

論文審査の結果の要旨

申請者氏名 入江 賀子

資源エネルギーの枯渇や地球温暖化を背景に、新たな生物資源エネルギー技術の開発や生産・利用システムの改善が行われているが、このように生まれた技術やシステムが、結果的に人間社会の厚生を向上させているのか、という本質的な疑問に答える必要がある。バイオエネルギーシステムの導入は、その潜在的な大きな社会メリットと同時に、食料など他資源生産との競合、経済性の課題、地球温暖化ガス排出量の増大、工場建設による環境悪化など、多種多様の負の影響が発生する可能性があることが指摘されている。廃棄物由来のバイオエネルギーシステムは、食料作物が利用されない点や、原料コスト、ライフサイクル CO₂ 排出量の点で、他のバイオエネルギーシステムよりメリットがあるとされることが多いが、リサイクルが進んでいる日本では、廃棄物（余剰資源）の量が限られるため、小規模生産となる場合が多い。このため、経済性や、ライフサイクル CO₂ 排出量の検討が必須である。また、工場建設により、周辺環境が悪化していないか、などの検討も必要であり、広範な社会環境性に関する、総合的な費用便益分析が求められる。しかし、バイオエネルギーの既存研究では、広範な社会環境面の変化を分析した事例研究が限られている。また、誰の立場での分析か不明確であり、事業の影響を直接受ける地域住民の立場での研究が殆どなされていない。

そこで、本研究は、北海道の廃食用油 (waste cooking oil: WCO) 由来のバイオディーゼル (biodiesel fuel: BDF) (以下、WCO-BDF という) を生産する実在する企業を成功事例として、その生産システムによる社会環境変化を分析し、その上で、地域住民の視点で包括的な社会環境影響評価を行い、政策的含意を導出した。選択実験では、実際の事業の検討で効果的に活用できる社会環境影響評価のための実験デザインを提案して検証した。

本論文の構成としては、第 1 章の序論の後、第 2 章でモデル工場による環境性・経済性の変化を分析した。また、第 3~4 章で、モデル工場と北海道でのモデル工場の普及の広範な社会環境影響、いわゆる「外部性」と経済性、に対する選好の分析を行った。また、第 5 章で、それらの政策的含意を分析し、第 6 章で論文全体を総括した。

まず、第 2 章では、詳細なインタビュー結果をもとに、モデル工場の WCO-BDF システムと既存の軽油システムを比較し、WCO-BDF では、ライフサイクル CO₂ 排出量が熱量ベースで 76% 小さく、ライフサイクルコストは 10% 小さいという結果を得た。また、経済変化の内訳としては、北海道民、自治体にとっては、大きなコスト削減となる一方、BDF の消費者にとっては、コスト負担増加をもたらすことを分析した。

第 3 章では、第 4 章での北海道でのモデル工場の普及の社会環境影響評価の前段階の分析として、モデル工場の広範な社会環境影響と北海道民の特性と価値観を分析した。まず、モデル工場の立地地域の住民が重視する項目（「外部性」と「経済性」、以下「重視項目」）を抽出し、次に、選択実験で評価する項目の決定と評価結果の検討・解釈に利用するため、住民（道民）にとっての重視項目の相対的重要性、住民の特性・価値観の内容およびそれらと重視項目との相関を分析した。その結果、モデル工場での重視項目に対して、道民は予算負担以外の全項目を重視していること、予算についても軽視しているわけではないことがわかり、モデル工場での重視項目をそのまま北海道全体での選択実験でも利用できることが明らかになった。また、BDF 工場の建設の際に最も重視される項目は、工場建設による環境悪化が無いことであり、次に雇用機会と地域活性化、CO₂ 排出削減であることがわかった。さらに、道民の BDF に関する知見は全般的に高いこと、地元での BDF 生産への選好は平均してかなり高いこと、年代が高い方が予算負担に寛容であること等がわかった。重視項目と住民の特性・価値観との相関については、多くの方が BDF 工場建設をプラス評価し、特に、ディーゼル利用者・自営業者は BDF 工場建設をプラス評価する傾向があることがわかった。

第4章では、表明選好法の一つである選択実験の手法を用い、モデル事業の普及の社会環境影響評価を住民類型ごとに定量的に行った。また、予算負担以外の社会環境変化を予算負担より重視するという第3章の結果をさらに定量的に評価するため、予算負担と社会環境変化（外部性）のトレードオフ関係を定量評価した。選択実験では、実際の事業の影響評価の際に役立つ情報を提供できるデザインを提案してその効果を検証した。

影響評価手法として選択実験を利用する長所は、様々な特性や価値観を有するステークホルダーの、トレードオフを含む選好を、住民類型ごとに定量的に推計できることであるが、評価できる項目数が限られるという短所がある。本研究では、社会環境変化（特に経済性以外の外部性）を「属性」とせず、属性を説明する要因（non-design variables）とするデザインを提案した。これにより、評価できる項目数が限られないばかりか、様々な相関関係がある社会環境変化を、相関が無いようにデザインする「属性」として評価することを回避できる。また、平均的な評価者にとり不慣れな、CO₂排出削減量などの生物物理的な項目の（経済性などとの）トレードオフの選好表明も回避できる。すなわち、評価できる社会環境変化項目数を減らさない上、現実の影響評価で活用しやすくバイアスが生じにくい推計結果が得られるようになる。以上の実験デザインの方針のもと、選択実験を行い、多数のモデルの中から最終的に Mixed Logit モデルの一つを採用して推計した。その結果、1変数を除いて全パラメータが1%有意であり、McFadden の R² の値も十分高い、非常に良い推計結果が得られた。すなわち、実験デザインの効果を検証できた。

推計したモデルから限界効用を算出した結果、BDF工場を道内に建設することと、地元で建設することの両方に対して平均してプラス評価、また、予算負担に対してはマイナス評価が得られ、いずれも第3章の分析結果と整合した。特に、地元で BDF 工場を建設することに対する評価は非常に高かった。さらに、一人ずつの推計値から、住民類型ごとの定量評価を行い、全体の多数派の評価が高いこと、エネルギー安定確保に対する選好が高い人は BDF 工場建設を評価すること、ディーゼル燃料利用者は道内で多くの工場を建設することを特に強く望んでいること、地元で工場を建設したいかどうかの判断は住民の特性・価値観により強く影響されること、地域活性化を重視するかどうか地元建設の評価に特に強く影響すること等が定量的に明らかになった。

最後に、第5章では、第2章から第4章までの結果から、北海道でモデル工場が普及することの社会便益を算出し、政策的含意を導出した。推計した限界効用から、限界支払意思額を算出し、モデル BDF 工場による厚生の変化と、北海道におけるモデル工場の普及による厚生の変化（いずれも10年間分）を算出した。その結果、WCO-BDF システムの北海道での普及の社会環境影響（純便益）はプラスであること、サンプル平均値では10~20工場の建設による厚生変化の総額は40~99億円（1工場当たり4.0~5.3億円）であること、限界支払意思額が小さい仮定を設定した場合でも、経済厚生向上分の一部をモデル工場への補助とすることで BDF 工場の持続的な維持が可能であること、分散された建設の方が社会厚生の増大が大きいため大規模工場の運転が考えにくいこと、等の多くの有意義な政策的含意が得られた。

以上のように、本研究は、廃食用油を原料とする BDF 製造の環境的、社会的意義を科学的かつ定量的に評価して、政策推進者に対する提言までもっていった優れた先駆的な研究である。また、実際の事業の影響評価に役立つ情報を提供できる選択実験デザインを検討した点でも新規性のある研究である。特に、バイオエネルギーにおけるこのような包括的な社会環境影響評価の事例研究が少ない中で、本研究の詳細な分析は貴重な一例となり、政策提言までもっていったことの意義は大きい。また、提案したような選択実験デザインの検討例は過去になく、影響評価における定量的手法の向上、事業計画での影響評価の有効活用への意義は大きい。

このように、本研究は学術上かつ応用上の価値が高く、よって審査委員一同は本論文が博士（農学）の学位を授与するにふさわしいと判断した。