

京都大学	博士 (工学)	氏名	辰己 賢一
論文題目	作物収量算定モデルの高精度化と気候変動が農業生産に与える影響の定量的分析に関する研究		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>本論文は、国際連合食糧農業機関 (FAO) による作物収量算定モデルをベースとして改良した全球作物収量算定モデル iGAEZ の高精度化と将来気候の変化の農業生産量への影響に関する研究について述べたものであり 7 章からなっている。その概要は以下のようである。</p> <p>第 1 章は導入部であり、本研究の背景、問題設定、研究目的、本論文の構成を述べるとともに、世界の食糧生産の現状を踏まえた将来予測の状況の紹介を経て、地球規模での作物収量予測を行なう必要性について詳しく述べている。</p> <p>第 2 章では、作物収量の予測を含む地球規模の影響評価を行う時に必ず必要となる再解析データを含むメッシュ気候値の再現性の比較を行っており、ERA-40、JRA-25、CRU TS2.1、GPCP-CMAP、CMIP3 の 6 つの気候データセットを用いて、それぞれの解説のあと解析対象期間 1979-1999 年の 21 年間において農業生産分野で必要性が高いと考えられる 5 要素 (降水量、月平均気温、月最高気温、月最低気温、月平均雲量) について、米国気候データセンター (NNDC) のデータを基準としたモデルの再現性の相互評価が行なわれている。相互比較においては、時系列でみた気温や降水量の再現性の他、各大陸毎の空間的な比較や、再現性誤差解析なども行なわれている。結果、気温においては各大陸を通して気候研究ユニット (CRU) データが与えられた再現期間において再現性が良く、降水量においては我が国の長期再解析データ (JRA-25) および CRU が安定した結果を示していること、また世界気候研究計画 (WCRP) の第 3 次結合モデル相互比較プロジェクト (CMIP3) データはモデル間のばらつきが大きいことからリファレンス気候値としては誤差が大きいことなどが示されている。</p> <p>第 3 章においては作物収量モデルについて詳細な検討が述べられており、iGAEZ のベースとなる国際連合食糧農業機関 (FAO) による作物収量算定モデル (GAEZ) や他のモデルの紹介を経て、モデルの概要について示している。モデルの計算プロセスが詳しく述べられた概念図とともに、それぞれの計算過程で用いられた数式が記載されているが、特に重要な蒸発散や、作物毎の光合成や温度条件、制約条件のない場合の作物収量の計算から、それぞれの制約条件を考慮した収量の補正式と、土壌水分量の推定式、土壌や土性、傾斜角などの制限要因、そして機械化効率などの勘案など、モデルの骨格について詳しく説明が記されている。</p> <p>第 4 章では、現状気候におけるモデルの試行と、実際の FAO 統計値を用いたモデルの再現性について検討が行なわれており、それぞれの作物について空間分布・時間分布について検討がされている。またそれぞれの地点における統計値と計算値の比較がグラフ化されている。同時にこれら的大陸毎の収量絶対値だけではなく、収量の時系列変化についても詳しく述べられており、それぞれの作物についてそれぞれの大陸での解析結果を踏まえて詳細な検討が加えられている。その結果、提示したモデルは、空間分布・時系列分布の比較を通じ全般的に現状値をよく再現しており、将来気候による収量変化を予測するために十分な精度を有していることが示されている。</p> <p>第 5 章では、前章までに現状気候での収量再現性が検証された iGAEZ モデルを用</p>			

京都大学	博士 (工学)	氏名	辰己 賢一
<p>いて、CMIP3 で用いられた複数の全球気候モデル (GCM) について排出シナリオに関する特別報告書 (SRES) シナリオ (A1B、A2、B1) の気候値を入力データとして、近未来 (2040-2059 年) および将来 (2080-2099 年) における各作物の収量・生産量の現在 (1980-1999 年) からの変化が見積もられ、大陸毎での評価が行なわれている。その結果、コムギでは現在の主要生産地域である東アジアにおいて生産量に大きな変化はないものの、南アジアやヨーロッパでは大幅に生産量が減少することや、コメでは、世界全体で 1.8-3.2% 生産量が減少すること、トウモロコシは、特に東アジアにおいて生産量が増加し、北アメリカや南アメリカでは減少するものの、その幅は小さいことから、トウモロコシは温暖化による利益を受ける作物の一つであること等が示されている。</p> <p>第 6 章においては、上記の気候再現性検証計算と同様の骨子を用いて、全球 20km 解像度の気候モデル MRI-GCM20 および 2 章において比較的気候再現性の高いとされた CRUTS2.1 および JRA-25 を用い、入力データの空間分解能の高解像度化が、特に粗い解像度では表現が難しい小さな農地面積を有する国家における収量・収穫面積の再現精度において、非常に優位に働くことを、ハンガリーおよびルーマニアにおける収量比較を例に行なっている。</p> <p>第 7 章は本研究の結論であり、得られた成果をとりまとめている。</p>			

(論文審査の結果の要旨)

本論文は、国際連合食糧農業機関 (FAO) による作物収量算定モデルをベースとして改良した全球作物収量算定モデル iGAEZ の高精度化を行うとともに、将来気候の変化が農業生産量にどのような影響を与えるかについて評価したものであり、以下のような成果を得ている。

(1) 作物収量算定モデルの入力値を与える 6 つの気候データセットを用いて、解析対象期間 1979-1999 年の 21 年間において農業生産に関わる重要な 5 要素 (降水量、月平均気温、月最高気温、月最低気温、月平均雲量) について米国気候データセンター (NNDC) のデータを基準としたモデルの再現性の相互評価を行った。その結果、気温においては各大陸を通して気候研究ユニット (CRU) データが NNDC に比較して再現性が良く、降水量においては長期再解析データ (JRA-25) および CRU が安定した結果を示していること、また世界気候研究計画 (WCRP) の第 3 次結合モデル相互比較プロジェクト (CMIP3) データはモデル間のばらつきが大きいことからリファレンス気候値としては誤差が大きいことなどを明らかにした。

(2) FAO による作物収量算定モデルを改良した全球作物収量算定モデル iGAEZ の導出過程を明らかにし、灌漑や土壌による制約、その他全球規模にてモデルを適用するために重要な制約因子などについて精緻なモデル高度化過程を提案して、(1) において評価された現状気候入力値を用いた収量予測を行った。検証計算における解像度は全球で 0.5×0.5 度と固定し、世界の主要な 8 作物それぞれについて、22 分割地域における計算値と、FAO による統計値とを 1961-2000 年の期間を対象に比較し、それぞれの穀物の収量算定においてモデルの再現性が良好であることを統計的に明らかにした。

(3) iGAEZ を用いて、複数の全球気候モデル (GCM) について排出シナリオに関する特別報告書 (SRES) シナリオ (A1B、A2、B1) について予測された気象要素を入力値として、近未来 (2040-2059 年)、将来 (2080-2099 年) における各作物の収量・生産量の現在 (1980-1999 年) からの変化を見積もり、大陸毎での評価を行った。その結果、コムギでは現在の主要生産地域である東アジアにおいて生産量に大きな変化はないものの、南アジアやヨーロッパでは大幅に生産量が減少すること、コメでは、世界全体で 1.8-3.2% 生産量が減少すること、トウモロコシは、特に東アジアにおいて生産量が増加し、北アメリカや南アメリカでは減少するものの、その幅は小さいことから、トウモロコシは温暖化による利益を受ける作物の一つであること等を示した。

(4) 上記 iGAEZ による計算において、全球 20km 解像度の気候モデル MRI-GCM20 および比較的気候再現性の高い CRUTS2.1、JRA-25 を用い、入力データの高解像度化が、特に粗い解像度では表現が難しい小さな農地面積を有する国家における収量・収穫面積の再現精度において、非常に優位に働くことを示した。

以上のように、本論文は、地球環境変化に関する農作物収量の予測手法について非常に有用な知見を与えており、学術上、実際上寄与するところが少なくない。よって、博士 (工学) の学位論文として価値あるものと認める。また、平成 24 年 4 月 25 日、論文内容とそれに関連した事項について学力試問を行った結果、合格と認めた。