

魚肉の迅速水分測定法と簡易脱水法

野中 健

Methods for Quick Measurement of Moisture Contents
and Simple Dehydration of Fish Meat.

Takeshi Nonaka

Gel-forming ability of fish meat is affected by its moisture contents. So, it is necessary to maintain determined moisture contents when the gel-forming ability of fish meat is compared. In this paper, I examined next methods for determination and control of the moisture contents, and obtained satisfactory results. The samples used were commercial frozen *suri-mi* of the sardine, lizard fish, and Alaska pollack. The moisture contents were determined by use of microwave oven. This method could give the moisture contents in 11 to 15 minutes, which is 1/4 to 1/7 of the hours required by the methods using infrared moisture meters. The moisture contents were controlled by use of dehydrating sheets. This method could give necessary contents of moisture, which is difficult to dehydrate by usual method using centrifugal separator and pressure dehydrator.

かまぼこは肉タンパク質のゲル化特性を利用しており、特徴ある弾力は足と呼ばれ、私達国民が好んで食する食品の一つである。かまぼこの弾力に関する研究は1940年頃から始まり、弾力の強さとタンパク質の濃度は指数関数の関係にあることが明らかにされている¹⁻²⁾。即ち、魚肉のゲル形成能は、魚肉中のタンパク質濃度に大きく左右されるため、その比較試験を行う場合、少なくとも、タンパク質濃度に最も影響を及ぼす水分は一定にして比較する必要がある。水分を一定とするための前提としての水分測定には、恒温器や赤外線ランプを使用した加熱乾燥法が主に用いられているが、いずれも長時間を要する欠点がある。そのため迅速な水分測定法が希求されているが、ここでは、迅速水分測定法としてマイクロウエーブレンジ（電子レンジ）の使用を試みた。また、水晒しの弾力増強効果が発見されて以来、水晒しは必須工程となっている。しかし、弾力増強効果は肉を膨潤させた時に発現するため、脱水作業が困難な場合が多い。特に、最近開発された減圧晒や微細

化法³⁻⁴⁾などの様に、筋原繊維レベルで水晒しを行う場合は、性能の低い遠心機では所定の水分にするのが困難である。そこで、魚肉タンパク質の変性をできるだけ抑えながら、遠心後の魚肉水分を所定の水分に調整する簡便な方法として、脱水シートの利用を試みた。

材料と方法

試料 市販のまいわし（平成元年3月製、ショ糖5%、重合リン酸塩0.25%、水分76.7%）、えそ（昭和63年5月製、ソルビット8%、重合リン酸塩0.2%、水分74.15%）およびすけとうだら（昭和63年12月製、ソルビット5%、蔗糖4%、重合リン酸塩0.3%、水分74.2%）の冷凍すり身を用いた。

水分含量測定法の比較試験 あらかじめ82%に水分調整したすり身を使用し、恒量に達するまでの時間を次の3種類の方法で比較した。

恒温器による乾燥法…試料5gを径98mmのシャーレー中にうすく伸ばして入れ、定温乾燥器

いすず CD13 (S) 型を用い105℃で恒量に達するまで乾燥を繰返した。

赤外線を利用した水分測定器による乾燥法…試料 5g を用い、(株)三和電気科学研究所製 Kett 赤外線水分計 F-1 B 型の所定の方法で測定した。

電子レンジによる乾燥法…タイガー魔法瓶(株) KRF-1000 型 クックエース (60Hz 100V-180W, 発振周波数2450MHz) を使用した。試料は、レンジ内の回転台 (径27.5cm耐熱ガラス) の上に径98mmのシャーレ中に 5g をうすく伸ばして入れた。最初の3分間は連続加熱し、その後は焦げるのを防ぐため、1分間停止、1分間加熱を繰返し恒量とした。

脱水シートによるすり身の脱水試験 解凍後の冷凍すり身に清水を加えて水分含量を84%に調整したのち、各試料を 5mm及び3mmの厚さの、発泡スチロール板を切抜いた型枠 (75×55mmの9区画) に入れた。これを脱水シートで両側から挟み、密着した状態で、5℃の保冷庫に放置し、所定の時間ごとに1区画の試料を取出して、水分含量を測定した。脱水シートは、昭和電工(株)製のワンウェイピット01L, 11L, 21L型の3種を使用した。

圧出水分 東洋汙紙No 2 を内側に、No 4 を外側にして、径20mm重さ約 1g の試料を両側から挟み、10kg/cm²で20秒間圧出させて、次式により求めた。
(圧出水分量/全水分量) × 100 (%)

ゲル形成能 レオメーター (不動工業株式会社)

を使用し、ゼリー強度 (以下 JS と略称) は、径30mm厚さ25mmの試料片について、5mmの球状ブランジャーで、試料台上昇スピード 2 cm/Min で測定し、次式により求めた。

$$JS (g \cdot cm) = W (g) \times L (cm)$$

但し、W:押し込み強度 L:押し込み長さ ゲル強度 (Se) は、厚さ 5mmで、リング状 (外輪径 27×17, 内輪径17×7mm) に打ち抜いた試料を、2 cm/Min で引伸した。そして、破断時の引っ張り強度 (S) と伸び率 (e) を測定し、次式により求めた。

$$Se (g \cdot cm^2) = S (g \cdot cm^2) \times e (\Delta l / l_0)$$

ゲル形成能測定用試料の調製 それぞれのすり身を半解凍後、所定の水分含量に調整した後、5℃の低温室中で石川式小型播潰機を用い、食塩 3% 添加後15分間、次に、馬鈴薯澱粉 5% を添加して15分間合計30分間播潰した。これを、折り径48mmの塩化ビニリデンのチューブに詰め、5℃で24時間放置後、更に、90℃で30分間煮熟し、直ちに流水中で冷却後、冷蔵庫中に保存して、48時間以内にゲル形成能等の分析に供した。

結果と考察

すり身の水分含量と弾力の強さの関係 ゲル形成能等試験における水分調整の重要性を明らかにするため、まず水分含量と弾力の強さの関係を検討した。水分含量を74~86%に変えた時のゲル形

表1 まいわし冷凍すり身の水分含量と弾力の強さの関係

Table 1. Relation between gel-forming ability and moisture content in frozen surimi of Sardine.

水分含量 Mc (%)	W値 (g)	L値 (cm)	JS (g·cm)	S値 (g·cm ²)	e値 ($\Delta l / l_0$)	Se (g·cm ²)	圧出水分量 Ew (%)
76.70	587	0.89	522	718	1.18	847	7.1
78	565	0.95	537	520	1.08	562	8.4
80	430	0.91	391	488	1.16	566	10.1
82	357	0.96	343	354	1.08	382	11.9
84	242	0.89	215	278	1.10	306	17.8
86	152	0.82	125	184	1.03	190	22.9

Mc : Moisture content, W : Weight, L : Length of hollow, JS : Jelly Strength, S : Tensile strength, e : Breaking extension, Se : Gel-strength, Ew : Expressible water.

表2 えそ冷凍すり身の水分含量と弾力の強さの関係

Table 2. Relation between gel-forming ability and moisture content in frozen *surimi* of Lizard fishes.

水分含量 Mc (%)	W値 (g)	L値 (cm)	JS (g·cm)	S値 (g·cm ³)	e値 ($\Delta l / l_0$)	Se (g·cm ³)	圧出水分量 Ew (%)
74.15	972	1.09	1059	1408	1.96	2760	4.1
76	836	1.17	978	1012	1.88	1903	6.2
78	732	1.17	856	922	1.91	1761	5.4
80	558	1.12	625	650	1.74	1131	6.9
82	410	1.10	451	532	1.97	1048	7.3
84	290	1.08	313	412	1.79	737	9.9
86	206	1.03	212	314	1.68	528	11.6

表3 すけとうだら冷凍すり身の水分含量と弾力の強さの関係

Table 3. Relation between gel-forming ability and moisture content in frozen *surimi* of Alaska pollack.

水分含量 Mc (%)	W値 (g)	L値 (cm)	JS (g·cm)	S値 (g·cm ³)	e値 ($\Delta l / l_0$)	Se (g·cm ³)	圧出水分量 Ew (%)
74.20	1176	1.29	1517	1378	1.62	2232	5.1
76	1031	1.26	1299	1166	1.61	1877	3.5
78	896	1.28	1147	1030	1.66	1710	8.0
80	763	1.28	977	792	1.45	1148	6.7
82	607	1.30	789	646	1.51	975	7.2
84	491	1.32	648	502	1.51	758	8.8
86	380	1.32	502	404	1.57	634	8.8

成能の変化を調べ表1～3に示した。まいわし、えそ、すけとうだらしり身のいずれにおいても、SとWの値は水分含量が最も少ないゲルで最強となり、水分含量の増加に伴って、ともに減少した。水分含量との関係を明らかにするため、SおよびWの値と水分含量 (Mc) を対数に換算してそれぞれの間の関係式及び相関関係を求めた。その結果、まいわし、えそおよびすけとうだら冷凍すり身のSとMcとの間には、それぞれ

$$\log S = -10.96 \log Mc + 23.51 (r = -0.984)$$

$$\log S = -9.83 \log Mc + 21.53 (r = -0.996)$$

$$\log S = -8.41 \log Mc + 18.89 (r = -0.995)$$

WとMcとの間には、それぞれ

$$\log W = -11.65 \log Mc + 24.78 (r = -0.975)$$

$$\log W = -10.53 \log Mc + 22.74 (r = -0.983)$$

$$\log W = -7.58 \log Mc + 17.28 (r = -0.991)$$

の式が成立し、高い負の相関が得られた。また同

様に、SeとMcとの間には、それぞれ $r = -0.975$, $r = -0.989$, $r = -0.992$, JSとの間には、それぞれ $r = -0.959$, $r = -0.976$, $r = -0.992$ の相関係数が得られた。通常、ゲル形成能試験においては、すり身の水分含量を82%前後に調整することが多い。本試験の結果をもとに82～83%の水分含量が1%異なった場合のJSおよびSeの値の差は、まいわしではそれぞれ $37.6 \text{g} \cdot \text{cm}$, $48.9 \text{g} \cdot \text{cm}^3$, えそでは、 $53.14 \text{g} \cdot \text{cm}$, $110.55 \text{g} \cdot \text{cm}^3$, すけとうだらでは $66.05 \text{g} \cdot \text{cm}$, $96.42 \text{g} \cdot \text{cm}^3$ の差があり、水分含量調整の重要性がうかがわれた。

圧出水分量については、すり身の水分含量が多くなるのに伴って圧出水分量も多くなった。水分含量86%時の圧出水分量はまいわし22.9%, えそで11.6%, すけとうだらで8.8%となり、まいわしは他の魚類の約2倍の値を示した。この原因については、ゲルを形成するタンパク質の原料時、

すり身製造あるいはゲル調製中における収縮の程度、変性度、溶解度、赤羽⁵⁻⁶らの指摘するかまぼこ中での束縛度の異なる水の比率などと保水力との関係などを充分検討してみる必要があると思われた。平野¹や西岡ら²は、弾力の強さがアクトミオシンまたはミオシン量に比例することを明らかにしている。ここではタンパク質量や可溶性アクトミオシン量を測定していないので、この点に関しては不明である。従って、横軸を水分含量でなく可溶性アクトミオシンにした時、ゲルを形成するタンパクレベルでの魚種と無関係の関数が得られるかどうかは、今後の大きな課題である。山下⁷は、すけとうだら冷凍すり身を試料としたかまぼこにおいて、JSや軟らかさと全水分や圧出水分率との間に高い相関を認め、岡田⁸は、圧出水分とかまぼこのJSあるいは官能検査の評点がよく一致し、圧出水分の多いものほど弾力が弱く、官能検査の評点が低いことを明らかにした。鈴木⁹も関連した結果を得ているが、本試験でも、これらと一致した結果を得た。

簡易水分含量測定法 前述のごとく水分含量調整の重要性に鑑み、水分含量調整の前提として、水分含量を測定する必要がある。現在、水分含量の測定には、恒温器や赤外線水分測定器による加熱乾燥法が主に使用されているが、これらの方法では、測定にかなりの時間を要する。一方、液状乳などについては、迅速法として一部、マイクロ波乾燥水分計が使用されている¹⁰が、機器が高価であり水産物への利用例は少ない。そこで本試験では、水分含量測定の迅速簡易法として、電子レンジによる乾燥法の検討をおこなった。82%に水分調整したまいわし、えそ、すけとうだらすり身を試料として、測定値が82%に達するまでの、電子レンジ、赤外線水分測定器、恒温器による乾燥の状況を図1～3に示した。82%の恒量になるまで、電子レンジでは、まいわし、えそ、すけとうだらすり身でそれぞれ、15分、13分、11分を要した。赤外線水分測定器による方法では、それぞれ、80分、50分、80分、恒温器による乾燥法では、それぞれ、210分、120分、240分を要した。電子レンジでは、加熱休止時間も含めて、11～15分で恒量に達することが判明し、赤外線や恒温器によ

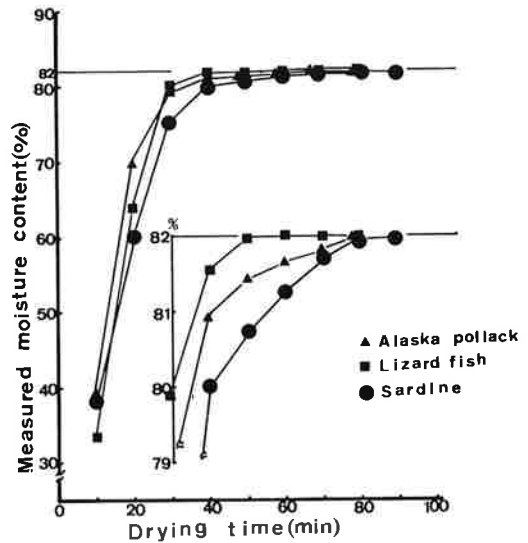


図1. 赤外線水分測定器による水分含量測定
Fig. 1. Moisture content measuring by the infrared moisture meter.

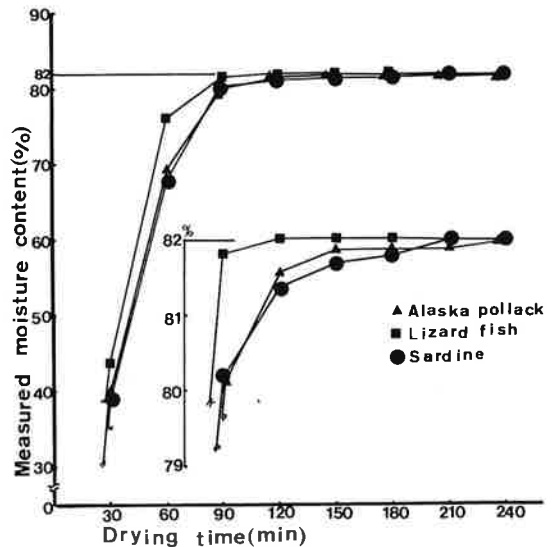


図2. 恒温器乾燥器による水分含量測定
Fig. 2. Moisture content measuring by the drying oven.

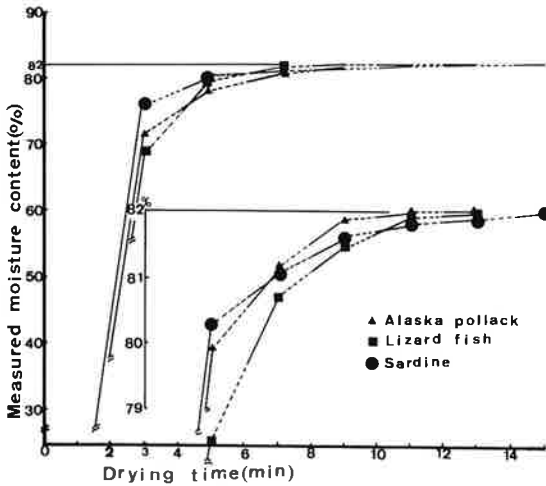


図3. 電子レンジによる水分含量測定
Fig. 3. Moisture content measuring by the micro-wave oven.

る乾燥法に比べて、はるかに迅速に水分含量を測定出来た。ただし、本報告では、ソルビット等が添加された冷凍すり身魚肉についての試験結果を述べるにとどまったが、落し身あるいは多脂肪肉の本法による乾燥法については今後の課題としたい。

脱水シートによるすり身の脱水 脱水シートは、水のみを選択的に通す半透膜を表面材とし、その内側に高浸透圧の食用糖類とポリアクリル酸系の高分子吸着剤を共存させて、挟んだ食品から水分を脱水するものである¹¹⁾。すり身の晒後の脱水は、一般に、汙布による加圧脱水法、あるいは遠心分離機による方法が用いられている。しかし、加圧脱水法では、微細化した魚肉が汉布から漏れたり、魚肉が汉布にこびりつき、脱水効率の低下や脱水後の洗浄が困難等の欠点がある。また、筋原繊維レベルに微細化された魚肉では、汉布による脱水は不可能である。そこで本試験では、脱水シートを使用したすり身の簡易脱水法について検討した。

ワンウェイピッチ01L, 11L, 21L型での脱水経過を図4～6に示した。水分含量84%から通常目標とする82%までの、脱水所要時間は、21L

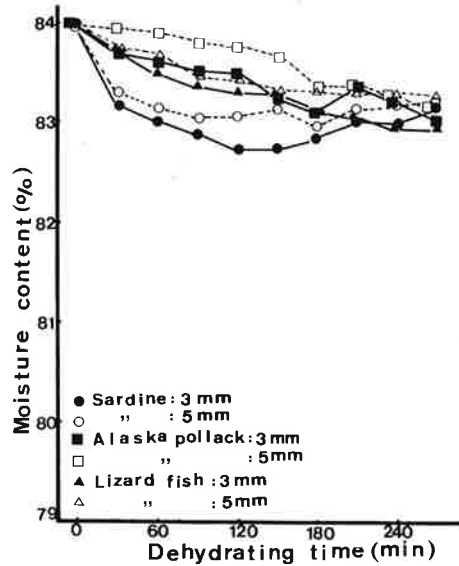


図4. 脱水シートによるすり身の脱水（昭和電工：01L型）
Fig. 4. Dehydration of frozen surimi by the dehydrating sheet (Showa Denko K.K. 01L-type)

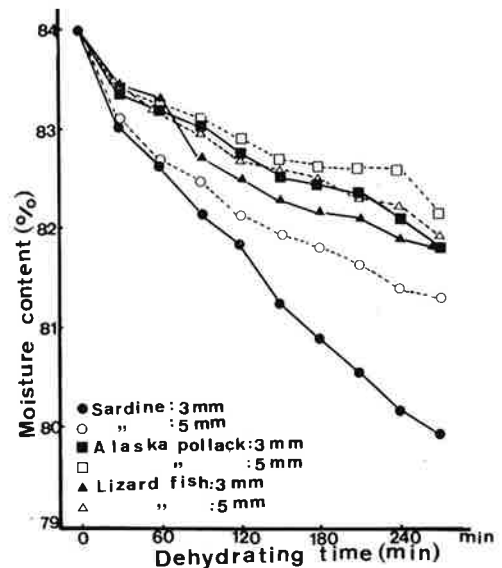


図5. 脱水シートによるすり身の脱水（昭和電工：11L型）
Fig. 5. Dehydration of frozen surimi by the dehydrating sheet (Showa Denko K.K. 11L-type)

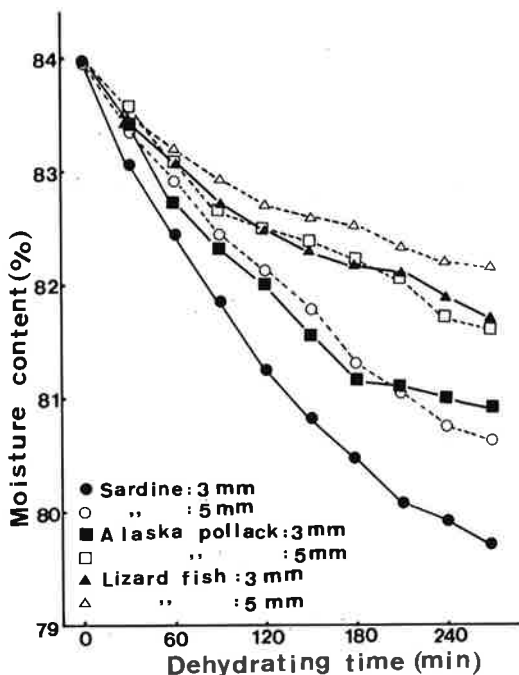


図6. 脱水シートによるすり身肉の脱水 (昭和電工 : 21 L型)

Fig. 6. Dehydration of frozen surimi by the dehydrating sheet (Showa Denko K.K. 21L-type)

型の場合、まいわしでは、3 mm厚で80分、5 mm厚で130分、えそではそれぞれ220分、270分、すけとうだらではそれぞれ120分、200分であった。11 L型ではまいわし3 mm厚で100分、5 mm厚で150分、えそではそれぞれ230分、260分、すけとうだらでは3 mm厚で260分を要した。5 mm厚では270分でも82%に達しなかった。01 L型では、270分でもいずれも83%前後に止どまり、目標の82%に達しなかった。また、21 L型の5 mm厚と11 L型の3 mm厚の脱水効果は、概ね同程度であった。

以上の結果から、まいわしのすり身試験において、通常の遠心脱水法で得られる水分含量84%程度のすり身の水分を、82%程度まで脱水する場合、21 L型を使用し、すり身の厚さ3 mmで80~100分の脱水法が良好と思われた。

最後に、本報告をまとめるに当り、助言、添削などご指導をいただいた水産庁中央水産研究所、西岡不二男博士に感謝の意を表す。

要 約

魚肉すり身試験における水分含量調整の重要性に鑑み、まいわし、えそ、すけとうだら冷凍すり身魚肉を試料として、水分含量の違いによるゲル形成能の比較、また、電子レンジ使用による迅速水分測定法、遠心後の晒肉の脱水シートによる簡易脱水法の検討を行い次の結果を得た。

- 1) 水分含量の増加に伴い、すり身のゲル形成能は低下し、両者の間には高い負の相関が認められた。
- 2) 電子レンジの使用により、水分含量82%のすり身の水分含量測定に11~15分間を要し、恒温器や赤外線利用による加熱乾燥法に比べて、より迅速に魚肉の水分測定を行うことが出来た。
- 3) すり身の脱水に脱水シートの使用は有効であった。

文 献

- 1) 平野 弘：鮮肉性の研究—魚類タンパク組成とかまぼこ生成力との関係、日化誌, **63**, 1081~1084 (1942).
- 2) 西岡不二男・町田 律・志水 寛：シイラ・ミオシンのかまぼこ形成能、日水誌, **49**, 1233~1238 (1983).
- 3) 西岡不二男：魚肉ねり製品—研究と技術—(志水 寛編), 恒星社厚生閣, 東京, 1984, pp.62~73
- 4) 吉川征四郎：イワシとその利用 (外山健三編著), 成山堂書店, 東京, 1989, pp.126~145.
- 5) 赤羽義章・藤野正行・志水 寛：包装かまぼこからの水の遊離, 日本誌, **54**, 823~828 (1988).
- 6) Y. Akahane and Y. Shimizu : Nippon Suisan Gakkaishi, **54**, 1237~1241 (1988).
- 7) 山下民治：かまぼこの物性と水の状態, 広島食工技研報, **18**, 45~47 (1987).
- 8) 岡田 稔：水産ねり製品の品質特に弾力に関する研究, 東海水研報, **36**, 21~126 (1963).
- 9) 鈴木たね子：食品の水—水分活性と水の挙動 (日本水産学会編), 恒星社厚生閣, 東京, 1973, pp.25~37.
- 10) 浜田 寛：食品分析法—液状乳全固形分(水分)のマイクロ波加熱測定装置による測定法—

野中：魚肉の迅速水分測定法と簡易脱水法

(日本食品工業学会食品分析法編集委員会編),
光琳, 東京, 1982, pp.67~71.

11) 古田益穂：低温浸透圧脱水シートと食品流通,
食の科学, **105**, 46~52 (1986).

