

一般財団法人 油脂工業会館

第47回表彰

油脂産業優秀論文

最優秀賞

地域活性化と油脂産業

新規連続抽出プロセスによる油糧植物アマナズナ

の効率利用と中山間農業地域活性化への道筋

日油株式会社

ちば けいた
千葉 啓太

平成28年2月19日

〒103-0027 東京都中央区日本橋3-13-11

一般財団法人 **油脂工業会館**

☎東京03(3271)4307 (代表)

<http://www.yushikaikan.or.jp>

目 次

はじめに	1
第1章 日本の地域社会の現状と課題	
1-1 農業地域が抱える課題	1
1-2 地域活性化に向けた課題	2
第2章 耕作放棄地での高付加価値農作物の栽培	
2-1 耕作放棄地の有効活用	3
2-2 アマナズナの高付加価値作物としての可能性	3
第3章 アマナズナの高付加価値化と効率利用	
3-1 新規 α リノレン酸供給源としてのアマナズナの利用	4
3-2 バイオジェット燃料原料としてのアマナズナの利用	5
3-3 新規抽出技術としての超臨界流体抽出の可能性	6
3-4 連続抽出プロセスによる油脂産業のイノベーション	7
第4章 高付加価値農作物アマナズナの潜在的市場価値	
4-1 α リノレン酸の生産能力と市場規模	8
4-2 バイオジェット燃料の試算数量と今後の展望	8
第5章 「中山間農業地域活性化プロジェクト」の発足	
5-1 「中山間農業地域活性化プロジェクト」の概要	9
5-2 新規就農希望者の中山間農業地域への紹介	9
5-3 アマナズナ産物の製造・販売システム	10
5-4 各地域独自の取り組みによる地域活性化	11
おわりに	11
参考文献	13

はじめに

我が国では少子高齢化が進み、人口減少時代に突入した。既に人口減少による経済的停滞、地域の社会機能の崩壊が顕在化し、国家の存続を揺るがす大きな課題となっている。中でも労働集約型農業を基幹産業とする中山間農業地域では、少子高齢化や人口流出による生産性低下の影響が大きく、収益の減少、耕作放棄地の増加を招き、さらなる地域内人口の減少を加速させ、限界集落となっている。こうした地域を活性化し、限界集落から復帰させることが日本全体の活性化につながることは論を待たない。

本論文では、栽培労力の少ないアマナズナという油糧植物に着目し、アマナズナを連続抽出プロセスによって高付加価値作物とする可能性について検討した。この連続抽出プロセスとは超臨界抽出技術を応用し、高付加価値食用油脂とバイオ燃料を連続的に製造・抽出する技術のことである。この技術は油脂産業におけるイノベーション技術である。油脂産業界のイノベーション技術によって、中山間農業地域活性化を呼び起こすための施策について提言したい。

第1章 日本の地域社会の現状と課題

1-1 農業地域が抱える課題

日本の国土面積 377,962km²のうち、森林は 66.3%の 250,588km²、農地は 12.0%の 45,355km²、宅地は 5%の 18,898km²と森林と農地の比率だけで国土の約 80%を占めている¹⁾ (図 1)。また宅地、耕地等の比率から農林水産省では、都市的地域、平地農業地域、中間農業地域、山間農業地域の 4つの「農業地域類型」に分類している²⁾ (表 1)。この 4分類地域のうち、中間農業地域および山間農業地域に該当する地域を中山間農業地域と定義することができる。この地域は地理条件や自然条件が厳しい「条件不利地域」といわれ、都市的地域などと比較すると経済的なデメリットが大きい地域である。しかしながら、中山間農業地域は全市町村の 5割以上を占めている³⁾。また、農業産出額や耕地面積において全国の約 4割を占めており、食料の安定供給支える重要な地域である。

2005年と2010年のデータを比較すると、総農家数は全ての地域類型で減少しており、中山間農業地域も例外ではない⁴⁾。さらに農業従事者の年齢別構成は、都市的地域や平地農業地域で減少している 75歳以上の人口が増加しており、且つ

59 歳以下人口は減少している（図 2）。特に山間農業地域の農業就農者では、2010 年において、70 歳以上の農業就農者が全体の約 5 割、60 歳以上まで広げると全体の約 8 割を占めていた⁴⁾。つまり、農業従事者の高齢化による生産性の低下が他の地域よりも進行していることが中山間農業地域の特徴である（図 2）。さらに中山間農業地域は 2005 年から 5 年間で平均 4400 人/年、人口が減少しており⁵⁾、地域産業の衰退を加速させている。結果、地域内経済活動の停滞、地域財政の悪化を招く一方で、高齢化の進展による公共サービスの負担増、住民の居住密度の低下による公共サービス提供のコスト増が起これ、社会機能維持が困難になっている。少子高齢化に伴うこうした諸問題は、将来日本全国で生じる国家的な課題である。

1-2 地域活性化に向けた課題

一般に地域活性化とは、地域の人口流出を抑えて、地域経済活動の持続性を維持することと捉えられている⁶⁾。しかし、人口の自然減少段階に突入した我が国では、一時的に流出を防いだとしても、地域内人口は自然減少していくため、定住人口の維持は難しい。したがって『地域活性化』のためには、流出防止に加えて、人口の流入が必要であると考ええる。

2010 年国勢調査によると人口増加した市町村は、社会増（人口流入数が流出数を上回ること）と自然増（出生数が死亡数を上回ること）が同時に起きている。人口構成比では、20 歳代から 40 歳代の子育て世代の割合が上昇している。こうした子育て世代の人口構成割合が高まることで、さらなる出生率の上昇にも繋がり、持続的な人口増加が見込まれている⁷⁾。

また、総務省によると、2010 年から 3 年間で人口増が起きた市町村の農家の平均所得は、その他地域に比べ相対的に高かった。中山間農業地域の農家世帯の農業所得は 99 万円で、平地農業地域の 154 万円と比べても低い⁵⁾。中山間農業地域の農家人口率は、中山間農業地域以外の農家人口率（6.1%）に比べ 26.7%と非常に高く⁵⁾、農業所得地域の平均所得に与える影響は大きい。

地域資源を有効活用した現存産業の拡大、新規産業創出による安定的な雇用環境確保、そして住環境整備や子育て支援等の行政サービスの充実による人口の社会増を達成し、自然増を促すことが本質的な地域活性化の道筋であると考ええる。

第2章 耕作放棄地での高付加価値農作物の栽培

2-1 耕作放棄地の有効活用

筆者は中山間農業地域に存在する埋もれた地域資源として、「耕作放棄地」に着目した。耕作放棄地とは、「以前耕地であったものの、過去1年以上作物を栽培せず、且つこの数年の間に再び耕作する考えのない土地」を指す。耕作放棄地の主な発生原因は高齢化による労働力不足、農産物の収益性低下などの農業経営条件の悪化である。耕作放棄地は増加傾向にあり、2005年時点で38.6万ha⁸⁾にも及ぶ(図3)。農業地域類型別の耕作放棄地が占める割合は山間農業地域が14.6%と最も高くついで中間農業地域で12.9%である⁸⁾(図4)。中山間農業地域としての耕作放棄地は20.8万haになり、大阪府の面積(約19万ha)を上回る。耕作放棄地を有効活用することで、農家の収益は大きく改善すると考えられる。

ただ、一度耕作放棄地になってしまうと土壌が荒れてしまい、農地として再活用するのが困難である。そこで、耕作放棄地を建設用地や牧草地として再利用する試みがなされている。しかしながら、建設用地への転用は周りの農地に悪影響を及ぼしたり、農家の離農をより一層促したりする可能性がある。さらに、牧草地としての利用では農家の収益改善にはつながらない。農業が基幹産業の中山間農業地域においては、耕作放棄地は農地として利用し農家数増加、収益向上につながることで地域本来の姿を取り戻すことにつながり、食料供給量増加という面から見ても、わが国全体にとっても有益な方策であると考えられる。そのためには耕作放棄地を安価でかつ容易に農地へと再活用し、さらに農家の収益を向上させる高付加価値作物を栽培することが必要である。そこで耕作放棄地のような荒地でも土壌改良せずに栽培可能な農作物としてアマナズナに注目した(図5)。

2-2 アマナズナの高付加価値作物としての可能性

アマナズナとはアブラナ科に属する1年性の油糧植物である。ヨーロッパでは古くから栽培され⁹⁾、明治時代に渡来して以来、全国各地に自生するようになった帰化植物である。

アマナズナはその栽培適地の広さが魅力の一つである。食用のみならず、界面活性剤、バイオ燃料などへの利用も進むパームや、同様にバイオ燃料原料として注目を浴びるヤトロファの栽培適地は熱帯・亜熱帯地域であるため、日本国内で

の栽培は難しい。そして近年、ヘルシーオイルとして認知度、売上ともに上昇しているアマニ油の原料となるアマニは北海道以北の亜寒帯・寒帯地域でしか栽培できず、連作障害も起き易いため、6~7年の輪作を行う必要がある。一方で、アマナズナは温帯地域、亜寒帯地、乾燥した土地、痩せた土地でも生育するため、日本中どこの耕作放棄地でも栽培が可能である¹⁰⁾。

アマナズナ種子の油脂含量は40%で、上記の植物のみならず、ナタネ(41%)やダイズ(20%)¹¹⁾といった一般的な油糧植物と比較しても高含量といえる。さらに、アマナズナの種子油には、ナタネやダイズよりもはるかに多く、アマニに匹敵する割合の α リノレン酸が含まれている。 α リノレン酸は ω 3脂肪酸としてその生理機能に注目を集め、また通常の植物油にはあまり含まれていないため、高含有なアマニ油やエゴマ油が高価格で取引されている。したがって、アマナズナはアマニと同等以上の高付加価値農作物となる可能性を秘めている(表2、3)。

アマナズナの利用については現在、新たなバイオジェット(以下、BJと呼称)燃料の原料として注目を集めている。バイオ燃料の原料として現在世界的に最も有力なのはパーム油であるが、食用との競合問題が深刻化している。またプランテーションの急速な拡大による環境への影響が懸念され、パーム油だけに頼らない、幅広い資源探索が必要である。一方、アマナズナは食用としての利用が現状では少なく、ヤトロファのような非食用植物と同様に直接的に食糧供給を圧迫することなく、BJ燃料の原料として利用することが可能である。

以上、アマナズナは油脂産業界から見ると、上述したように潜在的に大きな利用価値を秘めた資源作物である。次章では、アマナズナに秘められた価値を最大限に引き出すための新規抽出技術について述べる。

第3章 アマナズナの高付加価値化と効率利用

3-1 新規 α リノレン酸供給源としてのアマナズナの利用

アマナズナ種子油(以後アマナズナ油)はヨーロッパを中心に古くから調理に用いられ、食経験の豊かな油脂である。しかし、動物試験の結果から心臓疾患との関係性を疑われているエルカ酸を微量に含むためか、WHO(世界保健機関)が定めた食用ナタネ油の基準(5%以下)¹¹⁾は満たしているものの、FDA(アメリカ食品医薬品局)は食用として認可していない。一方、アマナズナ油には上述のように α リノレン酸が35~50%と高い割合で含まれており、高付加価値食用農作物とし

て有益な植物になり得る⁹⁾ (表 2)。

α リノレン酸 は必須脂肪酸の一種で、数多くの生理機能が報告されているドコサヘキサエン酸 (DHA)、エイコサペンタエン酸 (EPA) へと生体内で合成される。 α リノレン酸自体にも血流改善、血栓予防作用や老化予防作用などが報告されており、機能性食品または予防医学用の機能素材として注目を集めている。現在、 α リノレン酸の主な供給源となっているアマニの国内生産量を増加させることは難しい。一方、アマナズナは日本中どこの畑地でも栽培可能であり、生産量を増加させることはそれほど難しくない。

通常の搾油法によって製造されたアマナズナ油に関しても、食用に問題はないが、エルカ酸に対する懸念を払拭するためには、アマナズナ油から α リノレン酸が結合したトリアシルグリセロール分子種 (以後、ATG と記載する 図 6) を選択的に抽出する技術が必要である。また、この技術が実用化できれば、アマナズナは新たな、そして高純度の ATG の供給源として、油脂産業界にとって重要かつ有益な作物となる。さらに α リノレン酸を選択的に抽出し終えた残りのアマナズナ油はアマナズナの植物残渣とともに BJ 燃料の有用な原料として利用可能であると考えている。

3-2 バイオジェット燃料原料としてのアマナズナの利用

ジェット燃料の品質を見る上で、着火性を示すセタン価は重要な指標の一つである。アマナズナ油由来の BJ 燃料のセタン価は他の植物油や動物油由来のものと比較しても低い。これはアマナズナ油中に高い割合で含まれている不飽和度の高い α リノレン酸のセタン価が低いことに起因する。水素添加により、アマナズナ油に含まれる脂肪酸の不飽和度を下げることが出来るが、融点が高まるとともに低温流動性を低下させることになり、ジェット燃料としての品質を低下させることにつながってしまう。しかし 3-1 で述べたようにアマナズナから ATG を選択的に抽出することで、残りのアマナズナ油の α リノレン酸量は減少し、低温流動性を低下させることなくセタン価を高め、高品質な BJ 燃料を製造できる。

現在、従来型ジェット燃料と同様の化学組成から成るドロップイン型と呼ばれる BJ 燃料の開発が主に進められている¹²⁾ (以後、ドロップイン型 BJ 燃料を単に BJ 燃料と記す。表 4)。BJ 燃料は動植物油、一般廃食用油、近年では藻類からの抽出油を水素化分解反応することによって製造可能である。しかしながら、搾油設備と大量の水素を必要とし、さらに製造工程が多いため高コストの課題がある。

したがって、こうしたコストを削減し得る、新たな水素化分解技術の実用化が BJ 燃料普及のための鍵を握っている。

3-3 新規抽出技術としての超臨界流体抽出の可能性

3-1、3-2 で記述したプランを実用化しアマナズナを有用な高付加価値農作物とするためには、第一に高純度で ATG を抽出する技術が必要である。

植物からの搾油法には大きく分けて、圧搾法、抽出法、圧抽法があるが、これらの手法はいずれも、選択的に特定の TG（トリアシルグリセロール）を抽出することはできない。

油脂中の特定の脂肪酸やそれを含む TG の含量を高める方法として、リパーゼを利用した酵素分解法（非加熱酵素法、圧力酵素法）や硝酸銀濃厚水溶液抽出法がある。EPA/DHA を標的物質として魚油などにこれらの方法が利用されているが、工程が多く、高コストが課題である¹³⁾。

近年、こうした課題を克服する抽出法として超臨界 CO₂ 抽出、超臨界水抽出が注目されている。食品分野では既にコーヒーやお茶からのカフェイン除去や、藻類からのアスタキサンチン抽出、バニラビーンズからのバニリン抽出に応用されている¹⁴⁾。

物質は、一般に固体、液体、気体のいずれかの状態をとるが、温度と圧力を上げていき、ある時点（臨界点）を越えると、液体と気体の両方の性質をもつ状態となり、こうした状態の物質を超臨界流体とよぶ（図 7）。超臨界流体は液体のように物質を容易に溶解し、気体のように大きな拡散速度を示す。

特に二酸化炭素の臨界点は 31°C、7.8MPa であるため、ほとんど室温と変わらない低温のまま、非常に高い分子活性を持たせることが出来る。この高い分子活性により、植物などの細胞壁を破壊し、細胞内の有効成分のみを取り出すことが可能となる¹⁴⁾。圧力を低下させることで二酸化炭素は不活性状態に戻るため、成分抽出後は、完全に分離し、再利用できる。この抽出法は無酸素系で行われるため、酸化による劣化や成分の変性が起こりにくく、従来の抽出方法の欠点をすべて解消できる画期的な手法である。近年の研究で、従来では溶剤を用いないと溶解しない天然成分についても、高压化することで溶解させる方法が見出されてきている¹⁴⁾。また、高压にすることにより抽出速度が速くなるため、生産性の向上によるコストダウンが期待される。

3-4 連続抽出プロセスによる油脂産業のイノベーション

超臨界 CO₂ 抽出の最大の特徴は、最適な条件を見出すことで、選択的に ATG を抽出し、抽出後の抽出残物を利用できることである。すでに佐古らによって超臨界 CO₂ 抽出を用いて魚油を抽出する試み¹⁵⁾ がなされていて、道畠らによって魚から多価不飽和脂肪酸を TG の形で抽出する試みがなされている¹⁶⁾。その抽出効率は現段階では 60% 程度だが、油脂産業界が大学、行政と連携し、選択的抽出技術の高品質化、高効率化を実現する取り組みは油脂産業界のさらなる発展にとって有益なものである。ATG を高純度化することで、食用としてだけではなく、腸管ホルモン分泌調整成分としての利用、インスリン抵抗性を示す患者の筋肉異化を防ぐ薬剤への利用、脳疾患患者の治療等の医薬分野への展開も期待されるからである¹⁷⁾。また、ATG の高純度化により、相対的に含まれるエルカ酸の割合は減少し、食用としての安心感がますます高まり、アマナズナは新たな ATG の供給源となる。さらにこの技術は卵黄からレシチンを抽出する新たな抽出方法になるなど幅広い応用が期待される、油脂産業界にとってのイノベーションとなる。

超臨界 CO₂ 抽出はバイオ燃料、とくに BJ 燃料の製造にも応用可能である。抽出だけではなく水素化分解する反応段階においても、超臨界技術にはメリットがある。超臨界状態をもたらす高压下では、水素は二酸化炭素に完全に混和し、触媒表面上に高濃度に水素を供給し¹⁸⁾、少量の水素で高効率に水素化分解することができるからである。水素量の削減と処理時間の短縮によるコストダウンが期待される。

さらに超臨界 CO₂ 抽出技術の画期的な点は、従来の搾油-精製の工程では不可能であった ATG と BJ 燃料の連続的な抽出を可能にする点である。ATG を抽出した後、BJ 燃料の生成・抽出を連続的に行うことができ、従来の BJ 燃料製造に比べ、製造工程を一元化できるため、製造コストを抑えられる。そして、3-2 で述べたとおり、本技術によって得られる BJ 燃料のセタン価は高まるため、従来技術よりも、高品質な BJ 燃料を得ることが可能となる (図 10)。

超臨界 CO₂ 抽出後のアマナズナ残渣は、超臨界流体として超臨界水を利用した超臨界水ガス化反応によって、水素を含む可燃性ガスまで分解することが可能である。こうして得られた水素は、BJ 燃料製造時に必要な水素化分解に利用できるため、外部からの水素供給量を削減できる。一方、可燃性ガスはガス発電に有効利用することが可能である (図 10)。また超臨界 CO₂ 抽出プロセスでは、廃棄物を極力減らせるため、廃棄コストも小さく収益の向上につながる。

ここまで述べてきたように、連続抽出プロセスという油脂産業界のイノベーション技術により、アマナズナという一介の油糧植物を最大限に活用し、高付加価値農作物という中山間農業地域活性化のために必須な存在へと生まれ変わらせることが出来るのである。次章ではこの技術が実現したときにアマナズナから ATG と BJ 燃料を抽出した場合の試算数量と今後の展望について述べる。

第4章 高付加価値農作物アマナズナの潜在的市場価値

4-1 α リノレン酸の生産能力と市場規模

アマナズナの栽培は、高齢化が進んで社会機能の維持が困難になりつつある中山間農業地域の耕作放棄地で行う。その総面積は既述の通り 20.8 万 ha にもなる。農水省の作物統計によると、アマナズナと同じアブラナ科のナタネの作付面積と収穫量は、主産県である青森県で 223ha の作付面積で、収量は 506 t である。アマナズナは既述の通り、粗放条件での生息が可能であることから、ナタネよりも収量は高まると考えられるが、この作付面積と収量を元に、耕作放棄地でのアマナズナの収量を算出したところ、471,964 t となる。アマナズナの油脂含有率が 40%でそのうち α リノレン酸が 43%とし、超臨界 CO₂ 抽出による抽出効率を 60%と仮定すると α リノレン酸は、48,706 t となる（図 11）。2008 年のアマニ油輸入量約 8000 t¹⁹⁾ を大きく上回る供給量である。

少子高齢化を迎える我が国では高齢者向け市場の拡大が期待され、2025 年の高齢者向け市場規模は 101.3 兆円規模と予想される²⁰⁾。今後、市場には高齢者ニーズに応じた商品がますます多く投入されるようになり、一般消費者の認知度も高い ω 3 脂肪酸含有物質である ATG の需要は確実に伸びていくだろう。また、 ω 3 脂肪酸は医薬品の原料としても利用されており、その市場規模は 2013 年時点で 1000 億円とも言われる²¹⁾。今後見込まれる需要増に対応するためにも、耕作放棄地でのアマナズナ栽培を推進すべきであり、その重要な先導役を担うのは油脂産業界であるべきと考える。

4-2 バイオジェット燃料の試算数量と今後の展望

植物精製油から BJ 燃料を生成する効率は、石油総合メーカー UOP 社による Renewable JET プロセスを参考にした。Renewable JET プロセスは石油精製プラン

トで水素化分解反応によって BJ 燃料を製造するもので、収率は 60%である²²⁾。超臨界 CO₂ 抽出効率の換算率を 0.6 とした。ATG を抽出した後、超臨界 CO₂ 抽出によって抽出できる BJ 燃料は約 84,047 t となる。航空燃料の 5 割をこの BJ 燃料で代替した場合、東京—ニューヨーク間を約 700 往復することができる²³⁾。さらに超臨界 CO₂ 抽出によって、炭化水素の炭素数に応じて選択的に炭化水素を抽出できるようになれば、従来型ジェット燃料と遜色ない組成の BJ 燃料を供給することも可能となる。

農林水産省は国産バイオ燃料の本格導入に向けて 2007 年に「国産バイオ燃料の大幅な生産拡大に向けた工程表」を作成し、2030 年度に 480 万 t を目指すとしている²⁴⁾。しかしながら 2011 年時点で国産バイオ燃料生産量は約 38,000 t で目標のわずか 0.8% でしかない。

アマナズナ由来の BJ 燃料は農林水産省が目指す導入量の 1.8% ではあるものの、連続抽出プロセスの確立というイノベーションに油脂産業界が積極的に取り組むことで、これまでバイオ燃料の原料として用いてこなかった食品廃棄物や廃棄紙など廃棄物系バイオマスからの抽出も可能となり、農林水産省が目指す導入量達成につながる。

第 5 章 「中山間農業地域活性化プロジェクト」の発足

5-1 「中山間農業地域活性化プロジェクト」の概要

ここまでは耕作放棄地を農地として利用するため、土壌改良を必要とせず荒地でも栽培可能な高付加価値農作物としてアマナズナに注目し、ATG と BJ 燃料の連続抽出プロセスによる高付加価値化について述べてきた。ここからは「中山間農業地域活性プロジェクト」について述べる。このプロジェクトは高付加価値農作物となったアマナズナを架け橋として油脂産業界をはじめとした産業界、中山間農業地域、就農希望者をつなぎ、地域を活性化するものである。このプロジェクトによって中山間農業地域の人口減少と収益性低下という課題を解決し中山間農業地域への人口流入を促し活性化していくプロセスについて述べる。

5-2 新規就農希望者の中山間農業地域への紹介

近年では農家専門の派遣会社、人材紹介会社ができるなど、就農希望者にとつ

て農業に就くことは、以前ほど難しいものではなくなった。総務省によると、新規で雇用されることにより農業に従事することになった 39 歳以下の生産世代の人数は 2013 年に約 7540 人で²⁵⁾、その数は概ね増加傾向にある。しかしながら、派遣会社への契約料の支払いは、生産性が低下し、所得の低い農家にとっては負担が大きく、中山間農業地域の現状には適さない。そこで、中山間農業地域の農家に負担をかけずに、耕作放棄地という埋もれた資源を再活用した地域活性化する方策が必要である（図 12）。

まず本プロジェクトの立ち上げとして油脂産業界、医薬産業界、航空産業界、国の出資により新たな農業人材紹介会社（Agricultural Staff Agency=ASA）を設立する。ASA は、就農希望者を社員として雇用し、高齢化によって農業の持続が困難な集落に無償で労働力を提供する代わりに、集落の耕作放棄地でアマナズナを栽培してもらう。集落に派遣された人は耕作放棄地でアマナズナを栽培するとともに、集落にある耕作地で、農家の指導のもと農作物を栽培する。農業未経験で農業をしたくても土地がない、農機具がない等の諸問題を抱えて、就農できずにいる人でも、初期投資することなく農業に従事することができる。さらに、ASA はアマナズナ栽培による総収益の 15% をアマナズナ収穫量に応じて集落に還元する（高齢化（65 歳以上）の農家世帯（406 千世帯）が平均 20 万円/年を受給できる。これにより平地農業地域と中山間農業地域の平均年間農業所得差 55 万円の約 4 割を賄える。表 5）。集落は ASA に金銭を支払うことなく労働力を獲得できるため、積極的に就農希望者を迎え入れることができ、集落の人口の社会増が促される。高齢化によって生産性が低下していた集落にとって、派遣された人の労働力の確保は魅力的でその期待は大きい。集落の生産性の低下に歯止めをかけるとともに、地域資源を活用した新たな収益源の創出は集落の収益向上を促し、市町村の税収向上につながる。住環境整備や子育て支援等の行政サービスの充実によって、集落の人口の社会増を促し、子育て世代の増加による自然増が誘発され、地域の活性化がもたらされる。

5-3 アマナズナ産物の製造・販売システム

栽培、収穫されたアマナズナは ASA のグループ会社である ASA グリーンパワー（製造・販売会社）が超臨界流体抽出による連続抽出プロセスによって高純度 ATG、BJ 燃料、可燃性ガスをアマナズナから連続抽出する。なお、地域で廃棄された農作物残渣をこの技術でガス化処理することで、農業廃棄物を減らすことも可能と

なり、環境負荷低減につながる。

抽出した高純度 ATG、BJ 燃料は ASA グリーンパワーが、油脂産業界、医薬産業界、航空産業界に販売する。油脂産業界は長年培ってきた油脂の活用、提案ノウハウがあり、高純度 ATG の応用活用は油脂産業界が先導して行う。また、高純度 ATG は化粧品業界、医薬品業界への販売も行う。可燃性ガスはガス発電に利用でき、得られた電力は売却する。ここでしっかりと収益を上げ続けることが、本プロジェクトの経済的基盤を保つために重要であり、ATG、BJ 燃料の活用を拓げる油脂産業界の果たす役割は大きい。

5-4 各地域独自の取り組みによる地域活性化

油脂産業界が先頭に立ち、地方大学や、行政と一体となり、ATG や超臨界抽出技術を利用する各地域の特色を生かした取り組みを呼び起こすことで、その地域産業が活性化する。例えば ATG を配合したドレッシングをその地域の食品メーカーが製造し、道の駅での販売やインターネットでの通販を行う。地域特産品に含まれる機能性成分の抽出やその利用法の拡大といった研究テーマはまさに地方大学の得意分野である。こうしたテーマは学生を呼び込むための地方大学の魅力のひとつになり、またそのテーマに従事した学生が、関連した地元企業へ就職することで新たな社会増を生み出す。また地産の野菜を使った人気沸騰中のジャーサラダのインターネット通販、化粧品メーカーとのコラボレーションによる高純度 ATG 配合化粧品の販売などが考えられる。アマナズナ由来の ATG を利用した地域産業は活性化し、さらには今後期待される高齢者向け市場の拡大が ATG の需要増を後押しする。需要増に対応するためには、油脂産業界が指南役となり、積極的な耕作放棄地でのアマナズナ栽培と、その利用を推進すべきである。

このように耕作放棄地から、地元農家と新規就農者の協力体制によって生み出されるアマナズナが、油脂産業のイノベーション技術、超臨界抽出・反応技術を軸として高付加価値植物として生まれ変わり、様々に活用されることによって、さまざまな波及効果を呼び、地域が地域自身の力によって活性化していくのである。

おわりに

本稿では新たな高付加価値農作物としてアマナズナに注目し、油脂産業界にとってイノベーションともいえる連続抽出プロセスに焦点を当て、中山間農業地域

の耕作放棄地を有効活用し地域を活性化させるビジネスプランを提案した。

中山間農業地域は耕地面積、農家数、農業就業人口、農業粗生産額で全国の4割を占めており、食料の安定供給を図る上で重要な地位を占めている。したがって、この地域の活性化の成否が日本の今後の発展を占う重要な課題であることは誰の目からも明らかである。政府から様々な具体策が施されているが、いまだ解決の糸口はみえていない。本提案は実現不可能な理想ではなく、実現可能な構想として、中山間農業地域を活性化させる具体的なプランの提案である。このプランの遂行には、アマナズナの高付加価値化が不可欠であり、油脂産業界による能動的な新規抽出プロセスの開発・導入が望まれる。中山間農業地域活性化には国、地域、農家、就農希望者を巻き込んだ包括的な連携と油脂産業界の働きかけにかかっている。

参 考 文 献

- 1) 総務省統計局 統計データ 第一章国土・気象
- 2) 農林水産省 統計情報 農業地域類型区分について
- 3) 農林水産省 組織・政策 中山間地域とは
http://www.maff.go.jp/j/study/other/cyusan_siharai/matome/re_f_data1.html
- 4) 農林水産政策研究所 プロジェクト研究資料
<http://www.maff.go.jp/primaff/koho/seika/project/pdf/toukei-9sec.pdf>
- 5) 農林水産省 中山間地域農業をめぐる情勢
- 6) 農林水産省 農林業センサス 調査結果の活用事例 地域活性化の定義
http://www.maff.go.jp/j/tokei/census/afc/example/pdf/h21_bunseki_2.pdf
- 7) 内閣府 HP 統計情報・調査結果 地方の人口動向と活性化に向けた取組
- 8) 農林水産省 耕作放棄地の現状と課題
- 9) Stanislas Crouzier. “Processing false flax (camelina) proteins and oils to be used as base materials in cosmetics and skin care products”
- 10) 農林水産省 国産バイオ燃料の大幅な生産拡大について
- 11) 木下ら ガスクロマトグラフィーによるナタネ(*Brassica napus*)種子 1 粒中のエルカ酸含有量の測定 2004 年
- 12) Sustainable Aviation Fuel Users Group 航空 BJ 燃料の動向 2012 年
- 13) 遠心分離法、酵素法
<http://dhaepa-navi.net/column/bunri/>
- 14) 株式会社超臨界技術研究所 超臨界とは
<http://www.chorinkai.co.jp/older/chorinkai.html>
- 15) 佐古ら マグロ加工残渣からの高機能性 D H A ・ E P A 含有油脂の抽出・濃縮技術の開発
- 16) 道畠ら 超臨界二酸化炭素によるイシル粕からの脂質の抽出
- 17) 文献番号 特開 2014-133767、特開 2013-139470、特開 2011-084546
- 18) グリーンケミストリー 超臨界反応場の利用
<https://division.csj.jp/div-report/18/1820203.pdf>
- 19) 幸書房 最新油脂事情 アマニ油 2011 年
- 20) みずほコーポレート銀行 産業調査部 高齢者向け市場

21) 日経バイオテク

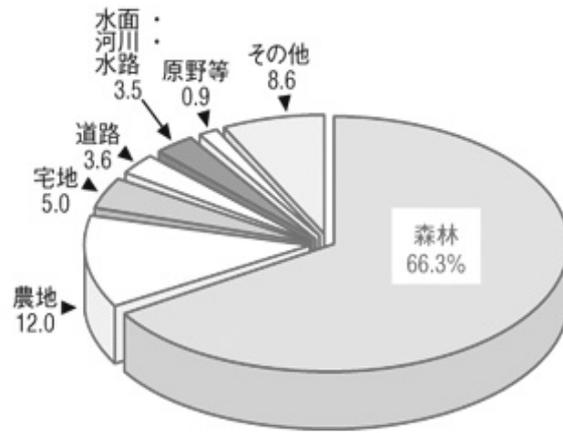
<https://bio.nikkeibp.co.jp/article/news/20130119/165627/?ST=env>

22) JPEC レポート 航空業界の再生可能ジェット燃料への取組状況 平成 27 年

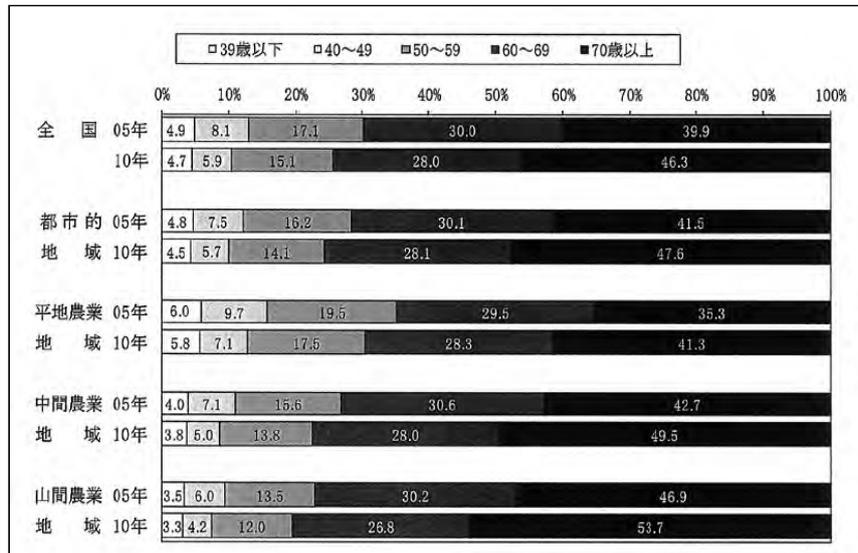
23) 航空実用辞典

24) 農林水産省 国産バイオ燃料の大幅な生産拡大について

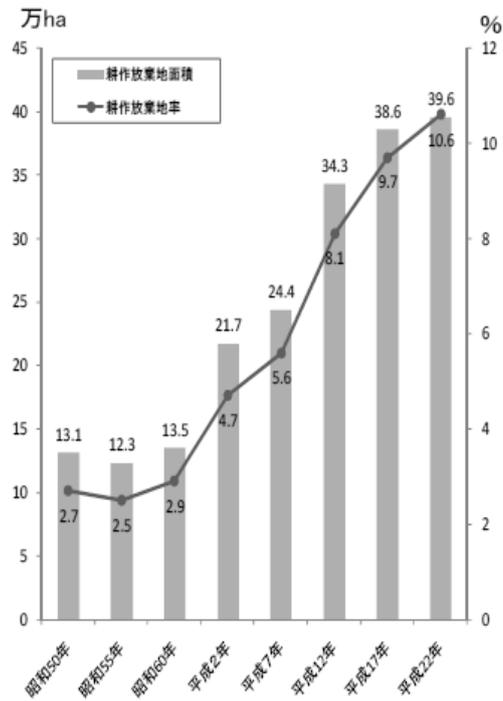
25) 総務省 統計局 新規就農者調査 平成 27 年公表



図－1 国土の利用状況 (平成 24 年) (国土交通省 土地白書より)

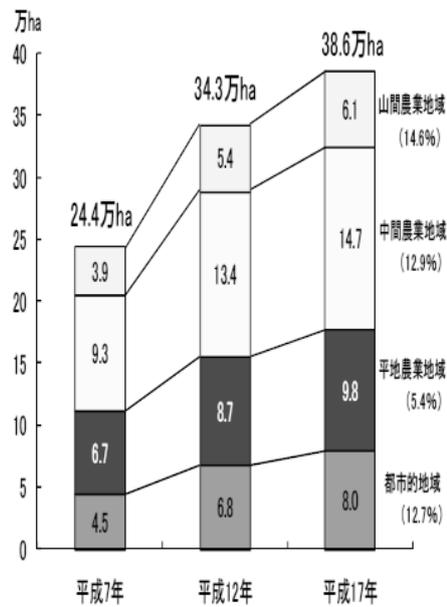


図－2 基幹的農業従事者の年齢別構成の比較 (全国)
(農業センサスより)



図－3 耕作放棄地面積の推移（農林水産省 農林業センサスより）

注：耕作放棄地面積率は、耕作放棄地面積 ÷（経営耕地面積+耕作放棄地面積）×100



図－4 農業地域類型の耕作放棄地面積（農林水産省 農林業センサスより）



図-5 アマナズナ（野山の花たち HP より）

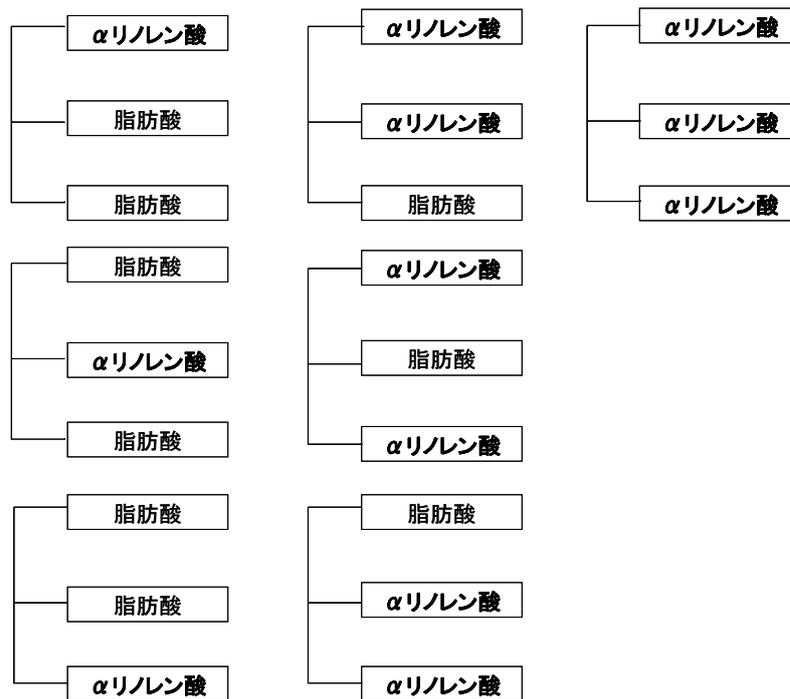


図-6 α リノレン酸が結合したトリアシルグリセロール分子種 (A T G)

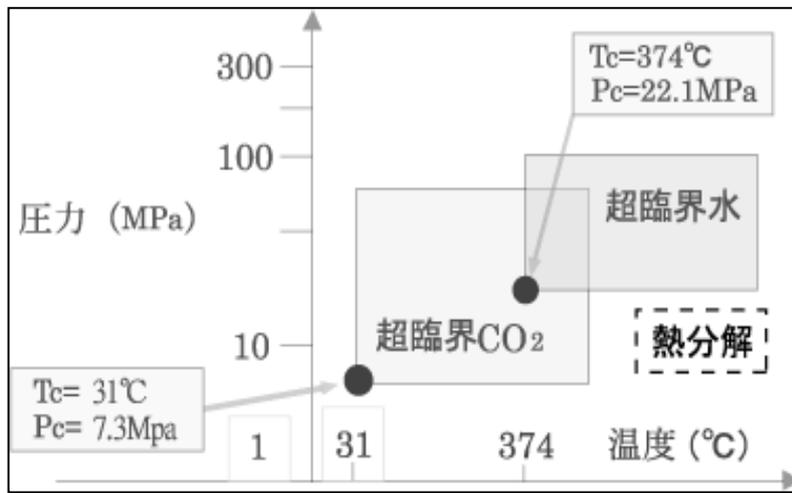


図-7 超臨界流体 圧力と温度
(株式会社 超臨界技術研究所 HP より)



図-8 超臨界 CO₂ 抽出装置
(神鋼エアータック株式会社 HP より)

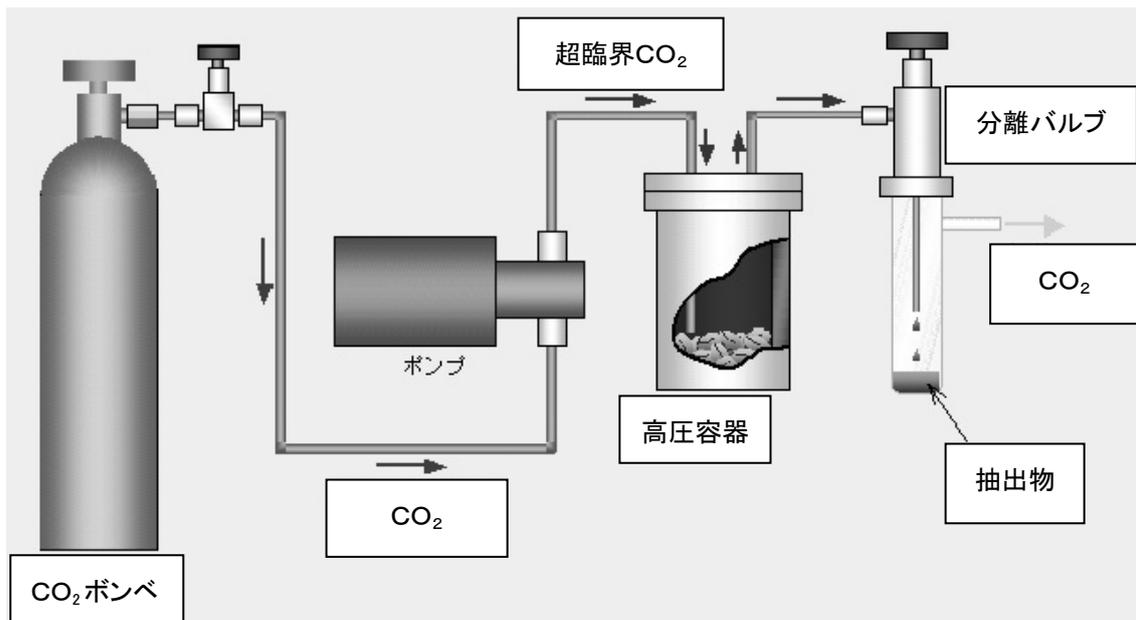


図-9 超臨界 CO₂ 抽出の仕組み
(神鋼エアータック株式会社 HP より)

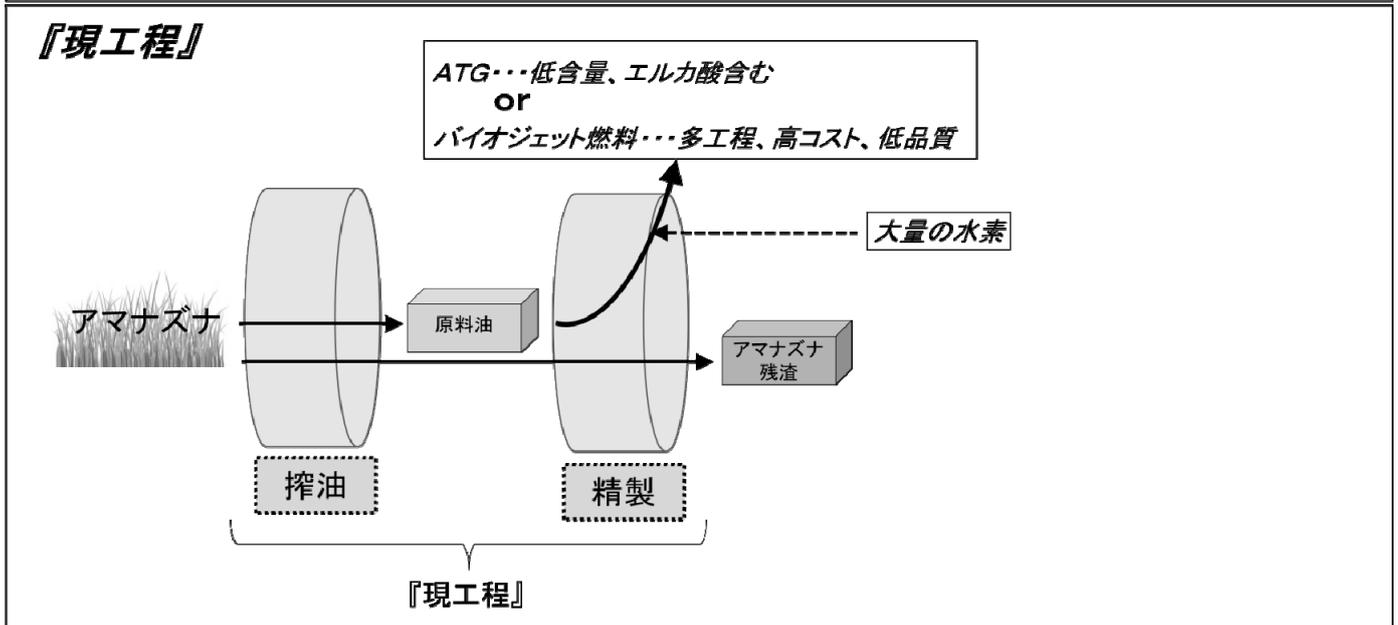
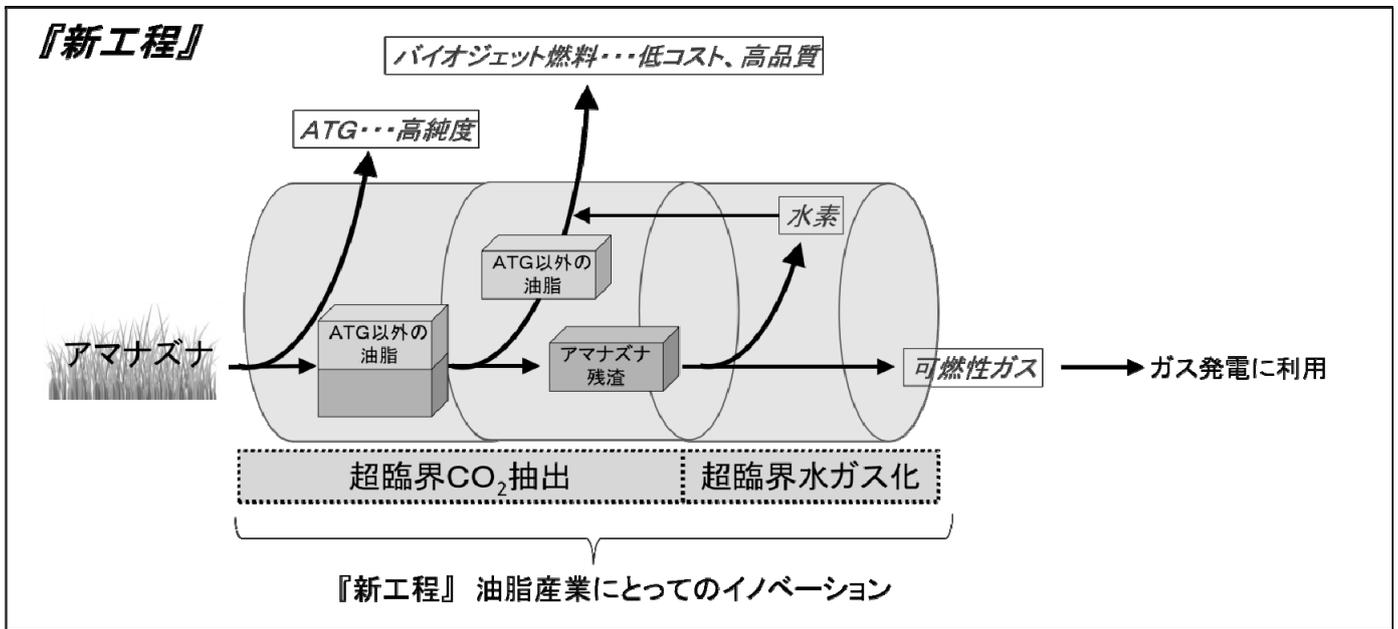


図-10 アマネズナの効率利用

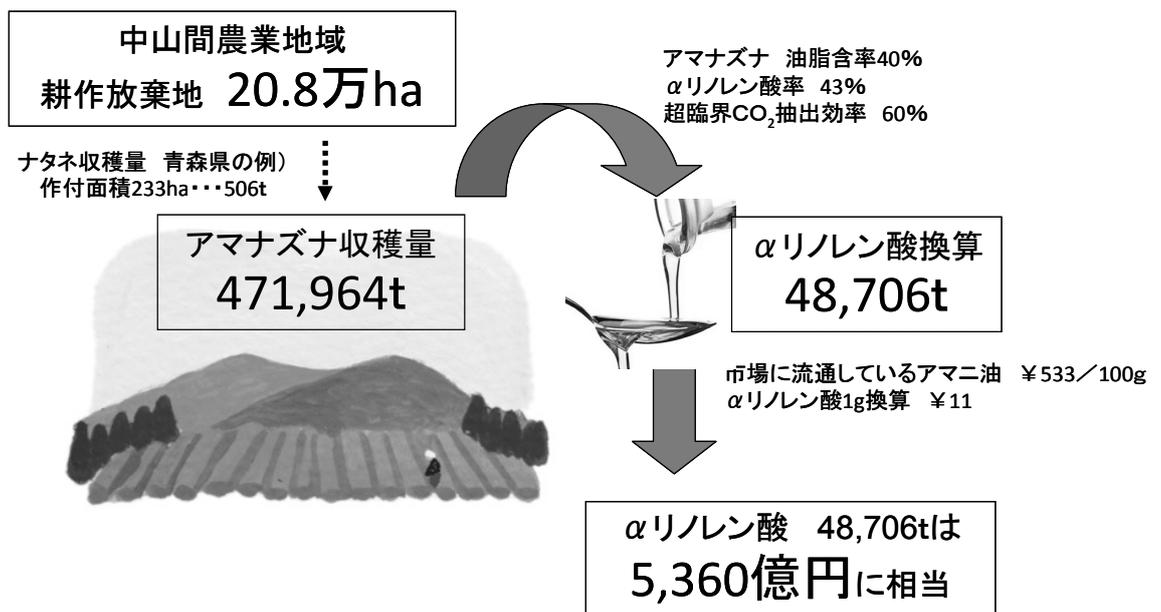
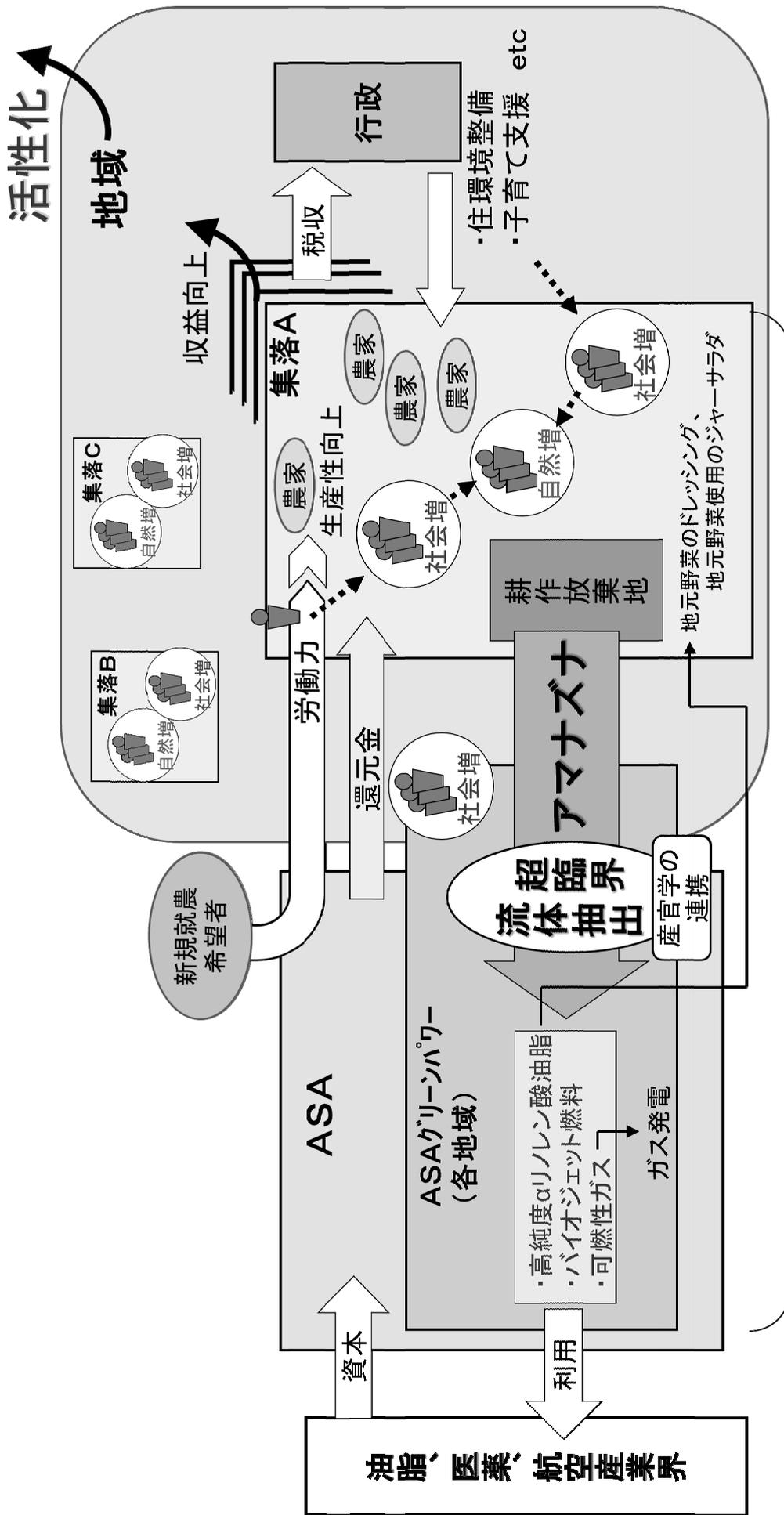


図-11 アマネズナ収穫量と収益試算



中山間農業地域活性化プロジェクト

図一 12 中山間農業地域活性化の道筋

表－1 農業地域類型区分について（農林水産省 HP より）

地域類型	基準指標
都市的地域	・可住地に占めるDID面積が5%以上で、人口密度500人以上又はDID人口2万人以上の旧市区町村または市町村。
	・可住地に占める宅地等率が60%以上で、人口密度500人以上の旧市区町村または市町村。
	ただし林野率80%以上のものは除く。
平地農業地域	・耕地率20%以上かつ林野率50%未満の旧市区町村または市町村。
	ただし、傾斜20分の1以上の田と傾斜8度以上の畑の合計面積の割合
	・耕地率20%以上かつ林野率50%以上で、傾斜20分の1以上の田と傾斜8度以上の畑の合計面積の割合が10%未満の旧市区町村または市町村。
中間農業地域	・耕地率20%未満で、「都市的地域」及び「山間農業地域」以外の旧市区町村または市町村。
	・耕地率20%以上で、「都市的地域」及び「平地農業地域」以外の旧市区町村または市町村。
山間農業地域	・林野率80%以上かつ耕地率10%未満の旧市区町村または市町村。

注:1 決定順位:都市的地域→山間農業地域→平地農業地域・中間農業地域

2 傾斜とは、1筆ごとの耕作面の傾斜ではなく、団地としての地形上の主傾斜をさす

表－2 油脂植物の脂肪酸組成（食用油脂2000年版、<http://www.biochemica.com/>より）

脂肪酸	ラウリン酸	ミリスチン酸	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	ガドレイン酸	エルカ酸
アマナズナ油			4～6	1～3	10～14	14～17	35～50	12～17	微量
アマニ油			4.8	4.7	19.9	15.9	52.7		
大豆油		0.1	11.0	4.0	23.4	53.2	7.8		
トウモロコシ油			12.2	2.2	27.5	57.0	0.9		
ヨメ油	0.4	0.5	16.4	2.1	43.8	34.0	1.1	0.4	
ナタネ油		0.1	2.8	1.3	23.8	14.6	7.3	12.1	34.8
パーム油	0.3	1.1	45.1	4.7	38.8	9.4	0.3		

表－3 アマナズナとその他油脂植物との比較

油脂植物	日本での栽培適正※1	油脂含有率 %	αリノレン酸含有率 %	食用との競合（バイオ燃料想定）
アマナズナ	○	40	43	しない
パーム	×	20	0.3	する
ヤトロファ	×	40	-	しない
アマニ	△	32	52.7	する

※1. 栽培適正地が熱帯・亜熱帯地域・・・×、亜寒帯地域・・・△、温帯地域・・・○

表－4 バイオジェット燃料について（Sustainable Japanより）

バイオジェット燃料

ドロップイン型	従来型の航空燃料（JetA、JetA-1）と同様の化学組成であり、現在の機体、エンジンなどをそのまま使用可能な代替燃料	当面、導入が予想される
非ドロップイン型	現在の機体、エンジンなどをそのまま使用できない燃料	導入検討には長期的なタイムスパンを要す

表 5 アマナズナ栽培における収支試算

中山間農業地域の耕作放棄地	20.8万ha	中山間農業地域の耕作地面積	203万ha	平成17年時点
アマナズナ収獲量(t)	471,964	アマナズナ料のナタネの作付面積と収獲量参考、主要生産県	青森県	青森県で2,27t/ha
αリノレン酸換算量(t)	48,706	アマナズナ油脂含有率40%、αリノレン酸含有量43%、超臨界二酸化炭素抽出によるATGの抽出効率を60%と仮定		
バイオジェット燃料換算量(t)	84,047	超臨界二酸化炭素 水素化分解及び抽出によるバイオジェット燃料の抽出効率を60%と仮定		
植物残渣換算量(t)	339,211			

ASAグループ アマナズナ栽培における収支

収入		支出	
	百万円/年		百万円/年
アマナズナ由来 高純度ATG販売	536,000 ※1	肥料費	0 ※4
アマナズナ由来バイオジェット燃料	11,430 ※2	土地賃借料	0 ※5
発電売却代	12,567 ※3	農機具費	0 ※6
計	559,997	光熱動力費	4,295 ※7
		労働費	0 ※8
		超臨界流体抽出費(設備費、運営費、処理費)	10,800 ※9
		農家への還元金 ※10	84,000 ※11
		販売経費	200 ※12
		計	99,295

収入-支出 460,702
 生産世代の雇用単価 476万円/人/年 ※13
 雇用可能人数 96,786 人/年

- ※1 市場で流通するアマニ油に含まれるαリノレン酸1g換算 11円/αリノレン酸1g
- ※2 2018年までに目指すバイオジェット燃料価格 136円/kg
- ※3 超臨界水ガス化によるガス養生量0.5m³/有機物kg、ガス発電量単位を1.9kWh/m³、電力固定価格買取制度より39円/kWh
- ※4 耕作放棄地再生利用交付金より賄う
- ※5 農家の耕作放棄地利用
- ※6 農家の農機具利用
- ※7 農林水産省 平成28年度 なたね生産費参考
- ※8 ASAから派遣された労力
- ※9 処理能力27t/日の設備の設備費・運営費960百万、処理費4000円/t 設備94台、10年定額償却と仮定
- ※10 高齢化(65歳以上)の農家世帯(406千世帯)が平均20万円/年・世帯 受給可能と試算。平地農業地域と中山間農業地域の平均農業所得差 55万円/年の約4割を賄える。
- ※11 アマナズナ栽培による総収入の15%
- ※12 ASAグリーンパワーの販売促進費
- ※13 全国民間平均給与 平成25年分 414万円+社会保険料・労働保険料(給与の15%として試算)