825	5.574	0.943	0.6528
	16	稗田川	655.52	1.177	0.8845	791.27	1.145	0.9804	34.806	1.487	0.8160	8.359	1.057	0.9713
	17	手洗沢川	384.79	1.073	0.9394	399.13	1.021	0.9647	25.737	1.361	0.7471	4.458	0.901	0.9510
	19	山沢川	544.50	1.143	0.9202	538.82	1.101	0.9847	13.863	1.228	0.7059	7.180	1.150	0.9512
	21	富士見一の沢川	260.27	1.014	0.9336				3.881	0.885	0.6945			
	22	富士見二の沢川	362.55	1.060	0.9737				2.433	0.920	0.9108			
本流(上流)	23	宮川(上流部)	331.27	1.143	0.9173	463.45	1.288	0.9503	10.807	1.306	0.7865	4.323	1.091	0.8933

#### 参考文献

- 1) 非特定汚染源対策の推進に係るガイドライン(第2版)、平成26年12月、環境省水・大気環境局水環境課

### 7.3.3. 負荷量の経時変化と流況曲線

諏訪湖の水質予測を実施する際には、流入河川の汚濁負荷を把握する必要がある。そこで、関係する調査結果や資料を用いて、H29(2017)年度から R1(2019)年度の宮川安国寺橋における流出負荷量を試算した。

#### 7.3.3.1 流況の推定

宮川が取翻川へ分岐する直上流の安国寺橋を通過する負荷量を算定対象とした。

水位のデータは、諏訪建設事務所で管理している安国寺橋局の水位計の1時間毎データを使用した。なお、環境保全研究所による安国寺橋の採水場所と、建設事務所の水位観測場所が異なるため、その間に流入水が存在しないものと仮定して推定を行った。

R1(2019)年度の採水時に安国寺橋において求めた流量Qと、採水時刻近傍の水位計局の水位H'の関係を、次式から一次式モデルをつくり、水位観測データを当てはめて流量との関係を求めたところ、よい相関が得られた。また、負荷量Lと流量Qの関係に、7.3.2.のR1(2019)年度の地点1の関係式を用いた(図7.3.3.1.2)。

$$Q = a'(H' + b')^2 \quad 1) \quad \text{両辺の平方根をとり} \quad \sqrt{Q} = \sqrt{a'}H' + \sqrt{a'b'}$$

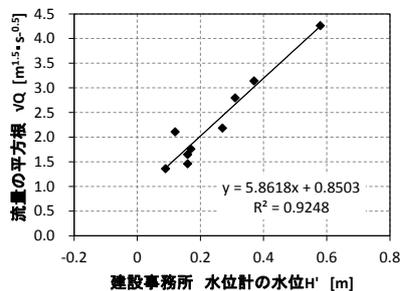


図 7.3.3.1.1 水位と流量の関係

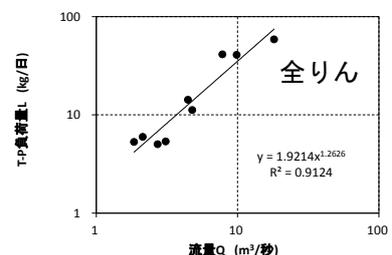
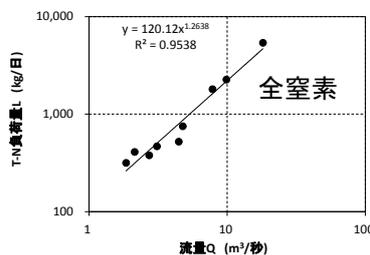


図 7.3.3.1.2 負荷量と流量の関係

#### 7.3.3.2 経時変化

上記の関係式に水位の経時変化データを当てはめ、1時間毎の負荷量を算出し、さらに一日毎の負荷量と月毎の負荷量を算出した(図7.3.3.2.1から図7.3.3.2.4)。

図7.3.3.2.4の流量・負荷量において、3～4月、7月、10月に増えているが、3～4月は融雪の影響、7月は梅雨の影響、10月は台風の影響と推測される。

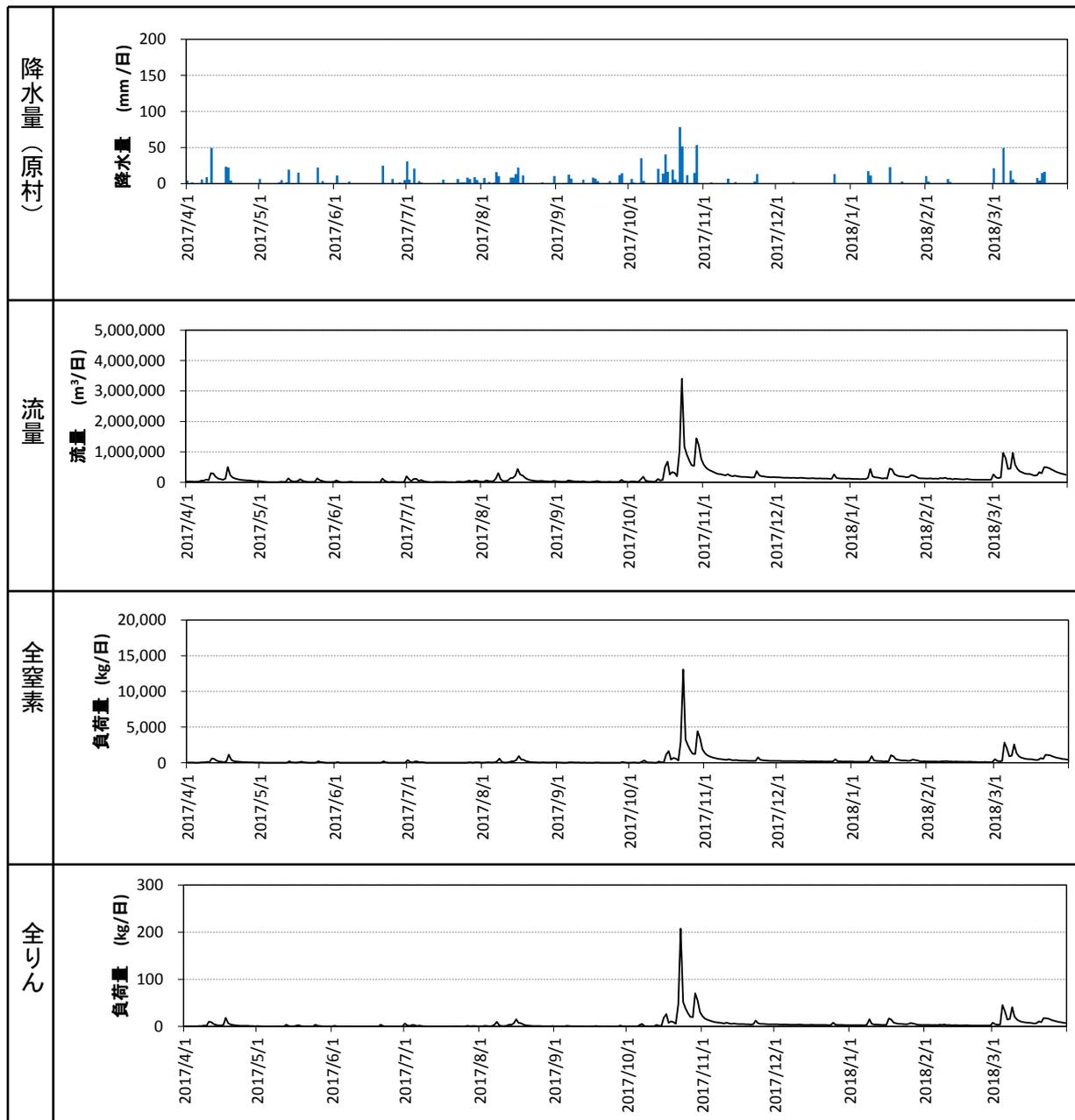


図 7.3.3.2.1 安国寺橋における宮川の流量及び負荷量の日毎の経時変化 (H29(2017)年度)

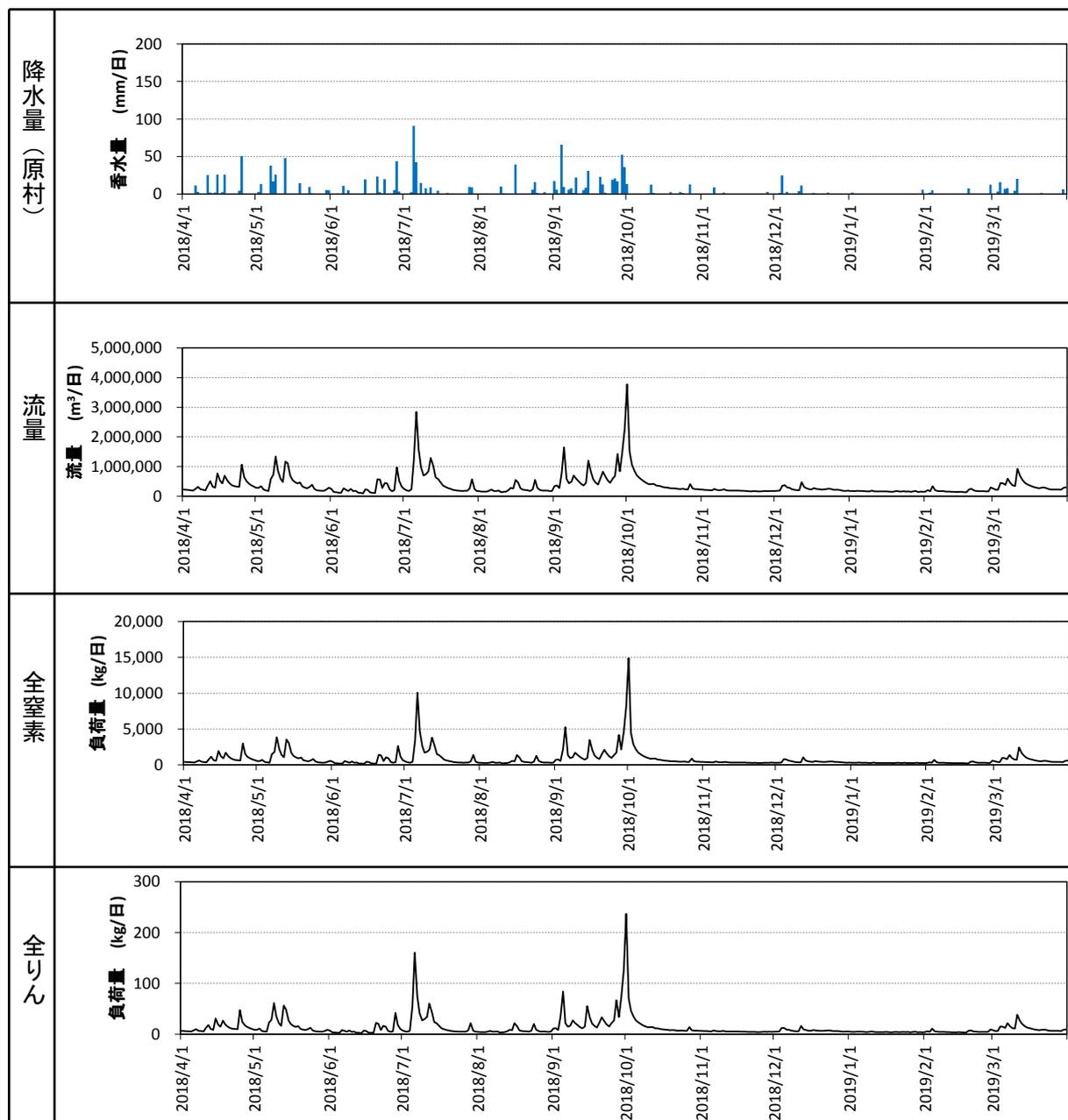


図 7.3.3.2.2 安国寺橋における宮川の流量及び負荷量の日毎の経時変化 (H30(2018)年度)

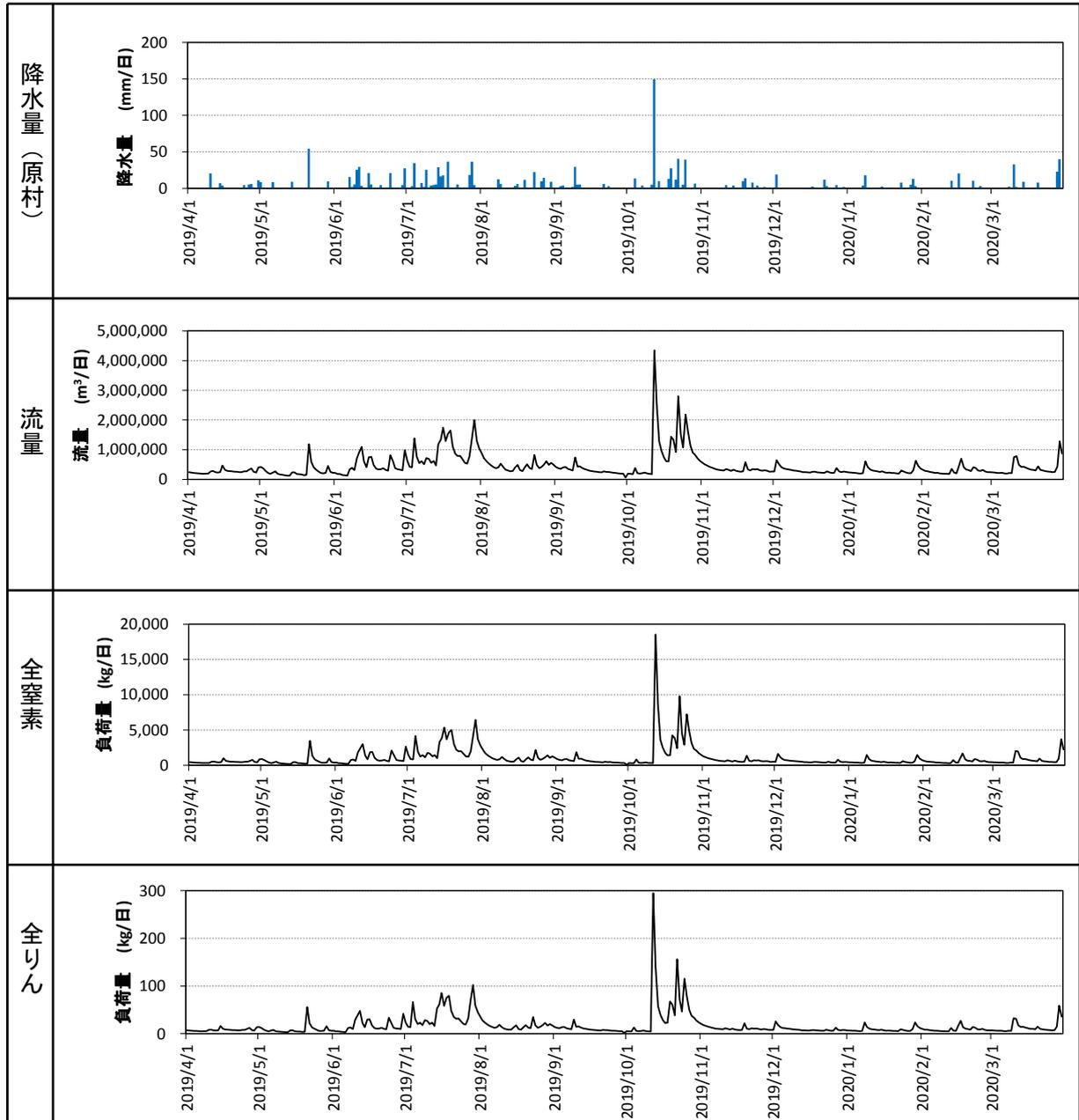


図 7.3.3.2.3 安国寺橋における宮川の流量及び負荷量の日毎の経時変化 (R1 (2019) 年度)

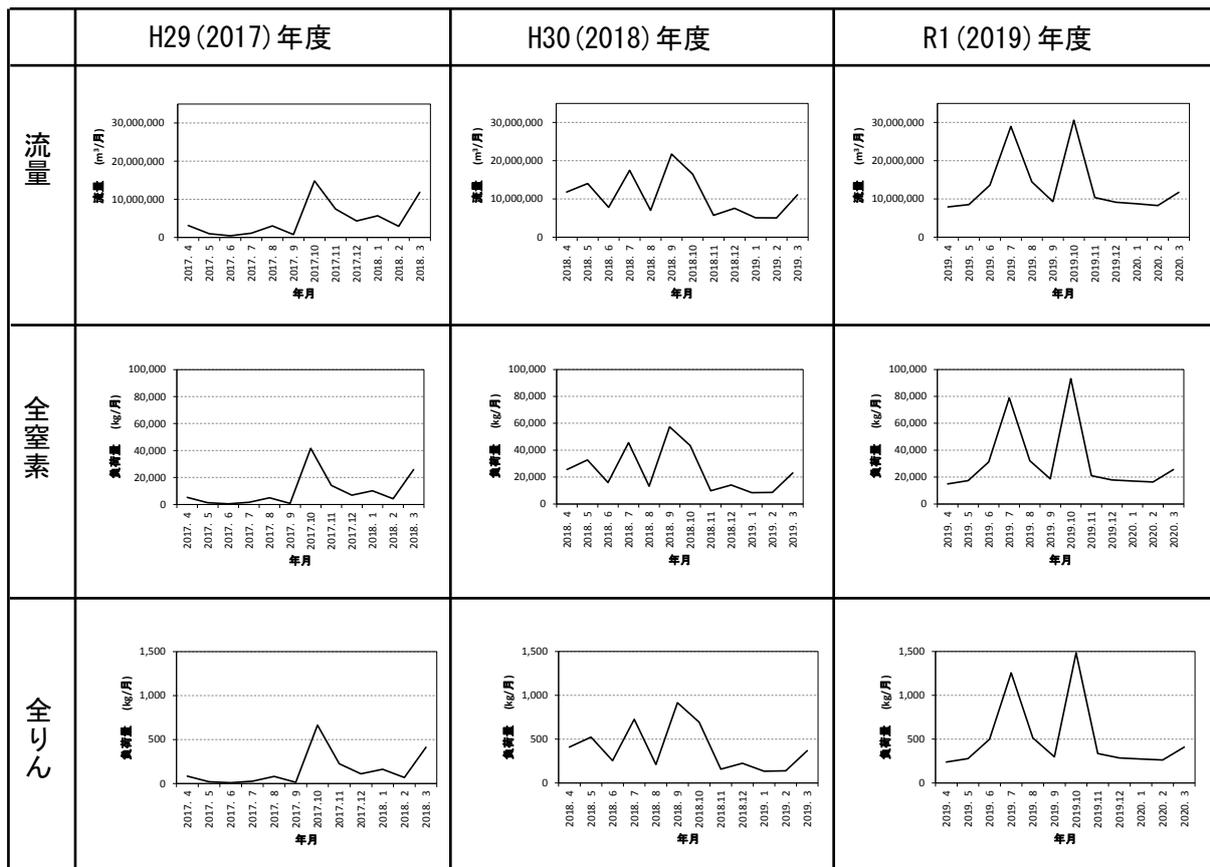


図 7.3.3.2.4 安国寺橋における宮川の流量と負荷量の月毎の経時変化（2017～2019 年度）

### 7.3.3.3 流況曲線図

1 年間の流量と負荷量の日間値を降順に並べ替えて、流況図と水量区分毎の負荷量の合計を求めた（図 7.3.3.3.1 から図 7.3.3.3.3）。

その結果、出水時（豊水流量）に全窒素、全りんの負荷量が全体の約 6～8 割を占めていることが確認された。

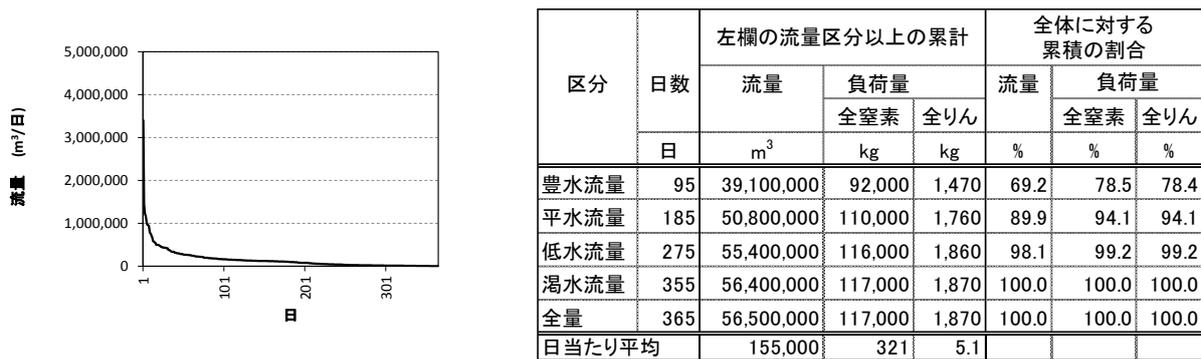


図 7.3.3.3.1 流況図と負荷量 (H29 (2017) 年度)

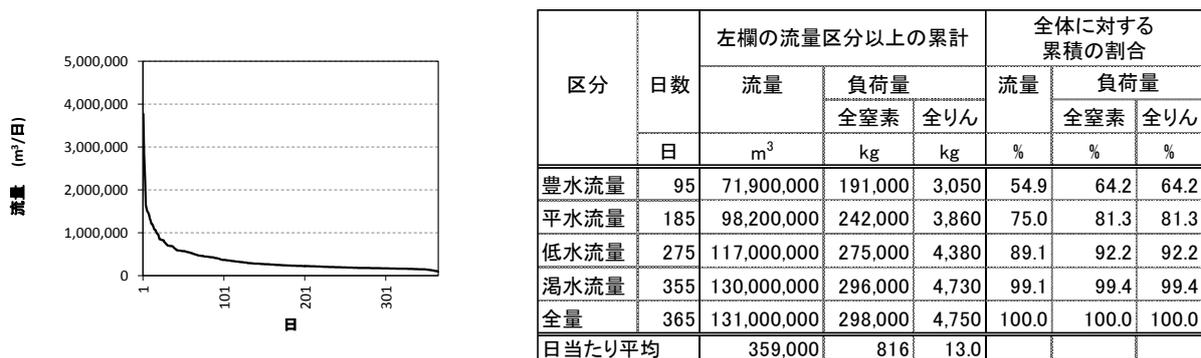


図 7.3.3.3.2 流況図と負荷量 (H30 (2018) 年度)

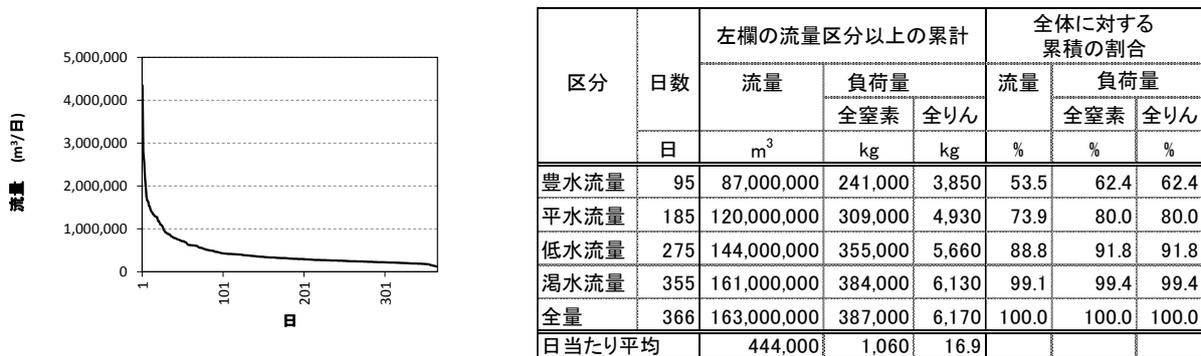


図 7.3.3.3.3 流況図と負荷量 (R1 (2019) 年度)

表 7.3.3.3.1 年間降水量  
(単位: mm)

	原村	諏訪
H29(2017)年度	1204.0	1155.5
H30(2018)年度	1324.5	1321.5
R1(2019)年度	1382.5	1339.0

各年度ごとに、日ごとの降水量を合算して求めた。

参考文献

- 1) 非特定汚染源対策の推進に係るガイドライン (第2版)、平成26年12月、環境省水・大気環境局水環境課

### 7.3.4. 比負荷量

#### 7.3.4.1 弓振川、蟹出川における比負荷量（土地利用種別）

前出の平成30年度（2018年度）に実施した宮川支川の弓振川と蟹出川の調査結果を用いて、土地利用の種別ごとの全窒素、全りん、COD、SSについて比負荷量（ $\text{kg ha}^{-1} \text{日}^{-1}$ ）（単位面積あたりの負荷量）の算出を試みた。

水質調査の際に現場において水路を確認したところ、各河川は農業用水路として利用されており、分岐と合流を複雑に繰り返しており、流域を定めることが困難であり、測定区間において複数の土地利用が併存している場所もあったため、いくつかの仮定を置いて、比負荷量の算出を試みた。

##### 7.3.4.1.1 方法

###### 7.3.4.1.1.1 河川流域、土地利用の面積の推定

流路と流域の関係の模式図を図7.3.4.1.1～7.3.4.1.2に示す。

流域面積の推定にあたってはGISを利用した水文解析により行った。25000分の1地形図を100メートルメッシュに区分し、標高データから、水が流れうる流域のメッシュを切り出し、それぞれ流域面積を算定した。地形の変化が少ないなど流域境界が不明確な場合は、河川間の中間を区分線とした。流域の途中に採水地点があり、地形から明確に流域が区分できないものは、採水地点において、流下方向に対して垂直方向に区分線を設けた。土地利用種別については、切り出したメッシュから用途別の面積を計算した。流域区分を図7.3.4.1.3に、弓振川・蟹出川流域における土地利用種別毎の面積を資料表6.1に示す。

なお、作業は情報政策課の長野県GIS活用推進員業務を活用し、「国土地理院 国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ（平成28年度～）」をもとに、PASCO株式会社で行っていただいた。

###### 7.3.4.1.1.2 比負荷量の推定

土地の用途別比負荷量は、上記で求めた面積と負荷量から以下のとおり求めた。

###### 7.3.4.1.1.2.1 建物用地の比負荷量

図7.3.4.1.2の流域番号13は、ほとんどが建物用地（常住）であるため（図7.3.4.1.3、資料表6.1参照以下同様）、流域13を用いて算出した。

なお、途中の計算において、負荷量が0以下になった場合は、比負荷量を0として取り扱った。

$$A = (B - C) \div D$$

A：建物用地の比負荷量

B：蟹出川流域の地点2-3①の負荷量

C：蟹出川流域の地点2-4の負荷量

D：流域13の建物用地の面積

#### 7.3.4.1.1.2.2 森林の比負荷量

図7.3.4.1.1の流域番号 $\boxed{7}$ は、森林と建物用地のみであるため、流域 $\boxed{7}$ を用いて算出した。現地において確認すると、建物用地は別荘がほとんどで常住していないため、建物用地からの負荷量は無視した。

$$E = F \div G$$

E：森林の比負荷量

F：弓振川流域の地点1-6の負荷量

G：流域 $\boxed{7}$ の森林の面積

#### 7.3.4.1.1.2.3 その他の農用地（畑）の比負荷量

図7.3.4.1.2の流域番号 $\boxed{12}$ は、ほとんどがその他の農用地と建物用地であるため、流域 $\boxed{12}$ を用いて算出した。現地を確認すると、その他の農用地は畑として利用されていたので畑として扱うこととした。また、地点2-Aから流域番号 $\boxed{10}$ への流量は少なかったため、流量がないものとして扱った。

なお、途中の計算において、負荷量が0以下になった場合は、比負荷量を0として取り扱った。

$$H = (I - J - K) \div L$$

H：その他の農用地の比負荷量

I：蟹出川流域の地点2-3②の負荷量

J：蟹出川流域の地点2-3①の負荷量

K：流域 $\boxed{12}$ の建物用地の負荷量（A×面積）

L：流域 $\boxed{12}$ のその他の農用地の面積

#### 7.3.4.1.1.2.4 田の比負荷量

図7.3.4.1.1の流域番号 $\boxed{3}$ は、田、建物用地、その他の農用地があるが、田の面積が比較的大きい流域であるため、流域 $\boxed{3}$ を用いて算出した。

なお、途中の計算において、負荷量が0以下になった場合は、比負荷量を0として取り扱った。

$$M = (N - O - P - Q - R) \div S$$

M：田の比負荷量

N：弓振川流域の地点1-2①の負荷量

O：弓振川流域の地点1-2②の負荷量

P：弓振川流域の地点1-3の負荷量

Q：流域 $\boxed{3}$ の建物用地の負荷量（A×面積）

R：流域 $\boxed{3}$ のその他の農用地の負荷量（H×面積）

S：流域 $\boxed{3}$ の田の面積

### 7.3.4.1.2 計算結果

計算には、平成30年5月17日、9月19日、12月10日の測定値（平常時）及び平成30年5月10日、9月5日、平成31年2月4日、3月1日の測定値（降雨時）を使用した。全窒素、全りん、COD、SS別の比負荷量を計算した結果を図7.3.4.1.4に示す。

全窒素においては、平常時はその他の農用地>田>建物>森林、降雨時はその他の農用地>建物（常住）>田>森林の順であり、その他の農用地と建物（常住）の比負荷量は平常時と降雨時で比較すると10倍程度降雨時が高かった。

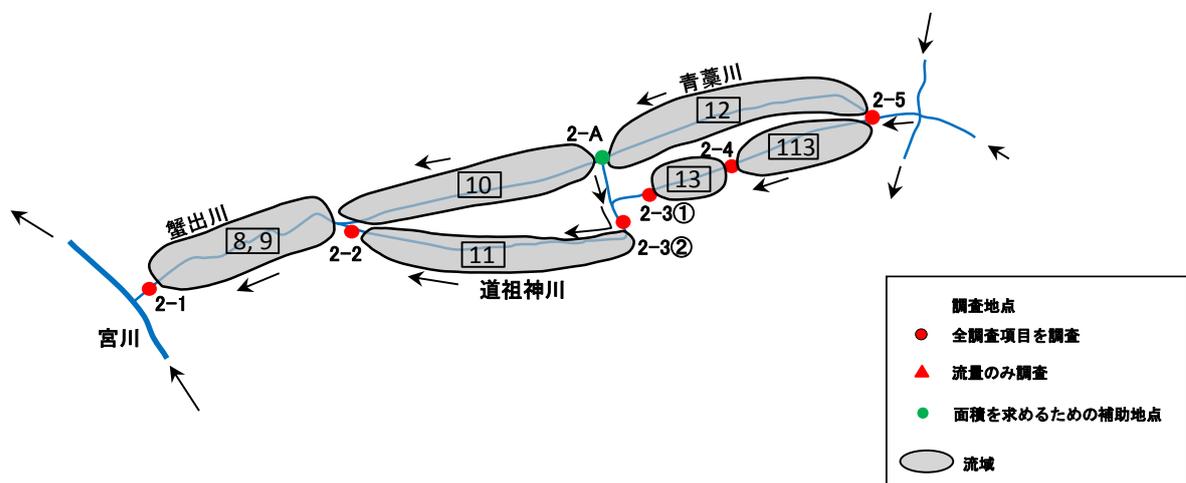
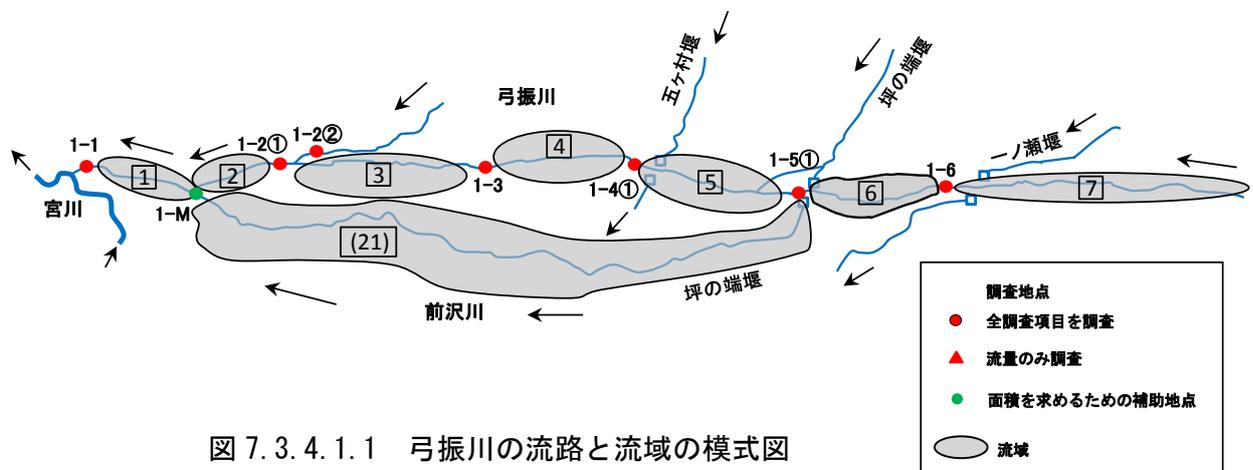
全りんにおいては、平常時は田>建物（常住）>その他農用地>森林、降雨時は建物（常住）>その他の農用地>田>森林であった。

CODにおいては、平常時は田>その他の農用地>建物（常住）>森林、降雨時は建物（常住）>その他の農用地>田>森林であった。

SSは、平常時は建物（常住）>田>その他農用地>森林、降雨時は、その他の農用地>建物（常住）>田>森林であった。平常時は、全りと同様の傾向がみられた。

いずれの項目においても、平常時、雨天時とも森林の比負荷量は小さかった。また、田の比負荷量は平常時、降雨時のCODは同程度であったが、ほかの項目は平常時より降雨時のほうが小さかった。

なお、全体では測定ごとのばらつきが大きかった。





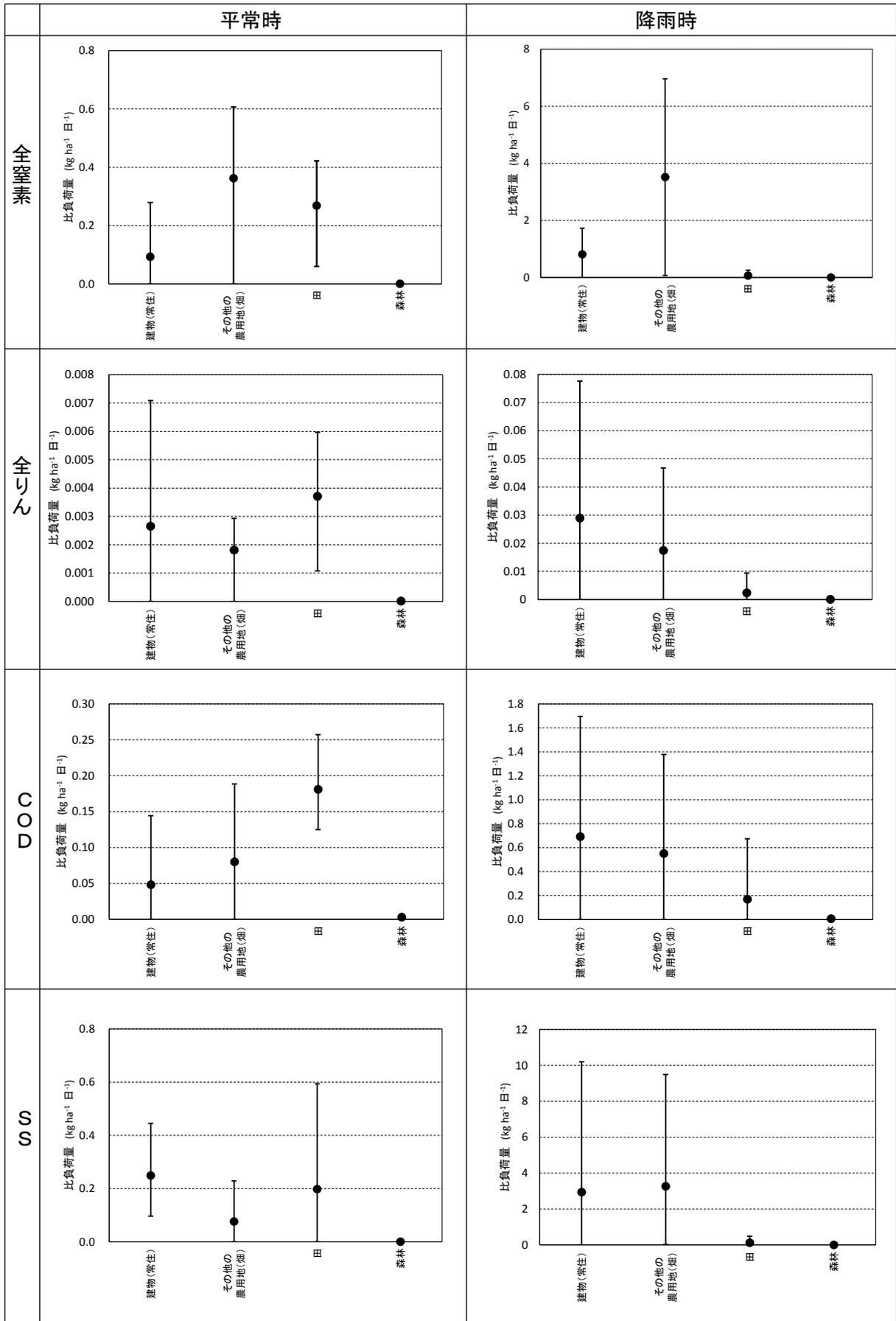


図 7.3.4.1.4 土地種別の比負荷量

※● 平均

| 測定の最大最小を示す

### 7.3.4.2 宮川（安国寺橋）における比負荷量

宮川流域の流域区分毎の土地利用種別面積についても、7.3.4.1と同様に作業を行ったので、資料図 5.1 に、流域面積を資料表 5.1 に示す。また、平成 19 年度（2007 年度）にも当所で比負荷量を算出しているため、令和元年度（2019 年度）の宮川（安国寺橋）における比負荷量を比較した。結果を表 7.3.4.2.1 に示す。

平成 19 年度の値のばらつきに関して不明であるが、全窒素・全りんのみ過去（平成 19 年度）の比負荷量と令和元年度（2019 年度）の比負荷量の間には明確な変化は見られなかった。

表 7.3.4.2.1 宮川（安国寺橋）における負荷量と比負荷量

項目	単位	H19(2007)年度		R1(2019)年度							
		平常	降雨	平常			降雨			年平均	
		平均	平均	平均	最小	最大	平均	最小	最大		
負荷量	全窒素	kg/日	551	2188	420	320	520	2500	750	5400	1060
	全りん	kg/日	7.9	49.6	7.2	5.0	14	38	11	59	16.9
	COD	kg/日	548	2214	400	210	600	2000	780	2900	-
	SS	kg/日	-	-	460	250	790	7000	650	12000	-
	流量	m <sup>3</sup> /s	-	-	2.9	1.9	4.5	10	4.8	18	5.14
比負荷量	全窒素	kg/ha/日	0.062	0.245	0.048	0.036	0.059	0.29	0.085	0.61	0.12
	全りん	kg/ha/日	0.0009	0.0055	0.00081	0.00057	0.0016	0.0043	0.0013	0.0067	0.0019
	COD	kg/ha/日	0.061	0.247	0.045	0.024	0.068	0.23	0.088	0.33	-
	SS	kg/ha/日	-	-	0.053	0.028	0.090	0.80	0.074	1.4	-
	流量	m <sup>3</sup> /ha/s	-	-	0.00032	0.00021	0.00051	0.0012	0.00054	0.0021	0.00058
備考			※1	※1	※2			※2			※3

※1 諏訪湖流入河川汚濁負荷実態調査、吉田富美雄他、全国環境研究会誌、VOL. 34 No. 2 (2009)

※2 安国寺橋より上流の面積を 8802.0ha とし、有効数字 2 桁で表記した。

※3 負荷量は、7.3.3 章の値を使用。比負荷量は、安国寺橋より上流の面積を 8802.0ha とし、有効数字 2 桁で表記した。

## 7.4. まとめ

R1(2019)年度の宮川流域で流量及び全窒素、全りん、COD、SS の濃度・負荷量調査を実施したところ、全ての項目で濃度と負荷量が平常時より降雨時の方が増加する傾向にあった。また、全窒素・全りんの濃度範囲の傾向をまとめると、宮川支流の測定地点を、左岸グループ・右岸下流グループ・右岸上流グループの 3 グループの分類にまとめられた。R1(2019 年度)の調査結果は、H29(2017)年度の測定と同様の傾向であった。

安国寺橋（地点 1）における年間の流量及び全窒素・全りんの負荷量を推測したところ、3～4 月に融雪、7 月に梅雨、10 月に台風の影響により負荷量が増加した。

宮川（安国寺橋）においては、出水時（豊水流量）の全窒素、全りんの負荷量が全体の約 6～8 割を占めていた。

H30(2018)年度の測定結果から比負荷量（単位面積あたりの負荷量）を試算したところ、全窒素の比負荷量は、用途別区分でみたところ、平常時、降雨時ともにその他の農用地が高かった。また、全りと SS の比負荷量のパターンは同じような挙動を示した。

H19(2007)年度と R1(2019)年度の負荷量と比負荷量を比較したところ、大きな変化は見られなかった。

## 第8章 流入河川水量等調査

環境保全研究所水・土壌環境部

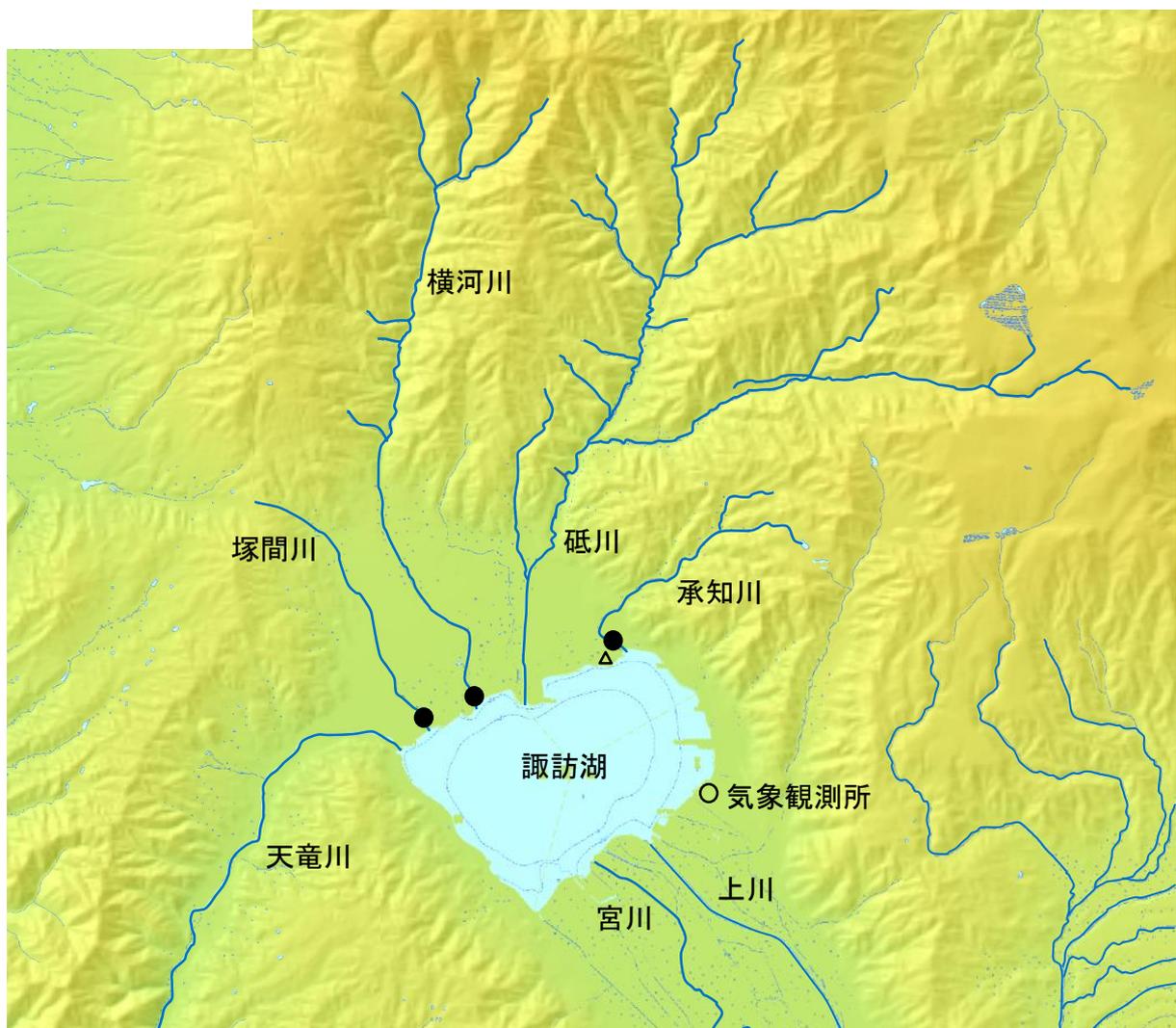
### 8.1. 調査目的

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。

### 8.2. 調査方法

#### 8.2.1. 調査地点

諏訪湖北側に流入する3河川（塚間川・横河川・承知川）に水位計を設置し測定を開始した。また、上記3河川の水圧を補正する目的で、1地点（水産試験場諏訪支場）において大気圧の測定を開始した。以上の測定点の位置を、図8.2.1.1に示す（測定点の詳細については、資料1）。



記号	備考
●	水位計 設置場所
△	大気圧(補正用)
○	気象庁 諏訪特別地域気象観測所

※ 地図は、カシミール3Dで作成

図8.2.1.1 調査地点

## 8.2.2. 調査実施日

本調査の実施日について、表 8.2.2.1 に示す。

表 8.2.2.1 調査実施日等

測定地点		測定期間
1	塚間川	2019/ 4/ 1 00:00～2019/ 4/ 1 11:30
		2019/ 4/11 11:00～2020/ 4/ 1 00:00
2	横河川	2019/ 4/ 1 00:00～2020/ 4/ 1 00:00
3	承知川	2019/ 4/ 1 00:00～2020/ 4/ 1 00:00
4	水産試験場諏訪支場 (大気圧補正用)	2019/ 4/ 1 00:00～2020/ 4/ 1 00:00

※ 調査結果は、平成 30 年度の結果も一部活用した。

## 8.2.3. 測定項目及び測定方法

令和元年度は、流量測定等を行い、水深・流量・水温について、解析を行った。

### 8.2.3.1. 水深

水深の連続データ取得のために、圧力式の水位計を使用した。

- ・水位計 機種 : ONSET 社製 HOB0 U-20-001-04
- ・測定項目 : 絶対圧(kPa)・水温(°C)
- ・データ取得間隔 : 30 分 (毎正時と毎 30 分に取得)
- ・データ処理ソフトウェア : HOB0ware
- ・水深の求め方
  - ・大気圧補正の方法 : 本水位計は、絶対圧を測定する形式であるため、測定値から大気圧を差し引く必要がある。水位計の設置地点 3 ヶ所は近接しているため、大気圧測定用として河川に設置したものと同型の水位計を、近隣 1 ヶ所 (長野県水産試験場諏訪支場) に設置した。
  - ・圧力から水位  $h$  (水位計から水面までの距離) への変換 :  
データ処理ソフトウェアを使って、水の密度を水温で補正して水位に変換した。  
水位  $h = (\text{絶対圧} - \text{大気圧}) / \rho g$   $h$ : 水位[m]  $\rho$ : 水の密度[kg/m<sup>3</sup>]  $g$ : 重力加速度[m/s<sup>2</sup>]
  - ・水位  $h$  (水位計から水面までの距離) から水深  $H$  (河床から水面までの距離) への変換 :  
上記で求めた水位に、河床から水位計までの距離 (河川断面調査で求めた) を加算した。  
水深  $H = \text{水位 } h + \text{河床から水位計までの距離}$

### 8.2.3.2. 河川断面

検尺・巻尺・水準器を用いて、水位計設置場所の河川断面を測定した。

### 8.2.3.3. 流速

上記 (1) のデータ回収の際に、同時に流速の調査を行った。また、降雨後の調査は、諏訪地域振興局環境課が測定を行った。測定方法は、水質調査方法\*四 (1) カ (注) 浮木測定によった。

\*環境庁水質保全局長通達 昭和 46 年 9 月 30 日 環水管 30 号

### 8.3.2. 水深と流量の関係

水深  $H$  [m] と流量  $Q$  [ $m^3 s^{-1}$ ] の関係を、次の関係式を 1 次式に変形して求めた。

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

平成 30 年度と令和元年度に測定したデータを使用した。

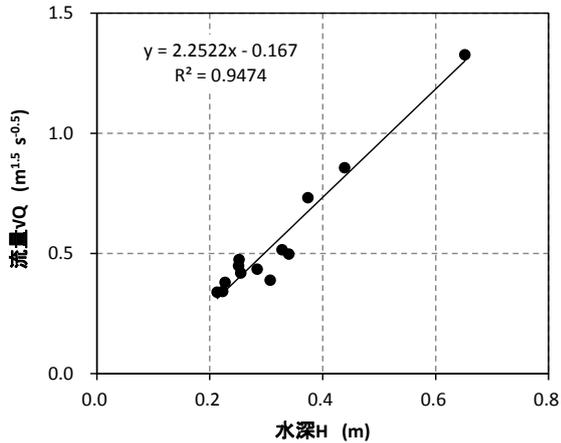


図 8.3.2.1 水深と流量（1 塚間川）

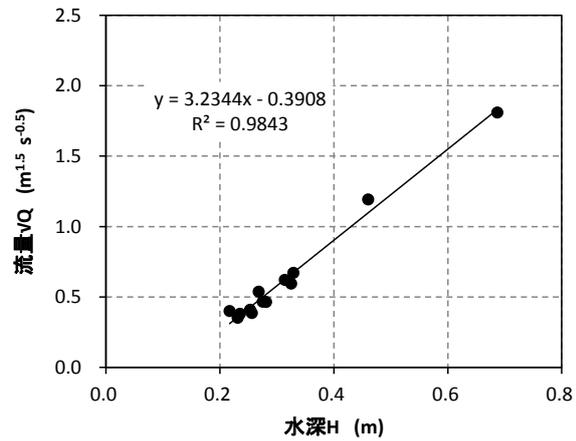


図 8.3.2.2 水深と流量（2 横河川）

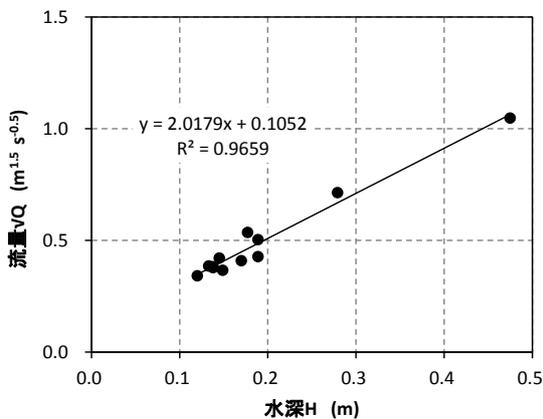


図 8.3.2.3 水深と流量（3 承知川）

表 8.3.2.1 水深と流量の相関

地点番号	測定河川	係数		決定係数
		a	b	$r^2$
1	塚間川	5.0726	-0.074163	0.947362
2	横河川	10.4610	-0.120829	0.984345
3	承知川	4.0720	0.0521111	0.965911
測定日		2018/12/5～2019/12/20		

※ H30(2018)のデータも使用

#### 参考文献

- 1) 非特定汚染源対策の推進に係るガイドライン（第2版）、平成26年12月、環境省水・大気環境局水環境課

### 8.3.3. 流量

#### 8.3.3.1. 河川流量

8.3.2. で求めた式を用いて3河川の流量を求めた。流量の日毎の経時変化を図8.3.3.1.2～図8.3.3.1.4、流量の月毎の経時変化を図8.3.1.5に示す。

2019年度は、塚間川の最大流量は約200,000m<sup>3</sup>/日、横河川の最大流量は約300,000m<sup>3</sup>/日、承知川の最大流量は約160,000m<sup>3</sup>/日であった。

7月は梅雨前線の影響、10月は台風19号の影響によって増水したと思われる。

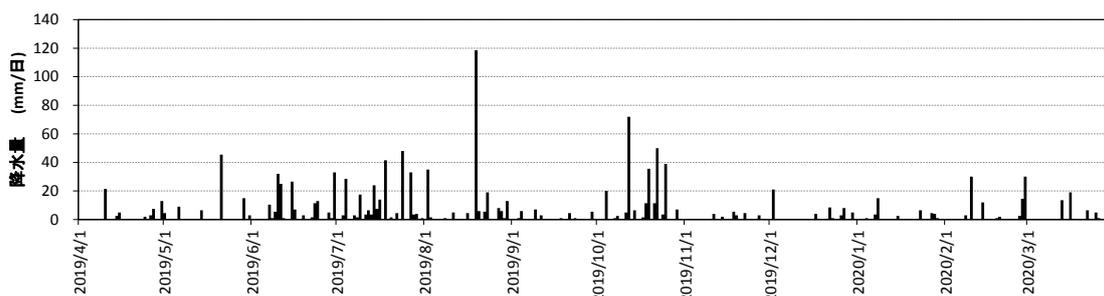


図 8.3.3.1.1 気象庁観測所諏訪局における降水量（2019年度）

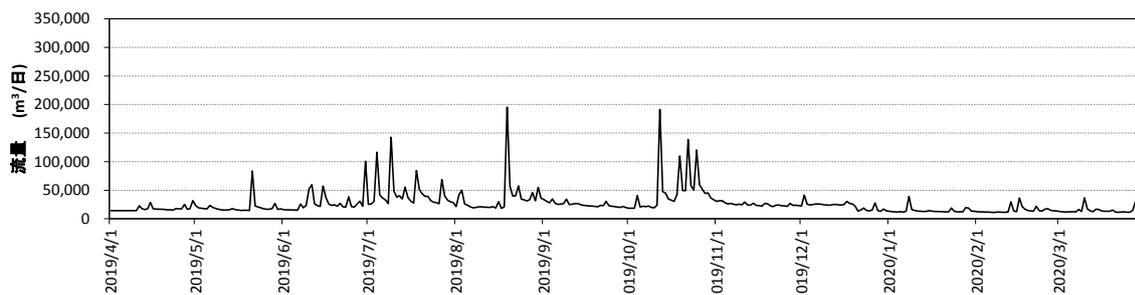


図 8.3.3.1.2 塚間川における流量の日毎の経時変化（2019年度）

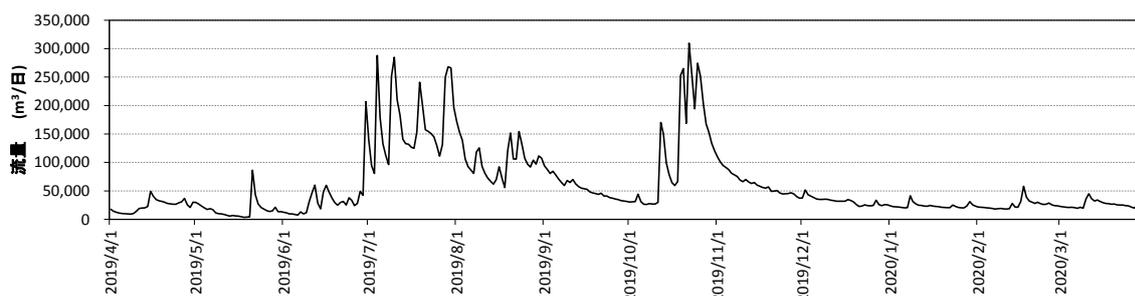


図 8.3.3.1.3 横河川における流量の日毎の経時変化（2019年度）

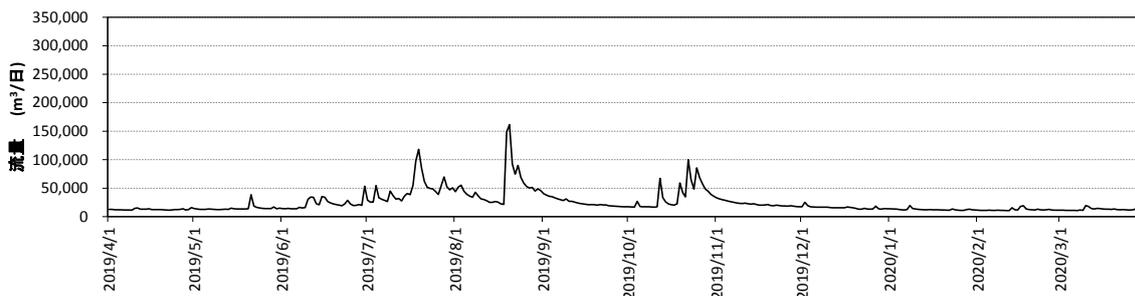


図 8.3.3.1.4 承知川における流量の日毎の経時変化（2019年度）

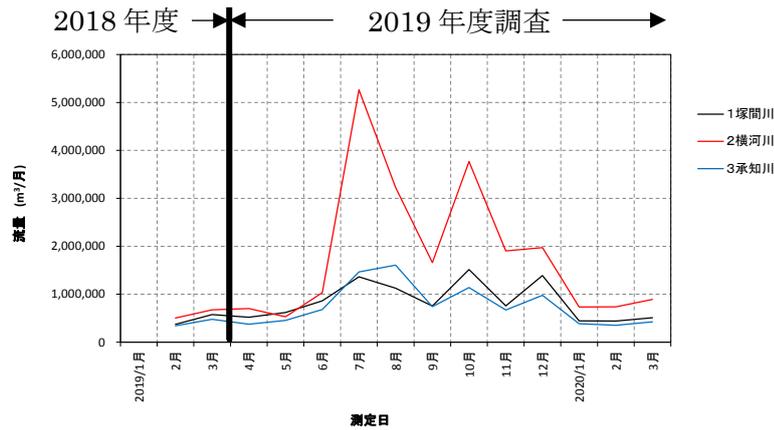


図 8.3.3.1.5 3河川における流量の月毎の経時変化

(参考) 流況曲線

日毎の流量をもとに、流況曲線図を作成した。また、水位区分毎に流量の比率を計算した。横河川は総流量が大きく、さらに豊水位以上の割合が大きかった。横河川は他の2河川に比較して、豊水流量が多いので、他の2河川の流域より降雨の影響を受ける河川と考えられる。

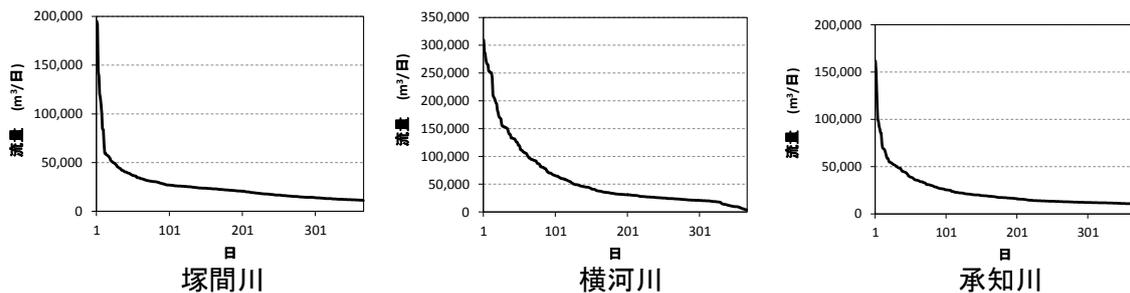


図 8.3.3.2.1 流況曲線

表 8.3.3.2.1 流量区分ごとの流量

区分	日数	左欄の流量区分以上の累計			全体に対する累積の割合		
		1塚間川	2横河川	3承知川	1塚間川	2横河川	3承知川
	日	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	%	%	%
豊水流量	95	4,590,000	13,300,000	4,550,000	48	62	52
平水流量	185	6,780,000	17,500,000	6,420,000	71	82	73
低水流量	275	8,420,000	20,000,000	7,720,000	88	93	88
渇水流量	355	9,480,000	21,400,000	8,670,000	99	100	99
全量	366	9,610,000	21,400,000	8,790,000	100	100	100

※ 有効数字3ケタで表示

### 8.3.4. 水温

3河川の水温の30分毎の変化を図8.3.4.1～図8.3.4.12に示す。

水温の温度幅は、塚間川が0.1～25.7℃、横河川が0.0～26.4℃、承知川が0.1～21.7℃であった。4月・5月・8月は、温度幅が大きい傾向にあった。

特に横河川は、他の2河川に比べて水温が低い傾向にあった。横河川の水温形成は地形や湧水などの流域の特性に由来する要因の影響を受けていると思われる。

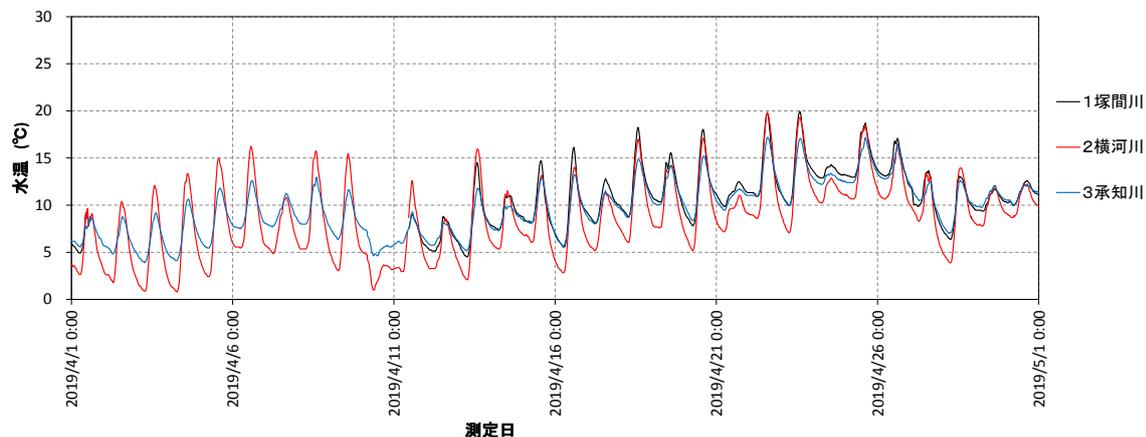


図 8.3.4.1 水温の30分毎の変化（2019年4月）

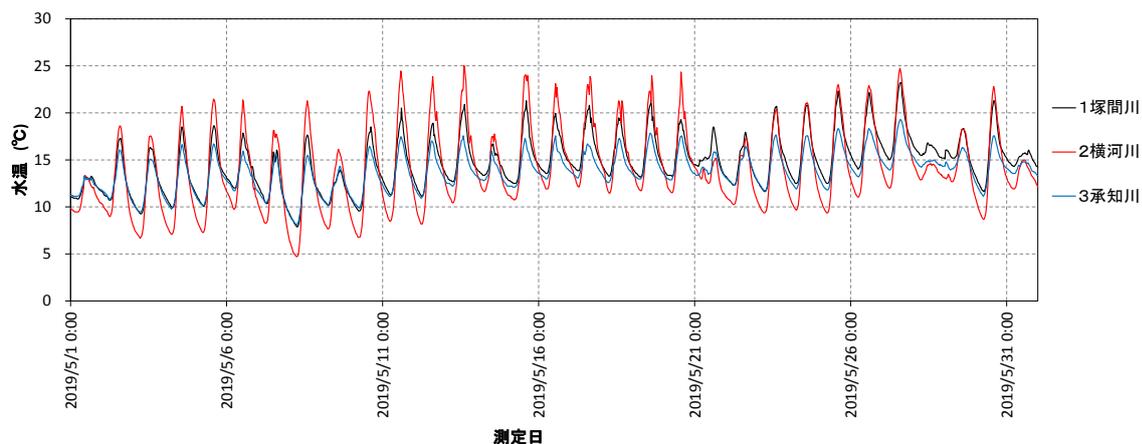


図 8.3.4.2 水温の30分毎の変化（2019年5月）

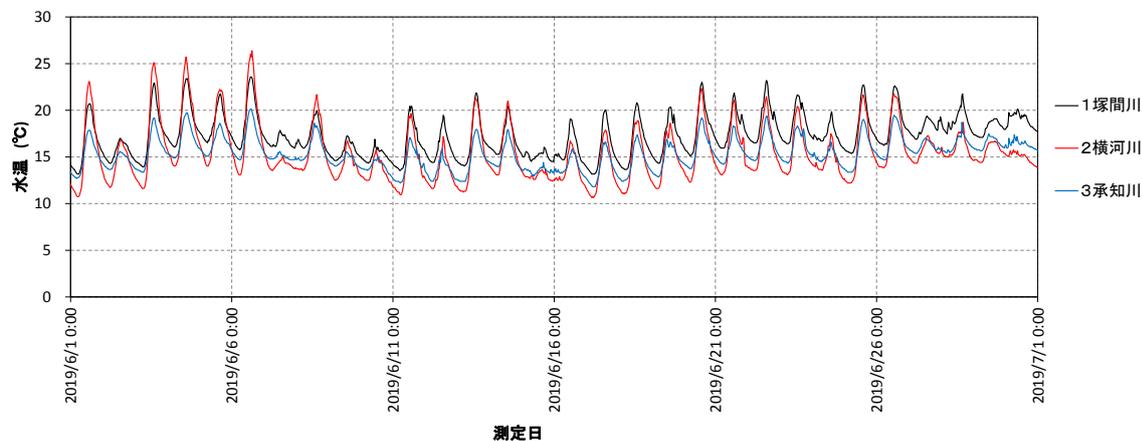


図 8.3.4.3 水温の30分毎の変化（2019年6月）

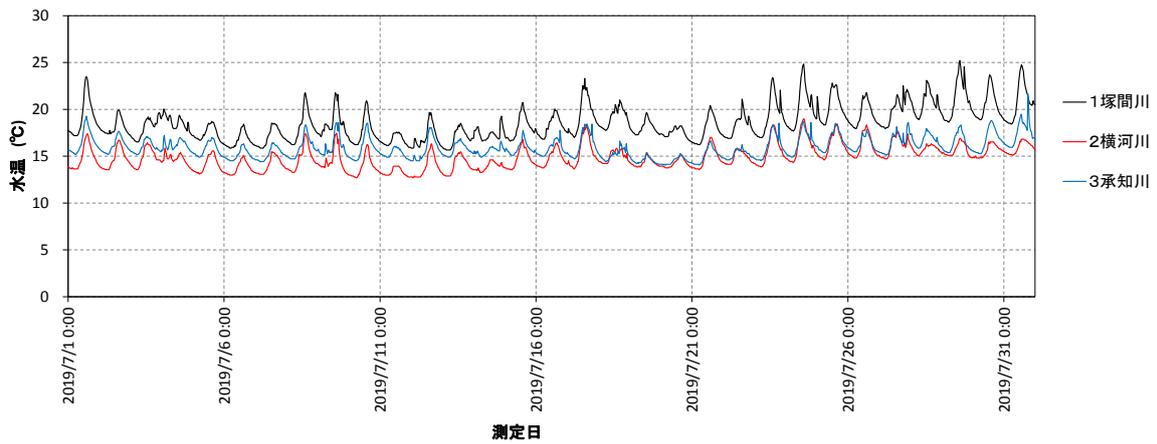


図 8.3.4.4 水温の 30 分毎の変化 (2019 年 7 月)

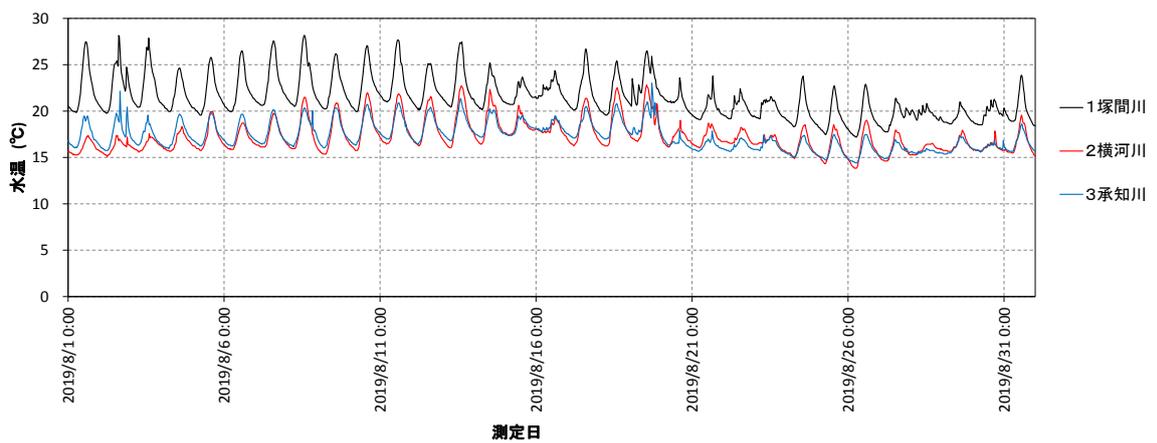


図 8.3.4.5 水温の 30 分毎の変化 (2019 年 8 月)

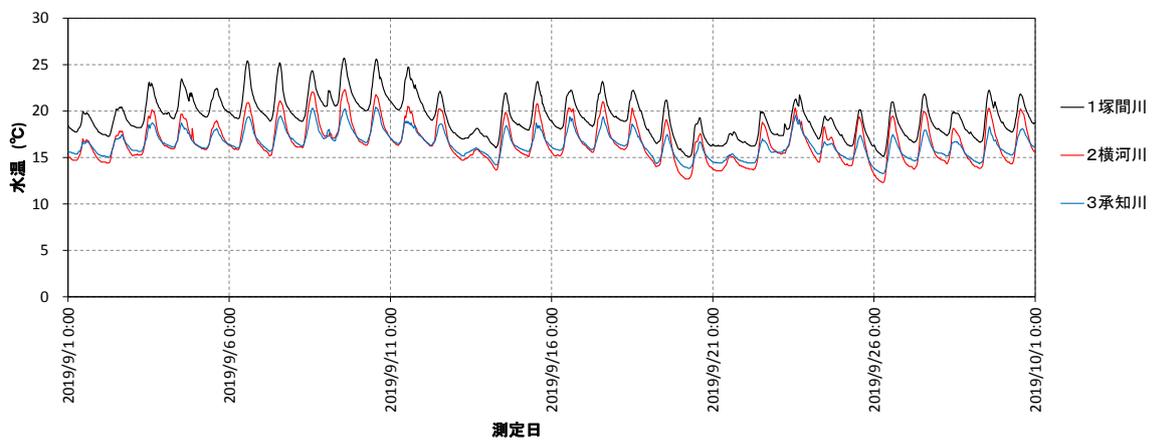


図 8.3.4.6 水温の 30 分毎の変化 (2019 年 9 月)

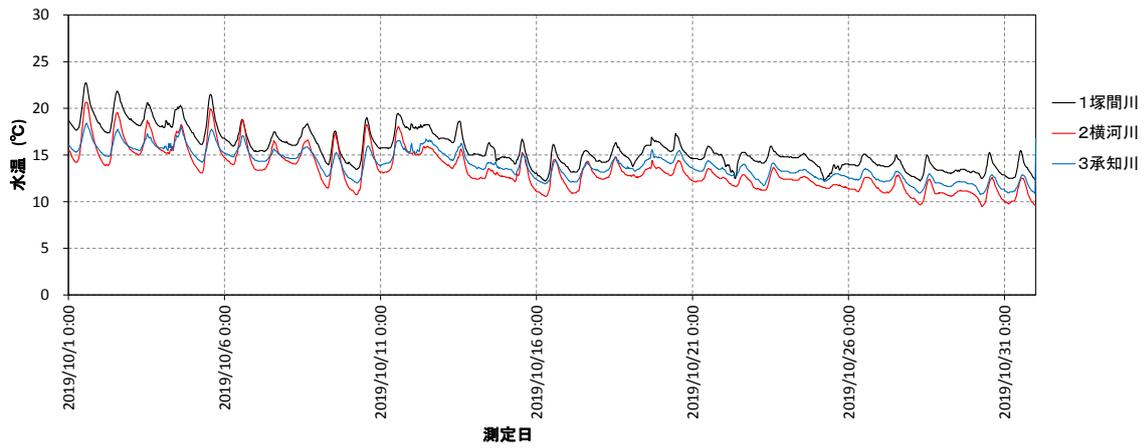


図 8.3.4.7 水温の 30 分毎の変化 (2019 年 10 月)

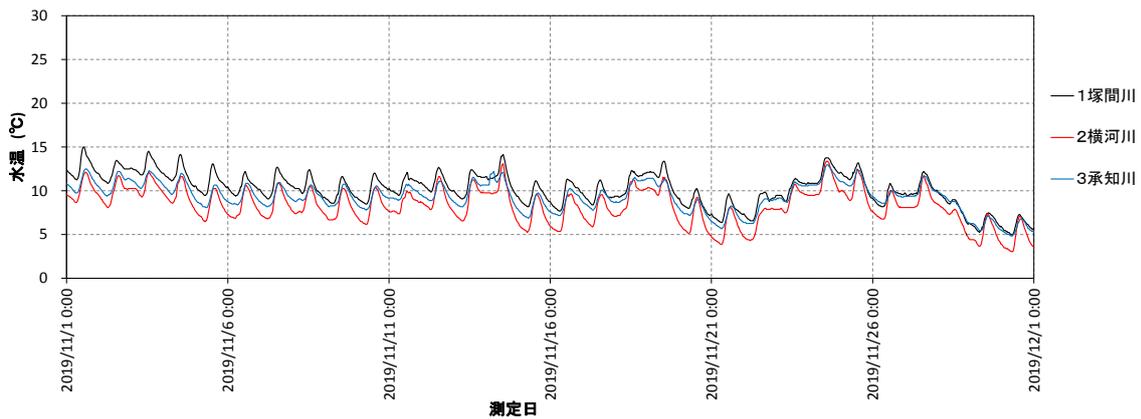


図 8.3.4.8 水温の 30 分毎の変化 (2019 年 11 月)

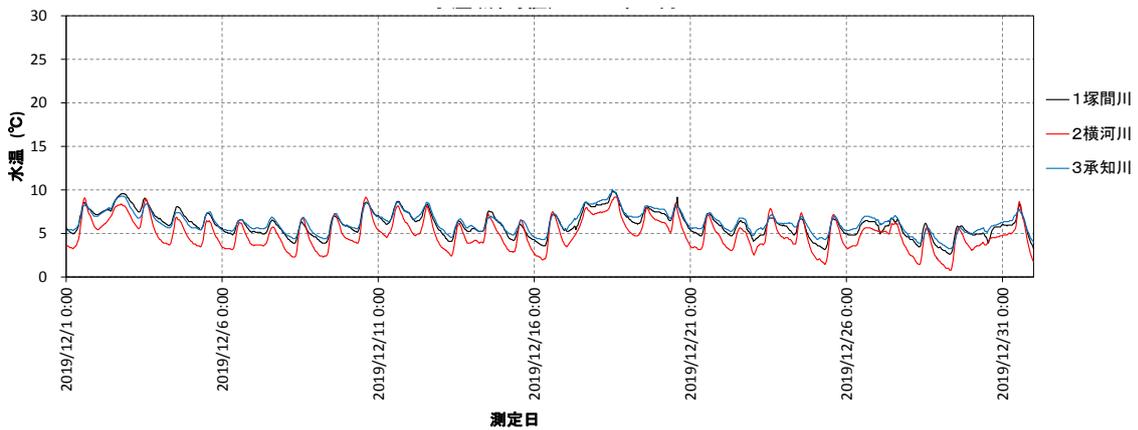


図 8.3.4.9 水温の 30 分毎の変化 (2019 年 12 月)

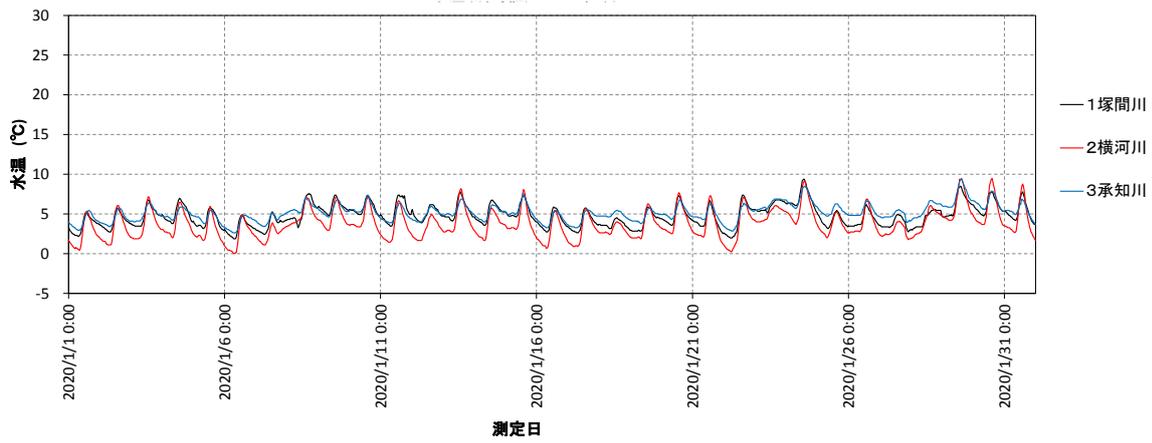


図 8.3.4.10 水温の 30 分毎の変化 (2020 年 1 月)

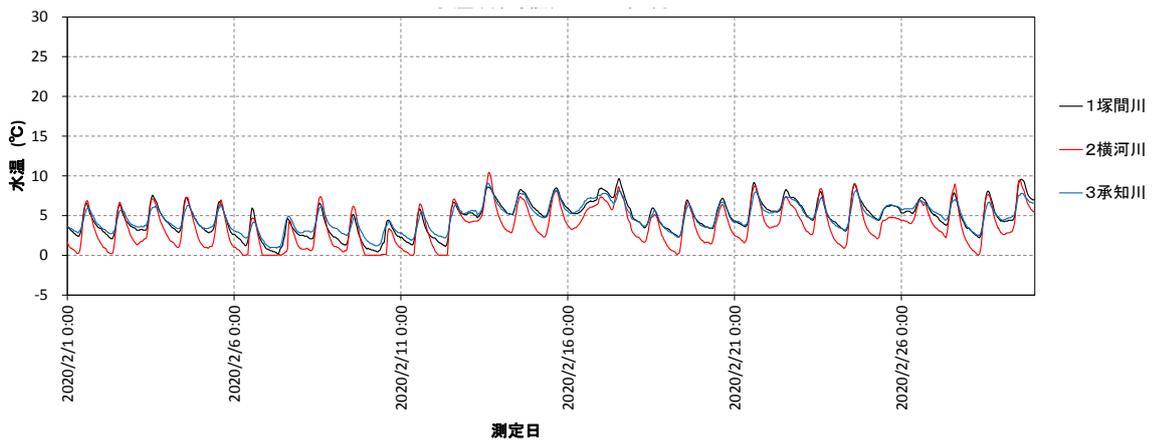


図 8.3.4.11 水温の 30 分毎の変化 (2020 年 2 月)

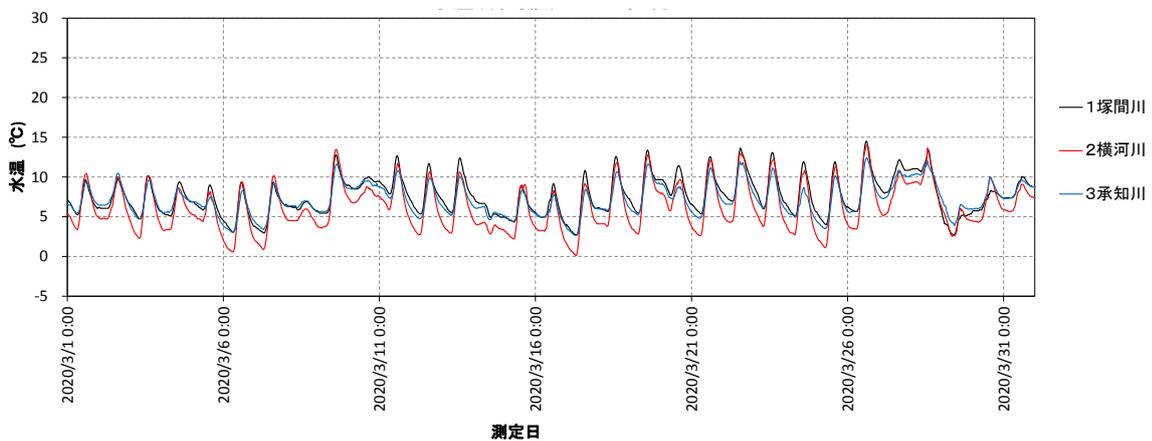


図 8.3.4.12 水温の 30 分毎の変化 (2020 年 3 月)

### 8.3.5. 河川と諏訪湖の水溫比較

#### 8.3.5.1. 諏訪湖の溶存酸素濃度の連続測定における水溫との比較

3河川の水溫と、諏訪湖内の水溫を比較した。

砥川・上川の水溫データは、信州大学で測定しているデータを使用させていただいた。諏訪湖内の水溫データは、第2章の溶存酸素濃度等連続測定調査のデータのうち、各河川の河口に近い地点を選定して使用した。

3河川の水溫は、各月ともおおむね湖水の水溫より低かった。湖水溫と河川水溫の差は、 $0.5^{\circ}\text{C}\sim 8^{\circ}\text{C}$ 程度であった。8月後半は、8月19日の100mm程度の降雨による影響で $6^{\circ}\text{C}$ 程度の差となった。

冬期については、湖内の水溫を測定できなかったため、不明である。



図 8.3.5.1.1 諏訪湖内の酸素濃度連続測地点

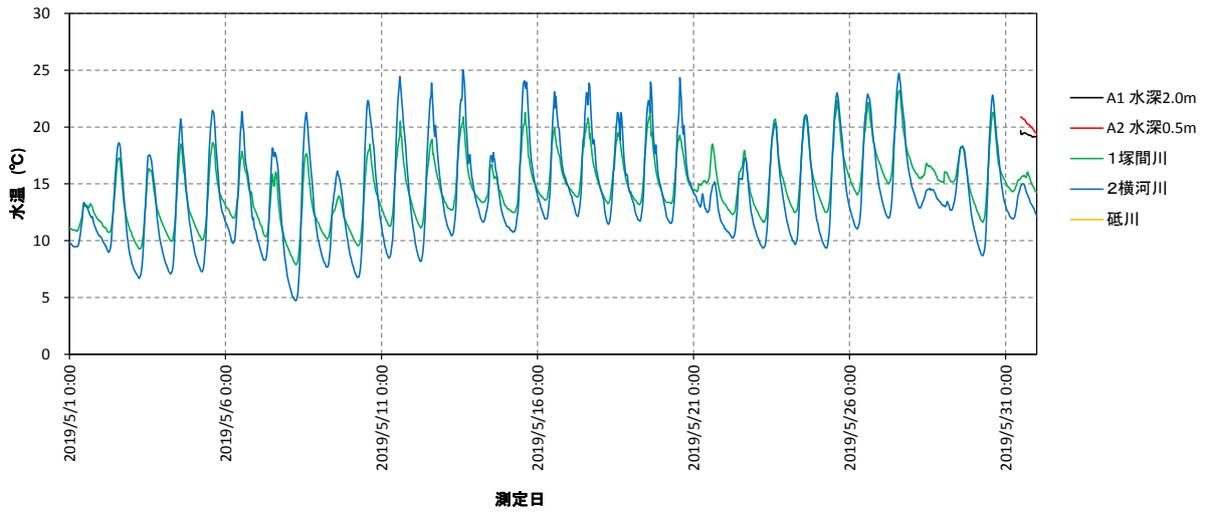


図 8.3.5.1.2 塚間川・横河川・砥川と地点 A の水温の比較(5月)

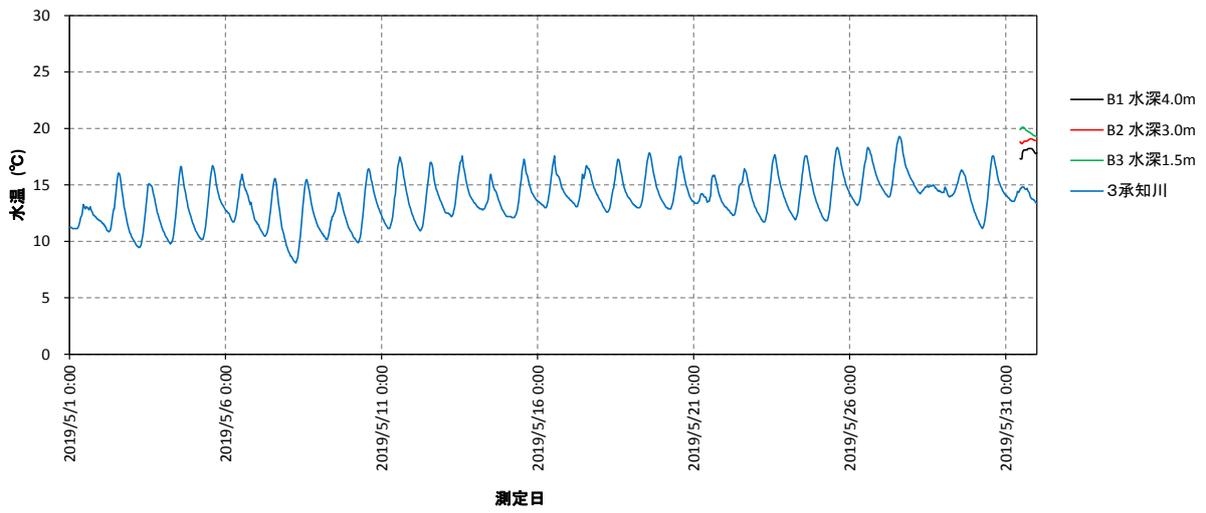


図 8.3.5.1.3 承知川と地点 B の水温の比較(5月)

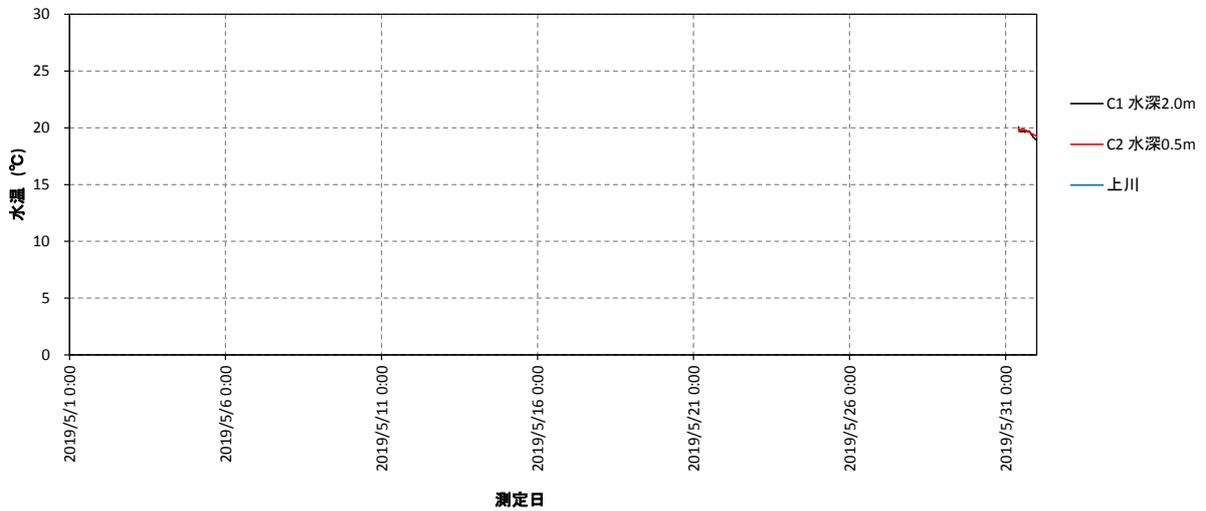


図 8.3.5.1.4 上川と地点 C の水温の比較(5月)

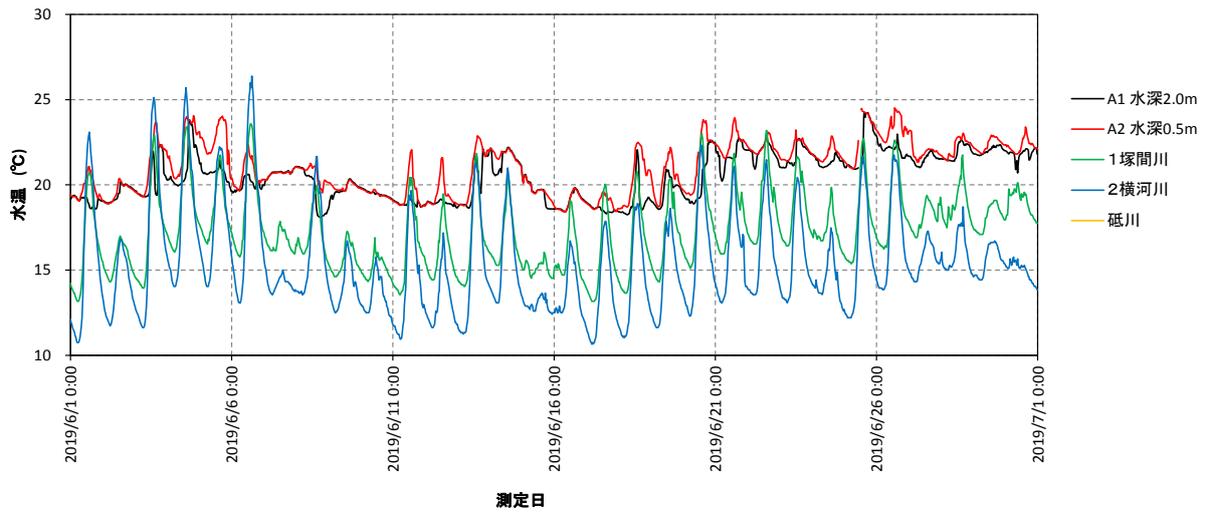


図 8.3.5.15 塚間川・横河川・砥川と地点 A の水温の比較(6月)

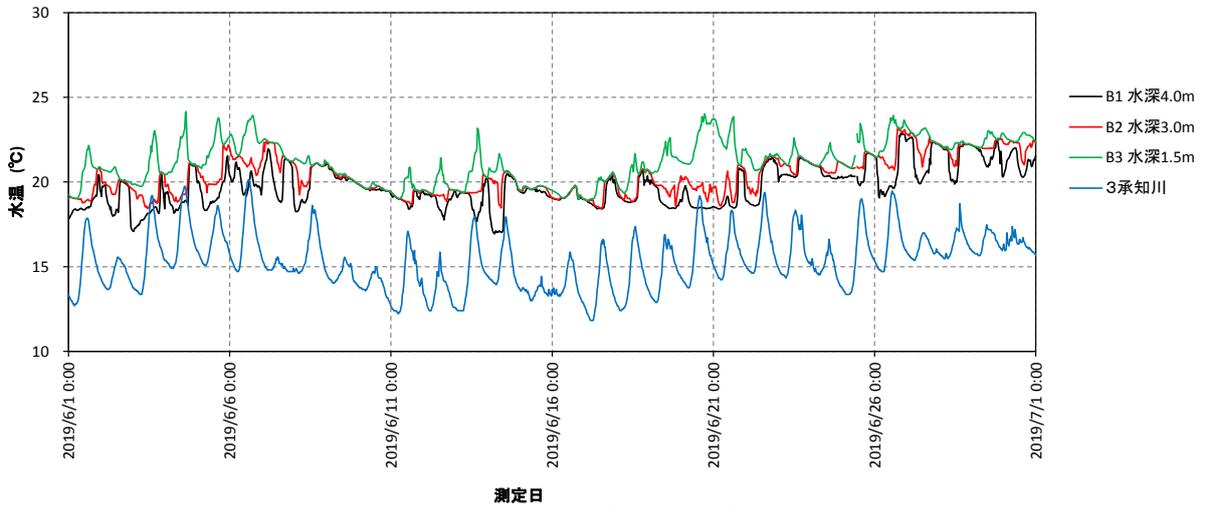


図 8.3.5.16 承知川と地点 B の水温の比較(6月)

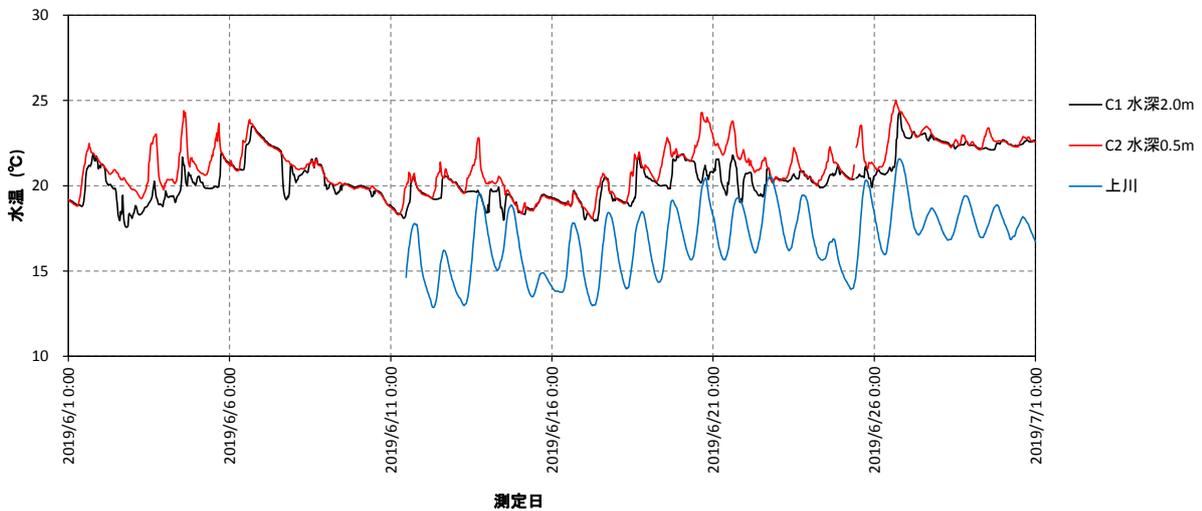


図 8.3.5.17 上川と地点 C の水温の比較(6月)

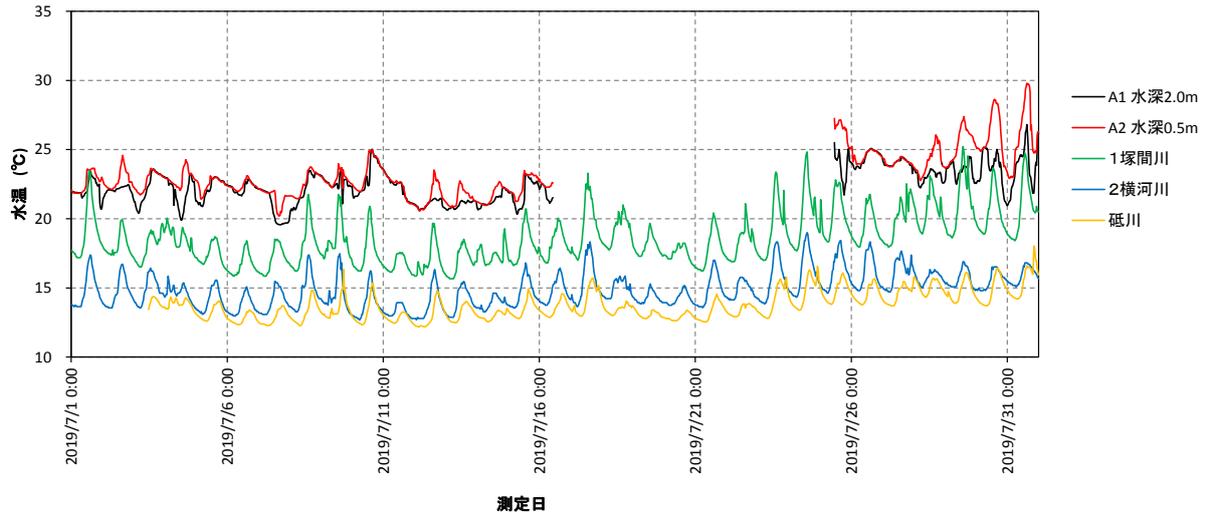


図 8.3.5.1.8 塚間川・横河川・砥川と地点 A の水温の比較(7月)

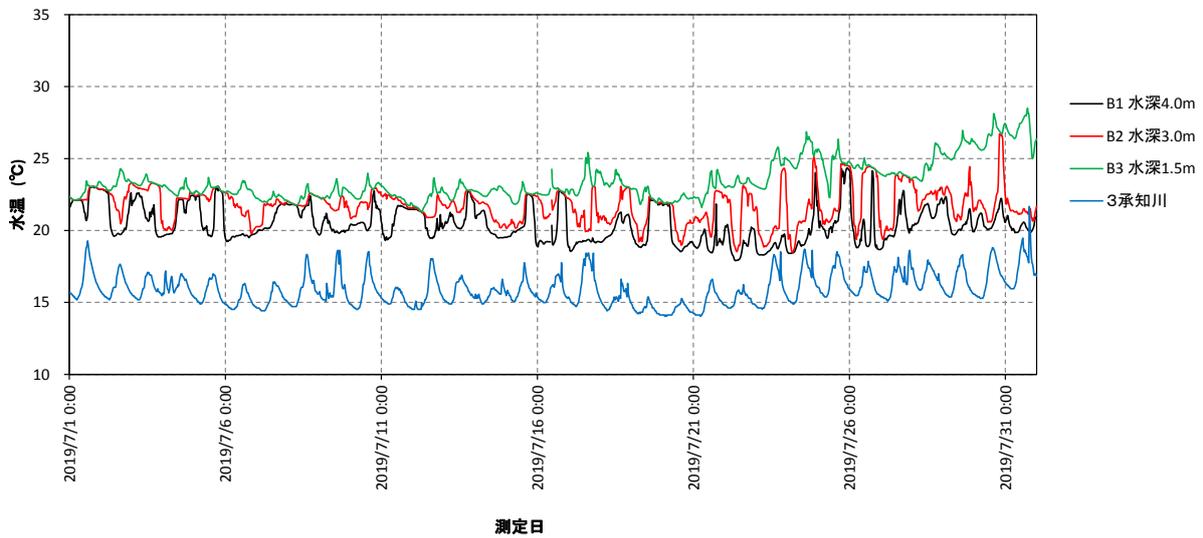


図 8.3.5.1.9 承知川と地点 B の水温の比較(7月)

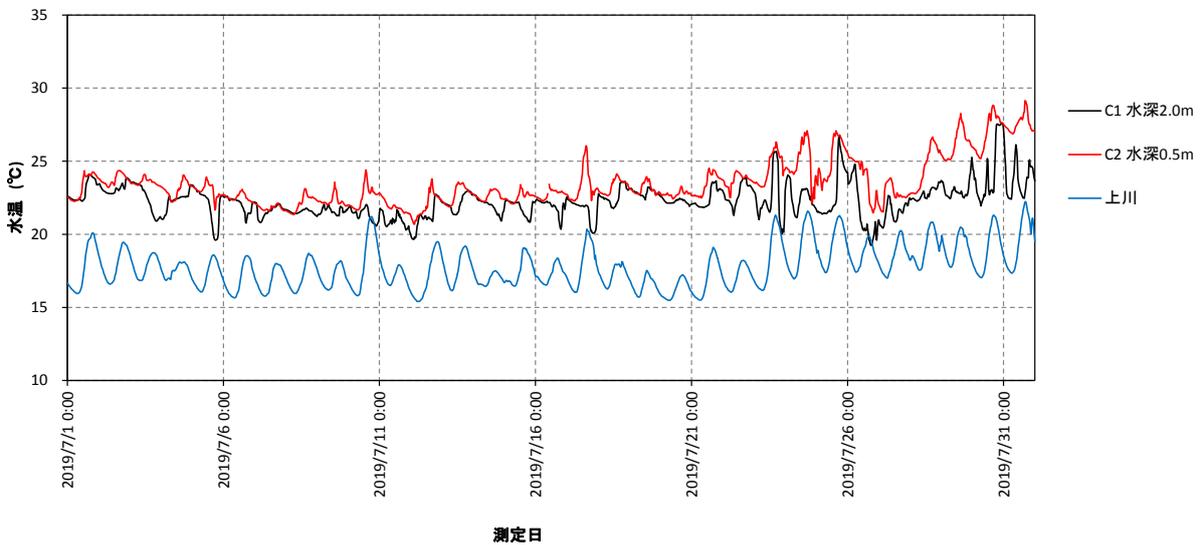


図 8.3.5.1.10 上川と地点 C の水温の比較(7月)

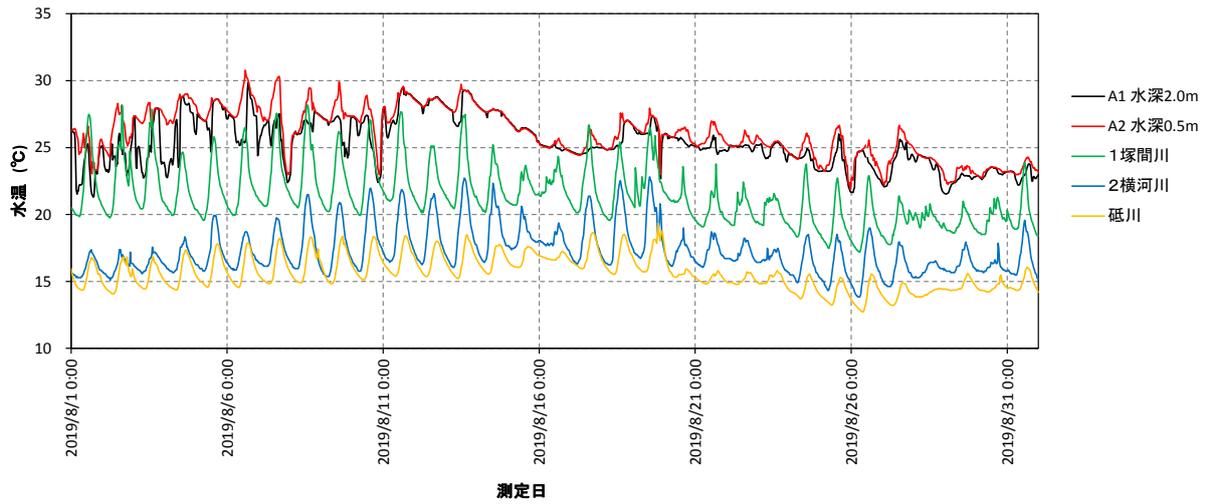


図 8.3.5.1.11 塚間川・横河川・砥川と地点 A の水温の比較(8月)

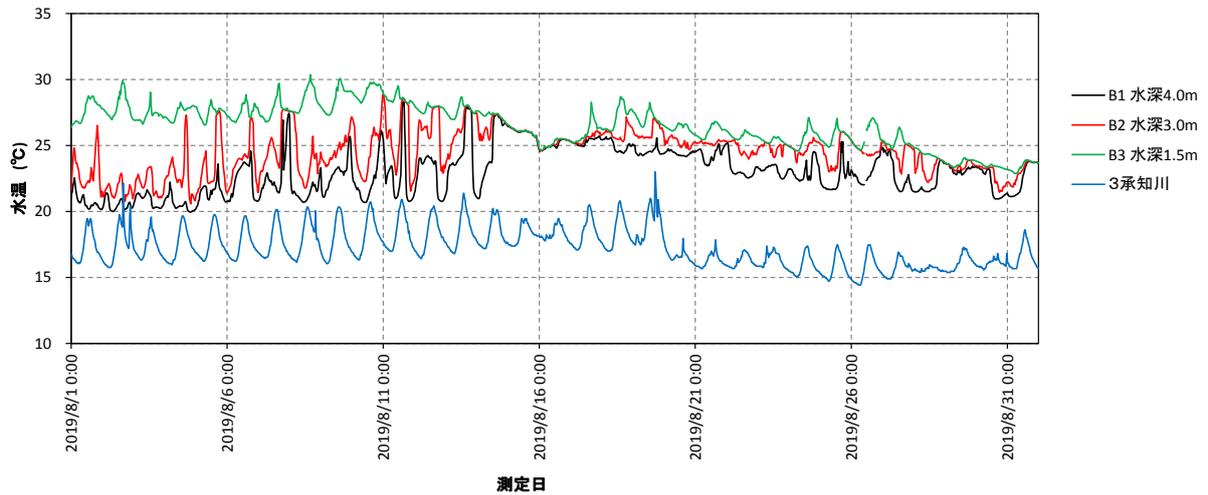


図 8.3.5.1.12 承知川と地点 B の水温の比較(8月)

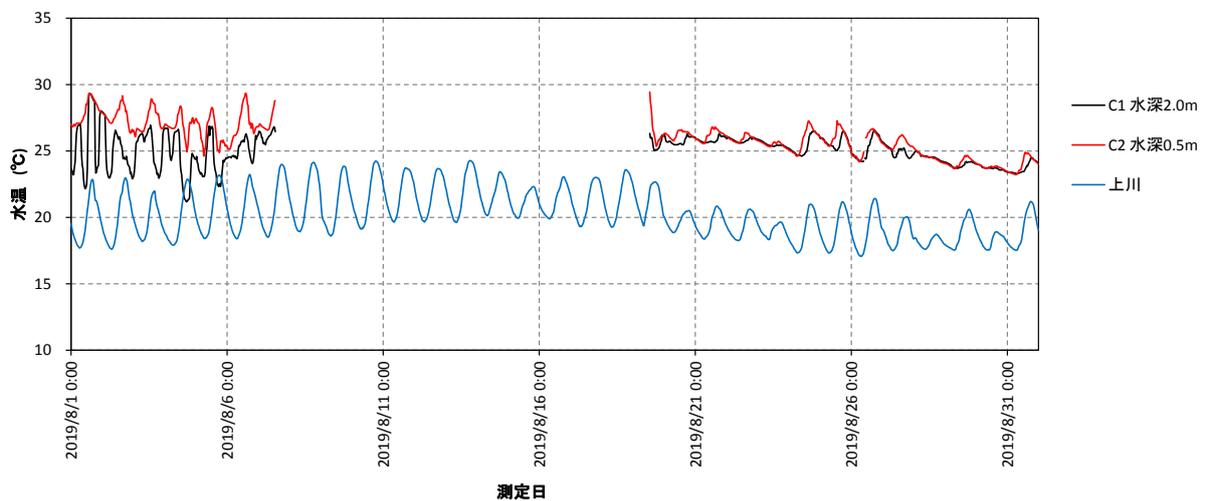


図 8.3.5.1.13 上川と地点 C の水温の比較(8月)

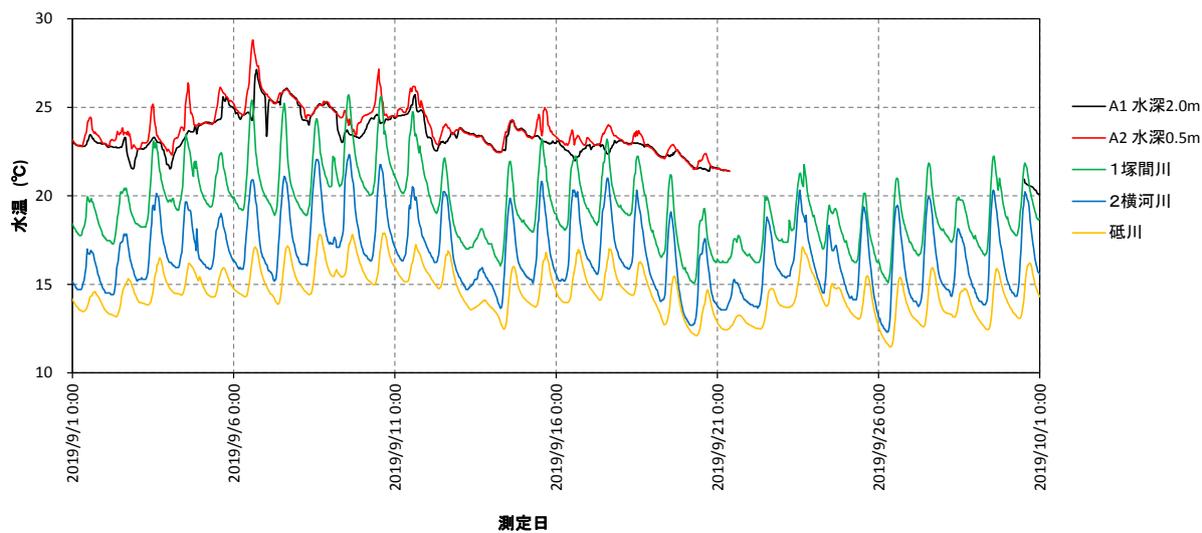


図 8.3.5.1.14 塚間川・横河川・砥川と地点 A の水温の比較(9月)

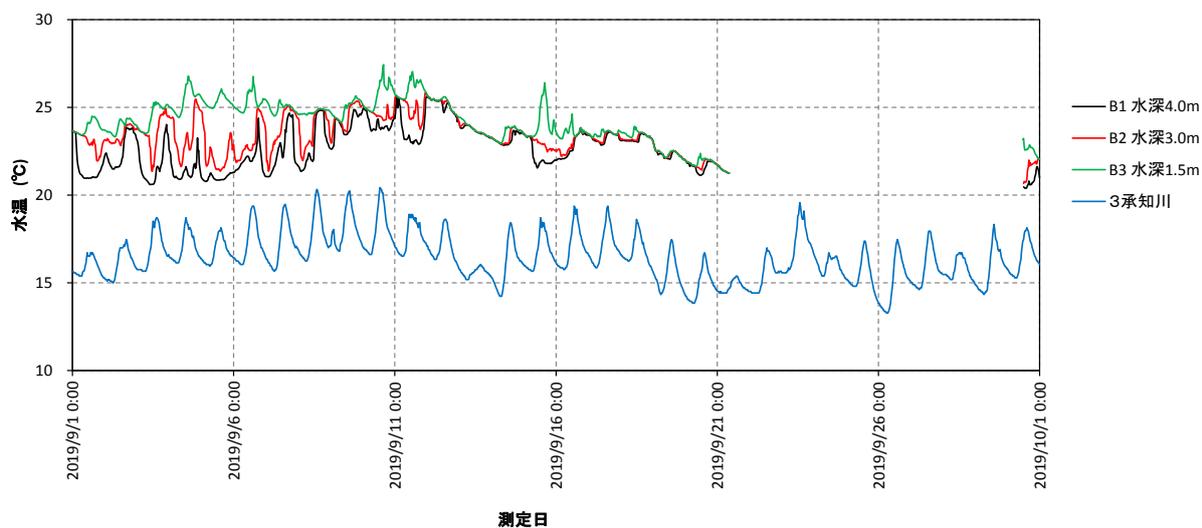


図 8.3.5.1.15 承知川と地点 B の水温の比較(9月)

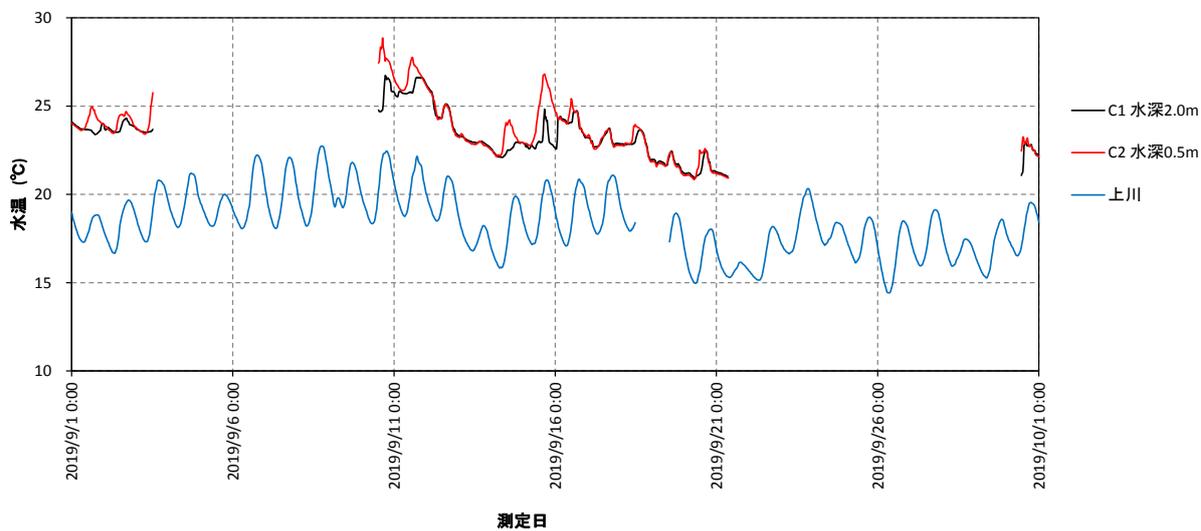


図 8.3.5.1.16 上川と地点 C の水温の比較(9月)

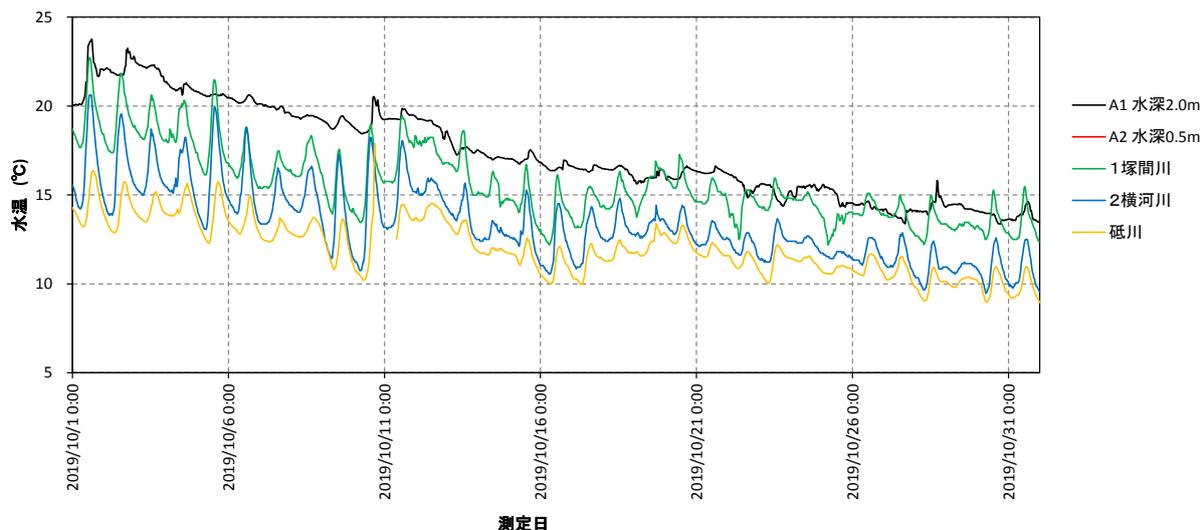


図 8.3.5.1.17 塚間川・横河川・砥川と地点 A の水温の比較(10 月)

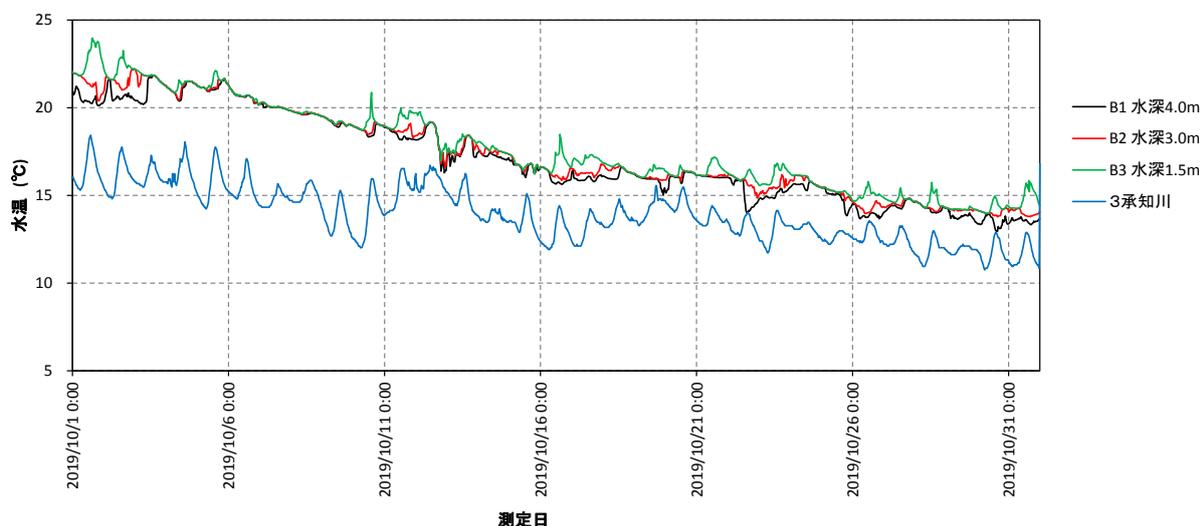


図 8.3.5.1.18 承知川と地点 B の水温の比較(10 月)

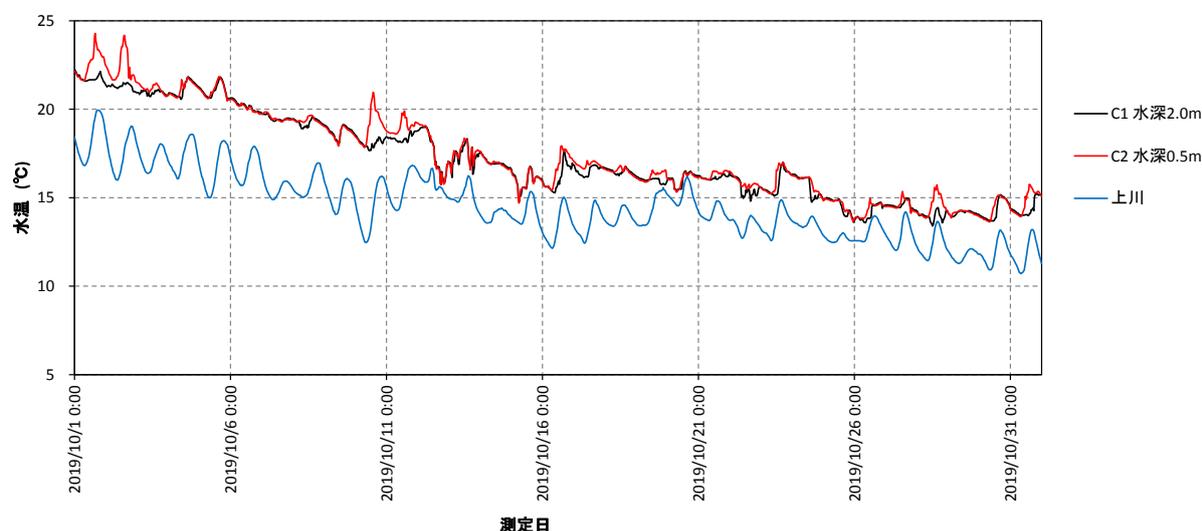


図 8.3.5.1.19 上川と地点 C の水温の比較(10 月)

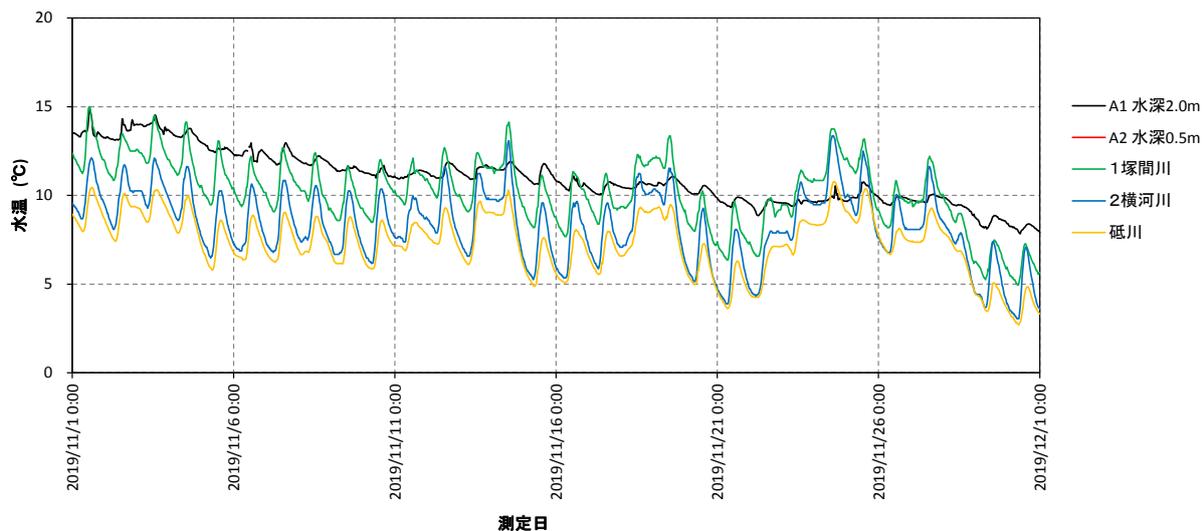


図 8.3.5.1.20 塚間川・横河川・砥川と地点 A の水温の比較(11 月)

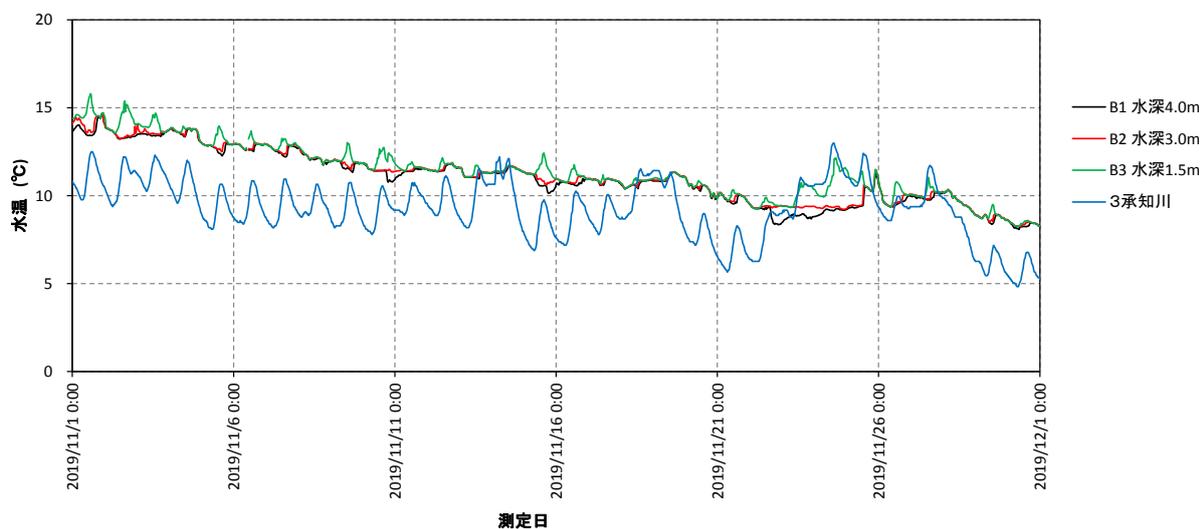


図 8.3.5.1.21 承知川と地点 B の水温の比較(11 月)

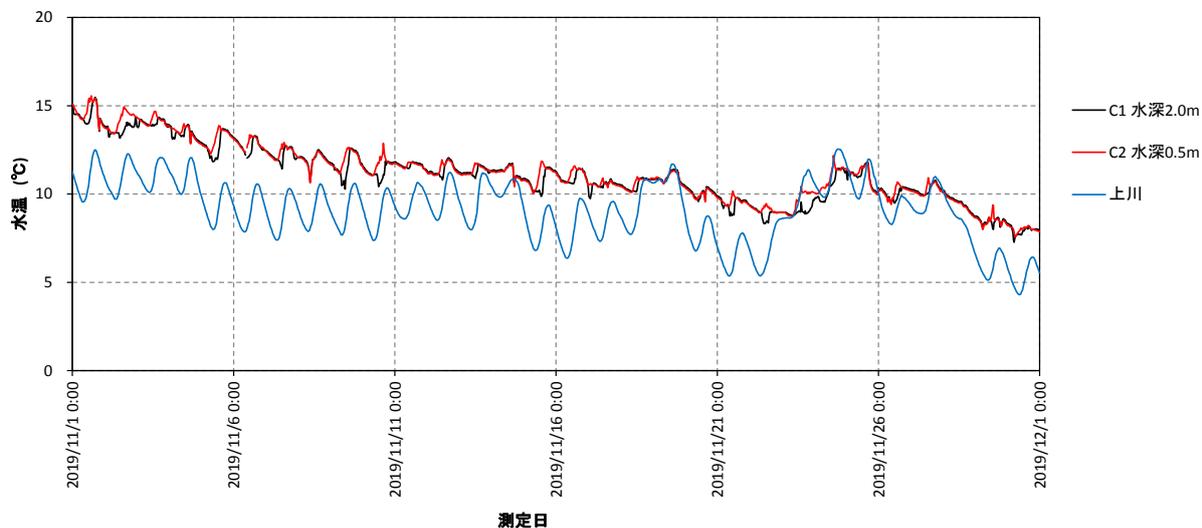


図 8.3.5.1.22 上川と地点 C の水温の比較(11 月)

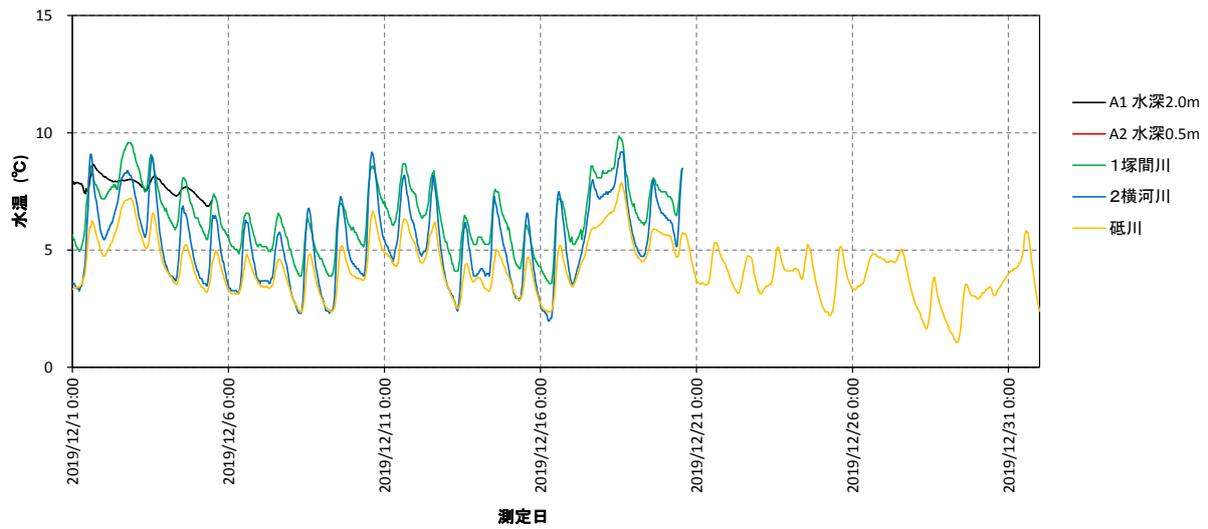


図 8.3.5.1.23 塚間川・横河川・砥川と地点 A の水温の比較 (12 月)

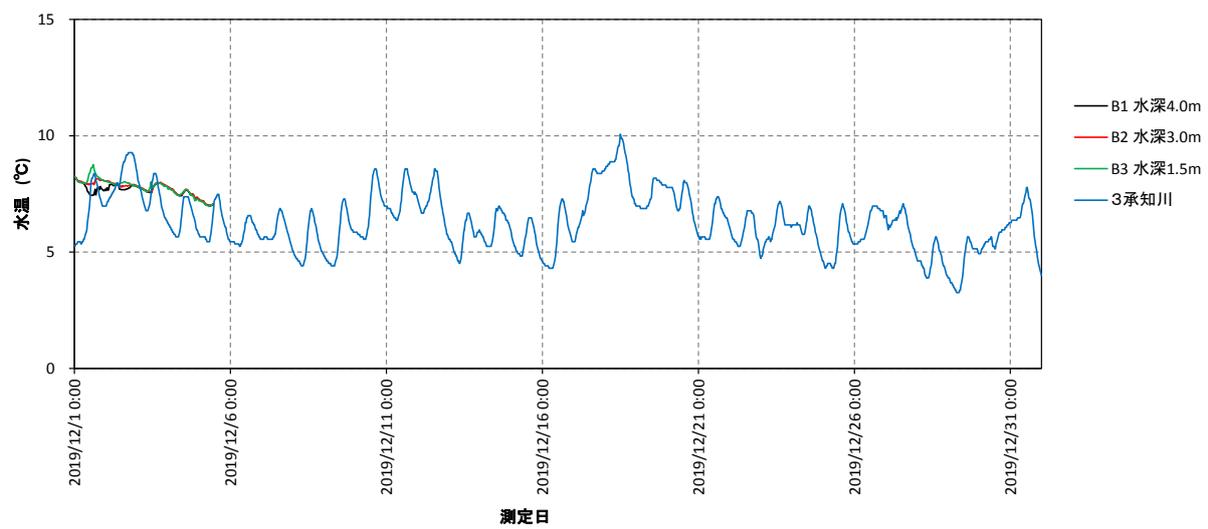


図 8.3.5.1.24 承知川と地点 B の水温の比較 (12 月)

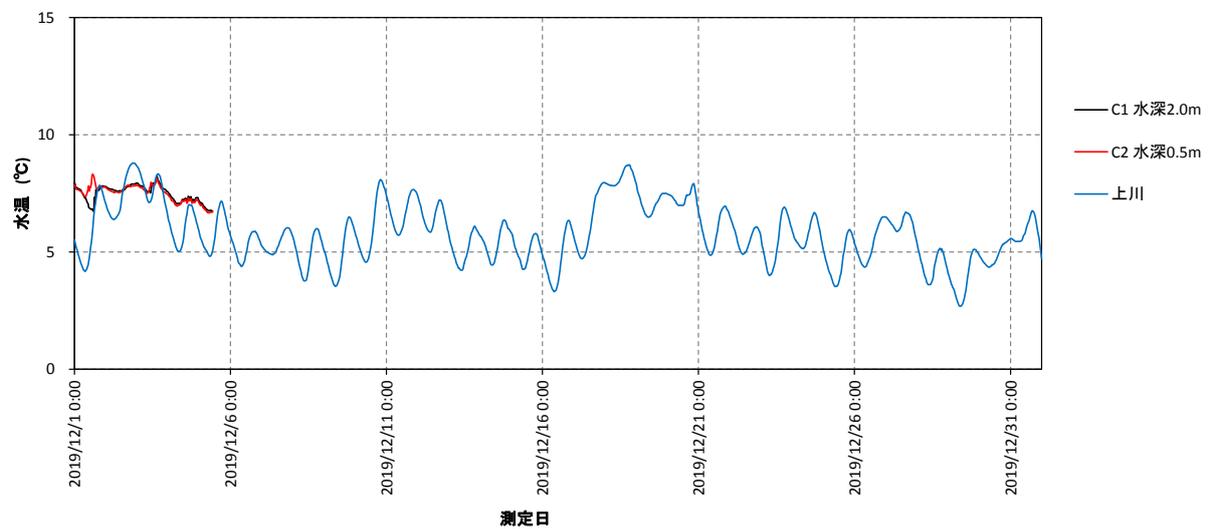


図 8.3.5.1.25 上川と地点 C の水温の比較 (12 月)

### 8.3.5.2. 諏訪湖の溶存酸素濃度の全域測定との比較

上川・砥川及び3河川の水温と、第1章の湖内全域の溶存酸素濃度測定のうち河口に近い地点の水温データを比較した結果を図8.3.5.2.2～図8.3.5.2.5に示す。

上川と地点9の水温を比較すると、河川水温が水深2.7mよりも0.9℃～5.7℃低かった。塚間川と地点11の水温については、9月を除いて河川水温が水深2.5mよりも0.2℃～3.5℃低かった。横河川の水温と地点17の水温については、河川水温が水深1.2mよりも1.6℃～8.5℃低かった。砥川の水温と地点17の水温については、河川水温が水深1.2mよりも4.6℃～12.0℃低かった。承知川の水温と地点21の水温については、河川水温が水深2.5mよりも2.2～7.7℃低かった。

以上により、5月から10月の降雨等のない平常時の昼間には、ほとんどの河川水温は湖内水温よりも低いと推測できる。

第1章の湖内全域の溶存酸素濃度測定結果のうち、底層の貧酸素状態が発達する8月19日の水温和溶存酸素を模式図にして図8.3.5.2.6に示す。

上記の地点9・11・17・21及び周りの地点の諏訪湖内の水温和溶存酸素濃度の水平分布を見ると、各河川の河口付近において大きな変化は見られないため、上川・砥川及び3河川が諏訪湖の数百m沖合の水質に与える影響は小さいと推測できる。

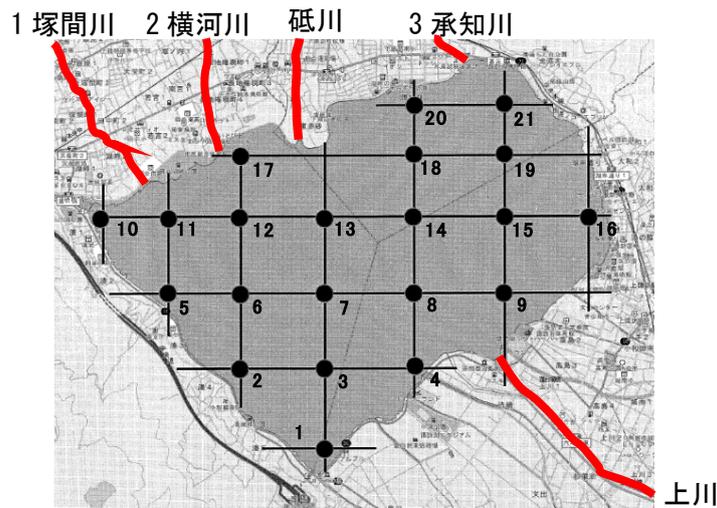


図 8.3.5.2.1 溶存酸素の全域測定の実験地点

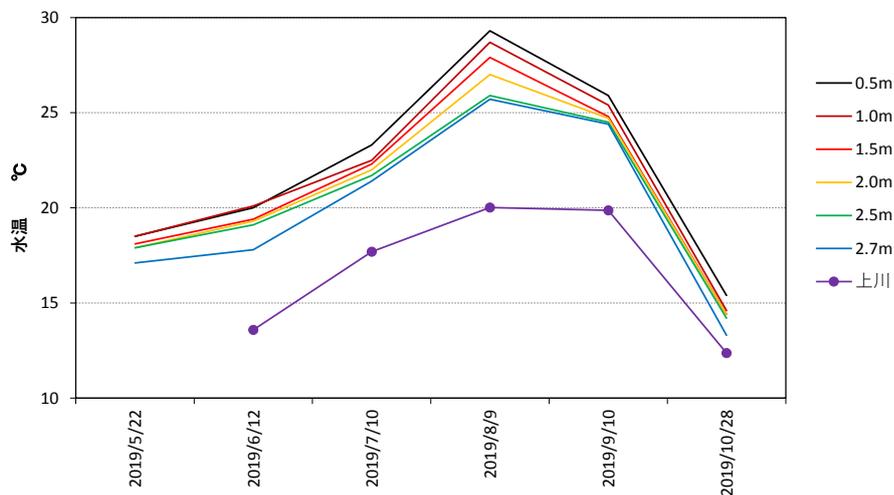


図 8.3.5.2.2 上川と地点9の水温和の比較

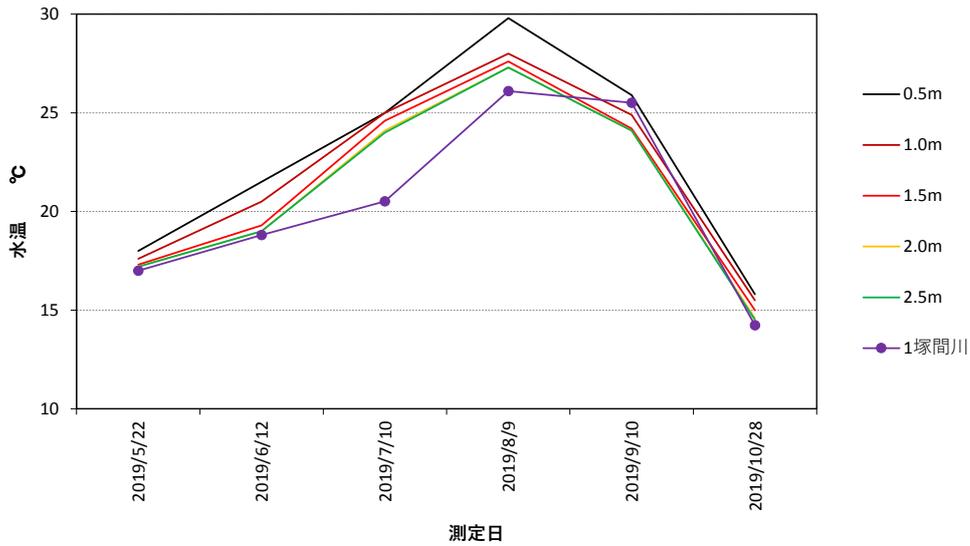


図 8.3.5.2.3 塚間川と地点 11 の水温の比較

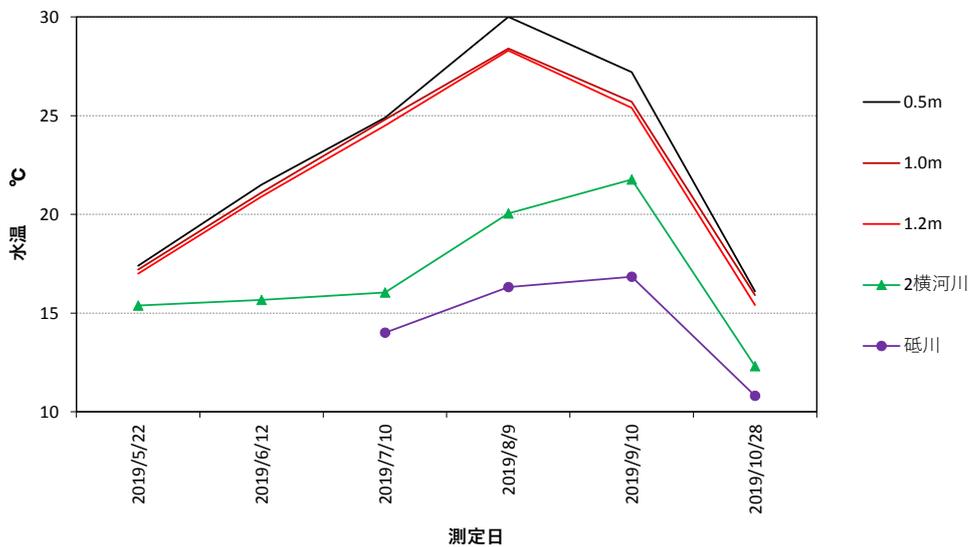


図 8.3.5.2.4 横河川・砥川と地点 17 の水温の比較

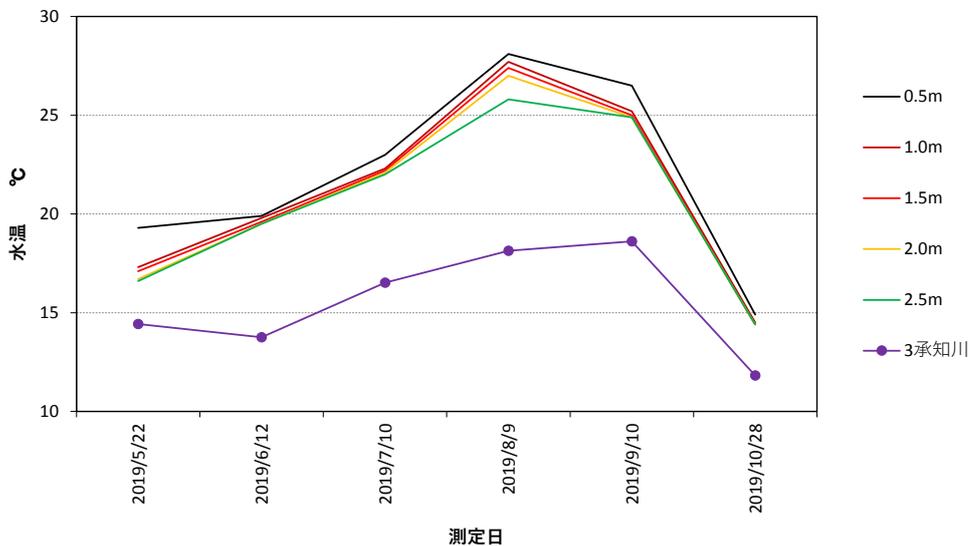


図 8.3.5.2.5 承知川と地点 21 の水温の比較

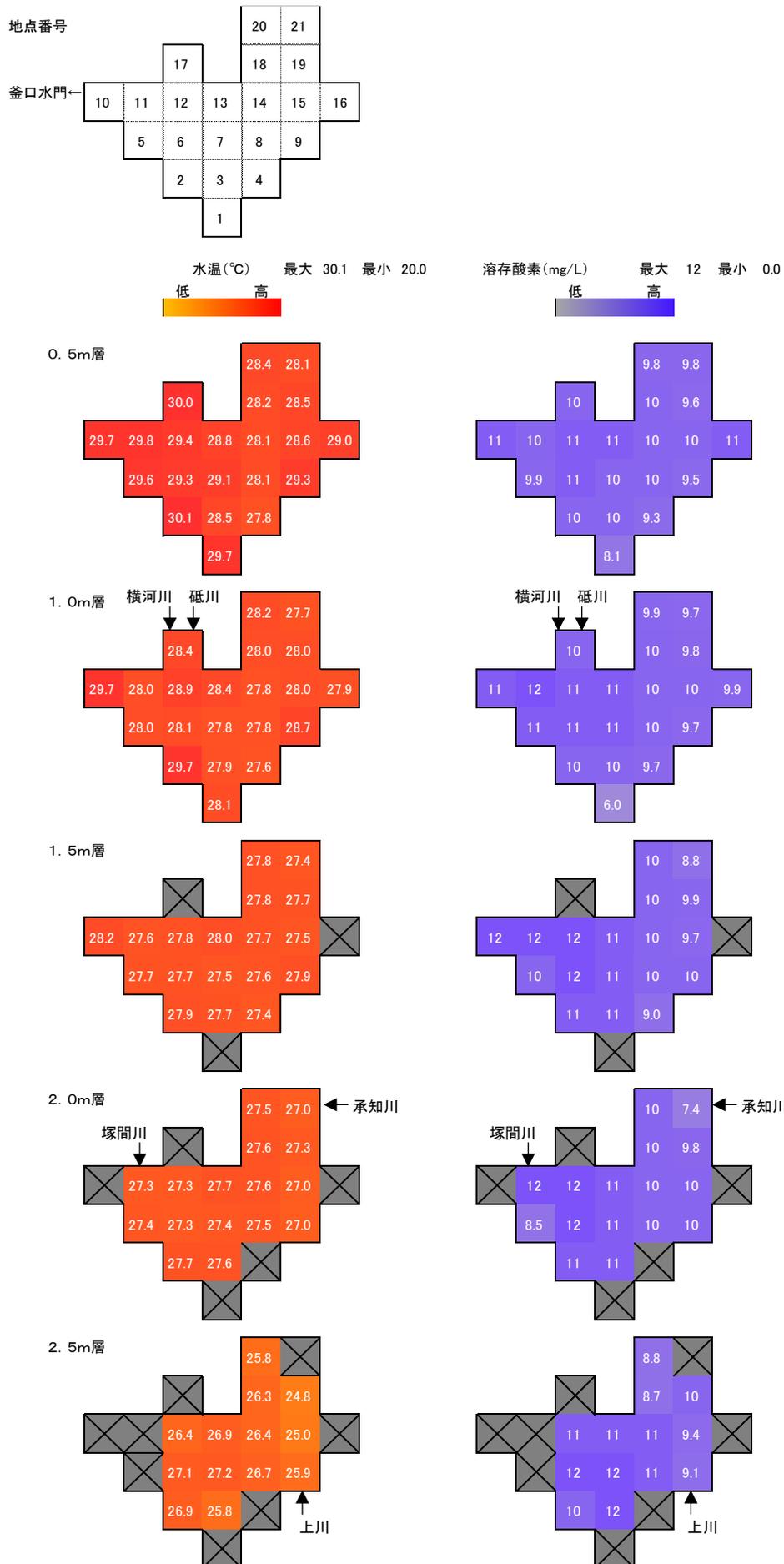


図 8.3.5.2.6 R1(2019)/8/9 諏訪湖内の水温と溶存酸素濃度の分布模式図

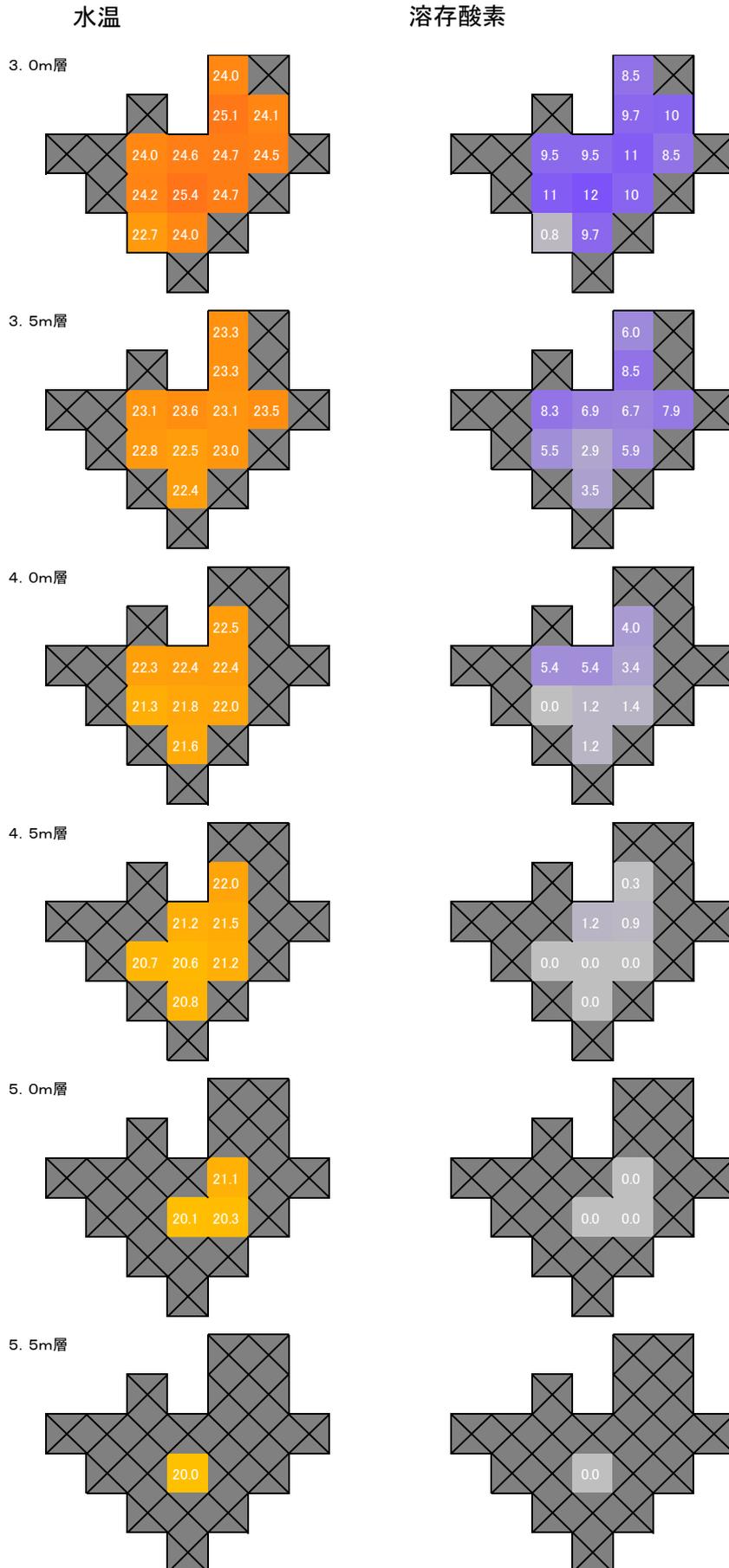


図 8.3.5.2.6 R1(2019)/8/9 諏訪湖内の水温と溶存酸素濃度の分布模式図(続き)

## 8.4. まとめ

### 8.4.1. 流量

R1(2019)年度の塚間川・横河川・承知川は、7月の梅雨前線の影響、10月の台風19号の影響による増水量を確認することができた。

### 8.4.2. 水温

横河川は、塚間川・承知川に比べて水温が低い傾向にあった。横河川の水温形成は地形や湧水などの流域の特性に由来する要因の影響を受けていると思われる。

### 8.4.3. 河川と諏訪湖の水温比較

塚間川・横河川・承知川・砥川・上川の水温と、河口付近の諏訪湖内の水温を比較したところ、ほとんどの時間で河川水温が諏訪湖内の水温よりも低かった。

なお、諏訪湖内の水温と溶存酸素濃度の水平分布を見ると、各河川の河口付近において大きな変化は見られないため、上川・砥川及び3河川が諏訪湖の数百m沖合の水質に与える影響は小さいと推測できる。

## 第9章 水生動植物調査

### 9.1. 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

#### 9.1.1. 調査目的

諏訪湖の沿岸水域でヒシが異常繁殖し、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。

#### 9.1.2. 調査内容

##### 9.1.2.1. 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。

##### 9.1.2.2. 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、8月6、7日に実施した。

##### 9.1.2.3. 方法

###### 9.1.2.3.1. 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。

###### 9.1.2.3.2. 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。

#### 9.1.3. 調査結果

##### 9.1.3.1. ヒシの分布

平成20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。本年の面積は165haであった。平成30年より2ha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るが、近年下げ止まりつつある。

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(%)
H20	175	13
H21	236	18
H22	202	15
H23	213	16
H24	172	13
H25	204	15
H26	166	12
H27	183	14
H28	156	12
H29	172	13
H30	163	12
R1	165	12

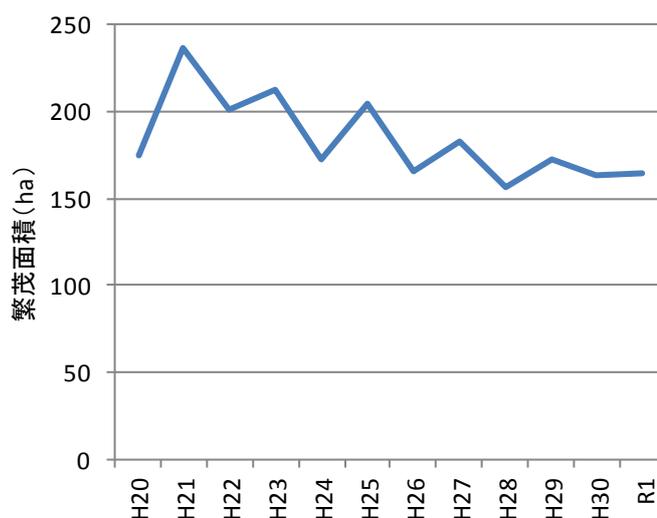


図1 ヒシの繁茂面積の経年変化

平成25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22ha(13%)、8ha(5%)、135ha(82%)であった。過去6年間と比較して、本年のHの面積が最も大きく、全体に占める比率も大きかった。

昨年までの調査から、調査前年の刈り取りの状況が、翌年の諏訪湖全体での密度階級の割合へ与える影響は小さいと考えられている。

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 (%)		
H25.7.25	78 (38)	13 (6)	114 (56)		204
H26.7.31、8.1	67 (40)	60 (36)	40 (24)		166
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

※ 比率は少数点以下1桁を四捨五入しているため、合計値が100にならない年がある。

平成 25 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

### 9.1.3.2. 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）。エビモやクロモは、湖内各地に広く分布していた。ササバモ、ヒロハノエビモは豊田沖や上川河口を中心に、セキショウモは豊田沖を中心に、ホソバミズヒキ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 令和元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年以降クロモとなっている。（図4、表3）。調査時のクロモの分布面積は52haで、過去6年間と比較して最大となった。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は8haで、過去6年間と比較して最低になった。

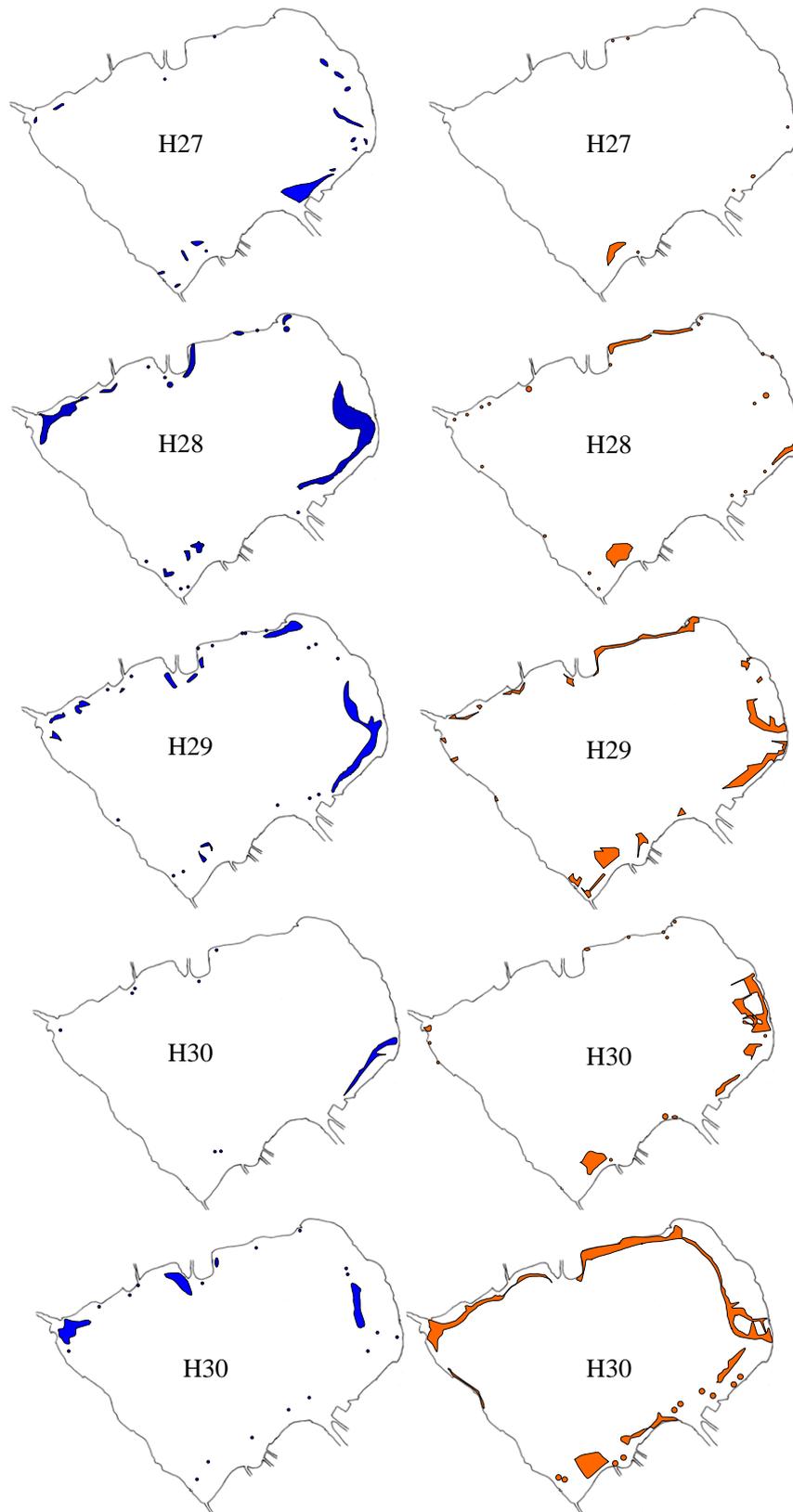


図4 エビモ (左) とクロモ (右) の分布の経年変化

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)
H25	38	2
H26	69	5
H27	16	4
H28	55	20
H29	33	47
H30	8	29
R1	6	52

#### 9.1.4. まとめ

- 本年のヒシの繁茂面積は 165ha で、平成 30 年より 2ha 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、大きな経年変化はなかった。
- 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。
- 過去 6 年間と比較して、クロモの分布面積は最大、エビモの面積は最小となった。

## 9.2. メガネサナエのモニタリング

諏訪地域振興局環境課

### 9.2.1. 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。

### 9.2.2. 調査方法

調査はラインセンサス法により行った。調査場所は、宮川（諏訪市）の約1kmの区間である。メガネサナエの繁殖活動期間中の令和元年8月20日、9月3日及び9月20日の午前中に、往路（右岸）復路（左岸）ごと成虫の個体数をカウントした。

### 9.2.3. 調査結果

表 モニタリング結果

実施日	令和元年8月20日（火）		令和元年9月3日（火）		令和元年9月20日（金）	
	往路	復路	往路	復路	往路	復路
天候	曇り	曇り/小雨	晴れ	晴れ	晴れ	晴れ
気温（℃）	29.0	27.0	28.6	30.4	21.8	26.8
風向	-	W	NW	NNW	N	N
風力（m/s）	0	1.0	0.6	1.0	0.8	1.8
雲量（%）	100	100	30	30	20	20
照度（lux）	76,000	32,000	65,000	115,000	95,000	112,000
開始時刻～終了時刻	10:20～ 10:55	10:55～ 11:20	10:00～ 10:50	10:50～ 11:30	10:05～ 11:10	11:10～ 12:05
調査人数	6	6	3	3	6	6
メガネサナエ確認数 片道ごとの平均	4.5	1.0	13.0	18.0	9.8	6.7
メガネサナエ確認数 往路復路平均	2.8		15.5		8.3	

調査したいずれの日もメガネサナエを確認することができた。

確認された個体は、オスが多く、川の壁面に静止しているものや、川の水上进行してテリトリーを形成しているものを観察した。メスは9月20日に確認、雌雄連結を確認した。確認数は2回目調査の9月3日が最も確認数が多く、出現ピーク（最盛期）は9月上旬であると考えられた。



メガネサナエ

### 9.3. 湖畔の動植物モニタリング調査

環境保全研究所自然環境部

#### 9.3.1. 調査目的

諏訪湖では、湖内の生態系だけでなく、沿岸域の抽水植物群落等からなるエコトーンを再生し、「多種多様な生きものを育む湖」を目指している。諏訪湖の抽水植物を中心とした植生帯の生態学的知見が乏しいことから、本調査では、その基礎資料として、諏訪湖沿岸域の抽水植物群落およびその植生帯を利用する生物、特に抽水植物群落での繁殖鳥類の現状把握を行う。また、抽水植物帯からつらなる湖水中の植生分布についても、諏訪湖の植生管理に向けた基礎情報整備のため、抽水植物帯とあわせて衛星画像を用いた時空間的な把握を行う。

#### 9.3.2. 調査内容

9.3.2.1. 調査項目：①湖畔植生（植生概況把握・抽水植物群落分布）調査および湖畔繁殖鳥類相調査

②衛星画像による水草分布域の把握

9.3.2.2. 調査範囲：①湖畔植生（植生概況把握）；諏訪湖全周

湖畔植生・繁殖鳥類相；2018年 諏訪湖C・Dゾーン

2019年 諏訪湖C・D・Eゾーン

②諏訪湖内

#### 9.3.3. 調査方法

##### 9.3.3.1. 湖畔植生（植生概況把握）

高分解能衛星WorldView-2の画像（撮影日：2017年8月9日、分解能：1.84m）を用いて、諏訪湖畔全周における抽水植物群落を含む植生分布概況を把握した。植生分布の抽出には、正規化植生指標（Normalized Difference Vegetation Index、以下、NDVI）を用いた。NDVIは、衛星画像データから植生域の抽出に一般的に用いられる手法で、-1から+1の値をとる（植物の量や活力が大きいほど値が大きい）。今回は、WorldView-2の近赤外光バンドNIR2と可視光赤色バンドから算出し、植生と非植生を区分する閾値をNDVI=0とした。

##### 9.3.3.2. 湖畔植生・繁殖鳥類相調査

C・D・Eゾーンの湖畔で、ヨシ、ガマ、マコモ、ミクリ等からなる抽水植物群落の分布を目視確認し、各群落の優占種等主要な構成種を記録した。繁殖鳥類相については、同様に6・7月に湖畔を徒歩し生息鳥類を記録した。

##### 9.3.3.3. 衛星画像による水草分布域の把握

中分解能ながら撮影頻度が高い衛星画像Sentinel-2（撮影日：2019年5月8・13・23日、6月20・25日、7月10・17・30日、8月4・9・19日・26日、9月8・15・25日、10月5・10・23・30日（19回）、分解能：10m）を利用し、諏訪湖の植生分布域の季節変化（2019年）を上記NDVIで観測した。ここでは、NDVI > 0.2を、浮葉植物群落を含む植生分布域とした。

#### 9.3.4. 調査結果

##### 9.3.4.1. 湖畔植生（植生概況把握）

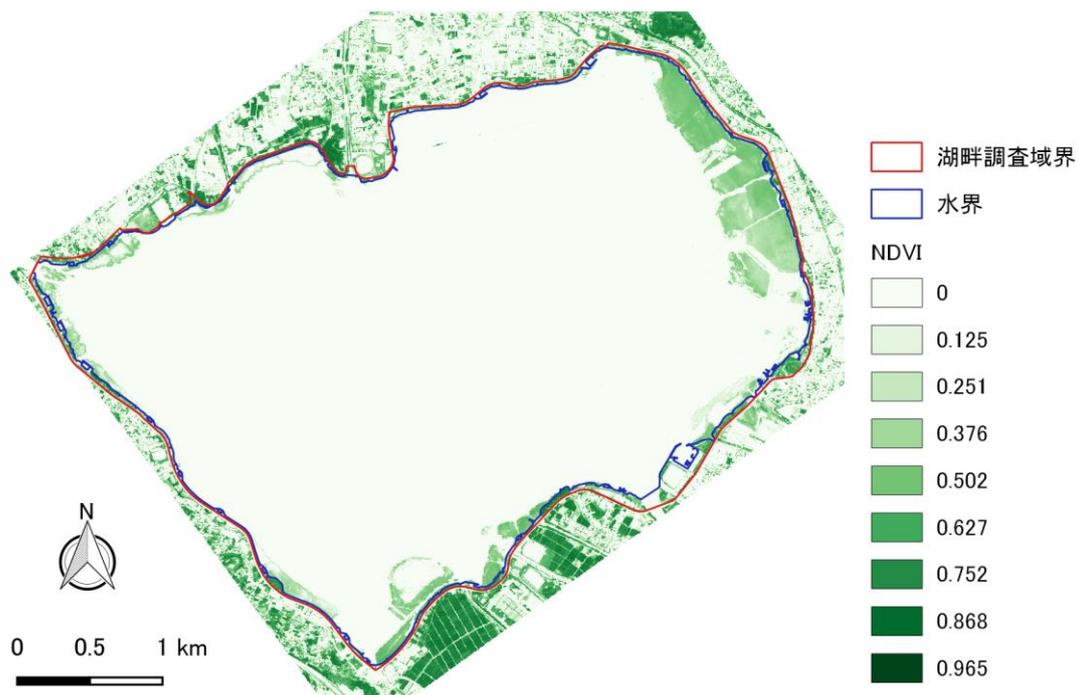


図 1. 諏訪湖湖畔の NDVI 算出結果画像（撮影：2017 年 8 月 9 日）。緑色が濃いほど、植生の量や活性度が高い。

2017 年 8 月 9 日に撮影された WorldView-2 の画像から算出した NDVI では、諏訪湖畔周辺の耕作地や林地、園地が抽出されていることから、抽水植物群落を含む植生域（緑地）が抽出されている（図 1）。湖畔の緑地では、抽水植物群落のほか、園地（芝生地等）も抽出されており、トゥルーカラー画像（人の目の配色と同じように表現した空中写真様のカラー画像）との参照から、抽水植物群落のまとまった分布は B ゾーンに主にみられた。なお、水界内側でも NDVI の正值が確認されているが、その範囲は、これまでに現地調査されたヒシ分布と整合性が高く、ヒシを中心とした浮葉植物群落域を反映したものと考えられる。

#### 9.3.4.2. 湖畔植生・繁殖鳥類相調査

諏訪湖 C・D・E ゾーンで確認された抽水植物群落では、ヨシ、マコモ、クサヨシが優占種となることが多く、他にサンカクイ、ミクリ、外来植物のキシノウブなどが混生した。また、水縁が離れた場所では、エゾノギンギシ、アメリカセンダングサ、オオブタクサ、ハリエンジュ、イタチハギなど路傍性あるいは林縁性の草本、木本もみられた。

湖畔の繁殖鳥類のうち、特に抽水植物群落を主に利用する鳥類（オオヨシキリ、ヨシゴイ、ササゴイ）は、C ゾーン：11 地点 D ゾーン：7 地点 E ゾーン：23 地点で、E ゾーンでの生息密度が最も高かった（図 2）。調査対象範囲で確認される抽水植物群落は、小規模・断片的な群落が多いが、その延長が E ゾーンでは比較的長く、抽水植物群落を主に利用する鳥類が多くみられた可能性がある。ただし、鳥類相は年変動や調査時期による差異も大きいことから、引き続きデータ収集の上、湖畔域での生息動向について検討する必要がある。

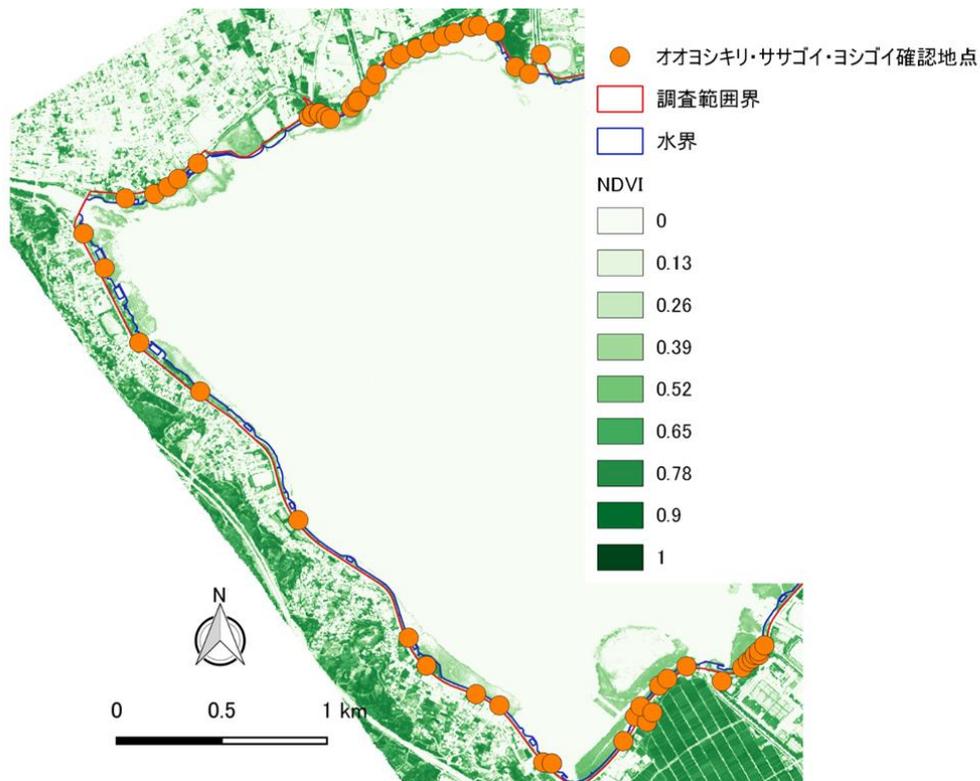


図 2. 諏訪湖 C・D・E ゾーンで確認されたヨシ原性鳥類の生息地点 (2018・2019).

#### 9.3.4.1. 衛星画像による水草分布域の把握

2019年5月から10月にかけて撮影された Sentinel-2 衛星画像では、水界内の水草分布域の季節的な消長が確認された (図 3)。この水草分布域は、上記、湖畔植生 (植生概況把握) で示した WorldView-2 衛星画像の NDVI 画像と同様に、ヒシを中心とした浮葉植物群落域を反映したものと考えられる。

衛星画像から推定される水界内の浮葉植物群落面積の季節変化は、5月下旬に生じ、8月上旬に最大面積 155ha となり、10月下旬には消失する推移を示した (図 4)。この結果は、国内のヒシ属植物の年間の生活史 (公益財団法人リバーフロント整備センター 1996) と概ね一致する。また、水産試験場諏訪支場によるヒシ分布の現地調査 (2019年8月6、7日) の結果では、本年のヒシの面積は 165ha であったことから、衛星画像からの推定最大値 (2019年8月9日) は 10ha 小さかった。この差が生じた原因としては、NDVI で水草とした閾値以下の水域で、わずかにヒシが生育していた場合に現地調査においてはヒシ (低密度階級) として確認されていることが考えられる。

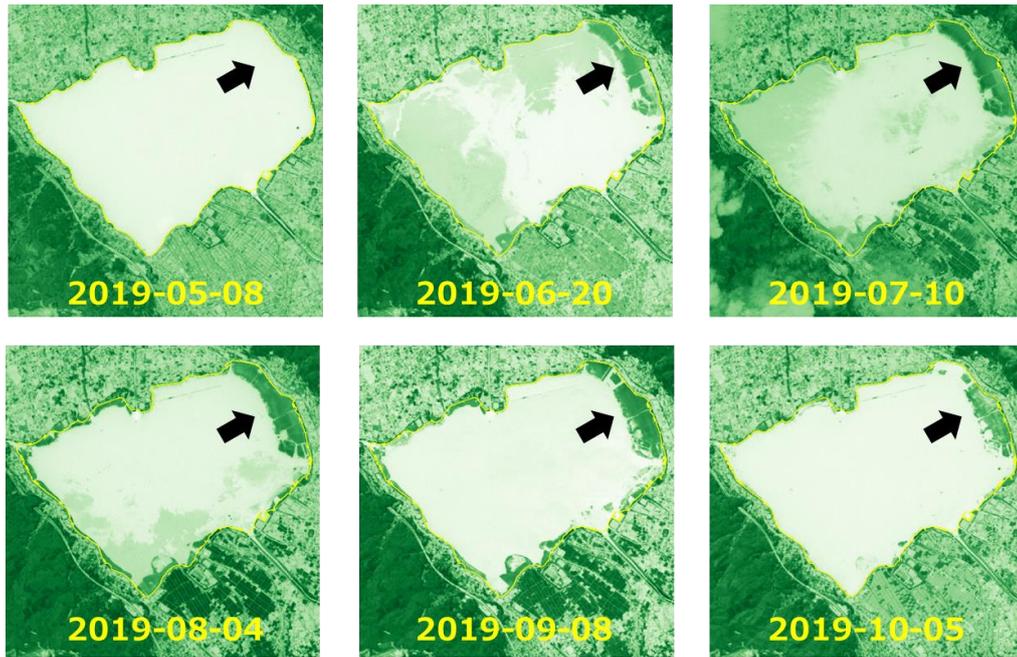


図 3. Sentinel-2 衛星画像から作成した NDVI 画像。NDVI > 0.2 を植生分布域として抽出した。NDVI 画像中の黒矢印は、水界内にみられる、まとまった水草（浮葉植物）群落の分布域を示す。

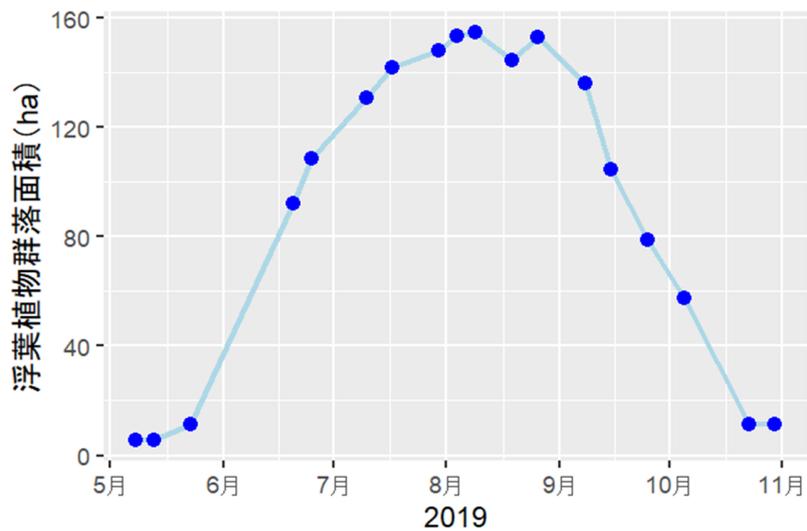


図 4. Sentinel-2 衛星画像から作成した NDVI 画像をもとに算出した、諏訪湖の水生植物（浮葉植物）群落の面積の季節変化。

### 9.3.5. まとめ

- ・諏訪湖 C・D・E ゾーンを中心とした湖畔植生・繁殖鳥類相調査では、湖畔のエコトーンの主要な構成要素となる抽水植物群落は断片的であったが、そのうち、E ゾーンで抽水植物群落を主に利用する鳥類（オオヨシキリ、ヨシゴイ、ササゴイ）の生息密度が高かった。
- ・湖畔だけでなく水界内の水草分布域の調査に衛星画像を活用し、ヒシを中心とした浮葉植物群落の季節的な消長を把握した。

## 第 10 章 ワカサギの鉛直分布条件調査

水産試験場諏訪支場、水大気環境課

### 10.1. 目的

諏訪湖における底層溶存酸素量の類型指定の検討に向け、貧酸素水塊が発生する夏場において湖内の魚探画像を撮影して得たワカサギの分布状況と溶存酸素量の鉛直分布を比較することで、ワカサギの貧酸素耐性等の把握を行うための基礎データを収集する。

### 10.2. 調査日時／方法

#### 10.2.1. 調査日及び地点

令和元年 8 月 27 日（火）の夜間（19 時 30 分～21 時頃）に調査を実施した。

調査地点の位置、座標等は表 1 及び図 1 のとおりとした。

#### 10.2.2. 調査日及び地点

魚群探知機（FUS0 FEG-1041）により魚探画像を撮影し、直近の水温と溶存酸素量（DO）と比較した。併せて、魚投網調査を実施し、魚探で探知されている魚種を確認した。

比較する水温と溶存酸素量は、地点②及び③については多項目水質計（HACH HQ30 d）で測定した値を用い、地点①及び④については、調査地点近傍にて環境保全研究所水・土壌環境部が別途実施した溶存酸素連続測定結果の値を用いた。

表 1 測定地点の座標及び測定方法

調査地点	緯度	経度	直近の溶存酸素量・水温の測定方法
①	36° 02′ 44.44″	138° 04′ 30.00″	地点D（調査地点との距離 30m）の連続測定
②	36° 02′ 50.43″	138° 04′ 51.56″	多項目水質計による鉛直分布測定
③	36° 02′ 59.05″	138° 05′ 01.01″	多項目水質計による鉛直分布測定
④	36° 03′ 28.63″	138° 05′ 53.16″	地点B（調査地点との距離 30m）の連続測定

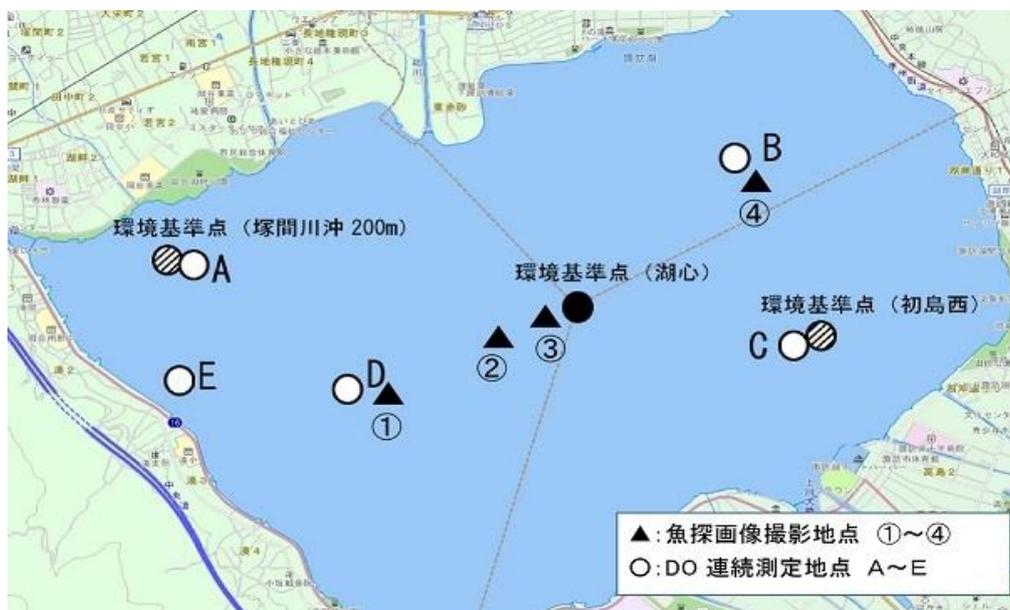


図 1 調査地点

### 10.3. 調査結果

#### 10.3.1. 魚群と溶存酸素量の鉛直分布の比較・検討結果

各地点の魚探画像に溶存酸素量（DO）の測定結果を加えた比較図を図2から図5に、溶存酸素量（DO）及び水温の測定データを表2から表5に示す。

地点①では、水深4m以浅では魚群が確認されたが、4m以深では魚群は確認されなかった。30m離れた連続測定の結果と比較すると、水深3m（DO…2.62mg/L）では魚群が確認されたが、水深5m（DO…0mg/L）では確認されていないことになる。

地点②では、水深4m（DO…2.44mg/L）以浅及び水深4.0mから4.5mの間では魚群が確認されたが、水深4.5m（DO…0.30mg/L）以深では魚群は確認されなかった。

地点③では、水深4m（DO…3.20mg/L）以浅及び水深4.0mから4.5mの間では魚群が確認されたが、水深4.5m（DO…0.45mg/L）以深では魚群は確認されなかった。

地点④では、湖底近くまで魚群が確認された。30m離れた連続測定の結果と比較すると、水深3m（DO…11.31mg/L）だけでなく、貧酸素状態の水深4m（DO…0mg/L）でも確認されている。

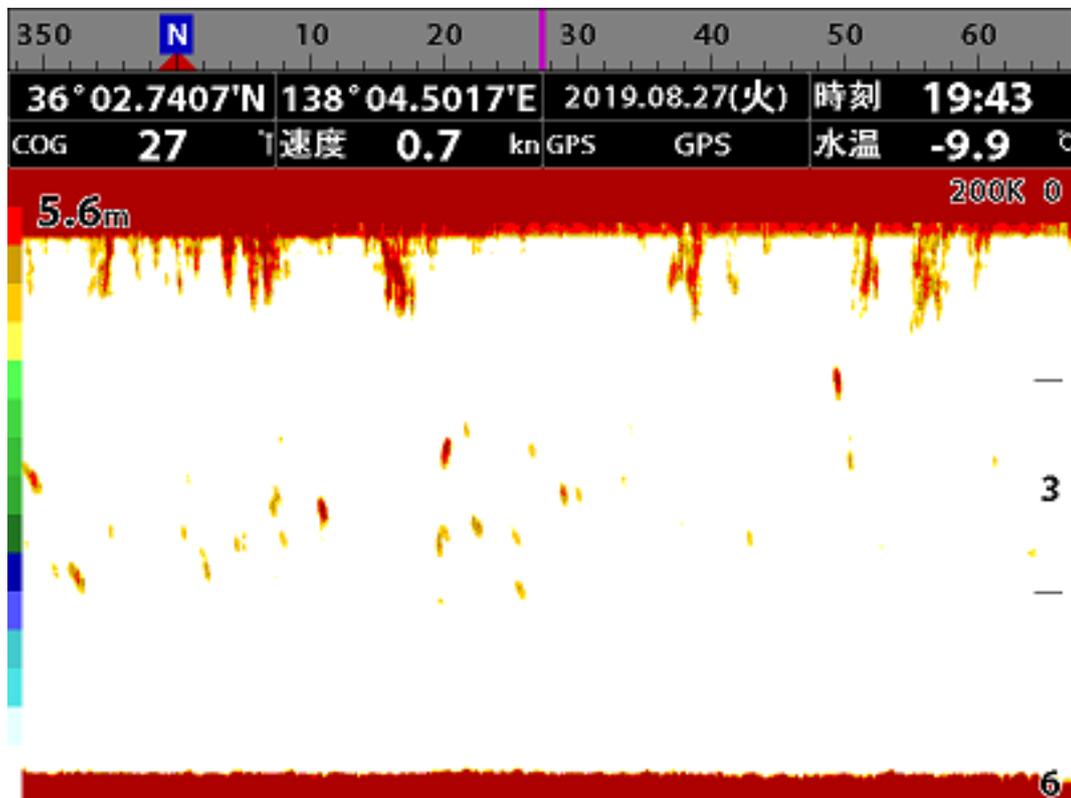


図2 魚探画像（地点①）

表2 溶存酸素量及び水温の測定データ（地点①）

測定日時：令和元年8月27日19時40分		
水深（m）	DO（mg/L）	水温（℃）
0.5	10.95	24.6
3.0	2.62	22.6
5.0	0.00	20.9

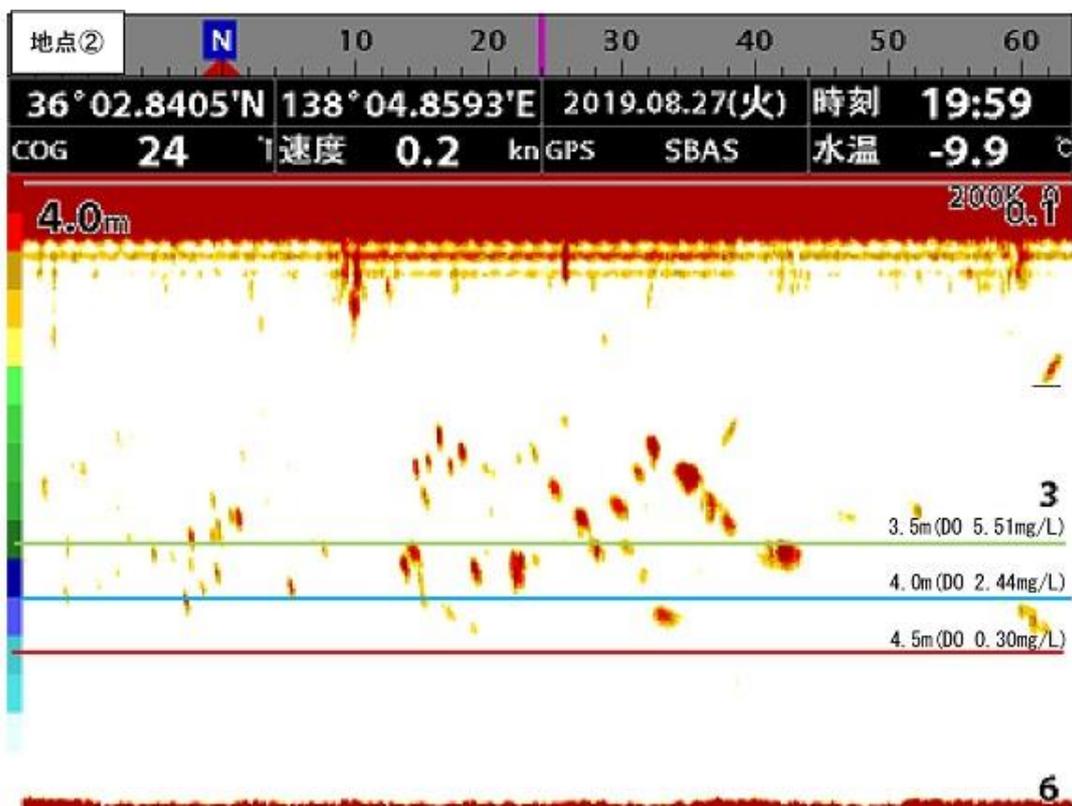


図3 魚探画像及び水深別の溶存酸素量との比較図（地点②）

表3 溶存酸素量及び水温の測定データ（地点②）

測定日時：令和元年8月27日 20時08分		
水深 (m)	DO (mg/L)	水温(°C)
0.2	11.95	24.3
0.5	11.88	24.5
1.0	11.85	24.6
1.5	11.82	24.7
2.0	11.81	24.7
2.5	11.67	24.7
3.0	9.97	23.9
3.5	5.51	22.8
4.0	2.44	22.0
4.5	0.30	21.5
5.0	0.17	21.2
5.5	0.13	21.1

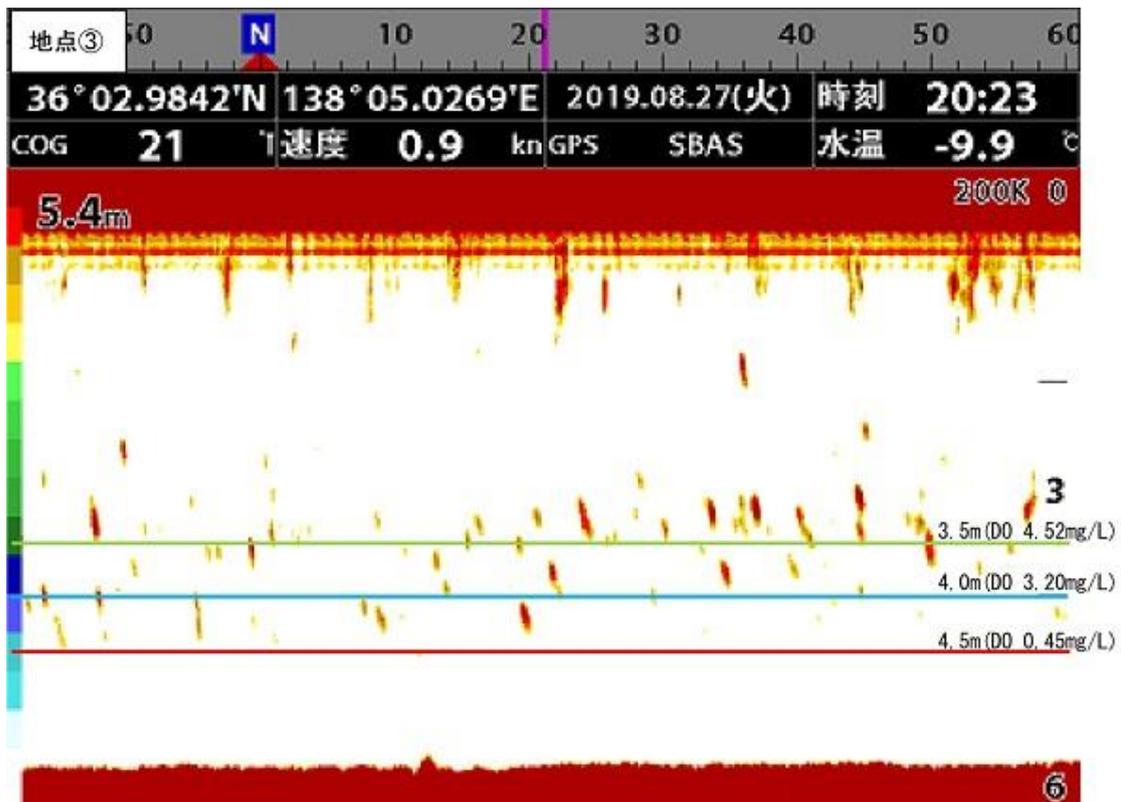


図4 魚探画像及び水深別の溶存酸素量との比較図（地点③）

表4 溶存酸素量及び水温の測定データ（地点③）

測定日時：令和元年8月27日 20時25分		
水深 (m)	DO (mg/L)	水温 (°C)
0.2	12.02	24.2
0.5	12.04	24.4
1.0	12.00	24.5
1.5	11.97	24.6
2.0	11.93	24.6
2.5	11.91	24.7
3.0	8.78	24.0
3.5	4.52	23.1
4.0	3.20	22.2
4.5	0.45	21.6
5.0	0.15	21.2

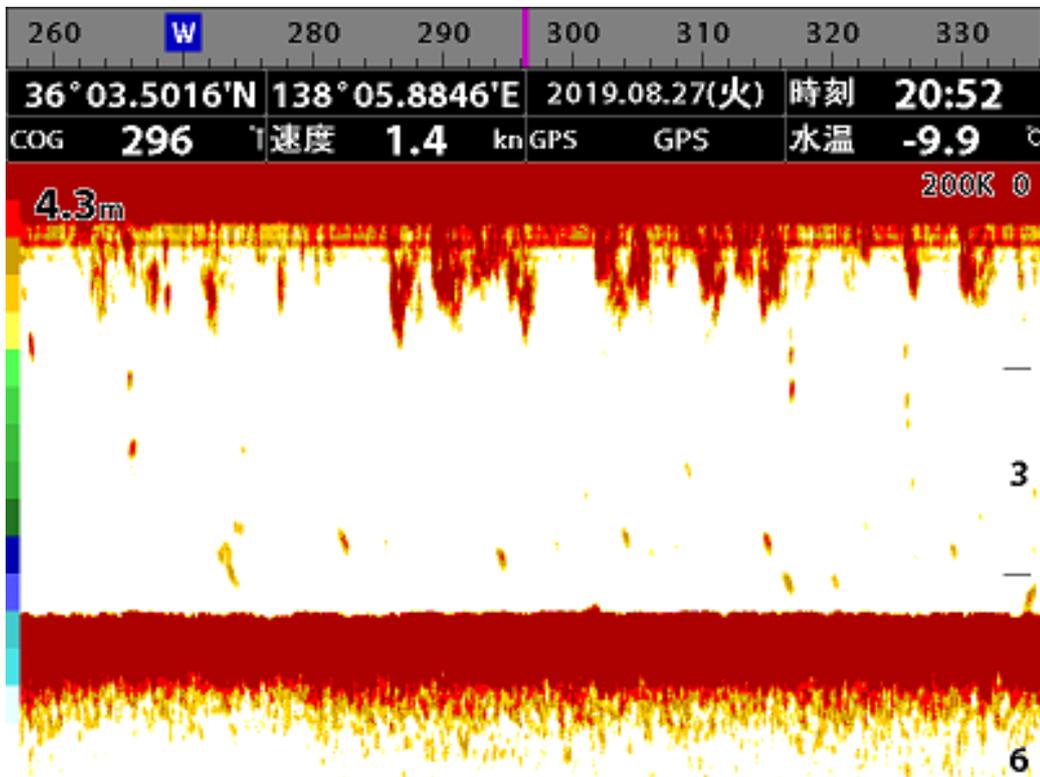


図5 魚探画像（地点④）

表5 溶存酸素量及び水温の測定データ（地点④）

測定日時：令和元年8月27日 20時50分		
水深（m）	DO（mg/L）	水温（℃）
0.5	11.10	25.1
3.0	11.31	24.9
4.0	0.00	22.2

### 10.3.2. 魚投網調査結果

地点①から地点④において投網調査を行った結果を表6に示す。全地点でワカサギのみが確認されたため、魚探画像で撮影された魚群はワカサギである可能性が高いものと推測される。

表6 魚投網調査結果

測定地点	①	②	③	④
ワカサギの拿捕数	6	24	12	2

### 10.3.3. 考察・まとめ

鉛直分布測定を実施した地点②及び地点③において、水温4mと4.5mの間で溶存酸素量、水温ともに差が生じていることから、この間で成層が形成している可能性が推測される。魚群については、水深4mでは確認されたが、水深4.5mでは確認されなかった。なお、全ての地点で水深4.0mから4.5mの間においては魚群らしき影が確認されている。

水深4.0mにおける溶存酸素量の測定最低値は2.44mg/Lであったことから、本調査結果から、ワカサギは少なくとも溶存酸素量2.4mg/L程度までは生息可能であると考えられる。

なお、溶存酸素連続測定の結果と魚探画像の比較については、地点④において、溶存酸素量が0mg/Lの深度においても魚影が確認されたことから、30m離れた地点の測定結果と比較することの妥当性について検討する必要がある。

## 第 11 章 底質環境に関する調査

環境保全研究所水・土壌環境部

### 11.1. 調査目的

湖沼環境保全の点から不可欠な底質環境の改善については、変化の実態についての調査例が少なく、特に沿岸域では不明な点が多い。このため、現在の諏訪湖の底質環境の実態把握を行うとともに過去の底質の状況と比較するほか、底質の酸素消費速度などを測定し、今後の湖内の環境改善対策や新規の環境基準として設けられた底層溶存酸素量の類型指定を行う上での基礎資料を得ることを目的とする。なお、本調査は、信州大学との連携により実施している。

### 11.2. 調査内容

#### 11.2.1. 沿岸域の底質把握調査

##### 11.2.1.1. 調査地点

調査地点を表 1 及び図 1 に示す。調査地点は、1978 年～1980 年に当所が実施した調査(諏訪湖の富栄養化に関する研究、1982 年 3 月)から沿岸域の地点を選定した。

表 1 調査地点一覧

地点番号	位置	水深(m)	備考
1	釜口水門から 250m 沖 (湖心線)	2.4	砂質
5	塚間川河口から 200m 沖 (湖心線)	2.9	
6	横河川河口から 200m 沖 (湖心線)	3.5	
8	古川河口から 200m 沖 (湖心線)	2.9	
10	大沢川河口から 200m 沖 (湖心線)	2.5	
13	柳並川河口から 300m 沖 (湖心線)	2.2	
16	上川河口から 700m 沖 (湖心線)	2.7	砂質
19	武井田川河口から 800m 沖 (湖心線)	5.6	
20	北村沢川河口から 200m 沖 (湖心線)	4.5	
22	鰻沢川河口から 350m 沖	3.9	
(参考)9	古川河口から 800m 沖 (湖心線)	-	過去調査データ

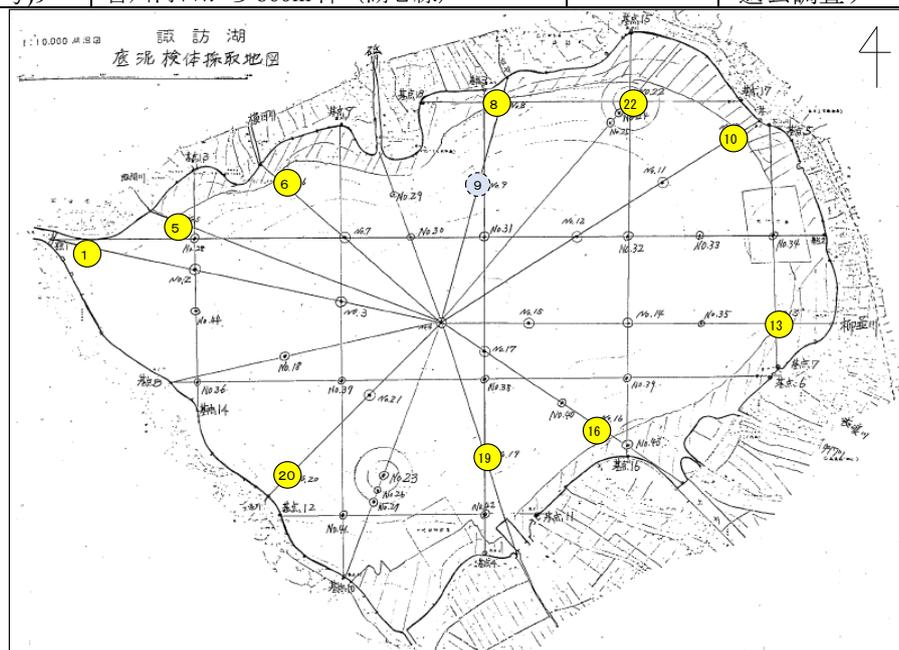


図 1 調査地点図

### 11.2.1.2. 調査時期

春期(4~6月)及び秋期(10月)、採泥は2018年に実施した。

### 11.2.1.3. 採泥方法及び試料調製方法

<採泥方法>

鉛直方向の底質性状を把握するため、底質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11cm、長さ50cm)に採泥厚15cm程度以上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3本の不攪乱底泥コアを採取した。

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

<分析用試料調製方法>

採取した底泥コアサンプルについては、直上水をサイホンで静かに抜き取った後、表層から深さ方向に2cm毎に10cmまで分画し、地点毎3本分を合わせた。分画した底質試料を遠心分離(3000rpm、20分)し、上澄水をガラス繊維濾紙(Whatman GF/B)でろ過し、ろ液を間隙水の試料とした。底質試料は、風乾し分析に供した。

### 11.2.1.4. 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 測定項目及び分析方法

対象	測定項目	分析方法
水質 ・直上水 ・間隙水	全窒素(T-N)	紫外線吸光光度法(JIS K0102 45.2)
	アンモニア性窒素(NH <sub>4</sub> -N)	インドフェノール青吸光光度法(JIS K0102 42.2)
	亜硝酸性窒素(NO <sub>2</sub> -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 <sub>3</sub> -N)	サリチル酸ナトリウム吸光光度法(上水試験方法 10.3)
	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)
	りん酸態りん(PO <sub>4</sub> -P)	モリブデン青吸光光度法(JIS K0102 46.1.1)
底質	強熱減量	底質調査方法 II 4.2
	全窒素	底質調査方法 II 4.8.1.1(中和滴定法)
	全りん	底質調査方法 II 4.9.1
	全硫化物	検知管法(全国漁業協同組合連合会(社)全国かん水養魚協会 硫化物の簡易測定法マニュアル)
	粒度分布	4.75mm、2mm、425μm、75μmの試験ふるいによる分別

## 11.2.2. 底質酸素消費速度調査

### 11.2.2.1. 調査地点

貧酸素の発生原因となる底質の酸素消費速度の実態を把握するため、R1～R2年度の2ヵ年で湖内の調査を実施する。R1年度は環境基準点2地点(湖心、塚間川沖 200m)及び上川河口付近で調査を実施した。調査地点を表3に示す。

表3 調査地点一覧

地点	水深(m)	備考
湖心	5.8	環境基準点
塚間川沖 200m	2.8	環境基準点
上川河口付近	2.4	覆砂場所モニタリング調査対照区② (4.2.2.1. 参照)

### 11.2.2.2. 調査時期

夏季(7～9月)

### 11.2.2.3. 採泥方法

不攪乱柱状採泥器による柱状採泥(4.2.2.3. 参照)

### 11.2.2.4. 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。実験装置を図2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

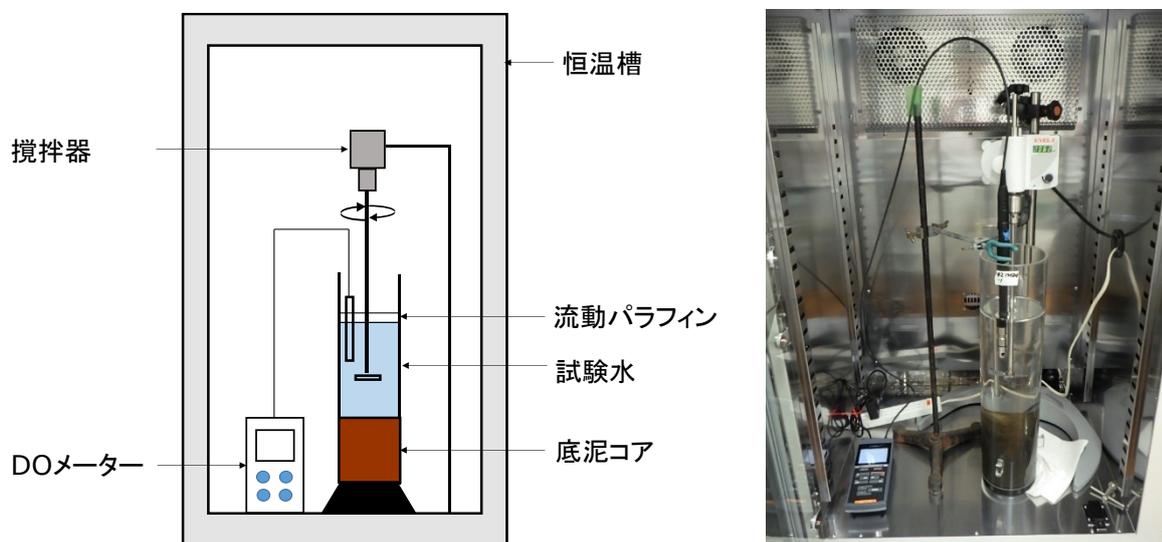


図2 酸素消費速度 実験装置 (左：模式図、右：写真)

### 11.3. 調査結果

#### 11.3.1. 沿岸域底質把握調査

<りん>

底質表層(0-2 cm)の全リン含有量の測定結果及び過去の調査結果(1978-1980)との比較を図 3 に示す。なお、地点 16 は砂質で不攪乱柱状採泥器による採泥が不能であったため欠測とした(以降の調査結果について同様)。

底質表層の全リン含有量の 2018 年平均値は、1978-80 年平均値に対し 39%~93%(全地点平均 66%)であり、過去の調査結果と比較して沿岸域全域で低い傾向が見られた。また、釜口水門~古川河口沖までの沿岸域北西部(地点 1~8)の 2018 年平均値は、他の地点に比べて低い値であった(地点 1~8 : 1.2~1.5 mg/g、地点 10~22 : 1.9~2.3 mg/g)。季節変動(春期、秋期)は、過去調査で大きい傾向が見られたが、本調査の季節変動は小さかった。

底質の鉛直方向(0-10 cm)の全リン含有量の測定結果を図 4 に示す。鉛直方向の全リン含有量は、地点毎に 0-10cm まで概ね一定値であった。一方、過去調査の地点 9(地点 8 より 600m 沖)では、深さ方向に 12cm 前後まで減少傾向であり、12cm 以深は概ね一定値で本調査の 0-10cm と同程度の濃度レベルであった。また、季節変動は、過去調査では見られたが、本調査では見られなかった。

底質の間隙水のりん酸態りんの測定結果を図 5 に示す。間隙水のりん酸態りん濃度の鉛直分布は、季節変動が顕著に見られた。春期について、地点 1~13 及び 22 では鉛直分布の変化が小さく(<0.1 mg/L)、水深が比較的深い地点 19 及び 20 では他の地点より濃度が高く、鉛直分布の変化が大きかった(0.1~0.4 mg/L 程度)。秋期について、深さ方向に濃度が増加する傾向が見られ(地点 13 除く)、概ね 4cm 以深で春期より秋期の方が濃度が高くなっていた(地点 13、20 除く)。なお、間隙水の全リンについてもりん酸態りんと同様の挙動を示していた。

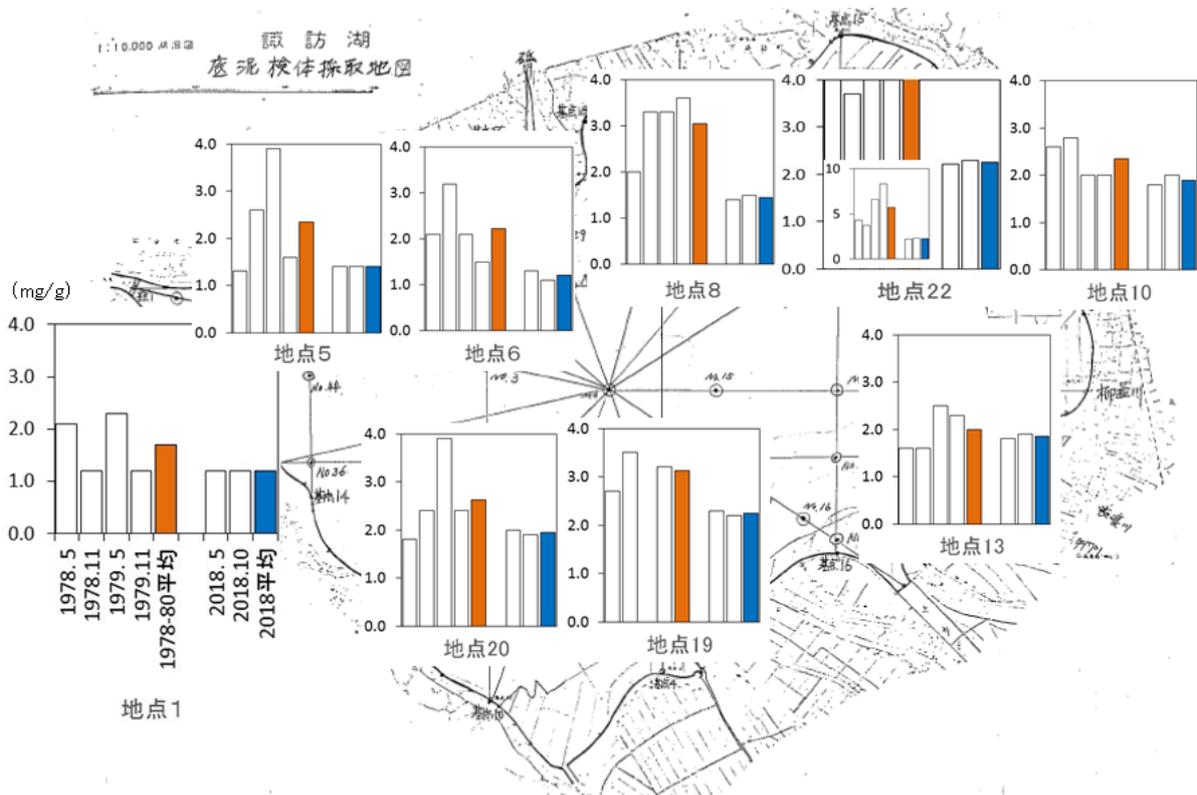


図 3 底質表層の全リンの湖内(沿岸域)分布及び過去調査との比較

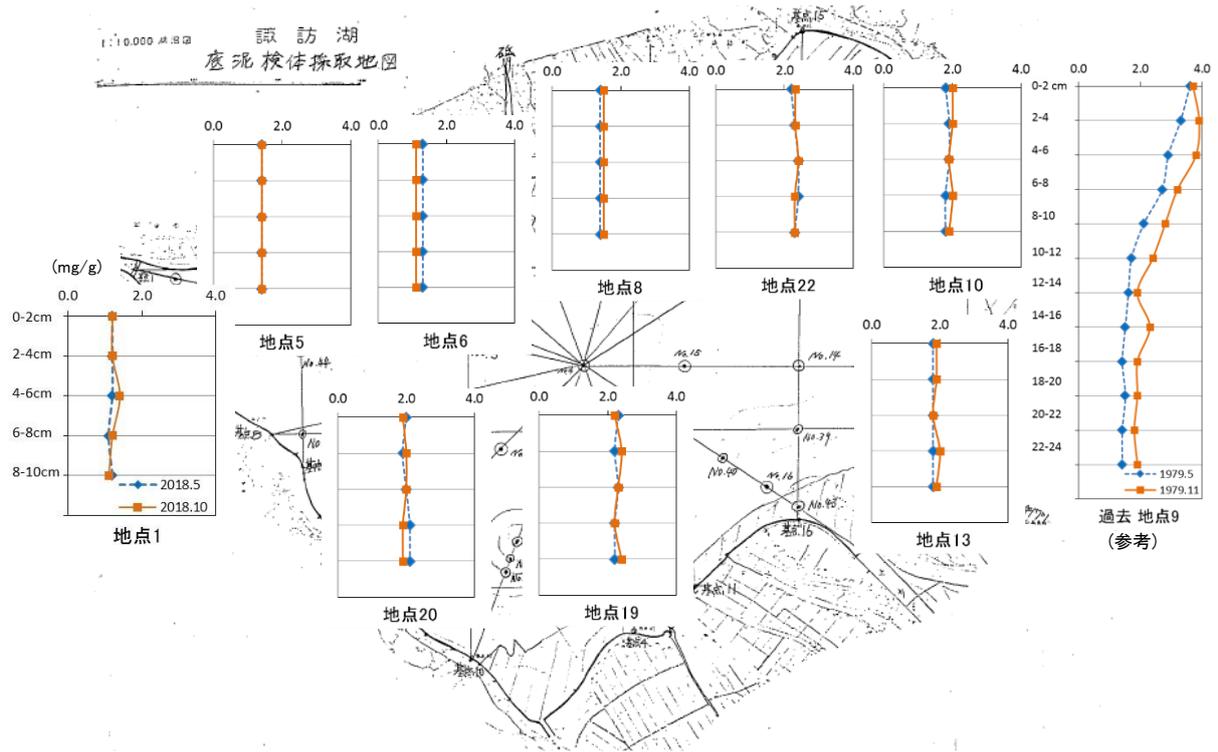


図4 底質の全鉛の鉛直分布

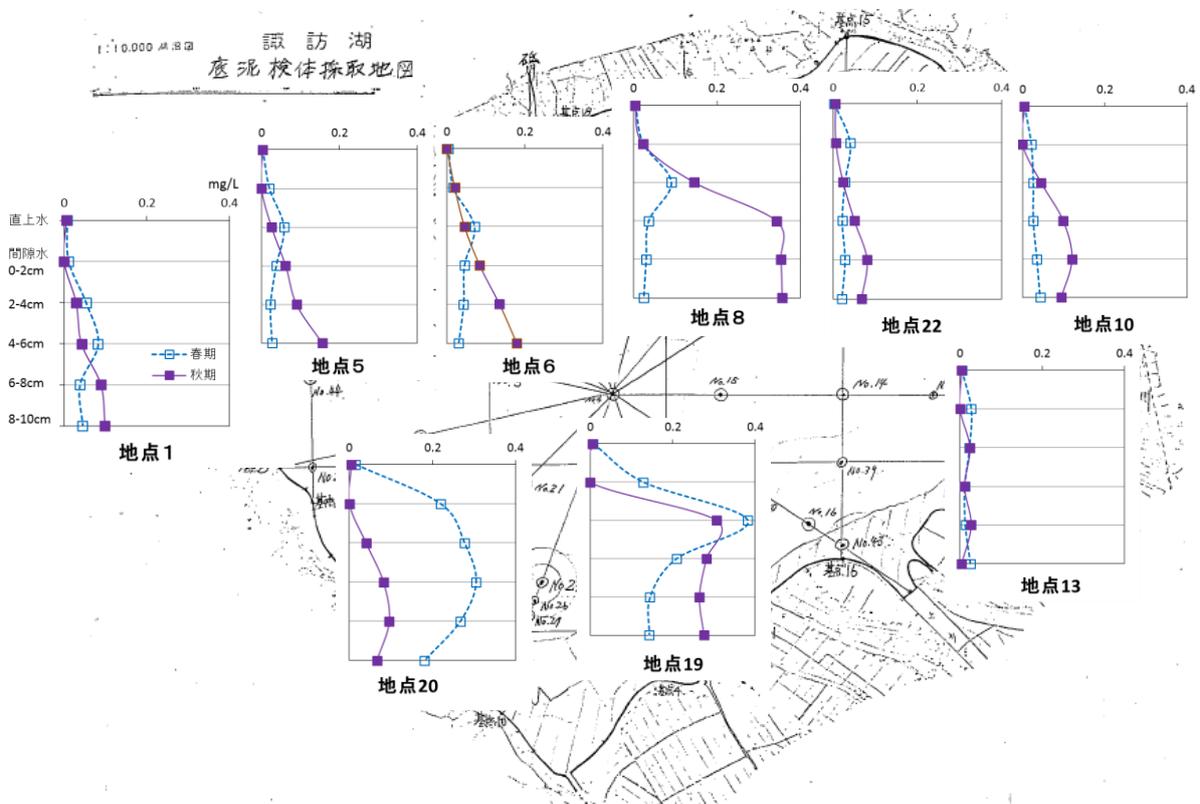


図5 間隙水のりん酸態鉛の鉛直分布

<窒素>

底質表層(0-2 cm)の全窒素含有量の測定結果及び過去の調査結果(1978-1980)との比較を図 6 に示す。

底質表層の全窒素含有量の 2018 年平均値は、1978-80 年平均値に対し 79%~164%(全地点平均 117%)であり、過去の調査結果と比較して同程度又は高い傾向が多く見られた(高い傾向: 地点 10~20、1978-80 年比 127~164%)。また、釜口水門~古川河口沖までの沿岸域北西部(地点 1~8)の 2018 年平均値は、他の地点に比べて低い値であった(地点 1~8 : 3.3~4.0 mg/g、地点 10~22 : 5.6~7.5 mg/g)。季節変動は、過去調査で大きい傾向が見られたが、本調査の季節変動は小さかった。

底質の鉛直方向(0-10 cm)の全窒素含有量の測定結果を図 7 に示す。鉛直方向の全窒素含有量は、地点 1~8、20 及び 22 で地点毎に 0-10cm まで概ね一定値であった。地点 10、13 及び 19 の秋期は、深さ方向に変化(減少傾向)が見られた。一方、過去調査の地点 9 では、深さ方向に 10cm 前後まで減少傾向であり、10cm 以深で概ね一定値であった。また季節変動は、過去調査、本調査ともに小さかった。

底質の間隙水の全窒素及び各態窒素の測定結果を図 8 に示す。なお、各態窒素については、NH<sub>4</sub>-N 及び NO<sub>3</sub>-N の秋期が欠測、NO<sub>3</sub>-N の春期は直上水又は 0-2cm で 0.1~0.3 mg/L 程度、NO<sub>2</sub>-N は全試料で<0.02 mg/L であったため、NH<sub>4</sub>-N の春期の値のみ図中に示す。間隙水の全窒素濃度の鉛直分布は、季節変動が顕著に見られた。春期について、沿岸域全域で鉛直分布の変化が小さかった(< 3 mg/L、地点 19 除く)。秋期について、深さ方向に濃度が増加する傾向が見られ、特に地点 10、13 及び 19 では増加傾向が顕著で、値も高かった(最大 3.9~6.1 mg/L)。また、春期の窒素形態はアンモニア性窒素が主であった。

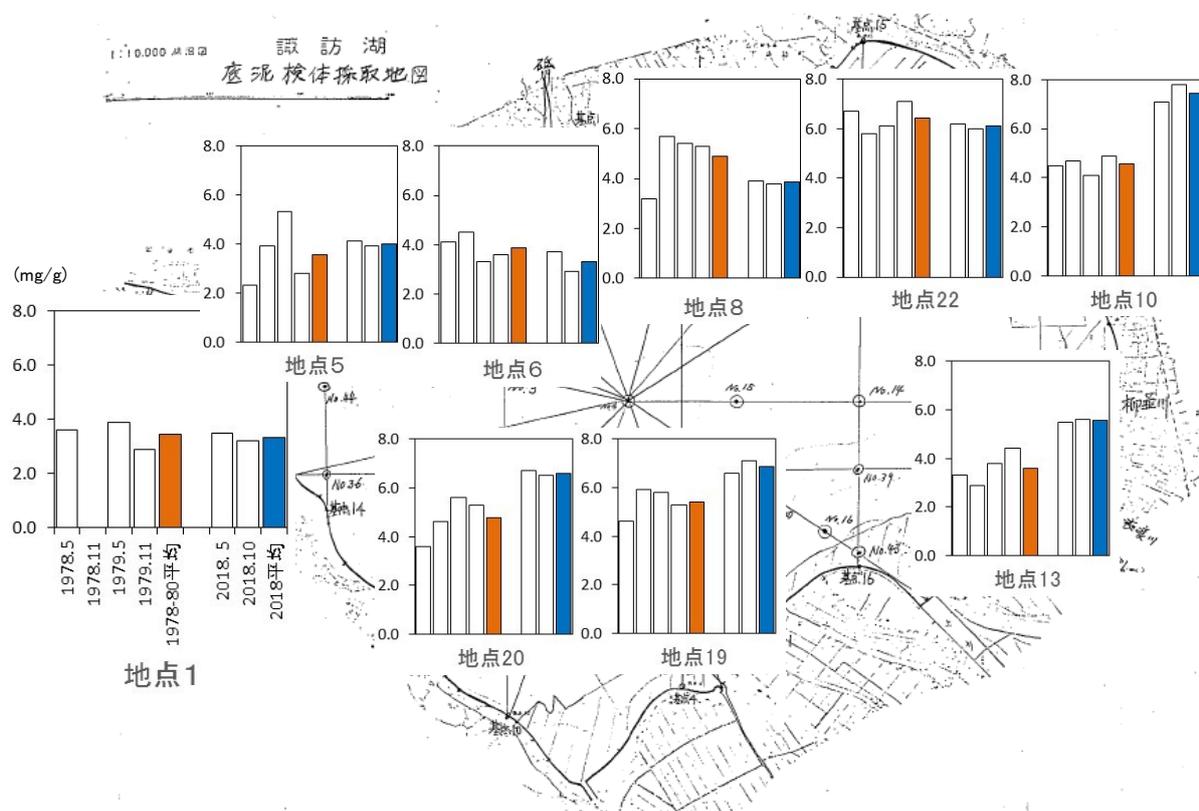


図 6 底質表層の全窒素の湖内(沿岸域)分布及び過去調査との比較

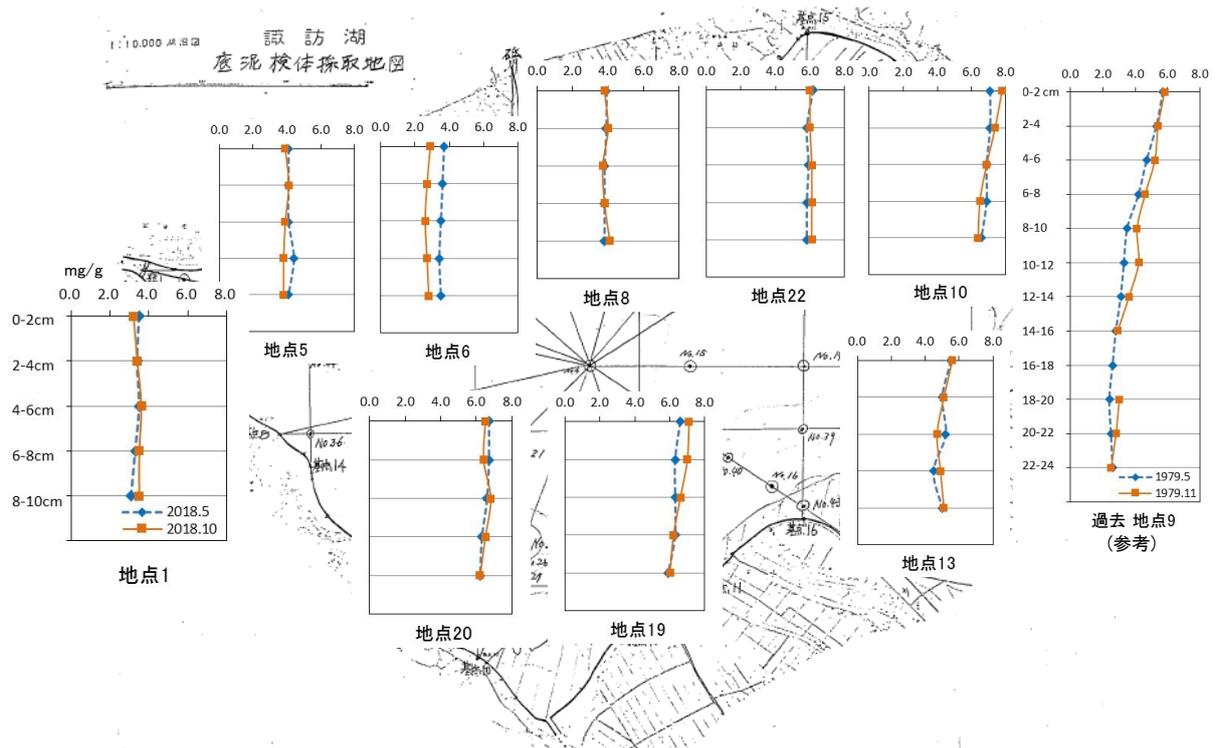


図7 底質の全窒素の鉛直分布

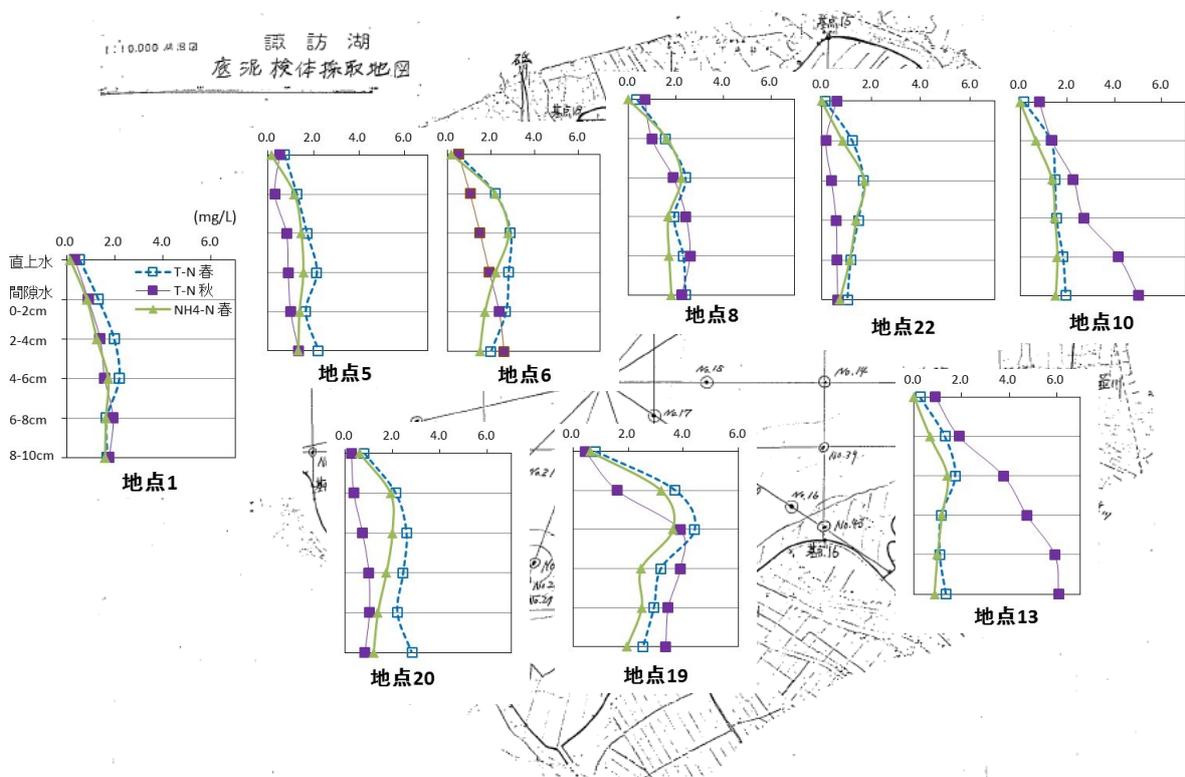


図8 間隙水の窒素の鉛直分布

<強熱減量>

底質表層(0-2 cm)の強熱減量の測定結果及び過去の調査結果(1978-1980)との比較を図9に示す。

底質表層の強熱減量の2018年平均値は、1978-80年平均値に対し80%~117%(全地点平均98%)で、過去の調査結果と比較して全地点平均は同程度であるが地点毎に傾向は異なっていた(低い傾向：地点6、8及び22、同程度：地点1、5、19及び20、高い傾向：地点10及び13)。また、釜口水門~古川河口沖までの沿岸域北西部(地点1~8)の2018年平均値は、他の地点に比べて低い値であった(地点1~8：11~13%、地点10~22：15~19%)。季節変動について、過去調査では大きかったが、本調査では小さかった

底質の鉛直方向(0-10 cm)の強熱減量の測定結果を図10に示す。鉛直方向の強熱減量は、地点毎に0-10cmまで概ね一定値であった。一方、過去調査の地点9では深さ方向に減少傾向であった。季節変動について、過去調査では大きかったが、本調査では小さかった。

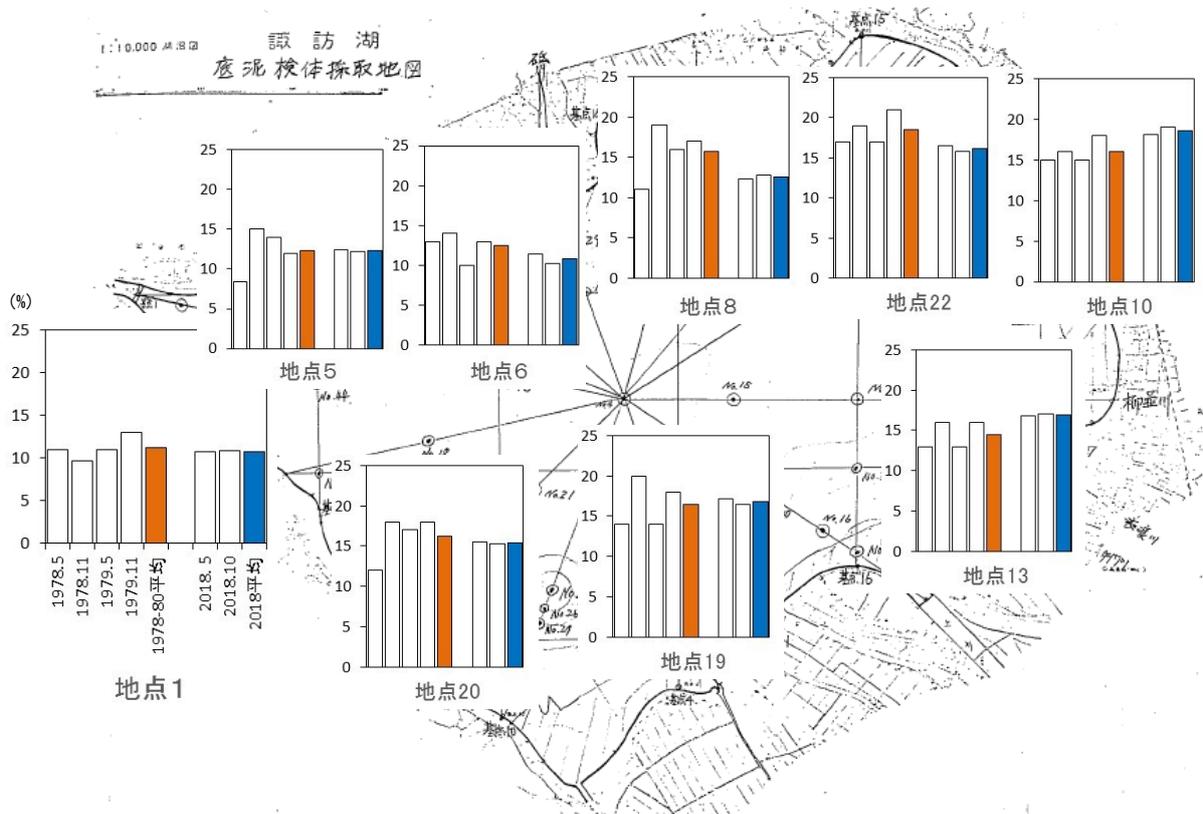


図9 底質表層の強熱減量の湖内(沿岸域)分布及び過去調査との比較

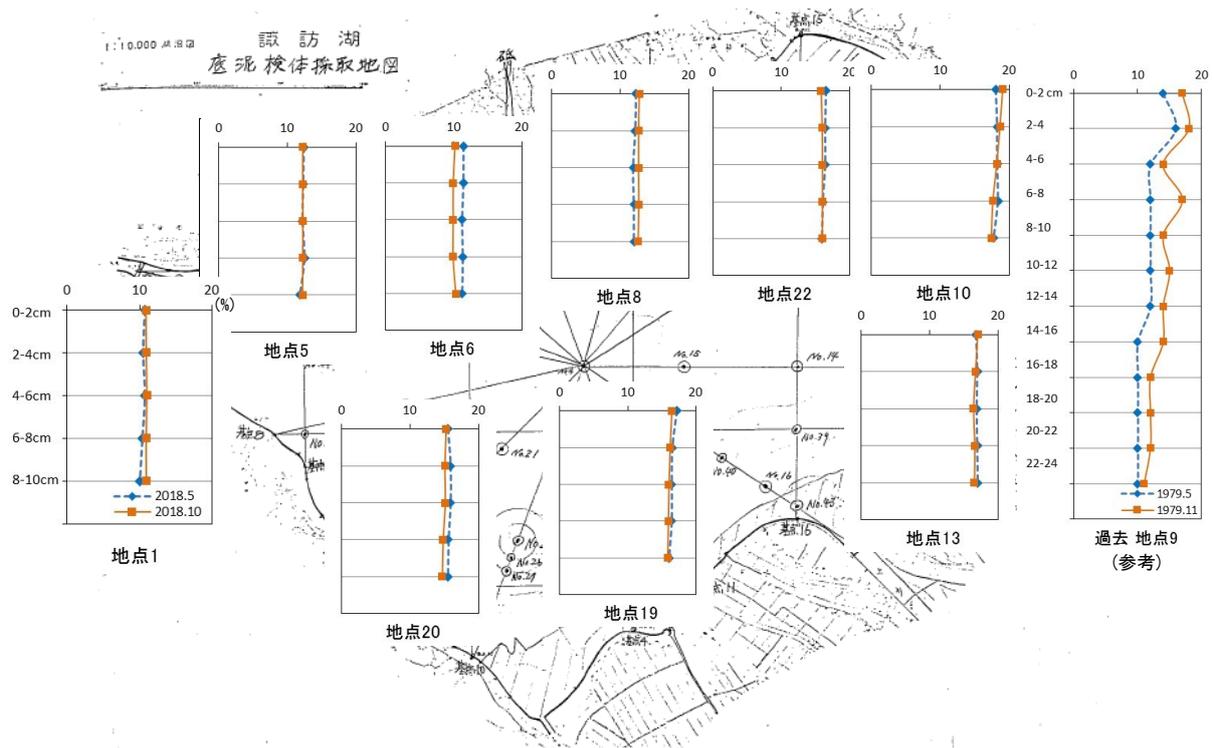


図 10 底質の強熱減量の鉛直分布

<全硫化物>

有機物の分解環境によっては、硫化水素による底生生物への影響が懸念されるため、そのポテンシャルとして全硫化物を調査した。測定結果を図 11 に示す。沿岸域全域的に秋期の方が濃度が高く(対春期比 140~420%、地点 6 を除く)、季節変動が顕著に見られた。特に、秋期の地点 10、19~22 で高い濃度であった(0.70~0.93 mg/g-dry)。この季節変動は、上川河口付近で継続して実施している覆砂場所モニタリング調査(2017~)においても同様に確認されている。

[参考] 水産用水基準値：海域では 0.2 mg/g-dry 以下

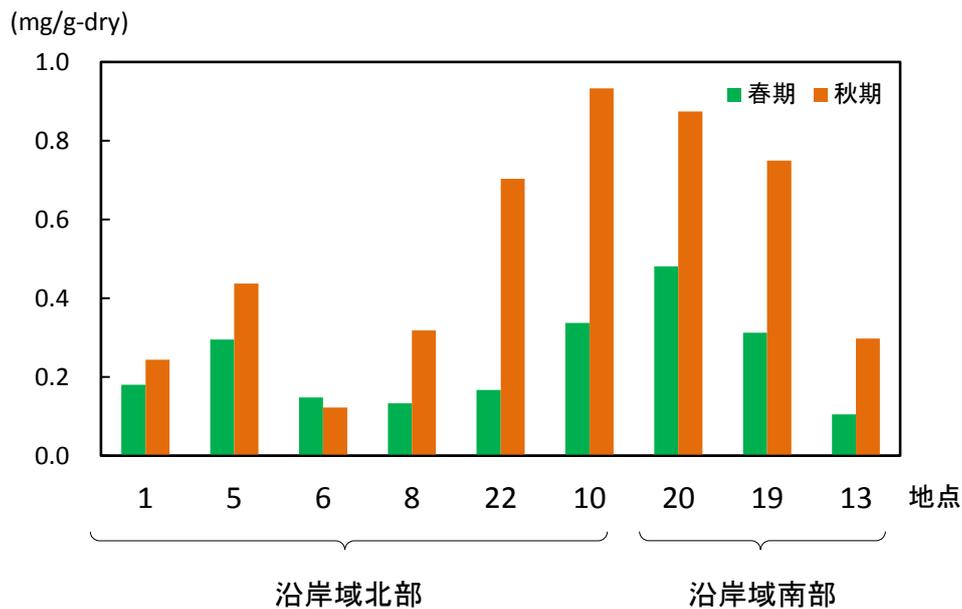


図 11 底質の全硫化物の測定結果

### 11.3.2. 底質酸素消費速度調査

測定結果を表 4、図 12 に示す。酸素消費速度は、DO 経時変化図の近似曲線の傾きが段階的に変化していたため、試験開始から直線的に DO が減少する期間を対象に、DO 減少量を底泥の表面積と時間で除して算出した。また、直上水に用いた試験水についても同条件で DO 経時変化を計測して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。

夏期の調査では、湖心の酸素消費速度は平均で 1.74 g/m<sup>2</sup>/d、塚間川沖 200m は平均 1.60 g/m<sup>2</sup>/d、上川河口付近は平均 1.10 g/m<sup>2</sup>/d(4.2.3.3. 参照)であった。表 4 に示す底泥表層(0-1cm)の強熱減量との関係について、強熱減量の値が高い湖心、塚間川沖 200m で酸素消費速度が大きく、底泥に含まれる有機物量が多いと高い酸素消費速度となる傾向が見られた。また、塚間川沖 200m については、底泥コア表面に堆積していた植物プランクトンが酸素消費を促進したと考えられる。

DO 連続測定結果(2.3. 参照)より、湖心では 8 月下旬～採泥日(9/3)まで底層が貧酸素状態(<3 mg/L)にあり底泥表面が嫌気的環境下であったことから、湖心の酸素消費速度試験において培養初期(概ね 10 時間以内)に観測された著しい DO の減少(図 13)は、還元性物質による酸素消費に起因している可能性がある。また、図 13 に示す湖心の底泥コアサンプルの酸素消費速度について、本測定条件下(水柱高さ 25 cm、酸素供給無し)では、DO 飽和状態から約 30 時間程度で貧酸素状態(<3 mg/L)になることが確認された。

また、底泥の不均一性を考慮して測定値のバラつきを確認したところ、湖心、上川河口付近の変動係数は 11～16%であり、基準はないが変動係数 20%程度を目安とすれば妥当な範囲であった。なお、変動係数が 20%以上であった塚間川沖 200m については、底泥コア表面に堆積した植物プランクトンの影響でバラつきが大きくなったと考えられる。

表 4 酸素消費速度測定結果 (g/m<sup>2</sup>/day)

試料名	サンプル数	最小値	最大値	平均値	CV %	採泥日	水温 (°C)	強熱減量 (%)
湖心・夏期	5	1.56	2.00	1.74	11	9/3	20.9	14.4
塚間川沖200m・夏期	4	1.11	2.09	1.60	27	9/17	23.2	12.2
上川河口付近・夏期	4	0.89	1.31	1.10	16	7/24	23.6	10.8
上川河口付近・秋期	6	0.72	1.01	0.82	13	10/24	14.5	10.6

※水温：現地の底層水水温、強熱減量：底泥コアの表層 0-1 cm の測定値

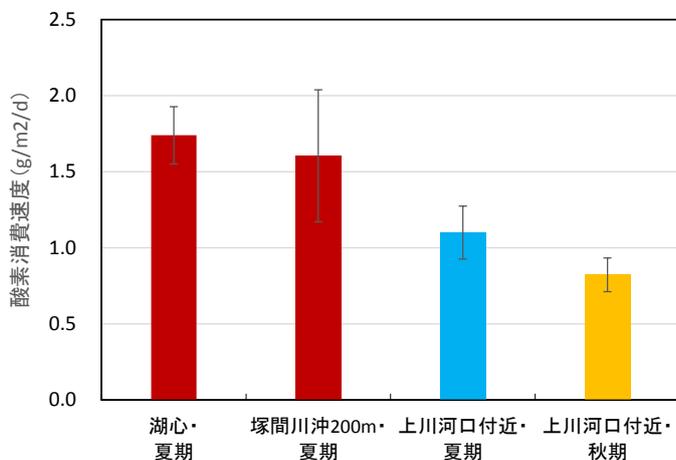


図 12 酸素消費速度(エラーバーは測定値の標準偏差を示す)

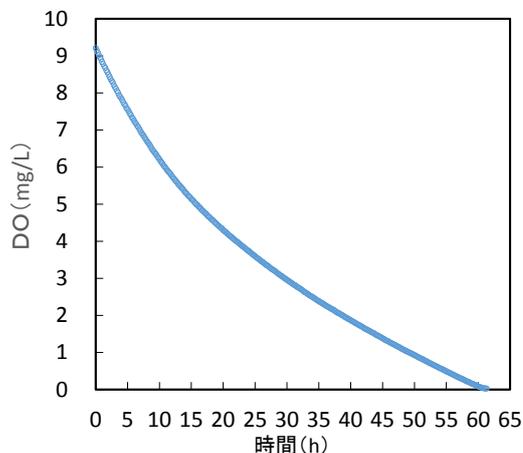


図 13 DO 経時変化(湖心)

#### 11.4. 考察・まとめ

湖内沿岸域において不攪乱柱状採泥コアを採取し、鉛直方向の底質性状の実態及び過去からの変化を把握した。

底質表層の全りん含有量は、過去調査と比較して沿岸域全般で低い傾向であった。また、過去調査では季節変動が顕著に見られたが本調査では小さかった。鉛直分布について、過去調査が深さ方向に減少傾向であるのに対し、本調査では地点毎に 0-10 cm まで概ね一定値であった。このような底質の変化は、1979 年の諏訪湖流域下水道の供用開始により湖内へのりん流入負荷量が大幅に減少したこと(2018 年 3 月末下水道普及率 99%)、湖水中のりん濃度の減少・水質改善による植物プランクトンの増殖抑制(死滅により湖底へ沈降・堆積)などが要因の一つと考えられる。

また、全りん含有量の 2018 年の水平分布から、湖内北西部の地点の値が他の地点に比べて低い傾向が見られた。この水平分布の特徴について、信州大学が調査した底質表層の粒度分布測定データ(2016 年秋)※<sup>1</sup>によると湖内北西部の地点の平均粒径は平均 98  $\mu\text{m}$  で他の地点(平均 28  $\mu\text{m}$ 、地点 13 除く)より大きく、底質粒子の表面積が小さいこと、また主要流入河川について、湖内南部に流入する上川、宮川と比較して北部に流入する横河川、砥川の汚濁負荷が小さいことなどが影響している可能性が考えられる。なお、全窒素含有量、強熱減量及び全硫化物の値についても全りんと同様の水平分布の特徴が見られた。

一方、底質表層の窒素含有量は、過去と比較して同程度又は高い傾向が多く地点で見られた。特に増加傾向が大きい地点 10 及び 13 (強熱減量も同様)について、1980 年頃水生植物の分布域は観察されなかったが 2000 年頃からヒシが大量に繁茂し、現在、同地点ではヒシやクロモが繁茂しており、栄養塩類を固定化したヒシ等の堆積が一つの要因として考えられる。今後、水生植物帯における調査を重点的に実施し底質性状との関係性を評価したい。

酸素消費速度調査については、R1 年度に初めて調査を実施し、湖心及び沿岸域の測定データが得られ、またデータ数は少ないが底泥コア表面の強熱減量と一定程度の正の相関が見られた。R2 年度も継続して調査を実施し湖内の実態把握を進める予定である。

(参考文献)

※1 吉原茜(2018)：諏訪湖底質における形態別リンの分布，信州大学理学部物質循環学科平成 30 年度卒業論文

令和元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。

諏訪湖の溶存酸素濃度については、湖内全域の溶存酸素濃度測定（諏訪湖全域を網羅する 21 地点における月 1 回の調査）と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 5 月下旬～12 月上旬の連続測定）により、令和元年度も引き続き、水平分布、鉛直分布、変動等の把握に努めた。令和元年度の湖内全域の溶存酸素濃度測定結果からは、調査を始めた 5 月から、6 月、7 月、8 月と盛夏期に向かって貧酸素化が進み、9 月以降は貧酸素状態が徐々に改善に向かい、10 月には解消した。貧酸素や無酸素状態のピークは、平成 30 年度は 7 月であったが、令和元年度は 8 月であった。溶存酸素濃度等連続測定からは、水深の深い湖心、B 地点、D 地点および E 地点で、5 月下旬から 10 月下旬まで貧酸素状態（DO 濃度 < 3 mg/L）となることもあり、6 月後半～9 月前半の時期を中心に継続的な貧酸素化が生じていた。（第 1 章、第 2 章）

プランクトン調査の結果のうち、植物プランクトンについては、平成 30 年 12 月から増加し始めた珪藻類の細胞数は、平成 31 年 2 月にピークとなり、4 月には減少した。緑藻類は 8 月から 10 月に優占種でありピークは 9 月前半であった。一方、動物プランクトンについては、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も左右されていた。この傾向は 3 年間（平成 29 年から令和元年度）とも共通していた。令和元年度の動物プランクトン総数は、6 月上旬、8 月上旬および 3 月中旬に 3 回急増した。平成 29、30 年度における動物プランクトンのピーク時期は、それぞれ 5 月上旬および 10 月下旬で、3 年間で異なっていた。（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、シジミ放流試験、淡水シジミ生育調査、底生生物定性調査を実施した。

水質調査結果からは、湖岸通り区では、試験区は対照区より低い濃度であることから、覆砂による改善効果として、底泥からのアンモニア性窒素やりん酸態りんの溶出抑制が考えられた。溶存酸素（DO）濃度については底泥の酸素消費以外に水草の有無や水深の影響も受けるため、今後、更なる検討が必要と考えられた。底質調査では、強熱減量、全窒素等の測定結果から明瞭な改善効果が見られ、覆砂から 4 年経過した渋崎区、3 年経過した湖岸通り区の両方においても、その効果が維持されていることが確認された。シジミ放流試験では、淡水シジミの生存率は覆砂区が対照区より高い傾向であった。淡水シジミの稚貝が覆砂区の渋崎①、湖岸③及び④で確認され、再生産されていた。淡水シジミの生育密度については令和元年度と比較すると渋崎地区では低下したが、湖岸通り地区では上昇した。ヤマトシジミの生存率は覆砂区及び対照区で有意差はないが、殻長の成長については有意差があり、覆砂における成長改善効果が令和元年度も引き続き見られた。底生生物調査では、魚類はモツゴ、ヌマチチブ、ブルーギルおよびカラドジョウが捕獲され、モツゴは対照区（泥地）の方が覆砂区よりも多かった。甲殻類はテナガエビおよびスジエビが捕獲され、テナガエビは覆砂区、スジエビは対照区で多く捕獲された。貝類はタニシで、覆砂区で捕獲された。（第 4 章）

ヒシ刈り取り場所のモニタリングからは、諏訪湖の水質に、ヒシやクロモなどの水草の有無や種類が影響を与えているものと考えられた。また、有機態及び無機態の窒素やリン等が水中、植物の体内、底質中を量と時期を変えながら循環している状況が確認できた。このような水質及び物質循環特性のある諏訪湖において、ヒシの除去は物理的に窒素やリン等の湖外への排出になるため、水質改善効果が期待されるものの、本調査において目に見える形で大きく水質が改善され

てきている状況は確認できなかった。一方で、水草に関しては、ヒシ刈りを行うことによりクロモが生育し易くなる状況が確認されるとともに、日赤沖の非覆砂箇所のようにクロモ以外にもササバモやセキショウモなどの多種の水草が確認された場所もあることから、ヒシ除去の効果が徐々に出てきたものと考えられた。(第5章)

ワカサギの資源量調査では、0歳魚(小公)の平均体重、平均体長および平均肥満度は、平成28年度、29年度に次いで3番目に大きかった。1歳魚(大公)が全体に占める割合は24.2~51.0%で、例年の数%よりはるかに多かった。(第6章)

宮川流域汚濁負荷実態調査では、流量及び全窒素、全りん、COD、SSの濃度・負荷量調査を実施したところ、全ての項目で濃度と負荷量が平常時より降雨時の方が増加する傾向にあった。また、全窒素・全りんの濃度範囲の傾向をまとめると、宮川支流の測定地点を、左岸グループ・右岸下流グループ・右岸上流グループの3グループの分類にまとめられた。それから、安国寺橋(宮川)における年間の流量及び全窒素・全りんの負荷量を推測したところ、3~4月に融雪、7月に梅雨、10月に台風の影響により負荷量が増加した。出水時(豊水流量)の全窒素、全りんの負荷量が全体の約6~8割を占めていた。それに、土地の利用種別による比負荷量を比べると平常時と降雨時で顕著な差があった。全窒素では、その他の農用地からの比負荷量が高く、平常時と降雨時で比較すると10倍程度降雨時が高かった。全りん及びCODは両者とも、平常時は田、降雨時は建物(常住)の比負荷量が高かった。SSは、平常時は建物(常住)、降雨時はその他の農用地の比負荷量が高かった。森林の比負荷量は、いずれの項目においても、平常時、雨天時とも小さかった。また、田の比負荷量は平常時、降雨時のCODは同程度であったが、他の項目は平常時より降雨時のほうが小さかった。(第7章)

流入河川水量等調査では、塚間川・横河川・承知川・砥川・上川の水温と、河口付近の諏訪湖内の水温を比較したところ、河川の方が低かった。横河川は、他の河川に比べて水溫が低い傾向にあった。また、河川水が諏訪湖の数百m沖合の水質に与える影響は小さかった。(第8章)

諏訪湖におけるヒシおよび水生植物の分布調査では、ヒシの繁茂面積は165haで、平成30年より2ha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。平成25年度の調査以来、クロモの分布面積は最大、エビモの面積は最小となった。メガネサナエのモニタリングでは、9月上旬に個体数が多く観察された。オスが多く、川の壁面に静止しているものや川の水面上を飛翔してトリリーを形成しているものが観察された。湖畔の動植物モニタリング調査では諏訪湖C・D・Eゾーンを中心に湖畔植生・繁殖鳥類相調査を行い、湖畔のエコトーンの主要な構成要素となる抽水植物群落は断片的であったが、そのうち、Eゾーンで抽水植物群落を主に利用する鳥類(オオヨシキリ、ヨシゴイ、ササゴイ)の生息密度が高かった。また、湖畔だけでなく水界内の水草分布域の調査に衛星画像を活用し、ヒシを中心とした浮葉植物群落の季節的な消長を把握した。(第9章)

ワカサギの鉛直分布条件調査では、貧酸素水塊が発生する夏場に湖内の魚探画像と溶存酸素量の鉛直分布を比較した。魚群は水深4.0mまで確認されたが4.5mでは確認されなかった。水深4.0mにおける溶存酸素量の測定最低値が2.44mg/Lであったことから、ワカサギは少なくとも溶存酸素量2.4mg/L程度まで生息可能であると考えられた。(第10章)

底質環境に関する調査では過去調査(1978~1980年)と比較すると底層表層の全りん含有量は沿岸域全般で低い傾向を示すが、窒素含有量は同程度か高い傾向を示した。全りん含有量の鉛直分布を比較すると過去調査は深さ方向に減少するが本調査では0-10cmまで概ね一定値であった。要因の一つとして、りんは諏訪湖流域下水道によるりん除去により湖水へのりん流入負荷量の大幅な減少や植物プランクトンの減少、窒素はヒシが繁茂している湖内東部の地点では栄養塩類を固定化したヒシ等が枯れて湖底へ堆積することが考えられた。(第11章)



# 資料編

- 1 覆砂場所のモニタリング調査（第4章）関係
  - 資料1-1 覆砂場所のモニタリング調査 水質測定データ ・資- 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 ・資- 4
- 2 宮川流域汚濁負荷実態調査（第7章）関係
  - 資料2-1 測定地点の位置 . . . . 資- 5
  - 資料2-2 測定値の表示方法と負荷量・平均値の計算方法 ・資- 6
  - 資料2-3 測定結果(測定日順) . . . . 資- 7
  - 資料2-4 河川グループ分類ごとの河川流量・負荷量・濃度の経時変化  
. . . . 資-1 2
  - 資料2-5 宮川流域全体の土地利用種別の面積 . . . . 資-2 1
  - 資料2-6 弓振川・蟹出川の各流域における土地利用種別毎の面積  
. . . . 資-2 3
- 3 流入河川水量調査（第8章）関係
  - 資料3-1 測定地点 . . . . 資-2 4
  - 資料3-2 水深と流量の測定 . . . . 資-2 8
- 4 ワカサギの鉛直分布の条件調査（第10条）関係
  - 資料4-1 測定記録表 . . . . 資-2 9
- 5 底質環境に関する調査（第11章）関係
  - 資料5-1 諏訪湖底質環境調査 間隙水等測定データ . . . . 資-3 0
  - 資料5-2 諏訪湖底質環境調査 底質測定データ . . . . 資-3 2



資料 1 - 1 覆砂場所のモニタリング調査 水質測定データ

< 5 月 >

項目	渋崎① 表層	渋崎① 底層	渋崎② 表層	渋崎② 底層	湖岸通③ 表層	湖岸通③ 底層	湖岸通⑥ 表層	湖岸通⑥ 底層
採水年月日	2019/5/30	2019/5/30	2019/5/30	2019/5/30	2019/5/30	2019/5/30	2019/5/30	2019/5/30
採水時刻	10:25	11:10	9:25	10:10	12:25	13:05	11:30	12:15
天候	晴 北東 弱風	晴 北東 弱風	晴 北東 弱風	晴 北東 弱風	晴 北 微 風	晴 北 微 風	晴 北 微 風	晴 北 微 風
全水深(m)	1.14	1.14	2.43	2.43	0.97	0.97	1.73	1.73
採水深(m)	0.20	0.94	0.20	2.23	0.20	0.77	0.20	1.53
気温(°C)	18.9	18.9	18.5	18.5	22.9	22.9	19.8	19.8
水温(°C)	20.8	21.5	20.2	19.4	22.2	22.5	21.2	19.8
pH	9.20	9.20	9.16	8.95	9.39	9.34	9.26	8.63
EC(mS/m)	16.84	16.86	16.78	16.96	16.77	16.77	16.65	16.89
ORP(mV)	114	126	101	111	116	125	117	166
色	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)
臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭
透明度(m)	全透 >0.80	全透 >0.80	1.26	1.26	全透 >0.60	全透 >0.60	1.24	1.24
透視度(cm)	53	52	65	41	43	41	51	42
DO(mg/L)	10.2	10.3	10.0	9.9	11.5	11.2	10.4	10.5
浮遊物質量(mg/L)	8	9	7	13	6	9	9	11
COD(mg/L)	4.3	4.0	3.9	4.7	4.8	4.6	4.0	4.5
溶解性COD(mg/L)	2.7	2.9	2.7	3.0	3.0	2.8	2.6	2.8
全窒素(mg/L)	0.48	0.49	0.43	0.67	0.55	0.52	0.43	0.85
溶解性窒素(mg/L)	0.23	0.28	0.22	0.29	0.22	0.22	0.19	0.51
無機態窒素(mg/L)	0.05	0.05	0.05	0.10	0.03	0.03	0.03	0.32
アンモニア性窒素(mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.03
亜硝酸性窒素(mg/L)	0.003	0.003	0.003	0.004	<0.002	0.002	<0.002	0.007
硝酸性窒素(mg/L)	0.04	0.04	0.04	0.08	<0.02	<0.02	<0.02	0.28
全りん(mg/L)	0.047	0.049	0.043	0.065	0.064	0.059	0.050	0.067
溶解性りん(mg/L)	0.017	0.018	0.015	0.020	0.027	0.023	0.018	0.024
りん酸態りん(mg/L)	0.005	0.005	0.004	0.005	0.008	0.006	0.005	0.009
TOC(mg/L)	2.6	2.7	2.5	2.7	3.0	2.8	2.5	2.6
DOC(mg/L)	2.1	2.2	2.1	2.2	2.2	2.1	2.1	2.0

< 8 月 >

項目	渋崎① 表層	渋崎① 底層	渋崎② 表層	渋崎② 底層	湖岸通③ 表層	湖岸通③ 底層	湖岸通⑥ 表層	湖岸通⑥ 底層
採水年月日	2019/8/7	2019/8/7	2019/8/7	2019/8/7	2019/8/7	2019/8/7	2019/8/7	2019/8/7
採水時刻	10:20	10:40	9:35	9:40	12:30	12:30	11:20	11:30
天候	晴 北 微 風	晴 北 微 風	晴 北 微 風	晴 北 微 風	晴 北 無 ~微風	晴 北 無 ~微風	晴 無風	晴 無風
全水深(m)	0.98	0.98	2.24	2.24	0.72	0.72	1.56	1.56
採水深(m)	0.20	0.78	0.20	2.04	0.20	0.52	0.20	1.36
気温(°C)	28.9	28.9	27.0	27.0	33.3	33.3	30.5	30.5
水温(°C)	27.8	28.0	26.8	25.2	29.0	28.6	29.0	24.4
pH	9.05	9.10	9.04	8.24	9.29	9.00	9.72	7.61
EC(mS/m)	13.87	13.87	13.81	14.26	14.04	14.10	14.33	14.06
ORP(mV)	110	116	125	150	102	126	92	218
色	緑褐色・淡 (明)							
臭気	無臭							
透明度(m)	全透 >0.70	全透 >0.70	1.78	1.78	全透 >0.60	全透 >0.60	全透 >1.20	全透 >1.20
透視度(cm)	80	67	87	42	>100	>100	>100	73
DO(mg/L)	9.3	10.0	9.2	7.7	11.3	11.9	13.7	5.8
浮遊物質量(mg/L)	3	5	4	10	1	2	3	5
GOD(mg/L)	3.1	3.2	2.9	3.4	2.4	2.5	3.0	2.2
溶解性COD(mg/L)	2.0	2.3	2.0	2.0	2.0	2.2	2.1	1.7
全窒素(mg/L)	0.56	0.57	0.57	0.83	0.42	0.43	0.50	0.88
溶解性窒素(mg/L)	0.43	0.40	0.43	0.56	0.34	0.35	0.37	0.76
無機態窒素(mg/L)	0.30	0.26	0.31	0.41	0.21	0.22	0.22	0.66
アンモニア性窒素(mg/L)	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.03	0.01	0.07
亜硝酸性窒素(mg/L)	0.013	0.011	0.013	0.011	0.008	0.007	0.010	0.015
硝酸性窒素(mg/L)	0.28	0.24	0.28	0.39	0.19	0.19	0.20	0.58
全りん(mg/L)	0.021	0.026	0.024	0.048	0.021	0.022	0.022	0.038
溶解性りん(mg/L)	0.010	0.011	0.010	0.013	0.012	0.012	0.010	0.019
りん酸態りん(mg/L)	0.003	0.004	0.004	0.005	0.004	0.005	0.004	0.011
TOC(mg/L)	1.4	1.4	1.4	1.4	1.3	1.2	1.5	0.9
DOC(mg/L)	1.3	1.3	1.4	1.2	1.3	1.2	1.5	0.9

&lt;11月&gt;

項目	渋崎① 表層	渋崎① 底層	渋崎② 表層	渋崎② 底層	湖岸通③ 表層	湖岸通③ 底層	湖岸通⑥ 表層	湖岸通⑥ 底層
採水年月日	2019/11/13	2019/11/13	2019/11/13	2019/11/13	2019/11/13	2019/11/13	2019/11/13	2019/11/13
採水時刻	10:40	10:50	9:50	9:55	12:10	12:20	11:25	11:35
天候	晴北無 ~微風	晴北無 ~微風	曇北無 ~微風	曇北無 ~微風	晴南東 中風	晴南東 中風	晴北弱 ~中風	晴北弱 ~中風
全水深(m)	1.12	1.12	2.49	2.49	0.97	0.97	1.70	1.70
採水深(m)	0.20	0.92	0.20	2.29	0.20	0.77	0.20	1.50
気温(°C)	10.1	10.1	8.2	8.2	15.6	15.6	12.5	12.5
水温(°C)	11.3	12.0	11.1	10.7	12.0	12.7	11.3	11.4
pH	7.82	7.98	7.79	7.55	8.06	8.08	8.04	7.84
EC(mS/m)	13.85	13.88	13.79	14.52	13.74	13.84	13.72	14.89
ORP(mV)	204	222	234	234	218	227	199	243
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)	緑褐色・淡 (明)	黄緑褐色・ 淡(明)	黄緑褐色・ 淡(明)
臭気	無臭	無臭						
透明度(m)	全透 >1.00	全透 >1.00	1.4	1.4	全透 >0.70	全透 >0.70	全透 >1.40	全透 >1.40
透視度(cm)	61	52	71	59	67	69	68	70
DO(mg/L)	10.3	10.5	10.3	9.3	10.6	10.4	10.6	9.2
浮遊物質量(mg/L)	6	7	8	12	5	6	7	8
COD(mg/L)	2.8	3.0	2.9	3.1	2.6	2.5	2.6	2.3
溶解性COD(mg/L)	1.6	2.0	2.0	1.7	1.7	1.6	1.6	1.4
全窒素(mg/L)	0.97	1.05	1.00	1.04	0.90	0.91	0.88	0.85
溶解性窒素(mg/L)	0.74	0.77	0.76	0.77	0.69	0.69	0.68	0.69
無機態窒素(mg/L)	0.64	0.65	0.65	0.67	0.60	0.60	0.60	0.63
アンモニア性窒素(mg/L)	0.04	0.05	0.05	0.09	0.03	0.03	0.04	0.06
亜硝酸性窒素(mg/L)	0.012	0.012	0.012	0.011	0.011	0.010	0.010	0.006
硝酸性窒素(mg/L)	0.58	0.59	0.59	0.57	0.56	0.56	0.55	0.57
全りん(mg/L)	0.038	0.045	0.052	0.051	0.042	0.036	0.038	0.041
溶解性りん(mg/L)	0.010	0.011	0.025	0.010	0.009	0.009	0.015	0.010
りん酸態りん(mg/L)	0.005	0.005	0.006	0.004	0.006	0.005	0.005	0.007
TOC(mg/L)	1.5	1.7	1.6	1.4	1.5	1.4	1.4	1.0
DOC(mg/L)	1.3	1.3	1.3	1.1	1.2	1.2	1.1	0.8

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)	形状	TN (mg/g)	TP (mg/g)	強熱減量 (%)	全硫化物 (mg/g)
2019/5/23	渋崎①	11:50	1.09	晴れ	23.7	18.6	砂状	0.22	0.53	1.7	0.00069
2019/5/23	渋崎②	10:10	2.43	晴れ	20.6	16.7	泥状	3.13	1.75	11.5	0.31
2019/5/23	湖岸通り③	13:40	0.97	晴れ	24.0	20.0	砂状	0.24	0.58	2.3	<0.0005
2019/5/23	湖岸通り④	13:15	1.08	晴れ	24.3	18.9	砂状	0.23	0.60	2.1	0.001
2019/5/23	湖岸通り⑤	12:50	1.09	晴れ	23.4	19.0	砂状	0.16	0.54	2.0	<0.0005
2019/5/23	湖岸通り⑥	12:20	1.74	晴れ	23.2	16.6	泥状	2.76	1.43	11.5	0.23
2019/11/19	渋崎①	9:50	1.20	晴れ	12.7	10.9	砂状	0.20	0.56	1.8	<0.0005
2019/11/19	渋崎②	9:20	2.41	晴れ	11.7	10.7	泥状	2.50	1.46	9.5	0.28
2019/11/19	湖岸通り③	11:20	0.80	晴れ	13.5	10.9	砂状	0.18	0.49	1.6	0.028
2019/11/19	湖岸通り④	11:00	1.09	晴れ	13.5	10.8	砂状	0.22	0.59	2.4	0.001
2019/11/19	湖岸通り⑤	10:35	1.04	晴れ	12.9	10.8	砂状	0.15	0.56	1.8	<0.0005
2019/11/19	湖岸通り⑥	10:15	1.74	晴れ	12.8	10.3	泥状	2.99	1.35	12.4	0.28

資料2-1 測定地点の位置 (※緯度・経度は世界測地系)

資料表 1.1 H29(2017)・R1(2019)年度 測定地点

河川 グループ	河川 番号	河川名	住所	北緯	東経	測定年度		備考
						H29 (2017)	R1 (2019)	
本流(下流)	1	宮川(安国寺橋)	茅野市宮川	35° 59' 26.91"	138° 08' 29.74"	○	○	
左岸	2	百々川	茅野市宮川	35° 59' 07.53"	138° 08' 45.84"	○		
	3	麻侵川	茅野市宮川	35° 59' 05.08"	13° 80' 48.95"	○		R1は、H29に利用していた足場が使えなくなったため、約100m上流の橋において測定
				35° 59' 03.94"	138° 08' 51.72"		○	
	6	鳴沢川	茅野市宮川	35° 58' 35.27"	138° 10' 05.97"	○		
	10	大崩川	茅野市宮川	35° 57' 41.01"	138° 10' 37.76"	○		
	12	金川	茅野市宮川	35° 56' 56.92"	138° 11' 20.65"	○	○	
	14	大沢川	茅野市宮川	35° 56' 45.92"	138° 11' 36.09"	○		
	18	神沢川	茅野市金沢	35° 55' 53.63"	138° 12' 25.93"	○		
20	思沢川	茅野市金沢	35° 55' 31.69"	138° 12' 44.22"	○	○		
右岸下流	4	田沢沢川	茅野市金沢	35° 59' 06.77"	138° 09' 09.48"	○	○	
	5	弓振川	茅野市金沢	35° 58' 46.77"	138° 09' 58.29"	○	○	
	7	小早川	茅野市金沢	35° 58' 32.28"	138° 10' 21.36"	○	○	
	8	大早川	茅野市金沢	35° 58' 18.60"	138° 10' 25.87"	○	○	
	9	阿久川	茅野市金沢	35° 58' 01.14"	138° 10' 33.41"	○	○	
右岸上流	11	矢ノ口川	茅野市金沢	35° 57' 06.27"	138° 11' 10.71"	○	○	
	13	蟹出川	富士見町富士見	35° 56' 46.16"	138° 11' 37.03"	○	○	
	15	金山沢川	富士見町富士見	35° 56' 42.85"	138° 11' 42.04"	○	○	
	16	稗田川	富士見町富士見	35° 56' 13.82"	138° 12' 05.16"	○	○	
	17	手洗沢川	富士見町富士見	35° 55' 56.54"	138° 12' 23.33"	○	○	
	19	山沢川	富士見町富士見	35° 55' 47.50"	138° 12' 39.88"	○	○	
	21	富士見一の沢川	富士見町富士見	35° 55' 23.10"	138° 13' 04.82"	○		
22	富士見二の沢川	富士見町富士見	35° 55' 18.94"	138° 13' 10.34"	○			
本流(上流)	23	宮川(上流部)	富士見町富士見	35° 55' 18.94"	138° 13' 10.34"	○	○	

資料表 1.2 H30(2018)年度 測定地点

河川	地点番号	住所	北緯	東経	備考
弓振川	1-1	茅野市宮川	35° 58' 46.77"	138° 09' 58.29"	
	1-2①	茅野市宮川	35° 58' 49.88"	138° 11' 38.86"	
	1-3	原村柳沢	35° 58' 47.84"	138° 13' 12.03"	
	1-4①	原村柳沢	35° 58' 48.07"	138° 14' 31.47"	
	1-5①	原村原山	35° 58' 34.89"	138° 15' 55.80"	
	1-6	茅野市玉川	35° 58' 37.89"	138° 17' 05.81"	
	1-M		35° 58' 35.09"	138° 11' 00.16"	※
蟹出川	2-1	茅野市金沢	35° 56' 46.16"	138° 11' 37.03"	
	2-2	原村判之木	35° 57' 02.64"	138° 12' 49.74"	
	2-3①	原村中新田	35° 57' 09.97"	138° 14' 01.27"	
	2-3②	原村中新田	35° 57' 08.64"	138° 13' 59.94"	
	2-4	原村中新田	35° 57' 15.18"	138° 14' 26.37"	
	2-5		35° 57' 27.38"	138° 15' 14.06"	2-5①、2-5②
	2-A		35° 57' 11.76"	138° 13' 59.48"	※

※ 流域面積を求めるための補助地点。水質・水量等は調査していない。

資料 2-2 測定値の表示方法と負荷量・平均値の計算方法

項目		単位	報告 下限値	報告 上限値	値の丸め方
負荷量 以外	COD	mg/L	0.5	-	報告下限値未満の数値は、「<報告下限値」と表記する。 有効数字3桁目を四捨五入し、有効数字2桁で表記する。 なお、報告下限値の桁を下回る桁が残る場合は、四捨五入して報告下限値の桁まで表記する。
	全窒素(T-N)	mg/L	0.05	-	
	全りん(T-P)	mg/L	0.003	-	
	SS	mg/L	1	-	
	透視度	度	1	100	報告下限値未満の数値は、「<報告下限値」と表記する。 報告上限値より大きい数値は、「>報告上限値」と表記する。 小数点以下1桁目を四捨五入し、1の桁まで表記する。
	電気伝導率	mS/m	-	-	小数点以下2桁目を四捨五入し、小数点以下1桁まで表記する。
	pH	-	-	-	
	気温	℃	-	-	
	水温	℃	-	-	
	流量	m <sup>3</sup> /秒	-	-	有効数字3桁目を四捨五入し、有効数字2桁で表記する。 河川に水がない場合は、「0.0 m <sup>3</sup> /秒」と表記する。
備考					測定していない項目は、「-」と表記する。
負荷量	COD	kg/日	-	-	各項目の丸める前の濃度(mg/L) × 丸める前の流量(m <sup>3</sup> /秒) × 60 × 60 × 24/1000 有効数字3桁目を四捨五入し、有効数字2桁で表記する。
	全窒素(T-N)	kg/日	-	-	
	全りん(T-P)	kg/日	-	-	
	SS	kg/日	-	-	
	備考				

各項目の平均値の計算方法

計算方法

- ・対象となる測定値を、算術平均する。

丸め方

- ・有効数字3桁目を四捨五入し、有効数字2桁で表記する。なお、報告下限値の桁を下回る桁が残る場合は、四捨五入して報告下限値の桁までを表記する。
- ・報告下限値未満になった場合は、「報告下限値未満」と表記する。

個別の測定値の取扱い

- ・「-」： 計算から除外し、測定回数の数え上げからも除外する。なお、個別の測定値が全て「-」の場合は、平均値を「-」と表記する。
- ・「0.0」： 計算から除外しない。値は「0.0」として取扱う。なお、個別の測定値が全て「0.0」の場合は、平均値を「0.0」と表記する。
- ・報告下限値未満： 計算から除外しない。値は、「報告下限値の数値」として取扱う。なお、個別の測定値が全て報告下限値未満の場合は、平均値を「報告下限値未満」と表記する。
- ・報告上限値より大きい： 計算から除外しない。値は、「報告上限値の数値」として取扱う。なお、個別の測定値が全て報告上限値より大きい場合は、平均値を「報告上限値より大きい」と表記する。

資料 2 - 3 測定結果 (測定日順)

採水日: H31(2019).4.19

状況: 平常時

グループ	番号	河川	採取時刻	濃度				透視度	電気伝導度	pH	気温	水温	流量	負荷量				備考	
				COD	全窒素(T-N)	全りん(T-P)	SS							COD	全窒素(T-N)	全りん(T-P)	SS		
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	度	mS/m	-	℃	℃	m <sup>3</sup> /秒	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日		
本流	1	宮川(安国寺橋)	9:18	2.6	1.6	0.021	2	>100	15.8	9.0	18.8	11.4	2.7	600	380	5.0	510		
左岸	3	麻侵川	9:58	2.5	1.1	0.017	2	>100	13.8	9.2	21.7	13.7	0.098	21	9.0	0.14	13		
	12	金川	12:44	2.3	0.54	0.006	1	>100	5.8	8.0	21.5	12.9	0.11	21	5.0	0.057	12		
	20	思沢川	15:12	2.6	0.80	0.026	3	>100	10.8	8.2	21.4	12.2	0.25	56	17	0.57	75		
右岸下流	4	田沢沢川	10:22	2.3	0.94	0.030	5	>100	18.8	8.0	19.0	13.1	0.19	37	15	0.49	77		
	5	弓振川	10:37	2.2	1.9	0.036	4	>100	17.9	8.1	22.0	13.0	0.87	170	140	2.7	300		
	7	小早川	11:01	3.3	2.1	0.046	5	97	22.4	8.2	20.2	13.4	0.12	34	22	0.48	52		
	8	大早川	11:33	2.8	1.4	0.028	4	>100	20.1	8.4	23.1	14.3	0.25	60	31	0.60	79		
	9	阿久川	11:46	2.5	1.6	0.024	1	>100	23.9	8.6	19.5	13.2	0.068	14	9.2	0.14	6.3		
右岸上流	11	矢ノ口川	12:14	2.3	4.7	0.081	1	>100	25.1	8.9	22.4	14.5	0.064	12	26	0.45	7.7		
	13	蟹出川	13:24	3.4	3.8	0.088	6	78	21.7	8.4	21.9	13.0	0.14	41	47	1.1	73		
	15	金山沢川	13:46	6.5	5.0	0.078	6	85	22.3	8.2	22.4	13.8	0.12	69	54	0.83	62		
	16	稗田川	14:07	2.7	6.0	0.083	2	>100	26.0	8.5	23.7	14.4	0.058	14	30	0.41	12		
	17	手洗沢川	14:39	2.9	3.3	0.065	1	>100	22.6	8.6	21.7	12.9	0.11	28	32	0.63	13		
	19	山沢川	14:52	2.4	4.0	0.044	3	>100	27.1	8.2	21.5	13.9	0.034	7.0	12	0.13	8.0		
本流	23	宮川(上流部)	15:20	2.8	2.2	0.031	2	>100	24.4	7.8	15.4	13.1	0.057	14	11	0.15	7.7		

採水日: R1(2019).5.9

状況: 平常時

グループ	番号	河川	採取時刻	濃度				透視度	電気伝導度	pH	気温	水温	流量	負荷量				備考	
				COD	全窒素(T-N)	全りん(T-P)	SS							COD	全窒素(T-N)	全りん(T-P)	SS		
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	度	mS/m	-	℃	℃	m <sup>3</sup> /秒	kg/日	kg/日	kg/日	kg/日		
本流	1	宮川(安国寺橋)	9:44	2.7	2.0	0.033	3	>100	17.6	8.2	19.5	12.0	1.9	430	320	5.3	490		
左岸	3	麻侵川	9:07	3.5	1.9	0.092	12	36	16.8	8.6	15.8	12.3	0.11	34	19	0.89	110		
	12	金川	14:33	2.2	0.90	0.018	3	>100	7.5	7.9	23.9	14.1	0.073	14	5.6	0.12	19		
	20	思沢川	13:48	3.4	0.89	0.071	10	37	10.4	8.1	22.2	13.9	0.37	110	28	2.3	330		
右岸下流	4	田沢沢川	9:30	3.0	2.2	0.031	4	>100	22.2	8.1	17.1	12.8	0.25	64	48	0.67	91		
	5	弓振川	10:19	2.4	3.4	0.038	2	>100	23.7	7.9	18.7	13.1	1.4	300	420	4.7	270		
	7	小早川	10:42	3.0	3.0	0.051	6	>100	36.4	8.0	17.7	11.8	0.070	18	18	0.31	35		
	8	大早川	11:23	2.8	2.4	0.033	4	>100	25.8	8.7	18.9	12.8	0.055	13	11	0.16	18		
	9	阿久川	11:39	2.5	2.9	0.023	2	>100	27.0	8.4	17.7	11.8	0.081	18	20	0.16	15		
右岸上流	11	矢ノ口川	12:03	2.6	4.6	0.077	3	>100	25.3	8.4	20.3	12.6	0.059	13	23	0.39	15		
	13	蟹出川	14:47	2.8	4.2	0.073	3	>100	25.4	8.1	24.7	13.0	0.031	7.4	11	0.20	6.7		
	15	金山沢川	15:16	2.8	5.3	0.065	5	>100	25.2	8.1	21.6	13.1	0.036	8.7	16	0.20	14		
	16	稗田川	12:54	2.3	5.4	0.077	2	>100	30.7	8.4	21.1	14.0	0.010	2.0	4.7	0.068	1.8		
	17	手洗沢川	13:16	2.6	4.3	0.065	2	>100	29.1	9.1	19.3	15.2	0.016	3.6	6.0	0.092	2.4		
	19	山沢川	13:37	3.0	4.3	0.056	4	>100	22.7	8.1	20.6	14.1	0.047	12	17	0.23	18		
本流	23	宮川(上流部)	14:04	3.6	2.4	0.043	6	63	21.0	7.7	20.9	14.0	0.090	28	18	0.33	45		

採水日： R1(2019).5.22

状況： 降雨時

グループ	番号	河川	採取時刻	濃度				透視度 度	電気伝導度 mS/m	pH	気温 ℃	水温 ℃	流量 m <sup>3</sup> /秒	負荷量				備考
				COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)	SS							COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)	SS	
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L							kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	
本流	1	宮川 (安国寺橋)	10:10	2.8	2.7	0.061	12	48	17.6	7.9	18.8	14.3	7.8	1900	1800	41	8200	
左岸	3	麻侵川	9:20	5.6	3.0	0.11	49	28	16.2	7.4	17.2	14.4	0.29	140	73	2.8	1200	
	12	金川	14:20	2.4	0.75	0.025	7	98	6.2	8.1	23.6	14.3	0.33	68	22	0.73	190	
	20	思沢川	13:40	2.0	1.1	0.040	5	>100	10.4	8.1	24.8	16.5	0.55	98	53	1.9	240	
右岸 下流	4	田沢沢川	9:40	2.7	2.3	0.066	13	57	19.9	7.7	18.1	14.7	0.44	100	85	2.5	490	
	5	弓振川	10:30	3.0	2.7	0.072	10	56	18.5	7.8	21.0	15.4	2.0	520	480	12	1700	
	7	小早川	11:00	3.9	2.8	0.11	24	25	20.9	7.9	26.0	16.0	0.64	210	150	6.3	1300	
	8	大早川	11:30	3.1	2.9	0.061	14	52	22.6	8.0	25.5	16.8	0.30	82	76	1.6	360	
	9	阿久川	11:45	2.2	2.1	0.039	7	97	23.2	8.1	19.9	16.4	0.37	70	66	1.2	210	
右岸 上流	11	矢ノ口川	12:10	2.3	5.5	0.085	7	91	23.9	8.0	24.5	16.2	0.13	27	64	0.98	81	
	13	蟹出川	14:30	4.2	5.7	0.14	16	42	24.0	7.8	23.9	17.0	0.14	52	71	1.7	200	
	15	金山沢川	14:40	4.3	6.3	0.22	24	20	23.3	8.0	25.1	16.2	0.12	44	64	2.2	240	
	16	稗田川	12:55	3.0	7.2	0.13	14	58	27.3	8.1	23.0	16.3	0.18	47	110	2.1	230	
	17	手洗沢川	13:05	3.2	5.2	0.096	29	71	25.9	8.2	25.6	17.4	0.087	24	39	0.72	220	
	19	山沢川	13:20	2.9	4.8	0.073	9	73	21.5	8.2	24.2	15.9	0.082	20	34	0.52	61	
本流	23	宮川 (上流部)	13:55	3.6	2.4	0.081	14	47	18.5	7.8	23.6	17.1	0.30	92	62	2.1	370	

採水日： R1(2019).9.26

状況： 平常時

グループ	番号	河川	採取時刻	濃度				透視度 度	電気伝導度 mS/m	pH	気温 ℃	水温 ℃	流量 m <sup>3</sup> /秒	負荷量				備考
				COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)	SS							COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)	SS	
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L							kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	
本流	1	宮川 (安国寺橋)	10:30	1.2	1.4	0.037	2	>100	17.0	8.2	22.2	17.6	4.5	450	520	14	790	
左岸	3	麻侵川	9:40	1.8	0.8	0.026	2	>100	13.1	8.6	18.0	19.2	0.073	11	5.1	0.16	12	
	12	金川	15:20	0.7	0.4	0.010	2	>100	6.9	7.9	23.5	17.0	0.055	3.5	2.1	0.048	8.2	
	20	思沢川	14:40	2.2	1.1	0.93	4	>100	21.1	8.2	22.5	18.1	0.19	37	19	15	62	
右岸 下流	4	田沢沢川	10:10	1.4	0.8	0.032	5	>100	17.8	7.9	20.7	16.4	0.17	21	12	0.46	80	
	5	弓振川	11:25	1.6	1.6	0.044	4	>100	18.6	8.0	21.3	17.5	0.49	66	67	1.9	170	
	7	小早川	11:55	1.9	1.5	0.049	5	>100	20.6	8.0	21.0	17.0	0.29	47	38	1.2	130	
	8	大早川	12:10	2.0	1.4	0.038	5	>100	24.3	8.2	26.4	17.5	0.12	20	15	0.39	52	
	9	阿久川	12:30	1.4	0.9	0.025	1	>100	22.7	8.0	22.7	17.1	0.040	4.7	3.0	0.085	4.6	
右岸 上流	11	矢ノ口川	12:55	1.9	4.5	0.11	6	>100	24.0	8.3	26.3	19.3	0.058	9.7	22	0.53	28	
	13	蟹出川	15:40	2.1	3.2	0.093	5	>100	22.4	8.0	24.7	17.6	0.11	19	29	0.85	49	
	15	金山沢川	16:05	2.4	4.1	0.088	5	>100	22.1	8.0	23.6	17.4	0.091	19	32	0.70	36	
	16	稗田川	13:50	1.9	4.2	0.11	3	>100	25.1	8.2	26.4	17.6	0.061	10	22	0.56	18	
	17	手洗沢川	14:05	1.8	3.7	0.078	2	>100	24.1	8.3	21.7	18.5	0.049	7.7	16	0.33	10	
	19	山沢川	14:20	1.4	5.5	0.059	1	>100	25.2	8.3	22.6	18.2	0.020	2.3	9.4	0.10	2.3	
本流	23	宮川 (上流部)	14:55	2.4	1.5	0.045	1	>100	22.7	7.7	22.4	17.7	0.032	6.5	4.3	0.13	3.9	

採水日： R1(2019).10.23

状況： 降雨時

グループ	番号	河川	採取時刻	濃度				透視度	電気伝導度	pH	気温	水温	流量	負荷量				備考
				COD mg/L	全窒素 (T-N) mg/L	全りん (T-P) mg/L	SS mg/L							COD kg/日	全窒素 (T-N) kg/日	全りん (T-P) kg/日	SS kg/日	
本流	1	宮川 (安国寺橋)	10:25	1.9	3.4	0.037	8	85	17.0	7.8	17.9	14.4	18	2,900	5,400	59	12,000	
左岸	3	麻侵川	9:50	2.4	0.73	0.018	8	>100	10.3	7.7	14.3	13.2	0.37	75	23	0.56	260	
	12	金川	14:30	1.8	0.66	0.020	7	>100	5.5	7.8	19.0	13.6	0.55	85	31	0.97	310	
	20	思沢川	13:50	1.7	1.2	0.15	3	>100	11.8	8.0	19.4	14.1	0.61	92	66	8.1	160	
右岸 下流	4	田沢沢川	10:10	1.7	3.1	0.032	5	>100	21.6	7.8	16.4	14.8	0.55	83	150	1.5	260	
	5	弓振川	11:05	2.3	3.6	0.040	5	87	18.5	7.8	22.1	15.3	4.7	930	1,500	16	2,100	
	7	小早川	11:30	2.2	3.2	0.037	6	91	20.1	7.9	19.9	15.9	0.34	65	94	1.1	180	
	8	大早川	11:45	2.5	3.4	0.029	6	76	21.6	8.0	20.5	15.4	0.49	110	140	1.2	240	
	9	阿久川	12:00	2.4	2.6	0.026	7	>100	19.9	8.0	17.6	15.0	0.53	110	120	1.2	340	
右岸 上流	11	矢ノ口川	12:15	2.8	6.3	0.069	12	89	21.7	7.9	21.5	17.7	0.75	180	410	4.4	780	
	13	蟹出川	14:45	2.2	10	0.075	9	>100	29.2	7.9	20.2	15.6	0.41	78	360	2.7	320	
	15	金山沢川	15:00	2.3	9.7	0.065	9	>100	25.3	7.9	20.7	15.9	0.43	87	360	2.4	330	
	16	稗田川	13:15	2.4	11	0.079	13	91	27.7	8.0	22.7	16.1	0.64	130	590	4.4	690	
	17	手洗沢川	13:30	2.3	5.3	0.050	6	82	20.5	8.0	18.4	15.4	0.39	77	180	1.7	210	
	19	山沢川	13:40	2.3	6.2	0.060	10	>100	21.0	8.0	19.8	15.0	0.25	48	130	1.3	210	
本流	23	宮川 (上流部)	14:10	2.2	4.9	0.040	6	>100	26.4	7.7	18.7	15.8	0.44	82	190	1.5	210	

採水日： R1(2019).12.3

状況： 降雨時

グループ	番号	河川	採取時刻	濃度				透視度	電気伝導度	pH	気温	水温	流量	負荷量				備考
				COD mg/L	全窒素 (T-N) mg/L	全りん (T-P) mg/L	SS mg/L							COD kg/日	全窒素 (T-N) kg/日	全りん (T-P) kg/日	SS kg/日	
本流	1	宮川 (安国寺橋)	10:05	1.9	1.8	0.027	2	>100	16.0	7.6	8.2	6.9	4.8	780	750	11	650	
左岸	3	麻侵川	9:30	1.6	0.55	0.011	2	>100	11.0	7.8	5.3	6.2	0.16	21	7.4	0.15	21	
	12	金川	14:35	1.3	0.50	0.007	<1	>100	6.3	7.7	10.8	6.3	0.24	28	10	0.16	16	
	20	思沢川	13:45	1.6	0.83	0.042	2	>100	9.9	8.0	11.3	7.5	0.47	65	34	1.7	98	
右岸 下流	4	田沢沢川	9:50	1.3	1.7	0.025	2	>100	19.1	7.4	11.0	7.7	0.38	43	55	0.80	62	
	5	弓振川	10:35	1.6	2.1	0.032	1	>100	18.1	7.9	11.3	6.6	1.5	210	270	4.0	160	
	7	小早川	13:12	1.5	2.1	0.026	2	>100	20.9	7.8	10.0	7.5	0.082	11	15	0.19	11	
	8	大早川	11:15	1.6	1.9	0.021	<1	>100	20.9	8.1	11.3	7.3	0.23	31	37	0.42	18	
	9	阿久川	11:35	1.5	2.0	0.018	<1	>100	21.6	8.0	7.4	6.8	0.26	34	44	0.39	14	
右岸 上流	11	矢ノ口川	11:55	1.6	3.9	0.069	2	>100	22.3	8.0	8.8	8.1	0.11	15	37	0.64	14	
	13	蟹出川	14:45	1.7	5.1	0.061	2	>100	22.5	7.9	10.9	7.0	0.093	14	41	0.49	12	
	15	金山沢川	15:00	1.7	5.3	0.055	3	>100	20.7	7.9	9.0	7.7	0.19	28	89	0.92	42	
	16	稗田川	13:00	1.4	5.7	0.077	1	>100	23.9	8.1	12.1	8.4	0.23	28	110	1.5	28	
	17	手洗沢川	13:15	1.7	3.5	0.055	2	>100	20.3	8.3	9.7	8.0	0.24	35	75	1.2	49	
	19	山沢川	13:37	1.7	4.0	0.042	<1	>100	20.1	7.9	13.0	8.1	0.027	3.9	9.3	0.099	1.6	
本流	23	宮川 (上流部)	14:05	2.4	3.4	0.026	<1	>100	26.3	7.7	7.6	8.2	0.21	43	62	0.48	15	

採水日： R1(2019).12.10

状況： 平常時

グループ	番号	河川	採取時刻	濃度				透視度	電気伝導度	pH	気温	水温	流量	負荷量				備考
				COD	全窒素(T-N)	全りん(T-P)	SS							COD	全窒素(T-N)	全りん(T-P)	SS	
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L							kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	
本流	1	宮川(安国寺橋)	10:14	1.1	1.7	0.020	1	>100	16.1	7.5	7.3	5.2	3.1	300	470	5.4	290	
左岸	3	麻侵川	9:45	1.2	0.33	0.008	1	>100	10.6	7.4	3.7	4.4	0.077	7.7	2.2	0.053	6.9	
	12	金川	12:52	1.2	0.43	0.006	1	>100	7.5	7.9	14.0	8.4	0.076	7.6	2.8	0.042	6.7	
	20	思沢川	11:50	1.1	0.60	0.021	<1	>100	9.1	8.1	14.6	7.4	0.32	31	17	0.57	23	
右岸下流	4	田沢沢川	10:00	1.0	1.1	0.017	1	>100	18.5	7.4	6.8	4.5	0.21	18	19	0.30	18	
	5	弓振川	10:34	1.2	2.0	0.023	<1	>100	17.1	7.7	7.9	5.0	0.69	69	120	1.4	41	
	7	小早川	10:56	1.2	2.2	0.022	<1	>100	22.9	7.7	7.0	4.8	0.19	19	35	0.36	8.7	
	8	大早川	11:05	1.3	1.8	0.017	<1	>100	22.5	8.0	11.3	5.6	0.025	2.8	3.8	0.037	1.6	
	9	阿久川	11:25	1.3	2.1	0.015	<1	>100	23.2	7.8	10.6	5.3	0.14	16	25	0.17	8.5	
右岸上流	11	矢ノ口川	11:38	1.4	3.5	0.070	1	>100	23.5	7.7	17.5	6.5	0.085	10	26	0.51	7.7	
	13	蟹出川	13:00	1.4	5.4	0.050	1	>100	24.2	7.6	17.2	7.1	0.064	7.7	30	0.27	6.3	
	15	金山沢川	13:20	1.5	6.0	0.049	3	>100	22.5	7.9	15.2	7.5	0.097	13	50	0.41	24	
	16	稗田川	13:35	1.2	6.1	0.066	<1	>100	24.8	7.9	13.7	7.6	0.042	4.3	22	0.24	2.8	
	17	手洗沢川	13:45	1.3	4.5	0.052	<1	>100	22.3	8.0	12.5	7.7	0.20	22	79	0.90	16	
	19	山沢川	13:55	1.3	4.2	0.033	<1	>100	21.1	8.4	12.9	9.0	0.029	3.4	11	0.083	1.9	
本流	23	宮川(上流部)	12:33	1.6	3.1	0.031	1	>100	24.4	7.7	14.9	9.2	0.062	8.7	16	0.17	6.0	

採水日： R2(2020).2.27

状況： 平常時

グループ	番号	河川	採取時刻	濃度				透視度	電気伝導度	pH	気温	水温	流量	負荷量				備考
				COD	全窒素(T-N)	全りん(T-P)	SS							COD	全窒素(T-N)	全りん(T-P)	SS	
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L							kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	
本流	1	宮川(安国寺橋)	10:08	1.1	2.2	0.032	1	>100	26.2	7.8	3.8	4.5	2.1	210	410	6.0	250	
左岸	3	麻侵川	9:45	1.2	0.48	0.012	<1	>100	11.7	7.9	1.2	3.9	0.080	8.6	3.3	0.080	3.4	
	12	金川	13:03	1.1	0.49	0.006	<1	>100	18.4	8.2	5.2	6.2	0.13	13	5.7	0.067	5.8	
	20	思沢川	12:28	1.5	2.2	0.63	<1	>100	31.0	8.1	6.1	7.1	0.22	28	42	12	9.5	
右岸下流	4	田沢沢川	9:58	1.5	1.6	0.025	2	>100	21.0	7.6	5.1	4.2	0.18	23	24	0.39	29	
	5	弓振川	10:46	1.2	2.8	0.031	1	>100	20.3	7.7	5.5	4.4	0.54	58	130	1.5	59	
	7	小早川	10:58	1.3	2.5	0.031	2	>100	22.2	7.8	3.3	3.7	0.24	27	52	0.66	32	
	8	大早川	11:11	1.4	2.0	0.024	2	>100	21.8	7.8	5.8	4.5	0.11	13	19	0.22	14	
	9	阿久川	11:20	1.3	1.9	0.020	<1	>100	34.0	7.8	3.5	4.1	0.12	13	18	0.20	5.0	
右岸上流	11	矢ノ口川	11:40	1.5	5.0	0.074	2	>100	23.5	7.8	7.1	8.7	0.079	10	34	0.50	12	
	13	蟹出川	13:15	1.5	5.3	0.045	2	>100	25.0	7.9	3.1	4.3	0.18	23	80	0.69	37	
	15	金山沢川	13:30	1.6	6.1	0.040	3	>100	24.2	7.9	4.0	4.3	0.16	22	84	0.54	41	
	16	稗田川	13:46	1.8	6.6	0.065	3	>100	25.4	8.1	5.9	5.5	0.044	6.9	25	0.24	12	
	17	手洗沢川	13:55	1.8	5.3	0.056	2	>100	25.6	8.3	1.9	4.3	0.063	9.6	28	0.30	11	
	19	山沢川	14:05	1.5	4.4	0.075	2	>100	30.2	8.3	5.6	5.1	0.067	8.6	26	0.44	9.8	
本流	23	宮川(上流部)	12:47	3.5	3.7	0.051	14	>100	32.1	7.8	6.9	7.8	0.091	28	29	0.40	110	

採水日： R2(2020).3.11

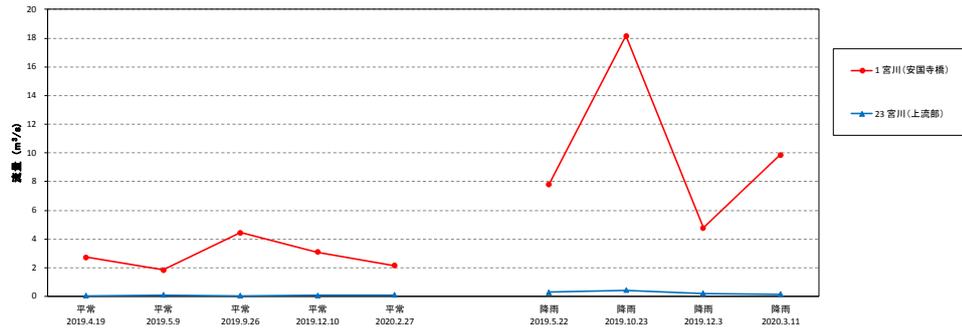
状況： 降雨時

グループ	番号	河川	採取時刻	濃度				透視度 度	電気伝導度 mS/m	pH -	気温 ℃	水温 ℃	流量 m <sup>3</sup> /秒	負荷量				備考
				COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)	SS							COD	全窒素 (T-N)	全りん (T-P)	SS	
				mg/L	mg/L	mg/L	mg/L							kg/日	kg/日	kg/日	kg/日	
本流	1	宮川 (安国寺橋)	10:10	2.7	2.7	0.048	8	49	15.6	6.6	11.7	8.0	9.9	2,300	2,300	41	7,000	
左岸	3	麻侵川	9:40	3.3	0.93	0.040	18	31	18.9	7.7	10.7	8.2	0.16	46	13	0.55	240	
	12	金川	13:55	2.0	0.67	0.008	2	>100	5.4	6.8	12.3	9.0	0.16	29	9.5	0.11	25	
	20	思沢川	12:20	2.4	1.3	0.094	5	68	9.3	6.5	14.5	8.8	0.56	120	62	4.6	230	
右岸 下流	4	田沢沢川	9:55	2.1	3.0	0.038	5	87	10.5	6.9	13.3	8.6	0.29	53	74	0.95	120	
	5	弓振川	10:40	2.8	3.0	0.050	7	71	16.3	6.2	12.9	8.3	2.4	590	620	10	1,500	
	7	小早川	11:05	3.2	2.9	0.058	10	60	19.5	6.3	11.4	6.8	0.60	170	150	3.0	520	
	8	大早川	11:20	2.8	2.3	0.032	6	90	17.6	6.5	12.6	8.4	0.53	130	100	1.5	250	
	9	阿久川	11:35	2.7	2.2	0.034	4	>100	18.9	6.5	13.1	9.3	0.39	89	73	1.1	150	
右岸 上流	11	矢ノ口川	11:55	2.0	4.9	0.069	3	>100	21.8	6.5	11.7	8.2	0.20	34	84	1.2	43	
	13	蟹出川	14:10	2.7	5.8	0.087	10	47	22.5	6.4	15.4	9.9	0.23	53	110	1.7	190	
	15	金山沢川	14:20	2.7	6.6	0.078	12	47	21.8	6.4	14.1	9.4	0.26	59	140	1.7	260	
	16	稗田川	14:40	2.9	8.1	0.091	11	50	26.8	6.5	14.3	10.5	0.18	46	130	1.4	170	
	17	手洗沢川	14:55	2.6	5.1	0.077	10	67	21.5	6.7	13.3	9.7	0.14	31	59	0.90	110	
	19	山沢川	15:10	2.6	5.2	0.060	6	69	19.4	6.7	13.3	9.4	0.22	49	97	1.1	120	
本流	23	宮川 (上流部)	13:30	2.5	3.8	0.041	5	>100	24.5	6.4	11.3	10.4	0.16	34	51	0.55	63	

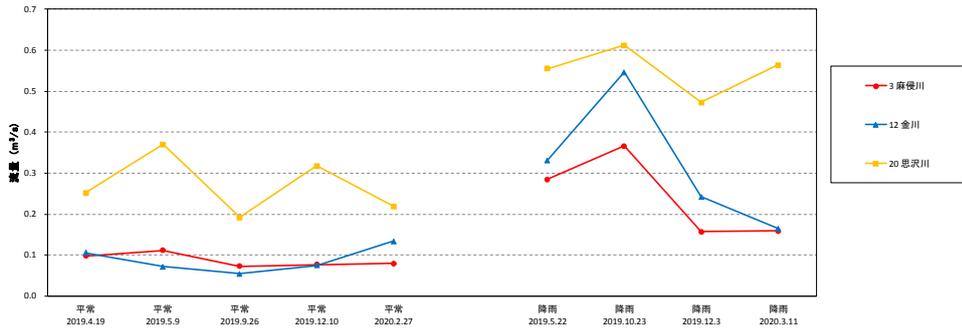
資料 2-4 河川グループ分類ごとの河川流量・負荷量・濃度の経時変化

(流量)

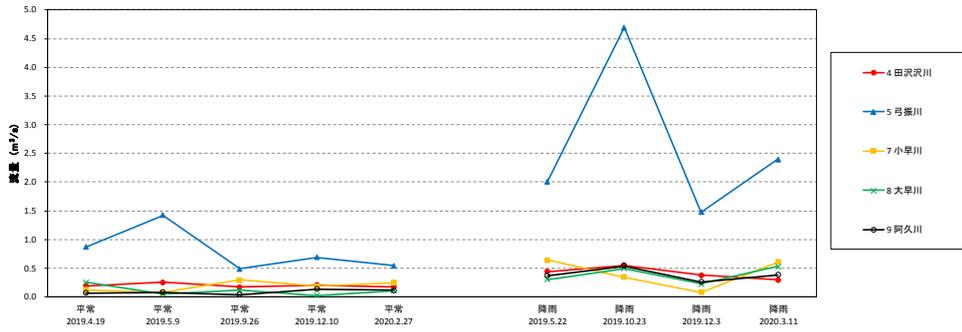
流量(宮川) 本流



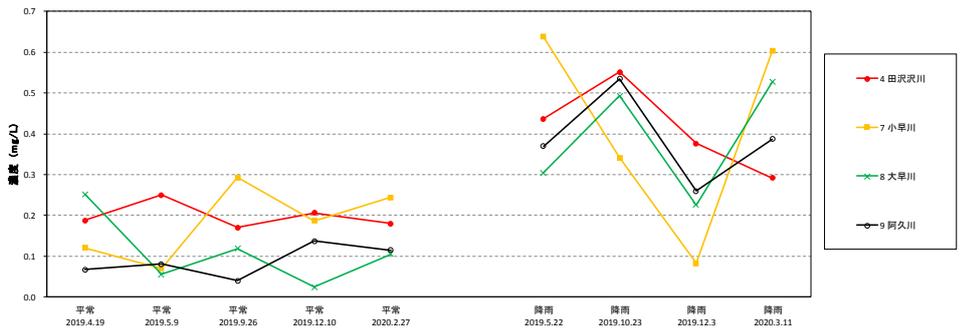
流量(宮川) 左岸



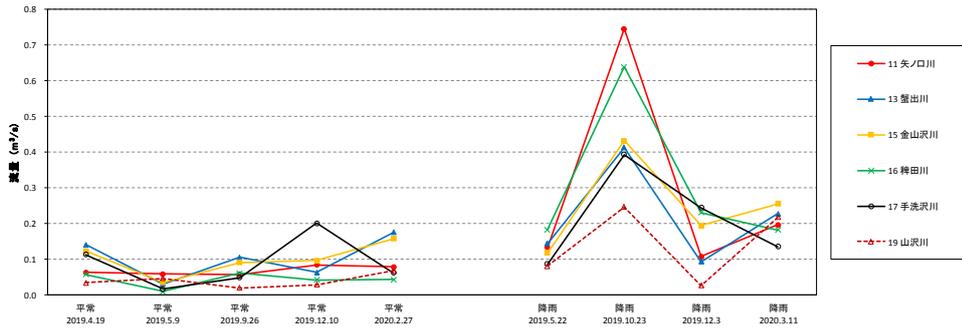
流量(宮川) 右岸下流



流量(宮川) 右岸下流

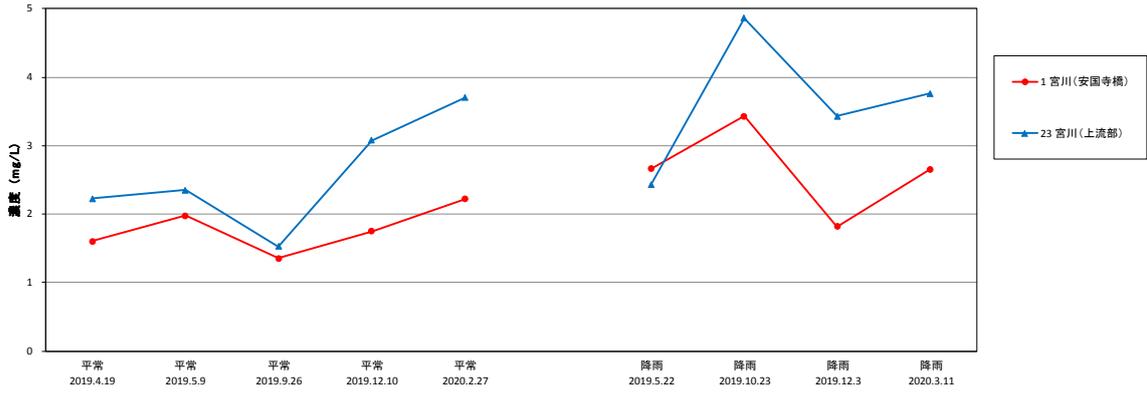


流量(宮川) 右岸上流

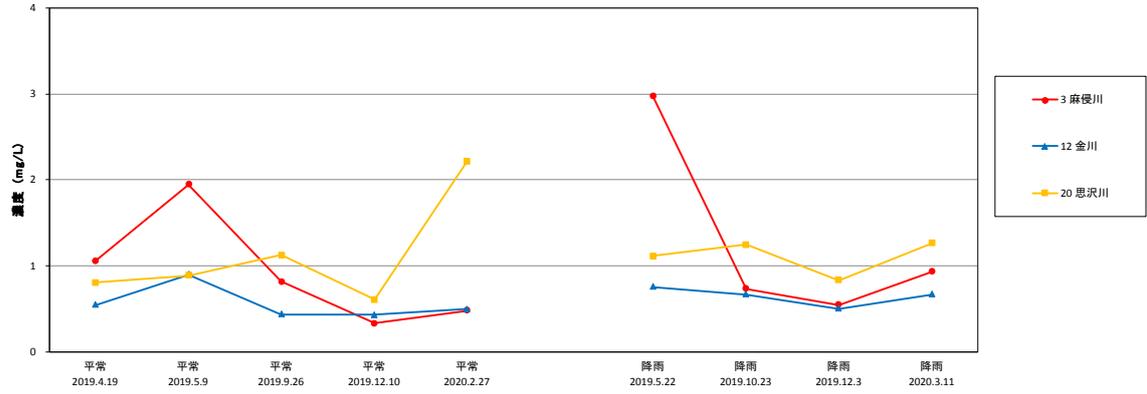


(全窒素 濃度)

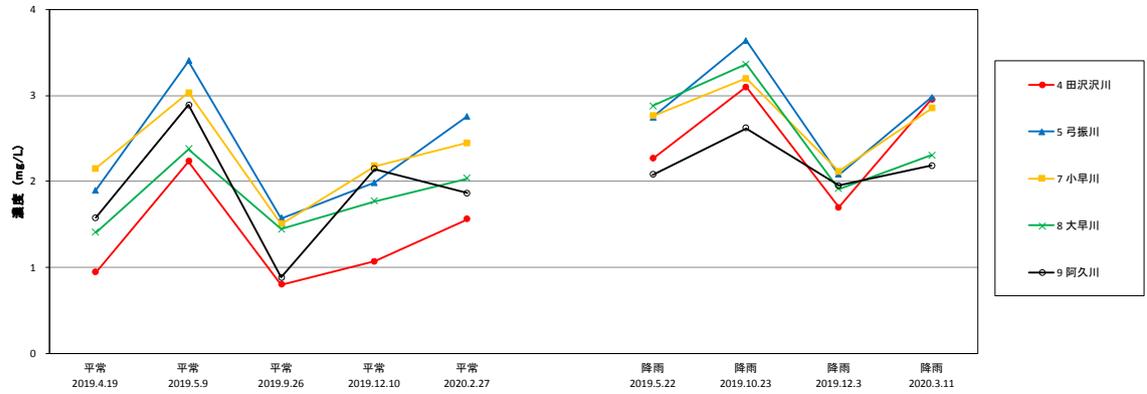
T-N(宮川) 本流



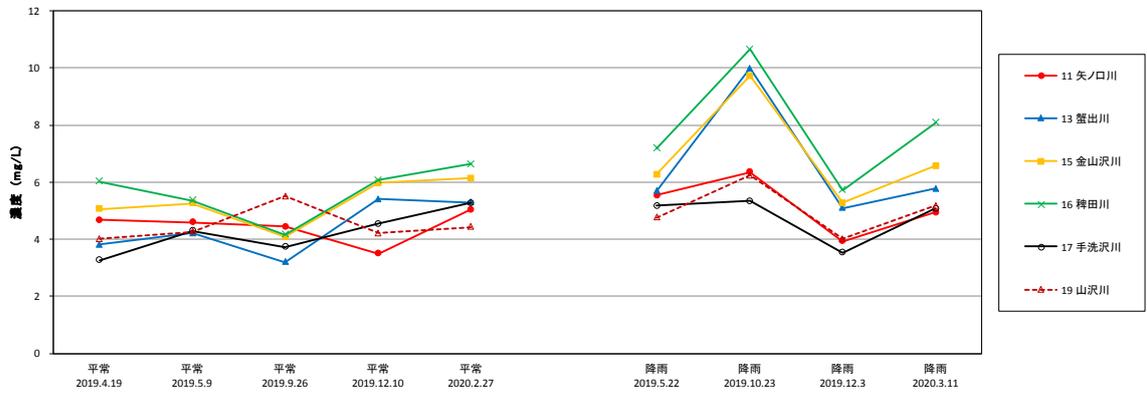
T-N(宮川) 左岸



T-N(宮川) 右岸下流

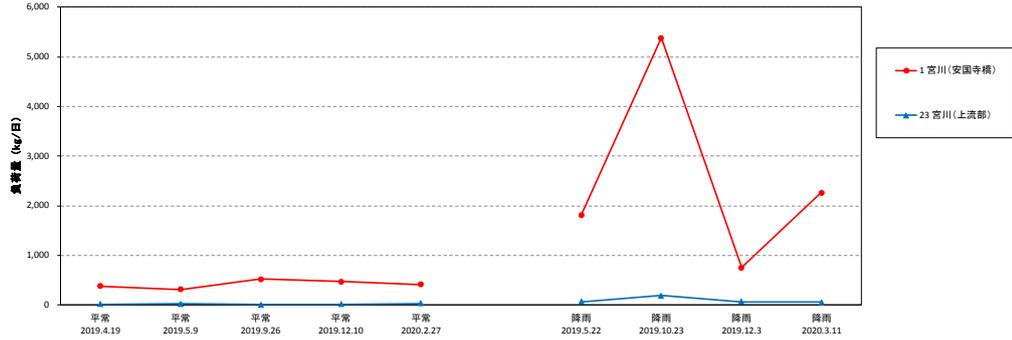


T-N(宮川) 右岸上流

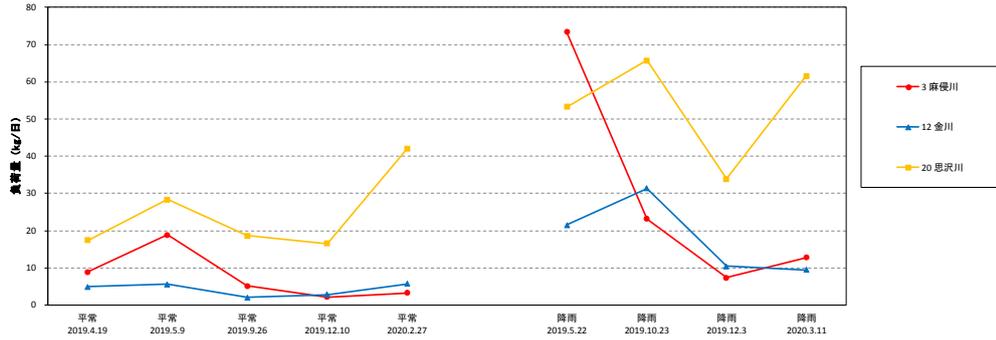


# (全窒素 負荷量)

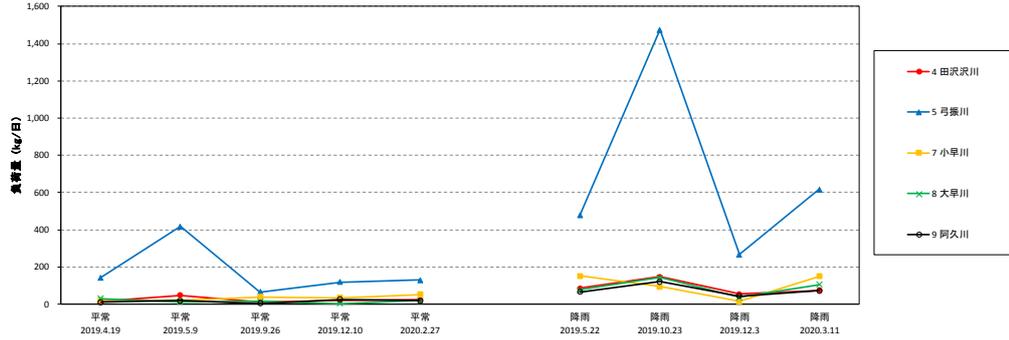
## T-N(宮川) 本流



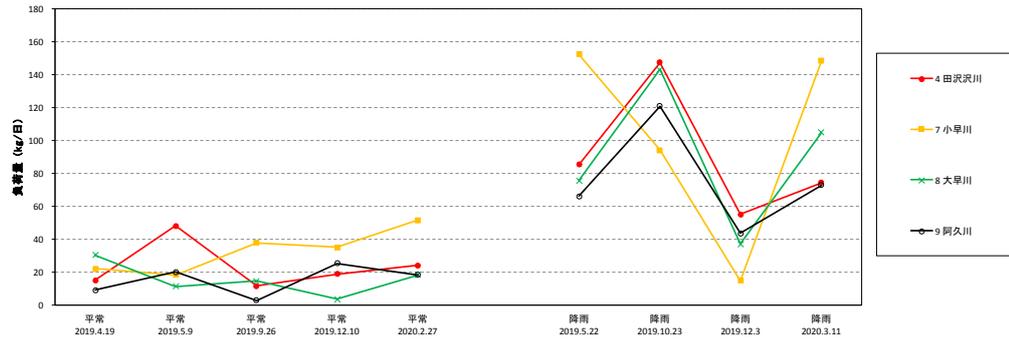
## T-N(宮川) 左岸



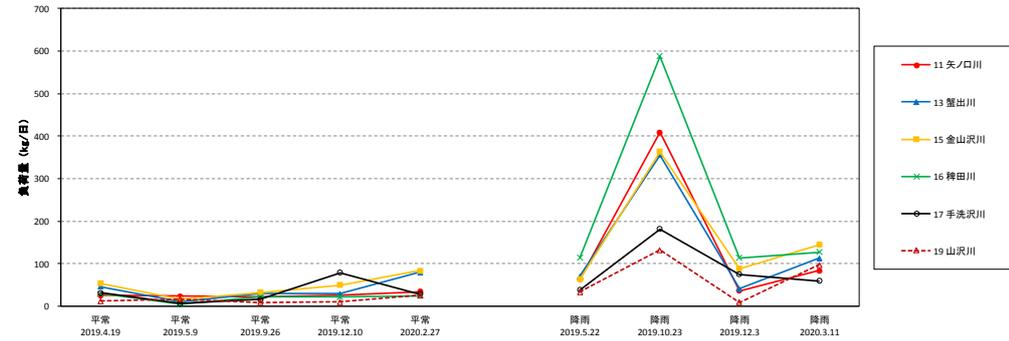
## T-N(宮川) 右岸下流



## T-N(宮川) 右岸下流

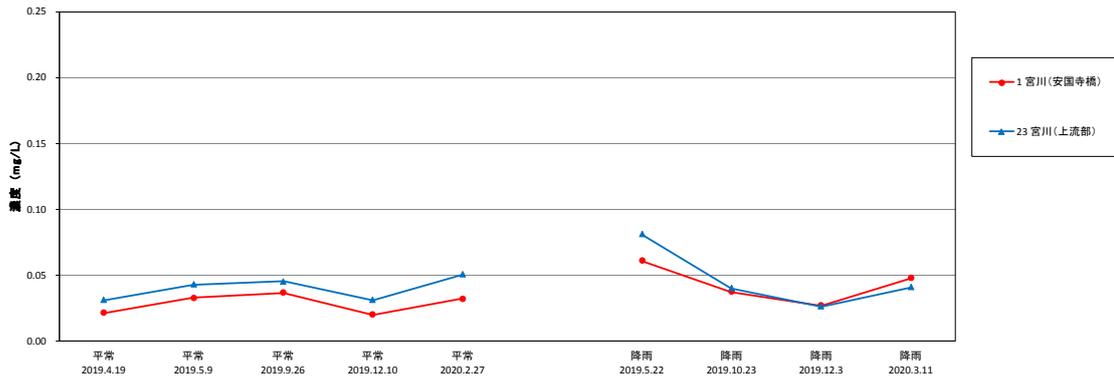


## T-N(宮川) 右岸上流

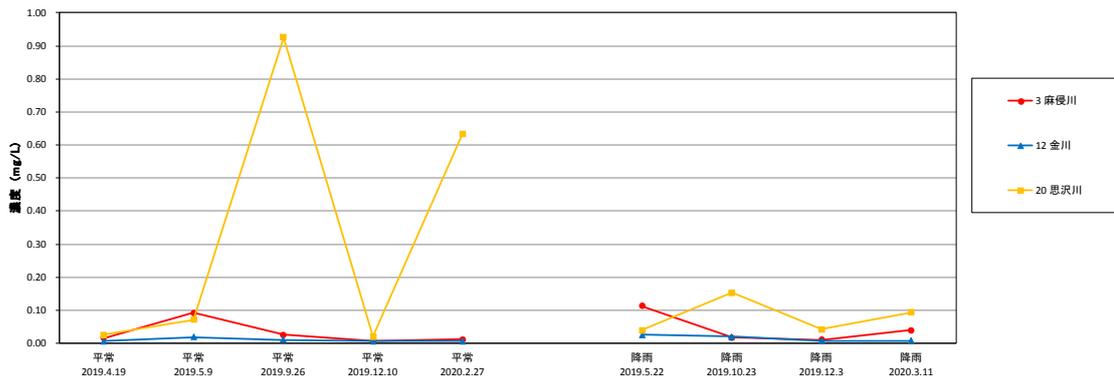


# (全りん 濃度)

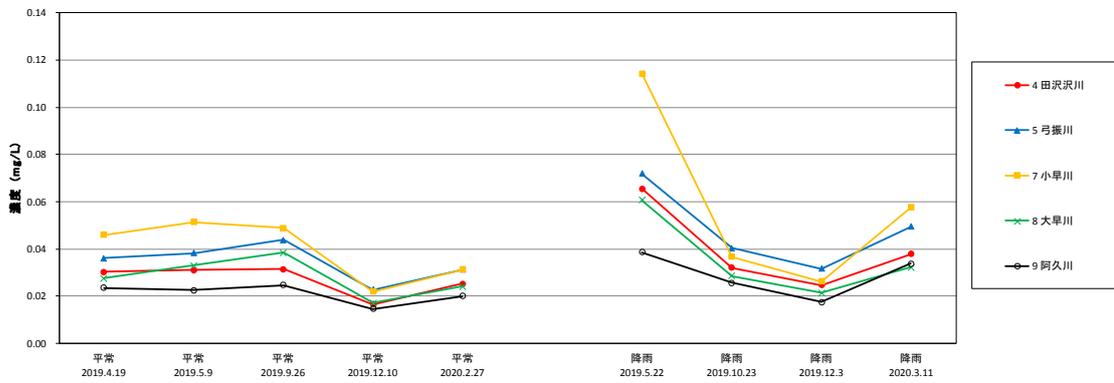
T-P(宮川) 本流



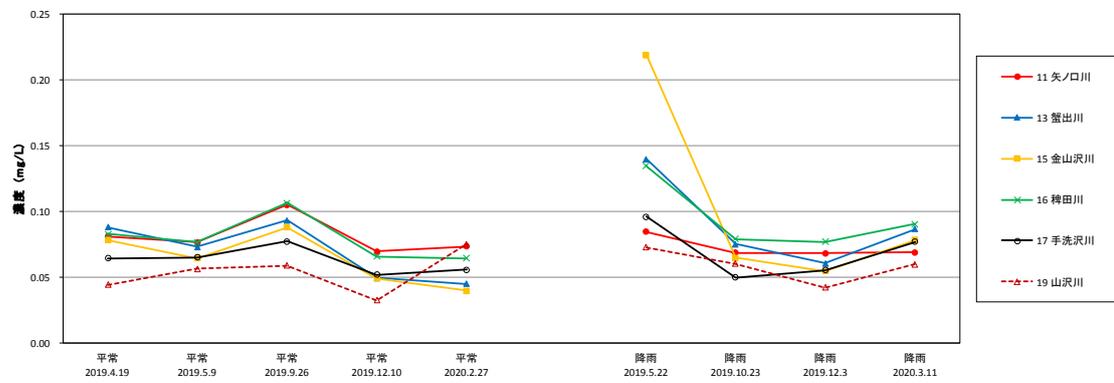
T-P(宮川) 左岸



T-P(宮川) 右岸下流

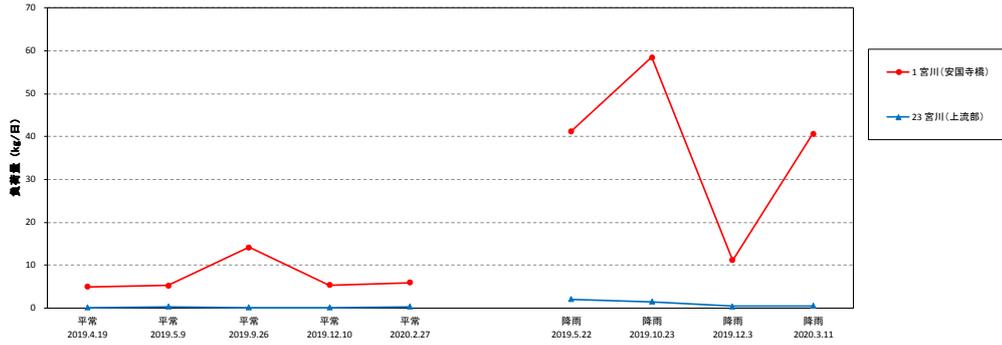


T-P(宮川) 右岸上流

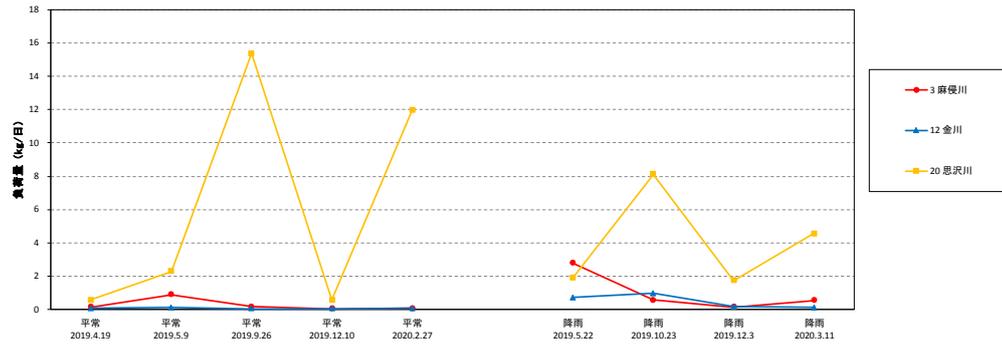


# (全りん 負荷量)

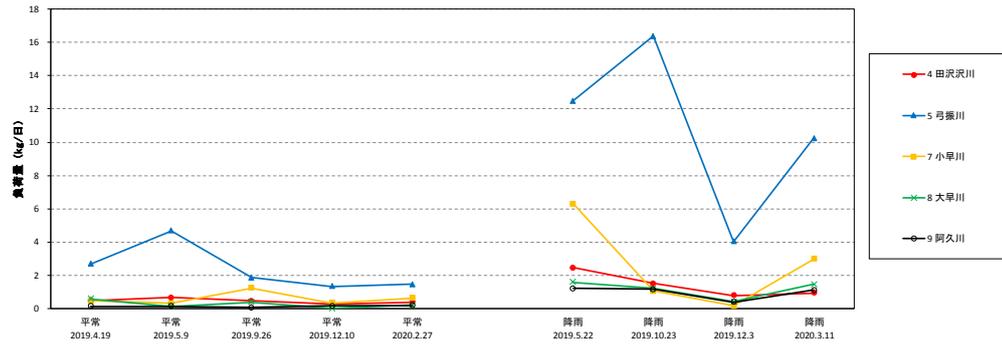
T-P(宮川) 本流



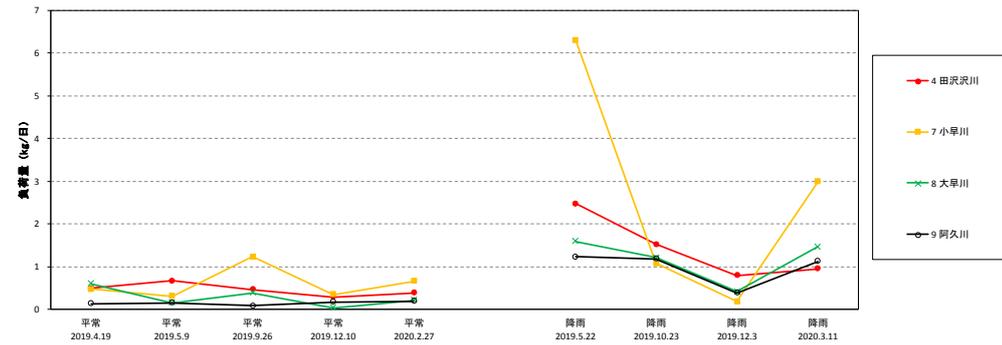
T-P(宮川) 左岸



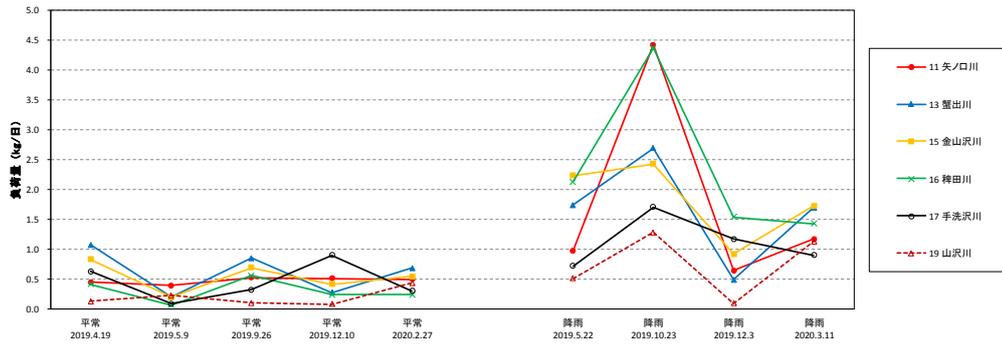
T-P(宮川) 右岸下流



T-P(宮川) 右岸下流

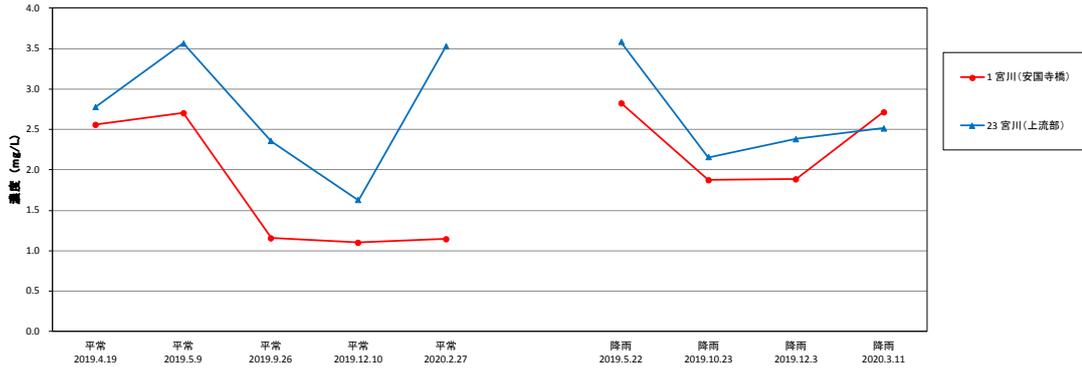


T-P(宮川) 右岸上流

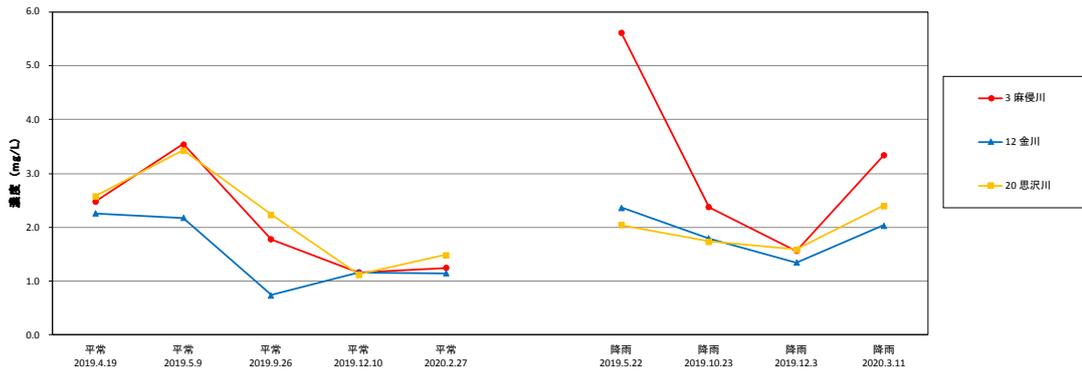


### (COD 濃度)

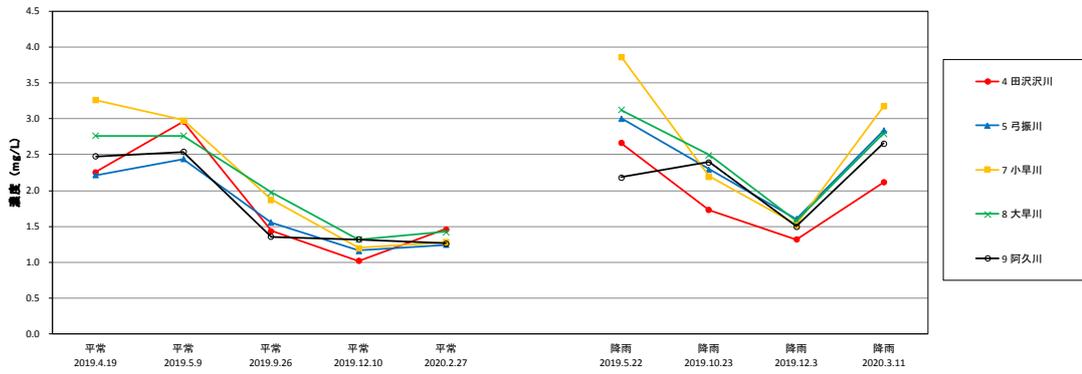
COD(宮川) 本流



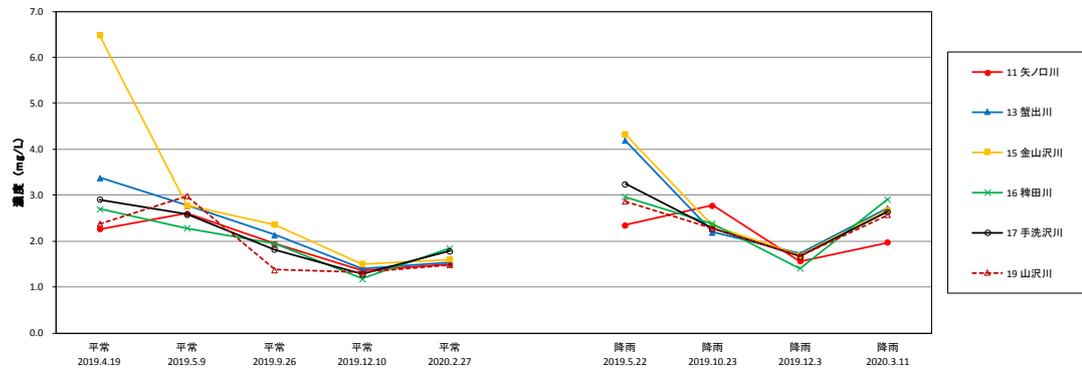
COD(宮川) 左岸



COD(宮川) 右岸下流

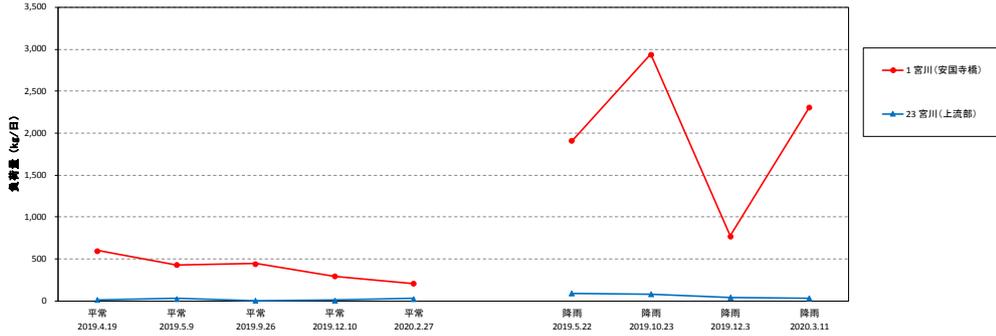


COD(宮川) 右岸上流

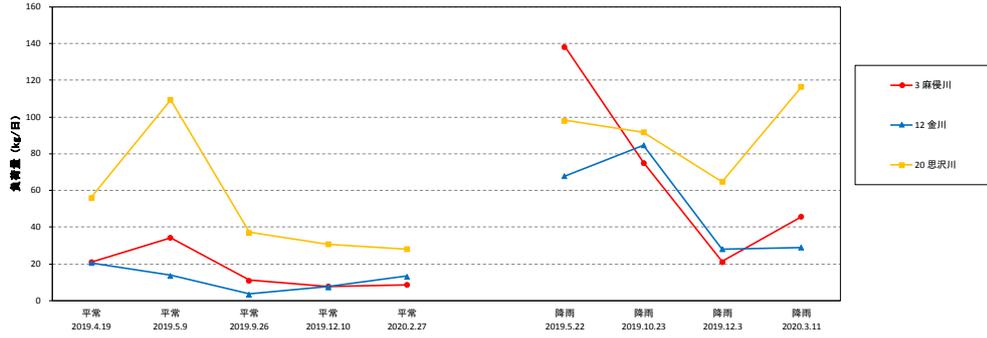


# (COD 負荷量)

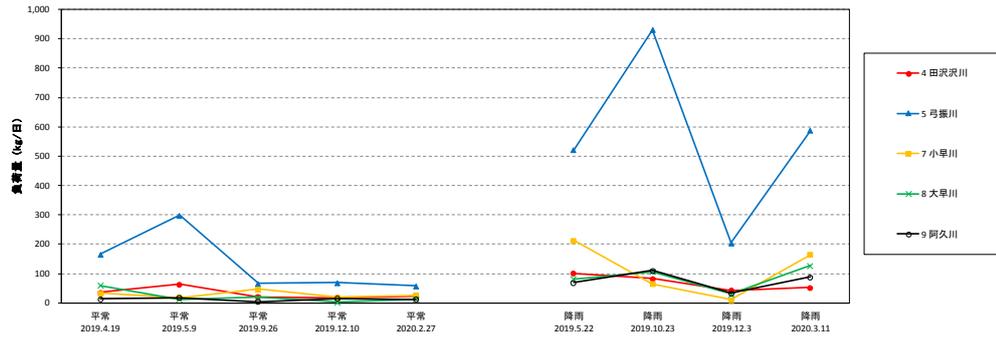
## COD(宮川) 本流



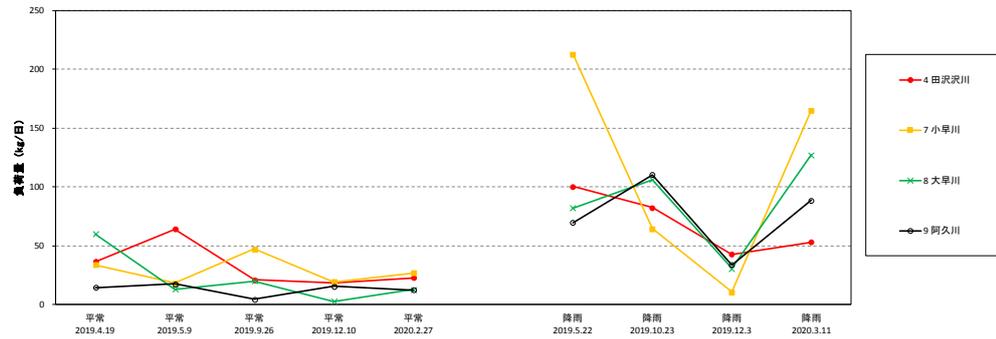
## COD(宮川) 左岸



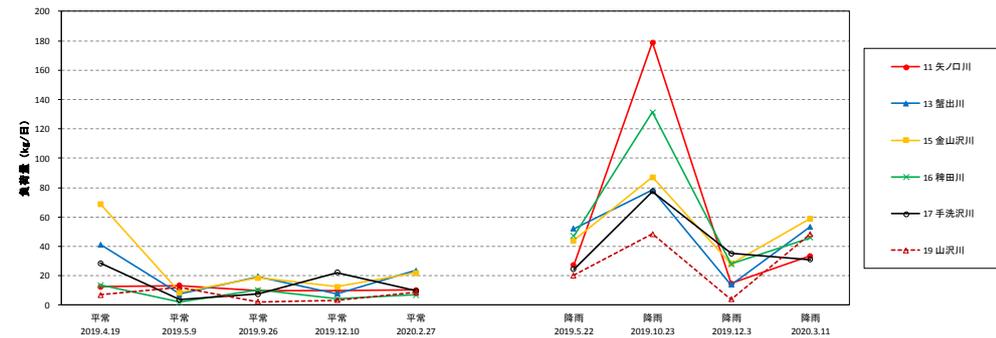
## COD(宮川) 右岸下流



## COD(宮川) 右岸下流

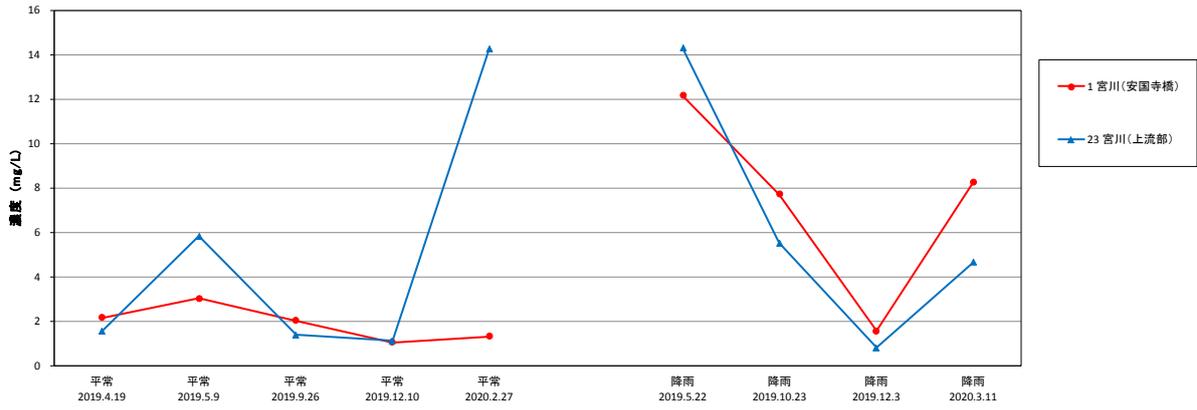


## COD(宮川) 右岸上流

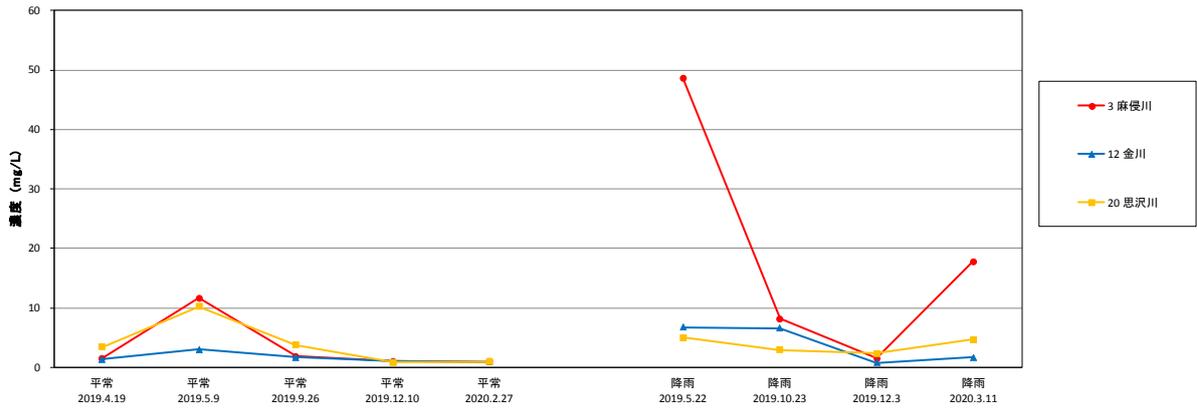


### (SS 濃度)

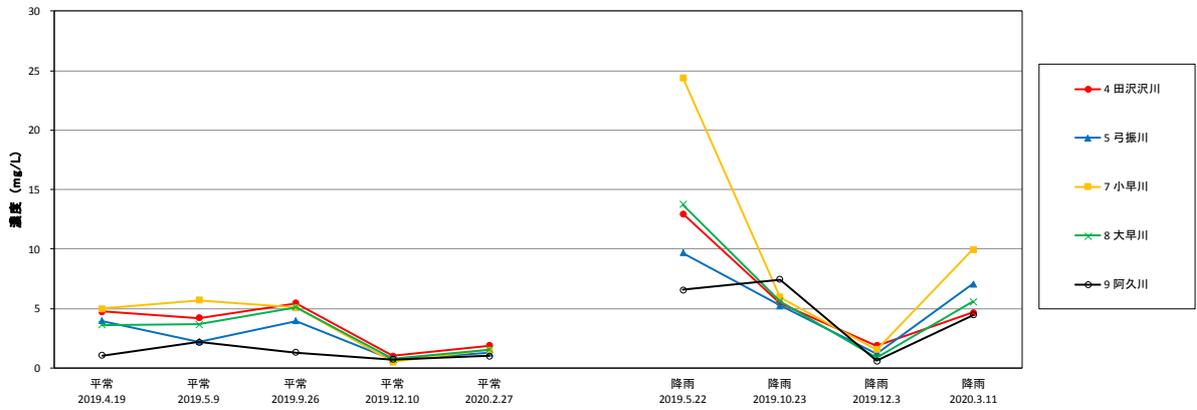
#### SS(宮川) 本流



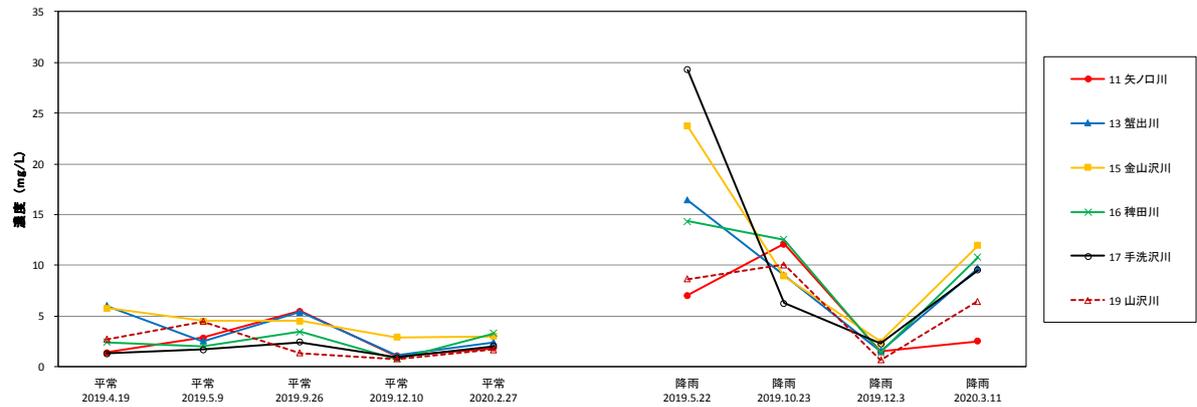
#### SS(宮川) 左岸



#### SS(宮川) 右岸下流

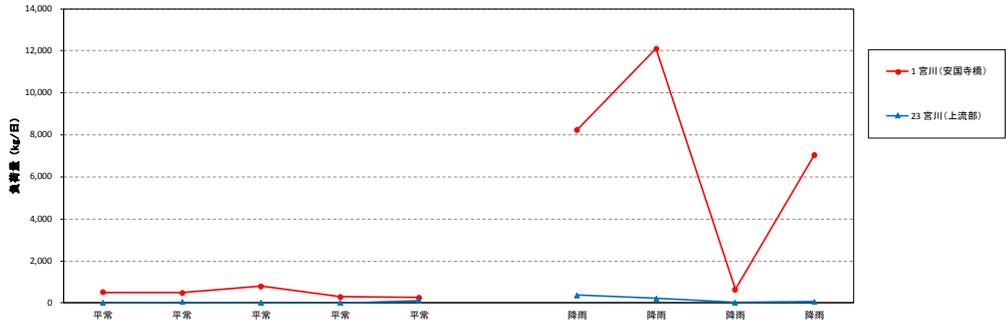


#### SS(宮川) 右岸上流

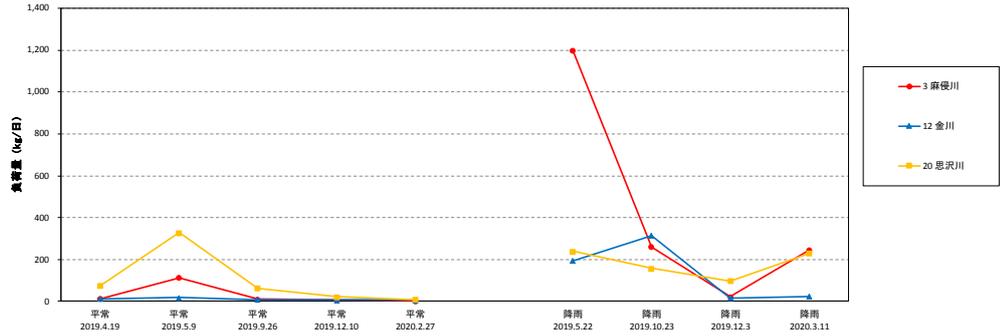


# (SS 負荷量)

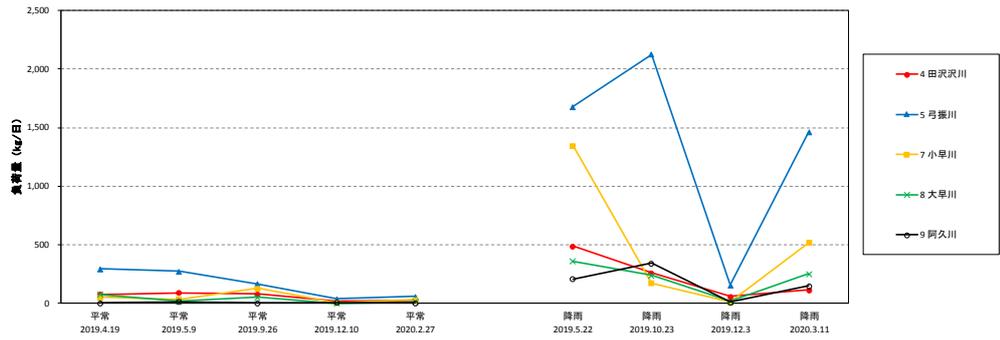
## SS(宮川) 本流



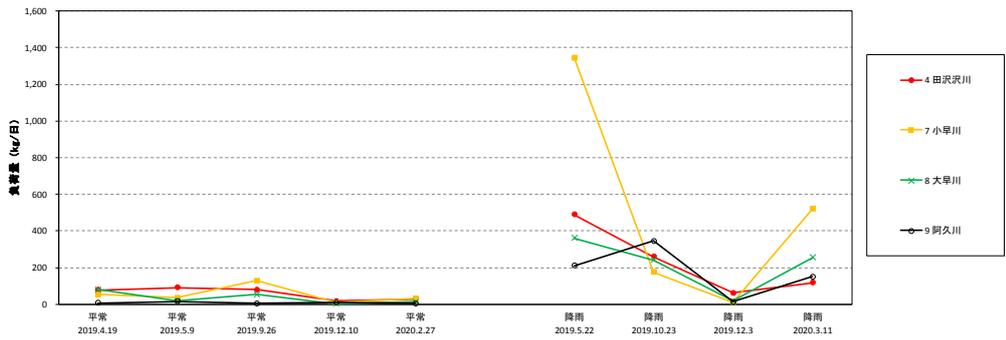
## SS(宮川) 左岸



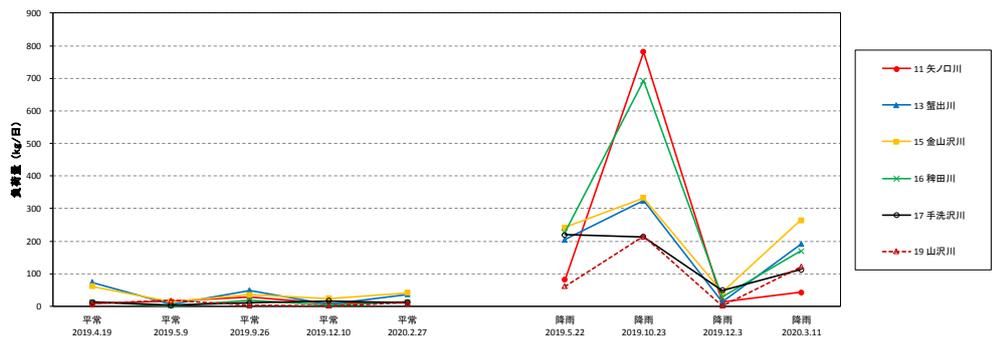
## SS(宮川) 右岸下流

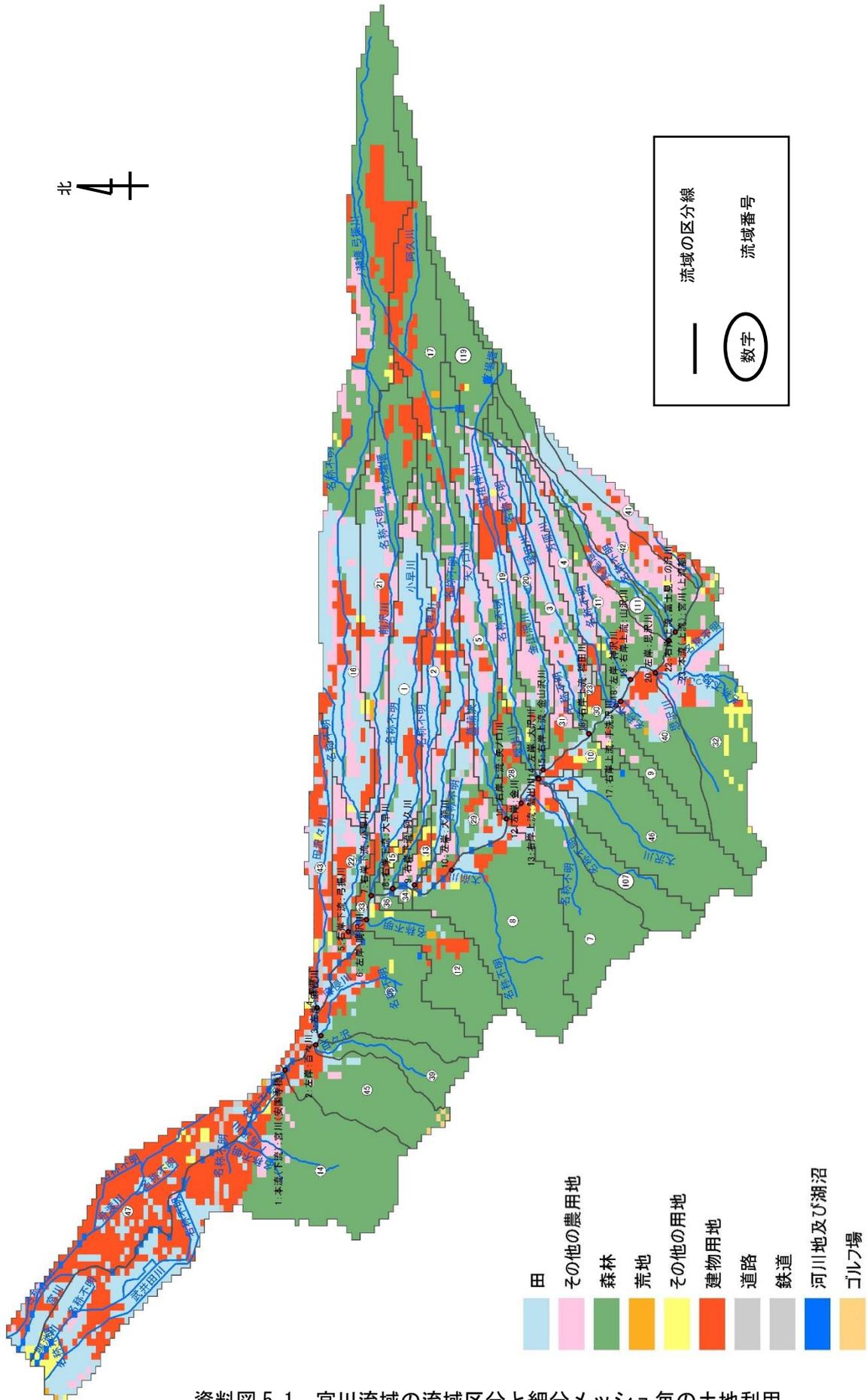


## SS(宮川) 右岸下流



## SS(宮川) 右岸上流





資料図 5.1 宮川流域の流域区分と細分メッシュ毎の土地利用

資料表 5.1 宮川流域の流域区分毎の土地利用種別の面積

単位: ha

グループ	河川名	集計流域番号	田	その他の農用地	森林	荒地	建物用地	道路	鉄道	その他の用地	河川地及び湖沼	ゴルフ場	総計	
左岸	1安国寺橋に入る流域	45	12.5	4.2	228.3	0.0	21.9	0.0	0.0	0.0	1.0	5.2	273.1	
	2百々川	39	3.1	1.0	128.2	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	133.4	
	3麻侵川	38	25.0	4.2	290.8	0.0	34.4	0.0	0.0	2.1	5.2	0.0	361.7	
	6鳴沢川	12	3.1	0.0	223.1	2.1	22.9	0.0	0.0	4.2	1.0	0.0	256.4	
	主要河川なし	36	0.0	0.0	9.4	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	11.5	
	主要河川なし	34	1.0	0.0	6.3	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0	0.0	0.0	9.4	
	10大崩川	8	24.0	4.2	511.9	2.1	19.8	0.0	0.0	3.1	3.1	0.0	568.2	
	12金川	7	17.7	11.5	285.7	1.0	25.0	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	343.1	
	14大沢川(北側半分)	107	11.5	1.0	158.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	171.0	
	14大沢川(南側半分)	46	22.9	1.0	356.7	0.0	5.2	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	386.9	
	主要河川なし	10	9.4	0.0	24.0	0.0	14.6	0.0	0.0	8.3	0.0	0.0	56.3	
	主要河川なし	9	1.0	8.3	95.9	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	107.4	
	18神沢川	40	25.0	27.1	112.6	1.0	20.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	186.7	
	20思沢川	32	59.5	35.5	317.1	0.0	34.4	0.0	3.1	32.3	0.0	0.0	481.9	
	小計			215.8	98.0	2748.5	6.3	201.2	0.0	5.2	54.2	12.5	5.2	3347.0
	割合%			6.4	2.9	82.1	0.2	6.0	0.0	0.2	1.6	0.4	0.2	100.0
	右岸下流	4田沢川	43	70.9	16.7	7.3	0.0	111.5	16.7	1.0	9.4	5.2	0.0	238.7
5弓振川(下流)		22	40.6	29.2	12.5	0.0	34.4	3.1	2.1	0.0	0.0	0.0	121.9	
5弓振川(上流)		16	224.1	135.5	486.7	0.0	192.8	0.0	0.0	12.5	0.0	0.0	1051.6	
5弓振川支流の前沢川		21	119.9	98.0	150.1	3.1	66.7	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	440.9	
主要河川なし		33	2.1	0.0	7.3	0.0	9.4	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	20.8	
7小早川		1	212.6	54.2	33.4	0.0	43.8	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	346.1	
主要河川なし		15	1.0	1.0	6.3	1.0	4.2	6.3	0.0	2.1	0.0	0.0	21.9	
8大早川		2	68.8	58.4	79.2	4.2	34.4	2.1	0.0	4.2	0.0	0.0	251.2	
主要河川なし		13	1.0	9.4	4.2	3.1	6.3	0.0	1.0	6.3	2.1	0.0	33.4	
9阿久川		17	79.2	57.3	314.8	2.1	125.1	2.1	0.0	5.2	0.0	0.0	585.8	
小計				820.3	459.6	1101.7	13.6	628.5	30.2	6.3	44.8	7.3	0.0	3112.3
割合%				26.4	14.8	35.4	0.4	20.2	1.0	0.2	1.4	0.2	0.0	100.0
右岸(中間)		宮沢川	29	51.1	27.1	46.9	0.0	28.1	5.2	4.2	0.0	2.1	0.0	164.7
	小計		51.1	27.1	46.9	0.0	28.1	5.2	4.2	0.0	2.1	0.0	164.7	
	割合%		31.0	16.5	28.5	0.0	17.1	3.2	2.5	0.0	1.3	0.0	100.0	
右岸上流	11矢ノ口川	5	77.1	82.4	128.2	0.0	20.9	3.1	1.0	0.0	1.0	0.0	313.8	
	主要河川なし	28	1.0	3.1	46.9	0.0	16.7	2.1	2.1	1.0	0.0	0.0	73.0	
	13蟹出川	19	53.2	75.1	68.8	0.0	43.8	1.0	0.0	6.3	0.0	0.0	248.1	
	13蟹出川より上流の森林	119	1.0	1.0	165.8	0.0	1.0	0.0	1.0	1.0	3.1	0.0	174.1	
	15金山沢川	20	60.5	84.5	64.6	0.0	12.5	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	224.2	
	主要河川なし	31	5.2	15.6	18.8	0.0	9.4	2.1	4.2	0.0	0.0	0.0	55.3	
	16稗田川	3	62.6	88.6	43.8	0.0	10.4	6.3	0.0	3.1	0.0	0.0	214.8	
	主要河川なし	23	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	
	主要河川なし	30	4.2	0.0	8.3	0.0	9.4	2.1	1.0	1.0	0.0	0.0	26.1	
	17手洗沢川	4	46.9	50.0	29.2	0.0	7.3	3.1	0.0	1.0	0.0	0.0	137.6	
	19山沢川	11	16.7	65.7	125.1	0.0	8.3	1.0	6.3	3.1	0.0	0.0	226.3	
	21富士見一の沢川	111	29.2	22.9	100.1	0.0	7.3	2.1	0.0	1.0	0.0	0.0	162.7	
	22富士見二の沢川	42	56.3	90.7	52.1	0.0	15.6	3.1	0.0	4.2	0.0	0.0	222.1	
	小計			413.9	579.7	851.8	0.0	163.7	28.2	15.6	21.9	4.2	0.0	2079.0
割合%			19.9	27.9	41.0	0.0	7.9	1.4	0.8	1.1	0.2	0.0	100.0	
本流上流	23宮川上流部	41	37.5	35.5	9.4	0.0	15.6	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	99.1	
	小計		37.5	35.5	9.4	0.0	15.6	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	99.1	
	割合%		37.9	35.8	9.5	0.0	15.8	0.0	0.0	1.1	0.0	0.0	100.0	
安国寺橋より上流	総計		1538.7	1200.0	4758.3	19.8	1037.2	63.6	31.3	122.0	26.1	5.2	8802.0	
	割合%		17.5	13.6	54.1	0.2	11.8	0.7	0.4	1.4	0.3	0.1	100.0	
安国寺橋より下流	左岸	14	255.2	35.4	473.1	2.1	245.9	3.1	0.0	30.2	16.7	0.0	1061.7	
	右岸	47	89.6	4.2	0.0	1.0	342.7	24.0	0.0	13.5	17.7	0.0	492.7	
	小計		344.8	39.6	473.1	3.1	588.6	27.1	0.0	43.8	34.4	0.0	1554.5	
	割合%		22.2	2.5	30.4	0.2	37.9	1.7	0.0	2.8	2.2	0.0	100.0	
諏訪湖に流入する流域	総合計		1883.5	1239.5	5231.5	22.9	1625.8	90.7	31.3	165.7	60.4	5.2	10356.5	
	割合%		18.2	12.0	50.5	0.2	15.7	0.9	0.3	1.6	0.6	0.1	100.0	

各流域ごとの面積は、PASCO(株)から提供を受けた。

集計流域番号は、ランダムに付与されている。

表中の流域は、北から南に向かって配列した。

- ・元データ：国土地理院 国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ（平成 28 年度～）

※ 地図上の格子は、3次メッシュ 1/10 細分区画（100mメッシュ）。大きさは、緯度方向 3"、経度方向 4.5"

- ・各流域を分ける境界線（黒）：主な線は、100mメッシュの標高データに基づき、メッシュ境界に沿う形とした。一部の線は、等高線データに基づいて求めた落水線の境界とした。

- ・地図及び境界線の作成：PASCO 株式会社実施

資料 2-6 弓振川・蟹出川の各流域における土地利用種別毎の面積

資料表 6.1 弓振川・蟹出川の各流域における土地利用種別毎の面積

河川名	流域名	集計 流域 番号	田	その 他の 農用 地	森林	荒地	建物用 地	道路	鉄道	その 他の 用地	河川地 及び湖 沼	ゴルフ 場	総計 ha	備考1
			ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha		
弓振川	地点1-1から地点1-M	1	40.6	29.2	12.5	0.0	34.4	3.1	2.1	0.0	0.0	0.0	121.9	※1
	地点1-Mから地点1-2①	2	19.8	8.3	2.1	0.0	9.4	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	41.7	※1
	地点1-1から地点1-2① (前沢川を除く)	1,2小計	60.4	37.5	14.6	0.0	43.8	3.1	2.1	2.1	0.0	0.0	163.6	※1
	地点1-2①から地点1-3	3	106.3	46.9	3.1	0.0	36.5	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	195.9	※1 建物(常住)
	地点1-3から地点1-4①	4	98.0	28.1	10.4	0.0	22.9	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	160.5	※1 建物(常住)
	地点1-4①から地点1-5①	5	0.0	18.8	133.4	0.0	10.4	0.0	0.0	5.2	0.0	0.0	167.8	※1 建物(別荘)
	地点1-5①から地点1-6	6	0.0	32.3	75.0	0.0	24.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	132.4	※1 建物(別荘)、その他の農用地(農業大学校)
	地点1-6より上流	7	0.0	1.0	262.6	0.0	89.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	353.3	建物(別荘)。森林が主。田畑は存在しない
	5弓振川支流の前沢川	(21)	119.9	98.0	150.1	3.1	66.7	0.0	0.0	3.1	0.0	0.0	440.9	※1 建物(常住と別荘)
	小計		384.6	262.6	649.3	3.1	293.9	3.1	2.1	15.6	0.0	0.0	1614.4	
割合%		23.8	16.3	40.2	0.2	18.2	0.2	0.1	1.0	0.0	0.0	100.0		
蟹出川	地点2-1から地点2-2	8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	1.0	※1
		9	6.3	8.3	39.6	0.0	1.0	1.0	0.0	4.2	0.0	0.0	60.5	※1
		8,9小計	6.3	8.3	39.6	0.0	1.0	1.0	1.0	4.2	0.0	0.0	61.5	※1
	地点2-2から地点2-A	10	27.1	20.9	4.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	52.1	※1
	地点2-2から地点2-3②	11	7.3	10.4	12.5	0.0	2.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	32.3	※1
	地点2-Aから地点2-5	12	1.0	24.0	4.2	0.0	24.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	53.2	※1 建物(常住)
	地点2-3①から地点2-4	13	1.0	1.0	0.0	0.0	14.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	16.7	※1 建物(常住)
	地点2-4から地点2-5	11,3	10.4	10.4	8.3	0.0	2.1	0.0	0.0	2.1	0.0	0.0	33.4	※1
	13地点2-5より上流	14	1.0	1.0	165.8	0.0	1.0	0.0	0.0	1.0	3.1	0.0	173.0	水質は把握していない
	小計		54.2	76.1	234.6	0.0	44.8	1.0	1.0	7.3	3.1	0.0	422.2	
割合%		12.8	18.0	55.6	0.0	10.6	0.2	0.2	1.7	0.7	0.0	100.0		

※1 把握できてない流路によって田畑からの流入の可能性がある。

・元データ：国土地理院 国土数値情報 土地利用細分メッシュデータ（平成 28 年度～）

※地図上の格子は、3次メッシュ 1/10 細分区画（100m メッシュ）。

大きさは、緯度方向 3"、経度方向 4.5"

・各流域を分ける境界線（黒）：主な線は、100m メッシュの標高データに基づき、メッシュ境界に沿う形とした。一部の線は、等高線データに基づいて求めた落水線の境界とした。

・地図及び境界線の作成：PASCO 株式会社が実施

・黄色の欄：本文中で計算に使用した値

資料3-1 測定地点

地点名 : 1 塚間川

測定対象 : 塚間川

測定地点 : 岡谷市湖畔3

塚間川左岸

緯度 : 36° 3' 30.84" 経度 : 138° 3' 25.56" (世界測地系)



● 水位計 設置場所

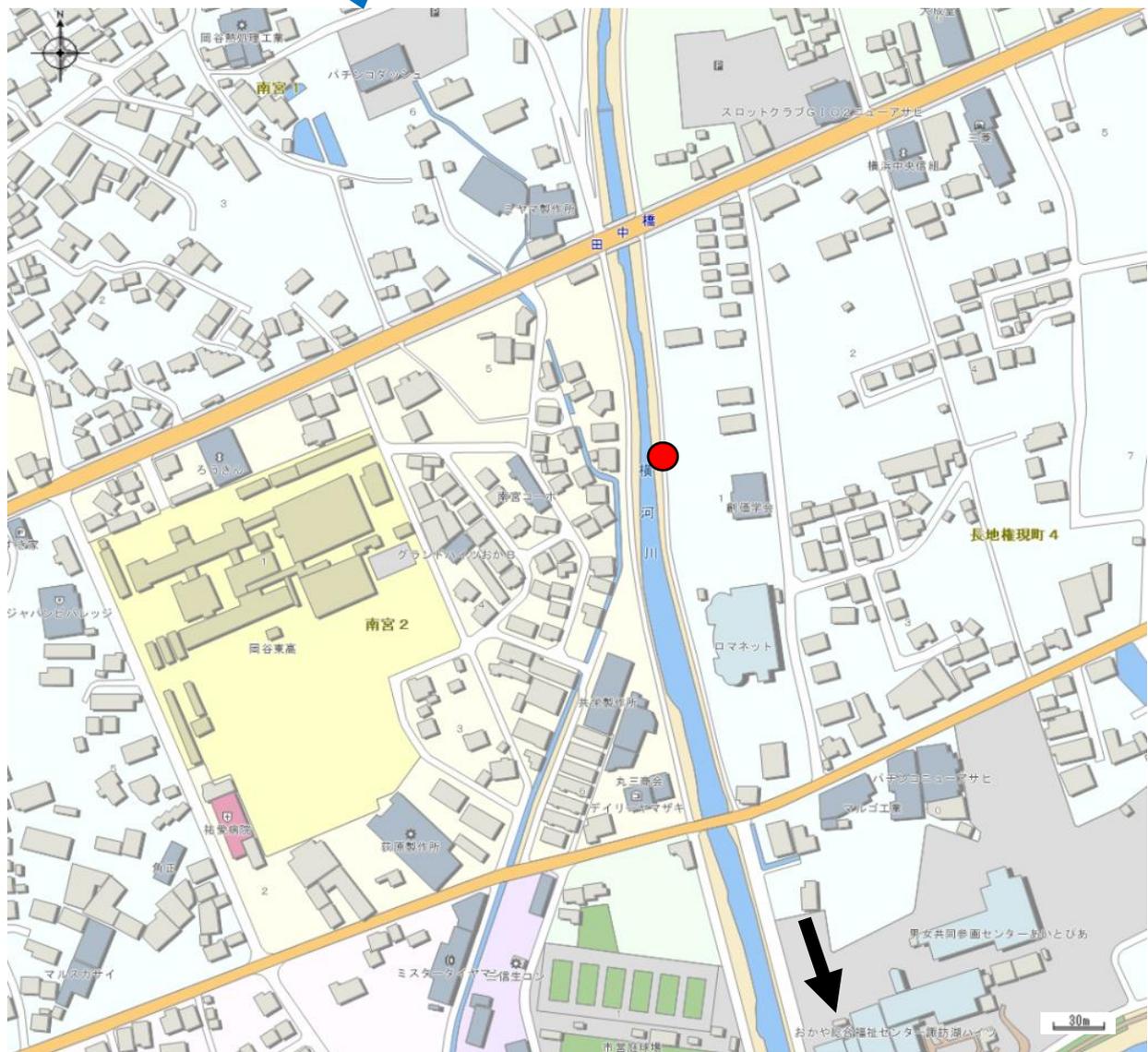
地点名 : 2 横河川

測定対象 : 横河川

測定地点 : 岡谷市長地権現町4

横河川左岸

緯度 : 36° 3' 47.99" 経度 : 138° 4' 0.08" (世界測地系)



● 水位計 設置場所

諏訪湖方面

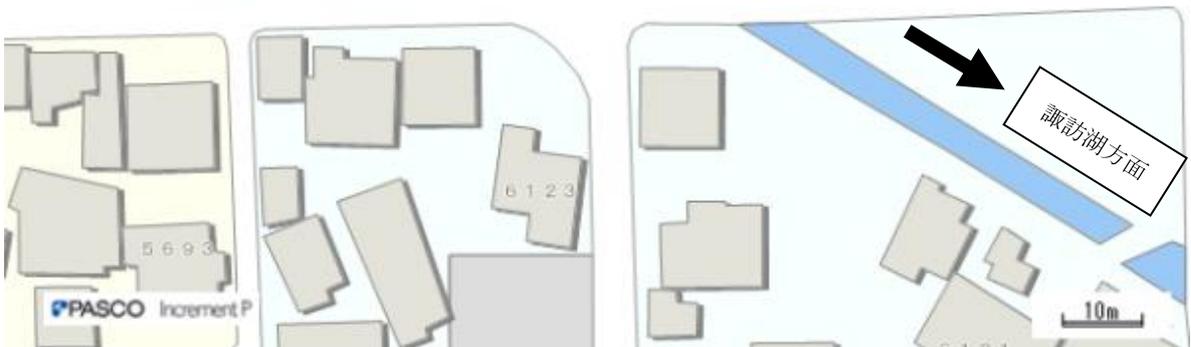
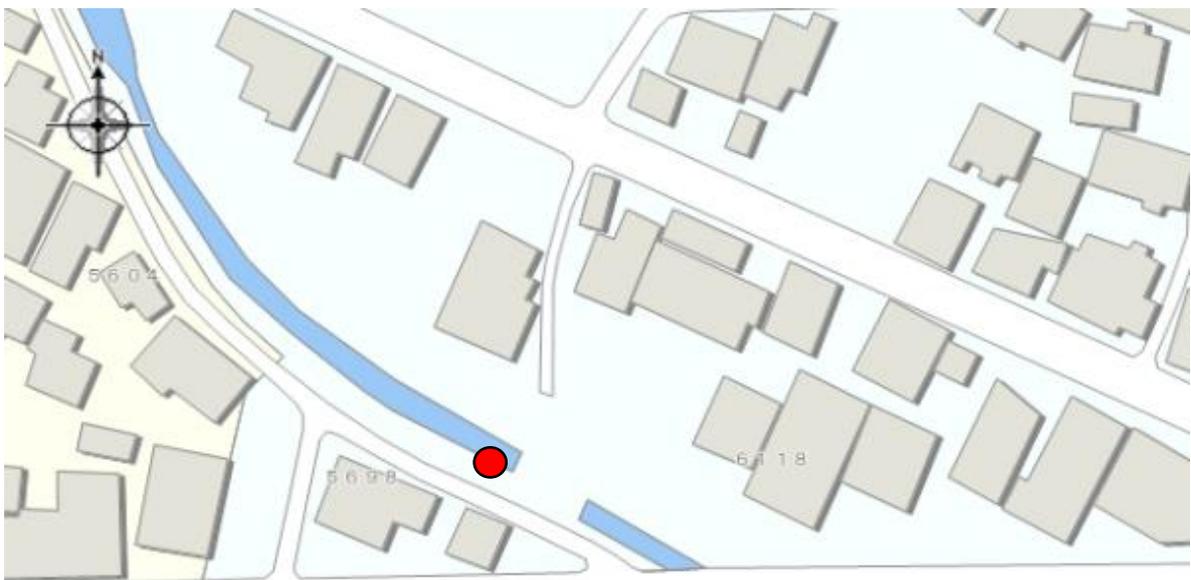
地点名 : 3 承知川

測定対象 : 承知川

測定地点 : 下諏訪町西豊

承知川右岸

緯度 : 36° 4' 11.24" 経度 : 138° 5' 28.26" (世界測地系)



● 水位計 設置場所

地点名 : 4 水産試験場諏訪支場

測定対象 : 大気圧 (水位計の圧力補正に使用)

測定地点 : 下諏訪町高浜

承知川右岸、水産試験場諏訪支場の建物裏

緯度 : 36° 4' 2.93" 経度 : 138° 5' 42.09" (世界測地系)



● 水位計 (大気圧測定用) 設置場所

資料3-2 水深と流量の測定

測定日	1 塚間川						
	流速関係			水位計関係			
	測定時刻	流速	流量Q	測定時刻	水面 ～水位計	水位計 ～河床	水深H
yyyy/mm/dd	hh:mm	m s <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	hh:mm	m	m	m
2018/12/5	11:23	0.4502	0.2262	10:47	0.213	0.039	0.252
2019/1/24	9:28	0.2664	0.1157	9:17	0.174	0.039	0.213
2019/2/4	9:00	0.3791	0.2022	9:00	0.212	0.039	0.251
2019/2/20	9:00	0.3074	0.1447	9:00	0.188	0.039	0.227
2019/3/1	9:00	0.2545	0.1171	9:00	0.184	0.039	0.223
2019/3/4	11:56	0.6260	0.5374	11:30	0.335	0.039	0.374
2019/4/1	10:48	0.3238	0.1761	11:00	0.189	0.066	0.255
2019/4/11	11:15	0.7108	0.7345	11:00	0.373	0.066	0.439
2019/6/10	10:30	0.3063	0.1899	10:00	0.218	0.066	0.284
2019/7/26	11:02	0.3728	0.2667	11:00	0.262	0.066	0.328
2019/10/25	9:45	1.0169	1.7607	10:00	0.586	0.066	0.652
2019/12/17	11:05	0.3446	0.2481	11:00	0.274	0.066	0.340
2019/12/20	13:45	0.2395	0.1515	13:30	0.241	0.066	0.307

測定日	2 横河川						
	流速関係			水位計関係			
	測定時刻	流速	流量Q	測定時刻	水面 ～水位計	水位計 ～河床	水深H
yyyy/mm/dd	hh:mm	m s <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	hh:mm	m	m	m
2018/12/5	12:30	0.5730	0.3860	11:48	0.277	0.037	0.314
2019/1/24	11:10	0.3306	0.1485	10:48	0.219	0.037	0.256
2019/2/4	9:15	0.6014	0.2887	9:00	0.231	0.037	0.268
2019/2/20	9:15	0.4366	0.2173	9:00	0.238	0.037	0.275
2019/3/1	9:10	0.3791	0.1674	9:00	0.216	0.037	0.253
2019/3/4	13:36	0.5639	0.3532	13:00	0.288	0.037	0.325
2019/4/1	11:38	0.4556	0.1594	11:30	0.180	0.037	0.217
2019/4/11	10:13	0.3645	0.1442	10:00	0.198	0.037	0.235
2019/6/10	11:16	0.3218	0.1241	11:30	0.194	0.037	0.231
2019/7/26	12:13	1.4606	1.4195	12:00	0.423	0.037	0.460
2019/10/25	10:10	1.9381	3.2720	10:00	0.650	0.037	0.687
2019/12/17	11:25	0.7079	0.4507	11:30	0.292	0.037	0.329
2019/12/20	13:07	0.4197	0.2154	13:00	0.244	0.037	0.281

測定日	3 承知川						
	流速関係			水位計関係			
	測定時刻	流速	流量Q	測定時刻	水面 ～水位計	水位計 ～河床	水深H
yyyy/mm/dd	hh:mm	m s <sup>-1</sup>	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	hh:mm	m	m	m
2018/12/5	13:10	0.4367	0.1819	12:52	0.149	0.040	0.189
2019/1/24	12:16	0.3504	0.1460	14:00	0.098	0.040	0.138
2019/2/4	9:25	0.4040	0.1768	9:30	0.105	0.040	0.145
2019/2/20	9:30	0.3691	0.1483	9:30	0.093	0.040	0.133
2019/3/1	9:25	0.3417	0.1424	9:30	0.098	0.040	0.138
2019/3/4	14:21	0.4446	0.2534	14:00	0.149	0.040	0.189
2019/4/1	13:25	0.3209	0.1164	13:30	0.080	0.040	0.120
2019/4/11	-						
2019/6/10	12:03	0.5402	0.2865	12:00	0.137	0.040	0.177
2019/7/26	13:44	0.6036	0.5092	13:30	0.239	0.040	0.279
2019/10/25	10:30	0.7638	1.0966	10:30	0.435	0.040	0.475
2019/12/17	11:40	0.3261	0.1672	12:00	0.130	0.040	0.170
2019/12/20	11:09	0.2985	0.1342	11:00	0.109	0.040	0.149

資料4 ワカサギの鉛直分布の条件調査測定記録表

D0鉛直調査（諏訪湖） 測定記録表					
測定日：R 1年 8 月 27 日					
測定者：水大気環境課 中島、市川（水産試験場諏訪支場2名 操船、魚探操作、投網対応）					
地点名		地点② (D地点と湖心の間)		地点③ (湖心)	
測定開始時刻		20時08分		20時25分	
天候	当日	雨		雨	
	前日			←	
気温		℃		℃	
全水深		m		m	
水深		水温(℃)	DO (mg/L)	水温(℃)	DO (mg/L)
上層					
0.2m		24.3	11.95	24.2	12.02
0.5m		24.5	11.88	24.4	12.04
1.0m		24.6	11.85	24.5	12.00
1.5m		24.7	11.82	24.6	11.97
2.0m		24.7	11.81	24.6	11.93
2.5m		24.7	11.67	24.7	11.91
3.0m		23.9	9.97	24.0	8.78
3.5m		22.8	5.51	23.1	4.52
4.0m		22.0	2.44	22.2	3.20
4.5m		21.5	0.30	21.6	0.45
5.0m		21.2	0.17	21.2	0.15
5.5m		21.1	0.13		
6.0m					
6.5m					
下層		m		m	
水深-0.5m		℃	mg/L	℃	mg/L

資料5-1 諏訪湖底質環境調査 間隙水等測定データ

<春期>

地点名	区分	(cm)	T-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO4-P (mg/L)	採泥日
地点1	直上水		0.54	0.12	<0.02	0.15	0.017	0.007	2018/6/5
	間隙水	0-2	1.3	<0.02	<0.02	0.84	0.063	0.011	
		2-4	2.0	<0.02	<0.02	1.3	0.15	0.053	
		4-6	2.2	<0.02	<0.02	1.7	0.21	0.082	
		6-8	1.7	<0.02	<0.02	1.6	0.15	0.038	
	8-10	1.7	<0.02	<0.02	1.6	0.11	0.045		
地点5	直上水		0.75	0.27	<0.02	0.16	0.009	0.003	2018/5/8
	間隙水	0-2	1.3	<0.02	<0.02	1.2	0.035	0.020	
		2-4	1.7	<0.02	<0.02	1.5	0.068	0.058	
		4-6	2.2	<0.02	<0.02	1.6	0.066	0.038	
		6-8	1.7	<0.02	<0.02	1.4	0.041	0.023	
	8-10	2.2	<0.02	<0.02	1.3	0.035	0.027		
地点6	直上水		0.52	0.20	<0.02	0.20	0.007	0.004	2018/5/8
	間隙水	0-2	2.2	<0.02	<0.02	2.2	0.029	0.016	
		2-4	2.9	<0.02	<0.02	2.8	0.086	0.071	
		4-6	2.8	<0.02	<0.02	2.2	0.066	0.045	
		6-8	2.7	<0.02	<0.02	1.7	0.058	0.043	
	8-10	2.0	<0.02	<0.02	1.5	0.058	0.030		
地点8	直上水		0.36	0.11	<0.02	<0.02	0.011	0.004	2018/5/8
	間隙水	0-2	1.6	<0.02	<0.02	1.6	0.044	0.023	
		2-4	2.4	<0.02	<0.02	2.2	0.10	0.091	
		4-6	1.9	<0.02	<0.02	1.7	0.055	0.036	
		6-8	2.3	<0.02	<0.02	1.7	0.038	0.030	
	8-10	2.4	<0.02	<0.02	1.8	0.050	0.024		
地点10	直上水		0.17	<0.02	<0.02	<0.02	0.009	0.004	2018/4/24
	間隙水	0-2	1.3	0.06	<0.02	0.67	0.058	0.021	
		2-4	1.5	<0.02	<0.02	1.4	0.037	0.026	
		4-6	1.5	<0.02	<0.02	1.5	0.034	0.026	
		6-8	1.8	<0.02	<0.02	1.6	0.055	0.035	
	8-10	1.9	<0.02	<0.02	1.5	0.063	0.043		
地点13	直上水		0.26	<0.02	<0.02	<0.02	0.010	0.005	2018/4/24
	間隙水	0-2	1.3	0.06	<0.02	0.67	0.036	0.027	
		2-4	1.7	<0.02	<0.02	1.4	0.035	0.023	
		4-6	1.1	<0.02	<0.02	1.2	0.017	0.012	
		6-8	1.1	<0.02	<0.02	0.99	0.025	0.013	
	8-10	1.3	<0.02	<0.02	0.86	0.045	0.025		
地点19	直上水		0.82	0.13	<0.02	0.62	0.025	0.007	2018/6/5
	間隙水	0-2	3.7	<0.02	<0.02	3.2	0.24	0.13	
		2-4	4.4	<0.02	<0.02	3.6	0.43	0.38	
		4-6	3.2	<0.02	<0.02	2.5	0.35	0.21	
		6-8	2.9	<0.02	<0.02	2.5	0.27	0.15	
	8-10	2.5	<0.02	<0.02	2.0	0.25	0.14		
地点20	直上水		0.80	0.08	<0.02	0.61	0.047	0.015	2018/6/5
	間隙水	0-2	2.1	<0.02	<0.02	1.9	0.37	0.22	
		2-4	2.6	<0.02	<0.02	2.0	0.46	0.28	
		4-6	2.5	<0.02	<0.02	1.7	0.52	0.31	
		6-8	2.2	<0.02	<0.02	1.4	0.45	0.27	
	8-10	2.8	<0.02	<0.02	1.2	0.32	0.18		
地点22	直上水		0.15	<0.02	<0.02	<0.02	0.008	0.003	2018/4/24
	間隙水	0-2	1.2	<0.02	<0.02	0.85	0.061	0.041	
		2-4	1.7	<0.02	<0.02	1.7	0.031	0.029	
		4-6	1.5	<0.02	<0.02	1.4	0.053	0.022	
		6-8	1.2	<0.02	<0.02	1.1	0.058	0.029	
	8-10	1.1	<0.02	<0.02	0.74	0.024	0.021		

※各態窒素の分析方法は春期と秋期で異なる

<秋期>

地点名	区分	(cm)	T-N (mg/L)	NO3-N (mg/L)	NO2-N (mg/L)	NH4-N (mg/L)	T-P (mg/L)	PO4-P (mg/L)	採泥日
地点1	直上水		0.34	-	0.007	-	0.009	0.005	2018/10/30
	間隙水	0-2	0.90	-	0.003	-	0.044	<0.003	
		2-4	1.4	-	0.004	-	0.067	0.029	
		4-6	1.6	-	0.004	-	0.11	0.042	
		6-8	1.9	-	0.004	-	0.13	0.089	
		8-10	1.8	-	0.007	-	0.20	0.099	
地点5	直上水		0.52	-	0.007	-	0.009	0.003	2018/10/16
	間隙水	0-2	0.31	-	0.005	-	0.029	<0.003	
		2-4	0.82	-	0.011	-	0.069	0.026	
		4-6	0.89	-	0.009	-	0.087	0.062	
		6-8	1.0	-	0.011	-	0.13	0.090	
		8-10	1.4	-	0.009	-	0.21	0.16	
地点6	直上水		0.52	-	0.008	-	0.008	<0.003	2018/10/16
	間隙水	0-2	1.0	-	0.015	-	0.067	0.020	
		2-4	1.5	-	0.017	-	0.084	0.045	
		4-6	1.9	-	0.015	-	0.13	0.084	
		6-8	2.4	-	0.017	-	0.23	0.14	
		8-10	2.6	-	0.016	-	0.27	0.18	
地点8	直上水		0.69	-	0.007	-	0.010	0.003	2018/10/16
	間隙水	0-2	0.99	-	0.007	-	0.042	0.022	
		2-4	1.9	-	0.008	-	0.15	0.15	
		4-6	2.4	-	0.013	-	0.40	0.34	
		6-8	2.6	-	0.015	-	0.40	0.35	
		8-10	2.2	-	0.018	-	0.47	0.36	
地点10	直上水		0.81	-	0.012	-	0.010	0.004	2018/10/3
	間隙水	0-2	1.3	-	0.015	-	0.022	<0.003	
		2-4	2.3	-	0.015	-	0.094	0.045	
		4-6	2.7	-	0.025	-	0.12	0.099	
		6-8	4.2	-	0.011	-	0.13	0.12	
		8-10	5.0	-	0.015	-	0.099	0.094	
地点13	直上水		0.90	-	0.014	-	0.010	0.004	2018/10/3
	間隙水	0-2	1.9	-	0.009	-	0.037	<0.003	
		2-4	3.8	-	0.008	-	0.067	0.024	
		4-6	4.7	-	0.006	-	0.034	0.011	
		6-8	5.9	-	0.006	-	0.049	0.027	
		8-10	6.1	-	0.005	-	0.024	0.004	
地点19	直上水		0.44	-	0.006	-	0.009	0.005	2018/10/30
	間隙水	0-2	1.6	-	0.003	-	0.062	<0.003	
		2-4	3.9	-	0.005	-	0.37	0.31	
		4-6	3.9	-	0.005	-	0.33	0.28	
		6-8	3.4	-	0.010	-	0.34	0.27	
		8-10	3.4	-	0.016	-	0.38	0.28	
地点20	直上水		0.26	-	0.005	-	0.009	0.005	2018/10/30
	間隙水	0-2	0.36	-	0.003	-	0.032	<0.003	
		2-4	0.73	-	0.004	-	0.062	0.040	
		4-6	1.0	-	0.006	-	0.12	0.082	
		6-8	1.0	-	0.005	-	0.15	0.096	
		8-10	0.83	-	0.007	-	0.087	0.066	
地点22	直上水		0.61	-	0.005	-	0.012	0.006	2018/10/3
	間隙水	0-2	0.18	-	<0.002	-	0.051	0.007	
		2-4	0.40	-	0.002	-	0.061	0.024	
		4-6	0.59	-	0.002	-	0.094	0.051	
		6-8	0.62	-	0.002	-	0.14	0.081	
		8-10	0.65	-	0.002	-	0.13	0.068	

※欠測:NO3-N、NH4-N

資料5-2 諏訪湖底質環境調査 底質測定データ

<春期>

地点名	区分	(cm)	T-N (mg/g)	T-P (mg/g)	全硫化物 (mg/g)	強熱減量 (%)	採泥日
地点1	底質	0-2	3.4	1.2	0.18	11	2018/6/5
		2-4	3.3	1.2		11	
		4-6	3.5	1.2		11	
		6-8	3.3	1.1		10	
		8-10	3.1	1.2		10	
		地点5	底質	0-2		4.1	
2-4	4.1	1.4		12			
4-6	4.1	1.4		12			
6-8	4.4	1.4		13			
8-10	4.1	1.4		12			
地点6	底質	0-2		3.7	1.3	0.15	11
2-4		3.6	1.3	11			
4-6		3.5	1.3	11			
6-8		3.4	1.3	11			
8-10		3.5	1.3	11			
地点8		底質	0-2	3.9	1.4		0.13
2-4	3.9		1.4	12			
4-6	3.8		1.4	12			
6-8	3.8		1.4	12			
8-10	3.8		1.4	12			
地点10	底質		0-2	7.1	1.8	0.34	
2-4		7.1	1.9	18			
4-6		6.9	1.9	18			
6-8		6.9	1.8	18			
8-10		6.6	1.8	18			
地点13		底質	0-2	5.5	1.8		0.10
2-4	5.0		1.8	17			
4-6	5.2		1.8	17			
6-8	4.5		1.8	17			
8-10	5.0		1.8	17			
地点19	底質		0-2	6.6	2.3	0.31	
2-4		6.3	2.2	17			
4-6		6.3	2.3	16			
6-8		6.3	2.2	16			
8-10		5.9	2.2	16			
地点20		底質	0-2	6.7	2.0		0.48
2-4	6.7		1.9	16			
4-6	6.6		2.0	16			
6-8	6.3		2.1	16			
8-10	6.2		2.1	16			
地点22	底質		0-2	6.2	2.2	0.17	
2-4		5.8	2.3	16			
4-6		5.9	2.4	16			
6-8		5.8	2.4	16			
8-10		5.7	2.3	16			

＜秋期＞

地点名	区分	(cm)	T-N (mg/g)	T-P (mg/g)	全硫化物 (mg/g)	強熱減量 (%)	採泥日
地点1	底質	0-2	3.2	1.2	0.24	11	2018/10/30
		2-4	3.4	1.2		11	
		4-6	3.6	1.4		11	
		6-8	3.5	1.2		11	
		8-10	3.5	1.1		11	
地点5	底質	0-2	3.9	1.4	0.44	12	2018/10/16
		2-4	4.1	1.4		12	
		4-6	3.9	1.4		12	
		6-8	3.8	1.4		12	
		8-10	3.8	1.4		12	
地点6	底質	0-2	2.9	1.1	0.12	10	2018/10/16
		2-4	2.7	1.1		10	
		4-6	2.6	1.1		10	
		6-8	2.7	1.1		10	
		8-10	2.8	1.1		10	
地点8	底質	0-2	3.8	1.5	0.32	13	2018/10/16
		2-4	4.0	1.5		13	
		4-6	3.7	1.5		13	
		6-8	3.8	1.5		13	
		8-10	4.1	1.5		13	
地点10	底質	0-2	7.8	2.0	0.93	19	2018/10/3
		2-4	7.4	2.0		19	
		4-6	6.9	1.9		18	
		6-8	6.5	2.0		18	
		8-10	6.4	1.9		17	
地点13	底質	0-2	5.6	1.9	0.30	17	2018/10/3
		2-4	5.1	1.9		17	
		4-6	4.7	1.8		16	
		6-8	4.9	2.0		17	
		8-10	5.1	1.9		17	
地点19	底質	0-2	7.1	2.2	0.75	16	2018/10/30
		2-4	7.0	2.4		16	
		4-6	6.6	2.3		16	
		6-8	6.2	2.2		16	
		8-10	6.0	2.4		16	
地点20	底質	0-2	6.5	1.9	0.88	15	2018/10/30
		2-4	6.4	2.0		15	
		4-6	6.8	2.0		15	
		6-8	6.5	1.9		15	
		8-10	6.2	1.9		15	
地点22	底質	0-2	6.0	2.3	0.70	16	2018/10/3
		2-4	6.0	2.3		16	
		4-6	6.1	2.4		16	
		6-8	6.1	2.3		16	
		8-10	6.1	2.3		16	