

河川の結氷予測に関する研究

岩手大学 正員 平山 健一
佐々木正宏
○渡辺 満

はじめに 河川の結氷の程度は気象条件により大きく支配される。我が国の寒冷地の気象条件を対象にすれば、これに付随する工学的な問題は、次のような項目があげられる。

(イ) 治水上の問題 (1) 結氷初期 解氷期に発生する流下する氷の滞留 巻機による異常水位上昇。 (2) 流氷による橋脚、堤防、その他の河川構造物に働く動的な外力に対する安全性の問題。 (3) 結氷により形成された氷板の温度変化に伴う体積膨張応力、浮力の変化に伴う付着氷の上下動による構造物被害に対する対策。
(ロ) 利水上の問題 (1) 結氷期間における流量測定精度の向上と省力化。 (2) 氷圧、氷晶による取水利水施設の安全性と正常な機能を維持するための対策。 (3) 氷板の形成に伴う氷の流体抵抗の予測及び水路の通水能力の算定。

(ハ) その他 (1) 結氷の氷量、氷質、河川生物系に与える影響の把握。 (2) 氷上輸送の可能性。
本研究は、上記の諸問題に関する基本的な項目である結氷形態、結氷期間について 北海道東部の2～3の河川を中心にして流量観測資料を参考にして結氷状況を調べ、それについてまとめたものである。

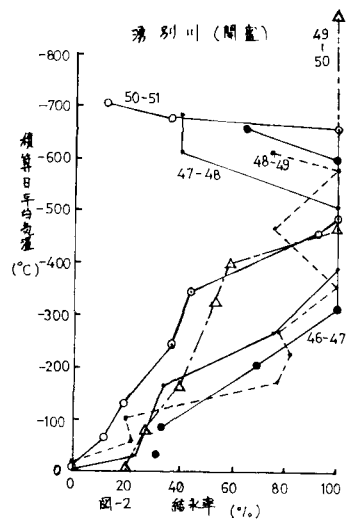
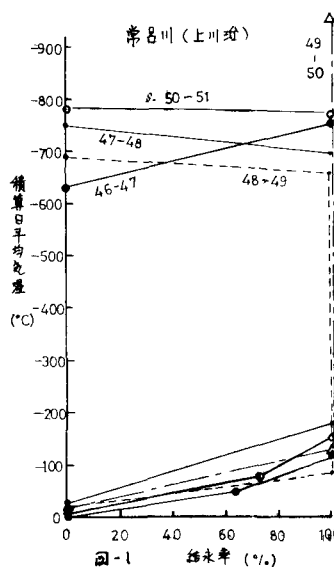
結氷の方法 北海道の河川の水温は8月をピークにして下降をつづけ、12月上旬～中旬には結氷点近くになり結氷の準備を装う。この以降の結氷の開始とその後の発達を図-1、2に示すような2つのタイプに分類することができよう。両図には12月1日よりの日平均気温の積算値と結氷率(結氷部分/全河川)を示したが、図-1の上川(常呂川)にみられるタイプは、気温の低下した日に、乱れた流れの中に形成される晶氷や、雪が積になり、つづらけや雪泥が流下しながら氷花晶氷、氷花球、蘆葦氷などをかきこんで成長しながら流下し、河口セキ、巻流部などより滞留をはじめ 短期間のうちに全面結氷を完成する場合(TYPE-Iと呼ぶ)である。

このため 氷厚は全川にわたってほぼ一定であることが多い。TYPE-Iの結氷は下流より上流へ進行し、1

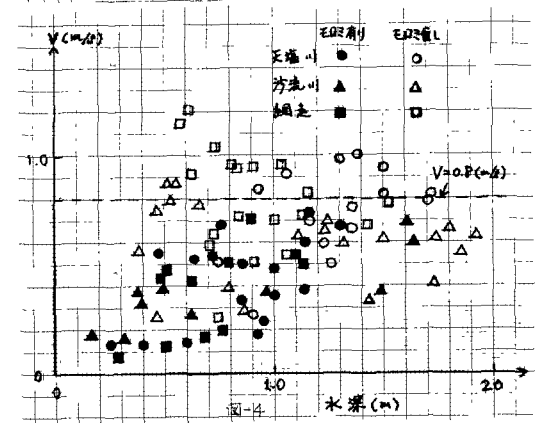
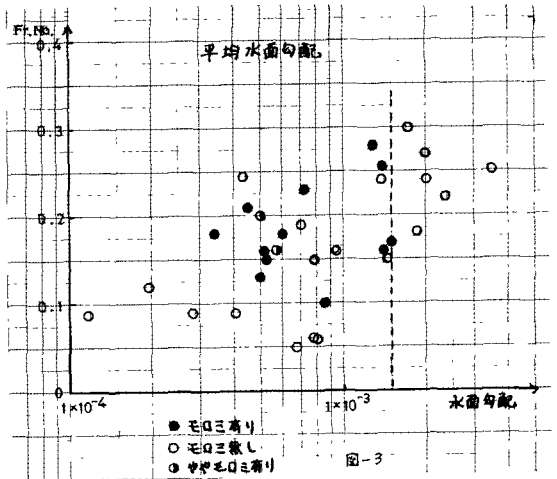
日で数kmに及ぶことも観察されている。

図-2に示した開盛(湧別川)の場合は、小河口や急流部で発生することが多いタイプで、岸氷が水温 流速 気温などの条件によって徐々に流心に向って成長する場合(TYPE-II)である。この場合の結氷の進行は氷縁のみで生ずるため ゆっくりであり完全結氷に到らぬ場合もある。又、いくら気象条件が厳しくても 地下水や河川への流入などのため部分的に結氷の生じない河川もあることが知られている。

次節にはTYPE-Iの全体に關係深い晶氷の滞留条件について検討してみた。

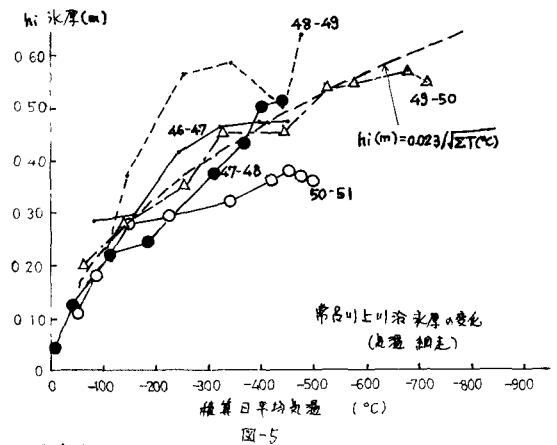


結氷の発生条件 TYPE I と II の成立する条件は気象条件のみでは決定できない。つまり タイプ I の結氷は水路の形態、モロミの発生量などが結氷を促進する要因となるからである。TYPE I の成立に重要なモロミの滞留の可能性について 断面のフルード数、水面勾配をパラメーターについて全道的に調べてみると図-3 がえられる。図によればフルード数が 0.2 以上でもモロミの滞留のある場所もあり、フルード数は判定の基準には適当でない。一方、水面勾配については $1/700 \sim 1/1000$ を目安として、これ以上の急勾配では滞留は生じないと結論される。このことは昭和 53～54 年冬 常呂川下流 0～10 km 付近のモロミと水面勾配の調査によっても肯定された。一方、断面の一測線について、平均流速と水深をパラメーターに滞留の有無を調べると図-4 となる。図より $V = 0.8$ m/s 以上になるとモロミが滞留することが、ほとんどないことがわかる。上記のような水理条件以下であっても、モロミの発生量が小さければ滞留は生じ得ず、気象条件を加えることが必要である。網走地方の常呂川(上川支) 網走川(本川)は TYPE I の生ずる代表的な地点であるが、資料によれば、結氷日を各町前々日間の日平均気温の合計が -20°C になると全面結氷が発生しており一つの目安を与えている。



結氷の進行

TYPE II の結氷の進行を示す結氷率は河川の断面変化や改修により各年で値が大きく変化するところがあるが、断面の比較的安定している地点では、積算日平均気温 ($^{\circ}\text{C}$) との関連より推定が可能であるが 50% 以上の結氷の進行は急であり、きめ細かく測定が必要であらう。岸氷の張出しによる結氷の進行と氷理量、気温などの関連については現在検討中である。氷厚の増加については 図-5 に与えられ、上川支の例では積算日平均気温を用いて、ステファン型のおよび表示される。近似式より h にラツキは、積雪、水の停留、氷化による氷厚の増加が促進されたことなどによるものである。



あとがき 本研究の実施にあたっては、北海道開発局 北海道開発協会、岩手大学土木工学科の皆様のご多大な援助を受けたのでここに記して感謝の意を表します。