

## 4つの積雪ダム流域における近い将来の月流出量の予測

明星大学 正会員 ○藤村 和正  
 加フォルニア大学デービス校 正会員 井芹 慶彦  
 明星大学 正会員 柳川 亜季

### 1. 研究の背景と目的

積雪域の将来流出予測の試みとして、藤村ら<sup>1)</sup>は4つのダム流域を対象に、GCMの将来気候値を用いて近い将来、2006年～2020年の水循環解析を日単位で行った。そして、季節単位の流出量を表したところ、春期の減少と秋期の増加を概ね予測することができた。一般的に予測の信頼性は、リードタイムの長さ、時間刻みの短さ、そして予測精度にある。本研究では、上記の水循環解析結果を月単位で整理し、近い将来の月流出量の変化について実測値と比較し、考察することを目的とする。

### 2. データと解析方法

#### (1) データ

対象流域は図1に示す北海道地方と東北地方の流域面積206 km<sup>2</sup>～331 km<sup>2</sup>の4つのダム流域である。水文データは、雨量と気温を水文水質データベース及びAMeDASから取得し、ダム流入量はダム諸量データベースから取得した。GCM気候値はISI-MIPプロジェクトから提供されるMIROC5の日単位の降水量と気温を用い、排出シナリオは昇温が最も大きいRCP8.5を採用した。MIROC5の将来期間は2006年から2099年に設定されており、既に2006年から2020年のダム流入量データは存在するため、本研究ではこの期間を「近い将来」と称し、予測値を実測値との比較を行う。使用するデータの期間を表1に表す。

#### (2) 解析方法

水循環解析には、山地流域を対象に安藤ら<sup>2)</sup>が提案し、筆者ら<sup>3)</sup>が改良してきたモデルを用いる。このモデルの特徴は、簡便な構造であり、日単位の降水量と気温データのみ解析できる点にある。水循環解析ではハイドログラフの再現性と流域の水収支量の妥当性が共に示されていることが重要である。そのため、年水収支量と流況曲線の形状を確認しつつ降水量と流出量の補正を行い、最適な減水定数を特定するキャリブレーションを行う。GCM気候値の対象流域へのダウンスケールは、対象流域付近0.5度×0.5度格子点に出力された降水量と気温データを流域内1 km×1 km格子点に逆距離加重法を用いた空間補正により行う。そして、降水量と気温の流域平均値を求め、過去期間と将来期間の増減倍率及び増減量を用いて対象流域の将来気候値を生成する。

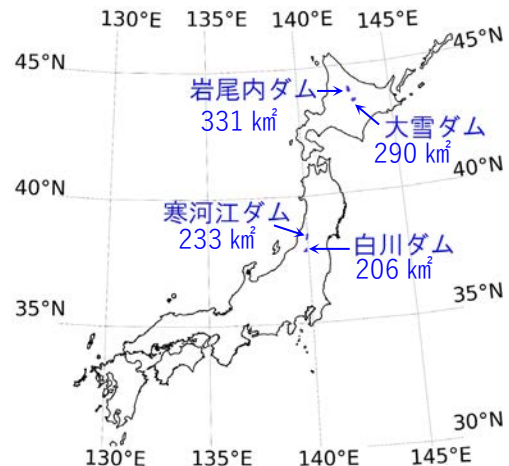


図1 対象流域の位置

表1 GCM値と実測値のデータ期間

GCM値	現在期間 15年間 : 1991.1.1～2005.12.31	将来期間 15年間 : 2006.1.1～2020.12.31
ダム 岩尾内	過去期間 7年間 1998.10.1～2005.9.30	実測値 14年間 : 2006.10.1～2020.9.30
大雪		
流域 白川	過去期間 12年間 1993.10.1～2005.9.30	
寒河江		

### 3. 予測結果と考察

流出量予測の結果として、過去期間15年間の月流出量について、予測値と実測値の平均値の相関図を図2に表す。流出量が小さい200mm程度以下では予測値と実測値はほぼ一致し、月流出量を予測できており、白川ダム流域では全ての月において概ね予測できている。しかし、流出量が約200mm以上になる4月から6月の融雪期では予測値と実測値にズレが生じている。現時点では月流出量の平均値を予測することは困難である。そこで、15年間の各月の流出量を図3に箱ひげ図で表し検討する。箱の高さ、位置が、過去期間の実測値(緑色)に対して将来期間の実測値(オレンジ色)と予測値(青色)が共に同じ変動(増加、減少、変化なし)であれば予測ができていると見なす。融雪期に着目すると流出量の分布は大きいですが、将来期間の予測値と実測値の箱の変化が同じである月が見られる。次に、月流出量の平均値について、同様に過去期間に対する将来期間の実測値と予測値の変化を見る。将来期間の実測値と予測値が共に増加の場合を青字、共に減少の場合を赤字として表2に表した。4流域全48カ月に対して共に増加が22カ月、共に減少が17カ月あり、合計39カ月

キーワード 積雪ダム流域 水循環解析 近い将来 月流出量 t検定  
 連絡先 〒191-8506 東京都日野市程久保 2-1-1 明星大学理工学部 TEL 042-591-5111

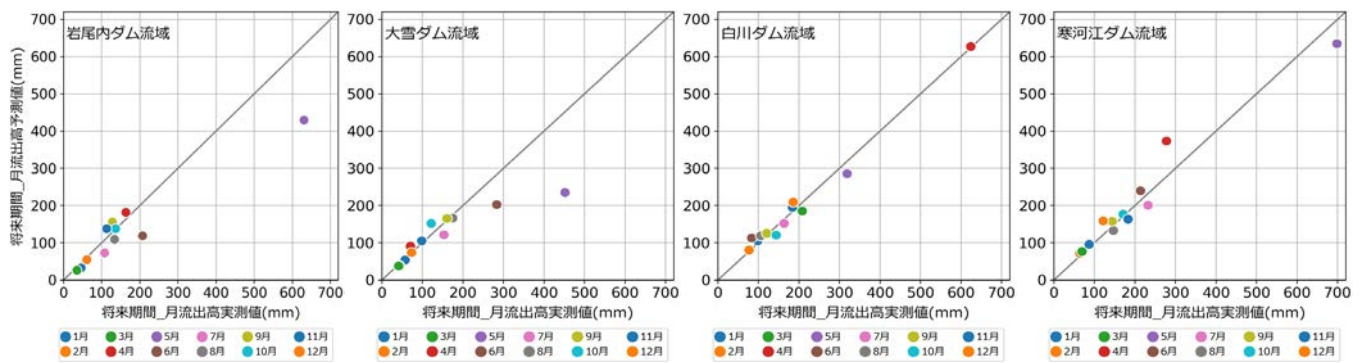


図 2 将来期間の月流出量平均値、予測値と実測値の比較

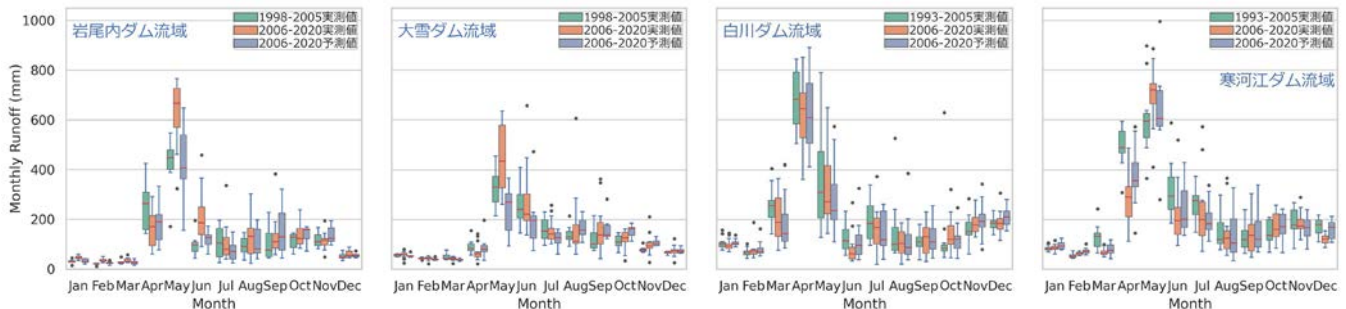


図 3 月流出量の過去期間の実測値と将来期間の実測値及び予測値との比較

表 2 月流出量平均値の過去実測値に対する将来実測値と将来予測値 (単位: mm)

月	岩尾内ダム流域			大雪ダム流域			白川ダム流域			寒河江ダム流域		
	過去実測	将来実測	将来予測	過去実測	将来実測	将来予測	過去実測	将来実測	将来予測	過去実測	将来実測	将来予測
1月	30.3	<b>**46.1</b>	<b>32.9</b>	55.9	57.2	54.4	104.1	97.8	106.2	83.7	<b>86.7</b>	<b>**96.0</b>
2月	19.7	<b>**35.1</b>	<b>23.7</b>	42.7	<b>42.6</b>	<b>39.7</b>	68.6	<b>76.2</b>	<b>80.7</b>	53.6	<b>**63.1</b>	<b>**72.6</b>
3月	28.4	35.0	26.3	50.1	<b>41.5</b>	<b>*37.8</b>	250.7	<b>207.7</b>	<b>185.7</b>	124.7	<b>**69.0</b>	<b>**77.4</b>
4月	252.2	<b>**163.1</b>	<b>181.7</b>	92.0	69.9	91.9	672.8	<b>623.6</b>	<b>627.6</b>	493.5	<b>**277.5</b>	<b>**373.6</b>
5月	418.2	<b>**629.9</b>	<b>430.3</b>	326.8	<b>**451.8</b>	235.6	360.0	<b>318.3</b>	<b>286.3</b>	603.9	<b>*698.1</b>	<b>634.7</b>
6月	98.7	<b>**207.3</b>	<b>118.8</b>	258.1	283.1	203.4	124.3	<b>83.0</b>	<b>113.2</b>	317.5	<b>**213.7</b>	<b>*240.4</b>
7月	107.2	107.3	73.2	160.6	<b>153.3</b>	<b>121.6</b>	200.0	<b>163.5</b>	<b>153.0</b>	267.9	<b>232.0</b>	<b>**201.0</b>
8月	93.2	<b>133.8</b>	<b>109.8</b>	139.9	<b>174.0</b>	<b>166.8</b>	153.5	<b>105.5</b>	<b>118.9</b>	150.3	<b>146.2</b>	<b>133.7</b>
9月	105.0	<b>127.6</b>	<b>156.5</b>	122.0	<b>160.7</b>	<b>165.8</b>	109.3	<b>120.5</b>	<b>125.7</b>	131.5	<b>143.3</b>	<b>158.6</b>
10月	112.3	<b>136.6</b>	<b>138.0</b>	111.1	<b>120.8</b>	<b>**152.9</b>	130.5	143.4	121.3	147.8	<b>170.1</b>	<b>176.9</b>
11月	117.5	113.2	138.4	79.4	<b>98.0</b>	<b>**106.2</b>	165.7	<b>183.9</b>	<b>195.9</b>	192.1	<b>182.8</b>	<b>163.8</b>
12月	51.4	<b>60.8</b>	<b>55.2</b>	66.4	<b>72.9</b>	<b>73.9</b>	183.4	<b>185.8</b>	<b>*210.0</b>	173.0	<b>**121.6</b>	<b>158.9</b>

青字：過去実測値より将来実測値と将来予測値が大きい。赤字：過去実測値より将来実測値と将来予測値が小さい。  
 ※表中の\*印は t 検定により過去実測値に対し有意差があったもの (0.1>p: \*, 0.05>p: \*\*).

の予測値と実測値は同じ変化を示している。以上より、前述の報告<sup>1)</sup>による季節の流出量予測だけでなく、月単位でも流出量も予測できる可能性が示唆された。最後に、月流出量平均値の過去実測値に対する将来予測値と将来実測値について対応のない 2 群の t 検定を行い、有意差を調べた。標本数は 15 (15 年間) である。表 2 中の平均値の右肩の\*印は有意確率 p 値が 0.10 以下、\*\*印は 0.05 以下である。月流出量平均値の過去実測値に対して将来予測値と将来実測値の両方に有意差が現れたのは、寒河江ダム流域の 2 月から 4 月の 3 カ月だけであり、4 つの積雪ダム流域としては確率統計的に意味を持つ結果とはならなかった。

#### 4. おわりに

本研究では、近い将来の流出予測を季節単位から月単位で評価することを試みた。流出の変化傾向で予測

を評価した場合、概ね月単位でも妥当性を示すことができたと考えている。一方、確率統計的な評価では、十分な予測結果を示すことができなかった。今回は 1 種類の GCM 気候値、1 つの排出シナリオを用い、流域規模での予測結果であるが、将来流出予測の精度として一つの指標になると考えている。

#### 【参考文献】

- 1) 藤村和正、井芹慶彦、柳川亜季：積雪ダム流域の水収支を踏まえた水循環解析と近い将来の流出予測の試み、土木学会論文集 G (環境)、Vol.77、No.5、I\_43-I\_49、2021。
- 2) 安藤義久、高橋裕：山地河川の長期流出解析に関する一考察、土木学会論文報告集、第 318 号、pp.93-105、1982。
- 3) Fujimura, K., Shiraha, K., Kanae, S. and Murakami, M.: Development of the hourly hydrological model for mountainous basins using the storage function method and the Diskin - Nazimov infiltration model, IAHS Publ., 355, pp.338-344, 2012。