

# 米生産における環境・地域影響の比較 LCA

## タイおよび日本を対象として

Comparative LCA of environmental and regional impact of rice production:

Case study in Thailand and Japan

○吉川直樹\*<sup>1)</sup>、Phongthep Hanpattanakit<sup>2)</sup>、天野耕二<sup>1)</sup>

Naoki Yoshikawa, Phongthep Hanpattanakit, Koji Amano

1)立命館大学, 2) Srinakharinwirot University

\* n-yoshik@fc.ritsumei.ac.jp

### 1. はじめに

農業生産方式の変更は、生産者の経営収支のみならず、環境影響や地域経済へも影響を及ぼす。持続可能な農業を推進するためには、これら改善に資する生産方法を選択していくことが重要である。たとえば、有機農業と慣行農業の選択においては、環境負荷やコストと土地生産性の関係や、農業生産者の付加価値・資材消費や雇用を通じた地域経済への影響を考慮することにより、主要な社会側面への効果を踏まえて意思決定を行うことができる。これらの定量化は、補助金や直接支払いなど、環境配慮型農業を推進する政策を評価する際にも有用であろう。また、灌漑方式や機械化・播種・耕起の方式など、多様な生産方式の違いが与える環境・経済・社会影響を分析することも、トリプルボトムラインの観点から持続可能な農業方式を選択するために重要である。

これまで農業生産のエネルギー消費に関する研究は数多く行われているが、たとえば Pimentel<sup>1)</sup>では、複数の研究データより、工業化の程度や労働集約度と土地生産性の関係を分析している。また、地域経済への波及効果や雇用効果について分析した研究については、バイオマスエネルギーの事例<sup>2)</sup>、環境保全型栽培米の例<sup>3)</sup>などがある。しかし、生産性や環境負荷・社会への影響に関わる複数の指標とそのトレードオフの観点から、農業生産方式を比較検討した事例は見られない。

そこで本研究では、農業生産方式の多様性の観点から日本およびタイの両国を対象とし、うるち米生産に関わる環境負荷・生産性・地域経済の影響およびそのトレードオフ関係について比較・分析する。

### 2. 研究方法

#### 2.1 研究対象

本研究では、多様な生産方式について取り上げることを念頭に、表 1 に示す事例について調査を行った。

タイ国では、2つの生産方式、3事例を取り上げた。いずれも栽培に化学肥料を使用している点は共通であるが、そのうち2事例が比較的反収の高い灌漑水田での栽培であり、1事例が反収の低い天水田での栽培という点で異なる。また、農薬の使用や作業の機械化状況についても差異がある。灌漑水田の事例間では、化学肥料(窒素成分)投入量および反収の違いが大きい。

日本の事例では、滋賀県の同一地域における栽培事例<sup>4)</sup>を取り上げた。2事例のうちいずれも化学肥料を削減する点では共通であるが、一方は緑肥としてヘアリーベッチを利用している。この栽培地域においては、慣行比で化学肥料(窒素成分)を50%削減した方式(表1中の「化学肥料削減」)が、最も多く採用されている。

#### 2.2 データ収集・推計

本研究におけるシステム境界は、稲作のうち耕起・

表 1 評価対象事例

|                | 灌漑農業(1)        | 灌漑農業(2) | 天水農業            | 化学肥料削減        | 緑肥利用                  |
|----------------|----------------|---------|-----------------|---------------|-----------------------|
| 国              | タイ             |         |                 | 日本            |                       |
| 地域             | Pathum Thani 県 |         | Cha Choengsao 県 | 滋賀県           |                       |
| 反収 (kg/10a)    | 450            | 425     | 200             | 480           | 460                   |
| 栽培面積 (ha)      | 11.2           | 5.6     | 0.8             | 107           | 25                    |
| 水管理            | 灌漑あり           |         | 天水              | 灌漑あり          |                       |
| 耕起             | 機械             |         |                 |               |                       |
| 播種             | 散播(人力)         |         | 移植(人力)          | 移植(機械)        |                       |
| 収穫             | 機械             |         | 人力              | 機械            |                       |
| 肥料             | 化学肥料           |         |                 | 化学肥料<br>有機質肥料 | 有機質肥料<br>(育苗のみ化学肥料使用) |
| 農薬             | 除草剤            |         | 不使用             | 除草剤           |                       |
| 窒素投入量 (kgN/ha) | 15.7           | 8.0     | 7.9             | 6.2           | 16.0<br>(緑肥含む)        |

播種～収穫までを対象とする。乾燥・調製や生産物の保管や輸送は対象外とした。また、農業生産の上流部分については、肥料・農薬・燃料・上水の製造については算定し、農業機械等の耐久財は算定対象外とした。

タイ・日本の事例ともにヒアリングまたは栽培日誌等の記録をもとにフォアグラウンドデータを収集した。栽培年は、タイにおいては 2012 年、日本の事例は 2008 年のものを使用した。機能単位は玄米 1kg とした。タイの事例では、収量は籾ベースでの把握であったことから、換算係数(0.8)を乗じて玄米ベースの重量とした。環境負荷の推計には MiLCA を用いた。農地からのメタン・亜酸化窒素の排出量については、IPCC ガイドライン<sup>5)</sup>に基づき、有機質肥料の施用や水管理の実態がある程度反映した評価とした。

雇用効果および経済波及効果の推計については、各国の産業連関表を用いて推計した。経済波及効果の推計では、生産者の所得向上による消費拡大の影響(第二次波及効果)を含める場合と含めない場合のそれぞれについて算出した。

### 3. 結果と考察

図 1 に、各事例の農地からの排出を除く GHG (温室効果ガス) 排出量および単収の比較を示した。GHG 排出量の内訳をみると、機械化された作業の多い日本の事例ではタイの事例よりも燃料由来の排出量が多く、肥料由来の排出量の小さい緑肥利用では、燃料による寄与が最も大きかった。それ以外の事例では肥料による排出量が最も大きい割合を占めている。化学肥料を利用した天水農業では、農業機械の使用はほとんどないものの、単収の低さから、重量あたり排出量は反収が高く、機械作業の多い他事例と同程度となった。

表 2 は、「灌漑農業(1)」を 100 とした場合の、環境負荷と生産性に関わる指標の比較を示している。本稿の事例では、化学肥料を使用する天水農業は、きわめて労働集約的であるが、GHG 排出量の観点からは、農地からの面積あたりメタン排出量が小さく、生産物あたり排出量も小さい。緑肥利用では GHG 排出量は農地からの排出が要因で他の栽培方法より大きい、化石エネルギー消費量は最も少ない。また、化石エネルギー消費量と労働時間とはトレードオフの関係にある。

なお、これら事例においては、栽培品種や気候、土壌タイプなど栽培の諸条件が大きく異なる。また、同一生産方式について 1~2 事例の評価であり、結果を単純に比較することはできない。しかし、生産方式の多様性とそれに伴う環境負荷や経済効果への影響を概観する目的から鑑みると、本稿の分析結果は有意であると考えられる。

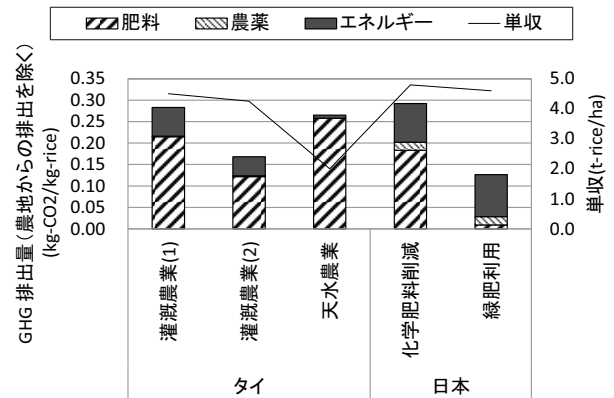


図 1 GHG 排出量および単収の比較

### 4. おわりに

本研究では、タイおよび日本のいくつかの事例を対象として、米生産に関わる環境負荷および生産性・地域経済影響を比較検討した。本稿で扱った事例数は限られており、実栽培事例に基づいて生産方式による差を明確に示すには、既存研究や新規調査によるデータおよび知見のさらなる蓄積が必要である。

### 引用文献

- 1) Pimentel and Pimentel, “Food, Energy, and Society”, CRC Press, New York, (2008), 380pp.
- 2) 菊地克行, 本藤祐樹:日本エネルギー学会誌, 90 (7), (2011), 643-653.
- 3) 林岳:農林水産製作研究所 環境プロジェクト研究資料, 2, (2010).
- 4) 池田智大 他:日本 LCA 学会研究発表会講演要旨集, 7, (2012), 160-161.
- 5) IPCC: “2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories”, (2006).

表 2 米生産における環境・経済指標の算定結果

|                        | タイ      |         |       | 日本     |      |
|------------------------|---------|---------|-------|--------|------|
|                        | 灌漑農業(1) | 灌漑農業(2) | 天水農業  | 化学肥料削減 | 緑肥利用 |
| 単収(kg/ha)              | 100     | 94      | 44    | 107    | 102  |
| LC-GHG (kg-CO2/kg)     | 100     | 93      | 48    | 124    | 362  |
| 化石エネルギー消費量(MJ/kg)      | 100     | 58      | 99    | 96     | 30   |
| 労働時間(hr/kg)            | 100     | 106     | 2,113 | 192    | 245  |
| 資材および労働コスト (USD/kg-玄米) | 100     | 96      | 242   | 797    | 566  |
| (うち国内からの調達)            | 7.7%    | 8.0%    | 14.5% |        |      |