首折りによって致死させたマアジ筋肉の死後変化

望月 聡, 前野久美子, 乗田 嘉子

(1996年8月5日受付)

Post-mortem Changes in the Muscle of Horse Mackerel Sacrificed by Neck-Breaking

Satoshi Mochizuki,*¹ Kumiko Maeno,*¹ and Yoshiko Norita*¹

Specimens of horse mackerel were killed by stabbing in the spinal bulb or neck-breaking. After death, the fishes were stored at 0°C. The rate of progress of rigor-mortis, and the rate of change of concentrations of energy-related compounds and breaking strength of the dorsal muscle were investigated. The rate of progress of rigor-mortis in the neck-breaking group was slower than that in the stabbing in the spinal bulb group. The concentrations of ATP and creatine phosphate in the dorsal muscle immediately after killing in the neck-breaking group were higher than those in the stabbing in the spinal bulb group. Conversely, the initial values of concentrations of IMP and lactic acid were lower in the neck-breaking group. No significant differences were observed in the changing rates of breaking strength of the muscle and K-value. From these results, it was considered that the killing procedure by neck-breaking was able to delay the changes in rates of rigor-mortis and energy-related compounds in muscle compared with the treatment by stabbing in the spinal bulb.

キーワード: マアジ, 首折り, 死後変化, ATP, 致死条件, 鮮度

魚類の死後変化に対して, 致死条件の違い¹⁻³⁾や致死後の貯蔵温度⁴⁻⁶⁾などが影響を与えることが報告されている。これまでに我々はマアジ, マサバおよびマルアジを対象として, 筋肉の死後変化に対する致死条件の影響を検討してきた。その結果, 致死条件として苦悶や温度ショックによって致死させた場合に比べて, 延髄刺殺によって致死させた場合に死後硬直の進行やエネルギー代謝関連物質の変化を最も遅らせることができることが明らかにされている。^{1,2)} 漁業現場ではさらに, 延髄刺殺に加えて脊髄の中に針金を挿入することにより脊髄を破壊する「神経じめ」や「首折り」によって即殺することが経験的に行われているが, これらの致死方法の死後変化の進行に対する影響を具体的に明らかにした例は少ない。

Nakayama *et al.*⁷⁾は, マダイを用いて延髄刺殺直後に脊髄破壊を行うことによって魚体の死後変化を遅らせることができることを報告している。また安藤らもハマチ, マダイ, およびヒラメを脊髄破壊によって致死させると死後変化の速度が遅れる現象を観察している。^{*2} さらに安藤らは, 魚体を即殺する際に脱血を行うと死後変化の進行が遅れる魚種のあることを報告している。⁸⁾ こ

のように, 魚体を即殺する場合, 従来から広く行われている延髄刺殺より死後変化の進行を遅らせることのできる方法がいくつかあるものと思われる。

一部地域では魚体を即殺する方法として首折りが行われているが, 首折りは延髄刺殺の場合とは異なり, 熟練した技術も不要で, 簡便にかつ確実に魚体を致死させることのできる方法であると思われる。そこで本研究においては首折りによって魚体を致死させたときの死後変化を延髄刺殺の場合と相互に比較することにより, 首折りによる致死方法の有効性を明らかにすることを目的として実験を行った。

実験材料および方法

試料 大分県近海で漁獲され, 大分県鶴見町漁業協同組合の生け簀で24時間以上蓄養されたマアジ *Tyachrus japonicus* (体長約30 cm, 体重350 g程度)を用いた。

致死条件および測定用試料の調製 マアジは, 次の方法で致死させた。すなわち, 延髄刺殺区は, 生きた魚体の延髄部を出刃包丁で切断した。首折り区は生きた魚体の首の背部に親指を当て, 他の指を腹側に当てた後, 親指を支点として首を折った (Fig. 1)。致死後, 実験室

*¹ 大分大学教育学部 (Faculty of Education, Oita University, Oita 870-11, Japan).

*² 安藤正史, 阪野 彰, 灰谷道雄, 平井秀明, 中川孝之, 牧之段保夫: 平成7年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 1995, p. 122.

Fig. 1. The killing method of neck-breaking of horse mackerel.

に持ち帰り、致死3時間後から測定を行った。魚体は致死直後より氷蔵して0℃で貯蔵した。いずれの区も12尾を用い、6尾を硬直指数測定用とした。別の6尾については、経時的に1尾につき、背肉を幅10mmで切り出し、筋肉破断強度を測定した後、直ちに約2gを精秤し、10mlの10%過塩素酸で除タンパクしたものを、10N水酸化カリウムでpHを6.2~6.8に調整し、4℃で遠心分離(10,000×g, 10分)して得た上清をエネルギー代謝関連物質(ATPとその関連化合物、乳酸およびクレアチンリン酸)の定量に供した。

測定方法 硬直指数は尾藤ら⁹⁾の方法によって測定した。ATPとその関連化合物、クレアチンリン酸および乳酸の測定は前報¹⁾と同一の方法で測定した。また、筋肉破断強度の測定はAndoら¹⁰⁾の方法に従って測定した。但し、プランジャーは直径3mmのものを用いた。

結 果

硬直指数の経時変化についてFig. 2に示した。延髄刺殺区においては致死6時間後で完全硬直に達したのに対し、首折り区では致死9時間後に完全硬直に達していた。筋肉ATP含量の経時変化に対しては、首折り区の方が初期値が高く、その後徐々に低下して致死12時間後にはほぼ消失した。延髄刺殺区の値は、致死後6時間ではほぼ消失した(Fig. 3)。IMP含量の経時変化をFig. 4に示した。IMP含量の経時変化はATP含量の場合と逆の変化であった。すなわち延髄刺殺区の方が初期値が高く、その後速やかに最大値に達したのに対し、首

Fig. 2. The effect of neck-breaking on changes in the rigor index of horse mackerel during storage at 0°C.

Each point represents the mean $\pm$ standard error of the mean.

○: stabbing the spinal bulb, ●: neck-breaking.

Fig. 3. The effect of neck-breaking on changes in the ATP concentration in the dorsal muscle of horse mackerel during storage at 0°C.

Refer to the legend to Fig. 2 for details.

Fig. 4. The effect of neck-breaking on changes in the IMP concentration in the dorsal muscle of horse mackerel during storage at 0°C.

Refer to the legend to Fig. 2 for details.

Fig. 5. The effect of neck-breaking on changes in the creatine phosphate concentration in the dorsal muscle of horse mackerel during storage at 0°C.

Refer to the legend to Fig. 2 for details.

Fig. 6. The effect of neck-breaking on changes in the lactate concentration in the dorsal muscle of horse mackerel during storage at 0°C.

Refer to the legend to Fig. 2 for details.

Fig. 7. The effect of neck-breaking on changes in the K-value of the dorsal muscle of horse mackerel during storage at 0°C.

Refer to the legend to Fig. 2 for details.

Fig. 8. The effect of neck-breaking on changes in the breaking strength of the dorsal muscle of horse mackerel during storage at 0°C.

Refer to the legend to Fig. 2 for details.

折り区では徐々に上昇した。致死9時間後以降の値は首折り区の値の方が高かった。クレアチンリン酸含量の経時変化はATPのその変化とよく類似していた。ここでも首折り区の方が初期値が高かった (Fig. 5)。また、乳酸値 (Fig. 6) の変化もIMPの変化に類似していた。ATPとその分解物から計算したK値の致死後13日目までの経時変化を Fig. 7 に示した。両群ともほぼ同じ値で推移していった。筋肉破断強度も両群ともほぼ同じ値で推移した (Fig. 8)。

考 察

今回の実験においては、ATPとクレアチンリン酸の変化と死後硬直の進行に対しては、首折りによってそれ

らの速度が明らかに遅くなった。一方、IMPと乳酸の変化は首折りによってそれらの増加速度が遅くなった。これらのことは、エネルギー代謝関連物質の変化が首折りによって遅くなったことを示している。IMPは魚類の主要な旨味成分の一つであり、筋肉中の含量が刺身として食したときの味に大きく関与すると考えられる。従って、実際に魚体を生食する場合には首折りによって致死させた場合には延髄刺殺を行った場合よりIMPの出現が遅れることを認識しておく必要がある。しかし、筋肉破断強度やK値に対しては首折りの影響が認められなかった。三種類の条件でマアジを致死させた我々の以前の研究結果¹⁾においても、筋肉破断強度の変化はエネルギー代謝関連物質の変化とは異なっており、またK値に対しては致死条件の差がなかったことが明らかにさ

れている。したがってマアジの場合、致死条件はエネルギー代謝関連物質の変化に対してもっとも大きく影響を与えるのではないと思われる。

今回の結果から、延髄刺殺に比べて首折りによってマアジを致死させたときの方が、魚体の硬直の進行を遅らせ、筋肉中のエネルギー代謝関連物質の変化速度を遅らせることができるということが明らかとなった。首折りによって活きのよい状態が長時間持続されることについては、マサバを用いた実験^{*3}でも観察されていることから、マアジに特有の現象ではないものと考えられる。首折りを行った場合には、延髄刺殺を行った場合に比べて、魚体のけいれんやばたつきが瞬時に停止したが、これは魚体を生け簀から引き上げてから致死させるまでの時間がより短時間であり、さらに瞬間的に脊髓を破壊することができたことが一つの要因と考えられ、このことがATPやクレアチンリン酸の消費を抑制したことが考えられる。首折りによる致死方法は道具を必要とせず、誰でも簡単にできる方法であり、活きのよい状態を維持するためのよい方法であると結論づけられた。

謝 辞

本研究を実施するにあたり、分析について数々の便宜を図っていただきました大分県産業科学技術センター食品工業部の職員の皆様、およびマアジをご提供くださいました大分県鶴見町漁業協同組合に深い感謝の意を表し

ます。

文 献

- 1) 望月 聡, 佐藤安岐子: マアジ筋肉の死後変化に及ぼす致死条件と貯蔵温度の影響. 日本誌, **60**, 125-130 (1994).
- 2) 望月 聡, 佐藤安岐子: マサバおよびマルアジ筋肉の死後変化に対する致死条件の影響. 日本誌, **62**, 453-457 (1996).
- 3) 岡 弘康, 大野一仁, 二宮順一郎: 養殖ハマチの致死条件と冷蔵中における魚肉の硬さとの関係. 日本誌, **56**, 1673-1678 (1990).
- 4) 岩本宗昭, 井岡 久, 斉藤素子, 山中英明: マダイの死後硬直と貯蔵温度との関係. 日本誌, **51**, 443-446 (1985).
- 5) 岩本宗昭, 山中英明, 阿部宏喜, 渡部終五, 橋本周久: 二, 三海産魚における死後硬直の進行と貯蔵温度の影響. 日本誌, **56**, 93-99 (1990).
- 6) G-C. Hwang, H. Ushio, S. Watabe, M. Iwamoto, and K. Hashimoto: The effect of thermal acclimation on rigor mortis progress of carp stored at different temperature. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **57**, 541-548 (1991).
- 7) T. Nakayama, T. Toyoda, and A. Ooi: Delay in rigor mortis of red sea-bream by spinal cord destruction. *Fisheries Sci.*, **62**, 478-482 (1996).
- 8) 安藤正史: 魚類筋肉の死後における軟化機構に関する研究. 日本誌, **62**, 555-558 (1996).
- 9) 尾藤方通, 山田金次郎, 三雲泰子, 天野慶之: 魚の死後硬直に関する研究—I. 改良 Cutting 法による魚体の死後硬直の観察. 東海水研報, **109**, 89-96 (1983).
- 10) M. Ando, H. Toyohara, Y. Shimizu, and M. Sakaguchi: Post-mortem tenderization of fish muscle proceeds independently of resolution of rigor mortis. *Nippon Suisan Gakkaishi*, **57**, 1165-1169 (1991).

*3 御木英昌, 斉藤栄一郎, 進藤 穰: 平成7年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 1995, p. 122.