

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 29 年 6 月 19 日現在

機関番号：32506

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2016

課題番号：25850154

研究課題名(和文) 内生的な温暖化適応品種選択を内包する多地域動学的応用一般均衡分析：緑茶を事例に

研究課題名(英文) Regional Impacts of a Green Tea Food System under Climate Change using a Multi-Regional CGE Model

研究代表者

阿久根 優子 (Yuko, Akune)

麗澤大学・経済学部・准教授

研究者番号：90363952

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,500,000円

研究成果の概要(和文)：本研究の目的は、気候変動とその適応技術による農業、食料関連産業及び複数の地域経済への影響について、緑茶フードシステムを事例に多地域応用一般均衡(CGE)モデルを用いて明らかにすることである。生葉の生産性に対する気象と茶樹の品種多様性の影響を分析した結果、九州において日照時間の長時間化と夏季の異常高温が生産性を下げる気象条件である一方で、品種多様性が間接的な適応策になっていることを明らかにした。そこで、多地域CGEモデル分析によって、九州における異常気象下での茶樹の品種多様性が当地域の生葉生産や製茶業での生産減少だけでなく、地域内の産業構造の変化や他地域への産地移動を抑制することを明らかにした。

研究成果の概要(英文)：The purpose of this research is to evaluate regional impacts of a green tea food system under climate change in Japan using a multi-regional Computable General Equilibrium (CGE) model. An econometric analysis showed that abnormal weather conditions caused different damage to the productivity of tea leaf production in each region: negative weather conditions included the annual duration of sunshine and abnormal high temperatures in summer in Kyusyu and the average annual temperature and drought conditions in Kanto. It also revealed that tea cultivar diversity contributed a positive impact for tea leaf production in Kyusyu. Furthermore, the result of a simulation in the multi-regional CGE model showed the impact of abnormal weather conditions in a specific region such as Kyusyu multiplied damage to each regional green tea food system through the supply-chain of intermediates. At the same time, cultivar diversity contributed to moderate these damages.

研究分野：フードシステム、食料経済学、地域経済学、応用一般均衡分析

キーワード：フードシステム 気候変動 品種多様性 応用一般均衡分析 地域経済 適応策

1. 研究開始当初の背景

本研究開始当初の背景として、気候変動が農業だけでなく、関連する食品産業も含めたフードシステム全体に影響を及ぼす懸念と、農業における気候変動への適応技術がフードシステムや地域経済にもたらす効果を明らかにする重要性の高まりがあった。

気候変動は、農業の生産性を直接低下させるだけでなく、川下の食品産業にも原料供給の点で連鎖的に影響を与える。本研究で対象とした緑茶生産は、生葉生産の農業だけでなく、製茶業による荒茶や仕上茶加工といった食料品製造業も含めた緑茶フードシステムとして捉えることができ、静岡県や鹿児島県のように、特定の地域の産業構造で重要な位置にある。また、中間財の荒茶は地域間で取引され、主産地間で重層的な供給リンケージが形成されている。こうしたフードシステム内では、ある地域での異常気象は、地域内だけでなく、供給リンケージを通じて他地域にも影響を及ぼすことが考えられる。

一方で、品種改良や栽培方法など、これまで気候変動に対する多くの農業技術が研究開発されてきている。これらの技術の普及は、直接的な対象となる農業だけでなく、フードシステムや地域経済においても気候変動の影響を抑制する可能性がある。

2. 研究の目的

本研究の目的は、気候変動とその適応技術による農業、食料関連産業及び複数の地域経済への影響について、緑茶フードシステムを事例に明らかにすることである。

3. 研究の方法

前述の研究目的のために、(1)緑茶フードシステムの特徴と地域性を把握するための定性調査、(2)緑茶の生産性に対する気象条件と品種多様性の影響を明らかにするための計量経済学的分析、そして(3)緑茶フードシステムの地域内や地域間の影響を明らかにするための多地域 CGE モデル分析の3つの方法で行った。

(1) 緑茶フードシステムに関する定性調査

緑茶フードシステムの地域性として、緑茶の主産府県の緑茶クラスターと品種多様性の状況を次の手順で把握した。

まず、緑茶フードシステムの特徴を産業クラスターの視点から整理するために、静岡県、鹿児島県及び京都府を対象に、生葉生産や製茶業とともに、関連する研究機関、機械メーカー、行政及び業界団体の構成と活動状況に関して文献や統計の資料収集とともに、現地でヒアリング調査を行った。

次に、品種多様性の地域性の違いについて、農林水産省『特産農作物生産実績』(昭和60年産～平成20年産)の茶樹品種別作付面積

を用いて都道府県ごとに多様性を表す指標の1つであるシンプソン指数を計測した。

(2) 緑茶の生産性に関する計量経済学的分析

緑茶の生産性に対する気象条件と品種多様性の影響について計量経済学的手法を用いて分析した。

まず、生葉の生産性に関する分析では、緑茶の主産府県(静岡県、鹿児島県、三重県、宮崎県、京都府、福岡県、熊本県、佐賀県、奈良県、長崎県、埼玉県及び愛知県)を対象に1985年から2008年までのパネルデータを用いて回帰分析を行った。被説明変数の生葉の生産性は、農林水産省『作物統計』の摘採面積と生葉収穫量から求めた土地生産性を用いた。説明変数は気象条件と品種多様性で、データソースは次のとおりである。気象条件に関するデータは、気象庁のデータベース(<http://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/>)より各県の主産地域に最も近い観測地点の年間の平均気温、日照時間、降水量とともに、夏季(7~9月)の無降水と最高気温が35度を超えた日数を用いた。各県の品種多様性については前述のシンプソン指数を用いた。分析では、対象の地理的範囲を主産府県全体(12府県)、九州(6県)とそれ以外の地域(6県)、4地域(九州:福岡県、佐賀県、長崎県、熊本県、宮崎県、鹿児島県、関東:埼玉県と静岡県、中部:愛知県と三重県、近畿:京都府と奈良県)に分けて行った。4地域は、後述のCGEモデルでの区分に合わせた。

さらに、緑茶フードシステムでの川上の生葉の生産での品種多様性と川下の製茶業の荒茶の生産の関係を明らかにするために、品種多様性が最も高い鹿児島県を対象に、現地調査で得た同県の1985年から2013年までの荒茶工場の稼働率と品種多様性との関係について回帰分析を行った。

(3) 緑茶フードシステムの多地域 CGE モデル

気候変動とその適応技術による緑茶フードシステムの地域内や地域間の影響を分析するために、同フードシステムを中心とした多地域 CGE モデルを作成した。

モデルの構成は次のとおりである。対象地域は、前述の4地域とそれ以外の地域の5地域である。各地域内は、生葉生産、製茶業、清涼飲料製造業、農業(除、生葉生産)、食料品製造業(除、製茶業と清涼飲料製造業)及びその他産業によって生産される6つの財、資本と労働の2つの生産要素、家計と政府と投資の3つの制度、地域間の移出入と海外との輸出入で構成される。

それぞれの地域において、賦存する資本と労働をもとに合成された付加価値と中間財を用いて各財が生産される。生産された財は、輸出と当該地域も含めた国内供給の2つに変形され、国内市場向けの財はさらに各地域に供給・移出される。それぞれの地域では、自地域内からの供給と他地域からの移入から

なる合成国産財をさらに輸入財と合成して供給される。これらの財は、地域内の家計消費、政府消費、投資と中間財として需要される。財の需給は、各地域での財市場、生産要素市場の均衡とともに、海外とは海外貯蓄を含めた国際収支の均衡、地域間では地域外貯蓄を含めた移出入の収支均衡と、地域間の移出入とその価格の一致を条件として決定される。さらに、動学化は、今期の投資が次期の資本にストックされる逐次動学メカニズムを用いた。

CGE モデルに用いる地域間社会会計表は次のように作成した。関東、中部、近畿及び九州の各経済産業局の『平成 17 年地域産業連関表』と家計と政府との支払受取の特定のために国税庁の租税負担率を主たるデータを用いた。加えて、4 地域以外地域の設定のために総務省『平成 17 年産業連関表』を用いた。また、緑茶の生産に関しては、生葉生産は産業連関表の中での「飲料用作物」を用い、「茶・コーヒー製造業」に含まれている製茶業は、経済産業省『工業統計表』での各経済産業局別の製茶業比率を用いて設定した。さらに、各地域間移出入データは、原則として移出を相手先の移入とした。このうち荒茶や緑茶の流通に関しては、文献や現地調査でのヒアリングで得た情報も用いた。なお、代替弾力性は GTAP データベースのデータを用いた。

4. 研究成果

本研究の主な成果は、(1)品種多様性の地域性、(2)緑茶の生産性に対する気象と品種多様性の影響、(3)異常気象下での品種多様性による緑茶フードシステムの地域内・地域間の影響を明らかにしたことである。

(1) 品種多様性の地域性

都道府県別の品種多様性を示す指標としてシン普森指数を 1985 年から 2008 年まで計測した。図 1 は生葉生産と製茶業での上位 5 県（静岡県、鹿児島県、三重県、京都府、福岡県及び宮崎県）の指数とともに、12 主産府県の中央値（破線）を示している。シン普森指数は 0 と 1 の間を取り、1 に近いほど多様化が進んでいることを示す。

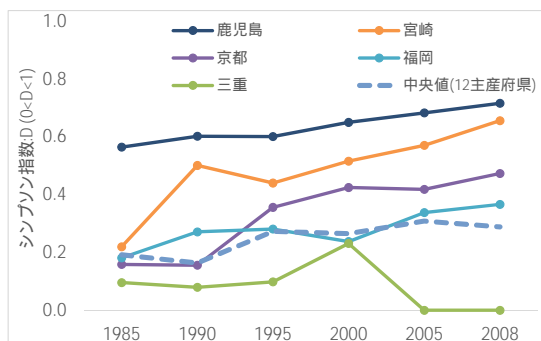


図 1 上位 5 県の茶樹品種多様性の推移

12 主産府県の中央値をみると、全体として 1990 年代前半に多様化が進んだが、それ以降は、0.3 前後で推移している。

府県ごとにみると、直近の 2008 年では鹿児島県が最も高く、次いで宮崎県、京都府の順である。鹿児島県は以前より高水準にあったが、宮崎県は 1985 年以降、京都府は 1995 年以降に品種の多様化が進んでいる。その一方で、静岡県は微増傾向であるものの、前述の産地と比べあまり多様化が進んでいない。さらに、三重県は 2005 年以降「やぶきた」のみの生産であるため指数は 0 となっている。

このように、茶樹の品種多様性は、その水準や推移の面で生産県によって大きな違いがみられる。

(2) 緑茶の生産性に対する気象と品種多様性の影響

生葉の生産性に対して、年間の平均気温、日照時間、降水量とともに、前年の夏季の異常高温（35 度以上の日数）と乾燥（無降水の日数）の 5 つの気象条件と品種多様性が影響するとして回帰分析を行った。なお、年間の気象変数については、生産性を最大にする最適な気象条件が存在するとし、それぞれ 1 次項と 2 次項を変数として用いた。両変数によって上に凸（2 次項が負で 1 次項が正）で統計的に有意であった場合、その気象条件には生産性を最大にする最適な水準があり、それを超えると生産性が低下することを意味する。

表 1 は、緑茶の 12 主産府県、九州とそれ以外の地域を対象に、生葉の生産性に対する気象と品種多様性の影響について推定した結果である。まず、主産府県全体では、年間の平均気温、夏季の異常高温と品種多様性が生葉の生産性に影響する要因として明らかになった。特に、年間平均気温と生産性が上に凸の関係であるため、最適温度を超えると生葉の高温障害が生じることを示している。また、夏季の異常高温は生産性を下げる要因であった。一方で、品種多様性は生産性を上げる要因であることが示された。

次に、九州とそれ以外の地域に対する推定結果である。この中で、年間平均気温での高温障害は、九州以外の地域で有意である一方で、九州では影響要因として示されなかった。ただし、同地域では日照時間の長時間化と夏季の異常高温が生葉の生産性を低下させることが明らかになった。なお、夏季の異常高温については、九州以外の地域では生産性を下げることを示す負値であったが統計的に有意でなかった。さらに、品種多様性については、九州が正で統計的に有意であり、茶樹の品種多様化が生葉の生産性の向上に影響することが示された。一方で、九州以外の地域では、品種多様性は負で有意であり、茶樹の品種多様性が生葉の生産性向上に貢献しているとはいえないことがわかった。

さらに、九州地域以外の地域をそれぞれ関

東、中部、近畿に分けて同様の分析を行ったところ、それぞれの地域で異なった結果となった。関東では、平均気温、降水量及び夏季の乾燥が生葉生産性を低下させる気象条件であった。また、品種多様性は正值であったが、有意ではなかった。中部では、夏季の異常高温が生産性を下げる要因として示された。近畿では、どの気象条件も生産性への影響について有意な結果を得られなかった。さらに、中部と近畿では、品種多様性が負で有意であった。

表 1 生葉の生産性に関する推定結果

	主産府県	九州	九州以外
平均気温	1.1551 *** (10.34)	-6.8331 ** (-2.07)	1.2637 *** (7.91)
平均気温 ²	-0.0501 *** (7.47)	0.2034 ** (2.01)	-0.0634 *** (-6.29)
日照時間	-0.0249 *** (6.14)	0.0295 ** (2.37)	-0.0279 *** (-8.42)
日照時間 ²	2.4E-05 *** (5.23)	-2.6E-05 ** (-2.24)	3.0E-05 *** (7.50)
降水量	0.0001 (0.13)	0.0009 (0.65)	-0.0039 *** (-3.14)
降水量 ²	1.0E-07 (0.45)	3.0E-08 (0.10)	9.8E-07 *** (2.87)
夏季異常高温 (前年)	-0.0589 *** (2.63)	-0.0889 *** (-2.86)	-0.0238 (-1.17)
夏季乾燥 (前年)	-0.0032 (0.15)	0.0272 (0.96)	-0.0090 (-0.46)
品種多様性	6.1973 *** (9.93)	7.7433 *** (11.97)	-4.4593 *** (-4.07)
トレンド	0.1089 *** (7.62)	0.0633 *** (3.54)	0.1870 *** (13.25)
定数項	5.1776 *** (5.03)	51.7596 * (1.94)	12.0695 *** (10.34)
観測値数	288	144	144
決定係数	0.64	0.66	0.87

注：括弧内はt値であり、「****」は有意水準1%、「***」は有意水準5%、「**」は有意水準10%で統計的に有意であることを示す。

最後に、緑茶フードシステムでの川上の生葉の生産での品種多様性と川下の製茶業の荒茶の生産の関係について、鹿児島県の荒茶工場の稼働率に対する同県の品種多様性について回帰分析を行い、正に有意であることが示された。これは、緑茶フードシステム内の川上の生葉生産の品種多様性が川下の荒茶生産の生産性の向上要因であることを示している。

(3) 異常気象下での品種多様性による緑茶フードシステムの地域内・地域間の影響

(2)で示したように、地域ごとに異なるものの気象条件や品種多様性は生葉の生産性に影響する要因であった。その結果を用いて、九州で夏季の異常高温の日数が10日となった場合、品種多様性がある場合とない場合の生産性を前述の4地域で構成されるCGEモデルに導入してシミュレーションを行った。

表2は、九州における夏季の異常高温の中での茶樹の品種多様性の効果として、前述の2つのシナリオでの各地域の6つの産業の地

域内生産量の変化率を示している。これによると、九州では、品種多様性により直接影響を受ける生葉生産だけでなく、川下の製茶業や清涼飲料製造業でも正の値であり、これは緑茶フードシステム内での生産減少が緩和されることを示している。なお、同地域の農業と食料品製造業が負値であるのは、温暖化による緑茶フードシステムを構成する産業から生産要素の移動が生じ産業構造が変化するのに対して、品種多様性によってそれが抑制されたためである。同様に、関東や中部の生葉生産が負値であるのも、異常気象下の九州での生葉の生産減少を受けて、これらの地域の生産が増加するのに対して、九州での品種多様性はその産地移動を抑制したことを示している。

表 2 九州における夏季の異常高温の中での茶樹の品種多様性の効果(%)

	地域内		他地域		
	九州	関東	中部	近畿	その他
生葉生産	1.26	-0.14	-0.26	0.31	0.42
製茶業	0.14	0.01	0.04	-0.04	0.04
清涼飲料製造業	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
農業	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
食料品製造業	-0.04	0.00	0.00	0.00	0.00
その他産業	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

このように、茶樹の品種多様性は当地域の緑茶フードシステムを構成する生葉生産や製茶業での生産減少だけでなく、地域内の産業構造の変化や他地域への産地移動を抑制する。したがって、品種多様性は、既存の緑茶フードシステムの持続性に貢献するものといえる。

以上の研究成果は、当初想定していた内容と異なる点がある。それは気候変動に対する適応技術の普及に対する捉え方である。研究分野では気候変動による緑茶生産への影響は多く指摘されており、生産者による茶樹の品種選択において、気候変動やそれに適応した品種が選択要因に入る可能性が考えられた。しかしながら、本研究において、我が国の茶葉生産において生産者の気候変動に対する明示的な品種選択の実態を確認できなかった。具体的には、我が国における茶樹の品種選択は、生葉生産あるいはその後工程にある荒茶生産での生産性上昇が主たる目的であり、気候変動を意識したものは確認できなかった。そこで、現地調査や学会報告での議論を通して、茶樹の品種多様性を気候変動への間接的適応策として位置づけ、生産性に対する影響の有無や地域内外への影響に関する分析を行った。

本研究で得られた成果は、地域での品種多様化が気候変動への間接的適応策となることを示している。これは、品種多様性の重要性についての新しい捉え方を示すことでもある。既存の研究では、品種多様性は、農業生産者の経営上のリスク軽減の1つとして捉

えられてきた。しかしながら、本研究の成果は、地域での品種多様化が地域内の農業や関連産業で構成されるフードシステムの持続性を高めるとする視点の重要性を示している。特に、対象とした緑茶フードシステムのように、特定の地域で集中して生産が行われ、当該地域の産業構造あるいは農業生産構造の中で比較的大きな役割を担う場合、品種多様性は、気候変動の中での持続可能な地域の農業・食料生産に貢献する間接的適応策といえる。

今後の展望として、2つの方向性が挙げられる。1つは、本研究よりも地理的により狭い地域でのより精緻な分析である。本研究では都道府県やその複数を地域として扱ったが、現実の生葉生産や製茶業の地理的集中を踏まえれば、より産地を特定して分析する必要がある。もう1つは、フードシステムでの地域における川上の農業と川下の関連産業との連携の効果に関する分析である。本研究での品種多様性はこれらの連携の結果であるため、それが実現するメカニズムを定量的に解明し、可能な限りモデルに導入することが地域のフードシステムの持続性に関する分析として欠かせないと考える。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計 5 件)

Yuko Akune "Regional Economic Impact of the Diversification of Green Tea Cultivars: Using a Recursive Dynamic CGE model," 14th Pacific Regional science Conference Organisation, 2016年6月27日~29日、タイ・バンコク。

Yuko Akune "The Regional Economic Impact of the Diversification of Green Tea Cultivars: Using a Recursive Dynamic CGE model," 62nd Annual North American Meetings of the Regional Science Association International, 2015年11月11日~14日、米国・ポートランド(オレゴン州)。

阿久根優子「異時点間動学的応用一般均衡モデルを用いた茶樹品種選択行動による地域経済効果」日本地域学会、2015年10月10日~12日、岡山大学。

Yuko Akune "Economic Effects of Tea Export Strategies in Japan's New Agricultural Policy: A Dynamic Regional CGE Model Approach," 61st Annual North American Meetings of the Regional Science Association International, 2014年11月12日~15日、米国・ワシントンD.C.。

Yuko Akune "Economic evaluation of interregional green tea clusters: Usage of a two-regional CGE model," Western

Regional science Association 53rd Annual Meeting, 2014年2月16~19日、米国・サンディエゴ。

[図書](計 1 件)

Yuko Akune "The Competitive Advantages of Green Tea Clusters in Japan," *Food Security and Industrial Clustering in Northeast Asia* (Editors: Lily Kiminami and Nakamura), pp.95-110, Springer Japan, 2016.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

阿久根 優子 (Akune, Yuko)

麗澤大学・経済学部・准教授

研究者番号：90363952