

氏名	おぎのあきふみ 荻野 暁史
学位(専攻分野)	博士(農学)
学位記番号	論農博第2653号
学位授与の日付	平成19年5月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第2項該当
学位論文題目	LIFE CYCLE ASSESSMENT OF JAPANESE ANIMAL PRODUCTION SYSTEMS (日本の家畜生産システムにおけるライフサイクルアセスメント)
論文調査委員	(主査) 教授 廣岡博之 教授 今井裕 教授 久米新一

### 論文内容の要旨

社会における環境に対する意識の高まりから、畜産においても環境問題に対する取り組みが求められている。環境問題を改善するには、環境影響の現状把握および開発された技術の効果確認のため環境影響を評価する手法が必要であるが、畜産においてそのような手法はまだ開発されていない。一方、製品の一生を通して様々な観点から評価する手法であるライフサイクルアセスメント(LCA)が注目されている。そこで本研究においては、畜産においてLCAを用いた評価手法の開発について検討し、各種家畜生産システムの現状における環境影響を評価することを試みた。本論文は以下の8章よりなっている。

第1章では、畜産環境問題の現状およびそれに関する研究、ならびにLCAの歴史と方法論について概説し、本研究の背景と目的を述べた。

第2章では、現在までに報告されている畜産LCAに関する文献をレビューし、それぞれの文献の内容について概説した。

第3章では、まず肉用牛生産における環境影響の基礎となる肥育期間について子牛市場記録および枝肉市場記録を用いて解析し、同時に子牛市場における枝肉形質に関する育種価の表示が肥育期間に及ぼす影響について調べた。2000年における飼養期間および肥育期間の平均値はそれぞれ、852日および608日であった。また、育種価表示開始前後における肥育期間の変化を調べたところ、育種価表示開始直後は育種価の値に応じて肥育期間が調節されていたが、その後は育種価の異なるウシの間で肥育期間の差異は見られなくなっていた。

第4章では、肉用牛生産システムのうち肥育部分についてLCAを用いて環境影響評価を行った。ウシに給与する飼料の生産からふん尿処理までを通して環境影響を評価するモデルを文献値等を用いて構築し、環境影響を算出した。その結果、肥育牛1頭あたりの地球温暖化への影響は5959kg CO<sub>2</sub> eq, 酸性化への影響は58.1kg SO<sub>2</sub> eq, 富栄養化への影響は10.1kg PO<sub>4</sub> eq, エネルギー消費は32.8GJであった。地球温暖化については家畜の消化管から発生するメタンの寄与が最も大きく、飼料生産における二酸化炭素が続いていた。酸性化ではふん尿由来のアンモニアの寄与が大きかった。エネルギー消費では、飼料の生産および輸送がほとんどを占めていた。また、飼養期間の短縮は今回調べた全ての環境影響を低減することが示された。

第5章では、肉用牛繁殖システムについて、LCAを用いて環境影響評価を行った。その結果、子牛1頭あたりの地球温暖化への影響は4550kg CO<sub>2</sub> eq, 酸性化への影響は40.1kg SO<sub>2</sub> eq, 富栄養化への影響は7.0kg PO<sub>4</sub> eq, エネルギー消費は16.1GJであった。各プロセスにおける環境影響への寄与の全体に占める割合および主要な環境負荷物質は、肉用牛肥育と概ね同様の傾向であった。また、分娩間隔の短縮と産子数の増加が環境影響に及ぼす影響を調べたところ、分娩間隔の短縮が環境影響の低減に効果的であることが示された。

第6章では、飼料イネ給与および慣行の酪農システムについて、LCAを用いてその環境への影響を比較した。その結果、飼料イネ給与酪農は慣行酪農と比較して、水田から発生するメタンのため地球温暖化への影響は大きくなるが、酸性化、富

栄養化、エネルギー消費については環境影響が小さくなることが明らかとなった。統合化の結果、飼料イネ給与酪農は全体として1.2%環境影響を低減することが示された。また、慣行酪農の牛乳1kgあたりの、地球温暖化、酸性化、富栄養化への影響ならびにエネルギー消費は、それぞれ972g CO<sub>2</sub> eq, 7.71g SO<sub>2</sub> eq, 1.33g PO<sub>4</sub> eq, 5.76MJであった。

第7章では、食品残さ飼料化の環境影響を調べるため、リキッド飼料化、乾燥飼料化、焼却廃棄して輸入飼料を用いる場合の3つのシナリオについて、LCAを用いて環境影響評価を行い、その結果を比較した。代謝エネルギー量で調整した飼料乾物1kgあたりの温暖化への影響は、3つのシナリオでそれぞれ268, 1073, 1066g CO<sub>2</sub> eqであり、リキッドの温室効果ガス発生量が非常に小さいことが示された。エネルギー消費は温暖化への影響と同様の傾向を示し、またリキッドおよび乾燥による飼料化が焼却と比較して水消費量が小さいことが明らかとなった。

第8章ではこれまでの章の結果を用いて総合考察を行った。本研究において得られた単位量あたりの環境影響と飼養頭数および乳生産量から肉用牛生産ならびに酪農の日本全体の環境影響を算出した。また、システムあるいは個々の技術の両面から、環境影響を低減する方策について検討を行った。さらに、畜産LCAにおけるデータ等の不確実性について考察するとともに、不確実性分析・感度分析を行うプログラムを試作し、不確実性を考慮した評価に向けての検討を行った。最後に、LCAの多面的評価への拡張など今後の課題について考察した。

### 論文審査の結果の要旨

これまでの家畜生産では生産性に重点が置かれていたが、近年畜産においても環境問題が顕在化してきており、今後は生産性と環境保全のバランスを取る必要がある。その改善に向けて、ふん尿処理等環境保全に関する技術開発と同時に、環境影響の現状把握と新規開発技術の効果を調べるため、環境影響評価手法の開発が必要とされている。本論文は、工業や社会システムの分野で研究が先行し有用であると期待されているライフサイクルアセスメント(LCA)を用いて、我が国の畜産における環境影響の現状把握と評価手法の開発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. 肉用牛肥育システムについて、LCAに基づいて飼料生産からふん尿処理までを通した環境影響評価モデルを構築し、環境影響を求めた。分析の結果、肥育牛1頭あたりの環境影響を明らかにし、温暖化への影響ではウシの消化管から発生するメタンが、また酸性化ではふん尿由来のアンモニアが大きく寄与していることを示した。また、飼養期間の短縮が、今回考慮した全ての項目について環境影響の低減につながることを明らかにした。

2. 肉用牛繁殖システムについて、LCAを用いて環境影響評価を行った。分析の結果、子牛1頭あたりの環境影響を明らかにし、各プロセスおよび環境負荷物質排出量の傾向は肉用牛肥育と似通っていることを示した。また、分娩間隔の短縮は環境影響の低減に有効であることを示した。

3. 日本の風土に適した自給飼料であると期待される飼料イネを給与した場合と慣行の二つの酪農システムについてLCAを用いて環境影響評価を行い、結果を比較した。分析の結果、飼料イネ酪農と慣行酪農における環境影響の大小は影響項目によって異なり、統合化の結果、飼料イネ給与酪農は全体として少しではあるが環境影響を低減することを示した。また、牛乳1kgあたりの環境影響を明らかにした。

4. LCAを用いて、リキッドと乾燥の二種類の食品残さ飼料化法と焼却廃棄する場合の環境影響評価を行い、その結果を比較した。分析の結果、地球温暖化への影響およびエネルギー消費についてはリキッド飼料化の環境影響が非常に小さいことを示した。また、両飼料化法の水消費量は、焼却と比較して小さいことを明らかにした。

以上のように、本論文は、LCAを用いて我が国の各種家畜生産システムの現状における環境影響を明らかにし、今後畜産において環境影響評価を行う際の基本モデルを提供するものである。従って、本論文は、家畜生産学、畜産環境学ならびに環境システム工学に寄与するところが大きい。

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、平成19年4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。