

短 報

脱血処理が流しさし網で漁獲された サワラ筋肉の色調とK値に及ぼす影響

大山憲一*・安部昌明*

Effects of bleeding on the muscle color and K value of Spanish mackerel caught by drift gillnet

Kenichi OYAMA and Masaaki ABE

Spanish mackerel, *Scomberomorus niphonius*, caught by a drift gillnet were treated using the following three procedures on board a boat: stabbing the spinal bulb and allowing the fish to bleed out, followed by refrigeration (bleed out + refrigerated group), only refrigeration (refrigerated group), and leaving on the deck until returning to port (untreated group). We confirmed the conditions of residual blood in the body and measured the K value of the dorsal ordinary muscle over time. Bleeding was ideal if the fish were removed approximately one hour after they had been caught in the gillnet and the fish were still moving when the net was lifted into the boat or before complete rigor mortis developed. The color quality r on the cutting surface of the back muscles in the bleed out + refrigerated group was significantly lower than that of the back muscles in the other groups. If the fish was moving, bleeding was an effective method to prevent an increase in the K value. These results indicated that bleeding of the Spanish mackerel caught by drift gillnet after processing and before complete rigor mortis developed could improve the quality of the caught fish.

キーワード：脱血, K値, 色調, サワラ

2016年8月12日受付 2018年9月4日受理

魚介類は漁獲前の生理状態、漁獲時の取扱い方、漁獲後の保管温度などによって、市場に流通するときの品質が大きく異なり、市場価値が著しく変化する（福田・渡部2012）。限りある漁業資源を有効活用し、漁獲物の高品質化を図ることは、水産業の振興上きわめて重要な課題である。生鮮水産物の高品質化に有効な方法の一つとして脱血がある。脱血処理により、安藤（1996）はブリ、マアジ、シマアジの筋肉の軟化が遅延されることを、望月ら（1998）はマアジの死後硬直が遅れることを、寺山・山中（2000）はカツオのメト化率が低く魚肉の赤色度が高まることを報告している。

サワラ（*Scomberomorus niphonius*）は瀬戸内地方では

マダイに続く春の魚の代表として古くから親しまれており、主に流しさし網で漁獲される（永井2003）が、水中で網に刺さったり絡んだりして苦悶状態となり、大きな筋肉疲労を抱えたまま死に至るため、筋肉疲労による品質の低下は避けられない。そのため、網長や網を流す時間を短縮することによって網に掛かった魚をなるべく早く取り揚げる操業形態への転換が求められている。一方、通常の操業形態では、1網あたりの操業は数時間程度であること、操業の最盛期である5月の瀬戸内海の水温は16°C前後と低く、揚網時に魚はへい死していても船上で適切に処理すれば脱血できる可能性があり、肉質を改善できると予見される。そこで本報では、流しさし

* 香川県水産試験場
〒761-0111 香川県高松市屋島東町75-5
Kagawa Prefectural Fisheries Experimental Station
75-5 Yashimahigashi, Takamatsu, Kagawa 761-0111, Japan
rg4577@pref.kagawa.lg.jp

網で漁獲されたサワラを船上で脱血処理し、鮮度判定法の化学的方法として一般的なK値(吉岡2012)を用いて評価し、肉質の改善の可能性について検討した。

材料と方法

2015年5月25日に香川県さぬき市沖の瀬戸内海播磨灘で操業するさわら流しし網漁船に乗船し、揚網直後のサワラを試験に供した。試験当日は17時53分から網入れ作業を開始し、18時15分に網入れを完了した。網長は約1,500mであった。25分間網を流した後、18時40分より網入れを完了した側から揚網を開始した。最初に揚網された魚から15尾目までを試験用の検体とし、その15尾は18時50分から19時7分の間に水揚げした。その後は通常の操業を行い、揚網終了時刻は20時52分、帰港時刻は21時40分であった。

揚網直後の魚の状態を把握するため3段階で官能的に評価した。すなわち、①魚体の一部が動く状態(以降「動く」と記す)、②魚体は全く動かず完全硬直前の状態(以降「完全硬直前」と記す)、③魚体の硬さを感じる状態(以降「完全硬直」と記す)とした。魚体の処理は、揚網された順に次の3とおりの方法で実施した。すなわち、魚を網から外して魚の状態を把握した後、①すぐに鰓蓋上部から脊椎骨上部の延髄を脊椎骨ごと切断し、現場海水に3分間浸漬して脱血後、海水氷(5°C)に浸漬した区(脱血+冷蔵区)、②すぐに海水氷に浸漬した区(冷蔵区)、③帰港までの2時間33~50分の間、甲板上に放置した

区(無処理区)とした。海水氷は、真水の角氷約30Lを適度な大きさに砕いたものと海水約50Lを混合して作成した。海水に氷が解けつつある状態で、海水氷の温度は不均一な状態であった。海水氷の温度の測定は、最初の魚を浸漬する直前に、海水氷をよく攪拌して保温箱(容量約160L)中央付近で行った。なお、高松地方気象台の当日19時から22時の1時間ごとの気温は、24.8°C、23.4°C、23.0°C、21.9°Cであった(気象庁2018)。

帰港後、砕氷(真水)を入れた別の保温箱(容量約100L)内に全個体を移し替えて保蔵(保蔵温度7°C)して香川県水産試験場に持ち帰り(所要時間25分間)、元の保温箱に全個体を再び戻し、海水氷(約0°C)に浸漬して一晩保管した。海水氷は、砕氷(真水)と海水をほぼ同じ比率で混合して作成した。海水に氷が解けつつある状態で、海水氷の温度は不均一な状態であった。海水氷の温度測定は、全個体を浸漬して10分間程度経過後に、海水氷をよく攪拌して保温箱中央付近で行った。翌朝、魚を取り出して体重を測定し、各個体の左半身の背肉前部の一部を体軸に対して平行に切り出し、魚体内の血液の残留状況を観察するとともに、切り出し面をSONY製デジタルカメラ・DSC-TX30を用い、室内で蛍光灯を光源として撮影した。画像のファイル形式はJPEGとした。画像解析フリーソフトImageJ(ver. 1.48)(Schneider *et al.* 2012)を用いて切り出し正面(体軸面)の赤(R)、緑(G)、青(B)の平均明度を求め、次式(Bao *et al.* 2008)により算出した赤の色合いの相対的位置 r をサワラ筋肉における色調の指標とした。

表1. 揚網直後のサワラの状態別・魚体処理別の体重と検体尾数

揚網直後のサワラの状態*	魚体処理			合計尾数
	脱血+冷蔵区	冷蔵区	無処理区	平均体重±標準偏差
動く	2,464g (1尾)	2,961g (1尾)	3,978g (1尾)	3,134 ± 772g (3尾)
完全硬直前	4,387 ± 1,495g (4尾)	4,180 ± 1,392g (2尾)	2,453 ± 183g (3尾)	3,696 ± 1,402g (9尾)
完全硬直	- (0尾)	3,122 ± 64g (2尾)	3,037g (1尾)	3,094 ± 67g (3尾)

*揚網直後のサワラの状態について、魚体の一部が動く状態を「動く」、魚体は全く動かず柔らかい状態を「完全硬直前」、魚体の硬さを感じる状態を「完全硬直」と官能的に評価した
複数尾の体重は、平均±標準偏差を示す

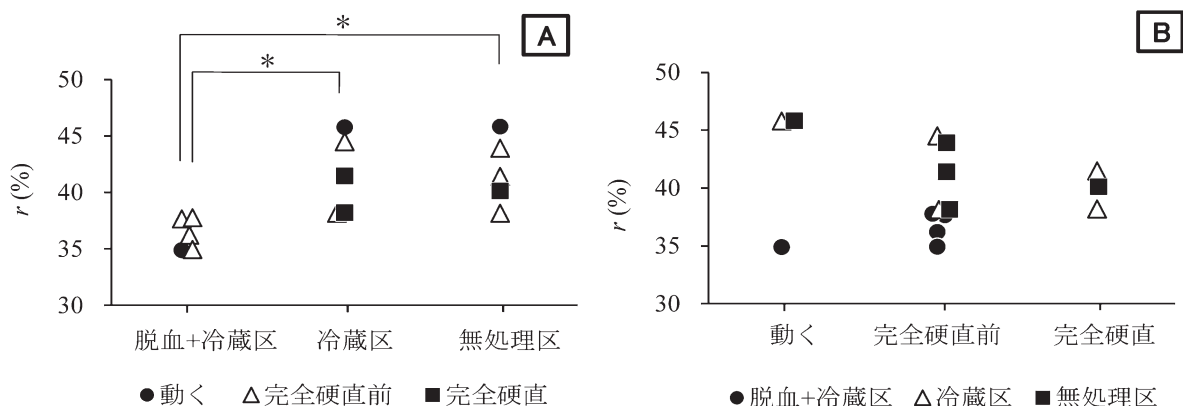


図1. サワラの魚体処理別(A)、揚網直後の状態別(B)の背肉切り出し面の赤の相対的位置(r)
サワラの魚体処理、揚網直後の状態の説明は表1と同じ
*区間で有意差あり($p < 0.05$, Tukey-Kramerの多重比較検定)



脱血+冷蔵区 (n = 5)

冷蔵区 (n = 5)

無処理区 (n = 5)

写真1. サワラ背肉切出し面

$$r (\%) = R / (R + G + B) \times 100$$

ここでR, G, Bは各明度 (0~255) の平均明度を示し, r の値が大きいほど筋肉の赤みが強いことを示す。

切り出した背肉は速やかにチャック付ポリエチレン袋に入れて密封 (含気) して暗所にて3°Cで保存した。漁獲推定時刻を一律に5月25日19時00分と設定し, 23時間後, 41時間後, 65時間後, 90時間後, 161時間後に背肉普通筋を細断して直ちに鮮度判定装置 (QS-SOLUTION

社製, 鮮度チェッカー) (佐藤2008, 胡ら2013) によりK値を測定した。

年齢査定は, 背肉を切り出した後に頭部から耳石を摘出し, 孵化日を毎年5月1日として, 中村ら (1989) の方法により, 輪紋を計数して行った。

統計処理は, 各群が正規分布に従い, 分散が均一とみなせる場合はTukey-Kramerの多重比較検定を適用し, それ以外の場合はSteel-Dwass検定を適用した。有意差

は危険率5%で判定した。

結 果

揚網直後のサワラの状態別・魚体処理別の体重と検体尾数の結果を表1に示す。動く状態の個体は3尾、完全硬直前の状態の個体は9尾、完全硬直した状態の個体は3尾であった。完全硬直した状態の個体は、脱血+冷蔵区の該当がなく、冷蔵区2尾、無処理区1尾であった。サワラの状態による体重の有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。また、各魚体処理で複数尾を供することができた完全硬直前の状態のサワラについて、魚体処理区間で体重の有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。なお、試験に供したサワラは2~5才魚であった。

サワラの魚体処理別、揚網直後の状態別の背肉切出し正面(体軸面)における赤の相対的位置(r)を図1に示す。魚体処理別の r (平均±標準偏差)は、脱血+冷蔵区 $36.3 \pm 1.4\%$ 、冷蔵区 $41.6 \pm 3.5\%$ 、無処理区 $41.9 \pm 3.0\%$ で、脱血+冷蔵区が他の2区に比べて有意に低かった ($p < 0.05$)。肉眼による観察でも、脱血+冷蔵区では残存血液のしみ出しがないか、あってもごく僅かであったのに対し、冷蔵区および無処理区は全個体で残存血液のしみ出しが認められた(写真1)。揚網直後のサワラの状態別の r は、動く $42.2 \pm 6.3\%$ 、完全硬直前 $39.2 \pm 3.3\%$ 、完全硬直 $39.9 \pm 1.6\%$ で、揚網直後のサワラの状態の影響を受けていなかった ($p > 0.05$, 図1)。

揚網直後のサワラの状態別・魚体処理別の背肉普通筋におけるK値の経時変化を図2に示す。K値は経時的に増加する傾向を示し、漁獲23時間後は5.4~10.2%であったK値が、161時間後には10.9~20.1%まで増加した。動く状態のサワラは各区1尾の値であったが、無処理区>冷蔵区>脱血+冷蔵区の順に高く推移する傾向を示した。完全硬直前の状態のサワラにおいても同様の傾向を示したが、各区間で有意差は認められなかった ($p > 0.05$)。完全硬直した状態のサワラは冷蔵区と無処理区のみと比較であり、K値の変化に明確な差は認められなかった。

考 察

網入れから1時間程度で漁獲され、動くまたは完全硬直前の魚であれば脱血できることが分かった。脱血処理により、筋肉部に血が回るのを防止し、筋肉の色調を良好に保つことができ、品質の向上に効果的であると判断された。

揚網直後のサワラの状態が動くものと完全硬直前のものにおいて、脱血+冷蔵区のK値が冷蔵区および無処理区に比べて低く推移する傾向がみられ、脱血がK値の上昇を遅延させることに一定の効果があったと推察された。また、冷蔵区も無処理区と比べると低く推移する傾

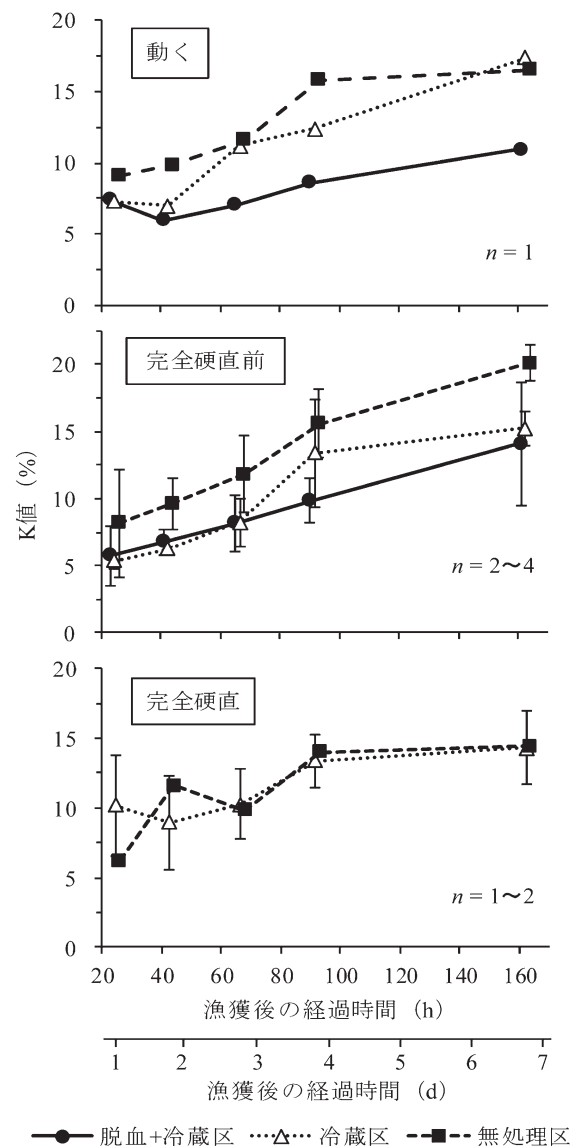


図2. 揚網直後のサワラの状態別・魚体処理別の背肉普通筋におけるK値の経時変化
サワラの状態の説明は表1と同じ
エラーバーは標準偏差を示す
完全硬直前の魚体処理間で有意差なし ($p > 0.05$, Steel-Dwass検定)

向があり、冷蔵によるK値上昇抑制効果も確認された。一方で、完全硬直した状態のサワラでは、冷蔵区と無処理区の差が明確でなかった。本試験では、脱血処理し完全硬直した状態の個体を供試できなかったため、今後死後硬直の進行した個体に対する脱血の効果を確認する必要がある。また、サワラの場合、岡本・齋藤(2011)、岡本ら(2013)の報告にあるように、K値が低く維持される傾向があるので、鮮度をK値のみでなく物理的変化も併せて評価する必要がある、今後の課題である。

本試験の結果より、流しさし網で漁獲されたサワラを船上で脱血・冷蔵することによって、網入れから1時間程度で漁獲された魚で動くまたは完全硬直前の魚であれば、筋肉の色調を良好に保てることが分かった。また、

揚網時に動く状態であれば、脱血はK値の上昇抑制に一定の効果があると推察された。以上のことから、流しさし網においても完全硬直前の魚を脱血・冷却することで、サワラの品質の向上を図れることが示唆された。

謝 辞

本調査にご協力いただいた鴨庄漁業協同組合の石原義則氏、石原貴之氏にお礼申し上げます。本研究の一部は、水産庁委託事業の我が国周辺水域資源評価等推進事業により行った。

文 献

安藤正史 (1996) 魚類筋肉の死後における軟化機構に関する研究. 日水誌, **62**, 555 - 558.

Bao HND, Ushio H, Ohshima T (2008) Antioxidative activity and antidiscoloration efficacy of ergothioneine in mushroom (*Flammulina velutipes*) extract added to beef and fish meats. *J. Agric. Food Chem.*, **56**, 10032 - 10040.

胡 亜芹・張 佳琪・蛭谷幸司・今野久仁彦 (2013) 魚肉からのATP関連化合物抽出法の簡便化. 日水誌, **79**, 219 - 225.

福田 裕・渡部終五 (2012) 沿岸漁獲物の高品質化-短期蓄養と流通システム (福田 裕・渡部終五編). 恒星社厚生閣, 東京,

pp.3 - 4.

気象庁 (2018) 各種データ, 資料. http://www.data.jma.go.jp/obd/stats/etrn/view/hourly_s1.php?prec_no=72&block_no=47891&year=2015&month=5&day=25&view=, 2018年1月13日.

望月 聡・乗田嘉子・前野久美子 (1998) マアジ筋肉の死後変化に及ぼす脱血の影響. 日水誌, **64**, 276 - 279.

永井達樹 (2003) サワラの資源状況と資源回復計画. 日水誌, **69**, 99 - 103.

中村行延・篠原基之・武田保幸・岸田 達 (1989) 昭和62年度における瀬戸内海東部サワラ体長-年齢変換キーについて. 本州四国連絡架橋漁業影響調査報告, **53**, pp.514 - 533.

岡本 満・齋藤寛之 (2011) 釣獲されたサワラの船上における致死方法の検討. 日水誌, **77**, 1083 - 1088.

岡本 満・内田 浩・井岡 久 (2013) 島根県沖で漁獲されたサワラ若齢魚の成分特性と鮮度特性. 島根水技七研報, **5**, 1 - 6.

佐藤 実 (2008) 魚の鮮度を簡単・迅速に測定する鮮度判定装置. 養殖, 緑書房, 東京, **45** (9), pp.54 - 57.

Schneider CA, Rasband WS, Eliceiri KW (2012) NIH Image to ImageJ: 25 years of image analysis. *Nature Methods*, **9**, 671 - 675.

寺山誠人・山中英明 (2000) カツオの品質に及ぼす脱血の効果. 日水誌, **66**, 852 - 858.

吉岡武也 (2012) 4.7.4鮮度保持技術. 最新水産ハンドブック, 講談社, 東京, pp.398 - 402.