

博士論文の要旨及び審査結果の要旨

氏 名 中神 弘詞
学 位 博 士 (農 学)
学 位 記 番 号 新大博 (農) 第 32 号
学位授与の日付 平成 29 年 3 月 23 日
学位授与の要件 学位規則第 4 条第 2 項該当
博 士 論 文 名 放牧草地における省力的草量測定方法の開発に関する研究

論文審査委員 主査 教授・高田 良三
副査 教授・山田 宜永
副査 教授・崎尾 均
副査 准教授・板野 志郎
副査 助教・山城 秀昭

博士論文の要旨

放牧地内の草量を測定することは、放牧や草地管理における意思決定の客観化と、それに伴う生産性の向上をもたらす。しかし、放牧地の草量は時間的・空間的に不均質であるために測定が困難で、既存の草量測定法では時間と労力が掛かるため、ほとんどの生産者は規則的な測定を行わずに、草地管理（施肥や草地更新など）や放牧管理（放牧の頭数や転牧のタイミングなど）の判断を経験と勘に頼っている。

そこで本論文では、放牧草地の草量測定作業の省力化のために、草量計の 1 つであるライジングプレートメータ (RPM) による非破壊的な草量測定を前提として、測定に要する 2 つの過程である (i) 検量線の作成と、(ii) 平均値の推定のための測定に着目し、2 つの過程のそれぞれで省力的な手法の開発を試みた。その内容は、第 1 章から第 6 章において以下のようにまとめられている。

第 1 章は、序論として、研究の背景、既往の研究、研究の目的および研究の構成について記述した。

第 2 章では、検量線作成過程における省力化の試みとして、寒地型牧草地における検量線の係数の非対称型の季節変動を考慮した、新たな変化係数型モデルによる検量線を提案した。提案した変化係数型の検量線は、単純な重回帰式として容易にパラメータを推定できるうえ、係数が通年で固定された従来の統合型検量線と比較して、推定精度を大幅に改善することができたため、従来型の簡便さを保ちつつ推定精度を改善できる「折衷案」として用いることができると考えられた。また、当該年次に特異なモデルを作成するのに十分な刈り取りデータが収集できるまでは、前年までのデータを使った年次統合型モデルを代替の検量線として用いることができる可能性が示された。

第 3 章では、第 2 章で提案した変化係数型の検量線を種々の草地や年次におけるデータセットを用いて検証するとともに、草地間および年次間における係数の相違を線形混合効果 (linear mixed effects: LME) モデルを用いて構造的に解析した。全ての草地および年次で、変化係数型の検量線は通年で共通の係数を持つ従来型の検量線よりもモデルの当てはまりが良いことが確認された。しかし、変化係数に草地間や年次間で相違が見られ、そ

の違いに及ぼす草種構成の影響や放牧管理の影響が明らかとなった。また、同一草地での年次間や、優占草種が類似する草地間では係数の変動が比較的小さかったため、これらの条件では LME モデルにより汎用的な検量線が構築できる可能性が示唆された。

第 4 章では、RPM を用いた平均値の推定過程の省力化の試みとして、最大草量と最小草量の平均を補正することによって平均草量を推定する方法を、乱数を用いたシミュレーションを使って考案し、その有用性を実際の放牧条件での無作為抽出法との比較から評価した。本方法は、必要な補正係数も最大・最小草量のみから客観的に導くことが可能であり、必要な労力が少なく（わずか 2 ヶ所の測定のみ）、測定地点が容易に選択でき、どの条件の草地にも適用できる利点がある。牧場などの生産現場での使用を前提とすれば、受け入れられるレベルの推定精度であると考えられた。

第 5 章では、前章で提案した牧区内の平均草量を推定する方法を拡張し、草量の分散を最大草量と最小草量を示す 2 地点の測定値のみを使って推定する方法を考案して、その有効性を検証した。考案した方法による推定値は平均的な正確度は高いものの、精度が低く相対誤差が大きくなるケースが多かった。しかし、圃場調査における推定値と実測値の間に高い相関 ($r = 0.81$) が認められ、草地間や時期間での相対的な比較には利用できると考えられた。

第 6 章では、総合考察として、本論文を通して検討してきた技術を統合した放牧地内草量の簡易推定法について、実際の牧場での利用を想定した技術的な要点や注意点を簡潔にまとめるとともに、より利便性を高めるためのものとして、必要な計算を全て自動で行う Excel シートを作成した。さらに、本技術の実用性と活用の方向性についての考察を行った。

本論文で確立した技術は、その利便性から、日々の管理作業に組み入れることも可能であり、頻繁に草量を調査して記録として残すことで、日々の管理作業の効果の「見える化」として、作業の効率化や最適化をもたらす、放牧における生産性の向上や労働負担の軽減に寄与するとともに、技術継承のための有効な情報となり、放牧の新規参入の促進や、後継者不在による廃業の食い止めの一助となりえる。

審査結果の要旨

本申請論文は、これまで時間と労力を必要とした放牧草地の草量を簡易に高い精度で測定する手法を、理論的な数理統計解析に基づき示した。さらに、本成果の農業従事者の利用を可能とするため、計測値を入力することで、本成果の結果を出力できる計算シートを作成し Web 上で公表している。わが国の肉用牛生産は、繁殖雌牛の飼養戸数が過去 20 年間で一貫して減少しており繁殖基盤が弱体化している。放牧は、飼料の生産や給与、排せつ物の処理などの省力化による労働負担や生産コストの軽減効果や、自給飼料の利用拡大が期待できるため、農林水産省でも施策として放牧の活用が推進されている（農林水産省 2015）。放牧地内の草量をモニタリングすることは、家畜が利用しうる草資源量の把握や、放牧家畜の管理指標の基礎となることから、放牧を行う上で最も重要な作業である。しかしながら、数 ha におよぶ広大な放牧地の草量の計測は管理者に相当量の時間と労力を強いるため、放牧を進める上で大きな障害要因となっていた。

本申請論文の研究成果は、放牧草地の草量計測を革新的に早める技術を提案したもので今後放牧の導入を進めるための貴重な情報となり、さらに数理統計理論に基づく独創的な手法を導入し今後の新たな研究展開を見込める成果であることから、学術的な貢献も大きい。

本研究の内容は、いずれもレフリースシステムの確立された学術雑誌に 5 件掲載されており、学術的価値が非常に高いと評価された。

よって、本論文は博士（農学）の博士論文として十分であると認定した。