

## 漁村と農山村住民における n-3 系多価不飽和脂肪酸 多量摂取と血漿中ビタミン E 量について

西堀すき江<sup>1)</sup>, 川合三恵子<sup>1)</sup>, 山中みどり<sup>2)</sup>, 並木和子<sup>3)</sup>

Effect of Ingestion in the Great Deal of n-3 Series Polyunsaturated Fatty Acid on the Amount of Vitamin E in Plasma between Fishing and Farm villages in Japan

Sukie NISHIBORI, Mieko KAWAI, Midori YAMA NAKA and Kazuko NAMIKI

Effect of ingestion in the great deal of n-3 series polyunsaturated fatty acid on the amount of vitamin E in plasma on fishing and farm village was investigated.

The total fatty acid composition and lipids in the plasma of 308 peoples on fishing village and 209 peoples on farm village measured, and the following results were obtained.

1) There was a significant difference in the proportions of fatty acid of plasma lipids between peoples on fishing and farm village.

2) The proportions of n-3 and n-6 series polyunsaturated in plasma lipids were 15.6% and 40.1% in peoples on fishing village, and 27.9% and 10.9% in peoples on farm village respectively.

3) A shortage of vitamin E was not observed in plasma of the both people on fishing and farm village. The amount  $10.5 \mu\text{g/ml}$  of vitamin E in plasma of peoples on fishing village was similar to those  $10.3 \mu\text{g/ml}$  on farm village.

### 1. はじめに

我が国の食生活は過去 45 年間に大きく変化し、脂質摂取量は 2.8 倍に増加した<sup>1)</sup>。特に、動物性脂質の摂取量が急増し、10.3 倍になり、脂質エネルギー比率が 3.0 倍となり、現在では脂肪摂取適正比率の上限とされる 25% を越え、26.5% に達している。このような脂肪摂取量の増加は死亡率にも大きな変化をもたらした<sup>2)</sup>。昭和 45 年まで第 1 位を占めていた脳血管疾患が減少傾向を示し、50 年代には悪性新生物が第 1 位となった。一方、心疾患が徐々に増加し、昭和 61 年には脳血管疾患と入れ替わり、第 2 位となった。第 3 位の脳血管疾患では脳内出血が顕著な減少傾向にあり、脳梗塞やその他の脳血管疾患が増加している。また、心疾患に関

1) 東海学園大学短期大学部 2) 椋山女学園高等学校 3) 椋山人間栄養学研究センター

しても、大部分が冠状動脈硬化症に起因する虚血性心疾患が多い。

食生活と循環器系疾病の発症に関する研究は、1975年 Dyerberg らの疫学的調査の結果から、グリーンランドに住むイヌイットの食事が多い EPA などの多価不飽和脂肪酸が血栓形成の抑制に関与することを明らかにしたことに端を発している<sup>3-5)</sup>。

一方近年、生体の酸化的障害とその防御システムに関する問題が注目されてきた<sup>6)</sup>。魚食による極めて酸化され易い多価不飽和脂肪酸の習慣的過剰摂取が抗酸化性ビタミンの損失を招き、生体でおこる酸化的障害の抑制効果を低下させ、何らかの影響をもたらすと懸念されている。実験動物を用いた系での研究ではビタミン E の欠乏による脂質過酸化などの報告があるが<sup>7)</sup>、ヒトにおける調査研究例は少なく、現在も問題が解決されていない。そこで、著者らは、食生活、特に摂取脂質を新しい指針でとらえ、これらと血栓症、動脈硬化性諸疾患との関係について検討した。調査地点としては、一般的な日本人の魚摂取傾向より更に魚の過剰摂取が予測される離島の住民と、海から離れた三重県と奈良県の県境に位置する農山村地域を選び疫学調査を行った。

本報告では、漁村・農山村の血漿中の脂肪酸量とビタミン E 量を測定し、血漿中脂肪酸組成とビタミン E 欠乏症に関して検討した。

## 2. 実験方法

### (1) 対象者

漁村地区として三重県鳥羽市神島町の 20~80 歳代の 308 名を対象とし、1993 年 6 月 25~26 日、7 月 2~3 日の期間に採血した。農山村地区としては三重県飯南郡飯島町の 20~80 歳代の 209 名を対象とし、1994 年 9 月 5~6 日に採血した。

### (2) 血漿脂肪酸測定

血漿脂肪酸組成の測定は、採血後 3,000 回転/分で遠心分離して得た血漿を、直ちに液体窒素で凍結し、その後 -80°C で保存し順次分析した。血漿中の脂肪酸の抽出は定法により行った。

粗脂質は、内部標準(ヘプタデカン酸)を加えた血漿 1ml から溶媒エタノール:エーテル(3:1, v/v)で抽出し、さらに脱水、濃縮(窒素気流下)して得られた粗脂質を 5% KOH・90%エタノールで 1 時間還流ケン化し、ヘキサンで不ケン化物を抽出除去し、下層を塩酸性とし、ヘキサンで遊離脂肪酸を抽出し、3 フッ化ホウ素と 2 時間還流、メチルエステル化し、石油エーテルで抽出後、脱水、濃縮し、ガスクロマトグラフィー分析した。ガスクロマトグラフィーは、島津製作所製の GC-8A 型を用い、充填剤は Shinchrom E71 (5%) on shimalite AW を用い定量した。

### (3) 血漿ビタミン E 量

血漿中のビタミン E の定量は、血漿脂肪酸と同様、-80°C に保存した血漿を用い順次解凍

して分析した。

定量は、内部標準(ペンタメチルクロマノール)を加えた血漿 150ul から n-ヘキサン、H<sub>2</sub>O、エタノール(5:0.5:1, v/v)で抽出し、遠心分離後ヘキサンで抽出し、溶離液は、ヘキサン:イソプロピルアルコール(99:1, v/v)を用い、検出器は、蛍光検出器 RF-10 Em352nm, カラム NUCLEOSIL 5NH<sub>2</sub> で分析した、

### 3. 実験結果および考察

#### (1) 調査地の概要

漁村地区として実験対象とした三重県鳥羽市神島町は、鳥羽市と愛知県伊良湖岬を結んだほぼ中間の洋上に位置する周囲 4km の離島であり、住民の約半数は漁業に従事している。三島由紀夫の小説"潮騒"の舞台として名高い。

農山村地区として実験対象とした三重県飯南郡飯島町は、三重県の飯南郡の西端に位置し、奈良県吉野郡東吉野町に接している。面積は240.94km<sup>2</sup>あり、その95%が山林で占められている。

#### (2) 血漿中脂肪酸組成

神島住民(漁村)の血漿中総脂肪酸量は、表 1 に示すように 3742.5 μg/ml であった。その

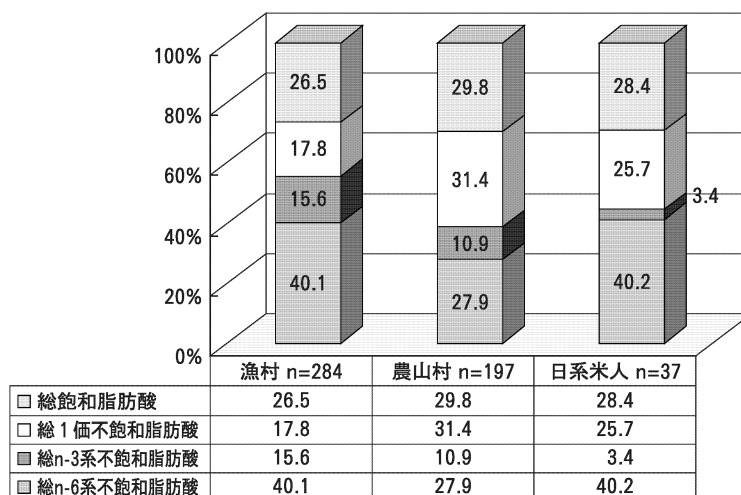
表 1 血漿中脂肪酸組成 mean±SD(μg/ml)

項 目		漁 村 n=284		農山村 n=209
S	ラウリン酸	1.6±3.0	≪	13.37±12.5
	ミリスチン酸	62.7±28.1		60.1±27.5
	パルミチン酸	652.2±265.0		634.9±181.1
	ステアリン酸	256.4±80.3		236.3±68.1
	アラキジン酸	8.2±32.1	>	2.7±8.7
M	パルミトレイン酸	183.4±87.2	≪	112.9±46.2
	オレイン酸	480.4±203.7	>	870.8±304.1
P	リノール酸	1224.2±421.1	≪	695.0±159.0
	アラキドン酸	280.0±87.9	≪	169.3±39.4
	リノレン酸	92.8±35.1	≪	55.6±18.5
	EPA	234.8±163.8	≪	120.6±86.8
	DHA	265.8±82.8	≪	163.4±45.9
総飽和脂肪酸		981.1		947.4
総 1 価不飽和脂肪酸		663.8		983.7
総 n-6 不飽和脂肪酸		1504.2	≪	864.3
総 n-3 不飽和脂肪酸		593.4	≪	339.6
総多価不飽和脂肪酸		2097.6	≪	1203.9
総 脂 肪 酸		3742.5±1136.5		3135.0±747.7

> 農山村より少ない (0.8 以下)

≪ 農山村より顕著に多い (1.5 倍以上)

図1 血漿中脂肪酸比



うち、図1示すように飽和脂肪酸26.5%、1価不飽和脂肪酸17.8%、多価不飽和脂肪酸55.7%となり、比率にすると1:0.7:2.1であった。飯島町(農山村)の血漿脂肪酸組成は、総脂肪酸量が3135.0 $\mu$ g/mlで、飽和脂肪酸29.8%、1価不飽和脂肪酸31.4%、多価不飽和脂肪酸43.6%となり、比率では1:1.1:1.3となった。日系アメリカ人<sup>8)</sup>の1:0.9:1.5に比べると、漁村は多価不飽和脂肪酸が顕著に多かったが、農山村は比率では多価不飽和脂肪酸の値が日系アメリカ人より低い値となった。しかし、日系アメリカ人のn-6/n-3比をみると11.8となり、n-3系不飽和脂肪酸の血漿中濃度が漁村の1/5、農山村の1/3で、圧倒的に血漿中リノール酸とアラキドン酸のn-6系脂肪酸が多いことが明らかになった<sup>9)</sup>。

仲森ら<sup>10)</sup>の漁村と農山村地区における食生活調査の中の食品群別摂取量によると、漁村は男女とも魚介類を農山村の1.5倍量を摂取していた。このことから漁村においてはn-3系の多価不飽和脂肪酸が多く、n-6系の脂肪酸の比率は少ないと推測されるが、実際のn-6/n-3比は漁村と農山村は何れも2.57であった。

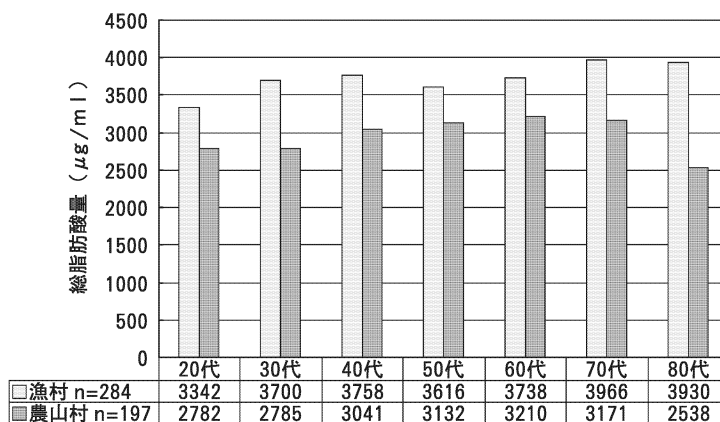
野菜の摂取状況を見ると、農山村の男性は野菜全体では漁村の1.7倍量、特に緑黄色野菜は3.9倍量摂取し、女性も野菜全体では1.5倍量、緑黄色野菜のみでは3.2倍量摂取していた。これらの結果から、野菜摂取量の多い農山村の方がn-6系の脂肪酸摂取比率が高く、血漿中n-6/n-3比率が漁村より高くなると推測していたが、実際には同じ比率であった。

漁村は魚介類を多量に摂取するため、血漿中のEPAやDHAなどの多価不飽和脂肪酸量は多いが、同時にn-6系の脂肪酸も多量に摂取することになり、血漿中リノール酸とアラキドン酸のn-6系脂肪酸も多くなったものと考えられる。このことから、一般的に魚介類を摂取すると血漿中にn-3系のEPAやDHAが増加するとされるが、同時にn-6系のリノール酸やアラキドン酸量も増えることが明らかになった。

(3) 年代別血漿中総脂肪酸量と総不飽和脂肪酸量

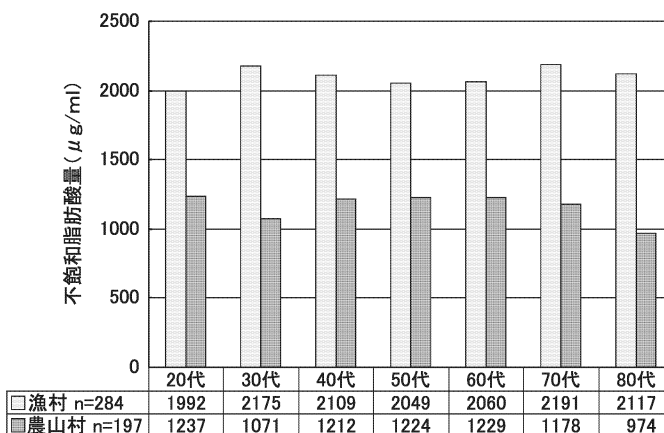
血漿中脂肪酸量は図 2 に示すが、どの年代においても漁村の方が多く、平均で農山村の 1.19 倍であった。漁村の血漿中脂肪酸量の年代による顕著な傾向は見られなかったが、70、80 歳代でどの年代より高いという結果であった。農山村では、40、50、60 歳代と年齢が高くなるに従い高くなり、60 歳代が最も高くなった。その後、70、80 歳代とやや低くなった。農山村の 80 歳代の血漿中脂肪酸量は漁村の同世代と比べると 35.4% 減であった。

図 2 血漿中総脂肪酸量



血漿中総不飽和脂肪酸量は、漁村の方が平均で 1.74 倍となった (図 3)。農山村の不飽和脂肪酸量は 70、80 歳代と下がる傾向が見られるが、漁村では、むしろ 70、80 歳代の血漿中総不飽和脂肪酸量が多くなった。これは、農山村では高齢者において魚の食べ方がやや減少するが、漁村においては年齢を問わず魚を沢山食べていることが推測される。

図 3 血漿中総不飽和脂肪酸



(4) 漁村と農山村の血漿中各脂肪酸量の相違

表 1 に示すように、血漿中脂肪酸量は、漁村と農山村何れにおいても、n-3 系、n-6 系を含

多価不飽和脂肪酸が 2095.2  $\mu\text{g/ml}$ , 1204.9  $\mu\text{g/ml}$  と最も多く, 次に飽和脂肪酸の漁村 981  $\mu\text{g/ml}$ , 農山村 947.4  $\mu\text{g/ml}$  で, 同様の傾向が見られた. しかし, 漁村では n-3 系の EPA, DHA が特徴的に多く摂取されていることが明らかであるが, n-6 系のリノール酸, アラキドン酸の摂取量も多く, n-6/n-3 比は 2.57 と同じ比率になった (表 2).

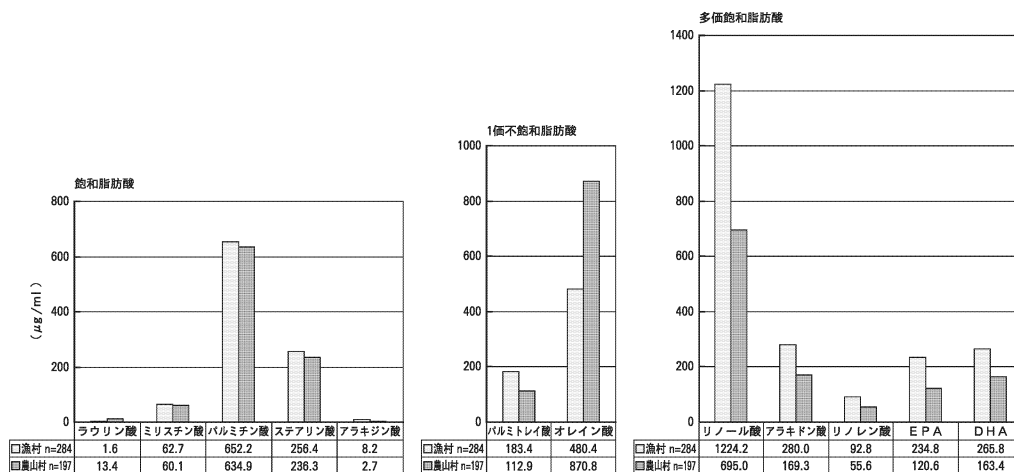
表 2 血漿中脂肪酸組成比

	漁村 n=284	農山村 n=197	日系米人* n=37
n-6/n-3	2.57	2.57	11.8
P/S	2.14	1.29	1.47
S : M : P	1 : 0.7 : 2.1	1 : 1.1 : 1.3	1 : 0.9 : 1.5
EPA/AA	0.81	0.69	0.08

\*文献10, 池本ら

また, このところ話題になっている 1 価不飽和脂肪酸のオレイン酸は農村で顕著に摂取量が多く, S : M : P 比は漁村 1 : 0.7 : 2.1, 農山村 1 : 1.1 : 1.3 であった. 1999 年に策定された第 6 次改定日本人の栄養所要量 食事摂取基準<sup>11)</sup>によると, 飽和脂肪酸, 1 価不飽和脂肪酸, 多価不飽和脂肪酸の望ましい摂取割合はおおむね 3 : 4 : 3 (1 : 1.3 : 1) を目安にするとされている. 農山村の脂肪酸比率は漁村より食事基準値に近いバランスであることが分かった (図 4).

図 4 各脂肪酸量

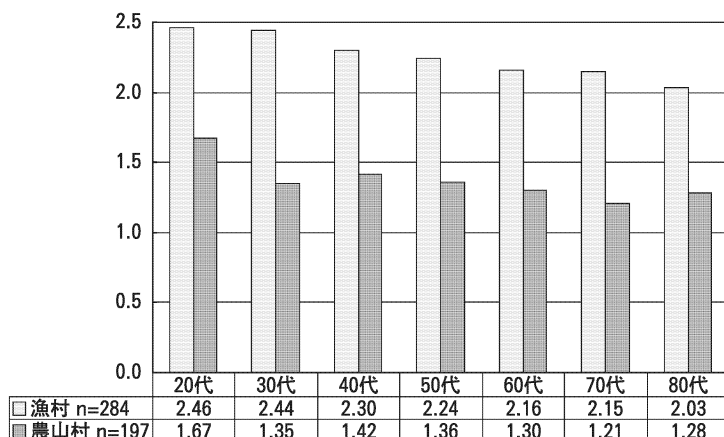


循環器疾患の問題から多価不飽和脂肪酸の摂取が推奨されているが, 今回の 2 つの調査対象地区においては, むしろ漁村において多価不飽和脂肪酸の多量摂取によるバランスの悪さが顕著となった.

#### (5) 年代別血漿中 P/S 比

多価不飽和脂肪酸の値と飽和脂肪酸の値の比率(P/S)は図 5 に示すように, 2.16 であり他の

図 5 P/S 比



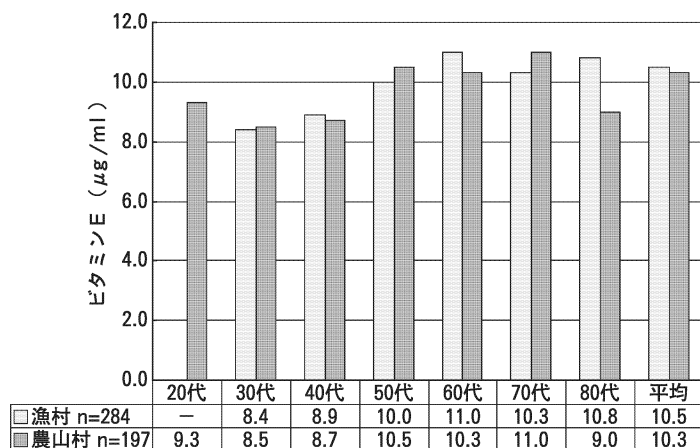
文献値に比較して明らかに高い値であり、その傾向はやや若年代が高値を示した。

また、近年は n-6 系の脂肪酸と n-3 系の脂肪酸の摂取比率が問題にされ、4 : 1 程度が望ましいとされている<sup>11)</sup>。今回調査したと 2 つの地区においては表 2 に示すように何れも n-6/n-3 比は 2.5 で推奨値に比較して、n-3 系の脂肪酸量が多い傾向であった、年齢別で比較すると、20 歳代、30 歳代は n-6 系の摂取量がやや多いことが認められた。

#### (6) 血漿ビタミン E 量

魚食傾向は、酸化されやすい不飽和脂肪酸の過剰摂取となり、血清と肝臓の過酸化脂質を増やし抗酸化性ビタミン E を減少させるのではないかと予測されるが、神島全住民の血漿ビタミン E 平均量は、 $1.05 \pm 0.3 \mu\text{g}/\text{dl}$  となり生化学データの  $1.10 \mu\text{g}/\text{dl}$  と同程度を示し、この程度の魚食傾向においてはビタミン E 欠乏の現象は認められなかった。年代別に比較すると図 6 のようになり、年齢による差は余りみられないが、30、40 歳代の男性は少しビタミン E 量が少なかった。

図 6 血漿中ビタミン E 量



従来、摂取する多価不飽和脂肪酸のレベルに対して、抗酸化活性のあるビタミン E の要求量に関しては、Harris と Embree<sup>12)</sup> がアメリカでの食事調査から、RRR- $\alpha$ -tocopherol (mg) と多価不飽和脂肪酸 (g) の比 0.6 以上がビタミン E の欠乏を防ぐのに有効であるとしている。アメリカでの調査における多価不飽和脂肪酸は大半がリノール酸であるため、ビタミン E 要求量は、脂肪酸 1 g 当たり二重結合 1 個につき約 0.3g の RRR- $\alpha$ -tocopherol が必要ということになる。Muggli ら<sup>13~15)</sup> も多価不飽和脂肪酸量の 2 重結合数とその量からの計算式によりビタミン E 要求量を示している。それによると、リノール酸、リノレン酸、アラキドン酸、EPA、DHA の 1 g に対して、約 0.6, 0.9, 1.2, 1.5, 1.8mg となる。これらの値は、2 重結合を 2, 3, 4, 5, 6 個もつ脂肪酸の過酸化反応速度を一定のレベルに抑えるのに必要とされるビタミン E 量とも一致している。

この多価不飽和脂肪酸とビタミン E の要求量の関係を、今回の血漿中各多価不飽和脂肪酸と血漿中ビタミン E に置き換え、血漿中各不飽和脂肪酸の量から血漿中のビタミン E 要求量を計算すると、ビタミン E 要求量は  $2.0 \mu\text{g/ml}$  となる。調査対象者の血漿中ビタミン E 量は  $8.4\sim 11.0 \mu\text{g/ml}$  の範囲で、最も血漿中ビタミン E 量が少なかった漁村 30 歳代においても、要求量を大きく越え、4.2 倍であった。

これらの点から、今回の調査対象者においては、多価不飽和脂肪酸の多量摂取によるビタミン E 欠乏の問題はないことが明らかになった。しかしながら、この結果は、魚介類という食品を多量摂取した場合に起きる多価不飽和脂肪酸の場合で、栄養サプリメントなど、特定の成分を大量に摂取する栄養剤として EPA や DHA を摂取する場合とは異なる。この場合は、ビタミン E 欠乏の危険性を考慮する必要がある。

#### 4. まとめ

脂肪酸摂取に大きな差があると考えられる漁村と農山村を対象に、血漿中脂肪酸量を測定し、また、多価不飽和脂肪酸摂取に大きく関わると考えられる血漿中ビタミン E の定量を行った。

その結果、漁村の血漿中多価不飽和脂肪酸量は 1.74 倍であった。魚の多量摂取による EPA や DHA の n-6 系不飽和脂肪酸量は 1.44 倍で予想通り高い値を示したが、植物油などに多く含まれるリノール酸やアラキドン酸の n-3 系不飽和脂肪酸も 1.43 倍と高値であった。

日系米人との比較では P/S 比では漁村と農山村の中間の値を示したが、n-6/n-3 は漁村と農山村が 2.57 であるのに対して、11.8 と高値を示した。これはリノール酸の過剰摂取によるところが大きい。EPA/AA も漁村 0.81、農山村 0.69 に比較して、日系米人は 0.08 と極端に少ないことが明らかになった。

血漿中ビタミン E 量は、漁村では 50 歳代以降むしろ増加し、80 歳代でも  $10.7 \mu\text{g/ml}$  と高いことが分かった。高齢者の高い血漿中ビタミン E 含量は、魚摂取に因るものと考えられる。



このことから、食事で多価不飽和脂肪酸を多量に摂取しても、ビタミン E も同時に摂取することになり、多価不飽和脂肪酸多量摂取によるビタミン E 欠乏症の心配がないことが明らかになった。

#### 引用文献

- 1) 健康・栄養情報研究会編：国民栄養調査の現状 平成11年国民栄養調査結果，第一出版(東京)，2001.
- 2) 厚生統計協会：国民衛生の動向・厚生指標 2001年，厚生統計協会（東京），2001.
- 3) Dyerberg J., Bang H. O. : lipid metabolism atherogenesis and haemostasis in Eskimos; the role of the prostaglandin-3 family, haemostasis, 8, 227, 1979.
- 4) Dyerberg J., Bang H. O. : Dietary fat and thrombosis, Lancet, 152, 1978.
- 5) Siess W., Roth P., Schrer B., Kur Mann I., Bohcig B., Weber P. C. : Platriet- membraoe fatty acids, platelet aggregation, and thromoxane formation during a macherel die,
- 6) 奥山治美, 小林哲幸：酸化しやすい食物脂質による過酸化障害の防御，治療学，26，563，1992.
- 7) 斉藤衛郎：n-3 系多価不飽和脂肪酸の生理的有効性と栄養学的側面からみた安全性評価，栄養学雑誌，59，1，2001
- 8) 池本真二，松本明世，板倉弘重：脂質—特に脂肪酸を中心に，現代医療，23，109，1991.
- 9) 川合三恵子，西堀すき江，山中みどり，並木和子：漁村と農山村住民における血漿脂肪酸組成および血小板凝集能と循環器系疾患について，東海学園大学研究紀要 第7号，165，2002.
- 10) 仲森隆子，山田隆康，並木和子，京谷誉哲，都島基夫：漁村と農村住民の食生活と身体状況の疫学調査，日本臨床栄養学会誌，22，9，2000.
- 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(東京)，2000.
- 12) Harris,P.L. and Embree,N.D.: Quantitative consideration of the effect of polyunsaturated fatty acid content of the diet upon the requirement for vitamin E, Am. J. Clin. Nutr., 13, 385, 1963.
- 13) Muggli,R.: Dietary fish oils increase the requirement for vitamin E in humans, in Health Effects of Fish and Fish Oil/Chandra, R.K.ed., pp.201-210, 1989. ARTS Biomedical Publishers and Distributors, St. John's, Newfoundland, Canada.
- 14) Muggli,R.: Physiological requirement of vitamin E as a function of the amount and type of polyunsaturated fatty acid, World Rev.Nutr.Diet., 75, 166, 1994.
- 15) Weber,P., Bendich,A. and Machlin,L.J.: Vitamin E and human health: rationale for determining recommended intake levels, Nutrition, 13, 450, 1997.