

論文内容の要旨

論文題目 住民合意を考慮した家畜排せつ物処理・利用施策の
提案手法に関する研究

(Study on Policy Planning Method for Consensus Building on Livestock Manure Disposal and Utilization System)

氏名 磐田 朋子

1. 背景と目的

安価な輸入畜産物との価格競争に対抗するため、近年我が国の畜産業では集約化が急速に進んだ。同時に安価な輸入飼料への依存も年々高まっており、飼料自給率（TDN換算）は55%（1965年）から25%（2004年）まで低下した。その結果、集約化により日々大量に発生する家畜排せつ物を肥料として有効利用するための飼料用農地をもたない畜産農家が急増した。家畜排せつ物の主要な需要者である耕種農家においても、近年高齢化が進み、肥料濃度が高く散布時の労働負荷の少ない化学肥料に依存する傾向が強い。以上の背景から、日本の農業における家畜排せつ物の有効利用は進んでおらず、供給過剰問題が深刻化している状況にある。この現状に対処すべく、既に多くの地域で有機農業の奨励や家畜排せつ物処理に対する補助といった地域施策が導入されているが、複雑な農業システムにおいて施策の効果がどれほどであるのかを定量的に把握する手段が確立していないため、施策の効率的な組合せや優先順位が明らかとなっていない。

そこで本研究では、家畜排せつ物処理・利用施策の実施により期待される便益を明らかにし、地域が理想とする将来像に向けて有効な家畜排せつ物処理・利用施策を、定量的な根拠に基づいて提案するための手法の構築を目的とした。定量的な根拠に基づく施策の提案は、効率的な予算活用を可能にするだけでなく、行政と納税者との円滑な合意形成に貢献すると考えられる。本研究ではさらに、提案した手法を用いたケーススタディーを実施した。

2. 「家畜排せつ物対策に対する自治体予算配分最適化モデル」の構築

本研究では、地域（意思決定者）にとって最も好ましい割合で環境・社会便益がもたらされるように、自治体の予算を各家畜排せつ物対策に配分するための手法として、「家畜排せつ物対策に対する自治体予算配分最適化モデル」を構築した（Fig. 1）。

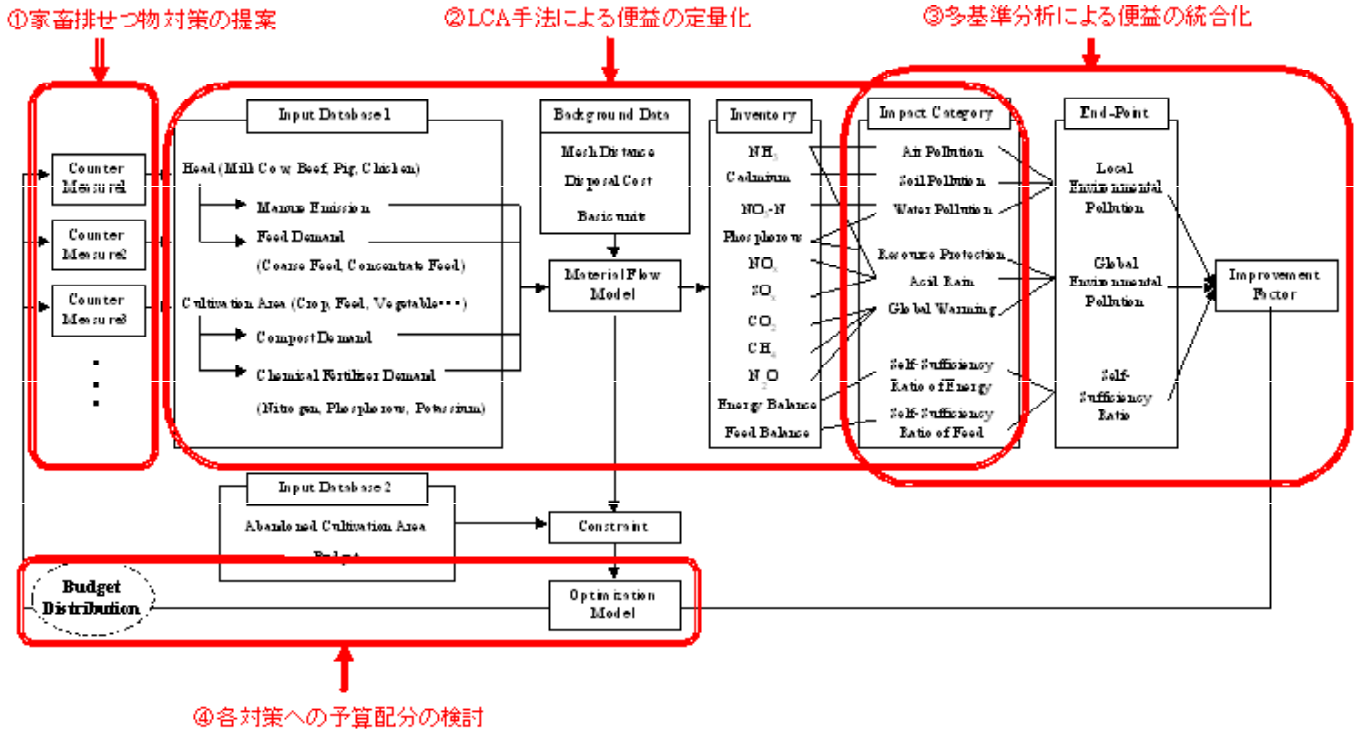


Fig.1 「家畜排せつ物対策に対する自治体予算配分最適化モデル」の構造

2.1 家畜排せつ物対策の提案

家畜排せつ物過剰問題の解決方法を大きく3つに整理し、各解決方法に対応する5つの事業を抽出した (Fig. 2)。

2.2 LCA手法による便益定量化

まず、各家畜排せつ物処理・利用対策案を実施した場合に得られる環境・社会便益項目を、パネル法を用いて抽出した (Fig. 2)。

抽出された各環境・社会便益の大きさは、多様な原因物質排出量あるいは物資消費量で決定される。多様な要因が対象便益項目に影響を与える場合、影響の大きさを代表的な原因物質に換算して指標とする「特性化手法」が一般的に用いられている。しかしながら、全ての環境影響物質に関してその影響の大きさが科学的に明らかとなっているわけではないため、本研究では可能な限り特性化を行うものとし^[1]、特性化が困難な項目は独自に指標を設定した (Fig. 3)。

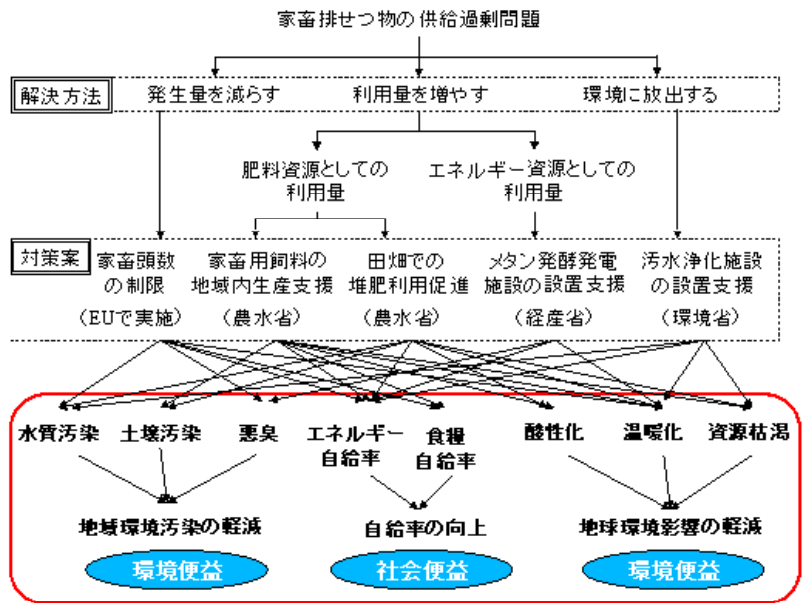


Fig.2 対象とする家畜排せつ物処理・利用対策案

$$\begin{cases}
 \text{(水質汚染指標値)}: (IC_{w-q}) = 0.42 \times (\text{弱酸性窒素溶出量} (NO_3^-+N)) + 3.09 \times (\text{供給過剰リッソ量} (P)) \\
 \text{(土壌汚染指標値)}: (\text{農地へのカドミウム投入量} (Cd)) \\
 \text{(大気汚染指標値)}: (\text{アンモニア排出量} (NH_3)) \\
 \text{(食糧自給率指標値)}: ((\text{家畜飼養頭数減少率} \cdot -1) \times (\text{飼料TDN自給率})) \\
 \text{(エネルギー自給率指標値)}: 1 / (\text{エネルギー購入量} (MJ)) \\
 \text{(温暖化指標値)}: (CO_2-eq) = 1 \times (\text{二酸化炭素排出量} (CO_2)) + 23 \times (\text{メタン排出量} (CH_4)) \\
 \quad + 298 \times (\text{亜酸化窒素排出量} (N_2O)) \\
 \text{(酸性雨指標値)}: (SO_2-eq) = 1.98 \times (\text{アンモニア排出量} (NH_3)) + 0.7 \times (\text{硫酸酸化物排出量} (NO_2)) \\
 \quad + 1 \times (\text{硫酸酸化物排出量} (SO_2)) \\
 \text{(枯渇性資源採取指標値)}: = 1 / (\text{リン酸化有機肥料消費量} (P))
 \end{cases}$$

Fig.3 各環境・社会便益の指標式^[1]

次に、各指標化式において必要となる各原因物質排出量や物資消費量を定量的に算出するために、「物質フロー評価サブモデル」を構築した (Fig. 4)。本モデルに対して、家畜 (乳牛・肉牛・豚・採卵鶏) 飼養頭数分布、作物 (稲・野菜など) 作付面積分布、そして飼料栽培面積の上限値となる耕作放棄地面積分布を入力すると、家畜排せつ物処理技術の選択結果、堆肥輸送経路、そして各環境・社会便益指標値が定量的に算出される。

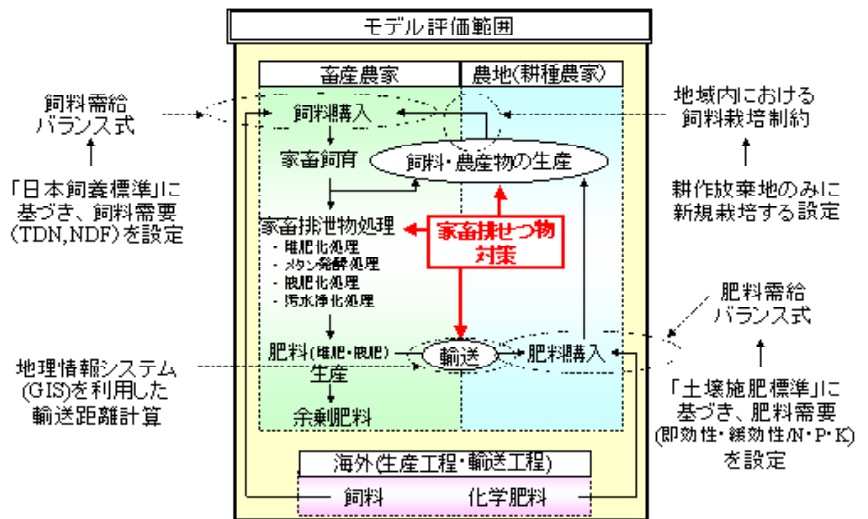


Fig.4 家畜排せつ物対策に伴う環境・社会便益定量化モデルの評価範囲

2.3 多基準分析による便益の統合化

複数の便益に関してその便益の重要度を指標化することで、複数の便益を単一の評価指標に統合する手法に多基準分析手法がある。本研究では、多基準分析手法の中でも特に適用範囲が広い「目標達成法」を用いた。目標達成法は、目標とする便益向上度合いに対する実際の便益向上度合いの割合 (達成度指標) に、各便益に対する意志決定者の重要度合い (重み) を乗じることによって、「総合評価値」と呼ばれる単一評価指標に統合する手法である。

$$\text{総合評価値} = \sum_{i=1}^8 \text{Weight}_i \times \text{Indicator}_i$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Weight}_i = \text{各便益指標の重み (意思決定者にとっての重要度: アンケート調査から算出)} \\ \text{Indicator}_i (\text{達成度指標}) = \frac{(\text{対策実施による便益指標の変化量})_i}{(\text{便益指標の目標値})_i - (\text{便益指標の現状値})_i} \end{array} \right.$$

ただし、 i = 各環境・社会便益の指標値: $i = 1 \sim 8$

2.4 各対策への予算配分の検討

「総合評価値」には住民の意思が反映されているため、総合評価値が最大となるように、地域の家畜排せつ物対策予算を各対策に配分すれば、地域 (意思決定者) にとって最も好ましい割合で環境・社会便益がもたらされると言える。よって、本研究では「家畜排せつ物対策に対する自治体予算配分最適化モデル」の目的関数および制約条件を以下のように設定した。

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{目的関数: Maximize (総合評価値)} \\ \text{制約条件: Budget} \geq \sum_{j=1}^7 \text{BudgetDistribution}_j \end{array} \right.$$

ただし、 $\text{BudgetDistribution}_j$ = 各家畜排せつ物対策の実施コスト
 j = 各家畜排せつ物対策: $j = 1 \sim 5$

「総合評価値」最大化シミュレーションにおける最適化計算には、NUOPTver. 6 ((株) 数理システム) を用いた。

3. 「家畜排せつ物対策に対する自治体予算配分最適化モデル」を用いたケーススタディー

本研究では、日本でも有数の畜産地域であり家畜排せつ物の供給過剰が顕著に見られる群馬県

前橋市を対象地域として、「家畜排せつ物対策に対する自治体予算配分最適化モデル」を用いたケーススタディーを実施した。

3.1 前橋市住民アンケートに基づく「各便益指標の重み」算出結果

前橋市に対するアンケート調査（住民998名を対象、回収率は20.8%）に基づき、各環境・社会便益の重みをAHP（Analytic Hierarchy Process, 階層分析法）を用いて算出した（Fig. 5）。その結果、「食料自給率の向上」と「水質汚染の軽減」の重要度が最も高く、農業地域であり利根川水系水源地である前橋市の地域性を反映した結果が得られたと考えられた。

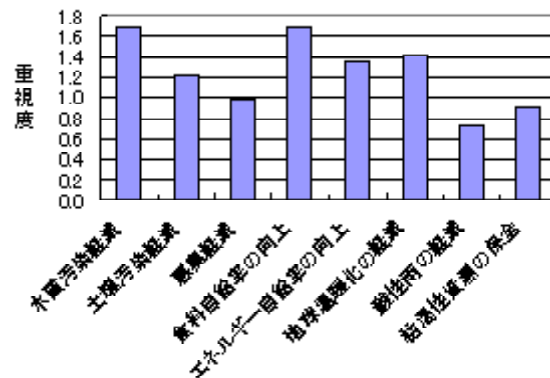


Fig.5 各環境・社会便益の重み(前橋市)

3.2 前橋市における家畜排せつ物対策に対する自治体予算配分最適化結果

総合評価値最大化シミュレーション結果をTable 1に示す。この時の各環境・社会便益向上率をFig. 6に示す。最適配分時には全環境・社会便益項目に関して向上が期待されることが示された。

Table.1 最適予算配分結果

最適予算配分	(万円/y)
頭数削減	2,105
耕畜連携	463
飼料増産	10,918
浄化設置	3,477
メタン設置	0
合計	16,964

3.3 感度分析結果

シミュレーション結果に関して感度分析を行った結果、食糧自給率の向上効果は大きいと酸性化とエネルギー自給率に関しては現状よりも悪化する効果を持つ「家畜用飼料の地域内生産支援策」と、他の対策と比較して食糧自給率指標を除く全ての便益項目に関して大きな向上効果を持つ「家畜頭数削減策」が、組合せられて導入されたことで、全環境・社会便益項目に関して便益が向上したことが示された。

さらに、食糧自給率指標の重みを変化させて感度分析を行ったところ、両対策の組合せには最適解が存在し、食糧自給率指標の重みが他指標の重みの約1.4倍になると総合評価値が最大となることが示された（Fig. 7）。

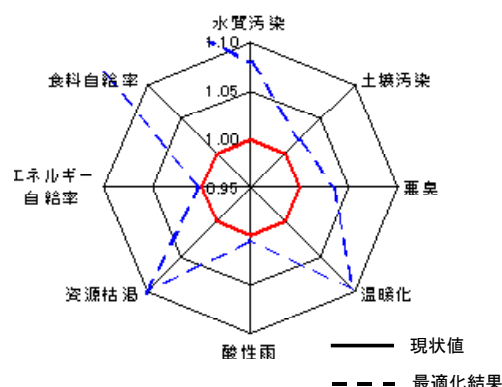


Fig.6 最適予算配分時の各環境・社会

便益現状比向上率

4. 結論

本研究では、理想とする将来像に向けて有効な家畜排せつ物処理・利用施策を定量的な根拠に基づいて提案するための手法として「家畜排せつ物対策に対する自治体予算配分最適化モデル」を構築し、群馬県前橋市を対象としてケーススタディーを行った。その結果、対策の実施により全環境・社会便益項目に関して便益向上が期待されることが示された。さらに感度分析の結果、前橋市における家畜排せつ物対策への予算配分には最適解が存在し、各対策は互いに短所を補うことでより大きな便益を得ていたことが示された。

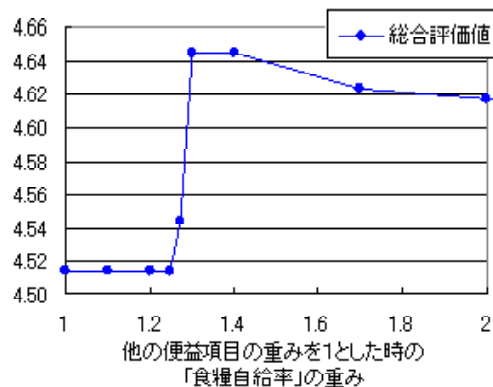


Fig.7 「食料自給率の重み」と総合評価値の関係

5. 参考文献

- [1] CML, 2002, Characterization factors from LCA handbook, CML, Leiden