



小麦・大豆作における規模の経済と生産構造の変化

中川, 雅嗣

(Citation)

國民經濟雜誌, 214(6):57-71

(Issue Date)

2016-12-10

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(JaLCD0I)

<https://doi.org/10.24546/E0041016>

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/E0041016>



小麦・大豆作における
規模の経済と生産構造の変化

中 川 雅 嗣

国民経済雑誌 第214巻 第6号 抜刷

平成28年12月

小麦・大豆作における 規模の経済と生産構造の変化

中 川 雅 嗣

食料自給力強化が至上命題となり、麦類、大豆の振興が政策目標として農政の優先課題となる一方で、地域ぐるみの計画転作、集団転作として集落機能を活用した生産振興が進められてきた。そこで小麦・大豆の構造変化を分析するため、1971～2012年における規模の経済を推計し、各生産要素による規模の経済への効果を明らかにした。計測結果からすべての作付階層で規模の経済があることがわかった。1985年までは規模の経済に減少傾向が見られるが、1986年から増加傾向に転じ、2006年から大幅に増加する結果となった。また2001年以降0.5～2haの作付階層で最も大きな規模の経済による効果が見られたことから、小規模農家の方が大規模農家より高い土地生産性を達成していることが明らかになった。技術進歩の規模の経済における効果は、プラスの効果で1985年から上昇傾向が見られ、2006年からすべての作付階層で大幅に上昇し2011年に最大の効果が示され、その要因は主に中間財によるものであった。規模の経済に対する生産量、可変要素価格、土地投入の効果は、マイナスの効果であった。

キーワード 小麦・大豆作、複合生産物費用関数、規模の経済、弾力性、技術進歩

1 はじめに

昭和45年に米生産調整がスタートした当時、世界の食料需給は緩和基調であり、「選択的拡大」による米の代替作物として畜産振興の鍵となる飼肥料作物が重視されていた。昭和47年になると穀物不作による旧ソ連のアメリカからの小麦の大量買い付け、翌昭和48年の第一次石油危機により農政でも食料自給力強化が至上命題となり、麦類、大豆の振興が政策目標として農政の優先課題となった。そこで地域ぐるみの計画転作、集団転作として集落機能を活用した麦類、大豆の生産振興が進められてきた。今般、国は麦・大豆等を戦略作物として位置づけ本作化を推進するとともに、地域において今後どのような作物をどのように生産していくかを検討して「水田フル活用ビジョン」を策定し、産地交付金等も活用しながらこれを実行している。平成30年以降は、主食用米の需要、麦の需要、大豆の需要等を見ながら、

農家自らが判断し水田を活用して需要のある作物を生産していく体制になる。そのため麦・大豆の規模の経済や生産構造の分析は、重要な位置づけになると思われる。

これまで、戦後の日本経済における米作の規模の経済は多くの研究者によって推計されてきた。たとえば、加古（1979）は近畿のデータを用いて、投入要素に対する需要の価格弾力性および投入要素間の代替弾力性、規模の経済、および技術進歩の推計を計測した。茅野（1985）も同様であり、草苺（1989）は、米作に対する作付制限政策の効果を、可変利潤関数により推計した。近藤（1991）は、トランスログ費用関数およびトランスログ利潤関数を推計することにより、米作の価格支持政策と作付制限政策の効果を推計している。しかしながら、これらの論文は、米に限られたものであり、転作作物に視点をおいた研究ではなかった。また上記の研究を含め多くの先行研究は、投入要素が費用最小化を仮定し総費用関数を特定化したものである。しかし土地を年次データ（可変投入要素）として取り扱うのは適切でないように思われる。

土地の利用水準を調整するには、1年以上のタイムラグが発生することが多く、稲作などの生産技術構造を分析するには、土地を固定投入要素として接近するほうが適しているとされている（Oi, 1962）。実際のところ、日本農業における土地価格（地代）は公的機関（農業委員会など）によって管理統制されてきた。さらに、土地に関しては、農業の生産環境が変わったからといって、1年以内にその投入量を柔軟に調整するにはかなり困難であるという性質を持っている。そこで本研究は土地を固定投入要素として扱う複合生産物費用関数を導入することとする。モデルによって推計されたパラメータに基づき、規模の経済を計測する。

2 複合生産物費用関数の特定化

以下のような費用関数を定義する。

$$C = G(Q, P, Z_B, t, D) \quad (1)$$

ここで、 C は可変費用（労働、機械、中間投入財、その他の投入財）、 Q は生産物（小麦 W ・大豆 S ）である。 P は生産要素価格であり、それらは労働価格（ P_L ）、機械価格（ P_M ）、中間投入財価格（ P_I ）、その他の財価格（ P_O ）、および土地投入量（ Z_B ）とし、 t は技術進歩の代理変数としての時間変数とした。さらに、ダミー変数として、生産調整政策ダミー（ D_P ）、および作柄ダミー（ D_W ）とした。費用関数に Christensen, Jorgenson and Lau (1973) が提案したトランスログ・モデルを仮定すると次のように表すことができる。

$$\begin{aligned} \ln C = & \alpha_0 + \sum_i \alpha_i \ln Q_i + \sum_k \beta_k \ln P_k + \beta_B \ln Z_B + \beta_t \ln t + \sigma_P D_P + \sigma_W D_W \\ & + \frac{1}{2} \sum_i \sum_j \gamma_{ij} \ln Q_i \ln Q_j + \frac{1}{2} \sum_k \sum_n \delta_{kn} \ln P_k \ln P_n + \sum_i \sum_k \phi_{ik} \ln Q_i \ln P_k \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
& + 1/2 Y_{BB}(\ln Z_B)^2 + \sum_i \theta_{iB} \ln Q_i \ln Z_B + \sum_k \theta_{kB} \ln P_k \ln Z_B + \sum_i \mu_{it} \ln Q_i \ln t \\
& + \sum_k \nu_{kt} \ln P_k \ln t + \nu_{Bt} \ln Z_B \ln t + 1/2 \nu_{tt} (\ln t)^2
\end{aligned} \tag{2}$$

$$i, j = W, S \quad k, n = L, M, I, O$$

トランスログ・コストモデルは一般的な費用関数について連続性を仮定し、2階微分の項までを残した近似式とみることができ。したがって、パラメータには $\alpha_{ij} = \alpha_{ji}$, $\beta_{kn} = \beta_{nk}$ という対称性の制約が課せられる。また、費用関数の性質として求められる生産要素価格に関する1次同次性は、任意の要素価格を基準として費用 C と他の要素価格 P を相対価格化することによってモデルに制約として与えることができる。他の費用最小化の条件である生産要素価格に関する単調性と凹性、生産物に関する単調性は、パラメータの推定値から事後的にチェックする。

Shephard (1953) の補題を費用関数(2)に適用し要素価格に関する1階微分を求めると、生産要素のコストシェア方程式を得る(要素費用比率関数)。

$$\begin{aligned}
S_k &= \frac{\partial C}{\partial P_k} \frac{P_k}{C} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln P_k} \\
&= \beta_k + \sum_n \delta_{kn} \ln P_n + \sum_i \phi_{ik} \ln Q_i + \theta_{kB} \ln Z_B + \nu_{kt} \ln t
\end{aligned} \tag{3}$$

$$i, j = W, S \quad k, n = L, M, I, O$$

コストシェア方程式に関しては、次のような adding-up (加法性) 制約が成り立つ。

$$\sum_k S_k = 1 \tag{4}$$

(4)式はすべての生産要素のコストシェアの和が「1」になることを意味しており、その定義から自明であるが、この adding-up 制約によって生産要素の数だけ存在するコストシェア方程式のうち1つは独立でないことがわかる。したがって、(2)の費用関数と(3)の4本(生産要素の数)のコストシェア方程式のうち任意の1本を除いた連立方程式体系を同時推定することですべてのパラメータ推定値を得ることができる。費用関数において投入要素価格に関しては1次同次であり、本研究におけるトランスログ費用関数は任意の費用関数の2次近似であるため以下の対称性の制約が付加される。

$$\alpha_{ij} = \alpha_{ji} \quad \sum_k \beta_k = 1, \quad \sum_n \delta_{kn} = 0 \quad \text{および} \quad \sum_k \phi_{ik} \quad (i, j = W, S \quad k, n = L, M, I, O)$$

また、トランスログ費用関数は、投入-算出分離性および技術進歩における Hicks の中立性という制約条件を前提にしておらず、制約条件はこの費用関数体系の推計の仮定で統計的に検証されるものとして扱う。こうした費用関数の推定は、Berndt and Wood (1975) をはじめ1970年代から費用関数の計量分析で広く用いられている。

さらに上記のトランスログ費用関数について、Fuss and Waverman (1981) の方法により、生産物(小麦・大豆)の最適選択のモデルが導出される。

$$\begin{aligned}
 R_i &= \frac{\partial C}{\partial Q_i} \frac{Q_i}{C} = \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q_i} \\
 &= \alpha_i + \sum_k \phi_{ik} \ln P_k + \sum_j \gamma_{ij} \ln Q_j + \theta_{iB} \ln Z_B + \nu_{it} \ln t \\
 & \quad i, j = W, S \quad k, n = L, M, I, O
 \end{aligned} \tag{5}$$

また推定されたパラメータからは、生産要素に関する価格弾力性を求めることができる。生産要素の自己価格弾力性 (η_{kk}) と交差価格弾力性 (η_{kn}) は次のように計算される (アレンの偏代替弾力性)。

$$\eta_{kk} = \frac{\beta_{kk} + \alpha_k (\alpha_k - 1)}{\alpha_k^2} \quad \eta_{kn} = \frac{\beta_{kn} + \alpha_k \alpha_n}{\alpha_k \alpha_n}$$

2.1 転作作物の生産における規模の経済の推計

Caves, Christensen and Swanson (1981) の手法により、規模の経済 (SCE) は本研究におけるトランスログ費用関数の枠組みの中で、以下のように推計できる。

$$SCE = \frac{1 - \partial \ln C / \partial \ln Z_B}{\sum_i \partial \ln C / \partial \ln Q_i} = \frac{1 - \varepsilon_{CZ_B}}{\varepsilon_{CQ_i}} \tag{6}$$

ここで、

$$\begin{aligned}
 \varepsilon_{CZ_B} &= \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Z_B} = \beta_B + \sum_k \theta_{kB} \ln P_k + \sum_i \theta_{iB} \ln Q_i + \gamma_{BB} \ln Z_B + \nu_{Bt} \ln t \\
 \varepsilon_{CQ_i} &= \frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q_i} = \alpha_i + \sum_k \phi_{ik} \ln P_k + \sum_j \gamma_{ij} \ln Q_j + \theta_{iB} \ln Z_B + \mu_{it} \ln t \\
 & \quad i, j = W, S \quad k = L, M, I, O
 \end{aligned}$$

である。これは、費用-土地弾力性および費用-産出弾力性と定義される。上式を用いて SCE を推計することにする。規模の経済の各年での違いと時系列変化を把握することができる。

2.2 規模の経済に対する農業政策の効果

規模の経済 (SCE) に対する外生変数 (Q, P, Z_B, t) により、各種の効果が推計できる。小麦 (W) と大豆 (S) からなる生産物の生産量 (Q) の変化についての分析は、農業基本法の「選択的拡大」と呼ばれる生産物選択の変化の効果を分析することと同意と思われる。また、可変投入要素 (農業機械, 中間投入材, およびその他の投入財) の価格 (P_M, P_I, P_O) 変化の効果を分析することにより投入要素に対する補助金政策が規模の経済の動きに対し、どのような効果を与えたかわかることとなる。土地の投入量の変化による効果は、これまでの農地政策の変化をみることができる。最後に、技術進歩を表す代理変数として時間指数 (t) の規模の経済 (SCE) への変化を分析することにより農業の効率性や生産性の向上を明らかにできる。

生産量の効果を弾力性で表すと

$$\frac{\partial(SCE)}{\partial Q_i} \frac{Q_i}{(SCE)} = - \left[\frac{\theta_{iB}}{1 - \varepsilon_{CZ_B}} + \frac{\sum_i \gamma_{G_i}}{\sum_i \varepsilon_{CQ_i}} \right] \quad (7)$$

$$i, j = W, S$$

可変投入要素価格 (P_k , $k = M, I, O$) の変化の効果は

$$\frac{\partial(SCE)}{\partial P_k} \frac{P_k}{(SCE)} = - \left[\frac{\theta_{kB}}{1 - \varepsilon_{CZ_B}} + \frac{\sum_i \phi_{ik}}{\sum_i \varepsilon_{CQ_i}} \right] \quad (8)$$

$$i, j = W, S \quad k = L, M, I, O$$

土地投入の変化の効果は

$$\frac{\partial(SCE)}{\partial Z_B} \frac{Z_B}{(SCE)} = - \left[\frac{\gamma_{BB}}{1 - \varepsilon_{CZ_B}} + \frac{\sum_i \theta_{iB}}{\sum_i \varepsilon_{CQ_i}} \right] \quad (9)$$

$$i, j = W, S \quad k = L, M, I, O$$

技術進歩の効果は

$$\frac{\partial(SCE)}{\partial t} \frac{t}{(SCE)} = - \left[\frac{\nu_{Bt}}{1 - \varepsilon_{CZ_B}} + \frac{\sum_i \mu_{it}}{\sum_i \varepsilon_{CQ_i}} \right] \quad (10)$$

$$i, j = W, S \quad k = L, M, I, O$$

2.3 コストシェア変化の要因分解

Greene (1983) の手法によりコストシェアの変化を生産量規模の変化による貢献分、投入要素価格変化の貢献分、技術進歩の貢献分に分離することができる。

すなわち、

$$G(S_k) = \sum_i \frac{\partial \ln S_k}{\partial \ln Q_i} G(Q_i) + \sum_n \frac{\partial \ln S_k}{\partial \ln P_n} G(P_n) + \frac{\partial \ln S_k}{\partial t}$$

ただし、 $G(S_k)$ はコストシェアの変化率、 $G(Q_i)$ は i 生産量の変化率、 $G(P_n)$ は n 投入要素価格の変化率を表す。トランスログ費用関数のパラメータを用いると

$$G(S_k) = \frac{\sum_i \phi_{ik}}{S_k} G(Q_i) + \frac{\sum_n \delta_{kn}}{S_k} G(P_n) + \nu_{kT} / S_k$$

となる。トランスログ費用関数の展開点においては $S_k = \alpha_k$ である。

2.4 データおよび推計方法

変数の加工に用いられた主要なデータは、『農業経営統計調査（農産物生産費統計）』および『農村物価統計調査』（農林水産省）である。1971～2012年の各年において、階層は全部で0.5 ha未滿、0.5～2 ha、2 ha～3 ha、3～5 ha、5 ha以上の5階層の平均農家とした。よって、データ数は $42 \times 5 = 210$ である。生産物の生産量と価格指数 (Q_i $i = W, S$ と P_k $k = L,$

M, I, O) は, Caves, Christensen and Diewert (1982) のマルチラテラル指数によって推計した。以下この方法を用いることが可能な指数はすべてこの方法を用いて推計した。生産物の生産量および価格は『農産物生産費統計』から得てマルチラテラル指数によって推計した。労働投入量 (X_L) は家族, 結い手伝いおよび雇用の総労働時間と定義した。労働価格 (P_L) は, 臨時雇用の支払い賃金を臨時雇いの労働時間で除して求めた。労働費用 ($C_L = P_L X_L$) は, 家族などの労働費用と雇用労働者の支払い賃金額を足したものとして定義した。

機械の投入量と価格指数 (X_M と P_M) はマルチラテラル指数で推計し, 機械に係る諸費用, 光熱動力および賃借料の合計額として求めた。中間投入財費用 ($C_I = P_I X_I$) は, 肥料, 農薬, 諸材料, 農業用衣服の合計として捉えた。その他の財費用 ($C_O = P_O X_O$) は, 農業用建物および構造物への合計として算出した。土地投入量 ($Z_B (= X_B)$) は総作付面積として定義した。土地価格 (地代) (P_B) は, 支払い小作料を小作地面積で除して求めた。費用 (C) (可変費用) は, 固定的生産要素である土地を除いた可変投入要素に対する支出合計として定義した。つまり, $C = \sum_k P_k X_k$, $k = L, M, I, O$ である。ダミーとしては, 農業政策ダミー (D_P), 作柄ダミー (D_W) を導入した。農業政策ダミー (D_P) は $D_P 4650$ (稲作転換対策: 昭和46~同50年), $D_P 5361$ (水田利用再編対策: 昭和53~同61年), $D_P 624$ (水田農業確立対策: 昭和62~平成4年) とし, 作柄ダミー (D_W) は小麦の作況指数95~98 (やや不良) とした。

本研究の費用関数の方程式体系は, (2)式で与えられたトランスログ費用関数, (3)式で与えられる4本の要素費用比率関数, および(4)式で与えられる2本の生産物収入-費用比率関数の7本の方程式からなっている。先に述べたように, 対称性および価格に関する1次同次性の制約が課されているため, 1つの要素費用比率関数を連立方程式体系の統計的推計から外した。本研究では中間財の生産要素費用比率関数を外した。中間財の生産要素費用比率関数に関するパラメータは価格に関する1次同次性制約式より推計した。推定方法は, 完全情報最尤法 (Full Information Maximum Likelihood Method) とした。

3 費用関数の推計と分析結果の検討

3.1 費用関数の推計結果

表1は本研究におけるトランスログ費用関数の推計されたパラメータと P 値を示したものである。表1に示されているように, 推計されたパラメータ数は49である。この49のパラメータの中で, 7つが統計的に10%以上の水準で有意でなかったがかなり良好な結果が得られた。費用関数が満たすべき性質を評価すると, 生産要素価格に関する単調性は $\beta_L, \beta_M, \beta_I, \beta_O$ がプラスで有意に計測されていることから, いずれも単調性が満たされていることがわかる。また生産物に関する単調性も α_W, α_S がプラスで有意に計測されており, いずれも満たされている。生産要素価格に関する凹性については, 生産要素の自己価格弾力性が負にな

表1 複合生産物トランスログ費用関数の推計結果：1971～2013年

パラメータ	係数	P値	パラメータ	係数	P値	パラメータ	係数	P値
α_0	0.371	0.001	ϕ_{WL}	-0.219	0.000	D_P 4650	-0.272	0.011
α_W	0.704	0.000	ϕ_{WM}	0.085	0.080	D_P 5361	0.196	0.000
α_S	0.634	0.000	ϕ_{WI}^*	0.213	-	D_P 624	0.222	0.000
β_L	0.403	0.000	ϕ_{WO}	-0.080	0.142	D_W 9598	0.056	0.103
β_M	0.128	0.000	ϕ_{SL}	0.166	0.036			
β_I^*	0.281	-	ϕ_{SM}	-0.125	0.012			
β_O	0.188	0.000	ϕ_{SI}^*	0.005	-			
β_B	-0.152	0.001	ϕ_{SO}	-0.046	0.170			
β_t	-0.079	0.100	γ_{BB}	0.244	0.246			
γ_{WW}	0.678	0.000	θ_{WB}	0.212	0.010			
γ_{WS}	-0.390	0.000	θ_{SB}	0.184	0.020			
γ_{SS}	0.483	0.000	θ_{LB}	-0.250	0.000			
δ_{LL}	0.188	0.000	θ_{MB}	0.146	0.000			
δ_{MM}	0.191	0.000	θ_{IB}	1.554	0.049			
δ_{II}^*	-1.442	-	θ_{OB}	-0.140	0.170			
δ_{OO}	-0.572	0.000	μ_{Wt}	-0.397	0.000			
δ_{LM}	-0.537	0.000	μ_{St}	-0.456	0.000			
δ_{LI}^*	0.080	-	ν_{Lt}	-0.236	0.004			
δ_{LO}	0.269	0.001	ν_{Mt}	0.230	0.000			
δ_{MI}^*	0.703	-	ν_{It}	-1.217	0.000			
δ_{MO}	-0.356	0.005	ν_{Ot}	0.156	0.017			
δ_{IO}^*	0.659	-	ν_{Bt}	-0.379	0.131			
			ν_{It}	1.231	0.000			
推定式			R^2			回帰式の標準誤差		
トランスログ費用関数			0.580			0.413		
労働費用比率モデル			0.417			0.216		
機械費用比率モデル			0.543			0.143		
その他投入財比率モデル			0.509			0.260		
小麦収入費用比率モデル			0.581			0.571		
大豆収入費用比率モデル			0.558			0.468		

(注) 費用関数の推計には、対称性および価格に関する1次同次の制約を課した。
制約条件から計算したパラメータには*を付けた。

ることによって確認できる(表2)。費用関数のパラメータ推定値から計算された生産要素の価格弾力性が表3に示されている。表3の対角線上のマス目に各生産要素の自己価格弾力性が示されている。

これをみると自己価格弾力性の符号は労働、機械、中間財、その他の財ともにミクロ経済学が示唆するようにマイナスになっており、凹性が満たされていることがわかる。生産要素の交差価格弾力性をみると、労働と中間財、機械と中間財、中間財とその他はマイナスとなりこれらの生産要素が互いに補完的であることを示している。他の生産要素の組み合わせ、労働と機械、労働とその他、機械とその他の間では、交差価格弾力性がプラスとなり相互に代替的な関係となっている。さらにそれらの数値は0に近い場合両者は独立的とみることができる。

表 2 生産要素間の代替の偏弾力性

	労働	機械	中間財	その他
労働	-0.027	-0.508	0.156	0.019
機械		-0.045	0.613	-0.020
中間財			-1.646	0.051
その他				-0.593

表 3 生産要素の価格弾力性

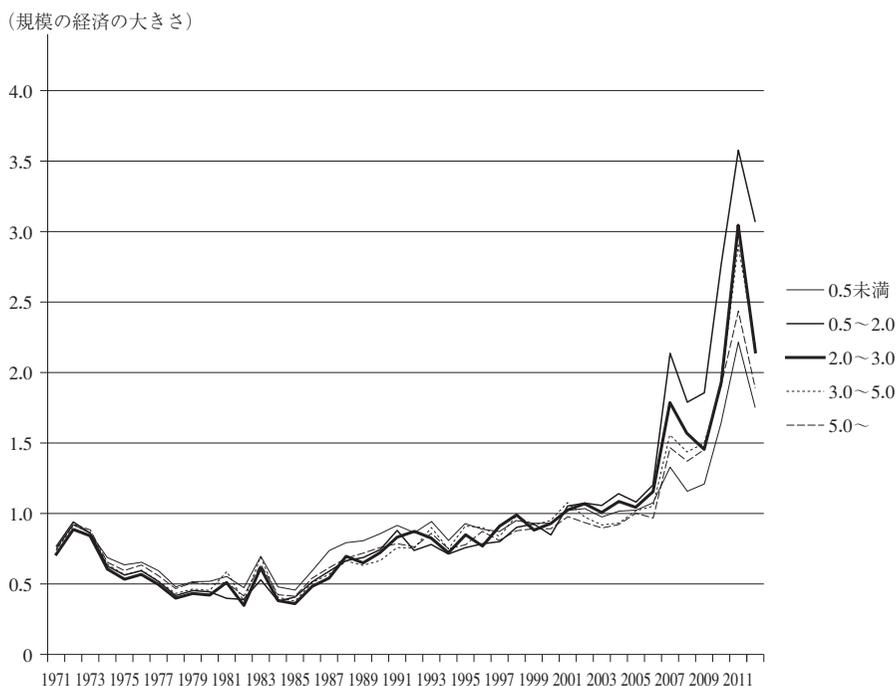
	労働	機械	中間財	その他
労働	-0.008	0.004	-0.001	0.000
機械	0.009	-0.017	-0.010	0.000
中間財	-0.073	-0.289	-0.471	-0.024
その他	0.000	0.000	-0.001	-0.013

小麦・大豆生産の特性を表すダミー変数 (D_P 4650, D_P 5361, D_P 624, D_W 9598) の係数推定値についてふれておく。農業政策ダミーについて、すべての生産調整政策について設定したところ、 D_P 4650 (稲作転換対策：昭和46～同50年)、 D_P 5361 (水田利用再編対策：昭和53～同61年)、 D_P 624 (水田農業確立対策：昭和62～平成4年) の係数推定値のみ有意であった。このことは、上記の農業政策が費用に関して影響していることを意味する。 D_P 4650 (稲作転換対策) の係数は5%有意でマイナスであり、この昭和46～同50年に実施した稲作転換対策について費用がその他の期間に実施された生産調整政策よりも一律に低いことを示している。稲作転換対策 (D_P 4650) は、当初水田の休耕と転作の2本立てで進められたが、石油危機などによる経済混乱が起こると、食料の安易な海外依存ではなく自給の向上が重要との認識から昭和48年度限りで休耕奨励補助金が打ち切れ、転作中心の内容に切り替えられている。

転作率 (生産調整実施面積/水稲作付面積) は8～18%と低く、生産調整への参加・不参加による不公平感があったため消極的な取り組みであったことから、符号がマイナスになったと思われる。水田利用再編対策 (D_P 5361) は、米の過剰を招くことがないように、長期的視点から米の需要に見合った生産を計画的に調整しながら、水田の余力を活用すべく水田利用の再編成を推進することにより、更なる転作の定着を目指した。特に、食料自給率向上の主力となる麦類、大豆、飼料作物を特定作物と位置づけ、転作奨励金の増額など特定作物への転作優遇措置がとられた。また、農業者間の互助による団地化転作も進められた。さらに、この対策以降、生産調整目標面積の割当を、全国例外無しに一斉に行われ、転作未達成に対するペナルティ措置が強化されている。転作奨励金の増額および農業者間の互助により小麦、大豆の生産が強化されたことを考えれば、整合的な結果が得られた。

水田農業確立対策 (D_P 624) は米の計画生産と転作を行政だけでなく、地域の農業者や農

図1 トランスログ費用関数のパラメータによる規模の経済

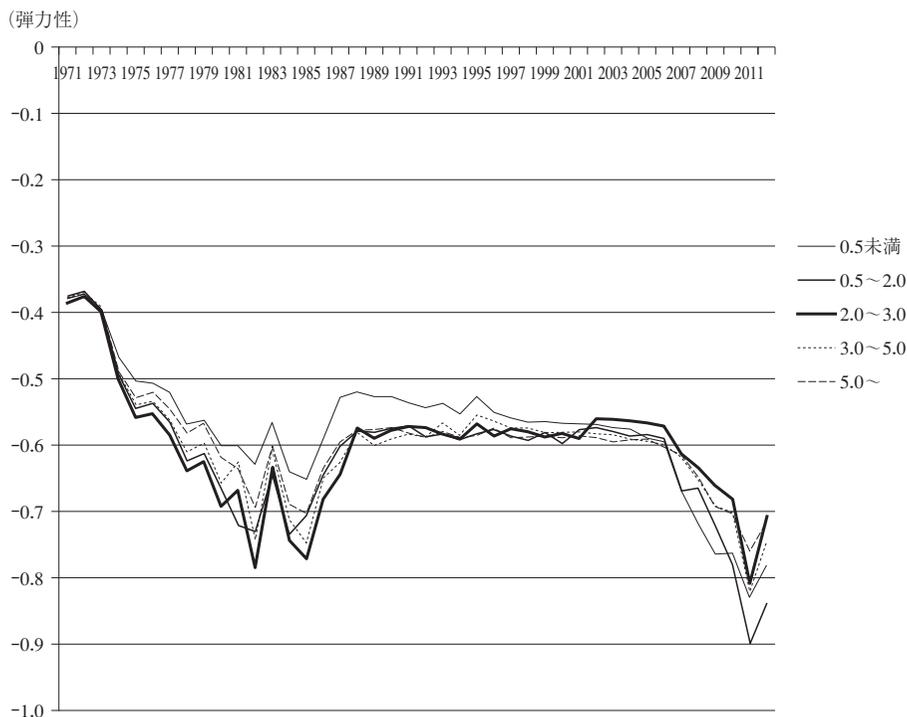


業者団体（JA など）が行政と一体となって取り組み，水田農業全体の生産性向上を目指している。農業者や農業者団体の主体的取り組みを基礎として地域の条件を生かした水田農業と水田利用の展開，効率的な生産単位の形成を通じた生産性の向上，地域農業の組織による集団的な地域輪作農法（ブロックローテーション）による転作の一層の定着化が図られた。水田農業確立対策についても取り組みに対する強化により他の政策に比べ高い影響があったと考えられる。これらの結果は，転作作物の生産にとって生産調整政策の実施内容が重要な要素であることを表したと言える。また作柄ダミー（ D_W 9598）についても小麦の作況指数95~98（やや不良）がプラスの符号で10%有意であった。これは，生産量の減少を肥料投入などの経費でカバーする動きがあるためと思われる。

3.2 費用関数に基づく規模の経済

費用関数の推計結果に基づき，(6)式により規模の経済の大きさを図1に示した。計測期間最初の1971年から規模の経済の大きさは，すべての階層で0.75程度であり低い結果となった。これは小麦・大豆の生産量水準の1%増加は，費用を0.25%増加させることを意味しており，黒田（2012）が計測した米作1.15程度と比べ大きな違いが示された。米の生産調整として麦類・大豆へ転換（稲作転換政策）初期であり，転換の困難性から低い大きさになった

図 2 生産量の変化による規模の経済への効果

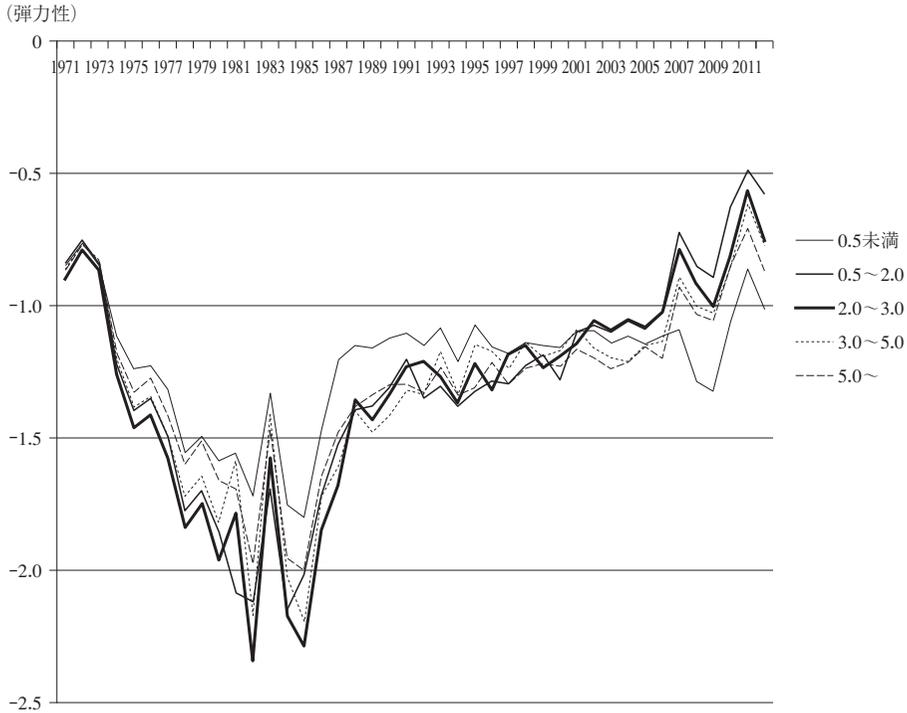


と推測される。1972年に0.92程度に上昇したが、1973年以降から降下しすべての階層で規模の経済の大きさは減退し1982年で計測期間の最低値となり、その規模の経済の大きさは、0.40~0.48程度となった。最大規模階層と小規模階層の農家の規模の経済で、ほとんど違いがなく、ほぼ同水準を示す結果となった。1986年以降になると、規模の経済は上昇基調に転じた。乗用型トラクター、耕耘機、および収穫機などの中・大型農業機械化が促進され中・大規模農家に普及していくにつれて、規模の経済の程度が拡大し始めたのであろうと推測される。

また生産システムとして、農業者間の互助による団地化転作が進められ、連作障害を避けるために転作団地をブロックローテーションさせ、麦類や大豆による転作作物の転作地を集約するようになったことも、規模の経済の大きさが拡大した要因と思われる。

2001年になると規模の経済の大きさは0.97~1.08になり概ね規模の経済に関し収穫一定となる大きさになった。2007年になると急激に上昇し、1.33~2.13となった。米政策改革大綱(2002年)を受けて、品目横断的経営安定対策(2006年)、水田・畑作経営所得安定対策(2007年)により、本格的な直接支払い政策が実施された。担い手(認定農家4ha, 集落経営体20ha)に対し、麦類、大豆などの畑作物に限定し交付金が支払われた。これらの対策

図3 可変要素価格の変化による規模の経済への効果

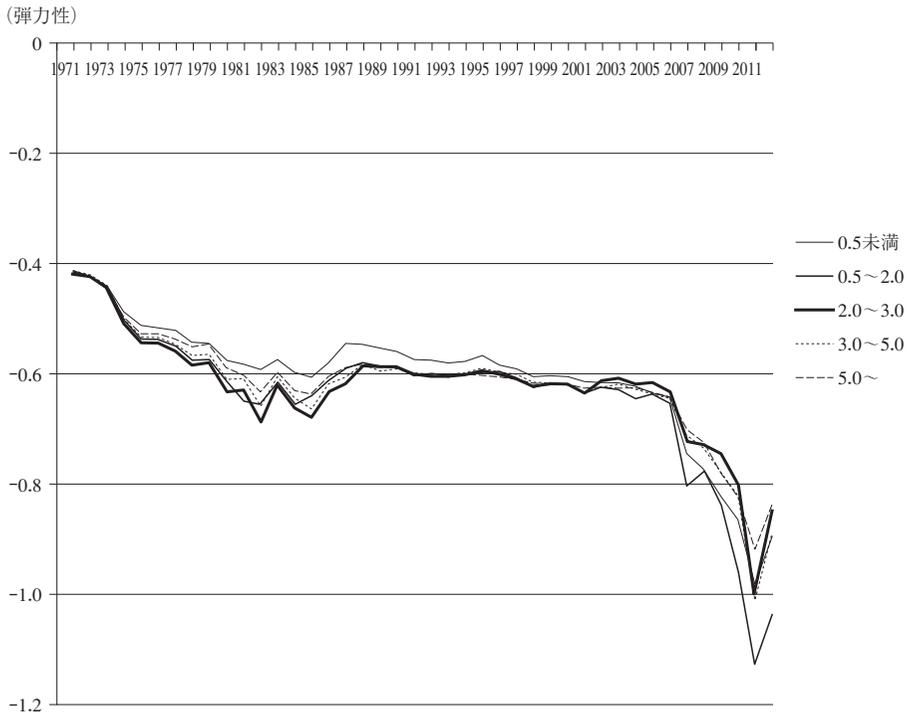


は、生産・価格に関連させない部分（WTO協定の削減対象にならない「緑ゲタ」）と生産・品質などに連動する部分（削減対象になる「黄ゲタ」）に分けられている。これらの対策が効果的に影響したと考えられる。大規模経営でみると1971年においては0.83（階層3~5ha）だったものが、2011年には3.31（階層3~5ha）とかなり大きな結果を得た。

3.3 生産量と可変要素価格および土地投入の変化の規模の経済への効果

作物の生産量の変化による規模の経済への効果は(7)式を用いて弾力性の形で推計することができ、その結果は図2に示されている。弾力性は負となった。つまり生産量の増大によって規模の経済が低下する結果となった。1971年に全階層で-0.37程度であり、以降、減少傾向をたどり1982年に弾力性が-0.6~-0.8に低下し、1989年から2007年にかけて-0.5~-0.6で停滞状態となったものの、2007年以降さらに低下傾向となり2011年には最低値-0.8~-0.9を記録した。可変要素価格の効果の規模の経済への効果は(8)式を用いて弾力性の形で推計することができ、その結果は図3で示され弾力性は負となった。1971年に全階層で-0.85程度であり、以降、減少傾向をたどり1985年に弾力性が-1.80~-2.29で最低値を記録した。1986年からゆるやかな上昇傾向となり、2012年で-0.58~-1.02まで上昇する結果となった。土地

図 4 土地投入の変化による規模の経済への効果

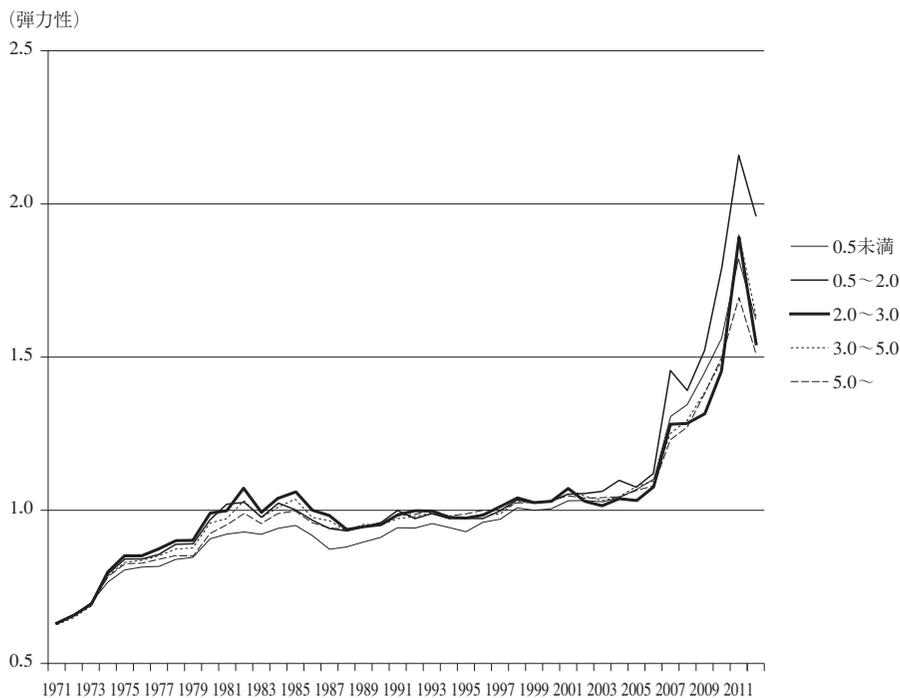


投入の変化による規模の経済への効果は(9)式を用いて弾力性の形で推計することができ、その結果は図4に示されている。弾力性は負となった。計測期間を通じて規模階層に大きな違いはなく、1971年から1983年まで減少傾向を示し、1983年から2005年まで-0.6程度で停滞状態となったが、2005年以降、急激に低下し2011年で最低値となった。つまり、1983年までは小麦・大豆作の規模の経済をいずれの階層においても減少させたが、規模の経済の減少速度はそれ以降2005年頃までは多少鈍くなった。しかし2005年以降規模の経済の減少速度をさらに加速させ、2011年で最低値となった。

3.4 技術進歩の効果

技術進歩は、時間指数を代理変数として用いており多くの概念から成り立っている。作物の品種改良、肥料、農薬、および農業機械、農業機具、農業用自動車などの技術進歩がある。また、インターネットを利用した経営や農業生産の経営改善、地方自治体の農業改良普及員やJAの営農指導員、直売所や道の駅の従業員からの情報収集による市場調査、経済学、会計学、法学などの学問による知識も技術進歩に重要な要因となる。図5は1971~2011年における技術進歩が5階層の農家の規模の経済にもたらした効果を示したものである。すべての

図5 技術進歩による規模の経済への効果



階層において、ほぼ同様の弾力性で推移していることがわかる。1971年から上昇し1981年にほぼ弾力性が1となった。このことは技術進歩の1%の成長は規模の経済を1%高めることを意味する。以降2005年まで1%前後で推移したが、2007年になると上昇傾向となり、2011年で最高値となった。この計測結果から1971～2012年における技術進歩の規模の経済への効果を評価できると思われる。

3.5 技術進歩とその要因

技術進歩による効果が認められたことからさらに分析を進めることとし、コストシェア変化の要因分解から技術進歩の貢献度と方向性をみる(表4)。労働のコストシェア変化の要因別の変化率は、寄与率でみると生産量規模の効果が小麦4%、大豆-171%、価格の効果が41%、技術進歩の効果が226%である。技術進歩の効果は-0.586であった。この効果は、労働節約的效果により高労働生産性の構造へ進む方向に調整してきたものと考えられる。機械のコストシェア変化の要因別の変化率は、寄与率でみると生産量規模の効果が小麦0%、大豆60%、価格の効果が143%、技術進歩の効果が-102%となった。農業機械の購入・更新による技術進歩によりコストシェアを増加させたが、価格による効果を-2.506下げたことにより、相対的にコストシェアを押し下げたことを示している。

表4 コストシェア変化の要因分解

	生産量規模		価格	技術進歩	合計
	小麦	大豆			
労働	-0.010	0.443	-0.106	-0.586	-0.259
	4	-171	41	226	100
機械	0.004	-1.049	-2.506	1.796	-1.755
	0	60	143	-102	100
中間財	0.014	0.005	12.092	-4.337	7.773
	0	0	156	-56	100
その他	-0.008	-0.264	2.635	0.828	3.192
	0	-8	83	26	100
合計	-0.013	0.870	12.115	-2.298	10.673

(注) 下段は寄与率

中間財のコストシェア変化の要因別の変化率は、寄与率でみると生産量規模の効果が小麦0%、大豆0%、価格の効果が156%、技術進歩の効果が-56%となった。技術進歩による効果が-4.337と大きく引き下げる効果があった一方で、価格による効果が12.092と最も大きく引き上げた結果、コストシェアを相対的に押し上げていることを示している。その他の財のコストシェア変化の要因別の変化率は、寄与率でみると生産量規模の効果が小麦0%、大豆-8%、価格の効果が83%、技術進歩の効果が26%となった。価格による効果が2.635でありコストシェアを3.192引き上げる結果となった。以上を要約すると、第1に小麦・大豆の転作作物の生産性の向上は技術進歩でほぼ説明される。第2に技術進歩による効果について、要素投入量でみると中間財が大きな要因であることがわかった。

4 おわりに

本研究の主な目的は、転作作物の生産における構造変化、規模の経済を明らかにすることである。トランスログ費用関数を導入し、転作作物（小麦・大豆）における構造変化を分析し、転作政策実施以降の小麦・大豆の規模の経済を計測した。さらに推計結果に基づき構造変化の条件である規模の経済を推計した。次に転作補助金、水田の生産調整、技術進歩など政策が影響を与える生産量、可変要素価格、土地投入、技術進歩によって規模の経済に及ぼす効果を階層別に推計した。農業の大規模化を進める上で必要である規模の経済は存在し、階層別では大きな違いはなく、2005年頃から急激に上昇した。その要因としては技術進歩であり、生産量、可変要素価格、土地投入はマイナス効果であった。技術進歩は主に中間財によるものであった。

米の需給調整のため、稲から他作物へ転換を図るなど、水田の利用形態を見直す目的で、転作作物（小麦・大豆）に取り組みされたが奨励補助金を期待する消極的な対応が大きく影響したと思われる、導入された各種政策について効果が薄かったことが明らかになった。本研究

の実証分析から引き出される結論として、すべての農家に一律の生産調整政策を進めるのではなく、農業生産の専門である大規模農家の育成、転作作物の生産性の安定、作業の機械化に効果的な政策の検討が必要であろう。

* 本稿作成に当たり、山口三十四名誉教授、衣笠智子教授から貴重なコメントを頂いたことに、心よりお礼申し上げます。なお、本研究はJSPS 科研費 JP 26292118の助成を受けたものです。

参 考 文 献

- Berndt, R. E. and D. O. Wood (1975), "Technology, Prices, and the Derived Demand for Energy," *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 57, No. 3, pp. 259-268.
- Caves, D. W., L. R. Christensen, and W. E. Diewert (1982), "Multilateral Comparison of Output, Input and Productivity Using Superlative Index Numbers," *Economic Journal*, Vol. 92, pp. 73-86.
- Caves, D. W., L. R. Christensen, and J. A. Swanson (1981), "Productivity Growth, Scale Economies, and Capacity Utilization in U. S. Railroads, 1955-74," *The American Economic Review*, Vol. 71, pp. 994-1002.
- Christensen, L. R., D. W. Jorgenson, and L. J. Lau (1973), "Transcendental Logarithmic Production Frontiers," *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 55, No. 1, pp. 28-45.
- Fuss, M. and L. Waverman (1981), "Regulation and the Multiproduct Firm: The Case of Telecommunications in Canada," in G. Fromm, ed., *Studies in Public Regulation*, MIT Press, Cambridge, pp. 277-313.
- Greene, W. H. (1983), "Simultaneous Estimation of Factor Substitution, Economies of Scale, Productivity, and Non-Neutral Technical Change," in A. Dogramaci, ed., *Development in Econometric Analyses of Productivity; Measurement and Modeling Issues*, Kluwer-Nijhoff Publishing, Boston, pp. 121-144.
- Kuroda, Y. (2009), "Estimating the Shadow Value of Land and Possibilities of Land Transfers in Japanese Agriculture: 1957-97," 『経営学論集 (九州産業大学経営学部)』 Vol. 20, pp. 57-102.
- Oi, W. Y. (1962), "Labor as a Quasi-Fixed Factor," *Journal of Political Economy*, Vol. 70, pp. 538-555.
- Shephard, R. W. (1953), *Cost and Production Functions*, Princeton University Press, Princeton.
- 加古敏之 (1979) 「稲作における規模の経済の計測」『季刊理論経済学』 Vol. 15, pp. 160-171
- 草苺仁 (1989) 「稲作農家の規模階層農家からみた減反政策の経済性」『農業経済研究』 Vol. 61, pp. 10-18
- 黒田諄 (2012) 「戦後の日本農業における規模の経済と構造変化」『北九州発アジア情報』 Vol. 23, No. 3, pp. 1-17
- 近藤巧 (1991) 「稲作機械化技術と大規模借地農の成立可能生に関する計量分析」『農業経済研究』 Vol. 63, pp. 79-90
- 茅野甚治郎 (1985) 「稲作における規模の経済と技術進歩」崎浦誠治編『経済発展と農業開発』農林統計協会, pp. 190-212