

## スラリーアイスによる生鮮水産物の スーパーチリング高鮮度流通体系

試験研究計画名：定置網漁獲物のシームレスなスーパーチリング高鮮度流通体系の構築  
・実証と各種漁業への展開

地域戦略名：生鮮魚の高鮮度流通による高価値化と販路の拡大

研究代表機関名：(公財) 函館地域産業振興財団

地域の競争力強化に向けた技術体系開発のねらい：

資源水準の低迷、漁業者の高齢化と減少、水産物の国内消費の低迷などは、実証地である北海道のみならず我が国の水産業全体の課題です。将来にわたって地域産業を持続的に発展させるために、①水産業の競争力強化、②水産物の輸出促進が必要と考えています。そのための方策として、漁獲生産物の付加価値の上昇と、国内や東南アジアの経済新興国を重要対象国とした高鮮度流通システムの構築があります。

これらの方策を達成するため、本プロジェクトでは、下記の要素技術の開発と実証に取り組みました。

- ①19トン以下の漁船にも搭載可能な省エネスラリーアイス製氷機の開発
- ②スラリーアイス用鮮魚輸送発泡容器の開発
- ③スラリーアイスによる鮮度保持輸送の実証

技術体系の紹介：

### 1. 省エネ省スペースで漁船に搭載可能なスラリーアイス製氷機の開発

スラリーアイスとは、海水や食塩水をマイナス温度にまで冷やしたシャーベット状の水です。破碎氷よりも魚を素早く冷却し、鮮度を長時間にわたり保持することから、水揚げ現場などでの導入が進んでいます。従来のスラリーアイス製氷機を漁船に搭載するためには船に強力な発電機を装備する必要がありました。今回、19トン以下の小型漁船へのスラリーアイス製氷機の普及を目的として、消費電力を抑えるために、漁船に整備されている油圧を駆動源とした小型スラリーアイス製氷機を開発しました。この装置は、NCK-103WH-HD型として(株)ニッコーより製品化されました(図1)。さらに、2倍の製氷能力を持つ油圧駆動型装置も開発し、これはNCK-105WH-HD型として製品化されました(表1)。この装置は製氷温度制御機能を組み込んでおり、必要な温度帯の水が自動で出来るシステムになっています。なお、冷媒にはオゾン層を破壊しない代替フロンを使用していますが、適切な管理が必要です。



図1 省エネ省スペースなスラリーアイス製氷機

表1 開発したスラリーアイス製氷機のスペック

型式	103型	105型
製氷能力	150kg/h(30%濃度)	300kg/h(30%濃度)
油圧容量	18Mpa、37L/min	18Mpa、60L/min
電気容量	1kw(3×200/220V)	1kw(3×200/220V)
寸法	1,096×593×1,022Hmm	1,400×778×1,432Hmm
重量	250kg	500kg
冷媒	R-404A	R-404A

2. スラリーアイス用鮮魚輸送発泡スチロールの開発

鮮魚を生産地から消費地に輸送する際には、保温性の点から発泡スチロール容器が使われています。スラリーアイスを用いて、長時間鮮度が保持されるスーパーチリング温度（0℃～-5℃）を維持しながら鮮魚を流通するために、保温性を向上した発泡スチロール容器を開発しました。この容器は、容器の底部にゲス板（容器内を仕切る中板）を設けて、水と氷を分離する二重底方式を採用しています。これは、輸送中に氷が溶けて水になった際に、この水が氷の溶解を促進することを防ぐという機能があります。また、容器自体の断熱性を高めるために、従来の容器よりも底面と側面の厚さを6mm増しました（図2）。この容器は宅配便サイズに合わせて、三辺の長さの合計は120cmとして設計しました。従来の容器に比べ保温時間は大きく向上しています（図3）。北海道から国内外にむけて鮮魚をテスト輸送しましたが、輸送中に魚が真水に浸ることもなく、関係者から良い評価が得られました。この容器はKK-50-50として（株）積水化成品北海道により商品化されました。

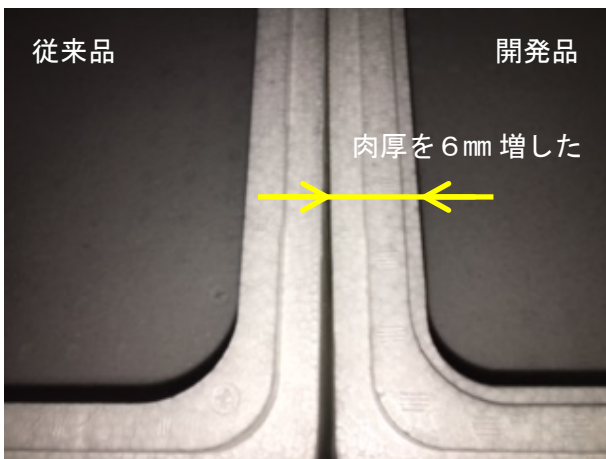


図2 開発したスラリーアイス用発泡容器

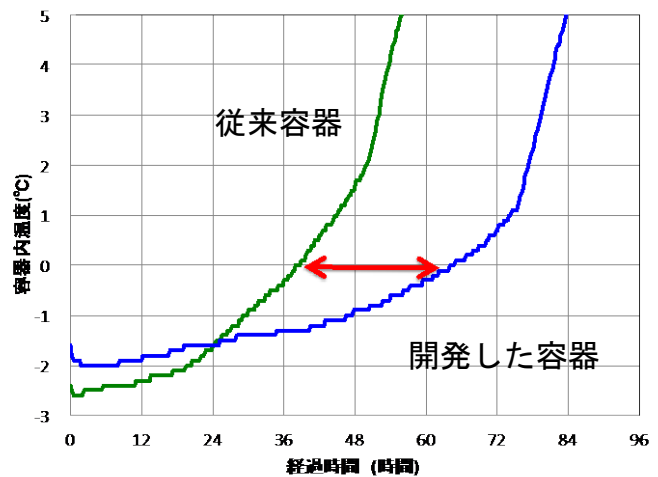


図3 保管中の容器内温度変化  
(26L容量の容器に15kgのスラリーアイスを入れ、20℃にて保管)

3. スラリーアイスによる鮮度保持と高鮮度輸送

スラリーアイスによる魚介類鮮度保持の有効性を、魚体の冷却と保管の両面から科学的に検証しました。スラリーアイスは原料となる海水や食塩水の塩分濃度により-1.0～-2.5℃に温度を調節するこ

とが出来ます。魚の冷却実験により、水揚げされた魚体を冷却するには低温で短時間、冷却することにより、最も暴れを防止して鮮度を保持できることがわかりました。実際に定置網漁船で行った実験では、水揚げされたサバをスラリーアイスにより急速冷却することで、鮮度低下は1/2に抑制されました。

鮮魚の保管については、 $-2^{\circ}\text{C}$ で保管すると、氷蔵温度の $0^{\circ}\text{C}$ よりもK値が1/2となることがわかり、旨味成分であるイノシン酸含量も長時間維持されました。これらの知見を基に水揚げされた魚体を船上で急速冷却し、スーパーチリング温度で高鮮度輸送する実証試験を行いました。

定置網漁船で水揚げされたアイナメ、クロゾイ、カワハギなどを船上で製氷したスラリーアイスで冷却し、開発した専用発泡スチロール容器を使用して脱水氷（スラリーアイスから水分を除いた雪状の軽量な氷）により梱包しました。北海道から空路でシンガポール、バンコクに輸送し、梱包56時間後に現地の日本料理店で開封したところ、氷は十分に残っており、開封時の魚体温度は $-0.7^{\circ}\text{C}$ でスーパーチルド温度を維持していました。エラは鮮やかな赤色で良好な外観を呈し、刺身の食感も良好でした。現地の寿司職人から、“この様な新鮮な魚は見たことがない”と、良い評価が得られています。

## 技術体系の経済性は：

### 経営改善効果

魚を冷却するための破碎氷は、漁業者が公設製氷施設などから購入して使用しています。北海道での破碎氷の価格はおおむね1t当たり10,000円、スラリーアイスは5,960円でした。一方、油圧駆動式スラリーアイス製氷機を稼働させた場合の燃油消費量を算出した結果、スラリーアイスを1トン製造するための燃油代金は1,600円と、スラリーアイスの購入価格の1/4でした。製氷機本体の購入価格（105型予定価格800万円）から減価償却費（7年償却）を算出し消耗部品代とあわせると、年間300トンのスラリーアイスの生産コストは181千円となり、購入した場合とほぼ同額となりました（表2）。つまり年間300トン以上で、スラリーアイスを購入するよりも船上で製氷した方がコストは低くなります。新型の発泡スチロール容器は、底面と側面の厚さを増したことから原料の使用量が増すために、従来品よりもやや高価となります。し



図4 バンコクの日本食材市場での様子

表2 スラリーアイスのコスト

スラリーアイスの量(トン)		200	300	400	500
氷コスト (万円)	外部より購入	119	179	238	298
	船上で製氷	165	181	197	213



図5 大手量販店による高鮮度ブリの販売

かし、この容器と脱水氷を組み合わせることで、クール宅配便を使用しない常温宅配便での鮮魚輸送が可能となり、1個あたり550～600円の運賃が軽減されるので、むしろコストダウンとなります。クール宅配便は15kg以上の重量物が送れないなどの制約が多いのですが、この容器を使用することで重量がかさむ大型魚でも宅配便を利用して、広域かつ短時間の輸送が可能となりました。

一方、鮮魚の高鮮度化による経済効果を検討すると、活締めとスラリーアイスによる船上冷却を行ったブリの札幌市内の大手量販店での販売実績から、漁業者の手取り価格は、通常のものより1kg当たり150円のアップとなりました。また、バンコクに試験的に空輸したシロザケは、販売店の判断により通常品の1割アップで価格設定しました。さらに、氷結点予冷の技術を利用した冷凍刺身商材は、シロザケロインで1kg当たり2,000円と設定し、漁業者の手取りは150円のアップとして製造・販売を計画しています。

### 経済的な波及効果

この取り組みは、2023年までに道産食品輸出額を1,500億円とする目標を掲げた北海道による「北海道食の輸出拡大戦略」に貢献するものです。また、定置網漁船でのスラリーアイスの製氷実証試験とスラリーアイス処理した鮮魚の販売実績から、経済効果を検討すると、年間100トンのスラリーアイス鮮魚を出荷したと仮定すると、その際のスラリーアイス生産コストは減価償却費、消耗品費、燃油代金の合計で149万円となります。一方、魚体冷却に用いられる最適なスラリーアイスの量は魚体重量と等量ですので、100トンのスラリーアイスは100トンの魚を冷却できます。この魚の売上額（漁業者の手取り）は150円アップですので、合計1,500万円の売り上げ増です。すなわち、漁業者の収益は1,351万円改善することとなります。

### こんな経営、こんな地域におすすめ：

漁業者みずからが、港を出港して漁場に着くまでに漁船上でスラリーアイスを製造することが可能となったことから、水揚げされた魚の高鮮度化が期待されます。今回開発した専用発泡スチロール容器などと組み合わせることにより、海外も含めた遠方へのスーパーチリング高鮮度輸送が実現できます。国内輸送では常温での宅配便が利用できますので、遠隔地の飲食店、宿泊施設などへのピンポイント高鮮度輸送が可能となります。国内の大都市から離れた地域、大都市に向けての効率的な鮮魚輸送ルートがない地域にもおすすめです。

### 技術導入にあたっての留意点：

スラリーアイスの導入には初期投資が必要となります。スラリーアイスは流動性があるので魚体を速やかに冷却出来ますが、輸送に用いる際には重量を軽減するためにスラリーアイスから水を除いて使用することが望まれます。高鮮度化による魚価向上のためには、販売促進活動のために品質の良さを伝える科学的データの蓄積が大切です。

**研究担当機関名：**（公財）函館地域産業振興財団、（株）ニッコー、（株）積水化成品北海道、（株）ジョウヤマイチ佐藤、（研）産業技術総合研究所、（国）北海道大学

**お問い合わせは：**北海道立工業技術センター 研究開発部 食産業技術支援グループ

電話0138-34-2600 E-mail yoshioka@techakodate.or.jp

**執筆分担**（北海道立工業技術センター 吉岡武也）

この取り組みは「革新的技術開発・緊急展開事業（うち地域戦略プロジェクト）」（生研支援センター 平成28年～30年）により行われました。