

釜房ダム貯水池湖沼水質保全計画に係る調査結果

| | | |
|----|---------------------------------|----|
| I | 釜房ダム貯水池流域における自然汚濁負荷調査中間報告 | 1 |
| II | 釜房ダム貯水池流域河川の汚濁負荷源に関する調査 | 19 |

【結果概要】

I. 釜房ダム貯水池流域における自然汚濁負荷調査

【調査内容】

- ・コントロールポイントにおいて、令和2年度に間伐が行われたことから、継続して間伐による負荷量の変化を調査した。
- ・平成23年度に皆伐・再造林を行った地点について、適切な森林整備が実施されたことによる負荷量への影響を調査した。

【結果】

- ・コントロールポイントにおいて、間伐前後でCOD, 窒素及びリン濃度に大きな差は見られなかった。間伐により林冠木が減少した結果、集水域における窒素やリン等の消費量の減少が影響した可能性がある。
- ・皆伐・再度造林地点において、施業の翌年度である平成24年度と今年度の水質と比較すると、全項目(各態除く)で濃度が減少した。適切な森林整備が、水質改善へ寄与することが示唆される。
- ・皆伐・再造林による水質改善に係る費用対効果については、浄水で希釈した場合と比較すると、おおよそ同程度であるものの、再造林による環境改善は、今後も効果の継続が見込めることから、コスト面においても優れていると期待される。

II. 釜房ダム貯水池流域河川の汚濁負荷源に関する調査

【調査内容】

- ・前川流域(支流含む)において、負荷源を調査するため縦断的に水質調査を実施した。今年度は主に上流域の調査を実施した。

【結果】

- ・前川上流3地点は上流②の負荷量が多かったが、濃度については3地点で大きな差はなかった。
- ・BODについても測定を行ったが、いずれの地点でも0.5mg/L未満～1mg/Lと値は低かった。

釜房ダム貯水池流域における自然汚濁負荷調査業務 中間報告

宮城県環境生活部環境対策課
株式会社宮城環境保全研究所

| | |
|--|----|
| 1. 業務概要..... | 2 |
| 1.1. 業務目的..... | 2 |
| 1.2. 業務地における水質保全対策と面源負荷に係る課題..... | 2 |
| 1.3. 令和4年度の調査概要..... | 2 |
| 1.3.1. 調査集水域の選定..... | 2 |
| 1.3.2. 調査集水域の概要及び位置..... | 3 |
| 2. 調査結果..... | 6 |
| 2.1. 雨量調査..... | 6 |
| 2.1.1. 調査地点の雨量..... | 6 |
| 2.1.2. 業務地の雨量..... | 7 |
| 2.2. 流量観測..... | 8 |
| 2.3. 水質調査..... | 9 |
| 2.3.1. 水質分析結果..... | 9 |
| 2.3.2. 平水時の水質..... | 10 |
| 2.3.3. 降雨時の水質..... | 12 |
| 3. データの整理・解析等..... | 13 |
| 3.1. 期間負荷量の算出..... | 13 |
| 3.2. 考察..... | 13 |
| 3.2.1. 平水時及び降雨時の負荷量..... | 13 |
| 3.2.2. 調査地点と釜房ダム流入河川(前川)における環境基準点との比較..... | 14 |
| 3.2.3. 森林整備による水質への影響..... | 15 |

1. 業務概要

1.1. 業務目的

本業務は、湖沼水質保全特別措置法の指定を受けている釜房ダム貯水池（以下「釜房ダム」という。）において、釜房ダム流域（以下「業務地」という。）の森林整備状況や樹種、土壌等の違いによる面源負荷量の差異を把握し、自然由来の面源負荷削減対策に資する基礎資料を得るために実施するものである。

1.2. 業務地における水質保全対策と面源負荷に係る課題

業務地では、昭和 62 年度に釜房ダム貯水池湖沼水質保全計画（以下「計画」という。）が策定されて以降、35 年にわたり水質保全対策を講じられてきた。その結果、平成 24 年度から令和 3 年度までの第 6 期計画において、生活系排水等点源負荷に対する水質保全対策は、着実に進展していると評価されている。

その一方で、釜房ダムの水質は概ね横ばいで推移し、環境基準の達成に至っていない。排出負荷量全体に対し森林や農地等の面源負荷が占める割合が大きくなっており、これらの負荷削減対策の検討が課題とされている。

第 6 期計画に実施した調査研究において、森林からの負荷量調査の結果、間伐により負荷量が低減する傾向が見られたことから、適切な森林整備は負荷量の削減に寄与することが期待される。立木密度や林床植生の回復等も加えた森林整備状況による負荷量の削減効果を検証するため、継続して調査を行う必要がある。

1.3. 令和 4 年度の調査概要

1.3.1. 調査集水域の選定

前述の課題を踏まえ、令和 4 年度に調査を行う集水域として、表 1-1 に示す 3 地点を選定した。

表 1-1 令和 4 年度の調査地点として選定した集水域

| 調査集水域名 | 過去の調査実施年度 | 主な土壌分類 | 選定理由 |
|-----------------|-------------|--------------|---|
| スギ林間伐地(CP) | H24～R3 | 褐色森林土(約 50%) | コントロールポイント(CP)として、H24 年度から継続して調査を実施。H23 年度及び R2 年度に森林整備(間伐)が実施されたことから、間伐の影響を検証するため。 |
| 30020304 スギ林間伐地 | H30, R2, R3 | 黒色土(100%) | H30 年度, R2 年度, R3 年度に調査していることから、複数年度の降雨条件で負荷量を比較できる。また、間伐が実施された CP の変化を把握する際の基準となるため。 |
| 2404 皆伐再造林地 | H24 | 黒色土(100%) | H23 年度に集水域の約 6 割を皆伐・スギの植栽後、11 年経過した。裸地として放置せず、適切な森林整備(再造林)が実施されたことによる影響を検証するため。 |

1.3.2. 調査集水域の概要及び位置

業務地における令和4年度の調査集水域及び調査地点は、表1-2及び図1-1～図1-2、写真1-1に示すとおりである。

表1-2 令和4年度の調査集水域の概要

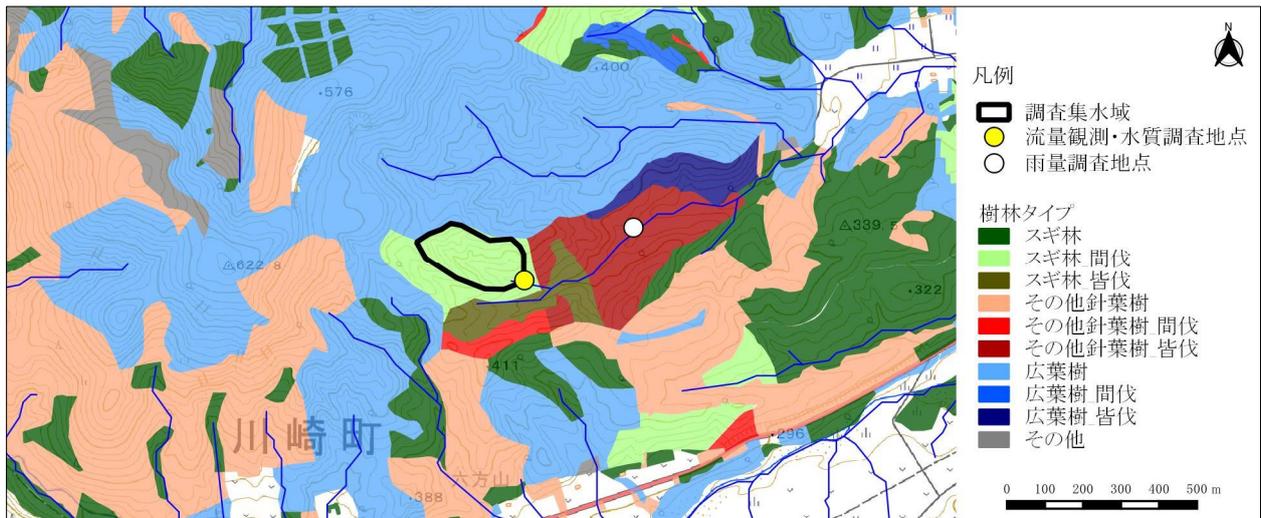
| 調査集水域名 | スギ林間伐地(CP) | 30020304 スギ林間伐地 | 2404 皆伐再造林地 |
|---------------------|--------------------------|-------------------------|-------------------------|
| 所有形態 | 民有林(川崎町) | 民有林(川崎町) | 民有林(川崎町) |
| 施業履歴 | 間伐(H23,R2) | 間伐(H17) | 皆伐・再造林(H23) |
| 主な樹種, 林齢 | スギ, 43年生 | スギ, 35年生 | スギ, 11年生 |
| 集水域面積 (ha) | 3.24 | 8.35 | 9.76 |
| 集水域内の優占樹種の面積(ha) | 3.14 | 8.11 | 6.38 |
| 集水域内に占める優占樹種の割合 (%) | 96.9 | 97.1 | 65.4 |
| 集水域の平均斜面傾斜角(度) | 29 | 22 | 18 |
| 主な土壌分類 | 褐色森林土(約50%) 黒色土(約50%) | 黒色土 (100%) | 黒色土 (100%) |
| 主な表層地質 | 火山礫凝灰岩, 凝灰質角礫岩, 火山角礫岩 | 凝灰質砂岩, 凝灰質シルト岩, 凝灰岩, 礫岩 | 凝灰質砂岩, 凝灰質シルト岩, 凝灰岩, 礫岩 |



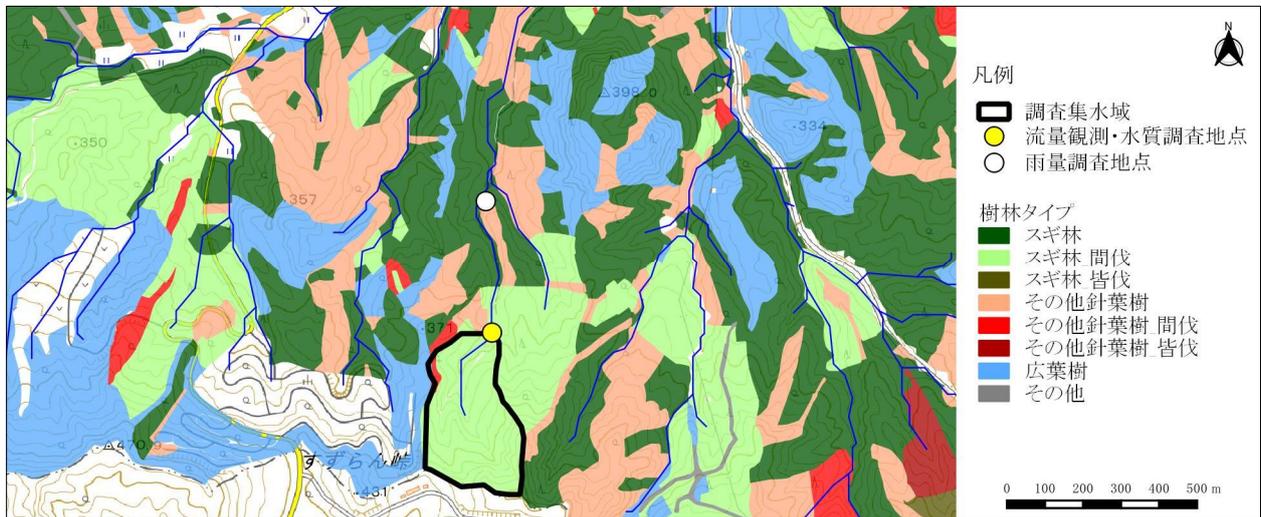
図1-1 業務地及び調査集水域位置図¹

¹ 地理院タイル・標準地図(国土地理院)を加工して作成

「スギ林間伐地(CP)」



「30020304 スギ林間伐地」



「2404 皆伐再造林地」

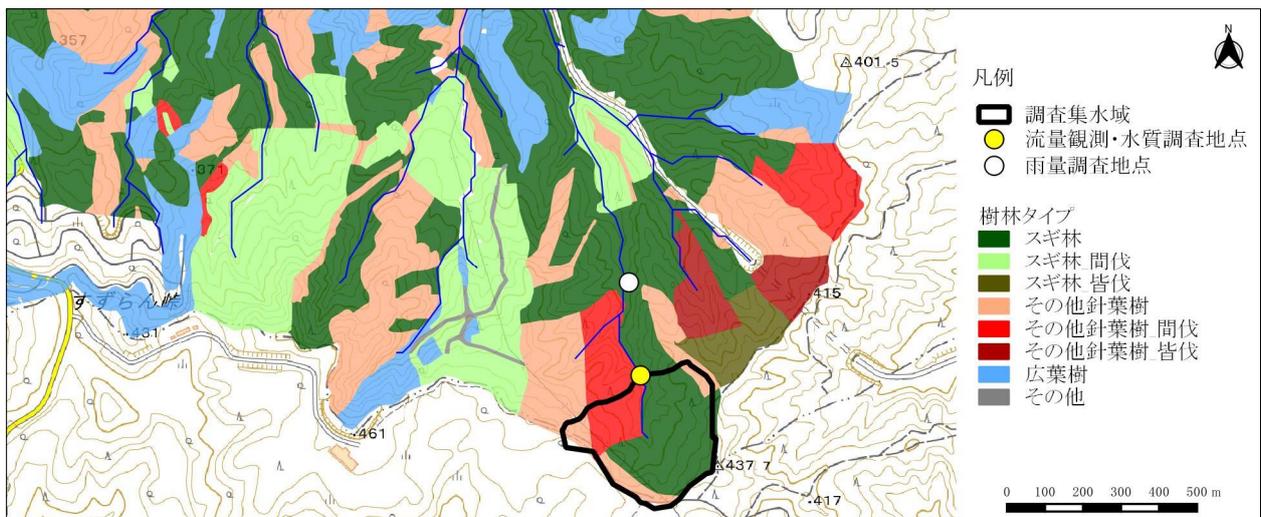


図 1-2 調査地点位置図²

² 地理院タイル・標準地図(国土地理院)を加工して作成

| | 調査地点 | 林況 |
|-----------------|---|--|
| スギ林間伐地 (CP) |  |  |
| 30020304 スギ林間伐地 |  |  |
| 2404 皆伐再造林地 |  |  |

写真 1-1 調査地点及び林況写真

2. 調査結果

本報告は、次の調査によって得られた結果に基づいて中間報告を行うものである。

- 雨量調査：調査地点の雨量観測，対象期間令和 4 年 6 月～令和 4 年 11 月
- 流量観測：自動連続観測及び直接観測，対象期間令和 4 年 6 月～令和 4 年 11 月
- 水質調査：pH・SS・COD・溶解性 COD・T-N・T-P，対象期間令和 4 年 6 月～令和 4 年 11 月
定期調査は前回調査から概ね 4 日間以上の間隔がある晴天時に毎月 1 回，降雨時調査は前回調査から概ね 4 日間以上の間隔がある日降水量 20mm 以上の降雨時に実施

(参考：溶解性 T-N・溶解性 T-P，定期調査 2 回・降雨時調査 2 回)

(以下，溶解性の COD を「D-COD」， T-N を「D-T-N」， T-P を「D-T-P」という。)

2.1. 雨量調査

2.1.1. 調査地点の雨量

調査開始日(令和 4 年 6 月 16 日)から令和 4 年 11 月までの期間における雨量及び雨量合計(以下，「期間雨量」という。)を表 2-1 及び図 2-1 に示す。表及び図には，業務地の代表的な降雨状況として，業務地の中央に位置する下原観測所の観測値を併記した³。

表 2-1 各調査地点における雨量

| 調査集水域名 | 単位 | 6/16 ～6/30 | 7 月 | 8 月 | 9 月 | 10 月 | 11 月 | 期間 雨量 |
|-----------------|----|---------------|-------|-------|-------|------|------|----------|
| スギ林間伐地(CP) | mm | 41.5 | 341.5 | 180.5 | 142.0 | 58.0 | 85.0 | 849 |
| 30020304 スギ林間伐地 | mm | 29.5 | 359.5 | 126.5 | 130.0 | 56.0 | 74.5 | 776 |
| 2404 皆伐再生林地 | mm | 26.5 | 346.5 | 126.5 | 130.5 | 58.5 | 81.0 | 770 |
| 下原観測所 | mm | 33 | 409 | 169 | 125 | 60 | 79 | 875 |

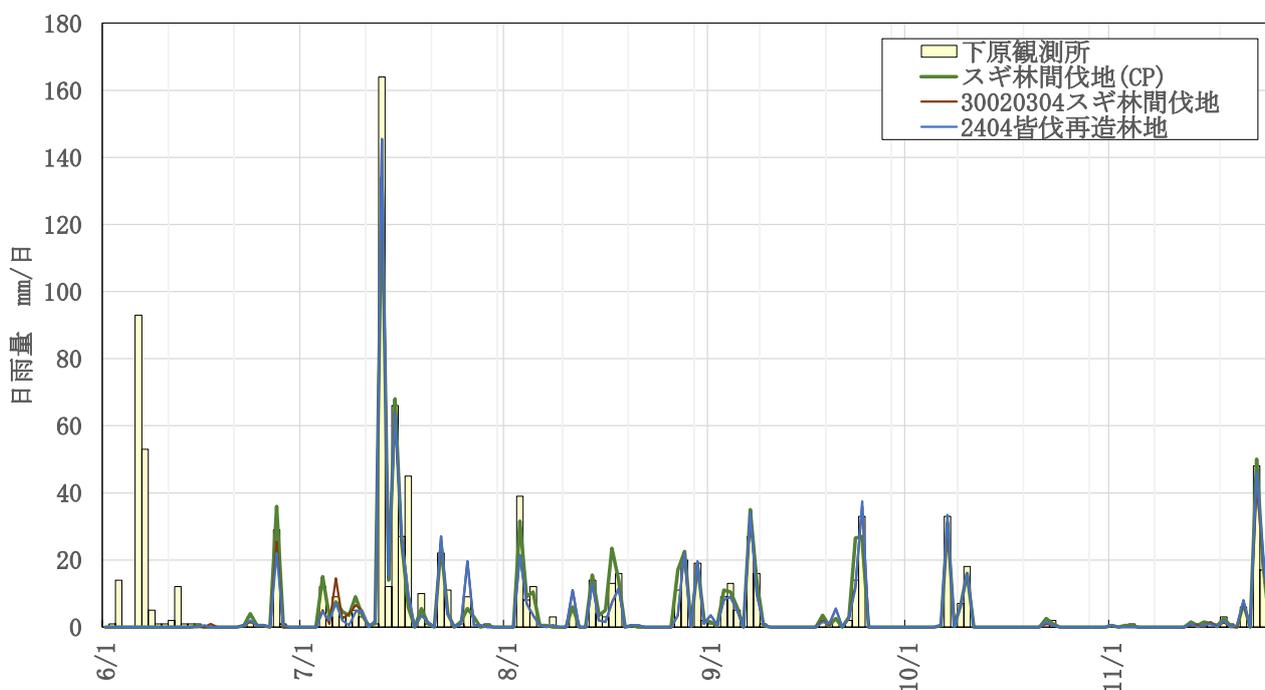


図 2-1 調査期間中の日雨量

³ 国土交通省，水文水質データベース(<http://www1.river.go.jp>)，令和 5 年 1 月 10 日のデータを引用

2.1.2. 業務地の雨量

業務地における期間雨量の分布は、図 2-2 のとおりであった。業務地の降雨分布を把握するため、下原観測所に加え、笹谷観測所、小屋の沢観測所、川音岳観測所、釜房観測所の観測値を併記した⁴。



図 2-2 業務地における期間雨量(単位 mm)⁵

< 調査結果と傾向 >

- ・ 期間雨量は、最少で 770mm(「2404 皆伐再造林地」), 最多で 961mm(笹谷観測所)であり、業務地内で最大約 1.2 倍の違いがあった。
- ・ 業務地における雨量は、基本的には標高の高い観測所・調査地点で多い傾向が見られる。業務地西部に位置する笹谷観測所、小屋の沢観測所、川音岳観測所においては、過年度(令和3年7月1日から令和3年10月31日までの積算雨量:笹谷観測所 1,169mm, 小屋の沢観測所 962mm, 川音岳観測所 897mm)と同様に雨量の多い結果であった。
- ・ 業務地の南側は雨量の少ない傾向が見られ、調査地点はいずれも下原観測所よりも標高が高いにもかかわらず、期間雨量は多い順に、
下原観測所 ≒ 「スギ林間伐地(CP)」 > 「30020304 スギ林間伐地」 ≒ 「2404 皆伐再造林地」
であった。

⁴ 国土交通省, 水文水質データベース(<http://www1.river.go.jp>), 令和5年1月10日のデータを引用

⁵ 地理院タイル・標準地図(国土地理院)を加工して作成

2.2. 流量観測

令和4年度の流量観測結果を図2-3及び表2-2に示す。

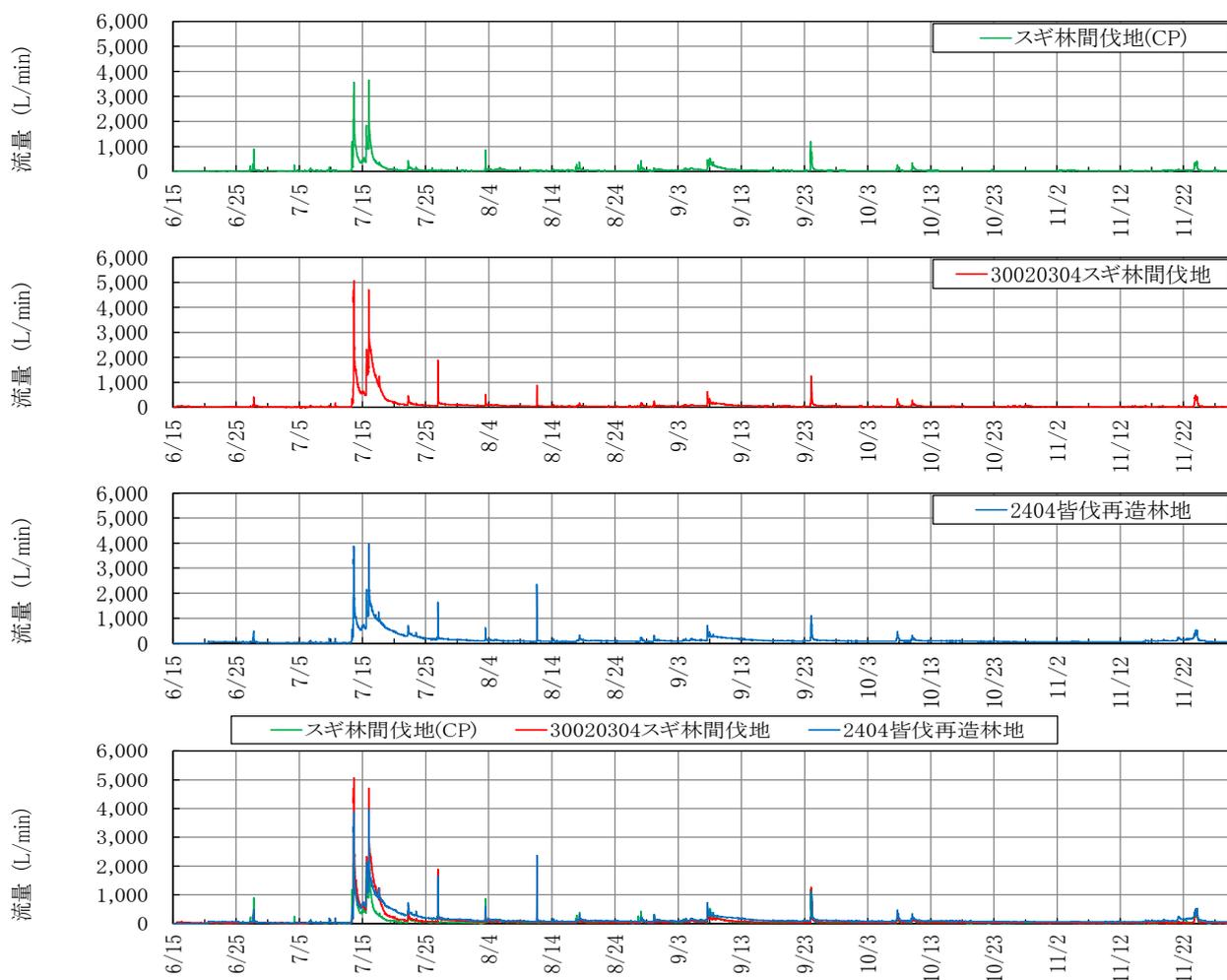


図 2-3 調査期間中の流量観測結果

表 2-2 各調査地点における流量集計結果

| 調査集水域名 | 単位 | 6/16 ~6/30 | 7月 | 8月 | 9月 | 10月 | 11月 | 合計 |
|----------------------------|--------------------|---------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| スギ林間伐地(CP) 3.24 ha | m ³ | 453 | 6,755 | 2,102 | 3,008 | 1,390 | 1,554 | 15,262 |
| | m ³ /ha | 140 | 2,085 | 649 | 928 | 429 | 480 | 4,711 |
| 30020304 スギ林間伐地 8.35 ha | m ³ | 614 | 11,711 | 2,445 | 3,094 | 1,746 | 1,424 | 21,034 |
| | m ³ /ha | 74 | 1,403 | 293 | 371 | 209 | 171 | 2,521 |
| 2404 皆伐再造林地 9.76 ha | m ³ | 755 | 13,094 | 4,295 | 5,833 | 3,686 | 3,622 | 31,285 |
| | m ³ /ha | 77 | 1,342 | 440 | 598 | 378 | 371 | 3,206 |

<調査結果と傾向>

- ・ 令和4年7月の大雨における流量は4,000~5,000L/min程度であり、その他の期間においては最大で2,000L/min程度であった。
- ・ 流量は、「2404 皆伐再造林地」が他の調査地点に比べて多い傾向が見られた。単位面積当たりの流量は、「スギ林間伐地(CP)」が多い傾向が見られた。

2.3. 水質調査

2.3.1. 水質分析結果

水質の分析結果一覧を表 2-3 に示す。D-T-N 及び D-T-P は、7 月 2 日及び 11 月 5 日の定期、9 月 25 日及び 11 月 25 日の降雨時に調査を実施した。

表 2-3 水質調査結果一覧

| スギ林間伐地(CP) | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| 項目 | pH | SS | COD | D-COD | T-N | D-T-N | T-P | D-T-P | 流量 | 採取時間 | 調査内容 |
| 単位 | | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | L/min | | |
| 6/20 | 7.1 | 1 | 1.9 | 1.8 | 0.05 | — | 0.010 | — | 20.5 | 10:21 | 定期 |
| 7/2 | 7.1 | <1 | 2.2 | 2.1 | 0.05 | <0.05 | 0.007 | 0.007 | 20.5 | 9:49 | 定期 |
| 7/2 | 6.9 | 60 | 28.0 | 11.0 | 0.63 | — | 0.067 | — | 246.6 | — | 降雨時 |
| 8/22 | 7.2 | <1 | 2.6 | 2.6 | 0.06 | — | 0.007 | — | 28.4 | 10:20 | 定期 |
| 9/14 | 7.1 | <1 | 2.1 | 2.0 | 0.06 | — | 0.003 | — | 39.9 | 10:43 | 定期 |
| 9/25 | 7.0 | 130 | 60.0 | 10.0 | 1.20 | 0.20 | 0.120 | 0.003 | 367.8 | — | 降雨時 |
| 10/9 | 7.0 | 18 | 18.0 | 10.0 | 0.39 | — | 0.022 | — | 156.8 | — | 降雨時 |
| 10/21 | 7.1 | <1 | 1.6 | 1.4 | 0.05 | — | 0.008 | — | 25.0 | 9:35 | 定期 |
| 11/5 | 7.2 | 1 | 1.6 | 1.4 | <0.05 | <0.05 | 0.009 | 0.006 | 25.0 | 10:12 | 定期 |
| 11/25 | 6.9 | 220 | 80.0 | 8.2 | 0.52 | 0.06 | 0.190 | 0.003 | 264.3 | — | 降雨時 |

| 30020304スギ林間伐地 | | | | | | | | | | | |
|----------------|-----|------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|-------|------|
| 項目 | pH | SS | COD | D-COD | T-N | D-T-N | T-P | D-T-P | 流量 | 採取時間 | 調査内容 |
| 単位 | | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | L/min | | |
| 6/20 | 7.5 | <1 | 2.1 | 2.1 | 0.11 | — | 0.007 | — | 15.9 | 16:26 | 定期 |
| 7/2 | 7.6 | 1 | 2.6 | 2.3 | 0.13 | 0.12 | 0.012 | 0.009 | 12.3 | 13:48 | 定期 |
| 7/2 | 7.3 | 84 | 28.0 | 7.4 | 0.89 | — | 0.120 | — | 232.5 | — | 降雨時 |
| 8/22 | 7.5 | <1 | 2.3 | 2.2 | 0.13 | — | 0.006 | — | 40.2 | 13:48 | 定期 |
| 9/14 | 7.5 | 1 | 2.2 | 1.9 | 0.13 | — | 0.005 | — | 60.5 | 14:25 | 定期 |
| 9/25 | 7.3 | 420 | 100.0 | 6.1 | 3.00 | 0.37 | 0.490 | 0.003 | 376.7 | — | 降雨時 |
| 10/9 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | (欠測) |
| 10/21 | 7.5 | <1 | 1.8 | 1.5 | 0.12 | — | 0.006 | — | 28.1 | 12:44 | 定期 |
| 11/5 | 7.6 | 3 | 2.0 | 1.6 | 0.11 | 0.11 | 0.008 | 0.004 | 20.0 | 13:56 | 定期 |
| 11/25 | 7.3 | 55 | 20.0 | 6.9 | 0.53 | 0.31 | 0.076 | <0.003 | 323.9 | — | 降雨時 |

| 2404皆伐再造林地 | | | | | | | | | | | |
|------------|-----|------|-------|-------|------|-------|-------|--------|-------|-------|------|
| 項目 | pH | SS | COD | D-COD | T-N | D-T-N | T-P | D-T-P | 流量 | 採取時間 | 調査内容 |
| 単位 | | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | L/min | | |
| 6/20 | 7.5 | 1 | 2.4 | 2.0 | 0.55 | — | 0.004 | — | 75.1 | 13:32 | 定期 |
| 7/2 | 7.6 | 2 | 3.2 | 2.5 | 0.37 | 0.35 | 0.006 | 0.004 | 17.5 | 11:25 | 定期 |
| 7/2 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | (欠測) |
| 8/22 | 7.6 | 1 | 2.7 | 2.6 | 0.39 | — | 0.004 | — | 95.0 | 12:05 | 定期 |
| 9/14 | 7.5 | 2 | 2.4 | 1.7 | 0.45 | — | 0.003 | — | 138.8 | 12:19 | 定期 |
| 9/25 | 7.4 | 620 | 170.0 | 3.5 | 6.00 | 0.46 | 0.700 | <0.003 | 211.3 | — | 降雨時 |
| 10/9 | 7.5 | 180 | 65.0 | 4.5 | 1.70 | — | 0.230 | — | 206.2 | — | 降雨時 |
| 10/21 | 7.5 | 1 | 2.3 | 1.7 | 0.35 | — | 0.003 | — | 81.4 | 11:08 | 定期 |
| 11/5 | 7.7 | 2 | 2.2 | 1.6 | 0.32 | 0.32 | 0.003 | <0.003 | 52.9 | 11:58 | 定期 |
| 11/25 | 7.6 | 110 | 32.0 | 3.1 | 0.83 | 0.33 | 0.100 | <0.003 | 194.2 | — | 降雨時 |

□：定期調査結果（平水時のサンプル）

■：定期調査結果（前回降雨の影響を大きく受けている恐れがあるサンプル）

■：降雨時調査結果

※ 降雨時の流量が少なく、分析可能なサンプル量が得られなかった調査を「欠測」とした

※ 9 月 14 日の定期調査は、8 月 27 日から 9 月 9 日までの降雨により上昇した流量が落ち着いていないため、平水時から除外した

2.3.2. 平水時の水質

前述の表 2-3 のうち、平水時の水質は、図 2-4 のとおりであった。このうち、懸濁性(Particulate)の項目は全量(COD, T-N, T-P)から溶解性(Dissolved, D-COD, D-T-N, D-T-P)の項目を差し引いて求め、溶解分量を調査していない日は懸濁分量=0mg/L で表記した。また、令和 4 年度中に策定される第 7 期計画において水質目標値とする値を参考に赤線で記載した。

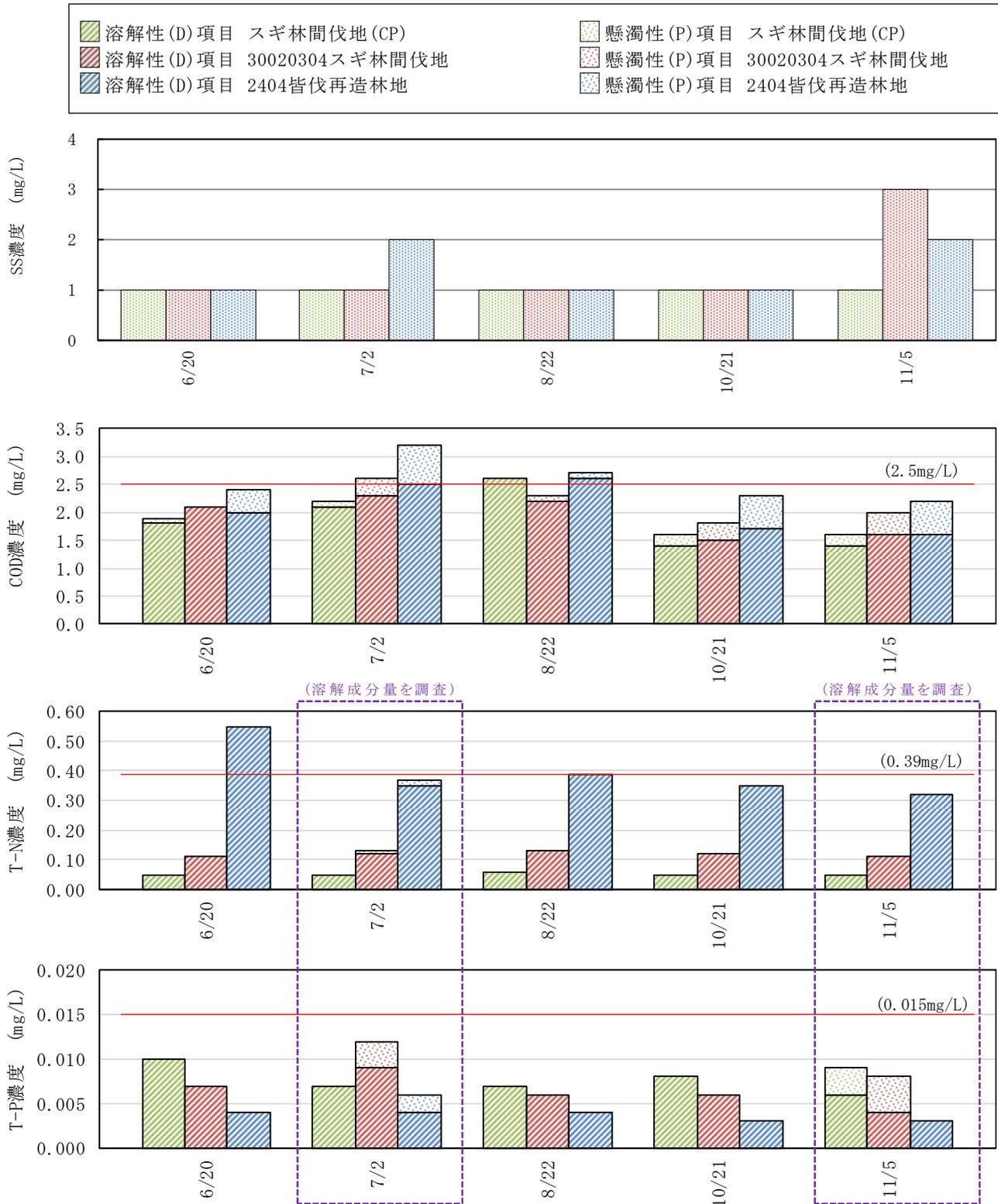


図 2-4 平水時における各水質項目の濃度

表 2-4 平水時における各水質項目の平均値

| 項目 | pH | SS | COD | D-COD | T-N | D-T-N | T-P | D-T-P | 流量 |
|----------------------------|-----|------|------|-------|------|--------|-------|---------|-------|
| 単位 | | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | L/min |
| スギ林間伐地(CP) | 7.1 | 1 | 2.0 | 1.9 | 0.05 | (0.05) | 0.008 | (0.007) | 23.9 |
| 30020304 スギ林間伐地 | 7.5 | 1 | 2.2 | 1.9 | 0.12 | (0.12) | 0.008 | (0.007) | 23.3 |
| 2404 皆伐再造林地 | 7.6 | 1 | 2.6 | 2.1 | 0.40 | (0.34) | 0.004 | (0.004) | 64.4 |
| (参考)現状水質 (R3, 釜房ダム貯水池内) | | — | 2.8 | — | 0.38 | — | 0.015 | — | |
| (参考)第7期計画 水質目標値 | | — | 2.5 | — | 0.39 | — | 0.015 | — | |

※定量下限値未満の結果は、定量下限値を濃度として平均を算出

※D-T-N 及び D-T-P は、調査した 2 回の平均値を参考として示す

<調査結果と傾向>

- ・ COD, T-N, T-P いずれにおいても、懸濁成分量より溶解成分量の方が高い傾向が見られた。
- ・ 「2404 皆伐再造林地」においては、懸濁成分量が他の調査地点と比べて高い傾向が見られた。
また、SS が 2mg/L 検出された 7 月 2 日及び 11 月 5 日において、D-COD は他の調査日より高い傾向が見られた。
- ・ 「2404 皆伐再造林地」における T-N は、「スギ林間伐地(CP)」及び「30020304 スギ林間伐地」に対し、濃度が高い傾向が見られた。
- ・ T-N 及び T-P は、調査日による変動が小さい傾向が見られた。

2.3.3. 降雨時の水質

前述の表 2-3 のうち、降雨時の水質は、図 2-5 のとおりであった。このうち、懸濁成分量は全量から溶解成分量を差し引いて求め、溶解成分量を調査していない日は懸濁成分量=0mg/L で表記した。また、令和 4 年度中に策定される第 7 期計画において水質目標値とする値を参考に赤線で記載した。

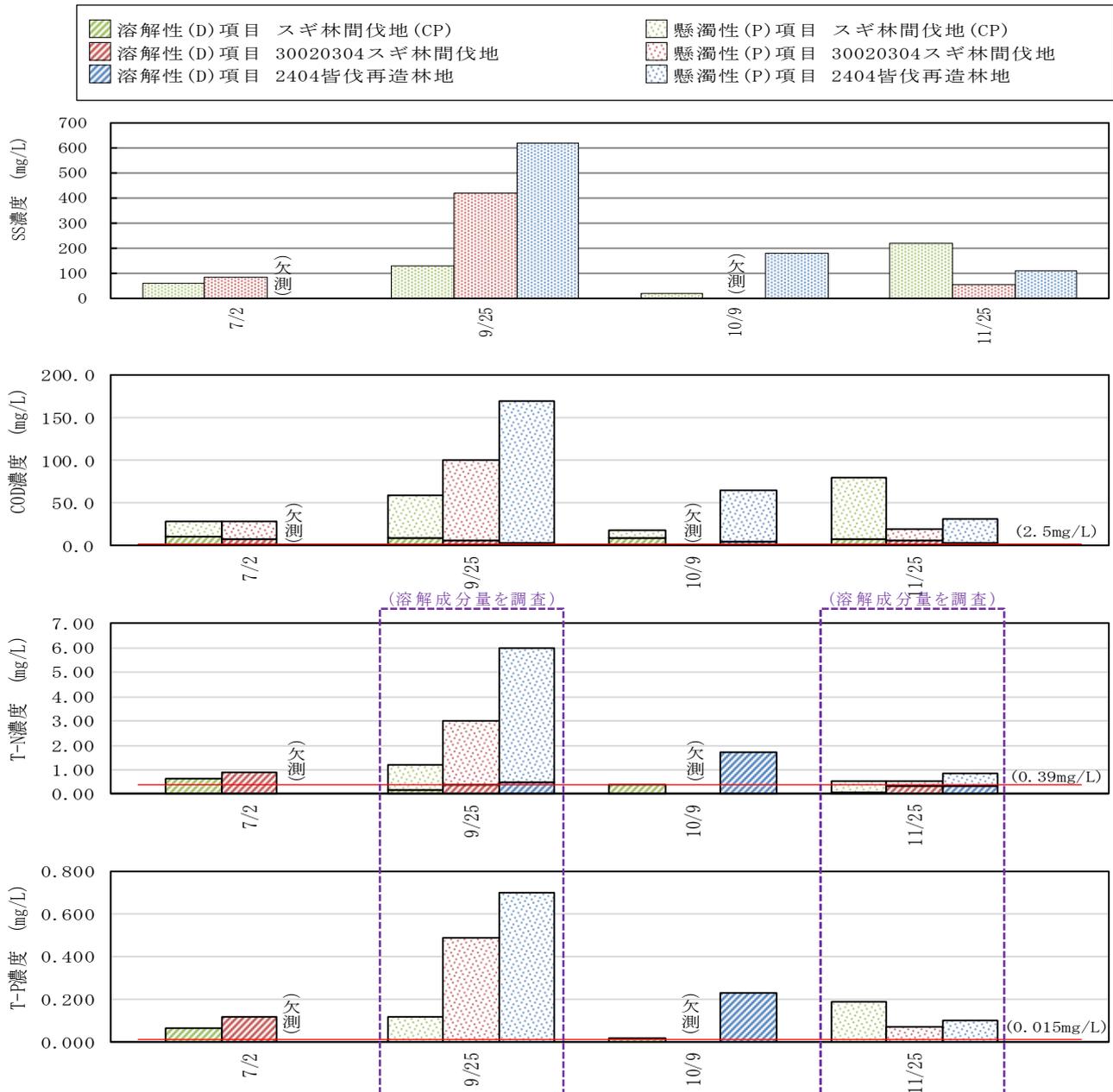


図 2-5 降雨時における各水質項目の濃度

<調査結果と傾向>

- COD, T-N, T-P いずれにおいても、溶解成分量より懸濁成分量の方が高い傾向が見られた。
- 11月25日は「スギ林間伐地(CP)」の懸濁成分量が多かったものの、その他の調査日における降雨時の濃度は、「2404皆伐再造林地」で高く、「スギ林間伐地(CP)」で低い傾向が見られた。
- SS濃度の高い調査日及び調査地点は、COD, T-N, T-Pのいずれにおいても懸濁成分量が高い傾向が見られた。

3. データの整理・解析等

3.1. 期間負荷量の算出

集水域から発生する汚濁負荷の物質量を把握するため、前述[2.2]の流量観測結果(Q)と[2.3]の水質調査結果(汚濁濃度, Loading)より負荷量を算出する LQ 式を求め、調査期間の負荷量合計(以下、「期間負荷量」という。)を算出した。表 3-1 に、期間負荷量を示す。なお、最終的な LQ 式は、令和 4 年 12 月から令和 5 年 1 月までの結果を追加して求める。

表 3-1 令和 4 年度の期間負荷量(暫定)

| 調査集水域名 | 単位 | SS | COD | T-N | T-P |
|-----------------|-------|--------|---------|-------|-------|
| スギ林間伐地(CP) | kg | 5,500 | 1,245.0 | 22.31 | 1.314 |
| 3.24 ha | kg/ha | 1,698 | 384.3 | 6.89 | 0.406 |
| 30020304 スギ林間伐地 | kg | 20,907 | 2,335.3 | 59.41 | 9.863 |
| 8.35 ha | kg/ha | 2,504 | 279.7 | 7.11 | 1.181 |
| 2404 皆伐再造林地 | kg | 11,990 | 2,375.8 | 77.56 | 9.291 |
| 9.76 ha | kg/ha | 1,228 | 243.4 | 7.95 | 0.952 |

期間負荷量において、次の傾向が見られた。

- ・ 負荷量は、「スギ林間伐地(CP)」において小さい傾向が見られた。
- ・ 単位面積当たりの負荷量について、SS 及び COD は「2404 皆伐再造林地」、T-P は「スギ林間伐地(CP)」において小さい傾向が見られた。T-N については、調査地点による明確な差は見られなかった。

3.2. 考察

3.2.1. 平水時及び降雨時の負荷量

前述[2.3.3]の平水時における平均濃度、及び[3.1.1]の期間負荷量の結果より、令和 4 年度の平水時及び降雨時における負荷量を算出した結果、表 3-2 のとおりであった。

表 3-2 令和 4 年度の平水時及び降雨時における負荷量(暫定)

| 調査集水域名 | 区分 | 単位 | SS | COD | T-N | T-P |
|-----------------|-----|----|--------|---------|-------|-------|
| スギ林間伐地(CP) | 平水時 | kg | 6 | 11.6 | 0.29 | 0.047 |
| | 降雨時 | kg | 5,494 | 1,233.4 | 22.02 | 1.267 |
| 30020304 スギ林間伐地 | 平水時 | kg | 6 | 12.5 | 0.68 | 0.045 |
| | 降雨時 | kg | 20,901 | 2,322.8 | 58.73 | 9.818 |
| 2404 皆伐再造林地 | 平水時 | kg | 16 | 40.7 | 6.27 | 0.063 |
| | 降雨時 | kg | 11,974 | 2,335.1 | 71.29 | 9.228 |

※平水時の負荷量＝表 2-4 の平均濃度×平均流量×調査時間

※降雨時の負荷量＝表 3-1 の期間負荷量－平水時の負荷量

COD, T-N, T-P いずれの項目においても、負荷量の大部分は降雨時が占めていた。前述 [2.3.4]の降雨時調査において、溶解成分量より懸濁成分量の方が多い傾向が見られたことから、降雨による土壌の侵食や表層土の流出等により懸濁性の汚濁負荷が発生したと考えられる。

汚濁負荷の挙動を把握するためには、全量に加え、溶解成分量や懸濁成分量を項目毎に捉える必要がある。『非特定汚染源対策ガイドライン』においても、必須項目である COD, T-N, T-P だけでなく、懸濁物量の代表指標である SS, 溶解性の項目である D-COD, D-T-N, D-T-P もできるかぎり調査を実施する背景として、

- ・ 対策選定では、溶解性と懸濁性の比率が重要な情報となること
- ・ 閉鎖性水域における内部生産(植物プランクトンの増殖)には、溶解性の窒素やリンが重要な情報となること

が挙げられている⁶。

3.2.2. 調査地点と釜房ダム流入河川(前川)における環境基準点との比較

森林地域から排出される渓流水は、釜房ダムへの流入河川(碓氷川(通称「太郎川」)、北川、前川)を經由し、釜房ダムに至る。釜房ダムへの影響を検証するため、環境基準点「北向橋」と調査地点の平水濃度を比較した結果を図 3-2 に示す⁷。



図 3-1 北向橋と調査地点の位置図⁸

⁶ 環境省、「非特定汚染源対策の推進に係るガイドライン(第二版)」,平成 26 年 12 月, p15

⁷ 国土交通省,水文水質データベース(<http://www1.river.go.jp>),令和 5 年 1 月 10 日のデータを引用

⁸ 地理院タイル・標準地図(国土地理院)を加工して作成

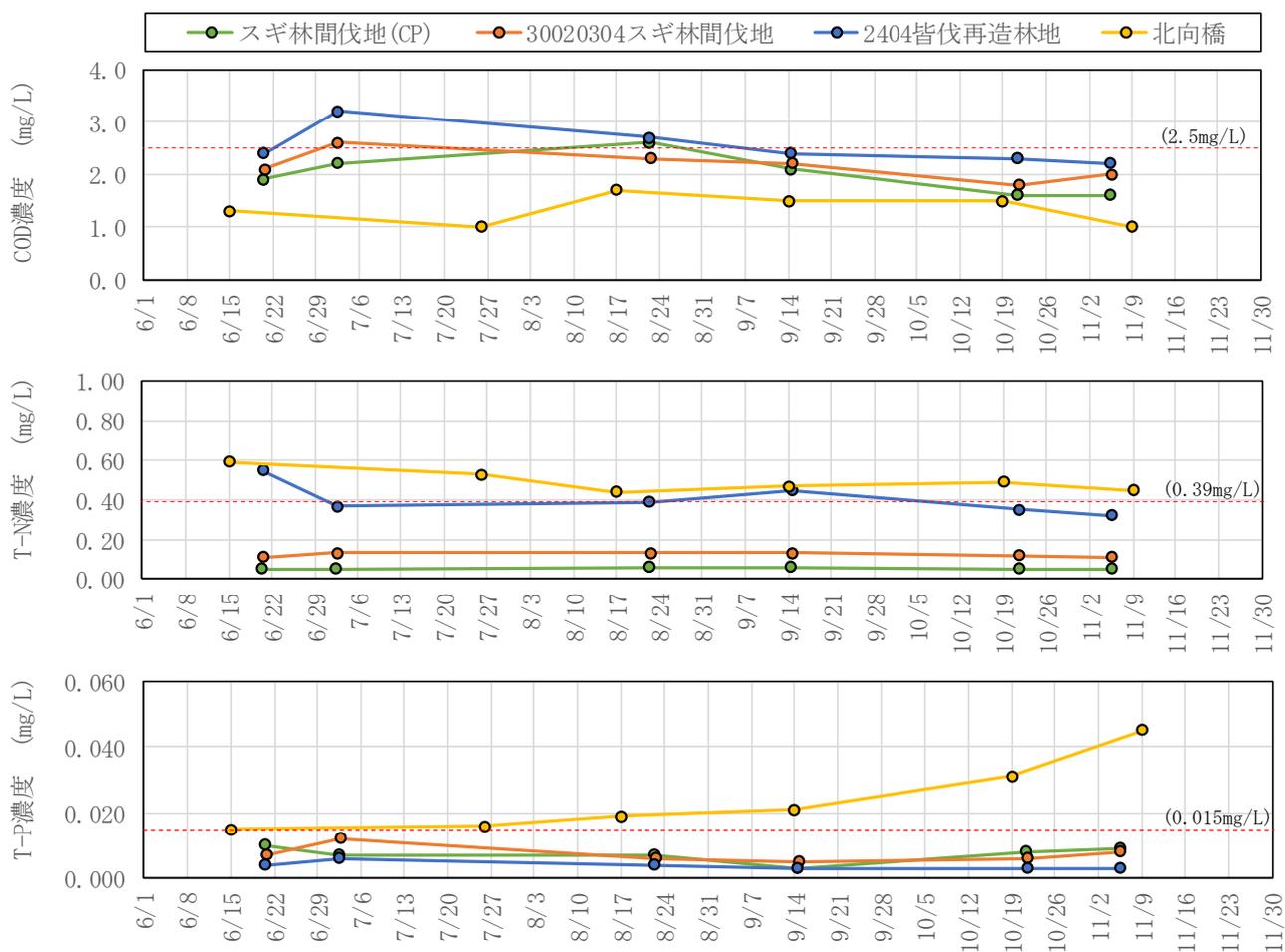


図 3-2 北向橋と調査地点の水質比較

北向橋と調査地点の水質を比較した結果は、次のとおりであった。

- ・ COD は、いずれの調査地点においても北向橋より濃度が高かった。
- ・ T-N は、いずれの調査地点においても北向橋より濃度が低かった。
- ・ T-P は、いずれの調査地点においても北向橋より濃度が低かった。なお、北向橋において濃度の上昇傾向が見られたが、調査地点においては調査日による大きな差は見られなかったことから、北向橋における濃度上昇の要因は面源負荷とは限らないことが示唆された。

3.2.3. 森林整備による水質への影響

(1) 「スギ林間伐地(CP)」における間伐の効果

「スギ林間伐地(CP)」は適切に森林整備が行われており、平成 23 年度及び令和 2 年度に間伐が実施された。施業前後で負荷量の挙動が変化している可能性があることから、森林整備による影響を評価するためには、CP 以外で継続的に調査している集水域と比較する必要がある。

「30020304 スギ林間伐地」は、平成 30 年度・令和 2 年度・令和 3 年度に調査されている⁹ことから、「スギ林間伐地(CP)」の比較対象として、令和 4 年度も調査を実施した。

降雨条件は年度により異なることから、年度の違いによる影響が少ないと考えられる平水時の濃度について比較を行った結果、表 3-3～表 3-5 のとおりであった。

⁹ 宮城県、「令和 3 年度釜房ダム貯水池流域における自然汚濁負荷調査業務」、令和 4 年 3 月、p56

表 3-3 「スギ林間伐地(CP)」の平水時における水質濃度

| 調査年度 | 単位 | SS | COD | D-COD | T-N | T-P |
|-----------------|------|----|-----|-------|------|-------|
| (平成 23 年度に間伐施業) | | | | | | |
| 平成 24 年度 | mg/L | 1 | 1.9 | 1.8 | 0.08 | 0.018 |
| 平成 25 年度 | mg/L | 1 | 2.0 | 1.8 | 0.06 | 0.008 |
| 平成 26 年度 | mg/L | 1 | 1.9 | 1.7 | 0.07 | 0.013 |
| 平成 27 年度 | mg/L | 1 | 1.9 | 1.7 | 0.06 | 0.005 |
| 平成 28 年度 | mg/L | 1 | 2.0 | 1.9 | 0.05 | 0.005 |
| 平成 29 年度 | mg/L | 1 | 2.1 | 1.8 | 0.05 | 0.006 |
| 平成 30 年度 | mg/L | 1 | 1.9 | 1.7 | 0.06 | 0.007 |
| 令和元年度 | mg/L | 1 | 1.8 | 1.5 | 0.05 | 0.005 |
| 令和 2 年度 | mg/L | 1 | 1.8 | 1.5 | 0.05 | 0.007 |
| (令和 2 年度に間伐施業) | | | | | | |
| 令和 3 年度 | mg/L | 1 | 1.9 | 1.8 | 0.06 | 0.007 |
| 令和 4 年度 | mg/L | 1 | 2.0 | 1.9 | 0.05 | 0.008 |

表 3-4 「30020304 スギ林間伐地」の平水時における水質濃度

| 調査年度 | 単位 | SS | COD | D-COD | T-N | T-P |
|----------|------|----|-----|-------|------|-------|
| 平成 30 年度 | mg/L | 1 | 2.1 | 1.8 | 0.17 | 0.006 |
| 令和 2 年度 | mg/L | 1 | 1.6 | 1.4 | 0.12 | 0.004 |
| 令和 3 年度 | mg/L | 1 | 2.1 | 1.8 | 0.13 | 0.008 |
| 令和 4 年度 | mg/L | 1 | 2.2 | 1.9 | 0.12 | 0.008 |

表 3-5 平水時における濃度比(「スギ林間伐地(CP)」÷「30020304 スギ林間伐地」)

| 調査年度 | 単位 | SS | COD | D-COD | T-N | T-P |
|------------------------|------|------|------|-------|------|------|
| 平成 30 年度 | mg/L | 1.00 | 0.90 | 0.94 | 0.35 | 1.17 |
| 令和 2 年度 | mg/L | 1.00 | 1.13 | 1.07 | 0.42 | 1.75 |
| (「スギ林間伐地(CP)」において間伐施業) | | | | | | |
| 令和 3 年度 | mg/L | 1.00 | 0.90 | 1.00 | 0.46 | 0.88 |
| 令和 4 年度 | mg/L | 1.00 | 0.91 | 1.00 | 0.42 | 1.00 |

平水時における水質濃度を年度間で比較した結果は、次のとおりであった。

- ・「スギ林間伐地(CP)」における水質濃度は、年度間で大きな差は見られなかった。これは、間伐を実施した令和 2 年度以降においても同様であった。
- ・「30020304 スギ林間伐地」における水質濃度は、令和 2 年度のみ減少傾向が見られたものの、その他の年度においては大きな差は見られなかった。
- ・「スギ林間伐地(CP)」と「30020304 スギ林間伐地」の濃度比は、令和 2 年度を除き、大きな差は見られなかった。
- ・以上の結果より、森林整備が実施されている調査地において、更なる施業(間伐)による明確な影響は見られなかった。ただし、間伐に伴い林冠木の本数が減少したことで、集水域全体における窒素やリン等の一時的な消費量の減少が影響した可能性もあることから、継続的な調査により水質の変化を見逃さないことが重要と思われる。

(2) 「2404 皆伐再造林地」における再造林の効果

1) 再造林による水質改善

「2404 皆伐再造林地」は、平成 23 年度に皆伐及び植栽が行われ、令和 4 年度で 11 年が経過した。伐採後に適切な森林整備(再造林)が実施されたことから、施業の効果を検証するため、平成 24 年度と令和 4 年度の水質濃度の比較を表 3-6 に示す。

表 3-6 「2404 皆伐再造林地」の平水時における水質濃度

| 調査集水域名 | 単位 | SS | COD | D-COD | T-N | T-P |
|----------------------------|------|----|-----|-------|------|-------|
| 平成 24 年度 | mg/L | 5 | 3.4 | 1.5 | 0.71 | 0.017 |
| 令和 4 年度 | mg/L | 1 | 2.6 | 2.1 | 0.40 | 0.004 |
| (参考)現状水質 (R3, 釜房ダム貯水池内) | mg/L | — | 2.8 | — | 0.38 | 0.015 |

表 3-6 より、伐採により一時的に裸地化していた平成 24 年度は現状水質 (R3, 釜房ダム貯水池内)と比べて大幅に濃度が高かったものの、植栽木が生長した令和 4 年度は現状水質と同程度まで濃度が減少した。この結果は、伐採後の適切な森林整備による水質改善への寄与を示唆している。

2) 再造林による費用対効果

前述 1)の費用対効果を検証するため、次の条件で試算を行った。

- 条件 1: 平成 24 年度から令和 4 年度の水質に改善する方法として、浄水により希釈
 - 条件 2: 対象とする水量は、令和 4 年度における調査期間中の積算流量(31,285 m³)
 - 条件 3: 浄水費用 165 円(税込)/m³ ¹⁰
 - 条件 4: 再造林に係る経費は、施業範囲(6.40ha)に適用
 - 条件 5: 再造林単価 67.4 万円(税込)/ha ¹¹
- 条件 1～5 による試算結果を表 3-7 に示す。

表 3-7 「2404 皆伐再造林地」における水質改善と再造林に係る概算費

| 内訳 | 計算式 | 単位 | COD | T-N | T-P |
|----------|------------|----------------|--------|--------|----------|
| ① 希釈倍率 | H24/R4 | — | 1.31 | 1.78 | 4.25 |
| ② 必要浄水量 | (①-1)×条件 2 | m ³ | 9,626 | 24,246 | 101,676 |
| ③ 概算浄水費 | ②×条件 3 | 円 | 159 万円 | 400 万円 | 1,678 万円 |
| ④ 概算再造林費 | 条件 4×条件 5 | 円 | 431 万円 | | |

表 3-7 より、希釈による水質改善は、最低 159 万円(COD)、最高で 1,678 万円(T-P)の概算費であった。ただし、T-N については令和 4 年度の水質に改善しても 0.40mg/L であることから、釜房ダムの現状水質 (R3 年度)であるである 0.38mg/L を上回っており、負荷削減のためには少なくとも T-N の浄水費である 400 万円を要する。

¹⁰ 川崎町、水道料金表(<https://www.town.kawasaki.miyagi.jp>)における一番安価な料金(学校プール用)

¹¹ 宮城県、「令和 4 年度宮城県森林整備関係補助事業標準単価表」、人工造林・一貫作業・H=30cm 以上・1,500 本/ha 以上 2,000 本/ha 未満・スギ(コンテナ苗)の場合

なお、T-P については、令和 4 年度において 0.004mg/L と非常に低値であるため、1,678 万円の浄水費用は水質改善効果としては過剰と思われる。

一方で、再造林により環境改善を行う場合の概算費は 431 万円であった。

このことから、令和 4 年度の調査期間中における水質改善に係る費用は、希釈による場合と再造林による場合で同程度であった。

ただし、再造林による環境改善は、施業から令和 4 年度まで効果、及び今後も効果の継続が見込めることから、再造林による適切な森林整備は、水質改善に加え、コスト面においても汚濁負荷対策に効果的であると期待される。

(参考) 「一貫作業」について

前述(2)では、再造林の施業方法として「一貫作業」により試算した。

「一貫作業」とは、伐採に際し材木の搬出と並行して地拵・植栽を実施する作業として近年推奨されている仕組みで、伐採・集材・搬出作業に係る機械をそのまま再造林の作業に活用できる。

これに対し、従来型の施業方法(普通造林)は、地拵え・植栽を別事業として異なる時期に作業する仕組みで、伐採・搬出から地拵え・植栽までの間に休止期間が生じていた。



図 3-3 一貫作業の流れ¹² (普通造林は図中赤囲み作業を別事業で行う)

汚濁負荷対策における一貫作業の有効性は、植栽が伐採から期間を空けることなく行われるため、速やかな植生の回復を望めることである。

また、コスト面における効果もあり、普通造林は前述(2)と同条件の単価で 82.9 万円/ha、概算再造林費で 531 万円を要し、一貫作業の方が約 100 万円安価である。

¹² 関東森林管理局茨城森林管理署・国立研究開発法人森林総合研究所、「一貫作業システム マニュアル」、平成 28 年 表紙の図を引用し、赤囲みを加筆

令和4年度釜房ダム貯水池流域河川の汚濁負荷源に関する調査

1 目的

釜房ダム貯水池の汚濁状況は、流域の発生負荷量と総流入負荷量を社会フレームや流入河川の測定結果から算出することで把握しており、発生源に関しては、養魚場調査や森林汚濁負荷調査により少しずつ汚濁要因が解明されつつある。しかし、その他の汚濁源（農地等）については詳細がつかめていない。

そこで、汚濁の原因究明や対策検討のため、河川の水質や流量について、既設の測定地点に限らず縦断的に調査し、水質濃度が高い地点は、その要因について周辺環境の調査を行う。

2 方法

(1) 調査日及び気象条件（蔵王観測所による降水量）

調査時期は、5月（田植え期）、8月（中間時）及び11月（稲刈り後）に設定

5月26日：4日前に9.5mm、3日前に0.5mmの降雨あり

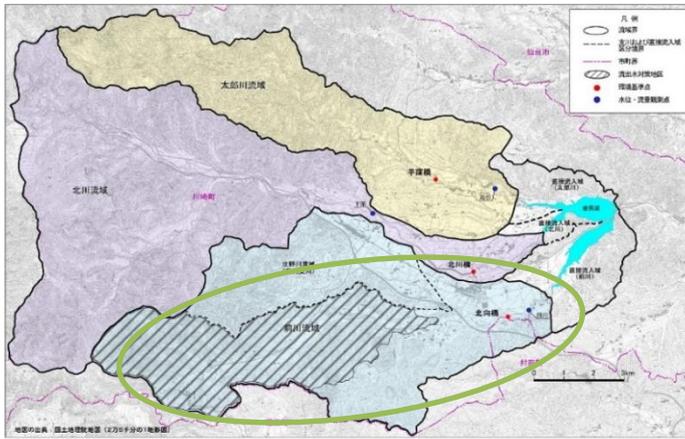
8月22日：8日前に11mm、4日前に12.5mmの降雨あり、8日前～前日まで計33mmの降雨あり

11月28日：5日前に35mm、4日前に16mmの降雨あり

(2) 調査地点

前川（支流を含む）の上流からダム流入までの7地点で調査

今年度は昨年度より上流域を中心に採水を行った。



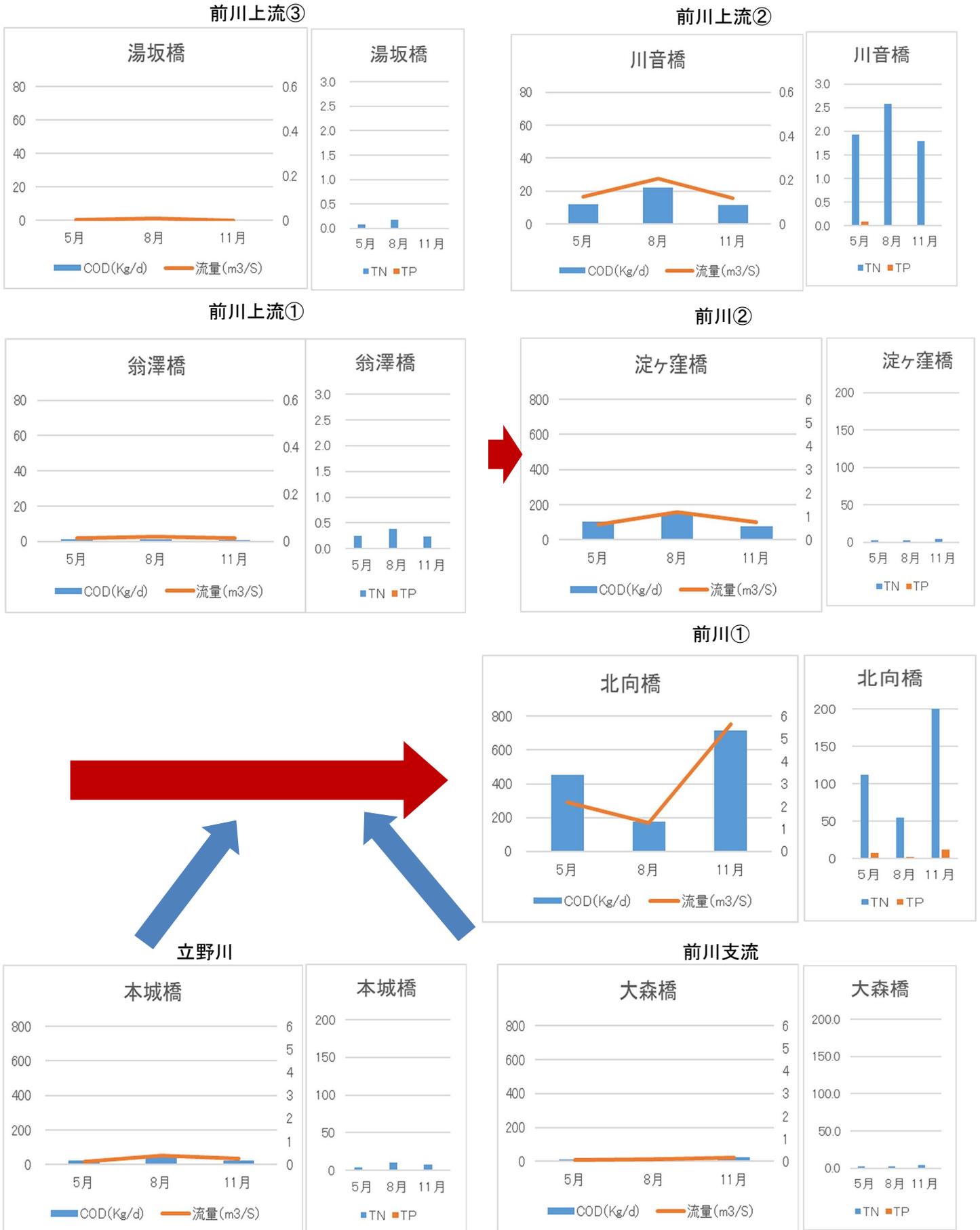
(3) 調査項目

pH, EC, BOD, COD, D-COD, SS, TN, D-TN, TP, D-TP, 各態 N, PO4-P, TOC, D-TOC, 流量

3 調査結果

(1) 採水時期による比較

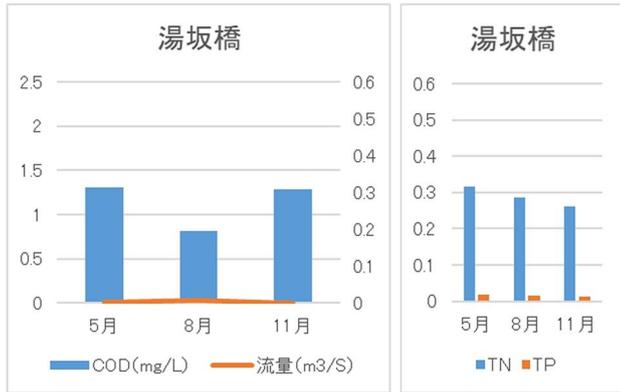
<負荷量> ※左のメモリがCOD、右のメモリが流量



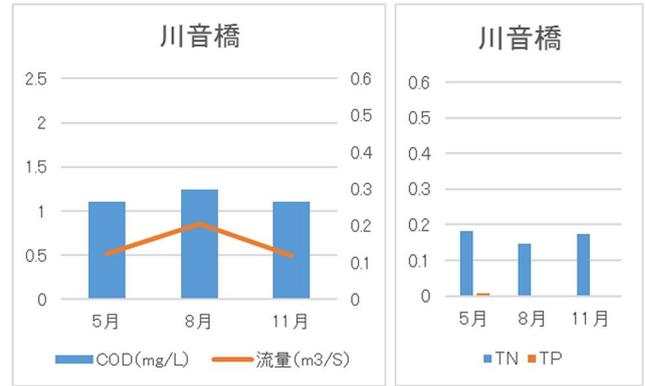
- ・負荷量及び流量は8月が大きい傾向があるが、前川①では8月が低く、11月が高く、他の地点と異なっていた。
- ・前川上流域では、上流②の負荷量が他の2地点と比較して大きい。

<濃度>

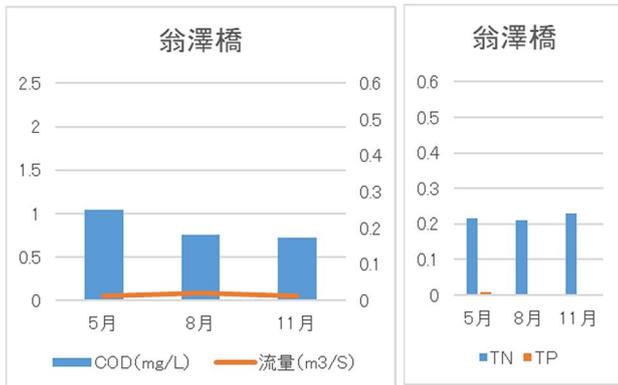
前川上流③



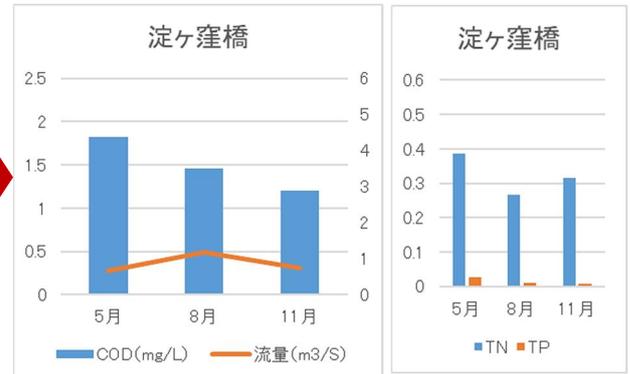
前川上流②



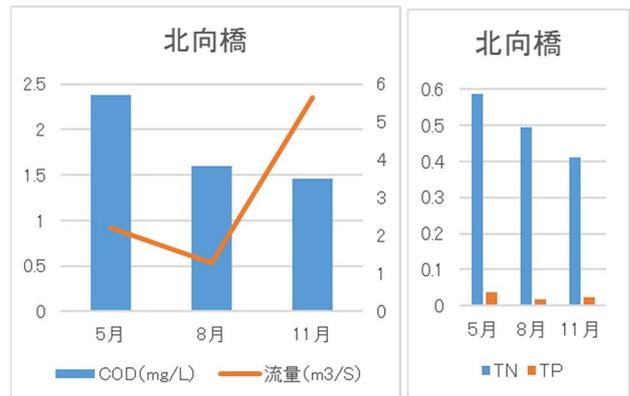
前川上流①



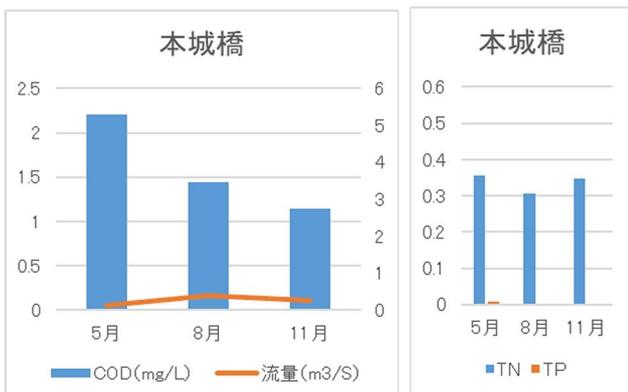
前川②



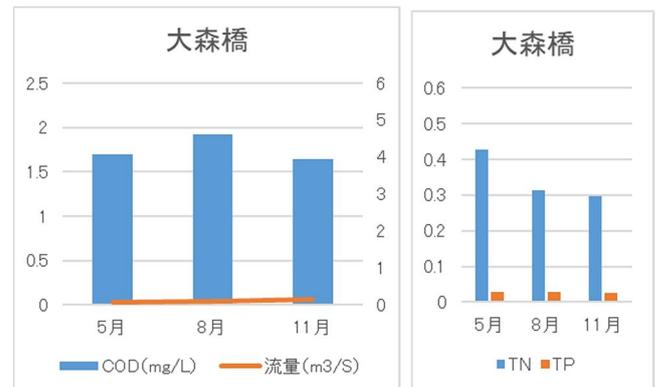
前川①



立野川



前川支流

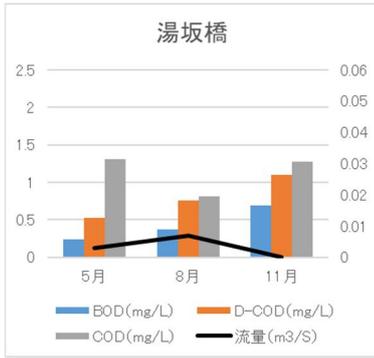


・濃度は、5月にやや高い傾向がある（前川上流②と前川支流のCODを除く）。

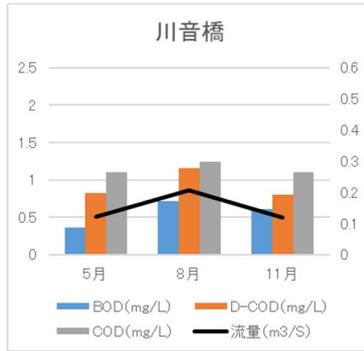
(2) BOD と COD について

<濃度>

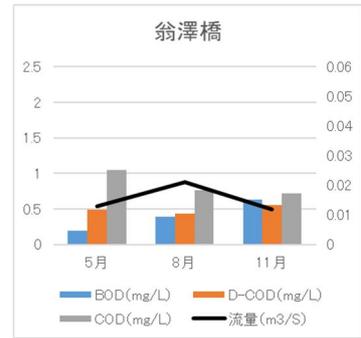
前川上流③



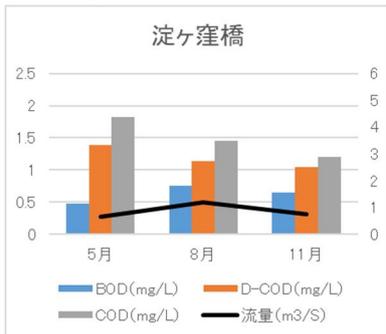
前川上流②



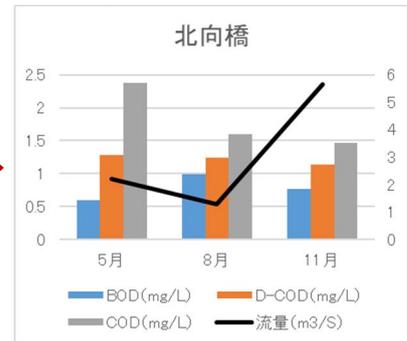
前川上流①



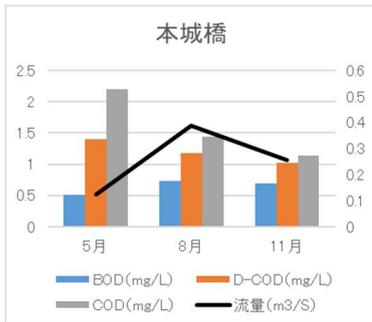
前川②



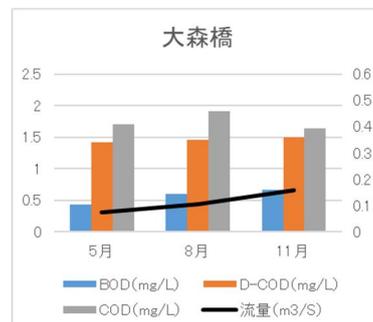
前川①



立野川



前川支流



- ・ BOD、溶解性 COD については採水時期による大きな変化はない。
- ・ 全 COD は、5月に上流①、③の2地点と前川①で溶解性 COD と比較してやや高めに出る傾向がみられた。
- ・ 全体的に、BOD、COD ともに値は低い。

4 考察

- ・ 負荷量は流量の影響を受けやすいと考えられる。
- ・ 負荷量及び流量は、一部の地点を除き豊水期の8月にやや高い傾向がある。
- ・ 濃度では田植え期(5月)の方がやや高い場所があり、農業排水による影響が示唆される。
- ・ 5月の全 COD は溶解性 COD との差が大きい地点があり、農業排水による影響が示唆される。
- ・ 前川上流域では上流②の負荷量が大きいが、流量のほかに採水場所の直前に水をせき止める箇所があることによる影響が考えられる。

6 卷末資料

(1) 負荷量 (kg/d)

| 前川① | 5月 | 8月 | 11月 |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| COD | 453 | 176 | 714 |
| D-COD | 244 | 137 | 557 |
| TN | 112 | 55 | 201 |
| D-TN | 103 | 52 | 193 |
| TP | 7.2 | 1.9 | 12 |
| D-TP | 3.7 | 1.3 | 8.8 |
| 流量(m ³ /S) | 2.202 | 1.277 | 5.657 |

| 前川② | 5月 | 8月 | 11月 |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| COD | 103 | 149 | 77 |
| D-COD | 78 | 116 | 67 |
| TN | 22 | 27 | 20 |
| D-TN | 21 | 26 | 20 |
| TP | 1.47 | 1.06 | 0.50 |
| D-TP | 1.44 | 0.70 | 0.48 |
| 流量(m ³ /S) | 0.656 | 1.180 | 0.744 |

| 立野川 | 5月 | 8月 | 11月 |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| COD | 24 | 48 | 25 |
| D-COD | 15 | 39 | 23 |
| TN | 3.9 | 10 | 7.7 |
| D-TN | 3.6 | 8.9 | 7.6 |
| TP | 0.094 | 0.107 | 0.056 |
| D-TP | 0.044 | 0.000 | 0.049 |
| 流量(m ³ /S) | 0.125 | 0.388 | 0.257 |

| 前川支流 | 5月 | 8月 | 11月 |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| COD | 11 | 17 | 22 |
| D-COD | 9.1 | 13 | 20 |
| TN | 2.7 | 2.8 | 4.0 |
| D-TN | 2.6 | 2.5 | 3.9 |
| TP | 0.18 | 0.25 | 0.35 |
| D-TP | 0.18 | 0.22 | 0.33 |
| 流量(m ³ /S) | 0.074 | 0.104 | 0.157 |

| 前川上流① | 5月 | 8月 | 11月 |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| COD | 1.18 | 1.38 | 0.75 |
| D-COD | 0.55 | 0.80 | 0.58 |
| TN | 0.242 | 0.382 | 0.238 |
| D-TN | 0.239 | 0.360 | 0.220 |
| TP | 0.0100 | 0.0015 | 0.0017 |
| D-TP | 0.0097 | 0.0013 | 0.0016 |
| 流量(m ³ /S) | 0.013 | 0.021 | 0.012 |

| 前川上流② | 5月 | 8月 | 11月 |
|-----------------------|-------|-------|-------|
| COD | 12 | 22 | 11 |
| D-COD | 8.8 | 21 | 8.2 |
| TN | 1.9 | 2.6 | 1.8 |
| D-TN | 1.83 | 2.43 | 1.74 |
| TP | 0.079 | 0 | 0 |
| D-TP | 0.048 | 0 | 0 |
| 流量(m ³ /S) | 0.123 | 0.206 | 0.119 |

| 前川上流③ | 5月 | 8月 | 11月 |
|-----------------------|-------|-------|---------|
| COD | 0.34 | 0.49 | 0.02 |
| D-COD | 0.14 | 0.46 | 0.01 |
| TN | 0.082 | 0.172 | 0.0031 |
| D-TN | 0.080 | 0.172 | 0.0031 |
| TP | 0.005 | 0.009 | 0.0002 |
| D-TP | 0.004 | 0.008 | 0.0001 |
| 流量(m ³ /S) | 0.003 | 0.007 | 0.00014 |

(2) 濃度 (mg/L)

| 前川① | 5月 | 8月 | 11月 |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| COD | 2.380 | 1.597 | 1.460 |
| D-COD | 1.280 | 1.238 | 1.140 |
| TN | 0.5873 | 0.4955 | 0.4106 |
| D-TN | 0.5392 | 0.4676 | 0.394 |
| TP | 0.0381 | 0.0173 | 0.0241 |
| D-TP | 0.0192 | 0.0115 | 0.018 |
| 流量(m ³ /S) | 2.202 | 1.277 | 5.657 |

| 前川② | 5月 | 8月 | 11月 |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| COD | 1.820 | 1.457 | 1.200 |
| D-COD | 1.380 | 1.138 | 1.040 |
| TN | 0.3849 | 0.267 | 0.3149 |
| D-TN | 0.3751 | 0.2566 | 0.3103 |
| TP | 0.0260 | 0.0104 | 0.0078 |
| D-TP | 0.0254 | 0.0069 | 0.0074 |
| 流量(m ³ /S) | 0.656 | 1.180 | 0.744 |

| 立野川 | 5月 | 8月 | 11月 |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| COD | 2.200 | 1.437 | 1.140 |
| D-COD | 1.400 | 1.178 | 1.020 |
| TN | 0.3566 | 0.3051 | 0.348 |
| D-TN | 0.3335 | 0.2649 | 0.3434 |
| TP | 0.0087 | 0.0032 | 0.0025 |
| D-TP | 0.0041 | 0 | 0.0022 |
| 流量(m ³ /S) | 0.125 | 0.388 | 0.257 |

| 前川支流 | 5月 | 8月 | 11月 |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| COD | 1.700 | 1.916 | 1.640 |
| D-COD | 1.420 | 1.457 | 1.500 |
| TN | 0.4270 | 0.3120 | 0.2961 |
| D-TN | 0.4003 | 0.2813 | 0.2885 |
| TP | 0.0279 | 0.0277 | 0.0256 |
| D-TP | 0.0277 | 0.0243 | 0.0242 |
| 流量(m ³ /S) | 0.074 | 0.104 | 0.157 |

| 前川上流① | 5月 | 8月 | 11月 |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| COD | 1.048 | 0.758 | 0.720 |
| D-COD | 0.488 | 0.439 | 0.560 |
| TN | 0.2158 | 0.2105 | 0.2299 |
| D-TN | 0.2131 | 0.1982 | 0.2118 |
| TP | 0.0089 | 0.0008 | 0.0016 |
| D-TP | 0.0086 | 0.0007 | 0.0015 |
| 流量(m ³ /S) | 0.013 | 0.021 | 0.012 |

| 前川上流② | 5月 | 8月 | 11月 |
|-----------------------|--------|--------|--------|
| COD | 1.108 | 1.238 | 1.100 |
| D-COD | 0.828 | 1.158 | 0.800 |
| TN | 0.1818 | 0.1452 | 0.1739 |
| D-TN | 0.1722 | 0.1365 | 0.1697 |
| TP | 0.0074 | 0 | 0 |
| D-TP | 0.0045 | 0 | 0 |
| 流量(m ³ /S) | 0.123 | 0.206 | 0.119 |

| 前川上流③ | 5月 | 8月 | 11月 |
|-----------------------|--------|--------|---------|
| COD | 1.308 | 0.818 | 1.280 |
| D-COD | 0.528 | 0.758 | 1.100 |
| TN | 0.3165 | 0.2851 | 0.2599 |
| D-TN | 0.3096 | 0.2847 | 0.2590 |
| TP | 0.0179 | 0.0141 | 0.0127 |
| D-TP | 0.0169 | 0.0126 | 0.0113 |
| 流量(m ³ /S) | 0.003 | 0.007 | 0.00014 |