



Title	十勝の大規模畑作地域におけるバイオエネルギー生産の可能性と環境影響について [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	王, 欣
Citation	北海道大学. 博士(農学) 甲第12496号
Issue Date	2016-12-26
Doc URL	http://hdl.handle.net/2115/64608
Rights(URL)	http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	theses (doctoral - abstract and summary of review)
Additional Information	There are other files related to this item in HUSCAP. Check the above URL.
File Information	Wang_Xin_abstract.pdf (論文内容の要旨)



[Instructions for use](#)

学位論文内容の要旨

博士の専攻分野の名称 博士（農学）

氏名 王 欣

学位論文題名

十勝の大規模畑作地域における バイオエネルギー生産の可能性と環境影響について

1.背景および目的

再生可能でカーボンニュートラルな植物由来のバイオマスは、環境調和型エネルギー資源として有効であり、様々な利活用の方法が提案されている。北海道の十勝地域は日本を代表する大規模畑作地帯である。この地域で栽培される作物からバイオ燃料を生産し、地域内で消費することにより、環境負荷の低減、作物生産需要の増大、バイオ燃料製造部門の創設による地域経済の活性化等が期待できる。しかし、これまで食糧として生産されてきた作物を燃料として利用したり、バイオエネルギー用の資源作物を新規に生産するためには、作物生産体系の変更、燃料製造工場の運営など、多くの変革が必要になり、これに伴う経済や環境への影響を予め算定することが重要である。本研究では、主として産業連関分析手法によりこれらの効果を定量的に推計することを目的とした。

2.十勝地域における CO₂ 排出原単位の推計

十勝地域の大規模畑作地帯では、大型で高能率な機械化生産方式が定着しており、欧米に近い効率的な生産が行われている。一方、寒冷地のため融雪、排水対策が不可欠であること、畑作地帯においては大出力トラクタによる深耕が一般的であること、テンサイ、バレイショ等の根菜類では収穫においても土を掘り起こす重作業が必要となることなど、面積当たりの投入エネルギーを増大させる要因が内包されている。従って、その環境負荷特性は他府県と異なると考えられるが詳細は明らかではない。また、これらの実態を実地調査することは調査量が膨大となるため現実的ではない。そこで、十勝の地域産業連関表(平成 17 年十勝地域取引基本表 65 部門表)を利用し、生産額当たりおよび面積当たりの CO₂ 排出原単位を推計した。

推計に当たっては、CO₂ の直接排出だけでなく、十勝地域内の農業生産活動が誘発する他部門への波及的生産による間接的排出量も算定対象とした。比較対象として農林水産省が公表している「農林漁業及び関連産業を中心とした産業連関表」から全国平均値を推計した。その結果、十勝の食用耕種農業、非食用耕種農業、畜産、農業サービス 4 部門における生産額当たり移輸入外生型(域外+域内) CO₂ 排出原単位は全国平均値より大きいことが明らかになった。一方で、食用耕種農業、非食用耕種農業については、移輸入内生型(域内) CO₂ 排出原単位は、全国平均値より少ないことから、十勝の耕種農業は域外での CO₂ 排出を増加させる傾向が他府県よりも大きいことが示された。また、耕種農業の面積当たりの CO₂ 排出原単位では、畑作 4 品主体の食用耕種農業が、飼料作主体の非食用耕種農業を 3 倍以上上回った。十勝の農業関連 4 部門における CO₂ の総排出量は、畜産、食用耕種農業、非食用耕種農業、農業サービスの順に大きく、いずれも 50% 以上は域外における波及的な排出である。

3.十勝の畑輪作における BDF 自給利用の可能性

十勝においてコムギ、テンサイ、バレイショ、マメ類のいわゆる畑作 4 品をブロックローテーション方式の輪作により生産するモデル農家の耕地の一部に、BDF(Bio Diesel Fuel) 原料用のナタネを

栽培し、そこから得た BDF を、次年度以降、農家で自給利用する農場内炭素循環農法を想定し、生産時の直接 CO₂ 排出量および間接 CO₂ 排出量を推計して慣行体系と比較することでその可能性を評価した。

間接 CO₂ 排出量の推計に当たっては、ブロックローテーション方式の輪作体系における機械の汎用利用、耐用年数、自走式作業機と非自走式作業機の違い、作付品目の面積比率を考慮して各品目 1 作・1ha 当たりへ按分した。モデル農家の作付面積は十勝の平均である 38 ha に設定した。

BDF 自給利用体系を実現するには、慣行体系と同等の収益を確保できることが条件となるが、そのためには、各品目の面積設定を収益性や農家の労働条件、機械装備を考慮して決める必要がある。本研究では、遺伝的アルゴリズムの手法により、作付面積、BDF 生産量、所要労働時間および連作障害回避のための種々の作付条件等を満たし、且つ、収益が最大となるコムギ 17.0ha、テンサイ 5.7ha、ダイズ 5.7ha、バレイショ 8.9ha、ナタネ 0.7ha に設定した。

推計の結果、直接 CO₂ 排出量は、耕うん、心土破碎、根菜類収穫等、土の移動を要する作業工程で大きいのに対し、間接投入・排出は購入者価格の高い収穫機等を用いる作業が大きいことが示された。慣行体系、BDF 自給利用体系ともに、間接 CO₂ 排出量が直接 CO₂ 排出量を上回った。中でも、コムギは間接投入の割合が高く、波及的な環境負荷が大きい。ナタネの 1ha 当たりの CO₂ 排出量はコムギに次いで大きい、自給利用するために必要な栽培面積は 1.8% と少ないため、農場単位でみた CO₂ 排出量は 1.9% と僅かである。直接排出と間接排出を合計したモデル農家 1 戸当たりの CO₂ 排出量は、慣行体系では 39,738 kg-CO₂、BDF 自給利用体系では 39,040 kg-CO₂ とほぼ同水準であり、ナタネ生産を加えることによる CO₂ 排出量への影響は少ない。BDF 自給利用体系におけるモデル農家 1 戸がもたらす環境負荷のおよそ 43% はコムギ栽培によるものである。その理由は、作付面積の多さと収穫機の価格が影響して間接負荷を大きくしているためである。

4. 十勝地域におけるバイオ燃料の自給利用の可能性

前述の農場内炭素循環農法を拡張し、十勝地域で栽培可能な作物からバイオ燃料を生産し、地域内で消費する内燃機関用燃料の代替燃料として利用することを想定し、この生産利用システムが十勝地域内の経済や CO₂ 排出量にどのような影響を与えるかについて定量的な推計を試みた。具体的には、コムギ生産により生じる規格外コムギから BEF (Bio Ethanol Fuel) を製造し E3 燃料として利用する場合と、新規栽培するナタネから BDF を製造し B5 燃料として利用する場合の 2 つのシナリオを想定し、経済的影響と CO₂ 排出量を産業連関分析により推計した。分析を行うために、平成 17 年十勝取引基本表 65 部門表(十勝表)を元表として BEF 製造部門と BDF 製造部門を加えた新たな 2 つの 66 部門産業連関表(新十勝表 BEF および新十勝表 BDF)を作成した。バイオ燃料の製造量は十勝管内で消費するガソリンおよび軽油の代替量とし、地域外への販売は行わないものとした。BEF、BDF の使用によるガソリンおよび軽油の代替分は移入から減額した。十勝表では畜産部門が規格外コムギを購入するように設定されているが、新十勝表では、畜産部門の代わりにバイオ燃料製造部門が規格外コムギを購入するように変更した。これによって生じる畜産部門の需要不足を補うため、新たに飼料を輸入する設定とした。BDF に関しては、ナタネは新規に栽培するため、食用耕種農業部門にナタネの新規需要額を追加した。推計の結果、両シナリオとも自給・利用による経済的波及効果は域外より域内で大きいことが示された。生産誘発額は、新規栽培により経済活動が活発になる BDF の方が大きく、生産誘発額の約 33 % は域内の耕種農業部門へ波及し農業部門を活性化することが予想された。

バイオ燃料自給利用方式による CO₂ 排出量は、燃料製造の段階では化石燃料製造より多いが、消費による排出量はゼロであるため、製造と消費の排出量を合計すると、排出量は化石燃料を購入・利用する現状よりも BEF で約 50 %、BDF で約 19 % 少なくなり環境の改善につながるものと考えられた。