

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 5 月 30 日現在

機関番号：32675

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23580316

研究課題名(和文)琵琶湖集水域における農業経済・水文水質モデルの構築に関する研究

研究課題名(英文) Development of an integrated agricultural economic and hydrological/ water quality model in Lake Biwa Watershed

研究代表者

西澤 栄一郎 (NISHIZAWA, Eiichiro)

法政大学・経済学部・教授

研究者番号：30328900

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,000,000円、(間接経費) 1,200,000円

研究成果の概要(和文)：琵琶湖集水域において、政策による農業生産の変化と農家経済への影響を分析する農業経済モデルと、農業生産の変化が水環境に及ぼす影響を分析する水文水質モデルとを統合したモデルを構築し、滋賀県の推進している環境こだわり農業の評価を行った。滋賀県内の農家世帯を対象に質問紙調査を実施し、環境こだわり農業の農家レベルでの採択要因や作付比率の決定要因などを分析するとともに、琵琶湖南東部の一流域を対象に水文水質モデルであるMIKEモデルを構築し、環境こだわり農業を実施した場合のリン流出量の減少を計算した。環境こだわり農業に関わる農家への交付金がなくなると、リンの流出量は数%増加するという計算結果になった。

研究成果の概要(英文)：This study aimed to develop an integrated agricultural economic and hydrological/ water quality model to analyze the effects of agri-environmental policies on farming practices and the change in water environment due to the changes in farming practices. We evaluated how the policy which Shiga Prefecture is promoting in order to reduce environmental burdens from agriculture affected the water quality in Lake Biwa Watershed. We conducted a questionnaire survey to farm households in Shiga Prefecture and revealed factors affecting farmers' adoption of environmentally friendly farming and their decision on the ratio of area allocated for environmentally friendly farming. In addition, MIKE model was constructed to estimate the change in phosphate loadings due to the adoption of environmentally friendly farming in a subwatershed of Lake Biwa. According to the model, if the payment for environmentally friendly farming were abolished, the phosphate loading would increase several percent.

研究分野：農業経済学

科研費の分科・細目：農業経済学・農業経済学

キーワード：環境政策 水質汚濁防止 農業経済学 農業環境政策 琵琶湖

### 1. 研究開始当初の背景

ある環境政策の導入に際しては、その政策が経済主体の行動をどう変えるか、経済主体への経済的影響はどのくらいか、その政策が環境をどれだけ改善するか、といったことが問題となる。こうした問いに答えるにあたっては、モデル分析が有用である。欧米諸国では、水環境政策の農業分野での影響を評価するとき、政策と農業者の行動を関連づける農業経済モデルと、農場からの環境負荷と環境の水準とを関連づける水文水質モデルを組み合わせて分析に用いる研究がよく見られる。

いっぽう、日本では水環境分野において、農業経済学の研究者と環境工学の研究者がモデル構築で協力することは極めてまれであった。研究代表者と研究分担者は平成 21 年度から 23 年度にかけて、環境省の受託研究「水分野における経済的手法を含めたポリシーミックスの効果と社会影響に関する研究」に研究分担者として参加した。この研究の目的のひとつに、費用対効果の観点からの対策の効率性の評価がある。しかし、ある対策の費用対効果を正確に把握するためには、経済モデルに加えて環境モデルが必要であり、それらを有機的に組み合わせることが有用である。この研究では、こうしたモデルの統合化が今後の課題として浮かび上がった。

### 2. 研究の目的

農業環境政策を評価するためのツールとして、琵琶湖集水域において、政策による農業生産の変化と農家経済への影響を分析する農業経済モデルと、農業生産の変化が水環境に及ぼす影響を分析する水文水質モデルとを統合したモデルを構築し、滋賀県が実施している農業環境政策である「環境こだわり農業」の政策評価を行う。

環境こだわり農業において、滋賀県は条例に基づき、化学合成農薬と化学肥料の使用量を慣行の 5 割以下に削減し、水田からの濁水流出防止などの環境負荷削減技術によって生産された農産物を環境こだわり農産物として認証し、その生産者を国の環境保全型農業直接支払交付金の対象として経済的に支援している。

対象地域とする琵琶湖の COD、全窒素、全リンの濃度をみると、北湖の全リン以外は環境基準を達成していない。農業からの負荷のシェアは全窒素で 13.5%、全リンで 16.2% であり(2010 年)、農業を含めた面源対策の重要性は増している。

滋賀県は全国初の富栄養化防止条例を制定するなど、水環境保全対策に積極的に取り組んできた。農業部門でも、県の独自の仕組みとして環境農業直接支払制度を先駆的に実施し、平成 24 年度の環境保全型農業直接支援対策の交付件数と実施面積は全国一である。

### 3. 研究の方法

(1) 農業経済モデルに関しては、まず、滋賀県庁において環境こだわり農業と国の環境保全型農業直接支援対策の実施状況について聞き取りを行い、モデルのフレームワークおよびアンケート調査の設計について検討した。

水文水質モデルに関しては、対象流域を絞ってモデルを構築した。土地利用の大半が水田である、琵琶湖南東部の家棟(やなむね)川流域(野洲市)を対象に選び、流域の 12 地点で水質調査を実施した。この結果を用いて琵琶湖流域水物質循環モデルのキャリブレーションを 500 メートル四方単位で行った。

また、家棟川流域を対象に水文水質モデルである MIKE モデルを構築し、100 メートル四方を単位として、全農家が慣行農法を採用している場合と、化学肥料を半減して濁水対策をとる場合とで、リンの排出量を比較した。(2) 農家経済モデルを構築するため、滋賀県の集落レベルのデータを用いて、農地・水・環境保全向上対策の先進的営農活動支援(現行の環境保全型農業直接支援対策)への参加をモデル化した。ある集落の参加は近隣集落の参加/不参加に影響を受けるため、空間 GMM ロジットモデルによって推計した。

(3) 滋賀県内の農家世帯を対象に質問紙調査を実施し、同県で取り組まれている環境こだわり農業の農家レベルでの採択要因や作付比率の決定要因などを分析した。

### 4. 研究成果

(1) 琵琶湖流域水物質循環モデルにより家棟川流域の状況を再現したところ、河川水中の全窒素、全リン、有機物(TOC)濃度は調査結果をよく再現する結果となった。また、流域内の水田の施肥量を半減させた場合の負荷量の変化を計算したところ、有機物由来負荷が 6.8%、全窒素が 17.0%、全リンが 38.9% の減少となった。

また、リンの流出量についての MIKE モデルの計算結果は、流域全体の平均値で慣行農法の場合が 3.1kg/ha、対策をとる場合が 2.2kg/ha となり、実測に基づく先行研究(琵琶湖の他流域での研究)と概ね一致した。

(2) 空間 GMM ロジットモデルの推計結果では、集落の属性のうち、共有財産・共用施設に関する寄合の実績や、集落構成員の多様性は、参加行動に対して正で有意な影響を持つことが示された。また、参加行動と構成員の平均年齢との間には逆 U 字型の関係性が成立し、平均年齢の上昇は初期的には正の影響をもつが、40 代半ばをピークとして負の影響に転じるという結果になった。営農に関連する変数では、水田面積比率や 3ha 以上の大規模農家比率は正の、耕作放棄地面積比率は負の影響を参加行動に及ぼし、地理的条件では、豪雪地帯や都市部に立地する集落では、保全型農業を実施する機会費用が高いためか、全体として参加する傾向が低い。また、直接販

売など農協以外の販路で出荷している農家の比率は、参加行動に正の影響を与えていることが示された。

(3)滋賀県内の農家世帯を対象とした質問紙調査の分析結果は以下のとおりである。

まず、環境こだわり農業に対する農家の多様な意識・態度は、「環境や農産物の品質の改善」と「経済性」に二分できる。主な取組動機は、安全・安心な農産物供給や環境・生態系保全であるものの、経済的な動機も一定程度存在する。環境こだわり農業採択の阻害要因として、農法の変更に伴う追加的労働やリスクの増加ならびに機会費用の存在などがある。

つぎに、土壌分析の実施や研修会への参加、近隣での環境こだわり農業採択農家の存在や多様な農家経済活動は、環境こだわり農業の採択と正の関係にある一方、小規模または高齢者で自給的な農業を営む者や、環境こだわり農業に高いリスクを感じる者は、環境こだわり農業を採択しない傾向にある。

第3に、高齢層やリスク回避的な者は環境こだわり農業の作付に消極的である一方、離農・経営縮小意向を持たない小規模層、補助金受給による経営安定化を図ろうとする者や琵琶湖の水質保全を取組動機とする者が経営耕地の多くを環境こだわり農業の作付に配分する傾向にある。また、環境こだわり農業の採択を促進する要因と採択者の栽培面積の拡大に寄与する要因のなかには、異なる要因が存在する。

第4に、普及が一定程度進んだ、2007年以後の採択者は、それ以前の採択者に比べて、琵琶湖の水質保全や環境・生態系の保全を取組動機や農業の主目標とする一方、普及初期の採択者は環境・生態系の保全よりも、所得の確保を農業の主目標とする者が多い。また、土壌分析の実施や研修会の実施は、初期の環境こだわり農業の採択に一定の貢献を果たした可能性が示唆された。

また、これまでの主要な調査結果を書籍にまとめ、平成26年3月に刊行した。

(4)これまでに構築した、琵琶湖南東部の家棟(やなむね)川流域を対象とした100mメッシュの水理モデルによるリンの流出量に関する計算結果と、質問紙調査で得られたこだわり農業の実施率とあわせると、こだわり農業によってリンの流出量は8.5%低下したことになる。また、現行の対策が廃止された場合にこだわり農業を続けるかとの質問に約5割の回答者が「はい」と答えた。こうしたことから、環境保全型農業直接支援対策による交付金がなくなると、リンの流出量は数%増加することになる。

## 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)

[雑誌論文](計3件)

西村武司・松下 京平・藤栄剛、生態系・環境保全型農産物の価格プレミアムの決定要因：滋賀県における魚のゆりかご水田米を事例として、環境科学会誌、査読有、第25巻、2012、pp.204-214。

<http://dx.doi.org/10.11353/sesj.25.204>

西澤栄一郎・合田素行、組織を通じた農村環境保全に関する考察 - オランダの環境協同組合 -、2012年度 日本農業経済学会論文集、査読有、2012、pp.450-457。

佐藤祐一・小松英司・永禮英明・上原浩・湯浅岳史・大久保卓也・岡本高弘・金再奎、陸域 - 湖内流動 - 湖内生態系を結合した琵琶湖流域水物質循環モデルの構築とその検証、水環境学会誌、査読有、2011、第34巻、pp.125-141。

[学会発表](計8件)

佐藤祐一・小松英司・上原浩・大久保卓也・岡本高弘、琵琶湖流域における浮遊物質の挙動のモデル化に関する研究、第48回日本水環境学会年会、2014年3月19日、東北大学。

Tanaka, K., T. Fujie, and E. Nishizawa, The Spatial Relationship Between Agricultural Conservation Decisions and Social Capital: Empirical Findings from the Japanese Agricultural Census, 14th Global Conference of the International Association for the Study of the Commons, June 4, 2013, Citizen's Hall, Fujiyoshida City.

田中勝也・藤栄剛・西澤栄一郎、環境直接支払制度の採択行動における集落および近隣属性の影響：空間計量アプローチによる実証分析、日本農業経済学会、2013年3月30日、東京農業大学。

佐藤祐一・大久保卓也・岡本高弘、琵琶湖流域を対象とした水物質循環モデルの構築と行政施策への活用、第30回土・水研究会(農業環境技術研究所)、2013年2月20日、つくば農林ホール。

田中勝也、MIKE SHEモデルによる水質対策評価、第15回 DHI水理解析研究会、2012年4月19日、ニッセイ新大阪ビル。

藤栄剛、生態系ネットワーク保全のための社会経済条件、日本生態学会第59回全国大会、2012年3月18日、龍谷大学(大津)。

Tanaka, K. and K. Kuriyama, Cost-Effectiveness of Water Quality Trading Program in a Spatially-Heterogeneous Watershed: An Integrated Modeling Approach, 第14回世界湖沼会議(World Lake Conference), 2011年11月1日、オースティンコンベンションセンター(アメリカ合衆国)

Sato, Yuichi, Takuya Okubo and Jaegy Kim, Agricultural Diffuse

Pollution Control by Citizen-participation in Shiga Prefecture and its Effect on the Water Quality, KAB-2 International Conference AG-BMP Development for Reservoir Water Quality Improvement, 2011年6月15日, ソウル大学 (韓国)

〔図書〕(計5件)

西澤栄一郎、本書の課題と構成、『農業環境政策の経済分析』日本評論社、2014、232 ページ(pp.1-16).

西澤栄一郎、日本の農業環境政策と滋賀県の環境こだわり農業、『農業環境政策の経済分析』日本評論社、2014、232 ページ(pp.99-120).

藤栄剛、環境こだわり農業の採択要因、『農業環境政策の経済分析』日本評論社、2014、232 ページ(pp.123-152).

田中勝也、環境こだわり農業の影響評価 - MIKE モデルによる定量分析、『農業環境政策の経済分析』日本評論社、2014、232 ページ(pp.153-173).

佐藤祐一、流入負荷の削減で琵琶湖は「きれい」になるのか? - 琵琶湖環境・対策の変遷と今後の方向性、『農業環境政策の経済分析』日本評論社、2014、232 ページ(pp.189-212).

6. 研究組織

(1)研究代表者

西澤 栄一郎 (NISHIZAWA, Eiichiro)  
法政大学・経済学部・教授  
研究者番号：30328900

(2)研究分担者

田中 勝也 (TANAKA, Katsuya)  
滋賀大学・環境総合研究センター・准教授  
研究者番号：20397938

藤栄 剛 (FUJIE, Takeshi)  
滋賀大学・環境総合研究センター・准教授  
研究者番号：40356316

佐藤 祐一 (SATO, Yuichi)  
滋賀県琵琶湖環境科学研究センター・総合解析部門・研究員  
研究者番号：30450878

(3)連携研究者

なし