

2004年 河川土砂還元を組み合わせた真名川ダム弾力的管理試験「フラッシュ放流」

近畿地方整備局 九頭竜川ダム統合管理事務所 管理課 専門職 坂本博文

1. はじめに

真名川ダムでは福井県大野市を流れる真名川(図-1)の「アユの生息環境及び河川環境の改善」を目標とした弾力的管理試験を平成12年度より実施している。弾力的管理とは、洪水調節に支障を及ぼさない範囲で、洪水調節容量の一部に流水を貯留し、適切に放流することにより、ダム下流の河川環境の保全、改善を図ることであり、平成15年度には河床の攪乱を目的とするフラッシュ放流の効果的な実施方法を検討した。

掃流力が小さかった平成15年度実施のフラッシュ放流(30m³/s)¹⁾の試験結果を踏まえて、平成16年度は放流量を50m³/sに増量し、さらに近年注目される河川土砂還元(ダム貯水池内の堆砂採取および下流河川への運搬・置土)²⁾を組み合わせることによりフラッシュ放流の効果を増大させる可能性について検討した。

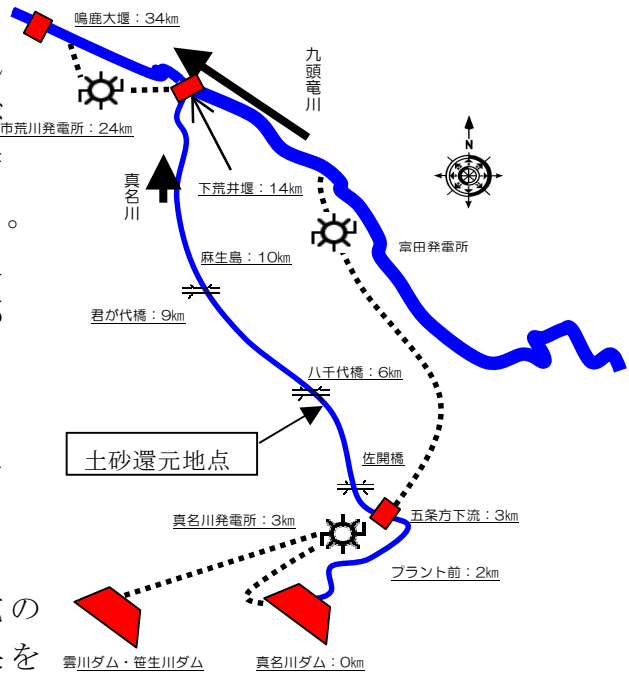


図-1 真名川ダムおよび調査対象下流河道



写真-1 砂の仮置き状況(放流前/ピーク流量時)

2. 試験概要

2. 1 調査の概要

真名川ダムの下流では流況の安定(維持流量約2.69m³/s)によるシルトの堆積や付着藻類の剥離更新阻害が問題となっている。平成16年度は弾力的管理期間の7月からフラッシュ放流の実施のため貯留水を確保していたが、「平成16年7月福井豪雨」はじめ、相次いで台風が来襲し、これら出水によりダム湖が長期間濁ったため下流に対する影響を考慮して放流試験を延期した。本試験は台風23号により河床が攪乱された後、流況の安定が約1ヶ月継続し、放流水の濁度が約50度に低下した平成16年11月15日に実施した。

フラッシュ放流のピーク流量は50m³/s、ピーク継続時間は3時間である。土砂還元はダム貯水池上流河道から採取した約220m³(d50=6~13mm)をダム下流6km地点の八千代橋上流500mに仮置きし、放流時に側岸侵食される形態で河道に土砂を供給した(写真1)。下流河川のモニタリング項目は、水理量(水位、表面流速)、水質(水温、濁度、SS)、河床材料トラップ調査、付着藻類の剥離状況等である。

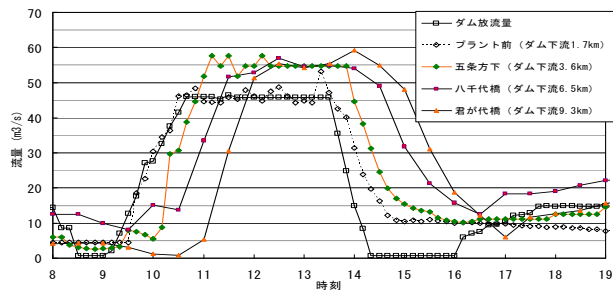


図-2 各地点の流量変化

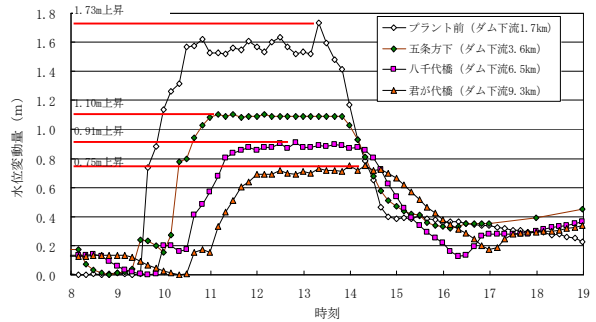


図-3 各地点における水位変動

2. 2 放流の概要

フラッシュ放流は急激な水位の上昇を避け、自然な流況に近い波形で午前9時から放流を開始、10時30分に最大放流量 $45\text{m}^3/\text{s}$ に増加させ、3時間継続ののち、13時30分から減水させ、14時10分に放流を終了した。下流の五条方では、維持流量等を合わせて11時から約3時間最大 $54\text{m}^3/\text{s}$ が流下した他、八千代橋、君が代橋でも、ほぼ同程度のピーク波形が維持された(図-2)。なお、この放流による最大の水位上昇量はプラント前 1.73m 、八千代橋では 0.91m 、君が代橋 0.75m であった(図-3)。また、フラッシュ放流のピーク流量を増量($30 \rightarrow 50\text{m}^3/\text{s}$)させたことで最大流速は増加{八千代橋($2.1 \rightarrow 2.6\text{m}/\text{s}$)、君が代橋($1.4 \rightarrow 2.3\text{m}/\text{s}$)}した。特に下流の君が代橋での増加量が大きく、流速増加の影響区間が下流に拡大した。

還元土砂については、仮置きした土砂の放流前後の横断測量により大礫以外の還元土砂 220m^3 が流下したことを確認した。

3. 調査結果および考察

3. 1 河床砂礫の移動

土砂還元地点下流の河床砂礫の移動を確認するため、放流前に土砂還元地点より下流 500m 地点の河川横断方向4箇所(A~D)に砂礫トラップ用の箱を設置し、捕捉された河床砂礫の粒径を分析した(図-5)。これによれば、移動した礫の最大粒径は 50mm で、河道の流心付近右岸側C~Dでは粗粒分が、やや緩流域となる左岸側B~Aでは細粒分が捕捉されている。

この4箇所の内、B地点においては $H15(30\text{m}^3/\text{s})$ においても同様にトラップ調査を実施している。トラップ箱に捕捉された土砂量は、 $H15$ 年が 2.85kg (全体容量の 1.4%)と少量であったのに対し $H16$ 年は満載に近い状態であった。また、 $H16$ 年は $H15$ 年より細かな $0.5\text{mm} \sim 2\text{mm}$ の砂が大量に捕捉されている。以上より、 500m 上流に設置した還元土砂が当該地点を通過した際に捕捉されたと考えることができる。

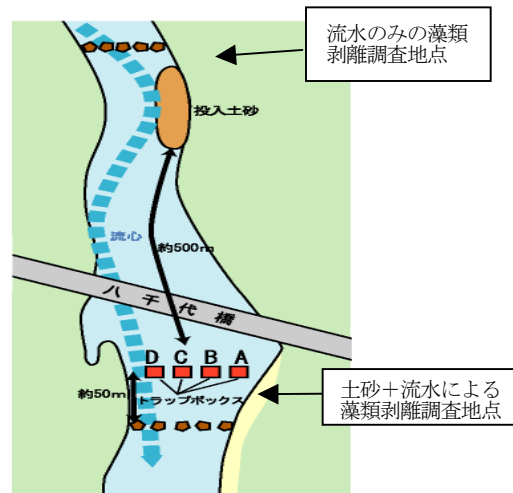


図-4 還元土砂による藻類剥離調査の位置図

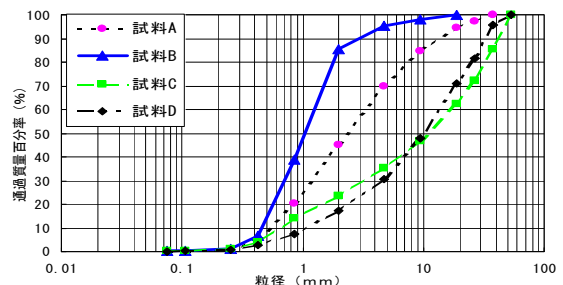


図-5 4箇所のトラップ土砂の粒度分布

3. 2 付着藻類の剥離状況

土砂還元を組み合わせたフラッシュ放流の剥離効果を確認するため、図-4に示すように、土砂還元地点の上・下流地点の河道内に2m間隔で10個の礫を設置して、付着藻類の剥離状況を調査した。付着藻類の調査項目として有機物量、無機物量を分析し、両者の付着物質の合計の放流前後の変化を減少率とした。土砂還元地点の上下流における礫の付着物質の平均減少率は上流で31.4%(表-1)、下流で53.3%(表-2)であり、流水のみの上流側に対し土砂供給後の下流側の方が藻類の剥離効果は20%以上大きい結果となった。また、下流では上流のように流心だけでなく、浅く流れの緩い所(トラップB, 礫3)や岸边(礫1)を含めた河道全域で付着物質量の減少率が大きく、投入した土砂が掃流し得る範囲では多少流れの遅い所でも付着藻類の剥離が生じ、河道全体の改善効果を増進させたものと考えられる。

付着藻類に含まれる灰分率(無機物量の割合)の変化を表-3に示す。付着藻類に含まれる灰分率が60%以上になるとアユの肥満度が低下するといわれている³⁾。同様に放流後の灰分率の減少率で見ると、H15(30m³/s)は0.4%の微増、H16(50m³/s)は流水のみの上流で2%の減少、土砂供給の下流で9%の大幅減少となった。これより流量の増量(30→50m³/s)に比べ、土砂供給がアユの餌環境の改善により効果が有ることが確認された。剥離後の付着藻類の生育による灰分率の減少によりアユの餌質向上がさらに期待され、今後、夏季の調査実施が求められる。

表-1 土砂還元上流地点における付着物質量的変化

項目	礫番号 1		2		3		4		5		6		7		上流側合計	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
無機物量	472	416	778	1,132	900	494	470	368	708	86	1,098	310	500	478	4,926	3,284
有機物量	132	153	178	235	147	100	299	324	193	62	281	65	98	68	1,328	1,008
付着物質計(mg/100cm ²)	604	569	956	1,367	1,047	594	769	692	901	148	1,379	375	598	546	6,254	4,292
付着物質の減少率	5.8%		-43.0%		43.2%		10.1%		83.6%		72.8%		8.7%		31.4%	

表-3 付着藻類の灰分率の変化

	H15	H16	H16
	上流	上流	下流
放流量(m ³ /s)	30	50	50
フラッシュ放流前(%)	74.0	78	82
フラッシュ放流後(%)	74.4	76	73
放流15日後(%)	72.6	未調査	

表-2 土砂還元下流地点における付着物質量的変化

項目	礫番号 1		2		3		4		5		6		7		8		下流側合計	
	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後	事前	事後
無機物量	1,802	784	540	144	812	216	556	612	802	348	1,090	100	832	236	678	514	7,112	2,954
有機物量	331	242	186	112	108	35	157	180	146	93	278	52	115	184	157	161	1,476	1,060
付着物質計(mg/100cm ²)	2,133	1,026	726	256	920	251	713	792	948	441	1,368	152	947	420	835	675	8,588	4,014
付着物質の減少率	51.9%		64.8%		72.7%		-11.1%		53.5%		88.9%		55.6%		19.1%		53.3%	

3. 3 フラッシュ放流中の水質の変化

3. 3. 1 下流河川でのSSの変化

フラッシュ放流中の真名川下流5地点のSS濃度の変化を図-6に示す。ダム直下のダムサイトでは副ダムに堆積していた物質を流掃したことでSSは130mg/Lに上昇し、3時間後にはダムの放流水のSS濃度30mg/Lに戻った。土砂還元地点下流の八千代橋において全体のピーク値530mg/Lを示し、下流の君が代橋では370mg/Lに減少した。各地点ともSS濃度が上昇した時間は概ね4時間程度で、その後速やかに減少し、真名川下流にはフラッシュ放流による影響は残らないことを確認した。

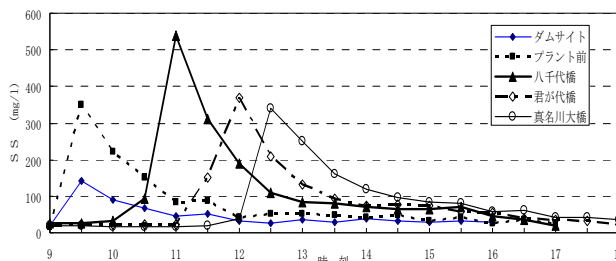


図-6 フラッシュ放流中のSS濃度の変化

3. 3. 2 フラッシュ放流によるSSフラックス

各地点で計測されたSS(1日に含まれる浮遊物質量mg)濃度から推定されたSSフラックス(総量=流量×SS濃度)を図-7に示す。H16(50m³/s)のSSフラックスは、H15(30m³/s)に比べて10倍以上に増加している。増加した理由として、台風などの出水によるダム放流水の濁り

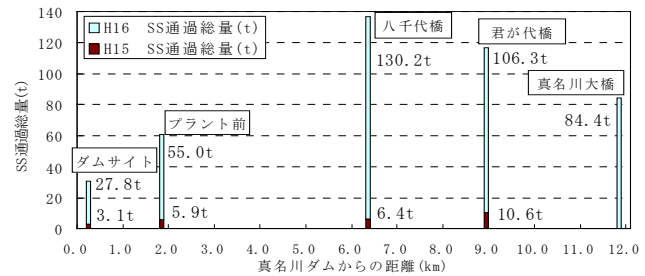


図-7 各地点を通過したSSの総量

(①)、出水後における河床内の微細土砂の堆積量の増加(②)、流量増によるフラッシュ効果の増大(③)、さらには土砂還元の効果 {還元土砂そのものに微細土砂が含まれる(④)、砂礫が通過することでフラッシュ効果が増大する(⑤)} 等が考えられる。

H16のSSフラックスを上流から追跡すると、まずダムから約28 tのSS(シルト)を含んだ水が放流され(①の効果)、2.0km下流のプラント前では約2倍に増加しており、この増加分は河床から巻き上がったものである。増加量がH15年よりもかなり多いのは、②と③の効果によると考えられる。次に、プラント前～八千代橋間は、H15年では増加量が小さかったが、H16年では約130 tに大幅に増加した。この間に土砂還元地点が存在するために、この増加量には②と③に加えて④と⑤の効果が加わっていると考えられる。④については室内試験⁴⁾により約2 t程度と算出され、プラント前～八千代橋間の増加量の数%程度に留まっており、それ以外は②、③および⑤となる。H15年の同区間におけるごくわずかな増加量(5.9→6.4t)およびH16年のダムサイト～プラント前間の増加量と比べると飛躍的な増加であり、⑤の効果がかなり発揮されたものと考えられる。

4. 結論と今後の課題

主な結論として、フラッシュ放流のピーク流量の増量(30→50m³/s)により流速が増加することで、移動する河床の礫の最大粒径が増大(38→50mm)した。また、流速増加の影響区間も下流に拡大した。さらに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。今後はこれらの検討を踏まえて、異なる流量、土砂還元地点での効果を確認し、河川環境の改善に効率的なフラッシュ放流のピーク流量、ピーク継続時間、放流頻度、土砂還元の考え方を確立したい。本試験は、真名川ダム弾力的管理検討委員会(委員長:京都大学助教授角哲也)及び関係機関の御協力により実施できたものである。ここに記して関係各位に謝意を表す。

参考文献

- 1) 坂本博文, 岡部浩司: 2003年真名川ダムにおける弾力的管理試験「フラッシュ放流」, ダム技術, No. 223 2005
- 2) 岡野眞久, 菊井幹男, 石田裕哉, 角 哲也: ダム貯水池堆砂とそのダム下流河川還元についての研究, 河川技術論文集, Vol. 10, pp. 191-196, 2004
- 3) 漁業公害調査報告書(ダム等河川工作物設置による漁業への影響調査), 1986, 水産庁
- 4) 坂本博文・谷崎保・角哲也: 河川土砂還元を組み合わせた真名川ダム弾力的管理試験「フラッシュ放流」河川技術論文集, 第11巻, pp. 273-278, 2005年6月