

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 13 日現在

機関番号：32687

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2013

課題番号：23730287

研究課題名(和文)物質フローバランスモデルによる陸域・沿岸域・海域総合分析

研究課題名(英文)An analysis of economic activities and emissions of environmental pollutant in the catchment basin by material circulation model

研究代表者

櫻井 一宏 (SAKURAI, Katsuhiko)

立正大学・経済学部・講師

研究者番号：20581383

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円、(間接経費) 960,000円

研究成果の概要(和文)：水環境政策を検討するためには流域単位での物質フローを分析する必要がある。本研究では、江戸における屎尿資源化と沿岸域漁業を流域におけるリサイクルシステムと見なし、これらを組み込んだ物質フローモデルを構築した。江戸の人口や経済活動、土地利用形態なども考慮してモデル分析を実施した。シミュレーションの結果、当時の東京湾沿岸域の水質はノリの生育に適した環境であることが示され、過去の資料と一致した。また、江戸時代の東京湾と同規模の干潟を持つ現代の有明海もノリの生産が盛んであることから、過去とは異なる社会経済システムにおいても沿岸域や漁業の重要性を勘案しつつ物質フローを考慮すべきであることが明らかとなった。

研究成果の概要(英文)：Edo, the old name for Tokyo, had had environmentally friendly system that reuses human wastes as organic fertilizer in land area. And coastal fishing activities in Edo bay (present day Tokyo bay) can be considered as a part of material flow balance between land and sea area in the basin. In this study the model applied to the Edo system to investigate impacts of economic activities on the water quality and effects of recycling system. A simulation result shows that the water quality of Edo bay was within the optimal range for cultivation of seaweed. This result means two kinds of recycling system contributed to economic activities in the land area, and the water quality and fishery production/re-production in the bay. Since the present Ariake sea that has comparable area of tidal flat to Edo bay is also suitable for seaweed production, it is clear that the existence of coastal area and fishery production is equally important for different socio-economic system in the past and present.

研究分野：社会科学

科研費の分科・細目：経済学・経済政策

キーワード：政策シミュレーション 物質フロー 流域圏 社会経済活動 環境負荷 陸海域モデル

### 1. 研究開始当初の背景

海域における赤潮や貧酸素水塊の発生の原因とみられている富栄養化問題は、産業革命(工業化)を端緒とした近代文明の進展による普遍的な環境問題のひとつとして認識すべきであり、大気汚染や温暖化と同じく新たな地球環境問題として対策を急ぐべき重要な課題である。このような水環境問題は、陸域・沿岸域・海域を総合的な視点から捉え、社会経済活動による環境負荷の削減とあわせて排出された負荷物質を可能な限り再利用する社会的なシステムを検討すべきである。そのためには、流域を単位として物質がどのように採取・利用・廃棄されているかという物質フローという観点が必要である。これを具体的な流域に適用し、経済と環境との関係について検討を行う。

### 2. 研究の目的

閉鎖性内湾である東京湾の過去の水環境をターゲットとして、そこに流入する物質を考えるにあたり、人為的な活動などによる環境負荷物質のフローを流域単位で考える。そのために、まずは東京湾の海岸線や土地利用など、現在と異なる点に関して過去のデータから分析を行ったところ、江戸～明治時代の干潟面積は現在の有明海と同程度の規模であったことが推計された。このことから、現在の有明海は既に失われた過去の東京湾における干潟の機能を有しているということが考えられる。これを踏まえ、東京湾流域と有明海流域を対象としてそれぞれの土地利用や経済活動などをデータ化し、経済・環境システムモデルに基づいて、それぞれの地域に関して分析を行う。

### 3. 研究の方法

陸海域を統合した物質フローバランスを分析するために、対象地域の環境・経済システムモデルを構築する。同モデルは、社会経済システムモデルと環境システムモデルから構成される。それぞれのシステムは経済指標と環境指標によって関連付けられており、定量的な評価を行うことができる。各モデルは対象地域の人口規模や経済活動、土地利用パターンなどの変数から構成される。同モデルにより、陸域における環境負荷物質の発生量、そして海域への流入量の推計値を算出し、水環境へのインパクトを分析する。また、負荷物質除去に関しては、経済活動のひとつである漁獲による陸域への循環を考慮するなど、陸海域を通じた物質フローバランスの構造を踏まえ、海洋環境への影響を分析する。

### 4. 研究成果

水環境政策を検討するためには流域を単位として物質フローを分析する必要がある。水の循環は水系において本研究では、江戸における尿尿資源化と沿岸域漁業を流域におけるリサイクルシステムと見なし、これらを

組み込んだ物質フローモデルを構築した。江戸の人口や経済活動、土地利用形態なども考慮してモデル分析を実施した。シミュレーションの結果、当時の東京湾沿岸域の水質は窒素濃度として0.095mg/Lと推計され、ノリの生育に適した環境であることが示された。これは、過去実際にノリが生育していた資料と一致する結果である。また、明治時代の漁獲データから推計すると、東京湾における漁業による窒素除去量は最大で594トンほどであることが示された。このことから、江戸時代の東京湾においては、江戸の経済活動と陸域負荷の流入は、尿尿の資源利用および漁業による窒素除去の効果を勘案して分析することで明らかになるとともに、これらのリサイクルシステムが有効に機能していたと考えることができる。

江戸時代の東京湾と同規模の干潟を持つ現代の有明海については、同地域でノリの生産が盛んであることから、江戸時代とは全く異なる社会経済システムであるにも関わらず、ある側面では水環境として同程度の水準であるといえる。このことは、経済活動や生活様式が異なる状況下でも沿岸域や漁業の重要性を勘案しつつ流域物質フローを考慮すべきであると結論付けることができる。

また、本研究のプロセス上、江戸時代の経済水準の推計や江戸都市圏の詳細な土地利用図をGISにより再現することを得た。これらのデータは既存研究に未だみられないものであり、今後、時系列データとして整備することで他の時代における物質フロー分析が可能となる。さらに他地域に展開することで流域ごとのモデル構築と分析を進めることが期待できる。

### 5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計12件)

- (1) 丹治肇・櫻井一宏・中村中・桐博英・中矢哲郎, 農地政策の転換における土地改良法の問題点 - 土地改良区の事業における代表性の分析 -, 土木学会論文集 B1 (水工学), 査読有, Vol.70, No.4, 2014, 1\_283-1\_288
- (2) 中村中・櫻井一宏・小林慎太郎・丹治肇, 稲作地域における需要者主導型農業水利サービスの事例研究, 環境情報科学 学術研究論文集, 査読有, Vol.27, 2013, pp.55-60
- (3) Sakurai K, Kobayashi S, Takahashi T, An Important Perspective on Urban Management: The Application of Material Flow Balance Model to the Past Recycling Society in Japan, Journal of Urban Management, 査読有, Vol.2, No.1, 2013, pp.49-66
- (4) Sakurai K, An Analysis of the Interaction of Regional Economy and Environment in the Bohai Sea Basin by

- CGE Modeling, 立正大学経済学季報, 査読無, 第 62 巻第 4 号, 2013, pp.1-16
- (5) 櫻井一宏, ウナギの経済的側面の考察 -水産資源としての利用と今後-, 月刊養殖ビジネス, 査読無, 緑書房, 2013 年 5 月号, pp.53-56
- (6) 小林慎太郎・櫻井一宏・洪澤博幸・古家淳, 農業分野における気候変動適応技術の社会経済的評価手法に関する研究, 環境情報科学 学術研究論文集, 査読有, Vol.26, 2012, pp.19-24
- (7) Sakurai K, An Evaluation of the Integrated Lake Basin Management Policy to Improve the Water Quality of Lake Kasumigaura by the System Simulation Approach, 立正大学経済学季報, 査読無, 第 62 巻第 3 号, 2012, pp.49-82
- (8) Sakurai K, The Modeling of the Regional Economy of Bohai Sea Basin to Develop a Policy Evaluation by Computable General Equilibrium Analysis, 立正大学経済学季報, 査読無, 第 62 巻第 3 号, 2012, pp.35-47
- (9) 櫻井一宏・中村中・丹治肇, 愛知用水を事例とした農業用水における水利サービスの経済評価, 日本環境共生学会第 15 回(2012 年度)学術大会発表論文集, 査読無, 2012, pp.363-368
- (10) 内田晋・洪澤博幸・水野谷剛・徐峰・櫻井一宏・氷鮑揚四郎, 47 都道府県多地域産業連関表を活用した地域環境影響評価, 日本環境共生学会第 15 回(2012 年度)学術大会発表論文集, 査読無, 2012, pp.379-383
- (11) 内田晋・洪澤博幸・櫻井一宏・水野谷剛・徐峰・氷鮑揚四郎, 消費活動を通じた東日本大震災の被災地支援効果に関する産業連関分析, 環境情報科学論文集, 査読有, Vol.25, 2011, pp.49-54
- (12) 櫻井一宏・高橋鉄哉・青山潤, 流域圏再生政策の検討のための社会・環境分析 -東京湾の水環境を対象として-, 日本環境共生学会第 14 回秋季大会発表論文集, 査読無, 2011, pp.35-37
- [学会発表](計 22 件)
- (1) 丹治肇・櫻井一宏・中村中・桐博英・中矢哲郎, 農地の規模拡大政策による等価係数の変化が土地改良区に与える影響, 土木学会 第 58 回 水工学講演会, 神戸大学, 2014 年 3 月 4-6 日
- (2) Sakurai K, Nakamura A, Shibusawa H, Tanji H, Economic Evaluation of the Demand-driven Services for Irrigation Facilities of Rice Cropping: A Case Study of Aichi Irrigation Project, 53rd Annual Meeting of Western Regional Science Association, San Diego, California, 16-19 February, 2014
- (3) Shibusawa H, Sakurai K, Miyata Y, Evaluating the Economic Impact of Hybrid and Electric Vehicles in Asia: An Input-Output Application, 53rd Annual Meeting of Western Regional Science Association, San Diego, California, 16-19 February, 2014
- (4) 中村中・櫻井一宏・小林慎太郎・丹治肇, 稲作地域における需要者主導型農業水利サービスの事例研究, 環境情報科学センター第 27 回環境研究発表会, 日本大学会館, 2013 年 12 月 6 日
- (5) 櫻井一宏・中村中・小林慎太郎・丹治肇, 需要主導型農業水利サービスのための地域政策, 日本地域学会第 50 回(2013 年)年次大会, 徳島大学, 2013 年 10 月 12-14 日
- (6) Sakurai K, Shibusawa H, Kobayashi S, Model Analysis of the Interaction between the Regional Economy and Water Environment in Toyogawa Basin, 23rd Pacific Conference of the RSAI, Bandung, Indonesia, 2-4 July, 2013
- (7) 櫻井一宏・中村中・丹治肇, 我が国の稲作地域を事例とした農業用水における水利サービスの経済評価, 日本環境共生学会 第 16 回(2013 年度)地域シンポジウム ポスターセッション, 日本大学駿河台キャンパス, 2013 年 5 月 25 日
- (8) Sakurai K, Nakamura A, Shibusawa H, Tanji H, Economic Evaluation of Water Services in Agricultural Irrigation Canals: A Case Study of Aichi Irrigation Project, 52nd Annual Meeting of Western Regional Science Association, Santa Barbara, California, 24-27 February, 2013
- (9) 小林慎太郎・櫻井一宏・洪澤博幸・古家淳, 農業分野における気候変動適応技術の社会経済的評価手法に関する研究, 環境情報科学センター第 26 回環境研究発表会, 日本大学会館, 2012 年 12 月 4 日
- (10) 石橋健一・櫻井一宏, 活動記録データにもとづく電子マネーの利用実態, 日本地域学会第 49 回(2012 年)年次大会, 立正大学, 2012 年 10 月 6-8 日
- (11) 櫻井一宏・中村中・丹治肇, 愛知用水を事例とした農業用水における水利サービスの経済評価, 日本環境共生学会第 15 回(2012 年度)学術大会, 北九州市立大学ひびきのキャンパス, 北九州市, 2012 年 9 月 1-2 日
- (12) 内田晋・洪澤博幸・水野谷剛・徐峰・櫻井一宏・氷鮑揚四郎, 47 都道府県多地域産業連関表を活用した地域環境影響評価, 日本環境共生学会第 15 回(2012 年度)学術大会, 北九州市立大学ひびきのキャンパス, 北九州市, 2012 年 9 月 1-2

- 日
- (13) Shibusawa H, Sakurai K, Mizunoya T, Li N, A Simulation Analysis of the Water Environment and the Regional Economy in Toyogawa Basin, 52nd European Congress of the Regional Science Association International, Bratislava, Slovakia, 21-25 August, 2012
- (14) Sakurai K, Smart City: Evaluation of Urban Activity and Resource Circulation, The 12th PRSCO Summer Institute, Beijing, China, 3-6 July, 2012
- (15) Sakurai K, Kobayashi S, A Simulation Analysis of Regional Environmental Economic Policies for Pollution Control of the Bohai Sea Basin, The 9th World Congress of the Regional Science Association International, Timisoara, Romania, 9-12 May, 2012
- (16) Sakurai K, Kobayashi S, Uchida S, Shibusawa H, The Model Analysis for Environmental and Economic Evaluation of the Activities in the Bohai Sea Basin, 51st Annual Meeting of Western Regional Science Association, Kauai, Hawaii, 8-11 February, 2012
- (17) 内田晋・渋澤博幸・櫻井一宏・水野谷剛・徐峰・氷鮑揚四郎, 消費活動を通じた東日本大震災の被災地支援効果に関する産業連関分析, 環境情報科学センター第25回環境研究発表会, 日本大学会館, 2011年11月30日
- (18) 櫻井一宏・高橋鉄哉・青山潤, 流域圏再生政策の検討のための社会・環境分析 - 東京湾の水環境を対象として -, 日本環境共生学会第14回(2011年度)学術大会, 立命館大学朱雀キャンパス, 京都市, 2011年9月17-18日
- (19) Takahashi T, Sakurai K, The Progress of Sea Water Environmental Quality Assessment by Models, Seminar in East China Normal University, Shanghai, China, 15-22 September, 2011
- (20) Takahashi T, Sakurai K, Aoyama J, Fujioka A, Quantitative Evaluation for Proper Balance between Socio-economic and Marine Ecosystem in the Tokyo Bay Basin, 51st European Congress of the Regional Science Association International, Barcelona, Spain, 30 August-3 September, 2011
- (21) Sakurai K, Takahashi T, Aoyama J, Kobayashi S, Fujioka A, Socio-economic and Environmental Modeling of the Tokyo Bay Basin: Comparison of the Water Pollutant Estimation in Proto-industrialized Age and Modern Age, 51st European

- Congress of the Regional Science Association International, Barcelona, Spain, 30 August-3 September, 2011
- (22) Shibusawa H, Sakurai K, Mizunoya T, Evaluating the Regional Economy and the Water Environment in Toyogawa Basin, 22nd Pacific Conference of the RSAI, Seoul, South Korea, 2-6 July, 2011

〔図書〕(計4件)

- (1) 櫻井一宏, ウナギの情報と経済, 東アジア鯉資源協議会日本支部編『うなぎの未来 -ウナギの持続的利用は可能か-』, 青土社, 2013, pp.85-94 (278p)
- (2) 朝日ちさと・櫻井一宏, 環境問題を理解するための多面的アプローチ, 日本地域学会編『日本地域学会50周年記念誌』, 2012, pp.214-219 (534p)
- (3) 櫻井一宏・朝日ちさと・水野谷剛, 政策と技術の評価, 日本地域学会編『日本地域学会50周年記念誌』, 2012, pp.225-229 (534p)
- (4) 渋澤博幸・内田晋・櫻井一宏, 都市経済, 日本地域学会編『日本地域学会50周年記念誌』, 2012, pp.429-431 (534p)

〔産業財産権〕

出願状況(計 件)

名称:  
 発明者:  
 権利者:  
 種類:  
 番号:  
 出願年月日:  
 国内外の別:

取得状況(計 件)

名称:  
 発明者:  
 権利者:  
 種類:  
 番号:  
 取得年月日:  
 国内外の別:

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

- (1) 研究代表者  
櫻井一宏 (SAKURAI, Katsuhiko)  
 立正大学・経済学部・講師  
 研究者番号: 20581383

- (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

(3)連携研究者  
( )

研究者番号：