

足羽川ダムの環境影響評価について

片山 喜生¹・足立 勝人²

¹近畿地方整備局 足羽川ダム工事事務所 調査設計課 (〒918-8239 福井県福井市成和1-2111)

²近畿地方整備局 河川部 水災害予報センター (〒540-8586 大阪府大阪市中央区大手前1-5-44)

足羽川ダムを建設するにあたり、事業実施区域周辺の生活環境や自然環境にできる限り配慮した計画とするため、環境への影響について調査、予測及び評価を実施し、2013年2月に「環境影響評価書」を取りまとめた。足羽川ダムが採用する流水型ダムは全国事例が少なく、流水型ダムの特徴を留意したダム下流河川への土砂供給及び濁水放流の予測評価を行うとともに、環境へ配慮したダム堤体及びダム洪水調節地とするため、ダム上下流の生物の移動やダム洪水調節地内の樹林環境を検討に加え、動植物・生態系への影響の予測評価を行ったので報告する。

キーワード 環境影響評価、流水型ダム、土砂供給、濁水、樹林環境

1. 足羽川ダム建設事業の概要

足羽川ダム建設事業は、九頭竜川水系足羽川の支川部子川の福井県今立郡池田町小畑地先に建設する足羽川ダムと、他流域の4河川に設置する導水施設（導水トンネル及び分水施設）によって構成され、足羽川、日野川及び九頭竜川下流域にあたる福井中心市街地における洪水被害の軽減を目的として実施するものである（図-1）。

福井中心市街地は、洪水時における河川の水位より低く、堤防が決壊すると甚大な被害に見舞われることとなる。2004年(H16)7月の梅雨前線の活動の活発化に伴う雨（福井豪雨）は、美山観測所(気象庁)で1時間80mm以上を記録する等、足羽川流域では観測史上まれにみる集中豪雨となり、足羽川の堤防が決壊、市街地が浸水する等の足羽川流域において過去最大の被害となった。

九頭竜川水系の長期的な河川の整備の方向を定めた河川整備基本方針を2006年2月に策定し、福井豪雨のような戦後最大規模の洪水に備えるため、足羽川では基準地点天神橋において目標流量2,400m³/sとし、足羽川ダムにより600m³/sの洪水調節を行うとした河川整備計画を2007年2月に定めた。現在、市街地を貫流している下流区間は福井県による激特掘削等による流下能力向上が完了し、沿川に住む方々の安全安心で豊かな暮らしの実現のため、足羽川ダムの早期供用が望まれている。

一方、足羽川ダムの事業実施周辺区域においては、自然環境の豊かな地域であり、国内希少野生動植物種に指定されているクマタカなどの野生生物の重要な生息地・生育地である。このため、足羽川ダムの建設するにあたっては、事業実施区域周辺の生活環境や自然環境にできる限り配慮した計画とすることが必要である。

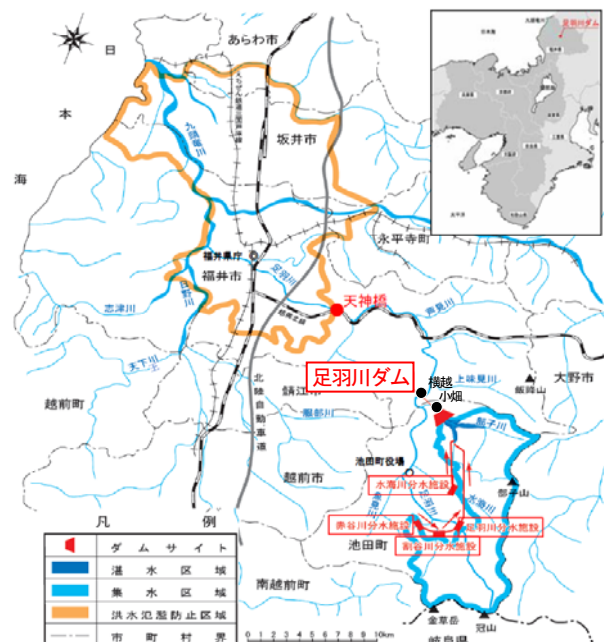


図-1 足羽川ダム及び導水施設の位置

近畿地方整備局足羽川ダム工事事務所では、環境への影響について大気環境（粉じん等、騒音、振動）、水環境（水質（土砂による水の濁り、水温、富栄養化、溶存酸素量及び水素イオン濃度）、地下水）、重要な地形及び地質、重要な動植物の種、地域を特徴づける生態系、景観、人と自然との触れ合いの活動の場及び建設工事に伴う副産物に関する調査、予測及び評価を実施した。また、環境影響をできる限り回避又は低減するとともに、国、福井県及び池田町が定める環境基準等の達成に努めることを目的に環境の保全のための措置（以後、環境保全措置という）を検討した。

ダム名	足羽川ダム	益田川ダム	辰巳ダム	西之谷ダム	三笠ぼんべつダム	立野ダム
ダム事業者	近畿地方整備局	島根県	石川県	鹿児島県	北海道開発局建設部	九州地方整備局
竣工	-	2005.4	2012.11	2013.5	建設中	建設中
所在地	福井県 今立郡池田町	島根県 益田市	石川県 金沢市	鹿児島県 鹿児島市	北海道 三笠市	熊本県 阿蘇郡南阿蘇村
河川名	九頭竜川水系 足羽川支川部子川	益田川水系 益田川	犀川水系 犀川	新川水系 新川	石狩川水系 幾春別川支川奔別川	白川水系 白川
ダム形式	重力式コンクリートダム	重力式コンクリートダム	重力式コンクリートダム	重力式コンクリートダム	台形CSGダム	重力式コンクリートダム
堤高	96.0m	48.0m	51.0m	21.5m	53.0m	90.0m
堤頂長	460.0m	169.0m	195.0m	135.8m	160.0m	200.0m
総貯水容量	28,700千 m^3	6,750千 m^3	6,000千 m^3	793千 m^3	8,620千 m^3	10,000千 m^3
有効貯水容量	28,500千 m^3	6,500千 m^3	5,800千 m^3	718千 m^3	8,500千 m^3	9,400千 m^3
湛水面積	94ha	54ha	42ha	13ha	55ha	36ha
備考	2013.2評価書策定 (法アセスに基づく検討)				1994.1評価書策定 (閣議アセスに基づく検討) 新桂次ダム(同水系) と総合開発事業	2012.10検証に係る検討 報告「環境調査の概要」 (法アセスに準じた検討)

ダム名	津付ダム	最上小国川ダム	浅川ダム
ダム事業者	岩手県	山形県	長野県
竣工	建設中	建設中	建設中
所在地	岩手県 気仙郡住田町	山形県 最上郡最上町	長野県 長野市
河川名	気仙川水系 大股川	最上川水系 最上小国川	信濃川水系 千曲川支川浅川
ダム形式	重力式コンクリートダム	重力式コンクリートダム	重力式コンクリートダム
堤高	48.6m	41.0m	53.0m
堤頂長	165.0m	143.0m	165m
総貯水容量	5,600千 m^3	2,300千 m^3	1,100千 m^3
有効貯水容量	5,350千 m^3	2,100千 m^3	1,060千 m^3
湛水面積	37ha	28ha	8ha
備考	2006.2評価書策定 (条例アセスに準じた検討)	2009.1環境保全協議会開催 (法アセスに準じた検討)	

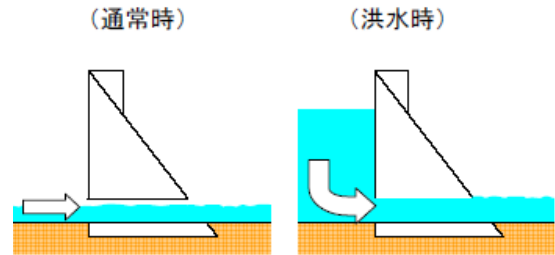


図2 国土交通省所管の流水型ダムの諸元と貯留イメージ

検討にあたっては、環境影響評価法に基づき、2007年3月に手続きを着手し、調査、予測及び評価の内容について公告縦覧等を行い、事業に係る住民、福井市、池田町及び福井県並びに国（国土交通大臣・環境大臣）の意見を求めた。これに対し、クマタカ等の動植物の自然環境に配慮するとともに、全国でも事例の少ない流水型ダムの水質等の予測評価及び環境保全措置の効果の向上に関する意見があった。これらの意見を踏まえて、2013年2月に「環境影響評価書」をとりまとめた。

2. 足羽川ダムにおける環境影響評価の考え方

(1) 国土交通省所管の流水型ダムとその特徴

近年、治水調節専用ダムの検討において、ダム堤体の河床部に放流設備を備え、平常時は川の水をそのまま流し、洪水時には一時的にダムに水を貯めるダムの形態を検討し採用され始めている。従来の貯水型ダムに対して、川の水をそのまま流すことから「流水型ダム」と呼ばれ、またダム貯水池は、平常時は空虚であり「ダム洪水調節地」と呼ばれている。

一般的に流水型ダムによるダム環境の変化は、貯水型ダムに対して、「土砂の堆積はわずか」「流入水質と同じ」である¹⁾と言われている。

国土交通省所管の洪水調節専用（流水型）ダムを図2に示す。既設ダム(竣工年次)は、益田川ダム(2005.4)、辰巳ダム(2012.11)及び西之谷ダム(2013.5)の3事例である。また、足羽川ダムも流水型ダムを採用したが、環境影響評価法に基づく環境影響評価の実施は、足羽川ダムが国内最初である。

(2) 流水型ダムにおける環境影響評価の考え方

足羽川ダム工事事務所では、「ダム事業における環境影響評価の考え方²⁾」に基づく環境影響評価を実施するとともに、流水型ダムの特徴により、以下の3点に留意して環境影響評価を実施した。

- ① ダム下流河川への土砂供給の変化
- ② 堆積土砂の流出によるダム下流河川の水の濁り
- ③ 流水型ダム及び洪水調節地による生態系への影響

3. ダム下流河川への土砂供給の変化

(1) ダム下流河川への土砂供給の予測の手法

貯水型ダムはダム堤体により貯水池内に堆砂し、ダム下流河川への土砂供給の連続性を阻害する。流水型ダムは洪水生起確率に応じて一時的にダム洪水調節地内が水没する。湛水開始時と洪水後期の貯水位低下時における掃流力の変化により、ダム洪水調節地内は浮遊砂の浮上及び沈降現象（非平衡性）が生じる。

足羽川ダムのダム洪水調節地内の土砂供給の予測は、非平衡一次元河床変動計算である(独)土木研究所の「一次元貯水池河床変動計算プログラム」を用いた。ダム下流河川はダム洪水調節地の予測結果を入力条件とする一次元河床変動計算を用いた。洪水流量は1953~1997の115洪水（うち1洪水は基本方針洪水引き伸ばし）とし、供用後50年間の河床構成材料の粒径の変化を予測した。

(2) 流水型ダムにおける土砂供給の予測の結果

ダム洪水調節地内及びダム下流の部子川と足羽川におけるダム有無による予測結果は以下のとおりである。

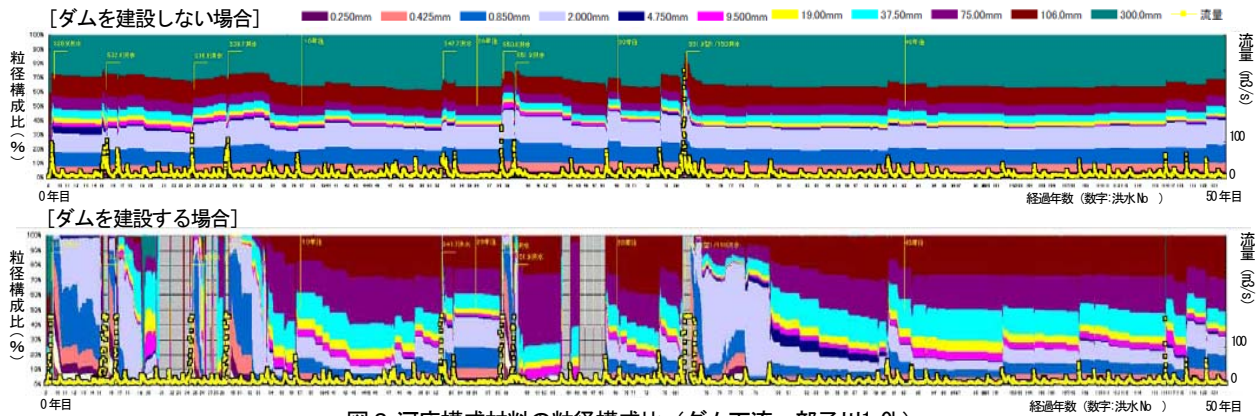


図-3 河床構成材料の粒径構成比（ダム下流：部子川1.0k）

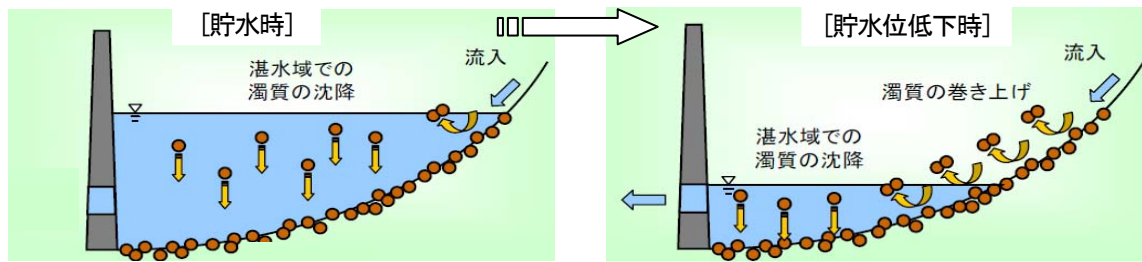


図-4 ダム洪水調節地内の濁質の沈降及び巻き上げのイメージ

ダム洪水調節地内（河床勾配1/50）では、貯水時に堆積した土砂は、貯水位低下時の掃流力の増加に伴い流下するが、106mm以上の大礫の材料を流下させるまでに至らず、ダム洪水調節地内に止まる傾向にある。

ダム下流の部子川（河床勾配1/50）では、洪水調節を行う場合、放流時は最大180m³/sの流量が一定時間継続するため掃流力が高く、300mmの材料は流下し構成比がほぼ0となる。一方で流水型ダムであることから、貯水位低下時及び中小洪水時にダム洪水調節地から礫、砂及びシルトが下流に供給される。特に、貯水位低下時に流下されやすい0.85mm以下の細粒材料が堆積し、一定期間において構成比が大きくなる傾向にある。（図-3）。

ダム下流の部子川合流後の足羽川（河床勾配1/140～230）では、洪水調節を行う場合は流量が低減するが、平均年最大流量は大きな変化がなく、ダムを建設しない場合と比較し、河床構成材料に大きな違いはなかった。

(3)土砂供給の変化による動植物・生態系への影響

ダム洪水調節地内の魚類及び底生動物の生息環境は、洪水調節を行う洪水時は改変されるが、この期間以外において環境に大きな変化はない。また、ダム下流の部子川では、洪水後の一定期間において細粒材料が堆砂し、礫や砂に生息又は産卵する魚類（アカザ、カジカ等）や底生生物（シロハラコカゲロウ等）の環境は改変され、これらの環境が適さなくなる可能性があるとして評価した。しかし、この影響の及ぶ区間以外にも、溪流的な河川は事業実施区域及びその周辺の予測区域内に広く分布している。よって、現況の魚類群集及び底生動物群集は維持されると評価した。

4. 堆積土砂の流出によるダム下流河川の水の濁り

(1) 堆積土砂（濁質）による水の濁りの予測の手法

洪水時に貯水型ダムでは、濁った河川水が貯水池に一旦貯留され、洪水後長期にわたり、この濁水が下流に放流されることにより濁水長期化現象が起こる。また貯水池流入部末端に堆積した土砂が貯水位低下時に先掘されて貯水池が濁る現象が起こる³⁾。流水型ダムでもダム貯水位の変化は貯水型ダムと同じであり、同様の現象が起こると考える。特に流水型ダムでは河床部に放流設備があるため、貯水位低下時にダム洪水調節地内に堆積した土砂（濁質）が掃流力により巻き上がると想定される。一般的な予測の手法としては貯水池及び放流水の平均的な水の濁り等水質現象の結果が求められる鉛直1次元モデルが基本である。

しかし、足羽川ダムでは上流3支川の流入及び他流域の4河川の導水により、ダム洪水調節内の濁質の希釈、拡散、沈降及び巻き上げ等の動きが、図-4のように鉛直方向及び流下方向に変化する可能性がある。この現象を表現するため「鉛直2次元モデル」を採用し、さらに「濁質の巻き上げモデル」を導入した。

(2) 濁質の巻き上げモデルの構築

ダム洪水調節内の濁質の巻き上げは、洪水流入時及び貯水位低下時において限界掃流力を超えるせん断応力（限界摩擦速度）が発生した場合に、底層に堆積した濁質が巻き起こるとした。また、底面せん断応力（摩擦速度）に応じた巻き上げ量を算出し、この巻き上げ量を鉛直2次元モデルの最下層に加算するとした。

表-5 ダム洪水調節地への流入量及びSS負荷量等

影響要因	検討洪水等	総流入量 (千 m ³)	総 SS 負荷量 (千 kg)	貯留時間
供用 (洪水時)	S51.9 洪水(代表的洪水)	3,200	2,500	10 時間
	S34.8 洪水(連続した洪水)	15,300	13,600	40 時間
試験湛水	3カ年流況の平均値	72,100	410	263 日間

このとき、限界摩擦速度及び巻き上げ量・摩擦速度の関係の設定のため、足羽川ダム近傍の真名川ダムの堆積泥を用いた屋内実験水路にて浸食実験を実施した。

実験水路で使用する試料の含水比は、ダム洪水調節地内に堆積した濁質の含水比を想定するため、あらかじめ沈降実験(圧密実験)を実施した。想定する濁質は、堆積1日後、2日後(供用後洪水後期)、30日後(試験湛水時)も含水比100%程度(他ダム事例は80%強)であった。

浸食実験結果では、流量(流速)を徐々に増加させたところ、比較的小さい流量(試料:含水比100%程度で0.012m/s)で、煙状の濁りが発生した。その後、河床形状の浸食が目視で確認できる流量(試料:含水比100%程度:0.027m/s)で、浸食が進行することを確認した。限界摩擦速度は濁水発生の危険側を考慮して、含水比100%程度で煙状の濁りが発生する速度を用いるとした。

(3) 予測における流況及び対象洪水の選定

供用後及び試験湛水時の水の濁り(SS)の予測は、ダム洪水調節地内に堆積する土砂に関係する「流入量」「貯留時間」、また供用後の予測は「洪水波形」の観点を加えて、年間の流況及び対象洪水を選定した。なお、「洪水波形」は、1回目の貯水で沈下した濁質が2回目の流入時に巻き上がり、影響が大きいと考えたためである。

供用後の予測における対象洪水は、「1976年(S51)9月洪水」をよく起こり得る代表的な洪水(代表的洪水)、「1959年(S34)8月洪水」を影響が大きいと想定される洪水(連続した洪水)として選定した。

また、試験湛水時の予測は、1996~2005の10ヶ年のうち試験湛水期間の計算により、「短い年(2002~03 241日)」「中間の年(1999~00 266日)」「長い年(2000~01 280日)」の3ヶ年を選定した。なお各流況とも試験湛水の開始10/1より放流を終えるまでの期間を対象とした。

供用後の2洪水及び試験湛水時におけるダム洪水調節地内への流入量及びSS負荷量を表-5に示す。

(4) 供用後(洪水時)の水の濁り(SS)の予測の結果

洪水調節を行う洪水時の水の濁り(SS)による河川に及ぼす影響の予測は「環境基準値を超過する日数」及び「SSの最大値」の項目で行い、ダム放流地点及びダム下流河川の3地点で行った。なお、足羽川の天神橋地点から上流の環境基準法に基づく水質汚濁に係る環境基準は、河川A類型:浮遊物質質量(SS)25mg/L以下である。また、各支川の部子川、水海川、割谷川及び赤谷川の基準はないが、河川A類型に準じるとした。

表-6 予測及び環境保全措置の比較検討の結果(供用)

項目	a. 法面フェンスの設置	b. 濁水の一時貯留及びバイパスの設置	c. 導水施設の運用	
目的	■土砂による水の濁りの一時的な増加を低減する。 ■貯留時にダム洪水調節地内に堆積した濁質が河川の汚濁に集まることを防止することにより、濁り上げられる濁質を減少させ、後期放流末期でのSSの一時的な増加の低減を図る。	■後期放流末期に一時的に貯留することにより、濁水の濁り上げを抑制させ、後期放流末期でのSSの一時的な増加の低減を図る。 ■後期放流末期で、一時的に貯留し、一時貯留期間中は流入水をバイパスしてダム下流へ放流する。 ■一時貯留した水はポンプ排水により清澄な美観水を取水し、徐々に水位低下させる。その後、堆積した濁質を除去する。	■後期放流末期に水海川及び足羽川から濁水を引く。後期放流末期でのSSの一時的な増加の低減を図る。	
内容	■ダム洪水調節地法面に、濁質を捕捉するためのフェンスを縦断方向に設置する。	■後期放流末期で、一時的に貯留し、一時貯留期間中は流入水をバイパスしてダム下流へ放流する。 ■一時貯留した水はポンプ排水により清澄な美観水を取水し、徐々に水位低下させる。その後、堆積した濁質を除去する。	■導水施設を運用し、後期放流時に水海川及び足羽川から清澄な河川水を導水する。ただし、水海川及び足羽川の正常流量は確保する。	
施工方法	■ダム洪水調節地法面 E.L. 210m、200m、190mに、高さ1m程度のフェンスを縦断方向に設置する。	■ダム洪水調節地内(部子川)に取水機場及び下流へのバイパストンネルを設置する。	■新たな施設整備は生じない。	
代表的な洪水 (S51.9洪水)	ダム洪水調節地地点 単位: mg/L		環境基準値 超過日数(日)	
SS	建設前	795	774	5日
最大値	措置前	8,774	8,774	5日
	措置有	5,033	1,258	5日
	効果	-3,741	-7,516	-332
連続した洪水 (S34.8洪水)	ダム洪水調節地地点 単位: mg/L		環境基準値 超過日数(日)	
SS	建設前	795	795	4日
最大値	措置前	8,774	8,774	5日
	措置有	5,033	7,142	5日
	効果	-3,741	-1,632	0日
ダム放流末におけるSSの傾向	■SSの一時的な増加を低減する効果が期待できる。 ■濁水を継続して貯留させるためには、フェンス部に堆積した濁質を取り除く処理が必要となる。 ■堆積物を除去するまでの間、放流時における濁りの増加、濁水の長期化が懸念される。 ■水位の低下に伴い、フェンスに生物がワラツグれて河床に覆ねる可能性がある。 ■ダム洪水調節地内に生息する生物の移動が阻害される可能性がある。	■SSの一時的な増加を低減する効果が期待できる。 ■部子川河床内にバイパスの取水機場を設置することにより、河川の連続性が損なわれる可能性がある。流水型ダム特有の特性が失われる。 ■一時貯留時には、ダムサイトにおいても部子川の連続性が損なわれ、流水型ダム特有の特性が失われる。 ■濁質を堆積していない時点で出水が生じた場合には初期放流SSが増加する可能性がある。 ■堆積した濁質を除去する際には、バイパス取水機場下流の支川からの流入水を処理するために、大がかりな水替え等の工事が必要となる。 ■堆積した濁質の除去が必要となる。	■SSの一時的な増加を低減する効果が期待できる。 ■放水機場の稼働が信頼となる。 ■導水時には、一時的に分水堰での河川の連続性が損なわれる可能性がある。	
問題点				
対策内容	■フェンス部に堆積した濁質を取り除く処理が必要となる。	■堆積した濁質の除去が必要となる。	■通常の管理で対応できる。	
環境保全措置の実施	■ダム下流河川のSSの一時的な増加を低減する効果が見込まれるが、他ダムでの事例がなく、効果の不確実性がある。他の環境保全措置も懸念される。また、効果を維持するためには、新たな管理費用も生ずることから、本環境保全措置を実施しない。	■ダム下流河川のSSの一時的な増加を低減する効果が見込まれるが、流水型ダム特有の特性が失われる上に、他の環境保全措置も懸念される。また、堆積物を除去するための大がかりな工事が発生し、新たな管理費用も生ずることから、本環境保全措置を実施しない。	■導水時には一部河川の連続性が損なわれるが、一時的なものであり、ダム下流河川のSSの一時的な増加を低減する効果が見込まれるため、本環境保全措置を実施する。	

※1 洪水調節計算の予測対象とした3ヶ年流況の平均

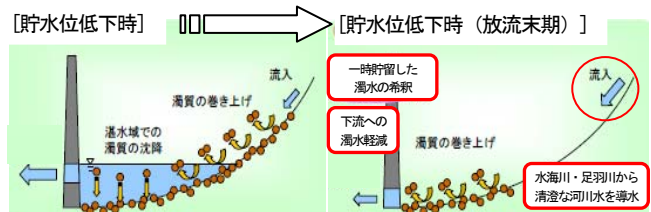


図-7 導水施設の運用のイメージ

供用後における影響の予測及び環境保全措置の比較の結果を表-6に示す。環境保全措置は貯水型ダムの環境保全措置の事例より、「法面フェンスの設置」「濁水の一時貯留及びバイパス設置」「導水施設の運用」の3案を比較検討した。比較検討の結果から、ダム放流地点及びダム下流河川の3地点で、SSの最大値の増加の低減が認められることを踏まえ、問題点及び対策内容を総合的に勘案し、「導水施設の運用」(図-7)を採用した。

(5) 試験湛水期間の水の濁り(SS)の予測の結果

試験湛水期間における影響の予測及び環境保全措置の比較の結果を表-8に示す。環境保全措置は貯水型ダムの環境保全措置の事例及び工事の実施に伴う措置(仮設備)であることを踏まえ、「水位低下速度の上昇」「濁水の一時貯留及びバイパス設置」「濁水の一時貯留及び出水時放流」の3案を比較検討した。比較検討の結果から、ダム放流地点及びダム下流河川の3地点で、環境基準値超過日数及びSSの最大値の増加の低減が認められることを踏まえ、問題点及び対策内容を総合的に勘案し、「濁水の一時貯留及び出水時放流」(図-9)を採用した。

表-8 予測及び環境保全措置の比較検討の結果（試験湛水）

項目	a. 水位低下速度の上昇	b. 濁水の一時貯留及びパイパスの設置	c. 濁水の一時貯留及び出水時放流
目的	■ダム下流河川における土砂による水の濁りを低減する。	■貯水位低下放流時の末期に河床部放流設備を操作し、濁質の早期排出を図る。	■貯水位低下放流時の末期に出水にあわせて濁質を一時に貯留し、SSの増加の低減を図る。
内容	■河床部放流設備の放流試験を兼ねて、試験湛水時の末期に河床部放流設備を操作し、水位低下させる。	■試験湛水時の貯水位低下放流時の末期に濁水を一時に貯留し、一時貯留期間中は流入水をパイパスして下流へ放流する。 ■貯留した水はポンプ排水により増強した表層水を取水し、徐々に水位低下させる。その後、ダム洪水調節地内に堆積した濁質を除去する。	■試験湛水時の貯水位低下放流時の末期に濁水を一時に貯留し、流入量と同量を放流する。その後、出水にあわせて河床部放流設備より放流する。
施工方法	—	■ダム洪水調節地内（部子川）に取水堰及び下流へのパイパストンネルを設置する。	—
SSの予測結果 ※1	足羽川ダム洪水調節地地点 単位: mg/L	足羽川ダム洪水調節地地点 単位: mg/L	足羽川ダム洪水調節地地点 単位: mg/L
	最大値 最小値 平均値	最大値 最小値 平均値	最大値 最小値 平均値
建設前	23 2.3 3.3	23 2.3 3.3	23 2.3 3.3
措置無	1,730 0.5 17.0	1,730 0.5 17.0	1,730 0.5 17.0
措置有	240 0.5 2.1	6.2 0.2 1.0	615 0.2 4.7
効果	-1,490 0.0 -14.9	-1,724 -0.3 -16.0	-1,115 -0.3 -12.3
SSの環境基準 超過日数	足羽川ダム洪水調節地地点	足羽川ダム洪水調節地地点	足羽川ダム洪水調節地地点
建設前	0日	0日	0日
措置無	10日	10日	10日
措置有	1日	0日	6日
効果	-9日	-10日	-4日
ダム放流水におけるSSの緩和	■SSの一時的な増加を低減する効果が期待できる。	■SSの一時的な増加を低減する効果が期待できる。	■SSの一時的な増加を低減する効果が期待できる。
問題点	■長期貯留後の急激な水位低下となるため地山の安定性の確認結果によっては、地山の地すべり対策が必要となる。 ■水位低下時の計画・監視体制の強化が必要となる。 ■下流河川の水位上昇の確認が必要となる。	■濁質を除去していない時点で出水が生じた場合には初期放流SSが増加する可能性がある。 ■堆積した濁質を除去する際には、パイパス取水堰下流の支川からの流入水を処理するために、大がかりな水替え等の工事が必要となる。	■出水時の初期放流SSが増加する可能性がある。 ■試験湛水後、長期にわたり出水が生じないと予測される場合には、ポンプ排水し、堆積した濁質を除去する必要がある。
対策内容	■地山の地すべり対策（ただし、地山の安全性の確認結果による対策が必要な場合）	■流入パイパスの施工 ■ポンプ排水及び濁質除去	■ポンプ排水及び濁質除去（ただし、出水が生じない場合）
環境保全措置の実施	■ダム下流河川のSSの一時的な増加を低減する効果が見込まれるが、地山の安定性の確保や下流河川の急激な水位上昇が懸念されることを考慮して、本環境保全措置を実施しない。	■ダム下流河川のSSの一時的な増加を低減する効果が見込まれるが、堆積物除去のための大がかりな工事が発生し、新たな管理費用も生ずることから、本環境保全措置を実施しない。	■ダム下流河川のSSの一時的な増加を低減する効果が見込まれるため、本環境保全措置を実施する。

※1 試験湛水計算の予測対象とした3ヶ年流況の平均



図-9 濁水の一時貯留及び出水時放流のイメージ

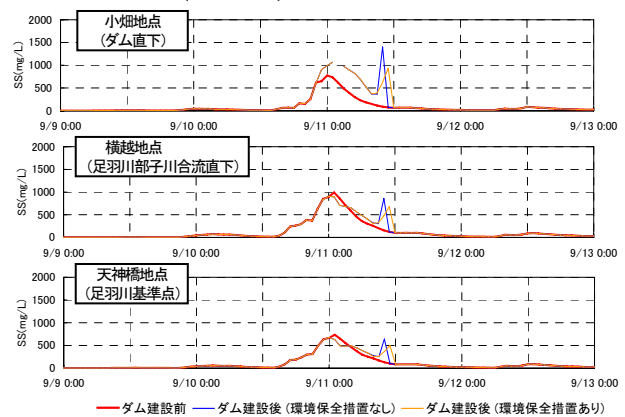
(6) 水の濁りによる動植物・生態系への影響

洪水調節を行う洪水時及び試験湛水期間において、ダム洪水調節地内に沈下した濁質が貯水位低下時に巻き上げられる。ダム下流河川における水の濁りの変化を図-10に示す。一時的なSSの上昇が収束した後は平常となるため、魚類及び底生動物の生息環境は回復すると評価した。一時的なSS上昇時の魚類及び底生動物の生息は、既往文献及び過去の洪水時に予測と同程度以上のSSが確認された地点の近傍において洪水を経た後に現地の生息確認により、長期的には維持されると想定した。

予測地域内で確認された動植物のうち、学術上及び希少性の観点から重要な種としたアジメドジョウ(絶滅危惧Ⅱ種)の生息は、現地調査の結果から代表的洪水(S51.9洪水)では同程度のSS後における現地の生息確認があり、長期的に維持されるとした。しかし、連続した洪水(S34.8洪水)では同程度のSSの洪水が起こらなかったため、生息に影響を生じる可能性があるとした⁴⁾。

よって、供用におけるアジメドジョウの生息への影響に対する環境保全措置の検討を行い、ダム下流河川に濁水からの避難場所を整備するとした。

[代表的な洪水(S51.9洪水)]



[連続した洪水(S34.8洪水)]

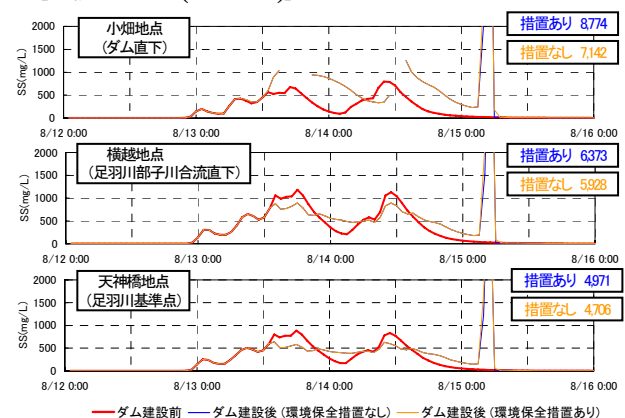


図-10 ダム下流河川へ放流される濁水の予測結果

環境保全措置の実施にあたっては、避難場所の条件や場所の選定等についての検討を行い、専門家の指導及び助言を得ながら実施計画を定めるとした。また、環境保全措置の実施後の効果の実現性に不確実性を伴うため、調査を実施し、順応的管理を行うとした。

5. 流水型ダムによる動植物・生態系への影響

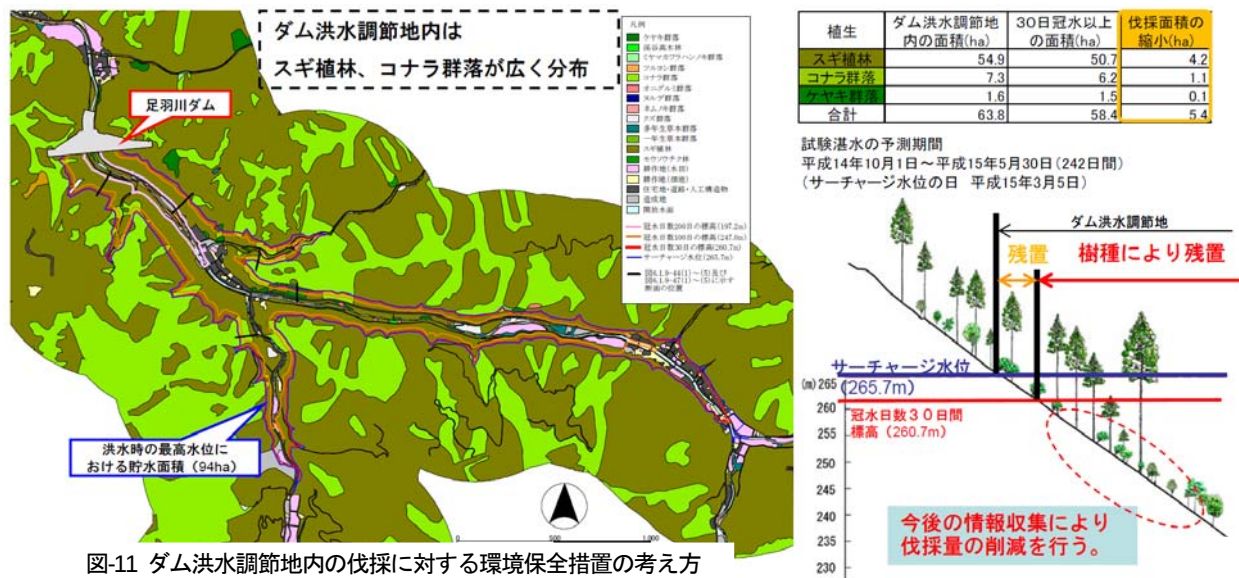
(1) ダム堤体及び洪水調節地による生態系への影響要因

流水型ダムに伴い動植物・生態系への影響を及ぼすおそれがある影響要因として、以下の2点を検討とした。

- ① ダム堤体等による生物の移動の分断
- ② 試験湛水によるダム洪水調節地内の樹木の伐採

(2) ダム堤体等による生物の移動への影響

既設の流水型ダムの環境特性調査を2008年に実施した。調査対象は島根県の益田川ダム(供用後2年)及び嵯峨谷ダム(益田川水系/農地防災ダム/供用後51年)で、流入河川、湛水区域及び下流河川における魚類、底生動物及び付着藻類の生息状況及び流速・水深・河床材料割合等の環境要因の調査を行った。両ダムとも底生動物や付着藻類の個体数や量に違いが見られず、益田川ダムでは流入河川で回遊魚であるウナギ、ウグイ、シマヨシノボリが確認され、嵯峨谷ダムではオオヨシノボリが確認された。



足羽川ダムの部子川では、ダム堤体及びダム洪水調節地により上流域と下流域に分かれる可能性があるが、予測区域における溪流的な河川では、既設の砂防堰堤や床止め等の横断工作物が多数あり、これらにより分断されていることから、新たな生息環境の分断は生じないと評価した。しかし、環境へ配慮したダム事業とするため、今後の堤体及び流木止等の附帯設備の詳細設計にあたり、上下流の連続性に配慮するとした。

(3) 試験湛水によるダム洪水調節地内の植生への影響

足羽川ダムでは、ダム洪水調節地内を含め建設に伴う樹木の伐採は最大約59,600m³となる。貯水型ダムと同様にできる限りの環境への負荷の削減と再生利用の促進を行う計画とした。伐採量の削減にあたっては、樹種毎の冠水の耐水性について他ダムの事例調査を行い、30日程度の根際以上の冠水であれば主な樹種の生育が維持されると考えた。よって、ダム洪水調節地内の樹木の伐採は、急激な環境変化に伴う影響を低減させるため計画的及び段階的に行い、また試験湛水等の冠水に対して生残すると思われる植生をできる限り残置するとした(図-11)。

益田川ダムでは、試験湛水が短く植生の早期回復が見込まれ、平常時は貯水しないため、富栄養化の懸念はないことなどから立木伐採は行われていない。試験湛水後は水没期間及び樹種を問わず活力が失われ、特に竹類は枯死が目立った。2年半余り経過した後は竹類は枯死のままであるが、落葉広葉樹林を中心に回復傾向にある⁹⁾。

足羽川ダムのダム洪水調節地内の樹林環境は、試験湛水によって失われた後、草地、先駆的樹林を経て落葉広葉樹林に移移すると評価した。しかし、部子山からの眺望景観の改変の程度の軽減も含め、樹林環境が早期回復するよう、在来種等の苗木を植樹等を配慮するとした。植樹にあたっては、動植物の生息環境の遷移や保全の観点から、専門家の指導及び助言を得ながら植樹する樹種の選定及び箇所を検討するとした。

6. おわりに

流水型ダムは、ダム下流河川への土砂供給が行われるが、ダム洪水調節地内に堆積した土砂(濁質)が貯水位低下時に巻き上げを起こし、洪水の種類によっては高濃度濁水の放流が短時間発生することを定量的に示した。また、今後の詳細設計及び試験湛水の検討を行う上で、堤体等では上下流の連続性を、また洪水調節地内では樹林環境の早期回復を配慮することが必要であるとした。

今後は、地域の環境に配慮した事業を進めるため、この検討を踏まえ、環境モニタリングを実施し、適切な対応を講じることが重要である。また、今後の流水型ダム事業において、環境モニタリング結果が科学的知見の基礎資料として活用できるよう調査の実施に努めたい。

なお、本報告の連名者は河川部水災害予報センターに異動前の河川部河川環境課での調査結果をとりまとめたものである。

謝辞：

足羽川ダムの環境影響評価の検討にあたり、多くのご指導及びご助言を頂きました国土技術総合政策研究所及び土木研究所の研究員皆様、並びに福井大学大学院 福原輝幸教授を委員長とする足羽川ダム建設事業環境影響評価技術検討委員会の委員皆様に、心より感謝致します。

参考文献

- 1) 一般社団法人 ダム工学会 近畿・中部ワキンググループ(2012)：ダムの科学 知られざる超巨大建造物の秘密に迫る
- 2) 河川事業環境影響評価研究会(1999)：ダム事業における環境影響評価の考え方
- 3) リザーバー(2006.12) (独)土木研究所 天野邦彦：貯水池の水質調査から水質対策まで
- 4) 近畿地方整備局研究会(2013調査・計画・設計部門No12)：足羽川ダム建設に伴うアジメドジョウの保全に関する調査について
- 5) 益田川ダムに関する Q&A 島根県土木部(2008.11)：益田川ダム(流水型ダム)の試験湛水と供用後の状況