

食塩水中に貯蔵したサンマ脂質酸化に及ぼす食塩の影響

滝口 明秀

開き干し原料のサンマは、漁獲後数日間冷水中に貯蔵されることがある。この貯蔵水には主に海水が用いられ、氷もしくは冷却機で冷却される。氷を入れた貯蔵水は、サンマの貯蔵中に氷が溶け海水より食塩濃度が低下する。また、サンマの外観をよくするため、貯蔵水に食塩を添加する場合がある。

サンマの加工品および冷凍品の品質には、脂質やカロテノイドの酸化程度が大きく影響する。食塩はこれらの酸化を促進することが知られており¹⁾、貯蔵水の食塩濃度は酸化の進行に関与することが考えられる。

魚肉中の脂質およびカロテノイドの酸化は、トコフェロールの減少に関連して進行することが知られている²⁾。また、脂質、カロテノイド、トコフェロールの含量はサンマの部位によって異なり、部位によるこれらの酸化速度に違いのあることが知られている³⁾。しかし、鮮魚の冷水貯蔵中のこれら脂溶性成分の酸化に及ぼす貯蔵水の食塩の影響については知られていない。

そこで、食塩濃度の異なる冷却水中に漁獲直後のサンマを貯蔵し、貯蔵中における脂質酸化、トコフェロール含量、カロテノイドの変化を調べ、貯蔵水の食塩濃度が脂質酸化に及ぼす影響について検討した。

実験方法

試料の貯蔵方法 試料には、1992年10月に千葉県銚子沖で漁獲され、千葉県千倉港に水揚げされたサンマ(平均体長29.9cm, 平均体重129g)を用いた。なお、漁獲から水揚げまでの時間は約8時間であった。試料の大きさは、体長29.0~30.6cm, 体重124~131gの範囲のものを用いた。試料における各部位の脂質含量は、フィレ18.6%, 普通肉6.5%, 血合肉20.2%, 皮部(皮および皮下脂肪)38.5%であった。試料はラウンドのまま1.5, 3, 5および10%の食塩水(1±1℃)および真水(1±1℃)に5日間貯蔵した。

脂質の分析 Folchらの方法⁴⁾に従って脂質を抽出し、以下の分析に供した。

脂質のPOVは常法⁵⁾により測定した。皮部の脂質を10倍量のクロロホルムに溶解し、その350から600nmの

吸収スペクトルを分光光度計(日本分光, UVIDEC-610D)で測定した。脂質中のトコフェロール含量は、ペンタメチルヒドロキシクロマンを内部標準として高速液体クロマトグラフィー(HPLC)により分析した。HPLCの条件は次のようである。カラム, Unisil Q NH₂, 4.0×250mm(GLサイエンス社製); 移動相, ヘキサン・ジオキサン・イソプロパノール(98:1.5:0.5); 流速, 0.8/min; 検出器, 蛍光検出器, Ex298nm, Em325nm。
K値の分析 サンマの背側普通肉を用い、80%エチルアルコールでエキスを抽出しエチルアルコールを除去後、ヌクレオチド、イノシンおよびヒポキサンチン量をHPLCで分析し、この結果からK値を算出した。HPLCの分析条件は次のようである。カラム, アサヒパックGS-320(アサヒ化成); 移動相, 0.2mMリン酸緩衝液pH2.95, 0.8/min; 検出器, UV検出器, 254nm。
食塩の分析 サンマフィレをホモジナイズしにした後、熱水で食塩を抽出し、食塩濃度計(東亜電波工業社製, SAT-2A)で測定した。

結果および考察

食塩濃度 食塩濃度の異なる冷水中に貯蔵したサンマ肉部における食塩含量の変化を図1に示す。食塩水中に貯蔵した試験区の食塩含量は、いずれも全貯蔵期間を通して上昇し、高濃度の食塩水中に貯蔵したもののほど食塩含量の上昇は速かった。真水に貯蔵したサンマでは、食塩含量は徐々に減少した。

脂質酸化 貯蔵中におけるサンマの各部位の脂質のPOVを表1に示す。真水および1.5%食塩水浸漬区の普通肉では、貯蔵5日目においてもPOVは検出されなかったが、3および5%食塩浸漬区の貯蔵5日目のPOVは0.9および2.5meq/kgであった。一方、10%食塩浸漬区では貯蔵3日以降にPOVが上昇し、貯蔵5日目には3.7meq/kgまで上昇した。血合肉では、真水浸漬区では貯蔵5日目のPOVは検出されなかったが、1.5%食塩浸漬区では貯蔵5日目のPOVは0.9meq/kgで、3%以上の浸漬区の場合には貯蔵2日目以後にPOVが上昇し、貯蔵5日目には3%区が1.4meq/kg, 5%

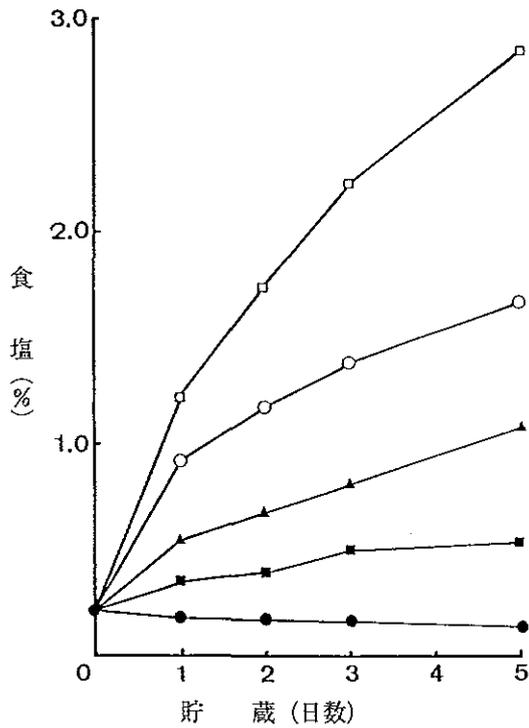


図1 食塩水中に貯蔵したサンマ肉中の食塩濃度の変化

- 対照 (真水に貯蔵)
- 1.5%食塩水に貯蔵
- ▲— 3%食塩水に貯蔵
- 5%食塩水に貯蔵
- 10%食塩水に貯蔵

表1 食塩濃度の異なる冷水中に貯蔵したサンマの過酸化価値(POV)の変化 (meq/kg)

	浸漬水の食塩濃度	貯 蔵 日 数			
		1	2	3	5
普通肉	0 %	—	—	—	—
	1.5	—	—	—	—
	3.0	—	—	—	0.9
	5.0	—	—	—	2.5
	10.0	—	—	3.0	3.7
血合肉	0	—	—	—	—
	1.5	—	—	—	0.9
	3.0	—	0.4	0.8	1.4
	5.0	—	1.9	3.8	4.5
	10.0	—	1.2	3.0	4.7
皮 部	0	—	—	—	1.7
	1.5	—	—	0.9	1.8
	3.0	—	—	1.0	2.4
	5.0	2.8	4.1	7.9	11.8
	10.0	3.4	6.8	12.1	14.8

区が4.5meq/kg, 10%区が4.7meq/kgであった。皮部のPOVは, 真水浸漬区で貯蔵5日目に1.7meq/kg, 1.5および3%食塩浸漬区では貯蔵3日目以後に, また5および10%食塩浸漬区では貯蔵1日目からPOVが上昇し, 貯蔵5日目には1.5%区が1.8meq/kg, 3%区が2.4meq/kg, 5%区が11.8meq/kg, 10%区が14.8meq/kgに達した。

POVの変化の結果から, 部位別の脂質酸化の速度は, 皮部で最も速く, 普通肉で最も遅かった。また, いずれも部位においても, 食塩濃度の高い貯蔵水中に浸漬したものほど脂質酸化の進行が速く, 真水では非常に遅いことが示唆された。

脂質の吸収スペクトル 貯蔵開始時および貯蔵5日目における3, 5%食塩水浸漬区の皮部の脂質の吸収スペクトルを図2に示す。貯蔵開始時における吸収スペクトルは, 416, 441, 473nmに吸収極大を示した。真水浸漬区および1.5%食塩浸漬区の脂質の吸収スペクトルは, 3%食塩浸漬区とほぼ同様の吸収スペクトルで, これらは貯蔵開始時に比べやや各吸収極大が低くなったが, 類似したスペクトルを示した。5%食塩浸漬区の脂質の吸収スペクトルは, 各吸収極大が低くなると共に低波長部で吸光度が高かった。

10%食塩水浸漬区の貯蔵中における皮部脂質の吸収スペクトルの変化を図3に示す。貯蔵中に吸収スペクトルが急激に変化し, 吸収極大は貯蔵1日で著しく小さくなり, 低波長域において吸光度は上昇した。貯蔵

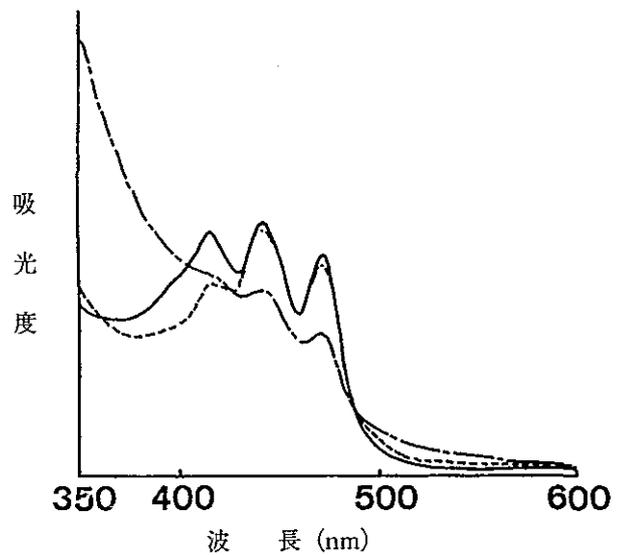


図2 サンマ皮部脂質の吸収パターン

- 貯蔵開始前
- 3%食塩水に5日貯蔵後
- · - 5%食塩水に5日貯蔵後

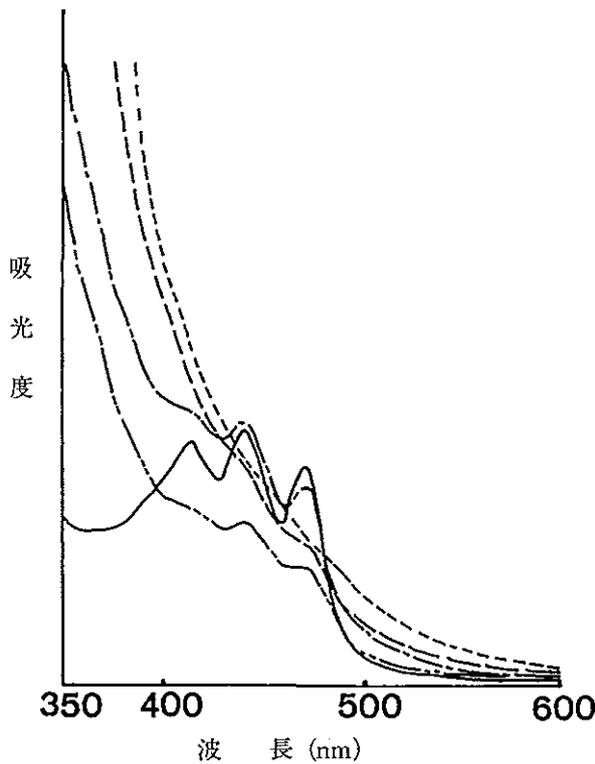


図3 10%食塩水に貯蔵したサンマ皮部脂質の吸収パターンの変化

- 貯蔵開始前
- - - 貯蔵1日
- · - 貯蔵2日
- · · 貯蔵3日
- - - 貯蔵5日

5日目になると吸収極大は認められなくなり、低波長域における吸光度は著しく上昇した。

貯蔵開始時の皮部の脂質吸収スペクトルに見られる吸収帯は、皮に含まれるカロテノイドによるもので、吸収極大の波長からツナキサニンであろうと推測される。吸収極大の低下はカロテノイドの減少によるものと推測される。カロテノイドの減少には、貯蔵水の食塩濃度が影響し、3%以下の食塩水中ではカロテノイドの減少が少ないのに対し、5および10%食塩水ではカロテノイドは著しく減少し、脂質も褐色化した。このことから、食塩濃度の高い貯蔵水中でサンマ体表の色彩が失われる原因として、カロテノイドの減少が示唆された。

トコフェロール含量の変化 サンマの貯蔵中における普通肉中のトコフェロール含量の変化を図4に示す。3%以下の食塩水中に貯蔵したものでは、トコフェロール含量は貯蔵中にわずかに減少傾向を示した。5および10%食塩水中では比較的急激に減少し、食塩濃度の

高い貯蔵水に貯蔵したもののほどトコフェロール含量の減少が速い傾向がみられた。

血合肉の貯蔵中におけるトコフェロール含量の変化を図5に示す。いずれの食塩濃度の冷水中に貯蔵したのも、トコフェロール含量は貯蔵期間を通して減少傾向を示したが、3%以下の食塩水に貯蔵したものでは減少速度はそれほど速くないが、5および10%の食塩水に貯蔵したものでは、トコフェロール含量は急速に低下した。

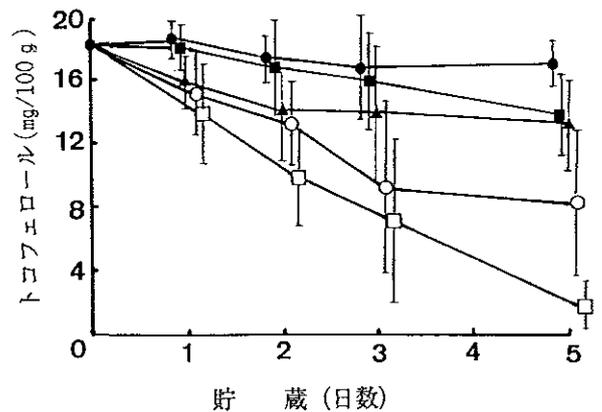


図4 食塩水中に貯蔵したサンマの普通肉中のトコフェロール含量の変化

図中の記号は図1と同じ

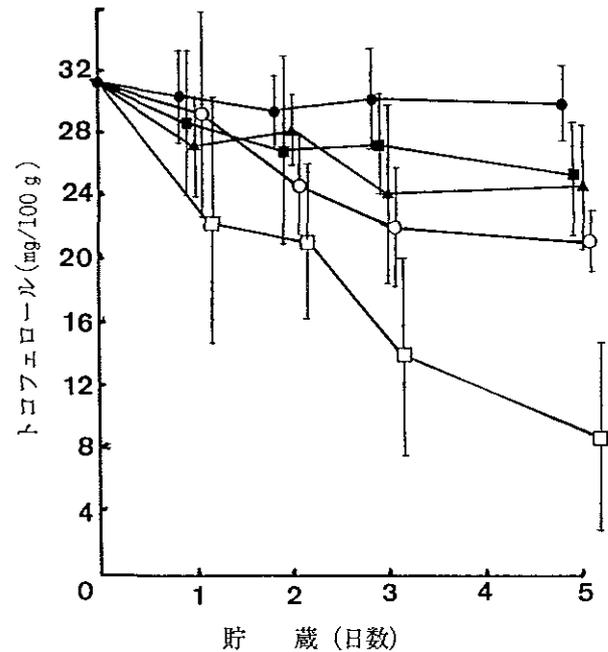


図5 食塩水中に貯蔵したサンマの血合肉中のトコフェロール含量の変化

図中の記号は図1と同じ

皮部におけるトコフェロール含量の変化を図6に示す。皮部のトコフェロール含量は、他の部位に比べて低かった。3, 5, 10%食塩水中に浸漬したサンマでは、貯蔵1日目で、また1.5%食塩水中では3日目でトコフェロールが検出されなくなった。真水に貯蔵したサンマでは貯蔵5日後でもわずかにトコフェロールが検出された。

いずれの部位でも、真水および1.5%食塩浸漬区ではトコフェロールの減少が少ないのに対し、3%以上の食塩濃度の貯蔵水ではトコフェロールの減少が速く、その減少速度は食塩濃度が高いほど大きかった。

また、脂質酸化とトコフェロール含量との関係については大島ら²⁾がトコフェロールの減少後に脂質酸化が進行することを報告しており、本研究においてもトコフェロールの減少はPOVの上昇に先だって進行した。また、カロテノイドの減少もトコフェロールの減少後に起こることから、トコフェロールは脂質の酸化のみならずカロテノイドの酸化にも影響を及ぼすものと推測される。

以上の結果から、食塩濃度の高い貯蔵水中ではサンマの脂質酸化の進行が速く、食塩による酸化促進作用がみられた。また、カロテノイドおよびトコフェロールの減少は、酸化によるものと思われ、これらの酸化に及ぼす食塩の影響については、これまで報告はない。食塩濃度の高い貯蔵水中に貯蔵したサンマでカロテノイドおよびトコフェロールの減少が著しかった原因として、食塩によって脂質酸化が促進され、トコフェロールはこれに抗酸化的に働くことで自らが酸化を受けたものと考えられる。カロテノイドの減少は、抗酸化物質であるトコフェロールが減少したことで酸化を受け

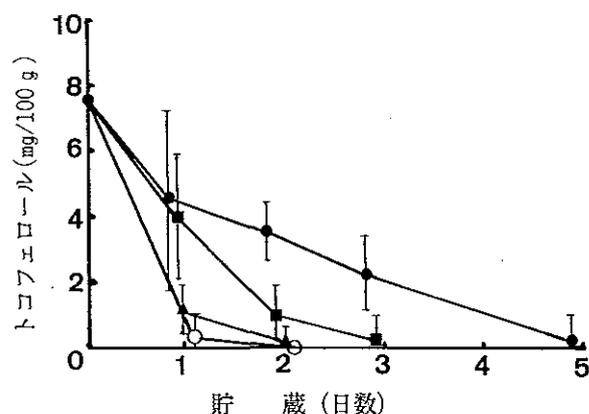


図6 食塩水中に貯蔵したサンマの皮部中のトコフェロール含量の変化
図中の記号は図1と同じ

減少したものと考えられる。一般に、鮮魚のサンマの鮮度を外観で判定する際には、銀色が強く、ツヤの良いものが鮮度良好とされるが、貯蔵水に食塩を加えたものでは漁獲直後の色彩が失われていることがある。

漁獲直後のサンマの色彩の保持および加工原料としての冷凍貯蔵中の脂質酸化を抑制するためには、海水より塩分濃度の低い冷水に貯蔵するのが効果的であることが示唆された。なお、サンマを貯蔵するのによりと思われる塩分濃度は1.5%前後で、これは海水を同量の真水もしくは水で薄めたときの塩分濃度である。

要 約

- 1) 漁獲直後のサンマを食塩濃度の異なる冷水中に貯蔵し、貯蔵中の脂質酸化、トコフェロール、およびカロテノイドの変化を、皮部、血合肉、普通肉に分けて調べた。
- 2) 脂質酸化は、血合肉、普通肉および皮部のいずれでも食塩濃度の高い貯蔵水中でほど速く進行した。なお、これら3部位では、皮部の脂質酸化が最も速かった。
- 3) 皮部に含まれるカロテノイドは、5%以上の食塩濃度の貯蔵水中では比較的短期間で減少した。
- 4) 各部位のトコフェロール含量は、食塩濃度の高い貯蔵水中で減少が速く、POVの上昇やカロテノイドの減少に先だってトコフェロール含量が減少する傾向がみられた。

文 献

- 1) 滝口明秀 (1989) : 塩干しまいわしの貯蔵中における脂質劣化に及ぼす食塩の影響. 日本水産学会誌, 55, 1649-1654.
- 2) T. Ohshima, Y. Fujita and C. Koizumi (1993) : Oxidative stability of sardine and mackerel lipids with reference to synergism between phospholipids and α -tocopherol. J. American Oil Chem. Society, 70, 269-277.
- 3) 山田充阿弥 (1979) : マイワシ体各部の脂質の酸化. 東海水研報, 99, 23-29.
- 4) J. Folch, M. Lee and G. H. Sloane-Stanley (1957) : A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissue. J. Biol. Chem., 226, 497-509.
- 5) 油脂および油脂製品試験法部会 : 基準油脂分析試験法, 日本油化学協会, 東京, 1977, pp. 2, 4, 73.