

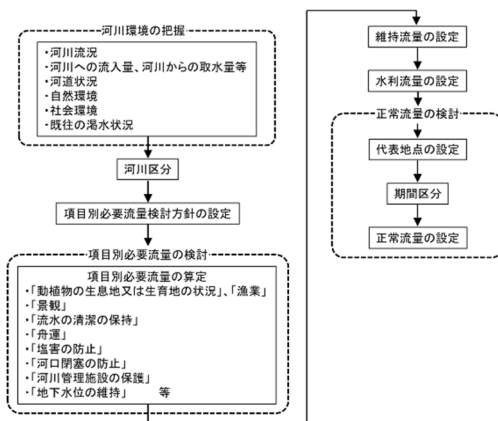
流量の変動を考慮した 正常流量の設定方法のあり方検討について

Consideration of the Nature of Methods to set Normal Flow Rates taking into account Flow Fluctuations

自然環境グループ 研 究 員 川上 北斗
自然環境グループ 主任研究員 内藤 太輔
主席研究員 西村 雄喬

1. はじめに

正常流量¹⁾とは、1年365日を通じて河川における流水の正常な機能の維持を図るための河道内流量である。しかし、現状の全国河川における正常流量の検討では、「渇水時に確保すべき流量の設定」ととどまっている。また、当該手引き内でも、動植物の生息地または生育地の状況等に対して重要な「流量の変動」については、今後の確立に努めることとされている。さらに、動植物の生息地または生育地の状況による流量設定にあたっては、渇水時に対象とする種（魚種）が河道の中で水深が小さくなる瀬において必要な水深を確保することを基本に設定するものとされている。



図－1 正常流量の設定手順

以上の背景を踏まえ、流量の作用が生物種や生息、生育、繁殖の場に及ぼす影響等の知見を幅広く収集し、正常流量の取り扱いに関する課題の整理を行い、流量の変動を考慮した正常流量の設定方法のあり方について検討した事例を示す。

2. 事例収集及び課題整理

流量の変動を考慮した正常流量の設定方法のあり方

を検討するにあたり、流量の変動や、その管理手法等に関する知見収集を行い、正常流量の取り扱いに関する課題を整理した。

2-1 既往の技術基準類等の知見収集

河川に関しては、河川砂防技術基準（調査編）において、正常流量の検討手法に対して流量変動およびそれに伴う河道攪乱の重要性が示唆されている。一方、ダムにおいては、非洪水時に洪水調節容量等として貯留した河川水を事前放流等の機会に有効に放流することによる、ダム下流河川の流況および河川環境の回復を図る取組みがなされており、「ダムの弾力的管理試験の手引き（案）（H15.4）」により具体手法が示されているものの、生物種への作用といった観点での言及や技術検討については限定的である。

また、平成19年度の政策レビュー²⁾においては、河川環境の整備・保全の取組みに関する全体評価や今後の方向性が報告されており、その中で「今後の流量変動等を踏まえた新たな正常流量の設定手法の確立」および「ダムの弾力的管理が対象とするべき環境改善の目標レベルの検討」の必要性が示されている。

さらに、令和6年の提言³⁾では、河川のダイナミズムのあり方について、各河川の既往調査結果（水理・水文調査や河川水辺の国勢調査等）や河川事業を通して得られた知見を踏まえ、流量変動や土砂動態について、年間の変動の幅や河道内攪乱の発生頻度など、河川やその区間ごとに検討することや、その確保のあり方（河川環境の目標）の検討を進めることが支持されている。

なお、既往文献等においても、正常流量や流量変動に関する知見が整理されている⁴⁾⁵⁾。

2-2 流量変動が及ぼす河川環境への影響や応答に関する知見収集

正常流量の検討においては、前述のとおり、魚類の

情報や瀬の水深等を確保する手順については充実している一方、その他の種や生息場の情報については限定的となっている。そのため、魚種を含めたそれ以外の種や生息場に関して、流量の作用の影響や応答に関する関連情報⁶⁾⁻¹²⁾を抽出し整理した。

また、正常流量で管理するような渇水から平水や、平常時の数倍程度の小規模洪水、平均年最大流量等の中規模洪水、施設規模や計画規模等の大規模洪水といった流量規模毎の、生息場や生物の反応を段階的に整理した。

表－１ 流量の作用に関連する生息または生育条件等（抜粋）

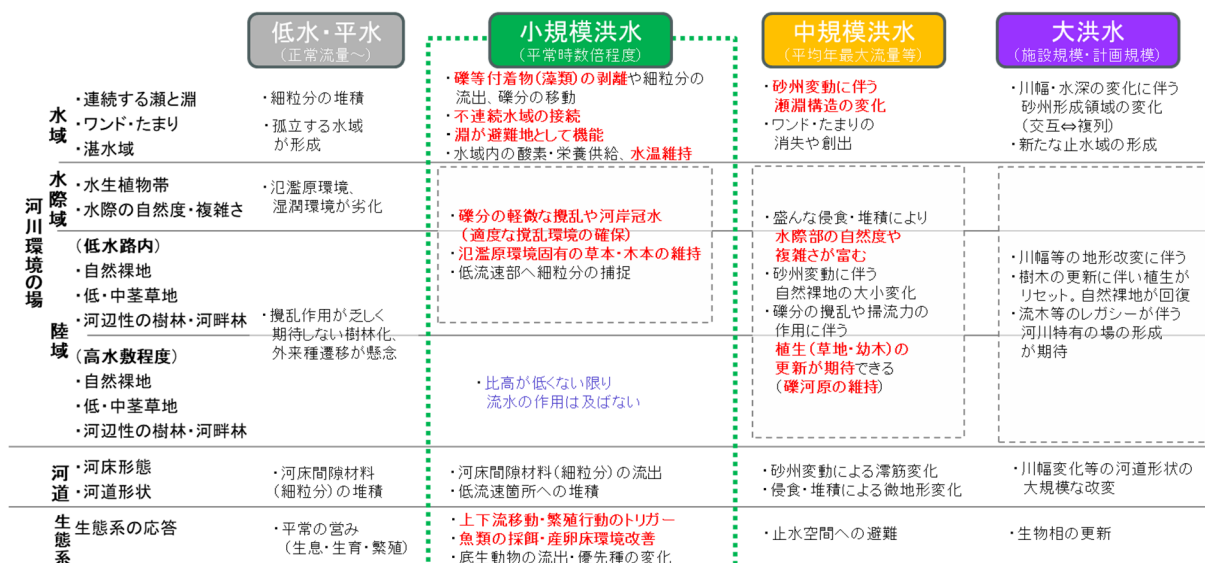
種名	生息条件等
魚類全般	・春出水は、魚類の遡上及び産卵のトリガーとなる ・大型洪水時は、魚類に回避と産卵のきっかけを与える ・大型洪水時は、魚や水鳥のために新たな餌を得る機会を提供する
水生生物全般	・春期の増水時にワンドや高水敷の草地などが冠水あるいは増水することにより、本川と連続し、ワンドやタマリで生活史の一部として利用する生物の存続を維持する ・平常時の数倍以上の河床堆積物が掃流する程度の出水時において、底質に堆積した細粒土砂の掃流により底生動物ハビタットが改善される
藻類全般	・平常時の数倍以上の河床堆積物が掃流する程度の出水時において、比較的軽い河床付着物や堆積物の掃流、付着藻類の剥離が起こる ・河床材料の移動を伴う出水（一般に、無次元掃流力$\tau^* > 0.06$）により、河床材料の移動に伴う付着藻類が剥離する
植物全般	・裸地が維持されるためには、少なくとも2～3年に1回は、無次元掃流力が0.05を超える洪水が発生する必要がある
河道・生息場の応答全般	・（2～3年に一度の規模の出水） ・瀬や淵等の川の形を形成する ・水際域の侵食・堆積により砂州を形成する（5年に一度の規模の出水） ・階段状河床型の淵を形成する ・（大規模な出水（数年～10数年に一度）） ・砂州の移動に伴う植生帯が破壊され、裸地河原を再生する ・河原に依存して生育生息する生物を保全し、生物の多様性を維持する

2－3 正常流量の取り扱いに関する課題

前述の知見の収集結果を踏まえると、表－2に示すとおり、正常流量の取り扱いに関する現状の課題と検討するにあたっての留意点等が挙げられる。先に述べた多様な種・多様な生息場に注目した流量設定の必要性に加え、ダム等の施設の流量制御で再現しうる流況に限界がある点についても認識する必要がある。

表－2 正常流量の取り扱いに関する課題

課題	流量の取り扱いに関する課題	正常流量検討の手引き(案)の改定上で検討すべき事項・留意点等	備考
①	正常流量の検討の基本は渇水時に確保すべき流量に限定	平常時や洪水時といった多様な流況の再現について検討する必要がある(⑧と重複)	正常流量検討の手引き(案)
②	河川環境(生物種)に関する検討は魚類に着目したものに限定	魚類の他、生態系全体(多様な種)を包含する流量設定を検討する必要がある	正常流量検討の手引き(案)
③	河川環境(生息場)に関する検討は瀬に着目したものに限定	多様な生息場や河道の状態への好ましさに着目した流量設定を検討する必要がある	正常流量検討の手引き(案)
④	流量変動の河道の擾乱としての性質の指標としての評価の必要性	生態系・生息場に対して好ましい流況(擾乱の要素)を検討する必要がある	河川防犯技術基準 調査編
⑤	擾乱を確保するための場の整備によるアプローチと、流量変動等の確保によるアプローチの両立の必要性	流量制御による適用限界について整理し、実現可能な管理手法を検討する必要がある(場の整備への引き継ぎ・連携)	あり方検討会提言
⑥	望ましい流量変動等の河川環境の目標としての明確化の必要性	流量変動の要素を考慮した計画・目標の明確化が必要である	あり方検討会提言
⑦	流量の大小により生息場の規模が大小する(例:陸域が減少・浅場の水深が増大等)	流量変動の作用に対する生態系・場の応答について整理する必要がある	鳥谷(2000)
⑧	平常時や洪水時や特定期流量の他、年1回以下の洪水や年数回以上発生する中小出水、日変動等の細かい時間スケールの変動量の考慮に余地がある	平常時や洪水時といった多様な流況の再現について検討する必要がある(①と重複)	白川(2003)
⑨	環境用水(流量)の適用にあたっては流量、タイミング、頻度、継続時間、変化率に着目が必要	生態系や生息場に好ましい、流量、タイミング、頻度、継続時間、変化率に着目する必要がある	天野(2009)・篠崎(2019)
⑩	土砂還元には河川環境の増進効果と、対する負の影響の考慮が必要	土砂還元の実施を併用した流量制御による河川環境管理を検討する必要がある(土砂還元対策への引き継ぎ・連携)	荻原ら(2016)
⑪	(ダムの弾力的管理)対象区間(効果確認箇所)は、ダム直下流付近(SGM～1)が多い	流量変動の作用の河道への影響範囲を把握し、期待した効果を検討する必要がある(ダムの弾力的管理への引き継ぎ・連携)	ダムの弾力的管理整理事例
⑫	(ダムの弾力的管理)対策実施の目的設定上で具体的な対象種を定めている事例は少ない	保全対象とする種を明確にした流量設定を検討する必要がある(ダムの弾力的管理への引き継ぎ・連携)	ダムの弾力的管理整理事例
⑬	(ダムの弾力的管理)場の創出(環境上の課題認識)は、ダム下流の減水区間における景観回復や生物生息環境回復に終始している	保全対象とする生息場を明確にした流量設定を検討する必要がある(ダムの弾力的管理への引き継ぎ・連携)	ダムの弾力的管理整理事例
⑭	(ダムの弾力的管理)放流の規模(流量・頻度等)はダムの容量見合いで設定されている	流量制御による適用限界について整理し、実現可能な管理手法を検討する必要がある(ダムの弾力的管理への引き継ぎ・連携)	ダムの弾力的管理整理事例
⑮	(ダムの弾力的管理)河道への作用(流速・掃流力等)に基づく検討事例は乏しい	流量制御による適用限界について整理し、実現可能な管理手法を検討する必要がある(ダムの弾力的管理への引き継ぎ・連携)	ダムの弾力的管理整理事例



図－2 洪水流の作用と河川環境の応答の関係性

3. 流量の変動を考慮した正常流量の設定方法のあり方

前述の課題に基づき、流量の変動を考慮した流量を設定するにあたってのあり方、検討すべき視点や方法を検討した。手引き（案）で示されている「河川環境の把握」「項目別必要流量の検討」「正常流量の検討」の3段階での検討を対象とした。なお、今回は、河川生態系の回復を目的とし、「項目別必要流量の検討」においては、生息場に関する項目を対象としており、「正常流量の検討」における維持流量の検討に限定している。

「河川環境の把握」においては、大きく分類して流況と河川環境の場の2種の把握が必要である。流況については、渇水時等の特定の条件のみではなく、自然流況の指標（RVA等）¹¹⁾により季節性や変動の大小等の河川本来の流況特性を整理することが重要である。一方、河川環境の場については、瀬・淵に限定されない河川環境の場の情報を充実させることが重要であり、河川環境情報図や河川環境管理シート等を活用した網羅的な整理を行う必要がある。

「項目別必要流量の検討」においては、渇水時等に生息場に対する障害を生じさせず、かつ必要に応じて生物の生活史やハビタットの状態として好ましい変動の要素を含む流量設定を行うことが望ましい。そのため、図-2のように自然流況を回復させた場合の、生息場を含む河川環境への効果を評価するとともに、流況のシナリオ（渇水時、平常時、洪水時）毎の評価項目を整理し、ダム等の流量制御による作用等を評価することが重要である。また、底生動物や植生、付着藻類等を含め、依存する河床環境や河岸・水際部の冠水・攪乱の状態等を多角的に捉えて総合的に評価する必要がある。

「正常流量の検討」においては、河川を区分した区間毎の維持流量を設定したうえで、河川の低水管理を行う基準地点における正常流量を設定する必要がある。当該検討に流量の変動を考慮すると、維持流量の検討時点で、前述の自然流況およびダム等の施設操作による流量制御の範囲を踏まえ、区間別・期別の弾力的な基準値を設けたうえで、この基準値を対象に水理流量等を考慮した正常流量を設定する必要がある。なお、ダム等の人為的な流量制御による河道への流水の作用が限定的である場合は、その受け皿となる河道を冠水や攪乱が期待できる形状とする等の工夫と合わせて検討することも重要な視点である。

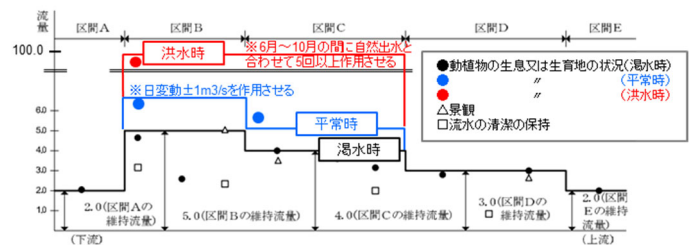


図-4 区間別の弾力的な維持流量設定イメージ

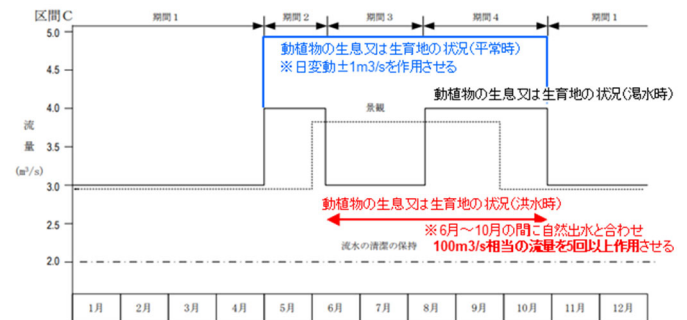


図-5 期別の弾力的な維持流量設定イメージ

4. おわりに

本検討では、流量変動を考慮した正常流量の設定方法のあり方を検討した。正常流量で解決を図ろうとする課題や目的等は、河川整備計画等の目標設定と連動し、相互の反映を図ることが有効である。また、流量変動を考慮した流量管理においては、ダムの弾力的管理といった既往の手法を活用する他、流量の作用を応用した土砂還元や河道の作り方と組み合わせることにより、効果の増進や支援、運用の持続可能性を高めることが期待できる。そして、実運用と合わせたモニタリングにより改善検討を行い、正常流量の順応的な変更や運用が継続的に進められることが望まれる。

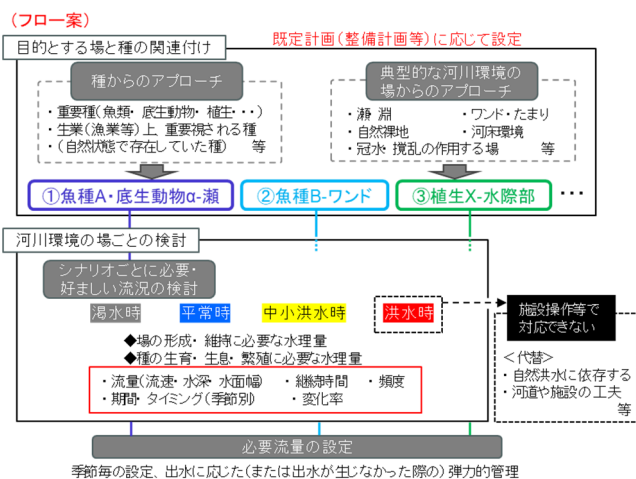


図-3 生態系・生息場への好ましい流量変動を考慮した項目別必要流量の設定（案）

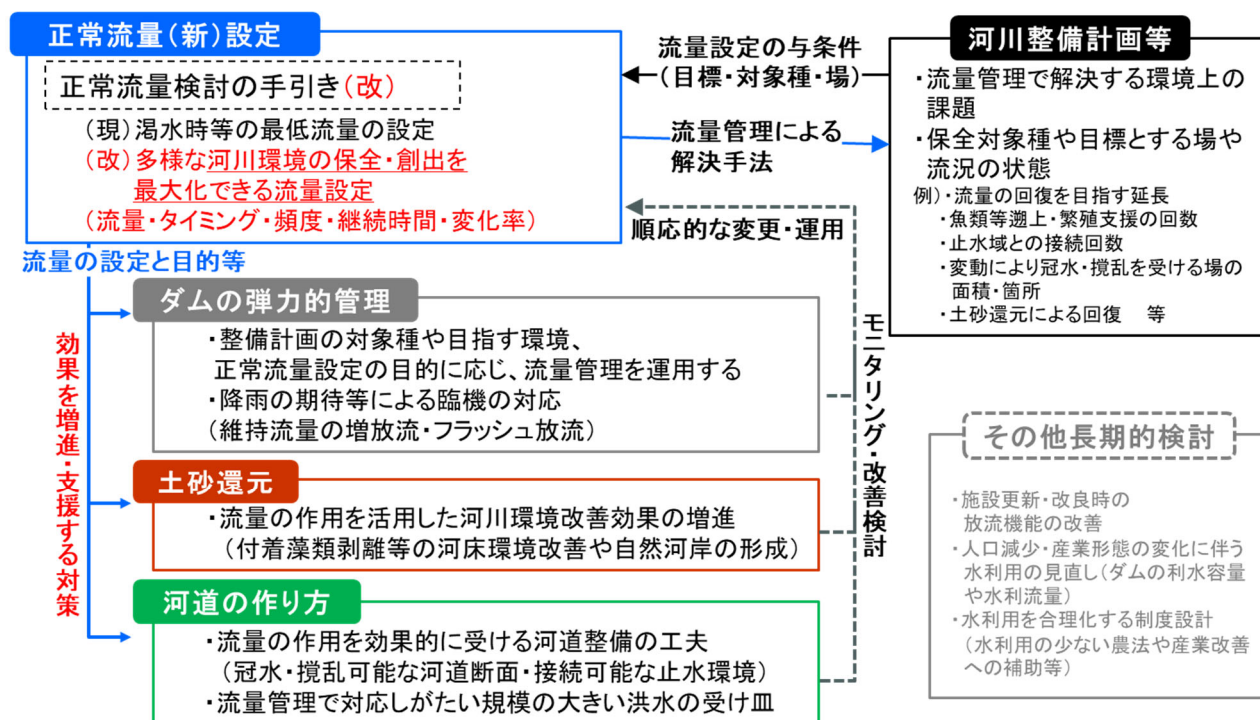


図-6 今後の流量管理のあり方イメージ

最後に、本稿の作成にあたり、ご指導いただいた国土交通省水管理・国土保全局および国土交通省四国地方整備局に、厚く御礼申し上げます。

<参考文献>

- 1) 国土交通省河川局河川環境課：正常流量検討の手引き(案)，2007
- 2) 国土交通省：河川環境の整備・保全の取組み-河川法改正後の取組みの検証と今後の在り方，2007
- 3) 生物の生息・生育・繁殖の場としてもふさわしい河川整備及び流域全体としての生態系ネットワークのあり方検討会：「生物の生息・生育・繁殖の場としてもふさわしい河川整備及び流域全体としての生態系ネットワークのあり方」提言，2024.5
- 4) 島谷：河川における正常流量設定手法に関する近年の動向と課題-動植物の保全を中心に-，2000
- 5) 白川ら：環境用水の概念整理と水文統計的設定手法の利用可能性について，2003
- 6) 建設省土木研究所環境部 自然共生センター：流量変動が生物に及ぼす影響に関する実験的研究-河川技術に関する論文集-，2000.6
- 7) Sandra Postel, Brian Richter：Rivers for Life -Managing Water for People and Nature-，2003
- 8) (財)河川環境管理財団：平成16年度 生物の生息環境と流量変動に関する検討業務 報告書，2005.3
- 9) 天野：河川環境における変動の把握とその評価，2009
- 10) 篠崎：河川生態系における植物バイオマスに着目した全球環境流量評価方法の構築，2019
- 11) 萱場ら：ダムからの土砂供給が下流河川に生息する水生生物に及ぼす影響・効果の予測・評価手法の提案，2016
- 12) 巖島ら：九州の河川を対象とした流量レジーム特性の比較研究，2015