

# わが国酪農における生産性向上と地域間生産性格差 の計量分析 1968-1985\*

山本 康 貴<sup>1)</sup>  
(受理: 1988年5月31日)

Intertemporal and interspatial productivity comparisons  
in Japanese dairy farming 1968-1985

Yasutaka YAMAMOTO

## 摘 要

小稿の目的は、近年のわが国酪農における生産性向上と地域間生産性格差を計量的に分析することにある。

分析方法として、従来の総合生産性指数(TFP)にくわえ、生産量基準生産性指数(OBP)と要素投入量基準生産性指数(IBP)を用いる。OBPとIBPは、生産性向上の要因の中で規模の経済性を分離して分析できる特徴を持つ。これら生産性指数を計測して、①異時点間比較(技術進歩)、②地域間比較を行う。データは昭和43年から昭和60年までの農林水産省『牛乳生産費調査』である。対象地域は北海道と都府県とする。

分析結果は以下の通りである。

第一に、費用関数の計測結果から、北海道と都府県ともに、規模の経済性が存在する。第二に、異時点間比較では、大規模は小規模よりも生産性向上(技術進歩)が大きい。第三に、地域間比較では、北海道が都府県を上回る生産性を持つ。以上の分析結果から、不足払い法以降のわが国酪農の規模拡大や立地移動は、より生産性が高い経営や地域に進展したことが示唆される。

キーワード 生産性、規模の経済性、技術進歩、生産性指数、酪農

## 1. 課 題

小稿の目的は、近年のわが国酪農における生産性向上と地域間生産性格差を計量的に分析することにある。

昭和41年に施行された「加工原料乳生産者補給金等暫定措置法」(略称「不足払い法」)以後における酪農展開の特徴は、①規模の拡大、②専業化、③立地移動、に要約される<sup>18, 19, 20, 21)</sup>。

<sup>1)</sup> 帯広畜産大学畜産経営学科農業計算学研究室

<sup>2)</sup> Laboratory of Farm Accounting and Statistics, Department of Agricultural Economics, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine, Obihiro, Hokkaido, 080 JAPAN.

\* 小稿は昭和62年度文部省科学研究費補助金ならびに昭和62年度北海道科学研究費補助金による研究成果の一部である。

経営規模の拡大、専業化および立地移動をもたらした要因として、①家計費水準上昇にともなう下限（頭数）規模の拡大、②頭数規模の拡大は、飼料作のための土地面積拡大が必要となり、この条件で有利である地域に立地移動が進展したこと、③機械化の労働節約のメリットは、より大きな規模で発揮されること、④飼料生産のための機械・設備は、多額の投資を必要とすると共に、他作物と共通して利用できるものが少なく、規模拡大や専業化に向かいやすいこと、⑤低生産費の原料乳地帯を算出基礎とした不足払い法による加工向け原料乳価は、小規模層の減少と規模拡大を促進したこと、⑥離農による跡地が、残った農家の規模拡大をもたらしたこと（特に北海道）、⑦畜産公害や、都市化による地代上昇が、遠隔地への立地移動をもたらしたこと、等が指摘されている。

以上のような従来の見解に対し、小稿では特に、規模の拡大と立地移動は、「より生産性が高い経営や地域に進展した」という作業仮説を設け、このことを生産性指数の計測によって考察することとしたい。

具体的には、①規模の拡大は、規模の経済性を享受すると同時に、相対的に大きい技術進歩をもたらすものと考えられ、大規模は小規模に比較して、高い生産性向上を実現する、②土地基盤が豊富なところで規模拡大や立地移動が進展したのは、飼料生産による自給飼料使用的な牛乳生産が、購入飼料使用的なものよりも相対的に生産性が高い、と考えられるからである。

この仮説を実証するために、まず、①規模の経済性の存在と、②大規模は小規模より技術進歩率が高いことを示す。次に、③相対的に自給飼料使用的と考えられる地域として北海道と、購入飼料使用的と考えられる都府県を取り上げて両地域の生産性を比較することとしたい。

分析方法として、これまで技術進歩や地域間生産性格差の計量分析による研究では、生産関数（ほとんどの場合、コブダグラス型あるいはその変形型）を推定して、Farrell 流の技術効率を比較したり（土井<sup>63</sup>）、生産関数の定数項や切片ダミーを効率の指標として分析したもの（荏開津・茂野<sup>64</sup>、金<sup>65</sup>）がほとんどであった。

これらの接近法の問題点は、

- ①クロスセクションデータによる生産関数の推定は多重共線性のために良好な結果を得ることが難しい。
- ②多重共線性を避けるために投入要素を少数に限定

しなければならない。

③生産関数から計測された定数項や切片ダミーの比較は推定されたサンプルの平均における比較であって、各サンプルごとにそれぞれ生産性を比較することが難しい。

④生産関数の定数項や切片ダミーの比較には推定された生産弾力性が両地域で等しく定数項や切片ダミーのみ異なるという制約が必要である。

⑤生産性や効率性を規模と関連させて考察される場合が多かったが、規模の経済性が生産性を構成する一つの要素であるとの認識が充分なされていない。という点にある。

小稿の課題である酪農の生産性の比較にあたっては、飼料を自給、購入に分けて分析する必要があり、これ以外にも多数の生産要素を対象としなければならない。したがって、上記①②のために生産関数の推計は困難であり、仮に推計に成功したとしても③④の問題は依然として残ると考えられる。

生産関数を計測しないで生産性を分析する方法に Index Number アプローチがある。しかし、従来のTFP（Total Factor Productivity、総要素生産性または総合生産性）の計測では規模に関して収穫一定の仮定がおかれ（土井<sup>67</sup>）、⑤の問題を考慮することができない。

そこで小稿では、上述した Index Number アプローチをさらに規模の経済性も含めて分析できるよう拡張された方法を用いることによって、課題に接近する。

以下、2. では、分析方法として異時点間や地域間の生産性格差を規模の経済性を含めてノンパラメトリックに分析できる生産性指数モデルと用いられるデータについて説明する。

次に3. において、分析した結果を示し、検討をくわえることとする。

## 2. 分析方法

### （1）生産性指数

まず本分析で用いられる生産性指数の特徴を述べると、

①要素代替や規模に関して収穫一定ならびに中立的技術進歩の制約を課していない。

②規模の経済性の情報が得られると、生産量、投入量の数量および価格のデータのみで、ノンパラメトリック

クに計測し得る。(規模に関して収穫一定あるいは通減であれば、まったくエコノメトリックな推定を必要としない。)

③ ②の利点のため、費目を少数の Input にカテゴライズする必要がなく、投入要素間の代替関係をくずさずに分析を詳細に行いうる。ことを指摘できる。

生産性の異時点間や地域間比較にあたって、次の2つを考慮することができる。

第一に、生産性のある与えられた要素投入量の下での生産量の差としてとらえる方法である。逆に、与えられた生産量の下での要素投入量の差をとることもできる。

前者を生産量基準生産性指数 (OBP, Output Based Productivity Index)、後者を要素投入量基準生産性指数 (IBP, Input Based Productivity Index)、と呼ぶ。トランスログ型の関数形と生産者の均衡条件を仮定すると、OBPである $m$ は<sup>23)</sup>、

$$\begin{aligned} \ln m = & [\ln y_t - \ln y_s] \\ & - \frac{1}{2} \sum_n^N [S_{nk} + S_{nl}] \cdot [\ln x_{nt} - \ln x_{ns}] \\ & + \frac{1}{2} \sum_n^N [S_{nk} (1 - \varepsilon_k) + S_{nl} (1 - \varepsilon_l)] \\ & \cdot [\ln x_{nt} - \ln x_{ns}] \end{aligned} \quad (1)$$

ここで、 $\ln$  は自然対数、 $y_t$  は生産量、 $S_{nk}$  は $n$ 要素のコストシェア、 $\varepsilon_k$  は規模の経済性 $\sim 1$ より大(小)なら規模に関して収穫逓増(減)、 $x_{nt}$  は $n$ 要素投入量を表す。地域間の比較の場合、 $s$  はそれぞれ $k$ 地域と $l$ 地域を表す。異時点間の比較の場合、 $s$  の $k, l$  は連続する2時点を表す。

また、同様にIBPである $M$ は、

$$\begin{aligned} \ln M = & [\ln y_t - \ln y_s] \\ & - \frac{1}{2} \sum_n^N [S_{nk} + S_{nl}] \cdot [\ln x_{nt} - \ln x_{ns}] \\ & + \frac{1}{2} \left[ \left( \frac{1}{\varepsilon_k} - 1 \right) + \left( \frac{1}{\varepsilon_l} - 1 \right) \right] \cdot [\ln y_t - \ln y_s] \end{aligned} \quad (2)$$

となる。

(1)式と(2)式の第1項が生産量指数、第2項が要素投入量指数、第3項が規模格差指数となる。第2項の要素投入量指数は、費目ごとの要素投入量の格差を当該コストシェアの平均をウェイトとして、集計したものである。したがって、要素投入量指数の変化を各費目ごとの貢献として、分析することができる。

$\varepsilon_k = 1$ 、すなわち規模に関して収穫一定の場合、両式とも第3項が消去され、 $m=M$ となり、通常の総合生産性指数(TFP, Total Factor Productivity)となる。

規模に関して収穫通減DRTS (Decreasing Return To Scale) のケースでは、利潤最大化を仮定できるので、

$$\varepsilon_k = \frac{w^s \cdot x^s}{p^s \cdot y^s} \quad (3)$$

ここで、 $w^s$  は要素価格ベクトル、 $x^s$  は要素投入量ベクトル、 $p^s$  は生産物価格、 $y^s$  は生産量である。

したがって、DRTSの場合は、観察データのみで(1)(2)式が計測できる。

規模に関して収穫一定CRTS (Constant Return To Scale) の場合も、両式とも第3項が消去され、観察データのみで(1)(2)式が計測できる。

規模に関して収穫逓増IRTS (Increasing Return To Scale) のケースでは利潤最大化を仮定できないので、 $\varepsilon_k$ に関する情報が必要である。

(1)(2)式を比較すると、

①一般的には $m \leq M$ で、CRTSのとき $m=M$

② $m$ と $M$ の相違は第3項にある。例えば、IRTSで要素投入量が同一( $x_{nt} = x_{ns}$ ,  $v_n$ )で生産量は $y_t > y_s$ とすると、(1)式の第3項は0であり、(2)式の第3項はマイナスなので、 $m > M > 1$ または、( $\ln m > \ln M > 0$ )となる。

したがって、この場合、OBPの方がIBPよりも大きくなる。

## (2) データ

不足払い法以降の北海道と都府県の比較を意図した。

データは農水省『牛乳生産費調査』(生産費調査と略す)の北海道と都府県の平均データと頭数階層別データを用いた。生産費調査は昭和43年に計算方法や費目構成が改訂され現在に至っている。したがって、昭和43年から昭和60年の北海道と都府県を分析対象として限定したい。

地域間の生産性格差は、同一時点における北海道と都府県の平均頭数規模での比較、および同一頭数規模での比較を行った。

異時点間の生産性格差は、各地域での連続する2時点間で、平均頭数規模での比較、および同一頭数規模

での比較を行った。

以下で、生産性指数の計測に必要な、A) 要素投入量、B) 生産量、C) 規模の経済性のデータについて簡単に説明する。

#### A) 要素投入量

要素投入量の区分は、ほぼ生産費調査の費目の区別をそのまま用いた。

特に飼料は、購入と自給に分けて分析した。

要素投入量は、労働を除き、各年で北海道と都府県の両地域とも同一の価格に直面していると仮定して、各費目の支出額を農水省『農作物価賃金調査』の対応するデフレーターでデフレートして求めた。なお、自給飼料は、対応するデフレーターがないので、飼料全体のもので代用した。

労働については、男1.0、女0.8と換算集計したものをを用いた。コストシェアをもとめるのに必要な労賃は、

農水省『農家経済調査』から、北海道と都府県に分けて算出した農業臨時雇用賃金を用いた。

#### B) 生産量

生産は搾乳部門のみに限定し、乳脂率3.2%換算乳量を用いた。したがって、子牛等の副産物は含まない。

#### C) 規模の経済性

予備的考察によって、各年においてほぼ生産量が増加すると平均費用が逓減することが確認されている。したがって当該分析期間は規模に関して収穫逓増のケースと考えられ、 $\varepsilon_t$ の情報が必要である。

$\varepsilon_t$ は生産関数を計測すれば直接求めることができる。しかし、多重共線性や自由度の問題から安定的な計測値を得ることは困難である。

そこで、 $\varepsilon_t$ の計測値を以下の方法で推定した。

費用最小化のもとで、生産関数と費用関数の間には

表1 規模の経済性の計測結果

昭和年度	都府県				北海道			
	$\hat{\beta}$	t	AR <sup>2</sup>	$\hat{\varepsilon}$	$\hat{\beta}$	t	AR <sup>2</sup>	$\hat{\varepsilon}$
43	0.9580	51.106	0.9981	1.0439	0.9922	16.798	0.9825	1.0079
44	0.9534	55.149	0.9984	1.0488	0.9514	17.831	0.9845	1.0511
45	0.9548	77.104	0.9992	1.0473	0.8492	49.020	0.9979	1.1776
46	0.9324	112.063	0.9996	1.0725	0.8102	19.439	0.9869	1.2343
47	0.9227	101.694	0.9995	1.0838	0.9157	71.126	0.9990	1.0920
48	0.9210	60.082	0.9986	1.0858	0.8964	36.173	0.9962	1.1156
49	0.9166	94.031	0.9994	1.0910	0.8903	40.586	0.9970	1.1232
50	0.9401	192.189	0.9999	1.0637	0.9164	50.854	0.9981	1.0912
51	0.9285	57.426	0.9985	1.0770	0.9263	33.178	0.9955	1.0796
52	0.9226	66.021	0.9989	1.0839	0.9073	63.996	0.9988	1.1022
53	0.9222	74.816	0.9991	1.0844	0.8766	52.840	0.9982	1.1408
54	0.9139	116.449	0.9996	1.0942	0.8808	45.901	0.9976	1.1353
55	0.9094	52.889	0.9982	1.0996	0.8457	47.644	0.9978	1.1824
56	0.9172	84.636	0.9993	1.0903	0.8520	48.110	0.9978	1.1737
57	0.8980	97.415	0.9995	1.1136	0.8198	48.300	0.9979	1.2198
58	0.8969	99.354	0.9995	1.1150	0.8437	46.026	0.9976	1.1852
59	0.8866	129.208	0.9997	1.1280	0.9020	32.763	0.9954	1.1087
60	0.8793	127.396	0.9997	1.1373	0.9017	33.158	0.9955	1.1090

注1) モデルは、 $\ln C = \alpha + \beta (\ln y)$  である。

ここで、 $C$ は1次生産費(ただし副産物を控除していない)、 $y$ は3.2%換算乳量、 $\alpha$ 、 $\beta$ は推定すべきパラメータを表す。

注2) 表中で、 $\hat{\beta}$ は費用関数の推定パラメータ、 $t$ は $\hat{\beta}$ のt値、 $AR^2$ は自由度修正済決定係数、 $\hat{\varepsilon}$ は規模の経済性を表す。定数項 $\hat{\alpha}$ の推定結果は省略した。

表2 生産性指数の計測結果(異時点間比較:北海道)

(単位:%)

階層	期間	要素投入量指数の内訳(2) = (3) + (4) + (5) + (6)									
		(1) 生産量指数	(2) 要素投入量指数	(3) 購入飼料	(4) 自給飼料	(3)+(4) (飼料計)	(5) 労働	(6) その他	(7) TFP	(8) IBP	(9) OBP
平均	全期間	10.82	10.15	3.11	3.81	6.92	0.94	2.28	0.68	-0.47	-0.55
	昭和43-48	14.22	9.91	2.88	3.57	6.45	1.22	2.24	4.31	2.99	3.10
	49-53	11.33	16.47	4.89	6.30	11.19	1.30	3.98	-5.15	-6.18	-6.87
	54-60	8.04	5.80	2.01	2.20	4.21	0.50	1.09	2.24	1.15	1.35
1-4頭	全期間	2.51	1.96	0.56	1.62	2.17	-0.73	0.51	0.55	0.25	0.33
	昭和43-48	5.28	2.45	0.69	1.42	2.11	-0.02	0.35	2.84	2.45	2.73
	49-53	-1.35	4.65	1.31	3.32	4.63	-0.12	1.22	-6.00	-5.76	-6.39
	54-60	3.30	-0.31	-0.07	0.54	0.47	-0.90	0.12	3.61	2.98	3.43
5-9頭	全期間	1.93	2.30	0.91	1.58	2.49	-0.47	0.28	-0.37	-0.54	-0.56
	昭和43-48	2.55	-0.17	0.39	0.53	0.91	-0.65	-0.44	2.72	2.58	2.94
	49-53	1.43	7.54	1.80	4.37	6.17	-0.33	1.70	-6.11	-6.22	-6.90
	54-60	1.85	0.32	0.66	0.33	0.98	-0.44	-0.22	1.53	1.29	1.46
10-14頭	全期間	1.07	1.86	0.62	1.51	2.13	-0.42	0.15	-0.79	-0.90	-0.95
	昭和43-48	1.94	-0.95	0.09	0.33	0.41	-0.72	-0.64	2.89	2.80	3.19
	49-53	1.26	7.23	2.23	3.78	6.01	-0.45	1.68	-5.97	-6.10	-6.80
	54-60	0.32	0.04	-0.15	0.73	0.58	-0.18	-0.37	0.28	0.17	0.28
15-19頭	全期間	1.20	1.45	0.77	0.98	1.75	-0.44	0.14	-0.25	-0.34	-0.38
	昭和43-48	1.36	-3.02	-0.11	-0.81	-0.92	-1.20	-0.90	4.38	4.30	4.66
	49-53	1.91	8.11	2.12	3.87	6.00	-0.21	1.91	-0.62	-6.34	-7.07
	54-60	0.57	-0.12	0.43	0.19	0.62	0.37	-0.37	0.69	0.63	0.80
20-29頭	全期間	1.26	0.88	0.74	0.94	1.69	-0.75	-0.06	0.38	0.21	0.26
	昭和43-48	-2.60	-6.87	-1.33	-1.42	-2.74	-2.13	-1.20	4.27	4.44	4.90
	49-53	4.60	9.67	3.14	4.03	7.17	0.19	2.30	-5.07	-5.49	-6.14
	54-60	1.64	0.14	0.51	0.43	0.94	-0.43	-0.36	1.49	1.27	1.53
30頭以上	全期間	3.45	1.56	0.64	0.37	1.01	-0.21	0.76	1.89	1.43	1.87
	昭和43-48	4.33	-4.25	-1.59	-2.86	-4.45	-1.23	1.43	8.58	7.90	9.55
	49-53	2.25	7.70	2.63	3.20	5.83	0.53	1.34	-5.45	-5.60	-6.22
	54-60	3.68	1.32	0.81	0.66	1.47	-0.02	-0.14	2.36	1.83	2.17

注1) 表中の数値はすべて、年平均値である。また、階層は、搾乳牛通年換算飼養頭数規模を表す。

注2) 生産量指数(1)、要素投入量指数(2)は、それぞれ本文中での(1)式と(2)式の右辺第1項、第2項である。

IBP(8)は、(2)式の左辺であり、OBP(9)は、(1)式の左辺である。また、TFP(7)は、(7) = (1) - (2)である。

注3) その他(6)は、要素投入量指数の中で飼料と労働以外の合計を一括して示したものである。

$$\epsilon = \frac{1}{\frac{\partial \ln C}{\partial \ln y}} \quad (4)$$

という双対関係が存在する<sup>3), 2)</sup>。

したがって、費用関数を計測し、総費用に関する生産弾力性の逆数を求めればよい。

費用関数は、同一年次の各クロスセクションで一定の価格に直面しているとする、生産量  $y$  のみの関数として書ける。具体的な費用関数の特定化は、

$$\ln C = \alpha + \beta (\ln y) \quad (5)$$

とした。

費用の生産弾力性は(5)式では、

表3 生産性指数の計測結果（異時点間比較：都府県）

（単位：％）

階 層	期 間	要素投入量指数の内訳 (2) = (3) + (4) + (5) + (6)									
		(1) 生産量指数	(2) 要素投入 量指数	(3) 購入飼料	(4) 自給飼料	(3)+(4) (飼料計)	(5) 労働	(6) その他	(7) TFP	(8) IBP	(9) OBP
平 均	全期間	9.66	9.00	4.56	1.66	6.21	0.89	1.90	0.66	-0.08	-0.10
	昭和43-48	11.77	6.85	3.46	1.01	4.48	0.97	1.40	4.93	4.20	4.52
	49-53	10.41	14.88	8.36	2.63	10.98	1.10	2.80	-4.47	-5.24	-5.64
	54-60	7.61	6.34	2.63	1.42	4.05	0.68	1.61	1.27	0.55	0.56
1-4頭	全期間	1.87	1.93	1.01	0.90	1.91	-0.46	0.49	-0.06	-0.23	-0.26
	昭和43-48	0.48	-2.97	-1.18	-0.21	-1.39	-0.91	-0.67	3.82	3.73	4.04
	49-53	2.22	6.21	3.75	1.81	5.56	-0.64	1.30	-3.99	-4.15	-4.47
	54-60	2.35	2.37	0.61	1.04	1.65	-0.02	0.74	-0.02	-0.25	-0.31
5-9頭	全期間	1.30	1.50	0.69	0.86	1.55	-0.36	0.31	-0.20	-0.33	-0.35
	昭和43-48	0.66	-3.03	-1.71	-0.04	-1.76	-0.71	-0.57	3.70	3.61	3.93
	49-53	1.29	6.32	3.74	2.02	5.77	-0.36	0.91	-5.03	-5.12	-5.52
	54-60	1.76	1.29	0.23	0.66	0.90	-0.12	0.51	0.47	0.29	0.29
10-14頭	全期間	1.17	1.25	0.42	0.96	1.37	-0.42	0.30	-0.08	-0.20	-0.20
	昭和43-48	0.27	-3.51	-2.20	0.23	-1.97	-0.89	-0.65	3.78	3.72	4.04
	49-53	0.88	6.10	3.20	1.94	5.15	-0.13	1.08	-5.21	-5.27	-5.67
	54-60	2.03	1.19	0.29	0.77	1.06	-0.29	0.42	0.84	0.64	0.68
15-19頭	全期間	1.32	1.54	0.55	1.06	1.61	-0.45	0.39	-0.22	-0.36	-0.38
	昭和43-48	0.21	-3.73	-2.53	0.26	-2.27	-0.82	-0.65	3.52	3.50	3.83
	49-53	1.64	5.93	3.78	1.83	5.61	-0.65	0.98	-4.30	-4.43	-4.74
	54-60	2.19	2.17	0.43	1.08	1.51	-0.05	0.71	0.01	-0.20	-0.27
20-29頭	全期間	0.75	0.48	0.09	0.85	0.94	-0.63	0.17	0.27	0.16	0.19
	昭和43-48	-0.68	-6.14	-3.96	0.40	-3.56	-1.17	-1.41	5.46	5.40	5.86
	49-53	-0.41	5.94	4.18	1.07	5.25	-0.44	1.13	-6.35	-6.31	-6.80
	54-60	2.60	1.30	0.06	1.03	1.09	-0.38	0.60	1.30	1.04	1.12
30頭以上	全期間	1.13	0.65	0.27	0.84	1.10	-0.72	0.27	0.48	0.40	0.44
	昭和43-48	2.62	-2.37	-0.56	0.38	-0.18	-1.72	-0.47	4.99	4.83	5.20
	49-53	-0.77	4.53	2.01	2.02	4.03	-0.56	1.06	-5.30	-5.25	-5.63
	54-60	1.43	0.03	-0.38	0.32	-0.07	-0.13	0.23	1.40	1.26	1.38

注1) 表中の数値はすべて、年平均値である。また、階層は、搾乳牛通年換算飼養頭数規模を表す。

注2) 生産量指数(1)、要素投入量指数(2)は、それぞれ本文中での(1)式と(2)式の右辺第1項、第2項である。

IBP(8)は、(2)式の左辺であり、OBP(9)は、(1)式の左辺である。また、TFP(7)は、(7) = (1) - (2)である。

注3) その他(6)は、要素投入量指数の中で飼料と労働以外の合計を一括して示したものである。

$$\frac{\partial \ln C}{\partial \ln y} = \beta$$

(6)

となる。したがって、(6)式では、 $\varepsilon_i$ は生産量にかかわらず一定となる。

### 3. 分析結果と考察

#### (1) 規模の経済性

まず、推定されたパラメータ $\hat{\beta}$ は、いずれも1より小さい。したがって、 $\hat{\beta}$ の逆数である $\hat{\varepsilon}$ は1より大きく、分析期間中に両地域で規模の経済性が存在していることが確認できる。

規模の経済性 $\hat{\varepsilon}$ は、年次変動はあるものの、両地域とも増加傾向にあるが、北海道で昭和50年代後半以降に若干の低下がみられる。昭和43年から昭和60年の平均で、規模の経済性は北海道が1.13で都府県の1.09を上回る。

次に以下では、費用関数のパラメータから求めた規模の経済性を用いて、生産性の①異時点間比較（技術進歩）と②地域間比較、を行うこととする。

## （2）異時点間比較（技術進歩）

表2・表3が、異時点間比較による生産性指数の計測結果である。

北海道と都府県の平均頭数規模で、昭和43年から昭和60年の全期間平均では、TFPでみると北海道では年率0.68%、都府県では0.66%の生産性向上を示す。規模の経済性による貢献を除いたIBP、OBPでみると、北海道では-0.47%、-0.55%であり、都府県では、-0.08%、-0.10%であり、両地域とも、むしろ生産性が低下していることになる。TFPとIBP、OBPの差である規模の経済性による生産性向上への貢献を計算してみると、北海道でIBPでは1.15%、OBPでは1.23%、また、都府県でIBPでは0.74%、OBPでは0.76%である。

したがって、計測期間の平均でみて、両地域の生産性向上は技術進歩よりむしろ、規模の経済性による貢献が大きいといえる。そして、規模の経済性による生産性向上への貢献は、北海道が都府県より大きいことが指摘できる。

平均規模での比較に対して、生産性向上の進展は規模間で格差が存在する。計測された全期間平均について搾乳牛頭数規模別にみると、TFPあるいはIBP、OBPでプラスの値をとり、生産性向上を示すのは、北海道の4頭以下を除き、両地域とも20頭以上の階層である。20頭以上の中でも、30頭以上の方が20-29頭層よりも高いTFP、IBP、OBPの増加率を示す。

このことから、生産性向上（技術進歩）は、大規模が小規模より大きいことが確認できる。

計測期間を、昭和43-48年の第一期（オイルショック以前まで）、昭和49-53年の第二期（オイルショックから生乳の生産調整以前まで）、昭和54-60年の第三期（生産調整以降）に分けた結果をみると次のことが指摘できる。

第一に、両地域とも第一期にはTFP、IBP、

OBPがプラスの増加率を示し、生産性向上がみられるが、第二期にはマイナスの値をとり、生産性が低下する。そして、第三期には再び生産性が上昇するものが多いが、第一期の増加率よりは全般に小さい。第一期には、都府県が北海道を上回る生産性向上を示すものの、第三期には逆に、北海道が都府県を上回る生産性向上を示す傾向にある。

第二に、これら時期別の生産性の変化を生産量と要素投入量の貢献に分けて検討すると、両地域とも第一期には、生産量の増加率あるいは減少率に比較して、要素投入量の減少率が相対的に大きい。その結果として、生産性向上がもたらされているものが多い。第二期は、生産量の増加率あるいは減少率に比較して、要素投入量の増加率が大きく、その結果、生産性が低下している。

第三期は、都府県の20頭未満では生産量と要素投入量の増加率に大差なく、生産性の変化は少ない。20頭以上では、生産量が要素投入量を上回る増加率をみせ、TFPで20-29頭が年率1.30%、30頭以上が1.40%の生産性向上を示す。

第三期の北海道では、30頭以上を除き、要素投入量の増加率は横ばい傾向ながら、生産量の増加率が大きく、その結果、生産性向上を示す。30頭以上では、年率1.32%の要素投入量の増加率を示すが、生産量が年率3.68%の増加率で、これを上回る。結果として、TFPでは年率2.36%の生産性向上を示す。

さらに、表2と表3には要素投入量指数の変化の内訳を各費目別に併せて示してある。

この結果より、要素投入量指数が大きく左右するのは、飼料投入であることが分かる。頭数規模別にみると、飼料投入の中で、購入飼料の増加率は、第一期に北海道と都府県ともにマイナスの値をとり、投入が減少するものが多い。第二期になると、第一期に比較して、両地域とも購入飼料の投入が増加するが、第三期には停滞する。

自給飼料は、第三期に都府県で、どの規模階層でも、購入飼料を上回る増加率を示す。第三期に北海道では逆に、購入飼料の増加率が自給飼料の増加率を上回るものが多い。

労働投入は、全期間平均で北海道と都府県ともに、どの頭数規模階層でも投入が減少している。期間別にみると、第一期の減少率が他の時期に比べて大きく、この時期に両地域とも労働投入が大きく低下している。

表4 生産性指数の計測結果(地域間比較:都府県基準の北海道)

(単位:%)

階 層	期 間	要素投入量指数の内訳(2) = (3) + (4) + (5) + (6)									
		(1) 生産量指数	(2) 要素投入 量指数	(3) 購入飼料	(4) 自給飼料	(3)+(4) (飼料計)	(5) 労働	(6) その他	(7) TFP	(8) IBP	(9) OBP
平 均	全期間	67.74	52.10	-0.86	28.81	27.95	8.32	15.83	15.64	9.05	8.69
	昭和43-48	66.62	47.97	-2.48	25.79	23.31	9.11	15.55	18.65	13.23	12.82
	49-53	64.65	51.05	-2.13	28.41	26.28	8.28	16.50	13.59	8.06	8.08
	54-60	70.91	56.39	1.45	31.67	33.13	7.66	15.59	14.52	6.17	5.60
1-4頭	全期間	18.48	9.37	-10.08	13.27	3.19	1.15	5.03	9.11	7.23	7.50
	昭和43-48	10.93	-0.60	-12.57	7.34	-5.24	1.89	2.74	11.53	10.64	11.33
	49-53	17.65	8.75	-11.15	13.30	2.15	0.76	5.85	8.90	7.44	7.97
	54-60	25.53	18.35	-7.17	18.33	11.17	0.78	6.40	7.19	4.15	3.88
5-9頭	全期間	7.72	0.61	-17.91	14.66	-3.24	-0.73	4.59	7.11	6.33	6.79
	昭和43-48	10.16	-2.06	-19.39	13.38	-6.01	-0.21	4.17	12.22	11.25	12.03
	49-53	6.34	-0.79	-20.45	15.31	-5.13	-0.87	5.21	7.13	6.58	7.17
	54-60	6.62	3.91	-14.82	15.30	0.48	-1.07	4.50	2.71	1.93	2.04
10-14頭	全期間	1.41	-7.76	-22.50	14.33	-8.17	-2.46	2.88	9.16	9.01	10.01
	昭和43-48	3.76	-10.53	-26.57	14.74	-11.83	-2.08	3.39	14.29	13.85	15.10
	49-53	2.98	-5.87	-21.33	14.34	-6.99	-2.75	3.87	8.85	8.56	9.44
	54-60	-1.74	-6.73	-19.86	13.98	-5.87	-2.58	1.73	4.99	5.19	6.05
15-19頭	全期間	4.26	-7.40	-25.63	18.12	-7.51	-2.49	2.60	11.66	11.28	12.54
	昭和43-48	6.16	-10.21	-31.08	21.48	-9.60	-3.52	2.91	16.37	15.80	17.37
	49-53	7.21	-4.97	-25.16	17.83	-7.32	-1.69	4.04	12.18	11.54	12.65
	54-60	0.52	-6.73	-21.29	15.44	-5.85	-2.18	1.30	7.25	7.22	8.33
20-29頭	全期間	6.80	-5.51	-26.37	20.47	-5.90	-2.22	2.61	12.31	11.56	12.91
	昭和43-48	0.90	-12.62	-32.76	22.05	-10.71	-3.48	1.56	13.52	13.43	14.88
	49-53	5.84	-4.75	-27.01	20.38	-6.63	-2.32	4.19	10.59	10.05	11.02
	54-60	12.54	0.04	-20.43	19.17	-1.25	-1.08	2.37	12.50	11.05	12.57
30頭以上	全期間	-7.73	-16.52	-34.28	22.76	-11.51	-4.29	0.71	8.79	9.25	11.13
	昭和43-48	-19.16	-26.54	-43.53	30.91	-12.62	-10.16	-3.77	7.38	8.71	11.59
	49-53	-14.26	-22.26	-38.52	17.41	-21.11	-1.86	0.71	8.00	9.17	10.30
	54-60	6.73	-3.83	-23.31	19.60	-3.71	1.01	0.90	10.56	9.78	11.34

注1) 表中の数値はすべて、年平均値である。また、階層は、搾乳牛通年換算飼養頭数規模を表す。

注2) 生産量指数(1)、要素投入量指数(2)は、それぞれ本文中での(1)式と(2)式の右辺第1項、第2項である。

IBP(8)は、(2)式の左辺であり、OBP(9)は、(1)式の左辺である。また、TFP(7)は、(7) = (1) - (2)である。

注3) その他(6)は、要素投入量指数の中で飼料と労働以外の合計を一括して示したものである。

**(3) 地域間比較**

表4は都府県を基準として生産性指数を計測した結果である。要素投入量指数、生産量指数、生産性指数は、いずれも0より大き(小)ければ当該指数で北海道が都府県を上(下)回る水準にあると解釈できる。

平均頭数規模の全期間平均でみると、生産量指数では0.6774で $e \times P$ (0.6774) = 1.97倍、北海道が都府

県より生産量が多い。要素投入量指数では0.5210で $e \times P$ (0.5210) = 1.68倍、北海道が都府県より要素投入量が多い。

これら生産量指数と要素投入量指数の比率であるTFPは、0.1564であり $e \times P$ (0.1564) = 1.17倍、北海道が都府県より生産性が高いことが分かる。

しかし、平均データの比較では北海道が都府県より



頭数規模が大きいことから、TFPは規模の効果を含むものとなる。事実、規模の経済性を除いたIBP、OBPはTFPより小さく、それぞれ0.0905、0.0869の値をとっている。すなわち、北海道と都府県の規模の経済性を除いた、いわば、純粋な地域間の生産性格差は $e \times P (0.0905) = 1.09$ 、 $e \times P (0.0869) = 1.09$ と、IBPとOBPいずれの指標でも1.09倍、北海道が都府県より生産性が高いことが分かる。

平均データでの推移を時期別にみると、分析期間中、TFP、IBP、OBPともにプラスの値をとり、北海道が都府県より生産性が高いことを確認できる。

また、TFPの値は第二期に低下し、第三期に再び上昇する。一方、IBP、OBPは第一期から第三期にかけて低下傾向にある。このことから、平均データでみた北海道と都府県での地域差にもとづく生産性格差は、第一期から第三期にかけて縮小傾向にあるが、両地域の規模の経済性の貢献による生産性格差は、第三期以降、拡大傾向にあることがわかる。

次に、計測された全期間平均について頭数規模別にみると、すべての階層でTFP、IBP、OBPともにプラスの値をとっており、全階層で北海道は都府県よりも生産性が高い。

20頭未満の階層では、第一期から第三期にかけて、TFP、IBP、OBPともにその値が小さくなり、生産性格差が縮小している。一方、20-29頭の階層では第二期に生産性格差の低下がみられるものの、第三期には再び生産性格差が拡大している。30頭以上の階層では、OBPでの比較を除き、全期間を通して、生産性格差は広がる傾向にある。

これら生産性格差を要素投入量と生産量との貢献でみると、30頭未満では北海道が、生産量が都府県を上回り、要素投入量で都府県を下回る傾向にある。その結果として、北海道が都府県を上回る生産性が存在している。

30頭以上では、第一期から第二期にかけて要素投入量、生産量ともに北海道が都府県を下回るが、要素投入量が生産量を大きく下回る。その結果として、北海道が都府県を上回る生産性が存在する。第三期になると、30頭以上の階層で、依然として北海道が要素投入量で都府県を3.83%下回るものの、第一期や第二期に比較して、急速に要素投入量格差が縮小し、生産量では都府県を逆に6.73%上回るようになる。その結果として、この階層でも、北海道が都府県を、TFPでみ

て10.56%上回る生産性が存在している。

表4には要素投入量指数の変化の内訳を各費目別に併せて示してある。

この結果より、頭数規模別比較では、全般に購入飼料・労働がマイナスの値をとり、自給・その他投入はプラスの値をとる。したがって、同一頭数での比較で、北海道は購入飼料・労働投入で都府県を下回り、自給・その他投入では都府県を上回る水準にあるといえる。

さらに、期間別に検討すると、購入飼料指数がマイナスの値を取りつつも、絶対値で減少傾向にあるのに対し、自給飼料指数は、4頭以下を除き、横ばい、あるいはやや減少傾向にある。したがって、飼料合計の投入としては、マイナスだが絶対値は年とともに小さくなり、両地域の飼料投入格差は減少してきているといえる。特に、20頭以上の階層でこの傾向が著しい。

#### (4) 考察

北海道、都府県とも規模の経済性の存在が確認された。また、北海道の4頭以下を除き、両地域とも全期間平均で技術進歩が存在するのは、20頭以上の階層であり、大規模で技術進歩率が高いことが示された。これは、規模の拡大は、ある時点で存在している規模の経済性をexploitすると同時に、技術進歩の効果も享受できることを意味する。本分析期間中、北海道・都府県ともに一戸当たりの急激な頭数規模の拡大がみられたが、これは生産者が規模の経済性と技術進歩により、より高い生産性を求めた結果であると考えられる。

ここで、小稿の規模の経済性と技術進歩の分析結果について従来の研究と比較してみよう。

規模の経済性の存在については、金<sup>19)</sup>が昭和50年以降の北海道・関東・近畿の地域や小規模層で確認し、大塚<sup>22)</sup>が酪農の生産関数についてサーベイすると共に、小稿のように費用関数の計測から確認している。

ただ、趙<sup>1, 5)</sup>では昭和40年後半から昭和50年の北海道で規模の経済性が検出されていない。この点について、次のことを指摘したい。

第一に、趙の分析結果では、経営要因と規模とのパラレルな関係が検出されている。共分散分析によるコブダクラス型生産関数で、経営要因変数として切片ダミーが導入されている形だが、切片の違いは被説明変数である生産量の水準を左右するものであり、計測上当然規模との関連をもつ。したがって、この経営変数

が規模の経済性の効果を吸収してしまった可能性がある。

第二に、実態的な問題として、切片ダミーの係数を経営要因と解釈するか、通常の固定資本の非分割性による規模の経済性と解釈するかはアブリアリに判断できない。特に、機械(M)技術については、酪農においても規模階層間の機械普及率の差異やそれともなう労働投入の格差が確認できる<sup>31)</sup>。

第三に、趙自身も生産関数にくわえて経営要因を導入した費用関数による分析も行っている。この費用関数の計測結果から(統計的有意性が低いものの)経営者能力の慣行的投入財に対する代替財としての効果がみられたとしている。しかし、(趙自身は考察していないが)推定された費用関数の生産量の係数は小稿と同様に1より小さく規模の経済性が検出されているのである。また、趙の小規模層に限った生産関数では、規模の経済性が存在している。

以上の点から、酪農において経営者能力による生産性格差はもちろん存在するが、同時に規模の経済性も存在するものと考ええる。

酪農の技術進歩については、新谷<sup>29)</sup>や大塚<sup>22)</sup>の一次同次を仮定したTFPの計測により確認されている。

次に、期間別の生産性向上の差異について、検討する。

第一期に労働投入が他の期に比較して、大きく減少している。これは、労賃上昇による代替効果と共に、第一期に機械化による労働節約的技術進歩が急速に進展したことを示唆するものと考ええる。

第二期においては、全般的な生産性の低下がみられる。これは、①オイルショックによる急激な価格変化による攪乱の効果、②昭和50年前半の配合飼料・乳価の相対価格が低下し、交易条件が改善した。これにより、収益性が好転し、生産性向上の誘引が低下した。ことが要因としてあげられる。この期間、混合飼料・乳価の相対価格の低下は、配合飼料の増投をもたらし、1頭あたり乳量を高めた。このことは技術進歩よりは、むしろ同一生産関数上の要素投入量の増加による点が大きいことを計測結果は示している。

第三期の昭和54年より始まった生乳の生産調整は、大規模層に特に大きなインパクトをもったと考える。生産調整によって実施された乳牛の肉用化は、緊急避難的に国内の生乳生産量を減少させた<sup>32)</sup>。一方、駄牛淘汰を進める契機ともなり、乳牛資質の改善を進展さ

せる効果をあわせもち、生産性向上の一つの要因となると推察される。

また、地域間生産性格差の比較では、すべての頭数階層で、北海道が都府県を上回る生産性を示した。同様の結果は、金<sup>15)</sup>の総合生産力水準で、昭和50年以降、北海道で最も高いという計測結果や、荏開津・茂野<sup>8)</sup>のBC関数とM関数の農区別の定数項の推定値が北海道で大きい事実と対応している。

北海道と都府県の生産性格差をもたらす要因として、第一に、土地賦存条件の差異を指摘できる。すなわち、北海道における相対的に豊富な土地条件は、自給粗飼料の多投を可能とし、購入飼料を合わせた実質飼料投入として、都府県を下回っている点である。

第二に、北海道における高い乳牛検定実施率、サイレージ技術の進展や機械・設備の普及率が都府県に比較して、大きい点もあげられる。

しかし一方で4頭以下の小規模を除き、両地域の要素投入パターンの差異を特徴づける飼料投入の格差が縮小してきている。このことは、飼料基盤について、①北海道において一頭あたり飼料畑面積は停滞し、飼料作物の単収も不安定で停滞しており、頭数増加に見合った自給飼料の確保が困難になっている<sup>18, 24)</sup>、②都府県では減反による転作畑の増加により、粗飼料基盤が強化されている<sup>33)</sup>、ことに対応する事実と考える。

最後に、本分析で用いられた3つの生産性指数について検討する。

小稿の分析結果で、TFPとIBP、OBPは平均データによる比較の場合、異時点間と地域間比較のいずれでも、TFPがIBP、OBPより大きく、頭数規模別比較の場合は3つの指数の差は小さい。

したがって、本分析のように規模の経済性が存在する場合に、規模が異なる平均データでTFPを技術進歩や地域間生産性格差の指標として用いると、かなりの規模の経済性の効果を含むことに注意する必要がある。

しかし、同一規模での比較では、TFPとIBP、OBPの差は小さい。したがって、規模の格差が小さく、規模の経済の情報が得られない場合は、TFPを技術進歩や地域間生産性格差の指標として用いても、それほど規模の格差によるバイアスは大きくないと考えられる。

最近、土屋<sup>34)</sup>は規模の経済性について「ごく限られた地域での比較検討が必要」な点を強調している。

このことは、規模の経済性と地域格差を区別すべきことを意味する。この点、小稿のアプローチは両者を分離して分析できるメリットをもつものといえよう。

さて以上の分析結果と考察から、結論として、「酪農経営の規模拡大や立地移動は、より生産性の高い経営や地域に進展した」という小稿の作業仮説は、総じて支持されたものと考えられる。もちろん、はじめに述べたように規模拡大や立地移動について、生産性以外の小稿では直接対象としなかった他の要因もあることは繰り返すまでもない。

なお今後の課題として、①小稿では自給飼料デフレターを購入飼料と同じもので代用したが、この点での改善、②①と関連して、飼料生産そのものの生産性の分析、③地域区分をもっと break down して分析することや、個表レベルのデータでの検討、④酪農以外の農産物についても、規模拡大や立地移動と生産性の関係に同様な傾向がみられるかを分析すること、があげられる。

#### 参 考 文 献

- 1) 荒木和秋。「高位生産性酪農経営における乳牛飼養の実態解析」、『農業経営通信』, 149:1-3, 1986.
- 2) CAVES, W. C., L. R. CHRISTENSEN and W. E. DIEWERT, Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers. *Economic Journal*, 92:73-86, 1982.
- 3) CAVES, W. C., L. R. CHRISTENSEN and W. E. DIEWERT, The Economic Theory of Index Numbers and The Measurement of Input, Output, and Productivity. *Econometrica*, 50:1393-1414, 1982.
- 4) 趙錫辰。「時系列および横断面データによる牛乳生産関数の計測」、『農業経済研究』, 49:29-37, 1977.
- 5) 趙錫辰。「農業生産における経営者能力と経営規模」, 森島賢・秋野正勝編, 『農業開発の理論と実証』, 142-161, 養賢堂, 1982.
- 6) 上井時久。「生産調整前後における稲作地域分化と生産効率の変化」, 崎浦誠治編, 『米の経済分析』, 35-51, 農林統計協会, 1982.
- 7) 上井時久。「稲作労働生産性の上昇とその要因分析」, 崎浦誠治編, 『経済発展と農業開発』, 174-192, 農林統計協会, 1985.
- 8) 荏開津典生・茂野隆一。「酪農の生産関数と均衡賃金」, 『農業経済研究』, 55:196-203, 1984.
- 9) HANCOX, G., The Elasticities of Scale and the Shape of Average Costs. *American Economic Review*, 65:492-497, 1975.
- 10) 長谷部正。「生産理論とディヴィジア指数」, 高嶋正彦・黒柳俊雄編, 『農政の経済分析(上)』, 1-22, 明文書房, 1981.
- 11) JORGENSEN, D. W. and M. NISHIMIZU, U. S. and Japanese Economic Growth, 1952-1974: An International Comparison. *Economic Journal*, 88:707-726, 1978.
- 12) 梶井功。「牛乳需給の構造問題」, 梶井功編, 『農産物過剰』, 97-141, 明文書房, 1981.
- 13) 梶井功編, 『畜産経営と土地利用 総括編』, 農文協, 1982.
- 14) 金正篤。「個別経営の技術効率とその源泉」, 『農林業問題研究』, 21:20-27, 1985.
- 15) 金正篤。「戦後の酪農展開に関する生産関数分析」, 『農業経営研究』, 24:11-22, 1986.
- 16) 久保嘉治。「大規模経営成立の条件」, 『農業経済研究』, 55:123-130, 1983.
- 17) 黒柳俊雄。「北海道酪農の発展条件」, 『農業経済研究』, 41:166-179, 1970.
- 18) 美土路達雄・山田定市編, 『地域農業の発展条件』, お茶の水書房, 1985.
- 19) NAKAMURA, S., Productivity and Factor Prices as Sources of Differences in Production Costs between USA, Japan and Germany. 理論計量経済学会1986年度大会報告論文, 1986.
- 20) NISHIMIZU, M. and J. M. PAGE, Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technocal Efficiency Change In Yugoslavia, 1965-78. *Economic Journal*, 92:920-936, 1982.
- 21) OHTA, M., A Note on the Duality between Production and Cost Functions: Rate of Return to Scale and Rate of Technical Progress. *Economic Studies Quarterly*, 25: 63-65, 1974.
- 22) 大塚啓二郎。「酪農の発展と生乳の需給構造」,

- 崎浦誠治編. 『経済発展と農業開発』. 90-110. 農林統計協会. 1985.
- 23) 佐藤義則・阿部広雄. 「酪農経営の生産性規制要因に関する研究(1)」。『農業技術研究所報告』. 43:121-185. 1971.
- 24) 七戸長生・大沼盛夫・吉田秀雄編. 『日本のフロンティアのゆくえ』. 日本経済評論社. 1985.
- 25) 清水良平. 「生乳生産における投入要素の生産力について」。『農業総合研究』. 25:187-203. 1971.
- 26) 新谷正彦. 『日本農業の生産関数分析』. 大明堂. 1983.
- 27) 天間征. 「飲用乳市場の混乱と生乳需給調整」。『農業経済研究』. 56:82-91. 1984.
- 28) 土屋圭三. 「農地の移動と農業経営の規模拡大」。逸見謙三・加藤讓編. 『基本法農政の経済分析』. 369-390. 明文書房. 1985.
- 29) 山本康貴・黒柳俊雄. 「鶏卵の生産性向上に関する計量分析」。『農経論叢』(北海道大学農学部). 29:1-28. 1986.
- 30) 山本康貴. 「酪農における地域間生産性格差」。代表 黒柳俊雄. 『国際化時代におけるわが国農業構造政策の課題と新展開』. 27-40. 昭和62年度文部省科学研究費補助金(総合A)研究成果報告書. 1988.
- 31) 山本康貴. 「北海道における農業生産性向上に関する計量経済学研究」。昭和62年度北海道科学研究費補助金研究成果報告書. 1988.

### Summary

In this paper we present some empirical evidence on intertemporal and interspatial differences in productivity for recent Japanese dairy farming.

Our methodology is based on the index number measurements of total factor productivity (TFP), output based productivity (OBP) and input based productivity (IBP). Conventional index of TFP includes both the effect of technical change (or regional differences) and the effect of nonconstant return to scale. However, indexes of IBP and OBP distinguish the effect of technical change (or regional differences) from the effect of nonconstant return to scale, even in the case of nonconstant return to scale. We estimate both the growth rate and the relative levels of TFP, IBP and OBP for Hokkaido and Tofuken (the rest of Japan) during the period 1968-1985 by making use of data, Survey on Cost of Production of Milk, published by the Ministry of Agriculture, Forestry, and Fisheries.

The significant findings are: (a) Milk production in Hokkaido and Tofuken is characterized by increasing return to scale. (b) The growth rate of productivity in large scale farms is higher than in small scale farms. (c) The level of productivity in Hokkaido is larger than in Tofuken. These findings indicate that after the deficiency payment scheme for manufacturing milk was introduced, the share of cows and dairy farms has been increasing in more efficient regions, and the scale of farms has been expanding in more efficient farms.