

トランス脂肪酸に関する調査及び実験的研究

藤澤明子*¹⁾ 村松 喬*²⁾

トランス脂肪酸の多くは硬化油の製造工程で水素添加によって生成されるものであり、多量摂取により心臓病罹患の危険性が増加することが判明している。我が国ではトランス脂肪酸の含有量表示が任意であるため、トランス脂肪酸を多数の人が無意識に摂取している可能性がある。本研究では、まず公的機関などのトランス脂肪酸に関する広報の現状について調査した。さらに、市場調査を行いトランス脂肪酸に関する表示がどの程度実施されているかを調べた。表示を行う、あるいはトランス脂肪酸含有量の低下を目指す先進的事例が幾つか認められたが、無表示のまま推移している事例も多かった。つぎに本学部健康科学科の学生を対象にしてアンケート調査を行い、トランス脂肪酸に対する意識と摂取状況を調べた。その結果、トランス脂肪酸の危険性を認識している学生は2割程度に過ぎないと判明した。また、工業製品由来のトランス脂肪酸の平均摂取量は1日あたり0.82gと推定された。WHOはトランス脂肪酸の摂取量をエネルギー比1%未満が望ましいとしているが、この値を超えると考えられる者は94名中4名であった。調査は2011年と2012年の2回行ったが、経時的改善は認められなかった。さらに、肉類の揚げ物の調理後に油のトランス脂肪酸含量が増加するかどうかを調べた。サラダ油で揚げてメンチカツを作り、サラダ油を繰り返して使用したが150-155°Cの加熱ではトランス脂肪酸含量は増加しなかった。また、185-196°Cで1回揚げた場合にも、油は着色したがトランス脂肪酸含量は増加しなかった。この結果、最も普通に使われるサラダ油を用いた、家庭での通常の揚げ物においては、トランス脂肪酸含量の増加は無視できると結論した。

キーワード：commercial products, deep-fry, oil, trans fatty acids, intake by students

I はじめに

トランス脂肪酸は、トランス型の二重結合を有する不飽和脂肪酸であって、マーガリンやショートニングなどの加工油脂やこれらを原料として製造される食品などに含まれている¹⁾。トランス脂肪酸には炭素数、二重結合の位置と数により多くの種類がある。例えば、水素添加された植物油に含まれる主なものとして、炭素数が18、二重結合が1のエライジン酸があり、これはシス型のオレイン酸がトランス型になったものである。また、天然に生成するトランス脂肪酸としては、エライジン酸と炭素数及び二重結合数が同じで二重結合の位置のみが異なるパクセン酸が知られている。

トランス脂肪酸の生成については、主として次の3つの過程があることが示されている¹⁾。

まず、油の加工に際し、水素添加の過程において、シス型の不飽和脂肪酸から生成する。水素添加は調理加工などの使用目的にあった物性（融点、酸化安定性等）を持つ食用油脂を製造するために行われている。二重結合を含む不飽和脂肪酸が多い植物油や魚油は融点が低く常温で液状であり、二重結合を含まない飽和脂肪酸が多い動物油脂は融点が高く固形状である。水素添加を行った油は硬化油とも呼ばれるが、液状油に水素を添加すると、不飽和脂肪酸の二重結合の数が減少し、固形化すると共に、酸化安定性が高まる。植物油などの液状油を材料にして、水素添加の程度によって、動物油脂に近い物性を持つ固形油や、リノール酸やリノレン酸が少なく酸化による品質の劣化が起りにくい液状油を製造することができる。硬化油の具体例としてはマーガリンやショートニングがあり、これら

* 1) 愛知学院大学大学院心身科学研究科健康科学専攻

* 2) 愛知学院大学心身科学部健康科学科

(連絡先) 〒515-2522 三重県津市一志町波瀬2076番地 藤澤明子 E-mail: augustaki@celery.ocn.ne.jp

を含む商品は多い。

つぎに植物油等の精製に際し、脱臭の過程において、シス型の不飽和脂肪酸から生成する。脱臭のために、高温、高真空下で水蒸気を吹き込むことが主な原因とされている。多くの植物性油脂、すなわち市販の大豆油、コーン油、米油、ナタネ油、綿実油などが該当する。

そして自然界において、牛などの反すう動物の反すう胃内でバクテリアの働きにより生成し、乳や肉などに少量含まれている¹⁾。

近年、トランス脂肪酸の過剰摂取と心疾患罹患の危険性との関連が明らかにされ^{2,3)}、諸外国では、トランス脂肪酸の含有量表示義務化が進んでいる。しかし、我が国では、トランス脂肪酸の栄養成分表示義務がなく、トランス脂肪酸を知らない内に摂取しているのが現状である。さらに、日本人のトランス脂肪酸摂取量は少ないので、健康被害は少ないという立場の見解も多い⁴⁾。

本研究は、健康に有害であるトランス脂肪酸について現在得られている情報をまとめることから出発した。その過程で、主として以下の4つの点に興味を持ち、調査、研究を進めた。

第1に、内外の公的機関などによる広報活動の実態、有効性、また、その根拠となる情報の確実性について解析した。

第2に、公的機関による広報に対応して、地域においての商品などに、具体的にどのような変化が現れているかを調査した。たとえば、食用油には、トランス脂肪酸が含まれている。その危険性についての情報が広まるにつれて、トランス脂肪酸軽減の努力が開発されたようであるが、その実態を知る必要を感じた。

第3に、大学生を対象にして、トランス脂肪酸に対する意識とその摂取状況の調査を行った。大学生を中心とする青年層における食生活の乱れが問題となり、トランス脂肪酸を多量に摂取している可能性があるからである。この点について、先行研究での調査結果⁵⁾と比較し、またトランス脂肪酸対策が進められている2011年及び2012年の2回に渡って調査することで改善が認められるか検討することが有意義であると考えた。

第4に天ぷらやフライを揚げるとトランス脂肪酸が増加するか否か実際に肉類の揚げ物を作成して検討した。食品安全委員会が公表したファクトシート⁶⁾では、トランス脂肪酸の生成の一つの原因として、油を高温で加熱する調理過程において、シス型の不飽和脂肪酸

から生成するとしている。しかし、研究の過程で公表された新しい報告書⁷⁾では、通常の調理条件下(160-200°C)では、同じ油を繰り返し加熱したとしても、トランス脂肪酸はごく微量しか生成しないとされている。その基礎となる研究⁸⁾ではスライスしたジャガイモを揚げているので、より日常的に使われる、肉類の揚げ物を用いた本論文の結果は価値あるものと考えられる。

II 研究方法

1. 公的機関の広報などの調査

政府機関およびWHOがインターネットに公表した情報を収集し、内容について検討した。また2011年4月から2012年9月の間に、トランス脂肪酸の有害性について新たに発表された論文について検討した。

2. アンケート調査

愛知学院大学心身科学部健康科学科学生を対象に、2回行った。内容は、摂取した食べ物についての思い出し法による調査と、トランス脂肪酸についての認知度の調査である。調査用紙を資料1として示す。

第1回調査の対象者は「微生物学免疫学」の2-4年生受講者36名および「臨床栄養学」の3、4年生受講者14名である。2つの講義を受講している学生は「微生物学免疫学」においてのみ、解答して頂いた。2011年10月26日1限目、及び2011年10月27日1限目に愛知学院大学講義室で実施した。

第2回調査の対象者は「微生物学免疫学」2-4年生44名の受講者である。2012年7月3日3限目に愛知学院大学講義室で実施した。

トランス脂肪酸の摂取量は、先行研究の結果および各メーカーが発表した値に基づいたトランス脂肪酸含有量の数値(表1)を用いて、アンケート結果から算出した。トランス脂肪酸摂取量のエネルギー比は、推定エネルギー必要量を、18歳~29歳、身体活動1レベルより、男子2,250kcal、女子1,700kcalとして算出した。

3. 商品調査

津市内スーパーマーケットで販売されるマーガリン、調理油、ケーキ類、スナック菓子、各種ルー、中食揚げ物、弁当など、植物油を使用している商品を対象として、それらへの表示確認を行った。実施時期は2011年4月から2012年10月である。

トランス脂肪酸に関する調査及び実験的研究

資料1 トランス脂肪酸に関するアンケート

このアンケートは、修士論文作成に参考とするため、学生の皆さんにご協力頂くものです。あくまで、集計用であり、個人名は特定致しません。又、集計結果を、論文等に記載する予定です。ご協力をよろしくお願い致します。

【質問】 1. 以下の食品の頻度について、答えて下さい。
又、いつも食べているメーカー店名を記入して下さい。

頻度とメーカー名など	ほとんど食べない	月に1から2回	週に5から7回	週に3から5回	週に1から2回	日に1から2回	※菓子、パン等はメーカー名記入 ※食事は、学食、自宅等、ファミレス等、店名、弁当の場合は、どこの？コンビニ名、或いは、自宅から等記入
クッキー、クラッカー類							
ケーキ、パイ類							
チョコレート							
スナック菓子							
ピザ							
菓子パン							
ハンバーガー							
ミスタードーナツ							
ハンバーグ							
とんかつ (丼を含む)							
天ぷら (丼を含む)							
唐揚げ (丼を含む)							
その他の揚げ物							
カレーライス							
ハヤシライス							
シチュー類							

2. マーガリンをよく食べますか？

() 毎日食べる. () 週に6回~4回食べる. () 週に3回~2回食べる.
() 週に1回食べる. () 月に1回~2回食べる. () ほとんど食べない.

3. ショートニングを知っていますか？

() よく知っている. () 知っている. () 聞いたことがある. () 知らない.

4. 「トランス脂肪酸」について知っていますか？知っていたらどんなものか説明できる方は、記入してください。

() よく知っている. () 知っている. () 聞いたことがある. () 知らない.

説明：

5. マーガリンにトランス脂肪酸が入っていることを知っていますか？

() よく知っている. () 知っている. () 聞いたことがある. () 知らない.

6. ショートニングにトランス脂肪酸が入っていることを知っていますか？

() よく知っている. () 知っている. () 聞いたことがある. () 知らない.

7. マーガリンやショートニングを、積極的に摂るようにしていますか？

() 摂るようにしている. () 摂らない. () 考えたこともない.

8. 「トランス脂肪酸」は健康に良くない事を知っていますか？

() よく知っている. () 知っている. () 聞いたことがある. () 知らない.

9. アメリカ、カナダ、韓国などは、食品成分表示を義務付けていますが、日本は任意のため、特に表示はされていません。食品中の「トランス脂肪酸」の表示をして欲しいと思いますか？

() 表示するべきだ. () 表示した方がよい. () 表示の必要はない.
() どちらでもよい.

10. 心身科学部として、自分の健康をどのように維持していきたいか、自由に記入して下さい。

◎あなたは、男性ですか？ 女性ですか？ ①男性 ②女性

◎あなたは、何歳ですか？ _____才

*ご協力ありがとうございました。

表1 摂取量の算出に用いた食品別トランス脂肪酸含有量

食品名	トランス脂肪酸含有量	出典
クッキー, クラッカー類	1.80g/100g	1
ケーキ, パイ類	0.71 g/100g	1
チョコレート	0.15 g/100g	1
スナック菓子	0.62 g/100g	1
ピザ	1.10g/1食	1
菓子パン	0.20g/100g	1
ハンバーガー	0.71g/1食	1
ミスタードーナツ	0.25g/1個	3
ハンバーグ	0.95g/1食	2
とんかつ (丼を含む)	0.47g/1食	4
天ぷら (丼を含む)	0.28g/1食	2
唐揚げ (丼を含む)	0.29g/1食	2
その他の揚げ物	0.23g/1食	2
カレーライス	0.18g/1食	5
ハヤシライス	0.12g/1食	5
シチュー類	0.07g/1食	5

- 出典 1. 内閣府食品安全委員会：平成22年度 食品安全確保総合調査, 食品に含まれるトランス脂肪酸に係わる食品健康影響評価情報に関する調査
 2. 平成20年度食品等試験検査費報告書：食品中の汚染物質等の一日摂取量調査, 一食当たり試料 (one serving 試料) の分析によるトランス脂肪酸摂取量の推定
 3. ミスタードーナツ：http://www.misterdonut.jp/businesinfo/torikumi/anzen_01.html
 4. 独立行政法人国民生活センター：中食フライー脂質の量を中心に利用する上での注意点を探る
 5. ハウス食品：サイト平均値 (http://housefoods.jp/inquiry/qa/answer_11_04.html)

また、津市内ベーカリーのパン全商品へのマーガリン、ショートニングの添加状況、及び、製造者の認識度を調査した。実施時期は2011年4月から2012年10月である。

4. マーガリンの放置実験

雪印ケーキ用マーガリンを使用した。実施期間は2012年4月1日より同年8月末日までで、津市内の自宅および敷地内に放置した。

5. 食用油のトランス脂肪酸含量測定

サラダ油は日清オイリオ社製であり、2011年12月および2012年10月に購入した。えごま油として、(株)創健社 NU 販売の「えごま一番」を、キャノーラ油として日清オイリオ社製の日清キャノーラ油を、いずれも2012年5月に購入した。

揚げ物作成後のトランス脂肪酸含量の変化を調べるため、以下の揚げ物作成実験を行った。揚げ物の材料

を表2に示す。全量は900gになり、ここから100gサイズの揚げ物9個を作成した。サラダ油1800mlをステンレス鍋に入れIH eco cook (三菱電機 CS-G3201B)で160°Cに達するまで約13分加熱した。油の温度はタニタデジタル温度計ホワイト TT-508-WHで測定した。最初の揚げ物1個を入れ、温度を150~155°Cに保った。おおよそ1分間隔で次の揚げ物を入れるが、4個で鍋が一杯になり、最初のもが揚がるまで待った。1個7~8分間で揚がった。揚げ物のサイズが大きいので、低めの温度で時間をかけて揚げる事を基本に加熱した。最後の1個が揚がったのは、35分後であり、油温度は154°Cであった。油が冷めてから、100mlをトランス脂肪酸測定検体として除去した。使用後の油は、5°C以下の食品倉庫に保管し、次回の実験に使用した。この揚げ物作成実験は2011年12月18日から2012年1月9日までの間で実施した。

表2 揚げ物実験の材料

	2011年12月~1月	2012年7月・10月
合い挽き肉 (牛50%, 豚50%)	500g	250g
たまねぎ	中1個	中1/2個
卵	中2個	中2個
パン粉	25g	13g
塩	小匙1	小匙1/2
こしょう	小匙1	小匙1/2
ナツメグ	少々	少々
薄力粉, 卵, パン粉	適宜	適宜
揚げ油	1.8ℓ	0.7ℓ

追加した高温での揚げ物実験では、揚げ物を1個50gとし、9個を揚げた。サラダ油700mlを190°Cにまで加熱し5分保ち、1個ずつ4個を加えた。温度は185-190°Cに保った。1個約4分で揚がった。最初の1個が揚がった時の温度は190°Cであった。揚がった物を取り出し、代わりを加えた。最後の1個が揚がったのは揚げ物を開始してから15分後であり、油の温度は196°Cであった。この追加実験は2012年10月下旬に実施した。

キャノーラ油を用いた高温での揚げ物実験は上記の高温揚げ物実験と同様に行った。ただし揚げ物作成終了時の油の温度は190°Cであった。揚げ物作成後100mlの油を検体として除き、残りの油で同様に2回目の揚げ物作成を行った。この追加実験は2012年7月上旬に実施した。

また日光暴露の効果を調べる実験では、上記のサラダ油を用いた揚げ物作成実験を6回繰り返した残油100mlを液体保存用プラスチックボトルに移し、

2012年4月18日より同年5月20日まで屋外に放置した。

さらに活性炭処理の効果を調べるため、揚げ物作成実験を6回繰り返した残油100mlをパール金属(株)製造の活性炭カートリッジで濾過した。

これらの検体をクール宅急便で(株)生体分子計測研究所(広島研究所)食品環境計測事業部に発送し、ガスクロマトグラフ法によるトランス脂肪酸測定を依頼した。測定値はC14:1, C16:1, C18:1, C18:2, C18:3, C20:1およびC22:1のトランス脂肪酸の合計値であり、検出下限値は0.01g/100gであった。

III 結果

1. 公的機関などによる情報提供

国際的には、WHOがトランス脂肪酸について総合的な情報を提供している⁹⁾。そして、トランス脂肪酸の過剰摂取と冠動脈心疾患に罹患する危険性の間に確実な(convincing)関連があると認定している。さらに、トランス脂肪酸の一日摂取量は、エネルギー比1%未満を推奨している。

国内では内閣府食品安全委員会による、平成22年度の「食品に含まれる脂肪酸に係わる食品健康影響評価情報に関する調査報告書」がことに注目される¹⁰⁾。これは2010年12月に財団法人日本食品分析センターによって、まとめられたもので、国際機関あるいは諸外国のリスク評価、それらに引用されている文献、資料などを収集、翻訳した情報が整理、分析されている。そして日本人のトランス脂肪酸摂取量も推定されている。

さらに、トランス脂肪酸に関する情報として消費者庁がトランス脂肪酸情報開示の指針¹¹⁾として、食品安全委員会がトランス脂肪酸に関するファクトシート⁶⁾として、農林水産省が食品安全に関するリスクプロファイルシート、食品総合研究所がトランス脂肪酸Q&Aとして資料を公表していた^{12,13)}。

これらの報告書は熟読すれば多くの情報が得られる。ただし、資料内容の重複も多い。また、一般人が行動指針を得るためというよりは、ある程度専門知識を有する人のためという傾向を認めない。啓蒙という観点からは努力が必要であろう。

この研究期間にも、トランス脂肪酸について、多くの研究結果が報告された。とりわけ、短気、攻撃的な振る舞いなどとトランス脂肪酸の過剰摂取の関連を指摘した論文¹⁴⁾は、新たな視野を開くものである。

2. 大学生のトランス脂肪酸摂取量とトランス脂肪酸に対する意識の調査

愛知学院大学健康科学科学生を対象にしたアンケート調査を実施し、その結果に基づいて工業製品由来のトランス脂肪酸の摂取量を推定した(表3)。平均摂取量は一日あたり0.82gであった。これに乳類に由来する天然のトランス脂肪酸の摂取量を文献値⁵⁾から0.29gとして加えてもエネルギー比は約0.5%となり、WHOの推奨値の範囲に収まった。内閣府食品安全委員会が平成16年国民健康・栄養調査報告の各食品群摂取量からの積算より国民の総トランス脂肪酸摂取量を0.7g/日と推計している¹⁰⁾。なお、女子学生を対象とした先行研究⁵⁾では0.95g/日であった。本研究で得られた平均摂取量は、調査方法、時期、対象が異なるにもかかわらず、ほぼ類似した結果となった。

表3 工業製品由来のトランス脂肪酸摂取量

	男子学生	女子学生	計
2011年微生物免疫学	18名	18名	36名
平均摂取量 (g/日)	0.99	0.57	0.78
エネルギー比 (%)	0.40	0.31	0.36
最大摂取量 (g/日)	3.43	1.32	3.43
2011年臨床栄養学	3名	11名	14名
平均摂取量 (g/日)	0.70	0.82	0.79
エネルギー比 (%)	0.29	0.44	0.41
最大摂取量 (g/日)	1.0	1.51	1.51
2012年微生物免疫学	13名	31名	44名
平均摂取量 (g/日)	0.82	0.88	0.86
エネルギー比 (%)	0.33	0.48	0.44
最大摂取量 (g/日)	1.50	2.97	2.97
2011-2012 合計	34名	60名	94名
平均摂取量 (g/日)	0.90	0.77	0.82
エネルギー比 (%)	0.37	0.42	0.40

しかし、個々の値を解析すると(図1)、エネルギー比1%を超えると推定される学生が2011年には男子2名、2012年には女子2名いたことに注意しなければならない。

臨床栄養学受講者は3年生を主体とし微生物学免疫学受講者は2年生を主体とする。高学年になって知識が増える結果、摂取量が低下するかと検討したが、有意な変化はなかった。また、2011年より2012年女子が若干の摂取量が多いようだが、有意な変化ではなかった。

思い出し法において掲げた食品は学生が比較的好むと考えたものであるが、ほとんど食べないという回答を得たものも多かった。ピザ、ミスタードーナツ、

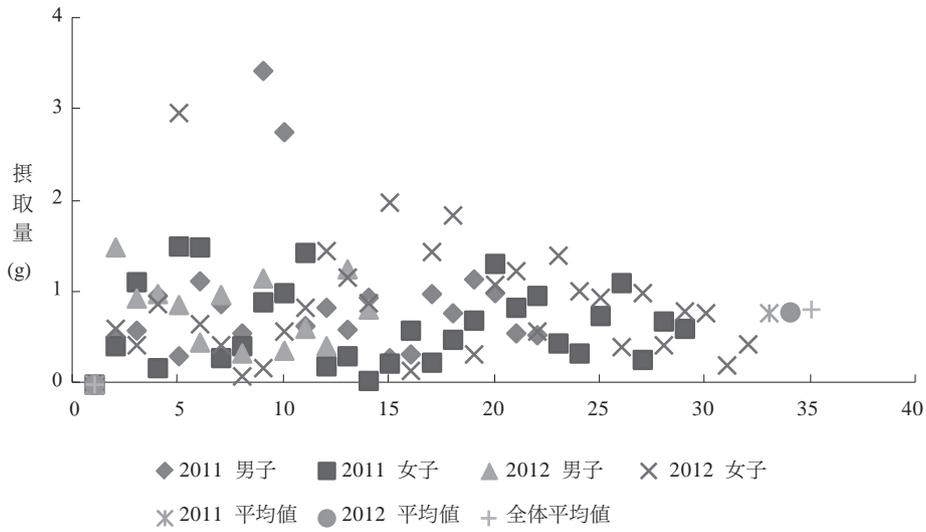


図1 2011年および2012年における工業製品由来のトランス脂肪酸摂取量分布図

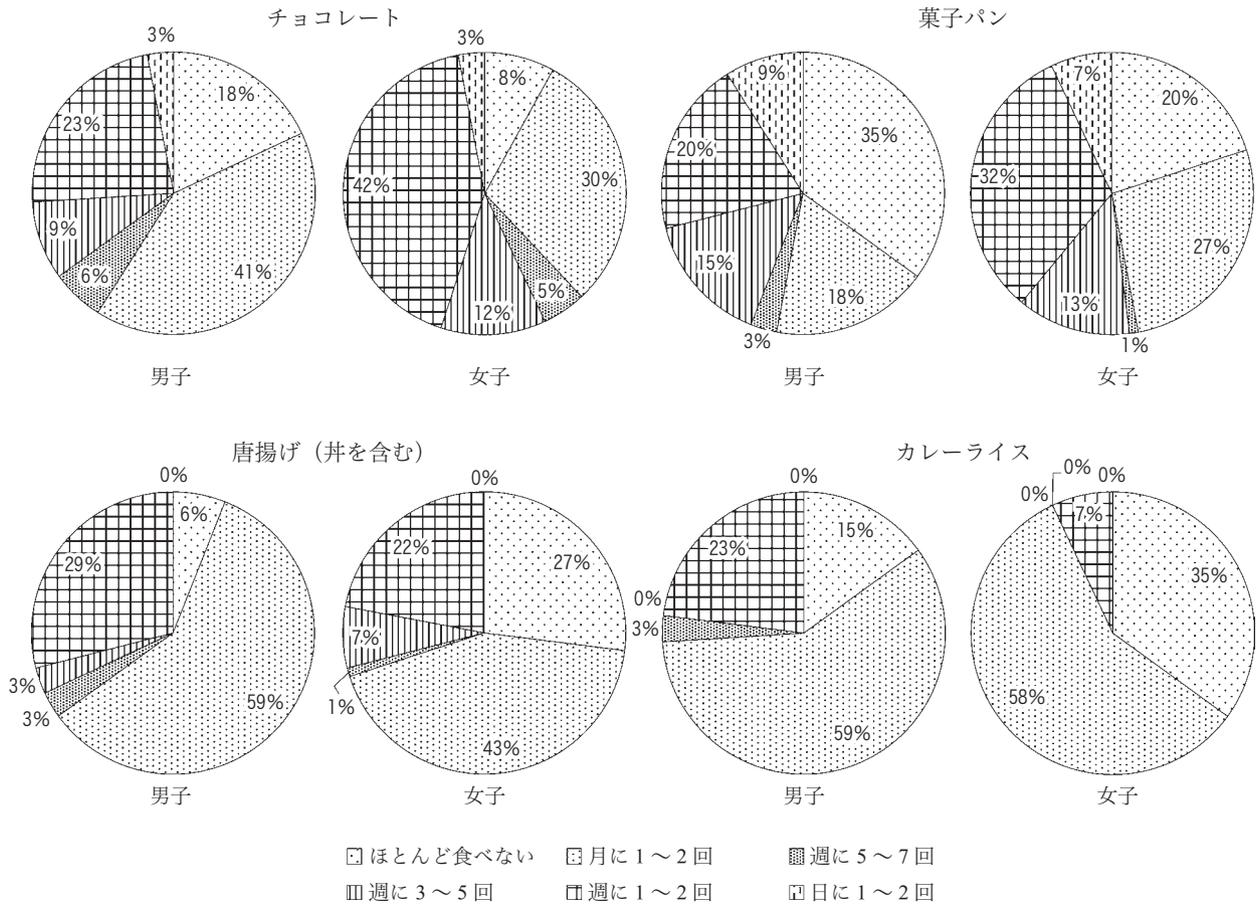


図2 食品の摂取状況例

てんぷら、ハヤシライス、シチュー類は2年連続で半数以上の学生がほとんど食べないと回答している。いっぽう唐揚げ、カレー、菓子パンは好まれており、特

に菓子パンは多くの学生が週に何回か摂取している(図2)。菓子パンのトランス脂肪酸については特に注意が必要である。また、トランス脂肪酸摂取量の多い

学生について検討すると、女子の場合、間食、男子の場合、揚げ物が重要な要因であった。

同時に行ったトランス脂肪酸とその危険性に関する認知度を調べる調査では、予想以上に認知度が低い結果が得られた。半数以上の学生がトランス脂肪酸につ

いて知らず、その有害性を知る学生はさらに少なく、漠然と認識している学生を加えても2割程度であった(図3)。しかし、トランス脂肪酸含有量の表示に賛成の学生が半数を超えることは心強い(図3)。図示した2011年と2012年のデータでは、特に変化はなかつ

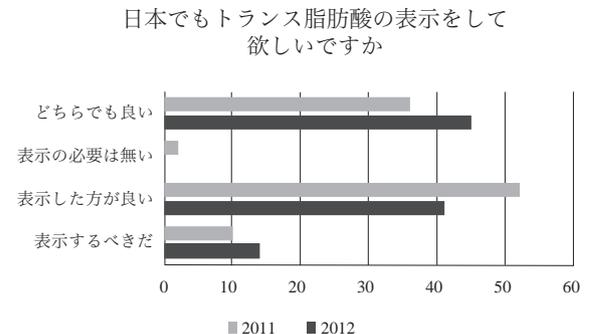
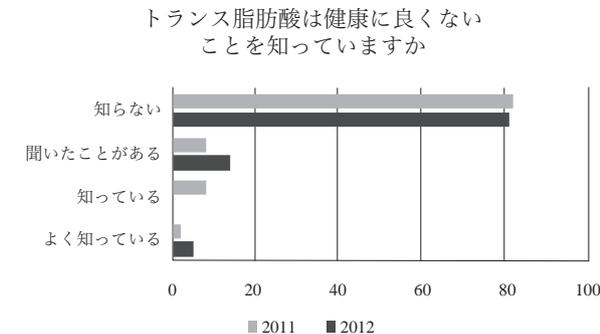
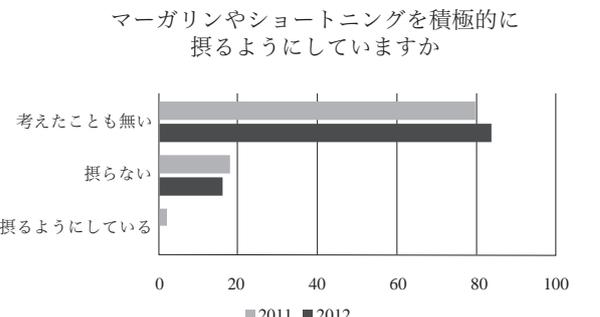
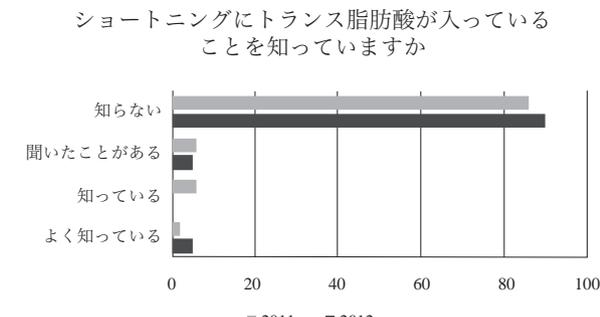
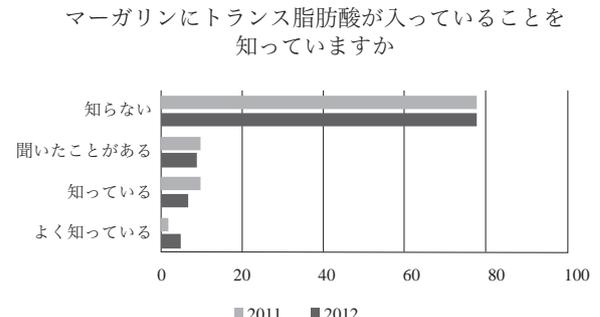
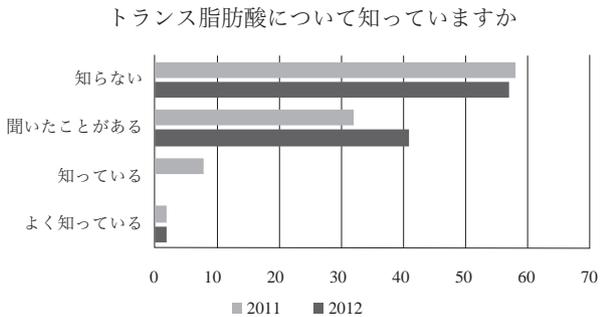
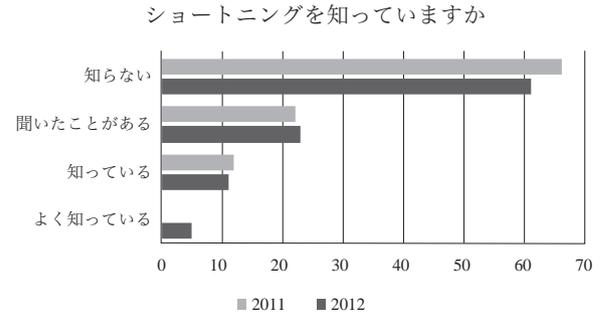
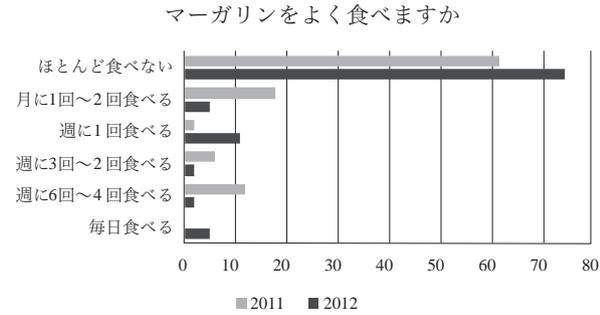


図3 トランス脂肪酸の危険性についての認知度調査

た。対象を微生物学免疫学の受講者に限定しても傾向は変わらなかった¹⁵⁾。

3. 商品調査

2010年頃よりスーパーマーケットや商店をトランス脂肪酸表示について観察してきた。すると2011年には変化が認められるようになり、本研究の一環として、調査した。

メーカー各社のホームページで、様々な報告がされるようになり、過去の表示のように単に植物油脂と記載されるだけでなく「パーム油」や「菜種油」「硬化油」などと具体的に一部表示される商品を見つけることが出来るようになった。トランス脂肪酸は具体的に記載されていないが、中食の弁当類には、栄養成分関係の表示なども目にとまるようになった。以下に2012年5月時点での情報に基づいて具体例を示す。

ハウス食品は、1995年頃からトランス脂肪酸の低減化に取り組み、2002年より実用化をスタートさせた。そして代表的な商品に含まれるトランス脂肪酸の含有量が情報開示され、またカレー、シチューのルーは、「パーム油」と表示されるようになった。

大手スーパーのイオンは、2010年12月に、将来的に工業的なトランス脂肪酸の入った食品を全廃すると発表している。現在プライベートブランドの健康補助食品バー、カレー、シチューのルーについてはハウス食品と同様に「パーム油」と表示がなされるようになっていた。中食揚げ物やお弁当には、表示などはなかった。

コンビニエンスストアのセブンイレブンでは、2010年12月26日にトランス脂肪酸を含んだ食品を、できる限り販売しない方針を明らかにし、2011年2月に消費者庁より示された「トランス脂肪酸の情報開

示に関する指針」に基づき、2011年5月24日よりプライベートブランドの菓子パン「焼きたて直送便」をリニューアルし、保存料・合成着色料の不使用やトランス脂肪酸の低減に取り組んでいる。そして、ホームページでは、トランス脂肪酸含量の推移を開示すると共に、栄養成分を開示している。さらに店頭にもその情報を開示することも新たに取り組んでいる。

店頭販売商品では表示がなく確認できなかったが、山崎パン及びパスコは、ホームページには全商品の栄養成分含有量（トランス脂肪酸の含む）を開示するようになった。神戸屋は一部の商品のトランス脂肪酸の含有量を開示した。

これらの表示に基づき、代表的なパン類のトランス脂肪酸含量を表4に示す。

外食産業では、ミスタードーナツは、2007年12月26日より全商品のトランス脂肪酸低減を目標にすると表明し、ドーナツ1個当たり平均1～1.5g含まれていたトランス脂肪酸を、平均約0.25gまで低減させることに成功したと発表している。

食用油メーカーでは、日清オイリオがホームページで、2007年におけるトランス脂肪酸含有量を開示している。また、飽和脂肪酸の含有量が表示されている。

コーヒーに入れるポーション型、コーヒーフレッシュでは、スジャータのめいらくが、外袋に「トランス脂肪酸0.0g、当社調べ、1個5ml当たり小数点第二位四捨五入」と開示している。

しかし、これら情報開示をしているのは限られた企業であり、パン製造のA社、コーヒー提供のB社、外食産業のC、D社、食品製造のE社、コンビニエンスストアの4社、代表的菓子メーカーの4社は残念ながら表示していなかった。

トランス脂肪酸含有量の多いマーガリンについて

表4 パンメーカー3社製品のトランス脂肪酸含有量の例

	ヤマザキ (1個当たり)	神戸屋 (100g 当たり)	パスコ (1個当たり)
0g	全食パン あんパン (高級含む) 三色パン	全食パン 丹念熟成類 ラクふわパック類	全食パン イングリッシュマフィン スナックパン類
0.3g～0.5g	コロネ 味付けロール マロン&マロン	カスタードメロン ハムマヨ むぎの詩類	和風ツナパン もっちりロール スナックパン類
0.6g～1.0g	メロンパン サンドロール類	ミニクワッサンクリーム アップルロール	メロンパン類 あずきカスタードサンド
1.1g～1.5g	アップルパイ	アーモンドフランス	シュー&カスタード
1.5g 以上	記載なし	記載なし	抹茶ショコラ他5点

注) ヤマザキ、神戸屋は、0.3g未満は、0と表示している

は、津及び名古屋地区で入手出来るマーガリンについては、ほぼ全てを調査した。2012年5月の時点で雪印メグミルク、よつ葉乳業、そして日本生活協同組合連合会はトランス脂肪酸含有量の開示をしていた。これ以外の7社は開示していなかった。

4. 小売店とベーカリーの調査

三重県津市内の6店舗について調査した。すべての商品について情報開示する店主は少なく、以下に述べる2つの店舗以外では、ほぼ100%の確率でマーガリン、ショートニングを使用し、またそのことに危機感を持っていないと考えられた。例外の1つは、アレルギー物質を除去した食品を製造している店舗で、マーガリンとショートニングの使用がなかった。いま1つはフランス人が経営する店舗であり、2種のパンにのみショートニングを使用しているだけであった。この店主は、パリパリ感を出すために使用している職人が多いとコメントしていた。

5. マーガリンの放置実験

室外に放置したマーガリンは、気温の上昇によって、一部溶けているものの、ほこりを被るのみで、ハエさえも止まる様子はなかった。2ヶ月経過した頃、溶けた部分でコガネムシが死んでいた。室内の物は、室外と同様にハエも寄りつかなかった。牛脂とマーガリンを別々に室外に放置した場合、ハエは牛脂にとまることがあったが、やはりマーガリンにとまるとはなかった。

6. 揚げ物作成などの後の食用油のトランス脂肪酸含量

未使用サラダ油はトランス脂肪酸を含有していた(表5)。これは製造工程で発生したもので、含有量は製造元が開示している数値と合致した。

揚げ物作成を繰り返すと、サラダ油は著しく着色した(図4)。しかし、150~155°Cでの加熱による揚げ物作成を6回繰り返してもトランス脂肪酸含量は増加

表5 処理前後での食用油のトランス脂肪酸含量

検体番号	食用油及びその処理	含量 (g/100g)
1	サラダ油 処理前	1.50
2	150-155°C揚げ物1回	1.36
3	150-155°C揚げ物2回	1.30
4	150-155°C揚げ物3回	1.30
5	150-155°C揚げ物4回	1.29
6	150-155°C揚げ物5回	1.32
7	150-155°C揚げ物6回	1.33
8	150-155°C揚げ物6回後日光暴露	1.50
9	150-155°C揚げ物6回後活性炭処理	1.50
10	高温揚げ物油の処理前	1.44
11	高温(185-196°C)揚げ物1回	1.48
12	えごま油 処理前	0.27
13	キャノーラ油 処理前	0.70
14	高温(185-190°C)揚げ物1回	1.10
15	高温(185-190°C)揚げ物2回	1.10



図4 食用油の処理前後における外観。検体番号は表5と同じである

しなかった(表5)。天然由来のトランス脂肪酸を含む牛、豚の肉を揚げたにもかかわらず、このような結果が得られたのである。したがって、家庭での150°C~155°Cの揚げ物作成では、新たなトランス脂肪酸が有意に形成されることはない結論した。

さらに、より高温で揚げ物を作成した場合の影響を調べるため、180-196°Cで実験した。1回目の揚げ物作成で、油の着色は明らかであったが(図4)トランス脂肪酸含量は増加しなかった(表5)。

繰り返して揚げ物作成実験に使用した後のサラダ油を屋外で日光に晒したが、トランス脂肪酸含量はほとんど変わらなかった(表5)。また繰り返して使用後のサラダ油を活性炭で濾過したが、トランス脂肪酸が減ることはなく(表5)、色のみやや綺麗になることがわかった。

つぎに、他の油についても若干、検討した。えごま油は、予想通りトランス脂肪酸含量が非常に少なく、またキャノーラ油においても含量は製造元が開示している1.5g/100gより少ないことが判明した(表5)。

さらに、キャノーラ油を用いた揚げ物作成実験も行った。高温で揚げ物を作成した場合の影響に力点を置き、180-190°Cで実験した。その結果、1回目の揚げ物作成で、トランス脂肪酸含量が若干増加した。しかし、2回目の作成でさらに増加することはなかった(表5)。1回目の揚げ物作成で油は著しく着色していた(図4)。

V. 考 察

本研究で市販の食用油を分析した結果、従来の知見、また公表されているデータが大筋で裏付けられた。サラダ油には1.5g/100g程度のトランス脂肪酸が含まれていた。キャノーラ油も同程度含まれているとされるが、低めの値が得られた。えごま油における含量は著しく低かった。

サラダ油は、JAS(日本農林規格)で精製の規格が定められ、0°Cで5.5時間以上濁らず、冷蔵しても混濁しないように脱蠟処理(ウインタリング)が施されている。綿実、大豆、ごま、ヒマワリ、サフラワー(ベニバナ)、菜種、コーンなどの油が単品あるいは混合して使用される日本独自の製品である¹⁶⁾。

キャノーラ油のキャノーラは、なたねの一種で、カナダで品種改良によって有害なエルカ酸の含有率を減らしたものである。「キャノーラ油」は、このキャノーラ種を原料とし、不飽和脂肪酸であるオレイン酸や

リノール酸、リノレン酸などが多く含まれている。グリコシノレートの含量も低い^{17,18)}。USFDA¹⁹⁾によると、米国で販売されるキャノーラ油のトランス脂肪酸含有量は、ピュアキャノーラ油0gであることから、日本の製品のトランス脂肪酸含有量は高いといえる。

えごま油のエゴマはシソ科の一年草で、シソの変種である。原産地はインド、中国で、日本でも古くから栽培されて、これを絞ったものが荏油(えのあぶら)である。荏油は α -リノレン酸を多く含むため、最近健康食品としても注目を浴びている²⁰⁾。トランス脂肪酸含量が少ないのは、製法が圧搾法で複雑な脱臭過程を経ていないためであろう。 α リノレン酸が豊富なことより、昔から良いと言われている油を、サラダのドレッシング用などとしてもっと使いやすくなることが望まれる。

揚げ物を作成する過程でトランス脂肪酸が有意に形成されるかどうかについては、序論で述べたように情報が錯綜していた。インターネットで得られる情報では揚げ物作成は、一つの生成原因とすることが多い。そこで本研究では実際に家庭で使われる条件で、肉類を用いた揚げ物を作成してトランス脂肪酸が新たに作成されるかどうかを調べた。その結果、150-155°Cといった比較的低温で揚げる場合には、サラダ油を繰り返し使用し、しかも牛、豚肉という天然由来のトランス脂肪酸を若干含む食品を揚げてもサラダ油中のトランス脂肪酸含量が増加しないことが判明した。また、180-196°Cの高温での揚げ物においても、トランス脂肪酸含有量は、増加しなかった。この結果から、筆者らは、最も普通に使われるサラダ油を用いての通常の家での揚げ物においてはトランス脂肪酸含量の増加は無視できると結論した。

トランス脂肪酸含量の低いキャノーラ油を用いて180-190°Cという高温で揚げた場合には、1回目でも若干の含量の増加が認められたが、2回目にはさらなる増加が起こらなかった。この点については、引き続き検討が必要である。

サラダ油を用いた実験とキャノーラ油を用いた実験の結果の違いについては、油の中にトランス脂肪酸を形成しやすい成分、おそらく特定の多価不飽和脂肪酸があり、これがトランス体となるとそれ以上の変化は少ないと考えると理解しやすい。なお、この立場に立てば、日光暴露によってトランス脂肪酸が顕著に増加しなかった今回の結果は、トランス脂肪酸含量の少ない油を用いて再検討する必要がある。

都築らは、トリオレインを180°Cで2時間加熱する

と100g当たり0.3gのトランス脂肪酸が生ずると報告している²¹⁾。そして、この生成機構は不飽和結合の異性化であるとしている。この結果と考え方は私達の仮説と一致するものである。

なお、都築らはキャノーラ油でジャガイモを繰り返して揚げた後、18:2と18:3のトランス脂肪酸の増加は合計0.07g/100gであったと報告している⁸⁾。私たちが肉を1回揚げた場合のトランス脂肪酸の増加は0.40g/100gであった。この違いは、キャノーラ油中の油の組成と抗酸化剤の違い、肉とジャガイモの違い、そして繰り返して揚げることによるトランス脂肪酸の分解の可能性などが総合されたものであろう。

上述したように、私達の揚げ物実験の結果は、世間で流布されている考えとは異なるものであった。そこで、同様に流布されている、トランス脂肪酸は動物も好まないという見方が正しいかどうかを検証した。そのようなことは、あり得ないという見解もインターネット上に認められる。しかし、実験したところ確かにトランス脂肪酸にはハエなどの小動物は寄り付かなかった。むしろ、この結果から小動物がトランス脂肪酸を特異的に識別していると即断することはできない。天然油脂に存在する微量成分が小動物を引き寄せている可能性を否定できないからである。

今回のアンケート調査では工業製品由来のトランス脂肪酸の摂取状況を調べた。天然のトランス脂肪酸の毒性が低いとの指摘^{22, 23)}があるからである。エネルギー比を算出する時は、これに乳製品に由来する値を文献値⁵⁾に従って加えた。肉類については、揚げ物の場合が多いと判断し、これは調査対象に加えているので、さらに加算はしなかった。結果として、一般的にはトランス脂肪酸の摂取量は多くなく、他の調査結果と同様であったが、エネルギー比1%を超えて摂取する少数の学生が存在することが判明した。

本研究の結果でも明白のように、トランス脂肪酸の危険性についての認識は一般に低い。その原因の一つは、一般人に分かりやすい形での広報が不足しているからであろう。また、トランス脂肪酸の含有量の記載が諸外国のように義務化されていないことも、この傾向に拍車をかけていると考えられる。

たとえ国民全体のトランス脂肪酸摂取量は低くても、多量に摂取している個人が存在することは従来から指摘されているし²⁴⁾、今回の研究でもこのことは裏付けられた。トランス脂肪酸の過剰摂取と心臓病に罹患する危険度の増加の関連は明白であり、新たに精神活動の劣化との関連も浮かんできた。速やかな対策が

必要な時期であろう。食品のトランス脂肪酸含有量の表示が義務化され、消費者が自己責任で商品を選択できるようにすることを願う。

このような時、いくつかの企業が製品中のトランス脂肪酸量の開示を始め、またこれを下げる努力を開始したことは勇気付けられる。ただ、このことも手放しでは喜べない。トランス脂肪酸を一定程度含むサラダ油などの代わりにパーム油を用いれば、サラダ油に含まれていて、パーム油にはほとんどないn3系多価不飽和脂肪酸の摂取の面で問題を来たす可能性があるからである。さらにパーム油の有害性を指摘する論文もある²⁵⁾。

最後に、今回の研究を通して、食用油についての正しい知識を一般人に分かりやすく伝える人材も不足していると感じたことを付け加えたい。

謝 辞

食品摂取の調査法についてご教授頂いた愛知学院大学心身科学部健康栄養学科の森圭子教授、またアンケート調査にご協力頂いた学生諸氏に感謝申し上げます。

参考文献・資料

- 1) 農林水産省、トランス脂肪酸に関する情報（作成日：2007年3月23日、最終更新日：2012年11月2日）。
[http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/trans_fat/index.html]
- 2) Mozaffarian D et al. (2006) N Engl J Med 354: 1601-1613.
- 3) Mozaffarian D et al. (2009) Eur J Clin Nutr 63 Suppl 2: S5-21.
- 4) 岡本隆久ら (1999) 日本油化学会誌 48: 12 59-62.
- 5) 川端輝江ら (2008) 日本栄養・食糧学会誌 614: 161-168.
- 6) 食品安全委員会、ファクトシート（科学的知見に基づく概要書）トランス脂肪酸（作成日：平成16年12月17日、最終更新日：平成22年12月16日）。
[<http://www.fsc.go.jp/sonota/54kai-factsheets-trans.pdf>]
- 7) 食品安全委員会 (2012) 新開発食品評価書、食品に含まれるトランス脂肪酸。
- 8) Tsuzuki W et al. (2010) Food Chem 123: 4 976-982.
- 9) WHO (2008) Interim Summary of Conclusions and Dietary Recommendations on Total Fat & Fatt Acids.
- 10) 食品安全委員会、平成22年度食品安全確保総合調査：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。
[<http://www.fsc.go.jp/fscii/survey/show/cho20110010001>]
- 11) 消費者庁、トランス脂肪酸の情報開示に関する指針に

- ついて、
[<http://www.caa.go.jp/foods/pdf/syokuhin505.pdf>]
- 12) 農林水産省, 食品安全に関するリスクファイルシート
 - 13) 食品総合研究所トランス脂肪酸 Q&A,
[http://www.naro.affrc.go.jp/org/nfri/yakudachi/.../q_and_a.html]
 - 14) Golomb AB et al (2012) Plos One 7: 3-e32175.
 - 15) 藤澤明子 (2013) 愛知学院大学大学院心身科学研究科健康科学専攻修士論文.
 - 16) 食用植物油脂の日本農林規格 (最終改正平成24年7月17日) 農林水産省告示第1683号.
 - 17) 農林水産省, 消費者相談.
[<http://www.maff.go.jp/j/heya/sodan/0505/03.html>]
 - 18) 野口忠編著 (2009) 栄養・生化学事典, 朝倉書店.
 - 19) USFDA (米国食品医薬品局).
[<http://www.canolainfo.org/quadrant/media/health/pdfs/canola-label-USA.pdf>]
 - 20) 農業食品産業技術総合研究機構, エゴマ.
[http://www.naro.affrc.go.jp/org/niah/disease_poisoning/plants/perilla.html]
 - 21) 都築和香子ら (2008) 食品総合研究所研究成果情報 ID32-F-01001.
 - 22) Willett WC et al (1993) Lancet 341: 581-585.
 - 23) 農林水産省, トランス脂肪酸の摂取と健康への影響(更新日: 2012年3月12日).
[http://www.maff.go.jp/j/syouan/seisaku/trans_fat/t_eikyuu/index.html]
 - 24) Yamada M et al (2010) J Epidemiol 20: 119-127.
 - 25) Vega-Lopez S et al (2006) Am J Clin Nutr 84: 54-62.

最終版平成24年12月20日受理

Survey and Experimental Studies on Trans Fatty Acids

Akiko FUJISAWA, Takashi MURAMATSU

Abstract

Trans fatty acids are largely produced during production of hydrogenated oils. Excessive uptake of trans fatty acids leads to increased risk of cardiovascular diseases. Since description of trans fatty acid content is voluntary in Japan, it is possible that many people intake them without noticing. In this study we at first surveyed current status of public information regarding trans fatty acids. Then, commercial products were surveyed to know the extent of the description of trans fatty acid content. Advanced companies described it, and or tried to reduce the content, but many did not. Next, we surveyed awareness to trans fatty acids and amount of their intake by students of our university belonging to the Department of Health Science. Consequently only around 20% of students noticed the risk of the intake. The average value of the intake of the industrially produced trans fatty acids was estimated to be 0.82g per day. Among 94 students 4 took trans fatty acids above the level recommended by WHO, that is less than 1% of total energy intake. The survey was conducted twice, namely in 2011 and 2012, while no improvement was noticed in 2012. Finally we investigated whether trans fatty acid content of oil is increased after deep-fry in oil. When fried cakes of minced meat were produced by using salad oil at 150–155°C, no increase of the trans fatty acid content was noticed even after repeated usage of the oil. Frying at 180–196°C once also did not increase the content. Thus, we concluded that the increase of trans fatty acid content of salad oil is negligible after deep-fry under conditions usually employed at home.

Keywords: commercial products, deep-fry, oil, trans fatty acids, intake by students