

II-25

冬期河川水温の予測モデル

岩手大学○学生員 小林 正隆 学生員 大宮 幸司
 学生員 宮 昭彦 正 員 笹本 誠
 正 員 堺 茂樹 正 員 平山 健一

1 はじめに

寒冷地において、河川の水温が0℃に達した後、流れの緩やかな区間では岸氷が成長するが、河川主流部では流水の乱れにより水温は過冷却状態になり、晶氷が発生する。晶氷は発電用水、工業用水などの取水スクリーンへの付着等の河川管理上の問題の原因となる。結氷期の水温の予測は、取水障害の防止や結氷による種々の障害を防ぐための構造物であるアイスダム、アイスブーム等の効果を知る上でも重要である。

本報告では、天塩川水系仁布川の水溫観測結果等をもとに、結氷期の河川水温の変動と気温との関連を調べ、水温予測モデルの作成を試みた。

2 仁宇布川での気温と水温の観測

平成3年度に北海道天塩川水系支川仁宇布川で、晶氷を貯留するためのアイスダムの現場試験が北海道電力㈱により実施され、晶氷の発生、水温、気温が観測された。観測された1時間毎の気温と水温の変動は図-1に示すとおりである。

水温はほぼ日周期で変動しており、気温が0℃以下でも水温は上昇している。また低温が続くと水温は0℃に低下し、0.02℃程度の過冷却の状況になっている。

3 水温予測モデル

日中は総熱収支において日射による成分が支配的であるので、水温の予測を1時間毎に行うには、日射量を考慮した方がよい結果が得られると思われるが、日射量の観測資料は得難いのが難点である。そこで入手が易しい気温のみを用いて予測の可能性を検討する。

Billeloは、水温の時間的变化は気温と水温の差によるものとして、気温のみをパラメータとした次の支配方程式を提案した。

$$d\tau/dt = K \cdot (T - \tau)$$

(1)

ここでTは気温、 τ は水温（水面）、tは時間、Kは時間の逆数の次元を持つ定数である。

このモデルでは、全ての熱収支項を温度差によって代表させており、気温が0℃以下であれば、水温は上昇せず冷却の方向に働く。そのため仁宇布川のように気温が0℃以下でも水温が上昇するものには適用できない。

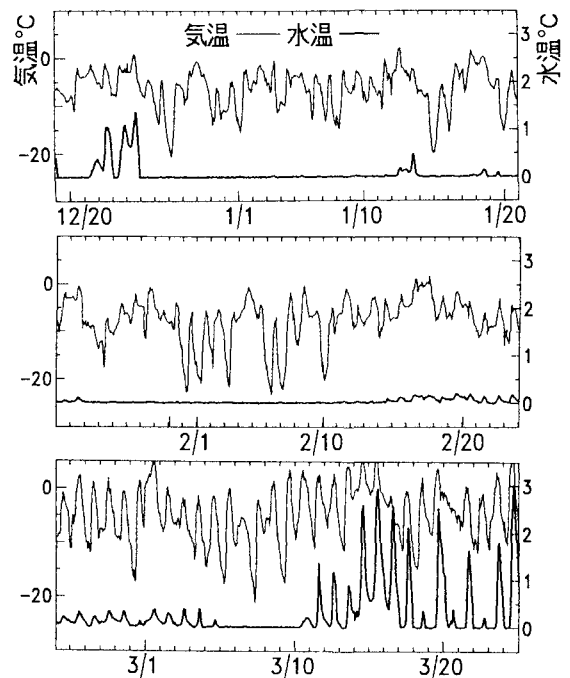


図-1 仁宇布川の気温と水温の時間変化

そこで、Billeloのモデルを基に次の式(2)のモデルを考えた。ここで熱収支の各成分のうち日射量は独立して与え、その他の各成分は気温と水温の差に比例する部分に含めた。

$$\rho \cdot C_p \cdot Y \cdot A \cdot d\tau/dt = A \cdot \{K' (T - \tau) + \alpha \cdot I\} \quad (2)$$

ここで I は日射量、 C_p は単位体積当り熱容量、 Y は水深、 A は河川の表面積、 K' は温度差による影響の大きさを決定する定数、 α は日射による影響の大きさを決定する定数である。
この式を積分し、階差式とすると次式になる。

$$\tau_n = \tau_{n-1} + (1 - \exp(-K' / (\rho \cdot C_p \cdot Y) \cdot \Delta t)) \cdot (T_n - \tau_{n-1} + \alpha / K' \cdot I_n) \quad (3)$$

結氷期間には結氷板により水体と大気が遮断されるので水温の変動は小さく考えて結氷期には K' の値を小さくとり、また氷板上の積雪によって日射が遮断されると考えて α の値も小さく与えた。今回の計算では結氷期には $K' \cdot \Delta t / \rho \cdot C_p \cdot D = 0.004$ 、 $\alpha / K' = 0.44$ 、非結氷期には $K' \cdot \Delta t / \rho \cdot C_p \cdot D = 0.05$ 、 $\alpha / K' = 0.11$ の値を与えた。この値は、実測値に最も近くなるように与えたものである。

この式により1時間毎に計算した結果を図-2に示す。ある程度までは水温の追跡ができたが、12月の部分では計算値が実測値よりかなり小さくなっており、また実測値と計算値のピーク発生時刻の不一致がときとき見られる。

4 あとがき

本年度の観測では日射量など各熱収支項目の資料が得られなかったので、水温計算に用いたパラメーターの適否は、今後次年度以降の観測によりさらに検討する必要がある。またさらに正確な水温の予測を行うためには、降雪、流入する地下水の温度、地温などを検討することも必要と思われる。

最後になりましたが、貴重なデータを提供頂いた北海道電力の関係各位に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 山口 甲 西村 豊 河川の水温と結氷に関する研究 1973年2月
- 2) Ashton, G.D., "River and Lake Ice Formation", water Resources Publication, 1986
- 3) 小林正隆、山崎誠、山下彰司、堺茂樹、平山健一 晶氷の発生と冬期河川水温に関する現地観測 第37回水理講演会 投稿中
- 4) Billelo, M.A., "Ice Predication Curves for Lake and River locations in Canada", CRREL Rsearch Report 129, 1964.

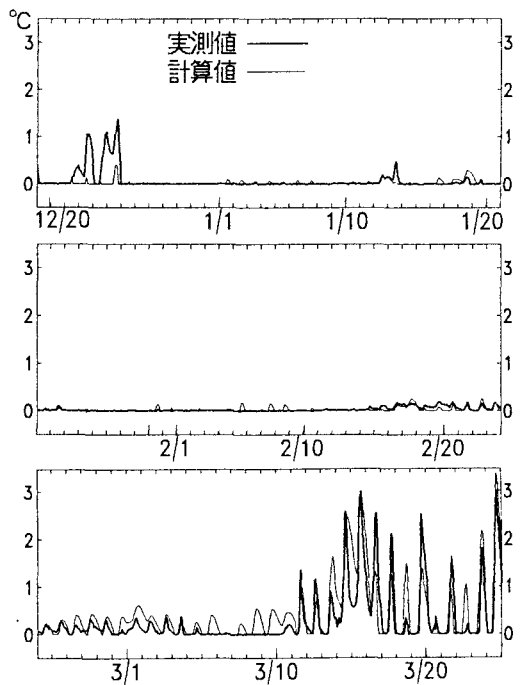


図-2 水温実測値と計算値