

## 石川県産ホッケの鮮度低下に伴う成分変化

石川県水産総合センター

森真由美・谷辺礼子・高本修作

### 目的

石川県では近年 350~400t のホッケが水揚げされているが、市場では安価で取引されるため漁業者にとってはあまり価値のない魚種とされている。その大きな原因はホッケの鮮度低下が速く、それに伴い不快な魚臭が発生するためであり、食品用としてあまり有効利用されていないのが現状である。

そこで本実験ではホッケの需要拡大につなげるため、原料特性の把握を目的として石川県産ホッケの成分を分析し、また魚臭成分の原因究明を目的として鮮度低下に伴う魚臭成分の変化について分析を行った。

### 方法

#### 1. 試料

2004年5月に石川県能登町沖で定置網によって漁獲されたホッケを試料とした。ホッケの重量を測定し、500g以上を大、400~500gを中、400g未満を小としてそれぞれ1尾ずつを分析に供した。

#### 2. 化学成分の分析

漁獲直後のホッケを凍結し、解凍した肉を包丁でミンチ状にしたものを試料として用いた。

一般成分（水分、粗タンパク質、粗脂肪、灰分）は、水分は105℃常圧加熱乾燥法、粗タンパク質はケルダール法、粗脂肪はソックスレー抽出法、灰分は550℃直接灰化法により分析した。

また遊離アミノ酸と有機酸は高速液体クロマトグラフィ（島津製作所）により分析を行った。なお有機酸については漁獲直後の他に、5℃で6、12、24、48、および72時間貯蔵した後の肉についても分析を行った。

#### 3. 鮮度、および魚臭成分の分析

鮮度の指標としてK値、魚臭成分として官能検査、およびTMAの測定を行った。

##### (1) K値

試料は頭・内臓を除去せず、丸のままの大型、中型、小型ホッケを用いた。各大きさのホッケをそれぞれ1尾ずつ袋に入れ、5℃で0、6、12、24、48、および72時間貯蔵した。貯蔵後、魚体背部より採取した肉を高速液体クロマトグラフ（島津製作所）によって分析した。

##### (2) 官能検査

当センター職員2名によって簡易的に行った。試料は頭・内臓を除去し、ドレスの状態にした中型ホッケを用いた。中型ホッケを1尾ずつ袋に入れ、5℃で0、2、4、6、24、および36時間貯蔵したものを用いた。貯蔵後、肉、および皮に分け、それぞれのホッケ臭、不快臭、刺激臭について評価を行った。また、頭・内臓を除去しない、丸のままのホッケについて20℃で0、2、4、6、および24時間貯蔵した後、肉、皮、内臓、および袋にたまったドリップに分け、同様の評価を行った。

##### (3) TMA

試料は頭・内臓を除去せず、丸のままの中型ホッケを用いた。中型ホッケを1尾ずつ袋に入れ、5℃

で0、24、48、および72時間貯蔵した。貯蔵後、肉、および内臓をピクラート法により分析を行った。

## 結果と考察

### (1) 化学成分の分析

表1～3に石川県産ホッケの一般成分、遊離アミノ酸、および有機酸を分析した結果を示した。大型、小型のホッケに比べ中型ホッケの水分量が少なく粗脂肪量が多い傾向がみられた(表1)。

また、有機酸について分析した結果、ホッケの主要な有機酸は乳酸であり、魚臭の原因の1つであると考えられているギ酸、プロピオン酸、イソ酪酸、酪酸はほとんど検出されなかった(表2)。また、時間経過に伴う増加もみられなかった(図示せず)。

遊離アミノ酸を分析した結果、小型、大型のホッケにタウリンが多い傾向がみられた(表3)。

表1 ホッケの一般成分、遊離アミノ酸、および有機酸

|        | (%)  |      |      |
|--------|------|------|------|
|        | 大    | 中    | 小    |
| 水分     | 76.6 | 71.0 | 76.2 |
| 灰分     | 1.4  | 1.2  | 1.4  |
| 粗脂肪    | 4.0  | 11.9 | 5.1  |
| 粗タンパク質 | 18.1 | 16.8 | 16.9 |

表2 ホッケの有機酸

|        | (mg/100g) |     |     |
|--------|-----------|-----|-----|
|        | 大         | 中   | 小   |
| 乳酸     | 262       | 270 | 280 |
| ギ酸     | 3         | 1   | 3   |
| 酢酸     | 8         | 7   | 7   |
| プロピオン酸 | ND        | ND  | ND  |
| イソ酪酸   | ND        | ND  | ND  |
| 酪酸     | ND        | ND  | ND  |

ND: Not Detected

表3 ホッケの遊離アミノ酸

|                    | (mg/100g) |     |     |
|--------------------|-----------|-----|-----|
|                    | 大         | 中   | 小   |
| Total              | 198       | 148 | 254 |
| TAU                | 80        | 10  | 108 |
| ASP                | 1         | 3   | 3   |
| THR                | 5         | 5   | 5   |
| SER                | 4         | 3   | 3   |
| GLU                | 7         | 9   | 13  |
| PRO                | 3         | 4   | 4   |
| GLY                | 6         | 4   | 5   |
| ALA                | 21        | 22  | 26  |
| VAL                | 3         | 4   | 4   |
| (Cys) <sub>2</sub> | 0         | 0   | 0   |
| MET                | 1         | 1   | 1   |
| Ile                | 2         | 2   | 3   |
| LEU                | 3         | 3   | 4   |
| TYR                | 3         | 3   | 2   |
| Phe                | 1         | 2   | 2   |
| HIS                | 48        | 62  | 58  |
| LYS                | 10        | 11  | 11  |
| ARG                | 3         | 2   | 3   |

### (2) K 値

図1にホッケを5℃で貯蔵した場合のK値の経時変化を示した。各大きさのホッケとも漁獲直後のK値はすでに20%前後であり、漁獲後24時間以内には30~40%に達したことから、ホッケは鮮度低下が速いことが示唆された。しかし、漁獲後72時間経過時のK値は各大きさのホッケとも40~50%であった。また、大きさによるK値の変化に大きな差は見られなかった。

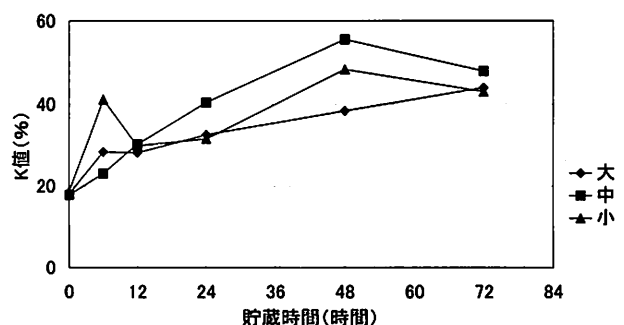


図1 ホッケ5℃貯蔵中のK値の変化

### (3) 官能検査

頭、内臓を除去せず丸のまま 20℃で貯蔵したホッケの部位別官能検査の結果、ドリップはすべての貯蔵時間において強い臭気が感じられた。内臓は 12 時間以降、皮は 24 時間以降に臭気が特に強く感じられるようになった。一方、肉においては時間が経過するにつれて臭気が強まったものの、他の部位に比べ臭気が弱く感じられた。

これに対し頭、内臓を除去し 5℃で貯蔵したホッケの肉および皮の臭気は丸のまま 20℃で貯蔵したものに比べ弱かった。

このことから、丸のままのホッケを低温貯蔵せずに放置した場合、まず内臓、ドリップが腐敗し、そのドリップが付着することによって皮に臭気移るのではないかと推察された。その解決策として頭、内臓の除去と低温貯蔵が有効であると考えられた。

### (4) TMA-N 量

図 2 にホッケを 5℃で貯蔵した場合の TMA-N 値の経時変化について測定した結果を示した。肉の TMA-N 値は貯蔵してから 72 時間経過した後も 0~1mg-N/100g とほとんど増加は見られなかったが、内臓の TMA-N は 24 時間経過後には 10mg-N/100g、48 時間後には 21mg-N/100g に達し、肉に比べて TMA-N の増加が顕著に速いことが明らかとなった。

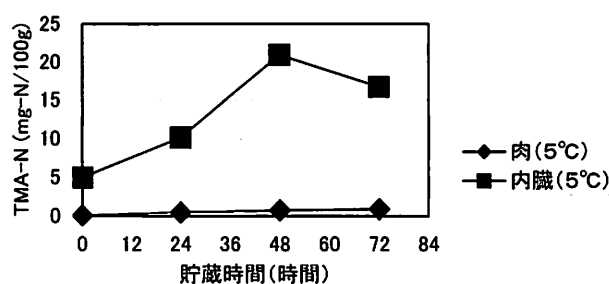


図2 ホッケ5℃貯蔵中のTMA-N量

TMA-N量に基づく初期腐敗の目安は魚種によって異なるが一般的に2~7mg-N/100gとされている<sup>1)</sup>。このことからホッケを 5℃で貯蔵した場合、肉は 3 日経過しても腐敗しないのに対し内臓は 1 日で腐敗している可能性が考えられた。また、TMA-N は腐敗の指標であると同時に魚の臭気に対する寄与度が非常に大きい物質であり<sup>2)</sup>、鮮度低下に伴うホッケの不快感臭の増加は、内臓における急激な TMA-N 量の増加に起因すると推察された。

これらの結果から、ホッケの腐敗進行の速い内臓が魚臭の原因の 1 つであると考えられた。すなわち、漁獲後、ホッケを低温貯蔵せずに丸のまま放置した場合、内臓から流出した臭気強度の強いドリップがホッケの皮に付着する。これによってホッケの魚体全体が臭いと感じられるのではないかと考えられた。また、県内加工業者や消費者がホッケを加工する際、処理過程で内臓から強烈な臭気を感じた場合、肉は腐敗していなくても「ホッケが腐敗している」との印象を持つのではないかと推察された。

以上のことより、ホッケの需要拡大につなげるために必要な臭気改善には、漁獲後、できるだけ低温で貯蔵し、早い段階で内臓を除去する方法が有効であると考えられた。今後、ホッケをより高品質で流通させるための鮮度保持方法や内臓処理方法について更なる検討を重ねる予定である。

### 参考文献

- 1) 山中英明、藤井建夫、塩見一雄：食品衛生学、恒星社厚生閣、pp180-181 (1999)
- 2) 太田静行：魚臭・畜肉臭 ~にのいの化学とマスキング~、恒星社厚生閣、pp36-37 (1981)

## クロメペーストの試作とその機能性成分量について

石川県水産総合センター・\*石川県農林水産部水産課

森真由美・谷辺礼子・\*高本修作

### 目的

石川県には多種類の海藻が自生し、豊富な資源量を有している。しかし、その多くは未利用か地先での自家消費に限られており、県内漁業者からはこのような未利用、低利用海藻の需要拡大が望まれている。その一方で、近年、海藻に含まれる機能性成分が注目されており、加工業者からは海藻を利用した新たな加工品、および加工素材の開発の要望の声が上がっている。そこで、本研究では低利用海藻であるクロメを原料とし、様々な加工品に利用可能な加工素材の開発を試みた。また、開発した加工素材に含まれる機能性成分量と、機能性成分の減耗を防ぐ加工方法についても検討を行った。

### 方法

#### 1. 試料

2004年3月に石川県珠洲市沖で採取されたクロメを用いた(図1)。採取したクロメは $-30^{\circ}\text{C}$ で凍結し、試験時に自然解凍して実験に供した。

#### 2. クロメペーストの試作

解凍したクロメを $100^{\circ}\text{C}$ で長時間、および短時間加熱する等の処理を施し、ペーストを得た(図1)。試作したクロメペーストは、網1目の1辺の長さが $0.5\text{mm}$ の篩に通過させ、篩上の残渣を $105^{\circ}\text{C}$ で一晩乾燥させた。試料の乾燥重量における残渣の乾燥重量の比率を求めることで、クロメペースト中のクロメ粒子の大きさを評価した。

#### 3. クロメペーストの機能性成分

図1に示した製法に基づいて、煮汁を除去したペーストと除去しないペーストの2種類を試作し、それぞれのフコース含有多糖、および水溶性アルギン量を分析した。フコース含有多糖、および水溶性アルギン量の分析は西出ら<sup>1)</sup>の方法によって行った。



図1 クロメ

### 結果と考察

#### 1. クロメペーストの試作

本実験で試作するペーストは様々な加工品への利用を目的としているが、クロメは大変渋みの強い海藻であるため、試作品にクロメ由来の渋みが残ることが懸念される。石川県の主なクロメ産地である珠洲市や輪島市では、クロメを乾物に加工する際、生藻体を沸騰水で20~30分程度加熱する「あく抜き

処理」が施され、渋みを除去している。そこで、本実験では乾物加工で施される「あく抜き処理」を応用し、煮汁を除去することで渋みの軽減を図った。

あく抜き処理したクロメ藻体を 100℃で短時間、および長時間加熱後処理し、得たペーストを 0.5mm の篩に通し、粒子の大きさについて評価した。その結果、ペーストでは短時間加熱したものは 87.6%、長時間加熱したものは 96.9%のクロメ粒子が 0.5mm の篩を通過し、加熱時間が長いほど小さな粒子の割合が多いことが分かった (図 2)。このことから、よりなめらかなペーストを製造するためには、クロメ藻体を長時間加熱処理し、藻体組織をより軟化させる方法が有効であると考えられた。外観については、処理前はクロメ粒子と水が分離していたのに対し、処理後はクロメ粒子と水が分離していないペースト状であった。加熱処理は藻体組織の軟化だけではなく、クロメに含まれるアルギン酸を溶出させる働きがあると考えられ、これにより処理物に粘性が付与され、クロメ粒子と水が分離しにくくなると推察された。

## 2. ペーストの機能性成分

クロメにはフコース含有多糖、アルギン酸などの機能性成分が含まれている<sup>2)</sup>。しかし、これらの機能性成分は熱水に溶出する性質を持っていることから、あく抜き処理によって機能性成分が煮汁に流出してしまう可能性が危惧される。そこで、本製法でペーストを製造した場合の機能性成分の減耗を調べるため、クロメをあく抜き処理した後、煮汁を除去したものと除去しないものの 2 種類を試作し、それぞれのペーストに含まれるフコース含有多糖、および水溶性アルギン量を比較した。その結果、水溶性アルギン量は煮汁を除去したものと除去しないものに大きな差は見られなかったが、フコース含有多糖においては煮汁を除去したものは除去しないものに比べ約半量にまで減少していた (表 1)。このことから、本製法でペーストを製造した場合、クロメ藻体のあく抜き処理を行うことでフコース含有多糖の大幅な減耗が生じることが明らかとなった。また同様のあく抜き処理が施されるクロメの乾物製造においてもフコース含有多糖の減耗が生じていると推測された。

今後、開発中の加工素材や既存のクロメ乾物の製法において、機能性成分の減耗が生じないような処理方法を検討する予定である。

## 参考文献

- 1) 西出英一、他：日本水産学会誌、53、1083-1088 (1987)
- 2) 高本修作、他：平成 16 年度「バイオマス利活用フロンティア推進事業」報告書 (2005)

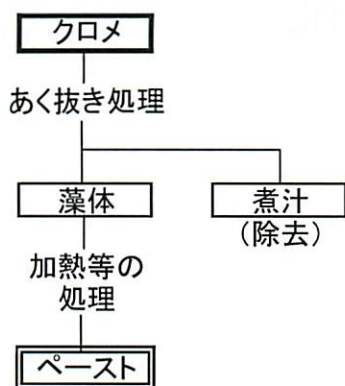


図2 クロメペーストの製造方法

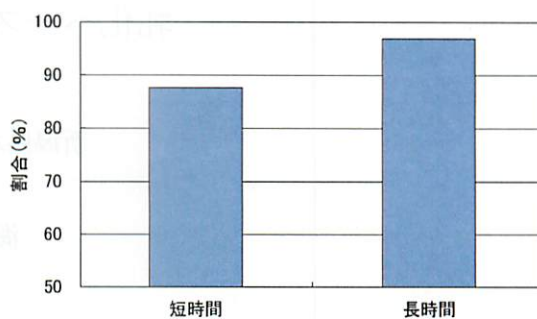


図3 0.5mm以下のクロメ粒子の割合

表1 処理方法の異なるクロメペーストの機能性成分量

|             | フコース<br>含有多糖<br>(%) | 水溶性<br>アルギン<br>(%) |
|-------------|---------------------|--------------------|
| 煮汁<br>除去    | 1.97                | 2.20               |
| 煮汁<br>除去しない | 3.88                | 2.29               |

## 漁獲直後の温度がホッコクアカエビの品質に及ぼす影響について

石川県水産総合センター

森真由美・谷辺礼子

### 目的

ホッコクアカエビは石川県を代表する水産物の一つで、近年の漁獲量は、700～1,000 トンで推移している。一方、生産金額は年々減少傾向にある。本種の漁獲量は、8割強が底曳網漁業で漁獲されており、底曳網漁業者の魚価向上対策に対する関心は極めて強い。そこで、本報告では、底曳網で漁獲されるホッコクアカエビの品質劣化の原因が漁獲直後の温度ストレスにあると仮定し、温度が品質に及ぼす影響について検証した。

### 方法

#### 1. 試料

試料は、2007年5月に石川県漁協とぎ支所でエビ籠漁により漁獲されたホッコクアカエビを用いた。前日に漁獲され、支所荷捌所内の生け簀内（水温 1℃）に収容された大ないし大中銘柄の中から、活力の良い個体を取り出して、冷却水槽で実験室に持ち帰った。その後、水温 5℃の水槽内に収容して安定させた後、試験に供した。供試個体の平均頭胸甲長は 26.0mm、平均体重は 10.3g であった。

#### 2. 試験区

試験区は、生きたホッコクアカエビ（対照区）と、生きたホッコクアカエビを 20℃のインキュベーター内に入れて 1 時間放置したもの（20℃処理区）の 2 区を設定した。それぞれ 35 尾ずつを、砕氷を敷き詰めた発泡スチロール箱（30cm×49.5cm×11cm）に並べた。発泡スチロール箱の底には穴を開け、融解水が排出されるようにし、0℃の冷蔵庫内で 72 時間保管した。分析用試料は、貯蔵から 0、12、24、36、48、60、72 時間経過後に取り出し、色調の分析と官能検査に供した。化学分析用試料は、取り出した後、直ちに頭胸甲と外殻を除き、-80℃で凍結したものをを用いた。

#### 3. 化学成分分析

##### 1) K 値および ATP 関連化合物

過塩素酸で抽出し、水酸化カリウムで中和後、定容したものを、高速液体クロマトグラフィ（島津製作所）によって分析した。分析条件は次のとおりである。カラム：STR-ODS II（島津製作所）、移動相：0.1M リン酸 / アセトニトリル = 100 / 1、流速：1ml/min、検出波長：260nm、カラム温度：40℃

##### 2) 揮発性塩基窒素 (VBN)

微量拡散法により分析を行った。

##### 3) 有機酸

ATP 関連化合物と同じ抽出試料を用い、高速液体クロマトグラフ有機酸分析システム（島津製作所）によって分析した。

##### 4) 遊離アミノ酸

トリクロロ酢酸で抽出し、水酸化リチウムで pH 調整後、定容したものを、アミノ酸分析計（日立製

作所)により分析を行った。

#### 4. 色調

カラーリーダーCR-13 (ミノルタ株式会社)を用いて、第3腹節側部の  $a^*$ 、 $b^*$ 、 $L^*$ 値を測定し、 $C^*$ 値を求めた。また、試料をデジタルカメラで撮影し、目視で外観を観察した。

#### 5. 官能検査

0、12、24、36、48、60、72 時間貯蔵後の対照区および 20℃処理区のホッコクアカエビ肉部を 10 人 (男性 6 名、女性 4 名) のパネラーに試食してもらい、順位法によって好ましさを評価した。また、頭胸甲部と外殻を除去する前の好ましさについては職員 2 名によって簡易的に評価した。

## 結果と考察

### 1. 化学成分

#### 1) K 値および ATP 関連化合物

K 値の経時変化を図 1 に示した。対照区の K 値は、貯蔵前が 3%であった。しかし、時間の経過と共に徐々に増加し、貯蔵 48 時間後に 20%に達した。その後、横ばい、あるいは緩やかに増加し、貯蔵 72 時間後には 26%に増加した。これに対し、20℃処理区の K 値では、貯蔵前が 6%と、対照区に比べて高い値を示した。これは 20℃処理中に ATP 関連化合物の分解が進んだためと考えられた。貯蔵 12 時間後から 24 時間後にかけて急激に増加し、20%を超えたのは対照区よりも早い 36 時間後から 48 時間後にかけてであった。その後

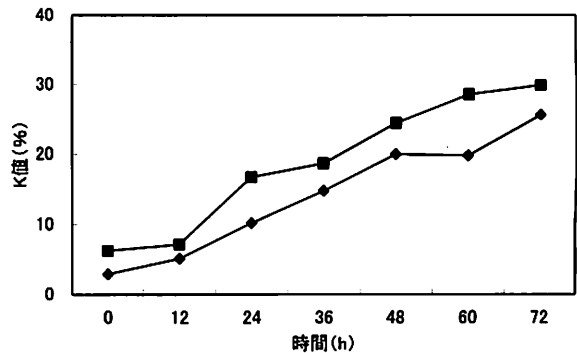


図1 K値の経時変化

◆ 対照区 ■ 20℃処理区

は緩やかに増加し、貯蔵 72 時間後の K 値は 30%であった。このことから、同じ温度で貯蔵した場合でも、貯蔵前に温度ストレスを与えることによって貯蔵中の K 値は高い値を示し、また僅かではあるが増加の割合も変わることが示唆された。

ATP 関連化合物の消長を図 2-1,2 に示した。対照区では、貯蔵前の ATP 関連化合物に占める割合は、ATP が 1%、ADP が 9%、AMP が 54%、IMP が 33%で、AMP と IMP が ATP 関連化合物の 87%を占めた。HxR+Hx は 3%と、ATP 関連化合物に占める割合は極めて少ない値であった。これに対し 20℃処理区では、貯蔵前の ATP が 0%、ADP が 8%、AMP が 47%、IMP が 38%で、AMP と IMP が ATP 関連化合物の 85%を占めた。HxR+Hx は 6%であり、対照区と比べて僅かではあるが HxR、Hx の蓄積が確認された。貯蔵中の消長を見ると、対照区では貯蔵 36 時間後にかけて AMP が急激に減少し、以後はやや緩慢に減少した。一方、IMP は貯蔵 24 時間後にかけて著しく増加し、その後、横ばいから緩やかな減少傾向を示した。これに対し 20℃処理区では、貯蔵 24 時間後にかけて AMP が急速に低下し、以後は緩慢な減少であった。一方、IMP は貯蔵 12 時間後にかけて増加した後、以後は緩やかに減少した。ATP 関連化合物の消長について、20℃処理区は、対照区に比べて各貯蔵時間における AMP、IMP の割合が小さいことから、ATP 関連化合物の分解、特に AMP から HxR への分解が速く進むことが示唆された。また、図 3 に示したように、対照区と 20℃処理区では、IMP がもっとも多く蓄積される貯



蔵時間に違いが見られ、貯蔵時間が同じでもホッコクアカエビの味に差が出るということが考えられた。

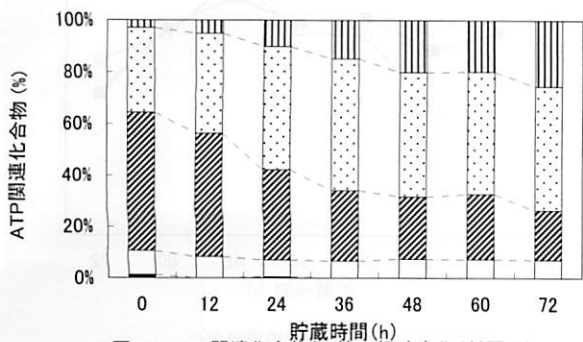


図2-1 ATP関連化合物とK値の経時変化(対照区)

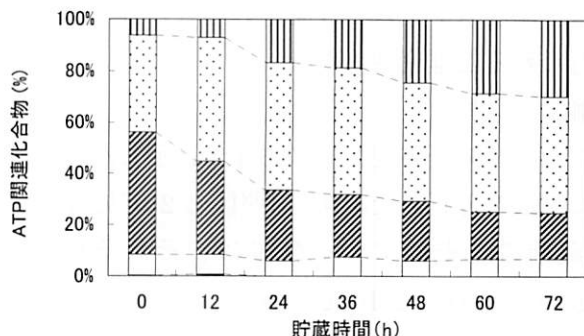


図2-2 ATP関連化合物とK値の経時変化(20°C処理区)

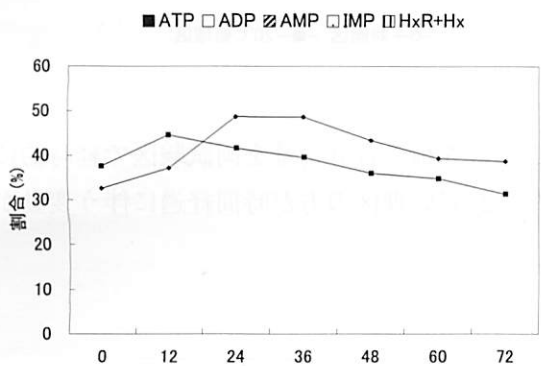


図3 総ATP関連化合物量に占めるIMP量の割合の経時変化

→ 対照区 → 20°C処理区

## 2) VBN

VBN量の経時変化を図4に示した。対照区では、貯蔵開始から72時間後にかけて、VBN量は12~14mg/100gとごく僅かな増加が見られた。これに対し20°C処理区では、貯蔵前の時点で16mg/100gと対照区より高い値を示した。これは20°C処理中に生成されたものと考えられた。その後、貯蔵12時間後から急激に増加し、貯蔵48時間後には23mg/100gに達した。このことから、20°C処理区は、対照区に比べてVBNの増加速度が早いことが明らかとなった。VBNは腐敗の指標であり、その増加には微生物の関与が大きいと考えられることから、今後、微生物との関連を含めて検討していく予定である。

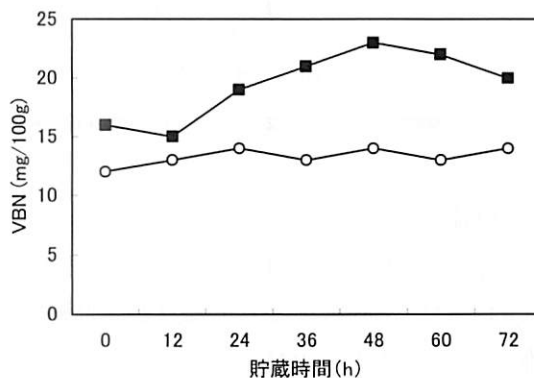


図4 VBN量の経時変化

○ 対照区 ■ 20°C処理区

## 3) 有機酸

乳酸量の経時変化を図5に示した。貯蔵前の乳酸量は、対照区が42mg/100g、20°C処理区が58mg/100gであり、20°C処理区の方が高い値を示した。これは、生きた状態のホッコクアカエビを高い温度帯で苦悶死させたことによる乳酸の蓄積と考えられた。貯蔵中の乳酸量の変化を見ると、対照区では時間の経過と共に顕著に増加し、貯蔵48時間後には最高値に達した。その後、72時間後にかけて減少した。これに対し20°C処理区は、対照区と同じ貯蔵48時間後に最高値に達したが、対照区に比べてその増加は緩やかであり、またその後の減少も緩やかであった。乳酸量の最高値は、対照区が65mg/100g、20°C処

理区が 62mg/100g と、ほぼ同程度であった。これらのことから、貯蔵中における解糖による乳酸の蓄積は、温度ストレスを与えない場合の方が速やかに行われると推察された。

#### 4) 遊離アミノ酸

遊離アミノ酸の経時変化を図 6-1,2 に示した。遊離アミノ酸を分析した結果、対照区と 20℃処理区の貯蔵前の全遊離アミノ酸量は、それぞれ 1011mg/100g、1010mg/100g とほとんど差は見られなかった。主要な遊離アミノ酸は Tau、Gly、Ala、Arg、Pro であった。これら 5 種の合計は、すべての試験区で全遊離アミノ酸量の 75%以上を占めていた。したがって、全遊離アミノ酸量の変動は、これら 5 種の増減を反映していると考えられる。これら 5 種の合計含量を両試験区で経時的に比較してみると、対照区の方が、より大幅に変動した。また、20℃処理区の方が時間経過に伴う変動が小刻みであった。

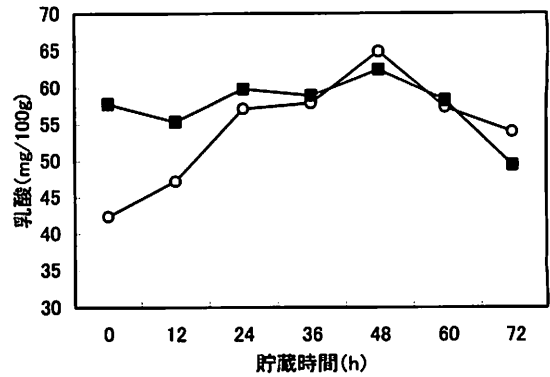


図5 乳酸量の経時変化

○—対照区 ■—20℃処理区

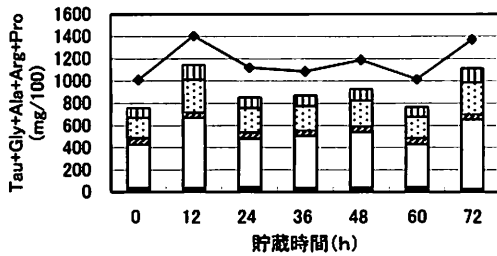


図6-1 遊離アミノ酸(対照区)

■ Tau □ Gly ▨ Ala ▤ Arg ▩ Pro ◆ total

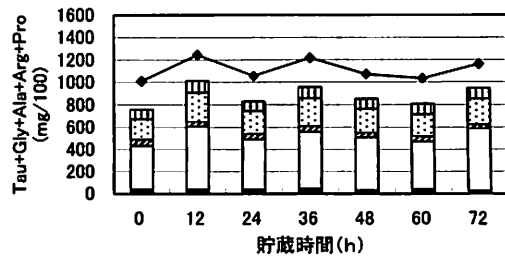


図6-2 遊離アミノ酸(20℃処理区)

■ Tau □ Gly ▨ Ala ▤ Arg ▩ Pro ◆ total

## 2. 色調

貯蔵前の温度処理の違いによる a\*値、b\*値、L\*値、C\*値の経時変化を、図 7-1~4 に示した。対照区では、a\*値が貯蔵前から貯蔵 12 時間後にかけて上昇し、その後、緩やかに減少する傾向が見られた。b\*値についても貯蔵 24 時間後にかけて上昇し、その後 a\*値と同様に緩やかに減少した。これに対し 20℃処理区では、a\*値、b\*値とも貯蔵前に最も高い値を示した後、貯蔵 24 時間後にかけて大幅に減少した。その後は、ほぼ変化無し、あるいは緩やかに減少する傾向が見られた。C\*値は、対照区では、貯蔵前から貯蔵 12 時間後にかけて上昇し、その後は緩やかに低下した。これに対し 20℃処理区では、貯蔵前に最も高い値を記録した後、貯蔵 24 時間後までに大幅に低下した後、時間経過と共に緩やかに減少した。L\*値は対照区、20℃処理区とも時間の経過と共に緩やかに上昇した。これらのことから、対照区、20℃処理区とも時間経過と共に白さが増した。その内、対照区では、貯蔵 12 時間後から 24 時間後に鮮やかさがピークを迎え、その後は緩やかに鮮やかさが失われていく。これに対し 20℃処理区では、貯蔵初期に大幅に鮮やかさが失われていくことが分かった。

対照区、20℃処理区の試料を経時的に撮影した画像を図 8 に示した。目視による外観観察でも時間経過と共に色あせて白っぽくなる様子が確認できた。目視で全体的な白っぽさを感じられるようになった

のは、対照区では貯蔵 48 時間後からであった。一方、20℃処理区では対照区よりも早い 36 時間後からであった。また、対照区では、貯蔵 24 時間後に頭胸部の黒い個体が確認されるようになり、48 時間後には多くの個体について黒化が確認された。これに対し 20℃処理区では、貯蔵 12 時間後に頭胸部の黒ずんでいる個体が確認されるようになり、36 時間後にはほとんどの個体で黒化が確認された。対照区、20℃処理区とも、貯蔵 60 時間後にはほとんどの個体が色あせて白っぽく、頭胸部も黒ずんでおり、食べるにはふさわしくないと判断された。

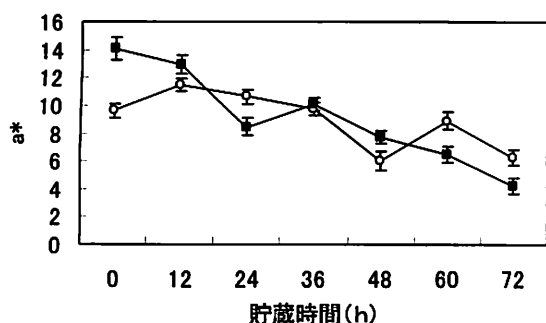


図7-1 a\*(平均値±SE)  
○ 対照区 ■ 20℃処理区

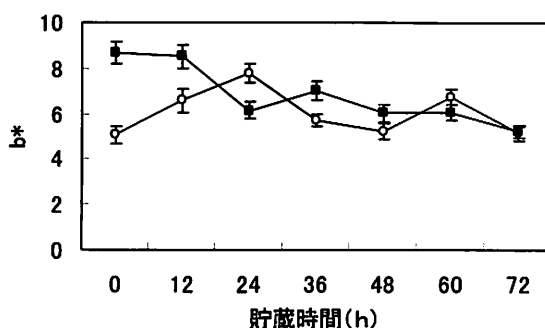


図7-2 b\*(平均値±SE)  
○ 対照区 ■ 20℃処理区

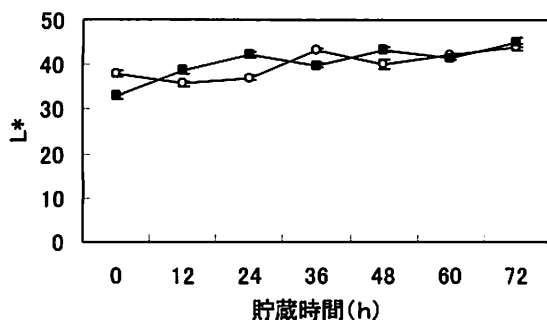


図7-3 L\*値(平均値±SE)  
○ 対照区 ■ 20℃処理区

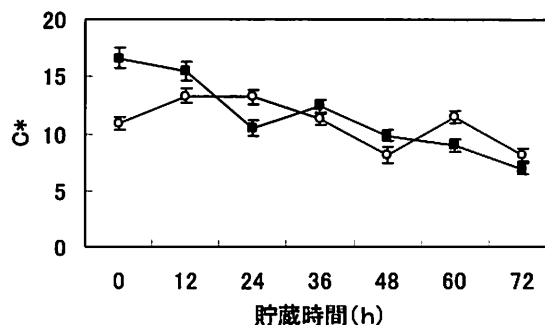


図7-4 C\*値(平均値±SE)  
○ 対照区 ■ 20℃処理区

### 3. 官能検査

対照区では貯蔵後 36 時間経過したものが好ましいと答えた人が最も多かった。これに対し 20℃処理区では、貯蔵後 12 時間および 24 時間経過したものが好ましいと答えた人が最も多かった。このことから、温度ストレスを与えることによって、好ましいと感じられる時間に差のあることが示唆された。

以上のことより、ホッコクアカエビを同じ方法で貯蔵した場合でも、貯蔵前に温度ストレスを与えることにより、与えない場合に比べて化学成分、色調および官能検査においてさまざまな差を見いだすことができた。底曳網漁業の場合、第 1 回目の揚網・選別から最終の揚網・選別までに 12 時間以上の時間差ができる場合もあり、特に、ATP 関連物質の分解速度や VBN の増加速度、色の彩度など、温度ストレスを与えない場合に比べて品質に差が出ることは否めない。今後、底曳網によって漁獲されるホッコクアカエビをより高品質化して市場に出荷するためには、貯蔵前にかかる温度ストレスの軽減、また鮮度低下を抑制する貯蔵方法について、更に検討を加えることが重要である。

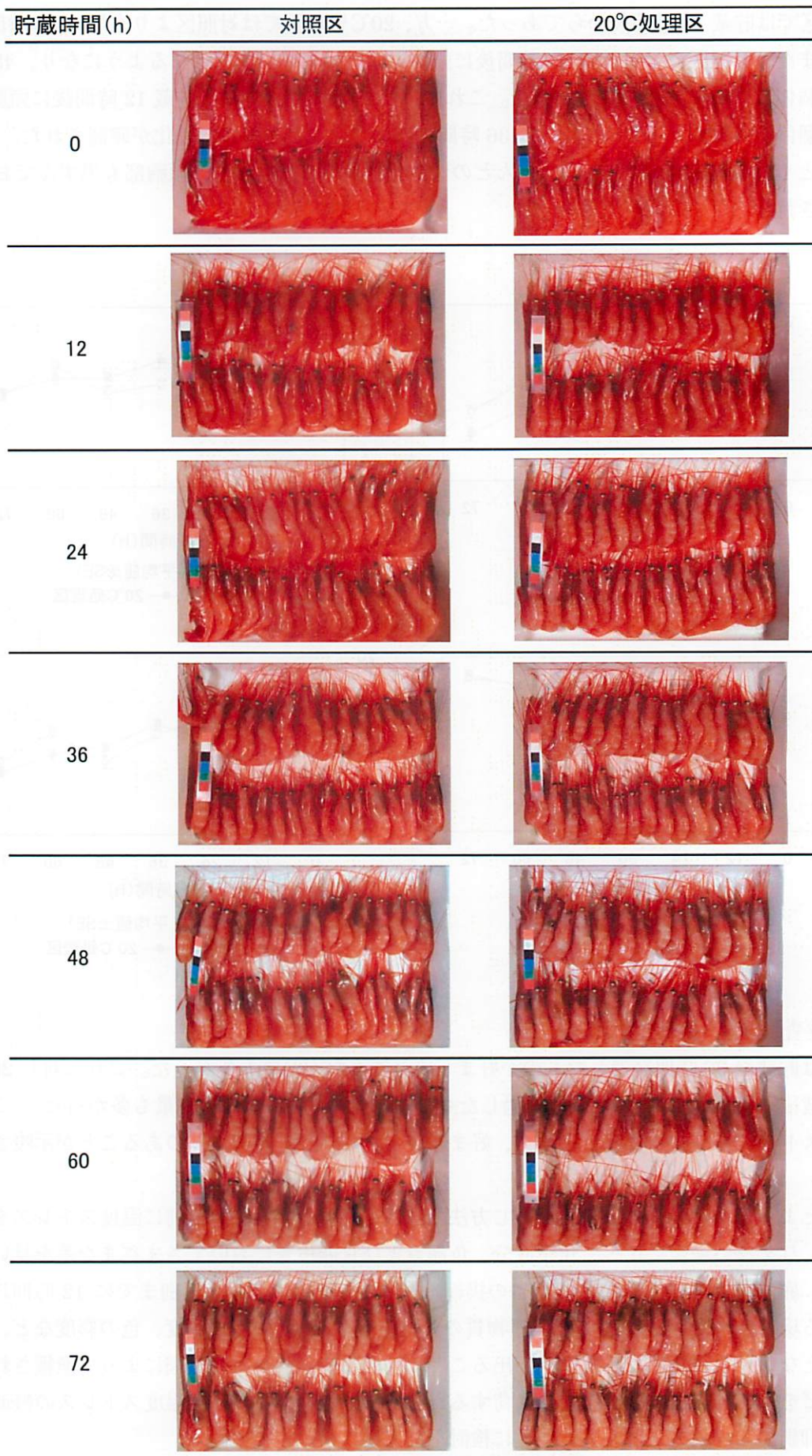


図8 外観の経時変化

# 水産物の利用に関する共同研究 第49集 平成21年3月

## 冷却処理がホッコクアカエビの品質に及ぼす影響

石川県水産総合センター

森真由美

### 目的

ホッコクアカエビは石川県を代表する水産物の一つであるが、生産金額は年々減少傾向にある。本種の漁獲量は、8割強が底曳網漁業で漁獲されており、底曳網漁業者の魚価向上対策に対する関心は極めて強い。筆者は、魚価向上のためには品質の向上、保持が必要であると考え、これまで幾つかの研究を行ってきた。底曳網漁業で漁獲されたホッコクアカエビは、船上で箱詰めされ、陸揚げ後、産地市場での競りを経て各消費地市場へ輸送されるものが大半である。これまでの研究の結果、ホッコクアカエビは、箱詰めまでに与えられる温度ストレスによって品質に様々な影響が生じることが明らかになっている。このことから、ホッコクアカエビの品質向上には、船上での冷却処理、船上作業の効率化など、漁獲後に与えられる温度ストレスをできるだけ小さくすることが有効であると考えられた。しかし、夏場の高水温期には、水揚げまでに既に温度ストレスを受けていると考えられ、この不可避な温度ストレスが品質に大きく影響していることが懸念される。そこで、本研究では、温度ストレスによる品質劣化の進行抑制を目的として、冷却時の処理条件（冷海水とシャーベット氷）の違いが品質に及ぼす影響について検討した。

### 方法

#### 1. 試料

試料は、2008年2月に石川県漁協西海支所所属のエビ罎漁船により漁獲された活ホッコクアカエビを用いた。前日に漁獲され、支所荷捌所の水槽内（水温1℃）に收容された「大」ないし「大中」銘柄の中から、活力の良い個体を取り上げて、トラック内冷却水槽（水温1℃）に收容後、当センター実験室まで持ち帰った。到着後、水温5℃の水槽内に收容して安定させた後、試験に供した。供試個体の平均頭胸甲長は28.0mm、平均体重は13.5gであった。

生きた供試エビは、夏場の高水温期を想定して、前記の收容水槽から取り上げ後、25℃に調節した海水を張った水槽に15分間浸漬した。その後、水槽内に供試エビと冷海水またはシャーベット氷の割合が約1:1(w/w)になるようにそれぞれ收容し、2℃の冷蔵庫内で1時間放置した。そこからそれぞれ50尾ずつを、砕氷を敷き詰めた発泡スチロール箱（内径30cm×50cm×11.5cm）に並べた。発泡スチロール箱は、底に穴を開けて、融解水が排出されるようにし、2℃の冷蔵庫内で72時間保管して、その間の供試エビの品質変化を調べた。なお、供試エビ收容前の水槽内の冷海水の温度は2.8℃、塩分は3.1%、シャーベット氷の温度は-1.2℃、塩分は1.8%であった。

#### 2. 化学成分分析

##### 1) K値およびATP関連化合物

試料は、サンプリング後、直ちに頭胸部と外殻を除いて-30℃で凍結し、分析前処理時に解凍したものを用いた。解凍後の15尾の肉部をフードプロセッサーで粉碎し、過塩素酸で抽出、水酸化カリウム



で中和後、定容したものを、高速液体クロマトグラフィ（島津製作所）によって分析した。分析条件は、カラム：STR-ODS II（島津製作所）、移動相：0.1M リン酸 / アセトニトリル=100 / 1、流速：1ml/min、検出波長：260nm、カラム温度：40℃である。分析値は3回分析した値の平均値とした。

## 2) 揮発性塩基窒素 (VBN)

試料は、サンプリング後、頭胸部と殻をつけたまま直ちに-30℃で凍結し、分析前処理時に解凍したものをを用いた。解凍後の6尾を殻付きのまま粉碎し、微量拡散法によって分析した。分析値は3回分析した値の平均値とした。

## 3. 色調

デジタルカメラで撮影した画像の頭胸部および第3腹節側部の一定範囲を均等化処理し、L\*値、a\*値、b\*値を測定した。測定値は49~51回測定した値の平均値とした。

# 結果と考察

## 1. 化学成分

### 1) K 値および ATP 関連化合物

K 値の経時変化を図1に示した。貯蔵直後(0時間)のK値は冷海水処理区、シャーベット氷処理区とも19%であった。前回、ホッコクアカエビに20℃の温度ストレスを与えた後、砕氷を敷き詰めた発泡スチロール箱に並べて貯蔵した結果(K値：6%)<sup>1)</sup>と比較すると、両区ともかなり高い値であった。貯蔵72時間後には、冷海水処理区で44%、シャーベット氷処理区で47%に達し、前回の結果(K値：30%)<sup>1)</sup>と比較すると非常に高い値であった。これについて、小善ら<sup>2)</sup>は、シロエビに温度ストレスを与えた場合、20℃以下であればK値の上昇に対する影響は少ないが、30℃以上では上昇速度が大きくなると報告している。これらのことから、ホッコクアカエビでは、25℃以上の温度ストレスを与えた場合、K値の上昇速度が大きくなり、鮮度低下が早く進行すると推察された。経時的な変化については、貯蔵直後から24時間後までは、シャーベット氷処理区が冷海水処理区に比べて僅かに上昇が遅い傾向が見られた。しかし、貯蔵36時間後以降はシャーベット氷処理区が冷海水処理区を上回るかほぼ同じ値で推移し、両区の違いは明らかでなかった。これらのことから、K値の上昇に最も大きな影響を及ぼしているのは、冷却処理前に与えられる温度ストレスであり、冷却処理条件の違いがK値の上昇抑制に与える影響には差のないことが示唆された。ただし、貯蔵24時間後までは、シャーベット氷による冷却が鮮度低下抑制に効果があることが推察された。

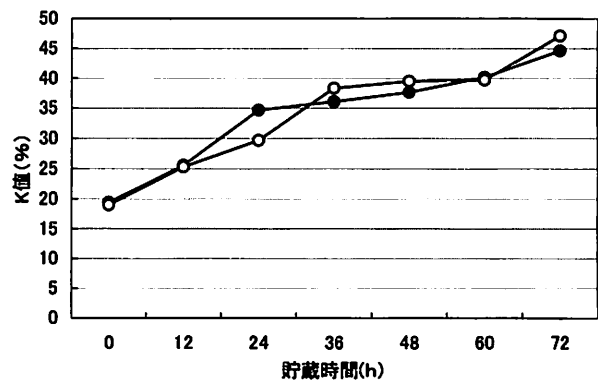


図1 K値の経時変化

●冷海水 ○シャーベット氷

次に、ATP 関連化合物のうち、どの貯蔵時間帯においても主な成分であった IMP の経時変化を図2に示した。IMP量は、冷海水処理区、シャーベット氷処理区とも貯蔵直後から貯蔵12時間後にかけて増加し、その後緩やかに減少した。それぞれの増減について見ると、冷海水処理区では貯蔵12時間から24時間後にかけて減少したのに対し、シャーベット氷処理区では、冷海水処理区と同量程度まで減

少したのは貯蔵 36 時間後であった。このことから、両区の間で IMP 量に大きな差はないものの、シャーベット氷処理区は冷海水処理区と比べて IMP の分解が遅いことが推察された。これに伴って IMP 量の変動に時間差が生じ、最もおいしい「食べ頃」が両区で異なることが示唆された。

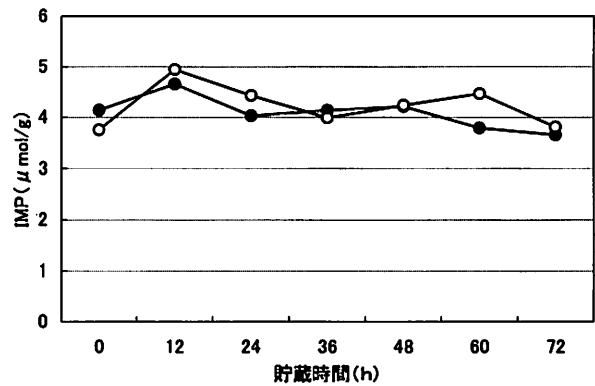


図2 IMPの経時変化

●冷海水 ○シャーベット氷

## 2) VBN

VBN の経時変化を図 3 に示した。VBN 量は、冷海水処理区、シャーベット氷処理区とも時間経過と共に増加し、両区の増加割合に違いは見られなかった。VBN 量は、両区とも貯蔵 72 時間後で 14mg/100g と、貯蔵直後から僅かに増加しただけであった。魚介類の初期腐敗の目安は 30mg/100g といわれており、本実験に供したホッコクアカエビは貯蔵 72 時間後まで良好な鮮度が保たれていたことになる。同様の現象は Huidobro ら<sup>3)</sup>によっても報告されており、漁獲直後の冷却処理は、VBN 量の増加抑制に効果があると考えられる。また、前回の実験結果<sup>1)</sup>では、漁獲後、箱詰め前

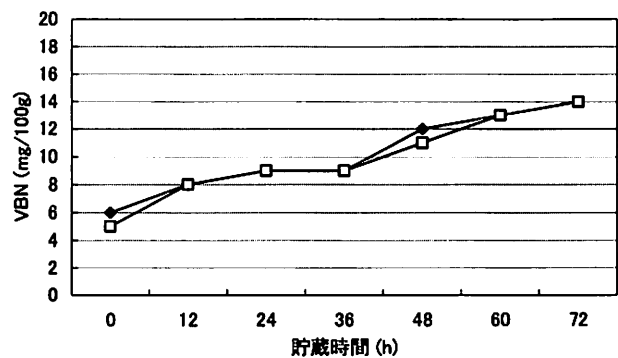


図3 VBNの経時変化

●冷海水 □シャーベット氷

に高い温度帯に晒されることで、貯蔵中の VBN 量が顕著に増加することが示された。これらのことから、漁獲直後の冷却処理は、VBN 量の増加とは高い相関が認められている細菌の増殖と酵素反応を抑えることに効果があったと考えられる。また、冷却の温度は、本実験で用いた 2.8℃程度でも VBN 量の増加抑制に十分効果のあることが推察された。以上のことから、漁獲前に温度ストレスを受けた場合でも、漁獲後速やかに冷海水、シャーベット氷などで十分な冷却処理を施せば良好な鮮度が保たれることが示された。

## 2. 色調

L\*値、a\*値、b\*値 の経時変化を頭胸部と腹節側部に分けて図 4、5 に示した。まず頭胸部について、L\*値は、冷海水処理区では貯蔵 72 時間で緩やかに上昇した後に減少へ転じたのに対し、シャーベット氷処理区では貯蔵 72 時間で大きな増減を繰り返すという違いが見られた。a\*値、b\*値は冷海水処理区では貯蔵 48 時間後以降に大幅な減少が見られたのに対し、シャーベット氷処理区では緩やかな減少であった。次に腹節側部について、L\*値は、冷海水処理区では緩やかな増減を繰り返しながら増加したのに対し、シャーベット氷処理区では貯蔵直後から 12 時間後にかけて上昇した後は変化が小さかった。a\*値、b\*値は、頭胸部と同様、シャーベット氷処理区では冷海水処理区に比べて緩やかな減少であった。これらのことから、シャーベット氷処理区では、冷海水処理区より「赤み」、「黄み」の低下が遅く、鮮

やかさが長持ちする可能性が示唆された。

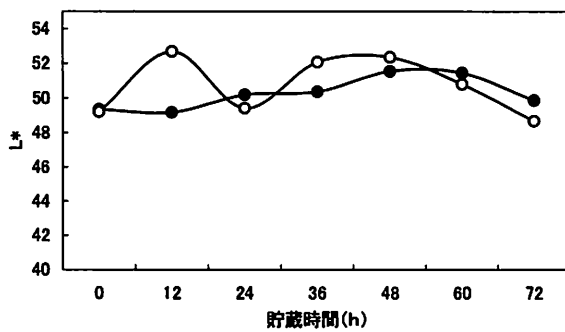


図4-1 L\*の経時変化(頭胸部)

●冷海水 ○シャーベット氷

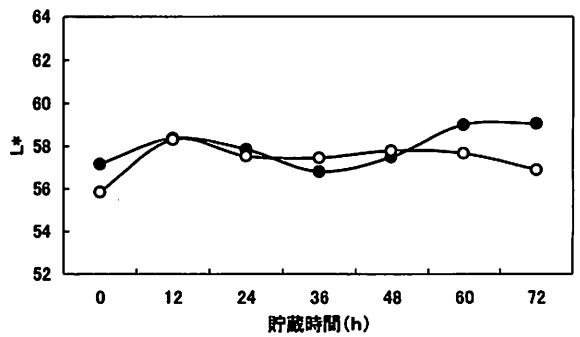


図5-1 L\*の経時変化(腹節側部)

●冷海水 ○シャーベット氷

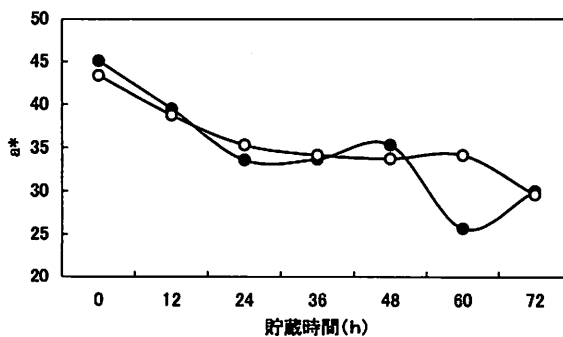


図4-2 a\*の経時変化(頭胸部)

●冷海水 ○シャーベット氷

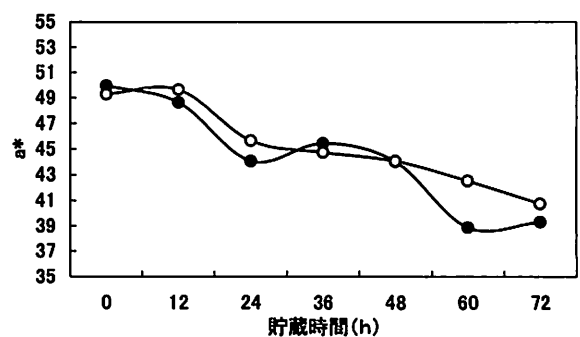


図5-2 a\*の経時変化(腹節側部)

●冷海水 ○シャーベット氷

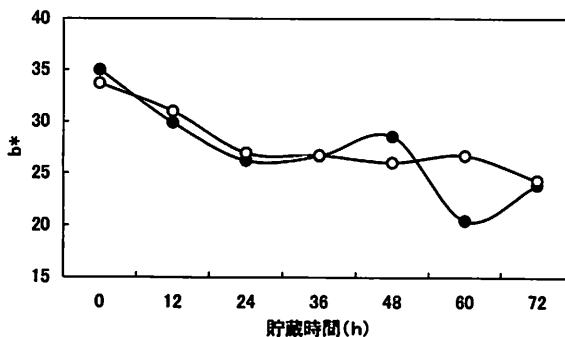


図4-3 b\*の経時変化(頭胸部)

●冷海水 ○シャーベット氷

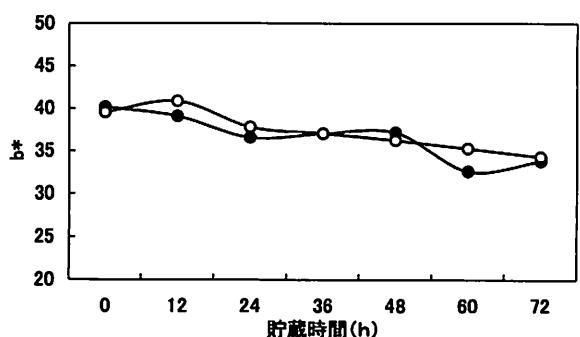


図5-3 b\*の経時変化(腹節側部)

●冷海水 ○シャーベット氷

以上のことから、水揚げ前に温度ストレスを受けた場合、冷海水やシャーベット氷で冷却処理することによって、幾つかの品質劣化を抑制できることが示された。中でも色調については、シャーベット氷で品質改善につながる効果が期待できた。しかし、全ての項目において冷海水よりシャーベット氷の方が有効であったわけではなく、VBN については冷海水による冷却でも十分効果があること、K 値については冷却処理より処理前の温度ストレスによる影響が大きいことが示された。船上でシャーベット氷による冷却処理を施すには、これまでより手間やコストがかかるため、実用的な冷却方法についてはより詳細な検討が必要である。また、本試験で与えた温度ストレスは夏場を想定した温度設定であったが、漁獲時期によって表層水温が大きく異なるため、冷却処理条件による品質への影響も異なると予想され



る。今後、漁獲時期と目的に応じた冷却処理条件について更に検討を加える予定である。

### 参考文献

- 1) 森真由美,谷辺礼子: 漁獲直後の温度がホッコクアカエビの品質に及ぼす影響について. 水産物の利用に関する共同研究, 48, 19-24 (2008)
- 2) 小善圭一、鍋島由佳子、原田恭行: 温度負荷がシロエビの品質に及ぼす影響. 水産物の利用に関する共同研究, 48, 19-24 (2008)
- 3) Almudenena Huidobro · María Elvira López· Caballero, Rogério Mendes: Onboard processing of deepwater pink shrimp (*Parapenaeus longirostris*) with liquid ice: Effect on quality. Eur Food Res Technol. 214, 469-475 (2002)

## 船上（底びき網漁船）におけるホッコクアカエビの鮮度保持について

石川県水産総合センター

濱上欣也・森真由美

### 目 的

底びき網漁船で漁獲されるホッコクアカエビの品質向上を図るため、筆者らはこれまで実験室レベル試験にて、ホッコクアカエビは、箱詰めまでに加わる温度ストレスによって品質に様々な影響が生じること<sup>1)</sup>、また、受けた温度ストレスも冷却処理（冷海水又はシャーベット氷）することで品質劣化をある程度抑制できることを明らかとした<sup>2)</sup>。本試験では、これらの結果を基に、船上で実証試験を行った。

### 方 法

試料は、2008年 5月16日に金沢市沖の底びき網漁船操業で得られたホッコクアカエビ（平均頭胸甲長 26.3mm、平均重量 9.6g）を用いた。

図1に示したように、船上に揚がった漁獲物を網（袋網）ごと漁船に設置してある冷海水浸漬槽に浸漬後（5時45分頃）、ホッコクアカエビ約 3kgを抽出して下氷（砕氷）をした発砲スチロール箱（底穴あり）に收容した「通常処理区」（通常の操業で実施している処理方法）と、試験のために新たに用意したシャーベット氷（塩分 2.4%）浸漬槽に再び浸漬後、ホッコクアカエビを抽出して通常処理区と同様に箱詰めした「シャーベット処理区」の 2試験区を設定した。ホッコクアカエビを收容した魚箱は、魚槽に保管し、陸揚げ後（21時頃）、トラックで水産総合センターまで魚箱に蓋をして常温陸送した（23時30分頃に到着）。その後、以下に挙げる試験を実施した。

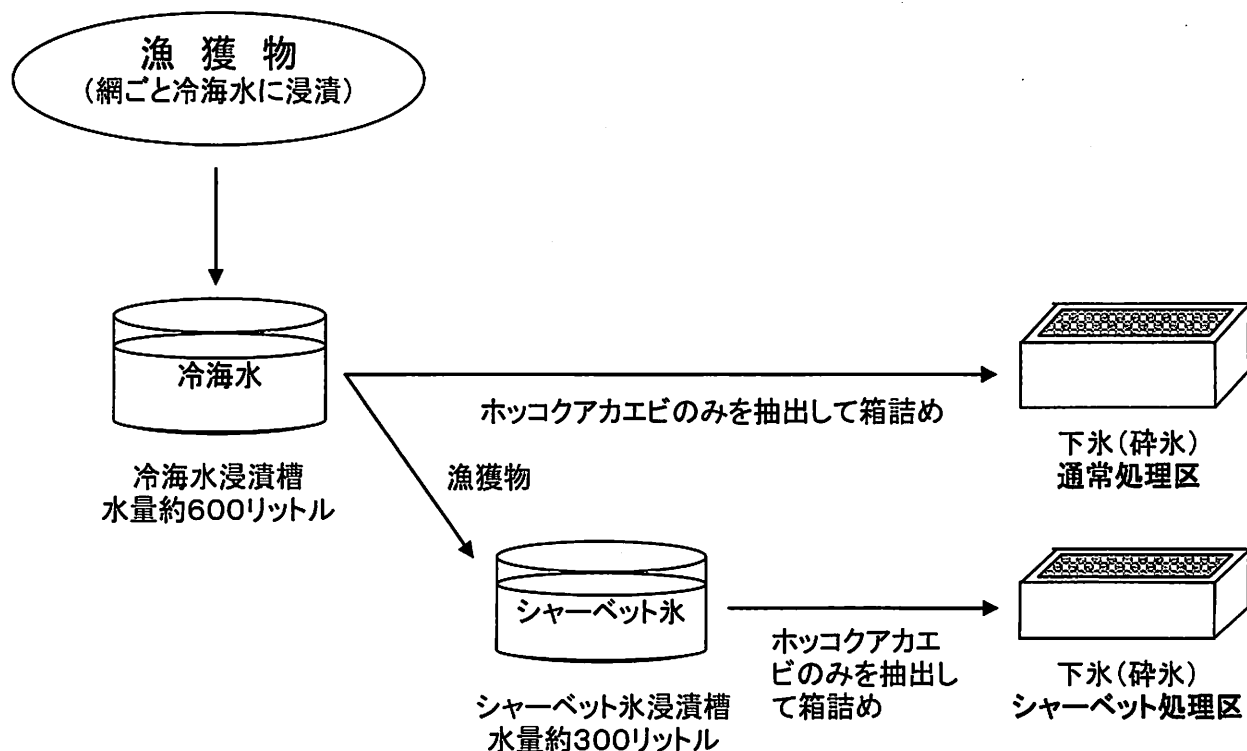


図1 漁獲物処理の流れ

## ・温度測定

漁獲物の冷却前後の温度変化を確認するため、通常処理区及びシャーベット処理区の各処理槽の下層と上層に温度ロガーを設置し、1分間隔で測定した。

## ・外観観察及び色調解析

水産総合センター到着後（漁獲後約18時間経過）、24時間毎（毎回0時に観察）に各試験区の試料を8尾ずつ抽出してデジタルカメラで撮影し、外観を観察した。更に、撮影した画像をコンピュータのソフトウェアを用い、頭胸部及び腹節部の一定範囲を均等化してa\*値、b\*値、C\*値、L\*値を測定した。

## 結果及び考察

### 1. 温度測定

冷却処理別の温度変化を図2に示した。

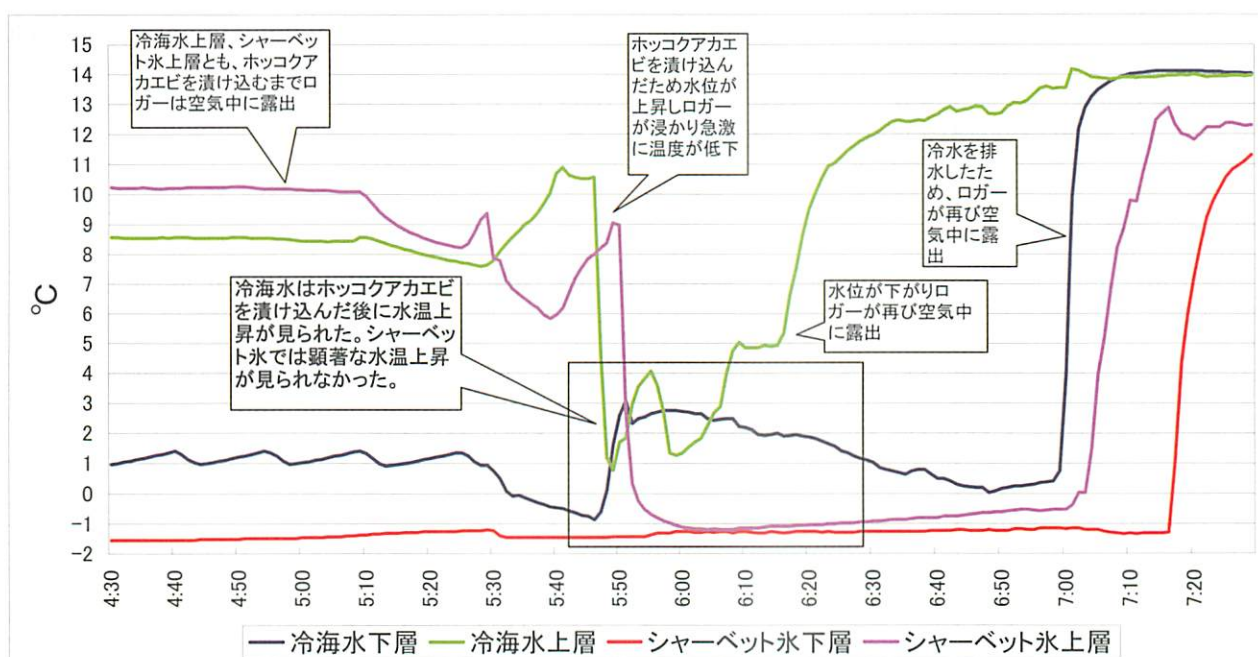


図2 冷却処理別の温度変化

#### 1) 通常処理区（冷海水）

漁獲物浸漬前の温度は、下層で $-0.8^{\circ}\text{C}$ 、上層（温度ロガーが空気中に露出）で $10^{\circ}\text{C}$ 台であった。浸漬後の水温は、下層では $3.0^{\circ}\text{C}$ まで上昇した後、ゆるやかに下がって $0^{\circ}\text{C}$ 程度にまでなった。上層では一端 $1^{\circ}\text{C}$ 弱まで下がった後、20分程度で $5^{\circ}\text{C}$ 前後に上昇した。

#### 2) シャーベット処理区（シャーベット氷）

漁獲物浸漬前の水温は、下層で $-1.4^{\circ}\text{C}$ 、上層（温度ロガーが空気中に露出）で $9^{\circ}\text{C}$ 程度であった。浸漬後の水温は、上・下層とも $-1^{\circ}\text{C}$ 前後を保持した。

### 2. 外観観察

漁獲後約18時間が経過してから、24時間毎に114時間経過後まで写真撮影した結果を図3に示した。

1) 通常処理区、シャーベット処理区の両試験区に見られた現象として、頭胸部・腹節部とも時間経過に伴い鮮やかな赤色が褪色した。また、頭胸部においては次第に黒変した。



\* 5時45分頃漁獲→21時頃金沢港入港→23時30分頃水産総合センター到着→漁獲後約18時間が経過してから24時間毎に写真撮影

図3 ホッコクアカエビの外観の経時変化

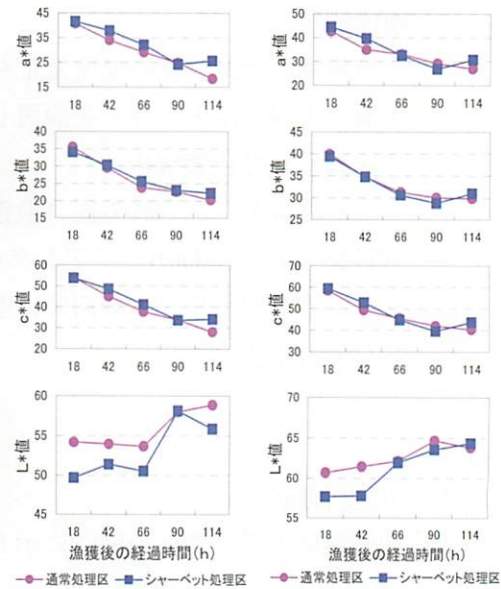


図4 ホッコクアカエビの色調の経時変化

2) 漁獲後約 114時間経過して、通常処理区では頭胸部の灰褐色への変色が顕著となったが、シャーベット処理区では頭胸部の灰褐色化は僅かであった。

### 3. 色調解析

各試験区の a\*値、b\*値、C\*値、L\*値の経時変化を頭胸部と腹節部に分けて図 4に示した。その結果によると、a\*値、b\*値、C\*値は、両試験区で頭胸部、腹節部とも時間経過に従って減少し、双方で顕著な差は認められなかった。しかし、白さを示すL\*値は、頭胸部で漁獲後約66時間経過まで、腹節部で漁獲後42時間経過まで、通常処理区（冷海水）で高い値を示した。

### 4. 考察

前回の試験結果<sup>2)</sup>から、温度ストレスを受けた場合でも、2.8℃程度で速やかに冷海水やシャーベット氷で十分に冷却処理することにより、VBN量の増加を抑制できることが示されている。今回の試験では、通常処理区の冷却処理温度が下層で 3℃、上層では 5℃程度まで上昇している。このことから、実際に船上で行われている冷海水処理は、十分ではないことが分かった。また、外観観察及び色調解析の結果から見ても、ホッコクアカエビの品質向上にはシャーベット氷による冷却処理が有効であると考えられた。

しかし、シャーベット氷は、大量に漁船に搭載できないことや、使い勝手が悪いこと等の問題点がある。今後、シャーベット氷の有効な利用方法の検討に加え、既存の冷海水の処理温度を 2.8℃以下に抑える工夫が必要と思われる。

### 参考文献

- 1) 森真由美・谷辺礼子：漁獲直後の温度がホッコクアカエビの品質に及ぼす影響について．水産物の利用に関する共同研究，49，19-24（2008）
- 2) 森真由美：冷却処理がホッコクアカエビの品質に及ぼす影響．水産物の利用に関する共同研究，49，72-76（2009）