

## 科学研究費助成事業（科学研究費補助金）研究成果報告書

平成24年 4月 10日現在

機関番号：14301

研究種目：若手研究（B）

研究期間：2008～2011

課題番号：20780192

研究課題名（和文）

自然植生と放牧家畜のダイナミズム：放牧下での家畜の生産性と雑草防除効果の定量化

研究課題名（英文）

Grazing dynamics in natural grassland: quantification of animal productivity and the vegetation control

研究代表者

大石 風人 (OISHI KAZATO)

京都大学・大学院農学研究科・助教

研究者番号：50452280

研究成果の概要（和文）：放牧家畜がどの程度草地を利用するかを検討するための方法を開発することを目的として、放牧家畜のエネルギー消費量（要求量）推定法と家畜生産システムモデルの開発を行なった。その結果、エネルギー消費量推定法に関しては、GPS や地理情報システムを利用した放牧牛の行動を指標とした方法を確立し、また家畜生産システムモデルの開発では、飼料利用を経済的かつ環境的に最適化させるモデルを開発することができた。

研究成果の概要（英文）：Development of the methods for estimating energy expenditure (EE) of grazing animals and modeling animal production systems were performed for the purpose of evaluating the amount of grazing intakes of livestock animals on grasslands. Experimental results suggested that activity data of grazing animals obtained from GPS and GIS data could be an index of estimating EE. In addition, animal production system models were developed to optimize feed utilization of animals economically and environmentally at herd level.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2008年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2009年度	900,000	270,000	1,170,000
2010年度	500,000	150,000	650,000
2011年度	700,000	210,000	910,000
年度			
総計	3,200,000	960,000	4,160,000

研究分野：農学

科研費の分科・細目：畜産学・草地学

キーワード：家畜生産システム

## 1. 研究開始当初の背景

耕作放棄地における家畜の放牧利用は、粗飼料自給率を向上させるだけでなく里山の獣害対策にも効果的とされ環境保全の点でも必要不可欠であり、また未利用資源の有効利用だけでなく雑草防除効果としても期待できる。そのため、放牧生産システムの効率

性を生物学的・経済学的に定量評価することが緊急に対処すべき課題となっている。ここで、放牧生産システムの定量評価を行なうにあたり重要な点は放牧家畜の餌資源の要求量を把握することであり、そのためには放牧家畜のエネルギー消費量を推定することが必要であるが、そのための簡易な方法を開発する必要がある。

## 2. 研究の目的

耕作放棄地を代表とした自然草地における環境保全型放牧生産の定量評価を行なうために、GPS 装着試験等による家畜の実測データから放牧行動圏の推定および放牧中のエネルギー消費量推定法を開発し、また経済的かつ環境的に最適な家畜生産を実施するための家畜生産モデルを構築して、それらを組み合わせて生物経済学的システムモデルを構築し、放牧生産を検討することを目的とした。

## 3. 研究の方法

本研究は以下の2つの軸で行なった。

### (1) 放牧牛の行動圏推定法およびエネルギー消費量推定法の確立

まず、耕作放棄地の放牧牛に対して家畜用GPSを装着し、それを地理情報システムに統合することで、放牧牛の行動圏を推定し、同時にGPSによる位置情報を用いたエネルギー消費量推定法を検討した。また、推定したエネルギー消費量推定法の妥当性を検証するために、バイトカウンターを用いた採食量推定値および心拍測定による生理情報からのエネルギー消費量推定値と、開発した推定法による推定値との比較検討を行なった。

### (2) 飼料利用を環境経済学的に最適にする家畜生産モデルの開発

放牧家畜生産システムモデルを作成するにあたり、基本となる飼料利用を環境経済学的に最適化する家畜生産モデルを開発した。ここで、耕作放棄地における放牧牛は繁殖牛が多いことから、まず繁殖サイクルに重点を置いた繁殖雌牛生産モデルを構築した。また一方で、栄養素要求量を満たし、かつ経済的に低コストで排泄物由来の窒素やリンによる環境負荷を低く抑えるための飼料設計法を開発した。さらにそれらモデルと飼料設計法とを統合し、さらには従来の環境影響評価法であるライフサイクルアセスメントを統合したモデルを構築した。

## 4. 研究成果

### (1) 放牧牛の行動圏推定法およびエネルギー消費量推定法の確立

まず、6種の有蹄動物種の歩行速度 (S) および移動傾斜角度 (G) と酸素消費量との関係を示す文献値より、エネルギー消費量 (Y)

を推定する以下の式を得た。

$$Y=0.940003+0.019505S+0.011312G^2+0.000035S^2G$$

この式は牛を含む6種の有蹄動物種に対して有効であり、放牧家畜にも適用可能である。そのため、京都府綾部市の急傾斜の耕作放棄地における放牧牛に対してGPSおよび地理情報システムを用いて歩行速度および移動傾斜角度を算出し、上記の式を用いてエネルギー消費量を推定した。推定された値は1070~1110 kJ/kg0.75・日で季節を通して一定であり、日本飼養標準(肉用牛)を基に算出した維持に必要な代謝エネルギー要求量468 kJ/kg0.75・日の約2.3倍であった。さらに、同時に放牧牛の行動圏を推定し、エネルギー消費量が季節を通じて一定であるものの、空間的利用パターンは季節により異なることが明らかとなった。

また、作成したエネルギー消費量推定式の妥当性を検討するために、放牧牛の採食パターンをバイトカウンターによって測定し、エネルギー消費量との関係性を調べた結果、歩数の影響を取り除いた補正バイトカウント値と歩行速度と移動傾斜角度との間には一定の傾向は見られなかった。そのため、エネルギー消費量を推定する際には歩行速度および移動傾斜角度のみならず採食頻度も考慮に入れる必要があることが示唆された。

さらに、心拍測定による生理情報からのエネルギー消費量と上記の推定式からの推定量との関係性を検討したところ、採食のみならず温度変化もエネルギー消費量推定の際に考慮する必要があることが明らかとなり、結果として、エネルギー消費量推定式には、歩行速度、移動傾斜角度、気温、採食頻度の4つが主要因として導入される必要があることが示された。なお、歩行速度、移動傾斜角度、採食頻度という行動要因に対しては、現在、加速度センサーによる3軸体加速度を利用する更なる改良法を検討している。

### (2) 飼料利用を環境経済学的に最適にする家畜生産モデルの開発

まず、集団レベルでの家畜生産モデルの経済性を評価するために、畜産学分野ではほとんど用いられていないAnnualized Net Revenueという経済性指標をモデル指標として適用した。繁殖家畜生産では通常、繁殖サイクルの違いにより生産システムの時間軸が異なるため、異なった繁殖サイクルのシステムを同一評価することが困難であるが、この経済性指標はその問題を解決することができる。今回、この指標を用いて作成した家畜生産システムモデルは、国際的な学術誌で

評価されたため、その妥当性が認められ、実際に幾つかの生産システムに適用した際にもその有効性が認められた。

次に、飼料資源を環境経済学的に最適に利用するための方法として、排泄物中の窒素やリンを低減する飼料設計法を開発した。これにより、放牧家畜の補助飼料を検討する際に、どのような補助飼料を給与すれば経済的・環境的に有益であるかを検討することが可能となった。

さらに、作成したモデルに上記の飼料設計法を導入し、また環境影響評価法としてライフサイクルアセスメントを導入したモデルを作成した。これにより、放牧家畜生産のみならず、様々な家畜生産において、環境負荷を低減しつつ経済性を最適にする家畜生産を想定することが可能となった。これらの結果から、(1)で得られたエネルギー消費量推定式をモデルに導入することで経済的・環境的に最適な放牧家畜生産システムを想定することができるため、今後はそれを実際に現場に適用する予定である。

#### 5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計8件)

- ① Oishi, K. and Hirooka, H. Effects of sex control and twinning on economic optimization of culling cows in Japanese Black cow-calf production systems. *Theriogenology* 77: 320-330. 2012. (査読有)  
DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2011.02.015
- ② Oishi, K., Kumagai, H., and Hirooka, H. Application of the modified feed formulation to optimize economic and environmental criteria in beef cattle fattening systems with food by-products. *Animal Feed Science and Technology* 165: 38-50. 2011. (査読有)  
DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2011.02.015
- ③ Oishi, K., Ibi, T., Kahi, A.K., Hirooka, H. Optimal culling strategy in relation to biological and economic efficiency and annualized net revenue in the Japanese Black cow-calf production system. *Journal of Agricultural Science, Cambridge* 149: 783-799. 2011. (査読有)  
DOI: 10.1017/S0021859611000347
- ④ 児嶋朋貴・大石風人・広岡博之. 耕作放棄地に放牧された黒毛和種繁殖雌牛の活動

ーエネルギー消費量と行動圏の推定ー. 畜産技術 2011年3月号; 7-11, 2011 (査読無)

<http://ci.nii.ac.jp/naid/40018728855>

- ⑤ 児嶋朋貴・大石風人・太田典宏・吉岡正行・熊谷元・守屋和幸・広岡博之. GPS および GIS を用いた放牧牛の耕作放棄地における空間的利用パターンとそのエネルギー消費量との関係. *システム農学* 26; 141-149, 2010 (査読有)  
<http://ci.nii.ac.jp/naid/40017338525>
  - ⑥ Nakagawa, Y., Oishi, K., Kojima, T., Ohta, N., Yoshioka, M., Kumagai, H., Moriya, K., Umamura, K. and Hirooka, H. The relationship between energy expenditure and jaw movements of grazing cattle. *Proceedings of the 14th Animal Science Congress, The Asian Australasian Association of Animal Production Societies, Pingtung Taiwan.* 2175-2179. 2010. (査読有)
  - ⑦ 児嶋朋貴・大石風人・太田典宏・吉岡正行・熊谷元・守屋和幸・広岡博之. 佇立時に対する水平および傾斜歩行時のエネルギー消費量比の推定式作成とそれを用いた耕作放棄地放牧牛のエネルギー消費量の推定. *日本畜産学会報* 81; 189-197, 2010 (査読有)  
[http://www.jstage.jst.go.jp/article/hikusan/81/2/81\\_189/\\_article/-char/ja](http://www.jstage.jst.go.jp/article/hikusan/81/2/81_189/_article/-char/ja)
  - ⑧ Kojima, T., Oishi, K., Ohta, N., Yoshioka, M., Yaota, K., Kumagai, H., Moriya, K. and Hirooka, H. The use of GPS and GIS for analyzing attributes affecting the distribution of grazing cattle in forested area. *Proceedings of the 13th Animal Science Congress, The Asian Australasian Association of Animal Production Societies, Hanoi, Vietnam.* pp 562. 2008. (査読有)
- [学会発表] (計7件)
- ① 大石風人・加藤陽平・荻野暁史・広岡博之. 黒毛和種繁殖生産における淘汰産次や設計飼料の違いが経済性および環境負荷量に及ぼす影響. 日本畜産学会第115回大会. 名古屋大学東山キャンパス 2012年3月28日.
  - ② 中川靖浩・大石風人・熊谷元・平野幹典・太田典宏・吉岡正行・深沢弦輝・藤井行典・飛岡久弥・広岡博之. 放牧牛のGPSデータ

研究者番号：

によるエネルギー消費量推定法と心拍数による推定法との比較. システム農学会 2011 年度秋季大会. 広島大学大学院国際協力研究科 2011 年 10 月 23 日.

③児嶋朋貴・大石風人・太田典宏・吉岡正行・熊谷元・守屋和幸・広岡博之. GPS と GIS を用いた放牧牛の耕作放棄地における空間的利用パターンとそのエネルギー消費量との関係. システム農学会 2010 年度春季大会. 畜産草地研究所(那須塩原市) 2010 年 5 月 29 日.

④大石風人・熊谷元・広岡博之. 肉用牛肥育生産におけるエコフィードを活用した最適飼料設計. 日本畜産学会第 112 回大会. 明治大学 2010 年 3 月 29 日.

⑤児嶋朋貴・大石風人・太田典宏・吉岡正行・熊谷元・守屋和幸・広岡博之. GPS と GIS を用いた耕作放棄地放牧牛の移動によるエネルギー消費量推定値と季節変化との関係. システム農学会 2009 年度春季大会. 東京農業大学 2009 年 5 月 30 日.

⑥大石風人・揖斐隆之・熊谷元・広岡博之. 性判別技術や双子生産技術の導入が黒毛和種繁殖生産の経済性に及ぼす影響. 日本畜産学会第 110 回大会. 日本大学生物資源科学部 2009 年 3 月 29 日.

⑦児嶋朋貴・大石風人・太田典宏・吉岡正行・矢尾田清幸・熊谷元・守屋和幸・広岡博之. GPS や GIS を用いた耕作放棄地放牧牛の行動圏に対する要因解析. システム農学会 2008 年度春季大会. 西条市 2008 年 5 月 24 日.

[その他]

ホームページ等

<http://www.animprod.kais.kyoto-u.ac.jp/>

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

大石 風人 (OISHI KAZATO)  
京都大学・大学院農学研究科・助教  
研究者番号：5 0 4 5 2 2 8 0

### (2) 研究分担者

( )

研究者番号：

### (3) 連携研究者

( )