

## 生鮮食品の高衛生・高鮮度保持に関する 新たな冷却媒体生産システムの開発

北村和之<sup>1,†</sup>, 岩川三和<sup>1</sup>, 古田尚悟<sup>1</sup>, 松本泰典<sup>2</sup>, 吉岡歌穂<sup>2</sup>, 楠本智明<sup>3</sup>, 板谷 茂<sup>3</sup>

<sup>1</sup>株式会社泉井鐵工所, <sup>2</sup>高知工科大学, <sup>3</sup>株式会社コア電子

### 1. はじめに

生鮮食品に対する消費者のニーズは、より高い鮮度の商品を求める傾向にあり、近年、スーパーマーケットの広告でも「朝獲れ」や「産地直送」などの鮮度を意識したフレーズを目にする機会が多くなってきた。また、食品を提供する側も安全で安心な商品を消費者に提供するために、衛生・品質管理を強化している。

本稿では、生鮮魚介類の鮮度保持に有効な、 $-1^{\circ}\text{C}$ のスラリーアイスを生産する装置 (Fig. 1) の特長について述べる。次に、現在、装置開発に取り組んでいるスラリーアイスに殺菌機能を付加した新たな冷却媒体生産システムについて紹介する。

### 2. スラリーアイスの特長

スラリーアイスとは、粒子径が約  $0.2\text{ mm}$  程度の微小な氷粒子と塩水溶液が混在した流動性に優れた氷である。我が国において、スラリーアイスは平成 12 年頃から水産物の冷却・保存で活用されている。その特長を示すと、①スラリーアイス内に分布する氷粒子は、被冷却物との接触面積が従来の砕氷と比べて大きく冷却

速度が速い。②氷粒子は球状であるため、角がなく魚体を傷つけない。③一般的に 25% 程度の氷充填率で使用することが多く、流動性に優れポンプ移送が可能である。そのため、氷を使用する場所へ容易に移送ができ、作業性が向上する。④塩水溶液の濃度を調整することで魚介類に最適な温度で冷却・保存が可能となる。以上のことから、生鮮魚介類のブランド化に取組む水産関係者から関心を集め、装置の普及が進んでいる。

### 3. 装置の特長

(株)泉井鐵工所、高知工科大学、日新興業(株)の研究グループは平成 16 年から装置開発に着手し、平成 20 年から塩分濃度 1wt.% の塩水溶液にて製氷可能なスラリーアイス製造装置の事業化を進めている。その製氷構造については特許を取得している。

開発した装置は、スラリーアイスを生産する製氷機とスラリーアイスを貯蔵するタンクで構成されている。製氷は循環方式で、希釈した海水または塩水溶液を循環しつつ冷却を行い、製氷機内のジェネレーターの伝熱面に生成された氷層から氷粒子を掻き取っていく。掻き取られた氷粒子は塩水溶液と共にタンクに戻され、

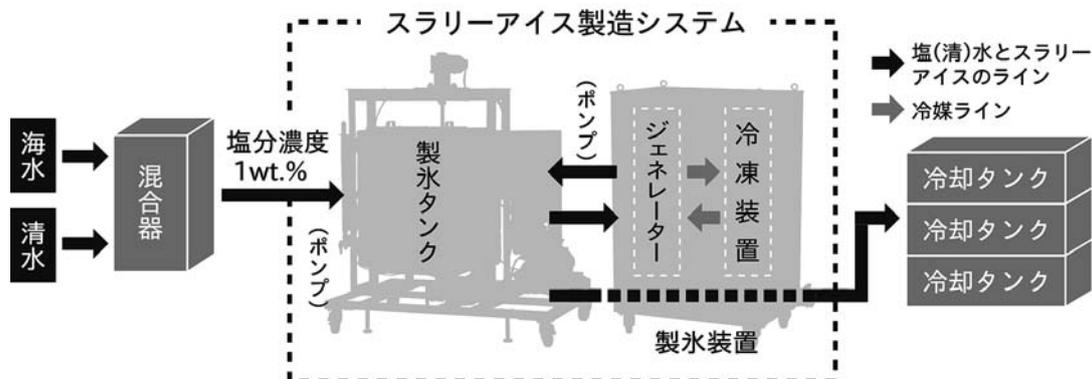


Fig. 1 スラリーアイス製造装置

タンク内の氷充填率 (IPF: Ice Packing Factor) が任意の量 (10~30%) になるまで製氷する。

スラリーアイスを生鮮食品の冷却・保存に使用する場合、最も重要となるのが、製氷に用いる塩水溶液の塩分濃度である。この理由は、国内で消費される生鮮魚介類の凍結温度が、 $-1^{\circ}\text{C} \sim -2^{\circ}\text{C}$ といわれており、これ以下になると凍ってしまう。一度凍ってしまうと鮮魚としての価値を失い、価格に影響する。つまり、鮮魚の価値を保ったまま流通させるためには、 $0^{\circ}\text{C}$ 以下で凍結温度以上の温度帯にて冷却・保存する必要がある。塩分濃度と IPF の違いによる凝固点の関係を Table 1 に示す。この関係から、魚を凍らすことなく、より品質のよい状態で流通させるためには、塩分濃度が 1 wt.% の塩水溶液から製氷を行う必要がある。

#### 4. スラリーアイスの効果

##### 4.1 スラリーアイスの鮮度保持効果

水産物の鮮度指標としては K 値が用いられる。K 値とは、アデノシン三リン酸 (ATP) 関連物質に占めるイノシン (HxR) とヒポキサンチン (Hx) の割合で、その割合が高くなると鮮度劣化が進行していることを示す。K 値は、0~5% が即殺状態、20% 以下が生食可能、20~60% は加熱調理が必要とされている。

水産加工業者である釜石ヒカリフーズ(株)と高知工科大学が行ったサバの鮮度実験 (Fig. 2) では、48 時間経過後は、従来方法と同様に K 値の上昇がみられるものの、一般的に食卓に届く 48 時間以内ではスラリーアイスを用いたサバの K 値の上昇は緩やかで、従来方法と大きな差がみられた。

##### 4.2 スラリーアイスによる外観への影響

消費者が生鮮食品を購入する際の選定基準の 1 つとして、商品の外観も大きな要素となる。先に述べたように、スラリーアイスは、球状の微小な氷であるため、氷による外観損傷の影響は極めて少ない。スラリーアイスと砕氷を用いて輸送実験を行った際の外観の違いを Fig. 3 に示す。

Table 1 塩分濃度, スラリーアイスの IPF, 凝固点の関係

初期塩分濃度	氷充填率 (IPF)		
	10%	20%	30%
3.5 wt. %	$-2.6^{\circ}\text{C}$	$-2.6^{\circ}\text{C}$	$-3.4^{\circ}\text{C}$
2.5 wt. %	$-1.8^{\circ}\text{C}$	$-1.8^{\circ}\text{C}$	$-2.3^{\circ}\text{C}$
2.0 wt. %	$-1.4^{\circ}\text{C}$	$-1.4^{\circ}\text{C}$	$-1.8^{\circ}\text{C}$
1.5 wt. %	$-1.1^{\circ}\text{C}$	$-1.1^{\circ}\text{C}$	$-1.4^{\circ}\text{C}$
<b>1.0 wt. %</b>	<b><math>-0.7^{\circ}\text{C}</math></b>	<b><math>-0.7^{\circ}\text{C}</math></b>	<b><math>-0.9^{\circ}\text{C}</math></b>
0 wt. %	$0^{\circ}\text{C}$	$0^{\circ}\text{C}$	$0^{\circ}\text{C}$

本実験では、高知県宿毛市で漁獲されたキビナゴを水揚げ後、スラリーアイスと砕氷の入った容器にそれぞれを保存し、宿毛市から東京都までトラック便にて輸送した。輸送時間は約 33 時間である。スラリーアイスで浸漬したキビナゴは漁獲直後の状態と遜色なく、一方の砕氷を用いたキビナゴは氷による部分的な圧迫により外観損傷がみられた。またスラリーアイスで輸送したキビナゴは刺身で提供できる鮮度を保っていた。

#### 5. 新たな冷却媒体生産システムの開発

本開発は、これまでスラリーアイス製造装置の開発を行ってきた高知工科大学と(株)泉井鐵工所の連携体に微酸性電解水生成装置メーカーの(株)コア電子が新たに参画して、2年後の実用化を目指した取組みである。取組みの概要は、鮮度保持に有効なスラリーアイスと殺菌効果を有する次亜塩素酸水 (HClO) とを融合した新たな冷却媒体を生産するシステムを構築することである。その用途は、これまでスラリーアイスで実績を有する水産物だけでなく、カット野菜をはじめとする農産物への活用が期待されている。

##### 5.1 ダイレクト方式の開発

スラリーアイスの生成は、循環方式とダイレクト方式がある。ダイレクト方式とは、氷を貯蔵するタンクを必要とせず、水溶液をジェネレーターに供給し、一度の通過で、必要となる IPF (10~30%) のスラリーアイスを連続して生成する方式である。なお、本開発では初期の塩分濃度 1wt.% の塩水溶液を用いて、IPF=25% 以上のスラリーアイスが 1 分間に 20 L 以上生成可能な装置の実用化を目標としている。

ダイレクト方式における技術的な課題は、ジェネレーター内部への氷粒子の閉塞を回避するため、生成された氷粒子を吐出口へ押し上げて、さらに外部へ送り出す新たな機構を付加する必要がある。

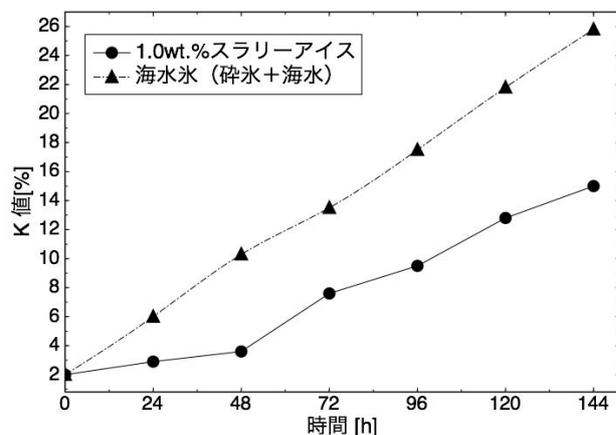


Fig. 2 サバを用いた鮮度比較



Fig. 3 キビナゴの輸送試験

## 5.2 次亜塩素酸水 (HClO) の利用

次亜塩素酸水 (HClO) は、平成 26 年に食品添加物として、厚生労働省から認可されている殺菌料である。これまで、次亜塩素酸ナトリウム (NaClO) による殺菌が主流であったが、次亜塩素酸ナトリウムは、塩素濃度が 200 ppm 以上で独特の塩素臭を有することから、食品の風味を損なうという課題が指摘されている。一方の次亜塩素酸水は 20~80 ppm の低い塩素濃度で pH5~6.5 に調整することで、次亜塩素酸ナトリウム以上の殺菌効果が有り、食品の風味への影響も少ない。本開発では、この次亜塩素酸水をスラリーアイスの製氷に用いる塩水溶液に自動的に、かつ安定的に供給し、殺菌機能を有する冷却媒体を生産するシステムを構築する。

## 6. おわりに

現在、北海道や東北地方で漁獲されるサンマが西日本で刺身として提供されている。数年前なら考えられなかったことである。今や、国内における低温流通は日々進化しており、生鮮食品の流通は国内に止まらず、日本から海外へ、海外から日本へと広がっている。このような状況下、鮮度保持や衛生・品質管理に関する技術はさらなる進化を求められている。著者らは、各々の技術の向上と技術の融合を推進して、今後も装置開発に邁進する所存である。

## 謝 辞

本稿の題名である「生鮮食品の高衛生・高鮮度保持に関する新たな冷却媒体生産システムの開発」は高知県産学官連携産業創出研究推進事業の御支援による取り組みです。本開発に関連する皆様には心より感謝を申し上げます。