

日本人成人の肥満者割合および脂肪エネルギー比率の年次推移に対する 年齢-時代-コホートの影響

ヤマキタ ミツヤ ウチダ ヒロユキ カワムラ ケン
山北 満哉* 内田 博之^{2*} 川村 堅^{3*}
ホンマ タカユキ オダギリヨウイチ
本間 隆之^{4*} 小田切陽一^{5*}

目的 日本人成人における肥満者割合および脂肪エネルギー比率の年次推移に対する年齢、時代およびコホートの効果をベイズ型 APC (age-period-cohort) 分析によって明らかにし、肥満者割合と脂肪エネルギー比率の関連性を検討する。

方法 1995年～2011年の国民栄養調査および国民健康・栄養調査における肥満者割合の年次推移と1人1日当たりの脂質、動物性脂質、炭水化物、たんぱく質および動物性たんぱく質の摂取量、そしてエネルギー摂取量から算出した各エネルギー比率を用いて、20-29歳から60-69歳までの年齢階級別、男女別に一般コホート表を作成した。各コホート表について、ベイズ型 APC 分析を適用して3効果を分離し、3効果が肥満者割合や各エネルギー比率の変化に与えた影響を効果曲線として表した。

結果 肥満者割合の年次推移に対する APC 分析の結果、3効果の中で年齢効果が最も大きく、男女ともに30-39歳で急激な増加を示した。時代効果は、男性では一貫した増大トレンドを示し、女性ではほとんど変動はみられなかった。コホート効果は、男性では1962-1971年生まれ以降減トレンドに、女性では1965-1974年生まれを変曲点として増大トレンドに転じた。

肥満者割合に対する各効果曲線とは異なり、脂肪エネルギー比率の年次推移に対する年齢効果は男女ともに一貫した低減トレンドを示した。時代効果は男女ともに、1998年以降の緩やかな低減トレンドから2001年に著減後、2008年まで横ばいから僅かな増大トレンドで推移し、以降は増大トレンドに転じた。3効果の中でコホート効果が最も大きく、女性では1976-1985年生まれ以降減トレンドに転じたものの、男女ともに若年世代で増大するトレンドを示した。これらの効果曲線は動物性脂肪エネルギー比率の年次推移に対する各効果曲線と類似していた。

結論 肥満者割合と脂肪エネルギー比率の効果曲線のトレンドと変曲点には一致を認めず、肥満者割合の変化にはエネルギー消費量等、他の要因が寄与している可能性が示唆された。一方で、肥満者割合は30-39歳で著増し、脂肪エネルギー比率は20-29歳で最大、かつ若年コホートほど増大傾向にあることから、日本人成人の肥満対策として、若年期からの食生活指導、とくに動物性食品の適切な摂取に対する指導が必要である可能性が示唆された。

Key words : 肥満, 脂肪エネルギー比率, ベイズ型 Age-Period-Cohort 分析, 国民健康・栄養調査

日本公衆衛生雑誌 2014; 61(8): 371-384. doi:10.11236/jph.61.8_371

I 緒 言

肥満は、糖尿病、高血圧、脂質異常症などの生活習慣病の共通の危険因子として着目され¹⁾、メタボリックシンドローム²⁾や脳卒中³⁾、心疾患⁴⁾、大腸がん⁵⁾などの発症リスクを増大させる因子として報告されている。我が国における肥満の状況は、1980年以降、中年期の女性においては減少傾向にあるものの、男性においてはすべての年代で増加傾向を示し、2010年には40歳代と50歳代で35%を上回った⁶⁾。健

* 北里大学一般教育部人間科学教育センター健康科学単位

^{2*} 城西大学薬学部医療栄養学科病態解析学講座

^{3*} 女子栄養大学栄養学部保健栄養学科

^{4*} 山梨県立大学看護学部看護関連科学領域

^{5*} 山梨県立大学大学院看護学研究科地域看護学
責任著者連絡先：〒252-0373 神奈川県相模原市南区北里1-15-1 北里大学一般教育部人間科学教育センター健康科学単位 山北満哉

康日本21では、20歳から60歳の男性における肥満者の割合を24.3%から15%以下に減少することを目標としていたが⁷⁾、2011年の最終評価では、むしろ31.7%まで増加しており⁸⁾、中高年男性を中心に実施されている肥満予防対策は、現在のところ十分な効果が得られているとはいえない。

肥満の原因としてエネルギーの過剰摂取が挙げられるが、日本人のエネルギー摂取量は1975年以降減少傾向を示している⁹⁾。一方で、国民の脂肪摂取量は1960年以降著増し、1960年に10.6%であった脂肪エネルギー比率は2000年には26.5%にまで達した⁹⁾。脂肪摂取量の増加は日本における肥満者増加の一因と考えられており^{10,11)}、とくに動物性脂肪の摂取増加が危惧されている。これまでに、沖縄県民やハワイ、ブラジル在住の日系人において、脂肪摂取量の高い欧米型の食習慣が、血清コレステロールを上昇させ^{12,13)}、メタボリックシンドローム¹⁴⁾や糖尿病^{15,16)}、虚血性心疾患^{14,17~19)}、さらには大腸がん²⁰⁾の罹患リスクを増加させることが報告されている。しかしながら、エネルギー摂取量が減少傾向にある中、相対的な脂肪摂取の増加を表す脂肪エネルギー比率の増加がどの程度肥満の増加に寄与しているかについては限られた報告しかなく²¹⁾、肥満と脂肪エネルギー比率の関連は明らかになっていない。

脂肪をはじめとする日本人の栄養摂取状況は、年齢の違いによる食嗜好の変化（年齢の影響）や食生活の欧米化や外食の普及、食品の保存、流通の変化など、時代の違いによる社会変化（時代の影響）に加えて、生まれ世代（出生コホート）に共通した固有の食文化の形成など（コホートの影響）を受けて変化していることが考えられる。そのため、肥満に対する効果的な予防策を講ずるためには、種々の栄養素のエネルギー比率に対する年齢、時代およびコホート、それぞれ固有の影響に分離して検討を行う必要がある。とくに、肥満助長の一因である可能性が示唆される脂肪エネルギー比率の上昇に対して、リスクの高い年齢だけでなく、出生コホート別のリスクを明らかにし、ハイリスク集団を特定することは予防医学上重要であると考えられる。これまで出生コホート別に日本人成人の肥満者割合の変化を検討した報告は存在するものの²²⁾、年齢、時代およびコホートの3要因それぞれ固有の影響を明らかにし、脂肪エネルギー比率の変化との関連を検討した報告はみあたらない。

ベイズ型 APC (age-period-cohort) 分析は、観察対象となる事象の変動に対して、年齢、時代およびコホートの各要因の影響を数学的に分離して評価できる分析方法であり²³⁾、1990年代半ばより、欧米を

中心に時系列データにおける世代影響の評価に活用されてきた²⁴⁾。従来の APC 分析には、3要因が相互に従属関係にあることから、原理的にそれらの影響を分離できないとする「識別問題」が存在したが^{25,26)}、ベイズ型 APC 分析は、各パラメータの漸近的变化を負荷条件として、識別問題を回避することで、各効果を分離して推定することを可能とした^{27,28)}。我々の研究グループでもこれまでにこの方法を用いた分析により、損失寿命や自殺、出生および婚姻の動向、肥満傾向児や痩身傾向児の出現率等について、世代によってこれらの事象のリスクが異なることを明らかにしており、社会医学的な観点から対策を講ずる上での有用な知見が得られている^{29~34)}。

本研究では、ベイズ型 APC 分析を用いて、日本人成人における肥満者割合の年次推移および脂肪エネルギー比率の年次推移に対する年齢、時代およびコホートの影響を明らかにし、肥満者割合と脂肪エネルギー比率の関連性を検討することを目的とする。また、脂肪エネルギー比率の他に、動物性脂肪、炭水化物、たんぱく質および動物性たんぱく質エネルギー比率に対する関連性についても検討する。

II 研究方法

1. 日本人成人の肥満者割合、栄養素摂取量の資料

男女別の肥満者割合と栄養素摂取量（脂質、動物性脂質、炭水化物、たんぱく質、動物性たんぱく質）のデータは、1995年～2002年の国民栄養調査³⁵⁾、および2003年～2011年の国民健康・栄養調査を使用した³⁶⁾。肥満者割合は「肥満者 (BMI \geq 25) の割合の年次推移 (性・年齢階級別)」を用いた。栄養素摂取量は各年の「栄養素等摂取量 (性・年齢階級別) 1人1日当たり」のエネルギー摂取量、脂質摂取量、動物性脂質摂取量、炭水化物摂取量、たんぱく質摂取量および動物性たんぱく質摂取量を使用した。なお、性・年齢階級別のデータは1989年から利用可能であるが、1995年にそれまでの世帯を対象とした3日間の秤量記録法から世帯の構成員の個人を対象とした1日間の比例案分法に変更されたことを考慮し、1995年以降のデータを分析に用いた。また、2000年11月の四訂から五訂への日本食品標準成分表の切替えの影響を勘案し、1995年～2000年のエネルギー摂取量、および脂質摂取量、炭水化物摂取量、たんぱく質摂取量のデータについては、四訂成分表と五訂成分表による摂取量の差異を比較した報告³⁷⁾を基に五訂成分表に補正した値を使用した。動物性脂質摂取量と動物性たんぱく質摂取量に

については、四訂成分表と五訂成分表に基づく摂取量を比較した報告が存在しないこと、かつ四訂と五訂の脂質摂取量とたんぱく質摂取量の変化率の差が±2%以内であったことから、公表値を分析に用いた。

縦に年齢階級区分(20-29歳, 30-39歳, 40-49歳, 50-59歳, 60-69歳の5階層), 横に時代区分(1995年~2011年の17年間)を置いた一般コホート表を作成した(表1)。このコホート表は、最も高齢の1926-35年生まれから最も若齢の1982-1991年生まれの57コホートを観察対象としている。

2. 各栄養素のエネルギー比率の算出

脂肪エネルギー比率とたんぱく質エネルギー比率の計算には Atwater のエネルギー係数(脂質: 9 kcal, たんぱく質: 4 kcal)を用いた³⁸⁾。炭水化物エネルギー比率については、脂質とたんぱく質を優先し、その残りを炭水化物とする³⁹⁾という考えに従い、以下の式により算出した。また、動物性脂肪エネルギー比率および動物性たんぱく質エネルギー比率についても以下に示した式で求めた。

- 脂肪エネルギー比率(%)
= 脂質摂取量(g) × 9 ÷ エネルギー摂取量(kcal) × 100
- たんぱく質エネルギー比率(%)
= たんぱく質摂取量(g) × 4 ÷ エネルギー摂取量(kcal) × 100
- 炭水化物エネルギー率(%)
= 100 - (脂肪エネルギー比率(%) + 炭水化物エネルギー比率(%))
- 動物性脂肪エネルギー比率(%)
= 動物性脂質摂取量(g) × 9 ÷ エネルギー摂取量(kcal) × 100
- 動物性たんぱく質エネルギー比率(%)
= 動物性たんぱく質摂取量(g) × 4 ÷ エネルギー摂取量(kcal) × 100

3. ベイズ型 APC 分析

表1に示した一般コホート表に配列された肥満者割合および各エネルギー比率の値に対して、Knorr-Held と Rainer²⁴⁾の階層ベイズ型コホートモデルによるベイズ型 APC 分析を用いた。本モデルは、次式に示すように年齢、時代およびコホートの各効果および総平均効果の各パラメータの和として表される。このモデルにゼロ和制約および各パラメータの変化を最小とする漸進的变化を付加条件として各パラメータを推定し、さらに事後推定値の線形部分を解釈の対象から除外することにより、パラメータの識別性に妥当性をもたせている。

$$\eta_{ij} = \mu + A_i + P_j + C_k, \\ i = 1, \dots, I; \\ j = 1, \dots, J; \\ k = 10 \cdot (I - i) + j \quad (\text{式})$$

ここで、 μ は総平均効果、 A_i は第 i 年齢の年齢効果、 P_j は第 j 時点の時代効果、 C_k は第 k コホートのコホート効果のパラメータをさす。

分析には Schmid と Held²³⁾により作製されたマルコフ連鎖モンテカルロ法に基づいた解析ソフトウェアである BAMP (Bayesian Age-period-cohort Modeling and Prediction) を使用した。モデルの適合性については、あらかじめ適合度の評価指標となる DIC 値 (deviance information criterion: 偏差情報量基準) を算出し、単要因モデル (A, P, C) あるいは 2 要因モデル (AP, AC, PC) の DIC 値と比較し、3 要因 (APC) モデルの適合度が高いことを確認した上で 3 要因モデルを採択した。3 要因モデルにおける DIC 値は、各 APC 分析結果のグラフの脚注に記載した。

ベイズ型 APC 分析の結果は、年齢効果、時代効果およびコホート効果の各時間断面における事後推定値として、その中央値とベイズ95%信用区間を図に表した。これらの図において「+」方向へ変化し

表1 コホート表 (年齢階層×時代表)

年齢 (歳)	西 暦 (年)																
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
20-29	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57
30-39	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47
40-49	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37
50-59	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
60-69	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17

※表中の数字(1~57)はコホート番号を表し、コホート番号1は最も高齢の1926-35年生まれ世代、コホート番号57は最も若齢の1982-1991年生まれ世代を表す。

ている場合（右上がりの変化）は効果が増大するトレンドにあり，肥満者割合や脂肪エネルギー比率を増加させる方向に影響していることを示す。逆に「-」方向へ変化している場合（右下がりの変化）は効果が低減するトレンドにあり，肥満者割合や脂肪エネルギー比率を低下させる方向に影響していることを示している。また，各効果のレンジ（最大値と最小値の差）は，3効果の相対的な影響の大きさを表している。

Ⅲ 研究結果

1. 肥満者割合の年次推移

肥満者割合の年次推移を図1に示した。総数の年次推移について，男性では，1995年に23.9%であったが，2007年には30%を上回り，増加傾向が観察された。女性では大きな変動はみられず，20.2～23.1%の範囲で推移していた。年齢階級別に観察すると，男女ともに20-29歳で最も低く，男性では50-59歳以降に減少傾向がみられたが，女性では年齢階級の上昇とともに増加傾向を示した。年次推移で観察すると，男性はすべての年齢階級で時代とともに増加傾向を示したが，女性では年齢階級によって時代変化が異なり，20-29歳，30-39歳，40-49歳では大きな変動はみられないが，50-59歳，60-69歳では2007年以降に減少傾向を示した。

2. 脂肪エネルギー比率と動物性脂肪エネルギー比率の年次推移

脂肪エネルギー比率の年次推移を図2-Aに示した。総数の年次推移は1995年～2000年は男性で25.7～25.9%，女性で27.0～27.3%の範囲で推移していたが，2001年では男性が24.8%，女性が26.3%に急減し，以降は2008年に減少が観察されるものの全体として緩やかな増大を示した。年齢階級別に観察すると，男女ともに年齢階級の上昇に伴い減少傾向が観察された。一方，年次推移では，男女ともに，40-49歳，50-59歳で2001年以降の増大傾向が顕著であった。

動物性脂肪エネルギー比率の年次推移を図2-Bに示した。総数の年次推移は，男女ともに2001年と2008年で減少を示すが，大きな変動は観察されなかった。年齢階級別に観察すると，男女ともに年齢階級の上昇に伴い減少傾向が観察された。一方，年次推移では，脂肪エネルギー比率と同様に，男女ともに2001年と2008年に減少を示すが，全体の変動は小さかった。

3. 炭水化物エネルギー比率の年次推移

炭水化物エネルギー比率の年次推移を図2-Cに示した。総数で観察すると，男性では1995年から

2000年の間58.6～58.8%で推移していたものが2001年では60.5%に増大し，2007年まで横ばい，2008年に増大，2009年以降は減少傾向を示した。女性では1995年から2000年の間は56.7～57.0%の変動であったが，2001年では58.4%に増大し，2007年まで横ばい，2008年に増大，2009年以降は減少傾向を示した。どの年齢階級においても同様の特徴がみられた。年齢階級別に観察すると，男女ともに年齢階級の上昇に伴って炭水化物エネルギー比率は増加傾向を示した。

4. たんぱく質エネルギー比率と動物性たんぱく質エネルギー比率の年次推移

たんぱく質エネルギー比率の年次推移を図2-Dに示した。総数の年次推移は，男女ともに，2001年に減少した後，以降は僅かな減少傾向を示した。同様の特徴は，年齢階級別の観察においてもみられた。男女ともに年齢階級による比率の違いはほとんど観察されなかった。

動物性たんぱく質エネルギー比率の年次推移を図2-Eに示した。総数の年次推移は，男女ともに2001年に減少した後，以降は横ばい傾向を示した。年齢階級別の観察においても，男女ともに同様の傾向が共通して認められた。男女ともに20-29歳で僅かに高い比率を示すが，以降の年齢階級による比率の違いはほとんど観察されなかった。

5. 肥満者割合の年次推移に対する年齢，時代およびコホート効果

肥満者割合の年次推移に対するベイズ型APC分析の結果を図3に示す。年齢効果は，3効果のうちで最もレンジの値が大きく，強く影響していた。男女ともに20-29歳から30-39歳の急激な増大トレンドが示された。男性では40-49歳をピークに低減トレンドを示すものの，女性では一貫して増大トレンドを示した。時代効果は，男性では一貫した増大トレンドを示した。女性では，一貫して横ばいトレンドを示した。コホート効果は，男性では1962-1971年生まれ（図中コホート番号37）までは僅かな増大トレンドを呈し，以降は緩やかな低減トレンドを示した。女性では1934-1943年生まれ（図中コホート番号9）以降の低減トレンドから1965-1974年生まれ（図中コホート番号40）を変曲点として増大トレンドに転じた。

6. 脂肪エネルギー比率と動物性脂肪エネルギー比率の年次推移に対する年齢，時代およびコホート効果

脂肪エネルギー比率の年次推移に対するベイズ型APC分析の結果を図4-Aに示す。年齢効果は，男女ともに20-29歳で最も大きく，一貫して低減トレ

図1 年齢階級別の肥満者割合の年次推移

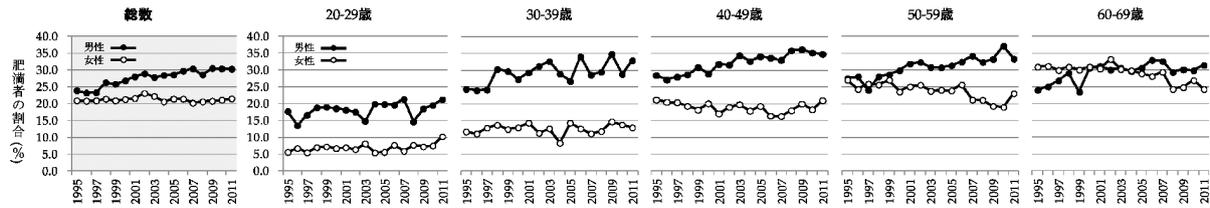
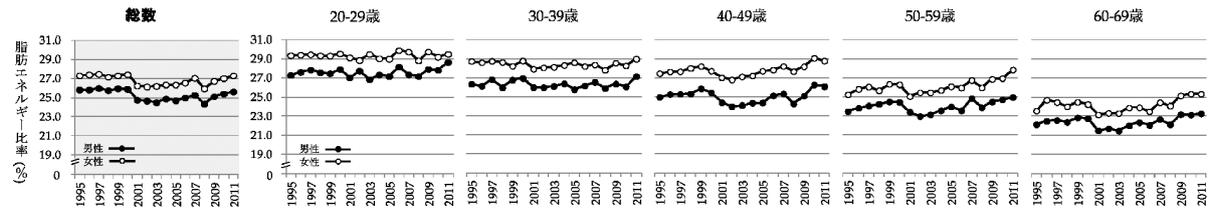
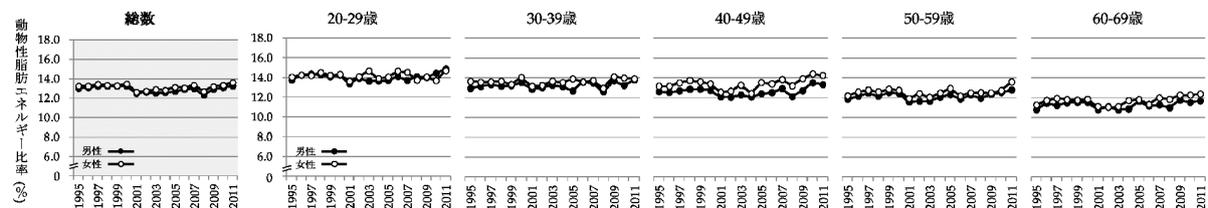


図2 年齢階級別の脂肪(A), 動物性脂肪(B), 炭水化物(C), たんぱく質(D)および動物性たんぱく質エネルギー比率(E)の年次推移

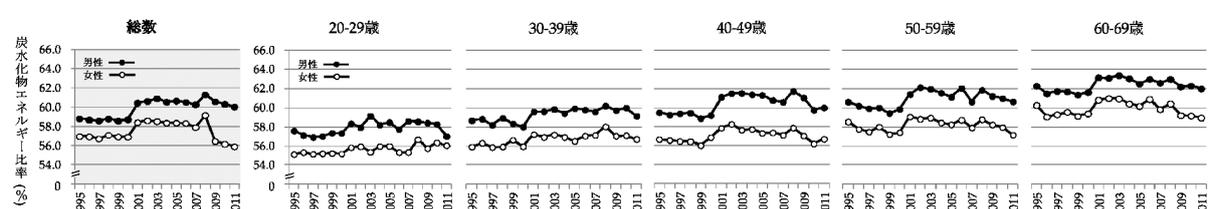
A 脂肪エネルギー比率



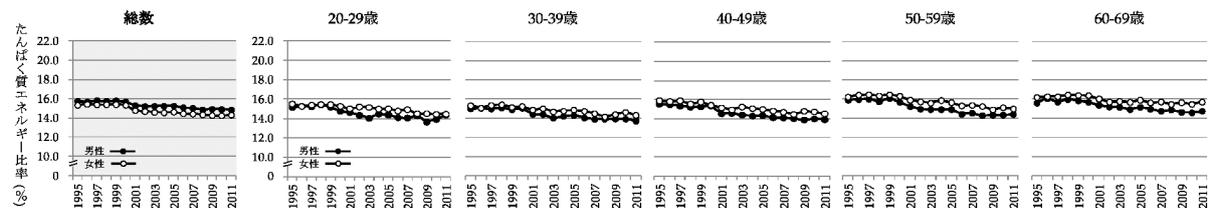
B 動物性脂肪エネルギー比率



C 炭水化物エネルギー比率



D たんぱく質エネルギー比率



E 動物性たんぱく質エネルギー比率

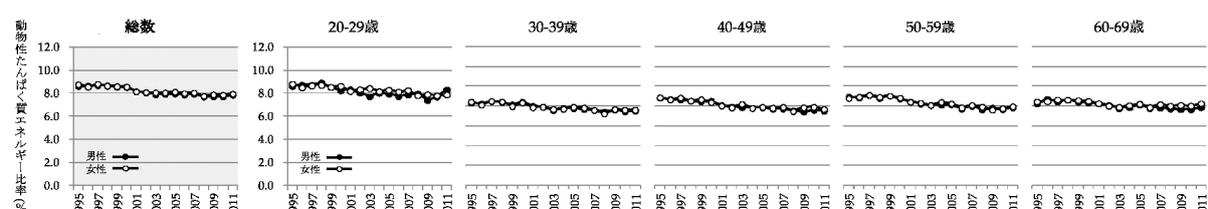
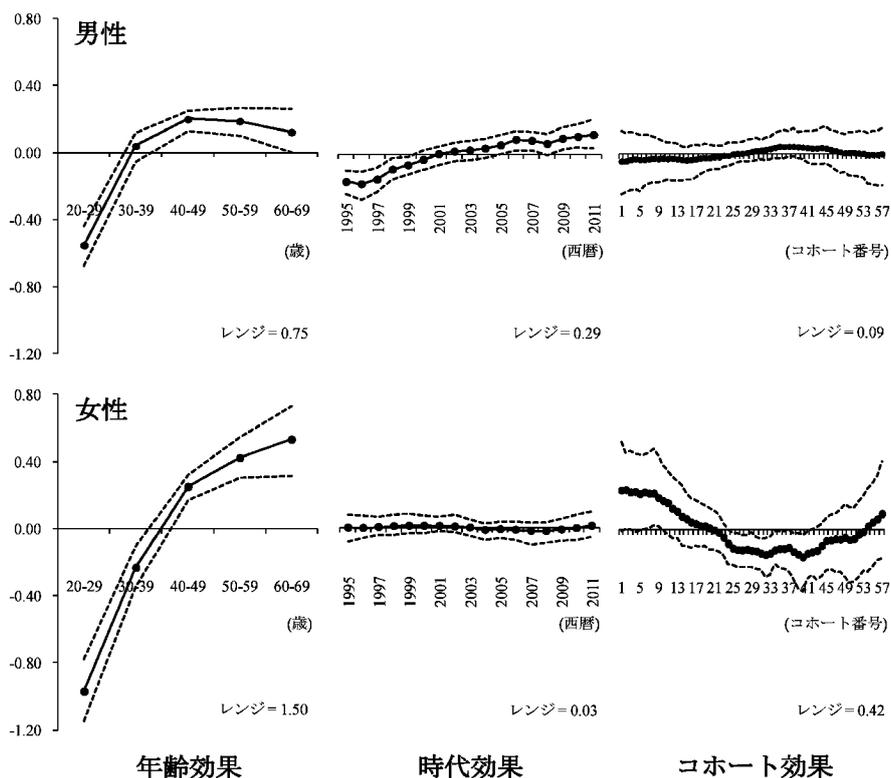


図3 肥満者割合の年次推移に対する年齢，時代およびコホート効果



注1 図中の●線は中央値，上下の点線は，95%信用区間の上下限を示す。「+」方向へ変化している場合は効果が増大するトレンドにあり，肥満者割合を増加させる方向に影響していることを示す。「-」方向へ変化している場合はその逆を示す。各効果のレンジは，3効果の相対的な影響の大きさを表す。

注2 コホート効果の図中の番号は表1に示したコホート番号を示す。
DIC 値：男性168.0，女性167.5

ンドを示した。時代効果は，男女ともに同様のトレンドを示し，1998年以降の緩やかな低減トレンドから2001年に著減後，2008年まで僅かな増大トレンドで推移し，以降は増大トレンドに転じた。コホート効果は3効果のうちで最もレンジの値が大きく，男性ではほぼ一貫して増大トレンドを示した。女性では，1976-1985年生まれ（図中コホート番号51）までほぼ一貫して増大トレンドを示し，以降は低減トレンドに転じた。

動物性脂肪エネルギー比率の年次推移に対するベイズ型 APC 分析の結果を図4-Bに示す。動物性脂肪エネルギー比率の年次推移に対する年齢，時代およびコホート効果は，男女ともに脂肪エネルギー比率の年次推移に対する年齢，時代およびコホート効果とそれぞれ比較したところ類似したトレンドを示した。

7. 炭水化物エネルギー比率の年次推移に対する年齢，時代およびコホート効果

炭水化物エネルギー比率に対するベイズ型 APC 分析の結果を図5に示す。炭水化物エネルギー比率の年次推移に対する年齢，時代およびコホート効果

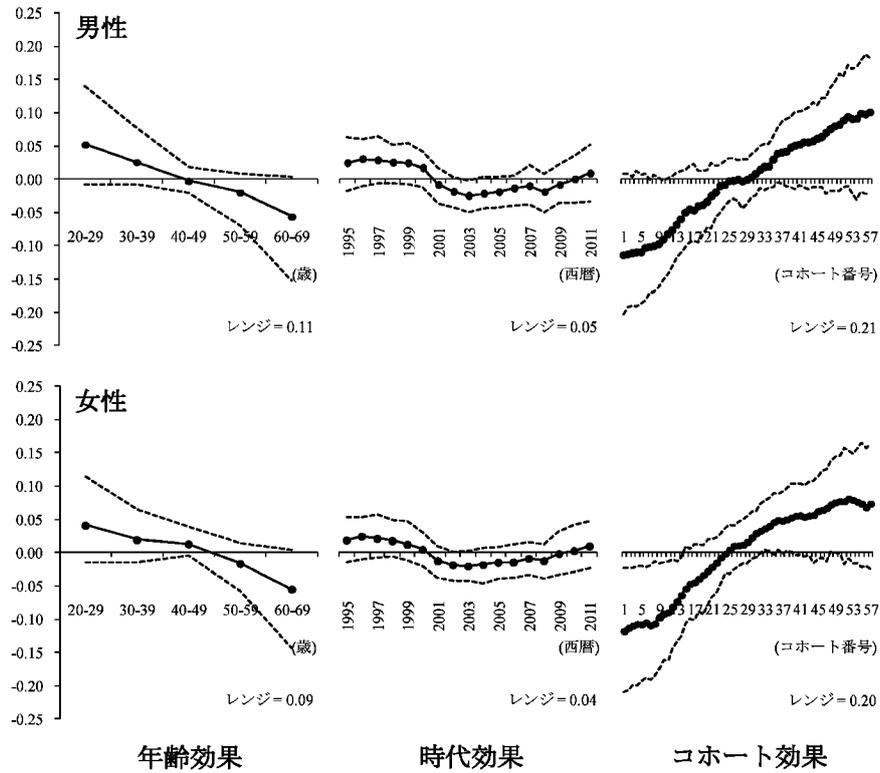
は，脂肪エネルギー比率の年次推移に対する年齢，時代およびコホート効果とそれぞれ比較したところ，ほぼ相反した形のトレンドを示した。すなわち，年齢効果は年齢階級の上昇に伴って増大トレンドを示し，時代効果は，男女ともに，1998年以降緩やかな増大トレンドを示し，2001年に著増後，2008年まで横ばいトレンドで推移し，以降は低減トレンドに転じた。コホート効果は3効果のうちで最もレンジの値が大きく，男性ではほぼ一貫して低減トレンドを示した。女性では，1976-1985年生まれ（図中コホート番号51）までほぼ一貫して低減トレンドを示し，以降は増大トレンドに転じた。

8. たんぱく質エネルギー比率と動物性たんぱく質エネルギー比率の年次推移に対する年齢，時代およびコホート効果

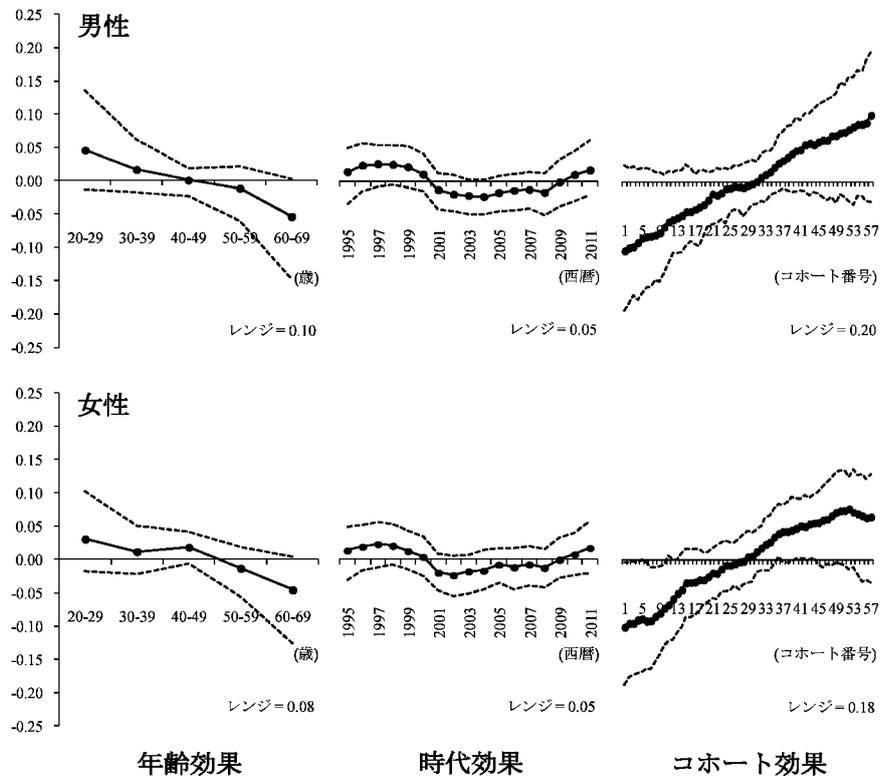
たんぱく質エネルギー比率の年次推移に対するベイズ型 APC 分析の結果を図6-Aに示す。年齢効果は，一貫して横ばいトレンドを示した。時代効果は，男女ともに1998年以降，低減トレンドを示した。コホート効果は，男女ともに1941-1950年生まれ（図中コホート番号16）まで横ばい，以降1963-

図4 脂肪エネルギー比率(A), および動物性脂肪エネルギー比率(B)の年次推移に対する年齢, 時代およびコホート効果

(A)

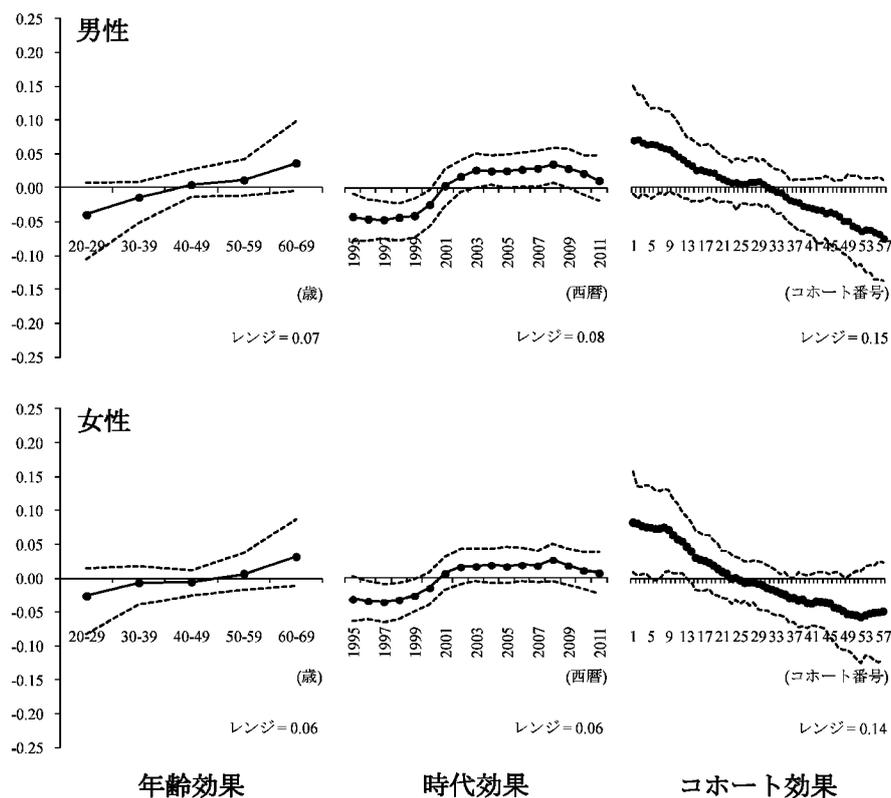


(B)



注1 図中の●線は中央値, 上下の点線は, 95%信用区間の上下限を示す。「+」方向へ変化している場合は効果が増大するトレンドにあり, エネルギー比率を増加させる方向に影響していることを示す。「-」方向へ変化している場合はその逆を示す。各効果のレンジは, 3効果の相対的な影響の大きさを表す。
 注2 コホート効果の図中の番号は表1に示したコホート番号を示す。
 DIC 値: 脂肪エネルギー比率; 男性163.3, 女性164.9
 動物性脂肪エネルギー比率; 男性161.4, 女性165.9

図5 炭水化物エネルギー比率の年次推移に対する年齢、時代およびコホート効果



注1 図中の●線は中央値、上下の点線は、95%信用区間の上下限を示す。「+」方向へ変化している場合は効果が増大するトレンドにあり、エネルギー比率を増加させる方向に影響していることを示す。「-」方向へ変化している場合はその逆を示す。各効果のレンジは、3効果の相対的な影響の大きさを表す。
 注2 コホート効果の図中の番号は表1に示したコホート番号を示す。
 DIC値：男性166.2、女性163.8

1972年生まれ（図中コホート番号38）まで低減トレンドを示し、その後は横ばいトレンドで推移した。

動物性たんぱく質エネルギー比率の年次推移に対するベイズ型APC分析の結果を図6-Bに示す。動物性たんぱく質エネルギー比率の年次推移に対する年齢、時代およびコホート効果は、男女ともに、コホート効果で1941-1950年生まれ（図中コホート番号16）までの増大傾向がみられるものの、たんぱく質エネルギー比率に対する年齢、時代およびコホート効果と類似したトレンドを示した。

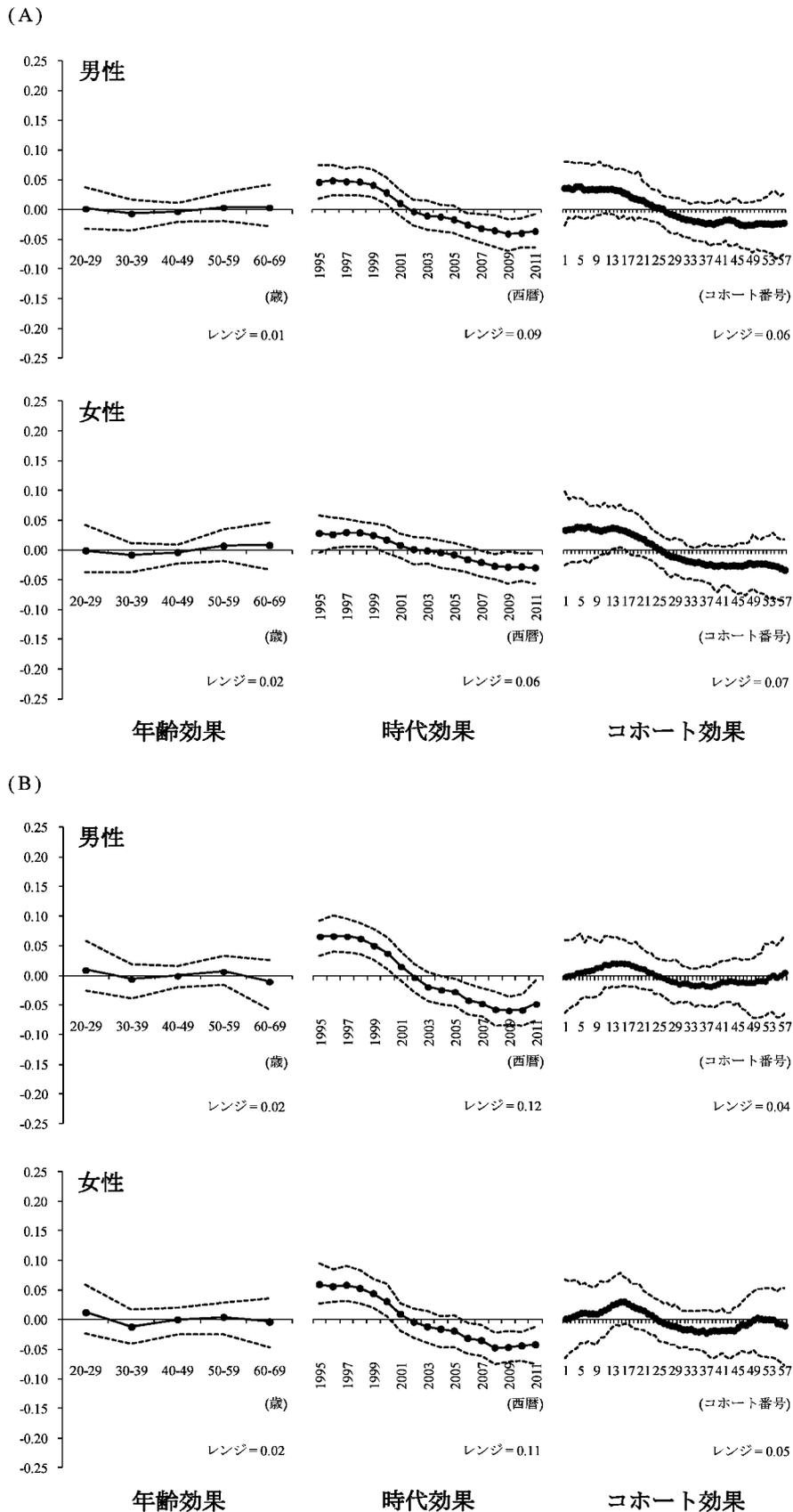
IV 考察

本研究は、肥満者割合および脂肪エネルギー比率の年次推移に対する年齢、時代およびコホートの影響を明らかにし、肥満者割合と脂肪エネルギー比率の関連性を検討することを目的とした。また、脂肪エネルギー比率の他に、動物性脂肪、炭水化物、たんぱく質および動物性たんぱく質エネルギー比率に対する関連性についても検討した。本研究の結果、肥満者割合および脂肪エネルギー比率は年齢や時代の影響だけではなく、コホートの影響も受けて変化

していることが明らかとなった。また、動物性脂肪、炭水化物、たんぱく質および動物性たんぱく質エネルギー比率についても同様に年齢、時代、コホートの3つの影響を受けていた。しかしながら、肥満者割合の年次推移に対する年齢、時代およびコホート効果は、脂肪エネルギー比率の年次推移に対する年齢、時代およびコホート効果とそれぞれ異なるトレンドを示し、脂肪エネルギー比率の増加と肥満者割合の増加に関連はみられなかった。同様に、動物性脂肪、炭水化物、たんぱく質および動物性たんぱく質エネルギー比率と肥満者割合にも関連はみられなかった。

肥満者割合の年次推移に対するAPC分析の結果、年齢効果が3効果の中で最も大きく、肥満者割合の推移は年齢の影響を強く受けることが示された。男女ともに30-39歳で著しく肥満リスクが増大し、女性では以降の年齢階級でも一貫してリスクが増大する傾向を示した。この結果は、肥満者割合の変化に対して出生コホート別に年齢の影響を検討した報告²²⁾と同様の傾向であった。肥満の原因は、エネルギーの摂取量の増加、エネルギー消費量の低下

図6 たんぱく質エネルギー比率(A), および動物性たんぱく質エネルギー比率(B)の年次推移に対する年齢, 時代およびコホート効果



注1 図中の●線は中央値, 上下の点線は, 95%信用区間の上下限を示す。「+」方向へ変化している場合は効果が増大するトレンドにあり, エネルギー比率を増加させる方向に影響していることを示す。「-」方向へ変化している場合はその逆を示す。各効果のレンジは, 3効果の相対的な影響の大きさを表す。

注2 コホート効果の図中の番号は表1に示したコホート番号を示す。
 DIC値: たんぱく質エネルギー比率; 男性163.4, 女性165.1
 動物性たんぱく質エネルギー比率; 男性157.6, 女性159.3

および脂肪摂取量の増加が挙げられているが^{1,9~11)}、エネルギー摂取量は男女ともに1975年以降から減少傾向であるため、肥満者割合の増加傾向は、脂肪エネルギー比率の増加あるいはエネルギー消費量の低下（運動不足）が寄与している可能性が考えられている^{10,40)}。本研究の手法を用いてそれらの関連性を検討するには、日本人を代表するエネルギー消費量に関する性・年齢階級別のデータが必要となるが、そのデータは存在しない。そのため、エネルギー消費量のデータではないが、その一部を包含する国民健康栄養調査における運動習慣者の割合を指標として、肥満者割合のAPC分析より得られた年齢効果と関連性を観察すると、男性では、60歳代に次いで20-29歳の運動習慣者の割合が高く、30-39歳は最も低い^{35,36)}。高齢者では基礎代謝や活動量が低下するため、エネルギー消費量は少ないことを考慮すると、年齢階級別の運動習慣者の割合と肥満者割合の年齢効果はほぼ相反する形状を示し、運動習慣者の割合と肥満者割合の関連性が窺える。女性では、運動習慣者の割合は年齢とともに増加しているにもかかわらず^{35,36)}、肥満者割合の年齢効果も年齢とともに増加しているため、肥満者割合の年次推移には、運動習慣者の割合以外の要因、たとえば、女性特有の閉経による女性ホルモンの減少⁴¹⁾などが影響しているものと考えられる。

一方、脂肪エネルギー比率の年次推移に対する年齢効果は、男女ともに一貫して低減トレンドを示した。このトレンドは、炭水化物エネルギー比率に対する年齢効果と相反する形状であり、エネルギーの摂取源は年齢階級の上昇に伴って脂質から炭水化物に移行することが示された。このことは、加齢に伴い肉類の摂取が減少することや⁴²⁾、若年層はファストフードを好み、高齢層では和食を好む傾向にあることとも一致する⁴³⁾。肥満者割合の年齢効果は、脂肪エネルギー比率の年齢効果と異なるトレンドを示し、肥満者割合の年齢の変化には脂肪エネルギー比率の年齢の影響が観察されなかった。

肥満者割合の年次推移に対する時代効果では、男性では、一貫した増大トレンドを示した。一方、女性では一貫した横ばいトレンドを示し、年次推移による変動は観察されなかった。肥満に対する時代の影響は男女間で大きく異なり、本研究の対象期間内において、女性は時代の影響をほとんど受けないことが示唆された。

脂肪エネルギー比率の年次推移に対する時代効果は、男女ともに肥満者割合の年次推移に対する時代効果とは異なるトレンドを示していたことから、肥満との直接的な関連は示唆されなかった。また、炭

水化物エネルギー比率の時代効果が相反するトレンドを示したことから、この時代には、幅広い年齢層にわたって、エネルギー摂取源が炭水化物から脂肪にシフトしたと考えられる。同時期の食料消費動向に対するAPC分析の結果からも、牛肉の消費に対する時代効果の2001年の急減、およびそれ以降の横ばいトレンドが観察されており⁴⁴⁾、2001年のBSE問題に端を発した、牛肉消費量の低下の影響を受けている可能性が示唆される^{45~47)}。また、たんぱく質エネルギー比率の時代効果は、脂肪エネルギー比率の時代効果と同様のトレンドが認められていること、さらに、動物性脂肪エネルギー比率や動物性たんぱく質エネルギー比率の時代効果とも相似していることから、この時代の脂肪エネルギー比率の変化には、牛肉をはじめとした動物性食品の占める割合の変化が大きく影響していると推察される。一方、2001年は国民健康・栄養調査が四訂成分表から五訂成分表を使用した評価に切り替えられた年であり、栄養素の摂取量もこの影響を受けていることから、この年に観察された脂肪エネルギー比率の急減には、牛肉摂取量の低下以外にこの調査手法の変更に伴う影響も潜在している可能性は否定できない。

肥満者割合の年次推移に対するコホート効果は、男女で相反するトレンドが観察された。男性では、1962-1971年生まれ（図中コホート番号37）以降の低減トレンドが示され、時代推移では一貫した増大を示しているものの、若年世代においては低減傾向にあることが示唆された。一方で女性の1965-1974年生まれ（図中コホート番号40）以降のコホートは増大トレンドを示し、若年世代の肥満リスクの増加が観察された。1956年から2005年の肥満者の推移について、2要因モデルを用いて出生コホート別に検討した報告では、近年の若年女性の肥満者の減少が示されており²²⁾、本研究とは異なる結果であった。本研究では3要因モデルを使用していること、および対象期間が異なることから同様の比較はできないが、本研究の結果は、より最近のコホート効果固有の影響を捉えていると考えられる。一方で、男性と女性で異なる変化を示すことは共通していた。女性は男性と異なり、運動習慣者割合との単純な関連はみられないため、この背景には運動以外の生活活動の影響⁴⁸⁾や中高年齢層のボディイメージや高い保健行動⁴⁹⁾などが複雑に影響しているのかもしれない。

一方で、脂肪エネルギー比率の年次推移に対するコホート効果は、肥満者割合の年次推移に対するコホート効果と異なり、男性では、後年生まれのコホートまで、女性では、1976-1985年生まれまで一貫して増大トレンドであることが明らかになった。

こうした世代間での脂肪エネルギー比率の増加は、食品成分としての脂肪への依存度拡大を示しており、これまで多くの研究が報告しているように、米離れの拡大と高度経済成長に伴う食生活の贅沢化、昭和40年代後半以降の食生活の欧米化により、肉類や乳製品等の消費拡大が進み、脂肪摂取量が増大したことがあげられる^{9,50)}。本研究より脂肪エネルギー比率と動物性脂肪エネルギー比率の年次推移に対するコホート効果は類似したトレンドを示し、同様にたんぱく質エネルギー比率と動物性たんぱく質エネルギー比率の年次推移に対するコホート効果も類似したトレンドを示したことから、とくに動物性食品の摂取の増加による影響が大きいことが示唆された。一方で、女性では1976-1985年生まれ以降で低減トレンドに転じていた。体型を気にする女性は高カロリーである脂肪摂取を避ける傾向にあるため⁵¹⁾、近年の若年女性のやせ願望の増加が影響しているのかもしれない。

以上、本研究のAPC分析の結果、エネルギーの脂質依存は年齢階級の若年層で高くなる傾向が示された。その背景として、若年層における動物性食品の摂取の増加が強く影響していることが示唆された。また、肥満者割合の変化は年齢の影響を強く受け、30-39歳で著しく増加することが明らかにされた。脂肪エネルギー比率と肥満者割合の年次推移に対するAPC分析の比較では、年齢効果、時代効果およびコホート効果ともに一致したトレンドや変曲点が観察されず、本研究においては、脂肪エネルギー比率と肥満との関連を示唆することはできなかった。

しかしながら、本研究には結果を解釈する上で注意すべきいくつかの限界がある。まず、本研究で使用した脂肪エネルギー比率のデータは、増加が鈍化した1995年~2011年のデータであり、日本人の食事・栄養状況が著しく変化した1960年代の動向を踏まえた検討ができていない。高度経済成長期以降の栄養素摂取量は、脂質、たんぱく質ともに横ばいであることが示されており⁵²⁾、脂肪摂取量の増加の影響を十分に評価できていない可能性が考えられる。しかしながら、1960年代の性・年齢階級別の脂肪エネルギー比率のデータは公表されておらず、本研究の手法を用いてその時代の検討を行うことはできない。一方で、総エネルギー摂取量は高度経済成長期以降も減少を続けているものの⁹⁾、男性の肥満者は増加傾向にある事実を考えると、近年の脂肪エネルギー比率と肥満との関連性について、年齢、時代、世代の効果を分離した評価を行うことは意義あるものと考えられる。

また、肥満の主要原因の一つである消費エネルギーの減少の影響を十分に検討できていないことも限界の一つである。しかし、消費エネルギーのデータについても、これまでに日本人を代表する性・年齢階級別のデータが存在しないため、消費エネルギーの影響を考慮した上で、本研究の手法を用いて肥満者割合と脂肪エネルギー比率の関連を検討することは不可能である。さらに、前述の通り、本研究で使用した国民健康・栄養調査のデータは、2001年に四訂成分表から五訂成分表を使用した調査方法に変更されており、すべてを同列のデータとして扱うことはできない。しかしながら、四訂成分表と五訂成分表による摂取量の差異は±2%以内であり、かつ本研究では五訂成分表に基づく評価値に補正したデータを使用しているため、調査手法の変更による影響は小さいと考えられる。最後に、肥満者割合や脂肪エネルギー比率の変化の原因として論じた考察は傍証の域を出ず、その関連を明確に示唆することはできない。今後は、肥満との関連が指摘されているエネルギー摂取量等、日本人を代表する性・年齢階級別の生活環境要因、生活習慣要因のデータを蓄積し、それらの時代推移についても同様の手法により年齢、時代、コホート効果を分離した検討を行い、日本人の肥満者割合の変化と脂肪エネルギー比率との関連について、より根拠のある考察を行う必要がある。

V 結 語

本研究のAPC分析の結果、日本人成人の肥満者割合および脂肪エネルギー比率の年次推移は、年齢や時代の影響だけではなく、コホートの影響を受けて推移してきたことが明らかとなった。また、日本人成人の肥満者割合と脂肪エネルギー比率の3効果は一致したトレンドや変曲点が観察されなかったため、肥満者割合の変化にはエネルギー消費量等、他の要因が寄与している可能性が示唆された。しかしながら、肥満リスクは30-39歳で著増するとともに、脂肪エネルギー比率は20-29歳で最大、かつ近年の若年層で増大していることから、若年期からの栄養、食生活指導、特に動物性食品の適切な摂取に対する指導が必要である可能性が示唆された。

本研究は、平成23年度笹川科学研究助成（課題番号：23-611）による助成を受けて実施した。また本研究の一部は、第70回日本公衆衛生学会総会（2011年、秋田）において発表した。

（受付 2013. 8.14）
採用 2014. 4.24

文 献

- 1) Haslam DW, James WP. Obesity. *Lancet* 2005; 366(9492): 1197-1209.
- 2) Müller MJ, Lagerpusch M, Enderle J, et al. Beyond the body mass index: tracking body composition in the pathogenesis of obesity and the metabolic syndrome. *Obes Rev* 2012; 13(Suppl 2): 6-13.
- 3) Yatsuya H, Toyoshima H, Yamagishi K, et al. Body mass index and risk of stroke and myocardial infarction in a relatively lean population: meta-analysis of 16 Japanese cohorts using individual data. *Circ Cardiovasc Qual Outcomes* 2010; 3(5): 498-505.
- 4) Chei CL, Iso H, Yamagishi K, et al. Body mass index and weight change since 20 years of age and risk of coronary heart disease among Japanese: the Japan Public Health Center-Based Study. *Int J Obes (Lond)* 2008; 32(1): 144-151.
- 5) Matsuo K, Mizoue T, Tanaka K, et al. Association between body mass index and the colorectal cancer risk in Japan: pooled analysis of population-based cohort studies in Japan. *Ann Oncol* 2012; 23(2): 479-490.
- 6) 厚生労働省健康局総務課生活習慣病対策室. 平成22年国民健康・栄養調査結果の概要(1). *臨床栄養* 2012; 120(3): 357-379.
- 7) 健康日本21企画検討会, 健康日本21計画策定検討会. 健康日本21 (21世紀における国民健康づくり運動について): 健康日本21企画検討会・健康日本21計画策定検討会報告書. 東京: 健康・体力づくり事業財団, 2000.
- 8) 健康日本21評価作業チーム. 「健康日本21」最終評価. 2011. <http://www.mhlw.go.jp/stf/houdou/2r9852000001r5gc-att/2r9852000001r5np.pdf> (2014年6月19日アクセス可能)
- 9) 伊達ちぐさ. 世界一の健康寿命に寄与する要因(1): なぜ, 日本人は世界一の健康寿命を維持し続けられるのか 日本人の食生活の変遷と現状. *日本栄養士会雑誌* 2008; 51(6): 11-15.
- 10) 井上修二. 生活習慣病における肥満と肥満症 肥満の疫学. *成人病と生活習慣病* 2002; 32(10): 1267-1272.
- 11) 笠岡(坪山)宣代. 食と生活習慣病 脂肪の適正な摂り方. *からだの科学* 2006; 249: 90-93.
- 12) Robertson TL, Kato H, Gordon T, et al. Epidemiologic studies of coronary heart disease and stroke in Japanese men living in Japan, Hawaii and California. Coronary heart disease risk factors in Japan and Hawaii. *Am J Cardiol* 1977; 39(2): 244-249.
- 13) Egusa G, Murakami F, Ito C, et al. Westernized food habits and concentrations of serum lipids in the Japanese. *Atherosclerosis* 1993; 100(2): 249-255.
- 14) Freire RD, Cardoso MA, Gimeno SG, et al. Dietary fat is associated with metabolic syndrome in Japanese Brazilians. *Diabetes Care* 2005; 28(7): 1779-1785.
- 15) Huang B, Rodriguez BL, Burchfiel CM, et al. Acculturation and prevalence of diabetes among Japanese-American men in Hawaii. *Am J Epidemiol* 1996; 144(7): 674-681.
- 16) Nakanishi S, Okubo M, Yoneda M, et al. A comparison between Japanese-Americans living in Hawaii and Los Angeles and native Japanese: the impact of lifestyle westernization on diabetes mellitus. *Biomed Pharmacother* 2004; 58(10): 571-577.
- 17) McGee D, Reed D, Stemmerman G, et al. The relationship of dietary fat and cholesterol to mortality in 10 years: the Honolulu Heart Program. *Int J Epidemiol* 1985; 14(1): 97-105.
- 18) Ueshima H, Okayama A, Saitoh S, et al. Differences in cardiovascular disease risk factors between Japanese in Japan and Japanese-Americans in Hawaii: the INTERLIPID study. *J Hum Hypertens* 2003; 17(9): 631-639.
- 19) Nakamura Y, Okuda N, Turin TC, et al. Fatty acids intakes and serum lipid profiles: NIPPON DATA90 and the national nutrition monitoring. *J Epidemiol* 2010; 20(Suppl 3): S544-S548.
- 20) Kim MK, Sasaki S, Otani T, et al. Dietary patterns and subsequent colorectal cancer risk by subsite: a prospective cohort study. *Int J Cancer* 2005; 115(5): 790-798.
- 21) 上田博子, 東山 綾, 岡山 明, 他. 中年男性の肥満と脂肪エネルギー比率との関連: INTERMAP 日本における検討. *日本循環器病予防学会誌* 2008; 43(2): 123-131.
- 22) Funatogawa I, Funatogawa T, Nakao M, et al. Changes in body mass index by birth cohort in Japanese adults: results from the National Nutrition Survey of Japan 1956-2005. *Int J Epidemiol* 2009; 38(1): 83-92.
- 23) Schmid VJ, Held L. Bayesian age-period-cohort modeling and prediction: BAMP. *J Stat Softw* 2007; 21(8): 1-15.
- 24) Knorr-Held L, Rainer E. Projections of lung cancer mortality in West Germany: a case study in Bayesian prediction. *Biostatistics* 2001; 2(1): 109-129.
- 25) Berzuini C, Clayton D, Bernardinelli L. Bayesian inference on the Lexis diagram. *Bulletin of the International Statistical Institute* 1993; 50: 149-164.
- 26) Clayton D, Schifflers E. Models for temporal variation in cancer rates. II: Age-period-cohort models. *Stat Med* 1987; 6(4): 469-481.
- 27) Besag J, Green P, Higdon D, et al. Bayesian computation and stochastic systems. *Statistical Science* 1995; 10(1): 3-41.
- 28) Nakamura T. Bayesian cohort models for general cohort table analyses. *Ann Inst Stat Math* 1986; 38(1): 353-370.
- 29) 小田切陽一, 内田博之. Age-Period-Cohort モデルによる日本人中高年の損失寿命に関する分析. *厚生 の 指 標* 2003; 50(11): 7-13.
- 30) Odagiri Y, Uchida H, Nakano M. Gender differences

- in age, period, and birth-cohort effects on the suicide mortality rate in Japan, 1985–2006. *Asia Pac J Public Health* 2011; 23(4): 581–587.
- 31) 小田切陽一, 内田博之. 日本人女性の出生動向における年齢・時代・世代影響と出生数の将来推計. *厚生*の指標 2007; 54(11): 9–15.
- 32) 内田博之, 小田切陽一, 大竹一男, 他. 日本人女性の婚姻動向における年齢・時代・コホートの効果と出生動向との関連 (1985–2005年). *日本公衆衛生雑誌* 2008; 55(7): 440–448.
- 33) 内田博之, 渡邊真代, 内記麻帆, 他. わが国の男児出生割合の年次変動に対する年齢-時代-コホート効果と2008年～2027年の男児出生割合の将来予測. *日本衛生学雑誌* 2011; 66(3): 582–588.
- 34) 小田切陽一, 内田博之, 小山勝弘. わが国の肥満傾向児と痩身傾向児の出現率に対する年齢-時代-コホート効果(1977–2006年)と2007–2016年の出現率の推計. *日本公衆衛生雑誌* 2013; 60(6): 356–369.
- 35) 国立健康・栄養研究所. 「国民栄養の現状」昭和22年(1947)～平成14年(2002). http://www0.nih.go.jp/eiken/chosa/kokumin_eiyou/ (2014年6月19日アクセス可能)
- 36) 厚生労働省. 国民健康・栄養調査報告書(平成15年～平成23年). http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kenkou_eiyou_chousa.html (2013年12月25日アクセス可能)
- 37) 吉池信男. 栄養素・食品群別摂取量の算出方法. 「健康日本21」における栄養・食生活プログラムの評価手法に関する研究班. 地域における健康・栄養調査の進め方. 平成15年度厚生労働科学研究費補助金(健康科学総合研究事業). 2004; 82–89. http://www0.nih.go.jp/eiken/yousan/chiiki/pdf/susumekata_total.pdf (2014年6月19日アクセス可能)
- 38) Atwater WO. Principles of Nutrition and Nutritive Value of Food. *Farmers' Bulletin No.142*. Washington, DC: United States Department of Agriculture, 1910; 12.
- 39) 田中平三. 臨床栄養別冊 日本人の食事摂取基準(2010年版)完全ガイド. 東京: 医歯薬出版, 2009; 43–45.
- 40) 吉池信男, 松下由実, 藤井紘子, 他. 日本人の肥満症 日本人の「肥満症」の動向: 最近の疫学的知見から. *総合臨床* 2004; 53(2): 222–227.
- 41) Kotani K, Tokunaga K, Fujioka S, et al. Sexual dimorphism of age-related changes in whole-body fat distribution in the obese. *Int J Obes Relat Metab Disord* 1994; 18(4): 207–212.
- 42) 饗場直美, 近藤雅雄. 平成16年度第58回日本栄養・食糧学会大会シンポジウム「高齢社会と日本型食素材」高齢者のQOL向上のための免疫能の健全性を保持する日本型食生活の解析. *日本栄養・食糧学会誌* 2005; 58(2): 99–102.
- 43) 新沢祥恵, 中村喜代美. 食物の嗜好に関する研究(第1報): 現代の嗜好傾向における年齢差と性差の検討. *北陸学院短期大学紀要* 1991; 23: 75–94.
- 44) 森 宏, 三枝義清, 石橋喜美子, 他. コウホート分析: 食料消費(再訪). *専修経済学論集* 2008; 43(2): 85–106.
- 45) 関谷直也, 大西勝也, 廣井 脩. 2001年BSE(狂牛病)の社会的影響と対策. *東京大学社会情報研究所調査研究紀要* 2003; 19: 231–362.
- 46) 伊野唯我, 栗原伸一, 霜浦森平, 他. 牛肉消費に及ぼす情報効果の計測: BSEに関する新聞報道から. *食と緑の科学* 2009; 63: 83–88.
- 47) 農林水産省, 編. 平成23年版食料・農業・農村白書(平成22年度食料・農業・農村の動向 平成23年度食料・農業・農村施策): 「食」と「地域」の再生に向けて. 東京: 農林統計協会, 2011; 200–204.
- 48) 大島秀武, 引原有輝, 大河原一憲, 他. 加速度計で求めた「健康づくりのための運動基準2006」における身体活動の目標値(23メッツ・時/週)に相当する歩数. *体力科学* 2012; 61(2): 193–199.
- 49) 二渡玉江, 青山みどり, 廣瀬規代美, 他. 青年期・壮年期女性の保健行動とボディイメージ, 自尊感情との関連. *看護技術* 2004; 50(4): 328–331.
- 50) 田中幸久, 岡野 淳, 関根一則, 他. 脂質と肥満 日本人の脂肪摂取と肥満. *オレオサイエンス* 2010; 10(10): 383–392.
- 51) Micali N, Ploubidis G, De Stavola B, et al. Frequency and patterns of eating disorder symptoms in early adolescence. *J Adolesc Health* 2014; 54(5): 574–581.
- 52) Katanoda K, Matsumura Y. National Nutrition Survey in Japan: its methodological transition and current findings. *J Nutr Sci Vitaminol (Tokyo)* 2002; 48(5): 423–432.
-

Effects of age, period, and cohort on the trends in obesity rate and energy intake ratio from fat in Japanese adults

Mitsuya YAMAKITA^{*}, Hiroyuki UCHIDA^{2*}, Ken KAWAMURA^{3*},
Takayuki HOMMA^{4*} and Youichi ODAGIRI^{5*}

Key words : Obesity, Energy intake ratio from fat, Bayesian age-period-cohort analysis, National Health and Nutrition Survey

Objectives In the present study, we aimed to clarify the specific effects of age, period, and cohort on trends in obesity rate and energy intake ratio from fat in Japanese adults using a Bayesian age-period-cohort (APC) analysis and to evaluate the relationship between changes in obesity rate and energy intake ratio from fat.

Methods We obtained data regarding obesity rate and calorie intake of fat, animal fat, carbohydrate, protein, animal protein, and total energy intake of Japanese adults from the National Nutrition Survey. The data were tabulated for five 10-year age groups (from 20–29 years to 60–69 years) and 17 annual demographic profiles (from 1995 to 2011), with regard to the energy intake ratio. These standard cohort tables were analyzed using a Bayesian APC model.

Results With regard to obesity rate, the effect of age was the greatest and increased rapidly in the age group of 30–39 years for both genders. Moreover, the period effect consistently increased in men, but had very little variation in women. The cohort effect indicated a reverse of the decreasing trend in the cohorts born after 1962–1971 in men and indicated a reverse of the increasing trend in the cohorts born after 1965–1974 in women.

With regard to the energy intake ratio from fat, the trends for the three effects differed from those for obesity rate for both genders. The age effect generally decreased with increasing age. Furthermore, for both genders, the period effect gradually decreased after 1998 and markedly decreased in 2001, remained constant or slightly increased until 2008, and increased thereafter. However, the cohort effect was the greatest among the three, and although a decreasing trend was observed in the cohorts born after 1976–1985 in women, the energy intake from fat increased in the younger cohorts in both genders. The overall effect on energy intake ratio from animal fat had a slope similar to that of the energy intake ratio from fat.

Conclusion Each effect affected obesity and energy intake ratio from fat in a different manner, suggesting that factors other than energy intake ratio from fat, such as energy expenditure, contributed to the changes in obesity rate. However, obesity risk markedly increased in the age group of 30–39 years, and younger generations had a higher energy intake ratio from fat. These results suggest that dietary guidelines, particularly the optimal intake of animal products, is needed for younger generations to prevent the development of obesity in adulthood.

^{*} College of Liberal Arts and Sciences, Kitasato University

^{2*} Faculty of Pharmaceutical Science, Josai University

^{3*} Department of Health and Nutrition, Kagawa Nutrition University

^{4*} Faculty of Nursing, Yamanashi Prefectural University

^{5*} Graduate School of Nursing, Yamanashi Prefectural University