

令和7年度 成績概要書

課題コード（研究区分）： 5103-514152 （一般共同研究）

1. 研究課題名と成果の要約

- 1) 研究成果名：近赤外分析による稲ホールクロップサイレージの飼料成分および粗飼料の水溶性炭水化物含量の推定
（研究課題名：道内粗飼料の近赤外分析サービスの品質管理）
- 2) キーワード：近赤外分光分析、粗飼料、稲ホールクロップサイレージ
- 3) 成果の要約：稲ホールクロップサイレージの主要な飼料成分および牧草サイレージ、とうもろこしサイレージ、乾草の水溶性炭水化物含量を予測する近赤外分光分析用の検量線を開発した。

2. 研究機関名

- 1) 代表試験場・所属・担当者：畜産試験場・畜産研究部・飼料生産技術グループ・研究主任・角谷芳樹
- 2) 分担試験場（協力試験場）：
- 3) 共同研究機関（協力機関）：フォレージテストミーティング

3. 研究期間：令和5～7年度（2023～2025年度）

4. 研究概要

1) 研究の背景

フォレージテストミーティング（FTM）は道内8、道外2の飼料分析機関で構成され、畜産試験場で作成した近赤外分析（NIRS）用の検量線を統一して用いて道内向け粗飼料の成分分析を行っている。これまでに共同研究において実施した分析精度の検証が、検量線開発から検量線移設や、各機関での分析環境（乾燥・粉碎の前処理条件など）のそれぞれの行程で生じる誤差の低減に有効であり、粗飼料分析サービスの品質向上に向けた活動として機能してきた。その活動の中で、稲ホールクロップサイレージの飼料成分および粗飼料の水溶性炭水化物含量を予測する検量線について、作成の要望が生じた。

2) 研究の目的

稲ホールクロップサイレージの飼料成分および粗飼料の水溶性炭水化物含量を予測する NIRS 用検量線を開発する。

5. 研究内容

1) 稲ホールクロップサイレージの飼料成分を予測する NIRS 用検量線の開発（R6～7年度）

- ・ねらい：稲ホールクロップサイレージ（RWCS）の飼料成分値を予測する NIRS 用検量線を開発する。
- ・試験項目等：【試料】道内外から収集された 516 サンプル（道内 47 サンプル）、【項目】水分、粗脂肪（EE）、粗タンパク質（CP）、中性デタージェント不溶性タンパク質（NDICP）、結合性タンパク質（CPb）、中性デタージェント繊維（NDF）、酸性デタージェント繊維（ADF）、酸性デタージェントリグニン（ADL）、RWCS の化学分析値は水分を除いて各分析機関での分析値をサンプルと併せて収集した。【検量線作成】近赤外スペクトルの 1100～2500nm、0.5nm ピッチの波長域について、ノイズ除去・ベースライン補正の前処理を行い、近赤外拡散反射スペクトルから目的成分を予測する回帰分析で検量線を作成した。

2) 粗飼料の水溶性炭水化物含量を予測する NIRS 用検量線の開発（R5～7年度）

- ・ねらい：粗飼料の水溶性炭水化物含量を予測する NIRS 用検量線を開発する。
- ・試験項目等：【草種】牧草サイレージ（GS）、とうもろこしサイレージ（CS）、乾草および低水分牧草サイレージ（HAY）、【試料】道内から収集したサンプル； GS：293 点、CS：329 点、HAY（低水分 GS 含む）：159 点、【項目】水溶性炭水化物（WSC）、化学分析は篠田ら（2016）の方法に従い、抽出時間を 10 分とする改変アンスロン法で実施した。CS は篠田（2018）の方法に従い、脱脂処理を行った後に分析に供した。【検量線作成】1)と同じ。

6. 研究成果

- 1) RWCS の飼料成分 8 項目（水分、EE、CP、NDICP、CPb、NDF、ADF、ADL）の含量を予測する NIRS 用検量線を開発した。EI 値による精度評価の結果、水分は「非常に高い(A)」、CP、NDICP および NDF は「高い(B)」、EE、CPb および ADF は「やや高い(C)」精度であった。一方で、ADL は「低い(D)」であった（表 1）。これらの精度は、同じ検証用サンプル群の飼料成分を GS 用あるいは HAY 用検量線で予測した場合と比較して高かった（データ略）。
- 2) GS、CS および HAY の WSC 含量を予測する NIRS 用検量線を開発した。EI 値による精度評価の結果、GS は「非常に高い(A)」、HAY は「高い(B)」、CS は「やや高い(C)」精度であった。GS はやや過大評価、HAY はやや過小評価する傾向がみられたが、Bias 値はいずれも SEP よりも小さく、NIRS 検量線作成用サンプル群の予測誤差の範囲であった（表 2）。

<具体的データ>

表 1. RWCS の飼料成分値を予測する NIRS 検量線の予測精度

| 項目 ¹⁾ | 検証用サンプル群の化学分析値 | | | | | 検証用サンプル群の予測精度 ³⁾ | | | | | | | |
|------------------|----------------|------|------------------|------|------|-----------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------------------|
| | n | 平均 | SD ²⁾ | 最小 | 最大 | R ² | Bias | Slope | RMSEP | SDP | SEP | EI | 判定 ⁴⁾ |
| 水分 | 175 | 8.4 | 1.5 | 4.2 | 11.7 | 0.95 | 0.02 | 0.94 | 0.34 | 0.34 | 0.35 | 9.3 | A |
| EE | 169 | 1.7 | 0.5 | 0.8 | 3.3 | 0.39 | 0.08 | 0.57 | 0.45 | 0.44 | 0.42 | 35.1 | C |
| CP | 218 | 7.1 | 1.7 | 4.0 | 12.3 | 0.82 | -0.07 | 0.84 | 0.70 | 0.70 | 0.70 | 16.8 | B |
| NDICP | 68 | 2.7 | 0.9 | 1.4 | 5.2 | 0.82 | -0.07 | 0.71 | 0.42 | 0.41 | 0.40 | 21.8 | B |
| CPb | 93 | 1.3 | 0.2 | 0.8 | 1.7 | 0.47 | -0.01 | 0.58 | 0.13 | 0.13 | 0.13 | 30.1 | C |
| NDF | 119 | 56.9 | 7.1 | 39.0 | 69.3 | 0.77 | 0.37 | 0.78 | 3.43 | 3.41 | 3.44 | 22.5 | B |
| ADF | 96 | 33.5 | 4.3 | 22.1 | 43.0 | 0.62 | 0.38 | 0.60 | 2.67 | 2.65 | 2.67 | 25.4 | C |
| ADL | 85 | 3.5 | 0.9 | 1.6 | 5.7 | 0.15 | -0.22 | 0.29 | 0.92 | 0.89 | 0.84 | 44.0 | D |

1) EE：粗脂肪，CP：粗タンパク質，NDICP：中性デタージェント不溶性タンパク質，CPb：結合性タンパク質，

NDF：中性デタージェント繊維，ADF：酸性デタージェント繊維，ADL：酸性デタージェントリグニン

2) 標準偏差，3) R²：寄与率，Bias：予測残差（予測値－測定値）の平均値，Slope：予測値（y）と測定値（x）の傾き，RMSEP：予測誤差，

SDP：予測残差の標準偏差，SEP：予測値（x）と測定値（y）の回帰の標準誤差，EI：200×SDP/分析値のレンジ。

4) EI 値による判定，判定の基準は0.0-12.4：非常に高い（A），12.5-24.9：高い（B），25.0-37.4：やや高い（C），

37.5-49.9：低い（D），50.0-：非常に低い（E）

表 2. 粗飼料の水溶性炭水化物含量を予測する NIRS 検量線の予測精度

| 草種 ¹⁾ | 検証用サンプル群の化学分析値 | | | | | 検証用サンプル群の予測精度 ³⁾ | | | | | | | |
|------------------|----------------|-----|------------------|-----|------|-----------------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------------------|
| | n | 平均 | SD ²⁾ | 最小 | 最大 | R ² | Bias | Slope | RMSEP | SDP | SEP | EI | 判定 ⁴⁾ |
| GS | 191 | 2.1 | 2.1 | 0.4 | 12.1 | 0.91 | 0.28 | 0.92 | 0.29 | 0.55 | 0.63 | 9.3 | A |
| CS | 177 | 9.5 | 2.1 | 5.0 | 15.5 | 0.56 | 0.04 | 0.70 | 0.68 | 1.39 | 1.36 | 26.3 | C |
| HAY | 72 | 7.4 | 2.6 | 0.9 | 13.8 | 0.86 | -0.52 | 0.92 | 0.87 | 1.00 | 1.00 | 15.5 | B |

1) GS：牧草サイレージ，CS：とうもろこしサイレージ，HAY：乾草および低水分牧草サイレージ。

2) 標準偏差，3) R²：寄与率，Bias：予測残差（予測値－測定値）の平均値，Slope：予測値（y）と測定値（x）の傾き，RMSEP：予測誤差，

SDP：予測残差の標準偏差，SEP：予測値（x）と測定値（y）の回帰の標準誤差，EI：200×SDP/分析値のレンジ。

4) EI 値による判定，判定の基準は0.0-12.4：非常に高い（A），12.5-24.9：高い（B），25.0-37.4：やや高い（C），

37.5-49.9：低い（D），50.0-：非常に低い（E）。

7. 成果の活用策

1) 成果の活用面と留意点

- ・開発した NIRS 検量線は、北海道の粗飼料分析機関 10 機関が参画するフォレンジテストミーティング（FTM）に導入される。本検量線を用いた分析値は FTM の粗飼料分析サービスを通じて、個別農家や TMR センターに提供され、飼料設計や給与診断などに活用される。
- ・本成績は近赤外分析機器 NIRS XDS Master Lab Analyzer（メトローム社）を用いて得られた結果である。

2) 残された問題とその対応 なし

8. 研究成果の発表等 なし