

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

岡本 満¹・内田 浩¹・井岡 久¹

Component properties and freshness properties of young Japanese Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* fish caught off Shimane Prefecture

Mitsuru OKAMOTO, Hiroshi UCHIDA and Hisashi IOKA

Abstract: The component properties and freshness properties of young Japanese Spanish mackerel *Scomberomorus niphonius* fish called “sagoshi” caught off Shimane Prefecture were evaluated. *Sagoshi* caught by pair trawling during the spring season were larger and had more crude fat content than *sagoshi* caught by purse-seine fishing during the fall and winter seasons. These fish showed a clear inverse correlation between crude fat content and moisture content as adult fish, although the crude fat content of *sagoshi* was more dependent on body weight compared with adult fish based on the coefficient of determination. However, the difference in crude protein content between *sagoshi* and adult fish was minimal. The inosine monophosphate (IMP) content was considered to have a high percentage of the taste component because umami-free amino acids were low. According to the investigation of freshness, changes in storage temperature and temporal changes in K-value and IMP content suggested the importance of keeping *sagoshi* stored below 10°C. The results also indicated that *sagoshi* smaller than 0.5 kg are suitable for processed food requiring lower fat content such as dried fish and *sagoshi* larger than 0.5 kg are suitable for food requiring greater fat content such as sliced raw fish.

キーワード：サゴシ，サワラ，成分，鮮度

はじめに

サワラ *Scomberomorus niphonius* 資源量は、日本近海域では瀬戸内海およびその隣接海域に多い¹⁾とされているが、1990年代から日本海側でも増加した。島根県における漁獲量（さわら類）も1996年の24トンから2000年の1,084トンに急増²⁾し、定置網漁業、まき網漁業、釣漁業などで漁獲されるようになった。島根県では一般的に1.5 kg以上の成魚は「サワラ」（以下「成魚」）、1.5 kg以下の若齢魚は「サゴシ」（以下「サゴシ」）と呼ばれている。サゴシは9～12月を中心として沿岸域のまき網、定置網、釣で多獲され、2～4月には沖合底びき網でも漁獲されるが、安値で取り扱われているのが現状である。その理由として、島根県ではサワラに馴染みがないことから、適切な利用方法が知られていないことが考えられる。成魚は岡山市を中心とする

瀬戸内海沿岸で刺身食材など高級魚として扱われており、島根県の一部地域では釣獲したものに延髄刺殺による“活けしめ”を行い岡山市場で高評価を得ているが、大規模な網漁業で多獲されるサゴシについては加工原魚としての利用を視野に入れる必要がある。しかし、成魚の一般成分については明らかにされているが、³⁾サゴシの一般成分については明らかにされていない。また、筆者ら⁴⁾は活けしめ処理における成魚の鮮度保持について検討したが、網漁業で多獲されるサゴシについては活けしめ処理が困難なことから、低温貯蔵による鮮度管理が重要と考えられる。しかしながら、貯蔵温度の差異によるサワラの鮮度変化については成魚、サゴシを問わず検討されていない。サゴシの付加価値向上のためには島根県の水産加工業に適した加工技術開発が不可欠であるが、前段階として基本的な成分特性及び鮮度特性を把握しておく必要があ

¹⁾ 漁業生産部 Fisheries Productivity Division

ることから、島根県で漁獲されるサゴシの諸成分と鮮度について検討した。

試料と方法

調査項目は、尾叉長、体重、背部筋肉の pH、ATP 関連化合物、K 値、可食部（体側筋）の一般成分（水分含量、粗タンパク含量、粗脂肪含量、粗灰分含量）、遊離アミノ酸とした。尾叉長、体重、一般成分、pH、K 値の分析用として、島根県西部の中型まき網漁船によって 2009 年 10 月、12 月に、沖合底びき網漁船によって 2010 年 4 月に漁獲されたサゴシ鮮魚をそれぞれ銘柄別に各 10 尾、計 80 尾を供試した。銘柄は中型まき網が「小」、「大」、沖合底びき網が「20 入」、「18 入」、「16 入」、「14 入」だった。漁獲からの推定時間は、中型まき網が 8 時間、沖合底びき網が 24 時間以上だった。水揚後の貯蔵方法は、中型まき網は野菜かごに入れた状態、沖合底びき網は下氷をした木箱に入れた状態だった。また、一般成分の分析にはこれらに加えて、2010 年 10 月に中型まき網漁船によって漁獲されたサゴシ鮮魚計 40 尾も供試した。水揚後の貯蔵方法は水氷に漬けた状態だった。遊離アミノ酸の分析には前述の 2009 年 10 月に中型まき網漁船が漁獲したサゴシのうち 10 尾を供試した。また、粗脂肪含量の比較対象として 2007 年、2009 年に島根県東部の釣で漁獲された成魚 30 尾を用いた。そのうち 5 尾は水分含量、粗タンパク含量、粗灰分含量分析結果を加え比較した。また、2011 年 10 月に浜田市沖で大中型まき網漁船によって漁獲されたサゴシ鮮魚（平均尾叉長 45.2 cm、平均体重 0.69 kg）を用いて、貯蔵温度別の鮮度変化を調査した。

一般成分 供試魚の表皮を除去した片身をフードプロセッサーで均一なミンチとし各分析に供した。水分含量は 110°C 常圧加熱乾燥法⁵⁾で、粗タンパク含量はケルダール法⁶⁾で、粗脂肪含量は Bligh and Dyer⁷⁾に準じたクロロホルム-メタノール混液法で、粗灰分含量は 600°C 直接灰化法⁸⁾で測定した。

pH 血合筋を除去した背部筋肉 4g に 5 倍量の蒸留水を加えホモジナイズし、ガラス電極式 pH メーター（堀場製作所 F-52）で測定した。

ATP 関連化合物 血合筋を除去した背部筋肉 2g を 10ml の氷冷 10% 過塩素酸中でホモジナイズし、遠心分離を 2 回繰り返して集めた上澄みを pH7 前後に中和後、25ml に定容したものを試料とし、高速液体クロマトグラフ（島津製作所 システムコント

ローラー：SCL-10Avp、オートインジェクタ：SIL-10ADvp、送液ユニット：LC-10ADvp、カラムオープン：CTO-10Avp、検出器：SPD-10Avp、分析条件 移動相：100mM リン酸-トリメチルアンモニウム緩衝液 / アセトニトリル = 100/1、カラム：信和化工 STR-ODS II (150L × 4.6 mm I.D)、移動相流速：1ml/min、カラム温度：40°C、検出波長：254nm、装置制御及び解析ソフト：島津製作所 CLASS-VP) で定量分析した。また、定量した HxR (イノシン)、Hx (ヒポキサンチン) の、ATP 関連化合物総量に対する百分率を K 値とした。

遊離アミノ酸 一般成分の測定に使用したミンチ 10g を氷冷蒸留水中でホモジナイズし、遠心分離を 2 回繰り返して集めた上澄みに 10% スルホサリチル酸 5ml を加え 4N 水酸化リチウム溶液で pH2.2 に調整後、25ml に定容したものを試料とし、アミノ酸分析システム（島津製作所 LC-10A）を使用した o-フタルアルデヒド (OPA) /N-アセチルシステインを反応試薬とするポストカラム蛍光誘導体化検出法により定量分析した。

貯蔵温度別の鮮度変化 2011 年 12 月にまき網によって漁獲されたサゴシ鮮魚をポリエチレン袋に入れ、0°C、5°C、10°C、15°C の恒温器中で貯蔵し、経時的に背部普通筋肉の pH、イノシン酸 (IMP)、K 値を測定した。それぞれの分析法は pH と ATP 関連化合物に準じた。

結果

測定・分析結果を表 1 に示した。銘柄別の平均値で見た尾叉長・体重は 10 月・12 月の中型まき網で漁獲されたサゴシは 38.3 ~ 44.9 cm・0.39 ~ 0.63 kg だったのに対し、翌年 4 月に沖合底びき網で漁獲されたサゴシは 42.8 ~ 50.7 cm・0.55 ~ 0.97 kg でより大型だった。また、サワラの尾叉長・体重は 69.0 ~ 73.3 cm・2.25 ~ 2.61 kg だった。

一般成分 10 月・12 月に中型まき網漁船で漁獲されたサゴシは、水分が多く粗脂肪が少ない傾向にあったのに対して、翌年 4 月に沖合底びき網漁船で漁獲されたサゴシは水分が少なく粗脂肪が多い傾向が認められた (表 1)。尾叉長と粗脂肪含量の関係、体重と粗脂肪含量の関係、肥満度と粗脂肪含量の関係、水分含量と粗脂肪含量の関係を図 1 に示した。それぞれの回帰直線は有意水準 1% で有意だった。粗脂肪含量は個体差が大きく、体重、尾叉長、肥満度はそれぞれ脂質含有量に対して明らかな相関関係

表1. 供試魚の銘柄別測定・分析結果

漁法	漁獲時期	漁獲後 推定時 間	銘柄毎平均値										
			銘柄	尾叉長 (cm)	体重 (kg)	肥満度 (注)	一般成分(g/可食部100g当たり分析値)				pH	K 値 (%)	
							水分	粗タンパク	粗脂肪	粗灰分			
サゴシ	中型 まき網	2009年 10月	小 (n=10)	38.3	0.39	0.701	77.7	20.0	0.9	2.0	6.6	6.9	
			大 (n=10)	44.9	0.63	0.698	76.2	20.4	2.1	2.1	6.5	4.6	
		2009年 12月	小 (n=10)	40.6	0.45	0.675	77.7	19.7	1.1	1.9	6.7	9.2	
			大 (n=10)	44.2	0.60	0.696	75.3	20.1	3.3	2.2	6.5	5.3	
	沖合底 びき網	2010年 4月	24~	コンテナから 無作為抽出 (n=40)	43.4	0.59	0.724	75.6	20.6	2.6	2.3	—	—
				20入 (n=10)	42.8	0.55	0.700	75.6	19.8	3.8	2.5	6.6	16.9
				18入 (n=10)	47.1	0.74	0.705	74.9	20.0	4.3	2.6	6.5	8.4
				16入 (n=10)	47.2	0.76	0.718	74.2	20.0	5.1	2.3	6.4	9.0
成魚	釣	—	2007年 10・12月	サワラ (n=25)	69.0	2.25	0.685	—	—	6.3	—	—	
			2009年 12月	サワラ (n=5)	73.3	2.61	0.663	70.7	20.0	8.5	1.5	—	—

注) 体重(kg) / (尾叉長(cm))³ × 10⁵

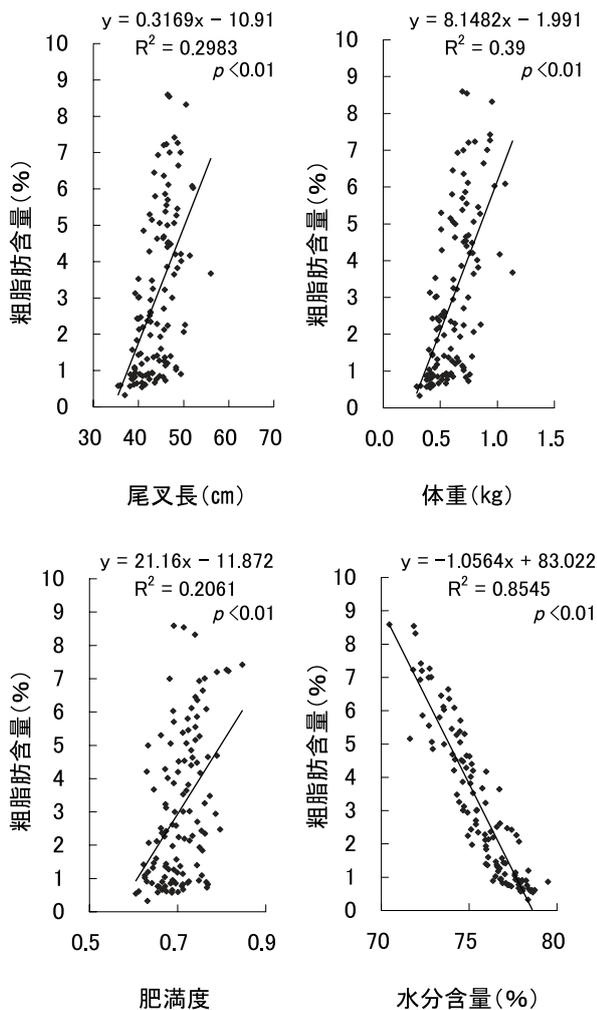


図1. サゴシの尾叉長, 体重, 肥満度, 水分含量と粗脂肪含量の関係 (n=120)

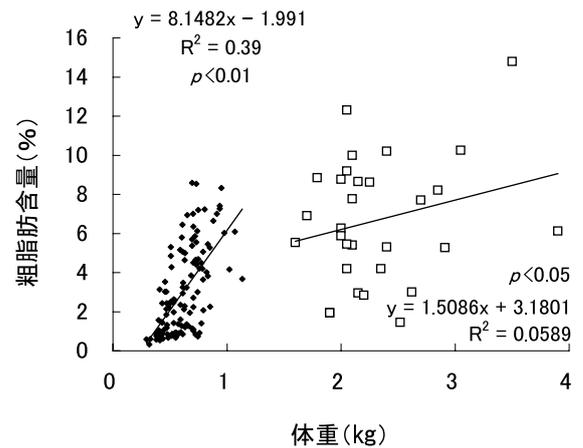


図2. サゴシと成魚の体重と粗脂肪含量の関係
◆ : サゴシ (n=120), □ : 成魚 (n=30)

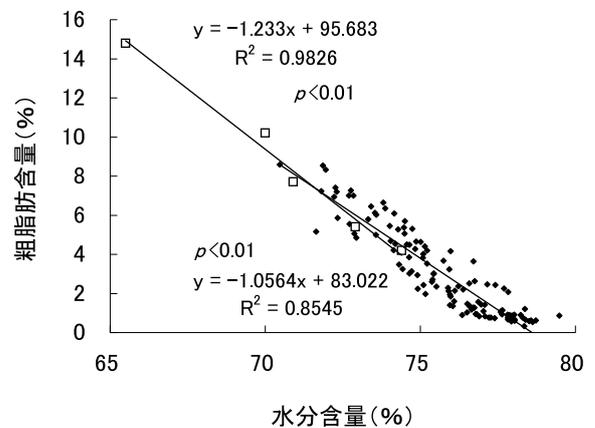


図3. サゴシと成魚の水分含量と粗脂肪含量の関係
◆ : サゴシ (n=120), □ : 成魚 (n=5)

が認められた。一方で、水分含量と粗脂肪含量の間には明らかな逆相関が認められた。サゴシと成魚の体重と粗脂肪含量の関係を図2に、水分含量と粗脂肪含量の関係を図3に示した。体重と粗脂肪含量の関係における回帰直線は、サゴシが有意水準1%で、成魚が有意水準5%でそれぞれ有意だった。水分含量と粗脂肪含量の関係における回帰直線は、サゴシ、成魚ともに有意水準1%でそれぞれ有意だった。サゴシでは、粗脂肪含量は体重の増加にともない急激に増加するが、成魚では体重の増加にともない緩やかに増加する傾向が認められた。一方で、水分含量と粗脂肪含量の間には、成魚もサゴシ同様に明らかな逆相関が認められた。また、成魚には粗脂肪含量10%以上の個体が認められたのに対して、サゴシの粗脂肪含量は全て10%以下であった。サゴシと成魚の一般成分の組成を図4に示した。粗タンパク含量は平均20%で個体差がほとんど認められなかった。

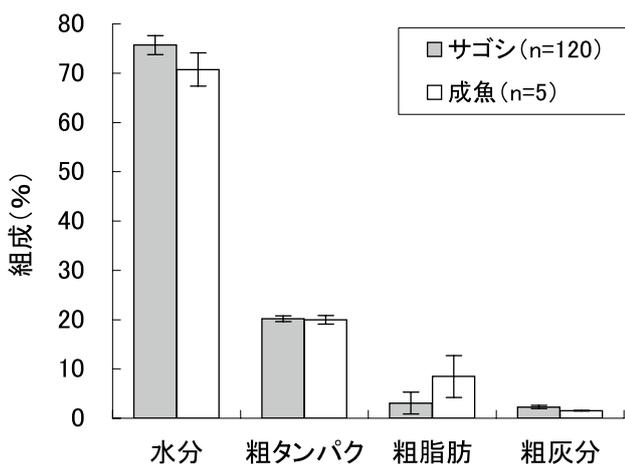


図4. サゴシと成魚の一般成分の比較
上下線は標準偏差を示す

pH 銘柄別平均値は6.4～6.7で、漁期や漁法による明らかな差異は認められなかった(表1)。また、マサバ⁹⁾やシイラ¹⁰⁾に比べて高く個体差も少なかった。

ATP 関連化合物 K値は、中型まき網の銘柄別平均値が4.62～9.81%の範囲で全体の平均が6.5%、沖合底びき網の銘柄別平均値が8.4～16.9%の範囲で全体の平均が11.2%で、沖合底びき網で漁獲されたサゴシが中型まき網で漁獲されたものに比べ高い傾向が認められた(表1)。

遊離アミノ酸 サゴシ可食部の遊離アミノ酸組成を表2に示した。総量は平均272mg/100gで、組成はタウリン、ヒスチジン、ホスホセリン、カルノシン、リジン、アルギニンの順に高かった。旨味系

アミノ酸¹¹⁾であるアスパラギン酸とグルタミン酸の総量は1.1mg/100gだった。

貯蔵温度別の鮮度変化 貯蔵温度別のpHの経時変化を図5に示す。漁獲後推定12時間後に平均6.3で、以降は経時的に微増し84時間後は平均6.5になったが、84時間後の15℃貯蔵が他の貯蔵温度よりもやや高い値を示したほかは、貯蔵温度による明らかな差異は認められず、個体差も小さかった。

貯蔵温度別のK値の経時変化を図6に示す。0℃及び5℃貯蔵では、漁獲推定時刻から84時間後も平均10.1%及び11.4%だったが、10℃貯蔵では84時間後に、15℃貯蔵では60時間後に生食の目安とされる20%を超えた。また、15℃貯蔵では60時間後の20.3%から84時間後には53.5%に急増した。

貯蔵温度別のIMP量の経時変化を図7に示す。漁獲推定時刻から12時間後は平均10.0～10.7μmol/gで、経時的に減少し60時間後までは各試験区とも平均7.6～8.6μmol/gと大差なかったが、

表2. サゴシ可食部の遊離アミノ酸組成
(mg/100g, n=10)

ホスホセリン	36.6
タウリン	65.6
ホスホエタノールアミン	1.0
アスパラギン酸	0.0
ヒドロキシプロリン	0.0
スレオニン	5.2
セリン	2.7
グルタミン酸	1.1
サルコシン	0.0
α-アミノアジピン酸	0.9
プロリン	0.6
グリシン	8.7
アラニン	2.3
シトルリン	0.0
α-アミノ酪酸	0.0
バリン	3.4
メチオニン	0.0
シスチン	0.2
イソロイシン	1.6
ロイシン	0.0
シスタチオニン	0.2
チロシン	0.5
フェニルアラニン	0.5
β-アラニン	0.0
β-アミノイソ酪酸	0.0
γ-アミノ酪酸	0.0
ヒスチジン	56.5
3-メチルヒスチジン	0.0
1-メチルヒスチジン	0.0
カルノシン	31.4
アンセリン	0.0
ヒドロキシリジン	0.0
オルニチン	0.3
アンモニア+エタノールアミン	0.0
リジン	29.4
アルギニン	23.6
総量	272.4

84時間後では0°C貯蔵及び5°C貯蔵の8.8 $\mu\text{mol/g}$ 及び8.6 $\mu\text{mol/g}$ に対して,10°C貯蔵が7.4 $\mu\text{mol/g}$,15°C貯蔵が4.0 $\mu\text{mol/g}$ と明らかに低くなった。

考察

サゴシは成魚に比べて全体的に低脂肪の傾向にあったが,成魚以上に体重の増加にともない粗脂肪含量が急激に増加する傾向があった(図2). 体重0.5 kg以下のサゴシについては粗脂肪含量が5%以下であり(図1), みるん干しや煮干しなど低脂肪が適した加工品の原魚として活用できることが分かった. 0.5 kg以上のサゴシについては粗脂肪含量5%を越える個体が多くなることから(図1), 成魚で開発された近赤外分光法による非破壊測定¹²⁾を応用することで, 塩焼きや刺身など「脂の乗り」が求められる用途向けとして可能と考えられた. 魚類の脂質含量は摂餌量によって左右されることが知られており,^{13,14)} 成魚がサゴシよりも脂質含有量のばらつきが大きい原因としては, 餌料環境の違いが一因として推察された. まき網で漁獲されるサゴシと沖合底びき網で漁獲されるサゴシの分析データ(表1)から, サイズにより成分が異なることが示唆された. また, 秋期から冬期に沿岸域で操業しその日に水揚げするまき網漁業で漁獲されるサゴシは鮮度に優れることから, 加工向けのみならず生食など高鮮度が求められる消費形態向けも可能であると考えられた. 一方で, 春期に沖合底びき網漁業で漁獲されるサゴシは秋期から冬期にまき網で漁獲されるものに対して鮮度面で不利だったが, 原因としては航海日数が長期であり, 漁獲から水揚げまでの経過時間が長いことが推察された. しかし, 沖合底びき網漁業でサゴシが漁獲される冬期から春期は沿岸域でサゴシが獲れない時期であることに加え, 漁獲物は前述の通りサイズが大きく粗脂肪含量が高い個体が多い. このため, 貯蔵温度が低いほど高鮮度を維持できることから(図6), 冷却処理の徹底によって高付加価値化が可能であると考えられる.

サゴシの旨味成分としては, マサバやマアジなど他の赤身魚¹⁵⁾に比べて旨味系アミノ酸であるアスパラギン酸とグルタミン酸の含量が少なかったことから(表2), ATP関連化合物であるIMPが占める割合が大きいと考えられた. したがって, サゴシの食味を向上させるためにはIMPの分解を遅延させる冷却が有効であることが示唆された. 10°C以下の貯蔵であれば漁獲から84時間後でもIMPを十分に

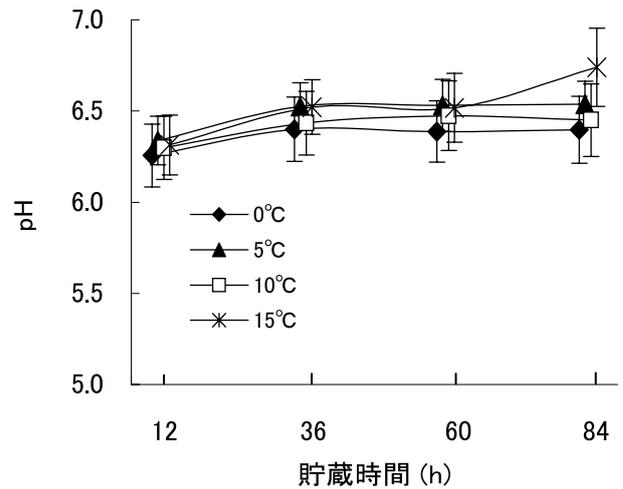


図5. サゴシの貯蔵温度別のpH 経時変化 (n=10) 上下線は標準偏差を示す

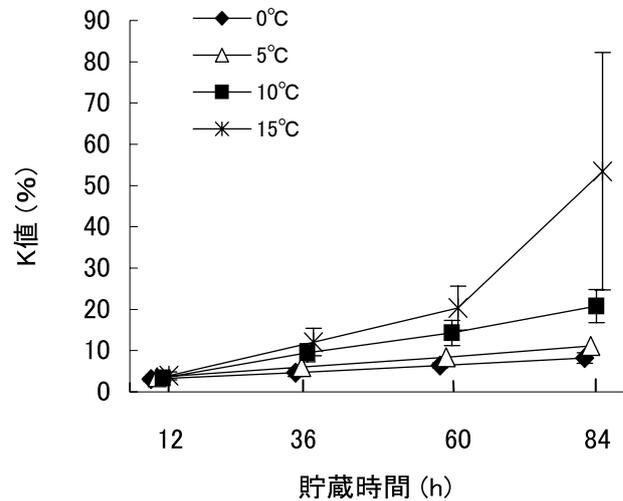


図6. サゴシの貯蔵温度別のK 値経時変化 (n=10) 上下線は標準偏差を示す

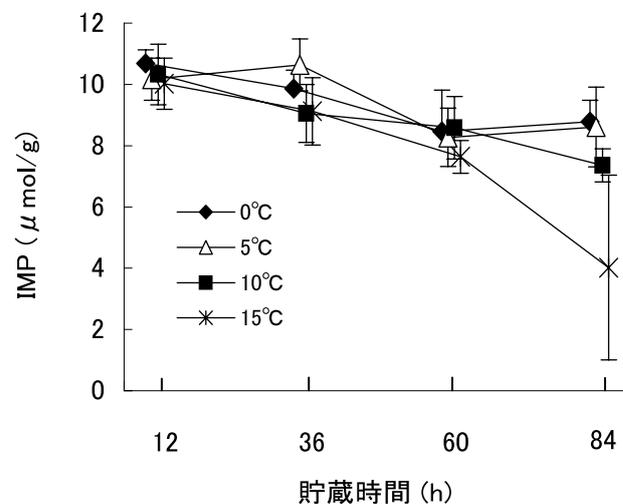


図7. サゴシの貯蔵温度別のIMP 経時変化 (n=10) 上下線は標準偏差を示す

保持できることが分かったことから (図 7), 確実な冷却を行うことによって沖合底びき網漁業のように航海が長期に及ぶ魚種についても食味に優れたサゴシを提供できる可能性は高い。

粗タンパク含量については約 20% で個体差が少なかったこと (図 4), その低下が魚肉のタンパク変性を引き起こし保水性などに影響を与える^{16,17)} pH もマサバやシイラに比べて高く個体差も少なかったことから, サゴシは粗脂肪含量を除けば成分的に安定した食材と考えられた。また, 粗脂肪含量についても 0.5 kg 以下のサイズを選別することによって, 規格の同一性を求められる加工原魚として活用できることが示唆された。

謝辞

本研究の一部は, 平成 21 ~ 23 年度新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業の「日本海で急増したサワラを有効利用するための技術開発」として, 農林水産技術会議の支援を受け実施した。研究の計画, 実施にあたっては, (独) 水産総合研究センター中央水産研究所水産物応用開発研究センター村田昌一センター長を始めとする関係機関の皆様にご指導いただいた。ここに記して厚くお礼申し上げる。また, 供試魚の確保に配慮いただいた漁業協同組合 JF しまねの皆様, 測定に協力いただいた島根県水産技術センター大賀悦子氏, 岡野寛子氏, 石橋昌子氏を始めとする皆様, 初稿に有益なご批判を賜った 2 名の審査員と担当編集委員の皆様にご感謝する。

文献

- 山田梅芳, 時村宗春, 堀川博史, 中坊徹次. 「東シナ海・黄海の魚類誌」東海大学出版会, 秦野. 2007.
- 平成 8 年~平成 13 年島根農林水産統計年報, 中国四国農政局島根農政事務所, 松江. 1997 ~ 2001.
- 「新しい「日本食品標準成分表 2010」による食品成分表 改訂最新版 本表編」(香川芳子監修), 女子栄養大学出版部, 東京, p140 (2011).
- 岡本 満, 齋藤寛之: 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 (2011).
- 「食品衛生検査指針 理化学編」(厚生省生活衛生局監修), 社団法人 日本食品衛生協会, 東京, pp717 (1991).
- 魚介類有効成分利用技術開発研究—成分分析マニュアル, 水産庁研究部研究課 pp382-385 (1988).
- E. G. Bligh and W. J. Dyer: A rapid method for total lipid extraction and purification. *Can. J. Biochem. Physiol.*, 37, 911-917 (1959).
- 魚介類有効成分利用技術開発研究—成分分析マニュアル, 水産庁研究部研究課 pp389-390 (1988).
- 福田 裕, 柞木田善治, 新井健一: マサバの鮮度が筋原繊維タンパク質の冷凍変性に及ぼす影響. 日水誌, 50, 845-852 (1984).
- 清川智之, 井岡 久, 石原成嗣: シイラ魚肉の特性と付加価値向上のための 2, 3 の検討. 水産物の利用に関する共同研究第 47 集 38-41 (2007).
- 小原正美: 食品の味, 光琳, 東京, 1966, p56.
- 内田 浩: 近赤外分光法によるサワラ脂肪含有量の推定. 水産物の利用に関する共同研究第 50 集 19-21 (2010).
- 座間宏一: 脂質, 「白身の魚と赤身の魚—肉の特性」(日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, 1976, 53-67.
- 羽田野六男: 脂質, 「魚肉の栄養成分とその利用」(日本水産学会監修), 恒星社厚生閣, 東京, 1990, 34-43.
- 坂口守彦: 魚介類のエキス成分とその代謝, 「水産生物化学」(山口勝己編), 東京大学出版会, 東京, 1991, p84.
- 橋本昭彦, 新井健一: 数種の魚類の筋原繊維 Ca-ATPase の安定性に及ぼす pH と温度の影響. 日水誌, 44, 1389-1393 (1978).
- 尾藤方通: イワシ肉の凍結貯蔵中における NAD, ATP 分解と解凍肉の pH およびドリップ量. 東海水研報第 103 号, 65-72 (1980).