

令和6年度
釜房ダム貯水池における気候変動の
適応推進事業業務

報告書

令和7年3月

宮城県環境対策課

～ 目 次 ～

1. 業務概要	1
1.1 業務の目的.....	1
1.2 業務の履行期間.....	1
1.3 業務実施方針.....	1
1.4 業務内容.....	2
2. 既存データの整理・解析	4
2.1 水理データの整理.....	6
2.2 水質データの整理.....	9
2.3 気象データの整理.....	45
3. 増水時における河川からの負荷量把握のための調査	61
3.1 調査の目的.....	61
3.2 調査概要.....	61
3.3 調査の実施状況.....	69
3.4 調査結果.....	70
3.5 調査データの分析.....	90
4. 気候予測シナリオの検討	98
4.1 新旧 d4PDF の比較.....	98
4.2 将来シナリオの設定.....	100
5. 予測に必要な条件の設定と現況再現計算	105
5.1 流出解析モデルの構築.....	105
5.2 水質シミュレーションモデルの構築.....	117
5.3 将来予測計算の設定.....	135
6. 水質の予測計算	165
6.1 釜房ダム及び流域における将来予測.....	165
6.2 人為起源の負荷を0とした場合の水質予測.....	184
7. 計画水質目標値及び環境基準を達成するための条件	187
8. 適応策の検討	188
8.1 気候変動影響に対する適応策の考え方.....	188
8.2 情報・データ等の収集.....	189
8.3 気候変動影響の整理.....	201
8.4 影響評価の実施, 適応策の検討.....	209
8.5 気候変動による影響を踏まえたモニタリング計画の検討.....	240

1. 業務概要

1.1 業務の目的

釜房ダム貯水池（以下「釜房ダム」という。）は、利水上の重要性等から、昭和 62 年に湖沼水質保全特別措置法（昭和 59 年法律第 61 号。以下「湖沼法」という。）の指定を受け、県が湖沼法第 4 条に基づく釜房ダム貯水池湖沼水質保全計画（以下「計画」という。）を策定し、関係機関により総合的かつ計画的な水質保全対策を講じられている。

しかし、今後は、気候変動の影響による気象や水温などの変化が大きくなることが予測される。

そこで、気候変動による釜房ダムの水質への影響について、水質予測モデルを用いたシミュレーションにより予測し、関係機関が実施する、釜房ダム流域の施策、貯水池内の管理及び水道用水の浄水処理等を含めた広い視点での適応策につなげていくことを目的とする。

1.2 業務の履行期間

本業務の履行期間は次のとおりである。

自：令和 6 年 4 月 11 日

至：令和 7 年 3 月 21 日

1.3 業務実施方針

当該事業は令和 5 年度から令和 6 年度までの 2 か年で完了するものであり、今年度（令和 6 年度）は 1 年目（令和 5 年度）の結果を用いて業務を実施する。水質予測シミュレーション等の実施にあたっては、適応策の検討の基礎資料につなげられるよう、十分な配慮のもと実施する。

1.4 業務内容

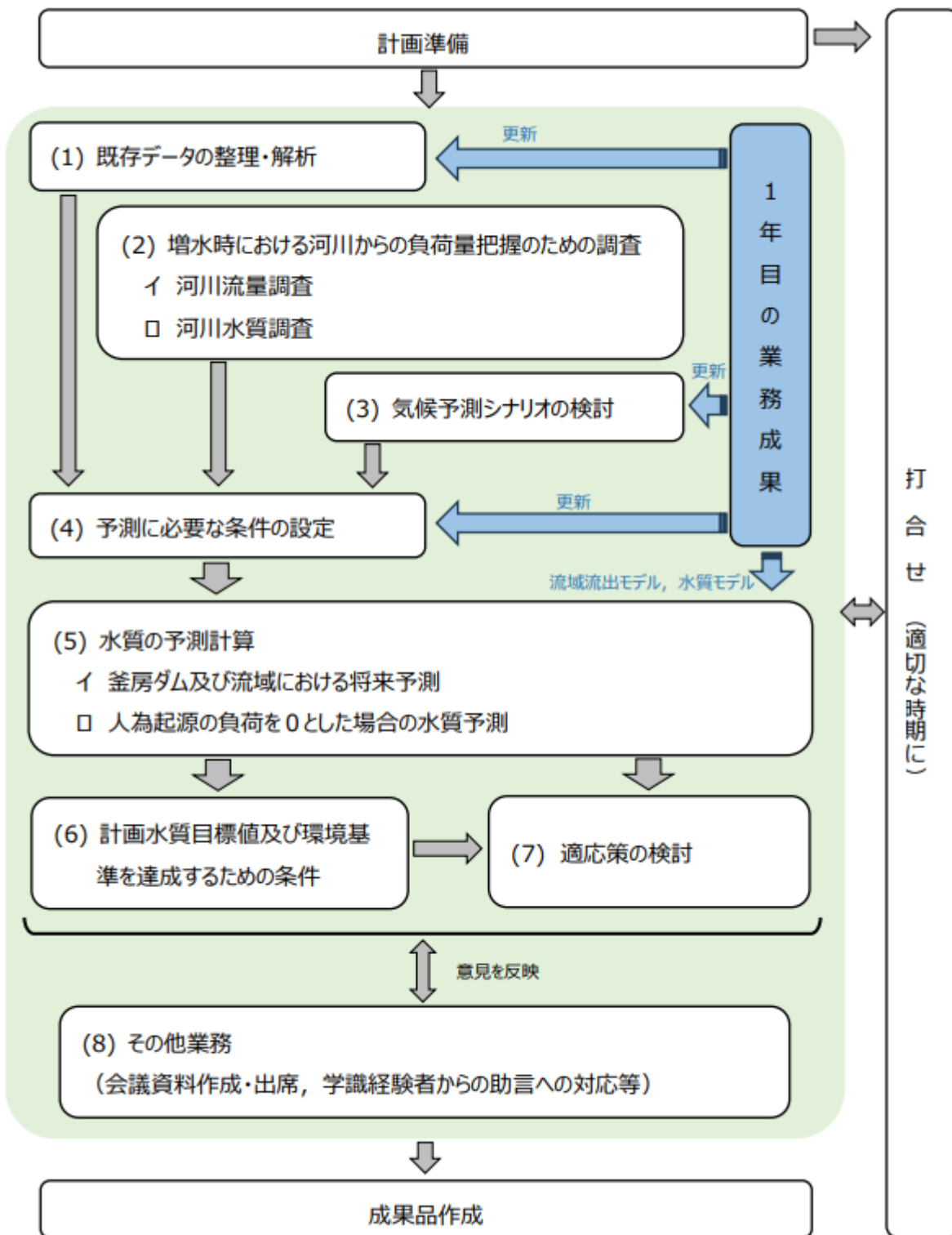
本業務の流れは図 1-1 の通りである。

なお、本業務の履行にあたっては、「気候変動による湖沼の水環境への影響評価・適応策検討に係る手引き」（令和 3 年 3 月，環境省水・大気環境局水環境課，以下「環境省手引き」という。）に準じて行う。

また，下記資料の内容を漏れなく把握し，適宜参考とする。

- ・ 「気候変動によるダム貯水池の水質への影響に関する研究」（国土技術政策総合研究所資料第 856 号，2015 年 8 月，以下「国総研資料 No.856」という。）
- ・ 「令和 2 年度公共用水域における水質の気候変動影響調査」（宮城県）
- ・ 「第 7 期釜房ダム貯水池湖沼水質保全計画策定業務」成果品
- ・ 「令和 5 年度釜房ダム貯水池における気候変動の適応推進事業業務」成果品

また，環境省・農林水産省・国土交通省連携事業「地域適応コンソーシアム事業」の関連調査を適宜参考とする。



注) 項目番号(1)~(8)は、仕様書「3 委託業務の内容」の見出し番号に倣っている。

図 1-1 業務全体の流れ

2. 既存データの整理・解析

1年目の、釜房ダム及びその流域の特徴等、水理・水質・気象データの整理・解析を行った結果について、最新のデータにより更新した。

釜房ダム貯水池内及び流入河川の水質常時監視地点を図 2-1 に示す。主要流入河川である太郎川、北川、前川とそれらの河口部（貯砂ダムサイト）に観測点が設けられている。これより下流側の貯水池内には 3 つの観測地点があり、環境基準点は貯水池の末端地点（ダムサイト）となっている。

また、仙台市水道局の水質調査地点は図 2-2 に、国土交通省東北地方整備局の自動監視装置による連続観測地点は図 2-3 に示すとおりである。

主な整理・解析対象項目を表 2-1 に示す。平成 24 年度から令和 4 年度までのデータ収集は基本的に完了しているため、今年度は令和 5 年度のデータを中心に収集・整理した。

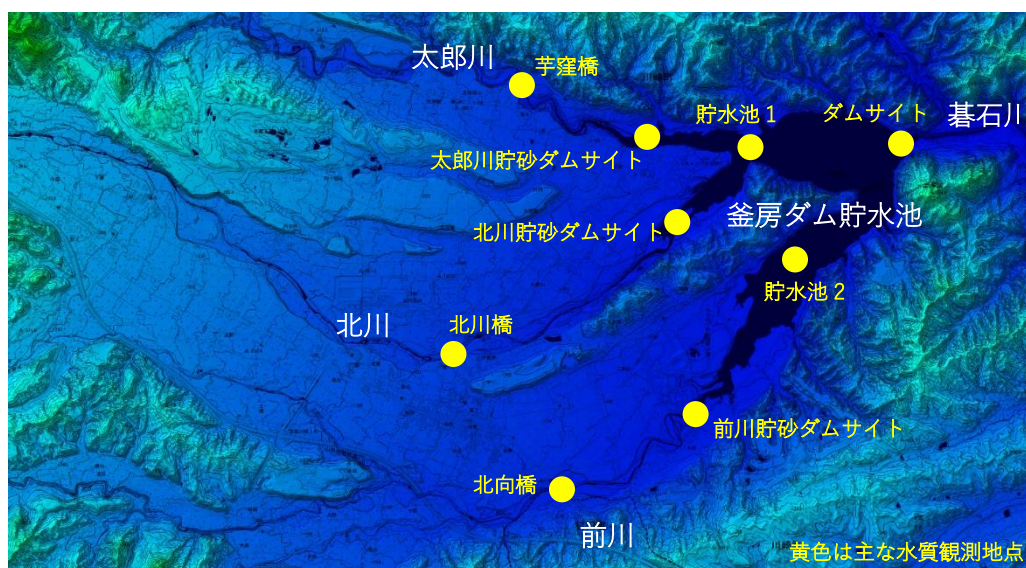


図 2-1 釜房ダム及びその流域(国土地理院標高地形図を加工して作成)



出典：仙台市水道局「水質年報（令和 3 年度）」

図 2-2 仙台市水道局による釜房ダム水源水質調査の調査地点



出典：国土交通省東北地方整備局 釜房ダム管理所 Web サイト

図 2-3 自動監視装置による連続観測地点

表 2-1 主な整理・解析対象項目(対象期間は主に令和 5 年度)

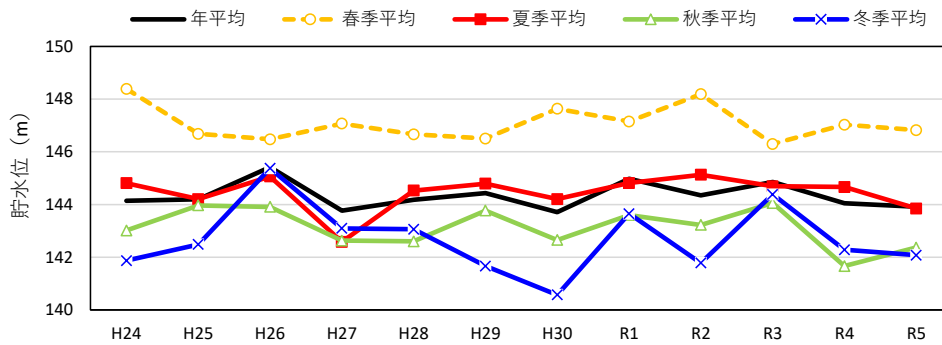
種類	項目	地点	データの出典
(1) 水理 データ	貯水位, 流入量, 放流量	釜房ダム	釜房ダム管理日報
	流入河川の流量 ※測定は 1 時間毎	馬引 (太郎川) 下原 (北川) 前川 (前川)	国土交通省 「水文水質データベース」 (データが更新された場合)
(2) 水質 データ	COD, 全窒素 (T-N), 全りん (T-P), 水温, DO, BOD 等	図 2-1 の各地点	国土交通省 「水文水質データベース」
	2-メチルイソボルネオール (2-MIB), クロロフィル a, COD, TOC, 植物プランクトン 等	図 2-2 の各地点	仙台市水道局「水質年報」
	水温, 濁度, EC ※測定は 10 分毎, 2 時間毎等	図 2-3 の各地点	国土交通省東北地方整備局 の自動監視データ
	調査流域の溪流・沢等の末端における COD, D-COD, T-N, T-P, 流量 等	スギ林間伐地等 (森林整備状況等の異なる 3 地点)	釜房ダム貯水池流域における自然汚濁負荷調査業務報告書
(3) 気象 データ	気温, 降水量, 風速, 日射量	釜房ダム管理所	釜房ダム気象日報
	気温, 降水量, 降雪量・積雪深 (新川のみ), 日射量 (仙台のみ)	蔵王, 新川, 仙台, 白石	気象庁 HP

2.1 水理データの整理

釜房ダム管理月報（平成 24 年度～令和 3 年度）及び管理日報（令和 4 年度～令和 5 年度）を用いて、貯水位、流入量、放流量の最新データを収集・整理した。また、年平均値及び季節毎の平均値を算出し、過去の状況と比較した。

2.1.1 貯水位

貯水位の年平均値及び季節平均値の推移を図 2-4 に示す。

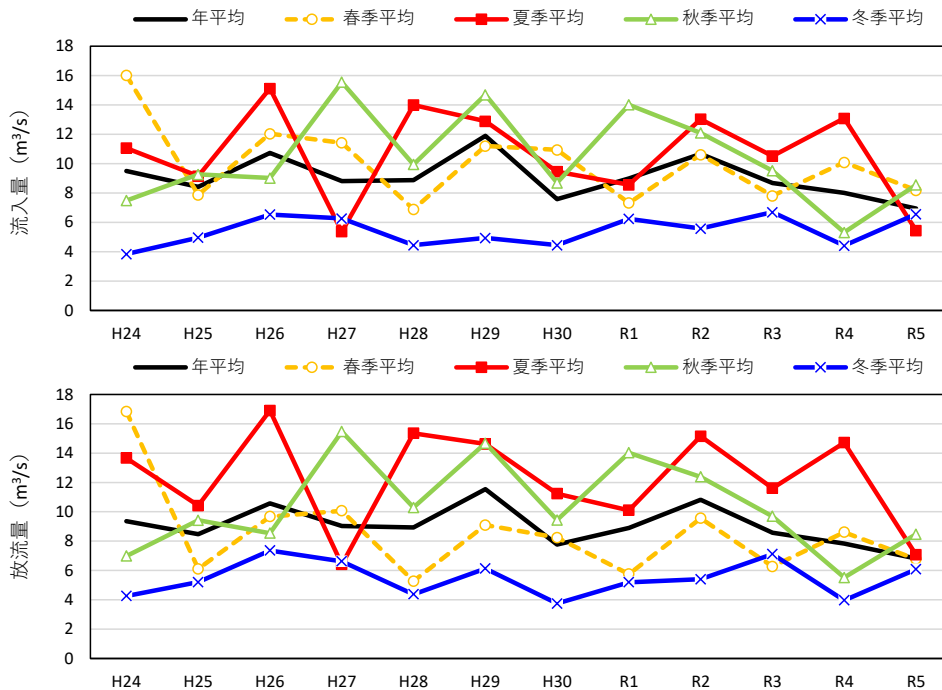


※春季：3～5月，夏季：6～8月，秋季：9～11月，冬季：12～2月

図 2-4 釜房ダムにおける貯水位の推移(平成 24 年度～令和 5 年度)

2.1.2 流入量・放流量

流入量・放流量の年平均値及び季節平均値の推移を図 2-5 に示す。

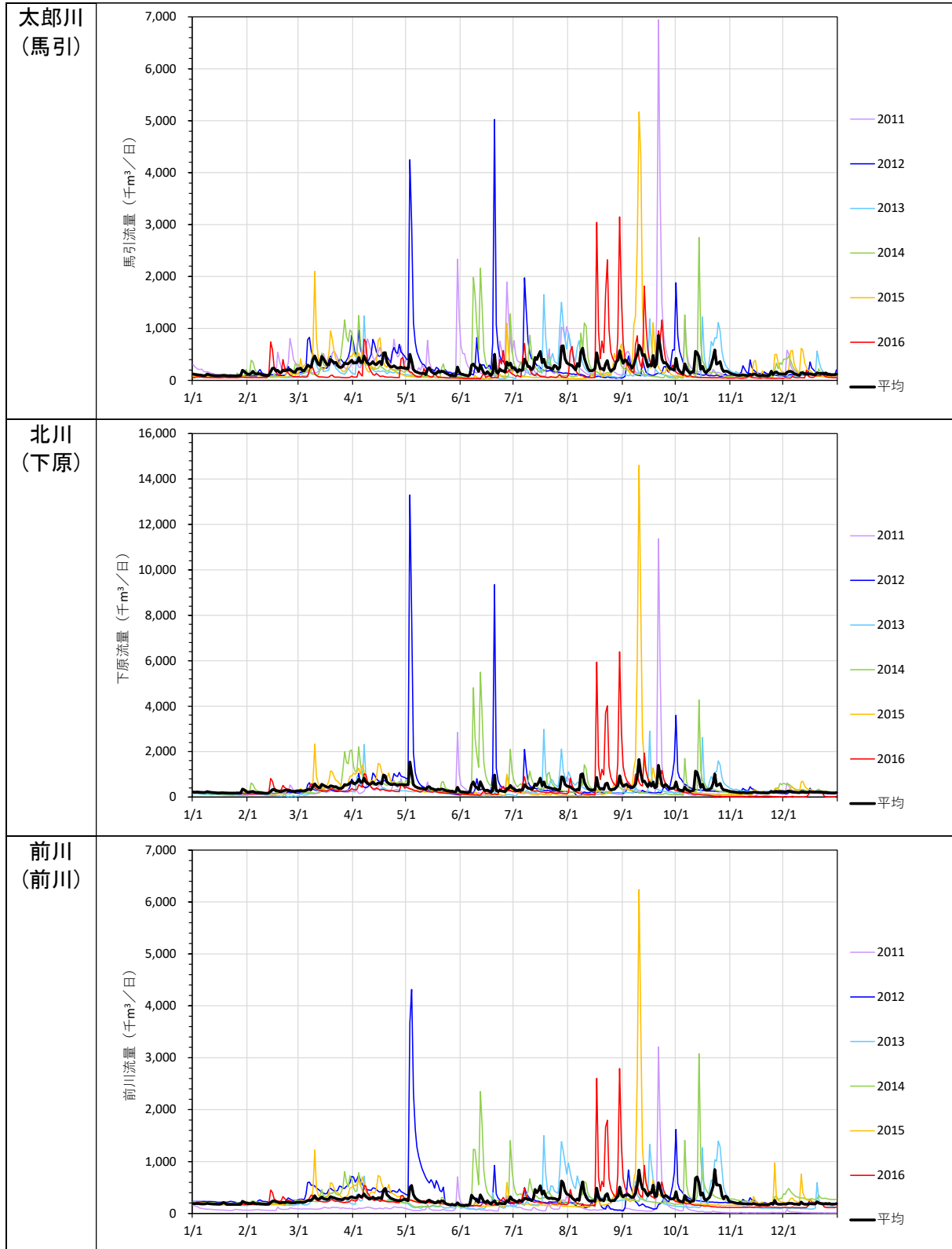


※春季：3～5月，夏季：6～8月，秋季：9～11月，冬季：12～2月

図 2-5 釜房ダムにおける流入量・放流量の推移(平成 24 年度～令和 5 年度)

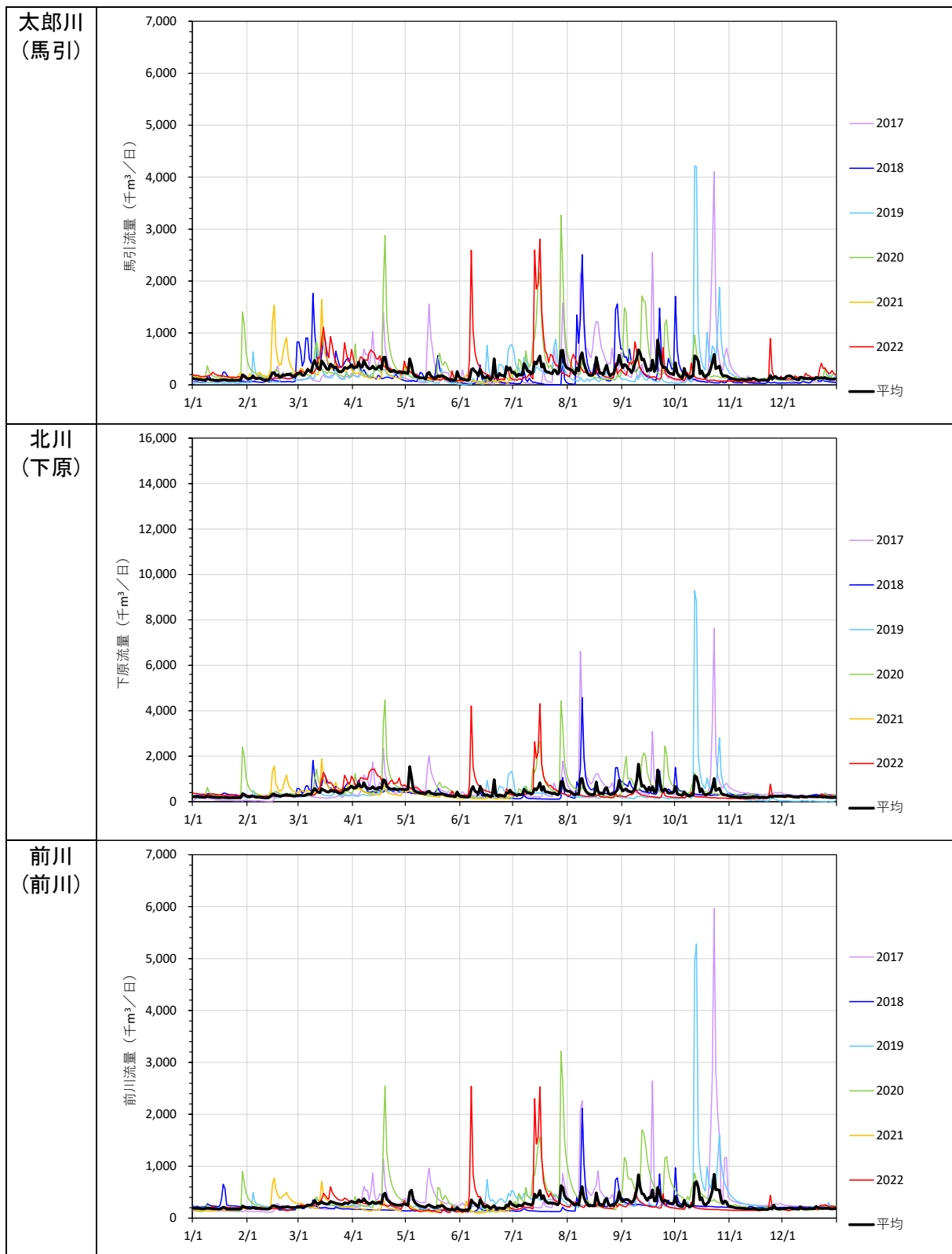
2.1.3 流入河川流量

国土交通省水文水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>) より、流入河川別の毎時流量を収集・整理した。流入河川（太郎川，北川，前川）における毎時流量の推移を図 2-6 に示す。なお，令和 5（2023）年 1 月以降の流量データは非公開であった（2024/11/18 時点）。



※平均は平成 23（2011）年～令和 4（2022）年の平均値。

図 2-6(1) 釜房ダム流入河川の流量の推移(平成 23(2011)年～平成 28(2016)年)



※平均は平成 23 (2011) 年～令和 4 (2022) 年の平均値。

※令和 3 (2021) 年 7 月～12 月は欠測。

図 2-6(2) 釜房ダム流入河川の流量の推移(平成 29(2017)年～令和 4(2022)年)

2.2 水質データの整理

2.2.1 令和6年度河川水質調査結果の整理

(1) 概要

- 目的：①河川から供給されるクロロフィル a の把握
②河川水質の溶存態・懸濁態濃度の把握
- 時期：令和6（2024）年5月，8月，11月
- 地点：【流入河川】太郎川（いもくぼ橋），北川（古関橋，北川橋），前川（北向橋）
【流出河川】碓石川（川向橋）

なお，8月・11月調査時は古関橋が工事中で橋上から採水できなかったため，昨年5月調査時と同様に，古関橋の下流地点（公共用水域水質調査地点）で採水を実施した（図2-7の★地点）。この際，水深があり調査が危険であったため，流量観測（流速及び水深の測定）は実施していない。

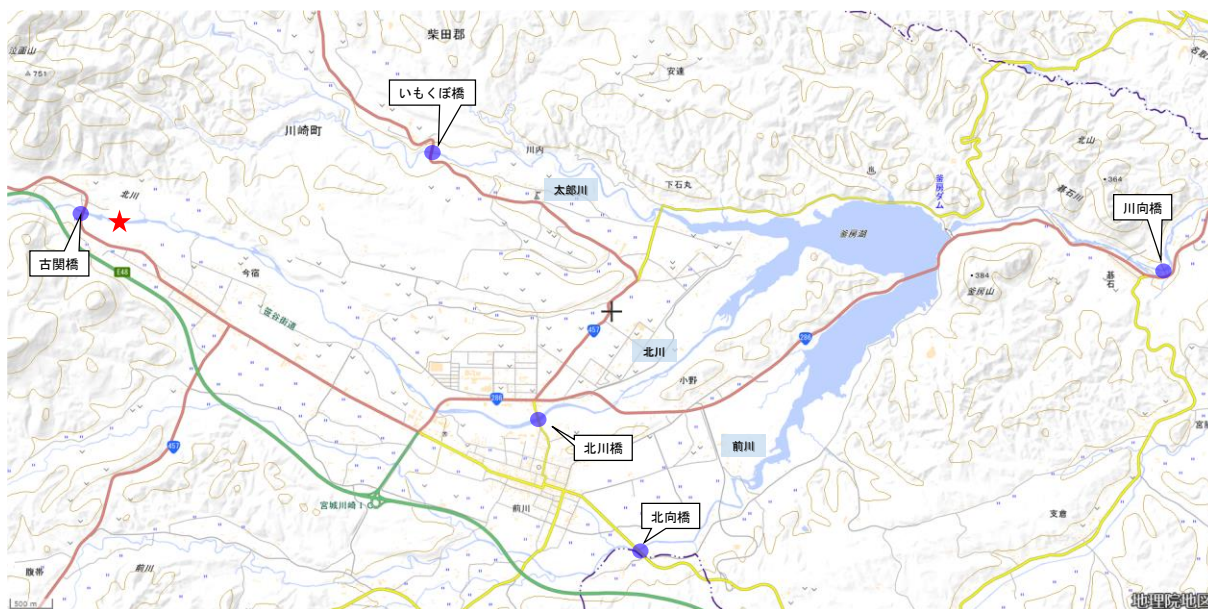


図 2-7 流入河川水質調査地点

(2) 調査結果(令和6年度)

令和6(2024)年5月, 8月, 11月の河川水質調査結果を表2-2~表2-4に示す。

表2-2 流入河川水質調査結果(令和6年5月)

		1	2	3	4	5	
採水場所		いもくぼ橋	古関橋	北川橋	北向橋	川向橋	
採水年月日		令和6年5月8日	令和6年5月8日	令和6年5月8日	令和6年5月8日	令和6年5月8日	
採水時間		13:45	14:40	11:50	11:15	10:15	
現場調査結果	降雨状況	×○×	×○×	×○×	×○×	×○×	
	気温 (°C)	16.3	12.8	17.8	18.8	19.9	
	水温 (°C)	15.7	11.2	14.9	14.8	16.5	
	色相	無色	無色	無色	無色	無色	
	臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	
	濁り	なし	なし	なし	なし	なし	
	透視度	50<	50<	50<	50<	50<	報告
水質分析結果	pH	7.0	6.9	7.0	7.7	7.4	下限値
	BOD (mg/L)	0.6	<0.5	<0.5	<0.5	0.8	<0.5
	COD (mg/L)	1.7	1.4	1.5	1.7	2.6	<0.5
	COD (溶解性) (mg/L)	1.6	1.0	1.3	1.3	2.2	<0.5
	TOC (mg/L)	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	DOC (mg/L)	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	SS (mg/L)	<1	<1	<1	1	2	<1
	T-N (mg/L)	0.18	0.28	0.38	0.56	0.25	<0.05
	T-N (溶解性) (mg/L)	0.17	0.27	0.36	0.55	0.23	<0.05
	T-P (mg/L)	0.012	0.037	0.037	0.013	0.008	<0.003
	T-P (溶解性) (mg/L)	0.008	0.033	0.025	0.007	0.003	<0.003
	DO (mg/L)	9.8	10	9.8	10	9.9	<0.5
	クロロフィルa (μg/L)	<0.5	<0.5	0.5	0.6	2.4	<0.5
流量 (m3/S)	0.428	1.643	1.438	1.346	1.014		

注：降雨状況「×○×」は、気象庁観測所「蔵王」で調査前々日と当日に降雨がなく、調査前日に降雨があったことを意味する。

(参考) 流入河川水質調査結果(5月) ※報告下限値を下回った値についても詳細な値を記載したもの

		1	2	3	4	5	
採水場所		いもくぼ橋	古関橋	北川橋	北向橋	川向橋	
採水年月日		令和6年5月8日	令和6年5月8日	令和6年5月8日	令和6年5月8日	令和6年5月8日	
採水時間		13:45	14:40	11:50	11:15	10:15	
現場調査結果	降雨状況	×○×	×○×	×○×	×○×	×○×	
	気温 (°C)	16.3	12.8	17.8	18.8	19.9	
	水温 (°C)	15.7	11.2	14.9	14.8	16.5	
	色相	無色	無色	無色	無色	無色	
	臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	
	濁り	なし	なし	なし	なし	なし	
	透視度	50<	50<	50<	50<	50<	報告
水質分析結果	pH	7.00	6.85	6.98	7.74	7.42	下限値
	BOD (mg/L)	0.620	0.390	0.370	0.340	0.800	<0.5
	COD (mg/L)	1.728	1.408	1.568	1.748	2.600	<0.5
	COD (溶解性) (mg/L)	1.668	1.068	1.348	1.388	2.260	<0.5
	TOC (mg/L)	0.9390	0.7309	0.8554	1.03	1.44	<2
	DOC (mg/L)	0.8873	0.7196	0.7922	0.7470	1.24	<2
	SS (mg/L)	0.22	0.22	0.58	1.38	1.72	<1
	T-N (mg/L)	0.1880	0.2855	0.3841	0.5652	0.2522	<0.05
	T-N (溶解性) (mg/L)	0.1764	0.2775	0.3648	0.5505	0.2377	<0.05
	T-P (mg/L)	0.0129	0.0374	0.0370	0.0131	0.0083	<0.003
	T-P (溶解性) (mg/L)	0.0080	0.0338	0.0254	0.0077	0.0031	<0.003
	DO (mg/L)	9.890	10.536	9.880	10.179	9.960	<0.5
	クロロフィルa (μg/L)	0.4418	0.3206	0.5708	0.6517	2.4214	<0.5
流量 (m3/S)	0.428	1.643	1.438	1.346	1.014		

表 2-3 流入河川水質調査結果(令和6年8月)

		1	2	3	4	5	
採水場所		いもくぼ橋	古関橋 (下流地点)	北川橋	北向橋	川向橋	
採水年月日		令和6年8月21日	令和6年8月21日	令和6年8月21日	令和6年8月21日	令和6年8月21日	
採水時間		12:15	13:35	11:35	10:50	9:50	
現場調査結果	降雨状況	×××	×××	×××	×××	×××	
	気温 (°C)	26.6	26.4	27.0	29.8	26.6	
	水温 (°C)	23.9	20.5	22.5	22.7	27.3	
	色相	無色	無色	無色	無色	無色	
	臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	
	濁り	なし	なし	なし	なし	なし	
	透視度	50<	50<	50<	50<	50<	報告 下限値
水質分析結果	pH	7.5	7.4	7.6	7.7	7.7	
	BOD (mg/L)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	<0.5
	COD (mg/L)	3.0	2.1	2.1	2.3	3.3	<0.5
	COD (溶解性) (mg/L)	2.5	1.7	1.7	1.7	2.9	<0.5
	TOC (mg/L)	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	DOC (mg/L)	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	SS (mg/L)	<1	<1	<1	3	2	<1
	T-N (mg/L)	0.29	0.42	0.40	0.38	0.35	<0.05
	T-N (溶解性) (mg/L)	0.25	0.39	0.39	0.35	0.31	<0.05
	T-P (mg/L)	0.015	0.053	0.038	0.022	0.016	<0.003
	T-P (溶解性) (mg/L)	0.011	0.039	0.037	0.014	0.008	<0.003
	DO (mg/L)	8.7	8.9	8.9	9.1	8.3	<0.5
クロロフィルa (μg/L)	0.6	<0.5	<0.5	0.7	0.7	<0.5	
流量 (m ³ /S)	0.560	-	1.005	1.431	1.403		

注：降雨状況「×××」は、気象庁観測所「蔵王」で調査前々日、前日及び当日に降雨がなかったことを意味する。

(参考)流入河川水質調査結果(8月) ※報告下限値を下回った値についても詳細な値を記載したもの

		1	2	3	4	5	
採水場所		いもくぼ橋	古関橋 (下流地点)	北川橋	北向橋	川向橋	
採水年月日		令和6年8月21日	令和6年8月21日	令和6年8月21日	令和6年8月21日	令和6年8月21日	
採水時間		12:15	13:35	11:35	10:50	9:50	
現場調査結果	降雨状況	×××	×××	×××	×××	×××	
	気温 (°C)	26.6	26.4	27.0	29.8	26.6	
	水温 (°C)	23.9	20.5	22.5	22.7	27.3	
	色相	無色	無色	無色	無色	無色	
	臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	
	濁り	なし	なし	なし	なし	なし	
	透視度	50<	50<	50<	50<	50<	報告 下限値
水質分析結果	pH	7.50	7.40	7.66	7.79	7.76	
	BOD (mg/L)	0.420	0.480	0.340	0.300	0.520	<0.5
	COD (mg/L)	3.020	2.158	2.138	2.318	3.380	<0.5
	COD (溶解性) (mg/L)	2.559	1.717	1.797	1.717	2.939	<0.5
	TOC (mg/L)	1.70	1.21	1.07	1.35	1.96	<2
	DOC (mg/L)	1.63	0.9430	0.9332	0.9816	1.78	<2
	SS (mg/L)	0.96	0.94	0.76	3.30	2.10	<1
	T-N (mg/L)	0.2966	0.4241	0.4046	0.3860	0.3519	<0.05
	T-N (溶解性) (mg/L)	0.2594	0.3972	0.3939	0.3568	0.3155	<0.05
	T-P (mg/L)	0.0154	0.0534	0.0384	0.0226	0.0161	<0.003
	T-P (溶解性) (mg/L)	0.0118	0.0399	0.0379	0.0149	0.0080	<0.003
	DO (mg/L)	8.796	8.971	8.908	9.127	8.333	<0.5
クロロフィルa (μg/L)	0.6182	0.4302	0.4701	0.7075	0.7562	<0.5	
流量 (m ³ /S)	0.560	-	1.005	1.431	1.403		

表 2-4 流入河川水質調査結果(令和 6 年 11 月)

		1	2	3	4	5	
採水場所		いもくぼ橋	古関橋 (下流地点)	北川橋	北向橋	川向橋	
採水年月日		令和6年11月26日	令和6年11月26日	令和6年11月26日	令和6年11月26日	令和6年11月26日	
採水時間		12:15	13:00	11:24	10:40	9:45	
現場調査結果	降雨状況	×××	×××	×××	×××	×××	
	気温 (°C)	12.9	13.4	11.6	11.5	10.5	
	水温 (°C)	8.7	7.9	7.8	8.0	11.5	
	色相	無色	無色	無色	無色	淡黄色	
	臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	
	濁り	なし	なし	なし	なし	なし	
	透視度	50<	50<	50<	50<	50<	報告 下限値
水質分析結果	pH	7.3	7.3	7.4	7.6	7.7	
	BOD (mg/L)	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.8	<0.5
	COD (mg/L)	1.7	1.4	1.4	1.3	2.7	<0.5
	COD (溶解性) (mg/L)	1.6	1.3	1.3	1.1	2.0	<0.5
	TOC (mg/L)	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	DOC (mg/L)	<2	<2	<2	<2	<2	<2
	SS (mg/L)	<1	<1	<1	<1	2	<1
	T-N (mg/L)	0.10	0.48	0.51	0.32	0.47	<0.05
	T-N (溶解性) (mg/L)	0.07	0.46	0.49	0.31	0.38	<0.05
	T-P (mg/L)	<0.003	0.088	0.064	0.014	0.011	<0.003
	T-P (溶解性) (mg/L)	<0.003	0.064	0.047	0.011	<0.003	<0.003
	DO (mg/L)	12	12	12	12	11	<0.5
クロロフィルa (μg/L)	1.8	0.7	<0.5	0.6	11	<0.5	
流量 (m ³ /S)	0.223	-	0.961	0.548	4.211		

注：降雨状況「×××」は、気象庁観測所「蔵王」で調査前々日、前日及び当日に降雨がなかったことを意味する。

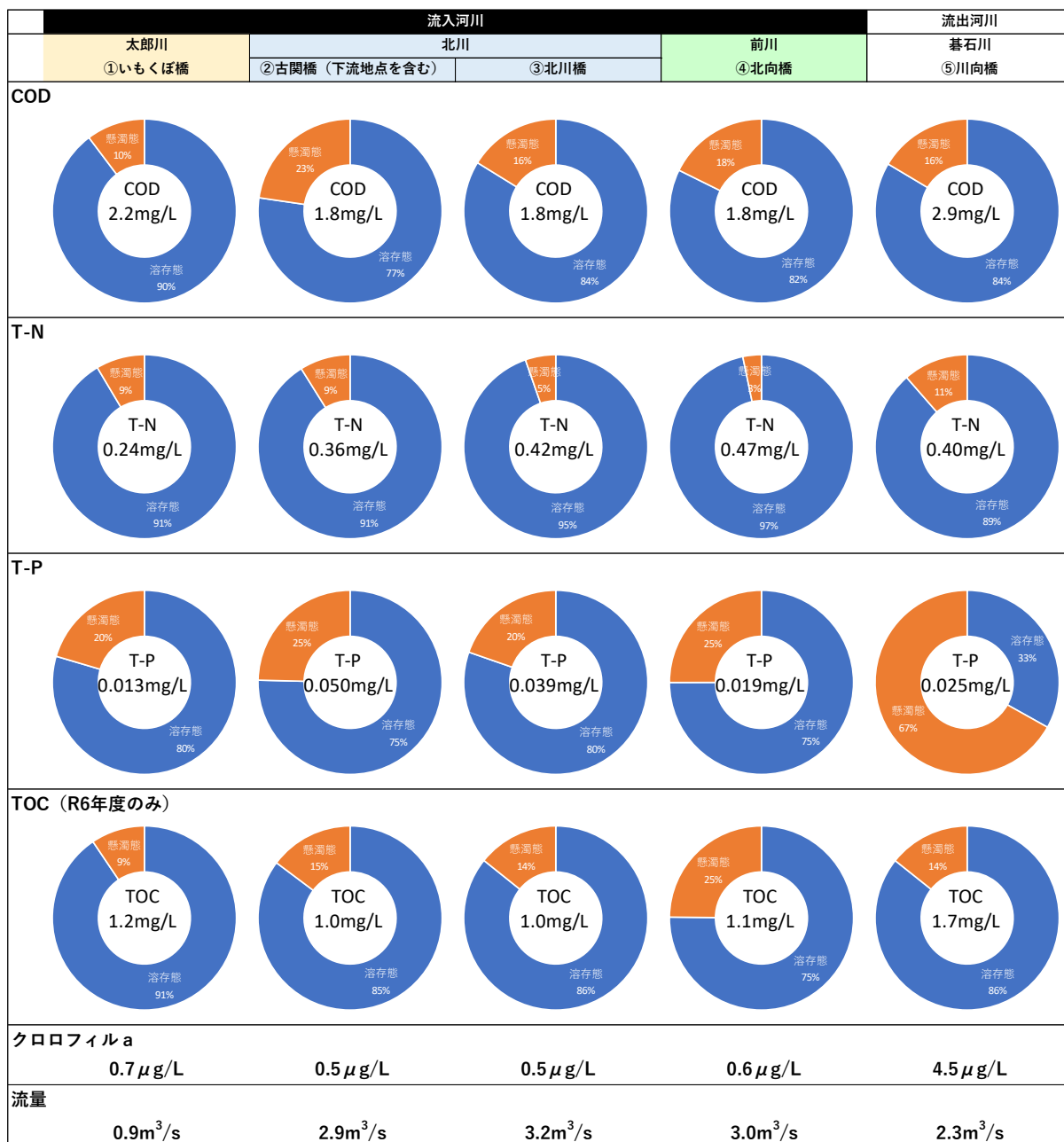
(参考)流入河川水質調査結果(11月) ※報告下限値を下回った値についても詳細な値を記載したもの

		1	2	3	4	5	
採水場所		いもくぼ橋	古関橋 (下流地点)	北川橋	北向橋	川向橋	
採水年月日		令和6年11月26日	令和6年11月26日	令和6年11月26日	令和6年11月26日	令和6年11月26日	
採水時間		12:15	13:00	11:24	10:40	9:45	
現場調査結果	降雨状況	×××	×××	×××	×××	×××	
	気温 (°C)	12.9	13.4	11.6	11.5	10.5	
	水温 (°C)	8.7	7.9	7.8	8.0	11.5	
	色相	無色	無色	無色	無色	淡黄色	
	臭気	無臭	無臭	無臭	無臭	無臭	
	濁り	なし	なし	なし	なし	なし	
	透視度	50<	50<	50<	50<	50<	報告 下限値
水質分析結果	pH	7.33	7.29	7.35	7.64	7.72	
	BOD (mg/L)	0.290	0.410	0.360	0.300	0.890	<0.5
	COD (mg/L)	1.798	1.478	1.458	1.318	2.717	<0.5
	COD (溶解性) (mg/L)	1.658	1.338	1.318	1.198	2.037	<0.5
	TOC (mg/L)	1.08	1.03	1.01	0.9068	1.71	<2
	DOC (mg/L)	0.8507	0.8700	0.7916	0.7415	1.36	<2
	SS (mg/L)	0.16	0.02	0.10	0.10	2.22	<1
	T-N (mg/L)	0.1093	0.4816	0.5180	0.3296	0.4722	<0.05
	T-N (溶解性) (mg/L)	0.0778	0.4619	0.4985	0.3188	0.3812	<0.05
	T-P (mg/L)	0.0000	0.0882	0.0647	0.0143	0.0110	<0.003
	T-P (溶解性) (mg/L)	0.0000	0.0647	0.0471	0.0115	0.0029	<0.003
	DO (mg/L)	12.148	12.015	12.004	12.075	11.391	<0.5
クロロフィルa (μg/L)	1.8849	0.7737	0.4322	0.6504	11.7662	<0.5	
流量 (m ³ /S)	0.223	-	0.961	0.548	4.211		

(3) 調査結果の整理(令和5年度～令和6年度)

各河川の水質濃度と溶存態・懸濁態の比率(令和5年度を含めた6回の調査結果の平均値)を図2-8に、各月の調査結果を図2-9に示す。

- 釜房ダム流入河川(太郎川, 北川, 前川)では、COD・T-N・T-P・TOCの大部分は溶存態であった(地点①～④のCOD・T-P・TOCはおよそ80～90%, T-Nは90%以上が溶存態として存在)。
- 北川の上流側(②古関橋)と下流側(③北川橋)を比較すると、流下に伴い流量は増加し、T-Pは減少し、T-Nは増加していた。懸濁態の比率は下流の方が低かった。これらの特徴から、②～③の区間の流量増加は地下水の流入に起因している可能性がある。
- 釜房ダム流出河川である碁石川(⑤川向橋)では、COD・T-Nの大部分が溶存態であるのに対し、T-Pは懸濁態の比率の方が大きい傾向がみられた。令和5年11月に観測された比較的高い懸濁態りん濃度の影響を大きく受けているものの、全体的に見ても懸濁態りんがT-Pの半分以上を占めている時期が多くみられている(図2-9)。
- 流入河川と流出河川を比較すると、T-N・T-Pは概ね「流入河川≒流出河川」であるのに対し、COD・TOCは「流入河川<流出河川」の傾向がみられた。CODの大部分を占めるD-CODは流入河川で1.4～2.0mg/L, 流出河川で2.4mg/Lであった(6回の調査結果の平均値)。
- 流入河川のクロロフィルaは0.5～0.7μg/Lであった(6回の調査結果の平均値)。

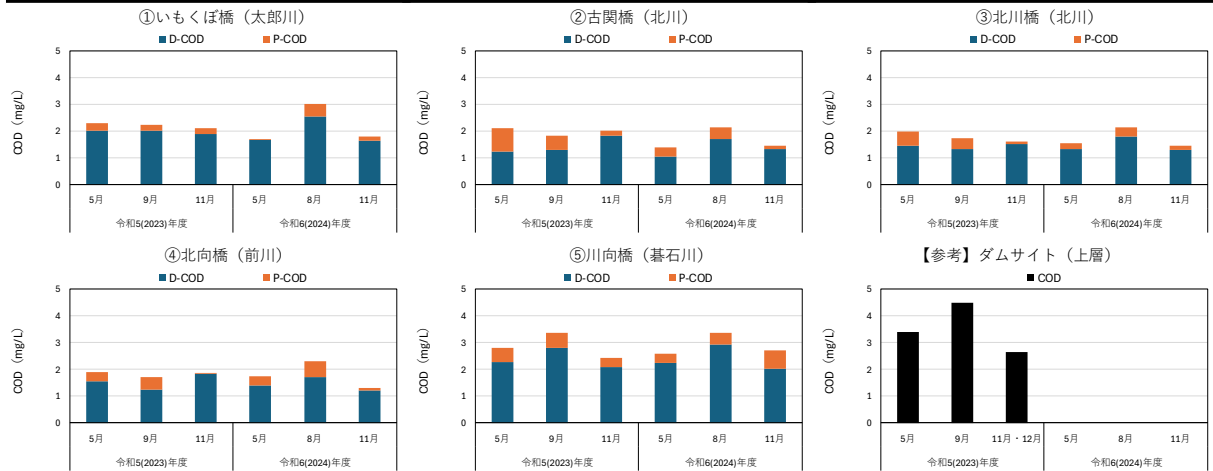


※②古関橋（北川）について、R5年5月、R6年8月及び11月は古関橋の下流地点で採水を実施。R6年8月・11月の流量は観測されていない。

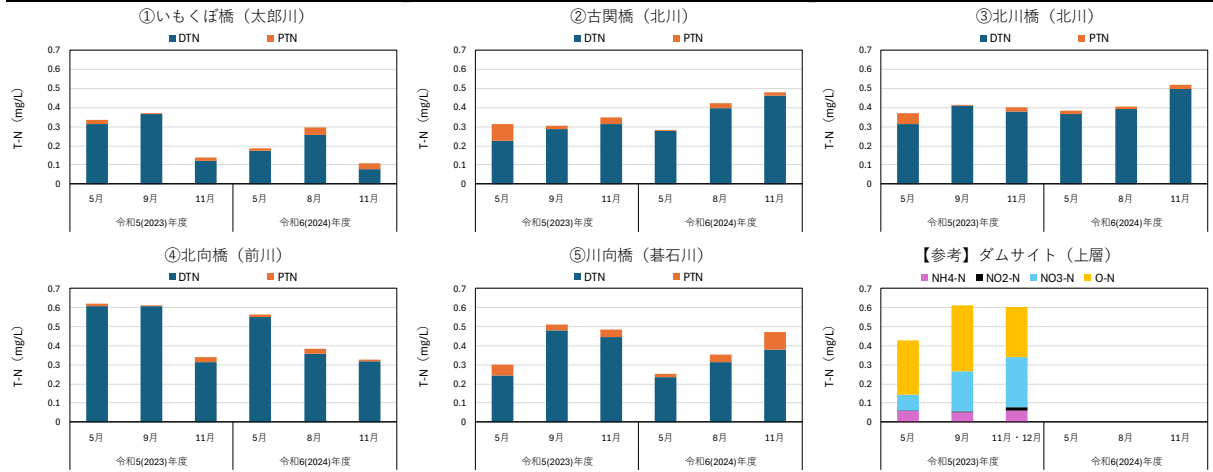
※TOCはR6年度のみ測定。

図 2-8 各河川の水質濃度と溶存態・懸濁態の比率(令和5年度～令和6年度の平均値)

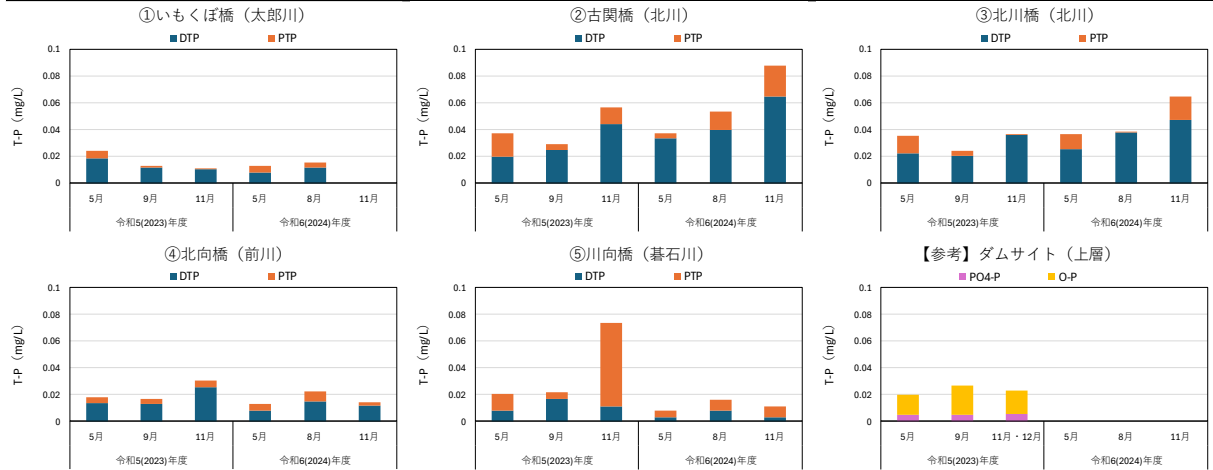
COD



全窒素 (T-N)



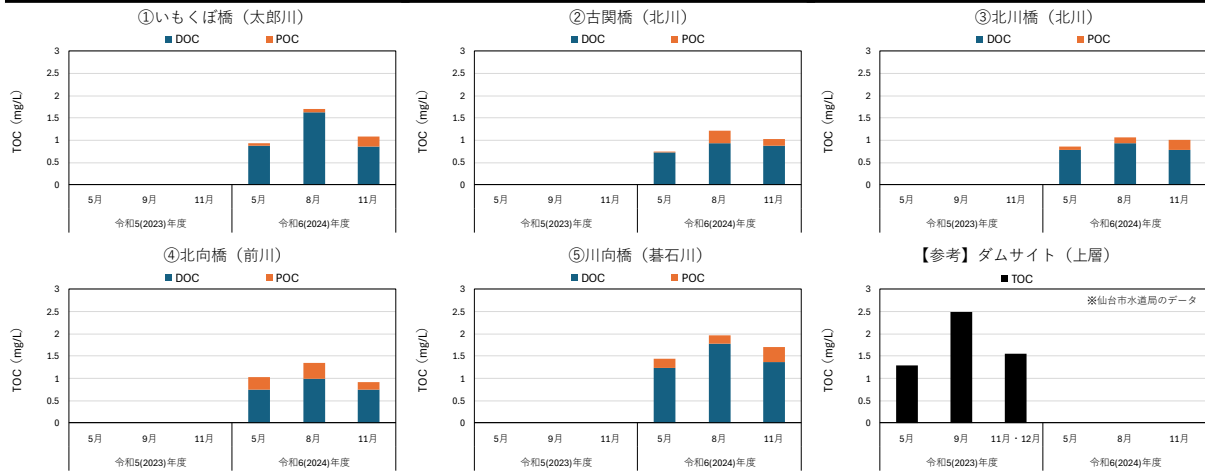
全りん (T-P)



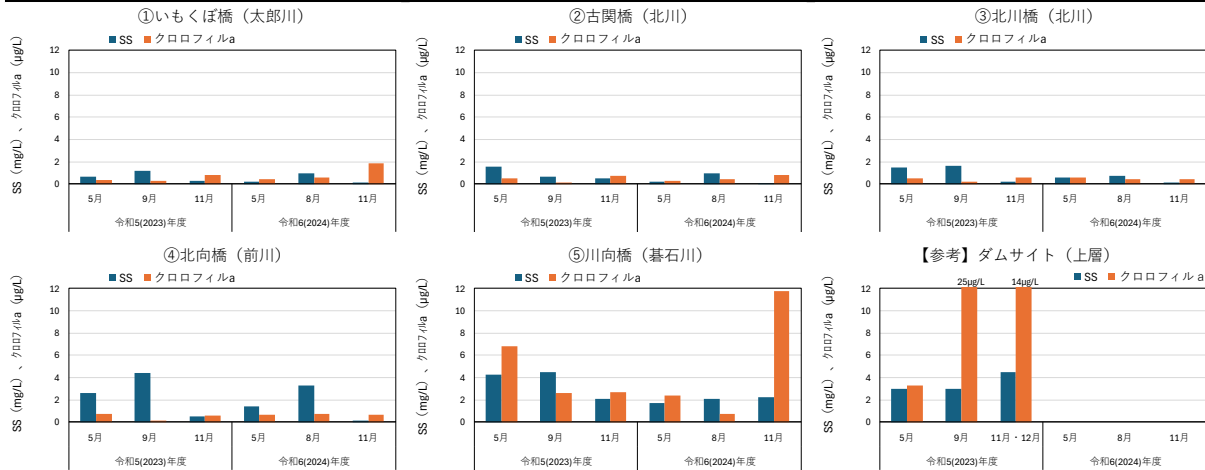
※②古関橋 (北川) について、R5年5月、R6年8月及び11月は古関橋の下流地点で採水を実施。
 ※ダムサイト (上層) は公共用水域水質測定結果を使用した。ただし、R5年11月の地点①～⑤の採水日 (11月28日) とダムサイトの採水日 (基本的に月の前半) の乖離が大きかったため、ダムサイトの値はR5年11月と12月の平均値とした。

図 2-9(1) R5～R6 年度の流入河川水質調査結果 (COD, 全窒素, 全りん)

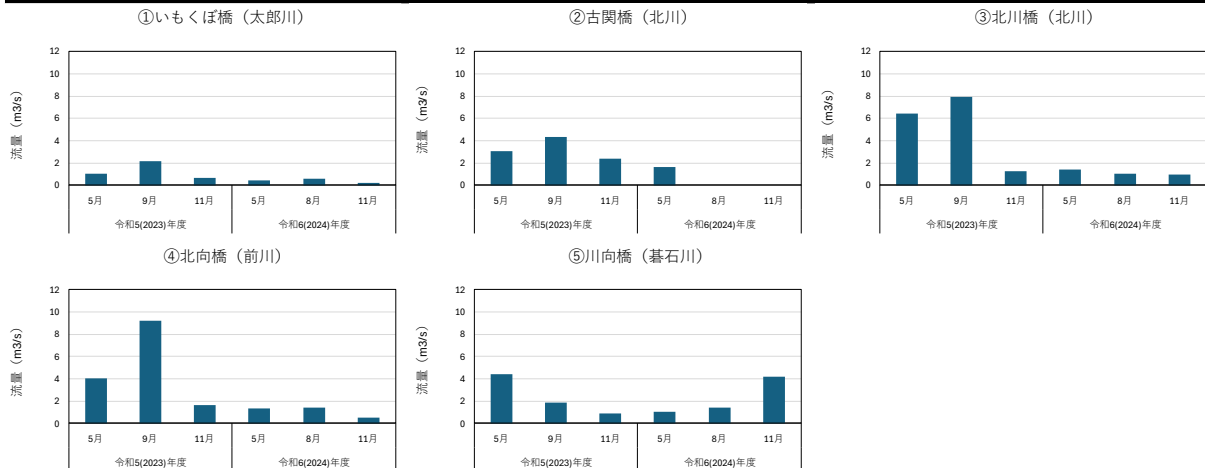
全有機炭素 (TOC)



SS・クロロフィル a



流量



※②古関橋 (北川) について、R5年5月、R6年8月及び11月は古関橋の下流地点で採水を実施。R6年8月・11月の流量は観測されていない。

※ダムサイト (上層) は公共用水域水質測定結果を使用した。ただし、R5年11月の地点①～⑤の採水日 (11月28日) とダムサイトの採水日 (基本的に月の前半) の乖離が大きかったため、ダムサイトの値はR5年11月と12月の平均値とした。

※地点①～⑤の TOC は、R6年度のみ測定。ダムサイト (上層) の TOC は仙台市水道局「水質年報」(令和5年度) の値を使用した。

図 2-9(2) R5～R6 年度の流入河川水質調査結果(全有機炭素, SS・クロロフィル a, 流量)

2.2.2 自然汚濁負荷調査結果の整理

気候変動による森林からの汚濁負荷の変化を予測するための基礎資料として、宮城県提供資料（釜房ダム貯水池流域における自然汚濁負荷調査業務報告書，平成 24 年度～令和 5 年度）に基づき，森林整備（間伐）が汚濁負荷量に及ぼす影響を整理した。

(1) 調査の概要

過年度の調査概要を表 2-5 に，調査に用いられている自動採水器の概略図を図 2-10 に示す。

表 2-5 過年度の自然汚濁負荷調査の概要

調査年度	平成 24（2012）年度～令和 5（2023）年度		
調査流域	毎年，前川流域のスギ林間伐地（CP）を含む 3 流域を選定		
調査地点	各調査流域における溪流または沢等の末端 1 地点		
調査内容	定期調査	方法	三角堰を越流した水を試料瓶に直接採取（前回の降雨から概ね 4 日間以上の間隔がある晴天時に実施）
		時期	6 月～翌年 3 月（毎月 1 回）
	降雨時調査	方法	自動採水器による採水（前回の降雨から概ね 4 日間以上の間隔があり，日降水量 20mm 程度以上の降雨時に実施）
		時期	6 月～10 月（4～6 降雨を対象）
	雨量調査（※1）	方法	雨量計による自動連続観測
		時期	6 月～10 月
調査項目	流量観測	<ul style="list-style-type: none"> 三角堰を設置し，デジタル水位記録計の設置による自動連続観測を実施 定期調査及び降雨時調査における採水時には直接観測を実施 	
	水質分析	pH(※2)，SS，COD，D-COD，T-N，T-P	

※1：雨量調査は令和元年度以降，※2：pH 観測は平成 26 年度以降

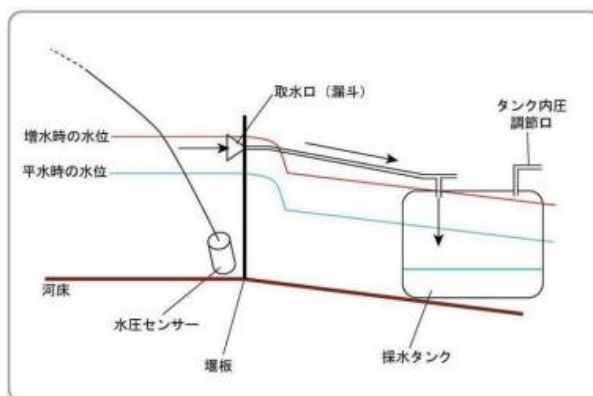


図 2-10 自動採水器概略図

(2) 対象地点の選定

釜房ダム貯水池流域では毎年、前川流域のスギ林間伐地（CP）を含む3流域が選定され、定期調査及び降雨時調査により負荷量が把握されている。スギ林間伐地（CP）では H23 及び R2 年度に間伐が実施されているため、スギ林間伐地（CP）と他の流域の負荷量の比較により、間伐が汚濁負荷量に及ぼす影響を整理した。比較対象地点の選定にあたっては、間伐以外の条件をなるべく揃えることが望ましいが、条件を絞り込みすぎると扱えるデータ数が少なくなるため、以下2パターンの条件を設定し、各条件を満たす地点と比較した。

比較パターン A（対象地点：表 2-6 の②～⑧）

- ・ スギ林間伐地（CP）と同じ前川流域内にある。
- ・ 調査時点で過去 15 年以上間伐・皆伐が実施されていない。

比較パターン B（対象地点：表 2-6 の⑦・⑧）

- ・ A の条件に加えて、スギ林間伐地（CP）と同じ樹種（スギ）が優占している。

調査地点図を図 2-11 に示す。パターン A の 7 つの調査流域のうち、5 流域は広葉樹林、2 流域はスギ林である。スギ林 2 流域（表 2-6 の⑦・⑧）のうち、⑦では H17 に間伐が実施されているが、近年は間伐が実施されていない。

表 2-6 整理対象とした調査流域

No.	地点名	集水域 面積 (ha)	土壌分類	調査年度(●:解析対象)											間伐 履歴		
				2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022		2023	
				H24	H25	H26	H27	H28	H29	H30	R1	R2	R3	R4		R5	
①	スギ林間伐地(CP)	3.60	褐色森林土壌 黒色土(各50%)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	H23,R2
②	24広葉樹林	5.87	黒色土	●													
③	25広葉樹林	7.49	黒色土		●												
④	27広葉樹林	7.67	黒色土				●										
⑤	273001広葉樹林	3.07	黒色土				●		●	●							
⑥	2901広葉樹林	3.44	褐色森林土壌						●		●						
⑦	3005-5スギ林間伐地	8.35	黒色土									●	●	●	●		H17
⑧	02スギ林	4.49	黒色土										●				

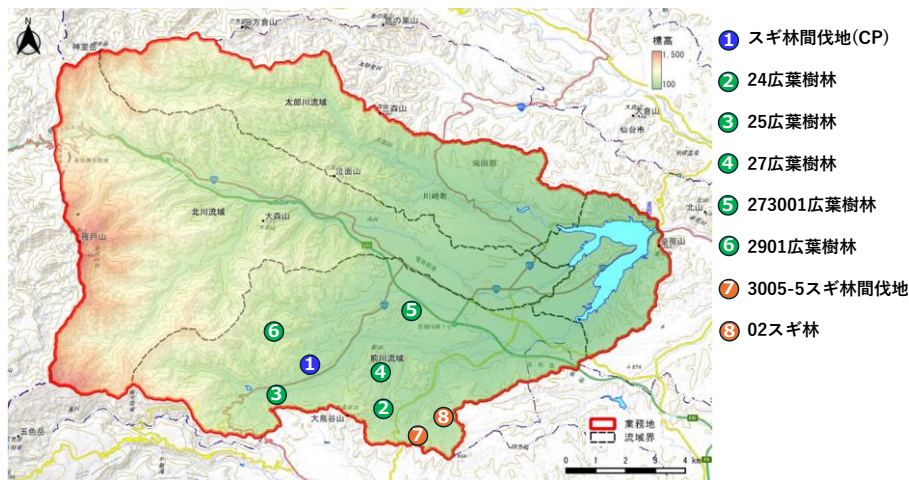


図 2-11 調査地点図

(3) 負荷原単位等の算定方法

i) 負荷原単位

負荷原単位については、「釜房ダム貯水池流域における自然汚濁負荷調査業務報告書」に掲載されている値を使用した。各流域の COD, T-N, T-P の負荷原単位（トータル、平水時、降雨時）の算定式は以下のとおりである。

トータルの負荷原単位	$L'_{total} = \Sigma \{L \cdot \Delta t\} \cdot (T_0 / T) / A$ <p>ここで、L'_{total} は年間負荷原単位 (kg/ha/年), L は L-Q 式から求めた負荷量 (kg/min), Δt は時間 (min), T は調査日数 (日), T_0 は年間日数 (=365 日/年), A は調査流域面積 (ha) である。</p>
平水時の負荷原単位	$L'_{base} = C_{base} \cdot Q_{base} \cdot \alpha / A$ <p>ここで、L'_{base} は平水時の負荷原単位 (kg/ha/年), C_{base} は平水時の平均水質濃度 (kg/m³), Q_{base} は平水時の平均流量 (m³/s), α は時間の換算係数 (s/年) である。</p>
降雨時の負荷原単位	$L'_{rain} = L'_{total} - L'_{base}$ <p>ここで、L'_{rain} は降雨時の負荷原単位 (kg/ha/年) である。</p>

ii) 負荷原単位の比

スギ林間伐地 (CP) とその他の調査流域の負荷原単位の比（以下、「負荷比」という。）を求め、間伐効果の指標とした。COD, T-N, T-P の負荷比（平水時、降雨時）の算定式は以下のとおりである。

平水時の負荷原単位の比 R_{base}	$R_{base} = L'_{base, CP} / L'_{base, Other}$ <p>ここで、$L'_{base, CP}$ はスギ林間伐地 (CP) における平水時の負荷原単位 (kg/ha/年), $L'_{base, Other}$ はその他の調査流域における平水時の負荷原単位 (kg/ha/年) である。</p>
降雨時の負荷原単位の比 R_{rain}	$R_{rain} = L'_{rain, CP} / L'_{rain, Other}$ <p>ここで、$L'_{rain, CP}$ はスギ林間伐地 (CP) における降雨時の負荷原単位 (kg/ha/年), $L'_{rain, Other}$ はその他の調査流域における降雨時の負荷原単位 (kg/ha/年) である。</p>

(4) 整理結果

i) 間伐からの経過年数に伴う負荷原単位の変化

スギ林間伐地（CP）における間伐後の経過年数を横軸にとり、同調査流域の負荷原単位との関係を図 2-12 上段に、負荷比（パターン A：比較対象に広葉樹林を含む）との関係を図 2-12 中段に、負荷比（パターン B：同含まず）との関係を図 2-12 下段に示す。

スギ林間伐地（CP）の負荷原単位の大部分は降雨時の負荷量であった（図 2-12 上段）。また、各年の気象条件（雨の降り方）等によって算定された負荷原単位はばらついているが、全体的には間伐からの経過年数とともに COD 等の負荷量の増加傾向が見て取れる（なお、間伐から 2 年経過したタイミングで負荷量が大きいデータがあるが、これは R4 年度のデータである）。

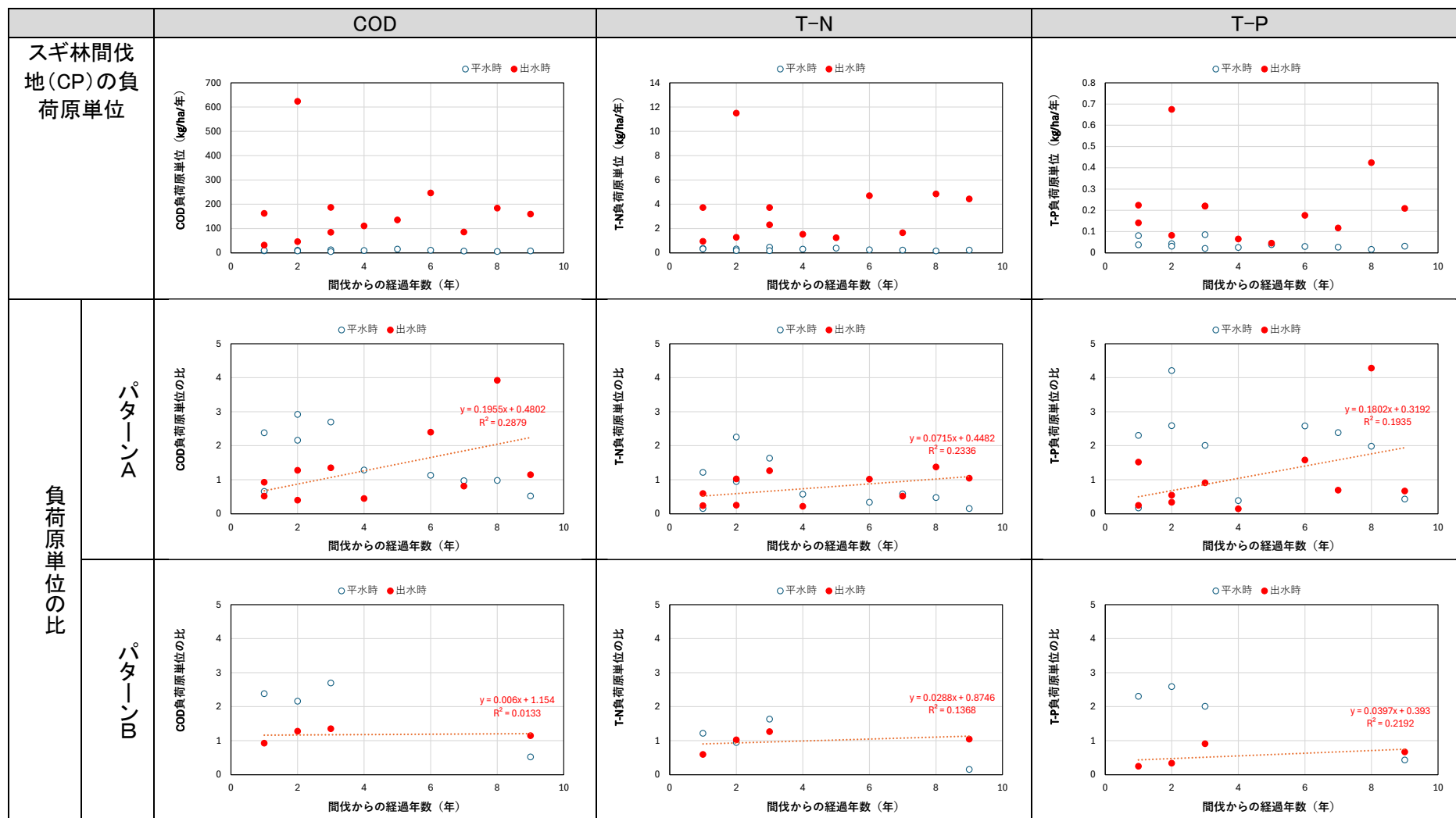
パターン A の負荷比は、降雨時については間伐後 4 年以内の多くが 1 以下であった（図 2-12 中段）。また、相関は弱いものの、間伐からの時間経過とともに負荷比が上昇していた（ $R^2=0.19\sim 0.29$ ）。これらのことから、間伐による汚濁負荷削減効果が発現し、その後、時間経過とともに効果が薄れていることが示唆された。

パターン B の負荷比は、降雨時については T-P は 1 以下であったが、COD 及び T-N は 1 前後で推移していた（図 2-12 下段）。パターン A から条件を絞ったことにより、パターン B はほぼ地点⑦（3005-5 スギ林間伐地）との比較となっている。

なお、過去に施業履歴がない地点⑧（02 スギ林）のみと比較すると、降雨時の負荷比は 0.98（COD）、0.82（T-N）、0.76（T-P）であった。

ii) 間伐からの経過年数に伴う負荷原単位の変化

パターン A における間伐後 4 年以内のデータを使用してスギ林間伐地（CP）とその他の流域の負荷量を比較すると、降雨時の平均的な負荷削減率は、COD：18%（-35～60%）、T-N：40%（-26～78%）、T-P：38%（-52～85%）であった（括弧内は削減率の最小値～最大値、負の値は負荷量が増加していることを示す）。ただし、本解析結果には間伐以外の影響（優占樹種や土壌の違い等）も含まれること、各年の負荷原単位の算定に用いられている L-Q 式が経年的な解析に耐えうるものかといった懸念もあり（資料編参照）、間伐による汚濁負荷量の削減効果については引き続き検討が必要と考えられる。



※横軸は全て「スギ林間伐地 (CP) における直近の間伐からの経過年数」を示す。

※負荷原単位の比は「スギ林間伐地 (CP) とその他の調査流域の負荷原単位の比」である。パターン A はその他の調査流域に広葉樹林を含むが、パターン B は含まない。

図 2-12 間伐後の経過年数と負荷原単位及び「負荷原単位の比」の関係

2.2.3 水質常時観測結果・2-メチルイソボルネオール測定結果の整理

釜房ダム（ダムサイト等）及び流入河川（太郎川，北川，前川）の水質に係る最新データを収集・整理した。

釜房ダム貯水池内及び流入河川の水質常時監視地点を図 2-13 に示す。主要流入河川である太郎川，北川，前川とそれらの河口部（貯砂ダムサイト）に観測点が設けられている。これより下流側の貯水池内には 3 つの観測地点があり，環境基準点は貯水池の末端の地点（ダムサイト）となっている。

釜房ダム貯水池の流域は図 2-14 に示すとおりである。

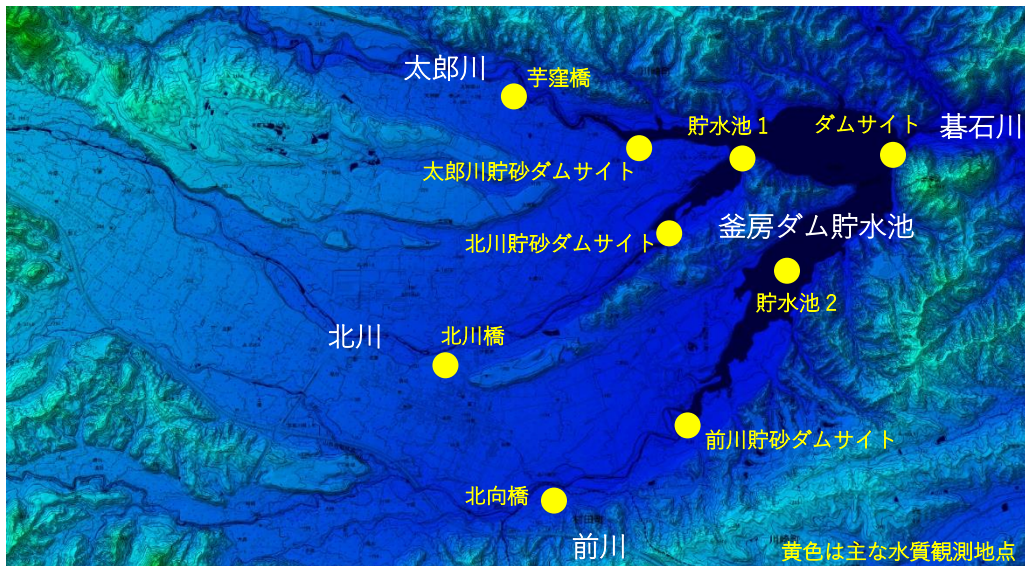


図 2-13 釜房ダム及びその流域(国土地理院標高地形図を加工して作成)

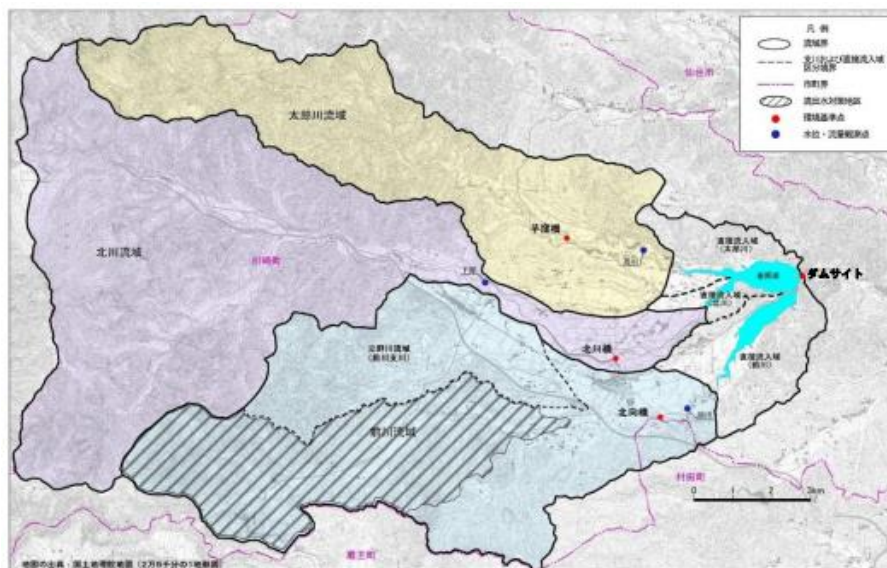


図 2-14 釜房ダム貯水池流域図

(1) 目標値及び環境基準値との比較

釜房ダム貯水池における昭和 59 年度以降の水質の推移を図 2-15 に示す。

第 7 期水質目標値に対する令和 5 年度の水質は、COD、T-N、T-P が未達成、N/P 比が達成となっている。

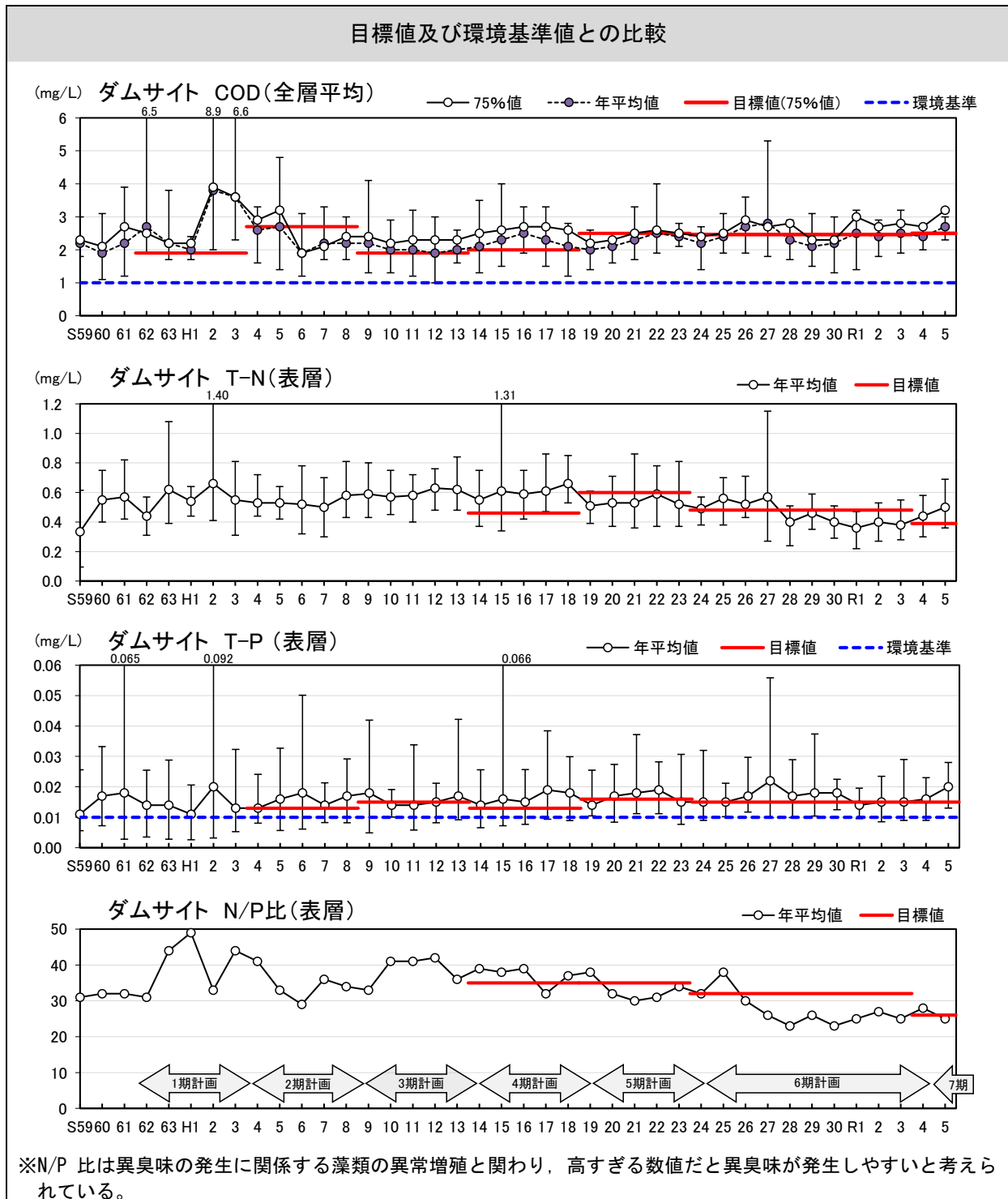


図 2-15 釜房ダム貯水池における水質の推移(昭和 59 年度～令和 5 年度)

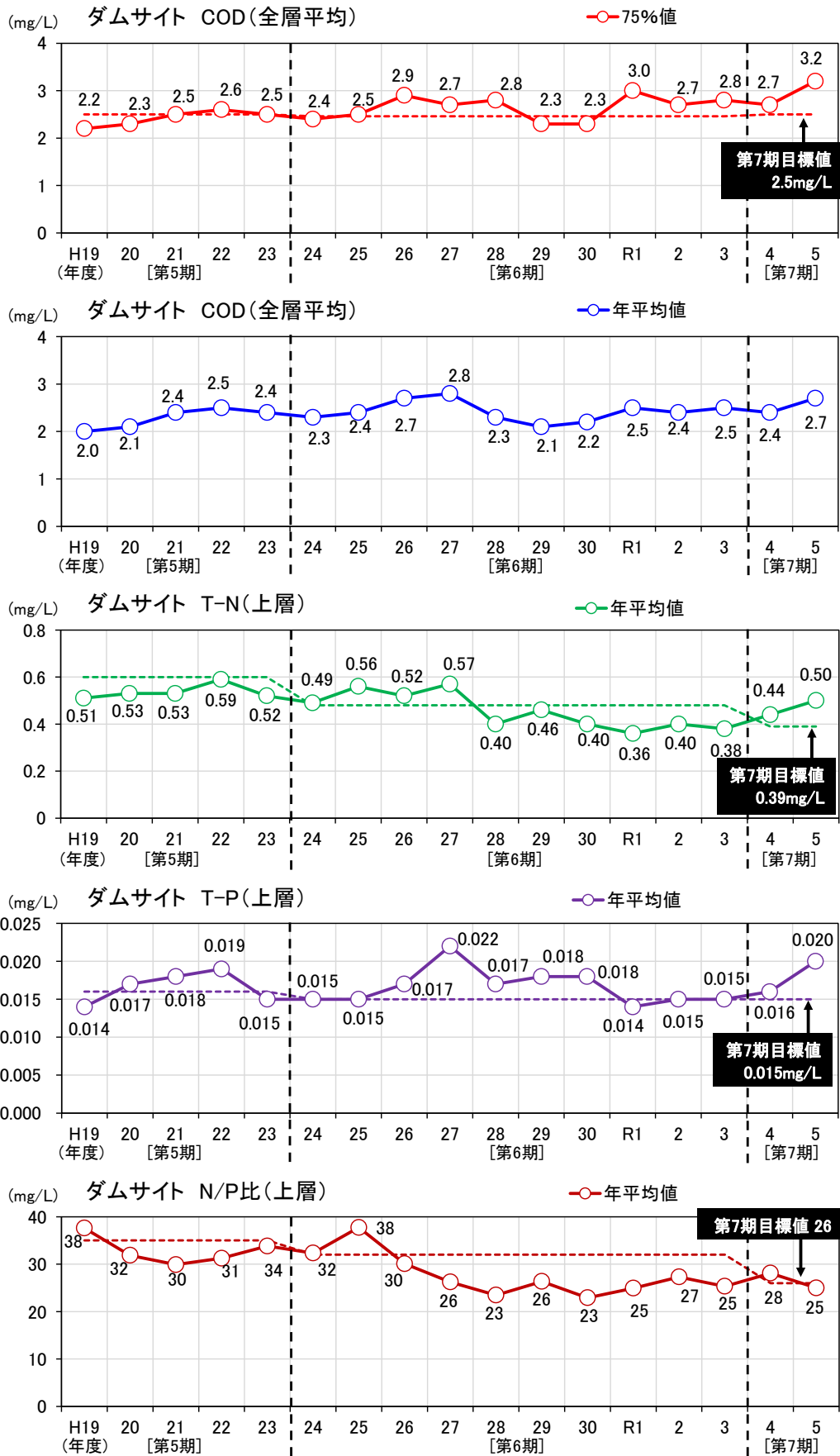


図 2-16 釜房ダム貯水池における水質の推移(平成 19 年度～令和 5 年度)

(2) 釜房ダム貯水池と流入河川の経年比較

釜房ダム貯水池（ダムサイト）及び流入河川の水質の年平均値を整理した。対象地点を図 2-17 に、データの概要を表 2-7 に、ダムサイト及び流入河川における COD, T-N, T-P の年平均値の推移を図 2-18 に示す。

なお、全 11 項目の図面は資料編に整理した。

- 平成 12 年頃から、釜房ダムと流入河川の COD は乖離する傾向がみられる。
- 釜房ダムの T-N は北川・前川と同程度であり、T-P も河川の変動範囲内である。

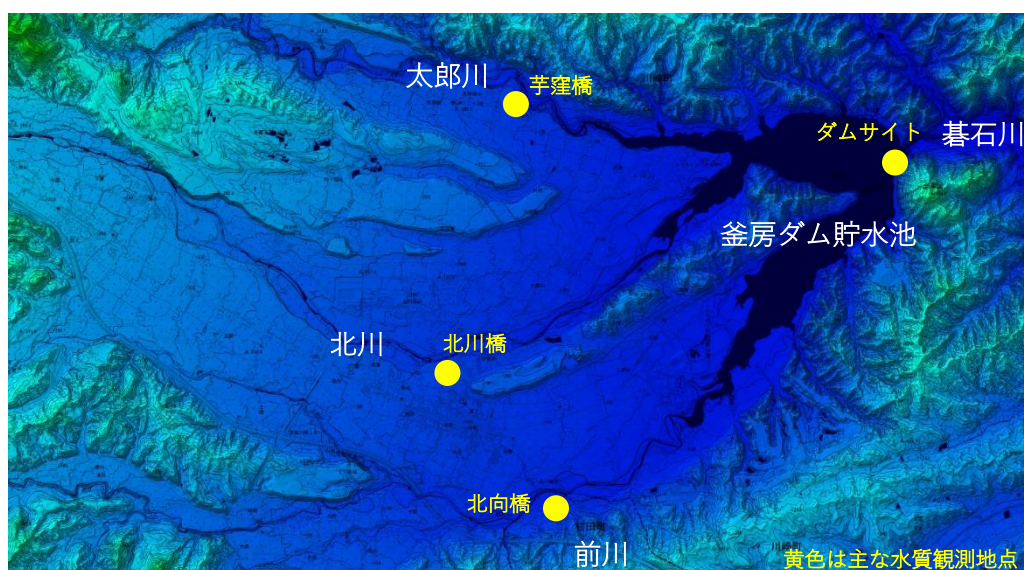
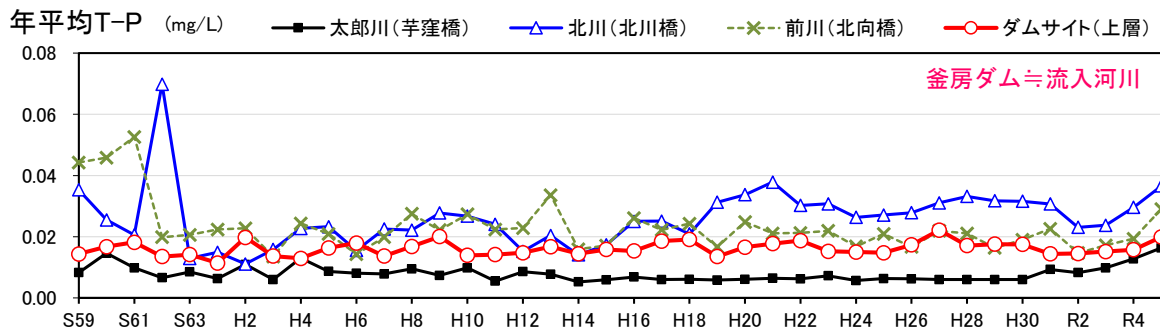
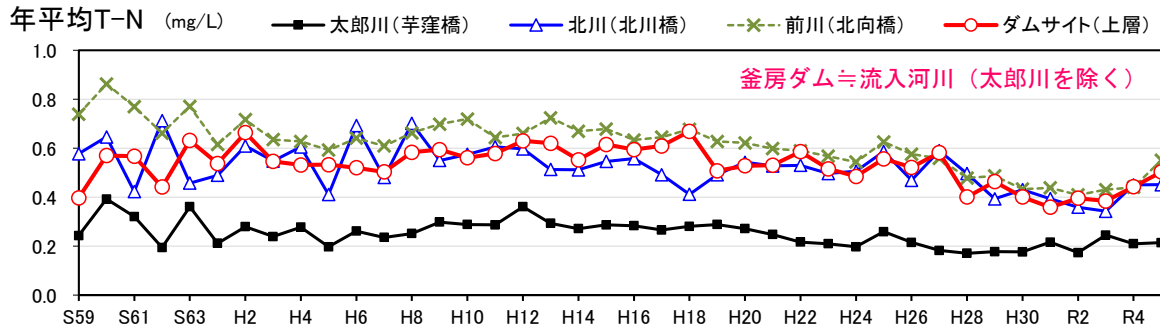
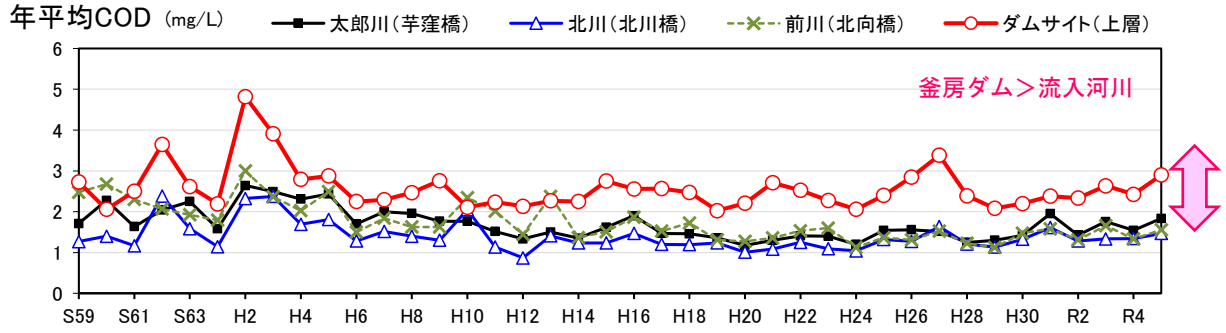


図 2-17 対象地点(貯水池と流入河川の経年比較)

表 2-7 データの概要(貯水池と流入河川の経年比較)

対象期間	・ 昭和 59 (1984) 年度～令和 5 (2023) 年度【40 年間】
対象地点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流入河川【3 地点】 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 太郎川 (芋窪橋) ➢ 北川 (北川橋) ➢ 前川 (北向橋) ・ 貯水池内【1 地点】 <ul style="list-style-type: none"> ➢ ダムサイト (上層) ※環境基準点
対象項目	・ 11 項目 (COD, T-N, T-P, N/P 比, クロロフィル a, SS, 水温, DO, NOx-N, NH4-N, PO4-P)
データの出典	国土交通省「水文水質データベース」



データの出典：国土交通省「水文水質データベース」(昭和59年度～令和5年度)

図 2-18 釜房ダム貯水池(○)及び流入河川(■△×)の水質の推移

(3) 釜房ダム貯水池の全観測地点の経年比較

釜房ダム貯水池の全観測地点の水質の年平均値を整理した。対象地点を図 2-19 に、データの概要を表 2-8 に、貯水池内及び流入河川における COD, T-N, T-P の年平均値の推移を図 2-20 に示す。

なお、全 12 項目の図面は資料編に整理した。

- 釜房ダム貯水池内の多くの地点の COD は流入河川より高い。一方、貯水池の T-N, T-P は概ね流入河川の変動範囲内となっている。
- ダムサイトの水質は、貯水池内の他地点（貯水池 1, 2）の水質に近い。
- 北川貯砂ダムサイト・前川貯砂ダムサイトの水質は、各河川の水質に近い。一方、太郎川貯砂ダムサイトの水質は、太郎川の水質とは異なり、貯水池内の他地点の水質に近い。

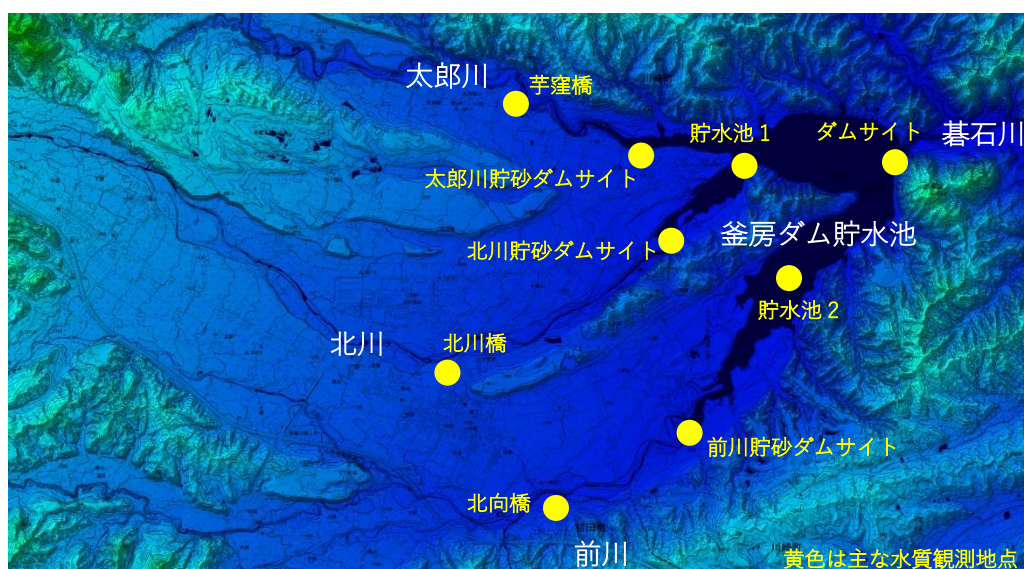
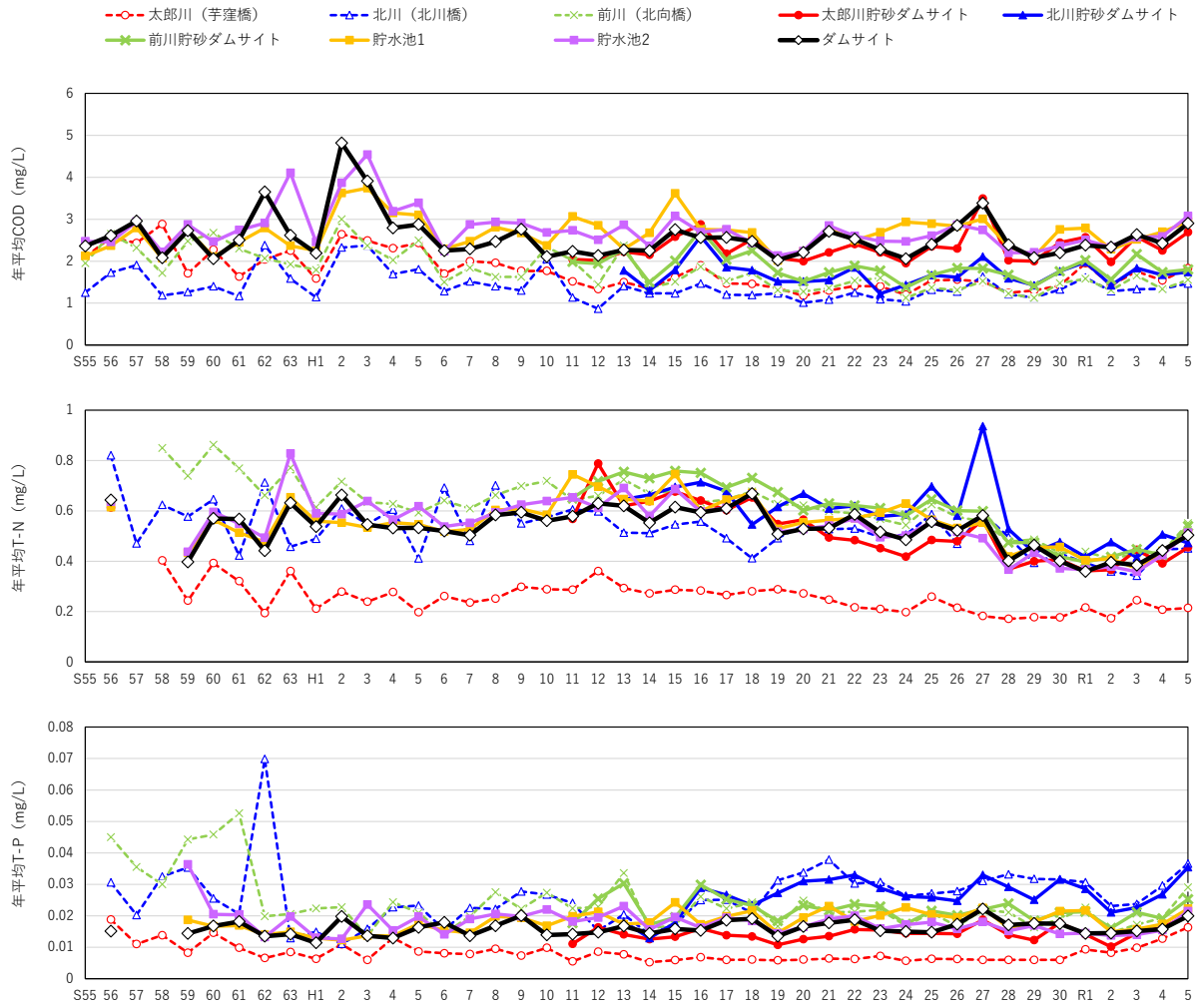


図 2-19 対象地点(貯水池の全観測地点の経年比較)

表 2-8 データの概要(貯水池の全観測地点の経年比較)

対象期間	・ 昭和 55 (1980) 年度～令和 5 (2023) 年度【44 年間】
対象地点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流入河川【3 地点】 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 太郎川 (芋窪橋) ➢ 北川 (北川橋) ➢ 前川 (北向橋) ・ 貯砂ダムサイト【3 地点】 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 太郎川貯砂ダムサイト (上層) ➢ 北川貯砂ダムサイト (上層) ➢ 前川貯砂ダムサイト (上層) ・ 貯砂ダムサイトより下流側の貯水池内【3 地点】 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 貯水池 1 (上層) ➢ 貯水池 2 (上層) ➢ ダムサイト (上層) ※環境基準点
対象項目	・ 12 項目 (COD, T-N, T-P, N/P 比, クロロフィル a, SS, 水温, DO, NOx-N, NH4-N, PO4-P, 透明度)
データの出典	国土交通省「水文水質データベース」



注：貯水池内の採水位置は上層
 データの出典：国土交通省「水文水質データベース」（昭和55年度～令和5年度）

図 2-20 流入河川及び釜房ダムの各地点の水質の推移

(4) 平均的な経月変化

平成 6 (1994) 年度から令和 5 (2023) 年度までの期間について、10 年間毎に同月の水質を平均処理し、経月変化を整理した。対象地点を図 2-21 に、データの概要を表 2-9 に、水質の経月変化 (COD の例) を図 2-22 に示す。

なお、全 17 項目の図面は資料編に整理した。

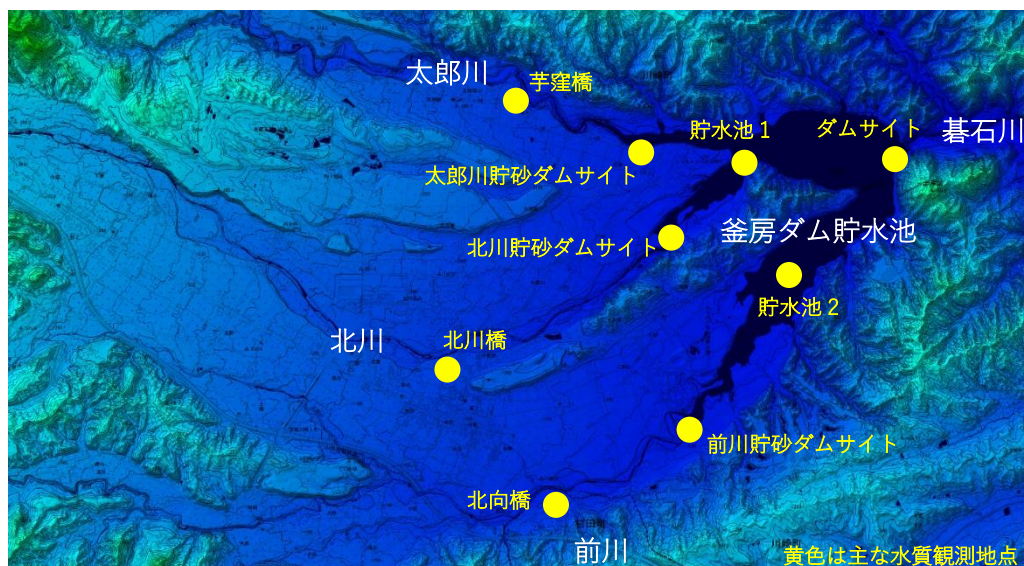


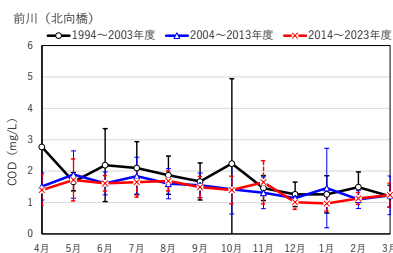
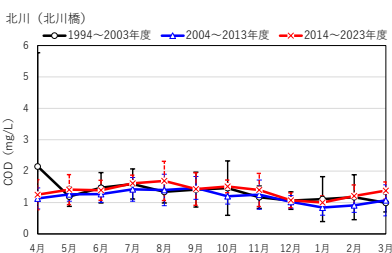
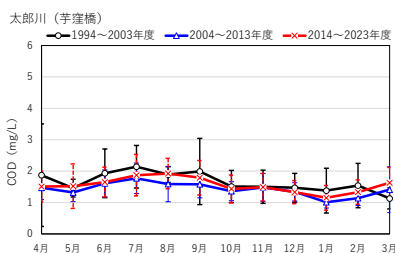
図 2-21 対象地点(平均的な経月変化)

表 2-9 データの概要(平均的な経月変化)

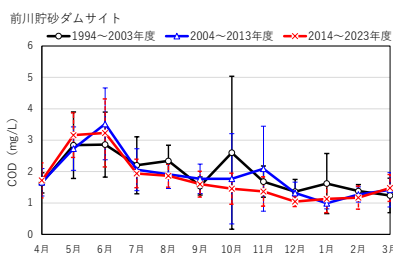
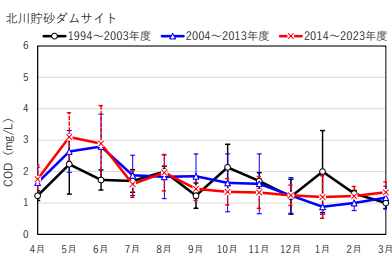
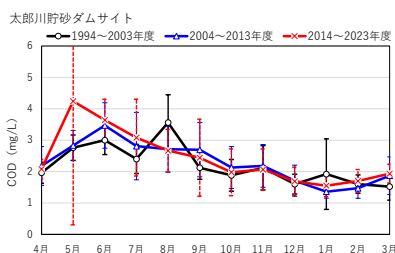
対象期間	<p>10 年毎に 3 つの期間を設定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 平成 6 (1994) 年度～平成 15 (2003) 年度 ・ 平成 16 (2004) 年度～平成 25 (2013) 年度 ・ 平成 26 (2014) 年度～令和 5 (2023) 年度
対象地点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流入河川 【3 地点】 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 太郎川 (芋窪橋) ➤ 北川 (北川橋) ➤ 前川 (北向橋) ・ 貯砂ダムサイト 【3 地点】 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 太郎川貯砂ダムサイト (上層) ➤ 北川貯砂ダムサイト (上層) ➤ 前川貯砂ダムサイト (上層) ・ 貯砂ダムサイトより下流側の貯水池内 【3 地点】 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 貯水池 1 (上層, 中層, 下層) ➤ 貯水池 2 (上層, 中層, 下層) ➤ ダムサイト (上層, 中層, 下層) ※環境基準点
対象項目	<ul style="list-style-type: none"> ・ 17 項目 (COD, T-N, T-P, クロロフィル a, SS, 水温, DO, pH, BOD, NOx-N, NH4-N, PO4-P, TOC, O-N, O-P, 流量, 透明度)
データの出典	国土交通省「水文水質データベース」

COD

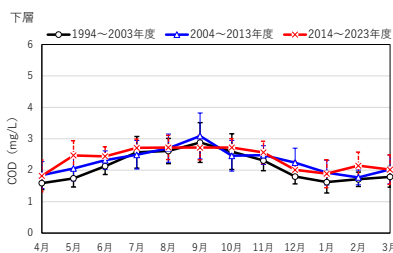
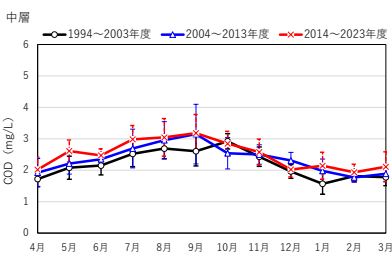
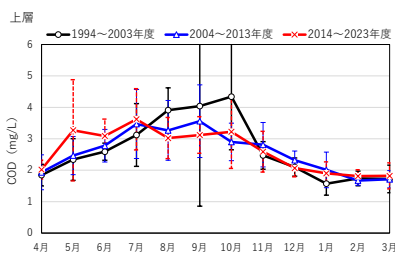
流入河川(太郎川, 北川, 前川)



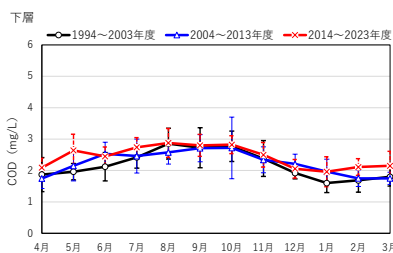
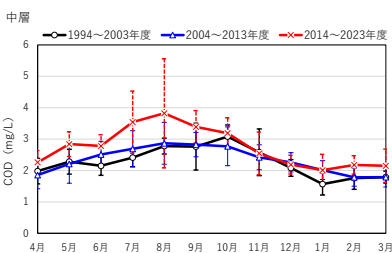
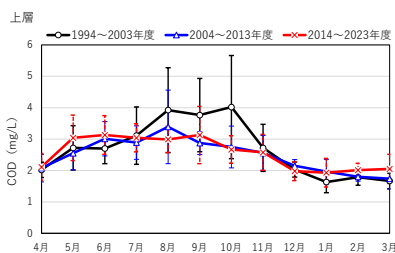
貯砂ダムサイト(太郎川, 北川, 前川)



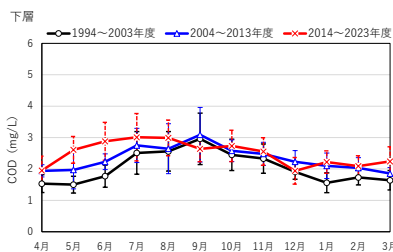
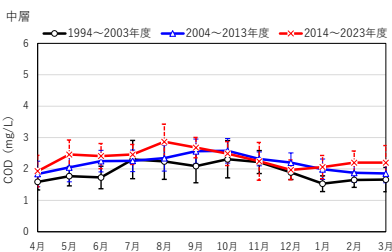
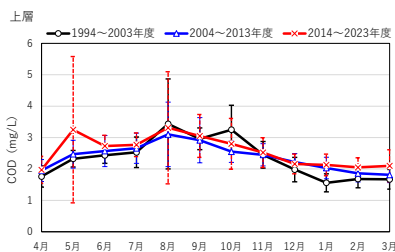
貯水池1(上・中・下層)



貯水池2(上・中・下層)



ダムサイト(上・中・下層)【環境基準点】



※過去30年間を3期間に分け、各期間・各月の平均値(シンボル)と標準偏差(エラーバー)を求めた。

図 2-22 各10年間の平均的な水質の経月変化(COD)

(5) 各季節の経年変化

釜房ダム貯水池（ダムサイトの上・中・下層）及び流入河川（太郎川，北川，前川）における各季節の水質の経年変化を整理した。対象地点を図 2-23 に，データの概要を表 2-10 に，各季節の水質の経年変化（COD の例）を図 2-24 に示す。

なお，全 17 項目の図面は資料編に整理した。

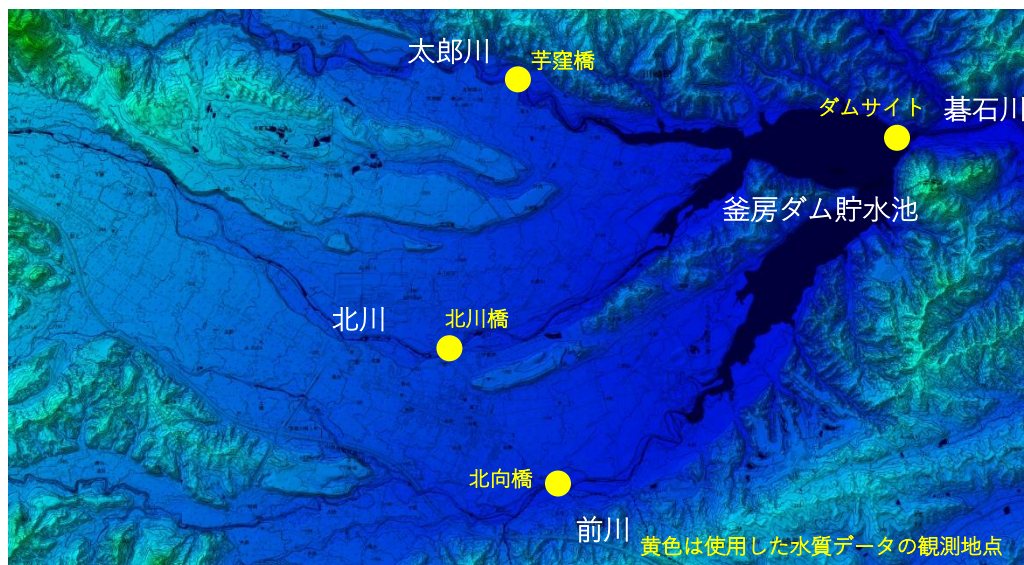
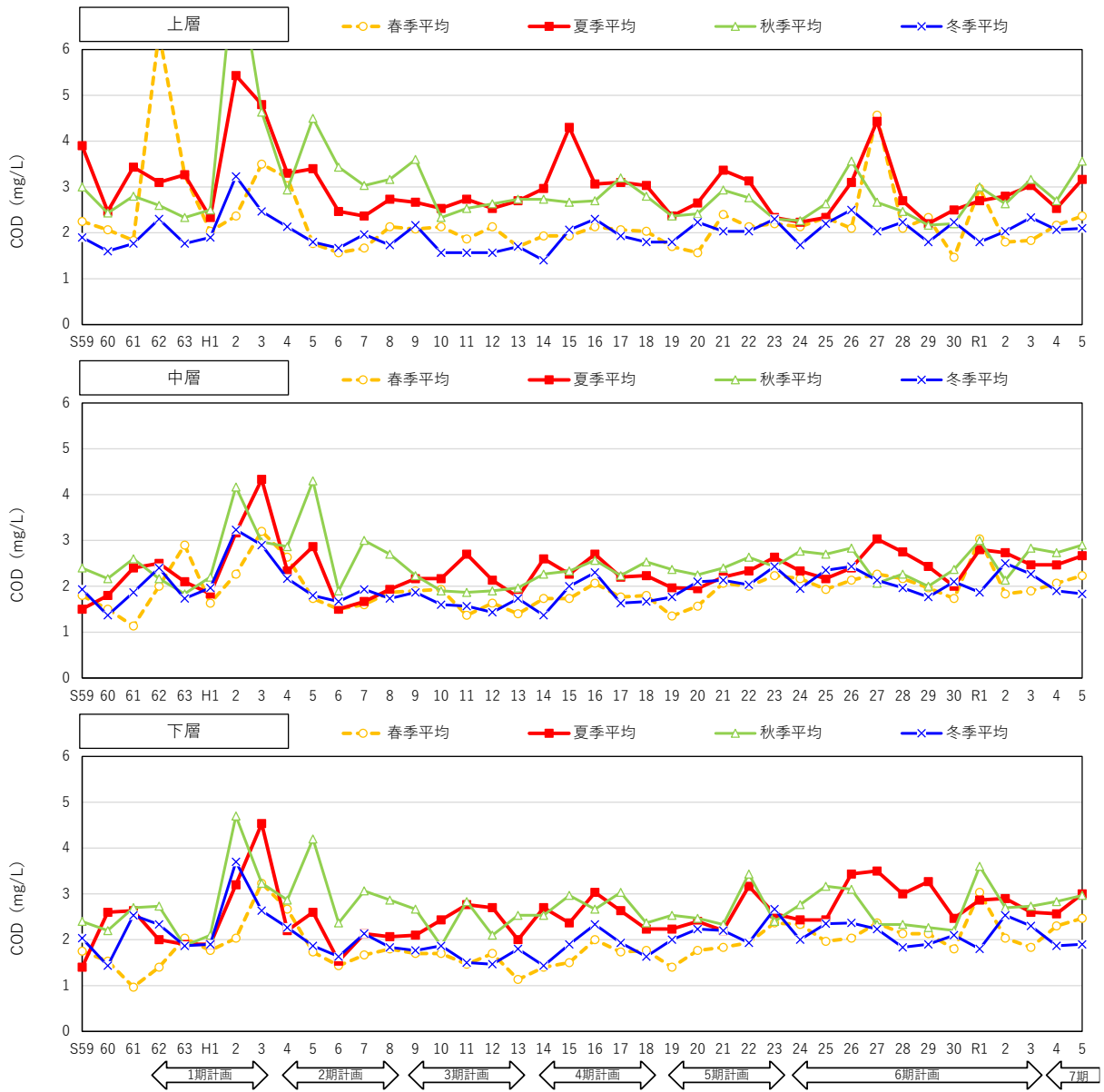


図 2-23 対象地点(各季節の経年変化の整理)

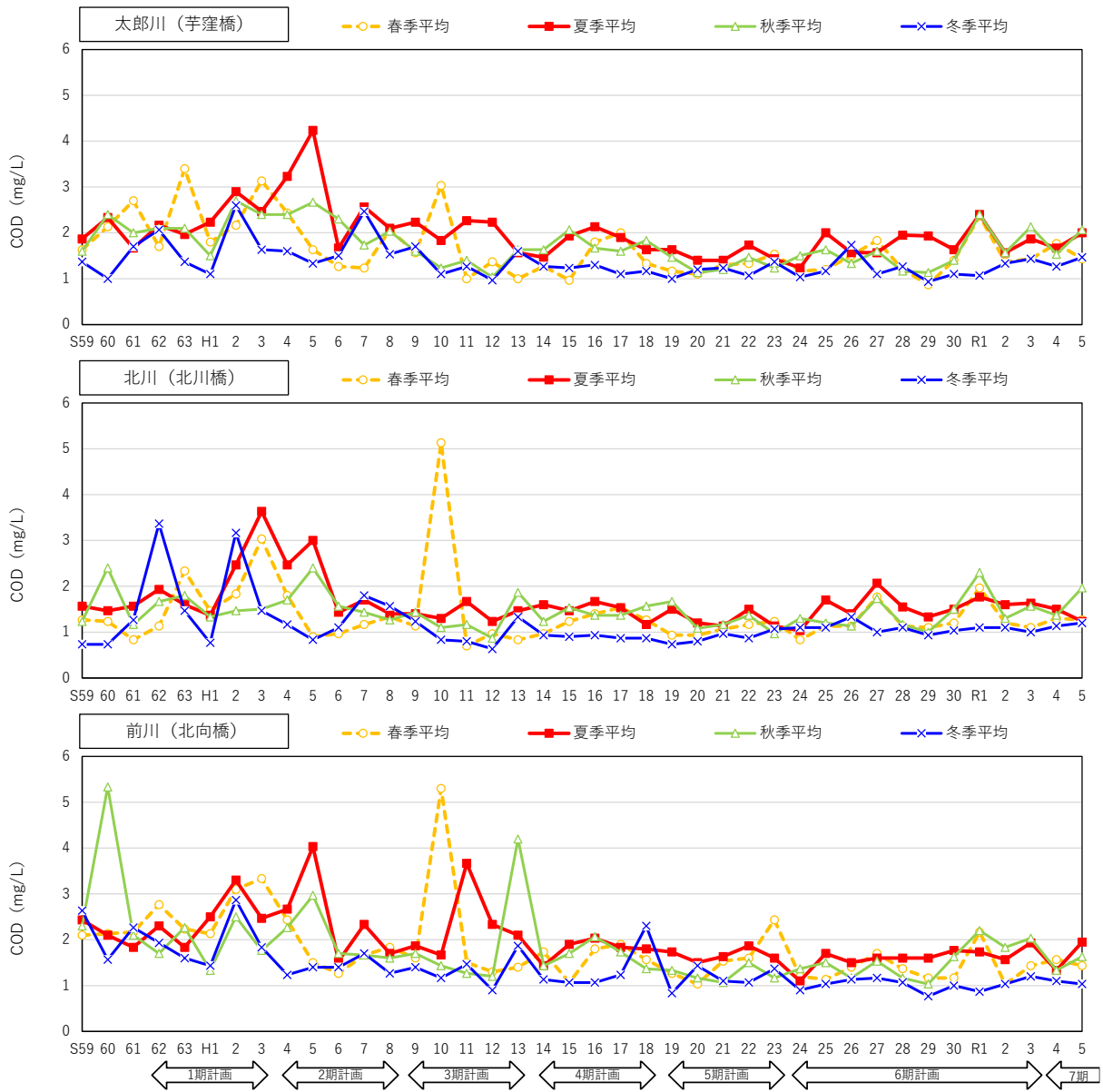
表 2-10 データの概要(各季節の経年変化の整理)

対象期間	・ 昭和 59 (1984) 年度～令和 5 (2023) 年度【40 年間】
対象地点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流入河川【3 地点】 <ul style="list-style-type: none"> ➤ 太郎川（芋窪橋） ➤ 北川（北川橋） ➤ 前川（北向橋） ・ 貯水池内【1 地点】 <ul style="list-style-type: none"> ➤ ダムサイト（上層，中層，下層）※環境基準点
対象項目	・ 17 項目（COD, T-N, T-P, クロロフィル a, SS, 水温, DO, pH, BOD, NOx-N, NH4-N, PO4-P, TOC, O-N, O-P, 流量, 透明度）
データの出典	国土交通省「水文水質データベース」



データの出典：国土交通省「水文水質データベース」（昭和 59 年度～令和 5 年度）

図 2-24(1) 各季節の平均的な水質の経年変化 (COD, ダムサイト)



データの出典：国土交通省「水文水質データベース」（昭和 59 年度～令和 5 年度）

図 2-24(2) 各季節の平均的な水質の経年変化(COD, 流入河川)

(6) ダムサイトにおける上層～下層の比較

釜房ダム貯水池（ダムサイト）における上層～下層の水質の経年変化を重ね合わせ、比較を行った。対象地点を図 2-25 に、データの概要を表 2-11 に、各層の水質の比較結果を図 2-26 に示す。

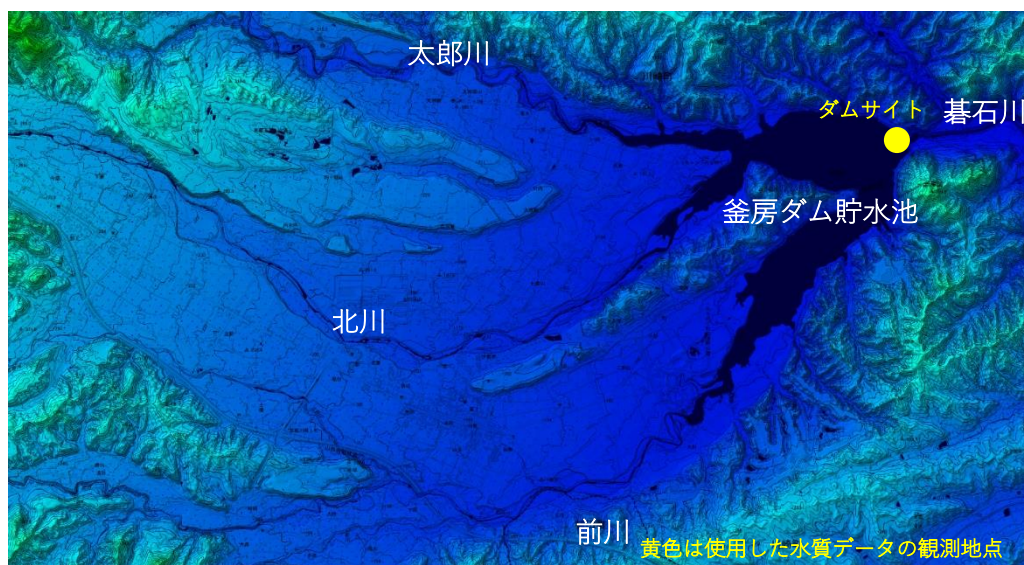
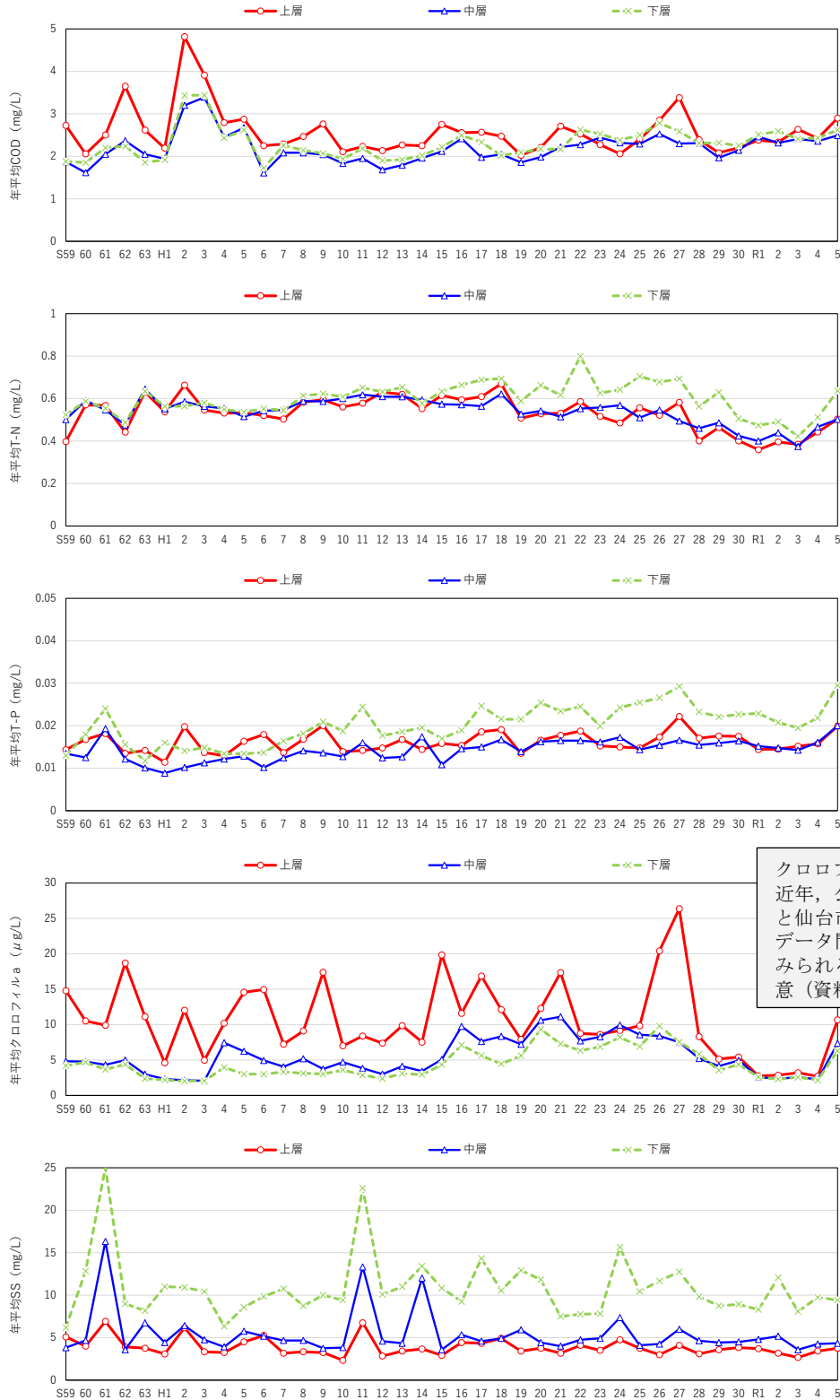


図 2-25 対象地点(上層～下層の整理)

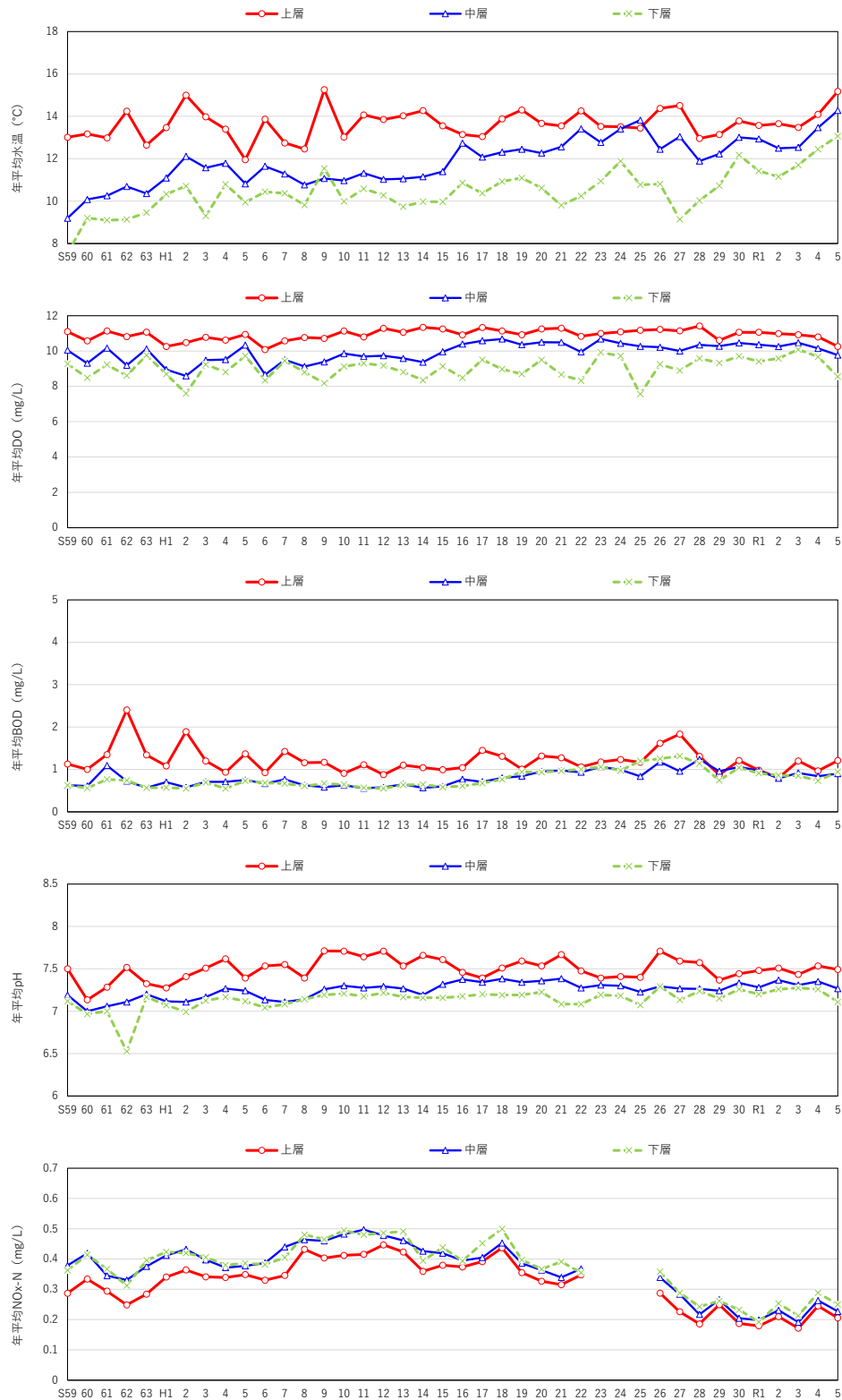
表 2-11 データの概要(上層～下層の整理)

対象期間	・ 昭和 59 (1984) 年度～令和 5 (2023) 年度【40 年間】
対象地点	・ 貯水池内【1 地点】 ➤ ダムサイト（上層，中層，下層）※環境基準点
対象項目	・ 15 項目 (COD, T-N, T-P, クロロフィル a, SS, 水温, DO, pH, BOD, NOx-N, NH4-N, PO4-P, TOC, O-N, O-P)
データの出典	国土交通省「水文水質データベース」



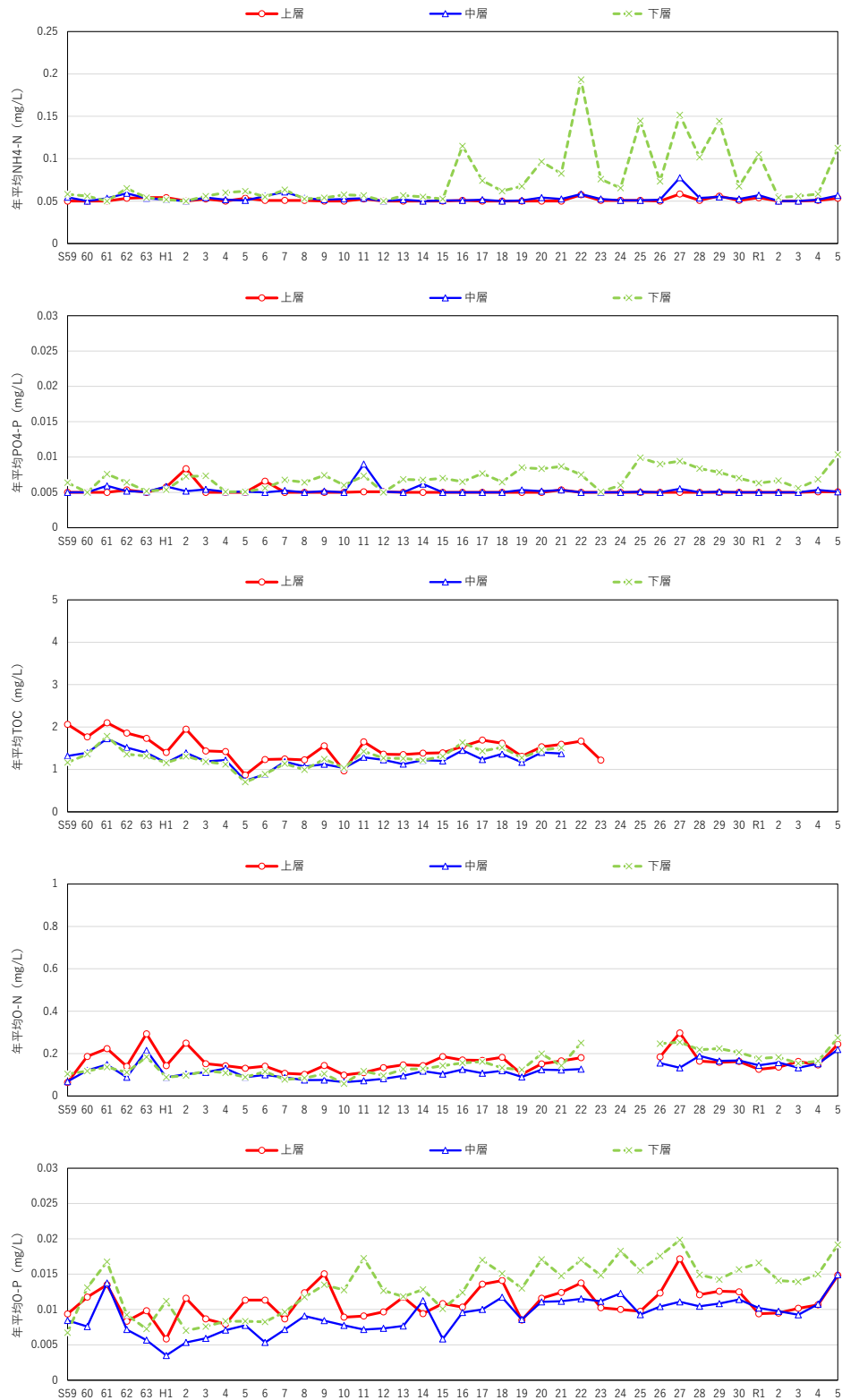
データの出典：国土交通省「水文水質データベース」(昭和 59 年度～令和 5 年度)

図 2-26(1) ダムサイトにおける各層の水質の推移



データの出典：国土交通省「水文水質データベース」（昭和59年度～令和5年度）

図 2-26(2) ダムサイトにおける各層の水質の推移



データの出典：国土交通省「水文水質データベース」（昭和 59 年度～令和 5 年度）

図 2-26(3) ダムサイトにおける各層の水質の推移

(7) ダムサイトにおける 2-MIB の状況

仙台市水道局「水質年報」に記載されている月 2 回の 2-メチルイソボルネオール (2-MIB) 濃度を整理した。対象地点を図 2-27 に、データの概要を表 2-12 に、釜房ダム貯水池 (ダムサイト) の各層における 2-MIB 濃度の推移を図 2-28 に示す。

令和 5 年度の 2-MIB 濃度は 5 月上旬に 6 ng/L まで上昇したものの、令和 4 年度に続き水道水質基準 (10 ng/L) 以下で推移していた。なお、仙台市水道局の管理目標値 (2 ng/L) は超えており、茂庭浄水場において活性炭注入等の対応が必要な状況が続いている。

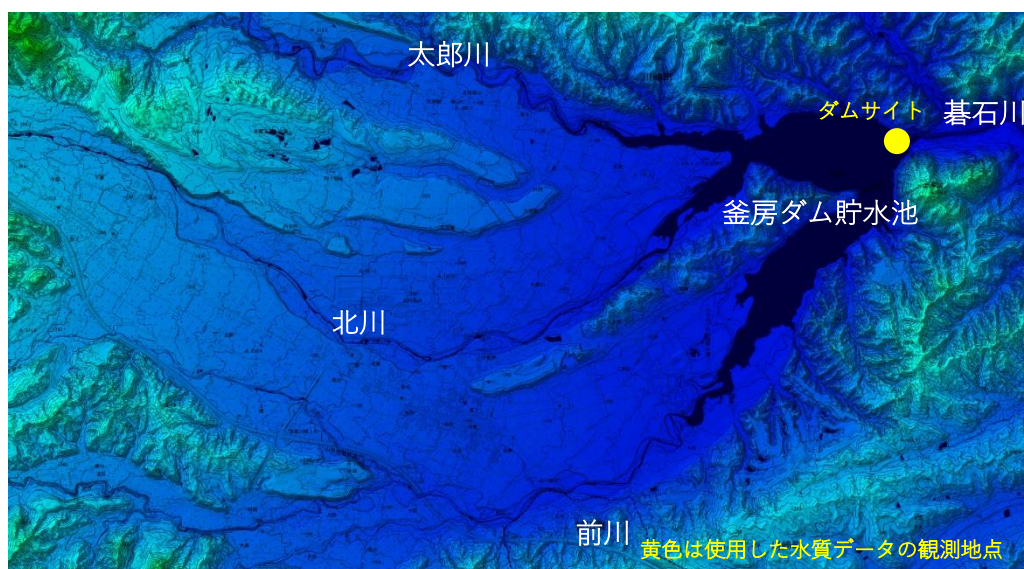
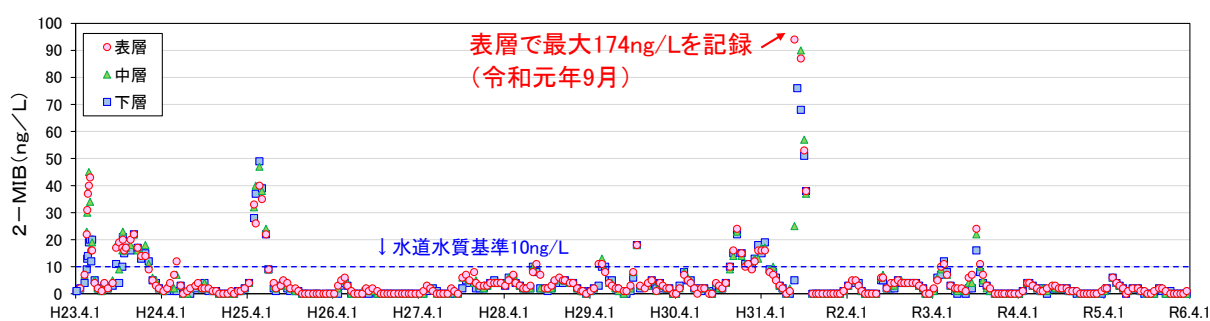


図 2-27 対象地点(2-MIB)

表 2-12 データの概要(2-MIB)

対象期間	・ 平成 23 (2011) 年度～令和 5 (2023) 年度【13 年間】
対象地点	・ 貯水池内【1 地点】 ▶ ダムサイト (上層, 中層, 下層) ※環境基準点
対象項目	・ 1 項目 (2-メチルイソボルネオール (2-MIB))
データの出典	仙台市水道局「水質年報」



データの出典：仙台市水道局「水質年報」(平成 23 年度～令和 5 年度)

図 2-28 釜房ダム(ダムサイト)における 2-MIB 濃度の推移

(8) 自動監視装置による連続観測結果

国土交通省東北地方整備局提供資料に基づき、太郎川（馬引）、北川（下原）及び釜房ダム貯水池（本川上流域、前川上流域、ダムサイト）における水温、濁度、ECの連続観測結果を整理した。対象地点を図2-29に、データの概要を表2-13に示す。また、全5地点の上層の時系列比較を図2-30に、ダムサイトの上層・下層の比較を図2-31に示す（いずれも令和5年及び令和6年の例）。

なお、全ての図面は資料編に整理した。

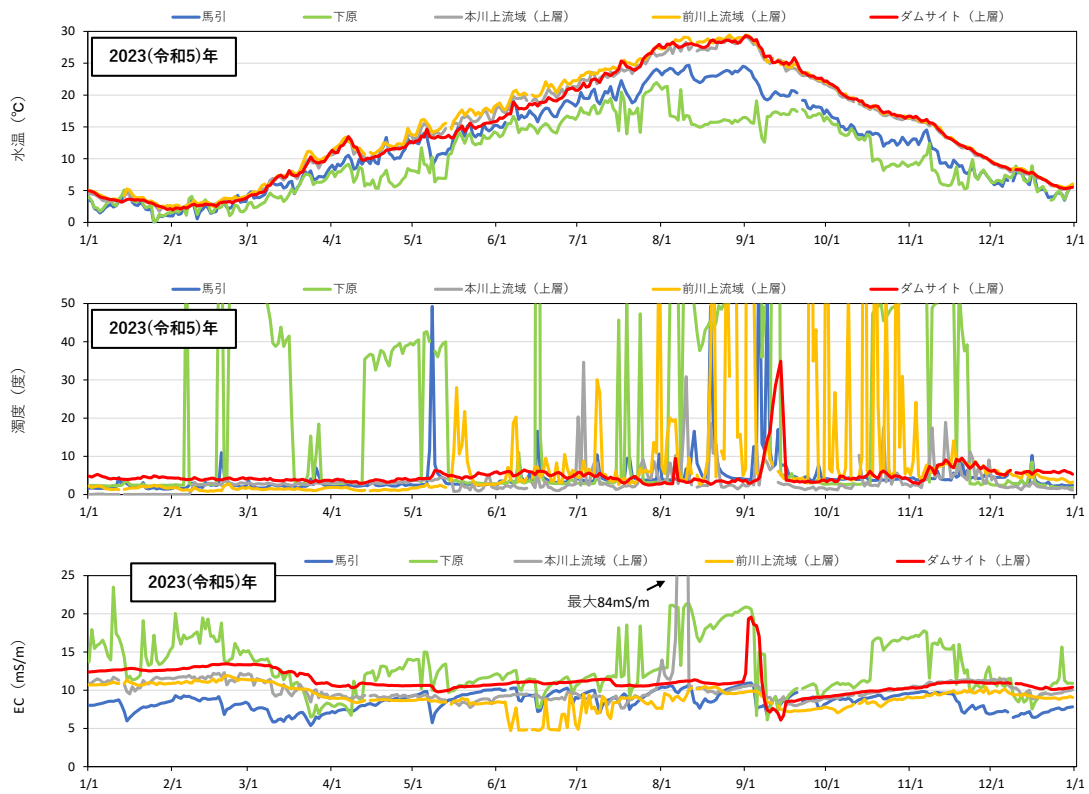


出典：国土交通省東北地方整備局 釜房ダム管理所 Web サイト

図 2-29 対象地点(連続観測データ)

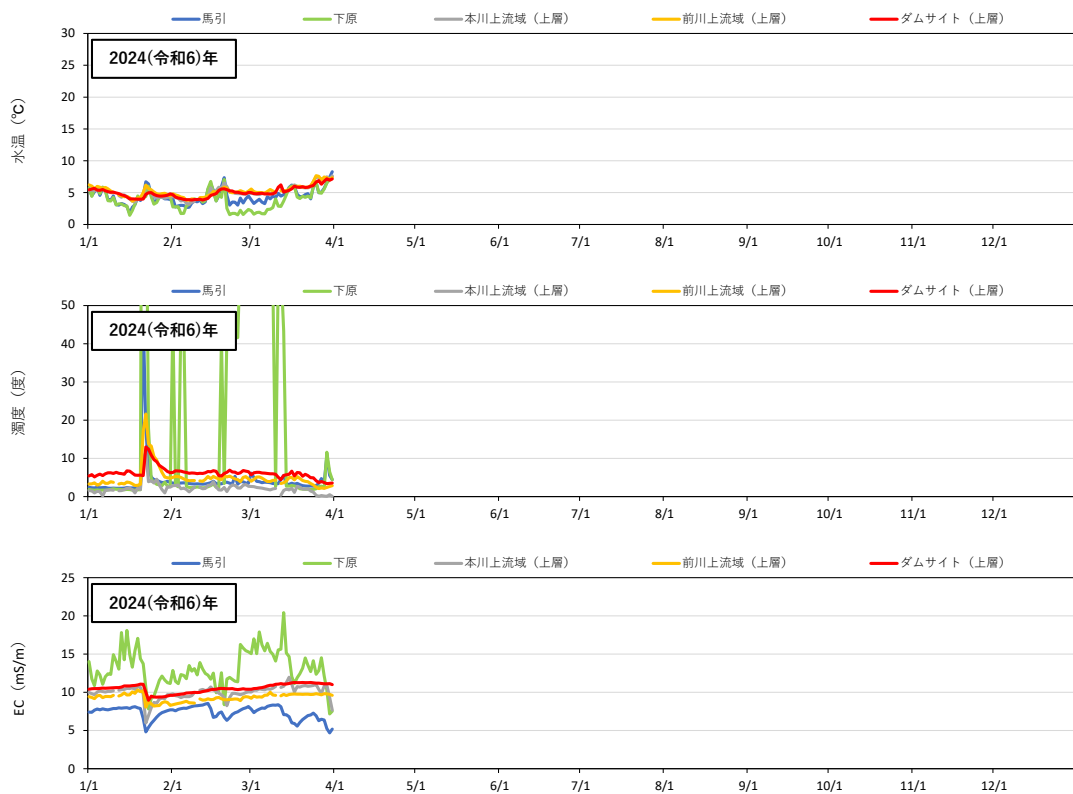
表 2-13 データの概要(連続観測データ)

対象期間	・ 平成 23 (2011) 年度～令和 5 (2023) 年度【13 年間】
対象地点	<ul style="list-style-type: none"> ・ 流入河川 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 太郎川（馬引） ➢ 北川（下原） ・ 貯水池内【3 地点】 <ul style="list-style-type: none"> ➢ 本川上流域（上層） ➢ 前川上流域（上層） ➢ ダムサイト（上層，下層）※環境基準点
対象項目	<ul style="list-style-type: none"> ・ 3 項目（水温，濁度，EC） ※EC は令和 4 年度，令和 5 年度のみ整理 ※異常値除去等の処理は実施していない。
データの出典	国土交通省東北地方整備局 提供資料



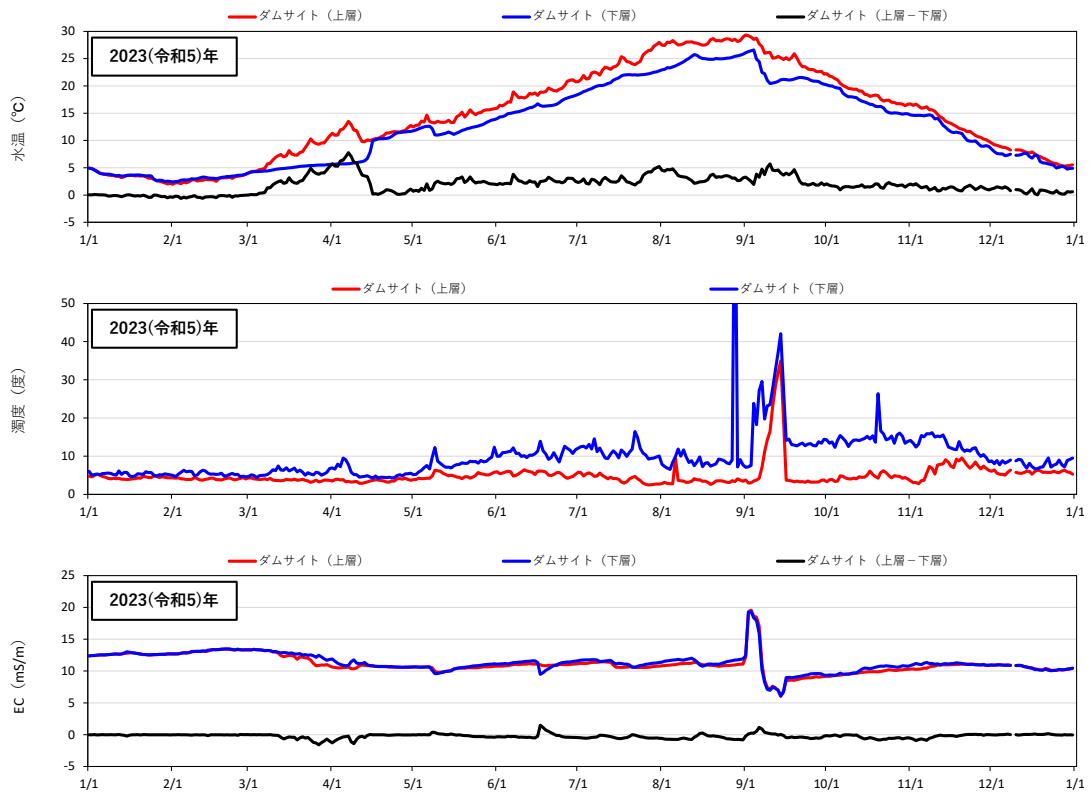
データの出典：国土交通省東北地方整備局提供資料

図 2-30(1) 各地点(上層)における水温, 濁度, EC の連続観測結果(令和5年)



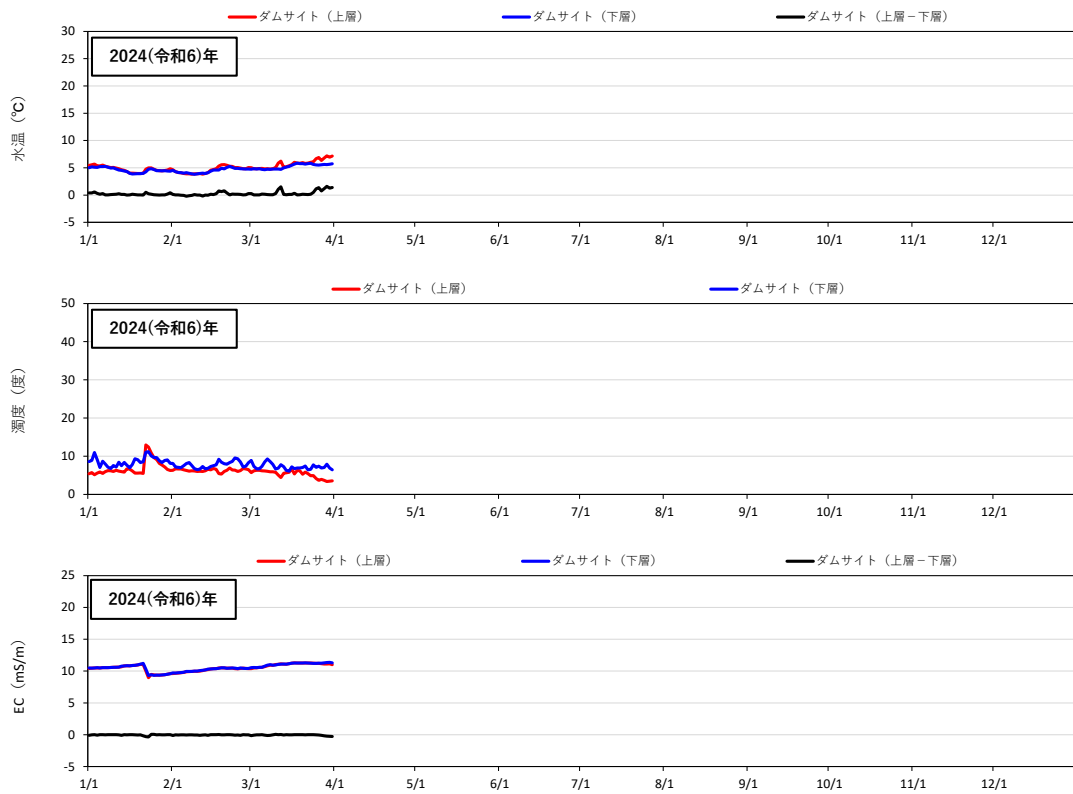
データの出典：国土交通省東北地方整備局提供資料

図 2-30(2) 各地点(上層)における水温, 濁度, EC の連続観測結果(令和6年)



データの出典：国土交通省東北地方整備局提供資料

図 2-31(1) ダムサイト(上層, 下層)における水温, 濁度, EC の連続観測結果(令和 5 年)

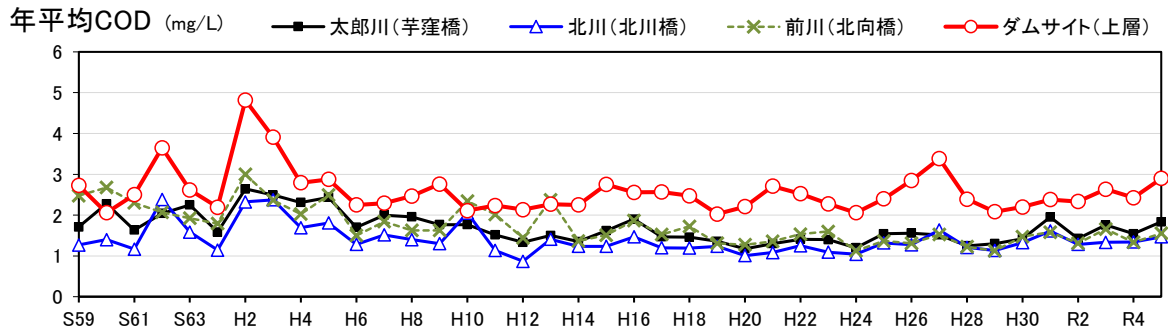


データの出典：国土交通省東北地方整備局提供資料

図 2-31(2) ダムサイト(上層, 下層)における水温, 濁度, EC の連続観測結果(令和 6 年)

2.2.4 内部生産メカニズムの検討

釜房ダム貯水池のCODは流入河川に比べて高い状況が続いており（図 2-32）、貯水池の内部生産の影響が疑われる。そこで、既存データを基に内部生産メカニズムの検討を行った。



データの出典：国土交通省「水文水質データベース」（昭和 59 年度～令和 5 年度）

図 2-32 釜房ダム貯水池(○)及び流入河川(■△×)の水質の推移(再掲)

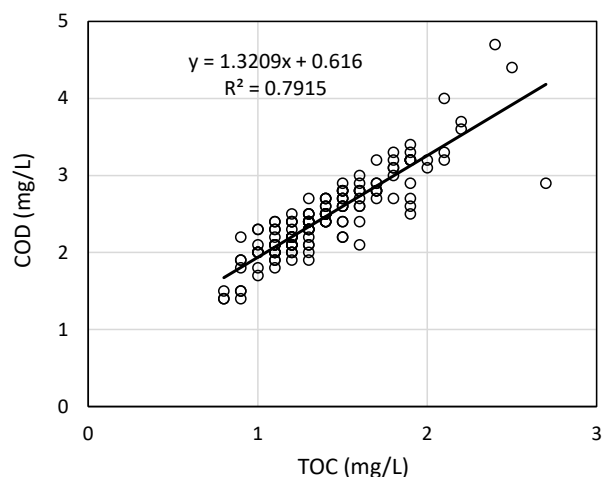
(1) 水質項目間の相関関係

仙台市水道局「水質年報」から収集した釜房ダム貯水池周辺の水質データを用いて、釜房ダム表層のCODに対する内部生産の影響について検討を行った。

なお、本データは、観測地点数の多さや観測期間の長さは公共用水域水質測定結果に及ばないものの、全有機炭素（TOC）・植物プランクトン数等が測定されており、貯水池内の内部生産メカニズムの検討において価値の高いデータといえる。

1) CODとTOCの関係

CODとTOCの間には比例関係がみられた（図 2-33）。したがって、「CODの増減」は「有機物量の増減」を概ね表現していると考えられる。



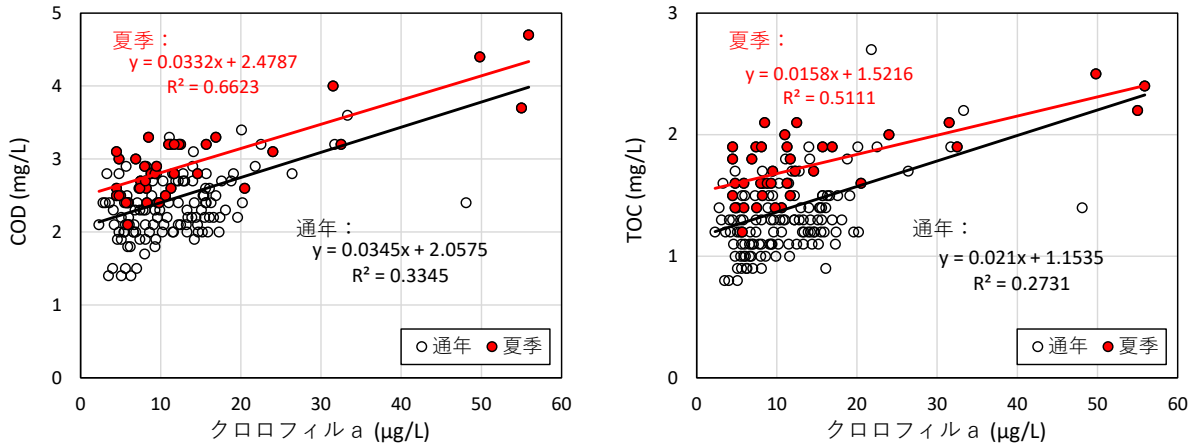
データの出典：仙台市水道局「水質年報」（平成 23 年度～令和 5 年度）

図 2-33 CODとTOCの関係(ダムサイト, 表層)

2) COD・TOC とクロロフィル a の関係

特に夏季において、COD・TOC とクロロフィル a（植物プランクトンの指標）の間に有意な相関関係がみられた（ $p < 0.001$ ，図 2-34）。したがって、COD・TOC に対する「植物プランクトンによる内部生産」の寄与が示唆された。

なお、クロロフィル a が低い時期においても COD・TOC は 1～3 mg/L 程度存在しており、主に植物プランクトン以外の有機物（溶存有機物，植物遺骸等）の影響と推察される。



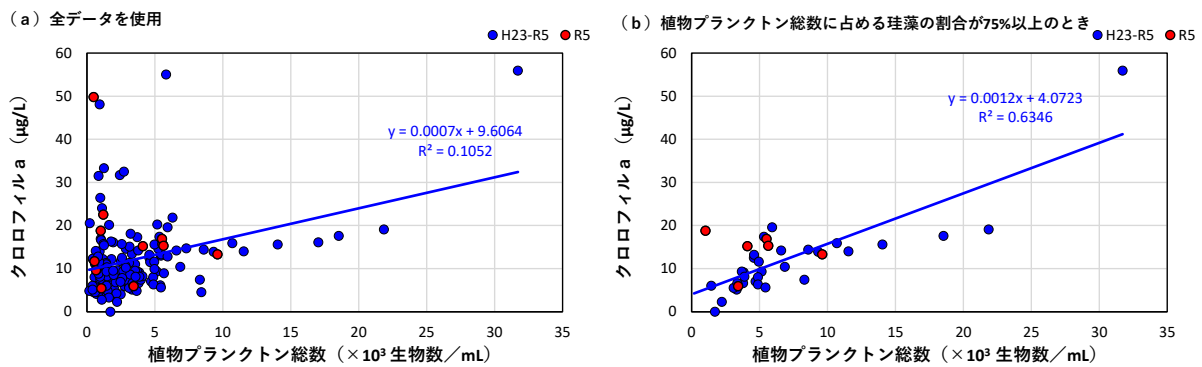
注：「夏季」は7～9月のデータ

データの出典：仙台市水道局「水質年報」（平成 23 年度～令和 5 年度）

図 2-34 クロロフィル a 濃度と COD, TOC 濃度の関係(ダムサイト，表層)

3) クロロフィル a と植物プランクトンの関係

植物プランクトン総数とクロロフィル a 濃度の相関は低いが（図 2-35 (a)， $R^2=0.11$ ），珪藻が優占する時期に限ると両者の相関は良好であった（図 2-35 (b)， $R^2=0.63$ ）。



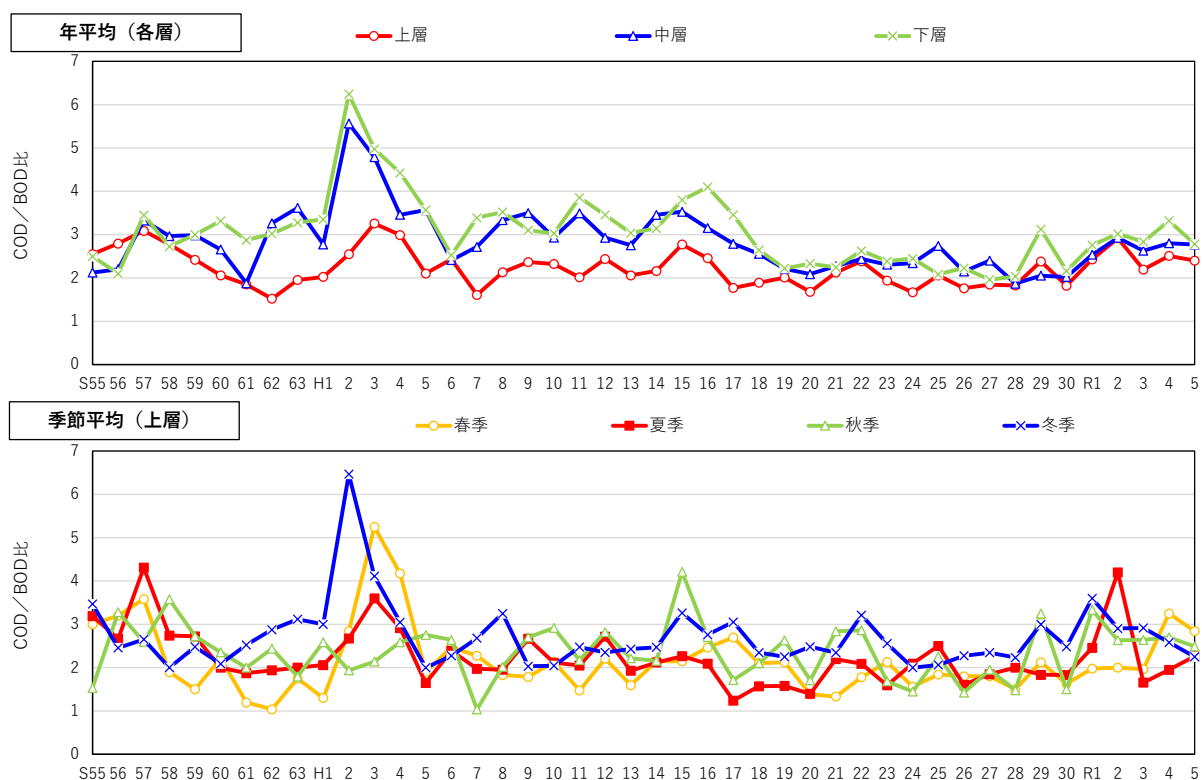
データの出典：仙台市水道局「水質年報」（平成 23 年度～令和 5 年度）

図 2-35 クロロフィル a 濃度と植物プランクトン総数の関係(ダムサイト，表層)

(2) COD/BOD 比

釜房ダム貯水池における COD の質を評価する一手段として、COD と BOD の比（以下「COD/BOD 比」という）を求めた。COD は「酸化剤（過マンガン酸カリウム）が有機物を酸化分解する際に消費する酸素量」であり、全有機物の指標とされる。一方、BOD は「好気性微生物が有機物を分解する際に消費する酸素量」であり、易分解性有機物の指標とされる。したがって、COD/BOD 比は「微生物に分解されない有機物（難分解性有機物）」の指標とみなすことができる。ただし、BOD は「5 日間で消費される酸素量」であり、釜房ダムの平均滞留時間 50~60 日程度に比べて短いため、現場の BOD よりも過小評価されている可能性があること、COD には過マンガン酸カリウムと反応する有機物以外の物質（還元性の無機物）も含まれることに留意する必要がある。

釜房ダム貯水池（ダムサイト）における COD/BOD 比の推移を図 2-36 に示す。COD/BOD 比に明確なトレンドはみられなかった。



データの出典：国土交通省「水文水質データベース」（昭和 55 年度～令和 5 年度）

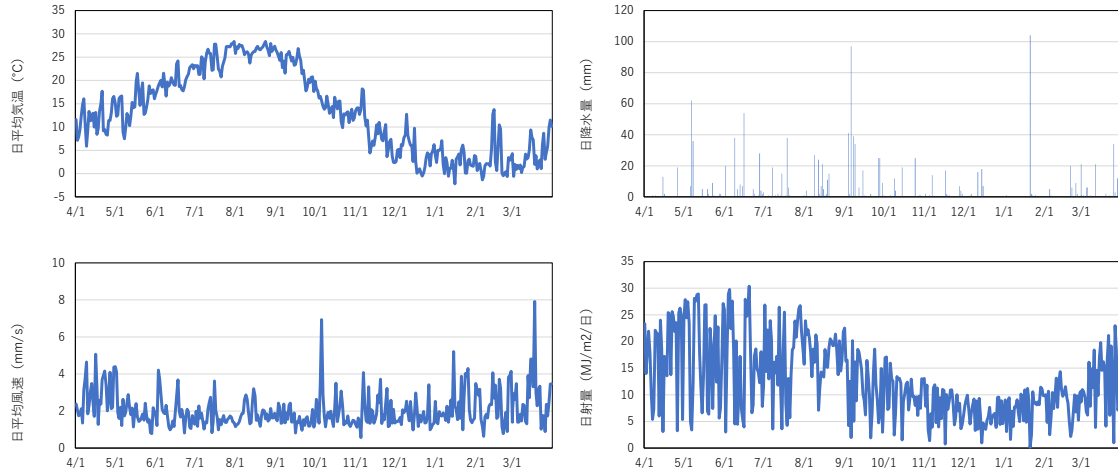
図 2-36 ダムサイトの COD/BOD 比の推移

（上：各層の年平均値より作成，下：上層の季節平均値より作成）

2.3 気象データの整理

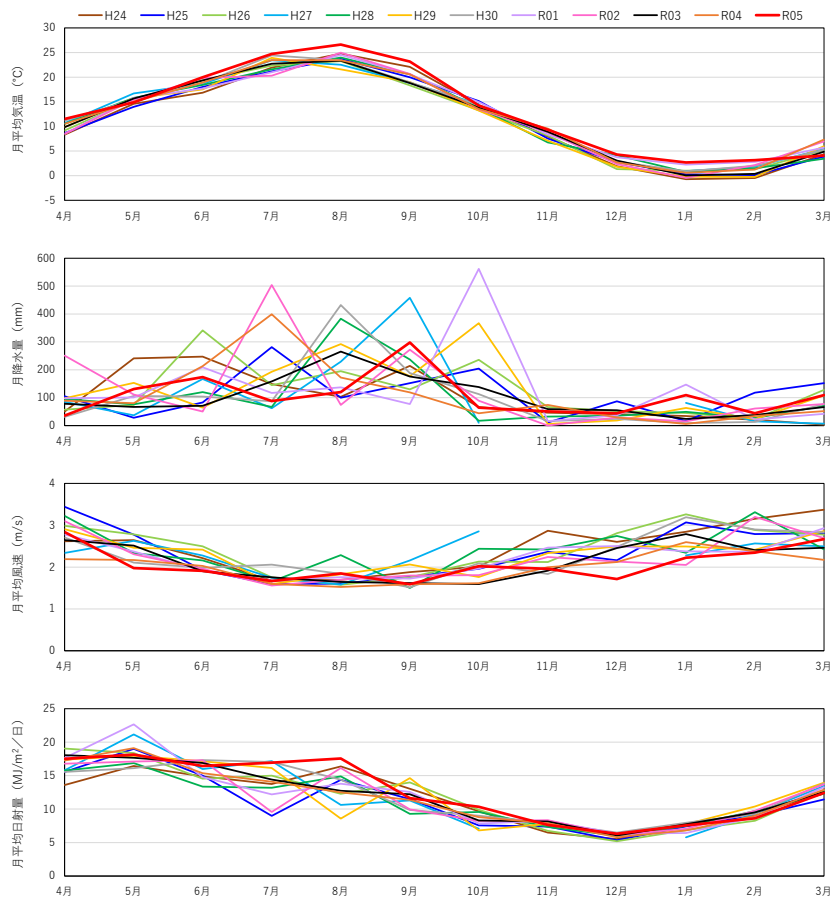
2.3.1 釜房ダムの気象データ

釜房ダム管理所の気象日報に基づき、釜房ダム貯水池における過去 12 年間の気象条件を収集・整理した。令和 5 年度の気温、降水量、風速、日射量の推移を図 2-37 に、月平均値等の過年度との比較を図 2-37 に示す。令和 5 年度は過年度に比べて 6 月～9 月頃の気温が高く、7～8 月の降水量は少なかったことがわかる。



データの出典：釜房ダム管理所「気象日報」（令和 5 年度）

図 2-37 気温、降水量、風速、日射量（日間の平均値または合計値）の推移（令和 5 年度）



データの出典：釜房ダム管理所「気象日報」（平成 24 年度～令和 5 年度）

図 2-38 気温、降水量、風速、日射量（月間の平均値または合計値）の推移

2.3.2 近隣アメダス地点における各気象要素の長期変動

釜房ダム近隣の気象データを収集し、現時点で気温上昇・降水量の増加等の気候変動の影響が現れているか確認した。

(1) データ収集

1) データ収集地点・収集期間

解析にあたり、気象庁のホームページ (<https://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html>) より気象データを入手した。長期的な傾向を確認するため、入手期間は 1977 年 1 月 1 日から 2024 年 12 月 31 日の 48 年間とした。

宮城県内の観測所の位置を図 2-39 に示す。釜房ダムに最も近く、釜房ダムの流域内に存在する観測所は川崎であるが、2005 年 10 月 26 日に観測を終了している。川崎地点は観測所を近隣の蔵王に移転し、2005 年 10 月 27 日より観測を開始している。図 2-40 に釜房ダムと川崎・蔵王地点の位置関係を示す。釜房ダムを代表する地点として川崎と蔵王を選び、その他参考値として、長期間の連続データを有する地点である新川・仙台・白石を選択した。



※本資料で解析を行った地点を で示す

マーク	地点の種類	観測要素
●	気象台等	気圧、降水量、気温、湿度、風、日照、積雪、天気など
● (■)	アメダス	降水量、気温、湿度、風、日照、(積雪)
● (■)	アメダス	降水量、気温、湿度、風、(積雪)
● (■)	アメダス	降水量、(積雪)
□	アメダス	積雪

(参考 : <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/mdrr/man/sousa.html>)

図 2-39 宮城県内の地上気象観測所及びアメダス(地域気象観測システム)



図 2-40 釜房ダムと川崎・蔵王の位置関係

(出典: <https://maps.gsi.go.jp/development/ichiran.html>)

2) 収集要素・解析内容

収集した気象要素は表 2-14 に示すとおりである。また、解析結果の概要を表 2-14 に示した。

収集した時系列データは単回帰分析を行い、算出した回帰式の傾きに対して t 検定を行った。

表 2-14 収集要素と解析内容

収集要素	解析内容	解析結果の概要
気温	年平均気温・月平均気温・ 真夏日日数・真冬日日数	近年の気温が上昇傾向であり、特に春季・秋季の昇温幅が大きい。
降水量	年降水量・年最大日降水量・大雨の頻度・短時間強雨の頻度・無降水日数	統計的に有意な傾向は得られず。
日射量	年平均全天日射量	上昇傾向が見られた。
降雪量	年降雪量	統計的に有意な傾向は得られず。
積雪深	最深積雪	2014年を境に3月の積雪深が減少している。(統計な検定はせず)

(2) 気温

気温について、長期的（1977年～2022年）な変化を整理した。対象は1) 年平均気温、2) 月平均気温、3) 真夏日日数、4) 真冬日日数である。

1) 年平均気温

各地点の年平均気温の推移を図2-41に示す。川崎と蔵王は一つのグラフにまとめて描画している。全ての地点で右肩上がりの傾向を示しており、近年の気温が上昇傾向であることが分かる。例えば新川では、2012年以前には年平均気温が10℃を下回る年が散見されたが、2012年以降は年平均気温が10℃を下回る年が見られなくなった。また、2023年・2024年の気温が突出して高い。

t検定の結果、川崎（1977年～2004年）は統計的に有意な傾向ではなかったが、蔵王・新川・仙台・白石にて $p < 0.001$ で有意となった。

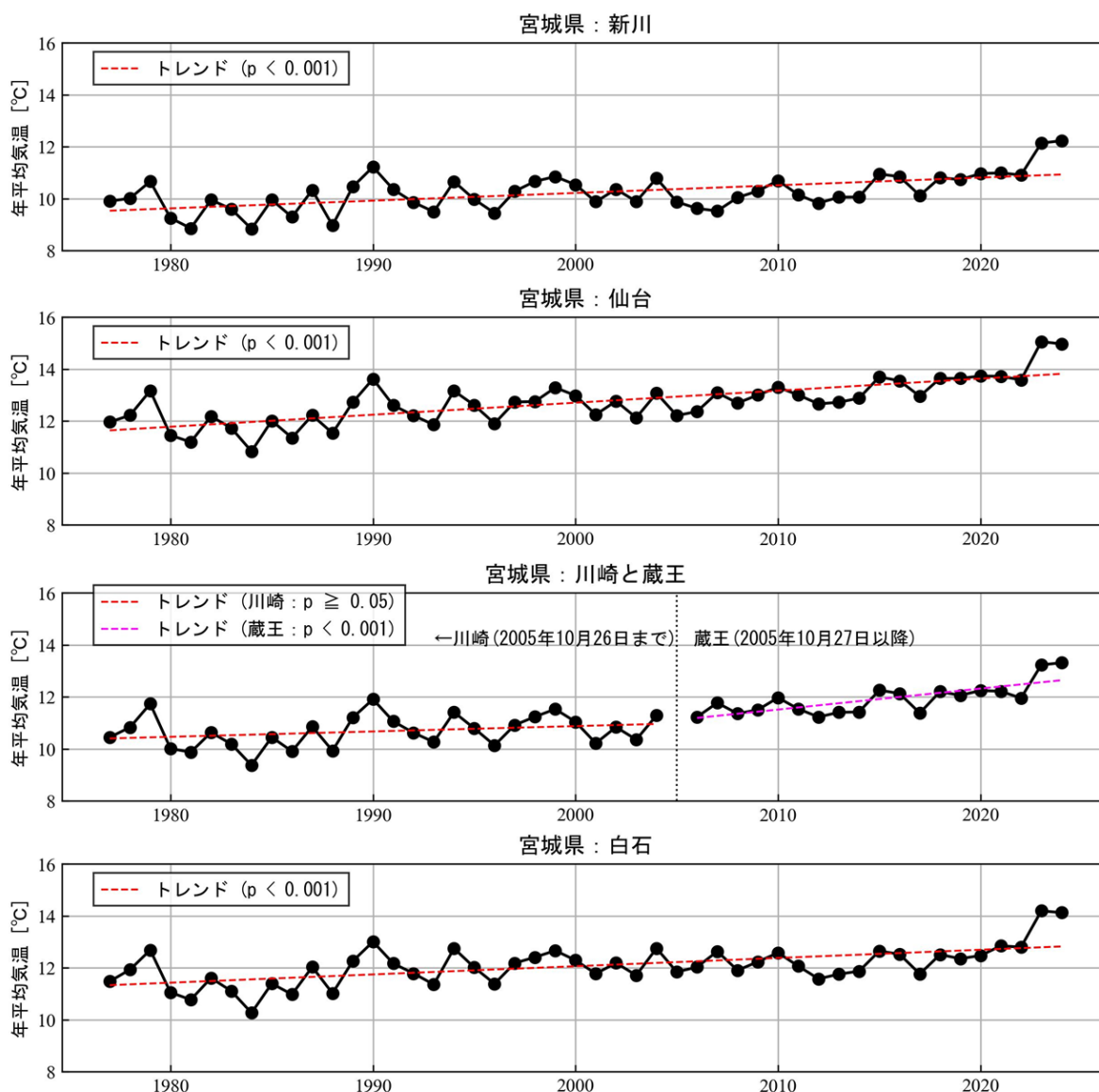


図 2-41 年平均気温の推移

2) 月平均気温

川崎と蔵王，新川，仙台，白石の月平均気温の推移を図2-42に示す。川崎と蔵王は一つのグラフにまとめて描画している。凡例の右側の「+」はt検定の結果を表している。例えば図2-42左下の3月の「(/++)」は，前半（川崎）のt検定が有意でなく，後半（蔵王）のt検定が $p < 0.01$ で有意であることを示しており，4月の「(+/++)」は，前半（川崎）が $p < 0.5$ で，後半（蔵王）が $p < 0.01$ で有意であることを示している。多くの地点において3月の平均気温が大きく上昇している他，5月や9月，10月といった春季・秋季の気温上昇幅が大きい。一方，全ての地点で12月の平均気温は横ばいであり，月によって傾向が異なることが分かる。また2020年以降に着目すると，4月平均気温は一度も下降に転じることなく上昇を続けている様子が見て取れる。

3月・4月平均気温の上昇は融雪時期の早期化，流域上流部の積雪深の減少につながる可能性が考えられる。また，釜房ダム流域における春季の流出ピークの早期化，それに伴う栄養塩の動態に影響を及ぼしている可能性が考えられる。

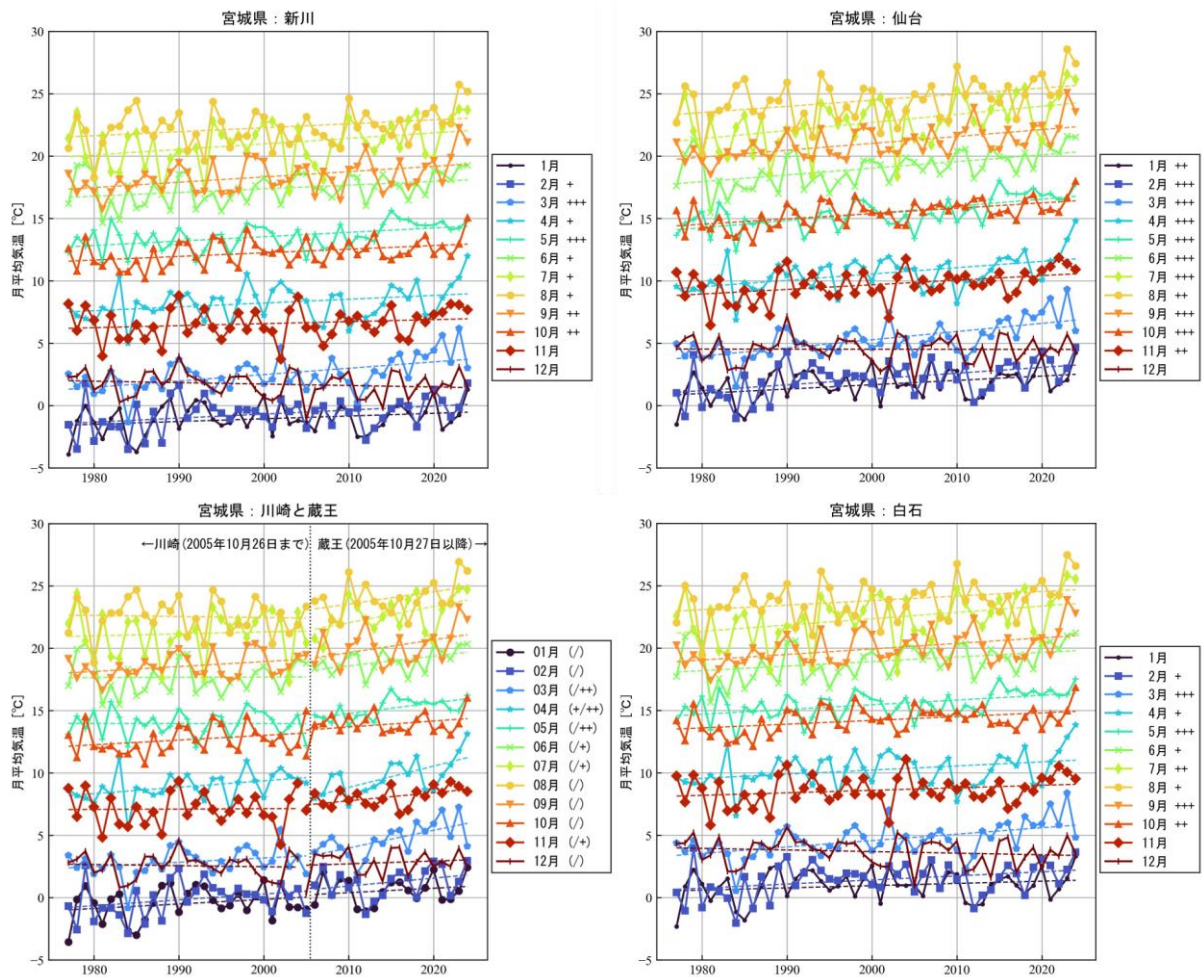


図 2-42(1) 月平均気温の長期傾向

($p < 0.001$: +++, $p < 0.01$: ++, $p < 0.05$: +)

3) 真夏日(最高気温が 30℃以上の日)日数

川崎と蔵王, 新川, 仙台, 白石の 1 年あたりの真夏日の推移を示す。なお, 真夏日は最高気温が 30℃以上の日として定義される。

全ての地点において, 真夏日の日数が増加傾向にあることが分かる。特に, 2010 年以降に真夏日の日数が増加している。

t 検定の結果, 新川・仙台・白石は $p < 0.001$ で, 蔵王は $p < 0.01$ で有意となった。2023 年・2024 年の真夏日日数が特に多い。また, 2010 年を境に真夏日日数が増加している。

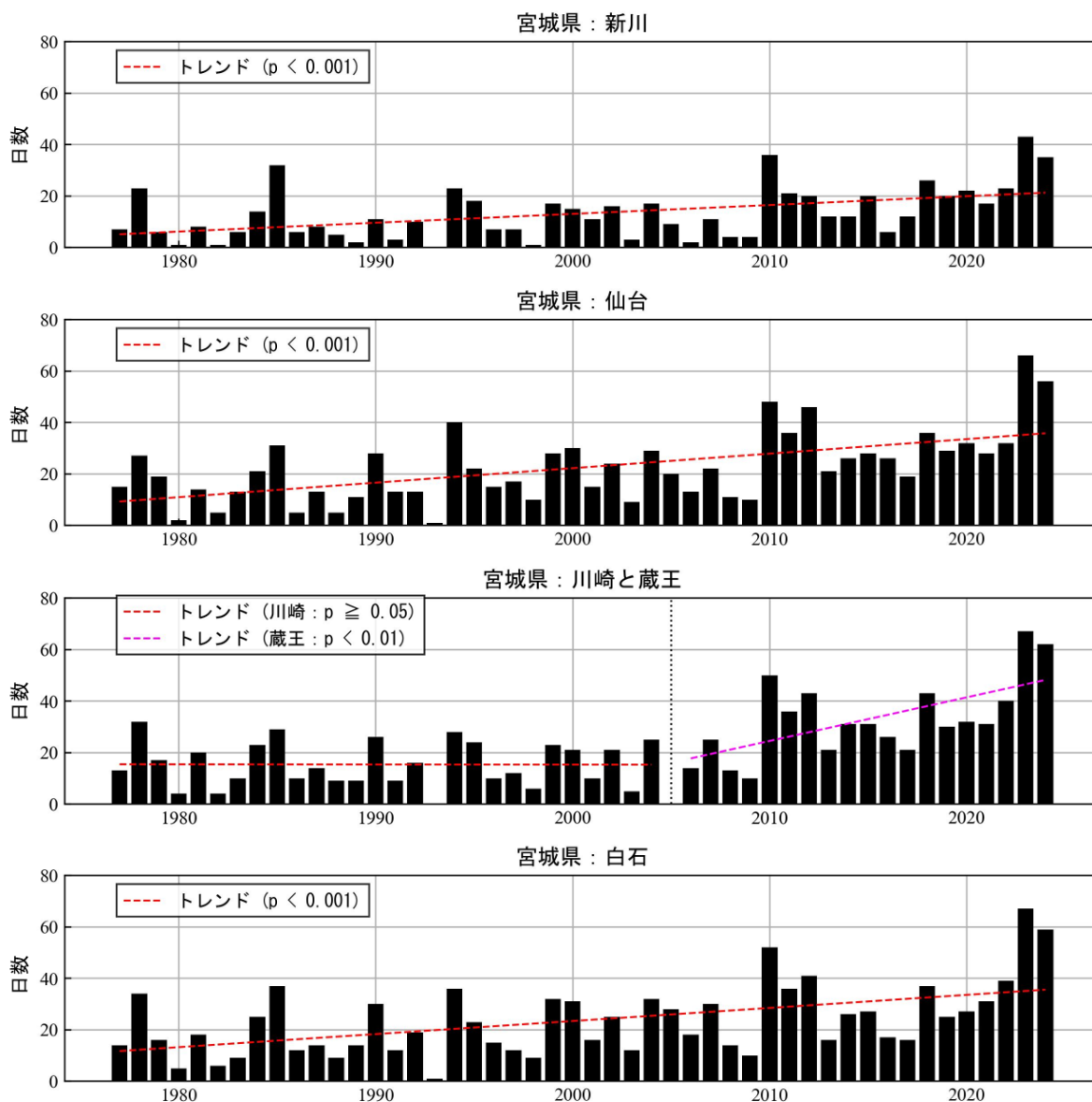


図 2-43 真夏日の日数の推移

4) 真冬日(最高気温が0°C未満の日)日数

川崎と蔵王，新川，仙台，白石の1年あたりの真冬日の推移を示す。なお，真冬日は最高気温が0°C未満の日として定義される。

多くの地点において，真冬日の日数が減少傾向にあることが分かる。t検定の結果，白石で $p < 0.05$ ，新川・仙台にて $p < 0.01$ で有意となった。また川崎と蔵王で傾向が異なるが，これは観測地点に起因した差である可能性がある。

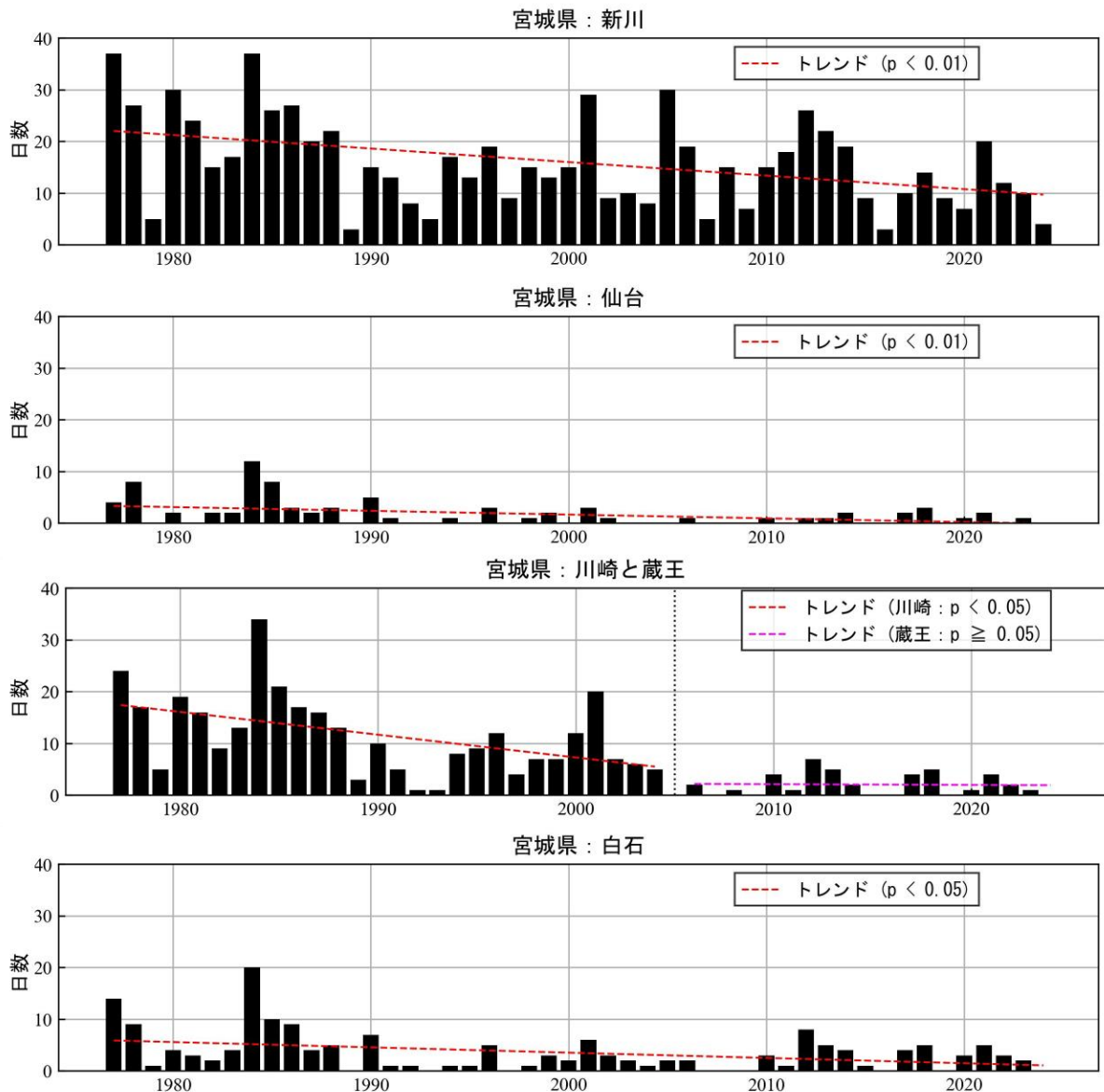


図 2-44 真冬日の日数の推移

(3) 降水量

降水量について、長期的（1977年～2024年）な変化を整理した。対象は1) 年降水量、2) 年最大日降水量、3) 大雨の日数、4) 短時間強雨の回数、5) 無降水日数、である。

1) 年降水量

川崎と蔵王、新川、仙台、白石の年降水量の推移を図2-45に示す。川崎と蔵王は一つのグラフにまとめて描画している。蔵王のみ $p < 0.05$ で減少傾向が見られたが、2006～2024年の短期間の傾向である。新川・仙台・白石では年によるバラツキが大きく、統計的に有意な傾向は見られなかった（有意水準0.05）。

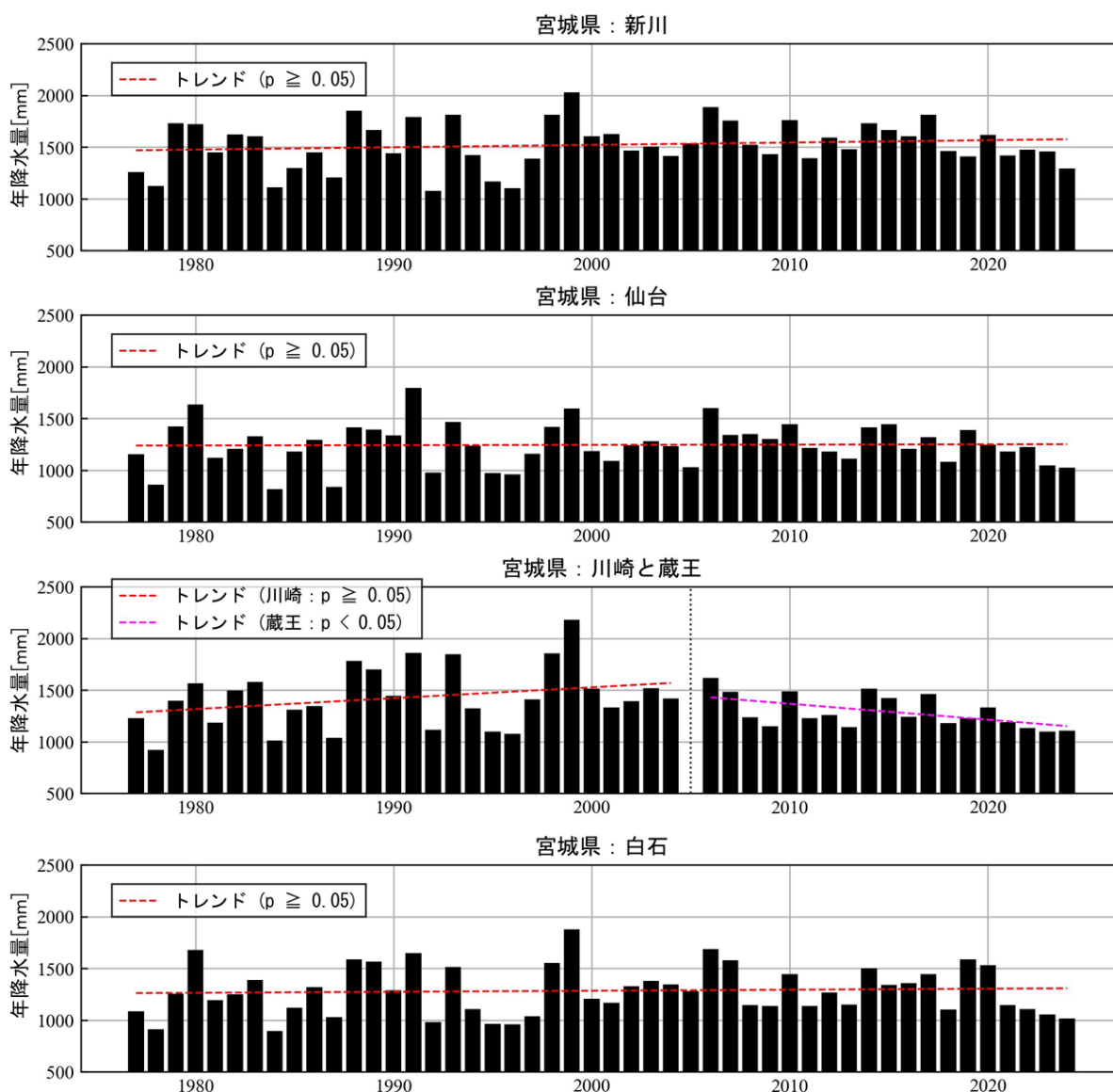


図 2-45(1) 年降水量の推移(川崎と蔵王)

2) 年最大日降水量

各地点における年最大日降水量の推移を図2-46に示す。いずれの地点においても右肩上がりの傾向が得られたが、年によるばらつきが大きく、統計的に有意な傾向は見られなかった(有意水準 0.05)。

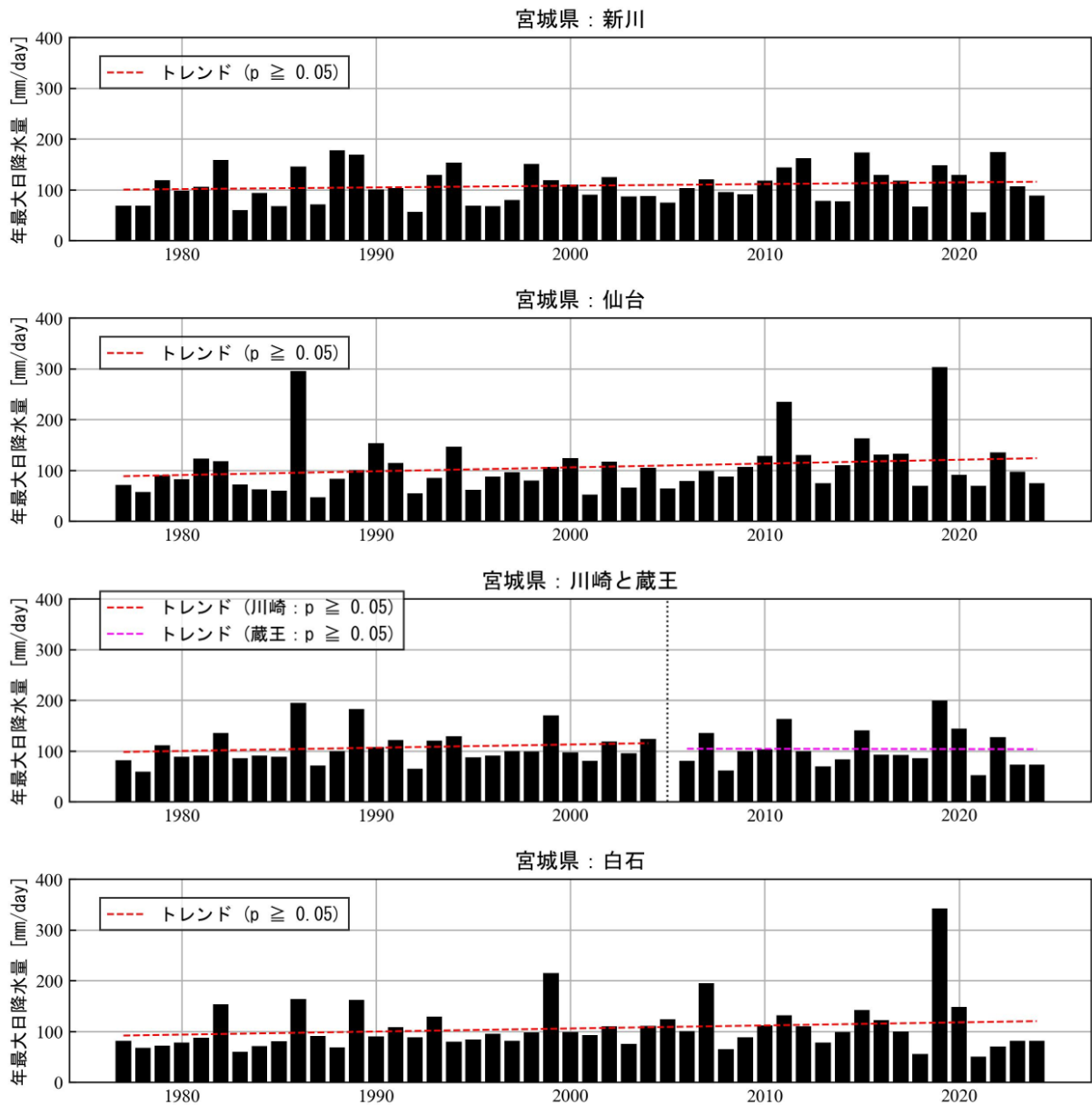


図 2-46 年最大日降水量の推移

3) 大雨(日降水量 100mm 以上)の日数

各地点における日降水量 100mm 以上の日数の推移を図 2-47 に示す。いずれの地点においても出現数が少なく、統計的に有意な傾向は見られなかった (有意水準 0.05)。

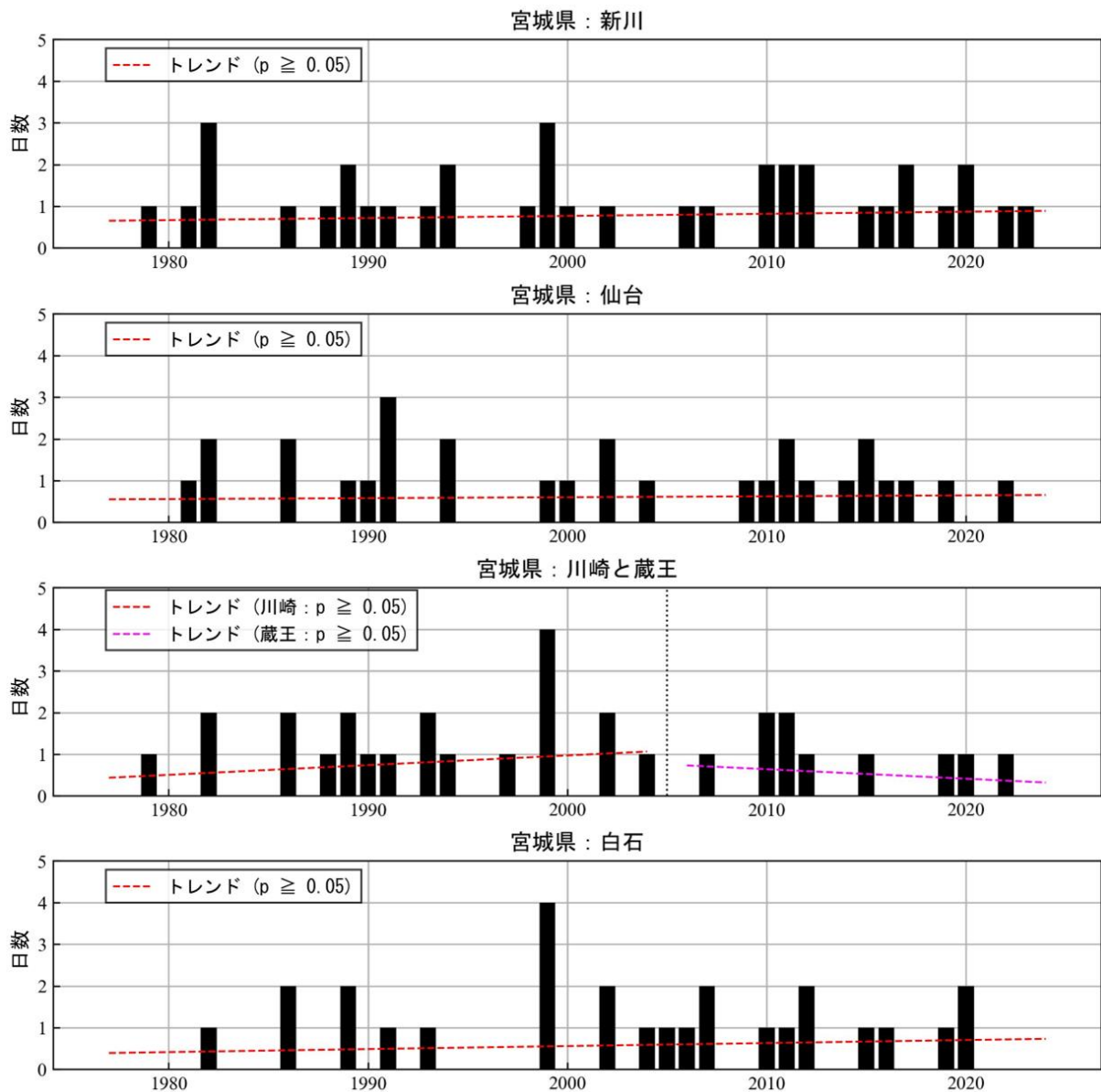


図 2-47 大雨(日降水量 100mm 以上)の推移

4) 短時間強雨(時間降水量 30mm 以上)の頻度

各地点における時間降水量 30mm 以上の日数の推移を図 2-48 に示す。いずれの地点においても出現数が少なく、統計的に有意な傾向は見られなかった(有意水準 0.05)。

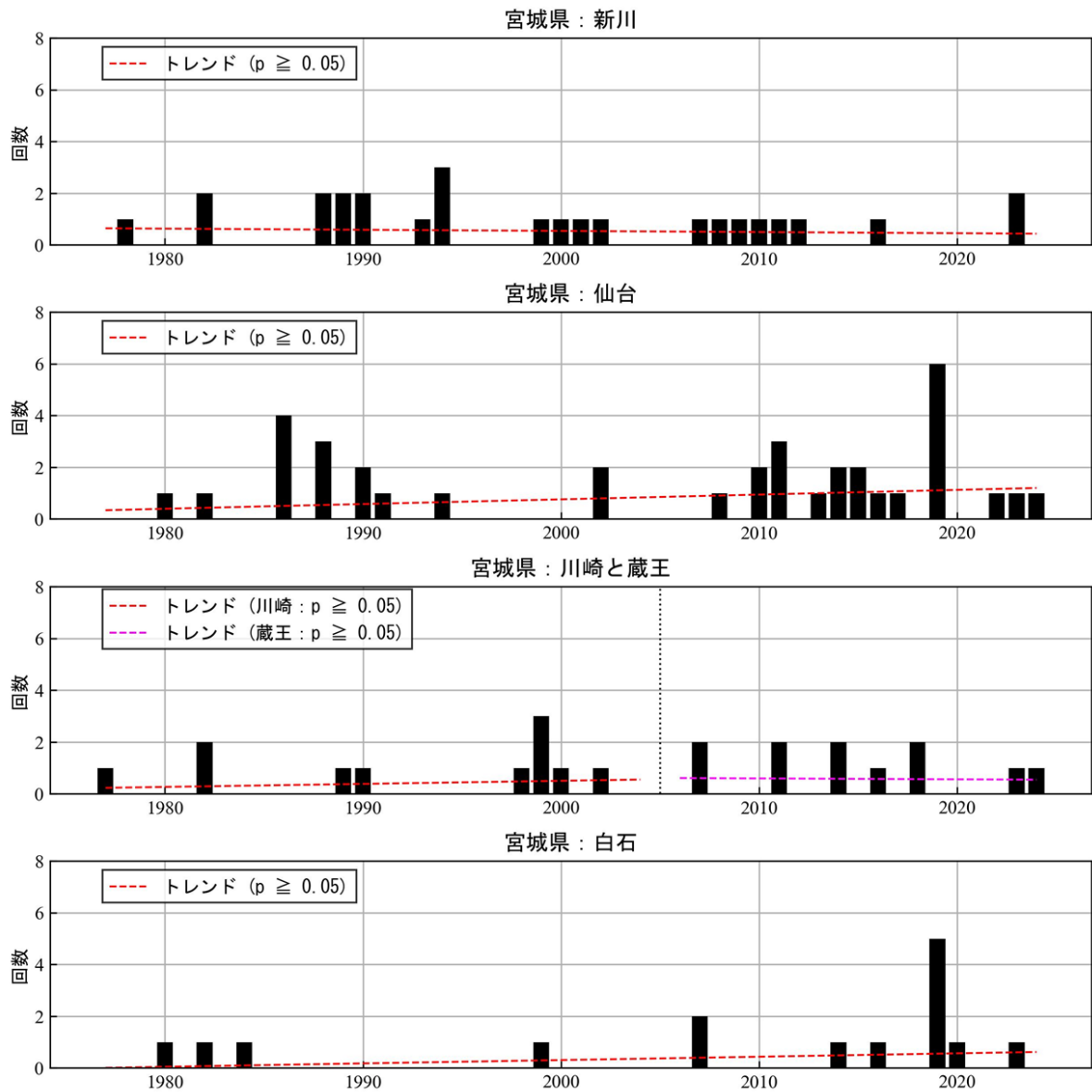


図 2-48 短時間強雨(時間降水量 30mm 以上)の推移(川崎と蔵王)

5) 無降水(日降水量 1mm 未満)日数の頻度

各地点における無降水（日降水量 1.0mm 未満）日数の推移を図 2-49 に示す。蔵王（データ期間：2006～2024 年）では無降水日数が増加傾向であった（ $p < 0.05$ ）。新川・仙台・白石では、統計的に有意な傾向は見られなかった（有意水準 0.05）。

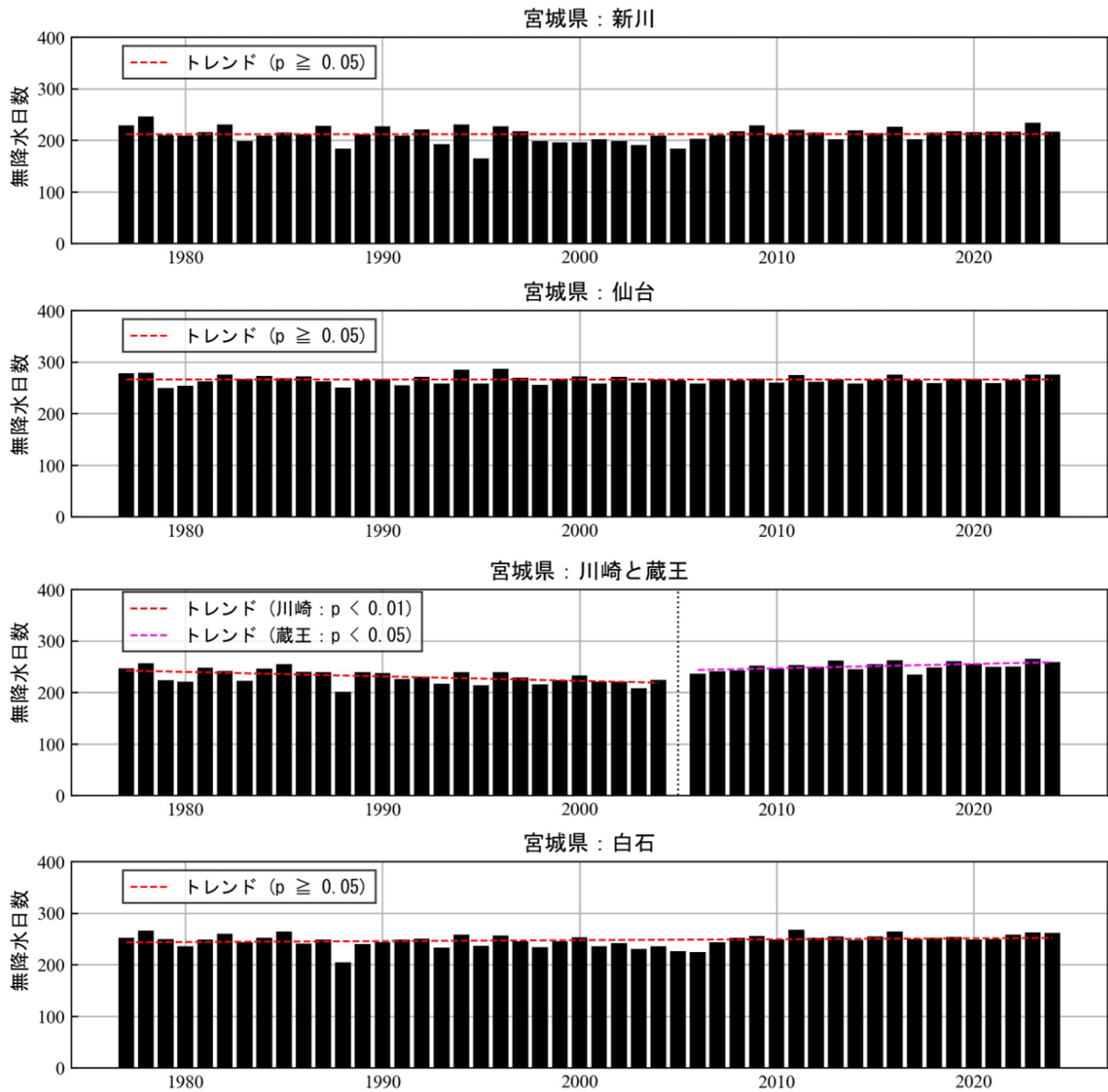


図 2-49 無降水日数の推移(川崎と蔵王)

(4) 降雪量

降雪量について、新川地点のデータを整理した。なお、新川地点における積雪の観測開始年は1985年のため、期間は1985年～2024年である。年によるバラつきが大きく、統計的に有意な傾向は見られなかった（有意水準0.05）。

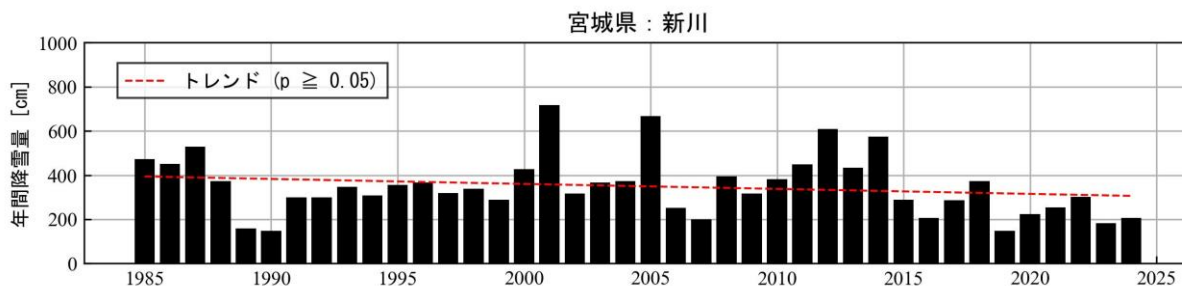


図 2-50 新川地点の降雪量

(5) 最深積雪

積雪量・積雪時期の変化を確認するため、1985年から2020年までの最深積雪を5年ずつ平均した図を図2-51に、1985年から2023年までの最深積雪をヒートマップで描画した図を図2-52に示す。なお、年をまたいだ1冬を通じた積雪深と積雪時期を確認するため、例えば1985年9月1日から1986年4月30日の期間を「1985年」として取り扱っている。

最深積雪の5年平均値を確認すると、2015-2020年はグラフの面積が小さいことから、積雪深が少なかった5年間であることが分かる。また、2015-2020年は3月の積雪が少ないことも確認できる。また、毎年のも最深積雪図（図2-52）では、2013-2014年以降は3月の積雪深が少ないことが分かる。一方で、1984年から2024年にかけて、積雪開始時期が遅くなる傾向は確認できない（統計的な有意性は未確認）。

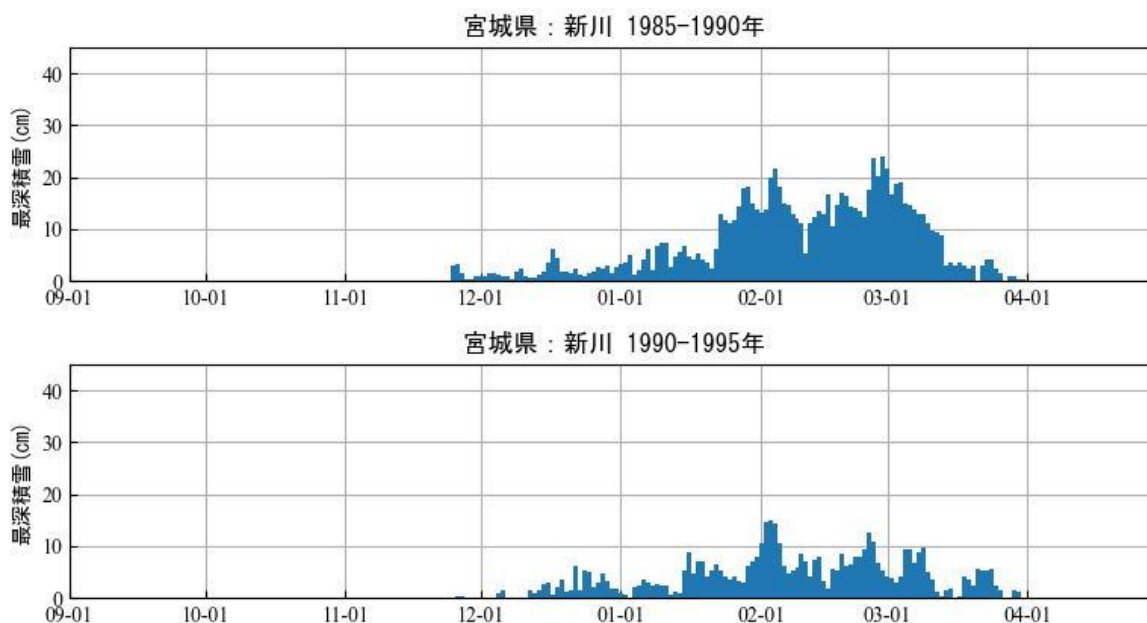


図 2-51(1) 新川地点の最深積雪の5年平均

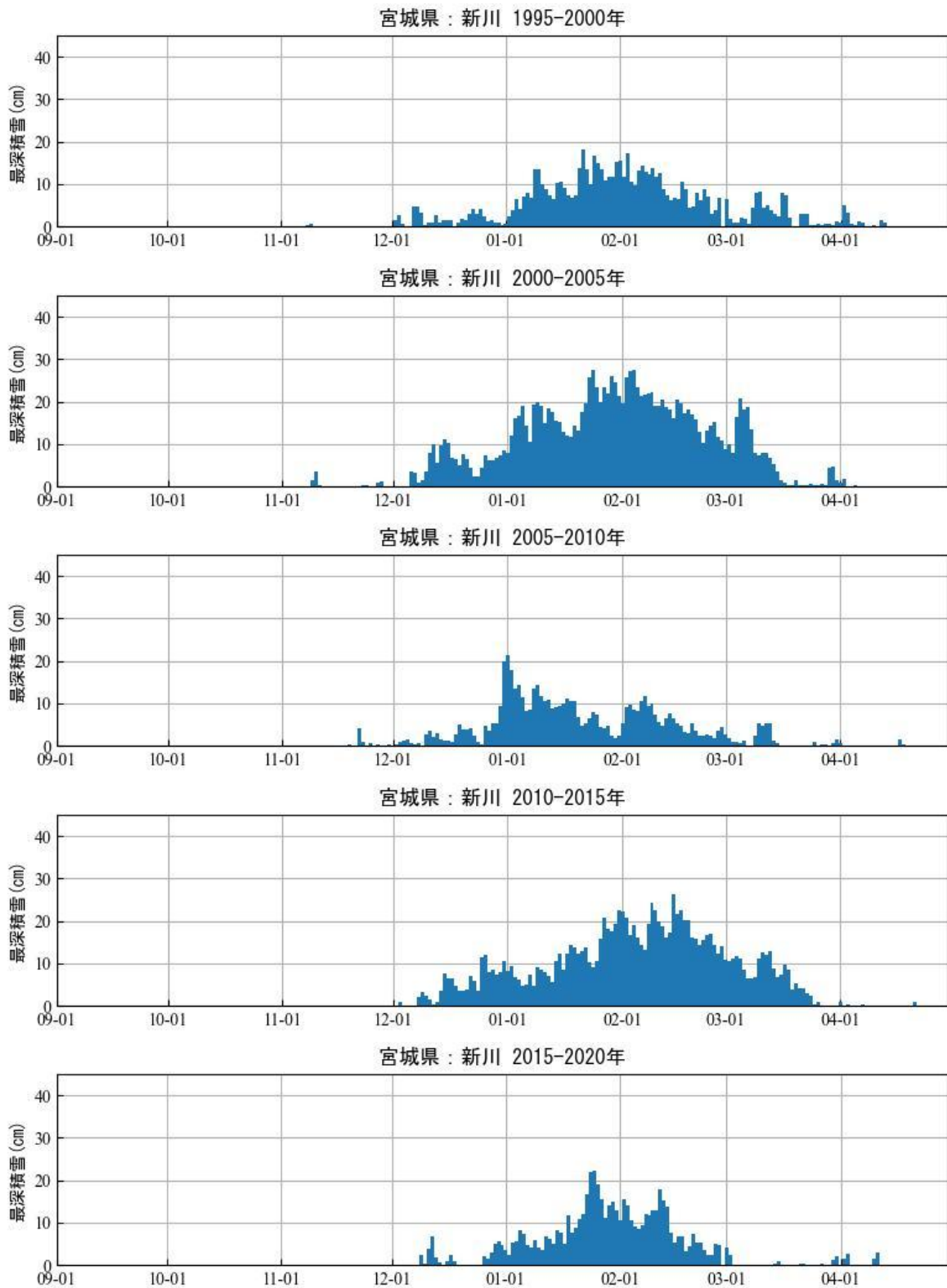


図 2-51(2) 新川地点の最深積雪の 5 年平均

宮城県:新川

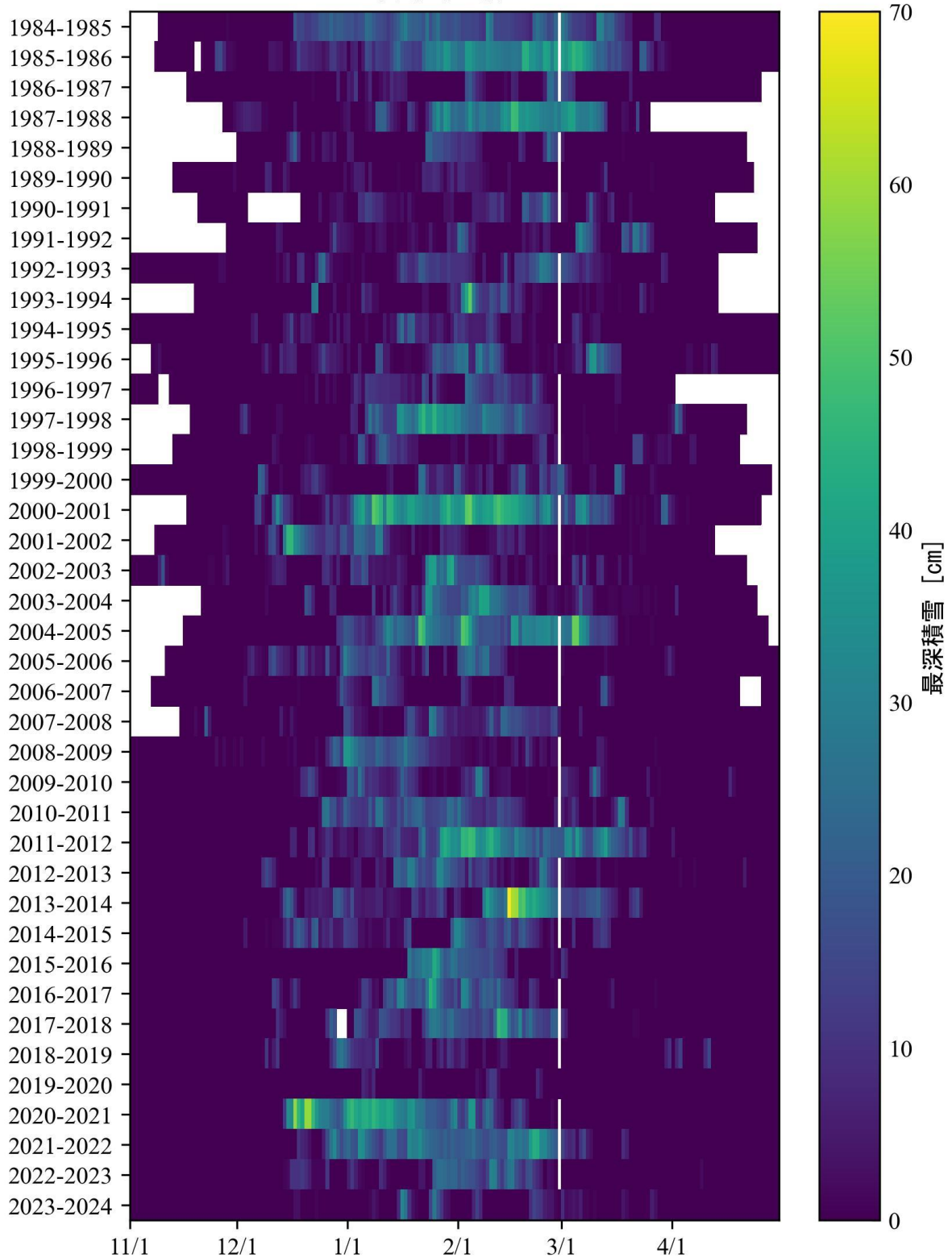


図 2-52 新川地点の最深積雪(欠測と閏年以外の 2/29 は白塗り)

(6) 日射量

全天日射量について、仙台のデータを整理した。仙台の年平均全天日射量の推移を図 2-53 に示す。右肩上がりの傾向が見られ ($p < 0.001$)、日射量が増加していることが分かる。特に 1990 年代から 2000 年代にかけて大きく増加しているが、これは世界の多くの地域で見られる傾向と一致している¹⁾。日射量はエアロゾル²⁾の増減によって変化するが、日本の 1990 年代から 2000 年代にかけて見られる日射量の増加は人為起源エアロゾルの減少と関係があると言われている³⁾。

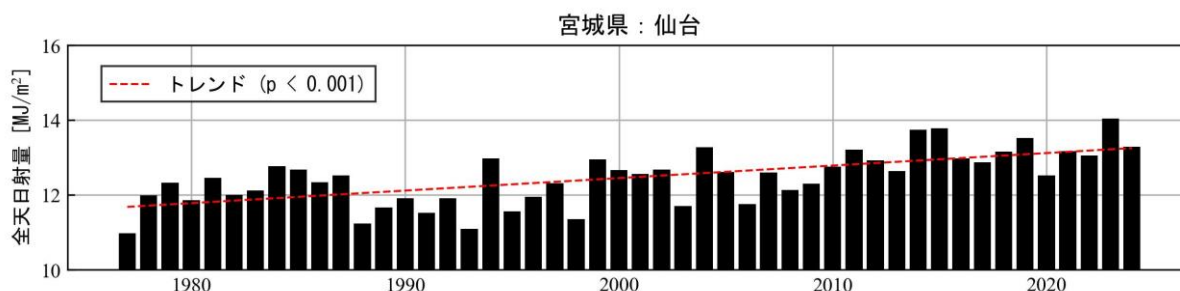


図 2-53 年平均全天日射量の推移 (仙台)

- 1) 例えば、文部科学省、気象庁：日本の気候変動 2020 (詳細版)
https://www.data.jma.go.jp/cpdinfo/ccj/2020/pdf/cc2020_shousai.pdf
- 2) エアロゾル (大気エアロゾル粒子) とは、空気中に浮遊するちりなどの固体や液体の粒子のことである。エアロゾルは、太陽放射の散乱・吸収、地球からの赤外放射の吸収・再放射などを通じ、また雲・降水粒子の生成・成長過程等に与える影響を通して、地球の放射収支を変えるとこの効果を持っている。全天日射量の長期変化の原因としては、大気中の人為起源エアロゾルの変化による影響が大きく、雲量や雲の特性の変化も影響を与えていると考えられている。
- 3) Norris, R.J. and M. Wild, 2009: Trends in aerosol radiative effects over China and Japan inferred from observed cloud cover, solar “dimming,” and solar “brightening”. J. Geophys. Res., 114, D00D15, doi:10.1029/2008JD011378.

3. 増水時における河川からの負荷量把握のための調査

3.1 調査の目的

大量降雨時における森林や農地等から流出する汚濁負荷量を把握・推定し、内部生産と増水時の流出量との内訳を把握するため、以下のとおり水質調査を実施する。

3.2 調査概要

3.2.1 調査地点

調査地点は、図2-13に示す釜房ダムに流入する主要な河川である太郎川の芋窪橋、北川の北川橋、前川の北向橋とする。

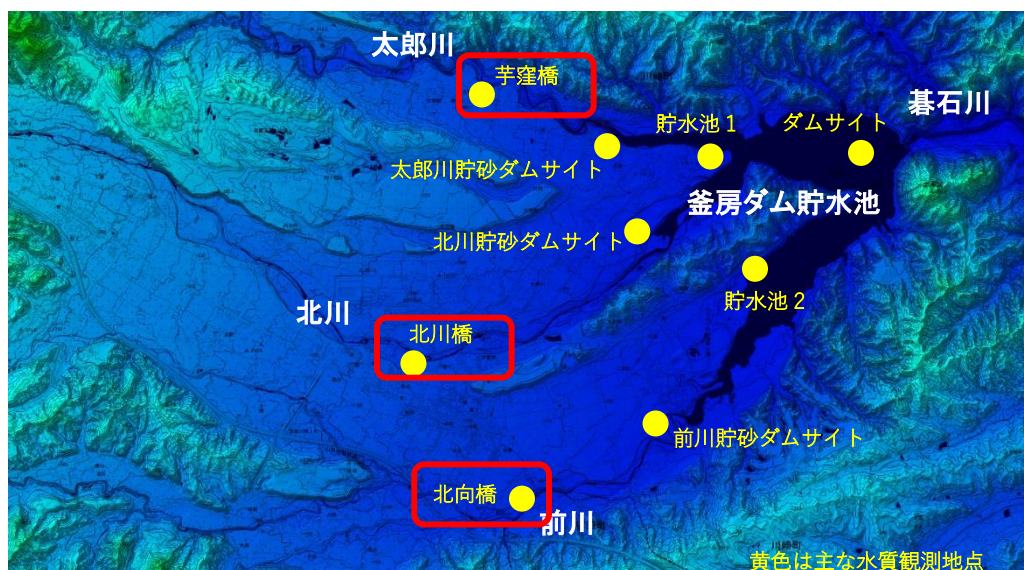


図 3-1 釜房ダム及びその流域(国土地理院標高地形図を加工して作成)

3.2.2 河川流量調査

各調査地点で令和6年4月16日に横断測量を実施し、川幅を10等分した幅で測線を設け、流量観測に必要な河床横断面図を作成した。太郎川のいもくぼ橋は当初は上流側で流量を観測予定だったが、5月13日の調査時には下流側の方が流況が安定していたため、下流側で再度横断測量した。

横断測量は、橋手すり上端から水面と水底までの距離を計測して、橋直下の河床横断面図を作成し河床形状を把握した。横断測量概要を図3-2に、各地点の河床横断面図を図3-3に示す。10等分した測線の他に最も水深の深い位置を水位計測位置とした。

北川の北川橋と前川の北向橋では作業の安全性と河床形状・流況の安定性を考慮し、遊歩道の下流側で流量調査を実施することとした。

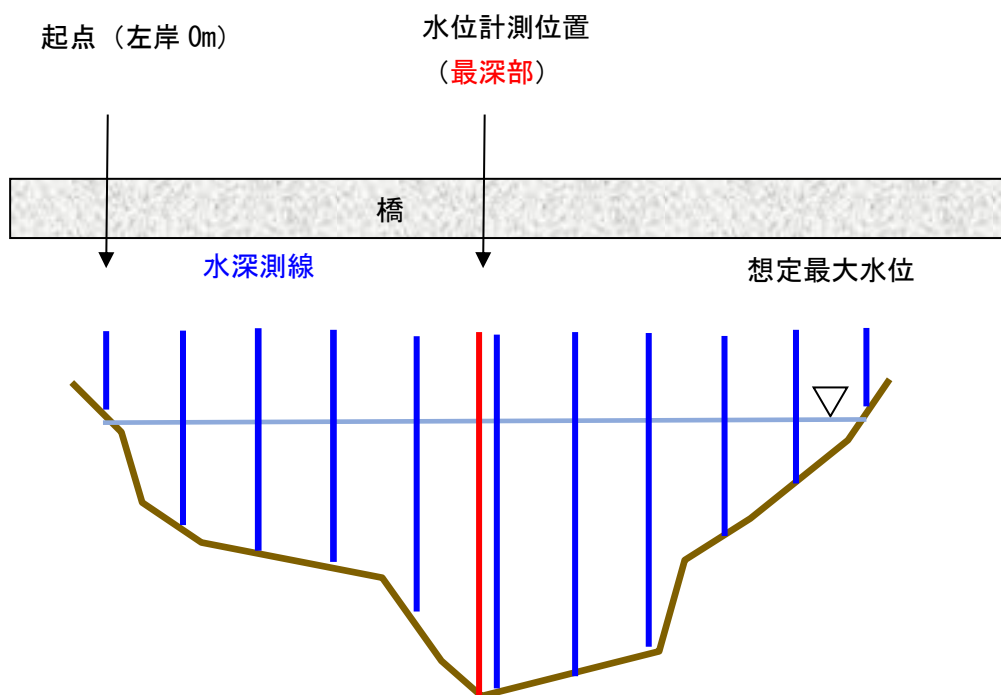
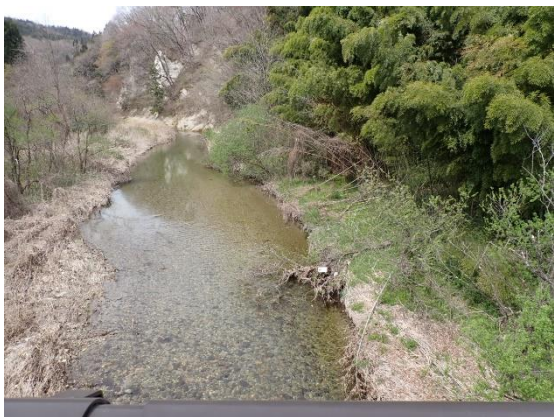
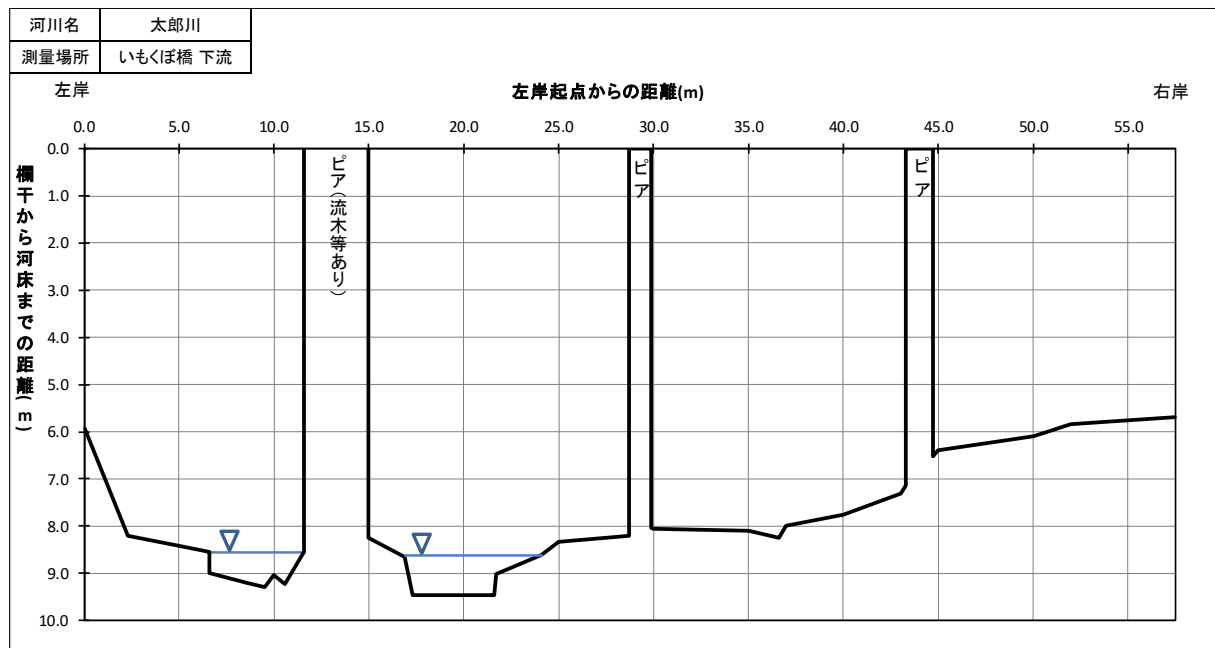


図 3-2 横断測量概要

令和6年4月16日（横断図は5月13日に測量）



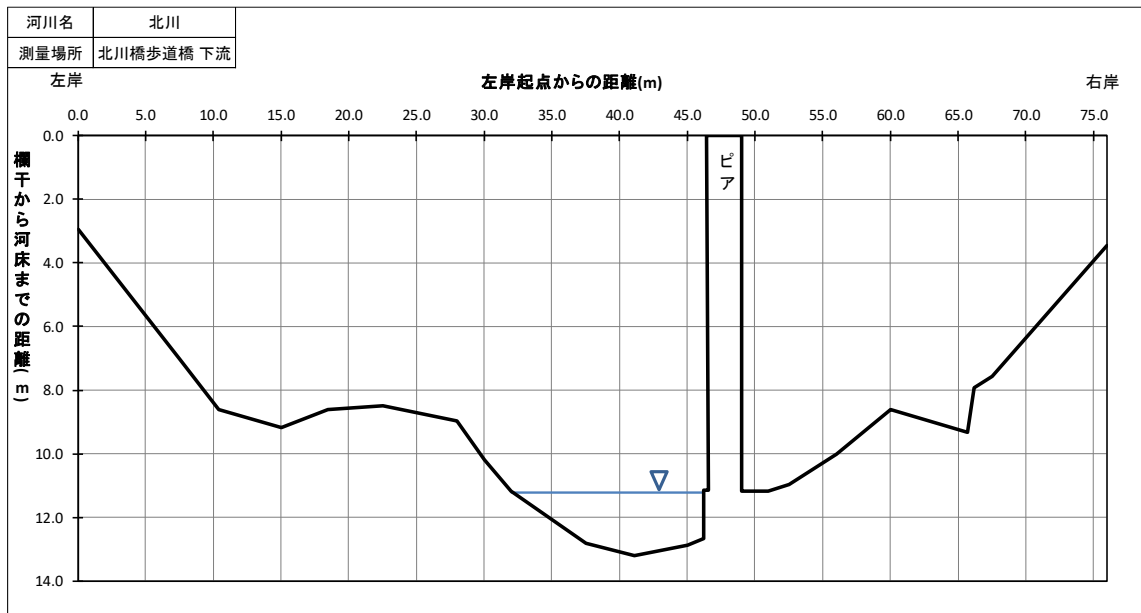
いもくぼ橋上流



いもくぼ橋下流

図 3-3(1) 河床横断図(太郎川 いもくぼ橋)

令和6年4月16日



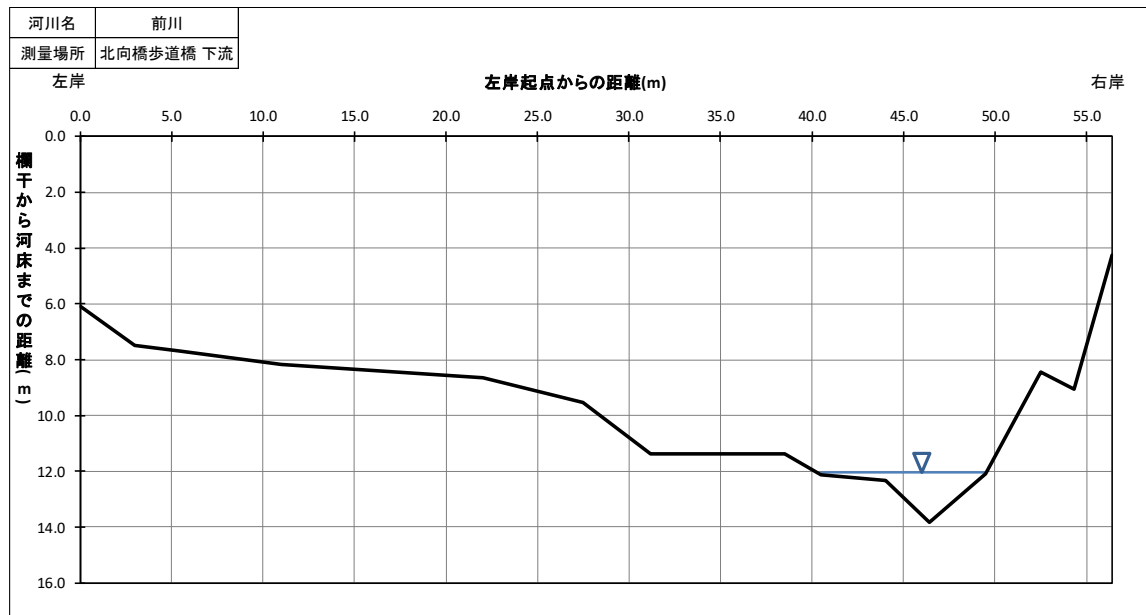
北川橋遊歩道上流



北川橋遊歩道下流

図 3-3 (2) 河床横断図(北川 北川橋遊歩道(下流側))

令和6年4月16日



北向橋遊歩道上流



北向橋遊歩道下流

図 3-3(3) 河床横断面図(前川 北向橋遊歩道(下流側))

河川流量調査は3降雨で実施する。調査実施の判断は、前日の予想総降雨量が概ね30mm以上の降水量があると予報された場合に、事前に発注者と協議する。天気予報は日本気象協会ホームページ (<https://tenki.jp/>) の宮城県川崎町 1時間天気累積雨量を用いる。

流速測定は降雨に伴う流量の増加・低減を捉えられるよう、降り始め～降り終わり、河川水位の低減が落ち着くまで実施する。また、測定のタイミングは、降雨・流出の状況に応じて30分～1時間ピッチ程度とし、1降雨当たり10回以上の測定を行う。

流速測定は、河川内に立ち入った測定は危険を伴い困難なため、橋上から実施する。流速測定の概要を図3-4に示す。

- ・ 水位計測位置（最深部）で、橋上手すりから水面までの距離を計測
- ・ 水面の左右端位置（起点からの距離）を計測・記録し、水面幅を3～5等分して流速測定位置を決定。何等分とするかは増水時の流況や河川幅より判断する。
- ・ 各断面中央で水面直下の流速を電磁流速計で測定（図3-5参照）。
6割および2割，8割水深での測定は、流速計ケーブルに流下物（植物片等）が絡まり危険なため実施しない。

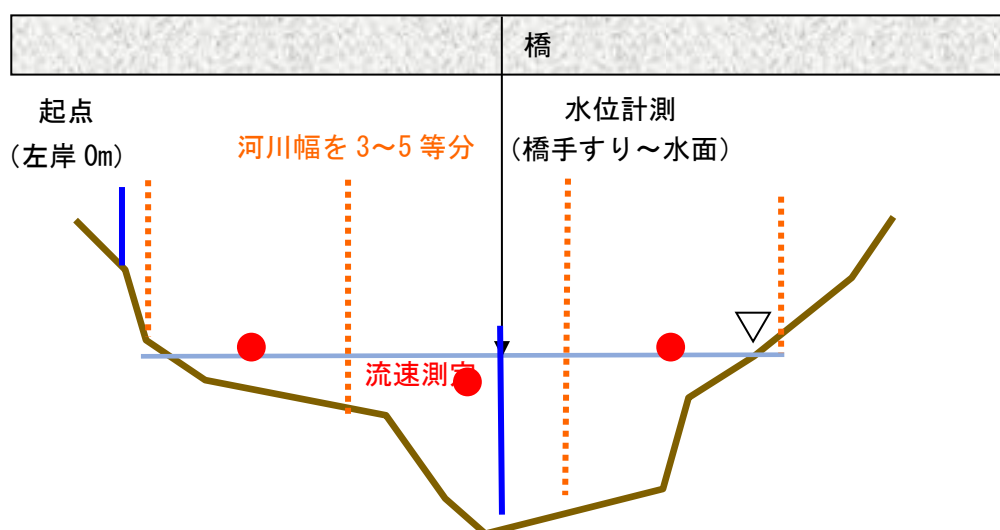


図 3-4 流速測定概要



JFE アドバンテック社製 AEM-D 流速計

- 測定レンジ：0～5m/sec
- 精 度：±0.002m/sec



JFE アドバンテック社製 AEM213 流速計

- 測定レンジ：0～2.5m/sec
- 精 度：±1cm/sec

図 3-5 使用する流速計

3.2.3 河川水質調査

河川水質調査は河川流量調査と同じ 3 降雨で実施する。採水は河川流量調査と同時に行うこととし、降雨に伴う河川水質濃度の上昇・下降を捉えられるよう、降り始め～降り終わり、河川水位の低減が落ち着くまで実施する。また、採水のタイミングは、降雨・流出の状況に応じて 30 分～1 時間ピッチ程度とし、1 降雨当たり 10 回以上の採水を行う。調査項目と調査・分析方法を表 3-1 に示す。

採水した水質試料は透視度もしくは濁度を測定し、室内分析を実施する試料は発注者と協議の上選定する。

調査結果のデータの他、調査地点概要及び位置図、調査日の天候・降雨状況及び現地状況、調査風景写真等を取りまとめる。

表 3-1 調査項目および調査・分析方法

調査項目	調査・分析方法
天候	気象庁 気象観測の手引き 目視による雲量からの判定
水温	デジタル温度計等による。
透視度	JIS K 0102(2019) 9 透視度計による
色相	色名帳による
水素イオン濃度 (pH)	JIS K 0102(2019) 12.1 ガラス電極法
電気伝導度 (EC)	JIS K 0102(2019) 13 白金電極法
濁度	JIS K 0101(2017) 9.4 積分球濁度
溶存酸素量 (DO)	JIS K 0102(2019) 32.1 よう素滴定法
浮遊物質 (SS)	昭和 46 年環境庁告示第 59 号 付表 9 グラスファイバー・フィルターによる吸引ろ過法
化学的酸素消費量 (COD)	JIS K 0102 17 100℃における過マンガン酸カリウム酸素消費量 (酸性法)
溶解性化学的酸素消費量 (D-COD)	ろ過後のろ液について、JIS K 0102(2019) 17
全窒素 (T-N)	JIS K 0102(2019) 45.6 流れ分析法
溶解性全窒素 (D-T-N)	ろ過後のろ液について、JIS K 0102(2019) 45.6
全リン (T-P)	JIS K 0102(2019) 46.3.1 ペルオキシ二硫酸カリウム分解法
溶解性全リン (D-T-P)	ろ過後のろ液について、JIS K 0102(2019) 46.3.1

3.3 調査の実施状況

出水時調査の実施状況を表 3-2 に示す。令和 6 年度は大規模な出水が無く、分析検体数が仕様の 90 検体より 35 検体少ない 55 検体となったため、発注者と対応を協議した。

検体が確保できた調査は 5 月 13 日 (16 検体)、9 月 21 日 (33 検体)、11 月 2 日 (2 検体) の計 3 回であった。

表 3-2 令和 6 年度の出水時調査実施状況

No.	調査の有無	日付	行動時間 (移動込み)	検体数	概要
1	有	5/13	6:00~18:00	16	当初は 80mm の予報だったが、実際は降水量 30mm 程度であまり濁らなかった。今後は 50mm 以上の降雨を対象とすることとなった。太郎川、前川の濁度上昇が早いため、以後は可能な限り 3 班体制で実施。
2	有	5/14	6:30~10:00	-	前川の濁りが落ちていなかったため 5/14 に再度現地に行ったが透視度が 100cm に回復していたため採水は実施しなかった。
3	無	6/3	-	-	天気予報で 100mm だった降水量が当日早朝の予報で 30mm 程度に激減。当日朝に県担当者と相談し直前中止。(実費として岩手からの調査員 1 名移動)
4	無	7/26	-	-	天気予報で降水量は 10mm 程度で調査は予定していなかった。ゲリラ豪雨で 60~70mm の降水があった。
5	有	8/12	(1 班) 15:00~翌 10:00 (2 班) 22:00~翌 10:00		現場待機中も台風 5 号によるまとまった雨が予報されていたが、午前 4 時の予報降水量が激減し実際はほとんど降らなかった
6	無	8/16	-	-	台風 7 号により当初予報では 80mm の降雨が予報されていたが、直前に 30mm 程度に減少したため見送り。実際の雨量も 30-40mm。
7	有	9/21	6:00~21:00	33	秋雨前線で弱い雨が長時間継続。50mm 程度の降水量。
8	有	11/2	7:00~18:00	6	秋雨前線で弱い雨が継続。当初は最大 50mm 程度の降水量が予想されていたが実際は 15mm 程度となりほとんど濁らなかった。

3.4 調査結果

3.4.1 5月13日の調査結果

(1) 気象状況

調査日当日の降水状況を図 3-6 に示す。観測地点は北川上流部の下原・笹谷とした。その他太郎川上流部にも観測地点が存在するが（図 3-8），調査日当月は閉局していた。

5月13日の前に5月7日に降水が発生していたが，下原・笹谷ともに日降水量は3mmと少なく，その後5月8日から5月12日までのべ5日間は降水が見られなかった。下原の5月7日0時から5月14日0時までの累積降水量は31mmであったが，そのうち28mmは5月13日に発生した降水である。笹谷も同様の傾向であった。従って，5月13日の水質に与える影響のほとんどが調査日当日の降水によるものだと考えられる。

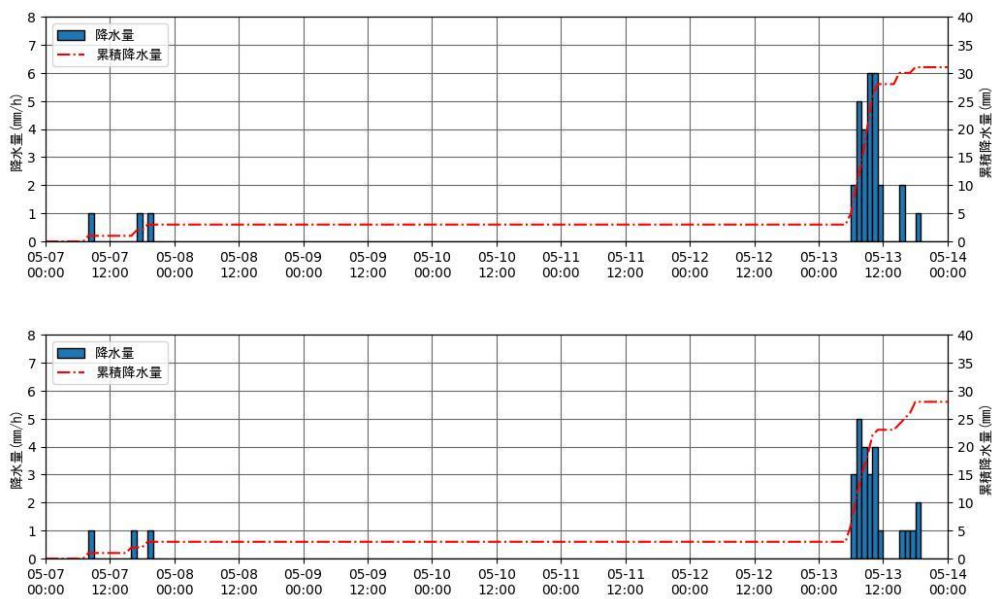
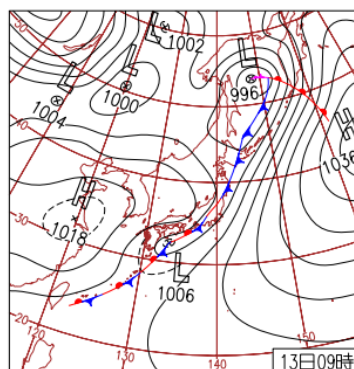


図 3-6 上図：下原における降水量，下図：笹谷における降水量



13日(月)静岡県 大雨
日本列島を前線が通過し、全国的に雨。沖縄・奄美は激しい雷雨。静岡県では天城山199.5mm/日など16地点100mm/日超の大雨。夜は九州～中国で晴れ。

図 3-7 5月13日の地上天気図(気象庁：

<https://www.data.jma.go.jp/yoho/data/hibiten/2024/202405.pdf>)



図 3-8 釜房貯水池上流に位置する降水観測所(地理院地図よりいであ(株)作成)

(2) 調査結果

5月13日調査時の河川状況を図3-9に示す。

各調査地点には5月13日の7時頃到着し、水位と透視度を確認した。各河川とも平水時は透視度が100cm以上であるが、前川は既に80cmまで低下していたため採水・流量観測を開始した。太郎川と北川は透視度が100cm以上あったため、15～30分間隔で測定して透視度の低下を確認した後、採水・流量観測を開始した。採水・流量観測は透視度の上昇を確認して終了した。

	河川の状況	濁りの状況
太郎川 (芋窪橋)		
北川 (北川橋)		
前川 (北向橋)		

図 3-9 5月13日調査時の河川状況

現地観測および水質分析結果を表 2-1 に、時系列図を図 3-10 示す。検体数は太郎川 4 個、北川 3 個、前川 10 個である。pH、EC、DO には大きな変化はみられなかったが、前川は他河川に比べて EC がやや高い値であった。

太郎川は流量がやや増加し、流量が最大となった際に透視度は 46cm の最小値となり、濁度、SS はそれぞれ 9.4 度、14mg/L の最大値となった。COD と P 類、N 類は流量が最大となる前に最大値を示した。

北川は流量がやや増加し、流量が最大となった際に透視度は 66cm の最小値となり、濁度、SS はそれぞれ 5.5 度、7mg/L の最大値となった。COD と P 類、N 類は他の地点と比較し変動幅が小さかった。

前川は流量が調査開始時の 2 倍以上まで増加し、他の河川と同様に 11 時頃に最大となった。透視度は流量が低下し始めてから 4 時間後の 15:25 に 13cm の最小値となり、濁度、SS はそれぞれ 35.8 度、45mg/L の最大値となった。COD と P 類は濁度、SS が最大（透視度が最小）となった 15:25 に最大値を示したが、N 類は降水量・流量のピーク前に最大値となった。

表 3-3 令和 6 年 5 月 13 日調査 現地観測・水質分析結果

項目	T1	T2	T3	T4	K1	K2	K3
	太郎川				北川		
	いもくぼ橋				北川橋		
調査日	5月13日	5月13日	5月13日	5月13日	5月13日	5月13日	5月13日
採取時刻	11:00	11:20	12:00	13:15	9:55	10:55	11:55
流量 (m ³ /s)	1.52	1.80	1.73	1.66	3.22	3.87	3.68
透視度 (cm)	65	46	57	76	87	66	98
濁度 (度)	8.2	9.4	8.2	5.6	4.1	5.5	3.0
pH	7.1	7.2	7.3	7.4	7.3	7.3	7.4
EC (mS/m)	8.3	8.4	8.5	8.7	9.2	8.9	9.3
DO (mg/L)	9.9	9.9	10.2	9.9	10.1	10.0	10.0
SS (mg/L)	11	14	9	7	6	7	3
COD (mg/L)	6.1	5.5	4.7	3.6	2.6	2.6	2.3
D-COD (mg/L)	4.7	3.5	3.2	2.6	1.5	1.5	1.3
T-N (mg/L)	0.69	0.63	0.50	0.38	0.54	0.54	0.46
D-T-N (mg/L)	0.53	0.48	0.39	0.31	0.46	0.42	0.42
T-P (mg/L)	0.166	0.137	0.082	0.047	0.054	0.061	0.052
D-T-P (mg/L)	0.111	0.086	0.047	0.025	<0.003	<0.003	<0.003

項目	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10
	前川									
	北向橋									
調査日	5月13日	5月13日	5月13日	5月13日	5月13日	5月13日	5月13日	5月13日	5月13日	5月13日
採取時刻	7:25	8:25	9:25	10:25	11:25	12:25	13:25	14:25	15:25	16:25
流量 (m ³ /s)	2.15	2.54	3.12	3.58	4.42	4.22	3.95	3.67	3.68	3.50
透視度 (cm)	80	65	48	33	26	27	19	20	13	28
濁度 (度)	4.6	5.7	6.4	10.8	13.1	16.5	22.2	24.1	35.8	15.0
pH	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.4	7.4	7.4	7.4	7.4
EC (mS/m)	12	11	11	11	11	12	11	11	11	12
DO (mg/L)	9.8	9.8	10.0	9.9	—	9.8	9.7	9.7	9.7	9.8
SS (mg/L)	7	12	13	20	—	30	35	39	45	24
COD (mg/L)	2.9	3.6	3.3	4.9	—	4.8	5.2	5.8	6.2	4.3
D-COD (mg/L)	1.8	1.8	2.2	2.3	—	2.3	2.1	2.3	2.1	2.1
T-N (mg/L)	0.91	0.90	0.85	0.92	—	0.87	0.85	0.82	0.88	0.75
D-T-N (mg/L)	0.79	0.71	0.68	0.63	—	0.57	0.56	0.58	0.58	0.58
T-P (mg/L)	0.081	0.064	0.068	0.107	—	0.107	0.113	0.111	0.163	0.076
D-T-P (mg/L)	<0.003	<0.003	<0.003	<0.003	—	<0.003	<0.003	<0.003	0.028	0.022

：現地観測項目 赤字：最大値（透視度は最低値）

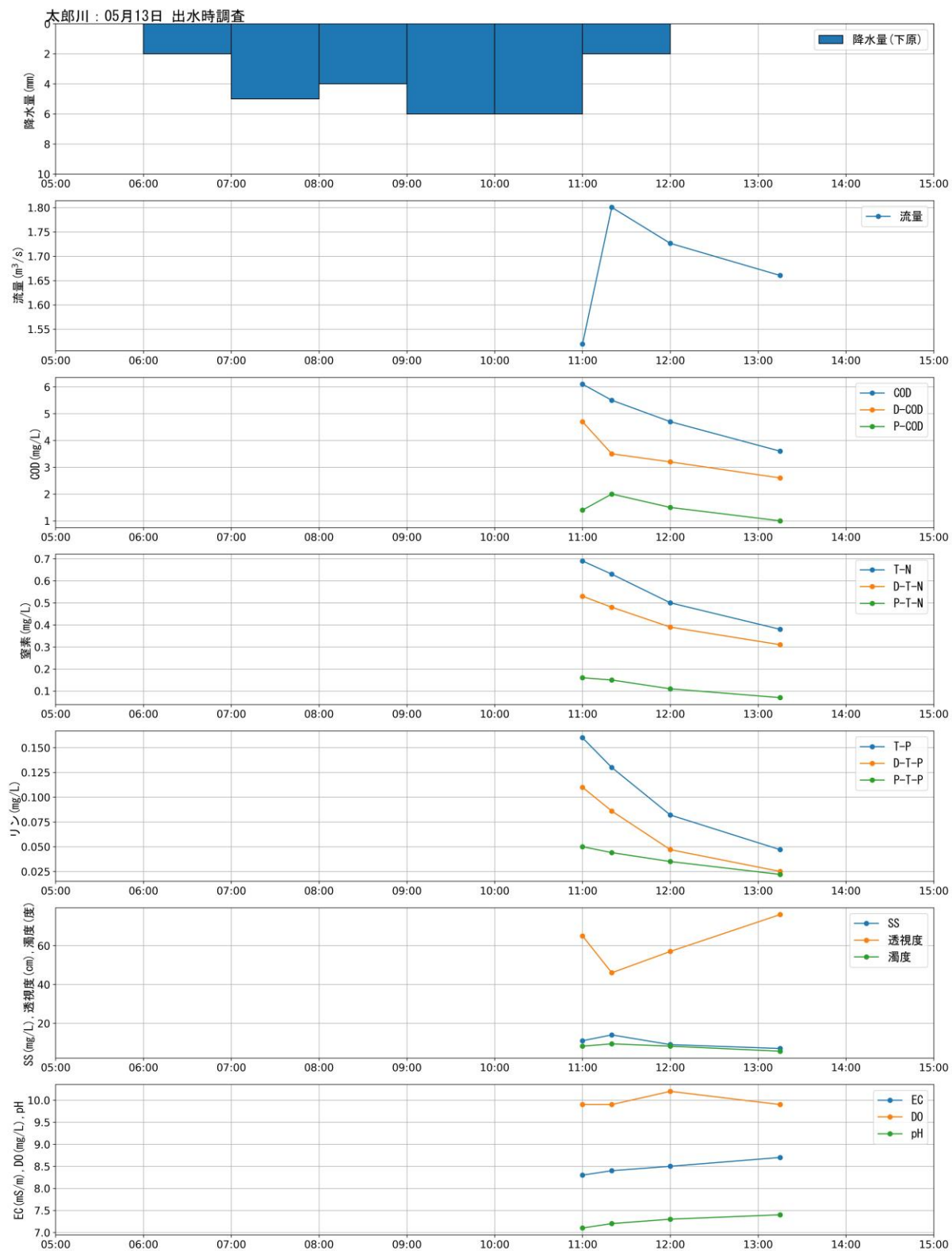


図 3-10(1) 5月13日調査時の降水状況と観測流量・測定水質(太郎川:検体数4)

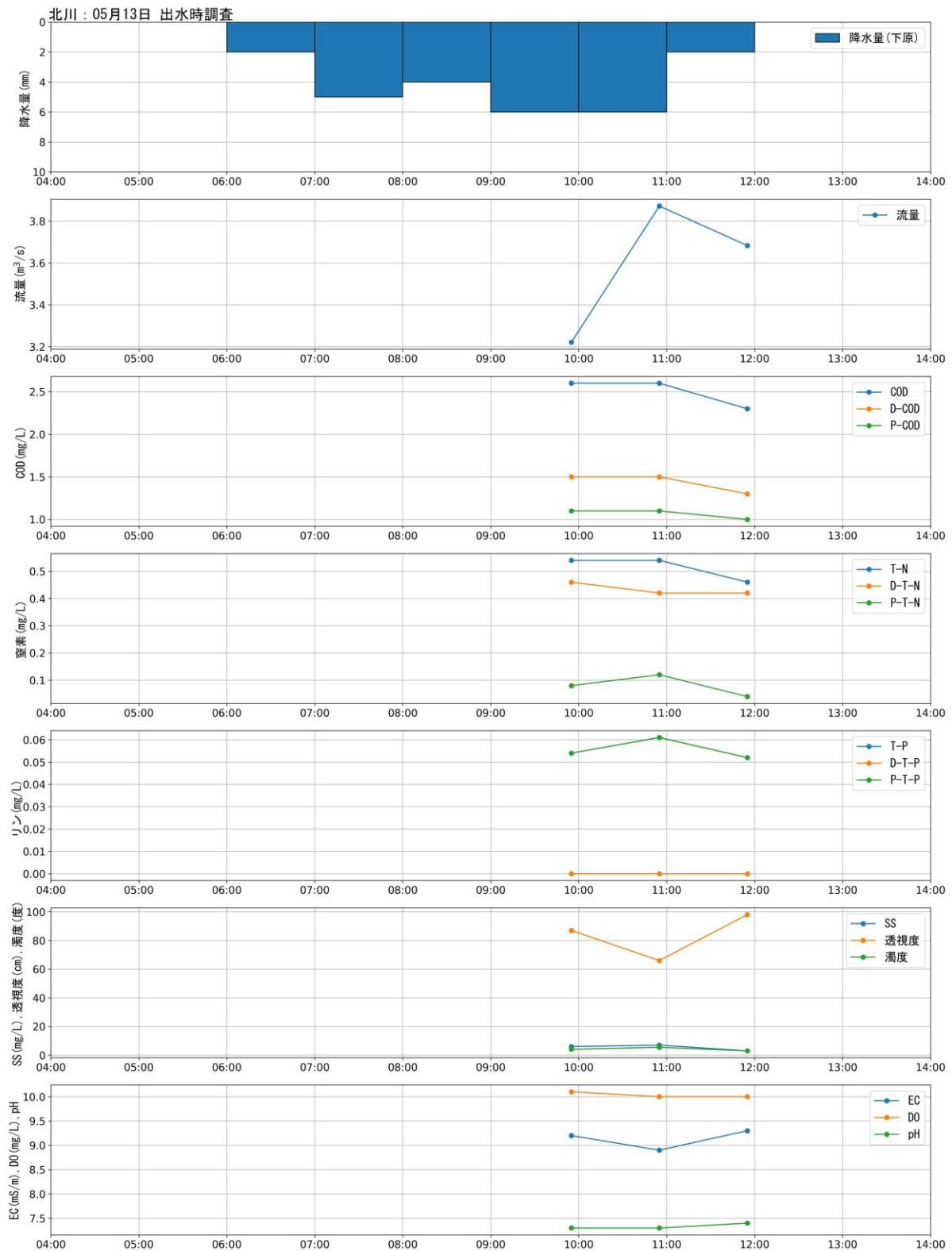


図 3-10(2) 5月13日調査時の降水状況と観測流量・測定水質(北川:検体数3)

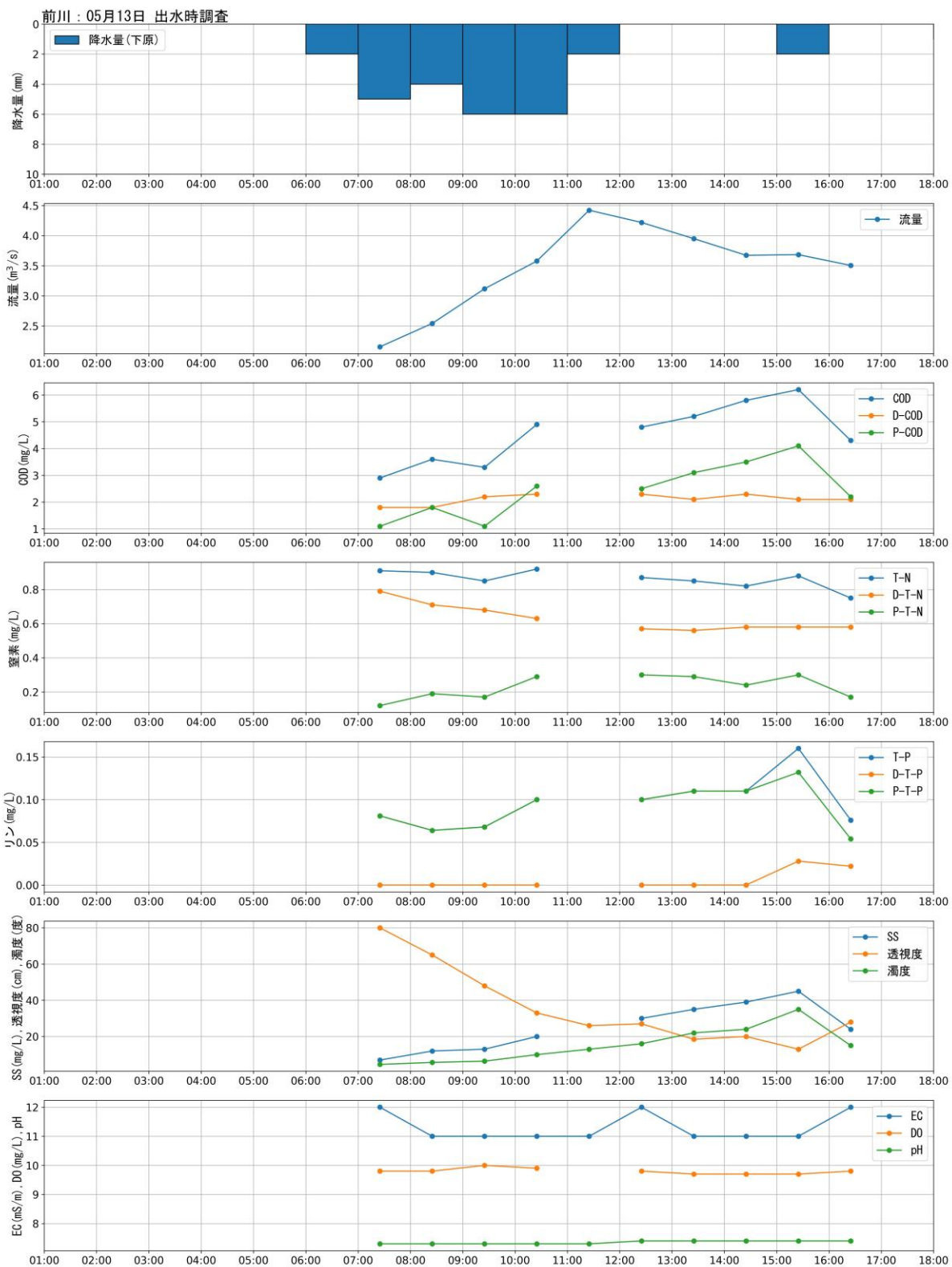


図 3-10(3) 5 月 13 日調査時の降水状況と観測流量・測定水質(前川:検体数 10)

3.4.2 9月21日の調査結果

(1) 気象状況

調査当日含めて一週間の降水状況を図3-11に示す。観測地点は北川上流部の下原・笹谷とした。

調査当日の6日前である9月15日から9月16日かけ、まとまった降水が発生していた。2日間の降水量は下原で28mm、笹谷で37mmであった。その後調査前日の9月20日まで大きな降水はなく、調査当日含む9月20日から21日の2日間に下原で86mm、笹谷で123mmの降水が見られた。

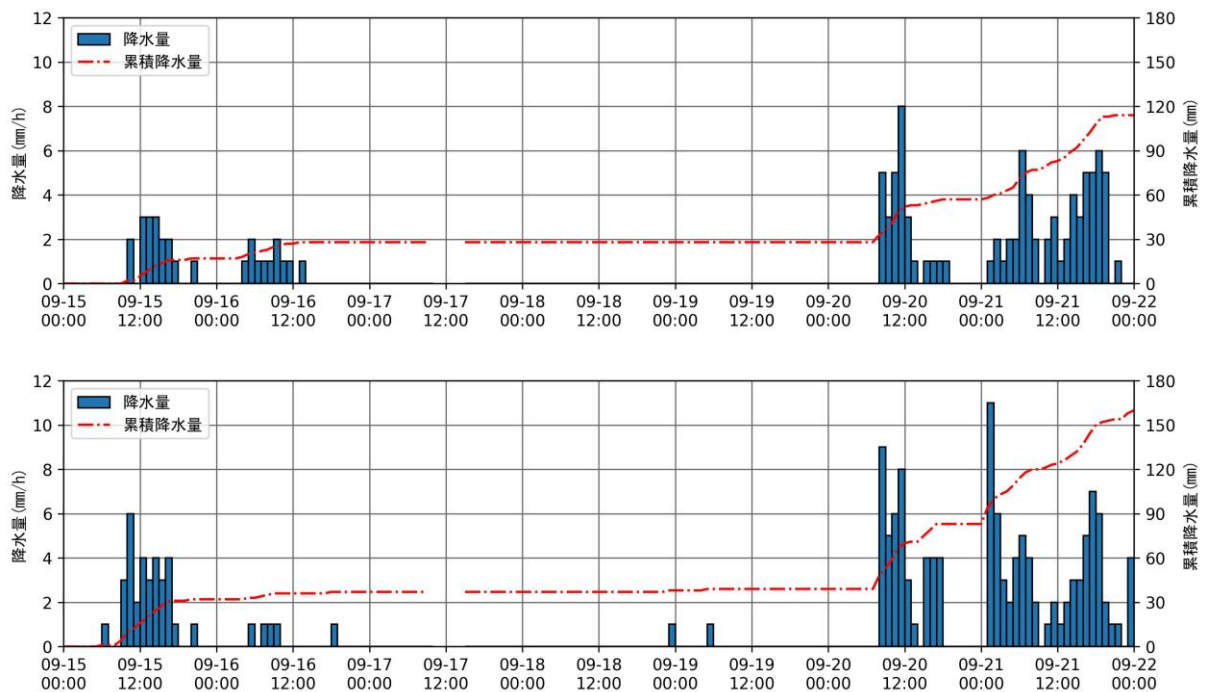
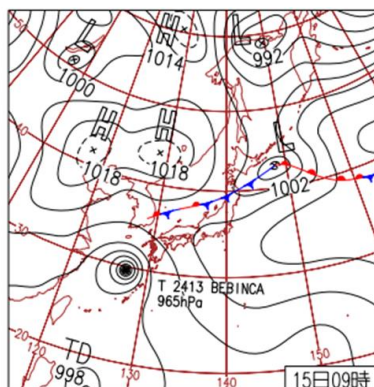
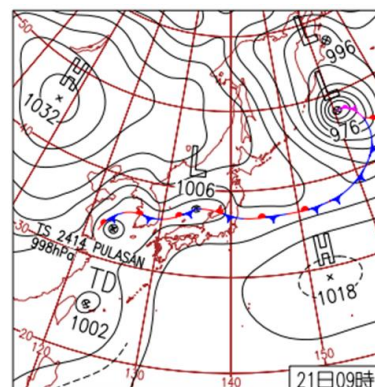


図 3-11 上図:下原における降水量, 下図:笹谷における降水量



15日(日)北陸・北関東は午後大雨

沖縄・奄美は台風、西日本太平洋側は南からの湿った空気、東～北日本は前線や低気圧の影響で曇りや雨。雷や激しい雨も。晴れた九州北部は福岡県朝倉38.2℃など27地点9月1位。



21日(土)石川県に大雨特別警報

日本海の低気圧や前線に暖かく湿った空気が流入し、局地的に雨雲が発達。石川県能登で線状降水帯発生。石川県輪島121mm/1h、324.5mm/12hなど観測史上1位の記録的な大雨。

図 3-12 9月15日, 21日の地上天気図(気象庁:

<https://www.data.jma.go.jp/yoho/data/hibiten/2024/202409.pdf>)

(2) 調査結果

9月21日調査時の河川状況を図3-13に示す。

各調査地点には9月21日の7時頃到着し、水位と透視度を確認した。各河川とも平水時は透視度が100cm以上であるが、太郎川は既に14cm、北川は59cm、前川は37cmまで低下していたため速やかに採水・流量観測を開始した。その後も15～30分間隔で水位と透視度を測定し、透視度の変化（低下・上昇）があれば採水・流量観測を実施した。19時頃から降雨が収まり水位が低下、透視度が上昇したため、調査は20時に終了した。

	河川の状況	濁りの状況
太郎川 (芋窪橋)		
北川 (北川橋)		
前川 (北向橋)		

図3-13 9月21日調査時の河川状況

現地観測および水質分析結果を表 3-4 に、時系列図を図 3-14 に示す。検体数は太郎川 13 個、北川 9 個、前川 11 個である。pH、EC、DO には大きな変化はみられなかったが、EC は前川が高く、太郎川で低かった。

太郎川は 7 時から 15 時まで流量に大きな変化はなく、15 時以降流量が徐々に増加し、19 時に最大となった。流量が最大となった際に透視度は 6cm の最小値となり、濁度、SS はそれぞれ 61 度、160mg/L の最大値となった。COD、T-N、T-P は流量が最大の際にそれぞれ 29、1.8、0.16 mg/L の最大値をとった他、流量がそれほど大きくなっていない 8 時 15 分時点にも極大値をとった。溶存態である D-COD、D-T-N、D-T-P には明確なピークは存在せず、流量と連動している様子は見られなかった。

北川は 7 時から 17 時まで流量に大きな変化はなく、17 時から 18 時の間に流量が急増し、17 時 40 分に最大となった。流量が最大となった際に濁度、SS はそれぞれ 16 度、39mg/L の最大値となったが、透視度は流量が急増する前の 8 時 50 分に 35cm の最小値をとった。T-N、T-P は流量が最大の際にそれぞれ 1.1、0.2 mg/L の最大値をとり、COD は流量のピーク 3 時間前である 14:30 に最大値である 13mg/L をとった。また、T-P は透視度が最小となった 9 時前後に 1 度目の極大値をとった。溶存態である D-COD、D-T-N、D-T-P には明確なピークは存在せず、流量と連動している様子は見られなかった。

前川は 7 時から 10 時まで流量が微増したのち、14 時まで流量が徐々に減少し、14 時半から流量が増加し 18 時 30 分に最大となった。流量が最大となった際に透視度は 5cm の最小値となり、濁度、SS はそれぞれ 71 度、140mg/L の最大値となった。COD、T-N は流量が最大の際にそれぞれ 22、1.9 mg/L の最大値をとったが、T-P は流量が増加し始めた 15 時 30 分時点で 0.19 mg/L の最大値をとった。溶存態である D-COD、D-T-N、D-T-P には明確なピークは存在せず、流量と連動している様子は見られなかった。

表 3-4(1) 令和 6 年 9 月 21 日調査 現地観測・水質分析結果(太郎川)

項目	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12	T13
	太郎川												
	芋窪橋												
調査日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日
採取時刻	7:15	8:15	9:45	10:45	11:15	11:45	12:45	14:45	15:30	17:00	17:30	18:00	19:00
流量 (m ³ /s)	9.97	11.49	11.41	11.00	9.85	10.52	10.05	10.24	10.62	15.11	16.69	18.36	23.07
透視度 (cm)	14	14	15.5	22	26.5	32.5	44	49.5	39.5	13	10	9	6
濁度 (度)	24	37	22	16	13	11	8.6	8	9.6	22	35	43	61
pH	7	6.9	7.1	7.1	7	7.1	7.1	7.1	7.2	7	7	7	7
EC (mS/m)	4.9	4.6	4.4	4.4	4.7	4.6	4.6	4.7	4.7	4.6	4.4	4.3	4.2
DO (mg/L)	9.1	9	9	9.2	9.2	9.2	9.2	9.4	9.5	9.4	9.3	9.3	9.3
SS (mg/L)	69	92	46	40	29	23	17	17	20	58	88	110	160
COD (mg/L)	20	25	14	13	10	10	8.4	7.7	8.3	15	18	21	29
D-COD (mg/L)	7	6.6	6.8	6.5	5.9	5.1	5.2	4.7	4.7	4.8	5.4	5.4	5.4
T-N (mg/L)	1.5	1.6	1.1	1	1	0.93	0.81	0.78	0.82	1.1	1.5	1.6	1.8
D-T-N (mg/L)	0.83	0.77	0.7	0.65	0.74	0.69	0.63	0.61	0.61	0.63	0.63	0.62	0.64
T-P (mg/L)	0.11	0.11	0.079	0.066	0.048	0.042	0.036	0.034	0.05	0.078	0.096	0.14	0.16
D-T-P (mg/L)	0.017	0.01	0.014	0.011	0.012	0.013	0.016	0.013	0.02	0.02	0.017	0.016	0.016

：現地観測項目 赤字：最大値（透視度は最小値）

表 3-4(2) 令和 6 年 9 月 21 日調査 現地観測・水質分析結果(北川)

項目	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9
	北川								
	北川橋								
調査日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日
採取時刻	7:16	8:00	8:50	9:40	10:40	14:30	16:55	17:40	18:30
流量 (m ³ /s)	22.48	22.89	23.50	23.31	24.27	22.90	23.03	32.18	29.61
透視度 (cm)	59	51.5	35	35.5	36	64	58.5	45	38
濁度 (度)	6.7	8.7	11	13	12	6.5	7.2	12	16
pH	7.2	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1	7.1
EC (mS/m)	7.6	7.5	7.3	7	6.7	6.3	6.3	6.2	6.1
DO (mg/L)	9.7	9.7	9.6	9.7	9.4	9.4	9.7	9.3	9.5
SS (mg/L)	14	17	24	28	28	14	16	29	39
COD (mg/L)	6.3	7.4	8.9	10	9.9	13	6.5	7.3	9.7
D-COD (mg/L)	3.5	3.2	3.3	3.8	4.2	3.1	3.1	4	3.7
T-N (mg/L)	0.86	0.91	1	1	1	0.77	0.76	0.93	1.1
D-T-N (mg/L)	0.65	0.64	0.65	0.64	0.66	0.6	0.55	0.57	0.58
T-P (mg/L)	0.1	0.12	0.16	0.17	0.16	0.083	0.096	0.14	0.2
D-T-P (mg/L)	0.044	0.043	0.047	0.043	0.042	0.036	0.031	0.032	0.032

表 3-4(3) 令和 6 年 9 月 21 日調査 現地観測・水質分析結果(前川)

項目	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11
	前川										
	北向橋										
調査日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日	9月21日
採取時刻	7:40	8:20	9:00	9:30	10:00	11:30	14:30	15:30	17:00	17:30	18:30
流量 (m ³ /s)	7.34	8.03	8.93	8.98	9.65	8.93	8.47	9.44	12.05	12.42	13.14
透視度 (cm)	37	18.5	16.5	14.5	13	19	26	20	9.5	7	5
濁度 (度)	10	18	25	35	35	20	14	17	38	47	71
pH	7.3	7.3	7.3	7.3	7.31	7.3	7.3	7.3	7.3	7.3	7.2
EC (mS/m)	10	9.9	9.8	9.6	9.5	9.3	9.1	8.8	8.9	8.8	8.4
DO (mg/L)	9.2	9	9	9.1	9.1	9.2	9.1	9	9.2	9.1	8.6
SS (mg/L)	20	34	49	67	61	36	26	33	72	99	140
COD (mg/L)	6.5	9.7	9.3	11	12	8.6	7.6	9	13	16	22
D-COD (mg/L)	3.7	3.6	3.7	4.2	5.1	4.9	4.5	4.8	4.5	4.6	4.5
T-N (mg/L)	0.78	1	1	1.2	1.2	1.2	1	1.2	1.4	1.6	1.9
D-T-N (mg/L)	0.56	0.66	0.64	0.73	0.73	0.85	0.78	0.86	0.81	0.86	0.78
T-P (mg/L)	0.071	0.096	0.1	0.11	0.11	0.079	0.069	0.19	0.13	0.15	0.1
D-T-P (mg/L)	0.021	0.018	0.028	0.019	0.026	0.022	0.023	0.022	0.023	0.022	0.018

：現地観測項目 赤字：最大値（透視度は最小値）

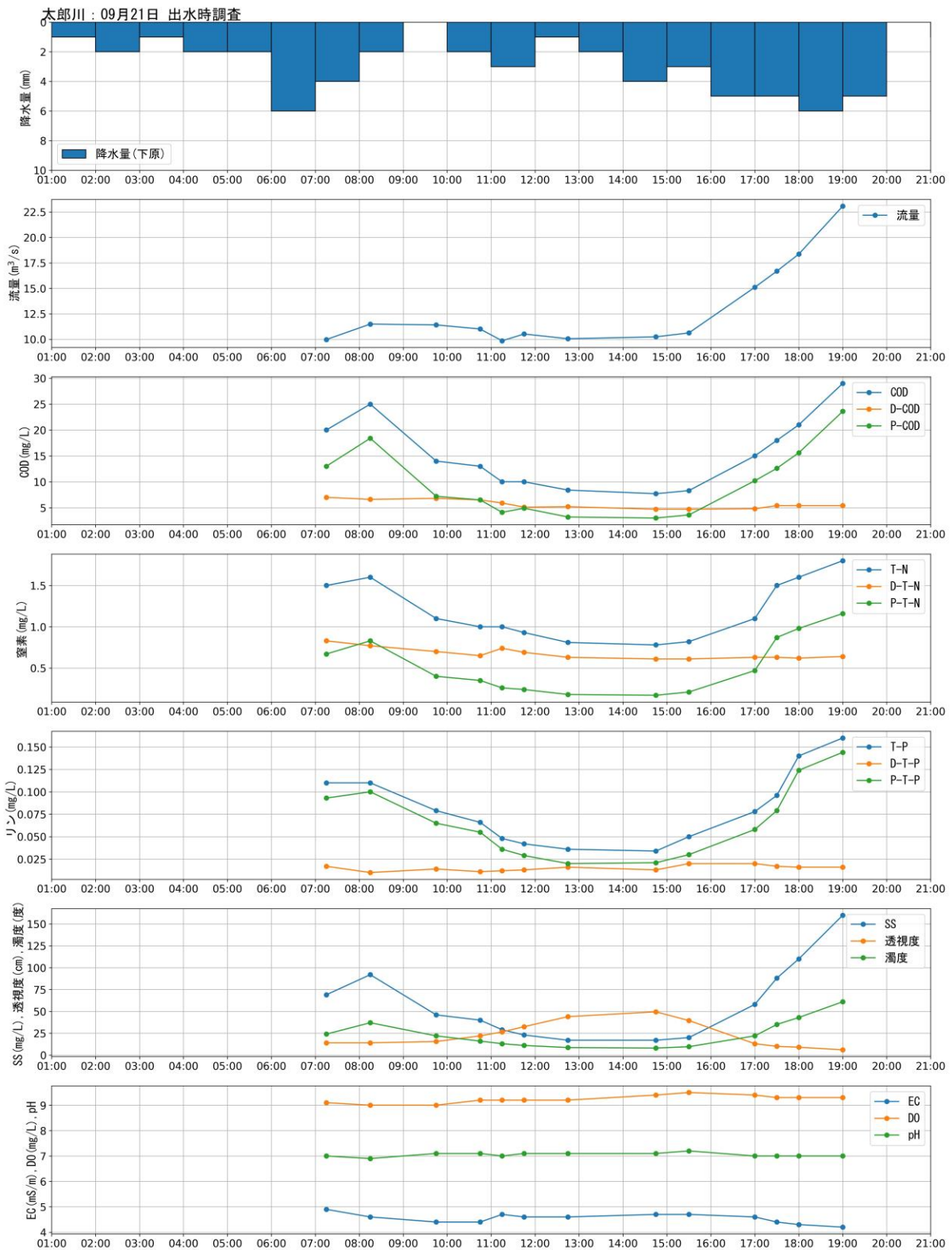


図 3-14(1) 9 月 21 日調査時の降水状況と観測流量・測定水質(太郎川:検体数 13)

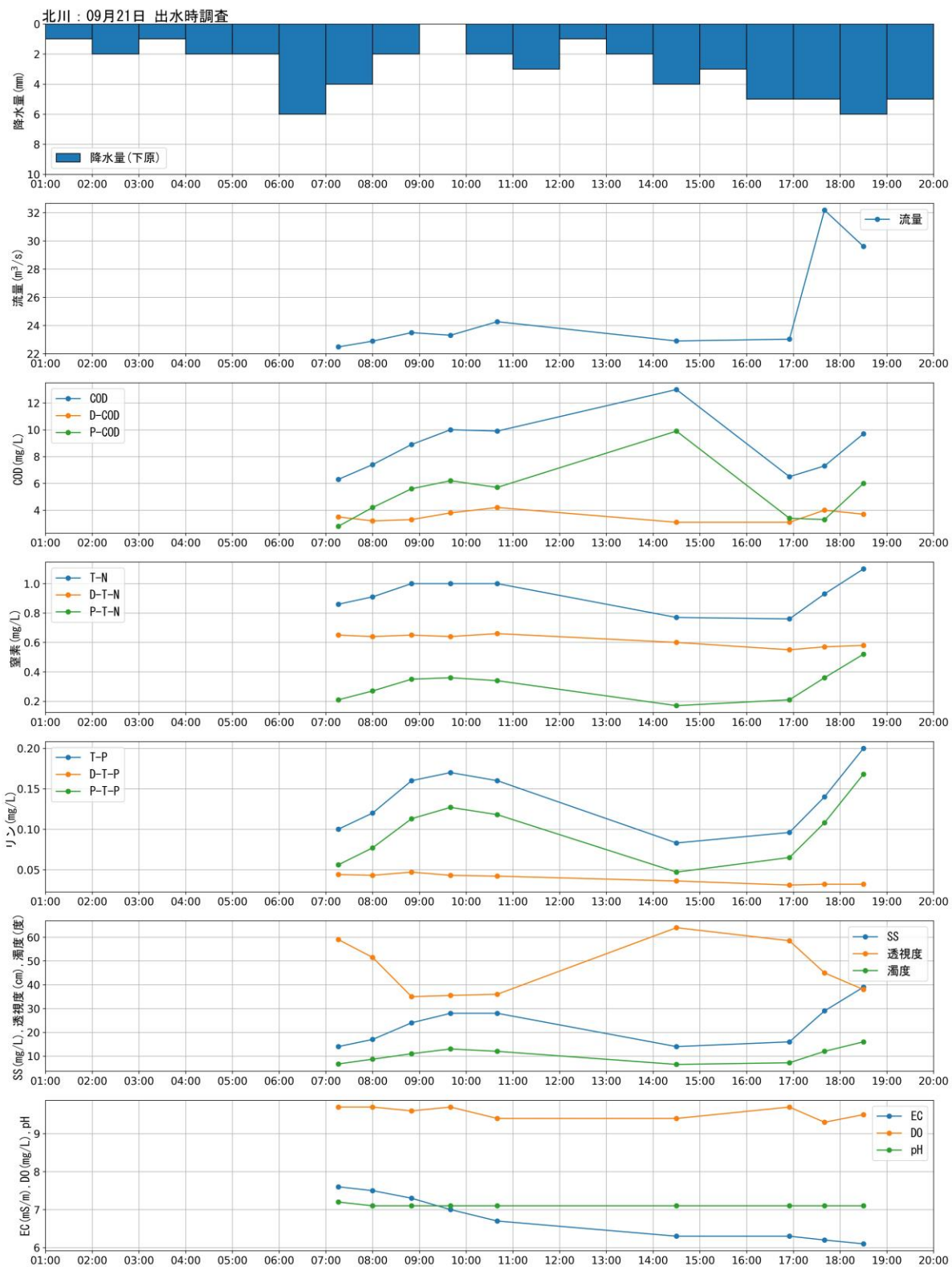


図 3-14(2) 9月21日調査時の降水状況と観測流量・測定水質(北川:検体数9)

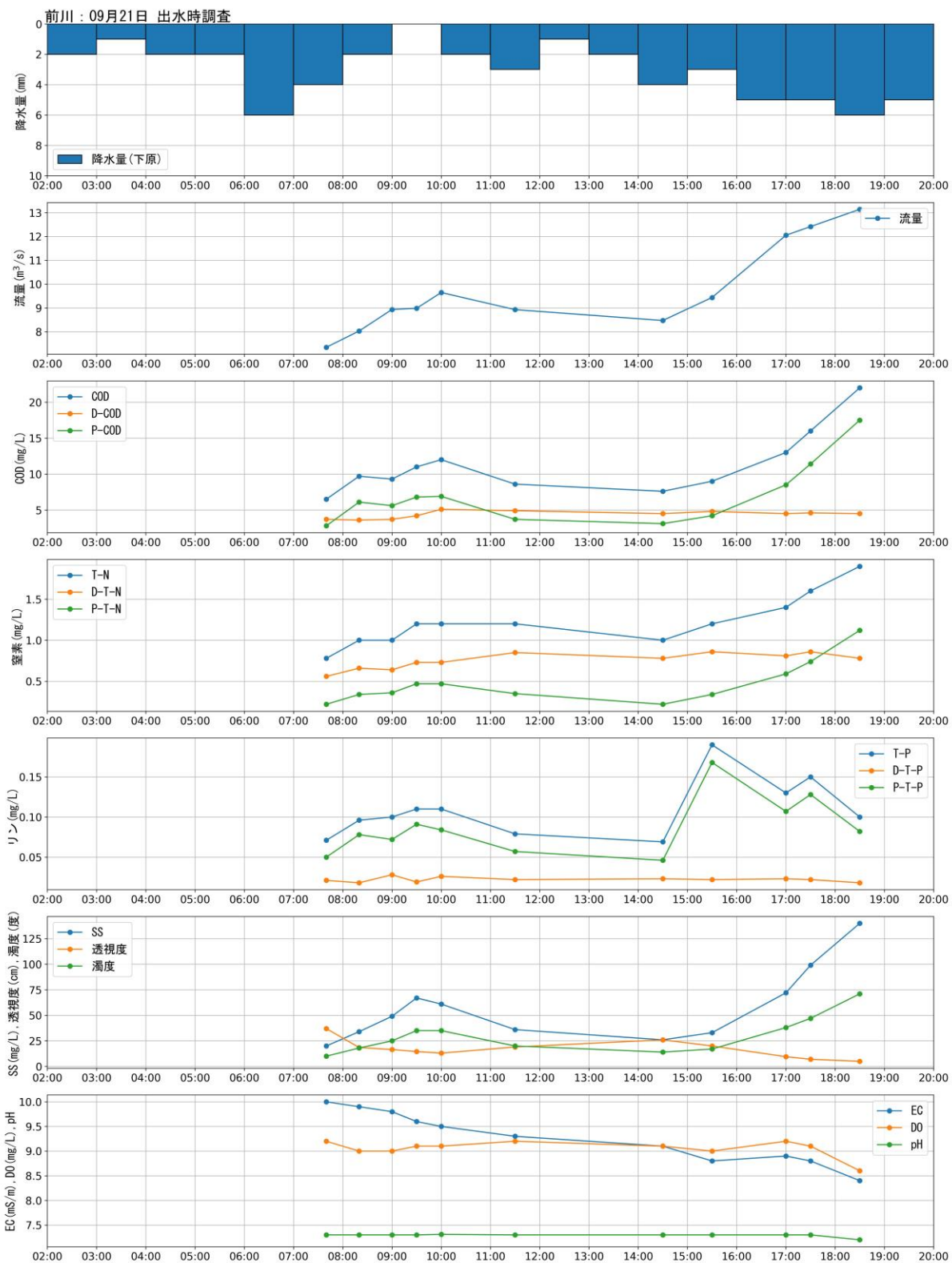


図 3-14(3) 9月21日調査時の降水状況と観測流量・測定水質(前川:検体数 11)

3.4.3 11月2日の調査結果

(1) 気象状況

調査当日含めて一週間の降水状況を図 3-16 に示す。観測地点は北川上流部の下原・笹谷とした。

調査当日の 2 日前である 10 月 31 日に下原で 14mm、笹谷で 18mm の降水があった。その後調査当日の 11 月 2 日まで大きな降水はなく、調査当日には下原で 14mm、笹谷で 21mm の降水が見られた。

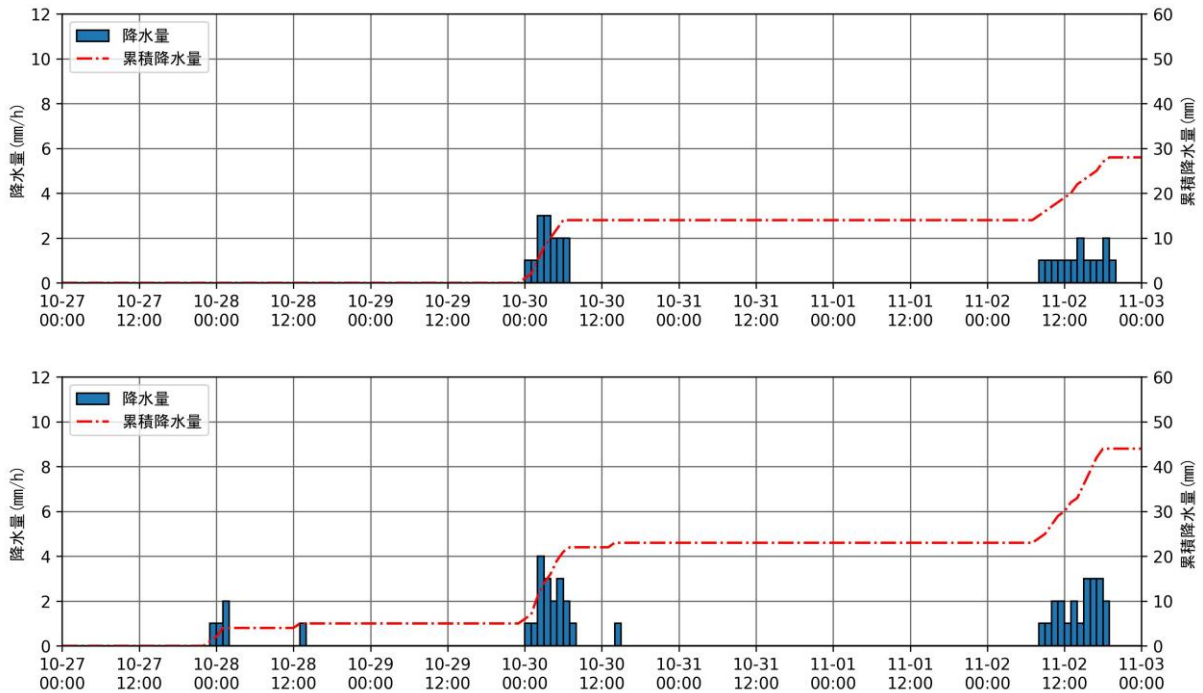


図 3-15 上図:下原における降水量, 下図:笹谷における降水量

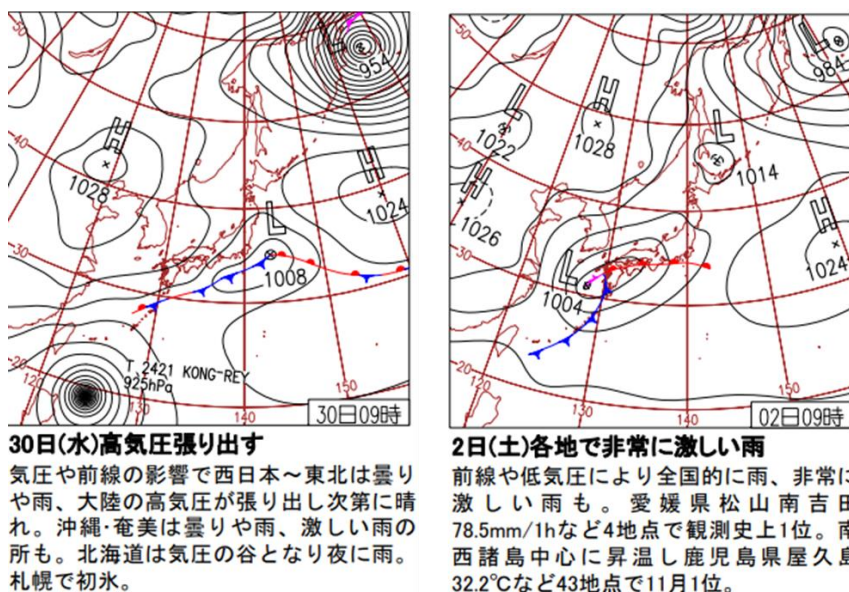


図 3-16 10 月 31 日, 11 月 2 日の地上天気図(気象庁:
<https://www.data.jma.go.jp/yoho/hibiten/index.html>)

(2) 調査結果

11月2日調査時の河川状況を図3-17に示す。

各調査地点には11月2日の9時頃到着し、水位と透視度を確認した。各河川とも透視度が100cm以上であり平水時と同様な状況であった。太郎川と北川はその後も透視度は100cm以上であったが、降雨に伴いわずかな灰褐色の濁りが確認されたため採水・流量観測を実施した。前川は透視度が徐々に低下し16:25に68cmとなったが、その後は降雨も止み水位が低下、透視度が上昇したため、調査は17時に終了した。

	河川の状況	濁りの状況
太郎川 (芋窪橋)		
北川 (北川橋)		
前川 (北向橋)		

図 3-17 11月2日調査時の河川状況

現地観測および水質分析結果を表 3-5 に、時系列図を図 3-18 に示す。検体数は太郎川 2 個、北川 2 個、前川 4 個であり、特に太郎川と北川は流量と水質項目の関係を確認するには検体数が少ない結果となった。

前川は調査開始（10 時）から調査終了（16 時 25 分）の間に流量が増加し、16 時 25 分に流量が最大となった。透視度は流量が最大の際に 68cm の最小値となった。濁度、SS は調査期間中の変動が少なかった。T-N 類は流量のピークに 1.12 mg/L の最大値を示したが、COD と P 類は濁度、SS が最大となった 15:45 に最大値を示した。溶存態については、D-COD と D-T-N は流量と同様の变化傾向を示したが、D-T-P は調査期間中の変化が少なかった。

表 3-5 令和 6 年 11 月 2 日調査 現地観測・水質分析結果

項目	T1	T2	K1	K2	M1	M2	M3	M4
	太郎川		北川		前川			
	芋窪橋		北川橋		北向橋			
調査日	11月2日	11月2日	11月2日	11月2日	11月2日	11月2日	11月2日	11月2日
採取時刻	9:00	11:00	9:00	16:00	10:00	14:00	15:45	16:25
流量 (m ³ /s)	0.53	0.56	2.31	1.28	2.38	2.83	3.31	3.60
透視度 (cm)	100	100	100	100	100	98	80	68
濁度 (度)	0.5	1.1	1.5	0.7	1.1	1.6	4	2.5
pH	7.5	7.5	7.4	7.4	7.6	7.5	7.5	7.5
EC (mS/m)	8.4	8.4	12	10	11	11	11	11
DO (mg/L)	10.7	10.7	10.5	10.4	10.6	9.9	9.7	9.9
SS (mg/L)	<1	1	2	1	1	3	9	4
COD (mg/L)	0.9	1.3	1.4	1.7	0.8	1.6	2.3	1.9
D-COD (mg/L)	0.8	0.8	0.6	1	0.8	0.8	1.1	1.2
T-N (mg/L)	0.2	0.2	0.96	0.96	0.56	0.52	0.74	1.12
D-T-N (mg/L)	0.18	0.18	0.9	0.91	0.53	0.48	0.59	0.97
T-P (mg/L)	0.01	0.019	0.089	0.1	0.047	0.051	0.059	0.052
D-T-P (mg/L)	0.009	0.016	0.082	0.088	0.04	0.04	0.036	0.038

：現地観測項目 赤字：最大値（透視度は最小値）

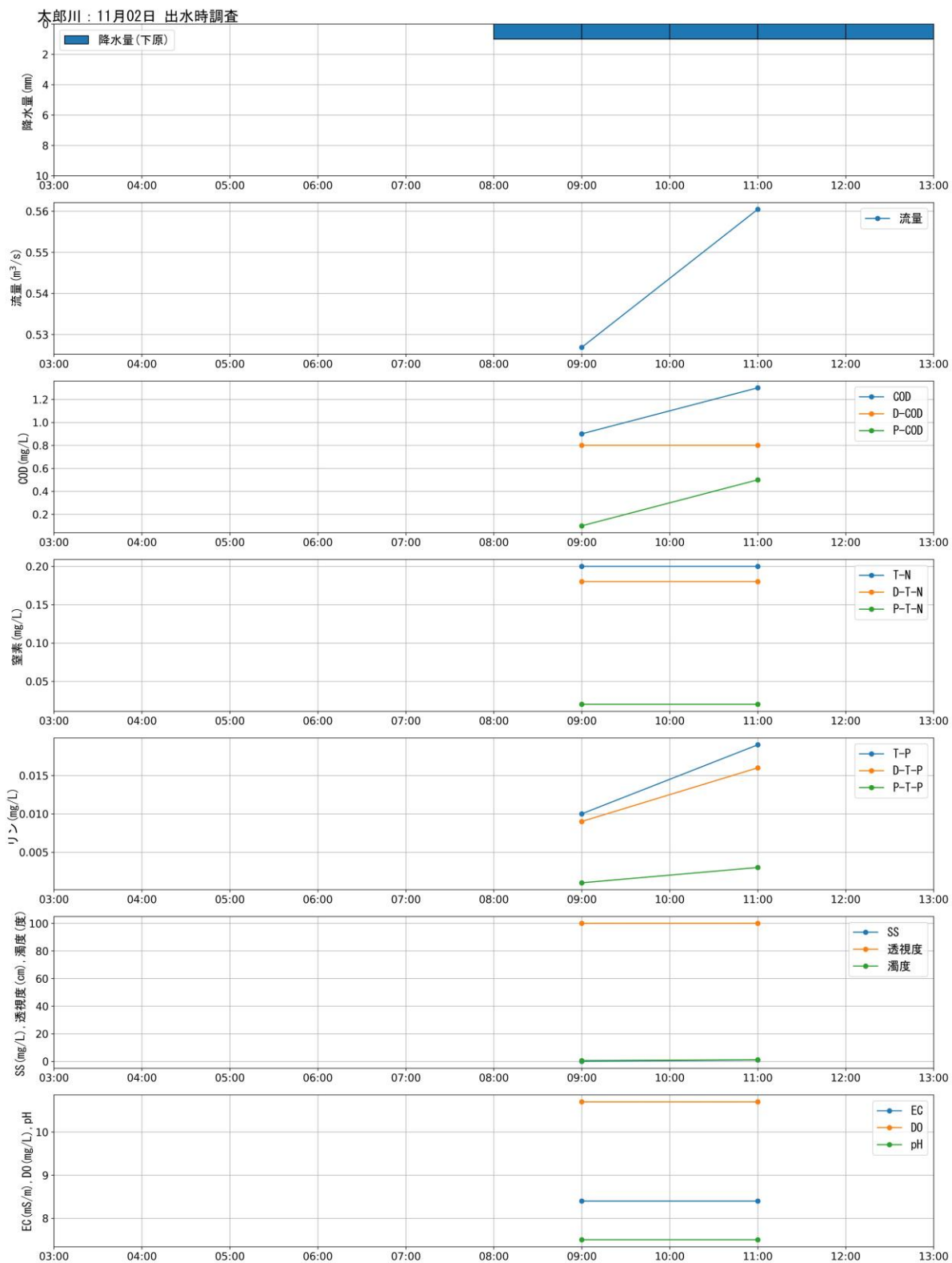


図 3-18(1) 11月2日調査時の降水状況と観測流量・測定水質(太郎川:検体数2)

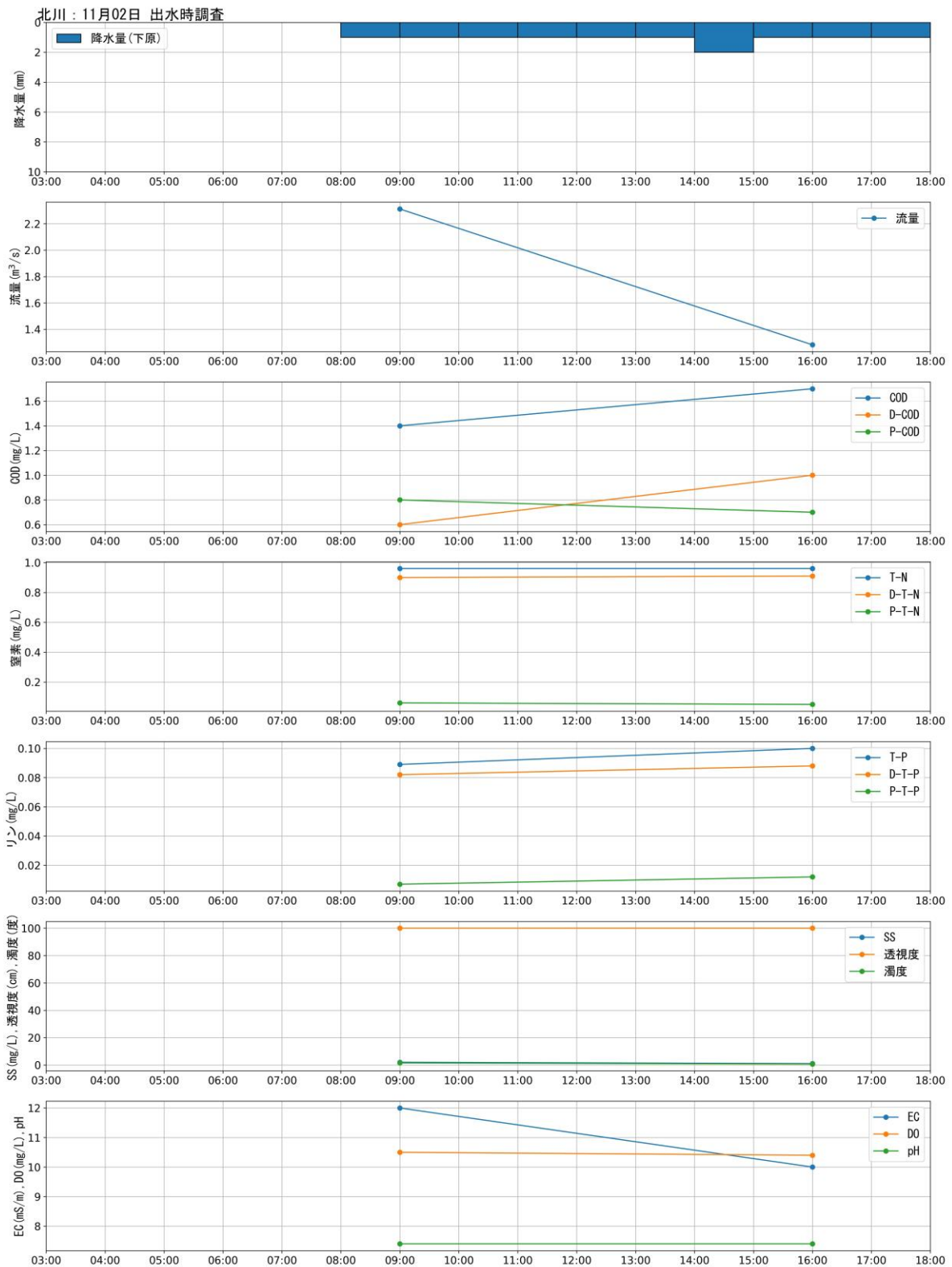


図 3-18(2) 11 月 2 日調査時の降水状況と観測流量・測定水質(北川:検体数 2)

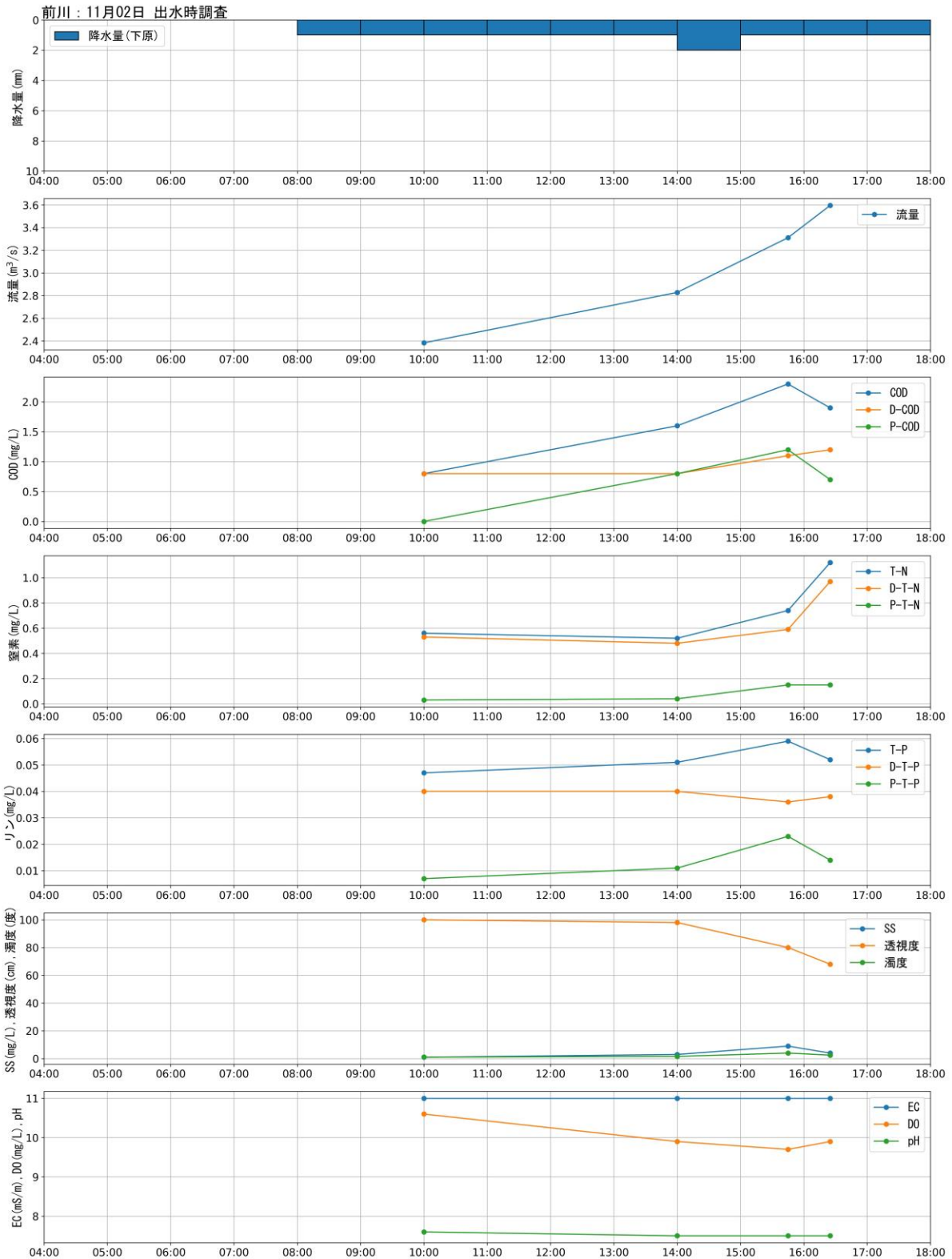


図 3-18(3) 11 月 2 日調査時の降水状況と観測流量・測定水質(前川:検体数 4)

3.5 調査データの分析

3.5.1 水質項目間の関連性

各分析項目間の関係性について、河川ごとの散布図を図 3-19 に示した。なお、P-COD・P-T-N、P-T-P は COD、T-N、T-P から溶存態を差し引くことで求めた。

【濁度と SS、透視度の関係】

太郎川、北川、前川すべての河川において、濁度と SS の間には右肩上がりの関係が、透視度と濁度または SS の間には右肩下がりの関係が見られた。

【SS と懸濁態水質項目 (P-COD, P-T-N, P-T-P) の関係】

太郎川、北川、前川すべての河川において、SS と懸濁態水質項目の間には右肩上がりの関係が見られ、概ね 1 本の直線状に位置する結果となった。ただし、前川においては SS と P-T-P の関係が 5 月 13 日と 9 月 21 日で異なる結果となり、同じ濃度の SS でも 5 月 13 日の方が P-T-P 濃度が高い結果となった。前川における P-T-P のピークは流量のピークとずれる傾向があるが、5 月 13 日は流量のピークの前に P-T-P のピークが存在し、9 月 21 日は流量のピークの後に P-T-P のピークが存在していた。

【COD・T-N・T-P と各溶存態との関係】

COD と D-COD は COD が小さい間は直線状の関係が見られるが、COD がある程度大きくなると D-COD が頭打ちになる傾向が見られた。D-COD が頭打ちになる傾向は流量が大きかった 9 月 21 日調査時に見られる。

T-N と D-T-N の関係についても、COD と D-COD の関係と同じ傾向が見られた。

T-P と D-T-P の関係は各河川で傾向が異なる結果となった。太郎川では 5 月調査・11 月調査では T-P と D-T-P の間に右肩上がりの関係が見られたが、9 月調査では T-P の値によらず D-T-P はおおむね一定値をとっていた。北川では T-P と D-T-P の間にはっきりとした関係は確認できない。前川では 5 月調査時は D-T-P が定量下限値以下であることが多く、9 月調査時には T-P の値によらず D-T-P はおおむね一定値をとっており、11 月調査時はデータ数が少なく傾向が不明瞭であった。T-P と D-T-P のみ各河川の傾向が異なる結果となったのは、リンは各流域の土地利用状況に特に大きく影響を受けた結果だと考えられる。

【T-N と T-P の関係】

各河川で右肩上がりの関係が見られるが、太郎川と前川において、5 月 13 日は T-N に対して T-P の増加率が大きい結果となった。前述の通り、リンは各流域の土地利用状況に特に大きく影響を受けた結果だと考えられる。