

平成 22 年 5 月 21 日現在

研究種目：基盤研究（C）  
 研究期間：2007～2009  
 課題番号：19530204  
 研究課題名（和文）環境保全的農業への展望：熱帯林地域の農業の集約化と技術革新の計量分析  
 研究課題名（英文）：Prospect for Environment-Friendly Agriculture: Empirical Analysis of Agricultural Intensification and Technological Innovation

研究代表者 大槻 恒裕（OTSUKI TSUNEHIRO）  
 大阪大学・大学院国際公共政策研究科・准教授  
 研究者番号：40397633

## 研究成果の概要（和文）：

本研究では熱帯林地域での農業生産性、持続性について実証分析を行った。ケニアの研究はケニアの家計データを用いてアグロフォレストリー（AF）の促進要因を特定し、それによる生産性の上昇を推定した。農地の傾斜が高い、また所得が高い農家ほどAFを採用する傾向が認められ、AFによる農業生産性の改善も確認できた。ブラジルアマゾンの研究では生産物別に1975-1995年の技術進歩を推計した。

## 研究成果の概要（英文）：

I conducted empirical research on agricultural productivity and sustainability in tropical forest areas. Research in Kenya estimated the determinants of adoption of agroforestry (AF) and its effects using household survey data. I found that farmers who are wealthier but have sloping land tend to adopt such technologies, and that farmers who adopted AF enjoyed a higher productivity.

The research of the Brazil Amazon estimated technical change for multiple products using country-level data in Brazil Amazon. I found an increase in productivity in 1975-1995.

## 交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	1,200,000	360,000	1,560,000
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
年度			
年度			
総計	3,300,000	990,000	4,290,000

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・応用経済学

キーワード：国際経済学

1. 研究開始当初の背景  
 熱帯農業におけるアグロフォレストリーの分析は農学など自然科学分野を中心とした技術的な研究が多かったが、経済分析は最近

まで極めて少なく、これらの研究はアグロフォレストリーの促進要因分析など家計の属性などでロジット分析を行うものが多く (Amadalo et al. 2004 など)、農地の環境や

経済変数まで幅広く分析に含めたものは見られなかった。また、アグロフォレストリーにおいてテラシングなど他の農法の採用を同時に考慮して意志決定されている側面が無視されていた。またアグロフォレストリー採用の効果についての研究はほとんど見られなかった。ミクロレベルの農村家計データがあまり採取されておらずプロジェクトベースでのデータ採取を使う際はサンプルセレクションの問題を処理する必要があったためであると思われる。アグロフォレストリー以外のテーマではサンプルセレクションを考慮した効果分析が農業経済学分野で豊富にあり（例えば緑の革命における新技術採用の生産性に対する実証分析、生産者組合を通じた技術支援による生産性に対する実証分析など）アグロフォレストリーの効果分析への応用の可能性が考えられた。

また、技術変化の研究はパラメトリック、ノンパラメトリック推定方法ともに広く行われているが、生産物が複数存在する時に要素の生産物レベルのデータがない場合よく使われるノンパラメトリック推定方法の **Malmquist index** は、生産物ごとの技術変化を推定することが出来なかった。そのため、各生産物における技術進歩が指標に識別不可能な形で集計され、指標から生産物レベルの技術進歩を再構築することが不可能であった。

## 2. 研究の目的

上記の背景を踏まえ、農村家計データをより計量経済学的に適切な手法で分析することにより、プロジェクトベースのデータに典型的なサンプルセレクションの問題を回避しより正確な結果を得ることを目指した。

技術変化の分析については **Malmquist index** の手法を改良し、生産物レベルの技術変化を求めることを目指した。

## 3. 研究の方法

ケニアのアグロフォレストリーの促進要因の研究においては、まず農村家計データに含まれる家計の属性、農地の環境及び経済変数まで幅広く分析に含め、また、他の農法との同時決定の側面を考慮した多変量プロビット分析を用いて計量分析を行った。

ケニアのアグロフォレストリーの効果の研究においては、農村家計データのサンプルセレクションの問題を明示的に推定モデルで考慮し、**treatment effects model** を用いて2段階推定を行うことにより自己選択によるバイアスを軽減した。

ブラジルアマゾンの技術進歩の分析では **multioutput** の枠組みでの **Malmquist index** の手法を開発し、生産物ごとの技術進歩の大きさを郡レベルパネルデータを用いて推定を行った。ノンパラメトリックの推定方法である **DEA**（包絡分析法）をもとに任意のベクトルの方向に技術進歩が計測できるよう改良を加えた。

## 4. 研究成果

本科学研究費研究では2つのテーマを中心に研究を行った。1つはケニアの農村家計データによる熱帯林地域での環境保全型農業への移行を促進する要因の特定とその効果を推定する研究であり、もう1つはブラジルアマゾンの群レベルデータによる農業の技術変化を推定する研究である。

ケニアの研究は持続的農業であるアグロフォレストリーを採用する要因を特定する「要因分析」とアグロフォレストリーを採用した結果どの程度生産性が上昇したかを推定する「効果分析」の2つで構成される。

「要因分析」の結果として、傾斜など不利な生産環境にある農家ほど、また所得にゆとりのある農家ほどアグロフォレストリーや他の土地改善施策を採用することが分かった。また、農業生産者の土地の私的所有権を政府が権利証明書などを発行することにより強化することにより、将来の収益が保証され、長期的な土地に対する投資を促進することを通じて生産性と持続性を高めることができるという結果も得られた。

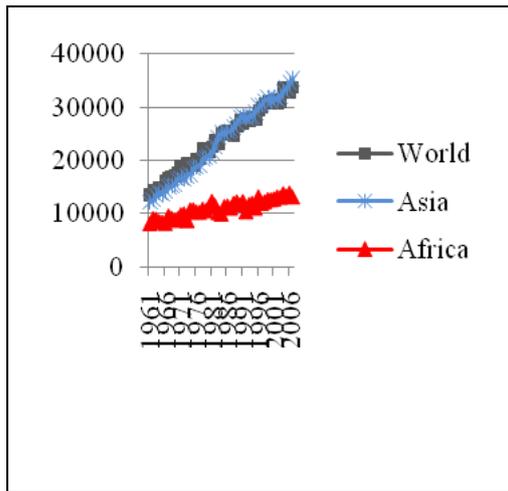
「効果分析」ではアグロフォレストリー、テラス、化学肥料、堆肥などの土地改善施策を採用した結果、主要穀物の農業生産性が実際に改善したことをケニアの農村家計データを用いて計量的に示された。また、以下の表のように、土地改善施策は選択的に採用されるのではなくむしろ組み合わせられて採用されることが多いことも分かった。

表1 : Combination patterns among soil conservation technologies

	Manure			Chemical fertilizer			Trenching/Terracing		
	No	Yes	Total	No	Yes	Total	No	Yes	Total
AF No	56	5	61	56	5	61	70	49	119
	(32%)	(2.9%)	(35%)	(32%)	(2.9%)	(35%)	(23%)	(16%)	(40%)
Yes	61	51	112	61	51	112	110	67	177
	(35%)	(29%)	(64%)	(35%)	(29%)	(64%)	(37%)	(22%)	(59%)
Total	117	56	173	117	56	173	180	116	296
	(67%)	(32%)	(100%)	(67%)	(32%)	(100%)	(60%)	(39%)	(100%)

以下の図に示すとおり、アフリカ全般で農村の所得は極めて低く、アグロフォレストリーやその他の土壌改善技術の導入は、生活水準の向上と収入の持続性の達成に貢献できると考えられる。

図1 : Yield of cereals (hectogram per hectare (Hg/Ha))



特に、前者の説明として、不利な生産環境におかれ潜在的に生産性の低い農家ほどアグロフォレストリーを採用するため負のサンプルセレクションが生じていることが示された。

表2 : Regression results on productivity (dependent variable=total factor productivity)

	Model1	Model2	Model3	Model4
Soil conservation technology	Agroforestry	Manure	Fertilizer	Terrace
Soil conservation technology (SE)	0.148 (0.070) <sup>a</sup>	0.275 (0.039)	0.223 (0.047)	0.361 (0.033)

それぞれの分析を計2本の論文にまとめてディスカッションペーパーとして公刊した。

ブラジルアマゾンの研究では各生産物（単年性作物、多年性作物、畜産物）別に1975、1985、1995年の3つの年に対してDEA（包絡分析法）を用いて推計した。本研究では従来のMalmquist生産性指数から導かれる技術進歩指標とはかなり異なる結果が得られた。従来のMalmquist生産性指数では、1985年の技術水準が最も低く、1995年が最も高くなるのに対して、対象期間全体では2%前後の技術進歩が観察されたが、1985年の技術水準が最も高く1995年にかけて技術水準がやや低下することが分かった。

表3 : Traditional Malmquist index based technical change (従来版)

	Obs	Mean	SD
1975-1985	255	0.89	0.23
1985-1995	255	1.33	0.29

表 4 : Technical change estimates along coordinate axes and Hicks-neutral equivalent of technical change (新指標)

	Cattl e	Annu al crop	Pere nnial crop	The mean of ratios of technical change	The ratio of the means of 1/D
Level in 1985 (1975=1)	1.334	1.213	0.854		
Growth in 1975-1985	+33.4 %	+21.3 %	-14.6 %	+3.9%	+3.4%
Level in 1995 (1975=1)	1.242	1.294	0.732		
Growth in 1985-1995	-6.9 %	+6.7 %	-14.3 %	-1.3%	-1.7%
Growth in 1975-1995	+24.2 %	+29.4 %	-26.8 %	+2.5%	+1.6%

また、各生産物の技術進歩は以下のように図示することにより明確に観察できる。全期間を通じてはコメ、マメ、キャッサバなどの単年性作物の成長が 29%と最も高く、畜産物の成長が 24%とそれに続く。一方、バナナなどの多年生作物の成長はマイナス 28%と生産力の低下が見られる。このことから、生産物ごとの技術進歩は必ずしも均一ではなく、それらを区別せず 1つの指標に集約することで重要な情報を失ってしまうことが示された。

本研究はディスカッションペーパーとして公刊した。

図 2 : Visualized technology frontiers in 1975 and 1985

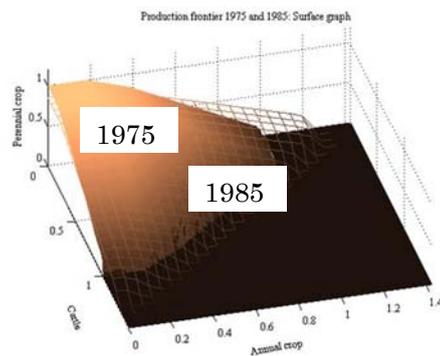
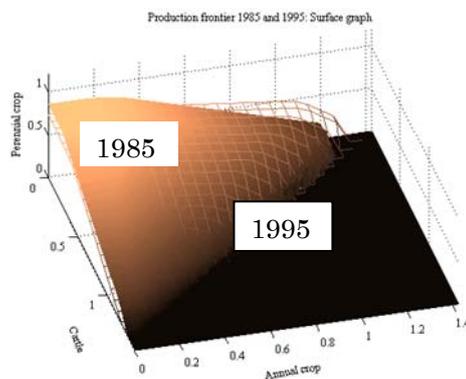


図 3 : Visualized technology frontiers in 1985 and 1995



## 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計5件)

① 大槻 恒裕、小郷 智子、アグロフォレストリーの促進要因－ケニアの事例から、OSIPP Discussion Paper、査読無、DP-2010-J-002、2010、pp.1-36

② Tsunehiro Otsuki, “Estimating Agroforestry’s Effect on Productivity in Kenya: An Application of a Treatment Effects Model”, *OSIPP Discussion Paper*, 査読無、DP-2010-E-001、2010、pp.1-23

③ Tsunehiro Otsuki, “Systematized and Path-independent Measurement of Biased Technical Change: An Application to the Agricultural Production Data in the Brazil Amazon”, *Discussion Papers in Economics and Business*, 査読無、09-11、2009、pp.1-11

④ Maggie Ciaoyang Chen, Tsunehiro Otsuki and John Wilson, “Standards and Export Decisions: Firm-Level Evidence from Developing Countries”, *Journal of International Trade and Economic Development*, 査読有、17(4)、2008、pp.501-523

⑤ John S. Wilson and Tsunehiro Otsuki, “Regional Integration in South Asia: What Role for Trade Facilitation?”, *World Bank Policy Research Working Paper*, 査読有、#4423、2007、pp.1-35

[図書] (計2件)

① 大槻恒裕、第9章「環境と開発」、大阪大学出版会、国際公共政策学入門、高阪章編、2008、pp. 231-260

② John S. Wilson and Tsunehiro Otsuki、Macmillan India Ltd.、 “Cutting Trade Costs and Improved Business Facilitation in South Asia” in Sadiq Ahmed Ejaz Ghani eds. *South Asia: Growth and Regional Integration*, 2007、pp. 236-270

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

大槻 恒裕 (OTSUKI TSUNEHIRO)

大阪大学・大学院国際公共政策研究科・准教授

研究者番号：40397633