

令和元年6月17日現在

機関番号：23903

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2017～2018

課題番号：17K13733

研究課題名（和文）気候変動と農家の適応行動に関する定量分析：品種選択ダイナミクスと生産への影響

研究課題名（英文）Dynamics of Crop Traits and Their Impacts on Agricultural Production under Climate Change

研究代表者

内田 真輔 (Uchida, Shinsuke)

名古屋市立大学・大学院経済学研究科・准教授

研究者番号：70636224

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,200,000円

研究成果の概要（和文）：作物には数多くの品種が存在し、各品種には多収性や耐冷性、耐病性など複数の違った特性が備わっている。どの品種を選ぶかによって、作物の単収や品質に異なる影響をおよぼすだけでなく、気温や疫病などの外的ストレスに対する抵抗力にも差異が生じる。農家は、毎年変化するこれら外的条件に合わせて、各品種が持つさまざまな特性の良し悪しを考慮しながら、作付けする品種を決定してきた。本研究では、このような農家の適応行動をモデル化し、日本の水稲に関する長期パネルデータを用いて計量分析を行なった。分析の結果、気候変化が農業生産（単収・品質）へおよぼす影響は、品種選択を通じた適応行動によって緩和されている可能性が示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

分析結果より、まず気候条件の変化に対する農家の適応行動（品種の変更）が確認された。また、品種選択を通じた適応行動により、気候変化が農業生産（単収・品質）におよぼす影響を緩和している可能性が高いことも明らかになった。このような品種選択を介した農家の適応行動メカニズムをモデル化することで、気候変化などの外的条件が農業生産におよぼす実際の影響を正確に定量化することができる。また、農家の適応行動を組み込んだ農業生産モデルを用いて長期的な気候影響予測を行うことが可能となり、気候変動への適応に向けた制度設計に寄与することができる。

研究成果の概要（英文）：There are many varieties of crops. Each variety has different traits (characteristics) such as yielding ability, cold resistance and disease resistance. Some of them can improve the yield and quality of crops, others can mitigate the impacts of extreme weather events and/or climate change on crop production. Farmers select crop varieties based on their traits to adapt to shocks and changes in production conditions such as heavy storms and global warming. This study conducts the econometric analysis on such farmer's adaptation behavior through crop variety selection. We use the long-term panel data of Japanese paddy rice to quantify the influence of climatic conditions on rice variety selection and consequent rice yield and quality. Our findings indicate that the adaptation behavior through variety selection is likely to mitigate the effects of climate change on agricultural production.

研究分野：環境経済学、応用計量経済学

キーワード：気候 品種選択 品種特性 農業生産

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

気候変動への適応策立案に向け、気候がおよぼす経済影響分析の必要性が農業分野においても急速に高まっている。これを受けて、Schlenker and Roberts (2009) を代表とする多くの実証研究により、気候と作物生産の関係性が明らかになってきている。これらの研究では、気温や降水量、日照量などのさまざまな気候条件と作物（特に単収）の間に介在する複雑な農学的関係性を詳細に分析しているが、作物生産を担う農家の生産行動に対する気候の影響に関して明示的に分析した研究は数少ない。

気候に対応して日々進歩してきた農業の歴史を鑑みるに、気候に対する農家の適応行動の有無を明らかにしないことには、気候が農業生産におよぼす影響を正確に定量化したとはいえない。事実、作期（産地）移動や品種改良により、気候への適応に成功した農業の生産性は飛躍的に向上してきた（Olmstead and Rhode, 2011 など）。このような農家の適応行動は、上述した農学モデルから得られる推定結果に無視できない過少バイアスを生じさせるが、農家の適応行動を考慮にいれた農業生産メカニズムを構造的に定量分析した実証研究は行われていない。

実際に、気候条件が米の単収と品質におよぼす影響について分析した既存研究では、気候を含めた外的諸条件ならびに作期（田植え時期）がよく似た地域であっても、作物の単収や品質に無視できない違いが生じていることが確認されている（Kawasaki and Uchida, 2016）。このような違いは、作物自体が持つ特性の異質さに依拠する可能性が高いと考えられる。

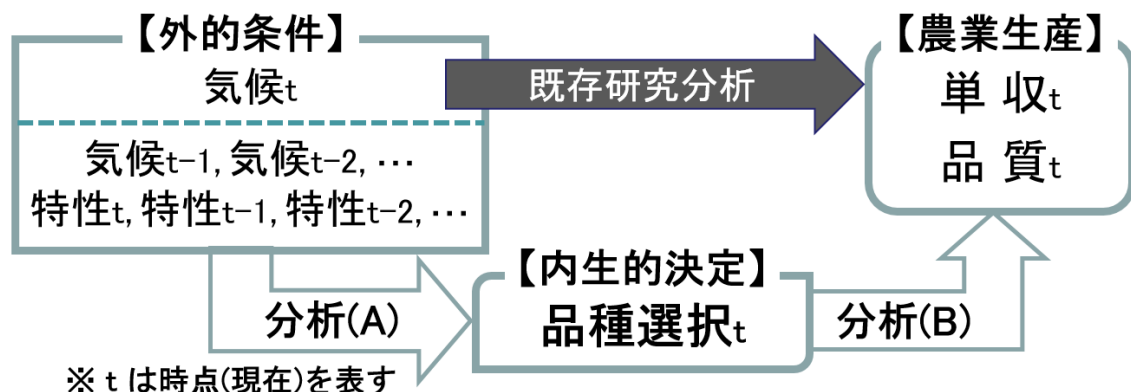
作物には数多くの品種が存在する。たとえば水稲ひとつをとっても、過去半世紀の間に日本全国で数百種類もの新品種が開発・作付けされてきた。各品種には多収性や良食味性、耐冷性、耐病性など複数の違った特性が備わっており、どの品種を選ぶかによって作物の単収や品質に異なる影響をおよぼすだけでなく、気温や疫病などの外的ストレスに対する抵抗力にも差異が生じる。新品種の開発に伴い、これら特性の強度も従前の品種から更新されてきた。農家は、毎年変化する気候などの外的条件に合わせて、各品種が持つさまざまな特性の良し悪しを考慮しながら、作付けする品種を決定してきた歴史をもつ。すなわち、気候変化や新品種の開発に伴う特性の更新といった変化要因に対して、農家は品種の選択を通じた適応行動を長期的に取ってきたと考えられる。

2. 研究の目的

品種とその特性に対する農家の選好メカニズムは、近年 Useche et al. (2009) や Ward et al. (2014) によって分析されているが、これらの研究はクロスセクションデータを用いた分析にとどまっている。品種選択行動には、過去の気候変化や品種特性の更新といったさまざまな外的条件の蓄積が大きな影響をおよぼすと予測されるため、これらを考慮した動的モデルにもとづく検証が必要となる。

本研究の目的は、品種の特性を考慮にいれた品種選択を農家が内生的かつ動的に決定する点に着目し、気候が農業生産におよぼす影響について下図のような流れで構造的に分析することにある。農家の品種選択（適応）モデルを構築し、それに基づく長期パネルデータを用いた分析を行なうことで、気候条件の変化や品種特性の更新が農家の適応行動ならびに農業生産におよぼす影響を定量的に明らかにする。

農家の品種選択メカニズムと外的条件が農業生産に及ぼす影響の関係



3. 研究の方法

気候などの外的条件が農業生産におよぼす影響を構造的かつ動的に明らかにするために、(A) 気候条件の変化や品種特性の更新が農家の品種選択におよぼす影響の定量分析と (B) 品種選択を内生的に考慮した単収・品質への気候影響の定量分析を段階的に行なった。(A) と (B) の分析を行うにあたり、(1) データベースの構築、(2) 推定モデルの構築と計量分析の2項目について、日本の水稲をケース・スタディとして取り上げながら下記の通り順次実施した。

4. 研究成果

(1) データベースの構築

(A)と(B)双方の定量分析に必要となる時系列データとして、水稻の品種データと生産データおよび気候データをそれぞれ入手し、1970年～2009年(40年間)の都道府県別長期パネルデータを構築した。なお、それぞれのデータの具体的な入手先と処理内容は以下の通りである。

- 品種データ：農林水産省の「水陸稲・麦類・大豆奨励品種特性表」より、水稻について各品種の品種特性と県別の品種作付割合を入手した。早晩性や耐冷性、食味など単収や品質に影響をあたえる特性の数値化には、農業・食品産業技術総合研究機構の「イネ品種特性データベース」と農業生物資源研究所の「農業生物資源ジーンバンク」から入手した品種特性情報を利用した。各品種のもつ特性情報を基に、品種ごとの都道府県内作付面積を重みづけに用いることで、都道府県レベルの特性指標を特性ごとに作成した。
- 作物生産データ：水稻の単収、作付面積、作期については農林水産省の『作物統計』より入手した。また、収穫作物の品質指標として、農産物検査法に基づく等級比率を利用する。等級比率データは『食糧統計年報』より入手した。その他、投入要素などの生産関連データは『農林水産統計年報』、品種別価格データは米穀安定供給確保支援機構の「年産別銘柄別落札加重平均価格」および農林水産省の「相対取引価格」より入手した。
- 気候データ：Kawasaki and Uchida (2016)で作成した都道府県レベルの気候変数を用いた。日別の気温、降水量、風速、積雪、日照量などの各種気候データは、日本各地に約1300か所ある気象庁管轄のウェザーステーションより収集した。

(2-A) 品種選択モデルの構築と計量分析

(1)で作成した様々な特性指標を品種選択の代理変数とする推定モデルを構築した。具体的には、複数の特性指標を被説明変数として用い、各種気象条件がそれぞれの特性の選択にあたる影響について、短期的・中長期的視点から推定した。短期的影響の推定には、一般的なパネル推定モデルを用いて冷夏や猛暑、豪雨、強風など単発的な異常気象の影響を定量化した。一方、温暖化のような長期的な気候変化の影響推定には、Burke and Emerik (2016)の Long Differences モデルを用いた。

推定の結果、暴風による短期的な気象ショックが耐倒伏性をもった品種選択を促す一方で、耐病性や耐冷性、収量性などの特性については長期的な気温の変化に伴う適応的選択が行われていることが明らかになった。とりわけ、「最低」気温と「最高」気温の長期的変化に対する品種選択に関して興味深い結果が得られた。最低気温の長期的上昇からは、耐いもち病品種や耐冷性品種の普及を抑制する傾向がみられた。これに対し、最高気温の長期的上昇や大型台風の増加は、収量性の高い品種の普及を抑制する可能性が示唆された。

(2-B) 品種選択モデルの構築と計量分析

品種選択を内生的に考慮した生産(単収と品質)への気候影響を調べるために、各種気候変数と特性指標の交差項を説明変数として用いた推定モデルを構築した。これにより、単収や品質への気候影響が特性の違いによってどれだけ緩和あるいは増幅されるかを推定できるようになる。(1)と同様、長期的な気候変化の影響を推定するために、Long Differences モデルを採用した。

推定の結果、品種選択を通じて栽培品種の特性を変化させることで、長期的な気温変化が単収や品質におよぼす影響を緩和しうることが明らかになった。特に、耐病性の向上は低温の影響を弱め、品質、多収性の向上は高温の影響を緩和している可能性が高いことが示唆された。

以上(2-A)と(2-B)の結果より、農家は短期的な気候ショックや長期的な気温変化に対応した品種を選択することで、気象条件の変化に対する適応を行ない、農業生産への影響を緩和している可能性が示唆された。このような品種選択を介した農家の適応行動メカニズムをモデル化することで、気候変化などの外的条件が農業生産におよぼす実際の影響を正確に定量化することができる。また、農家の適応行動を組み込んだ農業生産モデルを用いて長期的な影響予測を行うことが可能となり、気候変動への適応に向けた制度設計に寄与することができる。ただし、分析結果に関して、パラメータ推定値やその統計的有意差が推定モデルの仕様や変数の定義による影響を受けやすいことも明らかになったため、推定モデルの頑健性をチェックするための精査が引き続き必要である。

参考文献

- Burke, M. and K. Emerik (2016) Adaptation to Climate Change: Evidence from US Agriculture, *American Economic Journal: Economic Policy*, 8(3): 106-40.
- Kawasaki, K. and S. Uchida, (2016) Quality Matters More Than Quantity: Asymmetric Temperature Effects on Crop Yields and Quality Grade, *American Journal of Agricultural Economics*, 98(4): 1195-1209.
- Olmstead, A.L. and P.W. Rhode, Adapting North American Wheat Production to Climatic Challenges,

- 1839–2009, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108(2): 480–85, 2011
- Schlenker, W. and M.J. Roberts, Nonlinear Temperature Effects Indicate Severe Damages to U.S. Crop Yields under Climate Change, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(37): 15594–98, 2009.
- Useche, P., B.L. Barham, and J.D. Foltz, Integrating Technology Traits and Producer Heterogeneity: A Mmixed-Multinomial Model of Genetically Modified Corn Adoption, *American Journal of Agricultural Economics*, 91(2): 444–461, 2009.
- Ward, P.S., D.L. Ortega, D.J. Spielman, and V. Singh, Heterogeneous Demand for Drought-Tolerant Rice: Evidence from Bihar, India, *World Development*, 64: 125–139, 2014.

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 件)

〔学会発表〕(計 件)

〔図書〕(計 件)

〔産業財産権〕

○出願状況 (計 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

出願年：

国内外の別：

○取得状況 (計 件)

名称：

発明者：

権利者：

種類：

番号：

取得年：

国内外の別：

〔その他〕

ホームページ等

<https://sites.google.com/view/shinsuke-yagi-uchida>

6 . 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：

ローマ字氏名：

所属研究機関名：

部局名：

職名：

研究者番号 (8桁)：

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。