Japan society of Home Economics

日本家政学会誌 Vol. 48 No. 11 963～970 (1997)

マリネの魚骨の硬さと成分変化におよぼす揚げ魚の温度の影響

下坂智恵，村木路子，江原貴子*，下村道子

(大妻女子大学家政学部，* 東京都立三宅高等学校)

平成9年3月25日受理

Effect of Immersion Temperature of Fried Fish on the Hardness and Composition of Fish Bones after Marination

Chie SHIMOSAKA, Michiko MURAKI, Takako EHARA* and Michiko SHIMOMURA

Faculty of Home Economics, Otsuma Women's University, Chiyoda-ku, Tokyo 102
** Miyake Senior High School, Miyake-mura, Miyake-jima, Tokyo 100-12*

Changes in the physical properties of fried horse mackerel after marinating in vinegar and the effect of immersion temperature were examined. After frying the fish at 170℃ for 12 min, the hot fish were immediately immersed in vinegar and preserved at 5℃ for several days. Fish that had been allowed to cool after frying were similarly marinated. Changes in their physical properties were then examined by sensory and rheometer tests. The results of the sensory tests show that horse mackerel bones cured in vinegar were progressively softened with increasing curing time. Instrumental tests on the texture revealed that the hardness of the horse mackerel meat decreased rapidly after 1 day, and that the hardness of the bones progressively decreased with increasing curing time. The pH value of the horse mackerel cured in vinegar rapidly dropped to that of the marinating solution. The hot fish absorbed more vinegar than the cold fish when immersed in the marinade. Horse mackerel cured in vinegar for 7 days became softer, and calcium, phosphorus and magnesium from the fish were eluted into the marinade.

(Received March 25, 1997)

Keywords: horse mackerel マアジ, marination マリネ, temperature 温度, fish bone 魚骨, calcium カルシウム, softening 軟化.

1. 緒　言

マリネなどの魚の酢漬調理は，加熱した魚または生の魚を食酢に浸漬して食酢の香りと味を付加すると同時に，魚肉や魚骨のテクスチャーを変化させて，嗜好性を高めたものである．小魚は，日本人のカルシウム源として重要な食品であり，魚を1尾のまま用いる酢漬は，骨が魚肉と一緒に食用にされ，カルシウムや他の微量栄養素が摂取されるすぐれた調理食品といえる．酢漬にする前処理として，ままかり（鶴藤等 1987）のように生魚を塩漬にする場合と，マリネや南蛮漬のように油で揚げる場合とがある．揚げる場合は，多くの調理書に加熱した魚があついうちに酢漬にするように書かれている（土井 1978；曽根 1991）．

そこで，本実験では，魚をから揚げにして食酢に浸漬するときの温度の違いによる魚の物性とくに骨の硬さと成分の変化について知ろうとした．

2. 試料および実験方法

(1) 試　料

魚は新鮮なマアジ（*Trachurus japonicus*, horse mackerel）で，1尾の重量約80 g，全長約20 cmのものを用いた．調味料および揚げ油には，小麦粉（薄力粉，日清製粉），揚げ油（サラダ油，日清製油），食酢（ミツカン穀物酢，中埜酢店）を用いた．

(2) 実験試料の調製

マアジは頭，内臓，ぜいごを除去し，水洗後乾いた布巾で拭いた．鉄製揚げ鍋（直径29 cm，深さ8 cm，重さ2.1 kg）に揚げ油1.5 kgを入れて170℃になっ

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

てから，小麦粉を薄くまぶしたマアジを入れて12分間加熱した．加熱直後に約20℃の食酢に浸漬した場合を高温浸漬とし，加熱後30分間室温で保存した後30℃以下に冷めてから約20℃の食酢に浸漬したものを低温浸漬とした．浸漬処理中の保存は，5℃で5分間，1日，3日，5日および7日間にした．食酢の量は，生魚重量の2倍量用いた．官能検査用には，1％の食塩を加えた食酢に浸漬した酢漬魚を調製した．保存容器はポリプロピレン樹脂製容器を使用した．

(3) pHの測定

酢漬魚のpHの測定には，全魚は魚肉と骨を混ぜて10 g，魚肉は10 g，骨は0.5 g採取し，これらを乳鉢に入れ，10 mlの脱イオン水を加えて磨砕し，その懸濁液を30分間室温に放置後，ガラス電極pHメーター（日立-HORIBA，F-8型）により測定した．なお食酢の浸漬液はそのまま測定した．

(4) 酸度の測定

酢漬にした全魚および魚肉は5 g，骨は0.5 gを採取し，これらを乳鉢に入れ，100 mlの脱イオン水を加えて磨砕し，その懸濁液をろ過し，ろ液を0.1 N NaOHで滴定して酸度（長谷川 1986）を算出した．

(5) 無機成分の測定

骨の無機成分測定用試料は，中骨の胸部，中央部，尾部の各部から脊椎骨を3個ずつ（約80 mg）採取した．無機成分は，脊椎骨に硝酸1 mlを加えて，ホットドライバス（日京，AL 500）に入れ，60℃で30分間加熱して溶解させた後定容し，ICP発光分光分析器（日本電子，JICP-PS）により測定した．浸漬液は5 mlを採取し，骨と同様に処理して測定した．

(6) 硬さの測定

酢漬にした全魚，魚肉および骨の硬さは，レオメーター（山電，RE-33005型）により測定した．全魚では，魚を1尾のまま，横にねかせて脊椎骨あたりの上を，頭から尾の方へ2.5 cm間隔で3カ所，体長方向と直角にポリアセタール樹脂製，30 mm×1 mmの接触面をもつV字形プランジャーで測定した．魚肉は，酢漬魚の片身肉をとり，厚さが一定の部位を，全魚と同様に測定した．骨は，脊椎骨の椎体を一つずつはずして臼形に置き，ポリアセタール樹脂製8 mmの円筒形プランジャーで加圧し測定した．ロードセルは20 kgf，測定スピードは5 mm/秒，クリアランスは20％にした．

(7) 官能検査

酢漬魚の浸漬時間による全魚，魚肉，骨の硬さ，酸味の強さ，総合的なおいしさの差を，2点識別試験法および2点嗜好試験法（吉川と佐藤 1967）により調べた．パネルには2尾のマアジのほぼ同じ部位を各40 g位ずつ提供した．パネルは大妻女子大学食物学科の教職員および大学院学生あわせて16名または18名である．

3. 結果および考察

(1) 酢漬魚の浸漬時間による食味の違い

油で揚げたマアジを高温のうちに食酢に浸漬し，5分間，1日，3日，7日間保存した．これらの5分間と1日，1日と3日，3日と7日のそれぞれについて官能検査を行い，浸漬時間による全魚，魚肉，骨の硬さ，酸味の強さ，総合的なおいしさを比較した(Table 1)．魚は骨をつけた全魚で食べてもらい，硬さについては全魚，魚肉，骨に分けて評価してもらった．5分浸漬魚と1日浸漬魚では，すべての項目に有意な差は認められなかった．

1日浸漬魚と3日浸漬魚の比較では，魚肉の硬さには差がみられなかったが，骨の硬さでは1日浸漬魚の方が硬く，酸味は3日浸漬魚の方が強いと評価され，総合的な好みでは，1日浸漬魚が好まれた．3日浸漬魚は酸味が強すぎると感じたため総合的に好まれなかったと考えられた．

3日浸漬魚と7日浸漬魚の比較では，骨は3日浸漬魚の方が硬いと評価され，酸味の差はみられなく，総合的には7日浸漬魚が好まれた．酸味の強さが同じ程度の場合には骨のやわらかい方が好まれると考えられる．このようにマアジを揚げて後食酢に5分から7日間浸漬することにより，食酢が浸透し，骨が軟化していることが示された．

(2) 酢漬にした魚肉および骨の硬さの変化

油で揚げたマアジを食酢に浸漬処理中にマアジの硬さがどのように変化しているのかをレオメーターにより調べた．全魚では，高温浸漬と低温浸漬による差はほとんどなく，数値をみると，魚肉に近い値であった．全魚の測定では，プランジャーでかませたとき骨が折れて硬さの値には骨は影響しなかったのではないかと思われる．そこで魚肉と骨の硬さを以下に示した．

魚の大部分を占めている魚肉の硬さをみると（Fig. 1），胸部，中央部，尾部いずれの部位も浸漬初期に硬さの値は低下し，それ以降7日後までほとんど変化しなかった．官能検査においていずれの浸漬期間の魚肉の硬さの間にも有意な差がみられなかったことに対応

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

Table 1. Results of the sensory evaluation test of horse mackerel vinegar-cured for various periods of time

Test sample	I		II		III	
	5 min	1 day	1 day	3 days	3 days	7 days
Hardness of whole fish	9	7	11	5	8	10
Hardness of meat	9	7	10	6	6	12
Hardness of bone	10	6	12*	4	15**	3
Sour taste	7	9	1	15***	6	12
Palatability	4	12	13*	3	4	14*

No. of panelists: I, 16; II, 16; III, 18. Sensory test method: paired difference test and paired preference test. Statistically significant difference against other samples: $^{*}p<0.05$; $^{**}p<0.01$; $^{***}p<0.001$.

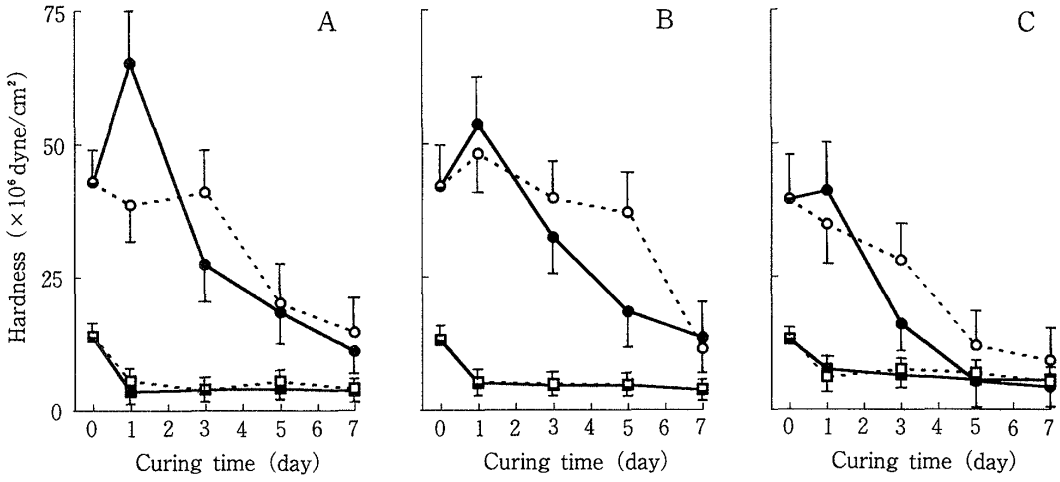

Fig. 1. Change in the hardness of horse mackerel meat and bone while curing in vinegar

A, thorax; B, center of fish body; C, near the tail; curing time 0, fried fish; ■ and □, meat; ● and ○, bone; ——, high-temperature immersion in vinegar; ……, low-temperature immersion in vinegar.

している．また高温浸漬と低温浸漬した魚肉の硬さの間にも差はみられなかった．魚肉の硬さには，加熱とその後の酢漬処理によるタンパク質の変性の影響が大きく，さらに水分も関与していると考えられる．

小魚の酢漬は骨ごと食べることが多いので，骨の硬さは小魚のテクスチャーに対する影響が大きい．そこで，酢漬魚の食酢浸漬時間による骨の硬さの変化をみると（Fig. 1），高温浸漬魚の骨では，いずれの部位も浸漬7日後まで硬さの値は低下し続けた．このことは官能検査において，1，3，7日間の酢漬魚のテクスチャーの間に差がみられたことと一致している（Table 1）．骨の部位の違いにおいては尾部が最も低い値であった．これは，揚げ操作による肉の水分の減少が大きかったことから，マリネ処理による食酢の浸透量が多くなったのではないかと考えられる．低温浸漬魚の骨は，同様に浸漬時間が長くなるにつれて硬さの値は低下していたが，それぞれの部位の骨は3日以後において高温浸漬魚の骨のそれらよりも値が高かった．

魚肉の硬さにおいて，高温浸漬と低温浸漬ではほとんど差がみられなかったが，骨の硬さにおいては高温浸漬の方が低下していることが示された．

渡辺等（1985）は，マサバの棘骨（神経棘）を蒸留水および酢酸水溶液中で加熱し，酢酸が軟化を促進することを報告している．本実験では，1尾のラウンド状であるが，骨にも食酢が浸透し骨が軟化しているのが認められた．

骨はコラーゲン繊維にリン酸カルシウムであるハイドロキシアパタイトの結晶が沈着した硬度の高い組織であり（山浦と中村 1996），食酢浸漬中に骨中の成分の溶出あるいは何らかの構造的な変化がおこり，軟化

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

したのではないかと考えられる．

(3) 重量および水分

テクスチャーの変化には，水分の影響があると考えられたので，魚肉と骨を分けて水分を測定した．また，酢漬魚と漬け汁との間の水分やその他の物質の移動を推定するために重量を測定した．酢漬魚の重量をみると（Fig. 2），マアジを油で揚げることにより約72%まで低下し，高温浸漬魚では1日後に約93%に戻り，その後7日後までほぼ同値であった．低温浸漬魚では，1日後に約79%になり，5日後まで徐々に増加し，

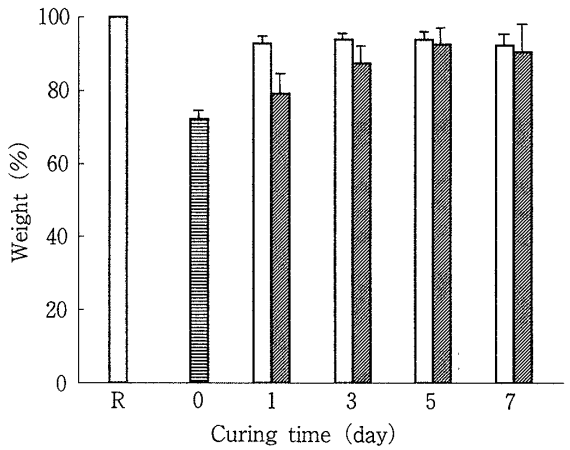

Fig. 2. Change in the weight of horse mackerel while curing in vinegar

□, raw fish; ▤, fried fish; □, high-temperature immersion in vinegar; ▨, low-temperature immersion in vinegar.

5日後，7日後の重量は高温浸漬魚とほぼ同じになった．このように高温浸漬した方が短時間で重量が増加していたことから，油で揚げた魚を高温のうちに食酢に浸漬した方が，食酢の浸透量が多いと考えられる．

水分をみると（Fig. 3），マアジを油で揚げることにより魚肉，骨いずれも水分が低下した．しかし，食酢に浸漬した魚肉では1日後に水分が増加しており，7日後までほぼ同値を示した．骨は揚げることにより水分が20%まで低下したが，その後，食酢浸漬により7日後まで徐々に増加し続け40～55%になった．高温浸漬の方が魚肉，骨ともに低温浸漬魚よりも水分の値は高くなった．

なお，一般に鯨骨や魚骨の成分は，水分10～55%，有機物35～70%，無機物30～65%（野中 1987）であるとされており，本実験試料であるマアジの骨の水分は約54%であった．

高温浸漬および低温浸漬における魚肉と骨の水分の変化は，同様の傾向を示しているが，すべての期間において高温浸漬の水分の方が高い値を示し，とくに魚肉よりも骨に差がみられた．魚肉よりも骨の方に高温浸漬と低温浸漬との間で差がみられたことは，硬さの測定結果と同じ傾向であった．

また，酢漬の魚肉，骨の硬さと水分の変化とは逆の関係がみられ，魚肉の硬さは食酢1日浸漬で低下し，1日後から7日後までほぼ同程度（Fig. 1）であり，水分は1日後上昇しその後ほぼ一定であった．骨の硬さは1日後に上昇している部位があるが7日後まで低

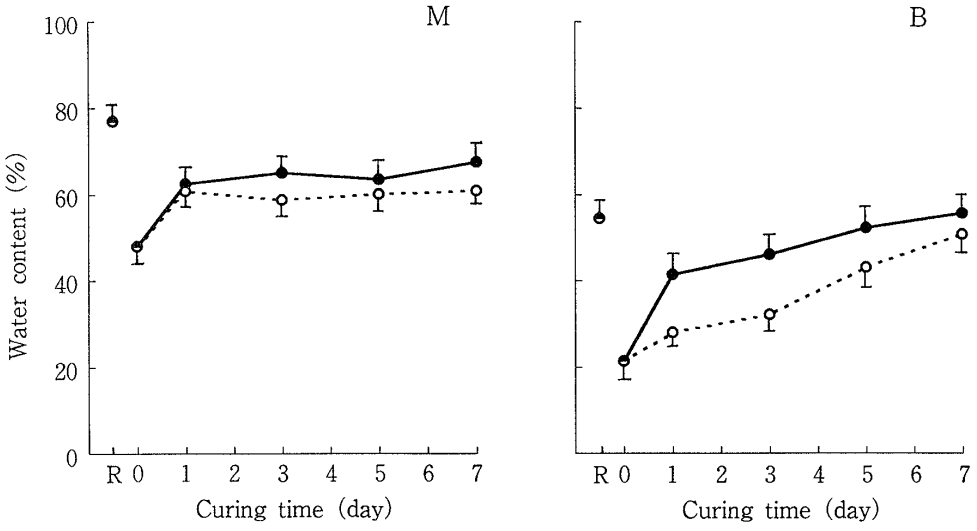

Fig. 3. Change in the water content of horse mackerel while curing in vinegar

M, meat; B, bone; R, raw fish; curing time 0, fried fish; ——, high-temperature immersion in vinegar; ……, low-temperature immersion in vinegar.

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

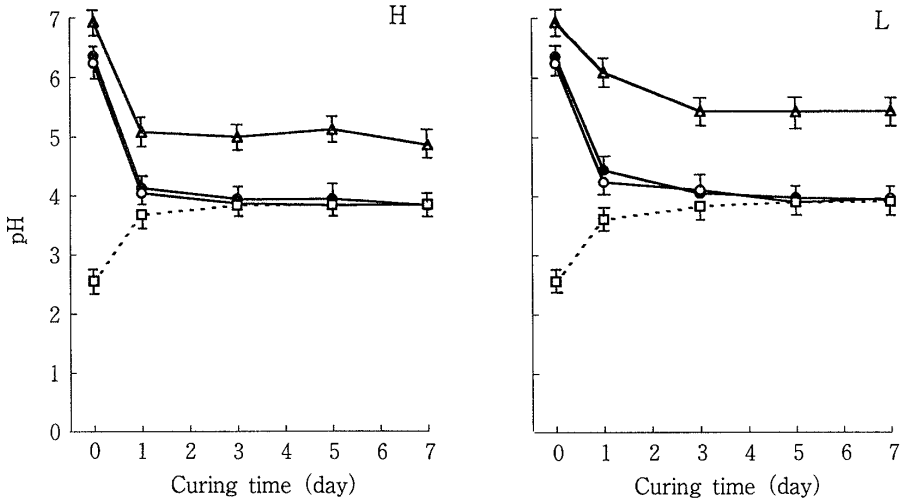

Fig. 4. Change in the pH value of horse mackerel while curing in vinegar

●, fish (whole fish: water＝1 : 1); ○, meat (meat: water＝1 : 1); △, bone (bone: water＝1 : 20); □, soaking solution; curing time 0, fried fish; H, high-temperature immersion in vinegar; L, low-temperature immersion in vinegar.

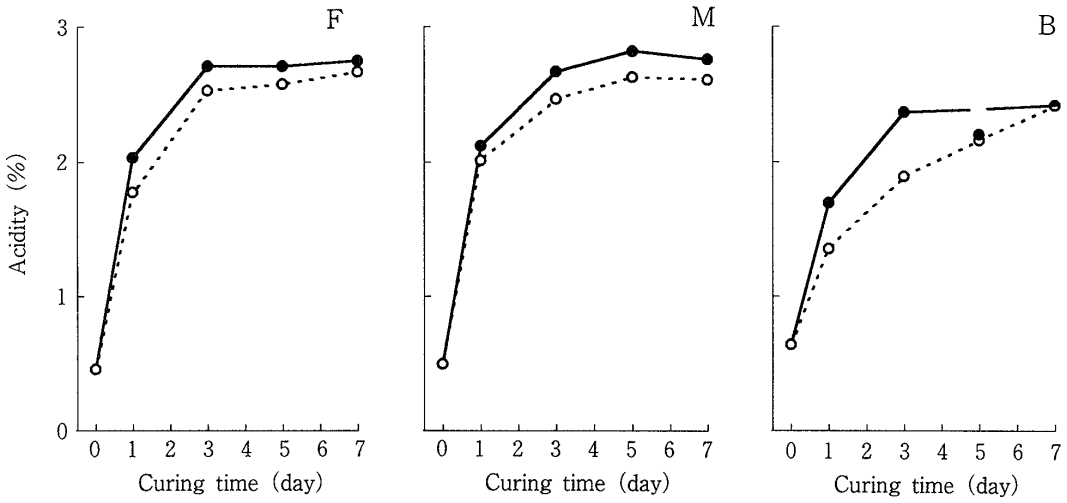

Fig. 5. Change in the acidity of horse mackerel while curing in vinegar

F, fish; M, meat; B, bone; curing time 0, fried fish; ——, high-temperature immersion in vinegar; ……, low-temperature immersion in vinegar.

下し続けており，水分は逆に7日後まで徐々に増加していた．

(4) 食酢の浸透しやすさ

重量および水分の変化において高温浸漬と低温浸漬とに差がみられたので，食酢の浸透状態を知ろうとして，酢漬処理中の全魚，魚肉，骨のpHおよび酸度の測定を行った．なお骨では測定するために骨に対する水の割合を魚肉の場合よりも多く加えてあるので，実際の骨のpHよりは高くなっていると推定される．

高温浸漬した全魚および魚肉のpH（Fig. 4）は，酢漬1日後に急に低下し，さらにその後少しずつ低下していた．3日後には漬け汁に近い値であった．骨のpHは1日後に急に低下し，その後の変化は微少であった．

低温浸漬においては，高温浸漬と同様に全魚，魚肉のpHが低下したが，漬け汁とほぼ同じ値になったのは酢漬5日後であった．骨のpHは，3日後まで低下していたが，高温浸漬のそれよりも高かった．

高温浸漬と低温浸漬では，高温浸漬の方が浸漬初期にpHの低下がみられ，揚げた魚を高温で食酢に浸漬した方が食酢が浸透しやすいことが示された．

さらに全魚，魚肉，骨の酸度の測定を行ったところ

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

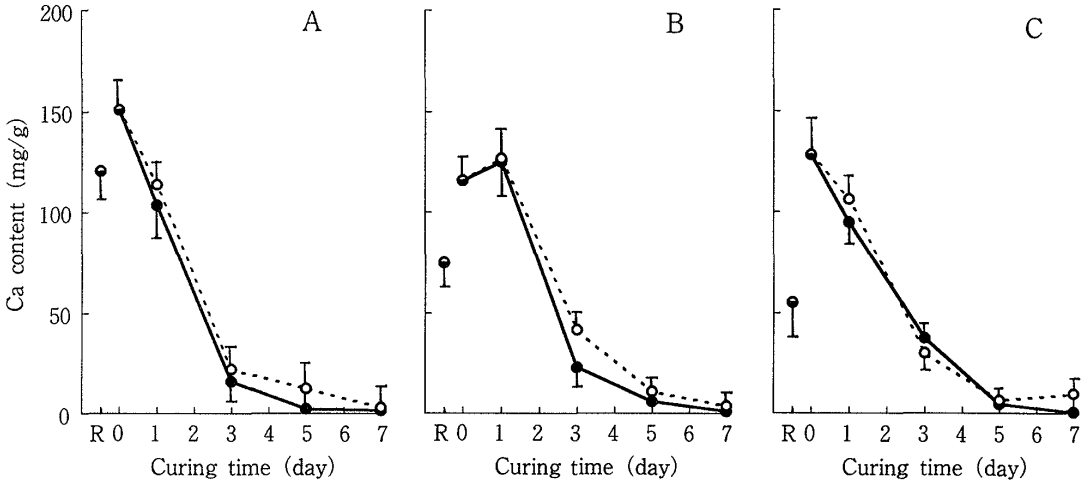

Fig. 6. Change in the calcium content of horse mackerel bones while curing in vinegar

A, thorax; B, center of fish body; C, near the tail; R, raw fish bone; curing time 0, fried fish bone; ——, high-temperature immersion in vinegar; ·····, low-temperature immersion in vinegar.

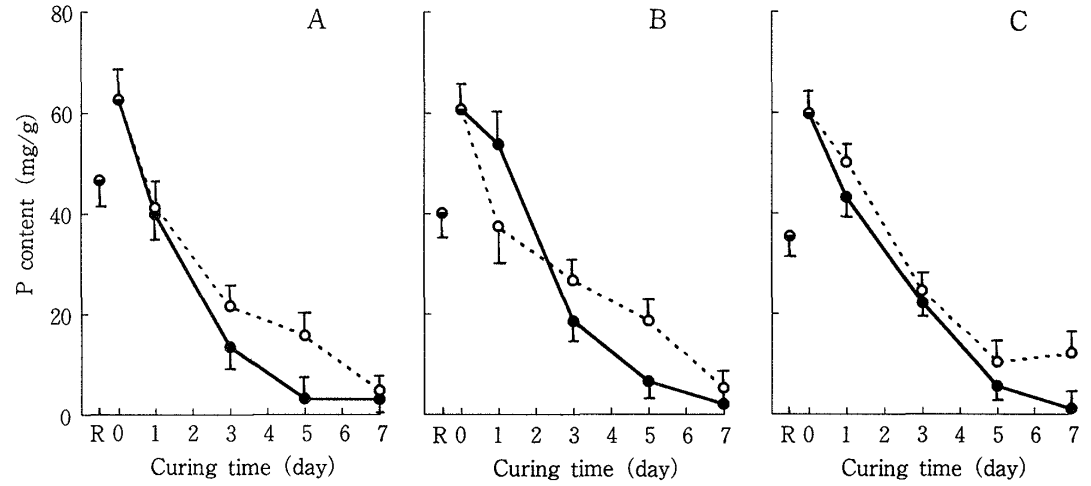

Fig. 7. Change in the phosphorus content of horse mackerel bones while curing in vinegar

A, thorax; B, center of fish body; C, near the tail; R, raw fish bone; curing time 0, fried fish bone; ——, high-temperature immersion in vinegar; ·····, low-temperature immersion in vinegar.

(Fig. 5)，高温浸漬した全魚，魚肉および骨はいずれも3日後まで酸度が増加し，それ以降ほぼ同じであった．低温浸漬した魚では，いずれの浸漬期間においても高温浸漬したものよりも酸度が低く，とくに骨では差が大きかった．

pHおよび酸度の測定結果から，高温浸漬した魚への見かけ上の食酢の浸透は3日後まで続き，低温浸漬した魚は5日後まで食酢が浸透していくものと考えられる．官能検査の結果，1日浸漬魚よりも3日浸漬魚の方が酸味が強かったことと一致した．

これらのことから，マアジのマリネにおいて，マアジを加熱後，高温のうちに食酢に浸漬した方が食酢の浸透が速やかであり，浸透量も多いことが明らかになった．また高温浸漬の方が骨の軟化が促進されていた．高温浸漬した魚を5日間保存すると，食酢は魚肉重量の約20%浸透した計算になる．

(5) 無機成分の変化

マアジの骨の軟化 (Fig. 1) には，酸によるカルシウムなどの溶出が考えられたので，骨からの各種無機成分の溶出量の測定を行った．マアジの骨のカルシウム濃度は，揚げ操作後のみかけの値は増加していた (Fig. 6)．これは Fig. 3 に示したように，揚げ操作により水分が減少し，相対的にカルシウムの割合が高くなったと考えられる．骨のカルシウムは浸漬時間が長

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

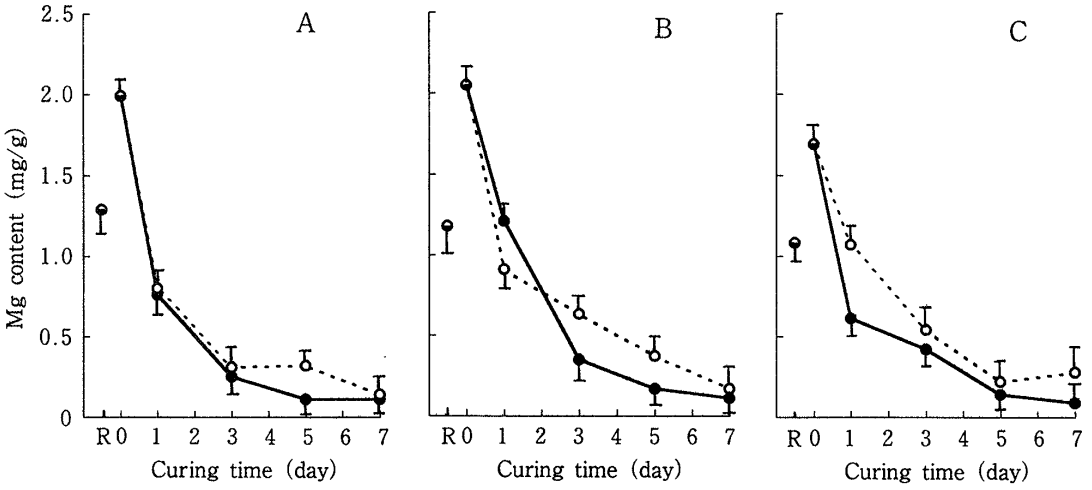

Fig. 8. Change in the magnesium content of horse mackerel bones while curing in vinegar

A, thorax; B, center of fish body; C, near the tail; R, raw fish bone; curing time 0, fried fish bone; ——, high-temperature immersion in vinegar; ……, low-temperature immersion in vinegar.

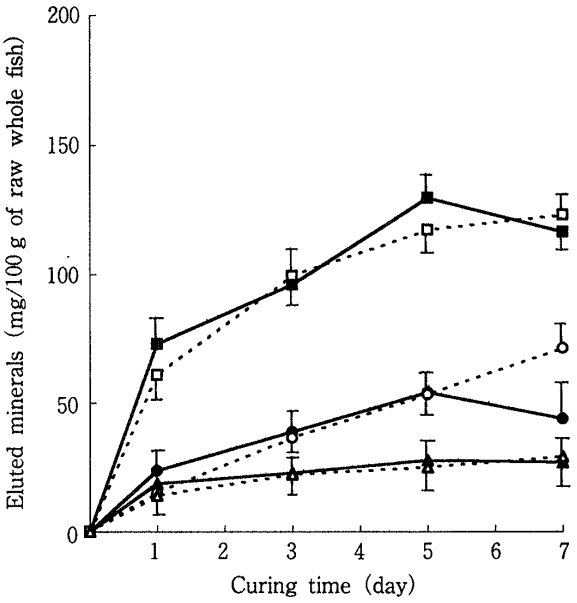

Fig. 9. Minerals eluted from horse mackerel while curing in vinegar

● and ○, Ca; ■ and □, P; ▲ and △, Mg; ——, high-temperature immersion in vinegar; ……, low-temperature immersion in vinegar.

くなるにつれて減少しており，とくに胸部の骨は，浸漬初期に急に減少した．本実験では頭と内臓を除去しているので，胸部の骨に食酢が容易に浸透し，カルシウムの溶出が多くなったものと考えられる．高温浸漬と低温浸漬処理の比較では，高温浸漬魚の骨のカルシウムの減少が低温浸漬魚よりもやや大きかった．骨のリン（Fig. 7），マグネシウム（Fig. 8）も浸漬時間が長くなるにつれて減少し，また低温浸漬魚の骨よりも高温浸漬魚の骨において減少が大きいことが示された．食酢浸漬中の骨の軟化にはカルシウム，リン，マグネシウムの溶出が関係していると考えられる．

食酢浸漬処理中の骨の無機成分が減少していたので，浸漬液中の無機成分をみると（Fig. 9），カルシウム，リンおよびマグネシウムは，浸漬時間が長くなるにつれて多くなり，また高温浸漬した方が低温浸漬したものよりも，5日後までは僅かではあるが多かった．

なお食酢 100 ml にはカルシウム 0.25 mg，リン 1.97 mg，マグネシウム約 1.12 mg が含まれており，用いた容器に食酢を7日間入れて保存したがほとんど増加がみられなかったことから，実験に用いた容器からの溶出はないものと考えた．また，マアジにつけた小麦粉は魚重量の3～4％であり，この無機成分は 0.1～0.7 mg に相当する．このように，実験に供した食酢，小麦粉の無機成分はごく少量であり，骨および浸漬液の無機成分の値にはほとんど影響していないものと考えられる．

畑江等（1990）は，ニシン目のサケの鼻軟骨を食酢に漬けると軟化して，同時にカルシウムが溶出したことを報告している．本実験におけるスズキ目に属するマアジの骨も同様の結果であった．マアジの骨は，常圧で長時間の水中加熱により軟化するが，カルシウムは大部分が骨に残存していた（Shimosaka *et al.* 1996）．したがって酢漬による骨の軟化と加熱した場合とではその機構が異なるのではないかと考えられる．

以上のことから，マアジのマリネにおいて，揚げた

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

マアジは高温で食酢に浸漬した方が，冷めて低温になってから浸漬するよりも食酢の浸透が速やかで，とくに魚肉よりも骨の方にその効果がみられ，骨の硬さは低下していた．また，骨をつけたままの魚を揚げて食酢に浸漬すると，骨の無機成分が浸漬液に溶出し骨は軟化した．したがってマリネの浸漬液もソースとして利用することがカルシウムの摂取に役立つと考えられた．

4. 要　約

骨つきのマアジをから揚げにしてマリネ処理するときの温度の違いによる魚の物性とくに骨の硬さと成分の変化について調べ，以下の結果を得た．

(1) 官能検査において，浸漬時間による硬さの差は，魚肉ではみられなかったが，骨ではマリネ処理の時間の長い方がやわらかいと評価された．

(2) マリネ処理した魚の骨の硬さは，揚げた魚を高温で食酢に浸漬した方が低温にしてから食酢に浸漬したものよりも低下の程度が大きかった．

(3) 高温浸漬による酢漬魚は，低温浸漬によるものよりも重量増加が大きく，pH の低下，食酢の浸透が速やかで浸透量が多いことが認められた．

(4) 骨つきのマアジを油で揚げて後マリネにすると，カルシウムなどの無機成分が溶出して骨が軟化していることが示された．

引　用　文　献

土井　勝 (1978)『日本料理全書　上』，日本放送出版協会，東京，44

長谷川忠男 (1986)『食品科学実験』，地人書館，東京，161

畑江敬子，大沼葉子，島田淳子 (1990) サケ鼻軟骨のテクスチャーに及ぼす食酢浸漬の影響，家政誌，**37**，505-510

野中順三九 (1987)『水産利用原料』，恒星社厚生閣，東京，99

Shimosaka, C., Shimomura, M., and Terai, M. (1996) Changes in the Physical Properties and Composition of Fish Bone during Cooking by Heating under Normal Pressure, *J. Home Econ. Jpn.*, **47**, 1213-1218

曽根喜和子 (1991)『日本料理全書』，集文館，東京，66

鶴藤鹿忠，杉山文子，今田節子，太郎良裕子(編) (1987)『聞き書岡山の食事』，農山漁村文化協会，東京，75

渡辺尚彦，武輪正彦，高井陸雄，酒井愿夫 (1985) 魚の骨のクッキングによる軟化速度，日水誌，**51**，2047-2050

山浦資智，中村利孝 (1996)『骨粗鬆症』(日本ビタミン学会監修)，学会センター関西，大阪，32

吉川誠次，佐藤　信 (1967)『食品の品質測定』，光琳書院，東京，40

NII-Electronic Library Service