

石狩川流域における水文メッシュ値の推定

株式会社 ドーコン 正会員 工藤 啓介
 独立行政法人 北海道開発土木研究所 正会員 中津川 誠

1. はじめに

流域水循環の中での水管理を効果的に行うためには、蒸発散量、融雪量などの水文諸量を適正に把握することが重要である。既往の研究¹⁾では、積雪寒冷地のダム流域を対象として、気象観測データを入力条件とした水・熱収支モデルによる水文諸量の推定が行われており、流域内の水循環が定量化されている。しかし大規模流域の水循環を定量化する場合、小規模流域に比べ流域内の空間変動が大きいことが予想されることから、水文学の分布を的確に把握しておく必要がある。そこで本研究では石狩川流域を対象として、積雪寒冷地の水循環を定量化することを目指し、流域内の観測データを用いて気象・水文 1km メッシュ値を推定し、流域内の空間分布を把握・評価した。

2. 対象流域

今回研究対象とした流域は、図-1 に示す石狩川流域である。本川である石狩川は、北海道の中央部の大雪山系石狩岳(標高 1,967m)に源を発し、雨竜川、空知川などの主要支川を含む大小 70 余りの河川を合流しながら石狩平野を流下し日本海に注ぐ、日本屈指の大川である。流路延長 268km は全国第 3 位、流域面積 14,327km² は全国第 2 位で北海道全体の面積の約 6 分の 1 に相当する。地形条件は標高 1,000m 以上の山岳が石狩平野を囲んでおり、石狩平野の標高は 50m 以下と低くなっている。流域内には、気象庁の気象官署、アメダス観測所、北海道開発局管轄のダム管理所及びテレメータ雨量観測所など約 300 地点の気象観測所が位置している。

3. 解析方法

3.1 気象観測データ及び対象観測所

本研究では 1998 年を解析対象年とし、流域内水文諸量の定量化で研究実績のある水・熱収支モデルの入力条件である気象観測データ(風速、気温、湿度、日射量、日照時間、降水量、積雪深)の日データを使用した。表-1 に本研究で使用した気象観測データ及び観測所の諸元を示す。観測所については、1) 年間を通じて観測しており欠測が少ない、2) 位置(緯度・経度)及び標高情報が確認できる、3) 石狩川流域全体を網羅できることを基本条件として選定・採用した。なお、気象観測データが異常値となっている場合は、解析対象から除外した。また気象観測データの内、風速、気温、日射量、積雪深については、標高及び地形条件の影響を受けることが

表-1 気象観測データ及び観測所の諸元

観測項目	観測所数	種別
風速	30	気象官署、アメダス、ダム管理所
気温	28	気象官署、アメダス、ダム管理所
湿度	9	気象官署、ダム管理所
日射量	4	気象官署、アメダス、ダム管理所
日照時間	29	気象官署、アメダス、ダム管理所
降水量	85	気象官署、アメダス、ダム管理所、雨量テレメータ
積雪深	34	気象官署、アメダス、ダム管理所、雨量テレメータ

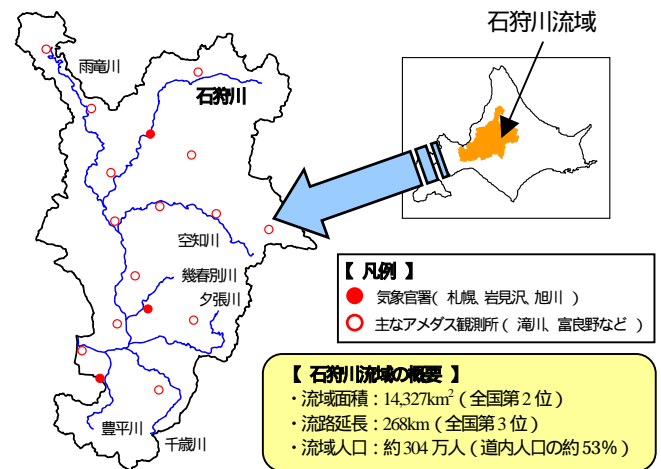


図-1 石狩川の概要

ら、観測所の観測データを次節に示すように補正処理し、使用した。

3.2 風速、気温、日射量、積雪深データの補正

まず風速については、対数則を適用し風速計設置高の値を一律測定高 2m の値に補正した。

気温は、標高の増加に対して直線的に低下することが知られている。本研究では気温データから、観測所標高に気温減率を乗じた値を差し引き、海面高標高(0m)の値に補正した。既往の研究¹⁾では、気温減率の一般値として $\rho=0.006$ /m 程度としていたが、本研究では、気温データと観測所標高の相関関係から再検討を行い、 $\rho=0.0051$ /m を石狩川流域の気温減率として用いた。

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観測所において、日射量と日照時間及び可照時間の対応関係をつくり、日照時間のみ観測している観測所ではそれから日射量を算出した。

積雪深は、標高の増加に対して直線的に増加すると考えられることから、本研究では積雪深データから、観測所標高に積雪深の増加率を乗じた値を差し引き、海面高標高(0m)の値に補正した。積雪深の増加率については、積雪深データと観測所標高の相関関係から検討を行い、積雪深の増加率を流域区別別に 0.8m/100m(雨竜川流域)、1.20m/100m(石狩川中下流域)、0.25m/100m(その他流域)として与えた。

3.3 気象値の推定方法

湿度、日照時間、降水量データ及び補正処理した風速、気温、日射量、積雪深データをもとに、国土数値情報の 3 次メッシュ(約 1km × 1km)の値を推定した。推定手法としては、まず各種データをもとに Variogram をつくり相関構造を推定する。さらに、これに地球統計学的な補間法である Kriging 法を適用した。メッシュ値は、式(1)の線形回帰式より推定

し、式(1)における重み係数は、式(2)～(4)より推定した。なお、 $\gamma(d)$ は Variogram であり、式(2)で示されるように一定距離 d 離れた 2 点において剰余の差の分散を一般化するものである。

$$z(X_0) = \sum_{i=1}^N \lambda_i z(X_i) \quad (1)$$

$$\gamma(d) = \frac{1}{2N(d)} \sum_{i=1}^{N(d)} [z(X_i + d) - z(X_i)]^2 \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i \gamma(X_i - X_j) = \gamma(X_i - X_0) \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^N \lambda_i = 1 \quad (i=1, \dots, N) \quad (4)$$

ここで、 $z(X_0)$ は任意メッシュ X_0 における推定気象値、 $z(X_i)$ は観測所 X_i における観測データ、 λ_i は $z(X_i)$ の重み係数、 d は観測所と任意メッシュの距離、 $\gamma(d)$ は Variogram、 $N(d)$ は d 離れた観測所と対をなすデータ数である。

4. 解析結果

降水量、積雪深、気温、日射量の Variogram の推定結果を図-2 に示す。図中のプロットは観測 Variogram、実線は観測 Variogram より最小二乗近似により求めた理論 Variogram、 d は 2 点間の距離である。データは 1998 年 1 年間の値を用いている。解析の結果、降水量及び積雪深は直線的な正の相関関係、気温及び日射量は直線的な負の相関関係が見られた。また他の項目については明確な相関関係が見られなかった。よってメッシュ値の推定は、降水量、積雪深については算出した理論 Variogram を用いることとし、風速、気温、湿度、日射量、日照時間は Variogram の精度が良好でないことから、単純補間によりメッシュ値を推定することとした。なお、メッシュ値は石狩川流域全体で 15,303 個について日データとして 1 年分 365 個用意される。図-3 に理論 Variogram を用いて Kriging 法により推定した年降水量及び年最大積雪深の流域分布図、図-4 に単純補間により推定した年平均気温及び年平均日射量の流域分布図を示す。なお図-3 に示した積雪深及び気温は、補間で求めた海面高標高(0m)の値を標高変化率で実標高に戻した値である。いずれも流域内の空間分布が的確に把握できており、特に積雪深については積雪深増加率による補正を考慮することで、良好な結果が得られた。積雪寒冷地の特徴を理解する上で、積雪深の空間構造を Kriging 法によって把握できたことは大いに注目できる。

5. おわりに

本研究では、1998 年 1 年間の空間分布の推定を行ったが、

今後同様の手法を適用し、石狩川流域の水循環を長期的に推定していけると考える。なお本研究は、平成 15 年度日本学術振興会科学研究費補助金(基盤研究(C)、課題番号 14595006)ならびに平成 15 年度北海道開発局受託研究費の補助を受けている。ここに記して謝意を表す。

参考文献：

- 1) 口澤寿ら：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報文、588、pp19-38、2002。
- 2) 近藤純正編著：水環境の気象学、朝倉書店、1994。
- 3) 北海道開発土木研究所：平成 13 年度石狩川流域水文メッシュ情報作成業務報告書、平成 14 年 1 月

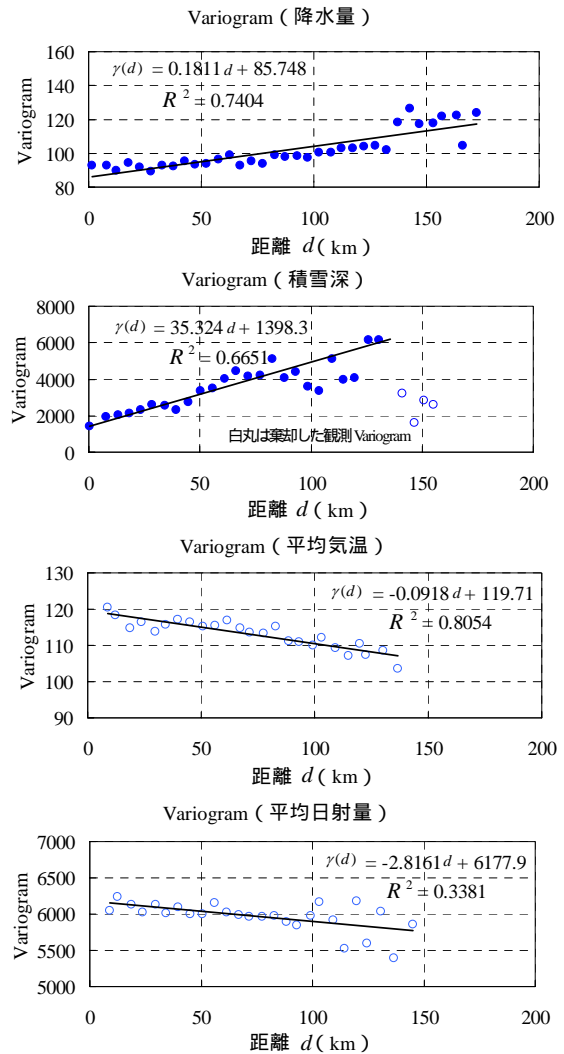


図-2 Variogram 推定結果

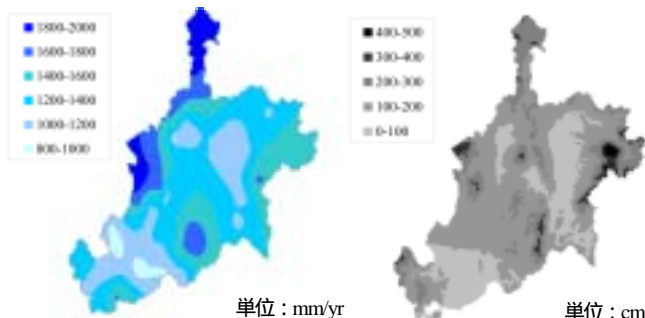


図-3 石狩川流域気象分布図(Kriging 法による)
(左：年降水量、右：年最大積雪深)

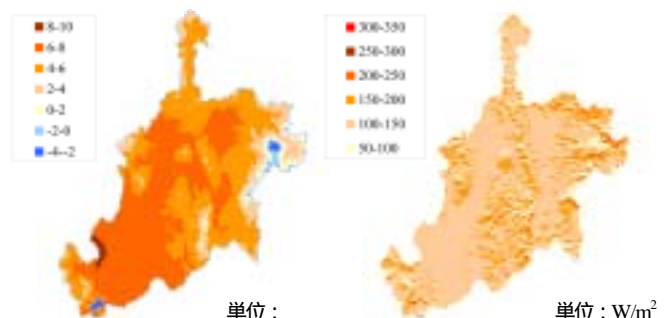


図-4 石狩川流域気象分布図(単純補間による)
(左：年平均気温、右：年平均日射量)