



Title	てんさい生産における規模の経済性と技術の役割
Author(s)	駒木, 泰; KOMAKI, Tooru
Citation	北海道大学農経論叢, 42, 75-99
Issue Date	1986-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/11002
Type	departmental bulletin paper
File Information	42_p75-99.pdf



「てんさい生産における規模の 経済性と技術の役割」

駒 木 泰

目 次

I. 課 題	75
II. 分析方法	77
III. 計測式ならびにデータ	78
1. 分析対象と費目、価格の集計	78
2. 規模の経済性とその源泉	81
3. 計測式と計測方法	83
4. 計測結果	87
IV. 分 析	89
V. 結 論	96

I. 課 題

北海道の畑作農業において昭和30年以後、経営規模拡大と大型機械化を中心とする技術進歩とにより、基幹作物のうちてん菜、馬鈴薯、小麦の生産量が増大してきた。なかでもてん菜は機械化技術体系の導入過程において耕起から収穫までの大型機械化一貫体系が確立し、かつ移植栽培方式¹⁾の普及により一層の増収が可能となった作物である。

これら二つの技術がてん菜の生産に採用されている現在、てん菜の生産に規模の経済が存在していると考えられる。不可分性を有する大型機械による生産が中心であり、移植栽培等の増収的技術にも大型機械が深くかかわって

1) 昭和37年頃より普及した栽培方法である。ペーパーポットの使用により栽培期間を延長させ収量増加を意図したもので、直播方式の発芽、初期生育の不安定性を回避することにより10a当り収量が直播方式に比べて10~15%増大した。昭和55年に普及率が90%を超えた（〔6〕、〔4〕参照のこと）。このような飛躍的な増収が得られる技術は、他の畑作物にはみられない。

いるからである。また大規模な機械への投資の回収のためにも安定した収量を得る必要があり、増収的技術の役割も見逃せないと思われる。

本論では畑作農業の中心的な基幹作物のうち、先の二つの機械化技術、増収的技術が密接に結びついて生産されるという特徴をもつ、てん菜をとりあげ²⁾規模の経済の存在とその源泉を明らかにし、それぞれのてん菜の生産技術が如何なる関係をもち、規模の経済を存在させているのかを明らかにする。

以下、本論において具体的に明らかにする点を列挙しよう。第1に、てん菜生産における規模の経済の存在を確かめ、その源泉となる要因を明らかにし、第2に、機械化技術、増収的技術がてん菜生産における規模の経済の存在の源泉となる要因にいかなる役割を果たしているのかを分析することにより、てん菜生産技術と規模の経済との関係を明らかにする。

また規模の経済は農業の技術の発展段階をある時間においてみたものである。従って技術進歩の誘因が資源の稀少性に求められるならば、規模の経済にはいかなる誘因があるのだろうか。それが本論での中心課題である。

技術を要素の結合としてとらえ、具体的な結合関係を代替関係、投入比率でとらえることができよう。本論では生産要素間の代替関係を代替の偏弾力性、投入比率を要素間の偏向性³⁾でとらえ、代替の偏弾力性、偏向性に事前的な制約を課さずに計測可能なトランスログ費用関数を用いて課題に接近する。

なおトランスログ費用関数を用いた分析は茅野〔18〕、加古〔7〕、長谷部〔5〕等により行なわれている。それらはすべて稲作を対象としたものである。畑作物としててん菜に対する適用は筆者の知る限りでは未だなされていない。

2) 生産調整以後の稲作に関する機械化技術の経済分析には多くの困難がある。機械化への投資誘因に対する生産調整の影響が1つ考えられる。例えば稲作の機械化一貫体系が定着したのは昭和50年代であり、減反の緩和された時期である点、また投資の回収を稲作のみからではなく転作物にたよることができる点等がある。従って生産調整を如何にとり扱うかが分析の鍵となるであろう。

3) 要素間の偏向性を評価する視点は、時間の変化によるものと、規模 (scale) の変化によるものがある。技術進歩の偏向性は時間の変化による投入要素の偏り (bias) を評価する。本論ではクロスセクション分析であるので規模間での偏りを評価する。従って以後本論ではこの偏向性をスケールバイアスと呼ぶ。(Ⅲ・3節参照のこと)

II. 分析方法

トランスログ費用関数とは、生産関数と均衡条件から双対定理を用いて導出される最小費用関数をテイラー展開したものである。展開形と制約条件は次の通りである。今 n 個の生産要素により 1 つの生産物を生産しているとし、

C : 最小費用 Q : 産生量 P_i : i 要素価格
 α , γ , δ : パラメーター l_n : 自然対数とすると
 トランスログ費用関数は

$$\begin{aligned}
 l_n C = & \alpha_0 + \alpha_q l_n Q + \sum_i^n \alpha_i l_n P_i \\
 & + \frac{1}{2} \sum_i^n \sum_j^n \gamma_{ij} l_n P_i l_n P_j + \sum_i^n \delta_{qi} l_n Q l_n P_i \\
 & + \frac{1}{2} \gamma_{qq} (l_n Q)^2
 \end{aligned} \tag{2-1}$$

制約条件については、

(i) 対称性条件 $\gamma_{ij} = \gamma_{ji}$
 (ii) 1 次同次条件 $\sum_i^n \alpha_i = 1$
 $\sum_j^n \gamma_{ij} = \sum_i^n \gamma_{ji} = \sum_i^n \gamma_{qi} = 0$
 $(i, j = 1, \dots, n)$ (2-2)

となる。

計測にあたり (2-1) 式のトランスログ費用関数は、生産要素の数を n 個とすると、パラメーター数は $n^2 + 2n + 3$ 個となり、計測式の自由度が小さくなりやすい。そこで生産者の均衡条件から導かれるシェファードの補題から得られるコストシェア一式とトランスログ費用関数との連立推定を行うこととする。

P_i , X_i , S_i をそれぞれ i 生産要素の価格、投入量、コストシェアとすると、

シェファードの補題 $\frac{\partial C}{\partial P_i} = X_i$ より

$$\frac{\partial l_n C}{\partial l_n P_i} = \frac{P_i X_i}{C} = S_i = \alpha_i + \sum_j^n \gamma_{ij} l_n P_j + \gamma_{qi} l_n Q \tag{2-3}$$

がコストシェア式であり、パラメーターに関する制約条件は、トランスログ費用関数に対するものと同一となる。

本論においてとりあげる生産要素は、省力的技術を構成する労働（L）、機械（K）、増収的技術を構成する肥料（F）、種苗（S）、さらに両方に関する土地（A）の5種類である。

次に分析手順について述べる。第1の課題すなわち規模の経済とその源泉について分析するために、農林水産省「工芸作物生産費調査（てん菜）」に記載されている費目から5つの生産要素に関して費用と価格を作成する。第2の課題すなわち技術と規模の経済の要因の関係について明らかにするために、先に作成した価格をデーターとしてトランスログ費用関数を計測し、代替の偏弾力性、スケールバイアスを算出して分析を行う。

Ⅲ. 計測式ならびにデーター

1. 分析対象と費用、価格の集計

分析対象地域としてわが国の代表的な畑作地帯である十勝、網走⁴⁾をとりあげる。畑作でのてん菜をとりあげたのは、稲作地帯での転作田におけるてん菜生産が、土地条件の差、作付制限の強弱の程度等から費用の形成において畑作地帯とはかなり異なるものと考えられるからである。また十勝、網走においても土地条件、気象条件等に差があると考えられるが十勝全域と斜網地域をとりあげるによりその差を最小限にとどめることができると考えた。さらに経営規模の大小、機械の利用形態等に地域差があると考えられるが、それらがてん菜の生産に影響を与えているか否かは後の統計的な検定により明らかにしたい。

分析年度は、機械化一貫作業体系の確立、移植栽培の普及率が9割を超えた時点で作況が正常であり、費用の形成に技術以外の要因を考慮する必要がない昭和54、55年の二ヵ年とした。

データーとしては農林水産省「工芸作物生産費調査（てん菜）」の個別調査表を利用し、個別農家の収入部門の1～3位がてん菜、麦、豆、馬鈴薯、

4) 対象市町村は以下の通りである。カッコ内はサンプル数である。帯広（6）、芽室（10）、更別（8）、清水（4）、鹿追（2）、音更（10）、士幌（1）、幕別（2）、浦幌（5）、小清水（9）、東藻琴（3）、斜里（5）、網走（6）、美幌（5）。

雑穀のいずれかであり、かつてん菜について移植栽培を採用している畑作専業農家⁵⁾を選定した。サンプル数は二ヵ年合計で76戸である。対象農家の規模別概況は第1表に掲げた。規模に関して農家の分布にかたよりはない。反収水準は総収量350 t以上の階層から低下している。しかし反収について統計的に有意差はみられなかった。⁶⁾しかし明らかに分散が大きい点は注目すべき点である。

第1表 分析対象農家のてん菜生産規模別生産概況

規模 (t)	農家数 (戸)	1戸当規 模 (t)	作付面積 (ha)	経営耕地 (ha)	てん菜作付 比率 (%)	反 収 (kg)	反収変動 係数 (%)
~150	9	100	1.7	9.1	18.8	5,905	9.0
150~200	16	176	3.2	14.7	21.4	5,587	8.1
200~250	7	219	3.5	17.8	19.7	6,225	6.8
250~300	13	277	4.4	16.6	26.6	6,265	9.5
300~350	14	327	5.1	24.7	20.8	6,367	5.0
350~400	7	369	6.0	27.8	21.4	6,177	9.2
400	10	523	9.0	24.7	36.1	5,853	13.7

(資料) 農林水産省「工芸作物生産費調査(てん菜)」

註) 十勝、斜網地域の畑作専業農家の昭和54, 55年。

次に費用と価格の集計を行う。

荏開津〔3〕によれば、費用関数は価格と生産量の関数であるので原データの価格に関して分散がなければパラメーターの計測は不可能であり、クロスセクションデータにおいては価格の分散はない、という指摘がなされている。

それに対して本論では加古〔8〕、黒田〔11〕の立場に従う。農家に生産関数を仮定して計測する場合、それは多種の投入要素、生産物を集計した集計の生産関数である。双対定理により導出された費用関数も集計関数である。そのために当然、計測する場合においても集計された価格を用いるべきである。その集計された価格には分散があり、しかも経済理論の要請する農家の直面する価格である。黒田〔11〕によればその価格は unit price である。

5) 個表には畜産農家が含まれているが、これらは計測サンプルから除いている。これを除外したのは、畜産農家には自給堆肥が存在するが、畑作専業農家は堆肥の入手が困難であり、要素市場の制約の差をなるべく除去する目的からである。

6) 大規模層で最も反収の低い400 t以上の規模での反収5853 kgとサンプル全体の平均値、6081 kg、標準偏差588とにより平均値の差の検定を試みた。

価格の集計方法は以下の通りである⁷⁾ P_i , X_i をそれぞれ投入要素の価格、投入量、 S_i をコストシェアとすると集計された価格 P は

$$l_n P = \sum_i S_i l_n P_i \quad (3-1)$$

である。

ここで、 $S_i = \frac{P_i X_i}{\sum_i P_i X_i}$, l_n は自然対数をあらわす。

(1) 肥料

土壌条件、品種、栽培条件等からの限界生産力のちがいにより、施肥水準は異なる。生産費調査の原単位表より、無機質肥料、有機質肥料の価格と投入量から(3-1)式を用いて価格を作成した。肥料の費用は生産費調査にある肥料費をそのまま用いた。

(2) 労働

生産費調査に記載されている労賃は「農村雇用賃金」により評価されたものである。本論では労賃の格差は労働の質の差⁸⁾を評価しているものとする。家族労働の男女別、雇用労働(臨雇、常雇、手間替え、ゆい)の男女別の労賃、労働時間から(3-1)式を用いて労賃を集計した。労働費用は総労働投入時間に集計された労賃を乗じたものを用いた。

(3) 機械

対象農家の個表によれば約半数の農家が賃料料金を支払っている。これは共同利用、または賃耕により機械を利用していることを表している。従って機械の使用に対する支払いは自己所有のものによるものと、賃借によるものとを合わせて評価しなければならない。よって(減価償却費+賃借料-男子雇用労賃評価の賃借中の労働費)を機械の費用とし、価格はそれを動力運転時間で除したものを用いた。

(4) 種苗

7) 加古〔8〕に従う。

8) サンプル平均での賃金率は時間当りで家族男子1055円、同女子620円、雇用男子673円、同女子588円である。荏開津〔4〕は家族労賃の評価に用いられる「農村雇用賃金」はその性格が不明確であると指摘している。本論では家族男子の賃金率の高さは経営主としての経営者能力を評価しているものとする。天間〔17〕によると経営主としての機能は職能的視点から管理者、組織者、労働者に分けられるとしている。そこで管理者、組織者としての機能は家族女子、雇用労働へは代替しないと考えられるので、それらの能力が労賃へ反映されているものとする。

移植栽培を前提としているのでこれを投入要素としてとりあげた。

(種苗費+その他諸材料費(ペーパーポット、ピート代が主))を種苗の費用とし、価格はそれを種苗投入重量で除したものをを用いた。

(5) 土地

てんさいを作付しなければ他作物からの収益が期待されるので、経営者がてん菜生産のために選んだ土地には機会費用が考慮されていると思われる。そこで生産費調査に記載されている小作地代を用いずに、機会費用を考慮した土地の純収益を用いて地代とした。すなわち

(てん菜からの作付面積当りの粗収益) - (てん菜以外の作物からの作付面積当りの粗収益)を地代⁹⁾とし土地の費用は地代にてん菜の作付面積を乗じたものをを用いた。

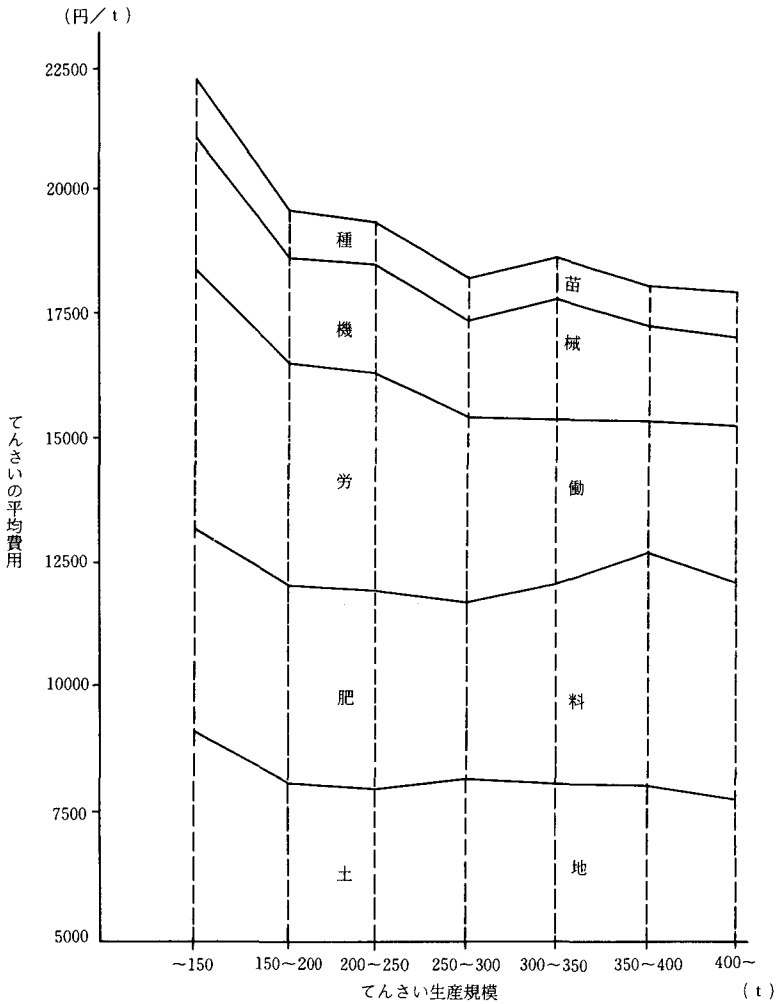
以上、5つの生産要素の費用と価格を作成したが、建物費は投入要素としての解釈が困難である点、光熱、動力費は機械の使用のための費用のみを分離することが困難な点、農薬剤費は肥料と代替関係がなく、しかも1つの投入要素としてとりあげるほど重要ではないと思われる点から今回の分析では除外した。

総費用は5つの費用を合計したものであり、計測に必要なコストシェアはそれぞれの費用の総費用に対する比率としている。

2. 規模の経済とその源泉

第1図は、規模の経済とその源泉を明らかにするために生産量トン当りに換算した平均費用を規模別に示したものである。総産出量の増大にともない平均費用は減少しており、規模の経済が存在していることは明らかである。次にそれぞれの要素の平均費用についてみると規模が大きくなる程、労働の平均費用は減少し、肥料の平均費用は若干増加しているが、他の生産要素に関して顕著な傾向はみられない。従って平均費用の減少は労働の平均費用の減少によるものであると判断される。

9) 土地の純収益の算出には生産者の行動に大胆な仮定をおかなければならない。本論では、てんさいの利潤=てんさい以外の利潤、てんさいの土地を除く生産要素の受け取り分=てんさい以外の土地を除く生産要素の受け取り分と仮定する。つまり粗収益は利潤、生産要素の受け取り分からなるので粗収益の差は土地の純収益からのみの差と仮定していることになる。それが機会費用を考慮した土地の純収益であり、これを作付面積で除して地代とした。

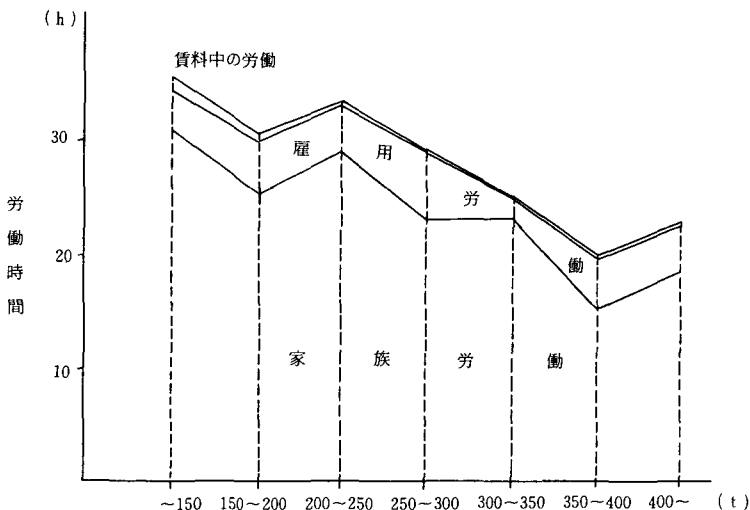


第1図 平均費用の規模別分布

(資料) 第1表に同じ。

注) 集計方法については本文Ⅲ-2参照のこと。

そこで実際の労働時間を家族、雇用別にみたものが第2図である。8~9割が家族労働によるもので、しかも規模が大きくなる程減少していくことがわかる。家族労働力は1戸当り平均で3~4人であり、規模が大きくなる程稀少性を増し、投入量に制約を与えていると考えられる。一方雇用労働の導



第2図 10 a 当労働時間の規種別分布
(資料) 第1表に同じ。

入は費用増大につながるため、その投入には制約がある。第1図でみた労働費の減少は主に家族労働の稀少性によって生じたものであり、また費用を節約するため、投入が少ない雇用労働も見逃せない。従って投入量に制約があるという点から家族、雇用労働の両方を含めて労働として技術进行评估する必要がある。すなわち規模の経済は、労働費の節約がその源泉であり、それは家族労働の稀少性を要因とし、さらに全体の労働投入に制約があっても収穫逓増的な生産を行い得る技術の役割があると考えられる。

3. 計測式と計測方法

生産要素が5要素の場合、(2-1)式、(2-3)式を用いて推定する連立方程式の数は6本であるが、推定パラメーターについて(2-2)式の制約条件を課すことにより、(2-3)式のコストシェア式から1本を任意に取り除いて計測することができる。計測にあたり肥料のコストシェア式を除去した。

また、十勝と網走、昭和54、55年に技術、費用の形成の有意差を検定するために、地域別、年次別ダミーを付加した。

攪乱項を付加した計測式は以下の通りで、計測方法はZellner [20]のSUR (seemingly unrelated regressions)を用いた。また、トランスログ費

用関数は1の近傍での展開式なので、計測する際原データを平均値が1となるように基準化した。

費用関数は、

$$\begin{aligned} \ln C_N/P_F &= \alpha_0 + \alpha_Q \ln Q_N + \sum_i^4 \alpha_i \ln P_{iN}/P_{FN} \\ &+ \frac{1}{2} \sum_i^4 \sum_j^4 \gamma_{ij} \ln P_{iN}/P_{FN} \ln P_{jN}/P_{FN} + \sum_i^4 \delta_{qi} \ln Q_N \ln P_{iN}/P_{FN} \\ &+ \frac{1}{2} \gamma_{qq} (\ln Q_N)^2 + d_1 D_{1N} + d_2 D_{2N} + \varepsilon_N \end{aligned} \quad (3-2)$$

コストシェアー式は、

$$S_{iN} = \alpha_i + \delta_{qi} \ln Q_N + \sum_j^4 \gamma_{ij} \ln P_{jN}/P_{FN} + \varepsilon_{iN} \quad (3-3)$$

各攪乱項の分布は次のように仮定した。

$$\begin{aligned} E(\varepsilon_N) &= 0, \quad E(\varepsilon_{iN}) = 0 \\ E(\varepsilon_N, \varepsilon_{iN}) &= \Omega_{ci}, \quad E(\varepsilon_N, \varepsilon_{jN}) = 0 \\ E(\varepsilon_{iN}, \varepsilon_{jN}) &= \Omega_{ij}, \quad E(\varepsilon_{iN}) = 0 \end{aligned}$$

但し、 $i, j = L, K, A, S, N=1, 2, \dots, m$ (m はサンプル数), $N \neq N$
 なお(3-2)式のダミー変数は以下のように設定した。

D_1 : 地域ダミー 十勝=0, 網走=1

D_2 : 年次ダミー 54年=0, 55年=1

トランスログ費用関数は双対関係にある生産関数に対し事前的な制約がないので、関数形に対し統計的検定を行うことができる。

① ホモセティシティ (homotheticity, 相似拡大性) : 生産関数の等量線が相似拡大性をもつか、すなわち拡張経路が原点からの半直線であるか否かのテストである。([10], [15] を参照のこと。)

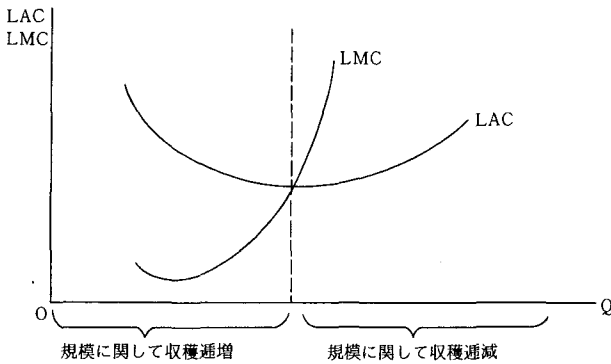
ホモセティックであるならば、パラメーターに関して $\delta_{\theta i} = 0$, ($i = L, K, A, S$) を満たさなければならない。

② 1次同次性: 規模に関して収穫一定であるならば、パラメーターに関して $\alpha_{\theta} = 1$, $\delta_{\theta i} = 0$ ($i = L, K, A, S$) を満たさなければならない。

計測されたパラメーターと原データから規模の経済性、各要素間のアレンの代替の偏弾力性、スケールバイアスを求めることができる。

i) 規模の経済 (SCE)

$$SCE = 1 - \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Y} = 1 - (\alpha_0 + \sum_i^4 \delta_{qi} \ln P_i + \gamma_{qq} \ln Y) \quad (3-4)$$



第3図 平均費用曲線と規模の経済

第3図に、長期の平均費用曲線を示した。SCEとの関係を述べると、LACが右下り、水平、右上りのとき、 $SCE > 0$ 、 $= 0$ 、 < 0 で、規模に関して収穫逓増、不変、逓減である。

ii) アレンの代替の偏弾力性 (σ_{ij})

生産量一定のもとで i 要素価格の変化に対する j 投入量の変化を表す。¹⁰⁾ i 要素、 j 要素の間に、 $\sigma_{ij} > 0$ ならば代替関係、 $\sigma_{ij} < 0$ ならば補完関係があることを意味する。本論ではクロスセグション分析なので、要素の代替の可能性を表すものとして解釈を行う。

すなわち

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{S_i^2} (\gamma_{ij} + S_i^2 - S_i)$$

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{S_i S_j} \gamma_{ij} + 1 \quad (3-5)$$

iii) スケールバイアス (N_i, N_{ij})

規模の変化に対する要素のコストシェア、又はコストシェアの比率の変化である。投入要素の偏向性を生産規模間で評価したものである。類似の概念に時間で評価した技術進歩の偏向性がある。

1 投入要素で評価する場合は、

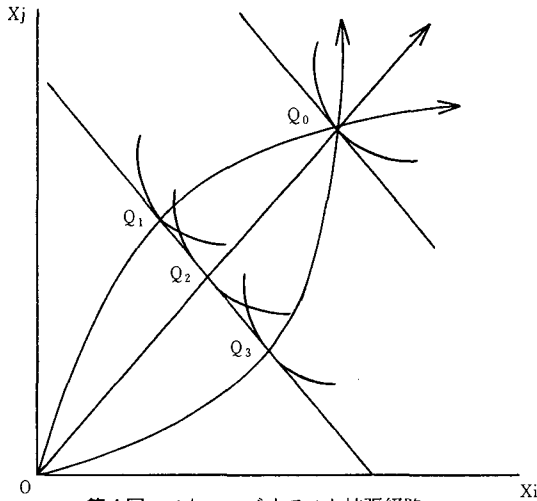
10) アレンの代替の偏弾力性は生産要素の価格弾力性をコストシェアで除したものである。2財の価格比率に対する2財の投入量比率の変化率はSES (shadow elasticity of substitution) でみることができる。詳しくはMundlak [13]を参照のこと。

$$N_i = \frac{\partial \ln S_i}{\partial \ln Q} = \frac{\delta_{qi}}{S_i}$$

しかし、技術进行分析する場合は要素の結合関係の偏りを評価しなければならないので、コストシェアの比率の変化で評価する。すなわち、

$$N_{ij} = \frac{\partial \ln S_i / S_i}{\partial \ln Q} = \frac{\partial \ln S_i - \partial \ln S_j}{\partial \ln Q} = \frac{\delta_{qi}}{S_i} - \frac{\delta_{qj}}{S_j} \quad (3-6)$$

また、均衡点ではコストシェアをそのまま投入量でおきかえて解釈することも可能である。¹¹⁾ 第4図に、拡張経路とスケールバイアスの概念を示す。



第4図 スケールバイアスと拡張経路

注) $Q_1 \rightarrow Q_0$: i要素使用 - j要素節約的

$Q_2 \rightarrow Q_0$: i要素 - j要素中立的

$Q_3 \rightarrow Q_0$: i要素節約 - j要素使用的

11) $S_i = \frac{X_i P_i}{C}$ より

$$\frac{\partial \ln S_i}{\partial \ln Q} = \frac{\partial \ln X_i}{\partial \ln Q} + \frac{\partial \ln P_i}{\partial \ln Q} - \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q}$$

今、 $\partial \ln P_i = 0$ だから、

$$\frac{\partial \ln S_i}{\partial \ln Q} = \frac{\partial \ln X_i}{\partial \ln Q} - \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q}$$

同様に、

$$\frac{\partial \ln S_j / S_j}{\partial \ln Q} = \frac{\partial \ln S_i}{\partial \ln Q} - \frac{\partial \ln S_j}{\partial \ln Q} = \frac{\partial \ln X_i}{\partial \ln Q} - \frac{\partial \ln X_j}{\partial \ln Q} = \frac{\partial \ln X_i / X_i}{\partial \ln Q}$$

N_i 又は N_{ij} が < 0 , $= 0$, > 0 のとき, (j 要素に対して) i 要素節約的, 中立的, 使用的な偏りをもつことになる。

4. 計測結果

計測結果は第2表に示す通りである。以下, 計測結果の妥当性について検

第2表 計測結果

パラメーター	推定値	t 値
α_0	15.50	583.3
α_Q	0.8160	17.9
α_L	0.1908	36.0
α_F	0.2123	
α_K	0.1120	44.4
α_A	0.4321	79.7
α_S	0.05272	36.2
γ_{QQ}	-0.06438	-1.37
γ_{LL}	0.1300	7.10
γ_{FF}	-0.004399	
γ_{KK}	0.0607	10.8
γ_{AA}	0.2047	28.7
γ_{SS}	0.03552	9.96
γ_{LF}	0.02713	
γ_{LK}	-0.01656	-2.21
γ_{LA}	-0.1175	-13.1
γ_{LS}	-0.02300	-4.00
γ_{FK}	-0.001217	
γ_{FA}	-0.02904	
γ_{FS}	0.007477	
γ_{KA}	-0.04053	-9.42
γ_{KS}	-0.002411	-0.84
γ_{AS}	-0.01758	-5.25
δ_{QL}	-0.07265	-7.56
δ_{QF}	0.03855	
δ_{QK}	-0.01854	-3.75
δ_{QA}	0.03996	3.89
δ_{QS}	-0.005860	-2.07
d_1	-0.04100	-1.82
d_2	0.02653	1.32
シエアー式	L	0.64
	K	0.66
\bar{R}^2	A	0.91
	S	0.64

註1) 計測式は本文中(3-2)および(3-3)式である。

2) t 値 5%有意水準1.95

討しよう。

ⅰ) 自由度修正済み決定係数

土地のシェア式については、0.91であるが、他の要素のシェア式は0.64程度である。地代については機会費用を考慮したため、シェア式のあてはまりが良好となったと考えられる。他の要素については機会費用を考慮することは生産費調査からは不可能なので今回はそのまま計測している。

ⅱ) 推定パラメータの*t*値

5%有意水準で r_{qq} r_{ks} およびダミー変数のパラメータについてはゼロと有意差が認められない、地域間、年次間では技術又は雇用形成に統計的な有意差がないと判断できる。また以後の弾力性等の計算において、パラメータ r_{qq} r_{ks} をゼロとみなした。

ⅲ) ホモセティシテイ、1次同次の制約条件

δ_{θ_i} ($i=L, K, A, S$)のパラメータの*t*値により推定値がゼロと有意差がないことがわかる。 $\alpha_{\theta}=0.816$ であり1との有意差検定をした結果1%の有意水準で棄却された。さらに、カイ2乗検定を用いてホモセティシテイ、1次同次の検定を行ったが、それぞれ1%の有意水準で棄却された。従って計測された費用関数と双対関係による生産関数はホモセティックでも1次同次でもないことが統計的に確認され、スケールバイアスの発生、規模の経済の存在を統計的に確認する結果を得た。

ⅳ) 生産構造が well-be haved であるか否かについて検討する。

① 単調性の条件 (monotonicity condition)

要素価格について増加関数であること。このことはコストシェアの推定値が正の値をとれば満たされる。計測の結果、全サンプルについてこの条件が満たされている。

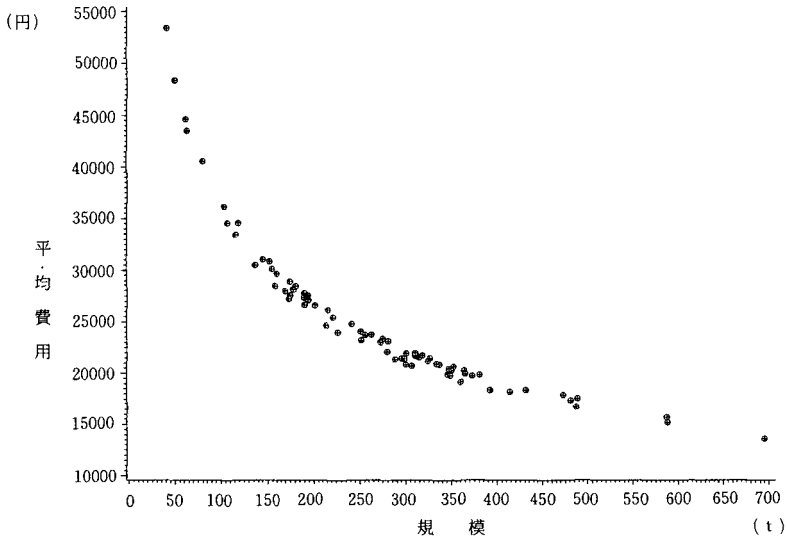
② 凸性の条件 (concavity condition)

費用最小化の二階の条件が満たされること。このことは費用関数のヘッセ行列式が非正值定符号をとれば満たされる。計測の結果、3ヶのサンプルを除いて満たされていた。このサンプルは後の弾力性等の計算からは除外した。

以上から決定係数について若干改善の余地はあるものの、総合的に判断すると計測された費用関数は分析対象の費用構造をよく説明していると判断した。

Ⅵ. 分 析

第5図はサンプル平均の価格を用いて(3-2)式より描いた平均費用曲線である。第1図と同様に規模に関して収穫逓増であることが、トランスログ費用関数の推計結果からも確認できる。



第5図 平均費用曲線

注) 価格はサンプルの平均値を用いた。

第3表、第4表はサンプル平均のコストシェアを用いて(3-5)式、(3-6)式よりアレンの代替の偏弾力性、スケールバイアスを求めたものである。また第6図、第7図は規模別に要素の結合関係をみるために、規模別平

第3表 代替の弾力性

	労働	肥料	機械	土地	種苗
労働	-0.77	1.63	0.27	-0.37	-1.22
肥料		-3.74	0.85	0.67	1.47
機械			-3.09	0.15	1.00
土地				-0.22	0.19
種苗					-4.95

註) 計算は本文中(3-5)式による。コストシェアはサンプルの平均値を用いた。

第4表 スケールバイアス

労働	肥料	機械	土地	種苗
- 0.266	0.183	- 0.165	0.0944	- 0.115
労働	肥料	労働	労働	
- 0.450	- 0.101	- 0.361	- 0.151	
肥料	肥料	肥料		
0.349	0.0889	0.298		
労働	肥料			
- 0.260	- 0.0504			
土地				
0.209				

註) 計算は本文中(3-6)式による。コストシェア
-はサンプルの平均値を用いた。

均のコストシェアを用いてアレンの代替の偏弾力性、スケールバイアスを示したものである。

第4表から労働とその他の要素の結合関係の偏りはすべて労働節約的であることがわかる。さらに第7図から規模が大きくなると偏りの程度が強まる
ことがわかる。従っててん菜の生産技術はすべて労働を節約することにより、
規模の経済が存在していることが実証された。

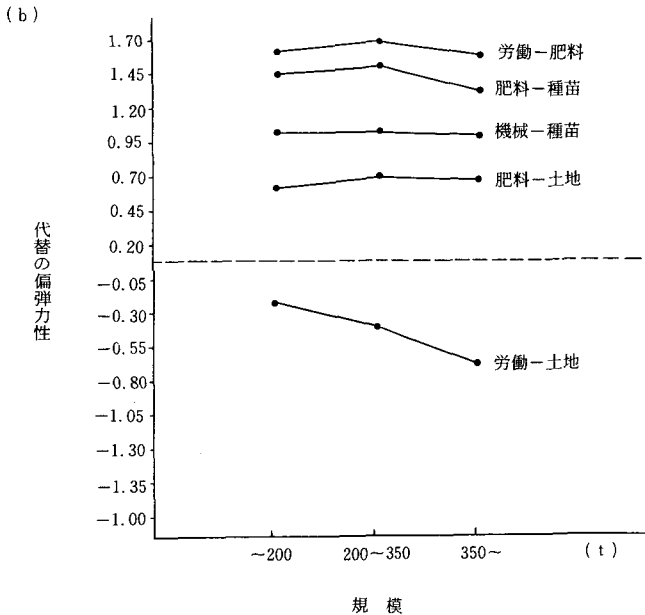
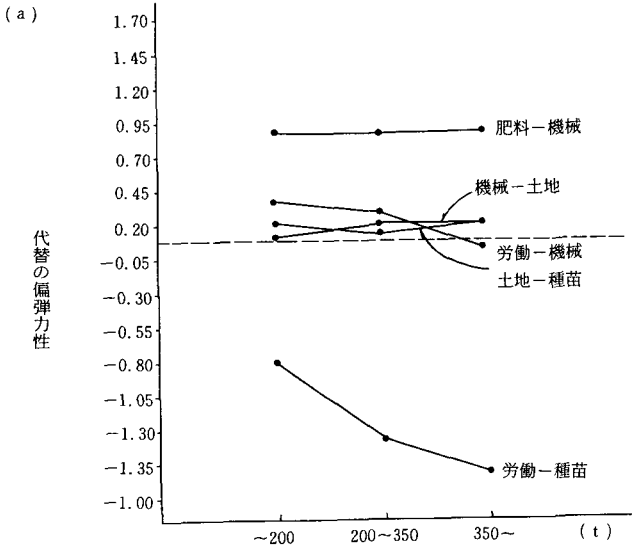
ここで機械化技術は機械とその他の要素の結合で、増収的技術は肥料、種
苗とその他の要素の結合でとらえられる。偏りはすべて労働節約的であり、
規模の経済の源泉となっているので、機械化技術については労働と機械、土
地の関係、増収的技術については労働と肥料、種苗の関係を中心にして、考
察を進める。

i) 労働と機械、土地の関係

第4表、表7図から労働節約-機械使用的な偏りを持ち、また第6図から
労働と機械の代替の偏弾力性は規模が大きくなるとより非弾力的になること
がわかる。これらは、規模が大きくなる程労働と機械が代替されていき、そ
のために労働節約的な偏りが発生していることを意味する。

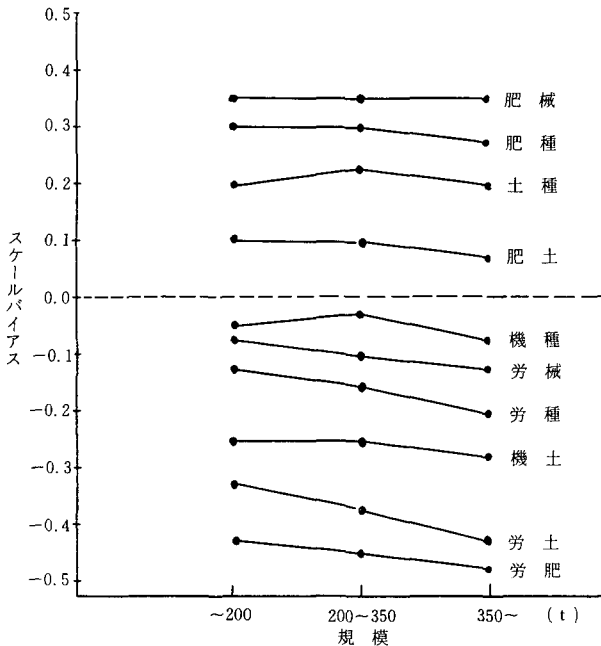
第8図、9図はこの偏り、非弾力性の要因を明らかにするために規模別に
10a 当り作業別投下労働時間と10a 当り動力運転時間を図示したものであ
る。

この図により規模が大きくなると動力運転時間よりも総労働投下時間の減
少率の方が大きいこと、また労働時間が減少しているのは育苗、追肥を除い



第6図 規模別のアレンの代替の偏弾力性

注) 計算は本文中(3-5)による、コストシェアは規模別の平均値を用いた。



第7図 規模別スケールバイアス

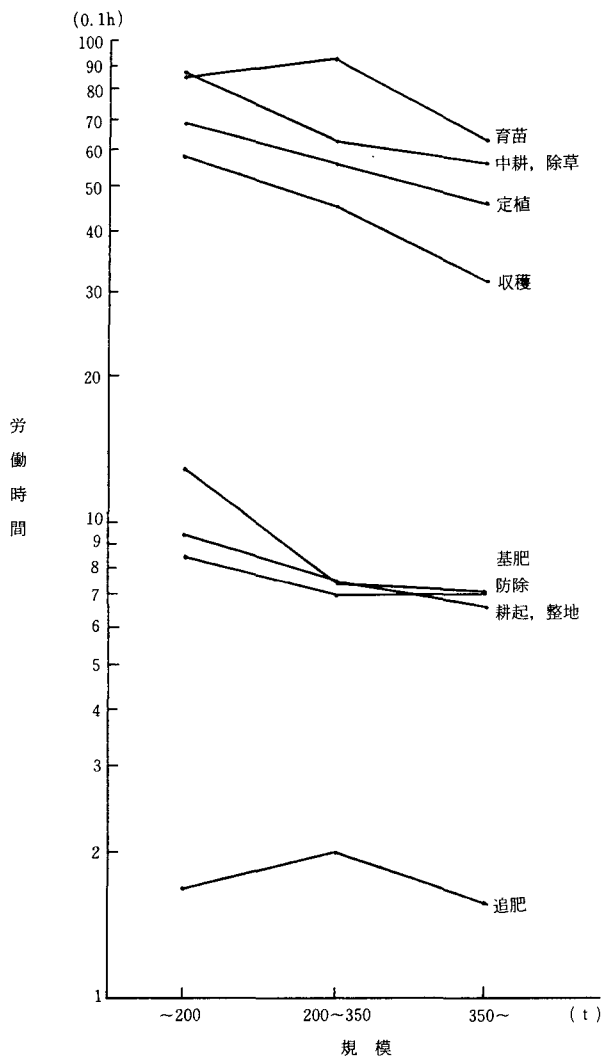
注) 計算は本文中(3-6)式による。コストシェアは規模別の平均値を用いて求めた。

た圃場に関する労働時間であることがわかる。この傾向から1つには機械自体、機種がちがいによる作業能率の向上とそれによる作業時間の短縮、また規模が大きくなるほど手作業の割合が少なくなること等が読みとれる。

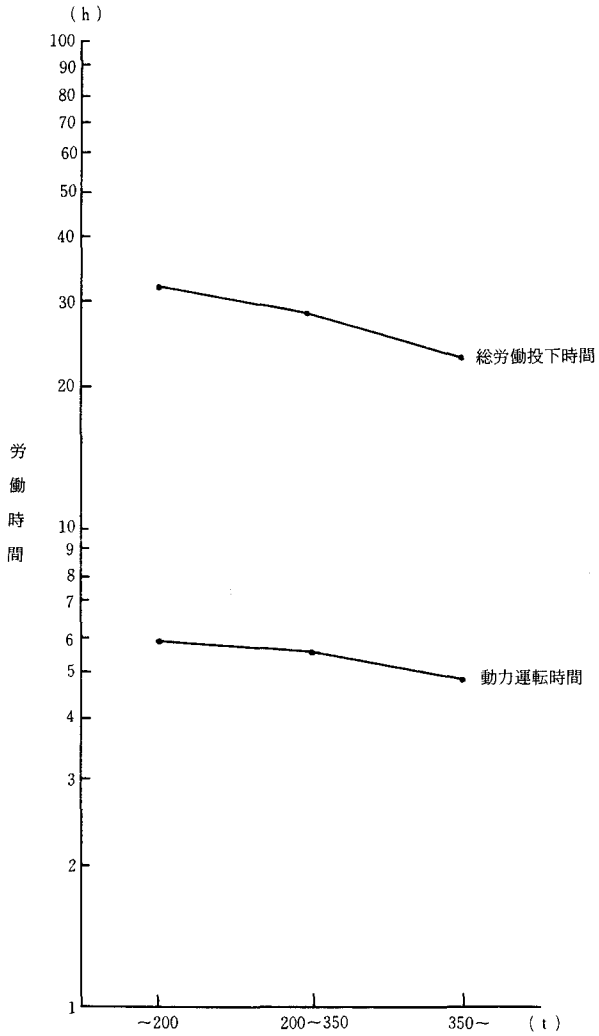
動力運転時間の短縮は労働時間をも短縮させるので、労働と機械の代替関係の減少傾向は、むしろ手作業を機械に代替させていくことにより規模が大きくなると代替の可能な作業の割合が少なくなっていくことを説明していると考えられる。¹²⁾ そのことにより相対的に労働が節約された。

さらに作業能率のすぐれた機械は広い作付面積を処理できる。それが第4表、第7図にある労働節約的—土地使用的な偏りを発生させている要因であ

12) 草刈 [12] による、労働と機械の代替可能性が個別作業間で異なるという代替の序列性の存在を示唆しているものと考えられる。



第8図 10a 当り作業別投下労働時間
(資料) 第1表に同じ



第9図 10a 当り総労働投下時間及び動力運転時間
(資料) 第1表に同じ

る。¹³⁾すなわち機械化技術は単に手作業を機械におこかえ労働を節約するだけでなく、より大きな規模での生産を可能にする。

従っててん菜の規模の経済をひきおこす技術とは機械化技術である。家族労働の稀少性からの制約、雇用労働の費用増大に対応しながら手作業労働を機械に代替させ、しかも作業能率の高い機械を用いることにより大規模な生産を可能とし、規模の経済を発現させたのである。

ii) 労働と肥料の関係

第4表、第7図から労働と肥料は労働節約的—肥料使用的な偏りがあることがわかる。

i) で明らかにされたように労働と機械の関係に合理的解釈が与えられた。そこで労働は機械により節約されたとするならば、労働と肥料の偏りは労働節約的—機械使用的な偏りと機械節約的—肥料使用的な偏りとに分解して考察することができる。¹⁴⁾

この偏りの解釈は土地と肥料とに偏りがないので簡単にすることができる。すなわち労働と機械の代替により稀少な労働でより広い土地を処理することが可能である。しかし、収量をも増加させなければ投資の回収は不可能であるので、少なくとも反収を維持して総収量を増加させなければならない。そこに肥料投入の役割があり、広い作付面積に肥料を増投して反収を維持したのである。そのために労働節約—肥料使用的な偏りが発生した。

従って肥料投入は労働を節約する目的よりも、機械化技術によるてん菜の大規模生産の有利性を維持するための技術であると考えられる。

13) 代替の偏弾力性では労働と土地は補完関係を示す。しかしこれは規模を一定とした場合での関係である。規模が大きくなると相対的に労働は節約されていくので、労働と土地の偏弾力性を対偶として労働と土地に補完関係がなければ規模は一定ではないと解釈してよいと思われる。

14) (3-6)式より

$$\begin{aligned}
 N_{LA} &= \frac{\partial l_n S_L / S_A}{\partial l_n Q} = \frac{\partial l_n S_L}{\partial l_n Q} - \frac{\partial l_n S_A}{\partial l_n Q} \\
 &= \left(\frac{\partial l_n S_L}{\partial l_n Q} - \frac{\partial l_n S_K}{\partial l_n Q} \right) + \left(\frac{\partial l_n S_K}{\partial l_n Q} - \frac{\partial l_n S_A}{\partial l_n Q} \right) \\
 &= \frac{\partial l_n S_L / S_K}{\partial l_n Q} + \frac{\partial l_n S_K / S_A}{\partial l_n Q} \\
 &= N_{LK} + N_{KA}
 \end{aligned}$$

iii) 労働と種苗の関係

ii) と同様に機械を介在させることにより、第4表、第7図にある労働節約—種苗使用的な偏りを、労働節約—機械使用的、機械—種苗中立的な偏りに分解して考察する。また第3表、第6図に示す様に、労働と種苗が補完関係にあり規模が大きくなる程この関係が強くなっている。さらに同じ増収の技術としての肥料と土地の関係は中立的な関係にあったが、種苗においては種苗節約的—土地使用的な偏りが発生している。

すなわち移植栽培は機械の使用により労働を節約させ、それとともに土地に対しても肥料とは異なり、種苗投入を節約できる技術であると考えられる。以下この点について検討を加えよう。

第8図によれば規模が大きくなる程移植労働時間が低下し、また大規模層で育苗労働時間が急激に低下していることがよみとれる。また第10図は1ha当りの種苗投入量を示したものであり、規模が大きくなる程1ha当りの種苗投入量は減少していることがわかる。

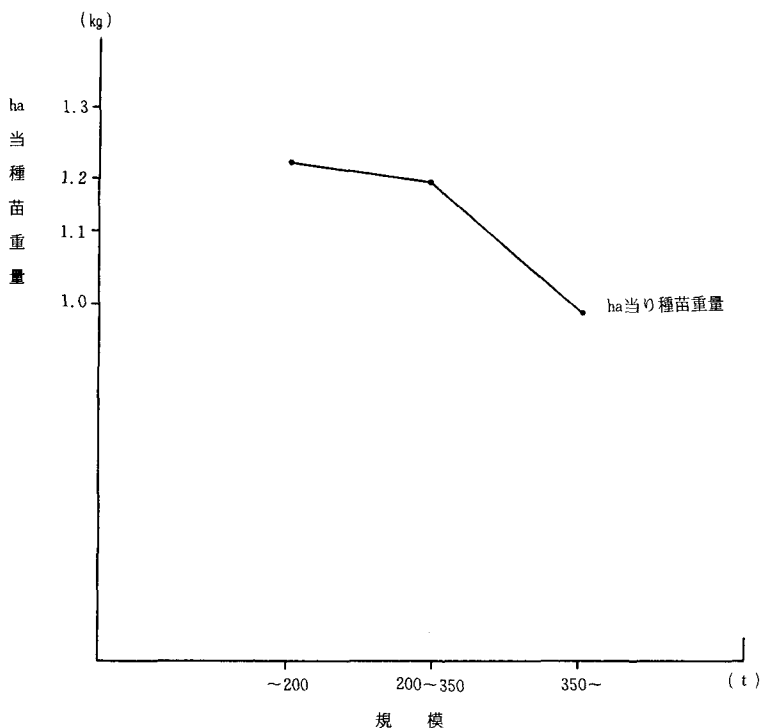
育苗段階ではペーパーポットに対する播種作業から始まり最終的には規定量¹⁵⁾の苗が作成されるので、規模が大きくなる程無駄な種苗が少なく種苗数を節約し、かつ労働時間も節約しているのである。これには土詰機、播種プラント等の機械の使用と、無間引育苗、疎植方式等の栽培方式による役割が大きいと考えられる。

以上から労働を機械におきかえることにより、労働を節約しさらに種苗投入をも節約することができる事がわかる。すなわち移植栽培による種苗投入は機械化技術と併用することにより労働を節約し、さらに種苗投入が効率的な行なわれ種苗自身をも節約したのである。

V. 結 論

本論で明らかにするべき第1の課題はてん菜生産の規模の経済の存在の実証と、その源泉となる要因を明らかにすることである。この点についてはトランスログ費用関数の計測結果から実証され、また生産費調査データ、労働節約的なスケールバイアスから労働費の節約によるものであることが明ら

15) 日甜の指導では1ha当り、1.3kgとしている。



第10図 規模別1 ha当り種苗重量
(資料) 第1表に同じ

かとなった。それは、労働に制約があっても規模の経済を発現させる技術を採用していることが要因である。

第2の課題はてん菜生産技術のうち機械化技術と増収的技術とが規模の経済の源泉にはたす役割を明らかにすることである。トランスログ費用関数の計測結果からアレンの代替の偏弾力性、スケールバイアスを計算した。特にどの要素の組み合わせも労働を節約する方向に偏りがあることが明らかになった。その中で機械化技術は手作業を機械におきかえ、より広い作付面積を処理でき大規模生産を可能にした。そしてこれが規模の経済を発現させた技術である。また、増収的技術のうち肥料投入は機械化技術による大規模生産の有利性を維持する目的があり、一方の種苗投入においては、機械化技術の採用により、労働のみならず種苗の投入も節約したのであった。

すなわち家族労働の稀少性は全体の労働投入に制約を与える。しかし、機械化技術を用いることによりてん菜の大規模生産を可能にし、規模の経済を発現させたのである。それにより、種苗投入は節約され、肥料投入は増投を招き、結局これら増収的技術はてん菜の規模の経済の存在を支える役割を果たすものであった。

〔謝辞〕

本論をまとめるにあたり、天間征教授、土井時久教授はじめ農業開発論シンポジウム、農政学シンポジウムの諸兄より貴重な助言をいただいた。記して謝意を表す。計算は北大大型計算機センターで行った。

参考文献

- [1] Becker, G. S., *Economic Theory*, Alfred A. Knopf, Inc, 1971.
- [2] Binswanger, H. P., Ruttan, V. W. and Others, *Induced Innovation*, The John Hopkins University Press, 1978.
- [3] 荏開津典生「生産関数分析における統計データと統計的方法」(「農業経済研究」, 第54巻, 第2号, 1982)。
- [4] ———「農業統計学」(明文書房, 1985)。
- [5] 長谷部正「減反政策と地代」(崎浦誠治編著「米の経済分析」農林統計協会, 1984)。
- [6] 北海道立中央農業試験場「北海道農業の現状と将来」(同試験場「北海道立農業試験場資料第14号」, 1982)。
- [7] 加古敏之「稲作における規模の経済の計測」(「季刊理論経済学」, Vol. 30, No. 2, 1979)。
- [8] ———「指数問題と生産関数, 費用関数の特定化」(「農業経済研究」, 第55巻, 第4号, 1984)。
- [9] ———「稲作の生産効率と規模の経済性」(「農業経済研究」, 第56巻, 第3号, 1984)。
- [10] 黒田昌裕「実証経済学入門」(日本評論社, 1984)。
- [11] 黒田諠「利潤関数分析における価格データと統計的方法」(「農業経済研究」, 第55巻, 第4号, 1984)。
- [12] 草刈仁「稲作の技術進歩と収量変動」(崎浦誠治編著「経済発展と農業開発」農林統計協会, 1985)。
- [13] Mundlak, Y., "The Dual in Nonlinear Programming and its Economic Interpretation", *Review of Economic Studies*, Vol. 35, 1968.
- [14] 日本ビート糖業協会「てん菜およびてん菜糖に関する年報」(同協会, 1979, 1980)。
- [15] 奥野正寛, 鈴木興太郎「ミクロ経済学Ⅰ」(岩波書店, 1985)。
- [16] 鈴木愛徳「畑作物の生産システムに関する素材分析」(北海道農業試験場「北農試農業経営部研究資料第37号」, 1974)。
- [17] 天間征「農業の経営者能力に関する研究」(「農業経済研究」, 第43巻, 第1号, 1971)。
- [18] 茅野甚治郎「稲作生産構造の計量経済分析」(宇都宮大学農学部学術報告特輯第42号,

1984)。

- [19] 十勝農業協同組合連合会「十勝地域における農業機械の共同利用と管理運営指針」(同連合会, 1975)。
- [20] Zellner, A., "An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regression and Test for Aggregation Bias", *Journal of American Statistical Association*, Vol. 57, No. 298, 1962.