

## 7-5. 水質

### (1) 現況調査

#### ① 調査内容

対象事業実施区域および周辺の河川・排水路で水質を実測した。

調査地点は、対象事業実施区域からの放流先である佐久良川で1地点（諸木大橋）、流出経路の野川で2地点（野川橋下流、調整池横）、対象事業実施区域の上流側の排水路で1地点の計4地点を設定した。

また降雨中、対象事業実施区域外（No. 3地点の西側）の造成地から濁水の流出が見られたため、造成地の法面直下と造成地から野川への流路（No. 3地点）で濁水を採取した。

調査項目は流量および浮遊物質量（SS）とした。調査期日を表7-5-1に、調査地点を図7-5-1に示す。

令和2年6月11日と令和2年6月19日の降雨は梅雨前線によるもの、令和2年9月25日の降雨は低気圧の通過によるものである。

表7-5-1 水質調査の期日

	平水時			出水時（強雨*）
	灌漑期		非灌漑期	
	無降雨時	降雨時（並雨*）	無降雨時	
流量、 浮遊物質量（SS）	令和2年4月23日	令和2年5月16日	令和2年11月18日	令和2年6月11日 令和2年6月19日 令和2年9月25日

注）\*：気象庁の気象観測法の降雨強度による区分、弱雨（瞬間強度0.0～3.0mm/hr未満）、並雨（瞬間強度3.0～15.0mm/hr未満）、強雨（瞬間強度15.0mm/hr以上）

#### ② 調査結果

##### A. 平水時の水質

調査結果を表7-5-2に示す。

灌漑期（代掻き期）の無降雨時におけるSS濃度は2.3～8.6mg/Lと少ないが、降雨時は21～61mg/Lとやや多くなっている。また非灌漑期の無降雨時におけるSS濃度は1.3～5.6mg/Lと灌漑期と比べて若干少なくなっている。

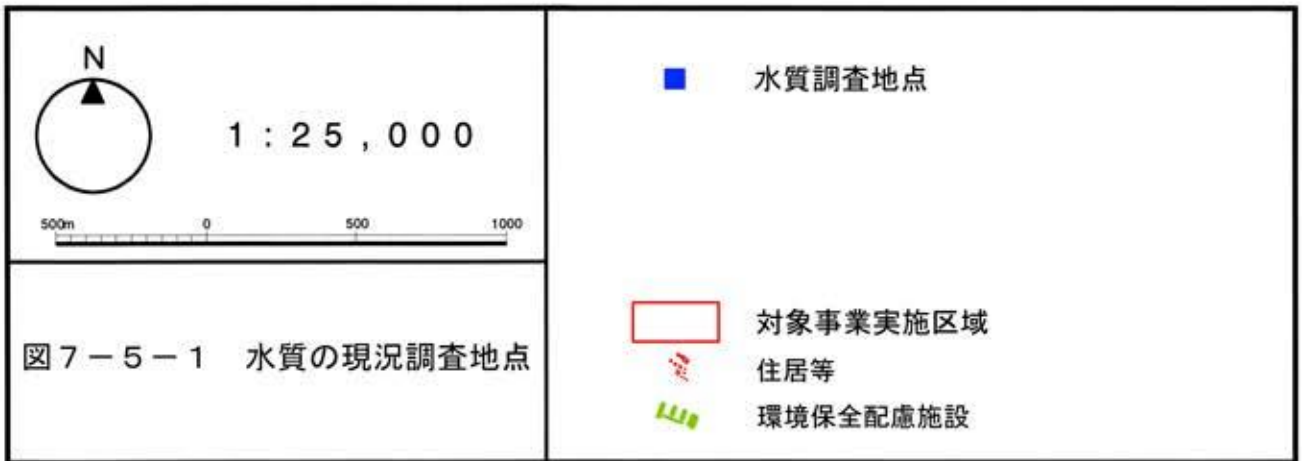
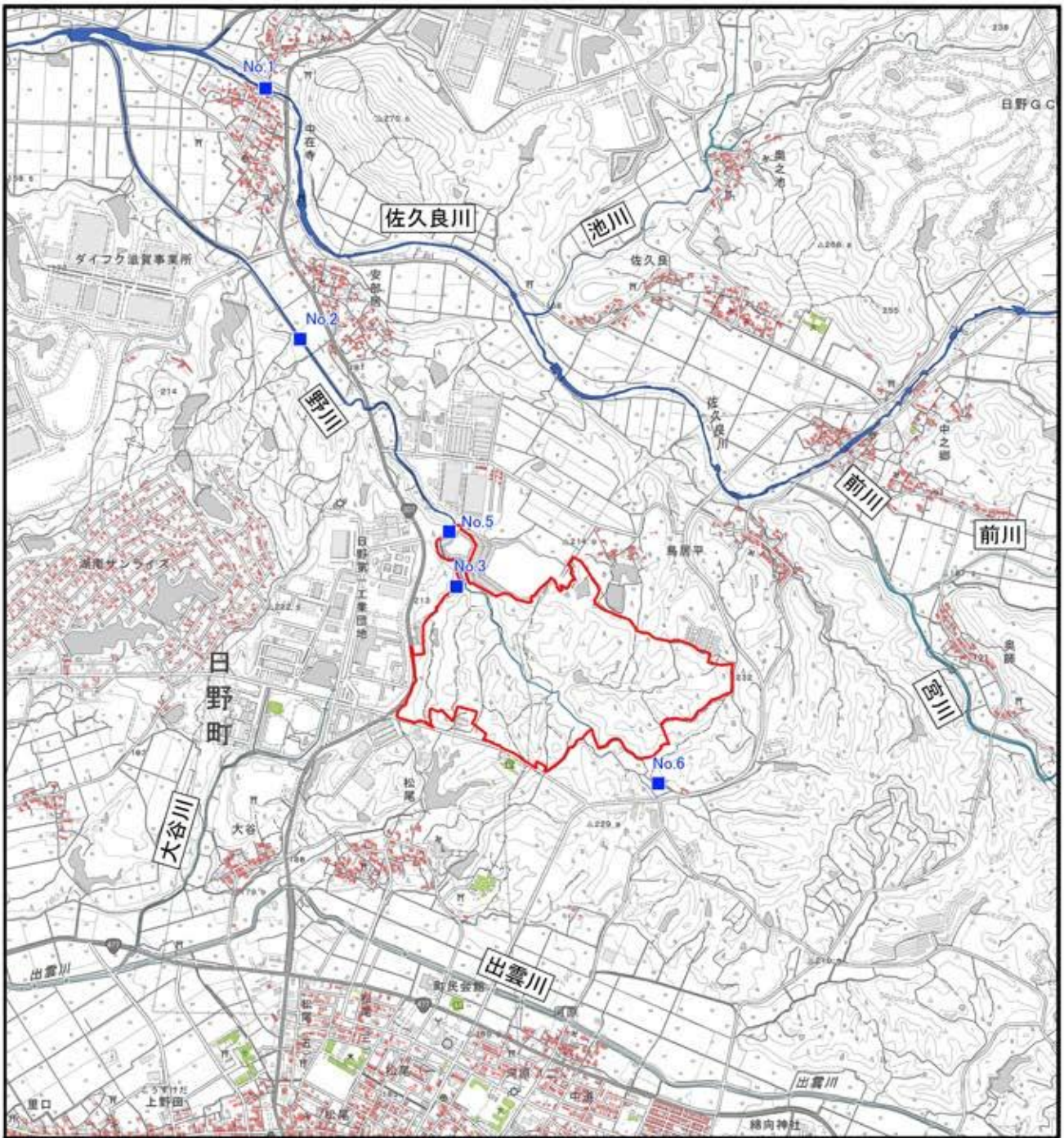


表 7 - 5 - 2 平水時の水質調査結果

調査日	調査地点	佐久良川 (諸木大橋)	野川		排水路上流
			野川橋下流	調整池横	
		No. 1	No. 2	No. 5	No. 6
R2. 4. 23	時刻	9:30	9:50	10:20	10:40
	流量(m <sup>3</sup> /sec)	0.691	0.145	0.046	0.008
	浮遊物質(SS) (mg/L)	6.1	8.6	5.2	2.3
R2. 5. 16	時刻	9:15	9:30	9:50	10:10
	流量(m <sup>3</sup> /sec)	—	0.204	0.074	0.017
	浮遊物質(SS) (mg/L)	21.0	39.0	61.0	34.0
R2. 11. 18	時刻	9:00	9:45	10:25	11:00
	流量(m <sup>3</sup> /sec)	0.174	0.026	0.020	0.002
	浮遊物質(SS) (mg/L)	1.3	2.9	5.0	2.4

B. 出水時の水質

調査結果のまとめを表 7 - 5 - 3 に、降雨による S S 濃度変化の状況を図 7 - 5 - 2 および図 7 - 5 - 3 に示す。

これによると、野川調整池横No. 5地点の S S 濃度は調査日における最大値が950~1,000 mg/Lで、他の地点の値(180~650mg/L)よりやや多くなっている。これはNo. 3地点西側に存在する造成地から流入する濁水の影響と考えられる。

S S 濃度と流量の経時変化を見ると、いずれの地点でも降雨に対して流量と S S 濃度の変動が対応しており、ピークになる時間は S S 濃度と流量ともにほぼ同じであった。地点別では排水路と野川では概ね同時刻にピークとなっていたが、佐久良川ではやや遅れていた。これは佐久良川の流域が広く、上流から調査地点まで流達するまでに時間を要するためと考えられる。

表 7 - 5 - 3 出水時 S S 調査結果のまとめ

単位 : mg/L

調査 年月日	雨量* (10分間最大)	調査地点	佐久良川 (諸木大橋)	野川		排水路上流
				野川橋下流	調整池横	
			No. 1	No. 2	No. 5	No. 6
R2. 6. 19	54.0 mm/7hr (4.0 mm)	測定値の範囲	290~650	200~560	310~950	69~210
		測定回数	4	3	3	3
R2. 9. 25	35.7 mm/11hr (3.0 mm)	測定値の範囲	19~180	130~520	310~1,000	60~250
		測定回数	4	3	3	3

注) \*雨量は現地調査の気象観測記録による。

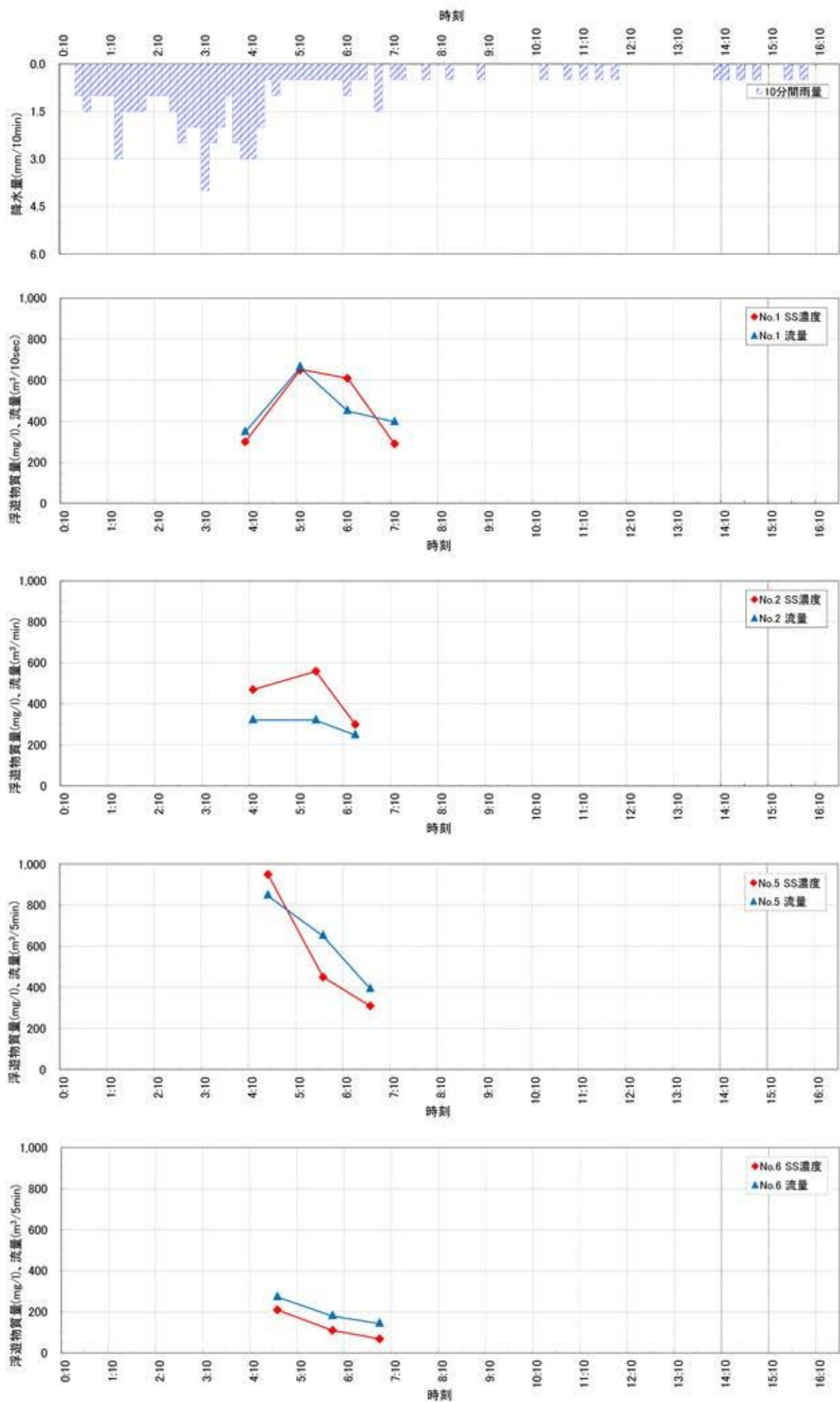


図7-5-2 出水時の降水量と水質、流量の経時変化(2020/6/19)

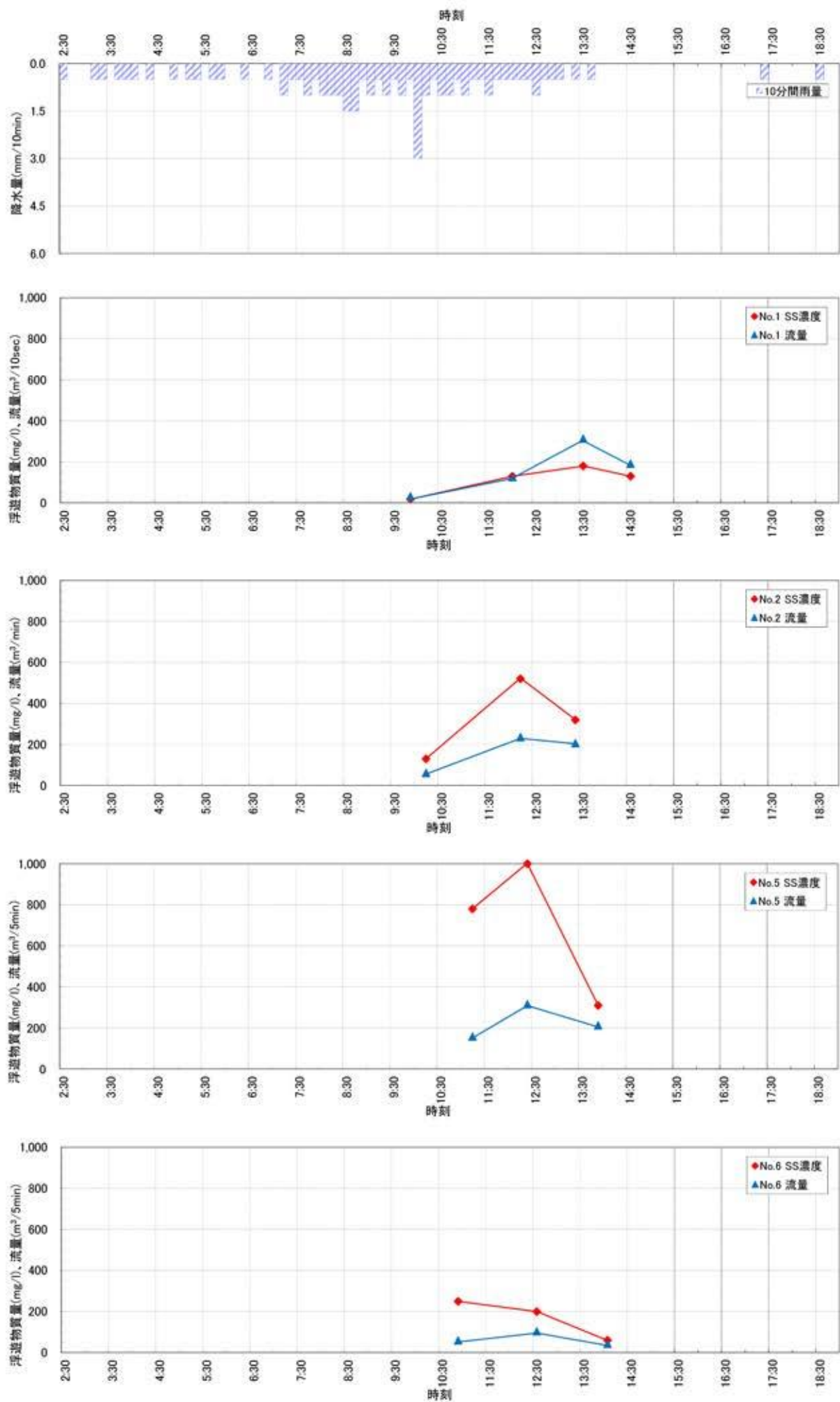


図 7-5-3 出水時の降水量と水質、流量の経時変化 (2020/9/25)

C. No. 3地点西側の造成地から発生する濁水濃度

造成地から発生する濁水濃度の調査結果を表7-5-4に示す。対象事業実施区域の西側に隣接する工事中の裸地および法面からは降雨中に濁水が発生しており、10分間雨量が多かった(降雨強度が強かった)6月11日には10,000mg/Lを越える濁水が観測された。また9月25日は10分間雨量は少なかったものの降雨が長時間継続しており、8,000mg/Lを越える濁水が観測された。

試料を採取した造成地では、雨水の流下経路で溝(いわゆるガリ)が生じており、水の流れて土が削られて濁水濃度が高くなっていると考えられる。

表7-5-4

調査日	採水時までの累積雨量(mm)	10分間雨量の最大値(mm/10min)	濁水のSS濃度(mg/L)
2020/5/16	21.0	0.5	3,600
2020/6/11	12.0	5.0	11,600
2020/9/25	31.0	0.5	8,700

D. No. 3地点西側の造成地からの濁水の粒度分布

濁水の粒度分布を表7-5-5および図7-5-4に示す。測定方法により分布は異なるが、濁水を形成する粒子は概ね0.1mm以下のもので構成されていた。

表7-5-5 濁水の粒度分布

光散乱法		土質試験法	
粒径(mm)	(体積%)	粒径(mm)	(質量%)
		~4.75	0.1
~2.00	0.0	~2.00	0.3
~0.837	0.0	~0.850	0.5
~0.352	0.0	~0.425	0.2
~0.148	2.7	~0.250	0.2
~0.0622	12.0	~0.106	0.2
~0.0262	29.8	~0.075	1.7
~0.0110	32.4	~0.0482	3.5
~0.00463	17.2	~0.0343	3.9
~0.00194	5.5	~0.0219	4.8
~0.000818	0.4	~0.0127	8.2
~0.000344	0.0	~0.0091	9.1
~0.000145	0.0	~0.0065	16.1
~0.000061	0.0	~0.0033	19.5
		~0.0014	31.7

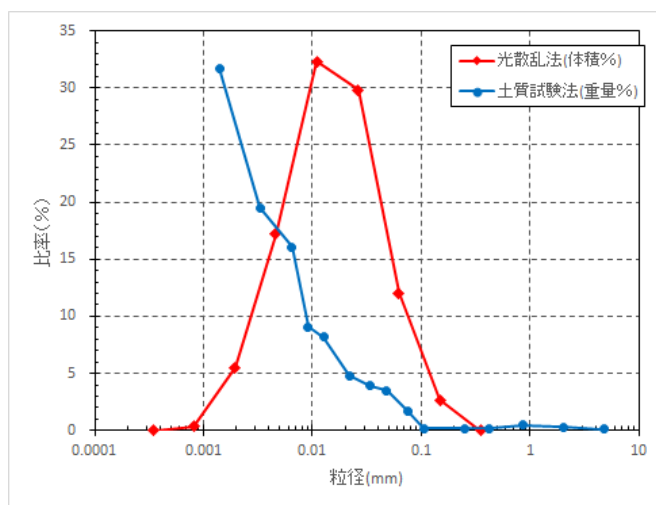


図7-5-4 濁水の粒度分布

E. No. 3地点西側の造成地からの濁水の沈降試験結果

濁水の沈降試験結果を図7-5-5に示す。

濁水を構成する粒子の沈降速度は、概ね90%が2 m/hr以下となっている。

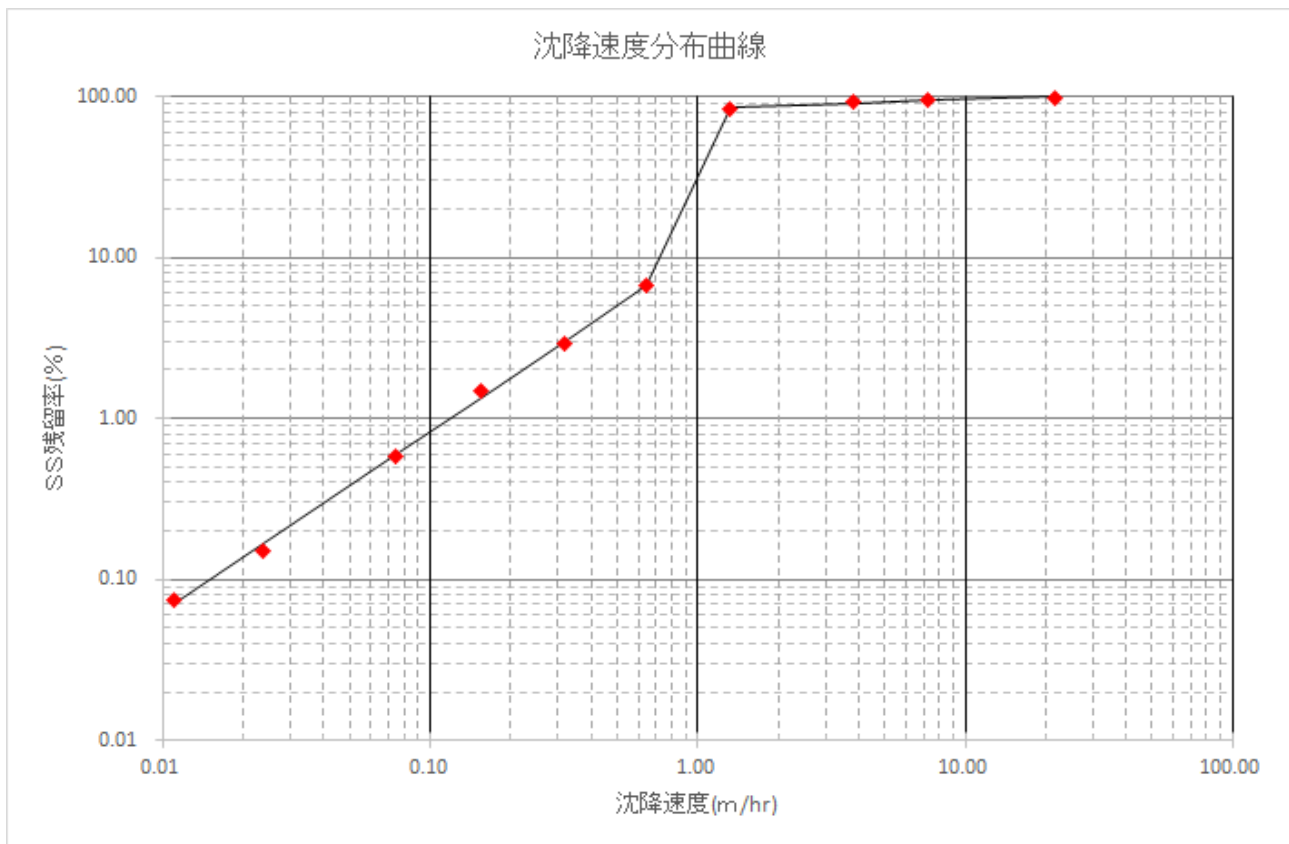


図7-5-5 濁水の沈降試験結果

(2) 予 測

① 予測内容

造成工事に伴う濁水流出による河川水質への影響について、土工最盛期における降雨時の工事区域からの浮遊物質（SS）濃度の変化と、野川の浮遊物質濃度を予測した。

予測地点は、野川の現地調査地点 (No. 2およびNo. 5) とした。

② 予測方法

A. 予測方法

工事計画 (p. 134～139参照) に基づき設定した裸地面積と、現地調査結果より設定した降雨量および現地調査結果および既存資料より設定した濁水発生原単位をもとに、洪水調整池または仮設沈砂池の、表面積負荷と濁水の沈降特性を考慮した濁りの除去計算式を用いて下流河川におけるSS濃度を算定した。

各工事区域流域からの流出水量、SS濃度と、野川のバックグラウンド値を合算して将来のSS濃度を予測した。

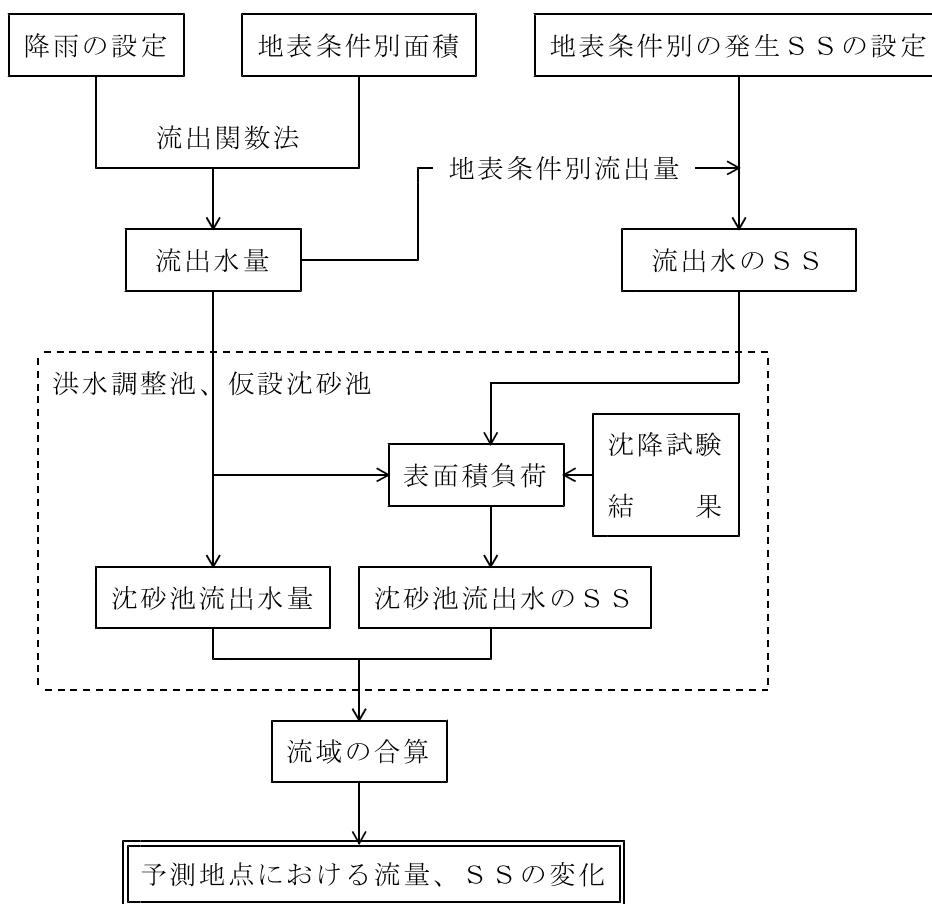


図 7 - 5 - 6 工事中の濁水予測の手順



B. 予測式

・流出計算

濁水の発生量は次式に示す流出関数法によって求めた。単位時間は10分とした。

$$Q = 0.2778 \times f \times R_p \times A \times P(t)$$

ここで、

$$P(t) = e^{-\alpha(t-t_0)} \times [\alpha(t-t_0) + 1] - e^{-\alpha t} \times (\alpha t + 1)$$

f : 流出係数

R<sub>p</sub> : 降雨強度 (mm/hr)

A : 流域面積 (km<sup>2</sup>)

t<sub>0</sub> : 単位時間 (hr)

t : 経過時間 (hr)

α : 到達時間 t<sub>p</sub> によって定まる定数で次式により算定される。

$$t_p = \frac{t_0 \times e^{\alpha t_0}}{e^{\alpha t_0} - 1}$$

到達時間 t<sub>p</sub>は、次の角屋・福島の式によって推定した。

$$t_p = C \times R_E^{-0.35} \times A^{0.22}$$

C : 流域の状況によって定まる係数

R<sub>E</sub> : 有効降雨強度 (R<sub>E</sub> = R<sub>p</sub> × f)

流出係数 f と定数 C は、表 7-5-6、表 7-5-7 を参考にして、表 7-5-8 のように想定した。

表 7-5-6 ピーク流出係数の調査事例

地表条件	f の値
山林	0.35 ~ 0.45
放牧地	0.4 ~ 0.6
ゴルフ場	0.45 ~ 0.6
運動場	0.8 ~ 0.9
市街地	0.8 ~ 1.0

出典：角屋 睦「土地利用変化に伴う流出特性の変化」農業土木学会誌. 56(1988)

表 7-5-7 洪水到達時間係数 C の調査事例

地表条件	C の値
丘陵山林地	250 ~ 350 ≒ 290
放牧地	190 ~ 210 ≒ 200
ゴルフ場	130 ~ 150 ≒ 140
粗造成宅地	90 ~ 120 ≒ 100
市街地	60 ~ 90 ≒ 70
農地 (水路密)	90 ~ 110 ≒ 100

出典：角屋 睦「流出解析手法(その8)」農業土木学会誌. 48(1979) 他

表 7-5-8 地表条件別流出係数 f と定数 C

地表条件		f	備 考	C	備 考
改変	土工中区域	0.80	運動場の下限値	120	粗造成宅地の上限値
	土工後裸地・ 宅地仕上げ区域	0.90	運動場の上限値	90	粗造成宅地の下限値
	伐採中、伐採後区域 ・植栽後区域・草地	0.55	ゴルフ場の中間値	140	ゴルフ場の中間値
	水面・舗装区域	1.00	市街地の上限値	50	
未改変	山 林	0.40	山林の中間値	290	山林の中間値

・洪水調整池、仮説沈砂池の出口における濁水濃度

洪水調整池、仮説沈砂池の出口における濁水濃度の算定は、各々の湛水部分の表面積負荷と濁水の沈降特性（沈降速度）を考慮して行った。

各々の湛水部分の表面積負荷は、「面整備事業環境影響評価技術マニュアル」（建設省、平成11年）に基づき、洪水調整池、仮説沈砂池への濁水流入量と各々の湛水部分の面積を用いて、以下の式により算出した。各々の湛水部分の表面積負荷は流出速度と考えることができ、この流出速度よりも沈降速度が遅い粒子が流出することとなる。

$$V = \frac{Q}{A}$$

ここで、V：表面積負荷(m/hr)

Q：濁水流入量(m<sup>3</sup>/hr)

A：仮説沈砂地等の湛水面積(m<sup>2</sup>)

③ 予測条件

A. 濁水発生源となる裸地の面積

工事計画によると、土工に先立ち区域の西側から東側へ順次、伐採および仮設防災工が行われ、その後切盛土工が行われる。濁水は裸地からの発生が多いことから、3ヶ月ごとに想定される裸地面積（切盛土工区域、土工後区域）が最も多くなると考えられる着工後10～12ヶ月目と着工後16～24ヶ月目の面積を予測条件とした。

各洪水調整池、仮説沈砂池の流域における区分別面積等を表7-5-9に示す。また、流域の構造を模式的に図7-5-8に示す。

表 7 - 5 - 9 各洪水調整池、仮設沈砂池流域の区分別面積等

	仮設沈砂池	対応流域	土工中裸地	土工後裸地	草地、 植栽地	未変更地 (林地)	舗装区域	仮設沈砂池 等の水面積
着工後10～12ヶ月目	1-1	A	838	603	7,224	45,367	1,729	800
	1-2	B	3,000	1,159	521	8,054	0	200
	1-3	C	0	0	31,816	3,466	0	228
	1-4	D	0	139	3,923	0	0	200
	1-5	E	29,490	0	1,126	205,937	0	1,502
	1-6	F	10,320	621	0	0	0	200
	1-7	G	0	158	13,168	0	0	200
	1-8	H	15,441	1,721	0	0	0	312
	1-9	I	0	0	19,015	0	0	499
	1-10	J	0	135	3,125	0	0	200
	1-11	K	649	490	7,469	0	0	200
	1-12	L	9,811	606	0	0	0	200
	1-13	M	0	0	7,314	5,742	0	200
	1-14	O	0	0	31,801	838	0	691
	1-15	P	2,069	393	1,198	0	0	200
	1-16	Q	34,412	0	0	8,605	0	1,957
	1-17	R	2,345	598	0	0	0	200
	1-18	S	8,134	389	6,106	0	0	200
	1-19	T	2,964	1,437	0	3,438	0	200
	1-20	U	11,206	1,593	16	0	0	200
	1-21	V+N+W	57,139	10,770	9,308	12,259	3,870	2,005
	1-22	X	8,470	55	658	1,593	1,310	200
3号調整池	a+b+c	5,471	660	28,664	24,948	52,960	4,809	
計		201,758	21,529	172,452	320,248	59,870	—	
着工後16～24ヶ月目	2-1	A	19,333	0	0	1,808	0	276
	2-2	B	10,985	0	0	0	0	228
	2-3	C	8,415	318	0	0	0	200
	2-4	D	20,378	155	0	0	0	200
	2-5	E+F	18,151	0	0	0	0	499
	2-6	G	3,185	130	0	0	0	200
	2-7	H	7,099	1,593	0	0	0	200
	2-8	I	7,222	0	29	5,815	0	200
	2-9	K	19,924	701	0	795	0	691
	1号調整池	N+L+M+Q+P	0	56,496	6,793	3,393	2,047	200
	2-12	O+J	38,498	12,063	219	9,823	4,122	9,253
	2-14	R	0	1,596	4,770	166,309	0	649
	2-15	S	0	1,038	13,565	4,037	0	308
	2-16	T	0	569	11,629	3,083	0	108
	2号調整池	U+V+W+X+Y	0	76,473	23,673	10,999	4,522	9,514
	2-21	a	218	1,007	1,864	46,732	1,480	800
	2-24_R	b	0	1,539	687	8,047	0	200
		c	0	11,719	0	0	0	
		d	0	5,707	0	3,787	0	
	2-24_L	d	0	5,819	0	382	0	200
3号調整池	Z	0	4,778	29,462	7,035	47,039	4,809	
計		153,406	181,701	92,691	272,045	59,210	—	

注) 仮設沈砂池等の水面積はLWLとした。

工種別工事区域 (着工後10~12ヶ月)

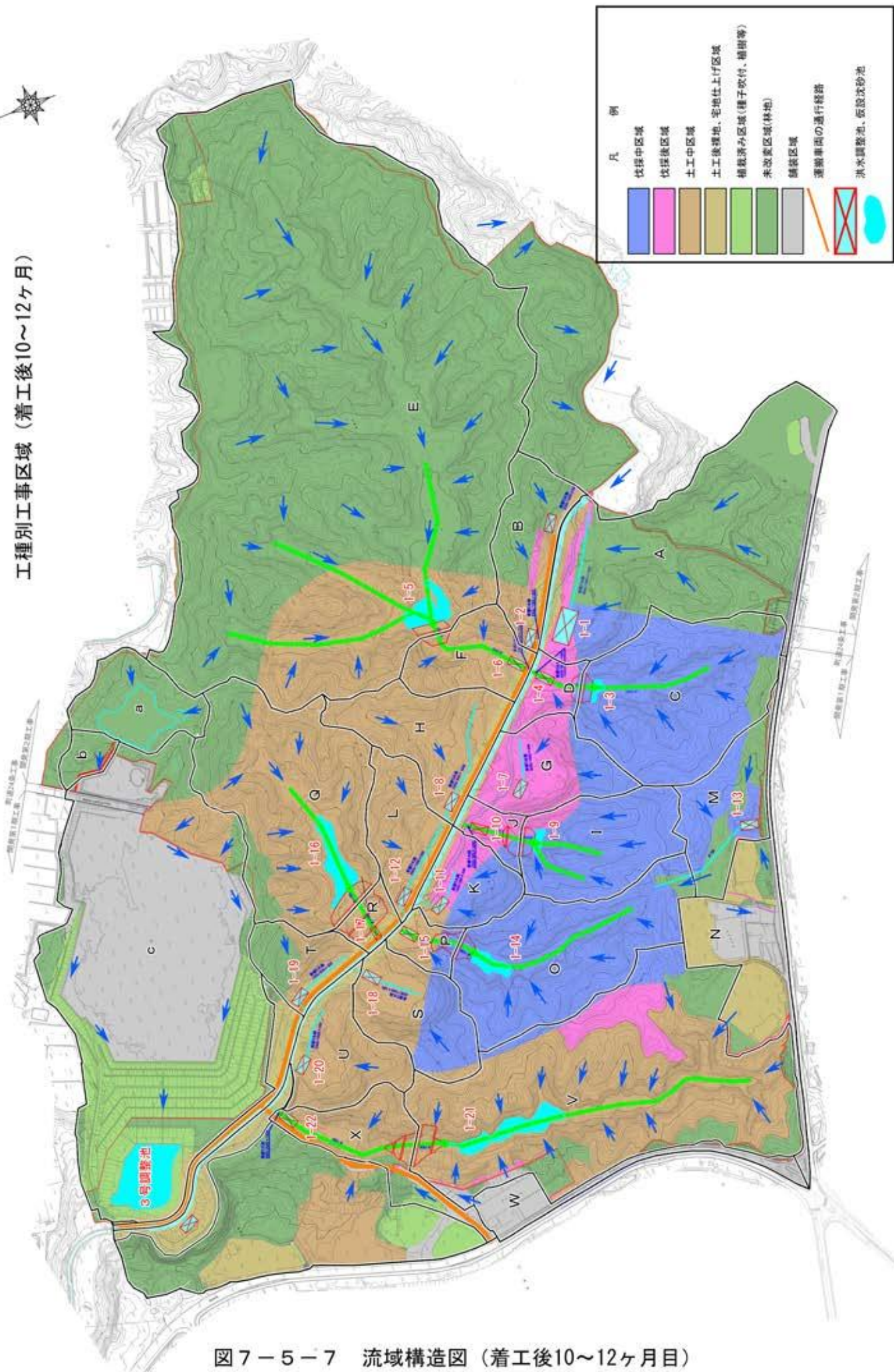


図7-5-7 流域構造図 (着工後10~12ヶ月目)

工種別工事区域 (着工後16~24ヶ月)

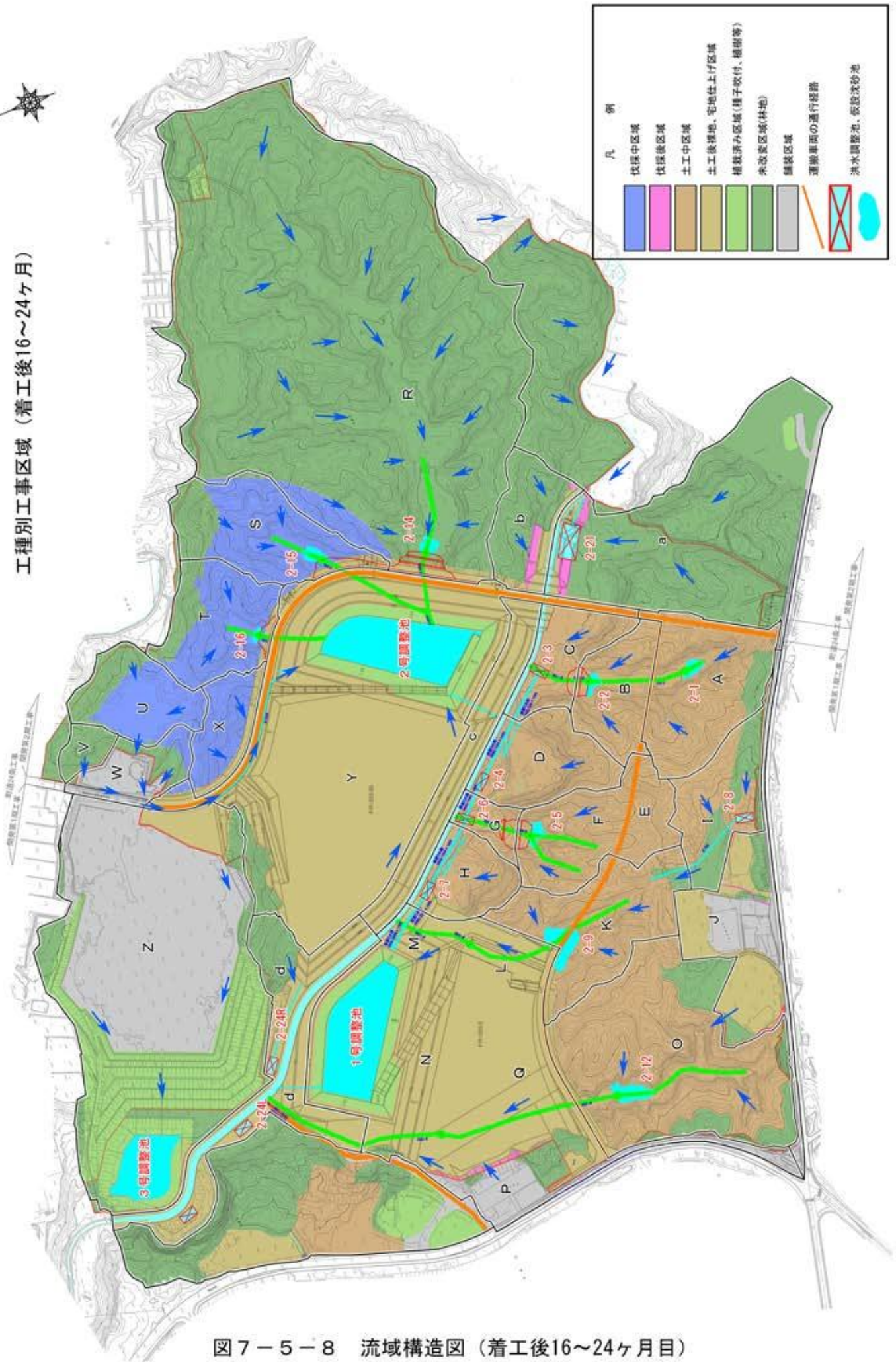


図7-5-8 流域構造図 (着工後16~24ヶ月目)

## B. 降水量

予測対象の降雨は、出水時の現地調査を実施した令和2年6月19日の降雨(7:50~17:00、101mm/9hr、瞬間強度42mm/hr)とした。

気象庁の気象観測法によると、降雨強度により、弱雨(瞬間強度0.0~3.0mm/hr未満)、並雨(瞬間強度3.0~15.0mm/hr未満)、強雨(瞬間強度15.0mm/hr以上)と区分されており、予測対象とする降雨は強雨となる。

## C. 地表条件別の濁水濃度

造成工事区域から発生する濁水のSS濃度は、一般に500~5000mg/L(高見 寛「開発と水文環境アセスメント技法」鹿島出版会(1980))とされている。一方、工事中に掘削したままの表層を長期間露出し放置しないように工事区域を区切って施工し、法面はシートあるいは法覆工で早期に養生して土砂の流出をできる限り少なくした場合は100~1000mg/L(小林 勲「建設工事における濁水・泥水の処理工法」鹿島出版会(1983))ともいわれている。また造成地からの濁水の現地調査結果では最大10,000mg/Lを越えるSS濃度が確認されているが、ガリが流水で削られることが要因と考えられ、仮設排水路の設置等、適切な対策を講じることで低減できると考えられる。

また、出水時調査結果から流量とSS流出量の関係をまとめると、図7-5-9のような関係が得られた。

以上のことから、地表条件別の発生濁水濃度は、表7-5-10のように想定した。

表7-5-10 濁水濃度の想定値

	土工中区域	土工後裸地・ 宅地仕上げ区域	伐採中、伐採後区域 ・植栽後区域・草地	未改変区域 (林地)	舗装区域 ・水面
想定値	5,000 mg/L	1,000 mg/L	500 mg/L	図7-5-9の 関係式より算定	0 mg/L

## D. 濁水の沈降速度

地形・地質の現地調査結果によると対象事業実施区域および周辺の地質は、新生代第四紀更新世の古琵琶湖層群や段丘堆積物で構成されており、濁水の沈降試験試料を採取した造成地と対象事業実施区域内は同じ地質であることから、工事区域から発生する濁水の沈降速度は造成地の濁水の沈降試験結果と同じと考え、表面積負荷(流出速度)よりも沈降速度が遅い粒子の割合を算定した。

濁水の沈速度分布を図7-5-10に示す。

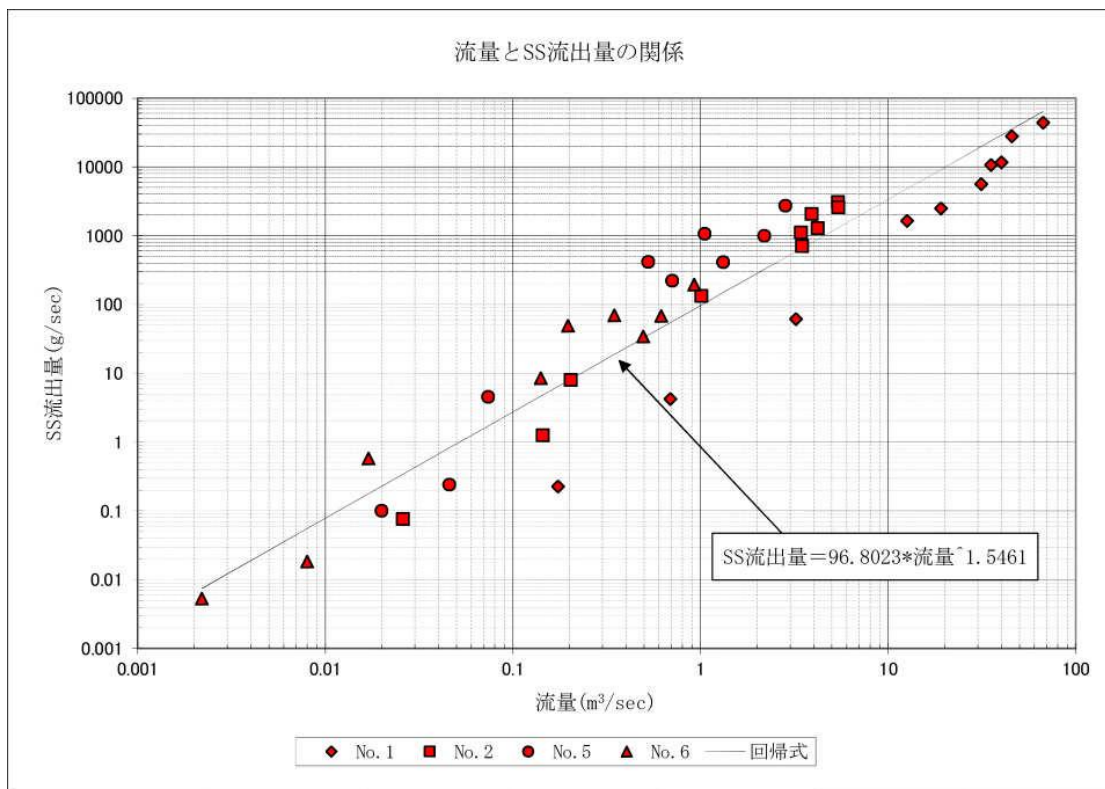


図 7 - 5 - 9 現況の流量と流出SS量の関係

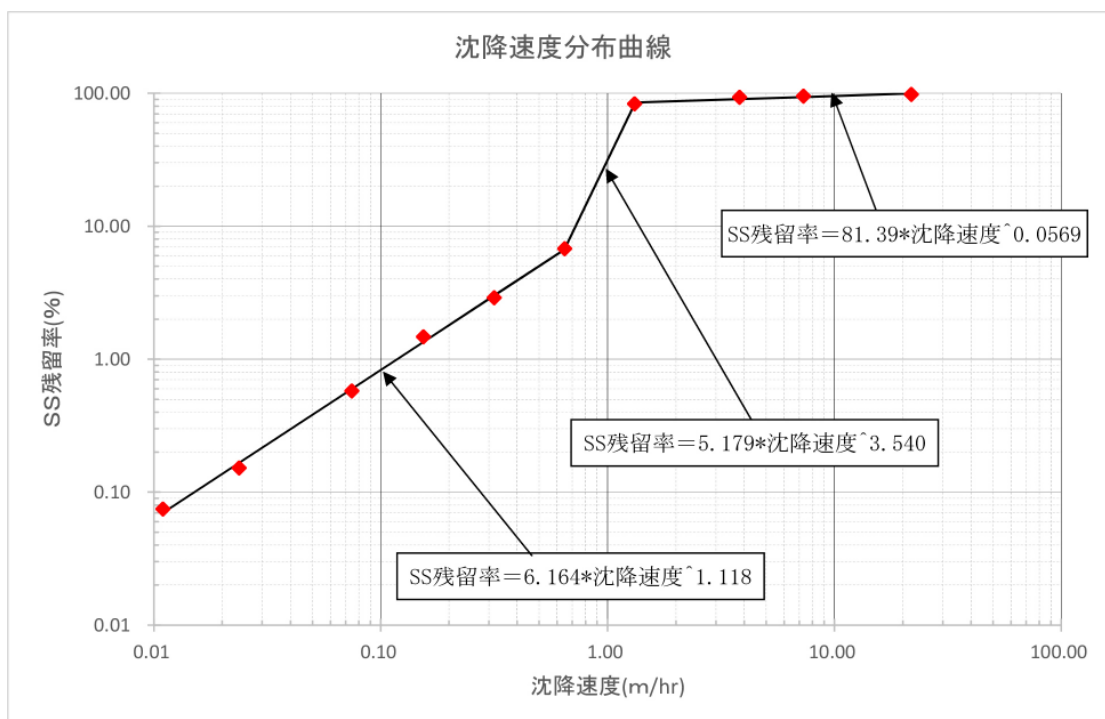


図 7 - 5 - 10 濁水の沈降速度分布

E. 予測地点のバックグラウンド値

本予測では対象事業に係る流域からの流出水量を流域面積から算定するため、各予測地点のバックグラウンド流量値は、出水時の現地調査で負荷がピークとなる流量を基に野川

のNo. 2地点、No. 5地点の流域面積から事業に係る流域面積を減じて補正した値とした。

濁水濃度のバックグラウンド値は予測対象とした降雨時の現地調査で得られた負荷がピークとなる値とした。

#### E. 各流域および予測地点の合算

各流域からの流出水の合算に際しては、予測地点までの流下時間は無視して同時に予測地点に到達するものとして単位時間ごとに流出量を合計し、SS濃度は単純混合式によって求めた。

野川の予測地点における流量とSS濃度は、工事区域からの負荷がピークとなる流量、SS予測値と、上記で設定したバックグラウンド値から単純混合式によって求めた。

#### ④ 予測結果

工事区域からの濁水流出量と濁水濃度の経時変化を図7-5-11～図7-5-12に、予測地点における濁水の予測結果を表7-5-11に示す。

野川No. 2地点における工事区域からの濁水のSS濃度は、着工後10～12ヶ月目のピーク時で194mg/L、着工後16～24ヶ月目のピーク時で520mg/Lと予測され、No. 2地点のSS濃度は現況と比較してほとんど変化はないかやや低下すると予測される。

野川No. 5地点における工事区域からの濁水のSS濃度は、着工後10～12ヶ月目のピーク時で247mg/L、着工後16～24ヶ月目のピーク時で612mg/Lと予測され、No. 5地点のSS濃度は現況と比較して25%～50%程度低下すると予測される。

これは工事区域から流出する濁水の濃度が現況値よりも少ないこと、工事による土地の改変で区域からのピーク流出流量が増加することが要因と考えられる。

表7-5-11 濁水濃度の予測結果

		野川 (No. 2)		野川 (No. 5)		
		流量 (m <sup>3</sup> /sec)	SS濃度 (mg/L)	流量 (m <sup>3</sup> /sec)	SS濃度 (mg/L)	
対象時期	着工後					
	10～12ヶ月目	工事区域からの流出値	1.727	194	1.335	247
		バックグラウンド値	3.524	560	0.709	950
		予測地点における計算値	5.261	440	2.044	491
着工後	16～24ヶ月目	工事区域からの流出値	2.038	520	1.729	612
		バックグラウンド値	3.534	560	0.709	950
		予測地点における計算値	5.572	545	2.438	710

注) 野川No. 5地点については3号調整池からの流入が含まれないため、流量が少なくSS濃度が高くなっている。



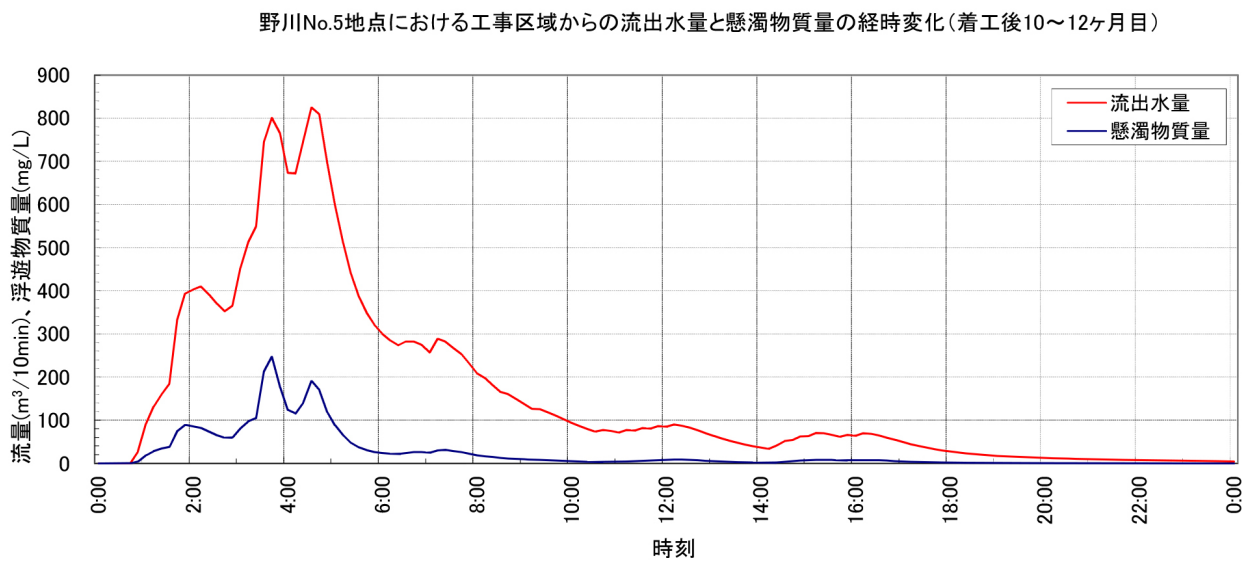
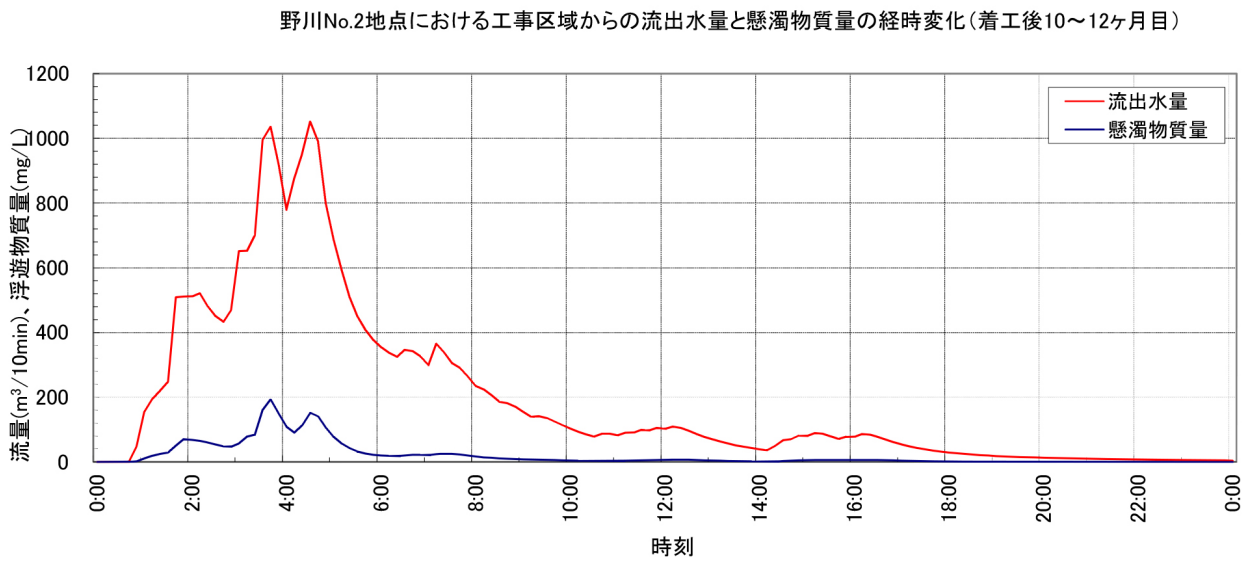
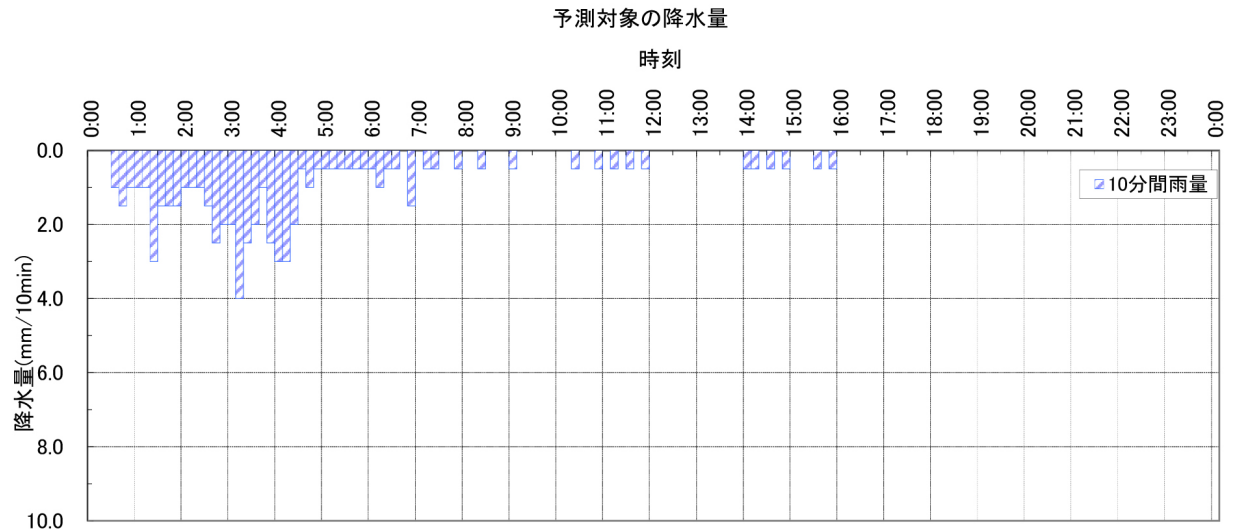


図 7 - 5 - 1 1 工事区域からの濁水流出量と濁水濃度の経時変化(着工後10~12ヶ月目)

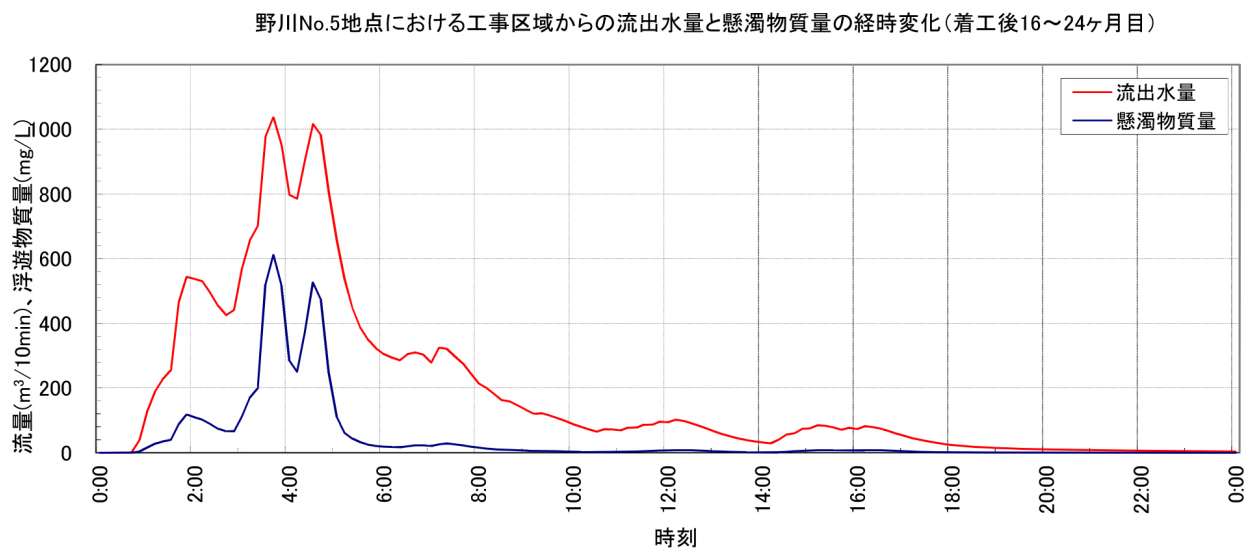
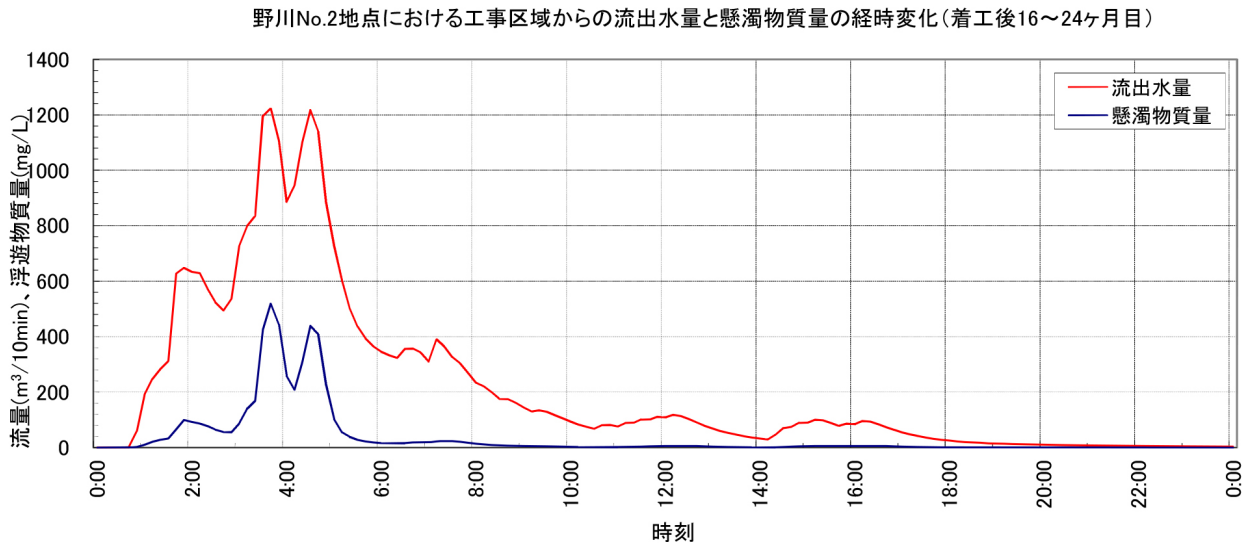
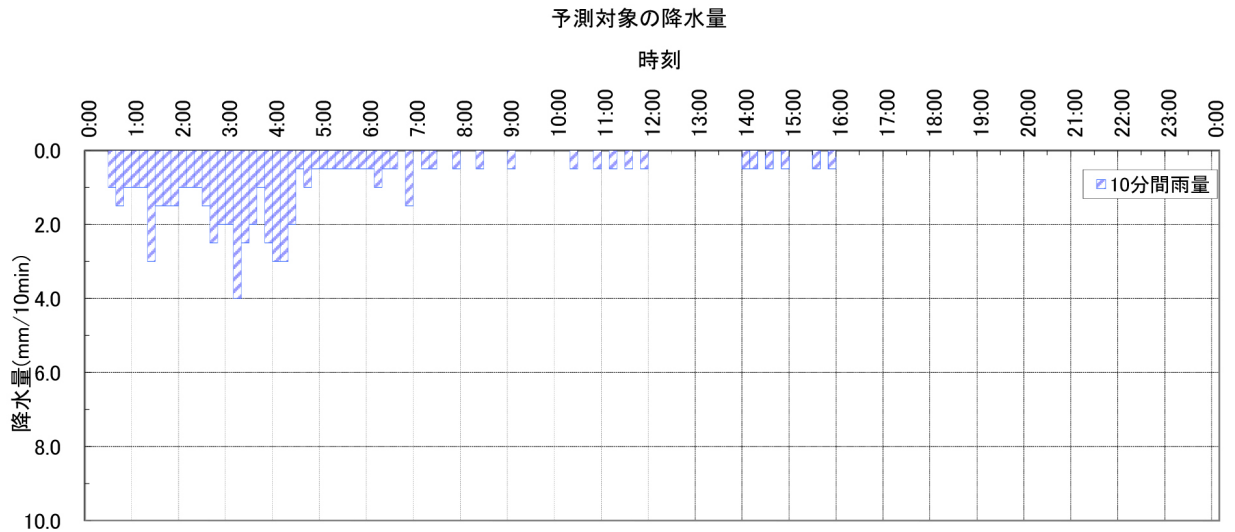


図 7 - 5 - 1 2 工事区域からの濁水流出量と濁水濃度の経時変化(着工後16~24ヶ月目)

### (3) 評価

#### ① 評価の方法

評価は、環境の保全上の目標と予測結果および環境保全のための措置を対比し、その整合性を検討するとともに、水質への影響が実行可能な範囲内で回避または低減されるか否かについて検討することで行った。

#### ② 環境保全のための措置

水質保全のための影響の回避・低減対策は以下のとおり計画している。

##### A. 工事中

- ・切土工については、できるだけ外周側を耳の形で残すように施工し、雨水排水が仮設沈砂池側へ流下するように配慮する。
- ・排水路および洪水調整池をできるだけ早期に設置する。また土工事が終了した区域については、できるだけ早期に緑化し、土砂の流出を防止する。
- ・降雨が予想される時には、土工中の区域を巡視して集水域を確認するとともに、浮き土がないようにブルドーザ等で転圧し、土砂流出の可能性が高い法面はシート等で保護する。また、素堀水路を整備して洗掘の恐れのある場所は土嚢、シート等で保護する。

これらの対策を確実に実行するために、降雨、出水の状況予測、事前の対策、降雨時の現場維持管理の指揮等を行う専任管理者を置く。

##### B. 工事完了時

- ・工事終了後は、排水経路の野川を巡視して土砂の堆積状況を確認し、必要に応じて河川や水路の清掃を行う。

#### ③ 環境の保全上の目標

環境の保全上の目標は、人の健康の保護上および生活環境の保全上支障を招かないことを基本として設定した。

野川については環境基準の設定はなされていないが、対象事業実施区域の周辺は、濁水防止の取組など環境に配慮した農業が営まれている地域であることから、環境の保全上の目標は次のように設定した。

現況河川の水質を著しく悪化させないこと。
----------------------

#### ④ 環境の保全上の目標との整合性の検討

野川No.2地点のSS濃度は現況と比較してほとんど変化はないかやや低下すると予測さ

れ、No.5地点のSS濃度は現況と比較して25%～50%程度低下すると予測され、環境の保全上の目標と整合している。なお、下流域での農作物栽培についても、野川および佐久良川の水質にほとんど変化はないため影響はないと考えられる。

#### ⑤ 評価

予測を行った各項目について、いずれも予測結果は環境の保全上の目標と整合が取れていることから、実行可能な範囲で影響を回避または低減できていると評価する。

なお、対策の効果と影響の程度を確認するため、以下により工事中・工事後のモニタリングを実施する。

- ・現況調査地点2箇所（野川のNo.2地点、No.5地点）において、降雨時のSS濃度を調査する。調査地点におけるSS濃度が現況調査値や予測値を著しく超えた場合は、その原因となっている工事区域について、上記②の対策を強化するとともに、仮設沈砂池内への濁水防止膜（バイオログフィルター）の設置による濁質の流出低減を検討する。

バイオログフィルターは、100%天然のヤシ繊維から作られた環境にやさしい濁水濾過フィルターで、1個が直径30cm・長さ2m程度のため人力で設置可能である。木杭または単管による固定で簡単に施工できるため、必要な時に直ちに濁水対策が可能である。また使用後は、植生基盤材や土留材として再利用が可能である。

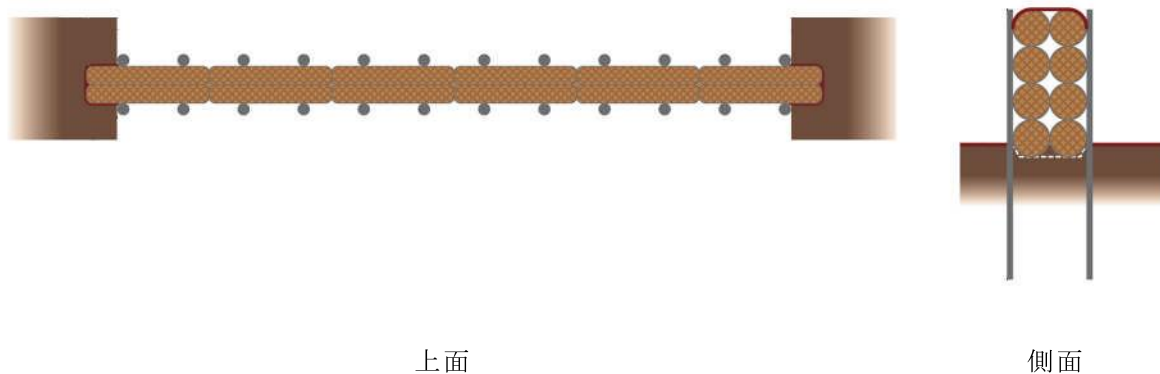


図7-5-13 バイオログフィルターの設置イメージ

工事終了後については、緑化・植栽による植物が成長し、法面の裸地をほぼ覆い尽くして濁水の発生が大きく減少すると考えられる時点まで上記2地点で降雨時にSS濃度を調査する。