

平成 22 年 4 月 15 日現在

研究種目：基盤研究 (C)

研究期間：2007 ～ 2009

課題番号：19510047

研究課題名 (和文) 健全な水循環と公平な地域便益分配に資する農業資源維持管理法に関する研究

研究課題名 (英文) Conducive Agricultural Resources Management to Sound Water Cycle and Equitable Regional Benefit Allocation

研究代表者

木山 正一 (KIYAMA SHOICHI)

京都大学・大学院・農学研究科・助教

研究者番号：20293920

研究成果の概要 (和文)：

本研究は農村の抱える経済・環境・コミュニティに関わる社会問題解決のための共同管理制度を検討し、その評価モデルを環境経済学手法により開発した。農業活動は生産額当たりの水質汚濁物質排出量が他産業に比べて大きく、環境保全型農業への移行が持続的な農村発展に重要なことを示した。また水資源汚染は流域共通の関心事であり、流域を構成する農村と都市の良好な関係を築く制度について環境保全型農業への投資制度の有効性を動学的一般均衡モデルにより示した。

研究成果の概要 (英文)：

This study addresses Japanese multiple social issues closely relevant to rural sustainability with the approach of environmental economics and policy. Due to the difficulty of rural regeneration by itself, establishment of a new policy framework creating inter-regional cooperation for rural resources management should be sought. The agricultural sector shows considerably small share of production value but a sizeable amount of COD emission per unit production value. Therefore, agricultural cultivation improvement is a necessary stage of sustainable rural development. Water usage and pollution will be of common concern to watershed inhabitants. Developing watershed dynamic computable general equilibrium model, proposed investment system has a condition of narrowing regional economic gap with the minimum COD emission per unit production value and without losing either regional economic growth.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007年度	700,000	210,000	910,000
2008年度	800,000	240,000	1,040,000
2009年度	500,000	150,000	650,000
総計	2,000,000	600,000	2,600,000

研究分野：複合新領域

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価・環境政策

キーワード：水質保全, 産業連関, 経済成長, 経済格差是正, 農業資源

## 1. 研究開始当初の背景

本研究は健全な流域水循環について関連

する環境・経済・社会側面をもって統合評価し、長期的ビジョンから地域間便益を公平分

配可能とする農山村資源の維持管理方法を究明するために行われた。この背景には、利水の大半を占める農業の社会資本ストックが増加する一方で、それを支えるべき地域のプロである農家の経済力が衰退、さらには農業従事者の65%以上が60歳以上の高齢者という不安定な農村社会構造がある。

避けられない人口減少時代においては2050年の農山村人口が半減する地域も予測される。深刻化する里地・里山離れが招いた農山村地域の社会システム・環境性能の低下は、都市と農村の地域経済格差化だけに留まらず、さらなる流域水循環の悪化により新たに地域の水災害・水環境保全に対する脆弱性を加速させることが危惧される。こうしたなか農村社会の安定化をもたらす地域管理法は資源管理の土木技術学、経済学、社会学といった多面的アプローチなくして解決できないと考えられる。

## 2. 研究の目的

農村と都市の地域間格差や環境負荷を改善し良好な社会関係を築く持続的な地域マネジメント法を意思決定するには、経済・環境両面で統合的に理解可能な評価法の確立が必要である。加えて、概して零細な経済状態にある農村に対する環境マネジメントに都市が関わる仕組み作りを検討するには、都市が農村から受ける経済、環境量便益を明らかにしなければならない。

ところで温暖化問題に比べてローカルかつ人類・生態系に不可欠な資源である水の汚染問題は、都市と農村市民共通の関心事であり、流域圏レベルでの政策コア課題と位置付ける余地がある。そのため地域の社会経済活動と水質汚濁物質排出応答量の定量モデルを作成し、特に営農や環境技術移転の農業政策について流域マネジメントするシナリオ分析を行い、予測される地域・産業間の中長期経済成長と環境負荷量からその政策制度の意義を示すことを最終目的とする。

ところで本目的のための政策評価モデル化には流域圏社会－経済－水環境システムモデルの作成が必要であるが、地域間経済と環境負荷および農業政策のサブモデルを構築することも重要な目的である。

## 3. 研究の方法

政策分析のために作成したモデルは大別して、地域経済モデル、富栄養化物質に係る地域環境負荷モデル、地域営農や環境保全型農業取組を促進する政策モデル、これら3モデルを統合した動学モデルに分けられる。それら作成の具体的手順を以下に述べる。

### (1) 地域経済モデル

複数市町村からなる対象流域を定義、農村・都市の属性を明らかにし、37部門のチェネリー・モーゼス型地域間産業連関モデルを推計した。地域産業連関表の小地域分割には適切な按分指標を用い、RAS法によりコントロールトータルスを満足するよう地域間取引収支を調整した。

### (2) 環境負荷原単位の推定

推計した小地域産業連関表を用いて産業・地域間の投入・交易時の物質フローと共に排出される水質汚濁物質の環境負荷原単位を推定した。ここでは水質汚濁の主指標である化学的酸素要求量(COD)を取り上げた。

直接観測可能量である点源からの排出量は、公共下水道、農業集落排水処理、し尿処理、浄化槽処理、部門別産業排水処理の地域実績値を積み上げて推定した。

### (3) 農業政策モデル

#### ① 耕作放棄モデル

現行の中山間地等直接支払制度の施策評価を行い、中長期的に持続的な田の耕作状態を可能にする補助金計画法を提案するため、対象流域の耕作放棄状態を判定するGISネステッド型ロジットモデル作成した。モデル推定には段階推定法を適用した。100mポリゴンからなる土地利用細分メッシュデータ(平成9年度版)に2000年度人口、産業別人口および、土地傾斜度、標高、最寄り駅までの距離の数値地理情報を説明変数とした。

#### ② 環境保全型農業補助金モデル

現行補助金制度による環境保全型農業の都道府県別5カ年普及推移実績に基づいて、田の環境保全型農業普及率の重回帰モデルを求めた。栽培法には慣行栽培法の他有機栽培法、減農薬減肥栽培法を考え、説明変数には粗収益、労働量、単位栽培面積当たり補助金額(4000円/10a)を用いた。

#### ③ 環境保全型農業投資モデル

以上①、②の補助金制度は農家主体の行動に左右されるもので、ここには都市からの一律的な税抛出以外、都市域の農村持続可能性への積極的な関与が存在しないと考えられる。改めて農業が生産額当たりの水質汚濁物質排出量が総じて大きいこと、下流都市が公共水域水質改善から得る便益を鑑みれば、営農法改善による水質保全の流域投資制度は流域全市民が営農支援と係る環境保全により積極的に関わる可能性をもつと考えられる。単位COD濃度改善のための限界支払意志額を基準として、水質保全の投資行動モデルを②で作成したモデルの補助金項を拡張することで定式化した。

#### (4) 地域一般均衡モデルの動学化

流域を農村と都市の2地域に、産業を農林業、製造業、エネルギー・上下水道業、金融その他の4部門とし、①各地域の経済モデル、②環境負荷排出モデルおよび③農業政策モデルをシナリオにより定量される政策変数（農業補助金、流域投資額）を介して結合する。地域便益は各期家計消費額と最終資本量に社会的割引率を考慮して与えられるとし、2地域のパレート最適問題を解いた。解かれた経済内生諸変数をもとにCOD排出量を地域別部門別に算出した。また排出量規制問題にも対応させ、 $\alpha$ 制約遺伝的アルゴリズムによる数値計算法を適用している。

ところで農業栽培法や耕作放棄率の変動は農業生産投入構造を変化させ、これにより一般に投入・算出の収支バランスが保証されない。この問題解決のため、収支の残差が地域間交易と最終需要項で与えられると仮定し、コントロールトータルスを満足する線形計画問題を解いて各期の産業連関表と環境負荷原単位を求めた。

#### 4. 研究成果

以下に本研究成果の主要部分をまとめる。調査対象地は京都府桂川流域である。当流域は9市町村（農村5市町村、都市4市町）からなる。静的検討では2000年度を動学問題では以降25年間について考察した。

##### (1) 環境効率の静的検討

推計した市町村間産業連関表を用いた生産誘発分析から小人口農村部の環境効率は大都市と比べて約9倍ふるわないことが示された。また排水処理施設が現状のままで農村の基幹産業である農業生産成長が見込まれた場合にも環境効率は改善しない。そのため持続的な産業・地域発展のためには、都市農村間で経済成長率と環境効率改善の技術設備導入の配分を再検討する必要があることが示された。

##### (2) COD環境負荷の地域・産業依存性

地域間産業連関分析から推計されるCOD負荷原単位は農業部門が他の製造業と比べて大きく、特に水稲栽培の多い農村地域において大きな値を示した。これは製造業において排水処理設備が機能しているためと考えられる。また地域間COD負荷誘発分析から、流域内の各地COD排出量は流域人口の8割を占める大都市に依存することが示された。

##### (3) 地域環境効率に与える流域内交易効果

農業活動に注目して流域圏の環境効率を改善しつつ持続的な経済成長戦略を検討す

るには、環境保全型農業導入による投入構造変化と合わせて地域間交易の効率化を図ることが重要であることが示された。特に環境負荷を誘発しやすい農業、食品、化学工業部門での財の交易配分見直しが有効である。

##### (4) 持続的な営農の補助金計画

考案したGIS耕作放棄モデルが予測する放棄状態の的中率はポリゴンレベルで50%足らずと十分精度を得られなかった。しかし耕作放棄を説明する文脈は既往研究と適合している。放棄状態の空間分布のトレンドは実態をよく説明している。また流域全体での放棄率と補助金実績額の予測誤差も相対的に少なく耕作放棄率のマクロ予測には有効なことが示された。

現行制度は今後十数年間の耕作放棄率を2000年レベル以下に維持可能だが、30年後の放棄率は約2倍なることが示された。これは定額補助金としたためである。今後30年間の耕作放棄率を2000年レベル以下に抑えるには、経年定率増加型の補助金制度とすればよく、特に過疎化が心配される中山間地域で特に放棄率が改善できることが示された。またこの補助金の見直しは30年間で現行制度コストの23%増にとどまり、流域生産額と比べても非常に些細であることを示した。

##### (5) 農業部門環境技術移転の地域経済効果

今後25年間に迎える人口減少時代において、2国4部門の動学的一般均衡分析を行った結果、以下のことが明らかとなった。現行補助金制度の経年定率増加型補助金計画への見直しは低成長時代の地域発展目標に耐えうる。つまり補助金による持続的な田の環境保全型農業への移行は、25年後の流域からのCOD排出量削減率を人口減少率を超える10%としても、2000年レベル以上の経済成長が期待できる。これは農業部門が環境技術移転で、より高付加価値な生産物を増加させるとともに、産業間の経済波及効果の表れによる。仮に何ら補助金政策が施されなければ基準年より-1.5%の成長率と成長が減退することが示された。

##### (6) 農業資源管理への環境投資効果

流域市民による農業由来水質環境保全行動への投資制度は農村・都市間で良好な社会関係を経済・環境の両面で築くことに貢献することが示された。確かに持続的な営農を助ける補助金制度は農村の経済成長を向上させるが、地域間経済波及効果によって農村と都市間の経済成長率の格差を拡大することが明らかとなった。非農家流域家計が農業による水質汚濁改善に投資行動を起こせば、高付加価値な農産物の算出されることが示された。都市部の一部部門では最終期の経済成

長額が補助金政策時を僅かに下回るが、地域経済成長は好調となり、各地の水質環境効率も最良となった。農村 - 都市間の経済成長格差も是正することも示された。

#### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計7件)

- ① 木山正一, 流域圏水質保全に関する持続的産業構造の評価: 農業投入構造と地域間交易の効果, 環境システム研究論文集(土木学会), 35(1), pp.219-226, 2007.
- ② Kiyama Shoichi, Influence of Agricultural and Inter-regional Trading on Watershed Water Quality and Production Managements, *Proceedings of the Second IASTED International Conference, Water Resources Management*, Honolulu, USA, 20-22 August, Edited by J. Wilson, ACTA Press, 578, pp.109-117, 2007.
- ③ Kiyama Shoichi, A Ripple Effect of Agricultural Policy on Watershed Economic Development and Water Quality Conservation, *Proceedings of the Second IASTED Africa Conference, Water Resource Management*, Gaborone, Botswana, 8-10 September, Edited by O.Totolo, ACTA Press, 604(1), pp.121-128, 2008.
- ④ 木山正一, GIS を用いた田の耕作放棄モデルの開発と持続的営農のための補助金計画の一考察, 環境システム研究論文集(土木学会), 36(1), pp.353-362, 2008.
- ⑤ 木山正一, 地域開発・環境計画の Web 評価システムの開発, 環境システム研究論文集(土木学会), Vol.37(1), 57-64, 2009.
- ⑥ Kiyama Shoichi, Feasibility of Rural Regeneration by Cooperative Watershed Resources Management in Japan, *International Journal of Environment and Sustainable Development*, 9(1/2/3), 269-293, 2010.
- ⑦ Kiyama Shoichi, Assessment of Investment System for Rural Resources and Water Quality Management: Multi-Objective Optimization of Interregional Sustainable Development, *International Journal of Environmental Policy and Decision Making*, accepted 2009/6/24, 22pages.

〔学会発表〕(計3件)

- ① Kiyama Shoichi, Watershed Based Agricultural Land Use Management for the Future Inter-regional Sustainable Development: A Compatible Strategy to Improve Water Quality and Regional Economic Gap, *Proceedings of 13th IWRA World Water Congress*, Montpellier, France,

1-4 September, CD-ROM (15pages), 2008.

- ② Kiyama Shoichi, Impact Analysis of an Agricultural Subsidy Policy on Sustainable Rural Development and Watershed Water Quality, *Proceedings of the 8th International Conference on EcoBalance*, OECD session, Tokyo, 8-10 December, CD-ROM (4pages), 2008.
- ③ Kiyama Shoichi, A Study on Watershed-Oriented policy: Is Rural Sustainability Compatible with Water Environment Conservation?, *International Symposium on Rural Planning 2010: Sciences and Policies for Water Environment and Ecosystem Services Management*, 17, February, 2010, Kyoto, Japan, Organized by Japanese Association of Rural Planning.

#### 6. 研究組織

(1) 研究代表者

木山 正一 (KIYAMA SHOICHI)  
京都大学大学院農学研究科・助教  
研究者番号: 20293920