

「ラップ乾燥法」に関する研究— I

開き干し製品の品質に及ぼすセロファンフィルム包装の効果について

網 仲 仁

はじめに

塩干品は、塩漬け、乾燥の工程を経て、蛋白質が変性を起こし、舌ざわり、歯ごたえ等の食感が向上すると共に、工程中の脱水や熟成によって遊離アミノ酸等の呈味成分が増加して旨味が向上するものと考えられている。

しかしながら、イワシやサンマ、サバ等の赤身魚では、脂質中の高度不飽和脂肪酸や肉中の赤色素ミオグロビン等不安定な成分を多く含むため、乾燥工程や貯蔵中に脂質酸化や変色が進み、臭いや色調の劣化を生じる場合が多い。

これらの対策として、抗酸化剤、包装、低温利用等の手段が講じられているが、その効果や安全性等、なお検討しなければならない問題が残されている。

今回、塩干品にとって、品質劣化が最も著しいとされる乾燥工程の改良対策として、セロファンフィルム包装による乾燥法(以下、ラップ乾燥法と言う)の応用を試み、サンマ、サバ、アジ開き干し製品を対象とした、乾燥工程と貯蔵中、並びに試用フィルムの厚さに関する実験を行い、製品の品質の変化と、その効果を観察検討したところ、二、三のみるべき結果を得た。以下に報告する。

1. 乾燥工程に関する実験

ここでは、ラップ乾燥法の脂質酸化、変色および乾燥速度等に及ぼす影響について実験検討した。

材料と方法

1) 材 料

昭和61年12月3日銚子沖で漁獲、 -35°C で約4か月間凍結保管した体重90~110gのサンマ、昭和62年4月13日大島周辺海域で漁獲、同じく1週間ほど凍結保管した300~250gのサバ、安房郡千倉町のアジ開き干し加工業者が昭和60年秋頃、オランダより輸入したニシマアジまたはドーバーマアジと称される平均体重120g

のアジを原料とし、下記の方法により著者等が自ら製造したものを用いた。

2) 方 法

室温で半解凍して三枚に身卸したものをサバは40分間、サンマおよびアジは30分間、20%食塩水($5\sim 8^{\circ}\text{C}$)に浸漬後、水洗いした。これを2つに分けて、一方はそのまま(以下、対照区と言う)、他方は厚さ 20μ のセロファンフィルムで魚体表面を包み(以下、ラップ区と言う)、サバおよびサンマは天日と温風で乾燥し、アジは天日乾燥した。乾燥は6時間行い、途中経時的にサンプリングし測定に供した。乾燥条件を表1に、乾燥前の試料の一般成分値を表2に示した。

なお、表1の魚体温度は、別の試験において、対照区とラップ区の間ほとんど差が認められなかったため、ここではラップ区のみ測定した。

分析には、1検体当たり5~7枚の試料を使用し、特記した以外は全可食部を日本精機社製のマルチブレンダーで均一に混合して測定に供した。

水分： 105°C 常圧乾燥法によった。

粗脂肪：エーテル抽出法によった。

表1 乾燥条件

項 目	天日乾燥※	温風乾燥
乾燥時間 (hr)	0~6	0~6
温度 ($^{\circ}\text{C}$)	19.7~23.5	26.4~28.0
湿度 (%)	39.0~50.0	59.0~65.0
魚体温度サンマ	10.5~30.2	15.7~26.0
($^{\circ}\text{C}$) サバ	9.8~29.0	16.0~25.8
アジ	11.0~29.8	16.5~27.2

※天候 快晴

表2 乾燥前試料の一般成分値

項 目	サンマ	サバ	アジ
水分(%)	64.2	71.5	63.5
脂肪(%)	10.5	3.2	14.8
塩分(%)	2.1	2.3	1.8

食塩量：等量の水で抽出した後に飯尾電気社製ES-40型食塩濃度計で測定した。

乾燥速度：乾燥前の重量に対する乾燥中の重量変化を測定し、百分率(%)で表した。

官能判定：筆者らの五感判定によった。

肉色：背側普通肉の表面色調を日本電色工業社製ND101型測色色差計を用いて、直径10mmのa、b値を測定した。

POV：尾崎ら¹⁾の方法によった。

結果および考察

乾燥時の速度指標として重量変化を図1に示した。サンマ、サバ、アジともラップ区の製品は対照区に比べてやや重量減少が遅いが、その差は僅かであり1%以内であった。この傾向は天日、温風乾燥においても同様であり、セロファンフィルムは乾燥速度にほとんど支障を与えないことが判った。

次に、製品の品質を官能的に観察した結果、天日、温風乾燥ともラップ区の製品は、対照区に比べて肉面および皮面の乾燥に伴う肌荒れが少なく、肉の色は赤みがあり、皮の色は新鮮な青みがあって光沢が良く、みずみずしい感じであった。特に光沢の差は顕著であった。

また、対照区の製品は乾燥2時間頃から、魚体の表面に油球が浮き出て、天日乾燥では3~4時間位になるとやや酸化臭が感じられるようになったが、ラップ区では、乾燥6時間目においてもこのような現象はみられず、酸化臭も感じられなかった。

天日乾燥と温風乾燥品の比較では、ラップ区も対照区も温風乾燥品の方が肉色に赤みがあり、褐変が少ない傾向がみられた。

しかも表3に示すように、製品の身割れの程度を1枚当たりの個数で表すと、対照区のうちサンマでは少なく、肉厚で鮮度低下し易いサバおよび原料の凍結期間が長く蛋白変性の進んでいると考えられるアジ²⁾では多くみられたのに対し、ラップ区ではいずれの製品も身割れもなく外観が優れており、商品性が高いと判定された。

肉色の変化を図2と図3に示した。魚肉表面を測色色差計を用いて測定した結果で、色調の変化を彩度、色相の両面から比較するためa、b値の変化を示した。

これによると個体差による測定値のバラツキはあるが、いずれの製品も乾燥に伴い値が増加し、色彩が濃くなる。しかし、魚種や乾燥方法により色相は異なり、図2のサンマ図3のサバとも、ラップ区は対照区より、a値の割合が高く、肉色に赤みがあり、良い色調を呈

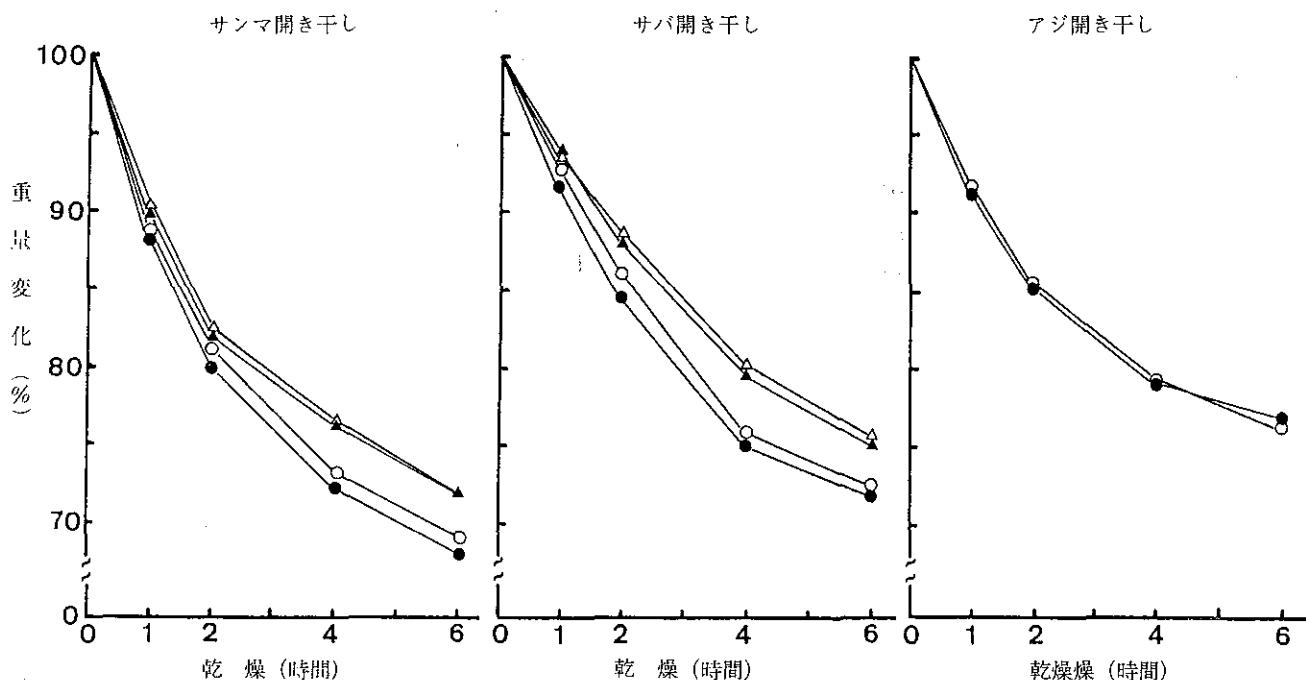


図1 乾燥中の重量変化

- 天日乾燥 対照区 ▲ 温風乾燥 対照区
- 天日乾燥 ラップ区 △ 温風乾燥 ラップ区

表3 製品1尾当たりの身割れの数

項目	乾燥時間	天日乾燥※		温風乾燥	
		対照区	ラップ区	対照区	ラップ区
サンマ	1	0	0	0	0
	2	0	0	0~1 (1>)	0
	4	0~1 (1>)	0	0	0
	6	0	0	0	0
サバ	1	0~10 (6)	0	2~6 (3)	0
	2	0~3 (2)	0	3~9 (6)	0
	4	0~10 (6)	0	2~11 (8)	0
	6	1~8 (5)	0	5~10 (7)	0
アジ	1	1~3 (2)	0	0~3 (2)	0
	2	0~4 (2)	0	0~2 (1)	0
	4	1~5 (3)	0	0~3 (2)	0
	6	0~4 (2)	0	0~4 (2)	0

※天候 快晴 ()内は平均値

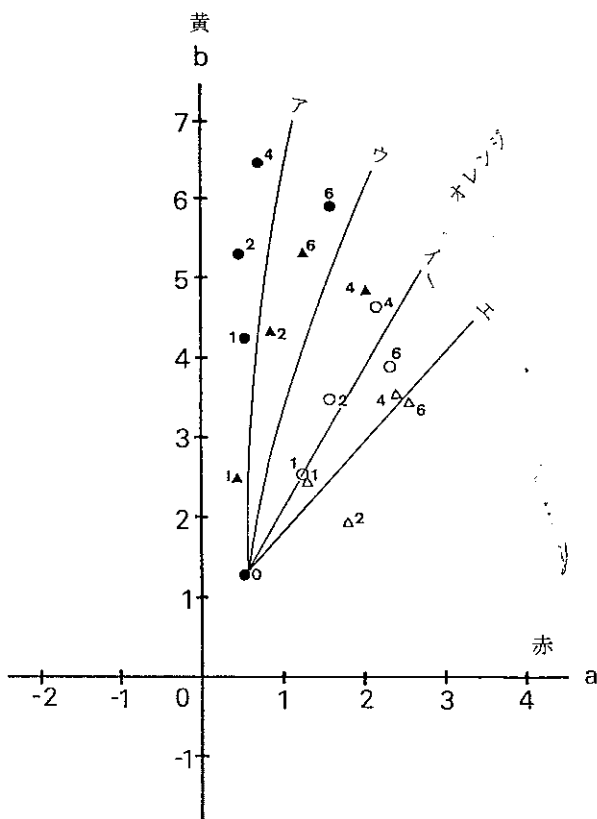


図2 サンマ開き干し製品の乾燥中の色調変化 (図中の数値は乾燥時間)

●—ア 天日乾燥 対照区 ▲—ウ 温風乾燥 対照区
○—イ 天日乾燥 ラップ区 △—エ 温風乾燥 ラップ区

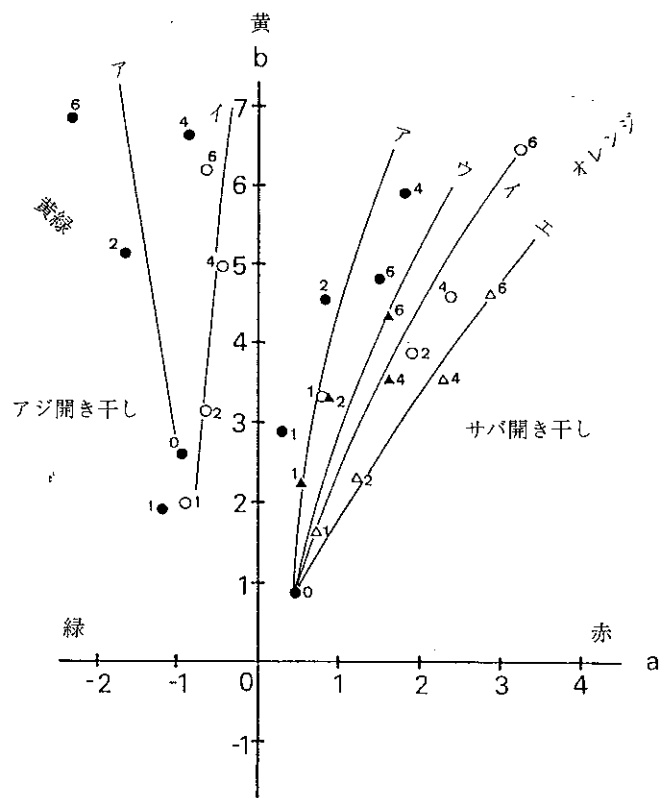


図3 サバおよびアジ開き干し製品の乾燥中の色調変化 (図中の数値は乾燥時間)

●—ア 天日乾燥 対照区 ▲—ウ 温風乾燥 対照区
○—イ 天日乾燥 ラップ区 △—エ 温風乾燥 ラップ区

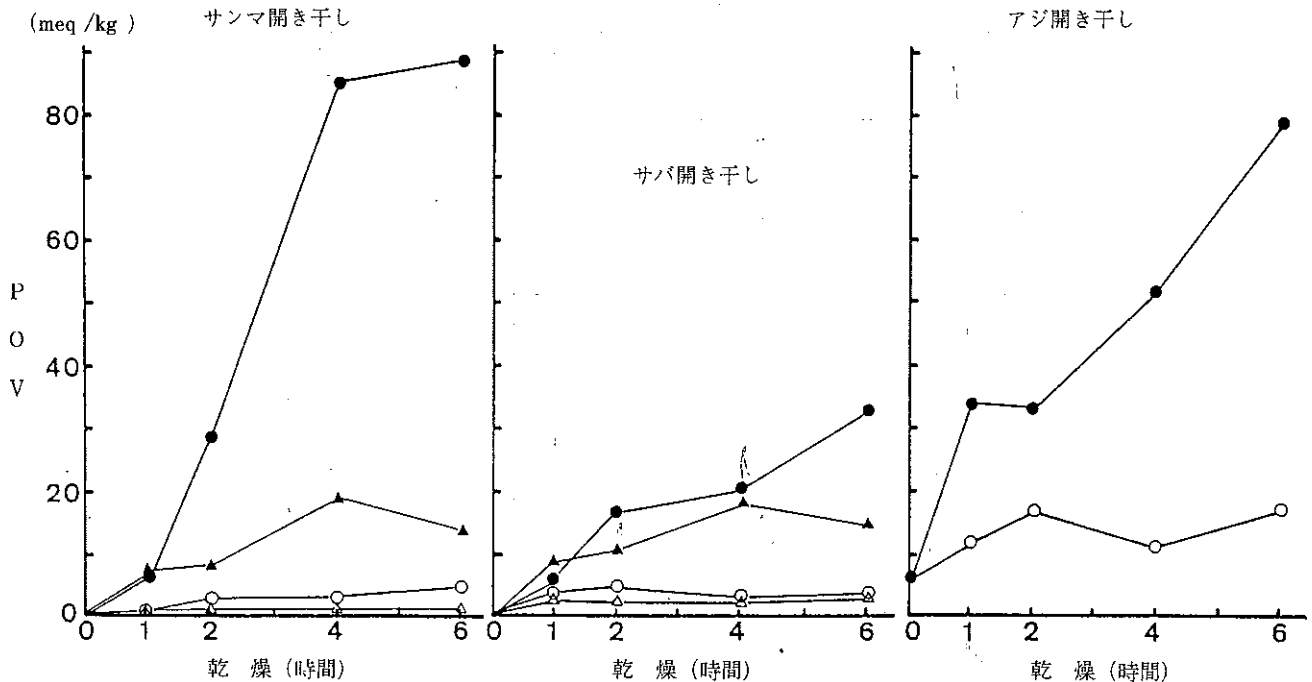


図4 乾燥中のPOVの変化

- 天日乾燥 対照区
- ▲ 温風乾燥 対照区
- 天日乾燥 ラップ区
- △ 温風乾燥 ラップ区

していた。温風乾燥と天日乾燥でも、同様に、温風乾燥品が赤みを呈しa値が大きい傾向が現れた。

図3のアジは前二者と異なり、ミオグロビン等の赤色素が少ないことや、凍結期間が長く色素蛋白の変性が進んでいると考えられること等から、乾燥前に既にa値が負の側にあり、黄緑がかかった色調を呈していた。そして乾燥に伴いラップ区の色調はb値だけが増加し黄みが強くなるが、対照区はb値の増加と共にa値が減少し、やや左上がりの曲線となり、黄みと共に青みの増加傾向がみられた。

脂質の酸化指標としてPOVの変化を図4に示した。サンマ、サバの対照区の天日と温風乾燥品を比較すると、乾燥が速く、紫外線等の脂質酸化促進作用の影響を受け易い天日乾燥品は温風乾燥品に比べてPOVの値が高く、脂質酸化の進行が速く著しい。

魚種別にみると、脂肪の量や脂肪酸組成などによって脂質酸化は異なるが、肉厚で乾燥の遅いサバは、サンマに比べるとPOVの上昇が遅い傾向がみられた。また、アジの脂質はサバ、サンマに比べて本来安定であると言われていたにもかかわらず、乾燥前のPOVからも伺えるように原料性状が悪かったため、乾燥中に著しく酸化が進行した。しかし、いずれの製品もラップ区は、対照区に比べて低い値で推移し、サンマお

よびサバでは6時間乾燥してもほとんどPOVが上昇しなかった。このようにセロファンフィルムによるラップ乾燥法は乾燥中の脂質酸化を効果的に抑制していると認められる。

以上、ラップ乾燥法の乾燥工程における効果について検討したが、セロファンフィルムは、天然繊維素(パルプ)を原料とした再生セルロースフィルムであり、親水性で水蒸気を透過し易い半面、酸素等のガス透過性は低い性質がある⁴⁾。このため塩干品の乾燥速度にはほとんど支障を与えず、脂質の酸化や色調の劣化を抑制したものと考えられる。

魚肉の赤色は、主として筋肉色素ミオグロビンによるもので、脂質の酸化と共に酸素や紫外線、温度等の影響によって退色することが知られている。乾燥中はこれらの影響によりミオグロビンが退色し、赤みが消失し易いが、温風乾燥は天日乾燥より、ラップ区は対照区に比べてこれらの影響が少なく、かつ水分蒸発に伴う色素の濃縮が起こるため、色調に赤みがあり、良い色合いを呈していたものと考えられる。

また同様に、対照区のPOVは乾燥中に著しく上昇するが、ラップ区の変化は天日・温風乾燥にかかわらず6時間目まで僅かで、脂質酸化はほとんど進行しない。このような傾向は官能的にも認められ、ラップ区

表4 乾燥中の温湿度と重量変化

項目	サンマ	サバ	アジ
乾燥時間(min)	120	150	140
温度(°C)		25.8~32.0	
湿度(%)		47~58	
魚体温度(°C)	20.2~34.0	19.0~31.0	18.2~33.2
重量変化(%)	80.9	83.4	85.3

では酸化臭も感じる事がなかった。このことは当然その後の流通や保管中の品質にも影響してくるものと考えられるが、ラップ乾燥すると、サバやアジのように身割れの起こり易い原料でも身割れの危険がなくなると共に、食塩で溶解した塩溶性蛋白質が、フィルム面で平滑にゲル化して、弾力のある「坐り」ような皮膜を形成し、この結果、光沢を増し外観も向上する。

しかも、ラップ乾燥法は、魚体に直接蠅や砂、ほこりなどの付着がなく衛生的であり、店頭で消費者が手で触っても汚れない等、副次的な多くの利点を上げる

ことができる。

2. 貯蔵中に関する実験

次に製品貯蔵中の品質に及ぼすセロファンフィルム包装の効果について実験検討した。

材料と方法

- 1) 材料
前試験に同じ
- 2) 方法

製品の製造方法は前試験に同じ。ただし、一般に商品の乾燥程度は、魚種、魚体の大きさ、脂肪量、時季、あるいは製品の出荷先等によって異なるので、その相違を考慮し、当業者の例に準じて表4に示した温湿度でサンマは2時間、サバは2時間30分、アジは2時間20分の天日乾燥を行った。なお、表中の重量変化は、前回の試験で対照区とラップ区の間にはほとんど差がみられなかったため、ラップ区のみ測定とした。

各製品は製造後、これらを1晩-35°Cで凍結、それぞれポリエチレン袋に入れて5°Cで7日間貯蔵中の品質変化を測定した。

測定方法は、官能判定、肉色、POVについて前試験に準じて行った。

結果および考察

まず、製品の品質を官能的にみると、外観は、いずれの製品も貯蔵中に退色が進行し、肉色は赤みが減少するが、ラップ区は対照区に比べて赤みがあり、退色が遅い傾向がみられた。そして、対照区では貯蔵中に光沢が劣化すると共に、脂肪の多い腹部は油焼けの黄変が速く認められて、貯蔵中に徐々に進行した。特に、原料性状の悪かったアジはその傾向が強く、5日目頃には全体が黄変し、商品価値を失った。それに対し、ラップ区では、腹部の切り口がやや黄変するものの、貯蔵7日目においても光沢はほとんど変わらず、肉質に透明感があって、おおむね初期の品質を維持していた。

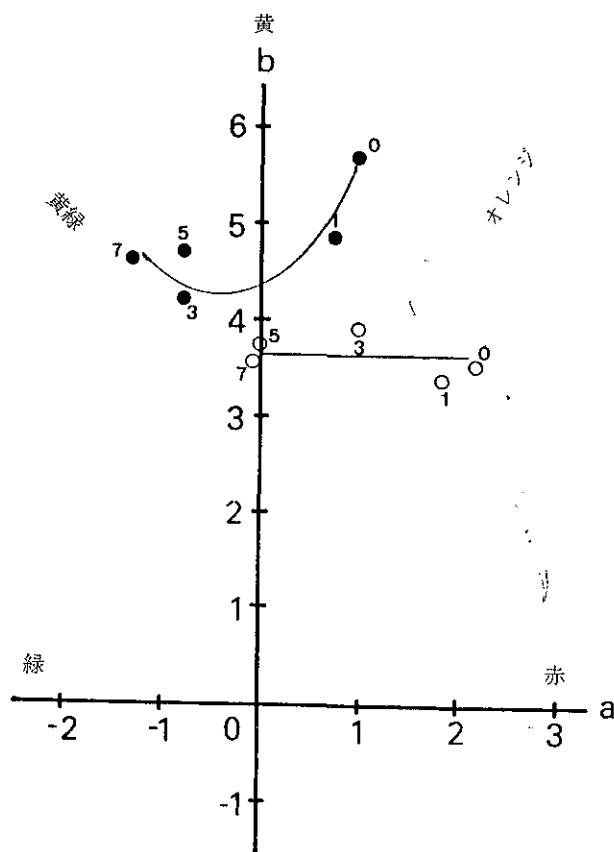


図5 サンマ開き干し製品の貯蔵中の色調変化
(図中の数値は貯蔵日数)

- 天日乾燥 対照区 5°C貯蔵
- 天日乾燥 ラップ区

臭気については、対照区のアジが2日目、サンマとサバが3日目にやや酸化臭が感じられたのに対し、ラップ区はいずれも4～5日目まで品質的な問題はみられなかった。

肉色の変化を図5～7に示した。

サンマについてみると(図5), ラップ区の製品は貯蔵に伴い値がX軸とほぼ平行に左横に移動し、赤色を表すa値が減少するが、黄色を表すb値はほとんど変化がない。それに対し、対照区はa値およびb値共に減少し、色が薄れるが共に、5～7日目に黄緑がかった。このような傾向はサバにおいても(図6)同様であった。

一方、アジ開き干しについてみると(図7), 上記2製品とは変化のパターンが異なり、貯蔵初期にもラップ区は対照区と同様にa値と共にb値が減少し、色調が緑色側に移動し後に脂質酸化の影響もあってb値が大きく増加し黄緑変が進んだ。しかし、ラップ区は対照区に比べてその黄緑変は少ない傾向がみられた。

図8にPOVの変化を示した。いずれの製品も貯蔵中にPOVが上昇し、脂質酸化が進行した。しかし、ラップ区は乾燥工程のような顕著な差は現れないが、対照区に比べるとPOVの上昇が遅く、日数の経過と共に両者の差は広がる傾向にあった。サンマを例にとると、官能的に酸化臭が感じられるPOV値が50近くに達するのに、対照区では2日であったのに対し、ラップ区は5～6日と遅延している。

このように製品貯蔵中には、水分蒸発に伴う色素の濃縮が起こらないため、酸素や食塩等の影響によりミオグロビンの退色が進行し、赤みが薄れてくるが、酸素の影響の少ないラップ区は対照区に比べてその変化が遅い。また、対照区では脂質酸化が速く、5日目頃から脂質酸化に伴う黄緑化が進行し、臭いの変化も著しく感じられるようになったが、ラップ区では原料性

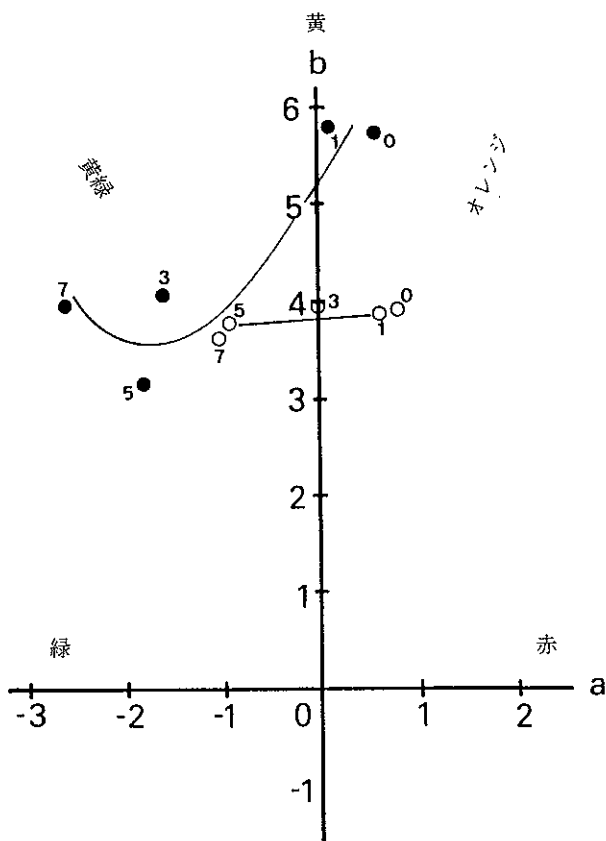


図6 サバ開き干し製品の貯蔵中の色調変化 (図中の数値は貯蔵日数)

- 天日乾燥 対照区 5℃貯蔵
- 天日乾燥 ラップ区

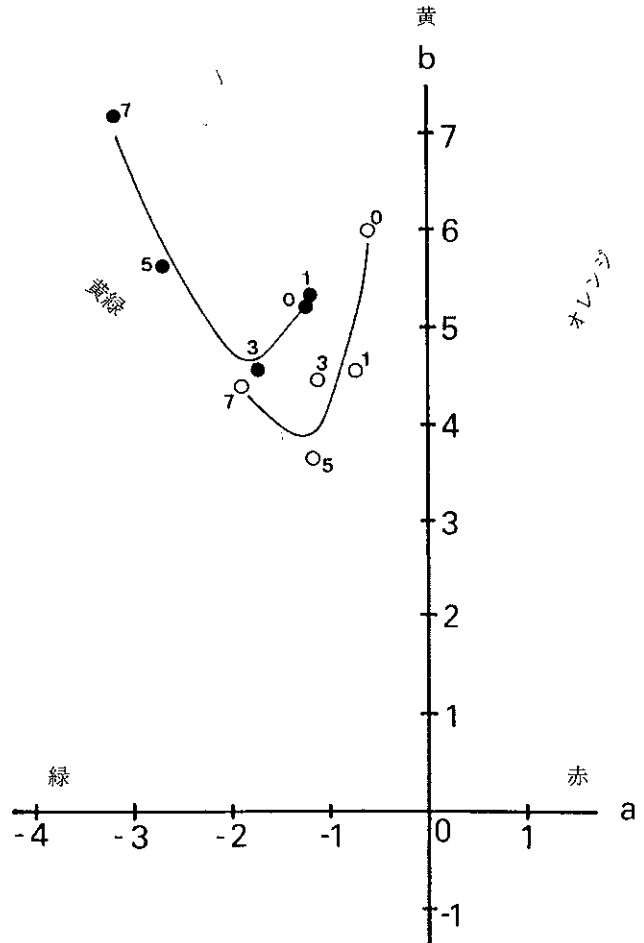


図7 アジ開き干し製品の貯蔵中の色調変化 (図中の数値は貯蔵日数)

- 天日乾燥 対照区 5℃貯蔵
- 天日乾燥 ラップ区

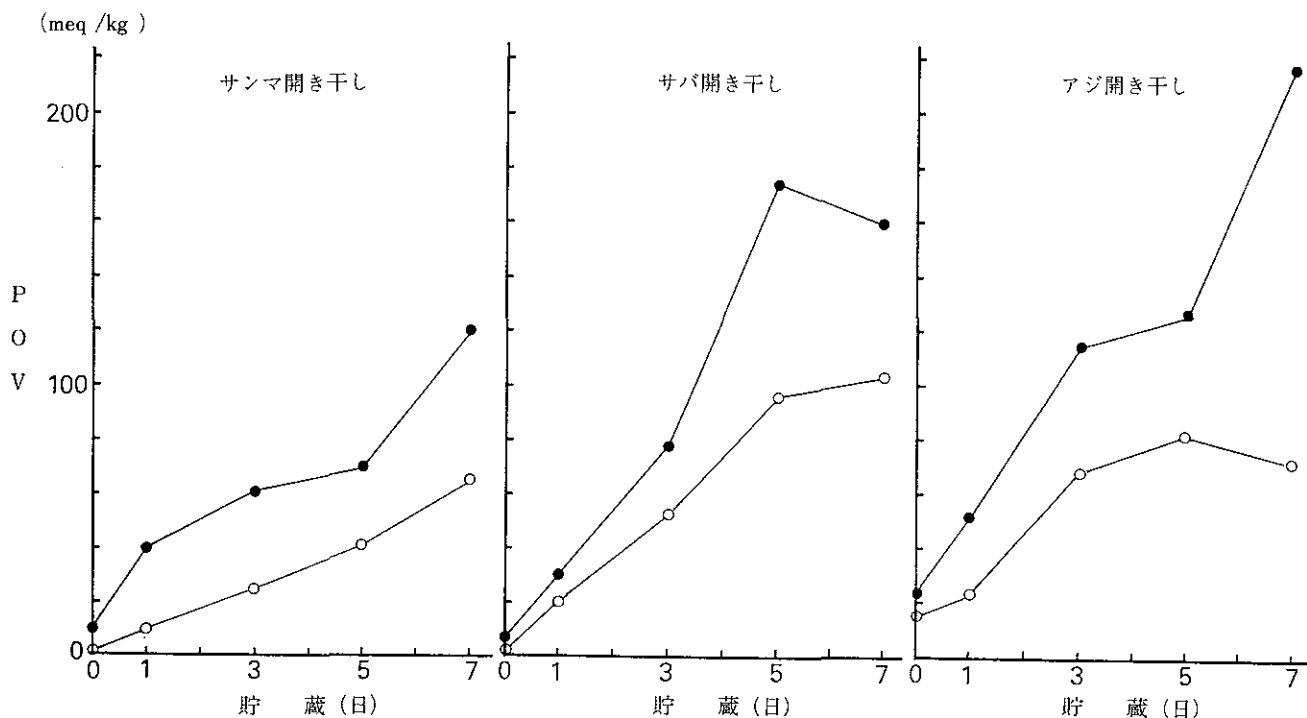


図8 製品貯蔵中のPOVの変化

● 天日乾燥 対照区 5℃貯蔵
○ 天日乾燥 ラップ区

状の悪かったアジにおいて僅かに認められるものの、サンマおよびサバにおいてはそのような傾向はみられず、貯蔵中にもセロファンフィルムは肉色の劣化や脂質酸化の抑制に効果を示し、製品のシェルフライフの延長が可能であった。

しかし、天然繊維素で微細な多孔質構造をなすセロファンフィルムは、乾燥状態においては酸素遮断性が高い半面、吸湿するとセロファンが膨潤し孔質な径が拡大して酸素透過性が増すため、水分蒸発によってフィルムの表面が乾燥状態にある乾燥過程に比べると、魚体内の水分拡散や環境からの吸湿によってフィルムが常に湿潤状態にある貯蔵中はラップ区においても脂質酸化が比較的速く進行する。このため、乾燥後の保存方法には十分注意する必要がある。

3. フィルムの厚さに関する試験

前項2の結果から、フィルム包装の製品は貯蔵中、魚体内の水分拡散や環境の水蒸気の影響により、フィルムが湿潤し、酸素などのガス透過性が増すため、乾燥過程に比較して脂質酸化の進行が速い傾向がみられたので、ここでは貯蔵中のセロファンフィルムの厚さの相違による効果を比較検討した。

表5 乾燥中の温湿度

時間 (hr)	0	1	2	3	4
乾燥温度(℃)	27.0	29.5	30.0	29.0	29.0
湿度(%)	58	52	49	35	47
魚体温度(℃)	20.0	30.0	33.0	33.0	32.0

材料と方法

1) 材料

前試験と同じ原料によるサンマ製品を用いた。

2) 方法

前試験と同じ。ただし厚さ20 μ および40 μ の二種のセロファンフィルムを用い、天日乾燥で4時間行い、乾燥中の乾燥速度と品質変化を測定し、両者の比較検討を行った。乾燥時の温湿度変化を表5に示す。

また、乾燥2時間後のものを、1晩-35℃で凍結後、製品をそれぞれポリエチレン袋に入れて5℃で5日間貯蔵し、貯蔵中の品質変化を測定した。

測定方法は前試験に準じて行った。

結果および考察

図9に乾燥中の製品の重量変化を示した。対照区に比べラップ区の20 μ 区では乾燥速度が速く、40 μ 区で

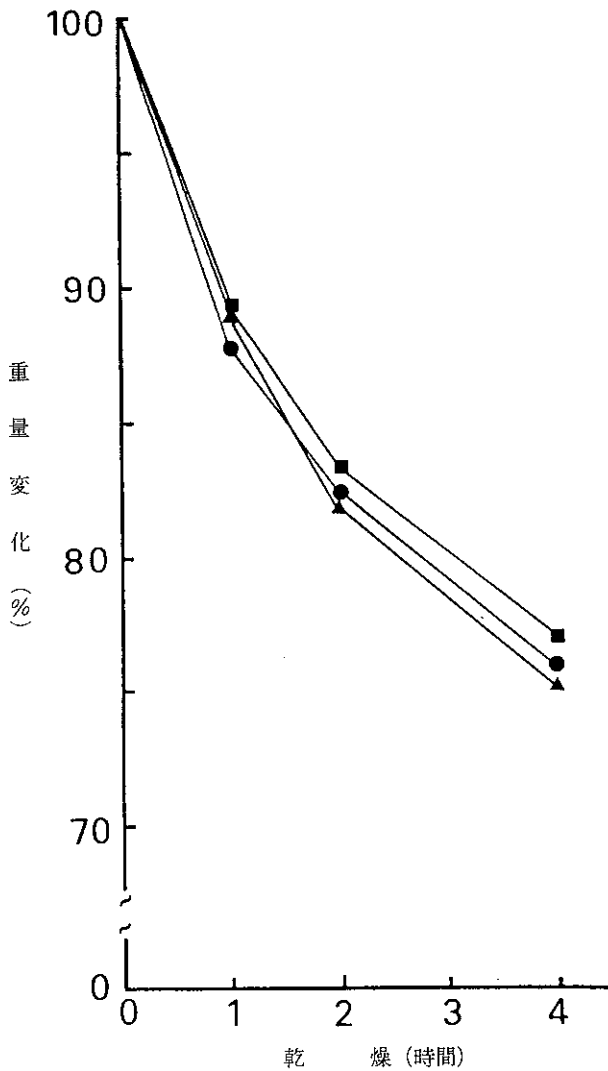


図9. サンマ開き干し製品の乾燥中の重量変化
 ● 対照区
 ▲ フィルム20μ区
 ■ フィルム40μ区

はやや遅い傾向がみられたが、その差は僅かである。試料の肉厚や脂肪の乗り具合等による個体差を考慮すると、フィルムの厚さは乾燥速度にそれほど大きな影響は与えないものと考えられる。

図10に乾燥および貯蔵中の肉色の変化を示した。前試験同様、いずれの製品も乾燥中は値が増加し、色が濃くなり、ラップ区は、対照区に比べて曲線が右に傾いて赤みがあり、良い色調を呈していた。貯蔵期でもほぼ前回のサンマ同様の傾向を示したが、20μ区と40μ区の比較では、乾燥および貯蔵中とも両者はほぼ同様であり、フィルムの厚さによる差はみられなかった。

外観的には、乾燥が進むと20μ区の製品はフィルムに皺がより、製品表面が乱反射するのに対し、厚いフ

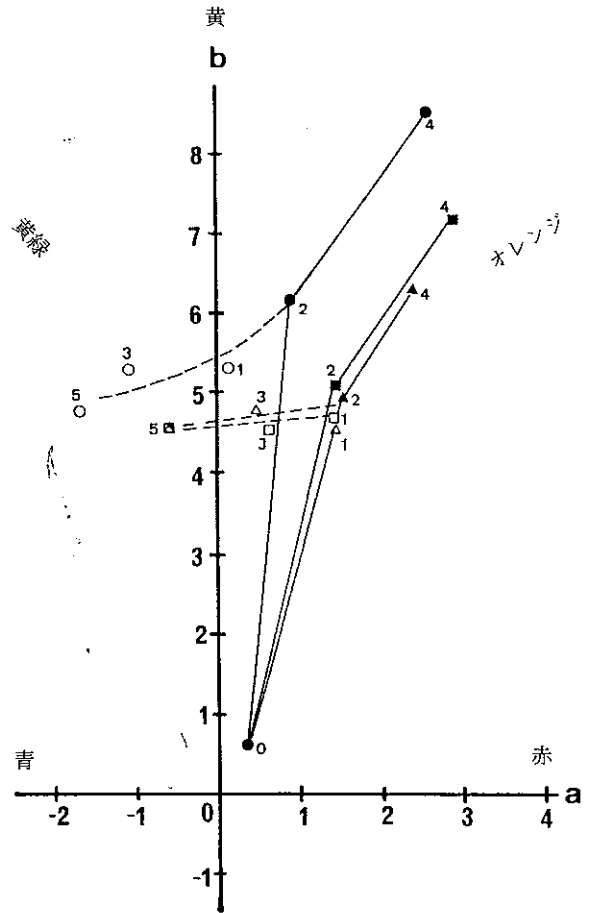


図10 サンマ開き干し製品の乾燥・貯蔵中の色調変化
 (図中の数値は乾燥時間および貯蔵日数)

	天日乾燥	5℃貯蔵
対照区	●	○
フィルム20μ区	▲	△
フィルム40μ区	■	□

ィルムでは皺が少なく、表面が平坦な感じになっていた。

セロファンフィルムには繊維の方向性があり、それに沿って皺が生じる性質があるためで、製品の種類によって意図的に魚体に対して縦あるいは横皺を作ることとも可能であり、フィルムの厚さと同様に繊維の方向性も使い分けすることが考えられよう。

POVの変化を図11に示した。ラップ区は乾燥中ほとんど変化せず、貯蔵中も対照区に比べて低い値で推移したが、20μ区と40μ区の比較ではほとんど差がなく、フィルムの厚さは、肉色の判定の際と同じように貯蔵中の脂質酸化の抑制効果に差はみられなかった。

以上の結果、セロファンフィルムの厚さの違いは、乾燥速度にはほとんど支障を与えず、また肉色の劣化

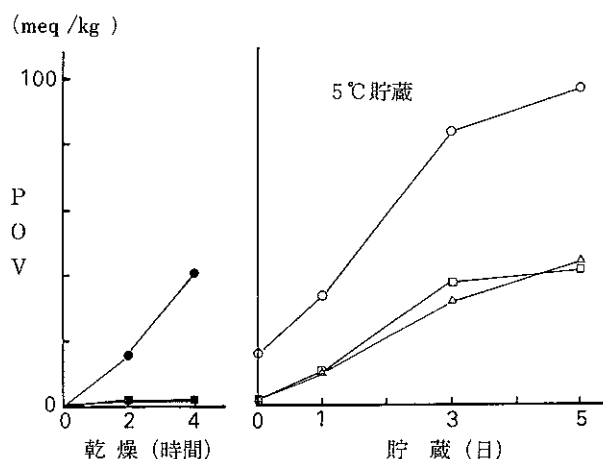


図11 サンマ開き干し製品の乾燥・貯蔵中のPOVの変化

	天日乾燥	5°C貯蔵
対照区	●	○
フィルム20μ区	▲	△
フィルム40μ区	■	□

や脂質酸化の抑制効果にも変わりはない。これは前項において述べたように、セロファンフィルムが多孔質構造で吸水性がある半面、吸湿すると酸素透過性が増すためと考えられる。従ってこの面での欠点を補える、セロファンフィルム以外の包材の検討を今後行う必要もあるが、当面は乾燥後、酸素遮断性フィルムを用いた真空あるいは窒素や炭酸ガスなどの不活性ガス置換包装、脱酸素剤封入包装などの応用のほか、短期消費を促進する販売を心がける必要がある。

以上のように、ラップ乾燥法には多くの利点があり、開き干し以外にも、丸干しや調味干し薫製品など脂質酸化や変色が問題となる乾製品、あるいは味噌漬けや粕漬けなど遊離水の軽減を図りたい製品への応用が考えられる。特に本県では、脂質や色素の不安定なサンマやサバ、イワシなどを原料にした製品が多いので、この方法の応用範囲は極めて大きいものと考えられる。

要 約

- 1) 塩干品類の品質向上を図るため、セロファンフィルムによるラップ乾燥法を用いて製造したサンマ、サバ、アジ開き干し製品の、乾燥・貯蔵中の品質の変化を測定し、その効果を比較検討した。
- 2) セロファンフィルムによるラップ乾燥は、乾燥速度にほとんど支障を与えなかった。
- 3) 乾燥中の製品の肌荒れや身割れを防止し、光沢を増した。
- 4) また、乾燥・貯蔵中の脂質酸化、色調の悪変を抑制し、品質を向上させた。
- 5) さらにラップ包装は、乾燥中の蠅や砂、ほこりなどの付着を防止し衛生的であり、取り扱いが容易であった。
- 6) フィルムの厚さはこれを変えても、乾燥速度および乾燥・貯蔵中の脂質酸化、肉色変化の良否にはほとんど差を生じなかった。
- 7) 厚いフィルムは薄いものに比べて乾燥中の皺が少なかった。

文 献

- 1) 尾崎直臣・山田恵子(1968)：食品中脂質の過酸化物価測定法。栄養と食糧, 21, 89~93.
- 2) 中村邦典・石川宣次・和田 卓・拓植喜代司・長谷川薫・原田雄四郎(1981)：外国産マアジ開き干し原料の品質について。東海水研報, 104, 91~96.
- 3) 田辺 伸(1988)：煮干しイワシの油焼け防止—IV, 天日乾燥について, 本誌.
- 4) 加工技術研究会(1978)：ラミネート加工便覧.
- 5) 尾藤方通(1974)：マグロ・カツオの凍結による品質上の問題点。冷凍, 49, 72~83.
- 6) 光珠書院(1968)：食品の包装と材料