

気候変動・土地利用変化が流域の河川水温分布に及ぼす影響分析

神戸大学大学院 学 生 員 ○浦野 仁志
神戸大学大学院 正 会 員 宮本 仁志

1. はじめに

近年、源流から河口まで河川ネットワークの繋がりを重視し、河川の治水・利水・環境を包括的に捉えることが重要となっている。筆者らは、河川水質の中でも基本的かつ重要な指標である水温を対象にして河道網構造と地形特性を陽に定式化した河川水温のネットワークモデルを開発してきた^{1,2)}。本報では、このモデルを用いて気候変動と土地利用変化が流域の水温環境に及ぼす影響を検討した。

2. 対象流域と水温観測の概要

本研究では、兵庫県南西部に位置し、瀬戸内海に流入する一級河川揖保川流域を対象とする。観測点は河道位数ごとに数点選ばれ、流域全体が網羅されるように31点が設定されている。水温観測は2006年5月から継続されており²⁾、河川水温は1時間ごとに自動計測されている。図-1に揖保川における2007年11月の月平均水温の流域分布を示す。源流から河口へ向けて水温の上昇が確認される。本報では、この秋季11月を対象に気候変動と土地利用変化の影響を考察する。

3. 河川水温ネットワークモデル

本モデルでは、河道位数則とリンクマグニチュードにより表現された河川ネットワーク上を源流から河口へ向けて河川水温が推定される。それぞれの河道リンクでは、河川水塊が受ける熱フラックスが熱輸送方程式にて定式化され、それを解くことで河道リンク下流端の水温が推定される。推定された下流端水温が次の河道での境界条件となり、最終的に水系全体の河川水温が推定される。河道位数則・リンクマグニチュードと関連付けられる諸量は、流量、河川幅、河道長、横流入量、河道標高などが挙げられる。詳細なモデルの定式化は宮本ら²⁾、浦野ら¹⁾に詳しく記載される。なお、本モデルは河道ネットワーク構造に着目して流域における環境インパクトの水系全体への影響評価をめざすため月単位の平均水温を解析対象としている。

図-2に本モデルによる2007年11月の水温推定結果を示す。図-1, 2を比較すると、推定値と観測値が上流から下流まで全般的によく一致しており、河川ネットワーク上を流下する過程での昇温構造が良好に再現されている。また、2007年1月から12月までの一年間を対象に月平均水温の流域分布を推定したところ、年間を通して観測値と推定値の流域平均誤差が1℃以内におさまった。これより本モデルは期待される精度で流域全体の水温分布が推定できることが確認された。本モデルでは、横流入水温を季節変化・ピーク遅れを考慮してモデル化しており、冬期(放熱期)に暖かい水温流入があるため、それまでのモデルでは過小評価していた冬期水温の推定精度が大幅に改善されている¹⁾。

4. 気候変動および土地利用変化が流域の河川水温に及ぼす影響分析

気候変動予測結果による2070~2099年の気温・降水量変化の予測値³⁾を用いて、本モデルにより将来11月の水温予測を行った。図-3に気温が3℃、降水量が10%増加した場合の予測結果を示す。図-2と図-3の比較より、将来水温では暖色系で示される高温域の分布がかなり広がり、10℃以下の月平均水温をもつ河道は上流

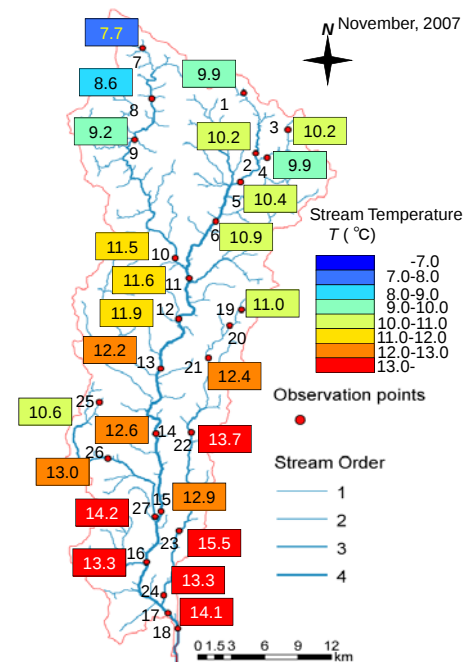


図-1 月平均水温の観測値
(2007年11月)

キーワード 流域管理 河川環境 河道位数 気候変動 土地利用

連絡先 〒657-8501 神戸市灘区六甲台町 1-1 神戸大学大学院工学研究科市民工学専攻 宮本仁志 miyamo@kobe-u.ac.jp

の源流に近い河道だけになることがわかる。13℃以上の月平均水温を示す範囲は、2007 年では林田川(観測点 No.19-24)・栗栖川(No.25-27)の中・下流および本川の No.16 以降の下流であった。しかし、将来水温では本川中流の No.11 や引原川(No.7-10)の下流にまで拡大すると予測された。

この水温上昇に伴って冷水を好む水生生物は生息範囲⁴⁾が限定されるなど、河川生態系への影響が大きいことが懸念される。

1976 年の土地利用データを用いて、土地利用変化が流域の水温分布に及ぼす影響を検討した。図-4 に水温分布の推定結果を示す。気象・河川水流量など他の条件は 2007 年と同じにした。図-2 と図-4 を比較すると、2007 年の水温は 1976 年の水温よりもわずかに高く、昇温量は水系各部で 0.01~0.15℃であった。その昇温量は上流域で小さく、下流域で大きい傾向が示された。

図-5 に 1976 年から 2006 年にかけての土地利用面積の変化割合を示す。これより、上・中流域では土地利用に変化がほとんどない。一方、下流域では田、農用地、建物用地、交通用地などが変化している。特に、建物用地や交通用地の変化割合が大きく、市街化が進行しているのがわかる。本モデルにおいて土地利用の情報は横流入水温の算定モデルにおいて使われる¹⁾。そこでは建物用地や交通用地が横流入水温の昇温に与える影響は相対的に大きく、結果として河川水温の上昇傾向が示されたといえる。ただし、本報で検討した各小流域においては土地利用の変化量は 0.3km² 程度以下と非常に小さく、全体として水温に及ぼす影響は小さい結果となった。しかしながら、土地利用変化が大きい流域を対象とした場合には河川水温に及ぼす影響がより明確に評価されることが推察される。

5. おわりに

本報では、河道網構造と地形特性を考慮した河川水温のネットワークモデルを用いて、揖保川流域を対象にして将来の気候変動および土地利用変化が流域の河川水温に及ぼす影響を評価した。今後は、本モデルを流域特性のことなる他の水系へ適用し、水温の流域分布特性が河川環境に及ぼす影響を評価していく予定である。

【参考文献】1) 浦野, 宮本, 前羽, 戸田: 土木学会論文集 B1(水工学), 69(4), I_1681-I_1686, 2013. 2) 宮本, 道典: 水工学論文集, 52, 1069-1074, 2008. 3) 土木学会地球温暖化対策委員会: 土木学会地球温暖化対策特別委員会報告書, (社)土木学会, 2009. 4) 天野, 望月: 河川技術論文集, 17, 513-518, 2011.

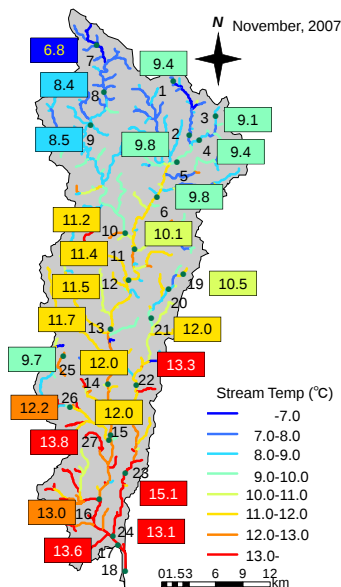


図-2 2007 年 11 月の推定水温

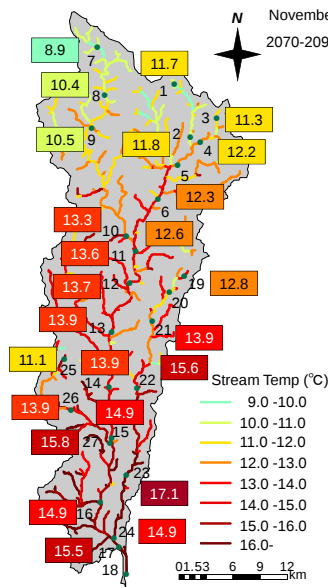


図-3 将来 11 月の気候変動による予測水温

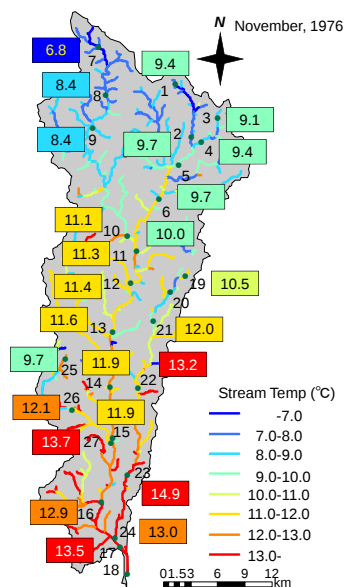


図-4 1976 年 11 月の土地利用による予測水温

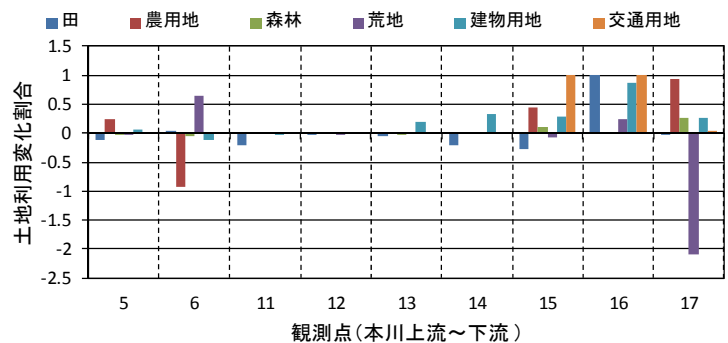


図-5 1976 年から 2006 年にかけての土地利用面積の変化割合 (本川上流～下流)