

科学研究費補助金研究成果報告書

平成 22 年 4 月 22 日現在

研究種目：若手研究（B）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19780166
 研究課題名（和文）アジア途上国農村におけるバイオ燃料生産とその持続可能性に関する研究
 研究課題名（英文）Study on the potential of bio-fuel production and the sustainability of developing countries in Asia
 研究代表者
 丸山 敦史（MARUYAMA ATSUSHI）
 千葉大学・大学院園芸学研究科・准教授
 研究者番号：90292672

研究成果の概要（和文）：本研究課題は、フィリピンを事例としてバイオ燃料作物の生産実態を把握し、農家への意識調査の結果を踏まえて、環境と経済の両面で持続可能な燃料作物生産政策の要件を明らかにするものである。フロンティア生産関数を用いた分析では、サトウキビ栽培における農家間の技術的効率性の差異は小さく、技術普及といったソフト面での増産政策の効果は小さいことが示された。他方で、ココナツ栽培については農家間の技術的効率性の差異は大きいこと、従って、施肥や除草などの生産管理面で改善の余地があること、しかし、高樹齢木の更新といった投資が長期的には避けられないことが分かった。また、バイオ燃料に関する農家の知識水準には地域間、作目間で大きな違いは見られなかったが、バイオ燃料の利用推進に対する農家態度は一様でなく、住民意識の多様性を考慮した振興政策が望ましいことが示唆された。

研究成果の概要（英文）： This study examined the production structure of energy crops, such as sugarcane and coconuts, in the Philippines, and discussed political conditions to achieve the goal of sustainable production of the crops in terms of the environment as well as economic development. The results of frontier production analyses show that technical extension policies, like production training programs, for sugarcane farmers is not effective so much since the average of technical efficiencies has already reached high. On the other hand, the technical efficiency of coco-farmers is relatively low, and therefore, the good practices of coco-farming should be spread among them. The root problem of coco-production, however, is the age of coconut trees. Old trees should be replaced by young ones to increase production sustainably in the long-run. Furthermore, we should pay special attention to farmers' perception of biofuel and their constraints for production increase.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	800,000	0	800,000
2008年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2009年度	1,000,000	300,000	1,300,000
総計	3,200,000	720,000	3,920,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業経済・農業経済

キーワード：(1)バイオ燃料 (2)フィリピン (3)農家調査 (4)農家意識 (5)生産分析
 (6)サトウキビ (7)ココナツ

1. 研究開始当初の背景

(1) 地球温暖化の抑制方法として、また、石油価格の高騰や、石油資源の偏在とその供給不確実性から生じる損害の軽減策として、世界各国でバイオ燃料の利用が推進されている。

(2) 特に途上国では、農村の経済発展という側面でバイオ燃料に対する大きな期待がある。バイオ燃料の原料となる農作物（燃料作物）の生産に比較優位のある国では、エタノール貿易による外貨獲得や投資機会創出の場となる。また、先進国だけではなく、途上国においてもバイオ燃料の国内導入目標が掲げられており、自国内での需要増加が見込まれている。

(3) このようなバイオ燃料ブームは、必然的に燃料作物への需要を拡大させる。技術が進歩すれば、食料供給に影響を与えることなく持続的に生産できる可能性は高い。しかし、短期的には食料との競合や急激な増産過程での環境破壊の問題などが懸念される。

(4) バイオ燃料が真に環境保全的なエネルギー資源になるためには、環境的経済的に持続可能な生産見通しが立たなくてはならない。そのためには燃料作物の生産ポテンシャルを的確に把握するとともに、増産に対する農家意識や生産制約についての情報分析が必要となる。

2. 研究の目的

(1) 本研究では、まず、フィリピンを対象に、バイオ燃料作物（サトウキビ・ココナツ）の生産構造を実証的に分析するための農家調査を実施し、燃料作物の供給可能性について考察する。

(2) 次に、農家意識や経営状況に関わる調査資料を分析し、燃料作物生産の経済・環境持続性について検討する。

3. 研究の方法

(1) 生産分析と農家意識分析に関わるデータは、農家調査により収集する。

(2) フィリピンでのサトウキビの生産は、西東ネグロス州での生産が主体であるが、既に類似の調査が行われていることから、ルソン島における主産地の一つであるバタンガス州を調査地として選定する。

(3) ココナツの生産はフィリピン全土で行われているが、伝統的な生産地であるラグナ州とケソン州で農家調査を行う。

(4) 生産分析ではフロンティア生産関数の推計を、農家意識については記述分析を中心に行う。

4. 研究成果

A：サトウキビ生産について

(1) 表1には、バタンガス州バラヤン市で行った調査の農家属性が掲載されている。98件の農家に対して聞き取り調査を行ったが、不完全回答と単収が著しく高い（低い）異常値を除いた87サンプルを分析対象とした。フィリピンのサトウキビ栽培は50haを越える大規模農家と1ha程度の小規模農家に大別される。大規模農家はネグロス州に多く、バタンガス州のある南タガログ地域では小規模農家がサトウキビ栽培の中心的な役割を果たしている。バラヤン市から得た資料では、同市の農家当たり面積は2.8haであった。本調査の農家は平均で1.6haの農地を保有しているため、市の平均と比べてやや小さい規模の農家が集まったことが分かる。また、同表に掲載されている調査対象の圃場面積（parcel surveyed）とは、生産要素投入量調査の対象とした圃場の面積で、直近に収穫した圃場と対応している。

生産要素投入の特徴は、窒素、労働ともに農家間の差異（変動）がとても大きいことである。それらの変数について変動係数を計算すれば、それぞれ30%と35%となった。圃場の地力や、（化学肥料は高価なため）農家の購買力の違いが反映されているものと思

表1 サンプルの属性(バタンガス州バラヤン市)

Variables	Mean	St.Dev
Land area		
Total sugarcane (ha)	1.63	1.40
Parcel surveyed (ha)	1.11	0.60
Inputs per hectare		
Yield (ton/ha)	73.9	15.7
Capital ('000P/ha)	8.89	9.87
Nitrogen (kg/ha)	218.8	82.4
Labor (day/ha)	129.8	39.6
Tenancy		
Sharecropper (cunt., %)	31	35.6
Fixed rent payer (cunt., %)	27	31.0
Soil type		
Sandy loam (cunt., %)	78	89.7
Farmers w/ non-agric. Income (cunt., %)	36	41.4
Other characteristics		
Age (yrs)	56.8	13.2
Education (yrs)	6.57	3.40
Sugarcane farming years (yrs)	39.2	15.9
Farmers' assoc. member (cunt., %)	20	23.0
Training program attend (cunt., %)	18	20.7
Sample size	87	

われる。

(2) 表2には、確率的フロンティア生産関数の推計結果が掲載されている。フロンティアの生産構造が平均的な生産構造と統計的に異なることが示されれば、生産管理と要素投入を適切に行うことにより平均単収を引き上げることが可能になる。なお、生産関数にはコブダグラス型を想定した。

フロンティア生産関数は主に土地と労働によって決定されており、地域(村)や土地所有形態、経験年数(年齢に対する比率として定義)の影響も受けている。サトウキビ栽培の場合、労働力は主に収穫に関わって投入される。従って、投下労働が多い=収穫が多いという関係が期待されるが、現実のデータは単純な線形関係を示さない。例えば、除草の労働投入量には農家間の差異が大きく、収量変動の一部を説明している。統計的に有意である土地と労働の係数の和をとり、規模の経済性について検定したところ、和は1と統計的に区別がつかないことが分かった。

(3) 技術的効率性に関係した確率変数の分散(σ_u)についてみると、統計的に0と有意に異なっている。これは、計測されたフロンティア生産関数と、通常の(平均的)生産関数が統計的に異なるものであることを示している。各観測値のフロンティア生産関数からの乖離度(技術的効率性TE、0以上1以下の値を取り、1に近いほど効率的)の分布は図1ようになった。TEの平均値は0.88と高く、農家間の技術的差異はあまり大きくない。これは、サトウキビの栽培工程が比較的

表2 確率的フロンティア生産関数の推計結果

Variables	Coef.	p-value
Conventional Inputs (log transformed)		
Land area α	0.628	0.000
Nitrogen β	0.055	0.198
Capital γ	-0.001	0.828
Labor δ	0.356	0.000
Characteristics		
Village dum 1 (Magabe=1)	0.158	0.000
Village dum 2 (Tactac=1)	0.204	0.003
Share tenant (=1)	-0.135	0.002
Farming years (ratio to Age)	-0.106	0.269
Constant	1.002	0.000
$\ln(\sigma_v^2)$	-4.491	0.000
$\ln(\sigma_u^2)$	-4.042	0.000
LLR test of $\sigma_u=0$	3.540	0.030
Model fitting		
Log likelihood	36.02	
AIC	-50.04	
Parameter restriction		
$\alpha+\delta=1$	0.10	0.76
Sample size	87	

a) Robust standard errors is used to calculate p-value.

単純であり、農家の技術的差異が現れにくいためであろう。調査地区の生産量は、農家間の技術格差がなくなることで単収を1割程度増加させることが(理論上)可能であるが、同時に、大幅な増収を達成させるためには生産要素投入量の増大、もしくは新品種の導入といった技術革新が必要であることを示している。

フィリピンでは、バイオエタノールの普及はバイオディーゼルに比べて進んでいない。輸送用燃料をバイオ燃料に置き換えていくというフィリピン政府の方針を達成するためには、大幅な増産が必要であることが指摘されている。既存栽培技術の適切な実施といったソフト面での対策に増産効果が少ないとすれば、サトウキビの生産拡大施策は栽培面積の拡大といった方法に頼りがちになる。環境持続性の観点からの十分な配慮が必要なることは言うまでもない。

(4) 表3には、農家の環境知識や増産に対する農家態度に関わる調査結果がまとめられている。環境親和的な生産を行うためには、環境保護に対する農家意識の高さが必要である。集計結果をみると地球温暖化やバイオ燃料について、回答者の過半数が認知していることが分かる。主な情報源はマスメディアということであったが、バイオ燃料については燃料作物の買い付け(契約や新規栽培要請を含む)に由来する企業担当者からの情報提供も行われていた。注目すべきは、地球温暖化とバイオ燃料の認知度に比べ、それらの関連性についての認知度は大幅に低くなることである。即ち、サトウキビがバイオ燃料の原料となることは知られているものの、それが温暖化対策になりうることまでは、平均的(典型的)生産者には理解されていない。

同表の下段には、サトウキビの増産に関わる生産者サイドの心理的制約要因について調査した結果である。まず、サトウキビは元来砂糖として使われるものであり、粗糖を用

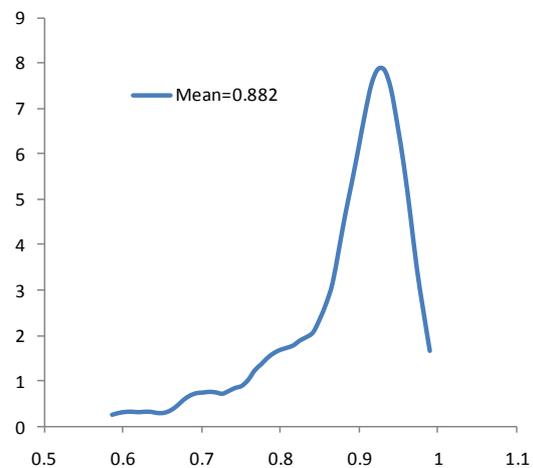


図1 技術的効率性の分布

いた食品はフィリピンの伝統的な食文化の一つである。廃糖液からエタノールが生産されている場合は食品との競合問題は大きくないが、エタノール生産の観点からは効率的ではない。他方で、糖蜜からの生産の場合は、エタノールを効率的に産出できるが、砂糖の生産量が減ってしまう。この様なケースにおける農家の心理的抵抗を調査したところ、多くの農家にとって大きな問題として捉えられていないことが分かった。

次に、サトウキビの市況が良くなった場合、どのような行動がとられうるかについて検討する。集計結果をみると、生産の拡大の意向を持つ人は少数であることがわかる。サトウキビに転換可能な農地を持つ農家は少なく、農地の拡大が容易に出来ない状況を反映している。他方で、生産を増加させるという農家については、直ぐに生産を増加させたいとする人が最も多い。肥料投入が少なくとも生産が可能なこと、余剰の労働力があり収穫時の労働制約が強くないことから、農地取得に制約が少ないならば増産に移行しやすいのであろう。これらの結果は、増産に対する農家の積極的な姿勢と、その実現には農地取得の面で金銭的制度的サポートが不可欠であることを示している。

B: ココナッツ生産について

(1) 表4には、ラグナ州サンパブロ市とケン州サリヤヤ市で行った調査によって得られたココナッツ農家の属性がまとめられている。それぞれ20件ずつの農家から聞き取

表3 バイオ燃料等に対する農家知識と農家行動

Items	Freq.	(%)
a) Have you heard of 'global warming'?		
Yes, very well	8	(8.2)
Yes, somewhat	51	(52.0)
No	39	(39.8)
b) Have you heard of 'biofuels'?		
Yes, very well	11	(11.2)
Yes, somewhat	49	(50.0)
No	38	(38.8)
c) Are you aware of the relationship between biofuels and global warming?		
Yes, very well	2	(2.1)
Yes, somewhat	33	(35.1)
No	59	(62.8)
d) Do you agree that sugarcane should be used as biofuel, not for sugar?		
Yes, strongly	35	(36.5)
Yes, somewhat	48	(50.0)
No, not so strongly	8	(8.3)
No, not at all	5	(5.2)
e) Reaction to rising sugar prices		
Immediately increase area planted	19	(19.8)
Increase, but wait for at least a year	5	(5.2)
Increase, but wait for a couple of years	3	(3.1)
No intent to increase area planted	69	(71.9)

り調査を行い、不完全回答を除いた37件を分析対象とした。サンパブロ市のサンプルは比較的大きな規模の農家であり、他方、サリヤヤ市のサンプルの規模は小さいという特徴がある。しかし、ここでは村別の集計は省略する。サンプル全体の平均栽培面積は9ha程度、ha当たり単収は5.6トンであった。この数字は2008年のフィリピン全土の平均反収4.5トン(FAOSTAT)よりやや大きい。しかし、データの分散が大きいため、統計的に有意な差ではないだろう。

平均年齢は、バラヤン市のサトウキビ農家のサンプルと比べほぼ同じであるが、教育年数が高く、栽培経験が短いという特徴がある。これは、ココナッツ農家のサンプルには、大規模農家で比較的生活水準の高い農家が含まれていることによる。また、ココナッツからの収入は全農業収入の75%を占めており、その他の農業収入は、ココナッツ栽培の間作として栽培されている果実や野菜から構成されている。

(2) 表5には、ココナッツ栽培の生産要素投入の状況がまとめられている。ここでは、サリヤヤ市での調査から得られた資料のみを用いている。サンパブロ市の農家は経営規模が大きく、ケアテイカーと呼ばれる農園管理人に農作業を任せていることが多いため、農家自体が生産要素投入量について十分な情報を持っていないことが多く、十分な調査が出来なかった。

調査対象とした園地の平均面積は2haであり、様々な樹齢のココナッツが栽培されてい

表4 サンプル属性(ラグナ州サンパブロ市・ケン州サリヤヤ市, N=37)

Items	Unit	Means
Coconuts production area	ha	9.17
		<26.6>
Coconut yeild per ha	t	5.63
		<2.06>
Gender: male	%	86.5
Age	yrs	55.9
		<10.4>
Educational level	yrs	8.97
		<3.72>
Farming experience	yrs	30.1
		<15.4>
Traning prog. participant	%	45.9
Household size	prsns	4.73
		<2.27>
Non-agricultural income	000P	125
		<144>
Agricultural sales: total	000P	277
		<668>
: share of coconuts	%	75.4
		<28.6>
: sare of other crops	%	19.0
		<24.2>
: share of livestock	%	0.06
		<0.17>

Note: The figures in <> are standard deviations.

る。0-8年の木はいわゆる未成園であり、60年を越えると1本あたりの収穫数量が落ちる。間作として一般的なのはパパイヤなどの果実である。労働投入の殆どが収穫のために用いられており、雇用労働の形式を取ることが多い。なお、肥料の投入については、投入そのものが殆どなく、間作のために用いられたものとの区別が難しいため分析から外している。更に、塩素源として塩の散布が行われることが多いが、ココナッツ協会からの無償提供となっていることもあり、数量把握が適切ではない農家が多かった。

この様にココナッツ栽培は、サトウキビと比べても粗放的な面が強く、高度な管理作業を行わなくともある程度の収穫が得られる。その反面、単収の農家間変動は大きく、何らかの要因がこれを決定していると思われる。そこで、労働と栽培面積を投入要素とした生産モデルで、ココナッツ栽培の技術的効率性を推計する。但し、サンプルが19と少ないため、確率モデルではなくノンパラメトリックな手法であるDEA(Data Envelopment Analysis)を用いることとする。なお、生産構造としてはCRS(Constant Return to Scale)を仮定した。

(3) 表6には、算出されたTEの分布が示されている。TEの平均値は0.68と低く、効率的な農家は3件のみであった。少数サンプルであるため安定的な分析結果が得られないが、効率的な農家には、樹齢の若い木を持っている農家が多い。木の更新には時間がかかるという条件の下で多くの農家が行うためには、新植に対する補助を一層強化す

表5 調査農家のココナツ生産概要(ケソン州サリヤヤ市, N=19)

Items	Unit	Mean or %-share	
Farm size	ha	2.03	<2.06>
Land owner	%	47.4	
Tree age: 0-8yrs	%	14.0	<18.8>
: 9-29yrs	%	21.5	<36.6>
: 30-59yrs	%	27.1	<37.9>
: 60yrs+	%	37.4	<45.2>
New variety ^(a)	%	0.21	
Intercrops: Banana	%	36.8	
: papaya	%	10.5	
: mando	%	5.26	
: citrus	%	5.26	
: other fruits	%	10.5	
: vegetable	%	15.8	
Planting intercrops	%	68.4	
Labor use for coconuts farming			
: total	hr/ha	203.0	<72.0>
: for bearing trees	hr/ha	192.4	<73.8>
: for harvest	hr/ha	147.8	<54.0>
: hired labor	hr/ha	146.0	<68.1>

Note: The figures in <> are standard deviations. (a) % share of farms planted with hybrid variety

表6 技術的効率性(TE)の分布(ココナツ、DEA)

TE level		Freq.
0-0.29	1	★
0.30-0.39	1	★
0.40-0.49	2	★★
0.50-0.59	4	★★★★
0.60-0.69	3	★★★
0.70-0.79	2	★★
0.80-0.89	1	★
0.90-0.99	2	★★
1	3	★★★
mean		0.676

る必要がある。さらに、栽培管理面で農家間の格差を小さくし、平均的な生産量を引き上げる政策も必要である。

(4) 表7には、農家のココナツの生産性に関する見通しと、バイオ燃料に対する知識の集計結果が示されている。質問Aではヘクタール当たりのココナツの数量変化の回答を、今後5年間上昇傾向にある(3点)、変わらない(2点)、下降傾向にある(1点)として、得点化したものである。収穫される数量には大きな変化はない。他方で質問Bの結果は、一つの果実の大きさが今後小さくなると予想されていることを示した。木の高樹齢化によるものと思われる。フィリピンでは現在、バイオディーゼルの自給が達成されていない。この状況での将来生産量の減少は、バイオ燃料の持続的な需給システムを構築する上で大きな障害になろう。

質問C~Eは、バイオ燃料に関する事柄の知識(認知度)を測ったものである。0~3までの4段階で評価している。得点の分布を見ると、サトウキビ農家のケースと同じく、バイオ燃料と地球温暖化の関係まで認知している農家が少ないことが分かる。啓蒙活動の必要性を示している。その他の項目では、サ

表7 ココナツ生産見通しとバイオ燃料に対する農家知識

Questions	Mean
A Perception of trend of average per-hectare yield of your farm in the Next	2.135
B Perception of trend of average size of nuts of your trees in the Next 5 yrs	<0.855>
C Have you heard of 'global warming'?	1.027
D Have you heard of 'biofuels'?	<0.726>
E Are you aware of relationship between biofuels and global warming?	1.703
F Coconuts are usually used for food, and it can be used as biofuel. Do you agree	<1.288>
	1.676
	<1.226>
	0.838
	<1.041>
	1.595
	<1.384>

Note: Scale of responses are 3-upward, 2-no change and 1-downward for question A and B, while 3-Yes, very much, 2-Yes, somewhat, 1-No, not so much and 0-No, not at all for the question C to F. Figures in <> are standard deviation.

トウキビ農家との間に大きな差異は見られなかった。

設問Fは、ココナッツをバイオ燃料に用いることの心理的制約を測るものである。平均得点は1.60となっている。サトウキビのケースについて同様の得点化を行い平均値を算出すれば0.33となり、大きく異なっていることが分かる。燃料作物の振興策を実施する際は、このような農家の意識の多様さを反映させる必要がある。

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1件)

- ① A. Maruyama, A.P. Aquino, X.B. Dimaranan, S. Kai. Potential of Biofuel Crop Production in the Philippines: A Preliminary Analysis. HortResearch, 63, 2009, 67-76.

〔学会発表〕(計1件)

- ① S. Kai, A. Maruyama, M. Kii, A.P. Aquino. Sugarcane Production of Small-scale farmers and their attitude toward Biofuel, the 6th conference of the Asian Society of Agricultural Economists, August 28-30th, 2008, Manila, the Philippines

6. 研究組織

(1) 研究代表者

丸山 敦史 (MARUYAMA ATSUSHI)

千葉大学・大学院園芸学研究科・准教授

研究者番号：90292672