

食の鮮度保持に向けた氷の利用における本格研究 漁船搭載用シャーベット状海水氷製氷機の開発

日本人の食文化と魚介類の鮮度保持

私たち日本人は、生で魚介類を味わう食文化をもっています。そのため、魚介類の鮮度に対しては、世界でも類を見ないほどの高いレベルが要求されており、漁場から食卓に至るまでの行き届いた鮮度管理のもと、今ではごく普通に家庭で刺身を味わうことができます。しかしその一方で、もっと新鮮な魚介類を日本全国の食卓へ届けたいという水産関係者の想いもあり、さらに高度な鮮度保持技術が求められています。

水揚げ時の活け締め処理（暴れの防止）と適切な温度管理は、その後の魚の鮮度に大きく影響しますが、漁船上で大量の魚を活け締めるのは困難です。これに代わる魚の暴れ防止策として、シャーベット状海水氷の活用が有望視されています。シャーベット状海水氷に入れられた魚は暴れることなく死に至り、さらに細かい氷によって急速に所定の温度に冷却されます。氷粒子を細かくすれば、魚体を傷つけることもありません。

この技術を実現するためには、シャーベット状海水氷を大量に製氷でき、かつ漁船に搭載可能でコンパクトな製氷機の開発が必要となります。そのような製氷機の開発を模索していた株式会社ニッコー（北海道釧路市）か

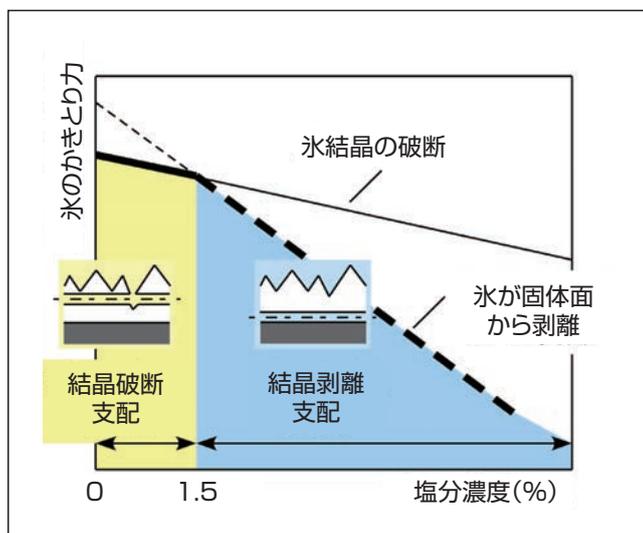


図1 海水塩分濃度と氷のかきとりに要する力の関係

ら2009年に相談を受け、翌2010年から共同で製氷機の開発プロジェクトに取り組むことになりました。

大量製氷が可能でコンパクトな製氷機を

製氷機の開発に向けて、まず製氷方式の検討から入りました。シャーベット状海水氷の製氷方式は大きく二つに分類できます。過冷却状態（0℃以下）の水の中で細かい氷粒子を生成する方式と、冷却された固体面上で成長した氷を機械的にかきとる方式です。今回の開発で求められているのは、短時間での大量製氷を可能とするコンパクトな製氷機であり、その目的にかなうのは

後者のかきとり方式でした。

ところがいざ計算してみると、求められる製水量を実現するためには、-15℃程度に冷却された固体面から氷を連続的にかきとる必要があることがわかりました。一般には低温になるほど氷の付着力は大きくなり、-15℃という低温で連続的に氷をかきとるのは、当初は不可能に思えました。

製氷機の内部で何が起きているのか

-15℃の固体面で成長する氷を連続的にかきとるには、いったいどうすればよいのか。その答えを探すために、まずは製氷機内部の現象を把握することからスタートしました。実際の製氷機は金属製ですので、内部を観察することはできません。そこで製氷機を模擬した観察装置を作成し、氷の様子をさまざまな条件で調べました。

その結果、海水の塩分濃度に対応して、二つの製氷の様式が存在することがわかりました（図1）。塩分濃度が低いときには氷の結晶が破断することで製氷され、濃度が高いときには氷が



1996年東京大学大学院工学系研究科博士課程修了、旧機械技術研究所に入所。氷の発生や成長についての基礎的な研究を進めながら、冷熱の輸送媒体として氷を活用した冷凍空調機器の技術開発を行ってきました。氷の発生や成長を制御することで、エネルギー、食品、医療などの分野に貢献できる新しい技術の開発を目指しています。

稲田 孝明（いなだ たかあき）
t-inada@aist.go.jp
エネルギー技術研究部門
熱・流体システムグループ
主任研究員（つくばセンター）

固体面から剥離^{はくり}して製氷されるのです。このような基本的な知見を積み重ねていくことで、氷を連続的にかきとるためのノウハウを得ることができ、最終的には製氷機（プロトタイプ）の開発に成功しました（図2）。

製品開発 ～ 実用化への障壁を乗り越えて

製氷機の開発は順調に進みましたが、製品としての実用化に向けて乗り越えるべき障壁は数多くありました。まず現場での問題点を抽出するために、漁業関係者の協力のもと、実際に製氷機を漁船に搭載し、サンマの鮮度保持のフィールドテストを実施してきました。船の揺れに対する装置の安定性や、機械の操作性などの問題を改善

しながら、株式会社ニッコーでは現在製品化に向けて開発の最終段階に入っています。

また、実際にシャーベット状海水氷を用いて、魚介類の鮮度保持効果を実証しておく必要もありました。フィールドテストにおいて、開発した製氷機で作ったシャーベット状海水氷と通常の海水氷（海水に破碎氷を混ぜたもの）とを比較したところ、陸揚げ時のサンマの状態の違いは一目瞭然でした（図3）。魚体の外観だけではなく、科学的な指標に基づいた鮮度保持効果の確認も重要です。そのため、開発プロジェクトには北海道立工業技術センターの専門家にも加わっていただき、製氷機の開発と並行して、さまざまな魚種に対して科学的観点から鮮度保持効果を

実証してきました。その結果を受けて、魚介類の種類に応じた最適なシャーベット状海水氷の提供を目指し、さらなる改良も視野に入れて引き続き製氷機の開発に取り組んでいます。

最後に

今回の製氷機開発は、「戦略的基盤技術高度化支援事業（経済産業省）」の支援を受けて、株式会社ニッコー、北海道立工業技術センター、産総研の3機関の協力のもとで実施されました。この成果によって、より新鮮な魚介類が消費者の元に届けられ、ひいてはわが国の水産業界の発展に貢献することを願ってやみません。



図2 株式会社ニッコーで開発した製氷機（プロトタイプ）



図3 フィールドテストで陸揚げされたサンマ（体表の青色は高鮮度の指標）