米・麦味噌の脂肪酸エステルの生成

味噌の脂肪酸エステルが味噌の抗変異原性物質として注目されている。味噌の発酵・熟成過程でどのようにして生成されるのか、その生成の鍵を握るものは何か。これらを解明することによって、抗変異原性の高い味噌の醸造が可能となる。

片 桐 充 昭

はじめに

大豆はタンパク質および脂質の給源として、古くから食用に供されてきたが、最近では大豆およびその加工品中の生理活性物質の存在が注目されている。本稿では大豆成分および大豆発酵食品の一つの味噌の脂肪酸エチルについてそれらの生理作用の紹介および脂肪酸エチルの生成について概説する。

1. 大豆の栄養

味噌は大豆食品の一つである。大豆成分の中で大豆タンパク質、カルシウム、マグネシウムの栄養について家森¹⁾は脳卒中ラット (SHRSP)=[1%の食塩水を投与すると生後100日までに脳卒中を起こし全滅する]を用いて大豆成分の脳卒中の予防効果を次のように報告している。

すなわち、大豆タンパク質20%含む飼料投与によって寿命を3倍に延ばしている。この理由として腎臓からのナトリウムの排泄による高血圧の予防と血管をしなやかに丈夫にする作用をあげている。その他、カリウム、食物繊維、マグネシウムによっても血圧の上昇を抑え、寿命を延ばす効果も指摘している。そして大豆タンパク質とカルシウム(0.9%)、とマグネシウム(0.6%)の組み合わせによって寿命は対照区の89日に比べ約4.5倍の416日に延びる結果を得ている。

以上の内容はタンパク質等の大豆成分が脳卒中予防効果を示す例として重要である。

2. 味噌の栄養

味噌は大豆を主材料としてその他米や麦などが用いられている。大豆発酵食品としての味噌はこれらの固有成分にさらに発酵に麹菌、酵母、乳酸菌などによって生成される成分が加わり生理的効果が一層高まることが考え

られる。なお、味噌汁からの食塩摂取について家森¹⁾は食塩濃度0.8~1.0%で、(通常の味噌汁摂取量であれば)高血圧症等に関して問題はないとしている。

(1) 味噌の抗発ガン性および脂肪酸エチルの抗変異原性

平山²⁾は疫学的視点のライフスタイル別調査から、高い発ガン予防効果を有する食品として味噌と緑黄色野菜をあげている。さらに平山³⁾は、1965~1982年までに実施された日本人成人265,118人を対象とした大規模コホート研究で、性、年齢標準化死亡率比を体全部位のガンについて計算した結果、味噌汁を摂取しない人を1.00とすると、毎日味噌汁を摂取したときは0.96となり、明らかに低リスクである。これは緑黄色野菜の0.95と同等の値である。また、胃ガンでは毎日味噌汁を摂取したときは0.90である。また別の報告では、胃ガンにおいて味噌汁をとらない人を1.00としたとき毎日味噌汁をとった場合の指数は各種食品中最低の0.86を得ている。このことから味噌汁は味噌と緑黄色野菜を組み合わせることによって一層抗発ガン効果が高まる。

また、岡崎⁴⁾は、味噌脂質中の抗変異原性物質の検索について次のように発表(1984年)している。

『疫学調査によると味噌汁を飲んでいる人が罹ガン率が低いという報告がある。味噌の変異原性および抗変異原性について検討した結果、変異原性は認められなかったが味噌脂質成分に抗変異原性が有ることがわかった。(中略)さらに、味噌脂質中の抗変異原性物質は脂肪酸エチルエステルであることがわかった。そのなかで、最も強力なものはリノレン酸エチルエステルであることがわかった。この脂肪酸エチルエステルは生大豆から抽出した脂質には検出できなかったことから、味噌醸造過程において大豆から遊離した脂肪酸と酵母によって産生されたエチルアルコールとのエステル化反応によって生成されるものと考えられた。』

Formation of Ethyl Fatty Acid Ester in Rice-*koji* and Barley-*koji* Miso
Mitsuaki KATAGIRI (Department of Domestic Science, Iida Women's College)

変異原性と発ガン性との関係について、大沢⁹⁾は、変異原性と発ガン性との間に高い相関性が予想されたことから、簡便な変異原性試験により環境中の変異原の検索が行われた、と述べている。

さらに、広島大学原爆放射能医学研究所の伊藤⁹⁾はマウスによる実験で、味噌を与えると、発ガン性が高い放射性物質を排出する能力が高まることが確認されている。10 日前から味噌を食べさせていると、放射性物質を体内に入れても3時間でその半量を排出した。また、肝臓ガンの発生率も味噌を食べていると3分の1程度に減少する。これは、味噌に含まれている脂肪酸エチルエステルが発ガン性物質を無毒化するらしいとしている。

(2) リノール酸エチルの血清コレステロール低下作用他

日本医薬品集(1988 年版)⁷⁾によれば、リノール酸エチルの薬効薬理は二項目あげられている。一つは、血清コレステロール低下作用(高脂質血症のウサギに 2 ml/日を4週間経口投与した実験では血清総コレステロール値の低下が認められる。また、ウサギにリノール酸エチルとコレステロールを併用した実験において、リノール酸エチルが血清トリグリセリド値、血清コレステロール値の上昇を抑制することが認められる)である。二つ目は、脂肪酸構成異常改善作用(動脈硬化症患者に 10 mg/日を8週間投与した実験ではコレステロール、トリグリセリド、リン脂質の全構成脂肪酸において、リノール酸、アラキドン酸の構成率増加が認められる)である。

臨床適用としては動脈硬化症、高血圧症、肥満症および軽症糖尿病の患者で高脂質血症を伴う 50 症例を対象として二重盲検試験を行った結果、血清コレステロール、トリグリセリドが低下し、有用性が認められている。

以上の内容は味噌熟成中に生成される脂肪酸エチルが抗発ガン性および血中脂質代謝改善作用を確認する報告として重要である。

3. 脂肪酸エチルの生成とリパーゼ

米味噌などの5%程度を占める脂質の熟成による変化は味噌の品質や栄養上大きな意義を持っている。先に述べた脂肪酸エチルの生理作用に加えて品質のうえでも香りや味、粘り等⁹⁾の影響を与えている。基本的変化の仕組は糖質などを基質とした酵母によるエチルアルコールなど各種アルコールの生成と脂質からリパーゼによる脂肪酸とグリセリンの生成、そしてエチルアルコールと脂肪酸はエステル交換すると考えられる。

味噌熟成中のリパーゼ活性は麹菌に由来すると考えられる。大西⁹⁾が最近、*A. oryzae* 菌の脂肪分解酵素に関

してリパーゼの他、クチナーゼの存在を明らかにしている。クチナーゼはすべてのエステル結合を切断し、トリグリセリドの分解に対して位置特異性がないことも明らかにしていることは注目に値する。

リパーゼ製剤を味噌仕込時に添加し、熟成させたときの効果について、米山¹⁰⁾はリパーゼ剤は香気に影響していることを報告している。小倉¹¹⁾はアルコールについてリパーゼ添加区では対照区に比べグリセロールが高い値を示したとしている。また、メチルアルコール、エチルアルコール、イソブチルアルコール、イソアミルアルコールを検出している。このことは、各種の脂肪酸と各種のアルコールの間に多様なエステルが生成される可能性を示唆するものである。

4. エステル型脂肪酸、遊離脂肪酸および有機酸分析法

味噌の香味に影響する有機酸および脂質成分の研究は数多く発表されているが、ここでは筆者ら¹²⁾の行った方法を紹介する。

(1) 味噌からの脂肪酸等の抽出・分画およびガスクロマトグラフィーによる分析

味噌 20 g を採取し、次に示す方法により抽出と分画を行った。すなわち、味噌懸濁液を弱アルカリ性とし、塩化ナトリウム飽和水溶液を加えてエーテル抽出し、グリセリド型およびエチルエステル型の脂肪酸等を抽出した(エーテル第一画分)。本画分の一部を、直接 GC にかける脂肪酸エチル類の含有量を求めた。また、本画分の一定量を三フッ化ホウ素メタノール処理してエステル交換反応を行い、脂肪酸エチル、グリセリド型の脂肪酸をすべてメチル誘導体として、エーテル第一画分中の脂肪酸量を求めた。この値から先の脂肪酸エチル量を引き、グリセリド型の脂肪酸量を計算によって求めた。さらに、エーテル第一画分を分離した水層は、脂肪酸ナトリウム塩と各種の有機酸塩を含んでおり、これに、4 N 硫酸を加えて pH 2.0 とし、エーテル連続抽出を行い、エーテル第二画分を得た。これをジアゾメタン法で、メチル誘導体として GC 分析を行い遊離脂肪酸、オキシン酸、二塩基酸および三塩基酸などの主要不揮発酸を定量した。

(2) 各種味噌中のエステル型脂肪酸・遊離脂肪酸および有機酸の定量¹³⁾

分析に供した味噌は A : 米味噌(市販) 3, B : 米味噌(自家製) 3, C : 豆味噌(市販) 4, D : 豆味噌(長野県・自家製) 4, E : 麦味噌(市販) 3, F : 白味噌(市販) 3 種の計 20 種である。これらの味噌は市販品 13 種および自家製(生産者より直接入手) 7 種であり、外観および官能的に熟成は適度に進んでいるものであ

: 遊離脂肪酸
 : 脂肪酸エチル
 : グリセリド

A : 米味噌(市販) D : 米味噌(自家製)
 B : 米味噌(自家製) E : 麦味噌(市販)
 C : 豆味噌(市販) F : 白味噌(市販)

第1図 味噌の遊離脂肪酸、脂肪酸エチル、グリセリドの割合

た。なお、試料の原料配合、熟成条件などの詳細は不明のため、その分類は商品表示に従って行った。

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の分析結果を次に示す。

各種味噌中の主要な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、および全脂肪酸を求めた。

味噌(A-F)6区分の遊離脂肪酸の平均値は、味噌100g当たり、米味噌(15.2mg)、自家製味噌(62.7mg)、豆味噌(186.1mg)、信州豆味噌(272.3mg)、麦味噌(18.7mg)、白味噌(17.0mg)であった。

味噌中の脂肪酸エチル含有量をタイプ別に平均値で示すと味噌100g当たり、米味噌(499.9mg)、自家製米味噌(817.2mg)、豆味噌(174.8mg)、信州豆味噌(297.4mg)、麦味噌(354.4mg)、白味噌(480.0mg)となり、米、麦等を用いた味噌は高濃度であり、また、6区分(A-F)の味噌中の全脂肪酸を100としたときの遊離脂肪酸、脂肪酸エチル、グリセリド型脂肪酸比率を第1図に示す。遊離脂肪酸は米味噌(1.4%)、自家製米味噌(4.3%)、豆味噌(5.9%)、信州豆味噌(10.1%)、麦味噌(2.3%)、白味噌(2.1%)の平均値であり、豆味噌以外は低い生成率であった。脂肪酸エチルの比率は米味噌(47.0%)、自家製米味噌(56.0%)、豆味噌(5.5%)、信州豆味噌(11.0%)、麦味噌(43.8%)、白味噌(58.4%)の平均値を示し、豆味噌以外は50%程度の高い生成率であった。

第1表 試験味噌の成分 (単位: %)

区分	水分	タンパク質	脂質	炭水化物		食塩
				繊維	その他	
A	50.4	10.6	5.5	1.3	20.2	12.0
A-1	50.2	10.6	5.5	1.3	20.4	12.0
A-2	50.3	10.6	5.5	1.3	20.3	12.0
B	49.5	8.8	4.4	1.0	24.3	12.0
C	49.4	10.6	6.5	1.3	20.2	12.0

5. 試験による味噌中の脂肪酸エチル生成に対する温度条件ならびにリパーゼ活性の影響¹⁴⁾

味噌の仕込みは常法により蒸煮大豆59に味噌用米麴(窪田味噌醤油(株))21、種水8、塩化ナトリウム12の重量比でよく混和したものを標準(試料A)とし、これにリパーゼおよびリノレン酸添加ならびに米麴量を増加したものなど、計5種類の仕込みを行った。なお、常法により分析した各試料の一般成分を第1表に示した。

(1) 味噌の熟成条件

仕込終了味噌は、30°C、20°C 暗所および5°C 暗所に静置し、測定時(15日および30日)に均一に混合した後、一部を採取し分析に供した。

(2) リパーゼ活性の測定方法

米麴5gに約5倍量の緩衝液(McIlvaine 緩衝液, pH 7.0)を加え、ホモジナイザーで均一化した後、30mlにメスアップし、濾液についてリパーゼ活性を測定し、米麴1.0g当たりの単位を求めた。

リパーゼ活性の測定は、仲の方法¹⁵⁾に準じて行ったが、リパーゼ活性が低いため、リパーゼの抽出条件および反応時間を多少変更した。すなわち、オリーブ油10mlに2% Polyvinyl Alcohol (PVA) 溶液30mlを加えて乳化して基質とし、この溶液5mlに緩衝液2.0mlと酵素液3.0mlを加え、よく混合して30°Cの恒温槽に入れ、12時間反応させた。アセトン-エタノール混液(1:1)10mlを加え反応を停止させ、これに0.05N水酸化ナトリウム10mlおよび指示薬としてフェノールフタレインを加え、窒素気流下で、0.05N塩酸溶液で滴定(T 12ml)した。別に空試験として、基質溶液5mlと緩衝液2.0mlをとり、これにアセトン-エタノール混液10mlおよび酵素液3.0mlを加え、本試験と同様に滴定した(T 0ml)。一般にリパーゼ活性の基準は1分間当たり1μmolの脂肪酸を遊離する活性を1単位とするが、本実験では試料のリパーゼ活性が極めて低いため1時間当たり1μmolの脂肪酸を遊離する力価を便宜上1単位とした。

$$\text{リパーゼ活性 (U/g)} = \{T0 - T12\} / 0.6 \times f \times n$$

T0: 空試験滴定値 ml

T12: 本試験滴定値 ml

f: 0.05 N HCl 規定度係数

0.6: 単位換算係数

n: 酵素の希釈倍数

(3) 脂肪酸エチル生成へのリパーゼ活性量の影響

味噌熟成により脂肪酸エチルが生成することから、これに関与すると考えられる米麹中のリパーゼ活性を測定した。麹 1g 当たりのリパーゼ活性は 39.5 U/g であった。なお、試料 A について仕込時、熟成 15 日、熟成 30 日目の味噌中のリパーゼ活性を測定したが、リパーゼは十分にその活性を持続し、熟成中の脂肪分解ならびに脂肪酸エチルの生成に関与するものと考えられた。

試料味噌 A, A-1, A-2, B, C の仕込時のリパーゼ活性量を第 2 表に示した。また、その味噌を 20℃ および 30℃ で熟成させた、15 日および 30 日目の脂肪酸エチル合計量を第 3 表に示した。その結果、30℃ 熟成ではリパーゼ活性が高いほど早期 (15 日目) に脂肪酸エチルの生成が進行した。対照区 (A 区) の 30℃, 30 日間の熟成の場合にはエチルエステル化率 (脂肪酸エチル/全脂肪酸×100) は 25.7% を示した。一方、米麹リパーゼを添加し、対照区の約 10 倍のリパーゼ活性を示す A-2 区ではエステル化率は熟成 15 日目で 20.8% を、熟成 30 日目では 45.3% を示した。第 1 図のように米味噌では熟成によってそのエステル化率は 50% 近くまで高まること、エチルアルコールを多く含有する米味噌

第 2 表 試験味噌の仕込組成とリパーゼ活性

区分	蒸着大豆 (%)	米麹 (%)	食塩 (%)	種水 (%)	リノレン酸 (%)	リパーゼ活性 U/g
A	59	21	12	8	0	8.3
A-1**	59	21	12	8	0	41.5
A-2**	59	21	12	8	0	83.0
B	44	32	12	12	0	12.6
C	58	21	12	8	1	8.3

米麹のリパーゼ活性: 15.8 U/g

第 3 表 味噌熟成中のエタノールおよび脂肪酸エチルの生成

区 分	エタノール (ml/100g)				脂肪酸エチル (mg/100g)			
	15日		30日		15日		30日	
	20℃	30℃	20℃	30℃	20℃	30℃	20℃	30℃
A	1.19	1.70	1.56	2.26	180 (5.2)	364 (10.5)	361 (10.4)	888 (25.7)
A-1	1.06	1.74	1.60	2.26	271 (7.9)	526 (15.2)	521 (15.1)	1,294 (37.5)
A-2	1.22	1.71	1.81	2.96	512 (14.8)	718 (20.8)	711 (20.6)	1,564 (45.3)
B	1.44	1.95	1.81	2.24	130 (4.7)	277 (10.0)	286 (10.4)	851 (30.8)
C	0.89	1.87	1.72	2.12	294 (6.6)	452 (10.1)	456 (10.2)	1,475 (33.1)

脂肪酸のエチルエステル化率 (%)

などには遊離脂肪酸含量は微量で、大部分エステル型で存在することがわかる。このことから 30 日熟成では味噌としての熟成途中と考えられる。この実験結果では、リパーゼ活性が高いほど、また熟成期間が長いほど脂肪酸エチル生成量は高い傾向にあった。

(4) 脂肪酸エチル生成へのエタノール濃度の影響

熟成にともなう脂肪酸エチルの生成にはリパーゼ活性とともにアシル基受与体であるエタノールの生成が大きく影響することが考えられる。そこで、熟成中におけるエタノール量を分析した結果を第 3 表に示した。エタノールの生成は熟成の進行とともに増加し、30℃ で 30 日経過後のエタノール生成量は試料により多少の差がみられたが、2.12~2.96 ml/100g であった。

味噌中での脂肪酸エチル生成はリパーゼの作用によりトリグリセリドが分解され、生成した遊離脂肪酸にエタノールが転移する。すなわち、エステル交換反応によって進行し、熟成とともに徐々に生成されと考えられる。

味噌熟成 (A~C 区) 中のエタノール含有量は第 3 表に示した通りであるが、エタノール含量と脂肪酸エチル含量と間には、エタノール含有量が高くなれば、脂肪酸エチル生成量が上昇するという比例的な関係はみられなかった。

(5) 脂肪酸エチル生成への熟成温度の影響

味噌熟成中における脂肪酸エチル生成量に対する温度の影響について、試験した結果を第 4 表に示した。脂肪酸エチル生成量 (合計量) は 20℃ では 30℃ 熟成時の約 75% であった。なお、20℃ 以上の温度では生成した各脂肪酸エチルの生成比率に大差はなく脂肪酸の選択性はなかった。

(6) 脂肪酸エチル生成への温度、エタノールおよび食塩濃度の影響 (リパーゼ添加試験味噌の場合)

味噌熟成中における脂肪酸エチル生成量に対する温度、エタノール濃度および食塩濃度の影響ならびに脂肪酸エチル生成に対する脂肪酸の選択性を調べるため、滅菌した試料にリパーゼ、エタノールおよび食塩を添加し

第4表 30日熟成味噌の脂肪酸別エチルエステル

区分	脂肪酸エチル濃度 (mg/100g)											
	熟成温度 20℃						熟成温度 30℃					
	C : 16	C : 18	C : 18-1	C : 18-2	C : 18-3	合計	C : 16	C : 18	C : 18-1	C : 18-2	C : 18-3	合計
A	26	10	44	198	83	361	120	16	251	392	109	888
A-1	37	13	74	276	121	521	210	39	270	570	205	1,294
A-2	81	14	122	371	123	711	192	40	261	826	245	1,564
B	19	7	49	150	61	286	104	16	241	380	110	851
C	19	8	26	75	98	456	144	17	174	456	684	1,475

第5表 熟成温度別脂肪酸エチル生成量 (mg/100g)(%)

脂肪酸エチル	熟成温度 (℃)		
	5	20	30
パルミチン酸エチル (C : 16)	17 (4.9)	86 (11.0)	126 (12.2)
ステアリン酸エチル (C : 18)	9 (2.6)	23 (3.0)	32 (3.1)
オレイン酸エチル (C : 18-1)	46 (13.2)	127 (16.3)	176 (17.0)
リノール酸エチル (C : 18-2)	197 (56.6)	405 (51.9)	530 (51.0)
リノレン酸エチル (C : 18-3)	79 (22.7)	139 (17.8)	173 (16.7)
合 計	348 (100.0)	780 (100.0)	1,037 (100.0)

仕込組成 (蒸煮大豆 : 米麴 : 種水 : 食塩 = 59 : 21 : 8 : 12), 殺菌 (120℃, 20分)

リパーゼ 300 U/g およびエタノール 1.0% 添加

第6表 エタノールおよび食塩濃度の差異による脂肪酸エチル生成への影響 (熟成 30℃, 10日間)

脂肪酸エチル	エタノール (%)			食塩 (%)	
	0.5	1.0	6.0	12.0	18.0
パルミチン酸エチル (C : 16)	46 (8.1)	126 (12.2)	127 (12.9)	111 (12.1)	75 (11.8)
ステアリン酸エチル (C : 18)	12 (2.1)	32 (3.1)	33 (3.3)	30 (3.2)	17 (2.9)
オレイン酸エチル (C : 18-1)	65 (11.5)	176 (17.0)	183 (18.6)	160 (17.3)	102 (16.1)
リノール酸エチル (C : 18-2)	305 (53.8)	530 (51.0)	493 (50.0)	471 (55.9)	333 (52.4)
リノレン酸エチル (C : 18-3)	139 (24.5)	173 (16.7)	150 (15.2)	153 (16.5)	107 (16.8)
合 計	567 (100.0)	1,037 (100.0)	986 (100.0)	925 (100.0)	634 (100.0)

仕込組成 (蒸煮大豆 : 米麴 : 種水 : 食塩 = 59 : 21 : 8 : 12 および 18), 殺菌 (120℃, 20分)

リパーゼ 300 U/g およびエタノール 1.0% および 0.5%, 6.0% 添加

てモデル実験を行った。まず、試験の試料Aに準じた原料配合 (蒸煮大豆 : 米麴 : 水 : 食塩 = 59 : 21 : 8 : 12) の試料を調製し、これを 120℃ で 20 分間滅菌した。なお、リパーゼは米麴から抽出し、ほぼ試料Aと同様になるように 300 U/試料 100g を添加し、30℃ で 10 日間置き、生成した各脂肪酸エチルエステル量を測定した温度についての試験結果を第5表に、エタノールおよび食塩濃度の影響について試験した結果を第6表に示した。エタノール濃度が低い (0.5%), 第6表の場合には各脂肪酸エチルエステルを合計した生成量は低かったが、リノレン酸エチルの生成比率は高かった。食塩濃度は 18% になると脂肪酸エチル生成量の減少がみられたが、12% までは大きな影響は認められなかった。

熟成温度およびエタノール濃度の脂肪酸エチル生成に対する結果から、エチルエステル生成に対する各脂肪酸の選択性について考察すると、5℃ の低温熟成ではパルミチン酸エチルの生成比率が少なく、リノレン酸エチルの生成比率が多く、20℃ 以上の熟成とは差が認められた。さらにこの結果より、低温においても脂肪酸エチルの生成は少ないながらも進行することが認められ、自家製味噌のように自然の温度 (比較的低温度) で長時間 (1 ~ 3 年) 熟成する場合でも脂肪酸エチルの生成が十分進行するものと推測された。また、エタノール濃度が高い場合には選択性が認められないが、エタノール濃度が低い (0.5%) 場合にはリノレン酸エチルの生成比率が他の脂肪酸エチル生成比率より高く、脂肪酸の不飽和度に

よって選択性に差異が生ずるのではないかと推測された。

(7) リノレン酸エチル生成に対するリノレン酸添加の影響

高リノレン酸エチル含有味噌製造をC区(リノレン酸1%添加)の組成の味噌を仕込み、熟成(30℃)させた。その結果、各脂肪酸エチルの生成量を対照区Aと比較すると、リノレン酸エチル以外の生成量は近似した値であったのに対して、リノレン酸エチル含有量は684 mg/100gと高い値を示し、リノレン酸添加によって高リノレン酸エチル含有味噌を製造することができた。なお、この熟成条件(30℃)ではリノール酸のエチルエステル化率は18.4%、リノレン酸のものは19.5%を示し、リノレン酸添加によって脂肪酸組成を変えた場合でも各脂肪酸間のエチルエステル化率には大きな差は認められなかった。

この結果は、リノレン酸の添加またはリノレン酸含量の高い原材料を用いることにより、強い抗変異原性を示すリノレン酸エチルが味噌中に高濃度に生成することを示すものであり、リノレン酸エチル含量の高い味噌を製造できることが示唆された。

おわりに

味噌の栄養学的特徴は丸大豆の成分の性質に加えて、熟成にともなう成分変化がさらにその価値を高めている。この一部にリパーゼの作用による脂肪酸エチルの生

成がある。味噌中のリパーゼ活性はエステル交換反応が大きな役割を果たしているのではないかと考えられるが、これは今後の課題としたい。

<飯田女子短期大学>

文 献

- 1) 家森幸男：ジャパンプードサイエンス, 33(2), 64 (1994)
- 2) 平山 雄：癌の臨床, 35, 163 (1989)
- 3) 平山 雄：癌の臨床, 36, 233 (1990)
- 4) 岡崎 秀, 秋葉美智子, 木村修一：日本農芸化学会昭和59年大会講演集, p.636 (1984)
- 5) 中村 良, 川岸舜朗, 渡辺幹二, 大沢俊彦：食品機能化学, p.100, 三共出版 (1990)
- 6) 伊藤明弘：味噌の科学と技術, 39, 71 (1991)
- 7) 日本医薬情報センター：医療薬 日本医薬品集, p.1243, 医業時報社 (1988)
- 8) 山内文男, 大久保一良：大豆の科学, p.116, 朝倉書店 (1992)
- 9) 大西邦男：醸協, 90(10), 769 (1995)
- 10) 米山 正, 戸井田仁一, 馬場 茂：長野食工試研報, 19, 22 (1990)
- 11) 小倉元成, 奥平知子, 中間絵津子：香川発食試報, 76, 9 (1983)
- 12) 片桐充昭, 清水純夫, 貝原弘道：農化, 60, 385 (1986)
- 13) 片桐充昭, 清水純夫, 貝原弘道, 片桐千代：日食工誌, 34, 305 (1987)
- 14) 片桐充昭, 清水純夫：日食低温誌, 20, 175 (1994)
- 15) 仲恭 寛：油化学, 36, 119 (1987)