各種みそ中のガスクロマトグラフィーによる エステル型脂肪酸、遊離脂肪酸および有機酸の定量†

片 桐 充 昭*・清 水 純 夫*

Gas-chromatographic Determination of Esterified and Free Organic Acids in Various Kinds of "Miso"

Mitsuaki KATAGIRI* and Sumio SHIMIZU*

* Dept. of Domestic Science, Iida Women's Junior College Matsuo
610, Iida-shi, Nagano 395

In the previous paper we presented a rapid and exact method (an alkaline method) to extract ethylester of fatty acids and glycerides as well as free organic acids in "miso". Employing the method twenty kinds of miso including rice koji, soybean koji, barley koji and local home made "miso" were analyzed by gas chromatography and following results were obtained. (1) The amount of ethylester of fatty acids showed about double of the values reported previously by the celite method, and nearly 50% of the total fatty acids in the original glycerides existed as their ethyl esters in "miso". (2) Free organic and fatty acids in various kinds of "miso" were found generally lower than 0.75%, and the dominant acids in non-volatile was lactic acid. The content of free fattyacids in soybean koji "miso" was near 0.18% which was higher than the average content of rice koji "miso" (0.01%). (3) From a kind of soybean koji miso in Aichi Prefecture, a mixture of ethylesters and methylesters of fatty acids was found in about equal amounts. (4) Concerning volatile organic acids, acetic, isobutyric and iso-valeric acids were found in all of the tested "miso". The later two acids giving uncomfortable flavor to miso were found higher in home soybean and rice koji miso (0.014%) than commercial rice koji "miso".
(Received Mar. 13, 1986)

みそは地方色がつよく、地方独特のみそが発達し、固有の銘柄があると共に、種類も多い。原料は大豆、食塩の他に、でんぷん質原料として通常、米、麦などが使用されている。また製造方法（仕込法）、原料配合割合によって、その成分が変わることは言うまでもない。

みそ中の脂肪酸や有機酸も各種みそによって、それぞれ異なった特徴があると考えられる。これらの成分は香味はもちろん栄養学的にも重要な要素となっている。

脂肪酸および有機酸についてはこれまでに多くの分析報告があり^{1)~7)}、最近ではガスクロマトグラフィー (GC)、

液体クロマトグラフィー (LC, HPLC) 等を用いてみその有機酸、脂肪酸が詳細に比較研究されている。筆者らは、これらの成分の抽出法（アルカリ法と仮称）とガスクロマトグラフィーを主体とした分析方法を前報⁷⁾に発表したが、今回この方法を用いて各種みその分析を試みた。試料として、市販米みそ、豆みそ、麦みそ、白みその他、自家製みそも用いた。これらに含まれる有機酸および遊離脂肪酸、脂肪酸エチル、グリセリド型脂肪酸等を分別定量し、従来報告された諸結果と比較したところ、いくつかの新知見を見出したので、その経過を次に

† みそ成分に関する研究（第2報）（前報、文献7）

* 飯田女子短期大学家政学科（〒395 長野県飯田市松尾610）

述べる。

実験方法

1. 試料

分析に供したみそは各種合せて20種である。種別検体数は、米みそ(市販)3、米みそ(自家製)3、豆みそ(市販)4、豆みそ(長野県・自家製)4、麦みそ(市販)3、白みそ(市販)3種であった。これらのみそは市販品を主として用い、自家製のものは生産者より直接入手した。試料はいずれも分析時には調理に用いるのに十分な状態であり、外観から熟成は適度に進んでいるものであった。しかし、仕込時期、熟成期間、熟成条件や原料およびその処理方法、配合歩合はいずれも不明であり、本研究では直ちに食に供される状態にあるみそを主眼において分析を行なった。

2. 水分の測定

堤らの方法⁹⁾に基づき、試料を減圧下にて $70\pm 2^{\circ}\text{C}$ で12時間加熱乾燥し水分量を求めた。

3. 粗脂肪の測定

ソックスレー抽出器を用い、基準みそ分析法⁹⁾に基づいて12時間エーテル抽出を行ない粗脂肪量を求めた。

4. みそからのエーテル第一画分およびエーテル第二画分の抽出

みそのグリセリド型脂肪酸、脂肪酸エチル、遊離脂肪酸、有機酸の抽出は、先に報告した方法⁷⁾に準じて行なった。すなわち、みそ20gを0.02N-水酸化ナトリウム水溶液100mlに懸濁し、吸込式ウルトラホモジナイザー(アーンスト・ハンセン商会、ウルトラタラックスT18/2N型)でホモジナイズした。これに飽和塩化ナトリウム水溶液50mlを加え、0.2N-水酸化ナトリウム水溶液にてpH12.0に調整した後、分液ロートを用いエーテル抽出を行ない、エーテル層を分離した(エーテル第一画分)。

この画分を脱水、定容とし分析試料とした。つぎに水層(みその水懸濁液層)を4.0N-硫酸でpH2.0に調整し、液液連続抽出器を用いエーテルにて100時間連続抽出を行ないエーテル層を得た(エーテル第二画分)。

5. 抽出物量の測定

抽出物量はエーテル第一画分およびエーテル第二画分の一定量をそれぞれとり、エーテルを留去、乾燥し重量を測定することにより求めた。

6. グリセリド型脂肪酸、脂肪酸エチル、遊離脂肪酸および不揮発性有機酸のGC定量

GCは揮発酸以外は前報⁷⁾に準じて行なった。すなわ

ち、エーテル第一画分に含まれる脂肪酸エチルのGCは、エーテル第一画分の一部を直接GCにかけ、下記GC条件④で定量した。

エーテル第一画分の全エステル型脂肪酸(三フッ化ホウ素メタノール処理後の脂肪酸量)は、三フッ化ホウ素を触媒とする方法に準じて脂肪酸のメチル化を行ない、ヘキサンで抽出後GCにかけ、GC条件④で定量した。

エーテル第二画分の遊離脂肪酸および不揮発性有機酸の定量はジアゾメタン法により脂肪酸および不揮発酸のメチル化を行ない、GC条件⑤により定量した。なおこの遊離脂肪酸と不揮発酸は同一のGCチャート上にそれぞれ分離ピークを示すので同時定量ができる。

脂肪酸エチルおよび全エステル型脂肪酸は*n*-ノナデカンを標準物質として外部標準法により定量した。

遊離脂肪酸および不揮発性有機酸は絶対検量線法により定量した。

(1) GC分析条件

装置: 本体 日立263-70型(検出器FID) データ処理装置 日立833データ処理装置

カラム: 5% DEGS Uniport HP, 60~80メッシュ, 3mm (i.d.) $\times$ 3m ガラスカラム

注入・検出器温度: 250°C

窒素ガス(キャリアー)流量: 60ml/min

カラム温度: ④ 100°C ~ 200°C , 昇温 $3^{\circ}\text{C}/\text{min}$ ⑤ 45°C (6 min), 45°C ~ 200°C , 昇温 $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$

7. 揮発酸の定量

エーテル第二画分は酸性画分でもある。この画分の濃縮定容時、 35°C 以下の温度を保持することにより、揮発酸の留去を抑制した。この一部を直接GCにかけ定量した。GC条件は、カラム: 10% PEG 6000 Chromosorb W (AW-DMCS), 80~100メッシュ, 3mm (i.d.) $\times$ 3m ガラスカラムを用いた。注入・検出器温度は 180°C 、カラム温度は 150°C (一定)とし、キャリアー窒素ガス流量50ml/minとした。その他は前述のGC条件と同様の方法によった。また定量は絶対検量線法によった。

8. 脂肪酸メチルの検出

エーテル第一画分の脂肪酸エチル定量操作中、豆みそ(市販)の一検体より脂肪酸メチルとGC保持時間が一致するピークが認められたので、GC-MS法(装置: GC-MS 1500 島津製作所, 70eV, GCは脂肪酸エチルと同一条件)で M^{+} ピークおよび主要フラグメントイオンを検討した。

実験結果および考察

1. 水分量および粗脂肪量

測定結果を Table 1 に示す。水分量、粗脂肪量共に自家製みそ、すなわち (B)、(D) は変動が市販みそより大きく、その原因は仕込条件がそれぞれ異なるためと考えられる。

2. 抽出物量

抽出物の測定結果を Table 2 に示す。この結果より、エーテル第一画分と第二画分の比、すなわち、第二画分抽出物量/第一画分抽出物量の値を求めると次のようになる。(A): 0.022, (B): 0.175, (C): 0.083, (D): 0.171, (E): 0.071, (F): 0.059 であり、市販みそでは低く、自家製みそでは高いことから、相対的に自家製みそに酸性物質が多いことが推測される。

3. エーテル第一画分の脂肪酸エチルおよびその他の脂肪酸

各種みそ中の 5 種の脂肪酸 (パルミチン酸, ステアリン酸, オレイン酸, リノール酸, リノレン酸) の遊離型, エチルエステル型, および全脂肪酸 (エーテル第一画分の三フッ化ホウ素メタノール処理した脂肪酸量にエーテ

ル第二画分の遊離脂肪酸量を加えた値) を Fig. 1 に示す。

大西は⁴⁾⁵⁾ 米みそ (90 日熟成) を分析して、遊離脂肪酸を 549.4 mg/100 g, 脂肪酸エチル 333.6 mg/100 g を得ている。本分析結果と比較すると、分析方法および供試みそが異なるが、遊離脂肪酸量は 1/36~1/2 と少ない。みそ 6 区分の遊離脂肪酸の平均値を示すと、みそ 100 g 当り、米みそ (15.2 mg), 自家製みそ (62.7 mg), 豆みそ (186.1 mg), 信州豆みそ (272.3 mg), 麦みそ (18.7 mg), 白みそ (17.0 mg) であった。

脂肪酸エチルのみそのタイプ別分析結果は平均値で示すとみそ 100 g 当り、米みそ (499.9 mg), 自家製米みそ (817.2 mg), 豆みそ (174.8 mg), 信州豆みそ (297.4 mg), 麦みそ (354.4 mg), 白みそ (480.0 mg) となり、米、麦等のでんぷん質原料を用いたみそは高濃度であり、上記大西の値に比べ、米みそ、自家製米みその値は約 1.5 倍~2.4 倍であり、概して 2 倍量を示した。大豆を主原料とする豆みそは低い値を示した。なお脂肪酸のエチルエステル類は抗変異性物質として最近注目されている¹⁰⁾。また本分析法はこれらをエーテル第一画分として分画される部分の GC により迅速に定量できること

Table 1 The Content of moisture and crude fat in various kinds of miso

Types of miso	Rice-koji miso yellow type (A)		Rice-koji miso home made (B)		Soybean-koji miso (C)		Soybean-koji miso (Nagano. P) (D)		Barley-koji miso (E)		Rice-koji miso sweet type (F)	
	M	CV	M	CV	M	CV	M	CV	M	CV	M	CV
Moisture	44.0	0.01	49.9	0.05	41.6	0.05	47.9	0.06	45.0	0.03	44.0	0.05
Crude fat	4.4	0.12	4.8	0.16	9.3	0.11	6.6	0.13	3.4	0.03	2.9	0.36

M: mean CV: coefficient of variation

Data show M: g/100 g

Table 2 The Content of ether extract from various type of miso

Types of miso	Rice-koji miso yellow type (A)		Rice-koji miso home made (B)		Soybean-koji miso (C)		Soybean-koji miso (Nagano. P) (D)		Barley-koji miso (E)		Rice-koji miso sweet type (F)	
	M	CV	M	CV	M	CV	M	CV	M	CV	M	CV
Wt of first soluble fraction (neutral fraction)	4 723	0.12	4 293	0.14	7 172	0.13	4 103	0.13	2 855	0.03	3 158	0.36
Wt of acid fraction	105	0.27	753	0.32	598	0.36	703	0.09	203	0.42	188	0.12

M: mean CV: coefficient of variation

Data expressed as M: mg/100 g

Fig. 1 Average contents of free and esterified fatty acids in miso

P: palmitic acid, S: stearic acid, O: oleic acid, L: linoleic acid, Ln: linolenic acid

 : Free fatty acid
 : Ethyl fatty acid
 : Total fatty acid

Table 3 The content of organic acids and

Types of miso		Rice-koji miso yellow type (A)			Rice-koji miso home made (B)			Soybean-koji (C)	
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2
(I)	Lactic	2.3	61.6	10.1	278.3	417.8	1071.9	677.5	302.8
	Malonic	9.0	8.6	7.2	8.5	13.9	13.6	12.4	5.2
	Succinic	5.4	11.8	17.1	23.8	22.4	30.0	11.6	22.4
	Palmitic+malic	6.0	2.3	4.6	10.4	15.2	10.7	30.9	31.1
	Stearic	1.9	1.0	1.5	1.1	1.9	0.9	4.9	9.5
	Oleic	1.8	1.8	1.4	11.1	16.8	7.9	26.1	31.1
	Linoleic	5.0	4.9	3.6	19.5	41.2	20.3	62.1	82.6
	Linolenic	3.5	2.8	3.4	7.2	20.8	3.2	16.4	25.0
	Citric	35.2	25.2	34.0	13.5	51.0	16.9	26.7	19.6
	Pyroglutamic	12.8	10.9	11.6	18.4	21.1	14.4	50.2	21.5
(II)	Acetic	124.4	146.7	137.0	205.6	97.5	182.0	171.3	193.8
	Propionic	1.4	1.5	5.3	4.3	6.9	17.1	0.5	0.9
	Iso-Butyric	0.6	2.1	3.3	12.2	10.3	16.8	0.7	0.6
	Butyric	±	±	±	±	±	±	±	±
	Iso-Valeric	0.1	0.6	0.2	3.4	1.0	4.7	0.8	0.6
	Valeric	±	±	±	±	±	±	±	±
(III)	Non-Volatile (total)	64.7	118.1	80.0	342.5	526.2	1146.8	778.3	371.3
	Free fattyacid (total)	18.2	12.8	14.5	49.3	95.9	43.0	140.4	179.3
	Volatile (total)	126.5	150.9	145.8	225.5	115.7	220.6	173.3	195.9

±: trace S: Sample (mg/100 g)

Fig. 2 The ratio of fatty acids existed as free, ethyl ester and glyceride in miso

- A : Rice-koji miso (yellow type)
 B : Rice-koji miso (home made)
 C : Soybean-koji miso
 D : Soybean-koji miso of Nagano pref
 E : Barley-koji miso
 F : Rice-koji miso (sweet type)

が大きな特徴でもある。

以上の結果を、遊離脂肪酸、脂肪酸エチル、グリセリド型脂肪酸について全脂肪酸を 100 としたときの成分比

fatty acids in various type of miso

miso		Soybean-koji miso of Nagano pref (D)				Berley-koji miso (E)			Rice-koji miso sweet type (F)		
S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S1	S2	S3
93.1	16.2	589.3	417.2	592.6	158.1	2.0	2.1	370.2	8.2	1.0	4.1
5.2	7.0	5.9	3.3	13.9	16.2	2.2	11.5	4.3	5.5	1.0	2.8
28.7	13.4	7.9	7.6	13.1	19.0	15.9	28.5	22.7	19.9	2.4	11.2
46.0	34.5	24.3	34.1	27.4	95.3	11.1	11.8	12.8	1.7	9.7	5.7
14.1	10.3	7.4	9.9	8.8	30.4	1.0	1.0	0.7	1.6	0.9	1.3
36.7	31.0	31.3	41.2	38.3	78.5	1.7	1.7	1.3	1.3	2.3	1.8
102.2	83.9	72.6	93.6	88.8	243.2	4.6	3.5	10.5	6.2	7.4	6.8
32.7	29.0	19.8	23.5	31.6	89.1	2.4	0.7	2.0	2.9	0.5	1.5
11.8	18.4	46.0	20.2	15.5	27.5	13.7	20.2	1.0	21.3	11.9	16.6
14.8	19.3	16.4	6.2	7.2	14.4	12.7	27.9	7.6	13.3	6.2	9.8
157.2	149.2	142.8	159.4	158.8	203.6	104.2	118.5	109.8	156.8	76.4	118.1
0.5	0.2	0.2	0.4	4.8	0.1	1.7	1.7	0.6	±	±	±
0.4	0.7	0.9	0.1	3.1	4.2	3.1	6.8	1.6	2.9	0.5	2.1
±	±	0.7	1.0	12.3	15.7	0.2	0.1	0.1	—	—	—
0.9	0.9	1.1	0.8	2.7	3.1	±	1.2	1.3	—	—	—
±	±	±	±	±	±	±	±	±	—	—	—
153.6	74.3	665.5	454.5	642.3	235.2	46.5	90.2	405.8	68.2	22.5	44.5
231.7	189.7	155.4	202.3	194.9	536.5	20.8	18.7	27.3	13.7	20.8	17.1
159.0	151.0	145.7	161.7	181.7	226.7	109.2	128.3	113.4	159.7	76.9	120.2

率を Fig. 2 に示す。遊離脂肪酸は米みそ (1.4%), 自家製米みそ (4.3%), 豆みそ (5.9%), 信州豆みそ (10.1%), 麦みそ (2.3%), 白みそ (2.1%) の平均値となり、豆みそ以外は低率であった。

脂肪酸エチルの比率は米みそ (47.0%), 自家製米みそ (56.0%), 豆みそ (5.5%), 信州豆みそ (11.0%), 麦みそ (43.8%), 白みそ (58.4%) の平均値を示し、豆みそ以外は 50% 程度の高率であった。

4. 不揮発性有機酸

みそをタイプ別に 6 区分に分類した結果を Table 3 (I) に示す。検出された有機酸は乳酸、マロン酸、コハク酸、リンゴ酸、クエン酸、ピログルタミン酸の 6 種であり、 α -ケト酸および揮発酸はこの条件では分析できなかった。不揮発酸量の平均値はみそ 100 g 当り、米みそ (87.7 mg)、自家製米みそ (671.8 mg)、豆みそ (434.4 mg)、信州豆みそ (499.4 mg)、麦みそ (179.0 mg)、白みそ (44.5 mg) で、自家製米みそで高く、白みそで低く、その間に大きな差が認められそれぞれの特徴を示す値であった。このことに大きく関与しているのは乳酸であり、他の酸は少量のため、その影響は少なく、みそ

種別間の差も小さいが、風味に関係し、今後の課題と考えられる。乳酸の不揮発酸総量に占める割合は米みそ(28.2%), 自家製米みそ(89.1%), 豆みそ(79.1%), 信州豆みそ(88.0%), 麦みそ(69.0%), 白みそ(9.2%)であった。この結果は加藤らの報告¹⁾と同様に乳酸が多く、他の酸が概して少ない傾向を示した。

5. 揮発性有機酸

6区分のみその揮発酸のGC分析結果をTable 3(II)に示す。有機酸について米みそでは加藤ら¹⁾, 安平ら²⁾, 豆みそでは伊藤ら¹¹⁾¹²⁾が報告しており、揮発酸としてギ酸, 酢酸, プロピオン酸, 酪酸, イソ吉草酸, 吉草酸, カブロン酸, カプリル酸を検出している。加藤らは米みそにはカブロン酸, カプリル酸は認めていない。

本分析でも同様の結果を示したが、酪酸については、*n*-酪酸とイソ酪酸のGCの保持時間が異なり両者は分離ピークを示し、別々に定量できた。なお、本分析条件ではギ酸の検出は不可能であった。

各種みそ6区分の揮発酸のうち酢酸は他の揮発酸に比較し高い値を示し、また全てのみそから検出された。その濃度はおよそ100 mg/100 g~200 mg/100 gの間であった。酢酸について高い濃度で各区分共に認められたものはイソ酪酸であった。特に自家製米みそに多く、平均値で10.73 mg/100 gを示し、他のみその3~5倍の値であった。次いで多くのみそから検出された揮発酸はイソ吉草酸であった。自家製米みそ, 信州豆みそ(自家製)に, 2 mg/100 g~3 mg/100 g 認められ, 他のみそは1 mg/100 g 以下であった。

これら揮発酸のうち、酪酸, イソ吉草酸は悪臭の成分であり、枯草菌によって生成する¹³⁾とされている。しかし低濃度ではみその香味に特徴を与える要素の一つであるとも考えられる。

6. 脂肪酸メチルの検出

供試みそ20検体のエーテル第一画分の脂肪酸エチル定量のガスクロマトグラムの中の一検体に、他のみそと異なる特徴的なものを得た。これと比較のため一般的な米みそのガスクロマトグラムを一諸に示したのがFig. 3である(A: 豆みそ一種, B: 一般的な米みそ)。

Aはピーク2と3, 4と5, 6と7, 8と9, は同程度のピーク面積を示し, Bはピーク3, 5, 7, 9のみを示した。これらの各ピーク(2, 4, 6, 8)のGC保持時間(R_t)はそれぞれパルミチン酸, オレイン酸, リノール酸, リノレン酸のメチル化合物と R_t が一致した。

なお, ピーク3, 5, 7, 9はそれぞれ脂肪酸のエチルエステルである。また, ステアリン酸のエチル化合物とオレ

Fig. 3 Gaschromatograms of ethylesters and methylesters of fatty acids in soybean-koji miso (A), yellow type of rice-koji miso (B)

Condition: column, 5% DEGS Uniport HP, 3 mm $\times$ 3 m, inject & detect temp, 250°C, column temp, 100°C~200°C at 3°C/min, carrier, N₂, 60 ml/min, detector, FID

1. <i>n</i> -nonadecan (standard)	
2. methyl-palmitate	3. ethyl-palmitate
4. methyl-oleate	5. ethyl-oleate
6. methyl-linoleate	7. ethyl-linoleate
8. methyl-linolenate	9. ethyl-linolenate

イン酸のメチル化合物は R_t が重複した。

GC-MSの結果は既報^{14)~16)}の脂肪酸メチルエステルのマススペクトルと同様に、パルミチン酸メチル($M^+=270$), オレイン酸メチル($M^+=296$), リノール酸メチル($M^+=294$), リノレン酸メチル($M^+=292$)を示し、またこれらに共通する(M^+-31), (M^+-59)等がそれぞれ検出され、脂肪酸メチル類の存在を確認した。なお、この条件ではステアリン酸メチルの存在は確認できなかった。

要 約

定量法としてガスクロマトグラフィー(5% DEGS および, 10% PEG 6000)を用いて, 新しい抽出法(アルカリ法, すなわち pH 12.0 と pH 2.0 において, みそから脂肪酸および有機酸を抽出する方法を骨子とする前報の方法に基いて, 米みそ, 自家製米みそ, 豆みそ, 信州豆みそ, 麦みそ, 白みその脂肪酸エチル, グリセリド型脂肪酸, 遊離脂肪酸および有機酸の分析を試み, 次のような結果を得た。

(1) 脂肪酸エチルは仕込原料として, 大豆, 食塩の

他、でんぷん質原料こうじを用いたみそに高濃度に存在する。この含有割合は全脂肪酸の 50% 程度がエチルエステル化していた。またみその脂肪酸エチル含有量は既に報告されている値の 2 倍程度であった。

(2) 遊離脂肪酸は豆みそに多く (186.1 mg/100 g)、米みそに少ない (15.2 mg/100 g) 結果となったが、いずれも全脂肪酸に占める割合は低かった。これは従来の報告値よりかなり低い濃度であり、本法 (アルカリ法) を用いると、酢酸などの低級遊離脂肪酸を除外した計算では、全脂肪酸の数パーセント以下であった。

(3) 不揮発性有機酸の主なるものは乳酸であり、みその種類による差異が大きい。その濃度は米みそ (0.03%), 自家製米みそ (0.59%), 豆みそ (0.27%), 信州豆みそ (0.44%), 麦みそ (0.14%), 白みそ (0.004%) であった。

(4) 揮発性有機酸の各種みそに共通する主なるものは、酢酸であり、その濃度は、およそ 100 mg/100 g であった。またイソ酪酸、イソ吉草酸、プロピオン酸が多くのみそから検出された。その他、ノルマル酪酸、ノルマル吉草酸も認められた。

(5) 本分析に供した全試料のうち、豆みその一検体から得たエーテル第一画分中に脂肪酸メチル (パルミチン酸メチル、オレイン酸メチル、リノール酸メチル、リノレン酸メチル) の存在を確認した。豆みそ以外の米みそ、麦みそ等にはその存在は認められなかった。

本研究の GC-MS 測定にご協力をいただきました信州大学農芸化学科の唐沢伝英博士に厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 加藤三千子・木内 幹・森 隆・田部井英夫・鷹見 勲：日食工誌，**30**，79 (1983)。
- 2) 安平仁美・望月 務：信州味噌研究所報告，**18**，23 (1977)。
- 3) 安平仁美・糸賀啓治・望月 務：信州味噌研究所報告，**14**，33 (1973)。
- 4) 大西邦男：日食工誌，**29**，85 (1982)。
- 5) 大西邦男：日食工誌，**30**，88 (1983)。
- 6) 望月 務：醱酵工学，**56**，630 (1978)。
- 7) 片桐充昭・清水純夫・貝原弘道：農化，**60**，印刷中 (1986)。
- 8) 堤 忠一・小泉英夫・宮崎芳子・海老根英雄：日食工誌，**13**，339 (1966)。
- 9) 改訂基準味噌分析法委員会：基準味噌分析法 (改訂版)。p. 17 (1968)。
- 10) 岡崎 秀・秋葉美智子・木村修一：農化大会講演要旨集，p. 636 (1984)。
- 11) 伊藤 寛・海老根英雄：味噌の科学と技術，**198**，19 (1970)。
- 12) 伊藤 寛・海老根英雄：味噌の科学と技術，**208**，20 (1971)。
- 13) 中野政弘：味噌の製造技術 (日本醸造協会，東京)，p. 193 (1982)。
- 14) 藤野安彦：生物化学実験法 9，脂質分析法入門，瓜谷郁三・志村憲助・中村道徳・船津 勝編 (学会出版センター，東京)，p. 238 (1980)。
- 15) 高木 徹：改訂増補 油脂・脂質の機器分析 (幸書房，東京)，p. 138 (1984)。
- 16) 日本生化学会：生化学データブック (東京化学同人，東京)，p. 914 (1979)。

(昭和 61 年 3 月 13 日受理)