

原 著

国民健康・栄養調査からみた食料品アクセスと
栄養および食品摂取：代替・補完関係に着目してキクシマ リョウスケ タカハシ カツヤ
菊島 良介* 高橋 克也*

目的 本研究は食料品アクセス困難者（以下、アクセス困難者）の栄養および食品摂取にみられる特徴を把握することを目的とした。

方法 食料品アクセス問題に関する調査項目が唯一調査票に含まれている平成23年国民健康・栄養調査と平成23年国民生活基礎調査の両個票データのデータリンケージを行い、分析に用いた。

65歳以上の高齢女性1,051人を対象に、アクセス困難者の栄養および食品摂取状況について計量経済学的手法を用いて把握した。分析の目的変数としてエネルギー産生栄養素の蛋白質、脂質、炭水化物の摂取熱量（kcal）、17品目の食品群別摂取量（g/1,000 kcal）を用いた。目的変数の同時決定による内生性に対処した同時方程式モデルの一種である Seemingly Unrelated Regressions モデルを推計した。この推計により各栄養素摂取熱量や食品群別摂取量の多寡を規定する要因（変数）の影響の程度が係数として示され、各栄養素間や各食品群間の代替・補完関係が誤差項間の相関行列として表現された。

結果 アクセス困難者の特徴として65歳以上女性において、食料品アクセスとエネルギー産生栄養素摂取量との関連をみた結果、炭水化物の摂取熱量（kcal）が有意に高く、脂質の摂取熱量（kcal）が有意に低いことが明らかになった。このことは食品群別摂取量（g/1,000 kcal）をみても穀類が高く、油脂類が低いことから確認された。これらのことから、アクセス困難者は代替・補完関係を考慮しても炭水化物摂取に偏った食生活を送っている可能性が高いと推察された。

結論 本研究により栄養摂取状況に関してアクセス困難者が炭水化物摂取に偏る局面もみられた。単純に価格や嗜好の問題ではなく食環境の要因として、すなわち食料品へのアクセスの制約によりアクセス困難者は炭水化物摂取へ偏った食生活を送っている可能性が高いと推察される。個人が直面する経済的状況の影響を考慮しても食環境は食生活を規定しており、フードチェーンを構成する各主体間や行政との連携・協力による買い物サービスの利用促進に向けた環境整備の必要性が示唆された。

Key words : 食料品アクセス困難者, 高齢者, 栄養摂取, Seemingly Unrelated Regressions, 代替・補完関係

日本公衆衛生雑誌 2020; 67(4): 261-271. doi:10.11236/jph.67.4_261

I 緒 言

我が国において食料品店の減少や大型商業施設の郊外化を背景として高齢化の進展も伴い、高齢者を中心に買い物に困難さを感じる「食料品アクセス問題」が取り沙汰されて久しい¹⁻³⁾。

食料品アクセス問題は、買い物における困難を扱う点で英米のフードデザートと類似している。一方で、英米のフードデザートはとくに低所得者層において問題となるが、我が国の食料品アクセス問題は超高齢社会の進展にあたっての高齢者特有の問題としてよく議論される点、食料品店へのアクセシビリティが問題の中心となり、都市に限らず農村部も含まれる点において少し様相が異なる^{3,4)}。食料品アクセス問題に関する研究では、高齢者が食料品を手にする手段が限定されることの影響について健康に

* 農林水産政策研究所
責任著者連絡先：〒100-0013 千代田区霞ヶ関 3-1-1
中央合同庁舎第4号館9階
農林水産政策研究所 菊島良介

限らず多様な視点で捉えられている。

もちろん、世界保健機関（WHO）が健康格差に影響をもたらす要因の一つとして指摘するように⁵⁾、食料品アクセス問題は健康的な食生活を送る食環境（Food Environment）⁶⁾に関連する重要な論点でもある。このように、買い物の困難さと食生活との関連を調べる研究は政策を検討する上で重要性を増している¹⁾。

これら実態把握のため国内外で買い物の困難さと食生活との関連について研究が進んでいるが^{7~15)}、以下のような課題が残されている。第一に、Yamaguchi et al.¹⁰⁾によれば、特定地域の住民を対象とした研究が多く、全国規模のミクロデータを用いて地域性を考慮した分析はまだ少ない点である。このため、主観的指標である買い物の困難さと具体的な食生活との関連について、全国的かつ一般的であるか科学的根拠は十分とは言えない。

たとえば Yamaguchi et al.¹¹⁾は、農村に居住する40歳以上の474人の住民における買い物の困難さと食品群や栄養素摂取状況との関連について調査したが、限定的な結果であった。また、吉葉ら¹²⁾が一人暮らし高齢者の「食物アクセス」と食品摂取の多様性との関連を初めて検討しているが、分析対象は埼玉県のある地域の在住者である。

第二に、これまでの分析は生鮮食品の摂取^{10,13~16)}や食品摂取の多様性¹²⁾に焦点があてられる傾向にあったことを指摘できる。食料品アクセスと定量的な栄養素や食品群摂取量との関連については必ずしも明らかにされていない。

第三に、食料品アクセスと食生活の関連について主観的指標を用いた分析の重要性が指摘され¹⁷⁾、自記式の買い物の困難さを用いた単変量解析¹²⁾や多変量分析¹⁰⁾が行われてきたが、得られた推計値がサンプルサイズをどれほど大きくしても母集団の真の値には一致しない（一致推定量とならない）可能性がある点である。そのため、これまでの研究で得られてきた結果にはバイアスがかかっている恐れがある。

このことには①説明変数となる買い物の困難さといった主観的指標は独立した変数ではなく個人の属性により内生的に決まること（主観的評価による説明変数の内生性）、および②目的変数となる各食品の摂取頻度には、魚介類と肉類の代替関係のように、価格や個人の嗜好により相互に影響する関係が想定されること（目的変数すなわち選択の同時決定による内生性）が関連する^{18,19)}。

こうした内生性の問題によって生じる、推計値が一致推定量とならない可能性に対して計量経済学分野では解決方法がいくつか提示されている¹⁹⁾。具体

的には、①説明変数の内生性に対しては、内生的に決定する説明変数を目的変数、個人属性を説明変数とした推計を別途行い、その推計結果から得られる目的変数（内生的に決定する説明変数）の予測値を外生的な説明変数として用いる方法、②目的変数の同時決定による内生性に対しては、相互依存関係を明示する複数個の方程式からなるモデル（同時方程式モデル）の推計が提案されている。

上記3つの課題を克服するため、本研究は国民健康・栄養調査の個票データを用いて、65歳以上の高齢者における買い物の困難さと栄養素や食品群摂取状況との関連について、説明変数が主観的指標であることによる内生性や目的変数の同時決定性（代替・補完関係）を考慮した分析を行う。

II 研究方法

1. データソースとレコードリンケージ

国民健康・栄養調査は、11月のある1日（日曜・祝日を除く）について①身体状況、②栄養摂取状況、③生活習慣、それぞれの調査票に記入する方式である。分析には、生鮮食品（野菜、果物、魚、肉等）の入手のしやすさに関する項目が③生活習慣に含まれる平成23年国民健康・栄養調査の個票データを用いた²⁰⁾。世帯属性のより詳細な把握をするため、同年の国民生活基礎調査のデータを合わせた。平成23年国民健康・栄養調査の県、地区、単位区、世帯番号をもとに世帯別に国民健康・栄養調査報告と国民生活基礎調査のレコードリンケージを行った^{21,22)}。

2. 分析対象者

平成23年国民健康・栄養調査は平成23年国民生活基礎調査により抽出された全国300単位区内の世帯（約6,000世帯）および世帯員（満1歳以上の者、約18,000人）が対象者である。調査票は①身体状況、②栄養摂取状況、③生活習慣の3部門より構成されるが、回答者は項目にすべて回答しているわけではないことに留意が必要である。分析に必要なすべての説明変数に欠損値のない20歳以上の回答者は5,801名（うち65歳以上女性1,051人）であった。このうち、食料品アクセスが把握可能な回答者は3,495人（うち65歳以上女性836人）であった。栄養摂取状況は把握可能だが食料品アクセスの項目に回答していない回答者は2,306人（うち65歳以上女性215人）となった。平成23年国民健康・栄養調査から把握できる「アクセス困難者」（後述）の半数が65歳以上女性であること、および先行研究では年齢層別や性別に分析が実施されている⁸⁾ことを踏まえて、本研究では65歳以上女性1,051人を分析対象者とした。

3. 分析に用いる指標, 変数

1) アクセス困難者の定義

平成23年国民健康・栄養調査に設けられた「この1年間に生鮮食品の入手を控えたり、入手できなかった」理由を複数回答で問う設問の回答パターンからアクセス困難者を定義した。なお、この設問は「あなたはふだん、生鮮食品（野菜、果物、魚、肉等）の入手（買い物等）を行っていますか」の質問に対して「はい」と回答した者を対象としている。すなわち入れ子の構造になっている。詳細については分析手順に示しているが、このことから生じるセレクションバイアスにも考慮した分析を実施した。

選択肢は6つ設けられており「1. 価格が高い」「2. 買い物をするお店までの距離が遠い（以下、店まで遠い）」「3. 買い物をするまでの交通の便が悪い（以下、交通の便が悪い）」「4. 買い物ができる時間にお店が開いていない（以下、時間があわない）」「5. 生鮮食品を買っても調理できない（以下、調理できない）」「6. 上記の理由で入手を控えたり、入手ができなかったことはない（以下、あてはまらない）」である。本研究では経済的事由を除くため「1. 価格が高い」には回答せず、食料品アクセスに関連する選択肢「2. 店まで遠い」「3. 交通の便が悪い」のうち少なくとも1つを選択した回答者を「アクセス困難者」と定義した。食事摂取量は、蛋白質、脂質、炭水化物のエネルギー産生栄養素の摂取熱量 (kcal) と食品群別の摂取量 (g/1,000 kcal) を用いた。

2) 属性の変数

国民健康・栄養調査報告と国民生活基礎調査の調査項目と先行研究^{3,23)}で用いられている変数を照らし合わせ、先行研究と同じもしくはそれに準ずる項目として年齢・性別、世帯構成、経済状況、互酬性・社会的結合性、地域に関する属性を選択した。なお、後述する分析手法上の都合によりいくつか同じような役割を果たす変数を選択した。

(1) 年齢・性別

国民健康・栄養調査より用いた。

(2) 経済状況

国民生活基礎調査より家計支出（調査月の5月：単位万円）、そして有業人員率を用いた。家計支出は世帯人員数の平方根で除して等価支出額とした。有業人員率とは世帯における有業者（仕事がある者）の割合であり、共働きなど世帯員の忙しさの指標とした。この他、自家消費の影響を考慮するため、国民健康・栄養調査より回答者の職業が農林漁業者である場合に1をとる二値変数（以下、ダミー変数）を作成した。

(3) 互酬性・社会的結合性

先行研究において吉葉ら¹²⁾はソーシャルサポートと食品摂取の多様性、櫻井ら²⁴⁾はソーシャル・キャピタルと青果物の摂取の関係をそれぞれ検討している。そこで、平成23年国民健康・栄養調査に設けられた4つの設問を用いた。地域や人々に関して「お互いに助け合っている」「信頼できる」「お互いにあいさつをしている」「問題が生じた場合、人々は力を合わせて解決しようとする」のそれぞれの設問に対して「強くそう思う」もしくは「そう思う」と回答した者の割合を単位区ごとに算出し、互酬性・社会的結合性の指標として用いた。

(4) 地域による特性

この他地域性を考慮するため、居住する地方自治体の人口規模区分（12大都市・23特別区、人口15万人以上の市、人口5-15万の市、人口5万人未満の市、町村）と都道府県ダミー変数（各都道府県のダミー）を用いた。なお、人口規模区分は町村を基準とした。都道府県のダミー変数は、便宜的に北海道を基準とした。都道府県ダミーについては推計結果の記載を割愛し、北海道以外46のダミー変数を説明変数として投入していることを「Yes」の表記で示した。

4. 倫理的配慮

本研究が、統計法に基づいた個票データの二次利用であることから、人を対象とする倫理指針の対象とならず、倫理審査は受けなかった。なお、調査情報の二次利用申請を行い、承認を得て利用した。

5. 分析手順

本研究ではアクセス困難者の栄養および食品摂取状況について計量経済学的手法を用いて把握した。目的変数の同時決定による内生性に対処した同時方程式モデルの一種である Seemingly Unrelated Regressions（以下、SUR）モデルを用いて各栄養素間や各食品群間の代替・補完関係を考慮した分析を行った。SURモデルの推計により得られる係数は通常の回帰分析と同様、説明変数1単位あたりの変化が目的変数に与える影響である。本研究においては、各栄養素摂取熱量や食品群別摂取量の多寡を規定する要因（変数）の影響と解釈される。またSURの推計では、説明変数の係数と同時に誤差項間の相関係数が推計される。ここでの誤差項とは説明変数に含まれない個人の嗜好や食品の価格に起因する食品群間の代替・補完関係に相当し、相関行列の数値が正の値であれば補完関係、負の値であれば代替関係が示唆される。

ただし、SURモデルの推計にあたり以下の二点に留意する必要がある。一点目は前述したように、

栄養摂取状況には回答しながら食料品アクセスに回答していない回答者（以下、非回答者）が存在することである。仮に、非回答者がランダムでなく何らかの傾向を持つのであれば、非回答者を分析対象から除外することはサンプルのセクションバイアスとなる。すなわち、真のアクセス困難者の特徴が把握できない恐れがある。

二点目は、アクセス困難者かどうかのダミー変数は、他の分析では目的変数にもなりうるように内生変数であり、そのまま説明変数として投入すると推計結果の一致性が担保されないことである。

そこで、非回答者の特徴を考慮する意義を検討した上で、非回答者の情報を利用するためアクセス困難者である予測値を外挿して、それをアクセス困難者の変数として代わりに用いる方法を用いた。この方法を用いることで上述した2つの問題双方に対処が可能となる。具体的な手順として、まず、アクセス困難者とそうではない群（以下、困難なし）および非回答者の3群の平均値の比較（Bonferroni法による多重比較）を行った。続いて、「アクセス困難者」の場合に1をとるダミー変数を作成し、それを目的変数とするマルチレベル・ロジットモデルの推計から導かれるアクセス困難者の予測値を説明変数としてSURモデルの推計に用いた²⁵⁾。この予測値はマルチレベル・ロジットモデルの推計に用いた共変量に欠損値がない限り算出されるため、アクセスに関する設問が欠損値となる非回答者にも予測値が割り振られる。算出された予測値は0から1の値をとり、内生性の問題が除去されたアクセス困難者である外生的な予測確率として解釈できる。なお、マルチレベル・ロジットモデルの推計は予測値の算出が主眼であるため、推計結果の記載は割愛した。固定効果として年齢、性別、世帯人員数、世帯構造、年収、互酬性・社会的結合性を、変量効果として調査単位区IDを共変量として用いた。

上述した手法を用いたため、本研究でのSURモデルの推計は、マルチレベル・ロジットモデルの推計結果をSURの説明変数として利用する2段階推計となった。このため、SURモデルの推計にあたり標準誤差はブートストラップ法を用いて評価した。なお、係数の一致性の観点から、1段階目（マルチレベル・ロジットモデル）と2段階目（SURモデル）の推計で用いる説明変数の構成が完全に一致することは望ましくない。そのため、異なる構成とした^{18,25)}。

Ⅲ 研究結果

1. アクセス困難者の位置づけ

まず、分析対象者である平成23年国民健康・栄養調査の食料品アクセスに関する設問の回答者3,495人について概観する。表1に選択肢ごとの年齢階層別回答者数とその全回答者数に対する割合を記した。65歳未満では「1. 価格が高い」が生鮮食品の入手を控えたり、入手できなかった理由として多く、経済的事由の影響が強いことが窺える。一方、65歳以上の回答者は「2. 店まで遠い」「3. 交通の便が悪い」といった地理的なアクセスを理由とする割合が高い。先に定義したアクセス困難者に該当する割合は全体では4.1%であるが、それ以外の95.9%は困難なしの割合となる。年齢階層別にみるとアクセス困難者の割合は65歳未満が2.1%、65歳以上が7.5%であった。

2. アクセス困難者の栄養および食品摂取

1) エネルギー産生栄養素および食品群別摂取量の多重比較

表1に示した65歳以上女性1,051人を、アクセス困難者68人と困難なし768人、非回答者215人に分類しに3群の多重比較を行った。Bonferroni法による検定結果を表2に示した。

まず、アクセス困難者と困難なしのグループの差について、アクセス困難者は穀類が有意に多く油脂類の摂取熱量が有意に少なかった。困難なしと非回答者ではエネルギー産生栄養素すべてにおいて有意差が認められた。アクセス困難者と非回答者の間も炭水化物と蛋白質について有意差が見られた。しかしながら、表2の栄養および食品摂取の数値は単純な平均値であるため、その差をみることは、たとえ有意であったとしても栄養素間や食品群間の代替・補完関係を含んだ見かけ上の関係である可能性を否定できない。そのため、SURモデルの推計を行いより厳密な議論を行った。

2) SURモデルの推計

推計に用いた変数の記述統計を表3、エネルギー産生栄養素の摂取量を目的変数とした推計結果を表4に示した。同時に推計された誤差項間の相関行列を表5に示した。また、17の食品群別摂取量を目的変数とした推計結果を表6に示した。同時に推計された誤差項間の相関行列を表7に示した。表中の係数は各栄養素摂取熱量や食品群別摂取量の多寡を規定する要因（変数）の影響の程度（表4・6）、相関行列の数値（表5・7）は、SURの推計の誤差項に含まれる個人の嗜好や価格が各栄養素間や食品群間で相関する程度を示している。相関行列の数値が正

表1 食料品アクセスに関する設問の回答

	全 体		65歳未満		65歳以上			
					うち女性			
	n	%	n	%	n	%	n	%
① アクセスの設問回答者	3,495	100.0	2,244	100.0	1,251	100.0	836	100.0
1. 価格が高い	1,071	30.6	874	38.9	197	15.7	129	15.4
2. 店まで遠い	226	6.5	126	5.6	100	8.0	71	8.5
3. 交通の便が悪い	96	2.7	41	1.8	55	4.4	44	5.3
4. 時間があわない	113	3.2	93	4.1	20	1.6	11	1.3
5. 調理できない	125	3.6	96	4.3	29	2.3	9	1.1
6. あてはまらない	2,186	62.5	1,250	55.7	936	74.8	630	75.4
回答者の分類								
アクセス困難者 ^a	142	4.1	48	2.1	94	7.5	68	8.1
困難なし ^b	3,353	95.9	2,196	97.9	1,157	92.5	768	91.9
② アクセスの設問非回答者 ^c	2,306		1,660		646		215	
①+② 栄養摂取状況を把握可能な回答者	5,801		3,904		1,897		1,051	

注) 複数回答可の設問であるため、表中の%はそれぞれの選択肢の回答率を表す。
資料：厚生労働省。平成23年度国民健康・栄養調査

表2 Bonferroni法による多重比較 (65歳以上女性：n=1,051)

	アクセス困難者 ^a n=68	困難なし ^b n=768	非回答者 ^c n=215	3群の検定		
				a-b	b-c	c-a
栄養素 (単位：kcal)						
総エネルギー摂取量	1,691	1,656	1,469	**	**	
蛋白質	252	257	215	**	**	
脂質	374	408	336	**		
炭水化物	1,043	972	895	**	**	
食品群(単位：g/1,000 kcal)						
穀類	257.3	228.3	260.1	*	**	
いも類	42.4	34.1	35.9			
砂糖・甘味料類	4.9	4.6	5.0			
豆類	34.6	36.9	38.6			
種実類	1.4	1.5	1.6			
野菜類	202.8	183.9	162.5	*	*	
果実類	81.4	105.6	80.1	**		
きのこ類	8.4	10.3	9.7			
藻類	6.4	9.3	6.2			
魚介類	48.8	51.2	47.5			
肉類	26.1	29.5	30.3			
卵類	16.4	19.4	18.3			
乳類	66.8	73.1	51.8	**		
油脂類	3.4	4.7	4.0	*		
菓子類	11.8	13.4	15.0			
嗜好飲料類	335.0	402.6	344.9	**		
調味料類	38.1	49.8	45.8			

注) **, * はそれぞれ 1%, 5% 有意水準で差があることを表す。

の値であれば補完関係、負の値であれば代替関係が示唆される。なお、表4・6における都道府県の欄の「Yes」という表記は都道府県ダミーを説明変数

表3 推計に用いた説明変数の記述統計

	n=1,051	
	平均値	(標準偏差)
回答者の属性		
総エネルギー摂取量	1,620.29	(430.07)
アクセス困難 (予測値)	0.07	(0.08)
年齢	75.06	(7.11)
等価支出 (対数)	2.51	(0.57)
有業人員率	0.60	(2.98)
世帯人員数	2.61	(1.47)
農林漁業者	0.04	(0.19)
人口規模 (基準：町村)		
12大都市・23特別区	0.14	(0.35)
人口15万人以上の市	0.36	(0.48)
人口5-15万の市	0.22	(0.42)
人口5万人未満の市	0.15	(0.35)
互酬性・社会的結合性	0.16	(0.16)

として投入したことを表している。

まず、マルチレベル・ロジットモデルの推計結果から得られた予測値を外挿したアクセス困難者の係数に着目する。エネルギー・産生栄養素の摂取熱量 (kcal) の推計 (表4) では、炭水化物摂取熱量に対して有意な正值を示し、脂質の摂取熱量では有意な負値を示した。同時に推計された誤差項間の相関係数を確認すると (表5)、炭水化物摂取熱量と脂質摂取熱量の相関係数が-0.88と強い負の相関がみら

表4 三大栄養素摂取熱量 (kcal) のSURモデルの推計結果 (n=1,051)

	蛋白質		脂質		炭水化物	
	係数	(標準誤差)	係数	(標準誤差)	係数	(標準誤差)
アクセス困難 (予測値)	-22.32	(24.04)	-196.80	(52.38)**	227.13	(63.24)**
総エネルギー摂取量	0.15	(0.00)**	0.31	(0.01)**	0.54	(0.01)**
年齢	-0.92	(0.22)**	-1.40	(0.48)**	2.38	(0.57)**
等価支出 (対数)	1.94	(2.83)	6.05	(6.17)	-7.45	(7.45)
有業人員率	-1.14	(0.50)*	0.41	(1.09)	0.97	(1.32)
世帯人員数	-0.51	(1.12)	4.87	(2.44)*	-6.81	(2.95)*
農林漁業者	-7.68	(9.35)	-48.71	(20.38)*	56.52	(24.60)*
人口規模 (基準: 町村)						
12大都市・23特別区	5.13	(7.10)	9.66	(15.46)	-15.11	(18.67)
人口15万人以上の市	3.53	(6.01)	8.66	(13.11)	-6.45	(15.82)
人口5-15万の市	2.63	(6.43)	-2.15	(14.00)	-4.72	(16.91)
人口5万人未満の市	2.05	(6.79)	5.45	(14.80)	-2.25	(17.87)
定数項	80.10	(21.48)**	-26.58	(46.80)	-47.35	(56.51)
都道府県ダミー	Yes		Yes		Yes	
決定係数	0.67		0.64		0.78	

注) **, * はそれぞれ 1%, 5% 有意水準で差があることを表す。

都道府県ダミー「Yes」は都道府県ダミーを投入していることを表す。

表5 三大栄養素摂取熱量 (kcal) のSURモデルの誤差項の相関行列 (n=1,051)

	蛋白質	脂質	炭水化物
蛋白質	1		
脂質	0.14	1	
炭水化物	-0.47	-0.88	1

れた。

食品群別摂取量 (g/1,000 kcal) の推計 (表6) では、穀類に対してアクセス困難者の係数は有意な正值、油脂類に対して有意な負値を示した。この他、共変量として用いた説明変数の係数を確認すると、穀類の摂取量に関して人口規模の変数が野菜類の摂取量に関して互酬性・社会的結合性指標がそれぞれ有意に正值を示した。同時に推計された誤差項間の相関係数を確認すると (表7)、穀類と油脂類の相関係数が-0.15と負の相関を示していた。肉類と魚介類の相関係数は-0.30と負の相関関係にあった。

IV 考察

本研究では、食料品アクセス問題に関する項目が唯一調査票に含まれている平成23年国民健康・栄養調査の個票データを用いて、食料品アクセス問題と栄養および食品摂取の関連をみることを目的とし分析を行った。その際、平成23年国民生活基礎調査と

のレコードリンケージを行い、世帯属性の豊富化も試みた。

まず、Bonferroni法による多重比較の結果、非回答者を除外した場合には分析結果にバイアスが生じる可能性が想定されるとともに、アクセス困難者である予測値を外挿することの妥当性が確認できた。

次に、多重比較で確認された事項について厳密に議論するため、各栄養素間や各食品群間の代替・補完関係を考慮したSURモデルによる推計を行った。エネルギー産生栄養素の摂取熱量 (kcal) について、アクセス困難者は炭水化物が高く脂質が低いことが示された。食品群別摂取量 (g/1,000 kcal) をみても穀類が高く、油脂類が低いことが明らかになった。このことから、誤差項である価格や個人的嗜好の影響を考慮しても、穀類の摂取量が多い人は油脂類の摂取量が少ない傾向にあり、このことがエネルギー産生栄養素での炭水化物と脂質摂取量の誤差項の負の相関として現れていると示唆された。死亡リスクの観点からは炭水化物の適切な摂取が望まれているが^{26,27)}、アクセス困難者の炭水化物エネルギー比率は61.5%エネルギー (表2より算出) であり、日本人の食事摂取基準 (2015年版) で定められる上限 (65%エネルギー) を下回っている。すなわち、今回の分析対象者の平均値としては基準内である。ただ、あくまで平均値としての議論であるので、そうしたリスクが高いアクセス困難者も存在

表6 17食品群の摂取量 (g/1,000 kcal) のSURモデルの推計結果 (n=1,051)

アグセス困難 (予測値)	穀類		いも類		砂糖・甘味料類		豆類		種実類		野菜類	
	係数	(標準誤差)	係数	(標準誤差)	係数	(標準誤差)	係数	(標準誤差)	係数	(標準誤差)	係数	(標準誤差)
年齢	77.33	(37.01)*	13.52	(19.43)	-1.07	(2.61)	-13.23	(20.55)	1.83	(2.3)	90.33	(47.19)
等価支出 (対数)	1.85	(0.33)**	0.25	(0.17)	0.05	(0.02)*	0.01	(0.18)	-0.03	(0.02)	-0.93	(0.42)*
有業人員率	-18.64	(4.33)**	-1.33	(2.27)	0.45	(0.31)	1.93	(2.41)	-0.06	(0.27)	4.21	(5.52)
世帯人員数	-0.11	(0.77)	0.15	(0.41)	0.03	(0.05)	-0.58	(0.43)	0.02	(0.05)	-2.55	(0.99)*
農林漁業者	6.38	(1.71)**	-0.10	(0.9)	-0.05	(0.12)	-0.06	(0.95)	-0.28	(0.11)**	0.78	(2.17)
人口規模 (基準: 町村)	8.47	(14.32)	19.46	(7.51)*	-0.45	(1.01)	-1.47	(7.95)	0.35	(0.89)	34.10	(18.25)
12大都市・23特別区	-32.44	(11.17)**	-0.34	(5.86)	-0.44	(0.79)	2.28	(6.2)	-0.99	(0.69)	32.28	(14.24)*
人口15万人以上の市	-22.82	(9.49)*	3.10	(4.98)	0.31	(0.67)	-2.08	(5.27)	-0.69	(0.59)	29.71	(12.09)*
人口5-15万の市	-24.79	(10.2)*	5.96	(5.35)	0.04	(0.72)	0.01	(5.66)	-0.56	(0.63)	25.66	(13)*
人口5万人未満の市	-32.41	(10.49)**	7.64	(5.51)	0.77	(0.74)	2.79	(5.83)	-1.10	(0.65)	22.39	(13.38)
互酬性・社会的結合性	-18.81	(18.22)	6.64	(9.57)	1.11	(1.29)	-4.25	(10.12)	0.17	(1.13)	57.54	(23.24)*
定数項	147.19	(32.47)	8.62	(17.04)	-1.31	(2.29)	30.90	(18.03)	4.36	(2.02)*	173.60	(41.4)**
都道府県ダミー	Yes		Yes		Yes		Yes		Yes		Yes	
決定係数	0.14		0.06		0.05		0.06		0.06		0.12	
アグセス困難 (予測値)	-----											
年齢	-12.01	(42.96)	2.56	(8.3)	5.12	(8.39)	2.48	(18.67)	-18.59	(13.76)	4.99	(9.59)
等価支出 (対数)	-0.42	(0.38)	-0.08	(0.07)	0.02	(0.07)	-0.16	(0.17)	-0.30	(0.12)*	0.06	(0.09)
有業人員率	15.79	(5.03)**	0.14	(0.97)	-0.37	(0.98)	-0.05	(2.19)	1.68	(1.61)	0.30	(1.12)
世帯人員数	0.80	(0.9)	0.07	(0.17)	-0.12	(0.18)	-0.60	(0.39)	0.06	(0.29)	0.34	(0.2)*
農林漁業者	-9.50	(1.98)**	0.25	(0.38)	-0.93	(0.39)*	1.01	(0.86)	1.65	(0.63)**	-0.17	(0.44)
人口規模 (基準: 町村)	-10.09	(16.61)	-1.17	(3.21)	-2.29	(3.25)	5.30	(7.22)	-2.83	(5.32)	-1.06	(3.71)
12大都市・23特別区	13.67	(12.97)	-0.73	(2.5)	-1.13	(2.53)	9.06	(5.64)	1.03	(4.15)	-3.36	(2.89)
人口15万人以上の市	9.33	(11.01)	-1.67	(2.13)	1.97	(2.15)	4.79	(4.78)	2.01	(3.53)	-2.94	(2.46)
人口5-15万の市	10.81	(11.84)	2.29	(2.29)	-0.72	(2.31)	8.36	(5.14)	2.69	(3.79)	-1.59	(2.64)
人口5万人未満の市	7.07	(12.18)	1.59	(2.35)	-1.35	(2.38)	7.65	(5.29)	5.21	(5.29)	-0.56	(2.72)
互酬性・社会的結合性	8.74	(21.15)	3.00	(4.08)	4.55	(4.13)	-6.75	(9.19)	11.59	(6.77)	-1.80	(4.72)
定数項	131.28	(37.68)**	11.73	(7.28)*	5.69	(7.36)	71.55	(16.38)**	27.00	(12.07)*	20.54	(8.41)*
都道府県ダミー	Yes		Yes		Yes		Yes		Yes		Yes	
決定係数	0.08		0.06		0.06		0.07		0.06		0.04	
アグセス困難 (予測値)	-----											
年齢	19.77	(37.88)	-6.81	(2.12)**	-8.86	(10.95)	-146.56	(132.46)	-14.32	(22.81)		
等価支出 (対数)	-0.99	(0.34)**	-0.04	(0.02)	0.11	(0.1)	-3.29	(1.18)**	-0.05	(0.2)		
有業人員率	5.91	(4.43)	0.08	(0.25)	1.45	(1.28)	3.07	(15.5)	-0.26	(2.67)		
農林漁業者	-0.11	(0.79)	0.01	(0.04)	-0.01	(0.23)	1.99	(2.77)	-0.28	(0.48)		
世帯人員数	-7.15	(1.75)*	-0.10	(0.1)	-1.24	(0.5)	-17.53	(6.1)	-0.60	(1.05)		
農林漁業者	-36.23	(14.65)**	-0.10	(0.82)	1.05	(4.23)*	-25.28	(51.23)**	0.53	(8.82)		
人口規模 (基準: 町村)	11.88	(11.43)	-0.12	(0.64)	9.35	(3.3)**	109.01	(39.98)**	-7.48	(6.89)		
12大都市・23特別区	12.48	(9.71)	-0.35	(0.54)	2.44	(2.81)	15.38	(33.94)	-2.02	(5.85)		
人口15万人以上の市	1.75	(10.44)	-0.79	(0.58)	4.51	(3.02)	62.24	(36.5)	-6.66	(6.29)		
人口5-15万の市	-5.03	(10.74)	-0.79	(0.6)	0.32	(3.1)	32.85	(37.55)	2.12	(6.47)		
人口5万人未満の市	22.51	(18.65)	0.09	(1.04)**	-3.29	(5.39)	-33.00	(65.22)**	-11.91	(11.23)**		
互酬性・社会的結合性	139.42	(33.23)**	7.47	(1.86)**	9.96	(9.6)	545.44	(116.19)**	70.19	(20.01)**		
都道府県ダミー	Yes		Yes		Yes		Yes		Yes		Yes	
決定係数	0.08		0.08		0.08		0.10		0.06		0.04	

注) **, *はそれぞれ1%, 5%有意水準で差があることを表す。都道府県ダミー「Yes」は都道府県ダミーを投入していることを表す。

表7 17食品群の摂取量 (g/1,000 kcal) のSURモデルの誤差項の相関行列 (n=1,051)

	穀類	いも類	砂糖・甘味料類	豆類	種実類	野菜類	果実類	きのこ類	藻類	魚介類	肉類	卵類	乳類	油脂類	菓子類	嗜好飲料類	調味料類
穀類	1																
いも類	-0.17	1															
砂糖・甘味料類	-0.10	0.04	1														
豆類	-0.08	0.00	-0.01	1													
種実類	-0.05	-0.03	0.03	-0.05	1												
野菜類	-0.13	0.09	-0.04	0.09	-0.04	1											
果実類	-0.28	-0.02	-0.05	-0.03	0.00	-0.02	1										
きのこ類	-0.05	0.01	-0.01	0.08	0.00	0.13	0.01	1									
藻類	-0.04	0.00	0.02	0.03	0.06	0.08	0.13	0.01	1								
魚介類	-0.14	-0.06	0.03	0.01	-0.02	0.02	-0.04	0.04	0.07	1							
肉類	-0.12	0.03	-0.06	-0.06	-0.02	0.05	-0.10	0.11	-0.09	-0.30	1						
卵類	-0.05	-0.04	-0.04	0.03	-0.05	0.00	-0.03	-0.04	-0.03	0.01	-0.05	1					
乳類	-0.33	0.00	-0.06	-0.08	-0.03	-0.01	0.15	0.01	0.03	-0.06	-0.06	-0.05	1				
油脂類	-0.15	-0.02	0.06	-0.12	0.00	-0.09	-0.06	-0.08	-0.03	-0.09	0.12	-0.02	-0.07	1			
菓子類	-0.25	-0.03	0.01	-0.05	-0.01	-0.09	-0.06	0.03	-0.04	-0.06	-0.06	-0.09	0.01	-0.06	1		
嗜好飲料類	-0.03	0.00	0.05	-0.05	0.01	0.01	0.03	-0.01	0.00	0.04	-0.09	-0.06	-0.01	-0.03	0.00	1	
調味料類	0.07	0.02	0.02	0.07	-0.04	0.08	-0.07	0.19	0.04	0.00	-0.01	0.08	-0.06	-0.02	-0.07	-0.04	1

する可能性は否めない。この他、誤差項間の相関行列の値の正負から判断される代替・補完関係も踏まえて、SURモデルの推計結果で特徴的なものを取り取り上げると、次の点を指摘できる。

穀類に関して、等価支出や居住地区の人口規模ダミーの係数が有意に負値、世帯人員数が正值を示したことから、穀類は所得が増加するほど需要が増加する贅沢財ではなく必需財的な性質を備えていること、世帯人員数が多いほど消費量が多いこと町村に比べて都市部では需要が少ない点が確認できた。穀類と油脂類の誤差項の相関係数が-0.15と負の相関を示しており、代替関係にあることが示唆される。

野菜類の摂取量に関して、都市部であるほど摂取量が多くなるが、町村であっても互酬性・社会的結合性が強い状況では、おすそ分けや日常的なコミュニケーションにより個人の青果物消費が促進されることが推察できた。

果実類に関しては穀類とは逆に等価支出が有意に正值、世帯人員数は負値を示しており、奢侈財的な性質を備えていることが示唆された。

肉類に関しては年齢が有意に負値、世帯人員数が正值を示した。このことは65歳を基準として高齢なほど肉類の摂取量が減少することを意味する。65歳以上であっても世帯人員数が多い場合は肉類の摂取量が多いことが推察される。肉類と魚介類の誤差項間の相関係数は-0.30と負の相関関係にあり、代替関係にあることが示唆された。

得られた帰結としては先行研究と整合的なものであったが、本研究の強みとして、計量経済学的手法を適用したより頑健な多変量分析の結果であることを指摘できる。先行研究と比較して、本研究の分析上の特徴は大きく以下の点である。①これまでの先行研究が特定地域の住民を対象とした調査データによる分析であるのに対して、本研究では全国規模の調査データを利用することで、地域差を考慮した我が国の食料品アクセスと社会的属性や食生活との関連を示した点、②食生活の変数に、エネルギー産生栄養素摂取熱量や食品群別摂取量を用いて定量的な評価を実施した点、③先行研究の分析手法上の課題であった主観的指標の内生性や目的変数間の代替・補完関係を考慮した分析を行った点である。分析手法上の特徴は具体的には以下のとおりである。

第一に、1段階目のマルチレベル・ロジットモデルの推計結果を用いて予測値を算出することで2段階目のSURモデルの推計における主観的評価による説明変数の内生性についての問題を克服すると同時に、データを有効に活用することが可能となりBonferroni法による多重比較で浮き彫りとなったセ

レクシオンバイアスの問題が緩和された。

第二に、SURモデルを用いてアクセス困難者であることが各栄養素や食品群の摂取量の多寡を規定する要因を検証したが、この手法は各食品群について別個に推計するのではなく、食品群間の代替・補完関係を考慮して同時に推計する。このことで先行研究では考慮されなかった選択の同時性による内生性の問題を克服した。

本研究の限界として、平成23年国民健康栄養調査では東日本大震災の影響で、岩手県、宮城県、および福島県の全域が対象から除かれていること、身体的・精神的な健康状態を十分に把握できていないことを指摘できる。今後、食料品アクセスが栄養摂取に与える影響のメカニズムを食品選択モデルと照らし合わせて厳密に吟味し、モデルを構築していくことも重要となってくるであろう。

V 結 語

栄養摂取状況に関してアクセス困難者が炭水化物摂取に偏る局面もみられた。この結果は、栄養素間および食品群間の代替関係を考慮した上での結果であることから、単純に価格や嗜好の問題ではなく食環境の要因として、すなわち食料品へのアクセスの制約によりアクセス困難者は炭水化物摂取へ偏った食生活を送っている可能性が高いと推察される。個人が直面する経済的状況の影響を考慮しても食環境は食生活を規定しており、フードチェーンを構成する各主体間や行政との連携・協力による買い物サービスの利用促進に向けた環境整備の必要性が示唆された。

本研究の実施に当たり、ご助言をいただいた国立研究開発法人医薬基盤・健康・栄養研究所国立健康・栄養研究所国際栄養情報センター国際栄養戦略研究室山口美輪先生に厚く御礼申し上げます。

なお、本研究に関し、開示すべき利益相反(COI)はありません。

(受付 2019. 6.27)
(採用 2019.12.11)

文 献

- 1) 農林水産省. 食料・農業・農村基本計画. 2010.
- 2) 農林水産省. 平成23年食料・農業・農村白書. 2012.
- 3) 薬師寺哲郎編. 超高齢社会における食料品アクセス問題: 買い物難民, 買い物弱者, フードデザート問題の解決に向けて. 東京: ハーベスト社. 2015.
- 4) 木立真直. フードデザートとは何か—: 社会インフラとしての食の供給. 生活協同組合研究 2011; 431: 5-12.
- 5) World Health Organization. A Conceptual Framework for Action on the Social Determinants of Health: Social Determinants of Health Discussion Paper 2. 2010; 5. https://www.who.int/sdhconference/resources/ConceptualframeworkforactiononSDH_eng.pdf (2019年6月24日アクセス可能).
- 6) Story M, Kaphingst KM, Robinson-O'Brien R, et al. Creating Healthy Food and Eating Environments: Policy and Environmental Approaches. Annual Review of Public Health 2008; 29: 253-272.
- 7) 岩間信之, 浅川達人, 田中耕市, 他. 高齢者の健康的な食生活維持に対する阻害要因の分析: GISおよびマルチレベル分析を用いたフードデザート問題の検討. フードシステム研究 2015; 22: 55-69.
- 8) 大橋めぐみ, 高橋克也, 菊島良介, 他. 高齢女性の食料品アクセスが食生活と健康におよぼす影響の分析: 地方都市中心市街地における食品スーパー開店後の住民調査より. フードシステム研究 2017; 24: 61-71.
- 9) 石川みどり, 横山徹爾, 村山伸子. 地理的要因における食物入手可能性と食物摂取状況との関連についての系統的レビュー. 栄養学雑誌 2013; 71: 290-297.
- 10) Yamaguchi M, Takahashi K, Hanazato M, et al. Comparison of objective and perceived access to food stores associated with intake frequencies of vegetables/fruits and meat/fish among community-dwelling older Japanese. International Journal of Environmental Research and Public Health 2019; 16: 772.
- 11) Yamaguchi M, Takahashi K, Kikushima R, et al. The association between self-reported difficulty of food access and nutrient intake among middle-aged and older residents in a rural area of Japan. Journal of Nutritional Science and Vitaminology 2018; 64: 473-482.
- 12) 吉葉かおり, 武見ゆかり, 石川みどり, 他. 埼玉県在住一人暮らし高齢者の食品摂取の多様性と食物アクセスとの関連. 日本公衆衛生雑誌 2015; 62: 707-718.
- 13) Aggarwal A, Cook AJ, Jiao J, et al. Access to supermarkets and fruit and vegetable consumption. American Journal of Public Health 2014; 104: 917-923.
- 14) Bodor JN, Rose D, Farley TA, et al. Neighbourhood fruit and vegetable availability and consumption: the role of small food stores in an urban environment. Public Health Nutrition 2008; 11: 413-420.
- 15) Pearce J, Hiscock R, Blakely T, et al. The contextual effects of neighbourhood access to supermarkets and convenience stores on individual fruit and vegetable consumption. Journal of Epidemiology and Community Health 2008; 62: 198-201.
- 16) Nakamura H, Nakamura M, Okada E, et al. Association of food access and neighbor relationships with diet and underweight among community-dwelling older Japanese. Journal of Epidemiology 2017; 27: 546-551.
- 17) Caspi CE, Sorensen G, Subramanian SV, et al. The local food environment and diet: a systematic review. Health Place 2012; 18: 1172-87.

- 18) 本田亜利紗, 中嶋晋作, 大浦裕二, 他. 日本国内におけるサラダと生鮮野菜の代替・補完関係: 「家計調査」個票による需要体系分析からの接近. 農業経営研究 2016; 54: 15-27.
 - 19) Greene WH. *Econometric Analysis*, 7th ed. New Jersey: Prentice Hall. 2012.
 - 20) 独立行政法人国立健康・栄養研究所. 国民健康・栄養の現状—平成23年厚生労働省国民健康・栄養調査報告より—. 東京: 第一出版. 2015.
 - 21) 西 信雄, 中出麻紀子, 猿倉薫子, 他. 国民健康・栄養調査の協力率とその関連要因. 健康の指標 2012; 10-15.
 - 22) Fukuda Y, Hiyoshi A. High quality nutrient intake is associated with higher household expenditures by Japanese adults. *BioScience Trends* 2012; 6: 176-182.
 - 23) Nishi N, Horikawa C, Murayama N. Characteristics of food group intake by household income in the National Health and Nutrition Survey, Japan. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition* 2017; 26: 156-159.
 - 24) 櫻井清一, 大浦裕二, 玉木志穂, 他. ソーシャル・キャピタルが青果物消費に与える影響: 食行動記録を用いた分析. 食と緑の科学. 2018; 72: 29-37.
 - 25) Bilgic A, Yen ST. Household food demand in Turkey: a two-step demand system approach. *Food Policy* 2013; 43: 267-277.
 - 26) Dehghan M, Mente A, Zhang X, et al. Associations of fats and carbohydrate intake with cardiovascular disease and mortality in 18 countries from five continents (PURE): a prospective cohort study. *Lancet* 2017; 390: 2050-62.
 - 27) Seidelmann SB, Claggett B, Cheng S et al. Dietary carbohydrate intake and mortality: a prospective cohort study and meta-analysis. *The Lancet Public Health* 2018; e419-28.
-

Access to grocery stores and nutrition/food intake observed in the National Health and Nutrition Survey: Focusing on the substitution-complementary relation

Ryosuke KIKUSHIMA* and Katsuya TAKAHASHI*

Key words : People with limited access to grocery stores, older persons, nutrition intake, seemingly unrelated regressions, substitution and complementary relationships

Objective This study aimed to identify the characteristics of nutrition and food intake among people who have limited access to grocery stores (hereinafter, “people with limited access”).

Method Data from the 2011 National Health and Nutrition Survey and 2011 Comprehensive Survey of Living Conditions were compiled using a data-linkage method. These are the only surveys that contain data regarding people’s access to grocery stores. Nutrition and food intake among people with limited access were examined using an econometric method targeting 1,051 women aged 65 years and older. The objective variables for the analysis were caloric intake (kcal) from energy-providing nutrients, namely, proteins, fats, and carbohydrates, and 17 items in different food groups (g/1,000 kcal). The analysis used the seemingly unrelated regressions model, a simultaneous equations model designed to address endogeneity through simultaneous determinations of objective variables. This model indicated, by way of coefficients, the influence of the factors (variables) that define caloric intake from each nutrient and food group. The substitution-complementary relation among the nutrients and among the food groups was expressed as a correlation matrix between error terms.

Results The characteristics of people with limited access were examined targeting women aged 65 years and older with respect to their access to grocery stores and intake of energy-providing nutrients. The results indicated that their caloric intake (kcal) of carbohydrates was significantly high, whereas their caloric intake (kcal) of fats was significantly low. Their caloric intake by food group (g/1,000 kcal) also confirmed similar results: their intake of grains was high, but that of fats was low. Thus, the results indicated a strong likelihood that people with limited access, even after accounting for the substitution-complementary relation, had a diet that was too high in carbohydrates.

Conclusion People with limited access tended to have a diet that was too high in carbohydrates. This tendency had a strong likelihood to be because of not simply the prices or their preferences but their food environment—that is, their limited access to grocery stores. The food environment prescribes people’s diet, even when individuals’ financial situations are taken into account. Therefore, the study indicated the necessity for chain store operators to cooperate with one another and with the government to create an environment that facilitates shopping-support services.

* The Policy Research Institute of the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries