

## 魚の調理に関する研究

下村道子

(大妻女子大学家政学部)

Studies on Cooking of Fish Meat

Michiko SHIMOMURA

Faculty of Home Economics, Otsuma Women's University, Chiyoda-ku, Tokyo 102

**Keywords:** pickles 漬物, cooking 加熱, fish meat 魚肉, texture テクスチャー, change of protein タンパク質の変化.

## はじめに

魚肉はわが国において古い時代から重要なタンパク質源として摂取されており、全国各地で行われる宗教的儀式および民俗的行事に多くの海産物が用いられていることは、日本の食文化において魚介類が重要な位置を占めていることを物語っている。

わが国は南北に長い島国で、暖流と寒流がぶつかり合うところに位置し、四季を通じてさまざまな魚介類が漁獲され、それらそれぞれのおいしさを生かす調理を行うと同時に、漁獲の季節的変動に従って、加工保存方法が工夫されてきた。

魚介類の調理は世界のなかでも最も発達しており、とくにみそ、しょうゆなどの発酵性調味料の使用は魚臭を消し、魚をおいしくし、魚調理を独特のものにしてきた。また、魚肉を保存する方法としては、気候が比較的温暖で湿度が高いわが国において、酢漬け、みそ漬け、粕漬け、糠漬けなどの漬物にするほうが、日干しの乾物として保存するよりも優れた保存方法であったと考えられる。

魚の調理・加工におけるおいしさの発現には魚肉の主成分であるタンパク質の影響が大きく、とくに魚肉のテクスチャーの変化にはタンパク質の関与が予想された。そこで、さまざまな魚介類の調理によって変化するテクスチャーと、その原因となるタンパク質の変化を研究してきた。

## 1. 魚介類の漬物におけるテクスチャーとタンパク質に関する研究

## (1) 魚肉の酢漬け

魚肉に食塩を振り、締めてから食酢に浸漬する調理・加工方法は、ヨーロッパでもニシンその他の魚の酢漬けとして広く行われており、わが国においてはしめさば、酢取りあじ、小鯛の酢漬け、ままかりなど日常食、郷土料理として一般的に行われている魚の調理の方法である。

酢漬け魚の処理時間はごく短時間の数十分から数カ月までさまざまであり、以前から永田ら<sup>1)</sup>および野口ら<sup>2)</sup>は酢漬け魚を保存したとき、肉が軟化することを報告している。また、新鮮な肉には酸性プロテナーゼが存在することが報告されており<sup>3)~9)</sup>、このなかの酸性プロテナーゼのカテプシンDは肉が酸性になると活性化されると考えられる。

しめさば調製にはまず食塩をどのくらい振ることが適当であるか、塩締め時間はどのくらいがよいかなどについて実験した。塩漬け後および食酢浸漬後の重量変化(表1)と食塩濃度の変化(表2)をみると、塩締めが十分に行われていないと肉の締まりがよくないこと、適度に締まり、塩分が2.5%程度のものが好まれることが示されている<sup>10)</sup>。また、べた塩といわれるほど多く振った食塩は、食酢浸漬中に大部分は浸出して塩味は適度に調整される。魚肉は生では柔軟であり、これを10%以下の食塩水に浸漬しても硬くならず、食酢に浸漬しても肉は膨潤して硬くならず、むしろ軟らかくなる。しかし、食塩と食酢を混合した液に浸漬

表1. 塩じめおよび酢じめによる重量変化

塩じめ時間 (h)	2		4		6		12		20	
食塩量 %	酢じめ									
3	91.6	95.5	92.8	93.5	91.9	95.1	91.5	92.0	92.1	90.9
5	91.6	93.1	90.1	90.0	89.8	89.5	89.2	88.5	87.9	86.4
10	86.9	84.7	86.4	82.7	82.1	81.0	83.2	82.2	80.8	79.6
15	85.2	79.9	83.2	77.6	79.8	76.8	78.4	76.9	78.2	77.1

生魚肉	酢浸漬 109.9	蒸留水浸漬 101.0
-----	--------------	----------------

注1. 生魚を100とした。  
 2. 酢じめ, 水浸漬は1時間。  
 3. 試料5個の平均値。  
 4. ——は酢じめによって増加したもの。

表2. 塩じめおよび酢じめさば肉の食塩濃度と酢じめによる溶出率

(単位%)

塩じめ時間	2時間			6時間			12時間			20時間		
	塩じめ	酢じめ	酢じめによる溶出率									
3%	1.62	0.66	59	2.39	1.55	35	2.89	1.77	23	2.77	2.01	27
5%	2.13	1.07	47	3.00	1.63	45	3.71	2.30 <sup>Ⓢ</sup>	38	3.60	2.64 <sup>Ⓢ</sup>	27
10%	2.78	1.15	59	5.34	2.93 <sup>Ⓢ</sup>	45	7.00	4.36	38	7.22	4.80	33
15%	3.00	1.76 <sup>Ⓢ</sup>	41	5.72	3.25	43	8.92	6.29	30	9.58	7.09	26

<sup>Ⓢ</sup>は官能検査で好まれたしめさば。

すると非常に硬く (図1), かつ脆くなる<sup>11)12)</sup>. この変化は, 魚肉のpHの変化によるところが大きいと考えられるが, それだけでは菌切れがよくなり, おいしくなる根拠は説明できない。

そこで, タンパク質がどのように変化しているのか, SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動分析 (PAGE) によってみると, 図2に示したように食酢に浸漬したアジ肉では保存日数が長くなるにつれてタンパク質が分解している<sup>12)</sup>. このような分解は魚肉を脆くし, 噛んだとき切断されやすくなっていて, 肉の物性変化に影響していることが考えられた。

さらにタンパク質のなかの筋原繊維タンパク質と筋形質タンパク質を取り出し, これらをpH4, 5, 6に酸性に調整して保存すると, pH4では分解が生じており, pHが上昇するにつれて分解の程度が減少しているのがみられた. またこれらの分解は, 酸性プロテアーゼ阻害物質, ペプスタチンA, ロイペプチンを少量添加すると抑制されていることから, 筋肉に含まれているタンパク質分解酵素カテプシンDなどの作用

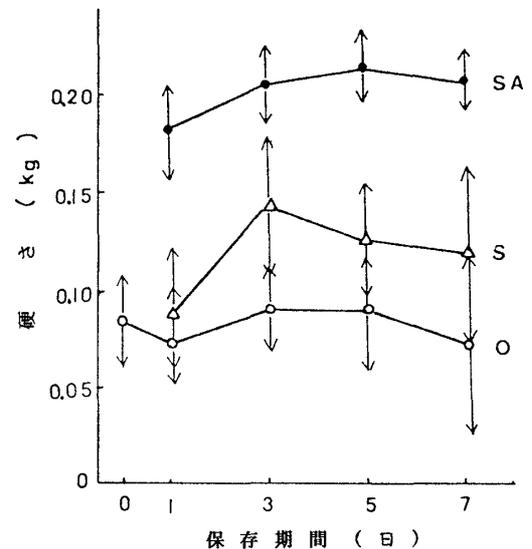


図1. サバ酢漬肉保存中の硬さの変化  
SA, 酢漬肉; S, 塩漬肉; O, 対照。

によることが明らかになった. カテプシンDはライソソームに存在する酸性プロテナーゼでアクチン, ミ

## 魚の調理に関する研究

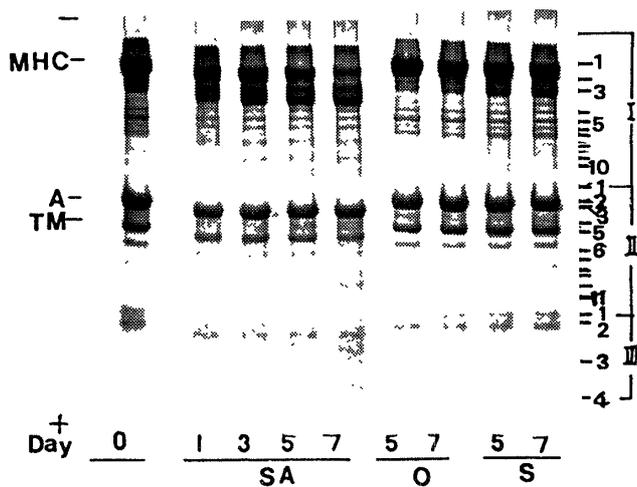


図2. 酢漬肉のSDS-PAGE分析泳動図

MHC, ミオシン重鎖; A, アクチン; TM, トロポミオシン. SA, 酢漬サバ肉; O, 対照; S, 塩漬肉.

オシンなどを分解することが報告されている酵素である<sup>13)</sup>.

筋肉のタンパク質が、周囲のpHを変化させることによって分解していることが示されたので、肉中の遊離アミノ酸の変動をみると、アスパラギン酸、グルタミン酸、アラニン、バリン、メチオニン、ロイシン、チロシンなどが酢漬けで保存したときに増加していた<sup>14)</sup>. 酢漬け処理による核酸関連物質は保存時間が長くなると、ATP、ADPが減少したが、IMP(イノシン酸)はかなり残存していた. イノシンは酢漬けにおいて対照よりも多く残存した. 酢漬け肉ではアミノ酸および核酸によるうま味の相乗効果があつておいしくなると考えられる.

## (2) 魚肉のみそ漬け

魚類のみそに漬けて保存する方法がある. これは、マグロ、ブリ、サバなど赤身で、においの強い魚に対して行われる処理方法である. みその塩分が魚肉に浸透し、魚からは脱水されて、一時的には硬さが上昇するが、その後保存中に次第に硬さが低下し肉が軟化してくる<sup>15)</sup>. 水分が約70%である魚肉すなわちサワラ肉とカジキ肉を水分50%であるみそに漬けると、魚肉から脱水し、みそ中の食塩が肉に浸透していく. そして肉は保水性が向上し、肉のみそ床とが平衡状態になってから、肉のほうのみその成分が吸着されていくことが観察されている. 漬け込み期間が長くなると、肉の重量が増加し、魚肉にはない糖分が増加しており、またにおい成分もみそから魚肉に移行している様子が

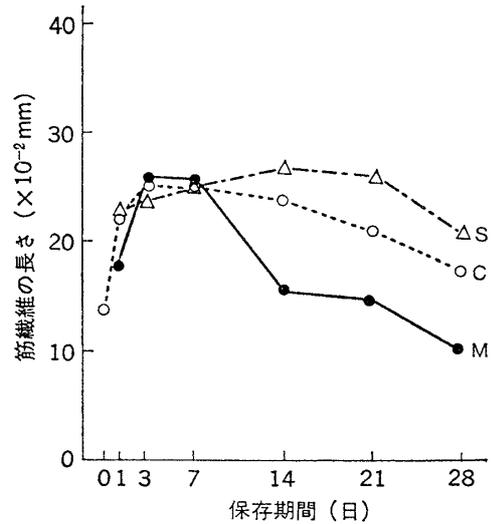


図3. カマスサワラの筋肉の崩れやすさの変化

M, 味噌漬肉; C, 無処理肉; S, 2%食塩添加肉. 魚肉に水を加え(1:5)ホモジナイズしたものを顕微鏡観察し、写真撮影後、筋繊維500本以上の長さを測定し、平均を求めた.

みられた. 肉の保水性を圧出水分で測定すると、漬け込み1週間で最も保水性が向上していた. 魚肉の嗜好性の向上にみそ漬け処理が寄与していると考えられる<sup>16)</sup>.

魚肉のみそ漬け処理し、時間が経過するとともに筋肉の筋繊維束は攪拌操作によって切断されやすくなり(図3), また魚肉タンパク質は分解していることがPAGE分析によって観察された<sup>17)18)</sup>. このPAGE分析でみられた魚肉タンパク質の分解は、みその酵素であるのか、魚肉の酵素であるのかをみるために、みそを加熱してのち、みそ漬け処理を行ったところ、魚肉タンパク質の分解は起こらなかった. モデル実験として魚肉ホモジネートのみそ粗酵素液を添加して保存したところ、同様の傾向がより顕著にみられた(図4). 従ってみそ漬け肉では、みそのタンパク分解酵素が作用していると考えられる<sup>19)</sup>. とくにタンパク質ミオシン重鎖が保存時間が長くなるにつれ減少しており、このことが魚肉の軟化と関係があると判断された<sup>20)</sup>. さらにタンパク分解酵素阻害剤ペプスタチンAの添加によってこの分解がある程度抑制されたので、筋肉内酵素も分解に関与していることも考えられる. そしてこのことは、実際のみそ漬け肉において、軟らかく、ほぐれやすく、噛み切りやすいという結果となった. 肉の軟化はタンパク質の分解が原因であることが明らかに示されている.

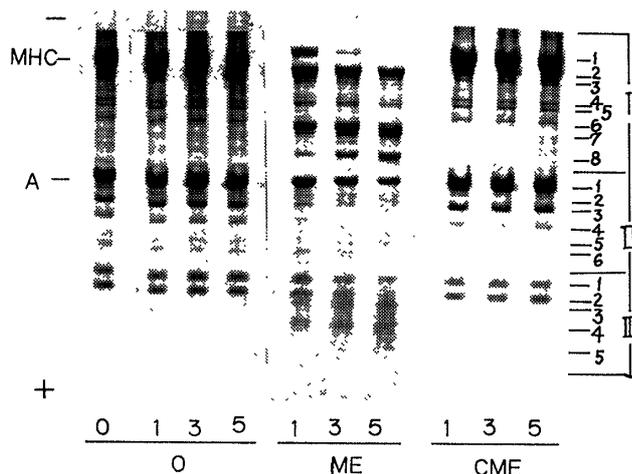


図4. サワラ肉ホモジネートにみそ粗酵素添加した SDS-PAGE 分析図

ME, みそ粗酵素液添加; CME, 加熱みそ粗酵素液添加; O, 対照.

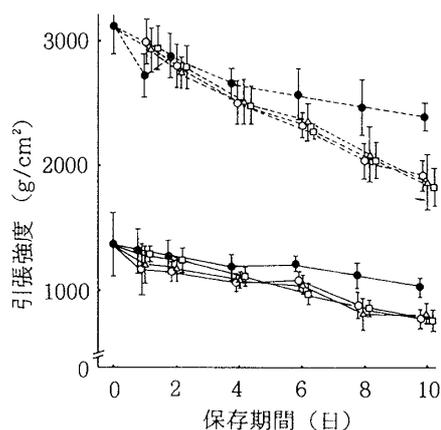


図5. イカ肉の粕漬中の引張強度の変化

●, 無処理肉; ○, 食塩 3.7% 調整粕漬肉; △, 食塩 5.0% 調整粕漬肉; □, 食塩 7.2% 調整粕漬肉. —, 縦方向; ---, 横方向.

### (3) 魚介類の粕漬け

酒粕は古い時代から漬物に用いられており、魚介類の漬物が全国各地にみられる<sup>41)</sup>。魚介類を酒粕に漬けることは、風味を向上させるとともにテクスチャーを変化させて食べやすくする。

イカ肉を短時間加熱し、表皮2枚を剥離したのち、食塩を加えた粕床につけて、官能検査、硬さの測定、皮の引張強度を測定し、SDS-PAGE 分析を行った<sup>22)</sup>。イカ肉は酒粕処理をして10日間保存すると、保存日数が長くなるにつれて、対照と比較して肉の硬さは低下し、引張強度も低下していた(図5)。また、皮の

強度も同様に低下しており、イカ肉と皮のタンパク質は酒粕に漬けることで弱体化していることが示された。酒粕を加熱して粕のなかの酵素を失活させたときには、この粕漬け処理でみられた変化は起こらなかったため、これらの変化は酒粕の酵素によって引き起こされていたことになる。SDS-PAGE 分析で、皮のコラーゲンが低分子化していることが認められた。官能検査を行って食味すると、粕漬けのイカ肉は軟らかくなり、強靱であった第3・4層の皮は噛み切るのにほとんど抵抗がなくなっていた<sup>22)</sup>。

サワラ肉、カマスサワラ肉を、イカ肉の実験とほぼ同様に粕漬け処理の影響を調べたところ<sup>23)24)</sup>、サワラ肉、カマスサワラ肉いずれにおいても、粕漬け処理によって肉は軟化し、タンパク質の筋原繊維のうち、肉の構造に大きく寄与していると考えられるミオシン重鎖が低分子化していることがみられた。これが軟化の原因であると判断した。味に関しては、3日または7日漬けたものが好まれ、漬け込み時間が長くなるにつれて魚肉へ酒粕の糖分が移行しており、これもおいしさに関与していると考えられた<sup>25)</sup>。酒粕に含まれ、肉タンパクを分解する酵素のひとつは、すでに報告されているカテプシンDであろうと考えられた<sup>26)</sup>。この酵素は高濃度の食塩によって作用が抑制されることが認められた。

### (4) 魚肉のしょうゆ漬け

マグロ肉など赤い色の魚肉はしょうゆに漬けることがある。このときしょうがを加えることが多い。しょうゆ漬けにしたマグロ肉のおいしさとテクスチャーがどのように変化するか調べた<sup>27)28)</sup>。その結果、しょうゆ漬け魚肉ではしょうが汁を3%加えて、3日以上保存すると味覚的にも、機械測定においても軟らかくなっていた。これはしょうがのプロテアーゼが作用して、筋繊維束が短くなること(図6)、タンパク質が分解されていることが原因であると判断した。またしょうがの汁を添加すると、水溶性窒素、トリクロロ酢酸可溶性窒素が増加していることから(図7)、うま味の強くなっていることが推定された。

### (5) いわしの糠漬け

魚肉に高濃度の食塩を振り、その後米糠を用いて長期間漬け込み処理をした糠漬けは、長期間保存できる漬物である。北日本、北陸地方では、現在も特産品となっており、冷蔵庫が普及する前は魚の重要なひとつの保存方法であった。金沢付近で行われている方法に従って、ウルメイワシに30%の食塩をして7日間保

魚の調理に関する研究

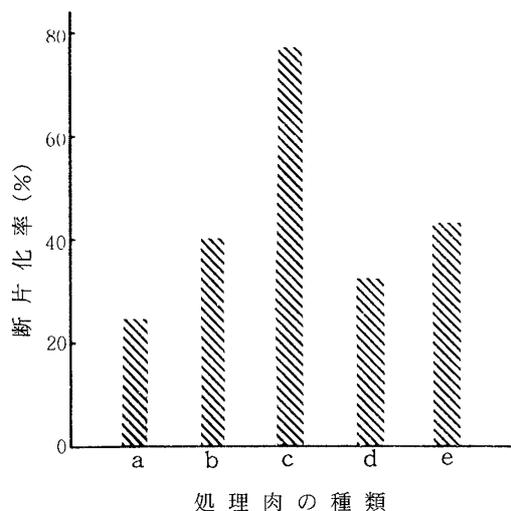


図6. しょうゆ漬魚肉の筋原繊維断片化率

a, 無処理肉; b, しょうゆ漬肉; c, しょうが汁添加しょうゆ漬肉; d, 加熱しょうが汁添加しょうゆ漬肉; e, 食塩水漬肉. (F): サルコメア数が4個およびそれ以下の筋原繊維の数, (Σ): 観察した筋原繊維の数, 断片化率 =  $\frac{(F)}{(\Sigma)} \times 100$  とした.

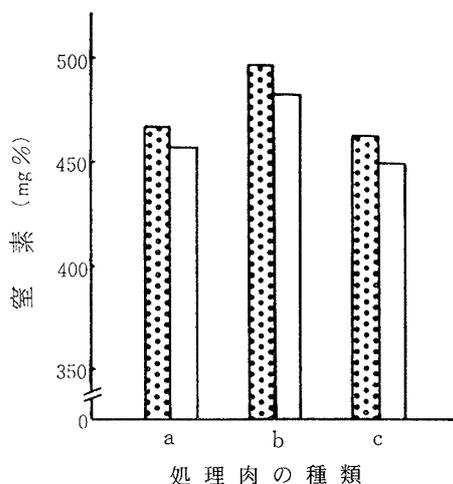


図7. しょうが汁による魚肉の水溶性窒素と0.2M TCA 可溶性窒素

a, 水; b, しょうが汁; c, 加熱しょうが汁.  $\square$ , 水溶性窒素;  $\square$ , 0.2M TCA 可溶性窒素.

存後、麴を混ぜた糠に漬け、6カ月間重しをして保存した。保存だけを目的にするのであれば食塩漬けで十分であると考えられるが、高濃度の食塩漬けの肉は塩辛く、かつ硬い。これを糠に漬けて保存することによって、塩辛さは減少し、肉は硬さが低下し、脆くなって、さらにうま味が非常に強くなってくる。魚肉に加えた食塩は浸出して13%程度になり、うま味とにお

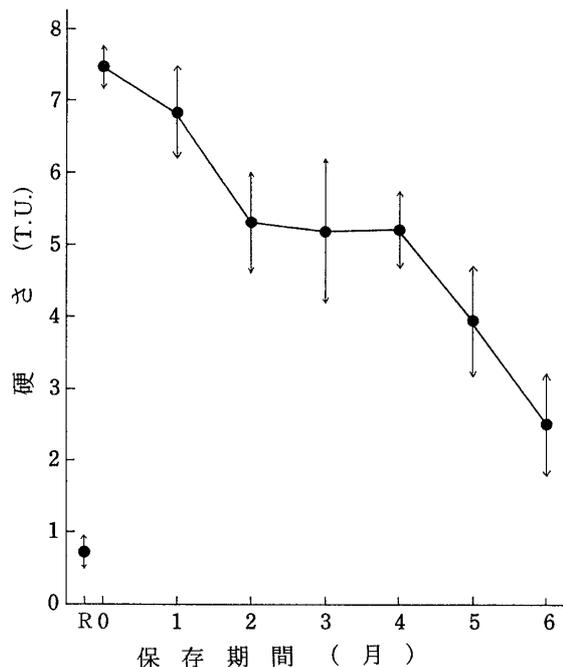


図8. 糠漬いわしの硬さの変化

R, 生肉; O, 塩漬肉.

いが加わって独特のおいしさがでてくる<sup>29)</sup>。糠漬け処理中の硬さの変化を、図8に示した。うま味の成分としては、保存中にヒスチジンを除く他のアミノ酸が増加しており、遊離アミノ酸総量は6カ月の間に、塩漬け肉の約5倍になっていた。とくにアスパラギン酸、グルタミン酸、アラニン、イソロイシン、ロイシン、アルギニンなどが増加しており、ヒスチジンは減少していた。このような変化は張らによっても報告されている<sup>30)</sup>。魚肉タンパク質はSDS-PAGE分析によって、保存期間が長くなるにつれて分解が進行し、低分子化していることが認められた(図9)。とくに、2カ月後にはミオシン重鎖がほとんどみられなくなり、分子量3万以下の低分子量の化合物が増加していた。魚肉成分の水溶性タンパク質は糠漬け2カ月以降非常に少なくなり、これらがアミノ酸の増加した理由と考えられる。このような分解は、加熱して酵素を失活させた糠を使った場合にはみられず、糠の酵素による作用であることを明らかにした<sup>29)</sup>。

2. 魚介類の干物調製に関する研究

保存のために魚介類を干物にすることは世界的に行われている。アジの干物には鮮魚とも塩蔵品とも異なるおいしさがある。アジの干物を調製するとき、ふり塩法とたた塩法との2つの方法で調製された干物のテ

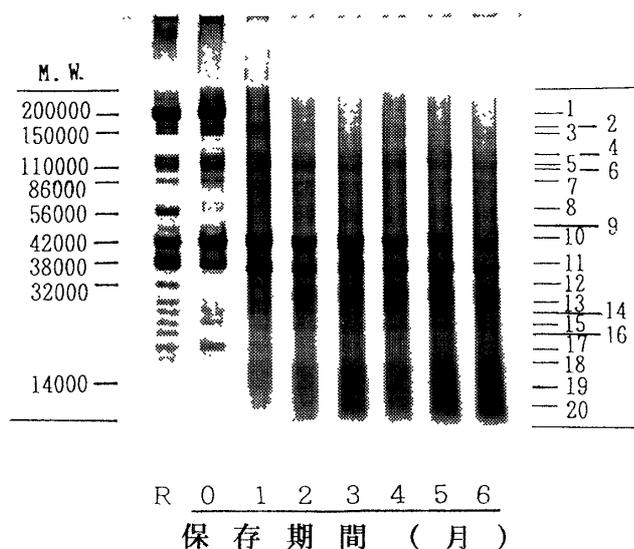


図9. 糠漬いわしのSDS-PAGE分析図

R, 生肉. M.W., 分子量.

クスターに違いがみられた<sup>31)</sup>. 焼いたときふり塩法ではさらに魚肉の硬さは上昇するが、たて塩法ではほとんど硬さの上昇がみられず、軟らかな干物であった。たて塩法の干物は長時間乾燥すると好まれ、表面が硬く、内部が軟らかいものであった<sup>31)</sup>. また、ふり塩の場合、アジ肉のドリップは魚肉表面積当たりの食塩量に比例していた<sup>32)</sup>. 食塩が高濃度に存在する部分では、タンパク質が変性し、肉は硬くなり、筋繊維が切断されやすくなっている<sup>31)</sup>.

北海道においてスルメイカ乾燥中に雨にあたると悪臭を発生することがあり、このようなイカを雨イカと呼んでいる。悪臭成分の分析を行い、それはロイシンの分解によって生じたと推定できるC<sub>6</sub>-オキシ酸とイソバレリアン酸であることを確認した<sup>33)</sup>.

### 3. 魚介類の加熱調理に関する研究

鮮魚の調理については、魚種によって煮魚、焼き魚、すり身、汁物などそれぞれ適した調理方法が選ばれることが多い。調理方法を選ぶ場合には、いずれの魚においても鮮度は重要であるが、それぞれの魚に適した調理をすることによっておいしさを最もよく発現させていると考えられた。それぞれの地方で、各季節に漁獲できる魚をいかにうまく生活に利用できるか、よりおいしく食べることができるかに工夫されてきた。そこで、加熱調理中にどのような変化が起こり、その変化がおいしさとどのように関連しているのか明らかにしようとした。

#### (1) 煮魚、酒蒸し魚におけるおいとテクスチャーの変化

魚肉を加熱すると生肉とは異なったおいが発生する。本来肉にはおいはほとんどないが、鮮度の低下とともに自己消化や細菌による腐敗が起こり、いわゆる魚臭が生じる。魚調理を好まない者は、そのおいのゆえに、ということが多い。煮魚のおいを改良する方法を探ろうとした<sup>34)</sup>. ガスクロマトグラフィーのヘッドスペース法によっておい成分を分析してみると、加熱時間が長くなるにつれてアミン類、アルデヒド類などにおい成分の種類が増加しており、また、各成分は増加するものと減少するものがみられ、トリメチルアミンが増加していたが、なま臭さは少ないと官能検査で評価された。しかし、しょうゆを加えて加熱すると短時間加熱でもなま臭さは感じられず、しょうゆの香気が魚のおいをカバーしていると判断された<sup>35)</sup>. さらに清酒を加えると生臭さは少なくなり、発酵性調味料は魚臭を抑制することに役立っていると考えられた。加熱時間の長さによるおいの違い、すなわち5分と30分の加熱魚においの違いは特徴的な成分が増減するというよりも、各におい成分間のバランスによるのではないかと考えられた。

鮮魚肉のテクスチャーは柔軟で、ほぐれやすく、加熱肉は脆く、ほぐれやすくなっていく。40℃から90℃までの温度に調整したアジ肉の硬さの変化<sup>36)</sup>は、図10に示すように加熱するとテクスチュロメーターによる硬さの値が次第に低下し、50℃において最も低くなり、その後温度の上昇とともに硬さの値が上昇している。50℃くらいを境として組織も変化しているのが観察された。蒸し魚の場合、清酒につけて加熱することが多くあり、水と清酒では硬さの差はほとんどみられなかったが、清酒と煮きり酒の間には差があり、煮

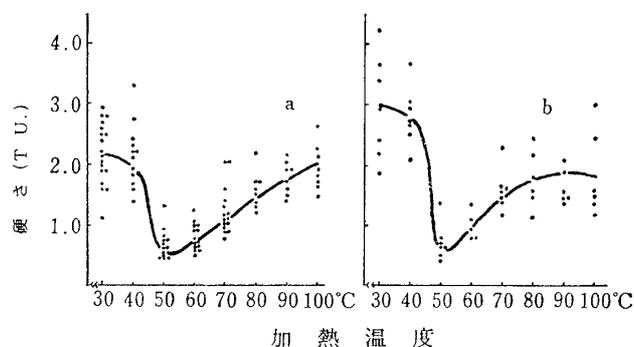


図10. テクスチュロメーターによる硬さの測定

a, 水; b, 食塩水.

魚の調理に関する研究

きり酒を用いると軟らかくなった<sup>37)</sup>。煮切ることによってアルコールなどは減少し、有機酸と糖類は増加し、これらが魚肉の硬化を防止すると考えられる。モデル実験においても、アルコールの効果はみられず、有機酸と糖類の効果が確かめられた。

(2) 魚種と調理との関係

魚種によって主に焼くもの、煮るもの、生で食べるものなどがあり、これらの魚種による調理方法の違いを脂肪の面から調べた<sup>38)</sup>。雑誌、調理書から599件の魚の調理を抽出し、脂肪が多い・中くらい・少ない魚に分けて調理方法をみると、図11に示すように脂肪の多い魚は焼く調理、中くらいの魚は生物調理、少ない魚は揚げる調理が多くみられた。その理由を知ろうとして、脂肪が比較的多い魚、少ない魚を用いて、焼き加熱、煮加熱処理し、硬さを測定した(図12)。脂肪が多いウナギ、ブリの腹肉では両加熱法の間硬さ

の差が少なく、サケ、ブリ背肉の脂肪が少ない肉では、焼き加熱による硬さは非常に高くなり、煮加熱のほうが軟らかであった。すなわち、脂肪が多い肉では焼いても煮ても硬さに大きな差がなく、この場合にはウナギの蒲焼き、ブリの照り焼きなど香りがよくなる焼き操作が好まれ、焼くと硬くなる魚肉では生物、煮物、汁物などのほうが好まれると考えられる。

最近では遠洋や深海の魚が市場にでており、これらの魚の肉質の評価も必要である。東京卸売市場で入手した新流通魚といわれる13種の魚肉を加熱し、ドリップ、遠沈残さ、テクスチュロメーターの硬さと凝集性、針入度試験による肉質の分析を行ったところ(図13)、カツオに似た肉質の魚はアロツナス、チリマアジ、シマガツオで、アジに近い肉質の魚はアカダラ、ホキ、オレンジラフィーなど、マコガレイに似た肉質のものはテラピア、ギンダラなどであった<sup>39)</sup>。このような魚についてはさらに他の加熱調理における変化について検討することも必要である。

(3) 淡水魚の調理

海岸から遠い内陸ではタンパク質やカルシウムを摂取するために淡水魚を食用にしている。しかし、独特のにおいがあり、調理法の工夫がなされており、こいこくとニジマスの甘露煮の調理特性を探ろうとした。

こいこくではコイのうろこ、肉、骨、内臓まで含めてぶつ切りにし、長時間加熱してみそ仕立ての汁にする。調理操作中の骨、肉、うろこの硬さと脆さ、タンパク質の溶出などについて測定し、とくに清酒の添加効果を中心に検討した<sup>40)</sup>。10時間までの常圧加熱中に

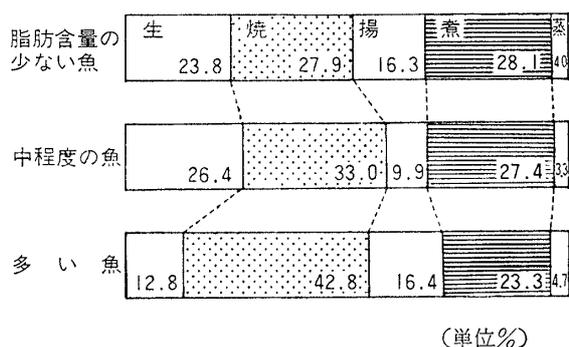


図11. 魚の脂肪と調理法との関係(文献における出現率)

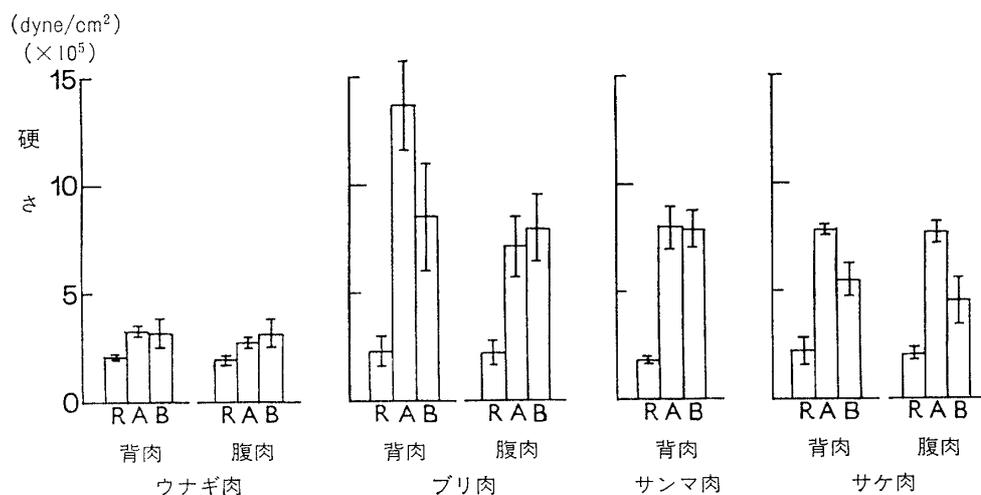


図12. 加熱魚肉の硬さ

R, 生肉; A, 焼き加熱; B, 煮加熱.

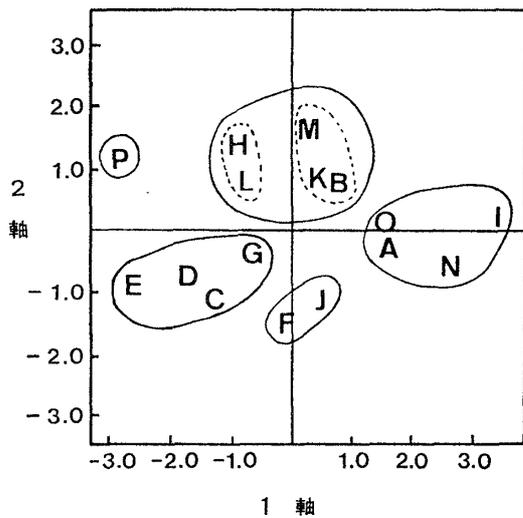


図 13. 新流通魚の主成分スコアのプロット図

A, カツオ; B, マアジ; C, マコガレイ; D, テラピア; E, ギンダラ; F, オキメダイ; G, メルルーサ; H, オレンジラフィー; I, アロツナス; J, シロサワラ; K, ホキ; L, ミナミダラ; M, アカダラ; N, シマガツオ; O, チリマアジ; P, ギンブカ.

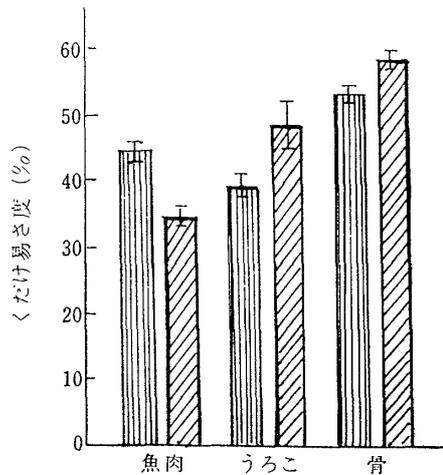


図 14. コイ各部のくだけやすさ度 (加熱 10 時間)

■, 水; ▨, 水+清酒.

骨とうろこの硬さは低下し、脆くなり、食べやすくなって来る。清酒を加えると骨とうろこは水だけの場合よりも硬さは硬いが、砕けやすくなる (図 14)。汁中へのコラーゲンの溶出は、清酒を添加したほうが多く、しかも分解しているのがみられた。こいこくでは、最初から清酒を加えて加熱することによって嗜好性の向上が認められた。

ニジマスの甘露煮は調味料とともに長時間加熱するが、そのまま煮込むよりも一度素焼きを行ってから煮

ることが多い。素焼きの効果を知るために、煮込む前にオープンで加熱、風乾した。前処理として素焼きを行った肉は対照と比べて、硬く、煮崩れしなかった。また前処理中に脂肪が浸出し、煮汁の濁りが少なく、焼くことによって肉の間に生じた隙間に調味料が浸透しやすくなっているのが観察された。また、前処理によって、皮も硬くなって長時間加熱しても崩れにくくなり<sup>41)</sup>、前処理の素焼きの効果が認められた。

(4) すり身を用いた調理

魚肉だんごやムースなどすり身を用いた調理において、添加する他の材料によってテクスチャーがどのように変化するか調べた。魚肉だんごにおいては、だんごを軟らかくするために、水を加えることがあり、アジのすり身とそれに 20% 水を添加したもので実験を行った。その結果、卵白の添加量を 25% から 100% まで増すと硬さが低下し (図 15)、脆く、きめが粗くなった。80% すり身では卵白の添加量を増しても硬さはあまり低下せず、加熱したときの分離液を減少させることができた。でんぷんを 1% から 7% まで、加える量を増すにつれて、硬さは上昇し、脆さが低下し、分離液量はほとんどなくなった。このことは魚肉に水を加えてのばしたときに卵白は硬さの上昇、きめの向上、おいしさなどに効果があり、でんぷんはいずれの肉においてもきめは緻密にするが、おいしさにはマイナスであった<sup>42)</sup>。

サケ肉を使ったムースでは、硬すぎるもの、軟らかすぎるものは好まれない傾向であった。ムースの硬さを硬くするには肉の割合を多くすること、軟らかくするにはクリームの添加量を増すことであった。卵白の

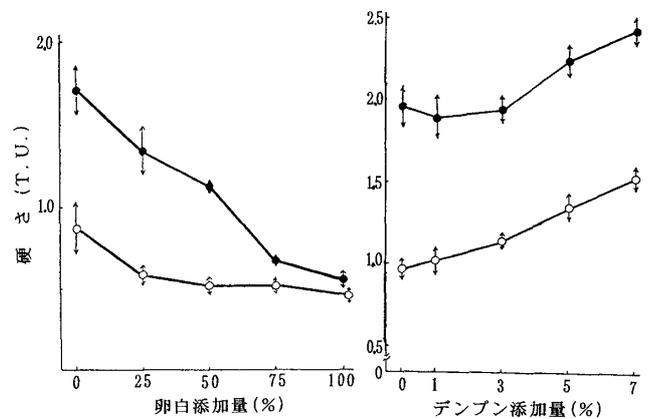


図 15. 魚肉だんごの硬さに及ぼす卵白とデンプンの影響

●, 100%すり身; ○, 80%すり身.

## 魚の調理に関する研究

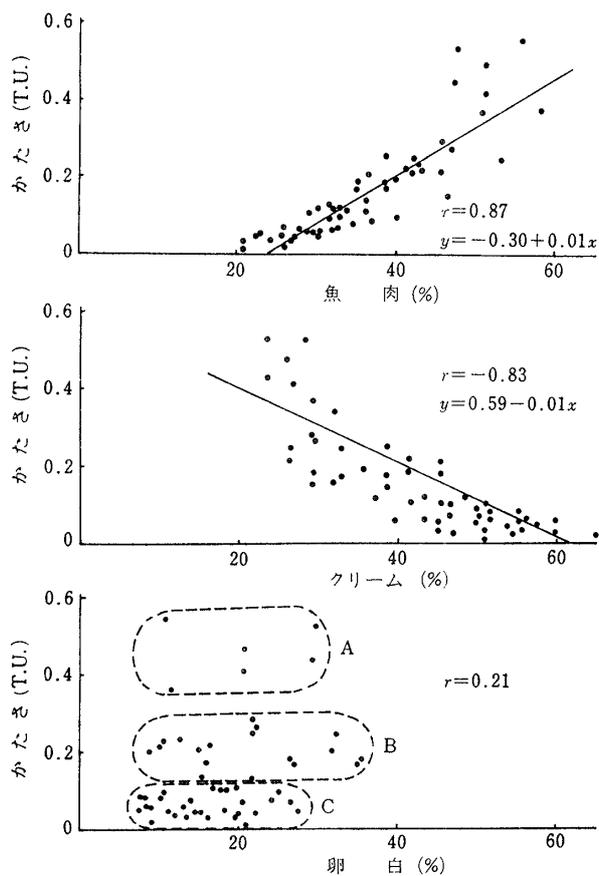


図 16. ムース各材料の割合と硬さとの関係

添加は硬さに対して影響はほとんどみられなかった<sup>13)</sup>。水やだし汁の添加量の影響については、まだ検討がなされていない。

## 4. 総括

魚介類の漬け物は、保存性の向上を目的にしているが、同時にそれぞれ特有なおいしさを持つゆえに、伝統的調理として今日なお存続して好まれている。そのおいしさの発現には酵素の作用が大きく関与し、魚肉のテクスチャーを変化させて食べやすくし、アミノ酸を増加させるなど、うま味の増強に役立っている。魚肉の酢漬けでは魚肉に存在するタンパク質分解酵素が酸性にすることによって活性化し、魚肉タンパク質を分解していることが認められ、それが肉質を脆く変化させている原因であると考えられる。みそ漬けではみその酵素、粕漬けでは酒粕の酵素、しょうゆ漬けではしょうがの酵素、糠漬けでは糠と麴の酵素が処理中に魚肉に作用し、タンパク質を分解し、魚肉のテクスチャーやうま味を向上させていることが解明された。

鮮魚の調理では、魚を煮る、焼く、蒸すなどの調理

において、それぞれの魚の特徴を引き出し、おいしくする方法が行われていると考えられた。煮魚と蒸し魚では使用するしょうゆと清酒などの発酵性調味料が魚のにおいを抑制していることを示した。こいこくと甘露煮では、発酵性調味料によってにおいを消し、おいしく食べるために加熱時間と加熱方法の工夫がなされ、魚全体の栄養を利用できるように、長時間の加熱、予備加熱などの合理的に調理がなされていることを示した。すり身の調理を行うとき混合する副材料によって硬さ、テクスチャーを調整していることを明らかにした。

このように、日本の地理的、歴史的状況において、生活のなかで重視されてきている魚介類の調理・加工法には、科学的理由が存在していることを明らかにした。

本研究を行うにあたり、終始ご懇切なご指導を賜った、上智大学名誉教授松本重一郎先生、故松元文子先生、お茶の水女子大学名誉教授山西 貞先生並びに吉松藤子先生、東京学芸大学名誉教授山崎清子先生に深く感謝申し上げます。また、実験にご協力いただいた大妻女子大学調理学研究室・同卒業生のみなさまに厚く御礼申し上げます。

## 引用文献

- 1) 永田米作, 野口栄三郎: 日水誌, **2**, 121~123 (1932)
- 2) 野口栄三郎, 尾藤方通: 日水誌, **14**, 237~238 (1949)
- 3) Makinodan, Y. and Ikeda, S.: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **35**, 672~676 (1969)
- 4) Makinodan, Y. and Ikeda, S.: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **35**, 758~776 (1969)
- 5) Reddi, P.K., Constantinides, S.M. and Dymysza, H.A.: *J. Food Sci.*, **37**, 643~648 (1972)
- 6) Iwata, K., Nakai, N. and Kobashi, K.: *Nippon Suisan Gakkaishi*, **43**, 758~776 (1969)
- 7) McLay, R.: *J. Food Agric.*, **31**, 1050~1054 (1980)
- 8) Milanesi, A.A. and Bird, J.W.C.: *Comp. Biochem. Physiol.*, **418**, 573~591 (1972)
- 9) Steiner, P.H., Broderson, S.H. and Liston, J.: *J. Food Sci.*, **49**, 957~976 (1984)
- 10) 下村道子, 島田邦子, 鈴木多香枝, 板橋文代: 家政誌, **24**, 516~527 (1973)
- 11) 下村道子, 常木 悦, 板橋文代, 松本重一郎: 調理科学, **17**, 105~112 (1984)
- 12) 下村道子, 松本重一郎: 日水誌, **51**, 583~591 (1985)
- 13) Goll, D.E., Otuka, Y., Nagainis, P.P., Sathe, K.S., Shannon, J.D. and Mugeruma, M.: *Biochem. Soc. Transactions*, **10**, 280~288 (1982)

- 14) 下村道子, 長野美根, 石田優子, 江原貴子: 家政誌, **43**, 1033~1037 (1992)
- 15) 下坂智恵, 下村道子, 山崎清子: 大妻女大家政学部紀要, **16**, 57~65 (1980)
- 16) 下村道子, 下坂智恵, 山崎清子: 家政誌, **35**, 611~619 (1984)
- 17) 下村道子, 高橋ユリア, 吉松藤子, 松本重一郎: 家政誌, **38**, 13~21 (1987)
- 18) Shimomura, M and Matsumoto, J.J.: Trends in Food Biotechnology (Proceedings of the 7th World Congress of Food Science and Technology), Singapore, 257~264 (1987)
- 19) 下村道子, 松本重一郎: 日水誌, **53**, 627~632 (1987)
- 20) 下村道子: *New Food Industry*, **29** (8), 55~69 (1987)
- 21) 下村道子, 高橋ユリア, 長野美根, 吉松藤子: 大妻女大紀要, **25**, 1~16 (1989)
- 22) 下村道子, 下坂智恵, 松本重一郎: 日食工誌, **39**, 418~424 (1992)
- 23) 下村道子, 松本重一郎: 家政誌, **35**, 687~694 (1984)
- 24) 下村道子, 松本重一郎: 日水誌, **51**, 783~791 (1985)
- 25) 下村道子: 大妻女大紀要, **20**, 35~42 (1984)
- 26) 春日井愛子: 大阪女大紀要, 生活理学編, **9**, 57~63 (1972)
- 27) 下坂智恵, 下村道子: 大妻女大紀要, **22**, 75~83 (1986)
- 28) 下村道子, 下坂智恵: 調理科学, **19**, 295~300 (1986)
- 29) 江原貴子, 下村道子: 家政誌, **40**, 141~149 (1995)
- 30) 張 俊明, 大島敏明, 小泉千秋: 日水誌, **57**, 1579~1585 (1991)
- 31) 下坂智恵, 石田優子, 下村道子: 家政誌, **41**, 1159~1167 (1990)
- 32) 下村道子, 下坂智恵: 大妻女大紀要, **26**, 1~10 (1990)
- 33) 下村道子, 小林久子: 大妻女大紀要, **13**, 51~58 (1977)
- 34) 山西 貞, 桐渕寿子, 石渡 (下村) 道子: 日水誌, **27**, 1009~1013 (1961)
- 35) 下村道子, 吉松藤子, 松元文子: 家政誌, **22**, 106~111 (1971)
- 36) 下村道子, 島田邦子, 鈴多香枝: 家政誌, **27**, 484~488 (1976)
- 37) 下村道子, 小申美恵子, 山崎清子: 家政誌, **33**, 27~31 (1982)
- 38) 高橋美保, 下村道子, 吉松藤子: 調理科学, **21**, 296~301 (1988)
- 39) 高橋ユリア, 福田真由美, 下村道子, 吉松藤子: 調理科学, **24**, 222~227 (1991)
- 40) 下村道子, 鈴木和江: 調理科学, **26**, 290~297 (1993)
- 41) 下村道子, 松政美香: 家政誌, **45**, 295~302 (1994)
- 42) 荒木千佳子, 下村道子, 吉松藤子: 調理科学, **24**, 184~192 (1991)
- 43) 下坂智恵, 高橋ユリア, 下村道子: 家政誌, **40**, 815~819 (1989)