

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 16 日現在

機関番号：32665

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2012～2014

課題番号：24580335

研究課題名(和文) ナタネ生産及びバイオ燃料利用の持続可能性に関する実証的研究

研究課題名(英文) A case study on rapeseed production and sustainability of biofuels

研究代表者

小野 洋(ONO, Hiroshi)

日本大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号：40446480

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,200,000円

研究成果の概要(和文)：環境に配慮した資源循環型社会の構築を目的として、油糧作物生産が地域経済・環境負荷に及ぼす影響の計測及びバイオ燃料生産における政策・制度の役割に関する国際比較を実施した。

1. 我が国における油糧作物生産の経済効果に関する地域産業連関分析及び環境影響評価に関するLCAを実施し、収量水準が欧州に比べ低いためいずれの効果も限定的であることを示した。2. 環境先進国とされるドイツにおいてもバイオ燃料生産は助成に依存しており、中小企業ほど政策変更の影響を強く受けている実態を明らかにした。3. ディーゼルエンジンにおけるなたね油の長時間燃焼実験を実施し、概ね軽油同様に利用可能であることを示した。

研究成果の概要(英文)：For the construction of a resource-recycling society that is environmentally friendly, we measured the impact of oil crop production on local economy and environmental load and carried out an international comparison of the role of policies between Japan and Germany in bio-fuel production.

The results are as follows. First, economic effects and environmental load reduction effect of the oil crop production are insufficient due to low yield of rapeseed in Japan. Second, even in Germany, which is known as environmentally advanced countries, bio-fuel production is dependent heavily on subsidy and local companies are strongly affected by the policy change. Third, by the long combustion experiment in a diesel engine, straight rapeseed oil can be used as well with diesel fuel.

研究分野：農業経済学

キーワード：再生可能エネルギー バイオディーゼル ナタネ油 政策・制度 ドイツ

1. 研究開始当初の背景

農業生産の特色は自然生態系の利活用にあるが、化石燃料多消費型の生産活動に対しては批判も多い。特に京都議定書の発効以降、農業分野においても温室効果ガス排出量削減が大きな課題となっている。こうしたなか、ナタネは燃料化が可能な作物として近年関心が集まっており、バイオマスニッポン総合戦略においても柱の一つに位置づけられている。また、開花期が1か月と比較的長く、搾油・精製といった加工も比較的少ない投資で可能なことから、地域おこしの中核に位置づけている地域も少なくない。

他作物に比べ省力化が可能なナタネは転作作物として優位性をもつほか、遊休地や耕作放棄地を利用したナタネ生産は、食料自給率向上、農地の有効利用、資源循環型社会の成立に重要な役割を果たしている。しかし、ナタネ生産地域のなかには、栽培面積を縮小するケースが散見される。輪作体系や生産圃場選択に関する計画性を欠いたままでは収益悪化が不可避であり、こうした課題への対処が求められている。

他方、わが国におけるナタネ生産の持続可能性を考える上では、諸外国との比較も重要である。わが国と同様に生産調整制度のもとでナタネ栽培を実施しているドイツが対象としてふさわしいと考える。

また、ナタネの生産現場では、小麦との収穫時期競合による刈遅れや穂発芽、湿害による未熟粒の発生がナタネ油の品質低下をもたらすとして問題視されている。そこで、収穫物から食用に適さない低品質粒を除去し燃料利用する技術を開発することで、ナタネ油の高品質化による安定的な販売先の確保と低品質粒のバイオ燃料化が同時に達成される。

以上をふまえ、本研究では油糧作物であるナタネを対象として生産から加工・販売までを含めた実態調査を実施し、資源循環・環境負荷軽減・地域振興等の観点から、持続可能なナタネ生産が満たすべき諸要因を解明する。あわせて生産者・実需者が各種制度の変更にどのように対処したかに関して、ナタネ生産の先進地であるドイツとの比較を行うことで、わが国におけるナタネ生産拡大の可能性を検討する。

2. 研究の目的

本研究では、環境に配慮した資源循環型社会の確立に資するため、油糧作物であるナタネを対象に、生産活動が地域経済に及ぼす効果、温室効果ガス排出削減効果の計測を行い、あわせて制度・政策の役割と影響に関する国際比較、効率的なバイオ燃料生産のための選別技術の開発を実施する。

3. 研究の方法

本研究の目的達成のため、以下の研究課題を実施した。

(1) ナタネ生産・搾油・販売による地域活性化効果等の解明

生産から加工・販売までを行う事例を対象に、投入・産出データを収集することで収支構造を分析し、産地が抱える問題点を明らかにする。あわせて、地域産業連関表を適用し、ナタネ生産・加工・販売等の諸活動が当該地域全体に及ぼす経済効果を計測する。

(2) ナタネ生産の制度に関する日・独比較

バイオ燃料生産の先進地であるドイツを対象に、ナタネの生産、市場構造、制度・政策に関する実態調査を行う。両国の比較を通じて、わが国のナタネ生産・流通における問題点を明らかにし、今後の生産拡大に必要な条件を提示する。なお、ドイツにおける中小規模のバイオ燃料生産に関する先行研究、事例紹介はほとんどない。本研究ではこうした企業の調査も行う。

(3) 効率的なバイオ燃料生産のためのナタネ選別技術の開発とその評価

ナタネ収穫物を簡易かつ高精度で低品質(燃料用)と高品質(食用)に選別する技術を開発し、燃料用ナタネの利用可能性に関する試験を実施する。

4. 研究成果

(1) ナタネ生産・搾油・販売による地域活性化効果等の解明

ナタネに関する統計は、平成13年~21年までは完全に欠落しており、この間の産地・実需の動向を把握することが求められている。そこで国内ナタネ生産の現状に関して、全国規模での現地調査等を実施し、歴史的背景を踏まえた上で、生産・消費双方の課題を分析した。

生産者の受取価格及び助成金の現状把握
ナタネ市場は、供給面では全国のナタネの9割強を2地区が生産し、各々がプライスメーカーとして行動している。需要面では、国産ナタネのほぼ全量を2社が購入している。また助成の仕組みが極めて複雑なため、情報の不完全性のもとで取引が行われ、契約破棄等の問題が生じている。取引価格は短期間で乱高下し、産地・実需間の協力関係構築が妨げられている。

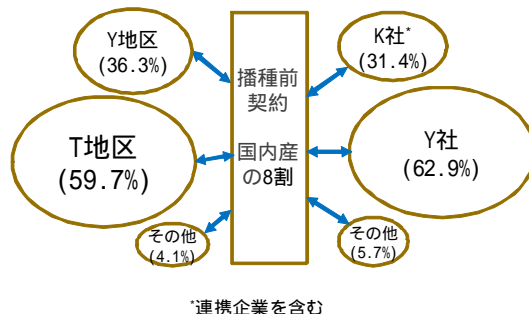


図1 寡占的な国産ナタネ市場

こうした状況下において、平成23年には当時の政権の重点施策としてナタネに対す

る所得補償制度が導入されたが、ナタネ価格が大幅に下落したため当初の想定とは異なり助成金の大半は実需側に帰属し、生産者側の受け取りは全体の3割にすぎなかった(図2)

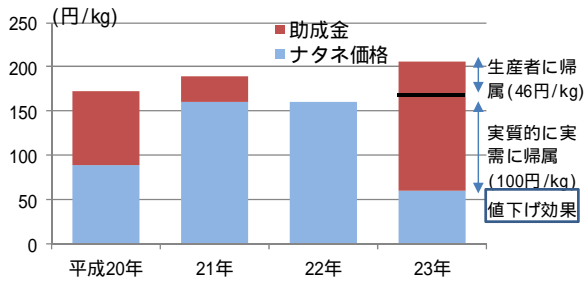


図2 ナタネ価格の推移

国産ナタネの生産性は、冷涼乾燥な北海道を除けば総じて低い。欧州の10a当たり平均収量が350kgであるのに対し、本州では概ね100~150kgの水準にとどまっている。他方、こうした生産性の低さをカバーするために加工・販売を内部化したいいわゆる6次産業化の動きも見られる。

そこで栽培から加工・販売までを一貫して行っているS地区の事例をもとに、地域産業連関表を用いてその経済効果を計測した。なお、必要となる生産資材は全量を町内・県内から調達し、ナタネ油は全量定価(840円/500ml)で販売される(売上703万円/年)と仮定した。結果は表1に示される。

表1 ナタネ栽培・加工・販売の経済効果

	生産誘発効果	所得効果
農業	176.0	67.8
林・水産業	13.7	5.5
食料	277.4	47.1
機械	13.4	2.4
建設	8.4	2.8
商業	210.2	104.4
運送業	48.7	17.7
その他	400.0	79.2
合計	1148.0	327.0

注) 農業は、穀類、いも・まめ、野菜、果実、その他食用作物、非食用作物、畜産、農業サービスの8部門。搾油関連施設の建設(1.5億円)による効果は含まない。

S地区ではナタネ栽培に年間199万円の助成が行われているが、ナタネ関連の生産誘発効果は1,148万円/年、所得効果は327万円/年である。搾油や販売の内部化により助成分を上回る所得効果が確認されるが、これはナタネ栽培に対する助成が経済的意義を有することの証左である。

ナタネ油を原料とする燃料生産システムのGHG(温室効果ガス)排出に関するLCA(ライフサイクルアセスメント)を実施した。

1. 水田でのバイオ燃料用ナタネ生産は低収量ゆえ、資材の投入に対し燃料の産出量が少なく、結果として環境負荷軽減の観点からは不適であること、2. 廃食用油を原料としたバイオディーゼル生産のケースでは廃食用油の回収効率の低さ(現状5%程度)が環境負荷軽減上問題であること、大口の廃食用油は業者が既に回収しており、燃料製造原料としての新規回収の余地は限定的であること(バイオ燃料の原料調達が困難である)等、が明らかとなった。

(2) ナタネ生産の制度に関する日・独比較
環境先進国ドイツを対象に、再生可能エネルギー政策の動向と課題を整理し、我が国の現状と比較した。

ドイツでは燃料用ナタネ油とバイオガス生産においてとりわけ問題が深刻化している。燃料用ナタネ生産は助成開始により急増し、助成廃止により急減した。2007年時点でバイエルン州に400あった中小規模の事業所は、2013年には20にまで減少した。これらの新規投資はそのほとんどがわずか数年のうちにデットストック化した。生産現場が政策に振り回され、政府への不信が高まっている点はドイツもわが国と同様である。他方バイオガス生産では、助成拡充にともないプラント数は急増したが、原料となるデントコーン生産圃場の争奪により借地料が全国各地で上昇し、農業生産全体に悪影響を及ぼしている。

日本国内ではドイツの再生可能エネルギー政策は非常に優れており模範とすべきである、といった主旨の報道を目にすることが多い。しかしドイツにおいて再生可能エネルギー政策が全面的に受け入れられているとは言い難い。我が国の制度はEU及びドイツを雛型としており、ドイツで過去に発生した問題は数年遅れで日本でも発生してきた。とすれば今後国内で再生可能エネルギー生産が縮小する可能性は大である。事実、我が国でも2014年秋にはRPS電力の買取制限及び買取価格引き下げが問題化したところである。

中小規模のバイオ燃料生産企業J社(バイエルン州)の実態を調査し、政策変更の影響を分析した。

J社は2004年のバイオ燃料に対する免税措置を受け、2005年に有限会社(GmbH)として設立された。市内3つのマシンネリング(農作業機械の共同利用組織)が母体となっており、出資戸数は242戸、出資金は100万€である。出資者の半数をナタネ生産者が占め、非農家も1割含まれる。

年間のナタネ処理可能量は6,000t、ナタネ油生産量は2,400tであるが、2007年の政策転換の影響を受け2013年の取扱量は2,000t、工場の稼働率は30%にまで低下した。燃料用ナタネ油生産の収益性は悪化しているが、地域内の協力、すなわち「価格は高くても地元

産燃料用を利用する運動」に助けられ、出資者への3%配当を維持している。

生産したなたね油の85%は発電用、15%が農業機械用、食用が0.5%である。食用油は主に地元のライフアイゼン（農業協同組合）の店舗で販売され、なたねミールは飼料として畜産農家に販売される。ミール販売額は日本円で5,400万円/年と経営を支える重要品目となっており、畑作物の中でなたねの収益性は最上位に位置する。

燃料用なたね油の収益性は以下である。2014年時点のディーゼル価格はおよそ1.50€/L、対してなたね油1Lの製油コストは90c、燃料税が47c、これに付加価値税7%が上乗せされる。税はやや複雑である。食料品は軽減税率の7%だが、燃料は通常の19%である。しかし食用基準を満たした燃料用なたね油は「燃料」ではなく「食料品・燃料」として7%の税率が適用され、12%（19%-7%）優遇されている。

燃料用なたね油の価格はコスト積算で1.47€/Lとわずかにディーゼル（1.50€/L）を下回るが、燃費が1割程度低く、ディーゼル換算では1.63€/Lとディーゼルの価格を上回る。事業開始時点ではコスト面で大幅に有利であったため、J社を含めドイツ全土で燃料用なたね油の生産が進められたが、2007年の課税以降優位性は低下し、現在の生産量はドイツ全土では2007年比の1/25、J社でも1/3にまで低下した。助成が不可欠であるバイオ燃料生産において、政策変更の影響は深刻である。

（3）効率的なバイオ燃料生産のためのなたね選別技術の開発とその評価

なたね生産では選別残渣等の低品質粒の有効利用が課題であった。中小規模業者の一部には、選別が不十分なまま搾油を行うために結果として低品質の油を提供するケースが散見される。そこで大豆選別機をベースに簡易ななたね選別装置を開発した。あわせて食用に適さない品質のなたね油の利用方法を検討した。

簡易な改造をディーゼルエンジンに施し、2,250時間の試験運転を行った。運転時間1,555時間頃から排気に白煙を含み、燃料消費率が増加したが、燃料噴射ノズル交換により復旧した。運転後の分解点検ではシリンダヘッド、吸気弁、排気弁に付着物堆積が確認された。なたね油の直接利用の場合、これらの点に留意が必要である。未使用ノズルのなたね油噴射試験では純正ノズルより改造ノズルの噴霧性が優れていることが確認できた。また、内部の汚損が発生しやすい無負荷、低回転条件でなたね油と軽油を比較した。汚損状況は異なったが、噴霧性の優劣、耐用年数に有意差は確認できなかった。なお、なたね油利用時にはオイル中の添加剤成分が多く消費された。これは不安定な回転による摩擦の増加が原因と推察される。

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15件）

小野洋、松田裕子、野中章久、金井源太、ドイツにおける再生可能エネルギー生産をとりまく課題、食品経済研究、査読有り、43、2015、pp.56-67

Akihisa NONAKA、Hiroshi ONO、Revitalization of Rural Economies through the Restructuring the Self-sufficient Realm – Growth in Small-scale Rapeseed Production in Japan, Japan Agricultural Research Quarterly, 査読有り、49(3),2015, in press

金井源太、澁谷幸憲、小綿寿志、なたね油のディーゼルエンジン利用経過と燃料噴射ノズル汚損状況、農業施設、査読有り、46(1)、2015、pp.9-17

泉谷眞実、野中章久、金井源太、小野洋、バイオディーゼル燃料事業における原料調達過程と製品利用・販売過程間の調整に関する考察、農業市場研究、査読有り、23(4)、2015、pp.53-59

野中章久、生協が回収する廃食用油の品質と地域的資源としての特徴、協同組合研究、査読有り、43(2)、2015、印刷中

金井源太、澁谷幸憲、小綿寿志、なたね油の燃料利用がディーゼルエンジンへ与える影響 - 発電機による1500時間運転試験 -、農業施設、査読有り、45(1)、2014、pp.14-24

金井源太、澁谷幸憲、小綿寿志、未変換なたね油を改造済ディーゼル発電機の燃料に使用して電源利用できる、農研機構研究成果情報、査読有り、2014、web公表
http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/tarc/2013/tarc13_s18.html

小野洋、バイオディーゼル用廃食用油の調達状況、東北農業研究センター農業経営研究、査読有り、2013、pp.140-143

小野洋、野中章久、泉谷眞実、LCAによるリンゴ剪定枝の利用可能性、東北農業研究、査読有り、66、2013、pp.167-168

野中章久、金井源太、小野洋、燃料向け廃食用油の品質差と新しい利用方法、東北農業研究、査読有り、66、2013、pp.169-170

小野洋、野中章久、古川茂樹、制度変更となたね価格-平成21年度以降の動きを中心に -、関東東海農業経営研究、査読有り、103、2013、pp.41-46

金井源太、澁谷幸憲、天羽弘一、本田裕、齋藤秀文、寒冷地における耕作放棄地へのなたね導入について、農業機械学会東北支部報、査読無し、59、2013、pp.35-38

野中章久、小野洋、国産なたね油の約5%はバイオ燃料製造を兼営する地場搾油である農研機構研究成果情報、査読有り、2013、web公表

http://www.naro.affrc.go.jp/project/results/laboratory/tarc/2012/220e0_02_07.html

小野洋、金井源太、野中章久、古川茂樹、耕作放棄地におけるナタネ生産の可能性、東北農業研究、査読有り、65、2012、pp.209-210
古川茂樹、新妻俊栄、野中章久、小野洋、消費者調査による国産ナタネ油（圧搾法）の認知度と受容価格、東北農業研究、査読有り、65、2012、pp.207-208

〔学会発表〕(計15件)

金井源太、小綿寿志、循環式乾燥機によるエネルギー独立型乾燥試験、農業農村工学会東北支部、2014.10.30、ハーンル仙台

小野洋、松田裕子、野中章久、金井源太、ドイツにおけるバイオ燃料生産の現状と課題、日本農業経営学会、2014.9.20、東京大学

泉谷眞実、野中章久、金井源太、小野洋、廃食用油バイオディーゼル燃料事業における需給バランスと地域調整の課題、廃棄物資源循環学会、2014.9.3、広島工業大学

金井源太、澁谷幸憲、小綿寿志、ナタネ油燃料利用と噴射ノズルの汚損、農業施設学会、2014.8.29、神戸大学

金井源太、澁谷幸憲、小綿寿志、低品質ナタネの燃料品質改善の可能性、農業施設学会、2014.8.28、神戸大学

泉谷眞実、野中章久、金井源太、小野洋、バイオディーゼル燃料製造事業における原料調達と製品販売間の調整に関する考察、日本農業市場学会、2014.7.6、和歌山大学

金井源太、澁谷幸憲、小綿寿志、ナタネ SVO の 1500 時間ディーゼルエンジン供試試験、2013 年度農業施設学会大会、2013.8.30、岐阜大学

野中章久、金井源太、小野洋、燃料向け廃食用油の品質差と新しい利用方法、東北農業試験研究協議会、2013.7.31、いわて県民交流情報センター

小野洋、野中章久、泉谷眞実、リンゴ剪定枝再資源化の可能性、東北農業試験研究協議会、2013.7.31、いわて県民交流情報センター

Genta KANAI, Yukinori SHIBUYA, Hisashi KOWATA, Rapeseed Purification Method Using a Belt-Type Soybean-Sorter, European Biomass Conference and Exhibition, 2013.6.5, Bella Center

小野洋、金井源太、野中章久、松田裕子、ドイツにおけるバイオディーゼル生産の課題、日本 LCA 学会、2013.3.6、立命館大学

金井源太、澁谷幸憲、天羽弘一、本田裕、齋藤秀文、寒冷地における耕作放棄地でのナタネ栽培、農業機械学会東北支部、2012.8.30、宮城大学

小野洋、金井源太、野中章久、古川茂樹、耕作放棄地におけるナタネ生産の可能性、東北農業試験研究協議会、2012.8.8、コラッセふくしま

古川茂樹、新妻俊栄、野中章久、小野洋、

消費者調査による国産ナタネ油（圧搾法）の認知度と受容価格、東北農業試験研究協議会、2012.8.8、コラッセふくしま

小野洋、野中章久、古川茂樹、制度変更とナタネ価格、関東東北北陸農業経営研究会、2012.6.14、農林水産技術会議事務局筑波事務所

〔図書〕(計1件)

野中章久(編著)、泉谷眞実、小野洋、金井源太、川崎光代、昭和堂、国内ナタネの現状と展開方向、2012、321

〔産業財産権〕

出願状況(計0件)

取得状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等

6. 研究組織

(1) 研究代表者

小野 洋 (ONO, Hiroshi)

日本大学・生物資源科学部・准教授

研究者番号：40446480

(2) 研究分担者

野中 章久 (NONAKA, Akihisa)

農研機構・東北農業研究センター・主任研究員

研究者番号：60355253

金井 源太 (KANAI, Genta)

農研機構・東北農業研究センター・主任研究員

研究者番号：40355508

(3) 連携研究者

松田 裕子 (MATSUDA, Yuko)

三重大学・社会連携特任教授

研究者番号：50442562