

製造年を考慮した日本農業の資本ストック推計

— 耕耘機・農用トラクターを対象に —

高山 航 希*

1. はじめに

生産過程において繰り返し投入され利用される固定資本は、経済成長の源泉として重要な役割を持っている。大川一司の言葉を借りれば、「資本ストックの増大は経済成長そのもの」(大川 [10], p.3)である。また、「資本に体化された技術進歩」(註1)という表現にも見られる通り、固定資本への投資は技術革新を主導するものである。そのため、固定資本のデータは経済の動向を分析する際の材料としてきわめて重要である。

日本農業における固定資本のデータ整備は、長期経済統計における推計を嚆矢に、多くの研究者によって試みられている。しかし、以下でふれる通り、既存の資本推計では、資本の品質変化の問題に対して適切な配慮はなされてこなかった。もちろん固定資本の質の変化について注意が喚起されてはきたが、質の問題の処理は容易ではなく、固定資本の推計にあたって資本は製造年代によらず同質であるという仮定が採用されてきたのである。したがって、既存推計では、技術進歩を例えばTFPの向上として捉える場合、資本の品質向上の部分を適切に考慮しないために、過大な推計となっている可能性が高い。資本の質の変化がもたらす技術進歩は本来、残差であるTFPの一部ではなく、資本投入量の増大として捉えられるべきであろう。

本稿は、推計対象を限定しつつ、上に述べた推計の限界を突破する作業を試みるものである。具体的には、固定資本ストックの製造年別構成を明確にする作業と同時に、品質をコントロールした価格指数の適用可能性を検討する作業を行う。前者の作業のためには、資本形成と資本ストックの物量系列が必要であるが、この2つの系列を比較することで、固定資本ストックの製造年別構成が計算できる。また後者の作業では、日本銀行が公表している企業物価指数(CGPI)を使うことの是非が検討される。

推計対象品目としたのは、農業固定資本の中での重要度が高く、かつ投資とストックの数量データが長期にわたって得られる耕耘機・トラクターである。期間は、

データが利用可能な1960年度以降としている。

本稿の構成は以下の通りである。続く第2節では、既存の農業資本ストックの推計方法をレビューしながら問題の所在を明確にする。それを踏まえ、第3節では既存推計の問題点を改善した推計方法を示す。第4節では、データのとりまとめについて説明し、続く第5節で推計結果をまとめる。第6節で本稿の議論を総括するとともに今後の課題を考える。

2. 問題の所在

1) 固定資本ストックの推計と価格

さて、固定資本ストックの推計方法は大きく分けると3通りある。それは物量ストック評価法(physical stock value method, PS法)、基準年次法(benchmark year method, BY法)、恒久棚卸法(perpetual inventory method, PI法)の3つであり、それぞれに一長一短がある。それぞれの詳細については荏開津[1]と石渡[2]の説明に譲り、以下では、もっとも一般的に利用されるPS法での固定資本ストック推計を紹介しながら、問題の所在を示すこととしよう。

PS法は推計時点に存在する資本の物量にその資本1単位あたりの評価価格を乗じて資本ストックとしたものであり、以下の式のように表現することができる。ただし、 K_t は t 年度始めの固定資本ストック、 $Q_{i,t}$ は t 年度始めの資本の物量、 P_i は評価価格、添え字の i は品目、 m は品目の総数、 t は資本の推計年度である。

$$K_t = \sum_{i=1}^m P_i Q_{i,t} \quad (1)$$

この式は単純ではあるが、資本の評価におけるいくつかの重要なポイントを指し示している。第1に、異なるカテゴリーに属する資本はすべて価格でもって同一の単位に変換されていることである。これは物的に異なる財の集合体の経済価値をどう捉えるかという場合に生ずる問題であり、その問題への経済学的な解答は、価格を共通単位として測定するというものである。この点は、資本の質を捉える際にも同じく適用可能な原理であり、本稿もその原理に立って質の問題を処理することになる(註2)。第2に、式は財の使用に伴う価値の減価を考慮していない。これは、固定資本を把握する際に粗概念を

*東京大学

適用するかそれとも純概念を使うかという問題である。粗か純かの選択は、荏開津 [1] や泉田 [3] の指摘の通り、生産に対する貢献という視点から固定資本を捉えるのか、それとも会計学的な意味で固定資本の価値を捉えるのかという問題設定との絡みで決定されるべきことであろう。本稿の立場は前者であり、粗概念で固定資本を把握することとしている。第3に、式における価格としてどの価格を使うかという問題がある。これは、会計学的には取得価格か市場価格かという選択問題であるが、ここでは資産評価における再調達価格使用の拡大ということを考慮し、市場価格を適用することとした。当然ながら、時系列での資本ストック評価は固定価格でなされるべきであるから、以下の分析では例えば2000年度農家購入価格で評価した資本ストック系列を示すということになる。

かくして、(1)式におけるPS法を使った固定資本推計は、固定価格を使った市場価格表示の粗概念ということであり、これらは経済学的に見て適切と見なせる。問題は(1)式における $Q_{i,t}$ である。この $Q_{i,t}$ は t 期始めに存在するカテゴリー i の固定資本ストックの物量であるが、この中には当該年に製造されたものもあれば、それ以前に製造されたものもある。そのため、製造年が異なる固定資本を同質と見なしていることになるが、同じカテゴリーに属する固定資本と言えども、製造年が異なるものを全て同質の固定資本と見なすのは相当に無理な処理であろう。製造年による差異を明示して表現すれば、 $Q_{i,t}$ は $\sum_s Q_{i,t,s}$ であり、 s という製造年に応じて質が異なっているものの集合体と見なすべきである。したがって製造年による質の変化を明示すれば、 $Q_{i,t}$ は品質を調整した数量の和として再計算しておくのが妥当であり、式では

$$Q_{i,t} = \sum_s v_{i,s} Q_{i,t,s} \quad (2)$$

としておくべきなのである。ただし、ここでの $v_{i,s}$ は品質調整指数ということになる。本稿のアイデアは資本形成と資本ストックの数量系列から $Q_{i,t,s}$ を求めると同時に、購入価格指数と同一品質の固定資本に関する価格指数から品質調整指数を求め、より厳密な意味での固定資本ストック系列を求めるというものである。

2) 既存の資本ストック推計

それでは、現在まで日本農業の資本ストックがどのように推計されてきたかをレビューしてみよう。

日本農業の資本ストック推計のうちでもっとも重要なものは、言うまでもなく山田 [13] であろう。山田 [13] は、主にPS法を使って1934~1936年平均の再調達価格評価による資本ストックを推計している。粗資本ストックと純資本ストックの両方が推計されており、純資本ストックの減価償却は定額法でなされている。なお、大農具や建物といった一部の品目では、PS法ではなく

「積み上げ法」(註3)を使っている。またYamada [14] は、山田 [13] の推計を改善しながら延長したもので、主にPS法を使って1944~1981年の粗資本ストックを推計している。ただし、小農具等の推計にはPS法ではなく、同じく「積み上げ法」が採られている。

経済企画庁 [4] では、1970年末時点の日本農業の資本ストックが、『農家経済調査』の調査基盤を利用したアンケート調査、『農家経済調査』、そして農林省 [8] を基に推計されている。経済企画庁 [4] の推計値は1970年の単価を使った固定価格表示であり、粗資本ストックと定率法の減価償却による純資本ストックが求められている。

農林水産省 [9] では純資本ストックを推計している。その推計方法は、1977年度版以前と以後で異なっている(註4)。1976年度版までは「積み上げ法」で推計されている。1978年度版からは、経済企画庁 [4] をベースとしたBY法で純資本ストックを推計している。しかし、農林水産省 [9] による資本形成の推計方法とベンチマークとなる経済企画庁 [4] の推計基準とが整合していないため、農林水産省 [9] の資本ストック推計値には疑問が残る。

泉田 [3] では、1960~1980年度までの粗資本ストックと総固定資本形成の推計が行われている。このうち粗資本ストックについては、PS法、BY法、PI法、そして「積み上げ法」の4つを品目ごとに採用し、それらを組み合わせた推計がなされている。推計対象品目のうちの農用建物は、「積み上げ法」とBY法の併用であり、BY法の基準となる資本ストックは『農家経済調査』を基礎データとして使って計算されている。農用自動車は『農家経済調査』を使ったPS法による推計である。

さて、ここまで5つの推計を見てきたが、これら全ての推計には共通する問題点がある。それは、製造年の違いによる資本の品質の差が考慮されていないという問題である。一般的には、同種の資本で評価価格と物量が同じであっても、製造年が違っていれば、体化された技術が異なるため、生産能力に差が出る。したがって、資本ストックの評価額も異なっていなければならない。しかし、既存の資本推計にはこの点が反映されていないのである。

品質の差を資本ストックに反映させるためには、いくつかの方法が考えられる。PS法では(2)式のように品質調整した物量を用いる、あるいは製造年が異なれば同種の資本であっても別品目として扱い、別々の価格で評価するといった方法である。あるいは人的資本論の取り扱いを適用し、固定資本の研究開発費用を上乗せするという手法もありうる(註5)。PI法を使う場合には、実質資本形成を推計する際のデフレーターとして品質変化の影響を除いた価格指数を使う方法がある。しかしPI法の場合には耐用年数をどう設定するかという問題がある。

BY 法では基準年の資本ストックと資本形成の両方で品質を考慮する必要がある。しかし、上記の推計ではいずれもこうした品質の調整が行われていない。

野村〔6〕は、資本の品質を考慮に入れながら日本の全産業の資本評価額を推計した極めて重要な成果である。この野村〔6〕においては、主に経済産業省『産業連関表』付表の固定資本形成マトリクスをベースに、PI法で資本ストックを推計している。野村〔6〕における品質調整は、品質を固定した価格指数である企業物価指数(CGPI)で資本形成をデフレートすることで行われている。

ただし、野村〔6〕の農林水産業の資本ストック(註6)に限って言えば、総固定資本形成の推計方法には疑問があると言わざるをえない。同書では5年おきの固定資本形成マトリクスの推計値を基礎とし、『産業連関表』が刊行されない年の推計値を農林水産省『農業・食料関連産業の経済計算』(以下、『経済計算』)で補完しているのである。そのためには『産業連関表』と『経済計算』の推計方法が整合している必要があるが、野村〔6〕では両者の推計値の水準がおおまかに一致していることを確認するとどまっている。

3. 推 計 方 法

さて、前節における問題の所在に関する考察と文献レビューを踏まえ、本稿での具体的な推計方法を説明しよう。まず対象とする固定資本であるが、本推計ではストックとフローの物量系列(たとえば機械における「台数」など)が必要となることを考え、耕耘機・農用トラクターを推計対象として選択した。両系列のデータが得られる資本財は多くないが、耕耘機・トラクターについてはストックとフロー両方の物量データが(一部推計も交えて)利用可能なためである。なお本稿では、耕耘機・トラクターを出力の大きさによって大型(30PS以上)と小型(30PS未満)という2つのカテゴリーに分けて推計し、それを合算して耕耘機・農用トラクター全体の推計値とする。資本評価は先に述べた通り粗額評価とし、評価価格には2000年度の農家庭先価格を固定して用いることとする。また、この推計における副産物として、年々の耐用年数も推計される。したがって、耐用年数の変化についても考察することができるメリットがある。

まず、資本ストックの製造年別構成の推計についてである。これは物量単位での資本形成の系列と、物量単位の資本ストックの系列を比較することから得られる。

比較の具体的手順は以下の通りである。まず、各年度の資本形成の物量 A_u の u を t から1年ずつ下げて足し合わせていき、その都度 Q_t と比較していく。そして、足し合わせた合計が Q_t を超えない範囲で最大となるような年数を求める。つまり、次式を満たすような最大の

d'_i を求め、それをひとまず仮の耐用年数としておくのである。

$$\sum_{\tau=1}^{d'_i} A_{t-\tau} \leq Q_t \quad (3)$$

しかし、実際に $\sum_{\tau=1}^{d'_i} A_{t-\tau} = Q_t$ となることはなく、残余が出る。その時は、その残余 $Q_t - \sum_{\tau=1}^{d'_i} A_{t-\tau}$ と、残余が発生する年の資本形成の物量 $A_{t-d'_i-1}$ の比 r_t を d'_i に加えて、 $d'_i + r_t$ を改めて耐用年数 d_t とする。そして、 t 年度の資本ストック K_t の計算に使う場合の $t-d'_i-1$ 年度の物量は、 $r_t A_{t-d'_i-1}$ として計算する。こうすることで、 $A_{t-1}, \dots, A_{t-d'_i}, r_t A_{t-d'_i-1}$ の総和と Q_t が一致する。そして、このように求められた耐用年数の分だけ資本形成を積み上げると、資本ストックの製造年別構成が得られる(註7)。すなわち、(2)式で言う $Q_{i,t,s}$ として A_s を利用するのである。

続いて資本ストックの品質調整指数、(2)式の $v_{i,s}$ を計算する方法を説明する。資本の品質、あるいは潜在的な生産能力は、その単価に現れる。したがって、市場で観察されるトラクターの単価は、諸機能が向上するにつれて、年々上昇していくはずである。しかし、荏開津〔1〕が指摘したように、そのように観察される単価の変動は厳密な意味でトラクターの価格変化ではない。トラクターの価格とは、トラクターの品質、諸機能を特定した上で得られるものであるからである。したがって、トラクターの品質を特定化した上で得られた価格の指数と、市場で観察された単価の指数の2つが得られれば、その差分として品質調整指数を計算することができる。なぜならば、その差分こそ品質向上によって引き起こされた価値の変動分だからである。品目 i 、 t 年度始めの価格指数を $p_{i,t}$ 、単価を $P_{i,t}$ 、基準時点となる2000年度始めの品質調整指数と価格指数をそれぞれ1とすると、 t 時点の品質調整指数 $v_{i,t}$ は次のように計算できる。

$$\ln v_{i,t} = (\ln P_{i,t} - \ln P_{i,2000}) - \ln p_{i,t} \quad (4)$$

そして、 $v_{i,s}$ と $Q_{i,t,s}$ から(2)式の通り品質を調整した資本ストックの物量 $Q_{i,t}$ を求め、2000年度の農家庭先価格 $P_{i,2000}$ を乗じれば、2000年度固定価格表示の品質調整済み粗資本ストック $K_{i,t}$ が求められる。これをまとめると、次のように表せる。

$$K_{i,t} = P_{i,2000} \times \left(\sum_{\tau=1}^{d'_i} v_{i,t-\tau} A_{i,t-\tau} + v_{i,t-d'_i-1} r_{i,t} A_{i,t-d'_i-1} \right) \quad (5)$$

t 期の総固定資本形成 $I_{i,t}$ は、 t 期中に購入された固定資本の物量に t 期の品質調整指数 $v_{i,t}$ と2000年度始めの農家庭先価格 $P_{i,2000}$ を乗じて求める。

$$I_{i,t} = P_{i,2000} \times v_{i,t} A_{i,t} \quad (6)$$

さて、(5)式の資本ストック計算方式はPS法ではあるが、資本形成からのアプローチを重視すれば、PI法による推計と見なすこともできよう。この点を説明する

ために(5)式を以下のように変形する。

$$K_{i,t} = \sum_{\tau=1}^{d_{i,t}} (P_{i,2000} \times v_{i,t-\tau} A_{i,t-\tau}) + (P_{i,2000} \times v_{i,t-d_{i,t}-1} r_{i,t} A_{i,t-d_{i,t}-1}) \quad (7)$$

(7)式を見ると、 $v_{i,s} A_{i,s}$ は s 期において購入された固定資本の品質調整済みの物量であり、ここに $P_{i,2000}$ を乗じたものは(6)式から品質調整済みの s 期の資本形成である。したがって、 $K_{i,t}$ は耐用年数の分だけ各年の資本形成を積み上げて求めたものであり、PI法で求めた固定資本ストックとも言えるわけである。

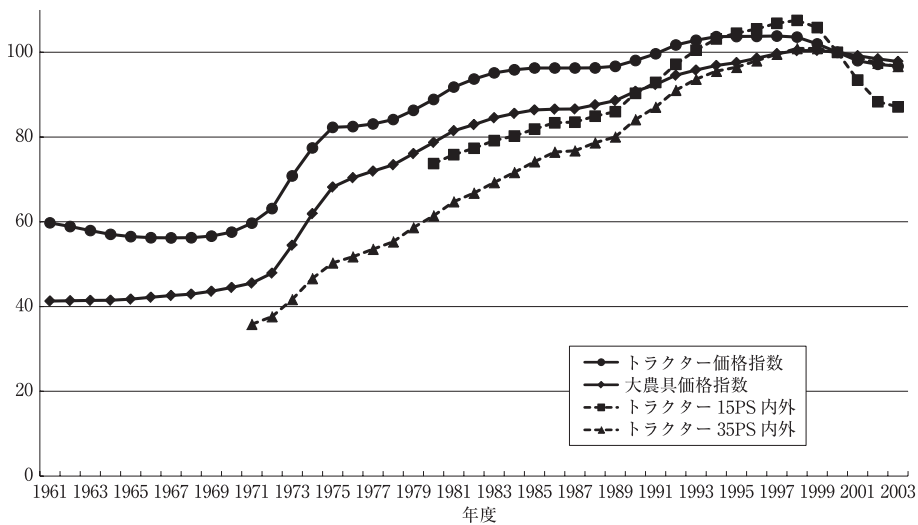
続いて固定資本について公表されている価格系列について考察しておく。まず農林水産省は『農作物価調査』において「農作物価指数」や「大農具価格指数」などの価格指数を公表している。ただし、荏開津〔1〕が指摘したように、これらの価格指数は時間に伴って体化された技術が変化していく財の単価を単純に指数化したものと判定される。厳密な意味での同質財の価格指数とは言えない。

他方で、日本銀行が公表している企業物価指数(CGPI)は、品質をコントロールしている価格指数である。日銀の説明によれば(註8)、CGPIは、直接比較法、1単位あたりの価格で比較する単価比較法、同時期に観察される品質の異なる2つの財の価格比を利用するオーバーラップ法、財の生産者のコスト変化を利用するコスト評価法、財の性能や機能のデータを使って価格を調整するヘドニック法を使って、完全ではないにせよできるだけ品質調整を行っている価格指数であり(註9)、同質の財

についての価格指数と見なすことができよう。CGPIについてはトラクターの価格指数も公表されている。

なおCGPIが品質をコントロールした指数という点については、本稿の推計の核となるポイントでもあり、以下のような説明を加えておきたい。まずCGPIの性格についてであるが、これはかつて卸売物価指数(WPI)と呼ばれていたものが、基準改訂に伴って2000年に名称変更されたものである。そして、CGPIは「企業間で取引される財に関する物価の変動を、測定するもの」であり、「(a)当該品目の需給に敏感に反映する代表的な価格であること、(b)品質、取引条件を固定した上で、純粋な価格の変化のみを捉えること、の2点を特に重視している」(註10)ということである。

CGPIのトラクター価格指数、農林水産省『農作物価統計』のトラクター農家庭先価格と大農具価格指数を第1図で比較しておく。いずれも2000年度=100としてグラフにしたものである。このグラフにおける3つの系列は、1975年度頃までの急な上昇、その後の停滞、1990年度以降の上昇という変化の点で一致している。それに加え、CGPIトラクター指数の変動幅は他よりも小さいことがわかる。この点は、品質の改善が時間とともに生じるという筆者の仮説と整合的である。この点から、トラクターのものも含め、農家庭先価格と大農具価格指数は同質財の価格を示すものではなく、購入する財の品質向上の影響を受けていると見なすことができる。CGPIにおけるトラクター価格指数の変化の小ささは、CGPIが品質変動の影響をコントロールしているのもであると言える。



第1図 CGPIトラクター指数と『農作物価統計』トラクター農家庭先価格、および大農具価格指数
出所：日本銀行『企業物価指数』、農林水産省『農作物価統計』より。

註：いずれも3年移動平均したものを、2000年度=100の指数に直したものである。

第1表 日本農業全体の耕耘機・農用トラクターの所有台数

年度	所有台数		年度	所有台数		年度	所有台数	
	30 PS 未満	30 PS 以上		30 PS 未満	30 PS 以上		30 PS 未満	30 PS 以上
	1,000 台	1,000 台		1,000 台	1,000 台		1,000 台	1,000 台
1967	2,709	11	1979	4,070	105	1991	3,484	267
1968	2,966	14	1980	4,072	119	1992	3,402	282
1969	3,213	17	1981	4,036	132	1993	3,319	296
1970	3,405	22	1982	3,968	146	1994	3,236	311
1971	3,540	27	1983	3,900	160	1995	3,149	326
1972	3,629	34	1984	3,834	174	1996	3,058	343
1973	3,718	40	1985	3,777	188	1997	2,963	360
1974	3,804	47	1986	3,730	201	1998	2,868	378
1975	3,876	56	1987	3,691	214	1999	2,778	394
1976	3,935	67	1988	3,651	227	2000	2,694	410
1977	3,982	80	1989	3,610	240			
1978	4,029	92	1990	3,554	253			

出所：農林水産省『農業センサス』。

註：1) データは全て年度始めのものである。

- 2) 農林水産省『農業センサス』に記載の、農家、農業事業体、農業サービス事業体が所有する耕耘機・農用トラクターの台数の総和を取り、3年移動平均したものを示した。ただし、2000年度は移動平均ではなくそのままのデータである。
- 3) 農家所有台数は、『農業センサス累年統計書（明治37年～平成12年）』32農業用機械（1）個人有農家数と台数、（2）数戸共有農家数と台数、（3）所有農家数と台数（個人有＋数戸共有）によった。2000年では（3）のデータを使い、他の年では（1）と（2）の合計を用いた。
- 4) 農業事業体所有台数は、1970年以降の『農業センサス』『農家以外の農業事業体調査報告書』によった。
- 5) 農業サービス事業体所有台数は、1990年以降の『農業センサス』『農業サービス事業体調査報告書』によった。1990、1995年のデータは、水稲作サービス事業体の水稲作作業に利用した農業機械の所有台数と、麦作サービス事業体の麦作作業に利用した農業機械の所有台数の合計である。
- 6) 1965年では、駆動型と30PS未満の牽引型の農家所有台数が、本表の30PS未満の台数である。また、30PS以上の牽引型の農家所有台数が、本表の30PS以上の台数である。
- 7) 1970、1975年では、30PS未満の農家所有台数と、30PS未満の農業事業体所有台数の合計が、本表の30PS未満の台数である。また、30PS以上の農家所有台数と、30PS以上の農業事業体所有台数の合計が、本表の30PS以上の台数である。
- 8) 1980年では、歩行型と30PS未満の乗用型の農家所有台数と農業事業体所有台数の合計が、本表の30PS未満の台数である。また、30PS以上の農家所有台数と農業事業体所有台数の合計が、本表の30PS以上の台数である。
- 9) 1990、1995、2000年では、歩行型と30PS未満の乗用型の農家所有台数と農業事業体所有台数と農業サービス事業体の所有台数の合計が、本表の30PS未満の台数である。また、30PS以上の乗用型の農家所有台数と農業事業体所有台数と農業サービス事業体の所有台数の合計が、本表の30PS以上の台数である。
- 10) 『農業センサス』からは1965、70、75、80、85、90、95、2000年のデータしか手に入らないため、中間年のデータは直線補間で求めた。
- 11) 『農業センサス』のデータは各年2月1日時点のものであるため、次の式で同年4月1日のデータに換算した。 x_t は t 年2月1日のデータ、 x'_t は t 年4月1日のデータである。なお、最終年である2000年4月1日のデータは求められないため、2000年2月1日のデータをそのまま示した。

$$x_t = \frac{10}{12} \times x'_t + \frac{2}{12} \times x'_{t+1}$$

なお、日本銀行自身も、日本銀行物価統計課〔5〕においてCGPIの品質調整効果（品質調整する前とした後で価格指数の変動がどの程度変わったか）を測定している。本稿で利用するトラクターの価格指数は、CGPIの体系において、農業機械という小分類に属し、また農業機械は一般機器という類に属す。日本銀行物価統計課〔5〕の品質調整効果はこの一般機器のレベルでしか計算されていないが、それによると、1999年12月から2000年12月までの1年間で、一般機器の品質未調整の価格指数は-0.1%変化し、品質調整後の価格指数は-0.6%変化した。差の-0.5ポイントが品質調整効果であり、この場合、一般機器のカテゴリーに属している財の品質上昇によって品質調整前の価格指数の変化が0.5ポイント底上げされていたと解釈される。

上述の考察を踏まえて言えば、品質調整指数は購入品価格指数を日銀のCGPIで除したものとということになる。もし購入品の価格が10%上昇した時に、同品質の固定資本の価格が6%上昇したとすれば、購入品の品質は4%増加したと考えるわけである。

4. データのとりまとめ

以下では、日本農業における耕耘機・農用トラクターの2000年度固定価格表示の粗資本ストックと総固定資本形成の具体的なデータの取りまとめ方法と計算手順を示す。本来ならば耕耘機と農用トラクターについては2種類以上にブレイクダウンして論じるべきであろうが、資料の制約から「耕耘機・農用トラクター」という同一のカテゴリーとして扱う。また、すでに述べたように、耕耘機・農用トラクターを出力別に、30PS未満と30PS以上の2つに区分して推計をする。評価時点は、粗資本ストックは各年度始め（4月1日時点）、総固定資本形成は年度（4月1日～翌年3月31日）のフローである。

まず、日本農業の耕耘機・農用トラクターの各年度始めの出力別所有台数を集計する。所有台数は、農林水産省『農業センサス』から求める。集計方法の詳細と集計結果は第1表にある。この所有台数が資本ストックの物量 Q_t になる。

次に、日本農業に供給された耕耘機・農用トラクターの出力別台数を年度ごとに集計する。経済産業省『機械統計年報』に掲載されている出荷台数に、財務省『日本貿易月表』に掲載されている輸出台数から求めた純輸入台数を加えることで、年度ごとに日本農業に供給された台数を求める。出力別出荷台数、純輸入台数の集計方法と集計結果、そして供給台数の集計結果は第2表に示した。この供給台数が資本形成の物量 A_t である。

そして、出力別購入価格を年度ごとに設定する。農林水産省『農業物価統計』に掲載されている15PS内外の乗用型トラクターの農家庭先価格を本稿の30PS未満の

価格に、同じく35PS内外の乗用型トラクターの農家庭先価格を30PS以上の価格とした。これは、他に購入価格を推定できる適切な手段がないことからくる単純化である。年度ごとの価格は第3表に示した。これが P_t になる。CGPIトラクター価格指数も第3表に示した。CGPIトラクター価格指数が P_t である。そして、農家庭先価格とCGPIから(4)式を使って品質調整指数 v_t を求めた。この計算結果も第3表に示した。

さらに、資本ストックの物量 Q_t と資本形成の物量 A_t を比較して耐用年数 d_t を推計し、 Q_t 、 A_t 、 d_t と品質調整指数 v_t から(5)式で品質調整済み資本ストック K_t を計算する。耐用年数 d_t と資本ストック K_t の推計結果は、第5表に示した。

同時に品質調整しない資本ストック K_t も計算した。これはPS法であり、次の式で計算できる。

$$K_t = P_{2000} Q_t \quad (8)$$

これは、単純に固定価格 P_t で評価した資本ストックである。

次に、資本形成 I_t を計算する。計算式は第3節で説明した(6)式であり、計算結果は第4表にまとめた。また、品質調整を行っていない資本形成 I_t も推計した。

$$I_t = P_{2000} A_t \quad (9)$$

5. 推 計 結 果

まず、資本形成の推計値（第4表）から見ていく。品質調整した30PS未満の耕耘機・トラクターの資本形成は、1966～1971年度にかけて一度低下し、1976年まで上昇した後は、2000年に至るまで減少傾向にある。品質調整した30PS以上の資本形成は、1981～1983年の時期は別として、傾向的に上昇している。しかし、30PS以上の資本形成は30PS未満に比べて小さいため、耕耘機・トラクター全体で見ると、品質調整済み資本形成は1966～2000年まで年平均で-0.97%の下落となった。

一方、品質調整をしない資本形成においては、品質調整済み資本形成に比べて30PS未満の減少傾向が強くなり、また30PS以上の上昇傾向が弱まった。耕耘機・トラクター全体では1966～2000年までの年平均成長率は-2.01%であり、これは品質調整済み資本形成に比べて大きな下落である。その原因は、品質調整なしの資本形成では品質上昇が評価されていないためだと考えられる。

次に、資本ストックの物量と資本形成の物量から計算された耐用年数（第5表）を見る。耕耘機・トラクター全体の耐用年数は増加傾向にあり、1976年度には約9.8年だったものが2000年度には約12.1年にまで延びた。とくに、1976～1980年にかけてと1984～1990年にかけて

第2表 耕耘機・農用トラクターの出荷台数、純輸入台数、供給台数

年度	出荷台数		純輸入台数		供給台数	
	30 PS 未満	30 PS 以上	30 PS 未満	30 PS 以上	30 PS 未満	30 PS 以上
	1,000 台	1,000 台	1,000 台	1,000 台	1,000 台	1,000 台
1966	480	1	-30	3	450	4
1967	509	1	-44	4	465	5
1968	500	2	-54	5	446	7
1969	459	2	-61	5	398	7
1970	396	2	-61	5	335	7
1971	377	2	-62	4	315	7
1972	413	3	-64	4	349	6
1973	476	3	-79	4	397	8
1974	518	5	-100	5	418	10
1975	570	7	-123	5	448	12
1976	585	12	-145	2	439	14
1977	592	17	-164	-1	428	15
1978	550	26	-172	-5	378	21
1979	516	30	-181	-7	336	22
1980	514	35	-189	-11	326	25
1981	536	33	-197	-14	338	19
1982	557	34	-209	-18	347	15
1983	543	34	-208	-22	335	12
1984	500	35	-198	-23	302	12
1985	468	34	-176	-21	292	13
1986	444	30	-163	-17	281	12
1987	435	26	-155	-14	280	12
1988	415	26	-139	-13	276	14
1989	403	27	-121	-12	282	15
1990	388	27	-109	-11	279	16
1991	375	28	-105	-13	270	15
1992	355	30	-105	-14	250	16
1993	341	34	-108	-17	233	17
1994	329	36	-111	-17	219	19
1995	335	38	-115	-17	221	21
1996	338	37	-118	-19	221	19
1997	343	40	-125	-23	218	17
1998	350	47	-138	-29	212	18
1999	349	52	-145	-34	204	18
2000	332	53	-142	-35	190	18

出所：経済産業省『機械統計年報』，財務省『日本貿易月表』。

註：1) 全て、以下の作業の後で3年移動平均を取った値である。

2) 『機械統計年報』記載の30 PS以上の装輪式トラクタのデータを、30 PS以上の出荷台数とした。

3) 『機械統計年報』記載の動力耕耘機（歩行用トラクタ含む）と30 PS未満の装輪式トラクタのデータの合計を、30 PS未満の出荷台数とした。

4) 暦年表示の出荷台数を、次の式で年度表示に換算した。ただし、 x_t は t 年度のデータ、 x'_t は t 年（暦年）のデータである。

$$x_t = \frac{9}{12} \times x'_t + \frac{3}{12} \times x'_{t+1}$$

5) 純輸入台数は、輸入台数から輸出台数を差し引いて求めた。

6) 30 PS未満の輸入台数は、『日本貿易月表』における歩行型または二輪式の農用トラクターの輸入台数の合計である。

7) 30 PS以上の輸入台数は、『日本貿易月表』における歩行型でも二輪式でもない農用トラクターの輸入台数の合計である。

8) 1982年以降の30 PS未満の輸出台数は、『日本貿易月表』における歩行型または二輪式または30 PS未満の農用トラクターと耕耘機の輸出台数の合計である。

9) 1982年以降の30 PS以上の輸出台数は、『日本貿易月表』における30 PS以上の農用トラクターの輸出台数の合計である。

10) 1981年以前の30 PS未満の輸出台数は、次の手順で求めた。

(a) 1982年から2005年まで各年において、歩行型でも二輪式でもない農用トラクターの総輸出台数に占める、30 PS未満の農用トラクターの総輸出台数の割合（以下では小出力率と称する）を求める。

(b) 西暦年から小出力率を導く単回帰分析を行い、西暦年の係数と切片を求める。

(c) 1965年から1981年までの整数に上記係数を乗じ、切片を加え、1965年から1981年までの小出力率を推定する。

(d) 1965年から1981年までの二輪式でない車輪式または三輪式または四輪式農用トラクターの総輸出台数に小出力率を乗じ、30 PS未満の輸出台数を推定する。

(e) 上で求めた30 PS未満の輸出台数に、農用二輪式トラクターと耕耘機の輸出台数を加え、最終的な30 PS未満の輸出台数とする。

11) 1981年以前の30 PS以上の輸出台数は、1から上記小出力率を除いて求めた、いわば大出力率を、1965年から1981年までの二輪式でない車輪式または三輪式または四輪式農用トラクターの総輸出台数に乗じて求めた。

12) 上記5～11)の手順で求めた純輸入台数は暦年表示であるから、これを4)と同様に年度表示に換算した。

13) 供給台数は出荷台数に純輸入台数を加えて求めた。

第3表 耕耘機・農用トラクターの価格と指数

年度	トラクタ農家庭先価格		大農具価格 指数	CGPI トラクタ 価格指数	品質調整指数	
	15 PS 内外	35 PS 内外			15 PS 内外	35 PS 内外
	1,000 円	1,000 円				
1961	610	1,173	41.3	59.8	65.8	55.1
1962	612	1,176	41.4	58.9	66.9	56.0
1963	613	1,178	41.4	57.9	68.1	57.0
1964	613	1,179	41.5	57.0	69.2	58.0
1965	617	1,187	41.7	56.5	70.3	58.9
1966	624	1,199	42.2	56.3	71.4	59.8
1967	630	1,210	42.6	56.2	72.1	60.4
1968	635	1,221	42.9	56.2	72.7	60.9
1969	645	1,239	43.6	56.6	73.3	61.4
1970	658	1,265	44.5	57.6	73.6	61.6
1971	673	1,294	45.5	59.7	72.6	60.0
1972	708	1,359	47.9	63.1	72.2	59.6
1973	806	1,506	54.5	70.8	73.2	58.8
1974	915	1,684	61.9	77.4	76.1	60.2
1975	1,008	1,818	68.2	82.3	78.9	61.1
1976	1,041	1,870	70.4	82.5	81.3	62.8
1977	1,064	1,934	72.0	83.1	82.5	64.4
1978	1,086	1,997	73.4	84.1	83.1	65.7
1979	1,125	2,119	76.1	86.3	83.3	67.9
1980	1,164	2,219	78.7	88.9	83.0	69.1
1981	1,197	2,339	81.5	91.8	82.6	70.5
1982	1,221	2,413	82.9	93.7	82.6	71.3
1983	1,250	2,503	84.5	95.1	83.2	72.8
1984	1,266	2,589	85.6	95.9	83.7	74.7
1985	1,292	2,680	86.4	96.3	85.0	77.0
1986	1,316	2,762	86.6	96.3	86.6	79.4
1987	1,318	2,774	86.6	96.3	86.7	79.7
1988	1,340	2,841	87.6	96.3	88.2	81.6
1989	1,357	2,892	88.6	96.7	88.9	82.8
1990	1,426	3,039	90.8	98.1	92.1	85.8
1991	1,466	3,146	92.4	99.7	93.2	87.4
1992	1,534	3,289	94.6	101.7	95.5	89.5
1993	1,586	3,384	95.8	102.8	97.7	91.1
1994	1,628	3,452	96.9	103.7	99.5	92.1
1995	1,650	3,485	97.5	103.7	100.8	93.0
1996	1,665	3,541	98.6	103.8	101.7	94.4
1997	1,686	3,597	99.7	103.8	102.9	95.9
1998	1,697	3,646	100.4	103.6	103.8	97.4
1999	1,670	3,645	100.4	102.0	103.8	98.9
2000	1,578	3,613	100.0	100.0	100.0	100.0

出所：農林水産省「農作物価統計」、日本銀行「企業物価指数」。

註：1) 大農具価格指数とCGPIは2000年度=100.0に直してある。

2) 1995年以後の農家庭先価格と大農具価格指数は暦年表示であったため、第2表と同様に年度表示に換算し、3年移動平均を取った。そして2000年度の値で除してから100倍し、2000年度=100.0の指数とした。

3) 農家庭先価格は、15 PS 内外は1979年度以降、35 PS 内外は1970年度以降のデータしかない。それ以前の欠けている年度の農家庭先価格は、それぞれ最初の年度の農家庭先価格を大農具価格指数で過去に延長して求めた。具体的には、次の式で計算した。ただし、 P_t^{kPS} は t 年度における k PS 内外の農家庭先価格、 T_t は t 年度の大農具価格指数である。

$$P_t^{15PS} = P_{1979}^{15PS} \times \frac{T_t}{T_{1979}}$$

$$P_t^{35PS} = P_{1970}^{35PS} \times \frac{T_t}{T_{1970}}$$

4) CGPIの各年度の指数は、まず1960年基準～2000年基準の月別指数を重ねる1年間で接続し、全期間が2000年基準となるようにした。続いて月別指数の4月から翌3月までの単純平均をその年度のCGPIトラクター価格指数とした。そして3年移動平均をとり、2)と同様の手順で2000年度=100.0に直した。

5) 品質調整指数は、まず各年度においてトラクタ価格をCGPIで除し、次にその商を2000年度の商でさらに除し、最後にそれぞれ100倍して2000年度=100.0の指数とした。

第4表 耕耘機・農用トラクターの資本形成(2000年度固定価格)

年度	資本形成(品質調整済み)			資本形成(品質調整なし)		
	30 PS 未満	30 PS 以上	合計	30 PS 未満	30 PS 以上	合計
	10 億円	10 億円	10 億円	10 億円	10 億円	10 億円
1966	499	9	508	710	15	725
1967	521	11	532	734	19	753
1968	504	14	518	704	23	728
1969	453	15	469	628	25	654
1970	383	16	398	529	26	554
1971	355	14	369	497	24	521
1972	391	14	405	550	23	574
1973	452	17	468	627	28	655
1974	494	21	516	660	35	695
1975	548	27	575	706	44	751
1976	555	32	586	693	50	744
1977	549	36	585	676	56	732
1978	488	49	537	596	75	671
1979	438	54	492	530	80	610
1980	427	61	488	514	89	603
1981	441	48	490	534	69	603
1982	452	40	492	548	56	604
1983	440	31	471	528	43	572
1984	399	33	432	477	44	521
1985	392	35	427	461	46	507
1986	384	35	419	444	44	488
1987	383	35	418	442	44	486
1988	384	40	424	435	49	484
1989	396	45	440	445	54	499
1990	405	50	455	440	58	498
1991	398	49	447	427	56	483
1992	377	51	428	395	57	452
1993	360	56	416	368	62	430
1994	343	64	408	345	70	415
1995	351	69	420	348	74	422
1996	354	65	419	348	68	417
1997	354	59	412	344	61	405
1998	347	64	411	334	66	400
1999	334	65	399	322	66	388
2000	300	65	365	300	65	365

出所：農林水産省『農業物価統計』，日本銀行『企業物価指数』，経済産業省『機械統計年報』，財務省『日本貿易月表』。

註：各データの推計方法は本文参照。

第5表 耕耘機・農用トラクターの粗資本ストック（2000年度固定価格表示）

年度	耐用年数	資本ストック（品質調整済み）			資本ストック（品質調整なし）		
	合計	30 PS 未満	30 PS 以上	合計	30 PS 未満	30 PS 以上	合計
	年	10 億円	10 億円	10 億円	10 億円	10 億円	10 億円
1970	—	—	47	—	5,374	78	5,452
1971	—	—	59	—	5,587	98	5,686
1972	—	—	73	—	5,727	122	5,849
1973	—	—	87	—	5,867	145	6,012
1974	—	—	102	—	6,004	169	6,173
1975	—	—	121	—	6,118	202	6,320
1976	9.8	4,506	145	4,651	6,211	241	6,452
1977	9.9	4,625	175	4,799	6,285	288	6,573
1978	10.1	4,746	205	4,951	6,359	334	6,693
1979	10.4	4,854	237	5,091	6,423	381	6,804
1980	10.6	4,913	272	5,185	6,427	429	6,855
1981	10.6	4,927	309	5,237	6,370	478	6,848
1982	10.3	4,907	347	5,255	6,263	529	6,791
1983	10.1	4,893	384	5,277	6,156	579	6,735
1984	10.1	4,878	420	5,297	6,051	630	6,681
1985	10.3	4,854	456	5,310	5,961	679	6,640
1986	10.5	4,835	492	5,327	5,887	726	6,613
1987	10.8	4,822	528	5,351	5,825	773	6,598
1988	11.1	4,802	565	5,367	5,763	820	6,583
1989	11.4	4,780	604	5,384	5,697	866	6,564
1990	11.6	4,741	645	5,386	5,609	915	6,524
1991	11.7	4,693	690	5,383	5,498	965	6,464
1992	11.7	4,630	737	5,367	5,369	1,017	6,386
1993	11.8	4,573	785	5,358	5,239	1,069	6,308
1994	11.9	4,521	836	5,357	5,108	1,122	6,230
1995	12.0	4,464	892	5,356	4,970	1,178	6,149
1996	12.1	4,404	953	5,357	4,826	1,238	6,065
1997	12.1	4,338	1,014	5,353	4,676	1,302	5,978
1998	12.1	4,269	1,074	5,343	4,527	1,365	5,891
1999	12.0	4,203	1,135	5,338	4,385	1,425	5,810
2000	12.1	4,138	1,194	5,332	4,252	1,481	5,733

出所：農林水産省『農作物価統計』『農業センサス』，日本銀行『企業物価指数』，経済産業省『機械統計年報』，財務省『日本貿易月表』。

- 註：1) データは全て年度始めのものである。
 2) 各データの推計方法は本文参照。
 3) 耐用年数は耕耘機・トラクター全体のものである。出力別所有台数と出力別供給台数をそれぞれ合計した上で、本文中の方法で求めた。
 4) 「—」はデータが計算できないことを表す。

の伸びが大きい。ともあれ、耐用年数一定の仮定は現実には当てはまらないと言える。なお、第5表には耕耘機・トラクターの平均の耐用年数を掲げたが、これは30 PS未満でも、また30 PS以上でも同じく観察される傾向である。また荏開津が付加減価償却の数字を使って示したように（荏開津〔1〕p.93）、耕耘機・農用トラクターの耐用年数は農林水産省の統計で使われている耐用年数よりも長い（註11）。

最後に資本ストックを見る。30 PS未満の品質調整済み資本ストックは、1976～1981年まで年平均2.68%の割合で増加していたが、その後は減少傾向にあり、1982～2000年までの伸び率は年平均で-0.97%である。その一方で、30 PS以上の品質調整済み資本ストックは一貫して上昇傾向にある。1970～2000年までの年平均成長率は10.8%にもなる。品質調整済み資本ストックを耕耘機・トラクター全体で見ると、1976～1980年代半ばにかけて増加し、その後は30 PS未満の減少を30 PS以上の増加が補ってほぼ横ばいとなっている。小型機械が大型機械に代替されている過程にあると見てよいだろう。1976～2000年までの年平均成長率は0.57%である。

品質調整をしない資本ストックは、耕耘機・トラクター全体で見ると、1980年以降で明らかな減少傾向にある。1976～2000年までの年平均成長率は-0.49%であり、品質調整ありの場合に比べて年率で1.06ポイント程度下回っている。これは品質向上分がストックの中に含まれていないためである。

6. 小 括

本稿では、製造年の違いによる品質差に配慮した資本ストックの推計方法を考察し、それを耕耘機・トラクターに対して適用した。資本ストックに品質変化を反映させるため、資本ストックの製造年別構成を求め、各製造年に対応した品質調整指数を乗じた。品質調整指数は、市場で観察される品質が一定しない単価と、品質一定を重視する価格指数の変動の差分から求めた。

推計の結果、資本形成、資本ストックともに品質調整を行った方が品質調整を行わなかった方を成長率で上回った。この結果は全要素生産性（TFP）推計に影響するであろう。TFPの変化は生産要素の投入増によって説明されない生産量の変化である。しかし、品質調整を行わない資本を使ってTFP推計を行うと、資本に体化された技術進歩がTFP上昇に含まれてしまうことになる。

残された課題としては、この資本推計方法を他の農業固定資本について適用していくことである。ただし、本稿の推計方法では、ストックの物量データ、フローの物量データ、価格データの3つが必要となり、これらのデータを全て揃えることは簡単ではない。しかし、農業の成長の源泉を議論する際に、なお追究されるべき課題であ

らう。

（註1） Solow〔12〕は、技術進歩は資本に体化されてはじめて経済成長の源泉となりうることを指摘している。

（註2） 山本・近藤・笹木〔15〕では、米の生産量に品質向上を反映させるため、「品質変化を明示的にとらえることは一般に困難なので、財の品質変化は価格変化に反映される」との前提で、玄米粗収益を米価格指数でデフレートしたものを生産量として利用している。

（註3）「積み上げ法」は、農林水産省の『農家経済調査』に掲載されている農家一戸あたりの平均純固定資本額のデータと農家戸数のデータから日本農業全体の資本ストックを推計する方法である。しかし、「積み上げ法」には『農家経済調査』の不連続性や、いわゆる上層偏奇の問題、また農家以外の農業事業体の資本ストックをどう推計するかといった問題があり、これらを克服するのは困難である。また、当然のことながら日本農業の資本ストック推計にしか使えない。

（註4） 1977年度版は刊行されていない。

（註5） Ruttan〔11〕は、固定資本の品質向上を捉えるために技術教育への投資や研究開発費用を利用する方法を指摘している。

（註6） 野村〔6〕では農業のみの推計はされていない。

（註7） 泉田〔3〕では農業機械の資本ストックをPI法で推計している。PI法に必要な耐用年数を固定せず、主要機械の資本ストックの物量と資本形成の物量を比較して、年々の耐用年数を求めることで、バイアスの発生を避けている。

（註8） それぞれの品質調整方法の詳しい内容は日本銀行ウェブサイトにある「2005年基準企業物価指数（CGPI）の解説」（http://www.boj.or.jp/type/exp/stat/pi/data/ecg05_00.pdf）を参照されたい。

（註9） CGPIトラクター価格指数がどの方法で品質調整されているのか、日本銀行の公表する資料からは判断できない。ただ、ヘドニック法を使っている品目のリストにトラクターがないことから、ヘドニック法を使っていないことだけは確かである。

（註10） 2カ所の引用部分はいずれも<http://www.boj.or.jp/type/exp/stat/pi/excpgi02.htm>による。

（註11） 農林水産省〔8〕平成12年度版における乗用トラクターの耐用年数は8年、歩行用トラクター（動力耕耘機含む）の耐用年数は5年である。また、実際に観察された耐用年数の例を参考に挙げておく。第6表は、農林水産省〔7〕から作成したものである。この年数とは、農業機械販売店が下取りしたものの、再利用ができずにスクラップされた乗用型トラクターの平均使用年数を表したものである。このデータによると、実際の耐用年数は第6表の推計値よりもさらに長い。両者の傾向を見ると、どちらも長期化傾向にあることは一致している。しかし農林水産省〔7〕では1990年代に大きく伸びているのに対し、本稿では大きな伸びは見られなかった。

第6表 乗用型トラクターの使用年数

歴年	使用年数
1985	13.0
1990	13.8
1995	15.8
2000	19.0

出所：農林水産省『平成11・12年中古農業機械流通実態調査結果』。

註：1) 5年おきのデータのみ示した。

2) 農業機械販売店（農協含む）が下取り等により仕入れた後、再販等ができず、スクラップ処理したものの使用年数の平均である。

3) 30PS以上に限った乗用型トラクターの使用年数として、2000年の17.8年というデータがある。ただし、30PS以上の乗用型トラクターは調査報告点数が少ないことに留意する必要がある。

引用文献

- [1] 荏開津典生『農業統計学』，明文書房，1985。
- [2] 石渡茂「資本ストックの定義・評価と推計方法」（大川一司，篠原三代平，梅村又次編『長期経済統計』第3巻「資本ストック」第5章，東洋経済新報社，1966，pp.55～63）。
- [3] 泉田洋一「資本及び投資の収益率に関する理論的・実証的研究」，『宇都宮大学農学部学術報告特輯』第44号，1987。
- [4] 経済企画庁「個人事業体資産調査報告」，『昭和四十五年国富調査』第5巻，1970。
- [5] 日本銀行物価統計課「物価指数の品質調整を巡って—卸売物価指数，企業向けサービス価格指数における現状と課題—，

日本銀行ワーキングペーパーシリーズ01-6，2001。

- [6] 野村浩二『資本の測定』，慶應義塾大学出版会，2004。
- [7] 農林水産省『平成11・12年中古農業機械流通実態調査結果』，農林統計協会，2003。
- [8] 農林水産省（1977年度版まで農林省）『農畜産業用固定資産評価標準』，農林統計協会，各年次。
- [9] 農林水産省『農業・食料関連産業の経済計算』（1985年まで『農業および農家の社会勘定』），農林統計協会，各年次。
- [10] 大川一司「資本ストック集計量の動向」（大川一司，篠原三代平，梅村又次編『長期経済統計』，第3巻「資本ストック」，第1章，東洋経済新報社，1966，pp.3～13）。
- [11] Ruttan, V. W., "Productivity Growth in World Agriculture: Sources and Constraints," *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 16, No. 4, 2002, pp. 161～184.
- [12] Solow, R. M., "Technical Change and the Aggregate Production Function," *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 39, No. 3, 1957, pp. 312～320.
- [13] 山田三郎「1次産業資本ストック」（大川一司，篠原三代平，梅村又次編『長期経済統計』，第3巻「資本ストック」，第7章，東洋経済新報社，1966，pp.90～116）。
- [14] Yamada, S., "Country Studies on Agricultural Productivity Measurement and Analysis: Japan," in S. Yamada and D. A. Cruz, eds., *Productivity Measurement and Analysis: Asian Agriculture*, Asian Productivity Organization: Tokyo, 1987, pp. 263～338.
- [15] 山本康貴，近藤功庸，笹木潤「わが国稲作生産性の伸びはゼロとなるか？—総合生産性，技術変化およびキャッチ・アップ効果の計測を通じて—」，『農業経済研究』，第79巻，第3号，2007，pp.154～165。

（2007年6月12日受付，2009年6月17日受理）