メタンガスの活用による農山村振興の実態と課題

—中国湖北省恩施市を事例として—

The realities and problem of rural area development through the effective usage of methane gas

A case study in Enshi City, Hubei Province, China

戚 智勇* 劉 瑜* 劉 木求**

Zhiyong Qi* Yu Liu* Muqiu Liu**

(*岡山大学大学院環境学研究科 湖北民族学院)

(*Graduate school of environment, Okayama University **Hubei Institute For Nationalities)

I はじめに

近年、豊富なバイオマス資源を有する農山村地域において、深刻化するエネルギー・環境問題に対処し、都市との格差是正や地域振興を目指すバイオエネルギーの活用が取り組まれている。しかし、バイオエネルギーの活用は食糧との競合があり、食料問題に引き起こすことが懸念され、これらの取り組みにはバイオマスの特性や地域社会・風土・資源などを考慮することが求められる。

日本においては、埼玉県小川町¹⁾や京都府八木町²⁾で生ごみをメタンガス化する取り組みが行われている。また、畜産経営³⁾で家畜排せつ物をメタンガス化する事例も知られている。これらの取り組みは先駆的で貴重であるが、大半は実験的な段階にとどまっており、広く農家レベルまで浸透するには至っていない。こうした中で、注目されるのは、中国農村部で普及している家庭用メタンガスの活用である。小規模、分散型でローコストなこの取り組みは、バイオエネルギーを活かした農山村振興にとって参考となるものと考えられる。

そこで、本研究は中国湖北省恩施市を研究対象として取り上げ、家庭用メタンガスがどのように普及しているのか、その実態を明らかにすると共に、地域農家の評価を踏まえて、地域振興における家庭用メタンガス利用の効果を検証し、今後の課題を検討する。恩施市を対象地域として取り上げた理由は、第一に当市がメタンガスを活かした循環型社会づくりに挑んだ地域であり、全国のモデルとして評価されていること、第二に2000年からメタンガスの普及が始まり、2006年までにメタンガスプラント数は8.9万戸となり、普及率が50%を超えたこと、第三に中国中部に位置し、市人口の約40%は少数民族であり、かつて多民族混住の貧困地域であったことなどである。研

究方法は、既存研究の整理及びメタンガスに関わる市生態エネルギー局・農業局・白楊郷生態エネルギーセンターの担当者やメタンガスプラント技術者、モデル農家等からのヒアリング調査と白楊郷二集落の農家悉皆訪問式アンケート調査である。これらの調査は2008年3月3～7日(予備調査)、同年4月3～10日(本調査)に行った。

II 恩施市におけるメタンガス利活用の展開

1 市の概要

恩施市は湖北省の西南部の山岳地帯、長江の支流である清江の上流地域、中国中西部の結合部に位置し、中部から西部に行く陸上交通の要所である。西は重慶市、南は湖南省と隣接する(図1)。市域面積は40万haで、三分の一は海拔1800～2000mの高山地域である。気候は亜熱帯温暖湿润気候、豊かな生物資源に恵まれ、2000種以上の薬用植物があり、「天然の植物園」、「華中の漢方薬倉庫」の美称も有している。お茶の名産地でもあり、「恩施玉露」という緑茶は中国十大名茶の一つである。

市内には16の郷(鎮)があり、2006年現在の総人口は78

図1 恩施市の位置

万人,その内土家族など少数民族が38.5%占めている。市の基幹産業は農業であり,農村人口は59万人(75.6%),戸数は17.6万戸で,1戸あたりの耕地面積は0.3haである。狭小耕地面積に加え傾斜地が多いため,自給的な耕種の傍ら3~10頭の養豚を行っている。近年,出稼ぎが増えており,2006年には約15万にのぼり,農家人口の25.5%に達している(表1)。

2 家庭用メタンガス普及の経緯

① メタンガス利用の歴史

図2によると,中国の家庭用メタンガスの導入は主に1970年代からである³⁾。大規模な森林伐採により農村部の生活用エネルギーが不足となり,行政の命令でメタンガスの普及が急速に進み,1980年には723万戸に達した。しかし,工事品質,維持管理などの要因で利用できないケースが多いため,結局大量のプラントが放棄され,1985年には約400万戸に減ってしまった。

1985~2000年の間,大洪水や深刻な土壌流出などの頻発でメタンガスが再び注目され,技術開発や地域レベルの新たな導入と活用が行われ,家庭用メタンガスは徐々に増加し,2000年には848万戸になった。その後,中国では都市と農村の格差が拡大しつつあり,農村地域の振興が緊急な課題となる。農業省は効果的かつ持続可能な農村振興を図るために,メタンガスの活用を中心とする「生態家園富民計画」プロジェクト⁴⁾を開始し,メタンガスの全国普及を進める。

表1 恩施市の主な経済指標と国・湖北省の比較(2006)

主な経済指標		全国	湖北省	恩施市
一人当たりのGDP(元)		15,973.0	12,412.0	6,021.0
産業の割合(%)	第1次	11.8	15.2	30.6
	第2次	48.7	44.9	26.9
	第3次	39.5	39.9	42.5
農村人口の割合(%)		56.1	56.2	75.6
農家戸あたりの耕地面積(ha)		0.5	0.6	0.3
農家人あたりの純収入(元)		3,587.0	3,419.0	1,849.0

資料:「恩施市統計年鑑2006」,「中国統計年鑑2006」による

図2 中国における家庭用メタンガス設置戸数の推移

資料:中国農業統計資料(2006)による

恩施市では既に1958年に家庭用メタンガスプラントが作られたが,1999年までプラント数は2900戸程度で,ガス漏れなどでその内約80%が利用できない状態であったとされる。

② 「生態環境総合建設」プロジェクトの実施

1998年,中国では長江の大洪水等大規模の洪水災害が発生したため,河川の源流域及び沙漠化地域の環境保全が重視され,それらの地域で「生態環境総合建設」プロジェクトが開始された。恩施市はこのプロジェクトの対象となり,国から175万元の地域環境の再生助成金を受けることとなった。市は家庭用エネルギーの増加による森林の過伐採が環境破壊の主要因と認識し,メタンガスの普及を中心とした「一池三改」をこの環境再生プロジェクトの主内容と決定した。「一池三改」とは,メタンガスプラントを建設すると同時にキッチン,トイレ,家畜小屋を改善することである。容積8m³のプラントに人と家畜の糞尿など原料を入れると,およそ一週間の嫌気性発酵でメタンガスが生成始め,年間約385m³のメタンガス(農村部4人家族の炊事用燃料の80%相当)が炊事などに利用できる。発酵温度は35℃が一番望ましいが,4~65℃の範囲内で発酵できる。発酵した滓・液を有機肥料,魚の飼料などとして利用し,エコ農業の展開にも役立つ⁵⁾。この取り組みは,農民が最も関心を寄せる生活環境整備から始め,農家の生活環境を改善した上で,生活用エネルギーを支えながら地域環境保全にも貢献し,エコ農業の展開によって,農業の高付加価値化と農業構造調整を進め,農民の所得向上にも役立たせようとするものである(図3)。

市は,1999年10月から40村で家庭用メタンガスプラントの建設を実施した。農家の参加を求めるために,普及方法は従来の行政命令型から住民自発と行政の協働に変わった。まず,市放送局,新聞などのメディアを通じてメタンガスに関する知識の普及や,市農業局を中心としたプラント技術者の育成などを行った。続いて,村ごとに住民会などを開き,村の幹部や組長(集落の町内会の会長)を通じて,農家にメタンガスに関する知識を教育し,村ごとに意欲的な農家20~50戸を選んでプラントを作る。

図3 恩施市における「一池三改」の立面図

資料:「恩施市「一池三改」技術規則」による

建設費用は1520円で、その内訳は国助成800円、市から1トンのセメント(約500円)で、農家出資320円である。プラントを作る際、資格をもつ技術者が農業省の定めたメーカーの部品を使用し施工するなど工事品質を高め、導入一週間後からメタンガスを利用できるようにする。こうして普及が順調に進んで行く。

③ 「生態家園文明新村づくり」の展開

2000年から、「西部大開発」政策の対象となった恩施市は環境保全と開発を両立させる持続可能な農山村振興を進めるために、農家の好評を得たメタンガスに着目する。そして、1999年の経験に基づいて、農村部でメタンガスの導入を中心とする「生態家園富民新村づくり」構想を進めることを打ち出す。この構想の主な内容は村全体で「五改・三建」を行うことである。「五改」とは改水路、改道路、改家畜小屋、改トイレ、改キッチン进行指し、上水道あるいは井戸を作ること、集落まで道路を作ること、家畜小屋を改築して人と家畜を住む場所を分離すること、トイレを直してトイレと家畜糞尿溜と分離すること、キッチンを改善し省エネルギーのかまどとメタンガスコンロを導入することである。「三建」とは、メタンガスプラントを作ること、家を建てること、農園を作ることである。なお、構想では以上の「五改・三建」を通じて、5～8年をかけて農家の住む場所の美化、農業生産構造の最適化、農家の収入源

図4 「五改・三建」の構造図

資料：「生態家園文明新村づくり」構想による

図5 恩施市における家庭用メタンガス設置戸数の推移

資料：恩施市生態エネルギー課の資料による

の多様化、村内部道路の標準化、農家生活の現代化という目標(「五化」)を実現していくとしている。図4は「五改・三建」の構造を示したものである。

2000年にこの構想を実現するため、市政府は8つの村を実験地域として取り上げ推進し始める。一年間の実験で、その構想は徐々に具体化され、実験村からの評判も良く、地方政府も一定の経験を蓄積することができる。そして2001年8月に開かれた市協議会で「生態家園富民新村づくり」は市農村政策の中心として位置付けられ、その実施対象は64村まで拡大し2010年までに毎年農家戸数の10%ずつ拡大していくこととする。この事業の展開に伴い、メタンガスが急速に普及し、2005年までに合計78,758戸に達した(図5)。プラントの増加だけでなく、メタンガスを活かした農山村作りも進み、2005年農業省は、この活動を「恩施モデル」と評価し、内陸後進地域の新農村建設モデルの一つとして位置付ける。

III 家庭用メタンガスの利用に対する農家の評価

メタンガスの導入実態と農家の評価をとらえるために、白楊郷石橋子村の周家湾と中峰山という二集落でアンケート調査を実施した。村は2000年の「生態家園文明新村づくり」実験村である。また、周家湾集落は2000年に既に3戸の農家がメタンガスを導入し全市のモデルとなっており、中峰山集落は貧困地区でプラント導入の後進地域である。両集落合わせて78戸のうち9戸が不在や長期出稼ぎ等で最終的に69枚(88%)の調査票を回収した。以下は回答農家の概要である。

対象農家の家族員数は2～6人で、平均4.3人である。戸主の年齢は30歳以下5.8%、30歳～50歳50.7%、50歳以上43.5%となっている。戸主の教育水準は、未就学7.2%、小学校卒40.6%、中学校卒42.0%、高校以上10.1%である。職業については農業だけ53.6%、農業と出稼ぎ31.9%、出稼ぎ10.1%、公的機関の職員4.3%となっている。一戸あたりの農地面積は0.2ha、その内、畑は0.17ha、水田は0.03haである。主な作付け農作物はトウモロコシ、ジャガイモ、サツマイモで、少量のジャガイモを販売するものがあるがほとんどが自家消費である。農家は3～5頭の豚を飼い、その販売が主な現金収入となっている。鶏も飼っているが、一戸平均5羽で、これもほとんどが自家消費である。集落には20頭以上の養豚を行っている農家が4軒ある。農家の主な収入源は養豚と出稼ぎである。

1 メタンガスの導入状況

図6に示しているように、85.5%の農家がメタンガスプラントを導入していた。その内約7割は現在も使用しているが、残る3割は現在使用していない。プラントの大きさ

は大部分が18㎡で、平均18.9㎡である。原材料は豚と人の糞尿を使用しているものがそれぞれ97.6%と73.2%である。農作物のわらを使用するケースも33.3%ある。プラント導入時に施設の改装行ったかどうかについては表2に示す通りである。キッチン・トイレ・家畜小屋などを改装した農家は少なくない。これらを同時に改装すると、4千元程度必要となるが、行政から500元の追加助成を受けていた。

導入時期を見ると、2006年以前に導入したプラント数が49%を占めている。導入の動機については生活環境の改善やエネルギー・肥料代の節約が多くあげられている。メタンガスの普及は地方政府主導と言われているが、生活環境や経済面などを向上させたいという農家自身の自発的要因も存在していたことが分かる。

図6 メタンガスの導入状況

表2 メタンガス導入と同時に改装した内容 (単位:%)

同時に改装したこと 導入・使用状況	キッチン	トイレ	豚小屋	野菜園	その他
ある	67.8	64.4	49.2	5.1	11.9
ある、使っていない	66.7	61.1	44.4	0.0	16.7
ある、使っている	73.2	65.9	51.2	7.3	9.8

表3 メタンガス導入の動機 (単位:%)

導入の動機 の状況	燃料 肥料 節約	生活 環境 改善	エコ 農業 展開	隣人 の勧め	幹部 の勧め	補助 金の存在	横並び意識
ある	66.1	83.1	1.7	33.9	55.9	40.7	11.9
ある、使っていない	66.7	77.8	0.0	44.4	66.7	44.4	27.8
ある、使っている	65.9	85.4	2.4	29.3	51.2	39.0	4.9

表4 メタンガス導入と戸主の関連性 (単位:%)

導入の状況		ない	ある、使っていない	ある、使っている
戸主の状況	年 齢			
	30歳以下	0	0	100.0
	30歳～50歳	11.4	22.9	65.7
学 歴	50歳以上	20.0	33.3	46.7
	未就学	40.0	20.0	40.0
	小学校卒	25.0	25.0	50.0
	中学校卒	3.5	31.0	65.5
仕 事 先	高校卒以上	0	14.3	85.7
	農業	18.9	27.0	54.1
	農業と出稼ぎ	13.7	31.8	54.5
	出稼ぎ	0	0	100.0
	公的な機関の職員	0	33.3	66.7

導入動機と関わってどのような農家がメタンガスを導入しているか見ておくと、表4に示すように戸主の年齢が若いほど、また教育水準が高いほど導入率、利用率が高くなっている。戸主の仕事先では、出稼ぎ及び公的機関の職員に最も高く、これに農業と出稼ぎ、専業農家が続いている。ただし、公的な機関の職員は33.3%が現在使っていない。その理由は養豚を行っていないと答えている。

2 メタンガスの利用状況

表3で示した現在使用の有無と導入動機との関連を見ると、導入したものの使っていない農家は、村幹部の勧めや、補助金の存在、横並び意識をその主な動機としている。逆に、導入後ずっと使っている農家は生活改善やエネルギー・肥料代の節約をその動機としてあげている。これは、農家の動機がプラント活用の効果発揮に重要な意味を持っていることを示している。また、使用の有無と改装したこととの関連性では、表2に示すようにキッチン・トイレ・家畜小屋など合わせ改装した農家の方が、現在使っている比率が高くなっている。

メタンガスの利用の仕方については、「湯を沸かす」は100%、「料理をする」は95.1%、これに対し「照明」に利用するのは僅か5%である。炊事燃料としてメタンガスはよく利用されていることが分かる。ヒアリングによると、「メタンガスライトは利用できるものの火災になる心配があるので、電気の方が便利且つ安全である。しかし、停電など緊急の時に使えると思う」と農家は言っている。

一年間メタンガスを利用する月数は、8ヶ月以上使っているものが78%を占め、90%以上が半年以上利用している。メタンガスは炊事の代替燃料となっているものとみられる(図7)。発酵液・滓の活用については、87.8%が肥料として、12.2%が魚の養殖などに利用している。飼料としての利用はまだ僅かで、今後、発酵液・滓を十分に活用する必要がある。

3 メタンガス導入の効果

① 農家生活の改善

表5によってメタンガスの利用が農家へどのような変化をもたらしたのかみておくと、「生活環境がよくなった」と「料理は便利で、早くなった」に対する評価が著しく高く、何よりも農家の生活改善に大きな効果があったものと捉えられる。休憩時間や労働力の節約についての評価はさほど高くはない。これは農家が薪の伐採や料理

図7 一年間メタンガスを利用する月数

などで節約した時間を別の農事等に振り向けているためだと考えられる。農薬・化学肥料の節約面での効果もあまり評価されていない。当地区は現在発酵液・滓などを利用したエコ農業を展開するまでには至っていないと判断できる。エネルギー代の節約効果については高く評価されており、代替エネルギーとしての機能は十分果たしているといえる。メタンガスの導入で節約した費用と増加した収入の金額について尋ねたところ、いずれについても半数は200元以上、残る半数は200元未満と答えている。メタンガス導入が節約や収入の増加に大きな意味を持っているとは言いがたいが、経済面でのメリットは感じているようである。写真1, 2は調査地域でメタンガスを導入した農家のキッチンがどのように変化したかを示したものである。ヒアリングによれば「キッチンがきれいになっただけではなく、調理が便利になって時間も従来の1時間から30分間に減少し、薪刈りの必要もなくなった。トイレと家畜小屋の改築を行うと、従来のトイレと家畜の糞尿溜を共同利用することや家畜糞尿の臭いが無くなり、衛生面も向上し伝染病などの防止にもなった」とのことである。

② 生態環境の改善

表6はメタンガス導入が集落へどのような波及効果をもたらしたのか示したものである。「森林の伐採が減少し、緑が増加したこと」が衛生面の改善とともに何によりも高く評価されている。住民の環境意識は高まり、生活レベルが向上し、住民関係も良くなっている。

表5 メタンガス導入がもたらした農家生活の変化 (単位: %)

項 目	大きく変わった	少し変わった	あまり変わらない
生活環境がよかった	53.7	34.1	12.2
料理は便利で、早くなった	58.5	34.1	7.3
エネルギー代が減った	36.6	43.9	19.5
休憩時間が長くなった	12.2	48.8	39.0
農業労働力が節約された	14.6	43.9	41.5
化学肥料の節約になった	4.9	41.5	53.7
農薬の節約になった	0.0	9.8	90.2
出稼ぎの収入が増加した	7.3	24.4	68.3
作付けの収入が増加した	2.4	7.3	90.2
畜産の収入が増加した	12.2	17.1	70.7

写真1 メタンガス導入前

写真2 タンガス導入後

資料: 写真1は村幹部により提供、写真2は筆者撮影

以上の点は市全体の生態環境の改善にも繋がっているものと見られる。1985年、市の森林率は40.15%に減少していた。1990年代から植林政策が実施されたが、伐採される森林面積は植林面積を上回り、森林率はなお減少傾向にあった。1999年から、メタンガスの導入に伴い、森林率が毎年2%ずつ増加し、2004年62.5%に回復した。またメタンガスの導入により、家庭用エネルギーとしての石炭の利用も減少し始めた。2001年、一戸あたりの生活用石炭の利用量は444kgであったが、2006年には357kgに減少した。二酸化硫黄の影響で輸出禁止された「恩施玉露茶」も、2003年からヨーロッパへの輸出が再開された。

③ 農業生産への影響

メタンガスの導入は農業生産にどのような影響を与えたのだろうか。表7を見ると、農家は今後の農業について「出稼ぎを中心、自給農業」を行っていくとするものが大部分を占めるが、エコ農業を行い、高付加価値農業に努力していきたいとするものも29%見られる。しかもそれは全てメタンガスを導入した農家である。このことから、メタンガスの導入は、農家の農業生産意欲を引き出し、高付加価値農業への関心を高めているものと捉えられる。これは離農が激しく進んでいる中国の農業・農村にとって非常に重要なことであるだろう。なお、表8で示した恩施市農業状況を見ると、2006年は2001年と比較し小麦などの生産が減少し、茶、コンニャク、薬草、果物などが増加し、牛、豚など家畜頭数が大幅に増えた。その結果、農家一人あたりの年間総収入も16.0%増加している。これらからメタンガスの導入は農業生産構造の調整や農家収入の増加に役立っているものと考えられる。

4 メタンガス導入の満足度と問題点

表9によれば、メタンガスの利用と国の助成政策に対す

表6 メタンガス導入による集落への波及効果 (単位: %)

項 目	大きく変わった	少し変わった	あまり変わらない
伐採が減り、緑が増加した	70.7	29.3	0.0
衛生面がよく改善された	73.2	24.4	2.4
住民の環境意識が高まった	34.1	58.5	7.3
住民の生活水準が向上した	24.4	56.1	19.5
住民達は仲良くなった	26.8	34.1	39.0
住民の交流などが増えた	19.5	46.3	34.1
生産条件が改善された	10.0	32.5	57.5
病虫害などが減少した	2.4	29.3	68.3

表7 メタンガス導入が及ぼす地域農業への影響 (単位: %)

今後の農業 導入状況	高付加価値農業	規模拡大し 効率な農業	出稼ぎ中心 で自給農業	その他
調査農家全体	29.0	3.0	57.9	10.1
メタンガス導入していない農家	0	20.0	70.0	10.0
メタンガス導入している農家	33.9	0	55.9	13.6

る満足度はそれぞれ92.7%で、97.6%で非常に高い割合

である。

メタンガス導入の問題点についてあるが、導入していない農家にその理由を聞くと、「養豚を行っていないので発酵材料がない」が60%、「コストが高く、資金調達ができない」が50%、「利用方法が分からない」が10%となっている。また、導入したもののその利用を停止した理由としては、50%が「メタンガス供給の不安定」、33.3%が「発酵材料の不足」、6%が「技術が複雑でうまく使えない」をあげている。さらに、利用している農家が現在直面している課題については、「故障すると、自分で解決できない」(29.3%)、「発酵液・滓の搬出が難しい」(22.0%)、「ガスの供給が不安定」(29.3%)、「原材料不足」(4.9%)、「サービスがよくない」(7.3%)「維持費用が高い」(4.9%)などがあげられている。以上のことから、メタンガス導入の問題点として、①メタンガスの安定供給の問題、②発酵原料の問題、③発酵液・滓の活用問題などが指摘できる。

表8 2001年と2006年の恩施市の農業生産の比較

項目	年度	2001	2006	増加率(%)
農家(万戸)		17.1	17.6	2.9
農家人口(万人)		63.4	63.7	0.5
農業従事者(万人)		31.6	33.3	5.3
小麦(ha)		11,480	4,640	-59.6
トウモロコシ(ha)		20,313	17,790	-11.6
ジャガイモ(ha)		19,953	20,950	5.0
タバコ(ha)		8,593	7,360	-14.3
茶(t)		1,953	4,397	125.1
コンニャク(ha)		3,734	7,510	101.1
菓草(ha)		3,142	9,810	212.2
果物(万t)		1.2	1.4	16.7
牛(万頭)		0.68	5.78	750.0
豚(万頭)		60.22	117.13	94.5
羊(万頭)		3.64	16.69	358.5
鳥(万羽)		74.93	181.35	142.0
農家1人あたりの年間 総収入(元)		2479.7	2876.4	16.0

資料：「恩施市統計年鑑」2001,2006により

表9 メタンガスの利用・国の政策への満足度(単位：%)

項目	非常に満足	満足	不満足
バイオガス利用への満足度	31.7	61.0	7.3
国の助成政策への満足度	24.4	73.2	2.4

Summary

This paper thoroughly analyzed the popularization of the usage of marsh gas in En-Shi City of China, and the survey from farmers also well proved the effectiveness of marsh gas. Therefore, the conclusion is that the utilization of marsh gas can improve the farmer's living level and has positive effects to the protection of environment as well as the prosperity of the agriculture and the rural areas, besides, farmers are also very satisfied. We can assure that the usage of the low cost, small size and distributed bio-energy will be a very promising way to the continuous development of the rural areas.

IV おわりに

本研究では中国湖北省恩施市のメタンガス普及の実態を明らかにするとともに、農家に対するアンケート調査を実施してメタンガス導入の効果と問題点を探った。

恩施市では1999年に「生態環境総合建設」プロジェクトの実施を契機とし、エネルギー不足の解消と地域環境再生のため、メタンガスの導入が開始された。農家の参加と行政の支援、プラントづくりの品質管理などでメタンガスの導入は順調に進み、メタンガスを活かした地域づくり事業である「生態家園文明新村づくり」を生み出した。その後、「五改・三建」を中心とした地域づくり事業の展開に伴ってメタンガスの導入も加速化していく。

メタンガス活用による地域づくりによって、当地の森林率の回復や住民環境意識の向上など地域環境保全が実現された。また、農家の生活環境も大幅に改善され、農業構造の調整や農家収入の向上なども実現しつつある。こうしたメタンガスを活かした地域づくりは持続可能な農山村振興と言っても、過言ではないと考えられる。

問題点として、メタンガス供給の不安定、発酵原料の不足、発酵液・滓活用の不十分さなどが明らかになった。今後、メタンガスに関わる新技術の開発や、家畜養殖の増加、エコ農業の推進が課題である。

引用文献

- 1) 桑原衛(2006)：家庭の生ごみを地域の宝に。資源環境対策, 42(1), pp. 82-85.
- 2) 秋元智子(2002)：生ごみリサイクルのゆくえ バイオガスによる地域エネルギー循環—京都府八木町。月刊廃棄物, 28(4), pp. 74-77.
- 3) 蔦谷栄一(2003)：バイオガスプラントの取組現状と課題。農林金融, 56(5), pp. 302-320.
- 4) 農業省再生可能源建設課(2001)：生態家園富民プロジェクト。農村実用工程技術, 2001(1), pp. 2-3.
- 5) 林聡(2007)：『メタンガス技術理論と工程』。化学工業出版社, 北京, pp. 3-5.
- 6) 魏友仁・馮国亮・朱惠民(2007)『生態恩施』。湖北科学技術出版社, 武漢, pp. 57-59.

(2008年5月16日 受付)

(2008年11月19日 受理)