

論文内容の要旨

論文題目

経済モデルと土地利用の統合による将来の食料需給予測に関する研究

Projection of Future Food Demand and Supply Combination of Economic Model and Spatial Model

氏名 杉本 賢二

研究の背景

人間が生活していく上で、農地から生産される食料は必要不可欠であり、人口が増加すると絶対的な需要量が増加する。また、経済成長に伴って畜産物の消費量が増加することにより家畜のえさとなる飼料用需要が増加する。さらに近年ではバイオ燃料の原料として穀物が使用されることで、食料か燃料かという競合が起きている。

一方、穀物生産は干ばつなどの異常気象が起きた際に単位収量は大きく減らしており、穀物生産は気候によって大きく左右される。また、今後の気候変動に気温の上昇や豪雨などによって影響を受ける。農業は人間が自然を改変することによって行われる土地利用であるが、環境資源の保全・持続的な利用が求められており、増加する人口単純に農地を拡大して解決することができない。

また、穀物市場は生産量に比べてその貿易量は少なく、輸出国も限られていることから生産量が減少した場合には価格が高騰するという脆弱性を持っている。

したがって、将来の食料事情には、増加する需要と不安定になる生産の構造があり、さらに需給が逼迫すれば価格が高騰する。こうした背景から長期の食料需給がどうなるかについて見通す必要があると考える。

論文構成

本論文の構成は以下の通りである。

- 第1章 序論
- 第2章 既存研究
- 第3章 モデルの概要
- 第4章 2030年までの食料需給予測
- 第5章 バイオ燃料政策による影響評価
- 第6章 結論

第 2 章では、既存研究において需給に影響を与える要因がどのように考慮されているかについて考察する。第 3 章では、前章で得られた知見により構築されたモデルの構造について説明する。モデルは国・地域スケールでの経済モデルと、グリッドスケールでの空間モデルの統合による。空間モデルは収量を推定する EPIC と、耕地利用について決定する土地利用選択モデルによって構成されている。第 4 章では、将来の気候変動について気候モデルによる計算結果を用いて、気候変動による将来の単位収量の変化について推計を行う。また、それを 3 章にて構築したモデルに組み込むことにより 2030 年までの食料需給予測を行う。第 5 章では、近年増加している穀物のバイオ燃料への利用について需給構造にどのような影響があるのかについて、バイオ燃料用需要を考慮した場合の予測を行うことにより明らかにする。第 6 章は結論、および今後の展望である。

成果

以下、本論文を構成する各章について、その成果をまとめる。

第 2 章では既存研究において食料需給を見通すために必要な要素についてどのように取り入れられているか述べた。過去に開発された部分均衡モデルから、経済モデルにおいては需要、供給を通じて価格を決定する仕組みを持っているが、穀物の生産関数において気候、土壌、資源条件といった地域によって差のある要因については、最小でも国単位でしか扱っていない。また、空間モデルではグリッドとしてデータを配列することにより生育条件を考慮した単位収量の推計と、価格と収量によって決まる収益によって土地利用が決定されることが可能となる。しかし、世界全体で同じ利潤関数を用いることになり、地域による特色がなくなることが問題となる。したがって、経済モデル、空間モデルを組み合わせることによって、それぞれの利点を生かしたモデルを構築する必要がある。

第 3 章では本論文で用いるモデルの構造について述べた。モデルは経済モデルと空間モデルを統合させたものであり、経済モデルでは需要、貿易量の決定と、需給の一致による価格決定を行う。空間モデルは北緯 84 度から南緯 56.5 度、東西 180 度までの範囲について 0.1 度(約 10km)に区切ったグリッドによって構成され、単位収量を推計する EPIC と、土地利用選択モデルによる。EPIC では気象、土壌、マネジメントといった作物成長における条件によって穀物の単位収量を推計する。土地利用モデルではそのグリッドにおける作物の多収量と組み合わせ、前年の生産者価格によって決定される効用から最も望ましい選択肢を選ぶことによって耕地選択を行う仕組みとなっている。効用関数には国ごとに推計された定数項を持っており、それによって国による特色をもつ関数となっている。

第 4 章では気候モデル MIROC による 2030 年までの気象データを用いて穀物の単位収量

を推計し、第 3 章で構築したモデルに取り入れた。将来の気象データとして使用する MIROC は解像度が 1.125 度(約 100km)であり、そのまま EPIC に使用できないため、双一次補間法を用いた後、高解像度気象データ WorldClim を用いて補正した。補正された気象データと、国別の肥料投入量の変化率を適用することにより 2030 年までの単位収量の推計を行った。肥料投入量を一定とした場合には小麦を除いて気温の上昇とともに減産となるが、肥料投入を増加させればある程度まで低減出来ることを示した。ただし、地域によって単位収量の変化は異なっており、東南アジアにおける米は南部で収量は減るのに対し、中国北部や北海道といった北部地域において増加する。また、小麦はヨーロッパ北部や東欧で単位収量が増え、気候変動が好影響を与えている。

さらにこの将来の単位収量の推計を用いて 2030 年までの食料需給予測を行った。穀物価格はとうもろこし、大豆については 2030 年までに 70%上昇するものの、米についてはアジアにおける米需要量の伸びが鈍化し供給過多となるため、2030 年には低下する。しかし、すべての地域において順調な増産となるわけではなく、特にアフリカにおける単位収量の伸びが他地域より低く、それによって増加する需要を賄えなくなる。

第 5 章では穀物を原料とするバイオ燃料政策によってどのような影響があるのかについて、2020 年までの予測を行った。既往研究の検討において、2007、2008 年における価格高騰は石油価格や投機などの要因もあるが、バイオ燃料政策も一因であることが明らかになった。このことから穀物のバイオ燃料用需要をシナリオとしてモデルに組み込むことにより、バイオ燃料による影響を明らかにした。バイオエタノールとして用いられるとうもろこしは食料需給に与える影響は大きく、バイオ燃料用需要が一定であると仮定したシナリオと比較すると、今後の需要拡大によって 2020 年までにとうもろこし価格が 20%上昇することが示された。また、需要増分を埋めるだけの生産量の増加はアメリカだけでは困難であり、インドやブラジルにおいて耕地は拡大するものの需要過多となる。さらにアフリカにおいてとうもろこしは食用需要として利用されており、価格の上昇は一人あたり消費量を減少させ、栄養状況の悪化をもたらす。第 2 世代バイオ燃料の開発等、食料と競合しない原料を使用する必要があると考える。