

将来の気候変動が揖保川中流域の流水水温に及ぼす影響解析

神戸大学大学院 学 生 員 ○菅原 康之 神戸大学大学院 正 会 員 宮本 仁志
 神戸大学大学院 学 生 員 中山 和也 神戸大学大学院 フェロー会員 道奥 康治

1. はじめに

筆者らは、流域環境に関する諸課題を検討するために、水系ネットワーク全体を対象として河川水温の観測と解析を行っている¹⁾。前報²⁾では、河川水温形成要因の感度分析と将来の気候変動が河川水温に及ぼす影響を上・中・下流ごとに考察した。本報では、試験流域の中流部を対象にして、気候変動にともなう河川水温の上昇を季節ごとに検討する。

2. 試験流域

試験流域は、図-1に示す一級水系揖保川である。筆者らは、河道位数を考慮して27の観測点を設定し、2006年5月より河川水温などの観測を継続している¹⁾。本報では、中流部のNo.11~12を対象として、気候変動にともなう河川水温の変化を予測評価する。

3. 解析方法

解析では、次に示す一次元熱保存式を用いる。

$$\frac{\partial T_w}{\partial t} + V \frac{\partial T_w}{\partial x} = \frac{1}{c_w \rho_w h} (H_s + H_a - H_{br} - H_{la} - H_{se} + H_{bed}) + \frac{q_x}{A} (T_{wl} - T_w) \quad (1)$$

ここに、 T_w ：河川水温、 V ：断面平均流速、 c_w ：水の定圧比熱、 ρ_w ：水の密度、 h ：水深、 A ：流水断面積、 H_s ：短波放射量、 H_a ：長波放射量、 H_{br} ：長波逆放射量、 H_{la} ：潜熱交換量、 H_{se} ：顕熱交換量、 H_{bed} ：河床伝熱量、 q_x ：横流入量、 T_{wl} ：横流入水温、 t ：時間座標、 x ：流下方向座標である。式(1)を特性曲線法により常微分方程式に帰着させて河川水温の近似解を導出する¹⁾。将来(2080-2100年もしくは2070-2099年)の気温、降水量の変化は、気象庁の地域気候モデル(RCM20)³⁾と全球大気海洋結合大循環モデル(AOGCMs)⁴⁾の計算値を使用した。将来の河川水温を予測する際に必要な流量・水深・湿度・上流側水温は、それぞれ現在の降水量-流量、流量-水深、気温-湿度、気温-上流側水温の間での回帰式より求めた。

4. 地域気候モデルの気候変動予測結果に基づく2081-2100年6月、12月の河川水温の変化予測

図-2に、2006年と2081-2100年における水温時系列の比較を示す。解析期間は、比較的降水量が多く流量が増加すると予測される6月と、最も気温上昇量が大きいと予測される12月を対象とした。RCM20³⁾の解析結果より、2081-2100年の6月と12月の気温変化はそれぞれ+2.3、+3.0℃、一方、降水量の変化率はそれぞれ+10%、-20%である。図-2より、両月ともに河川水温は2006年よりも上昇し、6月、12月での昇温量の10日間平均値はそれぞれ0.92℃、1.1℃となることがわかる。図-2(b)に示す12月の河川水温は、どの時刻も平均的に約1.1℃上昇しているのに対し、図-2(a)の6月水温は日中での昇温が抑制される日がみられる。梅雨時の6月は降水量が多く、2081-2100年の河川流量も大幅に増加されるシナリオであるため、気温上昇に伴い水温はある程度上昇するが、流量増加により日中の水温上昇は全体として抑えられている。以上より、気象・水文条件が異なる6、12月では、将来の河川水温の昇温率が異なることがわかる。

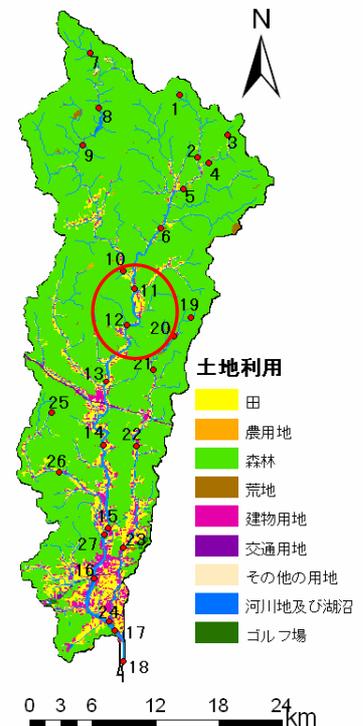


図-1 揖保川流域の河道網，土地利用，および水温観測点

キーワード 流域環境 河川水温 気候変動 影響評価 水温解析 現地観測

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

5. 気候の変動幅を考慮した河川水温の将来予測

気温・降水量の変化予測値は、用いられた気候モデルや IPCC の SRES シナリオ^{3,4)}によって異なる。そのため本報では AOGCMs⁴⁾の A1F1 と B1, および RCM20³⁾の A2 の 3つのシナリオの結果を用いて、6, 8, 10, 12月における揖保川中流域の河川水温の上昇幅を予測評価した。

図-3に、水温解析モデルを用いて求めた、気温・降水量の変化に伴う河川水温変化量の等値線図を示す。表-1は、上述の3つのシナリオにおける気温・降水の予測値に対応させて、図-3より求めた将来の河川水温の昇温量である。図-3に示す等値線の傾きから、6, 8, 10月では気温だけでなく降水量変化も河川水温に影響することがわかる。一方、12月には、流量が少ないため降水量変化の水温への影響はほとんどなく、気温変化の影響しか表れない。表-1より、気温上昇が最大の AOGCMs⁴⁾の A1F1 シナリオでは、2.7~3.3℃の水温上昇が予測されるのに対して、気候モデルの空間解像度が最も高い RCM20³⁾の A2 シナリオでは昇温幅が 0.7~2.0℃となる。シナリオごとの予測値は異なるが、いずれも 10月での昇温が最も大きく、8月で最も小さい結果となった。気候モデルやシナリオ間で予測結果に幅があることから、今後、より多くの気象モデル・シナリオの予測結果を用いた系統的な水温予測評価が必要である。

【参考文献】1)宮本ほか：上・中・下流域における河川水温の形成要因に関する解析的検討，水工学論文集，第 53 巻，pp.1153-1158, 2009. 2)菅原ほか：揖保川水系における河川水温形成要因の感度分析と将来の気候変動に対する影響評価，土木学会関西支部年次学術講演会講演 CD-ROM, 2009. 3)気象庁：地球温暖化予測情報，第 6 巻，pp.25-27, 2005. 4)Crus, R.V. et al: Asia, Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II, pp.478-480, 2007.

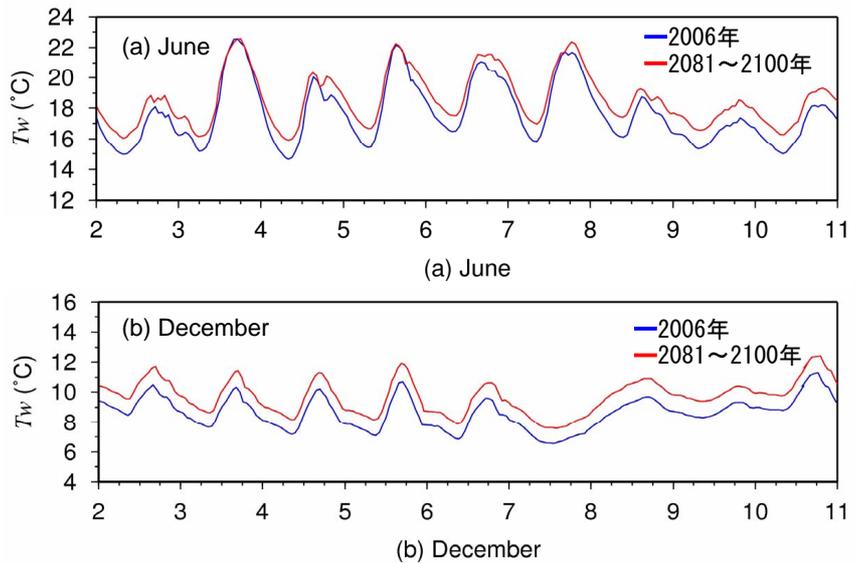


図-2 2006年と2081-2100年の水温時系列の比較 (6, 12月, No. 11~12)

表-1 将来の河川水温昇温量(°C) (No. 11~12)

モデル シナリオ	AOGCMs		RCM20	平均
	A1F1	B1	A2	
6月	2.8	1.5	1.0	1.8
8月	2.7	1.5	0.7	1.6
10月	3.3	1.8	2.0	2.4
12月	2.8	1.5	1.2	1.8

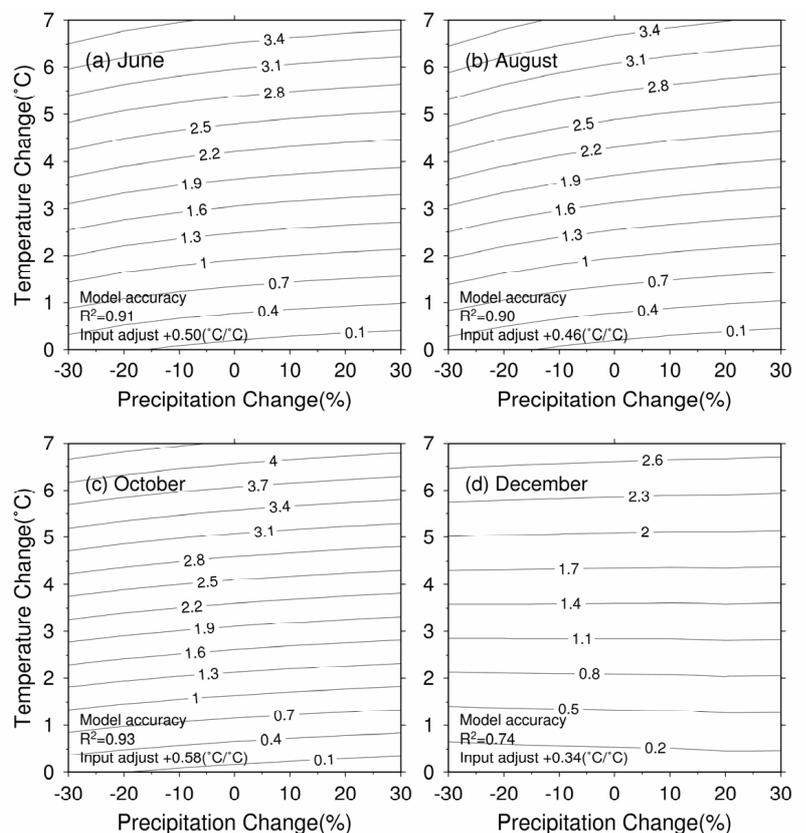


図-3 6, 8, 10, 12月における気温、降水量の変化に伴う水温変化量の等値線図 (No. 11~12)