

大阪工業大学工学研究科 学生員 ○伊東 拓未

大阪工業大学工学部 正会員 東 良慶

(財) 河川情報センター・兵庫県立大学大学院・福井大学 正会員 田中 耕司

1. 背景と目的

近年、気候変動に伴う極端な気象イベントが多発し、少雨による渇水が顕在化している。我が国でも例外なく渇水の影響を受け初めており、水資源管理は喫緊の課題¹⁾となっている。本研究では1級河川大和川流域の奈良県管理ダムである白川、天理、初瀬の3ダムを対象に、温暖化予測値を入力値とした分布型流出モデルの解析流量を用いた低水計算を行った。分析結果よりダムの回復傾向と水文量的変化、および累加雨量分布から回復する渇水の特徴を捉え、気候変動時のダム管理について考察した。

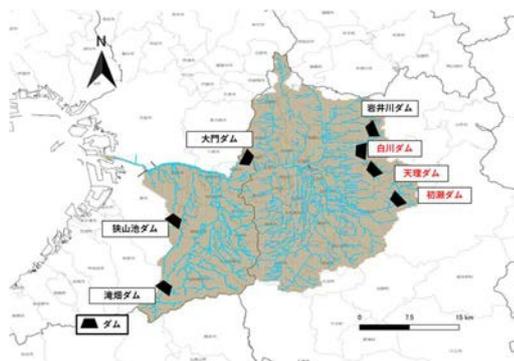


図1 大和川流域と対象ダムの概念図

表1 流出解析と低水計算の概要

ダム	白川	天理	初瀬
基準点	横田	滝本	黒崎
常時満水時	86,0000	950,000	1,350,000
流出解析	広域分布型流出モデル		
低水計算	日	半旬	半旬
温暖化実験	【入力値】 d4PDF-RCM(20km) 過去実験-HPB (1500年) 2°C上昇実験-2K (3240年) 4°C上昇実験-4K (5400年)		
枯渇頻度分析	年間, 4月-7月, 8月-11月 4月-7月と8月-11月の両期間		
回復の条件	枯渇頻度分析で計上した期間のうち 12月の貯留量平均値が常時満水容量 の90%以上まで回復した年		

2. 方法

本検討では温暖化予測値 d4PDF (RCM-20km)²⁾により、大和川流域を対象に流域水循環モデルを用いた長期流出結果により白川、天理、初瀬の3ダムの低水管理モデルで貯留解析を行った。この解析は、表1に示す条件で実施した。低水管理モデルのダム操作ルールは通常のダム操作を設定し、貯留が不可能になった時点で下流にそのまま放流させた。また、貯留の再開条件はダム流入量が無効放流量を上回る場合とした。低水管理モデルの結果から期間別に枯渇頻度を算定し、どの程度回復したかを分析した。さらに、回復したケースで年間の降水量の少ない年の水文量と日本周辺の累加雨量分布を抽出し、ダム渇水回復との関係を考察した。

3. 頻度分析

気候変動時の渇水発生時期を把握するため、解析のダム流入量で貯留量の枯渇・回復頻度分析を行った。表2に分析結果を示す。枯渇頻度を見てみると、各実験における年間の頻度は3ダムの平均で過去が61.4%、2°C上昇時が75.0%、4°C上昇時が90.1%と気温上昇につれて増加し、渇水の発生が恒常的となっている。また、4月～7月と8月～11月の枯渇頻度は、8月～11月の期間が高い傾向にあり、灌漑期に渇水が頻発する可能性を示唆している。また、枯渇から回復した頻度は、3ダムの平均値で全体を母数にすると、過去が7.2%、2°C上昇時が4.6%、4°C上昇時が3.2%、枯渇頻度を母数とすると過去が12.3%、2度上昇が6.0%、4度上昇実験が3.6%と、頻度は温度上昇とともに減少している。また、4月～7月と8月～11月の回復頻度は8月～11月の方が高く、灌漑期以降の回復が少ないことが確認された。

Takumi ITO, Ryohei AZUMA, Kohji TANAKA

m1m23101@st.oit.ac.jp

表 2 各ダムの枯渇頻度と回復頻度

	年	枯渇ケースの割合 (抽検を実施とする)				回復ケースの割合 (抽検を実施とする)				回復ケースの割合 (抽検を枯渇回復とする)			
		4月-7月	8月-11月	4月-7月、 8月-11月	年	4月-7月	8月-11月	4月-7月、 8月-11月	年	4月-7月	8月-11月	4月-7月、 8月-11月	年
hpb (N=1500)	白川	71.9	10.6	70.6	10.5	6.0	1.1	5.4	1.1	8.3	10.1	7.6	10.1
	天理	58.3	7.4	21.5	1.2	3.9	1.1	0.9	0.1	6.8	15.3	4.0	5.6
	初瀬	53.9	3.8	44.8	1.7	11.7	0.9	9.8	0.5	21.7	24.6	21.9	26.9
	平均	61.4	7.3	45.6	4.5	7.2	1.0	5.4	0.5	12.3	16.6	11.2	14.2
2k (N=3240)	白川	85.1	25.8	83.0	25.8	2.0	0.6	1.6	0.6	2.4	2.2	1.9	2.2
	天理	61.9	1.1	37.2	0.4	1.1	0.1	0.6	0.1	1.8	8.3	1.7	14.3
	初瀬	78.2	2.9	69.1	2.7	10.8	0.2	8.4	0.1	13.8	5.3	12.1	2.3
	平均	75.0	9.9	63.1	9.6	4.6	0.3	3.5	0.2	6.0	5.3	5.2	6.2
4k (N=5400)	白川	91.5	34.5	90.4	34.4	3.4	1.0	2.9	1.0	3.7	2.9	3.3	2.8
	天理	91.1	26.8	46.3	13.8	1.2	0.4	0.2	0.0	1.4	1.3	0.5	0.3
	初瀬	87.8	29.1	68.1	21.5	5.0	1.9	3.3	1.3	5.7	6.6	4.8	6.1
	平均	90.1	30.1	68.2	23.2	3.2	1.1	2.1	0.8	3.6	3.6	2.9	3.1

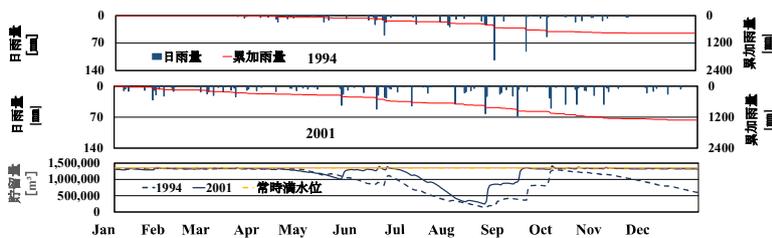


図 2 実績におけるダム貯留量の変動 (初瀬ダム)

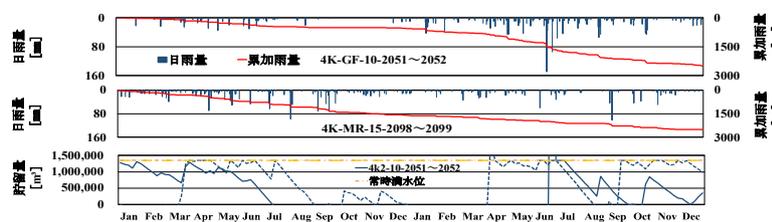


図 3 温暖化予測に基づくダム貯留量の変動 (初瀬ダム)

大和川周辺の雨量分布は 200 mm~400 mm程度であり、長期間にわたって少雨が続けている。

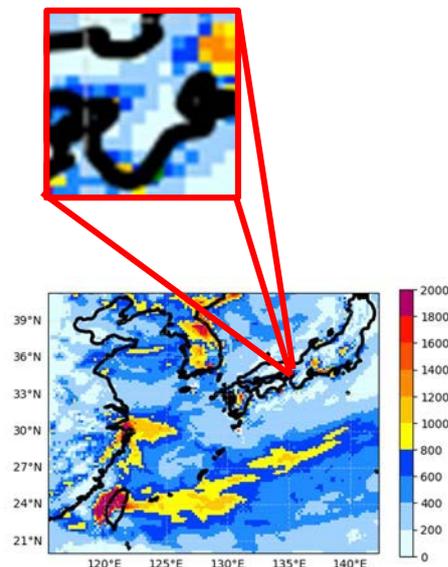


図 4 初瀬ダム灌漑期の累積雨量分布 (4K-GF-10-2051 : 6月下旬~9月上旬)

4. 貯留量の変動事例

降水量とダム渇水に関する特徴を捉えるため、実績の渇水に関する年間貯留量と、温暖化予測値において渇水が確認できた2か年の貯留量の変動に着目した。図2に1994年ならびに2001年の過去の実績で渇水となった事例を示す。実績の貯留量変動は1994年と2002年のいずれも6月下旬から9月上旬の灌漑期にかけて減少しているが、9月~11月の降雨により貯留量が回復している。

一方で、図3は、温暖化予測値による4度上昇時の結果の事例である。温暖化予測値では4K-GF-10-2051~2052と4K-MR-15-2098~2099のいずれも貯留量が灌漑期の後半で枯渇しており、現行のダム管理では下流の要求量を確保することが困難となる可能性がある。また、4K-MR-10-2051~2052では6月下旬~9月上旬の灌漑期に下流の要求に応じて放流を続けたことで長期的に枯渇している。この年は冬季まで少雨が継続しており、集中的な降雨がない限り次年以降の出水期まで渇水が長期化し、自然流況以上に水の補給が出来なくなる可能性を示している。さらに、4K-MR-10-2051での灌漑期の累積雨量分布を図4でみると、大和川流域の累積雨量が200mm程度で梅雨・

台風等の季節的な降雨が得られない可能性が示唆された。気候変動で降雨分布が変化し、極端な少雨が長期に及ぶことで、現行の水資源管理が破綻する可能性が高い。今後は県管理ダムでも渇水の適応策を考える必要がある。

5. 結論と今後の展望

現行のダム操作で下流の要求量を担保すると渇水が頻発化し、回復の頻度が減少する可能性がある。一方、極端な渇水、豪雨などの気象分布の予測が可能となれば、利水と治水の両面で適応の可能性が広がる。

今後は、ダム空き容量の治水安全度への寄与に関する分析を検討している。

謝辞 本研究は文部科学省科学研究費補助金(TOUGOU, SENTAN), (財)高橋産業経済研究財団の支援により実施され、九州大学比較社会文化研究院の渡部哲史氏から必要なデータを頂きました。ここに感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 国土交通省関東地方整備局：利根川上流ダム群等の現状と今後の見通しについて、2023.10.2.
- 2) データ統合・解析システム (DIAS) : <https://diasjp.net/>