

6.5 環境保全対策の効果の検討

真名川ダムでは、環境保全対策として湖岸緑化試験、ダム水環境改善事業、ダムの弾力的管理試験を実施している。これらの保全対策について、それぞれの保全対策の分析評価を行って課題を抽出し、課題が認められた場合については、それらの各課題について改善の必要性の検討を行った。

6.5.1 環境保全対策の整理

(1)環境保全対策の実施状況

真名川ダムの環境保全対策の実施状況を表 6.5-1 に示す。

表 6.5-1 真名川ダムの環境保全対策の実施状況

No.	手法	場所	概要
1	湖岸緑化試験	ダム湖周辺	ダム湖岸の裸地化対策として、貯水池左岸の東向き斜面に緑化試験地（4区域）を設置し、生育適正及び工法適正について検討を行った。
2	ダム水環境改善事業	下流河川	ダム下流の維持流量未設定区間の解消、及び流水の正常な機能の維持のために設置した放流設備の効果を確認するため、魚類調査を行った。
3	ダムの弾力的管理試験	下流河川	下流河川の環境改善を目的として実施している試験結果として、改善効果を確認するため、アユ調査、付着藻類調査等を行った。

6.5.2 湖岸緑化試験

(1)湖岸緑化試験の概要

真名川ダムは制限水位方式をとっているため、洪水貯留準備水位(旧洪水期制限水位)の期間中に湖岸に裸地が出現していた。湖岸緑化試験は、上記のダム湖岸裸地対策の試験として強い耐冠水性の植物(木本・草本)の評価と湖岸緑化の適正工法の検討を行うことを目的として実施した。

湖岸緑化試験の実施内容を表 6.5-2 に示す。なお緑化試験地及び試験区の実施位置を図 6.5-1 に、配置状況を図 6.5-2 に示す。

表 6.5-2 湖岸緑化試験の実施内容

項目	概要	
調査内容	<ul style="list-style-type: none"> ・ 緑化試験地付近の気象状況 ・ 緑化試験地の冠水状況 ・ 緑化試験植物の生育状況 ・ 緑化試験地法面の安定状況 	
調査方法	気象状況	真名川ダム管理所での気象データに基づき、気象、降水量、風向、風速について整理した。
	冠水状況	真名川ダム管理所での貯水位データに基づき、冠水期間・日数、水位昇降頻度等について、試験区の標高別に整理した。
	植物の生育状況	試験植物の生育量・個体密度・個体成長について平成7年から10年にかけて追跡調査を実施した。
	法面の安定状況	浸食による法面等の損壊・流亡の状況、冠水による土層圧や土層硬度の変化について調査を実施した。
調査地点	A区、B'区、C区、C"区にa ₂ 、a ₃ 、f ₁ 工法による。	
調査工法	<ul style="list-style-type: none"> ・ A : 在来草本類・木本類の播種 ・ B' : 草本類・木本類の播種 ・ C : 在来木本類の植栽 ・ C" : 在来木本類の植栽(挿し木のみ) ・ a₂ : 丸太柵工+マルチングを採用し、在来・外来草本・木本類の播種および在来木本の植栽を行った。 ・ a₃ : 丸太柵工+植生マット工を採用し、外来草本・木本類の播種および在来木本類の植栽を行った。 ・ f₁ : 二重ネット張り工を採用し、外来草本・木本類の播種および在来木本類の植栽を行った。 	
調査時期	気象状況及び冠水状況	平成7年10月3日～平成7年11月22日 平成7年11月23日～平成8年10月24日 平成8年10月25日～平成9年9月10日
	植物の生育状況及び法面の安定状況	平成9年8月上旬(第1回) 平成9年9月上旬(第2回) 平成7年10月～平成10年10月(巡視による確認)

注) 真名川ダムでは10月1日～6月30日が非洪水期に該当する。

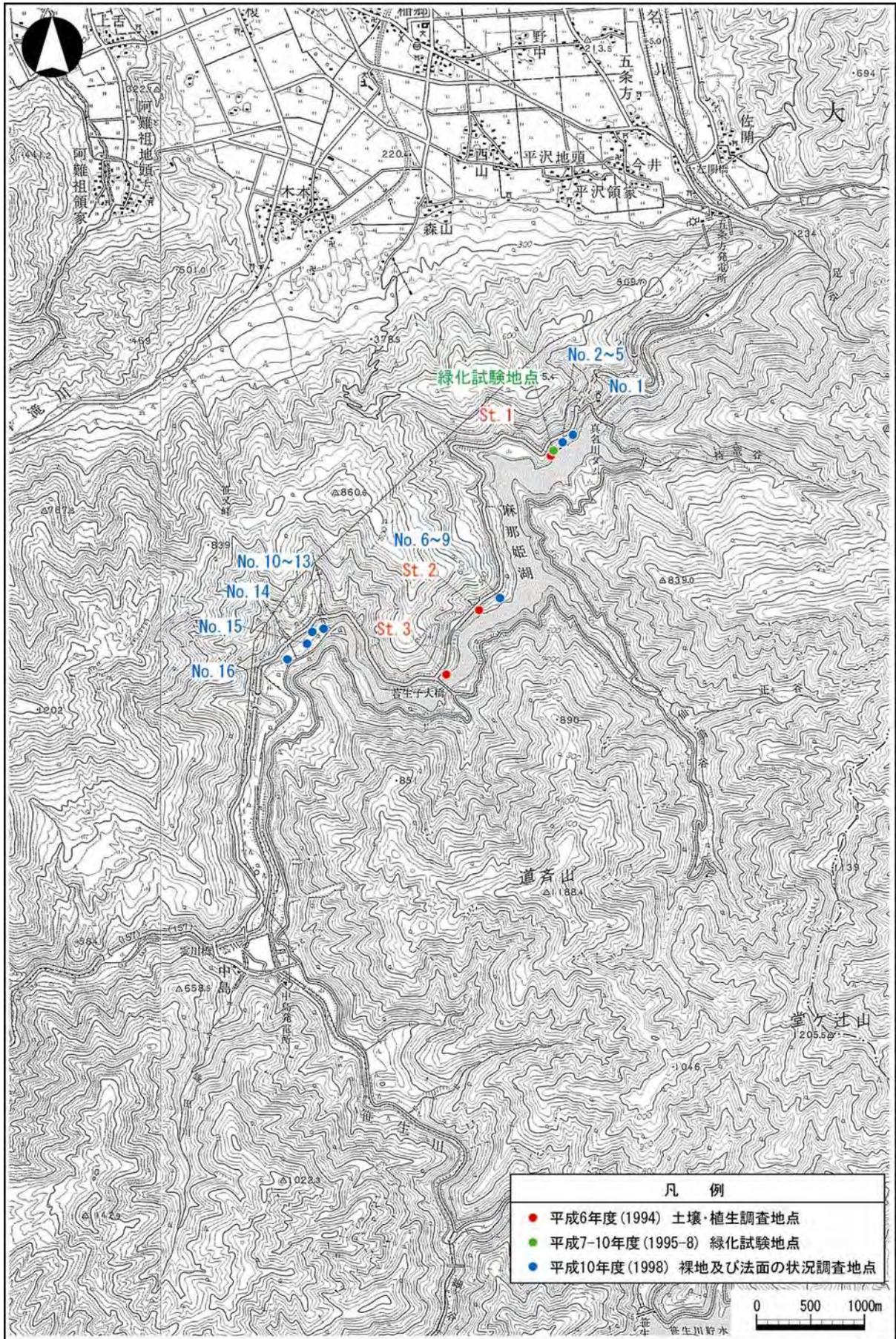
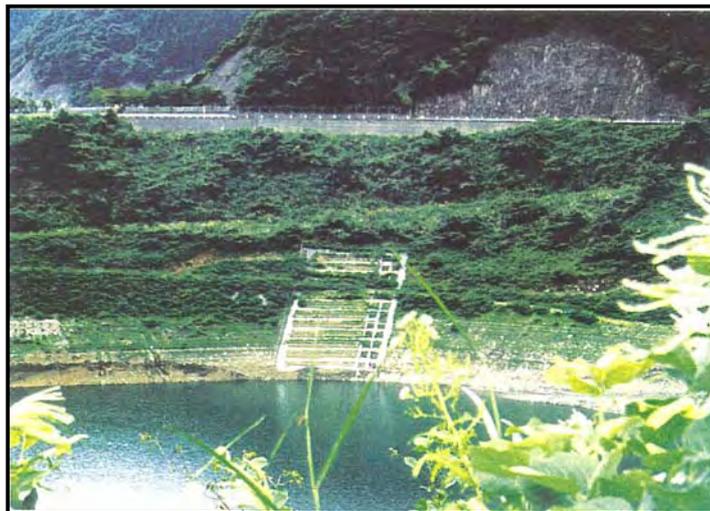
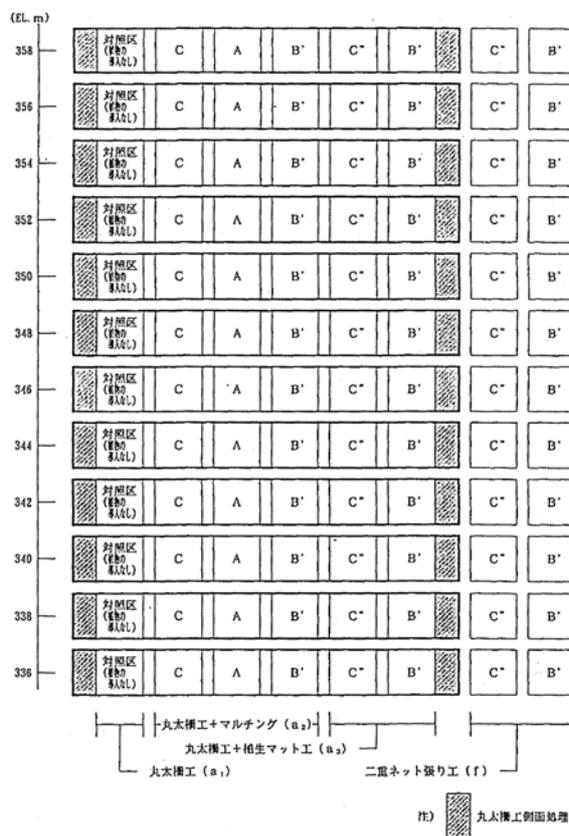


図 6.5-1 真名川ダムの環境保全対策（湖岸緑化試験）の実施位置



出典：6-38 「真名川ダム緑化現地調査報告書」

図 6.5-2(1) 緑化試験区の全景（平成 10 年 9 月 3 日撮影）



植物の配合・配植様式

A (在来の草本類・木本類の播種)				B' (外来の草本類・木本類の播種)				C (在来の木本類の植栽)			
種類	構成	期待本数	種子配合量	種類	構成	期待本数	種子配合量	種類	構成	期待本数	植栽本数
エノコログサ	●	500/m ²	11.8 g/m ²	シロツメクサ	○	200/m ²	0.3 g/m ²	針杉種(1-2)	▲	2/m ²	2本/m ²
メヒシバ	●	500/m ²	0.6 g/m ²	K31フェスタ	○	200/m ²	0.7 g/m ²	ヤマハンノキ	■	2/m ²	2本/m ²
オオイヌタデ	●	500/m ²	17.1 g/m ²	ルイイフシ	○	200/m ²	0.1 g/m ²	ネムノキ	■	1/m ²	1本/m ²
メドハギ	○	500/m ²	5.1 g/m ²	イタチハギ	○	200/m ²	4.4 g/m ²				
ヤマハンノキ	○	100/m ²	2.8 g/m ²								

C'' (在来の木本類の植栽：挿し木のみ)		
種類	構成	植栽本数
針杉種(1-2)	▲	4/m ²

凡例

- : 保存種子 ■: 市販苗木
- : 市販種子 ▲: 現地採枝

出典：6-38 「真名川ダム緑化現地調査報告書」

図 6.5-2(2) 緑化試験地における試験区の配置

(2)湖岸緑化試験の結果の整理

1)気象状況

真名川ダム緑化試験地付近における平成7年10月の緑化試験区設置以降の月平均気温および月間降水量は表6.5-3(1)～(2)に示すとおりである。また、月平均風速及び月別日最多風向は表6.5-3(3)～(4)に示すとおりである。

表 6.5-3(1) 平成7年10月の緑化試験区設置以降の月平均気温()

月年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
H7年	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14.1	5.6	0.6	6.8
H8年	0.0	-1.4	3.4	8.0	14.8	19.7	23.3	24.3	18.4	13.8	8.3	2.2	11.2
H9年	-0.4	-0.5	4.8	10.6	15.8	19.7	22.5	24.1	22.9	-	-	-	13.3
平均	-0.2	-1.0	4.1	9.3	15.3	19.7	22.9	24.2	20.7	14.0	7.0	1.4	11.4

注) H7.10.1～H9.9.10までのデータを集計した。

- は未調査

表 6.5-3(2) 平成7年10月の緑化試験区設置以降の月間降水量(mm)

月年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
H7年	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123.6	330.8	325.0	779.4
H8年	336.0	273.0	215.0	70.0	121.0	304.0	107.0	330.0	165.0	123.0	217.0	310.0	2571.0
H9年	368.0	214.0	138.0	152.0	316.0	177.0	340.0	189.0	59.0	-	-	-	1953.0
平均	352.0	243.5	176.5	110.0	218.5	240.5	223.5	259.5	112.0	123.0	273.9	317.5	2651.7

注) H7.10.1～H9.9.10までのデータを集計した。

- は未調査

表 6.5-3(3) 平成7年10月の緑化試験区設置以降の月平均風速 (m/s)

月年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	平均
7年	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.9	1.2	1.0	1.0
H8年	0.9	1.3	1.4	1.4	2.0	2.0	1.5	1.7	1.4	1.5	1.7	1.6	1.5
H9年	1.1	1.2	1.1	1.5	1.6	1.6	1.2	1.4	0.8	-	-	-	1.3
平均	1.0	1.3	1.2	1.5	1.8	1.8	1.3	1.5	1.1	1.2	1.4	1.3	1.4

注) H7.10.1～H9.9.10までのデータを集計した。

- は未調査

表 6.5-3(4) 平成7年10月の緑化試験区設置以降の月別日最多風向

月年	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
H7年	-	-	-	-	-	-	-	-	-	WSW (7)	WSW (11)	SW (6)
H8年	WSW (6)	WSW (11)	WSW (8)	E (8)	WSW (10)	WSW (11)	WSW (14)	WSW (12)	WSW (8)	WSW (15)	E (10)	WSW (12)
H9年	WSW (7)	WSW (6)	E (6)	WSW (7)	WSW (10)	WSW (8)	WSW (9)	N (6)	SW (2)	-	-	-

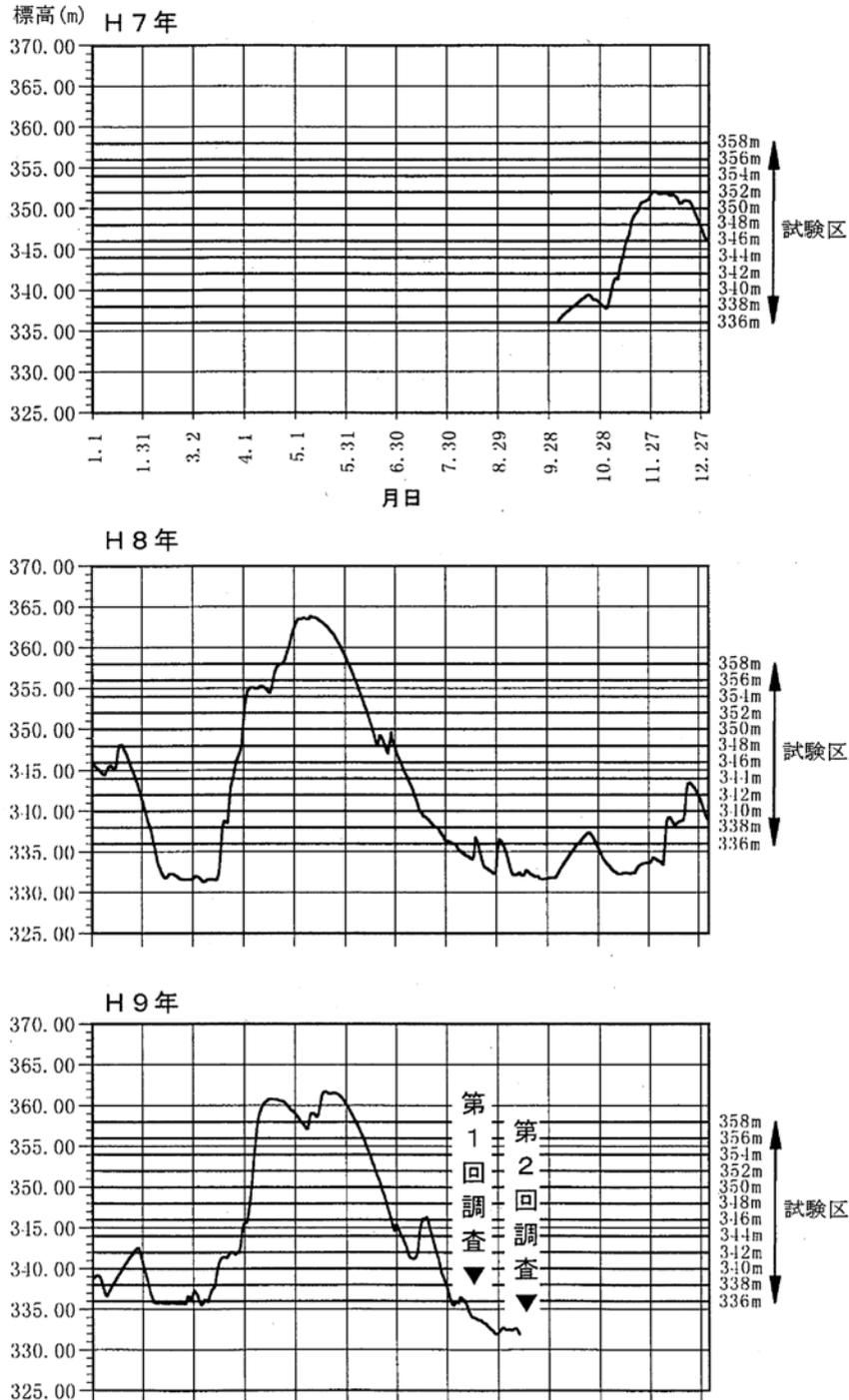
注) H7.10.1～H9.9.10までのデータを集計した。

()内は日数

- は未調査

2)冠水状況

緑化試験地設置以降の平成7～平成9年にかけてのダム湖水位変動は図6.5-3に示すとおりであり、平成7年には試験区の標高352mまで、平成8年と9年には試験区全域が冠水した。



出典：6-37 「平成9年度真名川ダム湖岸裸地对策調査業務報告書」

図6.5-3 平成7年10月の緑化試験地設置以降のダム湖の水位変動(H7.10.3～H9.9.10)

3) 緑化試験の追跡調査

平成 7 年 10 月から平成 10 年 10 月にかけて、緑化試験施工後の追跡調査を行った。調査結果の概要は表 6.5-4 に示すとおりであり、木本類ではイタチハギとヤナギ類、多年生草本ではリードカナリーグラス、一年生草本ではオオオナモミ等に耐冠水性があることを確認した。

表 6.5-4 湖岸緑化試験の結果の概要

項目	概要	
試験区の植物の生育状況	導入種(播种植物)の生育状況	在来草本：エノコログサ及びメドハギを確認 (エノコログサ植被率 25%) 外来草本：リードカナリーグラスを確認(植被率 70%) 外来木本：イタチハギ(植被率 60~100%)
	導入種(植栽植物)の生育状況	在来木本：ヤナギ類:生育状況は良好 ヤマハンノキ:上部で良好 ネムノキ:最上段のみで確認 外来木本：イタチハギ：ヤナギ類同様に生育良好
	侵入植物の生育状況	全段でオオオナモミを確認(植被率 90%) 試験地の上部ではイタチハギを確認(植被率 75%) 試験地の下段ではアメリカセンダングサを確認 在来種の侵入種は上部にコブナグサ、カワラケツメイが、下部ではヌカキビ、イヌビエを確認
	植物の耐冠水性の評価	木本類：イタチハギ、ヤナギ類が冠水日数 120 日未満で優占する傾向にあることから耐冠水性ありと判断。 多年生草本：リードカナリーグラスが冠水日数 60 日未満で優占したことから弱い耐冠水性があると判断。 一年生草本：オオオナモミが冠水日数 220 日未満であったことから特に強い耐冠水性があると判断。その他、オオイヌタデ 180 日未満、アメリカセンダングサ、ヌカキビ 120 日未満メヒシバ、マルバルコウ 60 日未満で優占することが判明。
法面の状況	全 96 試験区中、26 試験区が損傷度 1(損傷無し)、57 試験区が損傷度 2(軽微な土砂流出や客土陥没が認められる)、13 試験区が損傷度 3(法面の状況が悪化)であった。	
工法の施工適性	緑化試験工法ごとの損傷度別の試験区数を指標として、緑化試験工法の施工適性を評価した結果、全国の各試験ダムに共通して試験施工されている丸太柵工+マルチング(a ₂)・丸太柵工+植生マット(a ₃)と、二重ネット張り工(f ₁)の 3 工法は施工適性が高いことを確認。	

(3)湖岸緑化試験の効果の評価と課題

湖岸の緑化試験について、効果の評価結果と課題を表 6.5-5 に示す。

表 6.5-5 湖岸緑化試験の効果の評価と課題

結 果	<ul style="list-style-type: none">植物の耐冠水性の検討 平成 7 年度から 10 年度の確認調査の結果、木本類はイタチハギやヤナギ類、多年生草本はリードカナリーグラスに耐冠水性があることを確認した。緑化試験方法の施工適性の検討 工法毎の損傷度別の試験区数を指標として、工法の施工適正を評価した結果、丸太柵工+マルチング、丸太柵工+植生マット、二重ネット張り工法の 3 工法は施工適正が高いことを確認した。
効果の評価	<p>耐冠水性がある種及び施工適正の高い工法を確認したことから試験の目的を達成した。さらに検討結果は「湖岸緑化マニュアル(案)」(平成 10 年、財団法人ダム水源地環境整備センター)の策定に反映された。</p> <p>また、当該試験を実施した平成 10 年度時点当時は、外来種を用いた試験を行ったが、外来種が在来生態系に与える影響を考慮し、平成 18 年に改訂された「ダム湖岸緑化の手引き(案)」(平成 18 年 国土交通省河川局河川環境課)では、外来種を用いず在来種を用いた緑化を行うこととしている。</p>
課 題	-

6.5.3 ダム水環境改善事業

(1)ダム水環境改善事業の概要

真名川ダムにおいては、発電を通して下流に利水補給を行っているため、下流（ダム直下から約 3km 区間）が維持流量未設定区間であった。この維持流量未設定区間の解消に必要な少量流量の設備を備え、河川本来の姿に戻すことを目的に、「ダム水環境改善事業（平成 5 年から平成 8 年）」によりバイパス放流設備を設置した。これにより年間を通して一定水量が河川に放流され、魚類等の生息が可能になり、真名川溪谷の景観も大きく改善されることになる。なお、実施位置は次頁の図 6.5-5 に示すとおりである。

(2)ダム水環境改善事業の結果の整理

放流量

平成 9 年度より放流を開始し、当初は放流量を $0.142\text{m}^3/\text{s}$ としていたが、平成 10 年度に $0.284\text{m}^3/\text{s}$ とした結果、図 6.5-6 に示すように維持流量未設定区間の河川環境が改善された。さらに平成 15 年度からは地元の要望により放流量を $0.671\text{m}^3/\text{s}$ に増加させている。



出典：6-50 「真名川ダム水環境改善事業パンフレット」

図 6.5-5 放流前後の河川状況

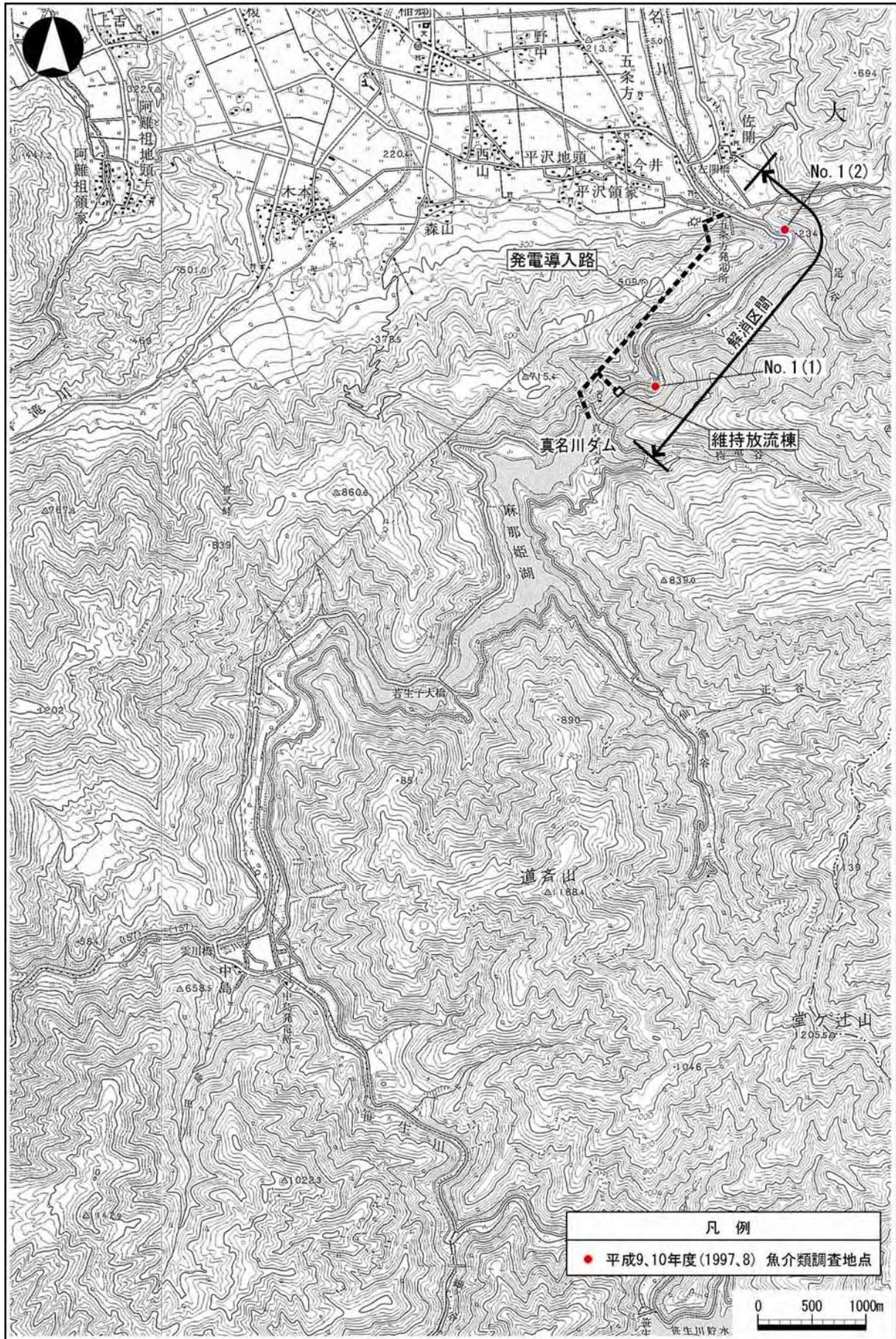


図 6.5-4 真名川ダムの環境保全対策（水環境改善事業）の実施位置

魚介類調査

平成9年度及び10年度に実施した魚介類調査の実施内容は表6.5-6(1)に、調査結果は表6.5-6(2)に示すとおりである。

調査地点 No.1(1)では、放流前の確認種が5種であったが、放流後の平成9年8月から平成10年の10月までに実施した7回の調査で9種確認した。また、放流量を平成9年度の0.142m³/sから平成10年度に0.284m³/sとした後の調査では、アマゴなどの確認個体数が増加した。

調査地点 No.1(1)の約3km下流に位置する調査地点 No.1(2)の確認種は、放流前の2回の調査(平成8年度、平成9年5月)で9種確認し、放流後の平成9年8月から平成10年の10月までに実施した6回の調査でも、ほぼ同数の8種を確認した。また、平成13年度に実施した河川水辺の国勢調査では、12種の魚類を確認した。

表6.5-6(1) ダム水環境改善事業における魚介類調査の調査内容

項目	概要	
調査方法	投網、タモ網、刺網による捕獲 ・投網(2種:目合12mm、18mm) ・タモ網(2種:目合2mm、7mm) ・刺網(3種:目合15mm、24mm、30mm)	
調査地点	ダムサイト下流 No.1(1) 0.7km 付近、 No.1(2) 2.9km 付近	
調査時期	平成9年度 (維持流量0.142m ³ /s)	平成9年5月13~15日(春季):放流前 平成9年8月21~22日(夏季):放流中 平成9年10月15~16日(秋季):放流中
	平成10年度 (維持流量0.284m ³ /s)	平成10年6月2~3日(春季):放流中 平成10年8月12日、25~26日(夏季):放流中 平成10年10月22~23日(秋季):放流中

表6.5-6(2) ダム水環境改善事業における魚介類調査結果

(単位:個体/地点)

		1(1)								1(2)									
		平成9年度(1997)				平成10年度(1998)				平成8年度(1996)	平成9年度(1997)				平成10年度(1998)				平成13年度(2001)
		5/15	8/21	10/15	10/16	6/2-3	8/12	8/25-26	10/22-23		5/15	8/21	10/15	6/2-3	8/12	8/25-26	10/22-23		
魚類	1 アブラハヤ	5.0	40.0	21.0	4.0	73.0	31.0	8.0	13.0	139.5	335.0	39.0	27.0	117.0	51.0	6.0	18.0	89.0	
	2 タカハヤ			5.0		10.0		1.0	4.0	3.5	26.0	8.0	15.0	25.0	3.0		5.0	10.5	
	3 ウグイ	11.0	38.0	3.0	8.0	45.0	3.0	7.0	11.0	30.0	24.0	40.0	42.0	55.0	36.0	14.0	34.0	75.0	
	4 アジメドジョウ		1.0															0.5	
	5 アカザ									2.0								0.5	
	6 ワカサギ						1.0												
	7 アユ																	2.0	
	8 イワナ	1.0	1.0	2.0		2.0	2.0		1.0		2.0		2.0		2.0		1.0	0.5	
	9 ニジマス									1.0		1.0	1.0	2.0				1.0	
	10 ヤマメ	1.0	1.0	2.0		13.0	1.0		1.0	3.0	2.0	1.0		2.0			1.0	3.0	
	11 アマゴ	1.0	6.0		5.0	34.0	14.0	6.0	10.0	7.0		3.0	2.0	9.0	30.0		10.0	5.0	
	12 カジカ									0.5	3.0	1.0			1.0		2.0	1.5	
	13 トウヨシノボリ		3.0			1.0	1.0	2.0	4.0									1.0	
	個体数合計	19.0	90.0	33.0	17.0	178.0	53.0	24.0	44.0	186.5	392.0	93.0	89.0	210.0	123.0	20.0	71.0	189.5	
	種類数合計	5								8								12	
		9								12									
注	1 カワニナ		5.0	4.0		4.0			3.0	0.5		1.0	3.0	3.0	4.0		2.0	2.0	
	2 ヌマエビ											2.0							

注 ■ は放流前を示す。
平成8年度と13年度は、河川水辺の国勢調査の結果である。

(3)ダム水環境改善事業の効果の評価と課題

ダム水環境改善事業における評価結果と課題を表 6.5-7 に示す。

表 6.5-7 水改善事業における評価と課題

結果	平成 9 年度調査の放流前(春季)においては、7 種の魚類の生息を確認したのに対し、0.142m ³ /s の維持流量の放流が開始された調査(夏・秋季)では 10 種の魚類の生息を確認した。また、平成 10 年度調査で維持流量を 0.283m ³ /s に設定した際には、捕獲魚種は同じであったが、その流量の増加によってできた早瀬の存在により、比較的早い瀬を好むアサギ等の個体数が増加している傾向が見られた。
効果の評価	下流河川の維持流量未設定区間が改善されたこと、生息魚種及び生息数の増加が認められたことから、ダム水環境改善事業の効果は確認できた。
課題	調査は長期的展望に立って、継続的に行われる必要があるため、今後も、平成 9 年度、10 年度と同一地点において調査を実施し、魚類の生息状況のデータを蓄積することが必要である。

6.5.4 ダムの弾力的管理試験

(1) ダムの弾力的管理試験の概要

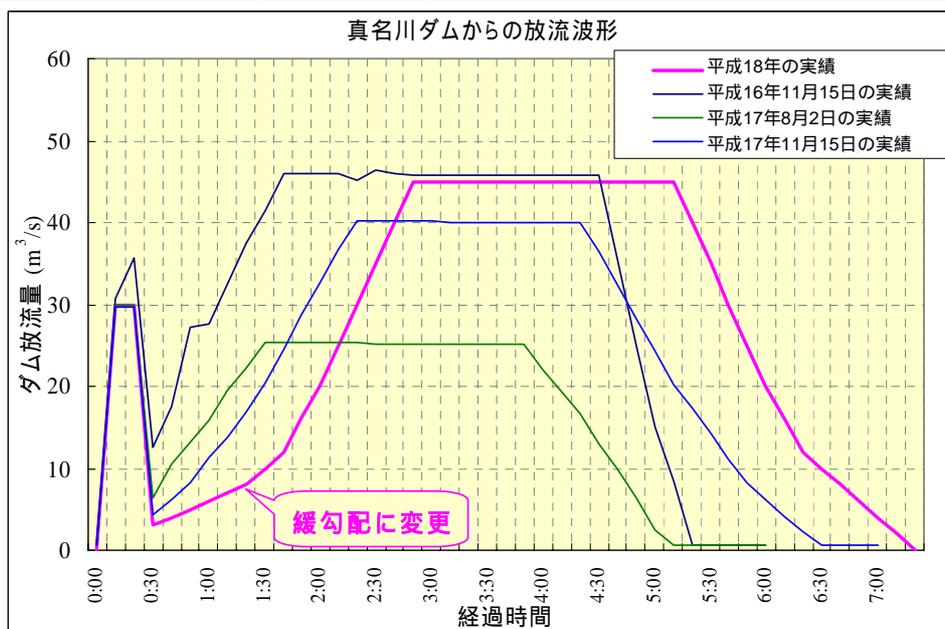
ダムの弾力的管理試験は平成 12 年度から実施し、平成 14 年度までは、魚類の生息環境改善等を目的として、 $0.284\text{m}^3/\text{s}$ 河川維持用水に $1.000\text{m}^3/\text{s}$ の上乘せ放流の試験を行った。その後、平成 15 年度に河川維持用水を $0.671\text{m}^3/\text{s}$ に増量したため、弾力的管理試験は、平成 15 年度より維持流量未設定区間より下流の河川環境改善を目的とし、より改善効果を得るためにフラッシュ放流を実施することとした。これによる下流河川の付着藻類の生育環境の向上、アユの生息環境の改善効果を確認するため、アユ調査、付着藻類調査等を実施した。さらに、平成 16 年度からは、土砂還元を組み合わせたフラッシュ放流を実施した。フラッシュ放流の実施状況は表 6.5-8 に、フラッシュ放流の放流波形は図 6.5-6 に示すとおりである。

また、平成 12 年度から 18 年度にかけて実施したダムの弾力的管理試験のフローを図 6.5-7 に示すとともに、ダムの弾力的管理試験における調査の実施状況を表 6.5-9 に示した。なお、実施位置は図 6.5-8 に示すとおりである。

また弾力的管理試験の計画や調査結果の評価検討を行うため、平成 12 年度より「弾力的管理試験検討委員会」を設置し、平成 18 年度までに 9 回実施している。

表 6.5-8 フラッシュ放流の実施状況

実施期日	河川流量	還元土砂量
平成 15 年 9 月 30 日	$30\text{m}^3/\text{s}$	(土砂還元は実施しなかった)
平成 16 年 11 月 15 日	$50\text{m}^3/\text{s}$	約 220m^3 (貯水池上流端より八千代橋上流に還元)
平成 17 年 8 月 2 日	$30\text{m}^3/\text{s}$	(土砂還元は実施しなかった)
平成 17 年 12 月 8 日	$53\text{m}^3/\text{s}$	約 200m^3 (君が代橋上流の河道陸地部の掘削・投入)
平成 18 年 11 月 15 日	$53\text{m}^3/\text{s}$	約 200m^3 (貯水池上流端より君が代橋上流に還元)



出典：6-51 「平成 18 年度ダム下流河川環境向上等検討業務報告書」

図 6.5-6 フラッシュ放流の放流波形

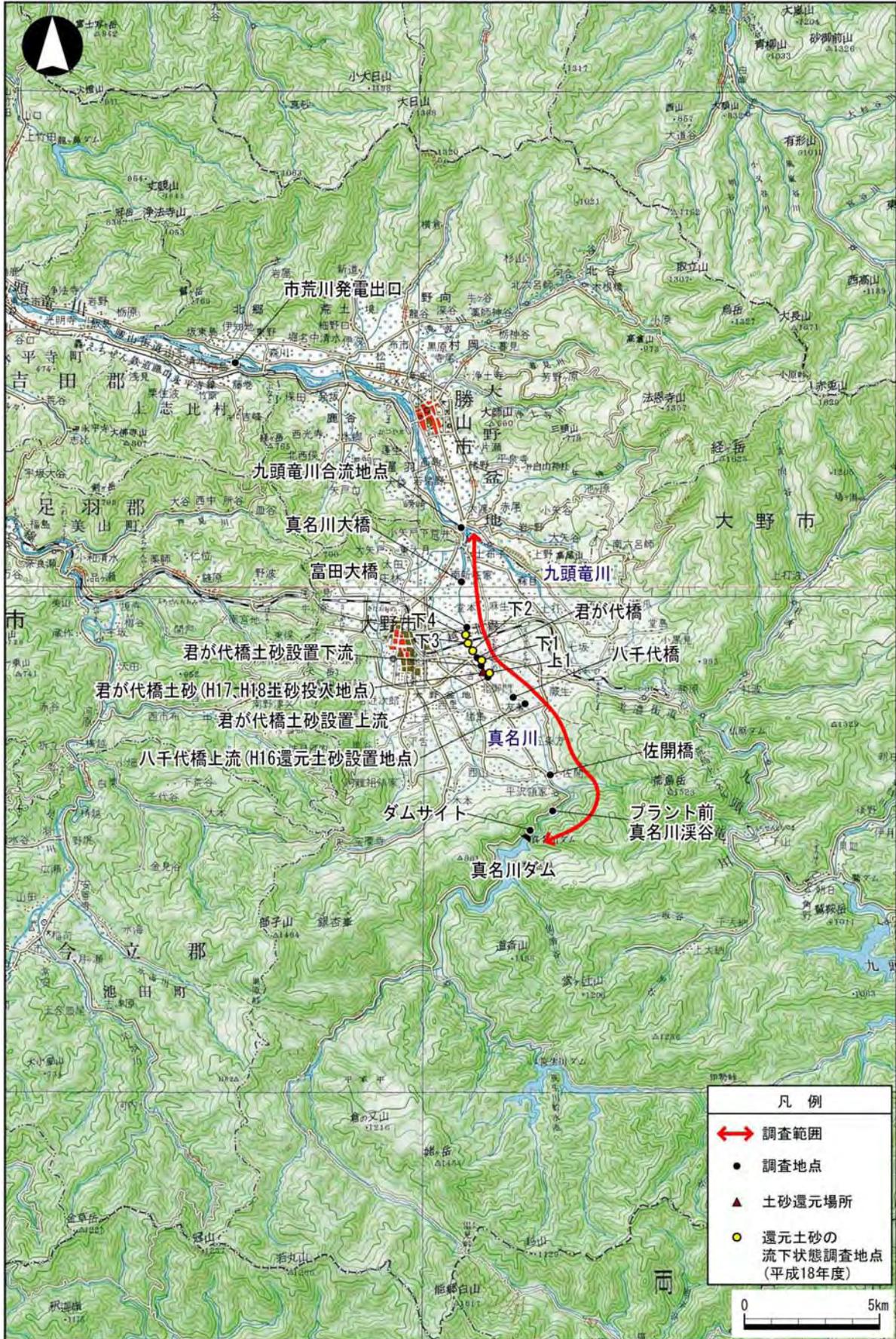
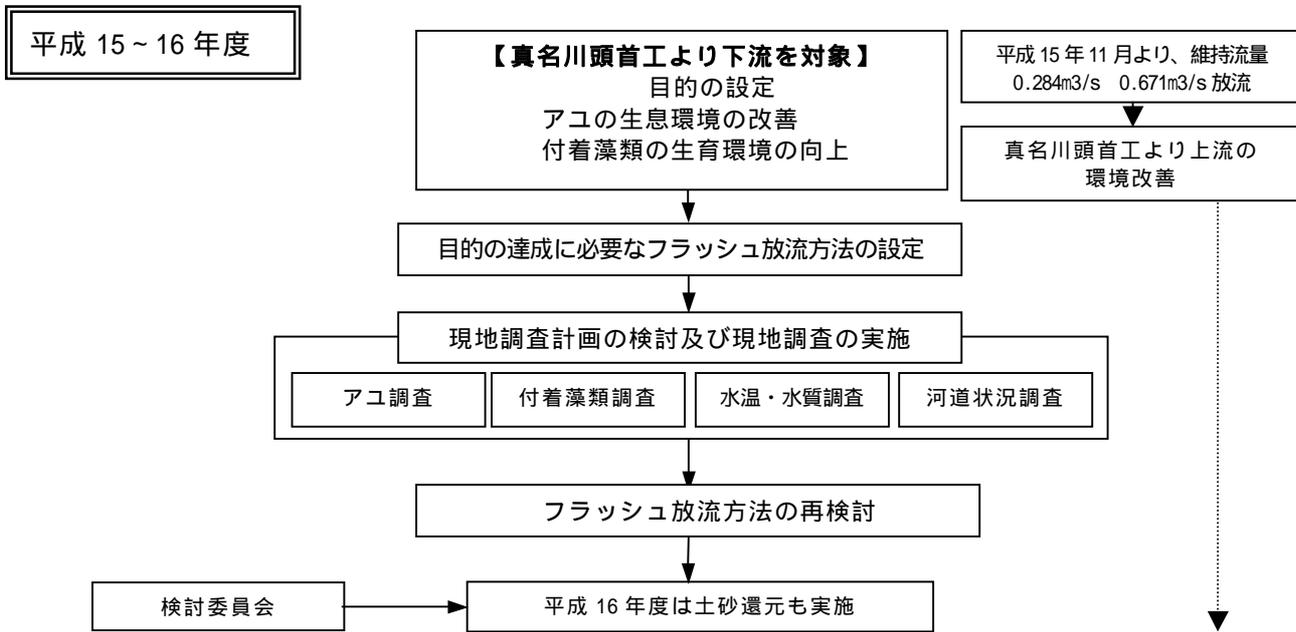
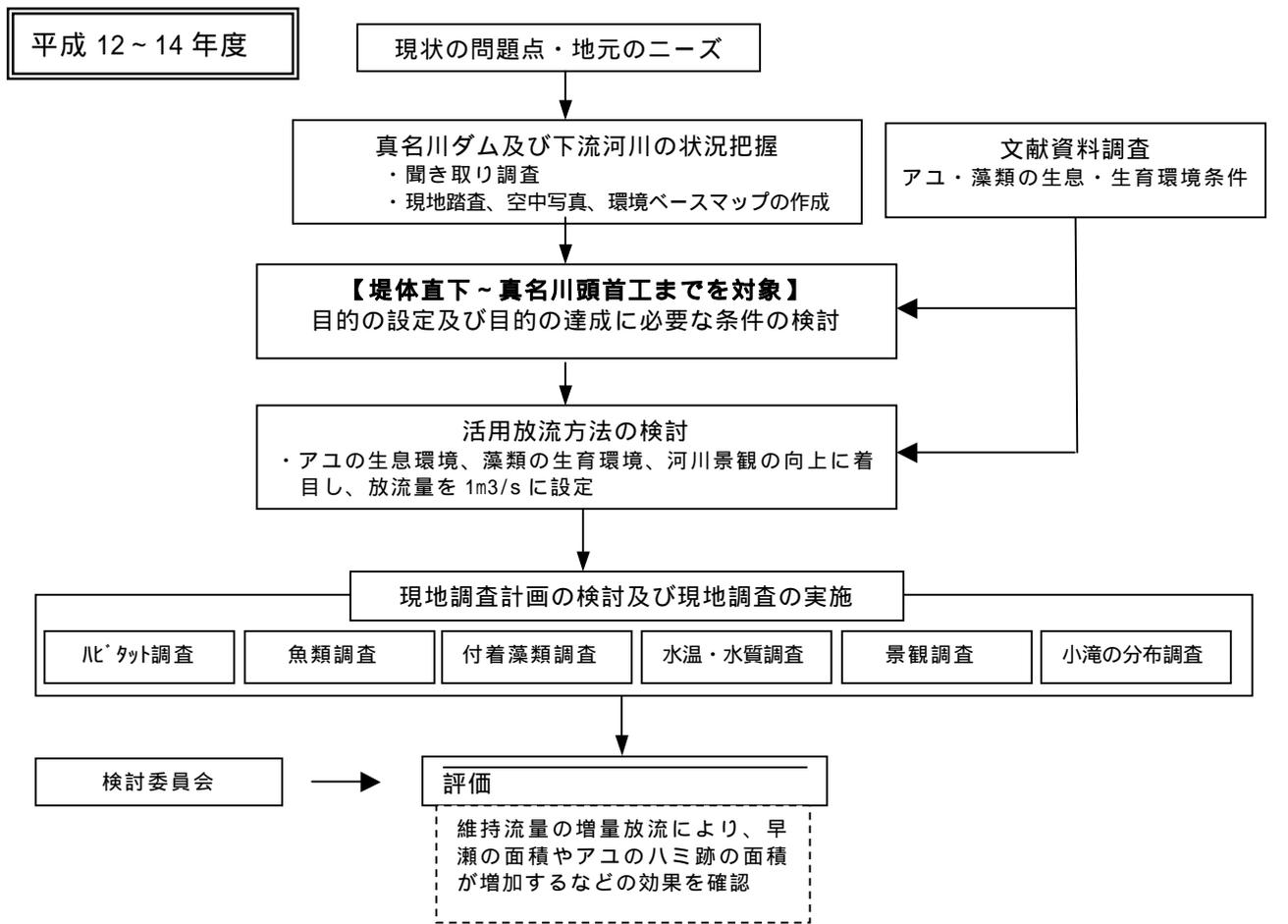


図 6.5-8 ダムの弾力的管理試験の実施位置



参考：6-47 「平成 17 年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」
6-51 「平成 18 年度ダム下流河川環境向上等検討業務報告書」

図 6.5-7(1) 真名川ダムにおけるダムの弾力的管理試験のフロー図

平成 15 ~ 16 年度

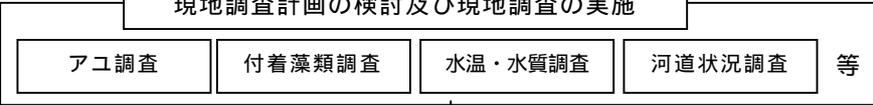
平成 15 年 11 月より、維持流量
0.284m³/s 0.671m³/s 放流

真名川頭首工より上流の
環境改善

平成 17 年度

フラッシュ放流に関する縦断方向の効果・懸念の把握

現地調査計画の検討及び現地調査の実施



0.671m³/s
の効果確認

土砂、流量と現地調査結果の解析（過去のデータ含む）

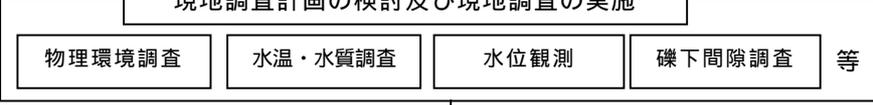
検討委員会

本格運用にむけた “効果的な活用放流運用案” を検討

平成 18 年度

本格運用に向けた安全性、活用効果の妥当性の把握

現地調査計画の検討及び現地調査の実施



効果的な弾力的管理運用の検討
事前放流の検討等 洪水時の操作に関する検討
活用容量の貯留と活用についての検討

検討委員会

弾力的管理の運用要領の作成

参考：6-47 「平成 17 年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」
6-51 「平成 18 年度ダム下流河川環境向上等検討業務報告書」

図 6.5-7(2) 真名川ダムにおけるダムの弾力的管理試験のフロー図

表 6.5-9 ダムの弾力的管理試験の実施内容

項目	概要	
調査内容	放流効果確認のための調査として以下の項目を実施した。 <ul style="list-style-type: none"> ・ アユ調査 ・ 付着藻類調査 ・ 物理環境調査 ・ 水質調査 ・ 河道状況調査 ・ 還元土砂の流下状況調査 	
調査範囲	ダム直下から真名川大橋までの間	
調査工法	アユ調査	アユの全長、重量の計測により成長度合い(肥満度等)を把握し、さらにアユの採餌状況(はみ跡)及び胃内容物を分析することにより把握した。
	付着藻類調査	付着藻類の生育状況(クロロフィル a、強熱減量、無機物質)の変化を把握した。
	物理環境調査 (ハビタット調査)	河床型、河床材の分布変化やフラッシュ放流中の流速を計測し、清掃力等を把握した。
	水質調査	フラッシュ放流により発生する濁度、SS の変化の様子を把握した。
	河道状況調査	フラッシュ放流による河道への影響(ごみが残る、魚が取り残される等)を把握した。
	還元土砂の流下 状況調査	還元土砂を組み合わせたフラッシュ放流による河床への影響(礫下間隔の変化)を把握した。
	平成 16 年度～18 年度は、フラッシュ放流時に細砂を流すことにより、河床材料表面のクレンジング効果向上を目的とした土砂導入を行った。(表 6.5-10 参照)	
調査時期	平成 12 年度	平成 12 年 6 月 28 日 平成 12 年 8 月 10 日
	平成 13 年度	平成 13 年 6 月 4、5 日 平成 13 年 6 月 28、29 日 平成 13 年 7 月 15～18 日 平成 13 年 7 月 31～8 月 3 日
	平成 14 年度	平成 14 年 6 月 26、27 日 平成 14 年 8 月 21～24 日 平成 14 年 9 月 25～29 日
	平成 15 年度	平成 15 年 8 月 31 日、9 月 2～3 日、9 日 平成 15 年 9 月 28～29 日 平成 15 年 10 月 1～3 日 平成 15 年 10 月 16 日
	平成 17 年度 (夏季)	平成 17 年 7 月 19～26 日 平成 17 年 8 月 1～18 日
	平成 17 年度 (冬季)	平成 17 年 12 月 3～7 日 平成 17 年 12 月 8 日 平成 17 年 12 月 9～10 日、平成 18 年 2 月 7～8 日
	平成 18 年度	平成 18 年 11 月 14～18 日、平成 18 年 11 月 30 日 平成 19 年 1 月 19 日

表 6.5-10 平成 16 年～18 年に実施した土砂還元及び投入概要

方法	手法選定 (期待される効果)		還元する場所(選定の理由)	60% 粒径	設置のコスト
	河川形状	河床			
平成 16 年 貯水池内堆積土砂 の運搬 「土砂還元」	特になし	細粒土砂によるクレンジング効果が期待できる。	関連調査として実施する土砂トラップ調査、付着藻類調査の都合上、八千代橋上流に土砂を設置した。	20.0mm	平成 16 年 貯水池内堆積土砂の運搬 「土砂還元」
平成 17 年 河川敷の掘削 「土砂投入」	河川敷を掘削することにより、締め固まった河川敷を再生(ツルヨシ除去など)する効果が期待できる。	細粒土砂によるクレンジング効果が期待できる。	夏季(8月2日)の結果から、八千代橋付近では出水により移動する土砂が多く堆積していることが確認されたため、還元土砂設置場所は、移動土砂量が少なく、かつアユの生息場として改善が期待されている君が代橋付近とした。	14.6mm	平成 17 年 河川敷の掘削 「土砂投入」
平成 18 年 貯水池内堆積土砂 の運搬 「土砂還元」	特になし	細粒土砂によるクレンジング効果やシルト堆積物のフラッシュ等が期待できる。	岸付近の平瀬で、測定対象となる適当な大きさの礫(こぶし半分またはそれ以上の大きさ)が多くあり、また、細礫、砂等がある君が代橋上流とした。	置土 6.95 mm 置土 11.92 mm	平成 18 年 貯水池内堆積土砂の運搬 「土砂還元」

注)置土 および :平成 18 年の土砂還元は、置土形状の変化による土砂流出状況の違いを把握するため、形状の異なる 2 つの置土を配置した。

(2)ダムの弾力的管理試験の結果の整理

ダムの弾力的管理試験調査において、平成 17 年度には、フラッシュ放流アユ調査、付着藻類調査、物理環境調査、水質調査、河道状況調査等を実施し、平成 18 年度には、水質調査や礫下間隙調査等を実施した。

1)フラッシュ放流アユ調査結果

アユの体長、体重、肥満度

フラッシュ放流前後で八千代橋、富田大橋ともに、フォローアップ調査時のアユの体長、体重、肥満度の変化は表 6.5-11 に示すとおりであり、体長、体重、肥満度に有意な差は認められなかった。

表 6.5-11 アユの体長(cm)、体重(g)、肥満度の平均値と標準偏差の比較

調査地点	フラッシュ放流前 (7/26)	N	フラッシュ放流前 (8/2)	N	フラッシュ放流後 (8/4)	N	フォローアップ (8/18)	N	
	平均値±標準偏差		平均値±標準偏差		平均値±標準偏差		平均値±標準偏差		
八千代橋	体長(cm)	14.4±1.0	5	13.4±0.7	5	12.6±0.1	5	12.6±0.9	5
	体重(g)	45.0±9.3	5	35.2±4.1	5	30.4±7.0	5	37.3±8.3	5
	肥満度	15.1±1.0	5	14.6±1.0	5	14.8±1.1	5	13.4±0.5	5
富田大橋	体長(cm)	13.7±0.5	5	13.2±0.5	5	13.0±0.7	5	13.0±0.7	5
	体重(g)	38.4±5.5	5	33.6±6.0	5	29.8±4.2	5	38.8±5.0	5
	肥満度	14.9±0.9	5	14.4±1.5	5	13.5±0.5	5	13.5±0.9	5

注) 平均肥満度は、肥満度 = 体重(g) × 10³ / 体長(cm)³ で算出した。

アユ分析については 10 検体について胃の内容分析を行い、残りの個体のうち 1 検体について藻類の種名分析等を実施した。

出典：6-47 「平成 17 年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

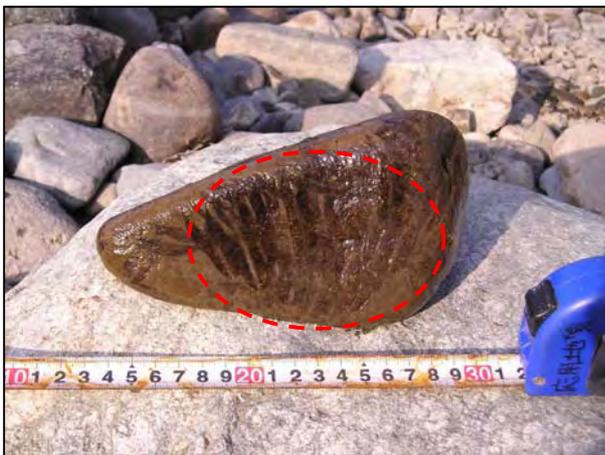
はみ跡調査

フラッシュ放流による河床材の移動により、底質の礫表面がクレンジングされ、よりアユの採餌に適した付着藻類の繁茂を想定し、フラッシュ放流前後で、はみ跡調査を実施した。

八千代橋では河床材の移動は確認できたが、はみ跡の顕著な変化は見られなかった。

表 6.5-12 アユのはみ跡状況

	八千代橋	富田大橋
フラッシュ放流前(8月1日)	<p>流心部では、粒径 10cm 以上の河床構成材料で確認。早瀬では河床構成材料の表面積の 5 割程で確認。</p> <p>流れの緩い平瀬になると、はみ跡は確認されるが、早瀬に比べると河床構成材料の表面積の 3 割程度であった。また、流れの緩い場所の河床構成材料にはシルト系の付着物がかなり多く、手で擦り取れるほど付着物が目立った。</p>	<p>八千代橋と比べると、調査範囲全体的にアユのはみ跡が多い。特に水深が 30～50cm 程度で早瀬あるいは平瀬の部分では粒径 10cm 以上の河床構成材料の表面は殆どアユのはみ跡を確認した。しかし、流れが殆どなくよどんでいる様な場所では、1 割にも満たないほどはみ跡は確認できなかった。</p>
フラッシュ放流後(8月3日)	<p>フラッシュ放流前からはみ跡がついている河床構成材料については、古いのはみ跡が剥離したという感じはみられない。</p> <p>八千代橋右岸側は、フラッシュ放流中の流心部にあたり、事後調査でも粒径 5cm 程の河床構成材料の堆積が確認されるほど、上流から流下してきた河床構成材料が確認され、はみ跡のついていない河床構成材料が点在した。</p>	<p>はみ跡は確認したが、フラッシュ放流前の状況と大きな変化はなく、付着物も剥離されたようにはみられない。</p>
フォローアップ(8月18日)	<p>水の濁りがひどく、潜水による目視は困難であった。河床構成材料を手にとって観察した結果、早瀬を中心に粒径 10cm 以上の河床構成材料でははみ跡が確認された。確認されたはみ跡についても、新しいはみ跡もいくつか確認されたが、殆どのはみ跡の上にシルト系物質が薄く堆積しているようなことから、はみ跡は古いものではないかと考えられる。</p>	<p>早瀬を中心にはみ跡を確認したが、八千代橋同様に、確認しれたはみ跡の上にシルト系物質が堆積しており、はみ跡は古いと考えられる。八千代橋では最近のものと思われるはみ跡が確認できたが、富田大橋で確認したはみ跡は、ほぼすべてはみ跡上にシルト系物質が堆積しており、古いものが多いと考えられる。</p>



フラッシュ放流前 8月1日



フラッシュ放流後 8月3日

出典：6-47 「平成 17 年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

図 6.5-9 アユのはみ跡状況(八千代橋付近で採取)

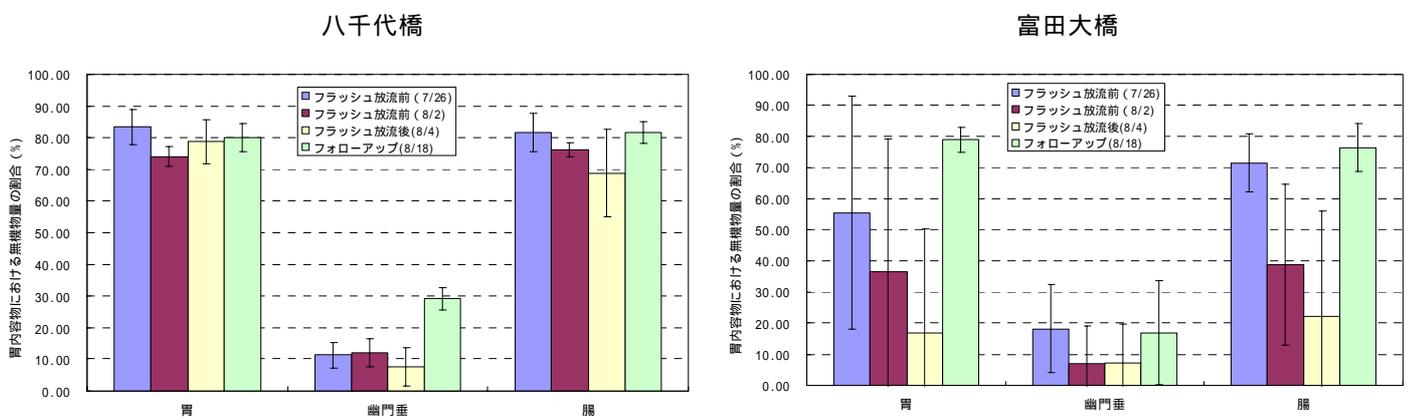
アユ胃内容物調査

フラッシュ放流前後、フォローアップの各部位の無機物量の比較を図 6.5-10 に示した。捕獲した個体の胃内容物の無機物量の割合を無機物量 / 乾燥重量で表わし、フラッシュ放流前後、フォローアップで比較してみると、八千代橋においてはフラッシュ放流前後で顕著な差はみられず、また変化の傾向も見られなかった。

一方、富田大橋で捕獲した個体については、フラッシュ放流前に比べフラッシュ放流後に無機物量は減少し、フォローアップ時に再び増加の傾向を示した。

なお、胃内容物から検出された付着藻類は、フラッシュ放流前、フラッシュ放流後及びフォローアップともに、珪藻類ではツメケイソウ (*Achnanthes pyrenaica*) が優占し、藍藻類ではホモエオスリックス (*Homoeothrix varians*) が優占する結果となった。

また、捕獲されたアユの胃内容物は、藻類の他ではシルトが優占する結果となった。



平均値	胃	幽門垂	腸
フラッシュ放流前 (7/26)	83.50	11.28	81.55
フラッシュ放流前 (8/2)	73.95	12.13	76.15
フラッシュ放流後 (8/4)	78.80	7.58	68.80
フォローアップ (8/18)	80.20	29.13	81.58
標準偏差			
フラッシュ放流前 (7/26)	5.54	4.03	6.02
フラッシュ放流前 (8/2)	3.19	4.44	2.22
フラッシュ放流後 (8/4)	7.02	5.94	13.66
フォローアップ (8/18)	4.42	3.53	3.39

平均値	胃	幽門垂	腸
フラッシュ放流前 (7/26)	55.48	18.25	71.40
フラッシュ放流前 (8/2)	36.73	7.03	38.80
フラッシュ放流後 (8/4)	16.73	7.23	22.40
フォローアップ (8/18)	78.93	17.03	76.48
標準偏差			
フラッシュ放流前 (7/26)	37.45	14.15	9.41
フラッシュ放流前 (8/2)	42.43	12.19	25.83
フラッシュ放流後 (8/4)	33.45	12.52	33.77
フォローアップ (8/18)	3.98	16.64	7.60

注) 各部位から得られた乾燥重量に含まれる無機物量の割合 図中の縦棒は標準偏差を示す
出典: 6-47 「平成 17 年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

図 6.5-10 各部位における無機物量の割合

2) 付着藻類

フラッシュ放流の剥離効果を確認するため、過去4回のフラッシュ放流と付着藻類の剥離状況を表6.5-13及び図6.5-11に整理した。図中にはフラッシュ放流中の流速の最大値を示した。

付着藻類は、4回分のデータのある八千代橋をみると、平成15年は30m³/sを放流したが、フラッシュ放流前のクロロフィル量が少なかったこともあり、減少率が25～50%と顕著な効果は見られなかった。

この結果をもとに、放流量を50m³/sに設定し、さらに土砂還元し、平成16年に放流した結果、放流前に藻類が繁茂していたこと、土砂還元も相乗したことから剥離が進み、統計的にも有意な差が認められ、減少率が50%以上と明瞭な効果があった。

なお、平成17年度の放流（土砂投入あり）結果では、放流量30m³/s、45m³/s共に減少率50%未満の値であった。

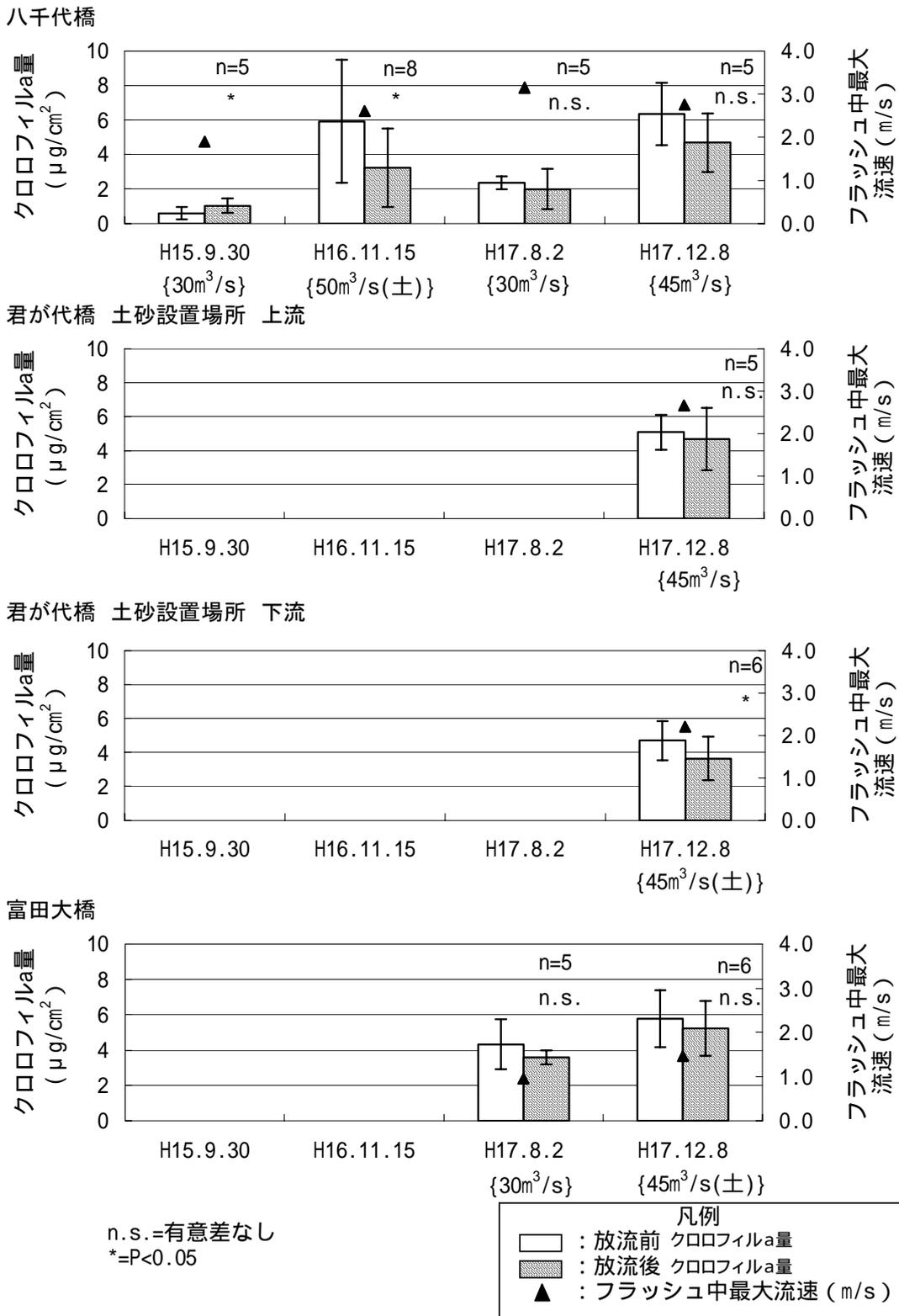
表6.5-13 フラッシュ放流後の調査項目ごとの効果の評価（クロロフィルaについて）

	付着藻類の剥離・細粒土砂の掃流						
	プラント前	八千代橋上流	八千代橋	君が代橋土砂上流	君が代橋土砂下流	君が代橋	富田大橋
平成15年 9月30日 30m ³ /s 土砂なし		-		-	-	-	-
平成16年 11月15日 50m ³ /s 土砂有り	-			-	-	-	-
平成17年 8月2日 30m ³ /s 土砂なし	-	-		-	-	-	
平成17年 8月15日 72m ³ /s 自然出水	-	-		-	-	-	
平成17年 12月8日 45m ³ /s 土砂有り	-	-				-	

 : 減少率50%以上
 : 減少率25～50%
 : 減少率25%未満
 - : 調査未実施
 : Wilcoxonの符号順位検定で有意差あり
 平成17年度データは、早瀬3サンプルと平瀬3サンプルであり、各々での検定はサンプル数が少ないため、平瀬、早瀬を合わせて6サンプル検定した。
 無機物量：乾燥重量と強熱減量の差から算出する。
 減少率：フラッシュ放流前後を比較し、その減少量を百分率で示した。

注) 既往調査において付着藻類調査が実施されているがフラッシュ放流検証に使用しなかったデータとその理由。
 平成13年度調査・・・維持流量調査として実施されているため。
 平成14年度調査・・・7月に1回大きな出水があり、フラッシュ放流として扱うことが可能であるが、その事後調査を出水後1ヵ月後くらいに実施しているため、データとして適正でないと判断。
 平成16年度調査・・・夏季に台風が発生し、台風後に調査を実施しているが、クロロフィル、フェオ色素などの値が無い。

出典：6-47 「平成17年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」



検定結果は、Wilcoxonの符号順位検定による
各フラッシュの実施日時の上に記した流量は、フラッシュ時に放流した流量を示す。
流量の後に(±)と記載したものは各地点の上流部に流下させるための土砂を設置したことを示す。

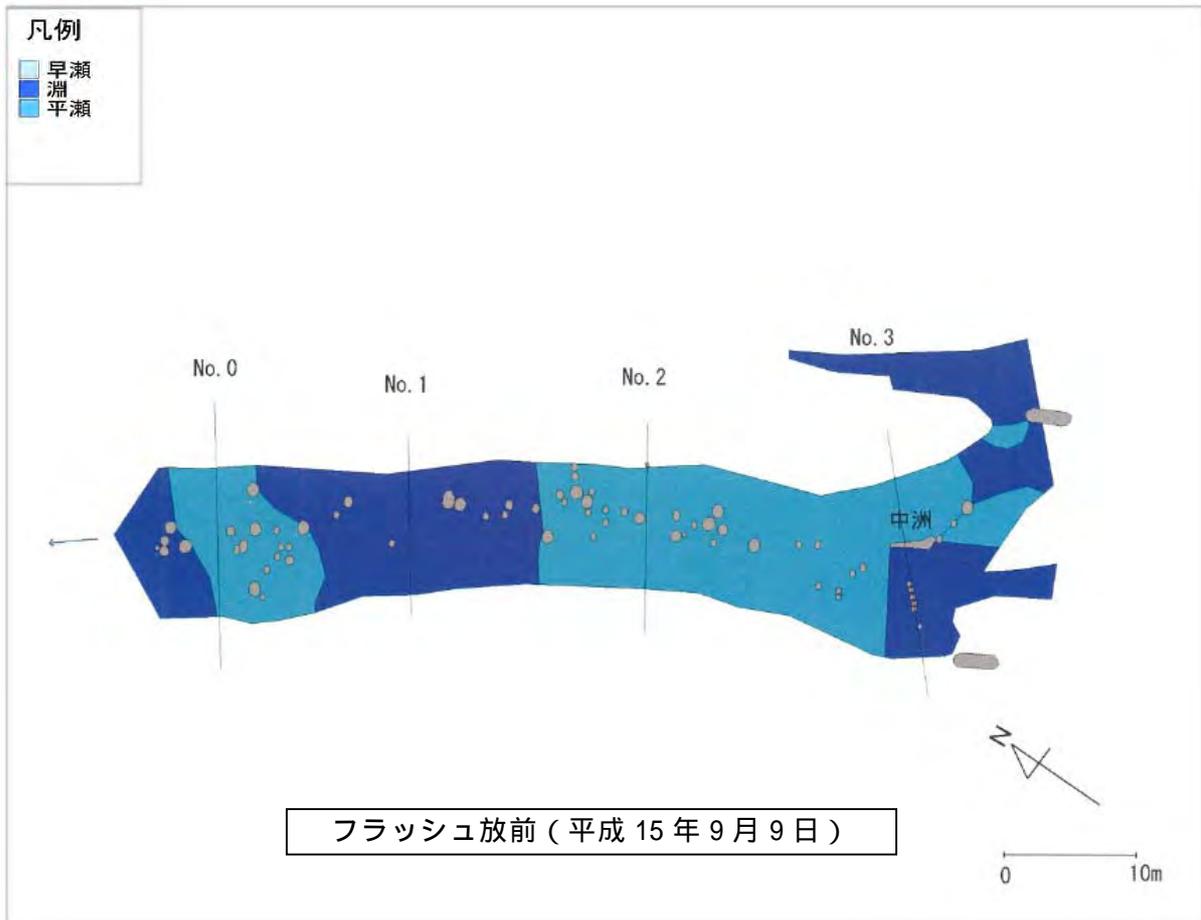
出典：6-47 「平成 17 年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

図 6.5-11 過去 4 回のフラッシュ放流と付着藻類の剥離状況

3) 物理環境調査

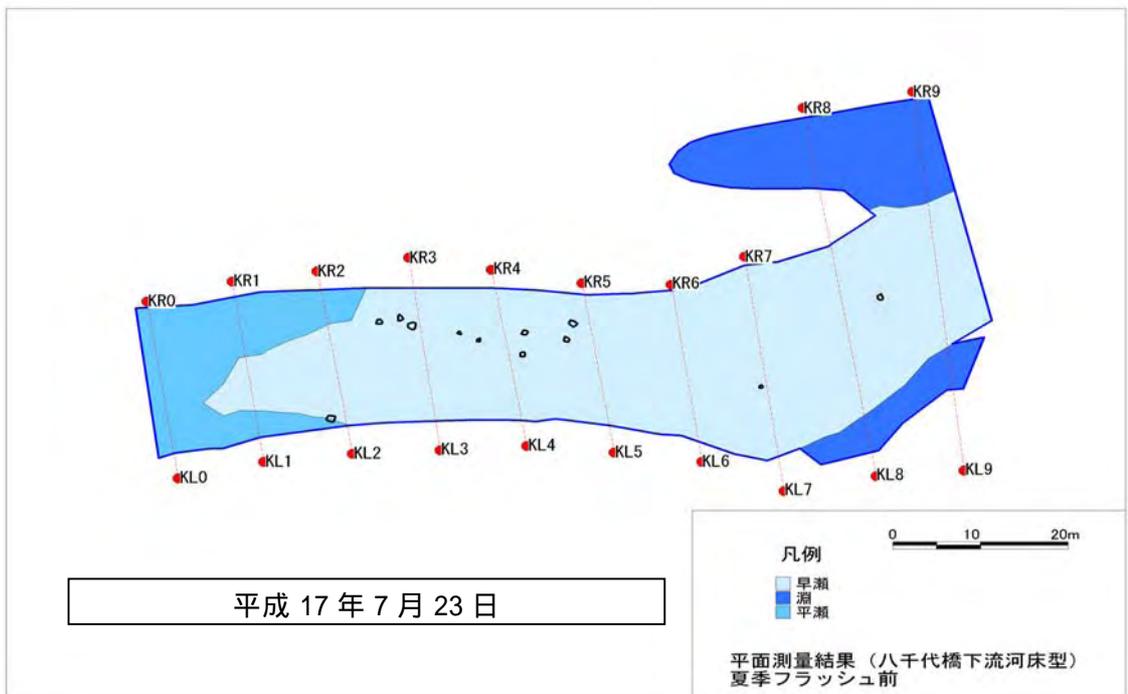
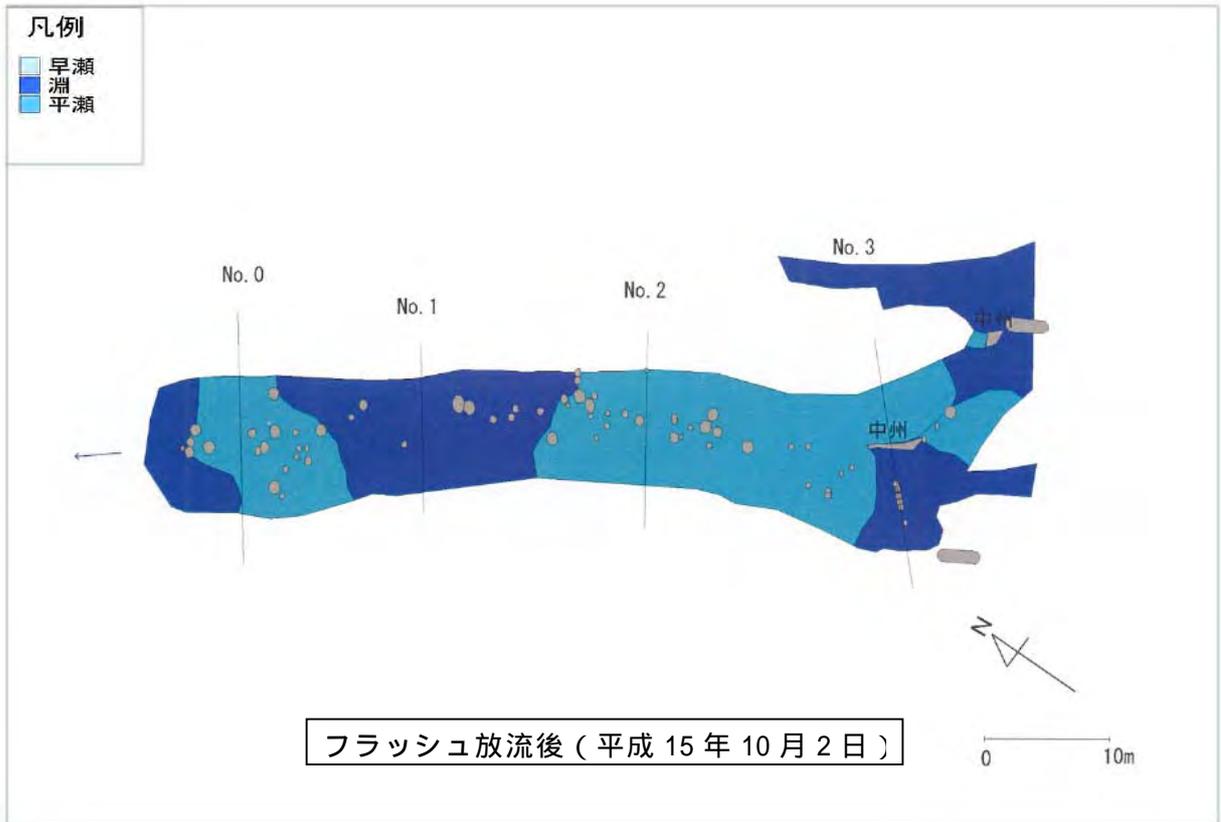
河床状況の変化

河床形状の変化については、フラッシュ放流前後で、瀬、淵に大きな変化はなく、顕著な変化はみられなかった。しかし、平成 15 年と 17 年の八千代橋の河床形状結果を比較すると、調査範囲が若干異なるものの、図 6.5-12 に示すとおり、平成 17 年は早瀬の分布面積がやや広がっていた。これは、平成 16 年に頻繁に生じた出水の影響によって河床状況が変化したものと考えられる。このように、 $30\text{m}^3/\text{s}$ 規模のフラッシュ放流では、河床状況の攪乱効果は小さいものと考えられる。



出典：6-47 「平成 17 年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

図 6.5-12(1) 八千代橋河床型分布



出典：6-47 「平成 17 年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

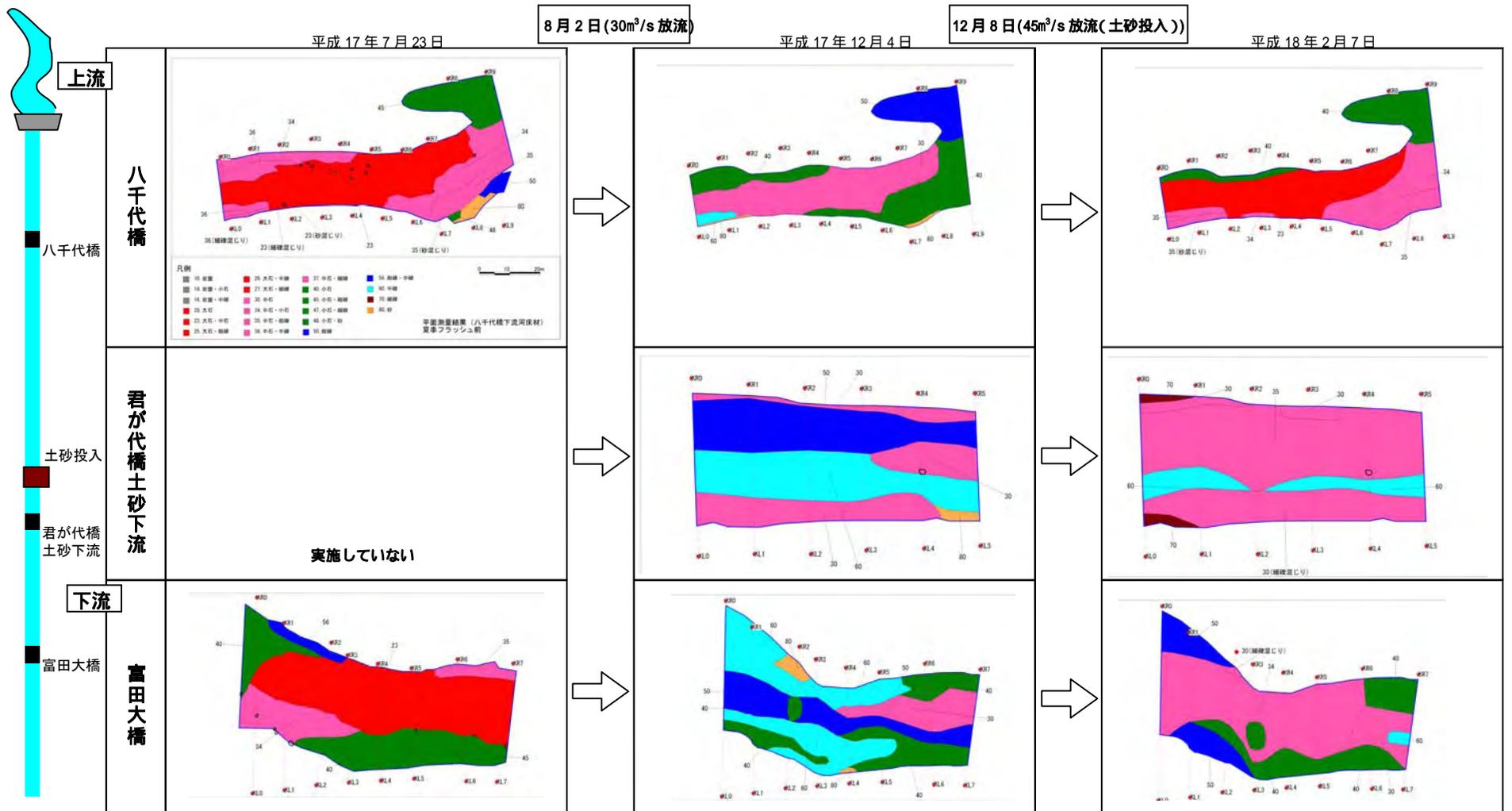
図 6.5-12(2) 八千代橋河床型分布

河床構成材料の変化

河床構成材料の分布では、平成 17 年度調査時に変化がみられた。図 6.5-13 に河床材料構成変化を示す。(平成 17 年度に調査を実施した地点から変化が顕著にみられた地点を抜粋し示した)。

八千代橋においては、小石～中石までの河床構成材料の移動が顕著であった。平成 17 年度の 8 月 2 日のフラッシュ放流の際の河床構成材料トラップ調査において八千代橋では河床構成材料を多量に捕捉した。この原因としては、「八千代橋よりやや上流において、平成 16 年度に土砂還元を実施し、まだこの周辺に堆積している」、「平成 16 年度の頻繁な出水で、河床が攪乱されて、粒径の細かなものが出水により流下している」などが考えられる。

君が代橋土砂下流、富田大橋においては、平成 17 年 8 月 2 日のフラッシュ放流時には殆ど河床構成材料量を捕捉できなかった。しかし、平成 17 年 12 月 8 日のフラッシュ放流後にはトラップボックスに捕捉できた。これは放流量の違いもあるが、土砂投入による影響や平成 17 年 9 月 7 日の台風 14 号の出水による河床の攪乱の影響と考えられる。



出典：6-47 「平成 17 年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

図 6.5-13 河床構成材料の変化

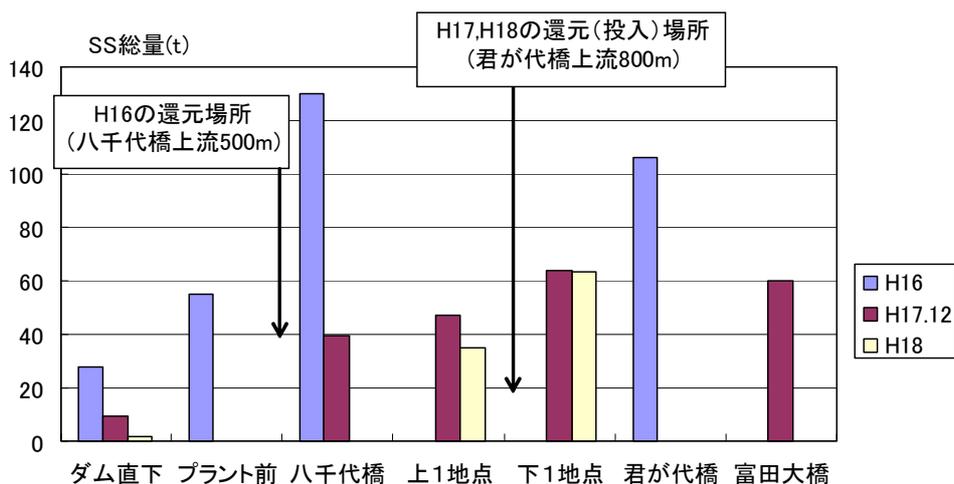
4)水質調査

水質調査は、フラッシュ放流時の水質の変化を把握するため実施した。

平成 17 年度に、フラッシュ放流を実施した 8 月 2 日と 12 月 8 日を含む 7 月 25 日～12 月 9 日に、八千代橋において濁度の連続観測を実施した結果、次項の図 6.5-14 に示すとおり、フラッシュ放流時の濁度は自然出水時の範囲内であったことから、フラッシュ放流による問題は少ないと考える。

また、SS については、平成 17 年度には、ダム直下と土砂投入地点の下流で増え、土砂投入地点下流では他の地点よりやや濁水の流下する時間が長い傾向にあった。しかし、SS は流量の増加にともない上昇し、一時的であることから、河床に堆積していた細粒分が巻き上がったものと考えられた。

また、平成 18 年度には、図 6.5-15 に示すとおり、過去のフラッシュ放流（土砂還元あり）と比べて、ダム直下の濁りは最も小さいが、流下に従い濁りが増大し、土砂還元地点の下流である下 1 地点では平成 17 年度と同様の SS 量となった。

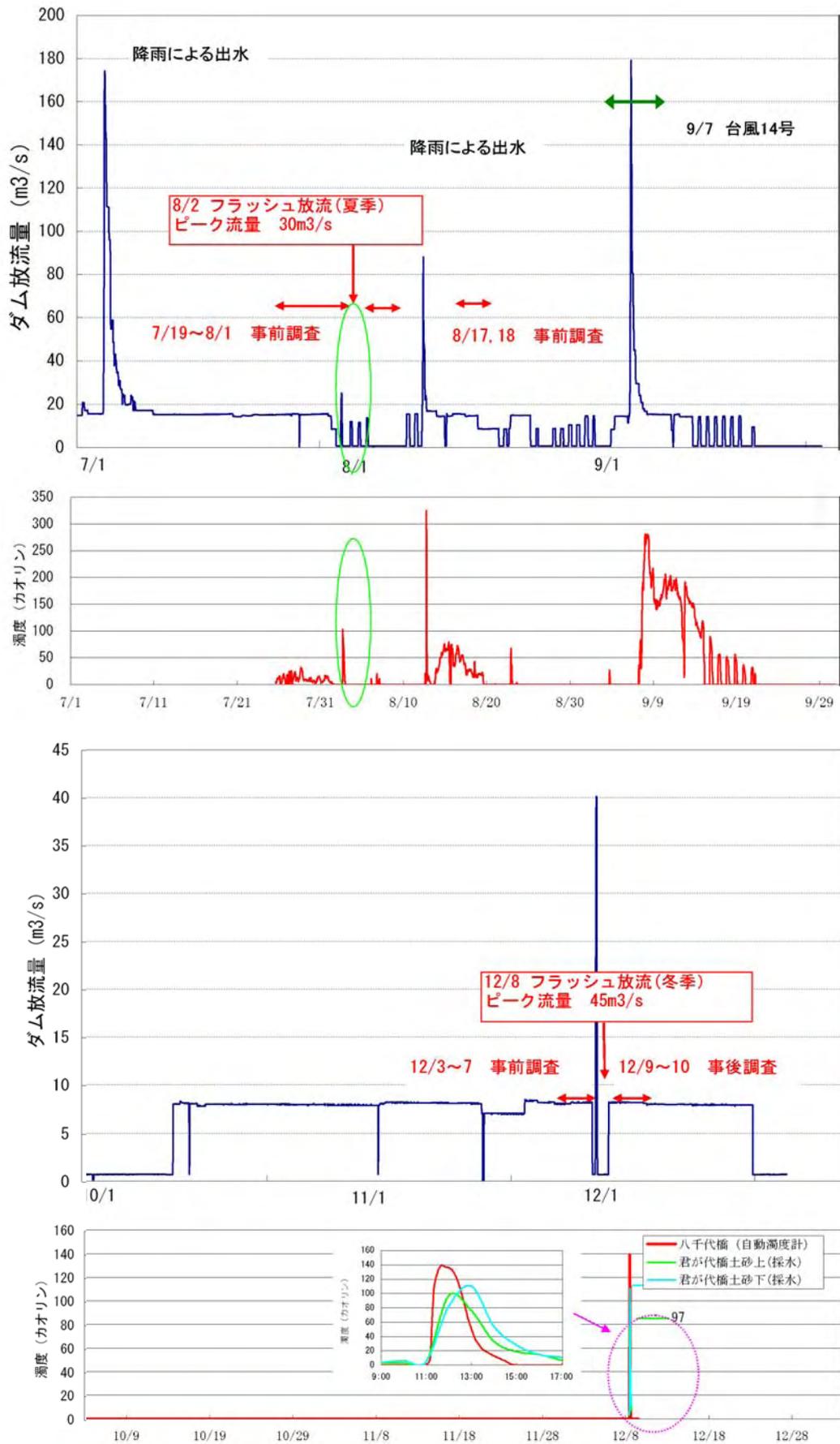


期日	河川流量	置土量
H16.11.15	50m ³ /s	約220m ³
H17.12.8	45m ³ /s	約200m ³
H18.11.15	45m ³ /s	約200m ³

注)「上 1 地点」は還元土砂設置場所の上流で、君が代橋から 960m 上流の地点であり、「下 1 地点」は還元土砂設置場所の下流で、君が代橋から 360m 上流の地点である。

出典：6-51 「平成 18 年度ダム下流河川環境向上等検討業務報告書」

図 6.5-15 フラッシュ放流中に各地点を通過した SS の総量



出典：6-47 「平成 17 年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

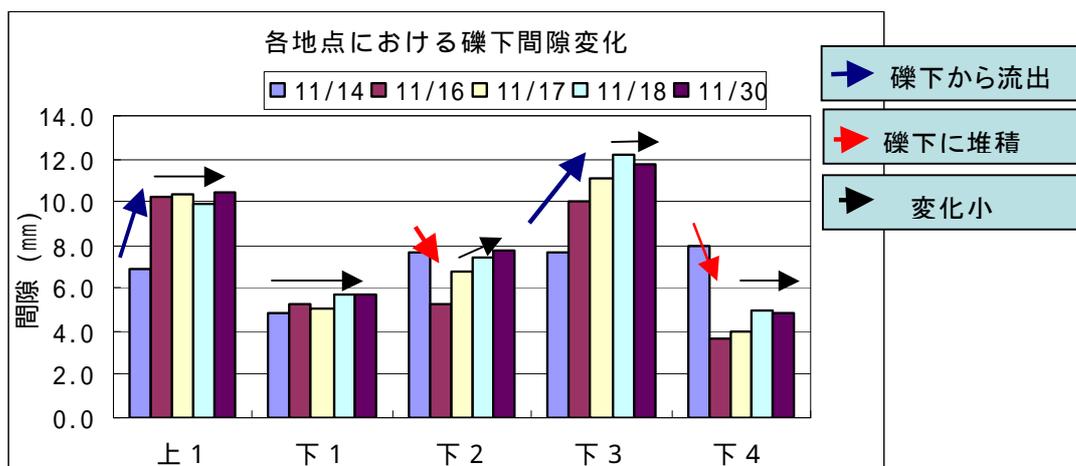
図6.5-14 平成17年7月25日～12月9日における濁度の変化

5) 礫下間隙調査

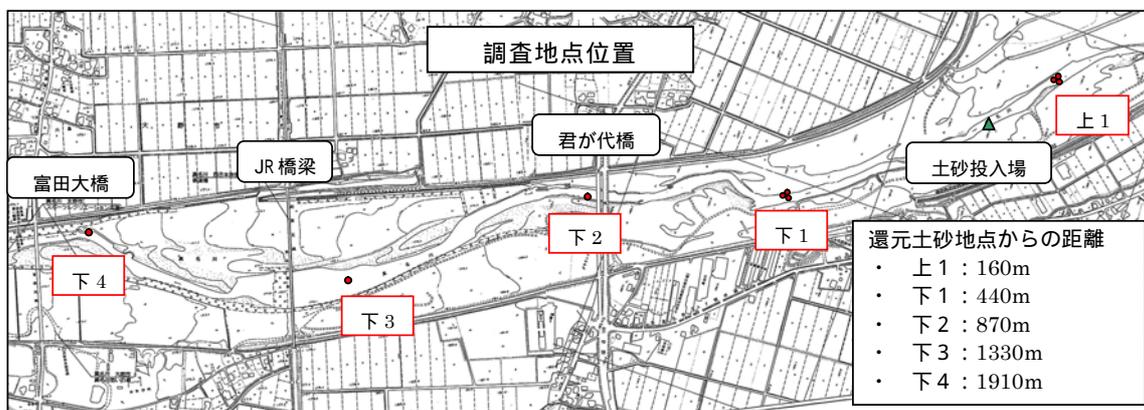
礫下間隙調査は、土砂還元の計画作成の基礎資料を得ることを目的として実施した。

平成 18 年度の調査は土砂還元場所上流に 1 地点(上 1)、土砂還元場所下流に 4 地点(下 1～下 4)の計 5 地点で実施した。各調査地点における礫下間隙の変化は図 6.5-16 に示すとおりである。下 1 地点ではフラッシュ放流前後の礫下間隙の変化は小さかったが、他の地点ではフラッシュ放流前と 1 日後の変化が大きく、上 1、下 3 地点についてはフラッシュ放流後に礫下間隙が大きくなり、下 2、下 4 地点についてはフラッシュ放流後に礫下間隙が小さくなった。これらの結果から、下 1 地点は他地点に比べ川幅が広いため、フラッシュ放流の効果が小さくなったものと考えられる。また、上 1、下 3 地点は、微小土砂堆積量に比べ流出量が多くなり、礫下間隙が大きくなり浮石が増加したと考えられ、下 2、下 4 地点は、微細土砂堆積量が流出量に比べ多くなり、礫下間隙が小さくなり沈石が増加したと考えられる。

全体的にみると、礫下から土砂が流出するか、礫下に堆積したとしても回復する傾向にあるようである。



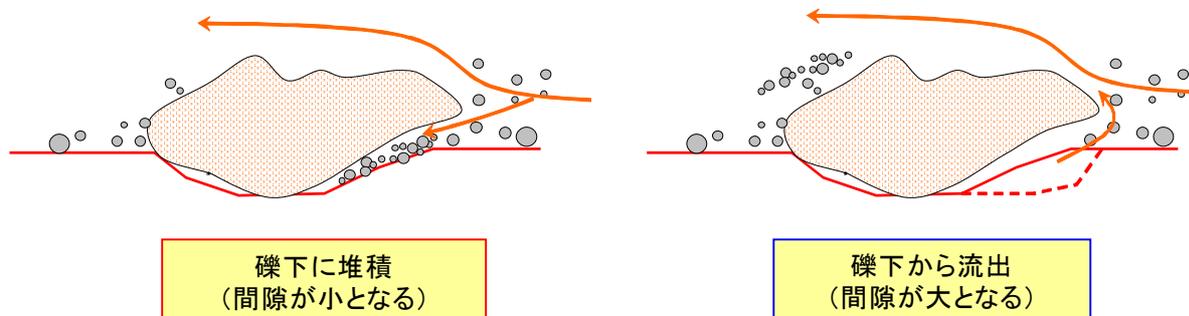
注) 11/14: フラッシュ放流 1 日前 11/16: フラッシュ放流 1 日後 11/17: フラッシュ放流 2 日後
 11/18: フラッシュ放流 3 日後 11/30: フラッシュ放流 15 日後



● 調査地点

出典: 6-51 「平成 18 年度ダム下流河川環境向上等検討業務報告書」

図 6-5.16 各地点における礫下間隙変化



出典: 6-51 「平成 18 年度ダム下流河川環境向上等検討業務報告書」

図 6-5.17 礫下間隙の変化の模式図

6) 河道状況調査

河道状況調査は、フラッシュ放流による懸念事項（魚の取り残され、ゴミの残り）の有無を確認することを目的として実施した。

夏季調査結果

夏季調査では魚類の逃げ遅れは確認できなかったが、季節的にも河道付近にツルヨシ等の植生が生い茂っており、それらがフラッシュ放流によりちぎれ、流れてきた草本類を富田大橋付近及び水辺の楽校付近で確認している。このことは八千代橋等ではフラッシュ放流により流量とともに流速も平常時より大幅に増加するため、ゴミ等は下流へ流され、流れが緩やかになる富田大橋及びその下流の中洲や堰で捕捉されたものと考えられる。

調査定点：富田大橋の上流（堰）	
フラッシュ放流前(7月26日)	フラッシュ放流後(8月3、4日)
	
ブロック堰によるゴミの捕捉が懸念された。若干ではあるが、ツルヨシやコンクリートブロックの間にツルヨシの枝（折れちぎれた枝など）が確認された。	

調査定点：水辺の楽校付近	
フラッシュ放流前(7月26日)	フラッシュ放流後(8月3、4日)
	
中洲にある巨石あるいは岩に流下してきた草本類が残っているのが確認された。	

出典：6-47 「平成17年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

図 6.5-18 流下ゴミ状況写真（夏季調査）

冬季調査結果

冬季調査では、夏季調査時に注意した地点を基に、フラッシュ放流前に全域踏査を実施した。夏季に河道内に生い茂っていたツルヨシ等が枯れ、フラッシュ放流時の観察状況からも草本等のゴミの流下は夏季ほどではなかった。

冬季の調査では、フラッシュ放流翌日から降雪、積雪が多く、フラッシュ放流前日に見廻った地点すべてを確認することはできなかったが、冬季調査時に懸念事項（魚の取り残され、ゴミの残り）の発生の可能性が高いと想定された地点（富田大橋の左岸側の寄り洲、本川から分岐した細流部など）は確認しており、その結果ゴミ等の確認はなかった。

なお、夏季の河道状況調査時に魚、ゴミ等が取り残される可能性のあった地点についての冬季フラッシュ放流後の状況写真を示した。



富田大橋左岸側の寄り洲（川幅が狭くなる場所）
ゴミが陸上に残っている形跡は確認されなかった（平成 17 年 12 月 10 日）。



真名川大橋上流の中洲付近
ゴミが残っている形跡は確認されなかった（平成 17 年 12 月 10 日）。

出典：6-47 「平成 17 年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

図 6-5.19 冬季フラッシュ放流後の状況写真（懸念地点）

7)フラッシュ放流のピーク流量の検討

フラッシュ放流を実施する際の適切なピーク流量について、下流の対象区間の環境改善目的の達成に必要な水理条件、下流河道の河況係数等に関する検討を行った。

目的の達成に必要な水理条件

改善目標地点であるプラント前地点、八千代橋地点、君が代橋地点の3地点において、等流計算を行い、目的の達成に必要な流量を算出した。等流計算を行うための諸条件を表6.5-14及び表6.5-15に示し、計算結果を表6.5-16に示す。計算の結果、君が代橋及び八千代橋では流量30 m³/s以上、プラント前では流量10m³/s以上になれば、付着藻類の剥離更新に必要な流速130cm/s以上を確保できると考えられた。したがって、付着藻類を剥離させるためには、30 m³/s以上の放流量が必要であると考えられた。

表 6.5-14 設定条件【粗度係数】

距離(km)	粗度係数	備考
0.0～5.2	0.035	君が代橋地点(4.6km付近)
5.4～10.4	0.035	八千代橋地点(7.4km付近)
10.6～12.2	0.04	プラント前地点(12km付近)

距離は、九頭竜川合流点からの距離を示す。

出典：6-47 「平成17年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

表 6.5-15 設定条件【各地点河床勾配】

地点名	河床勾配
君が代橋地点	1/167
八千代橋地点	1/167
プラント前地点	1/167

出典：6-47 「平成17年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

表 6.5-16 各地点の等流計算結果

【君が代橋地点】

流量(m ³ /s)	水深(m)	流速 (m/s)	勾配 i	河積A(m ²)	潤辺S(m)	径深R(m)
5.0	0.6	1.0	0.006	5.2	18.2	0.3
10.0	0.8	1.2	0.006	8.5	22.0	0.4
15.0	0.9	1.2	0.006	12.2	29.4	0.4
20.0	1.0	1.3	0.006	15.8	36.7	0.4
25.0	1.1	1.3	0.006	19.7	45.2	0.4
30.0	1.1	1.3	0.006	23.2	51.7	0.4
35.0	1.3	1.4	0.006	25.6	52.8	0.5
40.0	1.3	1.4	0.006	28.0	53.8	0.5
45.0	1.4	1.5	0.006	30.3	54.8	0.6
50.0	1.4	1.5	0.006	32.4	55.8	0.6
55.0	1.4	1.6	0.006	34.6	56.7	0.6
60.0	1.5	1.6	0.006	36.6	57.6	0.6
65.0	1.5	1.7	0.006	36.7	58.4	0.6
70.0	1.6	1.7	0.006	40.7	59.2	0.7
75.0	1.6	1.8	0.006	42.6	60.0	0.7
80.0	1.6	1.8	0.006	45.5	64.1	0.7

・流速 1.3m/s を越える流量は、30 m³/s 以上の時である。

【八千代橋点】

流量(m ³ /s)	水深(m)	流速(m/s)	勾配i	河積A(m ²)	潤辺S(m)	径深R(m)
5.0	0.63	0.71	0.006	7.0	38.6	0.2
10.0	0.71	0.874	0.006	11.4	46.0	0.2
15.0	0.77	1.021	0.006	14.7	46.9	0.3
20.0	0.83	1.125	0.006	17.8	49.0	0.4
25.0	0.88	1.217	0.006	20.5	50.3	0.4
30.0	0.94	1.291	0.006	23.2	52.1	0.4
35.0	1.15	1.336	0.006	26.2	55.8	0.5
40.0	1.18	1.327	0.006	30.2	64.8	0.5
45.0	1.21	1.338	0.006	33.6	71.5	0.5
50.0	1.23	1.352	0.006	37.0	77.3	0.5
55.0	1.26	1.377	0.006	39.9	81.2	0.5
60.0	1.28	1.403	0.006	42.8	84.6	0.5
65.0	1.31	1.445	0.006	45.0	85.2	0.5
70.0	1.33	1.484	0.006	47.2	85.7	0.6
75.0	1.38	1.522	0.006	49.3	86.3	0.6
80.0	1.40	1.558	0.006	51.4	86.8	0.6

・流速 1.3m/s を越える流量は、30 m³/s 程度以上の時である。

【プラント地点】

流量(m ³ /s)	水深 (m)	流速 (m/s)	勾配 i	河積A(m ²)	潤辺S(m)	径深R(m)
5.0	0.7	1.1	0.006	4.7	11.7	0.4
10.0	0.9	1.3	0.006	7.5	13.1	0.6
15.0	1.1	1.5	0.006	9.8	14.0	0.7
20.0	1.2	1.7	0.006	12.1	15.2	0.8
25.0	1.4	1.8	0.006	14.2	16.5	0.9
30.0	1.5	1.8	0.006	16.3	17.6	0.9
35.0	1.6	1.9	0.006	18.1	18.1	1.0
40.0	1.7	2.0	0.006	19.8	18.6	1.1
45.0	1.8	2.1	0.006	21.5	19.0	1.1
50.0	1.9	2.2	0.006	23.1	19.4	1.2
55.0	2.0	2.2	0.006	24.6	19.8	1.2
60.0	2.0	2.3	0.006	26.1	20.2	1.3
65.0	2.1	2.4	0.006	27.6	20.6	1.3
70.0	2.2	2.4	0.006	29.1	20.9	1.4
75.0	2.3	2.5	0.006	30.5	21.2	1.4
80.0	2.3	2.5	0.006	31.9	21.5	1.5
85.0	2.4	2.6	0.006	33.2	21.8	1.5
90.0	2.5	2.6	0.006	34.6	22.1	1.6
95.0	2.5	2.6	0.006	35.9	22.5	1.6
100.0	2.6	2.7	0.006	37.3	22.9	1.6

・流速 1.3m/s を越える流量は、10.0 m³/s 以上の時である。

河況係数からの検討

弾力的管理試験において、フラッシュ放流を実施している他ダムの既往事例では、フラッシュ放流のピーク流量と維持流量との比は、概ね 10 倍程度であった。これらの事例を参考にし、真名川ダムの下流においても、フラッシュ放流のピーク流量は、平水流量の 10 倍程度の流量が必要であると考えた。

表 6.5-17 に河況係数から算出した真名川の各地点での放流量の適正値を示した。真名川の真名川頭首工下流の平水流量はおよそ $5 \text{ m}^3/\text{s}$ であることから、ピーク流量は $50 \text{ m}^3/\text{s}$ が適正であると考えられた。

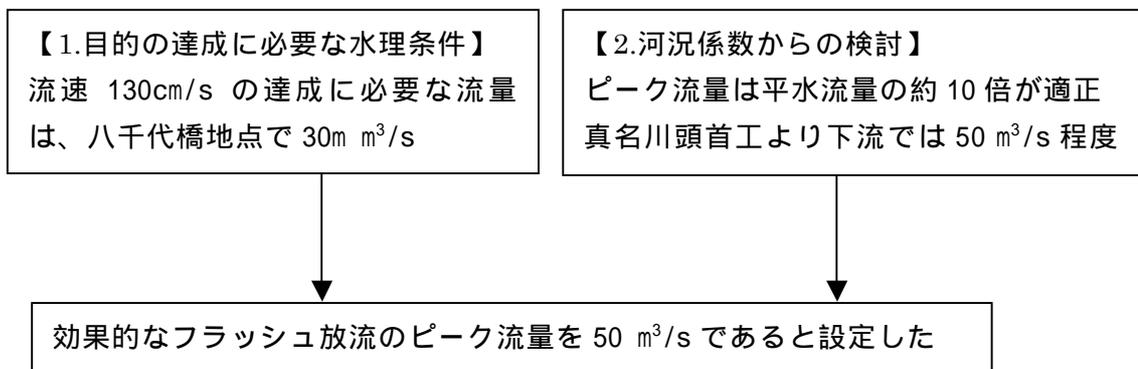
表 6.5-17 河況係数より算出した真名川ダムにおける適正なフラッシュ放流量

地点名	平水流量	適正なフラッシュ放流量
プラント前地点	$0.28 \text{ m}^3/\text{s}$	$2.8 \text{ m}^3/\text{s}$
八千代橋地点	約 $5.0 \text{ m}^3/\text{s}$	$50 \text{ m}^3/\text{s}$
君が代橋地点	約 $5.0 \text{ m}^3/\text{s}$	$50 \text{ m}^3/\text{s}$

出典：6-47 「平成 17 年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

ピーク流量の設定

「 目的の達成に必要な水理条件 」、 「 河況係数からの検討 」 の 2 項目で検討した結果、効果的なフラッシュ放流のピーク流量は $30 \sim 50 \text{ m}^3/\text{s}$ であると考えられた。これらの結果をもとに、さらに「放流時間」、「放流波形（流量増加・減衰）」の検討結果を踏まえて、必要なピーク流量を $50 \text{ m}^3/\text{s}$ と設定した。



8) 河川流量の増量検討

河川環境の改善を目的とした河川流量の設定について、魚類等の生息空間の向上、真名川渓谷の景観の向上という二点に着目して検討した。なお、真名川ダムでは平成15年11月から河川維持流量を $0.671\text{m}^3/\text{s}$ に増量して放流している。

魚類等の生息空間に適した流量

平成14年8月21日(放流量 $0.284\text{m}^3/\text{s}$)、9月25日(放流量 $0.284\text{m}^3/\text{s}$)に、プラント前において川幅×流路延長100mの範囲で潜水調査を実施した結果、遊泳魚ではアブラハヤ、ウグイ、ヤマメを確認した。これらの3種の魚類のうち、ヤマメとウグイの生息空間に適した水深及び流速は以下の通りであると考えられる。

そこで、魚類の生息に適した水深及び流速の条件から5ケースを設定し、プラント前の断面における流量を Manning 式より算定した。

その結果、表6.5-18に示すとおり、魚類の生息空間として適した流量は、例外はあるものの、現況の維持流量 $0.671\text{m}^3/\text{s}$ より少ない $0.14\sim 0.3\text{m}^3/\text{s}$ であるという算定結果となった。

しかし、一般にダム下流で問題となるのは、流量の減少に伴う魚類の生息空間の減少であり、自然状況下より少ない流量は河川にとって好ましくはないと考えられる。

また、河川においては、水深や流速は河床のわずかな形状でも異なることから、魚類は各々適した箇所に移動して生活すると考えられるため、流量が増加した場合でも大きな影響はないと考える。

したがって、真名川においても、算定結果にしたがって流量を現況の $0.671\text{m}^3/\text{s}$ より減少させることは、魚類の生息空間を減少させることになり、好ましくないといえる。

なお、アブラハヤについては、生息空間に適した水深及び流速が不明であったため検討対象としなかった。

(ヤマメ)

水深：成魚 51cm～60cm 及び 121cm 以深に高頻度に分布
流速：成魚 定位位置の流速 $0.2\sim 0.9\text{m}/\text{s}$

(ウグイ)

水深：成魚 20cm～100cm
流速：仔雑魚 10cm/s 以下 成魚 30cm/s～80cm/s

表 6.5-18 各ケースにおける流量（プラント前）

CASE		水深 (cm)	流速 (cm/s)	流量 (m ³ /s)	
ヤマメの 生息	CASE-1：ヤマメの生 息に適した水深	水深 51cm	51	130	1.4
		水深 60cm	60	140	2.0
	CASE-2：ヤマメの生 息に適した流速	流速 20cm/s	4	20	0.002
		流速 90cm/s	31	90	0.42
ウグイの 生息	CASE-3：ウグイの生 息に適した水深	水深 20cm	20	64	0.14
		水深 100cm	100	203	6.4
	CASE-4：ウグイの生 息に適した流速	流速 30cm/s	6	30	0.07
		流速 80cm/s	27	80	0.3
真名川溪 谷の景観	CASE-5：景観調査時 の流量	流量 0.39m ³ /s	30	88	0.39
		流量 1.06m ³ /s	45	127	1.06
		流量 2.45m ³ /s	67	154	2.45

CASE-1：流速 20～90cm/s（ヤマメの生息に適した流速）が確保できる流量

CASE-2：水深 51～60cm（ヤマメの生息に適した水深）が確保できる流量

なお、121cm 以深（ヤマメの生息に適した水深）は、淵に該当するため検討対象としない。

CASE-3：水深 20～100cm（ウグイの生息に適した水深）が確保できる流量

CASE-4：流速 30～80cm/s（ウグイの生息に適した流速）が確保できる流量

CASE-5：流量 0.39、1.06、2.45m³/s のときの流速（景観）

出典：6-47 「平成 17 年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

真名川溪谷の景観

真名川溪谷の景観を向上させるためには、白波立つ瀬が形成されることが望ましい。

そこで、ダムの放流量が 0.39m³/s、1.06 m³/s、2.45m³/s の 3 ケースについて、真名川溪谷の状況を撮影した写真を比較した結果、放流量が 1.06 m³/s のケースが、波立ちが目立ち景観上好ましいと判断した。なお、上記の 3 ケースの写真を、次項の表 6.5-19 に示す。

以上の検討の結果、河川流量は 1.000m³/s 程度が望ましいと考える。

表 6.5-19 放流量が異なるケースにおける真名川溪谷の景観

撮影表題及び評価項目	平成 13 年 7 月 17 日 放流量 1.00m ³ /s	維持流量放流中 (平成 17 年 8 月) 放流量 0.67m ³ /s	平成 13 年 8 月 3 日 放流量 0.29m ³ /s	
眺望点からの景観				
眺望点からの景観 (ズーム)				
白波 (ズーム①)				
白波 (ズーム②)				
備	落水がある	+1 淵と淵の間に流れの落ち込みがある。	+1 淵と淵の間に流れの落ち込みがある。	+1 淵と淵の間に流れの落ち込みがある。
	瀬や淵などにより平的な変化がある	+1 ステップアンドプール状になっている。	+1 ステップアンドプール状になっている。	+1 ステップアンドプール状になっている。
	印象的な波立ちがある	+2 流量が多く、白波が目立つ。	0 流量が少なく、波立ちが目立たない。	0 流量が少なく、波立ちが目立たない。
総合評価	+4 流量を感じる。白波が目立つ波立ちがあり、良いイメージを受ける。	+2 流量を感じない。波立ちはあるが、印象は小さく、評価は低くなる。	+2 流量を感じない。波立ちはあるが、印象は小さく、評価は低くなる。	

出典：6-47 「平成 17 年度真名川ダム弾力的管理試験効果調査業務報告書」

(3)ダムの弾力的管理試験の効果の評価と課題

下流河川のダムの弾力的管理試験について、効果の評価結果と課題を表 6.5-20 に示す。

表 6.5-20(1) ダムの弾力的管理試験の効果の評価と課題

結 果	
	<p>アユ調査：平成 15 年 9 月 30 日のフラッシュ放流 30m³/s のアユの胃の内容物と付着藻類の無機物量を調査した。フラッシュの放流前、放流後（40 時間後）フォローアップ（2 週間後）のアユの胃と腸に含まれる無機物量（灰分）の割合は、放流前の約 54% に対し、放流後には 63% に増加した。フォローアップ（2 週間後）では無機物量の割合は約 50% に減少し、フラッシュ放流前に対して約 4% の減少となった。また、アユの餌となる付着藻類に含まれる無機物量の割合も、胃の内容物調査と同様に、放流前に対し放流後には増加した。フォローアップ（2 週間後）には無機物量の割合は減少し、フラッシュ放流前に対して減少した。これは、フラッシュ放流に伴い一時的にシルト分等の無機物が河床に堆積し、その後掃流されたことにより、付着藻類が剥離更新し、その良質な藻類をアユが採餌したためであると考えられる。これより、フラッシュ放流によりアユの餌質が向上する効果が確認されたと考えられる。</p> <p>付着藻類：平成 12 年度から 17 年度の試験の結果、付着藻類の剥離更新は、平成 16 年度のフラッシュ放流のピーク流量 50m³/s に設定して土砂還元を行った場合、クロロフィル a 量の著しい減少により付着藻類の剥離を確認し、土砂還元およびフラッシュ放流によって、アユの餌資源である付着藻類の剥離更新の効果が確認できた。</p> <p>物理環境：河床形状の変化について河床砂礫の移動を調査した。平成 17 年 12 月のフラッシュ放流 45 m³/s で移動した 90% 粒径は八千代橋で 11cm、君が代橋で 5cm、富田大橋で 1.9cm であった。また、これらの移動可能な砂礫は八千代橋上流では数キロに渡って存在するが、八千代橋下流には逆に移動可能な砂礫は少ない状況であった。</p> <p>水質調査：フラッシュ放流中に、水産用水基準、漁業公害調査報告書に挙げられる基準値を一時的に超過したが、減水とともに落ち着き、フラッシュ放流による長期化はなかった。また、自然出水時の値と比べて小さく、その影響は小さかった。</p> <p>礫下間隙調査：土砂還元を組み合わせたフラッシュ放流（50 m³/s、H18 年 11 月 15 日）の調査結果では、河床変化量で侵食を示した置土地点上流ではフラッシュ直後に礫下の間隙が大きくなり土砂の侵食による浮き石化傾向が見られた。一方、河床変化量で堆積を示した置土地点下流では、礫下間隙の調査結果からフラッシュ直後の土砂の流下状況は見られなかった。</p>

表 6.5-20(2) ダムの弾力的管理試験の効果の評価と課題

(結 果)	<p>河道状況：平成 16 年度に若干の魚類の取り残されを確認した。また、下流でゴミ(草本類の枝など)の取り残されも合わせて確認した。</p> <p>河川流量の増量検討：魚類の生息空間の拡大及び景観の向上のため、河川流量は 1.000 m³/s 程度が望ましい流量と考える。</p>
効果の評価	<p>これまでの試験により、土砂還元を組み合わせることで、礫上の付着藻類の剥離効果が増進されることが確認でき、魚類の餌環境の改善に期待ができることがわかった。さらに、50 m³/s 程度のフラッシュ放流をより効果的とするために、河道内の移動可能な礫を調査し、必要に応じて土砂投入・還元を行うことで、真名川(全長 14km)の約 8 割 2) の区間で藻類の剥離効果が期待できることがわかった。</p>
課 題	<p>今後の課題としては、季節ごと、また河川縦断ごとの河道内の環境変化を継続的にモニタリングし、その効果を放流履歴とともに検討していくことが重要である。</p> <p>放流には、融雪出水、洪水期制限水位への水位低下に伴う放流、弾力的管理による放流、台風等による放流が有り、これらの出水に土砂投入・還元を効果的に組み合わせ、一年を通じた最も効果的な貯水池堆砂の管理及び河川環境改善の方法を確立する必要がある。</p>