

降雪の地域特性を考慮した積雪寒冷地における水文諸量の推定

株式会社 ドーコン ○正会員 工藤 啓介

1. はじめに

流域において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。既往研究¹⁾では、積雪寒冷地の大規模流域を対象として、気象観測データを入力条件とした長期熱・水収支モデルによる水文諸量の推定が行われており、流域水収支が定量化されている。しかし降雪・積雪に関する定数を流域一律としているため、流域内で積雪深の再現精度に差が生じ、水文諸量が精度良く推定されていない問題がある。よって本研究では、降雪の地域特性に関する基礎研究として、北海道内の気象観測データを用いて、降雨・降雪判別式及び降雪密度を推定し、降雪の地域特性を把握した。また推定した降雨・降雪判別式及び降雪密度をもとに、長期熱・水収支モデルにより水文諸量を推定し、水収支の定量化を行った。

2. 気候区分の概要

北海道は冷帯(亜寒帯)に属しており、気候は地域によって大きな違いが見られ、図-1 に示すように日本海側、太平洋側東部、太平洋側西部、オホーツク海側の4気候区に区分される。日本海側気候区の沿岸域は、北西の季節風の影響で風が強く冬期間の降雪量が多い地域であり、内陸部は放射冷却現象により著しく気温が低下する地域である。太平洋側東部気候区は冬期間の降雪量が少なく、晴天に恵まれるものの気温が低下する地域である。太平洋側西部気候区は、対馬海流の影響により年間を通じて気候が穏やかで、冬期間の降雪量が少ない地域である。オホーツク海側気候区は、年間を通じて乾燥した季節風が吹き込むため、晴天に恵まれ降水量の少ない地域である³⁾。

3. 解析方法及び解析結果

3.1 対象地点及び気象観測データ

本研究では、日照時間と日射量を同時観測しており、天気概況が把握できる北海道内の気象台・測候所 11 箇所(図-1 参照)を解析対象地点とした。また解析対象期間は、気象台・測候所の昼夜の天気概況が把握できる 1989 年から 2005 年の計 16 年度(8 月から翌年 7 月までを 1 年度)とした。

気象観測データ(風速、気温、相対湿度、日照時間、日射量、降水量、積雪深)は、気象庁 HP⁴⁾上で公開されている解析対象地点の日平均・日積算データを使用し、風速については一般的に標高に対して対数的に変化することが知られていることから、対数則を用いて風速計設置高における観測値を一律測定高 2m の値に補正した。

気象観測データが異常値または欠測となっている場合、風速、気温、湿度については、前後日の変動状況を考慮して推定した補完値、日照時間、降水量、積雪深については 0 値を与えた。日射量については、日照時間－可照時間と日射量の相関式を推定し、相関式より補完値を与えた。

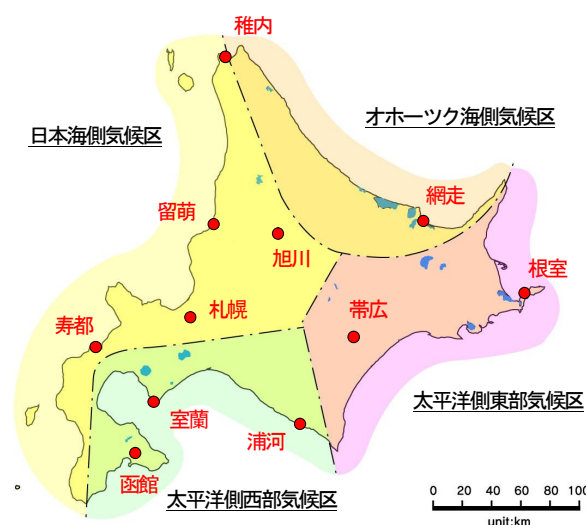


図-1 北海道の気候区分(既往文献²⁾を参考に作成)

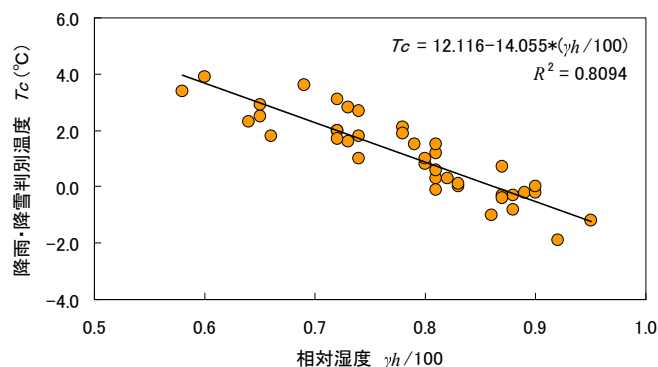


図-2 降雨・降雪判別温度と相対湿度の相関関係
(留萌地点: 1989～2004 年度)

3.2 降雨・降雪判別式の推定

長期熱・水収支モデルで水文諸量を推定する際、入力条件として与える降水量が降雨か降雪かを判別する必要がある。

本研究では、近藤⁵⁾が提案する降雨・降雪判別式を参考に、観測気温、降水量データ、天気概況から対象地点における降雨・降雪の判別を行い、気温と相対湿度の相関関係から、式(1)に示す判別式を推定した。

$$T_c = a + b \times (rh/100) \quad T > T_c: \text{雨} \quad T \leq T_c: \text{雪} \quad (1)$$

ここで、 T_c は雨雪判別温度(°C)、 T は気温(°C)、 rh は湿度(%)、 a 及び b は解析対象地点毎に設定する係数である。

図-2 に留萌地点における降雨・降雪判別温度と相対湿度の相関関係を示す。

3.3 降雪密度の推定

3.2 で設定した降雨・降雪判別式を用いて、長期熱・水収支モデルにより解析対象地点における積雪深の再現検証を行い、計算積雪深と観測積雪深の年合計値の差(絶対誤差)が、観測積雪深の年合計値の±1%以内となるよう、降雪密度を試算した。

キーワード : 水収支、水文諸量、降雪密度、長期熱・水収支モデル、積雪寒冷地

連絡先 : 〒004-8585 札幌市厚別区厚別中央1条5丁目4-1 TEL 011-801-1587

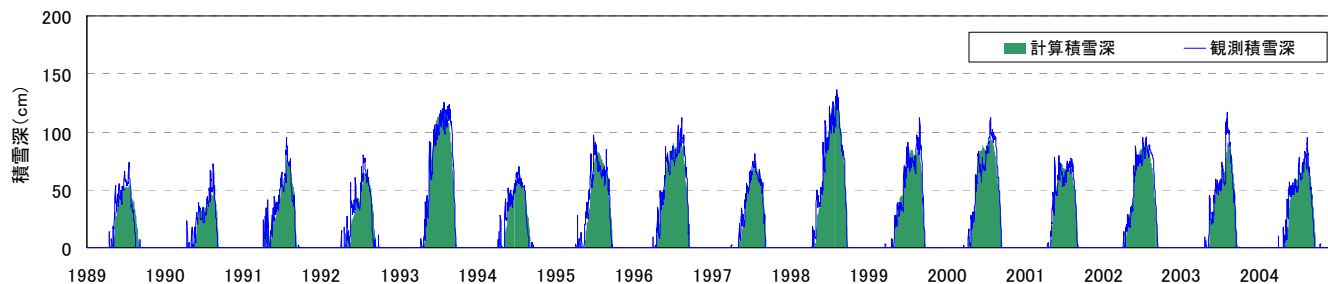


図-3 長期熱・水収支モデルによる積雪深の再現計算結果(旭川地点：1989～2004年度)

なお積雪密度については、全解析対象地点において積雪密度の初期状態が同じであると仮定し、サロベツ湿原に関する羽山ら⁶⁾の研究で得られている最小積雪密度 280kg/m^3 で全層沈下率 0.999、最大積雪密度 500kg/m^3 で全層沈下率 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。

図-3 に旭川地点における積雪深の再現検証結果を示す。積雪深や消雪のタイミングなどが妥当に推定されており、長期熱・水収支モデルが良好な結果を与えているといえる。

また図-4 に解析対象地点における降雪密度の経年変化を示す。降雪密度の推定結果より、日本海側気候区に位置する地点に比べ、太平洋側東部・西部気候区に位置する地点では降雪密度が大きい値を示しており、経年的な変動差が大きくなっていることが確認できた。また降雪密度の傾向として、札幌を除く日本海側気候区の4地点で下降傾向、その他の地点では上昇傾向にあることが確認でき、興味深い結果が得られた。これまで、北海道内の降雪密度の地域特性については詳細に把握されていなかったが、積雪寒冷地の特徴を理解する上で、降雪密度の地域特性や動向を長期熱・水収支モデルにより推定できると考えている。

3.4 水文諸量の推定及び水収支の検証

3.3 で推定した降雪密度を用いて、長期熱・水収支モデルにより解析対象地点における水文諸量を推定し、水収支の検証を行った。図-5 に解析対象地点における水収支の検証結果(1989～2004年度の平均)を示す。年間降雨量は 600～1100mm 程度、年間降雪量は 200～500mm 程度、年間蒸発散量は 400～700mm 程度となっており、降雨量と降雪量の合計から蒸発散量を差し引いた年間有効降水量(水資源賦存量)は 400～900mm 程度となった。日本海側気候区は他の気候区に比べ降雪水量が多く、降雪水量全体の約 60%を占めていることが確認できた。また、太平洋側東部気候区は他の気候区に比べ蒸発散量が少ないことが確認できた。

4. おわりに

本研究では、積雪密度の初期状態を一律として検討を行っ

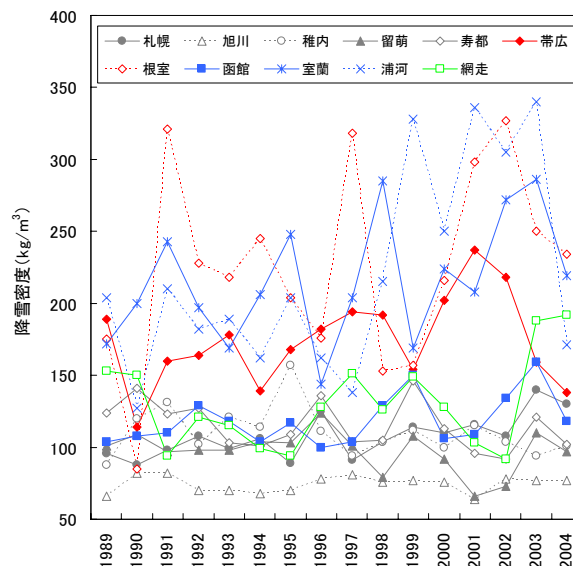


図-4 降雪密度の経年変化(1989～2004年度)

たが、今後北海道内の降雪・積雪データを収集し、降雪・積雪密度の推定精度の向上を図るとともに、積雪寒冷地における長期的・広域的な水文諸量の推定及び水収支の動向把握を行っていきたい。

参考文献：

- 1) 工藤啓介、中津川誠：長期熱・水収支モデルによる石狩川流域の水文諸量の推定、水文・水資源学会 2004 年研究発表会要旨集、pp.106-107、2004。
- 2) (財)日本気象協会北海道本部：北海道の気候、1991。
- 3) ほくほく北海道 HP：
<http://www.hokuhoku-hokkaido.com/weather/>
- 4) 気象庁電子閲覧室 HP：
<http://www.data.kishou.go.jp/etm/index.html>
- 5) 近藤純正編著：水環境の気象学、朝倉書店、1994。
- 6) 羽山早織、中津川誠：サロベツ湿原の地下水環境と植生変化について、北海道開発土木研究所月報報文、No.612、pp.3-20、2004。

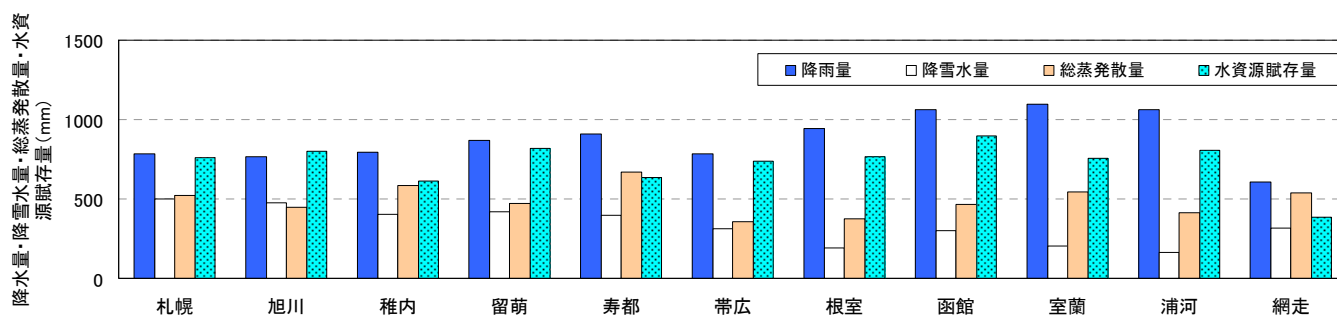


図-5 長期熱・水収支モデルによる水収支の検証結果(1989～2004年度の平均値)