

# 生鮮スルメイカ保管中の外套膜透明感の変化

吉岡武也, 木下康宣, 吉野博之

## Change in Translucency of Fresh Squid Mantle Muscle upon Storage

Takeya Yoshioka, Yasunori Kinoshita and  
Hiroyuki Yoshino

### 要 旨

生鮮スルメイカを0°Cに保管した際的外套膜（胴肉）の透明感の変化を、経時的に評価した。測定には透過光のL'値と、今回開発した濁度を用いた。死後、イカの外套膜の透明感は速やかに低下し、24時間後に濁度は最大値を示した。外套膜の厚みは死後12時間以内に15%増加し、硬直収縮を反映していると思われた。外套膜中のATPは、保管24時間後に消失しており、透明感の低下と同調していたが、外套膜の厚みの増加よりは遅かった。

### 1. 緒 言

水産物は、鮮度が良く刺身として食される品質のものが最も価値があり、高い価格で取引されている。すなわち、鮮度は水産物の品質を評価するにあたり最も重要な品質要素である。一般に水産物の鮮度は、氷蔵で保管しても速やかに低下することが知られている。鮮度の測定方法としてはATP（アデノシン三リン酸）の分解程度を表すK値が最も良く用いられている<sup>1)</sup>。魚類と同様に、イカも鮮度低下は速い事が経験的に知られている<sup>2)</sup>。イカを保管した際の品質の変化については、K値<sup>3-5)</sup>やテクスチャー<sup>6-9)</sup>、呈味成分<sup>10)</sup>を指標とした例が報告されている。

一方、イカの可食部である外套膜は、新鮮な時には透き通っており内臓が見えるほどであるが、鮮度低下に伴い濁りが増し、最終的には白く不透明な状態となる。外套膜の透明感を見た目の鮮度を表す重要な指標であるものの、イカを保管した際の透明感の変化を測定した例は無い。本研究では、外套膜の透明感を測定する方法を検討し、スルメイカの死後、短時間で起こる透明感の変化を測定した。

### 2. 実験方法

#### 2.1 実験材料

函館市近海で漁獲されたスルメイカ (*Todarodes pacificus*) を活魚の状態で購入し、実験に用いた。平均重量は308gであった。

#### 2.2 イカの保管とサンプル処理

54個体のスルメイカを断頭して即殺し、ポリエチレン製の袋に入れ、密封せずに0°Cにて保管した。6時間おきに6個体を取り出して、外套膜を切り出し、表皮の1層目と2層目を人手により取り除いた。

#### 2.3 ATP関連化合物の測定

ATP関連化合物の含量は、HPLCを用いて常法により測定した。保管した外套膜を液体窒素にて凍結し、-80°Cに保管した。約0.4gの外套膜を10%過塩素酸中でホモジナイズし、遠心分離を行い、その上清を濾紙で濾過した後、5Nの水酸化カリウム溶液にて中和した。各成分はTSK-gel ODS-80Ts（東ソー株式会社）を用い、0.1Mリン酸バッファー（pH4.1）のアセトニトリルのグラジエントにて溶

出させた。各成分の含有量よりK値を算出した<sup>2)</sup>。

### 2.4 外套膜の透明度の測定

イカ外套膜の透明度はふたつの方法により測定した。保管し、剥皮した外套膜を40×30mmに切り出し、厚さ0.04mmのポリエチレン製フィルムで挟み、色彩測色計CM-3500（ミノルタ株式会社）を用い透過モードにてL\*, a\*, b\*を測定した。また、もうひとつの方法として濁度を測定した。濁度は上記の色彩測色計を用いて測定波長700nmでの吸光値を測定し、レオメーターRE-3305S(株式会社山電)で測定した試料の厚さで補正して厚さ1cmあたりの値として算出した。

## 3. 結果と考察

### 3.1 保管中のATP関連化合物の変化

生体のエネルギー源であるATPの分解の程度を示すK値は、魚類の生化学的鮮度指標として一般的によく用いられている。スルメイカを断頭して即殺し0℃に48時間まで保管した際のATPの分解物の変化を図1に示した。即殺直後のATP含量は9.1 μmol/gであり、過去の報告と一致していた。ADP（アデノシン二リン酸）は3.6 μmol/g認められ、ATPの一部が短時間のうちに分解したものと推測された。また、この時点でのAMP（アデノシン一リン酸）含量は低く、イノシン酸、イノシン、ヒ

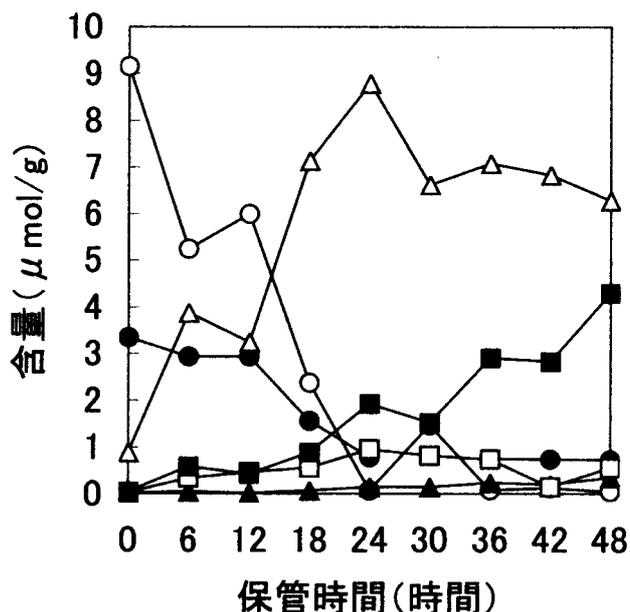


図1 保管によるATP関連化合物の変化

○— ATP    ●— ADP    △— AMP  
 ▲— IMP    □— HxR    ■— Hx

ポキサンチン含量はいずれも0.05 μmol/g以下であった。保管によりイカのATP含量は低下し、24時間後にほぼ消失していた。ATPの低下によりADPとAMPが増加したが、主要な蓄積成分はAMPであり、魚類でのIMPとは異なっていた。ATPの完全な消失には24時間を要したが、これはマダイ（16時間）、ハマチ（9時間）より長く、オヒョウ（30時間）より短かった<sup>1)</sup>。保管中のK値の変化を図2に示した。即殺直後にはイノシンとヒポキサンチンは認

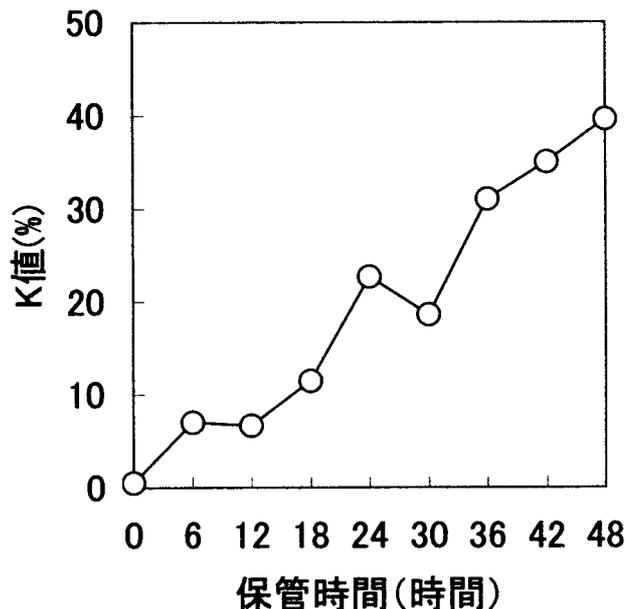


図2 保管によるK値の変化

められずK値は0%であった。Ohashiらは活スルメイカのK値は15%であったと報告しているが、今回の結果と異なるのはイカの履歴や実験操作の違いによるものと考えられた<sup>4)</sup>。24時間保管した後のK値は23%であり、0℃保管によるイカのK値の増加は、魚類と比較して特に速いものではなかった。

### 3.2 イカ外套膜の透明度の変化

イカ外套膜の透明度は、消費者がイカの鮮度を判断する重要な要素である。しかしながらイカ肉の透明度を分析した例はほとんど無い。我々は以下に示すふたつの方法により外套膜の透明度の測定を試みた。ひとつは色彩測色計にて測定されるL\*a\*b\*測色系である。この測色系は、見た目の感覚を良く表すと一般的に認められている。L\*a\*b\*の測定結果を図3に示した。試料の明るさを示すL\*は保管の早い段階で低下し、24時間後に最低値を示した。赤-緑を示すa\*は大きな変化は無かつ

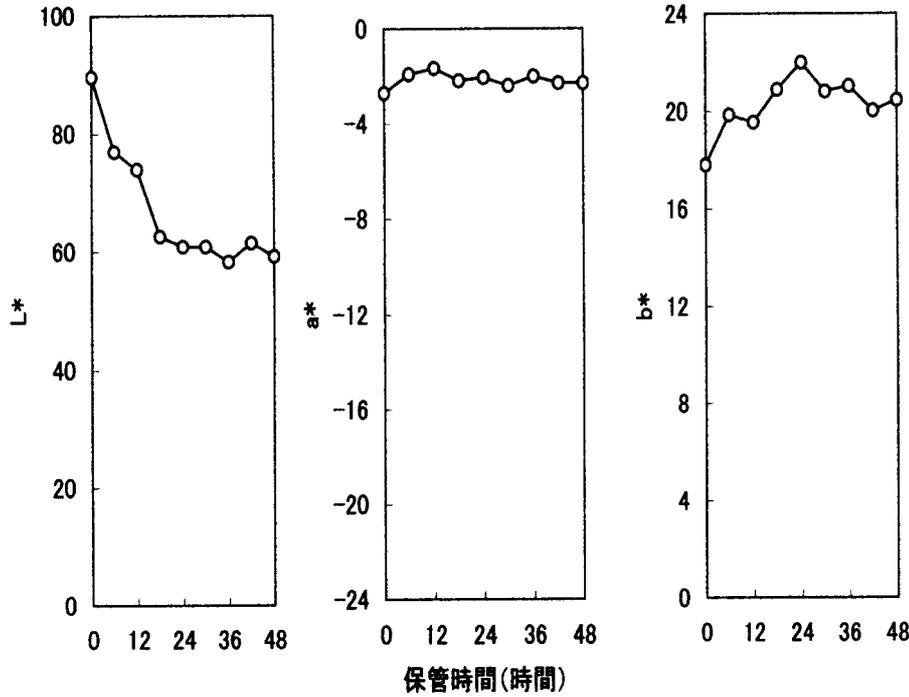


図3 保管によるL\*a\*b\*の変化

たが、黄-青を示すb\*値が増加したことは、イカ肉の色調が黄色に変化することを示しており、これは見た目の感覚と一致していた。

上記のようにL\*a\*b\*測色系、中でもL\*値は外套膜の透明感を測定する方法として有用と判断される。しかし、イカの保管中に、外套膜の厚さが変化することが予想され、L\*値は試料の厚さで補正することが出来ないため、厳密さに欠けると考え

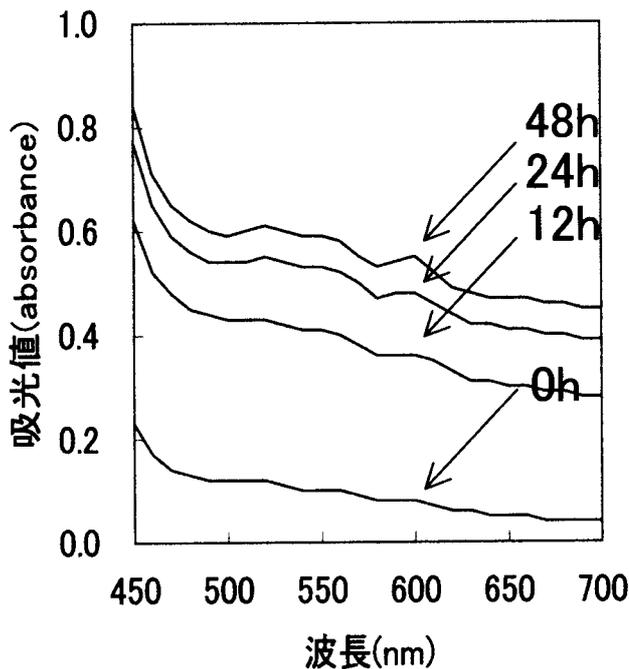


図4 各波長における吸光値

られた。そこで次に、吸光度を用いた外套膜の濁度の測定を試みた。図4に各波長におけるイカ外套膜の吸光値(absorbance)を示した(試料の厚さによる補正はしていない)。波長が700nmから450nmと短くなるに伴い、吸光値は増加する傾向にあった。測定光波長と光散乱には相関があり、今回の測定波長の範囲内では特異的なピークは認められなかったことより、この結果は吸光ではなく濁度(又は光散乱)を示していると考えられた。保管時間による変化を見ると、イカの保管により吸光度はいずれの波長でも一様に増加した。600nm付近にわずかなピークが見られるが、この要因については明らかではない。

イカ外套膜の濁度を算出するために、今回測定した条件で最も吸光度が低い700nmの吸光値を用いることとした。イカを保管した際の試料の厚さの変化を、レオメーターを用いて測定した結果を図5

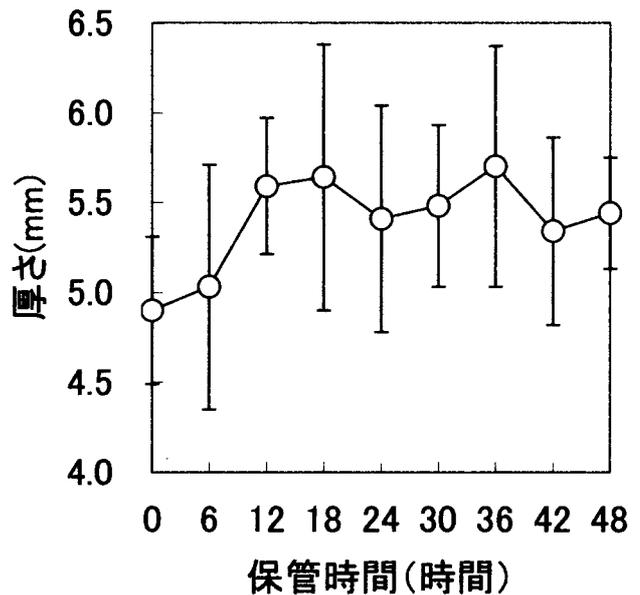


図5 保管による厚さの変化

に示した。今回用いた試料の厚さは平均5mm程度であるが、個体差が大きいため図中には平均値と併せて標準誤差も示した。測定の結果、保管12時

間で外套膜の厚さは15%程度増加し、この傾向は48時間の保管まで持続した。保管中の外套膜の厚みの増加は肉の収縮硬直を示していると考えられた。魚類の場合、一般的に収縮硬直はATPの消失によって引き起こされるが、今回の測定結果では得られた結果には幅があるものの、保管開始時の1/2程度のATPが残存している保管12時間後に収縮硬直が起っていると考えられた。ATPの完全消失前に収縮硬直が発生する例はサンマやイワシなどでも報告されているので、今回得られた結果はイカに特有のものではないが、今後の検討が必要と判断される<sup>12)</sup>。

イカ肉を保管した際の濁度の変化を測定した。図4に示した700nmでの吸光値を、図5に示した試料の厚さで補正し、厚さ1cmあたりの値として算出した結果を図6に示した。即殺直後の濁度は0.1

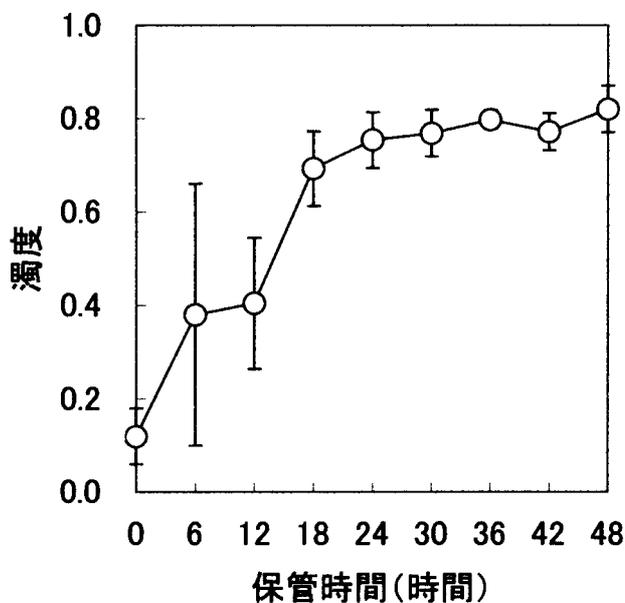


図6 保管による濁度の変化

と低い値を示しているが、24時間程度の保管により0.8まで増加した。イカ肉を保管した際の濁度の増加、すなわち透明感の低下の生化学的なメカニズムは明らかではないものの、収縮によるミオシンとアクチンの重なり合いが影響していると予想された。しかし、濁度の増加は、収縮硬直を示していると思われる外套膜の厚みの増加よりも遅いため、他の要因も影響していると判断された。おそらく他の要因とは筋肉タンパク質の構造変化又はタンパク質の変性であろう。L\*値と濁度の測

定結果は一致しており、イカ外套膜は24時間の保管により透明感を消失することが明らかとなった。

### 謝 辞

本研究を行うにあたり、親切にご指導をいただいた、北海道大学大学院水産科学研究科生命資源科学専攻関伸夫教授及び今野久仁彦教授に深くお礼申し上げます。

### 参考文献

- 1) Saito T, Arai K, Matsuyoshi M. A new method for estimating the freshness of fish. *Nippon Suisan Gakkaishi* 1959;24:749-750.
- 2) Nakamura K, Ishikawa S, Kimoto K, Mizuno Y. Change in freshness of Japanese common squid during cold storage. *Bull. Tokai Reg. Fish Res. Lab.* 1985;118:45-49.
- 3) Saito T, Arai K, Tanaka T. Studies on the organic phosphates in muscle of aquatic animals VI. Effect of storing temperature upon the content of muscular nucleotides of squid. *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.* 1958;9:121-126.
- 4) Ohashi E, Okamoto M, Ozawa A, Fujita T. Characterization of common squid several freshness indicators. *J. Food Sci.* 1991;56:161-163.
- 5) Yokoyama Y, Tanaka S, Sakaguchi M, Kawai F, Kanamori M. Postmortem changes of ATP and its related compounds and freshness indices in spear squid *Doryteuthis bleekeri* muscle. *Fish. Sci.* 1994;60:583-587.
- 6) Mochizuki Y, Mizuno H, Ogawa H, Ishikawa K, Tsuchiya H, Fukuzawa M, Iso N. Rheological properties of cuttlefish and squid raw meat. *Fish. Sci.* 1994;60:555-558.
- 7) Kugino M, Kugino K, Ogawa T. Change in microstructure and rheological properties of squid mantle during storage. *Food Sci. Technol. Int.* Tokyo 1997;3:157-162.
- 8) Ando M, Ando M, Tsukamasa Y, Makinodan Y, Miyoshi M. Muscle Firmness and structure of raw and cooked arrow squid mantle as

- affected by freshness. J. Food Sci. 1999; 64:659-662.
- 9) Kagawa M, Matsumoto M, Hatae K. Difference in texture among three varieties of squid and effect of cold storage on texture. J. Home Econ. Jpn. 2000;51:699-708
- 10) Kagawa M, Matsumoto M, Hatae K. Taste difference among three kinds of squid and the effect of cold storage on the taste. J. Home Econ. Jpn. 1999;50:1245-1254.
- 11) Iwamoto M, Yamashita H, Abe H, Watabe S, Hashimoto K. Rigor-mortis progress and its temperature-dependency in several marine fishes. Nippon Suisan Gakkaishi 1990;56:93-99.
- 12) Mochizuki S, Sato A. Effect of various killing procedures and storage temperatures on post-mortem changes in the muscle of horse mackerel. Nippon Suisan Gakkaishi 1994;60:125-130.