

窒素フローによる土地利用型畜産の持続性評価

An Evaluation on sustainability of livestock farming incorporating with land-use agriculture referring nitrogen flows

白波瀬 京子*・小林 久**

SHIRAHASE Kyoko and KOBAYASHI Hisashi

1 背景および目的

日本の畜産は、飼料自給率が低く輸入資源に大きく依存する経営が主流となり、それに伴い排出される家畜ふん尿由来の過剰な窒素・リン等は、水域や土壌へ流出・蓄積し環境問題を引き起こす根本的要因と考えられている。このような畜産体系を改善する取り組み・対策として、飼料基盤の強化や品質改善などによる飼料自給率向上が進められている。

しかし、このような取り組み・対策が、資源利用および環境影響に対しどのように有効であるかは、必ずしも明確にされているとはいえない。そこで、本研究では農地を活用して飼料自給率向上に取り組む家畜飼養活動(肉用牛繁殖)を「土地利用型畜産」ととらえ、その農家レベルの飼養に関わる資源/農地利用の実態を調査し、窒素フローを明らかにするとともに、窒素フローに着目して資源利用の観点から家畜飼養システムの持続性を評価する指標開発を試みた。

2 対象地および窒素フロー分析結果

「土地利用型畜産」の対象には、放牧・飼料栽培を伴う『放牧タイプ』と飼料自給率が50%以上となる耕畜複合経営の『飼料栽培タイプ』の家畜飼養を選定とした(小林ら, 2006)。

『放牧タイプ』は現地調査・資料収集により、また『飼料栽培タイプ』は自治体の農家データなどにに基づき、農地利用(飼料栽培・放牧地)、飼養頭数、資源利用(栽培作物・野草・敷料・堆肥・化学肥料の種類・量)などの実態を把握することで、それぞれ農家レベルの家畜飼養に関わる Fig.1 の物質/窒素フローの各項目を推

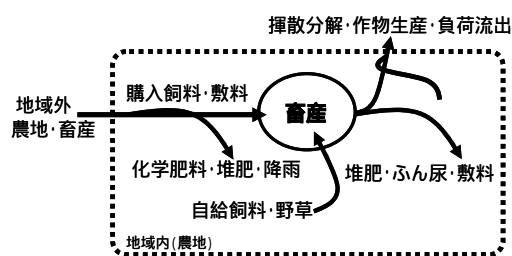


Fig.1 飼養に関わる物質/窒素フロー

Material and Nitrogen Flows in the Cattle Husbandries

計した。

推計した各農家の頭当り飼料自給率(乾物換算)は、両タイプとも60%~90%の範囲が多く、ほぼ同水準の自給率の高い経営と判断された。

推計した『飼料栽培タイプ』の頭当り外部投入窒素量は35.6~236.6(平均64.5)kg-N/頭・年、『放牧タイプ』の26.5~41.3(平均34.0)kg-N/頭・年に比較して大きくなった。このうち、農地への外部窒素投入量は、『放牧タイプ』10.5~23.8(平均17.4)kg-N/頭・年と『飼料栽培タイプ』6.4~221.1(平均48.0)kg-N/頭・年で大きく異なり、『飼料栽培タイプ』は飼料栽培に多くの化学肥料・堆肥を必要とし、野草を利用している『放牧タイプ』に比べ外部からの窒素投入量が多くなると考えられた。

以上のことより、飼料自給率が同水準であっても、異なる飼養形態では飼料調達および資源利用が大きく異なることを、窒素フローの推計・比較に基づき、明らかにすることができた。

3 持続性の評価指標の検討と考察

推計した農家レベルの家畜飼養システムの窒素フローを用いて、自然サイクルおよび人為的関

*茨城大学大学院農学研究科(Graduate School of Agriculture, IBARAKI Univ.)

**茨城大学農学部(School of Agriculture, IBARAKI Univ.)

キーワード: 畜産システム, 放牧, 耕作放棄地, 窒素フロー, 持続性評価

与の程度を比較・分析することで持続性の評価指標の検討を試みた。

本研究では、Emergy 分析 (Odum, 1996) の畜産システム分析の枠組み (Rotolo, G.C. et al., 2007) を援用して、まず資源調達に関わる窒素フローを自然プロセスの再生・循環に関わるもの(「R」)、人為的に生産されたインプット(「P」)と「P」の投入を前提に域内で生産される非再生資源(「NR」)に区分して分析する枠組みを用意し (Fig.2), つぎに「R」に降雨(r), 野草(Pg), 放牧時の養分の農地還元(y)を, 「P」に農地施用の化学肥料・購入堆肥(i), 購入飼料・敷料(j)を, 「NR」に自給飼料(Ps)および作物(Px)をそれぞれ割り当て, Table 1 に示す 3 指標を評価に用いた。

『放牧タイプ』および『飼料栽培タイプ』の「RUI」は, それぞれ 1.9 ~ 2.3, 1.1 ~ 1.8 となり, 『放牧タイプ』が全体を通して高い傾向を示した (Fig.3)。「AUI」は, それぞれ 1.61 ~ 2.34, 15.4 ~ 56.7 で, 『飼料栽培タイプ』の方が明瞭に大きな値となった (Fig.3)。持続的な窒素生産を示す指標とした「SI」は, 『放牧タイプ』0.89 ~ 1.30, 『飼料栽培タイプ』0.02 ~ 0.09 と, 両タイプで大幅に異なった。「AUI」と「SI」の関係は累乗近似 ($y = 2.30 \times x^{-0.836}$) で高い相関 ($R^2 = 0.978$) が得られた (Fig.4)。

「SI」が, システムにおける人為的な介入のより少ない窒素調達割合を表わすと考えられることから, この結果は同水準の飼料自給率である『飼料栽培タイプ』と『放牧タイプ』の資源調達が自然サイクルの利用, 人為の関与において大きく異なることを示していると考えられた。

4 おわりに

畜産システムの資源利用実態を明らかにし, 窒素フローを作成することで, システムの持続性に関する評価を試みた。その結果, 資源調達の自然サイクルへの依存度に関わる持続性の指標に基づく評価を行うことができた。用いた指標は今回対象とした 2 畜産タイプの比較のためには有効であった。今後は, 多様な農業システ

ムでの適用の妥当性について, さらに検討が必要と考えられた。

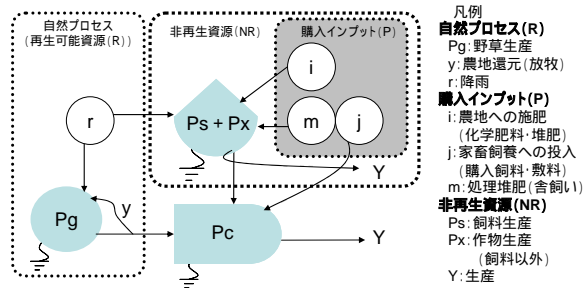


Fig.2 家畜飼養のシステムフロー
System flow of cattle Husbandries

Table 1 評価指標の検討
Calculation of Evaluation Indices

記号	式	指標の意味
RUI	$(R + NR + P) / P$	内部資源利用の度合いを示す指標
AUI	$(NR + P) / R$	システムが人為による窒素調達に依存する程度を示す指標
SI	RUI / AUI	システムを構成する窒素フローのうち持続的な資源再生に関わる窒素フローの割合を表わす指標(窒素の内部調達に対する人為的調達の割合)

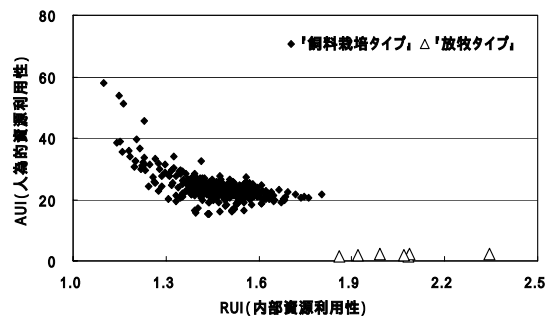


Fig.3 「AUI」と「RUI」の関係
Relationship between AUI and RUI

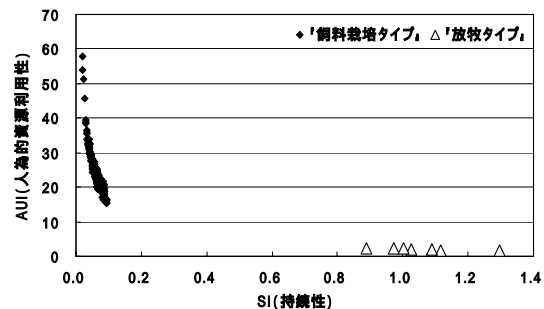


Fig.4 持続性に関する評価指標
Relationship between AUI and SI

【文献】

- 小林久, 柚山義人 (2006): LCA手法を適用したバイオマス資源循環の評価, 農土論集, 241, 13-23.
- Odum, H. T. (1996): Environmental Accounting, WILEY, p.370.
- Rotolo, G.C., Rydberg, T., Lieblein, G., Francis C. (2007): Emergy evaluation of grazing cattle in Argentina's Pampas, Agri., Ecosystems and Environment 119, 383-395.