

トランス脂肪酸問題とその代替技術



企業レポート

有 島 俊 治*

Trans fats issue and its replacement solution

Key Words : trans fat, edible oil, reduction, solution, alternative

1. はじめに

食用油脂の加工方法として水素添加技術（硬化技術）が開発されて以降、トランス脂肪酸を含む油脂は、展延性のある固化特性や、融点調整の容易さ、高い酸化安定性等が評価され、また液状油脂を固体化することで限られた油脂資源を有効利用できるという側面もあって急速に利用が広まり、食品のバラエティ化に貢献してきた。一方、その後の油脂の栄養学的研究の進展により、これまで重宝されてきたトランス脂肪酸を含む油脂も、エネルギー比で2%以上の大量摂取を続けた場合には、心疾患のリスクを高めることも報告された¹⁾。トランス脂肪酸の摂取による健康への悪影響を示す研究の多くは、トランス脂肪酸を摂取する量が多い欧米人を対象としたものであり、摂取量の少ない日本人でも同じ影響があるのかどうかは明らかではないのも事実である。

しかしながら、欧米を中心にトランス脂肪酸含量の表示が義務づけられて以降、日本においてもトランス脂肪酸が重要視されるようになり、食用加工油脂メーカーにおけるこの10年間の命題は、トランス脂肪酸の低減であった。本レポートでは、日本人のトランス酸の摂取状況やトランス脂肪酸の低減方法などに関する最近の状況を紹介したい。

2. トランス脂肪酸とは

油脂はグリセリンに脂肪酸が3本エステル結合したトリアシルグリセロールが構成成分であるが、エステル結合する脂肪酸には、飽和脂肪酸と不飽和脂肪酸、そして物性上その中間に位置するトランス脂肪酸がある。図1に油脂の構造と炭素数18のシス型不飽和脂肪酸であるオレイン酸、トランス型不飽和脂肪酸であるエライジン酸、飽和脂肪酸であるス

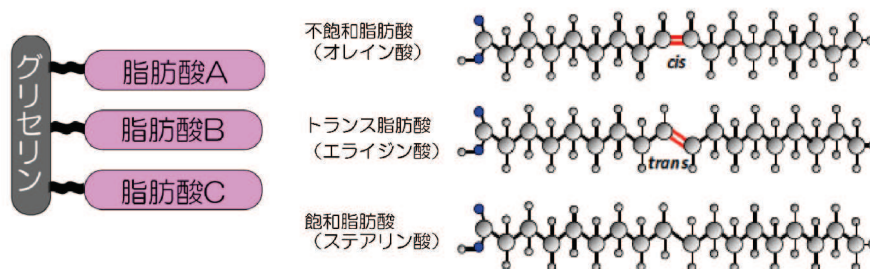


図1 油脂の構造と炭素数18の代表的な脂肪酸



* Toshiharu ARISHIMA

1964年5月生

広島大学大学院生物圏科学研究科修了
(1989年)

現在、不二製油株式会社 研究開発本部

食品素材研究所 油脂開発室 室長

博士(農学) 油脂物性、油脂加工

TEL : 072-463-1190

FAX : 072-463-1942

E-mail : arishima.toshiharu@so.fujioil.co.jp

テアリン酸の分子モデルを示す。トランス脂肪酸は文字どおりトランス型の二重結合を含む不飽和脂肪酸で、飽和脂肪酸に近いオールトランスの構造である点が特徴である。

トランス脂肪酸は、大きくは3つの経路で生成する。1つは不飽和脂肪酸を含む油脂の精製過程、特に脱臭時の高温加熱で最大3%程度発生する。最も多く生成するのは水素添加による硬化過程であり、

油脂の種類や硬化条件によっては最大油脂中 50% 程度生成する。但し、極限まで硬化した油脂では、トランス脂肪酸は殆ど残存しない。また、自然界では反芻動物の第一胃に含まれるバクテリアでも生成されるため、反芻動物の乳脂肪や体脂肪には約 5% 程度含まれている。

3. トランス脂肪酸の健康リスク

トランス脂肪酸の過剰摂取を続けると、血中の悪玉コレステロールである低密度リポ蛋白質の上昇や、善玉コレステロールと呼ばれる高密度リポ蛋白質の減少につながり、結果として動脈硬化など心臓血管疾患の要因の 1 つとなることが、海外での大規模疫学調査結果から結論づけられた²⁻⁵⁾。2003 年に WHO/FAO 合同専門家会合において、トランス脂肪酸の最大摂取量を 1 日当たりの総摂取エネルギーの 1% 未満にするように勧告された⁶⁾。

4. 日本人の摂取量

日本人のトランス脂肪酸の摂取量については、幾つかの報告がある (表 1)。2006 年に食品安全委員会⁷⁾が、また 2005-2007 に農林水産省が日本人一人当たりのトランス脂肪酸摂取量の推定を行った⁸⁾。いずれも国民健康・栄養調査の食品群を基にした摂取量平均値とその食品群中のトランス脂肪酸含有量を利用したものである。食品安全委員会の調査では、トランス脂肪酸摂取量は平均 0.7g/day でエネルギー

比では 0.3% であった。一方、農林水産省の調査では、0.918g ~ 0.962g/day でエネルギー比では 0.44 ~ 0.47% であった。また、厚生労働省の推定では、摂取量は 0.5g/day で、エネルギー比 0.24% という推定値も報告された⁹⁾。その他の調査でも、表 1 に示すように食品中のトランス脂肪酸の低減が実施される以前の 2000 年頃において、既に WHO の目標基準である総摂取エネルギー比 1% 未満であり、欧米諸国の数値よりはるかに少ない結果であった¹⁰⁻¹⁴⁾。

農林水産省は、トータルダイエットスタディ調査で得られた、油脂を多く含む食品群の平均トランス脂肪酸含有量と、それぞれの食品群からのトランス脂肪酸の平均的な摂取量の推定値を纏めている¹⁵⁾ (表 2)。各食品群別のトランス脂肪酸摂取量を見ると、日本人の場合では油脂類由来がもっとも多く、総摂取量の 20%、次いで菓子類が 18% で加工油脂の占める比率が高い。このほか穀類、肉類、乳類、調味料・香辛料類を合わせた 6 食品群が主要な摂取源となっている。

5. 国内の対応

5-1 リスク管理機関

農林水産省、厚生労働省、食品安全委員会による日本人のトランス脂肪酸の平均的な摂取量に関する最新の調査では、いずれも平均的な摂取量は国際機関が定めた摂取量の目標値 (総エネルギー摂取量の

表 1 欧米人と日本人のトランス脂肪酸の摂取量

国名	方法	摂取量(g/人/日)	エネルギー%
米国	FDA 報告 ¹⁰⁾ (1989-1993 年) 積み上げ方式	5.8	2.6
EU	積み上げ方式 ¹¹⁾	男 1.2 - 6.7 女 1.7 - 4.1	男 0.5 - 2.1 女 0.8 - 1.9
日本	岡本の報告 ¹²⁾ (1998) 生産量から推計方式	1.56	0.7
	Zhou の報告 ¹³⁾ (1999) 積み上げ方式	-	男 0.3 女 0.5
	山田の報告 ¹⁴⁾ (2003) 積み上げ方式	1.7	男 0.8 女 0.7
	食品安全委員会調査 ⁷⁾ (2006)	積み上げ方式	0.3
		生産量から推計方式	0.6
	農林水産省調査 ⁸⁾ (2005-2007) 生産量から推計方式	0.918 - 0.962	0.44 - 0.47
	厚生労働省調査 ⁹⁾ (2007) 積み上げ方式	0.5	0.24

表2 各食品群のトランス脂肪酸含有量と各食品群からの摂取量の推定 (平均)

食品群	食品群の平均 摂取量 (g/day)	食品群中の平均 トランス脂肪酸含有量 (g/100g)	食品群からのトランス 脂肪酸の1日 摂取量 (g/day)	トランス脂肪酸 の摂取寄与 率(%)
穀類	449.5	0.024~0.025	0.111~0.114	12
豆類	61.5	0.020~0.026	0.0121~0.0159	1
種実類	2.1	0.092~0.118	0.0019~0.0025	0
魚介類	82.6	0.064~0.068	0.0532~0.0536	6
肉類	77.9	0.136~0.145	0.106~0.113	12
卵類	34.4	0.028~0.047	0.0095~0.0162	1
乳類	135.4	0.097~0.099	0.131~0.134	14
油脂類	10.5	1.770~1.86	0.185~0.195	20
菓子類	25.6	0.654~0.670	0.167~0.171	18
調味料・香辛料類	92.0	0.153~0.155	0.140~0.143	15
合計	971.5	3.038~3.214	0.918~0.962	100

1%未満)を満たしていることに基づいて、これらリスク管理機関はいずれも、平均的にみれば日本人のトランス脂肪酸による健康リスクは低いと判断している。但し、食品安全委員会はファクトシートにおいて、偏った食生活は脂肪の摂りすぎなど栄養バランスに偏りが生じやすくなり、生活習慣病による健康リスクが高くなる可能性があるため、脂肪を多く含む食品の摂りすぎに気をつけ、バランスのよい食生活を送ることが重要であることを説いている。そして、引き続き関係する情報の収集、解析を行うことが必要なものの、その他の有害化学物質や食品媒介微生物などによる健康リスクと比較すれば、直ちにリスク管理措置を検討する段階にはないと考えている。

5-2 日本人独特の脂質摂取

トランス脂肪酸の血清コレステロール濃度への影響は、単にトランス脂肪酸の摂取量だけでなく、同時に摂取するリノール酸によって軽減されることを理解する必要がある¹⁶⁾。

トランス脂肪酸とリノール酸の摂取割合が血清コレステロール濃度に及ぼす影響を調べた報告では、リノール酸の摂取割合が高くなるとコレステロール濃度は低くなる傾向にある。日本人はリノール酸をトランス酸の約7倍も摂取しており、TFA/LAの比が0.14と極めて低いことから、図2に見られるように、先述のトランス酸の摂取量のエネルギー比の

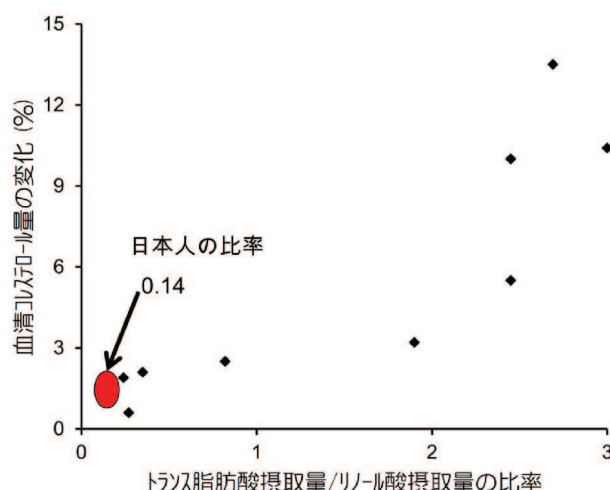


図2 トランス脂肪酸とリノール酸の摂取比率が血清コレステロール濃度を与える影響

低さに加えて、コレステロール濃度はさらに諸外国より低くなる傾向にあると考えられる。

5-3 表示制度

海外での表示義務化の動きに連動する形で、日本でも2011年2月に「トランス脂肪酸の情報開示に関する指針」を消費者庁が取りまとめた¹⁷⁾。食品事業者による自主的な情報開示の取組を促進していたが、日本人のTFA摂取量が懸念する程高くないことや、中小メーカーへのコスト負担が大きいこともあり、表示の義務化は見送られた。但し、消費者の保護の観点から任意ではあるが、食品メーカーに

自主的な情報開示をするように働きかけている。

6. トランス脂肪酸低減策

上述のようにトランス脂肪酸には様々な機能があり、その機能を利用して様々な食品が作られている。たとえば、高い酸化安定性、微細に結晶化する特性、早い結晶化速度、シャープな融解性状等である。また、副次的な機能としては、フライ時に硬化臭と呼ばれる独特の風味をフライ製品に付与する事も挙げられる。これらの機能をトランス脂肪酸不使用で得ることは容易ではないが、物性面に限ればトランス酸を他の固体脂で代替する方法としては、動植物油の完全水素添加油脂と動植物油とのエステル交換、天然の半固体油脂からの結晶画分の分別や半固体油脂自身のエステル交換、高融点乳化剤やワックスの利用などが挙げられる¹⁸⁻¹⁹⁾ (図3)。

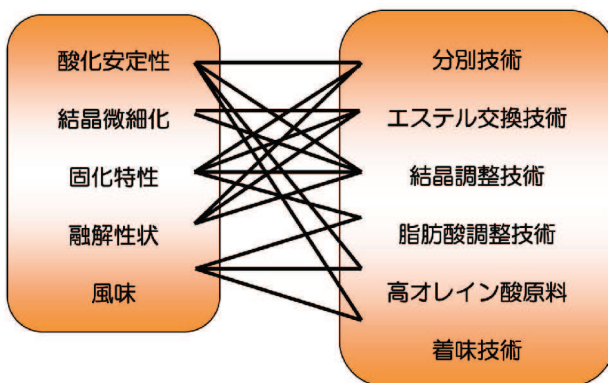


図3 トランス脂肪酸の機能と代替技術

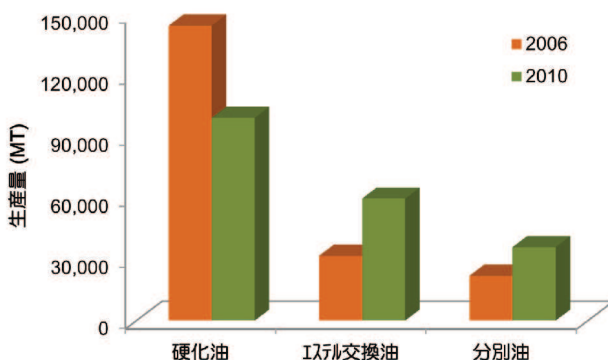


図4 植物油脂を使用した各加工油脂生産量の変化

図4は2006年と2010年の日本国内の硬化油、エステル交換油、分別油の生産量を示した²⁰⁾。トランス脂肪酸低減化の流れによって、2010年では硬

化油の生産量が2006年に比較して31%減少し、代わってエステル交換油が91%、分別油が64%増加していることから、トランス脂肪酸の低減に沿って、硬化油からエステル交換油や分別油へと加工方法が転換したことが窺える。

半固体油脂として利用割合が高くなっているのがパーム油であり、2005年以降は生産量が大豆油を抜いて一位になっている。日本においても、2007年の総供給量は大豆油が約62万トン、パーム油が約53万トンであったものが、2011年には大豆油が42万トンまで減少し、パーム油が約59万トンにまで増加しており、使用量が逆転している²¹⁾。また風味を強化する場合は着味技術も利用できる。低トランス化には、これらの技術を必要に応じて組み合わせることが必要である。

7. おわりに

2006年に食品へのトランス脂肪酸含有量の表示義務をスタートした米国では、TFAの平均摂取量は確かに減少しているが、10%の人は依然として2.6g/日以上を摂取しており、食品中の含量の低減化が更に求められるとして、2013年11月に米国FDA(米国食品医薬品局)は、部分硬化油脂の食品への使用禁止の考えを打ち出した。その後、120日に及ぶパブリックコメント期間を終了して、現在年末の最終法案化に向けて準備中である。トランス脂肪酸のみに批判が集中しがちであるが、米国の場合は元来脂質の総摂取量が多いにもかかわらず、運動量が少ないことに起因した肥満が、最大の心疾患リスクである点は周知の通りである。日本においても極一部に欧米型の偏った食生活をする人がいることも事実であるが、殆どの日本人においては総脂質摂取量やトランス脂肪酸の摂取量は、厚生労働省が定める食事摂取基準やCodexが推奨するエネルギー%以下に落ち着いており、国内のリスク管理機関が提唱しているように、これまで同様バランスの良い食生活を送ることが、健康維持には最も重要であると考えられる。

参考文献

- 1) Mozaffarian, D., *et al.*, Trans Fatty Acids and Cardiovascular Disease. *N. Engl. J. Med.* 2006, 354, 1601-1613.

- 2) Ascherio, A., *et al.*, Dietary fat and risk of coronary heart disease in men: cohort follow up study in the United States. *BMJ* 1996, 313, 84-90.
- 3) Pietinen, P., *et al.*, Intake of Fatty Acids and Risk of Coronary Heart Disease in a Cohort of Finnish Men: The Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study. *Am. J. Epidemiol* 1997, 145, 876-887.
- 4) Oomen, C.M., *et al.*, Association between trans fatty acid intake and 10-year risk of coronary heart disease in the Zutphen Elderly Study: a prospective population-based study. *Lancet* 2001, 357, 746-751.
- 5) Oh, K., *et al.*, Dietary Fat Intake and Risk of Coronary Heart Disease in Women: 20 Years of Follow-up of the Nurses' Health Study. *Am J. Epidemiol* 2005, 161, 672-679.
- 6) WHO technical report series; 916
- 7) 食品安全委員会, 食品に含まれるトランス脂肪酸の評価基礎資料調査報告書 (2006)
<http://www.fsc.go.jp/sonota/kagaku4-toujitusiryoku.pdf>
- 8) 農林水産省, トランス脂肪酸に関する調査研究 (2007)
http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/trans_fat/t_torikumi/index.html
- 9) 厚生労働省 A discussion of details, Lipids, In Dietary Reference Intakes of Japanese, 2010. 2009, 77-108.
- 10) FDA Consumer magazine, September-October, 2003- Issue, Revealing Trans Fats :
http://www.fda.gov/fdac/features/2003/503_fats.html
- 11) 食品安全委員会, ファクトシート「トランス脂肪酸」(平成 19 年 6 月 21 日更新)
<http://www.fsc.go.jp/sonota/54kai-factsheets-trans.pdf>
- 12) Okamoto, T. *et al.*, Trans-Fatty Acid Content in Hydrogenated Oils and Estimated Intake. *Journal of Japan Oil Chemists' Society* 1999, 48 (12), 1411-1414.
- 13) Zhou, B. F. *et al.*, Nutrient Intakes of Middle-aged Men and Women in China, Japan, United Kingdom, and United States in the Late 1990s: The INTERMAP Study. *J. Hum. Hypertens.* 2003, 17 (9), 623-630.
- 14) Yamada, M. *et al.*, Estimation of Trans Fatty Acid Intake in Japanese Adults Using 16-day Diet 144 Records Based on a Food Composition Database Developed for the Japanese Population. *J. Epidemiol.* 2010, 20 (2), 119-127.
- 15) 農林水産省, 食品からのトランス脂肪酸の摂取量調査について
http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/trans_fat/t_torikumi/index.html
- 16) 菅野道廣. トランス脂肪酸の健康への評価について (どう理解する: トランス脂肪酸と健康), 日本油化学会編, 2011, 15-23.
- 17) 消費者庁, トランス脂肪酸の情報開示に関する指針の概要 (2011).
<http://www.caa.go.jp/foods/pdf/syokuhin1112.pdf>
- 18) Sato, K. Structures and Physical Properties of Lipid Crystals. *J. Grad. Sch. Biosp. Sci., Hiroshima Univ.* 2009, 48, 77-94.
- 19) Shiramasa, H. Reduction of the Trans-fatty Acid on the Practical Use. *Journal of Cookery Science of Japan*, 2012, 45 (3), 223-227.
- 20) 日本マーガリン工業会, 食用加工油脂統計年報, 2011.
- 21) 財務省, 貿易統計 (2007&2011),
<http://www.customs.go.jp/toukei/srch/index.htm?M=01&P=0>