

## 審査の結果の要旨

氏 名 吳 文斌

2007年に起きた穀物価格の急騰は食糧安全保障に関する議論に火を付けた。急騰の背景の一つにはバイオ燃料の生産のためにトウモロコシなどの需要が拡大したことがある。一方では遺伝子組み換え作物（GMO）の導入が進み、単収が向上するという見通しもあり、将来の食糧需給状況についてはさまざまな要因を考慮した体系的、定量的な検討を行う必要がある。従来から長期の食糧需給に関してはFAOなどを中心として計量経済モデルが開発されシミュレーション結果が政策支援情報として利用されてきた。しかしながら、気候変動や土地資源の制約、バイオ燃料を生産するための新たな作物の導入などを考慮すると、一組の集計された需要関数と供給関数のみで各国が記述される従来の計量経済モデルでは明らかに不十分である。たとえば供給関数では作物の価格が上昇すると生産が上昇する結果となるが、土地制約が厳しく気候変動がある特定地域の農業を不可能にさせるような状況下では、農地の拡大が困難であり、実際には生産量が上昇するとは限らない。また限られた土地資源を都市拡大や森林保護・拡大と奪い合うこともある。こうした制約は長期シミュレーションでは重要であり、明示的にモデル化する必要がある。すなわち各国においてどこにどのような条件の土地資源がどの程度存在するかを明示的に表現し、都市拡大などの非農業的な人間活動との土地資源の競合や作物間の農地の競合、あるいは気候変動に基づく作付け適地の変化などを直接扱うことのできる空間モデルが必要となる。本論文は農業生産を対象とした空間モデルを開発し、需要モデルや国際交易モデルと統合することで上記のような要因を考慮したより長期の食糧需給シミュレーションを実現することを目的としている。

本論文は6章からなっている。第1章はイントロダクションであり、土地資源の分布や制約を明示的に考慮し、その利用形態がどのように変化し、どのようなインパクトをもたらすのかをモデル化することの重要性をまとめている。また既存の土地利用変化モデルや農業需給モデルを整理し問題点・課題などを列挙し、モデルの開発目標を明確化している。

第2章は、全地球的な農地の分布データの比較検証を対象に行っている。農地の分布に関する情報は一般的な統計データとしてはほとんど整備されていない。そこで、中国を主たる対象として、衛星画像解析により作成された数種類の作付け関連の既存地図情報の比較検証を行い、シミュレーションのベースとなるデータセットを選択した。

第3章は、衛星画像データを利用して作付け日、収穫日などより詳細な作付け情報の推定を行っている。個々の土地を対象とした穀物の単収を計算するためには、作付け分布や作付け日、収穫日などの詳細な作目情報が欠かせないが、面的なデータとしてはほとんど整備されていない。そこで衛星画像から得られる植生指標の全地球的な時系列解析を行う

ことにより、世界の主要農業地域に関して作付け関連情報を推定した。これにより全球を対象に穀物生長モデルを適用することが可能となった。さらにこの結果を気候値から推定される作付け分布情報と比較することで検証し、またその差異を分析することで灌漑農業の進展状況などに関する情報を得た。

第4章は、全地球を対象とした農業生産モデルを開発・提示している。このモデルは土地グリッドごとに穀物生長モデルを適用することで、主要穀物ごとの期待単収を計算し、その期待単収と価格情報に基づいて作付け選択が行われる構造となっている。その際気候条件や灌漑条件などが考慮される。また価格情報は穀物ごとの生産量と需要量のバランスにより国際交易モデルを通じて決定される。その際、各国ごとの農産物交易政策（関税、数量割り当てなど）も考慮される。バイオ燃料需要などは政策シナリオとして需要量の算定に組み込まれるようになっている。なお、このモデルは単収など個別統計データと突き合わせ、あるいは生産量、価格など時系列的な統計データと突き合わせることで検証が行われた。

第5章は、IPCCのシナリオに基づいた将来の食物需給シミュレーションであり、主要各国ごとの食糧安全保障に関する評価がシナリオごとに行われている。

第6章は結論であり、結論と今後の課題が整理されている。

以上まとめると本論文では土地資源の分布やそこでの穀物生産力、作付け選択行動などを明示的に空間モデルとして表現し、さらに食糧需要や国際交易などのマクロ的な計量経済モデルと組み合わせることで、気候変動や土地資源制約を明示的に考慮した食糧需給シミュレーションを可能にしたものであり、同時に衛星画像の解析により従来非常に困難であった作付け情報の抽出などにも成功している。その結果、人間活動と地球環境資源との相互作用に関する空間モデル構築の有用性と構築の新たな方法論が実証的に示されたと言え、空間情報学の進展に寄与するところが大きい。

よって本論文は博士（工学）の学位請求論文として合格と認められる。