トランス脂肪酸に関する最近の話題 —トランス脂肪酸過剰摂取に対する欧米諸国の対応と 日本の現状について—

永 田 純 一^{*1}, 池 田 郁 男^{*2}

^{*1}独立行政法人国立健康・栄養研究所 食品機能研究部, ^{*2}東北大学大学院農学研究科

Current Topics on Trans Fatty Acids : Efforts in Western Countries on Excessive Consumption of Trans Fatty Acids and Current Situation in Japan

Junichi Nagata ^{*1} and Ikuo Ikeda ^{*2}

^{*1} Division of Food Science, Incorporated Administrative Agency,
National Institute of Health and Nutrition ;

^{*2} Graduate School of Agriculture, Division of Bioscience and Biotechnology for
Future Bioindustries, Tohoku University

Trans fatty acids (TFAs) are positional isomers of cis fatty acids. TFAs are mainly produced by partial hydrogenation of unsaturated fatty acids and widely found in a variety of foods, including margarine, shortening and frying oil. A small amount of TFAs is also found in ruminant fats and milk. The amount of TFA intake in Western Europe and North America probably ranges from 5 to 15g/day. Epidemiological studies have shown that an excessive consumption of TFAs raised the LDL-cholesterol level and lowered HDL-cholesterol in humans. A high intake of TFAs is therefore thought to be a risk factor of coronary heart disease. On the basis of scientific evidence, the U.S. FDA required labeling of the TFA content for conventional food and dietary supplements on January 1, 2006. TFAs are also restricted their uses in the EU. The TFA intake in Japan is estimated to be approximately 1.6g/day, this amount being markedly lower than that in western countries. Although the low TFA intake in Japan is not thought to be an important issue at present, we should pay attention to an excessive intake of TFAs in the future.

Jpn. J. Nutr. Diet., 64 (2) 69～76 (2006)

Key words : trans fatty acid, LDL-cholesterol, HDL-cholesterol, ischemic heart disease, labeling

I. はじめに

近年, アメリカおよびヨーロッパにおいて, トランス型脂肪酸 (以下トランス酸) 過剰摂取と心疾患のリスク因子である血中脂質濃度 (特にLDL-およびHDL-コレステロール濃度) の関連性が多くの疫学研究によって明らかにされ, 食品中トランス酸量の表示義務化や摂取量勧告などの対応へと至っている。これまで心疾患の罹患率が高い国では, 油脂の摂取量や摂取される油脂の質を中心に疾病予防や改善に対する取り組みが行われてきたが, トランス酸も摂取量に配慮すべき食事因子として認識され始めた。諸外国におけるこれらの動きを反映して, 国内でもトランス酸に対する関心が高まっている。

本総説では, 心疾患のリスク因子との関連性が指摘されているトランス酸 (主に水素添加による加工油脂に含

まれるもの) に関して, トランス酸の概要 (トランス酸とはどのような脂肪酸なのか, トランス酸を含む食品, 分析法など) や疾病との関連性, 欧米諸国のトランス酸摂取状況や対策, また日本国内でのトランス酸摂取状況などについて, 最近の話題をまとめた。

II. トランス酸の概要

(1) 脂肪酸 (シス型脂肪酸とトランス型脂肪酸)

脂肪酸は, 飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸に大きく分類される。不飽和脂肪酸の炭素間結合様式にはシス型とトランス型がある。すなわち, 不飽和結合している2つの炭素にはそれぞれ水素原子が結合しているが, 水素の結合方向が同じ向きのものをシス型, 互い違いになっているものをトランス型という (図1)。トランス酸は, 不飽

キーワード : トランス脂肪酸, LDL-コレステロール, HDL-コレステロール, 心疾患, 表示

(連絡先: 永田純一 〒162-8636 新宿区戸山1-23-1 国立健康・栄養研究所 食品機能研究部 電話 03-3203-5601

FAX 03-3203-7584 E-mail jnagata@nih.go.jp)

シス型結合

トランス型結合

図1 シス型およびトランス型結合様式

和脂肪酸のうち二重結合の立体配位がトランス型になっているものの総称である。代表的なトランス酸として、オレイン酸 (9*cis*-18:1) の異性体であるエライジン酸 (9*trans*-18:1) が知られている (図2)。

加工油脂中のトランス酸は、シス型脂肪酸が高温処理されることで生じる場合や水素添加^{*1}による製造工程で生じる。この際に二重結合の転移も起こる。これらのトランス酸はマーガリン類^{*2}やショートニング^{*3}などの加工油脂中や、これらの加工油脂を用いて製造される食品中に含まれる。この他にも反芻動物の肉や乳あるいは脂肪中に5%前後のトランス酸が含まれる。これらのトランス酸は、反芻動物の第一胃内に存在する細菌によりシス型脂肪酸から生成する。代表的なトランス酸はバクセン酸 (11*trans*-18:1) であるが、近年、反芻動物の肉や乳脂肪中にわずかに含まれる共役^{*4}リノール酸 (CLA) の機能性が注目を集めている¹⁾。

欧米諸国において心疾患との関連性から注目されているトランス酸は、反芻動物由来のトランス酸よりも、むしろ加工油脂に含まれるトランス酸と思われる。水素添加された油脂は、不飽和脂肪酸と比較して融点が上昇し酸化安定性などの物理化学的特性が向上するため老化しにくい油脂となる。加工油脂は、マーガリンだけでなくパン、ケーキ、菓子製造用あるいは調理用フライ油として様々な食品に利用されているため、日常生活で摂取する機会が多い。

(2) トランス酸を含む食品

トランス酸は、マーガリンやショートニングの他にもパン、ポテトチップス、フライドポテト、フライドチキンなど加工油脂を用いて調理加工された食品に含まれる。岡本らは日本国内の油脂調理食品に含まれるトラン

シス型脂肪酸：オレイン酸 (9*c*-18:1) トランス型脂肪酸：エライジン酸 (9*t*-18:1)

図2 シス型およびトランス型の構造

(9*c*, 11*t*-18:2) (10*t*, 12*c*-18:2) 図3 共役結合を有する共役リノール酸
(Conjugated Linoleic acid)

ス酸量について検討を行った³⁾。それによると、マーガリンに含まれるトランス酸量は約<28%、スプレッドは約<20%を示し、ドーナツで約<36.5%、フレンチフライで約<33%の数値を観察している。一方、ポテトチップスやスナック食品およびフライドチキンのトランス酸含量は少量であることを報告している。これまで報告された国内の食品中に含まれるトランス酸量もほぼこの範囲内である。

トランス酸摂取量が多い欧米諸国では、加工油脂技術の進歩と共に加工油脂中のトランス酸含量を減らす工夫が行われている。例えば、乳化に用いる油脂の種類 (天然固体脂や不飽和度の低い油脂) や配合比を工夫することで水素添加油脂に代わる新たな油脂を製造したり、エステル交換技術により水素添加油脂と同様の機能と安定

^{*1} 水素添加：油脂の中にある不飽和脂肪酸の二重結合部位に水素を付加する操作。水素添加された油脂 (硬化油) は、融点が上昇し硬化度が増す。水素添加は、油脂の酸化安定性を増すことで製品の安定性が向上し、ある温度帯で好ましい硬さをもった油脂の製造が可能となる。製造を行う温度と圧力の変化により目的に応じた物性を示す加工油脂が得られる²⁾。

^{*2} マーガリン類：基本的に食用油脂に水等を加え乳化した後、急冷練り合わせを行うか、または急冷練り合わせを行わないで作られた可塑性のもの、または流動状のものと定義され、油脂含有率 (製品に占める食用油脂の重量割合) が80%以上のマーガリンと80%未満のファットスプレッドからなる。

^{*3} ショートニング：植物、動物油脂を原料とした練り込み専用の固形油脂。水分や乳性分を含まず (品質規格で水分は0.5%以下)、ほぼ100%が油脂成分からなり、白色無味無臭である。

^{*4} 共役：2つの二重結合や三重結合が1本の単結合を隔てて隣接した関係をさす。共役結合を有する脂肪酸の例として共役リノール酸を図3に示す。

性を持たせる油脂の合成を試みたりしている。近年ではノンカロリーの代替油脂なども開発されている。しかし、トランス酸の代わりに飽和脂肪酸を用いた加工油脂では、飽和脂肪酸の過剰摂取が問題となるなど、トランス酸低減に寄与する加工油脂には製造コスト、食品適正、健康へ及ぼす影響など様々な問題が残されている。

(3) トランス酸の分析法

食品中に含まれるトランス酸の分析は、赤外スペクトル法で行われてきたが、この方法では少量の分析や位置異性体に関する詳細な情報を得ることが難しい。近年ではガスクロマトグラフィー (GC) や高速液体クロマトグラフィー (HPLC) に質量分析計 (MS) を組み合わせた分析が行われている。

GCを用いた分析は、脂溶性成分の抽出を行った後、三フッ化ホウ素メタノールなどのメチル化剤を用いてメチルエステル誘導化を行い、高極性キャピラリーカラムを用いて行う。水素添加や微生物の作用により多様な位置異性体が生じるため、個々のトランス酸の同定を必要とする場合はガスクロマトグラフ質量分析計 (GCMS) を用い分析を行う必要がある⁴⁾。

一方、共役結合部位が多様で様々な位置異性体が存在するCLAの分析には銀イオン (Ag^+) カラムHPLCを用いた測定も有効であり、高い分離能と定量性を示すことが報告されている⁵⁾。

(4) トランス酸の蓄積と代謝

Ohlroggeらは人の組織におけるトランス酸の蓄積に関する報告を行っている⁶⁾。アメリカ人成人 (20~80歳代の男女8例) のトランス酸の体内蓄積は、組織によって異なり、重量比で0.4~5%, 平均2.7%であった。脂肪組織への蓄積が最も多いが、それでも5%以下であることが示された。彼らは、アメリカ人のトランス酸摂取量を考えた時、体内蓄積量は摂取量を反映していないと考え、体内でのトランス酸代謝が蓄積量に影響すると考察している。

トランス酸はシス型脂肪酸と同様に、 β 酸化系で代謝されエネルギー源となることが知られている。二重結合の位置により β 酸化の速度に違いがあると考えられ、二重結合の位置がカルボキシル基 ($-\text{COOH}$) から遠くなるほど (メチル基末端に近いほど) 酸化されやすいことが動物実験で明らかとなっている。食事として摂取したトランス酸は、細胞膜リン脂質にも取り込まれるが、飽和脂肪酸とほぼ同様の挙動をとり、取り込まれる位置はグリセロールの1位に限定されると考えられている⁷⁾。このようにトランス酸は、飽和脂肪酸とほぼ同様の代謝を受けると思われる。

(5) トランス酸の摂取状況

トランス酸の摂取状況は、消費される食品の総脂質摂

取量に占めるトランス酸の割合 (含量) で推定される場合が多い。食品中のトランス酸含量の幅は非常に大きい。欧米諸国では1997年以前の10~15年に及ぶ調査から、平均トランス酸摂取量はおよそ5~15g/日で総エネルギーの約2~5%と見積もられている^{8~11)}。しかし食事によっては1日当たりのトランス酸摂取量が27g (総エネルギー10%前後) に達する場合も見られ、多量のトランス酸を摂取していることが分かる。

1997年に報告された欧米諸国における1日当たりのトランス酸摂取量は、アメリカで約5g、フィンランドで約6g、オランダで約8.5gであった¹²⁾。北欧におけるトランス酸は主に魚油を水素添加した油脂であるが、これらの国では、加工油脂製造技術の進歩によって年々トランス酸含量は減っており、1997年の末までには、摂取量は5g/日を下回ると推定された。1998年に報告された日本人のトランス酸平均摂取量は約1.6g/日であり、欧米諸国と比べて非常に低い摂取量であることが分かる。

Stenderらの総説¹³⁾では、デンマークにおける1996年のトランス酸摂取量は、1人当たりの1日摂取量は2.6gであり、これは1991年の摂取量の約半量と見積もられた。反芻動物由来のトランス酸摂取量を1.3g/日と見積もっているため、摂取されるトランス酸の半分が動物由来となる。トランス酸摂取量の低下は、マーガリンなどの加工油脂に含まれるトランス酸含量の低減を反映した結果と考えられる。事実、デンマークでは加工油脂に含まれるトランス酸含量は、1996年で約3%であったが1999年には1%以下となり、加工油脂全体の約20%がトランス酸を含まないものとなっている。近い将来、欧米諸国ではトランス酸をほとんど含まないか全く含まないマーガリン (家庭用) へ変わっていくことが予想される。

日本のトランス酸摂取状況は、古賀らや岡本らの報告がある。古賀らは、1週間分の寮食や学食を試料とし、1日当たりのトランス酸摂取量を測定した。その結果、1日当たりの平均摂取量は0.63gであり、摂取エネルギーの約0.3%に相当する量であった。さらに「平成6年度の国民栄養調査」、「食用加工油脂統計年報」および食用精製油の脂肪酸分析データからの試算を行い、1日当たりの摂取量が1.8gで、摂取エネルギーの約0.8%に当たることを示した¹⁴⁾。岡本らは、硬化油中トランス酸含量や硬化油使用量、国民栄養調査および食用油中トランス酸量の分析結果などから1998年の日本人トランス酸摂取量を1.56g/日と見積もり、摂取エネルギーに占める割合を0.7% (エネルギー比率) と算出した¹⁵⁾。いずれの報告も日本人が摂取しているトランス酸量は欧米諸国の摂取量 (5~15g/日) と比較して少ない値であり、心

疾患に影響を及ぼさない摂取量とされるエネルギー比率2%以下となる¹⁶⁾。

Ⅲ. 疾病との関連性

(1) トランス酸の生理学的効果および疾病との関連性

トランス酸は飽和脂肪酸と類似の生理効果を示すと考えられている。トランス酸の過剰摂取は、血清LDL-コレステロール濃度上昇やHDL-コレステロール濃度の低下¹⁷⁾、Lp (a) ^{*}5の増加^{18, 19)}、トリグリセリド (中性脂肪)²⁰⁾ や血管内皮への影響²¹⁾ など様々な心疾患のリスク因子に影響することが疫学研究によって報告され、これらはトランス酸摂取量に依存的であることが示されている。

しかし、トランス酸によるコレステロールの吸収²²⁾、代謝²³⁾、生合成²⁴⁾あるいは細胞膜リン脂質上でのコレステロール代謝に及ぼす影響²⁵⁾などの基礎的研究が行われているが、トランス酸によるコレステロール代謝メカニズムの解明には至っていない。

Huらは、トランス酸による血漿コレステロール濃度上昇作用は、総脂質摂取量を減らすよりもむしろオレイン酸やリノール酸に置き換える方が効果的に抑制され、リノール酸摂取量が多いほどコレステロール濃度の上昇は抑制されることを報告しており²⁶⁾、トランス酸の生理学的効果は、同時に摂取される油脂の質や量によって影響されると考えられる。

図4 オレイン酸をトランス脂肪酸 (トランス酸) で置き換えたときの血清コレステロール濃度の変化

資料) 文献7

著者注) 日本人の平均的トランス酸摂取量はエネルギー比率として1%以下である。■部分は、トランス酸が心疾患に影響を及ぼさない1日当たり総エネルギー摂取量の2%未満を表している (文献16)。

日本では欧米諸国に比べ、リノール酸摂取量が多いため、トランス酸のリスクはさらに軽減されると考えられる。

(2) 心疾患のリスク因子に及ぼす影響

これまで心疾患のリスク因子に及ぼすトランス酸の影響についての検証が最も多く行われ、基礎研究から疫学研究まで広い範囲に及んでいる。1990年に Mensink らは食事エネルギーの10%を *t*-C18:1 で置き換えたとき、*c*-C18:1 (オレイン酸) と比較してLDL-コレステロールを上昇させ、HDL-コレステロールを低下させると報告している¹⁷⁾。この報告以降、心疾患のリスク因子との関連を調べる研究が活発となった。

Zock らは、ヒトにおけるトランス酸摂取量とリポたんぱく質コレステロール濃度との相関性を調べ、トランス酸摂取量の増加に伴い、LDL-コレステロール濃度は正の相関を示し、HDL-コレステロール濃度は負の相関を示すことを明らかにした¹²⁾ (図4)。彼らは、トランス酸による摂取エネルギーが1%増加すると、LDL-コレステロール濃度は0.04mmol/L (1.5mg/dL) 増加し、HDL-コレステロール濃度は0.013mmol/L (0.4mg/dL) 減少することを示した。また、図5に示すように、飽和脂肪酸はLDL-およびHDL-コレステロール濃度を共に

図5 脂肪酸の違いによるリポたんぱく質コレステロール濃度の応答性

■ Sat: 飽和脂肪酸, ■ Trans: トランス酸, □ Mono: 一価不飽和脂肪酸, ■ Poly: 多価不飽和脂肪酸

資料) 文献28

著者注) 各脂肪酸をエネルギー比率10%でそれぞれ摂取した場合、飽和脂肪酸はLDL-, HDL-コレステロール濃度を共に上昇するが、トランス酸はLDL-コレステロール濃度を上昇し、HDL-コレステロール濃度を低下させる。これは動脈硬化症の指標となるLDL/HDL比に影響を及ぼすと考えられる。

*5 Lp (a) : LDL類似のリポたんぱく質で、多くの疫学的成績から、冠動脈硬化症の独立した危険因子であること、およびアポ (a) の一次構造がブラスミノゲンと著しい相同性があり、粥状動脈硬化、血栓形成との関係があることが示唆されている²⁷⁾。

上昇させるのに対して、トランス酸は、LDL-コレステロール濃度を上昇させるがHDL-コレステロール濃度は低下させることが示された²⁸⁾。

トランス酸の過剰摂取は、動脈硬化症の指標であるLDL/HDL比にも影響を及ぼす。Ascherioらは同じカロリーの飽和脂肪酸あるいはトランス酸を摂取した場合、トランス酸のLDL/HDL比は、飽和脂肪酸の値よりも約2.5倍大きくなることを示した²⁰⁾。このようにトランス酸を過剰摂取した場合、同じカロリーの飽和脂肪酸よりも心疾患のリスク因子に影響を及ぼすことが示唆されている。

また、欧米において総勢145,000人を対象に6～14年の追跡調査を実施した4つの大規模研究（Health Professionals' Follow-up Study, Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study, Nurses' Health Study, Zutphen Elderly Study）でも、トランス酸摂取と心疾患リスク因子との相関性が示され、トランス酸摂取量が2%（エネルギー比率）増加すると心疾患リスクが1.25倍に増加するとしている。

トランス酸の過剰摂取は、他の心疾患リスク因子へも関与することが示されている。Clevidenceらは、成人男女を用いた実験でトランス酸をエネルギー比率6.6%で摂取した場合、Lp (a) 濃度を増加することを示した¹⁹⁾。また欧米における疫学調査の結果から、2%（エネルギー比率）のトランス酸摂取は、血中トリグリセリド濃度を3 mg/dl上昇させた²⁰⁾。トランス酸過剰摂取による血液脂質濃度への影響は血管拡張へも作用し、9.2%（エネルギー比率）のトランス酸を摂取した場合、血管拡張が30%低下することが示された²¹⁾。

このように、トランス酸の過剰摂取は、様々な心疾患のリスク因子へ影響することが明らかとなった。

（3）ガンとの関連性

EURAMIC study（European Community Multicenter Study）は、脂肪組織のトランス酸含量と肺ガンおよび大腸ガンの発生率は相関するが、前立腺ガンは相関しないことを示した。しかし一方、Holmesらは、Nurses' Health Studyにおいてトランス酸摂取と肺ガンに相関性がないことを示し、またMcKelveyらはcase-control studyにおいて大腸ガンポリープの発症とトランス酸摂取に相関を認めなかった²⁹⁾。しかし近年、Kingらは、血清トランス酸量が前立腺ガン発症と関連することを報告した³⁰⁾。このようにガンに対するトランス酸の影響は必ずしも一致しておらず、関連は明確ではない。

（4）糖尿病との関連性

Nurses' Health Studyの14年に及ぶ追跡調査の結果、トランス酸は2型糖尿病のリスク因子であることが示唆された。この中で、トランス酸摂取量がエネルギー比率

で2%増えると2型糖尿病リスクが1.39倍になると見積もられた。食事由来の脂肪酸は、インスリンの作用を調節する働きがあるとされ、トランス酸はインスリン抵抗性を増すと考えられている。これに対して、Iowa Women's StudyやHealth Professionals' Studyではトランス酸摂取と糖尿病リスク因子に相関を認めていない。2005年にMurakamiらは、これまで報告されたコホート研究（31報告）をまとめた結果、トランス酸は2型糖尿病の発症に正の相関を示す食事因子であることを報告している³¹⁾。このように、トランス酸と2型糖尿病の関係は必ずしも一貫しているわけではない。他の食事因子と合わせて影響を及ぼしているのかもしれない。

（5）胎児や新生児に及ぼす影響

過剰量のトランス酸摂取は、長鎖多価不飽和脂肪酸の形成を阻害することが動物実験やヒトで報告されている^{32, 33)}。胎児のトランス酸は母親から移行するが、胎児に取り込まれたトランス酸は、成長あるいは視神経や中枢神経の発達に重要な役割を果たす長鎖多価不飽和脂肪酸形成を阻害するため、胎児や新生児の成長に影響を及ぼすと考えられている。

また、血中トランス酸濃度が高いと出生時の体重が低いことや妊娠期間が短くなること、あるいは妊娠高血圧症候群にも関連することが示されている。例えば、毎日数グラムのn-3系多価不飽和脂肪酸を摂取すると妊娠期間は長くなるが、同じようにトランス酸を摂取すると妊娠期間が短くなったり³³⁾、妊娠高血圧症候群の女性は、赤血球中に30%も多いトランス酸が含まれていることが報告されている³⁴⁾。胎児や新生児に対するトランス酸の影響に関する科学的エビデンスは十分とは言えないが、妊婦のトランス酸過剰摂取に対する注意喚起として重要であるかもしれない。

*

以上述べてきたように、欧米で行われたトランス酸と疾病に関する調査研究において、トランス酸平均摂取量がおよそ5～15g/日（総エネルギーの約2～5%）あるいはそれ以上の過剰摂取では、トランス酸は心疾患のリスク因子に影響を及ぼす食事因子であることが認識された。また心疾患以外の疾病では、トランス酸摂取との関連性はこれまでの調査研究では必ずしも明確にされていない。

Ⅳ. トランス酸に対する欧米諸国の対応

（1）アメリカ

1990年11月に栄養表示基本法が成立し1993年よりコレステロール、飽和脂肪酸および不飽和脂肪酸量が食品ラベルに表示されるようになった。しかし、この時点では、トランス酸は表示対象外であった。アメリカにおけ

るトランス酸の1日当たりの摂取量は、およそ5g以上³⁵⁾あるいは12.5～15.2g¹⁰⁾と報告されている。

アメリカ食品医薬品安全局 (U.S. Food and Drug Administration : FDA) は、トランス酸に関する基礎的研究から疫学的研究に及ぶ様々な研究結果を基に、トランス酸の過剰摂取がLDL-コレステロール濃度の上昇とHDL-コレステロール濃度の低下をもたらし、心筋梗塞をはじめとする心疾患のリスク因子に関与する食事成分であると判断した。その結果、アメリカでは2003年7月にトランス酸の表示を義務付ける規則が決定され、2006年1月1日より加工食品のトランス酸含量の表示義務化が施行された。ラベル表示は、1日摂取量が0.5g以上のサプリメントにも適応される。また今回の表示規則では、反芻動物に含まれるトランス酸も含めた値がラベル表示される。トランス酸過剰摂取による心疾患のリスク因子への影響を考慮し、トランス酸摂取量を総エネルギー摂取量の1%以下 (約2g以下) にするよう勧告も行われた。

FDAは、製造者に対し、“Guidance for Industry Food Labeling : Trans Fatty Acids in Nutrition Labeling, Nutrient Content Claims, and Health Claims”として、また消費者へは、“FDA Acts to Provide Better Information to Consumers on Trans Fats”としてウェブサイト上でトランス酸に関する情報を提供している。

(2) カナダ

原則として2005年12月より栄養成分の表示義務化において、トランス酸も表示対象としている。

(3) EU

EUでも2004年に欧州食品安全機関 (EFSA) が、食品中トランス酸のヒトの健康への影響に関する意見書を提出している。この意見書では、トランス酸はLDL-コレステロール濃度を上昇しHDL-コレステロール濃度を低下すること、および心疾患の発症と正の相関することが明示された³⁶⁾。EUではアメリカと異なり、食品に水素添加したトランス酸を含む場合、含量ではなくトランス酸を含むことを表記しなければならない。

(4) デンマーク

2004年1月より国内で販売する加工食品の油脂中トランス酸含量を2% (重量比) までに制限している (動物由来のトランス酸は除く)。従って、2%を超えるトランス酸を含む製品は販売できない。

*

トランス酸の表示や規制に関して国際的な取り組み

もコーデックス委員会 (The Codex Alimentarius Commission) ^{*6)}で行われている。

WHO/FAO食事、栄養および慢性疾患予防に関する合同専門家会合^{*7)}においては、心臓血管系の健康に関して、食事からのトランス酸の摂取を極めて低く抑えるべきであり、トランス酸の摂取量を1日当たり総エネルギー摂取量の1%未満とするよう勧告している。これは、1日の摂取量でおよそ2g未満となる³⁷⁾。

V. トランス酸に対する日本の現状

1999年に示された「第六次改定日本人の栄養所要量」において、トランス酸の摂取量増加が動脈硬化症の危険性増加につながる事が指摘されているが、トランス酸の正確な摂取状況は把握されていない。2004年の内閣府食品安全委員会は、「トランス酸の1人当たりの摂取量は、アメリカでは20歳以上の成人で、1日当たり平均約5.8gとなっており、摂取エネルギーに占める割合が2.6%と推計されている。これに対して、日本では、硬化油、乳、乳製品、肉、バター、精製植物油の摂取量を考慮して推計したトランス酸の摂取量は1日当たり平均1.56gとなっており摂取エネルギーの0.7%に相当する。諸外国と比較して日本人のトランス酸摂取量が少ない食生活からみて、トランス酸による健康への影響は小さいと考えられる。」との見解を示しており、トランス酸表示制度の確立や摂取量勧告などは今のところ予定されていない。

VI. ま と め

アメリカFDAによるトランス酸の表示義務化が決定されて以来、我が国においてもトランス酸摂取に関する関心が高まっている。我が国における脂質摂取状況は、油脂の質や摂取量において欧米諸国と大きく異なっており、公式な見解においても、「日本人のトランス酸摂取量は欧米諸国と比較して少ないと考えられるため、現時点では健康に及ぼす影響が少ない摂取量である」と判断されている。

しかし一方で、日本人の食を取り巻く環境や嗜好性が欧米化し、加工油脂を用いて調理加工されたファーストフードやパン、スナック菓子などトランス酸を含む食品を摂取する機会が多く、トランス酸摂取量が増加する可能性もある。欧米のような過剰摂取を行えば、疾病リスクの上昇につながる。従って、日常の食生活におけるトランス酸の過剰摂取には注意を払う必要があろう。

^{*6)} コーデックス委員会：WHO (世界保健機関) とFAO (食糧農業機関) が共同で設置している国際機関で、国際食品規格の作成を行う。

^{*7)} WHO/FAO食事、栄養および慢性疾患予防に関する合同専門家会合：コーデックス委員会の下で食事や栄養に関する科学的な評価を行う専門機関。

文 献

- 1) Nagao, K. and Yanagita, T. : Conjugated fatty acids in food and their health benefits, *J. Biosci. Bioeng.*, **100**, 152-157 (2005)
- 2) 神村義則監修：〈新訂版〉食用油脂入門, pp.135-149 (2005) 日本食糧新聞社, 東京
- 3) 岡本隆久, 木下葉子, 兼松 弘, 新谷 勲, 菅野道廣：日本の油脂調理食品に含まれるトランス脂肪酸量について, *油化学*, **42**, 996-1002 (1993)
- 4) Ruiz-Jimenez, J., Priego-Capote, F. and de Castro, M.D. : Identification and quantification of trans fatty acids in bakery productions by gas chromatography-mass spectrometry after dynamic ultrasound-assisted, *J. Chromatogr. A.*, **1045**, 203-210 (2004)
- 5) Sehat, N., Yurawecz, M.P., Roach, J.A., Mossoba, M.M., Kramer, J.K. and Ku, Y. : Silver-ion high-performance liquid chromatographic separation and identification of conjugated linoleic acid isomers, *Lipids*, **33**, 217-221 (1998)
- 6) Ohlrogge, J.B., Emken, E.A. and Gulley, R.M. : Human tissue lipids : occurrence of fatty acid isomers from dietary hydrogenated oils, *J. Lipid Res.*, **22**, 955-960 (1981)
- 7) 菅野道廣：「あぶら」は訴える 脂質栄養論, pp. 50-55 (2000) 講談社サイエンティフィック, 東京
- 8) Senti, F.R. : Health aspects of dietary trans fatty acids. Federation of American Societies for experimental biology, pp.1-111 (1985) Bethesda
- 9) British Nutrition Foundation's Task Force : Trans fatty acids, pp. 5-7 (1987) The British Nutrition Foundation, London
- 10) Enig, M.G., Atal, S., Keeny, M. and Sampugna, J. : Isomeric trans fatty acids in the U.S. diet, *J. Am. Coll. Nutr.*, **9**, 471-486 (1990)
- 11) Hunter, J.E. and Applewhite, T.H. : Reassessment of trans fatty acid availability in the U.S. diet, *Am. J. Clin. Nutr.*, **54**, 363-369 (1991)
- 12) Zock, P.L., Mensink, R.P. and Katan, M.B. : Dietary trans fatty acids and lipoprotein cholesterol, *Am. J. Clin. Nutr.*, **61**, 617 (1995)
- 13) Stender, S. and Dyerberg, J. : Influence of trans fatty acids on health, *Ann. Nutr. Metab.*, **48**, 61-66 (2004)
- 14) 古賀民穂, 竹内智代, 菅野道廣：大学食堂の定食および朝食中のトランス脂肪酸含量, *日本栄養・食糧学会誌*, **50**, 180-183 (1997)
- 15) 岡本隆久, 松崎 寿, 丸山武紀, 新谷 勲, 菅野道廣：国産硬化油中のトランス酸とその摂取量, *日本油化学会誌*, **48**, 1411-1414 (1999)
- 16) Wood, D., Debacker, G., Faergeman, O., Graham, I., Mancina, G. and Pyorala, K. : Prevention of coronary heart disease in clinical practice-Recommendations of the second joint task force of European and other Societies on Coronary prevention, *Eur. Heart J.*, **19**, 1434-1503 (1998)
- 17) Mensink, R.P. and Katan, M.B. : Effect of dietary trans fatty acids on high-density and low-density lipoprotein cholesterol levels in healthy subjects, *N. Engl. J. Med.*, **323**, 439-445 (1990)
- 18) Nestel, P., Noakes, M., Belling, B., Mcarthur, R., Clifton, P., Janus, E. and Abbey, M. : Plasma lipoprotein lipid and Lp[a] changes with substitution of elaidic acid for oleic acid in the diet, *J. Lipid Res.*, **33**, 1029-1036 (1992)
- 19) Clevidence, B.A., Judd, J.T., Schaefer, E.J., Jenner, J.L., Lichtenstein, A.H., Muesing, R.A., Wittes, J. and Sunkin, M.E. : Plasma lipoprotein (a) levels in men and women consuming diets enriched in saturated, cis-, or trans-monounsaturated fatty acids, *Arterioscler Thromb. Vasc. Biol.*, **17**, 1657-1661 (1997)
- 20) Ascherio, A., Katan, M.B., Zock, P.L., Stampfer, M.J. and Willett, W.C. : Trans fatty acids and coronary heart disease, *N. Engl. J. Med.*, **340**, 1994-1998 (1999)
- 21) de Roos, N.M., Bots, M.L. and Katan, M.B. : Replacement of dietary saturated fatty acids by trans fatty acids lowers serum HDL cholesterol and impairs endothelial function in healthy men and women, *Arterioscler Thromb. Vasc. Biol.*, **21**, 1233-1237 (2001)
- 22) Grundy, S.M. and Ahrens, E.H.Jr. : The effects of unsaturated dietary fats on absorption, excretion, synthesis, and distribution of cholesterol in man, *J. Clin. Invest.*, **49**, 1135-1152 (1970)
- 23) Gjorntorp, P. : Rates of oxidation of different fatty acids by isolated rat liver mitochondria, *J. Biol. Chem.*, **243**, 2130-2133 (1968)
- 24) Clarke, S.D. : Polyunsaturated fatty acid regulation of gene transcription : a molecular mechanism to improve the metabolic syndrome, *J. Nutr.*, **131**, 1129-1132 (2001)
- 25) Niu, S.L., Mitchell, D.C. and Litman, B.J. : Trans fatty acid derived phospholipids show increased membrane cholesterol and reduced receptor activation as compared to their cis analog, *Biochemistry*, **44**, 4458-4465 (2005)

- 26) Hu, F.B., Stampfer, M.J., Manson, J.E., Rimm, E., Colditz, G.A., Rosner, B.A., Hennekens, C.H. and Willett, W.C. : Dietary fat intake and the risk of coronary heart disease in women, *N. Engl. J. Med.*, **337**, 1491-1499 (1997)
- 27) 笈田耕治, 中井継彦 : 6a. トピックス—リポ蛋白質 (a), Annual Review 内分泌, 代謝 I. 代謝, 32-36 (1993)
- 28) Zock, P.L. and Katan, M.B. : Trans Fatty Acids, Lipoproteins, and Coronary Risk, *Can. J. Physiol. Pharmacol.*, **75**, 211-216 (1997)
- 29) McKelvey, W., Greenland, S., Chen, M.J., Longnecker, M.P., Frankl, H.D., Lee, E.R. and Haile, R.W. : A case-control study of colorectal adenomatous polyps and consumption of foods containing partially hydrogenated oils, *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, **8**, 519-524 (1999)
- 30) King, I.B., Kristal, A.R., Schaffer, S., Thornquist, M. and Goodman, G.E. : Serum trans-fatty acids are associated with risk of prostate cancer in beta-Carotene and Retinol Efficacy Trial, *Cancer Epidemiol. Biomarkers Prev.*, **14**, 988-992 (2005)
- 31) Murakami, K., Okubo, H. and Sasaki, S. : Effect of dietary factors on incidence of type 2 diabetes : a systematic review of cohort studies, *J. Nutr. Sci. Vitaminol. (Tokyo)*, **51**, 292-310 (2005)
- 32) Koletzko, B. : TFA may impair biosynthesis of long-chain polyunsaturates and growth in man, *Acta Paediatr.*, **81**, 302-306 (1992)
- 33) Elias, S.L. and Innis, S.M. : Infant plasma *trans*, n-6, and n-3 fatty acids and conjugated linoleic acids are related to maternal plasma fatty acids, length of gestation, and birth weight and length, *Am. J. Clin. Nutr.*, **73**, 807-814 (2001)
- 34) Williams, M.A., King, I.B., Sorensen, T.K., Zingheim, R.W., Troyer, B.L., Zebelman, A.M. and Luthy, D.A. : Risk of preeclampsia in relation to elaidic acid (trans fatty acid) in maternal erythrocytes, *Gynecol. Obstet. Invest.*, **46**, 84-87 (1998)
- 35) Allison, D.B., Egan, S.K., Barraj, L.M., Caughman, C., Infante, M. and Heimbach, J.T. : Estimated intakes of trans fatty and other fatty acids in the U.S. population, *J. Am. Diet Assoc.*, **99**, 166-174 (1999)
- 36) EFSA : Opinion of the scientific panel on dietetic products, nutrition and allergies on a request from the commission related to the presence of trans fatty acids in foods and the effect on human health of the consumption of trans fatty acids, *The EFSA J.*, **81**, 1-49 (2004)
- 37) WHO technical report series ; 916 Diet, Nutrition and the prevention of chronic diseases (http://www.who.int/hpr/NPH/docs/who_fao_expert_report.pdf)

(受理：平成18年2月23日)