

ダムの弾力的管理における 活用効果と今後の課題

STUDY ON THE EFFECT AND FUTURE PROBLEMS OF FLEXIBLE DAM CONTROL

大杉奉功¹・尾澤卓思²

Tomonori OSUGI and Takashi OZAWA

¹正会員 (財)ダム水源地環境整備センター 研究第1部研究員 (〒102 東京都千代田区麹町 2-14-2)

²正会員 (財)ダム水源地環境整備センター 研究第3部長 (〒102 東京都千代田区麹町 2-14-2)

There has been a heightening of interest in the river environment in recent years, and it has led to increase the demand to improve require the environmental improvement of the recession area in the lower reaches of dam sites. As an effective method for improving the environment quality, the “adaptive management” has been taken on a trial basis, as a way to keep the high water quality in the downstream by flashing the water that is safely kept within the storage capacity for flood control. The trials of the method were conducted at 15 domestic dams in 2000, which turned out to reveal its effectiveness in improving the river landscapes and the habitat quality of fishes and attached algae. However, the inappropriate settings of the aim and the insufficient pre-investigations on the plan blinded those effects in some trials. The aim of this paper is, thus, to propose a guideline for investigating the testing hypothesis style. The application example to the improvement of the environment for upstream migration of fishes has turn out to show its effectiveness.

Key Word : flexible dam control, verification of effect , flushing flow , increase of maintenance flow discharge

1. はじめに

近年、環境への関心が高まる中、河川法の改正(1997年)、環境影響評価法の制定(1997年)等の法整備も行われてきた。こうした中で河川管理は洪水の安全性や水資源の確保のためだけでなく、豊かな河川環境の保全と整備も重要な目的としている。ダムによる環境への影響は社会的に注目されており、重要な課題である。ダムによる主な下流の河川環境の変化として、取水による流量減少区間の出現や出水頻度の減少(流況の安定化)、土砂供給の減少などがあげられ、それに伴い、付着藻類の剥離更新頻度の減少、河床のアーマー化、「よどみ」の発生等があり、水質・生物・景観などその影響は多岐にわたる¹⁾。

これら社会情勢等の現状より、ダム下流における河川環境の改善のため、既存ダムの一層の有効活用を図ることは重要な課題の一つである。ダム下流河川における環境改善の1手法として、ダムの弾力的管理試験の試行結果について報告する。

2. ダムの弾力的管理について

ダムの弾力的管理とは、洪水調節に支障をおよぼさない範囲で、降水量の多い梅雨や台風シーズンに空容量となっているダムの洪水調節容量の一部に流水を貯留し、既存ダムの洪水調節容量の一部を有効活用することでダム下流の河川環境の整備と保全に資するものである²⁾。

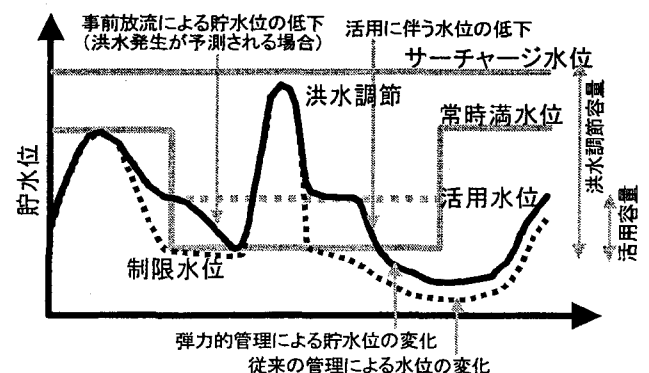


図-1 ダムの弾力的管理に伴う貯水池の水位変化模式図

ダムは弾力的管理によるダム貯水池の水位の変化について図-1に示す。洪水調節を目的に有するダムは、洪水期には洪水調節容量を予め空容量として確保しておき、洪水期に、この空容量を利用して洪水調節を実施している。弾力的管理では、このように平常時は空容量となっている洪水調節容量の一部において、流水を貯留できる新たな容量を活用容量と呼び、治水上の安全性に支障を来さない範囲で確保し、ダム下流の河川環境の整備と保全に資するよう適切に放流を実施する。

このため、弾力運用では、以下の点に留意する必要がある。

- a) 活用容量は、計画上確保されている洪水調節容量の一部を利用するという制約から、規模が小さく、新たに生み出される水量には限りがある。
- b) 洪水の発生が予測される場合は、活用容量内に貯留された流水を事前に放流しなければならないため、活用時期が不定期となる。
- c) 活用容量内への貯留は、貯水位が制限水位を上回る時期に限定されるため、安定的な利用は困難となる。

3. 平成12年度の実施状況と課題

平成12年度は安全面などの前提条件を満たす全国15ダム（うち建設省直轄ダムは13ダム）で計画され、状況条件の整った11ダムで実施された（表-1）。

(1) 活用目的

活用放流の目的は、各ダム個別の問題点や地元からの要望などを元に、表-1に示すように、ダムごとにそれぞれ設定されており、付着藻類や底生動物、魚類といった生息・生育環境の改善に関する項目から無水区間への放流による河川景観の向上など各ダムの特性に合わせて様々であった。

(2) 活用方法

活用方法は大別すると2種類に分けられ、維持流量の放流（増量放流も含む）とフラッシュ放流が行なわれた。これらは、ダム下流の河川環境の現状や地元の要望などを考慮して活用方法を決定している。平成12年度は、活用放流が実施された11ダムにおいて維持流量放流が7ダム、フラッシュ放流が4ダムであった。

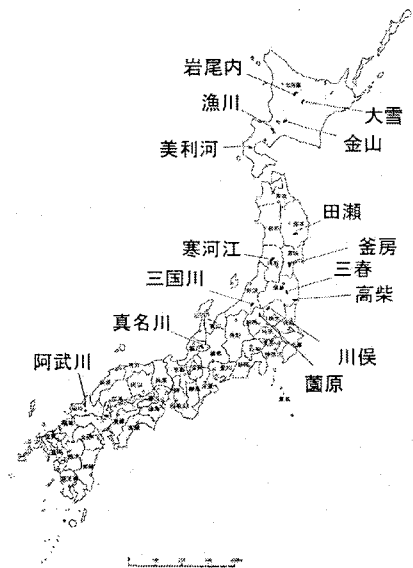


図-2 平成12年度ダムの弾力的管理試験計画ダムの位置

(3) 活用結果

活用放流によって、ダム下流の河川環境の改善に様々な効果が得られた。得られた効果の例として、維持流量の放流（増量放流も含む）による景観の改善、フラッシュ放流による付着藻類の剥離・更新、よどみの解消等が挙げられる。効果が得られたケースの具体例として、寒河江ダムと三春ダムの活用効果について紹介する。

表-1 建設省直轄13ダムの弾力的管理試験の実施状況と主な活用目的

ダム名	活用容量 (万 m^3)	活用方法	主な目的の対象	
釜房ダム	250	流況がよく実施しなかった	魚類の生息環境改善	清流の回復
寒河江ダム	170	フラッシュ放流(10、20、30 m^3/s)を17回実施	よどみ（浮遊した藻類）の解消	河床の有機物や泥の洗浄
田瀬ダム	300	維持流量(1.0 m^3/s)の放流を約25日間実施	魚類の正常流量の検討	無水区間の解消
三春ダム	113	フラッシュ放流(20 m^3/s 、2時間)を12回実施	付着藻類の更新支援	よどみの解消
菌原ダム	180	維持流量(0.3 m^3/s)の放流を約83日間実施	無水区間の清流回復	
川俣ダム	100	維持流量(0.1 m^3/s)の放流を約89日間実施	河川景観の向上	清流の回復
三国川	30	維持流量(0.5 m^3/s)の放流を約12日間実施	魚類の生息環境の保全	異臭（藻類の乾燥臭）の除去
真名川ダム	146(7/1-7/31) 110(8/1-9/30)	渇水で貯留できず、実施しなかった	付着藻類（アユの餌）の育成を改善	景観の向上
岩尾内ダム	360	フラッシュ放流(10 m^3/s 、2時間)を1回実施	よどみの解消	河床の有機物や泥の洗浄
金山ダム	110	維持流量(0.3 m^3/s)の終日放流を約92日間実施	水質の改善、維持	湿地への流水供給
大雪ダム	90	フラッシュ放流(4.0 m^3/s 、4.5時間)を9回実施	底生動物の生息環境の改善	水質の改善
漁川ダム	90	維持流量(0.3 m^3/s)の放流を約53日間実施	河川景観の向上	
美利河ダム	85	維持流量の増量放流(2.0 m^3/s)を約8日間実施	魚類の遡上・降下支援	水質の改善

a) 寒河江ダムの例

一よどみ（臭気、景観阻害）の解消に効果が得られたケース

【活用目的】よどみに発生する臭気、景観阻害の原因となる浮遊緑藻類の掃流

【活用実績】

延べ 200.4 万 m^3 を貯留し、6 月 16 日～10 月 10 日の活用期間に、122.7 万 m^3 を活用した。維持流量 $0.5\text{m}^3/\text{s}$ に対してフラッシュ放流（10、20、 $30\text{m}^3/\text{s}$ ）を延べ 17 回実施した。 $30\text{m}^3/\text{s}$ はダム直下においておおむね年 10 回以下の流量規模に相当する。

【活用結果】

よどみ内の浮遊緑藻類の掃流状況を写真-1 に示す。写真内の緑藻が、放流により消失していることが分かる。

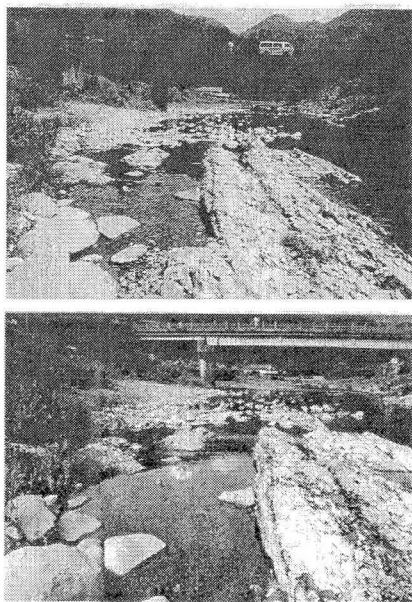


写真-1 浮遊緑藻類の流掃状況(平成 11 年度)
上:放流前、下: $10\text{m}^3/\text{s}$ 放流後

b) 三春ダムの例

一付着藻類の剥離・更新に効果が得られたケース

【活用目的】付着藻類の更新の支援

【活用実績】

延べ 113 万 m^3 を貯留し、6 月 11 日～10 月 10 日の活用期間に、113 万 m^3 を活用した。リフレッシュ（フラッシュ）放流（週 1 回 $20\text{m}^3/\text{s}$ 2 時間）を 12 回実施した。 $20\text{m}^3/\text{s}$ は年 10 回程度の流量規模に相当する。

【活用結果】

堤下直下の地点において、8 月 25 日に実施した人工付着基盤による調査結果を図-3 に示す。リフレッシュ放流後に付着藻類の現存量の指標であるクロロフィル量（生体量の指標³⁾）・フェオフィチン量（フェオ色素：枯死体量の指標³⁾）ともに減少したことから、古い藻類が剥離され、新たな藻類が成長する

環境が更新されたと考えられる。

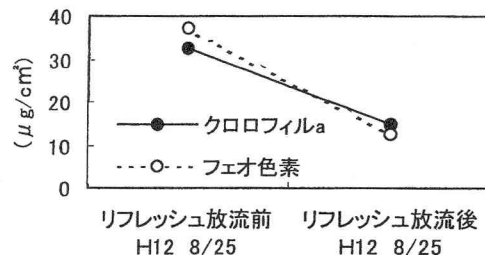


図-3 リフレッシュ放流前後のクロロフィルa、フェオ色素量の変化

効果が明瞭でなかったケースの要因としては、活用放流前後で結果の変化が小さかった、十分な放流ができなかった、効果の把握が的確にできなかったこと等が挙げられる。それらの原因として、十分な事前検討を行わずに目的、活用方法を設定したこと、仮説検証型で効果の把握を行わなかったこと等が考えられ、その詳細について次節に課題としてまとめた。

(4) 実施ダム全体の課題

平成 12 年度の弾力的管理試験の結果から、活用効果の検証をするにあたり、以下の4段階に分けて主要な課題を抽出した。

a) 活用目的

- ・活用容量や河川の現状に応じた目的設定がなされていない例がある。
- ・活用目的が具体的でなく、効果検証のための調査計画の設定が難しい。

b) 活用方法

- ・活用目的に対して設定された活用放流方法・流量で、効果が得られるかの事前検討が不十分である。
- ・放流量条件を変えるなどの複数ケースでの効果検討が不十分である。

c) 調査計画

- ・活用目的に即した調査計画が設定されていない。
- ・対象生物の生活史（産卵時期・遡上時期など）や季節変動を考慮した調査計画がなされていない。
- ・効果の検証に適した調査地点や時期であるかどうかの設定根拠が不明確である。
- ・調査目的が不明瞭な調査項目がある。

d) 効果の検証

- ・現状把握や事前検討が不十分なため、効果の検証ができない。
- ・活用放流前・放流中、放流後の調査が実施されていないと比較ができず、活用効果が把握できない。
- ・調査努力量、サンプル数などが不十分で定量的な評価ができない。

具体的には「河川環境の回復」「清流の回復」等目的が漠然とし、効果の検証が困難であるケース、河床構成

材が動くか水理計算等で検証⁴⁾せず、河床構成材調査を行うケース、景観調査で景観写真を撮影したのみで、客観的評価(景観の指標化⁵⁾)を行わないケース等が挙げられる。

以上のような課題例から、とくに注意すべきポイントは、弾力的管理は治水安全上問題のない範囲で容量を確保するという制約があり、活用容量や活用時期が限られていることを十分念頭に置いて、活用目的、放流方法、調査計画などを立案すべきであること、また事前検討を十分に行之、適切な調査計画のもと、具体的な効果を把握する必要がある、ということである。

4. 活用計画の検討

平成 12 年度の課題点を改善するため、弾力的管理の活用計画を立案する際の検討項目及び手順をフロー図(図-4)にして提案する。

弾力的管理の効果を的確に把握し、評価するためには水理計算など事前検討を十分に行之、効果についての仮説を立てて検証していくことが重要である。図-4に示した活用計画の検討方法は以下のような流れとなる。

a)現状の課題・問題点の抽出

ダムが直面している課題、問題点について地元からの要望、管理上の必要性、現地調査等により現況を把握し、改善すべき課題・問題点を抽出する。

b)活用目的の設定

抽出された課題・問題点に対して、治水安全上問題のない範囲で確保された活用容量の範囲で改善可能な内容を目的として設定する。

c)放流方法の設定

設定された活用目的を達成するため、水理計算等、既存資料・データによる事前検討を十分行之、問題解決のための必要条件を明確にする。次に活用容量をこの必要条件から放流方法を設定する。これを仮説として検証していくことにする。実験的に放流パターン(流量・回数等)を変更して検証していく方法も効果的である。

また、効果的な放流方法の設定が見込めない場合は、目的の設定までフィードバックすることも必要である。

d)調査計画の策定

設定された仮説の検証を目的として、対象生物の生活史(産卵時期・遡上時期など)や季節変動を考慮して、効果の検証に適した調査地点・時期・回数・方法を設定し、実施する。特に定量的な評価が可能な調査努力量、サンプル数、データの取り方を考慮することが重要である。

e)活用効果の評価

調査結果を受け、活用放流の活用方法によって目的が達成されたか検証評価する。適当でない場合は活用方法などの見直しを行なう。

以上の流れにそって、活用方法について十分事前に検討を行なって限られた活用容量を有効に放流することが

重要である。

5. 仮説検証型の調査計画検討の具体例

仮説検証型で実施した例として美利河ダムの具体例を示す。

(1)現状の課題・問題点の抽出

ダム下流の減水区間(約5km)では流量が減少しているため、水位の低下、水温の上昇が顕著である。これらの要因によりサクラマス等の大型魚類の遡上・降下が阻害されていること⁶⁾は十分推察される。また、平成 15 年には魚道が完成し、活用を図るためには、呼び水効果⁷⁾を含めた魚類の遡上期(例:サクラマス 7~10 月⁸⁾)におけるダム下流河川の流況改善が望まれる。

(2)活用目的の設定

a)活用容量の検討

過去 8 年間の 100m³/s を越える既往 17 洪水を対象に水位低下時間を検討した結果、安全に水位低下可能な活用容量として、85.6 万 m³が貯留可能となった。

b)活用目的の設定

上記活用容量を用いることが可能な期間とサクラマスの遡上・産卵時期が重なっていることから、減水区間の増量放流は効果が期待できるため、サクラマス等の魚類の遡上・降下支援を目的として弾力的管理を行うこととした。

(3)放流方法の設定

a)必要条件の設定

サクラマスの遡上に必要な水深 25cm の確保を必要条件とした。

b)放流方法の設定

減水区間におけるサクラマスの遡上に必要な水深 25cm をほぼ確保可能な流量を検討し、図-5のように 2.0 m³/s を設定した。活用容量 85.6 万 m³に対して 2.0 m³/s 放流は約 5 日間継続することが可能となる。

(4)調査計画の策定

仮説を検証するため、水位、流量の観測及び魚類調査を行うこととした。水位、流量観測から、魚類の遡上環

《仮説》

7 月 1 日~10 月 10 日の弾力的管理、活用容量 85.6 万 m³により、2.0 m³/s の増量放流を数回実施し、サクラマスの遡上に必要な水深を確保する。これにより、サクラマス等の魚類の遡上・降下の支援を図る。

境を把握し、魚類調査として、捕獲調査、潜水調査から、遡上・産卵する魚類を確認した。

(5)活用効果の評価

平成 12 年度は流況がよく、弾力的管理による放流は 3 回で延べ約 9 時間に相当した。日平均ダム放流量は 38 時間で 2.0m³/s 以上を保っていた。

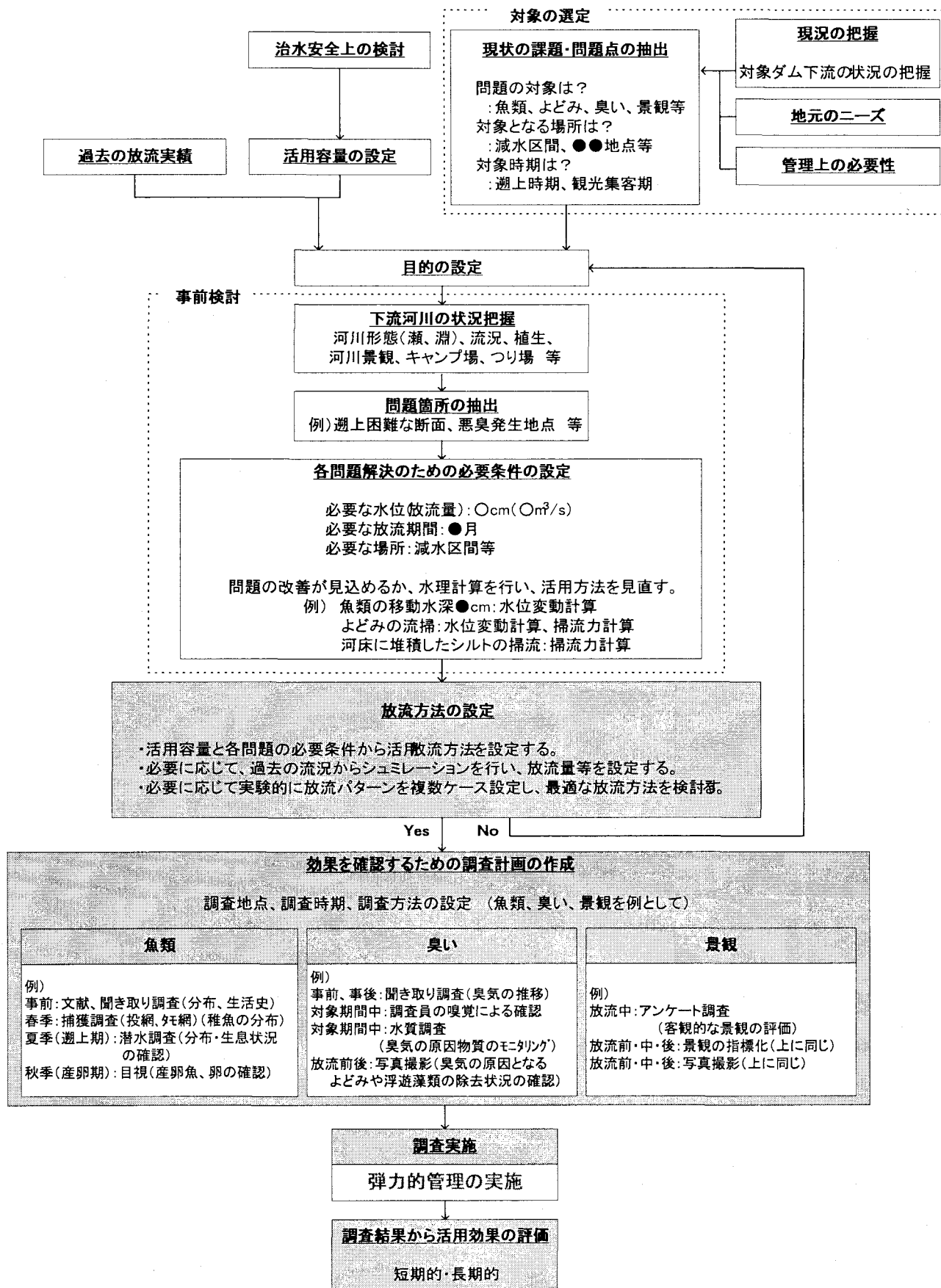


図-4 活用計画検討フロー

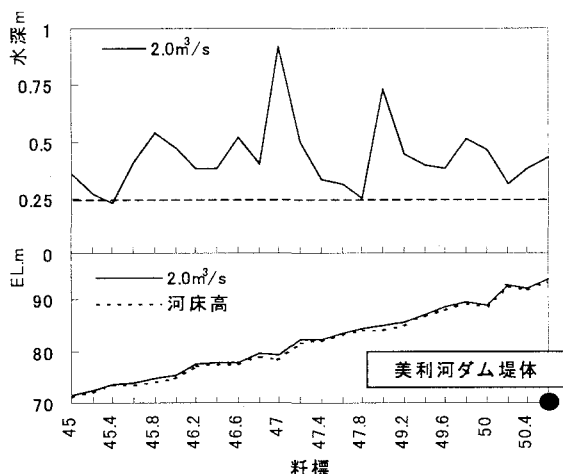


図-5 減水区間における流量と水深・水位の検討

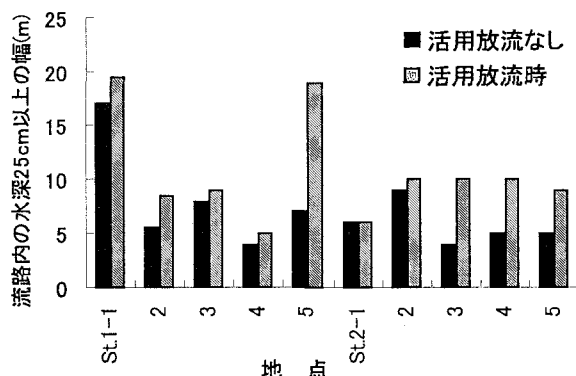


図-6 水位上昇によるネック断面における水深25cm以上の流路幅の変化

(活用なし: 0.5m³/s 放流時、活用放流時: 2.0m³/s 放流時)

表-3 潜水観察による魚類相変化結果

調査地点	St.2 (下流側)	
活用放流	活用放流なし	活用放流時
日付	7月13日	7月7日
流量	1.07m³/s	2.34m³/s
日平均水温	17.0℃	17.9℃
アユ	3	4
ウグイ類 (成魚)	10	62
ウグイ類 (幼魚)	2	53
スズエビ (幼魚)	-	7
ハカシガ (成魚)	1	-
フクドジョウ (成魚)	89	89
フクドジョウ (幼魚)	138	446
サクラマス(幼魚)	77	235

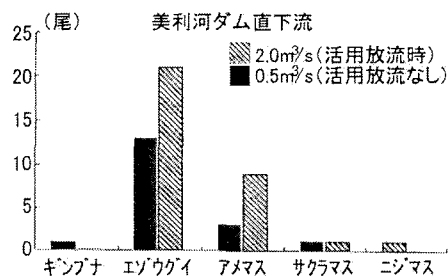


図-7 刺網調査結果の一例

《検証》

水位上昇によるサクラマス等の魚類の遡上・降下の支援については、2.0m³/sの放流によりサクラマスが遡上しやすい水深25cm以上の範囲が増えた(図-6)。魚類も潜水観察を実施した st.2 地点でウグイ類、フクドジョウ・サクラマス(幼魚)等の確認個体数が増加した(表-3)。刺網調査でも、エゾウグイ、アメマスが増加する傾向が認められた(図-7)。

6. おわりに

平成12年度の各ダムの結果から抽出された課題を改善するため、十分な事前検討の必要性和仮説検証型の方法を提案した。平成13年度は、これを活用して、効果的なダムの弾力的管理試験が実施されることを期待する。

謝辞: 本研究を進めるにあたり、貴重なご助言、ご指導をいただいた委員長の池淵周一京都大学防災研究所教授をはじめとする弾力的管理試験評価検討会の委員の先生方、データのご提供をいただいた、北海道開発局、東北地方整備局、関東地方整備局、北陸地方整備局、中部地方整備局、近畿地方整備局の各担当者の方々および表-1に示す各ダム管理所の方々ならびに調査研究にご協力くださった関係者の方々にこの場を借りて深くお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 辻本哲郎: ダムが河川の物理的環境に与える影響, 応用生態工学, 2(2), pp. 103-112, 1999.
- 2) 島田昭一、松田正實: 寒河江ダムの弾力的管理の試行実績(フラッシュ放流による河川環境改善の試み), ダム技術, No. 153, pp. 35-47, 1999
- 3) 秋山優、有賀祐勝他: 藻類の生態, 内田老鶴圃, 1986.
- 4) 大杉奉功、尾澤卓思他: フラッシュ放流による河川掃流効果に関する検討, 河川技術に関する論文集, 第6巻, 2000.
- 5) 島谷幸宏、皆川朋子他: 河川風景デザイン, 山海堂, 1994.
- 6) 森誠一: ダム構造物と魚類の生活, 応用生態工学 2(2), pp. 165-177, 1999.
- 7) (財)ダム水源地環境整備センター編: 最新魚道の設計, 信山社サイテック, 1998.
- 8) (財)リバーフロント整備センター編: 川の生物図典, 山海堂, 1996.

(2001. 4. 16 受付)