

北見工業大学 正員 佐渡 公明

北見工業大学 正員 中尾 隆志

北海道開発局 正員 松浦 淳

1. まえがき

北海道の東部・北部地域は冬期間河川・湖沼の結氷がみられる。この期間の河川流量は一般に渇水期であるが氷板形成の進行に伴ない河川の円滑な流れを阻止するばかりでなく、取水口、水門等付近の凍結は利水上、重大な影響をおよぼす。筆者らのうち、佐渡・中尾は氷板形成において積算寒度が大きな影響をもたらすことを先に示したが、本報告では氷板形成に影響する水理要因として河川の表面流速に着目し、1981-1982年（昭和56年度）、1982-1983年（昭和57年度）までの二冬間、常呂川水系の北見市内3地点で行った結氷観測データをもとに河川が結氷するかどうかの限界式を積算寒度と表面流速の関係で表わしたものである。

2. 観測方法

結氷観測は二冬間とも北見市内を流れる常呂川水系、常呂川本川（若松大橋下流約83m、第2観月橋上流約10m）、無加川（第1観月橋上流約12m）、シュアシュブナイ川（常呂川合流点より約20上流）の4地点で行なったがシュアシュブナイ川は非常に小さな支川で、観測開始後すぐに全面結氷したため、本解析からは除外した。以下、便宜上、各観測地点をそれぞれ若松大橋、第2観月橋、第1観月橋と称する。また、第1観月橋のみ昭和56年度は第1観月橋直下で観測を行った。各観測地点は、流れと直角にワイヤーを張りその直下を観測断面とし、予め設定した水際からワイヤー下の横断方向の氷板の長さを実測し、さらに氷の状態を真氷と雪氷に区別して観測した。また、上流より流れてくる雪泥・水泥の有無や川霧についても観測した。観測開始日は、昭和56年度は12月1日、また昭和57年度は初結氷がみられた11月25日であり、これより毎日午前9:00~10:00の時刻に各観測地点とも観測を行った。観測断面の水際の設定は昭和56年度は、後に述べる流量測定時に、また昭和57年度は初結氷がみられた11月25日に設定した。観測断面の流量および流速分布は、水深測線および流速測線間隔をそれぞれ0.5、1mとし、昭和56年度は11月24~26日に、また昭和57年度は観測期間中、結氷の割合が最も小さかった12月10~12日に流量測定を行った。各観測地点の流量、平均流速、水面幅は以下の通りである。

・昭和56年度

若松大橋: $Q=13.28 \text{ m}^3/\text{s}$, $\bar{V}=0.62 \text{ m/s}$, $B=53.0 \text{ m}$

第2観月橋: $Q=6.43 \text{ m}^3/\text{s}$, $\bar{V}=0.60 \text{ m/s}$, $B=24.0 \text{ m}$

第1観月橋: $Q=4.64 \text{ m}^3/\text{s}$, $\bar{V}=0.63 \text{ m/s}$, $B=24.4 \text{ m}$

・昭和57年度

若松大橋: $Q=13.12 \text{ m}^3/\text{s}$, $\bar{V}=0.62 \text{ m/s}$, $B=53.0 \text{ m}$

第2観月橋: $Q=6.33 \text{ m}^3/\text{s}$, $\bar{V}=0.61 \text{ m/s}$, $B=24.0 \text{ m}$

第1観月橋: $Q=3.83 \text{ m}^3/\text{s}$, $\bar{V}=0.45 \text{ m/s}$, $B=22.3 \text{ m}$

各観測地点における観測断面の1m毎の表面流速は昭和57年度は流量測定時に小型デジタル流速計で測定した。一方、流速の対数分布式を用いて平均流速と水深より表面流速の計算値を求め、これと実測値のうち大きい方を以後の解析に用いた。昭和56年度の表面流速は実測していないので、全て対数分布式を用いている。図-1は第1観月橋における昭和56、57年度の表面流速分布と横断面図である。

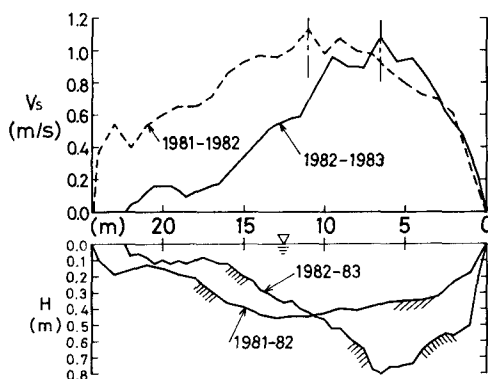


図-1 第1観月橋における表面流速と横断面図

3. 表面流速と積算寒度による結氷限界

両年度を通して観測断面が全面結氷したのは、第1観月橋のみであった。ところで河川の水板の形成は流水の熱損失に伴う凝結（真氷）と上流から流下してくる雪泥・氷泥の付着による生成の2通りがある。後者の雪泥・氷泥の付着は特に表面流速に大きく影響されると思われる。そこで本報告では、水板形成の要因として、気温（積算寒度）と表面流速を考え、河川が結氷するか否かの限界式を二冬間の観測データをもとに推定した。解析にあたって観測断面での最大表面流速を境界として、右岸・左岸側に分け、0.5m毎の初結氷日をもとに個々に推定式を算定している。これは、右岸側と左岸側に形成される水板は個々に成長していくものと考えられるためである。観測断面で全面結氷がみられた第1観月橋でも最後まで開水面として残っていたのは、最大表面流速付近であった。図-2, 3, 4, 5は、各観測地点の右岸・左岸側における積算寒度と表面流速の関係を表わしたものである。若松大橋右岸側は水厚が薄くデータのバラツキがあり、また第2観月橋右岸側は最大結氷幅が0.8mと小さくデータ数が少ないため解析から除外した。第1観月橋の左岸側を除き、二冬間の各観測地点は、ほぼ同様の傾向を示す。第1観月橋左岸側の傾向の違いは、図-1からわかるように昭和56年度の V_s は57年度よりも全体に大きいにもかかわらず岸水が両年度とも順調に成長したからである。図-2, 3, 4, 5の回帰式は、二冬間の初結氷がみられた時の最大表面流速と積算寒度より求めたものである。各回帰式とも相関係数は0.902~0.969と相関が高く、この定数項は-0.57~0.01と大きな差がみられるが、これは岸辺付近の形状・粗度等に大きく影響されると思われる。また、回帰式の傾きについては、同一観測地点の第1観月橋左岸側の0.58, 0.53に比べ右岸側は0.37と小さい。傾きが小さいのは水厚が大きくなるため流心部への岸水の成長が遅れるためである。

4. あとがき

昭和56, 57年度の二冬間、常呂川で行った結氷観測から結氷するか否かを積算寒度と表面流速を用いて回帰式として表わした。表面流速は水板形成の進行に伴って当然変化する。本報告では、観測期間中、表面流速が一定であると仮定し解析を行ったが、表面流速の変化を考慮した、より厳密な回帰式を求めることが今後の課題である。

参考文献

- 1) 佐渡公明, 中尾隆志; 河川の結氷率について—常呂川・若松橋の場合—, 第36回土木学会年講(1981)
- 2) 佐渡公明, 中尾隆志; 河川結氷と積算寒度の関係について, 土木学会北海道支部論文報告集, 第38号

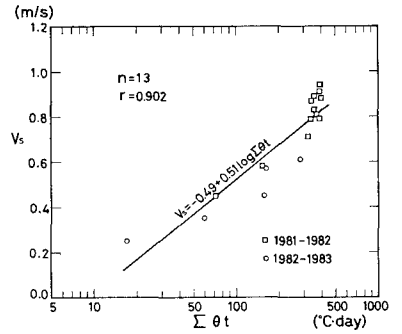


図-2 表面流速と積算寒度の関係
(若松大橋・左岸側)

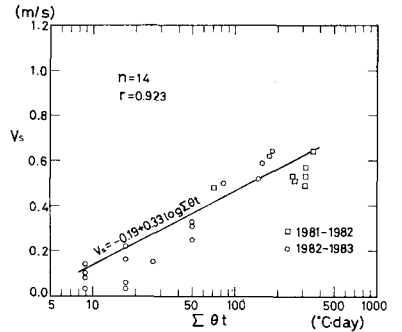


図-3 表面流速と積算寒度の関係
(第2観月橋・左岸側)

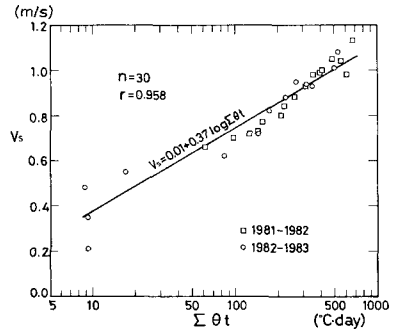


図-4 表面流速と積算寒度の関係
(第1観月橋・右岸側)

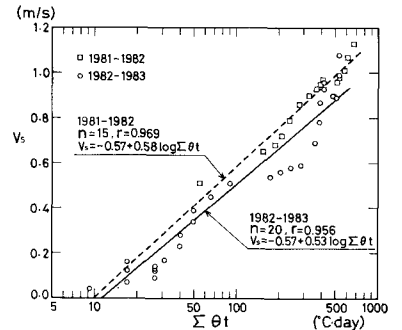


図-5 表面流速と積算寒度の関係
(第1観月橋・左岸側)