

PSII-6 河川水温の変動に関する基礎的研究

新潟大学大学院 学生員 生田理弘
 新潟大学工学部 正 員 大熊 孝
 福島県庁 正 員 木下秀幸

1. はじめに

雪処理対策の中で、現在、消融雪溝の使用が注目されている。消融雪溝は河川水のもつ水温の熱エネルギーを利用し、除雪された雪を融かすものである。したがって、利用する河川水のもつ水温の実態を把握する必要がある。本研究は、その目的をもって始めたものであるが、年間を通しての水温変化も興味深いものであり、ここでは、1年余りの30分毎の連続測定の結果を報告し、考察するものである。

2. 測定方法と測定地点

水温測定は以下に示す3地点について1988年12月から1990年3月まで、自記水温計を用いて行った。

①湧水地点：魚野川の伏流水と思われる湧水。標高210m。

②小黒川地点：魚野川左支川小黒川上流部。川幅約2m、流域面積約4km²であり、測定地点より上流は人為的な影響はないと思われる。標高280m。

③前島橋地点：魚野川中流部の前島橋付近。流域面積約207km²。標高180m。

3. 測定結果と考察

水温の年変化について、気温、降水量、降雪深のデータを用いて考察する。なお、塩沢の気象データが十分に得られなかったため、湯沢のデータを気象台から入手し、解析に用いた。

各地点の日平均水温と湯沢の日平均気温の年変化の様子を明確にするため、フーリエ分析により年変化曲線を調べ（式(1)）、年平均値、年較差、最高・最低値の出現する時期を調べた（表1）。

$$\theta a = \theta \text{mean} + \theta_1 \sin(2\pi t/T + \alpha_1) + \theta_2 \sin(4\pi t/T + \alpha_2) \quad (1)$$

ここに、 θa ：近似値、 θmean ：平均値、 θ_1 ：1年周期の振幅、 α_1 ：1年周期の位相（原点1月1日）

θ_2 ：半年周期の振幅、 α_2 ：半年周期の位相

表1 各地点の年平均値、年較差、最高・最低値の出現時期、1年周期の位相

	平均値	年較差	最高値、出現時期	最低値、出現時期	位相（原点1月1日）	位相差
湧水地点	11.8℃	3.0℃	13.3℃, 9月27日	10.3℃, 3月19日	188.80°, 191.4日	55.5日
小黒川地点	9.6℃	8.1℃	14.5℃, 8月12日	4.9℃, 1月26日	234.90°, 238.2日	8.7日
前島橋地点	10.6℃	14.0℃	18.3℃, 8月12日	4.3℃, 1月28日	225.91°, 236.6日	10.3日
湯沢気温	12.0℃	23.2℃	23.9℃, 8月5日	0.7℃, 1月18日	243.47°, 246.9日	基準

湧水地点は年較差が3℃前後で、1年を通じてほぼ一定の水温を保っている。最高・最低値の出現時期は、気温と比較してそれぞれ53日、60日遅れている。1月1日を原点とした1年周期の位相は気温の位相と比較して55.4日の差がある。次に小黒川地点と前島橋地点を比較してみる。小黒川地点は前島橋地点よりも平均値が低く、年較差が小さい。平均値が低い理由には標高の差があげられ、年較差が小さい理由には上流であり勾配が急であるために、地下より流出してきた水が十分大気と熱交換されないまま下流へ流下していることがあげられる。最高・最低値の出現時期は気温と比較して両地点ともほぼ同じで、7日～10日遅れている。1年周期の位相は気温と比較してそれぞれ小黒川地点は8.7日、前島橋地点は10.3日遅れている。

次に、小黒川地点と前島橋地点について日平均水温と日平均気温の相関を調べた。両地点とも、水温と同日の気温の相関係数は0.97とかなり高く、気温だけでもおおまかな水温の予測ができた。しかし、同日気温のみの回帰式ではうまく水温を推定できない部分がある。それは、①3～6月と8～10月の部分であり、3～6月は推測値が実測値よりも高くなっており、8～11月はその逆になっている。また、②冬季、12～3月にかけて、水温の極端な低下がみられ、その部分も推測できていない。それぞれに、次のような理由が考えられる。

①に関しては、水温と気温の1年周期の位相差による推定値のずれであると思われる。小黒川地点と前島橋地点の1年周期の位相が、気温の位相と比較してそれぞれ8.7日、10.3日遅れていることに注目し、同日気

温と数十日前から前日までの平均気温とを用いて重回帰分析を行った。小黒川地点は30日前からの平均気温を、また前島橋地点は38日前からの平均気温を用いた場合、相関係数はそれぞれ0.988, 0.986になり、位相差によるずれは減少した。

②に関しては、冬季の降雪による水温の低下が考えられる。これには、同日気温と降雪深（積雪深差）のデータを用いて分析を行った。これにより降雪による水温低下部分がよく表現できた。なお、降雨量と水温の相関は、雨滴がほぼ気温に等しいため、気温のみで推測したものとほとんど変わらなかった。

以上、同日気温を使うだけではうまく推測できなかった部分が、同日気温、30日～40日前から前日までの平均気温、降雪深を用いた重回帰分析によって改善することができた。小黒川地点、前島橋地点に関する回帰式は以下に示すようになり、重相関係数はそれぞれ0.990, 0.988がえられた。結果の1例として、前島橋地点の例を図1に示す。

小黒川地点：（予測水温） $=4.579+0.191(\text{同日気温})+0.230(30\text{日前からの平均気温})-0.042(\text{前日降雪深})$

前島橋地点：（予測水温） $=3.482+0.310(\text{同日気温})+0.290(35\text{日前からの平均気温})-0.054(\text{前日降雪深})$

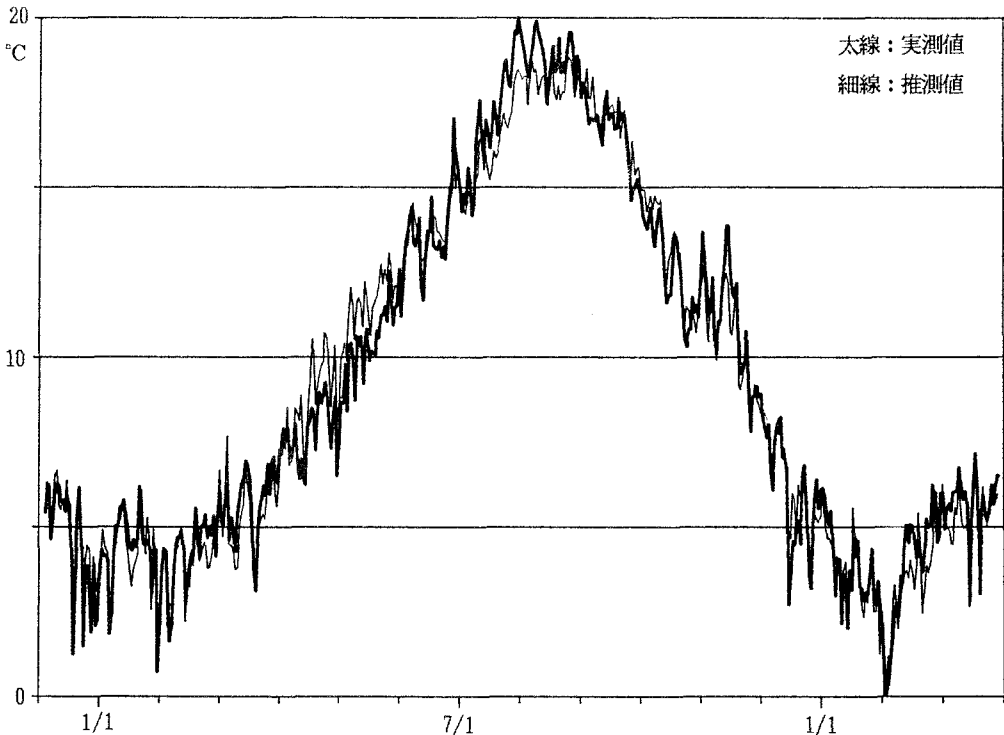


図1 前島橋地点水温の測定値と推測値(1988年12月～1990年3月)

4. 結論

河川水温の解析の基礎には熱収支があり、日射、水面反射、大気・水面間の熱伝達、顕熱・潜熱交換等により熱収支計算を行い、さらに流量、水収支、流出の算定がなされなければならないといわれている。しかし、上で述べたように気温と降雪深からおおよそ図1にみられるように河川水温を推測することができた。

また冬季の河川水温は、降雪がなければ小黒川地点で5°C、前島橋地点で4°Cを確保しうることがわかった。

今後の課題は、より多くのデータを用いた定量的な解析を行い、流量も水温予測の項目に加えて考察を行うことである。

<謝辞> 本研究は、文部省の科学研究費の一部を使用している。また、気象庁の気象データを利用して頂いた。心から感謝いたします。

<参考文献> 新井 正、西沢利栄：水温論，共立出版，1974.5