

広域的な気象観測データを用いたダム流域水収支の推定

株式会社ドーコン 河川環境部 ○正会員 工藤 啓介
 室蘭工業大学 大学院工学研究科 正会員 中津川 誠

1. はじめに

積雪寒冷地では、地球温暖化に伴う積雪水量の減少による流域水資源への影響が懸念されており、今後、水資源管理を効果的に行うためには、積雪水量、融雪量等の水文諸量の変化を適正に把握することが重要である。しかしながら、ダム流域では、ダム管理所等限られた地点でしか気象データが観測されておらず、ダム流域の空間的な水文気象特性が精度良く推定できていない問題がある。

本研究では、積雪寒冷地におけるダム流域水文諸量の基礎研究を目的として、一般に公開されている北海道内の広域的な気象観測データを用いて、ダム流域における局所的な水文気象特性を推定し、長期熱・水収支モデルによりダム流域における水文諸量を推定し、流域水収支の定量化を試みた。

2. 検討対象ダム流域の概要

本研究では、北海道内で現在供用されている国土交通省直轄の多目的ダム15箇所内、ダム上流域での水利用(水利権量)や流域変更が行われていない岩尾内ダム、鹿ノ子ダム、大雪ダム、金山ダム、漁川ダム、定山溪ダム、美利河ダム、札内川ダムの計8ダム流域を研究対象とした(図-1)。

各ダム流域の土地利用は森林が大部分を占めており、常緑針葉樹が多く落葉樹が少ない積雪寒冷地特有の森林形成となっている。また、流域の大部分が標高200~1,500mの範囲にあり、流域内の最大標高差は約800~1,400mとなっている。

3. 解析方法及び解析結果

3.1 気象観測地点及び使用観測データ

本研究では、1998~2007年の10ヶ年を検討対象期間とし、気象庁HP¹⁾で公開されている北海道内の気象官署、測候所、アメダス観測所計188箇所の水文気象データ(風速、気温、相対湿度、日照時間、日射量、降水量、積雪深、降雪深)及び国土交通省HP²⁾で公開されているダム流入量の日データを使用した(図-1)。なお、観測データに異常値がある場合は検討対象から除外した。

3.2 ダム流域における水文気象特性の推定

1) 気象観測データの補正処理

気象観測データの内、風速については、標高により影響を受けることから、対数則を適用して観測地点の風速計設置高における観測データを一律地上高2mの値に補正した。

気温については、既往研究³⁾で採用されている気温減率(標高による気温の減少率) $\gamma=0.65^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ を用いて、観測データを海面高標高0mの値に補正した。

降水量、積雪深、降雪深については、標高の増加に対して増加すると考えられることから、観測データと観測地点標高の相関関係(回帰式)から検討を行い、標高に対する降水量、積雪深、降雪深の増加率をそれぞれ、 $\gamma=0.96\text{mm}/100\text{m}$ (降水

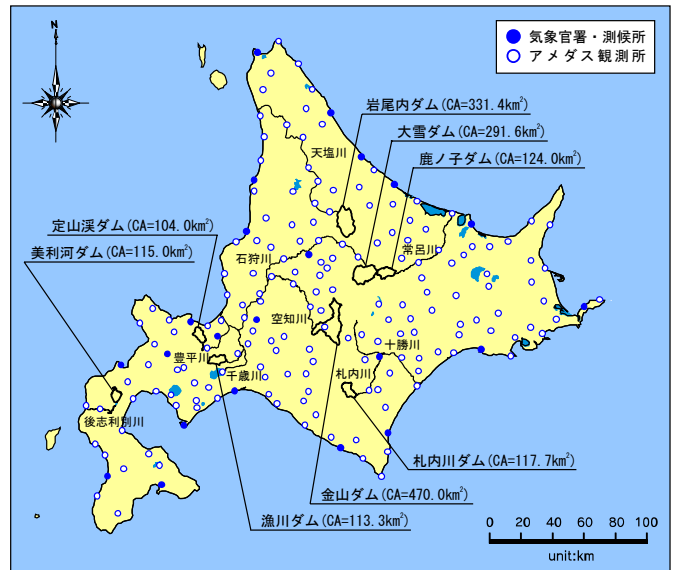


図-1 検討対象ダム流域及び気象観測地点位置図

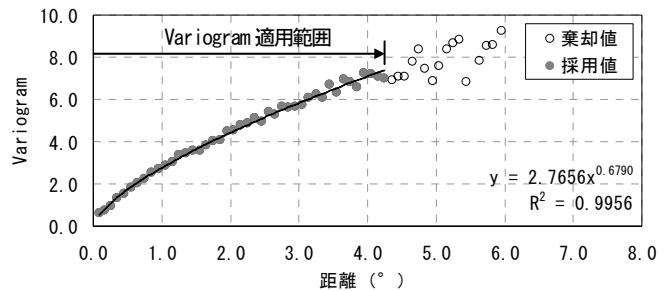


図-2 Variogramの推定結果(海面高標高0m気温)

量)、 $\gamma=10.25\text{cm}/100\text{m}$ (積雪深)、 $\gamma=2.85\text{cm}/100\text{m}$ (降雪深)とした。次に、設定した増加率を用いて、観測データを海面高標高0mの値に補正した。

日射量については、日射量と日照時間を同時観測している気象官署及び測候所における日照時間及び可照時間と日射量の回帰式を推定し、日照時間のみ観測している観測地点に回帰式を適用し、日射量を推定した。

2) 水文気象メッシュ値の推定

国土数値情報の3次メッシュ(約1km×1km)を参考に、検討対象ダム流域をメッシュ分割し、補正処理及び補完処理後の気象データを用いて、Variogramにより観測地点間の相関性を推定した(図-2)。観測地点間の相関性が良好な場合は、地球統計学的な補間法であるKriging法にVariogramを適用し、良好でない場合は距離重み法(距離に応じた空間補間法)を適用し、水文気象メッシュ値を推定した。なお、海面高標高0mの値に補正した気温、降水量、積雪深、降雪深については、水文気象メッシュ値推定後、標高に対する増減率を用いて、実標高における値に補正した。

3.3 ダム流域水収支の定量化

1) 降雪・積雪条件の設定

長期熱・水収支モデルの入力条件の内、降雪密度については、標高の増加に対して減少するものと仮定し、既往研究⁴⁾を参考に、以下の検討を行い、各ダム流域で設定した。

- ① 内陸部の気象観測地点 69 箇所における降雪日の降水量、降雪深データから降雪密度を逆算した。逆算した降雪密度については、既往文献⁵⁾に記載されている新雪密度の範囲($\rho=50\sim150\text{kg/m}^3$)を参考に、降雪密度の下限値を $\rho=50\text{kg/m}^3$ とし、異常値の棄却検定を行った。
- ② 算出した逆算降雪密度をもとに、気象観測地点における降雪密度の1998~2007年の10ヶ年平均値を算出するとともに、標高との相関関係を整理し、標高による降雪密度の推定回帰式を設定した(図-3)。
- ③ 設定した降雪密度の推定回帰式をもとに、ダム流域の各メッシュにおける降雪密度を設定した(表-1)。

また、積雪密度については、すべての検討対象ダム流域で積雪密度の初期状態が同じであると仮定し、既往研究³⁾で設定している最小積雪密度 309kg/m^3 (全層沈下率0.999)、最大積雪密度 700kg/m^3 (全層沈下率0.985)を採用し、変化する積雪密度に応じて按分し与えるものとした。

2) 流域水収支の推定

前節で設定したダム流域の水文気象メッシュ値をもとに、長期熱・水収支モデルによりダム流域の水文諸量を推定し、ダム流域水収支の検証を行った(表-1)。

推定結果より、長期熱・水収支モデルにより推定したダム流域の流出高(降水量から蒸発散量を差し引いた有効降水量をダム流域面積で除した値)と観測流出高(ダム流入量をダム流域面積で除した値)については、40~700mm程度の誤差が生じ、美利河ダム等で特に誤差が大きくなる結果となった。

推定した蒸発散量は500~600mm程度であり、既往文献⁶⁾に記載されている北日本における森林流域の年間蒸発散量(500~700mm)と同程度であることから、蒸発散量の推定結果は妥当と判断できる。よって、降水量(降雨量及び降雪量)の推定精度が誤差の要因であると判断し、以下の手法により、降水量の空間補間精度の検証を行った。

- ① ダム流域からの距離が Variogram 適用範囲内にある観測地点を抽出し、観測地点間の相関性(平面的な補間精度)を把握した。
- ② 抽出した観測地点の標高範囲に該当するダム流域のメッシュ数を算出し、観測データによるダム流域のカバー率(標高に対する補間精度)を把握した。

検証結果より、平面的な補間精度と流出高の誤差との間に明確な関係は見られなかったものの、標高に対する補間精度について、流出高の誤差が5%以上となっているダム流域では、観測データによるダム流域のカバー率が50%以下となることが明らかとなった(図-4)。降水量は、標高に対する増加率を設定して補間を行っており、観測データでカバーできないダム流域のメッシュにおいて、降水量が過大・過小評価されているものと考えられる。

4. おわりに

本研究では、ダム流域における降水量の推定精度が流域水

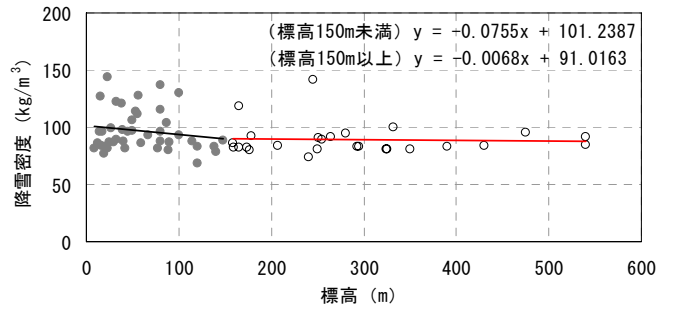


図-3 観測地点における標高と平均降雪密度の関係

表-1 ダム流域水収支の推定結果(1998~2007年の平均)

ダム流域	岩尾内ダム	鹿ノ子ダム	大雪ダム	金山ダム	漁川ダム	定山溪ダム	美利河ダム	札内川ダム
平均降雪密度 (kg/m³)	78.0	78.0	80.0	79.0	76.0	71.0	88.0	85.0
降雨量 (A)	1,105	1,040	1,252	1,133	1,231	1,200	1,343	1,506
降雪水量 (B)	925	668	1,319	713	683	1,010	915	1,005
蒸発散量 (C)	592	571	508	586	617	599	612	468
推定流出高 (D=A+B-C)	1,438	1,137	2,062	1,260	1,296	1,611	1,646	2,043
観測流出高 (E)	1,400	586	1,459	1,205	1,354	1,511	2,384	2,219
誤差 (F=D-E)	38	551	603	55	-58	100	-738	-176
誤差率 (G=F/E)	2.7%	94.1%	41.4%	4.6%	4.2%	6.6%	31.0%	7.9%



図-4 観測データによるダム流域のカバー率と流出高誤差率

収支に影響を与えることが課題となった。

今後、北海道内の降雪・積雪データを収集し、標高に対する降水量等の変化特性の把握及び水文諸量の推定精度向上を図っていきたい。

参考文献:

- 1) 気象庁気象統計情報 HP : <http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etm/index.php>
- 2) 国土交通省ダム諸量データベース HP : <http://www2.river.go.jp/dam/>
- 3) 口澤寿、中津川誠: 熱・水収支を考慮した流域スケールの積雪と蒸発散の推定、北海道開発土木研究所月報論文、588、pp19-38、2002。
- 4) 工藤啓介、中津川誠: 降雪密度の季節変動を考慮した積雪水量の推定、水文・水資源学会2009年研究発表会要旨集、pp244-245、2009。
- 5) (社)日本建設機械化協会編: 新編防雪工学ハンドブック、森北出版、2000。
- 6) 近藤純正編著: 水環境の気象学、朝倉書店、1994。