

野菜漬物中の無機成分の変化

畑 明美・南光 美子・長谷川 明子*

Changes in Mineral Contents in Soaked Vegetables

AKEMI HATA, YOSHIKO NANKO and AKIKO HASEGAWA

These studies were carried out to know the changes in mineral contents in cucumber, egg plant and cabbage as affected by soaking treatment. The vegetables were pickled using 5% or 2% salt and soaked in rice bran mash.

The results obtained were as follows;

1. After soaking treatment, the pH values of vegetables, rice bran mash and eluted solution from vegetables were decreased during the soaking.
2. Sodium content in cucumber, egg plant and cabbage in salting was increased rapidly, and although magnesium, calcium and potassium contents in cucumber and cabbage were decreased, these elements contents in egg plant were contrary increased during the period of salting.
3. On the other hand, sodium, magnesium contents in cucumber, egg plant and cabbage soaked in rice bran mash were increased remarkably, but calcium content in them was decreased. In addition, potassium content in egg plant was increased slightly, but it was decreased in cucumber and cabbage during the soaking.

(Received August 15, 1986)

わが国における野菜の漬物は、各種のビタミン、ミネラル類の貴重な給源として、古くから日常の食生活のなかで広く親しまれている食品の一つである。その種類も極めて多く、塩漬け、糠漬け、こうじ漬けなど、それぞれの地方で特有の漬物が伝承されている。その特色ある製法によって個々の風味が作られ、さらに糖類、酸類、アミノ酸をはじめ種々の栄養成分が材料に付与されている優れたものといえる。

したがって、従来から漬物に関する研究も数多く、漬物製造過程に関与する有用微生物の同定とその消長、あるいは調理栄養上の観点から漬物材料中の硝酸塩、亜硝酸塩含量の消長、ビタミンB₁、C並びにCa含量の挙動などが報告されている^{1)~5)}。

近年、人間の健康とミネラル類摂取とのかかわりが

特に注目されていることから、筆者らは、各種の調理過程における生鮮及び乾燥野菜中の無機成分の挙動について報告を重ねてきたが、^{6)~10)}漬物の無機成分に関する研究が乏しいことにかんがみ、本報では、漬物として利用の多いキュウリ、ナス及びキャベツを用い、塩漬け及び糠漬けにおける無機成分の挙動を調べ、若干の興味ある結果を得たので報告する。

実験材料及び方法

実験材料はキュウリ (*Cucumis sativus* Linn., 京都市伏見区産“白イボ”), ナス (*Solanum melongena* Linn., 京都市北区上賀茂産“山科ナス”), キャベツ (*Brassica oleracea* Linn., 大津市堅田

京都府立大学食物学科調理保蔵学講座

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

* 大阪薫英女子短期大学

Osaka Kun'ei Women's College

表1 試料中の無機成分含有量

(mg% 乾物重)

	Fe	Mg	Ca	Na	K
キュウリ	32.9±4.6	413.0±19.9	581.0±31.9	25.6± 0.8	6040.0±388.4
ナス	44.2±1.4	285.0±66.1	182.0±35.6	12.5± 4.4	3500.0±243.8
キャベツ	47.6±4.8	181.0± 5.1	688.0±27.7	83.8± 7.1	3750.0±200.0
糠	62.9±4.2	1421.0±88.5	39.5± 2.6	53.1± 12.8	2403.3± 5.8
糠床	55.9±6.7	1166.7±20.8	46.2± 8.2	8100.0±320.2	2503.3±190.2
食塩	10.0±0.8	72.0± 1.0	7.0± 0.3	46166.7± 58.3	283.3± 0.8

産「ハマカゼ」を用いた。いずれも、各品種の市場出荷適期に収穫したものである。

漬物製法は一般に慣用される方法に準じ、塩漬けの場合はキュウリ、ナスは丸のまま、キャベツはくし形に縦八つ切りにしたものを洗い、洗浄後水切りをして漬物容器に並べ、試料重量の5%の食塩を均等に添加した後、試料重量の2倍の重しをした。また、最近塩分の摂取過多が注目されており、低塩漬物の需要が多い傾向にあることを考慮して、食塩2%の区を設けた。なお、この低塩区の場合、キュウリ、ナスは厚さ1cmの輪切りのもので、キャベツは上述のくし形のものでさらに1cm幅に切りそろえて洗い、洗浄、漬け込みなどの操作は食塩5%区と同様にした。

一方、糠漬けの場合には、塩漬けと同様にキュウリ、ナスは丸のまま、キャベツはくし形に縦八つ切りにしたものを洗い、糠床は、蒸溜水1ℓに食塩225gを加えて煮沸した後冷却したものを、糠1kgの中に入れて十分かくはんし、25°C下で24時間熟成させたものを用いた。なお、塩漬け、糠漬けいずれの場合も、供試材料はキュウリ7本(約600g)、ナス5個(約500g)、キャベツ8片(8個体から中央部葉を1片ずつ採取、約600g)を用いた。

各測定試料は、いずれの場合も漬け込み2日後、4日後、7日後、9日後に採取した。すなわち、塩漬けの場合は10分間網の上に放置して水切りした後、試料重及び漬け汁量を測定した。一方、糠漬けの場合はろ紙で試料に付着した糠を取り除いて試料重を測定した。

また、各漬物を細かく切り刻み、25gを任意に秤取して蒸溜水40ccを加えてホモジナイズした後、1時間放置したものについて、漬け汁はそのままpHを測定した。さらに、漬物、糠床は乾燥粉末にし、漬け汁は濃縮して常法により湿式分解後、原子吸光分光

分析法並びに蛍光分析法によって無機成分を測定した。

実験結果及び考察

供試材料中の無機成分含有量は表1に示すとおり、キュウリのMg及びK含量が多いこと、並びにキャベツのCa及びNa含量の多いことが注目された。また、ナスではK含量が多いものの、他の無機成分はキュウリ及びキャベツに比べてやや少ない傾向がみられた。これら各無機成分含有量の差異は、用いた種類、品種、あるいは栽培地の相違によるものと思われるが、概して従来の調査結果と比べて著しい変異は認められなかった。

次に漬床材料の糠中にはMg含量が多く、CaやNaが少なく、供試した野菜類と比べてK含量もやや少なかった。また、食塩を添加した糠床は、当然のことではあるがNa含量が顕著に多いものであった。

糠漬け及び塩漬けにおける漬け込み後のpHの変化を示すと、表2に示すとおり糠床では漬け込み時には6.00前後であったが、漬け込み日数の経過に伴ってやや低下した。また、供試野菜のいずれにおいても経日的にpHが低下し、かつその低下の程度は糠床のそれよりも促進的であった。これら糠床の熟成とpHの消長との関係については、槇ら¹¹⁾及び筆者ら⁵⁾の研究とほぼ一致するところであり、乳酸菌ならびに酵母の消長と関連するものであろう。なお、漬け込み野菜のpHの低下が促進される点については、漬け汁中に生成されるピルビン酸、乳酸などの有機酸が、漬け材料中へ浸透される結果によるものと思われる。

一方、塩漬けによるpHの変化をみると、漬け込み日数の経過とともに、漬け汁及び野菜中のいずれにおいても経日的に低下した。また、糠漬けと比べて野

表2 糠漬け及び塩漬けにおける
漬け込み中の pH の経日的変化

		0日	2日	4日	7日
糠漬け	キュウリ	6.12	6.10	5.96	7.36
	糠 床	5.95	5.72	5.70	5.67
	ナス	5.30	5.12	5.04	4.78
	糠 床	6.04	5.96	5.89	5.86
	キャベツ	6.06	5.76	5.51	5.12
	糠 床	5.91	5.88	5.77	5.76
塩漬け(5%)	キュウリ 漬 け 汁	6.10 —	6.06 6.21	6.06 5.84	5.70 5.55
	ナス 漬 け 汁	5.30 —	5.36 5.92	5.18 5.49	4.82 5.40
	キャベツ 漬 け 汁	6.06 —	5.30 5.07	5.29 5.05	— —
	キュウリ 漬 け 汁	5.30 —	5.25 4.74	4.43 3.89	4.04 3.84
	ナス 漬 け 汁	4.90 —	4.81 4.69	4.55 4.33	3.97 3.70
	キャベツ 漬 け 汁	4.95 —	4.87 3.93	4.74 3.90	4.60 3.84

菜の pH 低下は必ずしも促進されなかった。さらに、添加食塩5%区に比べ、2%区の方が pH 低下の程度が大きかった。

塩漬けにおける pH の変化は、キャベツ、セイサイ、ハクサイなどを用いた筆者らの調査⁵⁾と類似するものであり、糠漬けと同様に有用微生物の消長と関連したものと¹⁾⁻¹¹⁾考えられる。

なお、糠漬けと塩漬けでは、特に糠漬けの場合に材料の pH 低下が促されること、並びに5%食塩添加区より2%添加区の方が pH の低下が促されることについて、その詳細は定かではないが、漬床環境条件の相違及び材料調整の形態上の差異によるものと考えられる。

次に、キュウリの5%塩漬け及び糠漬けにおける無機成分の経日的変化を示すと、図1のとおりである。まず塩漬けについてみると、漬け汁(野菜から浸出し漬物周囲を満たしている浸出液)は漬け込み日数の経過に伴って増加した。すなわち、漬け込み2日後では、9日後の漬け汁総量の約60%に達し、その後漸増の傾

向を示した。そこで、これら漬け汁中の無機成分濃度をみると、Fe 及び Na では経日的に著しい変化はなかったが、Mg, Ca 及び K ではやや濃度が高まる傾向を示した。漬け汁量の増加することから、当然漬け汁中での成分含量が大なることになるが、それは材料中からの無機成分溶出に依存していることを示唆している。したがって、キュウリ中の無機成分含量の経日的変化をみると、元素によってその程度の差こそあれ、Na を除くすべての元素は減少し、その中でも Ca, Mg, K では著しかった。この事実から、材料中からの溶出がみられることが明らかとなった。

このような結果の中で、Ca は漬け込み7日後から9日後にかけて材料中含量がやや増加すること、並びに K は4日後以降は減少の程度がほとんどみられないことなどの点が注目された。このことは、キュウリ中の Ca, K 含量が高く、漬け汁に多く溶出されたものが再び材料中に逆浸透したものと考えられる。

また、キュウリ中の Na は漬け込み4日後まで急激に増加したが、その後は漸増する程度であった。こ

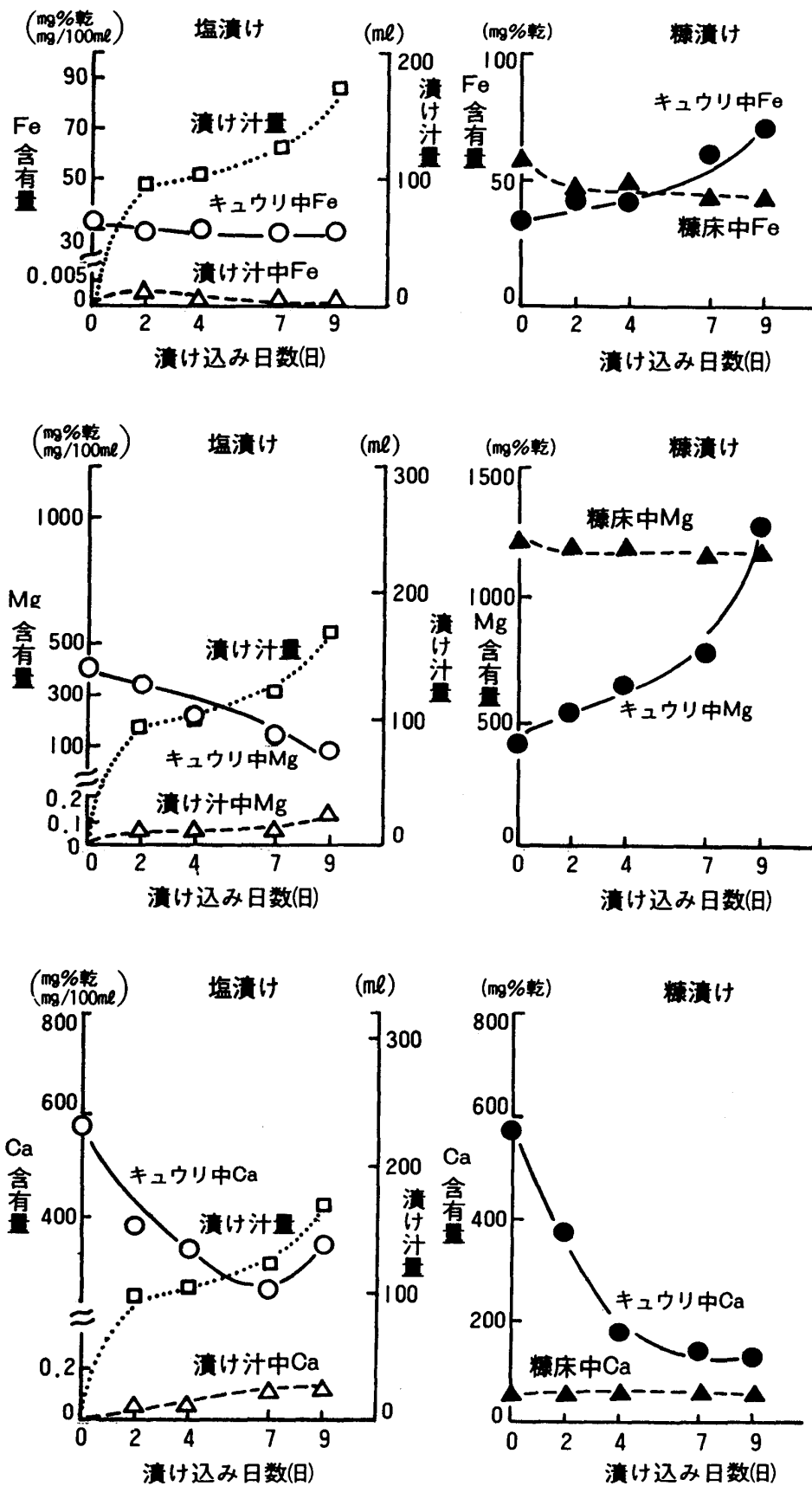


図1-① キュウリ漬物における無機成分の経日的変化

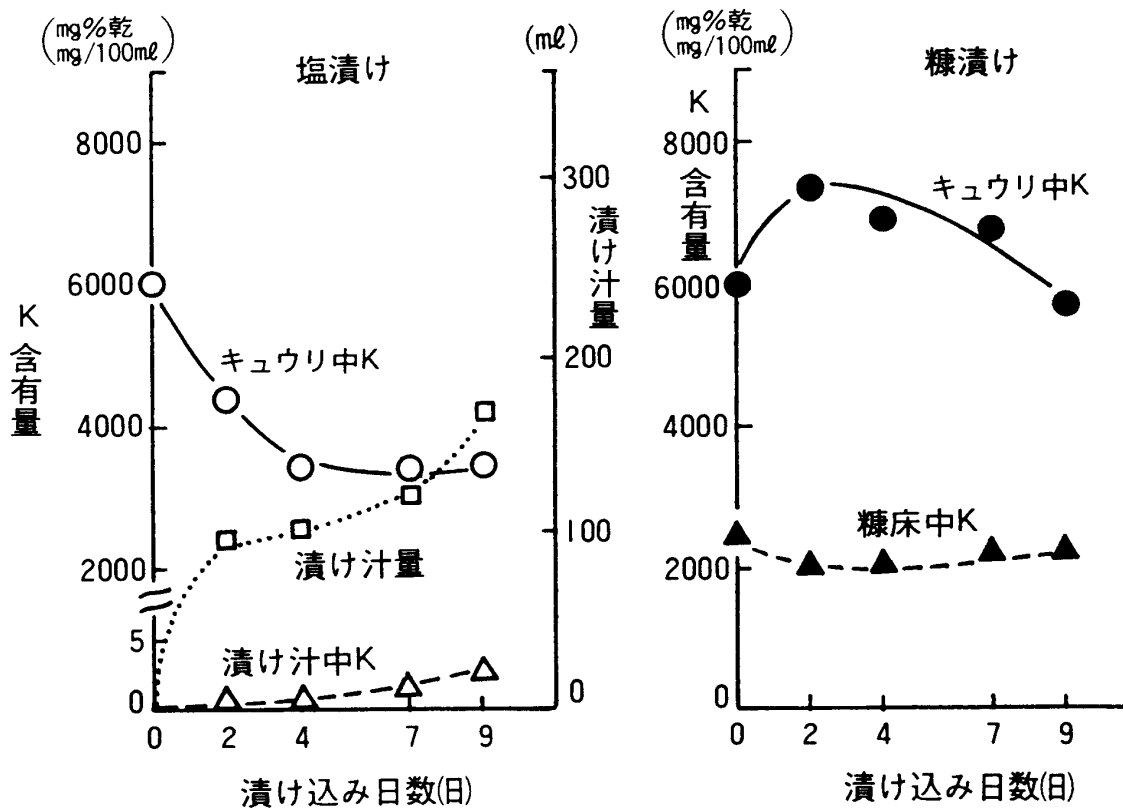
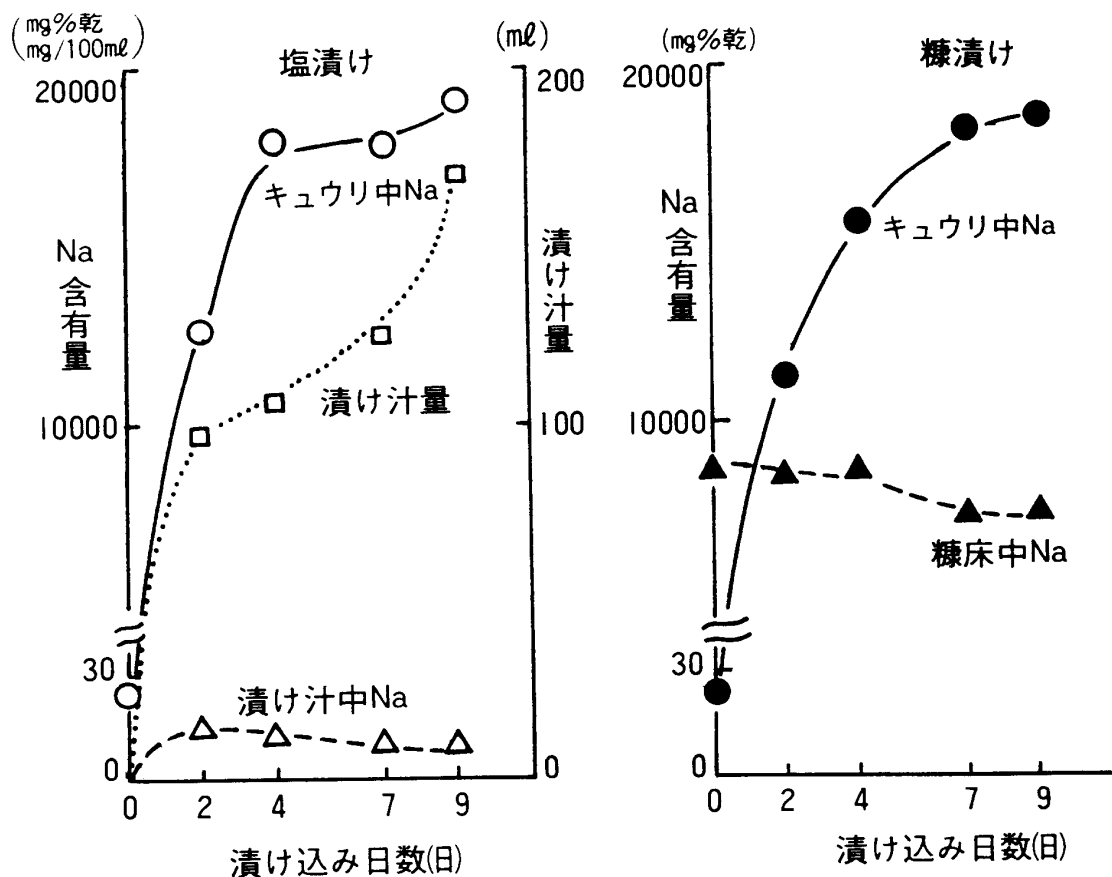


図1-② キュウリ漬物における無機成分の経日的変化

れは食塩添加によるキュウリ中への Na の浸透作用によるものと考えられるが、これに関連して、大根の塩蔵による金子ら^{12) 13)} の調査によると、Ca や Mg の溶出は食塩の浸透作用に依存し、ヘキサメタリン酸可溶性ペクチンに結合している Ca や Mg が、食塩の Na と置換するものであろうと推定している。本実験におけるこれら元素の消長も、このような過程によるものであろうと思われるが、今後これらの点についての精査が期待される。

一方、糠漬けについてみると、糠床中の無機成分の経日的変化は、Na 及び Fe 含量がやや減少の傾向を示したものの、Mg, Ca, K 含量はほとんど大きな変動は認められなかった。しかしながら、キュウリ中では Ca 含量が減少し、Fe, Mg, Na 含量が増大し、特に Na, Mg の増加が顕著であった。また、K 含量は2日後にやや増加するが、その後わずかに減少する程度で大きな変化はみられなかった。

ここで注目されることは、塩漬けキュウリ中の無機成分含量の消長とは著しく異なり、Fe, Mg, Na では漬け込み前の材料中よりも含量が高く、Na 含量は食塩添加によって当然高くなるものの Ca 含量はかなり減少する結果を示したことである。このことは、表1に示したように糠床中の無機成分含量の多少と密接に関連していることを示している。すなわち、糠漬けの場合には単に材料中からの溶出ばかりでなく、逆に材料中への浸透が行われることが明らかに認められる。

このような事実から、特に Ca 含量が低下することにかんがみ、積極的に Ca 剤を添加することが試みられている。山本ら¹⁴⁾ はたくあん漬けの調査で、炭酸カルシウムの方が燐酸カルシウムより有効であるとし、また支倉²⁾ は糠漬けにおける Ca 剤の添加は単に Ca 源増強に価値があるばかりでなく、有用微生物によるビタミンB の生成にも効果的であると報告している。今後、塩漬け、糠漬けを問わず、無機成分の強化の試みが期待されるであろう。

次に、低塩漬物としてキュウリの2%食塩添加区の材料中無機成分含量の変化について、5%添加区と対比して示すと表3のとおりである。先に述べたように、5%区のキュウリ中 Mg, Ca, K 含量は減少したの比べ、2%区ではいずれもほとんど変化がみられなかった。ただ、Na 含量は5%区同様に増加する傾向を示したことは変わりがなかった。

ところで、一般に漬け材料の30~50%程度の生細胞の機能が停止すると、いわゆる適当な漬かり状態にな

るといわれているが、2%区では材料の切断状態が5%区より細かく処理をしており、そのための細胞の破壊と、これに伴う食塩の浸透効果が促進され、比較的早く漬かった状態に達する。したがって漬け汁中へ溶出した無機成分は、再びキュウリ中へ浸透するものと考えられるが、事実、Fe 及び Na を除いて各元素とも漬け込み後の日数のいかにかわらず、5%区よりいずれも2%区の方が含量が高い結果を示している点からも逆浸透の可能性がうかがえる。

ただし、pH の経日的変化でもみられたように、2%食塩添加区の方が5%添加区に比べてキュウリ、漬け汁ともに pH の低下が大きかったが、このような消長と無機成分含量の変化とがいかなる関連性をもつかは明らかでなく、今後これらの点についても検討を要するところである。

次に、ナスの塩漬け、糠漬けの結果は、表4に示すとおりである。塩漬けについてみると、漬け汁は経日的に増加し、漬け汁中の無機成分濃度は Ca はほとんど変化がなく、K がやや増加するものの、他の元素はいずれも低下し、特に Na で著しかった。これに対し、ナス中の無機成分含量は Na が著しく増加したものの、Mg, Ca, K, Fe はいずれも経日的に若干増加し、キュウリ中含量の変化とはかなりその様相を異にした。

他方、糠漬けの場合には、Ca 含量がやや減少したほかは、いずれの元素も増加し、キュウリ中の消長と類似の結果を示した。

このように、糠漬けの場合には成分含量の程度に差こそあれ、材料中での経日的増加がみられ、また、Ca の減少がみられることは糠床中含量と関連していることもキュウリと同様のものと思われる。しかしながら、塩漬けではキュウリとその様相が異なる点については、果実の表皮並びに果肉構造や水分含量の相違によるものと考えられるが、極めて興味あるところであろう。

さらに、キャベツの塩漬け、糠漬けの結果は、表5に示すとおりである。先ず塩漬けについてみると、漬け汁中の無機成分濃度は Ca, K でやや増加し、Na では減少し、Fe, Mg はほとんど変化がみられなかった。これに対して、キャベツ中の無機成分含量の経日的変化は、Na の増加を除いていずれの元素も若干減少し、その消長の様相はキュウリと類似したものとなった。

他方、糠漬けの場合には、わずかに Na, K が減少したものの、他の元素はほとんど変化せず、また、

表3 塩漬けキュウリにおける無機成分含有量の経日的変化
(食塩濃度が異なる場合)

(mg% 乾物重)

元素	添加食塩濃度	漬け込み日数		
		2日	4日	7日
Fe	2%	27.7± 0.9	28.0± 0.9	27.8± 1.5
	5%	30.3± 1.3	30.6± 1.9	30.1± 2.8
Mg	2%	363.0± 3.3	366.0± 46.0	386.0± 5.2
	5%	346.0± 21.0	222.0± 15.0	152.0± 8.0
Ca	2%	525.0± 25.0	530.0± 48.0	551.0± 30.0
	5%	383.0± 55.0	342.0± 30.0	261.0± 11.0
Na	2%	8451.0±400.0	9218.0±211.0	10244.0±850.0
	5%	12600.0±508.0	18000.0±236.0	17800.0±857.0
K	2%	5462.0±333.0	5601.0±209.0	5580.0±538.0
	5%	4430.0± 94.0	3470.0±101.0	3480.0±233.0

表4 ナス漬物における無機成分含有量の経日的変化

(mg% 乾物重)

		漬け込み日数	漬け汁量	Fe	Mg	Ca	Na	K
塩漬けナス	漬	2日	————	40.9±2.2	250.0± 8.0	165.0± 5.0	5150.0±111.0	3120.0±116.0
		4日	————	42.6±3.1	313.0±14.0	183.0±21.0	11700.0±389.0	3230.0± 99.0
		7日	————	41.8±1.6	322.0±35.0	188.0±12.0	14000.0±278.0	3860.0±115.0
		9日	————	42.3±5.0	329.0±10.0	190.0±18.0	15100.0±503.0	4000.0± 79.0
	け汁	2日	56.7±2.0 (ml)	0.007± 0	0.4±0.01	0.09±0.02	159.0±20.0	0.7±0
		4日	91.7±5.5	0.002± 0	0.2±0.01	0.09±0.01	20.0± 0.9	1.5±0.3
		7日	145.0±5.6	0.002± 0	0.2±0.01	0.07±0.01	20.0± 0.9	1.7±0.1
		9日	201.0±8.8	0.002± 0	0.1±0.01	0.07±0	18.0± 0	2.1±0.1
糠漬けナス	漬	2日	————	46.3±1.9	340.0±20.0	147.0±22.0	7310.0± 75.0	4410.0±100.0
		4日	————	47.7±4.4	348.0±33.0	135.0± 7.0	11000.0±515.0	5190.0±277.0
		7日	————	47.8±1.8	472.0±31.0	120.0± 3.0	13900.0±208.0	5880.0±160.0
		9日	————	50.5±0.9	805.0±15.0	112.0±10.0	15500.0±213.0	6180.0±125.0
	け床	2日	————	56.9±0.1	1200.0±106.0	42.5±1.1	8050.0± 60.0	2160.0± 85.0
		4日	————	53.2±4.2	1130.0± 85.0	42.5±1.0	8050.0±104.0	1950.0± 29.0
		7日	————	44.3±1.8	1130.0±258.0	40.2±2.3	7850.0± 87.0	1930.0± 35.0
		9日	————	41.3±3.8	1150.0±165.0	40.6±0.8	7550.0±233.0	1520.0± 33.0

表5 キャベツ漬物における無機成分含有量の経日的変化

(mg% 乾物重)

		漬け込み 日数	漬け汁量	Fe	Mg	Ca	Na	K
塩 漬 け	塩 漬 け	2日	————	35.9±1.1	161.0±7.0	625.0±38.0	11100.0±565.0	3220.0±18.0
		4日	————	35.0±1.0	145.0±11.0	563.0±30.0	14700.0±817.0	3210.0±50.0
	漬 け 汁	2日	(ml) 31.2±1.5	0.002±0	0.09±0	0.14±0.01	38.0±0.8	1.6±0.02
		4日	92.5±6.8	0.003±0	0.09±0	0.18±0.02	12.4±0.2	2.2±0.01
糠 漬 け	糠 漬 け	2日	————	47.3±2.0	466.0±15.0	336.0±6.0	11100.0±210.0	5940.0±37.0
		4日	————	45.6±1.9	762.0±18.0	235.0±10.0	14400.0±106.0	7380.0±58.0
		7日	————	66.4±1.3	1050.0±33.0	110.0±12.0	15200.0±489.0	4350.0±109.0
	糠 床	2日	————	63.0±3.5	1230.0±20.0	60.7±0	7260.0±70.0	2780.0±14.0
		4日	————	65.0±0.9	1170.0±45.0	60.2±0.5	7160.0±33.0	2350.0±20.0
		7日	————	60.9±0.9	1190.0±13.0	60.2±2.3	7070.0±26.0	2390.0±18.0

Ca 含量は低いものであった。さらに、キャベツ中含量をみると、Ca が低下するほかはいずれも増加し、特に Mg の増加が著しかった。

塩漬け、糠漬けともに、それらの挙動はキュウリの場合と類似の傾向を示したが、キャベツの葉肉構造や水分含量の相違によって、含量変化に影響を及ぼすものと考えられる。

以上のことから、キュウリ、ナス、キャベツの5%食塩添加の塩漬けの場合、材料中の無機成分含量の経日的変化をみると、いずれも Na 含量は著しく増加するものの、キュウリ、キャベツでは特に Mg, Ca, K が減少するのに対し、ナスではむしろ増加の傾向を示し、明らかにその様相を異にする点が注目された。

また、糠漬けの場合はいずれの材料中においても、Na 及び Mg 含量は増加し、Ca 含量は減少したが、K 含量はナスでは漸増したが、キュウリ、キャベツでは経日的変化の過程で若干相違はあるが減少の傾向が認められた。

いずれにしても、これらの挙動は材料の差異、漬け込み過程における漬床の熟成の程度あるいは漬け環境条件などによって影響を受けるものと考えられ、これらとの関連性を今後検討する必要があるものと思われる。

要 約

キュウリ、ナス、キャベツを用いて塩漬け及び糠漬けを行い、漬け込み後経日的に pH の変化並びに無機成分の挙動を調べた。

1. 塩漬け、糠漬けのいずれの場合も、漬け材料、糠床及び漬け汁ともに経日的に pH は低下した。

2. 塩漬けのキュウリ、ナス及びキャベツ中の Na 含量は経日的に増加したが、キュウリ、キャベツ中の Mg, Ca, K 含量は減少するのに対し、ナス中では増加することが認められた。

3. 糠漬けのキュウリ、ナス及びキャベツ中の Na 及び Mg 含量は増加し、Ca 含量は減少した。また、ナス中の K 含量は漸増したが、キュウリ、キャベツ中では減少する傾向が認められた。

なお、この報告の一部は日本家政学会、第34回年次大会で発表した。

(1986年8月15日受理)

文 献

- 1) 木原芳次郎, 竹内悦子: 栄養と食糧, 13, 253 (1960)
- 2) 支倉サツキ: 家政誌, 29, 1 (1977)
- 3) 支倉サツキ, 川上いつゑ: 家政誌, 31, 252 (1980)

- 4) 支倉サツキ, 芦沢紀美子: 家政誌, 33, 152 (1982)
- 5) 畑 明美, 緒方邦安: 日食工誌, 26, 1, 6 (1979)
- 6) 畑 明美, 南光美子: 京都府立大学学報(理学・生活科学) 31, 11 (1980)
- 7) 畑 明美, 南光美子: 京都府立大学学報(理学・生活科学) 33, 37 (1982)
- 8) 畑 明美, 南光美子: 調理科学, 16, 47 (1983)
- 9) 畑 明美, 南光美子: 調理科学, 16, 52 (1983)
- 10) 畑 明美, 南光美子: 調理科学, 16, 116 (1983)
- 11) 槇 光章, 佐藤幸夫: 家政誌, 18, 99 (1968)
- 12) 金子憲太郎, 黒坂光江, 前田安彦: 日食工誌, 28, 611 (1982)
- 13) 金子憲太郎, 黒坂光江, 前田安彦: 日食工誌, 30, 94 (1983)
- 14) 山本鈴子: 家政誌, 8, 231 (1958)