

油揚げの脂質の性状

内 島 幸 江 ・ 田 端 裕 美 子 ・ 根 本 治 美

The Quality of Fats in Abura-age

Y. UCHIJIMA, Y. TABATA and H. NEMOTO

緒 言

油脂の変敗に関する多くの研究^{1)~4)}が報告され、最近では生体内の過酸化脂質の研究⁵⁾が活発になり、食品中の過酸化物の生体内での作用が注目されてきた。

油脂食品の品質については、栄養・衛生上の対策が講じられ、現在、規制や規範などの形で厚生省の方針が示されている。揚げ油の品質についても論議⁶⁾⁷⁾されているが、熱酸化重合油の物理化学的性状の変化は、加熱条件の影響により複雑であるため、揚げ油の適性な劣化指標としての評価項目が示されていない。地域食品認証基準によれば、油揚げの品質として「固形分50%以上、酸価3以下」が示されており、弁当・そうざいの衛生規範（昭和54年6月）では、発煙点170℃以下のもの、酸価2.5を超えたもの、カルボニル価が50を超えたものは新油と交換することになっている。我々の先回の調査⁸⁾において、劣化度の高い揚げ油が、豆腐製造所で使用されていることを報告した。また山田ら⁹⁾、井崎ら¹⁰⁾¹¹⁾も油揚げ用油がいちじるしく劣化したものがあることを報告している。井崎ら¹²⁾は業務用の揚げ油によっても、生体内過酸化脂質の亢進を認めていることから、油揚げ類は日常食品として使用され、また既製のそうざい類の利用も増加傾向にあるので、これらの安全性に対する検討も必要な現状である。

油揚げは調理に際して通常油ぬき処理がなされるので、この処理による脂質の性状ならびに保存の影響について検討した。また厚生省より衛生規範が示された以後の、業務用使用油と市販油揚げの実態を調査し、先回の調査結果と比較し行政指導の実状について考察したので報告する。

実 験 方 法

1 試 料

1) 採取方法：昭和54年から56年にかけて名古屋市内の豆腐製造所より適宜に当日製造の油揚げを購入して試料とした。なお54年8月には使用中の揚げ油ならびにその製品15種を採取した。

経日変化の実験には昭和55年5月から7月まで約1週間毎に購入した油揚げを用いた。採取した油は前回の調査⁸⁾と同じくすべてなたね油であった。また油揚げは製造所によって形、大きさ、色などの外観に差がみられ、3訂補成分表の分析法に準じて測定した脂肪・水分・たん白質の含量はそれぞれ30%前後、40%前後、18%前後であった。

2) 油揚げの脂質の抽出：クロロホルム・メタノール（2：1）混液またはエチルエーテルで1夜抽出る過後、水洗、芒硝で脱水し溶媒を減圧留去した。

3) 油揚げの保存：油揚げ10枚(約60g)を高密度ポリエチレン袋に入れ-18°Cのフリーザーに4ヶ月保存し、1ヶ月、2ヶ月、4ヶ月でそれぞれ室温で解凍後、脂質を抽出し供試油とした。

2. 脂質の性状

- 1) 酸価 (AV) ならびに過酸化価 (POV)：基準油脂分析試験法¹³⁾に準じて測定した。
- 2) カルボニル価 (COV)：熊沢法¹⁴⁾に従った。
- 3) TBA価 (TBA)：松下らの Ottolenghi の変法¹⁵⁾によった。
- 4) 脂肪酸組成：基準油脂分析試験法¹³⁾に準じてメチルエステル化し、次のような条件でガスクロマトグラフィーを行った。

検出器 FID (日本電子K.K. JG (1100))

カラム 内径3mm 長さ2m

充てん剤 15%DEGS Chromosorb W AW 60~80 mesh

キャリアーガス N₂ 42 ml/min

温度 注入口 250°C カラム 190°C 検出器 250°C

おのおのの脂肪酸組成比は半値幅法によるピーク面積の比から求めた。

3. 油揚げの油ぬき処理

水量：油揚げ重量の10倍、20倍、 処理温度：30°C、70°C、100°C、 処理方法は熱湯につける、熱湯をかける、加熱2分、加熱5分、について検討した。処理液からエーテル抽出して得たものを流出油量とした。

4. 官能検査

三点嗜好試験法により酸価の異なる試料A (AV7.8)、試料B (AV3.2) について熱湯につけて油ぬきしたものと、これをいなりずしとしたものを比較した。また、油揚げを熱湯に3分間つける(試料C)、10分加熱(試料D)の処理方法による比較も行った。食味については別に採点法による評価も行った。

結果 および 考察

1. 油揚げ用油ならびに油揚げの脂質の性状

前報⁸⁾において揚げ油の劣化指標としてはCOV、AVの測定が簡便でよい結果を得たが、吉川ら¹⁶⁾もCOVが石油エーテル不溶性酸化脂肪酸との相関が高く適切であると報告している。また弁当・そうざいの衛生規範もAV、COVについて示しているので、これらの値について油揚げ用油の昭和54年2月および8月の調査結果をTable 1に示した。

Table 1 The quality of frying oils used for abura-age

AVは1~12以上まで、COVは30から161までの幅があり、この特徴は標準偏差の値が示している。概して2月に比較して8月の結果が劣化度が少なかった。

Table 2は油揚げ中の脂質とその揚げ油の性状を比較したものである。揚げ種からの抽出油の方がAV、COVとも低値であり、豆腐中の脂質のAVは4程度と報告されているが、

Date of Collection	AV ^a	COV ^a (meq/kg)
Feb, '79	4.3 ± 4.0	80.7 ± 35.9
Aug, '79	3.4 ± 3.2	50.1 ± 22.7

^a Values are the mean ± S. D.

AVの油と油揚げの値が、COVのそれぞれの値よりも差が少ないことの一因に豆腐の脂質が影

響しているものと思われる。Table 1の結果から前回の調査結果を業者へ還元したことの効果か、また衛生規範の指導の結果とも考えられたので、この点を確認するため3製造店を選び、8月以降約6ヶ月間にわたり適宜採取した油揚げ中の脂質のAVをTable 3に示した。製造所により揚げ油の使用状況にかなりの差がみられたので、さらに使用状況を追求するため、同製造所の油揚げの品質を経日的にみたのがFig. 1である。

油揚げ用の揚げ油は回転率が一般に悪いことが指摘されている¹⁰⁾が、Fig. 1からもI、M店はかなり劣化した油が使用され、AV 2.5以下、COV 50以下の基準を上回った製品

Table 2 Comparison of AV and COV of frying oils and abura-age

Manufacturing store	AV		COV(meq/kg)	
	Frying oil	Abura-age	Frying oil	Abura-age
A	6.0	5.2	40.1	30.1
B	2.5	2.4	31.0	19.0
C	2.7	2.4	46.5	23.2
D	10.8	9.6	51.3	46.0
E	2.6	2.5	40.3	28.1

Table 3 Comparison of AV of abura-age

Manufacturing store	AV ^a
I	5.0 ± 3.3
M	4.8 ± 3.2
S	1.4 ± 0.9

^a Values are the mean ± S. D.

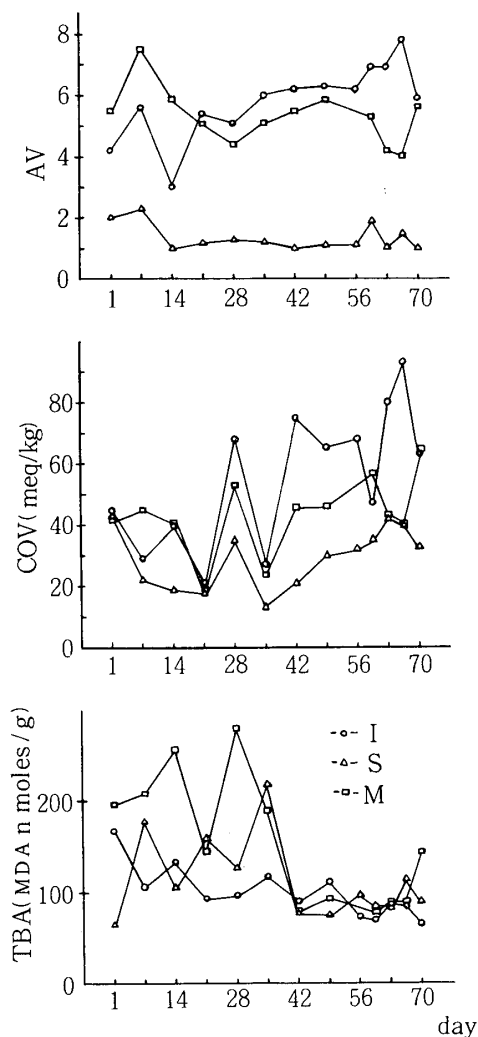


Fig.1 Daily change of chemical indices of abura-age

が連続して製造されている。製造所による品質の差が大きいことが認められ、I、M店はこれまでの調査でも劣化度の高い油が使用されていたことから規範に基づく指導はまだ不十分な現状といえる。ミニJAS制度と呼ばれる地域食品認証基準の進展もまだ一部に限られている。また加工食品の種類や数量の増加は近年めざましいものがあるが、それに対応できる食品衛生監視員など担当職員は増員され難い情勢では指導基準程度のものでは強制指導が困難な状況と思われる。

家庭や学校給食用揚げ油¹⁷⁾¹⁸⁾は、回転率もよく、安全性に留意されているが、業務用油については今後より強力な規制が切望される。

Fig. 2は油揚げ用油の脂肪酸組成を示したが、新油に比べ劣化が進むにつれC_{18:2}、C_{18:3}の減少率が高く、また未同定のものが出現した。

Table 4は揚げ油とその製品中の脂肪酸組成の比較である。試料はTable 2のDについて示したが、

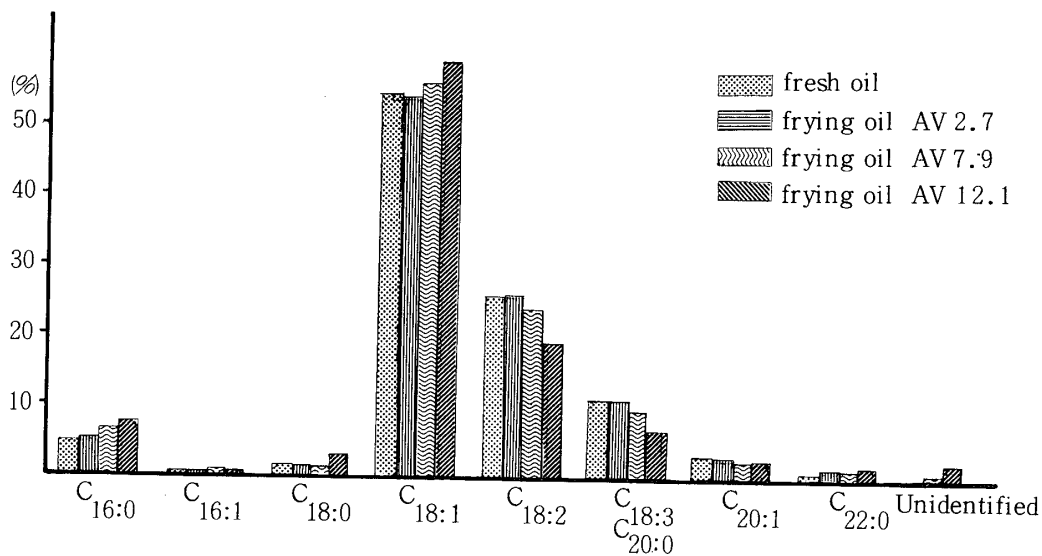


Fig.2 Composition of fatty acids from frying oils of abura-age

劣化が認められる揚げ油であり、新油に比較してリノール酸、リノレン酸の減少がみられるが、油揚げの脂質は、豆腐生地中の脂質の影響で大豆油に多いリノール酸含量がいちじるしく増加した。

Fig 3 に油揚げを冷凍保存した場合の脂質の性状を示した。いずれの試料も4ヶ月保存後でもAV、COVの変化はみられず、3、5の試料はPOVが増加した。炒飯、ピラフなどの冷凍貯蔵では4ヶ月で顕著なPOVの上昇が報告¹⁹⁾されているが、名倉ら²⁰⁾は冷凍の初期に上昇し、2ヶ月後は変化が少ないと報告している。炒め操作は油の劣化が激しいことは認められてい

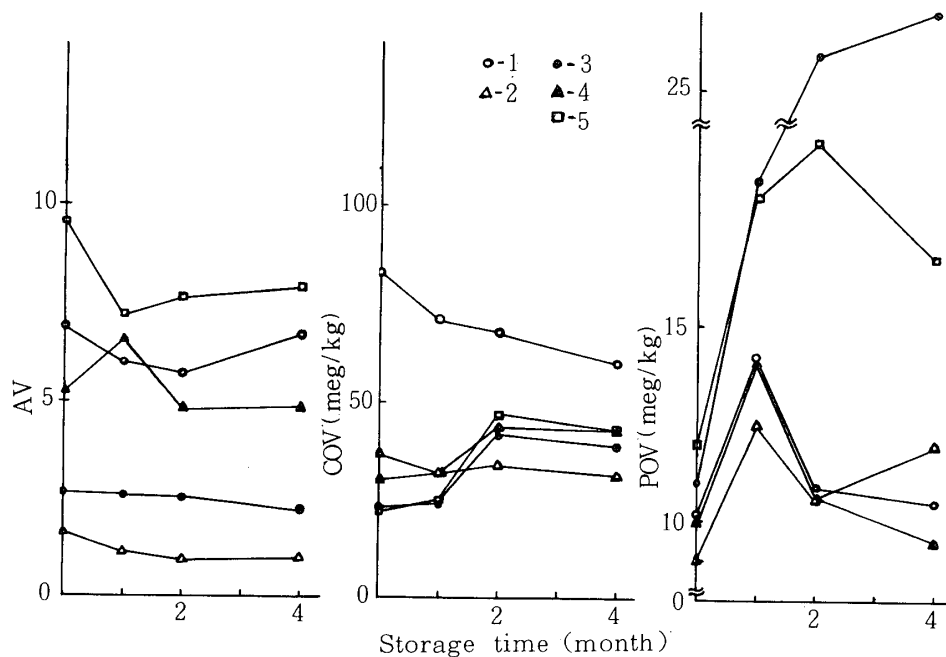


Fig.3 Chemical indices of stored (-18°C) abura-age

る²¹⁾²²⁾が、油揚げはかなりの劣化油を用いたものでも脂質が比較的安定なものと、酸化されやすいものがあった。大豆加工品中で凍豆腐は褐変していくが、こ

Table 4 Composition of fatty acids extracted from frying oil and abura-age

	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3 C20:0	C20:1	C22:0
Frying oil	5.5	2.0	60.4	19.7	8.7	2.3	1.1
Abura-age	7.6	3.6	43.7	32.0	9.3	2.5	0.4

れは脂質の酸化に由来するものと考えられる。ゆばの脂質はPOVが比較的高いと報告²³⁾されているが、褐変は生じない。油揚げも加工中にゆばと同じく化学変化を受けていると思われるが、的場ら²⁴⁾はゆば、油揚げは加工工程での品質低下があってもごく表面のみで、栄養低下は極めて少ないと述べている。油揚げの脂質は、大豆たん白質-リン脂質との相互作用その他の成分間の影響で、安定性があるものと思われるが、表面吸着油の多い油揚げの場合には、たん白質その他との成分間の作用を受けない脂質が多くなりPOVが増加しやすくなるものと考えられる。

2. 油ぬき処理について

一般の調理書では油揚げの油ぬきとして、熱湯をかける、または熱湯につけるが多いので、

Table 5 Effect of pre-treatment on chemical indices of fat extracted from abura-age (1)

Treatment	Volume of boiling water	Temp.(°C)	AV	COV meq/kg	TBA ^{MDA} n moles/g
Non-treatment			8.1	46.0	82.0
Pouring	10 wt vol	30	7.9	45.1	85.5
		70	7.8	48.9	85.1
		100	8.0	51.1	83.5
		30	8.0	42.5	80.3
Soaking	10 wt vol	70	7.7	35.7	77.8
		100	7.9	45.5	77.7
		30	8.1	48.3	78.8
		70	7.6	48.8	74.1
Soaking	20 wt vol	100	7.9	49.3	76.8
		30	7.7	50.3	75.7
		70	8.0	46.0	70.2
		100	7.7	45.7	73.1

Table 6 Effect of pre-treatment on chemical indices of abura-age (2)

Treatment	Volume of boiling water	AV	COV meq/kg	TBA ^{MDA} n moles/g
Non-treatment		1.44	21.3	61.5
Pouring	10 wt vol	1.29	20.4	67.5
	20 wt vol	1.37	20.0	61.2
Soaking	10 wt vol	1.23	19.0	63.4
	20 wt vol	1.14	18.7	61.6

これらの処理法について検討した結果をTable 5, Table 6 に示した。100°C以下の処理では、油脂中の酸化重合物の分解は生じないので、劣化の程度にかかわらず油ぬき処理の脂質へ

Table 7 Effect of pre-treatment on chemical indices of fat extracted from abura-age (3)

Treatment		AV	COV (meq/kg)	TBA (MDA n moles/g)	Extracted fat (mg)
Cooking time (min)	Volume of boiling water (wt vol)				
Non - treatment		7.7	49.4	100.2	
0 ^{a)}	10	7.6	49.1	100.7	152.7
	20	7.3	45.8	99.3	195.2
2	10	7.6	46.4	94.5	521.4
	20	7.3	42.3	86.0	680.1
5	10	7.1	48.3	81.5	696.7
	20	6.9	41.0	81.0	990.8

a) Soaked in boiling water

Table 8 Effect of pre-treatment on chemical indices of fat extracted from abura-age (4)

Treatment		AV	COV (meq/kg)	TBA (MDA n moles/g)
Cooking time (min)	Volume of boiling water (wt vol)			
Non - treatment		2.9	73.0	138.4
0 ^{a)}	10	2.8	65.2	130.5
	20	2.8	71.9	139.5
2	10	2.5	77.1	130.2
	20	2.6	78.1	118.9
5	10	2.5	67.1	113.3
	20	2.5	64.3	120.5

a) Soaked in boiling water

の影響は、AV、COV、TBAではみられない。加熱処理の油ぬき法で同様に検討したのがTable 7、Table 8である。

Table 7の結果について分散分析を行なったのがTable 9である。

AVについては油ぬき処理方法および処理水量とも有意差がみられた。

TBAについては有

意性はないが、わずかに低下した。またTable 8では処理時間のAVに有意差があった。

おだやかな処理条件、あるいは品質のよい油揚げでは脂質の性状の変化はなかった。

油ぬき処理による脂質の流出量は、水量には差はみられず、5%レベルで加熱時間に差がみられた。油揚げの油ぬきを5分以上加熱することとする調理書もあるが、油ぬき処理は本来、調味液の浸透をよくするための方法であり、脂質そのものの性状変化は期待できない。

揚げ油の使用限界については、世界的に重要な課題となっており、適切な判定法が待たれている。

油揚げの利用に当たって油の回転率の高い製造所を選ぶ必要があり、また行政サイドの基準や規範を含めた強力な対策が望まれる。

3. 官能検査²⁵⁾

油揚げの脂質の性状ならびに油ぬき処理方法による嗜好特性への影響を検討するため、三点嗜好試験法を用いて官能検査を行なった。結果はTable 10に示したが、AVの異なる油揚げについてのA、Bの識別は、熱湯処理をしたものも、いなりずしとしたものも有意に認められた。

また嗜好順位は、いずれのテストもA試料が有意に好まれた。

油ぬき処理方法の熱湯につけたものと5分加熱処理したものについての比較は、有意に識別され、「つける」処理が好まれた。

なお、臭い・味についての採点法によるテストでは、試料A、BおよびCとD間に有意差はみられなかった。島田は²⁶⁾揚げ物の風味に関して、1分揚げでは揚げ油の劣化度が識別できたが、3分揚げでは識別できなかったと報告している。油揚げの場合も「のぼし」「からし」の揚げ操作で、先に述べた成分間の反応により、食味や臭いによる差は判別しにくいと思われる。嗜好特性としての今回の差は製造所

Table 9 Analysis of variance
AV

	s.s.	d.f.	m.s.	F ₀	
A	0.27	2	0.135	79.4	*
B	0.1066	1	0.1066	62.7	*
e	0.0034	2	0.0017		
T	0.38	5			
Extracted fat					
	s.s.	d.f.	m.s.	F ₀	
A	459,892.9	2	229,946.45	29.00	*
B	40,887.1	1	40,887.1	5.15	n.s
e	15,856.2	2	7,928.1		
T	516,636.2	5			

* P<0.05 n.s : Not significant
F(2,2 : 0.05)=19 F(1,2 : 0.05)=18.51
A : time of pretreatment
B : volume of pretreated water

Table 10 Result of triangle preference tests

Test	Panelist	Correct selection	Number of panels judged to be more satisfactory
Different quality of abura-age	14	13**	A ^{a)} 7*
			B 5
Different quality of inarizusi	25	18**	A 13**
			B 4
Different pretreatment of abura-age	59	43**	C 29**
			D 8

a) Sample A - AV 7.8, Sample B - AV 3.2, Sample C and D - AV 4.1
* P<0.01 ; ** P<0.001

による油揚げの外観の差がみられること、油ぬき処理により水分量を同一にできないためテクスチャーの差が出ることなどの要因が、油揚げそのものの品質より強く評価されたものと考えられ、今回用いた油揚げの品質では脂質の性状が食味を左右する因子とはなりにくいと思われた。したがって官能的に選択しにくいいため、業者に対する消費者サイドに立った行政指導が切望される。

要 約

油揚げ用揚げ油および油揚げの脂質の性状を調べ、保存ならびに油ぬき処理法について検討した。

1. 豆腐製造所の揚げ油の性状は前回の調査と同じく、かなり劣化した油が使用されており、実質的には酸価2.5、カルボニル価50以下の衛生規範の指導は徹底されていない。また、製造所の油揚げの経日的な性状変化から、製造所による品質の差が大きいことが認められた。
2. 油揚げ用油の脂肪酸組成は、劣化が進むにつれ、C_{18:2}、C_{18:3}の減少がみられ、油揚げ脂

質の脂肪酸組成は材料豆腐生地からのC_{18:2}がいちじるしく増加した。

揚げ油に比べその揚げ製品からの抽出油の酸価，カルボニル価はやや低かった。

3. 油揚げの油ぬき処理は，おだやかな条件では影響はないが，ゆで操作を用いた場合に，AVについて処理時間，処理水量に差がみられた。油ぬき処理による油の流出量は処理時間に関係し，水量には差がなかった。

4. 官能検査においては油揚げの酸価の差，処理方法の差による識別は認められたが，総合評価では差はなかった。

参 考 文 献

- 1) 金田尚志：食衛誌，**11**，322（1970）
- 2) 梶本五郎：栄養と食糧，**16**，432（1964）
- 3) 大藤武彦，金田尚志：油化学，**17**，69（1968），**19**，486，1068，1071（1970）
- 4) 梶本五郎，吉田弘美：油化学，**21**，254（1972）
- 5) 金田尚志：油化学，**29**，295（1980）
- 6) A. Mankel：Fette Seifen Anstrichmittel，**76**，20（1974）
- 7) 浦上智子，和辻敏子，富安郁子：家政誌，**30**，762（1979）
- 8) 平野年秋，高橋平八郎，内島幸江他：現代における食生活の問題，**9**，名古屋女子大学生生活科学研究所（1981）
- 9) 山田正人，金田尚志：食工誌，**22**，91（1975）
- 10) 井崎やえ子，戸田和子，藤原光雄：食衛誌，**18**，191（1977）
- 11) 井崎やえ子，吉川俊一，藤原光雄：食衛誌，**19**，474（1978）
- 12) 井崎やえ子，藤原光雄：食衛誌，**22**，118（1981）
- 13) 日本油化学協会：基準油脂分析試験法（1971）
- 14) 熊沢 恒，大山 保：油化学，**14**，167（1965）
- 15) 浅川具美，野村幸弘，松下雪郎：油化学，**24**，481（1975）
- 16) 吉川俊一，井崎やえ子，藤原光雄：油化学，**29**，248（1980）
- 17) 内島幸江，平野年秋他：現代における食生活の問題，**1**，名古屋女子大学生生活科学研究所（1981）
- 18) 宮川久瀬子：日本家政学会第30回総会要旨集，**29**（1978）
- 19) 大西正三編：冷蔵庫百科（調理編），**118**，電通PRセンター（1979）
- 20) 名倉育子，丸山悦子，梶田武俊：調理科学，**14**，192（1981）
- 21) 福井裕美，薄木理一郎，金田尚志：調理科学，**11**，139（1978）
- 22) 山崎妙子：家政誌，**29**，504（1978）
- 23) 岡本 奨，渡辺 研：湯葉，東京農工大食品化研同窓会（1976）
- 24) 的場輝佳，吉田穂積，米澤大造：栄養と食糧，**34**，415（1981）
- 25) 吉川誠次，佐藤 信：食品の品質測定，**47**，光琳書院（1967）
- 26) 島田淳子：油化学，**28**，724（1979）