

燃料利用を視野に入れたナタネ生産振興と有機農業運動の連携の可能性

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2019-03-22 キーワード (Ja): キーワード (En): Reduction of CO_2, rapeseed, oil milling, fuel use, rapeseed oil cake, biodiesel, organic farmers 作成者: 野中, 章久 メールアドレス: 所属:
URL	https://doi.org/10.24514/00001232

燃料利用を視野に入れたなたね生産振興と 有機農業運動の連携の可能性

野 中 章 久*¹⁾

抄 録：バイオ燃料への社会的関心の高まりを背景として搾油からバイオディーゼル転換まで行うなたね産地が増えている。しかしなたねの作付定着にあたっては生産コストの高さがボトルネックとなる。そこで油かすを有利販売できれば生産コストを圧縮することが可能となる。油かすは有機質肥料であり、国産なたねは無農薬栽培であるなど、有機農業と共通する要素が多い。これは国産なたね振興と有機農業運動の連携の可能性を示唆するものである。そこで本稿はなたね油かすの購買者として有機農業者を位置づけることが可能か、有機農業者はバイオ燃料生産の推進者に位置づけることが可能かを明らかにすることを課題とする。有機農業者を対象としたアンケート調査結果の分析から、有機農業者は国産なたね油かすに強い興味を持っていることが明らかとなった。その興味は、国産であること、無農薬栽培であること、非GMであることなど、有機農業運動の主旨に沿った性格に依拠するものであり、国産なたねの取り組みと有機農業運動の親和性を示すものであった。また、彼らはバイオ燃料にも強い興味を持っており、農業分野におけるバイオ燃料利用を進める主体としても期待できる。

キーワード：二酸化炭素排出削減、なたね、搾油、燃料利用、油かす、バイオディーゼル、有機農業者

The possibility of cooperation between organic farming and the extension of rapeseed including biodiesel use in Japan : Akihisa NONAKA*¹⁾

Abstract : Rapeseed is attracting attention because of the nationwide interest in biodiesel, and the number of farmers and related groups who grow rapeseed and own extraction machines and small biodiesel plants is increasing. The production cost of rapeseed in Japan is high, but if farmers and related groups were able to merchandise the rapeseed oil cake, they would recover a large fraction of the production cost. The rapeseed in Japan is non-GM and pesticide-free, and the rapeseed oil cake is an organic fertilizer; therefore, its characteristics suggest the possibility of cooperation between rapeseed growers and the organic farming movement. This article examines whether organic farmers would be users of the domestic rapeseed oil cake, and if they would be promoters of biofuel. The results of our questionnaire research with organic farmers shows that they are keenly interested in the domestic rapeseed oil cake. They are interested in the similarities between the characteristics of the rapeseed oil cake, such as its non-GM, pesticide-free status, and the values of organic farming; there is, therefore, an affinity between the increase of rapeseed production aiming at biodiesel extension and the organic farming movement. Organic farmers are also keenly interested in befouls, and they are likely to be promoters of biofuel.

Key Words : Reduction of CO₂, rapeseed, oil milling, fuel use, rapeseed oil cake, biodiesel, organic farmers

* 1) 東北農業研究センター (National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Morioka, Iwate 020-0198, Japan)
2008年8月4日受付、2008年12月16日受理

I はじめに

地球温暖化対策への関心が高まる中、バイオ燃料に対する関心も高まっている。内燃機関の燃料とするバイオ燃料にはバイオエタノールとバイオディーゼル^{*1}がある。バイオエタノールは原料を発酵、蒸留する必要があるため、プラントは複数の行程に分かれ、ある程度の規模を必要とする。このため、市町村や農家、営農集団が取得・運営することは容易ではない。一方、バイオディーゼルは小さなプラントでも生産可能で、農家が片手間で生産することもできる。また廃食油も原料として利用できることから、地域経済活性化の施策としての関心が高まっている。Pahl²⁾、Carriquiry¹⁾のように、バイオディーゼルに関し転作地の活用や地域経済の活性化効果が活発に議論され、政策の国際比較が盛んであるが、背景にはバイオディーゼルは生産が容易であり、分散的な生産に適していることがあるといえる。ただし、その議論はバイオディーゼル転換プラントを中心としたもので、油糧作物の生産振興そのものについてはあまり議論されていない。これは、北米およびヨーロッパでは油糧作物が既に大量に生産されており^{*2}、バイオディーゼルの普及・振興に関する議論として油糧作物振興の方策に関する議論が先行する必要はないためである。これに対し日本では、地域振興の視点からバイオディーゼルの普及・振興を議論する場合、油糧作物の生産振興の議論から始めなければならないという特有の問題がある。ナタネは日本の油糧作物の代表であったが、作付面積は324ha(2007年度)まで減少した^{*3}。しかし現時点での作付け面積が小さいとしても、二酸化炭素排出削減の視点から農業における燃料生産を展望する必要があること、水田利用面で水稲からの転作が大きな課題となっていること、耕作放棄地が拡大してい

ることから、バイオ燃料利用を射程に入れた油糧作物の生産振興方策の解明は社会的に重要な課題であるといえる。

一方、野中⁸⁾は、油かすの有利販売が実現できるならば、ナタネの物財費のかなりの部分を回収でき、搾油したナタネ油を直接バイオディーゼルに転換する合理性も見えてくることを示した^{*4}。ナタネ油かすは搾油の過程で生じるため、乾燥したナタネを販売していた従来のナタネ経営では意識されなかった副産物である。しかし、最近ナタネ栽培を始めた産地では搾油機を導入するケースも見られるようになってきている。このため、ナタネ産地が油かすを販売することが課題となりつつある。先述の野中⁸⁾では、ナタネ油かすの販売先は考察されていなかったが、搾油会社からの聞き取りでは近隣の有機農業者が高価で購入していたことが確認された。ナタネ油かすの性質からしても有機農業者が購買者として有力な候補と考えられる。

環境に配慮した農業としては有機農業^{*5}が代表的であるが、Dalgaardら²⁾、Jorgensenら³⁾、Sartoriら⁶⁾が示すように、有機農業における生産物当たりの化石資源使用量は慣行農法よりも低く、二酸化炭素排出削減の視点からも評価されるべきものといえる。この有機農業の化石資源使用量の低さは主に化学肥料および化学薬品を使わないことに由来するが、収量が慣行栽培よりも低くなる傾向があることから、機械作業に限って見れば収穫物当たりの燃料使用量は高くなる傾向にある(Sartoriら⁶⁾ Fig.1)。したがって有機農業を二酸化炭素排出削減の方策に位置づける場合、トータルの排出量の低さを評価すると同時に、今後さらに削減するためにバイオ燃料の使用が検討されると考えられる。またこの有機農業運動と二酸化炭素排出削減を結びつける視点は、国内で生産された有機農産物と輸入有機農産物の競合

*1 「BDF」の呼称が一般化しているが、これは(有)染谷商店の登録商標である。化石燃料の代替として植物油から生成される脂肪酸メチルエステルが普及している国では、Biodieselが一般的な呼称であり、文献でもこの呼称が使われる(Pahl²⁾、Kemp⁴⁾)。よって本稿ではバイオディーゼルと呼ぶ。なおdieselはエンジンの形式を示すと同時にディーゼルエンジン用の燃料を指す(Oxford English Dictionary, ninth edition)。

*2 ヨーロッパにおける燃料用ナタネは政策的に普及が図られてきたため、アメリカにおける大豆とは位置づけが異なる。しかし、議論の前提としては両地域とも既に油糧作物が広範に生産されており、日本との差は著しい。

*3 高品質なたね産地確立対策事業の対象面積。なお、本稿が事例とした山形県金山町のように、近年新たに作付けが開始されたナタネはこれに含まれていない。

*4 自家労賃評価をゼロとする仮定に基づく試算であるため、まだ運動的・試験的取り組みとしての位置づけである。ただし、企業経営においてもその後の生産効率の向上や価格上昇を見込んで採算がとれない新製品を製造するケースはあるため、これに類するものとしての位置づけは可能である。

*5 有機農業については認証制度や各種の視点から厳密な概念規定があるが、本稿では環境に配慮して化学合成された薬品や肥料を排除するよう努力する農業を有機農業、そのような農業を推進しようとする運動を有機農業運動と呼ぶ。有機農産物も同様に、本稿の言う有機農業により生産された農産物およびOrganicとして現実に流通しているものを言う。

といった、今後生じうる問題に対処する論理を構築する基礎ともなりうる。その意味では有機農業の振興上重要な視点となると考えられる。このことから、バイオ燃料生産振興において有機農業をどのように位置づけるかが重要な論点の一つとなるといえる。

以上のようにナタネ油かすは有機質肥料・飼料であることから、有機農業運動における利用が期待される。しかし、国産ナタネ油かすは極めて少量しか生産されていないため、現時点で有機農業側において関心が持たれるものかどうかは不明である。また、より本質的には有機農業がバイオ燃料生産振興と連携しうるものかどうかは明らかにされる必要がある。そこで、本稿はバイオ燃料利用を射程に入れたナタネ生産振興の鍵となる油かすの購買者として有機農業者を位置づけられるかを検討することを第一の課題とする。そして有機農業者はバイオ燃料利用拡大、あるいはバイオディーゼル生産拡大の推進者に位置づけられるかを明らかにすることを第二の課題とする。

II 調査対象と方法

1 アンケート調査の対象と方法

課題解明のために日本有機農業研究会を対象に郵送アンケートを実施した。日本有機農業研究会を対象とした理由は、第一に会員名簿が公開されていること、第二に日本の有機農業運動を牽引した集団として知られるM農園が含まれることから、有機農業者を代表しえると考えられたこと、第三に新規参入者も多いなど、多様な農業者が含まれているためである。同会員257名に2007年11月にアンケートを郵送し、08年5月末までに回収した89について集計・分析した。

アンケートは回答者が関心の有る・無しを答える設問と価格を回答する設問により構成されている。関心の有る・無しを回答する項目は、質問文に対して肯定・否定の程度を5段階の目盛りのついた線上の任意の位置に印を付ける形式で回答するものとしている。この場合、5を最も強い肯定あるいは興味、1を最も強い否定あるいは興味がないものとし、回答者が付けた印を数値として読み取った。価格も同様に、0円から225円まで25円刻みの目盛りを入れた回答欄の任意の位置に印を付けるものとした。なお回答用紙は無記名としたが、経営規模、生産する作物を記入する欄を設け、規模階層別の傾向を分析出

来るようにした。

2 ナタネ油かすの用途および先行研究

1) ナタネ油かすの特徴

一般にナタネの搾油および油かすの特徴が広く理解されている訳ではないため、分析に入る前に議論の前提となる点を整理しておきたい。

現在日本で食用として栽培されているナタネは、収穫後乾燥した状態で重量の約40%の油脂分が含まれている。これを機械で搾油した場合、重量の30%程度を搾油できる。言い換えればこの時点で重量の70%が油かすとなる。この油かすには油脂分が残っているが、現在一般的に流通しているキャノーラ油は、機械搾油とヘキサン抽出法を併用してナタネからほぼ全ての油脂分を抽出して得られたものである。ヘキサン抽出するためには化学薬品を循環的に使用する工場が必要となる。一方搾油機は小型のものあることから、機械による搾油だけならばごく小規模の施設でよい。このため、最近増えつつあるナタネ産地における搾油は機械搾油が一般的である。また現在、国産ナタネには登録農薬がほとんど無いため、無農薬栽培のケースが多い。この特徴を活かすため、新しくナタネ生産に取り組む産地では搾油機を導入し、地場産の無農薬栽培のナタネ油として製品化しているケースが多く見られる。このため、油かすが地域に残ることとなり、この有利販売が課題となりつつある。また、量が多いことから、油かすを有利に販売できれば、ナタネ生産に要したコストの大きな部分を回収することも期待できる。

これまでナタネ経営における油かすの販売は農業関係者の間では意識されてこなかった。これは、油かすは搾油時に生じる副産物であり、搾油業者が販売する物であったからである。農家も農協もナタネの生産から乾燥調製までが携わる部分であり、乾燥ナタネの販売後の搾油過程は意識しなかった部分である。

油脂会社等において生産されるナタネ油かすは飼料および肥料として一般的に流通している。もちろん、これらは輸入ナタネを原料としている。その価格を飼料用のものにみると、表1に示したように、キロ35~40円である（全国酪農業協同組合連合会工場入荷時・2007年10月現在）。全酪連からの聞き取り調査時点では、価格は2007年後半の石油および食糧価格高騰の影響で全般的に上昇基調であるが、非GMのプラス5円の評価は下がりつつあるのではな

いかとのコメントもあった。全酪連の買い付けは乳牛用の飼料であり、その場合の評価は栄養分である。したがって表1に見る大豆粕と油かすの価格の差はタンパク質の量に起因する。また、油かすは養鶏用の餌としても重要なものであり、後藤⁷⁾に見るように2%程度配合されている。

表1 飼料用油かすの価格

	水分	粗タンパク質	TDN(%)	価格/kg	備考
大豆粕	11.7	52.2	86.8	45	
綿実油	11.5	40.0	65.4	52	希少のため高価
なたね粕	12.3	42.3	73.6	35	非GM+5円

資料：全酪連聞き取り調査（2007年10月）

さて、輸入なたね油かすに対して、国産のなたね油かすは①GM（遺伝子組み替え）ではない、②無農薬栽培である（登録農薬がほとんどないため、結果的に無農薬で栽培する 경우가一般的）、③国産という点に特徴がある。したがってこの特徴によって差別化が図られ有利な販売が可能であるかどうかの問題となる。全酪連における調査でのコメントでは、栄養価における違いがなければ価格は変わらないだろうとのことであった。これは、例えば一戸の農家が差別化を図ろうとして特徴のある資材を使うことを想定した場合、野菜等であれば容易に取り組めるが、牛乳は製造過程が地域を一括する工場で行われるため、このような差別化が難しいという背景がある。このため、仮に国産であっても一般に流通するなたね油かすと同様の評価となり、栄養価が変わらない限り同じ値段となる。ただし、なたねを生産地において機械搾油する場合は、油かすに10%程度の油が残る（前述のように乾燥なたねには40%程度の油が含有されているが、機械搾油では30%程度の搾油率となる）ため、これがTDN値を上げる可能性がある。TDN値が高くなれば価格は比例して上がる。ただし、乳牛用飼料としてなたね油かすを販売する場合、次のような要素が必要である。第一に安定供給、第二に安定した品質、第三に栄養価の検査・証明である。これはこれから作付けを開始するなたね産地にとって難しい条件である。すなわち安定供給のためには一定の量を継続して搾油する必要があるが、小面積の単一産地だと難しい*⁶。また品質の安定は小規模機械搾油の場合難しい場合がある。それは伝統的な機械搾油では表2に見るよう

に油を効率的に搾れる温度にするため、焙煎（温度を上げる）する行程がある。K製油の聞き取り調査によると、スキルを要する過程はこの焙煎である。これはスキルによっては油かすに残る油の量が異なり、油かすの品質が変わることを意味している。品質が安定しないとすると、商品としての評価に関わり、これは第三の点にも関わるが、栄養価の証明は小規模な事業者にはコスト的に負担となる。

表2 K製油（福島県）の搾油工程

行程	焙煎	搾油	沈殿	加熱	濾過	缶詰
使用機材	釜・薪	エキスペラー*			濾紙	

*：かつて国内で盛んに使われていた国産搾油機を再生しながら使用。

なお、現在も小規模な搾油施設向け搾油機は販売されている。

資料：聞き取り調査（2006年）

一方、国産なたね油かすは、飼料として見ると、成分面で問題がある場合がある。松本⁹⁾が示すように、なたねには豚・鶏の甲状腺の障害を引き起こすグルコシノレートが含まれる品種があり、すべての国産油かすが豚・鶏用の飼料に適している訳ではない。松本⁹⁾では牛の飼料として問題は見いだされていないとされているが、反芻動物以外の畜種では健康障害を引き起こすことが示されている。ただし、鶏に関しては後藤⁷⁾、松本⁹⁾によればグルコシノレートが含有されていても一定量を超えて与えなければ問題はないとされる。しかし、やはりグルコシノレートの含有量が低い品種の方がのぞましいであろう。現在栽培面積の大きい北海道や青森県で栽培されている品種はキザキノなたねが主流であり、グルコシノレートが含有されている。グルコシノレート含有量が極めて低いキラリボシ（東北農業研究センター育成）もあるが、収量・耐寒性がキザキノなたねよりやや劣るため、両地域では普及していない。一方で輸入量の多いカナダ産なたねはグルコシノレート含有量が極めて低い品種である。このため現在一般的に流通している飼料用油かすは畜種の制限はないといえる。

この飼料としての利用は、油かすのタンパク質をそのまま利用するため、資源循環の観点からすれば合理的な利用である。しかし、上の条件を考慮すると、飼料として販売するのはなたね産地として一定

* 6 油かすは酸化、腐敗しやすいため、飼料用油かすは生産直後に給餌される方が望ましい。

の規模に達し、安定した搾油が出来るようになった段階でのものであって、ナタネの導入時には他の用途として検討されなければならないだろう*7。そのため、栽培面積が小さい段階では肥料とする方が問題は少ないといえる。この場合、先に述べたナタネ油かすの特徴である、国産、非GM、無農薬栽培という特徴を最大限に活かした販売は、有機農業に代表されるような、環境への配慮を重視する農業者が需要者として期待される。

2) ナタネの採算性と油かす

野中⁸⁾は、油かすの有利販売が実現できるならば、ナタネを直接バイオディーゼルに転換する合理性が生じる可能性を示した。この試算は地域内で搾油して食用油を販売するケースにおいて、ナタネ生産のコストを油だけから回収しようとする場合と、油かすの販売を加えた場合の差の大きさを示していた。

野中⁸⁾が事例とした山形県金山町においてナタネを経営する営農集団の調査結果と、利用できる直近年次の生産費調査における青森県と鹿児島県の値を表3に示した。表は生産コストとして物財費を見ているが、通常は生産コストには賃金(労働報酬)分が含まれる。表に賃金分が含まれないのは、バイオディーゼルの自家利用するケースを考えており、小農経営の場合は自家労賃をゼロとしても再生産は最低限確保されると考えられるためである。いわば、自給型バイオディーゼルの最低限の採算性を示している。

金山町の営農集団は構成員18人で町内の転作作物の全作業を一括受託している。転作作物は主に大豆、そば、ナタネで、2005年は大豆12haそば80ha、ナタネ10haを作付けている。

表では鹿児島県の物財費が青森県よりもかなり低い数値となっているが、これは青森県の方が鹿児島県よりも機械化されているためである。機械化により青森県の60kg当たり投下労働時間は1.05時間であるのに対し、鹿児島県は24.19時間である。事例とした金山町の集団も大豆、ソバと共用の機械を使用してナタネを栽培しており、投下労働時間は3.13時間となっている。60kg当たり投下労働時間が青森の約3倍となっているのは、主に単位面積当たりの収量の差による。金山町で2005年に収穫されたナタネの収量は108kg/10aであったが、表に示した

表3 ナタネ物財費と油かす販売

	金山町	青森県	鹿児島県
①ナタネ物財費(60kg当)	3,975	4,598	3,458
機 械	2,362	3,195	1,223
種 子	89	82	37
肥 料	1,524	1,321	2,198
労働時間(60kg当)	3.13	1.05	24.19
②油かす50円/kgで販売した場合の物財費の残額(60kg当)	1,875	2,498	1,358
油かす100円/kgで販売した場合の物財費の残額(60kg当)	△225	398	△742
③油1ℓ当たりの②	104	139	75
④③をバイオディーゼル化した場合	128	163	99

注：物財費には、このほかに光熱動力費、建物費等を入れるべきだが、金山町の事例では建物、乾燥機は他の作物と共用であり、実質的な耐用年数が不明であること、光熱動力費も他の作物と峻別が難しいことに加え、電気代、灯油代とも少額となると考えられたため計算から除外している。また他の資材も極めて少額となるため、計算から除外した。

資料：聞き取り調査(2005年)『平成12年産工芸作物等の生産費』農林水産省統計情報部、2002年

2000年産の青森県は227kg/10aであった。なお同年、鹿児島県の収量は190kg/10aであった。金山町は10a当たり収量が低いにもかかわらず機械に関する費用がかなり小さいのは、他の転作作物と機械を共用しているためである。

さて、表に示したように、油かすを販売することが出来れば、物財費のかなりの部分が回収できる。50円/kgであれば、金山町では1,875円、青森県では2,498円まで圧縮できる。これを油1L当たり*8としてみれば、物財費は金山町で104円、青森県で139円となる。これを直接バイオディーゼルに転化するとして、その場合に必要となる資材費、電気代(24円/L)のみ付加するとすれば、それぞれ128円、163円となる。金山町の数値でみれば、2008年7月現在の市販の軽油価格(120円/L前後)に近い水準となる。この試算は、上に述べたような営農集団による効率的な栽培に加え、搾油機・バイオディーゼル転換機を農協や役場で導入し、ランニングコストのみを製品に転化することを想定している。商品生産の観点からすれば、機械のランニングコストだけでなく減価償却費を、さらには賃金分も計算に含めるべきである。しかし搾油機およびバイオディーゼル転換機の実質的な耐用年数が不明であること、取

*7 肉牛用の飼料としての可能性もあるが、地域的に銘柄牛生産に取り組んでいる場合、飼料が統一されているケースが多い。このため、肉牛用の飼料化も肥料に比べれば容易ではない。

*8 計算を単純化するために、1kgのナタネから300gの油と700gの油かすが生産されるとし、油1L=1kgとした。

り組みは運動的な側面が強いこと、市町村からの補助も期待できることから、ここでは計算に入れていない。

Ⅲ 有機農業研究会会員に対するアンケート調査結果の分析

1 会員の属性

アンケートには89の回答があった。回答のあった者を経営面積規模で表4のように1ha未満、1～2ha、2～4ha、4ha以上に分類すると1ha未満が最も多く、次いで2～4ha、1～2ha、4haの順である。このうち最大規模の4ha以上層は11戸あり、うち最大のものは120haを超える集団である。他の10戸は夫婦で農業に従事する農家がほとんどである。かれらの特徴として、販売先として生協、有機農産物販売組織、小売店・市場が多いという点がある。他の分類と比較すると生協と小売店・市場の比率が高いが、これは経営面積が大きいことから、大規模な販売先を得ていることを示唆しているといえる。この階層は戸数としては小さいものの、回答者の経営面積の総計に占めるシェアは圧倒的に高く、最大面積の集団をのぞいても過半を占める。一方、2～4ha層と1～2ha層は戸数としてみると4ha以上層の約4倍あるものの、それぞれの経営面積を合計しても93ha弱であり、4ha以上層と比較して約1/4の面積シェアとなっている。また2～4ha層と1～2ha層は1ha未満層ほどの自給的性格は明確ではなく、生協・有機農産物販売組織とも取引がある。一方、1ha未満では生協、有機農産物販売組織、小売店・市場への販売がかなり少数と

なり、販売なしの農家も8.9%含まれる。1ha未満層販売先の「他」はイベントでの販売や直売所が多い。名簿に記載されているプロフィールには有機農業を実践するために農村に移り住んだ者が多く見られるが、これは1ha未満の階層に多い。このように回答者は、4ha以上層の組織体や専門的経営が圧倒的な面積シェアとなっているが、自給的な生産者を含んだ多数の小規模生産者が含まれている。なお、水稲を生産している農家は4ha以上層では11戸中7戸(63.6%)、2～4ha層で26戸中14戸(53.8%)、1～2ha層で17戸中8戸(47.1%)、1ha未満層で35戸中10戸(28.6%)である。したがって水稲は規模の大きい層の方が生産している率が高く、小規模層の自給的性格は畑作を中心としたものといえる。

2 国産なたね油かすのどのような特徴に関心があるか

表4に見るように、回答者の中には畜産を営んでいる者が含まれている。アンケート作成時点では導入が比較的容易であることから、鶏を飼育するケースが多いのではないかと考え、先述のようになたね油かすは養鶏において必須的に用いられるエサであるため、鶏のエサとしての興味は高いのではないかと考えた。しかし、畜産を営む者は全体の約34%にとどまることもあり、なたね油かすに対して飼料として興味があるとする回答は、全体の19.1%で、肥料としての興味が圧倒的であった。

国産なたねの油かすに関しては、表4に示したように、全体の8割強が「興味がある」と回答しており、関心の高さがうかがわれる。この場合、国産ナ

表4 アンケート回答者の経営面積

経営面積による農家分類	戸数	畜産		販売先				なたね油かすへの興味			各分類の面積合計 (ha)	
		計	うち鶏	生協	有機農産物販売組織	小売店・市場	他	販売なし	興味あり	肥料として		飼料として
4ha以上	11	4	2	5 45.5%	6 54.5%	5 45.5%	8 72.7%	11 100.0%	10 90.9%	2 18.2%	377	
2～4ha	26	7	4	4 15.4%	14 53.8%	8 30.8%	19 73.1%	23 88.5%	21 80.8%	6 23.1%	69	
1～2ha	17	5	5	6 35.3%	3 17.6%	6 35.3%	12 70.6%	1 5.9%	15 88.2%	13 76.5%	3 17.6%	24
1ha未満	35	14	12	2 5.7%	8 22.9%	4 11.4%	25 71.4%	3 8.6%	26 74.3%	24 68.6%	6 17.1%	20
合計	89	30	23	17 19.1%	31 34.8%	23 25.8%	64 71.9%	4 4.5%	75 84.3%	68 76.4%	17 19.1%	490

資料：アンケート調査 (2007年11月)

表5 油かすへの特徴に対する興味の詳細

国産ナタネ油かすの特徴	4ha以上	4ha未満
非GM	4.73	4.70
国産	4.64	4.75
無農薬栽培	4.64	4.74
油が残る	3.73	4.01

注：価格以外の数値は5を最も強い肯定あるいは興味、1を最も強い否定あるいは興味がなしとし、回答者が定規状の解答欄につけた印を数値として集計したもの。
資料：アンケート調査（2007年11月）

タネのどのような特徴に興味があるのかが問題となる。この国産ナタネ油かすの特徴に対する設問への回答を表5に示した。表は「4ha以上」の層と「4ha未満」の層の二つに分けて集計している。これは4ha以上の階層が面積シェアにおいて圧倒的であること、専門的経営としての性格が強いと考えられるからである。

アンケートでは「非GMであること」「無農薬であること」「物理的搾油法の場合油が残ること」「国産であること」という国産ナタネの主な特徴を示し、それぞれどの要素に興味があるかを回答するものとした。それぞれの要素に対する評価は表5に示したとおり、「油が残る」点以外は5（最も強い肯定）に近い数値となっている。これは油かすに対する興味は主に肥料であることが関係していると考えられる。なぜなら飼料ならば油が残ることは栄養価を上げるものとなり、肉や鶏卵の風味・栄養分への影響も期待できるからである。しかし肥料ならば、油脂分は成分的に期待されるものとはならない。これが「油が残る」点が相対的に低い評価である背景と考えられる。一方、「非GMであること」「無農薬であること」「国産であること」に対しては高い評価である。これらの条件は有機農業運動の主旨と共通する部分であるため、高い評価であったと考えて良いだろう。この質問項目に関しては階層間の違いは見られなかった。

3 国産ナタネ油かすの購入希望上限価格

国産ナタネ油かすに興味のある回答者を対象に、購入する場合の希望価格の上限を質問した。この回答を表5と同様に4ha以上層とそれ以下の階層に分けた場合、表6に示されているように4ha以上層は平均65.56円/kg、4ha未満層は平均80.75円/kgであった。これは表1の油かすの価格よりも高価であり、有機農業者の国産、無農薬栽培の油かすに対

する関心の高さを反映していると言って良いだろう。この場合、4ha未満層は4ha以上層よりも高い平均価格を示しているが、その背景は①購入が小口となる小規模経営は大規模経営よりも全般的に割高な資材を購入している、②自給的性格が強い小規模経営は肥料の購入自体が少なく、「相場」的な感覚が薄い等の理由が考えられる。

表6に集計した回答をヒストグラムとして示したものが図1である。アンケートの回答は25円刻みの

表6 油かす購入の上限価格

	4ha以上	4ha未満
国産ナタネ油かすを買う場合の上限価格（円/kg）	65.56	80.75*

注：*：10%水準で有意
資料：アンケート調査（2007年11月）

金額の目盛りのついた線の任意の位置に印を付ける形式としたが、この回答を図の目盛りの金額の±12.5の幅で頻度を集計し図に示した。図は50円と100円にピークがあることが示されている。図に0円が示されているが、これは0円よりも大きく12.5円未満の金額の回答数で、0円（買う意思なしと判断できる）の回答は含んでいない。なお、0円の回答は1人のみであった。50円と100円の回答が多い背景の一つとして、大まかな金額に関する問いにはキリの良い数値を答える傾向があると考えられる。事実、アンケートの回答の過半は目盛り上（キリの良い数値）である。そのため、4ha以上層の65.56円/kg、4ha未満層の80.75円/kg、あるいは全体の平均78.8円/kgをそのまま期待することは出来ないと考えられるが、最頻値である50円/kg水準は有る程度期待できると言えよう。

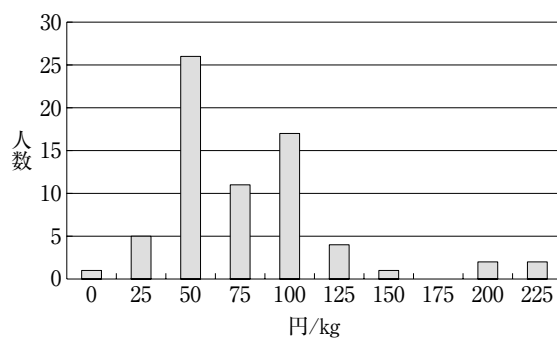


図1 国産ナタネ油かすの購入上限価格
資料：アンケート調査（2007年11月）

表7 販売面での効果への期待

	4ha以上	4ha未満
無農薬栽培、非GMのナタネ油かす利用により、より消費者にアピール出来ると思うか	4.09	4.09

資料：アンケート調査 (2007年11月)

このように、示された価格は、通常の油かすよりも高価となるが、その背景には希少であることもあるが、有機農業運動の主旨に沿っている部分への評価であると考えられる。他方で国産油かす利用により生産する有機農産物がより有利に販売できるならば、経済合理的でもある。そこでアンケートでは、国産ナタネ油かす利用が消費者へのアピールにつながると考えるかどうかについても質問した。その回答は表7に見るように、規模に関係なく4という回答である。表5はじめ他に集計した質問項目に対する肯定が4と5の間に有るのに対してこの回答は若干低いが、おおむね肯定的であるといえる。表7では階層間の差はないが、これを油かす購入上限価格75円を境に、それよりも高い価格を付けたグループと低い価格を付けたグループに分けて集計しても、有意差は見られない (4.19, n=37; 4.00, n=32)。

4 バイオ燃料への関心

表8 バイオ燃料への興味

	4ha以上	4ha未満
バイオディーゼルに興味がある	4.45	4.25
バイオエタノールに興味がある	4.36	4.17
木質バイオマスに興味がある	4.18	4.18

資料：アンケート調査 (2007年11月)

次に、有機農業者のバイオ燃料に対する興味についてである。バイオディーゼル、バイオエタノール、木質バイオマスのそれぞれについて、興味があるかどうかを質問した。それぞれのバイオ燃料に対する回答の平均値を、4ha以上の層と4ha未満の層に分けて表8に示した。表に示されているように、両分類ともバイオディーゼル、バイオエタノール、木質バイオマスの全てに関して4と5の間にあり、肯定的な回答となっている。バイオ燃料全般に対する高い関心が示されているといえる。

次に、具体的にどのような用途としてバイオ燃料に興味があるかを見ておきたい。アンケートではバイオ燃料の用途について表9の選択肢を示し、興味の有無を複数回答するものとした。4ha以上、4

表9 興味のあるバイオ燃料

	4ha以上	4ha未満
トラクター等農業用機械の燃料	11 100.0%	54 81.8%
トラック等輸送用の燃料	9 81.8%	35 53.0%*
乾燥機の燃料	4 36.4%	12 18.2%
ハウスの暖房用燃料	0 0%	7 10.6%
自宅の暖房のような生活用の燃料	3 27.3%	42 63.6%**
興味がある (5~4の回答)	11	66

注. *: 10%水準で有意 (フィッシャーの正確確率検定)
 **: 5%水準で有意 (")
 資料：アンケート調査 (2007年11月)

ha未満の2つの分類のそれぞれの選択肢への回答数を表9に示した。その特徴は以下のように整理できる。

まず、トラクター等農業用機械用の燃料が両分類とも共通してもっとも回答が多かった。これは有機農業者のバイオ燃料への興味が農業生産と関わっていることを示している。農業生産活動と環境の調和をはかろうとする有機農業運動の一環としてバイオ燃料に興味があると考えられる。一方、農業生産用の燃料であっても乾燥機、ハウスに対しては共通して回答率が低い。これは乾燥機、ハウスはそもそも全員が利用しているとは限らないため、回答率が低いと考えられる。トラック等に関してもおおむね関心が高いが、4ha以上層がより高い関心を示している。これは4ha以上層は専門的経営の性格が強く、小面積の生産者は自給的な性格が強いという違いから、生産物の出荷、流通における環境への配慮という視点に強弱が生じていると考えて良いだろう。

生活用燃料も階層間に差が示されている。4ha未満層は6割強の関心を示しているのに対して、4ha以上層では3割を切る。規模が小さい方が自給的農業の性格が強くなるとしたが、自家用燃料への興味もこれと同様の傾向を示していると言えよう。

さらに、「石油の高騰は経営を圧迫すると思うか」

表10 バイオ燃料の自家生産に対する意向

	4ha以上	4ha未満
石油の高騰は経営を圧迫すると思う	4.36	4.13
バイオ燃料の自家生産に興味がある	4.40	3.75**

注. **: 5%水準で有意
 資料：アンケート調査 (2007年11月)

との問いに対して全般に肯定的な回答となっており、石油代替燃料に対する興味の背景には、昨今の石油高騰もあることが示唆される。一方、バイオ燃料の自家生産に関しては4 ha未満では3（どちらでもない）と4の中間を示しているのに対して、4 ha以上層は4を超える強い興味を示している。これはトラクターやコンバイン、乾燥機といった機械を使用する機会が多いかどうかに関係していると考えられる。機械利用の度合いの高い水稲を経営する場合には、燃料自給への関心も高くなると考えられる。水稲を経営していると回答した者は4 ha以上では11中7（64%）、4 ha未満では78中32（41%）であり、4 ha以上層は水稲経営農家と重複する率が高い。いま「バイオ燃料の自家生産に興味がある」に対する回答を、水稲経営の有無によって二つのグループに分けて集計すると、水稲経営有りのグループの平均は4.1、水稲経営なしのグループの平均は3.6と、表5と近似となり、有意差も同様に5%水準となる。常識的にも経営規模が大きいほど機械の使用が多くなるため、機械利用の度合いが高い階層の方がバイオ燃料の自家生産に興味を持つ傾向を有すると考えて良いだろう。

IV 考 察

アンケート調査の結果、有機農業者の国産油かすに対する興味は高いことが明らかとなった。その国産油かすに対する興味は、国産であること、GMでは無いこと、無農薬であることといった、環境配慮的な要素に対してであった。この三つの要素は肥料としての使用価値に影響を及ぼさないものといえる。それは物的特徴というよりも由来的特徴といえ、このような特徴を評価するのは、有機農業運動の主旨に沿うためと考えられる。このため広く有機農業者に共通すると考えられる。このことから、国産なたね振興にとって重要となる油かすの有利販売の有望な購買者として、有機農業者が位置づけられるといえよう。

二酸化炭素排出削減を目的としたバイオディーゼルの振興は、国内における油糧作物の生産拡大とセットで考えられる必要がある。このとき、なたねは

かつて国内で広範に栽培されていたこと、油の含有量が高いことから普及が期待される油糧作物である。また、小規模な機械搾油に適合的であり、産地による搾油が可能であるため、なたね生産から搾油までが地域内で行える。加えて、小型のバイオディーゼル転換機が普及しているため、油糧作物の生産から燃料化まで地域内で行える。このため地域振興の側面からも期待が大きい作物である。

一方で、なたねは輸入品との競争によって作付面積が極端に縮小してしまった作物である。したがって食用の油糧作物が大量に生産されている国と異なり、日本では、農業におけるバイオディーゼルの生産に関する議論は、油糧作物の生産拡大から始めなければならない。そのため、農業におけるバイオディーゼルの生産・利用の議論と輸入品と対抗できるなたね経営の議論を同時に行う必要がある。バイオディーゼルは廃食油を原料とするものであれば、既に都市部で普及しつつある。しかし農業における燃料目的の油糧作物の生産は、ごく限られた例^{*9}以外はなく、それを構想することも難しい。これはそもそも現実に燃料化するほどの量の油糧作物が無いためであるが、その背景には輸入品価格と比較した場合の生産コストの高さがある。そのため食用・燃料用を問わずなたねの生産拡大が図られる必要があるが、それを可能とする新しいなたね経営の在り方を模索することが、第一の関門となる。これについては野中⁸⁾が示すように、営農集団により他の作物と機械を共有しながら効率的に栽培・収穫しつつ、地域内で搾油して地域特産品として販売する形態が一つの答であろう。実際に、新たになたね生産に取り組む産地では、自ら搾油するケースが見られる^{*10}。ただし、国産なたね油は輸入品と比べ高価となるため、販売に苦勞する例が多い。このため、食用油として販売できる範囲になたねの作付けを制限せざるを得ないケースも出ている^{*11}。もし、油かすが有利に販売できれば、食用油の販売に苦戦したとしても、ある程度のなたね栽培面積を維持することが出来る。したがって機械作業の効率上、また栽培スキルの蓄積^{*12}上、ある程度の栽培面積を確保することは、なたね普及上極めて重要である。

* 9 宗教施設や伝統行事の灯明用のなたね油生産など。

* 10 岩手県一関市、秋田県小坂町、岩手県雫石町など

* 11 野中⁸⁾が事例とした山形県金山町では、なたねの作付面積は食用油の販売に連動したものとなっている。

* 12 なたね栽培が途絶えてから久しい地域がほとんどである。このため、なたねの栽培スキルも失われている。播種時期、肥料の量、適する土壌等なたねの収量に影響を与える要素は大きい。また、登録農業者がほとんど無い中で、病気を出さない事も重要であるが、なたねは菌核病、根コブ病などアブラナ科に共通する病気にかかる。

野中⁸⁾が示した油かすを有利販売した場合のナタネ普及の可能性は試算の範囲であり、油かすの購買者としてどのような農業者が期待できるか、どの程度の価格で販売できそうかといった具体的な点は不明であった。本稿で検討したアンケート調査結果は、有機農業者は国産ナタネ油かすに高い関心を持っており、野中⁸⁾が自給型バイオディーゼルの可能性が見えてくる油かす価格とした50円/kgは現実性の有る水準であることを示していた。この水準は、自給的性格の強い4 ha未満層のみならず、面積的に圧倒的なシェアを占める4 ha以上層も含めた水準であった。このことから、国産ナタネ振興において有機農業者は油かすの需要者として重要な位置づけとなることが明らかになったといえる。

有機農業は化学薬品や化学肥料を使わないという点において、化石資源の使用削減を先取りしていた側面がある。このため二酸化炭素排出削減の視点から有機農業運動の先進性はあらためて評価されるべきものである。一方、二酸化炭素排出削減の視点は、有機農業におけるバイオ燃料への切り替えの議論を促すものとなる。ただし、バイオディーゼルが農村部において、農家が利用できる免税軽油と同等の価格で安定的に流通することは、現状の軽油価格、バイオディーゼルのコストから考えて難しい。現在各地でバイオディーゼルが普及しつつあるとはいえ、都市部における廃食油を原料としたものが主流である^{*13}。そのため、有機農業におけるバイオ燃料利用の問題は将来的な議論となる。しかし、この二酸化炭素排出削減と有機農業の議論は、国産有機農産物と輸入有機農産物の競合を回避する議論に展開する要素を持っており、その意味で国内の有機農業運動を強化する可能性を持っている。有機農産物の輸入は無農薬バナナや有機栽培コーヒーの民衆貿易などの取り組みとして先駆的に行われてきたが、青果物の輸入拡大に伴って国内で生産されている野菜と直接競合する有機野菜の輸入が可能な状況となっている。実際に有機農産物が大量に輸入される可能性も否定できない。この時、有機農業運動が化学薬品等の排除の視点のみにとどまれば国産品と輸入品の間に違いはないことになる。しかし、有機農業運動が二酸化炭素排出削減の視点を備えるならば、

輸送の過程でより多くの二酸化炭素を排出している輸入品との違いを明確化することが出来る。これは国内の有機農業を強化する要素ともなる。この点において有機農業運動にはバイオ燃料普及に合流する可能性を内包しているといえる。そのため、彼らはバイオ燃料普及を主体的に担うかどうかとも明らかにすべき課題となる。

アンケート調査結果によれば、有機農業者はバイオ燃料に対しても、高い関心を持っていた。また、規模の大きい層はバイオ燃料の自家生産に対する関心が高かった。この背景には、最近の石油価格の高騰があると考えられるが、同時にバイオ燃料が有機農業運動の主旨に一致することがあるといえよう。ただし、規模が小さい層は消費財としてのバイオ燃料に高い興味を示したが、規模が大きい層は生産財としてのバイオ燃料に対する興味が強かった。規模が大きい層の興味が生産財としての興味であるということは、消費財以上にコスト的な側面が重要になると考えられる。今日、軽油の価格が上昇しているが、農業生産用機械には免税軽油が利用可能である。野中⁸⁾の自給型バイオディーゼルの試算も免税軽油と入れ替わるには価格差が大きいことを示している。そのため現時点では彼らに利用可能なバイオディーゼル転換プラントが安価に利用できる条件が揃ったとしても、急速に普及するものとは考えにくい。消費財としての軽油は免税ではない上に、商品としての性格から考えても、高価格に対する許容度は生産財よりも高いと考えて良いだろう。そのため、農村部におけるバイオディーゼルの普及の戦略を考える場合、生活用バイオ燃料の普及の重要性が指摘できる。この点において小規模の有機農業者のバイオ燃料への興味も重要な要素であるといえる。

以上、本稿はバイオ燃料利用を射程に入れたナタネ生産振興の鍵となる油かすの需用者として有機農業者が位置づくかどうか、そして有機農業者はバイオ燃料利用拡大の推進者に位置づくかどうかを明らかにすることを課題とした。調査結果の分析により、有機農業者は国産ナタネ油かすの購買者として期待できることが明らかとなった。またバイオ燃料利用拡大の推進者となる可能性が示された。

本稿執筆時点では高品質なたね産地確立対策事業

*13 廃食油は食品工場や小売店の物流基地（総菜を一括して加工するケースが多い）に集中して存在するが、このような施設は都市部および都市近郊に多い。このため、廃食油系バイオディーゼルは都市および都市近郊において生産し、生産した近隣で消費される事が合理的であり、現実にもそのような形で普及していると言える。なお、バイオディーゼルの購買者は岩手県盛岡市の事例では市役所、生協が主であり、岩手県雫石町の事例でも同様である。普及しつつあるとはいえ、軽油と同列というわけではない。

は終了することが予定されている。これに伴い水田転作としてナタネに取り組んできた産地では転作関係の交付金が残るが、畑作としてナタネに取り組んできた産地では交付金は基本的に無くなることになる。これは事業の対象となっていた産地にとって大きな問題であり、これを契機にナタネの作付面積が縮小する可能性を含んでいる。同事業の対象となっていない新しい産地でも油が売れないために作付けを制限する例も見られる。社会的な関心が高まっているとはいえ、ナタネを巡る状況は厳しいままであり、油かすの有利販売を含め、多様な生産支援システムを構築する必要がある。本稿の議論に沿って言えば、市町村や農協のような地域農業振興を立案する主体が転作集団の育成・支援、とくに土地利用調整面での支援を行うことが求められる。最近の新たなナタネ生産への取り組みは水田転作として取り組まれる場合が多いため、転作集団が生産する場合が多い。ナタネの効率的な生産のためには他の転作作物と同様、機械の効率的な利用、圃場の団地化が不可欠であり、この局面において地域農業振興を立案する主体の果たす役割は大きい。また、有機農業者は転作集団と関わらないケースも多いため、ナタネ生産と有機農業を連携させる局面においても、彼らの役割は大きいだろう。加えて、実際にバイオディーゼルを産地で生産する場合にはバイオディーゼル転換機およびその施設に対する支援も必要である。本稿では油かすの有利販売によるナタネ普及の可能性を示したが、その前提としてここに述べたような地域農業振興を立案する主体の支援・調整は不可欠である。

V 本稿の分析・考察の位置づけ

日本では油糧作物の栽培は盛んではないため、国内で流通する食用油のほとんどは輸入された油糧作物を原料とする。現在、バイオディーゼル生産がさかんになりつつあるが、その原料は輸入原料由来の廃食油である。輸入原料由来であっても廃食油利用によるバイオディーゼルの普及は二酸化炭素排出削減の一環となるため、積極的に推進されるべきものである。この油糧作物の現状のため、日本におけるバイオディーゼルに関する議論は端緒的には廃食油利用に関するものが多くならざるを得ない。しかし、輸入原料由来のバイオディーゼル生産には、地域農業活性化や遊休農地の有効利用といった効果は期待

できない。バイオ燃料生産を農業振興や地域活性化につなげるためには、国産油糧作物の生産拡大と連動して考えなければならない。そして、より本質的には燃料生産のための油糧作物普及も視野に入れる必要がある。

現状では国産ナタネは食用としてもコスト高となるため、バージンオイルの直接燃料化は、食用として搾ったものの在庫処理として考えることが現実的であろう。このとき、直接バイオディーゼル化したナタネの生産にかかったコストのうち、労働報酬は含まないにしても資材費として支払った分が回収できればギリギリの経済合理性は確保できるだろう。そして、食用として販売できる分はバイオディーゼルよりも高い価格が期待できるので、その価格に応じた労働報酬が得られるはずである。野中⁸⁾では収穫したナタネをすべてバイオディーゼル化する場合の試算であったが、食用油として販売できる部分があれば、その売上げに比例して労働報酬となる収入が得られる。本稿は野中⁸⁾の試算に立脚した議論だが、これは自家労賃評価をゼロまで切り下げを前提とした、農家に負担を強いるナタネ普及の議論を意味するのではない。できるだけ早い時点で十分な収益性が確保される必要がある。そのためには効率的な機械作業、安定した収量が必要であり、この条件を実現するためにはナタネの栽培スキルが地域に根付く必要がある。したがって議論の性格としては、野中⁸⁾および本稿はナタネ普及を図る初期段階のものである。また、農業における燃料生産は、食糧生産と競合しない方策も極めて重要である。これは本稿の課題の範囲を超えているが、ナタネが大量に生産される段階では、耕作放棄地をはじめ、食糧生産と競合しない方式が必ず必要となる。その意味においても本稿はナタネ普及を図る初期段階の議論として位置づくものである。

現時点ではナタネに対する社会的な関心が高まる反面、栽培面積はごくわずかである。二酸化炭素排出削減を目的としたバイオディーゼルの普及は油糧作物の生産拡大を伴うことが望まれる。これを現実的に推進することは長い時間を要する。一方で、バイオディーゼルのように小規模のプラントで生産可能なバイオ燃料の場合、出来るところから進めるといふ戦略も有効であろう。本稿はこのような視点に基づいたナタネ普及を図るための議論として位置づけられる。

VI 結 語

本稿は有機農業者がナタネ生産振興の鍵となる油かすの購買者として、さらにバイオ燃料利用拡大の推進者に位置づくかどうかを明らかにすることを課題とした。日本有機農業研究会会員を対象とした郵送アンケート調査の結果、有機農業者の国産ナタネ油かすおよびバイオ燃料への関心の高さから、油かすの購買者として位置づけられることが明らかとなった。

地球温暖化対策としてバイオ燃料生産を振興するならば、ナタネを栽培し、地域で搾油・バイオディーゼル化する方式を模索しなければならない。国産ナタネの生産費は輸入ナタネよりも高いため、普及は容易ではないが、これまで農家側の販売品となっていなかったナタネ油かすを有利販売できれば、食用および燃料用のナタネ普及の可能性は大きくなる。有機農業者はバイオ燃料にも高い興味を示していることから、農業部門における温暖化対策を推進する主体として位置づく可能性が明らかとなった。

ナタネ普及が進み、大量の国産ナタネ油かすが国内で生産される段階では、石油由来の化学肥料を国産ナタネ油かすに置き換えることにより、農業部門における温暖化対策はさらに進むのだが、国産ナタネが極めて少量しか生産されていない現状では、ごく小規模の産地の育成のスケールで生産振興を考える必要がある。本稿はこのような現実に対応したものである。

燃料用油糧作物の生産は食糧生産と競合させない方式が不可欠である。食用として売れ残ったものをバイオディーゼル化する方式が端緒的に考えられるとしても、他の作物を生産できる農地を利用していることに変わりはない。耕作放棄地の利用を含め、食糧生産との競合回避のシステムが考えられなければならないが、残された課題となる。

引用文献

- 1) Carriquiry, Miguel A..2007. A Comparative Analysis of the Development of the United States and European Union Biodiesel Industries. Center for Agricultural and Rural Development Iowa State University, Briefing Paper 07-BP51.
- 2) Dalgaard, Tommy; Halberg, Niels; Porter Jhon R.. 2001. A model for fossil energy use in Danish agriculture used to compare organic and conventional farming. *Agriculture ecosystems & Environment*. 87 : 51-65
- 3) Jorgensen, Uffe; Dalgaard, Tommy; Kristensen, Erick, S. 2005. Biomass energy in organic farming - the potential role of short rotation coppice. *Biomass & Bioenergy*. 28 : 237-248
- 4) Kemp, William. 2006. Biodiesel: basics and beyond. Ontario. Aztext Press.
- 5) Pahl, Greg. 2005. Biodiesel Growing a New Energy Economy. Vermont. Chelsea Green Publishing Company
- 6) Sartori L.; Basso, B.; Bertocco, M.; Oliviero, G.. 2005. Energy use and Economic Evaluation of a Three Year Crop Rotation for Conservation and Organic Farming in NE Italy. *Biosystems Engineering*. 91(2) : 245-256
- 7) 後藤悦男. 1990. 養鶏. ゴトウテクニカル.
- 8) 野中章久. 2007. 農家自給型BDFの可能性. *農業と経済*. vol.73 No. 2 : 63-72.
- 9) 松本達郎. 1977. 飼料中のグルコシノレートと家畜・家禽への影響. *日畜会報*. 48(12) : 691-700.