

博士学位論文

学位論文内容の要旨および審査結果の要旨

氏名 朵 兰

学位の種類 博士（農学）

学位授与の条件 酪農学園大学学位規程第3条第4項に該当

学位論文の題目 中国内モンゴル農家におけるバイオガスシステムの経済的・社会的・生態的評価

審査委員

主査 教授 市川 治（農業経営政策学）

副査 教授 發地喜久治（食料経済学）

副査 准教授 吉岡 徹（農業経営学）

副査 准教授 胡 爾查（内蒙古農業大学）

1. 目的

近年中国の経済成長に伴って、中国の農村地域のエネルギー需要度が高まっている。一方ではエネルギーの供給量が不足している。中国の農村地域のエネルギー問題は中国内外に影響を及ぼす問題であり、今後解決しなければならない大きな問題の一つである。このような状況の中、近年話題になっている再生可能エネルギーが、環境に優しくエネルギーを生産できるというメリットから研究と開発が進んでいる。しかし、現段階ではコストが高い、効率が低いなどの問題から、経営採算を取ることが極めて厳しい状態にある。中国のメタンガス利用は他の再生可能エネルギーの利用に比べて歴史が長く、技術も成熟している。この中国バイオガスシステムの開発プロセスは、エネルギーの需要型、生態の需要型とエコホームの建設など三つの面から展開している。特に21世紀に入り、中国中央政府はバイオガスエネルギー開発への投資を年々増加させている。また、地方政府も農家のバイオガスプラントの導入を積極的に支援しており、農村におけるバイオガス利用は急速に展開している。特に、中国は個別型バイオガスプラントの普及率が高い。バイオガスプラントを利用することにより中国農村地域のエネルギー問題を解決するというプロジェクトでは、農村地域、特に酪農地域のエネルギー問題を解決する事に期待が寄せられている。加えて中国中央政府は、バイオガスシステムが本来持つ“環境とエネルギー問題の解決”という“一石二鳥”の性格に「衛生」の概念を加え、“環境、エネルギー、衛生”という“一石三鳥”的性格に広げようとしている。しかし、中国国内のバイオガス利用施設は建設しても継続的な利用を行わず、停止している施設も多いと考えられる。また、バイオガスの利用も農家の台所の燃料に使う程度の単一的な利用が多く、バイオガスの継続的かつ効果的な利用をサポートする政策が不十分に思われる。

このような認識から、本論文では中国・内モンゴルにおける農家のバイオガス利用の実態を明確にし、バイオガス利用推進の過程で発生した問題や、バイオガス利用によるメリットとデメリットを分析する。さらに、バイオガス利用農家とバイオガス非利用農家の状況を経済的、社会的、生態的に比較分析する。これによりバイオガスの利用の効果を考察することを目的にしている。

2. 分析方法

中国バイオガスシステムは、バイオガスの発生量や施設の内容によって大、中、小型（個別型・共同型の区別ではない）と個別型バイオガスシステムに分けられる。バイオガスのサイズは一日当たり生産量で分類する。Vを使って表すと、 $V \geq 300 \text{ m}^3$ が大型バイオガスシステム、 $300 > V \geq 50 \text{ m}^3$ が中型バイオガスシステム、 $50 > V \geq 20 \text{ m}^3$ が小型バイオガスシステムである。また個別型バイオガスシステムはメタン発酵槽の容積が 6 m^3 、 8 m^3 、 10 m^3 の3種類のサイズがある。

本論文では、上記のうちの個別型バイオガスシステムが中国の農村に定着していく可能性が高く、その数も多いという認識から、発酵槽の大きさが $8 \text{ m}^3 \sim 10 \text{ m}^3$ の個別型バイオガスシ

システムを対象に、バイオガスシステム導入に関する経済的、社会的および生態的評価を試みる。具体的には、先進国である EU および日本におけるバイオガス利用システムに関する研究の到達点を踏まえ、中国・内モンゴルの各問題に対する農家及び政府の対策を明確にする。バイオガス施設や利用に関する研究・開発状況の進展度合い、農村部のバイオガス利用の現状と課題、農村部のバイオガス利用推進で発生する問題などの対策から農家のバイオガスプラント利用について、経済的・社会的・生態的評価・分析を行う。

3. 考察結果

上記のような分析方法から、農家は主にバイオガス利用により家計のエネルギー購入費を抑制する効果があると共に食事を作る時間を節約できることや、また、調査農家では、節約できた時間と費用を農作業（酪農生産）に投入することで農家所得の向上に繋げていることなど、家族労働面以外での経済効果も明らかにした。さらに、バイオガスシステムによる生態農業はバイオガス生産の副産物である消化液や残さ物を液体肥料や固体肥料として投入することで土壌の改善効果をもたらす。そして、これにより肥料購入費を削減できることから農業生産にかかるコストが軽減可能となる。また、従来の購入肥料のみの投入よりも土壌改善効果が高く、結果として農産物の品質向上にも効果があり、農家収入の増加が確認された。これらのことから、バイオガスの利用には農家労働力構造の改善や農業生産コストの軽減、農産物品質向上を通じた農家所得の向上効果があることも解明した。さらに、農家のバイオガス利用が薪類利用の代替になり、薪類の伐採量を減らし、水系や土壌の汚染防止、大気汚染の改善が期待される。加えて、農家がバイオガスを利用することで住居環境を改善し、農村の生活環境を変え、住居の温暖設備や衛生環境を改善する。バイオガスを用いて調理を行い、時間を節約し清潔さを確保している。また、バイオガスシステムの導入は先進的バイオガス発酵技術や関係技術の導入であり、廃棄物を資源化し、伝統的地域農業を生態農業へ転換させ、農産物加工業をも促進させる。加えて、農村の衛生環境を改善し、現地の民俗資源と人文景観と結び付け、地域生態農業観光産業を有利に発展させる。

内モンゴルの農家へのバイオガスシステムの導入モデルは、自然条件、農業生産構造と社会的状況を踏まえながら、ふん尿を利用した効率的なバイオガス生産の実現を目的に勧められてきた。しかし政府は、総合的利用を促すことを目的に徐々にバイオガスを直接台所の利用から主に発電機の燃料として活用させる方向へとその利用を多様化させるように展開させつつある。本研究の提案としては、EU 諸国の例に倣い、中国において従来すすめられてきた農村のバイオガス導入支援政策を、バイオガスプラントで生産される商品に対しての価格支持政策に移行すべきと考える。そして今後は、バイオガスに対する多様な投資ルールを作って、投資者と使用者の熱意を動かすことが重要である。

また、バイオガスシステム及びバイオガスの農村での利用方式については、これまでみてきたように、農家の家庭燃料としての利用や酪農地帯でのミルクステーションでの集中的な共同利用などを十分に位置づけていく。つまり、内モンゴルにおける農村の自然的・社会的・産業的観点から地域の条件によって対応が異なるので、各地域の実状に合うバイオガスシステムの導入が必要であり、このことがこのシステムの効果をより上げることになると考えられる。

【本論文の目的】

近年中国の経済成長に伴って、中国の農村地域のエネルギー需要度が高まっている。一方ではエネルギーの供給量が不足している。中国の農村地域のエネルギー問題は中国内外に影響を及ぼす問題であり、今後解決しなければならない大きな問題の一つである。このような状況の中、近年話題になっている再生可能エネルギーが、環境に優しくエネルギーを生産できるというメリットから研究と開発が進んでいる。しかし、現段階ではコストが高い、効率が低いなどの問題から、経営採算を取ることが極めて厳しい状態にある。中国のメタンガス利用は他の再生可能エネルギーの利用に比べて歴史が長く、技術も成熟している。この中国バイオガスシステムの開発プロセスは、エネルギーの需要型、生態の需要型とエコホームの建設など三つの面から展開している。特に21世紀に入り、中国中央政府はバイオガスエネルギー開発への投資を年々増加させている。また、地方政府も農家のバイオガスプラントの導入を積極的に支援しており、農村におけるバイオガス利用は急速に展開している。特に、中国は個別型バイオガスプラントの普及率が高い。バイオガスプラントを利用することにより中国農村地域のエネルギー問題を解決するというプロジェクトでは、農村地域、特に酪農地域のエネルギー問題を解決する事に期待が寄せられている。加えて中国中央政府は、バイオガスシステムが本来持つ“環境とエネルギー問題の解決”という“一石二鳥”の性格に「衛生」の概念を加え、“環境、エネルギー、衛生”という“一石三鳥”的性格に広げようとしている。しかし、中国国内のバイオガス利用施設は建設しても継続的な利用を行わず、停止している施設も多いと考えられる。また、バイオガスの利用も農家の台所の燃料に使う程度の単一的な利用が多く、バイオガスの継続的かつ効果的な利用をサポートする政策が不十分に思われる。このような認識から、本論文では中国・内モンゴルにおける農家のバイオガス利用の実態を明確にし、バイオガス利用推進の過程で発生した問題や、バイオガス利用によるメリットとデメリットを分析する。さらに、バイオガス利用農家とバイオガス非利用農家の状況を経済的、社会的、生態的に比較分析する。これによりバイオガスの利用の効果を考察することを目的にしている。

【本論文の分析方法】

中国バイオガスシステムは、バイオガスの発生量や施設の内容によって大、中、小型（個別型・共同型の区別ではない）と個別型バイオガスシステムに分けられる。バイオガスのサイズは一日当たり生産量で分類する。Vを使って表すと、 $V \geq 300 \text{ m}^3$ が大型バイオガスシステム、 $300 > v \geq 50 \text{ m}^3$ が中型バイオガスシステム、 $50 > v \geq 20 \text{ m}^3$ が小型バイオガスシステムである。また個別型バイオガスシステムはメタン発酵槽の容積が 6 m^3 、 8 m^3 、 10 m^3 の3種類のサイズがある。本論文では、上記のうちの個別型バイオガスシステムが中国の農村に定着していく可能性が高く、その数も多いという認識から、発酵槽の大きさが $8 \text{ m}^3 \sim 10 \text{ m}^3$ の個別型バイオガスシステムを対象に、バイオガスシステム導入に関する経済的、社会的および生態的評価を試みる。具体的には、先進国であるEUおよび日本におけるバイオガスの利用と研究の到達点を踏まえ、中国・内モンゴルの各問題に対する農家及び政府の対策を明確にする。バイオガス施設や利用

に関する研究・開発状況の進展度合い、農村部のバイオガス利用の現状と課題、農村部のバイオガス利用推進で発生する問題などの対策から農家のバイオガスプラント利用について、経済的・社会的・生態的分析・評価を行う。

【本論文の結果】

上記のような分析方法から、農家は主にバイオガス利用により家計のエネルギー購入費を抑制する効果があると共に、食事を作る時間を節約できる(直接効果で 1,170 元の効果)。また、調査農家では、節約できた時間と費用を農作業(酪農生産)に投入することで農家所得の向上に繋がっていることや、家族労働面以外での経済効果も明らかにした。さらに、バイオガスシステムによる生態農業はバイオガス生産の副産物である消化液や残さ物を液体肥料や固体肥料として投入することで土壌の改善効果をもたらす。これにより、肥料購入費を削減できることから農業生産にかかるコストが軽減可能となる。また、従来の購入肥料のみの投入よりも土壌改善効果が高く、結果として農産物の品質向上にも効果があり、農家収入の増加が確認された。これらの考察から、バイオガスの利用には、農家労働力構造の改善や農業生産コストの軽減、農産物品質向上を通じた農家所得の向上効果があることも解明した。さらに、農家のバイオガス利用が薪類利用の代替になり、薪類の伐採量を減らし、水系や土壌の汚染防止、大気汚染の改善が期待される。加えて、農家がバイオガスを利用することで住居環境を改善し、農村の生活環境を変え、住居の温暖設備や衛生環境を改善する。バイオガスを用いて調理を行い、時間を節約し清潔さを確保している。また、バイオガスシステムの導入は先進的バイオガス発酵技術や関係技術の導入である。つまり廃棄物を資源化し、伝統的地域農業を生態農業へ転換させ、農産物加工業をも促進させる。加えて、農村の衛生環境を改善し、現地の民俗資源と人文景観と結び付け、地域生態農業観光産業を有利に発展させる。

内モンゴルの農家へのバイオガスシステムの導入モデルは、自然条件、農業生産構造と社会的状況を踏まえながら、ふん尿を利用した効率的なバイオガス生産の実現を目的にしている。しかし政府は、総合的利用を促すことを目的に徐々にバイオガスを直接台所の利用から主に発電機の燃料として活用させる方向へとその利用を多様化させるように展開させつつある。本研究の提案としては、EU 諸国の例に倣い、中国において従来すすめられてきた農村のバイオガス導入支援政策を、バイオガスプラントで生産される商品に対しての価格支持政策に移行すべきと考える。そして今後は、バイオガスに対する多様な投資ルールを作って、投資者と使用者の熱意を動かすことが重要である。

また、バイオガスシステム及びバイオガスの農村での利用方式については、これまでみてきたように、農家の家庭燃料としての利用や酪農地帯でのミルクステーションでの集中的な利用などを十分に位置づけていく。つまり、内モンゴルにおける農村の自然的・社会的・産業的観点から地域の条件によって異なるので、各地域の実状に合うバイオガスシステムの導入が必要であり、このことがこのシステムの効果をより上げることになると考えられる。

【論文の評価と結果】

本論文は、中国内モンゴルにおける農家へのバイオガスシステムの導入・展開を 4 つの地域・区を対象に、経済的、社会的、生態的視角から評価分析したものである。地域の導入農家と非導入農家を含めた地域全体の実証的研究はこれまで解明されておらず、このように広く展開す

る実態と展開要因を解明したことは、これからのバイオガスシステムの展開に大きく寄与する。ひいてはバイオガスシステム研究の発展に寄与するものである。よって、申請者は、博士(農学)の学位を授与されるに十分な資格を有すると審査員一同は認めた。

2014年2月13日

審査員

主査	教授	市川	治
副査	教授	發地	喜久治
副査	准教授	吉岡	徹
副査	准教授	胡	爾査