

気候変動と堆砂進行および利水需要変化がダムの利水機能に及ぼす影響に関する検討 Impacts of Climate Change, Reservoir Sedimentation and Change in Water Demand on Water Use Functions of Dams

○小島裕之・永谷言・川村育男・佐藤嘉展・角哲也

○Hiroyuki KOJIMA, Gen NAGATANI, Ikuo KAWAMURA, Yoshinobu SATO, Tetsuya SUMI

After releasing MLIT vision for dam upgrading under operation, it is required to evaluate climate change impacts on flood control and water use functions of dams. For long term reservoir sustainability, reservoir sedimentation has also the key effects almost equivalent to climate change impacts. Up to now, however, there is no suitable evaluation method to clarify those impacts. In this study, we firstly predicted changes in flow regime curves and sedimentation progress under changing climate for two target dams. Secondly, we considered the changes in water demand. Thirdly, we calculated the change of water use functions of dams in the future. Based on these results, We have identified the importance of considering water demand in dam rehabilitation.

1. はじめに

近年、気候変動影響への適応策の一つとして、ダムの役割が期待されている。一方、気候変動に伴う流況変動による流入土砂量の増加、さらにダム堆砂進行による有効貯水量の減少によるダムの治水・利水機能の低下が懸念されている。加えて、将来の人口減少等の社会構造変化に伴う水需要変化の可能性も指摘されており、このような観点を踏まえたダム運用検討が重要と考えられている。

このような背景から、気候変動に伴う流況変動やダム堆砂進行の複合影響、さらに将来の利水需要変化までも想定した将来のダム機能の変化を予測する手法が求められている。

本研究では上記を踏まえ、異なる環境条件下の複数の多目的ダムを対象に、将来の各ダムの下流域における利水需要シナリオを複数設定した上で、気候変動に伴う河川流況変化と貯水池内土砂堆積が同時進行した場合の多目的ダムの利水機能への影響について検討を行った。

2. 将来流況・ダム堆砂進行の予測手法

将来流況予測では、MRI-AGCM3.2Sによる現在気候(1979-2003年)と将来気候(2075-2099年)における気温・降水量変化を利用した。温室効果ガスの排出シナリオはRCP8.5、海面水温はCMIP5のSSTアンサンブル平均を用いた。次に、SVATモデルから蒸発散量と融雪量を算出し、これらを分布型流出モデルHydro-BEAMに組み込むことにより、

全国109水系の日平均河川流量を求めた。

将来の貯水池内堆砂量は、流況変化予測と整合を図り、21世紀末の状態を実績堆砂量から推定したQ-Qs式を用いて想定した。将来の貯水池内堆砂形状の予測手法については、堆砂実績を参考に、各容量(治水・利水・堆砂容量)内の堆砂比率が今後も継続するものとして堆砂形状を考慮した。

3. 検討対象ダムの将来流況・堆砂進行予測結果

(1) 検討対象ダムの概要

検討対象ダムは、将来におけるダム地点年間総流量が現在より減少するAダムと、これとは逆に現在より増加するBダムとした(Table 1)。

Table 1 検討対象ダムの諸元

ダム名	Aダム	Bダム
ダム位置	中国地方	北海道
目的	洪水調節、かんがい、工業用水、発電	洪水調節、上水道、不特定利水
総流量比 (将来総流量/現在総流量)	0.85	1.22
有効貯水容量(千 m^3)	17,200	14,100
利水容量 (千 m^3)	10/21~6/30: 15,600	10/1~6/30: 3,800
	7/1-7/31: 14,700	7/1~9/30: 2,200
	8/1-8/31: 10,400	
	9/1-9/30: 1,400	
	10/1-10/20: 12,100	

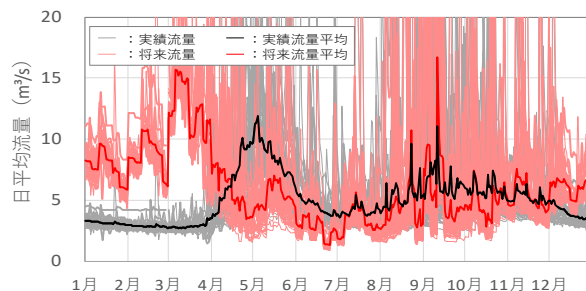


Fig.1 Bダム地点日平均流入量時系列

Table 2 検討ケース一覧

検討ケース	基本ケース	温暖化影響検討ケース				適用策効果検討ケース						社会減影響検討ケース
	Case-1	Case-2-1	Case-2-2	Case-2-3	Case-2-4	Case-3-1	Case-3-2	Case-3-3	Case-3-4	Case-3-5	Case-3-6	Case-4
流況変化	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
堆砂進行	×	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
需要量変化	×	×	×	×	20%増	×	×	×	×	×	×	30%減
需要期間変化	×	×	×	×	×	1ヵ月前進	2ヵ月前進	1ヵ月後進	2ヵ月後進	1ヵ月前進 かつ後進(分散化)	2ヵ月前進 かつ後進(分散化)	×

注) 堆砂進行考慮ケースは有効容量内堆砂率20%とした。

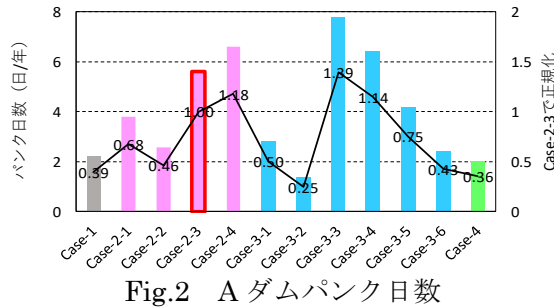


Fig.2 Aダムパンク日数

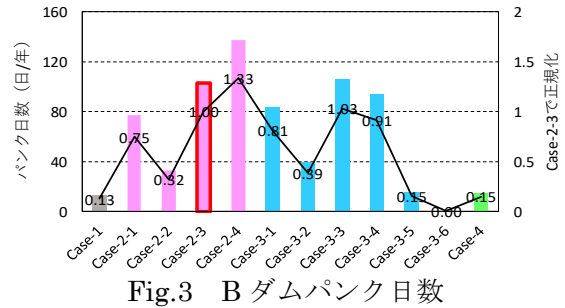


Fig.3 Bダムパンク日数

(2) 将来流況・堆砂進行予測結果

将来におけるAダム、Bダムのダム地点日平均流入量時系列を算出したところ、Aダムでは冬期の一部を除き年間を通して将来流量が減少した。一方、Bダムでは春期～秋期にかけて将来流量が減少するものの、冬期～春期にかけては将来流量が増加した(誌面の都合によりBダムの結果のみFig.1に示す)。

Aダム、Bダムの有効容量内堆砂率(21世紀末時点)は、各々10%、20%程度となった。本研究で想定する将来の有効容量内堆砂率は、堆砂進行が著しいBダムの結果から両ダムともに、20%と設定する。

4. 気候変動と堆砂進行および利水需要変化がダムの利水機能に及ぼす影響検討

(1) 検討ケース

Aダム、BダムともにTable 2に示す検討ケースを設定した。基本ケースはダム計画時の条件であり、温暖化影響検討ケースは流況変化・堆砂進行・減水深増大に伴う水需要量増の条件である。また、適用策効果検討ケースは作付け期間のスライド等に伴う水需要期間を変化させた条件であり、社会減影響検討ケースは将来の人口減少に伴う水需要減の条件である。

(2) 利水計算手法及び評価方法

利水計算は、各ダムの利水補給ルールから構築した利水計算モデルにより行い、河川流の流下や取水還元的时间差を考慮して半旬計算を実施した。

評価は、評価期間におけるパンク日数(貯水位が最低水位まで低下する日数と定義)の年平均値により行った。

(3) 結果と考察

Fig.2, Fig.3より、Aダム、Bダムともに、基本条件(Case-1)に比べ、利水需要変化を想定しない将来条件(Case-2-3)ではパンク日数が増加し、利水機能が低下する。Bダムでは、年間総流入量が増加するにも関わらず利水機能が低下している。これは、かんがい期における流量の減少が要因と考えられる(Fig.1)。一方、適応策検討ケースについてみると、Aダム・Bダムともに需要期間を分散させることの効果が認められる。また、春先に流量が増大するBダム(北海道)では、需要期間を前進させることの効果が認められる。Aダム(中国地方)では、需要期間を2ヵ月前進させることの効果が認められる。

以上より、気候変動に伴う流況変化及び堆砂進行に伴う貯水池容量の減少を考慮すると、ダムの効率的運用を実施しても、十分な利水機能を確保できないダムが増加することが想定される。一方で、かんがい期の前進や分散化により、ダムの利水機能をより有効に活用できる効果が期待される。このため、将来的な水利権変更に向けた利水需要期間スライド実施に資する基礎研究実施が今後の課題である。

参考文献

小島裕之, 永谷言, 川村育男, 倉橋実, 佐藤嘉展, 角哲也: 気候変動と堆砂進行がダムの利水機能に及ぼす影響に関する検討, 河川技術論文集, 第25巻, 333-338, 2019.
Sato, Y., Kojiri, T., Michihiro, Y., Suzuki, Y. and Nakakita, E.,(2013): Assessment of climate change impact on river discharge using the super-high resolution MRI-AGCM. Hydrol. Process. 27: 3264-3279.