

## 第8章 マイナークロップ生産の技術的変革

### －耕畜連携システムの開発導入に関する経済評価－

児玉 剛史・渡邊 憲二・佐々木 徹

#### I. はじめに

本章は児玉(2008)をもとにして作成している。マイナークロップにおいては技術革新が進まず、効率的な生産を行えない可能性が高い。これは技術革新を行っても、その技術を利用する機会が少ないためであり、技術進歩のインセンティブが働き難いためである。そこで本章では、従来マイナークロップに頼っていた畜産の飼料生産を、コメという広く生産され、技術進歩の進んだ生産物で代替することによる影響についてアンケート調査をもとに明らかにしていく。本章で取り上げる対象は耕畜連携システムである。特に飼料イネを軸とした家畜の糞尿リサイクルシステムと、そのシステムの開発・研究について経済評価を行っていく。

第1章では、問題意識、本章の構成などについて述べる。第2章では、耕畜連携システムに関わる先行研究をもとに本章の研究課題を提示する。第3章では、使用する分析モデルを説明する。第4章では、分析に使用されたデータの説明を行う。第5章では、耕畜連携システムを経済評価するために3つの側面からアプローチを行う。牛肉のプレミアム価格と、システムを利用している農家の補助に対する支払い意志、システムの開発に対する支援意志を計測する。第6章では、分析結果をもとに、耕畜連携システムを進める際に、国民に与えるべき情報のあり方や、我々の研究開発に対する国民の期待を述べる。

豊田(2007)はわが国の問題を食料自給率の低下、国外からの窒素流入による国内の窒素過剰状況、バイオマス資源の未活用、化石燃料への依存としている。この問題の解決策として、窒素循環システムの構築に関する研究を行っている。具体的には、耕畜連携システムを取り上げ、農畜産業及び、環境における働きを述べている。

BSE等の海外輸入農産物の問題により消費者の需要が海外から国内の農産物に移行しており、国内の供給力をより向上する必要があると考えられる。それに加え、わが国の食料自給率が年々低下する一方で、世界の食料需給状況が今後ひっ迫することを考えると、その重要性はより高い。食料自給率の低下とともに、窒素の国内流入が進み、環境問題として浮かび上がってきた。特に輸入飼料を使用した家畜の飼育は窒素過多に影響している。家畜の糞尿はバイオマス資源として活用が可能であり、その効率的利活用の方法の開発は、この問題の解決策として期待される。その方策の1つとして耕畜連携システムが打ち出されたのである。

さらに、休耕や耕作放棄が進んでいる水田の土地利用の問題も同時に解決する方策として、

耕畜連携システムの構築・導入が進められている。耕地面積に占める日本の水田面積は 54.5% であり、本林 (2007) によると、国土保全、水源涵養、水の浄化、水辺の生態系の保全などの多面的な機能があるとされている。耕畜連携システムは資源を循環させ、環境保全型農業の進展につながるシステムと考えられる。

このようなメリットが存在する一方、システムは開発途上にあり、その導入費用や飼料用稲の生産、糞尿の水田還元に関わる費用については未知の部分が多い。そのため、本研究は飼料イネによる耕畜連携システムの構築について経済評価を行うことを目的とする。分析に際しては特に持続可能なシステムの構築に焦点を当て、環境への考慮は当然ながら、実際にこのシステムに携わる主体、国民さらにはシステムそのものが確立していないことも考慮して、システム開発者を分析の対象とする。具体的な分析方法にはコンジョイント分析及び、CVM(Contingent Valuation Method)を用いる。

## II. 事例

国内のシステムの経済的評価の先行研究として、藤本他(2007)が飼料イネによる耕畜連携システムに関するコンジョイント分析を行っている。この分析では、環境負荷の軽減を牛肉の価格へ反映させる方法をとっており、費用便益の対比から、耕畜連携システムの価値を導出している。また、北野(2003)は CVM を用いて農村地域における有機資源リサイクルの経済価値を推定し、住民及び農家の有機資源リサイクルに関するサービス及びシステムの導入に対する WTP の導出を行っている。この分析では、具体的なサービスの提供を想定し、それに対する受益者の WTP を明らかにすることが可能となっている。

海外の先行研究として Christensen(2005)を挙げる。デンマークは豚の畜産が盛んであり、糞尿処理に関する研究が多く行われている。Christensen(2005)は耕畜間の窒素循環に関する経済分析を行っている。この分析では、環境を考慮に入れると、特に化学肥料の生産が抑制され、堆肥など有機肥料の生産を行うようなインセンティブが働き、産業間バランスの再編が起こることを指摘し、そのうえでこの再編におけるコストと再編のスピードについて窒素税とピグー補助金の対比から一定の結論を与えている。

藤本他(2007)ではコンジョイント分析により、アプローチしているが、環境評価を牛肉の価格にすべて反映させることを前提としている。しかしながら、環境にのみ支払いを行う行動も可能であり、その意味では不十分と考える。また、北野では二段階二肢選択方式の CVM を用いている。二段階二肢選択方式は二肢選択方式の質問を 2 回繰り返すことで WTP に関する情報量を増加させ、通常二肢選択方式に比べ推定における効率性を向上させる方式として開発されたものである。しかしながら、この方式は二肢選択方式の結果に比べバイアスが発生し、信憑性が懸念される場合もある。さらに、北野は全国有数のリサイクル先進地域である北海道富良野市、家畜廃棄物からエネルギー回収をおこなうバイオエコロジーセンターの取り組みで注目されている京都府八木町、典型的な過疎化の進む農村地域である島根県大田市の三箇所地域住民と農家を対象にアンケート調査を実施している。有機資源リサイクルのシステムに対

する評価を地域住民と農家に分けることで、分析にあたってより詳細なデータを得ることが可能となる。本章では、農家と地域住民とを区別するのではなく、飼料イネの生産に対して支払われる補助金の存在を踏まえて、納税者である国民に飼料イネによる耕畜連携システムの評価を調査することで、このシステム成立の可能性を提示することも目的としている。Christensen(2005)の分析では窒素税のメリットとして、取引費用の軽減を上げているが、農家に十分なインセンティブが働かない可能性を指摘している。このとき補助金によりインセンティブを制御することが必要となる。この補助金の指標として、CVM を用いて国民の環境評価を明らかにすることが重要となる。

本章はこれらの部分について改良を行い、さらには耕畜連携システムの開発について、国民がどの程度支持しており、どのような開発に期待しているのかについても合わせて分析する。

### Ⅲ. 分析モデル

ここでは選択型コンジョイント分析および CVM について説明を行う。まず経済評価は基本的に個人の効用に従う。すなわち、個人は自分の満足度の高いものを選択可能な範囲から選択しているものと仮定される。このとき、この満足度を一元化する方法としては貨幣単位で統一的去るのが一般的である。さらに、この評価を環境やサービスを含めた財の価値としてとらえ、分解を行う方法が Rosen(1974)らによって開発され属性アプローチと呼ばれている。この属性アプローチには大きく二つのアプローチがある。一つは顕示選好法と呼ばれ、もう一つは表明選好法と呼ばれる方法である。前者は実際の市場価格や取引量に従い評価する方法でヘドニック価格法やトラベルコスト法などが含まれる。そして後者はアンケートなどを使って行うコンジョイント分析や CVM などといった方法を含んでいる。コンジョイント分析や CVM は認知心理学など分野の発展と経済理論の発展とともにさまざまな方向で進歩してきており、適用範囲の広い方法である。

コンジョイント分析と CVM の大きな違いとしては、コンジョイント分析が複数の選択肢を有しているのに対し、CVM は二つの選択肢しかもっていない点が挙げられる。

すなわちコンジョイント分析では商品の属性を組み合わせていくつかのプロファイルを作り、被験者に複数の選択肢を提示する。それについて被験者は選択を行って、自己の満足度を表明することになる。これらの情報をもとに、被験者の価値評価を導出する方法である。

これに対して、CVM では提示される選択肢はシナリオと呼ばれ、想定される状況は二つのみである。そして、その状況に対し、それぞれ支払われる(あるいは支払う)金額が付されシナリオができる。これを被験者に提示し、被験者はどちらの状況を選択するかにより満足度を表明する。

このことにより、アウトプットにも違いが現れる。一つにはコンジョイント分析では環境あるいは市場財の属性、すなわち味やにおい、表示内容などによって分解された価値が導出される。これに対し CVM では購入する個人の属性、すなわち所得や年齢、性別などによって分解された価値が導出される。これらの理論や実証分析については国内でも食品については澤田ら

(2004), 環境については寺脇ら(2002)をはじめとして, 多くの研究が蓄積されてきている。

本章では, まずコンジョイント分析により, 耕畜連携で生産された飼料を利用した牛肉のプレミアム価格の計測を行い, 次に CVM を用いて, 耕畜連携を行う農家に対する補助についての国民の意志およびシステム開発に対する支援意志の計測を行っていく。

コンジョイント分析は藤本他(2007)による分析に準ずるものである。しかしながら, 藤本他(2007)が自給率等細かい設定を取り入れているのに対し, 本章ではシンプルに飼料イネを利用したものか否かに焦点を当ててプレミアム価格を導出する。それは複雑な情報の提供は, かえって WTP を下げてしまうことがあること等が近年の研究で指摘されていることを考慮したためである。

分析モデルは以下のとおりである。まず, 個人  $i$  の効用関数  $U_i$  を

$$U_i = \sum_j \beta_j X_{ij} + \varepsilon_i \quad (1)$$

とする。ただし,  $X_{ij}$  は商品属性  $j$  の値であり,  $\beta_j$  は属性  $j$  の係数である。また  $\varepsilon_i$  はガンベル分布に従う誤差項である。このとき, 商品  $k$  の選択確率は

$$P_k = \frac{\exp(U_k)}{\sum_i \exp(U_i)} \quad (2)$$

となり, 条件付きロジット回帰モデルにより,  $\beta_j$  は推定できる。

次に CVM についてであるが, 選択肢の数および商品属性が個人の属性に置き換えられるが, 理論モデルおよび推定方法は同様である。

#### IV. データ

現在, 飼料イネの生産に対しては国からの補助金に依存している部分が多いことを踏まえ, 納税者である国民を対象にアンケート調査を実施した。アンケートは栃木県那須塩原市, 島根県松江市, 出雲市を対象に選挙管理人名簿よりそれぞれ無作為に 300 サンプルを抽出し, 合計 900 通を郵送により行った。栃木県那須塩原市は総土地面積 59282ha, 人口 110828 人, 島根県松江市は総土地面積 53021ha, 人口 199289 人, 島根県出雲市は総土地面積 54339ha, 146960 人である<sup>1)</sup>。表 1 にアンケートの回収率を示した。回収数は 278 件であり, 回収率はおよそ 3 割であった。これは藤本他(2007)が行った耕畜連携システムをコンジョイント分析で評価した研究のサンプル数 359 と比較して妥当な数値といえる。

表1 アンケート回収率	
アンケート発送表	900
アンケート回収数	278
回収率	0.309

本章ではこのアンケートを利用してコンジョイント分析および CVM を用いた分析を行っていく。

## V. 分析

本章では、アンケート調査により得られたデータをもとに、コンジョイント分析により、耕畜連携システムがもたらす牛肉のプレミアム価格の計測を行った。次に、CVM により、農家補助に対する支払い意志に関する分析を行った。さらに、CVM による耕畜連携システム開発支援の意志の分析により、耕畜連携システムの開発に対する国民の支払い意志を明らかにした。

以下に各分析による計測結果を示す。

### (1) コンジョイント分析によるプレミアム価格の計測

本節ではコンジョイント分析により、耕畜連携システムがもたらす牛肉のプレミアム価格の計測を行った。

計測の結果は表 2 の通りであった。

表2 コンジョイント分析によるプレミアム価格の計測結果

変数	係数値	t値
国産ダミー	1.319	4.389
和牛ダミー	0.697	1.013
飼料イネダミー	1.424	6.144
価格	-2.57E-03	-1.215

この計測結果より導出されるプレミアム価格は 553 円であった。これは藤本他(2007)の分析結果と比較して高い値であると同時に非現実的な値といえる。

このことより、シンプルに飼料イネを利用したものか否かについての情報のみを提供することでより強い反応を示すことが期待される。

### (2) CVM による農家補助への支払い意志に関する分析

前節では、耕畜連携システムがもたらす牛肉のプレミアム価格の推計を行った。しかし、牛肉を食さないが環境保全に関心を示す消費者もいるため、この部分を計測する目的で CVM による農家補助への支払い意志に関する分析を行った。

分析モデルはコンジョイント分析と同様である。ただし選択肢は二者択一であるためロジッ

ト回帰モデルにより計測を行った。

計測の結果は表 3 の通りであった。

表3 CVMによる農家補助への支払い意志に関する計測結果

変数	係数値	t値
定数項	2.356	1.297
スーパー	0.880	2.005
ブランド	-0.178	-1.010
地元産	0.256	1.446
飼料イネ	0.180	1.096
安価	0.208	1.203
味	-0.292	-1.547
大気	0.554	1.202
水質	-0.646	-1.360
化学的	0.763	2.922
経済学的	-0.462	-2.047
年齢	0.017	1.495
提示額	-0.576	-4.950
WTP Median	11775	

まず、農家の補助についての WTP の中央値は年間 11775 円であった。

次に、計測の結果から農家の補助については牛肉の購入において地元産、飼料イネ使用牛、安価であることを重視する国民は補助への支払い意志が強く、ブランドや味を重視する国民は補助意思が低くなることが明らかになった。また、大気についての係数が正值であることから特に大気の汚染を防止することを望んで、補助への支払い意志を示していることが推測される。

### (3) CVM による耕畜連携システム開発支援への支払い意志の分析

同様の方法により、耕畜連携システムの開発に対する国民の支払い意志を明らかにした。計測の結果は表 4 の通りであった。

表4 CVMによる耕畜連携システム開発支援への支払い意志に関する計測結果

変数	係数値	t値
定数項	-0.636	-0.389
スーパー	0.774	1.393
精肉店	1.350	1.664
ブランド	-0.198	-1.267
飼料イネ	0.446	2.832
賞味期限	-0.274	-1.515
水質	0.330	1.130
食品安全	-0.432	-1.483
化学的	0.631	2.581
経済学的	0.222	1.114
年齢	0.021	1.944
提示額	-0.446	-4.566
WTP Median	8863	

まず、耕畜連携システムの開発に対する WTP の中央値は年間 8863 円であった。

次に、どのような開発を国民が重視するについてであるが、特に化学、工学、経済学の三つの分野における次のような研究を対象に評価してもらった。

まず、化学については「より環境にやさしいシステムを作る化学的研究」とした。次に工学については「より低コストな生産技術を研究する工学的研究」とした。最後に経済学については「実社会に適応した環境をつくる経済学的研究」とした。

計測の結果、特に化学的研究についての係数が正值であることから、化学的研究開発に対して期待度が大きい国民が WTP は高くなる傾向が明らかになった。また、経済学的研究についても係数が正值であることから、経済学的研究開発について一定の期待が示されたといえる。なお上記のシナリオについては豊田らとの共同研究を通して作成したものである。今回、本研究のグループには工学的な分野の研究は含まれていない面もあり、開発においては上記以外にも貢献できる部分があり、その点は評価に含まれていない点を明記しておきたい。

## VI. 結論

本研究では、耕畜連携システムを利用して生産されている牛肉とその生産者、またシステムの開発者への国民の経済評価の分析を行ってきた。分析の結果を図 1 に図示し、以下にいくつかの結論を導出する。

牛肉のプレミアム価格の分析では、藤本他(2007)の先行研究では非常に細かい情報を消費者に提示しており、本研究で作られたアンケートとの比較から、国民はシンプルな情報のみを必要としていると考えられる。そのため、複雑なシステムの詳細な情報は、牛肉を消費する国民からは必要とされていないものと推測される。また、国民は牛肉という一般の消費財を通して、環境への貢献を希望しているといえる。

直接的な農家の補助については、地元産、飼料イネ使用牛、安価であることを重視する国民ほど補助への支払い意志が強いことが明らかになった。しかし一方で、味やブランドを重視する高級志向の国民ほど支払い意志が低くなることも明らかになった。このことから、前者とは別に高級志向者にも対応できる牛肉の生産が必要であると考えられる。

また、耕畜連携システムの化学、工学、経済学の研究開発に対して期待値が大きいことから、耕畜連携システムに対してある程度国民からの合意が得られたといえる。そのため、耕畜連携システムについてさらなる研究開発を行うべきであると考えられる。

最後に、国民は環境にやさしい農業の支援として、消費などの経済活動においても十分に貢献する意志を持っている。その一方で、経済活動とは独立に農家や開発の支援をおこなう意志も持っていることが明らかになった。欧州の一部ではすでに炭素税の導入などにより、環境汚染被害の外部費用を内部化し、汚染量を持続可能な最適水準に抑えようとする試みがある。しかし、最適な税水準を決定できるかどうかは、被害費用やその財の生産から得られる便益の情報が適切であるかどうかによって決定され、経済活動のみでは国民の環境質への貢献について十分活用できない恐れがあると考えられる。そのため、大学等の研究開発についてもこれらの国民の期待に沿うように、総合的に実施する必要があると考えられる。



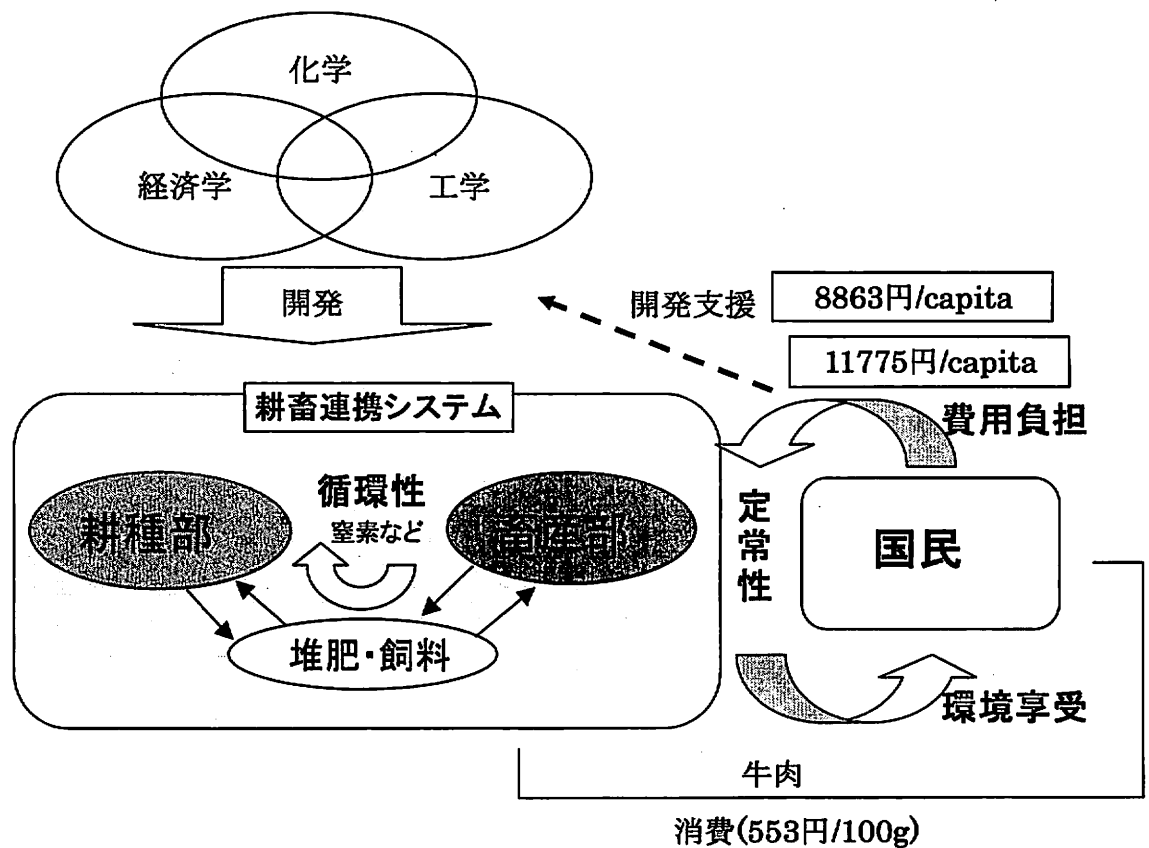


図 1 分析結果モデル

注

1) データについては 2000 年世界農林業センサス・2002 年国勢調査を基にした「わがマチ・わがムラ」を参考にした。

引用・参考文献

Christensen, J.L.G.Hansen(2005), "Abatement costs of alternative tax systems to regulate agricultural nitrogen loss", *Environmental Economics and Policy Studies*, pp.53-74.

藤本高志, 恒川磯雄 (2007), 「飼料用稲を基軸とする耕畜連携システム導入の費用と便益—飼料自給・糞尿循環利用・水田保全に及ぼす影響の経済評価—」, 『日本農業経営学会』, pp.1-11.

北野慎一 (2003), 「農村地域における有機資源リサイクルの経済価値」, 『環境情報科学』

児玉剛史, 山田祐実子, 村上雅洋, 大沼亜樹 (2008), 「耕畜連携システムの開発導入に関する経済評価」, 『農村研究』, 第 106 号, pp.13-20

- 澤田学 (2004), 「食品安全性の経済評価ー表明選好法による接近ー」, 農村統計協会.
- 豊田剛己 (2007), 「第 1 章 プロジェクト概要ー飼料イネを基軸にした窒素浄化システムの構築ー」, 『国立大学法人東京農工大学 21 世紀 COE プログラム 新エネルギー・物質代謝と「生存科学」の構築 農業系物質循環制御技術開発 TF 平成 18 年度成果報告書』, pp.1-12.
- 寺脇拓 (2002), 「農業の環境評価分析」, 勁草書房, pp.46-49.
- Rosen,S.(1974),"Hedonic Prices and Impleit Markets:Product Diffeventiation in Pure Competition",*Journal of Political Economy*,82(1),pp.34-55.