

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 4 年 5 月 30 日現在

機関番号：24402

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2017～2021

課題番号：17K03698

研究課題名(和文) 東アジア諸国の経済発展と農業環境問題の計量分析

研究課題名(英文) Econometric analysis of the relationship between economic development and agri-environmental problems in East Asian countries.

研究代表者

森脇 祥太 (Moriwaki, Shota)

大阪市立大学・大学院経済学研究科・教授

研究者番号：00349200

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：日本と中国を主とする東アジア諸国の戦前から戦後にかけての農業発展に注目して、ミクロ、セミ・マクロレベルのパネル・データを整備して、経済成長の要因と成果を実証的に評価した。要因分析については、農業発展との関連の強い1880年代の日本の製糸業では、前近代から続く地域の密接な関係を通じた連帯が生糸の生産に正の影響を与えていることを確認した。成果の分析では、戦後の東アジア諸国を対象として農業部門が排出する環境汚染物質を計測して、一人当たりGDPと環境汚染物質との間に環境クズネツ曲線の関係が成立していることを計量的に確認した。特に中国では今後、農業由来の汚染物質が増加する可能性があることを確認した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

戦前から戦後にかけて近代経済成長は日本から東アジア諸国へと波及した。近代経済成長の最大の特徴は一人当たりGDPの持続的上昇であり、工業化を発展の原動力としているが、人口増加を伴うために、急速な農業発展を必要とする。我々の研究は、従来、注目されてきた工業化による環境悪化に加えて、農業起源の環境汚染物質の排出に注目した実証研究であり、社会的意義は大きいと考えられる。また一連の研究成果は査読付き国際学術雑誌に掲載されており、学術的意義も大きいとみなすことが出来る。

研究成果の概要(英文)：Focusing on agricultural development in East Asian countries, mainly Japan and China, from the pre-war to the post-war period, panel data at the micro and semi-macro levels were prepared to empirically assess the factors and outcomes of economic growth. In terms of the factor analysis, the study confirmed that in the Japanese silk industry in the 1880s, which is strongly linked to agricultural development, solidarity through close regional relations, which has continued since the pre-modern period, positively influenced raw silk production. In the analysis of the outcomes, we measured environmental pollutants emitted by the agricultural sector in post-war East Asian countries and confirmed econometrically that the environmental Kuznets curve relationship was established between GDP per capita and environmental pollutants. In particular, the study confirmed that pollutants of agricultural origin are likely to increase in China in the future.

研究分野：経済発展論

キーワード：近代経済成長 環境クズネツ曲線 包絡分析法 生産関数 農業発展 パネル推定

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、研究者個人に帰属します。

1. 研究開始当初の背景

Kuznets (1966) が定義した近代的経済成長が 1880 年代後半に始まった日本に続き、第二次世界大戦後、台湾と韓国は輸出志向の産業政策を採用して高い経済成長を達成した。近代経済成長の波は 1978 年に導入された改革開放政策によって中国に波及し、高い経済成長を実現した。多くの先行研究が、これらの国々の高成長をもたらした主な要因は急速な工業化であることを明らかにしている。特に、台湾、韓国、中国では、国際貿易と海外直接投資によって、圧縮された工業化プロセスが実現した。このような急速な工業化は、労働者のための十分な食糧を確保するための迅速な農業発展によって支えられる必要がある。産業間の大幅な労働力移動による食糧不足の罨を回避するためには、農業部門が労働生産性を向上させることが重要となる。

農業の労働生産性を上げるには、労働単位当たりの耕地面積を増やす方法と、耕地単位当たりの生産量を増やす方法の 2 つが一般的である。荏開津 (1985) は、農業技術の機械的、生物・化学的側面について述べている。規模の経済を実現し、労働単位当たりの耕地面積を上げるためには、機械技術をフルに活用することが必要である。生物・化学技術の効果的な使用は、耕地単位あたりの生産量 (耕地生産性) の増加につながる。東アジア 4 カ国の労働単位当たりの耕地面積は、ヨーロッパ諸国や米国に比べてはるかに小さい。労働単位あたりの土地面積が小さいという共通の生産条件から、これらの国々は、より集中的に生物・化学技術に依存した同様の農業発展プロセスを経験した。その結果、東アジア 4 カ国の耕地生産性は 1960 年代から 2010 年代にかけて上昇することになった。化学肥料の大量使用と種子の絶え間ない改良が、耕地生産性を急速に向上させた重要な要因である。農業資材の改良と集中的な使用に依存することで、十分な食糧供給が可能になったが、同時に耕地に過剰な栄養素をもたらした。これらの余剰物資が耕地に集積・投棄されることで、地下水の汚染や温室効果ガスの発生を招くことになった。

耕地生産性の上昇による農業発展は、戦前期においても確認することが可能であろう。日本の農業発展は前近代化期から開始されており、持続的な耕地生産性の上昇が確認されている。本研究では特に余剰物質が極めて大きいと考えられる植民地台湾の製糖事業に注目したい。植民地台湾の製糖事業では、耕地生産性を引き上げるために大量の肥料が耕地に投入されており、戦後の余剰物質の増加を先取りしたことが考えられる。

東アジア諸国については、工業化の環境に対する影響に注目が集まっており、比較的先行研究が少ないことから、農業発展と余剰物質の関係についての計量分析を行う。また環境汚染物質排出についての農工間比較を実証的に行う。更に植民地期台湾の製糖事業に注目し、環境面への負荷を考慮した農業発展が実現出来たか否かを確認するための計量分析を行う。植民地期台湾の製糖事業を対象とした歴史分析は多いが、農業発展を環境面から計量的に評価する研究は少ないと考えられる。東アジア諸国の近代経済成長の初期局面から最終局面までを網羅した農業近代化の結果についての計量分析を行うことによって、発展途上国の経済発展に有益な教訓を引き出すことが可能となり、多くの政策的インプリケーションが得られるメリットもある。

2. 研究の目的

本研究の目的は日本と中国を中心とした東アジア諸国を対象に数量データを整備して農業発展の成果を評価することである。本研究では農業発展の成果を環境と農村工業化の 2 つの側面から評価したい。環境面の評価については、(1) 農業部門の土壌に蓄積される窒素やリン等の環境汚染物質の計測を行い、1960 年代～2010 年代にかけての長期の時系列分析を行う。さらに(2) 2010 年代の中国の県レベル以上の都市部のパネル・データを整備して、農工両部門の環境汚染物質の排出量に関するパネル分析を行う。農村工業化の側面については、(3) 1880 年代の日本の岐阜県の製糸業のミクロ・データを整備してパネル推定を行う。

(1) の研究の目的は、日本、中国、韓国、台湾の戦後期をほぼ網羅した農業由来の環境汚染物質の排出量の時系列比較を行うことである。また土地や農業生産と環境汚染物質の比率から簡単な「環境効率性」を計測して、排出量の動向との比較を行う。時系列比較を行うことによって、農業由来の環境汚染物質の長期的な変化のパターンや特徴が明瞭となる。さらに時系列データでは農業を耕種農業と畜産業に区分した長期的な分析を行うことも可能であり、農業の生産構造の異なる諸国間の比較に有効となる。

(2) の研究の目的は、2010 年代の中国の地域レベルのパネル・データを用いて環境汚染物質の農工間比較を行うことである。近代経済成長過程で農業近代化は工業化と同時進行しており、同様に環境汚染物質を排出していると考えられる。農業と工業間で環境汚染物質の排出パターンの相違や類似性を比較することによって、より有効な環境政策の立案に寄与することが考えられる。また中国について時系列データによって得られた結果の検証を行うことも可能となる。

(3) の研究の目的は、1910～30 年代の植民地期台湾の製糖事業のミクロレベルのパネル・データを用いて余剰物質を計測し、投入された肥料との比率で環境効率性を計測し、売上高や生産高、労働生産性との関係を確認することである。植民地期の台湾を対象とすることで、近代経済成長以前の農業発展と環境との関係を確認することが出来る。

3. 研究の方法

研究の方法は、(1)については時系列推定、(2)はパネル推定を行った。また(3)は研究対象を植民地期台湾の製糖事業から明治期日本の製糸業に変更してパネル推定を行った。データ作成及び推定方法については以下で示す。

- (1) 農業部門の余剰物質を投入した栄養素から生産物に含まれる栄養素を差し引いて求まる栄養バランスとして計測する。栄養バランスが正(負)であれば、農業に対する余剰物質の圧力は正(負)となり、余剰物質が蓄積することになる。我々は、日本、中国、韓国、台湾について、国連農業機関が提供するデータベース(FAOSTAT)を用いて耕種農業及び畜産業について余剰物質の量を1960代から2010年代について計測した。さらに、これらの余剰物質と両部門のGDP及び耕地面積の比率から農業部門の環境効率性を計測した。またフロニンゲン大学が提供しているTotal Economy Databaseから一人当たり実質GDP(q)を得て、被説明変数を環境効率性、説明変数を q と q^2 とする環境クズネツツ曲線を「非線形共和分回帰」によって推定した。
- (2) 2011-15年の中国県級以上都市のパネル・データの作成に使用したデータは中国国家统计局の提供するデータベース、中国環境年鑑、中国城市統計年鑑から得られた。農業部門の環境汚染物質はCOD、アンモニア態窒素、窒素、リン、工業部門の環境汚染物質は工業用排水、二酸化硫黄、ばい煙である。またこれらの汚染物質と各部門GDPの比率によって、環境効率性を計測した。(1)と同様に各地域の実質一人当たりGDP及び幾つかのコントロール変数を使用して環境クズネツツ曲線を「System GMM」法によって推定した。
- (3) 岐阜県の公刊データを使って、飛騨・美濃地域の製糸業を対象に1870年代から1910年にかけての成長会計分析を行い、全要素生産性(TFP)の成長率の比較を行った。また岐阜県が提供する1878-83年の製糸業の事業所レベルのデータをパネル化し、「System GMM法」によって生産関数を推定した。被説明変数は糸生産量、生産要素として労働力と資本(製糸器械の釜数)、TFPの説明変数として幾つかのコントロール変数と製糸結社への加入ダミーを考慮した。更に生産関数の推定結果を使って、フロンティア生産関数を推定し、事業所レベルの技術効率性を計測した。

4. 研究成果

(1)~(3)の研究成果は以下の通りである。

- (1) 耕種農業では、中国の耕地面積当たりの余剰物質(NBAL)が最近上昇し、4カ国とも生産当たりの余剰物質(NBP)は減少している。畜産業では、日本を除くすべての国でNBALが上昇している。さらに最近でも、中国のNBPは他国の動きとは異なるレベルの上昇となっている。

非線形共和分回帰による環境クズネツツ曲線の推計結果によれば、耕種農業では、環境クズネツツ仮説が中国のNBAL、台湾の $\ln NBAL$ と $\ln NBP$ 、日本の $\ln NBP$ 、韓国の $\ln NBAL$ で成立している。一方、畜産業では環境クズネツツ仮説が成立しているのは日本の $\ln NBAL$ と $\ln NBP$ のみである。環境クズネツツ曲線の転換点の一人当たりGDPの値を考慮すると、耕種農業では、韓国と台湾のNBAL、日本のNBPは一人当たりGDPが今後上昇すると低下し、環境効率性が改善する可能性がある。環境クズネツツ曲線の転換点を越えてないため、中国のNBALは一人当たりGDPが増加すると、上昇する可能性がある。畜産業では環境クズネツツ曲線の転換点を越えてないため、日本のNBALとNBPは経済成長とともに上昇する可能性がある。耕種農業とは異なり、畜産業は農業の環境効率性が改善する局面ではないことが確認された。

- (2) システムGMM法による推定結果は以下のようにまとめられる。農業や工業における水質汚染は、一人当たりのGDPと明確にリンクしている。農業由来のCODはN字型の曲線を描いており、農業の近代化が進行することによって再び上昇することになる。一方、工業廃水は逆N字型の曲線を描いており、水質汚濁防止を進めることで再び減少することになる。しかし、環境クズネツツ曲線の転換点の一人当たりGDPを考慮すると、中高所得段階での水質汚染に対する農工両部門からの抑制政策が不可欠である。これは農業由来のCODと工業用排水の増加段階が重なるためである。

農業由来の窒素余剰物質と工業用SO₂排出量に対する環境クズネツツ仮説は有意に支持された。どちらの汚染物質も逆U字型の曲線を描いており、適切な管理・技術の普及を強化することで、転換点を越えた後に汚染物質が減少することを示唆している。それぞれの転換点の一人当たりGDPを考慮すると、低・中所得段階で農業と工業の環境汚染物質の排出軽減政策が必要であろう。

工業部門における環境効率性は、一人当たりGDPとの相関があることが示されている。SO₂排出量の環境効率性は環境クズネツツ仮説を有意に支持する。一方、工業廃水と煤煙の環境効率性はU字型の曲線を描くことになる。転換点における一人当たりGDPを考慮すると、低所得の段階から工業部門の環境効率性は改善することが示される。SO₂排出量の環境効率性に関しては、転換点の一人当たりGDPがSO₂排出量よりも低いということは、環境効率性の改善が排出量のそのものよりも早く始まったことを意味する。

- (3) (3)のテーマについては、植民地期台湾の製糖事業から明治前期日本の製糸業へ研究対

象を変更した。植民地期台湾の製糖事業で計量分析を行うのに必要な変数を公刊統計から得られず、パネル推定を行うことが出来なかったことが最大の理由である。対象の変更によって、ダイレクトに余剰物質の計測を行うことは出来ないが、明治前期日本の製糸業は農業との関連の深い部門であり、農業発展の結果や成果を評価することは可能である。更にミクロレベルのパネル・データの整備によって、研究の信頼性を維持することは可能である。

日本では前近代期から近代経済成長開始期にかけて耕地生産性が上昇しており、農業発展が進行していた。耕地生産性の上昇で農村に富が蓄積すると、人材、資金、原材料を農村で調達可能な工業が勃興することになる。特に日本の農村部で多くの製糸業が生まれ、輸出産業となり、貴重な外貨獲得源となった。農村工業化の動力源は人力と水力であり、化石燃料に依存しておらず、相対的に環境破壊的ではない工業化が実現していた。1880年代の日本を対象とすることで、近代経済成長の過渡期的時期の工業化に農業発展が与えた影響を確認することが出来る。農業発展による工業化は比較的環境負荷的ではなく、伝統的要素を生かした発展のメリットを発展途上国の教訓とすることも出来る。

事業所レベルのパネル・データを用いて、明治時代初期の岐阜県飛騨・美濃地域の改良技術による器械製糸部門に焦点を当てながら、全要素生産性（TFP）の伸びを測定し、生産関数を推定した。1878-83年の岐阜県器械製糸業のTFP成長率は、明治後期のそれよりも相対的に大きい。この急成長は、岐阜県的美濃地域を中心とした急激な生産拡大により達成された。

生産関数の推計結果では、コントロール変数である男女の共同作業の深化、動力源ではなく繭を煮るための蒸気と水車の使用、競争環境、繭の地域別生産シェア、等の要因がTFPの説明因子として有意に正であった。またターゲット変数である飛騨の地域製糸組合への参加は有意にTFPに正の影響を与える。確率的フロンティアモデルによる技術効率性の測定結果から改良技術の生産効率に地域差がないことが示された。

歴史的に形成され、政府によって強化された、原材料を容易に入手できる農村環境下で企業はし烈な競争を行い、伝統的かつコスト削減的な技術的選択を行うことによって生産効率を高めたと考えられる。明治初期の岐阜県器械製糸業の経験は、中小企業を中心とする発展途上国の経済発展にとって有益な教訓となる。

参考文献

Kuznets S (1966) *Modern Economic Growth:Rate, Structure, and Spread*. Yale University Press, New Haven.

荏開津典生(1985)『日本農業の経済分析：習慣形成・技術進歩・インフレーション』大明堂

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計7件（うち査読付論文 6件/うち国際共著 1件/うちオープンアクセス 1件）

1. 著者名 Moriwaki Shota, Shimizu Masayuki	4. 巻 January
2. 論文標題 A simultaneous investigation of the environmental Kuznets curve for the agricultural and industrial sectors in China	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of the Asia Pacific Economy	6. 最初と最後の頁 1-23
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1080/13547860.2020.1870068	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Shimizu Masayuki	4. 巻 24
2. 論文標題 The Relationship between Pollution Abatement Costs and Environmental Regulation: Evidence from the Chinese Industrial Sector	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Review of Development Economics	6. 最初と最後の頁 668-690
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1111/rode.12655	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Moriwaki Shota	4. 巻 -
2. 論文標題 Historical evolution of modified technology in silk-reeling industry during the early Meiji era: case of Gifu	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Asia-Pacific Journal of Regional Science	6. 最初と最後の頁 1~12
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1007/s41685-018-0100-6	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -
1. 著者名 Masayuki Shimizu, Oscar Tiku	4. 巻 9
2. 論文標題 Measuring Environmental Efficiency in Japanese Prefectures: A Case of Discharging of Industrial Waste	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 International Journal of Okinawan Studies	6. 最初と最後の頁 1~18
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 該当する

1. 著者名 Moriwaki Shota	4. 巻 4
2. 論文標題 Sustainable Development in Four East Asian Countries' Agricultural Sectors Post-World War II: Measuring NutrientBalance and Estimating the Environmental Kuznets Curve	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Asia & Pacific Policy Studies	6. 最初と最後の頁 467 ~ 483
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) 10.1002/app5.198	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている(また、その予定である)	国際共著 -

1. 著者名 Shimizu Masayuki	4. 巻 94
2. 論文標題 Environmental Performance and Industrialization: A Test of the Environmental Kuznets Curve for the Industrial Sector	5. 発行年 2017年
3. 雑誌名 Ryukyu University Economic Review	6. 最初と最後の頁 79 ~ 104
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Shimizu Masayuki	4. 巻 13
2. 論文標題 Estimation of SOX, NOX, and CO2 Emissions in China: Environmental Kuznets Curve in Thermal Power Generation	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Journal of Economic Policy Studies	6. 最初と最後の頁 1 ~ 19
掲載論文のDOI (デジタルオブジェクト識別子) なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計0件

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	清水 政行 (Shimizu Masayuki) (60546133)	琉球大学・国際地域創造学部・准教授 (18001)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------