慶應義塾大学学術情報リポジトリ
Keio Associated Repository of Academic resouces

Title	中国農業の成長会計分析：プール・データによる生産関数の計測を通じて
Sub Title	A growth accounting approach for the people's republic of China 1979-1982
Author	施, 礼河 白砂, 堤津耶
Publisher	慶應義塾経済学会
Publication year	1985
Jtitle	三田学会雑誌 (Keio journal of economics). Vol.78, No.1 (1985. 4) ,p.33- 39
JaLC DOI	10.14991/001.19850401-0033
Abstract	
Notes	研究ノート
Genre	Journal Article
URL	https://koara.lib.keio.ac.jp/xoonips/modules/xoonips/detail.php?koara_id=AN00234610-19850401-0033

慶應義塾大学学術情報リポジトリ(KOARA)に掲載されているコンテンツの著作権は、それぞれの著作者、学会または出版社/発行者に帰属し、その権利は著作権法によって保護されています。引用にあたっては、著作権法を遵守してご利用ください。

The copyrights of content available on the KeiO Associated Repository of Academic resources (KOARA) belong to the respective authors, academic societies, or publishers/issuers, and these rights are protected by the Japanese Copyright Act. When quoting the content, please follow the Japanese copyright act.

研究ノート

中国農業の成長会計分析*

——プール・データによる生産関数の計測を通じて——

施　礼　河
白　砂　堤津耶

I　本分析の目的

中国の人口は，1982年現在10億1,541万人であり，その約80%以上が農業セクターに属している。中国政府は，農業を国民経済の基礎（「農業基礎論」あるいは「4つの現代化」）と見做し，近年では「農業生産責任制」（請負制）を導入して農民の生産意欲の向上を図り，1980年から2000年までに農工業生産の4倍増（「翻両番」の計画）を目指している。

本分析の目的は，このような現状における最新の政府公表の29省・市・自治区別のクロス・セクション・データ（1979, 80, 81, 82年）を用いて，農業の生産関数分析を行ない，中国農業の生産技術の構造及びその成長要因を明らかにすることである。これは，施礼河=白砂堤津耶の一連の共同研究（施=白砂（1983），（1984-a），（1984-b））の延長線上にあるもので，本分析の特徴は，モデルの修正，計測年度の増加，日本の推定結果との比較，及び成長会計分析の導入であろう。

以下では，まず第II節において，生産関数の定式化と用いるデータについて説明を行なう。第III節では，定式化した生産関数を年度別とプール・データの場合に分けて計測し，その推定結果を吟味する。第IV節では，前節の推定結果を用いて，中国農業の成長会計分析を展開する。最後に，第V節で，以上の分析結果から得られた結論と要約を示す。

II　生産関数の定式化

生産関数は，言うまでもなく投入と産出の間の技術的関係を表わすもので，農業の生産関数を特定化するための研究は，幾多の実証的研究を経て，コブ=ダグラス型生産関数の経験的妥当性が認められており，本分析でもこれらに従うことにする。まず，われわれは，施=白砂（1983, 1984-a）において，主に以下の2つの定式化を用いた。

$$(2\text{-}1)\quad \ln Y=\ln a+\alpha_L \ln L+\alpha_M \ln M+\alpha_A \ln A+\alpha_F \ln F+\alpha_S \ln S+\varepsilon$$

$$(2\text{-}2)\quad \ln Y=\ln a+\alpha_L \ln L+\alpha_M \ln M+\alpha_F \ln F+\alpha_S \ln S+\varepsilon$$

Y＝農業総生産値（億元）
L＝農業労働力（万人）
M＝農業機械総動力（万馬力）
A＝農用役畜総頭数（万頭）
F＝肥料投下量（万t）
S＝作付面積（万ha）
ε＝確率誤差項

（2－1）式は，説明変数として畜力(A)を加味したものであるが，前回の計測結果では，畜力のパラメタ α_A が零に非常に近く，また統計的にも有意でなかっ

* 本稿は，昭和59年度日本統計学会（筑波大学）での報告を基礎に展開したものである。分析の過程で，辻村江太郎教授，小尾恵一郎教授，尾崎巌教授には，数々の有益なコメントを頂いた。また他の機会に助言を頂いた荏開津典生氏（東京大学）にも厚くお礼を申し上げたい。言うまでもなく，本稿において残された誤謬はすべて筆者に帰するものである。

た。そこで（2－2）式では，中国農業において農業機械(M)と畜力(A)が技術的に完全代替的に利用されていると仮定し，（2－1）式から畜力を落としたものである。われわれは，前回（2－2）式を用いてかなり良好な計測結果（1980年）を納め，総合生産性の分析，及び限界生産力の測定を行なった。

以上の分析経験を基礎に，今回は以下のような定式化を行なった。

$$(2\text{-}3)\quad \ln Y=\ln a+\alpha_L \ln L+\alpha_K \ln K+\alpha_F \ln F+\alpha_S \ln S+\varepsilon$$

これは（2－2）式から農業機械(M)を除き，代わりに農業機械と畜力を以下の方法で集計し，新しい変数「資本(K)」（万馬力）として加えたものである。この方法を採用したのは，中国の農業において，農業機械と畜力が技術的に代替的関係にあることは想像に難くないが，データの上ではむしろ補完的に増加しているため，この2つの概念を1つのディメンジョンで統合した方が良いと考えたからである。統合の方法は，農林省（1963），土屋圭造（1970）の方法を参考に，以下の推計式を用いた。

$$(2\text{-}4)\quad K=M+A\times 0.55$$

次にデータの説明に移りたい。

本分析で用いた農業総生産額は，中国で言う「小農業」に当たるもので，作物栽培のみの総生産額である。従って，林業，牧畜業，漁業，副業の生産額は含まれていない[1]。農業労働力も，「小農業」に従事する人員数である。農業機械総動力は，農業生産に使用されたトラクター，コンバイン，脱穀機，田植機，灌漑用機械，選別機，穀物乾燥機，等の総動力数で，畜力総頭数[2]も，同じく農業に投入された牛，馬，ロバ，ラバ，ラクダの総頭数である。また，肥料投下量[3]は，農業生産に投下された化学肥料を窒素で換算した成分量である。一方，作付面積に関しては，地質の差異，及び多毛作率[4]（耕地利用率）の大小に注意を払わなかった。

最後に，本稿で依拠した定量データは，『中国農業年鑑』（1980，81，82年版），『中国統計年鑑』（1981，83年版）である。

Ⅲ 推定結果

（2－3）式を，29省・市・自治区別のクロス・セクション・データを用いて，最小二乗法による推定を行なうわけだが，計測に先だって，以下の4点から生じるであろうバイアスの可能性を考慮しておく必要があろう。

(1) Marschack=Andrews（1944）において指摘された同時方程式バイアスの可能性[5]。

(2) 29省・市・自治区間で，農作物の構成比が異なっていることから生じるバイアスの可能性。この点については，Klein（1950）の指摘がある。（但し，1979—82年については，時系列上の農作物作付構成の変化は小さい。）

(3) コブ＝ダグラス型生産関数に集計データを使用するに際し，相乗量ではなく総和量の集計データを用いたことから生じる集計バイアスの可能性。これに関しては Klein（1946）の指摘がある。

(4) 中国は，地域間で多毛作率に著しい差異が存在

注（1） 1982年における広義の農業総生産額の構成は，1980年不変価格で作物栽培（小農業）62.7%，林業4.1%，牧畜業15.5%，漁業1.7%，副業16.0%である。また，小農業のウェイトは，82.5%（1949年），80.0%（1960年），74.7%（1970年），62.7%（1982年）と減少の一途を辿り，代わって，副業のウェイトが漸増している。

（2） 1980年の畜力総頭数のデータは，全数では得られるが，地域別では入手できず，従って，以下の推計方法を採用した。

$$\text{1980年の地域別畜力総頭数の推計値}=\text{1979年の地域別畜力総頭数}\times\frac{\text{1980年の畜力総頭数（全国）}}{\text{1979年の畜力総頭数（全国）}}$$

（3） 注(2)と同様に，1979年の肥料投下量のデータも，全数では得られるが，地域別では入手できず，以下の推計方法を採用した。

$$\text{1979年の地域別肥料投下量の推計値}=\text{1980年の地域別肥料投下量}\times\frac{\text{1979年の肥料投下量（全国）}}{\text{1980年の肥料投下量（全国）}}$$

（4） 1981年における中国の多毛作率の平均は，147%で，因に，最高は浙江省の255%，最低は青海省の86%である。

（5） Hock（1958）や Mundlak＝Hock（1965）は，企業（生産隊）が生産に関して最適化行動を採るならば，直接推定のバイアスは生じないことを明らかにした。Griliches（1963）も，同様の観点から，体系内の他の方程式に大きな攪乱があると直接推定のバイアスは小さいと述べている。従って，本稿では，投入と産出以外には要素価格等についてのデータは入手できず，コブ・ダグラス型生産関数の直接推定が，最良の推定方法として容認されよう。

第1表　推定結果

回帰式番号 計測対象年 サンプル数		(1) 1979 29	(2) 1980 29	(3) 1981 29	(4) 1981 29
const.	$\ln a$	−2.4212 (−6.236)	−2.0036 (−4.985)	−2.3551 (−5.526)	−1.9100 (−5.599)
anti-log	a	0.0888	0.1349	0.0949	0.1481
$\ln L$	α_L	0.2078 (2.675)	0.2304 (2.983)	0.2123 (2.768)	0.1634 (2.508)
$\ln K$	α_K	0.2270 (2.084)	0.1171 (1.040)	0.1991 (1.850)	0.1357 (1.667)
$\ln F$	α_F	0.2790 (5.598)	0.2823 (5.529)	0.2308 (4.186)	0.3219 (6.207)
$\ln S$	α_S	0.3791 (4.167)	0.3926 (4.285)	0.4127 (4.403)	0.4194 (6.157)
自由度修正 済決定係数	$\bar{R}^2$	0.98015	0.97727	0.97907	0.98823
生産弾性値の総和		1.0929	1.0224	1.0547	1.0404

注）括弧内の数値は，t 値である。

し，本分析のように，「土地」の変数として作付面積を採用した場合，土地の生産弾性値にバイアスを含む可能性が生じてくる。

さて，(2－3) 式の推定結果を表示したのが第1表である。推定結果を観察すると，推定された生産弾性値の大部分（α_Kを除く）は，統計的に零と有意差があり，統計的当て嵌まりはかなり良好である。生産弾性値の理論的符号条件も満たされており，各回帰式とも，資本を除く生産弾性値が比較的安定している。一方，生産弾性値の和は，見かけ上1より大であるが，統計的に有意水準5％で1と有意差が認められず，計測された中国農業の生産関数は1次同次であることが認知される。

次に，1979年と80年，80年と81年，81年と82年，及び79年と82年の間で統計的に生産弾性値が変化したかどうかを検討するために，チャウ・テスト[6]を試みた。計算されたF値は，各々0.9621，0.8399，0.5156，0.5160であり，5％の有意水準で生産弾性値に変化が認められず，従って，各年度のデータをプールして計測することが支持されよう[7]。プール・データによる計測を試みることによって，先の第1表の推定結果より統計的にも理論的にも望ましい結果が得られることが期待される。

第2表は，プール・データによる推定結果と日中の生産関数の推定結果を比較するために，日本の小麦と米の生産関数の推定結果を新谷（1979，1982）から掲載したものである[8]。新谷の結果を用いたのは，われわれの定式化と新谷の定式化が酷似しており，また推定に際して，クロス・セクションとタイム・シリーズのプ

注（6）Chow (1960) 参照。

（7）クロス・セクションとタイム・シリーズのデータをプールして農業生産関数を計測する方法は，金田弘光(1965)，南亮進=石渡茂（1969），新谷正彦（1979，1982），等によって行なわれている。また，クロス・セクション分析とタイム・シリーズ分析の関係については，尾崎巌=清水雅彦（1980）が指摘したように，クロス・セクション計測式の包絡線としてタイム・シリーズ計測式が導出され得るという点を把握しておく必要があろう。

（8）日中の推定結果の比較に，中国は集計的生産関数，日本は小麦・米の生産関数を用いたのは，日本の集計的生産関数（例えば，唯是康彦（1964），秋野正勝=速水佑次郎（1974），等）が，資料（『農家経済調査報告』）の性格上，土地の依存度の低い「畜産」をデータとして含んでいるからである。因に，日本の集計的生産関数の土地の生産弾性値は，中国に較べて小さくなっている。

第2表　プール・データによる推定結果

回帰式番号 プール対象年・ サンプル数	(5) 1979・80 58	(6) 1980・81 58	(7) 1982・81 58	(8) 1979・80 81・82 116	(9) 小麦（日本:新谷計測） 1965・70 166	(10) 米（日本:新谷計測） 1969・70・71 ・77・78・79 282
const. $\ln a$	−2.2001 (−8.071)	−2.1747 (−7.831)	−2.1619 (−8.038)	−2.1906 (−11.805)	省　略	省　略
anti-log a	0.1108	0.1136	0.1151	0.1118		
$\ln L$ α_L	0.2216 (4.147)	0.2210 (4.251)	0.1938 (3.882)	0.2087 (5.847)	0.144 (2.400)	0.271 (4.454)
$\ln K$ α_K	0.1593 (2.103)	0.1629 (2.200)	0.1734 (2.610)	0.1707 (3.534)	0.203 (4.599)	0.175 (3.046)
$\ln F$ α_F	0.2775 (7.989)	0.2585 (7.266)	0.2712 (7.269)	0.2747 (11.143)	0.303 (3.572)	0.134 (2.079)
$\ln S$ α_S	0.3962 (6.349)	0.3961 (6.378)	0.4111 (7.265)	0.3991 (9.964)	0.399 (4.495)	0.449 (5.126)
自由度修正済決定係数 $\bar{R}^2$	0.97938	0.97955	0.98385	0.98226	0.846	0.966
生産弾性値の総和	1.0546	1.0385	1.0495	1.0532	1.049	1.029

注）括弧内の数値は，t 値である。

ール・データを使用している点も共通であるからである。

まず，回帰式番号(5)，(6)，(7)の推定結果を吟味すると，推定されたすべての生産弾性値が，第1表の結果に較べて非常に安定的で，また資本の生産弾性値も5％の有意水準で有意となっていることが観察される。ここでも，生産弾性値の総和は，見かけ上1より大であるが，統計的には有意水準5％で1と有意差が認められず，1次同次であることが知られる。

次に，4年間のクロス・セクション・データをプールした推定結果（回帰式番号(8)）を考察してみよう。推定された生産弾性値は，統計的に1％の有意水準ですべて有意であることがわかる。生産弾性値の中では，土地が0.3991と最大で，次いで肥料，労働力，資本という順になっている。土地の生産弾性値が最大であるのは，近年における耕地面積の減少と労働力の増加に伴って，土地の稀少性が増大したことをインプリシットに示していると思われる。また，この推定結果も統計的には一次同次であった。

さて，回帰式番号(8)の推定結果と新谷の小麦と米の推定結果（回帰式番号(9)・(10)）を比較してみよう。3つの推定結果に共通なのは，土地の生産弾性値がともに最大であり，特に日本の小麦に関する土地の生産弾性値が，中国のそれとまったく一致していることがわかる。さらに，中国の労働力の生産弾性値は，小麦と米の労働力の生産弾性値の殆ど中間にあり，資本については，日本の米の生産弾性値とほぼ等しく，肥料の生産弾性値は，小麦と米の間にあることが観察される。このように，われわれの推定した中国農業の生産関数は，その生産弾性値に関して，日本の推定結果と非常によく似ていることが確認された。(9)

Ⅳ　成長会計分析

ここでは，現段階における中国農業の成長要因を探るため，前節のプール・データによる集計的生産関数

注（9）日本の戦前の分析例として，大川一司（1945）による1937～39年における東日本の稲作生産関数の推定結果（労働力0.2～0.3，土地0.4～0.5，肥料0.3）が存在するが，われわれの中国の推定結果は，この結果とも類似していた。しかしながら，大川の分析は戦前のものであり，かつモデル内に「資本」を含んでいないため，ここでは類似の事実のみを示すに止めたい。

第3表　中国農業の成長会計分析（1979～1982）　(%)

(1) 産出の成長率 $\frac{\dot{Y}}{Y}$	産出の成長率に対する貢献					
	慣行的投入要素					(7) 残差 $\frac{\dot{Y}}{Y}-\frac{\dot{X}}{X}$
	(2) 労働 $\alpha_L\left(\frac{\dot{L}}{L}\right)$	(3) 資本 $\alpha_K\left(\frac{\dot{K}}{K}\right)$	(4) 肥料 $\alpha_F\left(\frac{\dot{F}}{F}\right)$	(5) 土地 $\alpha_S\left(\frac{\dot{S}}{S}\right)$	(6) 総投入 $\frac{\dot{X}}{X}$	
5.06 (100.0)	0.77 (15.1)	1.20 (23.8)	3.21 (63.5)	−0.34 (−6.8)	4.84 (95.7)	0.22 (4.3)

注　1）産出の成長率は，年率（年平均複利率方式による）である。
　　2）括弧上の数値は，産出の成長率に対する貢献度を表わす。
　　3）括弧内の数値は，産出の成長率を100%とする相対的貢献度を表わす。

の推定結果（回帰式番号(8)）を基礎として，成長会計分析を行なう。この分析方法は，かつて Griliches(1964) がアメリカ農業に適用して以来，日本農業においても秋野＝速水（1974），山口三十四（1982）等によって展開されてきた。その基本的な考え方は，以下の「成長の基本方程式」で示されるように，農業産出量の成長率は，それに寄与したすべての生産要素に生産弾性値をかけてアグリゲートすれば，会計的な恒等関係が得られるというものである。

$$(4\text{-}1)\quad \frac{\dot{Y}}{Y}=\alpha_L\frac{\dot{L}}{L}+\alpha_K\frac{\dot{K}}{K}+\alpha_F\frac{\dot{F}}{F}+\alpha_S\frac{\dot{S}}{S}+\lambda$$

但し，λ は残差である。われわれの行なった成長会計分析は，あくまで部分均衡的なもので，供給面からのアプローチしかなされていない。現実的には，農業の技術進歩や人口増加，等に伴う農産物需要面の諸効果を考慮する必要がある。山口が指摘したように[10]農業の成長会計分析を行なう場合は，供給面のみならず需要面も留意し，また農業部門に限らず非農業部門との相互依存関係をも考慮して，より明示的な実験計画を立てるのが実り多い方法であろう。

従って，以上の諸点を踏まえた上で，中国に関するデータが制約的であり，また非農業部門の生産構造についても分析がなされていないため，今回は供給面からの部分均衡的な成長会計分析を試みるに止めた。

さて，第3表が，中国農業の成長会計分析の結果である。産出の成長率に対する推定された相対的な「貢献度」は，15.1%（労働力），23.8%（資本），63.5%（肥料），−6.8%（土地），4.3%（残差）という結果が得られた。これより，肥料が中国農業の産出の増大に対して，とりわけ大きな役割を果していることが窺われる。この観察事実は，一方で秋野＝速水による日本農業の戦前・戦後の成長会計分析とコンシステントな結果を示し，中国と日本の農業の成長過程における肥料投下の最重要性を意味していると言えよう。

最後に，残差＝技術進歩率と見做すには，農業生産の場合，気象条件の変化等の影響に関する留保が必要であろう。従って，ここでは，残差については結果のみを示すに止めたい。但し，秋野＝速水は，農業成長が相対的に急速な局面では，正の残差が発生することを記しており[11]，今回の中国のケース（残差>0）も，それに類する成長局面にあることが推察される。

V　結論と要約

本分析では，中国農業に関して現在入手可能な最新の資料を利用し，コブ・ダグラス型生産関数のクロス・セクション分析（1979—82年）を行ない，その推定結果を基礎に中国農業の成長会計分析を供給面から試みた。その結果，以下の諸点が確認された。

(1)　今回修正した中国農業の集計的生産関数は，統計的にも，理論的にも良好な適合度を示し，観測の範囲に関する限りパラメタの安定性が保障された。

注 (10)　山口（1982）pp. 166-168 参照。
　　(11)　秋野=速水（1974）p. 477 参照。

(2) 生産関数の推定結果の統計的吟味から，中国農業の生産関数の1次同次性が認められた。

(3) 推定された生産弾性値は，日本の米と小麦の生産関数の推定結果（新谷推計）と酷似している。

(4) 成長会計分析の結果，産出に対する「貢献度」は，化学肥料の投入が最大であり，中国の農業成長に関して，肥料投下の重要性が再確認された。

〔参 考 文 献〕

〔1〕 Akino, M., and Y. Hayami (1974), "Sources of Agricultural Growth in Japan, 1880—1965," *Quartery Journal of Economics,* Vol. 88, No. 3, August, pp. 454—479.

〔2〕 Griliches, Z. (1963), "Estimate of the Aggregate Agricultural Prodution Function from Cross-sectional Data," *Journal of Farm Economics,* Vol. 45, No. 2, May, pp. 419—428.

〔3〕 ———— (1964), "Research Expenditures, Education and the Aggregate Agricultural Production Function," *American Economic Review,* Vol. 54, No. 6, Cecember, pp. 961—971.

〔4〕 Hock, I. (1958), "Simultaneous Equation Bias in the Context of the Cobb-Douglas Production Function," *Econometrica,* Vol. 26, No. 1, October, pp. 566—578.

〔5〕 Kaneda, H. (1965), "Substitution of Labour and Non-Labour Input and Technical Change in Japanese Agriculture," *The Review of Economics and Statistics,* Vo. 47, No. 2, May, pp. 163-171.

〔6〕 Klein, L. R. (1946), "Macroeconomics and the Theory of Rational Behavior," *Econometrica,* Vol. 14, No. 2, April, pp. 93—108.

〔7〕 ———— (1950), *Economic Fluctuations in the United Staes 1921—1941,* New York, John Wiley & Sons, Inc.

〔8〕 Marschak, J., and W. H. Andrews (1944), "Random Simultaneous Equations and the Theory of Production," *Econometrica,* Vol. 12, No. 3 & 4, July-October, pp. 143—205.

〔9〕 南亮進・石渡茂 (1969),「農業の生産関数と技術進歩 1953—1965」『一橋大学経済研究』第20巻第3号，pp. 226—236.

〔10〕 Mundlak, Y., and I. Hock (1965), "Consequences of Alternative Specification in Estimation of Cobb-Douglas Praduction Function," *Econometrica,* Vol. 33, No. 4, October, pp. 814—828.

〔11〕 農林大臣官房企画室，農林省農政局編 (1963),『日本農業の機械化』富民協会出版部。

〔12〕 大川一司 (1945),「食料経済の理論と計測」日本評論社。

〔13〕 尾崎巌・清水雅彦 (1980),「経済発展の構造分析(二)——規模の経済性と設備の不分割性の測定——」『三田学会雑誌』第73巻第1号，pp. 1—30.

〔14〕 Shi, L. H. and T. Shirasago (1983), "An Analysis of Agricultural Production Functions for the People's Republic of China," *KEO Discussion Paper,* No. 11, December.

〔15〕 施礼河・白砂堤津耶 (1984—a),「中国農業の生産関数分析」『三田学会雑誌』第77巻第5号。

〔16〕 ———— (1984—b),「中国農業の生産構造についての実証分析」『日本統計学会（第52回）講演報告集』日本統計学会，pp. 53—54.

〔17〕 新谷正彦 (1979),「わが国麦類の供給反応と自給率」『西南学院大学経済学論集』第13巻第3号，pp. 1—16.

〔18〕———— (1982),「水稲作機械化の経済的評価」『西南学院大学経済学論集』第17巻第1号，pp. 67—85.

〔19〕 土屋圭造（1970），「小農経営における機械化の経済性」川野重任，加藤譲編『日本農業と経済成長』東京大学出版会，pp. 115—135.

〔20〕 山口三十四（1982），「日本経済の成長会計分析」有斐閣。

〔21〕 唯是康彦（1964），「農業における巨視的生産関数の計測」『農業総合研究』第18巻第4号，pp. 1—54.

施　礼　河

（産業研究所訪問研究員：福建農学院助手）

白砂　堤津耶

（大学院商学研究科博士課程）