

<研究ノート>

食糧自給と人口成長：最適食糧自給率に関する理論的考察

Food Self-sufficiency and Population Growth: Theoretical Discussion of Optimal Self-sufficiency of Food[†]茂木 創[‡]

Hajime MOTEKI

拓殖大学政経学部准教授

Associate Professor

Faculty of Political Science and Economics, Takushoku University

This paper provides a new viewpoint of self-sufficiency of food. Quite recently in Japan, we hear about the suggestion that we have to raise the ratio of self-sufficiency of food, but we do not have enough argument that which level become preferable for the self-sufficiency of food. Then, I shall examine *the optimal level of self sufficiency of food*, using Krugman (1980) model. Consequently, I obtained the proposition that when thinking about a symmetrical open economy that the producer is in the monopolistic competition market and the consumer has the preference of the love of variety, the self-sufficiency of food decreases as the labor increases.

Keyword

Optimal self-sufficiency of food, Mathematical models, Monopolistic competition

1. 問題意識

農林水産省の調査によると、1965年に62%¹あったわが国の食糧自給率（Self-sufficiency of foods）は年々減少し、2006年には39%となっている。こうした食糧自給率の減少に対して、「食糧自給率を回復すべきである」という主張が頻繁になされている。たとえば、農林水産省は2005年3月に閣議決定された『食料・農業・農村基本計画』において、「食料自給率の目標については、世界の食料需給が不安定な要素を有していることや、国民の多くが我が国の食料事情に不安を抱いていることを踏まえれば、基本的には、食料として国民に供給される熱量の5割以上を国内生産で賄うことを目指すことが適当である。」と食糧自給率の回復を標榜している。こうした目標の策定においては、国内農業の保護・育成はもとより、農村・環境の保護、食糧の安全性確保、国土保全、安全保障など様々な視点が判断の視角となっているとはいうものの、論調として「自給率を高めよう」という主張ばかりが先行しているようにも感じられる。

その一方で、議論の対象となっている食糧自給率そのものは、一体どの水準になればよいのか、そし

[†] 本稿は日本マクロエンジニアリング学会経済工学研究会における2007年、2008年における研究活動の成果に基づくものである。研究の端緒となった参加者一同に対して、この場をお借りして心より感謝したい。

[‡] 住所：〒112-8585 東京都文京区小日向3-4-14 E-mail: hmotegi@ner.takushoku-u.ac.jp

¹ カロリー・ベース、2006年概算値。

てそれは経済学的に妥当な数値設定であるのかどうか、という点について十分な議論がなされているとは言いがたい。「自給率を高めたい」と考える人の中には、食糧については自給自足が最適であると考え人もいれば、自給率が低下しているがゆえに上昇に転じさせたい、と考える人もいる。それらを一括して考えてよいのであろうか。そもそも、自給率減少は本当に悪いのか、という基本的な疑問についてさえも我々は何の合意を得ていない。

様々な視点から、食糧自給について論じることは重要であるが、最初に我々は、食糧自給率がどの水準にあるときマクロレベルの厚生(Welfare)が最大になるのかという、最適食糧自給率(Optimal degree of self-sufficiency of foods)について議論する必要がある。

最適食糧自給率の理論的研究は、Bhagwati (1967) および Bhagwati and Srinivasan (1969) で展開された一般均衡モデルを利用した田中 (1969)、Tanaka (1970) においてすでに言及されている。これら田中の一連の研究では、食糧自給度の確保を Bhagwati and Srinivasan (1969) における経済外的目標の一つと考え、それを内生化した 2 国 2 財 (食糧と非食糧) モデルを構築して分析している。このモデルは、伝統的なヘクシャー＝オリーン・モデルを用いて食糧自給についての先鞭をつけたという点で評価できる。しかし、なぜ食糧自給率は低下するのか、という基本的な問題については外生的な (主として政策的) 要素で決定されると考えており、今日われわれが直面している食糧自給率低下の現状をすべて外生的な要因で説明するということは難しい。

さらに重要な問題は、わが国においては、経済成長に伴って食糧自給率の低下がみられたという事実である。食糧自給率は、経済成長、所得増加、人口増加、輸入増加、といったさまざまな要素と密接に関連していることは疑いない。本稿では、問題の本質に迫るために、まず、「人口の増加とともに、なぜ自国で生産できるにもかかわらず食糧を輸入し消費するようになるのか」という問題点を挙げ考察を試みる。

自給できるものを国内生産をしながら輸入している現状は、産業内貿易の議論として考察することができる。そこで、本稿では Krugman (1980) モデルを用いて最適食糧自給率について考察する。このモデルの特徴は、消費者は消費する財の多様性 (バリエーション) が増すほど効用が増加するという選好を持っており、また、食糧生産者は生産すればするほど平均費用が逡減するという規模の経済性を持っていると仮定する。この規模の経済性という仮定から、生産者は、短期においては独占利潤を得るが、長期的にはライバル企業の参入から市場全体では競争均衡に達するという、独占的競争市場にある。本稿第 2 節では Krugman (1980) モデルを説明し、人口増加とともに食糧自給率が低下するメカニズムについて理論的接近を試みる。そこでは人口増加に伴って、消費される食糧のバリエーションが増加することが示される。第 3 節では、モデルを開放体系に拡張させ、人口増加が食糧バリエーションを増加させ、われわれの経済厚生を高めることが示される。また人口増加率と食糧自給率の関係についてデータを用いて導き出された命題の妥当性について検証する。第 4 節でまとめと今後の課題について言及する。

2 . モデル

Krugman (1980) モデルを用いて食糧自給率について考察する。まず消費について考えてみよう。代表的消費者は加法分離的な Dixit=Stiglitz タイプの効用関数、

$$U = \sum_{j=1}^n u(c_j) \quad (1)$$

をもつものとする。

ただし、 $u(c_j)$ は $\partial u(c_j)/\partial c_j = u'(c_j) > 0$ 、 $\partial^2 u(c_j)/\partial c_j^2 = u''(c_j) < 0$ を満たす関数である。このような効用関数を持つ消費者は、より多くの種類の財を消費することで効用を高めることができる。このような効用関数をもつ消費者をバラエティー愛好 (love of variety) 的消費者とよぶ。この消費者の予算制約条件は、

$$\sum_{j=1}^n p_j c_j = w + \frac{\sum_{j=1}^n \pi_j}{L} \quad (2)$$

である。ただし、 p_j は j 企業によって生産される財の価格であり、 w は労働市場で決定される名目賃金率、 π_j はバラエティー j を生産する生産者の利潤、 L は労働である。効用最大化のための 1 階の条件 (First Order Condition, F.O.C.) より、

$$u'(c_j) - \lambda p_j = 0 \quad (3)$$

が得られる²。ただし、 $\lambda (> 0)$ はラグランジュ乗数である。(3) 式より、各消費者の最適消費量は、

$$c_j = c_j(p_j) \quad (4)$$

となる。したがって、当該経済におけるバラエティー j の総需要量 D_j は、(3) 式より

$dc_j / dp_j = \lambda / u''(c_j) < 0$ 、また、自国には L 人の消費者が存在するので、 j の需要量 D_j は、

$$D_j = L c_j(p_j) \quad (5)$$

となる。ここでバラエティー j の需要の価格弾力性 ε_j は、

$$\varepsilon_j = -\frac{dc_j}{dp_j} \cdot \frac{p_j}{c_j} > 0 \quad (6)$$

である。

次に、生産者の行動を考察しよう。生産者はバラエティー j 、1 種類だけの生産を行っているものとし、当初独占状態にあるものと仮定する。その生産関数は $x_j = f(L_j)$ で与えられる規模に関して収穫逓増な生産関数である。ただし、 x_j は生産量である。この生産関数を以下のように定式化する。

$$x_j = \frac{1}{\beta} (L_j - \alpha) \quad (7)$$

² 2 階の条件 (Second Order Condition, S.O.C.) は満たされているものとする。

ただし $\alpha > 0$ 、 $\beta > 0$ である。(7) 式から労働需要関数を導くと、

$$L_j = \alpha + \beta x_j \quad (8)$$

となる。つまり、 α は固定費用を表している。

また、(8) 式から $d(L_j / x_j) / dx_j = -\alpha x_j^{-2} < 0$ なので、平均費用は逓減する。各生産者は限界収入 MR_j と限界費用 MC_j が等しくなるように生産量を決定したとき、最大利潤を得ることができる。したがって、総収入 $TR_j = p_j x_j$ 、総費用 $TC_j = wL_j = w(\alpha + \beta x_j)$ とすると、

$$MR_j = p_j dx_j + x_j dp_j = p_j \left(1 - \frac{1}{\varepsilon_j} \right) = MC_j = w\beta \quad (\text{短期均衡条件}) \quad (9)$$

という利潤最大化のための 1 階の条件を得る³。(9) 式より、

$$\frac{w}{p_j} = \frac{1}{\beta} \left(1 - \frac{1}{\varepsilon_j} \right) \quad (10)$$

となる。ここで、 $d(w / p_j) / dc_j = -1 / (\beta \varepsilon^2) < 0$ である。(10) 式は図 1 の SS 線で示されている。

また、当初独占状態であったバラエティー j の市場は、長期的には新たな生産者の参入が考えられ、

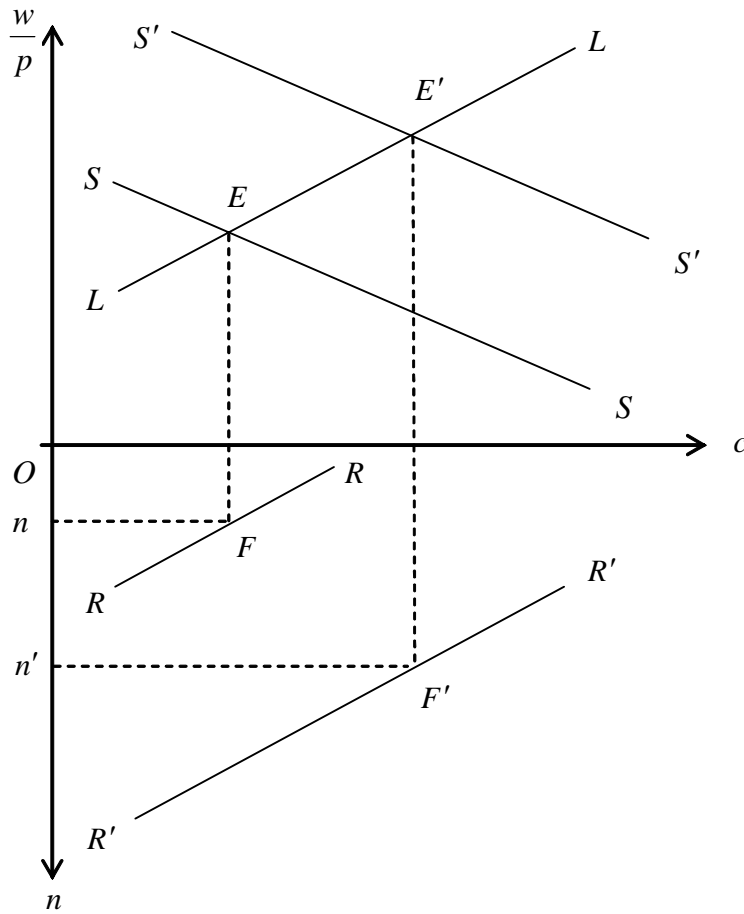
$$x_j = D_j = Lc_j \quad (\text{長期均衡条件}) \quad (11)$$

が達成される。競争均衡が達成される長期においては利潤 $\pi_j = p_j x_j - wL_j = 0$ なので、

$$\frac{w}{p_j} = \frac{x_j}{\alpha + \beta Lc_j} = \frac{Lc_j}{\alpha + \beta Lc_j} \quad (12)$$

³ 2 階の条件は満たされているものとする。

図1 最適消費量の決定



資料) 筆者作成。

が成り立つ。ここで、 $d(w/p_j)/dc_j = \alpha L/(\alpha + \beta Lc_j)^2 > 0$ である。(12)式は図1のLL線で示されている。短期均衡かつ長期均衡を満たす点は図1のE点で示されている。

(8)式より $L = \sum_{j=1}^n L_j = n(\alpha + \beta x_j)$ なので、

$$n = \frac{L}{\alpha + \beta Lc_j} \quad (13)$$

となる。また、 $dn/dc_j = -\beta L^2/(\alpha + \beta Lc_j)^2 < 0$ より、図1のRR線を得る。短期均衡と長期均衡を同時に満たすE点に対応して、最適な財のバラエティー数nは図中のF点で決定される。

(10)式、(12)式および(13)式で表されるモデルを考えると、内生変数は c_j 、 w/p_j そしてnである。また、外生変数はLである。ここでLが変化した場合、短期および長期の実質賃金率 w/p_j や、財のバラエティー数nにどのような影響があるのかを考えると、

$$\frac{d(w/p_j)}{dL} = \frac{\alpha c_j}{(\alpha + \beta L c_j)^2} > 0 \quad (14)$$

$$\frac{dn}{dL} = \frac{\alpha}{(\alpha + \beta L c_j)^2} > 0 \quad (15)$$

となる。したがって、労働（人口）が増加すると、実質賃金率 w/p_j は増加し、財のバラエティー総数 n も増加することがわかる。この状況は図 1 の SS 線および RR 線のシフトによって示されている。

3. 開放経済における食糧自給

次に貿易が行われた場合の効果を考えよう。両国において効用関数と生産関数は同じであるものと仮定し、外国のバラエティー数を n^* 、労働を L^* とすると、貿易を行うことによって市場が拡大し、労働賦存量が L から $L + L^*$ に拡大する。また、 L の増加は (14) 式から、実質賃金率 w/p_j を増加させる。

その結果、(12) 式から c_j を増加させる。したがって開放経済においては、

$$x_j = (L + L^*)c_j \quad (16)$$

$$n = \frac{L}{\alpha + \beta x_j} = \frac{L}{\alpha + \beta(L + L^*)c_j} \quad (17)$$

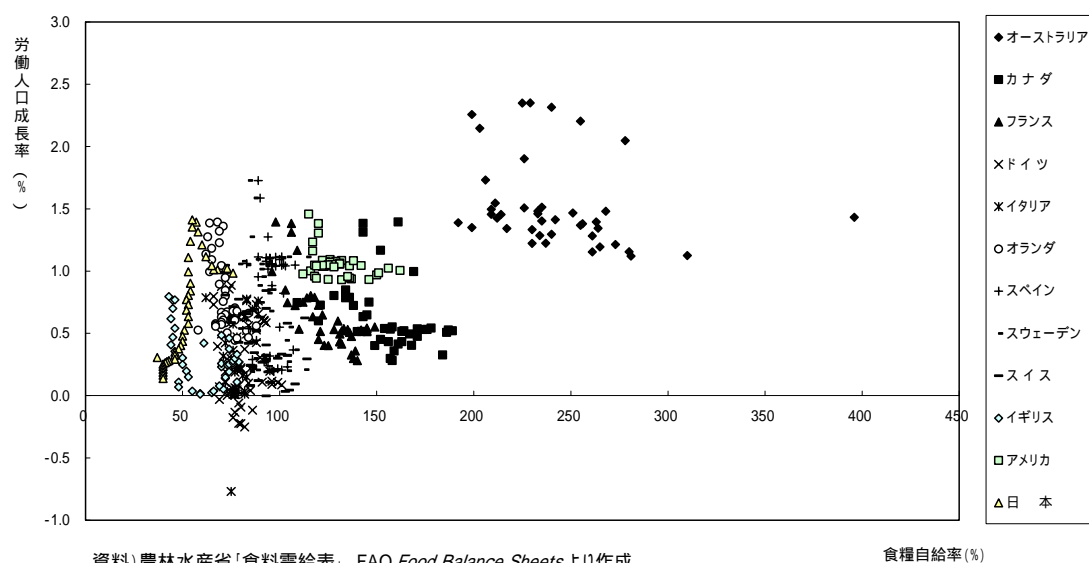
$$n^* = \frac{L^*}{\alpha + \beta x_j} = \frac{L^*}{\alpha + \beta(L + L^*)c_j} \quad (18)$$

$$n + n^* = \frac{L + L^*}{\alpha + \beta(L + L^*)c_j} \quad (19)$$

となり、(19)式から (13) 式を引くことによって、

$$\frac{\alpha L^*}{[\alpha + \beta(L + L^*)c_j](\alpha + \beta L c_j)} > 0 \quad (20)$$

図2 労働人口成長率と食糧自給率 (1962-2003)



が導き出される。各国の効用関数の形状が加法分離的であるという仮定から、財の種類が増加することによって各国の消費者の効用は高まるので、経済厚生は増加する。つまり、独占的競争の下で製品差別化貿易という産業内貿易が進展するに伴って、各国の経済厚生は増加することがわかる。

また、全世界（自国と外国）の労働賦存量 $L + L^*$ を η と定義し、国内食糧自給率を $c_j / x_j = \varphi$ と定義

すると (16) 式は $\varphi = 1/\eta$ となる。また任意の変数 X の変化率 $\Delta X / X$ を \hat{X} と表記すると、国内食糧自給率変化 $\hat{\varphi}$ は、

$$\hat{\varphi} = -\hat{\eta} \quad (21)$$

となり、 $d\hat{\varphi}/d\hat{\eta} = -1 < 0$ なので、以下の命題を得る。

命題 1

消費者がバラエティー愛好型の選好をもっており、生産者が独占的競争市場にある対称的な開放経済を考えると、労働人口の増加に伴って食糧自給率は減少する。

導かれた命題 1 についての現実妥当性を考える。分析対象国はオーストラリア、カナダ、フランス、ドイツ、イタリア、オランダ、スペイン、スウェーデン、スイス、イギリス、アメリカ、日本の先進 12 カ国、データは 1962 年から 2003 年までの時系列データを使用した。図 2 は、縦軸に労働人口成長率、横軸に食糧自給率をとった散布図である。この図を見ても明らかなように、日本を除くすべての分析対象国において労働人口成長率と食糧自給率の間には負の相関関係が観察される。各国固有の事情があるので、より厳密な分析が必要であるが、概ね命題 1 が成立していると考えてよいだろう。命題 1 が観察される理由としては、経済の需要サイド、供給サイドの 2 つの側面から説明が考えられよう。一つは、人口成長を伴う経済成長によって所得が増加し、購買力が増加して輸入食糧が増加するという需要サイドの要因であり、もう一つは、経済成長に伴って農村で発生した余剰労働が都市の製造業部門に吸収された結果、国内農業の生産量が相対的に減少するという供給サイドの要因である。

これに対して、日本は、分析対象国中唯一、労働人口成長率と食糧自給率の間に正の相関関係がみられる国である。労働人口の増加と食糧自給率の負の関係は 1976 年までは観察されるものの、それ以降は労働人口成長率と食糧自給率の間には正の相関関係がみられる。つまり、人口減少と食糧自給率の低下が同時に発生している。この現象を、先進国に先駆けた現象とみるか、日本固有の現象としてとらえるか、それによって今後の日本の農政は大きく変わってくると考えられる。

4. 結語と課題

以上、本稿では労働人口成長率と食糧自給率の関係を考察してきたが、その結果、先進国では、概ね労働人口成長率と食糧自給率の間には負の相関関係が観察された。しかし、今後の課題も多い。たとえば、経済成長の時期は各国さまざまであり、厳密にはそれを考慮したうえで分析する必要があるし、また、経済成長と労働人口成長の関係についてもより詳細な分析をする必要もある。

加えて、本稿の第 2 節で用いたモデル分析では、財のバラエティーが多くなればなるほど消費者の効用が増加する、というモデルを用いたが、すでに言及したように、ミクロレベルでは自給自足で得た食糧以外からは全く効用を得られない、という消費者も存在する。その一方で、そもそも、自給率が低下している、ということ自体何が問題なのか、安全であれば貿易を通じて安価な食糧を手に入れることの何が問題なのか、という消費者もいる。しかし、重要なことは、世界には農産物しか生産できない国が存在し、その多くが途上国であるという事実である。日本が「作れば作れる」、と言う理由だけで食糧の自給自足に踏み切れば、途上国の外貨収入の道を立つことに繋がる。それが果たしてグローバル化時代の中で許される行為なのかわれわれは考えなければならない。最適食糧自給率を算定する際には、こうしたさまざまな視点から考察していく必要がある。

参考文献

伊藤元重・大山道広 (1985) 『国際貿易』岩波書店。

田中修 (1969) 「食糧自給度の決定について」『国民経済雑誌』神戸大学紀要。

農林水産省 (2005) 『食料・農業・農村基本計画』農林水産省。

Atkinson, A. B. and Stiglitz, J. E. (1980) *Lecture on Public Economics*, McGraw-Hill.

Bhagwati, J. H. (1967) "Non-Economic Objectives and the Efficiency Properties of Trade," *Journal of Political Economy*, Vol. 75, No. 5.

Bhagwati, J. H. and Srinivasan, T. N. (1969) "Optimal Intervention to Achieve Non-Economic Objectives," *Review of Economic Studies*, Vol. 36, No. 1.

Dixit, A. K. and Stiglitz, J. (1977) "Monopolistic Competition and Optimum Product Diversity," *American Economic Review*, Vol. 67, No. 3.

Krugman, P. R. (1979) "Increasing Returns, Monopolistic Competition, and International Trade," *Journal of International Economics*, Vol. 9.

Krugman, P. R. (1980) "Scale Economies, Product Differentiation, and the Pattern of Trade," *American Economic Review*, Vol. 70.

Krugman, P. R. (1981) "Intraindustry Specialization and the Gains from Trade," *Journal of Political Economy*, Vol. 89, No. 51.

Tanaka, O. (1970) "Optimal Degree of "Self-Sufficiency" of Food: An Extension of Bhagwati-

Srinivasan's "Optimal Intervention to Achieve Non-Economic Objectives," *Kobe University Economic Review*, Vol. 16.