

この理由としては、各脂肪酸量は脂肪酸総量とほぼ並行して増減しており、脂肪酸総量は肥満度や栄養摂取状況などの影響を強く受けるため、年齢群による各脂肪酸濃度の差異を明らかにするためには、脂肪酸総量に左右されない脂肪酸構成比率による評価が好ましいと考えたからである。実際、本研究対象者では、肥満度が高い男性の50歳代、女性の70歳代では、脂肪酸総量やトリグリセリド濃度が高値を示しており、各脂肪酸濃度も同様の傾向を認めた（結果は示していない）。

女性では、高齢群ほど飽和あるいは一価不飽和脂肪酸構成比率が上昇した。しかし、男性では両者の有意な関連性は一部消失した。男女差が認められた理由は不明であるが、エストロゲンなどの性ホルモンが多価不飽和脂肪酸の鎖長延長反応や不飽和化を促進させる可能性が示唆されており¹⁵⁾、エストロゲンが減少する高齢期女性では多価不飽和脂肪酸の鎖長延長反応や不飽和化が抑制され、相対的に飽和あるいは一価不飽和脂肪酸構成比率が上昇した可能性がある。男女差を検討する上では性ホルモン量や閉経時期を考慮した解析が必要とも考えられた。

本研究の限界点としては、1回の血液採取による血清から脂肪酸構成比率を評価した点である。しかし Kobayashi *et al.* は、血清リン脂質濃度は1回の血液採取による評価であってもある程度の信頼性があることを報告しており¹⁶⁾、本研究で評価した年齢群別の血清脂肪酸構成比率もある程度の信頼性があると考えられた。しかし血清脂肪酸構成比率は、年齢だけでなく、食事摂取量や脂質代謝異常の有無、エネルギー消費量など様々な因子の影響を受けている可能性が考えられる。本研究では調査参加日に血液を採取した後、約1カ月以内に3日間の食事秤量記録調査を行っている。両者の実施時期は異なるため結果の解釈には留意が必要であるが、補足的な解析として、解析対象者における血清脂肪酸濃度と脂肪酸摂取量との関連性をみたところ、血清EPA濃度とEPA摂取量のピアソンの相関係数は0.35 ($p < 0.01$)、DHAでは0.26 ($p < 0.01$)であった（結果は示していない）。すなわち、脂肪酸によっては食事摂取量との有意な関連性があると考えられ、血清脂肪酸比率は食事摂取量を含む年齢以外の要因の影響を受けていることが示唆された。

また本研究コホートは第1次調査以降の全調査において、生活習慣を含む介入を一切実施していないため、血清脂肪酸濃度や栄養素等摂取量に対する介入効果はほとんどないと考えられる。しかし一部の調査項目（血液検査や栄養調査）に限っては対象者に結果返却を行っているため、対象者によっては若干の介入効果が生じている可能性が否定できない。

結論として、日本人中高年男女では、年齢群により血清脂肪酸構成比率が異なっており、年齢群の上昇に伴い構成比が変化する可能性が示唆された。このことから、血清脂肪酸と、認知症などの加齢に伴い罹患率が上昇す

る疾患との関連性を検討する上では、年齢群による血清脂肪酸構成比率の違いを考慮する必要性があると考えられた。

調査に参加し、ご協力頂いた対象者の皆様および調査スタッフに心から感謝いたします。本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金（課題番号「22790584」）の助成を受けて行いました。

文 献

- 1) Ikejima C, Yasuno F, Mizukami K, Sasaki M, Tanimukai S, Asada T (2009) Prevalence and causes of early-onset dementia in Japan: a population-based study. *Stroke* 40: 2709-14.
- 2) Whelan J (2008) (n-6) and (n-3) Polyunsaturated fatty acids and the aging brain: food for thought. *J Nutr* 138: 2521-2.
- 3) Tan ZS, Harris WS, Beiser AS, Au R, Himali JJ, Debette S, Pikula A, Decarli C, Wolf PA, Vasani RS, Robins SJ, Seshadri S (2012) Red blood cell omega-3 fatty acid levels and markers of accelerated brain aging. *Neurology* 78: 658-64.
- 4) Samieri C, Maillard P, Crivello F, Proust-Lima C, Peuchant E, Helmer C, Amieva H, Allard M, Dartigues JF, Cunnane SC, Mazoyer BM, Barberger-Gateau P (2012) Plasma long-chain omega-3 fatty acids and atrophy of the medial temporal lobe. *Neurology* 79: 642-50.
- 5) Conquer JA, Tierney MC, Zecevic J, Bettger WJ, Fisher RH (2000) Fatty acid analysis of blood plasma of patients with Alzheimer's disease, other types of dementia, and cognitive impairment. *Lipids* 35: 1305-12.
- 6) Soderberg M, Edlund C, Kristensson K, Dallner G (1991) Fatty acid composition of brain phospholipids in aging and in Alzheimer's disease. *Lipids* 26: 421-5.
- 7) Kuriki K, Nagaya T, Imaeda N, Tokudome Y, Fujiwara N, Sato J, Ikeda M, Maki S, Tokudome S (2002) Discrepancies in dietary intakes and plasma concentrations of fatty acids according to age among Japanese female dietitians. *Eur J Clin Nutr* 56: 524-31.
- 8) Iso H, Sato S, Folsom AR, Shimamoto T, Terao A, Munger RG, Kitamura A, Konishi M, Iida M, Komachi Y (1989) Serum fatty acids and fish intake in rural Japanese, urban Japanese, Japanese American and Caucasian American men. *Int J Epidemiol* 18: 374-81.
- 9) Kawabata T, Hirota S, Hirayama T, Adachi N, Hagiwara C, Iwama N, Kamachi K, Araki E, Kawashima H, Kiso Y (2011) Age-related changes of dietary intake and blood eicosapentaenoic acid, docosahexaenoic acid, and arachidonic acid levels in Japanese men and women. *Prostaglandins Leukot Essent Fatty Acids* 84: 131-7.
- 10) 総務省統計局. 平成17年国勢調査人口統計表. http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL08020103.do?_

- toGL08020103_&tclassID=000001007609&cycleCode=0&requestSender=search (Accessed 2012.12.20).
- 11) Shimokata H, Ando F, Niino N (2000) A new comprehensive study on aging—the National Institute for Longevity Sciences, Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA). *J Epidemiol* **10**: S1–9.
 - 12) Imai T, Sakai S, Mori K, Ando F, Niino N, Shimokata H (2000) Nutritional assessments of 3-day dietary records in National Institute for Longevity Sciences—Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA). *J Epidemiol* **10**: S70–6.
 - 13) Kuriki K, Nagaya T, Tokudome Y, Imaeda N, Fujiwara N, Sato J, Goto C, Ikeda M, Maki S, Tajima K, Tokudome S (2003) Plasma concentrations of (n-3) highly unsaturated fatty acids are good biomarkers of relative dietary fatty acid intakes: a cross-sectional study. *J Nutr* **133**: 3643–50.
 - 14) Esposito G, Giovacchini G, Liow JS, Bhattacharjee AK, Greenstein D, Schapiro M, Hallett M, Herscovitch P, Eckelman WC, Carson RE, Rapoport SI (2008) Imaging neuroinflammation in Alzheimer's disease with radiolabeled arachidonic acid and PET. *J Nucl Med* **49**: 1414–21.
 - 15) Bakewell L, Burdge GC, Calder PC (2006) Polyunsaturated fatty acid concentrations in young men and women consuming their habitual diets. *Br J Nutr* **96**: 93–9.
 - 16) Kobayashi M, Sasaki S, Kawabata T, Hasegawa K, Akabane M, Tsugane S (2001) Single measurement of serum phospholipid fatty acid as a biomarker of specific fatty acid intake in middle-aged Japanese men. *Eur J Clin Nutr* **55**: 643–50.

J Jpn Soc Nutr Food Sci **66**: 147–153 (2013)

Research Data

Serum Fatty Acid Compositions by Sex and Age Group in Community-dwelling Middle-aged and Elderly Japanese

Rei Otsuka,^{*1} Yuki Kato,¹ Tomoko Imai,^{1,2}
Fujiko Ando,^{1,3} and Hiroshi Shimokata^{1,4}

(Received November 26, 2012; Accepted February 18, 2013)

Summary: Age-related changes in blood fatty acid (FA) have been reported. This cross-sectional study examined age-related changes in serum FA composition among Japanese individuals aged 40 to 88 years (1,070 men and 1,098 women). Venous blood was collected early in the morning after a fast of at least 12 h, and serum FA composition was expressed as a percentage of the total FA (wt%). Participants were categorized into groups according to sex and age (40–49, 50–59, 60–69, 70–79, and ≥80 years). In both men and women, the proportion of n-3 polyunsaturated fatty acids (PUFAs) (wt %) including α -linolenic acid, eicosapentaenoic acid, docosapentaenoic acid, and docosahexaenoic acid tended to increase, whereas that of n-6 PUFAs (wt %) including linoleic acid and arachidonic acid tended to decrease with older age. These results suggest that the blood FA composition differs with age among community-dwelling Japanese men and women.

Key words: serum fatty acid, Japanese, middle-aged, elderly, age groups

* Corresponding author (E-mail: otsuka@ncgg.go.jp)

¹ Section of NILS-LSA, National Center for Geriatrics and Gerontology, 35 Gengo, Morioka-machi, Obu, Aichi 474-8511, Japan

² Doshisha Women's College of Liberal Arts, Faculty of Human Life and Science, Teramachi Nishiiru, Imadegawa-dori, Kamigyo-ku, Kyoto 602-0893, Japan

³ Faculty of Health and Medical Sciences, Aichi Shukutoku University, 9 Katahira, Nagakute, Aichi 480-1197, Japan

⁴ Graduate School of Nutritional Sciences, Nagoya University of Art and Science, 57 Takenoyama, Iwasaki, Nishin, Aichi 470-0196, Japan

地域在住中高年男女における出生コホート別の10年間の魚介類および EPA・DHA 摂取量の推移

大塚 礼^{*1}, 加藤 友紀^{*1}, 今井 具子^{*1,*2}, 安藤富士子^{*1,*3},
 下方 浩史^{*1,*4}

^{*1}独立行政法人国立長寿医療研究センターNILS-LSA 活用研究室 ^{*2}同志社女子大学生生活科学部

^{*3}愛知淑徳大学健康医療科学部 ^{*4}名古屋学芸大学大学院栄養科学研究科

【目的】 中高年男女における出生コホート別の10年間の魚介類摂取量と EPA・DHA 摂取量の推移を明らかにする。

【方法】 第1次 (1997~2000年) から第6次調査 (2008~2010年) まで、2年に一度、地域から無作為抽出した中高年者において3日間の食事秤量記録調査を実施し、第1次と、第2次から第6次調査に1回以上参加した40から79歳の男女1,799人を解析対象者とした。線形混合モデルを用い、第1次から第6次調査の約10年間における魚介類、EPA・DHA 摂取量に対する年齢群 (第1次調査の40、50、60、70歳代)、第1次調査からの経過年数、両者の交互作用の効果を推定した。エネルギー摂取量を考慮した際の効果も推定した。

【結果】 魚介類摂取量は、男女ともに50、60歳代でのみ低下したが、2,000 kcal 摂取した場合の魚介類摂取量を推定すると、女性の50歳代では1.19 g/年、男性の60歳代では0.85 g/年、摂取量が低下傾向を示した。他の年齢群では魚介類摂取量の有意な低下は認められなかった。EPA・DHA 摂取量は、40歳代では女性で8.16 mg/年 ($p=0.04$)、男性で9.53 mg/年 ($p=0.053$) 増加傾向が認められた。

【結論】 エネルギー摂取量を調整しても、10年間に魚介類摂取量は女性の50歳代と男性の60歳代では低下していた。40歳代の男女では EPA・DHA 摂取量が上昇傾向を示した。

栄養学雑誌, Vol.71 No.4 185-195 (2013)

キーワード: 魚介類摂取量, EPA・DHA, 出生コホート, 長期縦断疫学調査, 日本人の食事摂取基準 (2010年版)

1. 緒 言

魚介類はその大部分が動物性たんぱく質の供給源として利用可能であり、日本人の重要な食資源である¹⁾。また、他の陸上動植物の可食部にはほとんどないエイコサペンタエン酸 (EPA) やドコサヘキサエン酸 (DHA) など抗血栓作用や血中脂質低下作用があると考えられる n-3 系多価不飽和脂肪酸が多く含まれており、動脈硬化予防の観点から、「日本人の食事摂取基準 (2010年版)」において、成人1日当たり EPA と DHA あわせて1,000 mg の目標量が定められている²⁾。

1997年から2007年までの国民健康・栄養調査では、魚介類摂取量は若年群に比し高齢群では多く、年齢群によって摂取量が異なること、さらに一人1日当たりの魚介類摂取量は減少傾向にあり、高齢群を含めた全ての年齢群で減少傾向が認められることが報告されている³⁾。しかしながら、国民健康・栄養調査の対象者は毎年全国から層化無作為抽出されており、ある年の国民健康・栄養調査における年齢群間の摂取量の差には、出生年代による違い (コホート効果) と年齢による違い (年齢効果) が含まれており、同一対象集団における出生年代別の近

年の魚介類摂取量の推移は明らかでない。また一般に高齢期は摂食量が低下するが、高齢群において魚介類摂取量が低下していても、これが摂食量の低下に伴うものであるのか、あるいは摂食量とは独立した低下であるのか、など詳細は不明である。

本研究では、地域在住の中高年男女を対象とし、1997年から2年に一度、追跡調査を実施してきた長期縦断疫学研究の栄養調査結果をもとに、初回調査の年齢により分類した年齢群 (40、50、60、70歳代) 別、すなわち出生コホート別に、同一対象集団における①10年間の魚介類摂取量の推移 (経年変化) を明らかにすること、②エネルギー摂取量を考慮した際の魚介類摂取量の推移 (経年変化) を明らかにすること、さらに参考値として「日本人の食事摂取基準 (2010年版)」において目標量が定められた EPA と DHA 摂取量 (以下、EPA・DHA 摂取量) について、③出生コホート別の10年間の EPA・DHA 摂取量の推移 (経年変化) を明らかにすることを目的とした。

連絡先: 大塚 礼 〒474-8511 愛知県大府市森岡町源吾35番地 独立行政法人国立長寿医療研究センターNILS-LSA 活用研究室
 電話 0562-46-2311 (内線5463) FAX 0562-44-6593 E-mail otsuka@ncgg.go.jp

II. 方法

1. 対象者

対象者は「国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究 (National Institute for Longevity Sciences - Longitudinal Study of Aging : NILS-LSA)」の第1次調査 (1997~2000年) に参加し、第2次 (2000~2002年) から第6次調査 (2008~2010年) に1回以上参加し食事調査を完了した地域在住の40~79歳 (第1次調査時) の男性921人、女性878人の計1,799人である。

NILS-LSA は、年齢及び性別で層化無作為抽出された地域在住中高年齢者約2,400名 (愛知県大府市または同県東浦町在住、初回調査時年齢40歳~79歳) を対象とした縦断疫学研究であり、40歳代、50歳代、60歳代、70歳代の10歳ごとの性別の人数は約300人である^{4,5)}。第1次調査参加者は男性1,139人、女性1,128人の計2,267人であり、第1次調査において食事調査を完了しなかった男性58人と女性43名を除く男性1,081人、女性1,085人のうち、その後の調査に参加しなかった男性160人、女性207人の計367人を本研究解析対象者から除外した。これら除外者 (367人) の年齢構成の割合は40、50、60、70歳代がそれぞれ16%、13%、23%、48%であり、70歳代が多かった。また除外者の第1次調査における魚介類またはEPA・DHA摂取量の平均値 (標準偏差) は男性では102 (55) g/日または953 (650) mg/日、女性では87 (47) g/日または762 (526) mg/日だった。

本研究の解析対象者の基本的な属性として、性・年齢群別の人数とベースライン (第1次調査) の身長、体重、Body Mass Index (BMI; kg/m²) を含む体格指数を表1に、調査参加回数を表2に示した。

尚、NILS-LSA は国立長寿医療研究センター倫理委員会で承認を得た後、対象者に事前に説明会を行い、文書での同意を得た者を調査対象者としている。

2. 調査項目および統計解析

食事調査は第1次から第6次調査の全調査において、休日1日を含む連続した3日間の食事秤量記録調査 (3DR) を写真撮影併用にて行った⁶⁾。魚介類を含む食品群別摂取量と、EPA・DHAを含む栄養素等摂取量は5訂増補日本食品標準成分表⁷⁾を用い算出し、3日間の平均値を個人の摂取量として分析に用いた。但し習慣的摂取量は、3日間の食事秤量記録調査結果の1日ごとのEPA・DHA摂取量から推定した。尚、食事記録調査用紙のコーディングの際は、日本食品標準成分表に「ゆで」や「焼き」などの調理後の成分値が記載されているものについては調理損失をなるべく加味できるよう、対象者の記録と写真をもとに、口に入った状態が一番近いコード番号を採用した。頻出する加工食品については加工食品の重量や成分値、原材料を参照し、複数の管理栄養士で日本食品標準成分表の食品番号および重量まで分解する「独自の案分表」を作成した。第1次調査から第6次調査まで2週間に1回、コーディング作業に従事する管理栄養士間での測定誤差を小さくするために、コーディング作業の統一化を図るミーティングを実施した。加工食品のリニューアルの際にも食品番号等を見直し、案分表を更新した。

第1次と第2次調査 (1997~2002年) では4訂日本食品標準成分表⁸⁾を用いてコーディング作業を行ったが、栄養素等摂取量の比較を行うためには同一の食品標準成

表2 解析対象者 (1,799人) の調査参加回数

回数	人数	%
2	227	12.6
3	191	10.6
4	187	10.4
5	261	14.5
6	933	51.9

平均参加回数 : 4.8回
のべ人数 : 8,678人

表1 解析対象者 (1,799人) の性・年齢群別の人数と体格指数 (第1次調査)

年齢	男 性 (n=921)								女 性 (n=878)					
	人数	身長 (cm)		体重 (kg)		BMI (kg/m ²)		人数	身長 (cm)		体重 (kg)		BMI (kg/m ²)	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差		平均	標準偏差	平均	標準偏差		
40~49歳	233	168.4	6.0	66.7	8.9	23.5	2.7	239	154.8	4.9	54.1	8.4	22.6	3.3
50~59歳	255	165.7	5.7	63.8	8.2	23.2	2.6	244	153.5	4.9	53.8	7.3	22.8	2.9
60~69歳	239	163.2	5.5	61.1	8.4	22.9	2.8	227	150.7	5.3	52.3	7.2	23.0	2.8
70~79歳	194	160.4	5.6	58.3	8.9	22.6	2.9	168	147.1	5.6	50.1	9.2	23.1	3.9

BMI: Body Mass Index

分表を算出に用いることが好ましいと考えられるため、本研究では、その後公表された5訂増補日本食品標準成分表により再計算した栄養素等摂取量の値を用いて解析を行った⁹⁾。

BMIは、身長、体重の実測値より算出した。自記式質問票により喫煙の有無、食物摂取頻度調査票により過去1年間の平均的な飲酒量を把握した。

解析には、統計プログラムパッケージである SAS9.3 の統計解析用ソフトウェアである「SAS/STAT 9.3」(SAS Institute Inc., Cary, NC, USA)を用いた。すべての解析は性別に行った。年齢群は第1次調査の年齢により4群(40, 50, 60, 70歳代)に分類し、第2次から第6次調査の各調査時期における年齢は解析に用いなかった。すなわち本研究における40歳代は1947~1956年(昭和22~31年)生まれ、50歳代は1937~1946年(昭和12~21年)生まれ、60歳代は1927~1936年(昭和2~11年)生まれ、70歳代は1917~1926年(大正6~昭和元年)生まれの集団(出生コホート)を示す。

年齢群別の EPA・DHA 摂取量は、3日間の食事秤量記録調査の平均値を個人の摂取量とした第1次調査の摂取量の分布を示すとともに、Best-Power 法¹⁰⁾を用い、3日間の食事秤量記録調査の1日ごとの EPA・DHA 摂取量から、EPA と DHA の習慣的摂取量の分布を推定し示した。年齢群別(出生コホート別)に10年間の魚介類あるいは EPA・DHA 摂取量がどのように変化するかを検討するために線形混合モデルを用いた。線形混合モデルは、対象者ごとにモデルの当てはめを行うことにより、追跡データに欠損値がある場合でも解析可能な線型モデルで経時観察データの解析に向いていると考えられている¹¹⁾。固定効果と変量効果を取り入れたモデルであり、変量効果として、ベースラインの値や経年変化についての個人間変動(個人差)を組み込むことができる。つまり変量効果をモデルに組み込むことにより、ベースラインの摂取量や、摂取量の経年変化の個人間のばらつき(個人差)を取り除いた状態での固定効果を検討できる。

本研究でははじめに、性別に、魚介類摂取量に対する年齢群(出生コホート4群は第1次調査の40, 50, 60, 70歳代により分類)、第1次調査からの経過年数、両者の交互作用の効果を推定した。エネルギー摂取量調整後の効果についても検討した。ついで、EPA・DHA 摂取量に対する年齢群(第1次調査の40, 50, 60, 70歳代)、第1次調査からの経過年数、両者の交互作用の効果を検討した。これらの変数(年齢群、経過年数、交互作用項)は、線形混合モデルにおける固定効果として扱い、固定効果の Type 3 検定により年齢群と経過年数の主効果および交

互作用の検定を行った。年齢群による摂取量推定値の群間差は、線形混合モデルから推定した第1次調査の摂取量推定値を用い、いずれの解析も40歳代を基準とし評価した。有意水準を5%とし、5%未満である場合、統計学的有意とみなした。

Ⅲ. 結 果

表3に対象者の年齢、栄養素等摂取量と BMI(第1次調査と第6次調査)を示した。表4に第1次調査時の性別・年齢群別の EPA・DHA 摂取量と、EPA・DHA の習慣的摂取量の分布を示した。解析対象集団における第1次調査の EPA・DHA 摂取量の中央値は年齢群別(40, 50, 60, 70歳代)に男性では682, 918, 873, 968 mg/日、女性では564, 641, 715, 623 mg/日であった。また習慣的摂取量推定値の中央値は、男性では775, 974, 941, 1,034 mg/日、女性では631, 820, 730, 645 mg/日であった。

表5に線形混合モデルにより算出した、第1次から第6次調査の魚介類または EPA・DHA 摂取量に対する年齢群、第1次調査からの経過年数、交互作用の効果を示した。年齢群の主効果は摂取量の年齢群間差、経過年数の主効果は摂取量の経年変化、交互作用は年齢群により経年変化の傾向が異なるかを意味する。魚介類摂取量は男女ともに第1次調査からの経過年数と年齢群の主効果が有意であり、女性では両者の交互作用が有意だった。エネルギー摂取量を調整した Model2 においても女性でのみ、第1次調査からの経過年数と年齢群の交互作用が有意だった。EPA・DHA 摂取量に対しては、男女ともに年齢群の主効果のみ有意だった。

図1に年齢群別の魚介類摂取量の10年間の変化を示した。表5に示した年齢群、経過年数、交互作用の固定効果の有意性を考慮すると、男女ともに摂取量の年齢群間差、摂取量の経年変化は有意であり、女性では交互作用が有意($p=0.039$)であったことから、年齢群(出生コホート)により摂取量の経年変化の傾向が異なることが示された(男性では、交互作用の固定効果、 $p=0.056$)。また第1次調査での魚介類摂取量の年齢群間差は、線形混合モデルから推定した摂取量を用いると、男女ともに40歳代を基準とした場合、50歳代の男性で+18.96 g/日(40歳代との群間差 $p<0.001$)、女性で+14.17 g/日($p<0.001$)、60歳代の男性で+15.04 g/日($p=0.002$)、それぞれ高かった。10年間の変化(経年変化)では、男性50歳代では0.74 g/年($p=0.036$)低下、男性60歳代では1.87 g/年($p<0.001$)低下、女性50歳代では1.61

表3 対象者の年齢、栄養素等摂取量と BMI (第1次調査と第6次調査)

		第1次調査 (1997~2000年)				第6次調査 (2008~2010年)			
		男性 (n=921)		女性 (n=878)		男性 (n=578) [†]		女性 (n=552) [†]	
		平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差	平均	標準偏差
年齢	歳	58.6	10.5	57.9	10.5	65.9	9.2	65.1	9.1
栄養素等摂取量									
エネルギー	kcal/日	2,347	408	1,913	318	2,196	364	1,800	307
たんぱく質	g/日	88.2	17.1	74.4	14.8	82.5	15.7	69.1	13.3
脂質	g/日	60.9	17.3	54.2	15.3	58.2	15.8	51.2	14.5
炭水化物	g/日	325.8	66.2	274.4	51.4	302.5	57.7	257.8	49.0
たんぱく質エネルギー比率	%	15.1	1.9	15.6	2.1	15.1	2.0	15.4	2.0
脂肪エネルギー比率	%	23.3	4.9	25.3	5.0	23.8	4.9	25.4	4.8
飽和脂肪酸	g/日	16.90	5.88	15.63	5.40	16.19	5.54	14.70	5.20
一価不飽和脂肪酸	g/日	21.47	7.05	18.91	6.21	20.60	6.50	17.80	5.70
n-6系多価不飽和脂肪酸	g/日	11.53	3.56	10.02	3.10	10.43	3.05	9.20	2.89
n-3系多価不飽和脂肪酸	g/日	2.74	1.05	2.25	0.84	2.65	0.99	2.23	0.88
EPA	mg/日	349	253	272	209	351	263	282	217
DHA	mg/日	633	401	495	323	636	420	506	345
食品群別摂取量									
魚介類	g/日	113.1	55.1	89.1	46.9	104.1	54.2	80.6	41.8
肉類	g/日	71.9	41.7	54.6	32.0	74.2	44.6	55.8	31.2
卵類	g/日	52.3	28.2	43.1	24.8	46.0	27.1	38.0	23.0
アルコール摂取量	g/日	16.6	19.2	2.9	5.9	15.3	19.6	2.8	7.2
BMI	kg/m ²	23.1	2.8	22.9	3.2	23.1	2.7	22.5	3.3

BMI: Body Mass Index

EPA: エイコサペンタエン酸

DHA: ドコサヘキサエン酸

[†] 第1次調査参加者のうち、第6次調査に参加し食事調査を完了した者の人数を示した。

表4 性、年齢群別の EPA・DHA 摂取量 (第1次調査) と、EPA・DHA の習慣的摂取量[†] の分布 (mg/日)

	人数	EPA・DHA 摂取量							EPA・DHA の習慣的摂取量						
		最小値	パーセンタイル					最大値	平均	標準偏差	パーセンタイル				
			5%	25%	50%	75%	95%				5%	25%	50%	75%	95%
男性															
40~49歳	233	89	188	407	682	1,124	2,127	3,383	859.2	624.6	527	662	775	915	1,209
50~59歳	255	78	182	556	918	1,397	2,216	3,430	1,012.8	618.1	477	736	974	1,231	1,669
60~69歳	239	52	210	506	873	1,304	2,239	3,840	1,002.2	648.2	461	724	941	1,166	1,670
70~79歳	194	88	240	520	968	1,397	2,303	4,097	1,061.2	693.8	605	800	1,034	1,270	1,659
女性															
40~49歳	239	9	119	352	564	912	1,475	2,669	668.5	450.6	422	538	631	734	898
50~59歳	244	66	151	388	641	1,105	1,888	3,269	861.9	567.8	562	688	820	992	1,308
60~69歳	227	106	210	437	715	1,151	1,883	3,131	785.2	535.3	431	585	730	915	1,253
70~79歳	168	38	165	339	623	1,007	1,664	3,358	745.2	527.8	346	500	645	869	1,295

EPA: エイコサペンタエン酸

DHA: ドコサヘキサエン酸

[†] 習慣的摂取量は、3日間の食事秤量記録調査結果の1日ごとの EPA・DHA 摂取量から推定した。

表5 魚介類、EPA・DHA 摂取量に対する 年齢群、第1次調査からの経過年数、交互作用の効果 (固定効果の Type 3 検定)

変 数	魚介類摂取量				EPA・DHA 摂取量	
	Model 1†		Model 2‡		Model 1†	
	F 値	p	F 値	p	F 値	p
男性 (n=921)						
第1次調査からの経過年数 (年)	20.91	<0.001	0.66	0.41	0.11	0.74
年齢群 (4群)§	6.82	<0.001	7.45	<0.001	6.83	<0.001
第1次調査からの経過年数と年齢群の交互作用	2.52	0.056	0.66	0.42	2.40	0.066
エネルギー摂取量 (kcal/日)	—	—	264.88	<0.001	—	—
女性 (n=878)						
第1次調査からの経過年数 (年)	19.63	<0.001	5.02	0.025	0.18	0.67
年齢群 (4群)§	6.21	<0.001	5.16	0.002	6.68	<0.001
第1次調査からの経過年数と年齢群の交互作用	2.81	0.039	2.74	0.042	1.58	0.19
エネルギー摂取量 (kcal/日)	—	—	184.44	0.025	—	—

EPA: エイコサペンタエン酸

DHA: ドコサヘキサエン酸

† Model1: 線形混合モデルに年齢群 (第1次調査の40, 50, 60, 70歳代), 第1次調査からの経過年数, 交互作用項を投入した。

‡ Model2: Model2は Model1 にエネルギー摂取量を投入した。

§ 年齢群 (4群): 第1次調査の年齢により4群に分類した。

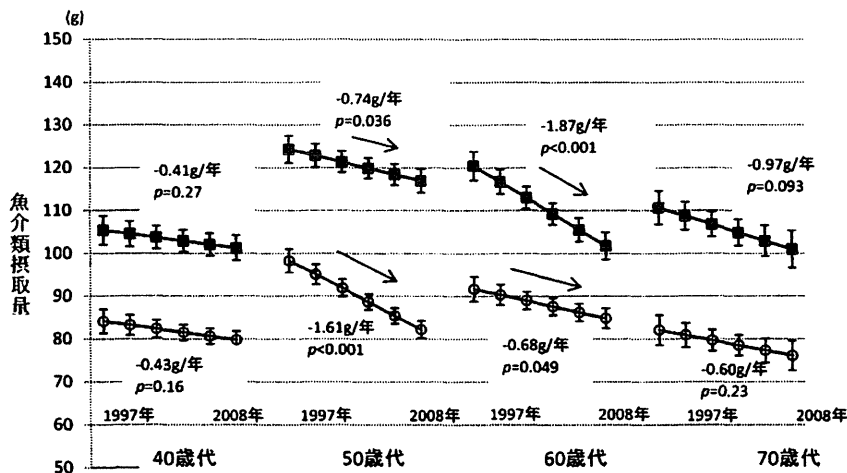


図1 年齢群別 (出生コホート別) の魚介類摂取量の10年間 (1997年から2008年) の変化

- ・線形混合モデルに出生年により分類した年齢群 (第1次調査の40, 50, 60, 70歳代), 第1次調査からの経過年数, 交互作用項を投入し, 各年齢群における1日当たりの魚介類摂取量を推定した。
- ・図中の■は男性, ○は女性の推定値, バーは標準誤差を示す。
- ・各年齢群における10年間の摂取量の経年変化は, 傾き (g/年) と p 値を示し, 傾きが有意な場合, 矢印を付記した。

g/年 ($p < 0.001$) 低下, 女性60歳代では 0.68 g/年 ($p = 0.049$) 低下し, 男女ともに50歳代, 60歳代でのみ, 魚介類摂取量は低下傾向を示した。しかしエネルギー摂取量を調整し, 2,000 kcal 摂取した場合の魚介類摂取量を推定すると (図2), 女性の50歳代では 1.19 g/年 , 男性の60歳代では 0.85 g/年 摂取量が低下傾向を示したが, その他の群では有意差が消失した。またエネルギー摂取量を考慮した際の魚介類摂取量の年齢群間差は, 線形混合

モデルから推定した第1次調査の摂取量推定値を用いると, 男女ともに40歳代を基準とした場合, 50, 60, 70歳代の男性では $+19.55, +17.11, +12.70 \text{ g/日}$ であり, 50, 60歳代の女性では $+14.14, +8.84 \text{ g/日}$, それぞれ高かった (40歳代と各群の群間差いずれも $p < 0.05$)。

図3に年齢群別の EPA・DHA 摂取量の10年間の変化を示した。40歳代の女性でのみ, 8.16 mg/年 摂取量が増加傾向を示した ($p = 0.04$)。40歳代の男性では, 9.53

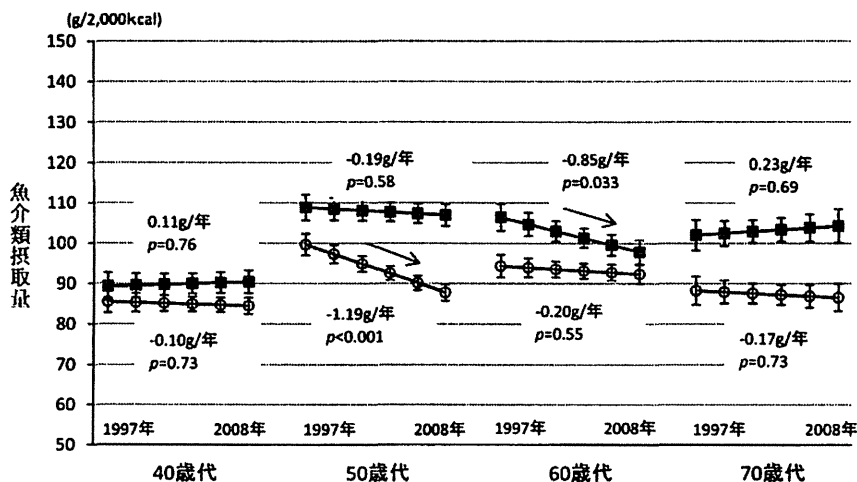


図2 年齢群別（出生コホート別）のエネルギー摂取量調整後の魚介類摂取量の10年間（1997年から2008年）の変化

- ・線形混合モデルに出生年により分類した年齢群（第1次調査の40, 50, 60, 70歳代）、第1次調査からの経過年数、交互作用項、エネルギー摂取量を投入し、各年齢群における2,000 kcal 摂取時の魚介類摂取量を推定した。
- ・図中の■は男性、○は女性の推定値、バーは標準誤差を示す。
- ・各年齢群における10年間の摂取量の経年変化は、傾き（g/年）と p 値を示し、傾きが有意な場合、矢印を付記した。

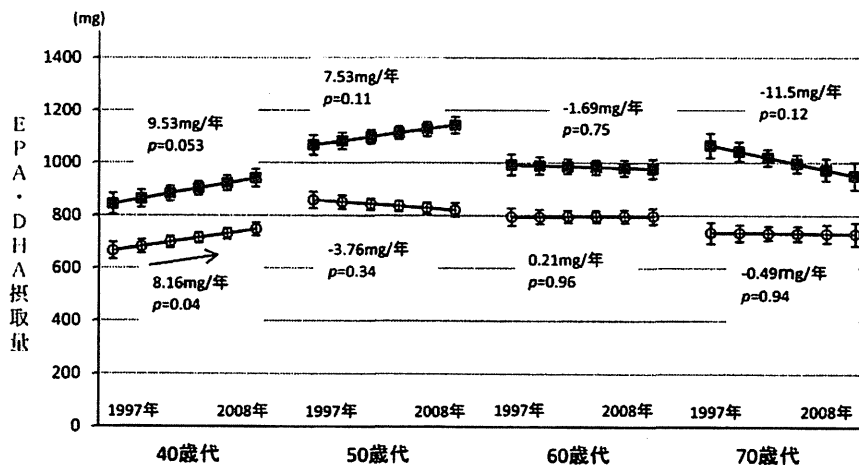


図3 年齢群別（出生コホート別）のEPA・DHA摂取量の10年間（1997年から2008年）の変化

EPA：エイコサペンタエン酸

DHA：ドコサヘキサエン酸

- ・線形混合モデルに出生年により分類した年齢群（第1次調査の40, 50, 60, 70歳代）、第1次調査からの経過年数、交互作用項を投入し、各年齢群における1日当たりのEPA・DHA摂取量を推定した。
- ・図中の■は男性、○は女性の推定値、バーは標準誤差を示す。
- ・各年齢群における10年間の摂取量の経年変化は、傾き（mg/年）と p 値を示し、傾きが有意な場合、矢印を付記した。

mg/年摂取量が増加したが傾きは有意ではなかった ($p=0.053$)。EPA・DHA 摂取量の年齢群間差は、線形混合モデルから推定した第1次調査の摂取量推定値を用いると、男女ともに40歳代を基準とした場合、男性の50, 60, 70歳代で+221.85, +147.39, +219.67 mg /日、女性の

50, 60歳代で+192.05, +128.91 mg/日、それぞれ高かった ($p<0.05$)。

Ⅳ. 考 察

第1次から第6次調査の約10年間にわたる縦断疫学研究により、初回調査の年齢により分類した年齢群別(40, 50, 60, 70歳代)の10年間の魚介類摂取量を推定したところ、男女ともに50歳代、60歳代で魚介類摂取量は低下傾向を示したが、エネルギー摂取量を考慮すると女性の50歳代と男性の60歳代でのみ、魚介類摂取量が低下した。その他の年代では男女ともに有意な増減は認められなかった。一方、EPA・DHA 摂取量は女性の40歳代でのみ増加傾向を示した。

1. 魚介類摂取量の推移について

国民健康・栄養調査結果を参考にした報告では、一人1日当たりの魚介類摂取量は減少傾向にあり、高齢群を含めた全ての年齢群で減少傾向が認められるとされている³⁾。しかし同一対象集団を長期にわたり追跡した本研究では、50歳代、60歳代でのみ魚介類摂取量が低下しており、高齢群を含めたすべての年齢群で減少傾向があるとの結論には至らなかった。またエネルギー摂取量で調整すると50歳代の男性と60歳代の女性では低下傾向の有意

性が消失したことから、この年代ではエネルギー摂取量の低下に伴い、見かけ上魚介類摂取量が低下していたが、実際は摂食量に占める魚介類摂取量は10年間で有意に減少していないことが示唆された。

本研究では、エネルギー摂取量を考慮しても女性の50歳代と男性の60歳代では、魚介類摂取量が低下した。国民健康・栄養調査結果を利用した報告では、近年魚介類摂取量が低下する一方、肉類摂取量が増加し、2006年を境に一人1日当たりの両者の摂取量の大小が逆転したことが報告されている³⁾。魚介類の摂取量が低下した理由として、肉類摂取量が増加している可能性が考えられたが、第1次から第6次の全調査を使った本解析集団で、個人ごとに魚介類摂取量が肉類摂取量に変化したかを評価することは難しかった。そこで、図4に示すように、第1次(1997~2000年)と第6次(2008~2010)の両調査に参加した1,130人について、第1次調査の年齢群別に、両調査での魚介類と肉類摂取量の平均値を図上に示した。図中のプロットをもとに評価すると、男性の60歳代と70歳代、女性の50歳代では魚介類摂取量は10~20g程度減少したものの、肉類摂取量は減少していないことが示唆

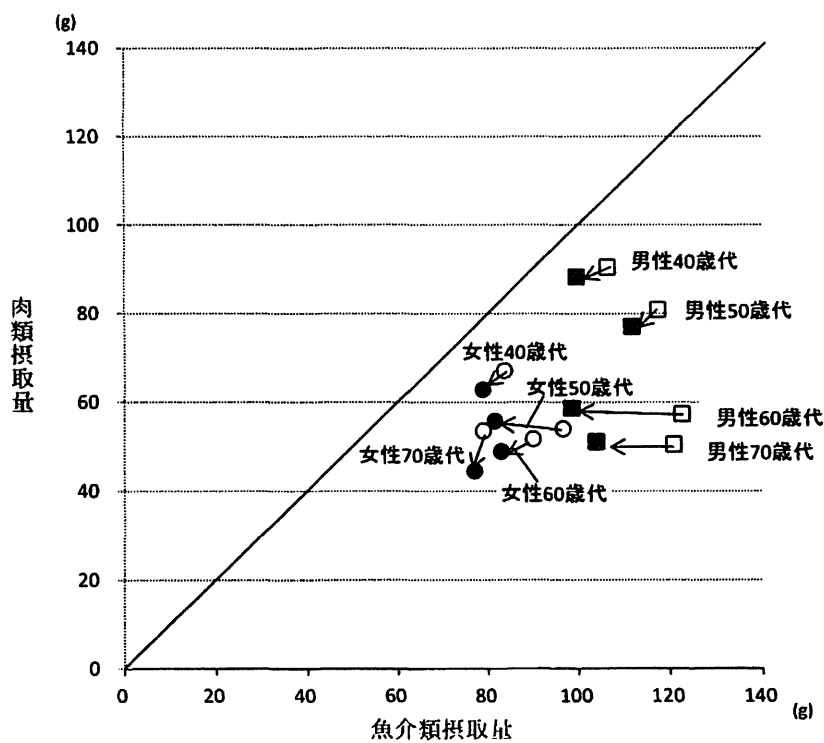


図4 年齢群別の魚介類と肉類摂取量の推移 (1997年と2008年)

第1次調査(1997~2000年)と第6次調査(2008~2010年)の両調査に参加した1,130人における1日当たりの魚介類と肉類摂取量の推移を示した。

図中のプロットは

□は男性の第1次調査の平均値、■は男性の第6次調査の平均値、

○は女性の第1次調査の平均値、●は女性の第6次調査の平均値を示す。

された。すなわち、50歳代の女性と60歳代の男性ではエネルギー摂取量に占める魚介類摂取量が低下していたが、この理由の一つとして、魚介類摂取量が低下し、その代わりに肉類摂取量が増加したことが考えられた。

2. EPA・DHA 摂取量の推移について

EPA・DHA 摂取量は女性の40歳代でのみ増加傾向を示しており(図3)、一方、EPAとDHAの主な由来源である魚介類摂取量は有意に増減しなかったことから(図1)、両者の推移は一致しなかった。男性の40歳代では傾きが有意ではないものの($p=0.053$)、EPA・DHA 摂取量は増加傾向にあると考えられ、40歳代の男女でのみ、EPA・DHA 摂取量が増加したと考えられた。本研究解析においては、サプリメントによるEPA・DHA 摂取量は、食事からのEPA・DHA 摂取量に加算していないため、40歳代の男女では、この10年間に魚介類摂取量は増加しなかったが、魚介類の中でもEPAやDHA含有量が多い青魚などの摂取量が増加した可能性が考えられた。この理由として、1980年代後半から、EPAやDHAの摂取が抗血栓作用をもつことなどが知られるようになり、その後の循環器系疾患予防においてもその摂取が重要であることが広まっており¹²⁾、特に40歳代の男女では、健康意識の高まりにより、EPAとDHAの摂取量が増加した可能性が考えられた。

3. 食事摂取基準のDHAとEPA目標量を参照して

「日本人の食事摂取基準(2010年版)」において、成人1日当たりEPAとDHAあわせて1,000mgの目標量が定められている²⁾。この策定値の根拠としては、日本人では性を含む多変量を調整後、EPAとDHAを0.9g/日摂取している群で、非致死性の心筋梗塞罹患の発症リスクが低かったこと¹³⁾、これに丸め処理を行い、18歳以上では1.0g以上のEPA・DHA摂取量を目標量として定めたことが記述されている²⁾。食事摂取基準の目標量の考え方としては「生活習慣病の一次予防を目的として、現在の日本人が当面の目標とすべき摂取量」であるため、その値の是非について論ずることはできないが、本研究では第1次調査の男性の年齢群別の摂取量、習慣的摂取量推定値の中央値が682~968mg/日、775~1,034mg/日、女性では564~715mg、631~820mg/日であり、目標量の策定にあたっては、摂取量の性・年齢別の差および経年的な推移を考慮した方が活用しやすいのではないかと考えられた。

4. 研究の強みと限界点

栄養素等摂取量および食品群別摂取量は、写真撮影を併用した3日間の食事秤量記録調査により評価した。第1次調査から第6次調査では同一プロトコールにより栄

養計算を実施しており、コーディング作業に従事してきた管理栄養士(約10名)の構成も大きく変わっていない。本研究の最大の強みは、地域から無作為に抽出された中高年男女(のべ解析対象者人数8,678人)の10年以上にわたる食事秤量記録調査結果から、出生コホート別の魚介類、あるいはEPA・DHA 摂取量の推移を評価した点である。解析対象者の平均参加回数は4.8回であり参加率が高く、同一対象集団に対し10年以上にわたり繰り返し食事記録秤量調査を行った栄養疫学研究は他にないと考えられる。その意味で、本研究結果の意義は高いと考える。

一方、次のような限界点がある。EPAやDHAを含む多価不飽和脂肪酸の摂取は日間変動が大きく、日本人における3日間の食事記録調査の変動係数(CV値)は約28%と推定されている¹⁴⁾。米国人での調査結果に基づき¹⁵⁾、95%のデータが真の多価不飽和脂肪酸の平均値の40%、30%、20%、10%内に入るために必要な調査日数を計算すると、それぞれ3.1日、4.2日、6.3日、12.5日だった。すなわち、本研究で実施した3日間の食事秤量記録調査では、真の多価不飽和脂肪酸摂取量を把握することは難しかった可能性が否定できない。

しかし、これまでの日本人を対象とした栄養疫学研究結果の男女別EPA・DHA 摂取量と比較すると、大きく異なる値であり、ある程度の信頼性はあると考えられた。例えば、国民健康・栄養調査では、50~69歳のEPAとDHA 摂取量中央値の合計は男性では0.73g/日、女性では0.58g/日であったこと²⁾、国内の大規模コホート研究の一つであるJapan Public Health Center-based (JPHC) Prospective Studyにおいては40~69歳の男女ともに食物摂取頻度調査票から推定したEPA・DHA 摂取量中央値は0.8g/日であったことが報告されている¹⁶⁾。

加えて、魚介類の摂取内容は季節変動があると考えられた。副解析として、調査参加日を四季により4群に分類し、魚介類摂取量の差異を検定したところ、春は四季の中でも魚介類摂取量が高い傾向が認められた。しかし、本縦断疫学研究では各調査時期における年齢群別の人数は年間を通してほぼ一定であり、摂取量の年齢群別の推移を検討する上で季節変動が結果に与える影響は小さいと考えられた。

本研究対象集団は愛知県大府市または同県東浦町在住の地域在住中高年者である。平成7~11年(1995~1999年)の国民健康・栄養調査結果に基づく愛知県の魚介類摂取量は全国の平均値に近いもの(愛知県の魚介類摂取量の標準化比95.8~100.9未満)¹⁷⁾、本研究対象集団は必ずしも全国を代表した集団ではないことや、本研究解析から除外した第1次調査のみの参加者のうち、約半数

は70歳代であり、高齢群ではドロップアウトの割合が高いことなど、結果の解釈に注意が必要な点がある。解析除外者（男性160人、女性207人）の第1次調査時の魚介類摂取量の平均値は、男性では102 g/日、女性では87 g/日、EPA・DHA 摂取量の平均値は男性では953 mg/日、女性では762 mg/日であり、解析対象者よりやや低値であった（解析対象者における魚介類摂取量の平均値：男性113.1 g/日、女性89.1 g/日、EPA・DHA 摂取量の平均値：男性981 mg/日、女性767 mg/日）。また国民健康・栄養調査と本研究の食事秤量記録調査では、調査方法や研究対象集団が異なっているため、両者から得られる結果の単純な比較が困難な点や、5訂増補日本食品標準成分表に記載されている成分値のほとんどに調理損失が加味されておらず実際に摂取した栄養素等摂取量とは若干のずれが生じている可能性、類出する加工食品等は独自の案分表に基づき栄養計算を行っているため、すべての加工食品において正確な栄養評価ができていないと言えない点など、限界点をもつ。

本研究では、第1次調査（1997～2000年）の年齢に基づき、10歳ごとの年齢群に分類し、その後の摂取量の推移を把握した。各年齢群の出生年は方法に示した通りであるが、最も若い40歳代が1947～1956年（昭和22～31年）生まれであり、2012年現在、この集団は56～65歳の集団である。すなわち、約15年のずれが生じており、結果の解釈には注意を要する。現在の40歳代では、本解析集団の40歳代（現在の56～65歳）とは異なる食生活を送っている可能性があり、必ずしも現在の中高年者で今後同じ傾向が認められない可能性がある。

V. 結 論

地域から無作為に抽出された40歳から79歳の男女の、10年以上にわたる食事秤量記録調査結果から、初回調査の年齢により分類した年齢群別、すなわち出生コホート別に魚介類摂取量、EPA・DHA 摂取量の推移を明らかにした。男女ともに50歳代（1937～1946年生まれ）、60歳代（1927～1936年生まれ）では魚介類摂取量は低下傾向を示していたが、エネルギー摂取量を考慮すると女性の50歳代と男性の60歳代でのみ、魚介類摂取量が低下しており、必ずしも全年齢群の男女で、魚介類摂取量が低下しているとの結論は得られなかった。40歳代の男女（1947～1956年生まれ）は、50、60歳代に比し、第1次調査でのEPA・DHA 摂取量は低かったものの、この10年間に摂取量は上昇した可能性が示唆された。

謝 辞

調査に参加しご協力頂いた対象者の皆様、栄養計算のコード化を請負って頂いた神野順子氏、鳥居三重子氏、構実千代氏、種子田雅子氏、加島直子氏、岡本桂子氏、松川昌子氏、真田三幸氏をはじめとする管理栄養士の皆様、調査スタッフに心から感謝いたします。

本研究結果の一部は、第59回日本栄養改善学会学術総会（2012年9月14日）にて口頭発表した。

利益相反

利益相反に相当する事項はない。

文 献

- 1) 鈴木平光, 和田俊, 三浦理代: 水産食品栄養学～基礎からヒトへ～, pp. 3-4 (2004) 技報堂出版, 東京
- 2) 厚生労働省策定: 日本人の食事摂取基準 (2010年版), pp. 78, 87-89 (2010) 第一出版, 東京
- 3) 水産庁: 水産白書 平成20年版, pp. 33-41 (2008) 農林統計協会, 東京
- 4) Shimokata, H., Ando, F., Niino, N.: A new comprehensive study on aging—the National Institute for Longevity Sciences, Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA), *J. Epidemiol.*, **10**, S1-9 (2000)
- 5) 国立長寿医療研究センター予防開発部: 国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究 (NILS-LSA) モノグラフ, <http://www.ncgg.go.jp/department/ep/nilslsa.html>, (2012年10月23日)
- 6) Imai, T., Sakai, S., Mori, K., et al.: Nutritional assessments of 3-day dietary records in National Institute for Longevity Sciences-Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA), *J. Epidemiol.*, **10**, S70-76 (2000)
- 7) 文部科学省, 科学技術・学術審議会, 資源調査分科会 (報告): 5訂増補 日本食品標準成分表, (2005) 国立印刷局, 東京
- 8) 科学技術庁, 資源調査会編: 日本食品標準成分表 4訂版, (1982) 大蔵省印刷局, 東京
- 9) 今井具子, 安藤富士子, 新野直明, 他: 四訂および五訂日本食品標準成分表を用いて、算出した栄養素等摂取量推定値の比較, *日本栄養・食糧学会誌*, **59**, 21-29 (2006).
- 10) 横山徹爾: 習慣的摂取量の分布推定ソフトウェア, 国立保健医療科学院, <http://www.niph.go.jp/soshiki/gijutsu/download/habitdist/setsumei.pdf>, (2013年2月8日)
- 11) Verbeke, G., Molenberghs, G.: Linear mixed models in practice - A SAS - Oriented approach-/松山 裕, 山口拓洋編訳, 医学統計のための線型混合モデル— SASによるアプローチ—, pp. 9-17 (2001) サイエンス出版社, 東京
- 12) 宮沢陽夫, 柳田兎良, 藤本健四郎 (編): 脂質栄養と健康, (日本栄養・食糧学会監修), pp. 133-139 (2005) 建帛社, 東京

-
- 13) Iso, H., Kobayashi, M., Ishihara, J., et al.: Intake of fish and n3 fatty acids and risk of coronary heart disease among Japanese: the Japan Public Health Center-Based (JPHC) Study Cohort I, *Circulation*, **113**, 195-202 (2006).
- 14) 佐々木敏: 食事摂取基準入門—そのころを読む, pp. 87-90 (2010) 同文書院, 東京
- 15) Willett, W.: *Nutritional epidemiology*/田中平三監訳, 食事調査のすべて—栄養疫学—, pp. 49-51 (1996) 第一出版, 東京
- 16) Poudel-Tandukar, K., Nanri, A., Iwasaki, M., et al.: Long chain n-3 fatty acids intake, fish consumption and suicide in a cohort of Japanese men and women—the Japan Public Health Center-based (JPHC) prospective study, *J. Affect. Disord.*, **129**, 282-288 (2011).
- 17) 田中平三, 中村美詠子, 吉池信男: 国民栄養調査データを活用した都道府県別栄養関連指標の検討, 平成14年度厚生科学研究費補助金健康科学総合研究事業, 「健康日本21における栄養・食生活プログラムの評価手法に関する研究報告書, <http://www.nih.go.jp/eiken/yousan/eiyochosa/index.html>, (2013年2月11日)
- (受付:平成24年10月24日, 受理:平成25年6月21日)

Ten-year Trends in Fish, Shellfish, Eicosapentaenoic Acid, and Docosahexaenoic Acid Intake According to Birth Cohorts in Community-dwelling Middle-aged and Elderly Men and Women

Rei Otsuka^{*1}, Yuki Kato^{*1}, Tomoko Imai^{*1,*2},
Fujiko Ando^{*1,*3} and Hiroshi Shimokata^{*1,*4}

^{*1}Section of NILS-LSA, Center for Gerontology and Social Science,
National Center for Geriatrics and Gerontology

^{*2}Faculty of Human Life and Science, Doshisha Women's College of Liberal Arts

^{*3}Faculty of Health and Medical Sciences, Aichi Shukutoku University

^{*4}Graduate School of Nutritional Sciences, Nagoya University of Art and Science

ABSTRACT

Objective: To clarify the 10-year trends in the intake of fish, shellfish, eicosapentaenoic acid (EPA), and docosahexaenoic acid (DHA) according to birth cohorts in middle-aged and elderly men and women.

Methods: We randomly selected 1,799 men and women aged 40–79 years from the community, and they completed both the initial and additional nutritional survey (3-day dietary records) for the first (1997–2000) to the sixth (2008–2010) biennial study waves. The mixed-effects regression model was used for analysis. To estimate the main effects of fish, shellfish, EPA, and DHA intake by age group (40–49, 50–59, 60–69, and 70–79 years according to age at study wave 1), the years from study wave 1 and the age group interaction \times years from study wave 1 were substituted into the model. A subsequent model included energy intake into the covariates in the mixed-effects regression analyses.

Results: Fish and shellfish intake decreased in men and women aged 50–59 and 60–69 years. After adjusting for energy intake, fish and shellfish intake decreased by $1.19 \text{ g} \cdot 2,000 \text{ kcal}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ in women aged 50–59 years and $0.85 \text{ g} \cdot 2,000 \text{ kcal}^{-1} \cdot \text{year}^{-1}$ in men aged 60–69 years. EPA and DHA intake in the 40–49-year group increased by 8.16 mg/year in women ($p = 0.04$) and 9.53 mg/year in men ($p = 0.053$).

Conclusions: Even after adjustment for energy intake, there was a downward trend for fish and shellfish intake among women aged 50–59 years and men aged 60–69 years over 10 years. There was an increased trend for EPA and DHA intake among men and women aged 40–49 years.

Jpn. J. Nutr. Diet., 71 (4) 185–195 (2013)

Key words: fish and shellfish intake, EPA, DHA, birth cohort, longitudinal study, Dietary Reference Intakes (2010)

地域在住中高年者のサルコペニア 有病率とその10年間の推移

安藤富士子, 大塚 礼, 幸 篤武,
北村伊都子, 甲田道子, 下方浩史

■ 原著 1

地域在住中高年者のサルコペニア有病率とその10年間の推移

安藤 富士子^{1,2)} 大塚 礼²⁾ 幸 篤武²⁾ 北村 伊都子^{2,3)} 甲田 道子^{2,4)} 下方 浩史^{2,5)}

要 約

本研究は地域在住中高年者から無作為に抽出されたコホートの10年間の追跡データをもとに、直近の性・年代別サルコペニア有病率を示すとともに、有病率の10年間にわたる推移を明らかにすることを目的とした。

対象は「国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究」に参加した地域在住中高年者である。DXA（二重エネルギー X線吸収装置）で測定した四肢の除脂肪・除骨量を身長²で除した骨格筋指数（SMI）を求め、Sanadaらの基準値を用いて性・年代別のサルコペニア有病率を求めた。ほぼ2年おきに行われた第1次～第6次調査の性・年代別のサルコペニア有病率を算出し、10年間の性・年代別有病率の推移を検討した。

直近の第6次調査（2008-2010, N=2,250, 40-89歳）では40, 50, 60, 70, 80歳代のサルコペニア有病率は男性では11.4, 11.8, 21.2, 37.5, 55.1%と年齢が高いほど高値を示したが（trend $P < 0.0001$ ）、女性では27.5, 18.6, 18.3, 22.8, 27.5%で年代との有意な関連は認められなかった。40, 50歳代では女性、70, 80歳代では男性の有病率が有意に高かった。

第1次～第6次調査の約10年間で女性では40歳代、70歳代のサルコペニア有病率が有意に上昇し（trend $p < 0.0001$, $p = 0.0042$ ）、男性では50歳代・60歳代の有病率が有意に低下した（trend $p < 0.0001$, $p = 0.086$ ）。

サルコペニアの有病率の特徴は男女で大きく異なっており、男性では加齢が大きな影響を与えているのに対して女性では年齢との関係は複雑で40歳代と70歳代が高いU字型を示していた。特に女性の40歳代、70歳代の有病率は過去10年間で上昇しており、生活習慣や環境要因等が作用している可能性があると考えられ、関連要因の早急な解明が必要と考えられた。

Key words サルコペニア, 縦断研究, 有病率, 中高年者, 地域住民

1 緒 言

我が国の高齢者人口は2035年には33.4%、2060年には39.9%になると予測されており、2060年には2.5人に1人が65歳以上、4人に1人が75歳以上という社会が到来する¹⁾。高齢者が生き活きと自立して活躍できる社会の実現が求められている²⁾。

サルコペニアは古典的には加齢に伴う筋量の減少³⁾を意味するが、近年では筋力の低下や日常生活に直結する運動機能の低下も含めて定義されており⁴⁾、高齢者の易転倒性⁵⁾やADL (activity of daily living) の低下^{6,7)}と関連し、高齢者自立の大きな障害となると考えられている。

1998年にBaumgartnerら³⁾が若年成人の四肢の骨格筋指数（SMI: skeletal mass index）の平均値マイナス2標準偏差をサルコペニアの基準値として提唱して以来、海外では有病率^{3,7)}や関連要因^{4,7)}について多くの研究

がなされてきた。しかし我が国では2010年にSanadaら⁸⁾がBaumgartnerらに準じた方法で基準値を示しているが、一般地域住民の有病率でさえ十分に検討されていない。

本研究では地域在住中高年者から無作為に抽出されたコホートの10年間の追跡データをもとに、直近の性・年代別サルコペニア有病率を示すとともに、有病率の10年間にわたる推移を明らかにすることを目的とした。

2 方 法

対象は「国立長寿医療研究センター・老化に関する長期縦断疫学研究（NILS-LSA）⁹⁾」の第1次調査（1997-2000）から第6次調査（2008-2010）までの少なくともいずれかに参加し、DXA (dual-energy X-ray absorptiometry, Hologic QDR450) で身体組成測定が行われた中高年男女である。

1) 愛知淑徳大学健康医療科学部 2) 国立長寿医療研究センター NILS-LSA活用研究室 3) 愛知学院大学教養部

4) 中部大学応用生物学部 5) 名古屋学芸大学大学院栄養科学研究科

2012年12月19日 受領 2013年5月24日 受理

NILS-LSAは愛知県大府市および知多郡東浦町在住の中高年者(40-79歳)から性、年代を層化した無作為抽出で選ばれた約2,400人を対象とした縦断疫学研究である。無作為抽出にあたっては、研究対象集団を構成する性・年齢群(40, 50, 60, 70歳代)別の人数が約250-300名程度を維持できるように見積もった上で、研究参加を呼び掛ける対象者を地方自治体の協力により、住民台帳に基づき無作為抽出している。参加の呼びかけは郵送で行い、郵送配布者数に対する調査説明会の参加率は約3割で、説明会参加者のほぼ半数から調査参加への同意を得ている。

NILS-LSAに関する研究は国立長寿医療研究センター倫理委員会の承認を受け、すべての対象者から文書による同意を得ている。調査は約2年間隔で行われ、死亡・転居等による対象者の脱落に対しては同性、同年代の無作為抽出者で補充し、さらに毎年40歳男女を一定人数加えるダイナミックコホート方式を採用している。

本研究では直近のサルコペニア有病率算出には第6次調査の男性1,148人、女性1,102人(40~89歳、平均年齢 61.2 ± 12.5 歳)のDXAデータを用いた。また有病率の10年間の推移の検討には第1次調査(2,171人)、第2次調査(2000-2002, 2,189人)、第3次調査(2002-2004, 2,310人)、第4次調査(2004-2006, 2,353人)、第5次調査(2006-2008, 2,396人)と第6次調査の結果を用いた。なお第2次調査から第6次調査までの新規補充者数は492人、409人、273人、236人、125人である。

サルコペニアの判定はBaumgartnerら³⁾の方法に準じ、DXAで測定した四肢の除脂肪・除骨量を四肢筋量とし、これを身長²で除した骨格筋指数(skeletal mass index; SMI)を求め、Sanadaらの基準値⁸⁾(性別若年成人平均値マイナス2標準偏差、男性6.87、女性5.46kg/m²)を用いて判定した。

有病率の年代ごとの性差はカイ二乗検定で、また性別年代差や縦断的な有病率の変化についてはCMH(Cochran-Mantel-Haenszel)の傾向性検定を用いて検討した。統計解析にはSAS9.1.3を用い、 $p < 0.05$ を統計的有意とした。

3 結果

第6次調査(2008-2010)のサルコペニア有病率は男性では40, 50, 60, 70, 80歳代で11.4, 11.8, 21.2, 37.5, 55.1%であり年代が高いほど高値を示したが(trend $P < 0.0001$)、女性では27.5, 18.6, 18.3, 22.8, 27.5%であり、年代による一定の傾向は認められなかった(trend $p = 0.0669$, 表1)。40, 50歳代では男性と比して女性の有病率が高かったが($p < 0.0001$, $p = 0.0318$)、60歳代では有意な性差はなく、70, 80歳代では男性の有病率が高かった($p = 0.0004$, $p = 0.0002$)。

最近の約10年間で男性では50, 60歳代の有病率が有意に低下し(trend $p < 0.0001$, $p = 0.0086$)、女性では40歳代、70歳代の有病率が有意に上昇していた(trend $p < 0.0001$, $p = 0.0042$, 表2)。

□表1 性・年代別サルコペニア有病率(NILS-LSA第6次調査, 2008-2010)

	男性			女性			p^a
	対象者(N)	サルコペニア(N)	%	対象者(N)	サルコペニア(N)	%	
全体	1148	265	23.1	1102	245	22.3	0.6296
40歳代	255	29	11.4	258	71	27.5	<.0001
50歳代	271	32	11.8	248	46	18.6	0.0318
60歳代	274	58	21.2	268	49	18.3	0.3990
70歳代	259	97	37.5	237	54	22.8	0.0004
80歳代	89	49	55.1	91	25	27.5	0.0002
	trend p^b		<.0001	trend p^b		0.6769	

a: χ^2 検定による

b: CMHの傾向性検定による

□表2 性・年代別サルコペニア有病率の10年間の推移

	40歳代			50歳代			60歳代			70歳代			80歳代		
	対象者 (N)	サルコ ペニア (N)	%	対象者 (N)	サルコ ペニア (N)	%	対象者 (N)	サルコ ペニア (N)	%	対象者 (N)	サルコ ペニア (N)	%	対象者 (N)	サルコ ペニア (N)	%
<男性>															
第1次調査 ('97-'00)	279	48	17.2	266	47	17.7	270	84	31.1	275	116	42.2	-	-	-
第2次調査 ('00-'02)	263	48	18.3	285	76	26.7	281	79	28.1	273	119	43.6	16	5	31.3
第3次調査 ('02-'04)	258	40	15.5	323	54	16.7	289	66	22.8	258	87	33.7	40	19	47.5
第4次調査 ('04-'06)	284	52	18.3	291	46	15.8	298	81	27.2	247	90	36.4	53	35	66.0
第5次調査 ('06-'08)	278	47	16.9	287	34	11.9	274	65	23.7	281	113	40.2	73	39	53.4
第6次調査 ('08-'10)	255	29	11.4	271	32	11.8	274	58	21.2	259	97	37.5	89	49	55.1
trend p ^a	0.1235			<.0001			0.0086			0.2107			0.2834		
<女性>															
第1次調査 ('97-'00)	267	44	16.5	268	46	17.2	276	49	17.8	270	38	14.1	-	-	-
第2次調査 ('00-'02)	251	41	16.3	278	55	19.8	266	50	18.8	257	53	20.6	19	4	21.1
第3次調査 ('02-'04)	287	56	19.5	283	59	20.9	279	52	18.6	261	42	16.1	32	7	21.9
第4次調査 ('04-'06)	290	76	26.2	282	60	21.3	270	56	20.7	283	62	21.9	55	16	29.1
第5次調査 ('06-'08)	292	83	28.4	274	65	23.7	281	58	20.6	276	65	23.6	80	20	25.0
第6次調査 ('08-'10)	258	71	27.5	248	46	18.6	268	49	18.3	237	54	22.8	91	25	27.5
trend p ^a	<.0001			0.3234			0.5966			0.0042			0.5711		

a: CMHの傾向性検定による

4 考察および結論

サルコペニア有病率の年代的特徴は男女で大きく異なっていた。直近データの横断的検討では、男性の有病率は60歳代から指数関数的に上昇し、80歳代では50%を超えていた。一方女性では年代との有意な関係は認められず、80歳代でも27.5%であった。加齢に伴う有病率の男女差は、男性では青年期に急速に分泌量が増えるテストステロンにより筋肉量が増大するが、中年期以降血中テストステロンの低下とともに筋肉量が急速に低下することが一因と考えられている^{3,8)}。

海外でも男性の有病率は加齢と共に急激に上昇し、75-80歳の白人で26.7%、80歳以上では52.6%と報告されている⁹⁾。我が国でも70-85歳の健常日本人男性の有病率は56.7%と報告されており⁸⁾、これらは今回の結果とほぼ同等で、男性では加齢と共に急速にサルコペニアの有病率が上昇し、80歳以上では約半数に認められると考えられる。一方女性では80歳以上の白人女性の有病率は43.2%⁴⁾、70-85歳の健常日本人女性では33.6%⁹⁾と報告されており、いずれの報告でも男性より緩やかな加齢変化を示していた。今回確認された高齢女性の有病率は80歳代で27.5%とやや低めであったが、50歳代以降高齢なほど高値を示した。谷本らも日本人全身筋肉量の加齢による減少率は女性の方が小さいと報告している¹⁰⁾。加齢に伴うサルコペニア有病率の上昇の男女差は女性では男性ほど顕著にはならないと考えられる。

しかし女性の下肢筋力は40歳代でも男性の80歳代とほぼ同じである¹¹⁾。国民基礎調査での日常生活動作に支障のある者の割合が高齢期では女性で多いこと(65歳以上男性では87.6人/千人、女性では108.7人/千人)¹²⁾、非自立期間が女性で長いこと¹³⁾からもサルコペニアの有病率だけで加齢に伴うADLの低下の性差を論じることはできないと考えられる。

一方10年間で女性の40歳代、70歳代のサルコペニア有病率は有意に上昇した。特に40歳代に注目してみると第3次調査までの有病率は50歳代以降と比較して高くなく、有病率は従来の報告^{4,9,10)}と同じように年代とともに緩やかに上昇していた(表1)。しかし第4次調査以降40歳代のサルコペニア有病率が上昇し、50歳代を凌駕するようになった。第1次調査での40歳代女性の体重、除脂肪体重は54.3±8.4kg、38.4±4.5kgであったが、第6次調査では53.3±8.2kg、36.3±4.4 kgであり¹⁴⁾、体重の低下以上に筋肉量の低下が著しい。ダイエット年齢の上昇

や家事労働の軽減化、出産率低下による育児労働の減少など、生活習慣や環境要因の時代変化が作用している可能性があり、関連要因の解明が必要である。

男性では逆に50歳代・60歳代の有病率が10年間で有意に低下した。平成20年国民健康栄養調査によれば50歳代男性の運動習慣のある者の割合は平成15年の23.1%から28.7%に上昇している¹⁵⁾。NILS-LSAにおいても中高年男性で第4次調査以降膝伸展等尺性筋力が縦断的に上昇しており¹⁴⁾、健康日本21¹⁶⁾や最近の健康志向の影響で中年男性の体力が向上してきている可能性がある。

本研究の限界として調査の複数回参加者の選択効果¹⁷⁾や虚弱・要介護高齢者の調査参加率が低い可能性が挙げられる。従って後期高齢者では今回示した以上のサルコペニア有病者が存在する可能性がある。また高齢者の身体活動には四肢だけでなく、体幹の筋肉(固有背筋や腸腰筋など)も重要と考えられる^{18,19)}がDXAを用いた今回の測定法では体幹筋肉量について考慮されていないことにも注意が必要である。

今後、筋力や運動能力を含めたサルコペニアの指標策定も望まれる。

5 謝辞

NILS-LSAの参加者の皆様ならびに調査スタッフに深謝を表す。この研究の一部は厚生労働科学研究費補助金(循環器疾患・糖尿病等生活習慣病対策総合研究事業、課題番号12103167)で行われた。

*文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所：日本の将来推計人口。http://www.ipss.go.jp/.
- 2) 内閣府：平成24年度版高齢社会白書。pp.61-66。印刷通販株式会社、東京、2012。
- 3) Baumgartner, R.N., Koehler, K.M., Gallagher, D. et al. : Epidemiology of sarcopenia among the elderly in New Mexico. *Am J Epidemiol* 147: 755-763, 1998.
- 4) Cruz-Jentoft, A.J., Baeyens, J.P., Bauer, J.M. et al. : European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in Older People. *Age Ageing* 39: 412-423, 2010.
- 5) Harada, A. : Locomotive syndrome and frailty. Frailty in patients with fall and fall-related fracture. *Clin Calcium* 22:27-33, 2012 [Jpn].
- 6) Tanimoto, Y., Watanabe, M., Sun, W. et al. : Association between sarcopenia and higher-level functional capacity

- in daily living in community-dwelling elderly subjects in Japan. *Arch Gerontol Geriatr* 55:e9-13, 2012.
- 7) Janssen, I., Heymsfield, S.B., Ross, R. : Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J Am Geriatr Soc* 50:889-96, 2002.
 - 8) Sanada K., Miyachi M., Tanimoto M. et al.: A cross-sectional study of sarcopenia in Japanese men and women: reference values and association with cardiovascular risk factors. *Eur J Appl Physiol* 110: 57-65, 2010.
 - 9) Shimokata H., Ando F., Niino N.: A new comprehensive study on aging the National Institute for Longevity Sciences, Longitudinal Study of Aging (NILS-LSA). *J Epidemiol.* 10: S1-9, 2000.
 - 10) 谷本芳美, 渡辺美鈴, 河野令ら: 日本人筋肉量の加齢による特徴. *日老医誌*47: 52-57, 2010.
 - 11) 下方浩史, 安藤富士子: 日常生活機能と骨格筋量, 筋力との関連. サルコペニア-研究の現状と未来への展望. *日老会誌* 49: 195-198, 2012.
 - 12) 厚生労働省平成19年国民基礎調査の概況. III世帯員の健康状況 2日日常生活への影響. <http://www.mhlw.go.jp/toukei/list/20-19-1.html>
 - 13) 厚生省監修: 平成12年度版厚生白書. pp.61-62. 株式会社ぎょうせい, 東京, 2000.
 - 14) 国立長寿医療研究センター予防開発部: 長期縦断疫学研究 <http://www.ncgg.go.jp/department/ep/nilslsa.html>
 - 15) 国民健康・栄養の現状—平成20年厚生労働省国民健康・栄養調査報告より. pp56. 第1出版, 東京, 2011.
 - 16) 厚生労働省: 健康日本21 http://www1.mhlw.go.jp/topics/kenko21_11/top.html
 - 17) 葛谷文男, 下方浩史: 老化に関する縦断疫学マニュアル. pp4-6. 診断と治療社, 東京, 1996.
 - 18) Kemmler W., von Stengel S., Engelke K. et al.: Exercise, body composition, and functional ability: a randomized controlled trial. *Am J Prev Med.* 38(3):279-87, 2009.
 - 19) Suri P., Kiely DK., Leveille SG. et al.: Increased trunk extension endurance is associated with meaningful improvement in balance among older adults with mobility problems. *Arch Phys Med Rehabil.* 92(7):1038-43, 2011.

The 10-year changes in the prevalence of sarcopenia among the community-dwelling middle-aged and elderly

Fujiko Ando^{1,2)}, Rei Otsuka²⁾, Atsumu Yuki²⁾, Itsuko Kitamura^{2,3)},
Michiko Koda^{2,4)} and Hiroshi Shimokata^{2,5)}

- 1) Department of Health and Medical Sciences, Aichi Shukutoku University
- 2) Section of the NILS-LSA, National Center for Geriatrics and Gerontology
- 3) Division of General Education, Aichi Gakuin University
- 4) College of Bioscience and Biotechnology, Chubu University
- 5) Graduate School of Nutritional Sciences, Nagoya University of Arts and Sciences

The present study aimed to describe the prevalence and recent change of prevalence of sarcopenia in the community-dwelling middle-aged and elderly.

The subjects were the participants in the NILS-LSA (National Institute for Longevity Sciences – Longitudinal Study of Aging), who were sex and age-decade stratified random samples from a community-dwelling middle-aged and elderly population and examined biannually. Appendicular muscle mass (AMM) was measured by dual-energy X-ray absorptiometry (DXA). Sarcopenia was diagnosed according to Sanada's criteria, using skeletal muscle index (SMI: AMM/height², kg/m²).

The recent prevalence of sarcopenia (2008-2010) was assessed using the 6th wave examination data of the NILS-LSA (N=2,250, aged 40 to 89 years). The prevalence of sarcopenia in the 40s', 50s', 60s', 70s' and 80s' was 11.4, 11.8, 21.2, 37.5, 55.1% (trend P<0.0001) in men and 27.5, 18.6, 18.3, 22.8, 27.5% in women, respectively. The prevalence of men was higher in the 40s' and 50s', whereas lower in the 70s' and 80s' than those of women.

The prevalence of sarcopenia from the 1st wave (1997-2000) to the 6th wave examination showed significant increment in the 40s' and 70s' women (trend p<0.0001, p=0.0042). On the other hand, the prevalence in the 50s' and 60s' men decreased during these 10 years (trend p<0.0001, p=0.086).

There might be some risk factors of sarcopenia according to the period, such as life-styles and environmental factors, and further investigations will be needed.

Key words sarcopenia, longitudinal study, prevalence, middle-aged and elderly, community-dweller