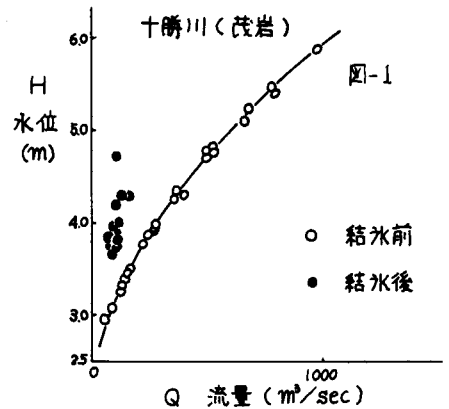


岩手大学 正員 平山 健一
 岩手大学 学生員 吉田 弘司

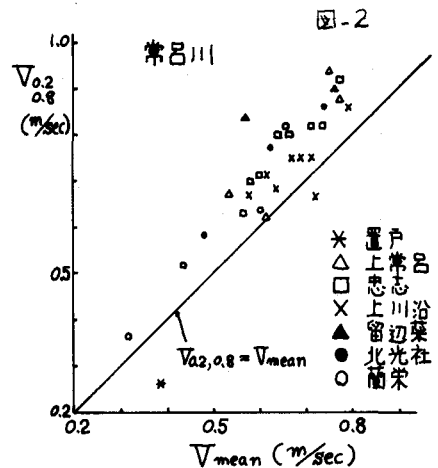
1 はじめに

図-1には十勝川(茂岩)での水位-流量の関係式と、結氷下での観測値を示したが、氷のある場合は、著しい水位の上昇がみられる。結氷河川では、程度の差こそあれ、同様の傾向がみられ、モロミと呼ばれる泥状の氷の結晶の集合体の発生による流れに対する抵抗の変化、厳寒期における観測精度の低下などの要因も加わり、正確な流量の把握は非常に困難である。気候条件のさらに厳しい諸外国においても、いくつかのすぐれた研究はあるが、水位記録から流量を推定するための汎用的な方法はみあたらない。本研究は、北海道の河川を対象に、冬期流量測定の前度の向上を目的として、行われており、本報告では、その一歩として、著者らが、昭和50年度冬期に行った調査結果の検討と、北海道開発局が実施した、道内直轄河川における、結氷下の流速分布、氷厚などの調査資料の一部をまとめたものである。



2 結氷河川の特性和その検討

水面に形成される氷盤 (ice cover) のために、結氷河川では開水路から管水路へ移行する。氷は兩岸よりほり出して成長し、低水温期の進行と共に、浮力を増加する方向に氷厚を増すので、水位の増加がなくても、大きな浮力を受けることになる。又、厳寒期もすぎれば、地熱の影響によって、岸の近傍で氷盤はうすくなっていく。従って氷の曲げ強度が 20 kg/cm^2 程度であることを考慮すれば、水位の増減に対応して、氷盤も同時に上下すると思われるのが正しい。結氷河川でみられる流れの方向に発達したフラックは、これをよく証明しており、結氷河川は、氷の厚さの約9割の圧力水頭をもつ管水路であると考えられる。次に図-2には、常呂川における流速分布の実測を用いて、2点法(水深の2割、8割の流速を平均する方法)によって求めた流速と、分布を積分して求めた平均流速を対比した一例が示されている。図から明らかなように2点法による流速は15%程度過大な値を与えることがわかる。



氷の粗度については、諸外国の文献によれば、マンニング粗度係数で $n=0.01 \sim 0.025$ 程度の値が実測されているが、開発局よりの資料について、最大流速の生じている水深を調べた結果は、図-3に示されるように、氷の下面から45%の位置に平均値があり、氷と河岸による抵抗には、それ程大きな差のないことがわかる。鎌田は、石狩川において同様の観測結果をえている。氷の粗度係数は、ice rippleの形成による形状抵抗や、モロミの発生による抵抗の増加など、断片的、時期的に変化すると共に、複雑な要因の表現であり、今後研究の必要点である。平均流速を求める場合、水深の1.6割、8.4割の点の流速を平均すれば、図-4に示すように、平均流速とよい一致がえられた。この結論は他の河川についても同様である。

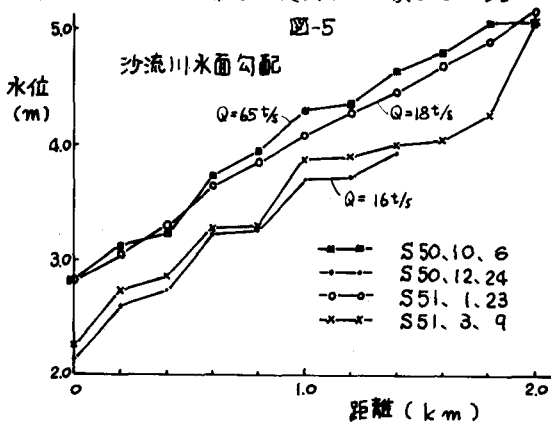
次に図-1に示されるような結氷河川の水面上昇のメカニズムを調べるため、水面勾配の測定を行った。水位上昇が結氷による径深の半減による効果と同時に、モロミ、流氷などの滞留による流阻の減少で、セキ上げが生じているのではないかと推定したためである。

砂流川における水面勾配の測定値を図-5に示したが、予想されたような背水は、局所的のみみられるだけで、氷の有無にかかわらず、ほぼ平行な勾配がえられた。もし、水面勾配が氷盤の有無にかかわらず変化しないという仮定がゆきされれば、結氷下の測定水位を、氷のない場合の水位に次のように換算できる。

氷のある場合の氷と河床の間の流阻を A' 、径深を R' （但し、この場合の断面は、氷と氷、河床との接面の長さとする）を、氷盤と河床の合成の相対係数 n' を用いて $A'R'^2/n'$ と計算する。次に氷のない場合について、次式を満足するような水位を求めればよい。

$$AR^2(\text{水位の関数}) = \frac{n}{n'} A'R'^2 \quad (1)$$

A, R, n は氷のない場合の値。上式を用いて $n'/n = 0.85$ と仮定して、いくつかの河川について換算水位を求めて、氷のない場合の $H-Q$ 線より流量と計算して、実測の流量と比較したのが図-6である。きわめて下手な仮定にもかかわらず、計算値は、ほぼ満足できる程度に実測値に一致している。



3 あとがき

本報告の準備にあたり、資料の提供、調査における御援助を

頂きました北海道開発局の皆様、及び、いろいろな面で協力を頂いた若干工学水工研究室の皆様へ感謝の意を表します。

4. 参考文献

- (1) 平山長政吉田：結氷河川の水理学的特性，工学会東北支部技術研究発表会 1976.2
- (2) 鎌田折哉：河川結氷とこれに伴う水理に関する研究，工不試験所報告 第38号 1965.11，10。
- (3) K.L. Carey: Analytical Approaches to Computation of Discharge of An Ice-covered Stream, USGS Prof. Paper 575-C, 1967
- (4) H.S. Uymer: The composite Roughness of Ice-covered Stream, IAHR, Journal of Hydraulic Research, 1975

