

ゴマ種子の調理性に関する研究 (第1報)

ゴマ種子の炒り条件と成分の変化

武田 珠美, 福田 靖子*

(聖カタリナ女子短期大学, * 静岡大学教育学部)

平成8年2月16受理

Cooking Properties of Sesame Seeds (Part 1)

Roasting Conditions and Component Changes

Tamami TAKEDA and Yasuko FUKUDA*

St. Catherine Women's Junior College, Hojo 799-24

* Faculty of Education, Shizuoka University, Shizuoka 422

The cooking properties of sesame seeds were investigated according to the changes in their components when the seeds were roasted in an electric oven 170, 200 and 230°C for 1 to 20 min.

The higher the temperature and the longer the roasting time, the greater was the decrease in weight and of the components; *i.e.*, sesamin, sesamolin, total amino acids, free sugars and free amino acids. The content of total dietary fiber progressively increased for 15 min of roasting at 170°C, 10 min at 200°C or 5 min at 230°C. Sensory tests indicated that 15 min of roasting at 170°C gave the best taste and overall evaluation.

(Received February 16, 1996)

Keywords: sesame seed ゴマ種子, roast 炒る, cooking properties 調理性, component 成分.

1. 緒 言

ゴマは紀元前にアフリカのサバンナで発祥して以来、世界中に伝播し、利用されてきた油糧作物である¹⁾。著者らはこれまでに食品としてのゴマの利用を調べ、世界各地域において特徴的な調理法あるいは利用形態が存在することを明らかにしてきた²⁾³⁾。日本においては和えもの等に使用するすりゴマ、代表的精進料理の一つであるゴマ豆腐および天ぷら油としてのゴマ油が独特の調理法であると考えられた。このうちゴマ豆腐^{4)~6)}あるいは天ぷら油^{7)~10)}としてのゴマ油の調理性についてはいくつかの報告があり、炒りゴマについては香気成分を中心に検討した報告^{11)~14)}や加工ゴマの保存性に関する研究¹⁵⁾などがある。最近、ゴマ種子の特徴的成分であるリグナン類の生理作用に関する研究が進み、セサミンは *n*-6 系エイコサノイドの産生調整¹⁶⁾¹⁷⁾、血清コレステロール降下作用¹⁸⁾¹⁹⁾、乳癌などの癌抑制²⁰⁾、セサミノール、セサモールおよびセサミン

の生体内抗酸化に基づく老化抑制²¹⁾²²⁾などが明らかにされた。ゴマ油の酸化安定性にもリグナンであるセサモリンが抗酸化前駆体として重要な役割をしていることが報告されている²³⁾²⁴⁾。しかしすりゴマの調理性、すなわちゴマ種子の炒り条件やすり条件による成分や物性の変化がすりゴマの調理性に及ぼす影響については報告がない。

一方、最近では機械で磨砕したすりゴマや調味料まで加えたゴマあえの素など簡便なものが市販されるようになり、すりゴマは現在でも日々の食事に欠かせない食品であることを物語っているが、昔ながらにすり鉢とすりこぎで磨砕した従来のすりゴマ²⁵⁾とは物性などが異なると考えられる。そこで従来からの方法によるすりゴマの調理性を科学的に明らかにすることを目的として本報ではまず、すりゴマに用いる炒りゴマについて種子の一般成分および生体調節機能を有する食物繊維およびリグナン類 (セサミン、セサモリン、セ

サモール), 呈味に関係する遊離アミノおよび遊離糖の炒り条件による変化を調べた。

2. 実験方法

(1) ゴマ種子の一般成分の定量

ゴマ種子は1994年中国産のあらい白ゴマ(かどや製油(株))を用いた。水分は常圧加熱乾燥法により、粗脂質はジエチルエーテルを用いたソックスレー法によった。そしてその脱脂試料を用いて粗タンパク質をマイクロケルダール法により、灰分量を直接灰化法により、総食物繊維量をAOAC-Prosky変法²⁶⁾による、試薬キット(Sigma社(St. Louis, USA), Total dietary fiber No. TDFAB-1)を使用し定量した。またAOAC公定法²⁷⁾により、水溶性および不溶性食物繊維に分別定量した。

(2) 炒りゴマおよび測定試料の調製法

焙煎は電気オーブン(池本理化1601-SB)170℃5, 10, 15および20分, 200℃1, 5, 10および15分, 230℃1, 5, 7および10分の12種類の条件を設定し、所定温度に予熱した耐熱容器(岩城硝子製パイロセラム直径17cm)にゴマ種子20gを入れ裏ごしをかぶせて所定時間行った。焙煎後30分室温放置し、重量、色調および官能検査に供した。また炒りゴマを粉碎してエーテル抽出成分として、セサミン、セサモール、セサモリン、さらに脱脂試料により総食物繊維、総アミノ酸、遊離アミノ酸および遊離糖を定量した。

(3) 重量および色調の測定

各炒り条件で調製した炒りゴマの重量を2回測定し、その平均値を加熱前のゴマ重量に対する割合で示した。また各炒りゴマを測定容器に入れて、測色色差計(日本電子NDH1001DP)によりハンター表色系に基づくL値、a値およびb値を測定し、生ゴマとの色差ΔEを求めた。

(4) セサミン、セサモリン、セサモールの定量

炒りゴマの粉碎試料をエーテル抽出し、エーテルを留去した後酢酸エチルで希釈し、セサミン、セサモリンおよびセサモールを、HPLC(島津LC-6A)を用いてカラムはDevelosil OD-7(8×250mm, 野村化学製)、移動相は水:メタノール(25:75 v/v)混液、流速0.9 ml/分、検出は蛍光検出器(Shimadzu RF5351) Ex. 290 nm, Em. 328 nmを用いた。標品としてセサミンとセサモリンはゴマ種子より単離・精製し、Mass, ¹H NMRなどの機器分析により同定²⁸⁾した純品を用いた。セサモールはSigma社特級試薬を用いた。

(5) 総アミノ酸の定量

200℃で焙煎した炒りゴマを用いて、その脱脂粉末試料5 mgに6N HCl 1 mlを加えた試験管を脱気封管し、110℃で24時間加水分解した。ろ過液を減圧乾固し、0.02N HCl 1 mlに溶解して試料とした。高速アミノ酸分析計(日立L-8500)の生体成分分析法によりアミノ酸を分析した。カラムは生体液分析用バックドカラム(4.6×60 mm, 日立化成製)、反応液はニンヒドリン溶液(L-8500型高速アミノ酸分析用ニンヒドリン試薬キット, 和光純薬工業製)、緩衝液(L-8500型高速アミノ酸分析用PF緩衝液PF-1・2・3・4・RG, 三菱化成工業製)、流速は緩衝液が0.35 ml/min, 反応液が0.30 ml/min, 反応温度はカラム38~70℃, 反応槽135℃とし、10 μlを注入した。絶対検量線法に従って計算した。

(6) 遊離アミノ酸および遊離糖の定量

遊離アミノ酸の定量は脱脂粉末試料4 gに蒸留水10 mlを加え、5分間超音波処理し、遠心分離後ろ過した。そこにスルホサリチル酸を加え、除タンパクし12,000 rpm, 4℃で20分間遠心分離して、上澄部を試料とした。高速アミノ酸分析計(日立L-8500)により生体成分分析法に従って定量した。

遊離糖は、脱脂試料150 mgに脱イオン水15 mlを加えて、100℃20分還流抽出した。25 mlに定容し、スルホサリチル酸を加えて除タンパクした。12,000 rpm, 20分遠心分離してイオン交換樹脂(アンバーライトIR-120BおよびIRA-68, オルガノ製)を詰めたカラムに流し、溶出液を5 mlに減圧濃縮した。0.45 μm フィルターを通してHPLC(日立L-6200)試料とした。示差屈折計(L-330)を用いてカラムGelpack GL-C 615-S, 温度60℃, 移動相は水, 流速0.5 ml/minの条件で、グルコース、フラクトースおよびスクロースを分別定量した。

(7) 炒りゴマの官能検査

12種類の炒りゴマについて予備的に官能検査を行い、食用適性の低いものを選んで除外し、比較的食味評価の高かった炒りゴマの性状および嗜好性を5段階評価法によって判定した。

3. 実験結果および考察

(1) ゴマ種子の一般成分

実験試料としたゴマ種子の成分は水分6.46%, タンパク質18.97%, 脂質49.23%, 総食物繊維16.07%および灰分量5.27%であった(Table 1)。うち食物

ゴマ種子の調理性に関する研究 (第1報)

繊維については不溶性食物繊維が14.72%, 水溶性食物繊維1.95%であり, 食物繊維成分表^{29),30)}による値とほぼ一致し, ゴマの糖質の約80%が食物繊維であり, ゴマ種子は食物繊維を多く含む食品であることが確認

された。

(2) 焙煎による重量および色調の変化

炒りゴマの重量変化を Table 2 に, ハンター表色系に基づく色調の変化を Table 3 に示した。いずれの温度においても加熱時間が長くなるほど重量が減少し, また高温ほど重量減少は著しく, 水分の蒸発によるものと考えられた。170℃ 20 分, 200℃ 5 分あるいは230℃ 5 分焙煎したゴマ種子の重量がほぼ等しく, ハンター表色系による色調もほぼ等しかった。200℃で10 分以上, 230℃では7 分以上の焙煎になると明度 L 値が低下し, 未加熱ゴマとの色差も急激に大きくなり, メイラード反応がすすみ, 焦げ色が濃くなったと考えられた。

(3) 焙煎による総食物繊維量の変化

ゴマ種子の総食物繊維量 (Table 4) は, 170℃において焙煎時間15 分まで増加し, 200℃においては10

Table 1. Composition of raw sesame seeds (%)

Moisture	6.46
Protein	18.97
Lipids	49.23
Total dietary fiber	16.07
{ Water insoluble	14.72
{ Water soluble	1.95
Ash	5.27
Lignans	0.48
Other	3.52

Sesamin, sesamol and sesamol are defined as lignans.

Table 2. Weight change of roasted sesame seeds (%)

Roasting temp. (℃)	Roasting time (min)						
	0	1	5	7	10	15	20
170	100	—	97.84	—	96.13	96.09	95.49
200	100	99.57	95.51	—	95.17	94.88	—
230	100	99.03	95.45	95.22	94.12	—	—

Each value represents the mean of 2 samples.

Table 3. Hunter color values of roasted sesame seeds

Roasting conditions		L	a	b	ΔE
0 min		59.2	4.0	14.0	—
170℃	5 min	58.6	4.6	15.3	1.6
	10 min	58.6	4.8	15.9	2.1
	15 min	54.3	5.2	14.4	5.0
	20 min	54.1	5.1	15.4	5.1
200℃	1 min	58.8	3.9	14.1	0.3
	5 min	54.6	4.7	15.0	4.7
	10 min	45.8	4.2	12.9	13.3
	15 min	44.3	4.0	12.7	14.9
230℃	1 min	57.5	4.2	14.7	1.8
	5 min	54.2	4.8	14.9	5.0
	7 min	36.4	4.5	11.4	22.9
	10 min	32.3	4.6	10.2	27.1

L scale represents lightness/darkness: white = 100, black = 0. a scale represents red/green: red = (+), green = (-). b scale represents yellow/blue: yellow = (+), blue = (-). ΔE represents color difference.

分, 230℃においては5分まで増加し, その後減少する傾向であった。170℃ 15分の焙煎によって未加熱時の23.6%, 200℃ 10分で11.4%, 230℃ 5分で19.6%それぞれ増加した。現在までにゴマ種子の調理による総食物繊維量の変化に関する報告はないが, 種実類に属するココア豆の生豆と炒り豆を比較研究し, 焙煎により不溶性食物繊維がわずかに減少し, そのために総食物繊維量も減少したという報告³¹⁾がある。また野菜類等植物性食品中の食物繊維量の調理法による変化を検討した報告³²⁾では食品によってその変化は異なり, 規則性は認められていない。ゴマ種子の焙煎による食物繊維量の増減は褐変物質の生成やタンパク質の変性等に基づく酵素不消化物の産生とその消長によるものと考えられるが, その原因解明にはさらに検討が必要である。

(4) 焙煎によるセサミン, セサモリンおよびセサモール量の変化

ゴマに特有のリグナン類のセサミンおよびセサモリン, さらにセサモールの焙煎による変化を示した (Table 5)。セサミンは比較的安定であったが, 加熱が長くなると減少傾向にあり, セサモリンは減少を示した。ゴマ油中においては, 180℃の加熱でセサモリンが速やかに分解しセサモールが急激に生成した後, セサモール自体が分解消失することが明らかにされて

いる²³⁾。炒りゴマでは200℃ 15分あるいは230℃ 10分という高温加熱でセサモールが多量に生成していることがわかった。セサモールは代表的抗酸化物質であるので, 高温加熱炒りゴマは酸化安定性が高いと推定される。

(5) 焙煎によるアミノ酸の変化

200℃で焙煎した場合のアミノ酸組成とその量の変化を Table 6 に示した。ゴマ種子には全アミノ酸のうち, グルタミンが18.3%, アルギニンが13.4%と多く含まれ, ついでアスパラギンが7.4%, ロイシンが7.2%であった。焙煎による損失は200℃ 5分の焙煎により, 全アミノ酸の46.8%, 15分の焙煎で68.0%であり, アミノ酸が成分間反応に使われたためと考えられる。アミノ酸別にみると, セリン, バリン, ロイシン, フェニルアラニンそしてグリシンはとくに著しく減少した。ゴマのアミノ酸は標準アミノ酸パターン (FAO/WHO) と比較するとリジンが少なく, メチオニンが多いが, 比較的その組成および利用率はすぐれていることが報告³³⁾されている。ゴマの通常の炒り条件でもアミノ酸は損失することから, ゴマタンパク質の栄養価を考えれば, 可能な限り穏やかな炒り条件が望ましいといえる。

(6) 焙煎による遊離アミノ酸および遊離糖の変化 呈味成分として遊離アミノ酸 (Table 7) および遊

Table 4. Total dietary fiber content of roasted sesame seeds (%)

Roasting temp. (℃)	Roasting time (min)						
	0	1	5	7	10	15	20
170	16.07	—	18.96	—	16.92	20.71	18.52
200	16.07	16.06	16.04	—	18.84	15.03	—
230	16.07	19.36	20.18	19.42	18.12	—	—

Each value represents the mean of 2 samples.

Table 5. Sesamin, sesamolin and sesamol contents of roasted sesame seeds (mg/100 g oil)

	0	170℃*				200℃*		230℃*	
		Roasting time (min)			5	15	5	10	
		5	15	20					
Sesamin	633.4	620.1	570.6	527.5	578.0	512.4	598.2	594.6	
Sesamolin	345.3	331.0	284.0	273.5	302.8	244.2	300.2	277.2	
Sesamol	5.3	4.4	5.7	3.4	7.7	16.2	6.6	18.2	

Each value represents the mean of 2 samples. * Roasting temperature.

ゴマ種子の調理性に関する研究 (第1報)

Table 6. Effect of roasting on the total amino acid composition of sesame seeds (mg/100 g)

	200℃*					230℃*
	Roasting time (min)					Roasting time (min)
	0	1	5	10	15	10
Asp	807.2	790.8	362.0	284.8	220.4	155.1
Thr	411.8	455.5	161.1	124.7	93.3	29.0
Ser	525.7	449.3	7.3	6.1	4.6	3.0
Glu	1,974.2	1,924.0	861.9	692.7	559.7	477.5
Pro	350.8	338.5	144.3	118.8	94.5	83.1
Gly	678.6	611.5	63.6	55.5	51.4	33.1
Ala	569.7	547.7	212.1	171.5	142.6	132.0
Val	582.8	576.1	34.2	17.3	3.6	0
Met	215.1	0	193.8	155.5	126.5	104.2
Ile	443.8	447.1	108.5	90.9	72.9	58.7
Leu	786.8	745.2	0	0	0	0
Tyr	471.5	98.9	219.0	173.9	142.8	119.3
Phe	546.2	520.1	0	0	0	0
Lys	346.5	321.5	300.2	126.5	95.0	57.9
His	257.5	251.8	252.9	302.5	338.0	215.7
Arg	1,469.2	1,312.7	1,227.1	688.4	648.2	186.2
Total	10,924.3	10,017.1	5,815.4	4,137.1	3,491.6	2,456.3

* Roasting temperature.

Table 7. Effect of roasting on the free amino acid composition of sesame seeds (mg/100 g)

	170℃*				200℃*		230℃*	
	Roasting time (min)				Roasting time (min)		Roasting time (min)	
	0	5	15	20	5	15	5	10
Asp	4.15	0.25	1.94	0.65	0.35	0.28	1.63	0.22
Thr	1.07	0.47	0.32	0	0.27	0	0.30	0.02
Ser	0.27	0.07	0.91	0.05	0.05	0.06	0.11	1.92
Glu	5.64	7.47	1.39	0.68	2.08	0.68	1.66	0
Pro	0.04	0.07	0	0	0.06	0.17	0	0.45
Gly	1.33	1.13	1.42	0.37	0.44	0.38	0.66	0.40
Ala	4.06	4.35	3.42	1.02	1.40	0.44	2.59	0.25
Val	0.85	0.80	0.65	0.54	1.09	0.28	0.55	0.56
Met	0.17	0.20	0	0	0.51	0	0	0
Ile	0.99	0.60	0.40	0.16	0.79	0	0.29	0.35
Leu	0.91	0.75	0.17	0	0.62	0	0.13	0
Tyr	1.43	1.65	0.59	0	0.77	0	0.37	0
Phe	1.68	1.55	1.40	0.39	1.27	0	0.88	0
Lys	1.54	0.21	0.30	0	0.50	0	0.35	0
His	0.50	0.44	0.18	0	0.22	0	0.14	0
Arg	0.36	0	0.40	0.17	0	0	0.33	0
Total	27.92	23.45	16.30	6.37	16.70	7.91	13.65	12.30

* Roasting temperature.

離糖 (Table 8) の焙煎による変化を調べた。遊離アミノ酸として未加熱のゴマには、グルタミン酸が 5.6 mg/100 g, アスパラギン酸 4.2 mg/100 g, アラニン 4.1 mg/100 g と比較的呈味力が強いものが多く、フェニルアラニン, リジン, チロシン, グリシン, スレオニンは 1 mg/100 g 以上の含量であった。遊離糖としてはスクロース 1.40% が多く, グルコース 0.49%, フルクトース 0.31% であった。これらが甘味を中心に, 酸味あるいは苦味とともに呈味に寄与していると考えられた。これまでにゴマ種子の遊離糖についてはいくつか報告^{34), 35)}があるが, 遊離糖の種類および含有量についてはさまざまであり, 測定方法あるいは品種などの違いが原因にあると思われる。

いずれも焙煎により減少し, 遊離アミノ酸は 170℃ 焙煎では 15 分, 200℃ 焙煎では 10 分, 230℃ 焙煎では 5 分以上経過すると次第に減少が認められるようになった。遊離糖は 170℃ で 15 分, 200℃ で 5 分, 230℃ で 5 分の焙煎によって未加熱ゴマ中の遊離糖の半分以上が損失した。200℃ 15 分の焙煎で遊離糖の残存率は 10.1%, 230℃ 10 分ではわずかに 0.2% となった。焙煎による損失はグルコースに著しく認められた。

(7) 炒りゴマの官能検査

予備的に行った官能検査から, 170℃ 5 分, 200℃ 1 分と 15 分, 230℃ 1 分, 7 分さらに 10 分の焙煎による炒りゴマは加熱の過不足により嗜好性が低いことを認めた。一方, 170℃ 10 分, 15 分, 20 分, 200℃ 5 分と 10 分, 230℃ 5 分の炒り条件による炒りゴマは比較的食味が良好であったので, これら 6 種の炒りゴマについて 5 段階評価法による官能検査を行った。色や外観は 170℃ 15 分あるいは 10 分という緩慢な炒り条件の炒りゴマが高く評価され, 香りについては 200℃ 10 分, 170℃ 20 分あるいは 230℃ 5 分の高温あるいは長時間焙煎した炒りゴマがよいとされた。味については 170℃ 15 分, 170℃ 10 分焙煎のゴマの評価が高く, 総

合的には 170℃ 15 分焙煎のゴマがよいとされ, 味に対する評価が大きく反映していると考えられた。浅井ら¹¹⁾は鍋を用いてゴマを 185℃, 200℃, 220℃ あるいは 240℃ で焙煎し, それぞれナッツ香, ゴマ香, 焦げ臭を有する試料を調製し, 比較している。嗜好に關与するのは, ゴマ香よりもナッツ香であるとし, 総合的に 220℃ で焙煎したナッツ香を有する炒りゴマが最も好まれたとしている。今回の実験から, ゴマの香りよりも味がゴマの食味評価に大きく影響することが明らかになり, 170℃ 15 分で焙煎したゴマは呈味成分である遊離アミノ酸や遊離糖の加熱による損失が比較的小なかったという結果で裏付けられると思われる。

以上, ゴマ種子を焙煎すると, ほとんどの有効成分は次第に損失することがわかった。その成分損失を最小限にとどめ, しかも生っぽさがなくなり, ゴマ特有の風味を呈するような炒り条件が望ましいと考えられた。さらにすりゴマの調製にはゴマ種子の膨張や表皮

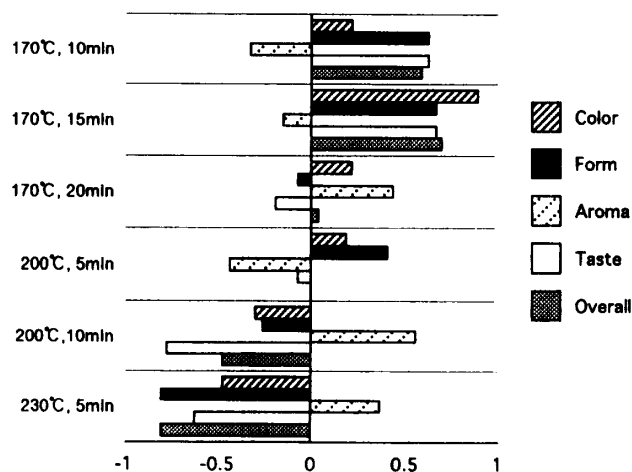


Fig. 1. Sensory evaluation of roasted sesame seeds. Significant differences ($p < 0.01$) were found among samples for each evaluated item.

Table 8. Free sugars in roasted sesame seeds (%)

	170℃*				200℃*		230℃*	
	Roasting time (min)				Roasting time (min)		Roasting time (min)	
	0	5	15	20	5	15	5	10
Glucose	0.49	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.08	0
Fructose	0.31	0.14	0.15	0	0.11	0.09	0.16	0.01
Sucrose	1.40	0.77	0.56	0.53	0.44	0.04	0.52	tr

tr: trace (1.0-10 mg%). * Roasting temperature.

ゴマ種子の調理性に関する研究 (第1報)

構造の変化が関与すると思われる、今後検討する予定である。

4. 要 約

日本独特の調理であると考えられるすりゴマの調理性を明らかにするために、本報ではゴマ種子の炒り条件による成分変化を検討した。焙煎温度は170℃、200℃および230℃とし、時間は1分から20分の各温度につき4通りとした。170℃20分、200℃5分および230℃5分焙煎したゴマ種子の重量、色調はほぼ同じであった。総食物繊維量は170℃15分、200℃10分、230℃では5分をピークに減少した。セサミンやセサモリン、アミノ酸も加熱とともに減少した。また呈味に係る遊離アミノ酸および遊離糖も次第に減少した。官能検査から170℃15分で焙煎したゴマの味の評価が高く、炒りゴマとして総合的に好ましいことが明らかになった。

引 用 文 献

- 小林貞作：ゴマの来た道（岩波新書），岩波書店，東京（1986）
- 福田靖子，武田珠美：助成研究の報告3，味の素食の文化センター，東京，25～36（1993）
- 武田珠美，福田靖子：調理科学，**29**，281～291（1996）
- 村田安代，池上茂子，松元文子：家政誌，**25**，596～603（1974）
- 佐藤恵美子，三木英三，合谷祥一，山野善正：食科工，**42**，737～747（1995）
- 佐藤恵美子，三木英三，合谷祥一，山野善正：食科工，**42**，871～877（1995）
- 福田靖子：日本食生活文化調査研究報告集，**7**，14～25（1990）
- 川 染 節 江，山 野 善 正：調理科学，**25**（3），7～12（1992）
- 松元文子：調理科学，**1**，4～7（1968）
- 島田淳子：調理科学，**1**，20～26（1968）
- 浅井由賀，福田靖子，竹井よう子：家政誌，**45**，279～287（1994）
- 竹井よう子：家政誌，**40**，23～34（1989）
- 竹井よう子：家政誌，**39**，803～815（1988）
- Soliman, M.M., Kinoshita, S. and Yamanisi, T.: *Agric. Biol. Chem.*, **39**, 973～977（1975）
- 粟津原宏子：調理科学，**13**，156～161（1980）
- Shimizu, S. and Yamada, H.: *Comments Agric. Food Chem.*, **2**, 211～238（1990）
- Shimizu, S., Akimoto, K., Shinmen, Y., Kawashima, H., Sugano, M. and Yamada, H.: *Lipid*, **26**，512～516（1991）
- Sugano, M., Inoue, T., Koda, K., Yoshida, K., Hirose, N., Shinmen, Y., Akimoto, K. and Amachi, T.: *Agric. Biol. Chem.*, **54**, 2669～2673（1990）
- Hirose, N., Inoue, T., Nishihara, K., Sugano, M., Akimoto, K., Shimizu, S. and Yamada, H.: *J. Lipid Res.*, **32**，629～638（1991）
- Hirose, N., Doi, F., Ueki, T., Akazawa, K., Chijiwa, K., Sugano, M., Akimoto, K., Shimizu, S. and Yamada, H.: *Anticancer Res.*, **12**, 1259～1265（1992）
- 山下かなへ，川岸由紀，野原優子，並木満夫，大澤俊彦，川岸瞬朗：栄養誌，**43**，445～449（1992）
- 今井具子，飯塚佳恵，並木満夫，山下かなへ：家政誌，**46**，627～633（1995）
- 福田靖子：家政誌，**38**，793～798（1987）
- 梶本五郎，嘉ノ海有紀：調理科学，**25**，278～282（1992）
- 日本食生活全集，農山漁村文化協会，東京（1993）
- Prosky, L., Asp, N.-G., Furda, I., Devries, J.W., Schweizer, T.F. and Harland, B.F.: *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **67**，1044～1052（1988）
- Prosky, L., Asp, N.-G., Schweizer, T.F., Devries, J.W. and Furda, I.: *J. Assoc. Off. Anal. Chem.*, **71**，1017～1023（1988）
- Fukuda, Y., Nagata, M., Osawa, T. and Namiki, M.: *Am. Oil Chem. Soc.*, **63**，1027～1031（1986）
- 地方衛生研究所全国協議会（編）：食物繊維成分表，第一出版，東京（1990）
- 科学技術庁資源調査会：四訂日本食品標準成分表のフォローアップに関する調査報告Ⅳ日本食品食物繊維成分表，大蔵省印刷局，東京（1992）
- 高橋リエ，小川晴子，佐藤英子，森 文平：栄養誌，**47**，189～197（1989）
- Valiente, C., Esteban, E., Molla, E. and Lopez-Andre, F.J.: *J. Food Sci.*, **59**，123～124，141（1994）
- Nwokolo, E.: *Nutr. Rep. Int.*, **36**，631～640（1987）
- 山内 亮，加藤宏治，上野良光：農化，**56**，123～125（1982）
- Wankhede, D.B. and Tharanathan, R.N.: *J. Agric. Food Chem.*, **24**，655～659（1976）