

Ⅱ-47

アンカーアイスの種々の材料への付着に関する研究

岩手大学 工学部 学生員 ○平山 健太郎・寺田 浩一郎

正 員 笹本 誠・堺 茂樹・平山 健一

1. はじめに

北海道などの寒冷地における河川では、錨氷（アンカーアイス）とよばれる氷が形成される。錨氷は図-1のように、河床の石などの表面に流下する晶氷が付着・成長して形成されるシャーベット状の水である。晶氷は自身の浮力により水面へ浮上するため、錨氷は、比較的流速が大きく水深の小さな河川で多く見られる。日中の水温上昇時には、成長した錨氷が河床より剥離して大量流下する。流下した錨氷は、水力発電所の取水口のスクリーンに付着することによる取水障害、河川緩流部へ滞留することによる河川の短期結氷やそれに伴う急激な水位上昇など、冬期結氷河川における障害の原因となっている。しかし、これまで錨氷についての研究成果の報告は少なく、未知の点が多い。本報告では、いろいろな材料への錨氷の付着状況を把握することを目的とし、現地観測を行った成果をまとめた。

2. 観測地点及び観測方法の概要

本研究で対象とした河川は、北海道北部を流れる天塩川水系仁宇布川（流域面積159Km²）であり、積算寒度が約-1000℃・dayを越える地域を流域としている。観測地点の河川勾配は1/50程度で、流量は約2.0m³/secであった。河床材料は数cmから最大約30cmの砂礫が大部分を占めている。

1996年の観測では河床に発生する錨氷と気温の関係を調べた。1997年の観測では更に異なる材料への錨氷発生量を調べるため、木、鉄、アクリル、モルタルの4種類の試験体を用意した。それぞれ1*5*30(cm)の直方体にして、河床から20cm突き出るような状態に設置した。ここで、それぞれの試験体は水深、流速共に同程度の場所を選び設置した。錨氷発生量は、発生面積、厚さ、形状などを写真撮影やスケッチなどで明らかにし、錨氷発生体積を求めた。また観測は、夜間に出来た錨氷が翌朝河川の水温上昇によって河床から剥離し流下してしまう前に終了し、観測終了後、河床の錨氷をすべて剥がして錨氷無しの河床状態とし、翌日まで放置した。さらに1998年の観測では、前年の観測で錨氷の付着がなかったアクリルの試験体の表面を加工して河床に設置し、錨氷が付着するかを観測した。加工方法としては、①粗度(40, 400, 1500)のサンドペーパーで研磨、②溝（縦方向、横方向）の2つである。

1996, 1997年の観測期間は、河川結氷段階の初期にあたり岸氷が未発達であり、気温も低かったため、氷水流下量が多く錨氷が顕著に観測された。しかし、1998年の観測では前年と同時期に観測を行ったが、すでに岸氷がほぼ全域に発達していた。岸氷の発達により河川が過冷却されにくく水深が増加していたため、この年の観測では錨氷に関するデータがほとんど得られなかった。

3. 観測結果

3. 1 錨氷発生体積と積算寒度の関係

図-2は1996年と1997年の観測期間中に、観測対象として124m²の河床に発生した錨氷の発生体積と6時間積算寒度との関係を見たものである。ここで、6時間積算寒度とは、観測当日の深夜0:00から午前6:00までの6時間分の気温を積算させたものである。また、観測場所はすべて同じ地点で行った。この図より、錨氷発生体積と積算寒度は比例関係にあることが分かる。これは、気温が下がると錨氷の発生原因である晶氷の生成が容易になり、流下する晶氷の量が多くなるためである。

3. 2 種々の材料への錨氷付着量

木、鉄、アクリル、モルタルの4種類の試験体を用意し、それぞれの材料への錨氷付着量を比較してみた。図-3は各観測日における錨氷発生体積を表したものである。この図では、モルタルがすべての観測日で最も発生しており、アクリルでの発生は全く観測されていないのが分かる。

3. 3 積算寒度と各材料毎の錨氷発生体積の関係

ここでは種々の材料でできた試験体を河床材料としたときの錨氷発生体積と積算寒度との関係を見てみた。その結果、図-4が得られた。この図から、木、鉄、モルタルでは錨氷発生体積と積算寒度が比例関係にあるが、アクリルは積算寒度に関係なく発生していないのがわかる。このことから、錨氷の発生は河床材料の表面状態が1つの要因であると判断された。また、表面の状態を示す静止摩擦係数と発生量が比例することが分かった。

3. 4 河床材料の表面状態に対する錨氷発生の依存性の検討

1998年の観測結果は表-1の通りであるが、これまで全く錨氷の付着が見られなかったアクリルにも錨氷の付着が見られた。粗度の違いによる効果は見られなかったものの、錨氷の発生はある程度の表面の粗さが必要であることが示された。これは、物体表面の粗さにより、表面付近での水の流れが乱れ、流下する品氷が付着しやすくなるためであると考えられる。また、溝のような凹部からも錨氷は発生することが分かった。

4. まとめ

今回は種々の材料への付着に着眼して観測を行ったが、錨氷の発生の有無は物体周辺の流速分布や剥離域の存在が関係していることが推察された。

3年間の観測ではそれぞれ結氷状況が異なり十分な観測例を得ることができなかった。今後、もっと多くの詳細なデータを得るため観測を継続すると共に低温実験室における基礎的な検討を進める必要がある。

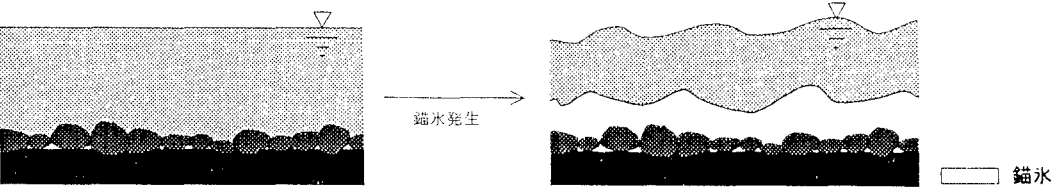


図-1 錨氷発生状況

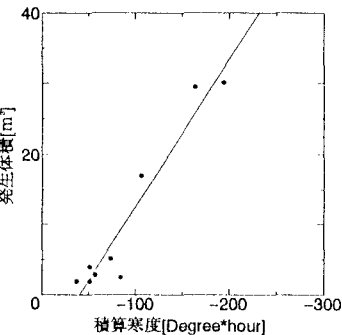


図-2 発生体積と積算寒度の関係

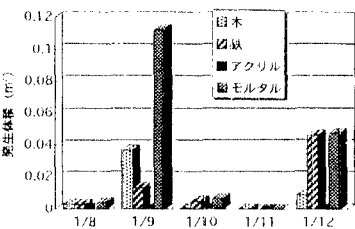


図-3 1997年観測結果

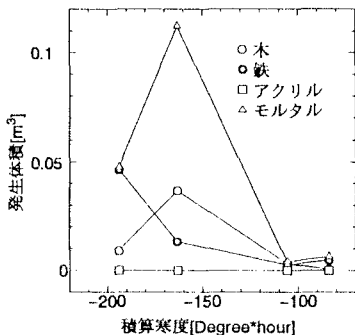


図-4 積算寒度と試験体付着体積

加工方法	#40	#400	#1500	溝（縦）	溝（横）
錨氷発生体積 (cm ³)	0	3940	3200	0	3620

表-1 1998年観測結果