

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

国立医薬品食品衛生研究所 食品部

松田りえ子

渡邊敬浩

高附巧

1. 目的

トランス脂肪酸を過剰に摂取することで動脈硬化といった心臓疾患に罹患するリスクが高まることが報告されている。この事を背景に、オランダでは食品成分としての上限值が設定され、アメリカでは表示が義務づけられるなど、諸外国ではトランス脂肪酸を規制する動きがある。また、CODEX 総会が「トランス配位の炭素－炭素二重結合を有する、単価不飽和脂肪酸及び少なくとも一つのメチレン基によって離された共役型でない多価不飽和脂肪酸の全ての幾何異性体」と定義し、「栄養表示に関するガイドライン」への本定義の追加を採択したことにより、トランス脂肪酸の表示に関する国際的な指針が示されている。我が国においても、健康影響へのリスク評価を目的としてトランス脂肪酸の摂取量が調査されてきたが、その多くが個別食品の分析値に基づいた推定であったため、より実際の食事内容に即した推定が必要と考えられた。

昨年度は、国民健康・栄養調査結果に従い調製したトータルダイエツト試料中のトランス脂肪酸濃度を測定し、調査対象とした 11 地域での平均的な一日摂取量を約 500 mg と推定した。トータルダイエツト試料は、個別食品を摂取量に基づき均一混合することにより調製されるため、日本人の平均的な食事を模倣的に再現した試料であるといえる。しかし、油や調味料も個別の食品群として区分されるため、その調製には揚げるや調味といった高度な調理加工を施していない。そのため、平均的な摂取量を推定するための試料として有用である反面、調理加工によっても生成されるトランス脂肪酸の摂取量推定を目的とした場合には、過小評価する可能性が考えられる。そこで、本年度は、アメリカでの規制が一食(one serving)当たりに対して行われていることも鑑み、我が国で一般的に流通している「弁当」といった、一食として給仕される食品試料(one serving 試料)をその内容によっていくつかに区分した上で分析を行い、トランス脂肪酸の摂取量推定を試みたので報告する。

2. 試料および方法

(1) 試料

試料：我が国で一般的に流通しており購入可能な、一食として給仕される食品(one serving)のうち、トランス脂肪酸の摂取に大きく寄与すると考えられたファーストフードとして「ハンバーガー」、「ピザ」を one serving の分類区分として設定した。これらに加え、種々の one serving を一般的な食生活の感覚に照らして分類し、「洋食」、「中華」、「和食」の区分を設定した。区分ごとに 10 種の one serving

を店頭購入し、均一混合化した試料を one serving 試料として分析に供した。本調査に用いた全 one serving の分類、製品名、一食分重量及び構成する食品目に関する付帯情報を表 1 にまとめた。なお、購入は東京近郊の小売店で実施したため、地域特性や販売者による差異について考慮することは難しい。全試料数は 50 である。

試料調製：清涼飲料水を含むセット販売品については、それを除き均一混合化した試料を one serving 試料とし、摂取量推定の際にはこの重量を考慮しなかった。米飯を含む one serving に関しては、十分に均一混合化を進めるための手段として可能であればこれを取り除き調製時には含めなかった。全 one serving に共通して、非可食部を含む場合にはこれを取り除き、その後試料調製用ミキサーを使用する事で均一混合化を図った。

調製した one serving 試料のうち、総脂肪を抽出するための試料として全試料を通じて 7g を分取した。さらに、各試料間での水分含量の違いによる総脂肪抽出への影響を軽減することを目的に、凍結乾燥処理を行った。凍結乾燥試料に 10 mL の水を加えて膨潤させた後、分析に供した。

(2)方法

総脂肪抽出法、メチルエステル化法、ガスクロマトグラフ法および、定量法を含む全ての分析系(一連の作業手順を含む)は、昨年度の報告書「トータルダイエット試料の分析によるトランス脂肪酸摂取量の推定」に記載したものと基本的には同じである。以下、詳細を示す。なお、本分析系の妥当性は AOCS の標準試料、各種トランス脂肪酸標品によって確認済みである。

総脂肪抽出：Folch 法を基本としたメタノール:クロロホルム混液(1:2)による抽出を行った。詳しい操作手順は以下の通り。

10 mL の水を加えて膨潤させた試料 7 g にメタノール 50 mL を加え、1 時間振とう抽出し、クロロホルム 100 mL を加えた後に、さらに 1 時間振とう抽出した。その後、ろ紙を用いてろ過することにより、ろ過液を得た。残渣はメタノール:クロロホルム混液(1:2)100 mL を加え 2 分間攪拌することにより洗浄し、ろ過液を得た。20 mL のメタノール:クロロホルム混液を用いて再度洗浄操作を繰り返し、すべての操作を通じて得られたろ過液を分液漏斗に集めた。ろ過液に対し、0.88% 塩化カリウム水溶液 93 mL を加え、軽く振とうした後、

一晚静置した。下層(クロロホルム層)を角型ガラス瓶に分取し、150 g の無水硫酸ナトリウムを加え 2 時間振とうすることにより脱水、ろ過した。ろ過液を 40°C の条件で十分に減圧留去することにより、中間抽出油を得た。

本方法により総脂肪を抽出した場合、抽出溶媒等の残留のため、重量により正確な総脂肪量を求めることが難しいと判断した。そこで、得られた抽出物は中間抽出油とすることとし、総脂肪量は、中間抽出油の一部をメチルエステル化しガスクロマトグラフにより分析して得られた各脂肪酸重量の総和と中間抽出油重量の比に基づき算出した。定量の詳細については、定量の項を参照のこと。

総脂肪酸のメチルエステル化：中間抽出油を試料とし、AOCS official methods Ce1b-89 を基本としてトリグリセライドを分解した後、総脂肪酸をメチルエステル化した。250 mg の中間抽出油をメチルエステル化用試料とし、操作手順は以下の通り。

250 mg /mL の濃度になるように各中間抽出油をクロロホルムにより希釈し、本希釈溶液 1 mL と 2.5 mg/mL トリヘネイコサノイン・クロロホルム溶液 1 mL をよく混合した。混合液の溶媒であるクロロホルムを窒素還流下で完全に除去した後、0.5 mol/mL 水酸化ナトリウム・メタノール溶液 1.5 mL を加え、100°C の条件で 9 分間加熱することにより、トリグリセライドを分解した。その後、三フッ化ホウ素メタノール錯体・メタノール溶液 2 mL を加え、再度 100°C の条件で 7 分間加熱することにより、遊離脂肪酸をメチルエステル化した。冷却後、ヘキサン 3 mL を加えて 2 分間激しく振とうすることにより、脂肪酸メチルエステルをヘキサン層に転溶し、さらに飽和食塩水 5mL を加えて軽く振とうした。室温、500 g の条件下で 10 分間遠心分離した後、ヘキサン層を分取し試験溶液とした。

ガスクロマトグラフ法：バリデーションデータが最も豊富であり、かつ標準試料の入手が可能であった AOCS Ce1h-05 に規定されたガスクロマトグラフ法により総脂肪酸メチルエステルを分離した。本法は炭素数 21 の飽和脂肪酸であるヘネイコサン酸(C21:0)で構成されたトリグリセライド(トリヘネイコサノイン)を内標として用いる GC-FID 法である。温度条件は、導入及び検出を 250°C とし、オープン温度を 180°C とした。キャピラリーカラムには SP-2560(SPELCO 社製固層シリカカラム)を用いた。スプリット比 1/100、ヘッド圧 286 kPa、flow rate 1.0 mL/min、linear velocity 19cm/s、キャリアーガスには

ヘリウム、メイクアップガスには水素および空気をを用い、分離・検出を行った。なお、本方法を用いるにあたり、試薬の項に記載した各種脂肪酸メチルエステル標品を個別に分析することによりリテンションタイムのプロファイルを作成し、試験溶液を分析して得られたリテンションタイムをこれに比較することにより、未知ピークを同定した。分析時間は 140 分とした。

定量：本方法による定量の原則は、内標として規定重量を試験溶液に加えたヘネイコサン酸(C21:0)から得られたピーク面積と、試験溶液に含まれる各遊離脂肪酸から得られたピーク面積との比から、定量を行うことである。また同重量の脂肪酸から得られるピーク面積は、各脂肪酸を構成する炭素数と二重結合の数により変動するが、この変動は AOCS Ce1h-05 に規定された理論的 FID 変換係数により補正される。さらに、同規格により与えられた係数により、脂肪酸メチルエステル量をトリアシルグリセロール量に変換した後、脂肪重量を算出する。

脂肪酸の分子種は、各種脂肪酸メチルエステル標品を個別に分析することにより得られたリテンションタイムに基づき同定することを基本とした。ただし、食品中に含まれる主要なトランス脂肪酸種であると考えられる炭素数が 18 のトランス脂肪酸種については、全ての標品を入手することが不可能でありまた、完全な分離が困難であったことから、これを C18:1、C18:2、C18:3 トランス脂肪酸として大別するのみとし、個々の分子種を同定することなく定量した。その際には、図 1 に示したとおり、オレイン酸、リノール酸、 α -リノレン酸を指標に、一定のリテンションタイムの範囲に検出されたピークにトランス脂肪酸以外の脂肪酸種由来のピークが含まれていないことを確認した後、個々のピーク面積を元に定量し、その合算値を C18:1、C18:2、C18:3 トランス脂肪酸それぞれの重量とした。総飽和脂肪酸、総不飽和脂肪酸、および総トランス脂肪酸重量は、上記 C18:1、C18:2、C18:3 トランス脂肪酸を除く個々の脂肪酸を同定・定量した後、種別に応じて合算して求め、総脂肪重量は、不飽及び飽和脂肪酸量をトリアシルグリセロール量に変換した後の合算値として求めた。

試料重量あたりの総脂肪重量および各種脂肪酸重量への変換は、ガスクロマトグラフにより得られた分析値(試験溶液中の各種重量)と中間抽出油重量の比に基づき行った。定量の詳細を以下に示す(中間抽出油重量

による補正は示していない)。

One serving 当たりの重量は、得られた試料重量あたりの各種脂肪酸あるいは総脂肪重量を one serving 試料の総重量に乗ずることで算出した。

1) 個々の脂肪酸重量(g)の計算

脂肪酸メチルエステル(FAME)あるいはトリアシルグリセリド(TAG)として算出した。詳細は以下の通り。

$W_{\text{FAME}x} = \text{定量を目的とした脂肪酸由来のピーク面積} \times \text{試験溶液に加えた内標重量(g)} \times 1.004 \times \text{内標に対する理論的 FID 変換係数} / \text{内標のピーク面積}$

$W_{\text{TAG}x} = W_{\text{FAME}x} \times \text{FAME から TAG への変換係数}$

2) 総脂肪量の計算

総脂肪重量 (g / 試料 1g) = $W_{\text{TAG}x}$ の総和 / 試料重量

3) 総飽和脂肪酸重量の計算

総飽和脂肪酸重量 (g / 試料 1g) = 飽和脂肪酸重量の総和 / 試料重量

4) 総トランス脂肪酸重量の計算

総トランス脂肪重量 (g / 試料 1g) = トランス脂肪重量の総和 / 試料重量

5) 総(シス・モノ)不飽和脂肪重量の計算

総(シス・モノ)不飽和脂肪重量 (g / 試料 1g) = 総(シス・モノ)不飽和脂肪重量の総和 / 試料重量

3. 試薬及び機器

本調査に使用した試薬及び機器は以下の通り。

試薬

メタノール(試薬特級；和光純薬社製)

クロロホルム(試薬特級；和光純薬社製)

ヘキサン(試薬特級；和光純薬社製)

三フッ化ホウ素メタノール錯体メタノール溶液(和光純薬社製)

その他の試薬はすべて特級を用いた。

各種脂肪酸標品

トリヘネイコサノイン(NCP 社製)

オレイン酸(SIGMA 社製)

エライジン酸(SIGMA 社製)

トランスバクセン酸(SIGMA 社製)

リノレン酸(SIGMA 社製)

ジエントランス脂肪酸標品(リノレン酸メチルエステル・シス/トランス異性体 8 種混合標品; SPELCO 社製)

各種脂肪酸混合標品(37 FAME mixture、GLC20、50、及び 100 標品*; SPELCO 社製)

* 37 FAME mixture は、C4:0 の飽和脂肪酸(ブチル酸)及び C24:1 の不飽和脂肪酸(ネルボン酸)を含む 37 種の飽和ならびに不飽和(シス、トランス異性体を含む)各種脂肪酸標品の混合標品。GLC20、50、100 についても同様に、組成比は異なるが、各種脂肪酸標品の混合標品である。

機器

250 mL 容角型ねじ口ガラス瓶

分液漏斗

ナス型フラスコ

スクリーキャップつきねじ口遠沈管

ロータリーシェーカー(タイテック社製)

エバポレーター(ビュッヒ社製)

遠心機(クボタ社製)

ヒートブロック(タイテック社製)

ガスクロマトグラフ(Agilent 6950)

4. 結果および考察

1) One serving 試料からの総脂肪抽出

本調査の対象とした one serving には種々の食品が含まれており、それぞれに含まれる総脂肪重量に関する詳細な情報はない。また、トランス脂肪酸の分析は一定量以上の総脂肪が抽出されることが前提であり、また一般には総脂肪重量の増加に伴い、トランス脂肪酸重量も増加すると考えられる。そこで、Folch 法によって抽出された中間抽出油(分析法の項に記載したとおり総脂肪重量としては不正確であるため、中間抽出油重量とする)重量を表 2 にまとめた。その結果、one serving 試料 1 g 当たりの中間抽出油重量は、中央値が 104.3 mg(ハンバーガー A-4)、最大で 250 mg(和食 E-8)、最小で 31.4 mg(和食 E-7)であり、one serving の種類によって大きな開きがあることが示された。先述の通り中間抽出油重量は、正確な総脂肪重量とはな

り得ないが、分析手順のうちメチルエステル化を規定するため、またガスクロマトグラフ法により得られた測定量を one serving 試料に含まれる各種脂肪酸重量に変換するために必須である。今回調査対象とした試料のうち、メチルエステル化に供する規定重量である 250 mg の中間抽出油が抽出されなかった試料は和食 E-7 のみであった。これは、米飯を分離することができずそれを含めて均一混合処理を行い、試料を調製したためと考えられる。なお、E-7 試料については 200 mg を分析に供した結果、分析結果に大きな感度低下等は見られなかった。

2) One serving 試料の分析結果

店頭購入可能な一食として給仕される食品(one serving)を「ハンバーガー」、「ピザ」、「洋食」、「中華」及び「和食」の 5 つの区分に分類し調査対象とした。各区分には原材料構成の異なる種々の食品が含まれるが、その詳細は表 1 に示したとおりである。分析用試料の調製に当たっては、トランス脂肪酸分析値への寄与割合が低いと考えられた清涼飲料水並びに、摂取量推定に考慮すべきでない被可食部を除いた上で均一混合処理を施し、これを one serving 試料とした。各 one serving 区分別に試料の分析結果(脂肪、不飽和脂肪酸、飽和脂肪酸、及びトランス脂肪酸の各総重量)及び分析結果に基づく1食当たりの摂取推定量をまとめ、表 3 に示した。また表 3 に示した結果から、one serving 別トランス脂肪酸摂取量を集計し、図 2 にグラフとして示した。

分析に供した全 50 試料を通じて、one serving 当たりのトランス脂肪酸含量を比較すると、最も含量の高い試料は B-4(ピザ)でその値は 2119.3 mg、一方最も含量の低い試料は D-7(中華)でその値は 109.6 mg であった(表 3)。この結果は、摂食する one serving の種類によっては摂取されるトランス脂肪酸の量が最大で約 20 倍異なることを示している。さらに、米国での表示規制の基準値である one serving 当たりのトランス脂肪酸含量(500 mg)を指標に、5 つの one serving 区分別にこれを超える試料数を集計した。その結果、ハンバーガー区分では 8、ピザ区分では 10、洋食区分では 5、そして中華と和食区分ではそれぞれ 1 つの one serving が 500 mg 以上のトランス脂肪酸を含有していることが明らかとなった。ハンバーガー、ピザ、洋食の 3 つの区分に分類される one serving に含まれるトランス脂肪酸の重量が多い傾向にあることは、図 2 のグラフにも明確に現れている。なお、上記 3 つの区分に分類される one serving については、10 試料の平均値としても 500 mg を超過しており、それぞれの値は、ハンバーガーで 717 mg、ピザで 1105.1 mg、洋食

で 818.9 mg であり、500 mg を超過した試料の頻度との相関も疑われる。

和食区分のうち、唯一トランス脂肪酸の推定量が 500 mg を超えた E-5(推定量 564.1 mg)、並びに 500 mg を超えなかったものの比較的高い量であった E-1(推定量 303.8 mg)からは、分析上 C18:3 トランス脂肪酸と判断せざるを得ない 38 分程度のリテンションタイムに大きなピークが検出されており(図 3)、これが推定量を押し上げている。このピークについては C18:3 トランス脂肪酸のうち 9t12c15c の幾何異性体ではないかと疑われるが、標品が入手不可能であったため同定することができていない。比較のため、E-2 試料(白身魚を含む)のクロマトグラフを図 3 に併せて示したが、和食区分に分類された他の試料を含む全試料を通じて、当該ピークが検出された試料についてもその面積値は E-5 試料の 1/10 程度であり、E-1 と E-5 試料のみの共通原材料として含まれていた魚(サケ)に特に多く含有されている化合物であると推測される。いずれにせよ、これら 2 つの試料に関しては、総トランス脂肪酸含量への寄与率が非常に大きいことから、表 3 には、この疑わしいピークを定量せずに算出した試料 1 g 当たりのトランス脂肪酸量及び 1 食当たりのトランス脂肪酸摂取量を括弧書きで示した(他のデータについては、過小評価を避ける観点から、本ピークをトランス脂肪酸として定量した分析値を使用している)。

トランス脂肪酸は脂肪を構成する脂肪酸の一種であることから、当然摂取する総脂肪の量が増加するに従って、トランス脂肪酸摂取量も増加すると考えられる。ただし、one serving として摂食を考えた場合には、総脂肪を構成する脂肪酸の種類にも特徴が現れることが予想されることから、調査した全試料の総脂肪量とトランス脂肪酸量を散布図にプロットし、図 4 に示した。その結果、1)和食に分類される one serving においては、総脂肪量とトランス脂肪酸量との相関が弱く、比較的多量の脂肪を摂取した場合にもトランス脂肪酸摂取量が大きくなりにくい傾向にあること、2)中華に分類される one serving においては、強い正の相関が観察されたものの総脂肪量が全般的に少なくかつ傾きが小さいため、多量のトランス脂肪酸を摂取することまたこれが急激に増加する可能性が低いこと、3)その他 3 つの区分に分類される one serving においては、総脂肪にしめるトランス脂肪酸の割合が高くかつ弱い正の相関を持つことから、比較的小量の脂肪を摂取しても多量のトランス脂肪酸を摂取することとなり、かつ総脂肪量摂取量の増加に伴いトランス脂肪酸摂取量も増加するものと推測された。和食区分については、分析に供した全 10 試料から得られた全ての分析値をプロットした結果から考察を述べた。これらのデータから先述の E-1 並びに E-5 試料を除いてプロットした場合には、中華区分と同様の考察が可能であることを補足する。

3) 総トランス脂肪酸にしめる C18:1、C18:2、C18:3 トランス脂肪酸の比率

個々の one serving ごとにトランス脂肪酸含量が大きく異なり、これらを一般的な食生活の感覚に従い区分した場合には、その区分間に明確な差が認められた。本調査では、主たるトランス脂肪酸を C18:1、C18:2、C18:3 と分類した上で定量しており、この方式は昨年度実施したトータルダイエット試料を用いた摂取量調査からの継続である。トータルダイエット試料は食品をその性質に応じて 13 群に分類した上で調製し、分析に供するため、個々の食品原材料の特性を分析値として把握しやすい。また、個々の食品が含有するトランス脂肪酸種には特徴があると考えられる。そこで、one serving に含まれていたトランス脂肪酸がどのような食品原材料に由来するものかについて考察することを目的に、総トランス脂肪酸量に対する C18:1、C18:2、C18:3 各トランス脂肪酸の構成比率を算出し、これを one serving とトータルダイエット試料(2 群;小麦製品、3 群;甘味菓子、4 群;油、10 群;魚介、11 群;肉、12 群;乳)間で比較した。図 5 にトータルダイエット試料の解析結果を、図 6 に one serving の解析結果を示す。なお、総トランス脂肪酸量には、C18:1、C18:2、C18:3 トランス脂肪酸以外のトランス脂肪酸の量も含まれるため、C18:1、C18:2、C18:3 トランス脂肪酸量の合計が総トランス脂肪酸量にしめる割合は 100%とならない。

今回の調査結果によりトランス脂肪酸含量が比較的高いことが明らかになった 3 つの one serving 区分(ハンバーガー、ピザ、洋食)では、総じて C18:1 トランス脂肪酸が総トランス脂肪酸にしめる割合が高い。また、比較的低含量であった中華、和食区分に分類される one serving では、C18:2 並びに C18:3 トランス脂肪酸がしめる割合が高い(図 6)。特に、和食区分に分類される E-1 並びに E-5 試料では C18:3 の割合が他に比べ明らかに大きくなっているが、これは先述した 9t12c15c 幾何異性体の寄与しているためである。一方、トータルダイエット試料の解析結果からは、小麦、肉、乳の群では C18:1 トランス脂肪酸の構成比率が高く、油と魚の群では C18:3 トランス脂肪酸の構成比率が高いことが明らかとなった。これらの結果を統合すると、1) 比較的多量のトランス脂肪酸を含む 3 つの区分に分類される one serving は、主として小麦、肉、乳を原材料としており、C18:1 トランス脂肪酸はこれらに由来する、2)トランス脂肪酸含量が比較的低量であった中華、和食区分に分類される one serving の原材料としては油や魚介がしめる割合が高く、C18:2 や C18:3 トランス脂肪酸はこれらに由来すると推測された。もちろん、one serving は複合原材料によって構成されているため、単一の原材料にその由来を特定することはできないが、トランス脂肪酸構成比率を解析すること

により、ある程度の推測をすることが可能であると思われる。

5. まとめ

店頭購入可能であり、「弁当」といった一食として給仕される食品 (one serving) をその内容によって「ハンバーガー」、「ピザ」、「洋食」、「中華」、「和食」の 5 つの区分に分類した上で、各区分につき 10 試料中のトランス脂肪酸含量を分析した。その結果、「ハンバーガー」、「ピザ」、「洋食」区分に分類される多くの one serving には、米国での表示規制の基準値に設定されている 500 mg/ one serving を超える量のトランス脂肪酸が含まれていることが明らかとなった。

これらの one serving を 1 日 3 回する食事のうち、1 食でも摂食することにより、昨年度のトータルダイエット試料を対象とした調査によって推定されたトランス脂肪酸一日摂取量の平均値である約 500 mg を容易に超過することも考えられる。今後は、得られた知見を元に摂食行動を考慮した摂取量推定の精密化や、健康危害リスクとの相関について検討することが必要である。

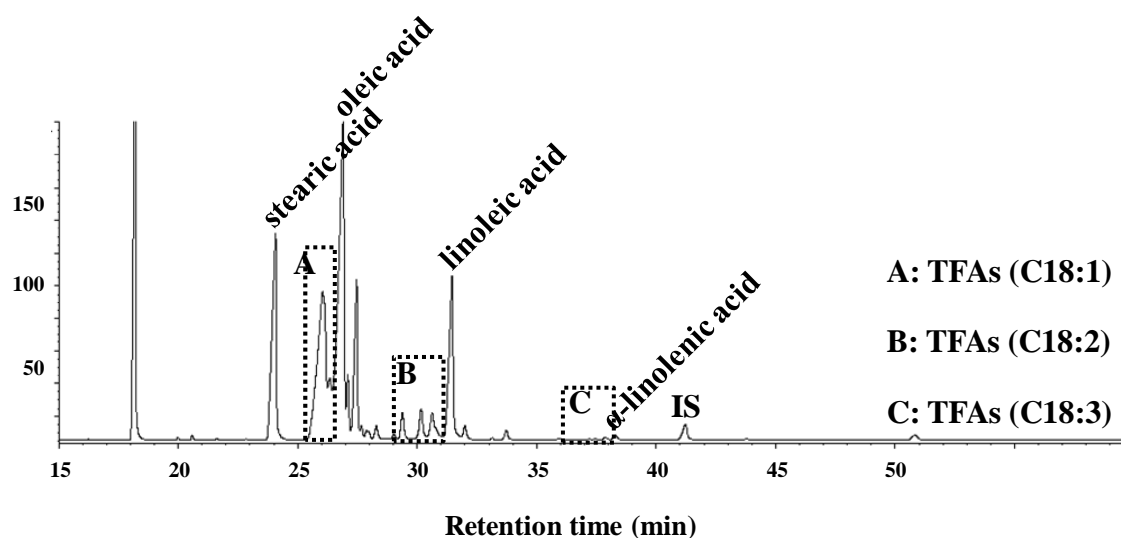


図1 トランス脂肪酸定量区分の概要

one serving 区分	試料コード	製品	1食分重量 (g)	備考
ハンバーガー	A-1	てりやきバーガー、フライドポテト	296.66	清涼飲料水が付属していたが、考慮せず。
	A-2	えびフィレオ、フライドポテト	285.15	
	A-3	フィレオフィッシュ、フライドポテト	268.53	
	A-4	シュリンプサンド、フライドポテト	280.45	
	A-5	フィッシュサンド、フライドポテト	273.72	
	A-6	てりやきバーガー、フライドポテト	260.44	
	A-7	テリヤキチキンバーガー、フライドポテト	248.47	
	A-8	ソーセージデニッシュセット	103.12	
	A-9	クロワッサンド	107.51	
	A-10	チキンフィレオ、フライドポテト	280.37	
ピザ	B-1	マヨじゃがピザ	358.48	全量計測後、2食分として1食分重量を算出。同様の食品を原材料に含む製品については、異なる販売者から購入。
	B-2	トロピカルピザ	334.57	
	B-3	マルゲリータピザ	287.50	
	B-4	シーフードミルフィーユピザ	354.30	
	B-5	アイダホスペシャル	363.58	
	B-6	シーフードミックス	373.14	
	B-7	ツナマイルド	335.89	
	B-8	ハワイアンデライト	286.49	
	B-9	マルゲリータ	179.48	
	B-10	スタッフス	280.03	
洋食	C-1	カルボナーラ	441.04	
	C-2	チーズハンバーグ弁当	162.21	温野菜としてブロッコリー、キャベツ、人参、ジャガイモを含む。その他副菜として卵焼き、きんぴらゴボウ、キュウリ漬け物を含む。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	C-3	若鶏の唐揚げ弁当	164.29	副菜として卵焼き、きんぴらゴボウ、キュウリ漬け物を含む。調味料としてタルタルソースが別付け。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	C-4	えびグラタン、サラダ	370.82	サラダ用調味料としてイタリアンドレッシングが別付け。
	C-5	カツカレー、サラダ	444.28	副菜として漬け物を含む。サラダ用調味料としてイタリアンドレッシングが別付け。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	C-6	イタリアンハンバーグ	299.35	生鮮野菜としてレタス、クレソン、トマトを含む。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	C-7	温泉卵カルボナーラ	331.35	
	C-8	えびとペンネマカロニグラタン	353.13	
	C-9	ロースカツカレー弁当	358.50	副菜として漬け物を含む。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	C-10	鶏の唐揚げ弁当	309.96	副菜として漬け物、マカロニサラダを含む。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。

表1 one serving の区分と各検体の詳細情報

one serving 区分	試料コード	製品	1食分重量 (g)	備考
中華	D-1	芝海老のチリソース煮定食	395.93	副菜として卵スープ、揚げ麵を含む。スープ、米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	D-2	麻婆豆腐弁当	380.26	副菜としてシューマイ、揚げ春巻き、唐揚げ、ポテトサラダ、漬け物を含む。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	D-3	金時イモ入り黒豚酢豚	331.39	副菜として卵スープ、揚げ麵を含む。スープ、米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	D-4	エビチリ+チンジャオロース弁当	374.55	副菜としてサラダ、卵スープを含む。スープ、米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	D-5	麻婆なす豆腐弁当	413.22	副菜としてサラダ、卵スープ、揚げ春巻き、煮卵、漬け物を含む。スープ、米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	D-6	黒酢豚弁当	343.01	副菜としてサラダ、卵スープ、揚げ春巻き、漬け物を含む。スープ、米飯は分析試料の調製に含まず、その重量を分析値の解析時に考慮した。
	D-7	五目炒飯	301.24	副菜として卵スープを含む。スープは分析試料の調製に含まず、その重量を分析値の解析時に考慮した。
	D-8	五目あんかけ焼そば	516.90	副菜として卵スープを含む。スープは分析試料の調製に含まず、その重量を分析値の解析時に考慮した。
	D-9	五目チャーハン	467.37	
	D-10	五目あんかけ圓やきそば	535.50	
和食	E-1	紅鮭弁当	157.90	副菜として卵焼き、煮豆、ほうれん草ごま和え、きんぴらゴボウ、がんもどき、こんにやく、にんじんの煮物、漬け物を含む。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	E-2	白身魚フライ弁当	114.18	副菜としてちくわのフライ、のり、昆布の佃煮を含む。タルタルソースが別付け。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	E-3	とんかつ弁当	183.36	副菜としてキャベツサラダ、漬け物を含む。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	E-4	豚焼肉定食	241.58	副菜としてコールスローを含む。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	E-5	おろし焼しゃけ定食	246.91	副菜としてサラダ、漬け物を含む。マヨネーズが別付け。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	E-6	アジフライ定食	254.70	副菜としてサラダ、漬け物を含む。マヨネーズが別付け。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	E-7	エビ天丼	385.31	副菜として漬け物を含む。
	E-8	シヨジャン豚焼肉弁当	201.79	副菜としてマカロニサラダ、漬け物を含む。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	E-9	とんかつ弁当	219.57	副菜としてマカロニサラダ、漬け物を含む。米飯は分析試料の調製に含まず。一食分重量は米飯を除く重量。
	E-10	エビ天丼	457.18	

上記製品中、同様の食品を原材料に含むものについては、異なる販売者から購入

表 1 one serving の区分と各検体の詳細情報(続き)

ハンバーガー										
試料コード	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10
one serving 試料重量(g)	296.66	285.15	268.53	280.45	273.72	260.44	248.47	103.12	107.51	280.37
試料1g当たりから得られた中間抽出油重量(mg)	42.38	40.74	38.36	40.06	39.10	37.21	35.50	14.73	15.36	40.05
ピザ										
試料コード	B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	B-8	B-9	B-10
one serving 試料重量(g)	358.48	334.57	287.50	354.30	363.58	373.14	335.89	286.49	179.48	280.03
試料1g当たりから得られた中間抽出油重量(mg)	51.21	47.80	41.07	50.61	51.94	53.31	47.98	40.93	25.64	40.00
洋食										
試料コード	C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10
one serving 試料重量(g)	441.04	162.21	164.29	370.82	444.28	299.35	331.35	353.13	358.50	309.96
試料1g当たりから得られた中間抽出油重量(mg)	63.01	23.17	23.47	52.97	63.47	42.76	47.34	50.45	51.21	44.28
中華										
試料コード	D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8	D-9	D-10
one serving 試料重量(g)	395.93	380.26	331.39	374.55	413.22	343.01	301.24	516.90	467.37	535.50
試料1g当たりから得られた中間抽出油重量(mg)	56.56	54.32	47.34	53.51	59.03	49.00	43.03	73.84	66.77	76.50
和食										
試料コード	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10
one serving 試料重量(g)	157.90	114.18	183.36	241.58	246.91	254.70	385.31	201.79	219.57	457.18
試料1g当たりから得られた中間抽出油重量(mg)	22.56	16.31	26.19	34.51	35.27	36.39	55.04	28.83	31.37	65.31

表2 各 one serving 試料から得られた中間抽出油重量

ハンバーガー										
試料コード	A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10
試料1g当たり(mg)										
総脂肪重量	165.93	98.08	90.03	117.29	84.55	135.75	124.59	166.34	144.69	112.32
総飽和脂肪酸重量	54.70	42.07	38.32	39.42	29.31	29.88	20.00	66.20	86.74	40.17
総不飽和脂肪酸重量	111.23	56.01	51.71	77.87	55.24	105.87	104.59	100.14	57.95	72.14
総トランス脂肪酸重量	3.08	4.07	3.49	2.53	1.98	2.27	1.44	4.08	5.75	3.29
1食当たり摂取量(mg)										
総脂肪重量	49224.7	27968.5	24175.5	32894.4	23142.8	35355.0	30957.6	17153.0	15555.2	31490.0
総飽和脂肪酸重量	16226.9	11996.8	10290.2	11055.8	8022.8	7782.0	4969.0	6826.3	9325.2	11263.4
総不飽和脂肪酸重量	32997.8	15971.8	13885.4	21838.6	15120.1	27573.0	25988.5	10326.7	6230.0	20226.6
総トランス脂肪酸重量	912.7	1159.3	936.3	710.7	541.2	590.2	357.8	421.0	618.5	922.8

表3-1 トランス脂肪酸分析値結果 (ハンバーガー)

		ピザ									
試料コード		B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	B-8	B-9	B-10
試料1g当たり(mg)											
総脂肪重量		82.94	51.32	63.94	104.45	140.28	133.71	163.45	79.66	123.47	150.29
総飽和脂肪酸重量		37.28	30.22	39.75	63.47	55.37	52.64	63.92	47.21	75.65	59.87
総不飽和脂肪酸重量		45.66	21.10	24.19	40.98	84.91	81.06	99.53	32.45	47.82	90.42
総トランス脂肪酸重量		2.93	3.14	3.93	5.98	2.86	2.62	2.95	2.85	4.91	3.53
1食当たり摂取量(mg)											
総脂肪重量		29730.9	17169.4	18382.0	37006.5	51001.7	49890.9	54900.2	22822.6	22160.3	42085.6
総飽和脂肪酸重量		13362.9	10109.4	11428.7	22486.8	20131.6	19643.6	21469.6	13525.8	13578.0	16765.6
総不飽和脂肪酸重量		16367.9	7060.0	6953.4	14519.7	30870.1	30247.3	33430.7	9296.7	8582.3	25320.1
総トランス脂肪酸重量		1051.4	1051.6	1130.0	2119.3	1041.5	978.2	990.8	817.3	881.4	989.2

表 3-2 トランス脂肪酸分析値結果 (ピザ)

		洋食									
試料コード		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10
試料1g当たり(mg)											
総脂肪重量		48.91	70.28	115.89	72.66	111.31	96.22	37.00	64.94	100.74	81.31
総飽和脂肪酸重量		16.45	31.01	22.77	27.32	25.97	33.29	15.86	41.17	40.85	20.02
総不飽和脂肪酸重量		32.46	39.27	93.12	45.33	85.34	62.93	21.14	23.77	59.90	61.30
総トランス脂肪酸重量		2.69	2.28	0.87	5.02	3.42	3.18	0.85	3.40	1.07	0.93
1食当たり摂取量(mg)											
総脂肪重量		21572.3	11399.6	19039.3	26942.4	49454.7	28802.3	12261.2	22932.9	36117.0	25203.7
総飽和脂肪酸重量		7255.8	5029.4	3740.7	10131.9	11539.6	9964.5	5256.6	14540.0	14643.9	6204.3
総不飽和脂肪酸重量		14316.5	6370.2	15298.6	16810.5	37915.0	18837.9	7004.5	8392.9	21473.1	18999.4
総トランス脂肪酸重量		1187.4	370.0	143.7	1860.2	1520.9	951.5	281.3	1201.3	384.3	288.8

表 3-3 トランス脂肪酸分析値結果 (洋食)

		中華									
試料コード		D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8	D-9	D-10
試料1g当たり(mg)											
総脂肪重量		34.75	45.38	80.24	38.38	80.07	87.52	49.06	53.24	81.90	82.78
総飽和脂肪酸重量		5.89	11.84	25.62	6.92	18.85	24.99	13.25	10.99	20.54	16.26
総不飽和脂肪酸重量		28.86	33.55	54.62	31.46	61.22	62.53	35.81	42.26	61.37	66.52
総トランス脂肪酸重量		0.42	0.32	0.85	0.35	0.63	0.87	0.36	0.46	1.05	1.04
1食当たり摂取量(mg)											
総脂肪重量		13758.6	17257.7	26590.4	14374.5	33086.8	30021.4	14779.2	27522.0	38279.8	44327.2
総飽和脂肪酸重量		2331.4	4501.1	8490.0	2592.9	7790.4	8571.4	3990.8	5680.3	9599.6	8708.3
総不飽和脂肪酸重量		11427.2	12756.6	18100.4	11781.7	25296.4	21450.0	10788.3	21841.7	28680.2	35619.0
総トランス脂肪酸重量		167.6	122.3	281.6	130.2	259.8	299.3	109.6	237.9	488.7	555.7

表 3-4 トランス脂肪酸分析値結果 (中華)

試料コード	和食									
	E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10
試料1g当たり(mg)										
総脂肪重量	44.70	206.15	116.19	148.82	57.29	127.83	37.49	310.02	113.38	66.84
総飽和脂肪酸重量	9.24	32.75	27.37	40.10	9.05	16.31	4.60	125.12	23.24	9.48
総不飽和脂肪酸重量	35.46	173.41	88.83	108.72	48.23	111.52	32.89	184.90	90.14	57.36
総トランス脂肪酸重量	1.92(0.40)	1.97	0.92	1.19	2.28(0.73)	1.79	0.52	1.23	1.48	0.82
1食当たり摂取量(mg)										
総脂肪重量	7057.6	23538.7	21305.2	35951.6	14144.7	32559.4	14445.3	62559.2	24895.3	30559.2
総飽和脂肪酸重量	1459.0	3739.3	5017.8	9687.9	2235.3	4154.6	1772.4	25247.7	5102.6	4335.1
総不飽和脂肪酸重量	5598.6	19799.4	16287.4	26263.8	11909.4	28404.8	12672.9	37311.6	19792.8	26224.0
総トランス脂肪酸重量	303.8(63.5)	224.6	168.1	288.6	564.1(179.4)	455.9	198.8	248.3	324.9	284.4

表 3-5 トランス脂肪酸分析値結果 (和食)

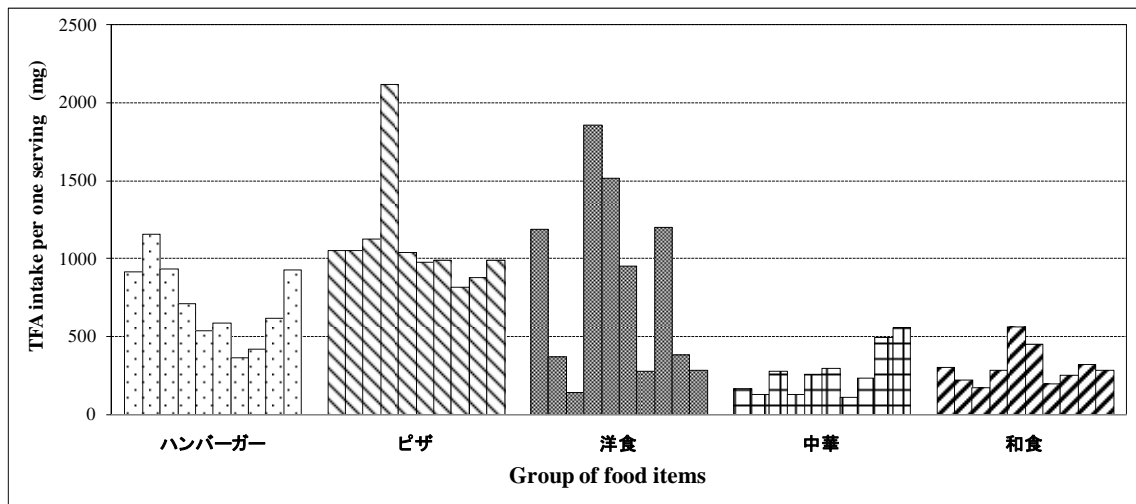


図 2 one serving 1食分に含まれるトランス脂肪酸量

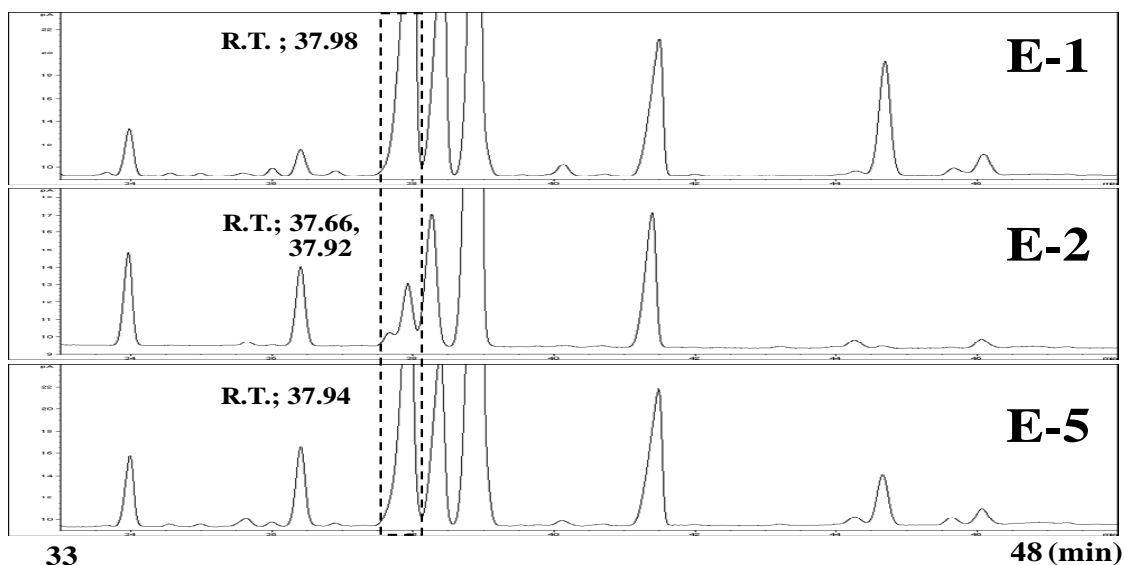


図 3 和食 one serving 試料(E-1 並びに E-5)のクロマトグラム

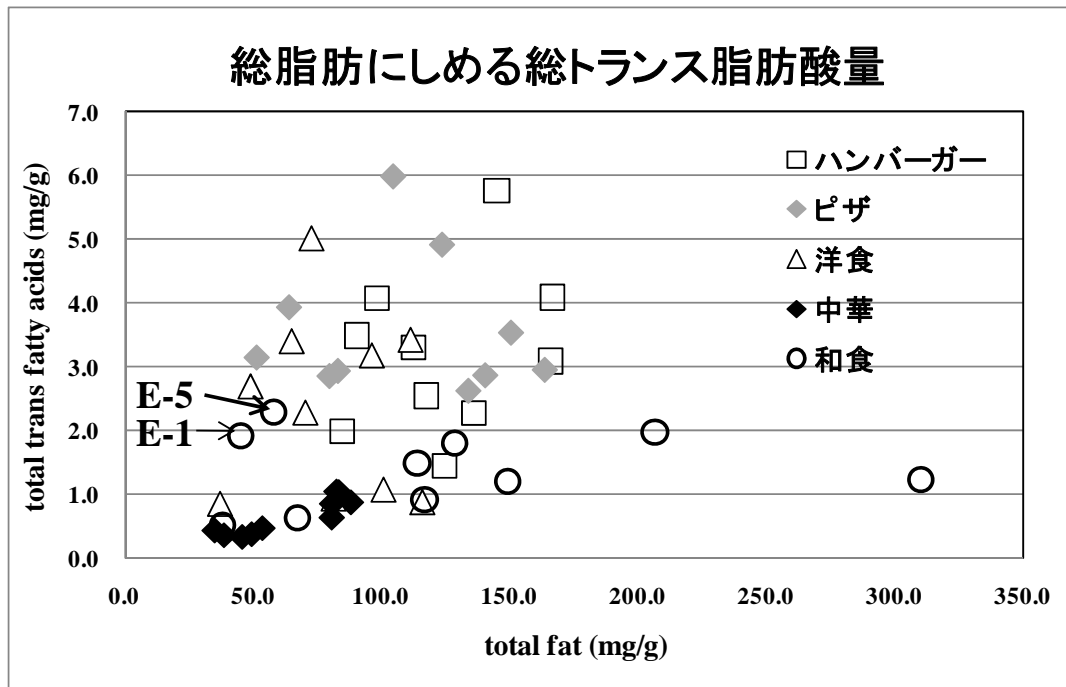


図 4 総脂肪量とトランス脂肪酸量の相関

トランス脂肪酸組成 (重量比%)	試料コード	ハンバーガー									
		A-1	A-2	A-3	A-4	A-5	A-6	A-7	A-8	A-9	A-10
C18:1		63.1	76.6	76.1	60.0	55.2	44.3	28.5	56.8	54.2	70.7
C18:2		18.3	13.9	10.6	16.1	17.5	26.6	31.3	22.6	18.7	14.9
C18:3		12.0	3.9	5.3	10.5	13.1	16.5	36.1	9.0	0.0	8.4

表 4-1 総トランス脂肪酸量に対する C18:1、C18:2、C18:3 トランス脂肪酸の構成比率 (ハンバーガー)

トランス脂肪酸組成 (重量比%)	試料コード	ピザ									
		B-1	B-2	B-3	B-4	B-5	B-6	B-7	B-8	B-9	B-10
C18:1		59.8	66.5	65.4	66.1	63.0	63.4	56.8	60.8	61.1	51.8
C18:2		19.4	16.4	16.1	16.4	20.1	18.0	23.2	14.6	14.2	20.2
C18:3		3.9	1.4	1.5	1.2	4.4	4.9	6.0	2.6	3.2	10.3

表 4-2 総トランス脂肪酸量に対する C18:1、C18:2、C18:3 トランス脂肪酸の構成比率 (ピザ)

トランス脂肪酸組成 (重量比%)	試料コード	洋食									
		C-1	C-2	C-3	C-4	C-5	C-6	C-7	C-8	C-9	C-10
C18:1		85.5	59.9	15.9	82.4	70.0	67.1	58.2	62.7	56.4	11.8
C18:2		8.1	20.6	25.6	8.5	16.5	13.3	16.2	16.5	20.2	32.1
C18:3		3.5	3.0	48.3	2.8	10.0	8.2	1.8	1.4	16.3	51.8

表 4-3 総トランス脂肪酸量に対する C18:1、C18:2、C18:3 トランス脂肪酸の構成比率 (洋食)

トランス脂肪酸組成 (重量比%)	試料コード	中華									
		D-1	D-2	D-3	D-4	D-5	D-6	D-7	D-8	D-9	D-10
C18:1		8.7	24.4	43.7	12.3	30.5	41.8	23.9	9.1	9.6	6.1
C18:2		50.0	44.1	30.5	38.8	32.6	28.6	38.5	46.3	37.7	54.0
C18:3		34.3	29.3	20.8	41.8	34.2	22.5	33.8	38.5	48.1	34.4

表 4-4 総トランス脂肪酸量に対する C18:1、C18:2、C18:3 トランス脂肪酸の構成比率 (中華)

トランス脂肪酸組成 (重量比%)	試料コード トランス脂肪酸組成 (重量比%)	和食									
		E-1	E-2	E-3	E-4	E-5	E-6	E-7	E-8	E-9	E-10
C18:1		3.7	15.7	36.3	27.8	3.6	11.3	14.1	54.4	11.5	6.7
C18:2		7.8	27.8	27.3	18.4	9.6	25.8	21.8	27.6	47.7	41.9
C18:3		81.6	47.4	29.6	41.8	83.6	52.3	55.0	11.8	34.6	43.9

表 4-5 総トランス脂肪酸量に対する C18:1、C18:2、C18:3 トランス脂肪酸の構成比率 (和食)

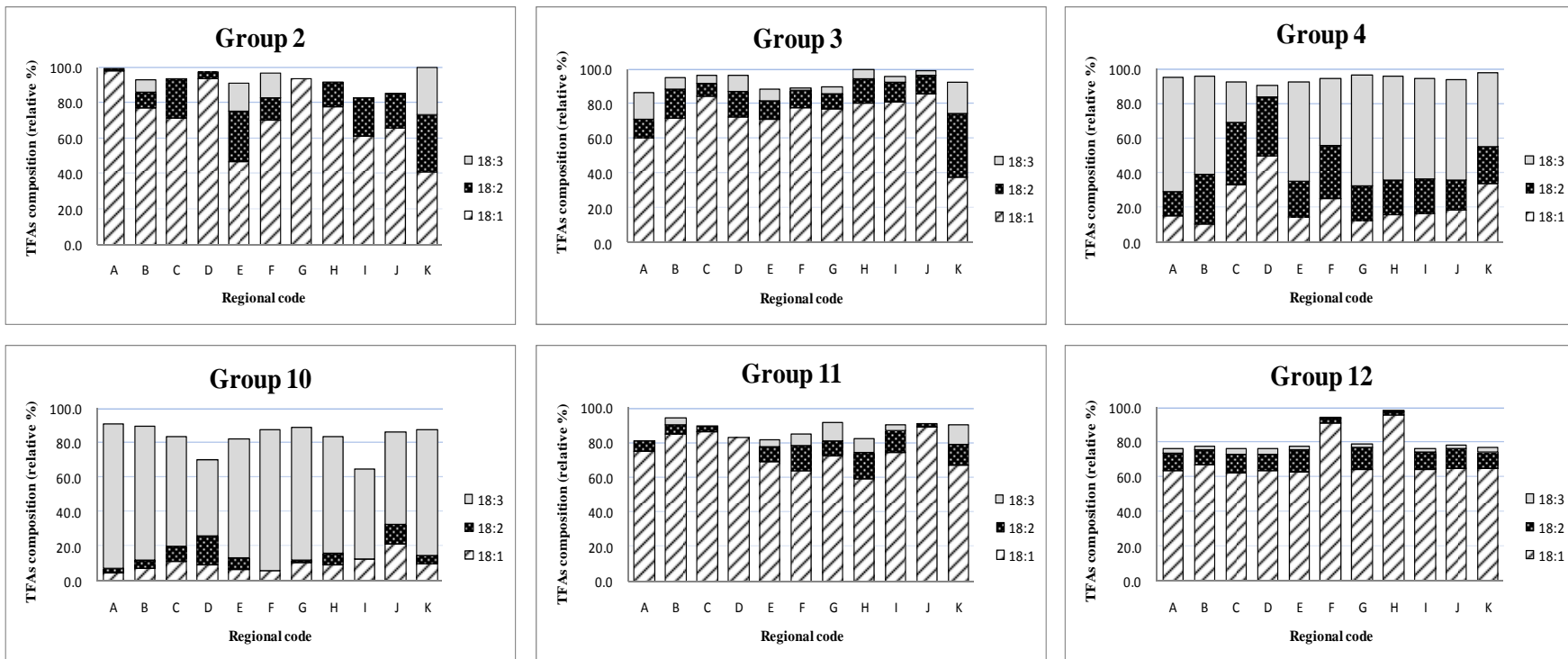


図5 トータルダイエット試料におけるトランス脂肪酸構成比率
 (Group 2:小麦製品、Group 3:甘味・菓子、Group 4:油、Group 10:魚介、Group 11:肉、Group 12:乳)

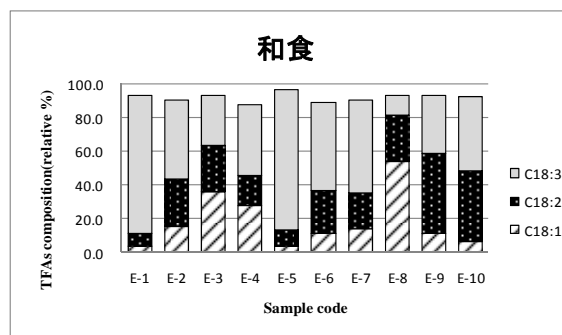
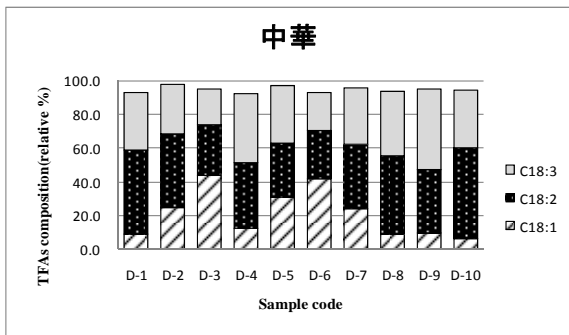
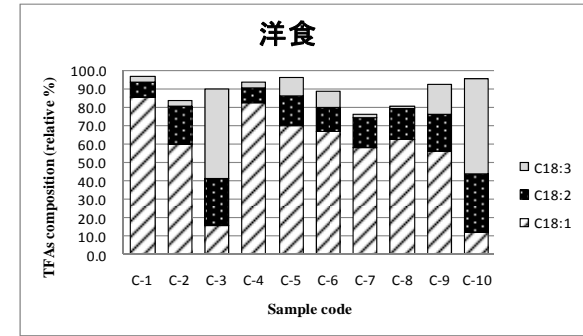
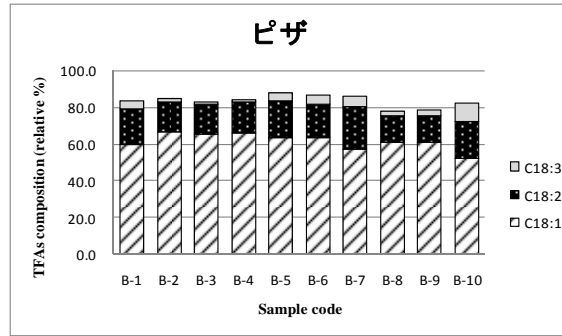
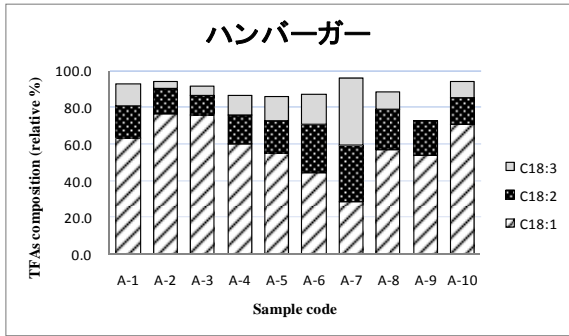


図6 one serving 試料におけるトランス脂肪酸構成比率