

ケンサキイカの死後変化に関する研究 貯蔵条件と体色変化（第2報）

岩本宗昭・山根玲子

流通現場においては、イカ類の鮮度または品質は一般に表皮の発色状態によって評価されている。しかし死後の色素胞の運動および体色変化の機構、要因についてはまだ十分な検討がなされていない。本実験では前報¹⁾に引き続いて、ケンサキイカの死後の色素胞の運動に影響をおよぼす条件、または鮮度変化と体色変化の関係を明らかにするために3種類の貯蔵条件における死後のATP関連化合物、乳酸の消長と体色の変化について比較検討した。

実 験 方 法

試 料 漁獲後活かした状態で運搬し、水揚げされたケンサキイカ（平均体重105 g，平均外套長14 cm）を、空中放置または神経切断し、(A)下水による直接氷冷、(B)上部体表をサランラップで被覆して下水による間接氷冷、(C)下水による間接氷冷（それぞれ6尾ずつ、うち3尾は神経切断）の3区分に分けて、それぞれ発泡スチロール蓋付魚函（42×20×15cm）に貯蔵し、20℃の恒温室中に放置した。

なお、分析用として各貯蔵区の対照イカと神経切断イカからそれぞれ1尾ずつ供試し、経過時間毎に同じ試料から胴部筋肉を採取した。

ATP関連化合物の定量 前報と同様に抽出し、15mlに定容して分析試料液としたものを、データ処理装置（島津C-R1A）を装備した高速液体クロマトグラフ（島津LC-3A）によって分別定量した。分析条件は、試料注入量15 μ l，その他は前報に準じて行った。

pHの測定 前報と同様に複合電極pHメーターで測定した。

乳酸の定量 分析試料液を乳酸測定用キット（ラクトートテスト「BMY」）を用いて測定した。

結 果

貯蔵中の体温変化 図1に示すように、直接氷冷区は0.3~3.3℃，間接氷冷区は5.8~9.6℃で推移した。24時間目から35時間目の間に函内の氷がやや融け出して、若干魚体温が上昇したが、35時間目の試料採取の後に氷を追加したため再び魚体温は低下した。また、同時に測定した函内上部空間の温度は9~13℃であり、24時間目以降大きな温度変化は認められなかった。

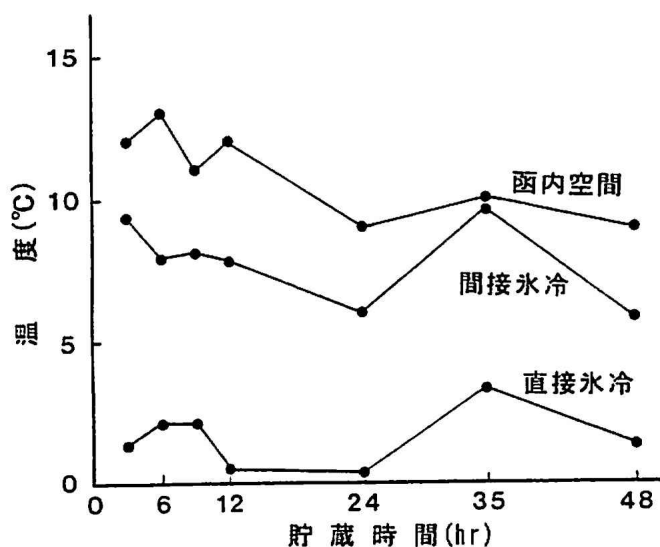


図1 ケンサキイカ貯蔵中の体温変化

ATP 関連化合物の消長 図2に各試験区試料の貯蔵中のATP関連化合物の消長を示した。一般に海産無脊椎動物筋肉中のATP分解主経路は、 $ATP \rightarrow ADP \rightarrow AMP \rightarrow (AdR) \rightarrow HxR \rightarrow Hx$ とされており²⁾、前回の実験ではAdR(アデノシン)は検出されず、微量ながらIMPが検出されたことは前報で報告したが、本実験でも同様の結果であった。IMPは微量であったため、グラフ上には示していない。総量は7~9 $\mu\text{mol/g}$ であり、貯蔵開始直前(0hr)のATP量は対照試料で総量の4.3~8.1%であったのに対し、神経切断試料では9.0~18.3%を占めていた。しかしATPは速やかに分解され、3時間後には間接氷冷ラップ区の対照試料を除いては1 $\mu\text{mol/g}$ 以下に減少した。また、前回の試験と同様にAMPが蓄積される傾向があり、特に間接氷冷のB、C区では6~9時間後の神経切断試料におけるAMPの比率が68~78%と、対照試料に比べ高い値を示した。

図3に各試験区におけるK値の変化を示した。体温の高い間接氷冷区ではK値の上昇も促進され、直接氷冷区よりも高い値で推移した。また、いずれの貯蔵区においても神経切断試料よりも対照試料のK値が高い値を示し、神経切断によってK値の上昇を抑えられることが示唆された。

体色の変化 表1に貯蔵中の観察結果をまとめて示した。外套膜の透明感の変化は直接氷冷区(A)で3時間後、間接氷冷区(B、C)で3~6時間後にやや低下し、ATPの消失と概ね同調していた。3時間後までは対照試料よりも神経切断試料の方が透明感が残ったが、6時間を経過すると対照試料と神経切断試料との差はなくなった。体色の変化は、前回の試験では直接氷冷区(A)と間接氷冷区(C)で3時間後に外套膜の上下で色素の拡散と凝集の明確な差が認められたが、本試験でも直接氷冷区で3時間後、間接氷冷区(B、C)で9時間後から差が認められた。ラップ区の呈色度はやや弱く、ラップシートの被覆によって色素が凝集される傾向が認められた。なお、12時間後から間接氷冷ラップ区のラップを取り止めた場合の変化を観察するためにラップを外して貯蔵した。各区とも外套膜の

上下の差は24時間を経過すると極端でなくなり、全ての個体が全体的に発色した。そして35時間後には発色したイカと白色化したイカに分かれた。

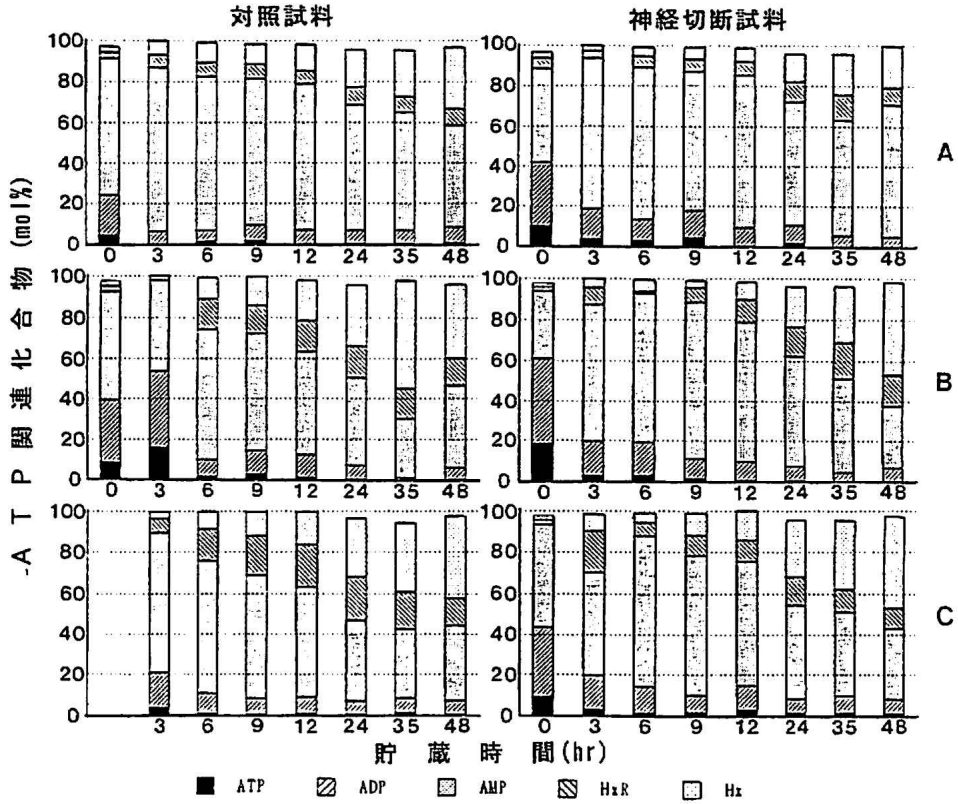


図2 ケンサキイカ貯蔵中のATP関連化合物の消長
(A:直接水冷区, B:間接水冷ラップ区, C:間接水冷区)

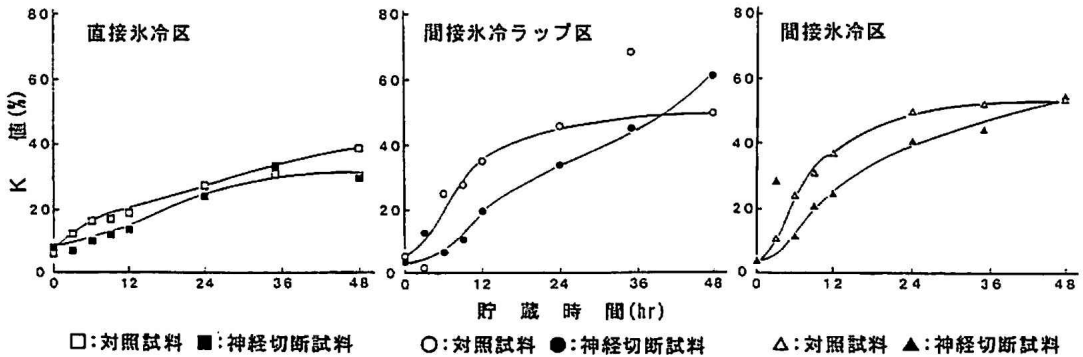


図3 ケンサキイカ貯蔵中のK値変化

表1 ケンサキイカ貯蔵中の観察による評価

貯蔵時間	貯蔵区分		
	直接水冷区(A)	間接水冷ラップ区(B)	間接水冷区(C)
0	外套膜，足は透明で内蔵が透けて見え，表皮の色素細胞も活発に凝集し， 拡散していた。 吸盤の吸着力も強い。		
3	対照区でやや透明感が低下し，硬直開始。 全体に胴部の頭部側白色化（色素凝集），尾部側発色（色素拡散）。	透明感があり，色素胞の活動も活発だが，全体的に色素凝集。	対照区で透明感がやや低下した。 全体的に胴部の尾部側発色。
6	透明感が低下し，神経切断区でも硬直開始。	透明感が低下し，胴部の尾部側でやや発色が見られるが全体的に白色化する。 硬直開始。	透明感がやや低下し，対照区で硬直開始。
9	顕著な変化なし。	透明感変化なし。 胴部尾部側の呈色度がやや強くなる。	透明感がやや低下し，全体的に呈色度が強くなる。
12	透明感変化なし。 呈色度が強くなり，胴部の頭部側にも色素の拡散が認められた。	透明感変化なし。 呈色度が強くなる。 （以後ラップ取りやめ）	透明感変化なし。 呈色度が強くなり，胴部の頭部側にも色素の拡散が認められた。
24	透明感の低下進行。 全体的に色素の拡散が認められ，白色部との境目がなくなった。胴部やや軟化。	透明感の低下進行。 全体的に色素の拡散が認められ，白色部と呈色部の境目がなくなった。	透明感の低下進行。 呈色度がさらに強くなり，全体的に発色した。
35	呈色度が弱くなり，発色個体と白色個体に分かれた。胴部軟化。	呈色度が弱くなり，胴部の頭部側が白化した個体が出現。胴部軟化。	呈色度が弱くなり，胴部の頭部側が白化した個体が出現。胴部軟化。
48	呈色度がさらに弱くなる。 色素が茶色から紫色に変化。新鮮感がなくなる。	呈色度はさらに弱くなったが，呈色部は茶色を呈していた。	呈色度はさらに弱くなったが，呈色部は茶色を呈していた。

pHの変化 貯蔵前のpHは6.8で、その後顕著な変化はなく、48時間後のpHは6.6~6.8であった。
 乳酸の消長 図4に貯蔵中の乳酸の消長を示した。0時間目の乳酸は0.2~0.7 $\mu\text{mol/g}$ であり、直接氷冷区(A)と間接氷冷区(C)では9時間目まで0.6~0.8 $\mu\text{mol/g}$ に増加し、その後は緩やかに増加して48時間後には0.9~1.2 $\mu\text{mol/g}$ の蓄積が認められた。一方、間接氷冷ラップ区では9時間後も著しい増加が認められ、48時間後には2.5~2.8 $\mu\text{mol/g}$ と他の2区に比べて高い値を示した。これらの傾向は対照試料、神経切断試料ともに認められたが、その原因は不明である。なお、各区とも乳酸はD型の割合が高く、L型が検出されない場合も見られた。

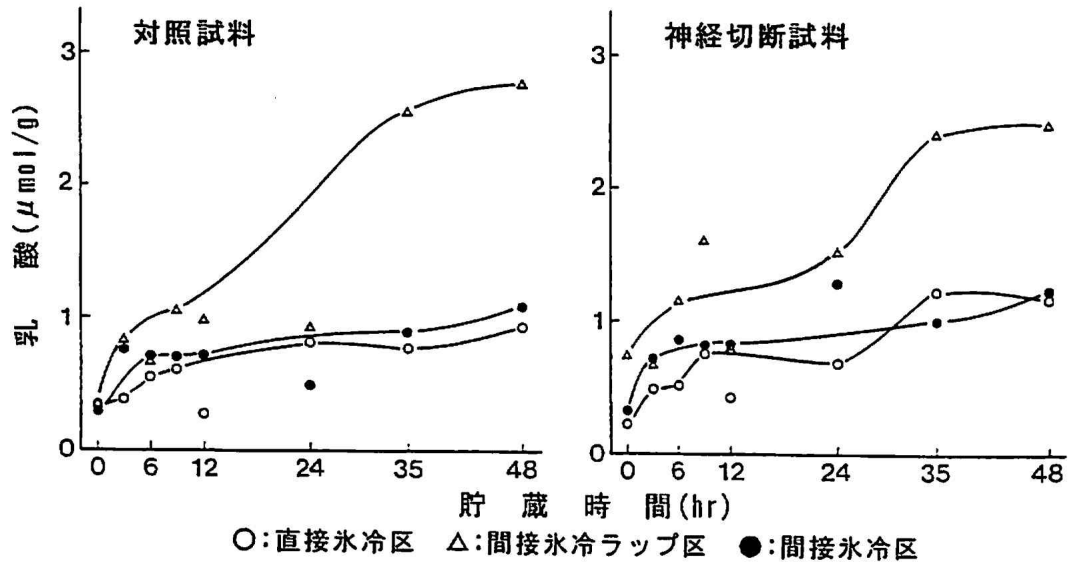


図4 ケンサキイカ貯蔵中の乳酸の消長

考 察

イカ類のATP関連化合物の分解速度は魚類に比べて速く、貯蔵温度が高いとAMP→HxR→Hxへの変化が速く、K値の上昇が促進されることは前報でも報告している。本試験でも魚体温が6~9℃であった間接氷冷区のK値が、魚体温2℃前後の直接氷冷区のそれよりも高い傾向がある。また、同じ試験区においても、ATP関連化合物の分解は対照試料に比べ神経切断試料の方が緩慢であり、即殺することによってATPの分解を遅延できると示唆される。一般に流通現場では硬直を遅延させるために高級魚の活けしめ処理が行われている。筆者らによるヒラメの実験では、苦悶死魚の死直後のATP量は即殺魚のそれに比べて少なく、死後硬直の進行が速いことを明らかにしている³⁾。イカ類については、骨格がなく明瞭な死後硬直が認められないため、硬直指標の測定は行えないが、魚類同様の死後変化が起こっているものと考えられ、即殺の効果はあると推察される。

イカの体色は、表皮色素胞周辺の筋繊維の伸縮によって変化する⁴⁾ことは前報でも述べたが、筋収縮のエネルギー源であるATPが消失した後も表皮の色素胞は活動が可能であった。しかしながら、色素胞の活動は透明感の低下にともなって鈍くなり、エネルギー源の減少が考えられた。また、ラップ区の呈色度はラップシートを被覆していた12時間目まではやや弱く、その後ラップシートを取り止めてからは他の2区と同程度の発色が認められたので、ラップシートの被覆は色素胞周辺の筋繊維の伸縮運動に何らかの影響を及ぼしていると考えられる。一方、K値は低温貯蔵（直接氷冷）の方が低い水準で推移しているが、体色の変化とは関連性がなく、いずれの貯蔵区も死後24時間前後に全体的に発色状態となり、その後次第に白色化する傾向を示した。2回の実験では、これら体色変化の機構、要因を明らかにするに至らなかったが、イカの体色が商品価値を左右するとすれば、その要因を明らかにする必要があるだろう。

また、硬直の進行程度の指標として乳酸を測定したが、蓄積量の変化が魚類³⁾と比べて小さく、硬直の程度を判定できなかった。ヤリイカの主要解糖系最終産物は乳酸とオクトピンとされているが⁵⁾、ケンサキイカについてはまだ明らかにされていない。したがって乳酸の蓄積量だけで硬直の進行程度を判定するのは困難と思われた。

文 献

- 1) 岩本宗昭・山根玲子：ケンサキイカの死後変化に関する研究 貯蔵条件と体色変化，島根県水産試験場事業報告 平成3年度，83-90(1991)。
- 2) 新井健一：海産無脊椎動物筋肉中のヌクレオチド，日水試32，174-179(1966)。
- 3) 岩本宗昭：魚類の“生き”の保持に関する研究，島水試研報No. 6，1-59(1989)。
- 4) 藤井良三：色素細胞，東京大学出版会，東京，1976，pp. 23-127。
- 5) 山中英明・宮崎高行：ヤリイカ貯蔵中の鮮度変化に関する研究，平成4年度 水産利用加工研究推進全国会議資料，56-59(1992)。