

2013 年度

博士論文

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

朵 兰

指導教員 農業経営政策学 教授 市川 治

酪農学園大学大学院酪農学研究科

目 次

第 I 章 課題の設定・視点と構成	1
第 1 節 問題の所在と課題の設定	1
1. 問題の所在	
2. 課題の設定について	
第 2 節 関連研究の背景	3
1. 外国におけるバイオガスを利用に関する研究状況	
2. 中国の研究現状	
3. 農村部バイオガス利用について研究要約	
第 3 節 分析の視点と分析方法	12
1. 分析の視点	
2. 分析方法	
第 II 章 内モンゴルの農家におけるバイオガスシステムの展開過程	16
第 1 節 中国農村地域におけるメタンガス利用の背景	16
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	
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	
3. 農村の悪衛生環境の農民生活の質への直接影響	
4. メタンガス池の効果	

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	
第2節 内モンゴルのバイオガス利用条件	19
1. バイオガス可能地域	
2. 農牧業の現状とバイオガス利用の原料条件	
3. 内蒙古の農村のエネルギー消費の現状	
4. 内モンゴルの小規模農家経営の現状と収入の増加	
第3節 内蒙古の農家におけるバイオガスシステムの導入過程	28
1. バイオガスシステムの導入史	
2. 内蒙古の農家におけるバイオガスシステムの導入過程	
3. 農家におけるバイオガスシステム導入の基本的モデル	
第Ⅲ章 中国における酪農の展開とバイオガスシステム	42
第1節 中国の酪農・畜産の展開とバイオガスシステムの関連	42
第2節 酪農の生産、乳製品消費と酪農経営の企業化状況	43
1. 全国における酪農生産の状況	
2. 内蒙古における酪農生産の現状	
3. 乳製品消費状況	
4. 乳製品の貿易状況	
5. 中国の酪農における問題	
6. 酪農経営の企業化	

第3節 内蒙古酪農・畜産の企業的展開事例の検討	53
1. 昭君酪農経営の展開特徴	
2. 内モンゴル肉牛生産会社「内蒙古猛源牛業有限責任公司」の形成	
第4節 酪農の展開の課題とバイオガスシステム	59
1. これまでの酪農展開と課題	
2. 企業的酪農の展開とバイオガスシステムの導入	
第IV章 内モンゴル農家におけるバイオガスシステムの事例分析	60
第1節 導入事例選定の理由	60
第2節 牧畜業地域(牧区)の農家におけるバイオガス利用分析	64
— 赤峰市バリン右旗マスタラガチャを事例に —	
1. マスタラガチャの概況	
2. バイオガスの池建設と世帯状況の調査	
3. 牧戸経営状況	
4. 農村生活エネルギー使用状況	
5. 農村生態環境面の認識	
6. バイオガス稼働停止の主な原因分析	
7. 小括	
第3節 半農半牧地域(半農半牧区)の農家におけるバイオガス利用分析	68

－チョルトガチャブルヘン組（村）を事例に－

1. 調査地域の概況
2. 農家のバイオガス導入の状況
3. 農家における生活エネルギー使用状況
4. 農家の農村生態環境に関する認識
5. バイオガス導入農家の利用状況
6. 小括

第4節 耕種業地域(農区、狭義の農業)の農家におけるバイオガス利用分析..... 78

－呼和浩特市兵州亥村を事例に－

1. 兵州亥村の概況
2. 農家のバイオガスシステムの利用実態
3. 農家におけるバイオガスシステム導入したことについての問題点
4. 考察結果と今後展開の課題

第5節 都市近郊の酪農生産地域の農村におけるバイオガス利用分析..... 89

－呼和浩特市白彦兔集中バイオガス工程の事例に－

1. 調査地域の概況
2. 白彦兔集中バイオガス工程の現状
3. 呼和浩特市白彦兔集中バイオガス工程の周辺農家について調査
4. 小括

補節 畜産・酪農の共同利用型バイオガスシステムの導入に関する研究..... 97

1. 畜産・酪農の共同利用型バイオガスシステムの成立	
2. 中国内蒙古自治区のバイオガスの共同利用	
3. 内モンゴルの共同利用型バイオガスシステムの課題	
第V章 農家におけるバイオガスシステムに関する評価と結論	101
第1節 評価の総括と結論	
1. 評価の総括	
2. 結論	
第2節 今後のバイオガスシステムの展開方向	106
1. 導入システムのモデル	
2. 展望と提案	
論文要旨	110
謝辞	116
参考文献	117

第 I 章 課題の設定・視点と構成

第1節 問題の所在と課題の設定

1. 問題の所在

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、環境に優しくエネルギーを生産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。中国バイオガスの開発プロセスは、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、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に増加させている。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。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、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多くの農村住民が期待を寄せている。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では、施設の建設は行うものの、継続的な利用を行わずに停止している施設も多い。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、バイオガスの継続かつ効果的利用をサポートする政策が必要と考えられる。

2. 課題の設定

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 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 $6 \text{ m}^3 \sim 10 \text{ m}^3$ 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ものである。

具体的には、まず先進国である EU および日本におけるバイオガスの利用と研究について、①各国のエネルギー政策がバイオガスの開発をどのように変化させているのか、さらにその国々のバイオガス利用に変化が見られるかを明らかにする、②再生エネルギー利用推進策に変化がみられるのかを明らかにする、③バイオガス利用推進策が環境対策面で目指す効果は何か、またどのような産業構造の変化を目指しているのか明らかにする、④近年のバイオガス関係の政策において、新しい動向が起こっているのかを明らかにする、などの課題に取り組む。

次に、最大の発展途上国である中国におけるバイオガスの利用と研究状況について、①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を整理する、②農村部におけるバイオガスの利用の現状と課題を整理する、③農村部でのバイオガス利用推進において発生する問題に対して、農家及び政府がどのような対策をとっているのかを明らかにする、④バイオガスの普及を通して、農家が受ける経済的、社会的、生態的効果はどの程度なのかを分析する。

また、本稿では、上記の課題解決を目的とする上で、海外における農家のバイオガス導入の実態について、EU および日本と中国の比較を試みる。加えて、中国・内モンゴルにおけるバイオガスを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とによって、バイオガスの利用効果を考察することを課題としている。

第2節 関連研究の背景

1. 外国におけるバイオガスを利用に関する研究状況

長いバイオガスの歴史の中で、関係記載によると早くも1667年に池沼からガスが発見され、1806年には家畜の糞尿から可燃ガスが発見されると記録されている⁽¹⁾。バイオガスは歴史のある新技術といえる。

一方、実用性のあるバイオガス施設は、第二次世界大戦終焉に確認されて以降、1950、70、90年代と約20年刻みに世界に注目され、研究・開発が進んでいる。最初に注目された時期は1950年代で、所謂第二次世界大戦後のエネルギー不足を背景に研究が進められた。第二次のピークは70年代の石油危機を背景に研究が進んだ。また、90年代から現在までに至る時期は、第三次のピークにあたり、主に環境問題、地球温暖化防止そして二酸化炭素減少のためであった。EU各国のように、バイオガスからのエネ

ルギーで石油消費量を抑えるためという狙いもあったのである。国外の主要国家のバイオガスの研究状況は以下の点から参考にする。

(1) エネルギー政策によるバイオガスの開発の推進

EUはエネルギー消費に対し高い税金実施しており、再生エネルギーの発展には免税減税を非常に重要な政策になり、EU各国は再生エネルギーに対し免税政策し、税種多いEUにはエネルギー税、CO₂税とSO₂税とあり、特に石油系商品に非常に高い税金設けており、ガソリンやディーゼルの価格の2/3を占める⁽²⁾。現在、EU国家のガソリン価格1L約1ユーロで、その内2/3がエネルギー税である。一方、エタノールやバイオガスなどのバイオ燃料に免税を実施。現状EUにおいてエタノール燃料はガソリンの約倍近くコスト高いが、免税政策によりバイオ燃料の発展を推進しました。高額買収はEUの再生エネルギー発展においての共同政策でもっと有効な政策で、電力購入法と名づけられた。各再生可能エネルギー技術特徴から合理的に再生エネルギー関税を設け、立法方式により電力企業に確定的な電気料を全額買収要求する。ドイツを例に上げると、2000年に発表実施された《再生エネルギー優先法》、など再生エネルギー関税を推奨し始め、多くの地域では主にバイオガス工程を建設し、発電関税により収入向上を実施する良好な政策環境を作りだしている。結果的に2000年の1000機から2002年の2000機、2004年までに2500機バイオガス槽を増やす事ができた。ドイツは固定電気料制にし、バイオ燃料発電の関税価格を発電所の規模によって料金を差別化し、500kw以下を1kw/10.1ユーロ、500kw-5000kwを1kw/8.9ユーロ、5000kw以上を1kw/8.4ユーロ、500kw以下で1kw/5.05ユーロのコストで、最高で1kw/5.05ユーロの利益が生まれる。ドイツで65kwの小型バイオ発電機が毎日12時間、毎月30日稼働時月収で24000人民元、一年で28000人民元の収入を得られる。しかし、農家が電力企業から購入した電力量は1kw/0.03ユーロ、

バイオガスの高速な普及理由はここにあるだろう⁽³⁾。国家保障長期高価買収を利用したバイオ発電、早くも 2003 年には再生エネルギー発電量は 2645mw に達し、2.5 機原子力発電機に相当する。

日本としては、将来新エネルギーが日本エネルギー消費に安定的な供給を望み、地球環境問題の打破と発展に持続的な効果およびガソリンに代わる新エネルギー、新しい産業と経済発展機会を期待する。新エネルギーの開発と利用を推進するため、日本近年政策と法律を分布し、主に 1997 年の《新エネルギー利用推進基本方針について》と 2003 年 4 月実施した《新エネルギー法》。これらの政策と法律は政府、企業ともに新エネルギー利用の責任を明確にしました。《新エネルギー利用推進基本方針について》によると、日本政府は各省庁に新エネルギー利用を重要課題と強く推進し、意見交換、共同協力を新エネルギーの開発と利用を進めている。例として、太陽光発電機設備の量産コスト削減、政府が新エネルギー推進に新技術の有効性に援助提供など。これ以外に、政府は新エネルギーの企画、公共施設に優先して新エネルギー設備設置を負担する。

《新エネルギー法》には、政府は毎年新エネルギー利用の目標を規定し、前年度の給電量を規準に電力会社に課題分配し、企業主に経済産業省への新エネルギー利用状況の報告を義務づける、不合法には改正と罰金を設けている。電力会社は自社制新エネルギー施設を除き、風力発電業主から電力購入のほか、他社に向けて新エネルギーパーツを有償移転である。

(2) 再生エネルギー投資補助について

投資補助は EU のバイオテクノロジーの開発に対する重要な政策である。エネルギー多様化を実現させるために、フランスは補助と減免税の方式で企業と個人をバックアップし、再生エネルギー利用を推進している。フランスは大幅な政府補助を用いてバ

バイオ燃料生産を後押し、フランス政府と各生産企業および関係社で、税収補助制定し、バイオ燃料コストを毎樽 45 ドルに抑え、技術発展により、バイオ燃料の価格が下がり続けている⁽⁴⁾。

スウェーデンの場合 1975 年から毎年政府から 3600 万ユーロを予算から支出し、バイオ燃料と加工技術を主に技術開発と商業化前期技術までの範囲をサポートしている。1997 年から 2002 年まで、バイオ発電項目に対し 25%の投資補助をバックアップし、5 年間合計 4867 万ユーロを提供している。ドイツ政府の再生エネルギー発電新設備投資補助により、投資幅はその年の設備幅で確定される。補助期間は 20 年。1991 年から 2001 年まで、連邦政府はバイオテクノロジー領域に対する投資補助の総額は 2.95 億ユーロ。1990 年から、ドイツの Kew 銀行は個人企業関係社にバイオテクノロジー開発に低利資融資を提供し、市場の金利より 50%も低い⁽⁵⁾。ドイツはバイオエネルギーに対するバックアップ政策はバイオエネルギー技術に大きく貢献したと言える。ドイツの輸出可能なバイオエネルギー技術は主に自家用小型健康ストーブ、高性能バイオディーゼル生産設備など。ドイツはこれらの補助はおもに再生エネルギー商品のリサイクルの資金から得ていて、その一方でドイツとデンマークのバイオガス基礎建設に対する補助は少ない。ですので、農家収益向上のために、バイオガス設備のコストを下げ、一方で生産量は増やす、同時に設備の使用年数の延命に力を入れる。政府の補助はバイオガス設備ではなく、バイオガス生産の運用と管理にあり、こういった補助プランは農家や政府ともに利益的である。

日本各政府は再生可能エネルギーの継続的な発展に力を入れ、政策と法制にバックアップシリーズの制定し、電力会社は必ずコスト価格で再生エネルギー電力を購入し、ユーザーが“グリーンエネルギー”使用時、一定割引価格を堪能できるなど。こういった事により再生エネルギー生産企業の市場でのリスクを減らし、社会の企業や個人

投入の再生可能エネルギー総合的な開発と利用に繋がる。

(3) 環境汚染防止の対策

世界経済の快速成長とともに、世界規模の自然環境の悪化により人々の不安がある中、多くの学者が様々な視点から経済成長と環境の関係性が研究されている。2003年日本札幌市で開催された《寒冷地帯のバイオガス利用国際学術研究会》でデンマークの学者によると、デンマークでは環境、健康政策の優先度を農業で選ばれるという観点である⁽⁶⁾。要するに農産業発展後退のリスク背負っていても環境保障、健康安全という最重要事項、以上の様に環境問題がいかに懸念と注目されていることである。デンマークは農産地における糞尿の放出量、放出時間、放出方法と保存容量について厳しい管理、同時に農業発展の盛大な産業、自国の農業の国際競争力のレベルアップにちからいれる。日本は2004年11月実施した《家畜排出物発》、当法制規定によると家畜排出物不法投棄、雨水による家畜排出物の環境汚染、家畜排出物の保存設備設置内容など。日本酪農産業家畜排出物過多の主な原因としては輸入肥料の依存度、肥料の自給率は24%、76%が輸入に依存し、すべて家畜排出物の還元土地の不足。こういった事から考えられるのは日本酪農産業が環境汚染問題規制に直面し、一部の学者による《家畜排出物発》の効力不足、もっと厳しい法制で家畜排出物の環境汚染問題解決などが提出されている。

(4) バイオガス関係の科学技術政策

国外において非常に重要視されているバイオガス技術開発と宣伝作業、採用されているバイオガス技術宣伝方式も多様化され、ドイツ政府の場合国家主体の形式、政府によるバイオガス工程建設の標準化、バイオガス工程建設と設備施設のクオリティーの要求をする。そしてバイオガス工程の安全性と効率性⁽⁷⁾、再生エネルギー政策実施を保障するため、ドイツ政府のバイオガス工程申告、建設規準、工程規準の監修それ

と運営管理が全面的な管理体制を確立する。同時に、ドイツは工程、関係設備施設の重視、設備のクオリティー監修、ドイツバイオガス工程クオリティー評価システムが成立させ、当工程のクオリティー監修評価責任、認証評価などを行う⁽⁸⁾。また、財政融資方式でバイオガスの開発利用研究、毎年大量資金を研究、デモと宣伝などの技術に投資、1993年以降、グリーンエネルギーや再生エネルギー、再生原材料を中心に発展戦略研究を開始した⁽⁹⁾。ドイツ政府はまた生物原料と技術制作の関連設備を補助した。補助にはエネルギー政策の誘導機能、補助は低減方式ではなく、系列別の補助は増加可能にした。この他、特別に新しい技術には2ユーロ分の技術新補助などがある。ドイツはまた新設バイオガス設備と植物原料利用、原則的に小型バイオガス設備と植物原料設備は高水準なバイオエネルギー補助を実施している⁽¹⁰⁾。

日本ではバイオガス発酵法を污水と下水道に使用開始し、現在ではビール工場、砂糖工場などの食品工場の污水浄化処理のUASB (Up flow Anaerobic Sludge Blanket : 上升流氧汚泥床) 新炭化処理技術浄化污水から産出されるバイオガスを工場に使用するなど。環境汚染防止を推進するため、新エネルギー開発と利用、日本は近年一連的政策と法律を発表し、主に1997年の《新エネルギー利用推進などの基本方針について》、1998年の《家畜排出物合理管理と利用法律について》(家畜排出物法)、2000年の《食品循環資源の再利用推進法について》、2001年の《廃棄物発酵方針》、2002年の《日本生物質量総合戦略》、2003年の《電力事業新エネルギー利用特別処置法について》(RPS法)。これらの政策と法律は明確に、政府や企業ともに新エネルギーの開発と利用に責任ある事を意味する。特にバイオガス研究が流域、農業面での汚染処理応用、ただ単に政府が一定の研究と事理経費の投資、同時に民間資本を投資も投入させる事ができている。正式に家畜糞尿生産バイオガスは1998年東京都八木町バイオガス施設の建設開始、2000年北海道田村牧場と酪農学園大学のバイオガス施設の建設、続い

て日本全国各地に高速普及するなど⁽¹¹⁾。

2. 中国の研究現状

内モンゴルの農村部のバイオガス利用における重要問題は寒冷季節によるバイオガス産気量の減少である。農村部のバイオガス利用はシンプルで、厨房の燃料のみ、他の方法はまだ普及していない。現段階ではバイオガス池の規模は小さく、処理可能な家畜糞尿量も少なく、まだ糞尿の環境汚染問題について解決できていない。農村部のバイオガス利用の経済利益の知識不足などがある。今後農村部におけるバイオガス普及の重要課題としては、農村部のバイオガス利用が生活と経済に利益あるという認識と知識、同時に新しい技術開発である。地方政府はルート別での資金投資、バイオガス利用の普及工程、最もバイオガスを中心とした広大な再生エネルギー利用の意義と効果も検討が必要である⁽¹²⁾。多くの研究者からは、今後農村におけるバイオガス導入のマクロ環境はさらによくなる可能性が高い、農村バイオガスの展開にチャンスを与える。農村におけるバイオガスを建設する需要の増加と科学条件の充実、新技術、新商品、新工芸が絶えず出現することは、バイオガス産業の成長的未来と考える。今後の農村バイオガス発展には、四つの転換を実現すると四つの原則を把握する必要がある。すなわち、投資については、政府を主体するリードから、政府と民間、国内と国外からの多様な投入ルートの転換を実現する。バイオガスを建設型は、農家の小規模から学校、汚染浄化など多様化バイオガス工程への転換である。運行ポイントは、建設を主にするからパイプライン強化、サービス強化、使用の効率を強化することである。展開方向としては、単一池からエリア依存の総合的な利用への移転。四つの原則としては、第一、全体計画とステップバイステップ実装の原則。第二、合理分配と焦点集中の原則。第三、政府リードと農民自主の原則。第四、革新的なメカニズムとサービス強化の原則。中国の農業部制定した《農村バイオマス発展計画》(2007-2015

年)の見込みによると、都市化と農業構造(耕種から畜産へ)の変化から見る。2015年まで中国の適切なバイオガス農家は1.30億世帯に達する。そして2015年までに、農村部でのバイオガス利用農家の数は6000万戸になると考えられる。

3. 農村におけるバイオガス利用について研究要約

国内外研究状況の統合、国内の世界各国も含み、バイオガス池建設と宣伝を農村部の生活水準と環境改善とし、汚染を減少し、エネルギーの節約、生態保護する重要な処置として位置付けている。国外では主にEU、日本などバイオガス工程先進国を対象に、バイオガス工程の技術や政策を見本に分析し、実行する政策。ドイツ、デンマークをバイオガス利用のリード国とし、主な経験としては、①バイオエネルギーの法制の励まし、②再生エネルギー発電新設備の投資補助、③バイオエネルギー、混合エネルギーと新技術のバックアップ、④税収割引、⑤バイオエネルギー技術発展の支持などからまとめる。日本は主にEUのバイオガス利用発展を参考に自国のバイオガス生産を発展させ、EUと比べ日本のバイオガスは家畜排出物の環境汚染への防止作用に重視され、同時にエネルギー構造と環境保護を目的とした展開することになっている。そして主なバイオガス利用目的は、①家畜排出物法による、家畜排出物の環境への影響防止、②家畜排出物の臭い防止、③家畜排出物や雑草などの廃棄物の衛生的処理、④ふん尿の肥料価値向上、⑤ふん尿によるエネルギー生産、⑥家畜ふん尿処理による二酸化炭素排出量減少などである。現状国外のバイオガス工程に対しての総合的な評価内容は：

- (1) バイオガス工程の分類、基礎工芸と伴う技術。
- (2) バイオガス発展の潜力とバイオガス技術のエネルギー供給意義。
- (3) バイオガス工程建設の実際経済効果、投資回収の可能性(回収時期も含む)と政

府部門のバイオガス工程技術と運営政策。

(4) 現行各種発酵技術の可能性、直面する技術的問題。

(5) 技術上と政策上の各種問題と実行前景の解決。

中国の農村部バイオガス利用は 20 世紀 20 年代末から今に至るまで、エネルギー需要型、生態需要型と生態園建設段階と 3 つの段階から展開している。近年以降、各地で大掛かりな農村バイオガス発展進行と同時に、一部の大中型バイオガス工程を建設もしている。しかし、バイオガス発展はいまだに無視不能な問題が存在し、主に投入と需要の矛盾、新技術開発の広い延滞、一部地域の後継管理サービスの上層との不順。現状農村におけるバイオガス利用の重要問題としては寒冷地帯のバイオガス産気量減少、農村部バイオガス利用方式の簡単単一、池規模の小ささ、処理できる家畜ふん尿量の過小、ふん尿の環境に対するの影響が解決できていない問題などである。国外も国内でもバイオガス発展は共に政府主導型で、EU と日本のバイオガスを発展する投資重点はバイオガスの商品価値実現にし、バイオガスから生産された電力やガスを低価格で市場に出る政策である。これらはバイオガス発展において非常に安定かつ有利でして、社会からバイオガス産業に対し投資注目を集める。国外と比べ、中国のバイオガス産業政策の重点は主に基礎建設領域にあり、バイオガス商品に対しての支持力が低く、これらから投資者と使用者の熱意を動かす事ができない、多くのバイオガス施設は建設後まもなく倒産や放置される状態。これらの状況からしてバイオガスの安定かつ持続的な発展を利用しない事が、中国の今後の農村バイオガス産業における一つの重要研究課題になっている。

以上の外国と中国における農村バイオガス利用に関する考察したが、外国と中国の農村農家バイオガス利用について、各国の政策方向の重点を比較する視点から分析した例はなし、それに外国のバイオガス開発の成功した経験を中国農村の実際と会う提

案があまりに出来ていない。また内モンゴル農村の農家におけるバイオガス利用について、導入している農家と導入していない農家の実態を比較的分析もした例がない、農村における農家のバイオガス利用による経済的、社会的と生態的評価がはっきりしていないことである。このことは農村におけるバイオガス利用の持続的展開に不利である。そこでこの研究は、以上の空白点と不足を補充することを研究目的とし、研究の理由としておきたい。

第3 節 分析の視角と分析方法

1. 分析の視角

これまで中国では、大・中型バイオガスシステム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、2012 年全国農村にバイオガスを利用している農家が 2600 万世帯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のサービス、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、中国の農村地域における農家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、社会的、生態的な視角を中心に考察する。そして、本研究の課題を考察する目的を達成するために、本稿では、次のように分析視点と手順を設

定した。

第Ⅰ章では、本稿における問題の所在、研究課題の設定、研究視点と分析方法を示す。

第Ⅱ章では、内モンゴル農家におけるバイオガスシステム導入の展開過程について考察する。

第1節では、中国における農家経営の展開過程について考察する。

第2節では、内モンゴル農家の経営構造と経済現状について考察する。

第3節では、内モンゴル農家におけるバイオガスシステム導入の展開過程について考察する。

農家におけるバイオガスシステム導入の展開過程について考察することは、まず、農村におけるバイオガス利用の実態を把握し、そして農家の見通しを検討するに重要な役割を果たすことである。次に、農家におけるバイオガスシステム導入の展開過程での主要な経験をまとめ、経済発展の各段階でのバイオガス利用の変化する特徴を明らかにする。また、中国の農家におけるバイオガスシステム導入の展開過程について考察することは、中国において経済成長によるエネルギー不足の影響を強く受け、バイオガスを始め多様な再生エネルギーを開発のあり方を導入する要因と条件を明確にし、今後の見通しを考察する上で重要な位置付けとなる。

第Ⅲ章では、中国における酪農生産現状と企業化動向に関する分析。

第1節では、中国の酪農・畜産とバイオガスシステムの関連を考察する。

第2節では、酪農の生産、乳製品消費と酪農経営の企業化状況を考察する。

第3節では、内モンゴルにおける酪農・畜産の企業的展開事例分析をする。

第4節では、今後の展開上の課題について検討する。

酪農・畜産の大規模・高投入集約型経営において、最も重要な課題は、環境に「負」

の重荷を与えず、環境と調和のとれた、地域の自然循環機能の維持増進をはかること、そして資源循環型酪農・畜産の経営経済面と生産・技術面の両条件を満たす循環システムの形成にある。

そしてこのような循環システムの展開に必要な不可欠のものひとつとしては、ふん尿活用システムとしてのバイオガス利用システムがある。中国バイオガスの開発プロセスは、エネルギーの需要型段階、生態の需要型段階とエコホームの建設段階などの三つの段階から展開しているが、どの段階でも酪農・畜産とバイオガスの内在的関連は厳密であり、バイオガスの開発程度も酪農・畜産の経営規模と展開方向に影響し、お互いに条件を与える。ですから、中国における酪農生産現状と企業化動向に関する分析することは、農村におけるバイオガス利用の条件及び必要性を検討するには重要なことである。

第IV章では、内モンゴル農家におけるバイオガスシステムについて事例分析する。

第1節では、事例分析の方法。

第2節、酪農農家における個別バイオガス利用について事例分析する。

第3節では、農産物生産地域の農家(農区)における個別バイオガス利用について事例分析する。

第4節では、畜産生産地域の農家(畜産区)における個別バイオガス利用について事例分析する。

第5節では、都市近郊の農家における共同利用バイオガスシステムについて事例分析する。

人口最大の途中国である中国における酪農農家、農産物生産地域、畜産生産地域と都市近郊の農家と分けてバイオガス利用状況について考察することは、農村バイオガス利用の全体を把握するに基本的根拠となる。次に農村経済の成長と都市化による中

国の農家生活変化の背景とエネルギー需要と環境変化を考察する上で主要な位置を付ける。また内モンゴル農家におけるバイオガスシステムについて事例分析することは、中国の農村のバイオガス利用の展開過程における主な経験と教訓をまとめ、農家バイオガス利用の現状を把握するに主要な位置付けとなる。

IV章の補節では、中国内モンゴルでも畜産農家からふん尿を集めて発酵しバイオガスを発生させて、発電利用する事例も存在する。それが、赤峰市の共同利用型バイオガスシステムである。これは、地域的な広がりの中で展開している。農家個別のバイオガスシステムとは多少異なる展開をしている。

第V章では、農家におけるバイオガスシステムに関する評価と結論である。第1節では、評価の総括と結論、経済成長による中国の農村におけるエネルギー不足、農業生産構成の変化による酪農・畜産の拡大から発生するふん尿過剰・汚染問題は、経済的・社会的・生態的課題になっているが、資源循環システム形成のためバイオガスシステム導入の経済的・社会的・生態的評価することは、農村バイオガスシステムの組織体が経営経済的に成立・展開できるか可能性があるのか、また社会的・生態的意味があるのかを明らかにすることである。第2節では、今後のバイオガスシステムの展開のために分析。第VI章では、第I章から第V章のまとめとして、農家におけるバイオガスシステムの経済的・社会的・生態的評価に研究結果を示し、次に、結論として、農家バイオガス導入システムのモデル、展望と提案を検討していきたい。

2. 分析方法

論文で採用された研究方法は主に以下になる。

まずは、事例分析法である。論文は、内モンゴル呼和浩特市土默特左旗兵州亥村、内モンゴル赤峰市巴林右旗大板鎮麻斯塔拉嘎查と呼和浩特市和林格尔县经济园区白彦兔連盟バイオガス工程を事例に、内モンゴル農村におけるバイオガス利用の実態、到

達点と直面している課題を考察し、総合的効果に対し農家利用の角度から研究議論。

つぎは、調査研究方法である。既存の統計資料や研究成果を踏まえ、中国内モンゴルの農家におけるバイオガスシステム導入の過程、そこから展開条件を明確にする論文は疑問調査法を採用し、農家のバイオガス利用に当たっての状況や疑問を理解する。または、比較研究方法である。①論文は、EU、日本などのバイオガス発展国家を比較対象とし、法律政策、財政政策、税収政策、金融政策と科学政策などの方向から考察し、中国と比較分析し、中国農家のバイオガス発展政策に向けての不足と調整を見つける。②本研究は、経済的、社会的、生態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、農村社会と生態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改善の可能性などを考察し、比較分析から今後の展開の可能性を明らかにしていく。

第Ⅱ章 内蒙古の農家におけるバイオガスシステムの展開過程

第1節 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で、エネルギー供給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の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差し迫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、それら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、人間と家畜の糞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」などの事は、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糞尿を無害にし、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みられ、中国の各地域では、住血吸虫病、煤煙型地弗病(石炭を燃やした後の煙が主な原因になる病気)、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 万トン以上で、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 万トンで、農薬に汚染された耕地面積は 907 万 ha となっている。

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、ミ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。

第2節 内モンゴルのバイオガス利用条件

1. バイオガス可能地域

内蒙古自治区は中国の北部に位置し、土地面積は 118.3 万km²で、国土面積の 12.3% を占める。2010 年の総人口は 2,472 万人で、全国の 1.8%を占める。自治区には、9 地級市（地区クラスの市）、3 盟がある。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、52 旗がある。北東から南西へのびる細長い形で、東端から西端までの距離は 2,500km、南北の直線距離は 1,700 kmに達する。温帯大陸性モンスーン気候を主とする複雑多様な気候が形成されている。冬は長くて厳しく、寒波に見

舞われる。年間平均気温は0℃～8℃で、降水量は50～450ミリである。牧草地、森林の面積はそれぞれ8,800万ha、2,050.7万haで、全国で1位である。地理的な特殊性と優位性によって、太陽光、風力、バイオマスなどクリーンエネルギー資源の開発可能量は全国でトップレベルである。

表 2-1 内蒙古の主な指標の全国割合(2010年)

項目	中国	内蒙古	割合 (%)	項目	中国	内蒙古	割合 (%)
土地面積 (万 k m ²)	960	118.3	12.3	エネルギー消費総量(万 t)	324939	18882.7	5.8
年末総人口 (万人)	134091	2472.2	1.8	農業総生産額 (億元)	69319.8	1843.57	2.7
生産総値 (億元)	401202	11672	2.9	耕種業	36941.1 0	900.45	2.4
第一次産業	40533.6	1095.3	2.7	畜産業	20825.7 0	822.42	3.9
第二次産業	187581. 4	6367.7	3.4	石炭(億 t)	32.40	7.89	24.4
第三次産業	173087	4209.0	2.4	発電量(億 kw)	42065.4 0	2483.90	5.9
エネルギー 生産総量 (万 t)	296916	49740.2	16.7	食料生産量 (万 t)	54647.7	2158.2	3.9

資料：「内蒙古統計年鑑」、「内蒙古経済社会調査年鑑」(2011年)より作成

バイオマスエネルギーは農家におけるバイオガスシステムを中心として導入された。バイオガスシステム導入については温度条件があり、内モンゴルのような北部の寒冷地域でバイオガスシステムを普及させる上で、制約要因となっている。内モンゴルの全地域はバイオガスシステム建設の温度条件により、「適当な地域」、「比較的適当な地域」、「不適当な地域」に区分される^{注1)}。適当な地域は 57 町村、比較的適当な地域は 32 町村、不適当な地域は 12 町村がある。バイオガスシステムの建設可能な地域の農家戸数、農作物の作付面積、食糧生産量と家畜の頭数など指標は、それぞれ全体の 90% 以上を占めている（表 2-1 と表 2-2）。

表 2-2 内モンゴル農業における主な指標の各地域の分布構成(2008 年) 単位：(%)

地域	年末農 家 総戸 数	農 村 人 口	耕 地 面 積	農産物 作 付面積	食糧作物 作付面積	食糧生 産量	家畜総 頭数
適当	69	63	52	54	52	68	61
比較的適当	29	36	39	37	39	27	30
不適当	2	1	9	9	9	5	9
合計	100	100	100	100	100	100	100

資料：「内モンゴル統計年鑑」、「内モンゴル経済社会調査年鑑」（2009 年）より作成

2. 農牧業の現状とバイオガス利用の原料条件

内モンゴルは中国の中でも農牧業が盛んな地域であり、2010 年農林牧漁業総生産額の構造からみると農業と畜牧業が合わせて 93.4% を占めている。特に畜牧業が第 1 次産業に占める割合は年々増加傾向にある（図 1）。2010 年中の家畜飼養頭数は 10,798.5 万頭で、農家 1 戸あたり飼養頭数は 29.6 頭である。その中でメンヨウの頭数は全国の 1

位で、全国の25.7%を占めている。牛の頭数は4位である。畜産製品の生産量は全国で注目されており、牛乳、羊肉、羊毛とカシミヤの生産量は全国で1位である（表2-3と表2-4）。農業地域の家畜飼養頭数の割合はすでに2001年の20.9%から2008年の70%にまでなった。

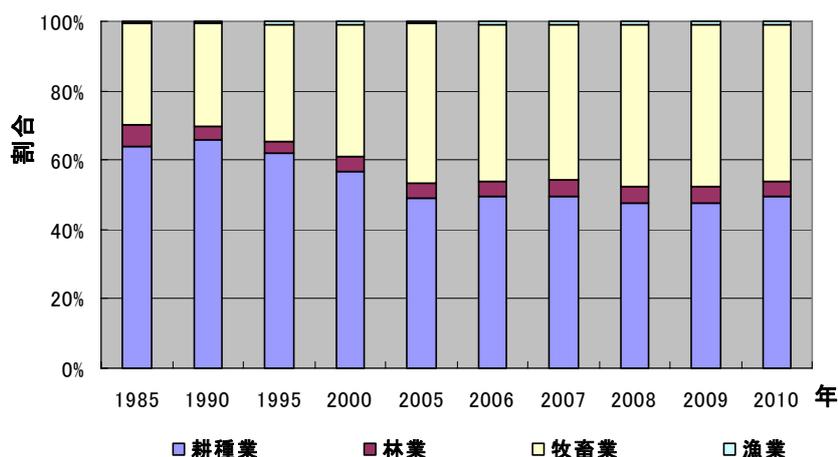


図2-1 内モンゴル農業総生産額構造の推移

資料：「内モンゴル統計年鑑」（2011年）より作成

表2-3 内モンゴルの主な家畜の頭数の全国割合および順位（2010年）

（単位：万頭）

地域	牛	馬	ロバ	ラバ	ラクダ	ヤギ	メンヨウ
中国	10,626.4	677.1	639.7	269.7	25.6	14,203.9	13,884.0
内モンゴ	676.5	71.9	92.1	32.9	10.0	1,708.2	3,569.0
割合 (%)	6.4	10.6	14.4	12.2	39.0	12.0	25.7
全国の順位	4	5	4	3	2	3	1

資料：「中国統計年鑑」（2011）より作成

表 2-4 内蒙古の主な畜産製品の全国の割合および順位 (2010)

地 域	牛 肉 (万 t)	ひつじの肉 (万 t)	牛 乳 (万 t)	メンヨウ毛 (t)	ヤギ毛 (t)	カシミヤ (t)
中 国	653.1	398.9	3,575.6	386,768.3	42,713.8	18,518.5
内 蒙 古	49.7	89.2	905.2	107,452	12,579	8,104
割合 (%)	7.6	22.3	25.3	27.7	29.4	43.7
全国の順位	4	1	1	1	1	1

資料:「中国統計年鑑」(2011年)より作成

2010年の内モンゴルの食糧生産量は2,158.2万t(全国11位)であり、1人当たり食糧生産量では全国で2位である。内モンゴルは今日、中国の主な食糧生産地(13カ所)の一つになった(表2-5)。耕地面積は714.9万haで、全国の4.4%を占めており、第4位である。食糧作付面積は549.9万haで、農産物作付面積の78.5%を占めており、トウモロコシ、小麦、豆、イモなどの作物を中心に栽培している。この中で、トウモロコシの作付面積は食糧作付面積の45.2%を占める。内モンゴルの農業と牧畜業はお互いに影響しあいながら、発展を遂げてきたが、豊富な糞尿とわらの保有はバイオガス生産を推進するのに優れた条件を提供している。内蒙古の年間のわら生産量は1,800万t以上で、そのうち58%を飼料として使用し、残り42%のうち半分を燃料として使用し、あとは廃棄した。年間の人と家畜の糞尿の収集総量は4,516万t、そのうち30%は肥料として使用し、30%は燃料として使用し、40%は廃棄した。これは、内蒙古におけるバイオマスエネルギーの利用レベルが低いことを表している。

表 2-5 内蒙古の主な農産物の全国の割合および順位 (2010 年) 単位：万 t

地 域	トモロコシ	小麦	豆	イモ	テンサイ
中国	17,724.5	11,518.1	1,896.5	3,114.1	929.6
内蒙古	1,465.7	165.2	166.0	171.0	161.0
割合 (%)	8.27	1.43	8.75	5.49	17.3
順位	6	12	2	7	3

資料：「中国統計年鑑」(2011)年より作成

3. 内蒙古の農村のエネルギー消費の現状

統計によると、2008年の内蒙古の農村のエネルギー消費総量は3,524.6万t標準炭である。その中で生活用エネルギーの消費量は1,125万t標準炭で、全体の32%を占める。農村の生活用エネルギー消費構造から見ると、わらなどバイオマス資源消費量は610.4万t標準炭で、全体の54.2%をしめ、石炭など商品エネルギー消費量は合わせて全体の44.4%を占め、バイオガスなど再生エネルギーの消費量は合わせて1.4%を占めている。つまり、農村の生活用エネルギー消費は熱エネルギーのバイオマス資源を中心に行っているのが現状である。内蒙古の各地域の生活用エネルギー消費構造から見ると、ほぼ同じような状況である(図2)。農村の生産用エネルギー消費量はエネルギー消費総量の68%を占めて、エネルギーの構造の中で商品エネルギー消費量は合わせて98%を占め、バイオマスは2%を占めている。また、農村バイオマス利用は主に普通のストーブで直接燃やして利用している。効率がわずかに10~20%と低い水準にあるうえ環境汚染を引き起こしている。現在農村のエネルギー利用水準の低さは、農

村の経済と社会の発展を大きく妨げている。

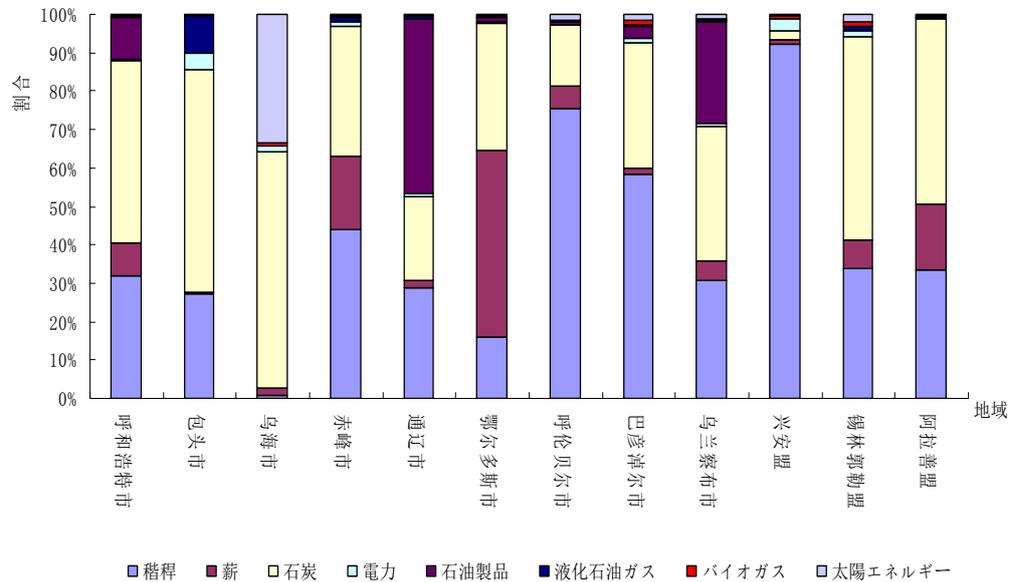


図 2-2 内モンゴル農村における地域別生活エネルギー構造の状況 (2008)

資料：「内蒙古再生可能なエネルギーの統計報告表」(2009年)より作成

4. 内モンゴルの小規模農家経営の現状と収入の増加

2010年内内モンゴルの農村人口は1,099.3万人であり、全体の44.5%を占める。村の数は11,199であり、農村総戸数は364.3万戸である。そのうち、農村地域は319.8万戸で、遊牧地域は44.19万戸である。一人当たり耕地面積は0.3ha、農村住民1人当たり経営耕地面積は0.65haで、全国2位である。しかし、大半の農家は経営規模が小さく、零細な農家が多い。

内モンゴルは中国最大の牛乳生産地であり、2010年末の乳牛飼養頭数は292.5万頭であり、全国の首位になった。2010年内蒙古の乳用牛飼養戸数は45万戸であり、飼養規模別構造からみると、飼養頭数9頭以下の農家数は40.9万戸で、全体の91.3%を占める。飼養頭数5頭以下の農家数は32.6万戸で、72.8%を占めている。内蒙古の

乳牛の飼養は家族経営を中心に展開している。現在内蒙古のバイオガスシステムは、家畜の糞尿を主な発酵原料としていて、特に農家におけるバイオガスシステムの急速な増加は、内蒙古における酪農・乳業の発展と深い係りがあると考えられる（図 2-3 と表 2-6）。

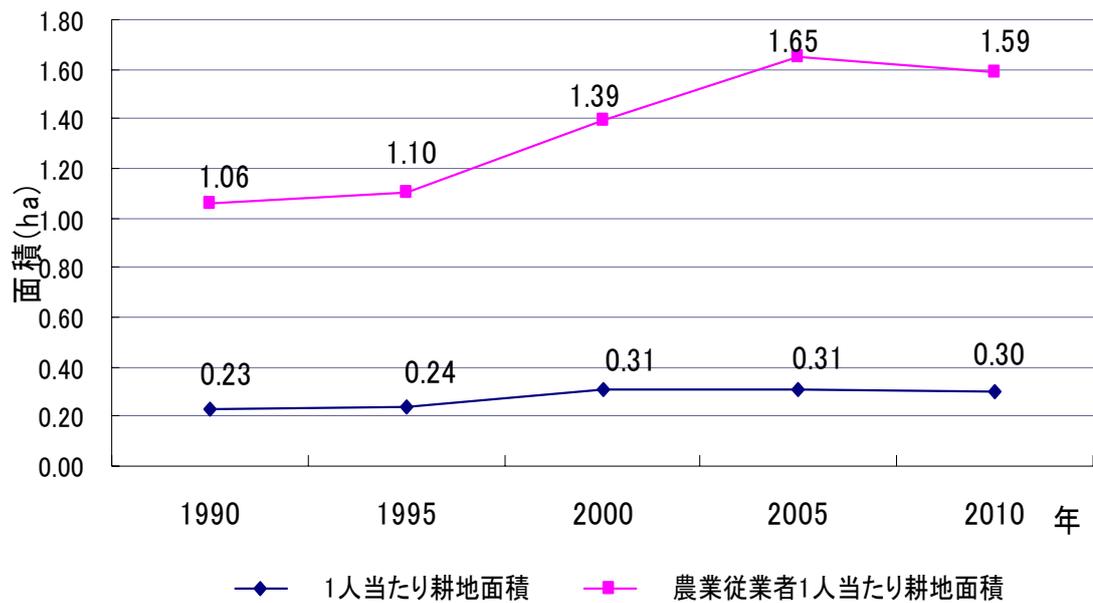


図 2-3 内モンゴルの 1 人当たり耕地面積の推移

資料：「内蒙古経済社会調査年鑑」（2011 年）より作成

2010 年内蒙古の GDP の伸びは年率で 15%である。近年の農牧業の発展は著しく、農牧民の収入水準は確実に大きく上昇した。2010 年農牧民の 1 人当たり純収入は 5,530 円で、去年より 12%増加し、そのうち農民それは 5,222 元、12%増加し、遊牧民では 7,851 元で 11%増加した。農牧民の収入水準が年々上昇していくにつれてバイオガスシステムを導入する資金調達能力も高まってきた（図 2-4 と表 2-7）。

表 2-6 中国および内蒙古の乳用牛飼養規模別構成割合（2010年）

規模(頭)	中国				内蒙古			
	戸数	戸数割合%	頭数	頭数割合%	戸数	戸数割合%	頭数	頭数割合%
1～4	1,750,895	75.8	4,339,471	26.4	326,417	72.8	845,287	30.2
5～9	345,677	15.0	2,429,729	14.8	83,044	18.5	590,822	21.1
10～19	138,246	6.0	2,021,393	12.3	25,138	5.6	357,454	12.8
20～49	49,450	2.1	1,577,586	9.6	9,483	2.1	288,127	10.3
50～99	14,758	0.6	1,028,468	6.3	3,107	0.7	228,571	8.2
100～199	4,604	0.2	674,988	4.1	780	0.2	119,913	4.3
200～499	3,579	0.2	1,164,795	7.1	437	0.1	135,297	4.8
500～999	2,061	0.1	1,475,398	9.0	195	0.0	121,858	4.4
1,000以上	898	0.0	1,716,073	10.4	61	0.0	112,383	4.0
合計	2,310,168	100.0	16,427,901	100.0	448,662	100.0	2,799,712	100.0

資料：「中国畜牧業年鑑」2011より作成

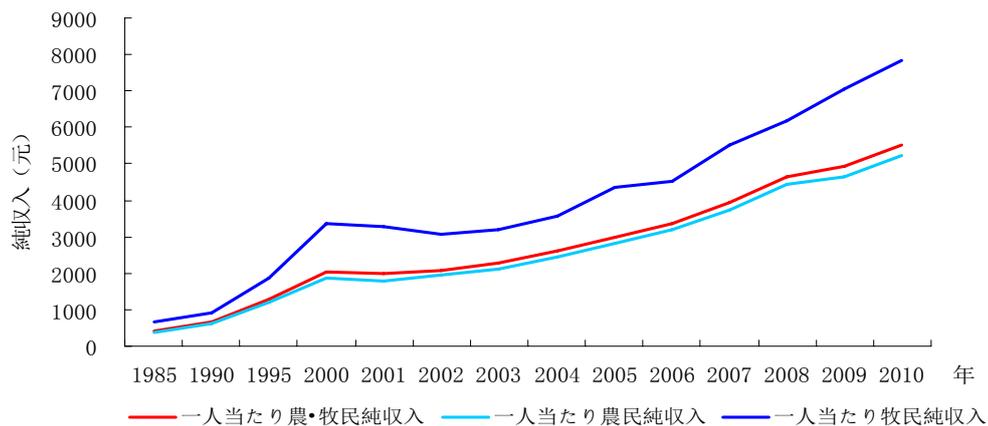


図 2-4 内モンゴルの農民・遊牧民1人当たり純収入の推移

資料：「内蒙古統計年鑑」（2011年）より作成

表 2-7 内蒙古エンゲル係数の推移

(単位：元、%)

項目	1995	2000	2005	2010
生活消費支出	1180.50	1441.78	2243.79	4115.19
食品支出	704.70	687.72	1012.84	1597.47
エンゲル係数	59.70	47.70	45.14	38.81

資料：「内蒙古経済社会調査年鑑」（2011年）より作成

第3節 内蒙古の農家におけるバイオガスシステムの導入過程

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は以下の4点である。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收措置の優遇を与え、企業競争力をつける。

中国バイオガスの開発プロセス大きく三つの階段から展開しているといわれる。

① エネルギーの需要型段階(1920 年後半から 1970 年後半まで)

この段階では主にバイオガス関連の管理システム、技術開発と普及に力を当てた。1920 年に中国では資源利用目的のためコンクリート発酵が普及し、主に照明の用途のために利用が進んだ。しかし条件に制限があるため、一部の発酵工程に影響する懸念がある。バイオガスの建設費の高騰と社会的な制限ため、バイオガスの大規模な開発には失敗した。1960 年年末から 1970 年初期、中国ではバイオガス発酵槽を建築するブームがおこり、全国で 600 数万バイオガス発酵槽が建築された。基本的に農村家庭用バイオガス発酵槽と少数の大規模および中規模の大きさで、人糞と家畜糞尿を分けたバイオガス発酵槽であり、田舎の生活に対応している。ただし、技術的な問題により、バイオガス発酵槽の設計・施工は中国の環境基準に合わず、適切な技術管理の欠如、バイオガス使用農家設備の不十分とかが原因で、効率的に使用できるバイオガス発酵槽数は少なかった。このような問題を解決するためにバイオガスの普及の強化と使用効率の向上を促進するため、中国政府は 1970 年から農業部にバイオガスオフィス、バイオ科学研究所を設立した。この結果 1970 年年末にはバイオガスの導入事例数は 600 万以上に達した。

② 生態の需要型階段 (1980 年から 2000 年まで)

この期間では、バイオガスプラント技術の未熟さが明るみに出た。具体的には、管理が追いつかない、建設コストが高い、アフターサービスが貧弱などの問題が発生した結果、1983 年に、全国のバイオガス発酵槽は 1980 年の 662 万戸から 392 万戸に減った。人畜、畜産厩肥の農村における生活環境の汚染や有害な燃料の危害を減らすため、1980 年末に、国はバイオガス分野に大規模な応用基礎と応用技術の研究を行った。1988 年に中国政府はバイオガス協会を設立して、バイオガスへの重要な技術との協働

研究をし、「より適切な扱い、品質を主張する、建管を共に重んじ、総合利用、実効を重んじる、積極的に着実に発展する」バイオガスの建設方針を提出し、導入消化海外嫌気性研究の新しい結果、規制基準の水圧式バイオガス発酵槽、建設サポートプールの技術、発酵技術と関連機器を順次形成して、中国バイオガスの新しい発展段階に入った。1997年の終わりに、全国で農村家庭用バイオガス発酵槽 638 万、大規模および中規模サイズのバイオガス プロジェクトは 600 か所以上、13 億立方メートルのバイオガス年産能力を達成した。2000 年の終わりに全国で農村家庭用バイオガス発酵槽数が 980 万を達成した。【杨坚『農村バイオガス建設管理の実践と研究』、中国農業出版社 2009. 8、PP4】。

③ エコホームの建設階段（2001 年から現在）

国の農業産業構造の調整と発展クリーンエネルギーの政策を背景に、この段階で農村建設投資は徐々に増加し、発展規模を急速に拡大していった。バイオガス建設と改圈、改厨と改便所組み合わせて、バイオガス技術と効率的なエコ農業技術と組合参加農家で、バイオガスを絆の様々なエネルギー生態の多目的利用を積極的に促進した。結果、バイオガス農家の生産と生活方法は改善され、良い循環が形成された。これを受けて中国政府は、全国範囲で生態富民計画を実施し、バイオガス建設の新しい発展段階に入ったと言われている。

2001 年から 2010 年にかけて、中国政府は累計の国債資金 80 億元を費やし、7.3 万数村に対して 823 万件のバイオガスシステム建設を促し、バイオガスシステムの発展を導いた。2010 年末までの全国の農村における家庭用バイオガスシステムの導入総数は 2,200 万家に達し、8 の省区で自家用バイオガスシステムを 100 万家が保有した。2011 年でも、中国の投資額は 43 億元におよび、280 万戸にバイオガスが普及した。その結果、平均標準手当が 32.5%高くなり、その内、東部、中部と西部で国の標準手当

はそれぞれ 1,300 元、1,600 元、2,000 元上がり、チベット自治区では国の標準手当は 3,500 元上がった。四川省、雲南省、甘肅省、青海省 4 省自治区と新疆南疆三地州国でも標準手当 3,000 元あがった。2012 年も、新規バイオガス利用農家が 120 万戸、大型中型バイオガスシステムの建設が 200 か所以上増加している。

現在農村部でバイオガス開発に適する農家は約 1.46 億戸あるといわれており、農家総世帯の 57 % を占める。中国農業部が制定した《農村バイオマスエネルギー発展計画》(2007-2015 年)の推計によると、都市化と畜産業の変化を考慮すると、2015 年の中国におけるバイオガスシステム導入モデルに適合する農家は 1.30 億戸で、2015 年までに、バイオガス利用農家総数は 6,000 万戸におよぶと考えられている。人口の増加、農村の都市化、エネルギー需要の変化、生態環境の危機に加え、畜産業が零細家族経営から徐々に酪農・畜産は大規模・高投入集約型経営の方向で展開するなどの要因を考慮すれば、中国でのバイオガス利用はさらに進展すると考えられる。

2. 内モンゴルの農家におけるバイオガスシステムの導入過程

内モンゴルの農家におけるバイオガスシステムは、1970 年代後期から農牧地域のエネルギー問題を解決するために導入され、90 年代中後期からバイオガスを仲立ちとして栽培業と養殖業を結びつけた農牧地域におけるバイオガス建設のモデルが展開された。2000 年以降は中国中央政府の支援政策の強化に伴って、内モンゴルにおけるバイオガス事業が急速に発展する新たな段階に突入してきた。内モンゴルでは 2001 年から 2010 年に渡って、中央政府からバイオガス建設補助金として 8.6 億元が投資され、建設された農家におけるバイオガスシステム(農村家庭用メタンガス池)の数は 2001 年の 0.3 万戸から 2009 年には 43.2 万戸になった。バイオシステムの村レベルのバイオガスサービスセンターが 1,384 ヶ所あり、畜産小区および連合農家バイオガスプラントが 128 棟ある。2009 年末までに建設されたバイオガスプラント(大型、中型、小型

のプラント)が55ヶ所ある。

農家におけるバイオガスシステムのバイオガス生産量は7,383万 m^3 で、バイオガス総生産量の91.7%を占め、一戸当たりガス生産量は325 m^3 である。バイオガスプラントの生産量は667万 m^3 で、バイオガス総生産量の8.3%を占め、プラントの総容積2.2万 m^3 である。現在内モンゴルのバイオガスシステムは農家を中心として導入され、中央政府投資額の90%以上を占めている。また内モンゴルの農家におけるバイオガスシステムにはバイオガス発酵槽の容積が8 m^3 、10 m^3 の2種類のサイズがある(図2-5、図2-6、図2-7)。

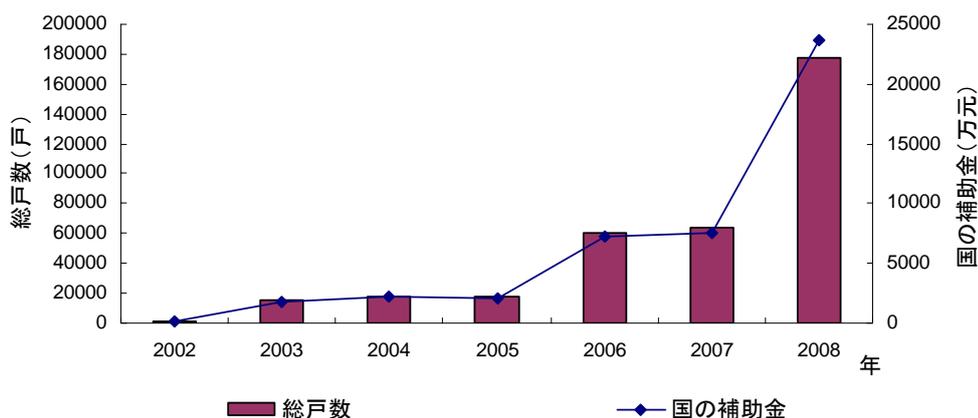


図2-5 内モンゴルにおける農家のバイオガスシステムの数と補助金の推移

資料：内モンゴルエネルギー普及センターの資料より作成

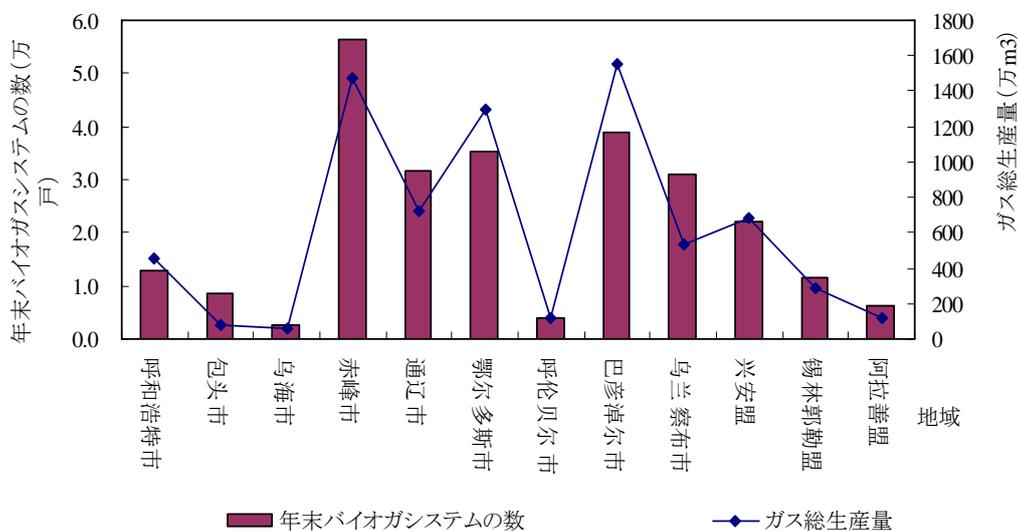


図 2-6 内モンゴルの地域別バイオガスシステムの数とガス総生産量の推移

資料：「内蒙古再生可能なエネルギーの統計報告表」（2009 年）より作成

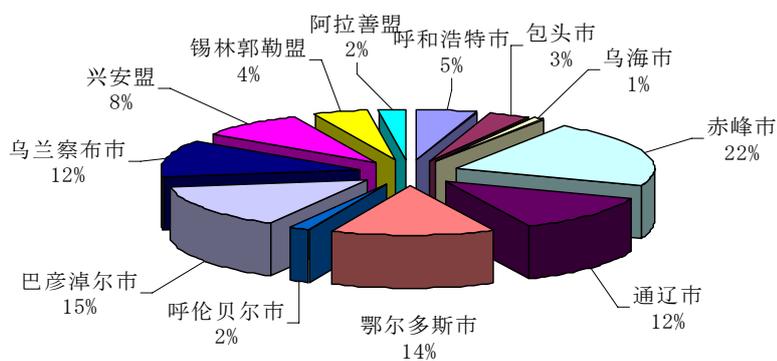


図 2-7 内モンゴル地域別農家のバイオガスシステムの数割合（2008 年）

資料：「内蒙古再生可能なエネルギーの統計報告表」（2009 年）より作成

3. 農家におけるバイオガスシステム導入の基本的モデル

農家におけるバイオガスシステム導入の基本的モデルは、「一池三改」モデルであり、現在主に内モンゴル地域で建築されている。そのほか、「四位一体」モデルや「農牧6セット」モデルなどがある。^{注2)}「内モンゴル農村牧区エネルギーの会議の資料(2008年)」によると、「一池三改」モデルの建設コストは2002年の3,005元から2008年には5,453元となった。したがって、国の補助金は一戸当たり1,200元から1,500元までである。

内モンゴル総農家1,768万戸、バイオガス導入に適切な農家1,000万戸、2010年末のバイオガス利用家数は414万戸で、総農家数の23.42%を占める。これはバイオガス導入に適切な農家の41.40%を占める。内モンゴルは乾燥地帯で地下水も少ない、緑洲農業と早作農業を主に、家畜業が産業全体を占めており、バイオガス原料資源豊富である、ケン・オーバー、過放牧問題が出ており、嚴重な砂漠化や草原退化問題、中国砂漠化土地集中分布地であり、内32%の砂漠化土地は過樵によるもので、植物の成長速度の遅く、低力バレッジ、薪材資源の極端不足、冬季寒冷、さらに冬季が長いことなどを考慮すると、温室バイオガス発展が適切である。内モンゴル農村牧区農家バイオガス発展と退農による森林再生、砂漠化コントロール、草原建設など生体環境建設システムの結合、発展特色農業と、農民格差の結合、“一池三改”、“四位一体”と“五配套”などのモデルを中心に広め、これらのモデルの適合良好地域特徴を実践証明する。

(1) 農村用バイオガス“一池三改”エネルギー生態モデル

バイオガス池を厨房、家畜舎、便所を結合しコンビネーション性を高め大幅に効率化させる生産モデル、当技術は農村エネルギーを有効利用でき、内モンゴル地域新農村建設に適切である(図2-8)。

技術ポイント：

1) バイオガス池：①農家は敷地内で8 m²の地下水圧式バイオガス池を建設。②家畜舎内にメイン材料入管口を、材料入管口を通じ家畜舎と便所の糞尿が直接バイオガス池に流入させる。材料入管口は直径30～50 cmのコンクリート管もしくはセラミックス管、直接池塀の中部に流し、管口下部から池底までは約80 cmである。③バイオガス池の材料について、放出管、水圧管には必ず厚みを6 cm以上のコンクリートを被せ、被せた板を日常管理に便利な小口に設計し、さらに上に取手付き蓋を設置しなければならない。④舎宅は冬季温暖、夏期清涼、通風、乾燥、日通し良好に作る。

2) 衛生便所：①便所面積は1.2 m²以上。②便所はバイオガス池の材料入口に近接し、下座位は舎宅地面より20 cm高くする。③塀体全体をレンガの壁とし、コンクリートで表面を被せる。④下座便器を設置し、バイオガス液体で便所を流す装置、条件のいい農家は排気設備や照明設備を設置するなど。

3) 厨房：①厨房は通気性がよく明るくし、ストーブや厨房設備を合理的に配布する。②厨房内では硬化ストーブ、コンクリートレンガベース、セメント石膏、タイルのカウンタートップ、地面硬化、厨房内塀には1.5 m以上のレンガを粘着。③ストーブの長さ1 mほど。横幅50 cm、高さ65 cm前後、バイオガス灯は天井から75 cmとし、室内地面2 m以上、電線、煙突は1 m以上。

4) 送配システム：①室内、外管路の合理的な設計、スムーズな垂直と水平方向、極力輸気距離を短縮し、厨房圧力を保障する。②管路材質、導気管室外内径8 mmのプラスチック管を採用し、室内はプラスチック管軟質管を硬質管でコーティング。③管路設置、導気管土砂ぶりを池天井外側20 cmにスタックし、室外管路を地下に埋め、5%で最低点までの勾配、最低点にて集水装置を設置、室外での集水装置設置は冬季対策を考慮しなければならない。

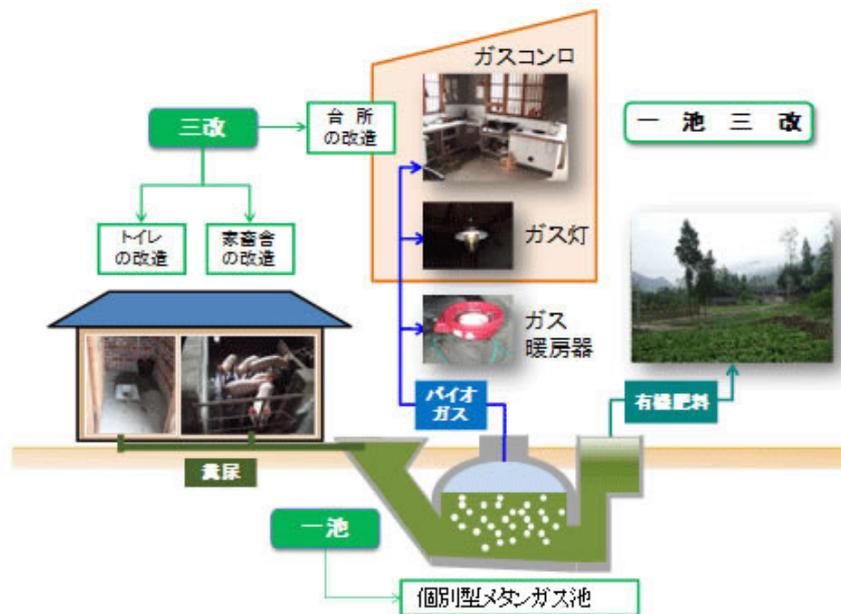


図 2-8 農村家用バイオガス“一池三改”モデル

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

(2) 農村家用バイオガス“四位一体”生態モデル

“四位一体”生態モデル、“一池三改”の基礎上、建設日光温室同期、“日光温室、バイオガス池、暖圈舎、便所”四位一体、養殖結合を実現するものである。補完的な利点としては、循環生産が行えることである（図 2-9、写真 2-1）。具体的には、バイオガス池は野菜ビニールハウス内に建設可能で、ビニールハウスを菜園にし、温暖舎、バイオガス池は良好な環境条件を創建し、糞便が池で発酵しガスを生産、豚舎を浄化し、バイオガスは菜園に有機肥料を提供し、牧畜と野菜の間で二酸化炭素と酸素を交換し、冬季時温室内温度が 10℃以上、30℃以下時、バイオガス生産の冬季越冬を保障する。また、温室野菜生産に大量な資源を提供するなど主に以下いくつかの作用がある。

まずは温室内温度向上、従来型エネルギーの節約ができる。8 m³バイオガス池は年間生産量 400~500 m³で、275 万キロカロリーのエネルギーを得ることができる（バイ

オガスエネルギー5000~5500Kc/m³)。活用の方法は、朝ハウス内温度最低時にガス灯を燃焼させる。ガス炉は温室に 11000Kc のエネルギーを提供し、ハウス内温度を 2~3°C 上昇させ、凍結を防止する。同時にバイオガスを食事など、生活に便利性与を与える。

次には肥料分の提供を挙げることができる。8 m³バイオガス池 1 棟で年間6t のガスを提供し、4t の液体ガスを産出する。バイオガスは1 トン当たり 80 kgの重炭酸アンモニウムに相当し、液体ガスは1 トン当たり 20 kgの重炭酸アンモニウムに相当する。これらを合計すると、毎年 560 kgの肥料を節約できる計算になる。バイオガスは良質な有機肥料となり、汚染を減少させ、地力を増幅させ、また野菜の早い時期リリース、さらに経済利益を向上させる。

加えて、バイオガスは温室内への二酸化炭素の供給も行っている。バイオガスは混合気体で、主要成分はメタンが 55~70%を占める他、二酸化炭素が 25~40%を占めている。ビニールハウスは時期により二酸化炭素含量が 0.10%ほど不足し、野菜成長に多大な影響を与える場合がある。1 m³のバイオガス池は燃焼により 0.97 m³の二酸化炭素を生産することから、バイオガス灯を燃やす事で、ガス炉は温室の二酸化炭素濃度を 0.1~0.13%に向上させ、野菜成長の需要を満足させ、他の二酸化炭素肥料生産と比べコストを抑える事ができる (図 2-10)。

バイオガス“四位一体”用途範囲が広く、ガス増温、乾燥、発電、養豚、養魚、液体ガスを用いての浸漬、格納穀物など。同時に合理的な資源利用が可能で、物質循環を実現し、自然環境を保護する。

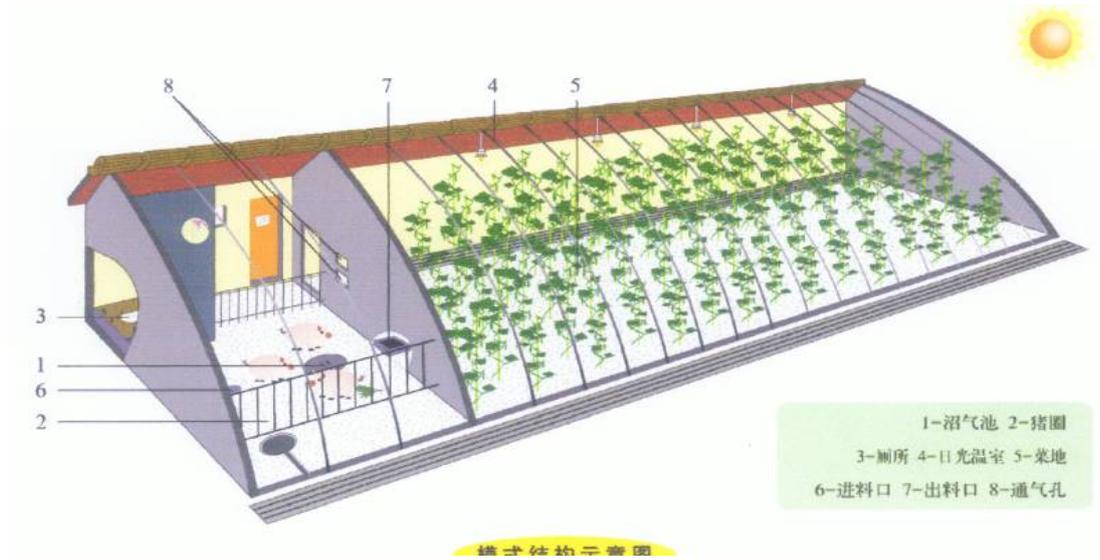


図 2-9 農村家用バイオガス“四位一体”生態モデル

注:1. バイオガス池 2. 豚舎 3. トイレ 4. 日光温室 5. 野菜地 6. 入口(ふん尿) 7. 出口(肥料) 8. 空気交換口

資料:内モンゴル農村生態エネルギーセンターの資料により作成

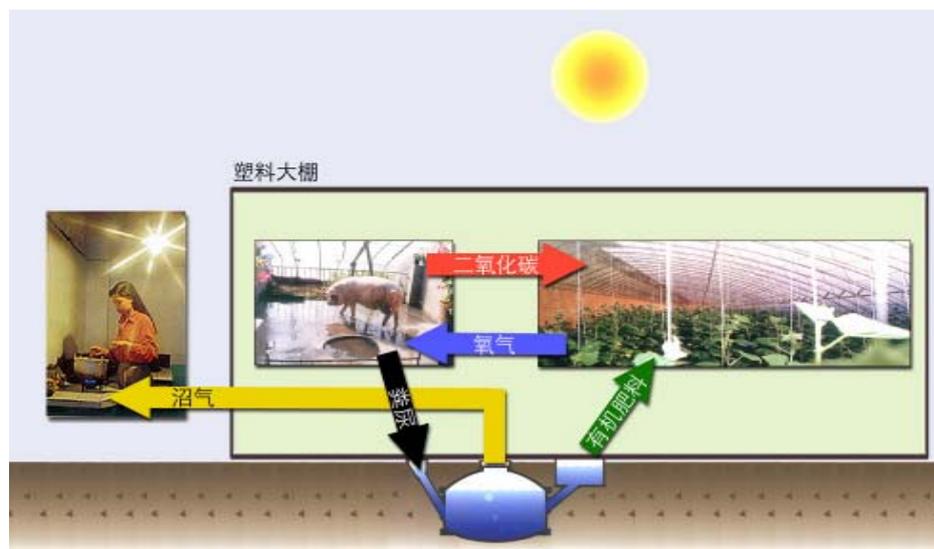


図 2-10 農村家用バイオガス“四位一体”生態モデル气体流程

資料:内モンゴル農村生態エネルギーセンターの資料により作成



写真 2-1 標準“四位一体”モデル，呼和浩特市郊区野菜基地，2012年8月

(3) “草原六結合”生態モデル

内モンゴルなどでの牧場発の“草原六結合”モデルがある。草カレン建設と相結合、“两池两灶两棚”（バイオガス池、サイロ、省薪石炭管ストーブ、ソーラー炉、太陽能暖圈ハウス、野菜ビニールハウス）六者結合し、総合建設、設備実施を行うものである（図3-11）。

内モンゴル農村生態エネルギー環境保護センターによると、“草原六結合”モデルの建設により、広大な農牧民は経済収入の大幅増加だけでなく、清潔なエネルギー使用、新鮮野菜の生産、生活クオリティーの明確な向上、生産規模の注目度向上などが期待

できるとされる。

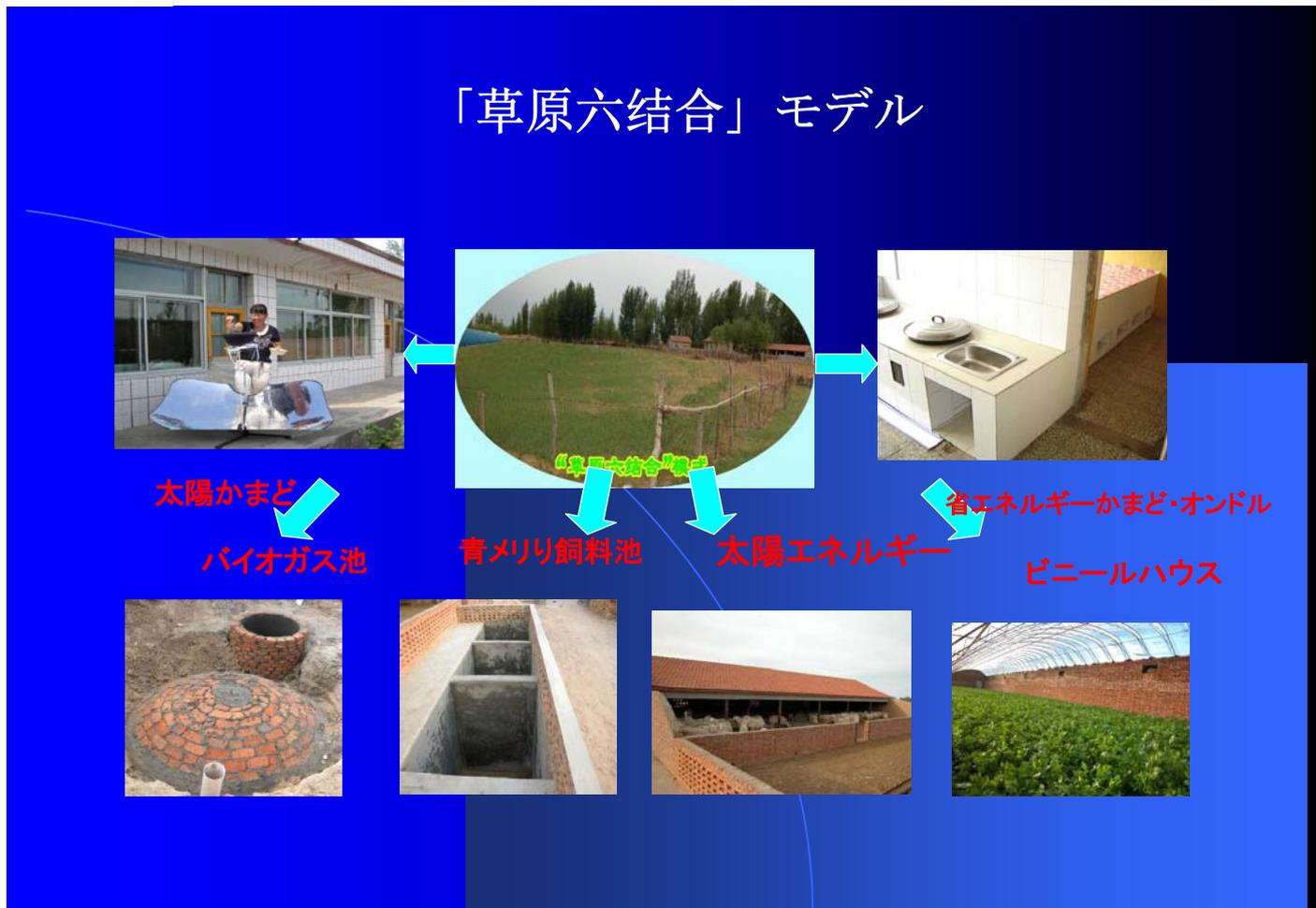


図 2-11 “草原六結合” バイオガスの生態モデル

資料：調査資料による整理

(4) “庭院一池四改” モデル

内モンゴルにおける農村区繁殖結合区の“庭院一池四改”モデル（図 2-12）をリリースするとつぎのとおりである。農牧家中庭にバイオガス池を建設し、同時にソーラー保温舎を新たに建設または改造する。便所の改造、厨房の改造、オーバーヘッドカンの

「庭院一池四改」モデル



畜舎改造



台所改造



オンドル改造

新農村を立てるとバイオガスの関連



便所改造

図 2-12 “庭院一池四改”モデル

資料:内モンゴル農村生態エネルギーセンターの資料により作成

第三章 中国における酪農の展開とバイオガスシステム

第1節 中国の酪農・畜産とバイオガスシステムの関連

先進国の酪農・畜産は大規模・高投入集約型経営の方向で展開してきた。中国の酪農・畜産は、かつては遊牧畜産による自給自足型のものが中心であったが、1978年からの改革開放政策以降、経済発展による生活水準の向上や食生活の多様化、主に都市部を中心に牛乳をはじめとする乳製品の消費の急増などにより生乳生産・販売が急速に拡大してきた。2012年全国の牛乳飼養頭数は1,218万頭、1978年47.5頭より25.6倍拡大し、大幅に伸びている。この拡大要因としては、中国政府が、1989年、酪農乳業が国家経済の発展を推進するための重要な産業として初めて位置づけたことや、1997年の「全国栄養改善計画」による、酪農乳業の重点的な発展産業としての位置づけたことなどである。このようなことから、酪農・生乳生産は食肉の伸びを上回る勢いで増大してきた。このような酪農展開は、経営形態としては、圧倒的には家族経営・農家経営としての展開であるが、同時に企業的な経営も形成され、規模の経済性や政府・乳業メーカーの推進によって、今日大きな位置を占めてきている。2009年では、企業的な経営は約30%を占め、その規模は乳牛飼養頭数が100頭以上であり、また70%は小規模の家族経営・農家経営である。将来的には、酪農・畜産は大規模・高投入集約型経営の方向で展開するが、実際には、酪農の企業的な経営は農地をあまりに持っていないし、飼料は購入するに依頼したため、地域的にふん尿過剰問題・環境問題も発生している。つまり、酪農・畜産の大規模・高投入集約型経営において、最も重要な課題は、環境に「負」の重荷を与えず、環境と調和のとれた、地域の自然循環機能の維持増進をはかること、そして資源循環型酪農・畜産の経営経済面と生産・技術面の両条件を満たす循環システムの形成にある。

そしてこのような循環システムの展開に必要な不可欠なもののひとつとしては、ふん尿活用システムとしてのバイオガス利用システムがある。中国バイオガスの開発プロセスは、エネルギーの需要型段階、生態の需要型段階とエコホームの建設階段などの三つの階段から展開しているが、どの階段でも酪農・畜産とバイオガスの内在的関連は密接であり、バイオガスの開発程度も酪農・畜産の経営規模と展開方向を影響し、お互いに条件を与える。

第2節 酪農の生産、乳製品消費と酪農経営の企業化状況

1. 全国における酪農生産の状況

中国の農業部（日本の農林水産省相当）の2008年の公表資料によると、2007年の乳用牛の飼養頭数は、前年比14%増の1218.9万頭で、2000年の489万頭に比べて約2.5倍となった。地域別飼養頭数では、内蒙古自治区が251.2万頭（20.6%）、新疆ウイグル自治区が210.6万頭（17.3%）、河北省が145.8万頭（12%）、黒龍江省が136.1万頭（11.2%）、山東省が79.3万頭（6.5%）の上位5省・自治区で全国の67.6%を占めている（図3-1）。

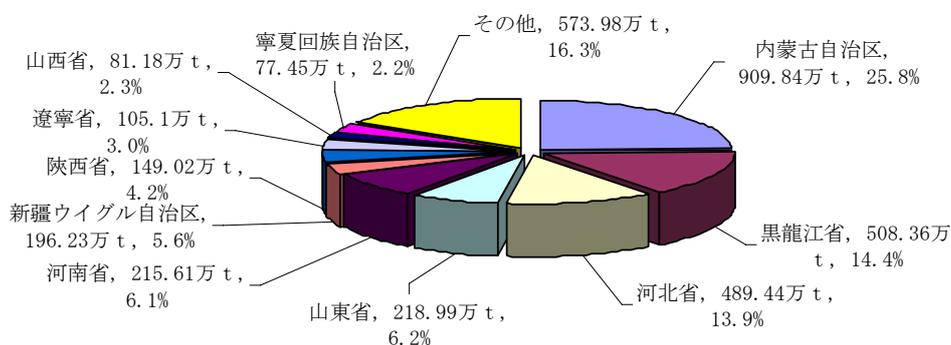


図3-1 中国の乳牛飼養頭数(2007)

資料：「中国酪農年鑑」2008年による

2007年の生乳生産量は、前年比10.4%増の3525.2万トン、1997年から10年の伸びの年率は19.35%を示す。搾乳1頭当たりの生乳生産量は2000年の3,000kgから2007年には4,140kgと、年率5.5%の伸びを示す（図3-2、図3-3）。

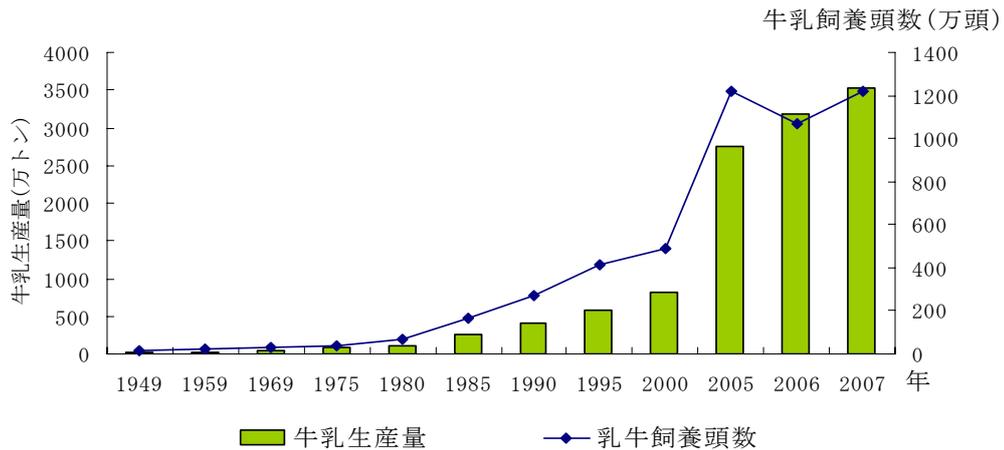


図 3-2 中国における乳牛飼養頭数と牛乳生産の推移

資料：「中国酪農年鑑」、「中国酪農統計資料」各年による

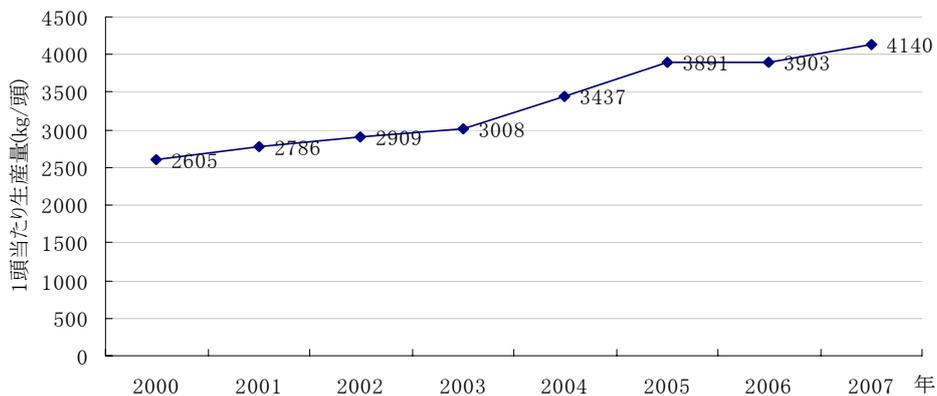


図 3-3 中国の1頭当たり牛乳生乳生産量の推移

資料：「中国酪農統計資料」各年による

2007年酪農生産額が畜産全体の5.25%を占め、農業生産の1.7%を占める。2007年で

は1人当たり生乳生産量26.7kg、1997年(4.86kg)に比べて約5.5倍となった。いくら、中国乳業が急速発展したとしても、世界の乳業強い国に比べ大きな差が見られる。2006年世界乳産量は6.44億トンで、1人当たりで換算すると100Kgになる。中国の1人当たりの生乳生産量は世界平均水準の4分の1に過ぎない。酪農の地域別生産状況をみると、2007年の時点で牛乳生産量が100万トン以上の地域は内蒙古自治区、黒龍江省、河北省、山東省、河南省、新疆ウイグル自治区、陝西省及び遼寧省等8省・自治区であり、これらの地域で生産する牛乳は全国の79.2%を占める。このうち内モンゴル自治区は全体の25.8%を占め首位になる(図4)。最近10年間以上の8省の乳産量は増加傾向が続いている。その中でも、内モンゴル、黒龍江、河北省等の発展速度が比較的早い(図3-5)。

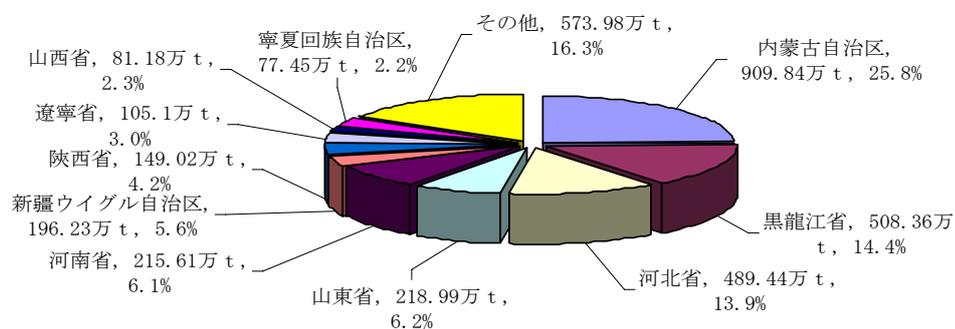


図3-4 中国の地域別牛乳生産量(2007)

資料：「中国酪農年鑑」2008年による

2. 内蒙古における酪農生産の現状

内蒙古は、中国の五つの大牧畜区の一つであり、2007年末の乳牛飼養頭数は約251.2万頭、この10年前の3.6倍、ホルスタイン牛良種及び良種比率は60%以上、内蒙古ホルスタイン牛の1頭当たりの年間生産量は4,500kg、乳牛の主な品種はホルス

タインとシンメンタール牛、三河牛及び雑種牛である。牛乳生産量は前年比 4.7%増の 910 万 t に達し、全国の 25.8%を占めるとされる。内蒙古に酪農を発展させる有利な条件としては：①中国全土の草地 5 分の 1 強に当たる 867,000km² 草原と年間 1,000 万 t の飼料を提供できること、②北緯 37～53 度の間であって、地域的には酪農に適していること、③地理な位置としてはロシア、モンゴルと国境を接し、国内は北京、天津など大都市に近いこと、近年の高速道路や国道の整備などによって物流が飛躍的に拡大して、牛乳の集中や大消費地への輸送も容易になっていること、④かつて遊牧民族による畜産生産、伝統的乳製品加工及び消費する食文化があること、⑤中国政府による西部大開発における 12 ヶ所の開発計画区の 1 つであることなどである。

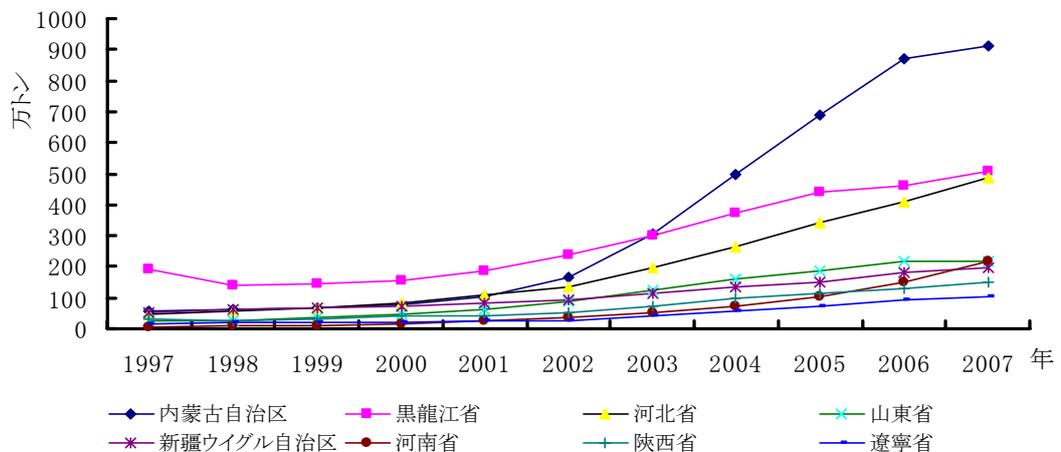


図 3-5 中国主要省別牛乳生産量(2007)

資料：「中国統計年鑑」「中国酪農年鑑」、各年による

内蒙古自治区における酪農・乳業急速発展の背景としては、①政府による畜産推進政策、即ち乳製品工場を発展させ、酪農家の生産意識を引き上げ、資金を貸し付け、土地利用と税制上の優遇措置を図り、酪農生産に集約化経営を積極的に導入した。②

酪農・乳業に対する産業化推進政策や、酪農を自治区経済の主要な産業として位置付け、酪農生産の重点的地域を設定し、生産・加工・販売のタイアップ、優良品種の導入と普及などを行った。③西部大開発プロジェクトと生態移民プロジェクトを結び付け、酪農・乳業に向けての施策の実施である。政府は補助金を提供し、最先端技術の導入と支援（家畜改良センターの建設と優良精液の提供、雌雄産み分け技術の開発、大学、酪農会社などの研究プロジェクトに対する支援）などを行うのである。

3. 乳製品消費状況

2007年中国における都市消費者の年間乳製品消費額106.72元に達し、前年比13.6%増、年率14.5%の伸びを示す、その増加率は鈍化している（図3-6）。2007年の全国の都市部における牛乳・乳製品の年間1人当たりの消費量は、粉乳が前年比10%減、ヨーグルトが6.7%増、生乳については、同3.1%減の約17.75kgとなり、牛乳・乳製品全体は、同2.6%の減の約24.87kgとなった（図3-7）。乳製品消費構成からみると生牛乳と粉牛乳の消費はある程度は下まわっている。その内、粉牛乳は大幅に低下し、ヨーグルトの消費上昇は保持していた。また、2007年の全国の都市部における生乳の平均価格は、前年比6.42%高の500g（1kg）当たり2.40元（34.3円:1元=14.28円）となった。中国の乳製品消費は主に都市部の一部の人々及び農村の遊牧民であり、全体的には普及していない。農村では粉乳、都市部では生乳が主に消費され、バターやチーズ等の消費量は極めて少量である。これは所得水準に制約されるが、多数の国民は乳製品の栄養価値についてあまりに詳しくないから乳製品市場はまだ熟成していない初期の段階であると考えられる。

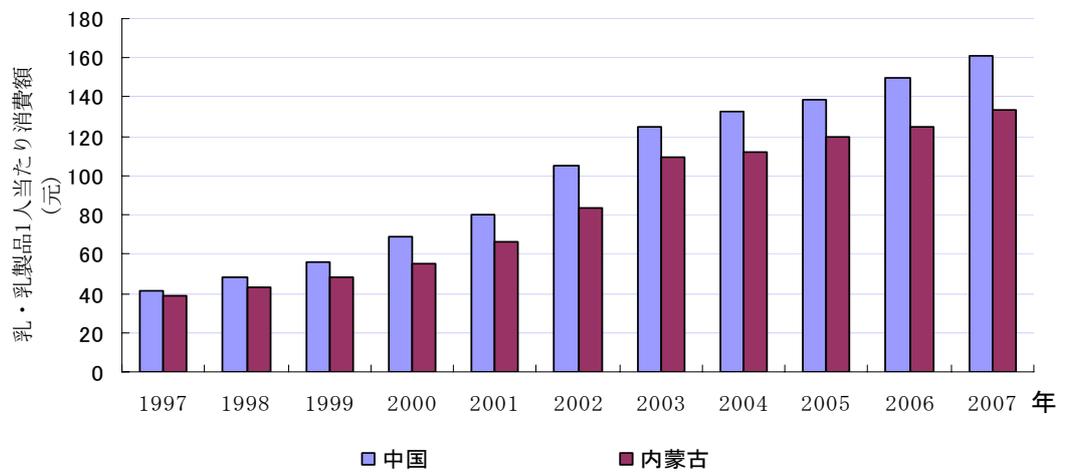


図 3-6 中国及び内モンゴル都市部消費者 1 人当たり乳・乳製品消費額の推移

資料：「中国統計年鑑」各年による

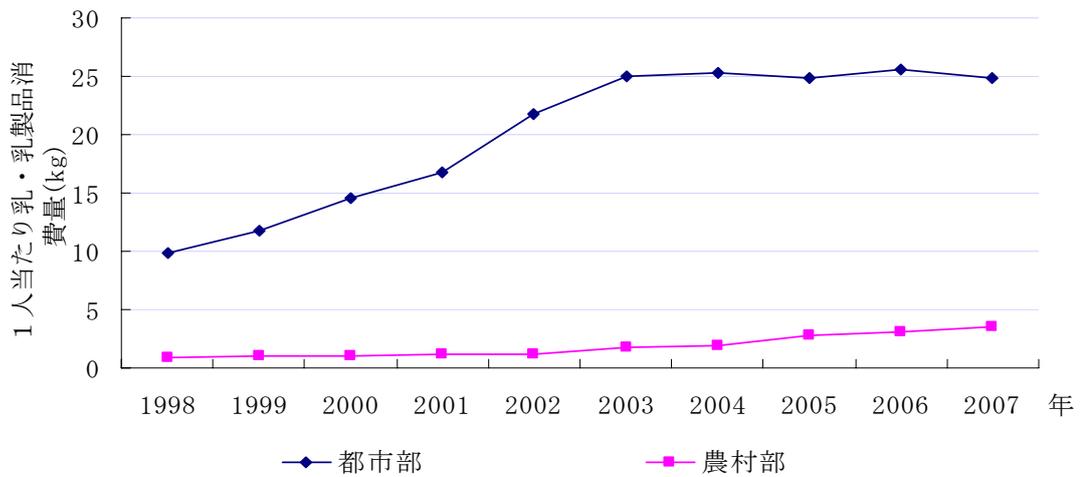


図 3-7 中国の 1 人当たり乳・乳製品消費量の推移

資料：「中国統計年鑑」、「中国農村統計年鑑」各年による

4. 乳製品の貿易状況

乳製品の貿易については、2007 年の輸入した乳製品量は 29.86 万トン、2006 年から

の年伸び率は 14.12%減、うち粉乳 9.8 万トン（同 27.22%減）、バター1.4 万トン（同 9%増）、チーズ 1.3 万トン（同 33.34%増）を示す。乳製品輸入金額は 7.44 億ドル、平年に比べ 33.33%増加した。2007 年の乳製品輸出量は約 13.46 万トン（前年比 79.71%増加）である。乳製品輸出金額は 2.42 億ドルに達した。平年に比べ 157.45%大幅に増加した。乳製品の輸入国はニュージーランド、豪州、フランス及び米国等で、輸出国としては香港、台湾およびタイなどである。乳製品輸出した省区は比較的に集中的で、主に黒龍江、山東、内モンゴル、雲南と広東省であった。中国における酪農生産の発展がスタートしてあまり長くなく、また世界の酪農先進国と比べ、原料生産の品質及び加工技術などに差もある。中国は 2001 年に WTO に加盟し、輸入関税の削減等貿易障壁の低減に努めている。現在の生乳の関税率は 15%、粉乳は 10%に削減されているが、経済の国際化の流れによって中国酪農は、より一層市場競争に直面することが避けられないと考えられる。

5. 中国の酪農における問題

中国の酪農乳業の急速な発展の裏では、次の問題点がある。まずは、優良品種乳牛の比率が低く生産性が高くないことである。現在、主な品種はホルスタイン種で、他はホルスタイン乳牛と地方雌牛との雑種改良および乳肉兼用種である。経産牛の単産量は比較的に低い、1 頭当たりの年間生乳生産量が 4,140kg で、世界の平均水準の 6,000kg や酪農先進国の平均 8,500kg に比べ、差が明らかである。優勢区純種ホルスタイン牛で見れば、半分の水準にも達していない。次に、飼料不足の問題である。酪農に必要な飼料が不足し、過放牧での牧草地の砂漠化問題から放牧軽減圧力が強まっている（図 3-8）。それに酪農専用飼料が工業飼料生産の 4%しかないなどから多数の酪農家は低いレベルで乳牛を飼養し、栄養不足の問題を起こしている。このことは生産性の向上及び規模拡大を制限する一つの原因となっている。また、中国における酪農

の生産方式としては、小規模でしかも分散的農家の生産であり、1戸あたりの飼養規模は約5.6頭であり、20頭以上の乳牛規模養殖は3分の1に接近した。現在、大部分の農家が手搾りで、衛生状況の改善や先進的技術の導入及び生産コストを下げるのに不利である。加えて、乳製品会社の構造と利益の問題がある。現在、全国で乳製品加工会社が約2,000社あり、うち1年の売り上げが500万元以上の会社が736社、(其中、大型乳品企業12個、中型企業126個、小型企業598個)2007年乳製品企業販売収入は1,309.71億元で、同年に比べ22.55%増加した。中でも、乳製品販売量上位4社の合計は、全国販売量の44.97%に達した;利益総額は77.96億元、同年に比べ36.29%増加した。販売利益率は5.95%、同年に比べある程度高まった。また、166世帯の企業が赤字であり、赤字企業の割合は全体の22.55%におよぶが、前年に比べれば低下している(表3-1)。さらに、酪農乳業の発展が環境問題にもつながっている。乳牛飼養頭数の増加速度に農家を中心とする小規模経営の家畜排泄物等の処理施設の設備が追いつかず、大量の酪農廃棄物が未処理のまま排出され、環境汚染を引き起こす例が増加しており、特に都市郊外では、問題が深刻化しているといわれる。

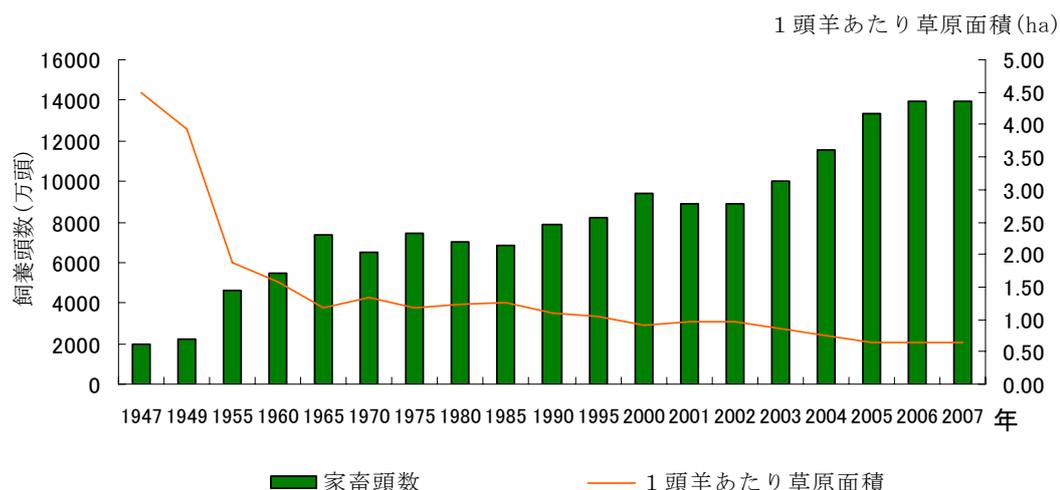


図3-8 内モンゴルの家畜飼養頭数と1頭当たり草原面積の推移(羊単位)

資料：「集約化草原牧畜業」中国農業科技出版社、1996年5月、「内モンゴ統計年鑑」各
年による

6. 酪農経営の企業化

1989年に中国政府が酪農の育成・推進を提起して以後、酪農は急速に全国に展開することになった。その酪農展開は、政府が農村の農家への1～2頭の乳牛の導入・貸し付けすることと併せて、従来の人民公社などの牧場経営などへの乳牛の導入拡大や乳業メーカーなどの形成と一体となった系列牧場の開発、さらに新たな企業的酪農経営の設立による導入・拡大といったものであった。その展開は、その後全土に拡大し飼養頭数の規模拡大が進んできたが、中国国内の酪農業の構造は、今日でも小規模酪農家が圧倒的に多い(表3-2)。だが、一方では数や比率は少ないものの、大規模酪農(1,000頭以上規模酪農)も存在・増加してきている。また、中国全土、特に内モンゴでは、年々企業経営が拡大していると考えられる。表3-2は乳製品企業であるが、ほとんどで牧場を経営している。とりわけ、内モンゴでは中国を代表する、乳業メーカーである蒙牛会社(30ほどの牧場を経営)や伊利会社の牧場(10数牧場を経営)がある。

内モンゴの乳製品の大手メーカーとしては、伊利社(内モンゴ伊利実業集団股分有限公司、1993年成立)と蒙牛社(内モンゴ蒙牛乳業集団股分有限公司、1999年成立)がある。今、この蒙牛社が最も規模の大きい乳牛メーカーであり、1998年に、7人の有志による3百萬元の出資・発起で1999年7月に設立された。設立初年度の売上高は3千7百萬元に過ぎなかったが、2007年には213.18億元、純利益は10.89億元を超えるまで成長した。中国では、伊利会社と並ぶ二大乳業メーカーになっている。現在、資本金80億元、全国23支社、20個以上生産基地、従業員数3万人を擁している。現在、年間集乳量は約500万トンの規模である。蒙牛の製品は中国全土で販売されているほか、香港、マカオ、東南アジア諸国、モンゴル等にも輸出している。2006年《アジアブラ

ンド500強順位表》蒙牛はアジア乳製品企業の第3位（1と2位は日本企業）である。

表3-1 中国および内蒙古の乳製品企業の状況

地域	項目	単位	2003年	2004年	2005年	2006年	2007年
中国	企業数	個	584	636	698	717	736
	内：赤字経営	個	158	197	196	176	166
	職員数	万人	16.15	17.13	19.23	20.3	20.63
	総生産額	億元	521.82	663.25	891.21	1,074.2	1,329.0
	売上	億元	498.11	625.19	861.83	1,041.4	1,309.7
	税金と利益	億元	53.21	59.52	84.69	95.07	132.51
	内：利益額	億元	30.63	33.83	48.16	55.02	77.96
	資産保有量	億元	450.96	533.27	644.52	719.51	962.5
	負債額	億元	245.46	299.95	346.91	379.51	441.12
内蒙古	企業数	個	38	47	47	49	63
	内：赤字経営	個	8	17	17	16	12
	職員数	万人	2.18	2.2	2.21	2.22	2.37
	総生産額	億元	102.56	159.99	204.69	232.04	267.72
	売上	億元	97.53	148.57	195.17	224.95	260.44
	税金と利益	億元	-	-	-	-	-
	内：利益額	億元	7.47	8.65	13.61	10.73	19.98
	資産保有量	億元	75.65	92.44	122.9	138.61	171.57
	負債額	億元	34.29	50.08	60.55	68.78	87.77

資料：「中国酪農年鑑」2008年による

注：企業数は指定規模以上乳製品加工企業（国有と年製品販売収入500元以上非国有企業

表3-2 中国および内モンゴルの乳用牛飼養規模別構成割合（2007年）

規模 (頭)	中国				内モンゴ			
	戸数(戸)	割合 (%)	頭数(頭)	割合 (%)	戸数 (戸)	割合 (%)	頭数(頭)	割合%
1～4	2,159,701	80.93	5,942,220	39.72	435,468	84.75	1,495,362	52.54
5～9	295,789	11.08	2,039,200	13.63	42,275	8.23	348,375	12.24
10～19	149,106	5.59	2,121,398	14.18	28,184	5.49	398,917	14.02
20～49	42,079	1.58	1,456,771	9.74	4,123	0.8	167,971	6
50～99	14,175	0.53	952,452	6.37	2,215	0.43	138,646	4.87
100～ 199	4,421	0.16	634,835	4.24	957	0.19	126,823	4.46
200～ 499	2,336	0.09	696,967	4.66	524	0.1	116,373	4.09
500～ 999	768	0.03	526,927	3.52	35	0.01	21,200	0.74
1,000 以上	339	0.01	589,749	3.94	24	0	32,650	1.15
合計	2,668,714	100	-	100	513,805	100	-	100

資料：「中国畜産統計年鑑」2008年による

第3節 内モンゴ酪農・畜産の企業的展開事例の検討

ここでは、酪農の企業的展開の事例的検討と、補足的に肉牛企業経営の事例的検討を行う。特に、個別経営が企業化展開し、規模の拡大と耕地の獲得方法に注視し検討を進める。

1. 昭君酪農経営の展開特徴

(1) これまでの経営展開の経緯

1) 経営の形成

牧場の経営主であるサイ氏は、以前日本で酪農の研修に入った経験をもつ。帰国したサイ氏は 1989 年に有限会社昭君牧場として、酪農を始めた。当初はホルスタイン 17 頭、農地はおよそ 300 ムー（およそ 20.1ha）を村から借りて、経営を始めた。地代は年間 1 ムー当たり 8 元を支払っており、30 年の契約を結んでいる。

その後 1995 年に飼養頭数を 200 頭にまで増やし、2003 年には牧場の機械化や販売先の確保（蒙牛会社への販売ルートの確立）に伴い 500 頭にまで増やしている。機械では給餌用の TMR 製造機械を導入し、それにより給餌作業は 1,000 頭を 2 人で行えるようになった。

そして 2008 年には新しくアサヒ牧場を設立し、飼養頭数は全体で 1,800 頭にまで増加した。

2) 牧場従業員状況

現在牧場で働いている人は、昭君牧場 17 人、アサヒ牧場は 28 人となっている。具体的に、昭君牧場では搾乳担当 3 人、肥育 2 人、飼料担当 2 人、仔牛 2 人、ふん尿処理 2 人、獣医 1 人、夜間担当 2 人、事務 1 人、食事係 1 人、農場長であるサイ氏で構成されている。続いてアサヒ牧場では、搾乳 6 人、ふん尿処理 6 人、飼料 4 人、飼育 2 人、仔牛 3 人、獣医 1 人、人工授精師 1 人、その他警備・財務担当が 5 人となっている。

彼らの給料は1,500元から2,000元（約3万円）であり、地域の一般世帯の収入と同程度の水準となっている。年齢は30代や40代の人ほとんどで、労働時間は8～10時間、担当の仕事をそれぞれが任された時間帯に行っている。従業員は近隣の村から来ている者や、それよりも離れた所の出身者もあり、遠くから来ている人などは牧場で宿泊している。

（2）乳牛と収支について

1）飼養乳牛

2009年3月現在、昭君牧場では搾乳牛200頭、育成牛800頭の、計1,000頭を、アサヒ牧場では搾乳牛400頭、育成牛400頭を所有している。これらは全てホルスタインで、オーストラリアから生後10～16ヶ月ごろのものを輸入している。価格は安いときで1万4,000元、高いときでは2万元となっている。

また、牧場で生まれた仔牛のうち、メスは育成し、オスは研究施設に1頭当たり500円で販売しているとのことである^{注)}。

2）乳量・乳価と収支

搾乳量は1日1頭当たりおよそ25kgとのこと、生乳は蒙牛乳業へ出荷している。販売乳価は安全性の面で一般農家よりも評価が高いことから、1kg当たり3.18元と高めに設定されている。ただし、安全管理にコストを要しているため、乳量が1頭当たり年間7,000kgを下回ると赤字になるとのことである。

3）飼料とふん尿処理

飼料は日本の飼料内容を参考にしており、トウモロコシ・ビートパルプ・ルーサン・大豆・フスマ・牧草などを配合している。これらの原料は近くの農家などから購入しており、1kgあたり1.34元の価格となっている。2008年では、この飼料を1,800万元ほど購入したとのことである。

またそのほかに、牧場から出るふん尿を堆肥化し、近隣の農家とトウモロコシなどを交換しているとのことである。

(3) まとめ

サイ氏の会社は、乳量の多さや品質の高さから多くの賞を受けている。この牧場では年間搾乳量が7,000 kgを下回ると赤字となる。つまり普段は7,000 kg以上の乳量と考えられる。内モンゴルの平均搾乳量が4,200 kgとのことなので、この経営の質の高さがうかがえる。

また規模を拡大するにつれ、従業員の数も増やした事からも、近隣農村への就労環境の改善や雇用拡大にも大きな役割を果たしてきている。

現在は牧場の拡大や育成牛を増やしたことなどから、純利益は出せていないとのことであるが、この先、3年後には純利益がでることを期待しているとのことであった。

現在抱えている課題は資金の借入れが困難なことを挙げていた。銀行などから資金の借入れを行うには高い基準があるとのこと、現在は生乳の販売先の蒙牛集団を通して借入れを行っているとのことである。



写真 3-1 昭君牧場玄関



写真 3-2 昭君牧場放牧地

注) 生後、間もないオスの仔牛は、食料などによる汚染を受けていない。そのため血清な

どを作り出す目的のため、研究所に販売している。

2. 内モンゴル肉牛生産会社「内蒙古猛源牛業有限責任公司」の形成

(1) 会社概要

会社名は「内蒙古猛源牛業有限責任公司」といい、総資産 8,000 万元、土地面積 600 ムー（およそ 40.2ha）、株主 30 名の株式会社である。従業員は全員で 40 名おり、そのうち 10 名が株主である。本会社 2007 年 9 月に経営を開始した、大規模有機肉牛生産会社である。中国では、農地は基本的に国や自治区が所有しており、農家はその土地を賃借する形を取っている。こちらの会社も地元の自治体「郷」を通し、日本の村や町に当たる「集団」から 30 年契約で賃借している。料金は年間 1 ムー（およそ 6.7a）につき 30～50 元とのことである。

(2) 肉牛について

飼育している牛はシーメンタール種で、生後 3 ヶ月ごろ、およそ 150 kg 程度の仔牛を吉林省より仕入れている。仕入値は 1 頭当たり購入代金が 3,100 元ほどで、これに運搬費などを合わせたおよそ 3,500 元となっている。その後 8～10 ヶ月ほど飼育し、800 kg を超えた頃、枝肉にする。出荷時には肉牛は 1 頭当たり 6 万元ほどで販売できるとのことである。

調査当時、飼育していた肉牛はおよそ 400 頭で、2009 年の間に 3,000 頭にまで増やす計画でいるとのことであった。

牛舎に関しては、現在 6 棟あり、現在そのうちの 4 棟を使用しているとのことである。建設費用の総額は 600 万元かかっており、補助金に関しては現在申請中とのことであった。仮にこの補助金が下りれば、50 万～100 万元がもどるとのことである。

またその他敷地内にと殺場や従業員の住居区も建設する計画とのことである。



写真 3-3 牛舎内の様子



写真 3-4 牛舎建設状況

(3) 周辺農村と契約農家

本会社は自ら飼養する肉牛の他に、会社の周辺で生活している農家とも契約をし、牛を飼養してもらっている。会社は「内蒙古土左旗鉄帽区服務中心城留村」という村にあり、この村には農家が 70 戸ほど生活している。またその周辺には他に 13 の村が散在し、それらに住んでいる農家のうち、現在 90 戸と契約を交わしている。

各農家で飼育する肉牛は 5～10 頭ほどで、仔牛を会社から保証金を払って借り入れて、ある程度まで成長したら会社へ出荷し、その重量に合わせて会社が買い取るシステムとなっている。

(4) 飼料について

飼料は現在、一日につき 200 kg を給餌している。原料は主に有機栽培による「とうもろこし」であり、そのうち 20% は自給し、残りの 80% は近隣の農家と契約を交わし、購入している。また、有機飼料の質を維持するため、契約農家には栽培方法を指示・検査などを行っている。

(5) まとめ

この会社はまだ設立して 1 年も経っておらず、調査時は飼養頭数が 400 頭、今年中

に 3,000 頭にまで増やすとのことであった。しかし最終的な目標としては、契約農家による飼養頭数も合わせ 30,000 頭にまで増やす計画である。またそれに加えて従業員の居住施設やと殺場も設置することなので、この計画が完成した場合、従業員は数百人にまで増加することになる。

実際の聞き取りにも、「この会社が完成すればこの地域で最も大きな会社となり、地域に居住する人たちに就業機会も作ることへと繋がる」と説明していた。

現状としては、まだ市場の動向をうかがいながら徐々に商品の販売を進めていくとのことなので、計画の完成には時間がかかると思われる。

第 4 節 酪農の展開の課題とバイオガスシステムの導入

1. これまでの酪農展開と課題

中国の農業部の立案した「畜産業第 11 次 5 ヶ年計画と 2015 年長期目標計画」によると、生乳生産量を 2015 年に 3,600 万トン、1 人当たり約 25kg に達すると発表されている。この目標に達するには、2005 年現在で生乳生産の年伸び率を 10% で 15 年間続けることであると当初考えたが、2007 年現在でほぼこの目標に近づいている。また、2005 年現在、北京市、天津市、上海市など大都市近郊を中心した酪農生産地；黒龍江省、内モンゴ東部地域の東北酪農生産地；河北省、山西省、内モンゴ中南部地域からなる華北酪農生産地など三つの地域を中心に発展する傾向であると指摘した。この傾向もさらに進展してきているように思われる。一方、乳製品消費の拡大や政策的な誘導に加え、乳製品メーカーが次々に形成されて、「会社+農家」の酪農経営方式が導入されてきた。特に、会社経営の拡大によって酪農生産の規模拡大、企業的な展開が期待された。この方向は一方ではこれまでみたようにかなり急速に進んでいるが、農家の経営規模拡大は依然としてそれほど進んでいないように思われる。市場の国際化の進展

のなかで、格差が拡大しているようにも思われる。この問題を検討していくことは、今後の中国・内蒙古の酪農にとって重要な課題となっている。

2. 企業的酪農の展開とバイオガスシステムの導入

中国・内蒙古の酪農経営の企業化の方向は、大きく三つほどある。ひとつは、これまでみたような、個別経営の企業化・法人化である。もうひとつは、乳業メーカーによる会社の設立である。ここには人民公社の国営牧場の法人化・会社化も含まれる。さらに、第三に郷鎮企業としての酪農部門の会社化がある。ここにも国営農場などの会社化もあると考える。いずれも、会社法人として各地で今日展開している。そこでは、一層の規模拡大をどうするのか。資金問題と飼料の確保問題をどう解決するかなどの課題が存在している。特に、今日の飼料価格の高値安定のもとでは「質」の高い草・飼料の確保は、中国酪農にとっても最大の課題であると考えられる。このことはまた、土地・草地の確保や利用の問題とも大きく関連する。同時に、酪農の規模拡大にともなう糞尿の問題も徐々に課題になってきている。これらを背景に、酪農家では糞尿のエネルギー的活用としてバイオガスシステムの導入が考えられてきている。特に、飼養頭数の多い、多頭飼育の農家や法人では集中利用型バイオガス施設の導入も行っている。上記の企業的な法人である蒙牛では大規模なバイオガスシステムの導入を行っている。

第IV章 内モンゴル農家におけるバイオガスシステムの事例分析

第1節 導入事例選定の理由

歴史的または選択的な原因から内モンゴルの農業は、牧畜業地域(牧区)、半農半牧地域(半農半牧区)、農業地域(農区、狭義の農業)、と都市近郊農業などいくつかの経済的類型に分類できている。これらの農業地域の自然環境、風俗習慣、産業構成も様々であり、農村におけるバイオガス導入の条件と実態も違うのである。

中国の牧区は北部と西部边疆に位置し、内モンゴル、新疆、西藏、青海、四川、甘肃、宁夏、黑龙江、吉林、辽宁、河北、山西等省、自治区など合わせ 266 の牧区、半農半牧区、面積は全国総面積の 50%以上を占めている。内モンゴル牧区地域中国北部边疆、オールドス市、バインノール市、アラシャ盟の 33 旗、市、179 のソム、2,367 のガチャ、東西跨度約 4,000 km、草原畜産をメイン経済にし、少数民族の居住地区。2012 年末内モンゴル牧区旗市土地面積 81.51 万km²、自治区総面積の 68.90%、内に利用可能草地面積は 5,085.70 km²、全区の利用可能草地面積の 74.59%。人口 506.91 万人、全区総人口の 21.08%。各旗县一人当たり平均 GDP は 6,448~90,068 元前後、農家 1 人当たりの純収入 2,114~8,583 元である。

内モンゴルの牧畜業地域では、経済構造の単一、農村経済の緩慢、収入格差が大きい、工業化と都市化による人口増加、資源を開発による生態危機は地域の経済・社会の主要な課題となっている。当地域は中国草原畜産の重要基地、再生エネルギー発展には遠い前途がある。この地域の農村バイオガスについては、代表的な地域として、赤峰市バリン右旗マスタラガチャ(ガチャは村の意味である)を選択して、この農村地域の農家におけるバイオガス利用について調査する。

この地区は半農半牧区をまたは農牧交差区である。農区と牧区の交差また過渡地区であり、中国の東北と華北の西部地域及び西北の東部地区、半農半牧区に属する。大方大興安アルプス東麓、辽河中上游、阴山山脉、鄂尔多斯高原东缘、祁连山、青藏高原东缘两侧、当地域西北部から農牧交錯区に沿い純牧区になり、東南部から農業区に

なる。内モンゴル自治区経済累計区により配分で半農半牧区旗县市区には、主にフリンベール市のジャランドン市、アロン旗、モウ旗。シンアン盟の突泉县、ケルシン右翼前旗、扎賚特旗；通遼市的ケルシン区、开鲁县、ナマン旗、クンルン旗。赤峰市的林西县、マイハン旗。シリント盟的太仆寺旗。オランチャブ市的チャハル右翼中旗、チャハル右翼后旗；オールドス市的东胜区、ダラト旗、ジュンガル旗、伊金霍洛旗；バインノール市的磴口县、ウラト前旗、合わせて 21 の旗县市区がある。当地域 2012 年土地総面積 154,955 km²、全区の総面積 11.07%。人口総数は 679.77 万人、全区総人口の 28.77%を占めている。耕地面積は 2,596,387 ムー、全区総耕地面積の 23.34%を占めます。半農半牧区は歴史や人物の影響が受け、農牧業の土地利用上で長期に渡り矛盾と衝突があり、特に荒地と砂漠化が進み、天然草の面積が縮小され、農牧業の協調発展を防いでいる。2012 年内モンゴル統計の数字によると、当地域の一人平均 GDP と農牧民一人平均純収入は全区 21 の旗县市区中 12 もが下位に並んでいる。現在当地域の経済社会の主要課題は農牧民経済収入増温暖慢、エネルギー不足、生態危機問題などがある。正確に当地域の生産発展とエネルギー構造を選定し、農村再生エネルギーは当地区経済社会と生態協調の継続的な発展に重要な意義がある。この地域の農村バイオガスについては、代表的な地域として、通遼市科左后旗朝魯図鎮チョルトチャブルヘン村を選択して、農村農家バイオガス利用について調査し検討する。

内モンゴルの農業区は主には大興安麓と陰山山脈から東と南に分布している。河套、土默川、西遼河、嫩江西岸平原和広大な丘陵地区、農作物によい黒土、黒鈣土、栗鈣土等多様性ある土壤地帯と利用可能な地上地下資源、内モンゴル自治区及び全国北方の重要穀物生産地である。内モンゴルは現在の保有耕地面積 549 万 ha、1 人当たり有する耕地面積 0.24ha、全国の 1 人当たり耕地面積の 3 倍に当たり、実際の年間利用可能面積は 800 万 ha を超え、1 人当たり面積は全国トップである。この地域の農業は、

畑生産するから酪農・畜産を導入する方向で変化している。

現在当地域の経済社会の主要問題は人口が多い、農家収入増長緩慢、農村生活環境の悪い(トイレ無い、石炭および木または草などをエネルギーとして使う)、エネルギー不足、生態危機問題などである。農村生活エネルギー、農家生活環境と生態環境の改善することはこの地域に直面する大きな課題である。この地域の農村バイオガスについては、代表的な地域として、呼和浩特市の土默特左旗(トモウトソキ)の兵州亥村を選定し、農村農家バイオガス利用について調査・検討する。

中国経済の成長による生活水準の向上や食生活の多様化、主に都市部を中心に牛乳をはじめとする乳製品の消費の急増などにより生乳生産・販売が急速に拡大してきた。このようなことから、酪農・生乳生産は食肉の伸びを上回る勢いで増大してきた。このような酪農展開は、経営形態としては、圧倒的には家族経営・農家経営としての展開であるが、同時に、規模の経済性や政府・乳業メーカーの推進によって、企業的な経営も形成され今日大きな位置を占めてきている。将来的には、酪農・畜産は大規模・高投入集約型経営の方向で展開するが、実際には、酪農の企業的な経営は農地をあまりに持っていないし、飼料は購入に依存しているため、地域的にふん尿過剰問題・環境問題も発生している。呼和浩特市(フフホト市)は内蒙古の酪農・乳業が最も発展している地域である。乳牛頭数と牛乳の生産量が内蒙古で第1位であり、特に中国を代表する乳業メーカーである蒙牛会社や伊利会社がある。飼養頭数の拡大に従って、大量の酪農廃棄物が排出され、ふん尿が豊富な「過剰」地域になった。つまり、酪農・畜産の大規模・高投入集約型経営において、最も重要な課題は、環境に「負」の重荷を与えず、環境と調和のとれた、地域の自然循環機能の維持増進をはかること、そして資源循環型酪農・畜産の経営経済面と生産・技術面の両条件を満たす循環システムの形成をすることは、内モンゴルでは、都市近郊酪農・畜産地域に直面する大きな課

題である。

都市近郊の酪農生産地域の農村バイオガスについては、代表的なモデルとして呼和浩特市の近郊にある白彦兔集中バイオガス工程を調査・検討する。

第2節 牧畜業地域(牧区)の農家におけるバイオガス利用分析

－赤峰市バリン右旗マスタラガチャを事例に－

1. マスタラガチャの概況

マスタラガチャは内モンゴル自治区赤峰市バリン右旗大板鎮東北、政府所のある町から4.5 km離れており、半乾燥大陸性気候に属し、共有牧戸67世帯、237人、労働力90人、全村総人口の40%を占めており、モンゴル族人口の98%である。

土地総面積1,893ha、うち草牧場面積800ha、節水灌漑飼料地面積107ha、林地189haである。2012年6月末家畜総頭数は1094頭で、うち、雌牛227頭、馬107頭、羊760頭である。マスタラガチャは畜牧業をメインにし、畜牧業産値は農業総産値の60%以上を占め、全ガチャ牧民の主要収入源である。主な農作物は飼料に使用トウモロコシ、2012年糧食総産量21万kg、通常年度では牧草生産量は20万kg、天然草場の利用可能な牧草を除き、毎年生産する農業糞は40万kgである。2012年一人平均純収入4700元に達し、内の畜産業収入が50%を占め、植物生産業収入は30%を占め、観光業収入10%、その他の収入10%となる。

2. バイオガスの池建設と世帯状況の調査

マスタラガチャ2007年に農家バイオガス利用を開始し、合わせて20世帯建し、総世帯数の約30%を占め、バイオガス池の容積は8 m³で、レンガとコンクリート複合型を採用している。国家補助1,200元、自己負担600元(サンド、採掘や工事人の給料など)で、主なバイオガス池の建設を進めている。サークル建設費が高いために、完成度

が低く、2012年に農村のトイレを改造項目が進行され、毎座補助600元である。現在までに1池2改が進行された。

調査農家数は22世帯、総農家数の32.8%、そのうち非バイオガス利用世帯7家、バイオガス利用が15世帯、バイオガス利用世帯の75%（当村バイオガス利用総数20世帯）である。実地調査によると15世帯中3世帯だけが正常稼働可能であった。

3. 牧戸経営状況

牧農家の収入源は主に畜産業と農植業、一部はアルバイト収入である。

(1) 農牧業生産収入と支出状況

1人当たり草場面積59ミュー(1ミューは相当15ha)、一人平均耕地面積3ミューである。トウモロコシを主に、400kg/ミュー、2012年のトウモロコシの価格で0.95元/ミュー計算、760元/ミュー。糧食補助3.65元/ミュー、糧食総合補助28元/ミュー、補助を入れ農業総収入791.7元/ミューとなっている。

トウモロコシ生産コストには、種費2.5kg/ミュー、採地費(軽油支出)30元/ミュー、電気費40元/年、ミュー、肥料支出101.3元/ミュー、その内、アンモニア28.4元/ミュー(0.85元/kg×8.3kg/ミュー)、尿36.6元/ミュー(0.5元/kg×16.5kg/ミュー)と複合肥料36.3元/ミュー(7.2元/ミュー×12.5kg/ミュー)。雇人いれば先行して給与し100元/ミュー、抜草工70元/ミュー、農業生産投入約346.3元。トウモロコシから純収入約445.4元/ミューである。

(2) 畜産業収入と支出状況(雌牛を例に)

当ガチャ(集落)乳牛を主に養殖し、乳牛の品種はヘスタン、乳牛平均産乳量12.5kg/日、牛乳相場価格0.75元/kg、産乳期8か月計算、年収入8,700元、乳牛はコスト割高なために、大方収入の半分、毎乳牛の純収入約4,350元である。アンチウィルス費は国家補助負担、牧民(遊牧民)無負担。当ガチャ草場は国家から全年禁牧が実行

され、補助として7.56元/ミューとなっている。

4. 農村生活エネルギー使用状況

当ガチャは主に液体ガス、石炭、電気と牛糞、たった3世帯のみ夏期にバイオガス使用している。エネルギー節約面では、バイオガスは石炭と電気の使用量にあまり影響はなく、主に液体ガスの使用料に変化をもたらし、2管の液体ガスを節約でき、約230元になる(115元/1管)。ここの牧家は一年通し牛糞を燃料とし、牛糞を一年四季使用、一年で2頭牛の糞で十分、使用量毎年150袋前後、25~30kg/袋、基本的に2日で一袋、価格は10元前後/袋。バイオガスは燃料とし、バイオ肥料は自家菜園の野菜や果物に使われる。一般的に発酵原料の中に人糞は入れず、これはモンゴル民族の習慣と関係あり、モンゴル族にとって火は神聖なるもの、毎年火の精霊に祭司し、もしも発酵したバイオガスの中に人糞入れる火を汚染する、あるいは侮辱すると思われる、良く思われていない。

以上のエネルギー採用の主な理由の多くは習慣性であり、その次は利便性、環境考慮の要素は少なかった。エネルギー使用費上、22世帯中8世帯が高い、4世帯わりと高い、普通が9世帯、安いのが1世帯、認識がそれぞれ違う。取得した数値によると牧家の石炭、液体ガス、電気と牛糞以上4種エネルギーの費用に対し統計で最高が5,560元、最低が1,460元、21世帯の平均値が3,585元である。毎世帯の石炭使用料が多めで、毎世帯年間約6~7トンであり、主に冬季暖房に使われる。液体ガス2~3管、主に夏期に使用している。バイオガスの使用で2世帯が夏期の生活需要を満たせると、1世帯はガス量不足と反応している。

5. 農村生態環境面の認識

多くの人は生態環境に大きく影響与えるのは農薬肥料の使用とされています。また石炭と薪の燃焼で産出される気体及び生活ゴミの乱投棄。一部はなんら影響ないと

いう意見も。当ガチャの衛生環境は良好で、ゴミは村統一で回収し埋め、さらにトイレも統一して改装しました。全体的には、牧家の評価は良かった。

6. バイオガス稼働停止の主な原因分析

調査バイオガス利用調査中、利用している世帯が3世帯、内2世帯のみ継続稼働の予定、1世帯は出気量不足と家によく人いない事が原因であり、今年は継続稼働の予定はない。ほとんどの部分でバイオガス池は廃墟している。稼働停止の主な原因は以下のとおりである。

①バイオガス稼働期間短く、冬季稼働不能。調査によると、当村で設置したバイオガスは建設したはじめの2年は状態がよく、稼働期間長いとき8か月、少ないとき3か月、平均5か月前後。寒冷気候になると、バイオガス池の冬季保温効果が下がり、冬季稼働不能に。

②替りなるエネルギーのあること(種類豊富)

当地牧家の習慣上牛糞は燃料、牛糞のない牧家は購入し、さらに多く牧家で牛飼われているため非常容易に入手でき、基本的に無料。冬季寒冷のために、石炭で暖を取り、同時に生活エネルギー作用もあり、比較的支出を高めている。他に、当村は都市区から割りと近く、液体ガス購入が便利である。

③バイオガスのガス生産量の少ないから家族の必要な全部エネルギーに足りないこと。バイオガス利用に対しコストと利益が比例し、さらに建設した家池が小さすぎるために、生産されるエネルギーの効果も小さい。基本的に生活エネルギーに限られ、産気量不足で液体ガスで補うなである。

④牧家自身の要素

牧家の利用放棄の状況は、一年中出稼ぎに出ており、家中に労働力がない、または牧家自身の管理不足で、手動操作のトラブルから停止になるなどがあげられる。例え

ば、1世帯では1年目では稼働状況がよく、2年目に26頭豚糞をほぼすべて投入し、糞と水過多し、正常稼働不能に。または建設して何か月か使用したが、ビニールハウス設置などを面倒そのまま池全没で埋めるなどである。

他に、バイオガス池建設が不規則、不適合、住居から遠い、輸気管長い、関係サポートサービスが形になってないなど、稼働停止の原因になった。

7. 小括

大部分の牧家はバイオガス利用停止しているが、多くの牧家は継続回復稼働の予定があり、関係部門の協力で稼働期間短さを解決する必要がある。利用効果不良、バイオガスのメンテナンスや管理を強化し、追加資金投入などの問題もある。これらまたバイオガス発展途上中においては解決に緊急を有する問題でもある。

政府は政策指導向上はさらに進み、バイオガス池のメンテナンスや管理を強化し、バイオガス工程を重点に廃棄したバイオガス池の回復や利用に一方進んだ、政策拡張が必要である。

バイオガスの効果とパフォーマンスをパワーアップさせ、バイオガスの生態、経済効果と社会効果向上発揮を示し、牧家に本当なるバイオガスの効果を認識させ、牧家に利益をもたせる。

補助制度上、国家建設池の補助を建設後廃棄した池に使い、もっと稼働後のメンテナンス投資にフォーカスすべきである。

第3節 半農半牧地域(半農半牧区)の農家におけるバイオガス利用分析

ーチョルトガチャブルヘン組(村)を事例にー

1. 調査地域の概況

科左后旗は内モンゴル自治区通遼市東南部に位置し、土地総面積 11570 平方km、16

のソム（町）、262 のガチャ村（村）、総人口 40.2 万人、土地としては、耕地面積 300 万ムー、草牧場 1050 万ムー、林地 350 万ムーであり、国家と自治区の重要な作物商品基地であり、主にトウモロコシの生産、米と大豆、産量継続的に 15 億kgを維持。中国ジンメンタール牛の発祥地、2012 年牧業年度家畜群 225.5 万頭に達し、中に、黄牛 51 万頭、前年度より 5.5 万頭純増。農牧民平均純収入 6885 元、前年比 16%の増加。

チョルトタウンは通辽科左后旗西北部に位置し、全町農家件数 4450 家、土地総面積 177 万ムー、総人口 18 万人、内にモンゴル族大多数を占め、耕地面積 19.1 万ムー、草牧場 99.5 万ムー、大小養殖舎家畜 6.8 万頭、内黄牛 5.3 万頭、年間作物生産量 6 億kg。2010 年平均収入 4616 元、典型的な農牧結合型地区である。2010 年一人あたり平均養殖牛純収入 2588 元。

チョルトガチャブルヘン組は内蒙古通辽市科左后旗の重点项目を実施する村であり、農家数は 84 世帯、人口 342 人、総土地面積 34000 ムー、耕地面積 3232 ムー、2012 年の作物生産量 150 万kgに達している。現在自然草地は 3000 ムー、人当たり純収入は 6668 元である。近年、生態効率利益型畜牧業の路線を意地で発展させたために、生態環境の改善を得て、生産利益も大幅に上がり、農牧民の収入も大幅上がり、1997 年草地の契約が浸透し、人口数 70%占めと家庭牧畜数 30%占めの比重で分割し、がゆえに毎農家が所有する草地の面積にムラがある。

2. 農家のバイオガス導入の状況

2008 年春季に政府出資で当村の 40 戸農家に 8 m³のバイオガス池を建設した。建設時では農家は出資しておらず、労働力も投入できない。バイオガスのガス建設資金には政府企画資金を払い、大部分のバイオガスで豚園を作り、豚舎の農家出資は 1500 元。

バイオガスの利用状況を調べるため、訪問形式でのアンケート調査、チョルトガチャブルヘン組の 50 世帯の農家に対し調査した。

調査を得て、全体的に自家用バイオガス建設状況はあまり良好ではなく、基本的には“一池三改”の要求には達していない。調査した 50 世帯の内、バイオガス所有件数は 22 世帯、総調査数の 44%を占め、バイオガス無所有件数 28 世帯、56%を占め、仮に建設総数 40 世帯で計算すると、バイオガス所有比率 55%に達し、しかしバイオガス正常稼働している農家 1 軒のみ、ほとんどの農家では利用停止し中である。

50 世帯中 47 世帯が牛を飼って、総調査数の 94%を占め、飼養牛の数は 648 頭、世帯平均 13 頭、世帯平均耕地面積 55 ミュー、世帯平均草場面積 141 ミュー、収入は主に農業と養殖業（47 世帯）、総世帯数の 94%、その他収入ある農家は 16 世帯、32%占めます。内、農業主にトウモロコシをメイン、サイレージでサポートする形、これらの農業産物は、家畜の餌にも使われる。

3. 農家における生活エネルギー使用状況

表 4-1 農家の食食用エネルギー使用状況（50 世帯）

指標	バイオガス	藁	液体ガス	石炭	電気	牛糞
使用世帯数	1	28	4	18	49	35
比重(%)	4	56	8	36	98	70

資料：現地調査により作成（2013.07）

現在当集落は主に電気、牛糞、藁、石炭など 1 世帯のみ夏期にバイオガス利用している。食食用の主なエネルギーは電気の 49 世帯、98%を占め、その他にも牛糞利用 35 世帯、70%を占め、バイオガス利用少ない。生活エネルギー利用原因から分析すると、農家の生活エネルギーの選択には容易入手と習慣的が主で、価格も安価なもの、ほぼ衛生清潔と環境保護などは考慮されていない。（表 4-1、表 4-2）

表 4-2 農家の生活エネルギー利用選択の理由 (50 世帯)

項目	安価	入手容易	習慣性	衛生清潔	環境保護
使用世帯数	12	46	28	0	0
比重 (%)	24	92	56	0	0

資料：現地調査により作成 (2013. 07)

農家の生活エネルギー費に対し適度な費用という認識が多く、28 世帯、総調査数の 56%、以外に比較的が高い (やや高い) と感じている農家 13 世帯、26% 占め。極端に高い (高い) もしく安いという認識は少ない、全体的に見て費用は多くなく、費用から見ると、平均石炭使用費が最も高く (石炭は主に冬季暖房用)、16 世帯のみに使われ、16 世帯平均費用 1150 元、電気は各所で使われ、平均費用 600 元、液体ガス利用は少なく、牛糞や藁での自給自足、ほぼ無費用での生活である。

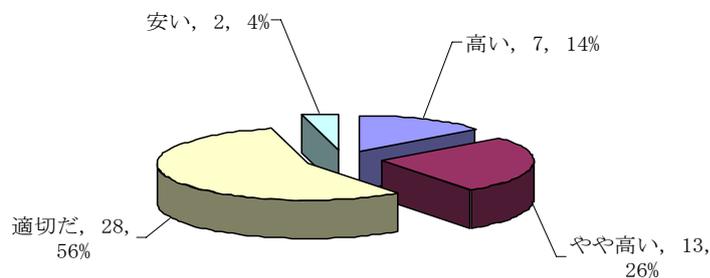


図 4-1 生活用エネルギーに関する農家の認識

資料：現地調査により作成 (2013. 7)

4. 農家の農村生態環境に関する認識

(1) 農家の生態環境危機問題上、農家自身最大の影響は生活ゴミの乱投棄と認識し

ており、38 世帯の 70% 占め、その他家畜糞便の直接環境投棄、27 世帯の 54% 占め、第三は農薬肥料、化学肥料の使用、14 世帯の 14%、ただ 10% の農家は生態環境になんら影響与えていないと認識している。

表 4-3 農家の生態環境危機に対する認識

选项	世帯数	比重 (%)	选项	世帯数	比重 (%)
A. 家畜糞便の環境直接排出	27	54	E. 農薬肥料、化学肥料の使用	7	14
B. 作物藁の直接燃焼	9	18	F. 石炭や藁の燃焼で産出される気体	2	4
C. 生活污水の乱投棄	5	10	G. 病死家畜の乱処理	0	0
D. 生活ゴミの乱投棄	38	76	H. 影響なし	5	10

資料：現地調査により作成（2013.07）

(2) 農家は生活污水の処理上基本的に直接環境投棄をしており、人畜糞便の処理上ほぼすべての世帯で糞便を肥料としては使用、1 世帯のみバイオガス生産に使用し、生活ゴミの処理に対し 60% (30 世帯) の農家は乱投棄を選択しており、他には肥料に詰め田圃に投入が 40% (20 世帯)、地底深く埋める農家は 6 世帯、燃焼は 3 世帯。

(3) トイレの衛生状況の認識上、トイレの状態があまり良くないと思っている農家は 30 世帯で、総調査数の 60% にあたり、一般的にという農家が 12 世帯、24% 占め、比較的的良好と思っているのが 7 世帯、非常に良くないが 1 世帯、全体的な評価としては低めであります。農村居住環境の認識上良好であるという農家が 40 世帯、80%。普通という農家が 7 世帯の 14% 占め、不評が 3 世帯、全体的に農家は居住環境には比較的満足していると言える。(表 4-3)

5. バイオガス導入農家の利用状況

(1) バイオガスを利用している農家の調査

調査によるとバイオガス利用宅はたったの1世帯、それに対して正常利用状況を調べ、今後のバイオガス開発利用に多大な指導意義があり、その事も入れここで詳細な分析をしました。農家ハスゲリラを例えにバイオガス利用状況を分析する。

① バイオガス建設と利用状況

農家ハスゲリラ、女性、年齢48歳、最終学歴小学、家庭人数3人。2008年、自宅庭にて、政府補助を除き、一括投資1,500元、8m³のバイオガス池を建て、ガスは一年で4~5月利用でき、一般的に4月末から7月末まで、また9月末まで、冬季は正常稼働できない。主に豚糞、人糞を投入し、1年で3~4頭豚を飼い、しかし今年流行した疫病が原因で2頭死に、現在1頭のみ残っている。バイオガス池に投入した材料が原因で、親戚宅から牛糞で原料にしています。毎年大量の材料仕入れ、各一回入れ、平時は養殖豚の糞を池に投入し、手動で放電加工機を操作、大体2、3時間で作業完了する。

② バイオガス利用効果について

バイオガスや液体を肥料に、田圃に配布し、1ムー地物肥料節約できます。まだ修理したことがなく、バイオガス利用前、家にはガスを使用し、バイオガス利用後通常のガスは利用しなくなった、炊飯器などの電気利用も少なくなった。正常稼働期間は一家3人の食事だけでなく、毎年200元の電気代を節約でき、2管ガス（每管100元計算で約200元）と1ムー地の肥料も節約できる。バイオガス肥料は通常肥料としては農家肥料より効果的である。

③ 農家バイオガス利用継続の原因

まずは、当農家のバイオガス池建設クオリティーが高く、いままでまだ故障したことがなく、正常稼働できている。次に、バイオガス池は日常メンテナンスよくされ、産気量不足時即刻放電パッキングし、冬季は豚舎の天井にビニールを張り暖房し、住

協はバイオガス池からすこし距離ありますが、でも輸气管を地底深く埋めており凍裂を防いでいる。または、当農家は豚舎も含み非常に清潔に衛生状況を保ち、とても勤勉さを感じさせられます、他に5年間のバイオガス利用を通し、節電、液体ガス、肥料など各面で費用コストダウンでき、利益を得ています。そのほか、農家曰く、バイオガスは生活エネルギー問題を解決し、肥料コストダウンできる利点と、その一方ではバイオガス制限ある稼働時間の短さや冬季稼働不能、時に供气量不足などの欠点もあると。

(2) バイオガス稼働停止農家について（農家のアグラでの調査）

本調査中、22世帯でバイオガス池を所有しており、しかし内21世帯では稼働停止していました。故に、本調査ではその稼働停止原因を明確にし、これらは現在多くの地域でのバイオガス池稼働率低迷の原因分析に有意義であると同時に自家用バイオガス発展途上での重要問題を研究する。

1) バイオガス稼働停止農家の概況

①農家基本情報はアグラ、男性、40歳、最終学歴中学、世帯数3人、労働力2人である。当農家は牧場面積300ミュー、内放牧地274ミュー。草場25ミュー。耕地総面積31ミュー、内借入耕地面積2ミュー、年敷金150元/ミュー（150元×2ミュー＝300元/年）、借入年数14年、退耕環林地面積13.1ミュー、補助金収入には退耕環林補助があり、禁牧草原補助、この他農業補助、例に、糧食補助1440元/年（60元/ミュー、24ミュー×60元/ミュー＝1440元/年）、良種補助240元（10元/ミュー、24ミュー×10元/ミュー＝240元/年）。一人におき毎年補助収入約2000元。現在事実耕地経営面積31ミュー、内トウモロコシ24ミュー、サイレージトウモロコシ7ミュー。耕地平均的にドライ地域、トウモロコシ毎ミュー産量約625kg（総産量15000kg÷24ミュー＝625kg/ミュー）。サイレージ産量は4000kg/ミューである。

②収入ソース状況としては、収入は主に植栽業、養殖業から来ており、その次に給料収入（村長 7000 元/年）である。植栽業収入及び支出状況、2012 年トウモロコシ売上 1 万 kg（1 万 kg×1.66 元/kg）、収入 16,600 元、他の 5000 kg は養殖牛に使われ、2012 年の糧食補助などの補助金収入約 6,000 元、2012 年農業総支出約 8,640 元、その内、種、農薬、肥料など合計支出 4320 元、肥料の支出が多く、主にアンモニア、尿素、合成肥料など、レンタル機器支出 720 元。家畜牧業収入としては、牛 11 頭を養殖しており、子牛 7 頭、品種はセイモンドール牛とし、去年成牛 5 頭を売上、每頭価格 14,000 円で、牧業総収入 70,000 元であった。他に、当村村長として、毎年給料の収入 7,000 元がある。

③農家家庭生活エネルギーとバイオガス利用状況。家庭エネルギー主に石炭、電気とし、バイオガス 1 年しか使ったことがない、具体的に 5 か月使い、利用当時生産したバイオガスで十分全家庭の生活需要を満たす事ができ、発酵原料を主に豚糞と牛糞を投入し、同時に豚舎を建て、さらに豚舎に便所を設置し糞便は直に池に流される。衛生清潔、稼働期間に手動で放電加工機を使い 2 回ほどバイオガス放出、その上肥料を自家菜園に使い、効果は明確である。バイオガス利用コストはとても安価に感じ、基本的に無費用、バイオガス利用のおかげで食事を作る時間も半減、同時に燃焼費も節約し、特に電気代の請求が減り、稼働期間中毎月電気代 40 元を節約できている。石炭が冬季で使われるために、バイオガスは冬季稼働停止し、石炭使用量にはあまり影響はない。他に、バイオガス利用により環境に有益と考えている。

④バイオガス稼働停止原因について。当農家のバイオガスは 2008 年春に建て、同時に稼働開始し、池建設時 1,500 元のみ豚舎建設費として使われた。建設後クオリティー検査も通過し、正常稼働可能な状態に、しかし池建設時、地下水位が非常に高かったため、池も設置高度も高さを要求され、ゆえに、池その物が地面から高めに作られ、

これが原因に冬季の容易な凍結を導き、冬季稼働不能に。稼働期間中におそらく糞便尿の漏れが原因で漏気現象が起き、また、池と住居の距離が非常に遠く（50m 前後）、輸気管が比較的長く、稼働に影響し、さらにメンテナンス一切せず。

2) バイオガス導入ユーザー状況

バイオガスユーザーは 2008 年から 2 つに分け建設し、建設時多くの農家は豚舎と便所も同時に建設し、冬季は豚舎の天井にビニールを被せ保温し、バイオガス池建設の理由では 13 世帯が政府補助あること、他には生活エネルギーのレベル向上である。経済効果や環境衛生のあまり考慮されていない。稼働時間多くは 3~4 か月、投入する原料は豚糞、牛糞と人糞、トラブル発生時、多くの農家は修理せずもしくは自己修理を試み、正常稼働期間中状態が良く、全体的に見て稼働時間は短い、ほとんどの農家は 1 年稼働しその後使用停止し、中には建設後一切稼働した事がない農家もいました。以上から、稼働停止原因や存在する問題、トラブルを分析する事は非常に重要である。

3) バイオガス稼働停止原因及び存在する問題、トラブル分析

①建設クオリティー問題

稼働停止した 21 農家の内、18 家が当問題に返事をいただき、その内工事クオリティーに問題があると 12 家が考えており、67%を占めます（18 家計算）、具体的に問題としては漏気、建設その物が失敗などの原因、詳細調査時に多くの農家の建てた池が地上に露出しており、模型みたくほぼ全部地上に建設し、要求不適合、ある農家は豚舎建てたが、バイオガス池が根本的に豚舎の地下に建ててなく、稼働できても冬季は無理でした。また、多くは池を住居から離れた処で建設し、輸気管が長く作られた。其の上、多く農家はバイオガス使った事すらなかったがために、当然効果明確に理解していなかった。

②) バイオガスサポート体制が不完全

村にはバイオガスサポートステーションがあるものの、しかし多くの農家は分からず、サービス受けた事もない。液体ガス吸運車あるが（2 m³）、まだ一度も使われたがなく、ステーション名はあるものの事実上ない状態、トラブル発生時農家は修理しないまま放置している。

③ 農家自身の問題

農家自身からすれば、自己管理せず、使用不便、さらに使いたくないと使い方わからないなどの原因である。

④ バイオガス稼働時間が短い、効果が明確じゃない

冬季の寒冷気象のため、冬季バイオガス利用できず、ユーザー調査によると1年で3~4か月使用でき、利用時間短く、さらに多く農家は1年足らずで稼働停止し、彼らは本当の意味でのバイオガス利用のメリットや利用価値に触れてなく、重視もしなかった。

⑤ 替りのエネルギー種類の多さ

農家は藁や牛糞など自家産の生活エネルギーを得るには費用はかからない。それと比べバイオガス管理要求が一定レベルを有し、一部の農家は面倒がって、使いたがらない。

6. 小括

調査研究結果から、バイオガス池所有する22世帯中たった1世帯が正常稼働させており、使用率低迷と廃棄の間がある。全体から見て、農家の多くはバイオガスの良さと便利さを理解しており、しかし多く農家たちの学歴や文化レベルは高くなく、バイオガス使用方法簡単とわかっても、システム管理やメンテナンスの知識や理解は少ない。

調査経過し、村民たちは集中供气システムにとっても興味あり、もし費用が電気費（毎

月 40～50 元を超えない)、さらに建設クオリティーに保障ある状況であれば採用したいと考えている。

バイオガス建設にはもっと強い宣伝力が必要で、公衆のバイオガス発展の積極性を高め必要がある。バイオガス発展は農業生態環境の保障だけでなく改善効果もあり、合理的かつ継続的に自然資源を利用し、その上で資源の乱用や浪費を回避し、資源利用率や労働生産率の向上、農業の持続的な発展を推進する。もう一方で、政府はもっと適切な補助を、世帯おきにバイオガス池を設置建設し、サポート体制も定期的な訪問指導やメンテナンス実行すべきである。

第 4 節 耕種業地域(農区、狭義の農業)の農家におけるバイオガス利用分析

－呼和浩特市兵州亥村を事例に－

1. 兵州亥村の概況

兵州亥村は内モンゴル呼和浩特市土默特左旗に所属する村である。土默特左旗は呼和浩特市の西部に位置し、16 郷の 320 村からなる旗である。土地面積は 2,712 k m²、うち耕地面積は 114,479 ha で、農家 1 戸当たりの耕地面積は 1.49 ha である。2008 年現在の総人口は 36.4 万人、農牧民の 1 人当たり純収入は 6,736 元である。2008 年末の全旗家畜飼養頭数は 57.2 万頭、うち大型家畜飼養頭数は 26.8 万頭である。この地域の農村ではバイオ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。この地域は内蒙古の農家におけるバイオガスシステムの普及に適当な地域であり、内蒙古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。現在(2008)まで、合計 6,690 戸に導入されて、バイオガス利用が可能な農家数の 8.7%を占める。

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

km²、耕地面積は700ha、農家1戸当たり1.1haである。この村は農業（栽培業）を主としてトウモロコシを中心に生産し、家畜飼養を副業としている農家が多い。飼養している家畜数は乳牛800頭、綿羊600頭であり、牛乳集中買い付けセンターを持っている。1戸当たり乳牛は1.2頭で、綿羊は0.9頭である。その他は豚、鶏などが飼育されている。畜産業、特に酪農家から排出されたふん尿を無害化する処理の方法が不足しているために、村の環境衛生に悪い影響を与えている。

兵州亥村の農家におけるバイオガスシステムは国の政策上の援助があることとバイオガス利用効果があるという理由で、2006年から大規模に導入された。2008年現在は370戸で（発酵槽の容量10m³）、バイオガスを導入した農家は総戸数の56%を占めている。^{注3)}

プラントの導入のコストは2,700元であり、その内訳は国が1,200元（44%）、内蒙古自治区が700元（26%）、旗と村が670元（25%）、農家が130元（5%、労働力と車1台分の土砂）となっている。導入したモデルは「一池二改」であり、太陽エネルギーの利用のための畜舎の改造およびトイレの改造を行った農家は100戸に過ぎない状況である。

2. 農家のバイオガスシステムの利用実態

(1) 農家の経営特徴

調査した40戸の農家の1戸当たり家族人数は3.3人で、1戸当たり労働者の人数は2.1人である。40戸の農家のうち21戸が酪農家で、全体の53%をしめている。飼養規模が小さく、酪農家1戸当たり飼養頭数は5.9頭である。また、1戸当たりの農業総収入は27,341元、1戸あたり純収入は14,260元である。

40戸の農家の1戸当たり耕地面積は1.16haで、全部畑地である。栽培している作物はすべてトウモロコシを中心とする栽培であり、耕地面積の95%を占めている。う

ち7戸の農家が同時に青刈り飼料作物を栽培している。その他、コーリャン、ジャガイモ（2戸）、果樹を栽培している農家もある。40戸の農家が飼育していた家畜の種類は合わせて9種類であり、乳牛を中心に飼育しているものが多く、その他豚、羊、鶏などを飼育している。農家の家畜の種類数からみると、82%の農家は家畜を飼育しており、2種類以上の家畜を飼育している農家の割合は69%である。すなわち、大部分の農家に家畜が飼育されており、家畜を飼育する技術があると見られる（表4-4）。

表4-4 40戸の農家の飼養家畜の頭数 単位：頭、隻

種類	乳牛	肉牛	豚	羊	ロバ	鶏	犬	ガチョウ	ウサギ	ラバ
頭数	124	5	35	133	3	98	24	2	10	1

資料：聞き取り調査

(2) バイオガスプラントを利用している農家の経営状況

1) ふん尿の処理状況

調査した40戸の農家のうち、バイオガスプラントを利用している農家は27戸で、全体の68%を占める。27戸の農家のうち、18戸は酪農家であり、67%を占めている。調査によるとバイオガスプラントを利用しているふん尿の量は少ないが、乳牛1戸当たり1.2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での利用量が足りることがわかっている。18戸の酪農家の乳牛飼養頭数は合わせて110頭で、うち成牛は73頭である。バイオガスプラントを利用している27戸の農家の1戸当たり成乳牛頭数は2.7頭で、現在のバイオガスプラントは成乳牛のふん尿量の44%を処理できる状態である。子牛と合わせて、全乳牛のふん尿の三分の一が利用されている。大部分のふん尿は農家肥料（堆肥）として自家の農地へ還元し、利用されている。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4.4tである。1戸当たりのバイオガス利用としては、暖かい季節には料理用の燃料として利用され、乳牛1頭分の

ふん尿で十分な量を得ることができる。バイオガスプラントを利用している多くの非酪農家は酪農家から乳牛糞を買っている。これにかかる費用は1年間で50元である。

2) 農家のバイオガス利用効果

バイオガスプラントが農家に与える直接効果は、まずは省エネである。1戸あたり毎年1.5tの石炭が節約できており、削減した燃料費は1,050元になる。27戸の農家はすべてバイオガスを燃料として調理し、湯沸などに使っている。調査からみると、27戸の農家のうち78%の農家がプラントを利用しており、経営に余裕ができていることがわかる。具体的に言うと、生活燃料、労働力などが節約できるのである。同時に67%の農家は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ということを示している。その他の効果として、食事を作る時間が節約され、生活が便利になり、衛生環境が改善されたことである。しかし、バイオガスの利用によって飼養家畜の頭数が増えた農家はなかった。畜舎の改造、およびトイレの改造によって、ある程度農家の生産と生活条件を改善することができた。バイオガスの利用は、農村燃料問題の解決や生活改善にとって有効であるばかりではなく、農業生産の向上にとっても極めて大きい効果を持っている。バイオガス利用の効果は「一能多用」で、各方面に及んでいる。

3) バイオガスプラントから出る肥料の使用状況

バイオガスプラントから出る処理物(消化液、残渣)を処理する際に、専用設備(容量は10m³で、消化液と残渣を運送する)を利用する場合、1回60元の料金がかかり、普通は1年に1回位で処理している。しかし、あまり使われてない状況である。実際には多数の農家が自分で処理して費用を節約している。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小規模野菜畑が施設の近くにあるという理由で、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。利用効果は化学

肥料より高いということを、ほとんどの農家が認識している。しかし農家のプラントは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。調査農家がバイオガスプラントを利用した平均期間は29ヶ月（2年5ヶ月）であり、2年以上利用した農家の割合は81.5%を占めている。

2009年の調査では、大部分の農家はバイオガスサービスセンターの残渣を処理する専用設備を使って、肥料を自分の畑に散布していることが判明した。サービスセンターでは10 m³設備が一つ、2 m³設備が二つあるが（2009年国から購入した）、10 m³のものは1回100元以上で、コストが高いため、使用頻度は低い。2 m³のものは1回40円で、使用頻度が高い。農家1戸当たり2 m³設備で、年間3回使っている。1戸当たりの運搬・散布料金は120円であり、平均2 m³の肥料は0.5 ム（3.3a）の畑へ散布されている。

農家におけるバイオガスプラントに対してかかるふん尿処理費は、主に糞の購入料金、専用設備の使用料金と農家自身の処理にかかる労働時間コストなどを指す。処理費に関して、大部分の農家は安いと考えているのが、70%を占め、高いと考えている農家が少なく、わずか3%を占めているに過ぎない。これは、当地域では政府からの援助と、農家が利用しているバイオガスプラントが小容量発酵槽であることに関係があると考えられる。

(3) バイオガスプラントを利用していない農家の状況

調査したバイオガスプラントを利用していない農家は13戸あり、利用していない理由は、様々である。具体的には、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わからない、お金が無いなどである。半分の農家は利用することを考えている。

家畜ふん尿の処理状況については、大部分の農家では堆肥（有機肥料として耕地に散

布する)として使用している。その他、販売している農家もある。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の改善意向に関しては、9戸の農家は改善意向がなく、全体の69%を占めている。その他、初めに建設するのに時間がかかり面倒である、建築費が高いから安くしてくればよい、場所を占める、わからないと答えた農家もある。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、バイオガスの推進を考えると、普及に力を入れる必要がある。現在までバイオガスプラントを使用していない13戸では、今後、バイオガスプラントを使用する予定がすでにある農家が全体の31%を占めている。使用を考えている農家が46%で、予定がない農家が23%を占めているに過ぎない。特に、すべての酪農家がプラントの利用を考えている。

3. 農家におけるバイオガスシステム導入したことについての問題点

(1) ふん尿の処理について問題点

農家におけるバイオガスプラントでは利用するふん尿の量が少なく、大部分のふん尿は堆肥として農地へ還元している。ふん尿を無害化するという問題は十分に解決できていない状況である。この問題に対し、ふん尿の活用方法の開発・検討をするとともに、バイオガスシステムの導入に力を入れている。特に酪農家への導入は強化する必要があると考える。

(2) 管理に関する問題点

大部分の農家は自分でプラントを維持することができない。たとえば冬になるとプラントは暖房が必要であるが、対応ができず、プラントが凍って使用できなくなった事例もある。このようなプラントの操作を基準通りにできれば、一年中使うことができる。このような問題に対し、農家のバイオガスプラントを利用する意識が高まる一

方で、村のバイオガスサービスセンターは農家に技術の指導をする役割を果たすべきである。

(3) 国の政策上の問題点

村のバイオガスシステムはほとんどが国の補助金で導入されて、農家の負担費用がないのである。投資金額の不足のせいで、モデルの建設は完備せずに、効果が十分に発揮できない状況である。また、政策の恵みがすべての農家に行き渡っていないので、導入したい農家もまだ多数存在している。したがって、国の政策上の援助は継続をしつつ、利用可能な範囲をひろげる必要がある。すなわち、農家の生活水準の向上のために、投資額を拡大すべきであると考ええる。

さらに、この村のバイオガスシステム導入については様々な問題点があるが、次のような効果もある。

4. 考察結果と今後展開の課題

(1) 考察結果

1) 経済効果

調査の対象である 40 戸の農家の経済状況として、その平均水準をもとに比較した。バイオガスプラントを使用している農家の農業純収入は 40 戸の平均水準より 2,222 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純収入は 40 戸の平均水準より 4,164 元低くなっている。収入について差ができた主な原因は農家の生産構造にあると考える（通常酪農家の純収入は畑作農家より高い）。しかし、生産構造が同じであるバイオガス使用酪農家の平均純収入は非使用酪農家より 2,262 元ほど高く、使用畑作農家の平均純収入は非使用畑作農家より 714 元ほど高くなっている（表 4-5）。これから、バイオガスプラントを利用することは農家の経営に経済効果があると考えている。さらに、バイオガスプラントの使用による影響がどの程度

あるかは検討する必要がある。また、プラントを利用している 78%の農家は経営余裕ができるという。農家がバイオガスプラントを使用する直接経済効果は、毎年平均 1,050 元の燃料(石炭)代を節約することである。これは農家の農業純収入の 7.4%を占めている。1 年間に発生するバイオガスの量は 3 人から 5 人いる農家に 1 年消費する光熱費の 70%を占める。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、その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見られると考える。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、散布料金と販売料金が同じであるということから、プラントで節約できる肥料代を 120 元と見込んで、農家におけるバイオガスシステムの 1 戸当たりの直接経済効果は 1,170 元であると考ええる。

表 4-5 平均農家収入の変化状況 (単位：元)

農家の分類	戸数	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	27	32,245	16,482	4,904	2,222
内：酪農家	18	42,489	20,892	15,148	6,632
畑作農家	9	11,757	7,662	-15,584	-6,598
非使用農家	13	17,154	9,644	-10,187	-4,616
内：酪農家	3	35,573	18,630	8,232	4,370
畑作農家	10	11,628	6,948	-15,713	-7,312

資料：聞き取り調査により作成

注：40 戸の農家の平均農業総収入 27,341 元、平均農業純収入 14,260 元

2) 循環利用の効果

農家におけるバイオガスプラントは、家畜ふん尿とわらなどを利用する事によりバイオガスと有機肥料を生産し、農業排泄物の循環利用を促進し、わら燃焼で発生する煙を減らし、そして環境の汚染を削減することができる。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、肥料の効果も十分に発揮しない状態である。農家におけるバイオガスプラントから生産される肥料の散布量(液肥、固肥)は少なく、1戸当たりの耕地面積の9.1%を占めているにすぎないが、化学肥料代の節約はできた。さらに液肥・固肥等の利用量を増やすことはプラントからの肥料(液肥、固肥)を菜園にも利用でき、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%まで増加させることを可能にする。

3) 社会効果

現在、人間と家畜のふん尿が放置されることや、家畜と住民の生活区が一緒になること、特に、わら、石炭などを燃やした際に出る煙などで地域を汚染することなどは農民の健康に影響を与えているとともに農村地域の環境汚染問題を引き起こしている。農家における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。実態調査からみると、現在のバイオガスプラントの規模は小さく、発生した家畜のふん尿をすべて処理できない状態にある(写真4-1と4-2)。しかし、農家にクリーンエネルギーを提供し、新生活の方式を与えて、農村婦人の家事労働を軽減することができた。また、畜舎の改造、トイレの改造は農村の生活環境および衛生状況を改善できたといえる。



写真 4-1 畜産農村の家畜ふん尿



写真 4-2 耕種農村の家畜ふん尿

5. 小括

農家においてバイオガスシステムを利用することは、エネルギー活用・生態系の維持・環境保全・農民の収入増加へとつながり、農村の生産と文明生活を推進することに役立つと考えられる。農家におけるバイオガスシステムの展開については、国の政策上の援助と経済効果がプラントの経済的に成立する要因となっていることが分かる。

しかし、農家におけるバイオガスシステムの展開がエネルギーを利用するだけの効果ではなく、システムを総合的に利用する効果があるとも考えられる。農家におけるバイオガスシステムを導入することによって様々な問題点もあるが、システムの総合的な利用効果が高まることによって、農家がバイオガスシステムを導入する価値も高めている。こうして、農家におけるバイオガスシステムは全体として進む可能性が高まると考えられる。

これまでの考察結果にみられるように、農家におけるバイオガスシステムの展開に対する内蒙古地域の優位性は自然条件が適合していることと、農牧業の発展に原料条件を備えていること、および国の政策上の経済的な支援条件の提供を行っていることである。これらの条件整備されていることが、システムの成立・展開の重要な要因となっている。また、地域の農家が畜産・酪農家を含む多様な経営が存在している（地域的な複合化が形成されている）ことからバイオガスシステムの展開の可能性が高いといえることができる。このような背景から、内蒙古の農家におけるバイオガスシステムの更なる展開が期待される。それは、現在のバイオガスシステムの数は利用可能な農家数の7.3%に過ぎないからである。

今後の展開にとっての課題としては、このような利用可能な農家にバイオガスシステムの適切な利用方法やその経営経済的な効果・意義の提供をさらに進めると同時に、政府の関係するプロジェクトや政策上の援助の継続が必要である。とりわけ重要なことは、バイオガスシステムの導入による効果と可能性を農家に十分に普及推進していくことである。これらのことを関係機関・団体が十分に位置づけ、推進できるかどうかは展開上の大きな課題であると考えられる。

【注釈】

注 1) 温室を利用する条件下でバイオガスが常温発酵の最低温度と中国北方の冬季の最低温度時、バイオガス池中の処理物が結氷しない基本要求に基づいて、地中に埋めるバイオガスシステムは正常に冬を越える 3 つのキーポイントがある。第一、地表下 160 c m の土壌の毎月の平均気温が必ず 0℃以上であること。第二、1、2、12 月の 3 ヶ月の毎月の平均気温が必ず-20℃以上であること。第三、年間平均気温が必ず 0℃以上であることである。

注 2) 「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ための畜舎の改造や建築、トイレの改造、台所の改造である。「四位一体」モデルとは、野菜生産日光温室、バイオガス発酵槽、太陽エネルギーを利用する畜舎、トイレである。

「農牧 6 セット」モデルとは、農村及び遊牧地域の農家の生産と生活に適応するバイオガス発酵槽、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が推進されている。

注 3) 兵州亥村の農家におけるバイオガスシステムについて今まで 3 回の聞き取り調査を行った。2007 年の調査ではプラントの建設状況や設備状況、今後の展開などについて調査を行った。2008 年の調査ではシステム導入の効果を考察するために農家にアンケート調査を行った。2009 年は資料を充実するために 3 回目の調査をして、肥料使用状況とサービス状況などについて聞き取り調査を行った。本論文では 2008 年度調査した 40 戸の農家を中心として、システム導入の効果を検討する。

第 5 節 都市近郊の酪農生産地域の農村におけるバイオガス利用分析

－呼和浩特市白彦兔集中バイオガス工程の事例に－

1. 調査地域の概況

白彦兔集中的バイオガスのあるのは白彦兔という村であり、当村はフフホト市和林県歡樂経済区内に位置し、現在総世帯数は 67、総人口 252 人、敷地面積 2400 ミュー (1 ミュー=666 m²)。2012 年個人平均純収入 6,000 元。区内には蒙牛、蒙草などの企業があり。村民はアルバイトを主に、総収入の 70%を占め、他の収入は畑や畜産からであり、30%を占め、主にトウモロコシ栽培で、農業収入の約 70%を占め、その他ジャガイモ、穀類など。畜産は主に羊を、現在 400 多頭に達し、2011 年ミルクステーション設置禁止、酪農地域としてバックアップし、しかし当村の雌牛の頭数が少ないが故に、酪農地域としては成立せず、村民たちのミルク販売の困難に至り、村内の 100 頭あまりの雌牛を処分した。

白彦兔村元は山村区で、85%がドライスロープ、水源地がなく、地下水位も低く、不毛地質の土地、生産水準が下がる。居住地の多くは 1960、70 年代の土制家と土洞窟。2007 年農民の平均収入は 1,500 元に至らず。この現状を変えるため、国家再配置貧困緩和のため和林県と合併し、農民自主出費 259 万元、補助金 627 万元、企画資金 109 万元を使い、この新しい村を建設した。2008 年から建設開始し、2010 年に完了。白彦兔村から南 0.5 kmに位置し、94.86 ミューの面積、12 棟 72 件の平屋を建設し、すべての農民に 1 件を分け、1 件には 280 m²を有し、現在元の村の住民 30 多家、その上の賃貸を入れ 60 家あまりの住民が居住している。

2 白彦兔集中バイオガス工程の現状

(1) 初期建設状況

当バイオガス工程発酵管 250 m³、貯蔵管 375 m³、300 m³/日、450 トン/年産バイオガス、500 トン/年産バイオ液体、発酵管には保存層が加えられ、冬季問題を解決している。2010 年 8 月稼働開始し、まず 70 m³の牛糞と同量の水と混ぜその後 2 回投料し、その後産気量に応じフォローアップする。バイオガス工程設計は 300 家農家に供給し、

朝、昼、晩と1回置き供給し、スタート時は25家に供給し、後に30家に達した。初期建設投資額が80万元、後続設備工程などの投資に資金を必要とし、総投資予算120万元、国家投資70万元、村内投資10万元、村内投資は労働力を主体とし、事実上では無投資。25家農家日均ガス使用量が約1~1.5 m²、当村は移民新村に属し、72家設計し、現在移入した25家、他順次に移入中、他、村近くで移民居住地を建てており、順次に他村から移入された。家数増加に連れ、バイオガス工程の利用率向上に繋がる。収入は主に管理業の給与や原料糞の購入に使用。常用管理員1名。(2010年9月24日の調査しその時当工程はテスト運行状態であったが、写真4-3、写真4-4と表4-6で示す)。

表4-6 白彦兔集中バイオガス工程稼働現状

運行期間	稼働月数(月)	稼働費用(元)	供給世帯
2010.08-2010.10	3	4500	25
2011.04-2011.10	7	17000	25
2012.04-2012.9	6	20000	30

資料：聞き取り調査
により作成

(2) 運行現状から停止原因

①運行現状

運行コストには電気代、修理と保養費、人件費や原料費など。2011 年県の農業技術普及センターの補助 2 万元、牛糞と人件費に使われた (表 4-7)。

表 4-7 稼働コスト分解表

単位：元

運行期間	電気費	修理と保養費	人件費	原料費
2010.08-2010.10	1000	県の農業技術 普及センターから 払う	3500	蒙牛奥亚牧场贈 送
2011.04-2011.10	3000		7000	7000
2012.04-2012.9	3000		7000	10000

資料：聞き取り調査により作成

2011 年近場の公式営村区から牛糞を購入し、毎車(8~10 m²)600 元、投料し、大型コスト 1 万元。作業員は臨時的なアルバイト、トラブル処理のみに来る。

工程事実運行時間は短く、いまに至るまでバイオガス液体には処理せず、今年ガスと液、ソースチェンジを行い、専用液体運送車はない。バイオガス液体を給蒙草抗旱社に販売する予定である。(内蒙古和信园蒙草抗旱绿化股份有限公司)

②バイオガス工程運行停止の原因

まずは産能力と農家数の不適合、生産したバイオガスの消化不良である。元は 300 家農家に設計したガス供給、日常生活用解決するため、現状 30 家前後のみに供給でき、

フル稼働するには1年で約5~6万元必要とし、稼働コスト大。仮にフル稼働した処で現状の30家農家でも消化不能である。

次は設備故障である。2002年9月加圧用のモーターが雷撃による損害で稼働停止し、後に農機宣伝ステーションが新設備導入したが、冬季にいたるまで継続稼働しない。当モーター気圧不足時、自動加圧供給起動する。

他、当工程は5つのポンプを設置し、そのうち2つは混合ポンプ、循環ポンプと抽糞ポンプが2つである。2011年の稼働中に抽糞故障の問題が起き、おそらくはポンプ底の故障か、パイプ管の詰まりで原因はいまだに不明、農機宣伝ステーション作業員故障修理のため、投料池の横でもう1つの抽糞ポンプを設置し、ポンプ管をスムーズに発酵槽に繋げ、一時的に故障を解決し、しかし冬季によるポンプ管凍壊でひび割れが起き、糞流出現象で冬季は稼働不能となる。または冬季による低温で継続稼働不能である。保温層があるにしても、寒冷気温でいまだに正常稼働不能である。

第4は稼働資金不足である。現状ガス工程には収入がなく、テスト稼働には農機と村内補助が必要とし、今年仮に正常稼働するには増料、変料、出料など作業に労働力と投資が必要とする。

③存在する主なトラブル。現状の主なトラブルはユーザーの少なさである。コスト高、工程のフル稼働での運行が不可、企画その物終始テスト稼働状態、いまに至るまでユーザーからは使用費収支してない。企画いまだ未収入、国家所属、村集団投資、農家無投資、今年から正式稼働後液化ガスの価格を参考に、農家1日1元、月30元を収支に転向。

行楽区の規定によると、現在村内で2棟のマンションを建設し、毎棟72世帯、合計144世帯。近隣村からの移民居住合わせ、沙忽浪村50世帯、四楨窑村90世帯と本村67世帯、総200多世帯である。今年もう1棟建設の企画があり、まだ移入予定があり、

今年また建設した 2 棟のマンションにバイオガスパイプラインを設置準備、居住している住民にガス供給し、仮に世帯おきに毎年 360 元の使用費で、200 世帯で生産すれば、予定 1 年で 72,000 元の収支を得て、収支とコストがバランス取れ、好転し得る。

3. 呼和浩特市白彦免集中バイオガス工程の周辺農家について調査

農家によると、当バイオガス工程稼働開始時、何日か過ぎても、ガス供給は基本的でない。

(1) 農家基本状況そして農地経営面積

農家姓名調査：李栓锁、男性、39 歳、最終学歴小学校、世帯数 6 人、労働者 3 人、その内男性 2 人、女性 1 人。都市にアルバイトする 2 人、農地総面積 75 ミュー(666 m²/ミュー)、一人平均 12.5 ミュー、穀物地 1 人あたり 2.5 ミュー、現状事実農業面積 60 ミュー、その内トウモロコシ 40 ミュー、ジャガイモ 20 ミュー。農地全体ドライ地なため、産量低、トウモロコシ産量は 150kg/ミュー。

(2) 収入源状況

主な収入源は外でのアルバイトで、次農業収入。①農業総収入と支出状況、2011 年に水災害の被害が原因ほぼ産物が無収入。もし通常年無災害の状況で計算するとトウモロコシに収入は(40 ミュー×150kg 2.06 元/kg=12360 元) 12360 元、ジャガイモ産量低く、主に冬季自食用に使われ。2011 年食糧補助などの収入 1580 元、農業総収入は 13,940 元である。

2011 年農業総支出約 4,000 元、中に種、農薬と肥料合計支出 3,000 元、糞肥支出 960 元(鳥糞購入、80 元/車×12 車=960 元)、肥料支出過多、主にアンモニア、尿素など、農業生産用ディーゼル支出 1,000 元、家畜未養殖、養殖業収入なし。農業生産コストを除いての収入は 9,940 元。(水災害などのない状況での通常年時計算)

②アルバイト収入、家庭総収入はアルバイトを主、家庭内では父親と息子がアルバ

イト。労働時間は大体毎年7か月、息子、39歳、建設業から、日収120～150元、月収5,000元、年収約35,000元(5,000元/月×7か月=35,000元)。父親、68歳、近隣の蒙草会社でアルバイト、臨時アルバイトで、勤務期間はひと月で半月分仕事貰え、年収入(60元/15日×7か月=6,300元)、アルバイト総収入4,1300元(35,000+6,300=41,300)。

仮に2011年の農業収入から見ると、家庭総収入51,240元(9,940+41,300=51,240)、6人で計算すると平均収入8,533元であり、総合的に見て収入は低い。

(3) 農家家庭生活エネルギー状況

家庭用の主にエネルギーは石炭とし、電力、太陽光、ガソリンなど、バイオガスは何日しか使っていない。2011年石炭購入に2,000元(4t×500元/t=2,000元)で、主な用途としては、食事、暖炉や燃焼である。電力費支出1,200元(12か月×100元/月=1,200元)、主に照明、電気製品と食事である。ガソリン支出は600元(12か月×50元/月=600元)、主にオートバイの燃料である。太陽光は移民新村建設時の補助項目にあたり、農家自己出資1,350元、農家の入浴のため、洗濯用のお湯、農家からの評価は高い。トウモロコシを植えるときのわらは回収せず、土の中に捨てる。これらのエネルギー使用の主な理由としては便利性と習慣性にあり、家庭用エネルギー費3,800元/月、中層並の額である。

(4) 農家農民の生体環境の見方

移民新村2008年建の新築、居住条件良好。しかし生活ゴミの処理能力がなく、そこからゴミが捨てられ、時には村統一で地の深い底に埋める。家の中のトイレは比較的清潔であるが、下水道に問題があり、臭う。污水管が敷地内にあり、冬季になると下水管が凍り、水道水使えない事がある。村近隣に2軒養鳥場があり、臭い、鳥の糞が乱出、村内の生活環境に影響あると見られる。

(5) 集中ガス供給の見方

もしガス供給を集中できれば、毎日1元の価格で、月支出30元、使いやすい事から採用される。農家の夏期の石炭による食事が作られるためカンが必要となり、とても熱くなるため、夏期は主に電気製品が多く使われる。電気代は高めである。村内でガス供給が実現すること希望されている。ただ、集中ガス供給は極めて困難であり、農家の食事が同時間帯に集中し、ガス使用集中による気圧不足で利用に影響する。

4. 小括

当バイオガス工程は2008年に建設開始しているが、現在に至るまでまだテスト稼働期間で、基本的に農家に供給しておらず、設備故障、冬季稼働不能、ユーザー数不足、無収入による継続資金不足問題などで稼働回転に乗れず。バイオガスは国のため民のための項目であり、農家に対しても国にあるいは環境に非常に有利有益である。今後は運営回転停止の原因を詳細に分析し、現存する目に見える問題ではなく、もっとも投資機関や、補助方式もさらに深く研究する必要がある。

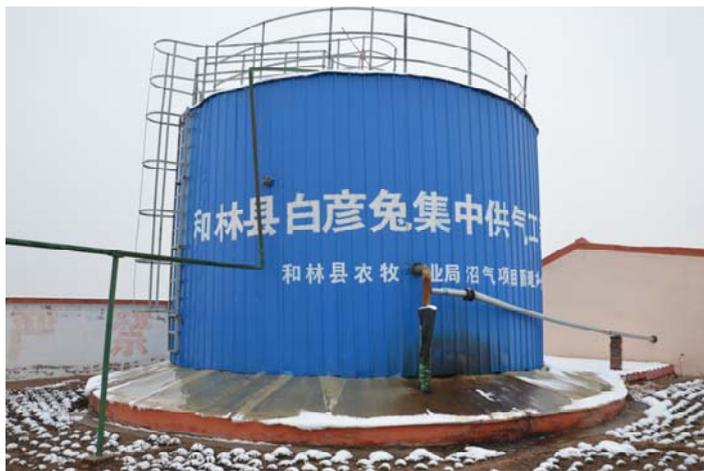


写真 4-3 白彦兔集中バイオガス工程の発酵槽



写真 4-4 白彦兔集中バイオガス工程の貯留槽施設

補節 畜産・酪農の共同バイオガスシステムの導入に関する考察

1. はじめに

今日、国内外で酪農・畜産におけるふん尿「過剰」・環境問題が発生しており、その解決方法のひとつとしてバイオガス利用システムを形成してきているものがある。また、CO₂削減のためのクリーンエネルギーの活用として、バイオ燃料を利用する動きも盛んになってきている。最近の中国・内モンゴでも酪農・畜産経営にバイオガスを導入し、有効利用をしているものも生まれている。個別経営・農家への導入が基本であるが、共同利用型バイオガス利用システムの導入もみられるようになってきている。このようななかで、内モンゴにおける中国の代表的な共同バイオガスシステムについても検討しておくことにする。

2. 中国・内モンゴ自治区のバイオガスシステムの利用の現況

中国のバイオガスシステムは、2005年現在で全土に1,807万基・世帯（戸）に普及しており、この間、国の政策より特に農村に急速に普及している。このなかで、内モンゴではバイオガス等の自然エネルギーセンターを設立して普及に努めており、約6万戸強に普及し

ているという中国の代表的な省区である。

この内蒙古自治区は中国の北部に位置し、モンゴルの文化を色濃く受け継いでいる地域である。またこの地域では畜産業が盛んで、乳牛飼養頭数は269万頭、その生乳の生産量は中国国内で最も多く、727万トンを生産している。そして、ここにはまた、伊利実業と蒙牛乳業という中国国内で有名な乳製品生産会社がある。そのため、バイオガスプラントに利用するための畜産糞尿が豊富に存在する地域である。

(1) 共同利用型バイオガスプラント建設の背景

中国は世界で有数の土地・耕地面積を所有している国である。そのため、日本などのように国内を網羅したエネルギー供給が充分に行えない。調査地の赤峰市のバイオガスプラントは、そのような地域のうちで酪農・畜産農家が多い地域であり、ガスや電力といったエネルギー資源の生産と地域住民へのエネルギー供給を担うためにこのバイオガスシステムが建設されたものである（実際2006年現在でも、この地域の住民の生活はガスや電力を充分に利用しにくい状況にある）。

(2) バイオガスプラントとシステム概要

このバイオガスプラントは赤峰市街から車で2時間ほどかかる距離にある「Saifeiya」という北京ダック加工工場の敷地内に建設されている。建設には中国政府が支援を行った。施設は（チェコ）製の物を利用している。発酵槽は合計で8棟あり、1棟で2,000 m³は入るのではないかと予測される（2006年調査時、正確な数値は管理者にも把握できていなかった）。また発電機は150 kWのものが2台設置されている（表IV-1-1・2）。

表IV-1-1 赤峰市バイオガスプラント概要

項目	数値	詳細
出資者及び出資額	3億9,700万元	中国政府:全額出資
投入物と利用農家数	50戸	アヒル糞:周辺農家の約1/3
利用羽数	600,000羽	2,000羽 × 50戸 × 6回/年
投入量	6,000m ³ /年	1m ³ = 100羽/回

表IV-1-2 赤峰市バイオガスプラントの概要

項目	単位	数値	詳細
発酵槽	棟	8	約2,000m ³ /棟(目測). 当初11棟の予定
発電機	kW	300	150kW × 2台
貯留槽	棟	2	容積不明
ガスホルダー	ヶ所	8	各発酵槽上部に設置



図IV-1-1 発酵槽



図IV-1-2 貯留槽

このプラントでは年間あたり、原料としてアヒルの糞尿 6.4 t、加工場から出る排水を 11 t 投入している。それによりバイオガスはおよそ 250 万 m³、電力およそ 245 万 kw/h、肥料がおよそ 5 万 t 算出する予定となっている (表IV-1-3)。

表IV-1-3 赤峰市バイオガスプラントシステム概要

項目	単位	許容量	予定量	
投入量	アヒル糞尿	万t	2	6.4
	加工場排水	万t	25	11
	合計	万t	27	17.4
ガス発生量	万m ³ /年	432	250	
発電量	万kWh/年	150	245	
肥料(固液混合)	万t	3	5	

3) バイオガスプラントの生産物の利用先と利用状況

①バイオガス及び電力の利用先と利用状況

ガスの大部分は発電機へと送り、その他は調理場などのガスとして利用される（調査時現在では建設してまもなく、冬季であったため発酵量は予定地よりも少ない状況となっていた）。まだ発酵量が少ないが、今後発酵量が上がり、ガスの余剰が出るようになれば、地域の農家へも提供していく考えである。また、発電の電力は、基本的に工場など敷地内の施設で必要なものを賄っている。今のところ、この地域には発電所もなくそのため電線も通っていないため売電などはできない状況である。

②肥料の利用先と利用状況

発酵後の原料はダックの飼料を生産するための肥料として利用される。50戸の飼料の収穫は年に3回、上期、中期、下期として行われ、年間当たり18万tの収量がある。そして収穫した飼料は契約している養鶏農家等へ販売しており、地域内において資源の循環が行われている。

4) 共同利用型バイオガスの課題

中国で見られるバイオガスプラントの多くは、地域住民へのガス・電力供給を目的として建設されたものであるため、その必要性や意義が見受けられる。しかし、中国のバイオガスシステムは簡易個別型のものにおいて経験や技術、普及の面から見ても目覚ましいものがあるが、共同利用型では技術・管理などが不十分である。これは個別型のバイオガスプラントを国内で製造していることに対し、この共同利用型はチェコから輸入した物を利用していることや、その施設の規模などを管理者が十分に把握できていないことによると思われる。そのため今後はガスや電力の安定生産・供給を行っていくため、①バイオガスプラントの規模を把握し、原料の可能投入量などを設定すること、②発酵槽内の温度設定や滞留期間などを一定に保ち、発酵に適した環境を作ることなどが重要となるであろう。

第V章 農家におけるバイオガスシステムに関する評価と結論

第1節 評価の総括と結論

1. 評価の総括

1) 経済効果

内モンゴルにおける農家のバイオガス利用に関する家庭内部の経済効果のみ言えば、農家のバイオガス利用の経済効果は主にバイオガスの他種のエネルギー購入費の節約にある。内モンゴルの牧畜業地域(牧区)の場合は、8m²池バイオガスを導入して正常的利用すると、1年間約1ミュー地物肥料を節約し、電気代と管ガス費あわせ300元相当の経済効果ができる。農村の畑地域では、同じく8m²池大きさの農家がバイオガスプラントを使用してから、1農家あたり1,050元の燃料(石炭)代を節約し、これは農家の農業純収入の7.4%を占め、そのほかプラントで節約できる肥料代を120元、農家におけるバイオガスシステムの直接経済効果は1,170元であると考えられる。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、その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見られると考える。実際には、バイオガスからの収益及びバイオガス利用の時間節約での労働に対する収益は、バイオガスを利用した農家自身に使われ、量化計算が難しく、商品性での産出は少ない。しかし家庭外部経済効果が明らかで、農業産業構造調整、農業産業コストの減少、農産物クオリティーの向上及び農民収入の明確な向上効果がある。中国経済の継続的な成長が消費者の消費水準を絶えずに高め、消費者の農産物への需要が単純な数量から満足のいくクオリティーを要求されるようになり、クオリティーが高く、無汚染、無公害のグリーンな農産物だから評価される。中国市場上グリーン食品の価格は普通食品よりも平均20~50%高く、一方有機食品の価格は普通食品よりも4から5倍に相当する。だから、

農産物のクオリティーを上げる事が農業効益、農民増収推進の重要過程になっている。中国の農産物の汚染は主に肥料、農薬、農膜など農業投入品の過多使用で生まれ、バイオガスシステムから発生する液肥・固肥は良質有機肥料であり、化学肥料使用量を減少でき、濃度 30%の液体に殺菌や防菌作用がある。バイオガスを位置付けた生態農業は、バイオガス液体・固体肥料の土壌力の改善→農業生産コスト軽減→農産物クオリティー向上→農家増収の良性循環を作ることができる。

2)生態環境的効果

バイオガスは農村環境の良し悪し、農民の心身健康と生活レベルの改善に直接的な影響するだけではなく、さらに農業の継続的発展と農村社会の安定に関係する。農村環境、特に経済欠陥成長地域の農村環境において、農民が一番悩んでいるのは、“三堆”と“トイレと家畜舎”である。これらは既に環境に対しての汚染源になり、農村伝染病多発の主要原因になっている。農村にバイオガス利用する前は、ほとんどの農家、特に貧困農家の薪柴は主に木伐や農作物の藁に頼り、わら燃焼で発生する煙の汚染、水陸流出が起こり、生態環境破壊に繋がってきた。農家のバイオガス利用により、バイオガスで薪柴に替り、薪柴の采伐量を減らし、木暮を保護し、水陸流出を減らすことができるようになった。8 m³のバイオガス池、1年で生産するバイオガスは0.184ha薪炭林から生産される薪柴のエネルギーに相当する。バイオガスで農村の伝統エネルギーを替え、二酸化炭素や煙の放出量を減らし、農村の空気環境を改善した。

農家におけるバイオガスプラントから生産される肥料の散布量(液肥、固肥)は少なく、1戸当たりの耕地面積の9.1%を占めているにすぎないが、液肥・固肥等の利用量を増やすことはプラントからの肥料(液肥、固肥)を菜園にも利用でき、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%まで増加させることを可能にする。バイオガスからの液肥・固肥肥料や農薬に替り、土壌肥力を改善

し、土壌の窒素、リン及びカリウムの元素含量を増加させる効果である。

農家にバイオガスを導入する前は、農村家畜舎やトイレなどが周囲の蚊蠅生存の主要場所となり、蚊蠅数量の多少あるいは密度の大小が家畜舎とトイレの直接的なマーカーであった。農家バイオガス利用はふん尿を集中し、露天放置を避け、さらに発酵技術で処理し、蚊蠅の生存環境を消滅し、発酵によるふん尿中のウジ虫、蚊蠅数量は明に減少する効果が見られた。同時に、地下標準バイオガス池と地上トイレ、家畜舎のマッチセット、寄生虫卵と病菌を大量殺滅する。それにより、農家室内外の環境衛生の有効改善、疫病発生率の減少、人々の身体健康が保障された。農家におけるバイオガスプラントは、家畜糞尿とわらなどを利用する事によりバイオガスと有機肥料を生産し、農業排泄物の循環利用を促進し、わら燃焼で発生する煙を減らし、そして環境の汚染を削減することができる。

3) 社会効果

新農村の建設は、中国農村社会における重要な課題であり、農村の清潔村容問題はポイントである。現在中国農村には“汚、乱、差”の問題が普遍に存在し、トイレのほとんどが昔の仕様で、家畜ふん尿は任意投棄されており、汚染の主要原因となっている。農家バイオガス利用で家畜ふん尿をバイオガス池で発酵処理し、殺菌病菌し、即に住居環境を改善し、農村生態生活という大環境を変え、農民住居の温暖、清潔を推進する。バイオガスで食事を作りことで時間を節約し、農家の衛生状況を改善するだけでなく、農村婦をストーブから煙地獄から脱し、家庭労働量を減らす。バイオガスの家園建設により、農村のゴミ、ふん尿、草などの環境衛生汚、乱、差を消滅し、農民心身健康を保護し、思想概念と生活方式を転換する。農民の資質は農村社会発展の速度やクオリティを決定し、さらに農村文明の程度と進歩も決定づける。

バイオガスを導入する農家はその特徴を生かし植物生産・畜産生産し、農産物の加

工などの庭園経済項目を足す。さらに、もっと多くの農村余労働力を引き出し転移できるから、社会上での一部不安要素を除去し、また人力資産を向上し、土地資源およびその他の資源の利用効率を上げる。

バイオガスのきずなで結ばれた生態農業は、バイオガスシステムを入り口において、先進的バイオガス発酵テクノロジーや関係技術の導入により、伝統的概念での廃物を資源として転化し、しかも十分に利用し、そして農家の酪農・畜産を生産する意識を引き上げ、酪農の生産規模を拡大できる。バイオガス利用から発生する液体・固体肥料は農産物品質上げる基礎になり、伝統的地域農業の生態農業へ転換することを有効的に推進することから農産物加工業をも促進させる。バイオガスシステムはさらに農村基地の衛生環境を改善し、当地の民俗資源と人文景観と結び付け、地域生態農業観光旅行産業を有利に発展させる。これら一連の変化では農家バイオガスの利用は農村社会の進歩には現実的と深い意義がある事を説明できる。

2. 結論

本論文は研究の基礎、実際内モンゴル農村農家バイオガス利用から出発し、国内、国外農家バイオガスと内モンゴル農村バイオガス利用現状分析の基礎、農村農家におけるバイオガス導入に関する経済・社会・生態的効果を論じた。その分析結論を次の点からまとめる。

1) 外国に比べ中国のバイオガス産業政策的ポイントの違い

国外と国内における既存の研究を整理したことから、各国のバイオガスシステムに関する展開目的と政策ポイントを考察して、その展開過程の経験をまとめた。国外も国内でもバイオガス発展は共に政府主導型で、EU と日本のバイオガス発展投資重点はバイオガスの商品価値実現上、バイオガスから生産された電力やガスを低額で市場に出す政策である。これらはバイオガス発展において非常に安定かつ有利で、社会から

バイオガス産業に対し投資注目を集める。国外と比べ、中国のバイオガス産業政策は主に基礎建設領域にあり、バイオガス商品に対しての支持力が低く、これらから投資者と使用者の熱意を動かす事ができない。多くのバイオガス施設は建設後まもなく倒産や放置される状態である。これらの状況からして、バイオガスの安定かつ持続的な発展をどうしていくかが、中国の今後の農村バイオガス産業における一つの重要研究課題になっている。

2) 中国における酪農・畜産とバイオガス導入に関する関連のこと

中国の酪農乳業の急速な発展の裏には、バイオガスの利用と関連する次の問題点がある。①優良品種乳牛の比率が低く生産性が高くないことである。一方中国の経済発展による生活水準の向上や食生活の多様化、主に都市部を中心に牛乳をはじめとする乳製品の消費の急増などにより生乳生産・販売が急速に拡大しており、乳製品の市場需要を満たすためには乳牛頭数は増加する傾向にある。このことから家畜ふん尿をどのように利用するか、またふん尿過剰問題が酪農の持続的発展、及び地域が直面する環境問題である。②乳牛飼養頭数の増加速度に農家を中心とする小規模の経営は家畜排泄物等の処理施設の設備が追いつかず、大量の酪農廃棄物が未処理のまま排出され、農村では環境汚染を引き起こすことが増加している。都市郊外では、酪農生産が大規模・高投入集約型経営で企業化動向が見られ、ふん尿の過剰問題が深刻化しているといわれる。③に酪農生産に必要な飼料が不足し、過放牧での牧草地の砂漠化問題から放牧軽減圧力が強まっているが、ほかの地域及び外国からの飼料に依頼する動向であり、その場合には、ふん尿の発生量が更に増加し、酪農乳業の発展が環境問題にもつながっている。

3) 農村バイオガスに存在する問題点

バイオガス利用施設が出来てから利用しないで停止していることである。稼働停止

の主な原因としては、①気候の変化により、バイオガス稼働期間短く、冬季稼働不能、②建設クオリティー問題、③バイオガスサポート体制が不完全、④この地域の遊牧民は、習慣的伝統的エネルギーを利用すること、⑤バイオガスのガス生産量が少ないから家族に必要な全部エネルギーが足りないこと、⑥遊牧農家がバイオガス利用に関する意識の問題などである。

次に、内モンゴルの農村におけるバイオガスプラントの利用は農家の台所の燃料に使える単一的利用型であり、これは農村バイオガス利用の更なる多様な利用する分野への展開に不利である。中国のバイオガス産業政策のサポートする重点の問題である。これは多くのバイオガス施設は建設後まもなく倒産や放置される状態の重要な原因でもあり、中国の今後の農村バイオガス産業の持続的展開につながる問題である。

4) 内モンゴルの農家におけるバイオガスプラントの導入は、経済的・社会的・生態的効果は見られた。これらの効果が地域により表現には格差があり、各地域の農家バイオガス利用の効果を十分に引き出すには、政策的・技術的側面から検討することが重要であろう。

第2節 今後のバイオガスシステムの展開のために

1. 導入システムのモデル

内モンゴルの農家における導入システムのモデルは、内モンゴルの自然条件、農業生産構造と社会状況の実際からふん尿を利用してバイオガス生産する効率を改善するものである。バイオガスプラントの総合的効果を目的とし、導入モデルを次のように検討する。

畑農村地域の農家には、“一池三改”エネルギー生態モデルがある(表5-1)。内モンゴル呼和浩特市土默特左旗兵州亥村での調査結果からみると、このモデルは、バイオ

ガス池を台所、家畜舎、便所を結合しコンビネーション性を高め大幅に効率化させる生産モデル、当技術は内モンゴルの畑農村農家に適切である。

表 5-1 農家におけるバイオガス利用 “一池三改” エネルギー生態モデル

適応する地域	内モンゴルの寒い地域			
場所	農家施設の周り			
基本構成	畜舎	便所	バイオガス池	台所
役割	家畜とバイオガス池の温度を維持する	ふん尿をバイオガス池に入れ、環境汚染を予防する	ふん尿からバイオガスを生産する	バイオガスを利用食事に使う

資料：アンケートによる作成

農村家用バイオガス“四位一体”生態モデルともいえるこのモデルには、“日光温室、バイオガス池、暖圈舎、便所”さらに養殖結合を実現し、補完的な利点として循環生産がある（表 5-2）。バイオガス池は野菜ビニールハウス内に建設可能で、ビニールハウスを菜園にし、温暖舎できる。バイオガス池は良好な環境条件を創建し、糞便が池で発酵しガスを生産、豚舎を浄化する。さらに菜園に有機肥料を提供し、牧畜と野菜の間で二酸化炭素と酸素を交換し、冬季時温室内温度が 10℃以上になり 30℃以下時でもバイオガス生産の冬季越を保障し、温室野菜生産に大量な資源を提供する。このモデルは都市近郊農家、特に野菜を生産する農家には利点がある。

表 5-2 農家におけるバイオガス利用 “四位一体” 生態モデル

適応する地域	内モンゴルの寒い地域			
場所	農家施設の周り			
基本構成	ビニールハウス	畜舎	バイオガス池	便所
役割	気温の調節、野菜に必要な光とエネルギーを供給、バイオガス池の適切な温度を維持、	家畜と植物の間空気を交換する	ふん尿からバイオガスを生産する	ふん尿をバイオガス池に入れ、環境汚染を予防する

資料：アンケートによる作成

以上は、現在の農家のバイオガス利用に適するモデルである。さらに、共同利用型バイオガスシステムのモデルで、バイオガスを主に発電機の燃料として活用しており、その利用分野を多様化することが考えられる。

2. 展望と提案

1) 展望

中国バイオガスの開発プロセスは、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段階から展開し、2012年末まで、全国農村の農家利用バイオガスシステム総数は2600万家に達し、大型中型バイオガスシステムの建設が200か所以上できている。内モンゴル総農家1768万世帯のうち、バイオガス導入に適切な農家1000万世帯であるが、2010年末バイオガス利用農家は414万世帯で、総農家数の23.42%を占める。内モンゴルの地域別から見れば、耕種地域と都市近郊農家を中心に普及が進んでいるし、総合的効果も見られる。しかし牧畜地域及び半農半牧地域(牧畜地域と耕種地域の交差地域)での展開は進んでいないが、存在する問題を解決することにより改善できる。農家におけるバイオガスブランドは農家の生活エネルギーの一部を解決できているが、バイオガスからの消化液(液肥・固肥)の活用は十分でない。中国政府による農村のバイオガス利用目的の重点は、農家の生活エネルギーの供給問題を改善することである。地域の季節による農家バイオガス施設から生産するバイオガス量も変わるが、農家はガス貯蔵することが出来ないため、ガス生産が過剰時放棄し、ガス生産が減少する時ほかのエネルギーしか使わないことである。一方、鹿追共同利用型バイオガスシステム(酪農共同バイオガスシステム存続のための経営経済的評価 - 鹿追共同利用型バイオガスシステムを対象に-)の研究から見れば、組織的・広域的な共同利用型バイオガス利用システムの場合は、バイオガスを主に発電機の燃料として活用しており、また得られた電力は施設における自給と電力会社への販売に割り振って

いる。このようなバイオガスを電気エネルギーに転換するにより、その利用分野を多様化することができ、内モンゴルの農村バイオガス利用に価値のある参考例である。

総合的に考えると、内モンゴル農村におけるバイオガス利用は、個々の農家での分散的利用であり、農家がバイオガス導入を受け入れることがポイントである。人口の増加、農村の都市化、エネルギー需要の変化、生態環境の危機と畜産業が家庭分散飼養から徐々に酪農・畜産は大規模・高投入集約型経営の方向で展開するなどの要因を考慮し、バイオガスは内モンゴル農村での発展は現在の小型から中型・大型へ展開し、発電機の燃料として活用されればもっと多くの農家に利用されるようになると思う。

2) 提案・展開の要件

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、各地域の実状にあうバイオガスシステムの導入が必要で有り、このことがこのシステムの効果をよりあげることになると考えられる。

なお、農家が集中している農村および都市近郊農村では共同利用型バイオガスシステムの普及も考えられるが、EU 諸国などのように、売電価格の引き上げや消化液の活用などによる効果を明確にしなければうまく機能しないと思われる。実際中国ではこのシステムは経済的な効果や支援システムが十分整備されていないことから、優良な

展開事例もほとんどみられない。ゆえに、この推進には国・地方政府によるバイオガスシステムの位置づけ・支援などが相当に必要とされ、慎重に進める必要がある。

論文要旨

Economical and social / ecological evaluation of biogas system farmhouse
In Inner Mongolia Autonomous region of China

Summary

1. Objective

In late years, with economic growth of China, energy demands degree of the Chinese farm village area increases. On the other hand, a supply of the energy is short. The energy problem of the Chinese farm village area has an influence inside and outside China, and solution will be one of the necessary big problems in future. In such situation, in late years renewable energy becoming the topic is eco-friendly, and, a study and development advance from a merit to be able to produce energy. However, it is in an extremely severe state at this stage to take management profit, an problem to have low efficiency, and cost is high at this stage. The methane use technology has a long history than the use of other renewable energy, and the technique matures, too.

The development process of the Chinese biogas system unfolds from three aspects, demand type of the energy, demand type of the habits, construction of the

eco-home.

The 21st century in particular begins, and the Chinese central government increases investment in biogas energy development year by year. In addition, the local government supports the introduction of the biogas plant of the farmhouse positively, too, and the biogas use in the farm village unfolds rapidly.

Particularly, China has high diffusion rate of the individual model biogas plant.

By the project to solve an energy problem of the Chinese farm village area by using a biogas plant, expectation is put to solving the energy problem of farm village area particularly the dairy farming area. In addition, the Chinese central government adds a concept of "the hygiene" to character of "the killing two birds with one stone" which means "the solution of environment and the energy problem" that a biogas system originally has and is going to open it in the character of "the killing three birds with one stone" which means "environment, energy, the hygiene". However, it is thought that there are many stopping facilities without being able to perform the continuous use even if the biogas use facilities of China build it. In addition, there is much unitary use of the degree that the biogas uses for the fuel of the kitchen of the farmhouse, and a policy to support the continuous and effective use of the biogas seems insufficiently.

From such recognition, this article makes the actual situation of the biogas use of the farmhouse in China, Inner Mongolia clear and analyzes a merit and a demerit by the problem that occurred in a process of the biogas use promotion

and the biogas use.

Furthermore, compare and analyze the situation of the non-use farmhouse with the use farmhouse of the biogas plant, by economical and social and habits. It is in this way intended to consider an effect of the use of the biogas system.

2. Methods

The Chinese biogas system is divided into large, middle, small size and individual model by the contents of quantity of outbreak and facilities of the biogas. It classifies the size of the biogas with amount of production per day. When expressed using V ; biogas system large-scale $V \geq 300 \text{ m}^3$, $300 > V \geq 50 \text{ m}^3$ is medium size biogas system, $50 > V \geq 20 \text{ m}^3$ is a small biogas system. In addition individual model biogas system the size of the capacity of the methane fermenter of three kinds there is, $6 \text{ m}^3, 8 \text{ m}^3, 10 \text{ m}^3$.

④ From recognition that an individual model biogas system of the above is more likely to take root in the Chinese farm village in this article, and there are many numbers size of the fermenter of $8 \text{ m}^3 - 10 \text{ m}^3$ individually for model biogas systems about the biogas system introduction economical, and social; and try the evaluation of the habits.

Specifically, I clarify the use, study terminus ad quem of the biogas of the developed country, EU and Japan.

Then, I make measures of the farmhouse for each problem of China, Inner Mongolia and the government clear, that are the progress degree of the research and

development situation about biogas facilities and the use, the present conditions and problem of the biogas use of the farm village part, problem to occur by the biogas use promotion of the farm village part. It perform analysis and evaluate, with economic, sociological, ecological, the biogas plant use of the farmhouse from these measures.

3. Results

It understood that economic effect was the following things from the analysis method mentioned above. The farmhouse was effective in controlling energy purchase costs of the family budget by the biogas use mainly and was able to save time to prepare meals. In addition, in the farmhouse which I investigated, I confirmed that I connected it with improvement of the farmhouse income by casting an expense into farming with the time that I was able to save. I clarified the economic effect except the family labor side.

The habits agriculture with the biogas system brings an improvement effect of the soil by spending digested slurry and the residual substance thing which are a by-product of the biogas production as liquid fertilizer and solid manure. The cost that agricultural production reduce manure purchase costs becomes able to be in this way reduced. In addition, soil improvement effect was higher than injection only for conventional purchase manure, and, as a result, there was an effect for the quality improvement of farm products, and the increase of the farmhouse income was confirmed.

From the said article, the use of the biogas includes improvement of the

farmhouse work force structure and reduction of the agricultural production cost, an improvement effect of the farmhouse income through the farm products quality improvement. Generally, in the Chinese farm village, the occurring feces and urine is resolved by farmland, but appropriate processing is not performed. This becomes the environmental polluter and becomes the main cause that it is the epidemic in the farm village-prone.

On the other hand, as for the firewood used as fuel of the farmhouses, the straw of thinning materials and farm products is used mainly. However, the outflow to a water system of air pollution and the ash with generated smoke happened and was connected by the combustion of the straw in ecocide.

The biogas use of the farmhouse of the firewood use is substituted. It can expect that for prevention of a water system and the soil pollution, improvement of the air pollution, reduces quantity of felling of firewood. Furthermore, because a farming family uses biogas, it improve house environment and change the living environment of the farm village and improve the warm facilities and hygiene environment of the house. Cooking using the biogas saves time and secures cleanliness. In addition, introduction of the biogas system is introduction of an advanced biogas fermentation technology and the technique concerned. In other words, it develops waste into resources and transfer traditional area agriculture to habits agriculture and promotes farm products processing business. In addition, rural health environment -- improving -- the folk-customs resources of a spot, and humanities -- connect to a scene and develop the local ecology agricultural tourist industry advantageously.

The introduction model of the biogas system in the farmhouse of Inner Mongolia is aimed for realization of effective biogas production using feces and urine while being based on a natural condition of Inner Mongolia, agricultural production structure and the social situation. However, the government is letting develop it to let the use diversify to the direction that gradually conjugates biogas as fuel of the generators from the use of the direct kitchen for the purpose of promoting the general use of the biogas plant mainly.

It is considered that the biogas introduction support policy advanced in China as a proposal of this research should shift to the supporting price policy over the goods produced like the EU countries in a biogas plant.

And make a variety of investment in biogas rule, and it will be important in future to change the enthusiasm of a stakeholder and the user. In addition, about the use method in the farm village of a biogas system and the biogas, It place the use as the home fuel of the farmhouse or the concentrated use in the milk station in the Dairy Belt enough as having looked until now.

In other words because it varies according to a local condition, the introduction of a correct biogas system is necessary for each local real condition, and it is thought that this will give the effect of this system more from the natural social industrial point of view of the farm village in Inner Mongolia.

In addition, the spread of joint use type biogas systems is thought about in the farm village where a farming family concentrates on and the city neighboring farm village, but it is thought that it is delicious and does not function if I do not make an effect by the increase of the selling of power price or the

utilization of the digestive juice clear like EU countries.

Because an economical effect and support system are not maintained as for this system enough in real China, the excellent development example is uncommon.

Thus, positioning, the support of the biogas system by a country, the local government is considerably required for this promotion, and it is necessary to push it forward carefully.

謝 辞

学位申請論文を作成するに当たり、その過程において多大なご指導・助言を受け賜りました酪農学園大学の先生方、特に指導教員を務めて頂いた市川治教授には、論文作成全般にわたり、細かく指導を頂、深くお礼を申し上げます。

論文の作成に当たり、聞き取り調査にご協力してくださいました内モンゴル赤峰市バリン右旗マスタラガチャ、科左后旗チョルトガチャ、呼和浩特市兵州亥村、呼和浩特市白彦兔集中バイオガス工程、昭君牧場、呼和浩特市和林县歡樂経済区白彦兔村の皆様及び呼和浩特市農業局農業普及センター長王殿清様、呼和浩特市財政局張様など農業・畜産関係者の皆様に心よりお礼を申し上げます。

留学の際に、日本での生活及び研究を行うにあたり支えてくださった酪農学園大学の学長谷山弘行教授はじめエクステンションセンター及び農業経済学科の皆様にお礼を申し上げます。また論文作成時にご協力を頂きました大学院生の中村稔氏（昨年まで酪農学園大学特任研究員）にお礼を申し上げます。

論文の作成に当たり、内モンゴルの畜産会社、農村エネルギー関係者の皆様及び内蒙古農業大学修長柏教授、予洪霞准教授と鄭喜喜准教授からのご協力を頂き、深くお礼を申し

上げます。

そして論文作りの過程において主査である酪農学園大学の市川治教授をはじめ副査である発地喜久治教授、胡爾查准教授及び吉岡准教授の高所大所からの適切なお指導を受けることが出来たことを深く感謝しております。今後も、このご指導の成果を生かして、更なる研究を発展させていきたいと願っております。

本稿がこのような形として出来上がったのは皆様のご協力のお陰であり、感謝に耐えない気持ちで一杯です。今後の農村バイオガスシステムの発展において、本稿が何かしらの役に立てれば幸いです。ここに皆様に厚くお礼を申し上げる次第です。

なお、酪農学園大学の紀要へ投稿に際しては、大学内の先生方から貴重なコメントを頂き、(学位論文であるので、可能な範囲で訂正しました)。記して感謝申し上げます。

[参考文献]

- [1] 市川治「酪農バイオガスシステムの社会的・経済的評価」酪農ジャーナル、2006. 2、pp15
- [2] 徐雲「新農村エネルギーとエコ戦略」人民出版社、2007. 6、pp214～230
- [3] 高俊才・楊紹品「農村におけるバイオガス建設実践と研究」中国農業出版社、2009. 8、pp20
- [4] 康雲海「雲南省農村バイオガスに関する研究」中国書籍出版社、2010. 1、pp13
- [5] 高俊才・楊紹品「農村におけるバイオガス建設実践と研究」中国農業出版社、2009. 8、pp23
- [6] 徐雲「新農村エネルギーとエコ戦略」人民出版社、2007. 6、pp72～89

- [7] 林斌「バイオガス工程を発展に関する理論と実践」中国農業科学出版社、2010. 8、pp144
- [8] 鄭時選「農村におけるバイオガス生産と利用」中国農業科学出版社、2006. 1、pp35
- [9] 白金明「バイオガスを総合的利用について」中国農業科学出版社、2010. 8、pp63
- [10] 王岡「わが国のバイオガス利用現状と展望」エネルギー応用技術[j]、2007. 12、pp33
- [11] 松田従三「酪農バイオガスシステムの歴史的意義と導入の動向」酪農ジャーナル、2006. 2、pp16
- [12] 康雲海「雲南省農村バイオガスに関する研究」中国書籍出版社、2010. 1、pp26
- [14] ドーラン・胡爾查・市川治「中国内蔵の農家におけるバイオガスシステムの展開に関する一考察」酪農学園大学紀要、(2012) Vol. 37、No. 1、pp1～12
- [15] ドーラン・胡爾查・市川治「中国内蔵畜産・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」酪農学園大学紀要、(2009) Vol. 34、No. 1、pp51～61
- [16] 市川治・朵兰「中国・内蔵における酪農・畜産バイオガスシステム」酪農ジャーナル (ISSN 0916-3360)、2007、No. 8、54～57 頁
- [17] 中村稔・市川治・朵兰・大場裕子他「酪農共同バイオガスシステム存続のための経営経済的評価 - 鹿追共同利用型バイオガスシステムを対象に」酪農学園大学紀要、(2011) Vol. 35、No. 2、43～49 頁
- [18] 市川治・中村稔・片桐朱璃・朵兰・胡爾查他「中国・内蔵における企業的酪農経営の展開」酪農学園大学紀要 2011、Vol. 35、No. 2、pp29～41
- [19] 「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、No. 3
- [20] 「内蔵再生可エネルギー統計報告表」内蔵自治区農村生態エネルギーセンタ

一、2009

- [21] 「2009～2011 年内蒙古農村バイオガスの建設計画」内蒙古自治区農牧業庁 (2008)
- [22] 「2008 年中国における新エネルギー利用に関する報告」 2011、No. 12、
www.askci.com
- [23] 「内蒙古統計年鑑」 中国統計出版社(各年)
- [24] 「内蒙古経済社会調査年鑑」 中国統計出版社(各年)
- [25] 「中国酪農年鑑」 中国農業出版社(各年)
- [26] 「内蒙古自治区農村バイオガスの建設国債プロジェクトの自評報告」 内蒙古自治区農牧業庁(2006)
- [27] 「中国農村におけるバイオガプラントのサービスシステムを建設するプログラム
(試行する)」(改定版)、農業部、国家發展と改革委員会 2009
- [28] 「中国酪農統計資料」ホルスタイン雑誌、各年
- [29] 「中国統計年鑑」 中国統計出版社(各年)
- [30] 「中国農村統計年鑑」 中国統計出版社(各年)
- [31] 韓芳・王貴平「内蒙古再生可能エネルギーの發展構想と対策」新エネルギー産業
特集雑誌、2007、No. 2、pp28～33
- [32] 王炎「内蒙古農村牧区バイオガプラント国債プロジェクト管理情報ハンドブック」
内蒙古人民出版社、2006、No. 7
- [33] 「中国農村エネルギー年鑑」 中国農業出版社(各年)
- [34] 「中国酪農改革開放30年」中国酪農協会、中国乳牛、2009、No. 1、pp2～7
- [35] 曾伟民・曹馨予・曲晓雷他「我が国バイオガス産業の發展歷程及び見通し」安
- [36] 田宜水「2012 年中国農村エネルギー發展現状と動向」中国エネルギー、2013、
No. 3、pp11～15
- [37] 牛平・高偉・王晶「内モンゴル大中型バイオガプラント經濟効果に関する分
析」農業工程技術(新エネルギー産業) 2013、No. 5、pp12～15

- [38] 鄭宝華「サービスシステムの完全は強化農家におけるバイオガス建設の仕事の急務」中国バイオガス、2010、Vol. 28、No. 4、pp45～48
- [39] 洪發曾「農村エネルギーを發展で農村經濟・社会の持続可能な發展を促進するについて」中国人口資源と環境（2008）Vol. 18（專刊）、pp12～16
- [40] 劉葉志「農家におけるバイオガス総合的利用にかんする經濟収益評価」中国農学通報、（2009）Vol. 25、No. 1、pp264～267
- [41] 寧盛「バイオガスを發展することは新農村建設の必然的な選択である」農業工程技術、新エネルギー産業、2009、No. 8、pp34～35
- [42] 王立文「国債プロジェクトによる科左后旗農村バイオガス建設で取得した成果と經驗」現代農業、2007、No. 12、pp85～86
- [43] 劉樹民「内モンゴル農村牧区の再生可能エネルギーの開発と利用」再生可能エネルギー、2004、No. 1、pp48～50
- [44] 王貴平・李春生「内モンゴル農村におけるエネルギー開発利用の現状・發展の構想と対策」現代農業、2005、No. 9、pp8～10
- [45] 李春生「内モンゴル自治区におけるバイオガス導入の飛躍的發展の重要性と対策」現代農業 2010、No. 7、pp68～70
- [46] 郭秀艷・張文娟「内モンゴル生態酪農の發展モデルにかんする分析」經濟フォーラム、（2013）No. 7、pp37～39
- [47] 孫斐「わが国の新農村建設過程におけるバイオガス利用に関する分析」科学技術普及、（2012）No. 18、pp125～126
- [48] 仇広等「我が国の農家におけるバイオガス補助政策の実施効果に関する研究」農業經濟問題、（2013）No. 2、pp85～92

- [49] 趙劍峰 「中国の乳製品の消費水準及び影響要素に関する経済学分析」 中国の乳業、(2003) No. 9、pp4～6
- [50] 張紅麗 「内モンゴル農家におけるバイオガス発展の調査研究報告」 北方経済、(2011) No. 5、pp34～35
- [51] 徐海平 「フフホト市の農村におけるバイオガス建設現状と展開について」 現代農業、(2007) No. 2、pp36～37
- [52] 徐效俊 「農家におけるバイオガス利用状況及び発展に関する意識の分析」 省エネと環境保護、(2006) No. 1、pp44～46
- [53] 汪海波・楊占江等 「中国の農家におけるバイオガスの生産と影響要因に関する分析」 再生可能エネルギー、(2007) No. 5、pp106～109
- [54] 曾晶・王厚俊 「農村バイオガス総合利用の環境と経済技術評価」 農業機械化、(2004) No. 4、pp26～28
- [55] 燈可蘊 「中国における農村エネルギーに関する総合的建設の理論と実践」 中国環境科学出版社(2000)
- [56] 閻竣・陳玉萍 「西部バイオガスシステムの社会経済収益評価—四川、陝西省、内蒙古を事例に—」 農業技術の経済、(2006) No. 3、pp37～41
- [57] 週孟津・張榕林・藺金印 「バイオガス実用技術」 化学工業出版社(2004)
- [58] 朱四海 「中国農村のエネルギー政策の回顧と展望」 農業経済問題、(2007) No. 9、pp20～25
- [59] 王小艷・彭高軍・藍仁杰 「農村バイオガス導入の建設生態環境影響評価システ

- ムについて」山西省エネルギーと省エネ、(2007) No. 6、pp17～18
- [60] 張衍林「我が国の農家におけるバイオガス導入の持続的発展について」華中農業大学(社会科学版)、(2007) No. 4、pp50～52
- [61] 殷志明・劉漣淮・曹安輝他「バイオガス技術における新農村に省エネルギーと排出削減の効用と発展対策」農業環境と発展、(2007) No. 6、pp74～76
- [62] 劉浩華「バイオガス池使用農家と非バイオガス池農家エネルギー消費構造比較と発展研究」中国バイオガス、(2006) No. 24、pp19～23
- [63] 羅国亮・張媛敏「中国農村のエネルギー消費に関する分析」中国農学通報、(2008) Vol. 24、No. 12、pp535～540
- [64] 劉黎娜、王效華「バイオガス生態農業モードのライフサイクルに関する評価」中国バイオガス、(2008) Vol. 26、No. 2、pp17～24
- [65] 王俊生・劉応竜「バイオガスを普及に関する研究」科学技術情報と経済、(2009)
- [66] 翟慧娟・刘金朋 王官慶 「低炭素の経済的視点から見直し内モンゴル大規模化バイオガスの発電プロジェクト潜在力」農業工程技術(新エネルギー産業)、(2011) No. 12、pp12～14
- [67] 趙軍・王述洋「わが国の農業バイオマス資源と利用」近代的農業(2007) No. 1、pp30～31
- [68] 郝先榮・沈豊菊「農家におけるバイオガスの総合的評価方法」政策と管理、(2006) No. 2、pp4～6
- [69] 卞有生「生態農業における廃棄物の処理と再生利用」化学工業出版社(2001)

- [70] 汪海波・辛賢「中国農村バイオガス消費及び影響要因について」中国農村経済、
(2007) No. 11、pp60～65
- [71] 屠雲璋・吳兆流 「バイオガス業界 2010 年発展報告」バイオガスの発展戦略と
対策セミナー文集、(2010) No. 10、pp1～14
- [72] 李萍・王效華「環境費用・効益分析から農家におけるバイオガス池効果に関する
分析」中国バイオガス、(2007) No. 2、pp31～33
- [73] 李勝利「中国における酪農・畜産の発展現状と動向」中国畜牧雑誌(2008) No. 10、
pp45～49
- [74] 王玉「村域経済での農家におけるバイオガス調査研究報告」農業工程技術(新エ
ネルギー産業)(2011) No. 4、pp4～6
- [75] 劉天睿「我が国農村乳製品の消費需要を影響要因に関する研究」中国の乳業、
(2010) No. 7、pp17～19