

雪氷用 MRI の冷却システムの構築

○ 安達聖¹, 尾関俊浩², 山口悟¹

1,防災科研 雪氷防災研究センター 2,北海道教育大学

1. はじめに

融雪期のぬれざらめ雪層の中で顕著な止水面が認められないにも関わらず、氷板が発達していることがしばしば見受けられる。雪氷辞典において“氷板”の項目では「北陸地方ではとくに融雪期の0℃のざらめ雪層の中で発達すると記されているが、ぬれ雪中での氷板の発達の要因は明記されていない。ぬれ雪中の氷板の発生および発達の要因を明らかにするためには、積雪試料を0℃に保ち、同一試料を非破壊で連続的に観察することが必要である。そのため我々は積雪試料の冷却システムと雪氷用MRIを組み合わせて、連続撮像を試みた。本報告では雪氷用MRIを使用した長期間の連続撮像中でも、積雪試料を0℃に保つため構築した冷却システムについて報告する。

2. 実験装置

2-1. 雪氷用MRI

使用したMRIは0℃の低温室に設置された永久磁石と、常温の実験室に設置された制御用コンソールを組み合わせたコンパクトMRIである。使用した永久磁石は、静磁場強度0.21 T、磁極間ギャップ16 cm、静磁場均一領域15 cm球、総重量1350 kgである。本研究では硫酸銅のような造影剤を用いず、真水でも短い撮像時間で良好なコントラストのMR画像を取得することができる強制回復スピンエコー法を用いた。

2-2. 冷却装置

本研究では積雪試料を撮像中に常に0℃に保つための水冷装置と、永久磁石のギャップ内に取り付けられたグラジエントコイルおよび2次シムコイルからの発熱を逃がすための空冷装置を用いた（図1）。

積雪試料を0℃に保つため、図2に示すように、直径110 mmの亚克力パイプの内部に直径80 mmの亚克力パイプを収め2重構造にした。内側の亚克力パイプに積雪試料を挿入し、外側と内側の亚克力パイプの間と積雪試料に0℃の真水を注ぎ入れた。さらに内側の亚克力パイプの外周には水流が交互に逆方向に並ぶようにシリコンチューブを螺旋状に巻きつけ、そのチューブ内にポンプを使用して0℃の冷水を循環させた。コイルからの発熱は、送風機によって永久磁石全体を空冷することによって外部に熱を逃がした。永久磁石は大部分が金属で出来ているため放熱フィンと見なすことができる。そのため0℃の空気を送り続けることで十分な冷却効果が期待される。

3. まとめ

積雪試料の周辺に0℃の冷水を循環させるとともに、永久磁石全体を送風機で空冷することでシステム全体を積雪試料と装置を0℃に保つことに成功した。その結果、1週間程度の連続的に安定したMR撮像することが可能になった。今後はこの雪氷用MRIを用いぬれざらめ雪の粗大化や氷板の発達過程の撮像を行う。



図1 実験装置全景



図2 積雪試料水冷装置