

恵那市街地の水害軽減に向けた取り組み ～阿木川ダム下流残流域の流出特性～

向井 健朗

独立行政法人水資源機構 木曽川上流ダム総合管理所 管理課

(〒509-7202 岐阜県恵那市東野字花無山2201-79)

阿木川の重要地点である大門水位観測所（以下「大門地点」という。）の上流域は、阿木川ダム流域だけでなく、支川の飯沼川流域も含まれている。飯沼川流域には、ダム等流水調節施設及び常時観測可能な水文観測施設が設置されていないことから、洪水時の流出量を詳細に把握することが困難な状況にある。したがって、流域面積比により想定した流量を飯沼川の流出量として見込み、これまで防災操作を行ってきた。今回、管理開始以降の36洪水を対象に飯沼川流出量を分析したところ、多くの洪水で想定を上回る流出傾向が確認された。本稿では、この結果から将来的に危惧される水害リスクと課題解決に向けた方針案を示す。

キーワード 洪水, 防災操作, 残流域, 流出特性, 流下能力

1. はじめに

阿木川ダムは、木曽川水系阿木川（岐阜県恵那市）に位置し、独立行政法人水資源機構が管理する中央遮水壁型ロックフィルダムである。洪水期（6月1日～10月15日）には16,000千 m^3 の洪水調節容量を備える制限水位方式の多目的ダムであり、阿木川ダムを含む木曽川上流ダム群が洪水調節を行うことにより、木曽川本川の治水基準点（犬山地点）において、基本高水のピーク流量16,000 m^3/s を12,500 m^3/s に低減させるものとして計画された。阿木川ダムは平成3年4月から管理を開始し、令和7年4月時点で34年が経過している。

2. 阿木川ダムの洪水調節

阿木川ダムは、洪水量を120 m^3/s とした一定量放流方式のダムであり、洪水調節容量16,000千 m^3 を用いてダム地点の計画高水流量850 m^3/s （年超過確率1/100）を120 m^3/s に調節する計画である（図-1）。

また、令和2年5月には、ダムの洪水調節機能の強化を図るため、関係機関及び関係利水者の理解・協力を得て「木曽川水系治水協定」が締結され、従前の事前放流による治水機能が強化された。これにより、大規模な洪水が事前に予測される場合には、本来の洪水調節容量16,000千 m^3 に加え、最大18,416千 m^3 の洪水調節可能容量

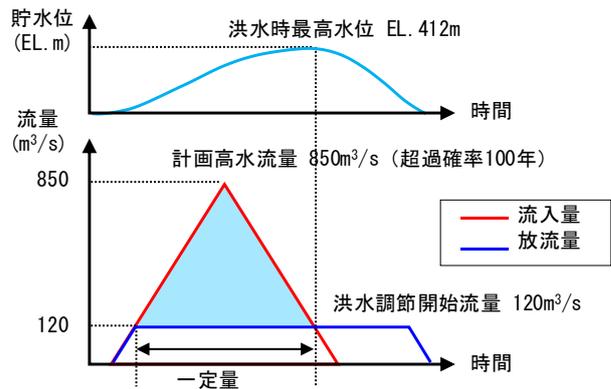


図-1 阿木川ダム洪水調節計画図

を備えることが可能となった。

記録に残っている中で、阿木川ダム管理開始以前における阿木川の既往最大流量は、昭和58年9月台風第10号の襲来によるものであり、ダム流域の総雨量は336mm、ダムサイト地点の最大流量は750 m^3/s を記録した。この洪水により、恵那市では住家破損5戸、床上浸水19戸、床下浸水250戸という甚大な被害が発生した¹⁾。

阿木川ダム管理開始以降は、令和6年4月までの33年間で計36回の洪水調節を実施している。このうち、最大の流入量は平成12年9月台風第14号（東海豪雨）によるものであり、ダム流域の総雨量は372mm、ダムへの最大流入量は743 m^3/s （計画高水流量の約87%）を記録した。この洪水は、先に述べた洪水（昭和58年台風第10号）と同規模の流入量となったが、阿木川ダムが洪水調節を実施

したことにより、恵那市街地において浸水被害等は発生しなかった。

3. 残流域（飯沼川流域）からの流出傾向

阿木川の重要な地点として大門地点があり、ダム防災操作時の基準地点であるほか、河川管理者（岐阜県）が水防警報、洪水予報を発表するための水防基準点となっている。大門地点の上流域は、図-2に示すように、大きく二つの流域に分けることができる。阿木川ダムが位置する「阿木川ダム流域（ $A_A=81.8\text{km}^2$ ）」と、ダム残流域の「飯沼川流域（ $A_I=22.7\text{km}^2$ ）」である。この飯沼川流域については、ダム等の流水調節施設がなく、また、常時観測可能な水文観測施設も設置されていないことから、洪水時の流出量を「時間的」かつ「定量的」に把握することが非常に難しい状況にある。そのため、阿木川流域との流域面積比により想定した流量（以下「想定流量」という。）を流出量として見込み、これまで運用を行ってきた。具体的には、阿木川ダムの流入量 Q_A （ m^3/s ）に、飯沼川流域と阿木川ダム流域の面積比（ $A_I/A_A=0.278$ ）を乗じたものを飯沼川流出量 Q_I （ m^3/s ）とするものである。したがって、 $Q_I=0.278Q_A$ であれば想定どおりの流出量となる。

今回、二山洪水を2洪水とみなした場合の既往38洪水を対象に、飯沼川の流出量を算定し、阿木川ダム最大流入量との比較を行った。ここで、飯沼川の流出量は、「大門地点の最大流量」から「阿木川ダム最大流入時の放流量」を控除したものとし、過去の洪水調節報告書の値を基に計算した。算出した飯沼川流出量 Q_I と、阿木川ダム最大流入量 Q_A を比較したところ、約89%（34洪水）において想定流量を上回る結果となった（図-3）。

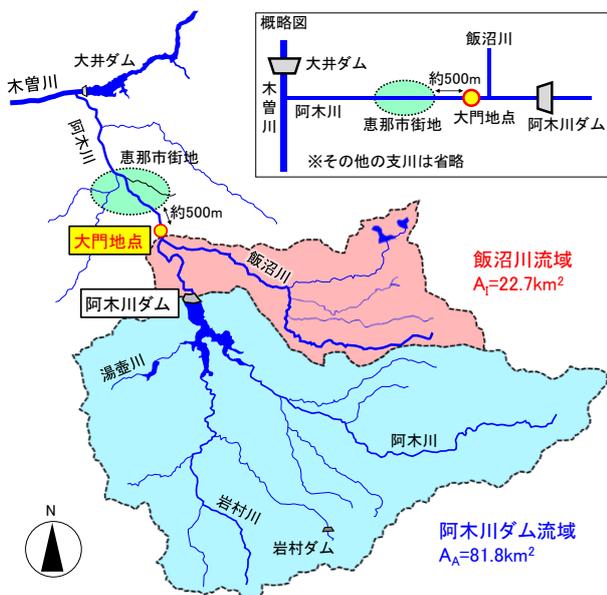


図-2 阿木川流域図（主要部分のみを表示）

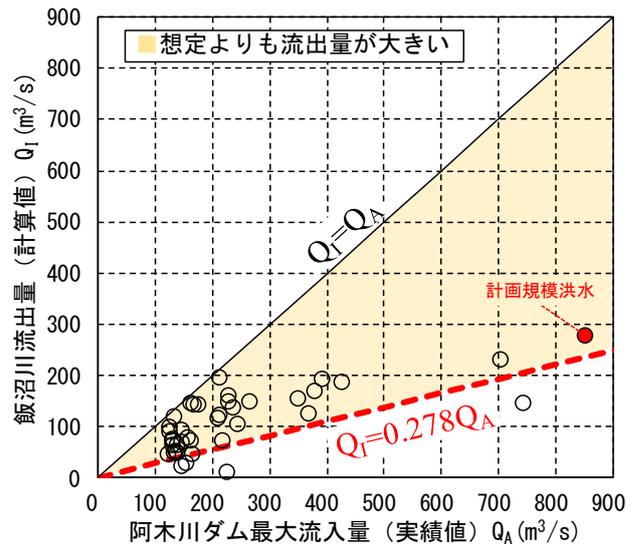


図-3 阿木川ダム最大流入量と飯沼川流出量の関係

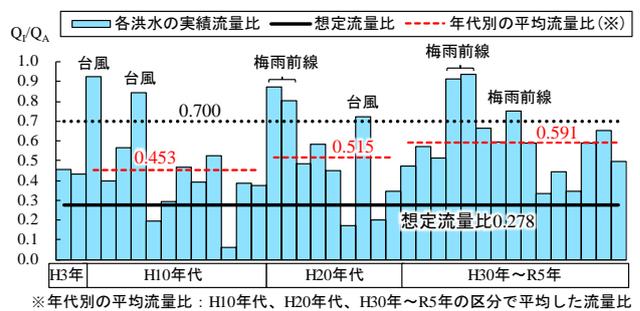


図-4 既往洪水における流量比の推移

次に、飯沼川流域と阿木川流域の流量比（ Q_I/Q_A ）を時系列で整理したものを図-4に示す。個々の数値には明確な傾向は見られないが、年代別で比較すると平成30年以降のすべての洪水において、想定流量比0.278を超過していることがわかる。特に、想定流量比を大きく超過した洪水（ $Q_I/Q_A \geq 0.70$ ）の原因に着目すると、平成10年代は台風起因の洪水が多かったが、平成20年代以降は前線起因の洪水が目立っている。

また、年代別の平均流量比は、いずれも想定流量比を超過しているほか、徐々に大きくなる傾向にあり、平成30年から令和5年における平均値は、想定流量比の2倍を超える0.591であった。

4. 大門地点の流下能力

平成30年時点における阿木川の流下能力を図-5に示す²⁾。阿木川の計画流下能力は、阿木川ダムの計画規模洪水に合わせて設定されており、ダム直下で $140\text{m}^3/\text{s}$ 、恵那市街地区間で $450\sim 600\text{m}^3/\text{s}$ を確保するものとなっている。平成30年時点で河川改修は概ね完了しており、阿木川ダムから木曾川合流部までの全区間において、左右岸ともに概ね計画値まで流下能力が確保されている。

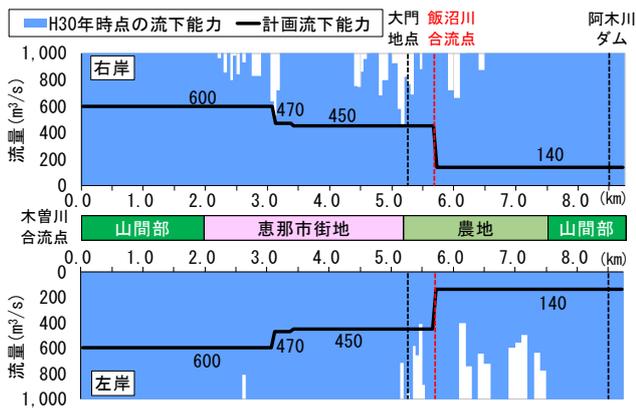


図-5 阿木川の流下能力図（平成30年時点）

しかし、河道の流下能力は常に一定ではなく、様々な要因により刻々と変化するものである。河川水位と流量の関係を表すものとして、一般的に水位流量曲線式（H-Q式）があるが、洪水による滞筋の変化、河床変動による河積（断面）の変化、樹木や植生の繁茂による粗度係数の変化等、河道の状態・変化を適宜調査し、必要に応じてH-Q式を見直していくことが望ましいとされている。

大門地点のH-Q式を図-6に示す。R6年に使用しているH-Q式（以下「現行H-Q式」という。）は、31回の流量観測データを基に作成しており、令和5年度における高水・低水流量観測データのほか、令和2年度及び令和3年度の高水流量観測データ、令和4年度の低水流量観測データを使用している。H-Q式を構成する観測データの相関係数は0.800以上が推奨³されているのに対し、現行H-Q式は0.996である。また、水位と河積の関係（H-A図）、水位と断面平均流速の関係（H-V図）を図-7のように整理したところ、これらも非常に高い相関を示したほか、年間を通じて一定の傾向が見られることから、現行H-Q式は非常に高い精度で河道を再現できていると言える。

しかし、概ね避難判断水位（H=2.60m）以上の水位帯については、流量観測データが不足しており、外挿によりH-Q式を作成している。よって、今後の流量観測においては、発生頻度が低い水位帯（避難判断水位を超えるような洪水）を確実に観測できるよう体制を強化し、H-Q式の精度を確認していくことが課題と言える。

また、大門地点のハイドロ特性、飯沼川の流出特性を詳細に把握していくためには、洪水ピークだけでなく、ピーク前後を含めた連続的な流量観測を行う必要があり、従来の浮子観測に加えて画像解析カメラ（STIV）や電波流速計、超音波ドップラー流速計（ADCP）等の次世代型観測手法の導入、飯沼川への危機管理型水位計の増設等も視野に入れた検討を進めていく必要がある。

また、河道内における土砂の堆積や樹木・植生繁茂等、流下能力に与える影響が大きい物理的な要因については、今後も継続して河川管理者（岐阜県）と情報共有を行い、

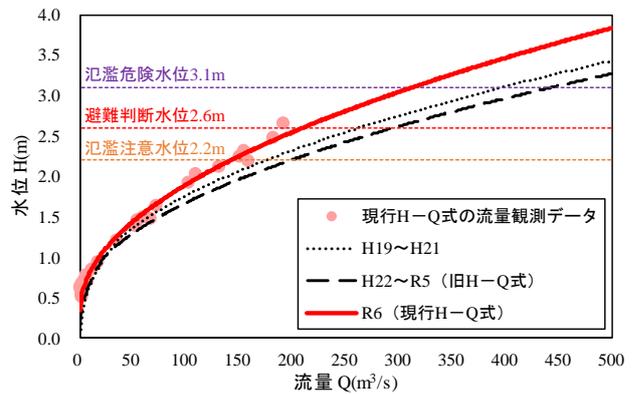


図-6 大門地点のH-Q図

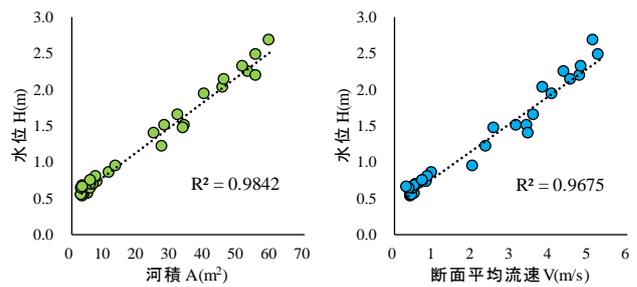


図-7 大門地点の水位と断面積及び断面平均流速の関係

流下能力を維持していくために相談・協議を進めていく必要がある。

5. 現況河道に基づくシミュレーション

先に述べた既往洪水の流量比（実績値）及び流下能力を用いて、恵那市街地における水害リスクのシミュレーションを行う。大門地点で設定されている氾濫注意水位、避難判断水位、氾濫危険水位を旧H-Q式（R5年までのH-Q式）及び現行H-Q式にて流量に換算し、既往38洪水との関係性を図-8のように整理した。旧H-Q式を用いたケースでは、38洪水のうち4洪水が避難判断水位を超える結果となったものの、氾濫危険水位を超える洪水は存在しなかった。一方、現行H-Q式を用いたケースでは、38洪水のうち22洪水が避難判断水位を超え、さらに3洪水が氾濫危険水位を超える結果となった。このシミュレーション結果は、当時は安全に流下できた洪水であっても、現況河道では安全に流下できない恐れがあるということを示唆している。

ただし、第4章でも述べたように、概ね避難判断水位（H=2.60m）以上の水位帯については、H-Q式の外挿による推定流量であるため、今回のシミュレーション結果が必ずしも正しいものとは限らない。今後、流量観測データの蓄積や、大門地点の上下流を含めた地形データ（縦横断測量成果等）により現況河道の能力を明らかにした上で、改めてシミュレーションを行っていく必要がある。

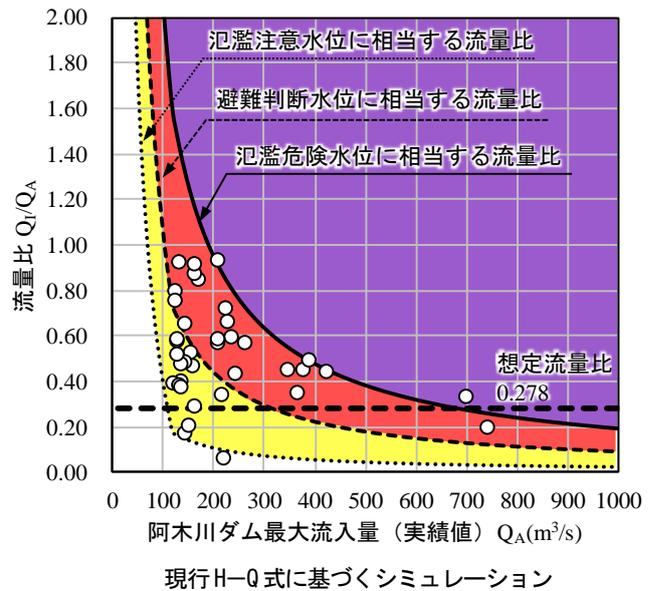
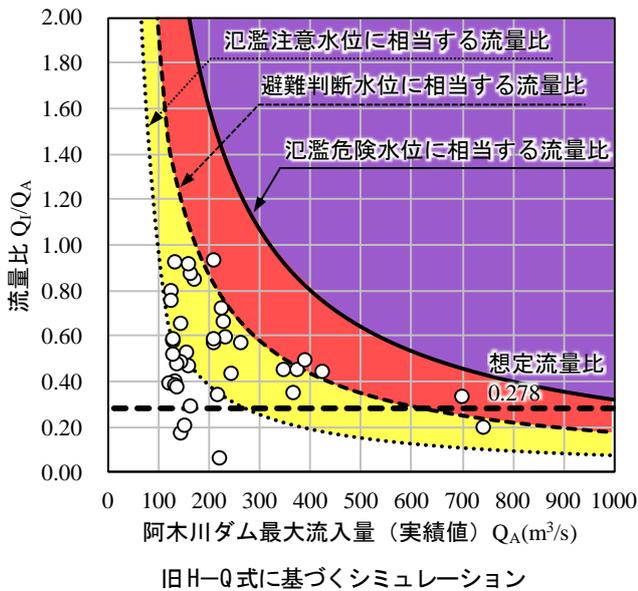


図-8 既往洪水におけるダム最大流入量と流量比の関係

6. 将来的に危惧される事象と今後の対応方針案

第5章のシミュレーション結果を踏まえ、将来的に危惧される事象と今後の対応方針案を以下のとおり示す。

(1) 現行 H-Q 式に基づくシミュレーション (図-8) により、各基準水位の超過頻度が変化することが示唆されたため、計画規模以下の洪水であっても、下流河川の状態を注視しながらダム操作を行う必要があると言える。そのためには、より高精度な降雨予測、流出予測が要求されることから、現在使用している分布型流出予測システムの精度向上に向け、検討を進めていく必要がある。

また、河川管理者等の関係機関も交え、ダムの柔軟的かつ効果的な運用方法 (例えば、下流河川の水位を低減させるための減量操作等) とその実現性についても相談・検討を進めていく必要がある。

(2) 各基準水位の超過頻度の変化は、基準水位の設定根拠である「リードタイム」へも影響を及ぼすと考えられる。この場合、下流自治体の防災計画 (避難指示等の発令時期) にも影響が生じてくることから、阿木川ダムで年2回開催している河川管理者 (岐阜県) 及び下流自治体 (恵那市) との防災担当者会議の場で情報共有を図り、相談・協議を進めていく必要がある。

また、令和元年度より毎年実施しているダム下流住民 (自治会) を対象とした説明会や、平成30年度より実施しているマスコミ関係者への説明会を今後も継続し、ダムの防災操作に加えて「飯沼川の流出特性」についても説明を行うことで、阿木川流域全体の特性について理解促進を図っていく必要がある。

(3) 阿木川流域の特徴のひとつとして、「洪水の急激な立ち上がり」が挙げられる。近年の洪水に着目すると、令和3年以降に発生した9洪水のうち、4洪水が2時間

以内に洪水量へ到達している。これに対し、操作規則に基づく増量操作 (ステップ操作) では、放流量を洪水量まで増加させるのに最短で3時間程度を要するため、先行的に貯留が生じてしまうという課題がある。ダムが本来持つポテンシャルを最大限に発揮するためにも、また、(1) で述べたような柔軟的かつ効果的な運用を実現するためにも、必要な時に必要な容量を空けておくことが重要であり、現行の操作規則に対する課題の抽出、改良の必要性やその実現性等を検討していく必要がある。

また、近年の取り組みとして、防災時には河川管理者 (岐阜県) 及び下流自治体 (恵那市) に対し、降雨予測や操作見込み等の情報提供を行っている。今後も継続することで三者の連携をより強固なものにし、恵那市街地を水害から守るために万全を期していくこととする。

7. まとめ

本稿では、阿木川ダム下流における残流域の流出特性について、従来の経験則との乖離、将来的な水害リスクについて触れるとともに、対応方針の一例について述べた。今後、ますます進展するであろう気候変動に備え、これまでの知見や経験則に囚われず、あらゆる可能性を視野に入れたダムの操作・運用方法を検討し、ダム管理の一助としていきたい。

参考文献

- 1) 恵那市：9・28豪雨災害誌，pp.17-19，昭和61年3月
- 2) 岐阜県恵那土木事務所：洪水浸水想定区域図作成 (国補正分) 委託報告書，平成31年3月
- 3) 国土交通省水管理・国土保全局：水文観測データ品質照査の手引き (改定案)，p.75，令和5年3月