

バイオ燃料の利用拡大が 環境・経済に及ぼす影響に関する研究

足立信太郎¹・白川博章²・井村秀文³

¹非会員 名古屋大学大学院 環境学研究科都市環境学専攻 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)

²正会員 博士(学術) 名古屋大学大学院 環境学研究科都市環境学専攻 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)

³正会員 工博 名古屋大学大学院 環境学研究科都市環境学専攻 (〒464-8601 名古屋市千種区不老町)

現在、バイオ燃料が環境問題の解決策の一つとして注目されている。バイオ燃料は、カーボンニュートラル・再生可能燃料という2つの特性をもつ。そのため、地球温暖化・化石燃料の枯渇問題に対する有効な方策として各国で推進されている。しかし、一方で燃料用農作物の急増に伴う食料需要との競合問題が懸念されている。本研究では主要なバイオエタノールの原料作物である、米、トウモロコシ、サトウキビ、小麦の4種とその他主要カロリー源の作物4種との計8種を対象に食料需給モデルを構築した。分析した結果、燃料需要と食料需要との競合により、食料価格が大幅に上昇することが分かった。また食料価格が上昇したことにより価格弾力性が大きい地域、即ち経済力の低い地域に食料が十分に行渡らないことが示された。

Key Words : bio ethanole, food demand, food supply, food price, price elasticity

1. はじめに

原油価格の高騰や二酸化炭素排出量の増大を背景として、近年、バイオエタノールに対する需要が急増している。バイオエタノールは、トウモロコシなどの植物から作る燃料で、主に自動車の燃料に用いられている。植物由来のバイオエタノールは、燃やしても二酸化炭素の総量が増えない「カーボン・ニュートラル」のため、京都議定書で義務づけられた二酸化炭素などの排出量抑制に役立つことが期待されている。

また、石油の代替資源として、エネルギー供給の安定化という観点からも注目されている。例えばブラジルでは自動車用燃料として積極的にバイオエタノールの普及に取り組んでいる。特に近年では、フレックス車の販売台数が急激に伸びている。アメリカでも1970年代初頭の石油危機を契機に、バイオエタノールの利用が始まり、近年の石油価格の高騰をうけ、バイオエタノールに対する需要が増加している。ジョージ・ブッシュ大統領は2005年のエネルギー政策法で、エタノールの使用量に関する数値目標を掲げた。2012年には75億ガロンまでに利用量を引き上げていくというものである。

さらに、今後、アジアでは米やサトウキビを、ヨーロッパでは小麦や廃ワインを中心にバイオエタノールを製

造することが政策目標として掲げられている²⁾。

このように、利用量が拡大しているバイオエタノールであるが、その主原料は、上述したような農作物であるため、バイオエタノールの需要拡大による食料需要との競合が懸念されている。

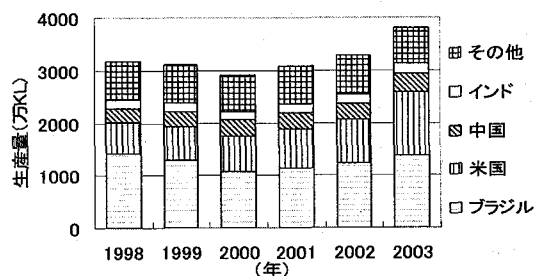


図-1 主要国のエタノール生産量の推移 ³⁾

一方、国際連合食糧農業機関 (FAO) は、1996年の食料サミットにおいて、2015年までに世界の慢性的栄養不足人口を世界食料サミットの基準年 (1990年~1992年) から半減する目標を掲げた。しかし、発展途上国における栄養不足人口は8億2300万人から8億2000万人(2003)と、基準年以降、わずか300万人しか減少せず、目標を大きく

く下回った。今後、中国やインドを始めとする途上国の経済発展、人口増大に伴い、食料需要はますます増大する。人類の最重要課題である食料問題は、より深刻な事態を迎えると予測される。

このため、バイオ燃料の利用拡大に際しては、将来にわたる世界全体の食料事情の詳細を把握することが不可欠であろう。

これまで、世界全体の食料需給状況の予測に係る数多くの研究が実施されてきた。このうち、後藤⁹⁾は、リモートセンシングを用いて、植生分布図から潜在農地を算出し、各ケース毎に人口収容能力を推計した。その結果、1980年の食料消費水準では、地球の人口収容力は100億人であることが示された。

また、大谷・高橋¹⁰⁾は、応用一般均衡モデル（GTAP）を用いて、人口、GDP、労働力、土地利用の変化が食料価格に与える影響を求め、2050年における各国のエンゲル係数を算出した。その結果、インド以外においては食料価格はそれほど上昇せずエンゲル係数の値は低水準を維持することが示唆された。

しかし、食料需給の逼迫化に伴う食料価格の高騰と世界の食料配分の変化、飼料用農作物の食料用農作物へのシフトの可能性等について論じられたものは少なく、また、食料需給の逼迫化と経済発展に伴う食料需要量の増大及びバイオ燃料用農作物の需要増との関係性等は、未だ明らかにされていない。

そこで、本研究では食料需給の逼迫化に伴う食料価格の変化等を考慮に入れた上で、将来のバイオエタノール需要の増大が、世界各地の食料需給に与える影響を定量的に分析する。

2. 食料需給の推計方法

本研究ではバイオエタノールの利用拡大が与える影響について以下の事項を明らかにする。

- ・エタノール用作物の需要量が増加するに伴い、食料価格がどのように推移するかを明らかにする。
- ・食料価格の高騰に伴い食料の需要量が抑えられるが、経済力の違いに起因する地域格差を明らかにする。その際、一人一日あたり摂取カロリーにて比較を行う。

推計の全体フローを図-2に示す。また全体フローにおけるエタノール用作物の需要量、食料供給量、食料需要量、の推計フローを図-3から図-5に示す。

まず、将来のガソリン需要量を推計し、エタノールの導入量を決定する。これに基きエタノール用作物の需要量を求める。次いで、将来における食料供給量、食料需要量を推計する。食料価格は需給ギャップを調整するよ

うに変化させる。例えば、食料需要量が供給量を上回っている場合、次年度の食料価格は上昇し、食料需要量は減少する。

食料需給を推計するにあたり、設定した前提条件は以下の通りである。

- ・分析対象は食料市場のみで、価格や取引量の変化が他の市場に影響を与えるといった相互依存関係を考慮しない。
- ・食料価格は国際価格として、各地域共通の価格とする。政策、補助金、輸入関税等による食料価格の変動は考慮しない。
- ・食料価格、原油価格によらず、バイオエタノールは毎年、ガソリン需要量に応じて一定量が製造される。

なお、対象とする食料と地域を次のように設定する。食料は主要なカロリー源である大麦、とうもろこし、じゃがいも、米、ソルガム、砂糖、さつまいも、小麦、肉類を対象とする。地域はアフリカ、アジア、ヨーロッパ、北アメリカ、オセアニア、南アメリカの6地域に分類して分析を行う。

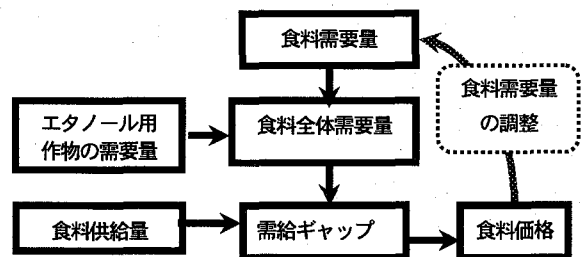


図-2 食料需要、食料価格の推計の全体フロー

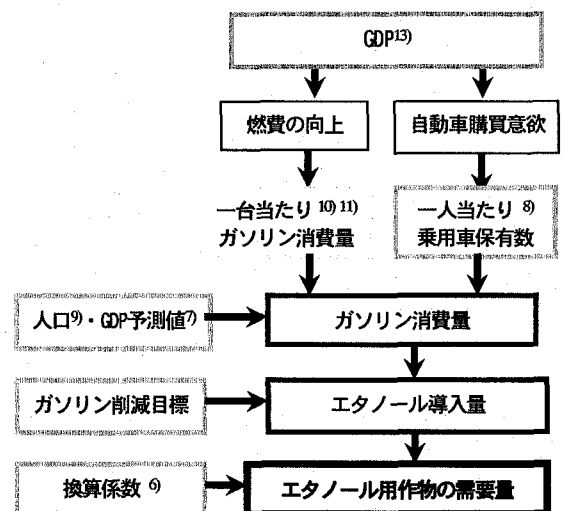


図-3 エタノール用作物の需要量の推計フロー

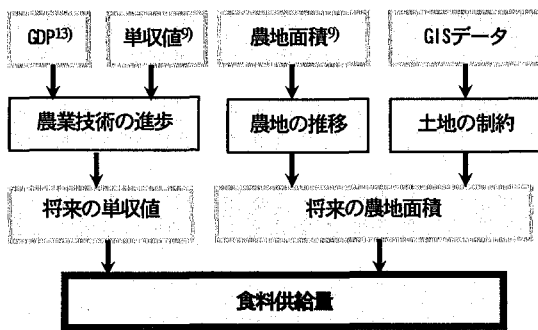


図-4 食料供給量の推計フロー

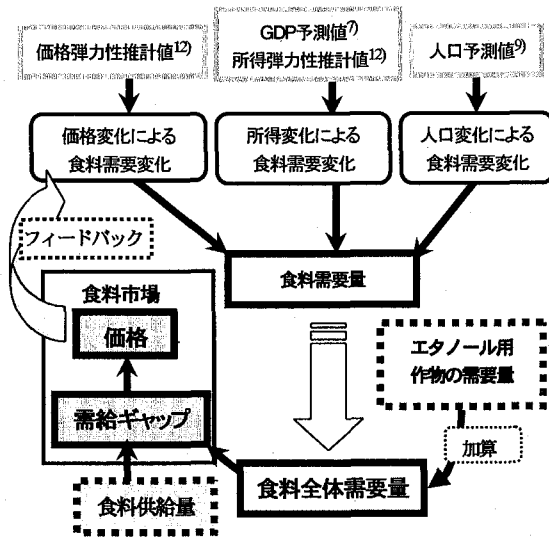


図-5 食料需要量、食料価格の推計フロー

(1) エタノール用作物の需要量の推計方法

この節ではエタノール用作物の需要量の推計方法について述べる。

まず、一台あたりの年間ガソリン消費量を推計する。経済成長に伴い自動車製造技術が進歩し燃費の向上が予測される。地域 j 、 t 年における一人当たり GDP を $GDP_{j,t}$ 、乗用車一台あたりの年間ガソリン使用量を $f_{j,t}$ とすると、次式で表すことができる。

(a_1 、 b_1 はパラメータ)

$$f_{j,t} = a_1 (GDP_{j,t})^{b_1} \quad (1)$$

また、人々の生活水準が向上すると乗用車を保有割合が上昇することが予想される。同様に、地域 j 、 t 年における一人あたり乗用車保有台数を $c_{j,t}$ とすると、 $c_{j,t}$ は次式で表すことができる。

(a_2 、 b_2 はパラメータ)

$$c_{j,t} = a_2 (GDP_{j,t})^{b_2} \quad (2)$$

以上より、地域 j 、 t 年における人口 $N_{j,t}$ から、ガソリン消費量 $F_{j,t,gas}$ を推計できる。ただし、本研究では 2000 年のデータを初期値としているので推計式は式(3)のようになる。

$$F_{j,t,gas} = \frac{f_{j,t} \cdot c_{j,t}}{f_{j,2000} \cdot c_{j,2000}} \left(\frac{N_{j,t}}{N_{j,2000}} \right) (F_{j,2000,gas}) \quad (3)$$

なお、式(1)、式(2)において十分な相関関係が認められなかった地域については、1990 年代の平均値を代替値として使用する。

バイオエタノールの導入量を決定する際、ガソリン消費量を数%削減することを目標として設定する。ガソリン消費量の $n\%$ を削減量として設定するとき、必要となるバイオエタノール量 $F_{j,t,eth}$ は式(4)にて求められる。なお、バイオエタノールとガソリンとは単位体積当たりの発熱量が異なるので、その点を考慮する。

(ガソリン：34.6 エタノール：21.2 [MJ/L])

$$F_{j,t,eth} = \frac{34.6}{21.2} (F_{j,t,gas}) \frac{n}{100} \quad (4)$$

また、世界 6 地域のうち特にバイオエタノールの製造に注力しているアジア、ヨーロッパ、北アメリカ、南アメリカの 4 地域では、地域内のガソリン消費量の 10% をバイオ燃料で代替するものとする。バイオエタノール生産用作物は地域によって異なり、アジアではサトウキビと米を、ヨーロッパでは小麦を、北アメリカではとうもろこしを、南アメリカではサトウキビをバイオエタノールに転換するものと仮定する。なお、アジアではガソリン消費量の 5% ずつを米とサトウキビとで代替する。

次にバイオエタノールを製造するために必要な農作物の需要量を求める。単位重量あたりの農作物から製造できるエタノールの容量を示す換算係数 α_i (L/t) を用いると、地域 j 、 t 年に使用されるエタノール用作物 i の需要量 $D_{i,j,t,eth}$ は式(5)で表される。

$$D_{i,j,t,eth} = \frac{F_{j,t,eth}}{\alpha_i} \quad (5)$$

(2) 食料供給量の推計方法

経済発展に伴い、機械・化学肥料・灌漑設備・品種改良等の農業技術が向上し、高い単収値 (t/ha) を達成できると考えられる。このことから GDP と単収値との間には相関関係が認められると考えられる。地域 j 、 t 年における作物 i の単収値を $h'_{i,j,t}$ とすると、 $GDP_{j,t}$ との関係は図のようになり、 $h'_{i,j,t}$ は次式で表すことができる。

(a_3 、 b_3 はパラメータ)

$$h'_{i,j,t} = a_3 (GDP_{j,t})^{b_3} \quad (6)$$

2000 年のデータを初期値として単収値を推計するとき、単収値 $h_{i,j,t}$ は次式のように表すことができる。

$$h_{i,j,t} = \frac{h'_{i,j,t}}{h'_{i,j,2000}} h_{i,j,2000} \quad (7)$$

ただし、現在の単収値の最大値を、将来におけるその作物の生産性向上の上限とする。例えば、とうもろこしの場合、2000年のヨーロッパにおいてはベルギーの11.1(t/ha)が地域内で最大の単収値を示す。将来のヨーロッパ全体の単収値は、11.1(t/ha)を超えないと仮定する。

次に農地面積の推計方法について説明する。農地面積の拡大については今後も過去のトレンドに従うものとする。1961年から2000年までの農地面積のデータを使用し、地域・作物ごとに農地面積を年次により回帰させることで推計した。地域 j 、 t 年における作物 i の農地面積 $A_{i,j,t}$ は次式で表される。

(a_4 、 b_4 はパラメータ)

$$A_{i,j,t} = a_4 t + b_4 \quad (8)$$

また、耕作可能地には限りがあるのでGISデータを使用し、耕作可能地の面積（標高1000m以下で緯度が60度以下の草原地帯）を算出し、この値を土地利用の制約条件とした。

以上より、地域 j 、年 t における作物 i の供給量 $S_{i,j,t}$ は次式のように定義できる。

$$S_{i,j,t} = \sum_{j=1}^6 (h_{i,j,t} A_{i,j,t}) \quad (9)$$

なお、単収値・農地面積の推計において、十分な相関関係が認められなかった地域については、1990年代の平均値を代替値として使用する。

(3) 食料需要量の推計方法

需要量を求めるための重要な変数として価格弾力性と所得弾力性が挙げられる。まず、この2つの変数の推計方法を説明する。価格弾力性は通常、経済成長に応じて変化する。生活水準が高く暮らしが豊かであるほど、価格変化に対する需要量の変化は小さいと予測できる。そこで各国のGDPと価格弾力性との間に関係性が見られるかを明らかにするため回帰分析を行った。なお、弾力性のデータは、USDAの推計値を用いた。

図-6より、人当たりGDPと各国の価格弾力性の間には高い相関関係が認められる。散布図から導出した近似式を用いて、 t 年、地域 j における穀類の価格弾力性 $\varepsilon_{j,t,grain}$ 、肉類の価格弾力性 $\varepsilon_{j,t,meat}$ を表すと、式(10)、および式(11)のように表される。

$$\varepsilon_{j,t,grain} = 0.0717 \ln(GDP_{j,t}) - 0.872 \quad (10)$$

$$\varepsilon_{j,t,meat} = 0.0843 \ln(GDP_{j,t}) - 1.17 \quad (11)$$

この推計式を用いてGDP予測値から将来の価格弾力

性を算出することができる。

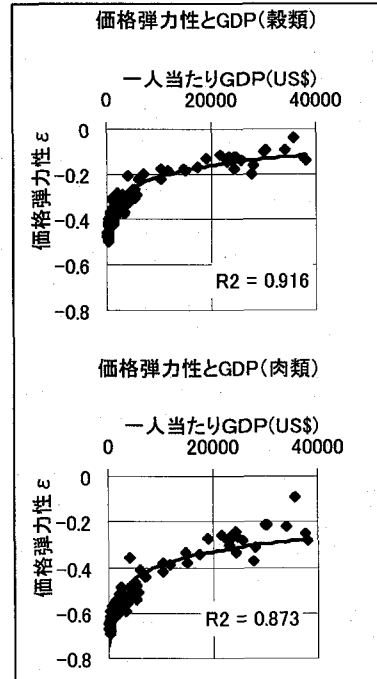


図-6 価格弾力性とGDPの関係

図-7より、所得弾力性についてもGDPとの間に高い相関関係が認められた。散布図から導出した近似式を用いて、 t 年、地域 j における穀類、肉類の所得弾力性を表すと、式(12)、式(13)のように表される。

$$\eta_{j,t,grain} = -0.0887 \ln(GDP_{j,t}) + 1.08 \quad (12)$$

$$\eta_{j,t,meat} = -0.104 \ln(GDP_{j,t}) + 1.44 \quad (13)$$

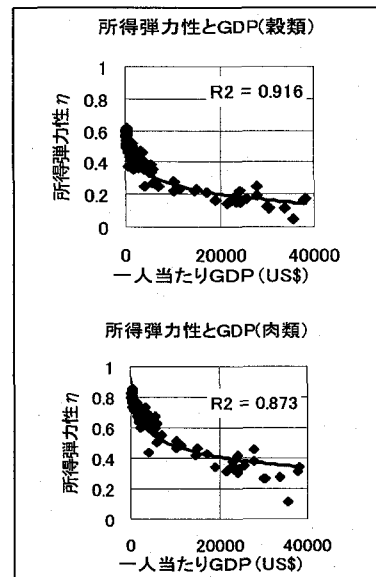


図-7 所得弾力性とGDPの関係

t 年, 地域 j , 作物 i , の飼料用食料需要は次式のように価格弾力性と所得弾力性を与えて求めることができる。なお, $\alpha_{capital}$ は人口増加率, α_{gdp} は GDP 成長率, α_{price} は価格上昇率を示す。

$$D_{i,j,t,feed} = D_{i,j,t-1,feed} (1 + \alpha_{j,t,capital} + \alpha_{j,t,gdp} \eta_{j,t,meat} + \alpha_{i,j,t,price} \varepsilon_{j,t,meat}) \quad (14)$$

t 年, 地域 j , 作物 i , の食用食料需要量も同様に

$$D_{i,j,t,plant} = D_{i,j,t-1,plant} (1 + \alpha_{j,t,capital} + \alpha_{j,t,gdp} \eta_{j,t,grain} + \alpha_{i,j,t,price} \varepsilon_{j,t,grain}) \quad (15)$$

と求まる。

バイオエタノールを導入するケースにおいては, 食料需要量に農作物のエタノール志向量を加算する。 t 年, 作物 i の需給ギャップは, 次式のように計算される。

$$G_{i,t} = \sum_{j=1}^6 [S_{i,j,t} - (D_{i,j,t,plant} + D_{i,j,t,feed} + D_{i,j,t,eth})] \quad (16)$$

次に, 食料価格の推計方法を説明する。

価格が α_{price} だけ変化したときを考える。その際の需要の変化量 $D_t - D_{t-1}$ は価格弾力性 ε を用いて, 式(17)のように表すことができる。

$$(D_t - D_{t-1}) = D_{t-1} \alpha_{price} \varepsilon \quad (17)$$

式(16)に示す需給ギャップ $G_{i,t}$ が式(17)に示す需要の変化量 $D_t - D_{t-1}$ と等しくなるように, 価格上昇率 α_{price} を設定する。

以上のように次年度の食料価格は, 前年度の食料価格に先述の価格上昇率 α_{price} を乗じた値となる。

なお, あらかじめ入力値として, 2000 年度の食料需要量を与える。

3. 推計結果

2 章で示した推計方法により, 食料需要量, 食料価格を年, 地域, 作物毎に求めた。

推計結果を以下のケースに分けて, 作物別の食料の価格, 及び各地域の食料事情について比較検討する。

- ・ケース 1 バイオエタノールを製造しないケース
- ・ケース 2 バイオエタノールを製造するケース

(1) 作物別価格の比較

図-8 にとうもろこし, 米, サトウキビ, 小麦の価格を示す。ただし, 各作物の価格は 1999 年の価格を 1 として, 相対価格で表している。

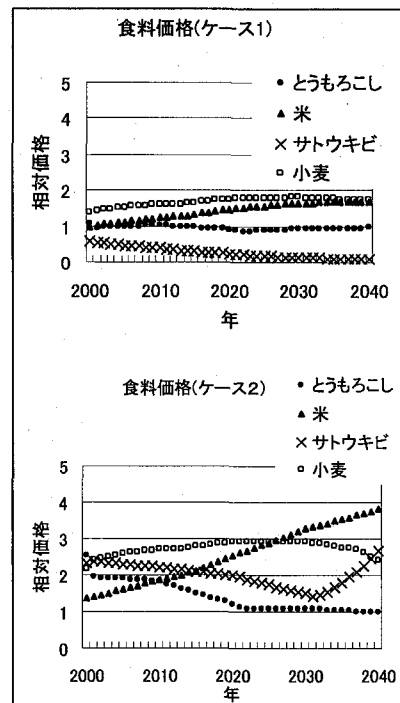


図-8 食料価格の推移

a) とうもろこし

ケース 1 では 1999 年から価格がほぼ変わらず推移しているが, ケース 2 では 2000 年において価格が 1999 年の 2 倍以上になっている。エタノール生産用のとうもろこしの需要が増加することが原因であると考えられる。しかし, 単収, 農地面積が増大し, 供給量が増加することから, 2020 年以降は需要と供給がバランスし, 他の作物と比べ比較的, 価格が安定する結果となった。

b) 米

両ケースとも年が経過するにつれ価格が上昇することが分かる。米を主食とするアジアの人口が 2000 年から 2040 年にかけて, 36 億人から 50 億人近くまで急増することが原因であると考えられる。ケース 2 では, 食用食料に加えエタノール生産用の需要が加わるため, 2040 年の価格が 1999 年に比べ 4 倍程度となり, 需給が逼迫することが予想される。

c) サトウキビ

現在, 南アメリカを中心に導入されているサトウキビ由来のエタノールも全て食用に回されるケース 1 では, 当初から価格が落ち込んでいる。需要が食料のみであるために供給過多となると考えられる。

一方, ケース 2 では, 2000 年の価格が 1999 年の 2 倍

ほどになっていることが分かる。これは、南アメリカだけでなく、アジアでもガソリンの代替燃料として使用されるために需要過多となるからである。その後、単収及び作付面積の増加により供給量が増え、価格は緩やかに下落するが、2030 年ごろからは価格が上昇する。南アメリカでのサトウキビの単収値がピークを迎え、供給量が増えなくなるためである。

④小麦

両ケースとも米の価格ほどの急上昇は見られないが、

アジアの人口増加に伴い緩やかに上昇している。ケース 2 では、エタノール生産用の需要の分だけ価格を押し上げていると考えられる。

2) 地域別食料需要量の比較

一人一日当たりの摂取カロリーに換算した食料需要量の推移を示す。人間が直接食べる直接消費、家畜に食べさせる間接消費、及びその合計値を図-9 から図-10 に示す。ケース毎の比較を容易にするため、実測値である 2000 年の値をグラフに追加した。

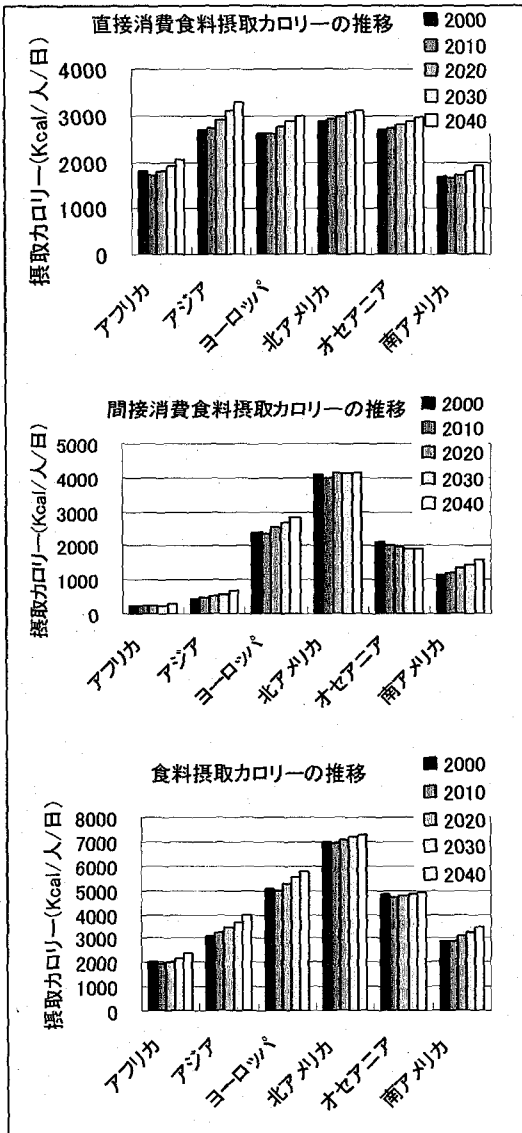


図-9 摂取カロリーの推移(ケース 1)

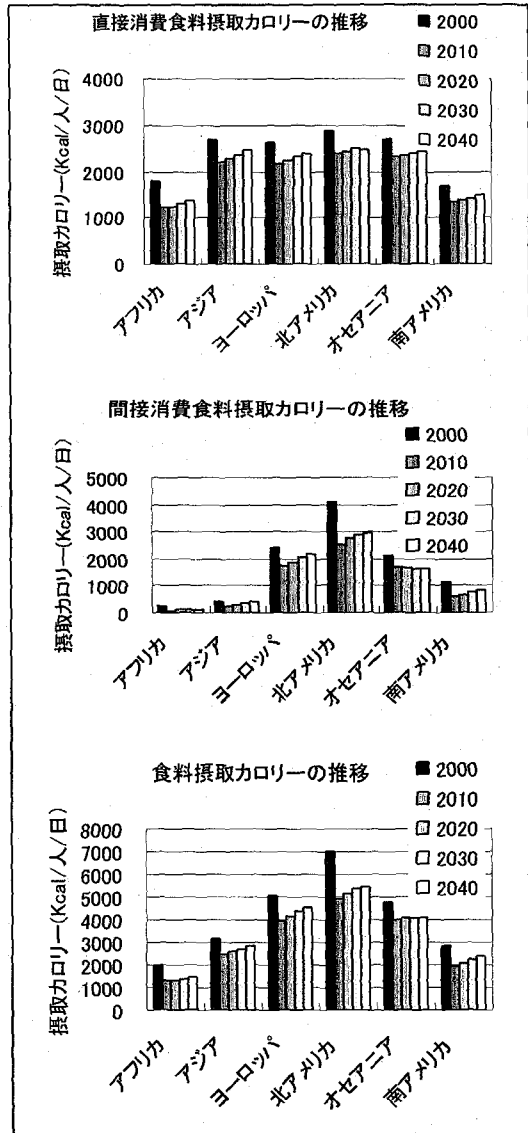


図-10 摂取カロリーの推移(ケース 2)

a) アフリカ

ケース 1 では、直接消費食料の摂取カロリーが増加している。これはサトウキビの価格が下落したことで、砂糖の消費量が大幅に増加したためである。また、主食であるとうもろこしの価格が横ばいであるため、GDP の増加に伴いとうもろこしの消費量も伸びる。その結果、一人一日当たりの摂取カロリーは 2100kcal から 2400kcal まで改善している。

一方、ケース 2 では、ケース 1 と比べ直接消費食料の摂取カロリーが大幅に低く 1500kcal 程度にとどまっており、さらに増加の傾向も見られない。エタノール生産用の需要が増大し、サトウキビととうもろこしの価格を上昇させることが原因であると考えられる。

b) アジア

ケース 1 では、主食である米の需要量の増大によって、直接消費食料の摂取カロリーが増加している。米の価格は 2040 年に約 2 倍に上昇しているが、高い経済成長によって米の需要量を維持している。

一方、ケース 2 では米の価格が急激に高騰するために需要が伸び悩む。そのためケース 1 に比べ直接消費食料の摂取カロリーが大幅に低くなる。また、小麦の価格上昇もカロリー低下の一因となっている。主な飼料作物のとうもろこしの価格も上昇するため間接消費食料の摂取カロリーも低くなる。

c) ヨーロッパ

ケース 1 では、間接消費食料の摂取カロリーの伸びが著しい。今後、ヨーロッパの人口は減少するが経済は成長し続ける。このため一人当たり GDP 成長率は他の地域よりも高い。そのため価格弾力性の値が低く、価格上昇の影響を受けにくい。よって、摂取カロリーは高い伸び率を示している。ケース 2 においても摂取カロリーは増加傾向にある。

d) 北アメリカ

両ケースにおいて地域間の中で最大の食料摂取カロリーを示している。しかし、ケース 2 では、主要な飼料作物であるとうもろこしの価格が上昇すると、間接消費食料の摂取カロリーが大きく落ち込み、カロリーベースで 1000kcal 以上低くなっている。北アメリカの経済は既に成熟しており、今後、経済成長は続くものの人口増加率が大きく、一人当たり GDP 成長率は他の地域に比べ低い。そのため、全食料需要量はケース 1 においても増加していない。

e) オセアニア

両ケースを比較すると、摂取カロリーについてはほとんど変化しない。ヨーロッパと同様に、今後も高い経済成長が予測されるため価格上昇の影響は少ない。主要な飼料作物は大麦とジャガイモでありエタノール用作物でないため、ケース 2 において中間消費食料の摂取カロリーがほとんど減少していない。一方、直接消費食料は小麦価格が上昇に伴い、摂取カロリーがやや減少する。

f) 南アメリカ

ケース 1 では、一人当たり GDP の上昇に伴い、とうもろこしの消費量が大きく伸びる。ケース 2 ではトウモロコシの価格が上昇するため、直接消費・間接消費ともに摂取カロリーが大幅に減少する。

4. 結論と今後の課題

(1) 結論

本研究では、食料需給ギャップを、価格を変化させることで調整するモデルを構築し、将来の食料需要量、食料価格を推計した。この結果、以下の事項が示唆された。

バイオ燃料を製造するケース 2 においては食料価格がケース 1 より高い水準で推移する。特に米と小麦については人口増大と経済成長による需要量の増大が価格を押し上げている。サトウキビについては、単収値と農地面積の拡大により 2030 年までは他の作物と比べ、価格は上昇しない。しかし、単収値が限界に達したとき価格は急上昇する。

各地域の食料事情を比較すると、アフリカが最も食料消費水準が低い。アフリカ地域は一人当たり GDP が低いため価格弾力性が大きく、価格変化の影響を最も受けやすい。その結果、一人当たりの食料消費量が著しく低い結果となった。アジアについても主要な食料である、とうもろこしと米がバイオ燃料に変換されたことで食料事情が悪化し、現在のアフリカと同程度の食料消費水準となる。

一方、経済力の高い地域であるヨーロッパ、北アメリカ、オセアニアについては一人当たり食料消費量が高い水準であることが分かる。特にヨーロッパ、オセアニアに関しては一人当たり GDP が高いため価格弾力性が低く、価格変化の影響を受けにくいことが分かった。

(2) 今後の課題

本研究の価格モデルは以下の点について不十分である。モデルの精度を上げるために今後の課題としたい。

- ・対象としたのは食料市場のみで、原油市場やその他の市場との相互依存関係を考慮していない。
- ・バイオエタノールの製造量が食料価格や原油価格と無関係である。
- ・食料価格に間接的に影響を与える、政策や補助金、輸入関税、輸出コストといった要素を考慮していない。
- ・本研究のモデルは作物間の交差価格弾力性を考慮していない。実際の市場では、ある農作物の価格が変化すると代替関係にある他の農作物にも影響を与える。

参考文献

- 1) 大聖泰弘: バイオエタノール最前線, 工業調査会, 16p, 2004.
- 2) 環境省・地球環境局: 第1回エコ燃料利用推進会議・資料 バイオエタノールに係る取組状況について, 2005.
(http://www.env.go.jp/earth/ondanka/conf_ecofuel/01/mat06.pdf)
- 3) 日本政策投資銀行: 新エネルギーの導入・拡大に向けた動きーバイオエタノール燃料などの動向ー, 2007.
(<http://www.dbj.go.jp/japanese/download/pdf/indicate/no105.pdf>)
- 4) 後藤真太郎: リモートセンシングによる人口収容能力の推定, リモートセンシングからみた地球環境の保全と開発, 東京大学出版会, 東京, pp.119-144, 1995.
- 5) 大谷洋・高橋潔: 将来の発展シナリオを考慮した地球温暖化による農業影響のシミュレーション分析, 13(4), pp.529-538, 2000.
- 6) 大聖泰弘: バイオエタノール最前線, 工業調査会, 17p, 2004.
- 7) 地球環境研究センター: IPCC Scenario Database
(<http://www.cger.nies.go.jp/scenario/>)
- 8) 矢野恒太郎記念: 世界国勢図絵, CD-ROM, 2005.
- 9) FAO: FAOSTAT 2005, CD-ROM, 2005.
(<http://www.fao.org/docrep/009/a0750e/a0750e00.htm>)
- 10) IEA: Energy Statistics of OECD Countries 2006, CD-ROM, 2006.
- 11) IEA: Energy Statistics of Non-OECD Countries 2006, CD-ROM, 2006.
- 12) USDA: International Food Consumption Patterns, 2006.
(<http://www.ers.usda.gov/data/InternationalFoodDemand/>)
- 13) World Bank: World development Indicators, CD-ROM, 2006.

RESEARCH ON INFLUENCE OF ESCALATION OF BIOFUEL USE ON ENVIRONMENT AND ECONOMY

Shintaro ADACHI, Hiroaki SHIRAKAWA and Hidehumi IMURA

Now, Biofuel is in the spotlight as a solution of environmental problems. Biofuel has two characteristics. One is Carbon-Neutral and, the other is reproducible. Therefore, Biofuel is promoted in many countries as an effective measure against global warming and fossil resource dryness. On the one hand, It is considered that food demand compete with demand of Biofuel Crops. In this study, I constructed the model of food demand and supply on staple biofuel crop such as rice, maize, sugarcane, wheat, and other 4 food items. As a result of estimate, food price rises steeply because of demand of Biofuel Crops. Moreover, enough food doesn't spread in the lower GDP region by steep rise in the food price.