

## 養殖クロカンパチの魚肉・副産物の特性と工業的利用に関する研究(1)

開発研究部 山城利枝子、比嘉賢一、照屋亮

### 1. 緒言

クロカンパチは成長が速く、約1年ほどで体長60~70cm、体重4~5kgに達し、短期間での出荷が可能であることから、新しい水産資源として期待され県内各地で養殖が行われるようになってきている。

魚の食品への利用は、生食または蒲鉾や干物等の加工原料として筋肉部分の利用が主であり、残滓として大量に排出される頭部や骨などは廃棄処分されている。

魚介類を加工原料として利用する場合、より新鮮な原料を確保することが必要であり、原料の鮮度には十分に注意を払わなければならない<sup>1)</sup>。そのためには原料の魚肉特性を把握することが重要であるが、クロカンパチは食用魚としては新しい魚種であるため、クロカンパチに関する科学的な研究はほとんど行われておらず、成分組成及び魚肉特性の解明が望まれている。

そこで本研究では、クロカンパチ魚肉の物理、化学的特性を明らかにするとともに、加工残滓の食品への有効利用について検討を行うこととした。

平成10年度は、魚肉特性を明らかにするために、魚類の有用成分である脂質(脂肪酸組成)や旨味などに関係する遊離アミノ酸組成、魚類の鮮度判定によく用いられるATP関連化合物や腐敗進行の目安とされるトリメチルアミン含量の変化について検討を行った。

### 2. 実験方法及び実験条件

#### 2-1. 供試試料

実験に供したクロカンパチ (*Rachycentron canadum*、和名:スギ) は伊江島で養殖されたものを用いた。

#### 2-2. 保存方法

氷蔵保存: 養殖場で即殺し水氷に投入した物を、その日のうちに解体して柵状に切り分け、ビニール袋で密封して発泡スチロール容器中で鮮度測定まで氷蔵保存した。尚、発泡スチロール容器は5℃の場所に保管した。

冷蔵保存: 養殖場から水揚げした後、1日水氷に漬けたものまたは急速凍結後3日間冷凍したものを冷蔵保存用試料とした。魚体(冷凍したものは解凍した)は解体後柵状に切り分け、ビニール袋で密封し発泡スチロール容器に入れ、4~5℃で鮮度測定まで冷蔵保存した。

尚、1日水氷に漬けた後に冷蔵保存したものを水氷冷蔵保存、急速凍結後3日間冷凍保存した後に冷蔵保存したものを冷凍冷蔵保存と表示した。

表1 実験に供した試料の重量及び体長

サンプルNo.	1	2	3	4	5	6	7	8	9
保存方法	氷蔵保存			水氷冷蔵保存			冷凍冷蔵保存		
重量 (kg)	4.1	5.0	5.8	4.0	5.2	3.4	4.4	4.2	4.2
体長 (cm)	73	76	82	—	—	—	—	—	—
捕獲時期	11月			7月					

試料は約1年間養殖を行ったものを用いた。

### 2-3. ATP関連化合物の測定<sup>2,3)</sup>

魚肉2gに10%過塩素酸10mlを加え超音波粉碎機 (UR-200P (株)トミー精工) で10分間ホモジナイズした (室温4℃で行った)。遠心分離 (3000rpm、20分) により上清を得、残滓は5%過塩素酸4.5mlで洗浄し遠心分離を2回繰り返した。上清は混合して10N及び1N水酸化カリウム溶液を用いて氷冷しながら中和した。遠心分離 (3000rpm、20分) で上澄みを得、沈殿は5%過塩素酸-水酸化カリウム溶液で洗浄し遠心分離を2回繰り返した。得られた上澄みを混合して50mlに定溶したものを測定溶液とし、高速液体クロマトグラフ (HPLC) で測定した

#### HPLC条件

カラム: Unisil Pack 5C18-250A (ジーエルサイエンス(株))

移動層: クエン酸20mM+トリエチルアミン40mM+酢酸20mM (pH4.8)

流速: 1.5ml/min

カラムオープン温度: 40℃

検出器: SPD-6AV UV-VIS Spectro Photometer (株)島津製作所製)

検出波長: 260nm

### 2-4. トリメチルアミン (TMA) の測定

試料5gをイオン交換水10mlと乳鉢で磨砕し、20%過塩素酸溶液を加え混合し室温で30分静置後、抽出液を濾紙 (No5A) で濾過し50mlに定溶してTMA測定試料とした。測定はピクレート法<sup>4)</sup>で行い、値はトリメチルアミンの窒素量 (TMA-N) で表した。

### 2-5. 魚肉の硬さ測定<sup>5)</sup>

試料を約1cm厚さの刺身状にスライスし、筋肉組織に平行にプランジャーを進入させた時の最大荷重をクリープメーターで測定し、硬さの指標として破断応力を算出した。

装置: RHEONER II RE2-33005 (株式会社山電)

プランジャー: φ8mm (プラスチック製)

進入速度: 1mm/sec

### 2-6. 脂質の分析

#### 2-6-1. 粗脂肪の抽出

粗脂肪の抽出はFolch<sup>6)</sup>の方法に準じて行った。すなわち魚肉10gにメタノール50mlを加え1分

間 (5000rpm) ホモジナイズ (エースホモジナイザーAM-10 (株)日本精機製作所) した。次にクロロホルムを加え1分間ホモジナイズを2回繰り返した。残滓を濾過した後、飽和食塩水で抽出液を洗浄し有機層を集め、無水硫酸ナトリウムで脱水し、溶媒を除去して粗脂肪を得た。

### 2-6-2. 脂肪酸組成の測定

抽出した粗脂肪を5訂日本食品標準成分表分析マニュアル<sup>7)</sup> に準じて、三フッ化ホウ素-メタノール溶液で脂肪酸メチルエステルとした測定用試料を、ガスクロマトグラフ (GC) で測定した。

#### GC条件

装置 ; GC-17A (株)島津製作所

カラム : DB-WAX (J&W社製) ID 0.325×30m

注入口温度 ; 250℃、カラム温度 ; 200℃、検出器温度 ; 250℃ (FID)

流速 ; 2.9ml/min、

スプリット比 ; 1:100

### 2-7. 遊離アミノ酸組成の測定

測定用試料は2-4と同じ溶液を用いて、アミノ酸アナライザー (日立L-8800 日立製作所) で測定した。

## 3. 実験結果及び考察

### 3-1. クロカンパチの氷蔵保存中の鮮度変化について

#### 3-1-1. ATP関連化合物の消長

ATP関連化合物は魚類の鮮度判定によく用いられる指標の1つであり、魚の死後以下のように酵素分解によって順次変化していく。



ATP : アデノシン三リン酸、ADP : アデノシン二リン酸

AMP : アデノシン一リン酸、IMP : イノシン酸

HxR : イノシン、Hx : ヒポキサンチン

図1にクロカンパチの氷蔵中のATP関連化合物の消長を示した。保存日数0日は即殺6時間後の値であるが、この時点でATPは $1 \mu\text{mol/g}$ と少なかった。これは死後すぐに氷水につけたために、ATPの分解が促進されたものと考えられる<sup>8)</sup>。イノシン酸 (IMP) は0日目は $11.6 \mu\text{mol/g}$ 、保存1日目で $13 \mu\text{mol/g}$ と最大値を示し、その後は日数の経過とともに次第に減少していったが、保存21日目でも残存 $7 \mu\text{mol/g}$ 残存していた。またIMPの減少にともな

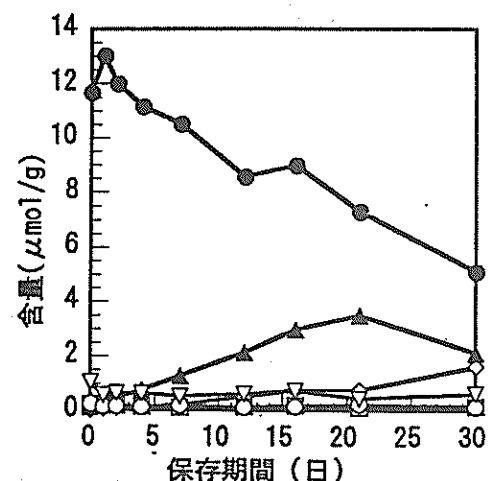


図1 クロカンパチ氷蔵保存中のATP関連化合物の消長

—◇— Hx                      —□— AMP  
 —●— IMP                    —○— ADP  
 —▲— HxR                    —▽— ATP

い、IMPが分解して生成するイノシン (HxR) が増加した。ATP関連化合物の総量は12~14  $\mu$  mol/gであった。

ATP関連化合物の消長についてハマチ<sup>9)</sup> 及びタラ<sup>8)</sup> のそれとの比較すると、IMPの分解が遅くHxR及びHxの増加は緩やかであることがわかった。

また、ATPの分解物であるIMPは、魚肉の旨味の発現にかかわる成分である。村田<sup>10)</sup>らによると、魚肉の総合的な風味の発現には、肉中のIMP含量は約1  $\mu$  mol/g以上存在していなければならないことが明らかとなっている。クロカンパチのIMP含量は最大で13  $\mu$  mol/g、保存30日を経過しても5.6  $\mu$  mol/gであり、旨味を発現する値を十分に満たしている。

### 3-1-2. K値及びTMA含量の変化

K値はATP関連化合物の含量から下式で算出される。

$$K(\%) = \frac{HxR + Hx}{ATP + ADP + AMP + IMP + HxR + Hx} \times 100$$

K値はその値が低いほど鮮度がよいことを示しており、一般にK=20%前後であれば刺身で、K=40~50%以下であれば調理すれば食べられるといわれている<sup>8)</sup>。

クロカンパチ氷蔵中のK値及びトリメチルアミン (TMA) 含量の変化を図2に示した。

保存0日目 (即殺後6時間後) のK値は1%、7日目で11.6%、21日目で35.8%であった。クロカンパチ氷蔵保存中のK値の変化を他魚種<sup>8)</sup> のそれと比較すると、マダイに近いK値の上昇曲線を描いていることがわかった。K値の変化の速度はタラ類は速く、クロダイやマダイなどは遅いことが明らかとなっており<sup>8)</sup>、タイ類は一般に鮮度低下が遅い魚として知られている。クロカンパチのK値の変化がマダイのそれと同様であったことから、クロカンパチも鮮度低下が比較的遅い魚と考えられる。

次にTMA含量についてであるが、K値がどれだけ新鮮かを表しているのに対し、TMAはどれだけ腐敗が進んでいるかを表す指標として用いられる。TMAはトリメチルアミンオキシド (TMAO) という成分が、細菌により分解されて生成するもので、魚介類の腐敗臭の主成分となっている。クロカンパチ氷蔵保存中のTMA-Nの値は、保存21日目でも0.6mg/100gと低く、TMA含量にほとんど変化は見られなかった。魚類の腐敗の目安となるTMA量は、魚種により大きく異なり多魚種との比較は困難であるが、今回のクロカンパチのTMA含量の値はかなり低い値であると考えられる。

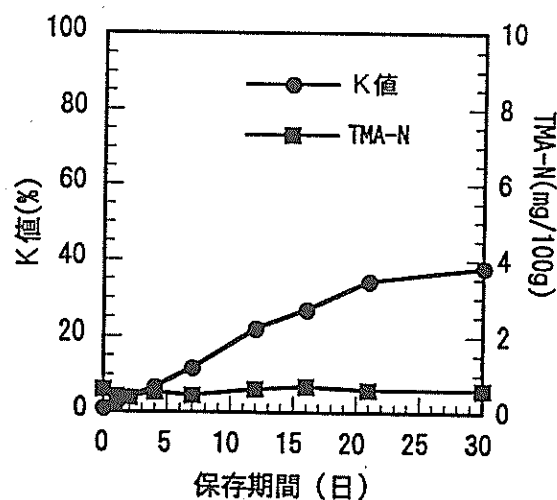


図2 クロカンパチ氷蔵保存中のK値及びTMA含量の変化

### 3-1-3. 氷蔵保存中の破断応力の変化

クロカンパチ魚肉の物理的性質を把握するために、硬さの指標となる破断応力の測定を行った。結果を図3に示した。

保存初日のクロカンパチの破断応力は $2.0 \times 10^5 \text{N/m}^2$ であった。畑江<sup>11)</sup>らの行った魚肉硬さの測定値を破断応力に換算すると、カツオ約 $0.6 \times 10^5 \text{N/m}^2$ 、マアジ約 $1.3 \times 10^5 \text{N/m}^2$ 、マコガレイ約 $2.2 \times 10^5 \text{N/m}^2$ となる。畑江らはカツオを肉質の柔らかい魚種、マコガレイを硬い魚種、マアジをその中間の魚種としている。クロカンパチ魚肉の破断応力をこれら3種の値と比較すると、マコガレイに近く肉質の硬い魚種であると言える。

また、保存中の破断応力は、時間の経過とともに若干減少する傾向はあるものの、今回の測定では顕著な破断応力の低下はみられなかった。

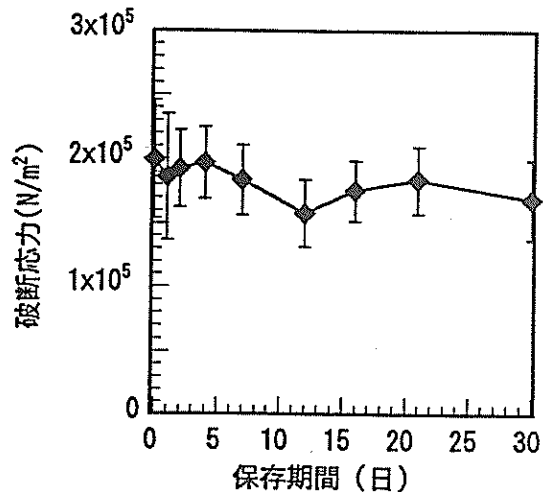


図3 クロカンパチ氷蔵保存中の破断応力の変化

### 3-1-4. 官能評価と鮮度判定指標との相関性

クロカンパチの食味評価を行ったところ、やや脂っぽいが身は硬く歯ごたえがあり、味はハマチやカンパチに似ているとの回答が多かった。

また、氷蔵保存中の官能評価の結果では、7日目に表面の色にやや変化が現れ、12日目にはわずかに異臭が感じられていた。しかしK値やTMA含量の値では鮮度低下や腐敗を示すような変化はなく、今回の試験では官能評価とK値及びTMA含量との間には明確な相関はみられなかった。このことから、クロカンパチのK値の上昇やTMA含量の増加が遅いことは確かであるが、K値やTMA含量のみで正確に鮮度を判定するのは困難であり、官能評価を組み合わせる必要がある。

### 3-2. クロカンパチ冷蔵保存中の鮮度変化について

次に冷蔵保存中の鮮度変化を調べるために、一般の冷蔵庫とほぼ同温度である5℃での保存試験を行った。今回は水氷で1日または冷凍で3日保存した試料を用いて冷蔵保存を行った。魚類の流通には水氷保存や冷凍保存がよく用いられるが、流通の簡便さからすると冷凍保存が有利である。しかし、1度冷凍した魚類は解凍すると品質が低下する<sup>12,13)</sup>といわれていることから、冷蔵保存前に行う水氷保存及び冷凍保存が及ぼす冷蔵保存中の鮮度変化への影響を検討した。

#### 3-2-1. ATP関連化合物の消長

図3及び図4にクロカンパチ冷蔵保存中のATP関連化合物の消長を示した。

水氷冷蔵保存及び冷凍冷蔵保存のどちらも、保存初日のATP含量は $0.2 \mu\text{mol/g}$ 以下と少なかっ

た。IMP含量は、水氷冷蔵保存では保存 2 日目が $10.4 \mu\text{mol/g}$ と最大値でその後減少し、保存 20 日目は $1.1 \mu\text{mol/g}$ 残存していたが、冷凍冷蔵保存では保存初日が $11.0 \mu\text{mol/g}$ と最大値で、20 日目には $0.08 \mu\text{mol/g}$ に減少していた。また、Hxの増加も冷蔵冷蔵保存で速く、保存 20 日目の Hx 含量は水氷冷蔵保存で $3.0 \mu\text{mol/g}$ であったのに対し、冷凍冷蔵保存は $5.3 \mu\text{mol/g}$ であった。

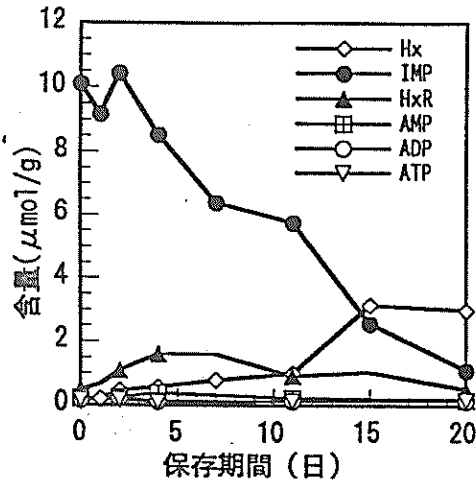


図 4 クロカンパチ水氷冷蔵保存中の ATP 関連化合物の消長

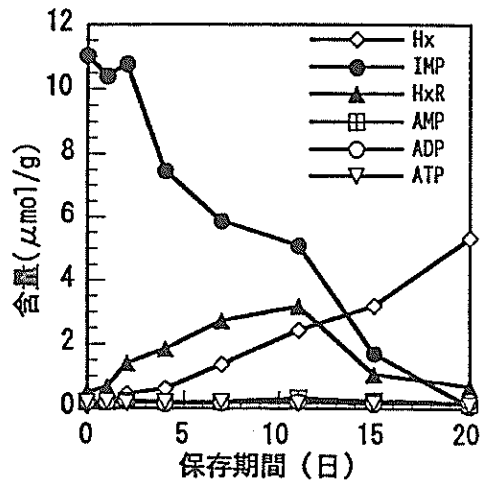


図 5 クロカンパチ冷凍冷蔵保存中の ATP 関連化合物の消長

### 3-2-2. K 値及び TMA 含量の変化

クロカンパチ冷蔵保存中の K 値の変化を図 6 に、TMA 含量の変化を図 7 に示した。

K 値の変化は、水氷冷蔵保存では 4 日目は 18.9%、15 日目は 58.5%であったが、冷凍冷蔵保存では 4 日目は 24.5%、15 日目は 65.2%、20 日目には 91.3%まで上昇していた。

TMA-N の値は、水氷冷蔵保存では保存 11 日目までは  $0.4\text{mg}/100\text{g}$  で保存初日とほとんど変化はなかったが、保存 15 日目には  $2.7\text{mg}/100\text{g}$  に上昇していた。冷凍冷蔵保存では保存 7 日目までは  $0.84\text{mg}/100\text{g}$  と低い値であったが、15 日目には  $17.6\text{mg}/100\text{g}$  とかなり上昇しており、TMA 含量が著しく増加していることがわかった。

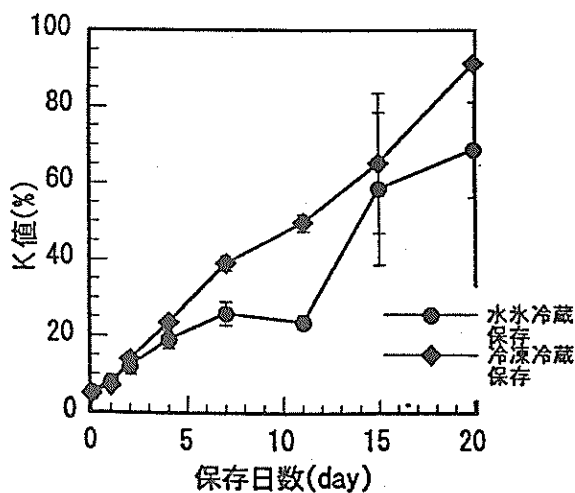


図 6 クロカンパチ冷蔵保存中の K 値の変化

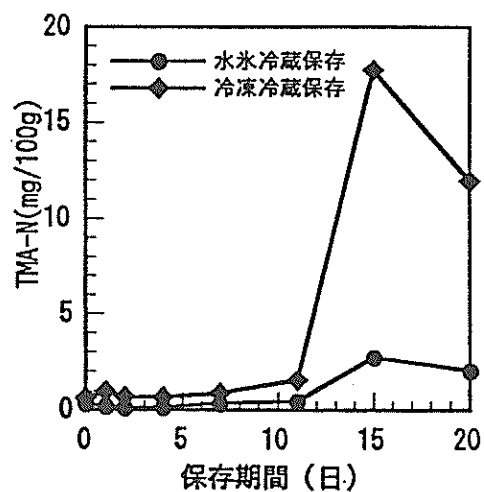


図 7 クロカンパチ冷蔵保存中の TMA 含量の変化

### 3-2-3. 冷蔵保存中の破断応力の変化

冷蔵保存中の破断応力の変化を図8に示した。

今回の測定では水氷冷蔵保存及び冷凍冷蔵保存とも、保存期間中の破断応力の低下は見られず、肉質の硬さの変化は測定値からは判断できなかった。

また、水氷冷蔵保存と冷凍冷蔵保存との破断応力の値にも有意な差は無く、保存条件による魚肉の硬さの違いは認められなかった。

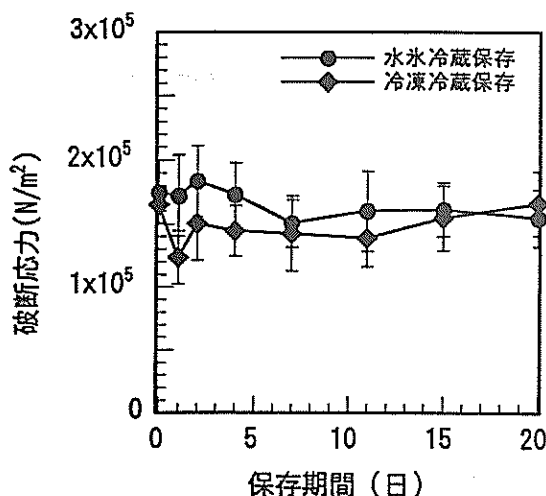


図8 クロカンパチ冷蔵保存中の破断応力の変化

### 3-2-4. 水氷冷蔵保存と冷凍冷蔵保存における鮮度変化の比較

水氷冷蔵保存及び冷凍冷蔵保存中のATP関連化合物の消長、K値及びTMA含量の変化には明らかに差が認められた。

まず、ATP関連化合物では、旨味の成分であり新鮮な魚肉に多くみられるIMPの減少及びIMPが分解して蓄積するHxの増加は、冷凍冷蔵保存で速かった。K値にも保存7日目から有意な差がみられ、冷凍冷蔵保存がK値の増加が速かった。また、TMA含量も冷凍冷蔵保存が値が高く、11日目以降には含量に大差がみられた。これらの結果は、水氷冷蔵保存よりも冷凍冷蔵保存の方が鮮度低下が速いことを示している。

また、保存中の臭いの変化は、水氷冷蔵保存では保存11日目まではほとんど変化が無く、15日目にわずかに異臭が感じられたが、冷凍冷蔵保存では保存11日目に異臭が感じられ、15日目にはかなり生臭くなっていた。異臭の程度とTMA含量の関連性をみると、水氷冷蔵保存のTMA-Nの値は11日目は0.4mg/100g、15日目は2.7mg/100gであり、冷凍冷蔵保存では7日目は0.84mg/100g、11日目は1.53mg/100gであった。つまり、TMA-Nの値が1mg/100g付近で異臭が発生し、TMA含量の増加及び異臭の発生ともに冷凍冷蔵保存で速いことがわかった。

さらに、保存10日目の魚肉表面の微生物の繁殖状態を顕微鏡で観察すると、冷凍冷蔵保存のほうが微生物数が多く、また活発に活動していた。

これらの結果は冷凍冷蔵保存で腐敗が速く進行していることを示している。これは、冷凍した魚肉を解凍したときにドリップが出たために、微生物が繁殖しやすい環境になり、腐敗しやすくなったためと考えられる。しかし、解凍魚の保存試験の報告<sup>14)</sup>では、解凍魚の微生物の増殖速度は未凍結のそれよりも遅く腐りやすいとは考えにくいとされている。解凍魚の微生物の増殖速度は凍結解凍条件により変動するので、クロカンパチに適した凍結解凍条件を検討すれば、冷凍冷蔵保存でもより鮮度を保つことが可能であろう。

また、魚肉の血合い肉に存在するミオグロビン色素は、凍結解凍すると褐変が起りやすいことが明らかとなっており<sup>15)</sup>、今回の試験でも冷凍冷蔵保存では11日目に魚肉の褐変が起り、肉の変色も1度冷凍すると起りやすいことがわかった。

### 3-3. クロカンパチ魚肉中の脂質含量及び脂肪酸組成

脂質は魚類の有用成分の1つであり、特に脂質を構成している脂肪酸にはEPAやDHAなどの高度不飽和脂肪酸が含まれており、それらの供給源として重要である。また、マグロやサバなどは「脂がのって美味しい」と表現するように、脂質含量は魚類の美味しさと密接に関係している。

そこで、クロカンパチの脂質含量及び脂肪酸組成の分析を行った。

表2にクロカンパチの脂質含量を示した。

表2 クロカンパチ魚肉の脂質含量

サンプル No. *	1	2	3	4	5	6
脂質含量(%)	6.7	4.1	8.8	11.5	9.6	11.6
季節毎の平均(%)	6.5±2.4			10.9±1.1		
総平均(%)	8.7±2.9					

\*No.1～3は11月に捕獲、No.4～6は7月に捕獲

今回分析した魚体の脂質含量は最高値11.6%、最低値4.1%と変動がかなり大きかった。魚類の脂質含量は年齢や季節により変動することが知られている<sup>16,17)</sup>。今回分析に供した試料は捕獲時期が11月と7月であり、表2に示すように脂質含量の変動は季節による要因が大きいと推測される。

魚類は脂質含量が数%で低脂魚と呼ばれるものと、脂質含量が季節により数%から20%以上に変動する多脂魚と呼ばれるものがあるが、クロカンパチの脂質含量は平均8.7%であり、多脂魚に近い値であった。しかし一般に、養殖魚は高脂質含量<sup>17,18)</sup>になることが知られており、クロカンパチの脂質含量が高いのも養殖魚であることが要因の一つと考えられる。

次に脂肪酸組成を表3に示した。

含量が最も多い脂肪酸はオレイン酸(18:1n9)であり、続いてパルミチン酸(16:0)、リノール酸(18:2n6)であった。また、DHA(22:6n3)は少量のテトラコセン酸(24:1)との混合物であるが脂質中に約13.3%含まれ、EPA(20:5n3)含量は脂質中5.6%であった。

魚類の脂肪酸組成に関する報告<sup>16,19)</sup>によれば、DHA含量の多い魚種にはカツオやタラ、ヒラメなどがあり含量は20%以上であるが、他の多くの魚類は十数%

表3 クロカンパチ筋肉中の脂肪酸組成\*

脂肪酸名*	脂質中(%)	筋肉中(mg/g) <sup>c</sup>
飽和脂肪酸	27.0	23.5
ミリスチン酸(14:0)	3.1±0.4	2.7
ペンタデカン酸(15:0)	0.6±0.1	0.5
パルミチン酸(16:0)	16.1±1.5	14.0
マルガリン酸(17:0)	0.7±0.2	0.6
ステアリン酸(18:0)	6.2±1.3	5.4
アラキジン酸(20:0)	0.4±0.1	0.3
1価不飽和脂肪酸	34.0	29.6
7-ヘキサデセン酸(16:1n9)	0.6±0.2	0.6
パルミトレイン酸(16:1n7)	5.1±0.6	4.4
ヘプタデセン酸(17:1)	0.8±0.1	0.7
オレイン酸(18:1n9)	19.2±0.7	16.7
バクセン酸(18:1n7)	3.6±0.4	3.2
ガドレイン酸(20:1n11)	1.3±0.5	1.1
11-エイコセン酸(20:1n9)	1.7±0.2	1.5
13-エイコセン酸(20:1n7) <sup>b</sup>	0.2±0.1	0.2
9-ドコセン酸(22:1n11)	1.4±0.5	1.2
多価不飽和脂肪酸	35.5	30.9
ヘキサデカジエン酸(16:2n4)	1.0±0.1	0.8
リノール酸(18:2n6)	9.4±2.1	8.1
α-リノレン酸(18:3n3)	1.4±0.2	1.3
パリナリン酸(18:4n3)	1.0±0.2	0.9
エイコサジエン酸(20:2n6) <sup>b</sup>	0.3±0.1	0.3
アラキドン酸(20:4n6)	1.3±0.4	1.1
エイコサテトラエン酸(20:4n3)	0.4±0.1	0.4
EPA(20:5n3)	5.6±1.1	4.9
ドコサペンタエン酸(22:5n3)	1.7±0.4	1.5
DHA+テトラコセン酸(22:6n3+24:1)	13.3±2.9	11.6

a サンプル数6

b サンプル数5

c 筋肉中の脂質含量は8.7%で換算

\*脂肪酸名は慣用名または系統名で表記した。

( )内は脂肪酸の慣用記号。



の含量である。また、EPAの多い魚種にはイワシやカレイ、サバなどがあり10%以上の含量であるが、他の多くの魚種は数%の含量である。クロカンパチのDHA及びEPA含量をこれらの値と比較すると、一般的な魚類の含量と同程度であった。

また、今回の測定ではリノール酸が11.4%と高い含有量であった。リノール酸は川魚<sup>16,19)</sup>には10%程度含まれていることが報告されているが、海水魚では通常数%の含有量である。これまでのところクロカンパチにリノール酸が多く含まれている理由は明らかではない。

魚類の脂質の性状は、餌に含まれる脂質の影響を受けるといわれている。今回分析に供した養殖クロカンパチの餌にはトビウオと配合飼料が使用されているが、トビウオの脂肪酸組成<sup>19)</sup>は多価不飽和脂肪酸が50%以上を占め、DHA含量も35%と高く、クロカンパチの脂肪酸組成とは異なっている。このことから、クロカンパチの脂質は配合飼料の影響を受けていると考えられ、リノール酸が多いのも配合飼料の脂質によるものと推定されるが、配合飼料の脂質の性状が明らかでないため断言はできない。

### 3-4. クロカンパチ魚肉中の遊離アミノ酸組成

遊離アミノ酸は魚肉のエキス成分の1つであり、旨味などの味の発現に関わる成分が多い。

表4にクロカンパチ筋肉エキス中の遊離アミノ酸組成を示した。この中には遊離アミノ酸とそれらが数個結合したペプチドが含まれている。

クロカンパチの遊離アミノ酸はグリシン、タウリン、アラニンの含量が高い値を示したものの、各遊離アミノ酸の含量は数mgから数十mgの範囲であった。また、ジペプチドであるアンセリンも含量が43.0mg/100gと多かった。

魚類は一般に赤身魚と白身魚に分けられるが、両者では遊離アミノ酸組成の中でヒスチジン含量が大きく異なる。赤身魚<sup>20)</sup>はヒスチジン含量が多く、数百~千mg/100gに達する。これに対して白身魚<sup>21)</sup>では数mg含まれるにすぎない。クロカンパチのヒスチジン含量は1.2mgと少なく、白身魚の含有量と同程度であり、クロカンパチのアミノ酸組成は白身魚に近いものであった。

表4 クロカンパチ筋肉中の遊離アミノ酸組成 (mg/100 g)<sup>a</sup>

ヒスチジン	1.2±0.1	ロイシン	5.3±0.5
タウリン	20.4±2.8	チロシン	3.0±2.2
アスパラギン酸	ND <sup>b</sup>	フェニルアラニン	4.0±0.4
スレオニン	2.6±0.3	トリプトファン	ND <sup>b</sup>
セリン	3.2±0.5	エタノールアミン	0.6±0.1
グルタミン酸	10.6±2.6	ヒドロキシリジン	1.7±0.0
サルコシン	1.3±0.4	オルニチン	3.8±0.8
α-アミノアジピン酸	5.4±1.1	リジン	6.5±2.5
グリシン	35.3±3.0	1-メチルヒスチジン	1.1±0.2
アラニン	15.7±2.0	フォスフォセリン	2.3±0.1
ミルトリン	0.5±0.1	3-メチルヒスチジン	0.6±0.0 <sup>c</sup>
α-アミノ酪酸	0.3±0.0 <sup>c</sup>	アンセリン	43.0±10.6
バリン	5.0±0.1	カルノシン	4.5±2.4
シスチン	ND <sup>b</sup>	アルギニン	3.2±0.8
メチオニン	5.9±1.2	プロリン	9.7±2.2
イソロイシン	3.1±0.3		
遊離アミノ酸合計	199.7mg/100 g		

a サンプル数3、筋肉100g中あたりの含量

b 未検出

c サンプル数2

また、冷蔵保存中の遊離アミノ酸組成の変化を調べたところ、多くのアミノ酸が保存日数が経過するにつれて増加する傾向がみられた。冷蔵保存中の主な遊離アミノ酸の変化を表5に示した。

増加の傾向は保存前半の10日目までよりも、後半の20日目までで著しく、特にリジン及びロイシンが増加していた。また、グリシンやプリリン、ジペプチドのアンセリンのようにほとんど変化しないか減少しているアミノ酸もみられた。

このような遊離アミノ酸含量の変化は、自己消化によるタンパク質の分解や細菌の酵素によるアミノ酸の分解などによるものと考えられる<sup>8)</sup>。

表5 クロカンパチ冷蔵保存中の遊離アミノ酸の変化 (mg/100g)

	保存期間		
	0日	10日	20日
タウリン	20.4	26.0	32.5
アスパラギン酸	0.0	2.4	10.3
スレオニン	2.6	7.2	25.7
グルタミン酸	10.6	8.4	25.4
グリシン	35.3	32.3	37.2
アラニン	15.7	11.2	28.3
バリン	5.0	10.1	35.5
メチオニン	5.9	11.1	27.9
イソロイシン	3.1	7.1	27.9
ロイシン	5.3	10.0	45.7
チロシン	3.0	7.8	17.8
フェニルアラニン	4.0	7.0	22.6
オルニチン	3.8	4.4	17.0
リジン	6.5	14.6	58.1
ヒスチジン	1.2	3.9	9.6
アンセリン	43.0	32.6	35.3
プロリン	9.7	3.3	5.4

#### 4. 結 言

養殖クロカンパチの魚肉特性を解明するために、保存中の鮮度変化と脂肪酸組成及び遊離アミノ酸組成を検討したところ、以下のような結果が得られた。

- ①氷蔵保存中のK値及びTMA含量の増加は遅く、K値の変化の速度は鮮度低下が遅いといわれているマダイと同程度であり、クロカンパチも鮮度低下が比較的遅いと考えられる。また、ATP関連化合物の消長では、イノシン酸の分解速度が遅く鮮度の指標となるK値を低くすることが分かった。
- ②魚肉の硬さの指標となる破断応力の値は $2.0 \times 10^5 \text{N/m}^2$ で、肉質の硬い魚の代表とされているカレイに近い値であった
- ③官能評価とK値及びTMA含量との間には明確な相関はみられず、クロカンパチの鮮度判定は鮮度指標の測定と官能評価を組み合わせて行うことが必要である。
- ④冷蔵保存試験を行ったところ、冷凍した魚肉を解凍した後に冷蔵保存すると、K値やTMA含量の増加が速く、水氷保存後に冷蔵保存を行うよりも鮮度低下が速くなるという結果が得られた。しかし、この結果とは異なる報告があることから、凍結解凍条件が鮮度変化に影響を及ぼしているのではないかと推定される。
- ⑤クロカンパチの脂質含量は平均8.7%で多脂魚といわれる魚類と同程度であった。脂肪酸組成では脂質中にEPAは5.6%、DHAは13.3%含まれており、一般的な魚類と同含量であった。また、海産魚としてはリノール酸含量が高く、これは配合飼料の脂質の影響と考えられた。
- ⑥遊離アミノ酸組成はヒスチジン含量が1.2mgと少なく、白身魚の遊離アミノ酸に近いものであった。

## 5. 謝 辞

本研究を行うにあたり、試料を提供していただいた沖縄県漁業協同組合連合会および伊江漁業協同組合の皆様にお礼申し上げます。

## 6. 参考文献

1. 新井健一編、水産加工とタンパク質の変性制御、恒星社厚生閣、p64-72.
2. I. Ketut Suwetja , K. Hori and K. Miyazawa、日本水産学会誌、55(3)、p559-566、(1989).
3. Y. Yokoyama, M. Sakaguchi and F. Kawai、日本水産学会誌、58(11)、p2125-2136、(1992).
4. 日本食品工業学会食品分析法編集委員会編、食品分析法、光琳、p673-681.
5. M. Ando, H. Toyohara, Y. Shimizu and M. Sakaguchi、日本水産学会誌、57(6)、p1165-1169、(1991).
6. J. Folch , M. Lees , and G. H. Sloanestanley、J.Biol. Chem.、226、p497-509、(1957).
7. 科学技術庁資源調査会食品成分部会編、五訂日本食品標準成分表分析マニュアル、(社)資源協会、p110-122.
8. 渡邊悦生編、魚介類の鮮度と加工・貯蔵、成山堂書店、p1-27.
9. 渡邊悦生編、魚介類の鮮度判定と品質保持、恒星社厚生閣、p82-89.
10. M. Murata and M. Sakaguchi、日本水産学会誌、55(9)、p1599-1603、(1989).
11. 畑江敬子 玉利朱美夏 宮永邦子 松本重一郎、日本水産学会誌、51(7)、p1155-1161、(1985).
12. Y. Kumano and N. Seki、日本水産学会誌、59(3)、p559-564、(1993).
13. 水産加工とタンパク質の変性制御、恒星社厚生閣、p9-15.
14. 渡邊悦生編、魚介類の鮮度判定と品質保持、恒星社厚生閣、p68-70.
15. 鴻巣章二 橋本周久、水産利用化学、恒星社厚生閣、p14-17.
16. 齊藤衛郎 他、栄養学雑誌、43(6)、p301-318、(1985).
17. 鴻巣章二 橋本周久、水産利用化学、恒星社厚生閣、p31-39.
18. 大島敏明 和田俊 小泉千秋、J. Tokyo Univ. fish.、69(2)、p117-122、(1983).
19. 科学技術庁資源調査会編、日本食品脂溶性成分表、大蔵省印刷局、p58-89
20. 須山三千三 吉沢由起男、日本水産学会誌、39(12)、p1339-1343、(1973).
21. S. Konosu, K. Watanabe and T. Shimizu、日本水産学会誌、40(9)、p909-915、(1974).

編 集 沖縄県工業技術センター

発 行 沖縄県工業技術センター

〒904-2234 沖縄県うるま市字州崎 12 番 2

T E L (098)929-0111

F A X (098)929-0115

U R L <https://www.pref.okinawa.lg.jp/site/shoko/kogyo/>

著作物の一部および全部を転載・翻訳される場合は、当センターに

ご連絡ください。