

## ナルトビエイの利用加工技術の開発試験—I

—肉質の性状と加工適正—

山浦 啓治・小澄 千尋・広瀬 茂\*

Studies on Processing Utilization of Longheaded Eagle Rays meat,  
*Aetobatus flagellus*— I

—characteristic and Processing Aptitude of Rays meat—

Keiji YAMAMURA, Chihiro OZUMI and Shigeru HIROSE

## はじめに

有明海では、ここ数年、ナルトビエイによるアサリ貝等の有用貝類への食害が目立ち始め、大きな被害を与えている。ナルトビエイの生態については、不明な点も多く、また地域の食習慣等によりナルトビエイを食用としないことから、漁獲の対象とはなっていない。

有明海沿岸4県（福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県）では、平成13年度から（熊本県は平成14年度から）ナルトビエイの捕獲調査を実施し、4県合わせて毎年100トン前後のナルトビエイを捕獲している。その内、当県では毎年10トン前後の捕獲があったが、有効な利用方法が無いために、その大半が廃棄処分されてきた。しかしながら、有用貝類を食害から護るためには、ナルトビエイの継続的な捕獲が不可欠であり、漁獲対象となることが最も効率的である。このため、未利用資源であるナルトビエイの食品としての有効な活用方法が課題となっている。

板鰓類の食品としての利用については、サメ肉では肉の成分・性状や尿素除去試験、加工品の試作に関する報告があるが<sup>1-5)</sup>、エイ肉についてはそのような報告はみられない。

そこで、ナルトビエイの食品としての利用の可能性を検討するために、その肉質の性状について、一般成分、脂肪酸組成、遊離アミノ酸組成等の分析や尿素、アンモニアの有効な除去方法について試験を行い、良好な結果が得られたので、その概要について報告する。

## 材料および方法

供試魚としては、佐賀県有明海で漁獲されたナルトビエイを使用した。2002年7月（3尾）と10月（3尾）に、活きた状態で当センターに搬入し、搬入後、即殺・解体し、背肉と腹肉の2部分に分け、それぞれカッターでミンチにし-20℃で凍結保存し、成分分析の試料とした。また、即殺・解体した後、一部の背肉については、約10g（2×5×2cm）のフィレーにして、尿素等の変化に関する試験に用いた。さらに、他魚種との比較を行うため、アカエイについても同様の処理を施し、成分等を分析した。

分析等に用いたナルトビエイはすべて雌で、7月が体重10~23kg、体盤幅89~114cm、体盤長65~84cmで、10月が体重8~21kg、体盤幅74~112cm、体盤長49~64cmであった。アカエイは7月のみ搬入し、すべて雌で、体重5~7kg、体盤幅50~59cm、体盤長47~53cmであった。

## 1. 成分分析

ナルトビエイとアカエイの試料について、一般成分（水分、粗脂肪、粗タンパク、灰分）、脂肪酸組成、遊離アミノ酸組成およびミネラル組成を分析した。分析手法は、それぞれ105℃乾燥法、ソックスレー抽出法、ケルダール法（粗タンパク=窒素量×6.25で算出）、660℃乾式灰化法で測定した。また、脂肪酸組成はクロロホルム/メタノール抽出した全脂質をメチルエステル化し、GC法で分析した。遊離アミノ酸組成は75%エタノールで抽出後、HPLC法で分析した。ミネラル組成はICP発光分光法により分析した。

\* 現 佐賀県農林水産商工本部流通課

なお、一般成分、遊離アミノ酸組成およびミネラル組成の分析は、佐賀県工業技術センター食品工業部で行い、脂肪酸組成の分析は、独立行政法人水産大学校食品化学科で行った。

## 2. 死後及び冷凍保存中の尿素・ATP関連化合物等の変化

### 1) 死後変化

死後の成分変化を調べるため、即殺後の約10gのフィレを5, 10, 20℃の恒温室内で保存し、経時的(0, 6, 12, 24, 48時間毎)に尿素量、アンモニア、pH、ATP関連化合物を測定した。尿素量は尿素定量キット(インターナショナル社製)を用い、アンモニアはVBN値の内のホルマリンで固定された成分を微量拡散法により測定して求めた。ATP関連化合物は10%過塩素酸で除タンパク後、水酸化カリウムで中和し、HPLCによりODSカラムを用いて測定した。pHは常法で測定した。なお、アカエイについては、設定温度20℃で同様に測定した。

### 2) 冷凍保存中の尿素・ATP関連化合物等の変化

冷凍保存時の成分変化を調べるため、即殺後の約10gのフィレを-20℃に冷凍保存し、経時的(冷凍開始時, 1週間, 2週間, 1ヶ月, 2ヶ月毎)に尿素量等を測定した。

### 3. 尿素除去試験

-20℃で1ヶ月間冷凍保存していた背肉約10gのフィレを用い、10℃の恒温室内で真水さらし処理と海水さらし(塩分:33.2)処理とについて比較した。試験期間中は換水を行わずに、経時的に(0, 2, 4, 7, 10時間毎)に尿素量を測定した。

次に、真水さらし処理について、水温3, 10, 20℃の恒温条件下で経時的に(0, 3, 6, 9, 12時間毎)に尿素量等を測定した。なお、測定時毎に換水を行った。

## 結果および考察

### 1. 成分分析

成分分析の結果を表1~4に示す。

表1 一般成分の組成(%)

	7月			10月	
	背肉	腹肉	アカエイ	背肉	腹肉
水分	76.2	77.0	78.3	76.8	76.9
粗脂肪	0.1	0.3	0.1	0.3	0.2
粗タンパク*	24.0	22.5	22.5	25.1	25.3
灰分	1.3	1.2	1.2	1.1	1.1

\*【蛋白量】=【窒素量】×6.25で算出。

表2 脂肪酸組成(%)

	7月			10月	
	背肉	腹肉	アカエイ	背肉	腹肉
C16:0	21.0	20.4	23.1	21.2	19.5
C16:1	3.9	5.1	1.9	4.8	5.7
C17:0	-	-	1.2	-	-
C18:0	13.2	12.0	10.8	15.0	12.5
C18:1	7.4	8.3	4.2	10.5	10.6
unknown	10.7	9.9	5.7	8.3	10.5
unknown	-	1.1	-	-	0.4
unknown	-	-	1.3	-	-
C20:4	9.1	8.2	8.3	7.9	7.6
C20:5	2.9	2.6	3.2	1.4	1.5
unknown	3.9	4.4	3.9	5.1	5.1
C22:4	1.3	1.3	1.5	1.6	1.8
C22:5	4.8	5.3	7.1	3.2	3.1
C22:6	16.5	15.4	21.8	16.0	17.1
合計	94.6	94.0	93.9	94.9	95.4

表3 遊離アミノ酸組成(mg/100g)

	7月			10月	
	背肉	腹肉	アカエイ	背肉	腹肉
ASP	8.0	10.1	4.8	23.2	22.9
GLU	20.5	25.3	12.4	9.6	10.2
SER	29.4	30.3	7.1	30.3	28.1
GLY	49.7	58.7	27.0	70.8	55.7
HIS	7.7	8.1	4.3	9.0	8.4
ARG	19.6	25.0	14.9	38.4	36.4
THR	未測定*	未測定*	未測定*	未測定*	未測定*
ALA	52.1	56.9	20.5	43.2	43.7
PRO	19.6	21.3	20.0	33.4	33.7
TYR	4.6	5.2	3.2	6.7	6.4
VAL	11.2	13.0	8.9	17.7	17.3
MET	10.4	15.5	3.9	14.6	14.9
CYS	0.4	0.4	0.0	0.0	0.0
ILE	7.4	8.3	68.2	10.1	9.7
LEU	12.3	13.9	11.3	19.5	18.9
PHE	5.7	6.6	3.2	8.6	8.2
LYS	22.5	35.1	18.0	58.1	60.6
TAU	135.6	249.9	387.0	214.2	273.2
合計	416.7	583.7	614.7	607.5	648.2

\*アンモニアとピーク位置が重なったため、定量できなかった。

表4 ミネラル組成(mg/100g)

	7月		
	背肉	腹肉	アカエイ
Na	180.0	221.3	176.7
K	257.3	255.7	229.0
Ca	8.4	9.4	12.6
Mg	53.2	43.5	47.5
Fe	1.5	1.1	1.2
Zn	0.6	0.9	0.6
Cu	0.2	0.1	0.5

①一般成分:ナルトビエイの粗脂肪は、白身魚の中でも粗脂肪含量の低い魚種に入り、アカエイと比較しても大きな差はなかった。

②脂肪酸組成:背肉と腹肉に明確な違いはなかった。アカエイと比較するとEPA(C20:5)、DHA(C22:6)の比率が低かった。脂肪酸組成におけるDHAの比率は15~17%と他の脂肪酸に比べて高いが、脂質含量自体が少なく、機能性成分については白身魚と同程度と思われる。

③遊離アミノ酸組成:アミノ酸の種類で見るとタウリンが最も多く、次にアラニン、グリシンが多く、この3

種だけで全アミノ酸の6割を占めた。アカエイと比較した場合、グルタミン酸やアスパラギン酸といった旨味成分であるアミノ酸がアカエイの約2倍含まれ、さらに、グリシン、アラニン、プロリンといった甘味成分であるアミノ酸も2倍以上含まれていることから、味の面からナルトビエイはアカエイよりも美味と考えられた。

④ミネラル組成：ナルトビエイはアカエイと同様、K、Na、Mgが多く、Zn、Cuが少なかった。

なお、ナルトビエイの背肉と腹肉について、一般成分、脂肪酸組成、遊離アミノ酸組成、ミネラル組成の比較を行ったが、両者に顕著な差は認められなかった。また、漁獲時期別（7月と10月）の一般成分、脂肪酸組成、遊離アミノ酸組成の比較を行ったところ、一般成分と脂肪酸組成については漁獲時期による差はほとんど無かったが、遊離アミノ酸組成は、7月に比べ10月ではアスパラギン酸が2倍以上に増加した反面、グルタミン酸は半減していた。

2. 死後及び冷凍保存中の尿素・ATP 関連化合物等の変化

1) 死後変化

即殺後のナルトビエイとアカエイの尿素量、アンモニア、pH、ATP 関連化合物の経時変化について図1～4に示す。ナルトビエイ5℃区、10℃区ではアンモニア、pH及びATP 関連化合物ともに、48時間後でもほとんど変化しなかった。尿素量については、即殺直後は1,423 mg/100gで、12時間後までは各温度区ともほとんど変化がなかったが、その後10℃区と20℃区とが時間の経過とともに減少し、48時間後では10℃区で1,201mg/100g、20℃区で1,036mg/100gとなった。アカエイ20℃区の即殺時における尿素量は1,445mg/100gであったが、48時間後でも1,414mg/100gとほとんど変化がなかった。

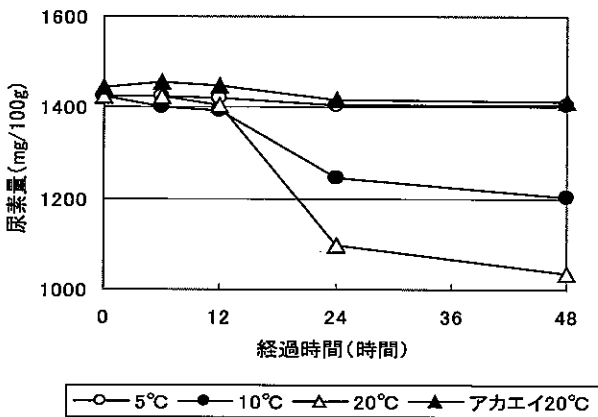


図1 即殺後の尿素量の経時変化

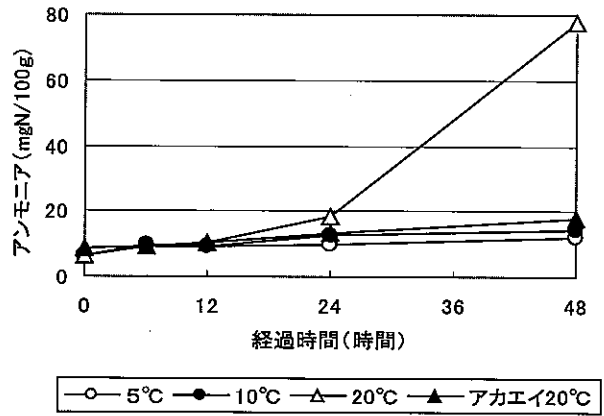


図2 即殺後のアンモニアの経時変化

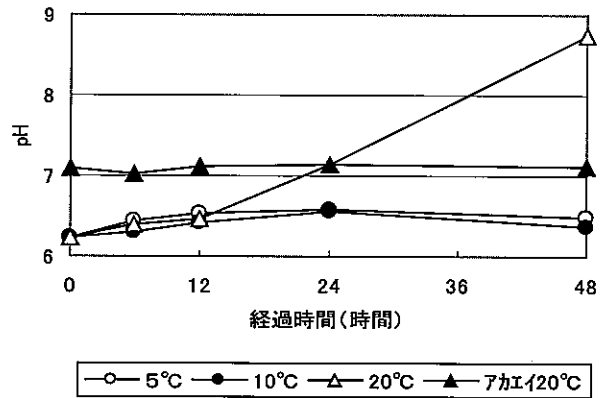


図3 即殺後のpHの経時変化

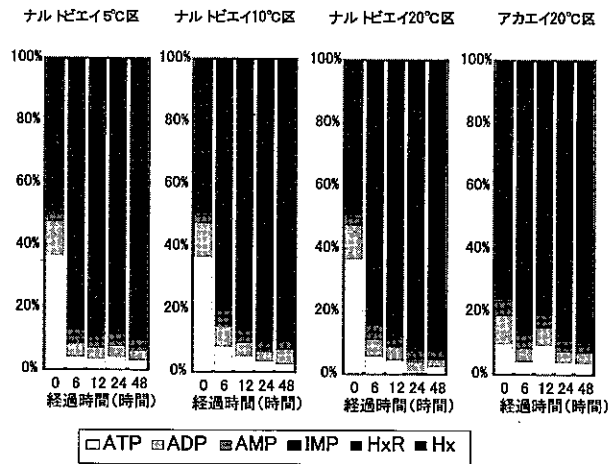


図4 即殺後のATP 関連化合物の経時変化

アンモニアは、尿素量の変化と反比例して、12時間を過ぎてから徐々に増加し、48時間後でナルトビエイ20℃区が77mgN/100gと大幅に増加した。アカエイ20℃区は、48時間後で18mgN/100gとナルトビエイに比べアンモニアの発生は少なかった。

即殺直後のpHは、ナルトビエイが6.24、アカエイが7.09とアカエイが少し高かった。その後、12時間後までは各温度区ともほとんど変化がみられなかったが、ナル

トビエイ 20℃区では尿素の減少やアンモニアの増加に伴い pH が上昇し、48時間後には8.74 と大幅に上昇した。アカエイ等その他の試験区では48時間後でもほとんど変化がなかった。

ATP 関連化合物は、24時間後まではナルトビエイ 20℃区でもK値 (HxR と Hx の合計値) は 15.7% と低かったが、その後急激に変化し、48 時間後では 81.0% と非常に高く、アカエイ 20℃区でも 53.5% と高い値を示した。また、ナルトビエイで検出された HxR が、アカエイでは全く検出されなかった。

ナルトビエイとアカエイでは即殺後の経時変化の結果から、ナルトビエイの方がアカエイよりも尿素を分解して、アンモニアを発生しやすいたことが明らかとなった。

2) 冷凍保存中の尿素・ATP 関連化合物等の変化

-20℃で冷凍保存中のナルトビエイとアカエイの経時変化について図5～8に示す。尿素量、アンモニア及び pH は、2ヶ月の冷凍期間中ほとんど変化がなかった。ATP 関連化合物では、冷凍1週間後に ATP の減少が見られたが、それ以降はほとんど変化がなく、K値は2ヶ月経過してもナルトビエイが 9.0%、アカエイが 7.8% で、鮮度はともに良好に保持されていた。

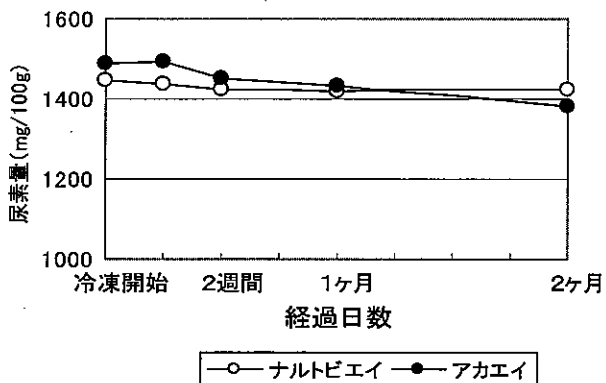


図5 冷凍保存中の尿素量の経時変化

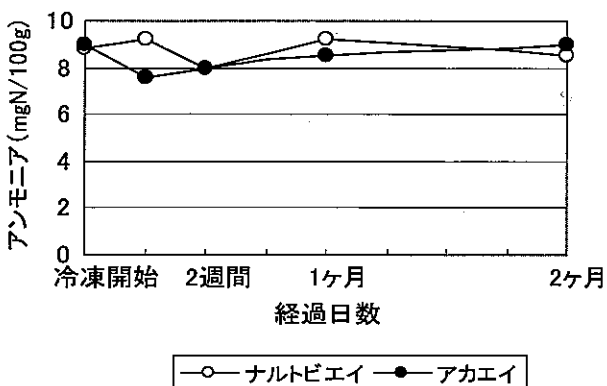


図6 冷凍保存中のアンモニアの経時変化

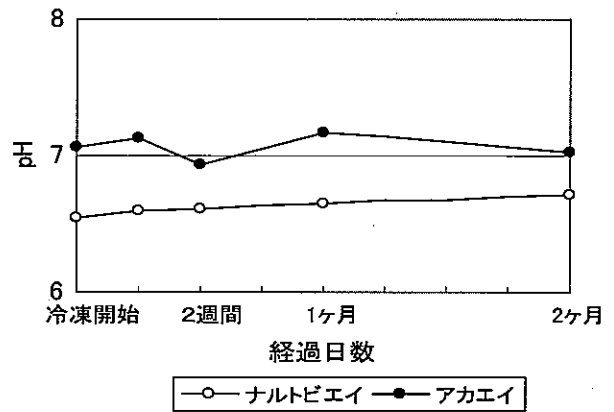


図7 冷凍保存中のpHの経時変化

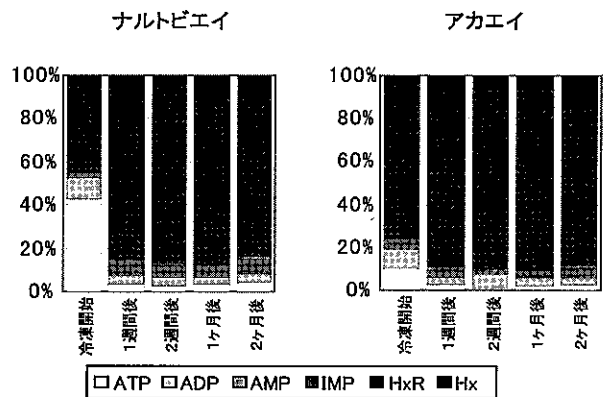


図8 冷凍保存中のATP 関連物質の経時変化

3. 尿素除去試験

ナルトビエイの尿素の除去方法として、真水さらし処理と海水さらし処理について比較を行った。その結果を図9に示す。尿素量は、真水さらし処理と海水さらし処理で大きな差はなく、時間とともに減少した。海水さらし処理では肉の表面にぬめりや塩辛さが若干残ったが、真水さらし処理では身が引き締まり肉質的に全く問題はなかった。以上の結果を元に、真水さらし処理についてさらに検討を行い、さらし温度別 (3, 10, 20℃) の尿素除去試験を行った。その結果について、尿素量、アンモニア、ATP 関連化合物等の経時変化を図10～12に示す。水さらし前の尿素量は、1,423mg/100gであった。その後、設定温度の高い試験区ほど減少したもののそれほど大きな差はなく、10℃区では9時間後に約20%、12時間後に10%以下まで減少した。アンモニアも真水さらしと換水により経時的に減少した。12時間後のK値は、10℃区で7.0%、20℃区でも11.7%と、真水さらしによる鮮度低下は小さかった。

以上の結果から、ナルトビエイはアカエイよりも甘みや旨味の成分が豊富であったが、尿素を分解してアンモニア臭を発生させ易いために、食用として利用されなかつ

たのではないかと考えられた。しかし、捕獲後 10℃以下で温度管理を行い、冷凍保存する等の低温処理を行うことにより、尿素の分解を抑え、鮮度も良好に保持されることが明らかとなった。また、加工する場合、真水さらし処理を行うことにより、簡便に尿素の除去が可能なことから、ナルトビエイは、旨味成分に富み、保存性にも優れた食品として十分利用可能な魚種と思われた。

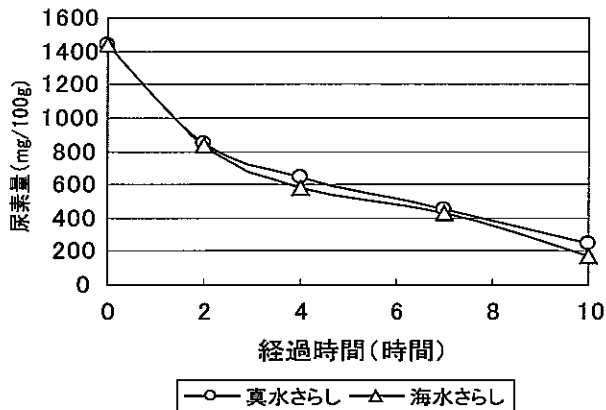


図9 真水及び海水さらしによる尿素量の経時変化

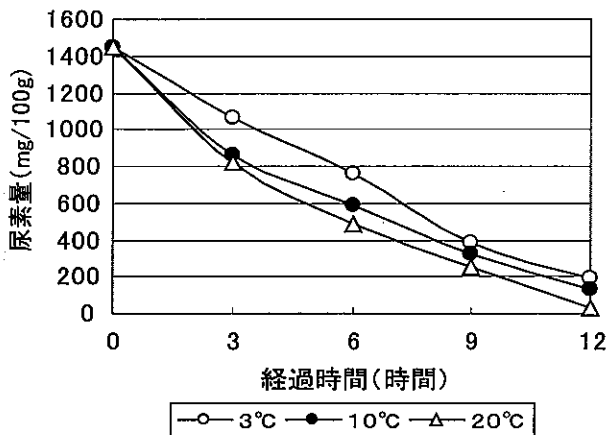


図10 真水さらしによる尿素量の経時変化

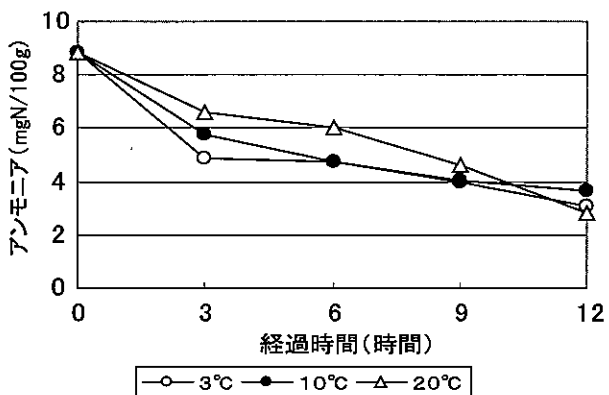


図11 真水さらしによるアンモニアの経時変化

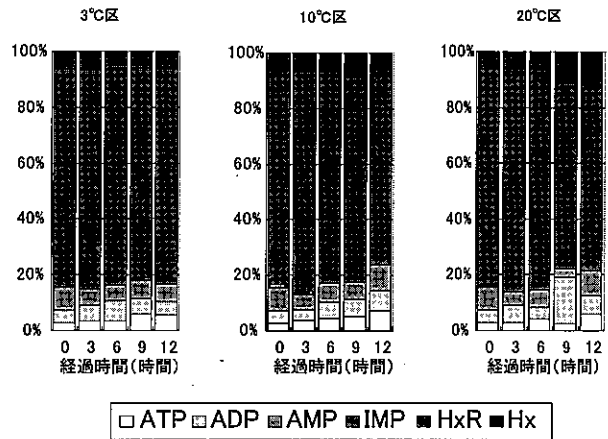


図12 真水さらしによるATP関連化合物の経時変化

要約

- ナルトビエイとアカエイの一般成分、脂肪酸組成、遊離アミノ酸組成等の分析では、ナルトビエイの方がアカエイよりも旨味成分であるアラニン、グリシンや旨味成分であるグルタミン酸、アスパラギン酸が豊富であった。
- 即殺後の経時変化を調べた結果、尿素量は温度に依存して減少した。反対にアンモニアは温度に依存して12時間過ぎから徐々に増加し、ナルトビエイの方がアカエイより尿素を分解して、アンモニアを発生しやすいことが明らかになった。
- 20℃で冷凍保存したナルトビエイとアカエイの経時変化を調べた結果、尿素量、アンモニア、pH及びATP関連化合物は、2ヶ月の冷凍期間中ほとんど変化がなく、鮮度も良好に保持された。
- 尿素除去試験として水さらし処理を行った結果、海水と真水ではほとんど差がなかった。さらに真水さらし処理について、温度別に尿素除去試験を行ったところ、各温度ともさらし時間9時間で水さらし前の尿素量の約20%、12時間で10%以下まで減少した。

謝辞

本研究を進めるにあたり、懇切な御指導をいただいた独立行政法人水産大学校助教授國本正彦博士（現：独立行政法人 水産総合研究センター 中央水産研究所 水産遺伝子分析センター 主任研究官）に謹んで深謝の意を表する。

佐賀県工業技術センター食品工業部 小金丸和義氏、  
 柘植圭介氏、吉村臣史氏にはナルトビエイおよびアカエイの一般成分の分析を行っていただいた。山口県水産研究センター外海研究部 嶋内 潤氏、吉村栄一氏には VBN および ATP 関連化合物の分析方法について御指導いただいた。ここに感謝の意を表す。

さらに、ナルトビエイの採捕に御協力いただいた佐賀県大浦漁業協同組合 下田貴利氏をはじめ漁業者の方々に厚く御礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 中村邦典・飯田 遙・中村弘二・石川宣次 1985: 数種サメ肉の性状と原料処理中の成分変化. 東海区水研報第 115 号, 17-22.
- 2) 中村邦典・飯田 遙・中村弘二・石川宣次 1985: サメ肉から試作した加工品の品質. 東海区水研報第 115 号, 23-28.
- 3) 滝口 明秀・安崎 友希子 2002: サメ肉乾燥珍味の開発. 平成14年度水産利用加工研究推進会議資料, 181-184.
- 4) 加治屋 大 2002: ヨシキリザメの尿素除去試験について. 平成14年度九州山口ブロック利用加工分科会資料.
- 5) 柴 真・石内 幸典・松岡 和文 1983: サメ類の冷凍すり身化技術開発. 昭和 56~58 年度水産物加工利用技術研究開発委託事業、未利用魚食用化技術開発成果の概要.
- 6) 山浦 啓治・小澄 千尋・広瀬 茂 2003: 地域特産品づくり推進事業 (3) ナルトビエイの利用加工技術の開発試験 (短報). 平成 14 年度佐玄水業報, 163-164.