



HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	シミュレーションモデルによる放牧牛の食草移動行動と草地の空間的不均一性動態の予測 [論文内容及び審査の要旨]
Author(s)	多田, 慎吾
Degree Grantor	北海道大学
Degree Name	博士(農学)
Dissertation Number	甲第11387号
Issue Date	2014-03-25
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/55812
Rights(URL)	https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/2.1/jp/
Type	doctoral thesis
File Information	Shingo_Tada_review.pdf, 審査の要旨



学位論文審査の要旨

博士の専攻分野の名称 博　士（農学） 氏名 多　田　慎　吾

審査担当者	主査	教授	近藤 誠司
	副査	教授	小林 泰男
	副査	准教授	田 宏一郎
	副査	特任助教	谷 朋 弘
	副査	教授	森 田 茂 (酪農学園大学)

学 位 論 文 題 名

シミュレーションモデルによる放牧牛の食草移動行動と
草地の空間的不均一性動態の予測

本論文は7章からなり、図 32、表 18、引用文献 68 を含む、総頁数 104 の和文論文であり、別に1編の参考論文が添えられている。

放牧飼養による効率的な家畜生産のためには、食草量を高めることが重要であるが、放牧草地の空間的不均一性が食草量に大きく影響する。草食動物の草地での食草行動とその結果としての草地の空間的不均一性の動態は、社会関係、餌資源の量および空間的分布といった様々な要素が相互に関連し合って構成される複雑系である。この複雑系によって生じる草地の不均一性動態を予測するためには、動物の実際の行動メカニズムを踏まえたシミュレーションモデルが有効と考えられる。本研究では、放牧牛について、1) 食草移動行動に影響を及ぼす要因について明確にし、2) それを基にシミュレーションモデルを構築し、3) このモデルによる食草移動行動および草地の空間的不均一性動態の予測を試みた。得られた結果は次のように要約される。

1) 草高および空間的不均一性の高い草地(H草地)と草高および空間的不均一性の低い草地(L草地)で6頭のホルスタイン種非搾乳牛を放牧し、食草移動行動のFeeding Station(草食動物が前足を動かさずに採食できる範囲;FS)レベルでの解析と移動経路のフラクタル解析を行なった。FS滞在時間はH草地でL草地より長かった。移動経路については1歩より大きなスケールでは草地間でフラクタル次元(経路の歪曲度)に違いはみられなかったが、1歩レベルのスケールでは経路の歪曲度はH草地でL草地より大きかった。これらのことから、ウシは餌資源の量もしくは分布の違いに対して1歩単位での移動行動を調節することで対応できることが明らかとなった。

2) ホルスタイン種非搾乳牛 4 頭からなる牛群を放牧し、食草移動時にみられる先導・追従関係の解析を行なった。解析の結果、他個体が食草を伴わない長距離の移動をしたとき、その個体を追従する頻度が多く、移動が開始するタイミングに他個体の影響があることが示唆された。また、各放牧牛の進行方向は統計的に一致しており、移動の方向にも他個体の影響があることが示唆された。しかし、このような時間的、空間的な影響のいずれにも、群内で有意に高い先導、追従性を示す個体はみられなかった。以上のことから、群内の各個体は他個体の食草移動行動に時間的、空間的に影響するが、どの個体も同程度その影響に寄与しうることが示された。

3) 放牧牛の食草移動行動への草地状態および他個体の影響について検討した結果を基にシミュレーションモデルを構築した。モデル内で草地は1辺の長さが0.5mである六角形セル集合体とし、ウシは単位時間ごとに(1)現在のセルで採食するか否か、(2)採食しない場合どの方向に移動するか、の2つの意思決定プロセスをもつと設定した。これらの条件設定には1)および2)の結果を用いた。これに遺伝的アルゴリズムと呼ばれる最適解探索アルゴリズムを組み合わせ、モデル内で時間当たりの食草量が最大となるような食草移動行動を予測できるようにした。

本モデルを用いて、モデルの予測値と実際に観察された放牧牛の食草移動行動との比較を行った。この結果、モデルは草地状態や放牧頭数の違いに対する実際の放牧牛の食草移動行動調節を再現することができ、構築したシミュレーションモデルは実際の放牧牛の食草移動行動を表現しうると判断した。

4) 構築したモデルを用いて、放牧管理において制御しうる要因である草地状態、放牧頭数および牧区面積の3つの要因がそれぞれ異なる場合の食草移動行動をシミュレートした。その結果、放牧草割当量が同じでも食草移動行動は異なる可能性が示され、空間的不均一性の変化にも影響することが考えられた。さらに、草高の度数分布変化を空間的不均一性の変化とみなし、実際に測定した度数分布と比較することで本モデルの予測における有用性を検証した。その結果、草地状態と個体間追従の両要因を考慮した場合のみ草地の草高の度数分布を予測することができ、空間的不均一性の予測にあたってもこれらの要因を検討することの必要性が示された。

次に、放牧開始から12日経過後までの中期間の草高の度数分布変化予測を、最適行動を計算するモデルを試みた。この結果、最適行動を計算するモデルで食草移動行動および草地の空間的不均一性変化を予測することができ、中長期的な不均一性動態予測を行なうには、モデル内で1日間隔程度での行動の更新が必要であると判断された。

5) 以上を踏まえ、草地状態と他個体の両要因を考慮し、モデル内の1日ごとに最適行動を計算するモデルを用いて、放牧期全体の草高の度数分布変化予測を、草地状態および放牧頭数が異なる3通りの放牧条件について試みた。どの放牧条件においても、モデルにより予測された草高の度数分布変化は2週間ごとに実際に測定した度数分布の変化とよく合致した。

以上のように本研究は、放牧家畜の食草移動経路における草地状態の影響および個体間の先導追従移動のメカニズムをフラクタル解析などの新たな手法によって明確にした。さらに、放牧家畜の生産性を左右する食草量の変動要因である草地の不均一性の動態を、家畜の放牧時の行動を考慮したシミュレーションモデルによって予測可能であることを明らかにした。これらの結果は、これまで解明が困難であった草地と家畜の相互作用について新たな知見を示したものであり、学術面で高く評価される。また、本研究によるシミュレーションモデルによる放牧草地の草量分布の予測は放牧地の管理技術への応用面での貢献度も大きい。

よって審査員一同は、多田 慎吾が博士（農学）の学位を受けるに十分な資格を有するものと認めた。