

奨励金No.1470

農薬使用の社会的最適性と生産者・消費者の行動変容

桐山 大輝
東京農業大学 博士後期課程

The Social Optimum for Pesticide Use, and the Behavior Changing of Producer and Consumer

Hiroki Kiriyama,
Tokyo University of Agriculture, Doctoral course student



本研究の目的は、農薬の社会的最適化を達成するうえで、その根源的問題を「食と農の乖離」に求め、「食と農の乖離」の数量分析を行い、それを解消するための消費者と生産者双方の態度・行動変容を促すフレームワークと方法論を提示することである。本研究により、消費者の選好と農業生産の実情を考慮し、収穫期に農薬使用量を削減することが望ましく、それに対応した農業生産を行うことで、社会的に最適な農薬使用の達成の可能性があることが示される。

The purpose of this study is achieving social optimum of pesticide use. This study presents the framework and methodology that encourages attitude/behavioral change of both consumers and producers by quantitative analysis of separation of consumption and agricultural production. This study shows that reducing pesticide use during the harvesting period is important for achieving social optimum of pesticide use, considering consumer preferences and the actual situation of agricultural production. Also, this study indicates possibility of achieving socially optimal pesticide use by conducting agricultural production corresponding to it.

1. 研究内容

1.1 本研究の背景と目的

農業生産に農薬が導入されてから50年以上が経過し、その使用により、病虫害による被害の軽減や、雑草防除に要する労働投入の節約等が可能となった。これにより、現代の農業生産は、高い生産性や食料の安定供給、高品質な農産物生産を成し遂げた。しかしながら、プラネタリー・バウンダリーの指摘にあるように、農業に関連した投入要素が地球環境に与える影響は、すでに地球システムの閾値を超えている、あるいは閾値に近い状況にある。これに限らず、農業生産が地球環境に与える影響の深刻さは広く認識されており、なかでも農薬の使用による悪影響は、地球システムへの影響のみならず、人類への健康被害を引き起こ

し、しかもそれは母胎を通じた胎児への影響といった世代を跨いだものになっている。すなわち、「世代間の不公平性」が生じる可能性がある。また、農薬の使用による健康被害は消費者だけでなく、農業生産者の農薬への曝露を発生させるなど、生産者の健康被害も引き起こしており、持続可能な社会を構築するうえで、これらを踏まえた農薬使用の社会的最適化が、世界的にも喫緊の課題となっている。

そこで本研究の目的は、農薬の社会的最適化を達成するうえで、その根源的問題を「食と農の乖離」に求め、「食と農の乖離」の数量分析を行い、それを解消するための消費者と生産者双方の態度・行動変容を促すフレームワークと方法論を提示することとする。

1.2 農薬使用の社会的最適化を達成するフレームワークと方法論の提示

現在、消費者は、農薬の使用等の生産現場の状況を把握できないまま、限られた情報をもとに、農産物の購入を行っている。一方で、生産者は、消費者の行動が把握できず、自らの主観による消費者行動の予測に基づき、生産要素を投入し、農産物を生産している。このような、「食と農の乖離」が発生している状況下では、消費者が生産現場の状況を把握できずに限られた情報をもとに形成した農産物の需要と、生産者による消費者需要に関する主観的予測に基づいた農業生産とにより、農産物の需給均衡が成り立ち、農薬使用の観点からは、その均衡点を成立させる使用量が社会的な均衡となっている。本研究により提示されるフレームワークは、消費者に対して、生産現場の状況が示されることにより、その農産物に対する選好が変容し、一方生産者は、その際に需要される農産物の生産を利潤最大化行動に基づき行う、ということである。本フレームワークに基づき、本研究では、以下のような方法論を用いる。すなわち、農薬使用は、農産物の生育段階ごとでその内容が異なることから、これを考慮した生育段階ごとの農薬使用の削減の可能性を検討する。消費者は、生育時期ごとの農薬使用をはじめとする、生産現場における農薬使用について、限られた情報しか持っていないため、その提示により、消費者の需要が最も高くなり、生産者が取り組むことの容易な農薬削減時期が明らかになることで、農薬使用の社会的最適化が達成されることが考えられる。

1.3 研究手法

1.3.1 トランスログ費用関数

食と農の乖離の解消による、農薬使用の社会的最適化の達成には、生産者の農薬使用行動と消費者の農薬使用の削減に対する選好を把握し、それらに応じた、社会的に最適な農薬使用を行っていく必要がある。本研究では、トランスログ費用関

数により、農薬と他の生産要素の投入との関係を把握することで生産者の農薬使用行動を把握する。トランスログ費用関数は、代替の弾力性が一定という仮定をもたない、フレキシブルな関数形である。本研究では、トランスログ費用関数の生産要素を、労働、資本、肥料、農薬、土地、その他とした。日本稲作を対象とし、対象年は1969年から2006年である。稲作生産の状況を鑑みて、1969年から1985年と1986年から2006年の2期間に区分して、分析を行った。各生産要素のデフレーターは、農作物価統計より取得し、生産コストと単収のデータは、米生産費調査の各年版より取得した。資本とその他はデヴィジア価格指数を算出し、推定を行った。本研究では、Seemingly Unrelated Regression (SUR) により費用関数とコストシェア式の同時推定を行い、得た回帰係数とコストシェアの数値をもとに、代替の弾力性の推定を行った。

1.3.2 選択型コンジョイント分析

次に、各生育時期の農薬の使用量の削減に対する消費者の選好を明らかにするために、選択型コンジョイント分析を行った。これにより生産現場での農薬使用の情報を提供したうえで、農薬使用量の削減に対する選好を分析した。

選択型コンジョイント分析の対象とした農産物は、日本における主食であるコメと2020年の産出金額が最も高い野菜であるトマトとした。農産物の商品属性は、育苗期、植え付け後、収穫期、それぞれの生育段階の殺虫剤と殺菌剤の使用量の削減割合、価格とした。殺虫剤と殺菌剤の使用量の削減割合は0%、25%、50%に設定した。回帰係数の推定は、条件付ロジットモデルとランダムパラメータロジットの双方で行った。また、推定した回帰係数を用いて限界支払い意思額を推定した。データは、2022年11月にモニター会社（楽天インサイト株式会社）を通じて、東京都の消費者250人を対象としたアンケート調査により取得した。

1.4 分析結果

トランスログ費用関数による代替の弾力性の推定結果の概要を表1に示す。農薬使用の主要な目的は、労働時間の削減と、単収向上や品質向上と考えられることから、農薬と労働の間の代替の弾力性に注目する。1969年から1985年にかけての代替の弾力性は-0.54であり、1986年から2006年の代替の弾力性の平均値は-1.19である。符号がマイナスであることから農薬と労働は補完財であり、農薬と労働の相対価格が上昇した場合、相対的に価格が低い労働の投入は増加すると想定されるが、その際に、農薬の投入も同時に増加する。農薬と労働の関係は、代替の弾力性の絶対値が、1969年から1985年と比較して、1986年から2006年の方が大きいことから、より補完的である。また、1986年から2006年の代替の弾力性は、農薬と労働の相対価格が1単位上昇したときの、農薬の投入量の増加は約1.2倍であることを示している。これらの結果から日本稲作における農薬は、労働を代替するというよりは、殺虫、殺菌と殺草による、単収向上ならびに品質向上に貢献してきた可能性とともに、その傾向は1980年代中盤以降

表1. トランスログ費用関数による代替の弾力性の推定結果

A：1969-1985

	資本	農薬	肥料	土地	労働
資本	-0.77	0.67	0.58	0.76	0.56
農薬		-0.48	-0.57	-0.48	-0.54
肥料			0.23	-0.82	-0.50
土地				-0.16	-0.52
労働					-0.41

B：1986-2006

	資本	農薬	肥料	土地	労働
資本	-1.26	2.84	0.57	-0.32	0.98
農薬		-2.82	-0.63	-1.98	-1.19
肥料			1.91	-1.70	-0.89
土地				3.39	-1.33
労働					-0.89

により強まっていることが示唆される。

本研究のトランスログ費用関数の推定結果は、Kiriyamaら（2021）が稲作生産に影響を与えると指摘する、土壌に蓄積した窒素である窒素ストックを生産要素に含めておらず、対象年や規模階層のデータ接続にも改善の余地がある。

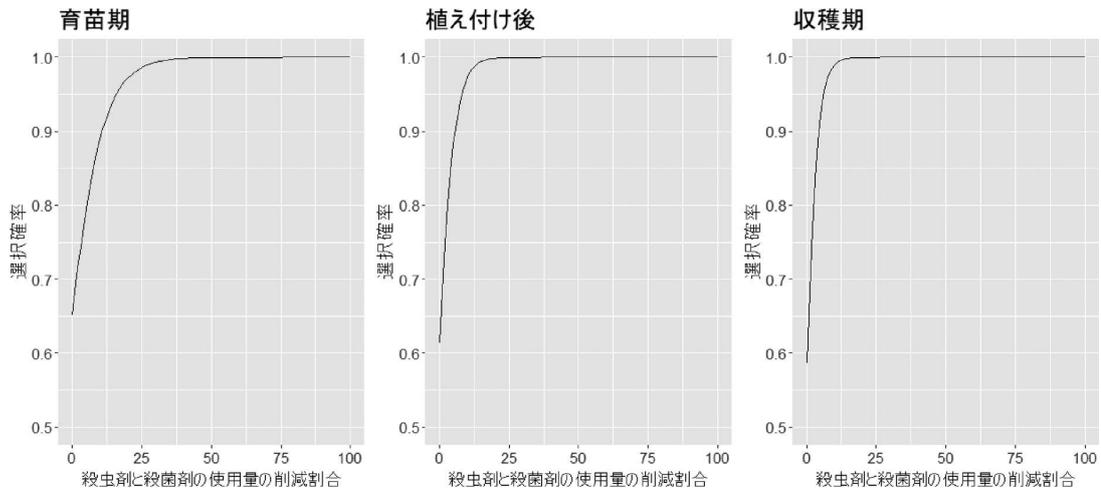
選択型コンジョイント分析により求めた殺虫剤と殺菌剤の使用量の削減に対する限界支払い意思額を表2に示す。また、殺虫剤と殺菌剤の使用量の削減割合と選択確率の関係との関係を図1に示す。表2によると、植え付け後と収穫期の殺虫剤・殺菌剤の使用量の削減割合に対する限界支払い意思額は、育苗期と比較して高い。また、選択確率は、コメとトマトの双方で、植え付け後と収穫期は15%で選択確率がおおよそ1に達する。育苗期の選択確率は、コメで30%、トマトでは、50%で選択確率がおおよそ1に達した。限界支払い意思額の分析結果からは、生育初期の農薬使用の削減の方が単収減少や、収穫物が得られない可能性が高まる。その一方で、収穫期の殺虫剤と殺菌剤の使用量の削減は、消費者の需要が相対的に増大することから、生産者にとって、殺虫剤と殺菌剤の使用量削減に取り組みやすいことを示している。また、コメの場合、生育期間全体を通して、選択確率がおおよそ1となる殺虫剤と殺菌剤の使用量の削減割合を足し合わせても20%である。このことから、節減対象農薬の使用回数を半分とする現状の特別栽培農産物の認証基準は、消費者の選

表2. 殺虫剤と殺菌剤の使用量の削減に対する限界支払い意思額

	限界支払い意思額（円）			
	CL		RPL	
	コメ	トマト	コメ	トマト
育苗期	118.88	7.77	210.51	10.58
植え付け後	202.25	41.73	445.46	52.19
収穫期	186.84	41.60	609.92	60.05

CL：条件付きロジットモデル、RPL：ランダムパラメータロジットモデル

A：コメ



B：トマト

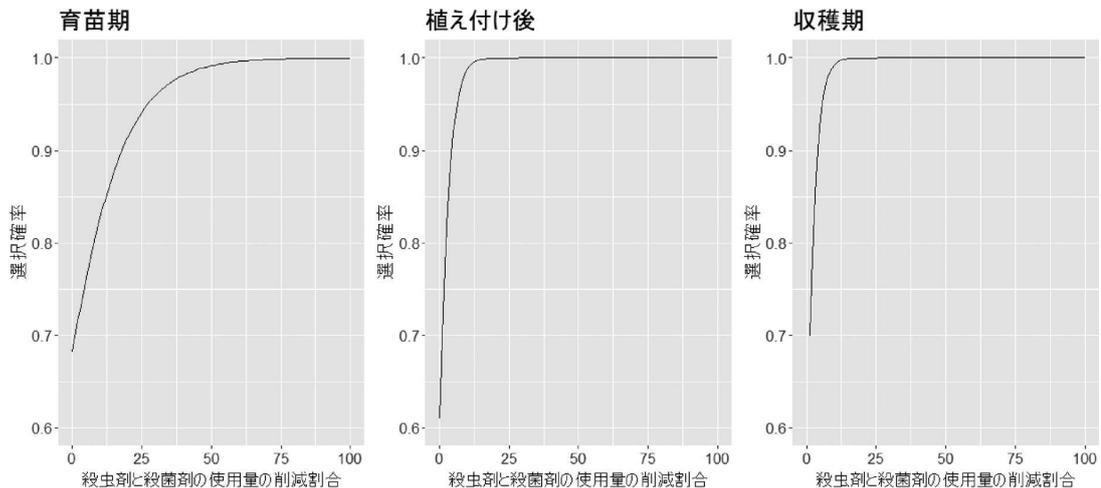


図1. 殺虫剤と殺菌剤の使用量の削減割合と選択確率の関係

好に適合したものではない可能性が指摘できる。

本研究の選択型コンジョイント分析の結果はコントロール変数をロジットモデルに加えておらず、今後、これらを加えることを検討する必要がある。

以上の分析結果から、生産者側からみると、消費者の選好と農業生産の実情を考慮し、収穫期に農薬使用量を削減することが望ましく、それに対応した農業生産を行うことで、社会的に最適な農薬使用の達成の可能性がある。すなわち、本研究から消費者の需要が、生育段階ごとの農薬使用の情報の提示により変化することが明らかになり、現状の農薬使用の社会的最適性が変化することが

示された。

本研究は、フレームワークとして食と農の乖離の解消による農薬の社会的最適化の達成の可能性を提示し、それに基づいた方法論による分析を行った。しかしながら本研究の分析結果を生産者に対してフィードバックすることによる生産者の農薬使用行動の変容に関する検証がなされておらず、これは本研究に残された課題である。

引用文献

Kiriyama, H., Matsuda, H., Kamiji, Y., & Morita, S. (2021). Nitrogen stock and farmer behaviour

under rice policy change in Japan. Journal of Environmental Management, 299, 113438.

2. 発表（研究成果の発表）

本奨励金により、以下の2件の国際会議での報告を行った。

(1) Kiriyama, H., Matsuda, H., Kamiji, Y.

“Nitrogen Stock, Pesticide Use and Farmer’s Behavior under Rice Policy Change: Estimation of Translog Cost Function for Japanese Rice Production” The 66th Annual Conference of the Australasian Agricultural and Resource Economics Society Online. 7-11 February 2022. (口頭発表、査読あり)

(2) Kiriyama, H., Matsuda, H., Kamiji, Y.

Consumer preference with pesticide residue on the agricultural products and pesticide use by each growing stage of the crop. The 67th Annual Conference of the Australasian Agricultural and Resource Economics Society. Christchurch, New Zealand and Virtual Livestream. 7-10 February 2023. (口頭発表、査読あり)