

# 中国内蒙古畜産・酪農における 個別型バイオガスシステム導入の効果に関する一考察

朵 兰<sup>\*1)</sup>・胡 尔 查<sup>2)</sup>・市 川 治<sup>3)</sup>  
發 地 喜久治<sup>4)</sup>・中 村 稔<sup>5)</sup>・肉絲坦木 買買提<sup>6)</sup>

A Study of rural household biogas technology for livestock production  
and dairy farming in Inner Mongolia Autonomous region of China

Duolan<sup>1)</sup>, Huercha<sup>2)</sup>, Osamu ICHIKAWA<sup>3)</sup>, Kikuji HOTCHI<sup>4)</sup>, Minoru NAKAMURA<sup>5)</sup> and Rousitanmu Maimaiti<sup>6)</sup>  
(Accepted 27 July 2009)

## I. 課題と方法

### 1. 本稿の課題

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に対する需要度が高まっているが、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。こうした中で近年話題になっている再生可能エネルギーが、環境に優しく再生できるというメリットから研究開発が進んでいる。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。

このなかで、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。特に中国では四川省を中心として、メタンガス利用施設の普及が早い段階から進められている。発展途上の国々のなかでも中国は個別型バイオガスプラントの普及率が高く、大・中型バイオガスシステムの技術も比較的成熟している。そして、バイオガスシステムを利用することによって、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、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。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”の性格を、中国は“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のである。このような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。即ち、バイオガスの生産量を、Vを使って表した時、 $V \geq 300 \text{ m}^3$ であると大型バイオガスシステム、 $300 > V \geq 50 \text{ m}^3$ で中型バイオガスシステム、 $50 > V \geq 20 \text{ m}^3$ を小型バイオガスシステムと分類している。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  $6 \text{ m}^3$ 、 $8 \text{ m}^3$ 、 $10 \text{ m}^3$ 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の経済的評価を中心に評価分析を行うものである。

### 2. 分析の視角と方法

これまで中国では、大・中型バイオガスシステム

\* 酪農学園大学招聘研究員

<sup>1)</sup> 内蒙古農業大学経済管理学院

College of economic and management Inner Mongolia agricultural university, Hohhot, Inner Mongolia, 010018, China

<sup>2)</sup> 内蒙古農業大学経済管理学院

College of economic and management Inner Mongolia agricultural university, Hohhot, Inner Mongolia, 010018, China

<sup>3)</sup> 酪農学園大学酪農学部農業経済学科農業会計学研究室

Agricultural accounting laboratory, Department of Agricultural Economics, Rakuno Gakuen University, Ebetu, Hokkaido, 069-8501, Japan

<sup>4)</sup> 酪農学園大学酪農学部農業経済学科食料経済史研究室

Food economic history laboratory, Department of Agricultural Economics, Rakuno Gakuen University, Ebetu, Hokkaido, 069-8501, Japan

<sup>5)</sup> 酪農学園大学大学院酪農学研究科博士課程

Department of Dairy Science Research, Rakuno Gakuen University Graduate school, Ebetu, Hokkaido, 069-8501, Japan

<sup>6)</sup> 酪農学園大学大学院酪農学研究科修士課程

Department of Dairy Science Research, Rakuno Gakuen University Graduate school, Ebetu, Hokkaido, 069-8501, Japan

の普及を政策的に進めると同時に、幅広く小型バイオガスシステムや個別型バイオガスシステムも普及させてきた。つまり、従来の都市エネルギーを重要としてきた事とは異なって、小型・個別型バイオガスシステム(メタンガス池)は主に農村のエネルギー不足と環境問題を解決するための方法として導入されてきた。

これまでの経過として、中国はアジアの国の中でバイオガスシステムの普及率が最も高く、2008年末までに約3,050万戸まで普及したといわれる。ただし現在中国で行われている個別型メタンガスプラントの普及は近年から進められていることではなく、これまでも普及させようとして失敗したという経緯がある。失敗の原因として、バイオガスプラントの質の悪さや低レベルなサービス、使用者の意識問題などが取り上げられる。このような歴史的な検討・経験を踏まえ、中国の酪農地域に導入されてきているバイオガスシステムを対象に、その展開の可能性を経済的な視角を中心に考察する。

具体的には、経済的視角から中国最大の酪農地域である内モンゴル自治区の村を選定し、個別型バイオガスプラントを導入し利用している農家と、導入していない農家へのアンケート調査などをもとに考察をする。つまり、これによりバイオガスプラントが農家の経営、生活にどんな影響を及ぼしたのか、そしてバイオガスプラントの今のあり方での問題点と今後の改善の可能性などを考察し、今後の展開の可能性を明らかにしていくことにする。

## II. 中国農村地域におけるメタンガス利用の背景

### 1. エネルギー不足による中国経済の持続成長への直接的影響

中国は人口が多く、1人当たりの平均資源量が少ない。経済成長から見ると、エネルギー不足は長期間にわたる問題であり、将来的には中国経済の持続的成長を制約する原因の一つでもある。経済の成長動向から見ると、農村のエネルギー需要量は日々増加している一方、エネルギー供給との矛盾がより激化している事が分かる。現在、農村ではわら等を利用した伝統的なエネルギー消費生活が根本的に変わっていない。このような環境に影響を与えるエネルギーの消費習慣は、エネルギー商品の供給を押し進める一方、農民に負担をもたらす原因の一つとなっている。

メタンガスは環境にやさしい再生可能エネルギーとして、わら等伝統的生物エネルギーの代替エネルギーになるほか石炭などエネルギーの代わりもする

ことができる。メタンガス利用事業の発展による農村地域に優れたエネルギー消費構造を作ることは、中国にとってエネルギー戦略の重要な一環である。

### 2. 農村における伝統的な生活習慣と生態環境保護との矛盾の激化

農村でエネルギー不足が起きていることは、農村経済の発展を制約し、環境破壊にも繋がっている。多数の農村では「エネルギー不足→森林伐採→生態系の破壊→エネルギー不足」のような悪循環となっている。そのため、中国政府は巨大な資本を投資して、畑を森林に戻す、畜産を草原に戻す等の生態プロジェクトを実施している。しかし、農村地域で生活する農民の、長期的生活におけるエネルギー不足や森林伐採は、そのような環境保全を重視したプロジェクトの成果を抑制する主な原因となっている。そのため、燃料のための森林伐採や、家畜の過放牧等といった問題を解決するために、農民に代替エネルギーを提供する必要があるだろう。

### 3. 農村の悪衛生環境の農民生活の質への直接影響

中国では、新農村を建設するには、人間と家畜のふん尿及びゴミなどから農村環境に引き起こす汚染を防止しなければならない。「燃料を確保するための森林伐採、ゴミが整理されていない、汚染された水が処理されずに流される、糞尿が放置されている、家畜と住民の生活区が一緒になっている」などは、現在中国農村生活環境に見られる実態である。このような汚染された環境、特に石炭などを燃やした際に出る煙などの汚染は農民の健康に影響を与えている主な原因である。現在、中国の農村では粗末な農家トイレは約2億、家畜の糞尿は年間約30億tも発生している。これらが適切に処理されていない事は農村の生活環境に影響を及ぼしており、農村では伝染病が拡散され、頻繁に発生している。

農村ではバイオガスシステムを普及させる事によってふん尿を無害にし、伝染病原菌を撲滅するため伝染病の伝播経路を切断することができる。そして、環境、衛生問題を農村地域の範囲で解決できる。このようなあり方は、人間及び家畜における病気の予防に効果が見られ、中国の各地域では、住血吸虫病、豚連鎖球菌病などの伝染病を予防する重要な措置として実施している。

### 4. メタンガス池の効果

農業生産品の質が低く、農民の所得も低いという

問題は、中国における農村、農民、農業の重要な課題である。農村でメタンガス池を普及させることは、生態農業<sup>(註1)</sup>にとっては切実な要求であり、「豊かになる池、やや裕福になる池」ともいえる。中国農業部の発表によると、現在、中国の化学肥料の使用量は年間4,000万t以上で、耕地面積あたり使用量は世界平均を超えている。また年間農薬使用量は約130万tで、農薬に汚染された耕地面積は907万haとなっている。中国農業部が2005年に、全国の37都市において野菜に含まれた農薬を検査した結果、合格率が94.2%であった。

化学肥料と農薬の過剰投入による農産品の質の低下と健康に影響を及ぼす問題は、中国の農産物の国際競争力を低下させているほか農民の所得が増加できない原因の一つとなっている。メタンガス池から出る消化液と残渣物は品質が良く、効率の高い有機肥料であり、窒素、燐、カリウムおよび有機物等が豊富に含まれ、マイクロ生態環境を改善し、土地構成の改良を促進する機能を持っている。

#### 5. 中国農業の持続的な循環型農業にとってのメタンガス利用

中国の農業資源と環境の負担能力は有限であり、農業資源の消耗と農業環境の犠牲で農業および農村経済を成長させることは無理である。農村メタンガス利用は畜産と植物生産をつなぎ、エネルギーの効率的転換と物の効率的循環を促進して、「植物(飼料)→畜産(糞尿)→メタンガス池→畑作→畜産業」のような循環型農業経済の基本モデルを形成することができる。

メタンガス利用が中心になった農村循環経済の基本モデルは、ふん尿とわらなどを利用する事によりメタンガスと有機肥料を生産し、農業生産を化学肥料から有機肥料に頼るように転換させる。また、燃料はわら等の利用から品質の高いメタンガスエネルギーを利用するように転換される。これは、単に糞尿を利用する或いは農薬および化学肥料を過剰に使用する事による農業の成長を変えるものである。これにより水、肥料、薬などの重要な農業資源を節約して、環境の汚染を削減することができる。これは、循環経済を促進して、資源を節約する目覚ましい生産モデルと消費モデルであり、節約型社会を構築する際の重要な役割を果たす。

### III. 中国・内モンゴル自治区におけるバイオガスシステム導入の実態

#### 1. バイオガスシステムの導入史

中国の個人所有メタンガス池は利用の歴史が長く、1960年代から農村のエネルギーとして注目されている。近年の農村エネルギー問題の激化に伴って中国中央政府がメタンガスの利用を重視したためである。そして中央政府から直接補助を受け、地方政府の協力のもと急速に普及を行い、同時に支援政策も実施したのである。個人所有型バイオガスプラントに対する支援政策として①リスク基金制度を設立する：マイナス面に対し、的確な補助を実施する。仮に長期的に原油価格が低レベルで推移することがあれば、国がバイオマスの推進企業に対し適切な補助を与える。②バイオマス原料基地の補助：荒地などの未利用地において、バイオマス原料基地の建設及びバイオマス原料基地の土地開発を行う場合に支援する。③モデル補助：国が推奨するバイオガス生産技術の産業化モデル、及びモデル企業に対し補助を行う。④優遇税制：バイオガスプラントの実施企業に対し税収措置の優遇を与え、企業競争力をつける。

この様な政策と共に「2006～2010年バイオガスプラント建設計画」を提唱した。計画の内容を見ると「一池三改」図1(個別型メタンガス池の建設、トイレ改造、キッチン改造、生活圏改造を同時に計画・実行する)に基づいて、全国で2,300万戸前後の農家に家庭用メタンガス施設を新設する。そのうち、中央政府が1,300万戸分、地方政府は1,000万戸分を新たに建設し、2010年までに4,000万戸以上(農家の30%前後)のメタンガス利用を達成する予定であり、2008年末までにこの計画はおおよそ76%を達成している。

#### 2. 内蒙古における農業の概要とバイオガスシステムの普及実態

内モンゴル自治区は中国の北部に位置し、土地面積は118.3万km<sup>2</sup>で、国土面積の12.3%を占める。自治区には、9地級市(地区クラスの市)、3盟という地区に分けられ、管轄している。下級行政区単位としては21市区、11県級市(県クラスの市)、17県、49旗、3自治旗がある。自治区の総人口は2,405.06万人(2007年末)で、農村人口は49.8%を占める。

農民及び遊牧民の1人当たり純収入は3,953元である。耕地、草原、森林の面積はそれぞれ714.6万ha、8,666.7万ha、2,050.7万haで、それぞれ全国の

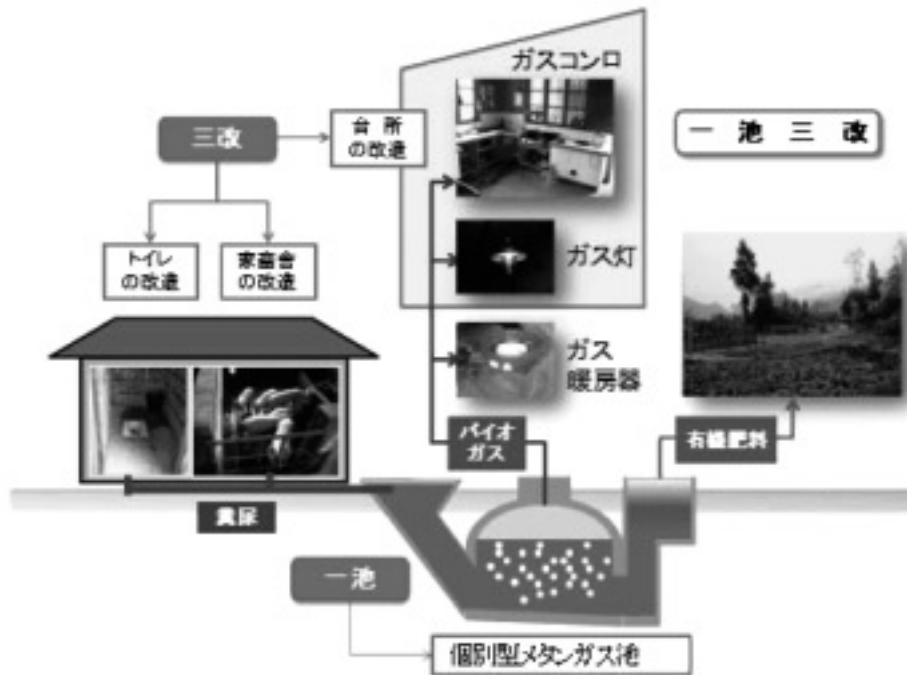


図1 中国個別型メタンガス池の「一池三改」モデル

資料：株式会社PEAR カーボンオフセット・イニシアティブのHPより作成

5.9%, 21.7%, 11.7%を占める。すでに確認されている石炭の埋蔵量は2247.5億tで、全国2位となっている。石油、天然ガスの埋蔵量はかなりのもので、すでに確認されている大型石油ガス油田は13箇所あり、石油資源の総量は20～30億t、天然ガスの総量は10,000億 $m^3$ と推定されている。

内モンゴル自治区は中国の緑色農産物の産地であり、2007年6月末の統計によると、家畜飼養頭数は10,952.03万頭で、農家あたり飼養頭数は30.7頭である。1人当たり食糧生産量は全国の3位で、1人当たりわら生産量は全国平均より1.1倍高い。また、内モンゴルの大中都市近郊に野菜生産温室が約50万ヶ所あり、農村と遊牧地域では数多くの太陽エネルギーの畜舎（太陽エネルギーを利用して牛舎の保温をする事）が使用されている。豊富な糞尿とわらの保有量はメタンガスを推進するのに優れた条件を提供している。内モンゴル自治区では2001年から2008年に渡って、中央政府からメタンガス建設補助金として3.18億元を投資している。

本自治区では、2008年11月末までに建設された農村家庭用メタンガス池が26万棟あり、これはメタンガス利用が可能な農家数の7.3%を占める。また村レベルのメタンガスセンターが549ヶ所、畜産小区及び共同型農家バイオガスプラントが95棟、建設した大型、中型、小型のバイオガスプラント（普通の農家用メタンガスより大規模）が14ヶ所あり、そ

の他現在建設中のものが6棟、建設する予定なのは36棟ある。

メタンガス池建設の制限的要因の影響により、「利用可能地域」、「比較的に利用可能地域」、「利用不可能地域」と区分される。内モンゴルに利用可能地域は57町村、比較的に利用可能地域は32町村、利用不可能地域は12町村がある。

内モンゴルにおけるバイオガスプラント事業が全国バイオガスプラント事業の先頭になっている。バイオガスプラント建設の基本的モデルは、まず「一池三改」モデル（「一池三改」モデルとは、発酵槽の建設を基に、太陽エネルギーを利用する畜舎として改造及び建築、トイレの改造、台所の改造を行うことである）。次に、「四位一体」のモデル（「四位一体」モデルとは、野菜生産日光温室、メタンガス発酵槽、太陽エネルギーを利用する畜舎、トイレ）である。また、内モンゴル自治区では、農村及び遊牧地域の農家の生産と生活に適応するメタンガス発酵槽、オンドル（朝鮮半島や中国の華北北部・東北部で普及している床下暖房）、省エネかまど、太陽エネルギー畜舎、飼料加工機械、サイロ槽など六つを組み合わせた「農牧6セット」を推進している。この「農牧6セット」は赤峰市翁牛特旗と呼和浩特市内土默特左旗など6つの旗県にモデルとして実験的に行っており、内モンゴルのバイオガスプラントにより発展させる事を期待している。

#### IV. 農家におけるバイオガスプラントの 利用現状と課題

2008年度の我々のアンケート調査は、内モンゴル呼と浩特（フフホト）市土默特左旗（トモテゾチ）に所属する兵州亥（ピンシュウヘ）村の農家40戸と内モンゴル赤峰市巴林右旗（旗というのは中国の県と相当であり、産業は畜産・酪農が中心になっている地域である）、大板鎮麻斯塔拉嘎查（村相当）の酪農家10戸を選定した。それは、内モンゴル自治区で呼と浩特市と赤峰市はバイオガスプラント事業が最も進んでいる地域であるという理由からである。

##### 1. 兵州亥村の概況

兵州亥村は内モンゴル呼と浩特市土默特左旗に所属する村である。土默特左旗は呼と浩特市の西部に位置し、16の郷と320の村からなる旗である。土地面積は2,712 km<sup>2</sup>、うち耕地面積が114,472 haである。2007年現在の総人口は35.7万人、農村の1人当たり純収入は6,713元である。土默特左旗全体の家畜飼養頭数は43.96万頭、乳牛や肉牛などの家畜飼養頭数は23.99万頭である。この地域の農村ではメタンガス導入の条件が充実しているため、2005年からバイオガスプラントを導入し始めた。この地域は内モンゴル自治区の農村メタンガス池の普及に適する地域であり、内モンゴル自治区の農村のバイオガスプラントを普及する重点地域となっている。2007年末まで、合計2,823戸の農家がメタンガス池を導入している。

2008年現在、兵州亥村の総人口は2,730人、総戸数は664戸である。土地面積は27 km<sup>2</sup>、耕地面積700 ha、村の居住地が1 km<sup>2</sup>を占め、長さ13 kmの林がある。村に製造企業は7戸あり、当村はトウモロコシを中心に生産し、飼養している家畜には乳牛800頭、綿羊600頭、鶏1,100羽等と牛乳集中買い付けセンターを設定している。毎年農家当たりの化学肥料使用量は25 kg、農薬使用量は80 kgである。現在8 m<sup>3</sup>のメタンガス池が370棟建設されている。2008年から内モンゴル農業畜産庁の模範プロジェクトである牛乳集中買い付けセンターバイオガスプラント（共同型農家バイオガスプラント）の導入がスタートした。15 m<sup>3</sup>の発酵槽を12コ組み合わせ、合計180 m<sup>3</sup>の発酵槽を作っており、40～50戸農家の需要を満たせる予定である。このバイオガスプラントの投資額は、7万元であり、建築費を含めれば約20万元かかっている。

##### 2. 麻斯塔拉嘎查（マシタラガチャ）の概況

###### (1) 麻斯塔拉嘎查の位置

麻斯塔拉嘎查は内モンゴル赤峰市巴林右旗大板鎮の自然村であり、内モンゴル赤峰市巴林右旗政府所在地の大板鎮から東北へ5 kmあたりに位置している。巴林右旗は内モンゴル赤峰市の北部に位置し、南はシラムリン河が流れ、北は大興安嶺の南山に接する。

全町の土地面積は10,256 km<sup>2</sup>、3の蘇木（日本の町と相当）、5の鎮、161の嘎查からなる。2007年末、人口は18.1万人である。巴林右旗は畜産を中心とした、畜産と穀物生産の産業構造である。2007年、畜産生産額が4億9,759万元で、農業総生産の59%を占める。2007年6月末の調査によると、全旗家畜飼養頭数は199.86万頭、大型家畜飼養頭数は20.33万頭であり、その内、品種改良家畜が14,448頭いる。2007年の農民の1人当たり純収入はおよそ3,700元であり、その内、穀物生産農民の1人当たり純収入はおよそ3,524元、遊牧民の年間1人当たり純収入はおよそ3,883元である。当町は、2006年から個人所有バイオガスプラントの導入が始まり、政府が90万元投資している。2007年末までの個人所有バイオガスプラントの利用農家数は750戸となっている。

麻斯塔拉嘎查の総面積は1,893 ha、草原面積800 ha、森林面積200 ha、果樹面積47 ha、そして耕地面積が80 haである。総人口は214人、農家戸数64戸である。畜産を中心とした酪農生産村であり、飼養乳牛頭数は300頭、酪農家が農家の80%を占める。また蒙牛会社の牛乳集中買い付けセンター1戸を設置している。2007年の遊牧民一人あたり純収入は5,646元である。2007年から個人所有バイオガスプラントの建設が始まり、現在20戸で個人所有バイオガスプラントの導入が完成している。

###### (2) 農家経営の特徴

兵州亥村で調査した農家40戸では、1戸当たりの平均土地面積は1.19 ha、最も多いのは2.3 haで、最も少ないのは0.17 haである。ほとんどの農家は施設の近くに自分のみの野菜畑をもっている。また、調査した麻斯塔拉嘎查の10戸の農家だけを見ると、1戸当たり土地面積は8.6 ha、最大規模は10.7 haで、最小規模は0.7 haである。このうち1戸あたり7.9 haは放牧地として、0.71 haは飼料用として使用している。

兵州亥村で調査した農家40戸のうち20戸が乳牛を飼養し、飼養規模が最も大きいのは20頭であるが、1頭だけ飼養している農家もある。その他肉用牛を飼養している農家が2戸、豚を飼養しているの

は15戸、羊を飼養しているのは9戸である。また、麻斯塔拉嘎查の10戸の農家は全部酪農家である。

調査した50戸から見ると、1戸当たりの農業総収入は29,572元、1戸あたり純収入は15,128元である。バイオガスプラントを利用している20戸の酪農家では1戸当たりの農業総収入は41,392元で、同じく1戸あたり農業純収入は20,082元である。非酪農家の中でバイオガスプラントを利用している9戸では、1戸あたり農業総収入は11,757元、1戸あたり農業純収入は7,662元である。バイオガスプラントを利用していない16戸の農家では1戸あたり農業総収入は21,125元、また1戸当たりの農業純収入は11,586元である。

兵州亥村の調査対象農家では、1戸あたり農業総収入が27,341元で、1戸当たりの農業純収入は14,260元である。そして麻斯塔拉嘎查の1戸あたり酪農家の農業総収入は38,500元、1戸当たりの農業純収入は18,600元である。また、バイオガスプラントを利用している農家とバイオガスプラントを利用していない農家の収入分布状況は表1に示したとおりである。

### (3) バイオガスプラントを利用している農家の状況

調査対象農家50戸のうち、バイオガスプラントを利用している農家は34戸と全体の68%を占める。その内ふん尿処理を目的として利用している農家は24戸、その他ふん尿処理と別の方式で兼用しているところが10戸ある。バイオガスプラントを利用した期間が最も長いのは3年間であるが、初めて利用している農家もある。

バイオガスプラントを利用している家畜は乳牛のほか、5戸が豚を飼養しており、他の家畜を兼用している農家が2戸である。バイオガスプラントを利用している14戸は乳牛1頭のふん尿でバイオガスプラントの原料需要量を満たせるが、余分のふん尿は農家肥料として利用されている。それは、バイオガスプラントに利用しているふん尿の量は少なく、

大体乳牛1頭分のふん尿であれば農家におけるバイオガスプラントに利用量が足りる。すなわち1戸当たりのバイオガスプラントに利用するふん尿の量は4.88tであり、1戸当たりのバイオガス利用とつながっている。暖かい季節には調理のために利用され、乳牛1頭分のふん尿で原料が満たせる。

バイオガスプラントから出る処理物（消化液、残渣）を処理する時は、専用設備（消化液と残渣を運送する）を利用する場合、1回60元の費用がかかり、普通は1年に1回位で処理している。実際は多数の農家が自分で処理して費用を節約している。個人所有バイオガスプラントから出る肥料の量が少ない事と農家の自家小規模野菜畑が施設の近くにあるという理由で、個人所有バイオガスプラントから生産される消化液と残渣は農家自身の野菜畑に利用されている。

「農家が現在かかっているふん尿処理費用の価格に対してどう思っているか？」という質問の答えをまとめたのが図2となる。安いと答えたのが34戸で、67%を占め、「高い」と答えたのが3%、「適切」だと答えたのが12%、「やや安い」と答えたのが18%であった。これは、当地域では政府から援助することと、農家が利用しているバイオガスプラントに小容量発酵槽を使用することに関係があると考えられる。

他の効果とは、まずは省エネのことであり、1戸あたり毎年約1tから2tの標準石炭を節約できている。その燃料費は700元～1,400元相当である。またその他の効果として、食事を作る時間を節約できた、または、トイレの問題を解決できたことである。

農家がバイオガスプラントを利用することについての問題点は、第1に冬の季節にガスの発生が少なくなることがある。第2にバイオガスプラントに利用する糞尿の量が少ないことである。第3は、農家のバイオガスの利用先が限られており、現在は主に食事を作るだけに利用している。今後は、農家が家庭で利用するバイオガス設備の開発に力を入れて、

表1 農家の収入分布状況

		10,000元以下		10,000～14,999		15,000～19,999		20,000～24,999		25,000～29,999		30,000～34,999		35,000～39,999		40,000元以上		合計	
		A*	B*	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
		兵州亥村 (ピンシュウヘ)	利用者	4	9	1	7	5	3	3	3	4	2	1	1	2	1	7	1
	非利用者	5	7	2	3		2	3	1	2						1		13	13
麻斯塔拉嘎查 (マシトラガチャ)	利用者		1		2				4			2		2		3		7	7
	非利用者						1	1	1	1				1		1		3	3

資料：聞き取り調査等より作成

注：Aは農業総収入の戸数、Bは農業純収入の戸数

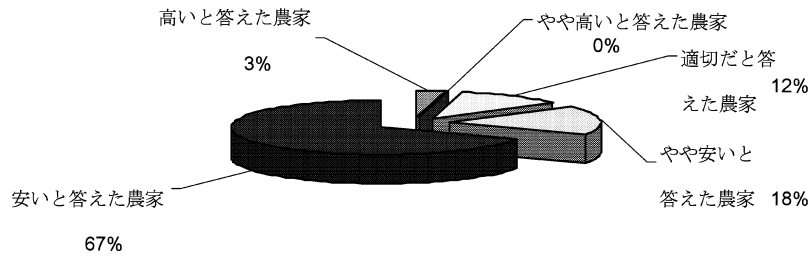


図2 ぶん尿処理費に関する農家の考え方  
資料：聞き取り調査により作成

表2 バイオガスプラントを利用している酪農家の経営状況

農家番号	家族人数 (人)	労働力 (人)	農業総収入 (万元)	農業純収入 (万元)	乳牛(成牛) (頭)	乳牛(子牛) (頭)	肉牛(成牛) (頭)	肉牛(子牛) (頭)	豚 (頭)	子豚 (頭)	羊 (頭)	ロバ (頭)	鶏 (羽)	犬 (頭)	その他	総面積 (ム)	畑 (ム)	飼料作物 (ム)	放牧面積 (ム)
1	3	2	1.9	0.96	2	1										12	12	2	
2	3	2	5.7	2.9	4	3			1	3						35	35	4	
3	3	2	4.8	2.7	5	1								2	2	30	30		
4	4	2	2.2	1.3	3	2				1			6			26	26	10	
5	5	2	4.8	2.4	5	1								2		20	20		
6	4	2	2.72	1.52	2					1				1		16	16		
7	2	2	2.88	1.4	3	1								1		13	13	3	
8	3	3	2.26	1.39	1			1		1						17	17		
9	3	2	2.8	1.44	3	1			1	4						12	12		
10	2	2	2.92	1.66	2	2								1	10	22	22	2	
11	4	2	7.68	3.84	8	3				1		1	4			30	30		
12	4	2	8.64	4.32	11	3							8	1		30	30	10	
13	3	2	3.56	2.28	1	2							4			30	30		
14	2	2	3	2.1			2	2	1			1				30	30		
15	4	2	3.68	1.96	3	4							10	1		20	20		
16	4	2	11.1	3.2	12	8								2		25	25		
17	4	2	4	1.44	5	2			2		4			1		20	20		
18	4	2	1.8	8	3	3					2			1		10	10		
19	4	2	5	2.3	6	1								2		12	12		148
20	4	2	3.6	2	3	5								1		120	9		111
21	3	2	4.8	2	5	1								2		10	10		
22	3	2	4	2	4	2										160	12		148
23	3	3	3	1.3	2	3								2		160	12		148
24	3	2	3	1.5	2	2							10	1		120	9		111
25	3	2	3.6	1.5	3	1										120	9		111

資料：2008年～2009年のアンケート調査，及び聞き取り調査より作成。以下の表も同じ。

機能を多様化する必要がある。第4は、バイオガスプラントから肥料を出すのが難しく、農家には専用設備もないことである。政府からは村に専用トラック（バイオガスプラントの肥料を運ぶ専用）を配備しているが、それだけでは対応が不十分であり、サービスのレベルを改善しなければならない。以上、

バイオガスプラントの利用についていくつかの問題点があるが、農家はこれからもバイオガスプラントを利用する意識が高く、今後のバイオガスプラントの利用意向についても「利用する予定がある」と全ての農家が答えている。

表3 バイオガスプラントを利用している酪農家へのアンケート

質問Ⅱ 貴農家では近隣にあるバイオガスプラントを利用していますか？	利用している	利用していない			
	25	0			
質問Ⅲ-1 貴経営ではバイオガスプラントをどのように利用していますか？	ふん尿処理	肥料の購入	その他		
	25	0	8		
質問Ⅲ-2 バイオガスプラントを利用するようになってどれほど経ちますか？	0～1年	1～2年	2～3年	3年以上	
	6	6	2	11	
質問Ⅲ-3 バイオガスプラントに利用している家畜とその頭数を教えてください。	乳牛（1頭）	乳牛（2頭）	乳牛（3頭以上）	その他	
	19	5	1	6	
質問Ⅲ-4 年間バイオガスプラントへ委託する、ふん尿処理量はどのくらいですか？	4 m <sup>3</sup>	4 m <sup>3</sup> 以上			
	17	8			
質問Ⅲ-5 ふん尿処理費用はいくらほどかかっていますか？	費用なし	0～100円	100～200円	200円以上	
	9	7	6	1	
質問Ⅲ-6 現在かかっているこのふん尿処理費用の価格に対してどう思っていますか？	高い	やや高い	適切	やや安い	安い
	1	0	1	5	18
質問Ⅲ-7 バイオガスプラントを利用するようになって、経営に次のような変化はありましたか？（複数回答）	飼養頭数を増やした	経営に余裕が出た	ふん尿処理以外の作業に、より力を入れることができている	その他	
	0	22	18	13	
質問Ⅲ-8 現在の、バイオガスプラントのふん尿処理利用に関して、何か不満な点がありますか？	不満はない	冬期間ガスが出ない、保温するのは難しい、ちょっと悪臭があり、危険、糞尿の処理が不便、ガス量が不均衡等			
	8	17			
質問Ⅲ-9 これからもバイオガスプラントを利用したいと考えていますか？	利用したい	やめようかと思っている	どうしようか考えている		
		25	0		

表4 非酪農家の経営状況

農家番号	家族人数(人)	労働力(人)	総収入(万円)	純収入(万円)	豚(頭)	子豚(頭)	羊(頭)	驢馬(頭)	犬(頭)	総面積(ムー)	畑(ムー)
1	3	3	2.1	1.4						20	20
2	1	1	1.1	0.715	1	1			1	11	11
3	3	2	1	0.7						11	11
4	2	2	1.6	0.96						16	16
5	2	2	0.65	0.48						7	7
6	3	2	1.785	1.19						17	17
7	4	4	0.589	0.443		1	1		1	11	11
8	8	2	0.25	0.175	1			1		2.5	2.5
9	2	2	1.5	0.833	1					26	26

(4) バイオガスプラントから肥料を購入することについて

調査対象農家にはバイオガスプラントから肥料を購入した農家はなく、販売した農家もいなかった。その原因は、農家のバイオガスプラントの利用の規模が小さく、発生する肥料が少量であり、また利用している時間も長くないことにある。そのため生産した肥料は自分の野菜畑に使用されている。

(5) バイオガスプラントを利用していない農家の状況

調査対象農家の中でバイオガスプラントを利用していない農家は16戸あり、利用していない理由は、「自給する」が1戸、「利用するかどうかを考えている」が7戸、「その他の原因」が8戸である。その他の原因には、なかなか建設する時間がない、庭が狭くて利用できない、利用してよいかどうかかわからない、お金が無いなどである。

飼養農家の家畜ふん尿の処理状況については、「自



表5 非酪農家へのアンケート調査

質問Ⅱ 貴農家では近隣にあるバイオガスプラントを利用していますか？	利用している		利用していない		
	9		0		
質問Ⅲ-1 貴経営ではバイオガスプラントをどのように利用していますか？	ふん尿処理		肥料の購入		その他（水沸かす、料理作り、他の農家から糞をもらっている）
	2		4		5
質問Ⅲ-2 バイオガスプラントを利用するようになってどれほど経ちますか？	0～1年	1～2年	2～3年	3年以上	
	0	0	6	3	
質問Ⅲ-3 バイオガスプラントに利用している家畜とその頭数を教えてください。	乳牛（1頭）	乳牛（2頭）	乳牛（3頭以上）	その他	
	0	0	0	4	
質問Ⅲ-4 年間バイオガスプラントへ委託する、ふん尿処理量はどのくらいですか？	4 m <sup>3</sup>	4 m <sup>3</sup> 以上			
	5	4			
質問Ⅲ-5 ふん尿処理費用はいくらほどかかっていますか？	0～100元		100元～200元		200元以上
	8		1		0
質問Ⅲ-6 現在かかっているこのふん尿処理費用の価格に対してどう思っていますか？	高い	やや高い	適切	やや安い	安い
	0	0	3	1	5
質問Ⅲ-7 バイオガスプラントを利用するようになって、経営に次のような変化がありましたか？	飼養頭数を増やした	経営に余裕が出た	ふん尿処理以外の作業に、より力を入れることができています	そのた（石炭の節約できたなど）	
	0	5	3	3	
質問Ⅲ-8 現在の、バイオガスプラントのふん尿処理利用に関して、何か不満な点はありますか？	不満はない		ガス量が少なく、保温が難しい、消化液を取るのが難しい、ある程度で、協力欲しい、処理される糞尿量が少ない		
	5		4		
質問Ⅲ-9 これからもバイオガスプラントを利用したいと考えていますか？	利用したいと考えている		やめようかと思っている		どうしようか考えている
	9		0		0

表6 バイオガスプラント非所有農家の経営状況

農家番号	家族人数 (人)	労働力 (人)	農業総収入 (万元)	農業純収入 (万元)	総面積 (ム)	畑 (ム)	飼料作物 (ム)	放牧地 (ム)	乳牛(成牛) (頭)	乳牛(子牛) (頭)	豚 (頭)	仔豚 (頭)	羊 (頭)	鶏 (羽)	犬 (頭)	その他
1	4	2	0.5	0.35	7	7										
2	3	2	0.1	0.5	10	10						1	1			
3	3	2	0.75	0.45	10	10									1	
4	2	2	2	1	23	23					2	10	1	20		
5	2	2	1	0.5	10	10							100		1	
6	4	2	2	1	14	14									1	
7	3	2	0.8	0.55	5	5										
8	4	3	2.53	1.39	16	16			1	1				13	1	
9	4	2	2.26	1.73	27	27									1	
10	6	3	5.4	2.34	18	17	1		4	3			12		1	1
11	2	2	0.7	0.44	11	11					1			8	1	
12	3	2	0.61	0.43	9	9							6	10	1	
13	4	3	2.74	1.86	18	18			3	2			6	15	1	
14	3	2	3.5	2	120	9		111	3	3					1	
15	4	2	2.5	1.5	160	12		148	3	3					1	
16	3	2	5.5	2.5	160	12		148	6	2					2	

表7 バイオガスプラント非所有農家へのアンケート調査結果

質問Ⅱ 貴農家では近隣にあるバイオガスプラントを利用していますか？	利用している	利用していない			
	0	16			
質問Ⅴ-1 バイオガスプラントを利用しない理由を教えてください。	自分のところで自給できている	利用すると逆に不便	利用したいものがない	利用するかどうか考えている	その他（時間と金がない，成功するかどうか心配。使いやすいかどうかわからない）
	1	0	0	7	8
質問Ⅴ-2 畜産業を行っている方に質問です。ふん尿処理はどのように行っていますか？	業者や近隣の農家に頼んでいる	堆肥化施設を持っている	C（家畜がない，肥料として使用する必要される家畜糞尿量がない，燃料として使う）		
	0	0	16		
質問Ⅴ-3 肥料を使用している方に質問です。肥料はどこから購入していますか？	自給している	バイオガスプラント以外のお店などから購入している	近隣の農家からもらう，あるいは購入している	その他（肥料購入）	
	5	0	0	16	
質問Ⅴ-4 現在のバイオガスプラントに関して，何か改善してほしいことなどはありますか？	ない	比較的安い，建設際工夫しなければならない			
	11	5			
質問Ⅴ-5 今後，バイオガスプラントを利用する予定はありますか？	予定がある	まだ考えている	予定がない		
	5	7	4		

家肥料（有機肥料として耕地に散布する）」として使用するが7戸，「燃料として使用する」が3戸，「販売している」が2戸とそれぞれ答えた。農家の肥料は一部が化学肥料を購入するほか，自給で解決している。少数の農家では隣の農家から購入している事例もある。

現在のバイオガスプラントに関して改善の希望については，「改善してほしいことがない」と答えたのが9戸，「初めに建設するのに時間がかかり，面倒である」と答えたのが2戸，「建築費が高いから安くしてくれればいい」と答えたのが2戸，「場所を占める」，「バイオガスを使わない」，「わからない」と答えたのがそれぞれ1戸である。やはり一般農家はバイオガスプラントに関心が低いことを示しており，普及に力を入れる必要があると考える。また現在までバイオガスプラントを使用していない16戸では，今後，「バイオガスプラントを使用する予定がある」のは5

戸，「使用するかしらないか考えている」のが7戸，「考えてはいない」のが4戸である。

## V. 今後の展開の可能性

### 1. 考察結果

表8は，調査対象農家50戸の経済状況として，その平均水準をもとに比較したものである。バイオガスプラントを使用している農家の農業総収入は50戸の平均水準より3,975元ほど高い。また1戸当たりの農業純収入は50戸の平均水準より1,667元ほど高くなっている。しかし，バイオガスプラントを使用していない農家の農業総収入は50戸の平均水準より8,447元低く，1戸当たりの農業純収入は50戸の平均水準より3,542元低くなっている。収入について差が起こった一つの重要な原因は農家の生産構造であるが，バイオガスプラントの使用による影響が表れていると考えられる。というのは，バイオ

表8 1戸当たり農家収入の変化状況

単位：元

農家の分類	農業総収入	農業純収入	平均との差	
			農業総収入	農業純収入
使用農家	33,547	16,794	3,975	1,666
内：酪農家	41,392	20,082	11,819	4,954
非酪農家	11,757	7,662	-17,814	-7,465
非使用農家	21,125	11,585	-8,447	-3,542

資料：聞き取り調査により作成

注：50戸農家の1戸当たりの農業総収入（農業粗収益）29,572元，及び農業純収入（農業所得）15,127元

ガスプラントを使用する農家では、毎年1～2tほどの燃料（石炭）代を節約し、節約価額は700元～1,400元に相当する。これは農家の農業純収入の約4.5%から9%を占めている。また、バイオガスプラントを使用すれば、食事を作る時間を節約できるからこのような節約した時間と費用を酪農生産に投入することで農家の収入に変化が表れたと考えるのである。

農家のバイオガスプラントは年に一回原料を全て取り除くという処理をする。ふん尿量は4.4m<sup>3</sup>で、1年間に発生するバイオガスの量は石炭1.5t分のエネルギーに相当する。これは3人から5人いる農家の1年間消費する光熱費の70%を占める。農村でバイオガスプラントを利用することにより、人および家畜のふん尿などの廃棄物を農民の消費する照明、台所の燃料に使えることは、まず農民の生活費を節約して、農業生産に資金を投入することに効果がある。また、農村で「薪がないと木（森林）を切る」問題を解決し、森林および草原の環境破壊を制止するのに有効である。さらにバイオガスプラントの利用により農民の台所に煙が発生しないし、「一槽三改」による畜舎の改造、トイレの改造、台所の改造は農村の生活環境および衛生状況を改善している。

バイオガスプラントの利用が本格的に普及しはじめてまだ時間が長くないこともあり、家庭用の小規模個別型バイオガスプラントから生産される肥料（液肥、固肥）の利用は、まだ大規模に普及していないが、農家自身で消費する菜園には散布されるようになってきている。そしてバイオガスプラントから発生する肥料（液肥、固肥）の利用は野菜の虫を予防し、農薬と化学肥料の使用を抑え、それに野菜の生産量を30%から40%ほど増加させてきている。農村にバイオガスプラントを導入することは、エネルギー活用・生態系の維持・環境保全・農民の収入増加につながり、農村の生産と文明生活の増進に役立つことができると考えられる。

## 2. 今後の課題

バイオガスプラント利用農家が直面している問題は、寒い季節時にメタンガスの発生量が少ないことである。また、農家がバイオガスプラントを利用するのは主に台所の燃料で、別の使い方は普及していない。現在のバイオガスプラントの規模が小さいため処理できるふん尿の量が少なく、ふん尿から発生する環境汚染問題を解決には至っていない。また、バイオガスプラントを利用していない一部の農家は、バイオガス利用による経費削減の意識が高くないという問題もある。今後、農村でバイオガスプラントを利用することを更に普及する課題は、農家の生産及び生活にバイオガスプラントの利用の効果を明確にすると同時に、利用方法の開発を進める必要がある。政府が積極的に資金を投入し、関係あるプロジェクトを継続し、バイオガスプラントの利用を中心に再生エネルギーの利用を拡大し、その意義と効果を実践的に検討し明確化していく必要があると考える。

## 付 記

本稿は、文部科学省科研費基盤研究(B)「資源循環型畜産・酪農存続のためのバイオガスシステム導入の複合的評価分析」(代表者市川 治)の研究の一環で整理したものである。なお、調査に際しては中国内モンゴルの関係機関・団体の担当者や多くの農家の方のご協力を頂いた。また、調査、論文整理に当たっては、本学大学院生のソミヤ氏、研究生の大場裕子氏の協力も頂いた。記して、感謝の意を表する次第である。

## 参 考 文 献

「中国農村におけるバイオガスプラント建設企画」中国農業部、2007年3月

## 注

注1) 生態農業とは環境保護を促進し、食品の汚染を排除するための農業モデルである