<原著論文>

モデル献立を用いた n-6 系/n-3 系多価不飽和脂肪酸比率の検討

堀口さやか¹⁾, 川端輝江²⁾, 長谷川恭子²⁾, 竹内恭子¹⁾

¹⁾埼玉医科大学病院栄養部、²⁾女子栄養大学基礎栄養学研究室

連絡先: 堀口さやか、〒350-0451 埼玉県入間郡毛呂山町毛呂本郷 38

埼玉医科大学病院栄養部

Tel: 049-276-1457, Fax: 049-294-9629, E-mail: shori@saitama-med.ac.jp

Study on the n-6/n-3 Fatty Acid Ratio using Model Menu

Sayaka HORIGUCHI¹⁾, Terue KAWABATA²⁾, Kyoko HASEGAWA²⁾, and Kyoko TAKEUCHI¹⁾

¹⁾Department of Nutrition, Hospital of Saitama Medical University,

²⁾Laboratory of Basic Nutrition, Kagawa Nutrition University

Correspondence: Sayaka Horiguchi, 38 Morohongo, Moroyama-Machi, Iruma-gun, Saitama, Japan, 350-0451

Summary

Background: Achieving a low dietary ratio of n-6 to n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFA) is clinically relevant for the nutritional management of many patients.

Objective: We examined the possibility of creating substantial differences in the n-6 to n-3 PUFA ratio within a typical Japanese diet by developing Model Diet Menus.

Methods: We prepared a standard menu called the Model Diet Menu for female subjects aged 18-29. We then developed modified menus using different foods or oils and compared their n-6/n-3 ratios with that of the Model Diet Menu. In Development 1, we replaced all dishes using fish and fish products with meat, creating a "Meat Menu." Next, we replaced all dishes using meat and meat products with fish, creating a "Fish Menu." In Development 2, we replaced vegetable oil with rapeseed oil to produce the "Rapeseed Oil Menu." In another modification, we replaced vegetable oil with perilla oil, creating a "Perilla Oil Menu." In addition, we investigated the differences in n-6/n-3 PUFA ratio produced by changing cooking methods (boiling, grilling, and deep frying) within Japanese, Western, and Chinese cuisine styles.

Results: The mean ($\pm$ SEM) n-6/n-3 PUFA ratio in the Model Diet Menu was 4.55 ± 0.67 . In Development 1, the ratios for the Meat Menu and the Fish Menu were 6.18 ± 0.97 and 3.72 ± 1.01 , respectively. In Development 2, the ratios for the Rapeseed Oil Menu and the Perilla Oil Menu were 3.71 ± 0.66 and 1.40 ± 0.76 , respectively. The n-6/n-3 PUFA ratios of Japanese-style meals were lower than those of Western-style or Chinese-style meals because the amount of oil in the Japanese-style meals was less than

that of the Western-style or Chinese-style meals. No differences of n-6/n-3 PUFA ratio between foods prepared by boiling and those prepared by grilling were detected, probably because of the small amount of oil used in cooking.

Conclusion: The n-6/n-3 PUFA ratio can be lowered from 4.55 ± 0.69 to 1.29 ± 0.64 by decreasing the amount of oil used for cooking, using an oil rich in n-3 PUFA such as rapeseed oil and perilla seed oil, and substituting fish for meat in the diet.

Key words: n-6/n-3 fatty acid ratio, PUFA, Model Diet Menu

Accepted, 2005. 5. 27

はじめに

近年、肥満、高脂血症、動脈硬化症、虚血性心血管疾患、糖尿病、がん等の生活習慣に関わる疾患の増加により、食事中脂質の望ましい量と質について検討されている¹⁻⁶⁾。特に、脂質の質に関しては、食品中のトリアシルグリセロールを構成する脂肪酸の摂取比率が問題となる。その中でも、必須脂肪酸である n-6 系および n-3 系多価不飽和脂肪酸(PUFA)は体内で炭素数 20 以上の長鎖脂肪酸にそれぞれ代謝され、エイコサノイドや炎症メディエータとして各種生理作用を発揮する⁷⁻⁹⁾。n-6 系および n-3 系 PUFA 両者の系は多くの酵素、受容体の段階で競合することから、食事中の n-6 系 / n-3 系 PUFA 比率(n-6/n-3 比率)の調節が重要と考えられている¹⁰⁾。

病院給食では、一般食(常食)に始まりさまざまな疾患に対応した食事に展開し提供をしているが、摂取する脂質のコントロールが必要な食事療法では、食物中のコレステロールや飽和脂肪酸:一価不飽和脂肪酸:多価不飽和脂肪酸比(SMP 比)だけでなく、n-6 系 PUFA と n-3 系 PUFA の構成まで考慮した献立にする必要があり、アレルギーなど個人に対応した食事では献立展開は容易でない。さらに、献立展開のレベルで n-6/n-3 比率をどの程度変化させることが可能であるのか、まだ明らかにされていない。

本研究では、モデル献立を作成し、モデル献立のたんぱく質源及び植物油の種類を置き換えることにより、食事レベルでの n-6/n-3 比率をどの程度変化させることが可能であるか検討した。

方法

モデル献立を作成し、モデル献立の肉・魚介類のたんぱく質源及び植物油の種類を置き換えることにより、それぞれの献立の n-6/n-3 比率を比較した。また、「和風」・「洋

風」・「中華風」の料理様式及び「焼く」・「煮る」・「揚げる」の調理方法の違いによる n-6/n-3 比率を比較した。

1. モデル献立の作成と計算

第六次改定日本人の栄養所要量¹¹⁾に見合う生活活動レベルⅠの18～29歳女子を対象としたモデル献立を標準となる食品構成(四群点数法)¹²⁾に基づき作成した。四群点数法とは、すべての食品を栄養価の似通った特徴ある食品ごとにまとめ4つの群に分け、各群から食品を選択し献立作成をする方法である。

モデル献立の食品群別使用量を表1に示す。モデル献立は、全て

表1 モデル献立の食品群別平均重量

表1 モデル献立の食品群別平均重量		(g/日)	
穀類	453.8	魚介類	58.3
米	346.2	魚 Aグループ	10.9
パン	100.9	魚 Bグループ	23.2
その他	6.7	魚 Cグループ	12.5
種実類	1.4	介 Aグループ	8.6
いも類	98.1	介 Cグループ	3
砂糖類	11.1	肉類	44.6
菓子類	9.7	肉 Aグループ	2.1
油脂類	13.1	肉 Bグループ	14.1
調合油	9.7	肉 Cグループ	28.4
オリーブ油	0.7	卵類	44.6
ごま油	0.3	乳・乳製品類	195.3
マーガリン	0.1	牛乳	53.6
バター	2.6	低脂肪乳	46
豆類	51	ヨーグルト(含脂無糖)	31.1
納豆	9.3	ヨーグルト(脱脂加糖)	51.3
豆腐	20.2	チーズ	13.3
加工品	12	調味料類	59
その他豆類	9.5	ドレッシング	3.6
果物	130.9	マヨネーズ	1.5
緑黄色野菜	112.1	その他	53.9
その他の野菜	167.7		
きのこ類	21.9		
海藻類	10.7		

各グループのたんぱく質含有量: Aグループ14g以上、Bグループ10g以上14g未満、Cグループ9g未満

調理・試食の上で春夏秋冬それぞれ1週間ごとの1日3食計28日分とした。季節・グループ別魚介類平均量及び魚介類食品構成を表2と表3に示す。食事構成の基本は、主食、汁物、主菜、副菜である。エネルギー、三大熱量素量、脂肪エネルギー比の計算は、五訂増補日本食品標準成分表¹³⁾を用いて行った。総脂肪酸(TFA)、飽和脂肪酸(SFA)、一価不飽和脂肪酸(MUFA)、PUFA、n-6系およびn-3系PUFA量の計算は五訂増補日本食品標準成分表、脂肪酸組成表編¹⁴⁾を用い算出した。なお、脂肪酸成分表のリストにない食品については、代替食品の脂肪酸の値を用いた。

表2 モデル献立の季節・グループ別魚介類平均量 (g)

	春	夏	秋	冬
平均量	70.2	52.2	58.7	53.5
Aグループ	33.1	20.0	9.4	22.0
Bグループ	16.4	22.2	23.6	8.6
Cグループ	20.7	10.0	25.7	22.9

各グループのたんぱく質含有量:

Aグループ14g以上、Bグループ10g以上14g未満、Cグループ9g未満

表3 モデル献立の季節・グループ別魚介類食品構成

	春	夏	秋	冬
Aグループ	わかさぎ 12.2%			
	まぐろ・めじ 11.2%			
	しばえび 8.1%	まぐろ・めじ 13.7%	ブラックタイガー 9.7%	ひらめ 18.7%
	ブラックタイガー 6.1%	きす 11.0%	あさり 3.7%	めばちまぐろ 18.7%
	ほたてがし・水煮 4.1%	ブラックタイガー 8.2%	しらす 2.4%	あさり缶詰 2.7%
	くらげ 3.1%	ほたてがし・貝柱 5.5%		
	あさり 2.0%			
Bグループ	干しかれい 12.2%	かつお・秋獲り 15.1%		
	めばる 11.2%	ししゃも 12.3%	まあじ 14.6%	めかじき 13.4%
		べにざけ 8.2%	べにざけ 14.6%	べにざけ 2.7%
		べにざけ・くんせい 6.9%	ほっけ開き 10.9%	
Cグループ	まあじ 12.2%	あなご 8.2%	まさば 14.6%	ぶり 16.0%
	まだい 7.1%	うなぎ 4.1%	かき 13.4%	さわら 13.4%
	焼き竹輪 6.1%	しじみ 2.7%	さんま 8.5%	むつ 10.7%
	まぐろ缶詰 4.1%	まぐろ缶詰 4.1%	まだい 7.3%	まぐろ缶詰 2.7%

各グループのたんぱく質含有量: Aグループ14g以上、Bグループ10g以上14g未満、Cグループ9g未満

構成比率1.0%未満は省略

2. モデル献立の展開による n-6/n-3 比率の検討

1) 展開1の方法(たんぱく質源展開)

モデル献立で使用している肉類および魚介類をそれぞれ同量置き換え、献立の展開を行った。即ち、展開1では魚介類を肉類に置き換え肉献立とし、肉類も同様に行い魚献立とした。展開1では、四群点数法のたんぱく質含有量による区分(ABCグループ)に準じて同グループ内で同量を置き換えた。各グループのたんぱく質含有量は、1点 80kcal あたり A グループ 14g 以上、B グループ 10g 以上 14g 未満、C グループ 10g 未満である¹²⁾。

2) 展開2の方法(油脂類展開)

モデル献立に使用した植物油の種類を置き換え献立の展開を行い比較した。即ち、モデル献立に使用した調合油を、調合油より n-3 系 PUFA の α -リノレン酸(LNA) 18:3n-3 の多いなたね油、しそ油にそれぞれ同量置き換えて、なたね油献立、しそ油献立とした。しそ油献立では、揚げ物以外の調合油をしそ油に置き換え、揚げ物類に

はそのまま調合油の値を適用した。

3) n-6/n-3 比率の検討

それぞれ展開した献立について栄養価計算を行った。栄養価計算は、モデル献立で述べた方法と同様である。しそ油は五訂増補日本食品標準成分表には記載されていないため、パッケージ(創健社)の栄養成分表示を用い、さらに、脂肪酸組成はガスクロマトグラフィーにより実測し、得られた値を用い栄養価計算を行った。展開後の献立は、1日の平均栄養素量として求め、展開前のモデル献立の平均栄養素量との間で、差の検定(Student の t-test)を行った。検定は、両側で行い、有意水準5%を有意差有りとした。

3. 調理方法の違いによる n-6/n-3 比率の検討

山崎清子らの調理と理論¹³⁾に掲載されている代表的な献立(主菜)を採り上げ、料理様式別「和風」・「洋風」・「中華風」献立を比較した。調理方法は、「煮る」・「焼く」・「揚げる」である。これらをそれぞれにおいて同じたんぱく質源(まあじ)・重量の料理様式・調理方法による差異を比較した。なお、料理様式・調理方法を重視したことで、脂質の合計量は献立によって異なっている。

結果

1. モデル献立

モデル献立の1日平均のエネルギー、三大熱量素および脂肪エネルギー比を表4に示した。なお、国民栄養調査結果¹⁶⁾の18~29歳女性の結果を参考までに示した。たんぱく質、炭水化物は国民栄養調査より多く、脂質は少なかった。モデル献立の1日平均の TFA、SFA、MUFA、PUFA、n-6 系および n-3 系 PUFA 量を表5に示した。TFA は $39,759 \pm 4,157$ mg、n-6 系 PUFA 量は $9,299 \pm 1494$ mg(4.7 エネルギー%)、

表4 モデル献立1日平均量と国民栄養調査結果の比較^{ab}

		モデル献立		国民栄養調査 ^d
エネルギー	(kcal)	1,773 ± 54	(101 ± 2.6)	1,688 ± 476
たんぱく質	(g)	69.3 ± 5.0	(139 ± 9.0)	64.2 ± 20.2
脂質	(g)	46.5 ± 4.7	(95.6 ± 10.5)	54.1 ± 24.1
炭水化物	(g)	265.0 ± 11.3	(95.2 ± 3.8)	227.6 ± 67.4
脂質エネルギー比	(%)	23.6 ± 2.1	(94.3 ± 9.5) ^c	28.2

^a Mean ± S.D.

^b () は日本人の食事摂取基準2005年版(身体活動レベル 低い、18~29歳女性)に対する割合

^c 脂肪エネルギー比25.0%に対して

^d 平成14年国民栄養調査結果

n-3PUFA 量は $2,045 \pm 432\text{mg}$ (1.0 エネルギー%), n-6/n-3 比率は 4.55 ± 0.67 であった。動物性脂質は、脂質 46.5g に対して 43.6% の 20.3g、SMP 比は 3.24:3.89:2.89、脂肪比率は動物性:植物性:魚油比 = 4.1:4.9:0.8 であった。

2. モデル献立の展開

1) 展開1: たんぱく質源展開 (表6)

モデル献立の n-6/n-3 比率 4.55 ± 0.67 に対し、肉献立は 6.18 ± 0.97 、魚献立は 3.72 ± 1.01 を示した。PUFA 量が魚献立で有意に高値を示し ($p < 0.05$)、特に n-3 系 PUFA

表5 モデル献立の1日平均脂肪酸含有量^{abc} (mg/日)

脂肪酸名	脂肪酸含有量	
Σ TFA	39759 ± 4157	
Σ SFA	12872 ± 1918	(6.5%)
Σ MUFA	15415 ± 2261	(7.8%)
Σ PUFA	11387 ± 1818	(5.8%)
Σ n-6 PUFA	9299 ± 1494	(4.7%)
18:2 n-6 LA	8831 ± 1665	(4.5%)
20:4 n-6 AA	152 ± 39	(0.1%)
Σ n-3 PUFA	2045 ± 432	(1.0%)
18:3 n-3 LNA	1354 ± 287	(0.7%)
20:5 n-3 EPA	187 ± 93	(0.1%)
22:6 n-3 DHA	367 ± 163	(0.2%)
n-6/n-3比率	4.55 ± 0.67	

^a Mean $\pm$ S.D.

^b () は総エネルギー%

^c 略語: Σ TFA, 脂肪酸総量; Σ SFA, 飽和脂肪酸; Σ MUFA, 一価不飽和脂肪酸; Σ PUFA, 多価不飽和脂肪酸; Σ n-6PUFA, n-6系多価不飽和脂肪酸; LA, リノール酸; AA, アラキドン酸; Σ n-3PUFA, n-3系多価不飽和脂肪酸; LNA, α -リノレン酸; EPA, エイコサペンタエン酸; DHA, ドコサヘキサエン酸

表6 たんぱく質源展開における各献立の脂肪酸含有量^{abc} (mg/日)

	モデル献立	肉献立	魚献立
Σ SFA	12872 ± 1919	13064 ± 2042	12197 ± 2113
Σ MUFA	15415 ± 2262	15823 ± 2574	14847 ± 2317
Σ PUFA	11387 ± 1818	11154 ± 1873	12526 ± 2249 *
Σ n-6 PUFA	9299 ± 1494	9572 ± 1645	9822 ± 2073
18:2 n-6 LA	8831 ± 1665	9322 ± 1629	9596 ± 2102
20:4 n-6 AA	152 ± 39	148 ± 16	156 ± 50
Σ n-3 PUFA	2045 ± 432	1549 ± 355 ***	2638 ± 582 ***
18:3 n-3 LNA	1354 ± 287	1372 ± 248	1437 ± 303
20:5 n-3 EPA	187 ± 93	25 ± 49 ***	334 ± 192 ***
22:6 n-3 DHA	367 ± 163	113 ± 128 ***	606 ± 249 ***
SMP比	3.24:3.89:2.87	3.26:3.95:2.79	3.08:3.75:3.17
n-6/n-3 比	4.55 ± 0.69	6.18 ± 0.97 ***	3.72 ± 1.01 ***

^a Mean $\pm$ S.D.

^b モデル献立との有意差: *** $p < 0.001$ ** $p < 0.01$ * $p < 0.05$

^c 略語: Σ SFA, 飽和脂肪酸; Σ MUFA, 一価不飽和脂肪酸; Σ PUFA, 多価不飽和脂肪酸; Σ n-6PUFA, n-6系多価不飽和脂肪酸; LA, リノール酸; AA, アラキドン酸; Σ n-3PUFA, n-3系多価不飽和脂肪酸; LNA, α -リノレン酸; EPA, エイコサペンタエン酸; DHA, ドコサヘキサエン酸

量が魚献立で有意に高値を($p<0.001$)、肉献立で有意に低値を示した($p<0.001$)。n-3系 PUFA 量でも、特にエイコサペンタエン酸 (EPA) 20:5n-3、ドコサヘキサエン酸 (DHA) 22:6n-3 量が魚献立で有意に高値を示した(いずれも $p<0.001$)。

2) 展開2: 油脂類展開 (表7)

モデル献立の n-6/n-3 比率 4.55 ± 0.67 に対し、なたね油献立 3.71 ± 0.66 、しそ油献立 1.41 ± 0.76 と変化した(いずれも $p<0.001$)。モデル献立に対して、しそ油献立の LNA 量が有意に高値を示し($p<0.001$)、両者の展開ともリノール酸 (LA) 18:2n-6 量が有意に低値を示した($p<0.01$)。

さらに、たんぱく質源と油脂類の両者を置き換え、n-6/n-3 比率をさらに低値に近づけることを検討した(表8)。その献立を調理油にしそ油、揚げ物類になたね油に展開すると 1.36 ± 0.57 (モデル献立、なたね・しそ油)と低値となった。即ち、表7のしそ油献立では揚げ物には調合油を用いたが、これをなたね油に置き換える工夫をしたところ、n-6/n-3 比率を低下させることが可能となった。さらに、この展開献立を用い、たんぱく質源の肉類を魚介類に置き換えると 1.29 ± 0.64 (魚献立、なたね・しそ油)となり、n-6/n-3 比率はモデル献立に対して有意に低値を示し($p<0.001$)、n-6/n-3 比率の最も低い献立展開となった。

表7 油脂展開における各献立の脂肪酸含有量^{abc} (mg/日)

	モデル献立	なたね油献立	しそ油献立
Σ SFA	12872 ± 1919	12464 ± 1987	12614 ± 1875
Σ MUFA	15415 ± 2262	17128 ± 2310 **	13623 ± 2269 **
Σ PUFA	11387 ± 1818	10058 ± 1764 **	13438 ± 2135 ***
Σ n-6 PUFA	9299 ± 1494	7898 ± 1474 ***	7810 ± 1530 ***
18:2 n-6 LA	8831 ± 1665	7703 ± 1453 **	7533 ± 1555 **
20:4 n-6 AA	152 ± 39	155 ± 37	155 ± 38
Σ n-3 PUFA	2045 ± 432	2131 ± 440	5596 ± 1743 ***
18:3 n-3 LNA	1354 ± 287	1460 ± 244 *	4782 ± 1731 ***
20:5 n-3 EPA	187 ± 93	187 ± 93	187 ± 93
22:6 n-3 DHA	367 ± 163	369 ± 164	369 ± 164
SMP比	3.24:3.89:2.87	3.28:3.81:2.91	3.18:3.43:3.39
n-6/n-3 比	4.55 ± 0.69	3.71 ± 0.66 ***	1.40 ± 0.76 ***

^a Mean ± S.D.

^b モデル献立との有意差 : *** $p<0.001$ ** $p<0.01$ * $p<0.05$

^c 略語: Σ SFA, 飽和脂肪酸; Σ MUFA, 一価不飽和脂肪酸; Σ PUFA, 多価不飽和脂肪酸; Σ n-6 PUFA, n-6系多価不飽和脂肪酸; LA, リノール酸; AA, アラキドン酸; Σ n-3 PUFA, n-3系多価不飽和脂肪酸; LNA, α-リノレン酸; EPA, エイコサペンタエン酸; DHA, ドコサヘキサエン酸

表8 たんぱく質源及び油脂類展開における各献立の脂肪酸含有量^{abc} (mg/日)

	モデル献立 (調合油)	モデル献立 (なたね・しそ油)	魚献立 (なたね・しそ油)
Σ SFA	12872 ± 1919	12617 ± 1917	12050 ± 2276
Σ MUFA	15415 ± 2262	13917 ± 2246 **	13444 ± 2381 **
Σ PUFA	11387 ± 1818	13005 ± 2236 **	14251 ± 2533 ***
Σ n-6 PUFA	9299 ± 1494	7469 ± 1443 ***	8001 ± 2048 **
18:2 n-6 LA	8831 ± 1665	7213 ± 1419 ***	7789 ± 2074 *
20:4 n-6 AA	152 ± 39	155 ± 38	156 ± 50
Σ n-3 PUFA	2045 ± 432	5509 ± 1691 ***	6200 ± 1867 ***
18:3 n-3 LNA	1354 ± 287	4749 ± 1426 ***	5040 ± 1717 ***
20:5 n-3 EPA	187 ± 93	187 ± 93	334 ± 193 ***
22:6 n-3 DHA	367 ± 163	369 ± 164	606 ± 240 ***
SMP比	3.24:3.89:2.87	3.19:3.52:3.29	3.03:3.38:3.59
n-6/n-3 比	4.55 ± 0.69	1.36 ± 0.57 ***	1.29 ± 0.64 ***

^a Mean ± S.D.^b モデル献立との有意差 : ***p < 0.001 **p < 0.01 *p < 0.05^c 略語: Σ SFA, 飽和脂肪酸; Σ MUFA, 一価不飽和脂肪酸; Σ PUFA, 多価不飽和脂肪酸; Σ n-6 PUFA, n-6系多価不飽和脂肪酸; LA, リノール酸; AA, アラキドン酸; Σ n-3 PUFA, n-3系多価不飽和脂肪酸; LNA, α-リノレン酸; EPA, エイコサペンタエン酸; DHA, ドコサヘキサエン酸

3) 料理様式・調理方法比較

料理様式・調理方法別献立(表9)を比較した結果を図1に示した。「焼く」・「煮る」・「揚げる」のいずれの調理方法でも、和風献立は、洋風・中華風献立と比べて油脂類の使用量が少なく、TFA 量が低い傾向を示した。また、「焼く」より「煮る」・「揚げる」といった調理方法の方が油脂類の使用量が多く、TFA 量も高値を示した。いずれの調理方法においても、洋風献立の油脂量、特に調合油由来のn-6系PUFA(LA)量が増加傾向を示した。

各料理様式・調理方法ともに、和風献立で油脂を使わない調理様式(「焼く」・「煮る」)であっても、洋風献立ではフレンチドレッシング、タルタルソースやバターソースなどのソースとして油脂を使うことにより脂質量が増加した。中華風献立では、一度油脂で焼くまたは揚げてから調味した献立であることにより、他の2つの献立形式に比べて脂質量が増加した。

表9 料理様式・調理方法別比較

・調理方法「焼く」献立の展開 (g)

和 風		洋 風	
鰯の塩焼き		鰯のムニエル	
まあじ	60	まあじ	60
塩	0.9	塩	0.6
		こしょう	0.01
		薄力粉	3
		調合油	4.5
		バター	1.5
		レモン	

*中華風の鰯を用いた「焼く」献立は一般的に料理されない

・調理方法「煮る」献立の展開 (g)

和 風		洋 風		中 華 風	
鰯の煮付け		魚のゆで煮		魚の醤油煮	
まあじ	60	まあじ	60	まあじ	60
しょうゆ	9	塩	0.6	酒	5
水	90	こしょう	0.01	しょうゆ	5
酒	5	白ワイン		調合油	9
砂糖	1.2	塩	0.5	酒	3
しょうが	1.5	水		しょうゆ	9
		酢	5	砂糖	1.2
		調合油	10	水	30
		酢	3		
		塩	0.3		
		こしょう	0.01		
		しょうが	2		
		パセリ	1		

・調理方法「揚げる」献立展開 (g)

和 風		洋 風		中 華 風	
鰯の唐揚げ		エスカベッシュ (揚げ魚の酢油づけ)		醋溜全魚 (丸揚げ甘酢あんかけ)	
まあじ	60	まあじ	60	まあじ	60
しょうゆ	3	食塩	0.6	しょうゆ	4.8
片栗粉	15	白こしょう	0.01	しょうが	0.6
調合油	6	薄力粉	6	片栗粉	3
		調合油	6	調合油	6
		穀物酢	15	だし	30
		調合油	15	食塩	0.3
		食塩	1	しょうゆ	1.7
		白こしょう	0.01	砂糖	2.5
		白ワイン	10	穀物酢	3.5
				片栗粉	1.5

図1 料理様式・調理形式別主菜の脂肪酸量比較^{a)}

■ 飽和脂肪酸 □ 一価不飽和脂肪酸
 ■ n-6系多価不飽和脂肪酸 ▨ n-3系多価不飽和脂肪酸

考察

本研究では、18-29 歳女子を対象としたモデル献立を作成し、同じ献立からたんぱく質源・油脂類の種類を置き換え、献立を比較することにより、食事レベルの n-6/n-3 比率をどの程度変化させることが可能であるか検討した。

n-3 系 PUFA の生理機能から、n-3 系 PUFA を構成する LNA、EPA、DHA 等の脂肪酸摂取が推奨されている。脂質コントロールが必要な高脂血症、糖尿病性腎症、肝疾患、胆石症、炎症性腸疾患などでは、脂質でも n-3 系 PUFA の摂取が重要点となっている¹⁷⁾。最近では、クローン病等の難病において、その緩解期維持に n-3 系 PUFA は有用であることから n-6/n-3 比率 2.5 以下を基準とするべきことが報告されている¹⁷⁻¹⁹⁾。また、慢性腎不全においては、n-3 系 PUFA が、低たんぱく食事療法の脂質栄養の適正化に意義があると報告されている^{20,21)}。これらのような厳しい食事療法において、困難と考えられる n-6/n-3 比率の調整は、本研究結果より肉類から魚介類への置き換え、植物油の種類の置き換えにより、n-6/n-3 比率 1.29 までの低下は可能であった。

n-6/n-3 比率を変化させる食品として、n-6/n-3 比率を高めるたんぱく質食品は肉類、大豆・大豆加工品、n-6/n-3 比率を低下させる食品は魚介類との報告がある²²⁻²⁴⁾。各1日分モデル献立の主菜では、最低1回ずつ主菜として魚介類、肉類、豆・豆製品を組み合わせており、魚介類に特徴的に含まれる EPA・DHA 量が n-6/n-3 比率低下に大きく貢献していた。Sugano や川端らの報告では、モデル献立の対象である女子大生の n-6/n-3 比率^{25,26)}は、モデル献立より高い傾向にあった。要因の1つとして、女子大生の魚介類の摂取が少ない²⁷⁾ことが報告されており、よって n-6/n-3 比率がモデル献立

より高値を示したと考えられる。また、佐藤の報告では、日本の漁家、農村、都市における n-3PUFA 量(LNA 以外)は漁家で農村および都市に比し高値であり、魚介類摂取の集団差の違いを示している²⁸⁾。日本だけでなく、アメリカ、イギリス、フランス、オーストラリアなどの諸外国でも n-3 系 PUFA 量と魚介類の摂取増加が重要視されている²⁹⁻³³⁾ことから献立作成には魚介類を組み込むことが重要である。しかし、魚介類でも 100g あたり脂質含有量が異なる。さばでは、まさば(以下脂質量、12.1g/100g)とたいせいようさば(26.8g/100g)で異なり、かつおでは、春獲り(0.5g/100g)と秋獲り(6.2g/100g)で異なる¹³⁾など、同じ食品でも種類や季節による差異がある。食事中脂質量を食事摂取基準値内で n-3PUFA 量を考慮するためには、魚介類量だけでなく種類や出回り時期も考慮する必要がある。

本研究では、n-6/n-3 比率に影響を及ぼす因子として、油脂の量、さらには種類の選択も重要であることが示された。和風、洋風、中華風の料理様式別に比較すると、「焼く」・「煮る」・「揚げる」のいずれの調理方法でも油脂量の少ない和風の n-6/n-3 比率が低値を示した。和風の「焼く」・「煮る」などのような油脂を使用しない場合では、調理方法の違いによる n-6/n-3 比率に差はないと考える。一方、同じ調理方法でも和風、洋風、中華風の料理様式の違いにより脂質量は大きく異なった。中国料理様式は調理法に油を多く用い、西洋料理様式は数多くのソースが工夫される³⁴⁾とあるように、洋風献立ではソースとして油脂を使うことにより脂質量が増加し、中華風献立では材料を一度油脂で焼くまたは揚げてから調味した献立であることにより脂質量が増加した。1日3食のうちの1食を和食、特に油脂を使用しない食事にするだけで n-6/n-3 比率を下げるのが可能と考えられる。しかし、和食でも油脂を使用する、使用量を増やす、また油脂の種類により n-6/n-3 比率が上がることになる。日本における現在の植物油の消費量は、なたね油や大豆油が多い¹²⁾。大豆油は LA が調合油・なたね油より多く含まれ、LNA の多いしそ油は他の油脂と比べて高価であり、日本での使用量は全食用油の 0.1%程度でしかない³⁵⁾。日常的に比較的安価ななたね油を使用または併用することで n-6/n-3 比率を低下させることが容易であると推察される。この他、油脂として使用する食用油だけではなく加工食品・菓子類の油脂も考慮しなくてはならない。本研究では、加工食品は使用せず、また菓子類も油脂類の使用しない献立であったが、これらを含む献立では n-6/n-3 比率に影響を与えられと考えられる。今後、加工食品・菓子類の植物油に関する表示には、原材料も含めた植物油の表記も必要であるといえる。

日本人の食事摂取基準(2005 年版)³⁶⁾では、虚血性心疾患予防のため³⁷⁾n-3 系 PUFA の項目が目標量(下限値)として設定された。総脂質・SFA においては目標量が範囲として、n-6 系 PUFA では目標量(上限値)が設定されている。このことから、脂質摂取の望ましい量と質は、ますます重要視されるべきものであることが推察される。モデル献立の SFA(以下基準値:4.5 以上 7.0 エネルギー%未満)、n-6 系 PUFA(10g、

10 エネルギー%未満)は、食事摂取基準の指標の範囲内であった。n-3 系 PUFA (2.2g)は、2.05gと満たしていなかった。モデル献立から考察すると、魚介類を主菜として1日1回以上摂取する、n-3 系 PUFA の多く含まれる油脂に置き換えることで食事摂取基準を満たすことが可能と考える。PUFAにおいては、食事時の n-6/n-3 比率を高めるのは LA、低下させるのは LNA および DHA との報告もあるが²⁰⁾、短期間 LNA 投与は内因的に合成され得る n-3 系の EPA と DHA の代わりにならないとの報告もある³⁸⁾。このことから、n-6 系あるいは n-3 系脂肪酸として、炭素数や食品の給源の異なる脂肪酸をまとめて扱うのではなく、n-3 系 PUFA であれば、LNA と魚由来の EPA・DHA の構成比率の検討も必要と考える。また、本研究は献立上の展開のみである。言うまでもなく、食品成分表は1食品1標準値であることから、実際の摂取量とは異なると考えられる。献立上の PUFA 含量の実測値と計算値では実測値が 21%少ない³⁹⁾、焼き時間の増加は C20 と C22 PUFA の 20-30%の減少をもたらす⁴⁰⁾との報告もあることから、調理による PUFA の損失も考慮されるべきと考える。今後はこれらの点についてもさらに検討を重ねる予定である。

以上により、n-6/n-3 比率のバランスをとるためには、食事摂取基準値内の脂質量で n-3PUFA 量を考慮する必要がある。そのためには、主菜として魚介類を1日1回以上献立に組み込むこと、使用する油脂量と種類の決定やそのバランスが重要になる。魚介類においては、量だけでなく含有脂質量も考慮する。脂質量の多い魚介類を摂取するときには、魚介使用量を加減する、「焼く」・「煮る」などの油脂量の少ない調理方法の選択や n-3PUFA 量の多い油脂を使用するなどの工夫が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) 奥野正隆, 他:成人病予防から見た脂肪の選択, 光生館, 163-184 (1996)
- 2) 奥山治美:薬で治らない成人病, 黎明書房 (1999)
- 3) Bang HO, Dyerberg J, Nielsen AB: Plasma lipid and lipoprotein pattern in Greenlandic west-coast Eskimos, *Lancet*, 1 (7710), 1143-1145 (1971)
- 4) 日本脂質栄養学会(監修):脂質と癌, 学会センター関西, 45-101 (2000)
- 5) 奥山治美, 他:食品の必須脂肪酸バランスの変化と慢性疾患, *食衛誌*, 30(1), 1-7 (1989)
- 6) 辻悦子:健康の維持と油脂の至適摂取量, *日本油化学会誌*, 48(10), 1005-1015 (1999)
- 7) Dyerberg J, Bang HO, Stoffersen E, *et al.*: Eicosapentaenoic acid and prevention of thrombosis and atherosclerosis?, *Lancet*, 2 (8081), 117-119 (1978)
- 8) Sperling RI, Weinblatt M, Robin JL, *et al.*: Effects of dietary supplementation with marine fish oil on leukocyte lipid mediator generation and function in rheumatoid arthritis, *Arthritis.Rheum.*, 30, 988-997 (1987)

- 9) Zou L, Nilsson A.: Sources of eicosanoid precursor fatty acid pools in tissues, J.Lipid Res., 42, 1521-1542 (2001)
- 10) Land WE, Libelt B, *et al.*: Maintenance of lower proportions of (n-6) eicosanoid precursors in phospholipids of human plasma in response to added dietary (n-3) fatty acids. Biochim., Biophys., Acta., 1180, 147-162 (1992)
- 11) 健康・栄養情報研究会編: 第六次改定日本人の栄養所要量 食事摂取基準, 第一出版 (1999)
- 12) 香川芳子: 五訂版食品 80 キロカロリー一成分表, 女子栄養大学出版部 (2003)
- 13) 文部科学省科学技術・学術審査会資源調査分科会: 五訂増補日本食品標準成分表 (2005)
- 14) 文部科学省科学技術・学術審査会資源調査分科会: 五訂増補日本食品標準成分表・脂肪酸成分表編 (2005)
- 15) 山崎清子, 島田キミエ: 調理と理論, 同文書院, 224-245 (1994)
- 16) 健康・栄養情報研究会編: 国民栄養の現状, 平成 14 年厚生労働省国民栄養調査結果, 第一出版 (2004)
- 17) 渡邊早苗, 他: 新しい臨床栄養管理第2版, 医歯薬出版 (2002)
- 18) 中村眞: 炎症性腸疾患における栄養療法の研究, 慈恵医大誌, 115, 297-313 (2000)
- 19) 細谷憲政: ビジュアル臨床栄養実践マニュアル第2巻, 小学館, 100-103 (2003)
- 20) 金澤良枝, 他: 慢性腎不全の低蛋白食事療法のエネルギー摂取における脂質栄養の評価, 日本腎臓学会誌, 41(4), 436-441 (1999)
- 21) 金澤良枝, 他: 看護・栄養 脂肪酸摂取から見た CAPD における脂質栄養の検討, 腹膜透析, 98, 111-114 (2000)
- 22) 仲野裕美, 住野公昭: 食事の脂肪酸バランスの検討, 厚生指標, 44, 9-16 (1997)
- 23) 水沼俊美, 他: 脂肪酸からみた食事脂質評価の一例, 栄養学雑誌, 57, 45-49 (1999)
- 24) 水沼俊美, 他: n-3 系及び n-6 系不飽和脂肪酸量からみた料理(主材料別)の脂質評価, 57, 37-44 (1999)
- 25) M. Sugano, F. Hirahara: Polyunsaturated Fatty in the food chain in Japan, Am J Clin Nutr, 71 (suppl), 189S-196S (2000)
- 26) 川端輝江, 他: n-3 系多価不飽和脂肪酸の摂取が血中の各脂質画分の脂肪酸組成に与える影響, 女子栄養大学紀要, 35, 23-29 (2004)
- 27) 梅村詩子, 他: 女子大生の食習慣と血清脂肪酸構成, 日本公衛誌, 40 (12), 1139-1154 (1993)
- 28) 佐藤眞一: 漁家, 農村, 都市6集団における摂取食品中および血清中の脂肪酸

- 構成と循環器疾患に関する研究(第1報), 日本公衛誌, 37(7), 498-507 (1990)
- 29) 梅村詩子, 他: 食習慣と血清中脂肪酸構成に関する地域比較研究, 日本衛生学雑誌, 48, 939-54 (1993)
- 30) PM Kris-Etherton, Denise T, S. Yu-Poih, *et al.*: Polyunsaturated Fatty in the food chain in the United States, *Am J Clin Nutr*, 71 (suppl), 179S-188S (2000)
- 31) Thomas AD Sanders: Polyunsaturated Fatty in the food chain in Europe, *Am J Clin Nutr*, 71 (suppl), 176S-178S (2000)
- 32) Pierre A, Nathalie A, Sébastien C, *et al.*: Dietary Intake and Food Sources oh n-6 and n-3 PUFA in French Adult Men and Women, *Lipid*, 39 (6), 527-535 (2004)
- 33) Barbara M, Neil M, Janine L, *et al.*: Dietary Intake and Food Sources of Omega-6 and Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids, *Lipid*, 38 (4), 391-398 (2003)
- 34) 熊倉功夫, 川端晶子: 献立学, 89-103, 建帛社(1997)
- 35) 日本水産油脂協会: 食品中の n-3 系・n-6 系脂肪酸, 日本学会事務センター (2003)
- 36) 第一出版編集部編: 厚生労働省策定 日本人の食事摂取基準[2005 年版], 第一出版(2005)
- 37) 江崎治: 日本人の食事摂取基準(2005 版)脂質, 臨床栄養, 105(7), 832-836 (2004)
- 38) 渡辺拓, 他: 機能性食品とその臨床応用 α リノレン酸は魚油(EPA、DHA)の代わりになるか?, 消化と吸収, 26, 98-102 (2004)
- 39) 平原文子, 他: モデル献立から分析法と計算値により求めた日本人の多価不飽和脂肪酸 (PUFA) 摂取量およびビタミン E/PUFA 比, ビタミン, 69(1), 25-32 (1995)
- 40) Andrew JS, *et al.*: Diets Rich in Lean Beef Increase Arachidonic Acid and Long-Chain ω 3 Polyunsaturated Fatty Acid Levels in Plasma Phospholipids, *Lipids*, 29 (5), 337-343 (1994)