

# 単結晶氷を用いた復氷速度の方位依存性

○宮本翔平， 島田互（富山大・理）

## 1. はじめに

0°Cの水に重りを付けたワイヤーをかける  
と、ワイヤーは水中を貫入していくが、氷は二  
つに分断されることなく元通りに修復されてい  
く。この現象を復氷と呼び、H<sub>2</sub>O特有の圧力融  
解が深く関わっている。

これまでの復氷研究において、氷の結晶方位  
とワイヤーの貫入速度に関する理論的・実験的  
研究はほとんどない。そこで、本研究では結晶  
方位が復氷にどのような影響を及ぼすのかを明  
らかにするため、まず単結晶氷を作成し、その  
単結晶氷を用いてワイヤーの貫入方向ごとの速  
度をさまざまな圧力で測定した。貫入方向によ  
る速度差から、復氷現象における結晶方位との  
関連について考察する。

## 2. 実験手法

実験は、室温-10°Cの低温実験室に設置した断  
熱箱内で行い、断熱箱に復氷装置（図1）を設  
置した。箱内は加熱するためのシート型のヒー  
ターと、空気を攪拌する二つのファンで、断熱  
箱内の温度を安定させ、設定温度に対して±0.01  
°Cの環境で実験を行うことができた。実験時の  
設定温度は+0.80°Cである。

貫入させるワイヤーは、研磨によって表面の  
凹凸を少なくした直径0.25 mmの真鍮線を使用  
した。復氷装置は透明なアクリルで作成し、断  
熱箱上部もアクリルで箱内が見える構造とした。  
断熱箱の上からデジタル一眼レフカメラでイン  
ターバル撮影を行い、取り込んだ画像を画像  
解析ソフトを用いて貫入速度を求めた。

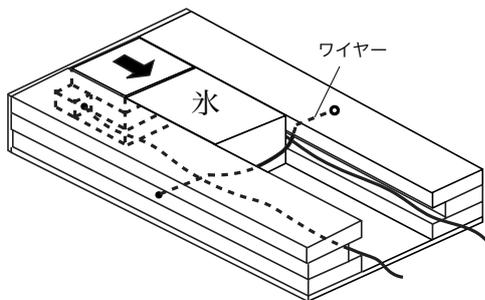


図1 復氷装置の概略

## 3. 実験結果・考察

単結晶氷のc軸に対して、垂直方向・平行方  
向それぞれに真鍮製ワイヤーを貫入させた時の  
貫入速度と圧力の関係を図2に示す。図の左上  
に、理論式から導いた速度を示した。どの圧力  
でも理論値より小さい速度となっている。

しかし、1.8-3.0 barの間でc軸に対して垂直  
方向の貫入速度が平行方向のそれよりも大き  
くなっており、速度差が確認できる。

この速度差には、2つの原因が考えられる。  
1つ目の原因として考えられるのは、氷の塑性  
変形である。氷には、圧力がかかるとベーサル  
面(0001)に沿って氷が変形しやすいという性質  
がある。したがって、c軸に対して垂直に貫入し  
た方向はベーサル面に平行となり、氷が塑性変  
形したため、速度差が生じる。2つ目は、氷の  
融液成長における結晶面ごとの成長速度差で  
ある。氷は融液成長において、結晶面ごとに成  
長速度が異なり、プリズム面の成長速度が大  
きい。また、復氷後の貫入面は、復氷以前の結  
晶方位を再現する。つまり、c軸に対して平行  
に貫入した場合、貫入した後の面はプリズム  
面に挟まれ、再凍結氷はワイヤーに対してベ  
ーサル面を向けている。プリズム面の成長速  
度が大いので、ワイヤー後部の水はプリズム  
面から凍結する。最後に凍結する中央の水が  
凍結する前にワイヤーが移動してしまうと、  
未凍結水となり潜熱移動の欠陥を引き起こす。  
その結果、速度差が発生したと考えられる。

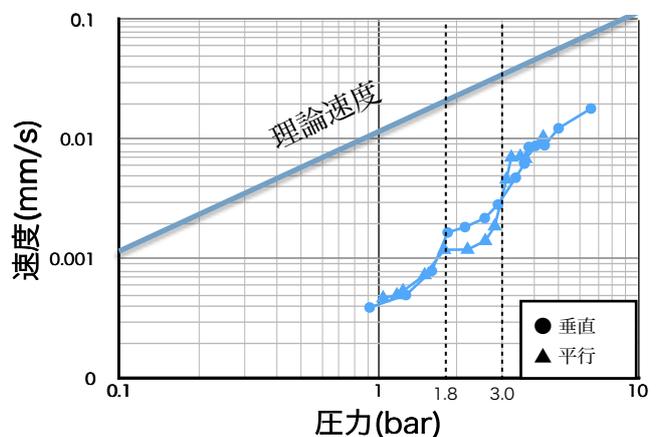


図2 ワイヤー圧力と貫入速度の関係