

科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年5月21日現在

機関番号：10104

研究種目：基盤研究（C）

研究期間：2009～2011

課題番号：21580399

研究課題名（和文）バイオ燃料の持続可能性指標の構築と日本型バイオ燃料生産システムに関する研究

研究課題名（英文）Studies on sustainability indicators for biofuels and Japanese biofuel production system

研究代表者

山本 充（YAMAMOTO MITASU）

小樽商科大学・商学研究科・教授

研究者番号：30271737

研究成果の概要（和文）：

本研究は、GBEP のバイオエネルギーに対する24の持続可能性指標の構築に貢献してきたが、これらの指標はとりわけ、バイオ燃料に関連する貿易の影響を評価することが困難で改善の余地があることが明らかとなった。このためには、バイオ燃料の原料および製品を生産する国々が、これら指標の作成に必要な情報を共有できるシステムが必要で、これには環境勘定のフレームワークが有用と考えている。わが国におけるバイオエネルギー生産システムの課題としては、原料栽培や燃料生産プロセスにおける環境効率の改善があげられた。

研究成果の概要（英文）：

This study, we have contributed to the construction of sustainability indicators for bio-energy by the GBEP. In particular, these indicators is that it is difficult to assess the impact of trade related to bio-fuels has become clear. A system is required countries to produce bio-energy feedstock and end-products, can share the information needed to create these indicators. We are considered to be useful framework of environmental accounting for information sharing. Biofuel production system in Japan, it is necessary to improve the environmental efficiency.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,400,000	420,000	1,820,000
2010年度	1,500,000	450,000	1,950,000
2011年度	900,000	270,000	1,170,000
年度			
年度			
総計	3,800,000	1,140,000	4,940,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：境界農学・環境農学

キーワード：バイオマス・持続可能性指標・バイオエネルギー・環境効率

1. 研究開始当初の背景

(1) 温暖化対策の一環として石油代替燃料の導入促進のためバイオエネルギーの開発が推進された。

(2) 途上国のバイオ燃料の原料生産による森

林伐採などの環境破壊が危惧され、バイオエネルギーの持続可能性を評価できる指標開発の必要性が高まってきた。

(3) バイオエネルギーの持続可能性指標を構築するために、国際バイオエネルギー・パー

トナーシップ (GBEP) が専門家集団として形成され、検討作業が開始された。

2. 研究の目的

(1) GBEP の持続可能性指標開発に協力しつつわが国に適用可能な持続可能性指標を構築する。

(2) わが国におけるバイオ燃料生産システムの持続可能性を評価し、最適な生産システムを探究する。

3. 研究の方法

(1) 持続可能性指標の開発では、グリーン GDP などの総合的な経済社会の持続可能性指標の構成要素を吟味しつつ、環境・経済・社会のトリプルボトムラインの側面から指標構成を検討した。

(2) バイオ燃料生産システムの持続可能性評価では LCA (ライフサイクルアセスメント) 分析を援用し、環境効率性指標やエネルギー投入/産出等の視点から分析を行った。

(3) バイオ燃料原料となる農産物バイオマスを生産した場合に持続可能な経営が実現されるか、について、その端緒として北海道オホーツク地域の畑作農業へナタネを導入した場合の経営への影響について考察した。

(4) 線形計画法を援用し、バイオ燃料生産における原料価格や生産方法などの制約条件のもとで、生産者利益の最適化分析を行った。

4. 研究成果

(1) バイオエネルギーの持続可能性指標は、環境・社会・経済の3つの側面(柱)から最終的に以下の24の指標が GBEP で合意を見た。

①環境柱では、1. 温室効果ガス、2. 土壌の質、3. 木質資源、4. 大気汚染物質、5. 水利用と利用効率、6. 水質、7. 生物多様性、8. 土地利用の8つの指標で構成される。

②社会柱は、9. 土地の配分と所有権、10. 食料価格と供給、11. 所得の変化、12. 雇用、13. 女性と子供無償労働時間の変化、14. バイオエネルギー利用による近代的エネルギーへのアクセス拡大、15. 屋内煤煙による死亡・疾病の変化、16. 労働災害・死傷事故件数の8つの指標で構成される。

③経済柱は、17. 生産性、18. エネルギー収支、19. 付加価値、20. 石油燃料消費と従来のバイオマス利用の変化、21. 職業訓練と再資格取得、22. エネルギー多様性、23. バイオエネルギーの社会基盤と流通、24. バイオエネルギー利用の容量と自由度の8つの指標で構成される。これらの指標は、国際的な標準指標として構築されたため、各指標は各国の実情に沿って改良されることが意図されている。

わが国での適用に関しては、特に社会柱において指標が目的とする内容、つまり問題点

が該当しないことも少なくない。例えば、土地の所有権について、指標9は土地アクセスが資源アクセスを保障することとなり、法令や社会的合意のもとでの土地所有権を確立できていることを評価しようとしている。しかし、わが国ではこのような土地所有権は既に法制度で整備されている。また、指標13のような無償労働については、自家用のバイオマス利用が該当するが、ジェンダー問題や児童労働問題に該当する事例はないであろう。そうすると、こうした社会的公平性問題への指標としては、わが国のバイオマス需要が途上国のこうした問題にどのように影響を及ぼしているかを評価するものへと改良しなければならないと考えられる。

また、これらの指標は、基本的にバイオエネルギーが生産される国の国内情報をデータソースとして算定される。このため、先進国と途上国の関係から、先進国の需要の強さが途上国のバイオエネルギー原料や製品の供給を促進し、結果として途上国の環境破壊や環境劣化を誘発する可能性を評価することが困難となっている。

このような問題を解決するには、バイオエネルギー関連の生産を行う各国が、指標作成に必要な情報を整備し、それらを共有するシステムが必要不可欠である。そこで、有用な情報システムのフレームワークとして、バイオマスに特化して改良した環境経済統合勘定のフレームワークが考えられた。しかしながら、現状の環境経済統合勘定のフレームワークでは社会柱に関する情報の表章が不十分であり、その改善が今後の課題となっている。

(2) 環境経済統合勘定のフレームワークを適用して、バイオエネルギー原料の供給部門である農林業を対象とした勘定の試算を行った。勘定体系からは環境効率性、資源効率性およびファクター値を算出した。

その結果、例えば図1と図2は1985年を基準年とした各項目のファクター値を示している(1985 = 1.00)。これらの図は時間とともに環境/資源効率性がどのように変化したのかを表している。

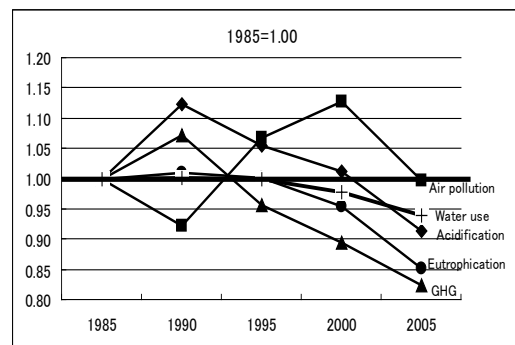


図1 ファクター値 (除エネルギー投入)

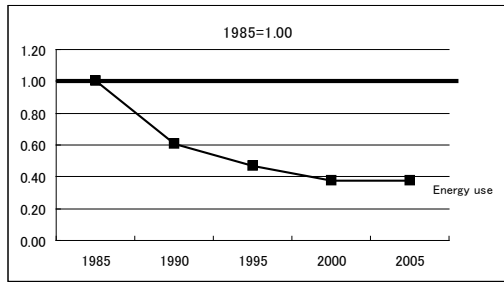


図2 ファクター値 (エネルギー投入)

エネルギー効率性については、1985年から2000年まで大きく低下していることから、2005年におけるファクター値は0.40を下回っている。これはエネルギー効率性が1985年から2005年にかけて60%以上低下したことを示している。他の項目のファクター値についても、大気汚染の環境効率性が期間内に増加減少を繰り返す、2005年の時点では1985年に比べて大きな変化がないものの、それ以外の全ての項目は計測期間を通じて環境/資源効率性が悪化していることが明らかとなった。

このことから、わが国ではバイオエネルギー原料を農業生産に依存しようとするならば、農業生産の環境保全型への移行を強く推進する必要がある。しかしながら、わが国の農業を取り巻く競争環境は厳しく、農業経営者へのさらなる支援政策が不可欠な状況である。

(3) 農産物バイオマスエネルギー資源として生産し、農業機械や施設栽培のための燃料として活用することができれば、農業経営費を削減できる可能性が生じる。そこで、農産物バイオマスを生産した場合に持続可能な経営が実現されるかについて、北海道オホーツク地域の畑作農業へナタネを導入した場合の経営への影響について考察をおこなった。具体的には、経営耕地面積40ha、基幹労働力4名のオホーツク地域の平均的な家族経営による農家を想定した3つのシナリオ設定により分析を行った。栽培作物は、調査および資料を提供された農家の作付を参考に、てん菜を13ha、加工用馬鈴薯と秋播き小麦を各10ha、ワサビを2ha、人参を4ha、そして休閑地1haとした(シナリオA)。

この様な農家経営のもとでナタネを導入するシナリオを2つ設定した。1つは、ナタネを休閑地に作付するシナリオである(シナリオB)。もう1つは、栽培作物をてん菜、秋播き小麦、加工用馬鈴薯、そしてナタネの4品目に特化するというシナリオである(シナリオC)。シナリオBとCではナタネ油を販売するケースと、これをバイオディーゼル燃料として販売し、同時に副産物であるグリセリン販売を行うシナリオとした。

シナリオ分析の結果、シナリオAでは農業

粗収益と農業経営費の差分である農業所得は2153.1万円、シナリオBでは農業所得はナタネ油を販売した場合2,210.5万円、バイオディーゼル燃料を販売した場合2,134.5万円、ナタネ油を販売した場合1,972.0万円、バイオディーゼル燃料を販売した場合1,568.8万円となった。

以上のように設定した条件下でのシナリオ分析では、ナタネを導入した場合、農業所得は増加することが明らかとなった。ただし、農業所得の増加は、収穫したナタネを搾油し販売するだけでは達成できない。搾油の副産物である搾り粕を販売することが必要となることが明らかとなった。一方、搾油したナタネ油をバイオディーゼル燃料に変換して販売した場合は、農業所得が減少することが明らかとなった。このように、ナタネ油をバイオディーゼル燃料に変換した場合に農業所得が減少する結果を得たが、バイオディーゼル燃料をトラクターの燃料として直接利用した場合は、経営費の削減につながり、生産される農作物のグリーン化にも貢献できる。

(4) バイオエタノール米の作付可能性に関する経営計画モデルを作成し、戸別所得補償制度下におけるバイオエタノール用米の作付可能性についてシミュレーション分析を行った。

経営計画モデルは北海道の平均的な水田経営(経営面積規模10.6ha)を想定し、2008年の統計値および文献値に基づき作成した。作目は主食用米のほか、転作作物として小麦、大豆、バイオエタノール用米(多収米)に限定した。シミュレーション対象は、戸別所得補償制度における戦略作物助成金8万円/10aである。

シミュレーション分析の結果、現行の助成水準では、バイオエタノール用米は全く作付されないことが示された(図3)。このことは、土壌条件等が良好で水田転作における小麦や大豆の収量が確保できる地域では、相対的に利益水準が低くかつ労働負担も大きいバイオエタノール用米を農家が作付するインセンティブは非常に低いという点を示唆している。

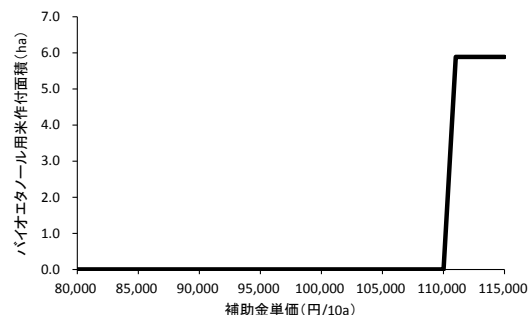


図3 補助金単価を増加させた場合のバイオエタノール用米作付面積推移

以上のように、わが国では農業部門によるバイオエネルギー原料生産では、環境面、経済面で効率性を改善する余地が多く、そのためには農家への政策支援が今後とも重要な役割を担うことが示唆できた。

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9件)

- ① 山本充、マクロ環境会計による経済社会の持続可能性評価に関する実証的研究、北海道大学大学院農学研究院邦文紀要、査読有り、31巻、2010、87-188、<http://hdl.handle.net/2115/42741>
- ② 林岳、山本充、増田清敬、高橋義文、バイオ燃料導入による諸効果の定量的評価、農林水産政策研究所環境プロジェクト研究資料、査読なし、第1号、2009、1-112、<http://www.maff.go.jp/primaff/koho/seika/project/pdf/biofuel.pdf>
- ③ 増田清敬、伊藤寛幸、棧敷孝浩、山本康貴、圃場整備における環境影響の外部費用評価、2009年度日本農業経済学会論文集、査読有り、2009、411-447
- ④ 伊藤寛幸、増田清敬、棧敷孝浩、山本康貴、土地改良事業が環境負荷に及ぼす影響の経済評価、農林問題研究、査読有り、45巻、2009、264-269、<http://a-rafe.org/taikai/2008/summaries/zusammenfassung/8%20room/8-2itoh.pdf>
- ⑤ 林岳、地域におけるバイオ燃料生産の経済および環境の両立性評価—環境効率指標による分析—、農林水産政策研究、査読有り、18号、2010、41-57、<http://www.maff.go.jp/primaff/kw/pdf/seisakukenkyu2010-18-2.pdf>
- ⑥ 笹木潤、北海道における農業農村整備事業の展開と地域特性に関する分析、農林業問題研究、査読有り、46巻、2010、245-248
- ⑦ Tanaka, K.、Managi, S.、Kondo, K.、Masuda, K.、Yamamoto, Y.、Potential climate effect on Japanese rice productivity、Climate Change Economics、査読有り、2巻、2011、237-255、10.1142/S2010007811000280
- ⑧ 増田清敬・富岡昌雄、茶栽培における温室効果ガスのLCA評価、農業経営研究、査読有り、49巻、2011、97-102、
- ⑨ Tsuge, I.、Masuda, K.、Yamamoto, Y.、Potential environmental impact from agriculture caused by a Free Trade Agreement between Japan and the EU: A

case of nitrogen balance、農林業問題研究、査読有り、47巻、194-197

[学会発表] (計8件)

- ① 林岳、山本充、増田清敬、高橋義文、バイオエタノールのガソリン代替による環境と経済への影響評価、環境経済政策学会、2009年9月26日、千葉大学
 - ② 笹木潤、伊藤寛幸、北海道における農業農村整備事業の展開と地域特性に関する分析、地域農林経済学会、2009年10月25日、高崎経済大学
 - ③ Hayashi, T.、Yamamoto, M.、Masuda, K.、Takahashi, Y.、Regional sustainability and bio-fuel production: Evaluation from economic and environmental perspectives、11th Biennial Meeting of International Society for Ecological Economics、2010年8月24日、Oldenburg University, Germany
 - ④ 増田清敬、日本の作物栽培における地球温暖化ガスの吸収量と排出量の関係、日本作物学会第230回講演会、2010年9月4日、北海道大学
 - ⑤ 増田清敬、環境との調和に配慮した農業農村整備事業における環境便益の定量評価、第60回地域農林経済学会大会、2010年10月23日、京都大学
 - ⑥ 増田清敬、立地条件の違いが茶栽培における温室効果ガス排出に及ぼす影響のLCA評価—平坦地および山間地における比較—、平成22年度日本農業経営学会研究大会、2010年9月17日、秋田県立大学
 - ⑦ 吉田裕介・増田清敬・山本康貴、輸入有機飼料における温室効果ガス排出量の試算、システム農学会、2011年10月22日、広島大学
 - ⑧ Hayashi, T.、Yamamoto, M.、Is Japanese Agriculture Improving Its Environmental Eco-Efficiency?-Application of the System of Environmental and Economic Accounting (SEEA)-、the 28th Triennial Conference of the International Association of Agricultural Economists、2012年8月22日、Rafain Convention Center Foz do Iguacu, BRAZIL
- #### 6. 研究組織
- (1) 研究代表者
山本 充 (YAMAMOTO MITASU)
小樽商科大学・商学研究科・教授
研究者番号：30271737

(2)研究分担者

笹木 潤 (SASAKI JUN)

東京農業大学・生物産業学部・准教授

研究者番号：00339087

増田 清敬 (MASUDA KIYOTAKA)

滋賀県立大学・環境科学部・助教

研究者番号：20512768

(3)連携研究者

林 岳 (HAYASHI TAKASHI)

農林水産省・農林水産政策研究所・主任研究官

研究者番号：60356300