

# 気候変動によるダム貯水池運用への影響に関する分析の試行

A Preliminary Analysis of the Impacts of Climate Change on Dam Reservoir Operations

研究第一部 次長 浅井直人  
研究第一部 主任研究員 最上友香子

近年、短時間降雨の発生回数の増加や台風の大型化や渇水の発生、渇水の発生などの温暖化の影響が顕在化している。本稿では、ダムの運用実績データに基づき、これらの気候変動によるダム貯水池運用への影響に関する分析の試行を行うこととした。

ダム貯水池運用の現況を把握するための主要要素としては、ダム貯水位・ダム流入量・ダム放流量（補給量）が挙げられる。ダム貯水池運用は洪水調節計画や利水計画に基づき行われており、実際の運用はこの計画を基本に、その時々々の流況や水需要に応じて判断・操作が行われている。このため、ダム貯水位とダム放流量（補給量）はこれらの操作の応答が反映されるものであり、ダム貯水池運用の結果（output）に相当する。

本研究では、ダム貯水池運用の前提条件（input）となる「ダム流入量」に着目した分析を行った結果、気候変動による降雨特性の変化が既に流況に影響を与えている可能性が示唆された。また、年間のダム貯水池運用との関連が深い年間総流入量と流況の季節変動を分析する指標として「流入量加積曲線」を提案した。  
キーワード：ダム貯水池運用、気候変動影響、気候変動への適応策

In recent years, the effects of global warming have become increasingly apparent, including an increase in the frequency of short-duration heavy rainfall, the intensification of typhoons, and the occurrence of droughts. This paper attempts to analyze the impact of these climate changes on dam reservoir operations based on actual dam operation data.

Key elements for understanding the current state of dam reservoir operations include dam water level, dam inflow, and dam outflow (replenishment). Dam reservoir operations are conducted based on flood control plans and water utilization plans. Actual operations involve judgments and controls made according to the prevailing flow conditions and water demand at any given time, using these plans as a foundation. Therefore, dam water levels and dam discharge (replenishment) reflect the responses to these operational decisions and correspond to the output of dam reservoir operations.

This study focused on analyzing “dam inflow,” a key input parameter for dam reservoir operations. The results suggest that changes in rainfall characteristics due to climate change may already be influencing flow conditions. Furthermore, we proposed the “accumulated inflow curve” as an indicator for analyzing the seasonal variation in annual total inflow and flow conditions, which are closely related to annual dam reservoir operations.

Key words : Dam Reservoir Management, Climate Change Impacts, Climate Change Adaptation Measures

## 1. 気候変動に関する背景と本研究の目的

近年、短時間降雨の発生回数の増加（図-1）や台風の大型化など、既に温暖化の影響が顕在化しており、今後、さらに気候変動により水災害の激甚化・頻発化が予測される。このような状況を踏まえて、「気候変動を踏まえた治水計画のあり方」提言（令和3年4月改訂）<sup>1)</sup>に基づき、気候変動を考慮した治水計画の見直しが進められている。本見直しにあたっては、実績降雨データから得られた確率雨量に過去の再現計算と将

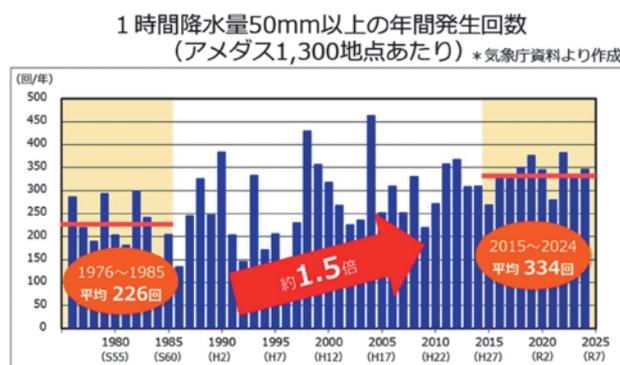


図-1 1時間降水量50mm以上の年間発生回数<sup>1)</sup>

来の予測の比（降雨量変化倍率）を乗じて、基本高水を設定するものとされている。<sup>2)</sup>

また、水資源管理の観点では、IPCC第6次評価報告書によると気候変動に係る継続的なデータ蓄積・評価が進められ、渇水リスクが増大する地域やその影響が早期に生じるなどとの予測が示されていること、将来の水資源では人口減少やライフスタイルの変化、産業構造の変化などによる水需要の変化、水災害の激甚化・頻発化への対応などダム容量等に対するニーズの変化、水道事業の厳しい経営状況も明らかとなってきたことから、「気候変動の影響の顕在化」、「水需要の変化と新たなニーズの顕在化」「大規模災害・事故による水供給リスクの更なる顕在化」に関して、水資源政策のフォローアップが行われ、国土審議会水資源開発分科会 調査企画部会より、「リスク管理型の水資源政策の深化・加速化について」提言（令和5年10月）<sup>3)</sup>がとりまとめられた。

さらに、令和7年6月に出された「流域総合水管理のあり方について」答申では、治水に加え利水・環境も流域全体であらゆる関係者が他者を尊重しながら協働して取組を深化させるとともに、流域治水・水利用・流域環境間の「相乗効果の発現」「利益相反の調整」を図り、一体的に取り組むことで「水災害による被害の最小化」「水の恵みの最大化」「水でつながる豊かな環境の最大化」を実現させる「流域総合水管理」を推進することとされている（図-2）<sup>4)</sup>。これらの取組みの推進にあたっては、ダムの新たな建設の適地が限られていること等から、既存施設の高度運用や有効活用の取組みの一層の強化が必要となる。具体の施策として挙げられている「ダムの運用の高度化等による水力発電の増強」「複数ダムの統合運用・容量再編」等の施策を管理ダムに展開するにあたっては、ダム運用の現況把握が不可欠である。

ダム・河川等の流況変化に関する既往研究には、大きく分けて「地球温暖化対策に資するアンサンブル気候予測をもとにした流出解析により考察がなされているもの<sup>5) 6)</sup>」と「実績の水位または流量から分析・考察がなされているもの<sup>7) 8) 9) 10)</sup>」がある。

近年では、水災害による被害の増大などにみられるように気候変動影響が顕在化してきていることから、後者の実績に基づく分析も多くみられている。実績データに基づく既往研究においては、日本全国のダムの流入量の長期変化傾向の分析結果から3月の流入量が増大し、5月の流入量が減少する地点が多いこと<sup>7)</sup>、個別ダムの検討では近畿地方のダムにおいて洪水期の貯水位低下の早期化や夏季の河川流量減少がみられる

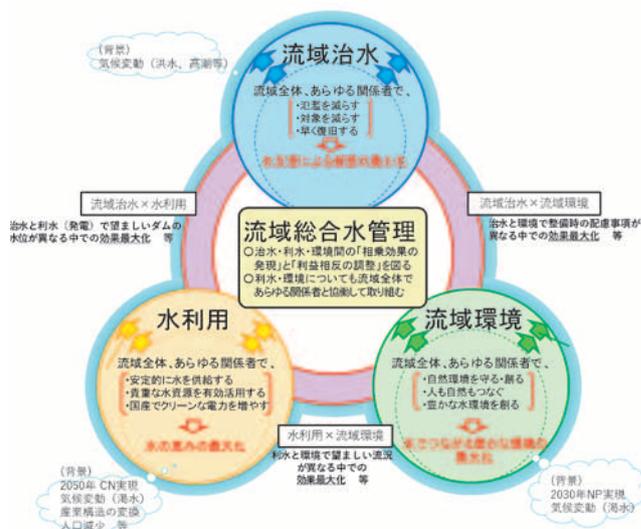


図-2 流域総合水管理の推進<sup>4)</sup>

こと<sup>8)</sup>などが確認されている。また、実績データに基づく分析にあたっては、ダム・都市化・ダム以外の治水施設や治水事業の影響を極力排除する必要があることが分析の課題として挙げられ、排除するためのデータ特定の方法の提案<sup>9)</sup>も行われている。

以上の関連施策や研究の動向を踏まえて、本稿では気候変動によるダム貯水池運用への影響に関する分析項目を設定し、各ダムで管理開始以降蓄積されてきた運用実績データを基に変化傾向等の分析を試行することとした。

ダム貯水池運用の現況を把握するための主要要素としては次の要素が挙げられる。

ダム貯水位・ダム流入量・ダム放流量（補給量）

ダム貯水池運用は洪水調節計画や利水計画に基づき行われており、実際の運用はこの計画を基本に、その時々々の流況や水需要に応じて判断・操作が行われている。このため、ダム貯水位とダム放流量（補給量）はこれらの操作の応答が反映されるものであり、ダム貯水池運用の結果（output）に相当する。

本研究では、ダム貯水池運用の前提条件（input）となる「ダム流入量」に着目することとした。

## 2. 分析方法

### (1) 分析の手順

日本全国の国土交通省所管の管理ダムより、気候特性が異なる地域に立地するモデルダムを選定し、その管理開始年以降の流量データを収集したうえで、(1)年最大流入量、(2)流況（豊平低渇）、(3)年間総流入量、

(4) 流出率を整理し、各ダムの変化傾向と全国的な傾向の推察を行うこととした。変化傾向の考察は、昭和末期10年間の昭和54年(1979年)～昭和63(1988年)(以降、「昭和末期10年間」とする)と近年10年間の(平成26年(2014年)～令和5年(2023年))(以降、「近年10年間」とする)の比較を基本に行うこととした。

## (2) 分析対象ダムの選定

分析対象ダムの選定条件は次のとおりとした。

### <選定条件>

- ・昭和末期10年間と近年10年間の比較を行うために、昭和54年(1979年)以前に管理を開始したダムを選定した
- ・上流の流況変化の要因を極力排除するために、管理開始以降に上流に新規ダムの設置がないダムを選定した

以上の条件を踏まえて選定した分析対象ダムを表-1に示す。

## 3. 分析結果と考察

(1) 年最大流入量、(2) 流況(豊平低渇)、(3) 年間総流入量、(4) 流出率の経年的なデータを整理した結果と、その変化傾向等についての分析結果と考察を以降にまとめる。なお、以降の結果は2.(1)で挙げた条件に基づき選定したダムにおける分析結果であり、各地方の特性を代表しているものではないことに留意が必要である。

### (1) 年最大流入量

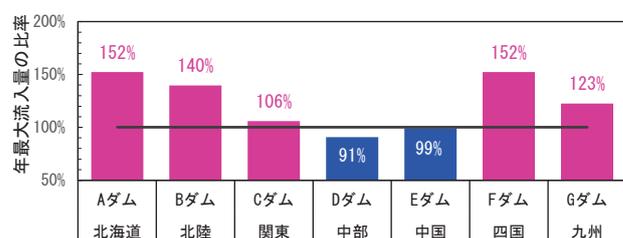
各ダムの昭和末期10年間平均を100%として、昭和末期10年間と近年10年間のそれぞれの年最大流入量の平均値の比率を整理すると図-3のとおりとなった。Aダム(北海道)、Bダム(北陸)、Fダム(四国)、Gダム(九州)において近年10年間の比率が1.2～1.5倍と大きい傾向となった。一方で、Cダム(関東)・Dダム(中部)・Eダム(中国)においては違いがみられなかった。

次に、1979～2023年の年最大流入量の推移を図-4に示す。図-3の比較では違いが確認できなかった関東・中国地方においても、経年的にみると2010年代に入り既往の年最大流入量を上回る洪水が発生していることが確認された。

以上の結果から、気候変動による降雨特性の変化により、年最大流入量の増大に加え、以前より規模が大きい洪水発生頻度も増加している可能性が示唆される。

表-1 分析対象ダム

対象ダム	地方	気候特性、出水特性 等
Aダム	北海道	亜寒帯湿潤気候 (豪雪地帯で、主な出水要因は融雪であるが近年は前線性や低気圧、台風による出水も発生)
Bダム	北陸	日本海型気候区 (主な出水要因は梅雨前線・台風による降水であるが、多雨多雪地域であり、融雪によっても流況が変動)
Cダム	関東	太平洋側内陸性気候 (夏は高温多湿、冬は低温乾燥型で主な出水要因は台風による降雨)
Dダム	中部	内陸性の気候が支配的 (主な出水要因は梅雨前線・台風による降水であるが、融雪によっても流況が変動)
Eダム	中国	日本海側気候 (主な出水要因は梅雨前線・台風による降水であるが、融雪によっても流況が変動)
Fダム	四国	瀬戸内海型気候と太平洋型気候の中間的な性質 (主な出水要因は梅雨前線・台風による降水)
Gダム	九州	温暖湿潤気候 (主な出水要因は梅雨前線・台風・秋雨前線による降水)



年最大流入量の比率＝  
(H26(2014)～R5(2023)の年最大流入量の平均値)  
/ (S54(1979)～S63(1988)の年最大流入量の平均値)

図-3 年最大流入量の流量比率

### (2) 流況(豊平低渇)

各ダムの昭和末期10年間の流況(豊水・平水・低水・渇水流量)それぞれの平均値を100%として、昭和末期10年間と近年10年間の流況(豊水・平水・低水・渇水流量)の平均値の比率を整理すると図-5のとおりとなった。

まず、個別ダムの変化傾向に着目すると、Aダム(北海道)、Bダム(北陸)ではいずれの流量も近年10年間の比率が大きくなる結果となった。また、顕著な増減がみられた結果として、Dダム(中部)の低水流量の増加(近年10年間の流量比率140%)、Eダム(中国)の渇水流量の減少(近年10年間の流量比率80%)がある。

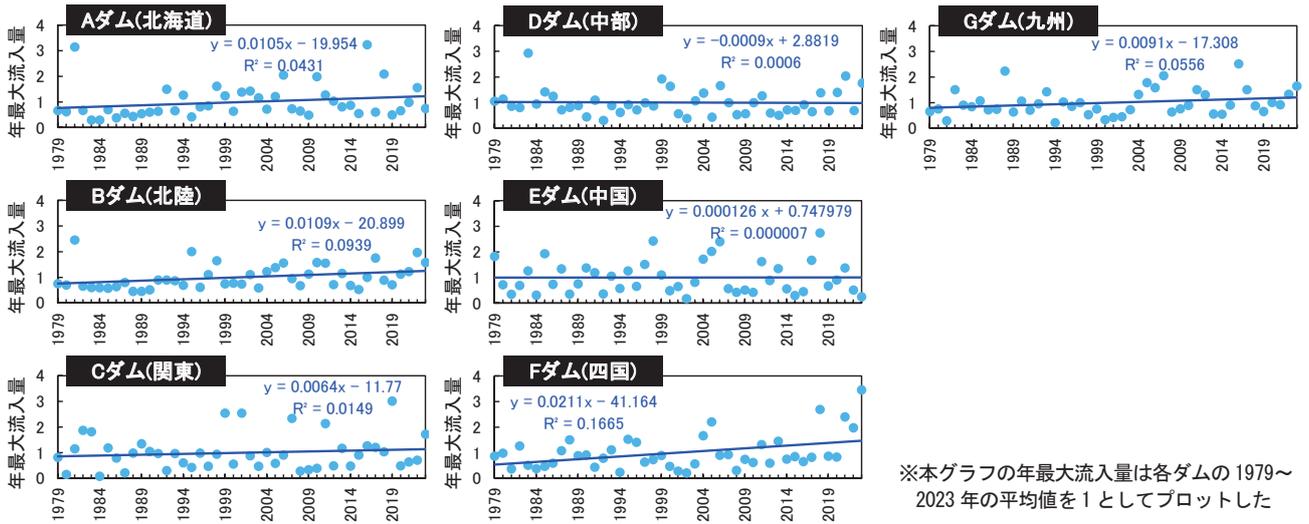
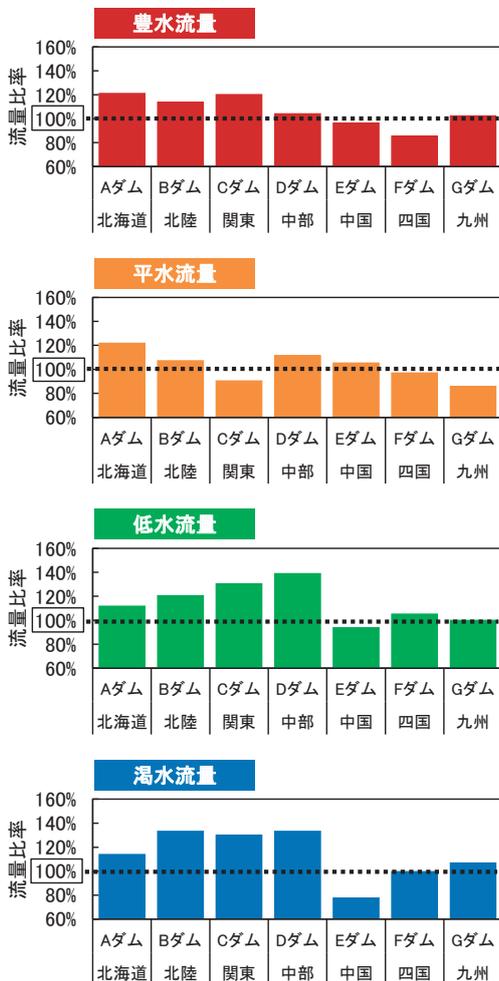


図-4 年最大流入量の推移



※1: 流量比率 =  $\frac{\text{H26 (2014) ~ R5 (2023) の豊平低渇のそれぞれの平均値}}{\text{(S54 (1979) ~ S63 (1988) の豊平低渇のそれぞれの平均値)}}$

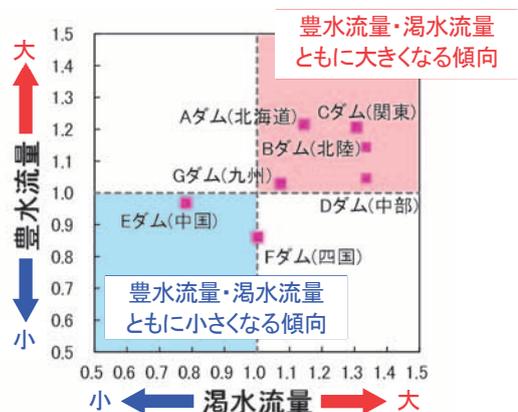
※2: 各流量は以下の定義により整理した

- 豊水流量: 1年を通じて95日はこれを下回らない流量
- 平水流量: 1年を通じて185日はこれを下回らない流量
- 低水流量: 1年を通じて275日はこれを下回らない流量
- 渇水流量: 1年を通じて355日はこれを下回らない流量

図-5 流況(豊平低渇)の変化倍率

全データを総括すると豊水流量と平水流量の比率は、約90～120%となっている。一方で、近年10年間の比率は低水流量で約90～140%、渇水流量で約80～130%となっており、低水流量や渇水流量において昭和末期10年間と近年10年間の違いが比較的大きくなった。

これらの変化傾向を包括的に把握するために、縦軸に近年10年間の豊水流量の流量比率、横軸に同期間の渇水流量の比率をプロットしたものを図-6に示す。今回分析対象とした東日本では豊水流量・渇水流量ともに近年10年間の比率が大きくなる傾向が確認された。また、西日本に着目すると、Eダム(中国)のみ渇水流量が小さくなる傾向となり、Fダム(四国)、Gダム(九州)は大きな変化はなかった。既往研究<sup>6)11)</sup>において、気候変動による渇水流量は、西日本では渇水流量が減少し、北海道や東北地方北部では増加する可能性が示されているが、これらの変化が一部のダムで発現している可能性がある。



流量比率 =  $\frac{\text{H26 (2014) ~ R5 (2023) の豊水流量・渇水流量それぞれの平均値}}{\text{(S54 (1979) ~ S63 (1988) の豊水流量・渇水流量それぞれの平均値)}}$

図-6 豊水流量と渇水流量の近年10年間の流量比率

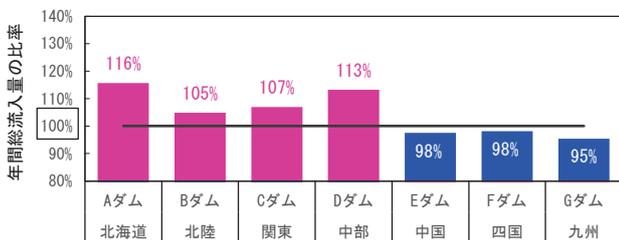
### (3) 年間総流入量

各ダム（北海道）の昭和末期10年間の年間総流入量の平均値を100%として、昭和末期10年間と近年10年間のそれぞれの年間総流入量の平均値の比率を整理すると図-7のとおりとなった。

Aダム（北海道）、Bダム（北陸）、Cダム（関東）、Dダム（中部）で近年10年間の比率が大きくなる傾向となり、東高・西低の傾向となった。

各年の年間総流入量のばらつきを確認するために、図-8のように年間総流入量を箱ひげ図で比較整理し、図-7で近年10年間の比率が大きくなっていったA～Dダムに着目すると、いずれも平均値だけではなく最大値・最小値の幅も比率が大きくなる方向にスライドすることが確認された。

Aダム（北海道）、Bダム（北陸）では(2) 流況の分析結果においても、豊水流量・平水流量・低水流量・渇水流量のいずれの流量も近年10年間の比率が大きくなる結果となっていた。両者は春先に融雪出水が流入する貯水池であるが、融雪期の前倒し等による雪解け水による流量増加や地球温暖化の影響で、降雨のパターンの変化による流況変化が生じている可能性がある。



年間総流入量の比率＝  

$$\frac{\text{H26(2014)～R5(2023)の年間総流入量の平均値}}{\text{S54(1979)～S63(1988)の年間総流入量の平均値}}$$

図-7 年間総流入量の比率

一方で、図-7で近年10年間の比率の変化が小さかったダムでは、最大値が小さくなる傾向となり、Eダム（中国）、Fダム（四国）では最小値も小さくなる傾向となった。

Eダム（中国）においては(2) 流況の分析結果において渇水流量が小さくなる傾向も確認されており、渇水リスクが増大している可能性が唆される。

### (4) 流出率

今回分析対象としたダムのうち、融雪による流入が想定されないFダム（四国）とGダム（九州）について、1979～2023年の流出率の推移を整理すると図-9のとおり、両ダムとも経年的な流出率が低下傾向となった。

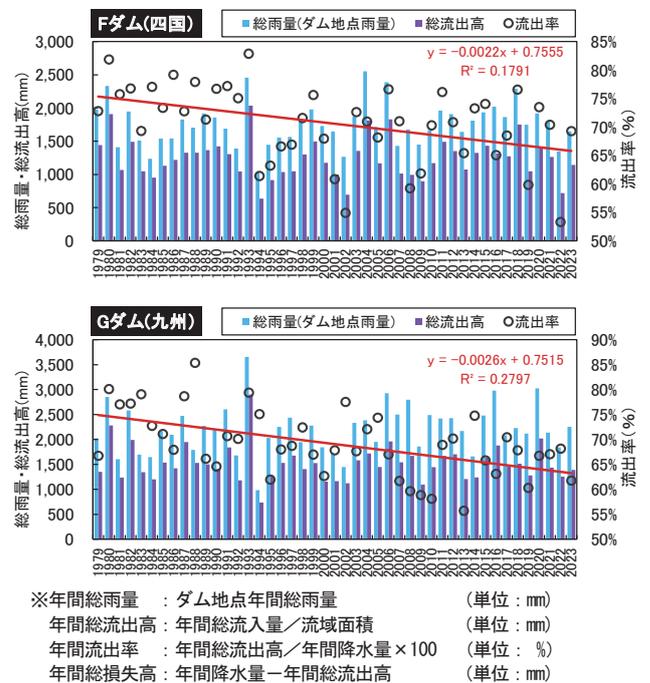
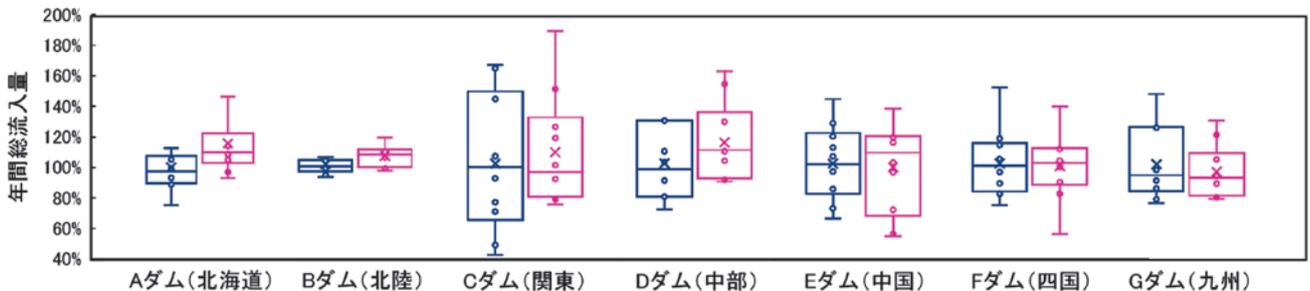


図-9 流出率の推移



※本グラフの年間総流入量は各ダムの期間①(S54～63)の平均値を100%としてプロットした

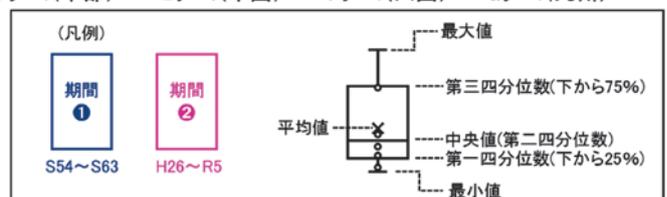


図-8 年間総流入量の比較

流出率の低下要因のひとつとして雨量の減少が想定されることから、図-10に示すとおり年間総雨量の推移を整理した。その結果、両ダムともに年間総雨量は増加傾向にあり、年間総雨量の減少は確認されなかった。年間総雨量が増加傾向にあるにも関わらず、図-7によるとFダム(四国)、Gダム(九州)では、年間総流入量は昭和末期10年間と近年10年の年間総流入量は同程度であることから、激しい雨が增える一方で、雨が降らない期間も長くなる降雨の極端化などの年間

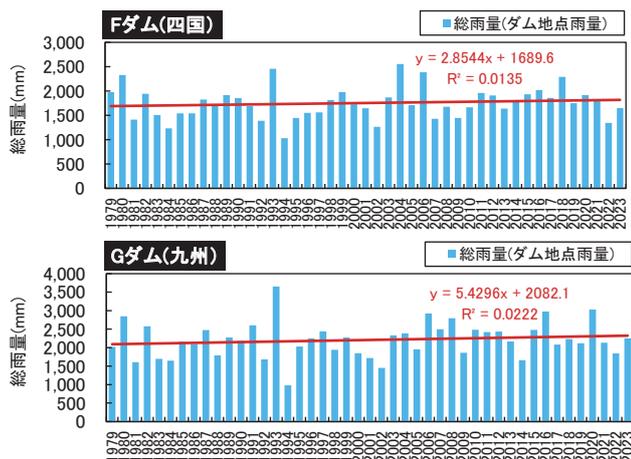


図-10 年間総雨量の推移

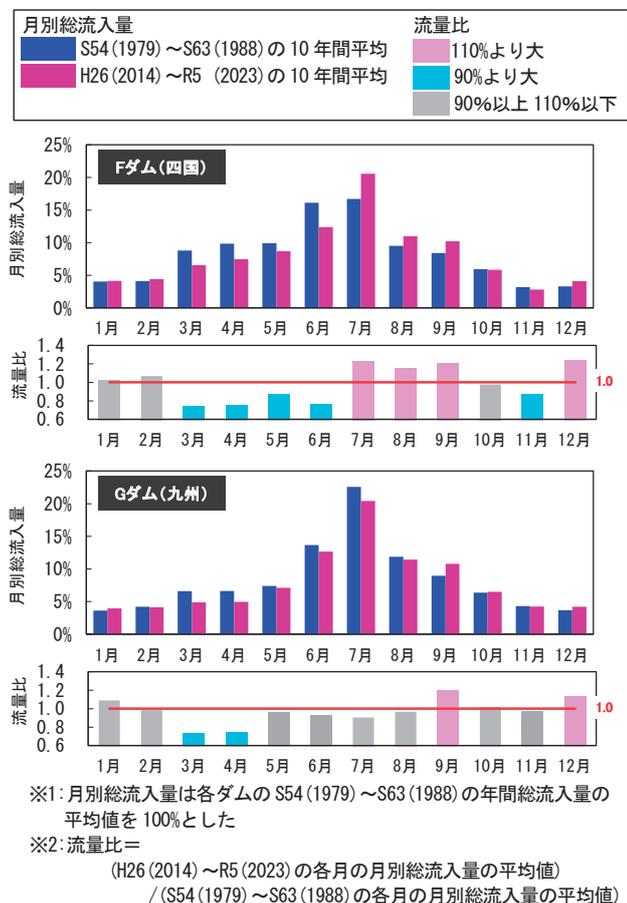


図-11 年間総雨量の推移

降雨パターンの変化により流出率が低下している可能性が示唆される。

両ダムの昭和末期10年間の平均年間総流入量を100%として、昭和末期10年間と近年10年間のそれぞれの月別総流入量の平均値の比率を整理すると図-11のとおりとなる。春先から梅雨時にかけて小さく、夏季～秋季および12月に大きくなる傾向にあり、流況の季節変動に違いが確認された。流出率の低下は、これらの流出形態の変化に起因している可能性がある。

#### 4. 流況の季節変動とその新たな評価指標 (流入量加積曲線)

以上の分析結果から、ダム流入量の変化は①最大流入量と②年間総流入量、③流況の季節変動に現れていることが確認された。

ここでは、年間のダム貯水池運用との関連が深い②年間総流入量と③流況の季節変動を分析する指標として「流入量加積曲線」を提案する。

日総流入量を積算することで求めた累計流入量を縦軸に、1～12月の日単位の時系列を横軸にとり、図-12にイメージを示すとおり流入量加積曲線を整理するものとする。

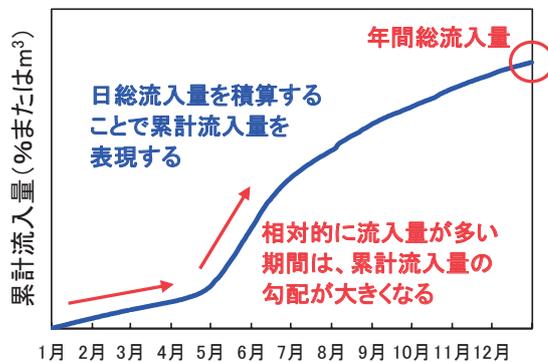


図-12 流入量加積曲線の整理イメージ

表-2 流入量加積曲線の特徴による分類

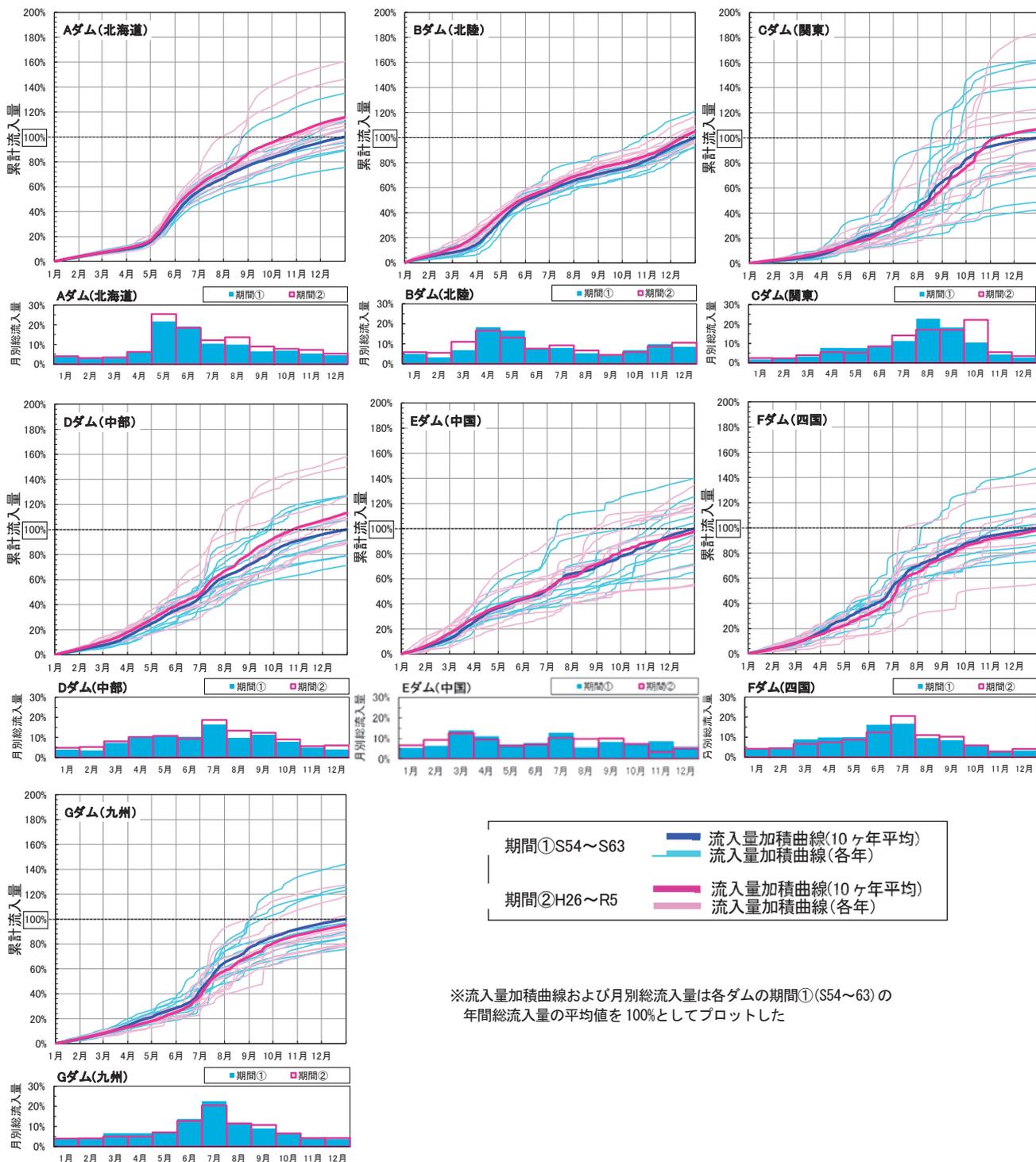
分類	流入量加積曲線の特徴	該当ダム
1	近年10年間平均の6～9月頃の勾配が大きくなっている ⇒梅雨期～夏季の出水パターンに変化が生じている可能性が示唆される	Aダム (北海道) Dダム (中部)
2	近年10年間平均の3～4月頃の勾配が大きくなっている ⇒融雪の早期化や積雪深の可能性が示唆される	Bダム (北陸)
3	近年10年間平均の10月頃の勾配が大きくなっている ⇒台風期の出水パターンに変化が生じている可能性が示唆される	Cダム (関東)

各年または対象期間の平均値等により流入量加積曲線を整理することで、流況の季節変動と年間総流入量の比較分析が可能となる。

今回分析対象とした7ダムについて、流入量加積曲線を整理すると図-13のとおりとなる。近年10年間平均の年間総流入量が大きくなったAダム(北海道)、Bダム(北陸)、Cダム(関東)、Dダム(中部)の流入量加積曲線の特徴に着目すると、大きく次の3つに分類することができる。

また、近年10年間平均の年間総流入量がやや小さくなったFダム(四国)、Gダム(九州)に着目すると、どちらも4~6月頃に昭和末期10年間平均と近年10年間平均で流入量加積曲線の推移に違いが生じている。これは、(4)流出率で確認された春先から梅雨時にかけて小さくなる流況の季節変動を表している。

このように流入量加積曲線の指標を用いることで、流況の季節変動と年間総流入量の関係を端的に表現することが可能となる。



※流入量加積曲線および月別総流入量は各ダムの期間①(S54~63)の年間総流入量の平均値を100%としてプロットした

図-13 流入量加積曲線の比較

流入量加積曲線の指標を用いた整理例として、近年10年間の年間総流入量が大きくなる傾向となったAダム（北海道）と、小さくなる傾向となったGダム（九州）

を対象に、昭和50年（1975年）～令和5年（2023年）の概ね10年間ごとの流入量加積曲線を整理した結果を図-14、15に示す。

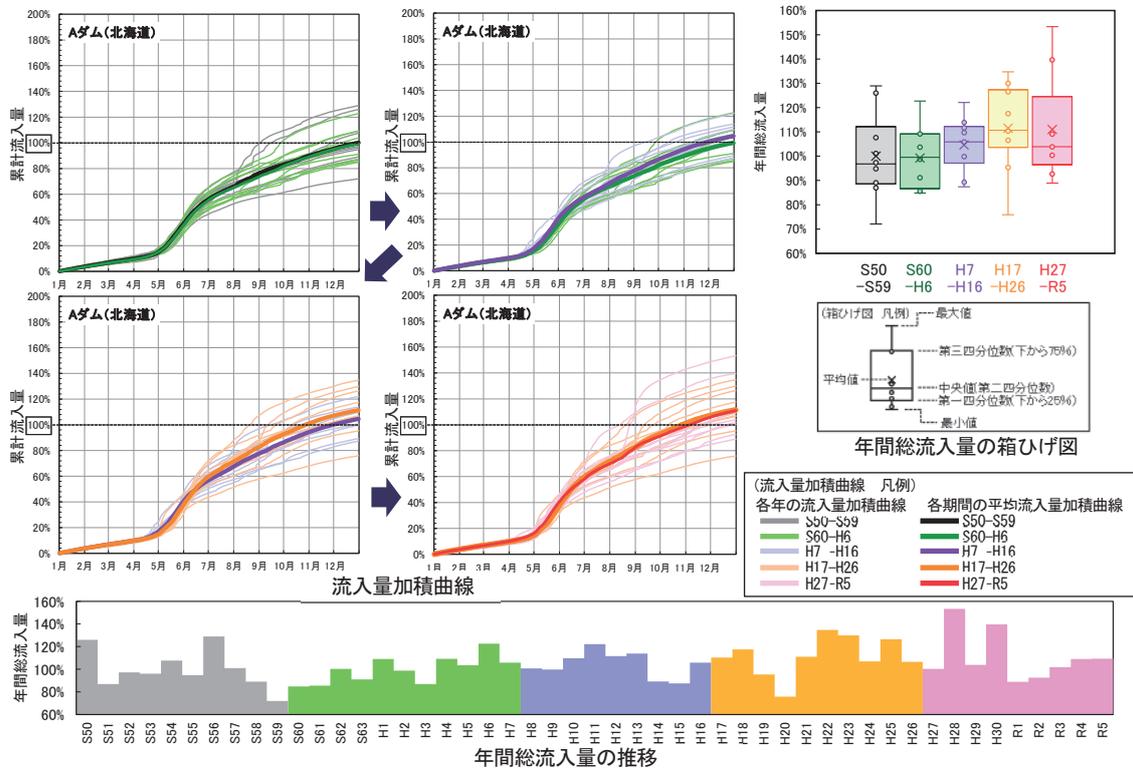


図-14 流入量加積曲線および年間総流入量の推移（Aダム 北海道）

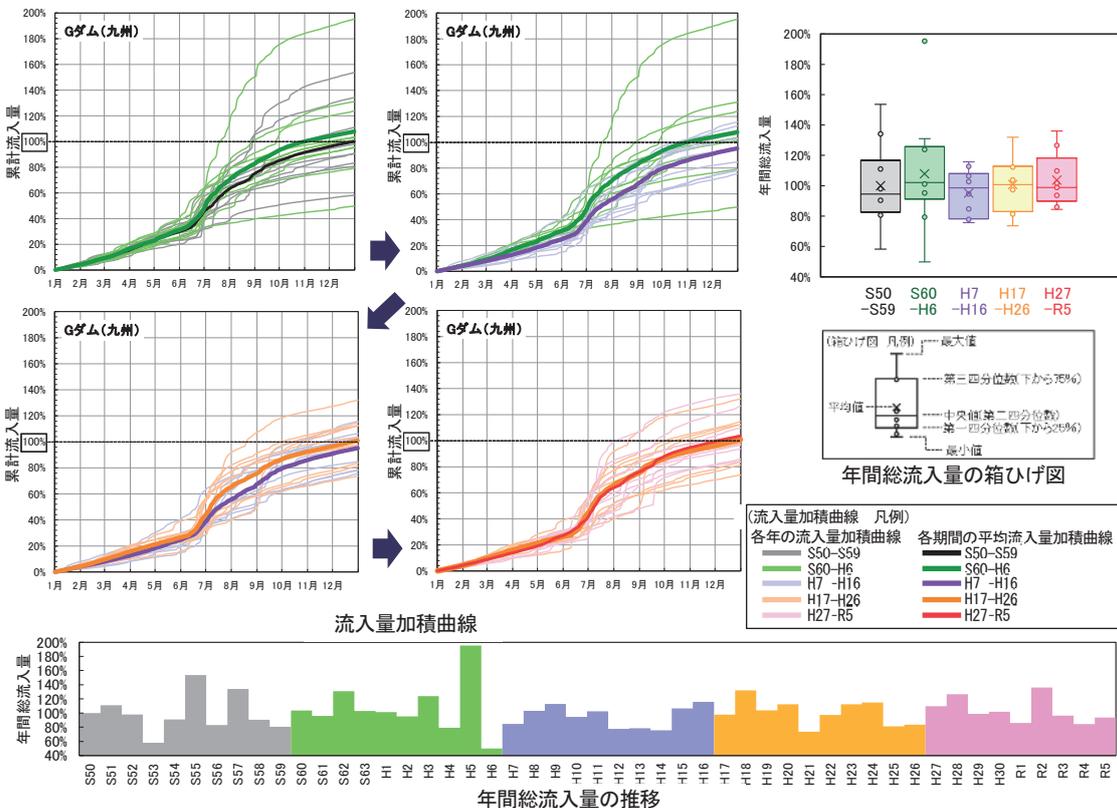


図-15 流入量加積曲線および年間総流入量の推移（Gダム 九州）

Aダム（北海道）においては、昭和60年（1985年）～平成26年（2014年）にかけて、7月頃以降の累計流入量が徐々に大きくなり差が開いており、これに起因して年間総流入量が増加傾向となっていることが示唆される。併せて整理した年間総流入量の箱ひげ図からも、増加傾向にあることが確認できる。

一方、Gダム（九州）においては、流入量加積曲線に一定の変化傾向は確認されない。(3) 年間総流入量で整理した図-7では昭和末期10年間に対する近年10年の年間総流入量の比率が大きくなる結果が得られているが、年変動の範囲内であったものと考えられる。経年的な変化傾向を分析するにあたっては、気候変動等の影響による流況変化によるものか、年変動の範囲内であるのかを慎重に確認する必要がある。

## 5. 今後の展望

ダム貯水池運用の前提条件（input）となる「ダム流入量」に着目して分析を行った結果、気候変動影響によるダム流入量の流況変化が生じている可能性が示唆された。これらの変化の気候変動影響との関連性を確認するにあたっては、降水量、積雪深、気温といった気象データも合わせて詳細に分析する必要がある。

また、ダム貯水池運用には、ダム流入量以外にも様々な要素が影響しており、社会情勢の変化に伴うダムへのニーズの変化（例：都市部への水供給の増加、農業用水の需要変化）やダム貯水池の堆砂進行の影響も、その運用を左右する重要な要因となる。ダム貯水池運用（貯水位変動）への影響因子の仮定を整理したものを図-16に示す。

今回分析対象としたダム流入量以外のダム貯水池運用の現況を把握するための主要要素であるダム貯水位・ダム放流量（補給量）は、これらの影響を受けていることを踏まえて現況の運用を把握・理解する必要がある。

近年では、当初計画に加えてフラッシュ放流等の環境改善の取組みや弾力的管理、発電運用高度化の取組みなどの取組みが実施されている場合や、既に融雪出水の予測高度化による運用改善や維持管理に係る工事等のためにダム計画や操作規則の範囲内で管理開始当初と異なるルールでのダム貯水池運用が行われている可能性もあり、その中で気候変動影響への対応が図られている可能性もある。

また、気候変動による流況変化の影響としてダム貯水位回復が想定されるが、これらの影響も反映されている可能性もあることから各ダムの現況の貯水池運用

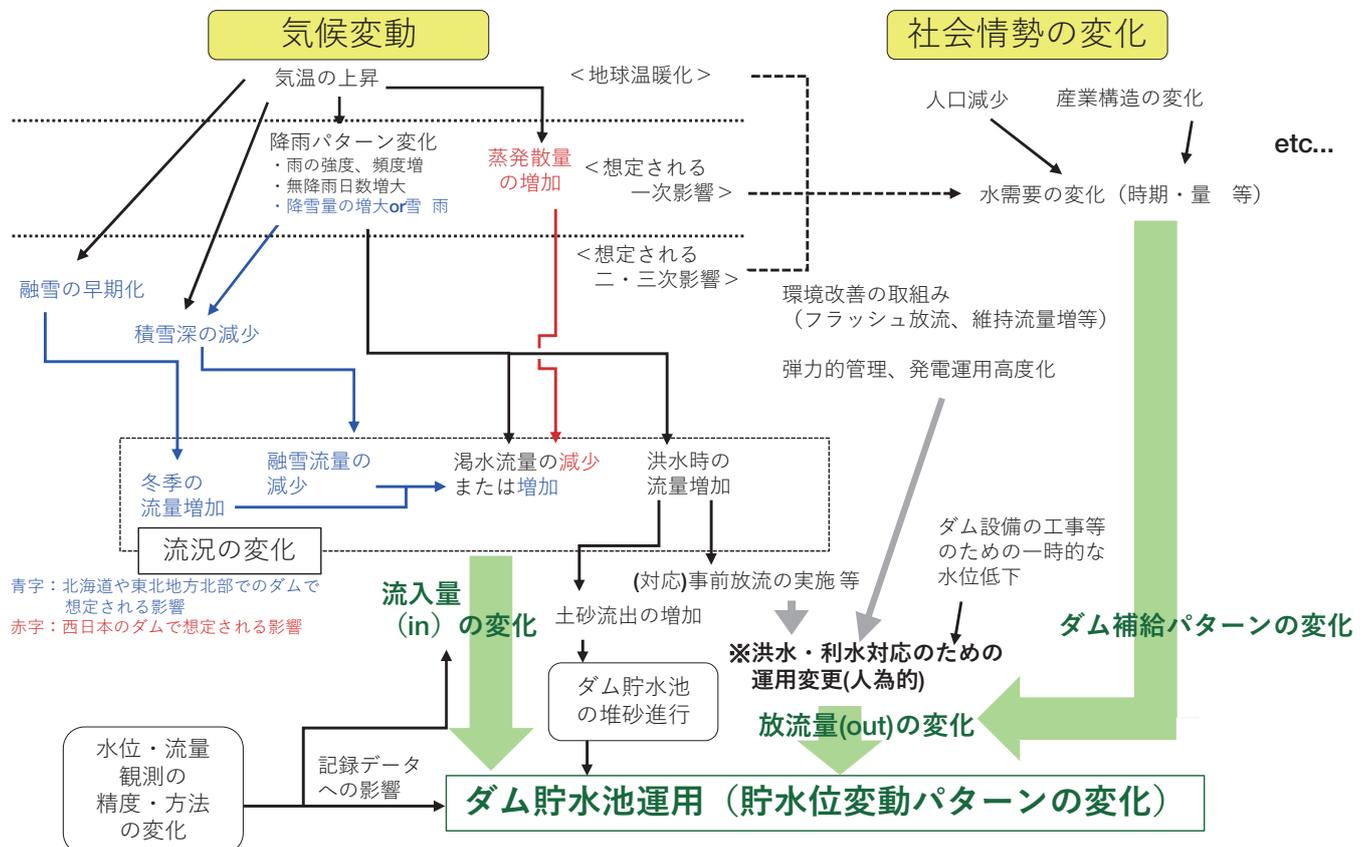


図-16 ダム貯水池運用（貯水位変動）への影響因子の仮定12)等を参考に作成

ルールを把握したうえで、気候変動影響を議論する必要がある。

気候変動影響による流況変化に対し、具体のダム貯水池運用の適応策を立案するにあたっては、水需要に関する情報などのより多様な情報を統合的に収集・分析し、多面的な分析を進めていく必要がある。

## 6. まとめ

本稿では、近年、短時間降雨の発生回数の増加や台風の大型化や渇水の発生など温暖化の影響が顕在化していることを踏まえて、ダム貯水池運用の前提条件 (input) となる「ダム流入量」に着目して気候変動によるダム貯水池運用への影響に関する分析を試行した。

その結果、気候変動による降雨特性の変化により、年最大流入量の増大や、以前より規模が大きい洪水発生頻度の増加、東日本のダムにおける渇水流量増加などの変化、年間降雨パターンの変化により四国・九州地方で流出率の低下が生じている可能性が示唆された。また、これらの分析結果を踏まえて、年間のダム貯水池運用との関連が深い年間総流入量と流況の季節変動を分析する指標として「流入量加積曲線」を提案した。

今回の分析結果は、全国ダムから抽出した7ダムにおける分析結果であり、各地方の特性を代表しているものではないことに留意が必要であり、今後は分析対象を全国の国交省直轄ダムに広げて同様の整理を行い、変化傾向や管理現況 (ダム管理上の課題・運用上の制約、ダムへのニーズ等) の類型化を試みることにしたい。多種多様な既存施設の高度運用や有効活用の取組みが提言される中で、これらの結果を基にダムの特性・管理の現況と気候変動影響を踏まえて各取組みの適用性や優先度等の整理に活用することで、流域総合水管理の取組みの推進につながるものと考えられる。

## 謝辞

本稿をまとめるにあたり、とりよりの機会をいただきとともに指導・助言等をいただいた国土交通省水管理・国土保全局流水企画室の皆様、厚く御礼申し上げます。

## 参考文献

- 1) 国土交通省東北地方整備局：平成20年度ダム等管理フォーラム「気候変動を踏まえた治水計画のあり方」提言：気候変動を踏まえた治水計画に係る技術検討会，令和3年4月改訂
- 2) 河川整備基本方針の変更の考え方について：156回 河川整備基本方針検討小委員会 配付資料，令和7年9月25日
- 3) 「リスク管理型の水資源政策の深化・加速化について」提言：国土審議会 水資源開発分科会 調査企画部会，令和5年10月
- 4) 「流域総合水管理のあり方について」答申：国土審議会・社会資本整備審議会，令和7年6月
- 5) 気候変動適応策に関する研究 (中間報告)：国土交通省国土技術政策総合研究所気候変動適応研究本部，国総研資料第749号、平成25年8月
- 6) 立川康人、滝野晶平、藤岡優子、萬和明、キムスンミン、椎葉充晴：気候変化が日本の河川流量に及ぼす影響の予測、土木学会論文集B1 (水工学)，Vol67, No.1, 1-15, 2011
- 7) 日本国内のダム流入量の長期変化傾向：寒地土木研究所星野剛，水文・水資源学会2024年度研究発表会
- 8) 降水変動のダムへの影響と管理の方向性 (考察)：水資源機構一庫ダム管理所 安江孝治，平成25年度近畿地方整備局研究発表会 論文集
- 9) ダムや都市化などの影響が限定された河川水位データを対象とした気候変動影響検出手法の開発：渡邊学ら，水文・水資源学会誌 第34巻 第4号 (2021)
- 10) 一級水系の長期水位データを用いた気候変動影響検出と原因特定に関する研究：渡邊学，博士論文 (東京大学博士 (環境学))，2024年3月21日
- 11) 「リスク管理型の水資源政策の深化・加速化について」提言 水資源を巡る情勢の変化 (平成27年3月答申以降) 参考資料：国土審議会 水資源開発分科会 調査企画部会，令和5年10月
- 12) 「総合水資源管理について (中間とりまとめ)」の概要：部会：国土審議会 水資源開発分科会 調査企画部会，平成20年10月