

国際交易モデルと土地利用選択モデルの統合による将来の食料需給予測

Projecting Future Food Demand and Supply:

Integration of International Trade Model and Land Use Choice Model

学籍番号 56830

氏名 杉本 賢二 (Sugimoto, kenji)

指導教員 柴崎 亮介 教授

今後、人口増加に伴う食料需要量の増加と、所得の増加による畜産物需要が増えることにより、穀物需要量は増加すると考えられている。しかし、穀物生産は地理条件や気候によって影響を受けやすいため、将来の食料不足が危惧されている。本研究では米、とうもろこし、小麦、大豆の4品目について経済モデルと空間モデルとの統合をおこない、それによって経済モデルでは組み込むことのできない土地利用性と気候変動を考慮したモデルを構築した。また、そのモデルを用いて2020年までの予測を行ったところ、2000年時点での予測結果と、実際の国別統計と土地被覆について比較することによってモデルの整合性が確かめられた。2020年にはいずれの品目についても価格が上昇することが示された。また、生産量の変化が単位収量と耕地面積のどちらの効果によるものかを比較したところ、単位収量の伸びだけでなく、耕地拡大による生産量の増加が示された。

キーワード ; 食料需給モデル、土地利用変化、温暖化、将来予測

1. 背景と問題意識

今後の食料需要は人口の増加と経済成長によって増加すると考えられている。しかし、作物の生産はそれぞれの地域において肥料の投入や灌漑施設、地理条件や気候によって制約を受けている。これらの要因は地域による差異があるため、将来の作物生産を予測するためには空間モデルを用いる必要がある。

2. 先行研究

農業部門の部分均衡モデルに環境の制約を加えたものにはRosegrant *et al.*(2002)¹などがあるが国・地域単位でモデルが構成されているために、地域性や気候変動を考慮することはできない。また、統合モデルとし

てAIM²などがあるが、モデル内での地域区分は少なく、品目についてもある程度統合されており具体的な効果についてみるのが難しい。そこで、本研究では経済モデルと空間モデルを統合させることにより、地理条件や気候変動を組み込んだ統合モデルを構築した。

3. モデルの構造

統合モデルは穀物以外の需給と、穀物の需要、輸出入、国際価格を計算するIFPSIM (International Food Policy Simulation Model)³と、土地利用選択モデルを組み合わせたものである。IFPSIMは32地域、14品目の食料需給モデルである。統合モデルにおいて、米、とうもろこし、小麦、大豆の4品目に

ついて、その生産量は土地利用選択モデルによって決定する仕組みになっている。このモデルでは Tan and Shibasaki(2003)⁴によって構築された、作物の生産性を推計する EPIC (Erosion Productivity Impact Calculator) により、全球レベルで 0.1 度グリッドにおいて作物の生産性が推定される。EPIC では将来の気候変動に伴う生産性の変化が考慮されており、この生産性と IFPSIM で計算される穀物価格によって、農業従事者が利益を最大にするように土地利用を決定する (図 1)。その土地利用によって生産量が決定され、IFPSIM で新たな均衡価格が計算される。この流れを繰り返すことによって、将来予測を行う仕組みになっている。

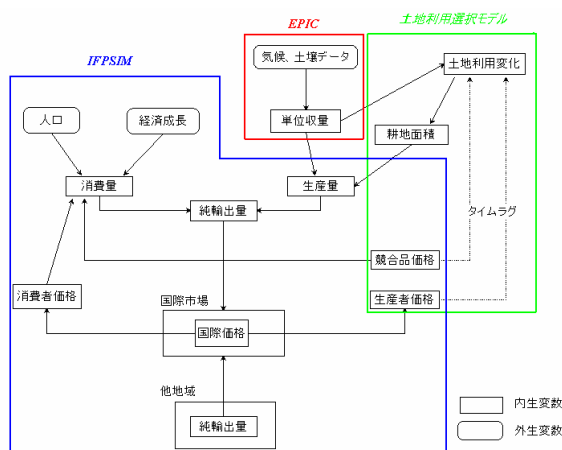


図 1. 統合モデルの概略図

4. 予測結果と考察

4.1. シナリオの設定

予測を行うにあたって、いくつかのシナリオを設定した。まず、人口増加率と経済成長率については、IPCC の SRES (Special Reports on Emission Scenarios) を用いた。SRES における各シナリオでは経済成長率や人口増加率が異なっている。また、将来の農業政策およ

び為替レートの変更はないものとした。さらに気候変動の影響だけでなく、将来の技術革新率を設定した。

4.2. 実測値との比較

モデルが現実と整合しているかどうかを確かめるため、1998-2000 年における予測結果の平均値と FAO の統計による国別の統計⁵によって単位収量と耕地面積の比較を行った (図 2)。また、リモートセンシングによる土地被覆の空間的な分布について、MODIS⁶を用いて空間的な検証を行った (図 3)。比較の結果、予測結果が現実との整合性が取れていることが示された。

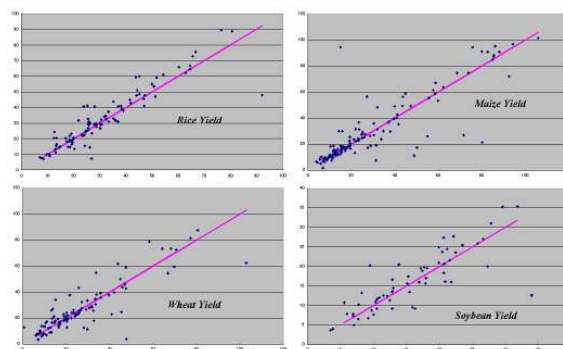


図 2. FAO 統計との単位収量の比較

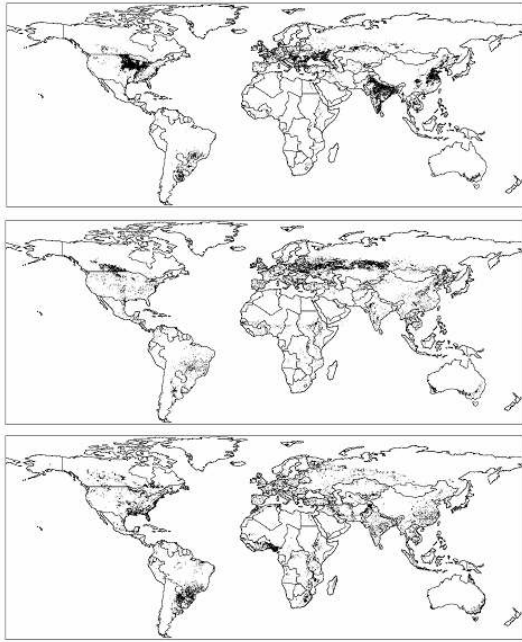


図 3. MODIS との空間分布の比較
(上から一致部分、MODIS のみ存在する部分、
予測結果のみ存在する部分)

5. 予測結果

統合モデルを用いて 2020 年までの予測を行った。その結果、4 品目すべてにおいて国際価格が上昇することが示されたが(図4から図7)、最大の増加率となるのは A1 シナリオにおける大豆が 1995 年比で 200 であり、価格が大幅に高騰することはないという結果になった。また、生産量の変化を単位収量の変化と、耕地面積の変化に分けて考えると、地域によって異なるが耕地拡大が増加要因となっている地域があり、これは耕地拡大の制約が、土地の利用性によってはその制約が小さくなると考えられる。

また、空間モデルと統合しない場合の国際価格と比較すると、とうもろこしでは統合したモデルによる結果の方が小さいことが明らかになった。これは生産可能性が経済モデルよりも大きいことであると考えられる。

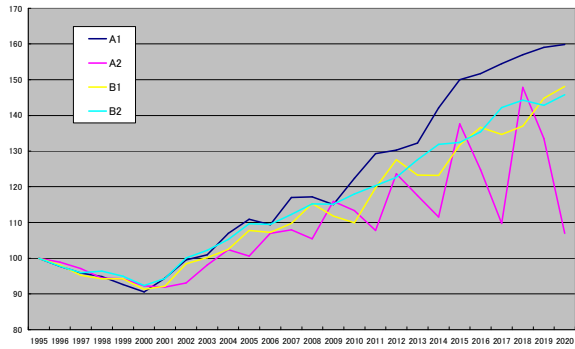


図 4. 米の国際価格の推移

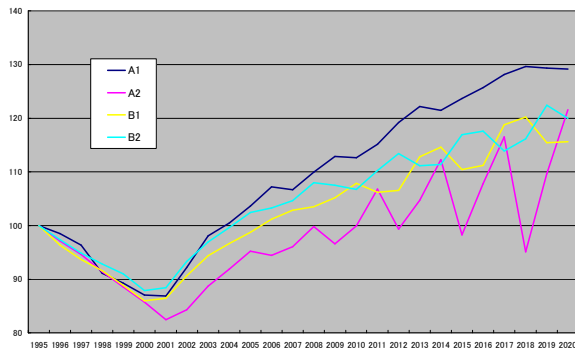


図 5. とうもろこしの国際価格の推移

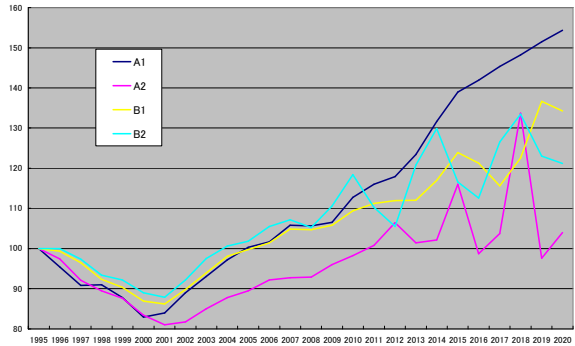


図 6. 小麦の国際価格の推移

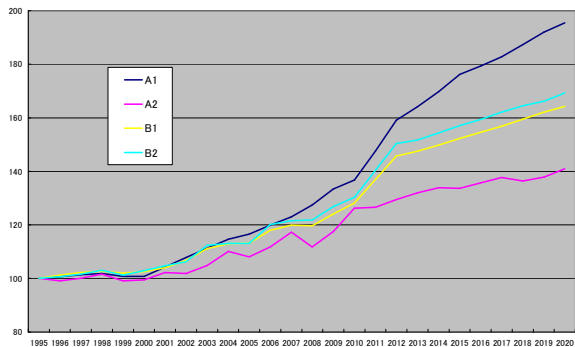


図 7. 大豆の国際価格の推移

6. まとめと今後の課題

経済モデルと空間モデルを統合させることで、気候の変動と土地の利用性を考慮したモデルの構築を行った。また、そのモデルを用いて将来のシナリオを設定し、2020年までの食料需給予測を行った。

今後の課題としては、シナリオによって価格の変動があるため、モデルの挙動を安定させるようにパラメータを修正する必要がある。また、土地利用は農地だけではなく、森林や都市といった競合する用途についても考慮しなければならないため、他のモデルとの統合を行い、土地利用選択モデルの精度を上げる必要がある。また、穀物からエネルギーへの転換が近年進んでおり、需要をシフトさせる要因となっているため、バイオエタノール需要について考慮する必要がある。

¹ Rosegrant, Mark W., Cai, Ximing and Cline, Sarah A., 2002. *World Water and Food to 2025: Dealing with Scarcity*. International Food Policy Research Institute, Washington D. C.

² Matsuoka, Yuzuru, Tsuneyuki Morita and Mikiko Kainuma, 2001. Integrated Assessment Model of Climate Change: The AIM Approach. In Matsuno T. and H. Kida (Eds), *Present and Future of Modeling Global Environmental Change: Toward Integrated Modeling*, pp.339-361.

³ Oga, Keiji and Koji Yanagishima, 1996. *International Food and Agricultural Policy Simulation Model (User's Guide)*. JIRCAS Working Paper; No.1.

⁴ Tan Guoxin and Ryosuke Shibasaki, 2003. Global estimation of crop productivity and the impacts of global warming by GIS and EPIC integration. *Ecological Modelling*, **168**, 357-370.

⁵ FAO, 2006. FAOSTAT. (<http://faostat.fao.org/>)

⁶ Boston University, 2001. Global Land Cover data.