

空から採草地のマメ科率を調べよう！

(航空機観測ハイパースペクトルデータを用いた採草地のマメ科率区分推定法)

飼料環境グループ 牧野 司

(E-mail: makino-tsukasa@hro.or.jp)

1. 背景・ねらい

酪農業の規模拡大や TMR センターなどの設立にともない草地管理者が管理する草地面積が拡大し、圃場ごとの状態把握が困難になってきています。広域的に圃場ごとの草地の状態を把握する手法としてリモートセンシング技術が期待されていますが、今まで検討されてきたマルチスペクトル(以下 MS)データでは、マメ科率の把握は困難でした。そこで、近年研究が進む新しいセンサであるハイパースペクトル(以下 HS)センサを用いて、広域的に圃場ごとのマメ科率を把握する技術を開発しました。

2. 技術内容と効果

1) 地上観測によるマメ科率推定精度

地上観測で取得した HS データに波長選択型 PLS を適用することで、MS データでは推定困難であったマメ科牧草混生割合を推定することができます(図1)。このとき、遺伝的アルゴリズムを用いた GA-PLS 回帰分析による推定精度は、マメ科牧草被度で $R^2=0.75$ 、 $RMSE=19.5$ (図2)、マメ科牧草乾物重量比で $R^2=0.67$ 、 $RMSE=16.4$ でした。

2) 航空機観測によるマメ科率推定精度

航空機観測で取得した HS データに波長選択型 PLS を適用して、2007年と2008年の根釧農試草地のマメ科牧草被度を推定しました。地上の被度観測サンプル 52-61 点を用いて作成したマメ科牧草被度推定モデルの精度は、2007年で $R^2=0.67$ 、 $RMSE=11$ (図3)、2008年で $R^2=0.57$ 、 $RMSE=22$ でした。

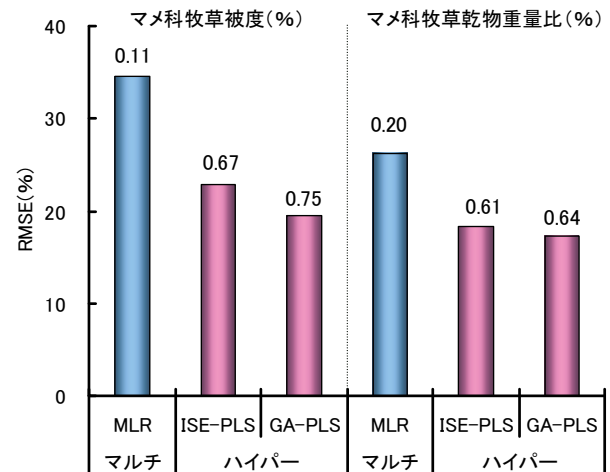


図1 ハイパースペクトルデータとマルチスペクトルデータによるマメ科率推定精度の比較

※棒グラフは推定モデルの RMSE、上部の数字は推定モデルの R^2 を示す。RMSE(平均2乗誤差)は小さいほど、 R^2 は大きいほど推定モデルの精度が高いことを表す。
※ISE-PLS・GA-PLS: 波長選択型 PLS

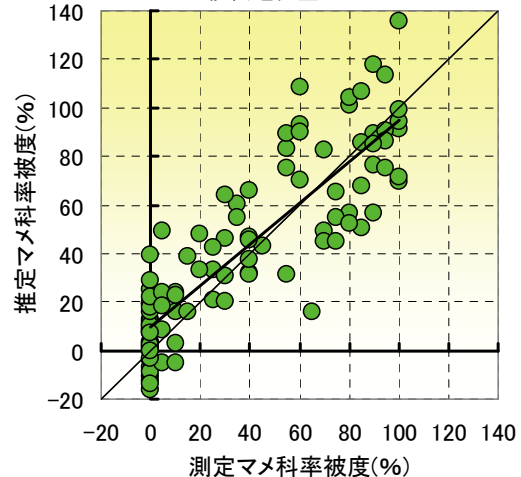


図2 検証用ハイパースペクトルデータによる推定マメ科牧草被度と測定マメ科牧草被度との関係

※RMSE: 平均2乗誤差、Bias: 誤差の平均値、EI: 実用性の判定基準。
A: 0-12.5; 非常に高い、B: 12.6-25.0; 高い、C: 25.1-37.5; やや高い、D: 37.6-50.0; 低い、E: 50.1-; 非常に低い(水野ら 1988)。

3) 航空機観測による圃場のマメ科率区分

作成されたモデルによって 1m^2 単位でマメ科牧草被度を推定し、圃場ごとに平均した値を、地上踏査による北海道施肥標準のマメ科率区分判定結果と比較しました。推定マメ科牧草被度が測定マメ科率区分の一致域・許容域から逸脱し

た採草地は、2007 年では 18 圃場中 4 圃場(正答率 78%)、2008 年では 17 圃場中 9 圃場(同 47%)でした。また、2007 年の推定値は一致域に近い範囲に分布しましたが(図 3)、2008 年では大きくばらつきました(データは省略します)。2008 年の航空機観測によるマメ科率区分の正答率が低い原因として、地上観測データと航空機観測データとの比較から画像自体の質、大気補正の失敗等が考えられました。

以上から、十分な精度のモデルを得るため図 4 のフロー図に従い、地上でマメ科牧草の被度を 50-60 点調査し、航空機観測の HS データに波長選択型 PLS 回帰分析を適用することにより、チモシーを基幹とする採草地の北海道施肥標準におけるマメ科率区分を約 80% の正答率で推定できます。

3. 留意点

- 1) TMR センター等が草地の施肥設計を行うため、リモートセンシング技術によるマメ科率区分図の作成を依頼する航測会社・GIS コンサル会社などを直接の利用者として想定します。
- 2) チモシーを基幹とする採草地における圃場ごとのマメ科率区分を広域的に行うために活用します。
- 3) 解析に用いるモデルの精度は $R^2=0.7$ 以上、RMSE20%以下を目安とします。

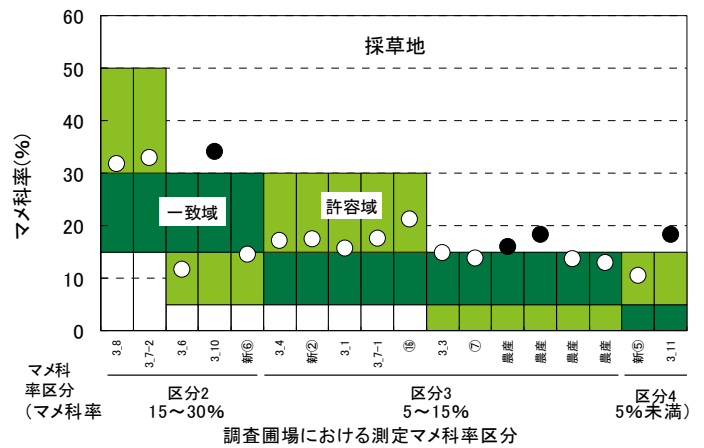


図 3 2007 年観測航空機ハイパースペクトルデータによる推定マメ科牧草被度(圃場平均)と測定マメ科率区分との関係

- ※調査圃場における測定マメ科率区分は、9~10月の目視踏査から1番草におけるマメ科率区分を推定した値である。
- ※棒グラフの一致域は圃場におけるマメ科率区分ごとのマメ科率の範囲を示す。許容域は草地の状況に応じて不一致の方向を加味して設定したマメ科率の範囲を示す。
- ※○、●ハイパースペクトルデータによる推定マメ科牧草被度(圃場平均)を示す。○は正答、●は誤答。
- ※推定マメ科牧草被度(圃場平均)は、航空機観測時(8月時点)の推定値である。
- ※推定に用いたモデルの精度は、 $R^2=0.67$ 、RMSE=11、EI=30.7(rank:C)、選択波長数 21。

- 4) モデルの作成に際しては、マメ科牧草の主体草種が推定対象地域の草地と異ならないように配慮します。
- 5) 航空機観測は5月中下旬に行うことが望ましいです。また、倒伏発生時、有機物施用時および草量が極端に少ない条件(生草収量500g/m²以下)など上空からの撮影に影響のある時期を避けます。
- 6) 財団法人資源・環境観測解析センターが推進している「次世代地球観測衛星利用基盤技術の開発(平成20年度)」で取得されたデータの提供を受け、解析を行いました。

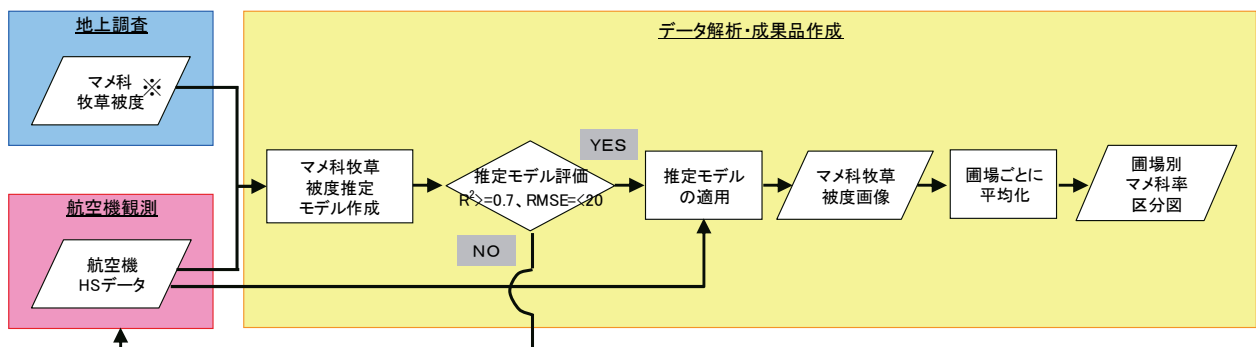


図 4 航空機観測ハイパースペクトルデータを用いた圃場別マメ科率区分図作成のフロー

※1m²程度のマメ科牧草被度を観測エリア内全体から50-60点調査する。被度については0-100%までを偏りなく調査する。