脱水シート包装による鮮魚の鮮度保持[†]

濱田 (佐藤) 奈保子[§], 小林武志, 今田千秋, 渡邊悦生

Freshness Preservation of Raw Fish using Contact Dehydration Sheet (Freshness-preserving effects of contact dehydration sheet on pacific mackerel and Japanese sardine)

Naoko Hamada-Sato[§], Takeshi Kobayashi, Chiaki Imada and Etsuo Watanabe

Tokyo University of Fisheries, 4-5-7, Konan, Minato-ku, Tokyo 108-8477

In this study, we aim to verify the freshness-preserving effects of contact dehydration sheets (CDS) on pacific mackerel and Japanese sardine using K value, total volatile base nitrogen (T-VBN), and viable cell count as freshness indicators. The amounts of drip and moisture contents of two fish, one wrapped with CDS and the other with poly (vinylidene chloride) film (control), were also measured to compare the freshness-preserving effects of CDS. After two days of storage, K values for pacific mackerel wrapped with poly (vinylidene chloride) film reached 30%, indicating that they are unsuitable for raw consumption, while K values for pacific mackerel wrapped with CDS were less than 20%, indicating that they are suitable for raw consumption. Similar differences in T-VBN were also observed after two days of storage. The treatment effects were more pronounced for pacific mackerel than for Japanese sardine. No significant differences in viable cell count between the two treatments throughout the storage period for either fish were observed. Judging from the results of drip loss and moisture content, CDS appears capable of absorbing the majority of the excess moisture. The differences in moisture content between the two treatments were 10% for pacific mackerel and 4% for Japanese sardine after one day of storage. The distinct freshness-preserving effects of CDS on the K value and T-VBN seem to be due to a decline in the catalytic reaction speed of enzymes, which is a result of reduced drip.

(Received May. 21, 2002 ; Accepted Sep. 9, 2002)

生鮮食品はその重量の60~95%が水分であり、その中の自由水が微生物の繁殖及び種々の酵素反応を賦活化し、食品の鮮度を落とす主要原因になっていることから、食品の保存は水分を制御することなどにより行われてきた。

代表的な脱水方法としては、天日干しや加熱などによる乾燥法、食塩や砂糖など高濃度の調味液に浸せきする脱水法及び凍結乾燥法が挙げられるが、加熱による組織変性・脂質酸化、過剰な塩分や糖によるタンパク変性と食品素材本来の風味の低下、凍結による組織破壊などの

欠点が認められる。従って、食品の変質を引き起こさずに余分な水を除去することができれば食品の鮮度保持、調理性の向上などが期待できる。このような観点から開発された包装材料として、浸透圧を利用した脱水シートが、ピチットシートという商品名で昭和電工プラスチックプロダクツ(株)から市販されている。他の脱水シートとしては、クラレ(株)からシェフキンという商品名のものが市販されている。脱水シートそのものの性質の評価に関しては詳細な検討がなされ、学術誌にも紹介されてきた^{1~2)}が、魚介類を包装した際の効能については、脱

[†] サバとイワシの鮮度保持効果

東京水産大学 (〒108-8477 東京都港区港南 4-5-7)

[§] 連絡先 (Corresponding author), hsnaoko@tokyo-u-fish.ac.jp

水シートを用いた干物の脂質酸化防止効果³⁾と調理性の向上⁴⁾についての報告があるのみである。そこで本研究では、鮮度低下が速いサバとイワシについて、K 値、生菌数及び揮発性塩基窒素の 3 種の鮮度判定指標により、脱水シート包装の鮮度保持効果を評価した。また脱水率を測定し、ポリ塩化ビニリデンシート包装との比較から鮮度保持効果を考察した。

実 験 方 法

1. 試料の調製

サバ (*Scomber japonicus*) とイワシ (*Sardinops melanostictus*) を東京都内の鮮魚店より購入し、氷蔵して研究室に持ち帰り、ただちに三枚におろし、背肉を脱水シート [商品名: ピチットシート、昭和電工プラスチックプロダクツ(株)製] と対照としてポリ塩化ビニリデンシート [商品名: サランラップ、旭化成 (株) 製] で包んだ後、食品用保存袋 [商品名: ZipLoc, ダウケミカル(株) 製] に入れ、冷蔵庫 (4-5℃) で保存した。尚、試料は 5 検体ずつ包装し、経日的に冷蔵庫より取り出し、以下の測定に用いた。

2. 測定項目

1) ドリップ量

既知重量のろ紙を用いて魚及び包装材料の表面の水分を拭き取り、その増重量を測定した。また、ドリップを拭った後の魚の重量も測定し、魚 1 g あたりのドリップ量で表わした。

2) 水分含量

各検体の水分含量は赤外線水分計 (Kett(株)FD-620) を用いて 105℃ で測定した。

3) K 値

K 値は上記試料の圧搾液を分析試料とし、酵素センサー (商品名: バイオフレッシュ、東科精機社製) により測定した。

4) 生菌数

上記試料 25 g と 50% 人工海水 [人工海水 (ジャマリン S) と脱イオン水を 1:1 で混合したもの] 225 ml を合一し、ストマッカーを用いて均一化したものを生菌数計測用原液とした。段階希釈したのち、平板培地 (バクト酵母エキス 2.5 g, バクトトリプトン 5 g, ブドウ糖 1 g, 寒天 15 g, 50% 人工海水 1000 ml, pH 7.1) に塗抹し、20℃ において、7 日間培養後、出現したコロニー数を計測し、生菌数を算出した。

5) 揮発性塩基窒素 (T-VBN)

上記試料 20 g に終濃度 4% になるようにトリクロロ

酢酸 (TCA) 溶液を加えた後、直ちにホモジナイズし、微量拡散法⁵⁾で測定した。

3. 統計処理

得られたデータは平均値±標準偏差を算出し、*t* 検定により解析した。有意水準 5% 以下を有意差有りとした。

実験結果および考察

1. ドリップ量

Fig. 1 にサバとイワシのドリップ量を測定した結果を魚 1 g あたりに換算して示した。

サバ (Fig. 1-A), イワシ (Fig. 1-B) とともにポリ塩化ビニリデンシート包装した場合のドリップ量はほぼ直線的に増加しており、保存 4 日目ではサバは約 80 mg/g のドリップが、イワシでは約 50 mg/g のドリップが生成している。一方、脱水シート包装した場合は、測定値として約 0.7 mg/g (サバ, イワシ) のドリップ量であり、ポリ塩化ビニリデンシート包装した場合に生成されたドリップをほぼ完全に吸収していることになる。

食品を低温保存している時に溶離する水分及びその中に溶解している成分は、食品の表面に蓄積し、食品表面上の化学反応や酵素反応の進行を促進し、かつ食品表面の微生物の生育を助長し、悪臭を発生させたりすることから、脱水シートによりどの程度ドリップ量が減少したかを測定することは以降に述べる鮮度低下を考察する上で重要と考えている。

2. 水分含量

脱水シート包装した場合とポリ塩化ビニリデンシート包装した場合のサバ及びイワシの水分含量を Fig. 2 に示した。*t* 検定 ($p < 0.05$) により解析した結果、計測した全ての期間 (保存 1~4 日間) で対照区との間に有意差が認められた。ポリ塩化ビニリデンシート包装保存 1 日後のサバの水分含量: 74.3% に対し、脱水シートで包装した場合は 64.2% であり、約 10% の水分が脱水されたことになる。保存 2 日目以降はポリ塩化ビニリデンシート包装の場合、ドリップが浸出する分だけ水分含量は漸減している。脱水シート包装の場合は内部の水分までが保存 1 日目ではほとんど完全に脱水されてしまい、ドリップの浸出が抑制されるため、水分含量はほとんど変化せず定常状態となった。

一方イワシの場合は、ポリ塩化ビニリデンシート包装保存 1 日後の水分含量: 74.3% に対し、脱水シートで包装した場合は 70.1% であり、約 4% の水分が脱水されたことになる。サバの場合と異なり、保存 2 日目以降も水分

含量が漸減している理由としては、脂質含量が多いイワシの場合、赤外線ランプによる加熱により生成された流動化した脂質被膜が水分の蒸発を妨げるため、赤外線ランプ水分計による測定法では正確な水分含量が測定できない可能性があること、また、脂質含量が多い魚は脱水しにくいという2つの可能性があると考えられる。ちなみに包装前の総脂質含量を Folch 法⁶⁾に従い測定したところ、サバの総脂質含量が2.5%であるのに対し、イワシは4.4%であった。

3. K 値

生鮮魚の鮮度指標として K 値が使われており、魚の種類にもよるが、一般に生食用としての鮮度の K 値は20% 以内、20% ~60% は調理加工向けの鮮度とされている。 t 検定 ($p < 0.05$) により解析した結果、両魚種ともに、保存2日目以降に対照区との間に有意差が認められた。

Fig. 3-A にサバの K 値の保存日数の変化を示した。この図からポリ塩化ビニリデンシート包装されたサバの場

Fig. 1 Changes in the amount of drip from the fishes wrapped with two different packaging materials during storage at 5°C

●, wrapped with contact dehydration sheet ; ○, wrapped with poly (vinylidene chloride) film ; A, Pacific mackerel ; B, Japanese sardine

The point and bar indicate the mean value $\pm$ SD, respectively (n=5).

Fig. 2 Changes in the moisture content of the fishes wrapped with two different packaging materials during storage at 5°C

●, wrapped with contact dehydration sheet ; ○, wrapped with poly (vinylidene chloride) film ; A, Pacific mackerel ; B, Japanese sardine

The point and bar indicate the mean value $\pm$ SD, respectively (n=5).

合、5℃ 2日間保存後のK値は30%位にまで達しており、生では食べられなかった。その後、3日目では36%、また4日目では49%と急激にK値が増加した。一方、脱水シート包装したものは、2日後もK値は20%以下であり、保存2日後も刺身として充分食べられる状態であった。その後3日間保存では29%、4日間保存では41%であり、ポリ塩化ビニリデンシート包装と比較すると明らかに鮮度低下が抑制されていることが観察された。

Fig. 3-Bにイワシの場合のK値の変化を示した。脱水シート包装保存2日目のK値は17.5%、ポリ塩化ビニリデンシート包装されたイワシのK値は22%であった。いずれも生で食べられる状態であったが、その後の様子は脱水シート包装したイワシは保存4日目でも鮮度良好品であった(K値: 30.5%)のに対し、ポリ塩化ビニリデンシート包装したものはK値40%を超えており、鮮度保持効果はサバほど明確ではないものの脱水シート包装によるK値の増加抑制が観察された。これは脱水シートによりドリップが吸収されたことにより、各種の酵素活性が抑制された結果、鮮度の低下が抑えられたものと考えられる。

4. 生菌数

一般に魚肉1g中に $10^2 \sim 10^4$ の生菌数が認められた場合に新鮮、 $10^6 \sim 10^7$ の範囲では初期腐敗、 10^8 以上で腐敗であるとされる。

生菌数の測定結果をFig. 4に示した。脱水シート包装、ポリ塩化ビニリデンシート包装ともに保存日数が経

過するにつれ、急激な細菌数の増加が観察されるが、計測した全ての期間において対照区との間に有意差は認められなかった(t 検定、 $p < 0.05$)。脱水シートによりドリップが吸収され、細菌の増殖環境が劣化することにより生菌数の低下が期待されたが、5℃、4日間保存という低温・短期間のために、明確な差は見られなかったと考えられる。

5. 揮発性塩基窒素(T-VBN)

揮発性塩基窒素(T-VBN)は海産魚に広く分布しているトリメチルアミノオキシド(TMA-O)の還元で生じるトリメチルアミン(TMA)やアンモニア、ジメチルアミンの総称であり、化学的な鮮度判定の指標として用いられている。一般に魚肉100g中にT-VBNが10mg以下で極めて新鮮、10~20mgで新鮮、20~25mgで鮮度低下、25~30mgで初期腐敗、30mg以上で腐敗であるとされるが、魚種により値に大きな違いがあるとされるため、魚種が異なる場合は単にこの数字だけでは一概に比較できないと言われている。 t 検定($p < 0.05$)により解析した結果、Fig. 5に示すように両魚種とも保存1日目では対照区との間に有意差は認められなかったが、保存2日目以降においては、両魚種ともに脱水シート包装区のほうが有意に低く、T-VBNの抑制が認められた。従ってこの鮮度判定法からも、脱水シートを用いた鮮度保持効果が確認できた。ポリ塩化ビニリデンシート包装との差は保存日数の経過に伴い大きくなり、サバの3日目、4日目では約10mg/g、イワシ4日目では約10mg/gの差がみられた。上記生菌数の結果から判断すると、

Fig. 3 Changes in K value of the fishes wrapped with two different packaging materials during storage at 5℃

●, wrapped with contact dehydration sheet; ○, wrapped with poly(vinylidene chloride) film; A, Pacific mackerel; B, Japanese sardine

The point and bar indicate the mean value $\pm$ SD, respectively (n=5).

Fig. 4 Changes in viable cell count of the fishes wrapped with two different packaging materials during storage at 5°C

●, wrapped with contact dehydration sheet; ○, wrapped with poly (vinylidene chloride) film; A, Pacific mackerel; B, Japanese sardine

The point and bar indicate the mean value $\pm$ SD, respectively (n=5).

Fig. 5 Changes in total volatile base nitrogen (T-VBN) of the fishes wrapped with two different packaging materials during storage at 5°C

●, wrapped with contact dehydration sheet; ○, wrapped with poly (vinylidene chloride) film; A, Pacific mackerel; B, Japanese sardine

The point and bar indicate the mean value $\pm$ SD, respectively (n=5).

菌の増殖が試験区及び対照区間に有意差が認められないことから、貯蔵後期の T-VBN の増加はアンモニアの生成によるものと考えている。ちなみに官能的にアンモニア臭を確認している。今後、ドリップ量とアンモニア生成量との関係を明らかにしたいと考えている。

K 値、T-VBN においてその効果が明確にあらわれた理由としては、脱水シートによりドリップが吸収された結果、化学反応、酵素反応に必要な水分が抑制され、その触媒反応速度が低下したためと考えられる。5°C という低温で脱水シートの鮮度保持効果が確認できたこと

は、簡便かつ手軽な低温流通技術の 1 つの方法を見いだしたことになる。細菌の生育抑制には大きな効果が見られなかったが、例えば近年、鮮度保持効果が確認されているガス置換包装⁷⁻¹¹⁾を組み合わせることによって、細菌の生育抑制効果と鮮度保持効果の両者が期待でき、マーケット拡大につながると考えている。

要 約

3 種の鮮度指標 (K 値、生菌数、揮発性塩基窒素) により、鮮度低下の速いサバとイワシについて、脱水シート

包装による鮮度保持効果を評価し、以下の結果を得た。

また、脱水シート包装した場合の魚のドリップ量および水分含量をポリ塩化ビニリデンシート（対照）包装した場合と比較し、脱水シートの効果を考察した。

(1) K値を指標にした場合には、両魚種ともに、保存2日目以降に対照区との間に有意差が認められた。特にサバの場合に大きな差が見られ、保存2日目に対照区のK値は約30%に達してしまい、生で食せなかったのに対し、脱水シート包装した場合のK値は20%以下であり、刺身として充分食べられる状態であった。

(2) 揮発性塩基窒素を指標にした場合にも、保存2日目以降に対照区との間に有意差が認められ、その差は保存日数の経過に伴い大きくなり、サバの3日目、4日目では約10 mg/g、イワシ4日目では約10 mg/gの差がみられた。

(3) 生菌数を指標にした場合には、有意差は認められなかった。

(4) ドリップ量及び水分含量の測定結果から、脱水シートはほぼ完全にドリップを吸収していることが明らかとなった。

以上の結果から、K値及び揮発性塩基窒素による評価において、脱水シートの鮮度保持効果が明確にあらわれた理由は、脱水シートによるドリップの吸収が酵素反応における水分の抑制を促し、その反応速度の低下をもたらしたためと推察できる。

脱水シートの提供及び有益なご助言を賜りました昭和電工プラスチックプロダクツ（株）の齋藤利則氏に深く感謝致します。

文 献

- 1) 宅野雅巳 脱水シート ニューピッチット 化学, **46**, 264-266 (1991).
- 2) 織田修輝 脱水シート 食科工, **44**, 926 (1997).
- 3) 宅野雅巳 太田静行 浸透圧脱水による魚類干物の製造の際の脂質の変化 油化学, **39**, 409-413 (1990).
- 4) 瀬戸三江, 藤本健四郎 冷凍イワシの脂質酸化と嗜好に及ぼす脱水シートの影響 日本調理学会誌, **27**, 2-6 (1994).
- 5) E.J. Conway : Microdiffusion analysis and volumetric error, 3rd ed., Crosby Lockwood and Son Ltd., London, (1950).
- 6) Folch, J., Lees, M. and Sloane-Stanley, G.H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. *J. Biol. Chem.*, **226**, 497-509 (1957).
- 7) 安田松夫, 西野 甫, 千葉時子, 中野久子, 横山理雄 ハマチ切身の二酸化炭素混合ガス置換包装による鮮度保持 包装研究, **87**, 1-4 (1987).
- 8) 安田松夫, 西野 甫, 田中幹雄, 千葉時子, 中野久子, 横山理雄, 小川信二 養殖ニジマスの二酸化炭素混合ガス置換包装による鮮度保持 包装研究, **9**, 25-29 (1989).
- 9) 岡 重美, 福永健治, 伊藤博司, 高間浩蔵 ヒスタミン産生菌の増殖に及ぼすガス置換包装の影響 北大水産彙報, **44**, 46-54 (1993).
- 10) 藤井建夫, 平山昌広, 奥積昌世, 安田松夫, 西野甫, 横山理雄 二酸化炭素・窒素混合ガス置換包装によるマイワシのシェルフライフ 日水誌, **55**, 1971-1975 (1989).
- 11) Kimura, B., Kuroda, S., Murakami, M., and Fujii, T. Growth of *Clostridium perfringens* in fish fillets packaged with a controlled carbon dioxide atmosphere at abuse temperatures. *J. Food. Protection*, **59**, 704-710 (1996).

(平成14年5月21日受付, 平成14年9月9日受理)