

中国における気候変動に起因する農業生産性変化の地域経済への影響評価

Impact assessment on regional economy in China of agricultural productivity change caused by climate change

公共システムプログラム

06M43210 野口綾也 指導教員 増井利彦

Public Policy Design Program

Ryoya Noguchi, Adviser Toshihiko Masui

ABSTRACT

In order to assess climate change impact on agriculture, the regional characteristics must be taken into account such as products variety, resource availability, agricultural production share, and food preference. In this study, a multi regional computable general equilibrium model for China linked to the global integrated assessment model is developed, and the agricultural impacts due to the climate change are assessed. Compared with the results from the reference case (without climate change in the future), the paddy rice production in 2050 will greatly increase in the northeast and the northwest areas, and decrease in the central area. The wheat and maize production will increase in the northern part, decrease from the central to the south part. Agricultural impacts will bring 1.4% of GRP gain in the northeast area, and 2.0% of GRP loss in the central area. In whole China, GRP will decrease by 0.7%.

1. 研究の背景と目的

2007年12月に国連気候変動枠組条約第13回締約国会議(COP13)において、ポスト京都議定書の温暖化対策の枠組作りに関して2009年末までを交渉期限とするバリ・ロードマップが採択された。その交渉過程で、途上国を中心として、気候変動影響への適応支援が強く求められた。IPCCの第四次評価報告書によると、既に気候変動の影響は顕著に現れ始めており、また、温暖化は現実的にみて不可避であることが示されている。そのため、温室効果ガスの排出削減に努めるとともに、気候変動影響に対して脆弱な地域への適応支援をすることが今後重要となってくる。しかしながら、脆弱な地域の特長、適応策のオプション拡充、気候変動影響の程度の見積もりなどの重要な課題が依然として残されている。

気候変動影響は、気候変動による生産性低下などの直接的影響、そして直接的影響から波及する間接的影響に分けられる。特に、農業部門は、生産性変動などに代表される直接的な影響が食糧需給や経済にまでも波及することから重要視されてきている。さらに、農業部門の生産性変動は経済における農業部門の構成を大きく変化させ、農業従事者に負担を強いる可能性も否定できない。近年急速な発展を遂げた中国などを中心として、農業従事者と非農業従事者での格差が問題となっている場合が多く、農業部門への影響次第で適応策の在り方や重要度が変わってくるだろう。

そこで、農業部門では直接的影響のみならず間接的影響ま

で総合して評価することが重要になる。この間接的影響は、経済に対する農業部門の比重、生産している農作物種、人々の食糧嗜好、水資源の利用可能性など広範な条件に依存し、その地域の特性によって大きく異なることが予想される。したがって、気候変動の農業影響を評価するためにはこれらの地域性を加味することも重要になる。

これらの背景から、本研究では地域性を加味した気候変動の農業影響評価を目的とし、広大な国土、多様な気候、地域毎に異なる主要穀物をもつ中国を対象とした分析を試みる。

2. 既往研究と本研究の位置付け

気候変動の農業影響について取り扱った研究は、その重要性の高さから多数存在する。IPCCの第四次報告書では、20世紀半ばまでに東アジア地域で穀物生産量が最大20%増加すると述べられている。また、Li et al.(2007)による研究では中国を地域レベルにスケールダウンし、気候変動が水資源及び農作物に与える影響と適応策の有効性が議論されている。ただし、これらの気候変動の農業影響は直接的なものに関する記述が主であり、マクロ経済全体を含めた間接的影響までは包括されていない。

気候変動の農業影響を直接的影響と間接的影響を包括して扱っている研究としては、石橋(2007)によるものがある。ここでは、世界モデルを用いて、国やアジアといった領域を対象に気候変動の農業影響が穀物生産性変化を通じて及ぼす経

済的波及効果を評価している。また、農業生産に関して重要なファクタとなる土地利用を生産要素として組み込み、地域の資源利用に一定の配慮をした評価をしている。

本研究では、国をさらに分割した地域レベルでの気候変動による農業影響評価、そして直接的のみならず間接的影響まで包括した評価の2つが重要と判断し、それらに焦点を当てた分析を試みる。特に間接的影響に関しては、地域経済へ与える影響、農業部門構成の変化を評価する。

3. 研究の枠組み

本研究では主に、石橋(2007)による研究手法を踏襲し、国を分割した地域レベルまでスケールダウンさせる。対象領域は中国とし、中国を8地域に分割した応用一般均衡モデル(簡略化のため以下、中国モデルと呼ぶ)を開発し、石橋(2007)のモデルを一部簡略化した統合評価モデル(簡略化のため以下、世界モデルと呼ぶ)とリンクさせることにより、中国各地域の気候変動による農業影響を定量的に評価する。気候変動により影響される農作物は多岐に渡るが、本研究ではデータの入手可能性を考慮し、穀物だけに絞って評価する。

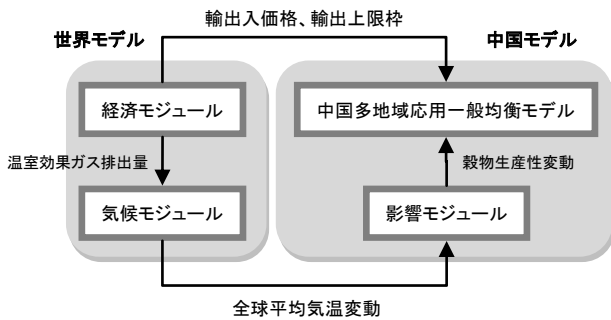


図 1: モデル枠組みと情報入力

計算の流れとしては、世界モデルを先に利用する。世界モデルの計算終了後に、経済モジュールの出力情報となる中国における財・サービスの輸出入価格と輸出上限、気候モジュールの出力情報となる全球平均気温変動を中国モデルに入力し、中国モデルで気候変動の農業影響を評価する。

4. 対象地域

表 1: 中国地域分類

地域名	コード	含まれる行政区
北東部	NET	黒竜江、吉林、遼寧
北部都市	NMP	北京、天津
北部沿岸	NCT	河北、山東
中部沿岸	CCT	江蘇、上海、浙江
南部沿岸	SCT	福建、広東、海南
中部	CTL	山西、河南、安徽、湖北、湖南、江西
北西部	NWT	内蒙古、陝西、寧夏、甘肅、青海、新疆
南西部	SWT	四川、重慶、雲南、貴州、広西、西藏

研究対象地域の設定は、IDE(2003)の中国多地域産業連関表に則して行う。ここでは、同質性をもとに中国が 8 地域に分

割されており、その通りの 8 地域の分類を適用した。

5. 部門及び生産要素の定義

中国モデルのベンチマークのデータとして、IDE(2003)の中国多地域産業連関表を使用する。この中では、最大 30 部門が取り扱われているが、本研究では 19 部門に整理し利用する。また、農業部門が 1 つに統合されて取り扱われているため GTAP6 データベースの投入・産出構造を利用し、5 部門に分割している(稲、小麦、とうもろこし、林業・漁業、その他農業)。世界モデルについては、GTAP6 データベースを使用し、20 部門に分類している。

表 2: 部門分類

コード	中国モデル	コード	世界モデル
PDR	稲	AGR	農業
WHT	小麦	LVK	畜産
MZE	とうもろこし	FRS	林業
LVS	畜産	FSH	漁業
FRS	林業・漁業	COA	石炭
OAG	その他農業	OIL	原油
COA	石炭	GAS	天然ガス
OIL	原油・天然ガス	OMN	鉱物
MIN	鉱物	OMF	その他製造
FOD	食料品	EIS	エネルギー集約財
TEX	繊維	P_C	石油製品
ENE	エネルギー集約財	M_M	機械
P_C	石油製品	ELY	電力
MCH	機械	WTR	水供給
ELY	電力	GDT	ガス供給
GDT	ガス供給	CNS	建設
CNS	建設	TRT	輸送
TRP	輸送	CMN	情報通信
SVC	サービス	OSG	公共サービス
		SER	その他サービス

本研究では、生産要素として労働、資本、土地、天然資源の 4 つを扱う。中国多地域産業連関表から土地、天然資源を分離する際には、GTAP6 データベースの投入構造を用いる。

なお、IDE(2003)によるものは 2000 年基準であり、一方 GTAP6 データベースは 2001 年基準であるため厳密には投入・産出構造の変化を織り込まなければならないが、本研究では関連するデータが入手困難なことから、その点について考慮していないことを留意する必要がある。

6. 中国モデル

中国モデルでは、各地域において大きく生産部門、最終消費部門、国内移出入部門、海外貿易部門の 4 つを想定している。

生産部門では中間財と生産要素を投入して財を生産し、生

産された財は自地域向け、他地域向け、輸出に分けて供給される。生産関数で外部から与える代替弾力性は GTAP6 データベース及び Paltsev et al.(2005)による EPPA4 モデルの値を参照している。また、稲、小麦、とうもろこしの生産部門では、世界モデルから得られる穀物生産性変化を入力する。

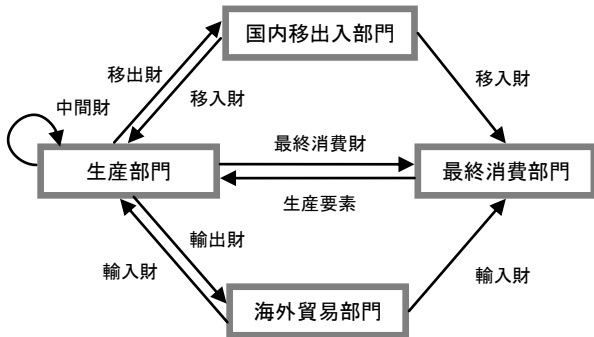


図 2: 中国モデルの概要

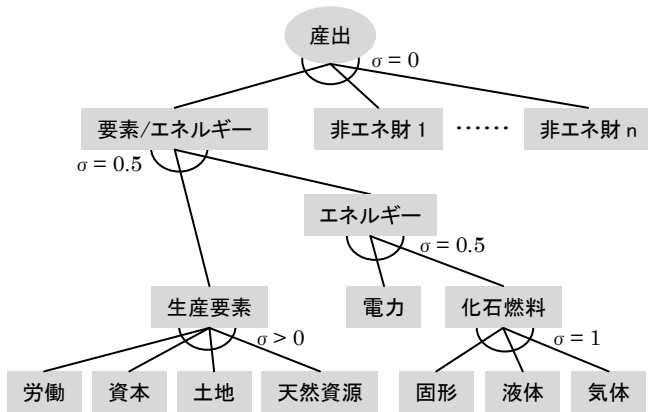


図 3: 生産構造

最終消費部門は、家計と政府を一括して想定しており、生産要素供給及び税による所得から純輸出及び来期分の投資を差し引いたものを消費にまわす。来期の投資は加速度原理を基にして決定される。需要関数の代替弾力性についても、GTAP6 データベース及び EPPA4 モデルの値を参照している。

家計の保有する生産要素のうち、労働及び資本は部門間移動が自由な生産要素、土地は部門間移動が緩やかな生産要素として設定されている。天然資源は部門間移動を想定しない。

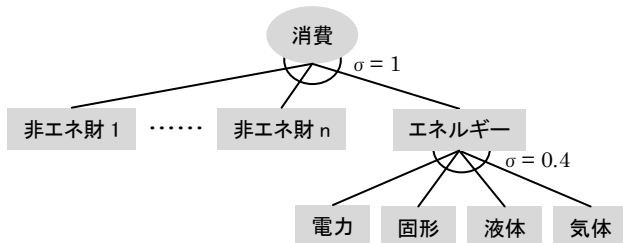


図 4: 消費構造

国内移出入部門及び海外貿易部門では生産部門から供給される財・サービスを他地域へ移出及び海外への輸出し、また、他地域からの移入及び海外からの輸入される財・サービスを自地域へ供給する。CO₂、CH₄、N₂O の排出量が内生的に計算

される。輸出入財価格は世界モデルの計算結果から外生的に与えられる。なお、本モデルでは、移出及び移入に際して輸送費用を直接取り扱っていない。

また、中国モデルでは各地域の穀物生産性変動を評価する影響モジュールが組み込まれている。影響モジュールにおいては、まず、大気海洋統合モデルの 1 つである CCSR/NIES のシミュレーション結果を利用し、パターンスケーリングという手法を用いて、世界モデルの気候モジュールで計算された全球平均気温変動に対応する地域別の気温及び降水量変化が求められる。そして、AIM/Agriculture で推計された気温及び降水量変化で区切られた地域別穀物生産性変化のデータベースと照らし合わせることにより、各地域の穀物生産性変動が求められる。

7. 世界モデル

(a) 経済モジュール

経済モジュールは計 24 地域で構成され、生産部門及び最終消費部門の構造は基本的に中国モデルと同じとしている。輸出入は他国との直接取引として扱われ、化石燃料財についてのみ生産国によらず同質と仮定し、単一市場を通じてどの国も同一価格で取引できるように仮想的な世界市場を想定している。経済活動に伴う CO₂、CH₄、N₂O の排出量が内生的に計算され、気候モジュールに入力される。

なお、石橋(2007)では生産要素としての水資源や詳細な土地区分を扱っているが、本研究では考慮していない。

(b) 気候モジュール

米 Stanford 大学により開発された MERGE モデルの気候サブモデルを採用する。経済モジュールで計算された CO₂、CH₄、N₂O 排出量と外生的に与える短命 F ガス、長命 F ガス排出量を基に、全球平均気温変動を計算する。

8. シミュレーション分析

シミュレーション分析に際し、本研究では 2 つのケースを用意する。1 つは気候変動の農業影響により穀物生産性が変わるケース(Feedback)で、もう 1 つは比較対象として気候変動影響がないと仮定したケース(Reference)である。対象期間は 2050 年までとするが、世界モデルでは全球平均気温の上昇を確認するため、2100 年まで計算している。

① 世界モデルの計算結果

1961 年～1990 年の平均値を基準として 2050 年で 1.8°C、2100 年で 3.4°C の全球平均気温上昇が確認された。世界モデルでは、GEO4 の Markets First 及び SRES/A1B シナリオを参照している。SRES/A1B シナリオに基づいた既存の試算結果では、2100 年で概ね 3°C 程度の上昇が見込まれており、本研究の結果と大きな相違はないと言える。

気候変動による穀物生産性変動は、地域の属する緯度によって分類できることが確認できる。北部に位置する地域では、稲、とうもろこしの生産性が高くなり、小麦への影響は小さい。逆に、中・南部に位置する地域では、全ての穀物生産性が低下する。稲の生産性は特に北東部(NET)と北西部(NWT)

大きく向上し、中部(CTL)では大きく低下する。小麦の生産性は中部沿岸(CCT)、中部(CTL)、南西部(SWT)で大きく低下する。とうもろこしの生産性は北部一帯で大きな向上が見込まれ、中部沿岸(CCT)、中部(CTL)、南西部(SWT)では大きく低下する。

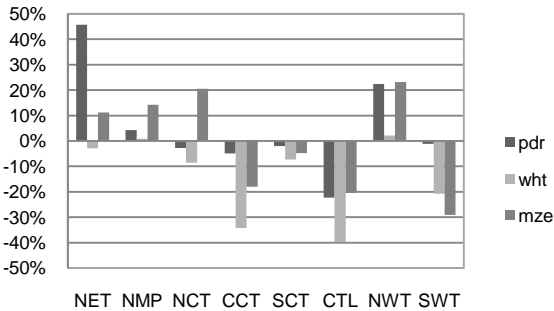


図 5: 基準年に対する穀物生産性変動(2050年)

これらの結果を、中国モデルに反映させて、シミュレーションを行う。

② 中国モデルの計算結果

2050年における Feedback ケースの稲の生産量について見ると、北東部(NET)では生産性が向上することにより、生産量が Reference ケースと比較して 118%も増加する。また、北西部(NWT)でも稲の生産性が向上するため、生産量は 31%増加する。逆に中部(CTL)では稲の生産性が大きく低下するため、生産量は 31%減少し、移入及び輸入に依存するようになる。他の地域では、生産性の変動が比較的小さいため、生産量自体はあまり変化しない。

小麦の生産量は、北部都市(NMP)、北部沿岸(NCT)、北西部(NWT)で Reference ケースと比較して 20~39%増加が見込まれる。小麦の需要自体は大きく変わることはないため、比較的生産性の高いこれらの地域の小麦生産量が増える結果となる。逆に、小麦の生産性が大きく低下する中部沿岸(CCT)、中部(CTL)、南西部(SWT)では生産量も 13~31%減少する。

とうもろこしの生産量は、生産性が向上する北東部(NET)、北部都市(NMP)、北部沿岸(NCT)、北西部(NWT)で Reference ケースと比較して 9~33%の増加が見込まれる。中部沿岸(CCT)、中部(CTL)、南西部(SWT)では、とうもろこしの生産性が大きく低下することから生産量は 10~15%減少する。

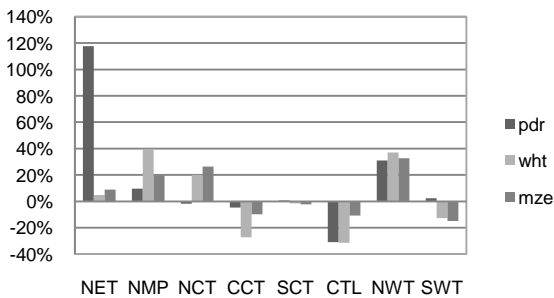


図 6: Reference ケースに対する Feedback ケースの穀物生産量(2050年)

GRP への影響について見ると、2050年で Reference ケースに対して北東部(NET)で 1.4%、北西部(NWT)で 0.9%の増加であるのに対し、その他の地域では 0.1~2.0%の減少が見込ま

れる。基本的に穀物生産性の向上が GRP に対して好影響をもたらす、穀物生産性の低下は GRP に対して悪影響をもたらしていると言える。

全体としての GRP 変化は 0.7%減少であり、農業影響の波及効果は地域によって異なることが確認される。

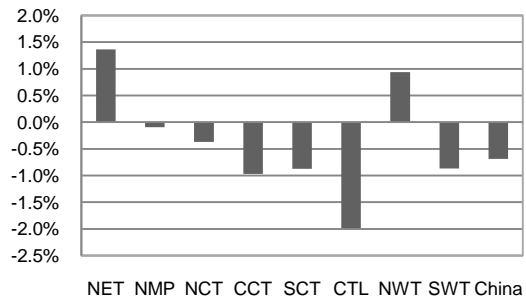


図 7: Reference ケースに対する Feedback ケースの GRP(2050年)

GRP と同様に各地域の消費の変化についても同じ傾向が確認されており、このことから農業影響は地域によって差が生じていると言える。

9. 結論

- 2050年において、北部一帯では稲、とうもろこしの生産性が現状と比べて向上し、小麦の生産性変動はほとんどない。中・南部一帯では全ての穀物生産性が低下し、特に中部沿岸(CCT)、中部(CTL)、南西部(SWT)への影響が大きい。
- 2050年における Feedback ケースの稲の生産量は、北東部(NET)で Reference ケースと比較して 118%も増加するが、中部(CTL)では 31%減少する。
- 2050年における小麦の生産量は、北部都市(NMP)、北部沿岸(NCT)、北西部(NWT)で Reference ケースと比較して 20~39%増加し、中部沿岸(CCT)、中部(CTL)、南西部(SWT)では 13~31%減少する。
- 2050年におけるとうもろこしの生産量は、北部一帯で Reference ケースと比較して 9~33%増加し、中部沿岸(CCT)、中部(CTL)、南西部(SWT)では 10~15%減少する。
- 気候変動の農業影響による消費や GRP の変化は地域によってばらつきがあり、地域の特性に依存している。
- 中国全体として見ている限りでは地域の特性が考慮されず平均化されてしまうため、地域により農業影響の程度が大きく異なること見落とす可能性がある。

参考文献

- IPCC (2007), Climate Change 2007 Impacts, Adaptation and Vulnerability, Cambridge Univ. Press
- Li et al. (2007), Impacts of, and Vulnerability and Adaptation to, Climate Change in Water Resources and Agricultural Sectors in China, Human Development Report 2007/2008, UNDP
- 石橋 (2007), 水資源・土地利用を組み込んだ経済モデルの開発と農業分野を起源とする地球温暖化の経済影響評価, 東京工業大学大学院社会理工学研究科社会学専攻修士論文
- IDE (2003), MULTI-REGIONAL INPUT-OUTPUT MODEL FOR CHINA 2000, Institute of Developing Economics, JETRO
- Paltsev et al. (2005), The MIT Emissions Prediction and Policy Analysis (EPPA) Model: Version4, MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change