

令和 2 年 6 月 15 日現在

機関番号：24201

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2017～2019

課題番号：17K07971

研究課題名（和文）ライフサイクルアセスメントと包絡分析法の統合によるわが国の水稲栽培の環境効率分析

研究課題名（英文）Eco-Efficiency Analysis of Rice Production in Japan: Joint Application of Life Cycle Assessment and Data Envelopment Analysis

研究代表者

増田 清敬（Masuda, Kiyotaka）

滋賀県立大学・環境科学部・准教授

研究者番号：20512768

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 1,200,000円

研究成果の概要（和文）：本研究では、わが国の水稲栽培における作付規模拡大が環境効率（＝水稲収量／環境影響）を改善するか否かを調査した。まず、ライフサイクルアセスメントを用いて、水稲栽培における複数の環境影響（地球温暖化や富栄養化など）を定量化した。次に、包絡分析法を適用して、複数の環境影響を統合した単一の環境効率指標を作成し、水稲作付規模別に比較した。分析の結果、わが国の水稲栽培における作付規模拡大は環境効率改善に資することが示された。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究では、わが国の水稲栽培における作付規模拡大が環境効率を改善することを定量的に明らかにした。この研究成果の学術的意義や社会的意義としては、わが国農政がこれまで推進してきた水稲作付規模の拡大施策は、経営面での効果である農業所得増大にとどまらず、環境面での効果である環境効率改善にも資することを示したことにある。

研究成果の概要（英文）：This study examined whether expanding the scale of rice farming in Japan improved the eco-efficiency. Multiple environmental impacts of rice production were quantified using life cycle assessment. The eco-efficiency indicator of rice production, defined as rice yield per single environmental impact index, was calculated using data envelopment analysis. The results show that expansion of the size of Japanese rice farms contributes to improving the eco-efficiency.

研究分野：環境経済学

キーワード：環境効率 水稲栽培 ライフサイクルアセスメント 包絡分析法

## 1. 研究開始当初の背景

(1) ライフサイクルアセスメント(LCA)は、地球温暖化や富栄養化などの個別の環境影響を定量化する上で優れた手法として知られている。しかし、LCAにおいて異なる環境影響を単一の環境指標に統合する場合、価値判断に基づいた重み付けを行わなければならない、手法上の限界が指摘されてきた。

(2) そこで、価値判断に頼らずに数学的にウェイトを決定する包絡分析法(DEA)を用いて、単一指標としての環境効率(環境影響当たりの生産物あるいはサービスの価値)を計算することが提案された。

(3) わが国の農業に対するLCAを用いた環境影響評価研究はこれまで数多く行われてきた。しかし、本研究開始当初において、LCAとDEAの統合手法を用いた包括的な環境効率分析をわが国農業に適用した研究事例は、筆者の知る限り、存在していなかった。

## 2. 研究の目的

(1) 本研究の目的は、LCAとDEAの統合手法を適用し、わが国における水稲栽培の環境効率分析を行うことである。具体的な分析課題として、以下の2点を設定した。

第一の分析課題として、わが国における水稲栽培の作付規模拡大がエネルギー効率改善に資するか否かを明らかにする。

第二の分析課題として、わが国における水稲栽培の作付規模拡大が環境効率改善に資するか否かを明らかにする。

## 3. 研究の方法

(1) 分析において、農林水産省『米生産費統計(2005~2011年産)』の水稲作付規模別データを用いた。

(2) 水稲栽培のエネルギー効率分析における分析手続きは以下の通りである。

水稲栽培のLCA分析の一部として、米生産費の各項目に由来するエネルギー消費量を計算した。

DEAを用いて、水稲栽培の包括的なエネルギー効率(=水稲収量/エネルギー消費量)を計算した。DEA投入変数には、水稲栽培のエネルギー消費量全体に対する寄与率が高い項目(化石燃料、電力、化学肥料、農薬、農業サービス、農業機械)を用いた。

(3) 水稲栽培の環境効率分析における分析手続きは以下の通りである。

水稲栽培のLCA分析を行い、エネルギー消費量、地球温暖化、酸性化、富栄養化を定量化した。

DEAを用いて、水稲栽培の包括的な環境効率(=水稲収量/環境影響)を計算した。環境効率を計算する前に、環境影響間の相関関係を検討した。相関が高い環境影響の組み合わせがあった場合は、いずれか片方のみをDEA投入変数として採用した。最終的に、グローバルな環境問題として地球温暖化、リージョナルな環境問題として富栄養化をDEA投入変数に用いた。

## 4. 研究成果

(1) 本研究で得られた成果の詳細は、Masuda(2018, 2019)を参照されたい。各課題に対応する結論は以下の通りである。

第一の分析課題に対する結論として、わが国における水稲栽培の作付規模拡大はエネルギー効率を改善することが示された。農業機械および農業サービス由来のエネルギー消費量が大きく削減されたことがエネルギー効率の改善に強く貢献した。

第二の分析課題に対する結論として、わが国における水稲栽培の作付規模拡大は環境効率を改善することが示された。規模の経済性の発揮、農作業の外部委託の低下、化学肥料や農薬の節約が環境効率改善の主因として識別された。

### <引用文献>

Masuda, K., Energy efficiency of intensive rice production in Japan: An application of data envelopment analysis. Sustainability, 10, 2018, 120.

Masuda, K., Eco-efficiency assessment of intensive rice production in Japan: Joint application of life cycle assessment and data envelopment analysis. *Sustainability*, 11, 2019, 5368.

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計2件（うち査読付論文 2件/うち国際共著 0件/うちオープンアクセス 2件）

1. 著者名 Masuda, K.	4. 巻 11
2. 論文標題 Eco-efficiency assessment of intensive rice production in Japan: Joint application of life cycle assessment and data envelopment analysis	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 1-14
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/su11195368	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

1. 著者名 Masuda, K.	4. 巻 10
2. 論文標題 Energy efficiency of intensive rice production in Japan: An application of data envelopment analysis	5. 発行年 2018年
3. 雑誌名 Sustainability	6. 最初と最後の頁 1-11
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.3390/su10010120	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計1件（うち招待講演 0件/うち国際学会 0件）

1. 発表者名 増田清敬
2. 発表標題 作付規模拡大による米生産の環境効率改善効果 LCA + DEA統合手法の適用
3. 学会等名 第68回地域農林経済学会大会
4. 発表年 2018年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

6. 研究組織

氏名 （ローマ字氏名） （研究者番号）	所属研究機関・部局・職 （機関番号）	備考
---------------------------	-----------------------	----