

第 6 期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概要版	1
II	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	9
III	釜房ダム貯水池流域河川の汚濁負荷源に関する調査	30

本調査内容の概要について

I 釜房ダム貯水池流域における自然汚濁負荷調査

【調査概要】

- ・コントロールポイントにおいて間伐が行われたことから、間伐前後の負荷量の変化を調査した。
- ・コントロールポイント隣接地で皆伐が行われたことから、皆伐が負荷量に与える影響について調査した。

【結果概要】

- ・間伐により負荷量が減少したことから、適切な森林整備は負荷量の低減に寄与することが期待される。
- ・皆伐が負荷量を増大させる要因とは断定できないことが示唆された。
- ・皆伐又は間伐の有無だけでなく、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低減効果を検証するために、継続して調査を行うことが望ましい。

III 釜房ダム貯水池流域河川の汚濁負荷源に関する調査

【調査概要】

- ・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。

【結果概要】

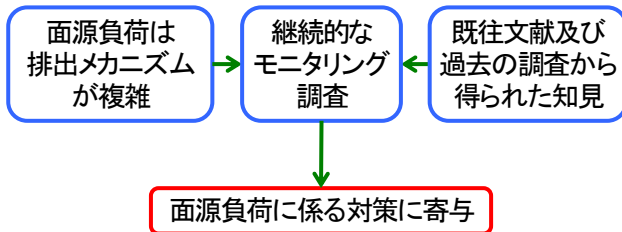
- ・前川流域の方が、立野川（前川支川）流域よりも負荷量が多かった。
- ・降雨後の負荷量は、平水時の10倍以上となる場合もあった。
- ・立野川以外の支流からの負荷（森林からの負荷等）が多いことが示唆された。
- ・前川流域の測定地点を増やし、詳細な調査が必要であると考えられる。

1. 業務概要

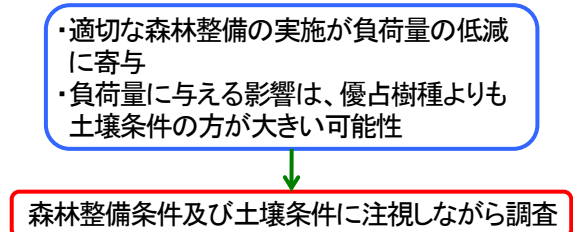
1.1. 業務目的

本業務は、「釜房ダム貯水池湖沼水質保全計画(第6期)」に基づき、湖沼水質保全特別措置法の指定を受けている釜房ダムにおいて、森林を構成している樹木や土壌等の違いによる面源負荷量の差異を把握し、自然負荷削減対策の実施に向けての基礎資料を得るために、平成24年度から継続して実施しているものである。

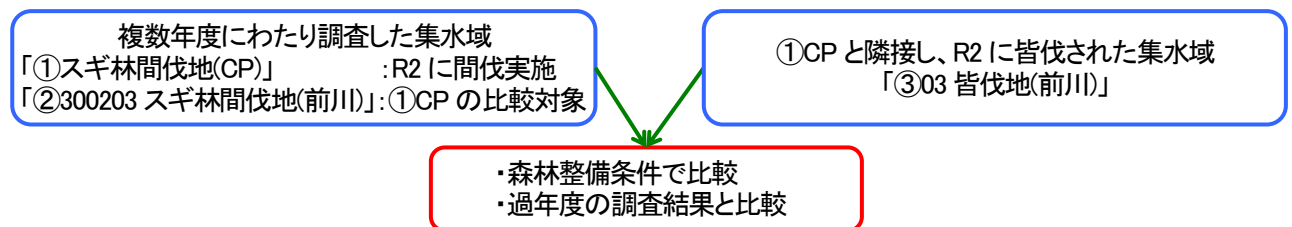
1.2. 森林地域の面源負荷について



1.3. 面源負荷量に影響する要因

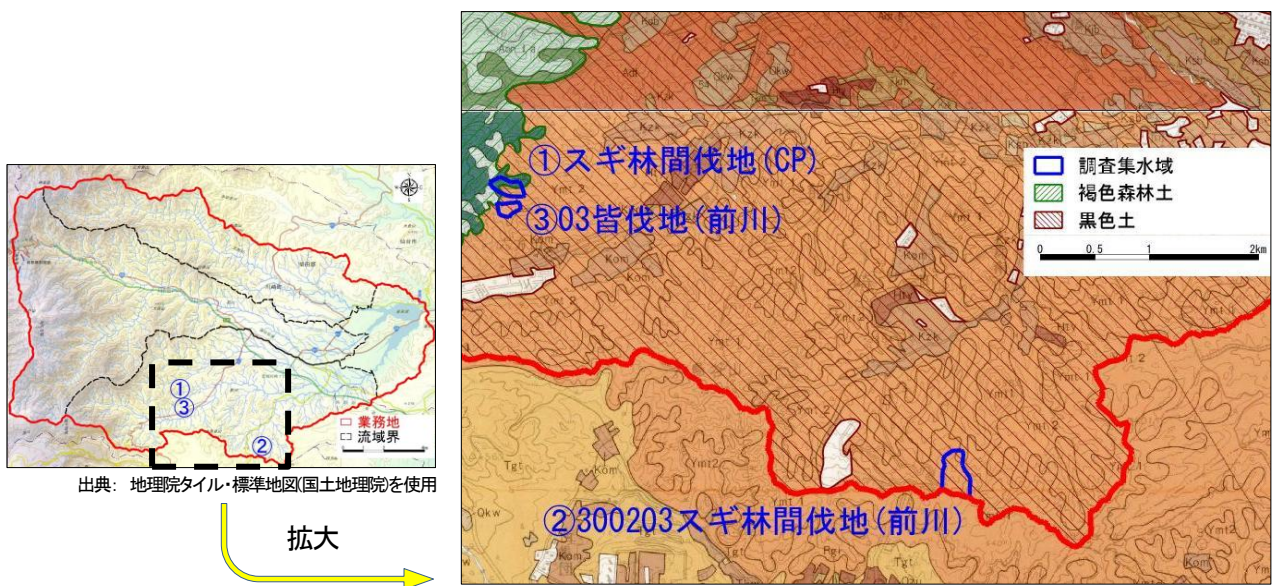


1.4. 令和3年度の調査概要



1.5. 業務位置

調査集水域名	①スギ林間伐地(CP)	②300203 スギ林間伐地(前川)	③03 皆伐地(前川)
主な林齢	42	34	0
集水域面積 (ha)	3.60	8.35	2.13
施業履歴	間伐(H23、R2)	間伐(H17)	皆伐(R2)
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(約100%)



	調査地点※ ●:水質等調査地点、●:雨量観測地点	水質等調査地点の状況
①スギ林間伐地(中)		
②300203スギ林間伐地(前川)		
③03皆伐地(前川)		

※出典：地理院タイル・標準地図(国土地理院を参考に作成)

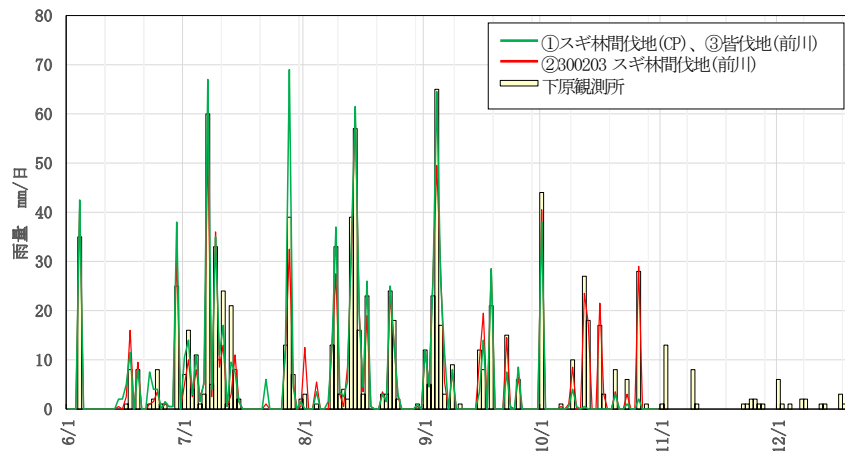
(調査地点の凡例)

スギ林	広葉樹	その他針葉樹
スギ林間伐	広葉樹間伐	その他針葉樹間伐
スギ林皆伐	広葉樹皆伐	その他針葉樹皆伐

- 水質調査: pH、SS、COD、D-COD、T-N、T-P
(対象期間: 定期調査は6月～12月、降雨時調査は6月～10月)
- 流量観測: 自動連続観測及び直接観測
(対象期間: 6月～翌年1月)
- 雨量調査: 調査地点の雨量観測
(対象期間: 6月～10月)

2. 調査結果中間報告

2.1. 降雨状況



※国土交通省水管理・国土
保全局が所管する下原
観測所の観測値を引用した。

令和3年度の雨量調査結果

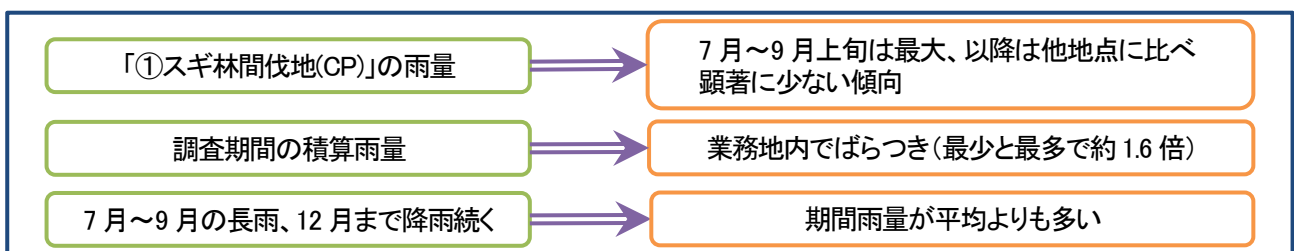


出典: 地理院タイル・標準地図(国土地理院を使用)

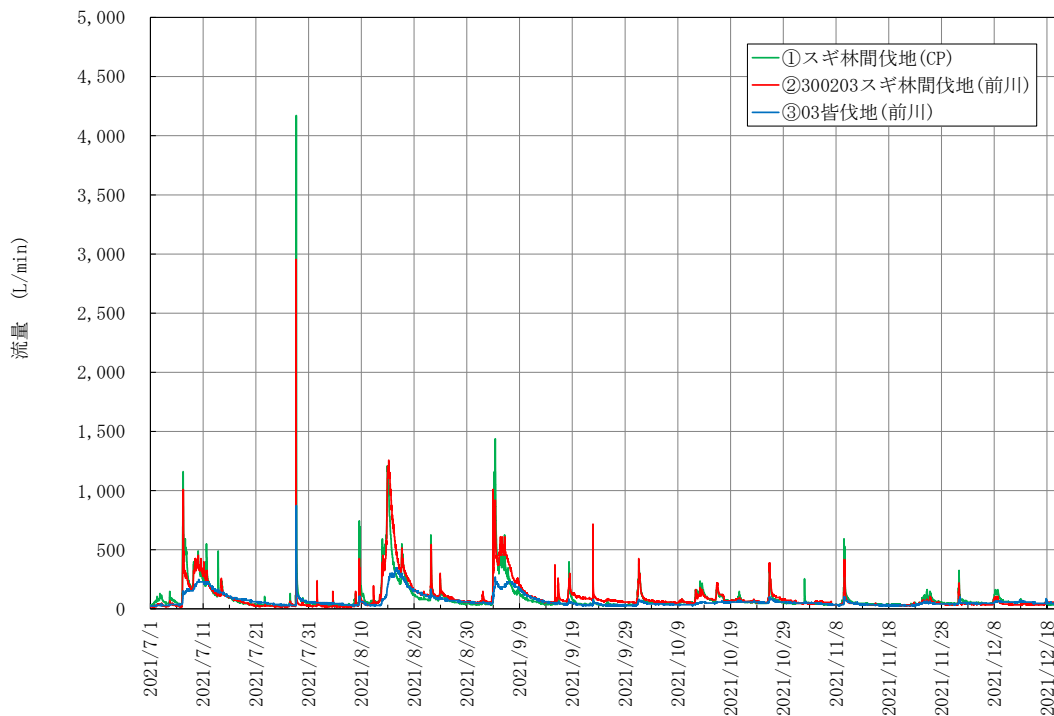
上図: 業務地における令和3年7月1日から令和3年10月31日までの積算雨量(単位 mm)

下表: 下原観測所における各年度の期間雨量

年度	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	平均
期間雨量 (mm)	658	1,033	938	999	1,151	1,306	918	932	1,087	1,033	1,006



2.2. 流量観測結果

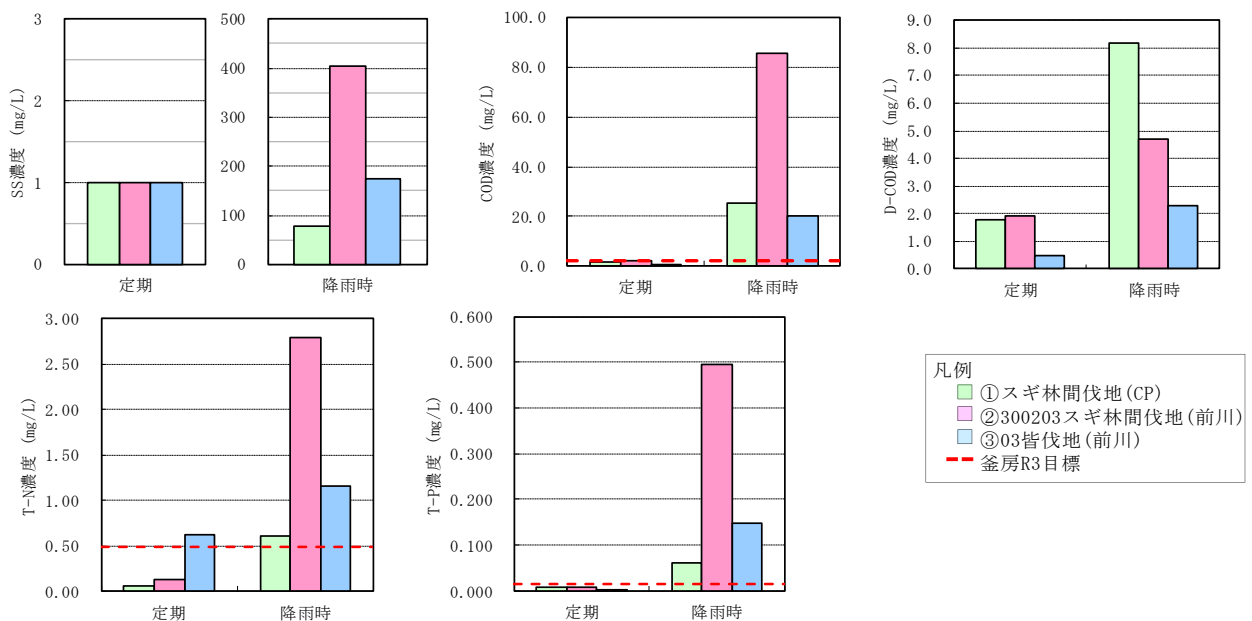


流量

「②300203 スギ林間伐地」>「①スギ林間伐地(CP)」>「③03 皆伐地」

2.3. 水質調査結果

2.3.1. 令和3年度の水質調査結果



定期

「③03 皆伐地」における T-N 濃度が高い傾向

降雨時

D-COD を除き「②300203 スギ林間伐地(前川)」が高い傾向

2.3.2 「①スギ林間伐地(CP)」における水質濃度の過年度との比較

平水時の平均値

項目	SS	COD	D-COD	T-N	T-P
単位	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
平成 24 年度	1	2.1	2.0	0.06	0.013
平成 25 年度	1	2.2	2.0	0.06	0.006
平成 26 年度	1	1.9	1.7	0.07	0.011
平成 27 年度	1	2.0	1.9	0.06	0.006
平成 28 年度	1	2.0	1.9	0.05	0.005
平成 29 年度	1	2.1	1.9	0.05	0.007
平成 30 年度	1	2.1	1.9	0.07	0.007
令和元年度	1	1.9	1.8	0.05	0.005
令和 2 年度	1	1.7	1.4	0.05	0.007
令和 3 年度	1	1.9	1.8	0.06	0.007

※ 赤字は各項目での最大値を示す

年度間の変動 小

汚濁物質の挙動は変わらず

最大降雨時

項目	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	累加雨量	備考
単位	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mm	
平成 24 年度	28	12.0	5.8	0.29	0.066	77	
平成 25 年度	9	10.0	4.3	0.17	0.015	77	
平成 26 年度	42	12.0	7.3	0.33	0.031	116	台風 18 号
平成 27 年度	69	16.0	2.8	0.16	0.015	313	関東・東北豪雨
平成 28 年度	660	130.0	2.0	0.31	0.032	136	台風 7 号
平成 29 年度	320	59.0	1.4	1.10	0.068	274	台風 21 号
平成 30 年度	100	34.0	3.7	0.75	0.080	274	
令和元年度	360	110.0	12.0	3.20	0.350	28	
令和 2 年度	160	33.0	3.1	1.20	0.140	153	
令和 3 年度	41	13.0	3.5	0.33	0.034	87	

※ 赤字は各項目での最大値を示す

累加雨量 大 ≠ 最大降雨時濃度 高

降雨時は汚濁物質の挙動が複雑、詳細な検討必要

2.4. 期間負荷量及び単位負荷量の結果

2.4.1. 令和3年度の期間負荷量結果（期間：7月1日～12月20日）

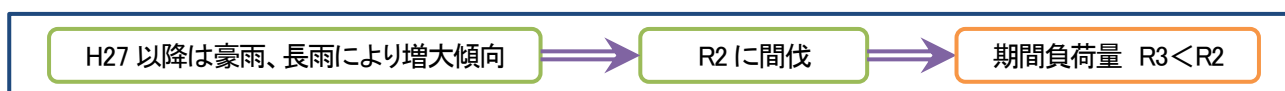
項目	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	積算流量
単位	kg	kg	kg	kg	kg	m ³
①スギ林間伐地(CP)	782	371.9	127.5	8.82	0.564	22,508
②300203 スギ林間伐地(前川)	4,905	885.8	78.5	32.40	3.491	23,649
③03 皆伐地(前川)	439	96.5	18.9	15.36	0.452	16,787

※ 赤文字は各項目での最大値を示す

2.4.2. 「①スギ林間伐地(CP)」における期間負荷量の過年度との比較

項目	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	積算流量	期間雨量
単位	kg	kg	kg	kg	kg	m ³	mm
平成24年度	165	106.3	69.6	3.35	0.533	14,626	658
平成25年度	101	102.8	73.8	2.95	0.221	19,202	1,033
平成26年度	597	216.4	147.5	6.06	0.645	21,129	938
平成27年度	254	272.8	119.7	4.00	0.186	29,674	999
平成28年度	657	362.9	85.3	3.80	0.196	27,504	1,151
平成29年度	1,307	860.6	299.9	14.71	0.647	37,648	1,306
平成30年度	391	211.6	59.6	4.29	0.311	17,716	918
令和元年度	2,659	426.4	173.1	12.38	1.140	25,266	932
令和2年度	1,537	437.5	81.6	13.57	0.629	30,389	1,087
令和3年度	782	371.9	127.5	8.82	0.564	22,508	1,033
平均	845	336.9	123.8	7.39	0.507	24,556	1,006

※ 赤文字は各項目での最大値を示す



2.4.3. 令和3年度の単位負荷量

項目	SS	COD	D-COD	T-N	T-P
単位	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
①スギ林間伐地(CP)	217	103.3	35.4	2.45	0.157
②300203 スギ林間伐地(前川)	587	106.1	9.4	3.88	0.418
③03 皆伐地(前川)	208	45.3	9.0	7.28	0.212

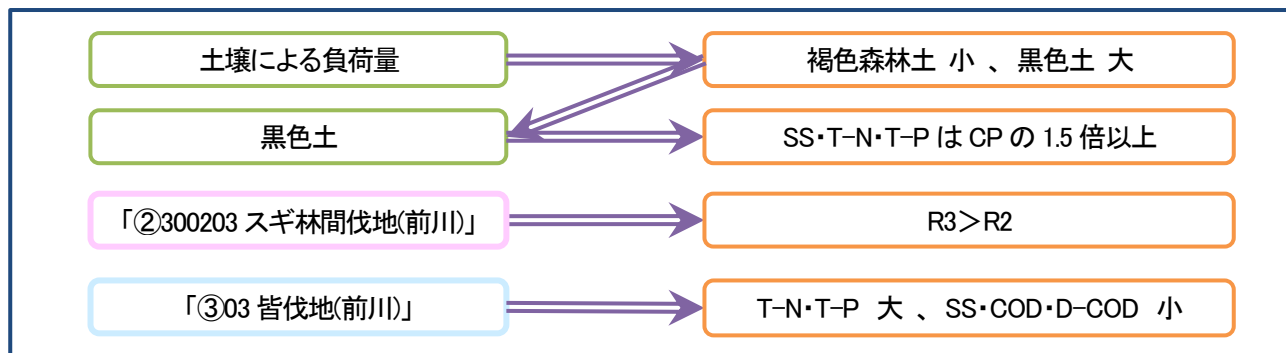
※ 赤文字は各項目での最大値を示す

各年度の「①スギ林間伐地(CP)」の単位負荷量を 1 とした場合の単位負荷量の比率(土壤分類別)

土壤分類(面積割合)	集水域		SS	COD	D-COD	T-N	T-P
褐色森林土壌(約 50%)	①スギ林間伐地(CP)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
褐色森林土壌(約 90%)	26 スギ林間伐地(太郎川)	H26	0.68	0.38	0.37	1.05	0.46
褐色森林土壌(約 60%)	25 スギ林 (太郎川)	H25	0.93	0.74	0.74	3.49	0.77
褐色森林土壌(100%)	26 広葉樹林(北川)	H26	0.29	0.36	0.26	0.59	0.35
褐色森林土壌(100%)	28 広葉樹林(北川)	H28	0.33	0.53	0.97	1.53	1.00
褐色森林土壌(100%)	29 広葉樹林(釜房湖北)	H29	1.10	0.90	1.36	2.99	1.53
褐色森林土壌(100%)	2901 広葉樹林(前川)	H29	0.33	0.47	0.49	1.27	0.58
		R1※ ²	0.00	0.08	0.18	0.26	0.03
黒色土(100%)	②300203 スギ林間伐地(前川)	H30	1.87	0.84	0.33	2.02	1.83
		R2	1.62	0.87	0.39	0.95	1.30
		R3	2.71	1.03	0.27	1.58	2.66
黒色土(約 100%)	③03 皆伐地(前川)	R3	0.96	0.44	0.25	2.98	1.35
黒色土(100%)	02 スギ林(前川)	R2	1.23	1.12	2.05	1.55	1.70
黒色土(100%)	273001 広葉樹林(前川)	H27	6.27	1.86	0.53	3.88	4.62
		H30	1.90	1.38	0.92	2.15	1.72
		R1	0.34	0.32	0.35	0.95	0.26
黒色土(100%)	24 広葉樹林(前川)	H24	4.96	2.86	2.49	6.38	2.15
黒色土(100%)	25 広葉樹林(前川)	H25	11.93	2.78	1.46	4.27	1.74
黒色土(100%)	27 広葉樹林(前川)	H27	16.66	1.76	0.15	3.45	6.00
黒色土(約 60%)	28 広葉樹林(太郎川)	H28	6.45	1.51	0.80	2.67	2.85
黒色土(100%)	24 皆伐地(前川)	H24	8.80	1.93	0.62	4.13	1.53

※1 赤文字: 比率が 2.00 以上、青文字: 比率が 0.50 以下

※2 R1「2901 広葉樹林(前川)」は、台風 19 号により機材が流失し、欠測した期間を除いた参考値



3. 考察

3.1. 森林整備が負荷量に与える影響

「②300203 スギ林間伐地(前川)」に対する「①スギ林間伐地(CP)」の単位負荷量の比率

調査年度	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	「①スギ林間伐地(CP)」備考
H30	0.53	1.19	3.07	0.50	0.55	間伐施業から7年経過
R2	0.62	1.15	2.58	1.05	0.77	間伐施業から9年経過
R3	0.37	0.97	3.77	0.63	0.38	間伐施業から1年経過

- 負荷量の傾向 $R2 \geq H30 \geq R3$ (D-COD は明確な傾向見られず)
- 適切な森林整備は負荷量の低減に寄与することが期待される。

3.2. 皆伐が負荷量に与える影響

「①スギ林間伐地(CP)」に対する皆伐地の単位負荷量の比率

集水域	調査年度	SS	COD	D-COD	T-N	T-P
24 皆伐地(前川)	H24	8.80	1.93	0.62	4.13	1.53
③03 皆伐地(前川)	R3	0.96	0.44	0.25	2.97	1.35

- 皆伐施業が負荷量を増大させる要因とは断定できないことが示唆された。
 - ・令和3年度の降雨状況や「③03 皆伐地(前川)」の地理的条件に、土壌粒子や末木枝条の流出を防ぐ要因が当てはまり、SS や COD の負荷量増大を抑制した可能性がある
 - ・皆伐により、溶解性の窒素及びリンが増大する可能性がある
- 「③03 皆伐地(前川)」における令和3年12月6日の定期調査は突出して高い濃度を示した。今後の水質の挙動について注視する必要がある。

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.....	10
1.1. 業務目的.....	10
1.2. 森林地域の面源負荷について.....	10
1.3. 面源負荷量に影響する要因.....	10
1.4. 令和3年度の調査概要.....	11
1.5. 業務位置.....	12
2. 調査結果中間報告.....	15
2.1. 降雨状況.....	16
2.1.1. 雨量調査結果.....	16
2.1.2. 雨量の年度比較.....	17
2.2. 流量観測結果.....	18
2.3. 水質調査結果.....	19
2.3.1. 令和3年度の水質調査結果.....	19
2.3.2. 「スギ林間伐地(CP)」における水質濃度の過年度との比較.....	21
2.4. 期間負荷量及び単位負荷量の結果.....	22
2.4.1. 令和3年度の期間負荷量.....	22
2.4.2. 「スギ林間伐地(CP)」における期間負荷量の過年度との比較.....	22
2.4.3. 各集水域の単位負荷量.....	23
3. 考察.....	25
3.1. 森林整備が負荷量に与える影響.....	25
3.2. 皆伐が負荷量に与える影響.....	26

1. 業務概要

1.1. 業務目的

本業務は、「釜房ダム貯水池湖沼水質保全計画(第6期)」に基づき、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において、釜房ダム貯水池流域(以下、「業務地」とする)の森林を構成している樹木や土壌等の違いによる面源負荷量の差異を把握し、自然負荷削減対策の実施に向けての基礎資料を得るために、平成24年度から継続して実施しているものである。

1.2. 森林地域の面源負荷について

森林における水と物質の流出現象には、気候や気象などの外的要因と地形や地質、土壌、植生、土地利用などの内的要因が複雑に関係する¹。

環境省『非特定汚染源対策の推進に係るガイドライン』においても、森林等からの流出水といった排出源を特定しにくい非特定汚染源(面源負荷)は「非定常性、非均質性の特徴を有し、発生源、排出源の分布・形態、排出の機構等が多種多様であるとともに、面的に分布しており、排出水量が多いなどのことから、そのメカニズムが複雑である」とされる。また、その削減対策について、「段階的な対策の実施状況や環境状況変化について、継続的なモニタリング調査を実施し効果の確認やデータの蓄積に努めることが重要」と指摘している。

平成24年度から実施している業務地における自然汚濁負荷調査は、既往文献及び過去の調査より得られた面源負荷に係る知見をもとに調査を計画・実施することで、調査年度毎に変化する環境に応じた継続的な実測データを蓄積している。本報告では、得られた結果を解析し、面源負荷に係る対策への寄与を念頭に考察を行った。

1.3. 面源負荷量に影響する要因

既往文献及び過年度の調査結果より、面源負荷量に影響する主な要因を次に示す。

- ① 適切な森林整備の実施は、負荷量の低減に寄与することが期待される。
 - ・環境省『非特定汚染源対策の推進に係るガイドライン』において、間伐等の森林管理を適切に実施している森林と、間伐遅れの森林から流出する負荷量を比較した結果、適切な森林整備を実施することにより、CODで約50%、T-Nで約60%、T-Pで約20%の削減効果を得られた事例が紹介されている²。
 - ・平成25年度に実施した、スギ林間伐地のコントロールポイント(以下、「スギ林間伐地(CP)」とする)と「25スギ林(太郎川)」の調査結果を比較すると、適切な森林整備が実施されている「スギ林間伐地(CP)」の方がT-Nの負荷量は小さい可能性が示唆された。
- ② 負荷量に与える影響は、優占樹種の違いよりも土壌条件の方が大きい可能性がある。
 - ・林野庁『水源涵養機能Q&A』の問05-22において、水質浄化機能は優占樹種によって著しい差は生じないとされているものの、森林内を移動する雨水の水質は樹種により異なることが指摘されている³。
 - ・過年度までの調査では、負荷量は降雨条件や土壌条件に大きく影響され、優占樹種による差異は把握できなかった。

¹ 社団法人日本水環境学会、『非特定汚染源からの流出負荷量の推計手法に関する研究』,平成24年

² 島根県、『平成11年度湖沼非特定汚染源対策強化実証調査報告書』,平成12年

³ 田崎和江・山内順公、『森林樹木と土壌間における雨水の挙動 現地測定と浸出・透過実験』,平成16年

・既往文献で、土壌分類による負荷量の違いに係る知見は得られなかったものの、森林土壌中の N 及び P₂O₅ の含量は、黒色土の方が褐色森林土よりも多い例が見られた(表 1-1)。

表 1-1 森林土壌中の N 及び P₂O₅ の含量⁴

層位	土壌群	土壌群	全 N mg/g	P ₂ O ₅ -t mg/100g
A1	褐色森林土	B _D	2.84 ~ 3.26	19.6 ~ 167
	黒色土	B1 _D	3.75 ~ 12.9	240 ~ 332
A2~A4	褐色森林土	B _D	1.73 ~ 2.02	38.2 ~ 156
	黒色土	B1 _D	1.24 ~ 8.62	142 ~ 318

①及び②より、自然負荷削減対策を実施するためには、土壌条件、特に負荷量の大きい傾向が見られる黒色土に注視しながら適切な森林整備を実施することが効果的と考えられる。

1.4. 令和 3 年度の調査概要

令和 3 年度に調査を行う集水域として、表 1-2 に示す 3 地点を選定した。

表 1-2 令和 3 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~R2	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。
300203 スギ林間伐地(前川)	H30,R2	黒色土(100%)	H30 年度、R2 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。
03 皆伐地(前川)	新規	黒色土(約 100%)	R2 年度に皆伐施業が行われた。CP に隣接しており、同降雨条件下で、皆伐が渓流水へ与える影響を検証するため。

①「スギ林間伐地(CP)」

平成 24 年度から継続調査を行ってきた「スギ林間伐地(CP)」において、令和 3 年 2 月に森林整備(間伐)が行われた。令和 2 年度に行った間伐直後の定期調査において、COD・D-COD・T-N の濃度は上昇したが、1 か月後の定期調査では平水時に近い濃度まで減少した。間伐後の負荷量に関しては既往の研究成果として、間伐翌年は一時的に流量及び窒素の流

⁴ 河田弘,『森林土壌学概論』,博友社,平成 12 年

出量が増加するが、2 年後には間伐前の水準に戻ることが指摘されている⁵。間伐後の水質改善に係るデータを得られると考え、令和 3 年度も継続して調査を実施した。

②「300203 スギ林間伐地(前川)」

流量や負荷量に大きく影響を与える降雨状況は、年度毎に異なる。「300203 スギ林間伐地(前川)」は、複数年度にわたり調査を行っており、また「スギ林間伐地(CP)」と同じく森林整備(間伐)の実施されたスギ林である。「スギ林間伐地(CP)」の間伐前後における水質変化を把握するための比較対象として選定した。

③「03 皆伐地(前川)」

「スギ林間伐地(CP)」に隣接した集水域であり、令和 3 年 1 月に皆伐施業が行われた。同じ降雨条件で異なる施業形態による水質への影響を比較する調査地点として選定した。

1.5. 業務位置

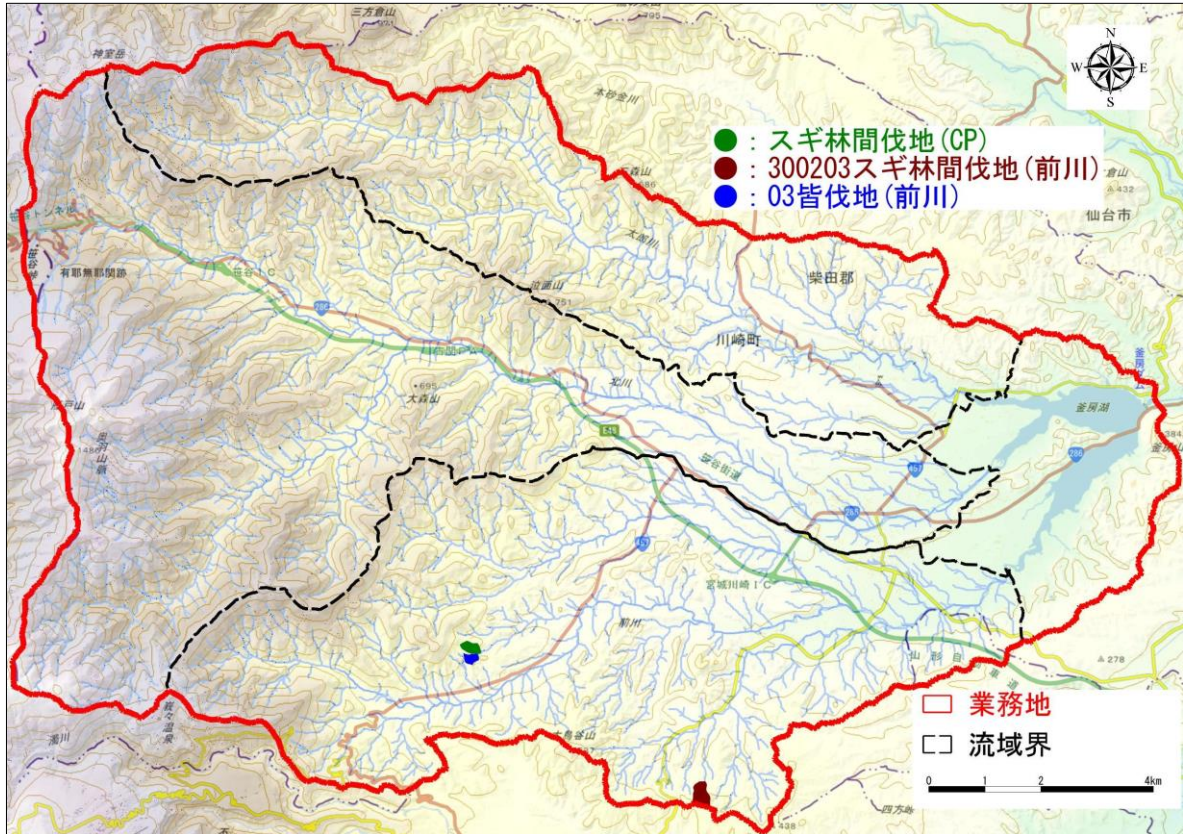
業務地における令和 3 年度の調査集水域及び調査地点は、表 1-3 及び図 1-1～図 1-3 に示すとおりである。

表 1-3 令和 3 年度の調査集水域の概要

調査集水域名	スギ林間伐地(CP)	300203スギ林間伐地(前川)	03 皆伐地(前川)
主な林小班	174 林班い 1-0 外	199 林班に 8-0 外	174 林班い 4-0 外
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,R3)	間伐(H17)	皆伐(R3)
主な林齢	42	34	0
集水域面積 (ha)	3.60	8.35	2.13
集水域内の優占樹種の面積(ha)	3.54	8.16	1.86
占有率 (%)	98.3	97.7	87.3
集水域の平均斜面傾斜角(度)	28	22	18

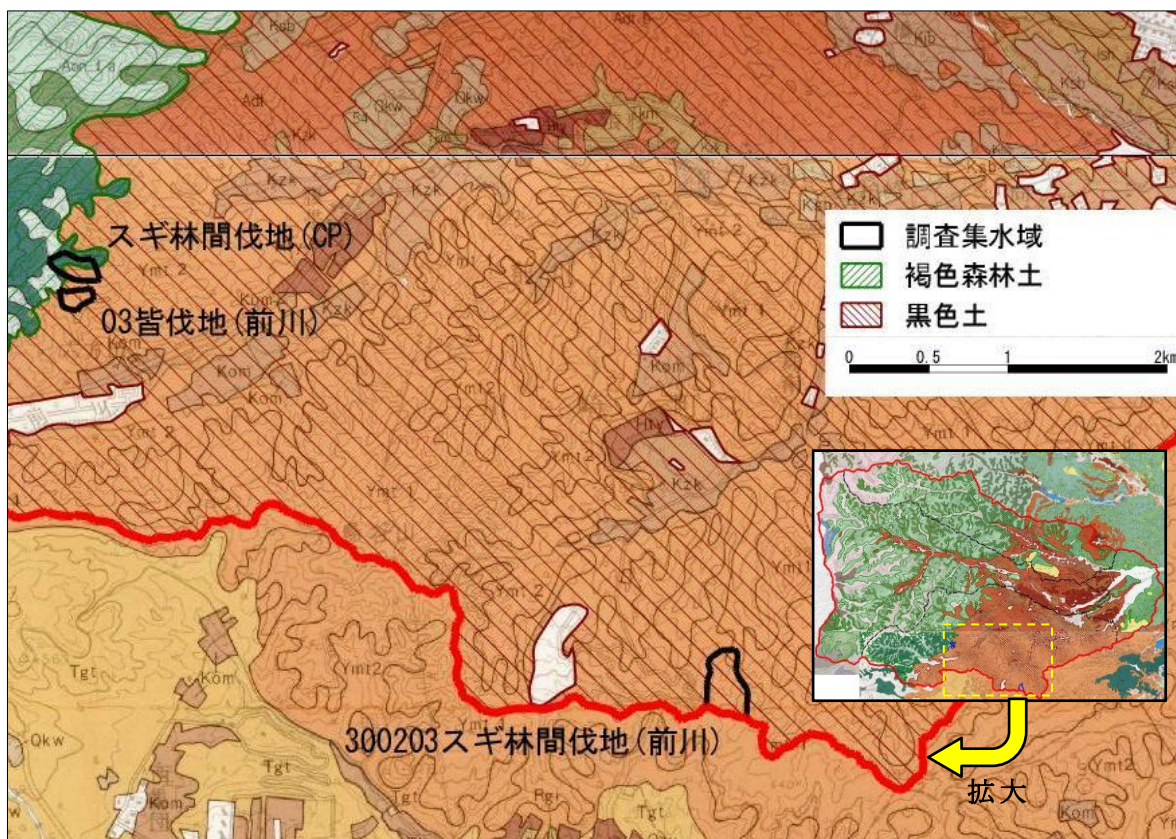
⁵ 独立行政法人森林総合研究所、『森林の水・土・空気をまもる-森林の水・土・環境保全機能に関する研究成果集 2005-』,平成 18 年

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 (約 100%)
主な表層地質	火山礫凝灰岩, 凝灰角礫岩, 火山角礫岩	礫岩, 砂岩, 軽石凝灰岩	凝灰質砂岩, 凝灰質シルト岩, 凝灰岩, 礫岩



出典：地理院タイル・標準地図(国土地理院)を使用

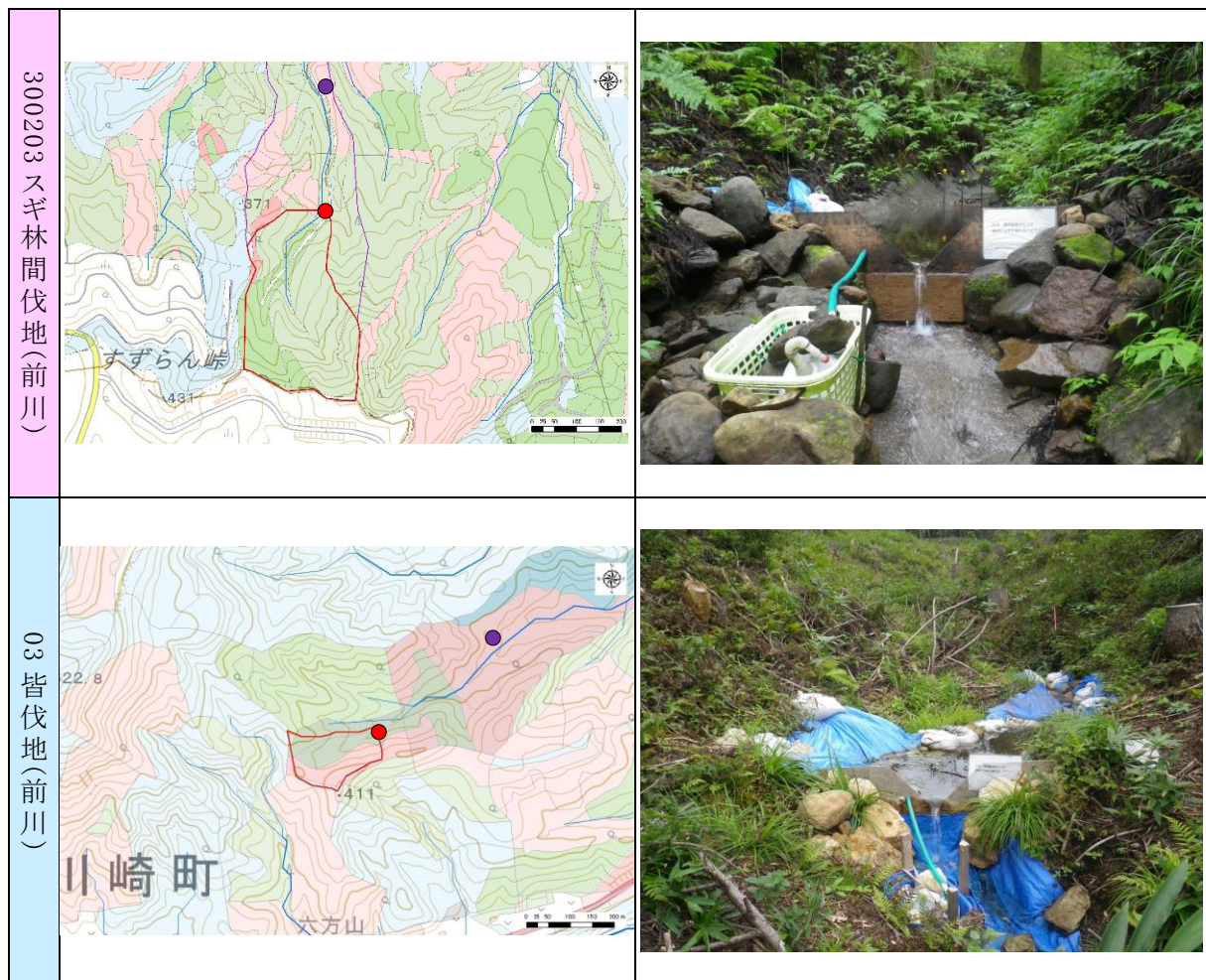
図 1-1 業務地及び調査集水域位置図



出典：5万分の1都道府県土地分類基本調査(川崎・山形) 土壤図を参考に作成

図 1-2 土壤図

調査地点		水質等調査地点の状況
<p>●:水質等調査地点、●:雨量観測地点</p>		
スギ林間伐地 (CP)		



出典：地理院タイル・標準地図(国土地理院)を参考に作成

図 1-3 調査地点

(調査地点の凡例)

	スギ林		広葉樹		その他針葉樹
	スギ林_間伐		広葉樹_間伐		その他針葉樹_間伐
	スギ林_皆伐		広葉樹_皆伐		その他針葉樹_皆伐

※「03 皆伐地(前川)」は「スギ林間伐地(CP)」に隣接し、同じ降雨条件であることから、同一地点で雨量を観測した(以下、観測地点名は「スギ林間伐地(CP)」とする)。

2. 調査結果中間報告

本報告は、次の調査によって得られた結果に基づいて行うものである。

- ・雨量調査： 調査地点の雨量観測
(実施期間：令和3年6月～令和3年10月)
- ・流量観測： 自動連続観測及び直接観測
(実施期間：令和3年6月～令和4年1月)
- ・水質調査： pH、SS、COD、D-COD、T-N、T-P

定期調査は晴天時に毎月1回、降雨時調査は概ね20mm以上の降雨時に実施

なお、令和3年度の調査結果を過年度と比較する際は、各年度の7月1日から12月20日(172日間)を対象期間とした。

2.1. 降雨状況

2.1.1. 雨量調査結果

令和3年度の雨量調査結果を図2-1に示す。指標として、図2-1には業務地の中央に位置し、国土交通省水管理・国土保全局が所管する下原観測所の観測値を併記した。

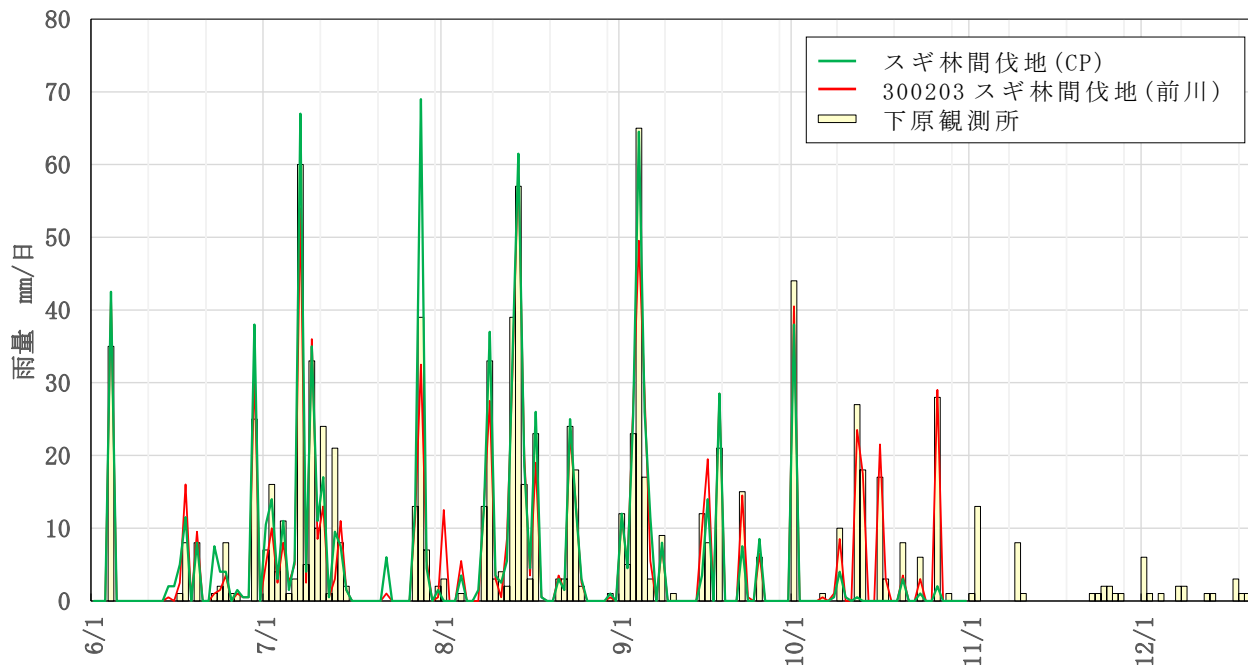


図 2-1 調査期間中の雨量調査結果

「スギ林間伐地(CP)」における雨量は、令和3年7月から令和3年9月上旬にかけての降雨では最大を示す傾向が見られた一方で、令和3年9月中旬以降は「300203 スギ林間伐地(前川)」及び下原観測所と比べて顕著に少ない傾向が見られた。

業務地における雨量の分布として、令和3年7月1日から令和3年10月31日までの積算雨量を図2-2に示す。比較のため、図2-2には下原観測所に加え、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。



※出典：地理院タイル・標準地図(国土地理院)を使用

図 2-2 業務地における令和 3 年 7 月 1 日から令和 3 年 10 月 31 日までの積算雨量(単位 mm)

積算雨量は、最少が 737mm(釜房観測所)、最多が 1,169mm(笹谷観測所)であり、最大約 1.6 倍の違いがあった。

積算雨量を調査地点及び指標としていた下原観測所で比較すると、

下原観測所(875mm) > 「300203 スギ林間伐地(前川)」(831mm) > 「スギ林間伐地(CP)」(814mm) の順であったものの、大きな差は見られなかった。

2.1.2. 雨量の年度比較

各年度における期間雨量(各年度内の 7 月 1 日から 12 月 20 日までの積算雨量)を表 2-1 に示す。期間雨量は、令和 3 年度及び過年度を比較するため、下原観測所の観測値を掲載した。

表 2-1 各年度における期間雨量(下原観測所)

年度	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2※2	R3	平均
期間雨量(mm)	658	1,033	938	999	1,151	1,306	918	932	1,087	1,033	1,006

※1 **太字斜体** は、値が最大であった年度を示す。

※2 R2 の 8/30~9/1 における雨量は、調査地点及び他の観測所における 60mm 程度であったが、下原観測所は 0mm であったため、表記の値よりも実際の雨量は多かった可能性がある。

令和 3 年度の期間雨量は、10 年間の平均よりも 27mm 多かった。これは、7 月から 9 月にかけての長雨に加え、例年は雨量の少ない 11 月や 12 月まで降雨が続いたことが影響したと考えられる。

2.2. 流量観測結果

令和3年度の流量観測結果を図2-4に示す。

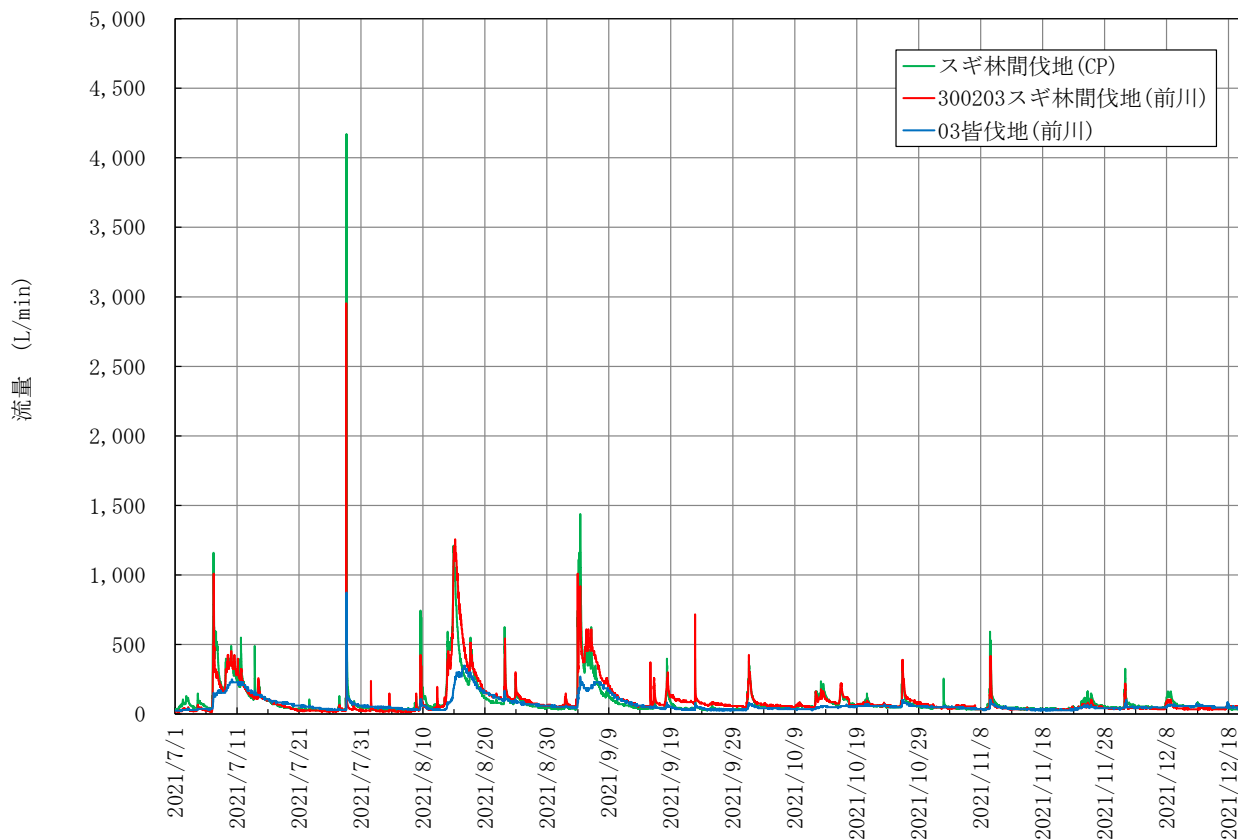


図 2-4 調査期間中の流量観測結果

流量の最大値は、短時間の大雨が観測された7月28日(「スギ林間伐地(CP)」において62mm/h)を除き、700～1,400L/min程度であった。

図2-4より、流量は、

「300203スギ林間伐地(前川)」>「スギ林間伐地(CP)」>「03皆伐地(前川)」

の傾向が見られた。なお、「03皆伐地(前川)」においては、雨量に大きく左右されることなく流量の変動が小さい傾向が見られた。

2.3. 水質調査結果

2.3.1. 令和3年度の水質調査結果

令和3年度の水質調査結果の一覧を表2-2、平均濃度を表2-3及び図2-5に示す。「03皆伐地(前川)」における7月2日、9月22日、10月9日の降雨時調査は、流量の変動が小さく、十分なサンプル量が得られなかったことから、越流水を試料とした。

表2-2 水質調査結果一覧

スギ林間伐地(CP)									
項目	pH	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	流量	採取時間	調査内容
単位		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	L/min		
6/11	7.2	<1	1.5	1.4	<0.05	0.009	24.4	13:05	定期
7/2	6.9	12	18.0	14.0	0.52	0.024	311.3	-	降雨時
7/21	7.1	<1	2.1	1.9	0.07	0.009	31.4	10:05	定期
8/2	6.9	360	81.0	9.1	1.80	0.260	463.4	-	降雨時
8/7	7.1	<1	2.1	2.1	0.05	0.007	29.6	11:20	定期
9/6	7.1	41	13.0	3.5	0.33	0.034	510.4	-	降雨時
9/14	7.2	<1	1.7	1.7	<0.05	0.007	43.8	9:46	定期
9/22	7.1	6	10.0	8.0	0.19	0.009	169.2	-	降雨時
10/9	7.2	4	9.6	7.9	0.50	0.016	208.8	-	降雨時
10/31	7.1	<1	1.9	1.8	<0.05	0.006	46.1	10:16	定期
11/15	7.2	<1	2.0	1.9	0.08	0.005	41.5	10:13	定期
11/15	7.1	46	21.0	6.9	0.30	0.023	254.2	-	降雨時
12/6	7.1	1	2.3	1.9	<0.05	0.005	46.1	10:19	定期

300203スギ林間伐地(前川)									
項目	pH	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	流量	採取時間	調査内容
単位		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	L/min		
6/11	7.5	<1	2.0	2.0	0.11	0.013	9.1	10:27	定期
7/2	7.4	64	20.0	7.8	0.66	0.082	358.3	-	降雨時
7/21	7.5	<1	2.4	2.2	0.16	0.011	21.2	13:46	定期
8/2	7.0	1,600	300.0	6.4	6.90	1.500	521.7	-	降雨時
8/7	7.5	<1	2.8	2.5	0.13	0.010	19.8	9:50	定期
9/6	7.4	310	78.0	1.9	1.90	0.370	495.9	-	降雨時
9/14	7.5	1	2.0	1.7	0.11	0.006	57.1	12:47	定期
9/22	7.3	300	69.0	3.5	1.90	0.350	173.6	-	降雨時
10/9	7.5	48	15.0	3.6	4.50	0.570	216.6	-	降雨時
10/31	7.5	2	2.5	1.6	0.12	0.008	54.5	11:28	定期
11/15	7.5	<1	1.9	1.6	0.17	0.006	39.8	11:53	定期
11/15	7.4	100	33.0	4.9	0.89	0.100	243.5	-	降雨時
12/6	7.5	<1	1.7	1.5	0.10	0.004	31.6	11:57	定期

03皆伐地(前川)									
項目	pH	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	流量	採取時間	調査内容
単位		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	L/min		
6/11	7.2	<1	<0.5	<0.5	0.43	<0.003	17.3	14:23	定期
7/2	7.1	<1	0.7	0.7	0.75	0.003	23.7	-	(越流水)
7/21	7.0	<1	<0.5	<0.5	0.59	0.005	51.4	10:35	定期
8/2	7.0	470	52.0	2.9	1.80	0.400	188.0	-	降雨時
8/7	7.0	<1	<0.5	<0.5	0.53	<0.003	41.4	11:39	定期
9/6	6.7	55	5.5	1.0	1.00	0.040	191.7	-	降雨時
9/14	6.9	<1	<0.5	<0.5	0.67	<0.003	57.0	10:22	定期
9/22	7.0	<1	<0.5	<0.5	0.64	0.005	32.3	-	(越流水)
10/9	7.0	1	1.1	0.5	0.64	0.003	34.2	-	(越流水)
10/31	7.0	<1	<0.5	<0.5	0.74	<0.003	43.8	9:42	定期
11/15	7.0	<1	0.5	<0.5	0.76	<0.003	30.6	10:51	定期
11/15	7.2	1	3.4	3.0	0.66	0.003	76.0	-	降雨時
12/6	7.1	10	3.6	0.6	0.89	0.006	43.8	10:54	定期

- : 定期調査結果
- : 降雨時調査結果
- : 降雨時調査結果(越流水)

表 2-3 各水質項目の平均濃度

項目		SS	COD	D-COD	T-N	T-P
単位		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L
スギ林間伐地(CP)	定期	1	1.9	1.8	0.06	0.007
	降雨時	78	25.4	8.2	0.61	0.061
300203 スギ林間伐地(前川)	定期	1	2.2	1.9	0.13	0.008
	降雨時	404	85.8	4.7	2.79	0.495
03 皆伐地(前川)	定期	1	0.5	0.5	0.62	0.003
	(12/6) ^{※1}	10	3.6	0.6	0.89	0.003
	降雨時	175	20.3	2.3	1.15	0.148
釜房 H23 現状		-	2.50	-	0.52	0.0153
釜房 R3 目標		-	2.46	-	0.48	0.0150

※「定期」は、適切な晴天時のサンプルが得られた定期調査結果の平均値

(ただし、後述により、「03 皆伐地(前川)」の 12 月 6 日は除く)

※「降雨時」は、自動採水器からサンプルが得られた降雨時調査結果の平均値(越流水を除いた結果)

※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

※**太字斜体**は、各項目での最大値を示す

※**赤文字**は、釜房 R3 目標を上回った項目を示す

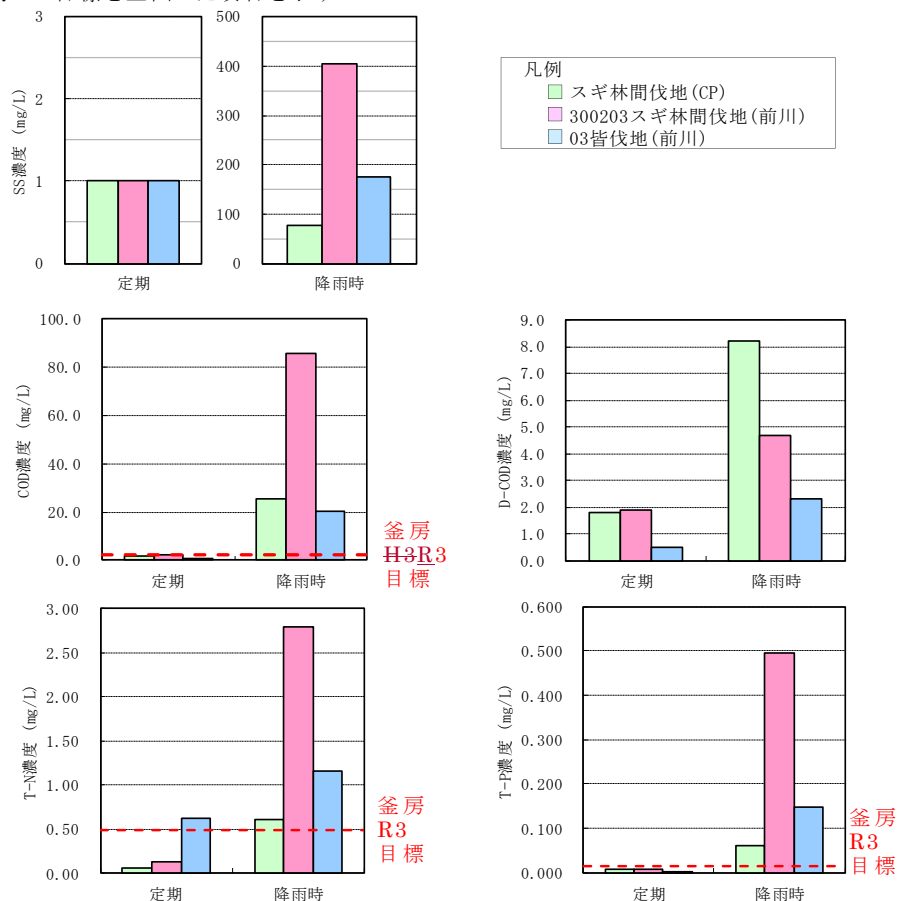


図 2-5 各水質項目の平均濃度

定期調査においては、「03 皆伐地(前川)」の T-N 濃度が高く、また調査期間中に増加する傾向が見られた。

降雨時調査においては、D-COD を除き、「300203 スギ林間伐地(前川)」の濃度が高い傾向が見られた。D-COD は、「スギ林間伐地(CP)」の濃度が高い傾向が見られた。

令和 3 年 12 月 6 日を除き、「03 皆伐地(前川)」の定期調査における SS・COD の濃度は、定量下限値あるいは定量下限値に近い値を示した。令和 3 年 12 月 6 日は、表中※1 のとおり突出して

高い値を示し、特異な傾向が見られた。令和 3 年 12 月 6 日の結果は、令和 4 年 1 月の濃度も含めて検証することとし、本報告においては定期調査の平均濃度から除外した。

2.3.2. 「スギ林間伐地(CP)」における水質濃度の過年度との比較

令和 3 年度の結果を過年度と比較するため、「スギ林間伐地(CP)」における平水時の平均濃度を表 2-4 に示す。また、各年度で累加雨量*が最大であった降雨時調査の濃度(以下、「最大降雨時濃度」とする)を表 2-5 に示す。

※ 累加雨量:降り始めから無降雨が 6 時間続くまでの雨量の合計値とする

表 2-4 平水時における「スギ林間伐地(CP)」の平均濃度

項目 単位	SS mg/L	COD mg/L	D-COD mg/L	T-N mg/L	T-P mg/L
平成 24 年度	1	2.1	2.0	0.06	0.013
平成 25 年度	1	2.2	2.0	0.06	0.006
平成 26 年度	1	1.9	1.7	0.07	0.011
平成 27 年度	1	2.0	1.9	0.06	0.006
平成 28 年度	1	2.0	1.9	0.05	0.005
平成 29 年度	1	2.1	1.9	0.05	0.007
平成 30 年度	1	2.1	1.9	0.07	0.007
令和元年度	1	1.9	1.8	0.05	0.005
令和 2 年度	1	1.7	1.4	0.05	0.007
令和 3 年度	1	1.9	1.8	0.06	0.007

※平均濃度は、各年度の 7 月 1 日から 12 月 20 日までの期間で算出した

※**太字斜体** は、各項目での最大値を示す

表 2-4 より、いずれの項目も平均濃度の年度間の変動は小さい傾向が見られ、平水時における汚濁物質の挙動は調査年度による大きな差は見られなかった。

表 2-5 「スギ林間伐地(CP)」における最大降雨時濃度

項目 単位	SS mg/L	COD mg/L	D-COD mg/L	T-N mg/L	T-P mg/L	累加雨量 mm	備考
平成 24 年度	28	12.0	5.8	0.29	0.066	77	
平成 25 年度	9	10.0	4.3	0.17	0.015	77	
平成 26 年度	42	12.0	7.3	0.33	0.031	116	台風 18 号
平成 27 年度	69	16.0	2.8	0.16	0.015	313	関東・東北豪雨
平成 28 年度	660	130.0	2.0	0.31	0.032	136	台風 7 号
平成 29 年度	320	59.0	1.4	1.10	0.068	274	台風 21 号
平成 30 年度	100	34.0	3.7	0.75	0.080	220	
令和元年度	360	110.0	12.0	3.20	0.350	28	令和元年度東日本台風は除外
令和 2 年度	160	33.0	3.1	1.20	0.140	153	
令和 3 年度	41	13.0	3.5	0.33	0.034	87	

※1 **太字斜体** は、各項目での最大値を示す

※2 累加雨量は、下原観測所の観測結果

表 2-5 より、必ずしも累加雨量が最大であった年度が、高い濃度を示すとは限らなかった。濃度の検証には 1 降雨イベントである累加雨量を指標としているが、降雨時には、1 日や 1 時間等の雨量で詳細に検討し、個別に挙動を把握する必要があると思われる。

2.4. 期間負荷量及び単位負荷量の結果

2.4.1. 令和3年度の期間負荷量

2.2の流量観測結果及び2.3の水質調査結果より暫定L-Q式を求め、7月1日から12月20日までの負荷量合計(以下、「期間負荷量」とする)を算出した。表2-6に期間負荷量を示す。なお、最終的なL-Q式は、令和4年1月までの結果を追加して求める。

表2-6 令和3年度の期間負荷量

項目	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	積算流量
単位	kg	kg	kg	kg	kg	m ³
スギ林間伐地(CP)	782	371.9	127.5	8.82	0.564	22,508
300203 スギ林間伐地(前川)	4,905	885.8	78.5	32.40	3.491	23,649
03 スギ林皆伐地(前川)	439	96.5	18.9	15.36	0.452	16,787

※1 **太字斜体** は、各項目での最大値を示す

D-CODを除き、「300203 スギ林間伐地(前川)」が最も大きな期間負荷量を示した。D-CODの期間負荷量は、「スギ林間伐地(CP)」が最大であった。

2.4.2. 「スギ林間伐地(CP)」における期間負荷量の過年度との比較

過年度の結果と比較するため、「スギ林間伐地(CP)」における平成24年度から令和3年度までの期間負荷量、積算流量、雨量を表2-7に示す。

表2-7 各調査年度における「スギ林間伐地(CP)」の期間負荷量等

項目	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	積算流量	期間雨量	年雨量
単位	kg	kg	kg	kg	kg	m ³	mm	mm
平成24年度	165	106.3	69.6	3.35	0.533	14,626	658	1,387
平成25年度	101	102.8	73.8	2.95	0.221	19,202	1,033	1,510
平成26年度	597	216.4	147.5	6.06	0.645	21,129	938	1,745
平成27年度	254	272.8	119.7	4.00	0.186	29,674	999	1,442
平成28年度	657	362.9	85.3	3.80	0.196	27,504	1,151	1,765
平成29年度	1,307	860.6	299.9	14.71	0.647	37,648	1,306	1,930
平成30年度	391	211.6	59.6	4.29	0.311	17,716	918	1,333
令和元年度	2,659	426.4	173.1	12.38	1.140	25,266	932	1,621
令和2年度	1,537	437.5	81.6	13.57	0.629	30,389	1,087	1,731
令和3年度	782	371.9	127.5	8.82	0.564	22,508	1,033	1,279
平均	845	336.9	123.8	7.39	0.507	24,566	1,006	-

※年雨量を除く各算出値は、各年度の7月1日から12月20日までの期間を対象とした

※年雨量は、下原観測所における3月21日から翌年3月20日までの雨量の合計を示した

※令和3年度の年雨量は、参考値として令和3年3月21日～12月20日までの雨量の合計を示した

※**太字斜体** は、各項目での最大値を示す

近年は災害をもたらす規模の雨が続いており、平成27年度は「関東・東北豪雨」(長期間の大雨)、平成28年度は「台風7号」(短期集中豪雨)、平成29年度は「台風21号」(長期間の大雨)、令

和元年度は「東日本台風」(短期集中豪雨)などにより甚大な被害を受けている。平水時における平均濃度は前述[2.3.2]のとおり年度間の変動が小さい傾向が見られたものの、期間負荷量は年度間の差が大きかった。特に平成 29 年度及び令和元年度の期間負荷量が大きく、大雨を含めた降雨状況に影響されていた可能性がある。令和 2 年度の期間負荷量が大きかったのは、災害をもたらす規模の雨はなかったものの、長雨が続いたことで流量が増大した影響と考えられる。

令和 3 年度は、令和 2 年度と同様に災害をもたらす規模の雨はなく、期間負荷量は間伐施業前の令和 2 年度よりも小さかった。

2.4.3. 各集水域の単位負荷量

調査した集水域の面積はそれぞれ異なることから、負荷量の比較は単位面積当たりの値で行った。期間負荷量を集水域面積で除した値(以下、「単位負荷量」とする)を表 2-8 に示す。「スギ林間伐地(CP)」は緑塗、「300203 スギ林間伐地(前川)」は赤塗、「03 皆伐地(前川)」は青塗で示す。

表 2-8 各集水域の単位負荷量

項目		面積	SS	COD	D-COD	T-N	T-P
単位		ha	kg/ha				
H24	スギ林間伐地(CP)	3.60	46	29.5	19.3	0.93	0.148
	24 広葉樹林(前川)	5.87	228	84.5	48.0	5.93	0.318
	24 皆伐地(前川)	9.50	405	57.0	11.9	3.84	0.227
H25	スギ林間伐地(CP)	3.60	28	28.6	20.5	0.82	0.061
	25 広葉樹林(前川)	7.49	334	79.5	29.9	3.50	0.106
	25 スギ林(太郎川)	6.77	26	21.3	15.1	2.86	0.047
H26	スギ林間伐地(CP)	3.60	166	60.1	41.0	1.68	0.179
	26 広葉樹林(北川)	8.63	48	21.6	10.7	0.99	0.063
	26 スギ林間伐地(太郎川)	5.66	113	22.7	15.1	1.77	0.083
H27	スギ林間伐地(CP)	3.60	71	75.8	33.3	1.11	0.052
	27 広葉樹林(前川)	7.67	1,183	133.5	5.10	3.83	0.312
	273001 広葉樹林(前川)	3.07	445	141.2	17.8	4.31	0.240
H28	スギ林間伐地(CP)	3.60	183	100.8	23.7	1.06	0.054
	28 広葉樹林(太郎川)	5.87	1,181	152.0	18.9	2.83	0.154
	28 広葉樹林(北川)	10.90	61	53.5	22.9	1.62	0.054
H29	スギ林間伐地(CP)	3.60	363	239.1	83.3	4.09	0.180
	29 広葉樹林(釜房湖北)	7.57	401	214.4	113.2	12.24	0.275
	2901 広葉樹林(前川)	3.46	120	112.2	41.0	5.18	0.104
H30	スギ林間伐地(CP)	3.60	109	58.8	16.6	1.19	0.086
	300203 スギ林間伐地(前川)	8.35	204	49.6	5.4	2.40	0.157
	273001 広葉樹林(前川)	3.07	207	81.2	15.2	2.56	0.148
R1	スギ林間伐地(CP)	3.60	739	118.4	48.1	3.44	0.317
	273001 広葉樹林(前川)	3.07	248	38.1	16.8	3.28	0.083
	2901 広葉樹林(前川)※	3.46	3	9.4	8.6	0.90	0.008
R2	スギ林間伐地(CP)	3.60	427	121.5	22.7	3.77	0.175
	300203 スギ林間伐地(前川)	8.35	692	105.5	8.8	3.60	0.227
	02 スギ林(前川)	3.44	524	135.9	46.5	5.85	0.298
R3	スギ林間伐地(CP)	3.60	217	103.3	35.4	2.45	0.157
	300203 スギ林間伐地(前川)	8.35	587	106.1	9.4	3.88	0.418
	03 皆伐地(前川)	2.13	208	45.3	9.0	7.28	0.212

※R1「2901 広葉樹林(前川)」は、台風 19 号により調査機材が流失し、欠測した期間を除いた参考値

異なる年度間を比較するため、「スギ林間伐地(CP)」の単位負荷量を 1 としたときの同一年度間における単位負荷量の比を求め、土壌分類で整理した。その結果を表 2-9 に示す。

表 2-9 「スギ林間伐地(CP)」との単位負荷量の比率(土壌分類別)

土壌分類(面積割合)	集水域	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	
褐色森林土(約 50%)	スギ林間伐地(CP)	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
褐色森林土(約 90%)	26 スギ林間伐地(太郎川)	H26	0.68	0.38	0.37	1.05	0.46
褐色森林土(約 60%)	25 スギ林(太郎川)	H25	0.93	0.74	0.74	3.49	0.77
褐色森林土(100%)	26 広葉樹林(北川)	H26	0.29	0.36	0.26	0.59	0.35
褐色森林土(100%)	28 広葉樹林(北川)	H28	0.33	0.53	0.97	1.53	1.00
褐色森林土(100%)	29 広葉樹林(釜房湖北)	H29	1.10	0.90	1.36	2.99	1.53
褐色森林土(100%)	2901 広葉樹林(前川)	H29	0.33	0.47	0.49	1.27	0.58
		R1※ ²	0.00	0.08	0.18	0.26	0.03
黒色土(100%)	300203スギ林間伐地(前川)	H30	1.87	0.84	0.33	2.02	1.83
		R2	1.62	0.87	0.39	0.95	1.30
		R3	2.71	1.03	0.27	1.58	2.66
黒色土(約 100%)	03 皆伐地(前川)	R3	0.96	0.44	0.25	2.97	1.35
黒色土(100%)	02 スギ林(前川)	R2	1.23	1.12	2.05	1.55	1.70
黒色土(100%)	273001 広葉樹林(前川)	H27	6.27	1.86	0.53	3.88	4.62
		H30	1.90	1.38	0.92	2.15	1.72
		R1	0.34	0.32	0.35	0.95	0.26
黒色土(100%)	24 広葉樹林(前川)	H24	4.96	2.86	2.49	6.38	2.15
黒色土(100%)	25 広葉樹林(前川)	H25	11.93	2.78	1.46	4.27	1.74
黒色土(100%)	27 広葉樹林(前川)	H27	16.66	1.76	0.15	3.45	6.00
黒色土(約 60%)	28 広葉樹林(太郎川)	H28	6.45	1.51	0.80	2.67	2.85
黒色土(100%)	24 皆伐地(前川)	H24	8.80	1.93	0.62	4.13	1.53

※1 赤文字:比率が 2.00 以上、青文字:比率が 0.50 以下

※2 R1「2901 広葉樹林(前川)」は、台風 19 号による欠測期間を除いた参考値

表 2-9 より、D-COD を除いた単位負荷量は、土壌分類が褐色森林土の集水域において小さく、黒色土において大きい傾向が見られた。特に SS・T-N・T-P は、黒色土の集水域において「スギ林間伐地(CP)」よりも 1.5 倍以上大きい傾向を示した。D-COD については、調査年度及び調査集水域によるばらつきが大きく、土壌分類や優占樹種等による単位負荷量の傾向が把握できなかった。

令和 3 年度は、「300203スギ林間伐地(前川)」の単位負荷量が令和 2 年度に比べて大きかった。「03 皆伐地(前川)」においては、T-N・T-P が大きく、COD・D-COD が小さかった。

3. 考察

3.1. 森林整備が負荷量に与える影響

前述[1.3.①]のとおり、適切な森林整備は負荷量の低減に寄与することが期待される。森林整備(間伐)が負荷量に与える影響を検証するため、「スギ林間伐地(CP)」において負荷量を比較した。

「スギ林間伐地(CP)」は、令和3年1月に森林整備(間伐)が実施され、林況の変化は写真3-1のとおりであった。



写真 3-1 林況 (左:令和2年10月15日、右:令和3年10月31日、赤丸:伐採木)

令和3年度は、前述[2.4.2]のとおり令和2年度と比べて「スギ林間伐地(CP)」の負荷量が小さい傾向は見られたものの、負荷量は各調査年度の降雨状況等に影響されることから、「スギ林間伐地(CP)」における比較だけでは間伐施業による効果とは言い切れない。

そこで、異なる年度間の負荷量を比較するため、森林整備(間伐)が実施されている「300203 スギ林間伐地(前川)」の単位負荷量を1とし、「スギ林間伐地(CP)」との単位負荷量の比を求めた結果を表3-1に示す。

表 3-1 「300203 スギ林間伐地(前川)」に対する「スギ林間伐地(CP)」の単位負荷量の比率

調査年度	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	「スギ林間伐地(CP)」備考
H30	0.53	1.19	3.07	0.50	0.55	H23の間伐施業から7年経過
R2	0.62	1.15	2.58	1.05	0.77	H23の間伐施業から9年経過
R3	0.37	0.97	3.77	0.63	0.38	R2の間伐施業から1年経過

表 3-1 より、D-COD を除いて、単位負荷量の比率は、

令和2年度 \geq 平成30年度 \geq 令和3年度

の傾向が見られた。D-COD は、調査年度により変動が大きく、明確な傾向は見られなかった。

単位負荷量の比率は、前回の間伐施業から最も年数が経過している令和2年度において大きく、間伐直後の令和3年度において小さい傾向が見られたことから、適切な森林整備は負荷量の低減に寄与することが期待される。

3.2. 皆伐が負荷量に与える影響

平成 24 年度の調査結果より、皆伐地は負荷量の大きい可能性が示唆された。また、環境省『非特定汚染源対策の推進に係るガイドライン』においても、「森林の伐採や山火事等によって裸地化した場合、そこから流出する負荷量は増加する。森林地域での対策は裸地化を防ぐこと、すなわち、大規模な伐採をしないこと、侵食の危険の大きい尾根周辺や急斜面には林分を残し、崩壊を防ぐことが重要である」とされている。

「スギ林間伐地(CP)」に隣接する「03 皆伐地(前川)」において、令和 3 年 1 月に皆伐施業が行われた。「24 皆伐地(前川)」とは集水域や調査年度による条件等が異なることから、皆伐施業による影響を検証するため、令和 3 年度に調査を行った。

「スギ林間伐地(CP)」の単位負荷量を 1 とし、「03 皆伐地(前川)」との単位負荷量の比を求めた結果を表 3-2 に示す(表 2-9 の抜粋)。参考までに、「24 皆伐地(前川)」の結果も同表に示した。

表 3-2 「スギ林間伐地(CP)」に対する皆伐地の単位負荷量の比率

集水域	調査年度	SS	COD	D-COD	T-N	T-P
24 皆伐地(前川)	H24	8.80	1.93	0.62	4.13	1.53
03 皆伐地(前川)	R3	0.96	0.44	0.25	2.97	1.35

表 3-2 より、「03 皆伐地(前川)」の単位負荷量について、次の傾向が見られた。

- ・SS は「スギ林間伐地(CP)」と同程度
- ・COD 及び D-COD は「スギ林間伐地(CP)」よりも小さい
- ・T-N 及び T-P は「スギ林間伐地(CP)」よりも大きい

これらの傾向を踏まえると、皆伐地は「スギ林間伐地(CP)」よりも負荷量が高いとは限らず、皆伐施業が負荷量を増大させる要因とは限らないことが示唆された。

「03 皆伐地(前川)」における単位負荷量の比が「24 皆伐地(前川)」よりも小さかった要因として、写真 3-2 に示す 2 点が考えられる。



写真 3-2 左:「03 皆伐地(前川)」と 右:「24 皆伐地(前川)」の比較

①侵食の危険の大きい尾根周辺や急斜面に林分が残っていること

「03 皆伐地(前川)」は、写真 3-2 のとおり尾根及び急斜面の林分が残っていることから、降雨や風による土壌の侵食等が防がれた可能性がある。

②森林の伐採による裸地化が少ないこと

「24 皆伐地(前川)」は、再造林を行うために末木枝条(木の先端部や枝等)が集積整理され、地表の一部が露出(裸地化)していた。一方で「03 皆伐地(前川)」は、末木枝条が片付けられおらず、裸地はほとんど見られなかった。「03 皆伐地(前川)」は、平均斜面傾斜角が小さいこと(表 1-3 参照)に加え、令和 3 年度は災害をもたらす規模の降雨がなかったことから、末木枝条が地表に留まり雨滴衝撃を和らげ、土壌粒子の流出を防いだ可能性がある。

①及び②より、令和 3 年度の降雨条件や「03 皆伐地(前川)」の地理的条件が、土壌粒子や末木枝条の溪流への流出を防ぐ要因となり、懸濁性の汚濁物質の増大を抑制したことで、SS や COD の負荷量が小さくなった可能性がある。

一方で、懸濁性の汚濁物質の増大を抑制した可能性があるにも関わらず、「03 皆伐地(前川)」における T-N 及び T-P の単位負荷量の比が「24 皆伐地(前川)」と同様に大きい傾向を示したことは、皆伐施業により溶解性の窒素及びリンが増大する可能性を示唆している。

窒素については、森林の土壌溶液や渓流水に含まれる無機態窒素の多くは硝酸態窒素であることが知られており、次に示す研究事例がある。

- ・皆伐から 0～1 年後に硝酸態窒素が増加し始め、1～2 年後に最大値、3～6 年で通常レベルに戻る⁶
- ・間伐の効果について、間伐翌年は一時的に流量及び窒素の流出量が増加するが 2 年後には間伐前の水準に戻る(前述[1.4])
- ・間伐が不十分な集水域の硝酸態窒素は継続的に間伐が行われている集水域よりも濃度が 2 倍程度高い⁷

⁶ 安池慎治,『河川水の水質に及ぼす森林の影響に関する文献調査』,電力中央研究所,平成 8 年

⁷ 栃木県保健環境センター,『栃木県保健環境センター年報 第 18 号』,平成 24 年

リンについては、皆伐に係る明確な研究成果は見つからなかったものの、間伐との関係について次の事例がある。

- ・「間伐遅れの」スギ人工林が主体の流域における年間の流出負荷量は、ヒノキ人工林が主体の流域を上回っていた。特にリンでは、4.1 倍に相当していた。⁸

皆伐あるいは間伐の有無だけでなく、立木密度や林床植生の回復等も加えた森林整備の状況による負荷量の低減効果を検証するためには、調査を継続して行い、経年変化を把握することが望ましいと考える。

なお、令和 3 年 12 月 6 日の定期調査において、「03 皆伐地(前川)」は SS・COD・T-N の濃度が他の調査日や調査地点と比べ突出して高い値を示したことから、今後の水質の挙動について注視する必要がある。

⁸ 武田育郎,『針葉樹人工林の間伐遅れが面源からの汚濁負荷量に与える影響(Ⅲ)』,平成 14 年

令和3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、その他の汚染源（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（降雨後）及び11月（稲刈り後）に設定

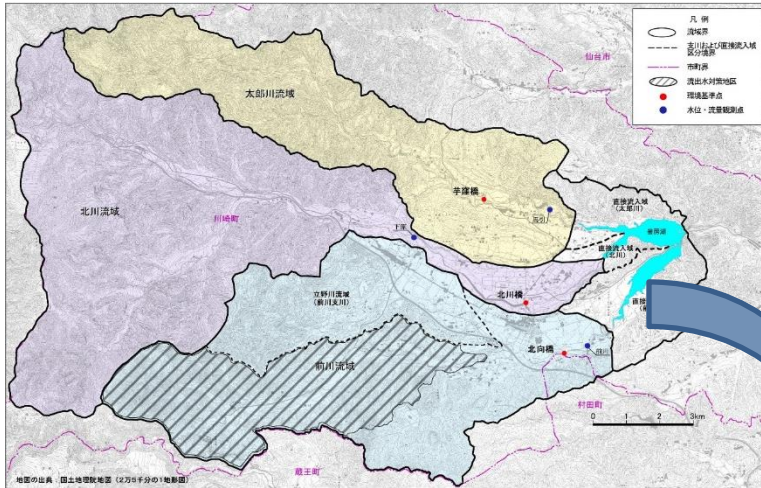
5月18日：前々日に0.5mmの降雨あり、そこから10日以上降雨なし

8月22日：当日0時から朝までに25mmの降雨あり、前日～前々日も計4.5mmの降雨あり

11月29日：前々日と3日前にそれぞれ0.5mmの降雨あり、4～5日前に計15mm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5～7地点で調査



出典：国土地理院地図に調査地点等を追記して掲載

(3) 調査項目

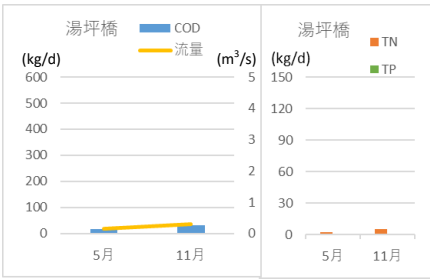
pH, EC, COD, D-COD, SS, TN, D-TN, TP, D-TP, 各態 N, PO4-P, TOC, D-TOC, 流量

3 調査結果

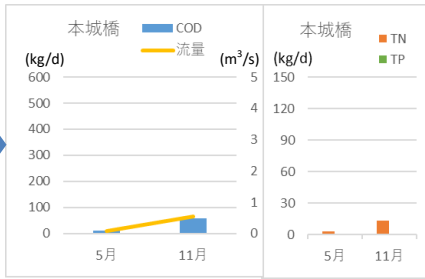
(1) 田植え期 (5月) と稲刈り後 (11月) の比較

< 負荷量 >

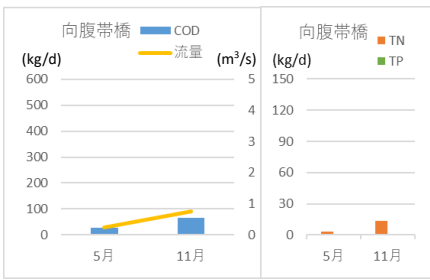
立野川②



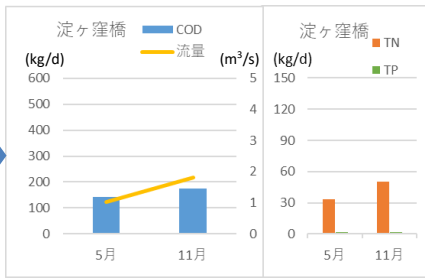
立野川①



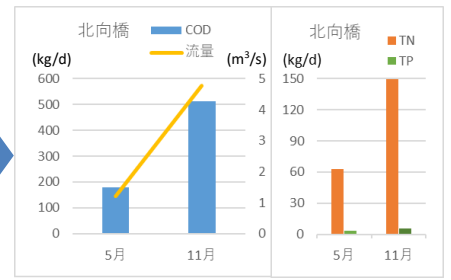
前川③



前川②



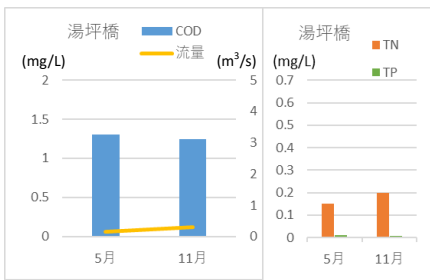
前川①



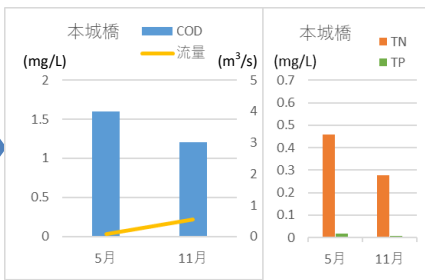
・ 負荷量及び流量は共に、5月より11月の方が高く、立野川よりも前川本流の方が高かった。

< 濃度 >

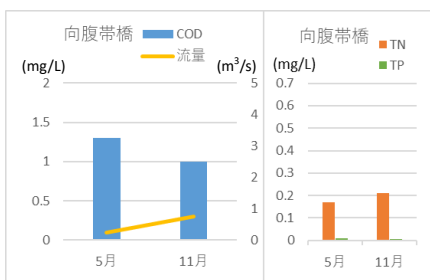
立野川②



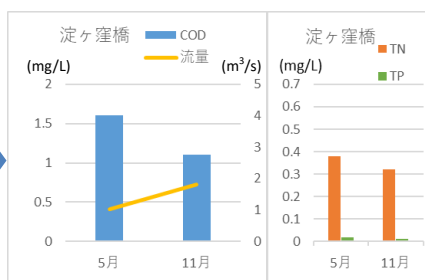
立野川①



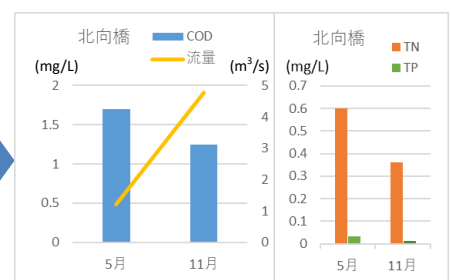
前川③



前川②



前川①

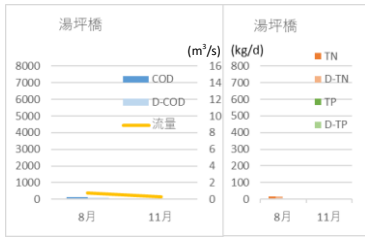


・ 濃度は、立野川上流 (立野川②) 及び前川上流 (前川③) のTN、TPを除き11月より5月の方が高かった。

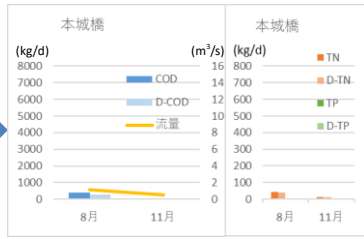
(2) 降雨後 (8月) と平水時 (11月) の比較

< 負荷量 >

立野川②



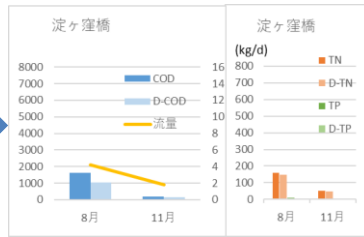
立野川①



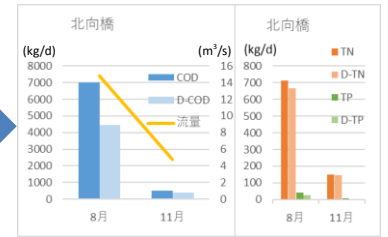
前川③



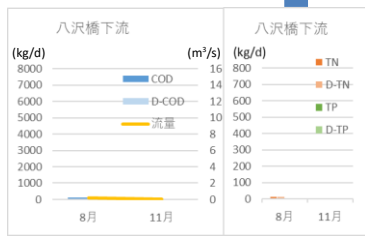
前川②



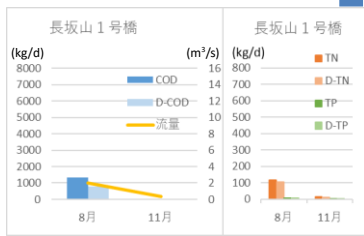
前川①



前川支流②



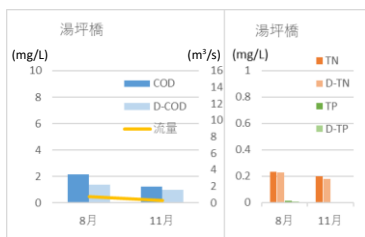
前川支流①



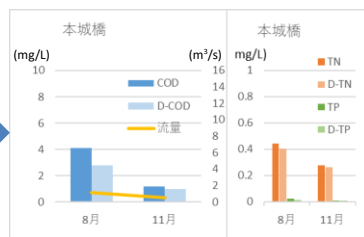
- ・降雨後の負荷量は平水時に比べて遙かに高く、前川下流の北向橋においては、CODが約14倍、T-Nが約5倍、T-Pが約8倍であった。
- ・降雨時においても、前川本流及び支流からの負荷量が高く、立野川からの負荷量は比較的少なかった。

< 濃度 >

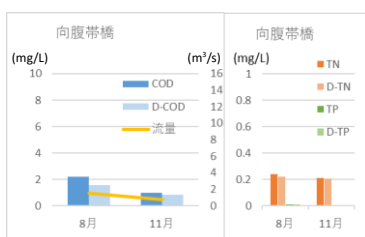
立野川②



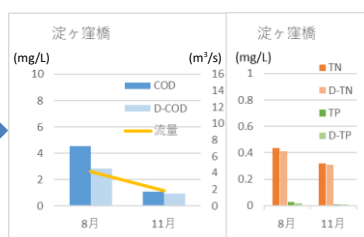
立野川①



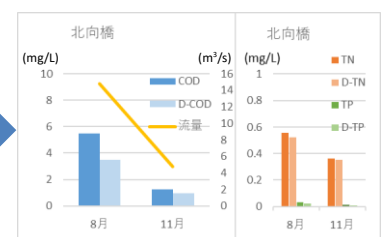
前川③



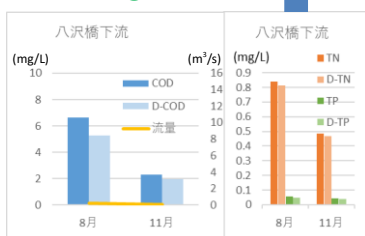
前川②



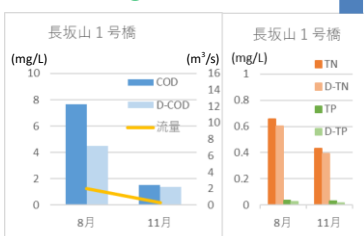
前川①



前川支流②



前川支流①



- ・濃度は前川支流のCOD及びT-N濃度が高かった。

4 考察

- ・ 負荷量は流量の影響を受けやすいと考えられる。
- ・ 濃度では田植え期(5月)の方がやや高く、農業排水による影響が示唆される。
- ・ 流出水対策地区として指定している前川流域の方が、立野川流域に比べ負荷が多いと考えられる。
- ・ 降雨後は、流量及び濃度共に高く、平水時に比べ負荷量が10倍以上になる場合もあると考えられる。
- ・ 前川支流のCOD及びT-N濃度が高く、森林からの負荷が多いことが示唆される。

5 今後について

- ・ 前川の支流の地点を増やし、前川流域について詳細な調査を実施する。

6 卷末資料

(1) 負荷量 (kg/d)

立野川②	5月	8月	11月
COD	17	139	33
D-COD	13	91	26
TN	2.0	15.1	5.2
D-TN	1.7	14.8	4.8
TP	0.12	0.75	0.16
D-TP	0.08	0.56	0.13
流量(m ³ /s)	0.16	0.75	0.31

立野川①	5月	8月	11月
COD	10	407	58
D-COD	7.1	279	48
TN	3.0	44.0	13.3
D-TN	2.8	40.0	12.6
TP	0.11	2.18	0.36
D-TP	0.06	1.31	0.29
流量(m ³ /s)	0.08	1.15	0.56

前川③	5月	8月	11月
COD	26	296	64
D-COD	18	213	53
TN	3.4	32.1	13.6
D-TN	3.2	29.7	13.3
TP	0.18	1.39	0.44
D-TP	0.10	1.18	0.35
流量(m ³ /s)	0.23	1.55	0.75

前川②	5月	8月	11月
COD	142	1637	173
D-COD	107	1030	148
TN	33.8	157.7	50.3
D-TN	32.0	148.9	48.8
TP	1.69	10.16	1.56
D-TP	1.15	5.97	1.40
流量(m ³ /s)	1.03	4.19	1.82

前川①	5月	8月	11月
COD	178	7025	513
D-COD	126	4439	405
TN	62.9	711.3	149.5
D-TN	61.8	665.9	146.6
TP	3.56	41.73	5.54
D-TP	1.99	27.65	4.30
流量(m ³ /s)	1.21	14.82	4.78

前川支流②	5月	8月	11月
COD	—	111	4.9
D-COD	—	88	4.2
TN	—	14.1	1.1
D-TN	—	13.6	1.0
TP	—	0.92	0.09
D-TP	—	0.80	0.08
流量(m ³ /s)	—	0.19	0.03

前川支流①	5月	8月	11月
COD	—	1338	43
D-COD	—	788	39
TN	—	114.9	12.4
D-TN	—	105.8	11.3
TP	—	5.95	0.82
D-TP	—	4.47	0.52
流量(m ³ /s)	—	2.03	0.33

(2) 濃度 (mg/L)

立野川②	5月	8月	11月
COD	1.3	2.1	1.2
D-COD	1.0	1.4	1.0
TN	0.15	0.23	0.20
D-TN	0.13	0.23	0.18
TP	0.009	0.012	0.006
D-TP	0.006	0.009	0.005
流量(m ³ /s)	0.16	0.75	0.31

立野川①	5月	8月	11月
COD	1.6	4.1	1.2
D-COD	1.1	2.8	1.0
TN	0.46	0.44	0.28
D-TN	0.43	0.40	0.26
TP	0.017	0.022	0.008
D-TP	0.009	0.013	0.006
流量(m ³ /s)	0.08	1.15	0.56

前川③	5月	8月	11月
COD	1.3	2.2	1.0
D-COD	0.9	1.6	0.8
TN	0.17	0.24	0.21
D-TN	0.16	0.22	0.21
TP	0.009	0.010	0.007
D-TP	0.005	0.009	0.006
流量(m ³ /s)	0.23	1.55	0.75

前川②	5月	8月	11月
COD	1.6	4.5	1.1
D-COD	1.2	2.8	0.9
TN	0.38	0.44	0.32
D-TN	0.36	0.41	0.31
TP	0.019	0.028	0.010
D-TP	0.013	0.017	0.009
流量(m ³ /s)	1.03	4.19	1.82

前川①	5月	8月	11月
COD	1.7	5.5	1.2
D-COD	1.2	3.5	1.0
TN	0.60	0.56	0.36
D-TN	0.59	0.52	0.35
TP	0.034	0.033	0.013
D-TP	0.019	0.022	0.010
流量(m ³ /s)	1.21	14.82	4.78

前川支流②	5月	8月	11月
COD	—	6.6	2.3
D-COD	—	5.3	1.9
TN	—	0.84	0.49
D-TN	—	0.81	0.47
TP	—	0.055	0.043
D-TP	—	0.048	0.039
流量(m ³ /s)	—	0.19	0.03

前川支流①	5月	8月	11月
COD	—	7.6	1.5
D-COD	—	4.5	1.4
TN	—	0.66	0.43
D-TN	—	0.60	0.39
TP	—	0.034	0.029
D-TP	—	0.026	0.018
流量(m ³ /s)	—	2.03	0.33