シンポジウム記録 水産物に関わる冷凍研究の課題と展望

I-2. 水産物の冷凍保管条件と品質

岡崎恵美子

東京海洋大学大学院

I-2. Effect of freezing and storage conditions
on the seafood quality

EMIKO OKAZAKI

*Graduate School of Marine Science and Technology, Tokyo
University of Marine Science and Technology, Minato-ku,
Tokyo 108-8477, Japan*

1. 魚肉の品質の構成要素

魚肉の品質は様々な成分や組織構造の変化によって影響される。筋肉タンパク質は魚肉の主要な成分であり、筋肉細胞膜とともに、刺し身や調理加工食品の食感を担っている。筋肉タンパク質が変性し、筋肉細胞膜などが劣化すると魚肉の食感が変化する。脂質は、酸化などで劣化すると魚肉の色調や風味を低下させる。魚肉の色調は、マグロ肉等ではミオグロビン、サケ肉ではカロテノイド等があり、酸化によって色調は劣化する。また、脂質含量の多少は食感にも影響する。低分子成分で魚肉の品質に影響する代表例として、スケトウダラやエソ類で問題となるホルムアルデヒドが知られ、冷凍温度下で生成したタンパク質を変性させて食感を著しく低下させる。品質に関与する魚肉の各成分は、凍結速度、冷凍保管温度や温度変動、乾燥、解凍条件の他に、魚肉自身の生化学的狀態（鮮度）によっても影響を受け、冷凍魚肉の美味しさに影響する。

2. 水産物の冷凍保管温度帯

FAO/WHO 食品規格委員会（CODEX）や国際冷凍協会による基準では、冷凍保管の品温は -18°C 以下とされており、一般的な食品の品質を1年間保持できる温度として設定されている。しかし、水産物は畜肉より不安定であり、 -18°C は長期間の保管温度として不十分である。現実には、水産物の冷凍保管温度は -18°C よりやや低めの温度帯に移行しており、マグロ類等では -50°C ～ -70°C の超低温度域まで大幅に低下している。他の水産物でも価格とエネルギーコストを勘案して、適切な温度帯を選択することが重要である。

3. 氷結晶の生成と解凍後の復元

凍結時に細胞外凍結した水も、良好に保存された魚介肉であれば、解凍時に再び細胞内に吸収されて細胞は元の形に復元する。このような細胞の復元力を支配するのは主にタンパク質である。凍結貯蔵中にタンパク質の変性が進行した筋肉細胞では、解凍時における水分の再吸

収能力が弱まりドリップ量が増大するとともに、テクスチャーなどの肉質が劣化する。二段加熱のかまぼこでは、氷結晶サイズが品質に大きく影響する傾向がある。一方でマグロのように魚体の大きな魚では、表面に近い部分だけが急速に凍結され、中心部は緩慢凍結になっているが、現実的にこの程度の凍結速度の遅速による氷結晶サイズの差異は、品質や価格に決定的な影響を与えるほど重大ではない。

4. 冷凍保管温度による魚肉成分の変化

魚肉タンパク質の冷凍変性は冷凍保管温度と密接な関係がある。保管温度が高くなれば変性速度は指数関数的に増大するが、その程度は魚種によって異なり、生息水温の高いメバチやティラピアの冷凍耐性は高く、生息温度の低いムネダラやスケトウダラは冷凍耐性が低い傾向があるといわれる。¹⁾

しかし、保管温度を -40°C 付近まで下げるといずれの魚種も変性速度が遅くなり、魚種間の差も小さくなり、冷凍耐性は著しく安定化する。¹⁾ マグロ肉の赤色色素ミオグロビンを安定に保つためには -35°C 以下が必要であることが示されている²⁾が、遠洋延縄で漁獲されたメバチ肉について、鮮度別に冷凍保管温度の影響を調べた結果によれば、低鮮度肉（pH 6.1～6.2）ではメト化の抑制には -45°C 以下の保管温度が必要であったのに対し、高鮮度肉（pH 6.8～7.0）では -35°C で充分安定に保管でき、漁獲後の鮮度によって安定に保管できる温度が異なることが示されている。³⁾ 脂質の酸化や加水分解、糖アミノ反応による色変、カロテノイドの関与する赤色魚類の退色、タンパク質変性に影響するホルムアルデヒド生成等についても、類似した温度依存性がある。

5. まとめ

現状では、保管温度が約 -20°C ～ -25°C の業務用冷蔵庫が主流である一方、冷凍マグロ運搬船や陸上冷凍庫では -50°C ～ -70°C とさらに低い超低温度域が志向されている。今後、エネルギーコスト削減や、冷媒のフロン規制に対応するために、魚介肉品質を安定的に保ち、かつ経済的な保管温度の解明が求められている。

文 献

- 1) 福田 裕. 魚肉タンパク質の凍結変性. 中央水産研究所研究報告, 1996; 8: 77-92.
- 2) 尾藤方道. 冷凍マグロ肉の肉色保持に関する研究. 東海区水産研究所研究報告, 1976; 84: 51-113.
- 3) 福田 裕, 岡崎恵美子. 食品素材の凍結保存. 「冷凍空調便覧Ⅳ巻 食品・生物編」(日本冷凍空調学会冷凍空調便覧改訂委員会 編)公益社団法人日本冷凍空調学会, 東京, 2013; 177-191.