

機関番号：13901

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21780146

研究課題名(和文)

ネパールの森林保全における家畜糞尿を用いたバイオガス導入の効果に関する実証研究

研究課題名(英文)

Influence of Biogas Digester by Animal Manure on Forest Management in Nepal

研究代表者：

伊藤 香純 (ITO KASUMI)

名古屋大学・農学国際教育協力研究センター・准教授

研究者番号：10467334

研究成果の概要(和文)：

本研究では、家畜糞尿を用いた家庭用バイオガス発生装置の導入が、ネパール丘陵地域における世帯単位の薪炭材利用量、薪炭材の収集時間、煮炊きに費やす時間、農業に費やす時間、農産物の収穫量、農業からの現金収入を増加に導いている可能性が示唆された。また、バイオガス装置を導入した世帯は、非導入世帯よりも森林管理グループの基本的情報に精通していたことから、同装置の導入が森林管理に対する意識にも影響を与えている可能性が示唆された。さらに、バイオガス装置の導入効果を最大限に高めるためには、単なる便利な装置の導入という位置付けではなく、農村開発や森林保全などのアプローチの一環として普及させることが望ましいと考えられる。

研究成果の概要(英文)：

This study indicated that introduction of biogas digester for household use has both positive and negative influence to livelihood and forest management in Nepal. Biogas users showed less consumption of firewood, time for firewood collection, cooking time. In addition, biogas users consume more time for agricultural work, and they had more agricultural production and income from agricultural products than that of non-users. Moreover, biogas users assumed that they are more active for forest management because they have more accurate information about their own forest user group than non-users. However, these positive influences may enlarge the gaps between users and non-users in the same village or commune. Dissemination of the digester should have a mechanism or a system to prioritize poor households as target of support. In order to achieve maximum effects from the biogas digester, biogas introduction should be a part of integral approach of rural development or forest protection rather than a convenient device.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	500,000	150,000	650,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
総計	1,000,000	300,000	1,300,000

研究分野：地域資源管理学

科研費の分科・細目：森林学・森林科学

キーワード：家庭用バイオガス装置、森林保全、資源利用、生計向上、ネパール

1. 研究開始当初の背景

家畜糞尿を用いた家庭用バイオガス装置は、比較的小額な投資による導入が可能であり、1日に牛2頭分の糞尿と数リットルの水が確保できる温帯地域であれば、煮炊きのためのガスコンロやガス灯の利用、残渣から作る有機肥料の利用、トイレ併設による衛生環境の向上、薪炭材の削減による森林環境保全などの多様な効果が期待できるといわれている。このため近年、電気やガスなどの社会基盤整備が行き届かない開発途上国の農村地域において、非政府組織（NGO）や援助組織からの支援によるバイオガス装置の導入が急速に進んでいる。しかし既存の研究では、上述した期待される多様な効果の有無に関する実証研究はなされていない。また、特定世帯へのバイオガス装置の導入が非導入世帯を含む地域社会に与える影響や、装置の導入がもたらしうる負の影響についても焦点が当てられていないことから、現在のバイオガス装置の急速な普及は、その導入・利用による正と負の影響が不明瞭なまま進められているといえる。

2. 研究の目的

本研究は、家畜糞尿を利用した家庭用バイオガス発生装置の普及が最も進んでいるネパールを対象地域として、バイオガスの利用が薪炭材や家畜飼料などの資源利用量、森林の管理主体である地域住民の生計活動、森林管理、非導入世帯を含む地域社会に与える影響について、定量的・定性的な実態調査に基づいた分析により明らかにする。その上で、バイオガスの利用やその普及が森林資源保全に資する可能性とバイオガスの普及に関する課題を明らかにする。

3. 研究の方法

本研究は、以下の3つのプロセスにて実施した。

1) 装置普及のための支援体制と現状把握

ネパール政府、国際機関、NGO等によるバイオガス装置の導入に関する支援、支援メカニズム、成果に関する実態を明らかにするため、関係機関に対するインタビュー調査を実施した。この結果に基づき、実態調査を実施するための適切な対象地域として、バイオガス装置の普及が進んでおり、丘陵地域に位置するカブレ郡を選定した。

同郡は、地域住民による森林資源管理が活発な地域であり、全森林面積 77,552haのうち 19,011ha が地域住民のグループによって森林管理を行うコミュニティ・フォレストリー（Community Forestry: CF）登録されており、415の森林管理グループ（Community

Forestry User Group）が存在する。

2) 調査対象村の選定とプレテストの実施

上記 1)の調査結果より、カブレ郡の全 90村の中から、バイオガス装置を導入するための資金援助のみを受けた地域（装置支援）4村と、同装置の導入とともに有機肥料の製造方法、有機農法、植林活動、小学校建設、森林管理グループへの参加推進活動などの農村開発に関わる総合的な支援を受けた地域（総合支援）2村の、合計 6村を調査対象村として選定した。また、同 6村において、バイオガス装置の導入世帯と非導入世帯を 5軒ずつランダムに選び、調査票のプレテストを実施した。調査票においては、バイオガス装置の導入による効果として、一般的に期待されている効果として薪炭材消費量、薪炭材回収時間、料理に費やす時間、化学肥料と農薬の利用量の変化を、また期待されている効果以外の主な分析項目として農業時間、生産作物の種類、農業所得、森林管理活動への意識を把握するための質問項目を準備した。

3) 調査世帯の選定と世帯調査の実施

バイオガス装置を利用することによる資源利用や生計活動への影響を見いたすためには、導入から一定期間が経過し、導入後の生活が安定している必要がある。本調査ではこれを考慮して、バイオガス装置の導入から5年以上10年未満が経過している世帯のみを調査対象とすることとした。

調査対象地域において、バイオガス装置の宣伝・建設を請け負っている建設会社が所有する装置の導入世帯リストを用いて、条件に該当する 268世帯を抽出した。この 268世帯におけるカーブ構成とほぼ同様になるように 270世帯の非導入世帯を調査対象として抽出した。

2010年4月と7月に構造的インタビュー調査を実施した。インタビューの回答者は、各世帯における 18歳以上の1名に対して行い、女性の回答者が 20-50%になるように配慮した。なお、同インタビュー調査は、ネパール人の調査員を雇用し、質問票の内容に対する正しい理解と質問方法を身につけるためのトレーニングを積んだ上で実施した。

表 1 調査対象世帯の数と有効回答数

世帯数		総合支援 2カ村	装置支援 4カ村	計
導入世帯	調査世帯	132	136	268
	有効回答(%)	107(81.1)	65(47.8)	172(64.2)
非導入世帯	調査世帯	136	134	270
	有効回答(%)	110(80.1)	117(87.3)	227(84.1)
計	調査世帯	268	270	538
	有効回答(%)	217(80.1)	182(67.4)	389(74.2)

4. 研究成果

1) ネパール政府による導入支援

バイオガス装置の普及に関係している政府機関（2 組織）及び NGO（3 組織）に対するインタビュー調査を実施した。その結果、ネパールにおけるバイオガス装置の普及は、1970 年代の着手、単一 NGO による小規模な支援活動を経て、ネパール政府主導による複数の政府機関の体系化による国家プログラムへと変貌を遂げてきたことが明らかとなった。特に 1992 年の BSP というプログラムを起点として、組織体系化、補助金制度、装置の品質管理、ネパールに適応した装置の国内での開発という、普及のための基盤が確立されている。これは、35 年にわたる普及活動の産物であり、20 万基を超える装置の導入とその普及活動の持続性の基盤になっていると考えられた。

また、ネパール政府及びバイオガス普及に関連する主要機関では、バイオガス装置の導入により期待されている主な効果として、薪炭材消費量、薪炭材回収時間、料理に費やす時間、化学肥料と農薬の利用量の低減を挙げているものの、これらの効果の有無に関する実態調査は殆ど実施されていないことが明らかとなった。本研究では、これらの一般的に期待されている効果以外にも、バイオガス装置の導入が影響を及ぼすと考えられる農業時間、生産作物の種類、農業所得、森林管理活動への意識についても実態調査と分析を行うこととした。

2) NGO による支援体制

農村地域におけるバイオガス装置の普及活動は、主に NGO によって支援されている。その支援体制は、①バイオガス装置の導入の際の資金支援のみを行うもの（装置支援）と、②バイオガス残渣を利用した有機肥料の製造や利用方法、有機農業、農業生産性の向上に向けた各種活動や女性グループへの支援などの村落開発支援の一環としてバイオガス装置の導入を支援する（総合支援）2 種が存在し、前者が主流であることが明らかとなった。

したがって、本研究におけるバイオガス装置の導入効果に関する実態調査では、この 2 種の支援体制が存在する地域を対象とし、異なる支援体制がバイオガス装置導入の効果に影響し得るか否かについても、分析することとした。

3) バイオガス導入世帯における導入前後の資源利用と生計状況の変化

バイオガス装置の導入世帯 268 世帯に対する構造的インタビューを実施した結果、172 件（64.2%）の有効回答を得た。この結

果に基づき、装置の導入前後における森林資源利用量や生計活動、生活形態に関して質問した結果を比較分析した（表 2）。その結果、薪の消費量と回収時間、料理時間が導入後に大幅に減少したことから、バイオガス導入世帯では生活の負担が軽減したと考えられる。一方で、農作業に費やす時間は増加していることから、バイオガスを用いたガスコンロの利用により、薪の回収時間や料理に費やす時間が削減された分、より多くの時間を農作業に費やせるようになったと考えられる。さらに、化学肥料と農薬の消費量が減少していることから、経済的負担が軽減したと考えられる。

表 2 バイオガス装置の導入前後における変化

質問項目	導入前 ¹⁾	導入後 ¹⁾	p-value ²⁾
1 薪の消費量 (kg/月/世帯)	502.56	248.84	0.000 **
2 薪の回収時間 (時間/月/世帯)	18.69	8.55	0.000 **
3 料理時間 (時間/月/世帯)	117.3	65.06	0.000 **
4 農作業時間 (時間/月/世帯)	185.92	262.62	0.000 **
5 化学肥料の消費量 (kg/年)	647.38	556.69	0.000 **
6 農薬の消費量 (kg/年)	3.95	3.01	0.000 **

注) 調査対象世帯数 268 のうち有効回答数 172 (64.2%) 世帯
1) 導入前後の数値は、平均値である。
2) マンホイットニーの U 検定 (*=5%, **=1%レベルで有意)

4) バイオガス導入世帯における導入前後に感じた変化

上記の 3) と同様に、バイオガスを導入した 172 の有効回答世帯について、導入前後での変化を計測することが難しい、体に関する変化や農作物の収量の変化については、変化が感じられたか否かについて質問を行った結果を分析した。その結果、全ての世帯において、目と呼吸器の痛みが減少したと感じていることが明らかとなった。目と呼吸器の痛みは、屋内で煮炊きをする家庭において、最も多く挙げられる体の不具合である。したがって、薪炭材を用いた屋内での煮炊きからバイオガスを用いたガスコンロによる煮炊きに変ったことで、体の不具合が軽減又は削減されたと考えられる。また前項の結果において、農作業の時間が増加したことに加えて、農作物の種類と生産量についても、増加したと感じている世帯が全体の 90%以上を占めていることから、農業活動が活性化した可能性が示唆された（表 3）。

以上のように、バイオガス装置の導入世帯における導入前後の資源利用や生計活動の変化について分析した結果、バイオガス装置導入により、導入世帯は薪の回収時間と料理時間の減少、化学肥料や農薬の消費量の減少、健康被害の改善という、バイオガス利用によって生じることが期待されている効果が十分に得られていると同時に、農作業時間の増加、農業の活性化といった期待されている効

果以外の正の効果も生じていることが明らかとなった。

表3 バイオガス装置の導入前後で感じた生活の変化

項目	増加	(%)	減少	(%)	変化なし	(%)
1 目の痛み	0	0	172	100	0	0
2 呼吸系の痛み	0	0	172	100	0	0
3 農作物の種類	155	90.1	1	0.6	16.0	9.3
4 穀物の生産量	158	91.9	1	0.6	13.0	7.6
5 野菜の生産量	156	90.7	0	0	16.0	9.3

注) 調査対象世帯数 268 のうち有効回答数 172 (64.2%) 世帯

5) 導入世帯と非導入世帯の生計状況

バイオガス装置を導入した 268 世帯 (有効回答数 172) と、導入していない 270 世帯 (有効回答数 227) に対して、現在の薪炭材の利用量・回収時間、世帯収入と収入源、農業活動の種類と時間、農産物の販売活動、森林管理活動への参加状況などについて構造化インタビューを実施し、導入世帯と非導入世帯における生計状況について比較分析を行った (表 4)。

バイオガス導入による効果が期待されている項目について分析すると、化学肥料と農薬の消費量については、導入世帯も非導入世帯もほぼ等しく、有意な差は見られなかった。しかし、薪の消費量と回収時間、料理に費やす時間については、導入世帯が非導入世帯より有意に低かった。したがって、導入世帯では、薪の消費量と回収時間、料理時間を抑えるという、期待されている効果が現れたと考えられる。また、期待されている効果以外の生計状況について分析すると、導入世帯における農作業時間と農作物の種類数は、非導入者に比べて有意に多いことから、導入世帯の農業活動が非導入世帯より充実していると考えられる。

導入世帯における農業活動の充実ぶりは収入からも考察することができる (表 5)。労働と送金からの収入では有意な差は見られなかったが、農業に関する 4 項目のうち 3 項目においてバイオガス導入世帯が有意に高い結果となった。農業からの収入の差が総収入の差につながっていると考えられる。

これらの結果から、導入世帯では、薪炭材の回収時間や料理に費やす時間が削減された分、農作業により多くの時間を費やせるようになったことが、農作物の種類や農業からの収入の向上につながった可能性が示唆された。

導入世帯の生計が非導入世帯よりも明らかに良好なことは、バイオガス装置の導入に

よる正の効果として捉えることができる。一部、一部の世帯にバイオガス装置が導入されることにより、地域社会に格差を生じさせる可能性が示唆された。

表 4 導入世帯と非導入世帯における生計活動の比較

調査項目	導入世帯 ¹⁾ (172)	非導入世帯 ¹⁾ (227)	p-value ²⁾
1 薪の消費量 (kg/月/世帯)	248.84	407.05	0.000 **
2 薪の回収時間 (時間/月/世帯)	8.55	13.06	0.000 **
3 料理時間 (時間/月/世帯)	65.06	116.85	0.000 **
4 農作業時間 (時間/月/世帯)	262.62	215.58	0.000 **
5 家庭消費穀物の種類数	3.52	3.01	0.000 **
6 家庭消費野菜の種類数	11.27	8.13	0.000 **
7 販売用穀物の種類数	0.94	0.44	0.000 **
8 販売用野菜の種類数	4.06	3.73	0.028 *
9 労働による収入 (Rs/年)	38,791	45,775	0.864
10 送金による収入 (Rs/年)	4,651	7,269	0.963
11 穀物販売による収入 (Rs/年)	12,744	6,339	0.000 **
12 野菜販売による収入 (Rs/年)	64,855	44,438	0.000 **
13 家畜による収入 (Rs/年)	11,826	11,391	0.541
14 牛乳による収入 (Rs/年)	41,430	30,841	0.000 **
15 その他の収入 (Rs/年)	10,436	13,850	0.000 **
16 総収入 (Rs/年)	184,523	159,750	0.000 **

注) 1) 導入前後の数値は、平均値である。

2) マンホイットニーのU検定 (*=5%, **=1%レベルで有意)

表 5 導入世帯と非導入世帯の収入構成の比較

収入構成	導入世帯 (172)		非導入世帯 (227)	
	平均 (Rs/年)	%	平均 (Rs/年)	%
穀物販売	12,744	6.91	6,339	3.97
野菜販売	64,855	35.15	44,438	27.82
家畜販売	11,826	6.41	11,391	7.13
牛乳販売	41,430	22.45	30,841	19.31
労働収入	38,791	21.02	45,775	28.65
送金	4,651	2.52	7,269	4.55
その他の収入	10,436	5.66	13,630	8.53
総収入	184,523	100	159,750	100

注) 1 Rs (ルピー) =1.12 円

6) 異なる支援体制下におけるバイオガス装置導入の効果

バイオガス装置の導入のための資金援助のみ実施された「装置支援」地域における導入世帯 136 軒 (有効回答 65 件) と、装置の導入とともに有機肥料の製造方法、有機農法、植林活動、小学校建設、森林管理グループへの参加推進活動などの農村開発に関わる総合的な支援が実施された「総合支援」地域における導入世帯 132 世帯 (有効回答 107 件) の資源利用状況と生計活動の状況について比較分析を行った。

表6は、両地域の導入世帯における導入前後での、バイオガス装置導入によって期待されている効果に関する項目の変化を示している。両地域における現在の薪の消費量、農作業時間、家畜糞の回収時間については大きな違いは見られないが、現在の薪の回収時間、化学肥料、農薬の消費量については、総合的な支援を受けている地域の方が高く、また料理に費やす時間は少ない。

表7は、期待される効果以外の項目に関する現況を比較分析したものである。総合的な支援地域では、農作業時間、作物の種類数、野菜販売からの収入が、装置支援地域に比べて多く、農業活動が充実している。特に農業からの収入が高く、中でも野菜販売、牛乳から収入が有意に高い。「総合支援」地域においては、バイオガス残渣を利用した有機肥料を農業に活用しており、有機農業に関する支援も実施されており、それが農作物の高収量や農業からの高収入に影響していると考えられる。

表6 異なる支援体制下における導入世帯の生計変化

質問項目	総合支援の地域 ¹⁾		装置支援の地域 ¹⁾	
	導入前 ²⁾	導入後 ²⁾	導入前 ²⁾	導入後 ²⁾
1 薪の消費量 (kg/月/世帯)	508.41	248.22	429.29	249.85
2 薪の回収時間 (時間/月/世帯)	18.97	9.70	18.23	6.65
3 料理時間 (時間/月/世帯)	81.45	59.44	176.31	74.31
4 農作業時間 (時間/月/世帯)	209.82	279.03	146.57	235.60
5 家畜糞の回収時間 (時間/月/世帯)	13.45	14.37	14.96	14.92
6 化学肥料の消費量 (kg/年)	728.69	633.64	513.54	430.00
7 農薬の消費量 (kg/年)	4.45	3.45	3.43	2.28

注) 1) 総合支援地域 107 世帯、装置支援地域 65 世帯
2) 導入前後の数値は、平均値である。

表7 異なる支援体制下における導入世帯の生計状況

質問項目	総合的支援 ¹⁾	装置の支援 ¹⁾	p-value ²⁾
1 家庭消費穀物の種類数	3.82	3.03	0.000 **
2 家庭消費野菜の種類数	13.07	8.29	0.000 **
3 販売用穀物の種類	0.83	1.11	0.150
4 販売用野菜の種類	4.07	4.06	0.951
5 労働による収入 (Rs/年)	43,813	30,523	0.007 **
6 送金による収入 (Rs/年)	2,803	7,692	0.512
7 穀物販売による収入 (Rs/年)	14,327	10,138	0.295
8 野菜販売による収入 (Rs/年)	80,915	38,415	0.000 **
9 家畜による収入 (Rs/年)	12,761	10,284	0.235
10 牛乳による収入 (Rs/年)	48,616	29,600	0.000 **
11 その他の収入 (Rs/年)	16,448	538	0.000 **
12 総収入 (Rs/年)	219,686	126,638	0.000 **

注) 1) 総合支援地域 107 世帯、装置支援地域 65 世帯
導入前後の数値は、平均値である。
2) マンホイットニーのU検定 (*=5%, **=1%レベルで有意)

7) 異なる支援体制下における森林管理に対する意識の差

上記 6) に示した異なる支援体制下のバイオガス導入世帯に対して、森林管理グループ (Community Forestry Users Group) への加盟状況と、加盟している場合には、当該グループの名称、設立年数、メンバー数、面積、活動目的などの基本的な情報について質問を行った。これらの基本的情報は、グループの活動に積極的に参加している場合には必ず回答ができる内容であることから、この基本情報の認識度合いによって、各世帯の森林管理活動への積極性を考察した。

装置を購入するための資金支援のみが実施された地域の導入世帯の有効回答世帯 65 軒中 55 軒 (84.6%) がグループに加盟していたのに対して、農村開発に関わる総合的な支援を受けた地域の導入世帯の有効回答世帯 107 軒中 99 軒 (92.5%) が加盟していた。また、管理グループの基本的な情報として質問した項目の全てにおいて、総合的な支援を実施した地域の導入世帯の正解率が高い結果となった (表 8)。

総合的な支援を受けた地域において、バイオガス装置の導入は、薪炭材消費量の減少による森林保全活動の一環として宣伝されており、導入世帯には森林管理活動への積極的な参加を呼び掛けるとともに、植林活動なども同時に実施している。一方で、装置の導入に関する資金のみを支援された地域においてバイオガス装置は、薪炭材が不要になる便利な商品として宣伝がなされている。このことから、農村開発の一環として総合的に支援がなされた地域の方が、森林管理に対する意識が高く、管理グループの活動にも積極的に参加している可能性が示唆された。

したがって、バイオガス装置を単純に導入するだけでなく、森林保全の一環として他の活動と併せて導入することで、森林管理に対する意識や積極性を高められると考えられる。

表8 異なる支援体制下における森林管理への意識

項目	総合的支援 ¹⁾		装置の支援 ¹⁾		χ^2 ²⁾
	正解者	(%)	正解者	(%)	
1 CFUGに加入した年	0	0.0	18	32.7	0.000 **
2 CFUGの名称	0	0.0	7	12.7	0.001 **
3 CFUGの設立年度	25	25.3	24	43.6	0.056
4 CFUGの加入世帯数	13	13.1	14	25.5	0.091 **
5 CFの面積	20	20.2	28	50.9	0.001 **
6 CFUGの設立目的	1	1.0	9	16.4	0.000
7 CFUGの主な活動	0	0.0	2	3.6	0.068

注) 1) 総合支援地域 107 世帯、装置支援地域 65 世帯
2) χ^2 検定 (*=5%, **=1%レベルで有意)

8) まとめ

バイオガス装置の導入世帯では、薪炭材消費量、薪炭材収集時間、料理に費やす時間を低減させるという点で、期待どおりの効果が出ていたといえる。しかし、バイオガス残渣の利用、農産物生産量の増加、農業収入の向上などの多様な効果を求めるためには、便利品としての単純な装置の導入支援のみならず、バイオガス利用を地域の農村開発や環境問題の改善などの一環として位置付けた普及と、残渣を用いた肥料の作り方や活用方法などに関する研修と組み合わせた支援が望ましいと考えられる。また、導入世帯の生計向上という正の効果の一方で、非導入世帯との間の格差の助長という負の影響が示唆されたことから、導入世帯の選定は慎重に行う必要があり、貧しい世帯を優先する選定方法などを設けていく必要がある。

したがって、バイオガス装置の導入効果を最大限にするためには、装置の導入だけでなく、農村開発や環境保全などと組み合わせることがより効果的であると考えられる。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表] (計 1 件)

- ① Far-reaching Impacts of Biogas Digester Introduction on Livelihood of Rural People: A Case Study from Nepal. 13th World Congress, International Union of Forest Research Organizations. August 23-28, 2010. Soul, Korea.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

伊藤 香純 (ITO KASUMI)
名古屋大学・農学国際教育協力研究
センター・准教授

研究者番号：10467334

(2) 研究分担者

なし ()

研究者番号：

(3) 連携研究者

なし ()

研究者番号：