

真名川ダムにおける「フラッシュ放流」の本格運用実施について

長谷 好孝¹・小原 侑也²

¹*近畿地方整備局 奈良国道事務所 樞原維持出張所 (〒634-0834奈良県樞原市雲梯町273-3)

²近畿地方整備局 九頭竜川ダム統合管理事務所 管理課 (〒912-0021福井県大野市中野29-28) .

2022年3月の「真名川ダム河川環境の保全のための操作実施要領」策定後、初めての本運用となった真名川ダムのフラッシュ放流を、2023年3月に行った。

本稿は、フラッシュ放流の実施状況とモニタリング結果、実施における課題や今後の展望について報告するものである。

キーワード 弾力的管理, 弾力放流, モニタリング

1. 真名川ダムの概要

真名川ダムは、福井県大野市に位置し、1965年9月の奥越豪雨を機に建設され、1979年より管理を開始した。総貯水容量1億1500万 m^3 、有効貯水容量9500万 m^3 の多目的ダムで、洪水調節と発電、不特定用水の確保を目的としている。ダムの型式は不等厚コンクリートアーチダムで、高さ127.5m、堤頂長357m、洪水調節容量8,900万 m^3 は日本で5番目に大きい。(図-1)

ダムの運用は、洪水期と非洪水期に分け、制限水位を2期(7/1~7/31, 8/1~9/30)設ける制限水位方式を採用している。(図-2)

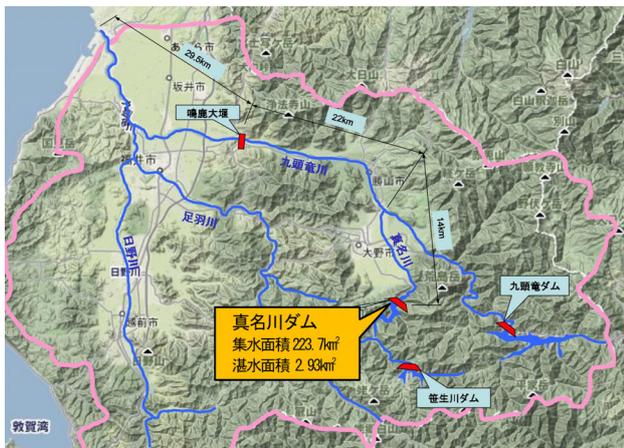


図-1 真名川ダム位置図

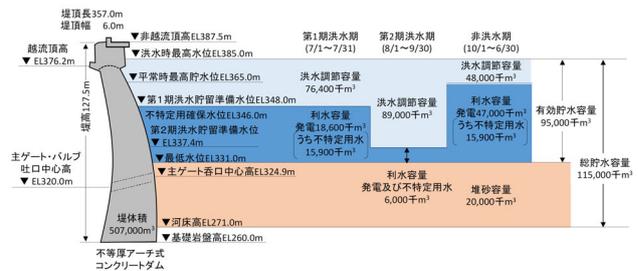


図-2 真名川ダム貯水容量配分図

2. 河川環境の保全のための操作実施要領策定まで

(1) 弾力的管理検討委員会の設置

管理開始後、ダムから下流約3kmが無水区間となり、地元から清流回復が強く望まれた。

1998年から「発電ガイドライン」に基づき、維持流量の放流を開始し、ダム下流河川の環境改善に寄与されたが、放流量が一定であり少量であることから、河川のアーマーコート化、魚のえさ場喪失等が課題となった。このため、2000年8月に学識経験者を含めた「真名川ダム弾力的管理検討委員会」(以下「委員会」という)を設置した。

(2) 弾力的管理運用試験(試行)の実施

2003年から、治水容量の一部を貯留し、フラッシュ放流などの環境用水に活用する「弾力的運用(試行)」を開始した。

試行では堆積した泥や付着藻類の剥離、攪乱環境の創出を目的とした「フラッシュ放流」、自然裸地の創出・維持を目的とした「置土」を実施した。

試行による河床攪乱や出水により、アユにとって比較的良好な餌環境が維持されていることが確認できた。

また、弾力放流と置土や伐木等が組み合わされることにより、適度な攪乱環境が創出され、礫河原を特徴づけるカワラハハコ群落が成立できたことが確認され、湿性植物のツルヨシ群落や水際に繁茂するヤナギ高木林が減少し、比高の高い箇所立地するオギ群落が増加した。このように河原植生が繁茂することで、生態系の多様性が高まることが確認された。

試行期間は2015年6月まで継続し、弾力運用の成果が得られたことを委員会で確認したことから、試験運用を終了した。

(3)本格運用の概要

a)活用水位

- ・制限水位プラス2.0mを限度
- ・洪水の恐れがあるとき、水位を低下させる事前放流判断基準を設定

b)活用放流期間

- ・融雪期の3月11日から4月30日の期間にその容量を活用
- ・ダム下流河川の保全に効果的な200m³/sを限度として6時間継続させる
- ・その自然出水再現放流で下流河川に適度な攪乱を与えることにより良好な砂州等を維持させる

(4)規則等の改定、操作実施要領の策定

弾力運用を本格化することに伴い、操作規則に反映する必要があることから、2020年10月に「真名川ダム操作規則」「真名川ダム操作細則」を改定した。

さらに、2022年6月に「真名川ダム河川環境の保全のための操作実施要領」を策定し、本格運用が可能となった。

3. 本格運用による「フラッシュ放流」の実施

本格運用が可能となったことから、2022年に活用貯留を行い、2023年3月14日に「フラッシュ放流」を実施した。

■「フラッシュ放流」の概要

- ・放流量は200m³/s、6時間とし、通常のダム放流と同様に下流放流制限値を遵守しながら放流量を4時間かけて増加させる。減少は急激な変動とならないよう、1時間かけて行う
- ・主ゲート（コンジットゲート）からの放流となることから「洪水警戒体制（第一警戒体制）」を発令する。
- ・放流開始は日の出後の午前7時、放流終了は日の入り時刻の午後6時とする。

- ・通常のダム放流と同様に、放流通知、警報巡視、サイレン吹鳴、スピーカによる警報放送、回転灯点灯を実施する。

4. 「フラッシュ放流」によるモニタリングの実施と結果

(1)調査項目

「フラッシュ放流」が真名川の物理環境および生物環境に与えた変化を把握するために、ダム放流後等に河川測量、物理環境調査および生物環境調査を行った。

調査項目は、河川横断測量、UAV測量（UAV撮影）、物理環境調査（現地状況調査、粒度分布調査）、生物環境調査（付着藻類調査、底生動物調査）とした。

(2)調査実施場所

次ページ（図-3）のとおり

(3)河川測量

河川測量では、真名川2.0k～4.0k区間で11測線、4.2k～6.8k区間で14測線、7.0k～9.0k区間で11測線、約200m間隔で横断測量を実施した。

2022年度成果と今回作成した横断図を重ねて示し、河床の変化を示した。

河床の形状について、既往調査と比較して概ね大きな変化はみられないが、測線によっては河床の低下や上昇が認められる。河床の低下が特に顕著なのは4.4kの約3m、7.0kの約2mである。また、河床の上昇が特に顕著なのは8.0k左岸側の約1m、8.6k左岸側の約1mから3mである。局部的に土砂の洗掘や堆積作用が働き、河床の微地形が変化していることが示唆される。

(4)現地状況調査

現地状況写真(定点：真名川の主要な地点(13地点))を地点ごとに時系列で整理し、各地点の時系列変化が確認できるようにとりまとめた。

(5)粒度分布調査

粒度分布調査においては、経年的な変化を把握する上で有効と考えられる箇所(弾力放流により水に浸る箇所)を選定し調査を実施した。

2.4k地点と8.7k～9.0k地点を比較すると、2.4k地点では礫質の割合が80%と8.7k～9.0k地点の62%に比べて大きく、経年的にも同じ傾向である。また、砂質など細かな粒径の河床材料は8.7k～9.0kのほうが多い。既往調査と比較すると、いずれの地点でも粗礫が減り、中礫や砂分が増えるなど、より粒径にばらつきがみられるようになっている。

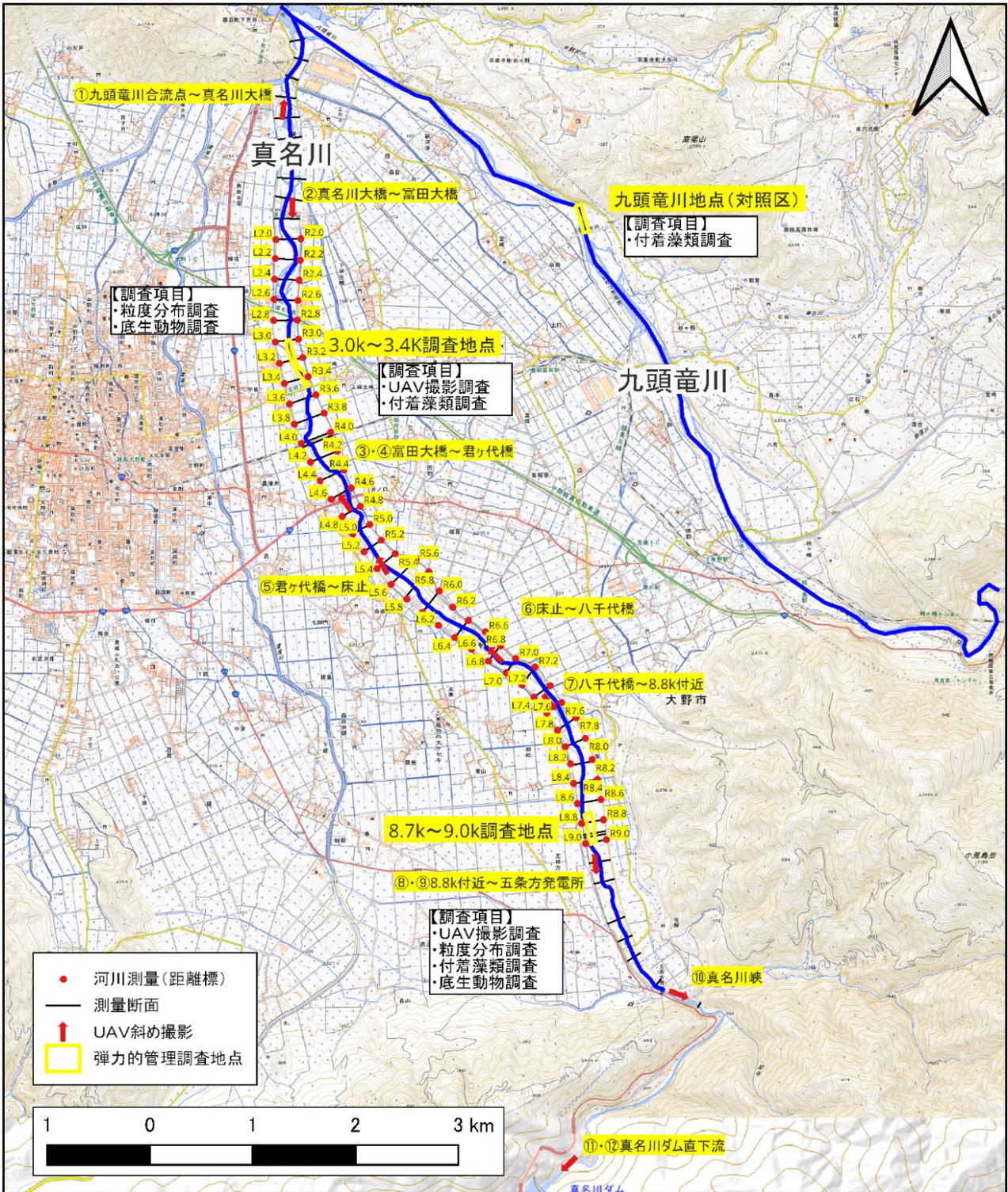


図-3 調査実施場所

(6) UAV測量, UAV撮影調査

UAV測量においては、24k地点と8.8~9.0k地点でUAVによる撮影を実施し、オルソ画像を作成した。積雪があったものの、今後の融雪・積雪の状況が不確定であったため、既往成果と同時期に実施した。

河川状況を経年比較するため、2022年度に斜め写真を撮影した箇所において、斜め写真を類似の画角で撮影し、

経年比較をおこない、瀬や淵、ワンド・たまり等の特徴な地形に変化がないことを確認した。

あわせて、横断測量、RWPおよび魚群探知機によって取得した標高データを活用し、DEM(Digital Elevation Model)データを整備後、さらに3次元点群データ整備後、さらに3次元点群データ整備を行った。

(7)付着藻類調査

付着藻類調査については、九頭竜川の1地点を対照区とし、真名川の2地点(3.4k地点と8.7~9.0k地点)の付着藻類およびアユのハミ跡について調査を実施した。

2022年度に見つかっている外来種ミズワタクチビルケイソウは今回確認されなかった。

付着藻類について、2022年度は7月、9月、10月に調査を行っており、対して2023年度は8月に調査を行っているため単純比較はできないが、優占種としてピロウドラソウが含まれていることや生きている藻類(クロロフィルa)の活性が死んでいる藻類(フェオフィチン)より高い状態にあること、土砂の堆積が確認されず十分にアユのハミ跡が確認されている状態であることは経年的に変化がないため、アユの餌としての付着藻類の状態に問題はないと考えられる。

(8)底生動物調査

底生動物調査については、真名川の2地点(2.4k地点と8.7~9.0k地点)において定量採集および実施定性採集を実施した。

重要種ヒラマキミズマイマイ(1種)と外来種コモチカワツボ(1種)が確認された。

指標種(2013年度成果で物理環境との関連性があると考えられている底生動物)の確認状況について、低撹乱な礫床河川に優占する造網型トビケラは、定量調査の個体数に大きな変化はない。一方で砂や石を好むとされる携巢型トビケラは定量調査で個体数の増加が確認されている。また、砂を巢材として利用するヤマトトビケラ科についても2.4k付近では定量採集において増加が確認されている。

8.7~9.0kは、定量採集において2回連続でヤマトトビケラ科が確認されていないことから、河床材料以外の要因(流速や水深など)により、指標種であるヤマトトビケラ科の生息数が少ない地点であると考えられる。

粒径の大きい粗礫の割合が減少していることが確認されており、底生動物の指標種の確認状況も含めるとアーマーコート化は進行していないと考えられる。

4. 考察

(1)1年間の河道の変化に関して

2022年と2023年を比較し横断測量で変化の大きかった地点として8.6kが挙げられるが、斜め写真では大きな変化は見られていない。また、現地踏査や現地調査時の確認の際も、特に大きな変化が確認されておらず、大きな出水もなかったことから、2022年から2023年にかけて河道の形状は安定していたと考えられる。

ただし、出水で流量が増加した際に、一部で河床の上

昇や低下が起こったものと考えられた。

オルソ画像を作成した2.4k付近の砂州と8.8k付近について比較をしてみても河道形状に大きな変化はないことが分かる。

(2)粒度分布と底生動物の指標種から見る河床材料の変化について

粒度分布は2.4kおよび8.7k両方とも粗礫の割合が減少している結果になっている(2.4k付近は過年度3.4k付近で採取)。それに対し、低撹乱な礫床河川に優占する造網型トビケラは、定量調査の個体数に大きな変化はない。一方で砂や石を好むとされる携巢型トビケラは定量調査で個体数の増加が確認されている。また、砂を巢材として利用するヤマトトビケラ科についても2.4k付近では定量採集において増加が確認されている。以上より、河床のアーマーコート化は進行しておらず、むしろ粒径の大きい粗礫が減少している状態であると考えられる。

8.7~9.0kは、定量採集において2回連続でヤマトトビケラ科が確認されていないことから、河床材料以外の要因(流速や水深など)により、指標種であるヤマトトビケラ科の生息数が少ない地点であると考えられる。

(3)付着藻類について

2022年度は7月、9月、10月に調査を行っており、対して2023年度は8月に調査を行っているため単純比較はできない。ただし、経年的に優占種としてピロウドラソウが含まれている(ピロウドラソウ細胞数とアユハミ跡指数は関係性があり、アユの摂食圧によりピロウドラソウが優占すると考えられている)。また、クロロフィルa(生きている藻類)の活性がフェオフィチン(死んでいる藻類)より高い状態にある。さらに、アユのハミ跡が十分に確認されている状態である。よって、アユの餌としての付着藻類の状態に問題はないと考えられる。

(4)3Dモデルについて

今回の調査では、粒度分布等の調査地点となっている2.4k付近と8.8k付近においてUAV調査を活用し、河床のデータをRWPなどにより取得し、横断面では把握できない面的な河道の状態の把握を試みた。データの足りない部分は内挿により補正しているため精度の低い部分も存在するものの、おおよその河床状態を把握することができた。これにより、水位が低下した場合にどのような流れになるかを予測することが可能になる。さらに経年的に河道の変化を詳細に把握することで、調査範囲や地点の選定に利用するなどの活用が考えられる。今回は代表的な調査地点として2.4kと8.8k付近を選定したが、重要種の生息・生育地などほかの地点でモデル化を実施

することも検討し、経年的な整理を行えば放流による河道の変化とそれに伴う底生動物や魚類の確認状況の変化を合わせた考察が可能である。

理と置き土の効果と有効性, Journal of Disaster Research, Vol. 13, No. 4, 691-701, 2018

3)真名川ダム弾力的管理検討委員会:真名川ダム弾力的管理委員会資料, 2016

3)国土交通省近畿地方整備局九頭竜川ダム統合管理事務所:事業概要

5. 今後に向けて

(1) 継続したモニタリングの実施

2023年度の調査において3Dモデルの作成を新たに実施した。

2022年度は中部縦貫道工事のため、2.4k付近で調査が実施できていなかったが、今後は調査箇所を2.4k付近に戻す方針とした。

底生動物調査は、放流前と放流後の底生動物相を比較することで、放流の効果をわかりやすく示すことができると考えられる(例:放流後に砂が堆積して砂底を好む携巣型トビケラの確認種が増加した)。よって2022年度および2023年度は秋季1回の調査であったが、調査を春季および秋季の2回とすることとする。春季のフラッシュ放流後と前年度の秋季調査結果を比較することで放流が底生動物に与える影響や効果を検証できると考えられる。

UAVによる空中写真撮影は1年ごとに実施しても河道内に大きな変遷がなければほとんど同じような写真となるが、経年的な放流による効果を検証するために毎年実施することが望ましい。よって、2.4k地点と8.7~9.0k地点及び斜め写真のみは毎年実施とし、全川におけるオルソフォトの作成は洪水後など必要に応じて作成することとする。

考察でも示した通り、3Dモデルの作成は経年的に取りまとめることで詳細な河床の変化を把握できるため、今後も継続して実施するとともに、重要種等の生息・生育地(例:アカザの生息する礫底)など、詳細な生息・生育条件を把握すべき地点で実施するのが望ましい。

(2) 継続した関係機関調整

今後もフラッシュ放流は継続的に実施する予定だが、関係機関の中には人為的な濁水・増水発生に否定的な意見を持つ方もいる。フラッシュ放流は真名川が川らしい姿を維持するために必要な取り組みであることを丁寧かつ、根気よく説明し、継続的に取り組んでいく予定である。

付録

* 前任地:九頭竜川ダム統合管理事務所 管理課

参考文献

- 1)村上智文:真名川ダムの弾力的管理に関するマニュアルの構築について,近畿地方整備局研究発表会論文,2014
- 2)松島克己,兵藤誠,柴田徳之,清水善浩:真名川ダム弾力的管