

【論文】

ナタネおよびナタネ油の生産・消費動向とバイオマスの多段階的利用に基づく地域循環システム構築のための課題

川手 督也*・黒川 陽子**・山守 誠***・川崎 光代***

- | | |
|----------------------------|---------------------------|
| 1. 背景および目的 | 4. 考察—地域循環システム構築のための課題— |
| 2. 方法 | |
| 3. 結果の概要 | (1) ナタネ生産をめぐる課題 |
| (1) ナタネおよびナタネ油、油粕の生産・消費の動向 | (2) ナタネ油および油粕の製造・販売をめぐる課題 |
| (2) ナタネバイオマスの多段階的利用の現状分析 | (3) BDF製造・販売をめぐる課題 |
| (3) ナタネ地油の成分特性と調理特性の比較分析 | (4) 地域循環システムの評価をめぐる課題 |

1. 背景および目的

近年、各地で、転換畑や休耕田等の活用によりナタネを栽培し、景観形成や食用油等としての利用を通して、地域おこしを図るケースがみられる。また、廃食油を回収してバイオディーゼル燃料（BDF）を生産し、ディーゼル車や農業機械の燃料としての利用も試みられている。

ナタネバイオマスの取り組みについては、日本の廃食油は、年間40～50万tと推定されており、全てBDF化しても、今使われている軽油等と比べるとその量はきわめて少ないこと等から、あまり評価しない見解¹⁾が見られる一方、①廃食油利用によりコストが低く抑えられること、②ディーゼルエンジンであれば従来のものがほぼそのまま利用可能なこと、③二酸化炭素排出抑制効果が高く、硫黄酸化物の排出はなく、黒煙の排出量も軽油の1/3等の環境負荷低減効果が期待されること等から、他のバイオマスに比べて相対的に実用可能性が高く、多段階的利用による地域循環システムが構想しやすいため、高く評価す

*本学科助教授（かわて とくや）、**K-Yキッチン・料理研究家（くろかわ ようこ）、

***東北農業研究センター（やまもり まこと、かわさき みつよ）

Key Words：1）バイオマスの多段階的利用、2）ナタネ地油、3）地域循環システム

る見解も少なくない²⁾。

こうした中で、地域循環システムに向けた全国的規模の市民運動的取り組みとしては、菜の花プロジェクトネットワークがあげられる。この取り組みは、休耕田を利用して春の風物詩の菜の花畑を甦らせ、農業振興と観光振興を図り、菜の花からはちみつをとりつつ、搾油して得られる食用油は学校給食等地域で利用し、油粕を肥飼料として活用しつつ、廃食油を軽油代替燃料にしようというもので、地域にある資源を利用してそれをエネルギーに変え、そのエネルギーを地域内で利用するという、ナタネバイオマスの多段階的利用に基づく資源循環型の地域づくりをめざしている。滋賀県環境生活協同組合等を中心として全国的なネットワークが形成され、取り組みが進められている³⁾。しかし、青森県横浜町、北海道滝川市等を除き、ナタネ生産の収益性の低さ等から、栽培面積は、数ha程度までにとどまっている。

また、国産原料のナタネ油は、日本にわずかに残る小規模搾油業者が生産を担っている。小売価格は1,000～2,000円/ℓと割高であるが、原料および搾油・精製法が大手メーカーと異なり（非遺伝子組み換えの種子、圧搾法による搾油、非化学的精製等）、食用油、油粕とも国産ナタネには特徴がある。さらに、わが国の伝統的な製法で製造された「地油」（赤水）と呼ばれる食用油（以下、ナタネ地油と呼ぶ）は、市販のナタネ油とは異なる成分特性や調理特性を有すると思われる。そのため、食の安全性に関心の高い消費者や風味にこだわる実需者等で一定の需要が見込まれ、地域特産として生き残る可能性があると考えられる。しかし、これまで、国産ナタネ地油の成分特性や調理特性については明らかにされていない。

こうした中で、ナタネバイオマスの多段階的利用に基づく地域循環システムの構築が求められているが、技術および経済面で様々な問題を有しており、ナタネ生産から搾油・販売、廃食油の回収からBDF生産・販売に至る現状や課題は十分に明らかにされているとはいえない。

そのため、本稿では、①わが国におけるナタネおよびナタネ油、油粕の生産・消費動向の把握、②ナタネの生産から搾油・油粕の利用、廃食油の回収からBDF製造・販売に至るナタネバイオマスの多段階的利用の現状分析、③国産ナタネ地油の成分および調理特性の分析等に基づき、ナタネバイオマスの多段階的利用に基づく地域循環システム構築のための課題の解明を試みる。

2. 方法

(1)作物統計および農林水産省特産振興課、食品産業振興課資料等に基づき、ナタネおよ

びナタネ油、油粕の生産・消費動向等に関する統計的把握を行った。

(2)ナタネの生産（3件）、搾油・販売（2件）、廃食油回収、BDF製造・販売（1件）の各担い手に対する現地調査・分析を実施し、ナタネバイオマスの多段階的利用の現状分析を行った。現地調査は、2003年9～12月にかけて実施した。ただし、山形県金山町については、2004年、2005年にも補足調査を行った。

(3)国産ナタネ地油6点（うち1点はサラダ油タイプまで精製、残りは伝統的搾油法による）、独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構東北農業研究センター（以下、東北農業研究センター）産、市販サラダ油（キャノーラ油）2点の合計9点について成分特性および調理特性の比較分析を行った。東北農業研究センター産については、業者委託によるコールドプレスによる搾油法で製造した。成分特性のうち、脂肪酸組成は、東北農業研究センター資源作物育種研究室で測定を行い、ビタミンEなど抗酸化機能性等の成分は、日本食品分析センターへ依頼して分析した。調理特性については、“K-Y Kitchen”⁴⁾に依頼し、料理研究家の立場からの達観的評価を行った。

3. 結果の概要

(1) ナタネおよびナタネ油、油粕の生産・消費の動向

日本のナタネは、古くより貴重な油脂資源作物として、広く全国的に栽培されてきた。また、春を彩る菜の花畑は、日本人の原風景の1つとして慣れ親しまれてきた。特に、戦後、国民の生活水準の向上に伴い、脂質摂取量が増加すると、栽培は急増し、農林水産省作物統計および農林水産省特産振興課等調査によれば、1957年には26万haが作付けされ、生産量は32万tにのぼった。しかし、この年をピークに1961年の大豆輸入自由化、さらには1971年のナタネ輸入自由化等に伴い、ナタネ生産は激減している⁵⁾。この間、平均単収（10a当たり）は100kg台前半から約200kgまで上昇し、体に有害とされるエルシン酸がなくオレイン酸の多い品種が、わが国で唯一ナタネ品種を育成している東北農業研究センターにより、1995年以降、次々に育成されてきた⁶⁾。しかし2000年には、収穫面積は467ha、生産量は870tにまで落ち込んでおり（図1）、自給率はわずか0.04%にすぎない。主要生産県は青森、北海道、鹿児島県となっているが、かつて最も生産量の多かった鹿児島県で減少が著しく、北海道で近年増加している（表1）。

ナタネ油についてみると、農林水産省食品産業振興課資料等によれば、近年においては日本で最も消費が多い食用油となっている。1970年においては全体の14%であったが、トップの大豆油を追い越し、近年の生産・消費は80～90万tで、可食植物油の50%弱を占める（図2）。原料ナタネはカナダ等からの輸入が約80%を占めており、ついで、オースト

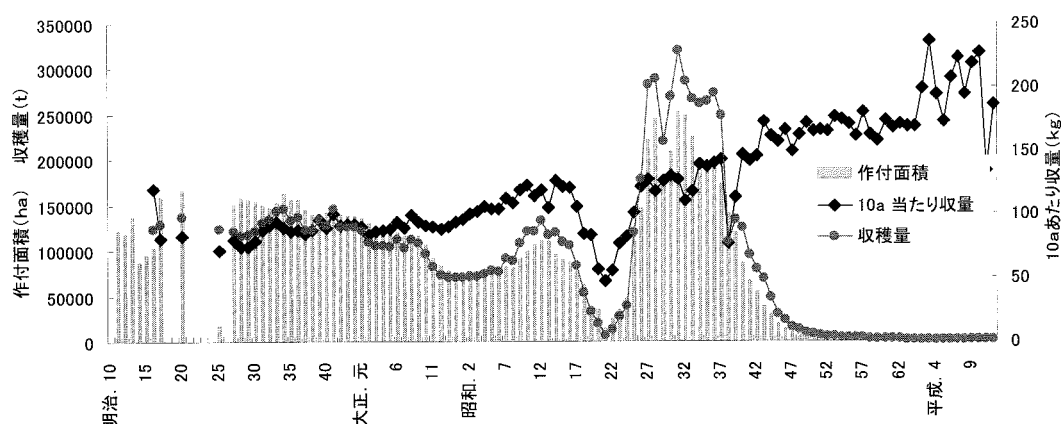


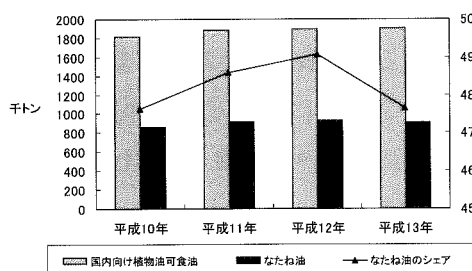
図1 日本におけるナタネの全国栽培面積、生産量、10a当たりの生産量

資料：農林水産省作物統計及び農林水産省生産局特産振興課調べ

表1 主要都道府県別ナタネ作付け面積の推移 (ha)

		昭和40年	昭和45年	昭和60年	平成12年
順位	1位	鹿児島県 14100	鹿児島県 8530	鹿児島県 631	青森県 245
	2位	青森県 10900	青森県 3760	青森県 332	鹿児島県 110
	3位	福岡県 8810	福岡県 831	長崎県 143	北海道 82
	4位	佐賀県 6640	宮崎県 698	熊本県 123	熊本県 55
	5位	熊本県 6030	長崎県 669	宮崎県 91	岡山県 21
	全国	85400	19200	1570	605

資料：農林水産省作物統計及び農林水産省特産振興課調査

図2 植物油可食油・なたね油の消費と
なたね油のシェアの動向

出典 農林水産省食品産業振興課資料

ラリアからの輸入が20%弱となっている(図3)。食用油は大半が大手メーカーにより製造されており、輸入ナタネを使用している。こめ油等を除き、食用油生産の大半が輸入原料に依存しているが、中でもナタネの割合は最も高く、搾油量全体の約50%を占めている(図4)。現状の国産ナタネ生産の水準では、規模が小さすぎて大手メーカーの使用対象となり得ない。これに対し、1955年頃までは各

地に見られた国産ナタネを使用した小規模搾油業者は、ほとんど姿を消している。1960年時点では、農林省振興局調査によれば、全国で693件の国産ナタネの搾油業者が確認されているが、現在では、全国でわずか10件あまりを数える程度となっている。また、わが国の伝統的な製法で製造された国産ナタネ地油は、国産ナタネ生産の激減に伴う伝統的搾油業者の消滅に従い姿を消していき、現在ではサラダ油タイプのものが圧倒的多数を占めている。

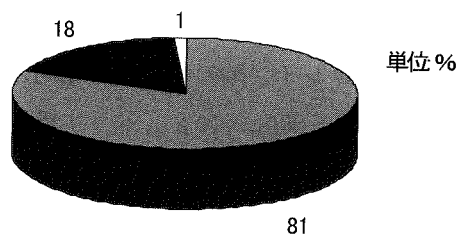


図3 ナタネの主な輸入先（輸入量）（平成13年）

資料：日本貿易月報。

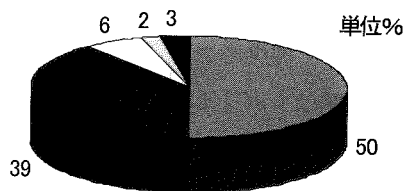


図4 輸入作物別搾油量の割合（平成13年）

資料：農林水産省食品産業振興課調査。

油粕は年間120～130万 t が飼料（60%強）および肥料（40%弱）に使用され、全体の10～20%が輸入となっている。ただし、国産油粕も、原料は輸入ナタネが大半である。

なお、BDFの取り組みについては、バイオマス導入に向けた地域での取り組みの中で、1995～2001年度NEDO補助事業「地域新エネルギービジョン」策定実施自治体223件のうち、BDF関係は43件となっている。

(2) ナタネバイオマスの多段階的利用の現状分析

1) ナタネ生産および多段階的利用の現状

①青森県横浜町の取り組み

青森県横浜町は下北半島の南西に位置する畑作の平地農村である。人口は5,621人、1,972世帯で、農業と漁業（ホタテ養殖等）が主な産業である。農業の主な作目は、米、ばれいしょ、ながいも、畜産である。1989年以降、市町村としてはナタネの作付け面積日本一となっており、2002年は143ha、2003年は110haにのぼっている。このほかに、地域づくりグループ「菜の花未来」が2002年から六ヶ所村付近に子牛育成牧場公社から町が借りた土地にナタネを地元のボランティアで栽培している。

ナタネ栽培農家は、高齢者が大半であるが、横浜町農業協同組合により労働機械銀行が組織され、担い手により基本的な作業が行なわれている。単収は2002年で235kg/10a、過去10年間では、136～282kg/10aとなっており、無農薬栽培が確立されている。主な作付体系は、「ナタネ—ばれいしょ」あるいは「ナタネ—ソバ—ばれいしょ」の2年3作となっている。機械化によりきわめて省力的（労働時間4時間/10a）で、収穫・乾燥・調製はJA（農業機械銀行）がおこなう仕組みが作り上げられている。農業機械銀行には、コンバイン8台（JA2台、農家6台）、乾燥機12台（JA3台、精米業者6台、農家3台）が常備されている。

品種は青森県の奨励品種であるキザキノナタネが用いられている。キザキノナタネはわが国ではじめて開発された、エルシン酸のほとんどなくオレイン酸の多い寒冷地向き品種である。播種は9月上旬で、播種量は、全層播きでは700～800g/10a、ドリル播き（条間30cm）では、350g/10aとなっている。肥料は、種子と混合してブロードキャスターにより散布しており、施肥は成分で、N（6～8kg）、P₂O₅（16～20kg）、K₂O（10～12kg）となっている。収穫は、汎用コンバインで行われ、収穫ロスに習熟すればほとんどないとのことである。なお、収穫に際して、種子以外の植物体の上部（子実以外）はコンバインで切り刻まれ、下部は畑に鋤こんでいる。乾燥・調製は、米麦用の循環式乾燥機（編目を細かく改造）で10%以下に乾燥・選別している。根こぶ病対策は、①連作しないこと、②土壌改良、③排水改善で対応している。

横浜町農業協同組合による試算では、収量を300kg/10aと仮定すると、ナタネ販売が30,244円/10a、国の助成金が35,000円/10a（2002年度の水準を前提）で、生産費（土改材経費含まず）が26,786円/10a（ただし、1999年度生産費調査では36,840円/10aとなっている。これは、横浜町農業協同組合の試算が、労働機械銀行による低コスト省力機械化体系を前提にしているため、大幅に通常より低コストになっているためである）で、差引収支38,458円/10aとなっている。

生産したナタネについては、搾油業者に子実ごと販売（播種前契約）し、ナタネ油については、製品を搾油業者の1つである埼玉県熊谷市の米澤製油から1,000円/600gで一部買戻している。小売価格は1,200円/600gとなっている。2002年度の販売実績は約620本となっている。油粕は搾油業者がそれぞれ販売している。

その他、ナタネ油関連商品について、菜の花コロケ等約100種類が開発され、地元の道の駅等を通じ販売されている。道の駅でのナタネ油の使用量は、2002年度で、約1,650kgにのぼっている。なお、町に養蜂家が1戸あり、菜の花のはちみつを生産・販売している。

また、地域おこしの一貫として、菜の花フェスティバルの開催を1991年から実施しており、2001年には13万人の来訪者を数えた。きっかけは、ふるさと創生資金の使途検討委員会での検討であった。菜の花フェスティバルでは、各種イベント（迷路、マラソン、コンサート）等が行われ、1995年度には美しい日本の村コンテスト農林大臣賞、平成10年度には優秀観光地づくり賞を受賞している。さらに、全国的な市民運動である菜の花ネットワークに加入すると同時に、町でも独自に基金を設立している。

今後の課題としては、第1に、国の助成金の継続の必要性が、第2に、ナタネバイオマスの多段階的利用の実施が指摘された。後者については、具体的には、自前の搾油施設の導入（道の駅）や油粕の畜産等への利用、道の駅、給食センターと連携しながらの廃食油

回収システムの構築とBDFプラントの導入によるBDFの製造・販売を計画している。ただし、搾油施設の場合、1 t／日処理クラスのを導入する場合、施設費が約2,000万円かかる見込みであり⁷⁾、また、製造した食用油の販路についても、道の駅での利用・販売以外は確保されていない。

また、収穫時の損失の低減を含めたハンドリングの観点から、かつて栽培されていたエルシン酸の多いトワダナタネ並みの大粒のナタネ品種の開発とより高収量の品種開発が要望されている。

②山形県金山町の取り組み⁸⁾

山形県金山町は県東北部に位置する水田型の中山間地域である。人口は7,383人、総世帯数は1,840世帯で、杉（金山杉）の一大産地となっている。農業では、米が中心で、ついで、野菜、畜産となっている。

金山町は、農林産物の地産地消の取り組みで知られているが、近年では、エネルギーについても地産地消を図ることを目的として、金山農業協同組合を中心的母胎として、全町的な横断的組織として、2003年に「かねやま新エネルギー実践研究会」（会員23名、賛助会員3名）が立ち上げられ、木質バイオマスとナタネバイオマスを核としたバイオマスの多段階的利用に関する取り組みをスタートしている。

このうち、ナタネの生産については、2003年にナタネ栽培をスタート（耕作面積60 a）し、2004年度以降は、町の水田農業ビジョンに、大豆やソバ、キビ等とともに、転換畑の主要作物の1つとして位置づけられ、2004年には10haに拡大した。ナタネ生産を地域の水田転作等の担い手集団ドリームファーマーズにより行っている。ドリームファーマーズは、地域の水田作の担い手農家20人からなり、耕作面積は約100haで、うち、大豆20ha、ソバ72ha、きび5 ha、さくらんぼハウス（鉢物）30 a、夏いちご15 a等となっている。ナタネ生産については、大豆等の転作が限界に来ているため、新たな転作作物として位置づけることが可能であり、収益がなくても収支が均衡すれば良いとしているが、金山農業協同組合の試算では、国の助成金を前提としない場合、どうしても採算が合わない。いかにして不足分を、解消するかがナタネ生産における課題となっているが、当座は、転作関係の補助金25,000円／10 aにより対処を図ることとしている。

ナタネ生産以外については、「かねやま新エネルギー実践研究会」が搾油、販売、廃食用油回収まで担当し、BDF生産は、2003年12月に40 ℓ 型（日産）を1台を導入し、地元の幼稚園に設置し、スクールバス等にBDF100%で利用している。スクールバスは、1日2台で合計約400km走るが、燃費は軽油並みで、今のところ特にトラブルは生じていない。廃食用油の回収は、エリア的には町内を中心に行っているが、学校給食センター等からの供給

が多く、一般家庭からのものは5%程度である。ただし、教育の意味を込めて、幼稚園児にも廃食油を集めてもらうようにしている。廃食油の回収には、大きな問題は生じていない。製造コストは約40円/ℓで、何とか採算がとれているが、排出されるグリセリンの処理料が15円/ℓほどかかるため、たい肥と混ぜて処理することにより、コストの削減を図ることを検討している。

搾油機（小型電動搾油機1台）については、2004年度に町の予算で導入された。ただし、搾油の大半は、山形県内の搾油業者に委託している。ナタネ油の販売先としては、地元のシューネスハイムかねやまや学校給食等を検討している。

ナタネ生産の作付体系としては、地域の特産であるソバ、さらには大豆、キビとの輪作を検討している。この点に関連して、作付体系確立のため、立毛間播種の技術開発が要望されている。

2) 国産ナタネ油の製造・販売の現状

①M製油所

M製油所は福島県内の高齢の事業主による伝統的な家内工業的生産で、事業主と高齢者の雇用者の2名により、搾油・販売を行っている。製品は「赤水」と呼ばれる伝統的なタイプの食用油（準精製食用油）である。昭和40年代に入り、近在の同業者はなくなってしまい、県内でも他にはあと2カ所しかない。こだわりの豆腐屋や天ぷら屋、自然食品関係からの需要があり、営業を続けてきた。最近は農家からの依頼が多くなっているとのことである。油粕についても、大手メーカーのものに比べて割高ではあるが、遺伝子組み換えでない原料でかつ油分が多いことから、消費者との産直を行っている野菜作経営等の引き合いがあるという。ナタネの搾油には、スクリー式のシャフト（エクスペラ）で菜種を押し出す方式（圧搾法の1種）の搾油機を使用している。これは元来外国で作られた方式で当時国産メーカーが製造した機械である。食用油の販売価格は1,200円/ℓで、搾油の委託料は70円/kg、油粕の販売額は100円/kgとなっている。ナタネの他に大豆、エゴマ、ヒマワリも扱っている。機械の処理能力は1日（8時間）当たり300kg、焙煎用釜の容量は50～60kgで、年間では約20tを搾油している。

②Y社

Y社は埼玉県内の30人弱規模の中小企業のナタネ搾油業者で、大手搾油メーカーと異なり、搾油は圧搾法、精製は化学薬品を使わずお湯を利用した独自の方法で行っている。精製方法は特許となっている。搾油率は35%くらいである。この精製方法により、サラダ油と同等の品質のものを製造しており、一部は赤水を生産してこだわりの天ぷらあるいは豆

腐業者に販売している。搾油機はエクスペラ式2台、各1番絞りと2番絞りに使用している。原料は、非遺伝子組み換えということで、オーストラリア産と国産（北海道滝川地域および青森県横浜町産のキザキノナタネ）を使用している。オーストラリア産の原料ナタネを、5.0～5.5万円／t、北海道産を10.8万円／t、青森産を9.8万円／tで購入し、生活クラブ生協を最大の取引相手とし、オーストラリア産90%、国産10%をブレンドして製品化し供給している。二番目の取引先は松田のマヨネーズである。最近、滝川産のナタネが手に入るようになり、安定的に国産ナタネが入手できるようになってきた（400t／年）ため、国産100%（サラダ油タイプ）を商品化し、1,200円／800gで販売をはじめている。国内産原料については価格と供給量の安定を希望している。油粕は、720円／20kgで肥料用として販売され、大手メーカーのものに比べて割高ではあるが、油が多いことなどから、主にお茶畑で使用されている。単独で搾油するには最低種子5t必要だが、少量の搾油の希望があり、そうした場合は、他の生産地のものと一緒に搾油してよければ対応することとしている。国産は月に2度（月曜日）ほど、種子で各13t程度絞っている。

3) BDF製造・販売業者の現状—T社の事例分析⁹⁾—

T社は、BDFの製造・販売（および廃食油の回収）を主な事業とするベンチャー企業である。設立は平成10年で、資本金は、4,600万円、従業員は6人である。本社および工場は秋田県にある。環境関連商品等の販売を主な事業とする関連会社があり、取締役社長は兼務となっている。

1日1,600ℓを処理する能力のラインが2系統で、月80ℓの処理能力を有している。平均1日1,000ℓ×2系統＝2,000ℓ、年間約7万ℓ生産している。販売価格は1ℓ当たり70～80円程度で、軽油と同程度の価格である。

原材料となる廃食油は、3～4割は自社回収、残りは回収業者等から購入している。このうち、自社回収では、秋田県内のスーパー、コンビニ、総菜屋から溜まり次第、有償で回収している。一般家庭からのものは、提携している自治体が集めたものを処理している。自治体での取り組みも拡大中であり、秋田県秋田市、男鹿市、小坂町、上小阿仁村、庄和町、森吉町、合川町、二ツ井町、横手市、西木村等で実施されている。これら市町村では、公民館やゴミステーションを核にして回収が行われている。タンクや回収容器を設置し、回収を行っている。ただし、制度上やコストの問題から、一般家庭からのものを直接回収してはいない。

製造されたBDFは、秋田空港と田沢湖、乳頭温泉を結ぶ観光用ジャンボタクシー「エアポートライナー」、公共事業の重機、トラクター等の農作業機械、秋田市民生協の配送ト

ラック、送迎バス等に利用されている。BDF使用車にはステッカーを貼付している。

原材料等の品質管理は課題の1つだが、味の素の試験紙により酸価（AV）をチェックし、規定以下のものは、バージンオイルを混合して調製している。現在、規定以下のものは数%程度である。

廃食油の15～20%がグリセリンとして出てくる。純度の高いグリセリンの抽出・メタノールからの分離等および有効利用が課題であるが、現状では、処理業者にお金を払って処理しており、コストがかからずに処理できる方法の開発がまずは課題としている。

BDFは、馬力等、利用にあたって特に大きな問題はないが、車の燃料フィルターは、通常の軽油の場合30,000kmで交換するが、BDFの場合は15,000kmで交換している。黒煙が減少し、硫黄酸化物は出ない等、二酸化炭素排出軽減のほかにも環境負荷軽減効果が大きい。その一方で、低温で固化現象が見られるため、寒冷地である東北では、特に冬場の対応が課題として指摘されている。

BDFの変換方法としては、アルカリ触媒法が適している。これに対して、超臨界法等は試験段階であり、規模、コストが大きすぎて実用化には遠いとしている。

また、日本では、混合使用では軽油取引税（32.1円／ℓ）がかかるのでBDFは100%での利用が前提であるが、外国では混合しても非課税扱いであり、混合で使用されている。現行のディーゼルエンジンを安定的に使用しつつ、二酸化炭素削減効果を高めるためには、BDFを軽油に20%加える方式が合理的とされるが、そのため、混合使用でも無税化するような税制の改正が必要であることが指摘された。

BDFの製造・販売については、適正規模があり、東北全県をこの施設で行うことは無理であるため、各県に1カ所ずつ必要であると主張している。

（3）ナタネ地油の成分特性と調理特性の比較分析

1）化学的分析に基づくナタネ地油の脂肪酸組成および抗酸化機能性等の成分特性

①脂肪酸組成の成分特性（表2）

近年のナタネ油は、品種改良の結果、脂肪酸のうち、体に有害な影響を与えるとされる

表2 地油の脂肪酸組成

なたね油\脂肪酸	パルミチン酸	ステアリン酸	オレイン酸	リノール酸	リノレン酸	エイコセン酸	エルシ酸
スーパーA社	3.9	1.4	61.2	20.9	11.1	0.8	0.0
スーパーB社	3.9	1.4	61.4	21.0	10.7	0.9	0.0
地油A	2.5	1.0	24.9	14.1	8.9	7.0	39.2
地油B	4.1	1.4	62.0	20.7	9.3	1.1	0.0
地油C	4.3	1.1	56.1	19.7	9.7	2.4	5.9
地油D	4.2	1.3	63.6	19.6	8.3	1.5	0.8
地油E	3.3	1.3	35.6	15.7	8.6	6.4	27.3
ナタネコールドプレス無精製(東北農研産)	4.2	2.1	66.4	16.8	9.1	0.5	0.0
地油F(サラダオイルタイプ)	4.1	1.2	61.8	20.1	9.6	1.5	0.5

表 3-1 地油の抗酸化機能性成分

項 目	ビタミンA(レチノール当量)	カロテン(β-カロテン当量)	α-カロテン	β-カロテン	総カロテノイド
	μg/100g	μg/100g	μg/100g	μg/100g	mg/100g
なたね油					
スーパーA社	-	-	検出せず	検出せず	検出せず
スーパーB社	-	-	検出せず	検出せず	検出せず
地油A	14	81	検出せず	81	1.16
地油B	19	111	検出せず	111	2.2
地油C	22	132	検出せず	132	2.15
地油D	12	72	検出せず	72	1.22
地油E	18	107	検出せず	107	2.69
ナタネコールドプレス無精製(東北農研産)	11	68	検出せず	68	0.6
ナタネコールドプレス準精製(東北農研産)	-	-	検出せず	検出せず	検出せず
地油F(サラダオイルタイプ)	-	-	検出せず	検出せず	検出せず

表 3-2

項 目	ビタミンE(α-トコフェロール当量)	α-トコフェロール	β-トコフェロール	γ-トコフェロール	δ-トコフェロール	リン脂質(スフィンゴリン・オレオ・レシチンとし)	クロロフィル
	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	mg/100g	ppm
なたね油							
スーパーA社	22.6	19	0.1	35.7	0.9	検出せず	検出せず
スーパーB社	19.6	16.7	0.1	28.4	0.6	検出せず	検出せず
地油A	16	12.6	0.1	33.7	0.9	33	0.9
地油B	27.4	23.6	0.1	37.8	0.8	122	3.6
地油C	24.6	20.7	0.1	38.8	0.8	140	2.2
地油D	17.7	14.1	検出せず	35.6	0.6	207	1.6
地油E	26.1	22.9	0.1	31.3	0.8	75	2.3
ナタネコールドプレス無精製(東北農研産)	24	21.9	検出せず	21.2	0.5	検出せず	0.1
ナタネコールドプレス準精製(東北農研産)	22.9	20.5	0.5	22.3	0.5	検出せず	検出せず
地油F(サラダオイルタイプ)	16	13.7	検出せず	23.4	0.4	検出せず	検出せず

エルシン酸が減り、コレステロールを下げると言われるオレイン酸が多く含まれるようになっているが、地油AとEはエルシン酸を多く含んでいた。このうち地油Eを搾油した業者の近隣ではエルシン酸を含む古い品種が作付けされていることがわかっているため、本業者はこの品種と無エルシン酸品種を混ぜて搾油したと思われる。地油Aについては、無エルシン酸品種として栽培・搾油されたものであるが、実際は混種した種子を播種したか、搾油したと推定される。地油Cはややエルシン酸を含むが、栽培地に古い品種が落ちだねとして生育していたのではないかとと思われる。エルシン酸1%以下の地油DとFは脂肪酸組成としては問題ないと判断するが、本来の品種は0%であることを考えると、栽培地において依然として古い品種が落ちだねなどの理由でわずかに混入していると思われる。エルシン酸0%の地油Bはナタネ栽培が途絶えていた地で、無エルシン酸品種栽培の処女地であるため0%であったと考えられる。

エルシン酸1%以下の地油のオレイン酸含量は61.8~66.4%であり、いずれも市販サラダ油(61.2および61.4%)と同レベル以上であった。

②抗酸化機能性等(表3)

市販サラダ油や精製された地油Fにおいては、ビタミンA、βカロテン(カロテン)、総カロテノイド、クロロフィルは検出されず、その他の精製が進んでいない地油はこれらの成分を含んでいた。

一方、ビタミンE(トコフェロール)は市販サラダ油および地油とも含んでいた。サラ

ダ油は精製の過程でビタミンEが失われるとされるが、サラダ油に少なく、地油に多いとは言えなかった。ちなみに、本市販油のラベルにはビタミンEを添加したとは記載されていない。また、コールドプレスで搾油した場合はリン脂質が検出されない点が注目される。

2) 達観的評価に基づくナタネ地油の調理特性

ナタネ地油は、従来、てんぷらをはじめとする揚げ油として利用されることが多いが、料理研究家の立場による達観的評価に基づくナタネ地油（伝統的搾油法）の揚げ油としての調理特性としては、次の5点にまとめることができる。

- ①色がある
- ②香りがある
- ③油が食材の表面にとどまり、中まで浸透しない
- ④冷めても油のべたつきを感じない
- ⑤発煙点が高いので熱につよく、油の持ちがよい

こうした特徴は市販のサラダ油およびサラダ油タイプの地油では見られず、東北農研産（コールドプレス）では弱かった。

以上の点から、伝統的搾油法によるナタネ地油は、揚げ油としては、非常に特徴的な性格を有していることが示唆された。

次に、オリーブオイルやゴマ油などのように、香りづけや非加熱での利用可能性を考えた場合、ナタネ地油（伝統的搾油法）の有する香りがポイントとなるが、6点のナタネ地油は次の3つに大別された。

- ①「土系」の香りのもの：地油A、C、東北農研産（コールドプレス）
- ②「青くさい」香りのもの（①③の中間的なもの）：地油D、E
- ③「種系」あるいは「ナッツ系」の香りのもの：地油B

表4 香りによるナタネのタイプ別料理の用途

香りによるナタネ地油のタイプ	用 途
①「土系」の香りのもの（個性的な香り）	てんぷら
②「青くさい」香りのもの	ソテー、炒め
③「種系」・「ナッツ系」の香りのもの （好ましい香り、一般向け）	非加熱（サラダ、ドレッシング、マヨネーズ、スープなどのアクセント）

3つのタイプの中では、③が最も評価が高く、オリーブオイルなどと同様の香りづけや

非加熱の利用が可能といえる。逆に、①の場合は個性が強すぎて、香りづけや非加熱での利用が難しいことが示唆された。

なお、①および③タイプの地油の場合も、加熱することにより個性の強すぎる香りは飛び、てんぷらをはじめとする揚げ油としては、全く問題にならないことが確認された。

香りによるナタネ地油のタイプと主な用途を整理すると、表4のようになる。

4. 考察—地域循環システム構築のための課題—

以上を踏まえ、ナタネバイオマスの多段階的利用に基づく地域循環システム構築のための課題について考察を行うと次のとおりである。

(1) ナタネ生産をめぐる課題

ナタネはバイオマスの多段階的利用や地域づくりの核、さらには新たな転作作物として注目されつつあるが、現状では栽培面積は数ha程度までの小規模なケースが大半である。これは、ナタネは、無農薬＋機械化省力生産システムが確立し、10a当たり労働時間は10時間に満たないものの、収益性は低いことに起因する（表5）。国の助成金は2005年度で廃止の方向であるが、青森県横浜町農業協同組合の資料およびヒアリングに基づき、表5の仮定の下で試算を行うと、助成金なしの場合、単収272kg以上で収支がプラスとなる。

表5 ナタネ生産の10a当たり収支試算結果

項目		金額(円)	備考
収入	出荷額	19696	収量200kg、等級は全てBと仮定
	国助成金	23176	25kgあたり2897円
	合計	42872	
支出	種苗費	304	800g
	肥料費	329	化成肥料40kg
	収穫料金	8500	コンバイン7500円、運搬料1000円
	乾燥調整料金	4800	水分含量20%と仮定
	農機具費	3000	油代など
	出荷経費	6888	紙袋代・保管料・手数料など
	合計	26768	
収支		16104	

注：支出については青森県横浜町農業協同組合資料及びヒアリングに基づく。収穫・乾燥・調製は担い手などへの委託を前提としている。

東北水田地帯では、大豆等による転作対応が限界となっている地域が増えており、収支が均衡さえすれば、ナタネ作付面積拡大の可能性が高い。そのため、寒冷地向けの高収量・高品質のナタネ新品種の開発および単収300kg以上の栽培法の確立、ソバや大豆、麦、飼料稲等との輪作による高収益作付体系の確立が課題といえる。作付体系の確立においては、

東北農業研究センターで開発された麦—大豆の立毛間播種技術の応用を検討する必要がある。

(2) ナタネ油および油粕の製造・販売をめぐる課題

国産原料によるナタネ油は、小売価格は1,000～2,000円／ℓに設定する必要がある、大手メーカーによる市販のサラダ油タイプのものに比べて相当割高になる。しかし、非遺伝子組換原料、圧搾法による搾油、非化学的精製等、原料および搾油・精製法が大手メーカーと異なるため、食の安全性に関心の高い消費者や風味にこだわる実需者等で一定の需要が見込まれ、高付加価値化の可能性があると見える。油粕も同様であるが、さらに、油分が高いので、高付加価値化の可能性があると見える。

特に、伝統的搾油法によるナタネ地油は、揚げ油としては、成分特性としては、抗酸化機能性等の成分が多く含まれること、調理特性としては、油の浸透やべとつきの少なさ、油持ちの良さなどの特徴を有していることが明らかになった。

また、国産ナタネ地油の高付加価値化の鍵は、1つには、オリーブオイルやゴマ油のように、揚げ油以外の香りづけや非加熱での利用が可能かどうかをあげることができると思われる。その点では、料理研究家による達観的評価から、地油の香りの相違により異なることが示唆された。6つのナタネ地油については、香りの評価が高いものは、いずれも、製造の過程で、150℃程度の温度で数時間油を熱することにより脱臭を行っている。このことから、製造方法、特に脱臭の工程がとられているかどうか、香りの相違をもたらす可能性が示唆される。

以上から、国産ナタネ地油の地域特産化に向けた課題としては、次の3点があげられる。

第1に、達観的評価の裏付けとなる化学的分析、特に香りの相違をもたらす要因、物質の解明があげられる。

第2に、国産かつ非遺伝子組み換えの原料を使用していること、製造方法が物理的な圧搾法など化学的処理をしていないことなどを含めた、国産ナタネ地油の様々な特徴を生かしたマーケティング戦略の策定があげられる。国産ナタネ地油の場合、どうしても価格が市販のものより大幅に高くなる可能性が大きいことから、その特徴を生かしたプロモーション戦略等が必要とされると見える。

第3に、ナタネ地油の優れた特徴を保証し、同時に、広く消費者・実需者に伝達するために、ナタネ地油の独自の品質基準、さらには認証システムの策定が重要と見える。この点に関して、オリーブオイルの場合は、国際基準が定められており¹⁰⁾、細かな規定となっているものの、基本的には小規模生産者の立場に配慮した規定になっており、参考になる

のではないかと考えられる。

第4に、国産ナタネに対応可能な搾油業者はきわめて少なく、地域における搾油・精製体制の確立と油粕を含むマーケティングの強化が必要といえる。

いずれにせよ、ナタネ油の製造・販売の問題は、従来あまり指摘されることがなかったが、地域循環システムの構築を図る際の、最もポイントとなる課題の1つといえる。

(3) BDF製造・販売をめぐる課題

BDF製造法については効率化や装置開発が進められ、現状ではコスト等からアルカリ触媒法が主流であるが、品質管理、環境負荷、原料の廃食油回収、販売等の点で課題が指摘できる。また、製造副産物としてグリセリンが発生するが、現状では、廃棄処理が大半でコストを圧迫しているため、精製（メタノールの分離等）や新用途開発、あるいは独立行政法人農業・生物系特定産業技術研究機構中央農業総合研究センター等で開発中の超臨界法等、グリセリンが出ないような変換技術の確立が課題となっている。

(4) 地域循環システムの評価をめぐる課題

環境面の評価については、概括的な評価は行われているが、具体的な多段階的利用に基づく地域循環モデルの評価は、地域循環システムの具体的事例がほとんど見られないこと

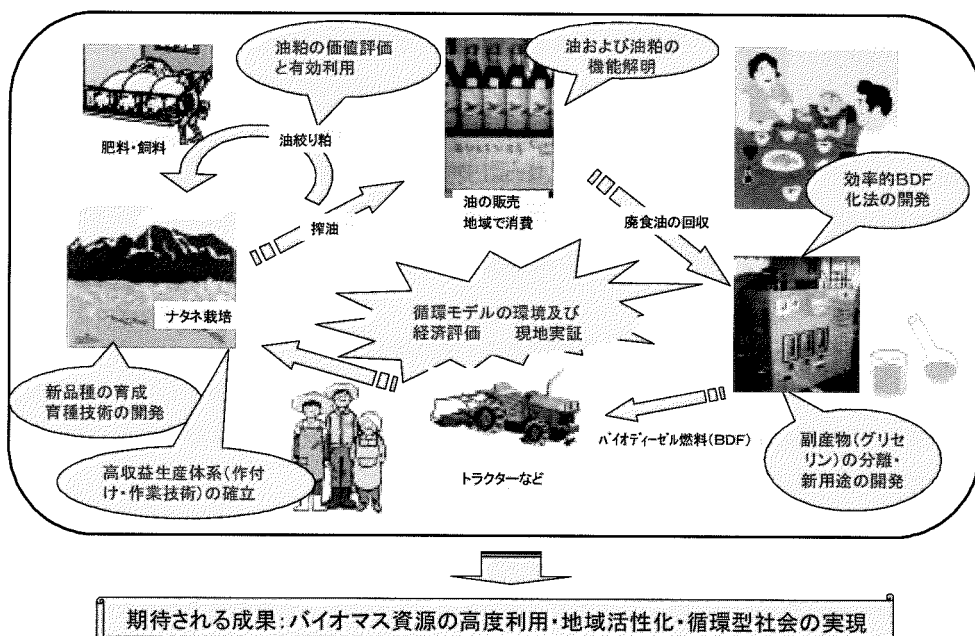


図5 ナタネバイオマスの多段階的利用・地域循環システムのモデルと課題

もあり、なされていない。

経済面の評価については、ナタネの生産費等が明らかになっている。しかし、他作目との組合せや食用油の生産・販売、廃食油の回収、BDFの製造・販売、さらには食用油やBDF製造に伴う副産物利用を含む総合的収支は十分には明らかにされていない。また、地域循環モデル構築による外部負担経済軽減効果や環境保全・景観形成、教育的効果等の多面的評価は試算の域を出ていない。

そのため、具体的な地域循環システムに対応した環境面や経済面をはじめとする総合的な評価を行い、特に、非経済的効果を明らかにして、BDFと軽油との混合使用における軽油取引税の撤廃を含め、現行のナタネの助成金とは異なる公的支援の根拠付けを行うことが重要と言える¹¹⁾。

以上から、地域循環システムのモデルと課題について図示すると図5の通りである。

注

- 1) 編集部「バイオマス燃料としての推進可能性も」『油脂』56-9、2003年、pp.18-23等参照。
- 2) ナタネバイオマスの取り組みの今日的取り組みについては、小原安雄「ナタネ利用による資源循環型農業の取り組み」『農業技術』58-5、2003年、pp.19-23、池上甲一「バイオマス・エネルギーと地域農業の再編」『農業と経済』69-13、2003年、pp.37-48、平野信之「静岡県における菜の花資源循環システムの現状と課題」『農業由来バイオマスの活用支援手法開発に関わる調査研究報告書』2004年、pp.23-30、皆田潔・四方康行「循環型社会構築に向けた「菜の花プロジェクト」活動—広島県大朝町におけるNPOを中心に—」『農林業問題研究』40-1、2004年、pp.85-90、川手督也「農業由来バイオマスの活用支援手法の開発—ナタネのバイオマス利用のための地域循環システム構築の現状と課題—」『農業由来バイオマスの活用支援手法開発に関わる調査研究報告書』2004年、pp.13-22、同「ナタネバイオマスの多段階利用に基づく地域循環システム構築の現状と課題」『東北農業研究』57、2004年、pp.277-278、藤井絢子編『菜の花エコ革命』創森社、2004年等参照。
- 3) 藤井絢子編、前掲書等参照。
- 4) “K-Y Kitchen”は本稿の共著者である料理研究家・黒川陽子が主宰する「キッチンライフの基本を含む現代の食と農のあり方」を企画・提案・研究する事業体である。主な事業としては、料理教室の企画・運営、食と農の関係のイベントプロデュース、料理本の出版、料理およびキッチンライフに関する研究などがある。詳しくは、<http://www.yoq.co.jp/>を参照。
- 5) 日本のナタネおよびナタネ油をめぐる動向については、田組満夫「我が国需給の推移—なたね生産の推移となたね・なたね油（粕）の需給動向—」『海外油糧種子需給予測調査なたね委託事業報告』1995年、(社)大豆供給安定協会、日向康吉『菜の花からのたより—農業と品種改良と分子生物学と—』裳華房、1998年等参照。
- 6) ナタネに関する研究史の概要については、日向康吉、前掲書等参照。ナタネの新品種の育成について

は、石田正彦「わが国におけるナタネ生産・利用と品種開発」『農業技術』58-5、2003年、pp.13-183、山守誠・加藤晶子・由比真美子「無エルシン酸低グルコシノレートのナタネ新品種「キラリボシ」の育成」『東北農業研究』56、2003年、pp.97-98等参照。

- 7) 財電源地域振興センター『横浜町菜の花活用プロジェクト計画調査』を参照。
- 8) 山形県金山町におけるバイオマスの取り組みについては、原明美「廃食油で通園バスが走り、間伐材の灰で作物が育つ町」『現代農業』5月増刊号、2004年、pp.126-143等を参照。
- 9) T社については、BDF使用時のトラブルにより、現在はBDFの製造・販売を中止している。
- 10) オリーブオイルの国際的基準については、国際オリーブオイル協会で定めている「オリーブオイルならびにオリーブポマスオイルに適用される国際取引基準」等参照。
- 11) 現行の税制の問題点については、池上甲一、前掲論文および藤井絢子編、前掲書等参照。