

## 食酢添加が鶏肉のカルシウム溶出に及ぼす影響

南 出 隆 久・横 山 み き・畑 明 美

### Effect of Vinegar on Calcium leakage from Chicken meat and Bone

TAKAHISA MINAMIDE, MIKI YOKOYAMA and AKEMI HATA

**Abstract** : An available method for calcium intake from chicken meat with bone was investigated. The chicken meat with bone cooked with grain vinegar or lemon juice (1,2,4%) for 30 min decreased weight about 20 % of fresh meat. The calcium content in stock cooked with lemon juice (4%) or citric acid solution (4%) was 5 times greater than obtained with grain vinegar or acetic acid of same concentration. The breaking strength of bone was become weak due to increase of calcium leakage by acid solution. The method, based on boiling with citrus fruit juices (1-2%) , could be improved calcium intake and also be obtained much collagen from stock. (Received September 13, 1996)

#### 緒 言

食酢は酸味料として利用する他に種々な作用を併せ持った調味料である。食酢の調理への作用には、食品に酸味を付与する呈味や pH を低下させ食品の色の安定と褐変の防止、たんぱく質の凝固・変性、サトイモのぬめりなどの粘質物・苦味物質の除去、魚臭の抑制などが挙げられる<sup>1-5)</sup>。また、衛生面では制菌・殺菌作用もみられる<sup>1)</sup>。さらに、イワシなどの小魚を煮るときに食酢や梅干しなどを加えると骨まで柔らかくなり、丸ごと食べることができ、骨の軟化作用も知られている<sup>5)</sup>。一方、国民栄養調査の結果より日本人はカルシウム (Ca) の摂取量のみが所要量に達しておらず、近年増加傾向にある骨粗しょう症の予防にも Ca をより多く摂取することが提言されている。

そこで本研究では、鶏骨付き手羽肉を使用して食酢を加えて調理することにより、骨中の Ca を溶出させるとともに、鶏肉の化学成分への影響について調べ、食酢による Ca の有効利用を検討した。

#### 材料および方法

##### 1. 材 料

鶏肉は市販のプロイラーの骨付き手羽中肉を用いた。

調味料は、穀物酢 (酸度 4 % , 中埜酢店) , レモン果汁 (酸度 6 % , ポッカコーポレーション) , 酢酸, クエン酸を使用した。

##### 2. 試料の調製

鶏手羽中肉は 5 個 (約 250 g) を 1 区画として、アルミニウム鍋 (直径 16cm, 浅型) に重ならないように並べ、調味液の酸濃度が 0, 1, 2, 4 % となるよう調製したものを 300ml 加えてガーゼで覆い、蓋をして加熱した。沸騰まで強火にして、その後沸騰を保つ程度に火力を調節しながら 60 分間加熱調理した。熱源は、ガスでカロリーは 2300KCal/h を用いた。

##### 3. 鶏肉の骨離れ, 水分含量, pH の測定

骨付き手羽肉の骨離れは、手で骨から筋肉組織を取り除いた重量を全重量から骨の重量を引いたもので除すことにより求めた。筋肉組織は液体窒素で凍結後ミキサーで粉末試料を得た。鶏肉の水分含量は、粉末試料を 105℃ で恒量になるまで乾燥して求めた。pH は、粉末鶏肉を 4 倍量の蒸留水を加え、溶液を pH メーターで測定した。

##### 4. 鶏肉および煮汁のコラーゲン, 脂質含量の測定

鶏肉は粉末試料を煮汁はそのままを塩酸で加水分解後、生成したヒドロキシプロリンを Woessner<sup>6)</sup>の方法により測定し、コラーゲン量とした。脂質含量は、クロロフォルム, メタノール混液 (2 : 1 v/v) で抽出し、クロロフォルム分画を濃縮乾固した。

京都府立大学生活科学部食物学科調理保蔵学講座

Laboratory of Cookery Science, Department of Food Science and Nutrition, Kyoto Prefectural University

### 5. 鶏肉および煮汁のカルシウム、マグネシウム含量の測定

試料中の Ca, マグネシウム (Mg) 含量は550℃で乾式灰化後, 原子吸光分析により測定した。

### 6. 骨の物性の測定

骨の破断強度は, 低荷重用3点曲げ治具をクリープメーター (レオナ-RE-3305: 山電) に装着し, ロードセル20kg, クリアランス1%, 予備荷重50g, 速度0.5 (mm/sec) で測定した。

## 結果および考察

### 1. 穀物酢とレモン果汁による鶏肉と煮汁の出来上り状態の相違

骨付き手羽肉に酸味調味料を加え30分加熱調理した筋肉組織の重量, 骨離れ率, 水分含量, pHと煮汁の液量, pH, 脂質含量の結果を Table 1 に示した。調理

性を受けて重量減少が大きくなったものと考えられる<sup>7)</sup>。調理した鶏肉の状態は, 両酸味料とも筋肉組織が骨の関節部分から離れており, 結合組織が収縮していた。また, 酸濃度による外観にはほとんど差異はみられなかった。

筋肉組織の水分含量は, 生では約76%であったが, 水煮では68-71%に減少した。しかし, 穀物酢, レモン果汁で煮たものはいずれの濃度も68-69%とほとんど変化していなかった。このことは, 調味料を加えることで, 水以外の成分が煮汁に溶出したことを示している。

筋肉組織の pH は, 水で調理することにより上昇しややアルカリ側に傾いた。穀物酢, レモン果汁で煮たものは, 酸が高くなると pH は低くなっていた。一般に, 生肉の pH は普通5.5-6.0で肉の等電点域にあり保水性は低い, 調理することで pH はアルカリ側になり, 保水性が向上するとともに肉も柔らかくなると

Table 1 Changes in meat and stock of whole chicken meat boiled with vinegar solution

Sample	Meat				Stock			
	Weight (%)	Severability (%)	Moisture (%)	pH	Volume (ml)	pH Before	pH After	Oil (g)
Fresh	100.0	80.4	76.3	6.18	300			
Grain vinegar (X)	0	88.3	82.3	67.8	194	5.49	6.47	3.89
	1	82.5	84.2	68.3	178	2.77	4.06	4.52
	2	81.5	86.5	68.2	211	2.69	3.90	5.15
	4	83.2	86.6	69.1	205	2.59	3.61	10.06
Fresh	100.0	79.8	75.7	6.31	300			
Lemon juice (X)	0	87.1	80.8	70.9	215	6.36	7.52	4.89
	1	78.3	84.0	67.5	267	3.54	4.67	11.24
	2	75.6	84.0	67.6	250	2.46	3.34	13.74
	4	77.3	84.0	67.8	260	2.40	3.01	15.09

後の重量は, 生を100%として比較すると, 水で煮たものは87-88%に重量は減少した。穀物酢を添加したものは, 1%区で82.5%, 2%区で81.5%, 4%区で83.2%になり, 酸を添加することで5-6%ほど多く減少した。レモン果汁添加区では, 1%区で78.3%, 2%区で75.6%, 4%区で77.3%となり, レモン果汁を添加することでさらに約10%重量が減少した。食肉を加熱調理すると, 肉汁の溶出, 筋肉組織の硬化, 容積の減少がみられるが, これは主にたんぱく質の熱凝固による物理的変化である。中でも手羽肉は骨と筋肉をつなぐ結合組織を多く含むため, コラーゲンが熱変

いわれている<sup>3)</sup>。また, 肉を弱酸性にしてから加熱することでも保水性を高くして肉を柔らかくすることもできる<sup>5,8)</sup>。調理後の食味は, どちらも1%では酸っぱさは感じられないが, 2%ではやや酸っぱく, 4%になると酸っぱさが強くなり, このままでは食することはできなかったことから, pH4.5以下の肉は食味上から好ましくないことがわかった。

酸味料を加えて調理すると肉が収縮することから, 骨離れを調べたところ穀物酢では酸濃度の増加とともに骨離れ率も高くなったが, レモン果汁は濃度による違いは見られなかった。しかし, いずれの酸味料とも

骨離れはよくなっていたことから、酸は結合組織に作用し、加熱により変性したコラーゲンを溶出させたものと考えられる。

一方、煮汁についてみると、液量は酸味料を添加することで減少は抑えられており、鶏肉組織から水分や脂質などが溶出したことによるものと考えられる。穀物酢やレモン果汁を添加した煮汁は、濁りがみられ、濃度が高くなるにしたがい濁りが強くなり、色は白濁した状態からやや黄色を呈した。煮汁中の脂質含量を測定したところ、穀物酢を添加した場合、水のみでは3.89gの脂質が溶出したのに対して、1%で4.52g、2%で5.15g、4%では10.06gに増加した。レモン果汁は、1%で11.24g、2%で13.74g、4%で15.09gの溶出量となり、脂質の溶出作用の強いこと

がわかった。

## 2. 穀物酢、レモン果汁調理による鶏肉から煮汁への脂質、コラーゲンならびにCaの溶出

骨付き鶏手羽中肉を穀物酢、レモン果汁で調理したときの煮汁への脂質、コラーゲン、Caの溶出を調べた。また、両者の酸性調味料の主成分である酢酸、クエン酸溶液についても同様に調べた (Fig. 1)。

上述したように、煮汁への脂質の溶出はレモン果汁の方が多く、2%の酸濃度ではレモン果汁は3倍以上も多く煮汁に脂質が溶出していた。この現象は、酢酸、クエン酸で調理したものでも同様の結果となった。

コラーゲンもレモン果汁、クエン酸で調理したものが煮汁に多く溶出しており、1%での増加の著しいことがわかった。

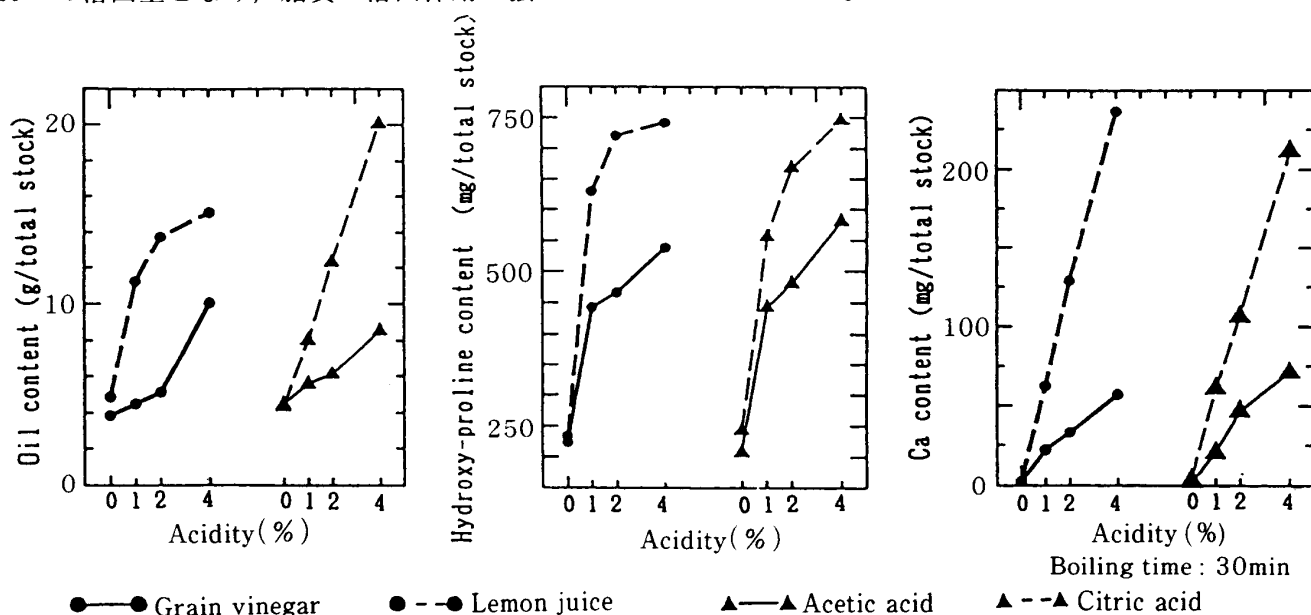


Fig.1 Compositional changes of stock as boiled with vinegar and acid solution

Table 2 Mineral contents of meat and stock of whole chicken meat boiled with vinegar solution

Sample	Meat		Stock	
	Ca (M±S.D.mg/100gF.W.)	Mg	Ca	Mg
Fresh	10.31±0.34	23.40±0.88		
Grain vinegar (%)	0	11.60±0.08	21.23±1.41	2.93±0.57
	1	12.90±0.43	23.27±0.82	23.70±1.13
	2	14.47±0.94	22.13±0.57	36.37±0.90
	4	15.10±1.02	21.81±1.01	63.20±1.13
Fresh	9.25±0.91	23.17±0.54		
Lemon juice (%)	0	9.66±0.37	20.87±0.55	3.03±0.72
	1	12.42±0.54	17.94±0.93	66.02±0.89
	2	20.21±0.56	17.49±0.96	136.00±5.83
	4	28.24±0.92	19.66±0.30	251.00±17.3

Grain vinegar(4% acidity) : Ca 6mg/300ml Mg 3ng/300ml  
 Lemon juice(4% acidity) : Ca 14mg/300ml Mg 24ng/300ml

煮汁中のCa含量は、水で煮たものではほとんど溶出されなかったが、酸と一緒に煮ることで煮汁への移行が生じ、脂質やコラーゲンと同様にレモン果汁で多く、濃度が高くなると溶出量も増加した。酢酸、クエン酸も骨付き鶏肉からの煮汁へのCaの溶出を促進した。

### 3. 食酢添加による鶏肉中のCa, Mg含量の変化

食酢を添加して調理したときの筋肉組織および煮汁全量中のCa, Mg含量の結果をTable 2に示した。筋肉組織中のCa含量は、穀物酢、レモン果汁とも生のものより多くなっており、酸濃度が高くなると増加し、中でもレモン果汁4%で調理したものは、3倍にもなることがわかった。それに対してMg含量は穀物酢、レモン果汁ともに調理による増加はみられず、むしろレモン果汁の添加量が増加することで減少した。一方煮汁中のCa含量は、穀物酢、レモン果汁とも酸濃度

の上昇に伴い増加を示し、レモン果汁4%では煮汁全量に251mgのCaが含まれており、水煮の約80倍のCa量となった。Mg含量は両者とも増加したが、一番増加したレモン果汁4%でも無添加の約8倍で、Caの溶出量と比べると10分の1程度であった。

穀物酢よりもレモン果汁でCa, Mgの増加が多いのは、Fig. 1からも明らかなように、酢酸とクエン酸の鶏肉組織への作用の違いによるものと考えられる。

このように酸味料を加えて調理すると筋肉組織、煮汁中のCa含量は顕著な増加を示し、Mgも煮汁で増加することが明らかになった。

### 4. 酢酸、クエン酸の鶏骨からのCa, Mg溶出に及ぼす影響

Caは骨の構成成分であることから、酸味料を加えて調理することで筋肉組織や煮汁で増加したCaは骨からの溶出によるものと考えられる。そこで、骨をそ

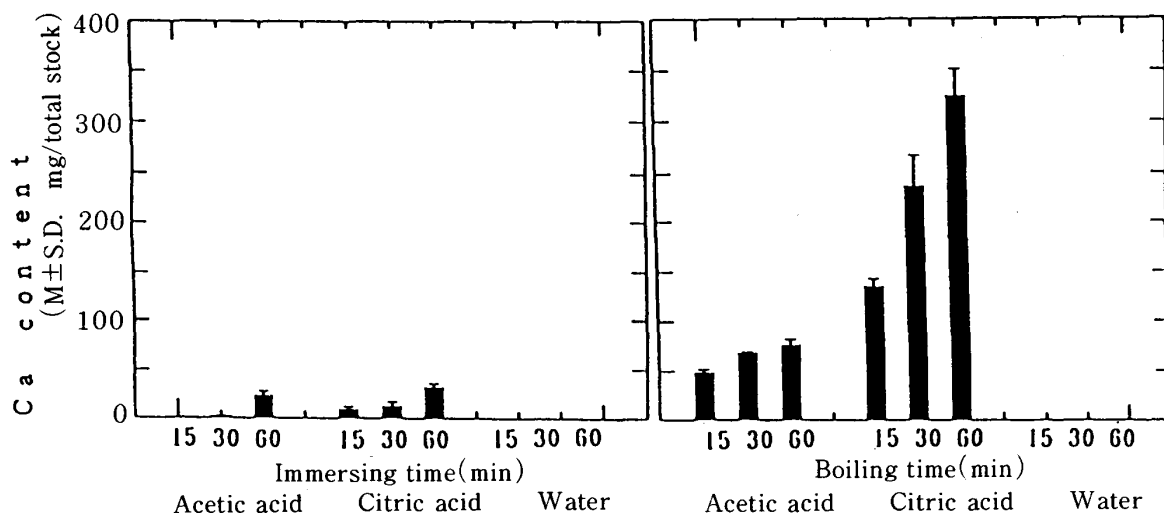


Fig.2 Ca contents of stock immersed and boiled bone with acid solution

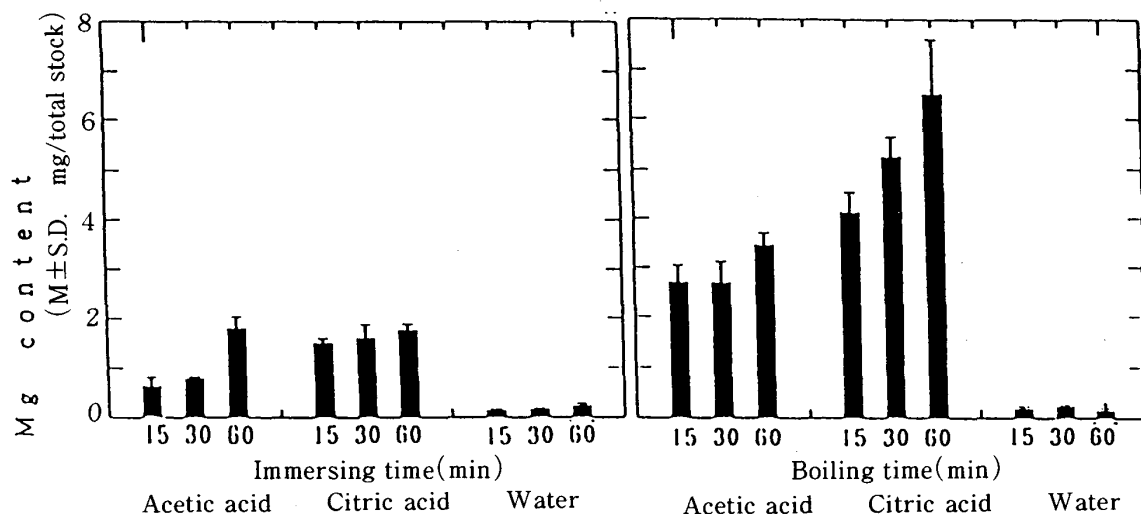


Fig.3 Mg contents of stock immersed and boiled bone with acid solution

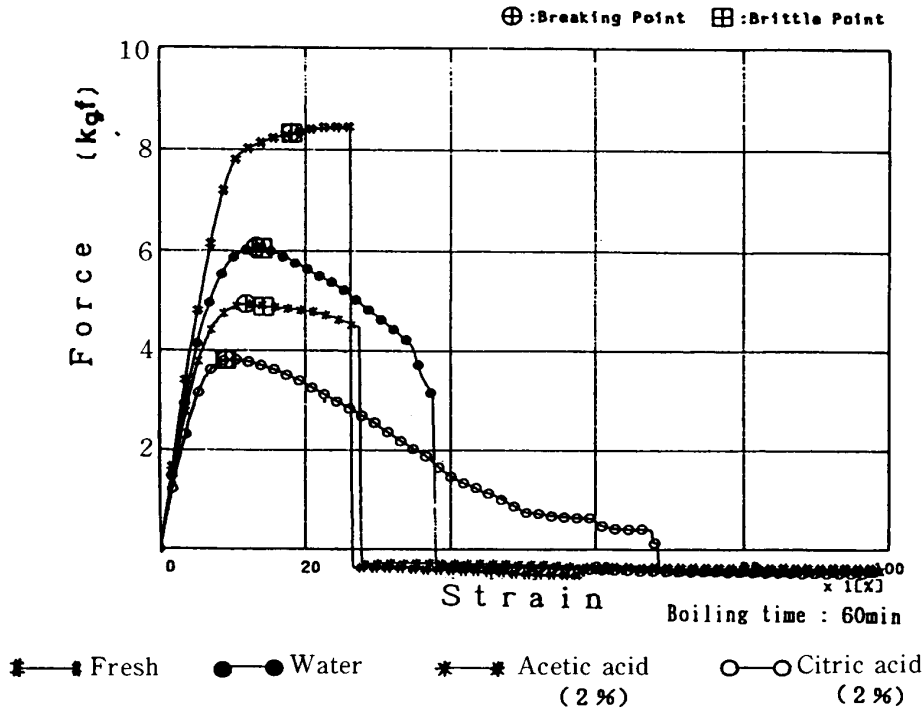


Fig.4 Breaking strength curve of chicken bone treated with acid solutions

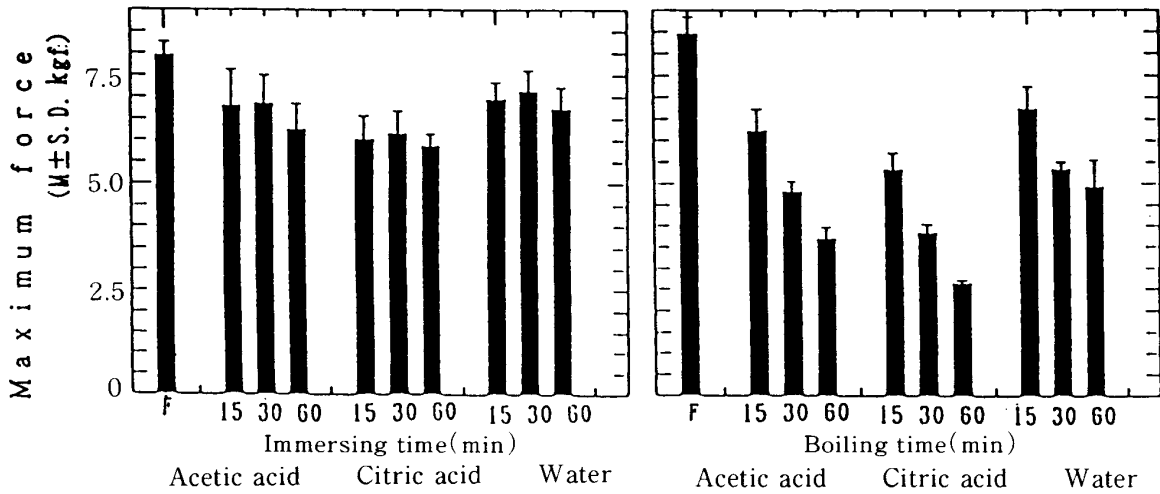


Fig.5 Breaking strength of bone immersed and boiled with acid solutions

それぞれの主要酸である酢酸とクエン酸溶液（2%）で調理した時の煮汁へのCa, Mg溶出量を調べた。

結果はFig. 2に示したように、骨を酸溶液に浸漬したものは水溶液ではCaの溶出は60分経過しても検出しないが、酢酸、クエン酸では浸漬とともに溶出しており、クエン酸の方が溶出速度の早いことがわかった。煮汁へのMgの溶出量は、Caに比べ少ないものの、溶出変化はほぼ同じ傾向であった（Fig. 3）。

このことから、酸溶液で骨を調理すると、Ca, Mgの溶出は増加し、その程度はクエン酸で顕著であった。水による加熱では骨からのCa, Mgの溶出はわずかで

あるので、酸溶液が骨からCa, Mgの溶出を促進させるのに不可欠である。酸の中でも酢酸よりクエン酸がより多くのCa, Mgを溶出されることから、クエン酸を多く含む柑橘果汁を用いて骨を加熱調理することがミネラルの溶出を高めるとともに利用に有効であることがわかった。

#### 5. 酸溶液による鶏骨の破断強度の変化

酸溶液で骨を加熱調理すると、多くのCaが溶出することから、骨の物性がどのように変化するかをクリープメーターを用いて調べた。Fig. 4は、骨を60分酸溶液で調理したときの破断強度曲線である。これから

も明らかなように、生の骨は破断強度は高く硬いが、脆い特性を示すのに対し、クエン酸で調理すると破断強度は低下し、脆さもなくなり柔らかい骨になることがわかった。骨の破断強度は、Fig. 5からも明らかなように、酸溶液に浸漬しただけでも、破断強度は多少低下しており、クエン酸で大きいことを示しているが、加熱時間とともに顕著に低下した。この急激な破断強度の低下は、Ca, Mgの骨からの溶出によるもので魚に酢を加えて煮たときと同じ現象によるものと考えられる。

### 要 約

日本人のカルシウム (Ca) 摂取をはかるための調理法を調べるため、骨付き鶏手羽中肉を用い穀物酢とレモン果汁を加え煮ることで骨のCaが有効に摂取できるかを検討した。

骨付き鶏手羽中肉に穀物酢、レモン果汁を加え加熱調理したところ、鶏肉重量は減少するものの水分含量はほとんど変化しなかった。

酸味料で加熱調理することにより鶏肉組織から煮汁に脂質、コラーゲンが多く溶出するとともにCa, マグネシウム (Mg) も溶出することがわかった。

煮汁のCa, Mgは大部分骨から溶出しており、その溶出程度はレモン果汁やクエン酸で顕著であった。また、Caの溶出量が多いほど骨の硬さを表す破断強度は低下し、生の骨の脆さもなくなった。

骨付き鶏肉を煮る場合、レモン果汁 (1-2%) 液を用いることで骨のCaやMgを有効に摂取できることがわかった。

### 文 献

- 1) 正井博之：1974 酢と調理 調理科学 7：58-64
- 2) 吉松藤子：1981 酢と調理 食の科学 63：78-84
- 3) 下村道子：1986 酢漬け魚肉の調理 調理科学 19：276-280
- 4) 飴山 実, 大塚 滋：1990 酢の科学 p178-188, 朝倉書店
- 5) 菅野幸一：1992 食酢の調理特性 調理科学 25：341-348
- 6) Woessner, J. F. Jr. : 1961 The determination of hydroxyproline in tissue and protein samples containing small proportions of this imino acid. *Arch. Biochem. Biophys.* 93：440-447.
- 7) 右田正男：1969 蛋白質と調理 (V) 調理科学 2：92-97
- 8) L. M. Wenham and Locker, R. H. : 1976 The effect of marinating on beef *J. Sci. Food Agric.*, 27：1079-1084.