

残留農薬基準が青果物貿易に与える影響

馮, 鋭

元九州大学大学院生物資源環境科学府

高橋, 昂也

九州大学大学院農学研究院農業資源経済学部門農業資源経済学講座食料経済分析学分野

前田, 幸嗣

九州大学大学院農学研究院農業資源経済学部門農業資源経済学講座食料経済分析学分野

<https://doi.org/10.15017/6796287>

出版情報：九州大学大学院農学研究院学芸雑誌. 78 (2), pp.111-119, 2023-09. Faculty of Agriculture, Kyushu University

バージョン：

権利関係：



残留農薬基準が青果物貿易に与える影響

馮 鋭¹・高橋昂也・前田幸嗣*

九州大学大学院農学研究院農業資源経済学部門農業資源経済学講座食料経済分析学分野
(2023年5月9日受付, 2023年5月18日受理)

Effect of Pesticide Residue Standards on Fruit and Vegetable Trade

Rui FENG¹, Kohya TAKAHASHI and Koshi MAEDA*

Laboratory of Quantitative Food Economic Analysis, Division of Agricultural and Resource Economics, Department of
Agricultural and Resource Economics, Faculty of Agriculture, Kyushu University, Fukuoka 819-0395, Japan

はじめに

世界各国における食品の安全性に対する関心の高まりとともに、各国の食安全基準も厳しくなっている。世界経済の発展とともに食品の貿易額も増加傾向にある中、食安全基準が食品貿易に与える影響について明らかにすることが重要な課題となっている。

食安全基準が貿易に与える影響について、Anders and Caswell (2009) は、輸出相手国の厳しい食安全基準が非関税障壁になるというマイナス面と、輸出相手国の厳しい食安全基準を満たすために自国の食品の品質が高まることは貿易促進効果の性質を持つ可能性を指摘している。したがって、食安全基準が厳しくなったときにマイナス面（非関税障壁効果）とプラス面（貿易促進効果）のどちらが上回るかについては、計量経済分析によって明らかにする必要があると言える。Anders and Caswell (2009) は食安全基準に関する一般的な理論であるが、数ある食安全基準の中でも代表的なものとしては残留農薬基準（pesticide residue standards）があげられる。

Dou *et al.* (2015) は、残留農薬基準を個別規制数と許容限度量に分類した上で、輸入国だけでなく、輸出国（中国）の残留農薬基準が貿易に与える影響について分析を行った。分析対象品目は、中国が主に輸出している野菜である。分析の結果、2国間の貿易額は、輸出国の許容限度量が厳しくなったとき増加し、輸入国の個別規制数が増加したとき減少するとともに、輸出国の個別規制数および輸入国の許容限度量からは統

計的に有意な影響を受けないことが明らかになった。ただし、Dou *et al.* (2015) では、ゼロ貿易（2国間の貿易額が0）のデータを除外することで生じるバイアスに対処していない点、各残留農薬基準が輸出先の選択に与える影響を分析していない点、ポジティブリスト制度とネガティブリスト制度の違いを考慮していない点等が課題として残されている。

Kareem (2016) は、アフリカがEUに輸出している魚製品を対象として、EUの食品安全に関する法律の改訂数が、貿易の発生確率（2国間の貿易発生数）および2国間の貿易額に与える影響について分析を行った。分析の結果、EUの食品安全に関する法律の改訂数の増加によって、輸出相手国数は増加するものの、2国間の貿易額は減少することが明らかになった。ただし、Kareem (2016) の問題点として、ある法律の改訂と他の法律の改訂は意味が異なるため、法律の改訂数は食安全基準の代理変数として適切ではないと考えられる点がある。また、輸出国の食安全基準が貿易に与える影響について分析が行われていない点、アフリカからの総輸出額の変化が分析されていない点等も課題として残されている。

本研究は、残留農薬基準が貿易に与える影響について計量経済分析を行い、残留農薬基準が非関税障壁効果と貿易促進効果のどちらの性質をより強く持っているかを明らかにすることを目的とする。

先行研究の課題を克服するため、本研究では、輸出国および輸入国における残留農薬基準の個別規制数および許容限度量を分析モデルに含めるとともに、

¹元九州大学大学院生物資源環境科学府

¹The former Graduate School of Bioresource and Bioenvironmental Sciences, Kyushu University

*Corresponding author (E-mail: kmaeda@agr.kyushu-u.ac.jp)

gravity modelにHeckman selection model (Heckman, 1979) を適用することにより、輸出相手国の選択およびゼロ貿易問題に対処する。さらに、ポジティブリスト制度を採用している国とネガティブリスト制度を採用している国の違いを分析において考慮する。

本稿の以下の構成は、次のとおりである。まず、第2節において本研究で使用する残留農薬基準のデータベースについて紹介した後、第3節で分析モデルについて、第4節でデータについて、それぞれ述べる。その後、第5節で分析結果について述べた後、第6節で残留農薬基準等が貿易に与える影響について考察を行う。最後に、第7節で結論と残された課題について述べる。

残留農薬基準のデータ

1. PMRL データベース

本研究における残留農薬基準のデータは、ニュージーランド（以下、NZ）政府のpesticide maximum residue limit database (NZ Ministry for Primary Industries, 2021; 以下、PMRL データベース) の値を使用する。PMRL データベースには、NZの主な農産物輸出相手国20カ国について、NZが主に輸出している農産物56種類を対象に、320種類の農薬の残留農薬基準値が掲載されている。なお、NZの主な農産物貿易対象国と世界の主な農産物貿易国はほぼ同じである。

PMRL データベースには、NZの輸出相手国が課している個々の残留農薬の許容限量が掲載されている。例えば、輸出相手国を日本、商品をリンゴとすると、日本がNZから輸入するリンゴに対して規制している農薬の種類とその許容限量をすべて調べることができる。

2. 分析の仮定

先述したとおり、本研究では、輸出国および輸入国における残留農薬の個別規制数および許容限量という4つの食安全基準に関する変数を作成する。この食安全基準に関する変数を作成するに当たって、以下の

仮定をおく。

第1に、後述するとおり、利用できる最新の貿易データが2019年である一方、PMRL データベースから入手できる残留農薬基準のデータはアクセス時点での最新値のみであるため、各国の残留農薬基準は2019年から現在まで変化していないとする。

第2に、各品目について、各輸入国が輸入品に課す残留農薬基準は、NZからの輸入とその他国からの輸入で同一である（輸入相手国間で差がない）とする。また、各品目について、自国が輸入品に課す残留農薬基準と、自国からの輸出品が満たす残留農薬基準は同一であるとする。つまり、図1において、A国に関する①～③の残留農薬基準がすべて同一であることを意味している。

3. ポジティブリスト制度とネガティブリスト制度

残留農薬基準に関する制度は、ポジティブリスト (positive list) とネガティブリスト (negative list) に大別することができる。ポジティブリスト制度とは「原則規制（禁止）された状態で使用、残留を認めるものについてリスト化するもの」であり、ネガティブリスト制度とは「原則規制がない状態で、規制するものをリスト化するもの」を指している（厚生労働省, 2006）。ポジティブリスト制度では、農薬等について、①残留基準が個別に定められている農薬等、②残留基準が定められていない農薬等、③制度の対象としていない農薬等に分類され、①および③のリストに含まれないすべての農薬等に対して一律の残留基準（一律基準）が定められる。①および③に含まれる農薬等は国ごとに異なるとともに、②の一律基準について、例えば、日本やイギリス、韓国は0.01ppm、カナダは0.1ppm、アメリカは0.01-0.1ppmに設定している。PMRL データベースでは、ポジティブリスト国に関しては、①の残留基準が個別に定められている農薬等の許容限量が掲載されている。一方、ネガティブリスト制度では、②の一律基準に該当する枠組みが存在せず、残留基準を個別に定めたリストに掲載されていない

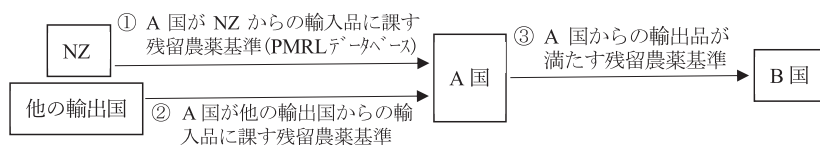


図1 残留農薬基準データに関する説明

い農薬等が一定量以上残留していても販売停止等の規制は行われない。

ネガティブリスト制度を採用している国の場合、残留農薬の個別規制数の増加は食安全基準が厳しくなることを意味する。一方、ポジティブリスト制度を採用している国の場合、個別に規制する残留農薬の許容限量が、当該国の一律基準よりも厳しい／緩い両方のケースがあると考えられるため、残留農薬の個別規制数の増加が食安全基準の嚴格化を意味するかについては、一概に判断することはできないと考えられる。

以上のように、ポジティブリスト制度とネガティブリスト制度で、残留農薬の個別規制数が持つ意味が異なることを踏まえて、本研究では、残留農薬の個別規制数に関して、ポジティブリスト制度を採用している国を1、ネガティブリスト制度を採用している国を0とする係数ダミー変数を導入することで対処することとする。また、残留農薬の許容限量に関して、ポジティブリスト制度で導入されている一律基準は、ネガティブリスト制度では存在せず、両制度間での比較を行うことができないため、本研究では、各国が個別に規制している残留農薬の許容限量のみを対象にすることとする。

4. 残留農薬基準に関する変数の作成

本研究において、残留農薬の個別規制数は、分析対象品目に対して個別に規制されている農薬数を合計することで求める。一方、残留農薬の許容限量は、表

1を数値例として、以下のとおり求める。

まず、農薬ごとに、許容限量の国際平均値（A国とB国の算術平均値）を計算する。次に、国ごと、農薬ごとに、許容限量の相対値（＝当該国の当該農薬の許容限量／当該農薬の許容限量の国際平均値、表1におけるカッコ内の数値）を計算する。最後に、国ごとに、各農薬の許容限量の相対値について算術平均値を計算することで、各国の残留農薬の許容限量を求める¹。

分析モデル

本研究では、先行研究（Dou *et al.*, 2015; Kareem, 2016）と同様に、gravity modelを用いて分析を行う。また、ゼロ貿易データの除外によるバイアスに対処するため、Heckman selection modelによる2段階推計を行う。

第1段階として、次のprobitモデルを用いて、貿易の発生確率（2国間の貿易発生数）の決定要因について推計を行う。

$$\begin{aligned} \text{PROBIT (Dummy}_{ijp}) = & \beta_0 + \beta_1 \ln \text{POP}_i + \beta_2 \ln \text{POP}_j \\ & + \beta_3 \ln \text{Production}_{ip} + \beta_4 \ln \text{Production}_{jp} \\ & + \beta_5 \ln \text{Distance}_{ij} + \beta_6 \text{Colony}_{ij} + \beta_7 \ln \text{MRLn}_{ip} \\ & + \beta_8 \text{Positive}_i * \ln \text{MRLn}_{ip} + \beta_9 \ln \text{MRLd}_{ip} \\ & + \beta_{10} \ln \text{MRLn}_{jp} + \beta_{11} \text{Positive}_j * \ln \text{MRLn}_{jp} \\ & + \beta_{12} \ln \text{MRLd}_{jp} + \beta_{13} \text{Language}_{ij} + \sum_{p=1}^9 \alpha_p d_p + \varepsilon_{ijp} \end{aligned} \quad (1)$$

表1 残留農薬の許容限量に関する数値例

農薬の種類	残留農薬の許容限量		
	A 国	B 国	国際平均値
農薬 a	0.01 (0.500)	0.03 (1.500)	0.02
農薬 b	0.30 (0.750)	0.50 (1.250)	0.40
農薬 c	0.05 (0.714)	0.09 (1.286)	0.07
農薬 d	0.50 (1.000)	0.50 (1.000)	0.50
農薬 e	－	0.01 (1.000)	0.01
農薬 f	0.05 (1.000)	－	0.05
農薬 g	0.03 (1.500)	0.01 (0.500)	0.02
農薬 h	0.80 (1.000)	－	0.80
許容限量	0.92	1.09	
個別規制数	7	6	

註：カッコ内の数値は許容限量の相対値を表す。

¹この方法は、個別に規制されているすべての農薬を対象としながら、農薬間の許容限量の違いを考慮できるといふ利点があると考えられる。

ただし、被説明変数は、輸出国*i*と輸入国*j*の間で貿易が発生したとき1、発生しなかったとき0をとるダミー変数である。各説明変数の概要は、表2に示すとおりである。また、下付き文字の*p*は品目*p*を表し、 α および β はパラメータ、 ε_{ijp} は誤差項である。

第2段階として、以下の推計式を用いて、2国間の貿易額の決定要因について分析を行う。また、probitモデルの推計結果から計算される逆ミルズ比 λ_{ijp} を含めることで、ゼロ貿易データを除外した推計によるバイアスに対処することができる²。

$$\begin{aligned} \ln(\text{export}_{ijp} | \text{export}_{ijp} > 0) = & \gamma_0 + \gamma_1 \ln POP_i + \gamma_2 \ln POP_j \\ & + \gamma_3 \ln Production_{ip} + \gamma_4 \ln Production_{jp} \\ & + \gamma_5 \ln Distance_{ij} + \gamma_6 \ln Colony_{ij} + \gamma_7 \ln MRLn_{ip} \\ & + \gamma_8 \ln MRLd_{ip} + \gamma_9 \ln MRLn_{jp} + \gamma_{10} \ln MRLd_{jp} \\ & + \gamma_{11} \text{Positive}_i * \ln MRLn_{ip} + \gamma_{12} \ln MRLd_{ip} + \gamma_{13} \lambda_{ijp} \\ & + \sum_{p=1}^9 \theta_p d_p + \eta_{ijp} \end{aligned} \quad (2)$$

ただし、被説明変数は2国間の貿易額であり、各説明変数の概要は表2に示すとおりである。また、下付き文字の*p*は品目*p*を表し、 γ および θ はパラメータ、 η_{ijp} は誤差項である。

次に、総貿易額への影響の分析方法について述べる。

Matthee and Santana-Gallego (2017) は、Helpman *et al.* (2008)の新々貿易理論をもとに、貿易の発生確率(2国間の貿易発生数)を貿易の外延、2国間の貿易額を貿易の内延と解釈して考察を行っている。したがって、総貿易額への影響は、第1段階および第2段階の推計結果を用いて、以下のとおり求めることができると考えられる。

まず、総貿易額は、次式のように表すことができる。

$$\begin{aligned} \text{総貿易額} = & 2 \text{国間の貿易発生数} \\ & \times 2 \text{国間の貿易額 (平均値)} \end{aligned} \quad (3)$$

上記の(3)式に自然対数をとると、次式が得られる。

$$\begin{aligned} \ln \text{総貿易額} = & \ln 2 \text{国間の貿易発生数} \\ & + \ln 2 \text{国間の貿易額} \end{aligned} \quad (4)$$

上記の(4)式を残留農薬基準MRLについて偏微分すると、次式が得られる。

$$\frac{\partial \ln \text{総貿易額}}{\partial \ln MRL} = \frac{\partial \ln 2 \text{国間の貿易発生数}}{\partial \ln MRL} + \frac{\partial \ln 2 \text{国間の貿易額}}{\partial \ln MRL} \quad (5)$$

表2 説明変数の概要

説明変数名	説明変数の概要
POP_i	輸出国 <i>i</i> の人口
POP_j	輸入国 <i>j</i> の人口
$Production_{ip}$	輸出国 <i>i</i> における品目 <i>p</i> の生産量
$Production_{jp}$	輸入国 <i>j</i> における品目 <i>p</i> の生産量
$Distance_{ij}$	輸出国 <i>i</i> と輸入国 <i>j</i> の間の距離
$Colony_{ij}$	輸出国 <i>i</i> と輸入国 <i>j</i> に植民地関係が過去存在したとき1をとるダミー変数
$MRLn_{ip}$	輸出国 <i>i</i> が品目 <i>p</i> に課している残留農薬の個別規制数
$MRLd_{ip}$	輸出国 <i>i</i> が品目 <i>p</i> に課している残留農薬の許容限度量
$MRLn_{jp}$	輸入国 <i>j</i> が品目 <i>p</i> に課している残留農薬の個別規制数
$MRLd_{jp}$	輸入国 <i>j</i> が品目 <i>p</i> に課している残留農薬の許容限度量
$Positive_i$	輸出国 <i>i</i> がポジティブリスト制度を採用しているとき1をとるダミー変数
$Positive_j$	輸入国 <i>j</i> がポジティブリスト制度を採用しているとき1をとるダミー変数
$Language_{ij}$	輸出国 <i>i</i> と輸入国 <i>j</i> が同一言語を使用しているとき1をとるダミー変数
λ_{ijp}	probit 推計から計算される逆ミルズ比
d_p	品目 <i>p</i> のとき1をとるダミー変数

² 被説明変数が貿易額の自然対数値であるため、ゼロ貿易データは被説明変数に代入することができないという問題が存在する。また、逆ミルズ比 λ_{ijp} のパラメータが統計的に有意であった場合、ゼロ貿易データの除外によるバイアスが発生している(かつ、そのバイアスを是正できている)一方、逆ミルズ比 λ_{ijp} のパラメータが統計的に有意でなかった場合、ゼロ貿易データの除外によるバイアスは発生していないと解釈することができる。

$\partial \ln 2$ 国間の貿易発生数 / $\partial \ln MRL$ (残留農薬基準が 1% 変化したとき, 2 国間の貿易発生数 (貿易の発生確率) が何% 変化するか) は第 1 段階の推計から, $\partial \ln 2$ 国間の貿易額 / $\partial \ln MRL$ (残留農薬基準が 1% 変化したとき, 2 国間の貿易額が何% 変化するか) は第 2 段階の推計から, それぞれ求めることができる. 2 つの値の符号が異なるときは, その合計が正負のどちらをとるかを求めることで, 残留農薬基準の変化が総貿易額の変化に与える影響について明らかにすることができる. 以上の方法を用いて, 残留農薬基準が総貿易額に与える影響についても考察することとする.

デ ー タ

分析対象国は, カナダ, 中国, イギリス, インドネシア, 日本, 韓国, マレーシア, タイおよびアメリカの計 9 カ国である. また, 分析対象品目 (HS コード) は, りんご (080810), ぶどう (080610), オレンジ (080510), メロン (080719), ストロベリー (081010), トマト (070200), ばれいしょ (070190), にんにく (070320), きゅうり (070700), レタス (070519) の計 10 品目である³. 分析対象期間は, 最新の貿易データが入手できる 2019 年とする.

分析対象品目を青果物にした理由は, 穀物よりも青果物の方が, 残留農薬基準から影響を受けやすいと考えられるためである. また, PMRL データベースに掲載されている 20 カ国のうち, NZ および他の 10 カ国は, 青果物の貿易額もしくは生産量が極端に少ないため, 分析対象国に含めなかった. なお, 分析対象 9 カ国のうち, ポジティブリスト制度を採用している国は, 日本, 韓国, イギリス, カナダおよびアメリカである.

データの出典は以下のとおりである. 輸出額は UN Comtrade Database (UN, 2021), 各国の人口は World Bank Open Data (World Bank, 2021), 距離, 共通の言語および植民地関係の有無は CEPII Database (CEPII, 2021), 各国の生産量は FAOSTAT (FAO, 2021) をそれぞれ使用する.

分 析 結 果

推計結果は, 表 3 に示すとおりである⁴. なお, 第 1 段階の probit モデルは非線形であるため, 説明変数が 1% 変化したとき, 貿易の発生確率が何% ポイント変化するかという解釈を行うためには, 平均的な限界効果を求める必要がある. そのため, 平均的な限界効果の推計結果を表 3 に併記している. また, クロスセクションデータであることから, 第 2 段階は最小二乗法を用いて推計を行った. このとき, 逆ミルズ比 λ_{up} のパラメータが 10% 水準で統計的に有意であるため, Heckman selection model を利用することで, ゼロ貿易データの除外によって生じるバイアスを是正できたとえる.

考 察

1. 生産量や距離の影響

生産量や距離が貿易に与える影響について, 表 3 をもとに考察を行う.

まず, 輸出国における人口の 1% 増加は, 貿易の発生確率を 0.059% ポイント上昇させ, 2 国間の貿易額を 1.554% 増加させるとともに, 輸入国における人口の 1% 増加は, 2 国間の貿易額を 1.133% 増加させることがわかる. したがって, 輸出国および輸入国における人口の増加はともに, 総貿易額を増加させると考えられる.

次に, 輸出国における生産量の 1% 増加は, 貿易の発生確率を 0.043% ポイント上昇させることを通して, 総貿易額を増加させると考えられる. 一方, 輸入国における生産量の増加は, 貿易の発生確率および 2 国間の貿易額に統計的に有意な影響を与えないため, 総貿易額にも統計的に有意な影響を与えないと考えられる.

そして, 輸出国と輸入国の間の距離の 1% 増加は, 貿易の発生確率を 0.115% ポイント低下させることを通して, 総貿易額を減少させると考えられる.

さらに, 輸出国と輸入国の間に植民地関係があったことは, 貿易の発生確率を 20.2% ポイント低下させる

³ PMRL データベースに掲載されている 20 カ国は, オーストラリア, カナダ, 中国, EU, 英国, 香港, インド, インドネシア, イスラエル, 日本, 韓国, マレーシア, ニュージーランド, ニュカレドニア, シンガポール, ロシア, 南アフリカ, 台湾, タイ, ベトナム, アメリカ, スイスである. また, 掲載されている農産物 56 種類のうち, 青果物が 51 品目, 穀物が 5 品目である. 本研究では, 青果物 51 品目のうち, 生産量および貿易額のデータが存在し, かつ, 世界の総貿易額における果物の上位 5 品目および野菜の上位 5 品目を対象とした.

⁴ Heckman selection model の 2 段階推計には stata の heckman コマンドを利用した. また, 平均的な限界効果の推計には stata の margins コマンドを利用した.

表3 推計結果

変数	Probit 推計	平均的な限界効果	2 国間の貿易額
定数項	-1.225 (-0.62)	-	-21.199*** (-2.60)
$\ln POP_i$	0.236*** (2.85)	0.059*** (2.91)	1.554*** (4.24)
$\ln POP_j$	0.005 (0.06)	0.001 (0.06)	1.133*** (3.48)
$\ln Production_{ip}$	0.169*** (6.91)	0.043*** (7.57)	0.080 (0.41)
$\ln Production_{jp}$	-0.014 (-0.92)	-0.004 (-0.92)	0.052 (0.87)
$\ln Distance_{ij}$	-0.457*** (-5.99)	-0.115*** (-6.49)	-0.641 (-1.45)
$Language_{ij}$	0.923*** (3.95)	0.232*** (4.09)	-
$Colony_{ij}$	-0.801*** (-3.11)	-0.202*** (-3.17)	-0.649 (-0.73)
$\ln MRLn_{ip}$	-0.848*** (-3.95)	-0.213*** (-4.07)	-2.004* (-1.76)
$Positive_i * \ln MRLn_{ip}$	0.332*** (5.17)	0.084*** (5.50)	0.598* (1.84)
$\ln MRLd_{ip}$	-0.159 (-0.16)	-0.040 (-0.16)	-6.857* (-1.66)
$\ln MRLn_{jp}$	-0.203 (-1.11)	-0.051 (-1.12)	-1.570** (-2.17)
$Positive_j * \ln MRLn_{jp}$	0.103* (1.67)	0.026* (1.68)	0.432* (1.79)
$\ln MRLd_{jp}$	1.180 (1.43)	0.297 (1.44)	-3.762 (-1.18)
d_1	0.914*** (3.43)	0.230*** (3.51)	1.660 (1.26)
d_2	0.896*** (3.45)	0.225*** (3.53)	1.481 (1.15)
d_3	0.674** (2.47)	0.170** (2.51)	1.011 (0.83)
d_4	0.104 (0.37)	0.026 (0.37)	0.130 (0.10)
d_5	0.631** (2.33)	0.159** (2.35)	0.415 (0.34)
d_6	0.104 (0.40)	0.026 (0.40)	1.389 (1.22)
d_7	0.242 (0.97)	0.061 (0.97)	0.815 (0.78)
d_8	0.568** (2.21)	0.143** (2.23)	-0.123 (-0.11)
d_9	-0.000 (-0.00)	-0.000 (-0.00)	-1.207 (-1.06)
λ_{ijp}	-	-	-2.296* (-1.68)

註：1) 表中の上段は推計値，下段のカッコ内は t 値である。また，***，** および * はそれぞれ，1% 水準，5% 水準 および 10% 水準で推計値が統計的に有意であることを表す。

2) λ_{ijp} は probit 推計の結果から計算される逆ミルズ比を表す。

ことを通して総貿易額を減少させ、また、輸出国と輸入国が同一言語を使用していることは、貿易の発生確率を23.2%ポイント上昇させることを通して総貿易額を増加させると考えられる。

2. 残留農薬基準の影響

表4は、残留農薬基準の厳格化が貿易に与える影響について、整理したものである。先述したとおり、ネガティブリスト制度を採用している国では、残留農薬の個別規制数は、増加するほど残留農薬基準が厳しくなることを意味する。一方、ポジティブリスト制度を採用している国では、残留農薬の個別規制数と食安全基準の厳格化との関係性を一概に判断することはできない。なお、ポジティブリスト制度を採用している国における個別規制数の影響は、輸出国に関しては $Positive_i * \ln MRL_{ip}$ のパラメータと $\ln MRL_{ip}$ のパラメータを、また、輸入国に関しては $Positive_j * \ln MRL_{jp}$ のパラメータと $\ln MRL_{jp}$ のパラメータを、それぞれ足し合わせる（線形結合させる）ことで求めた⁵。

まず、残留農薬の個別規制数について考察を行う。

輸出国がネガティブリスト制度を採用している場合、残留農薬の個別規制数の1%増加は、貿易の発生確率を0.213%ポイント低下させ、2国間の貿易額を2.004%減少させることを通して、総貿易額を減少させると考えられる。また、輸入国がネガティブリスト制度を採用している場合、残留農薬の個別規制数の1%増加は、2国間の貿易額を1.570%減少させることを通して、総貿易額を減少させると考えられる。したがって、ネガティブリスト制度を採用している輸出国

および輸入国において、残留農薬の個別規制数の増加は、貿易促進効果よりも非関税障壁効果の方が大きいと考えられる。

輸出国がポジティブリスト制度を採用している場合、残留農薬の個別規制数の1%増加は、貿易の発生確率を0.130%ポイント低下させることを通して、総貿易額を減少させると考えられる。また、輸入国がポジティブリスト制度を採用している場合、残留農薬の個別規制数の1%増加は、2国間の貿易額を1.139%減少させることを通して、総貿易額を減少させると考えられる⁶。

次に、残留農薬の許容限度量について考察を行う。輸出国における許容限度量の低下は、2国間の貿易額を統計的に有意に増加させることを通して、総貿易額を増加させると考えられる⁷。一方、輸入国における許容限度量の低下は、貿易の発生確率および2国間の貿易額に対して統計的に有意な影響を与えない。したがって、残留農薬の許容限度量の低下は、非関税障壁効果よりも貿易促進効果の方が大きいと考えられる。

本研究と Dou et al. (2015) の分析結果を比較すると、残留農薬の許容限度量が貿易に与える影響の方向が同じであることがわかる。一方、残留農薬の個別規制数に関して、影響の方向が異なる結果が得られているが、これは、ポジティブリスト制度とネガティブリスト制度の違いを考慮して分析を行った本研究の方が、より正確な結果を得ることができていると考えられる。また、本研究と Kareem (2016) の分析結果を比較すると、食安全基準の厳格化が2国間の貿易額に与える影響の方向は同じであることがわかる。一方、貿易の発生確

表4 残留農薬基準の厳格化が貿易に与える影響

残留農薬基準		貿易発生確率 (単位：%ポイント)	2国間の貿易額 (単位：%)	総貿易額への影響
輸 出 国	個別規制数 (negative list 採用国)	-0.213***	-2.004*	-
	個別規制数 (positive list 採用国)	-0.130***	-1.406	-
	許容限度量	0.040	6.857*	+
輸 入 国	個別規制数 (negative list 採用国)	-0.051	-1.570**	-
	個別規制数 (positive list 採用国)	-0.025	-1.139*	-
	許容限度量	-0.297	3.762	

註：1) 表中の数値は、個別規制数が1%増加もしくは許容限度量が1%低下（＝残留農薬基準が厳格化）したときの変化を表している。許容限度量については、数値の低下が厳格化を意味しているため、推計結果から正負符号を逆にしていることに注意されたい。また、***、** および * はそれぞれ、1%水準、5%水準および10%水準で推計値が統計的に有意であることを表す。

2) 総貿易額への影響については、貿易発生確率と2国間の貿易額の少なくとも一方が統計的に有意な正值（負値）の場合、+（-）を表記している。

率（2国間の貿易発生数）に関して、影響の方向が異なる結果が得られているが、これは、食安全基準の代理変数としてより適切な残留農薬基準を使用した本研究の方が、より正確な結果を得ることができていると考えられる。

結 論

残留農薬基準に関する主な分析結果を整理すると、以下のとおりである。

第1に、ネガティブリスト制度を採用している輸出国および輸入国において、残留農薬の個別規制数の増加は、貿易促進効果よりも非関税障壁効果の方が大きいと考えられる。

第2に、輸出国における残留農薬の許容限度量の低下は、非関税障壁効果よりも貿易促進効果の方が大きいと考えられる。

上記の結果を、世界における青果物の総貿易額を増加させるという視点から見ると、残留農薬の許容限度量の低下という政策は、総貿易額の増加と品質の向上を両立させるため、各国はこの政策を実施した方が良くと考えられる。なお、上記のように、食の安全を確保しつつ、貿易を拡大させる政策を明らかにしたのは、本研究が初めてであると考えられる。また、上記と同様の視点から見ると、ネガティブリスト制度を採用している国における残留農薬の個別規制数の増加という政策は、非関税障壁効果の方が大きいため、ネガティブリスト制度を採用している国はこの政策を避けた方が良くと考えられる。

最後に、本研究の残された課題について述べる。本研究では、ポジティブリスト制度を採用している各国の一律基準の違いを考慮できていない。したがって、この点について分析を行うことができれば、残留農薬基準が貿易に与える影響について、さらに精緻な考察を行うことができると考えられる。

キ ー ワ ー ド

gravity model, 計量経済分析, 青果物貿易, 残留農薬基準

引 用 文 献

- Anders, S. M. and J. A. Caswell 2009 Standards as barriers versus standards as catalysts: Assessing the impact of HACCP implementation on US seafood imports. *Am. J. Agr. Econ.*, **91**(2) : 310-321
- CEPII 2021 CEPII Database, http://www.cepii.fr/CEPII/en/bdd_modelle/download.asp?id=6 (accessed from 21 to 23 May, 2021)
- Dou, L., K. Yanagishima, X. Li, P. Li and M. Nakagawa 2015 Food safety regulation and its implication on Chinese vegetable exports. *Food Policy*, **57** : 128-134
- FAO 2021 FAOSTAT, <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL> (accessed from 28 to 30 September, 2021)
- Heckman, J. J. 1979 Sample selection bias as a specification error. *Econometrica*, **47**(1) : 153-161
- Helpman, E., M. Melitz and Y. Rubinstein 2008 Estimating trade flows: trading partners and trading volumes. *Q. J. Econ.*, **123**(2) : 441-487
- 厚生労働省 2006 食品に残留する農薬等に関する新しい制度（ポジティブリスト制度）について—農薬等の残留基準を規制するしくみが変わりました—, <https://www.mhlw.go.jp/topics/bukyoku/iyaku/syoku-anzen/zanryu2/dl/060516-1.pdf>
- Matthee, M. and M. Santana-Gallego 2017 Identifying the determinants of South Africa's extensive and intensive trade margins: A gravity model approach. *S. Afr. J. Econ. Manag. Sci.*, **20**(1) : a1554
- NZ Ministry for Primary Industries 2021 MPI

⁵ 標準誤差の計算にはデルタ法（stataのnlcomコマンド）を使用した。

⁶ ポジティブリスト制度を採用している輸出国および輸入国に関して、残留農薬の個別規制数の増加が貿易を抑制する理由としては、以下の2つが考えられる。第1に、個別規制数の増加が食安全基準の厳格化を意味し、かつ、個別規制数に関しては貿易促進効果よりも非関税障壁効果の方が上回っている場合である。第2に、個別規制数の増加が食安全基準の緩和を意味し、かつ、個別規制数に関しては非関税障壁効果よりも貿易促進効果の方が上回っている場合である。ポジティブリスト制度を採用している国全体として、残留農薬の個別規制数の増加が、食安全基準の厳格化と緩和のどちらを意味するかについては、分析対象に含むポジティブリスト制度を採用している国によって変化すると考えられる。したがって、ポジティブリスト制度を採用している輸出国および輸入国の個別規制数について、非関税障壁効果と貿易促進効果のどちらが大きいかにについて、本研究では判断することはできず、さらなる研究が必要であると考えられる。

⁷ 残留農薬の許容限度量のデータは、指数化した後に平均値をとるという加工を行っているため、残留農薬の許容限度量が1%低下したときの影響という形での考察は適切ではないと考えられる。

- pesticide maximum residue limit database, <https://www.mpi.govt.nz/resources-and-forms/registers-and-lists/maximum-residue-levels-database/> (accessed from 21 to 30 April, 2021)
- Kareem, O. I. 2016 Food safety regulations and fish trade: Evidence from European Union-Africa trade relations. *J. Commod. Mark.*, 2(1) : 18–25
- UN 2021 UN Comtrade Database, <https://comtrade.un.org/data/> (accessed from 15 to 20 May, 2021)
- World Bank 2021 World Bank Open Data, <https://data.worldbank.org/indicator/SP.POP.TOTL> (accessed from 25 to 27 September, 2021)

Summary

In this study, we conducted an econometric analysis of the impact of pesticide residue standards on fruit and vegetable trade, and examined whether the non-tariff barrier effect or the trade promotion effect of the pesticide residue standards has a stronger impact. The main analysis results are as follows:

First, in exporting and importing countries that have adopted the negative list system, the increase in the number of individual restrictions on residual pesticides has a greater non-tariff barrier effect compared to the trade promotion effect. Second, the reduction in maximum residue limits of pesticides in exporting countries has a greater trade promotion effect compared to the non-tariff barrier effect.

Considering these results from the perspective of increasing the total trade value of fruits and vegetables worldwide, the reduction policy for maximum pesticide residue limits can achieve both an increase in the total trade value and an improvement in quality. Therefore, it is better for each country to implement this policy. Additionally, the policy of increasing the number of individual restrictions on residual pesticides in countries that have adopted the negative list system has a greater non-tariff barrier effect than the trade promotion effect. Therefore, countries that have adopted the negative list system should avoid this policy.

Key words : econometric analysis, fruit and vegetable trade, gravity model, pesticide residue standards