

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

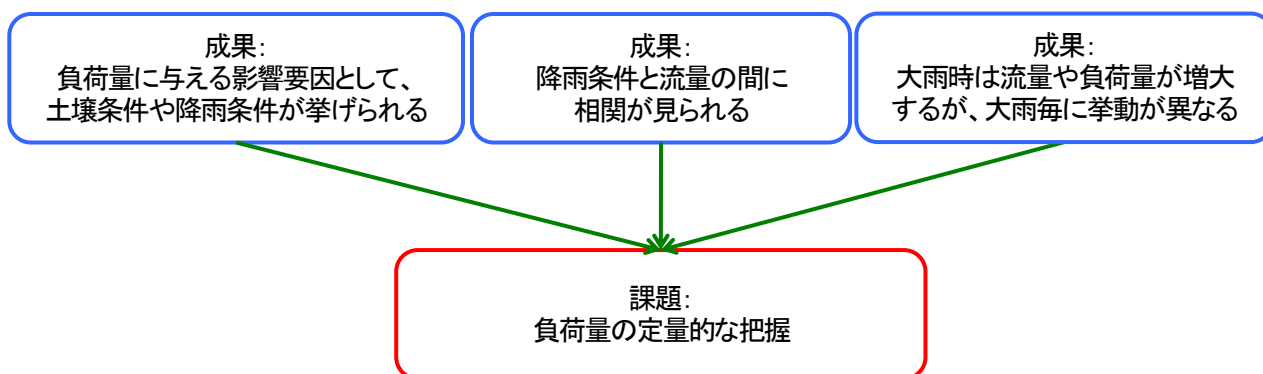
I	釜房ダムにおける自然汚濁負荷調査中間報告概要版	1
II	釜房ダムにおける自然汚濁負荷調査中間報告	10
III	養魚場調査結果	33

1. 業務概要

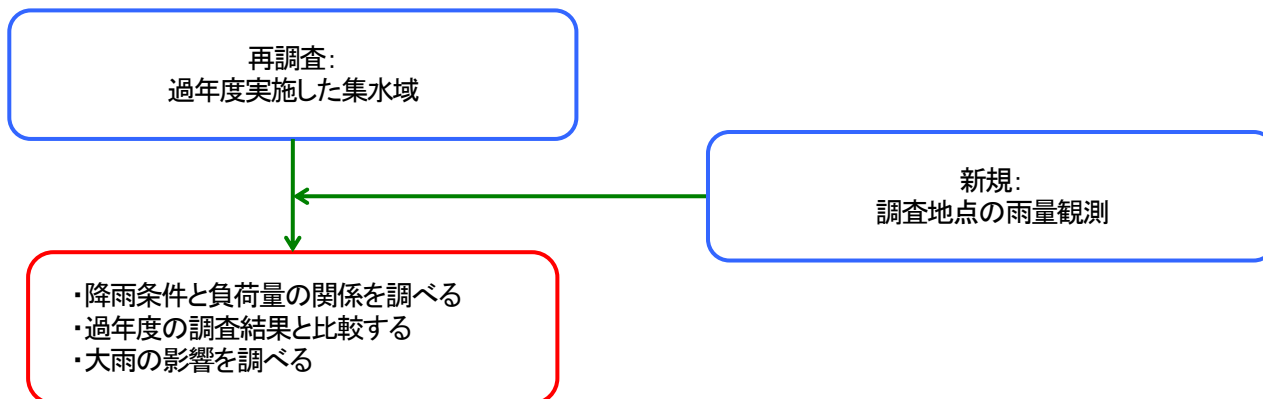
1.1. 業務目的

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. 過年度の成果及び課題



1.3. 平成31年度の調査概要



1.4. 業務位置

調査集水域名	スギ林間伐地(OP)	2730 広葉樹林(前川)	29 広葉樹林(前川)
主な林齢	40	29	75
集水域面積 (ha)	3.60	3.07	3.44
主な土壌分類	褐色森林土壌	黒色土	褐色森林土壌



図 1-1 業務地及び調査集水域位置図

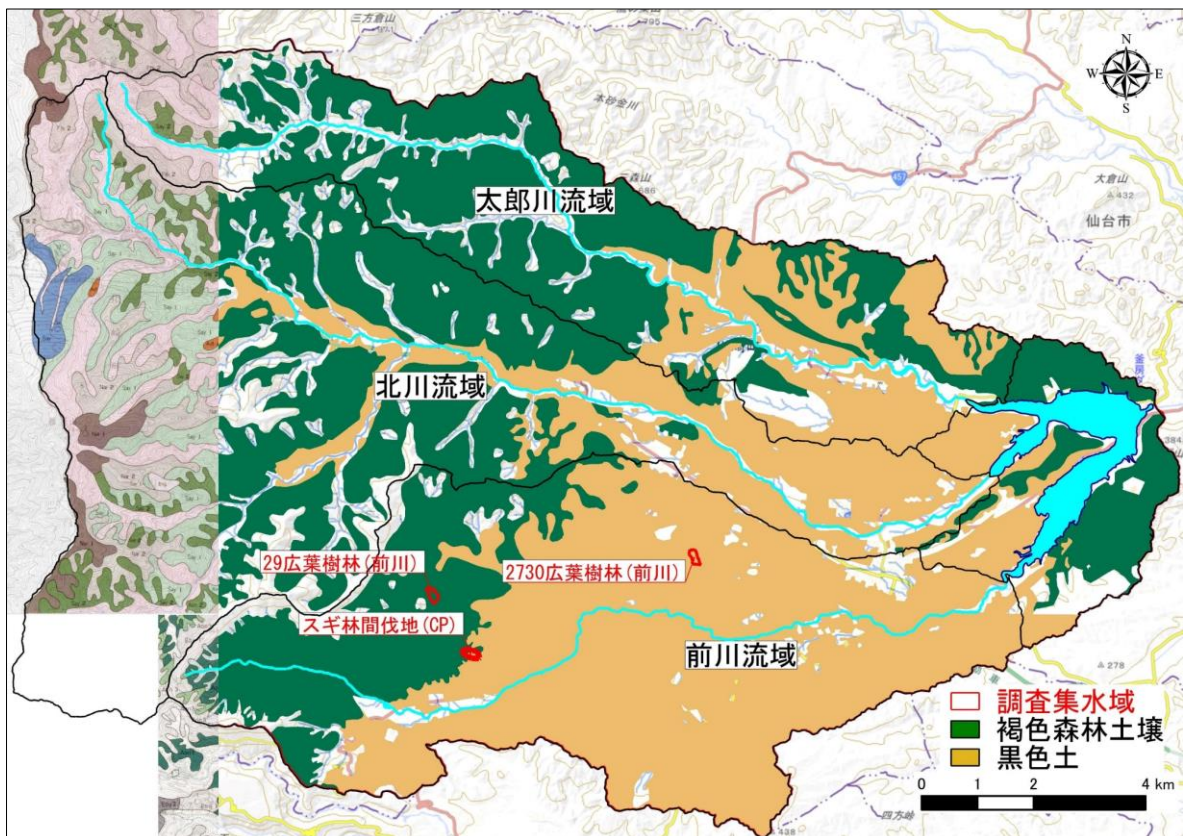


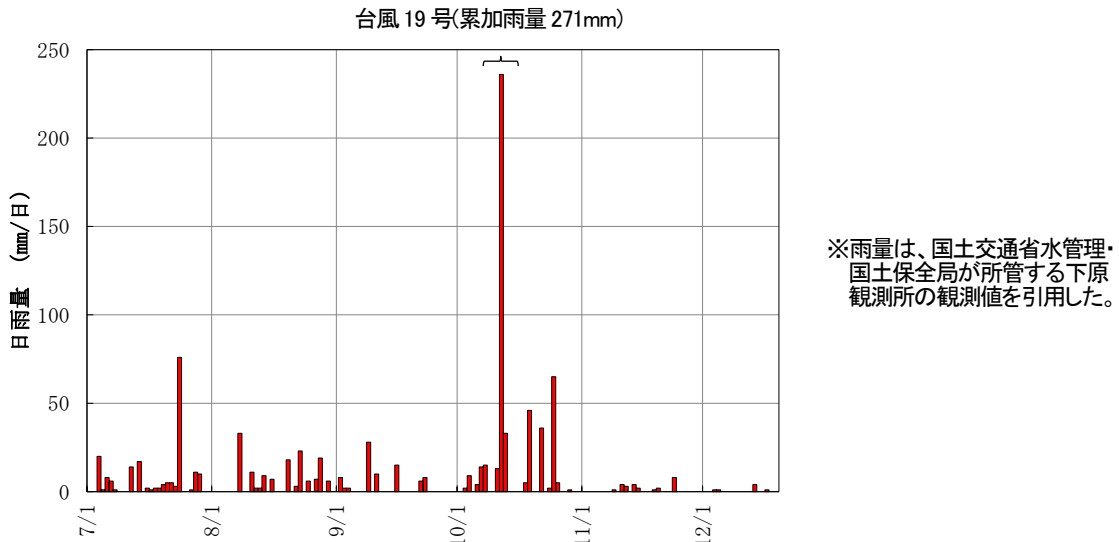
図 1-2 土壌図

2. 調査結果中間報告

2.1. 台風 19 号による調査地点の被災状況について →中間報告書参照

2.2. 降雨状況

2.2.1. 雨量の年度比較（各調査年度の7月1日～12月20日）



年度	H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	H31	平均
期間雨量 (mm)	658	1,033	938	999	1,151	1,306	918	932	992

期間雨量

平均と大きな差なし

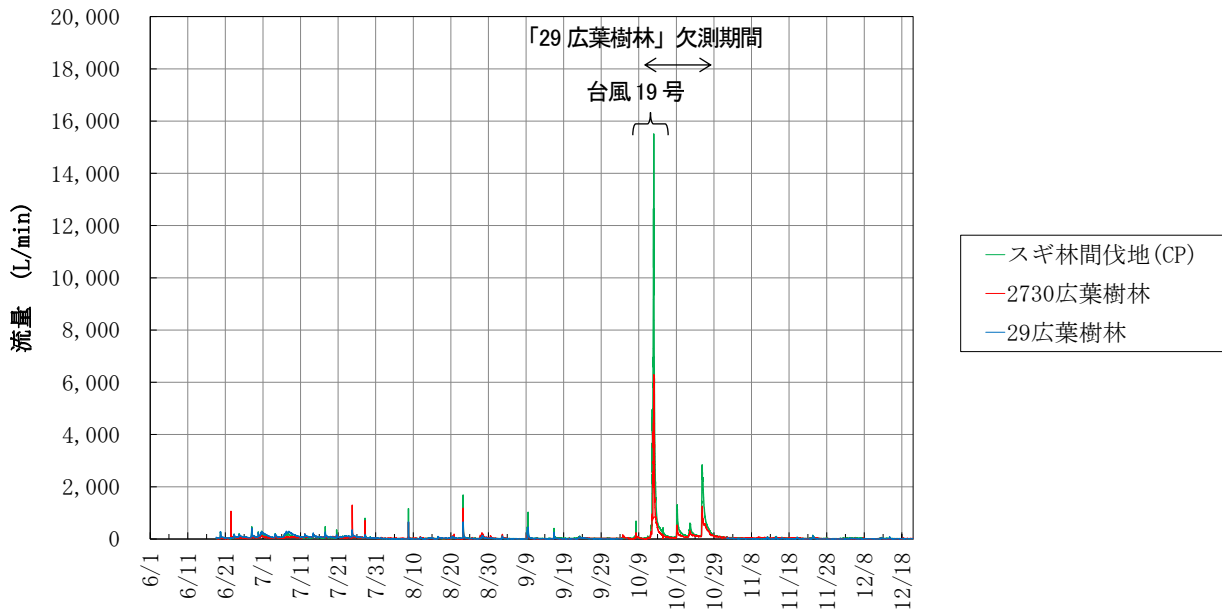
2.2.2. 雨量調査結果（令和元年7月1日～令和元年10月31日）



調査期間の積算雨量

最少と最多で約 1.3 倍の違い

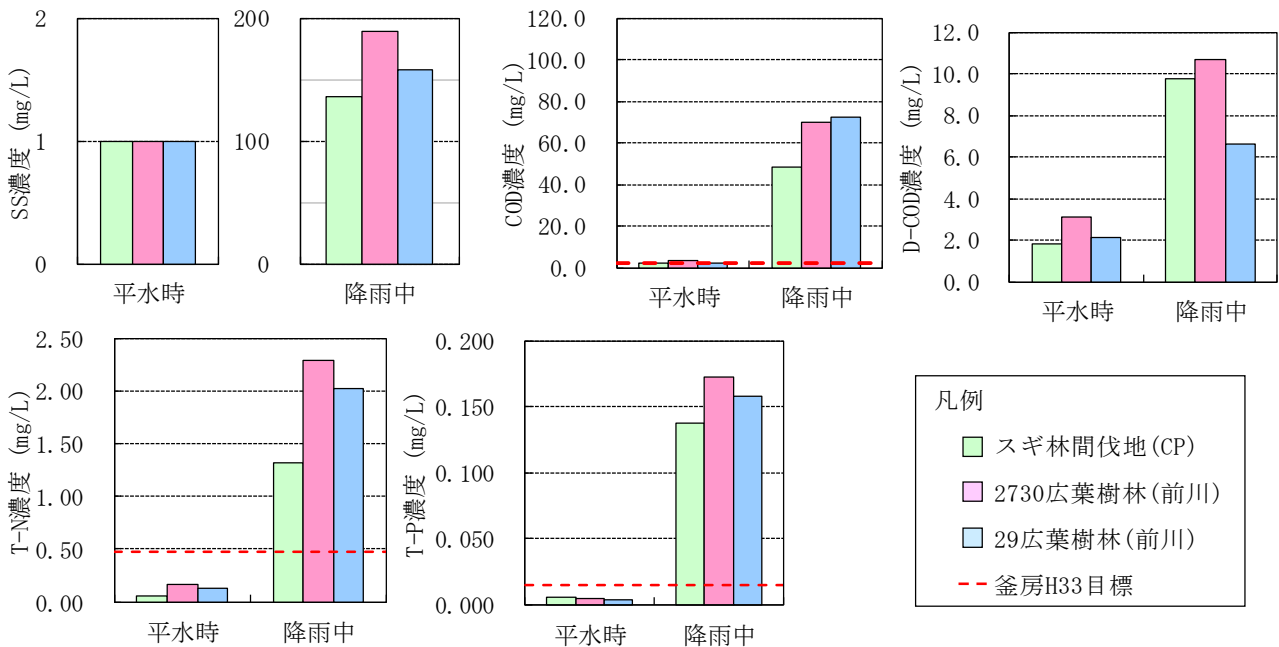
2.3. 流量観測結果



流量 → 台風19号時に突出して 大

2.4. 水質調査結果

2.4.1. 平成31年度の水質調査結果



平水時 → 降雨中 → ・大きな違いは見られない
 ・ただし、「2730 広葉樹林」 やや高

2.4.2 「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
平成 31 年度	1	1.9	1.8	0.05	0.005

年度間の差、変動 小

昨年度までと傾向は変わらず

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	(8 月 5 日大雨)
平成 31 年度	360	110.0	12.0	3.20	0.350	28	(台風 5 号の接近)
平成 31 年度	3,700	190.0	2.7	3.60	0.730	271	台風 19 号※

累加雨量 大 ≠ 最大降雨時濃度 高

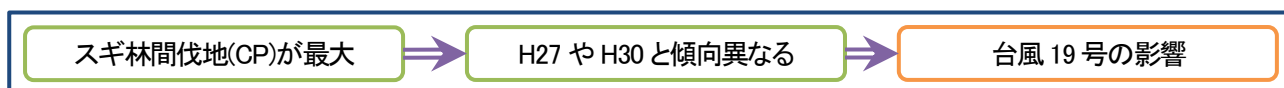
降雨時は汚濁物質の挙動が複雑

2.5. 期間負荷量(7月～12月)結果

2.5.1. 平成31年度の期間負荷量結果

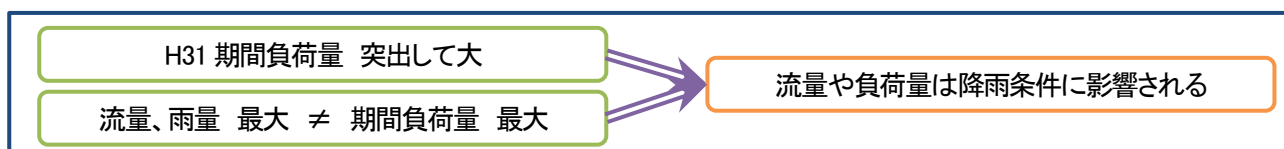
項目	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	積算流量
単位	kg	kg	kg	kg	kg	m ³
スギ林間伐地(CP)	2,659	426.4	173.1	12.38	1.140	25,266
2730 広葉樹林(前川)	761	117.1	51.5	10.08	0.256	15,504
29 広葉樹林(前川)	9	32.2	29.5	3.11	0.026	7,146

※「29 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



2.5.2. 「スギ林間伐地(CP)」における期間負荷量の過年度との比較

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
平成31年度	2,659	426.4	173.1	12.38	1.140	25,266	932
平均	766	320.0	128.6	6.44	0.485	24,096	992



2.5.3. 各集水域の単位負荷量

各年度の「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(土壌分類別)

土壌分類(面積割合順)	集水域		SS	COD	D-COD	T-N	T-P
褐色森林土壌、黒色土	スギ林間伐地(CP)	各年度	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
褐色森林土壌、黒色土	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、黒色土	スギ林未間伐地(太郎川)	H25	0.93	0.74	0.74	3.49	0.77
褐色森林土壌	広葉樹林(北川)	H26	0.29	0.36	0.26	0.59	0.35
褐色森林土壌	広葉樹林(北川)	H28	0.33	0.53	0.97	1.53	1.00
褐色森林土壌	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	29 広葉樹林(前川)	H29	0.33	0.47	0.49	1.27	0.58
		H31※	0.00	0.08	0.18	0.26	0.03
黒色土	2730 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
		H31	0.34	0.32	0.35	0.95	0.26
黒色土	広葉樹林(前川)	H24	4.96	2.86	2.49	6.38	2.15
黒色土	広葉樹林(前川)	H25	11.93	2.78	1.46	4.27	1.74
黒色土	広葉樹林(前川)	H27	16.66	1.76	0.15	3.45	6.00
黒色土、褐色森林土壌	広葉樹林(太郎川)	H28	6.45	1.51	0.80	2.67	2.85
黒色土	スギ林間伐地(前川)	H30	1.87	0.84	0.33	2.02	1.83
黒色土	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 H31「29 広葉樹林(前川)」は、台風19号による欠測があるため参考値として掲載

「スギ林間伐地(CP)」及び「2730 広葉樹林(前川)」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
H27	スギ林間伐地(CP)	71	75.8	33.3	1.11	0.052
	2730 広葉樹林(前川)	445	141.2	17.8	4.31	0.240
H30	スギ林間伐地(CP)	109	58.8	16.6	1.19	0.086
	2730 広葉樹林(前川)	207	81.2	15.2	2.56	0.148
H31	スギ林間伐地(CP)	739	118.4	48.1	3.44	0.317
	2730 広葉樹林(前川)	248	38.1	16.8	3.28	0.083

H31「2730 広葉樹林(前川)」比率 小

H31「スギ林間伐地(CP)」単位負荷量 突出して大

H31「スギ林間伐地(CP)」で特異な傾向

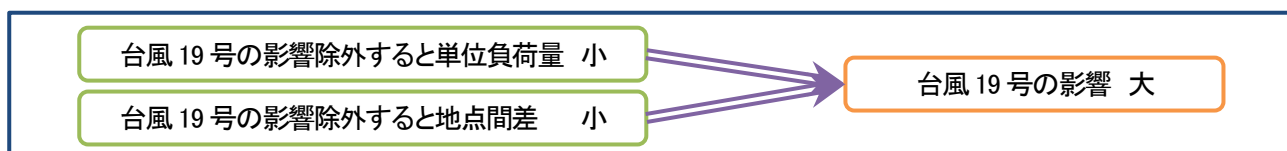
3. 考察

3.1. 平成 31 年度における台風 19 号の影響

台風 19 号に影響されていた期間を除外した単位負荷量

項目		面積	SS	COD	D-COD	T-N	T-P
単位		ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
H31	スギ林間伐地(CP)	3.60	739	118.4	48.1	3.44	0.317
	2730 広葉樹林(前川)	3.07	248	38.1	16.8	3.28	0.083
	29 広葉樹林(前川) ※	3.46	3	9.4	8.6	0.90	0.008
H31 (台風 19号 除外)	スギ林間伐地(CP)	3.60	11	10.3	7.7	0.31	0.028
	2730 広葉樹林(前川)	3.07	14	13.9	9.1	0.85	0.021
	29 広葉樹林(前川)	3.44	3	9.4	8.6	0.90	0.008

※「29 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

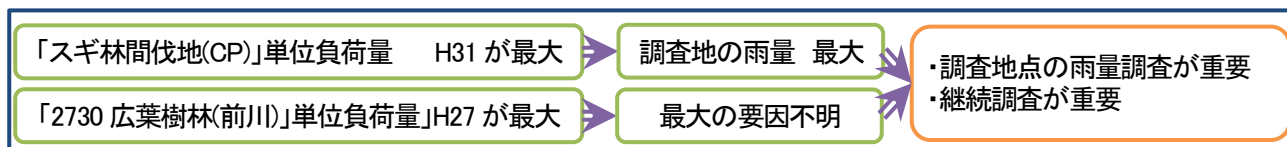


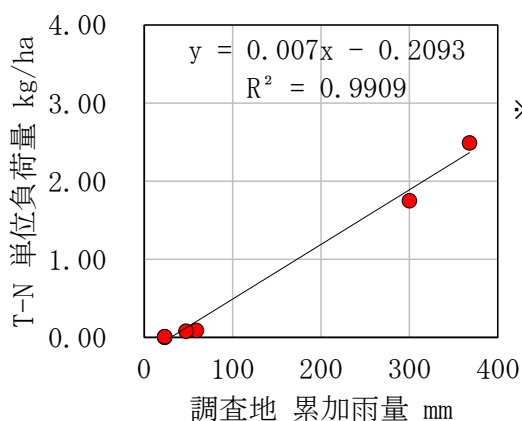
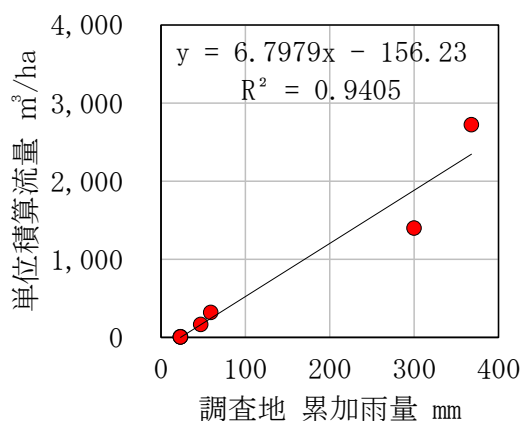
3.2. 降雨条件と負荷量

降雨 I D	項目	下原観測所			① スギ林間伐地 (CP) 3.60 ha								
		累加 雨量 A	降雨 時間 B	降雨 強度 A/B	累加 雨量 A	降雨 時間 B	降雨 強度 A/B	単位 積算 流量	単位負荷量				
		mm	hour	mm/hour	mm	hour	mm/hour	m ³ /ha	SS kg/ha	COD kg/ha	D-COD kg/ha	T-N kg/ha	T-P kg/ha
1	H26 台風18号	116	23	5.0	-	-	-	479	39	11.5	7.7	0.33	0.025
2	H27 関東・東北豪雨	323	113	2.9	-	-	-	3,821	61	54.7	19.9	0.72	0.007
3	H28 台風7号	136	16	8.5	-	-	-	308	18	7.6	1.0	0.06	0.003
4	H29 台風18号	143	25	5.7	-	-	-	971	51	32.4	10.4	0.54	0.021
5	H29 台風21号	274	84	3.3	-	-	-	2,418	164	96.6	29.1	1.56	0.059
6	H28 8月5日大雨等	220	99	2.2	-	-	-	998	53	23.5	4.5	0.45	0.030
7	(台風5号の接近)	28	2	14.0	23	9.7	2.4	9	0	0.1	0.1	0.00	0.000
8	H31 台風19号	271	32	8.5	368	34.3	10.7	2,725	662	86.4	29.6	2.49	0.230
9	10/18~10/19	51	28	1.8	59	23.5	2.5	322	7	3.1	1.7	0.09	0.009

降雨 I D	項目	下原観測所			② 2730広葉樹林(前川) 3.07 ha								
		累加 雨量 A	降雨 時間 B	降雨 強度 A/B	累加 雨量 A	降雨 時間 B	降雨 強度 A/B	単位 積算 流量	単位負荷量				
		mm	hour	mm/hour	mm	hour	mm/hour	m ³ /ha	SS kg/ha	COD kg/ha	D-COD kg/ha	T-N kg/ha	T-P kg/ha
10	H27 関東・東北豪雨	323	113	2.9	-	-	-	2,854	731	150.2	7.2	3.94	0.007
11	H30 8月5日大雨等	220	99	2.2	-	-	-	821	103	27.9	2.5	0.77	0.056
12	(台風5号の接近)	28	2	14.0	23	0.5	46.0	8	0	0.1	0.1	0.01	0.000
13	H31 台風19号	271	32	8.5	300	29.8	10.1	1,400	211	15.6	3.9	1.75	0.046
14	10/18~10/19	51	28	1.8	47	22.5	2.1	167	2	1.1	0.6	0.08	0.002

降雨 I D	項目	下原観測所			③ 29広葉樹林(前川) 3.44 ha								
		累加 雨量 A	降雨 時間 B	降雨 強度 A/B	累加 雨量 A	降雨 時間 B	降雨 強度 A/B	単位 積算 流量	単位負荷量				
		mm	hour	mm/hour	mm	hour	mm/hour	m ³ /ha	SS kg/ha	COD kg/ha	D-COD kg/ha	T-N kg/ha	T-P kg/ha
15	H29 台風18号	143	25	5.7	-	-	-	748	12	10.5	3.4	0.45	0.009
16	H29 台風21号	274	84	3.3	-	-	-	2,356	44	35.8	10.9	1.49	0.031
17	(台風5号の接近)	28	2	14.0	23	0.2	115.0	6	0	0.0	0.0	0.01	0.000
18	H31 台風19号	271	32	8.5	404	30.5	13.2	-	-	-	-	-	-
19	10/18~10/19	51	28	1.8	66	30.0	2.2	-	-	-	-	-	-





※SS
COD
D-COD
T-P
の図は、
中間報告書
を参照のこと

流量、T-N の決定係数 $R^2 > 0.9$

雨量との間に相関が見られる可能性

4. 中間報告まとめ

- ① 負荷量は大雨時に突出して多いことから、大雨による影響の大きいことが確認された。
大雨の中でも、平成 27 年度の関東・東北豪雨と平成 31 年度の台風 19 号は特に影響の大きいことが示唆された。
- ② 調査地点の累加雨量と積算流量、及び調査地点の累加雨量と T-N 単位負荷量の間、相関が見られる可能性が示唆された。
- ③ 平成 31 年度だけでなく、今後も雨量調査を継続することが、負荷量と雨量の関係を求めるための情報の増加につながり、汚濁負荷の定量的な把握につながるものと考えられる。

釜房ダム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. 過年度の成果及び課題	2
1.2.1. 過年度の成果	2
1.2.2. 過年度の課題	2
1.3. 平成 31 年度の調査概要	2
1.4. 業務位置	3
2. 調査結果中間報告	6
2.1. 台風 19 号による調査地点の被災状況について	6
2.2. 降雨状況	8
2.2.1. 雨量の年度比較	8
2.2.2. 雨量調査結果	9
2.3. 流量観測結果	11
2.4. 水質調査結果	11
2.4.1. 平成 31 年度の水質調査結果	11
2.4.2. 「スギ林間伐地(CP)」における水質濃度の過年度との比較	14
2.5. 期間負荷量結果	15
2.5.1. 平成 31 年度の期間負荷量結果	15
2.5.2. 「スギ林間伐地(CP)」における期間負荷量の過年度との比較	15
2.5.3. 各集水域の単位負荷量	16
3. 考察	19
3.1. 平成 31 年度における台風 19 号の影響	19
3.2. 降雨条件と負荷量	21
4. 中間報告のまとめ	23

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. 過年度の成果及び課題

1.2.1. 過年度の成果

- ・ 成果 1: 適切な森林整備の実施は T-N 負荷量の低減に寄与する
〔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「スギ林未間伐地(太郎川)」の調査結果比較より〕
- ・ 成果 2: 負荷量に与える影響要因として、土壌条件が挙げられる。褐色森林土壌の集水域は負荷量が小さく、黒色土の集水域は負荷量大きい傾向が見られる
〔平成 24 年度から平成 30 年度までに調査した集水域を土壌分類で比較した結果より〕
- ・ 成果 3: 降雨条件と流量の間に相関が見られる
〔平成 24 年度から平成 30 年度までの降雨のうち、先行降雨の影響や長雨等の複雑な挙動を示す降雨を除外した場合〕
- ・ 成果 4: 降雨条件と負荷量の間には、災害が発生する規模の雨(以下、「大雨」とする)を除けば相関が見られる可能性が示唆された
〔平成 27 年度及び平成 30 年度の降雨を、CP と「2730 広葉樹林(前川)」で比較した結果より〕
- ・ 成果 5: 大雨時は流量や負荷量が突出して増大する。また、大雨毎に降雨条件が異なることにより、流量や汚濁物質の挙動が大雨毎に異なる。
〔平成 24 年度から平成 30 年度までの大雨を比較した結果より〕

1.2.2. 過年度の課題

負荷量に与える定性的な要因として、土壌条件及び降雨条件が挙げられる。一方で、これらの要因が負荷量に与える定量的な影響は、十分に解明されておらず過年度までの課題であった。

負荷量は、条件がほとんど変動しない土壌条件等の要因だけでなく、気象条件等の日々変動している要因にも影響されている。気象条件の中でも特に降雨は、土壌の侵食や流出をもたらすため、降雨条件は負荷量を定量的に把握するための重要な要因と考えられる。

1.3. 平成 31 年度の調査概要

近年は、甚大な被害をもたらす大雨が毎年のように来襲し、負荷量はこれら大雨に左右されている。一例として平成 27 年度を挙げると、関東・東北豪雨による負荷量は、6 月から 3 月の調査期間中に発生した負荷量全体の半分以上を占めていた。調査年度により大雨の発生状況は異なることから、汚濁負荷を検証するためには、大雨を含めた降雨条件の把握が重要であると思われる。

平成 30 年度までの調査は、業務地のほぼ中心に位置する国土交通省水管理・国土保全局が所

管する下原観測所(以下、「下原観測所」とする)の観測値を引用し、降雨条件の指標としていた。ただし、降雨条件は業務地内で同一とは限らないことから、調査地点あるいは下原観測所で特異な降雨があった場合、負荷量との関係にずれの生じる恐れがある。降雨条件と負荷量との関係をより詳細に調べるためには、指標となる下原観測所の観測値に加え、調査地点ごとの降雨データが必要になる。

このことから、平成 31 年度は、平成 30 年度までに行ってきた流量観測及び水質調査に加え、雨量調査を行うこととした。また、平成 31 年度の調査は、降雨条件及び大雨による影響を把握するとともに、過年度までの調査結果と比較できるようにするため、過年度に調査を実施した集水域を再調査することとした。選定した集水域は、表 1-1 のとおりである。

表 1-1 平成 31 年度の調査に選定した集水域

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～H30	褐色森林土壌	コントロールポイントとして平成 24 年度から継続して調査を実施
2730 広葉樹林(前川)	H27、H30	黒色土	複数年度の降雨条件で負荷量を比較できる
29 広葉樹林(前川)	H29	褐色森林土壌	「2730 広葉樹林(前川)」と異なる土壌条件で比較できる

1.4. 業務位置

釜房ダム貯水池流域(以下、「業務地」とする)、平成 31 年度の調査集水域及び調査地点は、表 1-2 及び図 1-1～図 1-3 に示すとおりである。

表 1-2 平成 31 年度の調査集水域の概要

調査集水域名	スギ林間伐地(CP)	2730 広葉樹林(前川)	29 広葉樹林(前川)
主な林小班	174 林班い 1-0 外	165 林班に 6-0 外	156 林班ろ 3-0 外
所有形態	民有林(川崎町)	民有林(個人)	民有林(川崎町)
主な林齢	40	29	75
集水域面積 (ha)	3.60	3.07	3.44
集水域内の樹林タイプ占有面積(ha)	3.54	2.96	3.44
占有率 (%)	98.3	96.4	100.0
集水域の平均斜面傾斜角(度)	28	21	22
土壌分類	乾性褐色森林土壌, 黒色土	黒色土	褐色森林土壌(レキ型), 乾性褐色森林土壌
表層地質	火山礫凝灰岩,凝灰角礫岩,火山角礫岩等	礫岩,砂岩,軽石凝灰岩	凝灰角礫岩,火山礫凝塊岩,細粒凝灰岩



図 1-1 業務地及び調査集水域位置図

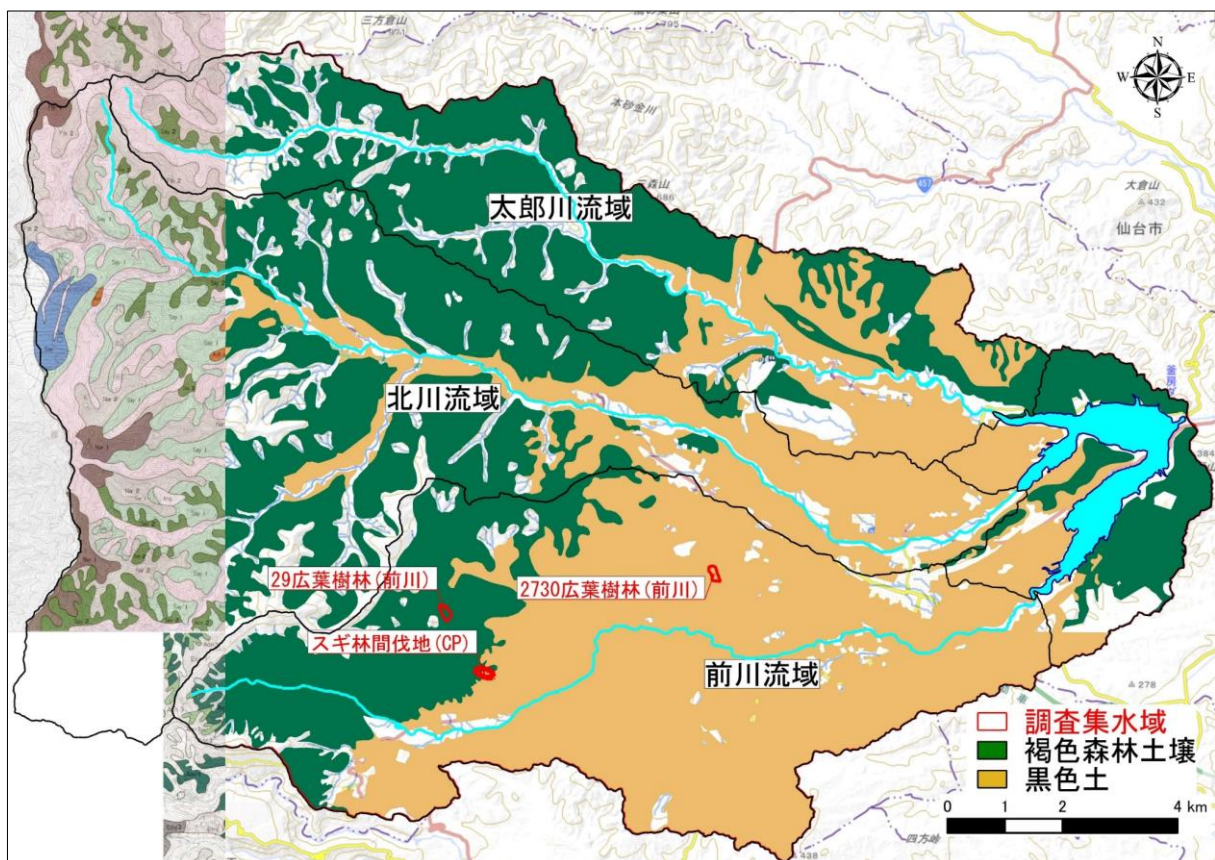


図 1-2 土壌図

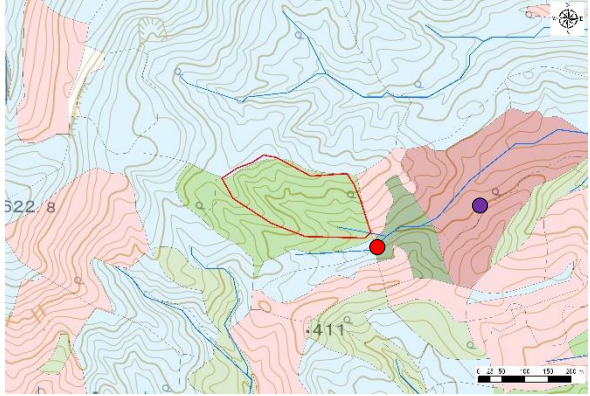

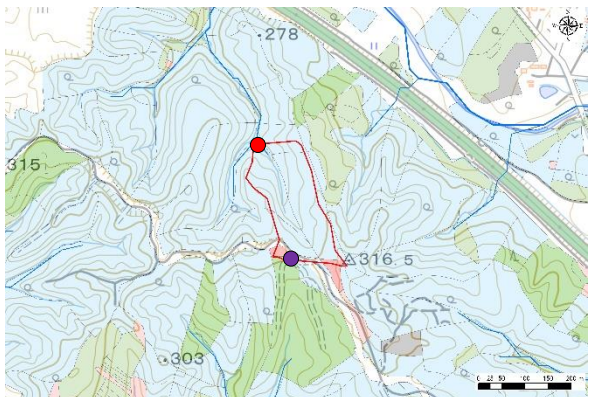






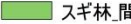





	<p>調査地点</p> <p>●:水質等調査地点、●:雨量観測地点</p>	<p>水質等調査地点の状況</p>
<p>スギ林間伐地(CP)</p>		
<p>2730 広葉樹林(前川)</p>		
<p>29 広葉樹林(前川)</p>		

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 |

2. 調査結果中間報告

本報告は、令和元年 12 月 20 日までの間に得られた次の調査について行うものである。

- ・雨量調査：調査地点の雨量観測
(対象期間: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～3 月)
- ・水質調査：pH、SS、COD、D-COD、T-N、T-P
(対象期間:定期調査は 6 月～3 月、降雨時調査は 6 月～10 月)

なお、平成 31 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 日を対象期間とした。

2.1. 台風 19 号による調査地点の被災状況について

平成 31 年度は、10 月 11 日に台風 19 号が来襲し、宮城県では丸森町外、複数個所で甚大な被害を受けた。業務地においては、日雨量 200mm 以上の豪雨に見舞われ、溪流からの土砂流出及び急傾斜地の崖崩れ等が生じた。

調査地点における被災状況は、次ページ写真 2-2 のとおりであった。「2730 広葉樹林(前川)」では異常が見られなかったものの、「スギ林間伐地(CP)」及び「29 広葉樹林(前川)」では調査器材が流下あるいは流失した。

「スギ林間伐地(CP)」は、自動採水器がサンプルを採取している最中に三角堰から外れて下流に流された。このため、降雨時調査結果は流下するまでに得られたサンプルによる参考値とした。

「29 広葉樹林(前川)」は、調査器材一式が流失し、復旧が完了する 11 月 1 日まで欠測した。なお、「29 広葉樹林(前川)」に至る林道は、台風 19 号により写真 2-1 のように崩壊し、11 月及び 12 月の定期調査では更に崩壊が進行していた。

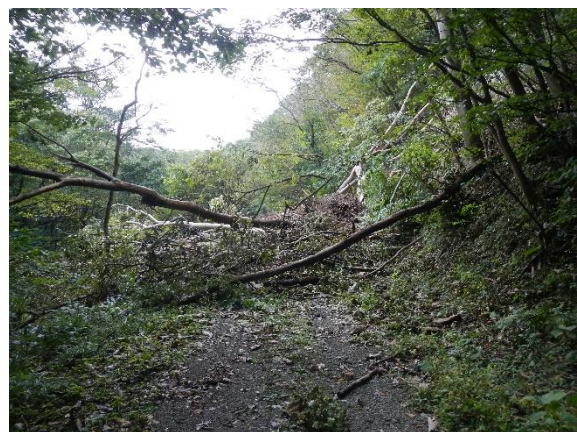


写真 2-1 「29 広葉樹林(前川)」調査地点下流の被災状況

(写真左:調査器材が埋もれている可能性がある崩土堆積地 写真右:林道崩壊状況)

	正常時	台風 19 号通過後
スギ林間伐地 (CP)		
	<ul style="list-style-type: none"> ・三角堰背面に土砂が堆積した ・三角堰前面が洗堀した ・降雨時調査用の自動採水器が外れて下流に流された 	
2730 広葉樹林 (前川)		
	異常なし	
29 広葉樹林 (前川)		
	<ul style="list-style-type: none"> ・三角堰及び器材一式が流下・流失した 	

写真 2-2 台風 19 号通過後の調査地点状況

2.2. 降雨状況

2.2.1. 雨量の年度比較

平成 31 年度の降雨状況を図 2-1 に示す。また、各年度の 7 月 1 日から 12 月 20 日までの雨量の合計（以下、「期間雨量」とする）を表 2-1 に示す。降雨状況は、平成 31 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。

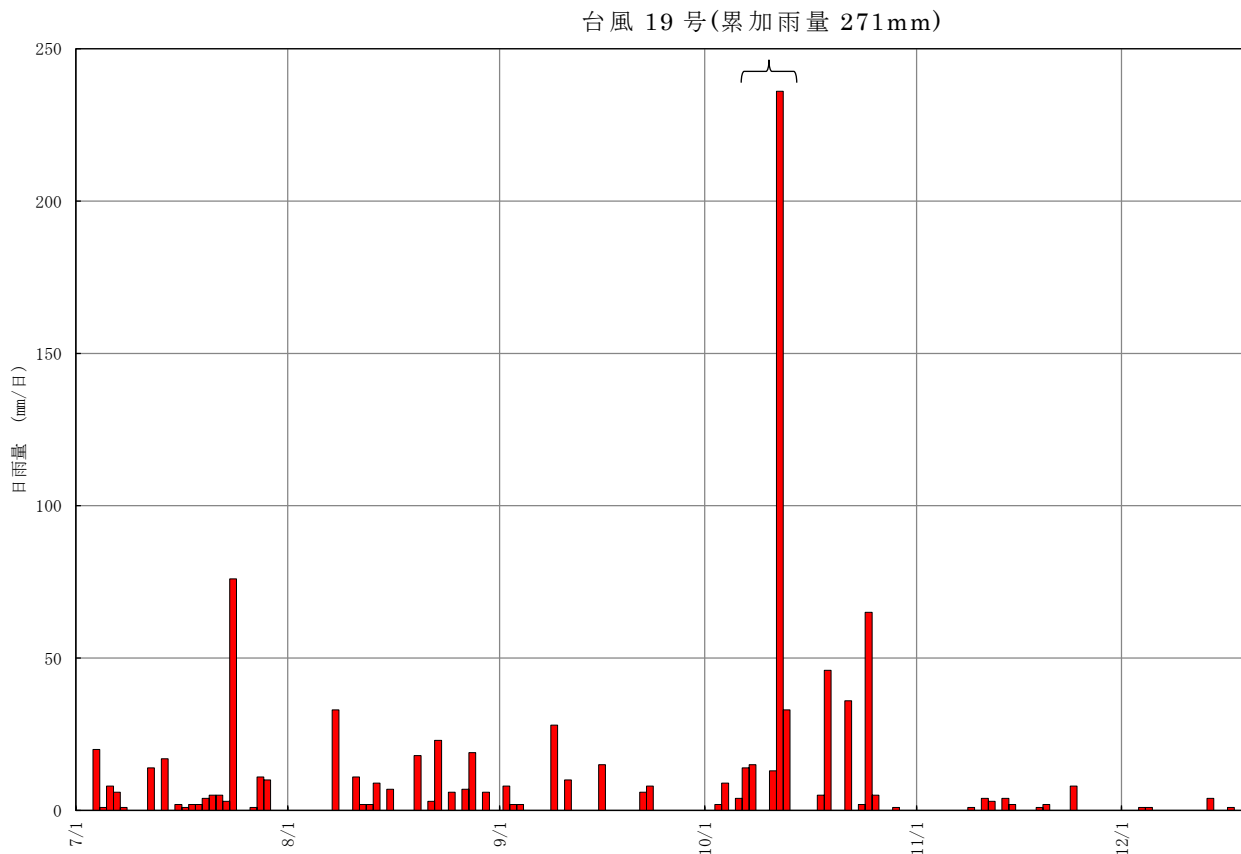


図 2-1 調査期間中の降雨状況（下原観測所）

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	H31 ^{※2}	平均
期間雨量 (mm)	658	1,033	938	999	1,151	1,306	918	932	992

※1 **太字斜体** は、値が最大であった年度を示す

※2 期間雨量のうち、後述の台風 19 号は、累加雨量 271mm であった

平成 31 年度の期間雨量は、8 年間の平均に近い値を示した。一方で、台風 19 号による累加雨量は期間雨量の 3 割程度を占めており、平成 31 年度の期間雨量に大きな影響を与えている。台風 19 号以外の特徴としては、日雨量が 20mm 程度以下の降雨が断続的に続いており、平水時の少なかったことが挙げられる。

2.2.2. 雨量調査結果

平成 31 年度の雨量調査結果を図 2-2 に示す。比較のため、図 2-2 には下原観測所の観測値を併記した。

また、業務地における期間雨量の分布は図 2-3 のとおりである。比較のため、図 2-3 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。

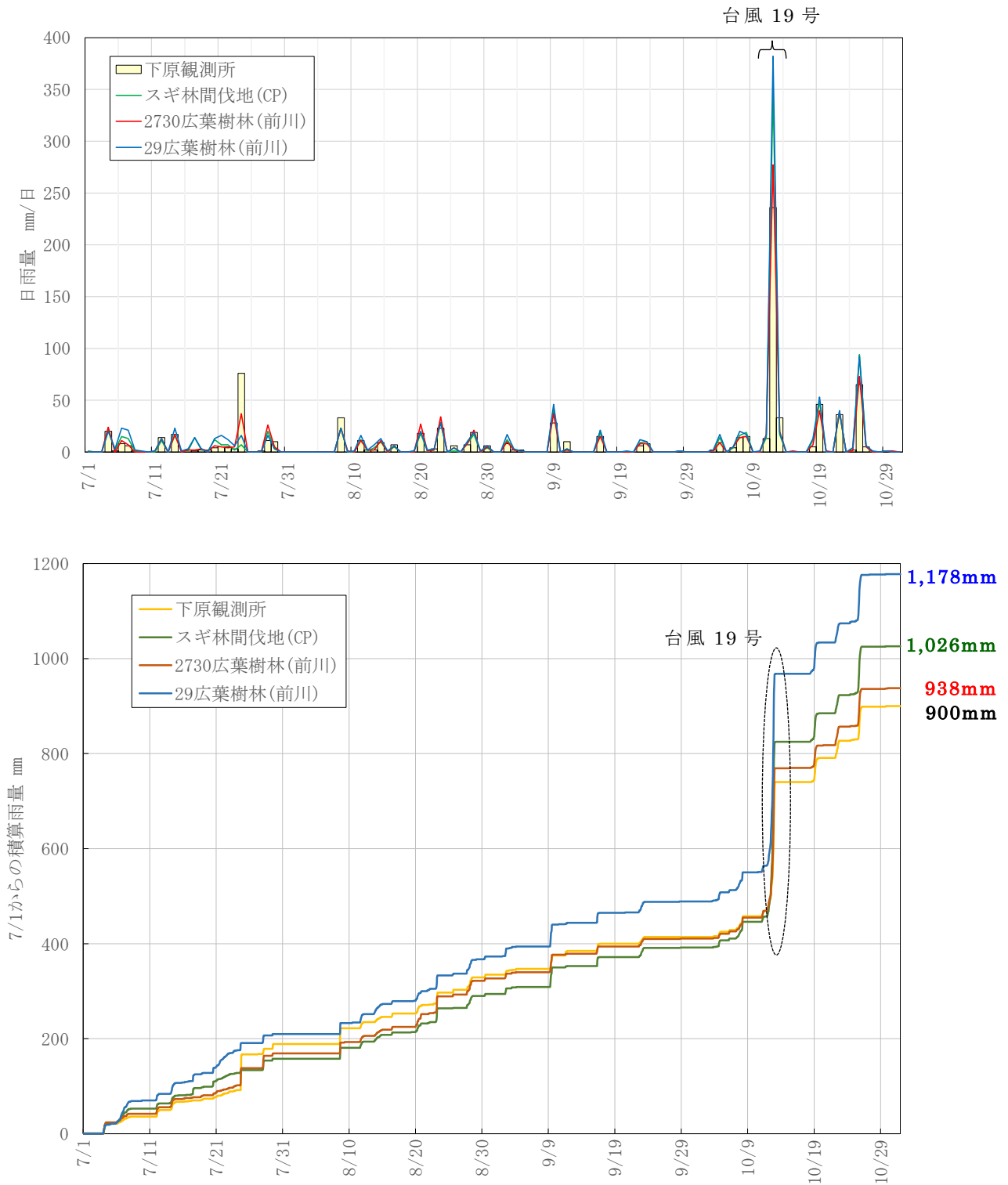


図 2-2 調査期間中の雨量調査結果



図 2-3 業務地における 7 月 1 日～10 月 31 日までの積算雨量(単位 mm)

台風 19 号が来襲した 10 月 11 日～10 月 13 日の積算雨量は、図 2-4 のとおりであった。



図 2-4 業務地における 10 月 11 日～13 日の積算雨量(単位 mm)

図 2-3 より、7 月 1 日から 10 月 31 日までの積算雨量は、最少で 893mm(釜房観測所)、最多で

1,121mm(小屋の沢観測所)であり、業務地内で最大約 1.3 倍の違いがあった。平成 31 年度の調査地点は、雨量の指標としていた下原観測所の観測値と比べていずれも多かった。

各降雨の雨量を調査地点及び下原観測所で比較すると、「29 広葉樹林(前川)」 > 「スギ林間伐地(CP)」 > 「2730 広葉樹林(前川)」 > 下原観測所の順に多い傾向が見られた。特に台風 19 号来襲時は、最多の「29 広葉樹林(前川)」(417mm)と下原観測所(282mm)で約 1.5 倍の違いがあった。降雨状況の違いが、前述 2.1 で示した被災状況の違いに影響したと思われる。

ただし、全ての降雨についてこの傾向が当てはまるとは限らず、例えば 7 月 24 日や 8 月 8 日の降雨は、下原観測所が最多であった。

2.3. 流量観測結果

平成 31 年度の流量観測結果を図 2-5 に示す。

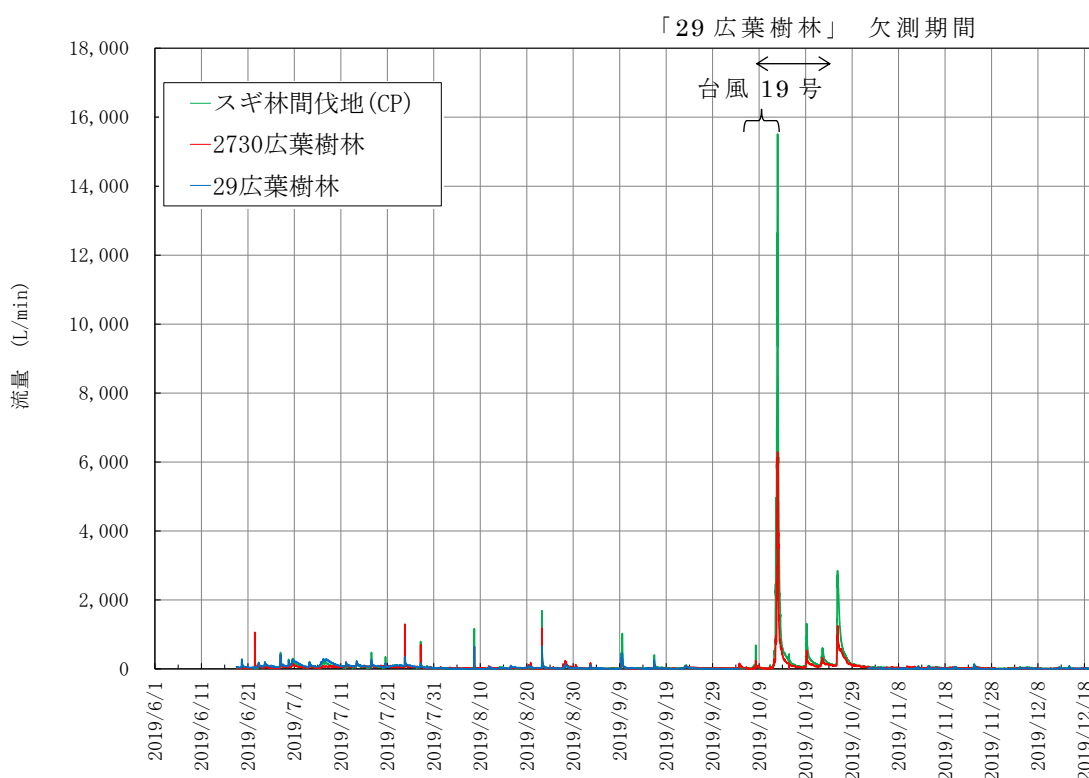


図 2-5 調査期間中の流量観測結果

台風 19 号を除く降雨時は、いずれの調査地点も最大で 1,500~3,000L/min 程度であった。一方で、台風 19 号来襲時は突出して流量が多く、「スギ林間伐地(CP)」は最大約 15,500L/min、「2730 広葉樹林(前川)」は最大約 6,300L/min であった。

2.4. 水質調査結果

2.4.1. 平成 31 年度の水質調査結果

平成 31 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 2-6 に示す。

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		
6/27	7.0	<1	2.7	2.6	0.21	0.040	33.9	10:51	定期
7/31	7.0	<1	2.5	2.3	0.06	0.004	30.0	11:24	定期
8/9	6.8	360	110.0	12.0	3.20	0.350	453.5	-	降雨中
8/24	7.2	<1	4.0	4.0	0.11	0.009	33.9	13:10	定期
9/10	6.8	120	53.0	13.0	1.30	0.140	275.7	-	降雨中
9/20	7.1	38	23.0	9.8	0.52	0.040	264.9	-	降雨中
9/20	7.3	<1	3.0	2.6	0.05	0.007	21.4	11:00	定期(平)
10/15	6.7	3,700	190.0	2.7	3.60	0.730	-	-	(参考)
10/18	7.0	<1	2.0	1.9	0.05	0.005	54.9	13:00	定期
10/21	6.9	27	8.8	4.5	0.25	0.020	334.3	-	降雨中
11/8	7.1	<1	1.3	1.3	<0.05	0.004	18.5	10:36	定期(平)
12/7	7.2	<1	1.9	1.7	<0.05	0.005	14.5	10:08	定期(平)
12/17	7.2	<1	1.5	1.5	<0.05	0.003	12.3	10:27	定期(平)

2730広葉樹林(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			
6/27	7.2	<1	4.6	4.5	0.22	0.006	15.1	12:09	定期	
7/31	7.0	4	6.0	4.4	0.26	0.007	25.9	10:03	定期	
8/9	6.7	420	150.0	17.0	4.60	0.360	173.3	-	降雨中	
8/24	7.3	<1	6.4	5.9	0.29	0.005	25.9	9:47	定期	
9/10	6.9	120	51.0	12.0	1.80	0.140	109.2	-	降雨中	
9/20	(雨量不足による欠測)									降雨時
9/20	7.0	<1	5.3	4.6	0.23	0.007	8.5	9:36	定期(平)	
10/15	6.8	400	92.0	7.0	2.50	0.220	890.0	-	降雨中	
10/18	7.0	1	3.1	2.7	0.30	0.004	50.4	13:50	定期	
10/21	6.9	28	8.2	3.0	0.46	0.019	148.6	-	降雨中	
11/8	7.1	<1	2.6	2.4	0.17	<0.003	27.8	9:23	定期(平)	
12/7	7.1	<1	2.8	2.8	0.11	<0.003	9.4	8:33	定期(平)	
12/17	7.2	<1	2.8	2.5	0.14	<0.003	9.4	9:20	定期(平)	

29広葉樹林(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			
6/27	7.1	<1	2.6	2.5	0.13	<0.003	46.2	9:02	定期	
7/31	7.2	1	2.8	2.6	0.23	<0.003	26.9	13:30	定期	
8/9	6.7	320	150.0	7.4	3.70	0.300	223.1	-	降雨中	
8/24	7.3	<1	4.1	3.6	0.51	<0.003	36.9	11:11	定期	
9/10	6.8	150	80.0	8.5	2.20	0.140	119.6	-	降雨中	
9/20	7.0	62	34.0	5.2	0.99	0.063	12.9	-	降雨中	
9/20	7.1	<1	2.5	2.3	0.27	<0.003	11.1	12:35	定期(平)	
10/15	(台風19号被災による欠測)									降雨時
10/18	7.0	3	2.7	2.2	0.19	0.007	(欠測)	11:03	定期	
10/21	6.7	99	25.0	5.4	1.20	0.130	-	-	降雨中	
11/8	7.1	<1	1.5	1.3	<0.05	<0.003	10.0	12:15	定期(平)	
12/7	7.0	<1	2.9	2.7	0.10	<0.003	8.2	11:42	定期(平)	
12/17	7.1	<1	2.0	2.0	0.10	<0.003	9.1	11:45	定期(平)	

□: 定期調査結果(平水時サンプル)

■: 定期調査結果

■: 降雨時調査結果(降雨中サンプル)

■: 降雨時調査結果

※ 定期調査のうち、適切な晴天時のサンプルが得られた結果を「平水時サンプル」とした。

※ 降雨時調査のうち、自動採水器で得られたサンプルを「降雨中サンプル」とした。

「2730 広葉樹林(前川)」の9/20は、雨量が少なく、自動採水器に貯留水がなかったため欠測した。

※ 「スギ林間伐地(CP)」の10/15は、自動採水器が調査地点から流される前までに採水したサンプルの参考値

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)	平水時	1	1.9	1.8	0.05	0.005
	降雨中	136	48.7	9.8	1.32	0.138
2730 広葉樹林(前川)	平水時	1	3.4	3.1	0.16	0.004
	降雨中	189	69.7	10.7	2.29	0.173
29 広葉樹林(前川)	平水時	1	2.2	2.1	0.13	0.003
	降雨中	158	72.3	6.6	2.02	0.158
釜房 H23 現状		-	2.50	-	0.52	0.0153
釜房 H33 目標		-	2.46	-	0.48	0.0150

※「平水時」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（「平水時サンプル」の平均値）

※「降雨中」は、台風 19 号を除く降雨時調査の平均値（「降雨中サンプル」の平均値）

※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

※**赤字** は、釜房 H33 目標を上回った項目を示す

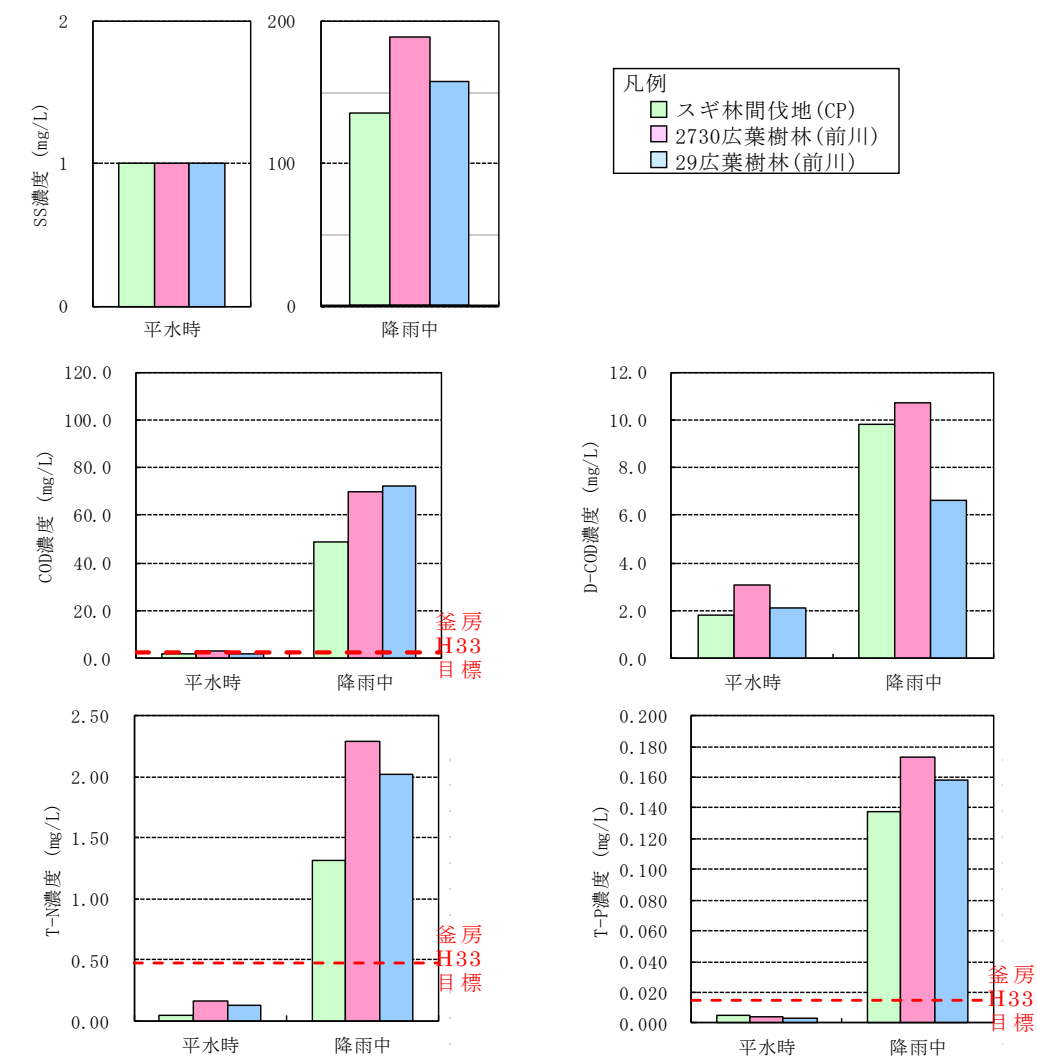


図 2-6 各水質項目の平均濃度

水質調査結果より、調査地点による大きな違いは見られなかったものの、「2730 広葉樹林(前川)」が平均濃度の高い傾向を示した。

2.4.2. 「スギ林間伐地(CP)」における水質濃度の過年度との比較

平成 31 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	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
平成 31 年度	1	1.9	1.8	0.05	0.005

※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、平水時における平均濃度は、いずれの汚濁物質も年度間で大きな差は見られず、また年度間の変動も小さかった。

表 2-5 「スギ林間伐地(CP)」における最大降雨時濃度

項目	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	(8 月 5 日大雨)
平成 31 年度	360	110.0	12.0	3.20	0.350	28	(台風 5 号の接近)
平成 31 年度	3,700	190.0	2.7	3.60	0.730	271	台風 19 号※3

※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

※3 平成 31 年度の台風 19 号は、自動採水器が調査地点から流される前までに採水したサンプルの参考値

表 2-5 より、累加雨量が多い時に最大降雨時濃度が高い傾向を示すとは限らず、降雨時は汚濁物質が複雑な挙動を示している可能性が示唆された。

2.5. 期間負荷量結果

2.5.1. 平成 31 年度の期間負荷量結果

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。「29 広葉樹林(前川)」は、台風 19 号による欠測を除いた参考値を示す。なお、最終的な L-Q 式は、令和 2 年 1 月から 3 月までの結果を追加して求める。

表 2-6 平成 31 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)	2,659	426.4	173.1	12.38	1.140	25,266
2730 広葉樹林(前川)	761	117.1	51.5	10.08	0.256	15,504
29 広葉樹林(前川)※2	9	32.2	29.5	3.11	0.026	7,146

※1 **太字斜体** は、各項目での最大値を示す

※2 「29 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

平成 27 年度及び平成 30 年度の期間負荷量は、「2730 広葉樹林(前川)」の方が「スギ林間伐地(CP)」よりも大きかった。これに対し、平成 31 年度は、「スギ林間伐地(CP)」の方が「2730 広葉樹林(前川)」よりも期間負荷量の大きい結果となった。「スギ林間伐地(CP)」が平成 31 年度に負荷量の大きかった要因として、台風 19 号の影響が挙げられる。台風 19 号の影響については、後述 3.1 で考察する。

2.5.2. 「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 年度から平成 31 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
平成 31 年度	2,659	426.4	173.1	12.38	1.140	25,266	932	※1,405
平均	766	320.0	128.6	6.44	0.485	24,096	992	-

※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、下原観測所の観測値を掲載

※年雨量は、3 月 21 日から翌年 3 月 20 日までの雨量の合計を示した

※平成 31 年度の年雨量は、参考値として平成 31 年 3 月 21 日～令和元年 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

近年は甚大な被害をもたらす大雨が続いており、流量や負荷量は前述の表 2-5 に示したような大雨の影響を受けたと考えられる。

平成 31 年度の積算流量や期間雨量は、8 年間の平均に近い値であった。これに対し、期間負荷量は SS と T-P が過年度と比べて突出して大きな値を示した。COD、D-COD、T-N については、積算流量や期間雨量の最大であった平成 27 年度が最大であった。これらの結果より、積算流量や期間雨量が最大であっても期間負荷量が最大とは限らず、流量や負荷量は大雨等の降雨条件に影響される可能性が示唆された。

2.5.3. 各集水域の単位負荷量

調査した集水域はそれぞれ面積が異なることから、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。同一地点である「スギ林間伐地(CP)」は緑塗、「2730 広葉樹林(前川)」は赤塗、「29 広葉樹林(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	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
H24	スギ林間伐地(CP)	3.60	46	29.5	19.3	0.93	0.148
	広葉樹林(前川)	5.87	228	84.5	48.0	5.93	0.318
	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
	広葉樹林(前川)	7.49	334	79.5	29.9	3.50	0.106
	スギ林未間伐地(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
	広葉樹林(北川)	8.63	48	21.6	10.7	0.99	0.063
	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
	広葉樹林(前川)	7.67	1,183	133.5	5.10	3.83	0.312
	2730 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
	広葉樹林(太郎川)	5.87	1,181	152.0	18.9	2.83	0.154
	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
	広葉樹林(釜房湖北)	7.57	401	214.4	113.2	12.24	0.275
	29 広葉樹林(前川)	3.44	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
	スギ林間伐地(前川)	8.35	204	49.6	5.4	2.40	0.157
	2730 広葉樹林(前川)	3.07	207	81.2	15.2	2.56	0.148
H31	スギ林間伐地(CP)	3.60	739	118.4	48.1	3.44	0.317
	2730 広葉樹林(前川)	3.07	248	38.1	16.8	3.28	0.083
	29 広葉樹林(前川)※	3.44	3	9.4	8.6	0.90	0.008

※「29 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

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(面積割合順)	集水域		SS	COD	D-COD	T-N	T-P
褐色森林土壌、黒色土	スギ林間伐地(CP)		1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
褐色森林土壌、黒色土	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、黒色土	スギ林未間伐地(太郎川)	H25	0.93	0.74	0.74	3.49	0.77
褐色森林土壌	広葉樹林(北川)	H26	0.29	0.36	0.26	0.59	0.35
褐色森林土壌	広葉樹林(北川)	H28	0.33	0.53	0.97	1.53	1.00
褐色森林土壌	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	29 広葉樹林(前川)	H29	0.33	0.47	0.49	1.27	0.58
		H31※	0.00	0.08	0.18	0.26	0.03
黒色土	2730 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
		H31	0.34	0.32	0.35	0.95	0.26
黒色土	広葉樹林(前川)	H24	4.96	2.86	2.49	6.38	2.15
黒色土	広葉樹林(前川)	H25	11.93	2.78	1.46	4.27	1.74
黒色土	広葉樹林(前川)	H27	16.66	1.76	0.15	3.45	6.00
黒色土、褐色森林土壌	広葉樹林(太郎川)	H28	6.45	1.51	0.80	2.67	2.85
黒色土	スギ林間伐地(前川)	H30	1.87	0.84	0.33	2.02	1.83
黒色土	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 H31「29 広葉樹林(前川)」は、参考値として掲載

表 2-9 より、平成 31 年度の「2730 広葉樹林(前川)」を除いて、土壌分類が褐色森林土壌の集水域は単位負荷量が小さく、黒色土の集水域は単位負荷量が多い傾向が見られた(1.2.1、成果 2)。特に T-N については、黒色土の集水域が「スギ林間伐地(CP)」よりも 2 倍以上大きい傾向を示した。この中で、平成 30 年度の「2730 広葉樹林(前川)」が他年度(H31 除く)と比べて単位負荷量の比が1に近かったのは、大雨による影響が比較的少なかったことが要因として考えられる。

一方で、平成 31 年度の「2730 広葉樹林(前川)」は、T-N が「スギ林間伐地(CP)」と同じ程度の負荷量であったことを除き、「スギ林間伐地(CP)」の 1/3 程度の負荷量であった。これは、過年度までの成果とは異なる傾向であった。

「スギ林間伐地(CP)」と「2730 広葉樹林(前川)」の負荷量を比較するため、表 2-8 の結果を抜粋し、表 2-10 に示す。

表 2-10 「スギ林間伐地(CP)」及び「2730 広葉樹林(前川)」の単位負荷量(表 2-8 抜粋)

項目		SS	COD	D-COD	T-N	T-P
単位		kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha
H27	スギ林間伐地(CP)	71	75.8	33.3	1.11	0.052
	2730 広葉樹林(前川)	445	141.2	17.8	4.31	0.240
H30	スギ林間伐地(CP)	109	58.8	16.6	1.19	0.086
	2730 広葉樹林(前川)	207	81.2	15.2	2.56	0.148
H31	スギ林間伐地(CP)	739	118.4	48.1	3.44	0.317
	2730 広葉樹林(前川)	248	38.1	16.8	3.28	0.083

表 2-10 より、平成 31 年度の「スギ林間伐地(CP)」は、平成 27 年度や平成 30 年度と比べて負荷量が突出して大きかった。これに対し、平成 31 年度の「2730 広葉樹林(前川)」は、平成 27 年度よりも負荷量が小さかった。このことから、平成 31 年度の負荷量の傾向が過年度の成果と異なったのは、平成 31 年度の「スギ林間伐地(CP)」が特異な傾向を示したことによると思われる。

3. 考察

3.1. 平成 31 年度における台風 19 号の影響

平成 31 年度の「スギ林間伐地(CP)」が過年度と比べて突出して大きい負荷量を示したこと、及び負荷量に大きく影響を与えた要因として台風 19 号が挙げられることは、前述のとおりである。本節では、台風 19 号による影響について考察する。

調査期間中の「スギ林間伐地(CP)」における流量は、平水時が約 30L/min、降雨時が台風 19 号を除いて最大約 3,000L/min、台風 19 号来襲時は最大約 15,500L/min であった。図 3-1 に、調査期間中及び台風 19 号が来襲した 10 月の流量変動状況を示す。

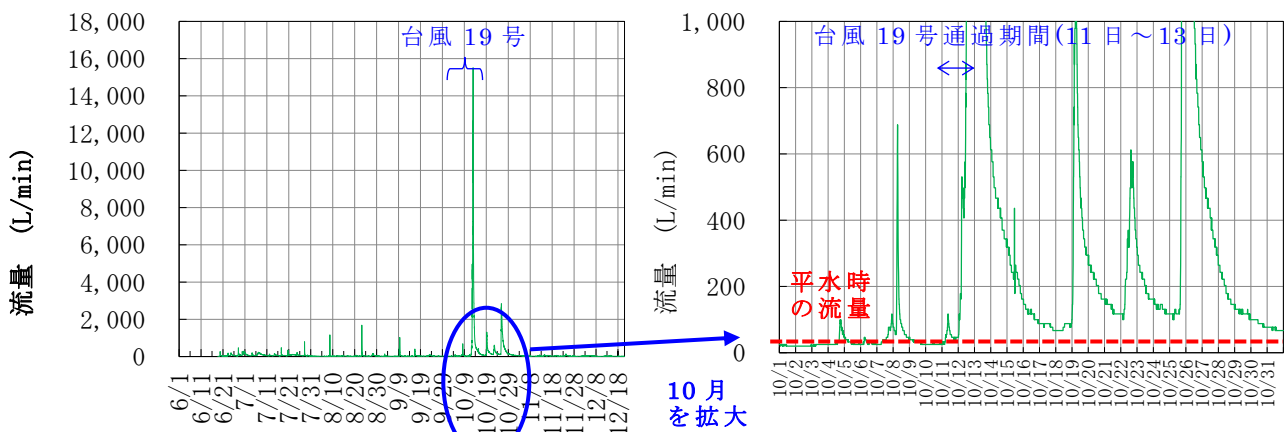


図 3-1 調査期間中の流量観測結果(図 2-5 より「スギ林間伐地(CP)」を抜粋)

図 3-1 より、台風 19 号が来襲した 10 月 11 日から平水時の流量に戻ったのは、おおよそ 10 月末であることが見て取れる。10 月末までに降雨が 3 回あったものの、平水時の流量に戻る 10 月末までの期間は、台風 19 号に影響されていたと考えられる。

台風 19 号に影響されていた期間のデータを除外すれば、大雨を除いた状態の負荷量を求めることができる。表 3-1 に、10 月 11 日から 10 月 31 日までのデータを除外した単位負荷量を示す。

表 3-1 各集水域の単位負荷量

(表 2-8 に、平成 31 年度台風 19 号の影響期間である 10 月 11 日～31 日を除外した結果を追加)

項目	面積	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	
単位	ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	
H24	スギ林間伐地(CP)	3.60	46	29.5	19.3	0.93	0.148
	広葉樹林(前川)	5.87	228	84.5	48.0	5.93	0.318
	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
	広葉樹林(前川)	7.49	334	79.5	29.9	3.50	0.106
	スギ林未間伐地(太郎)	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
	広葉樹林(北川)	8.63	48	21.6	10.7	0.99	0.063
	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
	広葉樹林(前川)	7.67	1,183	133.5	5.10	3.83	0.312
	2730 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
	広葉樹林(太郎川)	5.87	1,181	152.0	18.9	2.83	0.154
	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
	広葉樹林(釜房湖北)	7.57	401	214.4	113.2	12.24	0.275
	29 広葉樹林(前川)	3.44	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
	スギ林間伐地(前川)	8.35	204	49.6	5.4	2.40	0.157
	2730 広葉樹林(前川)	3.07	207	81.2	15.2	2.56	0.148
H31	スギ林間伐地(CP)	3.60	739	118.4	48.1	3.44	0.317
	2730 広葉樹林(前川)	3.07	248	38.1	16.8	3.28	0.083
	29 広葉樹林(前川)	3.44	3	9.4	8.6	0.90	0.008
H31 (台風 19 号除)	スギ林間伐地(CP)	3.60	11	10.3	7.7	0.31	0.028
	2730 広葉樹林(前川)	3.07	14	13.9	9.1	0.85	0.021
	29 広葉樹林(前川)	3.44	3	9.4	8.6	0.90	0.008

表 3-1 より、大雨であった台風 19 号の影響期間を取り除くと、平成 31 年度の単位負荷量は、過年度のいずれの調査年度及び調査地点よりも小さくなった。また、各調査地点の間で単位負荷量に大きな差は見られなかった。このことから、平成 31 年度の台風 19 号は、負荷量に大きな影響を与えていたことが確認された。

表 3-1 では平成 31 年度の台風 19 号の影響期間を除外した結果だけ追加したが、平成 27 年度は「関東・東北豪雨」、平成 28 年度は「台風 7 号」、平成 29 年度は「台風 21 号」等、過年度の負荷量も大雨の影響を受けていたと考えられる。次節 3.2 では、「スギ林間伐地(CP)」、「2730 広葉樹林(前川)」、「29 広葉樹林(前川)」の負荷量と降雨条件について比較する。

3.2. 降雨条件と負荷量

本節では、負荷量と比較する降雨として、過年度は平成 26 年度から平成 30 年度までの最大降雨時濃度であった降雨、平成 31 年度は台風 19 号を含めた 3 降雨を選定した。表 3-2 に、各降雨における雨量と負荷量を示す。

表 3-2 各降雨における雨量と負荷量

降雨 ID	項目	下原観測所			① スギ林間伐地 (CP) 3.60 ha					単位負荷量				
		累加 雨量 A	降雨 時間 B	降雨 強度 A/B	累加 雨量 A	降雨 時間 B	降雨 強度 A/B	単位 積算 流量	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	
		mm	hour	mm/hour	mm	hour	mm/hour	m ³ /ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	
1	H26 台風18号	116	23	5.0	-	-	-	479	39	11.5	7.7	0.33	0.025	
2	H27 関東・東北豪雨	323	113	2.9	-	-	-	3,821	61	54.7	19.9	0.72	0.007	
3	H28 台風7号	136	16	8.5	-	-	-	308	18	7.6	1.0	0.06	0.003	
4	H29 台風18号	143	25	5.7	-	-	-	971	51	32.4	10.4	0.54	0.021	
5	H29 台風21号	274	84	3.3	-	-	-	2,418	164	96.6	29.1	1.56	0.059	
6	H28 8月5日大雨等	220	99	2.2	-	-	-	998	53	23.5	4.5	0.45	0.030	
7	(台風5号の接近)	28	2	14.0	23	9.7	2.4	9	0	0.1	0.1	0.00	0.000	
8	H31 台風19号	271	32	8.5	368	34.3	10.7	2,725	662	86.4	29.6	2.49	0.230	
9	10/18~10/19	51	28	1.8	59	23.5	2.5	322	7	3.1	1.7	0.09	0.009	

降雨 ID	項目	下原観測所			② 2730広葉樹林(前川) 3.07 ha					単位負荷量				
		累加 雨量 A	降雨 時間 B	降雨 強度 A/B	累加 雨量 A	降雨 時間 B	降雨 強度 A/B	単位 積算 流量	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	
		mm	hour	mm/hour	mm	hour	mm/hour	m ³ /ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	
10	H27 関東・東北豪雨	323	113	2.9	-	-	-	2,854	731	150.2	7.2	3.94	0.007	
11	H30 8月5日大雨等	220	99	2.2	-	-	-	821	103	27.9	2.5	0.77	0.056	
12	(台風5号の接近)	28	2	14.0	23	0.5	46.0	8	0	0.1	0.1	0.01	0.000	
13	H31 台風19号	271	32	8.5	300	29.8	10.1	1,400	211	15.6	3.9	1.75	0.046	
14	10/18~10/19	51	28	1.8	47	22.5	2.1	167	2	1.1	0.6	0.08	0.002	

降雨 ID	項目	下原観測所			③ 29広葉樹林(前川) 3.44 ha					単位負荷量				
		累加 雨量 A	降雨 時間 B	降雨 強度 A/B	累加 雨量 A	降雨 時間 B	降雨 強度 A/B	単位 積算 流量	SS	COD	D-COD	T-N	T-P	
		mm	hour	mm/hour	mm	hour	mm/hour	m ³ /ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	
15	H29 台風18号	143	25	5.7	-	-	-	748	12	10.5	3.4	0.45	0.009	
16	H29 台風21号	274	84	3.3	-	-	-	2,356	44	35.8	10.9	1.49	0.031	
17	(台風5号の接近)	28	2	14.0	23	0.2	115.0	6	0	0.0	0.0	0.01	0.000	
18	H31 台風19号	271	32	8.5	404	30.5	13.2	-	-	-	-	-	-	
19	10/18~10/19	51	28	1.8	66	30.0	2.2	-	-	-	-	-	-	

表 3-2 より、

- ・「スギ林間伐地(CP)」における平成 31 年度の台風 19 号(降雨 ID8)

- ・「2730 広葉樹林(前川)」における平成 27 年度の関東・東北豪雨(降雨 ID10)

が突出して大きな負荷量を示し、平成 27 年度の関東・東北豪雨や平成 31 年度の台風 19 号が負荷量に大きな影響を与えていたことが改めて確認された。

一方で、同時期の降雨であっても、

- ・「スギ林間伐地(CP)」における平成 27 年度の関東・東北豪雨(降雨 ID2)

- ・「2730 広葉樹林(前川)」における平成 31 年度の台風 19 号(降雨 ID13)

は、降雨 ID8 や降雨 ID10 に比べて小さな負荷量を示した。

降雨 ID8 が大きな負荷量を示したのは、調査地点の累加雨量が降雨 ID1~19 の中で「29 広葉樹林(前川)」における平成 31 年度の台風 19 号に次いで雨量の多かったことが要因の一つである可能性がある。これに対し、降雨 ID10 の負荷量が大きかった要因を表 3-2 の情報から特定するのは難しく、平成 31 年度より開始した調査地点の雨量調査が重要であることが示唆された。

表 3-2 のうち、調査地点の雨量調査を行った平成 31 年度の結果を表 3-3 に抜粋する。

表 3-3 各降雨における雨量と負荷量(平成 31 年度の結果抜粋)

項目	下原観測所			調査地									
	累加雨量 A	降雨時間 B	降雨強度 A/B	累加雨量 A	降雨時間 B	降雨強度 A/B	単位積算流量 m ³ /ha	単位負荷量					
								SS	COD	D-COD	T-N	T-P	
単位	mm	hour	mm/hour	mm	hour	mm/hour	m ³ /ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	kg/ha	
① H31	(台風5号の接近)	28	2	14.0	23	9.7	2.4	9	0	0.1	0.1	0.00	0.000
	台風19号	271	32	8.5	368	34.3	10.7	2,725	662	86.4	29.6	2.49	0.230
	10/18~10/19	51	28	1.8	59	23.5	2.5	322	7	3.1	1.7	0.09	0.009
② H31	(台風5号の接近)	28	2	14.0	23	0.5	46	8	0	0.1	0.1	0.01	0.000
	台風19号	271	32	8.5	300	29.8	10.1	1,400	211	15.6	3.9	1.75	0.046
	10/18~10/19	51	28	1.8	47	22.5	2.1	167	2	1.1	0.6	0.08	0.002
③ H31	(台風5号の接近)	28	2	14.0	23	0.2	115	6	0	0.0	0.0	0.01	0.000
	台風19号	271	32	8.5	404	30.5	13.2	-	-	-	-	-	-
	10/18~10/19	51	28	1.8	66	30	2.2	-	-	-	-	-	-

※①「スギ林間伐地(CP)」:、②:「2730 広葉樹林(前川)」、③:「29 広葉樹林(前川)」

表 3-3 をもとに、調査地点の累加雨量と単位積算流量・単位負荷量の相関を求めたところ、図 3-2 のとおりであった。

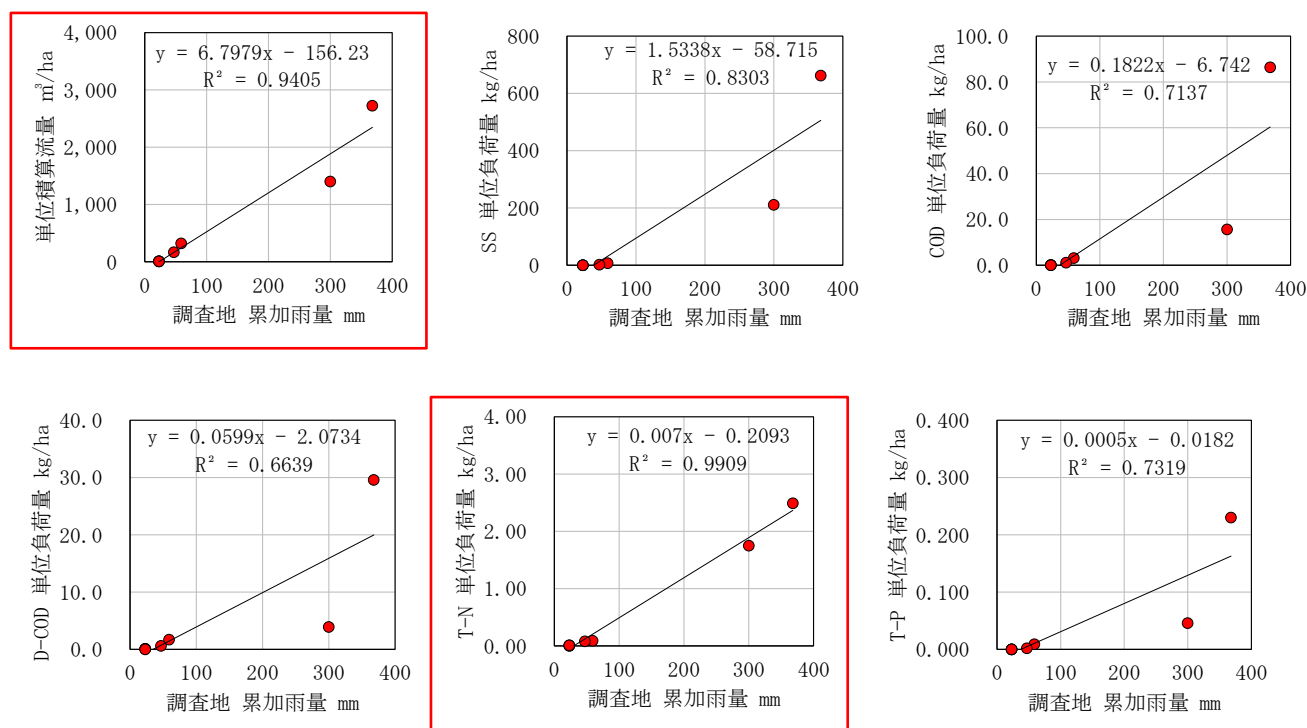


図 3-2 平成 31 年度における累加雨量と単位積算流量・単位負荷量の関係

図 3-2 より、流量と T-N において決定係数 R² が 0.9 以上となり、雨量との間に相関が見られる可能性が示唆された。一方で、その他の汚濁物質については、台風 19 号の結果が調査地点毎に大きく異なっており、平成 31 年度のデータだけでは検証に不十分と思われる。表 3-2、表 3-3、図 3-2 より、平成 31 年度だけでなく、今後も雨量調査を継続することが、負荷量と雨量の関係を求めるための情報の増加につながり、汚濁負荷の定量的な把握につながるものと考えられる。

4. 中間報告のまとめ

令和元年 12 月 20 日までの調査結果をまとめると、次のとおりであった。

- ① 負荷量は大雨時に突出して多いことから、大雨による影響の大きいことが確認された。
大雨の中でも、平成 27 年度の関東・東北豪雨と平成 31 年度の台風 19 号は特に影響の大きいことが示唆された。
- ② 調査地点の累加雨量と積算流量、及び調査地点の累加雨量と T-N 単位負荷量の間、相関が見られる可能性が示唆された。
- ③ 平成 31 年度だけでなく、今後も雨量調査を継続することが、負荷量と雨量の関係を求めるための情報の増加につながり、汚濁負荷の定量的な把握につながるものと考えられる。

平成 30 年度養魚場調査結果及び 令和元年度養魚場調査内容

1 過年度調査結果の考察

(H28)

生簀内の餌の食べ残し、糞等が堆積し、それらが徐々に溶出し、窒素、磷の定常的な負荷源となっていることが推測されたことから、堆積物の除去頻度をあげることが負荷削減に効果的と考えられた。

(H29)

養魚場の稼働が少ない時期は下流への負荷の寄与は減少すると考えられた。
北川全体の負荷量の考察には農業用水の取水及び導水状況も詳細に把握する必要がある。

2 平成 30 年度調査の目的

生簀堆積物除去直前、直後、除去後数日間の放流水の水質を調査し、清掃の効果を検証し、モデルケースを構築する。

3 調査内容

(1) 調査地点

養魚場 B

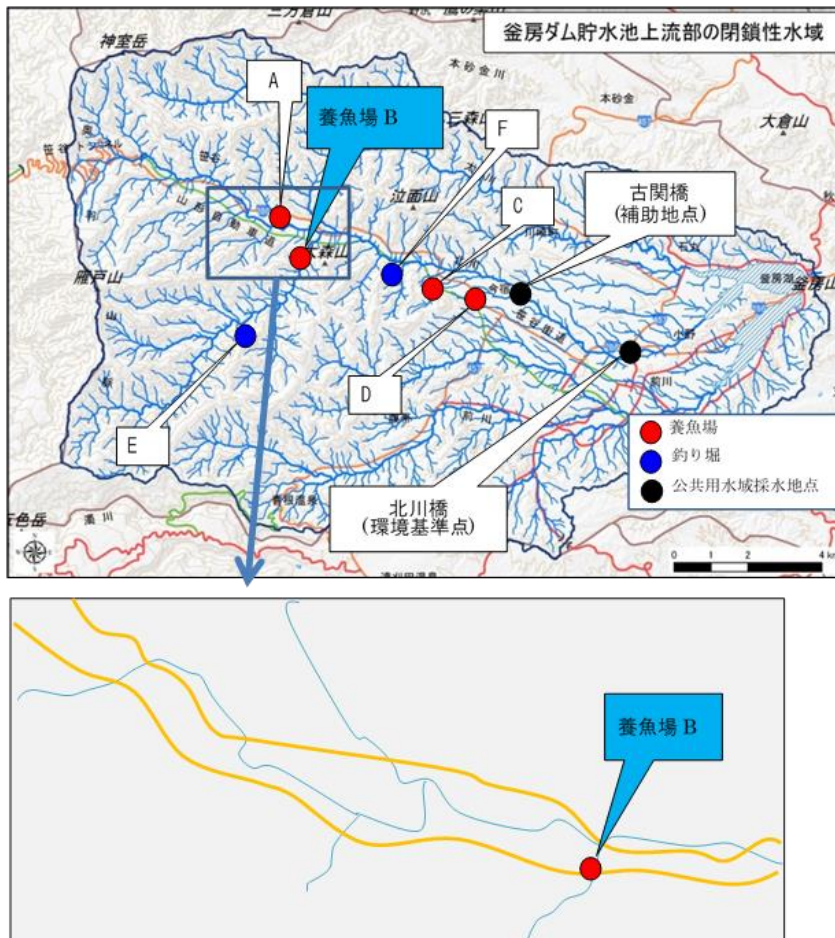


図 1 養魚場地点図

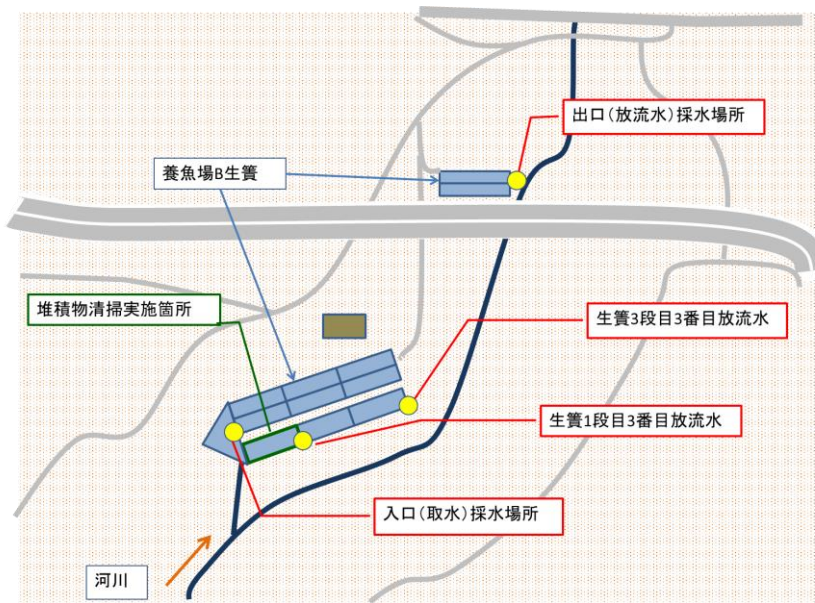


図2 試料採取地点図

(2) 調査方法

生簀の清掃実施前に流量測定及び各地点における採水を実施し、清掃直後（1時間後）、3日後、5日後の採水を実施し、測定結果を比較する。

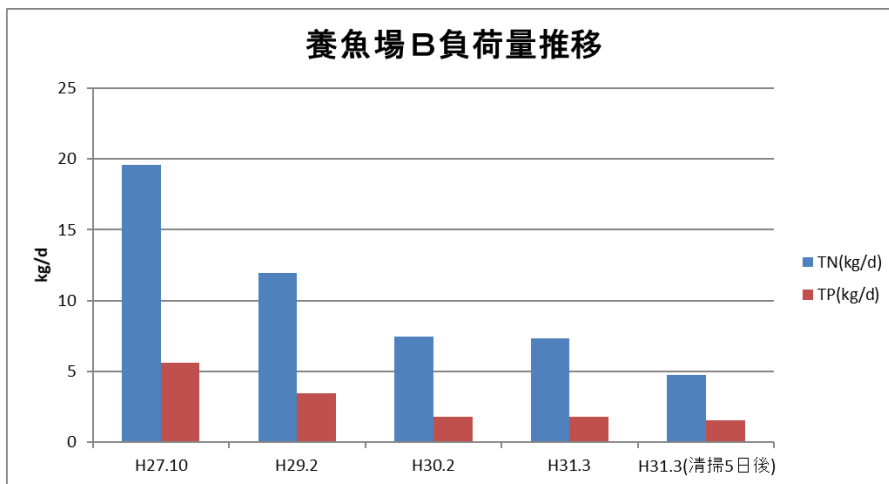
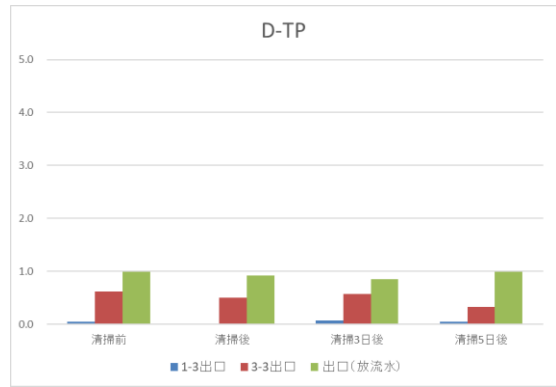
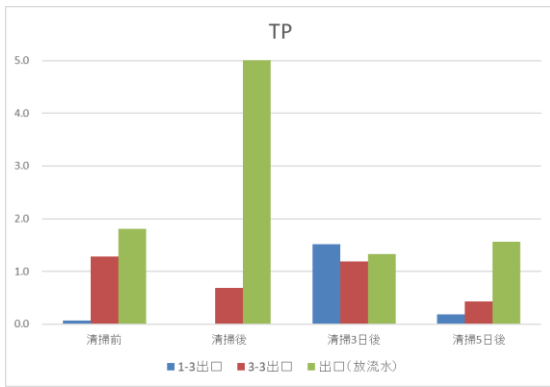
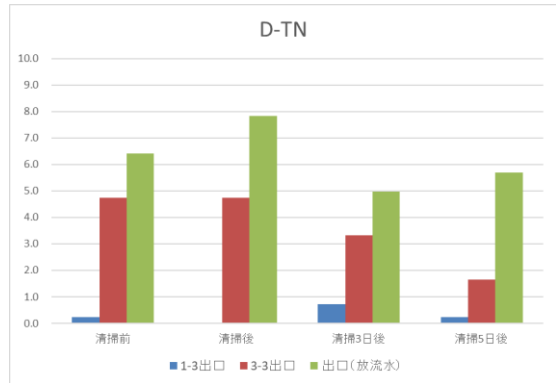
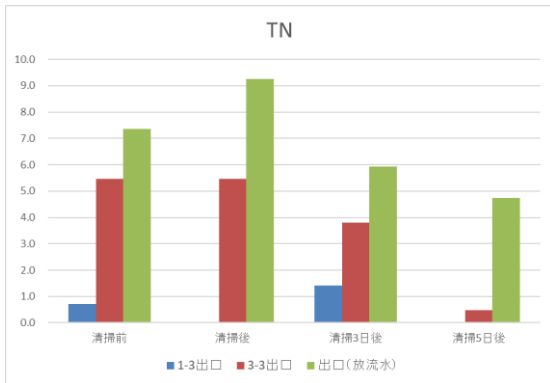
実施日	流量	採水			
		入口	生簀13 放流水	生簀33 放流水	出口
平成31年3月6日 生簀清掃前	○	○	○	○	○
平成31年3月6日 生簀清掃後			○	○	○
平成31年3月9日 (清掃日から3日後)		○	○	○	○
平成31年3月11日 (清掃日から5日後)		○	○	○	○

(3) 調査項目

TOC、pH、SS、T-N、T-P

4 調査結果

- ・ 清掃した生簀 1-3 では T-N、T-P とともに清掃直後に減少し、清掃日から3日後に上昇した。
- ・ 生簀 3-3 では、T-N は清掃直後変化がなく清掃日から3日後に減少し、T-P は清掃直後減少し清掃日から3日後に上昇した。
- ・ 最終放流口では T-N、T-P とともに清掃直後に上昇し、清掃日から3日後に減少した。
- ・ 養魚場 B では汚濁負荷量が減少傾向にある。



5 考察

- ・ T-N、T-P ともに清掃直後に清掃した生簀 1-3 において減少し最終放流口で上昇が見られたのは、1-3 は汚濁物質が除去され、最終放流口にて除去された汚濁物質が流出していたと考えられた。最終放流口では清掃日から 3 日後に減少が見られたことから、生簀の清掃により汚濁負荷が減少したことが示された。
- ・ T-N、T-P ともに生簀 1-3 において清掃日から 3 日後に上昇が見られたことから、清掃の頻度をあげることが汚濁負荷削減に効果があることが示された。
- ・ T-N と DT-N の比較により T-N の 9 割は溶解性のものであったが、T-P と DT-P の比較から溶解性のもものは 5~6 割程度であり、特に清掃直後の最終放流口において粒子性 P の割合が大きいことから、生簀内の堆積物の除去は T-P 分の負荷削減に大きく寄与していると考えられた。

6 令和元年度調査について

(1) 方法

同養魚場における同時期（冬季）のデータを取り、経年変化をみる。

(2) 時期

2 月