

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 農 学 )	氏名	瀬戸口 暁
論文題目	わが国の酪農および肉用牛生産技術に対する環境影響評価		
(論文内容の要旨)			
<p>近年、地球環境保全への取り組みが各種産業において重要視されており、特に温室効果ガス (GHG) 排出抑制への関心が高まっている。牛などの反芻家畜はふん尿由来の環境負荷物質に加え、反芻胃から温室効果の高いメタンガスを発生させるため、飼料利用および排せつ物処理の両面から養牛生産由来の環境負荷の低減が強く求められており、生産技術の開発が進められている。以上のことから、本研究では、酪農および肉用牛生産の4種の生産技術に対して、飼料生産からふん尿処理までの生産システム全体のプロセスを考慮するライフサイクルアセスメント (LCA) の手法を用いて環境影響を定量的に評価することを目的とした。本論文は6章から構成されており、各章の概要は以下の通りである。</p> <p>第1章では、本研究の背景と目的について述べている。</p> <p>第2章では、熊本県阿蘇地域における褐毛和種の周年放牧肥育生産に対する環境影響評価を行った。阿蘇草原を有効利用する方策の一つとして放牧適性の高い褐毛和種の周年放牧肥育生産が検討されているが、放牧時の環境への影響が懸念されている。そこで本章では周年放牧肥育生産に対してLCAの手法を用いた環境影響評価を実施した。その結果、慣行の舎飼肥育と比較して放牧肥育では日増体量が減少することに加え、粗飼料が多給されることにより、地球温暖化、酸性化および富栄養化への影響が有意に大きくなった。また草地による炭素隔離を考慮した場合には最大で13%のGHG排出が実質的に削減される可能性があることが示された。一方、経済性については、年間の枝肉売上は舎飼肥育と比べ放牧肥育で有意に減少するものの、年間生産費には有意差は見られなかった。</p> <p>第3章では、亜熱帯に区分される沖縄県石垣地域における、熱帯イネ科牧草主体の草地を用いた集約輪換放牧での褐毛和種周年放牧肥育生産を評価し、前章の結果と比較した。その結果、放牧地管理由来の環境影響が増加するため、地球温暖化および酸性化への影響が前章の放牧肥育よりもさらに増加した。このことから、高い草地生産性を維持するための多量の施肥が周年放牧肥育生産の環境影響量を増加させる原因の一つであることが明らかとなった。また主産物と副産物に対する環境影響量の割当方法の違いによって全体の環境影響評価の結果が大きく変動することが示された。</p> <p>第4章では、アマニ油脂肪酸カルシウム (LS) の添加が肥育生産からのGHG排出量に及ぼす影響を評価した。これまで飼料へのLSの添加によって反芻胃発酵のメタンが低減されることが報告されており、気候変動緩和技術の一つとして期待され</p>			

ている。そこで民間の肥育農場において生産された交雑種去勢牛316頭のデータを元に、LS添加飼料で生産された交雑種肥育牛のGHG排出量の評価を実施した。その結果、LSの添加による日増体量や肉質項目の等級に差は見られず、増体量あたりのGHG排出量に有意な差は見られなかった。一方で、枝肉単価はLSを添加した牛群が有意に高く、総売上あたりのGHG排出量はLSを添加した牛群で減少する傾向が見られた。

第5章では、バイオガスプラントを利用した酪農システムのGHG排出量の評価を実施した。特に、家畜ふん尿をバイオガスプラントによりメタン発酵させた際に生じる消化液を固液分離した後、堆積発酵させた固形分を畜舎の敷料（再生敷料）として再利用する技術に着目して評価を行った。評価の実施に先立ち、家畜ふん尿由来の有機肥料を介した自給飼料生産、家畜生産およびふん尿処理による物質循環のシステムモデルを構築し、農場全体の生産活動をモデル化した。評価の結果、慣行のスラリー利用と比較して、バイオガスプラント利用により搾乳牛のふん尿処理からのメタン排出量が低減されることで、全体のGHG排出量を削減できることが示された。また売電収入と敷料費削減により、バイオガスプラントの建築費を加味しても再生敷料を利用した酪農システムの経済性は向上することが見込まれた。これにより、再生敷料の利用は有益な資源の内部循環を生み出すとともにGHG排出低減策としても有用である可能性が示唆された。さらに、飼料中の粗タンパク質含量を低下させた低タンパク飼料の使用と組み合わせると、再生敷料の生成時に発生する温室効果の高い亜酸化窒素の排出を効果的に削減できる可能性が示された。

最後に第6章では、本論文の総括を記述している。

本論文を通じて、第2章、3章、4章では実際の養牛生産現場で得られた複数頭数の生産データをLCAに取り入れる手法により、また第5章では再生敷料利用という資源循環に対する新たなシステムモデルを構築してLCAに統合することで、それぞれ4種の養牛生産技術に対するGHG削減効果を定量化することができた。今後、各評価法を応用することで、養牛生産におけるさらなる開発技術に対しても環境影響を評価できることが期待される。

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

養牛生産による環境問題は世界各地においても関心の高い問題の一つであり、これまで多くの環境影響の評価が実施されてきた。わが国においては、気候変動緩和技術を含めた養牛生産の技術の開発が進められており、これらの技術に対する環境影響評価が求められている。本論文は、4種の生産技術の環境影響の評価について検討したものである。評価される主な点は以下の通りである。

1. 周年放牧肥育生産およびアマニ油脂肪酸カルシウムを添加した肥育生産では肥育成績の向上に繋がらず環境影響の低減効果も限定的であったことから、環境影響の削減には肥育成績の向上や複数の技術の組み合わせが効果的である可能性を示した。
2. 今までほとんど報告のなかった酪農生産のバイオガスプラントから生産することができる再生敷料に着目し、バイオガスプラントと再生敷料を利用した酪農システムはふん尿処理時のメタン排出低減により温室効果ガス排出量を削減でき、さらに敷料費削減と売電収入により経済的にも利点があることを示した。
3. 本論文において、肉牛肥育生産に対する評価では、生産成績や経済性などの実データと環境影響評価を組み合わせた評価法を検討し、一方、酪農生産に対する評価では、バイオガスプラントと再生敷料を軸とした多分野にまたがる酪農生産システムモデルを新たに構築している。本論文で示されたLCA評価法やシステムモデルは分野横断型の総合的な評価ツールであり、将来的に新たに開発される多様な養牛生産技術に対しても大いに応用可能な手法が提示されたと考えられる。

以上のように本論文は、養牛生産における4種の生産技術の環境影響を明らかにした。本研究は、養牛生産のシステムモデルによる評価方法を提示し、さらに評価した生産技術の利点や欠点を定量的に示すことで、養牛生産の環境問題の解決に向けた方策を示唆したものであり、畜産資源学、草地学、家畜管理学の発展に寄与するところが多い。

よって、本論文は博士(農学)の学位論文として価値あるものと認める。

なお、令和5年1月19日、論文並びにそれに関連した分野にわたり試問した結果、博士(農学)の学位を授与される学力が十分あるものと認めた。

注) 論文内容の要旨、審査の結果の要旨及び学位論文は、本学学術情報リポジトリに掲載し、公表とする。

ただし、特許申請、雑誌掲載等の関係により、要旨を学位授与後即日公表することに支障がある場合は、以下に公表可能とする日付を記入すること。

要旨公開可能日： 年 月 日以降 (学位授与日から3ヶ月以内)