

バイオ燃料の貿易分析

伊藤 豊¹・鶴見 哲也²・馬奈木 俊介³

1 横浜国立大学大学院 国際社会科学研究科
(〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-4)
E-mail: utaka.ito@gmail.com

2 横浜国立大学大学院 国際社会科学研究科 (同上)
E-mail: tetsuya.tsurumi@gmail.com

3 横浜国立大学大学院 国際社会科学研究科 (同上)
IGES (〒240-0115 神奈川県三浦郡葉山町上山口2108-11)
E-mail: manage.s@gmail.com

バイオ燃料（バイオエタノール・バイオディーゼル）が、エネルギー問題・環境問題・地域開発の観点から世界中で注目を浴びている。現在、各国政府および OECD においてバイオ燃料の原料作物にかかる関税をゼロにする方針を決めている。そして、関税を下げて流通を促すことで温暖化対策につなげることを期待されている。しかし既存研究では、関税を下げることでどれだけ流通が促進されるか定量的に把握はされていない。そこで本研究では貿易障壁（関税）がバイオ燃料の原料農作物の輸出量に与える影響を明らかにする。グラビティ・モデルを用いた分析の結果、バイオ燃料の原料農産物輸出量に対する関税の影響は比較的小さく、関税を低くすることだけでは輸出量の増加にはつながりにくいことが示唆される。

Key Words: Biofuel, Gravity model, Trade, Environmental Economics

1. はじめに

バイオ燃料（バイオエタノール・バイオディーゼル）が、エネルギー問題・環境問題・地域開発の観点から世界中で注目を浴びている¹⁾。今後のバイオ燃料の需給関係には、原料農作物の各国間での取引が重要となる。現在、各国政府および OECD においてバイオ燃料にかかる関税をゼロにする方針を決めている。そして、関税を下げて流通を促すことで温暖化対策につなげることを期待されている。しかし既存研究では、関税を下げることでどれだけ流通が促進

されるか定量的に把握はされていない。そこで本研究ではグラビティ・モデルを用いて貿易障壁（関税）がバイオ燃料の原料農作物の輸出量に与える影響を明らかにする。

2. 分析手法

本研究では関税がバイオ燃料の原料となる農産物の影響量にどの程度影響を与えるのかを推定するためにグラビティ・モデルを用いて分析を行う。本

研究で使用するモデルは以下の通りである。

$$X_{ij} = \alpha Y_i^{\alpha_1} Y_j^{\alpha_2} N_i^{\alpha_3} N_j^{\alpha_4} d_{ij}^{\alpha_5} \times \exp\{\alpha_6 \text{Border}_{ij} + \alpha_7 \text{EU}_{ij} + \alpha_8 \text{APEC}_{ij} + \alpha_9 \text{Tariff}\} \quad (1)$$

X_{ij} は*i*国から*j*国への輸出量である。 Y_i は輸出国のGDPである。 Y_j は輸入国のGDPである。 N_i は輸出国の人口である。 N_j は輸入国の人口である。 d_{ij} は輸出入国間の距離である。 Border_{ij} は輸出入国間の国境ダミーである。接している場合は1、接していない場合は0を割り当てる。 EU_{ij} はEUダミーであり、輸出入国がともにEU加盟国であれば1を、そうでない場合は0を割り当てる。 APEC_{ij} はAPECダミーであり、 EU_{ij} と同様に、輸出入国がともにAPEC加盟国であれば1を、そうでない場合は0を割り当てる。 Tariff は取引する農産物に対して輸入国が掛ける関税率である。

ここで、上記のモデルから各説明変数が輸出量に対して与える影響を予想する。まず、GDPに関して説明する。GDPは国全体の生産量を示していると考えられる。そのため輸出国のGDPの増加はその国の農産物の生産量を増加させると思われる。よって農産物の余剰があらたにできた国は輸出量を増やす傾向にあると考えられることから、輸出国のGDPの増加は貿易量に対して正に影響すると予想される。

一方輸入国のGDPが増加した場合、輸入国における農産物の生産量が増加していると考えられる。そのため自国内における農産物の自給の割合が増えるため、輸入する必要が弱くなるため、輸入国のGDPの増加は貿易量に対して負に影響を与えると思われる。

次に人口が与える影響について予想する。人口は国内需要と国内消費を示す。よって輸出国における人口の増加は、その国における需要量と消費量を増加させると考えられるため自給率が低下することから輸出量は減少すると予想される。一方輸入国において人口が増加した場合、輸入国での需要量と消費量も増加すると考えられるため輸出量は増加すると考えられる。

距離は輸送コストを示していると考えられる。よって距離が遠いほどコストが高くなるため、距離が遠いほど輸出量に対して負に影響すると考えられる。国境ダミーについても上記と同様の理由から接している場合（つまり1）のほうが輸出量が多いと考えられる。

EUダミーとAPECダミーでは貿易協定の影響を示している。貿易協定を結ぶことで、その貿易協定を優先して取引を行うため輸出量は増えると予想される。

最後に、今回の主目的である関税（tariff）に関しては、税率が高いほど、輸入国で販売される際の農産物の価格も高くなると考えられるため、関税の増加は輸出量に負に有意な結果が得られると思われる。

3. データ

本研究で用いるデータは1995年から2005年までのブラジル・中国・フランス・ドイツ・日本・インド・インドネシア・イギリス・アメリカの9カ国の22種類の農産物およびディーゼルとエタノールの輸出・輸入量、GDP、人口、2国間の距離、国境ダミー、地域共同体ダミー(EU, APEC)、および関税データである。

各国の農産物の輸出・輸入量は関税国際貿易センターが発行しているPC-TASから採取した。分析に用いた農産物は22種類あり、トマト、さとうきび、ココナッツ、あんず、小麦、とうもろこし、米、もろこし、キャッサバ、大豆、アマニ、ひまわり、ヤシの葉、綿、トウゴマ、ゴマ、てんさい、パーム油、ひまわり油、アブラナ、もみガラ、たばこ（製品前）である。

本研究ではさらに上記の農産物に加え、エタノールとディーゼルの輸出・輸入量もPC-TASから採取し、農産物と同様に本研究のモデルを用いて分析する。各国のGDPと人口のデータは、World BankのWDI (World Development Indicators)から取得

し、関税のデータは WTO²⁾ のウェブサイト上から取得した。2 国間の距離のデータは、Rose (2005) で参照した³⁾。なお、Breusch-Pagan 検定を行った結果、全ての品目において有意な結果が得られたことから本研究ではランダム効果推定法を採用した。

4. 分析結果

分析結果を表-1 に示す。本稿では関税の影響をみることを主な目的としているため、関税の推定結果が有意な農産物のみを載せている。分析対象の 22 種類の農産物のうち、関税で有意な結果が得られたのは、トマト、米、キャッサバ、大豆、ひまわり、ゴム、たばこの 7 種類にディーゼルを加えた 8 種類であった。以下、農産物ごとに関税以外の結果をみ

ていく。トマトの輸出量で有意な結果が得られたのは輸出国の人口と輸入国の人口、EU ダミー、国境ダミーであった。米の貿易量で有意な結果が得られたのは輸出国の GDP、輸入国の GDP、輸入国の人口、国境ダミーであった。キャッサバの貿易量で有意な結果が得られたのは輸出国 GDP と輸入国 GDP であった。大豆の貿易量で有意な結果が得られたのは輸入国の GDP と 2 国間距離であった。ひまわりの貿易量で有意な結果が得られたのは輸出国 GDP と輸入国 GDP、国境ダミーであった。ゴムの貿易量で有意な結果が得られたものは輸出国 GDP と輸出国の人口、輸入国の人口であった。パーム油の貿易量で有意な結果が得られたのは APEC ダミーのみであった。たばこの貿易量で有意な結果が得られたのは輸出国 GDP と輸入国 GDP、輸入国の人口、2

表-1 グラビティ・モデルの分析結果

	トマト	米	キャッサ バ	大豆	ひまわり	ゴム	パーム油	たばこ	ディーゼ ル
輸出国	-1.42	0.82**	-0.81*	0.14	1.194***	-0.68**	-0.57	0.40**	0.55**
GDP	(-1.21)	(2.19)	(-1.82)	(0.39)	(3.80)	(-2.54)	(-1.15)	(2.22)	(2.16)
輸入国	-0.01	-1.73***	1.19**	-0.31	-0.82**	0.51	1.15	0.74***	0.23
GDP	(-0.01)	(-3.03)	(2.06)	(-0.81)	(-2.16)	(1.51)	(1.57)	(3.73)	(0.90)
輸出国 の人口	8.26**	0.74	1.43	-0.67	0.46	1.83***	0.021	0.45	-0.85***
	(2.22)	(1.21)	(1.53)	(-1.01)	(0.88)	(3.67)	(0.03)	(1.49)	(-2.67)
輸入国 の人口	5.83*	1.51*	0.72	-1.49**	-0.50	0.91*	0.40	-0.59*	0.30
	(1.69)	(1.69)	(0.97)	(-2.42)	(-0.86)	(1.85)	(0.49)	(-1.67)	(0.92)
距離	8.23	0.64	2.26	3.05***	-0.120	-0.75	1.26	1.88***	-1.22*
	(1.38)	(0.55)	(0.98)	(2.63)	(-0.08)	(-0.82)	(0.87)	(2.99)	(-1.84)
EU	27.00**	0.43	7.237	1.07	0.38	2.21	0.24	4.13**	-0.44
	(2.04)	(0.16)	(1.11)	(0.28)	(0.11)	(0.82)	(0.06)	(2.13)	(-0.19)
APEC	-1.40	-0.30	2.37	1.82	1.87	-0.17	-3.87*	1.40	0.09
	(-0.54)	(-0.28)	(0.75)	(1.26)	(1.37)	(-0.14)	(-1.68)	(1.64)	(0.11)
Border	3.34***	3.59**	0.96	2.65	3.18*	0.07	-0.73	-0.15	-0.42
	(1.78)	(2.52)	(0.46)	(1.19)	(1.86)	(0.05)	(-0.37)	(-0.12)	(-0.31)
関税	-0.92**	-0.07*	-0.14***	-0.01**	-0.17***	-0.13**	0.07***	-0.02**	-0.06**
	(-2.62)	(-1.82)	(-3.46)	(-1.96)	(-2.78)	(-2.08)	(2.92)	(-2.36)	(-2.07)

() 内はt値を示し、*は90%水準で有意、**は95%水準、***は99%水準で有意を示す。

国間距離，EU ダミーであった。ディーゼルで有意な結果が得られたのは輸出国 GDP，輸出国の人口，2 国間距離であった。

5. 考察

本節では表-1 の分析結果を第 2 節で述べた各変数の予想される結果と対比させて考察を行う。輸出国 GDP で予想される結果と同じ結果が得られた農産物は米，ひまわり，たばこ，ディーゼルであった。輸出国の生産量の増加が輸出量を増加させる要因となったと考えられる。一方反対の結果が得られたのはキャッサバとゴマであった。ゴマとキャッサバは中国が最も生産している農産物である。中国の GDP は近年急激な成長をしており，その結果国内需要が増加したため輸出量が減ったと考えられる。

輸入国の GDP で予想される結果と同じ結果が得られた農産物は米とひまわりであった。輸入国における生産量の増加によって，輸入に依存する割合が減るため，輸出量が減少するものと考えられる。反対の結果が得られた農産物はキャッサバとたばこであった。こちらも同様に中国やインドにおける GDP の増加が国内需要を増加させた結果，輸入量をさらに増加させる要因となったと思われる。

輸出国の人口で予想される結果と同じ結果が得られたものはディーゼルのみであった。人口の増加が国内のエネルギー需要を増加させ，ディーゼルの需要が増加した結果，輸出量が減少したと考えられる。反対の結果が得られた農産物はトマトとゴマであった。

輸入国の人口で予想される結果と同様の結果が得られた農産物は米とゴマであった。人口の増加による需要の増加が，輸入量を増加させる要因となったと考えられる。予想と反対の結果が得られた農産物は大豆とたばこであった。大豆の生産量はアメリカとブラジルで世界の約 6 割を占め，同 2 カ国で輸出量の 7 割を占めている。一方世界の総輸入量のうち中国が約 4 割を占めており，近年さらに増加傾向に

ある。しかし輸入量が 2 番目に多い日本や EU 諸国では輸入量が減少しており，全体的にみると人口の増加は負に影響すると考えられる。また，たばこは近年禁煙への規制が先進国を中心に厳しくなっており，その結果輸入量が減っていると考えられる。

貿易相手国との距離で予想される結果が得られたのはディーゼルであった。コストの増加が貿易量に対して負に影響を与えたと考えられる。一方反対の結果が得られた農産物は大豆とたばこであった。上述したように大豆は中国が最も輸入しており，主要生产国であるアメリカやブラジルから距離が離れていても輸入しているため反対の結果になったと考えられる。EU 加盟国のダミー変数で予想される結果が得られた農産物はトマトとたばこであり，反対の結果は得られなかった。貿易協定の影響によって輸出量が増加したと考えられる。

APEC 加盟国のダミー変数においては予想と同様の結果が得られたものはなく，反対にパーム油の輸出量に対して負に影響を与えることが明らかになった。これはパーム油が新たなバイオディーゼルの原料として期待されていることと，生産量の 85% がインドネシアとマレーシアの 2 カ国で占められていることの二つが理由として考えられる。バイオディーゼルは主に EU 諸国で生産されており，ナタネ油が主な原料である⁴⁾。しかし近年のバイオ燃料市場の拡大と積極的な普及対策がナタネ油の EU 諸国内での供給力を逼迫させており，それを補うものとしてパーム油に注目があつまっている。これがインドネシアとマレーシアの EU 諸国への輸出量を増大させた結果，APEC 加盟国への輸出量が減少し，負に有意な結果として得られたと考えられる。国境ダミーに関して予想と同じ結果が得られた農産物はトマト，米，ひまわりで，予想と反対の結果が得られたものはなかった。距離が近いほどコストが安く，販売価格も安くなることからより多くの農産物が輸出されると考えられる。関税に関しては，パーム油以外，全て予想通りの結果が得られた。関税率が高いほど輸入国での販売価格に上乗せされる費用が増えるため，輸入品の消費量が減ると考えられる。一方でパ

ーム油のように生産地が限られている場合、関税率の高い国において需要が増大すればその国の輸入量が増えるため必ずしも関税障壁にならないケースも考えられる。

本研究ではさらに推定結果を用いて、仮に関税障壁を取り除いた場合、輸出量に対してどれくらい影響があるかを推計した。その結果、トマトは6.154t、米は1.478t、キャッサバは1.356t、大豆は0.174t、ひまわりは1.125t、ゴマは0.862t、たばこは0.472t、ディーゼルは0.578tの輸出量の増加が見込まれる。これらを実際の輸出量と比較した結果、トマトは0.127%、米は、0.007%、キャッサバは、0.065%、大豆は0.00003%、ひまわりは0.013%、ゴマは0.025%、たばこは0.008%、ディーゼルは0.02%の増加が見込まれることが明らかになった。一方で、関税が正に有意な影響を与えるパーム油の場合0.001%の減少が見込まれることが明らかとなった。以上の結果から、全体的にみて関税は各国のバイオ燃料の輸出量を減らす要因となりうるが、影響力はかなり小さいということが考えられる。

6. まとめ

本研究ではグラビティ・モデルを用いて貿易障壁（関税）がバイオ燃料の原料農作物の輸出量に与える影響を検証した。分析の結果、関税はトマト・米・

キャッサバ・大豆・ひまわり・ゴマ・たばこ・ディーゼルの8品目の輸出量に対して統計的に有意にマイナスに働くことが明らかになった。仮に関税障壁を取り除いた場合すなわち関税が0%となった場合を考えると、トマトは0.127%、米は0.007%、キャッサバは0.065%、大豆は0.00003%、ひまわりは0.013%、ゴマは0.025%、たばこは0.008%、そしてディーゼルは0.02%の輸出量の増加が見込まれる。一方、パーム油の関税は統計的に有意にプラスの影響を持ち、貿易障壁を取り去った場合を考えると、0.001%の減少が見込まれることが明らかになった。以上の結果より、バイオ燃料の原料農産物輸出量に対する関税の影響は比較的小さく、関税を低くすることだけでは輸出量の増加にはつながりにくいことが示唆される。

参考文献

- 1) 江徹男,坂内久編『燃料か食料か バイオエタノールの真実』日本経済評論社, 2008 年
- 2) WTO 2007 HP
(http://www.wto.org/english/news_e/news07)
- 3) Rose, A. K.: Does the WTO Make Trade More Stable?, Open economies review., Vol.16, pp.7-22, 2005.
- 4) 松村正利 : バイオディーゼル最前線, 工業調査会, 2006 年.

The Trade Analysis of Biofuel

Yutaka Ito, Shunsuke Managi

Recently, energy and environmental security, and regional development have made biofuel to be crucial issue over the world. Several countries and OECD have made a decision to eliminate tariffs on raw materials for biofuel. However, there is no ex ante empirical studies on how much the tariff elimination promotes trade flows. This study, therefore, explore the effect of tariffs on the export flows of raw materials for biofuel. Using gravity model, we find the effect is relatively small. This implies that relying on tariff elimination is not likely to lead to increase in the export flows.