

調理による豚肉の脂肪酸量と脂肪酸組成の変化

杉 山 寿 美, 石 永 正 隆*

(広島文教女子大学短期大学部, * 広島女子大学生生活科学部)

原稿受付平成 11 年 3 月 2 日; 原稿受理平成 11 年 7 月 29 日

Effects of Cooking on the Fatty Acid Content
and Fatty Acid Composition of Pork

Sumi SUGIYAMA and Masataka ISHINAGA*

*Hiroshima Bunkyo Women's Junior College, Hiroshima 731-0295*** Department of Health Science, Hiroshima Women's University, Hiroshima 734-0003*

The "National Nutrition Survey" have been regularly carried out, and the data have been used as the standard for health promotion in Japan. However, the values have been calculated by using data presented in the "Standard Table of Food Composition" which only includes data for raw materials; these data are at best only approximate because they do not consider any loss of nutrients with cooking.

We show here that the total fatty acid content and fatty acid composition of pork were affected by normal cooking procedures of boiling, pan-frying and deep-frying. The fatty acid composition of pork was investigated by a gas chromatographic analysis.

The fatty acid compositions of pork was unchanged after boiling, but changed after pan-frying or deep-frying. With all cooking procedures, a decrease in the weight of pork was observed, this weight loss not being affected by the initial fat level. The initial fatty acid content of the pork and the method of cooking influenced the final fatty acid content: as the initial fatty acid content increased, the fatty acid eluted from pork was increased by all the cooking procedures. In the case of deep-frying, the adhesion of cooking oil increased as the initial fatty acid content increased. Thus, the measured fatty acid content differed from the calculated fatty acid content.

(Received March 2, 1999; Accepted in revised form July 29, 1999)

Keywords: fatty acid content 脂肪酸量, fatty acid composition 脂肪酸組成, cooking 調理, pork 豚肉.

1. 緒 言

わが国の脂質摂取量は 1996 年にはエネルギー比で 26.5% を占めるようになり, 依然として増加傾向を示している¹⁾. それにともなって増加する循環器系生活習慣病に対する *n*-3 系多価不飽和脂肪酸の予防効果から, 魚類の脂質に対する調理の影響について多くの研究が行われている^{2)~9)}. しかしながら, *n*-3 系多価不飽和脂肪酸の有益な効果は, その摂取量のみでなく, *n*-6 系多価不飽和脂肪酸との摂取割合が問題となる. 現在, *n*-6 系多価不飽和脂肪酸と *n*-3 系多価不飽和脂肪酸の摂取割合は, 国民栄養調査の結果から現状追認の形で 4:1 が望ましいとされているものの, 健康維持のための適正摂取割合, 適性摂取量について, 依然

として議論がなされている¹⁰⁾¹¹⁾. 国民栄養調査の数値データは, 生の試料の成分値のみが記載されている食品成分表を用いて計算されたものであり, 調理操作による栄養成分の損失等は考慮されていない¹²⁾. われわれは, 陰膳方式によって, 実際の脂質摂取量が国民栄養調査などのアンケート調査による摂取量よりも低いことをこれまでに報告している^{13)~15)}.

一方, 調理操作の脂質量への影響についての研究は, 調理操作においてピーカー等を用いた実験レベルの研究に限られており, 通常の調理にその結果を外挿することは困難である¹⁶⁾¹⁷⁾. また, 脂質エネルギー比が 40% 以上である欧米においては, 調理によって動物性食品に含まれる脂質量を減少させる研究が行われてい

るが、家庭における通常の調理操作とは異なっている^{18)~21)}。さらに、調理による重量変化を考慮して、調理前の試料重量に相当する脂質量を示している研究は少なく²²⁾²³⁾、日本においては「揚げ」における変化を示した平岡の報告のみである^{23)~25)}。いずれの研究においても、試料として均質化した試料を用いており、通常の調理操作が脂質量にどの程度影響を及ぼすのかは、明らかではない。つまり、栄養管理等に調理操作をより有効に活用するための研究はなされていないのである。

本研究では、現実の調理における脂質量の変化について解明することを目的とし、市販の薄切り豚ロース肉（脂身付き）を試料としてそのまま用いた。豚ロース肉中脂質の90%以上が脂肪酸で構成されていることから¹²⁾、豚肉から抽出した脂質に含まれる脂肪酸量について、調理操作による変化をガスクロマトグラフィーによって測定した。実測した調理後の脂肪酸量については、食品成分表を用いて算出した計算値との比較を行った。

2. 方 法

(1) 試 料

薄切り豚ロース肉（脂身付き）を試料とし、用いたすべての試料は広島市内の同一店で購入した。1枚の重量は 22.7 ± 4.8 g、厚さは約1 mmであった。購入した豚肉は、重量、厚さ等の補正は行わず、そのまま試料として用いた。調理条件は、薄切り豚ロース肉（脂身付き）の調理操作として一般的であると考えられる「ゆで」「炒め」「揚げ」とした。各調理操作は1ロットを調理前4枚、調理後4枚とし、「揚げ」については衣をつけた状態の試料4枚についても分析した。すなわち、「ゆで」「炒め」では8枚、「揚げ」では12枚を1ロットとし、すべての豚肉は1枚ごとに脂質抽出、および、脂肪酸分析を行った。なお、本研究では、購入した豚肉中脂質量は補正せず、また、外観からの脂質量推測は不可能であったため、異なる購入日の豚肉の調理、抽出、分析を繰り返して脂質量の異なる豚肉の結果を得ることとし、各調理操作を4回以上繰り返した。

「ゆで」は、豚肉を1 lの沸騰水中で120秒間加熱した。「炒め」は、市販サラダ油（日清製油製：菜種油と大豆油の混合油）2 mlをフライパンに入れ、フライパンを熱した後、45秒間加熱した。さらに裏返して45秒間加熱した。「揚げ」は、豚肉を端から巻い

て筒状にした後、小麦粉、卵、パン粉の順に衣をつけたフライとした。衣の平均付着量は、生豚肉100 gに対して、小麦粉4 g、卵12 g、パン粉9 gであった。衣をつけた豚肉は、180℃のサラダ油300 ml中で90秒間加熱した。揚げ油は、各ロットごとに新しいサラダ油を用いた。

(2) 脂質の抽出と脂肪酸分析

豚肉はホモジナイザーで均質化し、均質化した試料からBligh and Dyer法によって脂質を抽出した²⁶⁾。0.001%ブチルヒドロキシトルエンを含むクロロホルム・メタノール混液（1:2）を抽出に用いた。抽出した脂質は1.8%塩化ナトリウム溶液で洗浄した後、クロロホルムに溶解して、分析まで-80℃で保存した。

この抽出脂質の一部に、内部標準物質としてトリペンタデカノイン（Sigma, U.S.A.）を加え、メタノール性塩酸（東京化成）を用いてメチル化を行った。脂肪酸メチルエステルは、ガスクロマトグラフィー（GLC-17 A, 島津）で分析した。カラムはキャピラリーカラム DB-WAX（60 m×0.253 mmφ, J & W Scientific, U.S.A.）、キャリアーガスは窒素を用い、温度設定は、170~230℃（昇温速度7℃/min）とした。各ピークの同定は脂肪酸メチルエステル標品の保持時間との比較によって行った。

内部標準から求めた脂肪酸量は、調理による重量変化を考慮して、調理前重量100 gあたりに換算した。サラダ油を用いる「炒め」「揚げ」では、豚肉脂質の溶出とサラダ油の付着による脂質の置換を、オレイン酸（18:1）の組成変化から算出した。なお、リノール酸（18:2）の組成変化を用いた同様の算出方法が以前に行われ^{23)~25)}、また、180℃、4時間の加熱条件下で食品中の脂肪酸組成が大きく変化しないことも報告されている²⁷⁾²⁸⁾。さらに、われわれは、この算出方法の信頼性を揚げ油にヤシ油を混合して同様の実験を行うことによって、サラダ油や豚肉に存在しないラウリン酸（12:0）をマーカーとして確認した。その結果は、オレイン酸（18:1）から計算した結果と一致しており、調理操作において特異的な脂肪酸の組成変化が起こらず、代表的な脂肪酸の組成変化からの算出は信頼できると結論した（結果は示していない）。なお、本研究における「揚げ」は、素揚げではなく、衣揚げであるため、衣を付着した豚肉の変化として算出後、調理による重量変化から生の豚肉100 gあたりの変化に換算した。したがって、後述するTable 3、Fig. 3に示した「揚げ」の豚肉由来脂肪酸量には、衣

調理による豚肉の脂肪酸量と脂肪酸組成の変化

由来の脂肪酸も含まれている。

(3) 豚肉の脂質中脂肪酸量の実測値と計算値の比較
脂肪酸量の計算値は、食品成分表を用いて算出した¹²⁾。副材料は、本研究の使用量、付着量に基づいて、また、「揚げ」における吸油量は10%として算出した。すなわち、「ゆで」は豚肉100g、「炒め」は豚肉100gとサラダ油8g、「揚げ」は豚肉100g、衣25g（小麦粉4g、卵12g、パン粉9g）、サラダ油12.5gの合計脂肪酸量を計算値とした。

(4) 統計処理

脂肪酸組成の変化の有無（*t*検定）、脂肪酸量の変化（回帰直線、相関係数の算出、相関係数の検定）についての統計処理は、Microsoft Excel™ 97（Microsoft Co., U.S.A.）を用いて行った。

3. 結 果

(1) 重量変化

Table 1に脂肪酸量の異なるロットの重量変化を豚肉1枚あたりの値で示した。本研究では、豚肉との比較としたために副材料の付着等も重量変化として含んでいる。「ゆで」「炒め」によって重量は顕著に減少し、「揚げ」についても衣をつけた状態からは約90%に減少した。また、すべての調理操作において、試料の脂肪酸量は重量減少率に影響しなかった。このことは、脂質量の増加につれて重量減少率が増加することを示している牛ひき肉を用いた報告とは異なっていた²¹⁾²²⁾。これは、水分の流出が筋繊維の収縮に影響されることから試料の形態による差であると考えられる。また、後述のように、試料の脂肪酸量の増加によって、脂肪酸減少率が増加したことから、均質化していない試料における重量減少は、低脂質含量の試料では水分が、

高脂質含量の試料では脂質が大きな要因であるといえる。

(2) 脂肪酸組成

調理前、および、調理後の豚肉の脂肪酸組成について、代表的なロットの値をTable 2に示した。本研究で用いた豚肉はパルミチン酸（16：0）とオレイン酸（18：1）を多く含む食品成分表に示された組成と類似していた¹²⁾。したがって、調理による脂肪酸組成の変化の有無の検定はパルミチン酸（16：0）、および、オレイン酸（18：1）について行った。「ゆで」によって、豚肉の脂肪酸組成に有意な変化は認められなかったが、サラダ油を用いる調理操作である「炒め」「揚げ」では脂肪酸組成の変化を示し、「揚げ」は「炒め」と比較してその変化は大きいものであった。サラダ油の主要構成脂肪酸であるオレイン酸（18：1）の割合が増加し（ $p < 0.001$ ）、豚肉脂質の主要構成脂肪酸であるパルミチン酸（16：0）の割合が減少している（ $p < 0.001$ ）ことから、豚肉脂質の溶出とサラダ油の付着が起こっていることが推測される。これまでに多価不飽和脂肪酸を多く含む魚類、および、牛ひき肉を試料として用いた報告で同様の組成変化が示されている^{21)~9)18)~20)22)~25)}。

(3) 脂質量の変化

調理前、および、調理後の豚肉の脂肪酸量について各調理操作ごとに代表的なロットの値をTable 3に示した。前述のように豚ロース肉中脂質の90%以上は脂肪酸で構成されていることから、総脂質量についても本研究の総脂肪酸量と同様の変化の傾向を示すと考えられる。

調理後の重量100gあたりで調理後の脂肪酸量を計算した時、「ゆで」Lot Aにおいて調理前の豚肉と比

Table 1. Change in weight of raw and cooked pork

	Boiled		Pan-fried		Deep-fried	
	Lot A	Lot B	Lot A	Lot B	Lot A	Lot B
Fatty acid content (%)	13.2±2.3	33.8±2.4	13.2±2.3	33.8±1.6	21.3±1.6	35.0±3.1
Weight						
Before cooking (g)	19.2±1.9	18.6±0.9	20.0±3.4	19.7±2.2	25.0±1.2 (30.7±1.0*)	27.9±3.6 (34.3±1.4*)
After cooking (g)	12.8±1.6	12.9±0.7	14.4±3.0	14.5±1.8	28.0±1.4	30.0±3.7
Change in weight (%)	66.6	69.4	72.1	73.8	112.1	107.5

Each value is the mean ± standard deviation of four samples.* These values are for the weight of pork coated with Koromo.

Table 2. Changes in the fatty acid composition of raw and cooked pork (%; mean $\pm$ SE)

	Boiled (Lot B)		Pan-fried (Lot B)		Deep-fried (Lot A)			Cooking oil
	Raw	Boiled	Raw	Pan-fried	Raw	Coated	Deep-fried	
14:0	1.4 $\pm$ 0.0	1.5 $\pm$ 0.1	1.4 $\pm$ 0.0	1.3 $\pm$ 0.1	1.2 $\pm$ 0.0	1.2 $\pm$ 0.0	0.8 $\pm$ 0.0	
16:0	26.3 $\pm$ 0.4 ^b	26.5 $\pm$ 0.4 ^b	26.3 $\pm$ 0.4 ^a	24.3 $\pm$ 0.5 ^a	24.4 $\pm$ 0.2 ^b	24.3 $\pm$ 0.3 ^{a,b}	17.0 $\pm$ 0.3 ^a	5.5
16:1	2.5 $\pm$ 0.1	2.6 $\pm$ 0.1	2.5 $\pm$ 0.1	2.2 $\pm$ 0.1	1.6 $\pm$ 0.1	1.7 $\pm$ 0.1	1.1 $\pm$ 0.1	
17:1	0.5 $\pm$ 0.0	0.5 $\pm$ 0.0	0.5 $\pm$ 0.0	0.4 $\pm$ 0.0	0.2 $\pm$ 0.0	0.2 $\pm$ 0.1	0.2 $\pm$ 0.0	
18:0	12.3 $\pm$ 0.3	12.4 $\pm$ 0.2	12.3 $\pm$ 0.3	11.9 $\pm$ 0.4	14.6 $\pm$ 0.1	14.0 $\pm$ 0.3	9.5 $\pm$ 0.2	2.4
18:1(n-9)	41.7 $\pm$ 0.1 ^b	41.5 $\pm$ 0.3 ^b	41.7 $\pm$ 0.1 ^a	42.9 $\pm$ 0.4 ^a	40.0 $\pm$ 0.3 ^b	40.1 $\pm$ 0.2 ^{a,b}	46.2 $\pm$ 0.3 ^a	54.9
18:1(n-7)	3.2 $\pm$ 0.2	3.3 $\pm$ 0.0	3.2 $\pm$ 0.2	3.3 $\pm$ 0.2	3.1 $\pm$ 0.1	3.1 $\pm$ 0.1	3.3 $\pm$ 0.1	
18:2	10.5 $\pm$ 0.3	10.1 $\pm$ 0.2	10.5 $\pm$ 0.3	11.6 $\pm$ 0.5	13.0 $\pm$ 0.1	13.6 $\pm$ 0.1	17.5 $\pm$ 0.2	25.2
18:3(n-3, n-6)	0.6 $\pm$ 0.0	0.6 $\pm$ 0.0	0.6 $\pm$ 0.0	1.1 $\pm$ 0.1	0.7 $\pm$ 0.0	0.7 $\pm$ 0.1	3.4 $\pm$ 0.1	7.6
20:0								0.5
20:1	0.8 $\pm$ 0.1	0.8 $\pm$ 0.1	0.8 $\pm$ 0.1	0.9 $\pm$ 0.0	0.8 $\pm$ 0.0	0.7 $\pm$ 0.0	0.9 $\pm$ 0.0	1.1
20:4	0.2 $\pm$ 0.0	0.2 $\pm$ 0.0	0.2 $\pm$ 0.0	0.1 $\pm$ 0.1				

Each value is the mean $\pm$ standard deviation of four samples. The statistical significance of the difference for 16:0 or 18:1 (n-9) with each cooking procedure was evaluated by Student's *t*-test. A common superscript letter indicates the level of significance (^a $p < 0.001$, ^b not significantly different $p > 0.05$).

Table 3. Effect of cooking on the fatty acid content of pork

	Boiled		Pan-fried		Deep-fried	
	Lot A	Lot B	Lot A	Lot B	Lot A	Lot B
Before cooking						
Per raw pork (g/100 g)	13.2 $\pm$ 2.3	33.8 $\pm$ 1.6	13.2 $\pm$ 2.3	33.8 $\pm$ 1.6	21.3 $\pm$ 1.6	35.0 $\pm$ 3.1
After cooking						
Per cooked pork (g/100 g)	16.7 $\pm$ 3.0	32.0 $\pm$ 2.4	21.2 $\pm$ 1.4	26.8 $\pm$ 2.9	25.7 $\pm$ 0.5	36.9 $\pm$ 2.2
Per raw pork (g/100 g)	10.9 $\pm$ 1.9	22.2 $\pm$ 1.8	15.8 $\pm$ 1.2	19.4 $\pm$ 2.4	28.7 $\pm$ 0.7	39.6 $\pm$ 2.6
Residual content after cooking (%)	82.6	65.6	120.3	57.5	134.7	113.1
From cooking oil (g/100 g)*			2.7	1.6	11.2	14.5
From pork (g/100 g)*	10.9	22.2	13.2	17.8	17.5	25.1
Residual content from pork after cooking (%)**	82.6	65.6	99.9	52.8	82.2	71.7

Each value is the mean $\pm$ standard deviation of four samples. * Values are expressed in per 100 g of raw pork. ** Values of residual fatty acid content were calculated from the fatty acid content of raw pork.

較して脂肪酸量は増加を示している。これは、調理操作によって重量が減少することを考慮していないためであり、調理前の重量 100 g に相当する重量に換算した場合、豚肉の脂肪酸量は調理前よりも減少した。調理操作「ゆで」による脂肪酸量の減少は、豚肉の調理前の脂肪酸量と有意に相関し ($p < 0.05$)、脂肪酸含量の多い豚肉ほど、減少量が多くなることが認められた (Fig. 1)。この「ゆで」における脂肪酸量の減少は、副材料の影響がないため、豚肉からの溶出によるものであるといえる。

「炒め」においては、調理による脂肪酸量の変化は、調理前の豚肉に含まれる脂肪酸量の増加につれて、増加から減少へと有意に変化した ($p < 0.05$)。すなわち、脂肪酸含量の低い豚肉では、調理前よりも調理後で脂肪酸量が高くなり、脂肪酸含量の高い豚肉では調理前よりも調理後で脂肪酸量が低くなった (Fig. 2)。また、Table 2 に示したように脂肪酸組成が変化しているのでサラダ油を用いる調理操作では、豚肉脂質の溶出とサラダ油の付着が起こっていることが考えられる。豚肉由来脂肪酸量とサラダ油由来脂肪酸量を算出した

調理による豚肉の脂肪酸量と脂肪酸組成の変化

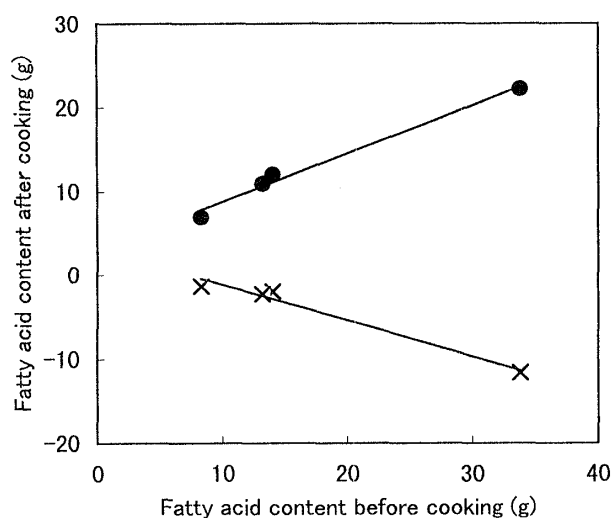


Fig. 1. Effect of boiling on the fatty acid content of pork

Each piece of sliced raw pork was about 20 g in weight and 1 mm thick, purchased pork being used for boiling without further preparation. A cooking control was run for each lot of four pieces of pork. A slice of raw pork was put into 1 l of boiling water and heated for 120 s. The fatty acid content of the sample was calculated per 100 g of raw pork. All data are the means of four samples for each lot. ●, total fatty acid content ($Y=0.57X+3.1$, $r=0.99$, $p<0.05$); ×, change of fatty acid content ($Y=-0.43X+3.1$, $r=0.99$, $p<0.05$).

結果、サラダ油の付着量が調理前の豚肉脂肪酸量の増加にかかわらずほぼ一定であることが示された ($p<0.01$)。一方、豚肉からの脂肪酸溶出量は、Fig. 2 に示されたように調理前の豚肉の脂肪酸含量の増加につれて増加することが示唆された (有意な相関は認められなかった)。したがって、「炒め」における脂質量の著しい変動要因は、低脂質含量の豚肉ではサラダ油が付着することによって調理前よりも脂質量は多くなるが、高脂質含量の豚肉ではサラダ油の付着が起こっても豚肉からの脂質溶出のために調理前より脂質量が低くなることによると推測された。

「揚げ」において、調理後の脂肪酸量を調理後 100 g あたりから調理前 100 g あたりに換算すると値が大きくなっているが、これは Table 1 と同様に、各調理操作を比較するために衣をつけた試料からの変化ではなく、豚肉からの変化で表しているためである。調理後の脂肪酸量は、Lot B のように脂肪酸含量の高い試料においても、調理前の 113.1% に増加しており、高脂肪酸量の試料では脂肪酸量が減少した「ゆで」「焼き」とは異なっていた (衣をつけた状態と比較し

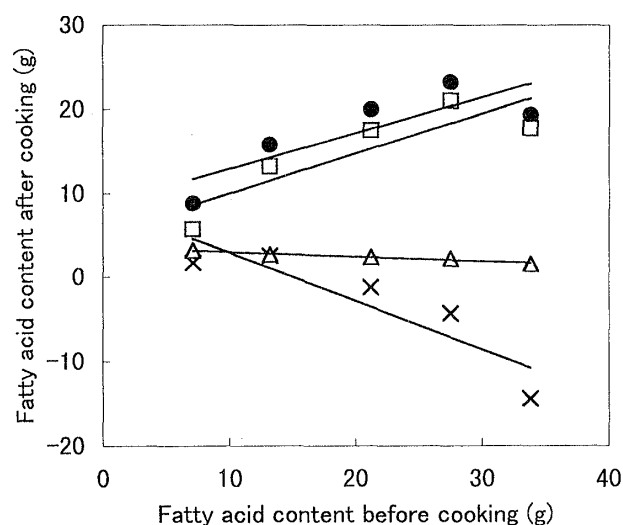


Fig. 2. Effect of pan-frying on the fatty acid content of pork

The sample and procedure were the same as those described in Fig. 1. A cooking control was run for each lot of four pieces of pork. A slice of raw pork was heated on one side for 45 s and then on the other side for 45 s in a frying pan with cooking oil. The fatty acid content of the sample was calculated per 100 g of raw pork. All data are the means of four samples for each lot. ●, total fatty acid content ($Y=0.43X+8.7$, $r=0.83$, not significantly different $p>0.05$); □, fatty acid content from pork ($Y=0.48X+5.2$, $r=0.86$, not significantly different $p>0.05$); △, fatty acid content from cooking oil ($Y=-0.05X+3.5$, $r=0.98$, $p<0.01$); ×, change of fatty acid content ($Y=-0.57X+8.7$, $r=0.90$, $p<0.05$).

ても 106.5% に増加していた)。しかしながら、調理前の豚肉の脂肪酸量が増加するにつれて、調理後の脂肪酸増加量が減少する傾向は「ゆで」「炒め」と同様であった (Fig. 3)。さらに、サラダ油由来の脂肪酸量を算出した結果は、調理前の脂肪酸量の増加につれて、豚肉からの脂肪酸溶出量が増加し ($p<0.05$)、また、サラダ油の付着量も増加する ($p<0.05$) という興味深い結果を示した。このことは、高脂質含量の豚肉は、低脂質含量の豚肉と比較して、サラダ油の付着量が多いにもかかわらず、豚肉中脂質の溶出が著しいため総脂質の増加量が減少することを示している。「揚げ」における脂質量変化についての研究では、試料中の水分減少と脂質増加の相関関係から「水分が多い試料ほど、すなわち、脂質量の少ない試料ほど、より多くの揚げ油が付着する」と結論され、総脂質量の変化についてのみ考察されてきたが^{6)~9)16)17)20)}、平岡は牛ひき肉を試料としてわれわれと同様の結果を示し、試料か

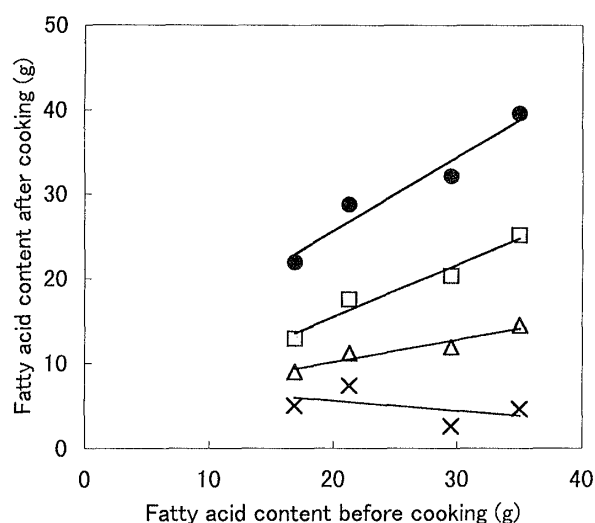


Fig. 3. Effects of deep-frying on the fatty acid content of pork

The sample and procedure were the same as those described in Fig. 1. A cooking control was run for each lot of four pieces of pork. A slice of raw pork was rolled up and coated with wheat flour, egg and bread crumbs, before being deep-fried for 90 s at 180°C in 300 ml of cooking oil. The fatty acid content of the sample was calculated per 100 g of raw pork. All data are the means of four samples for each lot. ●, total fatty acid content ($Y = 0.88X + 7.9$, $r = 0.97$, $p < 0.05$); □, fatty acid content from pork ($Y = 0.62X + 3.1$, $r = 0.98$, $p < 0.05$); △, fatty acid content from cooking oil ($Y = 0.27X + 4.8$, $r = 0.96$, $p < 0.05$); ×, change of fatty acid content ($Y = -0.12X + 7.9$, $r = 0.49$, not significantly different $p > 0.05$).

らの溶出を定量する必要性を述べている^{23)~25)}。試料形態にかかわらず、調理前の脂質量の増加につれてサラダ油の付着量が増加した要因についてははっきりしないが、豚肉からの脂質溶出がサラダ油と豚肉の脂質の置換を促し、サラダ油の付着を大きくしたのかもしれない。

4. 考 察

調理前、および、調理後の脂肪酸量について、実測値と食品成分表を用いた計算値を Table 4 に示した。実測値の脂肪酸量は、ロットによって著しく異なっていることから平均値で示さず、得られた脂肪酸量の範囲を示した。計算値と実測値にはかなりの差が認められるが、この実測値におけるロット間の差は調理操作によって、特に「炒め」によって縮小されていた。これは、Table 3 に示したように、豚肉の脂質量の増加による脂質溶出量の増加が、溶出率の増加によるた

めである (Fig. 1~3)。したがって、これまでのような揚げ物の吸油量、すなわち、吸油率は 10% であるというような試料の脂質含量を考慮しない栄養価計算では調理操作による影響を的確に示すことはできず、調理操作ごとに、調理前脂質量から調理後脂質量を推測する必要があるといえる。Fig. 1~3 に示したように調理前の脂質含量の影響は、少なくとも通常の調理材料の脂質含量の範囲では直線的であることから、実測値の回帰直線はその推測に活用できるかもしれない。なお、成分表に記載されている脂肪酸量 23 g の豚薄切りロース肉を調理した場合の脂肪酸量を算出すると「ゆで」16 g、「炒め」19 g、「揚げ」29 g となり、それぞれ調理前の 70%、80%、126%、成分表を用いた計算値の 70%、61%、80% となった。

一般に、「ゆで」は、サラダ油を用いる調理操作よりも脂質量が減少し、健康的な食事を提供すると考えられている。確かに「揚げ」では調理前と比較して総脂質量は増加するが、「炒め」は高脂質量の豚肉では脂質溶出率が「ゆで」よりも高く (Fig. 1, 2, Table 3)、牛ひき肉中の脂質減少に油中での加熱が水中での加熱よりも有効であるという報告もある²⁰⁾。したがって、サラダ油が付着しても「ゆで」と同程度の脂質量となっている。また、「炒め」「揚げ」においては、Fig. 2, 3 に示したように、豚肉中の脂質とサラダ油の置換が起こっており、調理前の豚肉に含まれる脂質量の増加につれて、「炒め」では豚肉脂質の溶出率が、「揚げ」ではそれに加えてサラダ油の付着率が高まることから、脂肪酸組成も影響される。すなわち、「炒め」「揚げ」では脂質を量的レベルのみでなく、質的レベルで管理することも可能であることを示しており、一概に「ゆで」によって健康的な食事を提供できるとはいえない。

以上のことより、健康維持増進のための $n-6$ 系、 $n-3$ 系多価不飽和脂肪酸の摂取割合、適正脂質摂取量等の議論において、調理操作における脂質量の変化を考慮する必要性、さらには、調理操作を活用した幅広い栄養管理の可能性を本研究は示唆していると考えられる。

5. 要 約

わが国では、国民栄養調査が行われ、その結果は健康増進のための基礎資料として用いられている。しかしながら、その値は生の値のみが記された食品成分表を用いて計算したものであり、調理による変化は考慮されていない。本論文では、実際の調理操作の脂質量

調理による豚肉の脂肪酸量と脂肪酸組成の変化

Table 4. Comparison between measured and calculated fatty acid content

		Boiled	Pan-fried	Deep-fried
Raw pork	Calculated amount (g)*	23.3	23.3	23.3
	Measured amount (g)	8.3-33.8	7.1-33.8	16.9-35.0
	Measured / calculated (%)	35.6-145.1	30.5-145.1	72.5-150.2
Cooked pork	Calculated amount (g)*	23.3	30.8	36.7
	Measured amount (g)	6.9-22.2	8.8-23.2	21.9-39.6
	Measured / calculated (%)	29.6-95.6	29.0-75.3	59.7-108.0

* Values of the calculated amounts of raw pork and cooked pork are based on the Food Composition Table. The calculated amount of pan-fried pork was the sum of 100 g of pork and 8 g of cooking oil. The calculated amount of deep-fried pork was the sum of 100 g of pork, 4 g of wheat flour, 12 g of egg, 9 g of breadcrumbs and 12.5 g of cooking oil.

への影響を系統化することを目的として、豚薄切りコース肉（脂身付き）を試料として「ゆで」「炒め」「揚げ」を行い、脂肪酸量、脂肪酸組成をガスクロマトグラフィーを用いて分析した。さらに、「炒め」「揚げ」においては、豚肉由来、サラダ油由来の脂肪酸量を算出した。

脂肪酸組成は「ゆで」で変化せず、「炒め」「揚げ」ではサラダ油の付着によって変化した。豚肉の調理前脂質量に重量減少率は影響されなかった。豚肉の調理前脂質量の増加につれて、いずれの調理操作においても豚肉由来の脂質溶出率は増加し、「揚げ」ではサラダ油の付着率も増加した。「炒め」では調理前脂質量にかかわらずサラダ油の付着量は一定であった。これらのことから、脂肪酸量の実測値と成分表を用いた計算値は異なっており、調理操作ごとに、試料中の調理前脂質量から調理後脂質量を推測する必要性が示された。

本研究を行うにあたり、終始熱心にご協力いただいた広島文教女子大学短期大学部専攻科栄養専攻徳山留美さん、泊野有紀子さんに深く感謝いたします。なお、本研究は、文部省科学研究費補助金・奨励研究（A）によるものである。

引用文献

- 1) 厚生省保健医療局地域保健・健康増進栄養課生活習慣病対策室（監修）：『平成10年版国民栄養の現状（平成8年国民栄養調査成績）』，第一出版，東京（1998）
- 2) 秦 和彦，三ヶ尻昭博，藤田孝夫：青魚とEPA，調理科学，**16**，155-160（1983）
- 3) 岸部公子，白井千織，中澤輝郎：イワシ中のエイコサ

ペンタエン酸およびドコサヘキサエン酸含量に対する加工および調理の影響，調理科学，**19**，52-56（1986）

- 4) 前田有美恵，石川雅章，山本政則，寺田志保子，増井俊夫，渡辺佳一郎：イワシ中の脂肪酸，とくにエイコサペンタエン酸およびドコサヘキサエン酸含量に及ぼす調理の影響，栄食誌，**38**，447-450（1985）
- 5) Yamamoto, Y., and Imose, K.: Changes in Fatty Acid Composition in Sardines (*Sardinops melanosticta*) with Cooking and Refrigerated Storage, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **35**, 39-47（1989）
- 6) 横川洋子：イワシ調理における脂質劣化の動向，調理科学，**22**，223-227（1989）
- 7) Gall, K. L., Otwell, W. S., Koburger, J. A., and Appledorf, H.: Effect of for Cooking Methods on the Proximate, Mineral and Fatty Acid Composition of Fish Fillets, *J. Food Sci.*, **48**, 1068-1074（1983）
- 8) 浅川具美：青魚と加熱調理—脂質の変化をめぐる一，食生活研究，**28**，29-34（1985）
- 9) 池上茂了，村田安代，一寸木絢子，国崎直道：揚げ物に関する研究—魚の素揚げについて—，家政誌，**24**，376-383（1973）
- 10) 奥山治美：飽食時代の脂質栄養指針，脂質栄養学，**6**，6-42（1997）
- 11) 菅野道廣：脂質の適性摂取に関する考え方，脂質栄養学，**6**，43-50（1997）
- 12) 科学技術庁資源調査会（編）：『四訂食品成分表』，女子栄養大学出版部，東京（1997）
- 13) Ishinaga, M., Sugiyama, S., and Mochizuki, T.: Daily Intakes of Fatty Acids, Sterols, and Phospholipids by Japanese Women and Serum Cholesterol, *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, **40**, 557-567（1994）
- 14) 石永正隆，松田久美子，田茂井盛子，向井加織，鬼頭誠：女子大生のn-6系およびn-3系多価不飽和脂肪酸の1日摂取量，栄食誌，**44**，437-440（1991）
- 15) 望月てる代，上田愛子，石永正隆：日本人成人男性の

- 脂肪酸・ステロール・リン脂質の1日摂取量, 栄食誌, **51**, 339-343 (1998)
- 16) 古賀菱子, 菅野道廣, 寺澤洋子: 動物性食品の脂質成分に及ぼす調理法の影響, 栄養と食糧, **31**, 543-550 (1978)
 - 17) 古賀菱子, 菅野道廣, 寺澤洋子, 山本統彦: 動物性食品への調理油の移行について, 栄養と食糧, **31**, 551-556 (1978)
 - 18) Snyder, M. P., Obarzanek, E., Montgomery, D. H., Feldman, H., Niclas, T., Raizman, D., Rupp, J., Bigelow, C., and Lakatos, E. D.: Reducing the Fat Content of Ground Beef in a School Foodservice Setting, *J. Am. Diet. Assoc.*, **94**, 1135-1139 (1994)
 - 19) Synder, M. P., Story, M., and Trenkner, L. L.: Reducing Fat and Sodium in School Lunch Programs: The LUNCHPOWER! Intervention Study, *J. Am. Diet. Assoc.*, **92**, 1087-1091 (1992)
 - 20) Small, D. M., Oriva, C., and Tercyak, M. A.: Chemistry in the Kitchen: Making Ground Meat More Healthful, *N. Engl. J. Med.*, **324**, 73-77 (1991)
 - 21) Love, J. A., and Prusa, K. J.: Nutrient Composition and Sensory Attributes of Cooked Ground Beef: Effect of Fat Content, Cooking Method, and Water Rinsing, *J. Am. Diet. Assoc.*, **92**, 1367-1371 (1992)
 - 22) Cannell, L. E., Savell, J. W., Smith, S. B., Cross, H. R., and John, L. C.: Fatty Acid Composition and Caloric Value of Ground Beef Containing Low Levels of Fat, *J. Food Sci.*, **54**, 1163-1168 (1989)
 - 23) 平岡英子: 揚げ物における食品中の脂質の変化 (第1報)—油脂交換量におよぼす材料肉の脂質含量および形状の影響—, 調理科学, **20**, 355-361 (1987)
 - 24) 平岡英子: 揚げ物における食品中の脂質の変化 (第2報)—揚げ条件の違いが油脂交換量におよぼす影響について—, 調理科学, **24**, 124-129 (1991)
 - 25) 平岡英子: 揚げ物における食品中の脂質の変化 (第3報)—素揚げと空揚げによる揚げ物中の脂質とトコフェロール量の比較—, 調理科学, **24**, 302-305 (1991)
 - 26) Bligh, E. G., and Dyer, W. J.: A Rapid Method of Total Lipid Extraction and Purification, *Can. J. Biochem. Physiol.*, **37**, 911-917 (1959)
 - 27) 梶本五郎, 吉田弘美: 変敗油の調理に及ぼす影響 (第38報)—揚げ鯨肉よりフライ油へ移行する鯨油量とフライ油の変質度—, 栄養と食糧, **23**, 255-259 (1970)
 - 28) 梶本五郎, 吉田弘美: 変敗油の調理に及ぼす影響 (第39報)—揚げアジよりフライ油へ移行するアジの油脂量とフライ油の変質度, 栄養と食糧, **23**, 443-446 (1970)