

第Ⅱ部門

河川水温の日周変動における気象・水文諸量の影響評価

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 フェロー会員 道奥 康治

神戸大学工学部 学生員 中山 和也 学生員 河内 毅文

1. はしがき

近年、健全な水文循環の保全に代表されるように、流域一貫の水環境管理が重要となっている。筆者らは、流水水温を河川環境の代表指標としてとりあげ、流域全域規模の水温連続観測と流域地形則を用いた環境解析を検討している^{1,2)}。本報では、中流部における河川水温の日周変動を対象として一次元熱保存式による解析を行い、日射などの気象量や流速など水流量が流水水温に及ぼす影響を検討した。

2. 対象流域と流水水温

図-1 に、本研究で連続観測を実施している揖保川水系の河道網を示す。河道位数ごとに観測点を数箇所設け、全域がカバーされるように流域で 27 の観測点を設けている。本報で着目したのは図中の○で示す中流部の河川水温である。上流側 (No.12)と下流側(No.13)の観測点間の河道長は約 6.8km である。水温は一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-2 に検討対象地点 No.12 の観測水温時系列を示す。振幅の大きな年周期変動と小さい日周期変動に加えて、梅雨や台風時の気象・水文イベントに伴う水温変動がみられる。本報では、これら水温変動の中で日周変動成分を対象とし、水温日周変動に及ぼす気象・水流量の変化の影響を季節ごとに考察する。

3. 解析方法

影響評価に用いた式は、次の一次元熱輸送方程式である。

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

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

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、 ρ_w : 水の密度、 h : 水深、 A : 流水断面面積、 q_x : 横流入量、 T_{wl} : 横流入水の水温、 t : 時間座標、 x : 流下方向座標である。 H_* は、それぞれ次の項名の水面・潤辺からの熱フラックスを表す。(I)~(IX)はそれぞれ、非定常・移流・短波放射・長波放射・長波逆放射・潜熱・顕熱・地熱および横流入の項である。(III)の項にかかる水温への変換係数は(IV)~(VIII)の各項にもかかる。各項の算出に際しては前報¹⁾と同じ式を使用し、気象データにはアメダス(一ノ宮)、水文データとしては国土交通省(山

崎第 2)の観測値を用いた。また、非定常項の評価に No.13 の観測水温を、移流項の評価に No.12,13 の観測水温を用い、(I)~(VIII)の残差として横流入項 (IX)を評価した。以上より、本報では一日の水温変化における

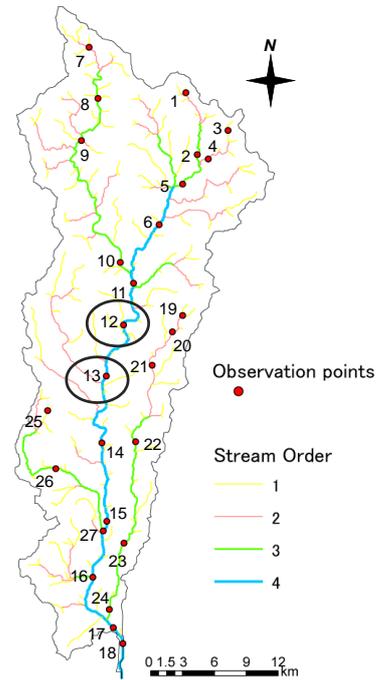


図-1 揖保川流域の河道網

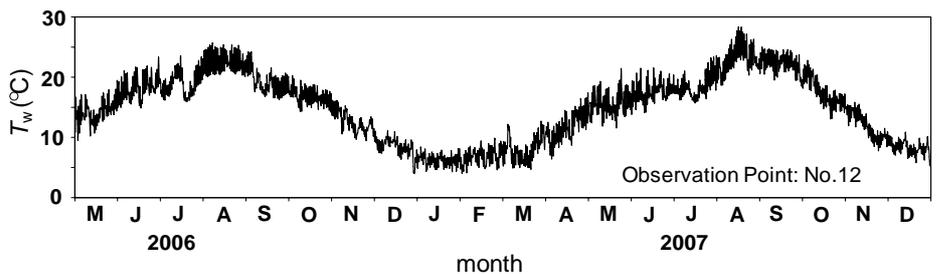


図-2 河川水温の時系列 (観測点 No. 12, 2006 年 5 月から 2007 年 12 月)

式(1)中の各項のバランスを考察することで気象水文諸量の水温変動に及ぼす影響を調べる。

4. 結果と考察

図-3 に、2006 年 6～8 月の河川水温(No.12, 13), 流量, 降水量, 日照率の関係を示す。日照率が低く降水がある梅雨の6月と晴天が続く盛夏の8月を比較すると、後者の方が日較差が相対的に大きく、日平均水温はほぼ 22-23℃の範囲で安定する。一方、前者は平均的に日較差が小さく、気象変化に伴い半旬程度の周期の水温変動がみられる。さらに、7月の出水時には大幅に水温が低下し、日較差が非常に小さくなる。これらより、天候が式(1)の各項のバランスに大きく影響すると考えられるので、本報では各月ごとに晴天・曇天・雨天に分類した上で式(1)の各項を評価する。

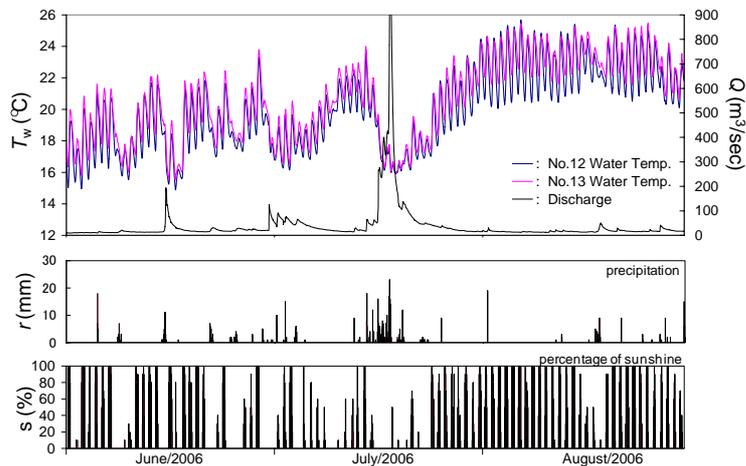
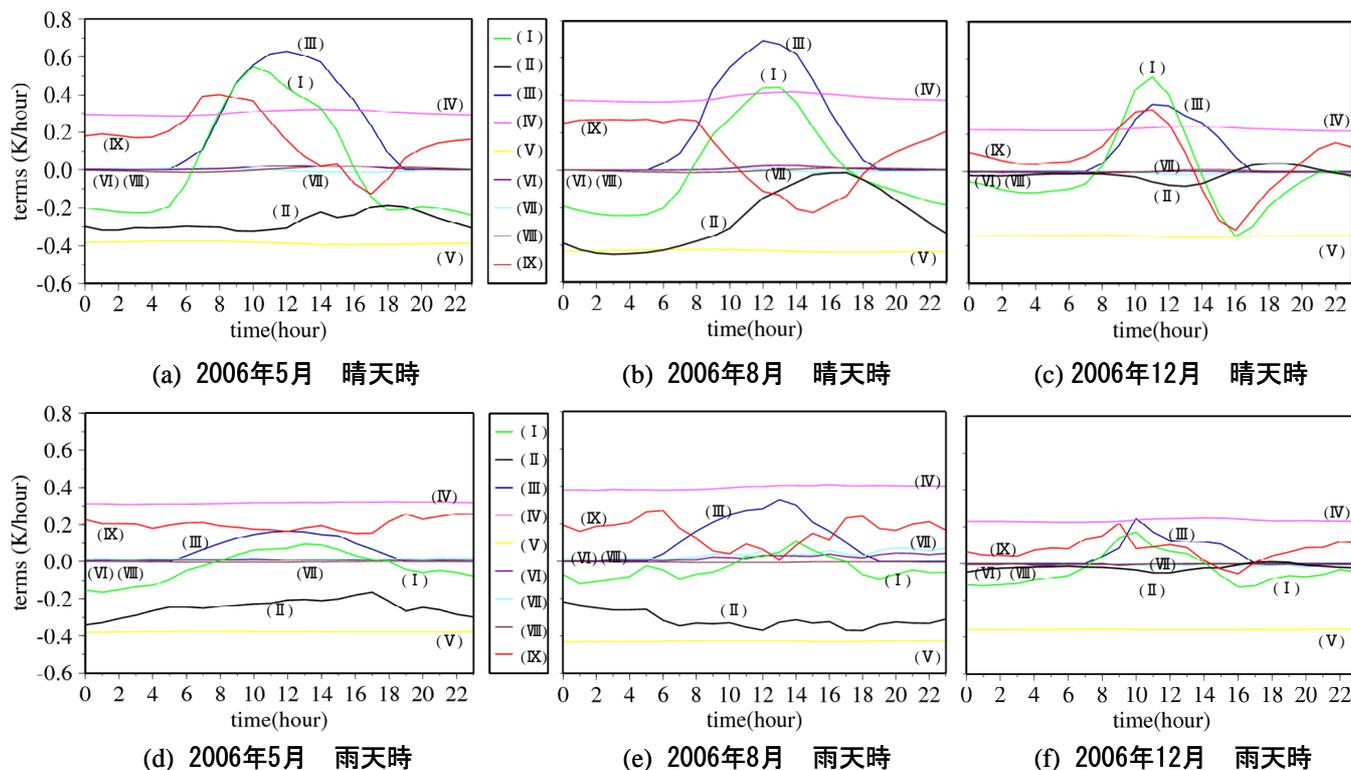


図-3 河川水温・流量・降水量・日照率の関係 (2006年6～8月, 揖保川中流部)

図-4 は、2006 年 5・8・12 月の晴天時および雨天時における式(1)各項の日周変動の時系列であり、それぞれに月平均を施している。これより、河川水温の日周期変動は短波放射(III)が主因となることがわかる。その一方で、(VI)～(VIII)の潜熱・顕熱・地熱の影響は小さい。晴天・雨天および月間の日周変動特性の差異は、主に移流項(II)と横流入項(IX)の寄与の違いによるものと考えられる。たとえば、晴天時の8月においては(II),(IX)ともに午前から午後にかけて大きく変化しているのに対して、晴天時12月では上下流の水温差が小さいために(II)に比べて(IX)の水温変動に対する寄与が大きくなっている。

今後、横流入項のより正確なモデル化を検討して水温解析モデルに反映させる予定である。



【参考文献】 1) 宮本・道奥: 流域水温の連続観測と解析, 水工学論文集, 第51巻, pp.1105-1110, 2007.
 2) 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, 2008(印刷中).