ガス置換包装による肉色退色の防止*

岡 弘 康*

(愛媛県工業技術センター)

1. はじめに

ハマチ、マダイなどの養殖魚は、生食用として活魚あるいはラウンドのまま水蔵して輸送されている。近年、輸送経費の軽減、消費地での省力化や廃棄物の処理などの理由で、生産地で不可食部を除去した切り身あるいは刺身状での輸送が要求されるようになり、流通形態が変化してきている。

ハマチのような赤身の魚を切り身や刺身状として生食できる状態で一定期間流通させるためには、鮮度保持はもちろん外観、香味、食感などでもできるだけしめた直後の状態に保持する必要がある。特に赤身魚の肉色は商品価値を左右する大きな要因である。しかし、ハマチを切り身や刺身状とすると、短時間のうちに血合肉が変色し、商品価値が低下するため、流通、販売中の肉色保持が問題となっている。

2. 赤身魚の肉色

マグロ、カツオ、ブリ（ハマチ）などの赤身魚の肉中には、筋肉色素であるミオグロビン (Mb) が多量に含まれている。魚種により Mb の含量に差はあるが、普通肉に比較して血合肉に多く含まれている。養殖ハマチでは普通肉の Mb は肉 100 g 中に 3 mg と少ないが、血合肉では 800 mg も含まれており、26 倍も多いことになる。Mb は鉄 1 原子を含むヘムとタンパク質のグロビンとが結びついた構造をしており、このヘムの鉄原子には、酸素が可逆的に結びつく。漁獲直後の赤身魚の肉色素は赤紫色（還元型ミオグロビンの色）をしているが、肉が空気に接触すると Mb が酸素と結合して鮮やかな赤色を有するオキシミオグロビン (MbO₂) になる。さらに、空气中に放置するとやがて肉は褐色～灰褐色に変わる。この褐変現象は、還元型およびオキシ型 Mb のヘムの 2 価の鉄が、3 価の鉄に酸化され、メトミオグロビン (metMb) へと変化する反応で、一般的にメト化といわれている。そのため、赤身魚の肉色の変化を調べるには、尾藤ら¹⁾の方法でメト化率が測定されている。

3. ガス置換包装による肉色の保持

赤身魚の肉色の変化は、Mb が酸素と結合し、酸化されることに起因しているのであるから、変色を防止するには、酸素を遮断すればよいことになる。著者らは、まず養殖ハマチを切り身とし、ガスバリアー性のあるプラスチックの袋に入れ、窒素ガス (N₂) と炭酸ガス (CO₂) を単独あるいは混合充填し、その効果を調べた。この結果では、含気包装（対照）して 0℃ で貯蔵すると 1 日でメト化率は 60% にもなり、褐変が進んでおり、商品性は低下していた。²⁾ これに対し、ガス置換 (N₂, CO₂) 包装することで、4 日までメト化率にほとんど変化がみられず、肉色（赤色）は保持されており、変色を抑制する効果が明らかにみられた。

4. ガス置換包装の貯蔵条件と鮮度および肉色

養殖魚を切り身や刺身状として流通させる場合、生食できることが前提となるので、肉色のよいことも重要であるが、鮮度がよく、衛生的にも問題がないことが要求される。そのため、ガス置換包装した養殖ハマチの切り身が流通、販売中にその品質がどのように変化するかを次の項目について調べた。

(1) 置換ガス ガス置換包装は真空包装機で袋内を一度真空にした後に目的のガスを充填した。養殖ハマチの切り身では、N₂, CO₂ とも肉色の保持効果がみられたが、CO₂ 100% では貯蔵中徐々に渋味が感じられ、味の低下がみられたので、N₂ の方が使いやすくと判断された。N₂ 100% で置換包装した場合、袋内の残存酸素濃度は 1.0% 以下でほぼ完全に置換されており、この時のハマチ肉は肉全体がピンクがかり、好ましい色合いを呈しており、しかも貯蔵中に発生する生臭さが少なく、品質的に良いものであった。尾藤³⁾によるとマグロでは袋内に多少酸素 (O₂) が残存していても肉中の Mb と結合し MbO₂ となるので褐変に影響しないとしているが、ハマチの場合では、マグロよりも Mb 含量が少ないので、O₂ の消費量が少ないため、メト化が起こりやすくなるの

*1 Prevention of Discoloration in Fish Meat by the Use of Modified Atmospheres.

*2 Hiroyasu Oka (Industrial Research Center of Ehime Prefecture, Kumekubota-cho, Matsuyama, Ehime 790, Japan).

図1 ガス充填包装冷蔵中の metMb (%) と貯蔵温度との関係

で、できるだけ O_2 量を少なくする必要がある。

ガス置換包装と同様に真空包装でもハマチの切り身の変色を防止できるが、ドリップの生成が多く、しかもピンホールによる変色が起こりやすい。

(2) 貯蔵温度 養殖ハマチの切り身を N_2 と CO_2 (50:50) で置換包装して種々の温度 ($-3 \sim 10^\circ C$) で貯蔵し、その時の K 値とメト化率を測定した。この結果では、貯蔵温度が高いほど K 値の上昇は高く、 $-3^\circ C$ では6日まで K 値は10以下であり、鮮度は温度依存性が大いことがわかった。しかし、メト化率は図1に示したようにガス置換包装すると貯蔵温度差はほとんど影響せず、その値はスタート時と変化せずに推移するが、 $-3^\circ C$ では含気、ガス置換包装とも鮮度とは逆にメト化率が高く、褐変するのが速い傾向がみられた。この原因は $-3^\circ C$ (パーシャルフリージングの温度帯) では表面が一部凍結状態となるためと推定されるが、尾藤⁹⁾ がマグロ肉で行った実験でも表面肉の最大変色温度は $-4^\circ C$ であると指摘していることと一致する。このことは、 $-3^\circ C$ の温度で赤身魚の肉を貯蔵することは、 K 値的にみた鮮度がよくても、刺身として食べる場合の品質 (色合) から適当でない判断される。

(3) 包装材料 ガス置換包装する場合には、ガスバリア性のよいフィルム袋が必要となるので、市販の3種の袋 (OPP/EVAL/PE, Nylon/Inomer, EVA/PCDC/PE) を用いて、実際にハマチ切り身を入れて調べた。この3種のフィルム袋における7日間冷蔵した時の残存酸素量にわずかに差はあるが、OPP/EVAL/PE が最も少なく0.38%、ついでEVA/PCDC/PE の0.96%、Nylon/Inomer の1.14%であった。しかし、この程度の O_2 量で

図2 ハマチ血合肉の保色に及ぼす蛍光灯照射の影響

あれば、肉色にほとんど差がなく、どのフィルム袋を用いてもよいと判断される。ただ、袋内に入れるトレーの種類 (発泡ポリスチレン, 耐衝撃性ポリスチレン) で、肉色に差がみられた。発泡ポリスチレンの場合では、含気包装、ガス置換包装とも耐衝撃性ポリスチレンに比較して速く肉色に変化することが確かめられ、その原因は袋内 O_2 量の多少に関係しているものと推定された。

(4) 光線 養殖ハマチの切り身をガス置換包装して冷蔵ショーケースの中で販売する場合、蛍光灯下での照射による影響を調べた。一般的なショーケース内の照度が900~1000 luxであることから、この明るさと暗所で貯蔵して比較した。図2に示したように含気包装では明所、暗所とも肉色は変色するが、ガス置換包装すると冷蔵4日まで肉色は保持され、光線による変色促進作用を完全に防止できることが明らかにされた。

文 献

- 1) 尾藤方通: メトミオグロビンの測定, 主としてマグロ肉について。水産生物化学・食品学実験書 (齊藤恒行, 内山均, 梅本 滋, 河端俊治編), 恒星社厚生閣, 東京, 1974, pp. 275-280.
- 2) 上岡康達, 西川清文, 岡 弘康, 満田春馬, 酒井博行, 山本賢治: ガス充填包装冷蔵による養殖ハマチフィレの鮮度について。愛媛工試報, No. 17, 35-42 (1979).
- 3) 尾藤方通: 冷凍マグロ肉の肉色保持に関する研究, 変色に及ぼす包装およびグレース処理の影響。東海水研報, No. 84, 93-103 (1976).
- 4) 尾藤方通: 冷凍マグロ肉の肉色保持に関する研究, $-3^\circ C$ ないし $-10^\circ C$ における色変。東海水研報, No. 84, 77-84 (1976).