

機関番号：12601

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2009～2010

課題番号：21780203

研究課題名（和文） 農家の価格反応行動および環境負荷を考慮した国際油糧種子・植物油市場に関する分析

研究課題名（英文） The Analysis of International Vegetable Oil Market with Price Responsiveness of Farmers and Environment Burden

研究代表者

松田 浩敬 (MATSUDA HIROTAKA)

東京大学・サステナビリティ学連携研究機構・特任講師

研究者番号：50451901

研究成果の概要（和文）：本研究は、国際農産物需給が逼迫するなかで、特に開発途上国に依存する比重が増大すると考えられる油糧種子・植物油生産に関して、バイオ燃料を含む国際油糧種子・植物油市場の開発途上国における油糧種子・植物油作物生産への影響をインドネシアを対象に分析することを目的とした。特にインドネシアの北スマトラ州を事例に、パーム搾油産業の市場構造を踏まえた上で非対称価格伝達のフレームワークを用い分析を行い、搾油企業から農家へと価格交渉力が変化していったことを明らかにした。

研究成果の概要（英文）：The purpose of this study analyzes effects of international vegetable oil market to vegetable oil plants productions in developing countries by focusing on Indonesia case since vital role of developing countries in vegetable oil plants productions is projected in tightening international vegetable oil market. Using concept of APT (Asymmetric Price Transmission) after understanding the structure of palm oil industry in Indonesia, it is shown that market power moved from palm oil milling companies to farmers.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,300,000	390,000	1,690,000
2010年度	1,300,000	390,000	1,690,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,600,000	780,000	3,380,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：農業経済学

キーワード：国際農業

1. 研究開始当初の背景

世界の植物油生産量は 128.24 million metric ton (2007/08 年見込み、USDA(2008), Oil Crops Year in Review: U.S. Soybean Demand Powered by Record 2006/07 Supply.) に達するが、このうちの 65.5%が、パーム油・パーム核・大豆油によって占められている。近年、i.ブラジル・ロシア・中国・インドの BRICs 諸国や後発の開発途上国の経済発展・人口増大に伴った飼料・食料需要の増大、および ii. バイオ燃料導入による需要の増大により国際食料需給の逼迫が指摘される。更に、iii. 地球温暖化に起因する天候不順・適作地の変化、あるいは水資源の枯渇や塩害・化学肥料および農薬の多投による土壌劣化といった要因により今後の生産を不確実なものとしている。生産に関する不確実性 iii. を所与としつつ、i.、ii. による油糧種子・植物油に関する需要の増大が見込まれるわけだが、これに対応した生産のほとんどは、OECD 加盟国以外の開発途上国によって行われる。2017/18 年時点でみると、世界油糧種子生産 383.2 百万 t のうち非 OECD 諸国の生産量は 244.6 百万 t であり、同植物油生産量 143.5 百万 t に対して、非 OECD 諸国の生産量は 110.7 百万 t に達する。油糧種子生産は、ブラジル、アルゼンチン、中国が主要産地であり、これにパーム油、パーム核油の中心生産国であるマレーシア、インドネシア、フィリピンが加わる。すなわち、油糧種子・植物油生産は開発途上国経済に大きな影響力を有するとともに、農村経済の改善を通じた貧困削減に寄与する可能性が大きい。

しかしながら、国際農産物市場の価格変動の開発途上国農産物市場への波及 (Price Transmission) には非対称性 Asymmetric Price Transmission (APT) が伴う。すなわち国際農産物市場での価格変化に対応する開発途上国農産物市場の価格変化の大きさ・方向が一時的に異なり、その後本来の均衡価格へと収束するのである。これは、開発途上国農産物市場における、政策・不完全競争市場・流通経路の未整備等による歪みに起因する。開発途上国の農業生産者は、この価格変化をシグナルとして作付けを行うこととなる。油糧種子・植物油生産のなかでもパーム油生産は、樹木による生産であるため、価格シグナルに対する迅速な反応は困難であり、いわば不可逆性が高い。また、その他の作物も価格の上昇シグナルにより新たに開墾するなどした場合も同様である。

2. 研究の目的

本研究の目的は、地球温暖化に起因する天候不順・適作地の変化、あるいは水資源の枯渇や塩害・化学肥料および農薬の多投による

土壌劣化といった要因による生産における不確実性を所与として、ブラジル・ロシア・中国・インドの BRICs 諸国や後発の開発途上国の経済発展および人口増大に伴った飼料・食料需要の増大、およびバイオ燃料導入により、国際農産物需給が逼迫するなかで、特に開発途上国に依存する比重が増大すると考えられる油糧種子・植物油生産に関して、バイオ燃料を含む国際油糧種子・植物油市場の開発途上国における油糧種子・植物油作物生産への影響をインドネシアを対象に分析することである。

3. 研究の方法

国際農産物市場の価格変動の開発途上国農産物市場への波及 (Price Transmission) には非対称性 Asymmetric Price Transmission (APT) が伴う。すなわち国際農産物市場での価格変化に対応する開発途上国農産物市場の価格変化の大きさ・方向が一時的に異なり、その後本来の均衡価格へと収束するのである。これは、開発途上国農産物市場における、政策・不完全競争市場・流通経路の未整備等による歪みに起因する。開発途上国の農業生産者は、この価格変化をシグナルとして作付けを行うこととなる。油糧種子・植物油生産のなかでもパーム油生産は、樹木による生産であるため、価格シグナルに対する迅速な反応は困難であり、いわば不可逆性が高い。また、その他の作物も価格の上昇シグナルにより新たに開墾するなどした場合も同様である。本研究では、国際油糧種子・植物油市場の開発途上国市場への影響を、インドネシアを対象に、近年蓄積の進む APT のフレームワークを用い、適宜、現地調査で補足しながら分析する。

4. 研究成果

(1) インドネシアにおけるパーム搾油産業

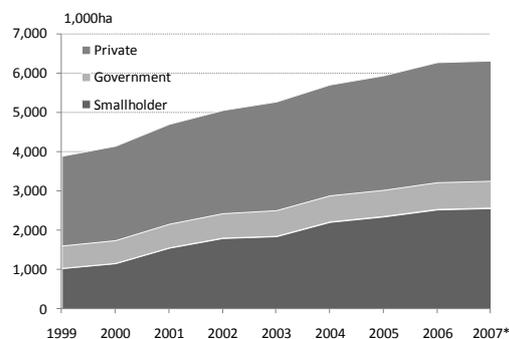


図1 パーム・プランテーションの作付面積

出所：BPS, Indonesian Oil Palm Statistics 2007
註：2007年は速報値。

インドネシアにおけるパーム果房 (Fresh Fruit Bunches, FFB) の生産者は小農、私企業、政府の3種類に区分できる。私企業や政府は労働者を雇用してFFB生産を行う。収穫されたFFBは1~2日以内に搾油工場に輸送される。FFBは生鮮品であり、日がたつと品質が劣化したり油分の低下につながるため、収穫後速やかに搾油されなければならない。私企業や政府は搾油工場を所有しており、自らのプランテーションで収穫されたFFBのほとんどは自らの搾油工場に輸送される。小農は一定の収穫量がある場合は、直接搾油工場にFFBを納入することができるが、小規模な場合は中間業者に販売し、中間業者が一定数量以上にまとめて搾油工場に販売する。実地調査では、最低販売量が定められている地域があり、その場合は1回の販売量が15トン未満だと直接工場に販売することはできず、中間業者に販売しなければならない。また、搾油工場の子会社に一定の料金を支払うことで小農が直接工場に販売することができるという仕組みを採用している地域もある。ただし、その場合はトラック等の比較的大型の輸送手段がなければ工場に直接輸送できないことから、直接販売できるのは比較的大規模な農家に限られ、小規模な農家は中間業者に販売することになる。

図1は1999年から2007年までの小農、私企業、政府のプランテーションにおけるパームの作付面積を表したものであり、2000年から2001年、2003年から2004年にかけて小農および私企業の作付面積が急増していることがわかる。一方、政府のプランテーションは期間を通じてあまり変化がみられない。このことから、2000年以降の作付面積の急拡大によりFFBの供給が増加し、搾油工場の数も増加したと推測することができよう。実際の搾油工場の数を限られたデータで確認すると、インドネシア全体では1990年に82の搾油工場が存在していたが、1993年には155、1995年には179と増加し、2004年には229、2005年には249となっている。2003年における北スマトラ州の搾油工場数は66で、2004年には90、2005年には116に増加している。今日ではプランテーションを持たない工場も増加しており、スマトラ島のジャンビ州では2005年時点で9つの搾油工場のうち6つがプランテーションを持たないものであるとされる。こうした工場は政府が所有する工場よりも高いFFBの買い取り価格を提示することが可能である。これは、プランテーションを開始し運営するための費用が不要であるためである。また、インドネシア・パーム・プランテーション農家連盟 (Apkasindo) はパーム原油 (Crude Palm Oil, CPO) 生産を最適化するためにさらに119の搾油工場が必要であるという推計を発表している。これは

2005年時点のFFB生産量を基準にすると470ほどの搾油工場が必要であるということを示しており、今後搾油工場の数はさらに増加するものと考えられる。

以上の検討から、北スマトラ州におけるパーム搾油産業の市場構造は、特に2000年以降の競争的な環境の実現により、搾油工場にFFBの価格交渉力があるというよりは、農家あるいは中間業者といったFFBの売り手に交渉力があることが推察される。

(2) 非対称価格伝達の推計

世界最大のパームオイル生産国であるインドネシアでは、2005年時点でパーム・プランテーションの面積が全国土の76.5%を占める。中でも、北スマトラ州のパーム油生産能力が最大であり、2005年にはインドネシア全体の搾油能力の40%以上を占めている。

本研究では、国際植物油市場におけるパームオイル価格がパーム椰子農家に与える影響を把握することを目的に、北スマトラ州のパーム搾油産業における価格伝達について推計した。特に、投入物価格と産出物価格の差であるマージンが増大するようなショックと減少するようなショックに対して、産出物価格の調整速度が対称的であるかという観点から、非対称価格伝達の有無について実証分析を行った。非対称価格伝達の推計には (Momentum) Threshold Autoregressive ((M-)TAR) モデルを用いた。

非対称価格伝達の実証分析にはパーム搾油工場のFFB購入価格 (p_b) およびパーム果実換算のCPO工場搬出価格 (p_s) を用いた。FFB購入価格はPT Smart社のデータを使用した。CPO工場搬出価格はMaryadi et al.による次の方程式を用いて算出した。

$$p_s = FOB_{CPO} \times FOB_{PKO} \times CR_{PKO} \quad (i)$$

ただし、 FOB_{CPO} 、 FOB_{PKO} はそれぞれCPOのFOB価格、PKOのFOB価格を表し、 CR_{CPO} 、 CR_{PKO} はそれぞれCPOおよびPKOの搾油率 (1単位のFFBから抽出できるCPO、PKOの割合) を表す。搾油率はパームの樹齢によって変化するが、スマトラ島におけるパーム栽培は植民地時代から続く長い歴史を持っており、カリマンタン島やその他の新興地域と比較して生産性の高い樹齢10年以上の樹木が多いことから、法令で規定された搾油率の中でもっとも生産性の高い樹齢10年から20年の搾油率を採用した。すなわち、 $CR_{CPO}=21.25\%$ 、 $CR_{PKO}=5.0\%$ である。FOB価格はPT Smart社のデータを用いた。これはベラワン港におけるFOB価格を表すものである。 p_b および p_s は1999年1月から2008年12月までの月次データであり、サンプル数は120である。

搾油費用が期間を通じて一定であると仮定すると、 t 期における p_b と p_s の関係は次のように表せる。

$$p_{s,t} = p_{b,t} + \cos t \quad (\text{ii})$$

Engle and Granger によると、 $p_{s,t}$ および $p_{b,t}$ が非定常過程であり、 $\Delta p_{s,t}$ および $\Delta p_{b,t}$ が定常過程である場合、すなわち、1 階差定常過程 (I(1)過程) である場合、 $p_{s,t}$ を $p_{b,t}$ に回帰したときの係数はバイアスを持ち、みせかけの相関を示す。しかし、その残差系列が定常過程であれば、 $p_{s,t}$ および $p_{b,t}$ は共和分関係にあると言われる。したがって、 $p_{s,t}$ および $p_{b,t}$ の単位根検定と共和分検定を行わなくてはならない。なお、以下では両変数に対数をとって分析を行った。 $\ln p_{s,t}$ および $\ln p_{b,t}$ に関する単位根検定の結果から、両変数は I(1)過程にある。よって、 $\ln p_{s,t}$ を $\ln p_{b,t}$ に回帰した次式はみせかけの相関を示している可能性がある。ただし、括弧内は t 値を表す。

$$\ln \hat{\rho}_{s,t} = 1.118 + 0.869 \ln \hat{\rho}_{s,t} + \hat{\mu}_{s,t} \quad (\text{iii})$$

(10.46) (52.78)

Enders and Siklos による TAR モデルは、(iii)式における残差系列を用い、次式において共和分検定を行う。

$$\Delta \mu_t = I_t \rho_1 \mu_{t-1} + (1 - I_t) \rho_2 \mu_{t-1} + \sum_{i=1}^T \gamma_i \Delta \mu_{t-i} + \varepsilon_t \quad (\text{iv})$$

$$I_t = \begin{cases} 1 & \text{if } \mu_{t-1} \geq \tau \\ 0 & \text{if } \mu_{t-1} < \tau \end{cases} \quad (\text{v})$$

ただし、 I_t はヘビサイド指示関数、 τ は Chan による閾値の超一致推定量を表す。また、 ε_t は

$$E(\varepsilon_t) = 0, \quad E(\varepsilon_t^2) = \sigma^2, \quad E(\varepsilon_t \varepsilon_j) = 0 \quad (t \neq j) \quad (\text{vi})$$

を満たすホワイトノイズ攪乱項である。また、定常過程であるための必要十分条件は次の通りである。

なお、 T はラグ次数であり、(vi)式および $\rho_1 < 0, \rho_2 < 0, (1 + \rho_1)(1 + \rho_2) < 1$ for any τ を満たすときの BIC (Bayesian Information Criteria) を最小にする値として求められる。共和分検定は $\rho_1 = \rho_2 = 0$ を検定することで行われる。すなわち、 $\rho_1 = \rho_2 = 0$ が棄却されれば $p_{s,t}$ と $p_{b,t}$ は共和分関係にあることが示される。

非対称価格伝達は ρ_1 と ρ_2 の絶対値の大きさを比較することで検定することができる。 $\rho_1 = \rho_2$ が棄却され $|\rho_1| < |\rho_2|$ であれば、均衡誤差からの負の乖離の方が正の乖離よりも急速に調整されることを示すため、マージンが増加するようなショックよりもマージンが減少するようなショックに対してより急速な調整が行われる。すなわち、下方硬直的な価格伝達を示しており、正の非対称価格伝達と呼ばれる。逆に、 $\rho_1 = \rho_2$ が棄却され $|\rho_1| > |\rho_2|$ であれば、均衡誤差からの正の乖離の方が負の乖離よりも急速に調整されることを示すため、マージンが減少するようなショックよりもマージンが増加するようなショック

に対してより急速な調整が行われる。すなわち、上方硬直的な価格伝達を示しており、負の非対称価格伝達と呼ばれる。

一方、M-TAR モデルは(v)式における μ を $\Delta \mu$ と置き換えることによって推計される。TAR モデルと M-TAR モデルは Sichel の言う Deepness と Steepness という2つの非対称調整過程に対応するが、いずれのモデルでも $|\rho_1| < |\rho_2|$ であれば正の非対称価格伝達を示し、 $|\rho_1| > |\rho_2|$ であれば負の非対称価格伝達を示す。

(3) 推計結果

(M-)TAR モデルでは、サンプル数が約 50 以下の推計では小サンプル・バイアスが発生する可能性があるため、いくつかの期間区分を行って推計し、総合的に判断する必要があると考えられる。推計結果を示したのが表 2 である。1999 年 1 月から 2000 年 8 月頃までは有意に $|\rho_1| < |\rho_2|$ が成立し、正の非対称価格伝達が趨勢的であるが、2000 年 9 月頃から 2007 年 4 月頃までは有意に $|\rho_1| > |\rho_2|$ が成立し、負の非対称価格伝達が趨勢的であり、それ以降は再び正の非対称価格伝達に向かうように考えられる。すなわち、期間中の初期においては下方硬直的な価格伝達が行われ、それが 2000 年 8 月頃から上方硬直的な価格伝達に変化し、2007 年後半以降は比較的対称的な価格伝達になってきたと判断することができる。

より多くの期間区分で同様の推計を行い、それらを総合してひとつの指標として表したものが図 2 である。ここからも、2000 年 7 月頃までは正の非対称価格伝達となっていたが、2000 年 8 月頃から負の非対称価格伝達に向けて変化し、2002 年 4 月頃から 2007 年 4 月頃までは完全な負の非対称価格伝達が行われて、それ以降は対称的な価格伝達が行われていることが確認できる。1999 年 1 月から 2000 年 7 月頃までの下方硬直的な非対称価格伝達は、パーム油産業に関する既存研究が指摘しているように、相対的に搾油工場が FFB 購入価格の決定力を持っていることと合致

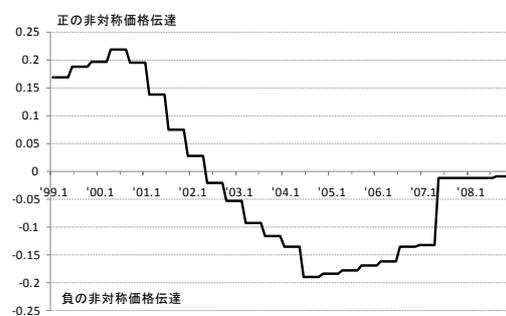


図 2. 非対称価格伝達の推移
出所: 筆者作成

する。しかし、パーム油の国際価格の上昇とそれともなうパーム油需要の増大により、パーム作付地域が拡大するとともに搾油工場が増加し、搾油能力も上昇したため、搾油産業が厳しい競争に晒されるようになり、FFBの売り手（農家）に価格決定権が移行したといえる。これは2000年8月頃から2007年4月頃までの上方硬直的な非対称価格伝達に示されている。また、交渉力が強い方を先導者、弱い方を追随者と考えると、上方あるいは下方硬直的な非対称価格伝達がみられる期間において、先導者の価格上昇により需要が低下すると、追随者は価格を急速には調整しながらなくなり、先導者が価格を引き下げることによって需要が増加すると、追随者は価格を急速に調整することになる。

（4）結論

本研究は、国際農産物需給が逼迫するなかで、特に開発途上国に依存する比重が増大すると考えられる油糧種子・植物油生産に関して、バイオ燃料を含む国際油糧種子・植物油市場の開発途上国における油糧種子・植物油作物生産への影響をインドネシアを対象に分析することを目的とした。特にインドネシアの北スマトラ州を事例に、パーム搾油産業の市場構造を踏まえた上で非対称価格伝達のフレームワークを用い分析を行った。1999年1月から2000年7月頃までの下方硬直的な非対称価格伝達は、相対的に搾油工場がFFB購入価格の決定力を持っていたことを示す。その後、パーム油の国際価格の上昇とそれともなうパーム油需要の増大により、パーム作付地域が拡大するとともに搾油工場数が増加し、搾油能力も上昇したため、搾油産業が厳しい競争に晒されるようになり、FFBの売り手に価格決定力が移行したことが指摘できる。これは2000年8月頃から2007年4月頃までの上方硬直的な非対称価格伝達に示されている。また、交渉力が強い方を先導者、弱い方を追随者と考えると、上方あるいは下方硬直的な非対称価格伝達がみられる期間において、先導者の価格上昇により需要が低下すると、追随者は価格を急速には調整しながらなくなり、先導者が価格を引き下げることによって需要が増加すると、追随者は価格を急速に調整することになる。これはKovenock and Widdowsの議論と適合する。したがって、理論モデルとの関連性が示唆される。

非対称価格伝達の推計と経済理論とのより厳密な関連性の構築は今後の課題である。また、本研究では北スマトラ州を対象としたが、データが利用可能であれば他州との比較が可能になるだろう。さらに、パーム油の輸出国同士の価格伝達の比較や、輸入国同士の比較を行うことで、貿易政策や国際投資に対

する有用な政策的含意を得ることが期待できる。

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2件）

- ①中島亨, アムズル・リフィン, 松田浩敬「インドネシアにおけるオイルパーム市場の成熟化とその効果」農業経営研究, 査読有, 第49巻第2号, 2011, 掲載決定・ページ未定.
- ②Nakajima, T., Ruffin, A., and Matsuda, H., “The Structural Change in Supply-Chain of Indonesia’s Palm Oil Industry Between Farmers and Companies,” *International Oil Palm Conference Proceedings 2010*, 査読有, 2010, 電子媒体のためページ数なし.

〔学会発表〕（計4件）

- ①Nakajima, T., Matsuda, H., and Rifin, A., “The Structural Change in the Supply Chain of Oil Palm – A Case of North Sumatra Province, Indonesia,” *International EAAE-SYAL seminar*, 2010年10月28日, イタリア・パルマ.
- ②中島亨, アムズル・リフィン, 松田浩敬「インドネシアにおけるオイルパーム市場の成熟化とその効果」日本農業経営学会, 2010年9月19日, 秋田(秋田県立大学).
- ③松田浩敬「バイオ燃料は持続可能な社会の構築に貢献できるのか：国際農産物需給を考慮した社会経済分析」ISAP2010 持続可能なアジア太平洋に関する国際フォーラム, 2010年7月12日, 横浜(パシフィコ横浜).
- ④Nakajima, T., Ruffin, A., and Matsuda, H., “The Structural Change in Supply-Chain of Oil Palm Crushing Industry –A Case Study for North Sumatera-,” *International Oil Palm Conference 2010*, 2010年6月2日, インドネシア・ジョグジャカルタ.

〔図書〕（計3件）

- ①Takeuchi, K. and Matsuda, H., UNU-Press, *Biofuel and Sustainability*, 2011, 刊行確定, ページ未確定.
- ②Matsuda, H. and Suzuki, N., UNU-Press, *Biofuel and Sustainability*, 2011, 刊行確定, ページ未確定.
- ③Arai, S. and Matsuda, H., UNU-Press, *Biofuel and Sustainability*, 2011, 刊行確定, ページ未確定.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

松田 浩敬 (MATSUDA HIROTAKA)
東京大学・サステイナビリティ学連携研究
機構・特任講師
研究者番号：50451901

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし