

# 富士の介の鮮度保持に有効な締め方の検討

平塚 匡・三浦正之・小澤 諒

山梨県水産技術センター忍野支所が開発した「富士の介（ニジマス *Oncorhynchus mykiss* 雌とマスノスケ *O.tshawytscha* 偽雄を交配した全雌異質三倍体）」は、マスノスケの血を引く全国で唯一の養殖魚であり、その希少性と肉質の良さ<sup>1,2)</sup>等から2019年10月の流通開始以降、高い評価を得ている。今後は県内での養殖生産量の増加も期待され、それに伴い近隣から遠隔地と出荷先の多様化も想定されることから、高品質な富士の介を消費地へ届けるための鮮度管理が必要不可欠となる。さらに、近年では鮮度管理技術の向上により高鮮度な輸入サーモンも流通し、産地が近く鮮度の良さが強みである国産サーモンの優位性を保つためにも出荷時の鮮度管理の徹底は重要になると考えられる。

魚類の鮮度は致死前の生理状態や致死方法、貯蔵温度などの様々な外的・内的要因の影響を受けることが知られている<sup>3)</sup>。また、脱血処理には筋肉における様々な品質劣化を抑制する効果が示唆されており<sup>4)</sup>、品質保持の観点でも重要なプロセスとなる。本研究では、今後の生産拡大が見込まれる富士の介の品質維持に繋げるため、鮮度保持に有効な脱血方法、締める前の生理状態（ストレス度合い）、致死方法（締め方）について検討するとともに、養殖現場でも取り入れやすく実用的な富士の介の締め方モデルを提案したい。

## 材料及び方法

### 試験1 脱血方法の検討

供試魚は4日間餌止めした富士の介の4年魚（2015年作出群、平均体重1,803g）を使用した。試験区は片側の鰓弓をハサミで切断した片鰓切断区、両側の鰓弓をハサミで切断した両鰓切断区、片側の鰓の内側の膜（以下、鰓膜）に背骨に向かって包丁で切れ込みを入れた片鰓膜切込区、両側の鰓膜に背骨に向かって包丁で切れ込みを入れた両鰓膜切込区の4区とし、供試尾数は各区3尾とした。

供試魚の頭部（脳付近）を木棒で殴打することで即殺し、体表面の水分をタオルでよく拭き取り体重を測定した（これを脱血0分とした）。続いて供試魚の鰓もしくは鰓膜を各条件で処理し、水温12.5℃の地下水（以下、飼育水）をかけ流したコンテナ槽内（L64×W44×D38cm、以下同様）にて脱血を開始した。脱血開始後は5, 10, 15, 20, 25, 30, 35分と5分おきに供試魚の体重を測定し、減少分を放血量とした。また、放血量を脱血0分時の体重で除することで魚体重当たりの脱血率を算出した。なお、各測定の際は魚体に水分が残らないよう、体表面をタオルでよく拭くとともに、頭部を下にしてよく振ることで魚体内の水分も可能な限り取り除いた。脱血開始後5分の測定までの間は体内の血液が体外に放出されやすくなるよう適宜飼育水中で供試魚の魚体を揺すった。

### 試験2 締める前のストレス度合いが鮮度変化に与える影響

締める前の富士の介のストレス度合い（疲労具合）が死後の鮮度変化に及ぼす影響を鮮度指標である硬直指数及びK値の経時変化を追うことで調べた。

供試魚は試験前日に選別後、飼育水をかけ流し蓋をすることで薄暗くしたコンテナ槽に一晩隔離することで安静状態にした。これにより選別作業等による供試魚のストレス緩和（体力回復）を図り、供試魚間のストレス度

合いを統一した。本試験では1 コンテナ槽あたり供試魚3尾を收容し、隔離收容は試験前日16:30頃から行い、翌日8:30頃より即殺を開始した。

試験区はストレス区と安静区の2区とし、ストレス区は翌日コンテナ槽から再度コンクリート製屋外池の上流側を仕切った区画(L0.6×W3.0×D0.4m)に戻し、ストレス負荷のため池の左右両側から交互にタモ網を入れ、5分間休ませることがないように泳ぎ回らせた。ストレス負荷後供試魚を取り上げ、直ちに木棒で頭部殴打することで即殺した。安静区は供試魚を可能な限り興奮させないようにコンテナ槽内から直接取り上げ、直ちに木棒で頭部殴打して即殺した。頭部殴打する際は、供試魚をタモ網に入れた状態でスポンジマットの上に取り上げ、暴れないよう網の上から押さえ付け脳付近を狙いやすい状態にして速かに行った(図1)。両試験区とも供試魚を即殺後ハサミで両側の鰓弓を切断し、飼育水をかけ流したコンテナ槽内で10分間脱血を行った。脱血終了後、供試魚の体表の水分をタオルで拭き取りポリエチレン袋に收容し、4℃に調整したインキュベータ内で貯蔵した。なお、以下の硬直指数及びK値の測定についてはそれぞれ異なる供試魚を用い、別日程で試験を実施した。



図1 頭部殴打

(タモ網は網地が柔らかく深いものを使用すると魚を固定しやすく、余計に暴れさせることなく速やかに頭部殴打できる)

### 硬直指数の測定

供試魚は4日間餌止めた富士の介の3年魚(2016年作出群、平均体重1,650g)を用い、供試尾数は各区3尾とした。前述のとおり供試魚を即殺・脱血後0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 30, 33, 36及び48時間に尾藤ら<sup>5)</sup>の方法により硬直指数を測定した。すなわち、水平な台に体長の1/2がはみ出すように魚体の頭部側を固定し、台から垂れ下がった尾鰭の付け根までの垂下長(L)と致死直後(今回は即殺・脱血後0時間)の垂下長(L<sub>0</sub>)から、次式(硬直指数(%))=(L<sub>0</sub>-L)/L<sub>0</sub>×100により算出した。

なお、硬直指数は魚類の死後硬直の進行度(死後硬直→完全硬直→解硬→腐敗)を数値化したものであり、鮮度の物理的な指標とされている。

### K値の測定

供試魚は4日間餌止めた富士の介の2年魚(2017年作出群、平均体重2,172g)を用い、供試尾数は各区3尾とした。前述のとおり供試魚を即殺・脱血後0, 3, 12, 24, 48及び72時間に供試魚から背側筋肉を採取し、直ちに真空パック後、-80℃で保存した。なお、採取試料を用いたK値の測定は一般財団法人日本食品分析センターに委託して実施した。

魚の筋肉中のATPは死後ATP→ADP→AMP→イノシン酸→イノシン(HxR)→ヒポキサンチン(Hx)の経路

で分解される。K 値は上記の ATP 関連化合物全体に占める HxR と Hx の割合を示したものであり、鮮度の化学的な指標とされている。HxR と Hx の量が少ないほど K 値は低くなり、鮮度が良いことを意味する。

### 試験3 締め方の違いが鮮度変化に与える影響

締め方の違いが富士の介の鮮度変化に与える影響を調べるため、異なる締め方で致死させた富士の介における鮮度の経時変化を硬直指数及び K 値により評価した。

供試魚は試験前日に選別後、一晚コンテナ槽に隔離することで安静状態にした（試験前日 16:30 頃隔離，翌日 8:30 頃締め開始）。試験区は苦悶死区，頭部殴打区，延髄切断区，神経破壊区の 4 区とし，取り上げた供試魚をバケツに入れ蓋をし，15 分間空気中に放置したものを苦悶死区，取り上げ後直ちに木棒で供試魚の頭部を殴打したものを頭部殴打区とした。さらに，頭部殴打区と同様の処理をした後，包丁で延髄を切断したものを延髄切断区（図 2），あるいはアイスピックで脳を破壊し，続けてワイヤー（神経絞め 1.5mm×50cm，KEYSTONE）で神経を破壊したものを神経破壊区（図 3）とした。頭部殴打の際は，供試魚をタモ網に入れた状態でスポンジマットの上に取り上げ，暴れないよう網の上から押さえ付け脳付近を狙いやすい状態にして速かに行った（図 1）。これら全ての試験区において一連の処理を行った後にハサミで両側の鰓弓を切断し，飼育水をかけ流したコンテナ槽内で 10 分間脱血を行った。脱血終了後，供試魚の体表の水分を拭き取りポリエチレン袋に収容し，4℃に調整したインキュベータ内で貯蔵した。なお，以下の硬直指数及び K 値の測定についてはそれぞれ異なる供試魚を用い，別日程で試験を実施した。



図 2 延髄切断

（頭部後方に包丁を入れ脊椎骨を切断する）



図 3 神経破壊

（脊椎骨上部を通る神経弓門にワイヤーを差し込み  
10 回程度出し入れすると白い物質が溢れ出てくる）

### 硬直指数の測定

供試魚は 4 日間餌止めた富士の介の 3 年魚（2016 年作出群，平均体重 1,999g）を用い，供試尾数は各区 4 尾とした。前述のとおり供試魚を即殺・脱血後 0，1，2，3，4，6，8，10，12，15，18，21，24，27，30，33，36，48，51，54，57，60 および 72 時間に尾藤らの方法に従い硬直指数の測定を行った。

### K 値の測定

供試魚は 4 日間餌止めた富士の介の 2 年魚（2017 年作出群，平均体重 2,147g）を用い，供試尾数は各区 3 尾とした。前述のとおり供試魚を即殺・脱血後 0，3，12，24，48 および 72 時間に供試魚から背側筋肉を採取し，直ちに真空パック後，-80℃で保存した。K 値の測定は一般財団法人 日本食品分析センターに委託して実施した。

## 結果

### 試験1 脱血方法の検討

脱血前後の供試魚測定結果及び脱血率を表1、経過時間に伴う脱血率の推移を図4に示した。脱血前の供試魚の平均体重に区間差は認められなかった(表1、一元配置分散分析、 $p > 0.05$ )。

最終脱血率は片鰓切断区、両鰓切断区、片鰓膜切込区、両鰓膜切込区でそれぞれ  $1.33 \pm 0.22\%$ 、 $1.30 \pm 0.12\%$ 、 $1.17 \pm 0.32\%$ 、 $1.28 \pm 0.39\%$  となり、試験区間での差は認められなかった(表1、一元配置分散分析、 $p > 0.05$ )。

経過時間に伴う脱血率の推移については、全ての試験区において脱血5分までの間に脱血率が急激に上昇し、その後は緩やかに推移する傾向がみられた(図4)。各区で経過時間に伴う脱血率が最終脱血率と概ね同値(最終脱血率の値-0.1%以上)になったのは、片鰓切断区、両鰓切断区、片鰓膜切込区、両鰓膜切込区の順に脱血5分後( $1.28 \pm 0.20\%$ )、10分後( $1.20 \pm 0.07\%$ )、20分後( $1.09 \pm 0.38\%$ )、15分後( $1.23 \pm 0.38\%$ )であった(図4)。また、両鰓切断区とその他3区間の脱血率のばらつきを経過時間毎に比較したところ、いずれも有意差はなかったものの、鰓膜切込の2区で脱血率がばらつく傾向にあった。

表1 脱血前後の供試魚測定結果及び脱血率

試験区	体重(g)		放血量(g) <sup>※2</sup>	最終脱血率(%) <sup>※3</sup>
	脱血前	脱血後		
片鰓切断	1,807±116.7	1,783±114.1	24.2±4.6	1.33±0.22
両鰓切断	1,805±112.3	1,782±111.7	23.4±2.2	1.30±0.12
片鰓膜切込	1,811±129.2	1,790±124.7	21.4±6.5	1.17±0.32
両鰓膜切込	1,791±111.4	1,769±112.0	22.9±7.0	1.28±0.39

※1 数値は3尾の平均±標準偏差

※2 脱血前後での供試魚体重の減少分(脱血前-脱血後)を放血量とした。

※3 最終脱血率は脱血35分時点での脱血率を示す。

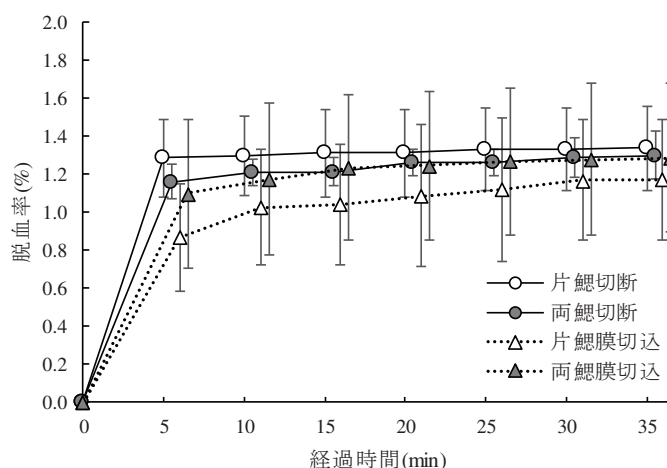


図4 経過時間に伴う脱血率の推移 (各区n=3)

### 試験2 締める前のストレス度合いが鮮度変化に与える影響

本試験で使用した供試魚の測定結果を表2、ストレス度合いの異なる富士の介を頭部殴打により即殺したときの硬直指数及びK値の経時的な変化を図5、図6に示した。硬直指数及びK値測定のいずれの試験においても供試魚の平均体重に区間差は認められなかった(表2、ウェルチのt検定、 $p > 0.05$ )。



硬直指数では、ストレス区で即殺後急速に死後硬直が進行し、12時間で92%となり完全硬直を迎えた(図5)。一方、安静区ではその進行は緩やかであり、即殺後36時間で88%となり完全硬直となった(図5)。また、即殺後48時間では、ストレス区が52%と解硬が進んでいたのに対し、安静区は82%と硬直状態を維持していた。

K値においては、ストレス区では即殺後3時間で10%、12時間には35%と急激に上昇し、その後は緩やかに上昇を続け、72時間は54%となった(図6)。一方で、安静区では即殺後3時間から12時間までの間は5%と横ばいで推移した後、24時間に16%、48時間で34%となり、72時間には50%まで上昇した(図6)。

表2 硬直指数及びK値測定に用いた供試魚測定結果(ストレス試験)

試験区	硬直指数		K値	
	体長(mm)	体重(g)	体長(mm)	体重(g)
ストレス	431±10.5	1,648±86.2	463±9.4	2,178±48.5
安静	431±8.3	1,652±81.4	474±7.9	2,167±22.6

※1 数値は3尾の平均±標準偏差

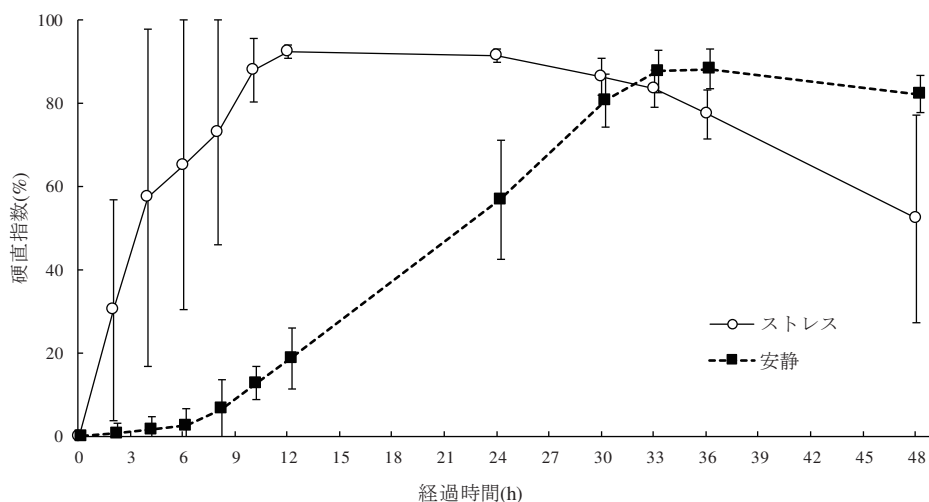


図5 ストレス度合いの異なる富士の介を即殺したときの硬直指数の経時変化(各区n=3)

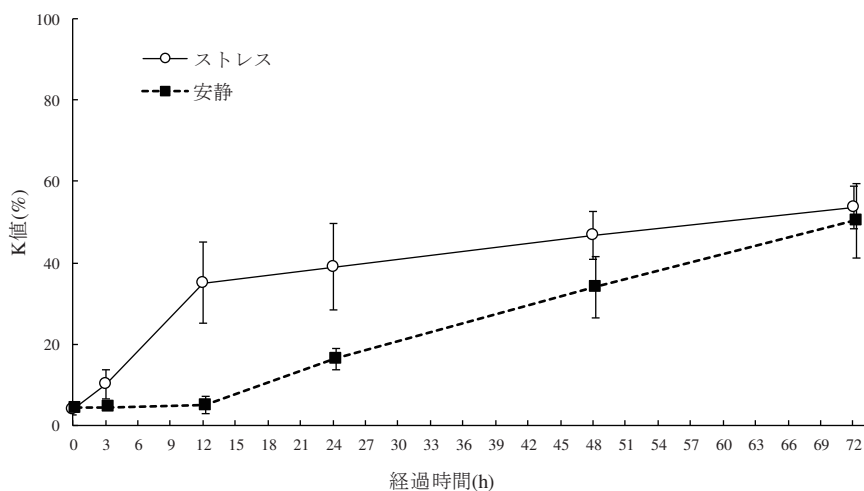


図6 ストレス度合いの異なる富士の介を即殺したときのK値の経時変化(各区n=3)

### 試験3 締め方の違いが鮮度変化に与える影響

本試験に使用した供試魚の測定結果を表3、異なる締め方で締めた富士の介の硬直指数及びK値の経時的な変化を図7、図8に示した。硬直指数及びK値測定のいずれの試験においても供試魚の平均体重に区間差は認められなかった(表3、一元配置分散分析、 $p > 0.05$ )。

硬直指数においては、苦悶死区で急速に死後硬直が進行し、致死後6時間で92%となり完全硬直を迎えた(図7)。一方、その他3区については死後硬直がほぼ同様に推移し、即殺後36時間で頭部毆打区が85%、延髄切断区で77%、神経破壊区で86%となり完全硬直を迎えた(図7)。その後の48時間においても、苦悶死区は約30%まで低下し解硬が進行しているのに対し、頭部毆打区及び神経破壊区は約80%、延髄切断区は約70%と高値を維持していた。72時間には苦悶死区はほぼ完全解硬し、頭部毆打区及び延髄切断区が約30%、神経破壊区が約40%と解硬が進行していた。頭部毆打区と延髄切断区間の硬直指数の等分散性を調べたところ、即殺後15時間、18時間、21時間及び33時間で頭部毆打区に比べ延髄切断区の硬直指数に有意なばらつきが認められた(F検定、15時間及び33時間： $p < 0.05$ 、18時間及び21時間： $p < 0.01$ )。一方で、頭部毆打区と神経破壊区の間では、即殺後72時間で頭部毆打区に有意なばらつきが認められただけであった(F検定、 $p < 0.05$ )。

K値においては、苦悶死区で致死後0時間の段階で既に6%となり、3時間で12%、12時間で22%、24時間には30%と速かに上昇した(図8)。一方で、その他3区においては、即殺後3時間で約3%、12時間で約5%、24時間で約11%、48時間で約25%と緩やかに上昇し、72時間では頭部毆打区、延髄切断区、神経破壊区でそれぞれ36%、28%、40%となった(図8)。

表3 硬直指数及びK値測定に用いた供試魚測定結果(締め方試験)

試験区	硬直指数		K値	
	体長(mm)	体重(g)	体長(mm)	体重(g)
苦悶死	453±2.4	2,024±98.3	463±5.0	2,160±53.2
頭部毆打	454±8.6	1,994±92.8	464±12.5	2,164±30.6
延髄切断	452±2.1	1,993±83.4	463±7.7	2,169±25.9
神経破壊	463±6.5	1,987±96.9	456±15.3	2,096±62.6

※1 数値は硬直指数が4尾の平均±標準偏差、K値が3尾の平均±標準偏差を示す。

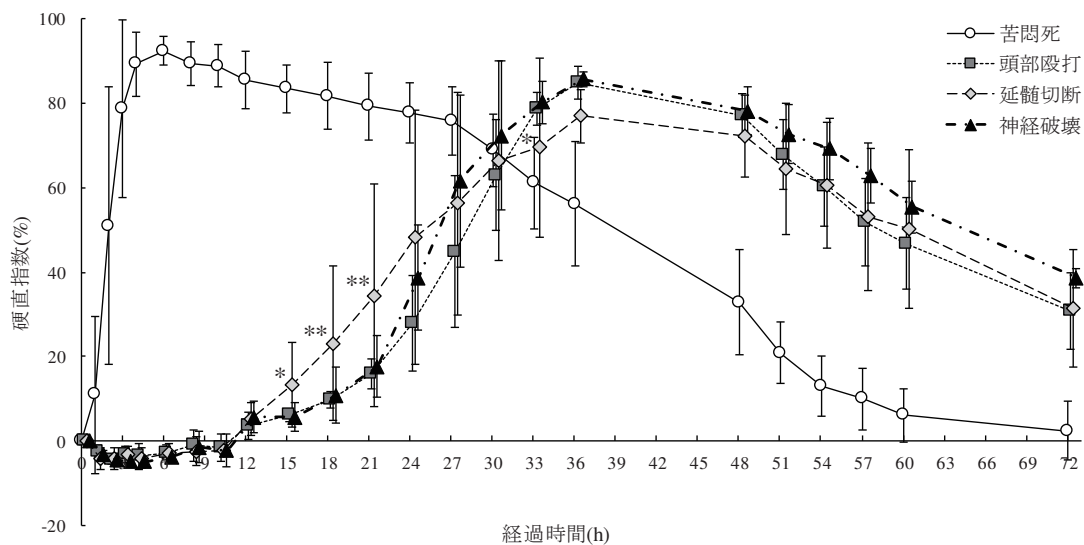


図7 締め方が異なる富士の介における硬直指数の経時変化(各区n=4, \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ , 頭部毆打と延髄切断間のF検定)

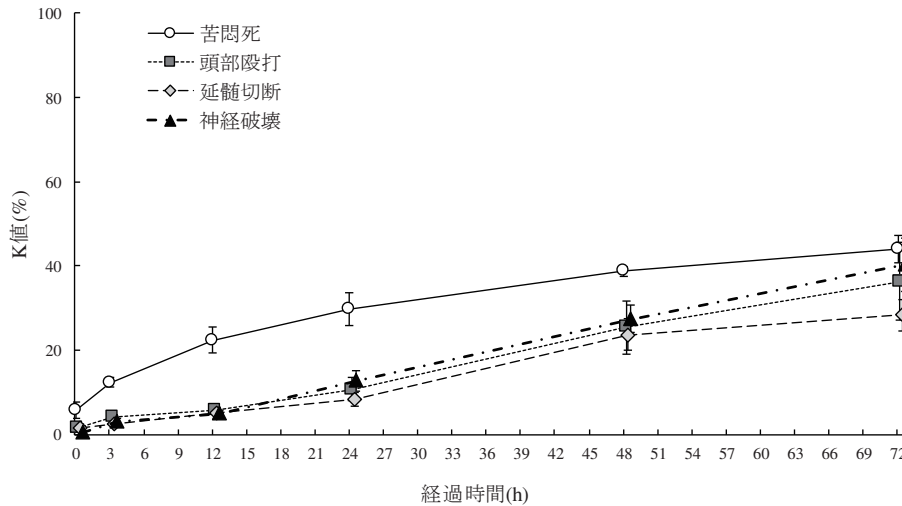


図8 締め方が異なる富士の介におけるK値の経時変化（各区n=3）

## 考 察

本研究では富士の介をより高鮮度な状態に保つための締め方モデルを示すため、富士の介の鮮度保持に有効な脱血方法、締める前のストレス状態、締め方について検討した。

鰓からの効率的な脱血方法を検討した結果、鰓弓切断及び鰓膜切り込みによる脱血では、いずれの方法においても同程度の脱血効果が得られ、最終脱血率は魚体重当たり 1.2~1.3%となることが示された。脱血が概ね完了するまでに要する時間は、鰓弓切断による方法が5~10分と、鰓膜切り込みの15~20分より短くなった。また、鰓弓切断に比べ鰓膜切り込みでは放血量が個体間でばらつきやすい傾向が認められた。鰓弓切断においては片側と両側で脱血率に大きな差はなく、どちらを採用した場合でも良好な脱血効果が得られるが、脱血率のばらつきを考慮すると両側切断の方がより安定した効果が期待できるものと思われた。本試験では脱血後に体内に残存する血液量等についての検討は行っていないが、県内外の試食会等において本法で脱血した富士の介を提供したところ、血生臭さに関する指摘はなく、捌いた際に身肉中に残存する血液も確認されなかったことから、本法により一般に食材として提供できるだけの十分な脱血が行われていたものと推察された。これらのことから、鰓弓をハサミ等で切断（片側・両側どちらでも可）し、飼育水中で5~10分放血する方法が富士の介の脱血方法として有効であると考えられた。

次に、締める前の富士の介のストレス度合いが死後変化にどの程度の影響を与えるかを調べたところ、即殺前にストレス負荷し体力を消耗した富士の介は、頭部殴打による即殺に関わらず鮮度指標である硬直指数及びK値が即殺後から急速に上昇し、速やかな死後変化の進行が認められた。一方で、一晩安静状態にした富士の介はそれらの上昇が緩やかとなり、死後変化が著しく遅延された。漁獲前に長時間魚体が苦しむような底曳網や刺網などで漁獲された魚は、取り上げられるときには既に体内のグリコーゲンやATPが消費した状態にあり、たとえ即殺したとしても鮮度低下が速くなる<sup>6)</sup>。ヒラメを用いた研究では、生前の運動ストレスの負荷が即殺の有無に関わらず死後硬直の進行及びK値の上昇を早め<sup>7)</sup>、数時間の安静蓄養により、死後硬直等の鮮度低下が抑制されることが報告されている<sup>8)</sup>。これらと同様に、富士の介においても締める前のストレス度合いが死後の鮮度変化に強く影響し、締める前の選別や取り上げ作業等のストレスを与える行為が即殺の有無や締め方の良し悪しに関わらず、鮮度低下を速めてしまうことが明らかになった。さらにこれを回避する方法として、締める前に一定以上の安静期間を設け、富士の介の体力を十分に回復させることがその後の鮮度保持に極めて重要であることが示された。なお、本試験では作業の都合上安静蓄養時間を約16時間としたが、ニジマスにおいて筋肉中の消費された

グリコーゲンや ATP の回復は 6 時間程度で完了するとの報告もあり<sup>9)</sup>、最適な蓄養時間については更なる検討が必要であろう。

また、本試験ではストレス負荷の強度を変えた場合の鮮度への影響については検討しておらず、実際にどの程度のハンドリングストレスまでなら鮮度には影響しないといった具体的な基準については本結果からは明言することはできない。しかし、安静区において、供試魚を即殺するためコンテナ槽から 1 尾ずつ慎重に取り上げる際に残された 2 尾が驚き一時的に暴れる動作をみせたが、それらの死後変化が早まることはなかったことから、取り上げ時の多少の暴れはほぼ影響しないものと推察された。一方で、やや広めの蓄養池において数分間泳ぎ回らせることで死後変化が著しく早まったことから、泳ぎ回るとい動作が加わることでエネルギー消費量が大きく増加し、鮮度にも大きな影響を及ぼしたものと考えられた。これらを考慮すると、安静蓄養はできるだけ魚を泳ぎ回らすことなく取り上げられるような小規模な場所で行うことが理想的であると思われた。

最後に富士の介の鮮度保持に有効な締め方の検討のため、安静蓄養後の富士の介を異なる締め方により致死させ、死後変化を比較した。苦悶死（野締め）では致死後の鮮度変化が速かに進行したのに対し、頭部殴打、延髄切断及び神経破壊ではその進行が緩やかとなり、明瞭な鮮度保持効果が認められた。その効果は頭部殴打、延髄切断、神経破壊でほぼ同等であり、死後硬直においては完全硬直に至るまでの時間が苦悶死に比べ約 30 時間延長され、1 日以上高鮮度の状態が保たれた。K 値においては、一般的な目安として 20%以下が刺身などの生食用、15~35%が一般鮮魚、40%以下が煮・加熱用に適し、60%以上で初期腐敗に相当とされ<sup>10)</sup>、生食の目安となる K 値が 20%に達するまでの時間に着目した場合、苦悶死では致死後約 9 時間で達したのに対し、その他の締め方では即殺後 39 時間前後となり、頭部殴打、延髄切断、神経破壊のいずれかの即殺処理を施すことで約 30 時間も延長された。

延髄切断は大型マス類の鮮度保持に効果的な締め方として推奨されており<sup>11,12)</sup>、富士の介においても死後硬直の進行度合いにばらつきはみられたものの、K 値に関しては即殺後 48 時間以降になると他の締め方より上昇がやや緩やかになる傾向にあり、頭部殴打や神経破壊よりも高い鮮度保持効果が得られる可能性も示唆された。神経破壊は筋肉の死後の痙攣を抑制し、ATP が無駄に消費されるのを防ぐことができることから、一部の海産魚等では一般的な締め方となっている。富士の介においては、死後硬直の進行度合いにばらつきが少なく安定した効果が得られ、即殺後 51 時間以降の解硬の進行が他の締め方に比べ緩やかになる傾向も認められたが、一方で頭部殴打や延髄切断と比して作業の手間に見合っただけの効果は得られていないともいえる。信州サーモンでの知見では、頭部殴打による即殺の方が脊椎切断（延髄切断）より完全硬直に達する時間が長くなり<sup>13)</sup>、K 値が 20%に達するまでの時間は脊椎切断が最も長く、その差は小さいが次いで頭部殴打となっており<sup>14)</sup>、本結果と類似している。大型マス類における神経破壊の効果も検証されており<sup>12,15,16)</sup>、いずれにおいても頭部殴打や延髄切断を大きく上回る鮮度保持効果は報告されていない。富士の介においては、頭部殴打、延髄切断及び神経破壊のいずれの締め方を用いても概ね同等な高い鮮度保持効果を得られることが示されたが、その中でも労力対効果を勘案した場合、頭部殴打による即殺が最も簡易で実用的な締め方であると考えられた。

以上の結果から、富士の介の高鮮度の保持に効果的な締め方モデルは、「予め選別した出荷魚を一晩程度安静蓄養して十分に体力を回復させる→可能な限り暴れさせないよう慎重に取り上げ、速やかに頭部殴打により即殺する→鰓弓（片側、両側どちらでも可）をハサミ等で切断し飼育水中で 5~10 分間脱血する→4℃で冷蔵保存する」であると考えられた。この中で最も重要なポイントは、ただ即殺するのではなく、一端富士の介体内の ATP 量を最大限に貯めた（体力を回復した）状態にしてから即殺するところであり、これによって最大限の鮮度保持効果を引き出すことができる。本法に従って富士の介を締めた場合、概ね 36~48 時間後に死後硬直がピークに達し、K 値も 20%前後を迎えるものと推察される。一般に死後硬直中は筋肉のエネルギー源であった ATP が分解しうま味の主成分であるイノシン酸が最も蓄積した状態であり、刺身はこの硬直中が最も美味しいといわれている



17)。すなわち、本法で締めた富士の介は約 36～48 時間後に刺身で賞味するのに最高の食べ頃を迎えると考えられ、例えば富士の介を生食用で出荷する場合、出荷先で食に供される 1 日半から 2 日前に締めて 4℃で冷蔵保存しておくことで、消費者に最も美味しい状態の富士の介を提供できるものと思われる。本研究では最も一般的な冷蔵庫等での貯蔵を想定し貯蔵温度を 4℃としたが、貯蔵温度が 5℃より 0℃の方が死後硬直の進行や K 値の上昇を遅延されることも報告されていることから<sup>13,14)</sup>、4℃より低温 (0～3℃) の貯蔵環境が作り出せるのであれば更なる鮮度保持効果の延長も期待できる。

以上、本研究結果を一つの目安とすることで、富士の介の高鮮度状態の保持のみならず、消費者が最も美味しく賞味できるタイミングを狙った出荷等も可能になるとと思われる。

## 要 約

1. 富士の介の鮮度保持に効果的な脱血方法、締める前のストレス状態、締め方について検討した。
2. 富士の介の脱血は鰓弓切断による方法が有効であると考えられた。
3. 締める前の富士の介のストレス度合い (疲労具合) が死後変化に強く影響し、選別作業等のストレス負荷が即殺の有無に関わらず、鮮度低下を速めることが明らかとなった。さらに、一晚程度の安静蓄養が富士の介のストレス緩和 (体力回復) に繋がり、鮮度低下の遅延に効果的であることが示された。
4. 苦悶死は速やかな鮮度低下を招いた一方、頭部殴打、延髄切断及び神経破壊による即殺でいずれも概ね同等の鮮度変化の遅延に繋がり、著しい鮮度保持効果が得られた。富士の介においては頭部殴打による即殺が最も簡易で実用的な締め方であると考えられた。
5. 富士の介の鮮度保持に効果的な締め方モデルの一つは、「①予め出荷魚を選別し一晚程度安静蓄養、②できるだけ暴れさせないよう慎重に取り上げ、速やかに頭部殴打により即殺、③鰓弓 (片側、両側どちらでも可) をハサミ等で切断し飼育水中で 5～10 分間脱血、④4℃で冷蔵保存」であり、本法で締めた富士の介は約 36～48 時間 (1 日半～2 日) 後に生食での食べ頃を迎えるものと推察された。

## 文 献

- 1) 平塚匡・三浦正之 (2019) : 山梨県の新たな地域特産魚「富士の介」の肉質評価. 山梨県水産技術センター事業報告書, 46, 10-19.
- 2) 平塚匡・小澤諒 (2020) : キングサーモンの優れた性質を受け継ぐ日本で唯一の養殖魚「富士の介」. JATAFF ジャーナル. 公益社団法人 農林水産・食品産業技術振興協会, 8 (1) , 40-41.
- 3) 阿部宏喜編 (2015) : 食物と健康の科学シリーズ 魚介の科学. 朝倉書店, 東京, 62-68.
- 4) 高橋希元・中村柚咲・南駿介 (2020) : 熟成魚と津本式 鮮魚の品質概念における新潮流. アクアネット 4 月号, 23 (4) , 22-26.
- 5) 尾藤方通・山田金次郎・三雲泰子・天野慶之 (1983) : 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. 東海区水産研究所研究報告, 109, 89-96.
- 6) 渡部終五編 (2010) : 水産利用化学の基礎. 恒星社厚生閣, 東京, 41-54.
- 7) 雫石志乃舞・白板孝朗・松原久・石川哲 (2008) : ヒラメ (*Paralichthys olivaceus*) の取り扱いと鮮度変化との関係. 青森県ふるさと食品研究センター研究報告, 5, 18-24.
- 8) 安崎友季子・瀧口明秀・小林正三 (2004) : 畜養によるヒラメの疲労回復が死後硬直までの時間に及ぼす影響. 千葉県水産研究センター研究報告, 3, 87-90.
- 9) Pearson, M.P., Spriet, L.L., Stevens, E.D. (1990) : Effect of sprint training on swim performance and white muscle metabolism during exercise and recovery in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). Journal of Experimental Biology, 149,

45-60.

- 10) 小関聡美・北上誠一・加藤登・新井健一 (2006) : 魚介類の死後硬直と鮮度 (K 値) の変化. 東海大学紀要海洋学部, 4, 31-46.
- 11) 原徹・中野浩平 (2017) : 活魚輸送密度、絞め方および保存方法が三倍体ニジマスの鮮度に与える影響. 岐阜県水産研究所研究報告, 62, 35-39.
- 12) 岐阜県水産研究所 (2016) : 大型マス類の鮮度保持マニュアル. 1-19.
- 13) 降幡充・近藤博文 (2010) : 信州サーモンの硬直指数に対する殺処理方法と貯蔵温度の影響. 平成 21 年度長野県水産試験場事業報告書, 31.
- 14) 降幡充・近藤博文 (2011) : K 値に対する致死方法と貯蔵温度の影響. 平成 22 年度長野県水産試験場事業報告書, 25.
- 15) 山本聡 (2015) : 致死方法が異なる信州サーモンの硬直指数. 平成 26 年度長野県水産試験場事業報告書, 26.
- 16) 鈴木基生・鈴木邦弘 (2016) : 高鮮度を保持する大型ニジマスの締め方. 静岡県水産技術研究所富士養鱒場「富士養鱒場だより」, 231, 1-3.
- 17) 阿部宏喜 (2018) : 魚介類の美味しさ～鮮度と熟成～. アクアネット 6 月号, 21 (6) , 22-25.