

## 4 . 生体組織の機能保持メカニズムの解明と応用

北海道立工業技術センター 吉岡武也・木下康宣・菅原智明・吉野博之・宮崎俊一・宮原則行  
清水健志・野上智代・井上準子

北海道大学大学院水産科学研究院 今野久仁彦・埜澤尚範・桜井泰憲

旭川医科大学医学部 加藤早苗・木更津工業高等専門学校 小田功

(株)ハンダ 半田幸一郎・カネセン千葉水産(株) 千葉秀実・(株)東和電機製作所 藤原里美

(株)古清商店 古伏脇隆二・宮田繁夫・宮内信夫・蛸子清光・亀谷康一・工藤孝志・佐々木秀三

漁業 工藤徹・タナカ冷機工業(株) 田中誠一・佐藤修・千田弘司・上磯郡漁業協同組合 富森昌孝

渡島冷蔵(株) 佐藤善高・館脇健朗・芙蓉海洋開発(株) 伊藤信夫・符勇

昭和冷凍プラント(株) 若山敏次・笹田優子・(株)ニッコー 輪島史

四国化工(株) 三谷正則・金子洋己・金地宏和・函館酸素(株) 高田勇介・石黒良太

### 1. はじめに

新鮮な魚介類は、見た目に美しく、良い香りを有し、肉は硬くしっかりしている。しかし、時間の経過に伴い、このような特徴は速やかに失われる。この時間経過による品質の劣化は、刺身として生食する場合に最も顕著に感じることができる。加工品製造時においても、鮮度のよい原料から品質のよい加工品が製造されることが知られており、原料の鮮度が製品の品質に大きく影響している。魚介類の鮮度を保つための技術開発は、水産物全般の品質の向上のみならず、限りある資源の有効利用の点からも重要である。

我々は、組織のエネルギーレベルの保持に着目した魚介類の鮮度保持技術の開発を行っている。一般型事業では、刺身食材としての生鮮スルメイカを実験材料に用い、鮮度保持のための要因として、致死条件、保管温度、ガス環境などの影響を食品科学的に整理した。発展型事業においては、地域産水産物のさらなる高鮮度化と、鮮度保持に関連する産業の集積を図ることを目的とし、消費財開発と生産財開発のふたつの角度から、産学官の連携による取り組みを行っている。今回は、魚介類の新鮮さを保つための新たな要因として、致死時のエネルギーレベル（ホタテ貝柱）ならびに酸素濃度とカルシウムイオンの影響（スルメイカ表皮）について報告する。

### 2. 致死時のエネルギーレベルと鮮度

生鮮ホタテ貝柱は、手軽に食することができる刺身食材であるが、数日間の冷蔵保管で貝柱の収縮が起こり商品価値は低下する。この収縮は、貝柱組織のエネルギー成分である ATP（アデノシン三リン酸）の消失と同調しており、保管後の鮮度を保つには、スルメイカの場合と同様に致死条件、保管温度、ガス環境の調節などによる、ATP を指標としたエネルギーレベルを高く保つ方が有効であることが今までの取り組みの中で明らかとなっている。しかし、致死時の ATP 含量が同一（ $10 \mu\text{mol/g}$ ）でありながらも、鮮度低下の速度が著しく異なる場合が確認されている。この原因について貝柱組織を保管した際の ATP 生合成に関連する他のエネルギー関連成分の変化を分析した結果、鮮度低下が速い試料群  $10 \mu\text{mol/g}$  と遅い試料群（ $30 \mu\text{mol/g}$ ）では、Arg-P（アルギニンリン酸）の含量が著しく異なっていることが確認された。（図 1）そして、何れの場合も、保管した際には最初に Arg-P が消失し、次いで ATP が消失していた。Arg-P は ATP のフォスファゲンとして、軟体類組織のエネルギーを蓄える成分であることから、致死時における Arg-P 含量の違いが、その後の ATP の消失のタイミングに影響し、保管後の品質を左右すると判断した。このような ATP の生合成経路は、ホタテ以外の魚介類組織においても存在することが知られている。これらのことから、フォスファゲン含量を指標として、より高鮮度を保持するための保管技術や、組織のエネルギー増幅を目的とした畜養技術の開発などが可能となった。



写真1 鮮度低下により収縮したホタテ貝柱

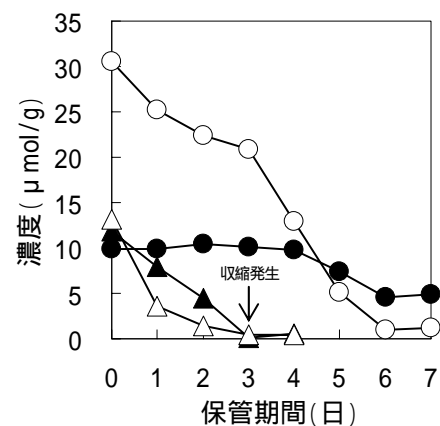


図1 ホタテ貝柱保管中のエネルギー関連成分の変化(保管温度0℃)

○ : 試料群 1 ATP      ● : 試料群 1 Arg-P  
△ : 試料群 2 ATP      ▲ : 試料群 2 Arg-P

### 3. イカの表皮発色制御

#### a. 目的と背景

新鮮なイカの表皮は透明であり、指で触るなどの物理的刺激に対して色素胞の拡張や収縮といった応答を起こす。しかし、このようなイカを大気中で保管すると、徐々に表皮が赤黒く変化（発色）して、刺激に対する色素胞の応答性も失われてしまう。表皮が透明で刺激に対する応答が見られるということは、イカが新鮮である証といえるが、これまでの取り組みから、イカを海水中で保管すると、発色が起こらず、色素胞の応答性も持続し、新鮮な特徴が保持されることがわかっている。そこで、このような表皮組織の機能保持に係わる詳細な知見の収集と、新しい鮮度保持技術の開発を目的に、スルメイカ外套膜を用いて表皮の性状に対する保管環境の影響を検討した。

#### b. 酸素濃度の影響

大気には21%の酸素が含まれているが、これに対して海水中に溶存している酸素は、気体中の濃度に換算して2.5%相当と著しく低い。そこで、保管中の表皮性状に与える酸素濃度の影響を検討した。実験では、酸素ガスと窒素ガスを混合することによって、酸素濃度が異なる気体を調製し、イカ外套膜を5で24時間、この中で保管した後の発色を測定した。発色の程度は、赤黒くなった面積を外套膜全体に対するパーセント（図2、発色率）として表した。その結果、酸素濃度が10%以上の場合は大気中で保管した時と同様に全面が赤黒く変化し、刺激に対する応答は認められなかったが、7.5%以下の低濃度では発色が起こらず、刺激に対する応答も認められた。このことから、イカ表皮の発色と刺激に対する応答は、保管環境中の酸素濃度の影響を受けていることが明らかとなった。

#### c. カルシウムの影響

海水中には、ナトリウム、カルシウム、マグネシウム、カリウムといった様々なミネラルが存在している。この中で、カルシウムは筋肉の収縮など多くの生命活動の調節に関与することが広く知られている。ここでは、表皮の発色と刺激応答性に対するカルシウムの影響を検討した。まず、イカをカルシウムを含まない人工海水に浸漬し、5で保管した結果、表皮は浸漬開始後数時間の間に白くなり、色素胞は刺激に対する応答性を失った。一方、この人工海水への浸漬を3日間続けた後、カルシウムを含む人工海水に浸けかえると表皮は数時間で即殺直後に似た外観に変わり、応答性を取り戻した（図3）。このことから、カルシウムは色素胞の運動機能を制御する因子の一つであるとともに、カルシウムの有無により表皮の発色ならびに刺激に対する応答性を人為的に制御できることが明らかとなった。

#### d. 今後の取り組み

水揚げ前の魚介類は海の中で生息しているが、水揚げ後は大気中で保管・流通されており、生息時と保管時の環境は大きく異なっている。今回の結果から、スルメイカでは、保管中の酸素濃度やカルシウムが表皮性状に大きな影響を与えていることが明らかとなった。このことは、従来行なわれている大気中での保管が、品質という観点からみると必ずしも最適ではないことを表している。食糧として利用される水産物は多種多様であり、新鮮度を表現する品質要素も魚種によって様々である。そこで、今後はこのような保管環境が様々な水産物の品質にどのような影響を及ぼすか検討を進めることによって、それぞれが持っている特徴を十分に生かすことができる高鮮度保持技術を確立したい。

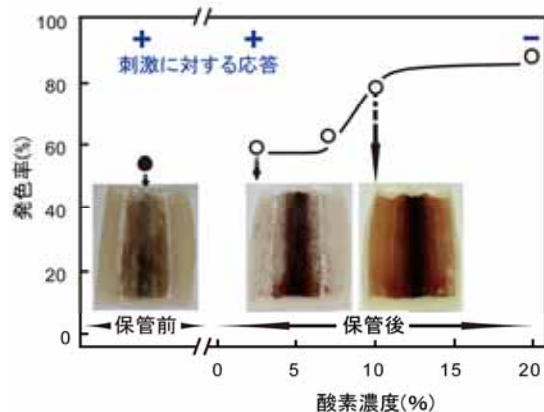


図2 保管後の表皮性状に及ぼす酸素濃度の影響

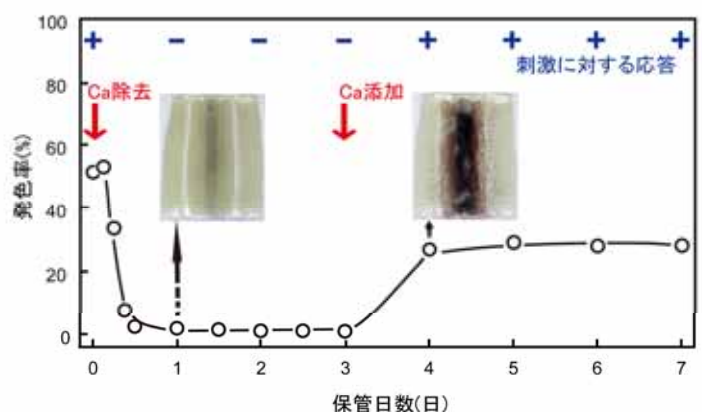


図3 保管中の表皮性状に及ぼすカルシウムの影響