

〈研究ノート〉

## 日本の酪農の費用構造 —規模の経済があるのか

佐 藤 綾 野<sup>1</sup>

### 概 要

本研究は、日本の生乳生産の費用構造を実証分析することを目的としている。本研究では、2005年から2012年までの日本のプーリングデータをもとにトランスログ型費用関数を推定し、北海道の生産コストが都府県のそれより17%程度低いこと、また生乳生産コストには規模の経済性が働いているという結果を得た。

### 1. はじめに

日本国内の生乳生産量が、この数十年間で減少の一途をたどっていることは多くの研究が指摘しているところである。今後もこの減少トレンドが続いた場合、将来的に日本国内の生乳供給不足がより深刻になると予想される。

本研究では、上記で指摘したような生乳生産の長期的な減少トレンドを解消し、さらに日本の酪農業を国際競争力のある強い産業に成長させるために、日本の生乳生産の費用構造を実証分析することを目的としている。

本研究の目的に近い先行研究としては、Hussain et al. (2013)、Tauer and Mishra (2006) などがあげられる。Hussain et al. (2013) はパキスタンの特定地域における生乳生産について3次の費用関数を推定し、固定費用が39,761ルピー、平均費用が468.51ルピー、最適な生産量は61,600kgであることを示した。Tauer and Mishra (2006) は、アメリカの生乳生産者が生乳設備の使用によってコストを減らし得ることを実証的に明らかにしている。さらにFrahan et al. (2011) では、ベルギーの生乳生産について既存の数量規制を取り除いた場合の費用関数を定量分析し、シミュレーションを行っている。その結果は、数量規制を取り除いた場合生乳価格が20%低下するとしている。

本研究では主な結論として、第1に、2005年から2012年までの日本全国のプーリングデータをもとに、北海道の生産コストが都府県のそれより17%程度低いこと、第2に、日本の生乳生産コストの現場では、規模の経済性が働いていることを示している。

本論文の構成は次のとおりである。2節では推計モデルとその結果を示している。3

---

1 本研究は高崎経済大学平成29年度研究奨励費の助成を受けたものである。

節は本研究の結論部である。

## 2. 生乳生産の費用関数推計

2 生産要素 1 生産物からなる一般型の費用関数は以下のように表わされる。

$$C = C(p_i, y), \quad i = 1, 2 \quad (1)$$

本研究では、 $C$  は費用、 $y$  は各農家の一年間の生乳生産量（単位100kg）、 $p_1$  及び  $p_2$  は、それぞれ一年間の生乳生産100kgにかかる飼料費用および労働費とする。

(1)式の両辺の対数をとって2次のテイラー展開を行うと、トランスログ型の費用関数が導出される<sup>2</sup>。

$$\begin{aligned} \ln c = \alpha_0 + \alpha_y \ln y + \frac{1}{2} \alpha_{yy} (\ln y)^2 + \sum_j \alpha_j \ln p_j + \frac{1}{2} \sum_j \sum_k \alpha_{jk} \ln p_j \ln p_k + \sum_j \alpha_{jy} \ln p_j \ln y \\ + \alpha_H \text{Hokkaido} \\ j, k = 1, 2 \quad (2) \end{aligned}$$

ここで *Hokkaido* は、北海道のサンプルを 1 とするダミーである。又、 $\alpha_0, \alpha_y, \alpha_{yy}, \alpha_j, \alpha_{jk}, \alpha_{jy}, \alpha_H$  は、それぞれ推計すべきパラメータである。

トランスログ型の費用関数には、要素価格に関する 1 次同次と対称性より以下のような制約が課せられる。

$$\begin{aligned} \sum_j \alpha_j &= \alpha_1 + \alpha_2 = 1 \\ \alpha_{12} &= \alpha_{21} \\ \sum_j \alpha_{jk} &= \alpha_{1k} + \alpha_{2k} = 0 \\ \sum_k \alpha_{jk} &= \alpha_{j1} + \alpha_{j2} = 0 \\ \sum_j \alpha_{jy} &= \alpha_{1y} + \alpha_{2y} = 0 \end{aligned}$$

2 トランスログモデルはChristensen, Jorgenson and Lau (1973) によって提案された。

また生産関数にホモセティックの仮定があると、要素価格と生産量が分離可能となるため、(2)式において

$$\alpha_{jy} = 0$$

つまり、 $\alpha_{1y} = \alpha_{2y} = 0$  となる。さらに、生産関数のk次同次性を仮定すると、

$$\alpha_{yy} = 0$$

という制約も課せられる。トランスログ型費用関数を要素価格に関して微分し、シェパードの補題とともにコストシェア方程式が次のように導出される。

$$S_i = \frac{p_i X_i}{C} = \alpha_i + \sum_j \alpha_{ij} \ln p_j + \alpha_{iy} \ln y, \quad i, j = 1, 2 \quad (3)$$

$S_i$ は、生産要素  $i$  のコストシェア、 $X_i$ は生産要素の投入量である。このコストシェア方程式は加法性制約が成立するので、

$$\sum_i S_i = 1, \quad i = 1, 2 \quad (4)$$

となる。これは生産要素のコストを全て足すと1となることを示している。本研究では生産要素が2種類なので、(3)式は2本の方程式となるが、(4)式より1本は独立ではない。

推計では、(2)式のトランスログ型費用関数と(3)式のコストシェア方程式からなる連立方程式を用いて、SUR (Seemingly unrelated regressions) 推計によりパラメータを得る<sup>3</sup>。また(3)式の  $p_2$ は労働費、 $X_2$ は各農家の1年間の労働時間を使用している。推計に使用したデータは、2005年から2012年の都府県と北海道に関する、飼養頭数規模別の年次のプーリングデータである<sup>4</sup>。サンプルは96である。推計結果は図表1のとおりである。

推計結果からは、全ての変数について t検定によって有意水準1%で0であることが棄却された。パラメータに関して、北海道ダミーの係数は-0.17であるが、これは北海道の生産コストが都府県のそれよりも17%程度低いことを示している。

3 コストシェア方程式(3)式のパラメータと費用関数(2)式のパラメータは同一であるため、推計の際に制約となる。

4 データの出所に関して、規模別費用は『畜産物生産費(確報)2005年～2012年』、規模別戸数は『畜産統計(確報)2005年～2012年』、1頭当たりの生乳生産量は『畜産物生産費(長期累計)北海道&都府県』、生乳の価格指数は『農作物価統計調査』より入手した。規模別費用の全生産コスト、労働費および飼料費は、その平均で除して基準化している。使用したサンプルの記述統計量は、図表2に示している。

図表1 トランスログ型費用関数の推計結果

(2)式の推計結果

	係数	標準誤差
$a_0$	12.517***	12.517
$a_y$	0.576***	0.576
$a_1$	-0.131***	-0.131
$a_2$	1.131***	1.131
$a_{21}$	0.538***	0.538
$a_{1122}$	-0.236***	-0.236
hokkaido	-0.171***	-0.171
標準誤差	0.116	
決定係数	0.977	
自由度修正済決定係数	0.976	
サンプル数	96	

(3)式の推計結果

	係数	標準誤差
$a_2$	1.130***	0.022
$a_{21}$	0.538***	0.030
$a_{1122}$	-0.236***	0.027
標準誤差	0.213	
決定係数	0.809	
自由度修正済決定係数	0.805	
サンプル数	96	

\*\*\*, \*\*, \* はそれぞれ有意水準 1%, 5%, 10%

\*\*\*, \*\*, \* はそれぞれ有意水準 1%, 5%, 10%

図表2 使用データの記述統計量

	平均	最小値	最大値	中央値	分散	尖度	歪度
生乳量(単位:100kg)	5753.2	884.2	13902	4727.25	2E+07	-0.678	0.726
総費用(単位:百万円、生乳量100kg当たり)	40.529	7.706	111.341	33.370	765.801	-0.268	0.821
飼料(単位:百万円、生乳量100kg当たり)	20.201	2.805	60.098	16.147	221.521	-0.304	0.822
労働費(単位:百万円、生乳量100kg当たり)	9.110	3.255	16.395	9.136	12.239	-0.790	0.082

また推定されたパラメータから、以下の規模の経済性を示す指標SALを作成することができる<sup>5</sup>。

$$SAL = \frac{\partial \ln c}{\partial \ln y} = \alpha_y - 1.$$

SAL<0で規模に関して収穫逓増、SAL>0で規模に関して収穫逓減、SAL=0で規模に関して収穫一定となることが知られている。ここではSAL=-0.42となるので、規模に関して収穫逓増となる。この結果は、例えば生産要素をλ倍にすると生産コストがλ倍以下になっていること、つまり規模の経済性が働いていることを示している。したがって、この結果からは、現状の生乳生産では飼養頭数や設備などの規模を大きくすることで、生産コストを下げ、利益拡大につながる可以说。

5 北坂(2013)および伊藤(1989)を参照。

### 3. 結論

本研究では、2005年から2012年までの年次データを用いて生乳生産の費用関数を推計した。その結果からは、北海道の生乳生産費用が都府県と比較するとおよそ17%低いこと、また日本の生乳生産には、規模の経済が働いていることが示唆された。北海道の生乳生産コストが都府県の生乳生産のコストよりも低いことは、北海道の生産農家の平均飼養頭数が都府県の生産農家のそれよりも約2倍多いことが関係しているのかもしれない。したがって、日本の生乳生産の長期的な減少トレンドを解消し、日本の酪農が国際競争力をもつためには、北海道の生産農家のような大規模生産化が一つの解決策になると考えられる。

#### 謝辞

本稿の作成に当たって、コロンビア大学伊藤隆敏教授、中央大学吉見大洋准教授から多くの有益な助言やコメントを頂いた。また匿名の査読者からも本稿を修正する段階で有益なコメントを頂いた。ここに深く感謝の意を表したい。なお残る誤りは全て筆者に帰する。

（さとう あやの・高崎経済大学経済学部教授）

#### 参考文献

- Christensen, L.R., Jorgenson, D.W., Lau, L.J., (1973) "Transcendental log-arithmetic production frontiers," *Review of Economics and Statistics* 55, pp.28-45.
- Frahan, B. H. de, Baudry, A., Blander, R. De, Polomè and Howitt, R. (2011) "Dairy Farms without quotas in Belgium Estimation and Simulation with a Flexible Cost Function," *European Review of Agricultural Economics* 38 (4) , pp.469-495.
- Hussain, A., Shah, F.A. and J. Hussain (2012) "An Empirical Study of Cost of Milk Production in Timergara District Dir, Pakistan," *Journal of Agriculture and Veterinary Science* 1 (1) , pp.36-44.
- Tauer, L. W. and Mishra, A. K. (2006) "Dairy Farm Cost Efficiency," *Journal of Dairy Science* 89 (12) , pp.4937-4943.
- 伊藤順一（1989）『費用関数の特定化に関する考察』農業総合研究 43（1）、pp.57-83.
- 北坂真一（2013）『国立大学の費用関数：トランスログ・コストシェアモデルによる同時推定』同志社大学経済学論叢 65（1）、pp.235-259.