

機関番号：15401

研究種目：研究活動スタート支援

研究期間：2009～2010

課題番号：21880030

研究課題名（和文） ハイパースペクトル計測による牧草の品質診断技術の実利用化に向けた基礎研究

研究課題名（英文） Basic research toward the application use of hyperspectral remote sensing for assessing pasture quality status

研究代表者

川村 健介 (KAWAMURA KENSUKE)

広島大学・大学院国際協力研究科・准教授

研究者番号：90523746

研究成果の概要（和文）：

地上ハイパースペクトル計測で得られた可視・近赤外領域の波長情報（400-2350 nm）から、草量と窒素（N）、粗タンパク質（CP）、粗繊維（NDF、ADF）、マメ科率の推定が可能になった。また遺伝的アルゴリズムを応用した波長選択型Partial Least Squares（PLS）回帰によって、これらの牧草パラメータを推定に重要であろうと考えられる波長がそれぞれ得られ、その推定精度も向上した。

研究成果の概要（英文）：

The results indicated that herbage biomass, concentrations of nitrogen (N), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), and legume content in white clover-grass mixtures can be estimated from field hyperspectral measurements. Furthermore, the important wavebands to predict pasture parameters were obtained from waveband selection based on genetic algorithm (GA) using partial least squares (PLS) regression, and GA-PLS refined the predictive ability.

交付決定額

（金額単位：円）

	直接経費	間接経費	合計
2009年度	1,100,000	330,000	1,430,000
2010年度	1,010,000	303,000	1,313,000
年度			
年度			
年度			
総計	2,110,000	633,000	2,743,000

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：草地診断，草地利用，リモートセンシング，放牧管理，精密放牧，PLS回帰分析，遺伝的アルゴリズム

1. 研究開始当初の背景

飼料生産の場としての草地および放牧地において、その保全と持続的利用のためには時々刻々と変化する草資源量と牧草成分を広域的かつ定量的に把握する草地診断技術

の開発が求められる。さらに近年の精密農業において、牧草の収量および品質診断において、高い波長分解能（<10 nm）と多波長連続測定（主に 350-2,500 nm）が可能なハイパースペクトルリモートセンシング技術の有用性が期待されている。しかし、水稲や小

麦などの農作物と比較して、草地および放牧地では、草種の生育時期の違いや家畜の採食・糞尿の排出など実利用に向けて解決すべき問題点が多く残されている。そこで本研究では、ハイパースペクトル計測に基づく牧草の品質診断技術の実利用に向けた基礎研究を実施した。

2. 研究の目的

本研究では、リモートセンシング技術の中でも、高い波長分解能と多波長連続測定が可能なハイパースペクトルセンサーの草地・畜産管理技術への実利用に向けて、特に牧草の品質診断における波長特性の把握と、草量・草質の推定方法の開発を目的とした。

3. 研究の方法

広島大学附属瀬戸内圏フィールド科学教育研究センター西条ステーション内のイタリアンライグラス採草地と北海道農業研究センター内の放牧草地において、携帯型分光放射計 MS-720 による野外ハイパースペクトル計測と、同地点における 1 m × 1 m コドラート枠を使用した地上部刈り取り調査、これら植物体サンプルの化学分析を実施した。

以上で得られたスペクトルデータと牧草データの間で回帰モデルを作成した。回帰分析は、既存研究でも多く利用されている (1) ステップワイズ変数選択による重回帰分析、(2) 全波長を使用した標準の PLS 回帰に加えて、(3) PLS 回帰推定に不要な波長を取り除く Iterative Stepwise Elimination PLS (ISE-PLS) 回帰と (4) 遺伝的アルゴリズム (GA) を応用した GA-PLS による波長選択型 PLS から、牧草パラメータの推定に重要な波長の特定と、推定精度の向上を試みた。

4. 研究成果

本研究課題で得られた主な成果は以下のとおりである。

- (1) ブートストラップを応用した新しい波長選択法を用いた多変量回帰分析により、地上ハイパースペクトル計測で得られた可視・近赤外領域の波長情報 (400-2350 nm) のうち、マメ科とイネ科の飼料成分含量の差異から、マメ科率の推定に重要な波長がそれぞれ得られた。
- (2) 遺伝的アルゴリズムを応用した波長選択型 Partial Least Squares (PLS) 回帰によって、草量と牧草の窒素 (N)、粗タンパク質 (CP)、繊維質 (NDF, ADF) の

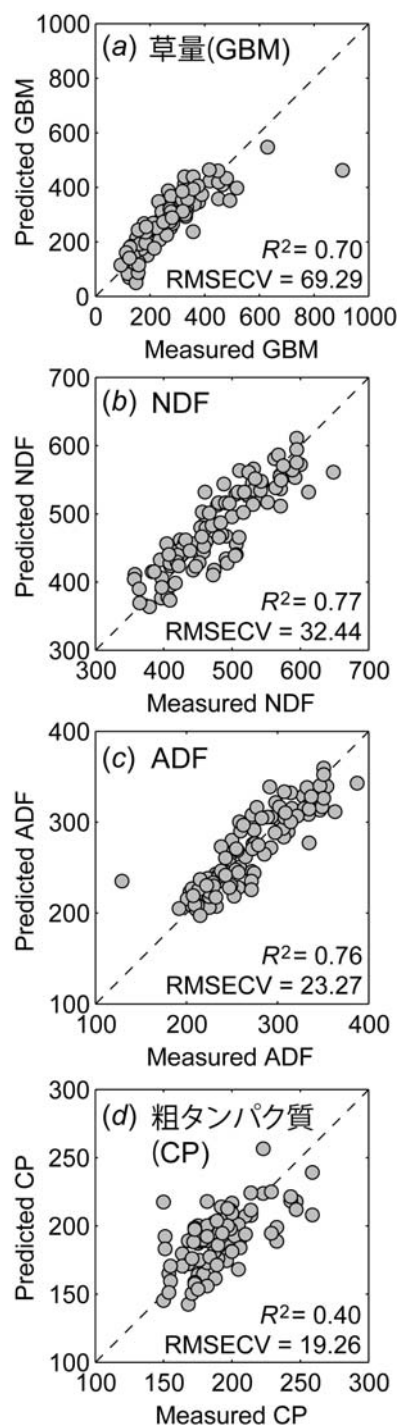


図1. 牧草パラメータの実測値とGA-PLS推定値の関係：
(a) 草量, (b) NDF, (c) ADF,
(d) 粗タンパク質

推定に重要な波長がそれぞれ得られた。また、全課題までの波長選択方法 (ステップワイズ重回帰分析, ISE波長選択型PLS回帰など) で得られた波長を使用した回帰分析による推定方法に比べて、その推定精度も向上した (図1)。

本研究によって、草量に加え、これまで困難とされてきた草質情報の推定に有効なスペクトル情報に関する知見が得られた。これらの成果は、航空機・衛星画像による草量・草質の広域的な推定および草地診断技術への応用に有効な情報になり得ると期待される。

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 7 件)

1. Lee H.J., Kawamura, K., Watanabe, N., Sakanoue, S., Sakuno, Y., Itano, S. and Nakagoshi, N., Estimating the spatial distribution of green herbage biomass and quality by geostatistical analysis with field hyperspectral measurements. *Grassland Science*, 査読有, 2011, 印刷中.
2. Kawamura, K., Watanabe, N., Sakanoue, S., Lee, H-J. and Inoue, Y., Waveband selection using a phased regression with a bootstrap procedure for estimating legume content in a mixed sown pasture. *Grassland Science*, 査読有, 2011, 印刷中.
3. Kawamura, K., Mackay, A.D., Tuohy, M.P., Betteridge, K., Sanches, I.D. and Inoue, Y., Potential for spectral indices to remotely sense phosphorus and potassium content of legume-based pasture as a means of assessing soil phosphorus and potassium fertility status. *International Journal of Remote Sensing*, 32, 査読有, 2011, pp. 103-124.
4. Kawamura, K., Watanabe, N., Sakanoue, S., Lee, H-J., Inoue, Y. and Odagawa, S., Testing genetic algorithm as a tool to select relevant wavebands from field hyperspectral data for estimating pasture mass and quality in a mixed sown pasture using partial least squares regression. *Grassland Science*, 56, 査読有, 2010, pp. 205-216.
5. Watanabe, N., Umemura, K., Sakanoue, S., Kozakai, T. and Kawamura, K., Utilization by cattle of a pasture including aged hilly sections. *Grassland Science*, 56, 査読有, 2010, pp. 160-167.
6. 川村健介, 作野裕司, 田中義和, 黒川勇三, 地上ハイパースペクトル計測による草量と飼料成分の推定—西条ステーション内のイタリアンライグラス採草地における事例—。島大学大学院生物圏科学研究科瀬戸内圏フィールド科学教育研究センター報告, 7, 査読無, 2010, pp. 31-35.
7. Kawamura, K., Betteridge, K., Sanches, I.D., Tuohy, M.P., Costall, D. and Inoue, Y., Field

radiometer with canopy pasture probe as a potential tool to estimate and map pasture biomass and mineral components: a case study in the Lake Taupo catchment, New Zealand. *New Zealand Journal of Agricultural Research* 52, 査読有, 2009, pp. 417-434.

[学会発表] (計 13 件)

1. 溝口 諒, 川村健介, 吉利怜奈, 李 孝鎮, 渡辺也恭, 坂上清一, 黒川勇三, 大規模草地における精密放牧システムの構築 (13) 地上ハイパースペクトル計測に基づく放牧草地の牧草ミネラル成分の推定に有効なモデルと波長情報の検討, 2011 年度日本草地学会, 2011 年 3 月 26-27 日, 宇都宮大学 (栃木県宇都宮市).
2. 川村健介, 渡辺也恭, 坂上清一, 李 孝鎮, 溝口 諒, 吉利怜奈, 大規模草地における精密放牧システムの構築 (14) Interval PLS を用いた緑色部草量の推定に有効な地上ハイパースペクトル計測波長の領域選択, 2011 年度日本草地学会, 2011 年 3 月 26-27 日, 宇都宮大学 (栃木県宇都宮市).
3. 吉利怜奈, 渡辺也恭, 川村健介, 溝口 諒, 李 孝鎮, 坂上清一, 黒川勇三, 大規模草地における精密放牧システムの構築 (15) 加速度センサーと GPS を利用した放牧牛の採食行動の空間分布モニタリング, 2011 年度日本草地学会, 2011 年 3 月 26-27 日, 宇都宮大学 (栃木県宇都宮市).
4. Lee, H-J., Kawamura, K., Watanabe, N., Sakanoue, S. and Nakagoshi, N. "Precision farming system on extensive pasture 16. Estimating spatial and temporal variations of pasture biomass and quality using a hand-held crop measuring device, , 2011 年度日本草地学会, 2011 年 3 月 26-27 日, 宇都宮大学 (栃木県宇都宮市).
5. Lee, H-J., Kawamura, K., Watanabe, N., Sakanoue, S., Sakuno, Y. and Nakagoshi, N., Precision farming system on extensive pasture 17. Estimating pasture biomass from ALOS/AVNIR-2 image with ground-based NDVI light sensor measurements in mixed-sown pasture, Hokkaido, 2011 年度日本草地学会, 2011 年 3 月 26-27 日, 宇都宮大学 (栃木県宇都宮市).
6. Lee, H.J., Kawamura, K., Watanabe, N., Sakanoue, S. and Nakagoshi, N., Hyperspectral canopy reflectance as potential tool to estimate and map pasture biomass and quality in a grazed pasture, Hokkaido, Japan. The 2nd International Conference of Urban Biodiversity and Design (URBIO2010). 2010 年 5 月 18-22 日, 名古屋市.

7. **川村健介**, 渡辺也恭, 坂上清一, 李孝鎮, 小田川真哉, 大規模草地における精密放牧システムの構築 (8) 航空機 CASI ハイパースペクトル画像による草量と草質の面的分布推定, 2010 年度日本草地学会, 2010 年 3 月 26-29 日, 三重大学 (三重県津市).
8. 溝口 諒, 吉利怜奈, 李孝鎮, **川村健介**, 渡辺也恭, 坂上清一 「大規模草地における精密放牧システムの構築 (9) 遺伝的アルゴリズムを用いた波長選択型 PL による草ミネラル成分の推定, 2010 年度日本草地学会, 2010 年 3 月 26-29 日, 三重大学 (三重県津市).
9. Lee, H.J., **Kawamura, K.**, Watanabe, N., Sakanoue, S. and Nakagoshi, N., Precision farming system on extensive pasture 10. Estimating spatial distributions of pasture mass and quality from field hyperspectral measurements with geostatistical analysis, 2010 年度日本草地学会, 2010 年 3 月 26-29 日, 三重大学 (三重県津市).
10. 吉利怜奈, 渡辺也恭, **川村健介**, 溝口 諒, 李孝鎮, 坂上清一, 大規模草地における精密放牧システムの構築 (11) GPS を利用した牛群の空間分布の把握: 2007 年の例, 2010 年度日本草地学会, 2010 年 3 月 26-29 日, 三重大学 (三重県津市).
11. 渡辺也恭, **川村健介**, 坂上清一, 大規模草地における精密放牧システムの構築 (12) 携帯式生育情報測定装置の利用による放牧草の粗タンパク含量の推定, 2010 年度日本草地学会, 2010 年 3 月 26-29 日, 三重大学 (三重県津市).
12. 川村健介, 作野裕司, 田中義和, 黒川勇三, 渡辺也恭, 気球搭載デジタルビデオカメラによる草量と草質の面的評価ーイタリアンライグラス採草地における予備試験ー, 2010 年度日本草地学会, 2010 年 3 月 26-29 日, 三重大学 (三重県津市).
13. Akiyama, T., **Kawamura, K.**, Fukuo, A., Saito, G. and Cheng, Z.Z., Monitoring of desertification using spectral information in Inner Mongolia, China. The 3rd Korea-China-Japan Joint Symposium on Grassland Agriculture and Livestock Production. 10-14 August 2009, Seoul, South Korea.

[図書] (計 2 件)

1. Akiyama, T., **Kawamura, K.**, Fukuo, A., Sakai, T., Chen, Z. and Saito, G. Nova Science Publishers, Inc., Evaluation of Grazing Pressure on Steppe Vegetation by Spectral Measurement. In: Grassland

- Biodiversity: Habitat Types, Ecological Processes and Environmental Impacts (Eds. Johan Runas and Theodor Dahlgren). 2010 年, pp. 201-222. ISBN: 978-1-60876-542-3.
2. 秋山 侃, **川村健介**, 学会出版センター, 第 21 章 中国内モンゴルシリンゴロ草原の衛星モニタリング In: 草地科学シリーズ 2 草地の生態と保全 (編集: 杉山修一, 小林良次), 2010 年, pp. 291-301. ISBN: 978-4-7622-3062-2 C3046

6. 研究組織

(1) 研究代表者

川村 健介 (KAWAMURA KENSUKE)

広島大学・大学院国際協力研究科・准教授
研究者番号: 9 0 5 2 3 7 4 6

(2) 研究分担者

()

研究者番号:

(3) 連携研究者

()

研究者番号: