

地質特性と大気陸面過程を考慮した流量・水温推定モデルの提案

室蘭工業大学
 室蘭工業大学
 (株)ドーコン
 地方独立行政法人北海道立総合研究機構

○学生員 武田 篤弥 (Atsuya Takeda)
 正員 中津川 誠 (Makoto Nakatsugawa)
 正員 工藤 啓介 (Keisuke Kudo)
 非正員 石山 信雄 (Nobuo Ishiyama)

1. はじめに

気候変動による水温の変動を推定するモデルの一般化の為に、本研究では観測された結果をもとに、熱・水収支モデルと分布流出型モデル(3段タンクモデル)で流域面積 20km²以下の小流域レベルで流出量、水温の推定を行い、地質特性や大気陸面過程を考慮した計算値の精査を行った。

2. 研究方法

2.1 対象地点の概要

対象河川は北海道の中央部に位置する石狩川水系空知川の上流部に設定した4つの小流域を対象とした。さらに、この4つの流域は地下水流出の多い火山性 St.4(流域面積=15.33km²)と非火山性 St.101(流域面積=14.25km²),St.103(流域面積=20.19km²),105(流域面積=7.02km²)に分類される。対象流域概要は図-1に示す。

2.2 水温・水位データ

分布型流出モデル計算値の再現性を確認するため、石山らが検証流域で観測している水位及び水温データ(2017年7月~2018年10月)を利用した。

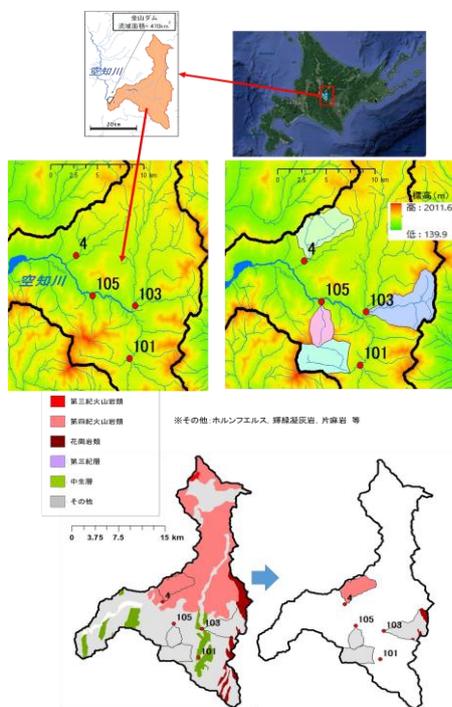


図-1 対象流域概要

2.3 観測流出量の推定

観測水位に応じた断面積と潤辺長を測量によって求め、この値を以下のマンニング式に代入し、観測流量を求めた。

2.4 1kmDS データ

本研究では、解析期間を2016年7月1日から2018年12月31日として、検証流域4箇所の流出量、河川水温の推定を行う。この解析のため、1kmDS データを使用した。これは空知川流域の降水量、気温、気圧、全総雲量、風速、相対湿度を対象に、解析雨量、メソ客観解析データ、局地客観解析データ、SYNFOS-5を距離重み法で空間内挿して作成したものである。

2.5 大気陸面過程考慮した水文諸量の推定

本研究では熱・水収支モデル(Long-term Hydrologic Assessment model considering Snow process, 以下、LoHAS)1)を用いて水文諸量を算出する。1kmDS データをLoHASに入力し、降雨量、融雪量、蒸発散量を推定した。

2.6 タンクモデルによる水文諸量の流出計算

流出量の推定には、臼谷ら²⁾の提案する斜面流出・河道追跡を組み合わせた分布型流出モデルを適用する。前述のLoHASで算出した1km×1kmメッシュ降雨量、降雪水量、融雪量、蒸発散量と検証流域の地質情報を勘案し、直列3段タンクを用いて各メッシュの流出量を計算した。この際、流域の流出量を求めるのに最適なパラメータをSCE-UA法によって求めた。設定したパラメータは表-1に示す。

2.7 フラックス河道追跡による河川水温の推定

本研究では、既往研究³⁾を参考にLoHASから得られる水文諸量を適用して、河川流量と水温の積を水温フラックスとして考える方法で推定した。

3. 研究結果

3.1 LoHASによる水文諸量の推定

LoHASによる解析では、2017年の金山ダムの年流出高は1,055mmと推定された。以上の結果を2017年度の金山ダム流域の観測年間流出高1,071mmと比較すると、極めて近い値となっていることが確認できた。よって、LoHASでの水文諸量の推定は妥当であることがわかった。

3.2 流出モデルによる流量計算

図-2に各検証流域の観測値の流出高(mm/h)の変動を示す。これらより、2018年7月の大雨時を除き、

キーワード 空知川 LoHAS 地質特性 SCE-UA 法 水収支 地下水流出

連絡先 〒050-8585 北海道室蘭市水元町 27-1 国立大学法人室蘭工業大学 TEL 0143-46-5276

火山性地点(St.4)の降雨量に対する流出量のピークはさほど大きく応答せず、波形も全体的に緩やかに変化する傾向があることが確認された。これは火山性地点のほうが地下水流出が多いからと考える。よって、表-1のように火山性地点の地下水流出孔 a_4 が非火山性地点よりも大きく設定されたことは妥当であったといえる。

また、各検証流域の流量の推定結果は、2018年6月から10月までを図-3に示す。St.101は誤差が大きかったが、その他2地点では2018年夏期の変動傾向が推定できていた。さらに、図-4に各地点における2018年6月1日から同年10月15日までの降雨量と流出高(観測、計算)の積算値を示し、水収支上の妥当性を確認した。St.101を除けば、降雨量と流出高の差がLoHASで求められた金山ダム流域の総蒸発散量

表-1 設定したパラメータ

	火山性地点	非火山性地点
a_1	0.2880	0.3962
a_2	0.0097	0.0077
a_3	0.2300	0.0448
a_4	0.0627	0.0227
b_1	0.2142	0.6344
b_2	0.0650	0.1344
z_1	97.57	84.35
z_2	56.88	56.10
z_3	62.43	22.80

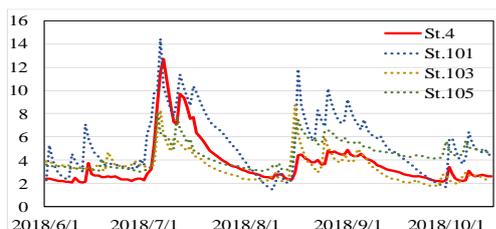


図-2 流出量高変動の比較結果

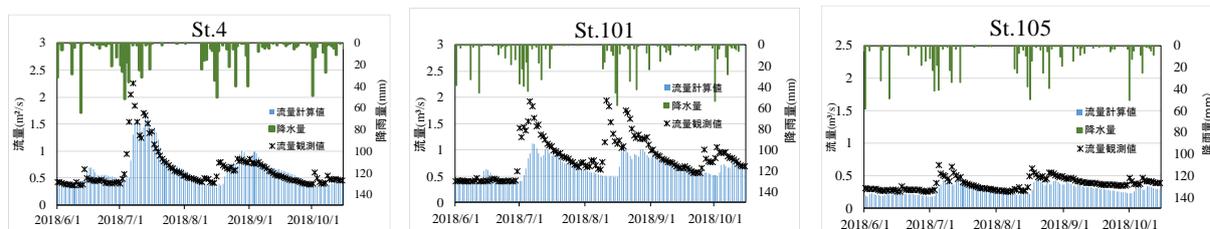


図-3 流出量推定結果

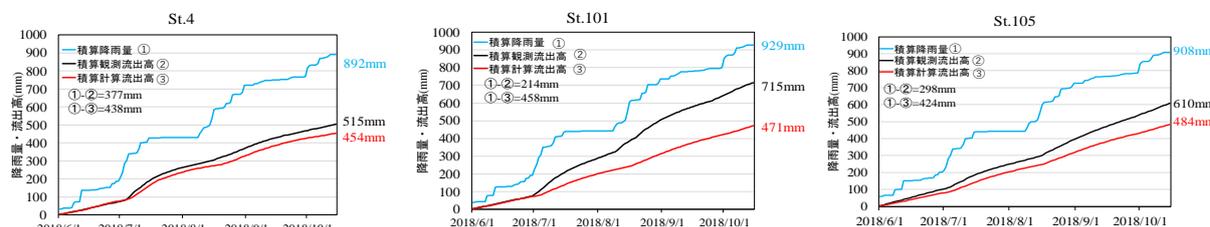


図-4 水収支の検証結果

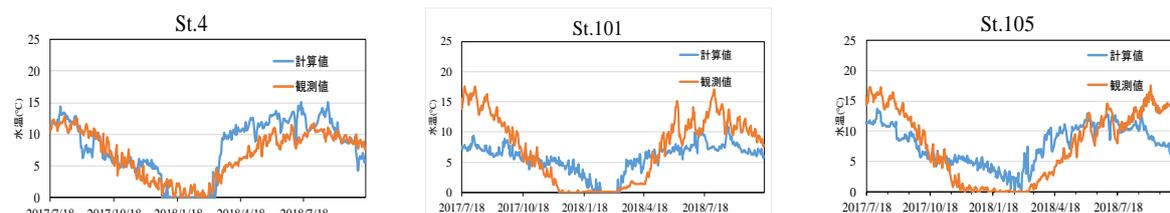


図-5 水温推定結果

340mm に近くなっており、水収支上の妥当性が確認された。

3. 3 フラックスの河道追跡による河川水温の推定

2017年7月から2018年10月の水温の推定結果を図-5に示す。この結果からSt.101で誤差が大きかったが、その他2地点では計算水温は観測水温の変動傾向を再現している。このことから、水収支が適切に推定されている場合、流出量や水温の再現がよくなるものと考えられる。

4. まとめ

本研究より得られた結果を以下に示す。

- (1) 観測水位から流量を推定し、それを検証材量に再現検証を行うことができた。
- (2) 地質の違いによる流出の違いを反映した流出量及び水温の推定手法が提案された。

謝辞

本研究は文部科学省(MEXT)の事業である気候変動適応技術社会実装プログラム(SI-CAT)及び国土交通省河川砂防技術研究開発公募(地域課題分野(河川生態))の助成を受けたものである。ここに記して感謝の意を表す。

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第588号，pp.19-38，2002。
- 2) 臼谷友秀ら：流域貯留量推定方法のためのモデルパラメータの一般化に関する研究，土木学会論文集B1(水工学)70，4，I_355-I_，2014。
- 3) 工藤啓介ら：地球温暖化シナリオに基づく寒冷地
- 4) 河川における水温変化の評価，土木学会論文集B1(水工学)，74，5，I_37-I_42，2018。