

三国川ダム流域における気温減率の季節性を考慮した融雪流出解析

長岡工業高等専門学校 学生会員 ○滝澤一輝
 長岡工業高等専門学校 正会員 山本隆広
 長岡工業高等専門学校 正会員 込山晃市

1. はじめに

豪雪地域において，春先の融雪流出は有用な水資源となる反面，洪水被害の原因にもなる．そのため，融雪流出を精度良く予測することは利水面，防災面で重要となる．しかしながら，融雪流出解析には様々な不確実性があり，その一つに気温減率がある．気温減率は降雪量や融雪量を推定するために重要なパラメータであり，多くの融雪流出解析では標準的な値である 0.65 が用いられている．一方で，Chiu ら¹⁾によって地域性，季節性が存在することが指摘されている．そこで本研究では，気象庁観測所で計測された気温データをもとに月ごとの気温減率を複数地域で推定することで，その地域性，季節性を評価した．さらに，気温減率を考慮した融雪流出解析を行い，気温減率を 0.65 にした場合と比較することによって，融雪流出解析における気温減率の季節性を考慮することの必要性を検討した．

2. 解析手法

2.1 気温減率

気温減率の計算は，関東地方，中部地方の各都県に東北地方の宮城県，山形県，福島県，近畿地方の滋賀県，三重県，京都府を加えた 22 都府県（以降，日本中部域という．），信濃川流域の 2 種類の地域で行った．日本中部域では存在する内の 288 箇所の，信濃川流域では存在する内の 27 箇所の気象庁観測所の標高データ，毎正時の気温データを使用した．気温減率を毎正時に推定すると相関関係が見られないと考えられるため，本解析では各年の各月ごとに気温減率を求めることとした．各観測所の標高，月平均気温は直線関係であると仮定し，回帰分析を行うことでその傾きを求め，それを気温減率とした．期間は 1980 年 1 月から 2007 年 12 月までとした．

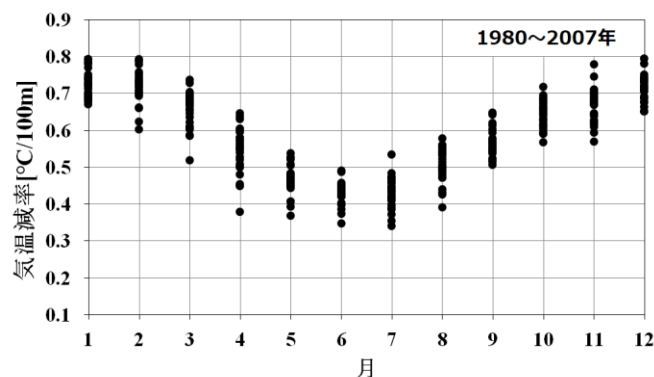


図 1 日本中部域の各月の気温減率の変化

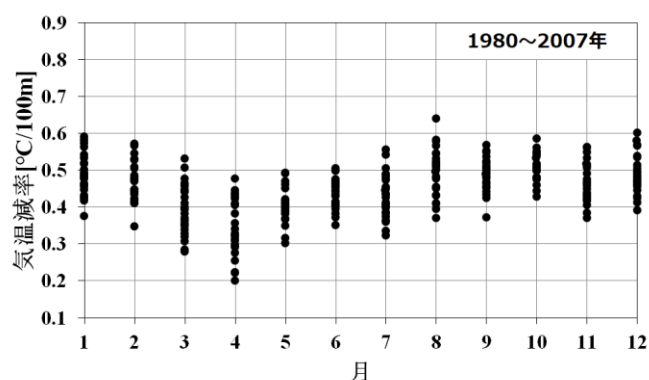


図 2 信濃川流域の各月の気温減率の変化

2.2 融雪流出解析

本研究では，星野ら²⁾が構築した分布型水文モデルを使用して融雪流出解析を行った．対象流域は信濃川流域の一部である三国川ダム流域(76.2km²)とした．入力する気象データは，降水量，気温及び日照時間であり，降水量は，国土交通省が管理する内膳落合と三国川ダム観測所の地上降水データ，気象庁が管理する湯沢と小出観測所の地上降水データを使用した．また気温及び日照時間は，湯沢，小出観測所のデータを使用した．解析期間は 2001 年 11 月 1 日から 2007 年 10 月 31 日までの 6 年間であり，11 月 1 日から翌年の 10 月 31 日を 1 水文年とした．

キーワード：気温減率，融雪流出解析，分布型水文モデル，信濃川流域

連絡先：〒940-8532 新潟県長岡市西片貝町 888 番地 長岡工業高等専門学校 環境都市工学科 TEL 0258-32-9265

3. 結果と考察

3.1 気温減率について

気温減率を推定する際に得られた相関係数はすべて、無相関検定を行うことによって 5%の水準で有意な相関が認められた。

図 1 に日本中部域の、図 2 に信濃川流域の各月の気温減率の変化を示した。図 1 より、日本中部域の気温減率は、1 月から 6 月にかけて減少し、6 月から 12 月にかけて高くなる傾向がある。図 2 より、信濃川流域の気温減率は、12 月から翌年 4 月までは減少する傾向があり、4 月から 8 月までは増加する傾向がある。このことから、気温減率には季節性が存在することが分かった。さらに、両者の気温減率の増加、減少傾向は異なることから、気温減率には地域性が存在することが確認できた。

また、各月の相関係数を期間全体で見ると、日本中部域では -0.74 ± 0.07 、信濃川流域では -0.91 ± 0.08 となり、信濃川流域の方が高くなった。これは、日本中部域は広範囲であり、様々な気候を含むため相関が低くなり、信濃川流域は範囲がより狭く、より限定された気候を含むため、相関が高くなったと考えられる。さらに、融雪流出解析の対象流域は信濃川流域の一部であることから、融雪流出解析においては信濃川流域の気温減率を使用して解析を行った。

3.2 融雪流出解析について

本節では、融雪流出解析において、気温減率を標準的な値である 0.65 にした場合(以降、気温減率一定という。)と、推定した気温減率を使用した場合(以降、気温減率変動という。)の結果を比較する。融雪流出解析内のパラメータは、それぞれの場合の解析で水文年ごとに試行錯誤的に決定した。

表 1 に、気温減率一定の場合と気温減率変動の場合の融雪期の河川流量の Nash 効率係数を示した。Nash 効率係数とは再現性の評価を行う指標であり、1 に近づくほど再現性が高いといえる。この表より、気温減率変動の場合の方が、河川流量の再現性が高まったことが分かった。つまり、気温減率の季節性を考慮することは、高精度な融雪流出解析を行うために必要であると考えられる。

図 3 に、2005 水文年融雪期の三国川ダムにおける河川流量の変動を示した。この図より、気温減率一定

表 1 水文年ごとのダム流入量の Nash 効率係数

水文年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	平均
気温減率一定	0.85	0.72	0.90	0.90	0.71	0.89	0.83
気温減率変動	0.92	0.88	0.86	0.97	0.90	0.93	0.90

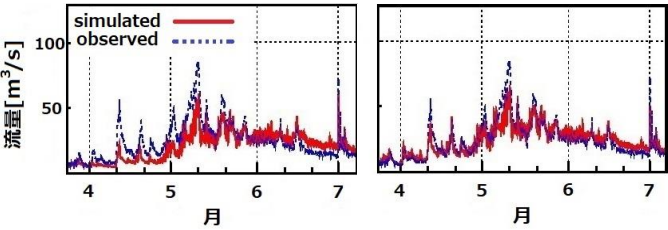


図 3 2005 水文年の三国川ダムの河川流量の変動
(左図は気温減率一定、右図は気温減率変動)

の場合では、5 月中旬までは河川流量が過小に評価されていることが分かる。この理由としては、気温減率が高いことにより流域の平均気温が低下し、融雪流出が少なくなったことが考えられる。また、その影響で 5 月中旬まで積雪が多く残り、気温が徐々に高まってきた 5 月下旬以降に多く融雪したことで、6 月以降では河川流量が過大に評価されていると考えられる。

4. まとめ

本研究では、気象庁観測所で計測された気温データをもとに気温減率の推定を行うことによって、それに地域性、季節性があることが分かった。さらに、融雪流出解析では、気温減率の季節性を考慮することによって、河川流量の再現性の向上が確認できた。

参考文献

1) Ching-An Chiu,Po-Hsiung Lin and Chih-Yung Tsai :
Spatio-Temporal Variation and Monsoon Effect on the
Temperature Lapse Rate of a Subtropical Island.
Terr.Atmos.Ocean.Sci.,Vol.25,No.2,pp.203-217,2014.

2) 星野ら：年最大流量の非超過確率を用いた洪水危険度指標の開発の試み，土木学会論文集 B1（水工学），Vol.71，No.4，pp.I_1489-I_1494，2015.