

枝豆のテクスチャーと色調に及ぼす加熱操作の影響

南 出 隆 久・饗 庭 照 美・畑 明 美

Effect of Blanching Process on Texture and Color of Green Soybeans (*Glycine max Merrill forma*)

TAKAHISA MINAMIDE, TERUMI AIBA and AKEMI HATA

Effect of cooking treatments on the texture and color of green soybean (*Glycine max cv. Idechou-zairai*) were examined to elucidate a suitable condition for edamame.

The hardness of cotyledon decreased at the initial stage of the boiling in water and the texture of material at 10 min heating had no-brittleness and stickiness. The texture and color of beans in which immersed boiling water was better than those of steaming and microwave heating.

It was not shown differences on the texture and color of pods and beans in which rubbed pods with salt and boiled in brine (1%).

The strength force of 0.7~1.0 kgf and the CIE, a^* value of -7.5~-8.0 defined the eating-limit of texture and color acceptability.

(Received August 11, 1992)

1. 緒 言

日本の枝豆の生産量（平成2年度）は、10万トン前後で、3,000トン近くが台湾などから輸入されている。枝豆は、未熟大豆を食用とするもので、日本ではそう菜のみならずあんなどの製菓用として、またビールのつまみとしての利用も増加している。枝豆は、エンドウ、トウモロコシなどと同じように収穫後の品質低下の顕著な野菜の一つであることから、その取り扱いについては注意しなければならない。枝豆の成分や収穫後の品質変化については、多くの研究がなされている¹⁻³⁾。また、冷凍した場合の枝豆の風味低下については、森ら⁴⁾や増田ら²⁾の報告がある。筆者らは、枝豆用品種以外の種実用品種が枝豆としての可能性について報告したが、収穫時季を異にすることや、風味の優れた黒大豆、緑大豆が枝豆として利用できることを明らかにした^{5,6)}。しかし、これまでの研究は、主に化学成分の変化について調べられたものが多く、調理操作により枝豆のテクスチャーや緑色がどのような影響を受

けるかについての報告は、ほとんどみられない。前報で、黒大豆の枝豆をゆでると収穫時期の遅いものでは、種皮が変色することがわかった⁶⁾。

本研究では、枝豆の加熱操作として一般に行われているゆで操作と蒸し操作ならびに冷凍枝豆の解凍に用いられる電子レンジ加熱が枝豆のテクスチャーと色調に及ぼす影響について調べ、内容成分の保持とともに外観、テクスチャーの優れた枝豆の調理法について検討した。

2. 試料および実験

1) 試 料

本実験に用いた枝豆は、京都府宇治田原町で栽培した緑大豆「井手町在来」で、開花後63日の2粒入りの莢を試料とした。

2) 加熱操作

加熱操作は、熱源として都市ガスによるゆで操作、蒸し操作と電磁波によるゆで操作をした。すなわち、ガスによるゆで操作は、火力4,100 Kcal/hのコンロ

(大阪ガス;10-292型)を使用し、枝豆70莢、約200gを30倍量の沸騰水に入れ投入後5, 7, 10, 15, 20, 30分ゆでた。ゆでたものは、冷水(水温約15°C)で30秒急冷した後、余分な水をふきとり測定用の試料とした。なお、1%食塩水および添加する食塩の一部で枝豆をよく揉み、30分放置後残りの食塩とともに沸騰水に加える処理も行った。

蒸し操作は、同じ火力のコンロを使用し蒸し器(アルミ製:24×24×26cm)に水2Lを入れ蒸気が発生してから、布巾の上に重ならないよう枝豆を並べ、5, 7, 10, 15, 20, 30分蒸した。蒸し終わったものは、ゆで操作の試料と同様、冷水で急冷した。

電磁波によるゆで操作は、沸騰水(1L)を磁器の容器に入れ、これに枝豆を加え電子レンジ(大阪ガス:GMO-6100, 出力500W)で加熱し、他の区と同様5, 7, 10, 15, 20, 30分行った。

3) テクスチャーの測定

加熱処理した枝豆は、室温になるまで放置し、種皮と薄皮を除き子葉の半分をテクスチャー測定用の試料とした。テクスチャーは、クリープメーター(山電:レオナRE-3305)で、プランジャーは直径5mmの円柱型プランジャーを子葉表面より、0.5mm/sec, のスピードで慣入させ、破断荷重を測定した。クリアランスは、0.5mmで、試料は予め予備荷重10gをかけた。測定は10個の子葉について行い、結果は平均値を示した。

4) 色調の測定

枝豆の莢および子葉の色調は、測色色差計(日本電色工業:Z-1001/OP)により測定し、前報に準じ緑色度を示す a^* 値で比較した⁶⁾。

3. 結果および考察

1) 枝豆のテクスチャーにおよぼす加熱操作の影響

前報⁶⁾でも述べたように、枝豆の組織は品種により特徴がみられ、破断曲線を調べることで組織の違いを理解することができたことから、本研究における枝豆のテクスチャーに与える加熱操作の影響について前報に準じ、レオメーターにより大豆子葉の破断測定を行った。大豆子葉は、種皮とその内部の薄皮に包まれており、未加熱のものは子葉に傷を付けないように剥皮しなければならないが、加熱操作の方法や処理時間によって次第に剥皮されやすくなる。枝豆は、普通種皮とともに食べることから、食味等の官能評価には種皮の状態が影響されることが考えられるが、本実験では種皮と薄皮を除いた子葉のテクスチャーについて調べた。Fig. 1は、枝豆を30倍量の沸騰水でゆでたときの破断曲線の変化を示したものである。生の枝豆の組織は硬いが、もろく粉々にこわれやすいことを示している。加熱5分したものは、多少組織も柔らかくなりつつあるが、まだ生の組織に類似している。10分の加

熱時間で組織は柔らかくなり破断曲線のピークは単一でしかも先鋭ではなく、平坦でありながら細かいピークがかなりみられるようになる。そして、組織ももろくなりばらばらに壊れにくく粘着性がでてきている。しかし、黒大豆の一品種である新丹波黒の枝豆のような粘着性はみられなかった⁶⁾。加熱時間の経過とともに破断荷重は低下しているが、30分加熱のものでも、10分加熱のものに比べて約半分の硬さであった。この結果から、加熱時間は10分程度で枝豆の組織は生の特性を失い、ゆで上がった状態になっていることが、破断曲線から明らかになった。

2) 枝豆のテクスチャーに及ぼす加熱操作

枝豆は、10~30倍量の水あるいは1%程度の食塩水でゆでるのが普通であるが、それ以外に、蒸し操作や電子レンジを用いた加熱操作がおこなわれる。これら後者の加熱操作は、ゆで操作に比べ出来上りが遅いことや加熱過程で豆が脱水して硬くなることが知られている⁷⁾。しかし、ゆで操作のようにゆで水への化学成分や無機成分の損失は少ないといわれているが、テクスチャーや色調に関する報告はみられない。そこで、ゆで操作、蒸し操作ならびに電子レンジ操作による枝豆の組織への影響について調べた(Fig. 2)。処理時間10分の破断曲線の結果からも明らかのように、破断荷重はこれら操作による違いはなく、加熱10分で3処理とも食べれる硬さであった。しかし、図からも明らかのように、ゆで操作、蒸し操作、電子レンジ操作の順に破断曲線のピークがなだらかになった。

電子レンジ処理した枝豆の組織は、沸騰水中に豆を入れて処理したにもかかわらず、生の組織状態によく似ていた。これは、中沢らの結果⁷⁾と同じで、電磁波が水を通過して枝豆子葉の水分子に作用し、組織から水分を減少させ乾燥したことによると考えられる。

3) 枝豆のテクスチャーに及ぼす食塩の影響

豆類の軟化と食塩等の塩類の関連については、Silvaら⁸⁾や中村⁹⁾は、乾燥豆を柔らかく煮るには、食塩単独添加よりも、第一鉄塩や重曹を併用するとより効果のあることを報告している。また、枝豆の美しい緑色を保持するためにゆで水に食塩を用いたり、食塩で枝豆をよく揉むことが行われる。

本実験では、枝豆を1%食塩水でゆでたものと、ゆで水に加える1%の食塩の一部で枝豆をよく揉み、30分放置したものをゆで、破断荷重を測定した。Table 1にその結果を示したが、食塩は枝豆のテクスチャーにほとんど影響しないことがわかった。

4) 枝豆の色調に及ぼす加熱時間の影響

枝豆を美しくゆで上げるには、できるだけ多量の湯を用い、火力は強火がよいといわれている。Table 2は、枝豆を30倍量の水で、火力は強火のコンロを用いゆでた時の莢と子葉の色調をCIE(1976) $L^*a^*b^*$ の測定値で示したものである。 L^* は、試料表面の明るさ

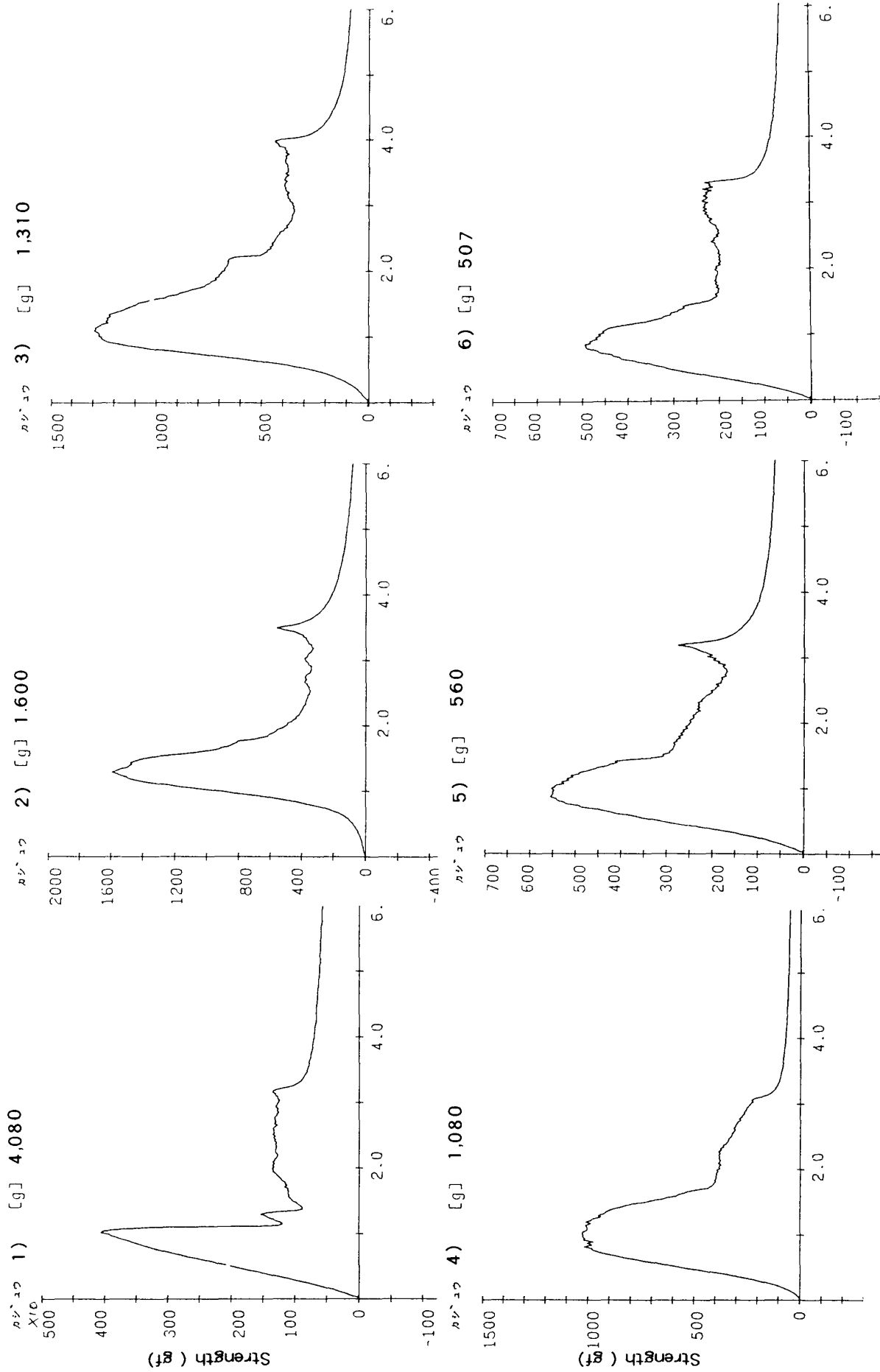


Fig. 1 Changes in texture profiles (strength forces) of green bean cotyledons during boiling
 1) raw 2) 5 min 3) 7 min 4) 10 min 5) 20 min 6) 30 min

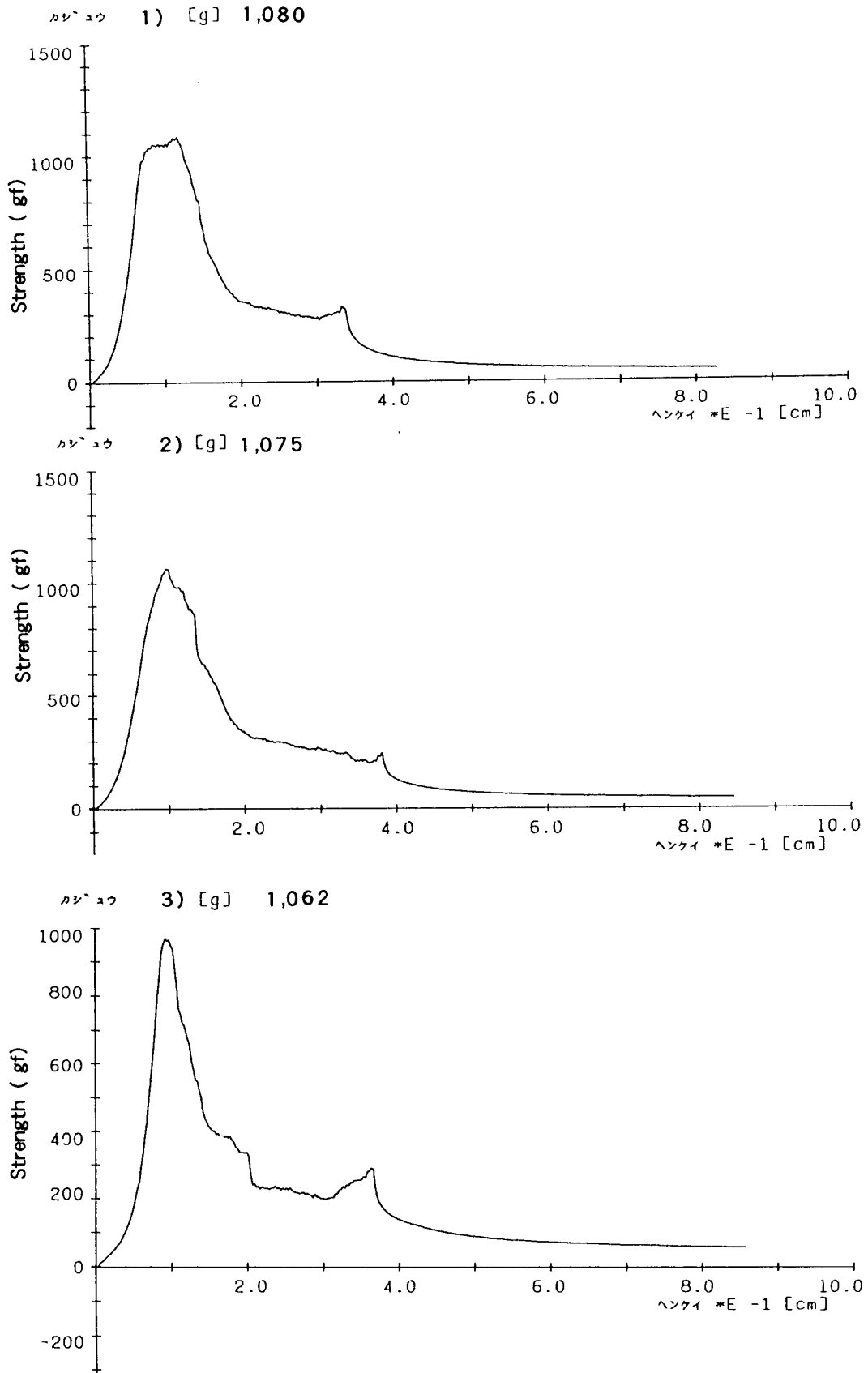


Fig 2. Texture profiles (strength forces) in the cooking treatments of green bean cotyledons

1) boiling for 10 min 2) steaming for 10 min 3) microwave for 10 min

Table 1. Texture (strength, kgf) of cooked green beans

Cooking time (min)	H ₂ O	1%NaCl	Rubbed pods with NaCl
0	4.08		
5	1.72	2.02	1.67
7	1.31	1.35	1.43
10	1.08	1.12	0.92
15	0.73	0.90	0.79
20	0.62	0.68	0.70
30	0.51	0.52	0.41

Table 2. L*, a*, and b* values of green beans

Cooking time(min)	Pods			Cotyledon		
	L*	a*	b*	L*	a*	b*
0	48.52	-9.08	28.10	69.08	-12.25	28.52
5	47.85	-8.59	25.28	64.79	-13.70	30.11
7	46.13	-7.96	24.90	64.95	-12.95	31.08
10	44.12	-6.22	21.13	65.60	-12.40	30.26
15	47.84	-5.58	23.92	66.74	-11.23	29.67
20	46.75	-5.33	21.93	63.69	-9.52	30.00
30	45.35	-4.06	22.20	62.37	-8.12	30.22

を示しているが、莢、子葉とも加熱時間によりほとんど変化しなかった。a*のマイナスの測定値は緑色を示しており、莢よりも子葉が緑色が濃く、両者とも加熱時間の経過とともに緑色は薄くなった。その程度は、莢で顕著であり外観評価からすると、加熱10分で莢の色は黄緑から黄褐色になっていることから、a*値が-7以下になると緑色の評価としては、好ましくないことになる。子葉は、30分加熱してもa*値は-8.1と緑色を保持していた。b*値は、黄色を示し、低下するにしたがい淡黄色になる。莢のb*値は加熱10分にかけて急減しており、a*値の低下とともに莢の色は黄緑色は退色し淡黄褐色になった。子葉は、逆にb*値はほとんど変化しないか、わずかではあるが増加傾向にある。このことは、緑色が加熱時間の進行にともない黄緑色になり、その進行は加熱10分以降に顕著であった。

前報では、黒大豆と黄大豆の枝豆を用い同様の実験を行ったが、緑大豆は莢の加熱時間に対する色調の安定性はこれら3品種のなかで一番よいことがわかった。しかし、子葉は3品種ともほぼ同様の傾向であった。

5) 枝豆の色調と加熱操作

ゆで操作、蒸し操作ならびに電子レンジ操作によるa*値の低下速度を比較したのがTable 3である。これからも明らかなように、生の枝豆の子葉が10分の加熱

Table 3. Degradation rate of a* values with the cooking treatments

	Boiling	Steaming	Micro-wave
Degradation rate (0-10min)	0.025	0.095	0.104

操作で緑色が分解する程度は、電子レンジ操作が最も高く、ゆで操作は色調の安定にはよいことがわかった。蒸し操作によるa*値の低下速度は、電子レンジとほぼよく似た結果であった。このことは、電子レンジ操作は、ゆで操作と同じように水中で加熱していることから、湿熱処理のようであるが、実際は電磁線が外の水を通過して子葉組織の水分子に直接作用していることから、蒸し操作と同じように乾熱処理である。乾熱処理は、試料の温度が100℃以上になることがある。クロロフィルは、高温では安定であるが、温度上昇時タンパク質の変性や大豆に存在するリポキシゲナーゼによる酵素作用が関与しているものと考えられるが、今後の検討課題である。

6) 枝豆の色調に及ぼす食塩の影響

食塩は、緑色を美しく仕上げるためにゆで操作ではよく用いられる。その作用機構は、ゆで水に加えることにより試料の浸透圧を保ち細胞の崩壊を防ぐとともに

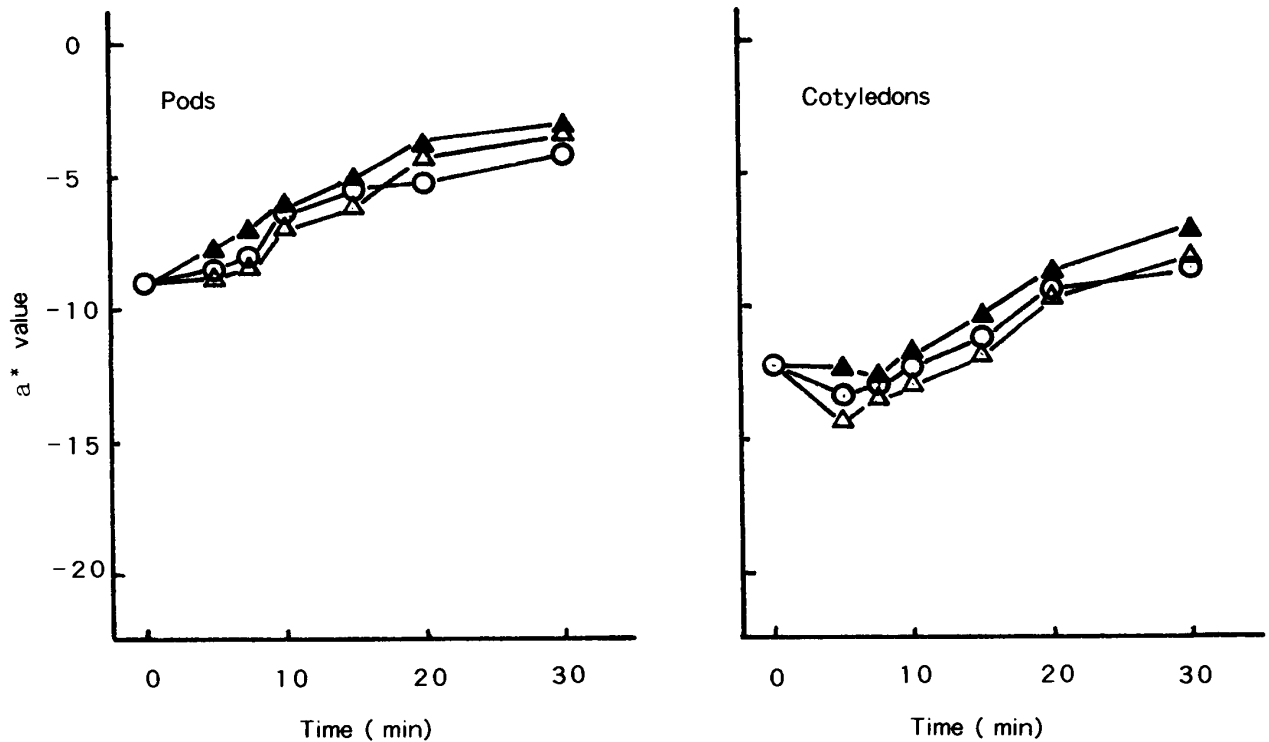


Fig. 3. Effect of NaCl treatment on the a^* values of green bean pods and cotyledons

○—○ : boiling in water

△—△ : boiling in 1% NaCl

▲—▲ : boiling in 1% NaCl after pods rubbed with NaCl

に、細胞内に含まれる有機酸が溶出した場合それらを中和する。また、クロロフィルが存在する葉緑体のタンパク質を安定化し、クロロフィルの離脱を防ぐことにも関与している。上述したように、枝豆も調理する場合食塩を用いることで、色よく仕上げるができる。Fig. 3は、枝豆を1%食塩水でゆでたものと、塩揉みしたものの莢と子葉の a^* 値の加熱時間による影響を調べたものである。塩揉みしたものは、その段階で莢に傷がつきやや褐色がかった緑色を呈する。そのため、ゆで操作においても無処理のものや1%食塩水でゆでたものに比べ10分程度までは a^* 値は低い傾向にある。子葉の緑色は、食塩処理の有無により影響を受けないことがわかった。また、枝豆のテクスチャーも本実験では食塩処理により差異がみられなかったことから、枝豆への食塩の効果は、テクスチャーや色調の向上よりも枝豆の持っている甘味、うま味などいわゆる風味を引き立てるためと思われるが、今後の課題である。

4. 要 約

枝豆のテクスチャーならびに色調におよぼす調理操作について、緑大豆（品種：井手町在来）の未熟種子を用いて調べた。

枝豆の破断曲線は、ゆで操作10分で生のものと明らかに異なり、組織はもろさがなくなり粘着性を示した。

また、加熱操作として、ゆで操作、蒸し操作、電子レンジ操作をおこなったが、ゆで操作が枝豆のテクスチャーに好ましいことがわかった。1%食塩水や塩揉み等の食塩処理は、枝豆のテクスチャーには明かな影響はみられなかった。

枝豆の莢の緑色は子葉に比べ熱安定性は劣っていた。ゆで操作した枝豆は、蒸し操作や電子レンジ操作に比べ緑色は安定していたが、枝豆は食塩処理しても緑色にはそれほどの効果はみられなかった。

これらの結果から、枝豆として受け入れられる限界のテクスチャーと色調は、破断荷重で0.7~1.0 kgf、CIE a^* 値は-7.5~-8.0を指標として比較できるものと考えられる。

(1992年8月11日受理)

5. 引用文献

- 1) 生野世方子. 1987 エダマメの品質保持に関する研究 家政誌, 38: 1057-1062
- 2) 増田亮一・橋詰和宗・金子勝芳. 1988 冷凍枝豆の食味に及ぼす収穫後の貯蔵時間の影響 日食工誌, 35: 763-770
- 3) Tanteeratarm, K., L. S. Wei, and M. P. Steinberg. 1989 Effect of soybean maturity on storage stability and process quality J. Food Sci., 54: 593-597

- 4) 森 高明・村井 修・宮脇弘三・太田勝美, 1976
冷凍枝豆の風味と原料の貯蔵条件並びに加工方法との関係 香川農試研報, **28**: 88-87
- 5) 南出隆久・畑 明美, 1990 枝豆の品質に及ぼす収穫時期と貯蔵温度の影響 京府大学報 (理学・生活科学) **41**: 23-28
- 6) 南出隆久・畑 明美, 1991 京都特産黒大豆の枝豆利用に関する研究 京府大学報 (理学・生活科学) **42**: 23-29
- 7) 中沢文子・高橋淳子・宮地明弘・岩渕康司, 1992
電子レンジ加熱食品の昇温過程とテクスチャーへの影響—青豆のゆで条件— 家政誌, **43**: 661-666
- 8) Silva, C. A. B, R. P. Bates, and J. C. Deng. 1981. Influence of soaking and cooking upon the softening and eating quality of black beans (*Phaseolus vulgaris*) J. Food Sci., **46**: 1716-1725
- 9) 中村泰彦, 1991 豆の煮熟硬度に及ぼす塩の影響 家政誌, **42**: 427-433