

第II部門

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

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、河川環境にかかわる流域規模の諸課題を検討するために、揖保川水系を試験流域にして流水水温など河川水質の観測と解析を行っている。既報<sup>1)</sup>では、上・中・下流における河川水温の形成要因を観測と解析によって系統的に検討した。本報では、河川水温の形成要因の感度分析を行うとともに、将来の気候変動<sup>2)</sup>が河川水温に及ぼす影響を予測評価する。

2. 対象流域と水温モニタリングの概要

試験流域は兵庫県南西部において瀬戸内海に流入する一級河川の揖保川水系である。図-1に2006年6月における月平均水温の流域分布を例示する。水温ロガーは河道位数ごとに数カ所の観測点を設け、流域全体で27観測点を設定した。水温は1時間毎に自動計測され、水温ロガー内のメモリに蓄積される。図-1より、揖保川の水温は流下に伴って上昇し、この時期の流域上下流間の昇温幅は9.1℃となる。

3. 河川水温の経年変化

図-2に上・中・下流域における月平均河川水温の経年比較を示す。

上・中流では、7月に2008年の水温が他の年より大きくなり、一方、2月では2008年の水温が他の年より小さくなる。これらは、梅雨の降水量が少なかったことと、冬季の積雪量が多かったことにそれぞれ起因すると考えられる。また、下流No.17では2008年6~10月に水温上昇が大幅に抑制されているが、これはオオカナダモの大繁殖による影響である。これらより、月平均河川水温の年次変化は、その年の積雪量や梅雨時における降雨量、および河川生態環境の活性度によって特徴づけられることがわかる。

4. 河川水温形成要因の感度分析

次に示す一次元熱輸送方程式を感度分析に用いる。

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

(I)            (II) (III) (IV) (V)            (VI)            (VII)

ここに、 $T_w$ ：河川水温、 $V$ ：流下方向断面平均流速、 $c_w$ ：水の定圧比熱、 $\rho_w$ ：水の密度、 $h$ ：水深、 $A$ ：流水断面積、 $q_x$ ：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。(I)~(VII)はそれぞれ次の水面・潤辺および横方向からの熱フラックスを表す；短波放射・長波放射・長波逆放射・潜熱・顕熱・河床伝熱および横流入項。河川水温の形成要因である(I)~(VII)を対象にして、それらを個別に-100~100%

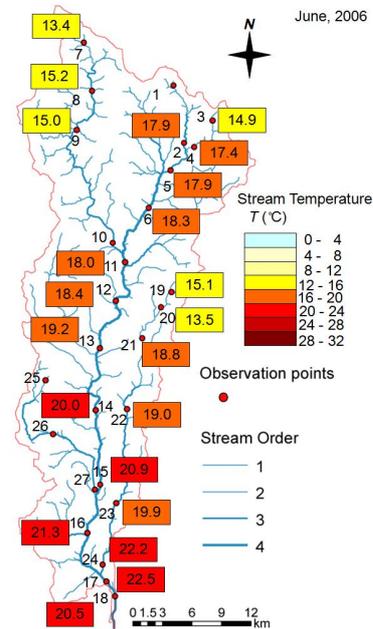


図-1 月平均水温の分布(2006年6月)

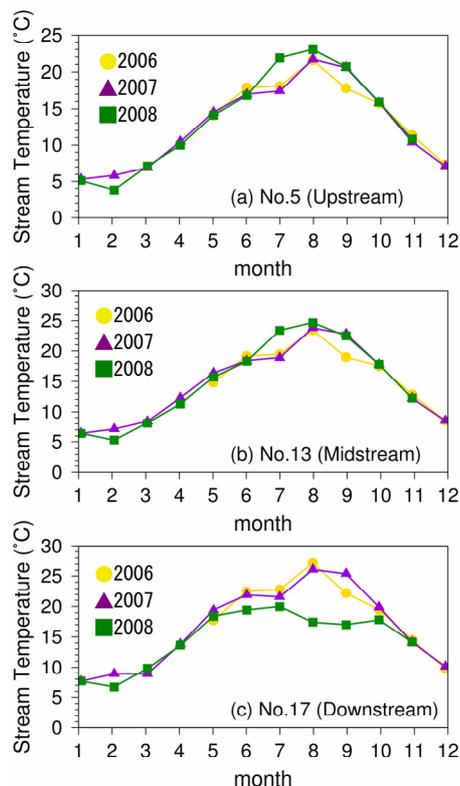


図-2 河川水温の経年比較

変化させた時の予測水温と従来水温との間の変化量を算出し、河川水温形成要因の感度分析を行う。図-3は、中流 No.14 における 2006年9/25~10/9の15日平均の感度分析結果である。図中の各線の傾きより、水温変化への寄与が最も大きい因子は長波放射である。続いて、長波逆放射、短波放射、河床伝熱、横流入、潜熱の順となる。これより、半月程度の時間スケールにおける水温形成過程に対しては気温の寄与が最も大きくなることがわかる。

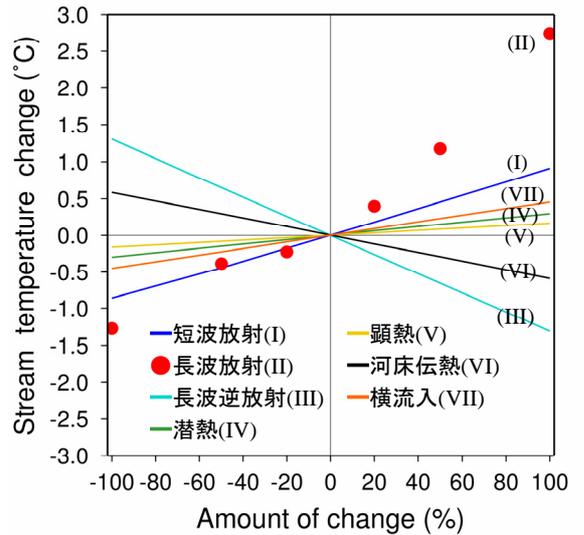


図-3 河川水温形成要因の変化量と水温変化 (2006年9/25~10/9, 15日平均, No. 14)

5. 気候変動が河川水温に及ぼす影響評価

表-1に将来(2080年もしくは2090年)の6月における気温、降水量の変化シナリオ<sup>3,4)</sup>を、図-4に上・中・下流における将来6月の気温変化・降水量変化に対する河川水温変化の解析値を、表-2に表-1の各シナリオに対応する河川水温の解析結果を、それぞれ示す。図-4から、降水量が増加すると水温が低下することがわかる。すなわち、河川水温には気温上昇のみならず降水量変化もまた大きく影響する。表-2より、最も気温上昇が大きく見込まれるAOGCMのA1F1シナリオ<sup>3)</sup>では、上・中・下流それぞれ、2.5, 2.8, 3.0°Cの河川水温の昇温が、RCM20<sup>4)</sup>のA2シナリオではそれぞれ1.0, 1.2, 1.3°Cの昇温が見込まれる。いずれのシナリオにおいても、上・中流より下流での水温上昇量が大きい予測結果となった。

表-1 将来6月の気温、降水量の変化

モデル	AOGCM		RCM20
	A1F1	B1	A2
シナリオ	2080年		2090年
期間	2080年		
気温増加量(°C)	5.48	3.00	2.3
降水変化率(%)	14	8	10

表-2 将来6月の河川水温の昇温解析結果(°C)

モデル	AOGCM		RCM20	平均
	A1F1	B1	A2	
シナリオ	2080年		2090年	
上流No.4	2.5	1.3	1.0	1.6
中流No.12	2.8	1.5	1.2	1.8
下流No.16	3.0	1.6	1.3	2.0

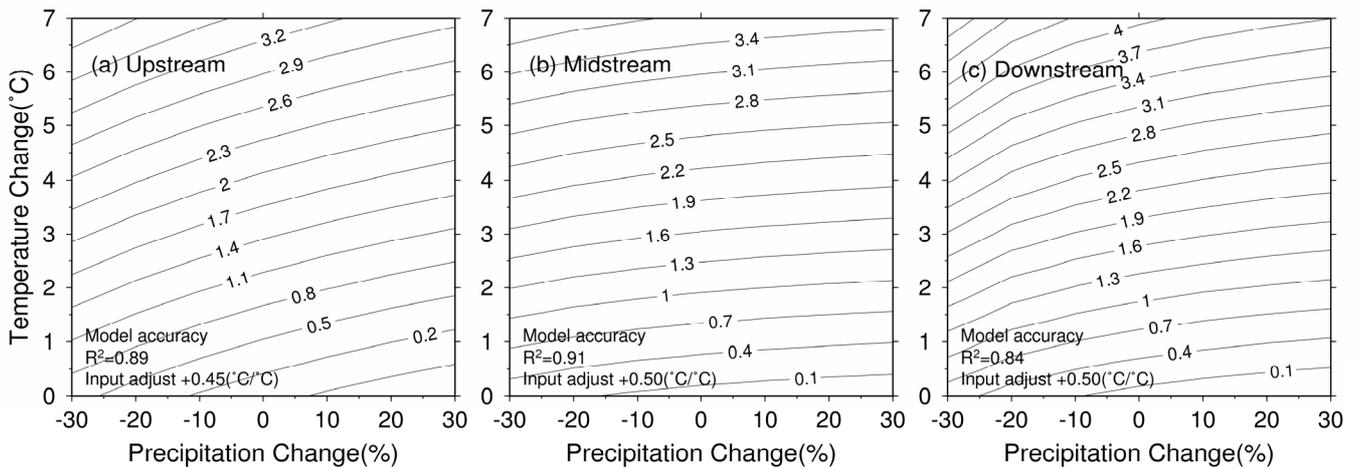


図-4 将来6月の気温・降水量の変化に対する河川水温変化の等値線図 (a) No. 4, (b) No. 12, (c) No. 16

【参考文献】1) 宮本・菅原・道奥：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) IPCC Climate Change 2007: Synthesis Report, Contribution of Working Groups I, II and III, pp.7-8, 2007. 3) Crus, R.V. et al: Asia, Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II, pp.478-480, 2007. 4) 気象庁：地球温暖化予測情報，第6巻，pp.25-27, 2005.