

令和元年6月21日現在

機関番号：14301

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2016～2018

課題番号：16K15030

研究課題名(和文) システムアプローチによる持続可能な畜産の近未来予測と実現可能な政策の評価

研究課題名(英文) Vision of the future sustainable animal production and evaluation of realizable policies using systems approach

研究代表者

廣岡 博之 (HIROOKA, hiroyuki)

京都大学・農学研究科・教授

研究者番号：60192720

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,800,000円

研究成果の概要(和文)：畜産は環境負荷の低減と社会受容性の向上が求められている。本研究では、第1に、乳牛、肉牛、豚、ブロイラー、採卵鶏に関する国家レベルのモデルを開発し、シミュレーションの結果、2017年と2030年の窒素の排分量は600千トンと544千トン、牛からのメタン産出量は338千トンと272千トンと予測された。第2に、ライフサイクルアセスメントの結果、放牧肥育は地球温暖化、酸性化、富栄養化の指標が大きく、その理由は大量の化学肥料を牧草地に投与する必要があるからと考えられた。第3に消費者調査の結果、多くの消費者が環境負荷やアニマルウェルフェアに配慮した牛肉に興味を持ち、高い価格で購買してもよいと考えていた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

わが国の畜産は農業生産額で米の約2倍となった(2017年現在)が、環境負荷やアニマルウェルフェア(AW)への配慮などが問題となってきている。本研究では、システムアプローチによる国家レベルの分析を行い、今後、窒素排泄やメタン産生などは緩和されるが、それは家畜頭数の減少によるもので、このままでは畜産全体の衰退を招く恐れのあることを示した。また、AWに配慮した牛肉に対する消費者のニーズについても検討している。

研究成果の概要(英文)：Mitigation of environmental impacts from animal production and improved social acceptability (animal welfare) are grand challenges of recent animal science. First, a deterministic simulation model for dairy cattle, beef cattle, pig, broiler and layer production on national scale was developed to evaluate current production in 2017 and the future production in 2030. Total nitrogen excretions were 600 thousand ton in 2017 and 544 thousand ton in 2030 and total enteric methane emission from cattle were 338 thousand ton in 2017 and 272 thousand ton in 2030. Secondly, the results of life cycle assessment showed that grazing on pasture had larger environmental impact on global warming, acidification and eutrophication than confinement systems due to a large amount of chemical fertilizer application on pasture. Thirdly, the results for consumer preference showed that almost 90% of consumers were interested in and willing to pay for beef with animal welfare or environmentally friendly label.

研究分野：畜産学

キーワード：畜産 環境負荷 アニマルウェルフェア ライフサイクルアセスメント 窒素 メタン 家畜

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

(1) 日本人が乳や肉を食するようになった歴史は新しく、明治期の文明開化以降であるが、畜産物が良質のタンパク質源として日本人の栄養改善に大きく貢献してきたことはまぎれもない事実である。ところが、近年、わが国を含む先進国では牛からのメタン産生や家畜糞尿由来の窒素やリンの環境への負荷が深刻な環境問題となり、また、わが国では家畜飼料の自給率の低下と輸入飼料の高騰によって、家畜生産の存立基盤が揺らいでいる。しかし、食料の安全保障の観点から、わが国の畜産の存続を前提として、持続的な家畜生産をめざすならば、家畜からの糞尿をできる限り堆肥として農地還元し、さらに米の飼料化やエコフィードの利用など新しい国産飼料資源の利活用が不可欠となっている。

(2) 申請者はこれまで長年にわたってシステムアプローチを用いて、個体や農家レベルで家畜生産の生産性の向上や環境負荷の低減に関する研究を行ってきた。しかし、現在の家畜生産が抱える環境問題や飼料自給率の低迷に関する問題を解決するためには国家レベルから畜産業全体のフレームワークの再検討が必要であると考えようになった。国外では近年、欧米において国家レベルで家畜生産由来の環境問題と飼料生産のための農地利用の在り方を提言する研究が行われている。

(3) 以上のような視点から、本研究では乳牛、肉牛、豚、産卵鶏、ブロイラーの5種の家畜種に関して、生時から淘汰・出荷までの飼料摂取量と生産物量および環境負荷量を国家レベルで試算できるモデルを開発し、そのモデルを用いて近未来の2030年における飼料の必要量と畜産由来の環境負荷量を予測するとともに持続可能な畜産を実現するための方策を検討した。

2. 研究の目的

(1) わが国において主要な畜産業である乳牛、肉牛、豚、ブロイラー、採卵鶏の5種の畜種について生時から淘汰・出荷までの生涯にわたる飼料摂取量と生産物量、窒素排泄と牛の消化管メタンなどを予測するモデルを開発し、そのモデルを用いて近未来である2030年における家畜由来の環境負荷量を予測する。

(2) ウシの生産において、人間が利用できない牧草や野草を利用する放牧生産は世界的に重要視されているが、その一方で、慣行の舎飼い生産よりも地球温暖化などの環境負荷を増加させるとする報告もある。そこで、本研究では舎飼いと放牧肥育生産をライフサイクルアセスメント手法によって比較・検討する。

(3) 消費者サイドからの現在の畜産と将来の畜産に対するニーズなどを検討するために、1000人規模のwebアンケートを実施し、家畜由来の環境負荷の低減やアニマルウェルフェアに配慮した畜産物に対する支払い意思額の算出、畜産物消費傾向、今後のニーズについて調査する。

3. 研究の方法

(1) 本研究では、乳牛、肉牛、豚、ブロイラー、採卵鶏の5畜に関して、各畜種の飼養標準やその他国内外のデータに基づいて、飼料摂取量(可消化養分総量TDNや代謝エネルギー、タンパク質摂取量)、畜産物生産(産乳、産卵、出荷体重など)、糞尿由来の窒素排泄量と牛については消化管メタン産生量を予測するためのシミュレーションモデルを開発した。乳牛については、乳生産に供する乳用雌牛は生時から廃用淘汰・出荷までを、生産された子牛については、乳用去勢、交雑種雌雄は育成、肥育、出荷までを対象の生産システムに含むものとした。また、肉牛と豚は繁殖雌畜の生時から廃用淘汰・出荷まで、生産された子畜は哺育、育成、肥育、出荷までを生産システムに含めるものとした。これらのモデルでは、繁殖雌畜の生涯生産性をベースにモデルが組み立てた(図1)。他方、ブロイラーと採卵鶏に関しては、種鶏の数がわずかであるので商用の個体のみを対象とし、個体ベースで生時から出荷までを対象とするモデルを構築した。各畜種に対する給与飼料としては典型的な飼料を想定した。糞尿由来の窒素排泄量は、摂取窒素量(摂取タンパク質量を6.25で除した数値)から成長や生産に必要な窒素量を差し引いて算出し、ウシの消化管メタン産生量は、摂取乾物量の関数として推定した。国家全体での排泄窒素や牛からの消化管メタン産生の総量は、繁殖雌畜ベースあるいは個体ベースで開発されたモデルからの出力量に畜産統計に掲載されている各年次の頭羽数を乗じることによって算出した。

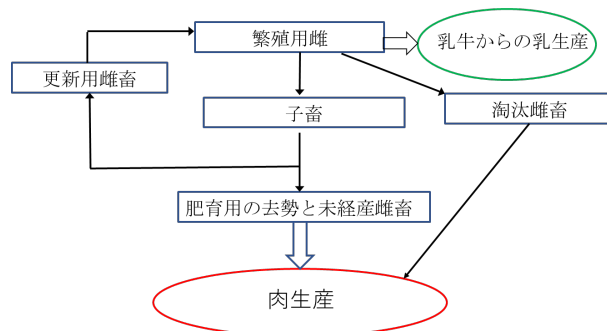


図1 牛と豚に関するモデルの概要。乳牛では乳用去勢と交雑種去勢と雌が肥育用となる

(2) 一般に放牧は環境に良いという印象から世界的に放牧が奨励されているが、環境負荷の観点からはむしろ環境に悪いとする先行研究が多い。そこで本研究では、慣行肥育生産と放牧肥育牛生産を対象にしたデータをもとに、慣行の舎飼い肥育と寒地型牧草と暖地型牧草を用いた放牧肥育における環境負荷量をライフサイクルアセスメント手法によって比較した。

(3) 消費者サイドから現在の畜産と将来の畜産に対するニーズなどを検討することを目的に、大手インターネット調査企業に依頼して、全国の消費者に web アンケート調査を実施し、家畜由来の環境負荷の低減やアニマルウェルフェアに配慮した畜産物に対する支払い意思額の算出、畜産物消費傾向、今後のニーズについて調べた。

4. 研究成果

(1) 代謝エネルギー摂取量は乳牛が最も多く、豚、肉牛、採卵鶏、ブロイラーの順であった。豚の摂取量が肉牛よりも多く推定されたのは、豚は産子数が多く、繁殖サイクルが短いため、年間に換算して比較したからと考えられた。一方、窒素の排泄量は乳牛、肉牛、豚の順であった。また窒素利用率については、ブロイラーが 34.5%と最も高く、肉牛が最も低かった。

国家全体での 2000 年から 2030 年までの全畜種からの窒素排泄量と牛からの消化管メタン産生量は、それぞれ図 2 と図 3 に示すとおりである。窒素排泄量も消化管メタン産生量もそれぞれ年間 4.5 千トン、5.3 千トンずつ減少し、2017 年現在で 600 千トンおよび 338 千トンであったものが、2030 年には 544 千トン、272 千トンに減少することが予測された。その原因としては、鶏を除く家畜の頭数が年次に伴って減少し、特に乳牛の頭数が激減していることがあげられた。この結果は家畜由来の環境負荷の低減という視点からは望ましいことであるが、国産畜産物の減少と畜産業の衰退が起こっていることを意味しており、このことが日本の食料の安全保障を脅かす可能性の高いことは明らかで、国レベルでの早急の対策が望まれるところである。

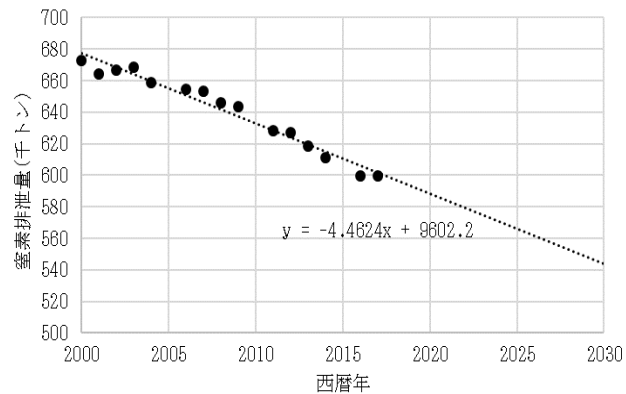


図 2 窒素排泄量の推定値と将来予測

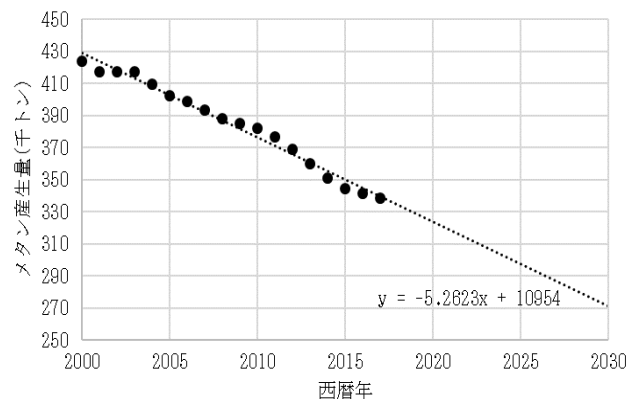


図 3 牛からのメタン産生量の推定値と将来予測

(2) ライフサイクルアセスメントによる舎飼い肥育と放牧肥育の環境評価結果は表 1 に示すとおりである。一般に環境に良いと考えられている放牧は、実際に環境評価すると地球温暖化、酸性化、富栄養化の指標のいずれについても舎飼い生産と比べて劣ることが明らかとなった。この結果から、牧草摂取が濃厚飼料給与よりも消化管メタン産生量が多いことや牧草の生育にはかなりの化学肥料の投入が必要であるデメリットが指摘された。しかしながら、放牧生産の副次的効果として人間が利用できない草資源の有効利用や消費者の放牧牛肉に対する強いニーズがあり、多面的に放牧生産を評価すべきと考えられた。

(3) 消費者へのアンケート調査の結果から消費者の約 90%がアニマルウェルフェアや環境負荷に配慮して生産された牛肉に付加価値を付けて購買してもよいと考えており、特にアニマルウェルフェアを重視する消費者グループは 700 円以上高くそのような牛肉を購買してもよいと考えていることが明らかとなった。また、現在、欧米で議論となっている牛からのメタン産生の問題に対する認知度は、今の日本では低かったものの、そのような情報を知ることによって 52%の消費者が牛肉の消費を減らす可能性を示唆していた。このことから、今後は環境問題やアニマルウェルフェアなどの問題に対しても消費者のニーズを考慮した生産が必要になると推察された。他方、畜産物に代わるタンパク質源として世界的に議論されている昆虫食に対して積極的に試みようとする消費者は、現在のところわずか 1.7%であった。

(4) 以上の結果から、畜産環境問題は家畜の頭羽数の減少によって国全体としては緩和される

方向にあると予想されるが、一方で、わが国の畜産業が確実に衰退の方向に向かっていることが示された。このことはわが国の食料安全保障とも直結する問題であり、また現在の食生活と健康を維持するためには早急な政治的対策が求められていることが明らかとなった。実際、EUでは農業や畜産業に対して手厚い直接保証が実施されており、国際的には見ても、バブル期以降、長く経済的低迷にあえぐわが国においては今後も安価な畜産物を継続して輸入できる保証はなく、将来的な食料の安全保障の立場から早急の対策が望まれるところである。

表 1 慣行舎飼い肥育と放牧肥育の環境指標の比較

環境負荷指標	単位	慣行舎飼い肥育	寒地型牧草肥育	暖地型牧草肥育
エネルギー消費	MJ	20.5	29.0	17.4
地球温暖化	g CO ₂	4937.2	7620.6	7638.0
酸性化	g SO ₂	55.7	88.9	106.8
富栄養化	g PO ₄	51.1	82.4	66.1

瀬戸口ら(2017)を改変

5. 主な発表論文等

[雑誌論文](計5件)

瀬戸口暁、大石風人、熊谷元、今井裕理子、川本康博、広岡博之、亜熱帯地域における褐毛和種去勢牛周年放牧肥育に関する環境影響評価、システム農学、査読有、33巻1号、2017、1-9

https://doi.org/10.14962/jass.33.1_1

広岡博之、システム農学におけるシミュレーションモデルの役割と将来展望、システム農学、査読有、33巻3号、2017、77-84

https://doi.org/10.14962/jass.33.3_77

広岡博之、ブタの繁殖肥育一貫生産に関するシミュレーションモデルの開発、日本畜産学会報、査読有、89巻、2018、415-421

<https://doi.org/10.2508/chikusan.89.415>

Sonoda Y, Oishi K, Chomei Y, Hirooka H, How do human values influence the beef preferences of consumer segments regarding animal welfare and environmentally friendly production? Meat Science, 査読有、Vol. 146, 2018, 75-86.

<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2018.07.030>

広岡博之、これからのシステム農学を考える、システム農学、査読有、34巻4号、2018、95-98

園田裕太、大石風人、熊谷元、広岡博之、アニマルウェルフェアが牛肉の生産性や消費者のニーズに与える影響、日本畜産学会報、査読有、90巻、2019、1-12

<https://doi.org/10.2508/chikusan.90.1>

[学会発表](計9件)

広岡博之、青木義和、森川武司、畜産物のサプライチェーンに関するシステム研究の試み - 近江牛のブランド化を例に -、システム農学会 2016 年春季大会、九州大学西新プラザ、2016 年 5 月

広岡博之、システム農学におけるシミュレーションモデルの重要性、システム農学 2016 年秋季大会、東京大学農学部、2016 年 10 月

園田裕太、大石風人、熊谷元・広岡博之、アニマルウェルフェアおよび環境負荷に関するラベリングへの消費者の嗜好性と人間の価値観との関係、日本畜産学会第 122 回大会、神戸大学、2017 年 3 月

瀬戸口暁、大石風人、広岡博之、包絡分析法を用いた肥育牛に関する評価法の検討、システム農学会 2017 年春季大会、新潟大学五十嵐キャンパス、2017 年 6 月

園田裕太、大石風人、広岡博之、人の価値観とアニマルウェルフェアに対する態度の関連性、システム農学会 2017 年秋季大会、オホーツク文化交流施設、2017 年 10 月

広岡博之、家畜生産における経済性と環境負荷削減の関係を表す指標の検討、システム農学会 2017 年秋季大会、オホーツク文化交流施設、2017 年 10 月

園田裕太、大石風人、広岡博之、消費者の価値観や態度がアニマルウェルフェアや環境に配慮して生産された牛肉の支払意思額に及ぼす影響、第 55 回肉用牛研究会島根大会、出雲市、2017 年 11 月

広岡博之、鈴木啓一、ブタの生涯生産性に関するバイオエコノミックモデルの開発と育種目標形質の経済的価値の推定、日本畜産学会第 124 回大会、東京大学、2018 年 3 月

Hirooka H. and Oishi, K. Estimation of Feed Energy Usage, Nitrogen Excretion and

Enteric Methane Emission of Livestock in Japan -Systems Approach using Simulation Model. Proceedings of the 18th Asian-Australasian Animal Production Congress, The Asian-Australasian Association of Animal Production Societies, Sarawak, Malaysia. August, 2018.

広岡博之、プロイラーと採卵鶏に関するシミュレーションモデルの開発、第 68 回関西畜産学会徳島大会、2018 年 9 月

広岡博之、シミュレーションモデル開発のための注意点、システム農学会 2018 年秋季大会、福山市生涯学習プラザ、2018 年 11 月

6 . 研究組織

(1)連携研究者

研究分担者氏名：大石風人

ローマ字氏名：(OISHI, kazato)

所属研究機関名：京都大学

部局名：農学研究科

職名：助教

研究者番号 (8 桁): 50452280

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。