Japan society of Home Economics

日本家政学会誌 Vol. 44 No. 6 471～476 (1993)

食用油添加による米飯の老化防止効果

日 比 喜 子

(滋賀県立短期大学)

平成4年9月22日受理

Effect of Addition of Oil on the Retrogradation of Cooked Rice

Yoshiko HIBI

Shiga Prefectural Junior College, Hikone, Shiga 522

The effects of native or additive lipids on the retrogradation of cooked rice stored at 5°C were studied by measuring texture characteristics. The complex formation of starch with lipid was also studied by measuring water-soluble carbohydrate in gelatinized rice starch pastes with or without lipid. The results were as follows:

1) After the storage of cooked rice at 5°C, hardness increase, cohesiveness decrease and adhesiveness decrease were suppressed by the presence of native lipids in rice. The addition of olive oil to rice in heating suppressed hardness increase and cohesiveness decrease of cooked rice stored at 5°C, though these effects were not determined by sensory evaluations.

2) By removing lipids, the amount of water-soluble carbohydrate much increased. In the case of defatted rice starch, it decreased with the increasing amount of palmitic acid added and it remained constant at the 1.2 and more per cent amount of palmitic acid added. The loss of the amount of water-soluble carbohydrate by adding tripalmitin to defatted rice starch was about one third of that by adding palmitic acid.

(Received September 22, 1992)

Keywords: retrogradation of cooked rice 米飯の老化, texture of cooked rice 米飯のテクスチャー, starch-lipid complex 澱粉-脂質複合体, water-soluble carbohydrate 水可溶性多糖.

1. 緒 言

著者ら[1)2)]は，炊飯後の米飯の糊化度が保存中にいったん上昇した後に低下することを見い出し，また，X線回折図形では糊化後のV図形が弱まってから老化によるB図形が現れることから，この現象における澱粉・脂質複合体の消長について考察した．すなわち，脂質が存在すると，糊化後の澱粉には非晶形の澱粉分子と共に澱粉・脂質複合体が存在するが[3)4)]，これが米飯保存中に安定ではなく，いったん非晶状態を経た後，老化によりB形結晶構造へと変化した．一方，非晶形の澱粉分子では，直接B形結晶構造への変化が見られ，この時間的な遅れが脂質の澱粉老化抑制の一因であると考えられた．

米飯は老化すると硬い，ぼろぼろ，ざらざらするなど炊きたての時の適度の粘り，硬さがなくなってくるが，ピラフでは冷蔵[5)]あるいは冷凍[6)7)]保存後の老化が白飯と比べて抑制され，これは油脂が米飯の組織構造の変化を遅らせているためであること[5)~7)]，また，米飯粒内部への油滴の浸透から，澱粉と油脂の共存状態による澱粉の老化の遅延効果を推察していること[7)]が報告されている．

パンの老化防止のためにモノグリセリドなどの乳化剤を添加することはよく知られているが[8)]，ショートニングの添加によってもパンの硬化速度が遅くなり，乳化剤を含むショートニングの添加で，その効果がより大きいと言われる[9)~11)]．乳化剤による老化防止効果はアミロースが乳化剤と複合体を形成し，パン生地焙焼時にアミロースの澱粉粒外への溶出が抑制されるためと言われている[12)]．

このように脂質の有無は澱粉の糊化・老化過程に大きく関わっており，澱粉性食品保存後の性状に大きな影響を及ぼしているが，脂質と澱粉との複合体形成を考える

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

時，一般にアミロースと脂肪酸とが複合体を形成しやすいと言われ，トリグリセリドは複合体を形成しないと言われている[13]．しかし，ショートニング添加パン[9)~11)]やピラフ[5)~7)]において添加油脂が老化を抑制しているため，ここでは脂質が米飯の老化に及ぼす影響について，米粒内の脂質および添加脂質，それぞれが保存後の米飯のテクスチャーにどのような影響を与えているかを比較検討すると共に，トリグリセリドと澱粉との複合体形成について，澱粉糊化時の水に対する溶解性の面から検討した．

2. 実験方法

(1) 材　料

米：滋賀県産の標準価格米．

脱脂米[2)]：米に約5倍容の85％メタノールを加え，72時間，溶剤の蒸発分は適宜補充しながら，加熱還流した．脱脂後の米をエーテルで2回洗浄した後，乾燥させた．85％メタノール抽出物量は1.27％ (w/w) であった．

脂肪酸添加脱脂米[2)]：脱脂米に米のおもな脂肪酸三つを添加した．添加脂質の組成割合は文献[14)~16)]を参考に算出した平均値である．添加方法は，メタノール750 mlに，パルミチン酸20 g，オレイン酸33 g，リノール酸43 gを溶解させ，そこに脱脂米200 gを入れて5時間加熱還流した．次に米をエーテルで2回洗浄した後，乾燥させた．脂肪酸吸着量は2.25％ (w/w) であった．

食用油：市販のオリーブ油（イタリア産，輸入・発売元：日清製油株式会社）．

米澱粉：島田化学工業株式会社より供与．

脱脂米澱粉[2)]：米と同様の脱脂方法で，還流時間は30時間である．85％メタノール抽出物量は0.65％ (w/w) であった．

(2) 老化試料の作成

米，脱脂米および脂肪酸添加脱脂米，それぞれ200 gを洗米，1.6倍（重量比）の加水量で，30分間浸漬した後，自動電気炊飯器（象印マホービン株式会社製，NY 720）を用いて炊飯した．オリーブ油添加米飯は，30分間水に浸漬後，加熱直前に米の1％ (w/w) のオリーブ油を添加し，炊飯したものである．オリーブ油は炊き水の沸騰中に水と混合されるものと考えられるが，米粒へのオリーブ油のより均一な吸着は，むらし後の米飯の攪拌によるところが大きいと思われる[17)]．いずれも消火後15分間むらした後，米飯を軽く混ぜ，官能検査用は炊飯器のまま，テクスチャー特性値測定用はアルミシャーレ（直径60 mm，深さ28 mm）に米飯約30 gを入れてそれぞれ密封し（凝結水の落下を防ぐため，炊飯器では布巾で，また，アルミシャーレでは濾紙で，それぞれ容器を覆った上から，ポリ塩化ビニリデンフィルムで覆った），室温で2時間放置後（0日），5℃に保存した．

(3) 米飯の官能検査

女子学生（19～20歳）24名をパネルとし，オリーブ油無添加米飯とオリーブ油添加米飯との比較を，5℃保存0日および1日の試料について，それぞれ行った．5℃ 1日保存の試料は検査の前に1時間室温に放置したもので，いずれの試料も検査時の品温は室温である．試料は25 gずつ，白い皿（直径10 cm）に入れて供した．官能検査の質問は油臭，光沢，硬さ，粘り，ざらざら感およびテクスチャーに対しての好ましさについての6項目であり，二点比較法[18)]にて行った．

(4) 米飯のテクスチャー特性値の測定

レオナー（RE 3305型，山電株式会社製）を用いて，5℃保存後の米飯のテクスチャー特性値を測定した．なお，官能検査同様，試料は測定前に1時間室温に放置し，測定時の品温は室温とした．測定条件は，試料高さ：20 mm（アルミシャーレ内の米飯約30 g），プランジャー直径：16 mm，クリアランス：10 mm，圧縮速度：1 mm/secである．以上の条件により測定して得られたテクスチャー記録曲線から，硬さ，凝集性，付着性を求めた．

(5) 澱粉糊液の水可溶性多糖量および分子量分布

米澱粉または脱脂米澱粉1 gを水50 mlに懸濁させ，85℃湯浴上で30分間，攪拌しながら加熱し，澱粉糊液を作成した．脂質添加糊液は，脱脂米澱粉懸濁液に，2 mlのメタノールに溶解させたパルミチン酸またはトリパルミチンを加えて加熱したものであり，澱粉の糊化と澱粉への脂質の導入を同時に行っている[2)]．それぞれの糊液を4,000 rpmで30分間遠心分離を行い，得られた上澄液中の全糖量をフェノール・硫酸法で測定して水可溶性多糖量とし，更に分子量分布を調べるためGPC分析を行った．

GPC分析条件は，カラム：2.5×62 cm，ゲル：セファロースCL-2B，溶離液：0.05 M水酸化ナトリウム溶液，流速：15 ml/hr，1分画量：3 ml，測定温度：15～18℃である．GPC溶出曲線は各分画中の全糖量を測定して得たものであり，溶出面積はそれぞれの水可溶性多糖量に対応させた．なお，水可溶性画分中のアミロペクチン，アミロース量はGPC溶出図において，ヨウ素呈色反応（10^{-5} N I_2, 10^{-2} N KI 溶液）の結果から，フラクションNo. 53未満をアミロペクチン（λ_{max} 580 nm以下），No. 53以上をアミロース（λ_{max} 620 nm）として

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

Table 1. Effect of native lipid on the texture characteristics of cooked rices

Characteristic	Storage (day)	Rice		
		Nondefatted	Defatted	Refatted
Hardness	0	8.72±0.75[a]	8.30±0.80	8.37±1.16
$\times 10^3 N/m^2$	1	15.80±1.94	17.90±1.67	13.82±1.90
	*[b]	1.81	2.16	1.65
Cohesiveness	0	5.34±0.46	5.29±0.32	4.81±0.46
$\times 10^{-1}$	1	4.86±0.32	4.39±0.23	4.50±0.36
	*	0.91	0.83	0.94
Adhesiveness[c]	0	2.61±0.11	1.90±0.45	1.84±0.34
	1	1.82±0.32	0.64±0.23	1.25±0.39
×N/m	*	0.70	0.34	0.68

[a] Mean±SD (four to six measurements). [b] Ratio of value observed after 1 day storage to original one. [c] Adhesiveness=$N/m^2 \times m = N/m$.

溶出面積の割合から算出した[2]. 分子量スケールは酵素合成アミロース[19]を用いて算出したものである.

3. 実験結果および考察

(1) 米粒内の脂質が米飯のテクスチャーに及ぼす影響

米，脱脂米および脂肪酸添加脱脂米，それぞれを炊飯し，各米飯を 5℃ に保存した時のテクスチャー特性値を Table 1 に示した.

炊飯後では，米の脱脂処理により，米飯の硬さ，凝集性には変化がなく，付着性が低下した. 脱脂米に脂肪酸を添加すると，米飯の硬さ，付着性には変化がなく，凝集性が低下しており，この結果を未処理米飯の場合と比較すると，硬さは同じくらいで，凝集性，付着性が低下していた.

先の結果では[2]，米飯の糊化度（酵素消化性）は脱脂処理により高くなり，脱脂米に脂肪酸を添加すると未処理米飯と同じくらいの糊化度になった. しかし，今回の米飯のテクスチャーの測定結果は，脱脂米に脂肪酸を添加した後，凝集性，付着性は元の未処理米飯の値に戻らず，添加脂質は必ずしもすべてが脱脂前の状態に戻らないことを意味するものと思われた.

5℃ に 1 日保存後では，いずれの米飯においても，硬さの上昇，凝集性および付着性の低下が見られた.

脂質の影響については，脂質の有無により米飯の出来上りの状態が異なるため，5℃ 保存 0 日の測定値を 1 として 1 日後の変化の割合から結果を見てみると，米粒中に脂質が存在すると 5℃ 保存後の米飯の硬さの上昇，凝集性および付着性の低下という変化を小さくしており，米粒内の脂質により米飯のテクスチャーの変化が抑制されているものと考えられる.

(2) オリーブ油添加が米飯のテクスチャーに及ぼす影響

食用油は種々あるが，老化抑制には澱粉と脂肪酸との螺旋状複合体の消長が関与していると考えられるため[2)12)]，複合体を形成しやすいオレイン酸[20]を多く含む油としてオリーブ油を選んだ.

まず，オリーブ油の有無により，5℃ 保存後の米飯のテクスチャーに差があるかどうかについて官能検査を行った結果を Table 2 に示す.

炊飯後の米飯では，オリーブ油添加米飯の方が光沢がある，5℃ 保存 1 日後ではオリーブ油無添加米飯の方が光沢がある，オリーブ油添加米飯の方が油っこいとそれぞれ有意差が見られたが，硬さ，粘り，ざらざらなどのテクスチャーに関する各質問項目やテクスチャーに対する全体的な好ましさについては有意差が認められなかった.

次に機器によりテクスチャー特性値の測定を行い，官能検査との対応を見た結果を Table 3 に示す.

炊飯後ではオリーブ油無添加および添加米飯のテクスチャー特性値間には差が見られず，Table 1 に示した，米粒中の脂質の有無により炊飯後の米飯の付着性に差が生じたという結果とは大きな違いであった. 5℃ 保存 1 日後の米飯は，オリーブ油無添加，添加どちらの場合も硬さの上昇，凝集性および付着性の低下という傾向を示し，米粒内の脂質の影響を示した前出の結果 (Table 1) と同様であった. また，保存 0 日の値を 1 として変化の程度の比較から添加脂質の影響を見ると，オリーブ油添加米飯の方が硬さの上昇および凝集性の低下は小さかっ

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

Table 2. Effect of addition of olive oil on the sensory evaluations of cooked rices

Question	Storage (day)			
	0		1	
	−[a]	+[b]	−	+
Which is oilier?	8	16	7	17*
Which is glossier?	5	19**	17*	7
Which is harder?	11	13	11	13
Which is stickier?	16	8	10	14
Which is coarser?	14	10	13	11
Which is preferable to texture?	11	13	14	10

[a] Cooked rice without olive oil. [b] Cooked rice with olive oil. *,** Significantly different at $p<0.05$ (*) and $p<0.01$ (**), respectively.

Table 3. Effect of addition of olive oil on the texture characteristics of cooked rices

Characteristic	Storage (day)	Cooked rice	
		−[a]	+[b]
Hardness	0	8.72±0.75[c]	8.54±0.76
$\times 10^3 N/m^2$	1	15.80±1.94	13.48±1.38
	*[d]	1.81	1.58
Cohesiveness	0	5.34±0.46	4.97±0.35
$\times 10^{-1}$	1	4.86±0.32	4.71±0.48
	*	0.91	0.95
Adhesiveness[e]	0	2.61±0.11	2.66±0.28
×N/m	1	1.82±0.32	1.66±0.49
	*	0.70	0.62

[a] Cooked rice without olive oil. [b] Cooked rice with olive oil. [c] Mean±SD (four to six measurements). [d] Ratio of value observed after 1 day storage to original one. [e] Adhesiveness = $N/m^2 \times m = N/m$.

たが，付着性の低下はやや大きく，米粒中の脂質は5℃保存後の米飯の硬さの上昇と共に付着性の低下も抑えていたこと (Table 1) とやや異なる結果であった．米飯においては，添加脂質と米の内部脂質とでは澱粉との相互作用が異なるものと考えられる．官能検査では米飯の硬さや粘りなどにおいてオリーブ油の有無による差は認められず，機器測定との相関は見られなかった．

(3) 脂肪酸およびトリグリセリドの複合体形成

一般に澱粉と複合体を形成しやすいのは脂肪酸であると言われ，トリグリセリドは複合体を作らないと言われている[13]．

既報では[2]，2％澱粉糊液を遠心分離して得られた上澄液中の水可溶性多糖量は脱脂処理により増加し，脱脂米澱粉にパルミチン酸を1.8％添加すると未脱脂米澱粉糊化時の水可溶性多糖量と同じくらいになり，GPC溶出図もほぼ同様に戻った．今回はパルミチン酸あるいはトリパルミチンの添加量を変えることにより，脂肪酸およびトリグリセリドの複合体形成力について，澱粉糊化時の水に対する溶解性[2)12)20)~24)]の面から検討した (Table 4, Fig. 1)．

GPC溶出図には高分子側と低分子側に1つずつピークが見られ，ヨウ素呈色反応の結果から高分子側はアミロペクチンが，また，低分子側はアミロースが主体であると考えられた．そして，米澱粉から脂質を除くと糊化時の水可溶性多糖量は大きく増加し，アミロースのみならずアミロペクチンにおいても増加が見られたのが興味深かった．

次に，脱脂米澱粉にパルミチン酸を添加して糊化時の水可溶性多糖量の変化を調べてみると (Table 4, Fig. 1-A)，パルミチン酸の添加量が増すと共に水可溶性多糖量は減少し，この時，アミロース，アミロペクチン共に減少した．そして，添加物1.2％以上では水可溶性多糖量にあまり差がなく，GPC溶出曲線も類似のパターンを示した．これは，Karkalas ら[25]が，アミロースは脂肪酸を重量の6～8％（理論値の86％）包接し，過剰の脂肪酸が存在してもアミロース溶液の粘度や複合体の沈澱量は変わらないと報告しているように，複合体形成が飽和状態になったものと思われる．

次に，脱脂米澱粉にトリパルミチンを添加した場合 (Table 4, Fig. 1-B)，1.8％添加では水可溶性多糖量は23％と少し低下が見られた．そして，3倍量の5.4％添加しても水可溶性多糖量は1.8％添加時と同じであり，

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

Table 4. Effect of lipid on water-solubility in the gelatinization of normal rice starch

Rice starch		Water-soluble carbohydrate (%)		
		Total[a]	Amylopectin[b]	Amylose[b]
Nondefatted		10.4±0.3	1.2	9.2
Defatted		31.9±0.5	11.6	20.3
Refatted				
Palmitic acid	0.6%	21.4±0.4	4.3	17.1
	0.9%	13.1±0.9	1.5	11.6
	1.2%	9.0±0.4	0.7	8.3
	1.8%	9.3±0.8	0.9	8.4
Tripalmitin	1.8%	23.1±0.5	5.6	17.5
	5.4%	23.7±0.6	5.9	17.8
Palmitic acid 0.9% +Tripalmitin 0.9%		8.9±0.4	0.7	8.2

[a] Amount of total carbohydrate in the supernatant of starch paste was measured by the phenol-sulfuric acid method. [b] Calculated from the area of GPC elution pattern.

これらの結果から，トリパルミチンも少しは複合体を形成し，1.8％添加時ですでに複合体形成が飽和になっているものと思われた．

ここで，脱脂米澱粉にパルミチン酸1.2％の添加で水可溶性多糖量の変化が飽和状態になっていると考えられること，また，この時にトリパルミチンを添加した時よりも3倍弱の水可溶性多糖量の減少が見られること，そして，脂肪酸とトリグリセリドの分子構造の違いからトリパルミチンの複合体形成をパルミチン酸の1/3と考え，パルミチン酸0.9％とトリパルミチン0.9％を混合添加した所（Table 4, Fig. 1-C），水可溶性多糖量が9％となり，パルミチン酸1.2％添加時と同じくらいの水可溶性多糖量になり，GPC 溶出図も類似していた．

また，データは示していないが，親水性乳化剤（Tween 40），疎水性乳化剤（Span 40），それぞれを脱脂米澱粉に添加して糊化時の水可溶性多糖量を調べたところ，親水性乳化剤を添加した時の方が水可溶性多糖量の減少は大きく，親水性乳化剤は疎水性乳化剤よりも複合体形成力が大きいものと思われた．以上の結果から，トリグリセリドは澱粉と全く複合体を形成しないわけではなく，立体構造上の障害，また，疎水性が増すことなどから複合体を形成しにくくなるが，脂肪酸の複合体形成力の1/3程度の効力はあるものと考えられた．

なお，水可溶性多糖量の変化がアミロースと共にアミロペクチンにおいても見られたことについては，モチ米澱粉では脂質の有無は糊化時の水可溶性多糖量に影響を及ぼしていなかった[26]ことから，アミロペクチンと脂質の相互作用について，今後，検討すべき課題と考えている．

炊飯時に米にオリーブ油を添加して，米飯の老化防止が出来るかどうかについて考えてみると，オリーブ油はトリグリセリドのため澱粉・脂質複合体を作りにくく，米粒の周囲に油が付着して保存後の米飯のテクスチャーの変化を少しは抑えているが，脂肪酸のように複合体を多く形成する場合に比べその効果は小さいものと思われる．これはオリーブ油のみならず，他の食用油を使用した場合についても同様であると考えられる．ピラフの場合，添加油脂により冷蔵[5]あるいは凍結[6][7]保存後の米粒の組織構造の変化が抑えられると言われ，更に澱粉と油脂との相互作用が推察されているが[7]，ピラフでは米を炒めるので，高温加熱により油の分解が進んで遊離の脂肪酸が多くなり，澱粉との複合体を形成しやすく，米飯保存後の老化を防止する効果が大きいものと考えられる．

4. 要　約

米粒内部の脂質および添加脂質，それぞれが米飯の老化に及ぼす影響について米飯保存後（5℃）のテクスチャーの変化から，また，澱粉とトリグリセリドとの複合体形成について澱粉糊化時の水に対する溶解性の面から，それぞれ検討を行い，次の結果を得た．

(1) 米粒内部の脂質が存在すると，保存後の米飯の硬さの上昇，凝集性および付着性の低下，それぞれが抑え

NII-Electronic Library Service

Japan society of Home Economics

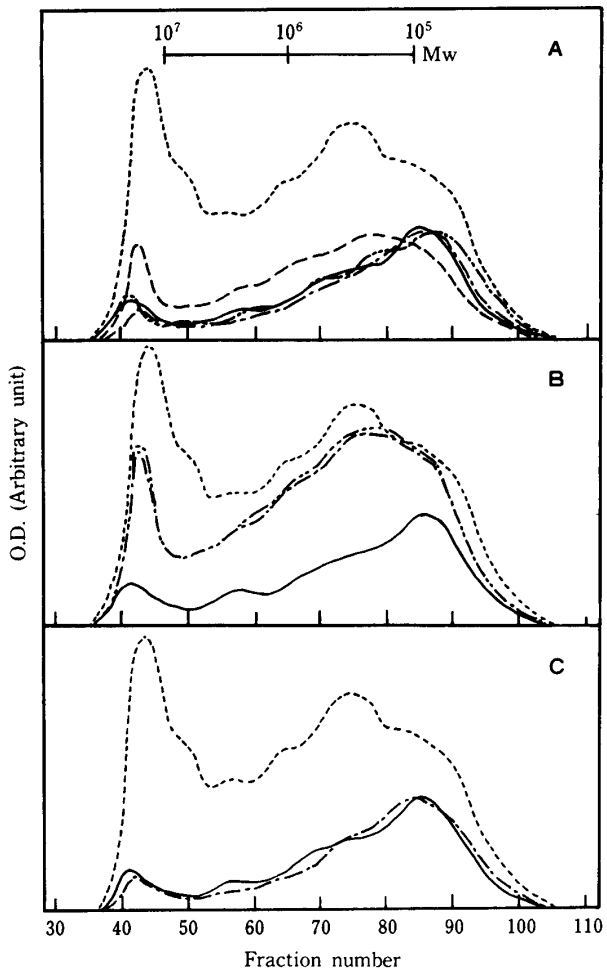

Fig. 1. Effect of lipid on the GPC elution patterns of the water-soluble fraction of normal rice starch pastes

A: Nondefatted rice starch (——); defatted rice starch (·····); refatted rice starch with 0.9% (– – –), 1.2% (–·–) and 1.8% (–···–) of palmitic acid. B: Nondefatted rice starch (——); defatted rice starch (·····); refatted rice starch with 1.8% (–·–) and 5.4% (–···–) of tripalmitin. C: Nondefatted rice starch (——); defatted rice starch (·····); refatted rice starch with palmitic acid 0.9% and tripalmitin 0.9% (–·–).

られていた．また，炊飯時にオリーブ油を添加した場合には，保存後の米飯の硬さの上昇および凝集性の低下を抑制していたが，官能検査ではこれらの差は認められなかった．

(2) 米澱粉から脂質が除かれると，糊化時の水可溶性多糖量は非常に増加した．そして，脱脂米澱粉糊化時の水可溶性多糖量は，パルミチン酸の添加量が増すに従い減少したが，添加量が1.2%以上では一定となった．また，脱脂米澱粉にトリパルミチンを添加した時の水可溶性多糖量は，同量のパルミチン酸添加時の場合と比較すると，約1/3の減少度であった．

本研究を行うに当たり懇切なるご助言を賜りました京都府立大学名誉教授久下 喬先生に厚く感謝申し上げます．

引 用 文 献

1) 日比喜子，小林喜美枝，北村進一，久下 喬：家政誌，**37**，743～749 (1986)
2) Hibi, Y., Kitamura, S. and Kuge, T.: *Cereal Chem.*, **67**, 7–10 (1990)
3) Kugimiya, M., Donovan, J.W. and Wong, R.Y.: *Starch/Stärke*, **32**, 265–270 (1980)
4) Zobel, H.F., Young, S.N. and Rocca, L.A.: *Cereal Chem.*, **65**, 443–446 (1988)
5) 丸山悦子，樋口裕子，寺田佳子，梶田武俊：家政誌，**31**，568～573 (1980)
6) 丸山悦子，片山しげ子，佐上恵子，西山布佐子，梶田武俊：家政研，**25**，6～14 (1978)
7) 名倉育子，丸山悦子，梶田武俊：調理科学，**14**，192～197 (1981)
8) 日高 徹：食品用乳化剤，幸書房，東京，141 (1987)
9) Ghiasi, K., Hoseney, R.C., Zeleznak, K. and Rogers, D.E.: *Cereal Chem.*, **61**, 281–285 (1984)
10) Rogers, D.E., Zeleznak, K.J., Lai, C.S. and Hoseney, R.C.: *Cereal Chem.*, **65**, 398–401 (1988)
11) 北村進一，浅田真理，久下 喬，江崎君子：*New Food Industry*, **32**(9), 71–82 (1990)
12) Schoch, T.J.: *Baker's Digest*, **39**, 48–57 (1965)
13) Osman, E.M., Leith, S.J. and Fleš, M.: *Cereal Chem.*, **38**, 449–463 (1961)
14) Yasumatsu, K. and Moritaka, S.: *Agric. Biol. Chem.*, **28**, 257–264 (1964)
15) Yasumatsu, K., Moritaka, S. and Wada, S.: *Agric. Biol. Chem.*, **30**, 483–486 (1966)
16) Morrison, W.R., Milligan, T.P. and Azudin, M.N.: *J. Cereal Sci.*, **2**, 257–271 (1984)
17) 浜島教子，吉松藤子：調理科学，**15**，222～225 (1982)
18) 吉川誠次，佐藤 信：食品の品質測定（食品工学シリーズ第15巻），光琳書院，東京，40 (1963)
19) Kitamura, S., Yunokawa, H., Mitsuie, S. and Kuge, T.: *Polym. J.*, **14**, 93–99 (1982)
20) Gray, V.M. and Schoch, T.J.: *Stärke*, **14**, 239–246 (1962)
21) Ohashi, K., Goshima, G., Kusuda, H. and Tsuge, H.: *Starch/Stärke*, **32**, 54–58 (1980)
22) Morad, M.M. and D'appolonia, B.L.: *Cereal Chem.*, **57**, 141–144 (1980)
23) Hoover, R. and Hadziyev, D.: *Starch/Stärke*, **33**, 290–300 (1981)
24) Eliasson, A.-C.: *Starch/Stärke*, **37**, 11–15 (1985)
25) Karkalas, J. and Raphaelides, S.: *Carbohydr. Res.*, **157**, 215–234 (1986)
26) 日比喜子：*New Food Industry*, **32**(5), 63–70 (1990)

NII-Electronic Library Service