

2. 2 マダラ白子流通技術の高度化

担当者 加工利用部 武田忠明 秋野雅樹 成田正直 今村琢磨

(1) 目的

マダラは白子の需要期で雄の価値が高いが、雌雄判別が困難なため漁獲時からの雄（白子）の鮮度管理や雌雄別の適正な価格が設定されず、業界から「雌雄判別技術の開発」が望まれている。また、道産の良質な白子は首都圏では高値だが、輸送に時間がかかるため鮮度の良い三陸産や価格の低いアラスカ産との競合により価格が低下する。業界から「マダラ白子の品質保持技術開発」に関する要望がある。本研究では、まず漁獲直後から付加価値の高い雄を優先的に鮮度管理するため、非破壊での雌雄判別技術を開発し、白子を含めたマダラの鮮度管理技術の開発を目指す。また、白子の流過程における品質低下の防止と白色化を図るため、鮮度、物性、色調を品質指標として、白子の高品質化技術を開発する。なお、本研究は、工業試験場と西華産業（株）と共同で推進する。

(2) 経過の概要

雌雄判別技術については、工業試験場が超音波エコーなどによる非破壊での計測の可能性を検討した。マダラ（ラウンド）の鮮度管理技術では、漁獲直後の試料について、雰囲気温度による鮮度を評価した。白子の洗浄は、加工場において水道水で行われているが、初発菌数の低減化と洗浄後の保存性向上を目指して酸性電解水やオゾンマイクロバブル水（以下、オゾンMB水と略記）による殺菌洗浄を検討した。白子の色調では色が白い方が市場評価が高いため、血液除去などによる白色化を検討した。品質保持技術では、鮮度低下に関与する低温細菌の性状、各種ガス（ガス置換包装及び塩水パック）による静菌効果と色調への影響を検討した。なお、高品質化技術では工業試験場が、オゾンMB水のCT値調査及び生成条件、各種ガスの溶存濃度及び安定性向上、超微細気泡の挙動解明、制御について検討を行った。以下に、水試が主に担当した、マダラ（ラウンド）の鮮度管理技術、白子の殺菌洗浄・白色化技術、品質保持技術の内容を報告する。

ア 試料

鮮度管理技術には、平成20年冬季に網走沖で漁獲された鮮度の良いマダラを用いた。

洗浄殺菌技術、白色化技術、品質保持技術には、平成19年12月から平成20年1月にかけて紋別及び根室海域で漁獲されたマダラから採取された鮮度の良い白子（できるだけ熟度が同じものを選択）を用いた。

イ 試験方法

(ア) マダラの鮮度管理技術

マダラ8尾を生物測定（体重及び体長）した後、0℃（発泡下氷）及び5℃で各4尾ずつ保存し、各々の雰囲気温度及び個体別の魚体温度をロガー（株式会社セトコンピューター社製、Box Car Pro）により計測した。マダラ筋肉の鮮度は、K値を経日測定し、保存3日後の低温細菌数を測定して評価した。

(イ) 殺菌洗浄及び白色化技術の開発

1) 各種洗浄水による殺菌洗浄

白子は、1個体を50g程度に切り分け、各種洗浄水による殺菌洗浄試験の試料とした。洗浄水は、水道水を対照として、オゾンMB水及び酸性電解水を用いた。洗浄は、白子を金ザルに入れ、静かに揺らしながら、各洗浄水を5L/minの水量で振りかける方法（写真1）で行い、洗浄時間は、1、3、5分（酸性電解水は5分のみ）とし、洗浄後に各試料の低温細菌数を測定した。酸性電解水は、ホンザキ（株）製の電解水製造装置ROX-10WBで調製し、有効塩素40ppm以上を確認（試験紙）後に採水した。オゾンMB水は、西華産業（株）製のオゾン溶解装置OZW-10LCにて調製し、オゾン濃度15ppm（インディゴ法にて測定）に達した後に採水した。また、白子を上記と同様の方法で5分間洗浄後、0℃で保存し、5日及び9日後の低温細菌数を測定し、各洗浄水による洗浄後の保存性を検討した。



写真1 白子の洗浄方法

2) 各種洗浄水及び洗浄方法による白色化

白子は、1個体を100g程度に切り分け、洗浄試験の試料とした。白子をチャック付きポリ袋に入れ、その重量の約5倍量の浸漬水を投入し密封した。浸漬水は、生理食塩水、生理食塩水で調製したオゾンMB水、生理食塩水と同じ塩分濃度に調製した酸性電解水を用いた。洗浄は、調製した各塩水パックを振とう及び超音波処理する方法で行った。各処理とも20分経過毎に浸漬水を交換し、この操作を3回繰り返した後、目視により、洗浄効果を評価した。振とう処理は東京理化学機(株)製のマルチシェーカーにて回転数160rpmで、超音波処理はヤマト(株)製のBURANSONIC 3510にて発振周波数42Khzで行った。

(ウ) 品質保持技術の開発

1) 低温細菌の性状把握

白子は、1個体を100g程度に切り分け、各試験区の試料とした。試験区は、含気包装を対照に、好気及び嫌気的条件下で塩水パックした3区を設定した。塩水パックは、1.7%食塩水に O_2 及び N_2 を一定時間吹き込んだものを、各々好気及び嫌気的条件下の浸漬水とし、白子重量の当倍量投入し調製した。各区の試料を $0^\circ C$ で10日保存した後、その一部をストマッカー袋にとり、10倍量の生理食塩水を加えて粉碎・抽出し、液体培地(Marine Broth 2216)に添加する試料原液を調製した。試料原液の一定量を液体培地に添加し、対照及び好気区の試料は好気的条件下で、嫌気区の試料は嫌気培養用ジャーにエージレスを入れて密封した無酸素条件下で、各々 $0^\circ C$ で7日及び14日間培養後の液体培地の濁度を620nmの吸光値にて測定した。白子は2個体を用い、各測定値はその平均値で示した。

2) ガス置換包装による品質保持の検討

白子は、1個体を100g程度に切り分け、各試験区の試料とした。試験区は、試料を O_2 及び CO_2 置換包装した2区を設定した。各区の試料を $0^\circ C$ で保存し、4日及び7日目の低温細菌数と褐変度を測定した。褐変度は、保存後の試料を粉碎し、 $105^\circ C$ で乾燥した固形物を用いて測定した。試料は2個体を用い、各測定値はその平均値で示した。

3) 塩水パックによる品質保持の検討

白子は、1個体を100g程度に切り分け、各試験区の試料とした。試験区は、1.7%食塩水に3種類のガス(O_2 、 CO_2 、 N_2)を各々一定時間吹き込んだ浸漬水で調製した塩水パック3区を設定した。塩

水パックは、浸漬水を白子重量と当倍量投入して密封した。各区の試料を $0^\circ C$ で保存し、4日及び7日目の低温細菌数と褐変度を測定した。試料は2個体を用い、各測定値はその平均値で示した。

(3) 得られた結果

ア マダラの鮮度管理技術

マダラ8個体の体重及び体長は、平均値で、各々1831g及び48cmであった(表1)。 $0^\circ C$ (発泡下水)保存の雰囲気温度と魚体内温度は、5時間以降、各々 $1.2(\pm 0.15)^\circ C$ 及び $0.2(\pm 0.04)^\circ C$ で推移、一方、 $5^\circ C$ 保存では、15時間以降、各々 $4.1(\pm 0.43)^\circ C$ 及び $4.2(\pm 0.09)^\circ C$ で推移した(図1)。筋肉のK値は、 $0^\circ C$ 保存が $5^\circ C$ 保存に比べ有意に低い値で推移し(図2)、3日後の低温細菌数でも $0^\circ C$ 保存で低い値を示した(図3)。

イ 殺菌洗浄及び白色化技術の開発

1) 各種洗浄水による殺菌洗浄

各洗浄水の洗浄時間による低温細菌数の変化を図4に示した。水道水及びオゾンMB水による洗浄時間では、1分に比べ3分及び5分の方が低温細菌数の低減に有効であった。水道水に対してオゾンMB水及び酸性電解水の洗浄効果は、5分洗浄後の低温細菌数で顕著な差は認められなかったが、 $0^\circ C$ 保存後の低温細菌数の増加抑制に効果が認められた(図5)。

2) 各種洗浄水及び洗浄方法による白色化

振とう及び超音波処理後の白子は、処理前と比べて、各洗浄水とも血液の除去が不十分であり、洗浄効果が認められなかった(写真2、3)。

ウ 品質保持技術の開発

1) 低温細菌の性状把握

$0^\circ C$ 保存後の吸光値は、対照区に比べ、好気及び嫌気区で増加が遅く、低温細菌の性状に違いがある可能性が示唆された(図6)。

2) ガス置換包装による品質保持の検討

O_2 及び CO_2 置換区の $0^\circ C$ 保存後の低温細菌数と褐変度の変化を図7に示した。低温細菌数は、両区ともに4日目まで増加が認められなかったが、7日目には O_2 置換区で増加した。褐変度は、保存後に両区ともに増加したが、 CO_2 置換区の方が増加の程度が大きかった。 CO_2 置換区は、その静菌作用による低温細菌数の増加抑制に効果が認められたが、色調では褐変に影響を及ぼす可能性が示唆された。

3) 塩水パックによる品質保持の検討

O_2 、 CO_2 、 N_2 区の $0^\circ C$ 保存後の低温細菌数と褐変

度の変化を図8に示した。低温細菌数は、各区とも4日目まで増加しなかったが、7日目でO₂区及びN₂区で増加したのに対して、CO₂区では増加が認められなかった。褐変度は、O₂区及びCO₂区で増加したのに対し、N₂区では7日まで増加が認められなかった。

(4) まとめ

- ・マダラ（ラウンド）の鮮度管理では、5℃保存に比べ0℃保存が品質保持に有効であった。
- ・殺菌洗浄では、水道水に比べオゾンMB水及び酸性電解水で洗浄後の保存性が向上した。
- ・白色化では、オゾンMB水及び酸性電解水による振とう及び超音波処理に顕著な洗浄効果が認められなかった。
- ・ガス置換包装による品質保持では、CO₂置換包装が低温細菌数の増加抑制に有効であったが、褐変に影響を及ぼす可能性が示唆された。
- ・塩水パックによる品質保持では、CO₂及びN₂区で低温細菌数の増加が抑制され、褐変の抑制ではN₂区に効果が認められた。

(5) 今後の課題

- ・マダラの鮮度管理技術では、水揚後の箱詰形態、経過時間、雰囲気温度による品質保持（白子を含め）を検討する。
- ・殺菌洗浄では、オゾンMB水及び酸性電解水について、より効率的な洗浄方法の検討を行う。
- ・白色化では、塩水浸漬法の検討を行う。
- ・品質保持技術では、褐変の抑制及び物性の保持を中心に検討を行う。

表1 マダラ生物測定値

| 体重 | 体長 |
|----------|----------|
| g | cm |
| 1831±222 | 48.3±1.6 |
| (n=8) | |

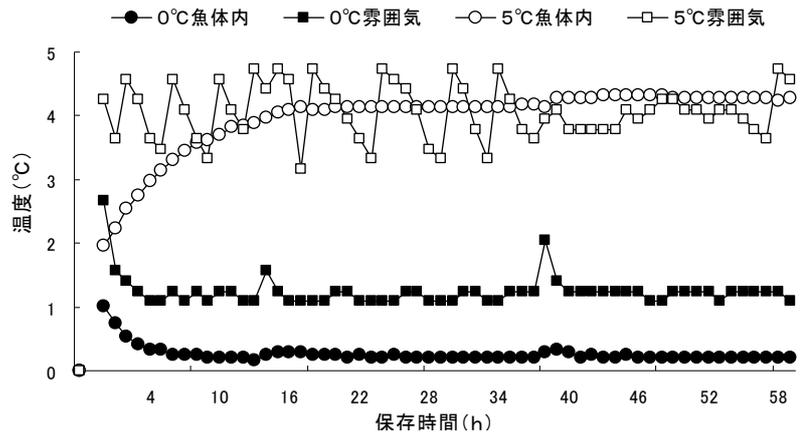


図1 0°C及び5°C保存時の雰囲気及び魚体内温度

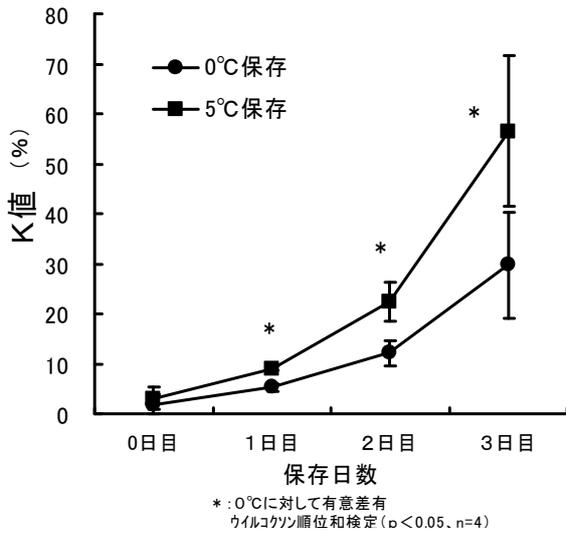


図2 0°C及び5°C保存後のK値の変化

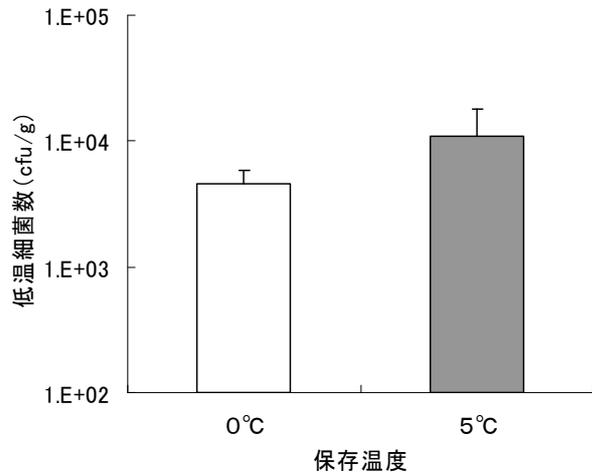


図3 0°C及び5°C保存3日後のマダラ筋肉の低温細菌数

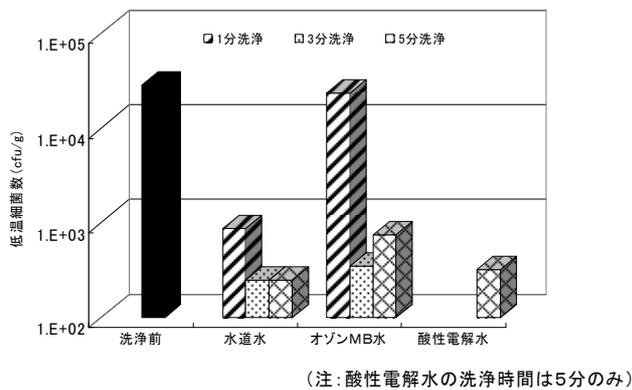


図4 各洗浄水の洗浄時間別による低温細菌数の変化

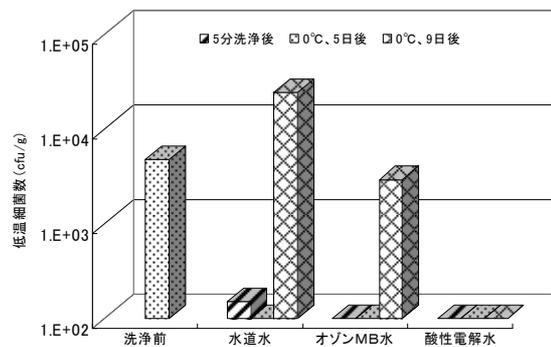
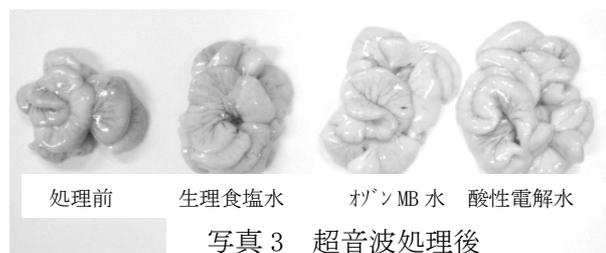


図5 各洗浄水で洗浄・保存後の低温細菌数の変化



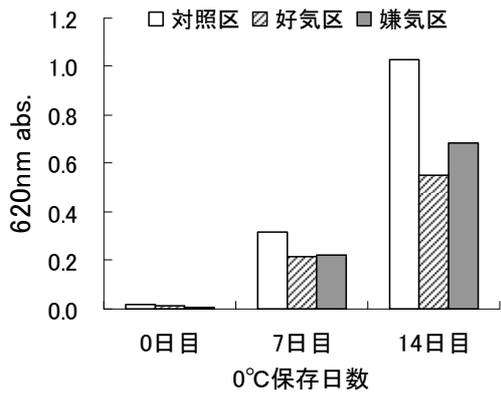


図6 好気及び嫌気条件での培地吸光度

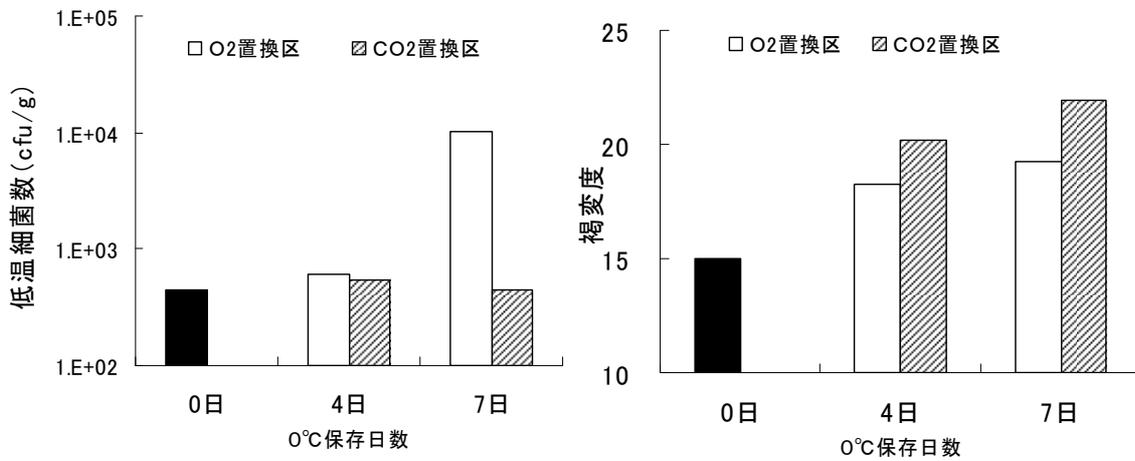


図7 ガス置換包装した白子の0°C保存後の低温細菌数及び褐変度

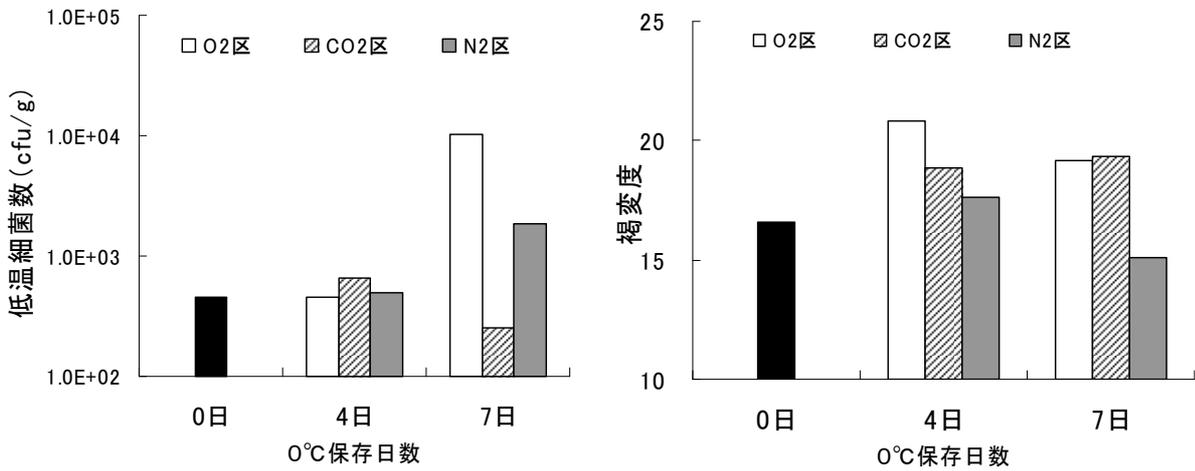


図8 塩水パックした白子の0°C保存後の低温細菌数及び褐変度