

気候変動が流域河川水温に及ぼす影響に関する季節別分析

神戸大学大学院 学生員 ○前羽 洋 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

流域全体の一元的な河川管理が求められている。筆者らは最も重要な河川環境指標である水温の流域全域にわたる水温の連続観測を行い、水温解析を実施してきた。前報¹⁾では、揖保川本川・支川の夏季水温を対象に、将来の気候変動²⁾が河川水温に及ぼす影響を感度分析した。本報では、冬季についても流域各部の感度分析を実施し、河川水温の季節依存性や本川・支川間の熱環境格差に及ぼす気候変動の影響を明らかにする。

2. 対象流域

対象流域は図-1 の一級河川揖保川水系である。源流から河口まで流域全域の要点に 31 地点に水温プローブを設置し、2006 年 5 月から河川水温観測を継続している。本報では、本川上・中・下流、支川の林田川、引原川、栗栖川(観測点はそれぞれ、No.4,12,16,24,8,27)を対象にして、気候変動が水温変化に及ぼす影響を予測した。

3. 解析方法

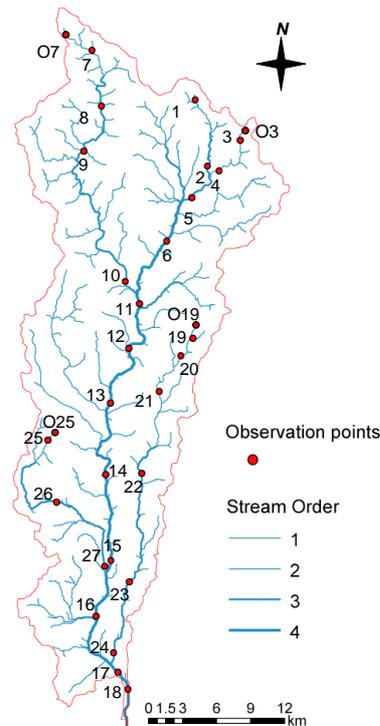
水温解析には以下の一次元熱輸送方程式を用いる。

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

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、 H_s : 短波放射量、 H_a : 長波放射量、 H_{br} : 長波逆放射量、 H_{la} : 潜熱量、 H_{se} : 顕熱量、 H_{bed} : 河床伝熱量、 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。観測点間のコントロールボリューム(C.V.)を対象として、上流側からの流入熱と C.V.が受け取る熱フラックスの和から下流側観測点での水温を予測する。将来(2070-2099 年)の気温、降水量としては、IPCC の第 4 次評価報告書における全球大気海洋結合大循環モデル(AOGCMs)の予測値³⁾を使用した。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-上流側水温の相関解析から求めた。

4. 気候変動が流域各部の河川水温に及ぼす影響

気温上昇が最も大きい A1FI シナリオと最も小さい B1 シナリオに対する、将来の 9,12 月における気温、降水量変化の予測値³⁾を表-1 に示す。図-2,3 に気温、降水量変化に対す



(1) 図-1 揖保川流域における水温観測点

表-1 2070-2099 年の 9・12 月の気温・降水量の変化

モデル	AOGCMs			
	A1FI		B1	
SRESシナリオ	9月	12月	9月	12月
月	9月	12月	9月	12月
気温上昇量(°C)	5.51	6.95	3.04	3.88
降水量変化(%)	11	21	4	15

表-2 2070-2099 年の 9・12 月の河川水温の上昇量(°C)

モデル	AOGCMs			
	A1FI		B1	
SRESシナリオ	9月	12月	9月	12月
月	9月	12月	9月	12月
上流(No.4)	2.0	2.4	1.1	1.4
中流(No.12)	2.3	3.0	1.3	1.6
下流(No.16)	3.4	4.6	1.8	2.6
林田川(No.24)	1.8	2.8	1.0	1.6
引原川(No.8)	2.2	3.2	1.2	1.8
栗栖川(No.27)	2.6	3.8	1.4	2.1

キーワード 流域 気候変動 河川水温 観測 感度分析

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

る水温変化を、表-1の気象量の予測値に対応する河川水温の予測結果を表-2に示す。図-3(a)~(c)より、前報¹⁾の9月の予測値と同様に、本川では上流から下流にかけて水温の上昇は大きく、降水量変化の影響は下流ほど小さくなる。一方、図-3(d)~(f)より、支川では引原川が本川上流と、林田川・栗栖川が本川中流とほぼ同程度の降水量変化の影響を示している。これら流域各部における水温上昇挙動は、主に流量と流水断面形状の相違に依存すると考えられる。すなわち、本川では流下とともに流量が増加し、流水断面は広幅形状へと変化する。それにともなって川幅が大きくなるため水面での受熱面積が増加する。一方、支川では、流水断面形状など河道地形条件が引原川では本川上流と、林田川・栗栖川では本川中流と、それぞれ類似するため、水温も同様の上昇傾向を示すと考えられる。水温上昇量の顕著な季節依存性としては、図-2,3(b)の比較から、降水量変化にともなう水温上昇幅は9月よりも12月の方が小さいことが挙げられる。他の観測点においても同様の違いがあった。これは、12月において降水量自体が少なく、将来における流量変化が小さいためであると考えられる。水温上昇量は、気温上昇量の予測値が大きい12月の方が大きい。本研究での水温予測手法は個々の河道区間に対する予測であるため、今後は流域地形則⁴⁾を用いて流域全体の一体的な水温予測を行う予定である。

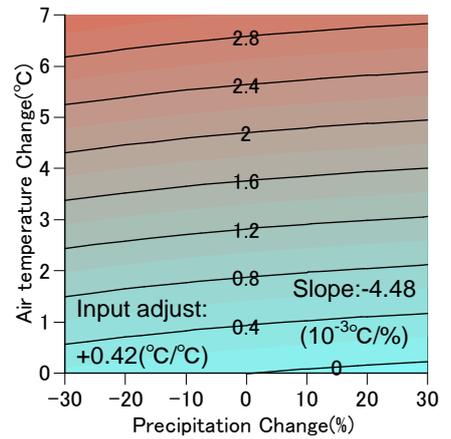


図-2 本川中流における将来9月の気温、降水量変化に対する水温上昇量(°C)

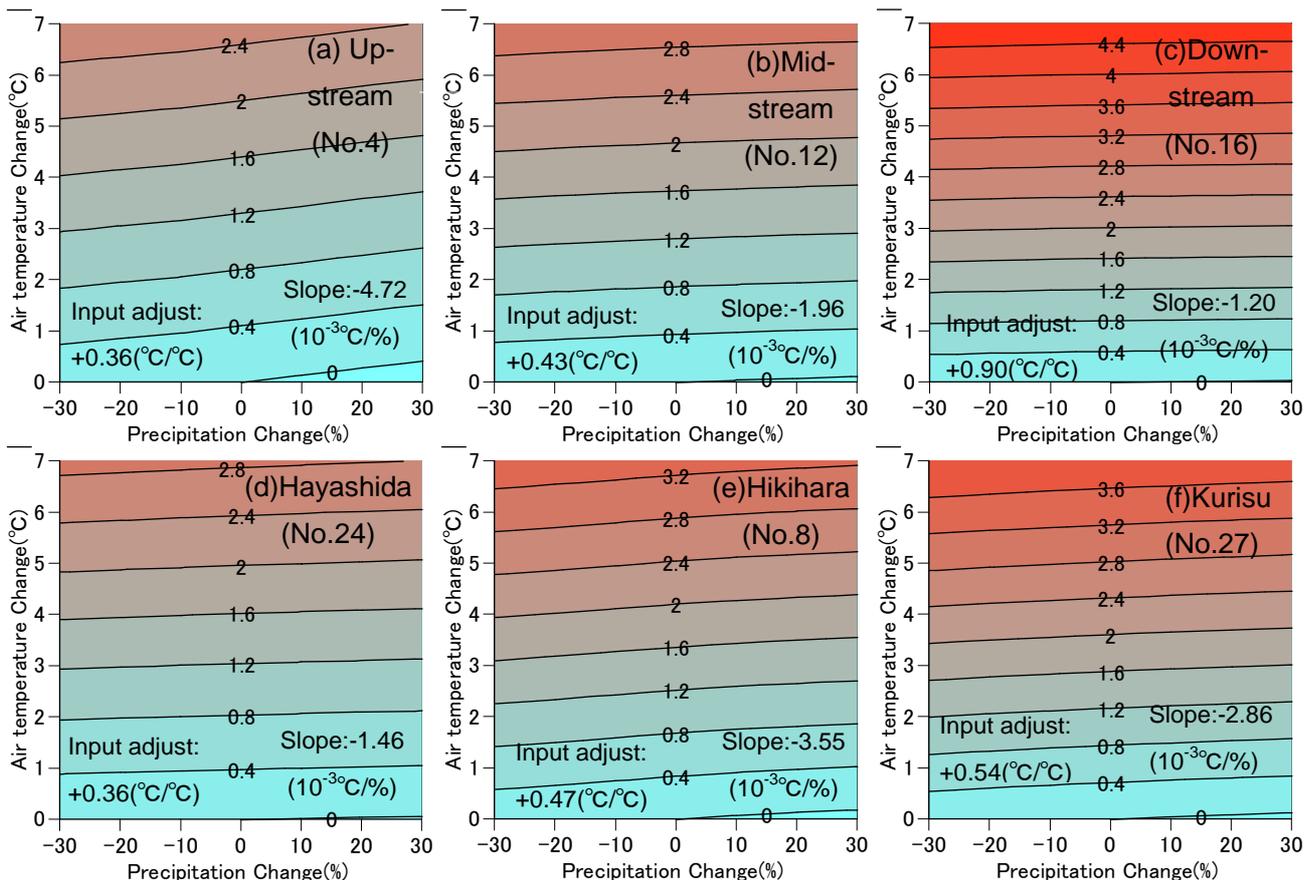


図-3 流域各部における将来12月の気温、降水量変化に対する水温上昇量(°C)

【参考文献】1)前羽他: 揖保川水系の本川・支川における気候変動に対する流水水温の感度分析, 土木学会関西支部年次学術講演会, 2010. 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) 宮本・道奥: 流域地形則を用いた河川水温分布モデル, 水工学論文集, 第52巻, pp.1069-1074, 2008.