

雪氷用 MRI の冷却システムの構築 その 2

○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

これまで、我々はぬれ雪中でのざらめ雪への変態および粗大化や、氷板の発生および発達の要因を明らかにするため、雪試料を 0℃ に保ちつつ同一試料を非破壊で連続的に観察する方法として、雪氷用 MRI の改良を行ってきた(安達ら, 2013)。しかし、雪氷用 MRI の永久磁石内に取り付けられている勾配磁場コイルの冷却が不十分であったため、雪試料への熱の流入を十分に抑えることができなかった。そこで、勾配磁場コイルの固定方法と雪試料の温度管理方法を見直し新たな発熱対策を行った。本稿では、雪試料を 0℃ に保つため新たに構築した雪氷用 MRI の冷却システムについて報告する。

2. 雪氷用MRI

使用した雪氷用MRIは0℃の低温室に設置された静磁場強度0.21 Tの永久磁石と、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。撮像法には緩和時間が長い真水でも、短い撮像時間で良好な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。

3. 改良点

通常、勾配磁場コイルは振動などを抑えるため永久磁石内に隙間無く固定されているが、本研究では勾配磁場コイルからの発熱を空气中へ逃がすため、運用上必要な強度を保ちつつ空気の手通り道ができるよう円筒形の治具を複数個用いた固定方法に変更した(図1)。また、勾配磁場コイルと雪試料を収めるRFボックスの間に隙間を設け、雪試料への熱の流入を抑えた。勾配磁場コイルからの発熱が大きくRFボックスに熱が流入した場合、RFボックス内に熱がこもる恐れがあったためRFボックス側面に空気穴をあける対策を行った。これらの発熱対策を行った上で系全体に送風し空冷を行った。

使用した低温室は±1℃程度の温度変化があり、送風だけでは雪試料の温度を一定に保つことができない。そこで、図2に示すように、雪試料を挿入するRFコイルにシリコンチューブを隙間なく巻き付け、チューブ内に0℃の冷水を循環させた。

4. 効果

図3にMR撮像中のRFコイル内の温度の様子を示す。発熱対策を行わない場合、RFコイル内の温度は撮像開始直後から上昇し25分後には1℃に達する。しかし、空冷と水循環を組み合わせることによりRFコイル内温度は0.2℃以下に保つことができた。雪試料の周囲に断熱材を巻くことで雪試料の温度を0℃に保つことは可能だと考えられる。

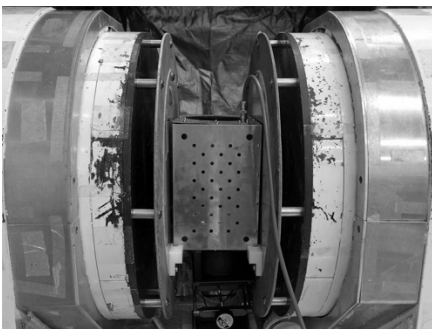


図1 発熱対策を施した固定具とRFボックス



図2 発熱対策を施したRFコイル

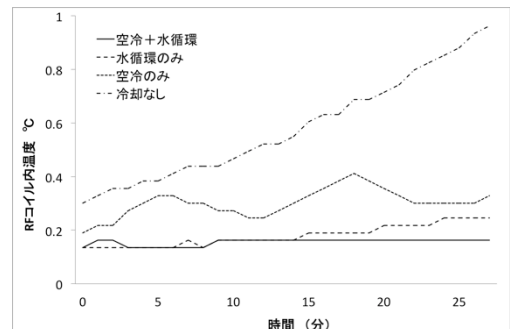


図3 MR撮像中のRFコイル内の温度変化