

米粉がスポンジケーキの性状に及ぼす影響

Effect of the Addition of rice flour on the Properties of Sponge Cakes

斎藤 寛子・松本 時子
Hiroko Saito & Tokiko Matsumoto

In this paper we describe an experimental study of qualities of sponge cakes made by mixing a quantity of rice flour (haenuki) with a quantity of flour at a ratio of 10 - 30 - 50 - 70 - 100 %.

The results are as follows:

1. The specific gravity of butter was not different among each sample.
2. According to the increase of mixture with rice flour, volume value was decreased and hardness value showed a tendency to increase.
3. Crumb of sponge cakes were rougher by adding rice flour at a ratio of 10 ~ 70%.
4. In color of sponge cakes, a specific difference was not observed by the sensory evaluation of rice flour at each sample.
5. Significant differences were not found in total valuation of sensory evaluation. However, The sponge cake made from the ratio of 50% and 70% in the quantity of rice flour was the tendency which was not liked. ($p < 0.05, p < 0.01$)

Judging from these results, it is concluded that better qualities are obtained by mixing 10 ~ 30% of rice flour with flour.

Keyword : rice flour qualities of sponge cake sensory evaluation

緒 言

近年、日本人の主食である米を粉砕した米粉を使用した様々な製品が市場に出回るようになった。団子やゆべしといった和菓子に限らず、洋風菓子や麺類などにも応用され、小麦粉とは違った独特の歯ごたえを出したのも作られており、更に米粉を用いた製品の研究が進められている^{1)~3)}。「はえぬぎ」は山形県農業試験場庄内支場（現山形県農業総合研究センター農業生産技術試験場庄内支場）において「庄内29号」と「あきたこまち」を交配し、平成3年に誕生した品種である⁴⁾。食味がよいということで、平成17年までに連続12回「特A」ランクを維持している⁵⁾。「はえぬぎ」の米粉を用いてスポンジケーキを作成した場合の物性値の変化と官能検査による小麦粉の代替品としての好ましい配合割合を比較検討し、その適応性を探ることを目的に実験を試みた。

実験方法

1. 試料調整

米粉：最上食品製上新粉「はえぬぎ」村山産、薄力粉：日清製粉(株)製 バイオレット（水分14.5%、粗タンパク質7.6%、灰分0.32%）、砂糖：台糖(株)製 スプーン印上白糖、鶏卵：市販の新鮮卵（卵黄係数 0.41 ± 0.05）、

対象試料とする材料配合は、卵150gに対し、薄力粉100g、砂糖90gの組成比を基本とした^{6)~8)}。このうち、薄力粉の一部（10%、30%、50%、70%）あるいは、全量を米粉で代

替した。

生地の調整方法は、図1に示す通りである^{3),7)-14)}。まず、湯煎で30℃に温度調節した卵白をハンドミキサー(HM-310 東芝製)で4分間攪拌して砂糖を入れ、更に30秒攪拌し、同様に温度調節した卵黄を合わせて30秒攪拌する(別立て法)。薄力粉または米粉をあわせた粉を混ぜ、70回混合する。この生地を20gずつ、直径6cmのアルミ製のプリン型に入れ、160℃のガスオーブン(クリナップ製)で、15分間焙焼した。焙焼後、室温にて10分放冷後、25℃の恒温槽にて1時間保持し、測定に供した。

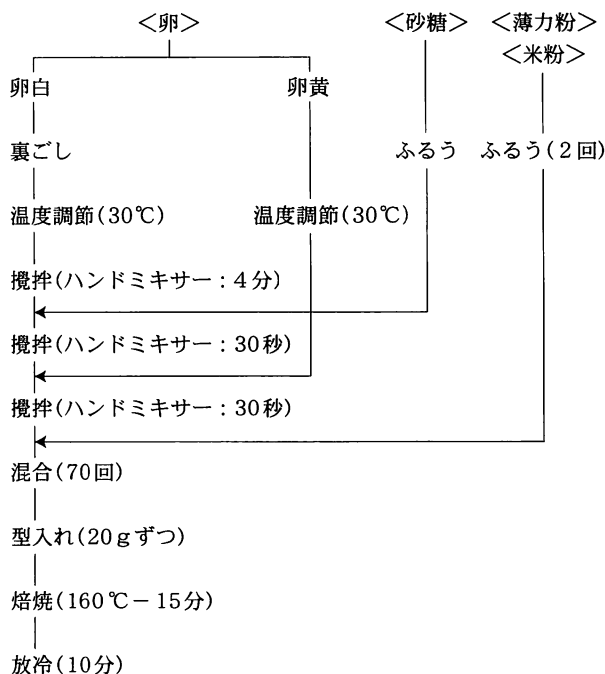


図1 生地の調整方法

2. 測定方法

(1) 米粉の粒径

光学顕微鏡(Nikon ECLPSE E600)を用いて、試料の米粉を撮影し、粒径を測定した。

(2) 比重

シャーレに生地を満たし、その重量を測定し、水との比較において算出した。

生地比重 = 試料の重量 / シャーレを満たす水の重量

(3) みかけの粘性率

焼く前の生地のみかけの粘性率をB型粘度計(トキメック社)を用い、6rpmで回転させ、2分後の示度を読み係数を乗じた値を求めた。測定は25℃で行なった¹⁵⁾。

(4) 容積及び膨化率

菜種法によりケーキの体積を求めて生地の重量で割り、膨化率を算出した。

(5) 水分含量

スポンジケーキの内相を細かく刻み、5gを赤外線水分計(AD-4712型 エー・アンド・デイ社)を用いて290℃で17分媒焼し、測定した。

(6) 抵抗応力

スポンジケーキの内相を1.5cmの立方体に切り、クリープメーター(RE-3305(株)山電)を用い、直径3cmの円盤形プランジャーを使用し、圧縮速度5mm/secで、試料の高さの50%圧縮を行った。試料の温度は25℃とした¹⁶⁾。

(7) 色度

スポンジケーキの表面、底面及び内部の色を分光測色計(CM-3500d ミノルタカメラ株)を用いて、L*a*b*値を測定し、ΔE値を求めた¹⁷⁾。

(8) 外観

スポンジケーキを1個のまま表面と底面を、また断面は中央を縦2分にし、切り口を複写した。

(9) 官能検査

パネラー 16 名とし、内相の色、内相のきめ細かさ、甘さ、香り、舌ざわり、やわらかさの 6 項目については評点法、総合評価は順位法で行った^{15), 18)}。

実験結果と考察

1. 米粉について

米粉は現在、小麦粉のように詳細な規格が定まっていないため、製品として販売されている米粉の粒の形・大きさが不均一である。よって、その違いが出来上がりの製品の物性を左右するといわれている。今回使用した米粉の粒径は、直径 15.6 ~ 260.0 μm の範囲のものであった。(図 2)

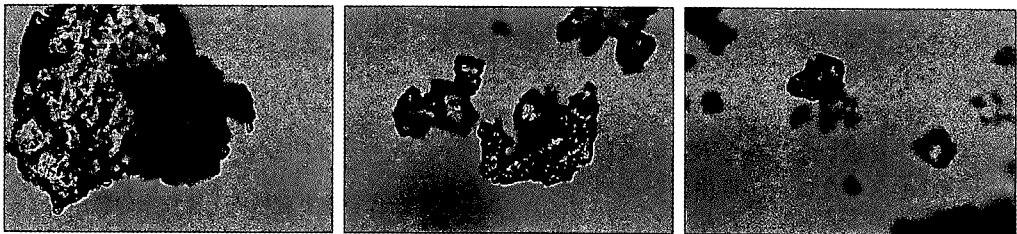


図 2 米粉顕微鏡写真 (× 600 Nikon ECLIPSE E600)

2. 生地について

(1) 比重

米粉代替率を変化させた生地の比重値の結果を表 1 に示した。小麦粉 100% の比重値は 0.41 であり、小麦粉を米粉に代替した他 5 種類の生地も同程度の値となり、大きな変化は見られなかった。

表 1 生地の比重値

米粉代替率 (%)	0	10	30	50	70	100
比重値	0.41	0.40	0.41	0.40	0.39	0.39

(2) みかけの粘性率

米粉代替率を変化させた生地を 6 rpm で測定した結果を図 3 に示した。米粉代替率が 10%、30% の生地は小麦粉のみ使用の代替率 0% の生地に近い値を示したが、代替率が 50% 以上になると粘性

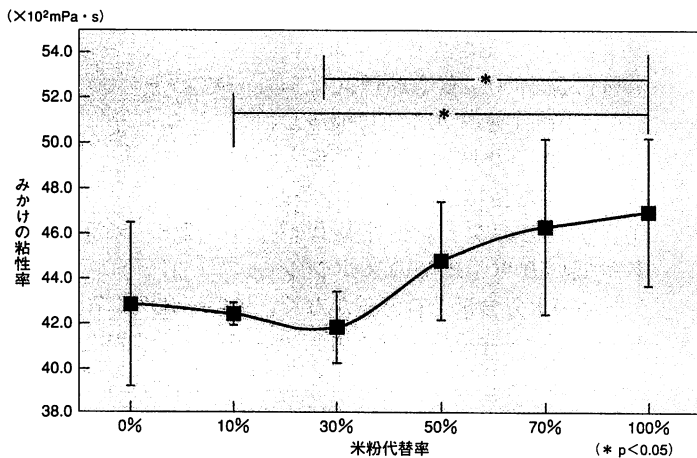


図 3 米粉入りスポンジケーキ生地のみかけの粘性率 (6rpm)

が増す傾向が見られた。また、t 検定の結果、代替率 10% と 30% のものがそれぞれ代替率 100% の試料に対して危険率 5% で有意差が見られた。

3. スポンジケーキについて

(1) 容積及び膨化率

スポンジケーキの容積値と膨化率を図4に示した。米粉代替率が增加するにつれ、容積値、及び膨化率が低下した。米粉代替率0%のスタンダードのスポンジケーキに比べ、代替率が増えるとその分小麦粉のグルテンの量も減少するためと考えられる。しかし、代替率70%のスポンジケーキは30%、50%より高い値を示した。これは、米粉代替率70%のスポンジケーキの膨らみ方には、ばらつきが見られ、安定した値をとるのが難しい状態だったことが理由のひとつとして考えられる。しかし米粉代替率100%のスポンジケーキは安定した膨らみ方をしていた。米粉と小麦粉の配合割合によっては、ケーキに用いるには扱いにくい粉となるのではないかと推察される。

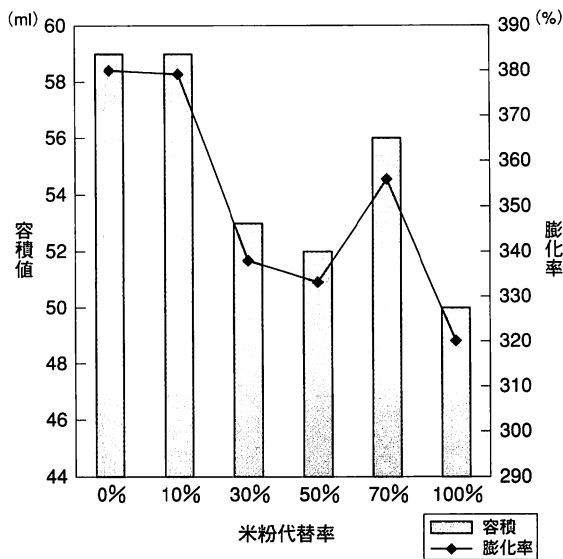


図4 米粉代替率と容積値・膨化率の関係

(2) 水分含量

各々のスポンジケーキの水分含有量を図5に示した。米粉代替率10%のスポンジケーキと30%との間で水分含量が大きく増加し、米粉代替率50%も増加傾向にあるが、米粉代替率70%では減少し、100%ではまた増加して最高値となる。t検定の結果からも、米粉代替率70%のケーキは米粉代替率が低い0%、10%のスポンジケーキの水分含量と有意差がなく、代替率30%、70%のケーキとは危険率1%で、代替率50%のケーキとは危険率5%で有意差が示された。日本食品成分表¹⁹⁾によると、米粉(上新粉)の水分は平均14.0%、薄力粉も14.0%で、粉の状態では水分量は同じであり、また、米粉(上新粉)の粒子は小麦粉、じゃがいもでんぷんに比べると大きく、水を加えても吸水量が少ない²⁰⁾。しかし、アマランサス、そば粉を使用した実験¹¹⁾⁸⁾においても同様の結果を得ており、小麦粉のみの場合より保水力が増す傾向が見られた。

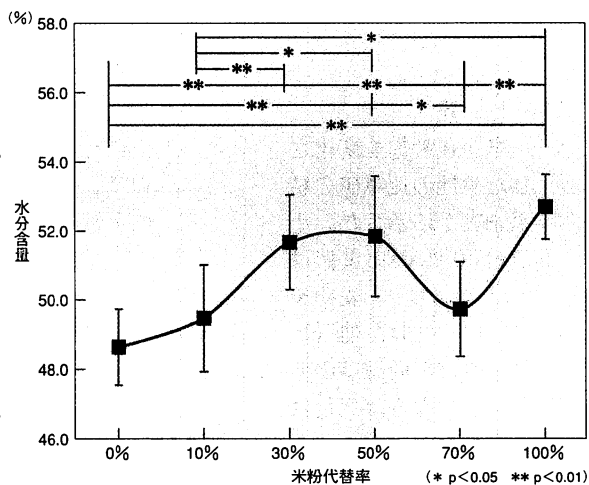


図5 米粉入りスポンジケーキの水分含有量

(3) 抵抗応力

各々のスポンジケーキの抵抗応力の結果を図6に示した。米粉代替率10%のスポンジケーキは0%のものより低下し、30%、50%と代替率が增加するに従い値は増加傾向を示したが、0~50%の米粉代替率における有意差はみられなかった。米粉代替率70%と

0%、10%、30%それぞれのスポンジケーキについては有意差がみられ、米粉代替率100%のスポンジケーキになると急激に抵抗応力が高くなり、代替率0%から70%までのすべての試料の値に対して有意差が見られ ($p < 0.01$)、代替率の増加に伴い抵抗応力が高くなること示された。

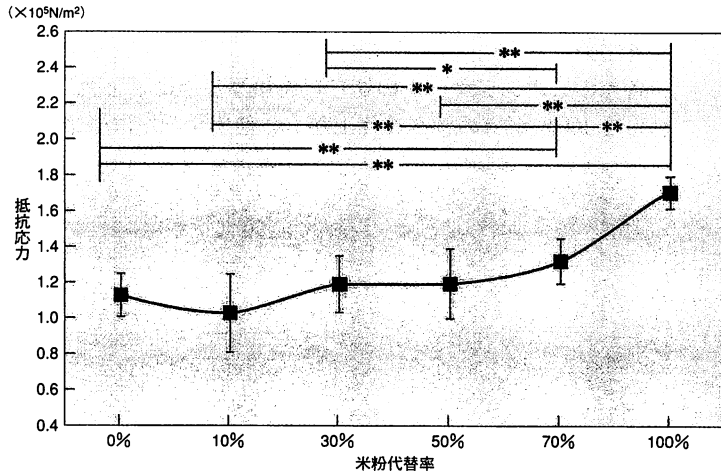


図6 米粉入りスポンジケーキの抵抗応力

(4) 色度

米粉を用いたスポンジケーキの代替率の変化による色度の結果を表2に示した。スポンジケーキの表面の色度は、黄に傾いた赤方向の色相で、あざやかな色が示された。明度は、米粉代替率30%以上になると明るさが増す傾向が見られるが、50%・70%・100%と代替率が増加しても変わらず、ほぼ同じ明るさが示された。色相は米粉代替率30%のスポンジケーキにおいて黄系が多少強めに示されたが、他の代替率のスポンジケーキとの差は見られなかった。彩度も色相同様、他の米粉代替率を変化させても差はなかった。米粉代替率0%のスポンジケーキをスタンダードとして求めた各試料間の ΔE を比較すると、米粉代替率10%のスポンジケーキはほとんど差が見られず、30~100%の米粉代替率の試料間でも3.0以上6.0未満であり、同じ色として扱える範囲であった¹⁷⁾。

スポンジケーキの内相の色度は、全ての試料が黄方向の色相でうすい色が示された。明度は米粉代替率100%のスポンジケーキが一番明るいという結果が示されたが、試料間において差はなかった。色相は米粉代替率10%のスポンジケーキが緑系に傾いたが、米粉代替率が増加しても、緑方向には動かず、黄方向に戻る結果となり、使用した卵の影響が考えられる。

彩度は、米粉代替率を変えても差はあまりみられなかったが、小麦粉と米粉が混合していない米粉代替率0%と100%スポンジケーキが比較的鮮やかなことが示された。米粉代替率0%のスポンジケーキをスタンダードとした、内相の ΔE 値の結果は米粉代替率

表2 米粉入りスポンジケーキの色度

表面の測色						
	0%	10%	30%	50%	70%	100%
L (Lightness)	63.7	64.7	68.6	68.6	67.0	66.7
b/a (Hue)	2.82	2.97	3.03	2.93	2.87	2.85
$\sqrt{a^2+b^2}$ (Chroma)	41.6	41.6	42.3	42.4	42.3	42.9
ΔE		1.2	5.06	5.04	3.37	3.31
内相の測色						
	0%	10%	30%	50%	70%	100%
L (Lightness)	76.8	79.2	79.4	78.7	78.7	79.0
b/a (Hue)	38.2	113.0	74.9	64.7	49.8	34.0
$\sqrt{a^2+b^2}$ (Chroma)	31.3	27.1	27.0	25.9	27.9	29.6
ΔE		4.84	5.11	7.46	3.91	4.43

50%のスポンジケーキが他の試料より値が高く示された¹⁷⁾。

(5) 外 観

各々のスポンジケーキの切り口を複写した結果を図7に示した。内相は、米粉代替率0%と100%がきめ細かく仕上がりに、他のケーキはやや気泡が多く見られた。

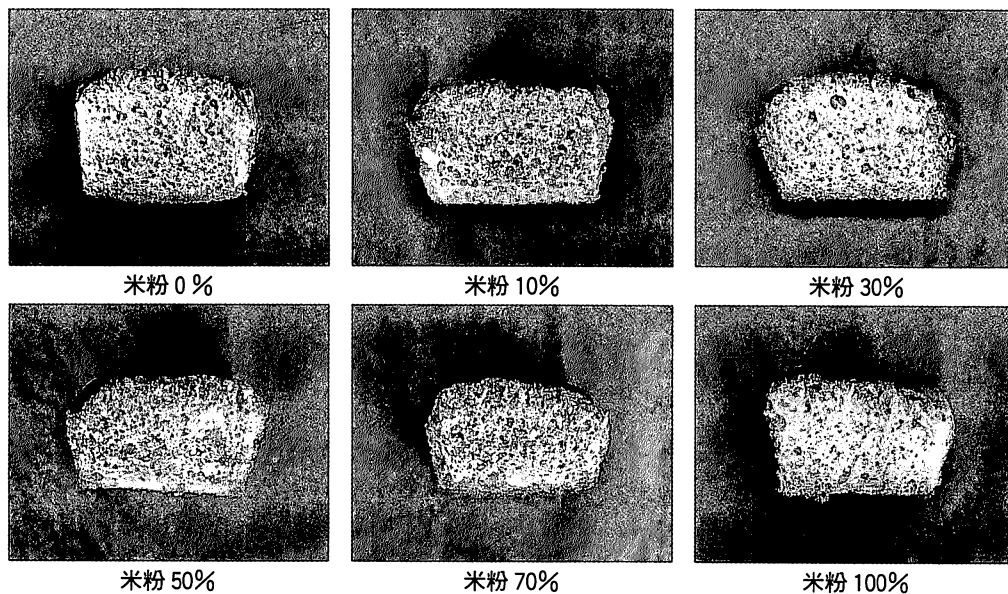


図7 ケーキの外観（内相）

(6) 官能検査

米粉入りスポンジケーキの嗜好性をみるために、官能検査を行った。その結果を図8、総合順位を表3に示した。内相の色、内部のきめ細かさ、甘さ、香り、舌ざわり、やわらかさの6項目において、点数合計を算出した後、ケンドールの一致性の係数WとNewell&MacFarlaneの検定を用い、味の好ましさに差があるかを検定した。チャートからは、内部の色は、6種のケーキとも同程度に識別されたが、他の項目では、結果のばらつきがみられた。総合順位では米粉代替率0%と30%のスポンジケーキが同点となり、次いで、10%、100%のケーキとなった。米粉含有量が多いものが好まれないのではなく、パネラーの嗜好の違いが結果に表われた結果となった。総合順位より求めた、ケンドールの一致性

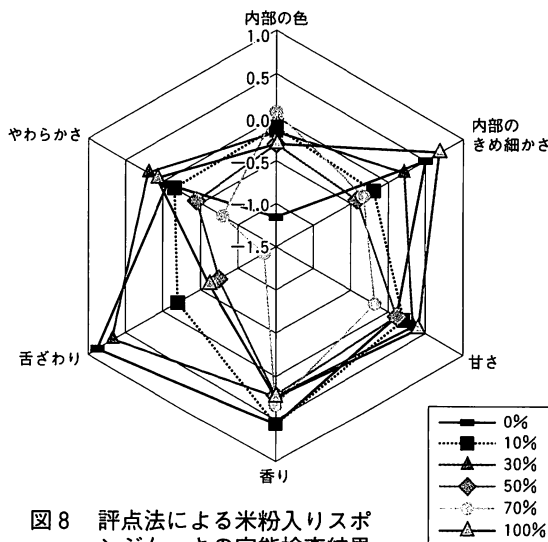


図8 評点法による米粉入りスポンジケーキの官能検査結果

表3 順位法による官能検査結果

米粉代替率	0%	10%	30%	50%	70%	100%
合計点	35	58	35	68	76	62

の係数 W は、0.33 ($F_0 = 7.296$) となり、パネラーがなんらかの一致性をもって判定できるような、味の好ましさの差はなかったことも示された。そこで、個体間において有意差があるかを検討したところ、米粉代替率 0% と 50% のケーキ、30% と 50% のケーキにおいて危険率 5% で有意差が見られ、米粉代替率 0% と 70% のケーキ、30% と 70% のケーキにおいては危険率 1% で有意差がみられた。よって、0% と 30% は有意に好まれ、50% と 70% は有意に好まれないことが証明された。

要 約

本研究では、米粉をスポンジケーキの小麦粉の代替とし、10 - 30 - 50 - 70 - 100% と割合を変えて調整を試み、ケーキの性状について検討を行った。結果は以下の通りである。

1. 米粉代替率をかえても、生地的比重値に変化はなかった。
2. 米粉代替率が増加するにつれ、膨化率は低下し、抵抗応力は増加した。
3. 米粉代替率が 10 ~ 70% のスポンジケーキの内相はきめが荒くなった。
4. スポンジケーキの色相は、米粉代替率による明らかな違いは見られなかった。
5. 官能検査の結果、総合順位では有意差が見られなかったが、米粉代替率 50% と 70% のスポンジケーキが好まれないことが示された。 ($p < 0.05$, $p < 0.01$)

以上の結果から、米粉代替率は、10 ~ 30% が適当であると思われる。

最後に本研究にご協力いただいた、高橋友子さん、大橋杏子さん、顕微鏡写真撮影をご指導いただいた石田哲夫先生にお礼申し上げます。

参考文献

- 1) 日本調理科学会：平成 18 年度大会 研究発表要旨集, p32, 33
- 2) 日本調理科学会：平成 17 年度大会 研究発表要旨集, p30, 31
- 3) 藤井恵子・高橋貞幸・木内瑠美子：日本食品科学工学会誌, 47, 5 (2000, 5)
- 4) http://www.agrin.jp/hp/q_and_a/qa_main.html
- 5) <http://www.zenoh-yamagata.or.jp/index1.html>
- 6) 大出京子：日本調理科学会誌, 27, 3, (1994)
- 7) 市川朝子・三ツ村由香里：日本家政学会誌, 47, 5 (1996)
- 8) 齋藤寛子・松本時子：山形県立米沢女子短期大学紀要, 40, (2005)
- 9) 松本時子：山形県立米沢女子短期大学紀要, 33, (1998)
- 10) 松本時子：山形県立米沢女子短期大学紀要, 34, (1999)
- 11) 大泉幸子・菅原史絵：山形県立米沢女子短期大学卒業研究 (2000)
- 12) 川染節江・山野義正：日本家政学会誌, 42, 1, (1991)
- 13) 大出京子：日本調理科学会誌, 27, 3, (1994)
- 14) 渡辺豊子・大喜多祥子・福本タミ子・山田光江：日本調理科学会誌, 30, 4, (1997)
- 15) 大羽和子・川端晶子：「調理科学実験」, 学建書院
- 16) 中浜信子・大越ひろ・森高初恵 編：「おいしさのレオロジー」, 弘学出版
- 17) 齋藤進 編：「食品色彩の科学」, 幸出版
- 18) フードスペシャリスト協会 編：「食品の官能評価・鑑別演習」, 建帛社
- 19) 香川芳子、女子栄養大学出版部監修：「五訂食品成分表」
- 20) 山崎清子・島田キミエ・渋川祥子・下村道子：「新版 調理と理論」, 同文書院