

適応を考慮した地球温暖化が穀物生産に 及ぼす影響に関する研究

Research on assessment of climate change impacts on grain
production taking account of adaptation

00-2351-5 村井 啓朗

指導教官 増井 利彦

日引 聡

1. 研究の背景と目的

温暖化対策としては、原因物質である温室効果ガスの排出量を削減する緩和策と気候変化に対して自然生態系や社会・経済システムを順応・適応させることで温暖化の悪影響を軽減する適応策がある。当初、政策検討・評価研究の注目は緩和策に集まっていたが、最大限の緩和策を実行したとしても依然重大な気候変化は免れ得ないことが明らかになるに従い、適応策への注目が高まりつつある。

しかしながら、適応策の効果については定性的な評価研究は見られるが、定量的な評価はまだ充実しているとは言えない。その原因としては、適応策が多様であり、適応策の代替案を評価する仕組みを包括的に設計することが困難であることが挙げられる。加えて、適応策評価の前提となる影響評価の精度が不十分なために、適応策の定量的な評価の障害となっている場合もある。本研究は、既存の影響評価手法の改良を通じて評価精度を改善し、その改良した評価手法を用いて適応策の効果について定量的な評価を試みるものである。

本研究では影響・適応の評価対象として農業、特にイネ・コムギの生産性を取り扱う。穀物生産性は気温、降水量などの気候因子に強く依存しており、深刻な気候変動の影響を受けると懸念されている。適応策としては「気候変動による被害を軽減するための作物品種/栽培期間の変更」の効果について評価する。将来影響の評価対象時期は2050年とする。

2. 研究の方法

本研究では、気候・土壌を入力情報とした潜在作物生産性モデルを用いることにより、農作物生産性を推計する。気候変動下において、適応策を行った場合と行わない場合それぞれについて生産性変化を推計し、その比較により適応策の効果を評価する。

潜在作物生産性モデルとしては、既存の手法(Takahashi et al., 1997)を改良して適用する。この手法では、気温、降水量、土壌の性質・地勢などを入力として、穀物の成長を生物学的にモデル化し、潜在作物生産性を算定する(図1)。

本研究において既存モデルを改良した点は、(1)現在の作物暦実態データの反映、(2)作物品種(気候条件適性や成熟までの必要期間が異なる)の細分化、(3)機械化率(農地面積あたりのトラクター使用台数で代替)による生産性向上の勘案、(4)灌漑面積率の空間情報を用いた灌漑効果の勘案、である。これらの改良により現状再現性が高まるとともに、将来の適応の度合いに応じて穀物生

産性影響がどの程度緩和されるかを見積もることが可能となった。

3. モデル改良ならびに影響評価に用いたデータ

潜在作物生産性モデルの改良に必要な穀物生産量などの国別統計情報については、FAO データベース(FAOSTAT)を利用した。また、農地分布の空間情報、作物暦についてはUSDA、FAOにより公表されている実態データを利用した。灌漑面積率はAQUASTAT、土壌情報はFAOの世界土壌図を用いた。気候観測情報としては、CRUによる0.5°メッシュ情報を用いた。将来の気候予測情報としては、東京大学/国立環境研究所GCMモデルの予測結果(SRES排出シナリオ実験)を利用した。気候や土壌の空間情報は、ラスター型の地理情報システムGRASS5を用いて管理・処理した。

4. コムギに関する評価結果と考察

灌漑効果と投入労力効果(機械化による効果)について評価した(図2)。コムギでは、投入労力効果が非常に高いが、灌漑効果はほとんど見られない。これは、生物学的に見て乾燥に強い作物であり、現段階で水に関する条件を満足しているためと考えることができる。熱帯アジアやアフリカなどの低緯度高温地域においては、投入労力の高度化によって非常に大きなプラスの効果が期待できる。一方、アメリカ合衆国や欧州では既に投入労力が高く、これ以上の効果は望めないことが明示された。

適応の効果について以下の4つのケースを設定し、現状(1961~1990年の30年平均状況)と2050年の2時点間の穀物潜在生産性変化を推計することで評価を行った。

- (1) ケース CNTN: 将来の気候条件下においても、現在栽培されている作物品種を継続的に栽培し(CN)、かつ植付けを現状観測される植付け時期に行う(TN)、最も流動性の低いケース
- (2) ケース CNTY: 現在の作物品種を継続的に栽培する(CN)が、植付け時期を気候変化に対応して適宜調整する(TY)ケース
- (3) ケース CYTN: 気候条件に応じて適宜作物品種を変更する(CY)が、植付けは現状観測される時期に行う(TN)ケース
- (4) ケース CYTY: 気候条件に応じて適宜作物品種・植付け時期の変更を行う、最も流動性の高いケース

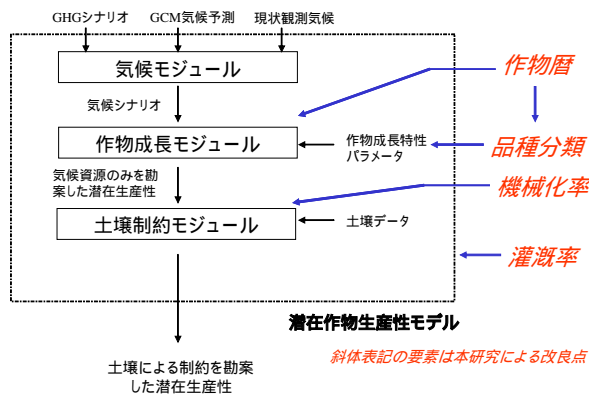


図1 既存手法の算定手順と本研究の改良点

図3は、現状ならびに上記各将来ケースについて、コムギ潜在生

産性の推計結果を示している。CNTN では、気候変化に応じた適応策が行われないため、多くの地域において生産性減少が見込まれる。ただし途上国においては、今後機械化率の増加が見込まれる(図2)ため、先進国に比して生産性減少の度合いがやや小さいか生産性が向上する(図4)。CNTY では、植付け日移動により CNTN に比べ若干の影響緩和が見られるが、多くの地域において適宜品種変更を行える CYTN の方がより影響が緩和される。CYTY では、流動的な適応により気候変化を有効に利用できるため、多くの地域において生産性向上が見込まれる。現状で生産不適なロシア中部でも、新たに栽培可能となる地域が出現する。しかし、現状において栽培に最適な条件を備えた地域(例えば米国中部・東部)では、CYTY で仮定する適応を行ってもなお生産性減少が見込まれる。

従来手法では、高緯度地域において生産性が向上し、低緯度地域においては専ら生産性が減少すると見積もっている。しかしながら本研究のように、途上国における将来の灌漑率の増加・機械化率の上昇(つまり気候変化以外の将来変化因子)が生産性に及ぼす効果を勘案した場合、低緯度途上国の生産性は現状に比べ必ずしも減少せず、地域によっては上昇することが示された。ただし、気候変化状況に応じた適切な適応策が行われない場合には、気候変化以外の将来変化因子による生産性向上は気候変化による生産性減少に打ち消されることがわかる。また、高緯度地域における生産性向上は、適応策行われることが前提となることが明示的に示された。

5. 今後の課題

本研究では、既存の潜在作物生産性モデルをより現実的なものに改良するために、灌漑、機械化率といった気候以外の将来変化因子を新たにモデル中で勘案した。それによって、本研究では取り扱うことの出来なかったその他の因子(例えば、大気中CO2濃度上昇に伴う施肥効果、肥料投入量変化、連作・灌漑による土壌劣化等)については、今後取り組むべき課題として残されている。

6. 引用文献

Takahashi, K., Harasawa, H. and Matsuoka, Y.: Climate change impact on global crop production Journal of Global Environmental Engineering, 3, 145-161, 1997.

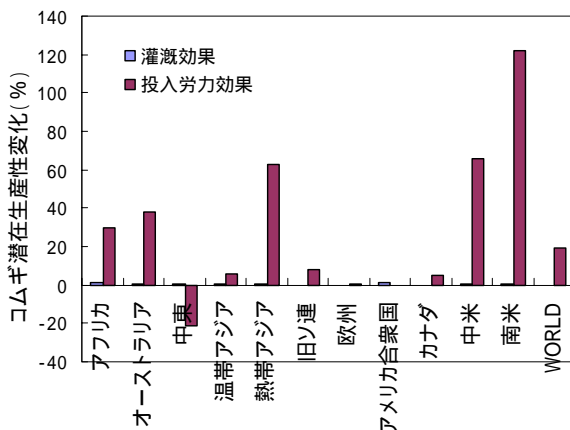


図2 コムギの灌漑効果・投入労力効果

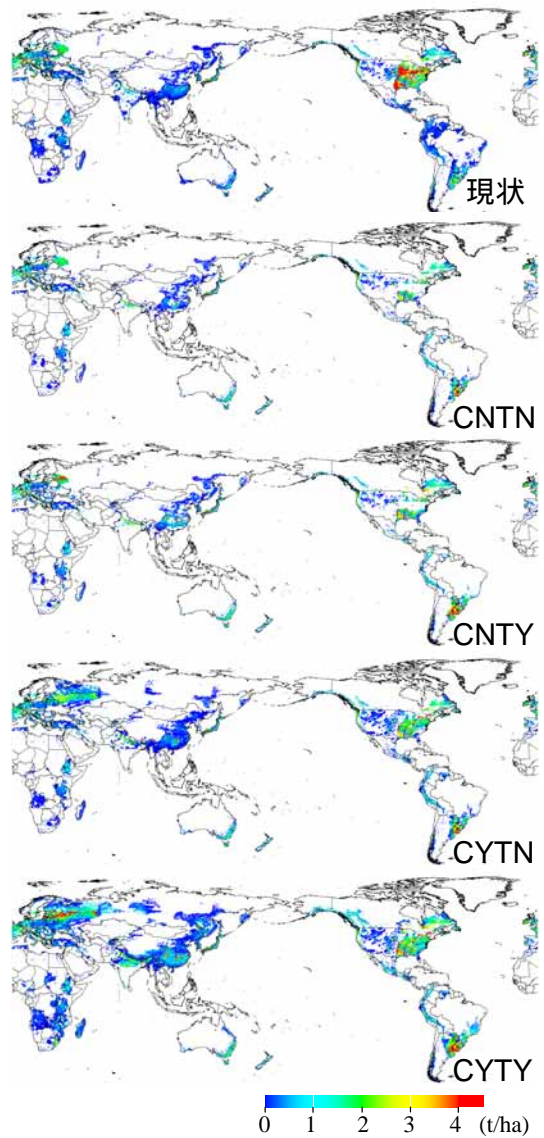


図3 各ケースでのコムギ潜在生産性の推計結果

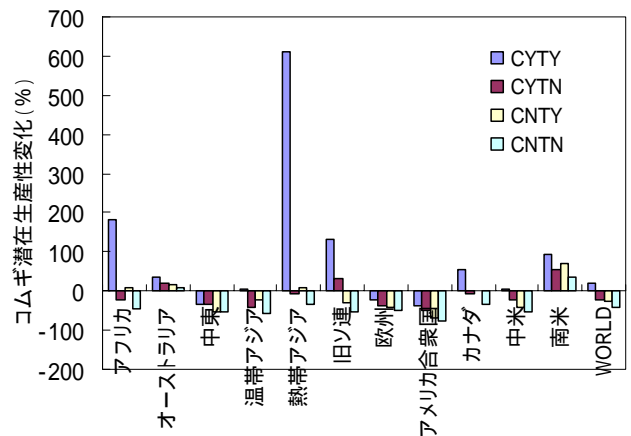


図4 コムギ潜在生産性の現状からの変化 (世界平均・国平均)

謝辞: 本研究を行うにあたり、国立環境研究所の高橋潔研究員から、プログラミングやデータ解析などについて大変多くの助言・ご指導をいただきました。ここに記して謝意を表します。