

## 2. 1 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 飯田訓之

### (1) 目的

マダラは白子の需要期に雄の価値が高い。しかし、雌雄判別が困難で漁獲時からの雄（白子）の鮮度管理や雌雄別の適正な価格が設定できないため、業界から「雌雄判別技術の開発」が望まれている。また、道産のマダラ白子は、品質は優良であるが消費地から遠隔にあるため、三陸産との鮮度差や1月中旬以降に大量輸入されるアラスカ産との競合により価格が低い傾向にあり、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、白子の流通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装置(ハンディー型の市販デモ機)により、古平町の水産加工場にて実証試験を行った。マダラ（白子を含む）の鮮度管理技術では、水揚げ後の時間経過が筋肉及び白子の保存性に与える影響を検討した。白子の殺菌洗浄では、オゾンマイクロバブル水(以下、オゾンMB水と略記)について、水道水による前処理の効果について検討した。白色化では、酸性電解水浸漬による血液除去について検討した。品質保持技術では、昨年度、風味改善効果が認められた酸素ガス置換包装について、その要因を検討した。また、塩水パックでは、天然抗菌物質添加及び炭酸ガスMB水浸漬による保存後の品質について、低温細菌数とともに、加熱後の食感(なめらかさや風味など)を官能的に評価した。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22年冬季に紋別沖で漁獲された鮮度の良いマダラを用いた。

殺菌洗浄、白色化、品質保持の各技術には、平成21年12月から平成22年1月にかけて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)を用いた。

#### イ 試験方法

##### (ア) マダラの鮮度管理技術

水揚げ後から加工されるまでの時間経過がマダラ筋肉及び白子の鮮度に与える影響を評価した。木箱詰で漁獲後12時間以内に当場に搬入し、約3℃の冷蔵庫で1日及び3日保存した。試料数は各保存日数とも2尾とした。保存時の雰囲気温度及び魚体温度をロガー(ワットコンピュータ社製、Box Car Pro)により測定した。保存後、白子の採取及び筋肉のK値を測定した。採取した白子は流水で3分間洗浄・水切り後、含気包装し、0℃で保存後の低温細菌数を経日測定した。

##### (イ) 殺菌洗浄及び白色化技術の開発

###### 1) オゾンMB水による殺菌洗浄

白子は、1個体を100g程度に切り分け、オゾンMB水による殺菌洗浄試験の試料とした。洗浄は、水道水で3分洗浄を対照として、オゾンMB水で3分洗浄、水道水で3分洗浄後にオゾンMB水で3分洗浄する3洗浄区を設定した。洗浄方法は、金ザルに入れた白子を、5L/minの流速で各洗浄水を掛け流した水槽(容量約6L)に浸漬し、その中で静かに揺らしながら、洗浄した。洗浄後の白子を含気包装し、0℃で4日、7日、10日保存後の低温細菌数を測定した。白子は2個体を用いて同試験の再現性を確認するため2回繰り返した。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。

## 2) 酸性電解水浸漬による白色化

白子は、流水で3分間洗浄・水切り後、1個体をそのまま酸性電解水パックした。酸性電解水は、ホシザキ(株)製の電解水製造装置 ROX-10WB で調製し、有効塩素 40 ppm 以上を確認(試験紙)後に採水した。1.3%食塩水浸漬を対照とし、酸性電解水の塩濃度も 1.3%となるよう調製した。電解水パックは、白子重量と等倍量投入して密封した。0℃で2日間保存し、浸漬後の白子の血液の除去と塩水の色調を目視評価した。

### (ウ) 品質保持技術の開発

#### 1) 酸素ガス置換包装による風味改善要因の検討

白子は、流水で3分間洗浄・水切り後、粉碎し、含気及び酸素置換包装した(写真1)。それぞれ0℃で7日間保存後、遊離アミノ酸、トリメチルアミン(TMA)及びジメチルアミン(DMA)、低温細菌数を測定した。

次に、白子を、流水で3分間洗浄・水切り後、1個体を2分割し、含気及び酸素置換包装した(写真2)。それぞれ、0℃で7日間保存後、DMA、低温細菌数を測定した。



写真1 酸素(左)及び含気(右)包装



写真2 酸素(左)及び含気(右)包装

#### 2) 塩水パックによる品質保持

白子は、流水で3分間洗浄・水切り後、1個体を3分割し、そのまま塩水パックした。浸漬水は、1.3%食塩水を対照に、天然抗菌物質(日本新薬製プロキープGS-56)1%添加及び炭酸ガスMB水の3種設定した。塩水パックは、浸漬水を白子重量と等倍量投入して密封した。塩水パックした各試料について、5℃で4日保存後の低温細菌数を測定

するとともに、加熱後の官能評価を行った。官能評価の方法は、なめらかさ、風味、臭い、色調変化について評価した。

### (3) 得られた結果

#### ア マダラの鮮度管理技術

試料としたマダラの体長、体重及びその白子重量は表1に示したとおりであった。保存時の雰囲気温度と魚体内温度は、保存1日が各々3.5(±0.5)℃及び3.3(±0.5)℃、一方、保存3日が各々3.5(±0.5)℃及び3.2(±0.2)℃で推移した。保存後の筋肉のK値は、保存1日が約10、3日が約30及び50であった(図1)。含気包装した白子の0℃保存後の低温細菌数は、保存1日が3日より、試料1及び2とも低い値で推移し、漁獲後におけるマダラの鮮度管理の重要性が示唆された(図2)。

表1 マダラ及び白子生物測定値

保存日数	試料No.	体長	体重	白子重量
		cm	kg	g
1日	試料1	69	5.2	1240
	試料2	64	3.9	743
3日	試料1	72	4.9	1040
	試料2	66	4.0	880

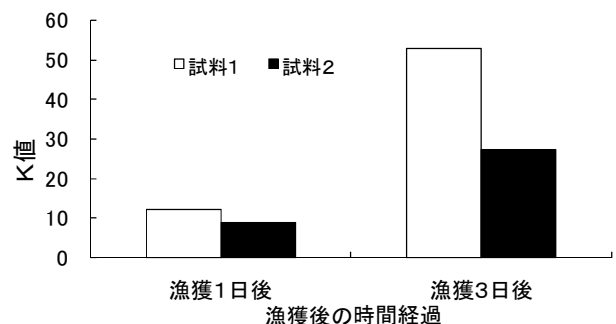


図1 水揚げ後の時間経過と筋肉のK値

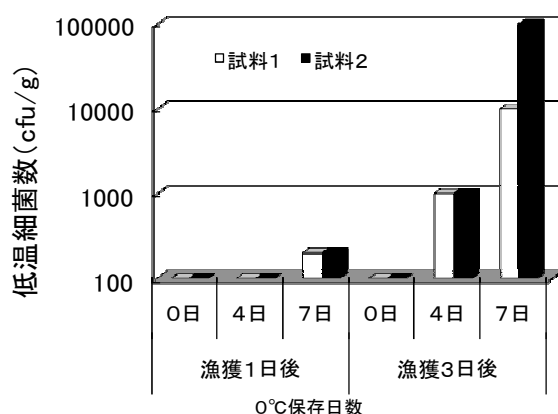


図2 水揚げ後の時間経過と白子の低温細菌数

## イ 殺菌洗浄及び白色化技術の開発

### 1) オゾン MB 水による殺菌洗浄

白子 2 個体 (試料 1 及び 2) について, 各洗浄区による洗浄前及び直後, 0 °C 保存後の低温細菌数を図 3 に示した。洗浄前には  $10^4$  (cfu/g) 台であったが, 洗浄直後では, 水洗後にオゾン MB 水で洗浄したもので  $1.0 \times 10^2$  (cfu/g) 以下の値を示した。0 °C 保存後の経時変化では, 水洗のみ及びオゾン MB 水のみが試料 1 で 10 日目, 試料 2 で 7 日目に  $10^4$  (cfu/g) 台に達したが, 水洗後にオゾン MB 水洗浄したものでは, 試料 1 では 10 日目, 試料 2 では 7 日目まで  $10^3$  (cfu/g) 台と低い値を示した。

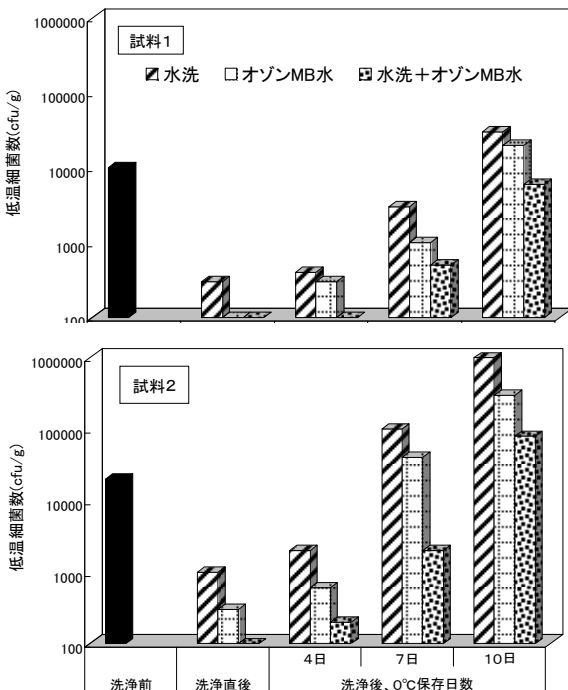


図 3 オゾン MB 水による殺菌洗浄

### 2) 酸性電解水浸漬による白色化

酸性電解水浸漬により, 白子内部の血液の酸化分解による白色化を企図したが, 浸漬後の色調(目視)は, 塩水と差が認められなかった(写真 3)。

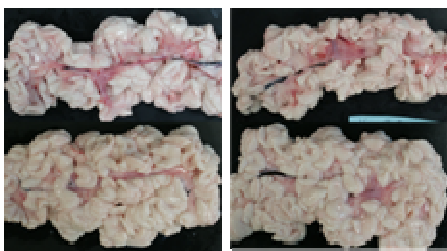


写真 3 塩水及び酸性電解水で浸漬した白子

写真左: 塩水, 同右: 酸性電解水(各上段は浸漬前, 下段は浸漬後)

## ウ 品質保持技術の開発

### 1) 酸素ガス置換包装による風味改善要因の検討

白子粉砕物について酸素ガス置換及び含気包装し, 0 °C で保存した結果, 白子の遊離アミノ酸量は, 酸素ガス置換及び含気包装ともに変化は認められなかった(図 4)。DMA は含気包装で保存中に増加し, 7 日には  $1.2 \mu\text{mol/g}$  に達し, 酸素ガス置換では  $0.3 \mu\text{mol/g}$  とその生成が抑えられたが, TMA は両者に間には差が認められなかった(図 5)。低温細菌数は酸素ガス置換で顕著に抑えられた(図 6)。

次に, 1 個体を 2 分割して, 含気及び酸素ガス置換包装し, 0 °C 保存後の DMA の生成と低温細菌数の変化を見た。その結果, DMA 及び低温細菌数ともに酸素ガス置換包装で増加が抑えられていた(図 7, 8)。以上, 酸素ガス置換包装により DMA の生成と低温細菌数の増加が抑制されることが明らかとなった。

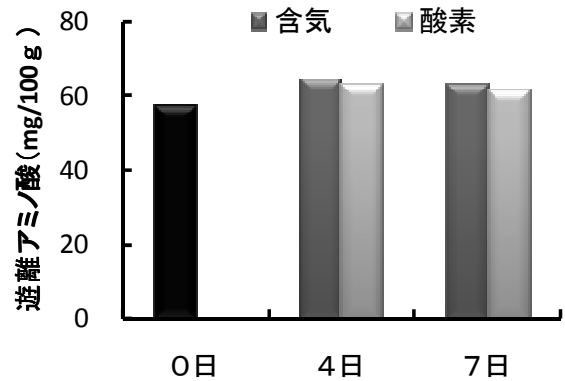


図 4 白子粉砕物の遊離アミノ酸の経時変化

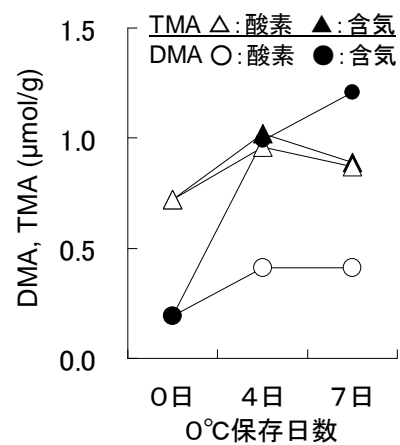


図 5 白子粉砕物の TMA 及び DMA の経時変化

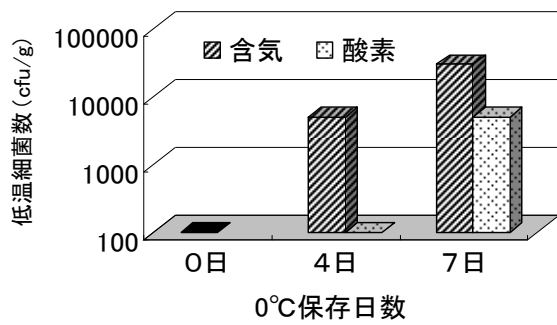


図6 白子粉砕物の低温細菌数の経時変化

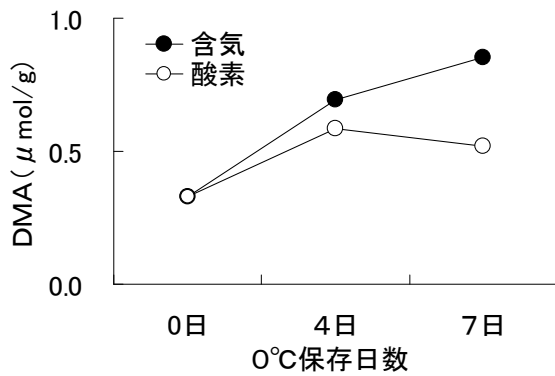


図7 白子のDMAの経時変化

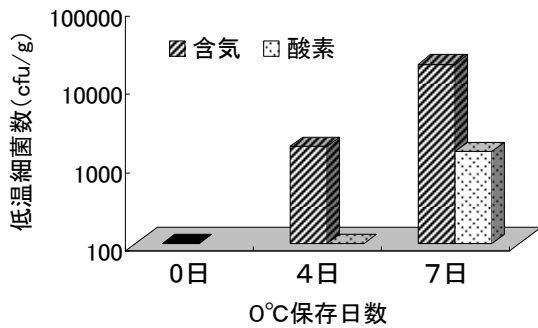


図8 白子の低温細菌数の経時変化

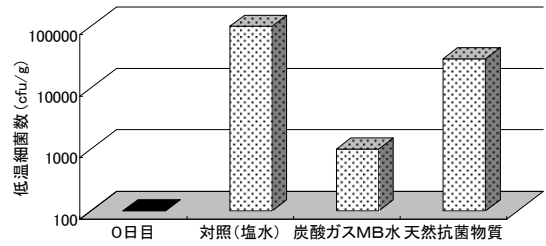


図9 白子の低温細菌数 (5°C, 4日後)

表2 白子の加熱後の官能評価(5°C, 4日後)

浸漬水種類	なめらかさ	風味	臭い	色
炭酸ガスMB水	△	△	○	○
天然抗菌物質	○	○	○	○

○:良好 △:やや劣る

## 2) 塩水パックによる品質保持の検討

0°C保存後の低温細菌数は、対照に比べ天然抗菌物質添加及び炭酸ガスMB水で低い値を示し、とりわけ炭酸ガスMB水では $10^3$  (cfu/g) 以下と顕著に抑制されていた(図9)。加熱後の官能評価では、天然抗菌物質では全項目が良好で、炭酸ガスMB水ではなめらかさや風味がやや劣ったもののほぼ良好な結果であった(表2)。