

近年における融雪流出の特性変化に関する研究

中央大学理工学部 学生員 ○小杉 和幹
中央大学大学院 正会員 渡邊 暁人
中央大学大学院 正会員 渡辺 直樹

中央大学大学院 学生員 大野 修平
中央大学理工学部 フェロー会員 山田 正

1. はじめに

地球温暖化に伴う気候変動により、積雪寒冷地域における融雪出水期の流量特性が変化する可能性がある。特に夏の降雨量が少なく日本の総耕地面積の25%を占める北海道は、農業において融雪水への依存度が高く融雪出水期の変化は深刻な問題となる。これまでは融雪出水の経年変化について、融雪出水の立ち上がり時期やピーク期間、ピーク流量等を指標として用いた各観測地点における経年変化に関して研究がされてきた^{1),2)}。しかし、融雪出水は各年、各流域、各観測地点毎に特性が異なると考えられるため、面的に検証する必要がある。そこで著者らは、融雪出水期の中長期的傾向を知ることを目的に、北海道全域の各水系を対象とし、各年の融雪出水期における流量ハイドログラフの重心が求まる日付を新しい指標として用いた融雪出水期の変化について検証を行なった。

2. 研究の概要

2.1 対象地域とその選定 図-1に解析対象とした流量観測所の位置を示す。解析には国土交通省が公開している水文水質データベースの北海道内の全14水系のデータを使用した。全172流量観測所のうち、(1)少なくとも1979年からの日流量データが公開されている、(2)連続した15日以上欠測がない、(3)融雪出水期に流量の卓越がある、の3つの条件を満足する75流量観測所のデータを用いた。(3)の条件については次節で説明する。なお、欠測しているデータに関しては欠測前後のデータを用いて線形補間を行った。

2.2 融雪出水期の定義 図-2に北海道内の流量観測所における日流量の時系列の一例を示す。図より3～6月にかけて日流量のピークが明瞭に現れており、これは融雪による流量の増加と考えられる。他の観測所においても、ほとんどの地点で3月から6月に流量の卓越が見られた。また、大規模な降雨がない限り北海道において融雪出水期流量が年最大の流量となる。以上より、融雪出水期を3/1～6/30と定義した。

2.3 融雪出水期の変化の検討方法 融雪出水期の流量の特性を定量的に検討するため、(1)融雪出水期の総流量の経年変化、(2)融雪出水期の月別流量の経年変化、(3)融雪出水期の流量ハイドログラフの重心、の3つの観点から融雪期における流出期の特性を検証した。重心を用いたのは、ピーク流量では融雪期間中に大規模な降雨があった場合、本来の融雪出水のピークではないものが最大値をとる場合があるからである。以下に流量ハイドログラフの重心を求める式を示す。

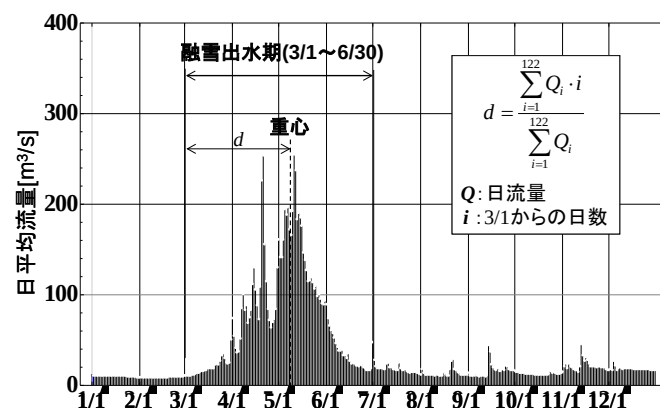
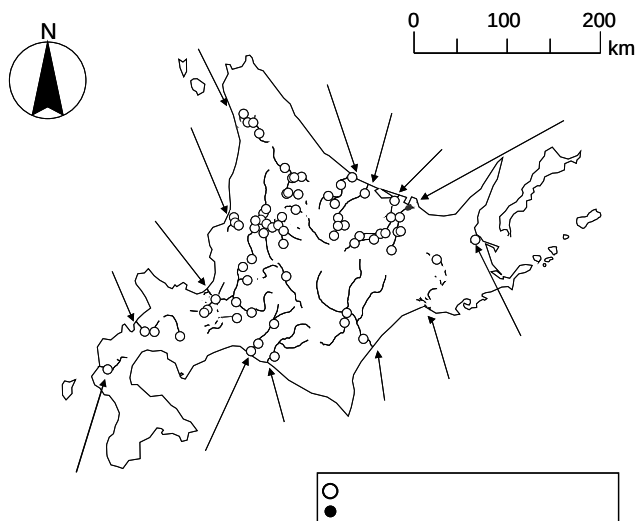
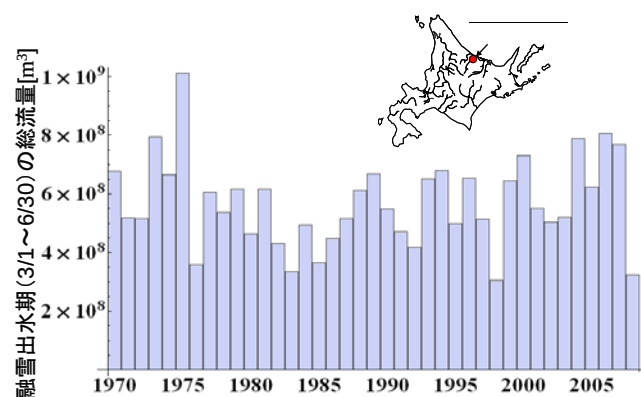


図-2 北海道内の流量観測所における日流量の時系列の一例



キーワード：融雪出水，早期化，重心

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学 03-3817-1805 kazumoto-kosugi@civil.chuo-u.ac.jp

$$d = \sum_{i=1}^{122} Q_i \cdot i / \sum_{i=1}^{122} Q_i$$

ここに、 d : 3/1 から重心までの日数、 Q_i : 日流量[m³]、 i : 3/1 を 1 日目とする数え日である。以上の 3 つの観点から北海道における融雪出水期の流量を検証した結果、融雪出水期の流量の重心に早期化の傾向が見られた。以下、本稿では特に重心について詳細に説明をする。

3. 解析結果

3. 1 流量の経年変化 融雪出水期における流量ハイドログラフの重心に着目した場合に融雪出水の早期化が見られた湧別川の中湧別流量観測所(河口から 5.4km)における融雪出水期総流量を図-3、月別流量を図-4、重心の経年変化を図-5 に示す。図-3 より長期的な融雪出水期の総流量の増加、減少傾向は見られない。また、解析対象とした北海道の流量観測所における融雪出水期の総流量は 75 地点中 67 地点において増加、減少傾向はなかった。

3. 2 月別流量の経年変化 図-4 に融雪出水期の月別流量の経年変化を示す。各月とも明瞭な流量の長期変化はみられない。3 月以外は流量の年変動があり、5 月の流量に着目すると、1995 年以降の流量の変動幅は、1995 年以前の流量の変動幅の約 2 倍になっている。

3. 3 流量ハイドログラフの重心の経年変化 図-5 に融雪出水期における流量ハイドログラフの重心の経年変化を示す。各年における重心は、1990 年まで 5 日程度の変動幅で、1990 年以降は 10 日程度の変動幅で推移している。また、図-5 中の青線で示す重心の 5 年平均値に着目すると、1975 年以降において、5 年間で約 1 日ずつ早期化している。この観測地点においては明瞭に重心の早期化傾向がみられたが、他の地点においては明瞭な減少・増加傾向がみられなかった。そこで、より長期間の重心の平均値を用いて融雪出水の変化の検証を行った。図-6 に各観測地点における 1991~2005 年の重心の平均値と 1976~1990 年の重心の平均値の差の分布図を表す。プラスであれば融雪期が晩期化し、マイナスであれば融雪期が早期化していることを示す。図より、天塩川水系を除くほぼ全ての観測地点において、1~3 日間の融雪出水の早期化がみられる。

4. まとめ

近年の北海道地方における融雪出水流量の変化特性を評価するため、全 14 水系 75 流量観測所のデータを用いて検討を行った。得られた知見を以下に示す。

(1)融雪出水期の月別流量に増加、減少傾向がない場合においても流量ハイドログラフの重心の経年変化に着目することで、融雪出水の早期化、晩期化傾向を示すことが可能であることが分かった。

(2)北海道全域における流量ハイドログラフの重心について、1991 年~2005 年の平均と 1976 年~2005 年の平均を比較した。その結果、1 日晩期化が見られる天塩川水系を除く全ての水系が 1 日~3 日早期化していることを示した。

参考文献:

- 1)馬場仁志：融雪出水の特性変化に関する研究(1)，開発土木研究所月報，No556，1999.9
- 2)秩父宏太郎，熊木朋子，都築一憲：気候変動に伴う石狩川流域への影響に関する検討，北海道開発局技術研究発表会，治-29，2009.2

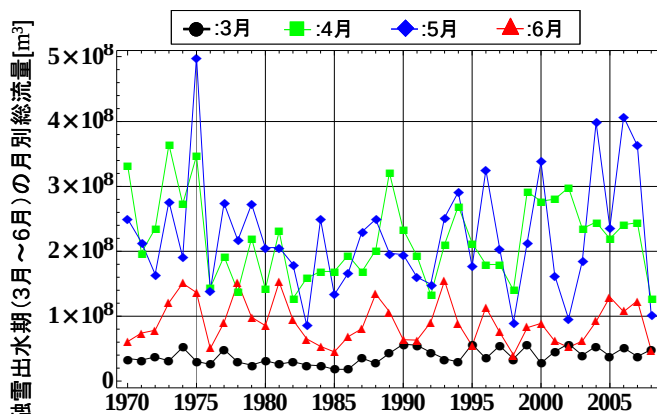


図-4 融雪出水期(3/1~6/30)における月別流量の経年変化(湧別川中湧別観測所 河口から 5.4km)

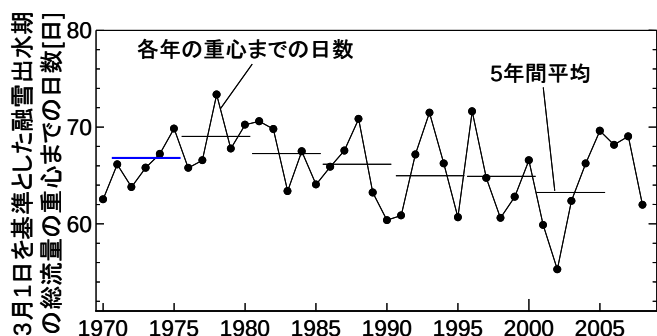


図-5 融雪出水期(3/1~6/30)における流量ハイドログラフの重心の経年変化(湧別川中湧別観測所 河口から 5.4km)

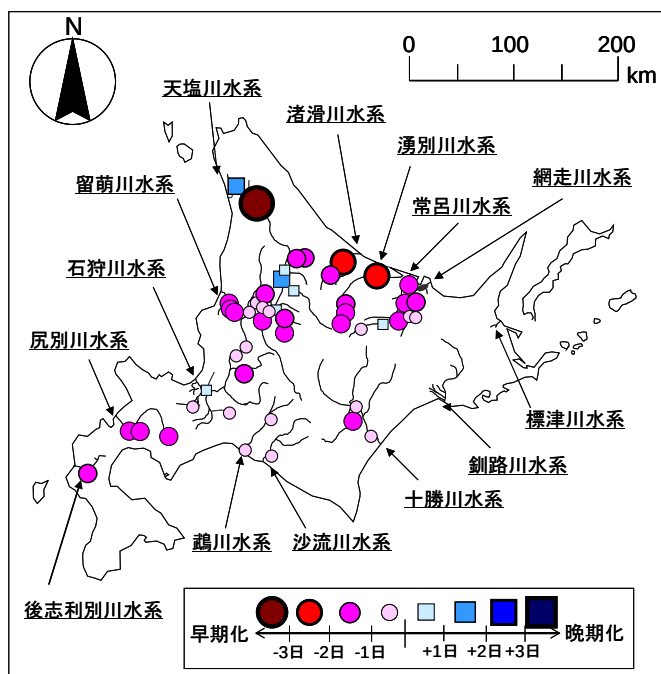


図-6 北海道における流量ハイドログラフの重心の平均値の差(1991~2005 年の平均-1976~1990 年の平均)