市販調理済カレーの脂肪酸組成と遊離脂肪酸†

小泉幸道*・永島俊夫**・山田正敏***・柳田藤治*

The Fatty Acid Components and Free Fatty acid in
Commercial Cooked Curry

(A Study on Curry Part II)

Yukimichi KOIZUMI*, Tosio NAGASIMA**, Masatoshi YAMADA***
and Fujiharu YANAGIDA** Department of Brewing and Fermentation, Tokyo University of Agriculture, 1-1,
Sakuragaoka 1-chome, Setagaya-ku, Tokyo, 156** Trying Plant of Food Technology, Tokyo University of Agriculture, 1-1,
Sakuragaoka 1-chome, Setagaya-ku, Tokyo, 156*** MCC Food Product Co. Ltd., 32, Fukaehama-machi,
Higashinada-ku, Kobe-shi, Hyogo, 658

The fatty acid components and free fatty acid were determined in 23 kinds of commercial cooked Curry. On results of fatty acid components analysis, characteristics of Curry was examined by application of principal component analysis. The results were as follows: (1) The fatty acids were existed in all samples analysed, the average of which was 1.4% for lauric acid, 2.6% for myristic acid, 23.8% for palmitic acid, 2.7% for palmitoleic acid, 10.3% for stearic acid, 44.4% for oleic acid, 11.3% for linolic acid, 1.4% for linolenic acid and 2.3% for unknown, respectively. (2) Principal component analysis showed that lauric acid was first principal component, and linolic acid was second principal component. (3) The free fatty acids were existed in all samples analysed, the average of which was 8.0 mg/100 g for lauric acid, 7.6 mg/100 g for myristic acid, 25.0 mg/100 g for palmitic acid, 2.0 mg/100 g for palmitoleic acid, 6.5 mg/100 g for stearic acid, 40.2 mg/100 g for oleic acid, 20.2 mg/100 g for linolic acid, 1.8 mg/100 g for linolenic acid and 1.6 mg/100 g for unknown, respectively. (4) By comparing the pattern of fatty acids on total and free form, it was shown that the acid whose contents was large in total was easy to be free. (Received Jun. 3, 1985)

前報¹⁾において、市販調理済カレーの化学的成分分析と官能試験を行い、これらの結果を統計的に処理して、カレーの特徴を解析した。

本報では、市販調理済カレーの脂肪酸組成と遊離脂肪酸を分析し、これらの9成分を特性として、特性間の相関行列に主成分分析を適用し、カレーの脂肪酸についての特徴を解析すると共に、使用している原料油脂の推定を行った。

実験方法

1. 試料

食品会社およびホテル等から市販されている缶詰やレトルトパック製品のカレー23点を購入し、分析に供した。試料の商品名は、MCC ファイジー、MCC ジャワ、MCC ビーフ赤、MCC ビーフ青、ドレミ、サンタビーフ、サンタチキン、サンタチキン骨付、アラスカビーフ、

† カレーに関する研究 (第2報) (前報, 文献 1))

* 東京農業大学醸造学科 (〒156 東京都世田谷区桜丘 1-1-1)

** 東京農業大学農産加工実習所 (〒156 東京都世田谷区桜丘 1-1-1)

*** エムシーシー食品株式会社 (〒658 神戸市東灘区深江浜町 32)

SB ハヤシ, ボルツ, ハイイツスパイシー, イセタン甘口, イセタン辛口, 大塚ファイブスター甘口, 大塚ファイブスター辛口, ハウスクレ甘口, ハウスクレ辛口, 帝国ホテル, 新阪急ホテル, オリエンタルホテル, ホテルニューオータニおよび都ホテルであった。

2. 試料の調整および脂質の抽出

試料をかき混ぜ、野菜、肉等をホモジナイザーを用いて均質化した後、その20gを円筒濾紙にとり、一試料について、脂肪酸組成と遊離脂肪酸の分析を行うために2本を用意し、ソックスレー抽出法で溶剤に特級エーテルを用い、45°Cで16時間抽出した。なお、遊離脂肪酸の定量のため、内部標準物質としてペンタデカン酸を抽出前に50ppm添加した。抽出終了後、エーテルを留去し、抽出した脂肪を少量のエーテルにて、容量50mlの丸底フラスコに移し、再度エーテルを留去後、100°Cの電気

乾燥器で1時間乾固した。

3. 脂肪酸メチルエステルの調製

抽出した脂質200mgを、三フッ化ホウ素法²⁾により脂肪酸メチルエステルとした。

4. 遊離脂肪酸のメチルエステルの調製

抽出した脂質200mgに、0.5N水酸化ナトリウムメタノール溶液を加えずに、以下脂肪酸メチルエステルの調製法と同様に行い、試験溶液とした。

5. 脂肪酸メチルエステルの分析条件

脂肪酸メチルエステルの分析は、ガスクロマトグラフによった。ガスクロマトグラフは、日立663型FID付を使用しその分析条件は、充填剤:5% DEGS Chromosorb WAW DMCS 80~100 mesh, カラム:内径2mm・長さ2m ガラスカラム, カラム温度:190°C, 注入部温度:230°C, 検出器温度:230°C, キャリヤーガス:窒素

Table 1 Fatty acid contents of various commercial cooked Curry

Sample No.	Lauric acid %	Myristic acid %	Palmitic acid %	Palmitoleic acid %	Stearic acid %	Oleic acid %	Linolic acid %	Linolenic acid %	Unknown %	Total %
1	17.8	8.3	18.2	4.6	4.6	29.6	12.5	0.8	3.7	100.1
2	8.8	5.4	18.1	2.3	8.0	38.8	12.9	2.5	3.2	100.0
3	0.1	1.5	21.2	2.3	13.5	39.2	17.5	3.1	1.6	100.0
4	0.1	2.1	21.9	2.3	15.7	45.1	7.4	3.0	2.3	99.9
5	0.1	1.9	23.6	1.6	11.2	41.3	15.1	2.7	2.5	100.0
6	0.1	1.7	22.3	3.1	12.6	46.5	8.2	2.9	2.5	99.9
7	0.4	2.7	27.7	0.9	9.0	47.3	11.4	0	0.5	99.9
8	0.5	2.5	25.2	1.1	8.2	48.5	13.2	0	0.8	100.0
9	0	1.9	28.1	1.0	11.4	47.9	9.1	0	0.6	100.0
10	0.1	1.9	28.4	0.8	12.7	47.9	7.5	0	0.8	100.1
11	0.1	0.3	21.2	2.6	11.0	41.0	18.8	0	5.1	100.1
12	0.1	2.6	30.9	1.1	8.0	52.4	2.7	0.4	1.8	100.0
13	0.1	1.8	24.7	0.7	9.3	43.0	17.0	0	3.4	100.0
14	0.1	1.5	23.9	1.3	8.9	45.8	15.5	0	3.0	100.0
15	0.5	2.2	22.2	4.5	11.4	46.9	8.7	2.7	1.0	100.1
16	0.1	3.1	23.8	4.9	10.5	46.3	6.8	2.0	2.6	100.1
17	0.1	2.2	24.6	6.5	10.9	46.7	5.2	1.0	2.9	100.1
18	0.1	2.3	25.2	5.8	12.2	44.8	6.9	0.7	2.0	100.0
19	1.0	4.0	16.1	0.3	5.2	50.4	14.6	7.9	0.5	100.0
20	0.1	4.0	35.1	0.9	10.4	37.2	8.3	0	3.9	99.9
21	0	1.9	24.9	3.1	13.1	44.6	10.2	0.5	1.8	100.1
22	0.1	1.5	17.1	4.4	6.5	48.2	17.6	3.0	1.5	99.9
23	1.9	2.8	22.0	2.8	12.1	41.1	12.9	0	4.5	100.1
Mean	1.4	2.6	23.8	2.7	10.3	44.4	11.3	1.4	2.3	
Standard deviation	4.0	1.6	4.4	1.8	2.7	5.0	4.4	1.9	1.3	

10 ml/min として行った。

結果および考察

1. 脂肪酸組成

市販調理済カレーの脂肪酸組成の分析結果を、Table 1 に示した。試料は無作為に No. 1~23 に配列した。平均値よりカレーの脂肪酸組成は、オレイン酸 44.4%，パルミチン酸 23.8%，リノール酸 11.3%，ステアリン酸が 10.3% と多く、パルミトオレイン酸は 2.7%，以下ミリスチン酸、未定性酸でウラリン酸とリノレン酸は 1.4% であった。No. 1 と 2 の試料は他の 21 点と異なり、ラウリン酸が No. 1 では 17.8%，No. 2 では 8.8% に対して平均値は 1.4%，一方、ミリスチン酸は No. 1 では 8.3%，No. 2 では 5.4% に対して平均値は 2.6% なので共に多い。また逆にオレイン酸の平均値が 44.4%

に対して No. 1 では 29.6%，No. 2 では 38.8% と低く、同様にパルミチン酸とステアリン酸も平均値より低い。ラウリン酸はヤシ油やパーム油に 40~50%，ミリスチン酸はパーム核油に 15% 含まれていることから、No. 1 と No. 2 の試料は、ヤシ油やパーム油を使用していることが推察される。組成含量の多いもので、含量幅が大きいものはパルミチン酸とリノール酸で、逆に含量幅が小さいものは、ステアリン酸とオレイン酸であった。

次に、カレーのルー加工時に使用される動物性脂肪（牛脂・ラード）と植物性油（大豆油等）の使用の有無およびその比率について、脂肪酸組成例³⁾⁴⁾より検討した。牛脂やラードのリノール酸は 10% 前後で、牛脂単独の場合は 5% 以下である。また、大豆油、綿実油等の植物油のリノール酸は 40~60% である³⁾⁴⁾。Table 1 よ

Table 2 Correlation coefficients among fatty acid components

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
A Lauric acid	1.000								
B Myristic acid	0.886	1.000							
C Palmitic acid	-0.401	-0.204	1.000						
D Palmitoleic acid	0.203	0.104	-0.310	1.000					
E Stearic acid	-0.513	-0.571	0.296	0.102	1.000				
F Oleic acid	-0.696	-0.561	0.182	-0.166	0.064	1.000			
G Linolic acid	0.105	-0.119	-0.537	-0.257	-0.283	-0.329	1.000		
H Linolenic acid	0.005	0.126	-0.632	0.025	-0.181	0.165	0.160	1.000	
I Unknown	0.295	0.150	-0.076	0.212	0.035	-0.649	0.219	-0.309	1.000

Table 3 Contribution of fatty acid components on the principal components

	Principal component		
	I	II	III
A Lauric acid	0.516	-0.095	-0.222
B Myristic acid	0.455	-0.065	-0.447
C Palmitic acid	-0.324	-0.454	-0.263
D Palmitoleic acid	0.136	-0.116	-0.031
E Stearic acid	-0.322	-0.258	0.280
F Oleic acid	-0.429	0.329	-0.227
G Linolic acid	0.204	0.263	0.612
H Linolenic acid	0.096	0.595	-0.026
I Unknown	0.256	-0.411	0.419
Eigen value	3.173	1.916	1.428
Accumulated contribution	0.353	0.566	0.724

Fig. 1 Component scores of commercial cooked Curry on the first and the second principal component plane on fatty acid components

Number is sample No. listed in Table 1.

Table 4 Free fatty acid of various

Sample No.	Lauric acid		Myristic acid		Palmitic acid		Palmitoleic acid		Stearic acid	
	mg/100 g	%	mg/100 g	%	mg/100 g	%	mg/100 g	%	mg/100 g	%
1	65.3	27.2	20.0	8.3	31.9	13.3	3.4	1.4	8.6	3.6
2	49.6	26.3	17.7	9.4	26.9	14.3	2.0	1.1	8.7	4.6
3	0	0	6.1	5.3	25.8	22.2	2.0	1.7	8.2	7.1
4	0	0	2.3	2.3	24.7	24.3	1.9	1.9	8.8	8.6
5	0	0	6.8	5.6	27.4	22.7	2.6	2.2	7.4	6.1
6	0	0	2.1	2.2	23.6	24.3	1.5	1.5	8.2	8.4
7	12.5	10.5	8.4	7.1	28.8	24.2	1.4	1.2	5.3	4.5
8	10.9	10.3	9.5	9.0	21.7	20.5	0.3	0.3	0.4	0.4
9	0	0	1.9	2.0	21.1	22.3	0	0	6.4	6.8
10	0	0	2.2	2.9	26.9	35.2	0.3	0.4	1.5	2.0
11	0	0	7.2	4.9	34.2	23.4	2.8	1.9	10.6	7.3
12	13.9	13.3	8.1	7.8	23.4	22.4	0.8	0.8	6.2	5.9
13	0	0	5.4	3.6	33.9	22.7	1.6	1.1	6.3	4.2
14	0	0	5.3	5.0	24.2	22.8	1.1	1.0	6.4	6.0
15	0	0	8.9	8.5	27.8	26.6	3.9	3.7	6.6	6.3
16	0	0	8.6	6.1	35.1	24.7	5.7	4.0	11.5	8.1
17	0	0	8.8	10.2	22.8	26.3	4.1	4.7	7.0	8.1
18	0	0	6.8	10.5	15.7	24.3	2.2	3.4	5.6	8.7
19	7.7	9.2	8.1	9.7	20.3	24.3	0.2	0.2	4.9	5.9
20	0	0	7.4	9.6	23.6	30.7	0.7	0.9	3.5	4.6
21	0	0	6.2	13.2	11.3	24.1	0.9	1.9	3.0	6.4
22	0	0	7.5	12.9	11.6	20.0	3.3	5.7	3.5	6.0
23	24.0	14.3	10.0	6.0	32.2	19.2	3.2	1.9	10.4	6.2
Mean	8.0		7.6		25.0		2.0		6.5	
Standard deviation	17.0		4.3		6.4		1.5		2.8	

り、リノール酸を5%以下・10%以下・13%前後・17%前後の4つのグループに大別し、次のような原料油脂の推定を行った。

I 牛脂のみ使用……試料 No. 12

II 植物油は使用せず、純製ラードや調製ラードを使用……試料 No. 4・6・9・10・15・16・17・18・20・21

III 純製ラードや調製ラードに植物油を約10%使用……試料 No. 1・2・7・8・23

IV 純製ラードや調製ラードに植物油を約20%使用……試料 No. 3・5・11・13・14・19・22

同一会社の試料については、脂肪酸組成が非常に似ており、原料油脂の推定より同一油脂を使用していると考えられた。

2. 脂肪酸組成の主成分分析

Table 1 に示したラウリン酸、ミリスチン酸、パルミチン酸、パルミトオレイン酸、ステアリン酸、オレイン

酸、リノール酸、リノレン酸、未定性酸の9成分を特性として、特性間の相関に主成分分析⁵⁾⁶⁾を適用した。

Table 2 に特性間の相関係数を、Table 3 に主成分分析の結果を示した。Table 3 より固有値は全て1以上で、この3つの主成分の累積寄与率は72.4%であった。第1主成分に対する寄与は、ラウリン酸が正に大きく、オレイン酸が負に大きい。第2主成分については、リノレン酸が正に大きく、パルミチン酸が負に大きい。第1主成分と第2主成分について、各試料の主成分得点を求め、第1主成分を第I軸に、第2主成分を第II軸とする平面プロットした図をFig. 1 に示した。第I軸において正の値をとる試料は8点、負は15点であった。第II軸において正の値をとる試料は9点、負は14点であった。第1主成分と第2主成分に関して特徴的な試料を、主成分得点のグラフから特徴のある点を捨て、Table 1 と照らしてみると、No. 1 はラウリン酸が他の試料より多く、No. 19 はリノレン酸、No. 20 はパルミチン酸が多いこ

commercial cooked Curry

Oleic acid mg/100 g	%	Linolic acid mg/100 g	%	Lenolenic acid mg/100 g	%	Unknown mg/100 g	%	Total mg/100 g	%
72.3	30.2	33.1	13.8	3.2	1.3	2.0	0.8	239.8	99.9
47.6	25.3	30.9	16.4	4.5	2.4	0.6	0.3	188.5	100.1
47.7	41.1	22.5	19.4	2.3	2.0	1.4	1.2	116.0	100.0
34.2	33.6	24.1	23.7	5.5	5.4	0.3	0.3	101.8	100.1
51.5	42.7	20.1	16.7	2.8	2.3	2.0	1.7	120.6	100.0
30.4	31.3	25.9	26.7	5.3	5.5	0.2	0.2	97.2	100.1
39.0	32.8	22.1	18.6	0	0	1.3	1.1	118.8	100.0
37.3	35.3	24.5	23.2	0	0	1.2	1.1	105.8	100.1
45.1	47.6	18.3	19.3	0	0	1.9	2.0	94.7	100.0
26.8	35.0	15.6	20.4	0	0	3.2	4.2	76.5	100.1
53.3	36.5	35.1	24.0	2.1	1.4	0.7	0.5	146.0	99.9
37.7	36.1	13.4	12.8	0.8	0.8	0.2	0.2	104.5	100.1
60.9	40.9	38.3	25.7	0	0	2.7	1.8	149.1	100.0
46.8	44.1	21.2	20.0	0	0	1.1	1.0	106.1	99.9
41.9	40.0	14.5	13.9	0.7	0.7	0.4	0.4	104.7	100.1
57.5	40.5	17.4	12.3	1.7	1.2	4.4	3.1	141.9	100.0
31.1	35.9	7.4	8.6	0.5	0.6	4.9	5.7	86.6	100.1
21.3	33.0	7.2	11.2	0.3	0.5	5.4	8.4	64.5	100.0
26.7	32.0	10.0	12.0	4.9	5.9	0.6	0.7	83.4	99.9
27.7	36.1	13.3	17.3	0	0	0.6	0.8	76.8	100.0
15.3	32.6	9.0	19.2	0.6	1.3	0.6	1.3	46.9	100.0
22.0	37.9	8.9	15.3	1.2	2.1	0	0	58.0	99.9
50.3	29.9	32.4	19.3	4.6	2.7	1.0	0.6	168.1	100.1
40.1		20.2		1.8		1.6		112.8	
14.1		9.3		2.0		1.5		42.9	

とがわかる。第2主成分までの累積寄与率は57%で、情報量としては必ずしも十分とはいえないが、これらの結果より第1主成分はラウリン酸の成分として、また第2主成分はリノレン酸の成分であることがわかった。

3. 遊離脂肪酸

カレーのルー加工時には、小麦粉と油脂を加熱し、さらに煮込時においても加熱が行われるので、当然遊離の脂肪酸を生ずることが考えられるので分析を行った。分析結果を Table 4 に示した。試料 No. は、脂肪酸組成を分析した試料と同一 No. である。全遊離脂肪酸量は、47~240 mg/100 g でその平均は 113 mg/100 g であった。各遊離脂肪酸の平均値より、オレイン酸が 40 mg/100 g で一番多く、次いでパルミチン酸の 25 mg/100 g、リノール酸の 20 mg/100 g であり、含量の低いのは、パルミトオレイン酸とリノレン酸であった。これを脂肪酸組成と比較すると、ラウリン酸とステアリン酸が異った。No. 1 と 2 は組成の項で述べたように、ヤシ油かパーム油を使用していると思われ、ラウリン酸とミリスチン酸量が多かったが、遊離脂肪酸においても多く、他の 21 点とは異った。ラウリン酸については、検出されない製品が多かった。脂肪酸組成と遊離脂肪酸組成の割合を比較すると、脂肪酸組成の大きい脂肪酸が多く遊離する傾向がみられた。各試料共、含量のバラツキが多くみられた。

要 約

市販調理済カレー 23 点の脂肪酸組成と、遊離脂肪酸の分析を行った。脂肪酸組成より、使用している原料油脂の推定を行うと共に、9 成分を特性として、特性間の相関行列に主成分分析を適用し、カレーの脂肪酸についての特徴を解析した。

1. 脂肪酸組成については、各脂肪酸の平均組成は、ラウリン酸 1.4%、ミリスチン酸 2.6%、パルミチン酸 23.8%、パルミトオレイン酸 2.7%、ステアリン酸 10.3

%、オレイン酸 44.4%、リノール酸 11.3%、リノレン酸 1.4%、未定性酸 2.3% であった。使用している原料油脂の推定は、脂肪酸組成より 4 つの特徴あるグループに大別された。

2. 脂肪酸組成の主成分分析では、第1主成分はラウリン酸の成分として、第2主成分はリノレン酸の成分であることがわかった。

3. 遊離脂肪酸については、各脂肪酸の平均含量は、ラウリン酸 8.0 mg/100 g、ミリスチン酸 7.6 mg/100 g、パルミチン酸 25.0 mg/100 g、パルミトオレイン酸 2.0 mg/100 g、ステアリン酸 6.5 mg/100 g、オレイン酸 40.2 mg/100 g、リノール酸 20.2 mg/100 g、リノレン酸 1.8 mg/100 g、未定性酸 1.6 mg/100 g であった。

4. 脂肪酸組成と遊離脂肪酸組成の割合を比較すると、脂肪酸組成の大きい脂肪酸が多く遊離する傾向がみられた。

終わりに、本研究の発表を御承諾下さいましたエム・シーシー食品株式会社取締役社長、水垣宏三郎氏に深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 小泉幸道・永島俊夫・山田正敏・柳田藤治：日食工誌，**33**，316 (1986)。
- 2) 小原哲二郎・鈴木隆雄・岩尾裕之：改訂食品分析ハンドブック (建帛社，東京)，p. 159 (1982)。
- 3) 安田耕作：油脂製品の知識 (幸書房，東京)，p. 21 (1977)。
- 4) 高木 徹・印南 敏・斉藤衛郎：食の科学，**44**，30 (1978)。
- 5) 奥野忠一・久米 均・芳賀敏郎・吉澤 正：多変量解析法 (日科技連出版社，東京)，p. 159 (1980)。
- 6) 芳賀敏郎・橋本茂司：回帰分析と主成分分析 (日科技連出版社，東京)，p. 160 (1981)。

(昭和 60 年 6 月 3 日受理)