

栄養摂取コストの推計：昭和32～56年全国平均農家

澤田 学¹

(受理：平成2年11月30日)

Estimation of the nutrition intake cost in rural Japan : 1957-1981

Manabu SAWADA¹

摘 要

経済発展に伴う1人当たり所得水準の上昇につれて消費者は食料消費の目的に関し、相対的に栄養摂取から栄養以外の要素を重視すると一般に推測される。本研究では、昭和32～56年度の『農民栄養統計』データを用いて、この広く受け入れられている仮説を実際に検証する。そのため、Lancaster流の特性需要理論を援用することにより、栄養への最小支出を表す「栄養摂取コスト」を推計する。この推計値は、観察された栄養水準を制約条件とする線型計画の栄養問題を解いて求められる。「栄養摂取コスト」の実際の食料支出額に対する比として定義される「栄養摂取コスト・シェア」が農民にとっての栄養の相対価値の指標となる。分析の結果、所得一特に農外所得の成長が、栄養以外の要素に比べ栄養の限界価値を低下させた一方、栄養の相対価格は栄養の価値に正の有意な効果を与えていることが明らかにされる。

キーワード：食料消費，栄養摂取コスト，特性需要理論，線型計画法

緒 言

食料を消費する基本的目的は、言うまでもなく人間の生存・活動・健康維持に必要な栄養を摂取することにあるが、経済発展の過程で栄養水準が充足されてくるに伴い、栄養摂取以外の目的一味・香り・食感などの嗜好性や調理の利便性の追求、食事に付帯するサービス・雰囲気への欲求、多様化・高品質志向が食料消費において重要性を増してくると言われる。小稿は、食料消費支出額のうち純粋に栄養摂取のために使われた部分を実際に推計することによって、この点を実証することを目的とした。

小稿の特徴は2つある。1つは、食料を、消費者に

栄養素などの消費特性を提供する投入財として捉える特性アプローチを理論的枠組みに採用したことである。消費者が財の消費から直接効用を得ると想定した従来の伝統的理論に基づいて、食料消費と栄養摂取の関わりを経済学的に検討するには無理がある。第2は、データとして『農民栄養統計』を利用した点である。これは、『農民栄養統計』が調査世帯の食品購入量・価額と栄養摂取量を包括的・長期時系列的に把握できるわが国唯一のデータ・ソースであることに拠るが、消費構造の変化が戦後農家に極めて圧縮された形で現れており、食料消費における栄養摂取の相対的重要度の変化が捉えやすいと期待されるからである。

¹ 帯広畜産大学畜産管理学科畜産資源経済学研究室

¹ Laboratory of Agricultural Policy and Resource Economics, Department of Animal Production and Agricultural Economics, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Inada-cho, Obihiro, 080, Japan.

方 法

消費者は所得の食料・非食料間配分を決定した後、食料支出総額と食品価格を与件として個別食品の購入量を決定すると仮定する。さらに、消費者が食品を購入するのは、食品それ自体から効用を得るためではなく、食品に含まれる栄養素成分や味・食感あるいは付加されているサービス等の特性から効用を得るためであると仮定する。いま対象となる食品、栄養素成分、食品に含まれる栄養素成分以外の特性はそれぞれ、 n , m , k 種類あり、各食品 1 単位に含まれる特性成分量が一定とすれば、消費者の観察された食品購入量は、効用極大化問題

$$\text{maximize } u = u(z, y) \quad (1-1)$$

subject to

$$z = Aq \quad (1-2)$$

$$y = Bq \quad (1-3)$$

$$p'q = x \quad (1-4)$$

の解として定式化できる⁴⁾。ここに、 u は効用水準、 z は m 次元栄養素成分列ベクトル、 y は栄養素成分以外の k 次元特性量列ベクトル； p , q は対象食品の n 次元価格、数量列ベクトル、 x は食料支出予算額； $A = [a_{si}]$, $B = [b_{ji}]$ は各食品 1 単位に含まれる栄養素成分量、非栄養素特性量を行列の形にまとめたものである：例えば a_{si} は、第 i 番目の食品 1 単位に含まれる第 s 番目の栄養素成分量を示す。またベクトル右肩の '印はベクトルの転置を表す。

効用極大化問題 (1-1) ~ (1-4) の 1 階の最適条件は

$$p_i = \lambda^{-1} [\sum_s (\partial u / \partial z_s) a_{si} + \sum_j (\partial u / \partial y_j) b_{ji}] \text{ for } i=1, \dots, n \quad (2)$$

となる⁴⁾。ただし、 λ は予算の限界効用である。消費者の予算制約式 (1-4) に (2) 式を代入し整理すれば

$$\begin{aligned} x &= \sum_i p_i q_i \\ &= \sum_i \sum_s r_s^* a_{si} q_i + \sum_i \sum_j v_j^* b_{ji} q_i \\ &= \sum_s r_s^* z_s + \sum_j v_j^* y_j \end{aligned} \quad (3)$$

を得る。ここで変数右肩の *印は、当該変数が効用極大化問題の最適解で評価されていることを表し、 r_s , v_j は $r_s = \lambda^{-1} \partial u / \partial z_s$ for $s=1, \dots, m$ (4) $v_j = \lambda^{-1} \partial u / \partial y_j$ for $j=1, \dots, k$ (5) によって定義される第 s 栄養素成分、第 t 非栄養素特性 1 単位の shadow price である。

(3) 式の最右辺第 1 項は栄養摂取コストに他ならない

が、その精確な測定のためには λ^* , z^* , y^* の関数である栄養素成分の shadow price ベクトル r^* を推定する必要がある。しかし、食品に含まれる栄養素以外の消費特性の識別問題、また識別可能としても特性量をどのように測るかという問題があるため、 λ^* , y^* の測定、したがって r^* の推定は極めて難しい^{2,3,5)}。

そこで、Silberberg⁶⁾ の研究で扱われた次のような線型計画問題を考えてみる。

$$\text{minimize } c = p'q \quad (6-1)$$

subject to

$$Aq \geq z^* \text{ and } q \geq 0 \quad (6-2)$$

問題 (6-1) ~ (6-2) は線型計画法でよく知られた栄養問題であるが、所要栄養素量摂取の最低費用を求める従来の研究^{7,8)} と異なり、実際に観察された栄養素摂取量 z^* を制約条件 (6-2) 式に入れている。当問題の最適解であることを変数の右肩に **印を付けて示すとき、 z^* を達成するための最小費用 c^{**} は

$$\begin{aligned} c^{**} &= p'q^{**} \\ &= \sum_i \sum_s r_s^* a_{si} q_i^{**} + \sum_j \sum_i v_j^* b_{ji} q_i^{**} \\ &\geq \sum_s r_s^* z_s^* + \sum_j \sum_i v_j^* b_{ji} q_i^{**} \end{aligned} \quad (7)$$

なる関係を満たす。したがって、 $\sum_i a_{si} q_i^{**}$ と z_s^* ($s=1, \dots, m$) の差が小さく、かつ $b_{ji} q_i^{**}$ ($i=1, \dots, n$) がゼロに近い値であるならば、 c^{**} は栄養摂取コスト $\sum_s r_s^* z_s^*$ を充分良く近似するとみてよい。

以上の点を考慮し、本稿では線型計画問題 (6-1) ~ (6-2) を解いて求めた c^{**} を、栄養摂取コスト $\sum_s r_s^* z_s^*$ の代用指標とした。なお、 c^{**} を用いたことによる推計結果の偏りは、 $\sum_i a_{si} q_i^{**}$ と z_s^* の差、および q_i^{**} の内容から事後的に評価を行った。

デ - タ

『農民栄養統計』(農林水産省統計情報部) は、農家の栄養摂取・食料消費の状態を明らかにするために「農家経済調査」の結果を用いて推定した食品別農家世帯平均 1 人 1 日当たり消費量 (外食を除く) を食品群別に集計した数値に、『日本食品標準成分表』(総理府資源調査会) から算出した食品群別栄養素別成分を乗じて、栄養素別摂取量を計算したものであり、昭和 37~56 年度に関する結果が公表されている。なお昭和 32~36 年度に関しても同種の統計(『農民栄養調査報告』、『農民栄養に関する統計』) が公表されているので、昭和 32~56 年度の期間の全国平均農家を対象に栄養摂取コストの推計を行った。

線型計画問題(6-1)～(6-2)を解くために必要な食品・栄養素の具体的分類、および食品別栄養素別成分率行列A、食品価格ベクトルpと栄養素摂取量ベクトルz*の設定は次のように行われた。

食品の分類・対象とした栄養素：『農民栄養統計』等の公表結果の制約により、食品は、米、精麦、小麦粉、めん、パン、雑穀、みそ、いも類、まめ類、大豆加工品(みそを除く)、油脂、砂糖、鮮魚、塩干魚、魚加工品、肉類、乳卵、緑黄色野菜、その他野菜、野菜加工品、果物、海藻、調味料、酒類、菓子類、その他嗜好品の26食品(群)分割とし、栄養素は、熱量、蛋白質、脂質、カルシウム、食塩、ビタミンA、ビタミンB₁、ビタミンB₂、ビタミンCの9栄養素を取り上げた。

食品別栄養素別成分率行列：『農民栄養統計』に掲げられている食品群別栄養素別成分表をベースに、本稿の食品分類に斉合するように、1部食品群の栄養素成分を、昭和35年度『農民栄養調査報告』記載の食品別栄養素別成分表と各年度の該当食品群内の食品別消費量ウェイトを用いて、食品別にデイス・アグリゲートした。

食品価格ベクトル：個別食品(群)に関する支出額と農家庭先価格による自給物評価額の合計額を、当該(群内)品目購入量・自給量の単純合計で除した平均価格を採用し、単位を100g当たり円とした。数量・支出額の推計は、『農民栄養統計』、『農家生計費統計』、『農家物財統計』、『農村物価賃金統計』の各年版を利用して行った。

栄養素摂取量ベクトル：『農民栄養統計』で計算・公表された1人1日当たり栄養素摂取量を用いた。

結果と考察

栄養摂取コストの推計結果を表1に示す。『農民栄養統計』の食品別栄養素成分算定基礎資料である『日本食品標準成分表』が、昭和37年度までは「改訂表」、38年度以降は「三訂表」に拠っていることから、本表の推計結果は昭和38年度の前後で厳密には接続しないものの、1人1日当たり栄養摂取コストの絶対額は昭和32年度の37円から56年度の197円に趨勢的に増大してきたことが表から見て取れる。

表1の推計結果が、真の栄養摂取コスト $\sum_{i=1}^n p_i \cdot z_i^*$ とどの様な関係にあるかチェックするために、栄養問題(6-1)～(6-2)の最適解 q^{**} において正值をとる

食品(群)とその最適値を検討した。同表によると、観察された栄養摂取量を最小費用で充たす食品構成は、昭和30年代初めでは、精麦・いも類・緑黄色野菜・調味料、昭和30年代中期以降では、雑穀・緑黄色野菜・みそと若干量の大豆加工品・油脂類、であった。これらの食品(群)は、栄養素以外に消費者の満足を高める特性が殆どない調味料の大部分は塩である一か、あったとしてもその含有量は極めて少ないと考えられる。よって(7)式の $\sum_i \Sigma_j v_j \cdot b_{ij} q_i^{**}$ は、いずれの年度もほぼゼロとみなして差し支えない。他方、 $\sum_i a_{ij} q_i^{**}$ の値を各年度について求めたところ、昭和32年度ではカルシウム、ビタミンA、ビタミンB₁、ビタミンC、33年度ではカルシウム、ビタミンB₁、ビタミンC、34・35年度ではビタミンB₁、ビタミンB₂、ビタミンC、36～42・44年度では蛋白質、脂質、ビタミンA、ビタミンB₁、ビタミンB₂、43・45～56年度では蛋白質、ビタミンA、ビタミンB₁、ビタミンB₂の各栄養素が、観察された摂取量を上回った(塩分については、摂取増加が消費者の満足を高めることにはならないので、(6-2)式の制約条件では予め等式制約に設定してある)。このことは(7)式の不等号が厳密に成立することを意味し、本稿で算出されたコストが真のコストの過大推計値であることを示唆している。したがって、対象期間における平均的農家の栄養摂取コストは実際には表1の数字より低いであろう。

食料消費における栄養摂取と、嗜好・食サービスなど栄養以外の特性の消費の相対的ウェイトの時系列的変化を検討するために、同表に栄養摂取コストの食料支出総額に占める割合(栄養摂取コスト・シェア)も示した『農民栄養統計』では外食については栄養素摂取量を推定していないので、ここでは外食費を除く飲食費に対する割合で代用した。栄養摂取コスト・シェアの推移は、対象期間において57%から36%へと低下しているが、特に昭和40年代半ばまでのシェア低下が著しい。我々の得た栄養摂取コスト推計値が過大であることを考慮すれば、実際の栄養摂取コスト・シェアはもっと小さいであろうから、同表の結果より、農家の食料消費における栄養摂取と栄養以外の嗜好・食サービス等の欲求の相対的重要度は少なくとも昭和30年代中頃に逆転したものと判断される。

それでは栄養摂取コスト・シェアの変動を規定した要因は何であろうか。第1に考えられる要因は所得水準の向上である。一般に、所得上昇に伴い食料予算額

の増加分は、栄養充足により、栄養以外の特性の消費のために向けられるから、所得水準の向上は栄養摂取コスト・シェアを低める方向に作用するだろう。第2に挙げられる要因は、栄養素成分の shadow prices r^* の変動である。 r^* の変化は他の条件を一定とすれば栄養摂取コスト・シェアを同方向に変化させるだろう。

この仮説を検証するために、1人当たり所得と栄養摂取相対価格を説明変数、栄養摂取コスト・シェアを被説明変数とする線型回帰式の計測を行った(食料予算額 x の限界効用 λ が、 x の逆数の一定倍とすれば、本稿で採用した回帰式の関数型では、栄養摂取コスト過大推計によるコスト・シェアの過大評価は、計測式の定数項パラメータにのみ影響し、問題とする要因変

数のパラメータ推定値に偏りを生じさせない)。計測結果は次の通りであった。

$$\begin{aligned}
 W_t &= 0.12216 + 0.38408 PPI_t - 0.40155 \times 10^{-3} INC_t & (2.45) & (8.53) & (-9.10) \\
 &- 0.03115 D_t, \quad \text{degree of freedom} = 20, & & & \\
 &(-2.55) & & & \\
 \rho &= 0.462, \quad adjR^2 = 0.975, \quad DW = 2.055 & & & (8) \\
 &(2.34) & & & \\
 W_t &= 0.11724 + 0.38495 RPI_t - 0.33643 \times 10^{-3} INCA_t & (2.22) & (8.36) & (-1.77) \\
 &- 0.41185 \times 10^{-3} INCNA_t - 0.03189 D_t, & & & \\
 &(-7.62) & & & (-2.53) \\
 &\text{degree of freedom} = 19, & & &
 \end{aligned}$$

表1. 栄養摂取コストの推計結果

年 度 (昭和)	栄養摂取コスト (1人1日当たり:円)	栄養問題 ¹⁾ で最適解が正值となる食品(群)とその最適値(1人1日当たり:g)								
		雑穀	精麦	いも類	豆類	緑黄色野菜	みそ	大豆加工品	油脂	調味料
32	37 (0.57) ²⁾		500	786		107			7	59
33	36 (0.55)		465	847	11	78			7	57
34	36 (0.53)	344			50	72			3	61
35	36 (0.52)	404		1414		70	90		3	25
36	34 (0.46)	774		1256		209	137			12
37	40 (0.48)	694			127	222				72
38	39 (0.42)	788				261	168			5
39	40 (0.38)	764			5	253	169			
40	51 (0.43)	776			18	238	174			
41	54 (0.42)	755			17	231	178			
42	58 (0.39)	788				253	181	28		
43	61 (0.39)	679	71			261	178	28		
44	64 (0.37)	747				261	165	55		
45	69 (0.37)	755				282	176	48	1	
46	71 (0.35)	757				295	169	49	1	
47	80 (0.36)	759				300	192	34	0 ³⁾	
48	104 (0.38)	257	397			297	176		11	
49	128 (0.38)	753				295	213	12	0	
50	144 (0.38)	742				279	220	8	1	
51	158 (0.37)	738				261	219	4	1	
52	165 (0.36)	738				268	216	3	1	
53	167 (0.36)	729				268	212	2	2	
54	177 (0.36)	732				268	224	1	2	
55	190 (0.36)	742				255	234	1	3	
56	197 (0.37)	735				271	229	1	4	

注1) 本文(6-1)~(6-2)式の線型計画問題。 2) 括弧内は栄養摂取コストの、外食を除く飲食費に占める割合。 3) 最適値が1gに満たないことを示す。

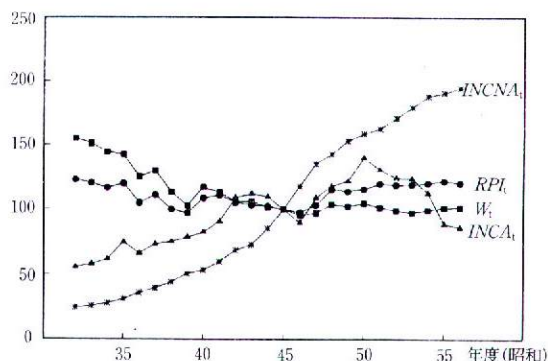
$$\rho=0.459, \text{adj}R^2=0.974, DW=2.038 \quad (9)$$

(2.26)

ただし、 W_t は第 t 年度の栄養摂取コスト・シェア； $INC_t, INCA_t, INCNA_t$ は昭和45年度基準農村消費者物価指数で実質化した第 t 年度世帯員 1 人当たり農家所得、農業所得、農外所得(単位：千円)； RPI_t は栄養摂取相対価格指数(栄養素成分の shadow prices の総体的変化を、昭和45年度を基準年度として同年度の観察された栄養摂取量を各年度の r^* で評価したコスト—(6-2)式の z^* に昭和45年度の観察値を代入して栄養問題を各年度について解いたときの c の最適値で近似された—を、昭和45年度の栄養摂取コスト推計値で除したラスパイレズ型指数によって捉え、当該指数をさらに農村消費者物価指数の食料価格指数でデフレートしたもの)； D_t は食品別栄養素成分算定基礎変更に伴う栄養摂取コスト・シェア変動を捉えるためのダミー変数(昭和32～36年度=0, 37～56年度=1)；括弧内の数値は対応するパラメータ推定値の t 値である。なお、回帰式は系列相関の可能性を考慮し、誤差項に AR(1) 過程を仮定した最尤推定法によって計測された。そのため自由度修正済み決定係数 ($\text{adj}R^2$)、ダービン・ワトソン統計量 (DW) は、誤差の 1 階自己回帰係数推定値 (ρ) によって変換されたデータに関するものである。

(8)式の RPI_t, INC_t のパラメータ推定値はいずれも 1% 水準で統計的にゼロと有意差があり、期待される符号条件も満たし、われわれの仮説を支持するものであった。(9)式は、(8)式の所得変数を稼得源泉の別によって、農業所得 ($INCA_t$) と農外所得 ($INCNA_t$) に分割し、それぞれが栄養摂取コスト・シェアにどのように影響を及ぼしたか吟味したもののだが、農外所得の係数値が 1% 水準で統計的にゼロと有意差がある負値であるのに対し、農業所得のパラメータ推定値は 10% 水準で統計的にゼロと有意差のあるものの 5% 水準でゼロと有意差はなく、しかも $INCNA_t$ の係数値より絶対値が小さかった。この結果は、実質所得向上に伴う平均的農家の栄養摂取コスト・シェア低下が、収入構造の変化、すなわち農外所得の比重増加を反映したものであったことを示唆している。農業所得、農外所得がそれぞれ、農家の消費行動を規定する rural standard of living, urban standard of living を代表するとすれば¹⁾、収入構造の変化は農家世帯の消費習慣の急速なシフトを意味する。したがって対象期間における農家の栄養摂取

図1 $W_t, RPI_t, INCA_t, INCNA_t$ の推移



注) ただし昭和45年度を100とする指数。 $W_t, RPI_t, INCA_t, INCNA_t$ の意味については本文参照。

コスト・シェア低下は所得水準向上に加え、消費習慣の急速な変化に依るところが大きかったと言えよう。

ところで、図1の $W_t, RPI_t, INCA_t, INCNA_t$ の推移をみると、昭和40年代中頃までの栄養摂取コスト・シェアの急速な低下と、それ以降の停滞は、栄養摂取相対価格の変動とパラレルな関係にあることが判る： RPI_t は昭和46年度まで趨勢的に低下した後、上昇傾向にある。回帰分析の結果と併せ考えれば、昭和40年代中頃までの栄養摂取コスト・シェアの急速な低下は、消費習慣シフト・所得水準上昇と相対価格低下が相俟て生じたのに対し、それ以降の停滞は相対価格上昇が農外所得増大の効果を相殺したためであると結論される。

引用文献

- 1) 荏開津典生, 『日本農業の経済分析』第1版, 73-77, 大明堂, 東京, 1985.
- 2) W. M. GORMAN A Possible Procedure for Analyzing Quality Differentials in the Egg Market. Review of Economic Studies. 47: 843-856. 1980.
- 3) O. K. KNUDSEN and P. L. SCANDIZZO The Demand for Calories in Developing Countries. American Journal of Agricultural Economics. 64: 80-86. 1982.
- 4) K. J. LANCASTER A New Approach to Consumer Theory. Journal of Political Economy. 74: 132-157. 1966.

- 5) L. PODKAMINER The Demand for Calories in Developing Countries: Comment. *American Journal of Agricultural Economics*. **68**: 177-179. 1986.
- 6) E. SILBERBERG Nutrition and the Demand for Tastes. *Journal of Political Economy*. **93**: 881-900. 1985.
- 7) G. J. STIGLER The Cost of Subsistence. *Journal of Political Economy*. **27**: 303-314. 1945.
- 8) 唯是康彦 『食料の経済分析』第1版, 56-69, 同文書院, 東京, 1971,

Summary

We conjecture that as per capita income grows, consumers will defer relatively more toward the pleasurable aspects of eating and relatively less toward nutrition intake. In this study this common conjecture is tested empirically using data from *Statistics of Farmers' Nutrition*, 1957-81. This paper employs characteristic demand theory a la Lancaster to estimate "nutrition intake cost", that is, the least-cost expenditure on nutrition which can be calculated by the linear programming diet problem with observed nutrient levels as constraints. "Nutrition intake cost share" which is defined as the ratio of actual food expenditure to nutrition intake cost is a measure of farmers' relative value of nutrition. The analysis finds that while the growth of income, especially non-agricultural income, causes a fall in farmers' marginal values of nutrition relative to tastes, the relative price of nutrition has a significant positive effect on the value of nutrition.

Key words: food consumption, characteristic demand theory, nutrition intake cost, linear programming.