

同一キャリブレーションによる異種粗飼料中の繊維性成分推定の可能性

| | |
|-------|-----------------------|
| 誌名 | 福岡県農業総合試験場研究報告. C, 畜産 |
| ISSN | 02863049 |
| 著者 | 梅田, 剛利 棟加登, きみ子 |
| 巻/号 | 13号 |
| 掲載ページ | p. 19-22 |
| 発行年月 | 1994年2月 |

同一キャリブレーションによる異種粗飼料中の 繊維性成分推定の可能性

梅田剛利・棟加登きみ子
(畜産研究所飼料部)

粗飼料10種類の近赤外スペクトルの比較を行い、同一キャリブレーション（検量線）による異種粗飼料の繊維性成分推定の可能性について検討を行った。

イタリアンライグラスサイレージ、エンバクサイレージ、及びアルファルファヘイキューブは繊維成分の吸収特性を持つ波長が多く含まれる2,287nm~2,336nmにおいて、近赤外スペクトルに差異が認められたことから、推定精度が低くなり、供試した10種類の粗飼料すべてを同一キャリブレーションで推定することは困難であった。

イタリアンライグラス乾草、スーダングラス乾草及びローズグラス乾草では、繊維性成分の吸収特性を持つ波長が多く含まれる2,248nm~2,296nmと2,287nm~2,336nmで近赤外スペクトルが類似していた。特に、ローズグラス乾草とスーダングラス乾草の近赤外スペクトルは非常に類似しており、これら2種類に限っては同一キャリブレーションによる繊維性成分の推定精度は高いと考えられた。

[キーワード：近赤外分析，繊維性成分，スペクトル，キャリブレーション]

緒 言

最近、近赤外分析計で近赤外スペクトルを測定することにより、粗飼料の一般成分、各種繊維性成分やその他の栄養成分の推定が行われている。主要な粗飼料については近赤外分析に必要なキャリブレーションが作成されているが、さらに生産現場からは、残された飼料のキャリブレーションの作成が望まれている。

粗飼料はその種類や加工調整法により飼料特性が異なることから、現在のキャリブレーションは各草種別に、また乾草、サイレージ、生草といった調製方法別に作成されている。しかし、キャリブレーションの作成には100~200点の化学分析を行わなければならない、多大な労力と時間を要することが新しいキャリブレーション作成の問題点となっている。このため、数種類の粗飼料の飼料成分を同一のキャリブレーションで推定することができれば、キャリブレーション作成に必要な作業の省力化を図ることができる。

そこで、数種粗飼料の近赤外スペクトルを測定し、その類似性を比較することにより、同一キャリブレーションによる繊維性成分推定の可能性について検討した。

試 験 方 法

福岡県内の農家で1990年から1992年にかけて使用された自給飼料及び流通粗飼料の中から、供試飼料として、イタリアンライグラスサイレージ、エンバクサイレージ、イタリアンライグラスとエンバク混播サイレージ、大麦サイレージ、イタリアンライグラスと大麦混播サイレージ、イタリアンライグラスとライ麦混播サイレージ、イタリアンライグラス乾草、スーダングラス乾草、アルファルファヘイキューブ及びローズグラス乾草の10種類を用いた。

繊維性成分の化学分析による定量は、粗繊維(CF)は一般成分分析法⁴⁾により、酸性デタージェント繊維(ADF)、細胞壁物質(OCW)及びOCWをセルラーゼ処理したときの残差成分(O_b)は阿部らの方法¹⁾により行った。

サンプルはできるだけ成分含量のレンジ幅が広がるように、各供試飼料をそれぞれ5点ずつ選択した。近赤外分析計はニレコ製FQA51-Aを用いた。得られたスペクトル(原スペクトル)には、ギャップ20、セグメント0で2次微分処理を施し、10種類の供試飼料を対象にした同一キャリブレーションの作成を行った。また、各飼料のスペクトルにギャップ4、セグメント4で2次微分処理を施し、その類

似性を比較した。

結果及び考察

各供試飼料の成分レンジをOCWについてみると、供試飼料全体の最小値が34.9%、最大値が82.3%と、比較的レンジ幅の広い母集団が得られた(第1表)。繊維性成分の推定をする場合、繊維性成分を構成するセルロース、ヘミセルロース(ほとんどがキシラン)及びリグニンと帰属性を持つ波長付近を変数とするキャリブレーションを作成することが重要と考えられている³⁾。甘利らは、セルロースは、1,701, 2,105及び2,269nmで、キシランは1,697, 1,721, 2,253, 2,281及び2,321nmで、リグニンは2,133, 2,265及び2,333nmで特異的な吸収があると報告している²⁾。また、水は1,950nmで、蛋白質は2,050と2,110nmで特異的な吸収があるといわれており、この付近の波長を繊維性成分を推定するキャリブレーションに用いると、水分含量及び蛋白質含量の影響を受ける。したがって、繊維性成分の推定には、1,600nm~1,700nm付近と2,200nm~2,300nm付近の波長域が適していると考えられる。そこで、これらの波長域で、繊維性成分含量と相関の高い波長を選択し、キャリブレーションを作成した。

作成したキャリブレーションは、CF、OCW、Ob及びADFである。これらキャリブレーションによる近赤外分析値(以下NIR値と略)と化学分析値(以下LAB値と略)との相関は比較的高く、レンジ幅に対する標準誤差の割合(SEC/レンジ)も10.1~13.7%と比較的精度が高かった(第2表)。このように、キャリブレーションの推定精度は、SEC/レンジ及び相関係数(R)などにより示されるのが一般的である。ところが、この値に示される精度が高くても、ある特定の飼料についてNIR値とLAB値の差が大きくなる場合が考えられる。この場合、この飼料を同一のキャリブレーションで分析することは避けるべきであろう。そこで、各供試飼料各5点ずつのNIR値とLAB値の差の平均を示した(第3表)。キャリブレーションのSECと比べて、NIR値とLAB値との差が比較的大きかったのは、OCWでイタリアンライグラスサイレーズの6.6%(SEC5.7%)、Obでエンバクサイレーズの7.9%(SEC5.6%)、ADFでアルファルファヘイキューブの4.4%(SEC3.4%)などであった。繊維性成分別にみると、NIR値とLAB値との差が比較的大きかったものが、CFとADFに比べOCWとObで多かったことが特徴であった。

第1表 供試飼料のOCW含量

| 供試飼料 | n | 最大 | 最少 | 平均 |
|--------------------|----|------|------|------|
| イタリアンライグラスS | 5 | 64.3 | 46.1 | 45.0 |
| エンバクS | 5 | 70.2 | 39.5 | 54.1 |
| イタリアンライグラスとエンバク混播S | 5 | 72.6 | 64.2 | 68.2 |
| オオムギS | 5 | 62.7 | 49.1 | 55.1 |
| イタリアンライグラスとオオムギ混播S | 5 | 72.1 | 58.5 | 64.8 |
| イタリアンライグラスとライムギ混播S | 5 | 74.3 | 62.5 | 68.7 |
| イタリアンライグラスH | 5 | 82.3 | 44.4 | 60.5 |
| スーダングラスH | 5 | 78.6 | 68.5 | 71.8 |
| アルファルファヘイキューブ | 5 | 57.6 | 34.9 | 45.8 |
| ローズグラスH | 5 | 77.1 | 67.1 | 71.8 |
| 全 体 | 50 | 82.3 | 34.9 | 61.5 |

注) S:サイレーズ, H:乾草

第2表 キャリブレーションの使用波長と推定精度

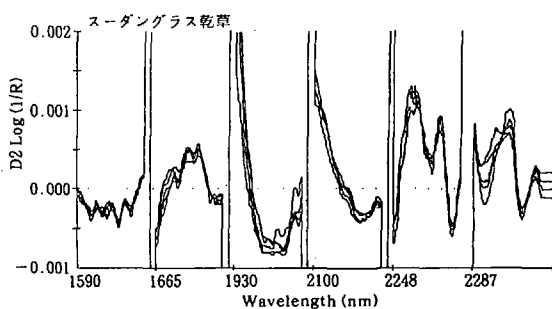
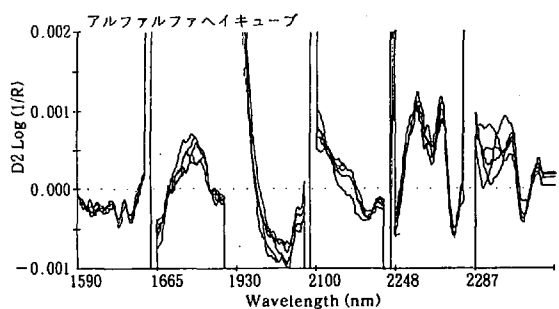
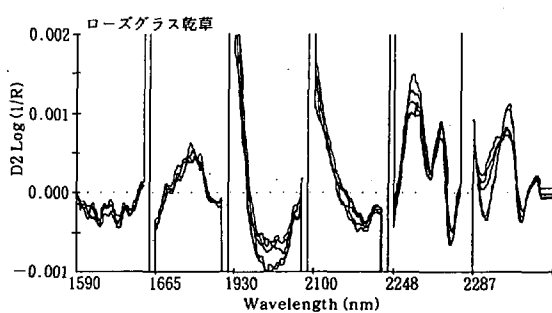
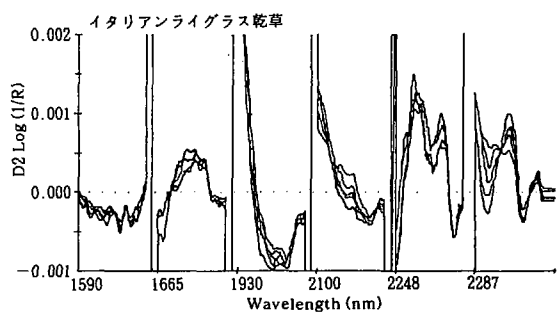
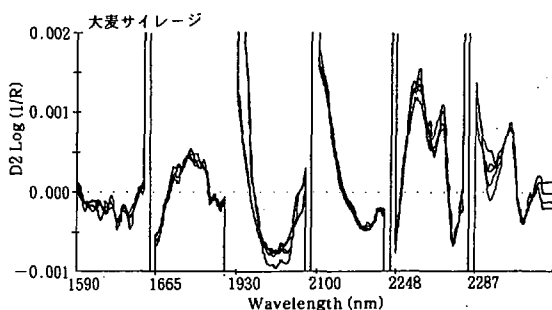
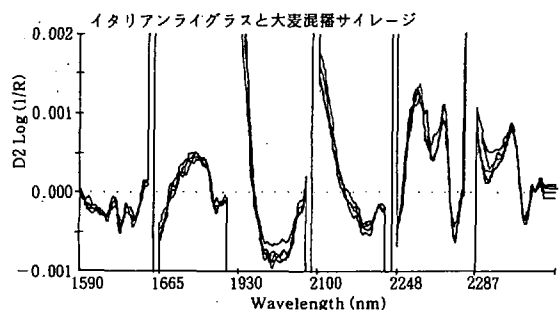
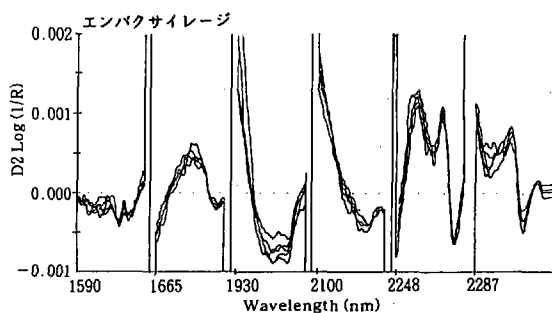
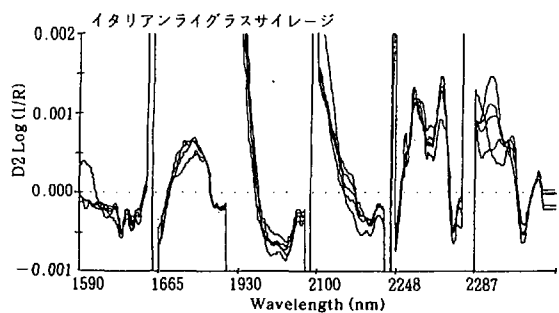
| 成分 | 使用波長(nm) | SEC | R | SEC/レンジ(%) |
|-----|----------------|------|------|------------|
| C F | 2277,1617,1729 | 3.03 | 0.86 | 12.0 |
| OCW | 2313,2272,2296 | 5.73 | 0.87 | 12.1 |
| O b | 2318,2272,1650 | 5.61 | 0.92 | 10.1 |
| ADF | 2277,1616,1729 | 3.43 | 0.86 | 13.7 |

第3表 繊維性成分のNIR値とLAB値の差

| 供試飼料 | CF | OCW | Ob | ADF |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|
| イタリアンライグラスS | 2.0 | 6.6 | 3.2 | 1.4 |
| エンバクS | 3.0 | 5.8 | 7.9 | 2.8 |
| イタリアンライグラスとエンバク混播S | 2.3 | 5.8 | 6.3 | 2.5 |
| オオムギS | 1.1 | 3.3 | 1.5 | 1.6 |
| イタリアンライグラスとオオムギ混播S | 1.9 | 2.0 | 2.5 | 1.5 |
| イタリアンライグラスとライムギ混播S | 3.4 | 4.7 | 5.6 | 3.5 |
| イタリアンライグラスH | 2.1 | 1.9 | 2.2 | 1.0 |
| スーダングラスH | 0.8 | 2.4 | 6.0 | 2.9 |
| アルファルファヘイキューブ | 1.7 | 6.0 | 5.3 | 4.4 |
| ローズグラスH | 2.3 | 2.6 | 2.5 | 1.6 |
| キャリブレーションのSEC | 3.0 | 5.7 | 5.6 | 3.4 |

したがって、同一のキャリブレーションを用いて複数の飼料の飼料成分を推定する場合、従来的ように対象とする母集団と相関の高い波長を変数として選択するだけでは、問題があると考えられる。

そこで、同一キャリブレーションで推定可能な飼料を検討するため、各供試飼料の2次微分スペクトルの類似性について検討した。



供試飼料のうち、イタリアンライグラスサイレージ、エンバクサイレージ及びアルファルファヘイキューブでは2,287nm～2,336nm付近で、供試した同一飼料の5点のサンプル間で近赤外スペクトルに差異が認められた(第1図)。

イタリアンライグラス乾草、スーダングラス乾草及びローズグラス乾草では、2,287nm～2,366nm付

近で、同一サンプル間に吸収波長の差異は認められず、非常に類似していた(第1図)。

10種類の供試飼料を用いて1つのキャリブレーションを作成したとき、CFとADFは、繊維性成分と帰属性の高い波長域のうちで、最も成分含量との相関が高かった2,277nmをキャリブレーションの第1波長として選択しており、OCWとObでは、同様に2,

313nmと2,318nmを選択している(第2表)。供試飼料ごとのNIR値とLAB値の差が、比較的大きなものが、OCWとObとで多かったことは、第1波長で2,310nm付近を選択していることと関連があると思われる。すなわち、2,310nm付近は、キシランとリグニンと帰属性を持つ波長域であり、10種類の飼料を全体として、OCWとObとの相関が高いところであるが、イタリアンライグラスサイレージ、エンパクサイレージ及びアルファルファヘイキューブでは同一飼料の各々5種類のサンプル間で、2,310nm付近の2次微分スペクトルが異なるため、特定の供試飼料について、特定の飼料成分の精度が低くなったものと考えられる。

イタリアンライグラス乾草、スーダングラス乾草及びローズグラス乾草では、同一飼料の各々5種類のサンプル間で2,310nm付近の2次微分スペクトルが類似しており、この付近の波長を用いた同一のキャリブレーションで分析しても、ある特定の供試飼料の飼料成分の推定精度は低くならないと思われる。また、これら3種類の供試飼料について、繊維性成分の吸収特性を持つ波長を多く含む2,248nm~2,29

6nmと2,287nm~2,336nmで、供試飼料間の2次微分スペクトルが類似していた(第1図)。特に、スーダングラス乾草とローズグラス乾草では、非常によく類似していたことから、繊維性成分を推定する同一のキャリブレーションをスーダングラス乾草とローズグラス乾草の2種類に限って行えば、高い推定精度が期待できると考えられた。

引用文献

- 1) 阿部 亮・堀井 聡：細胞膜物質の定量における中性デタージェント法と酵素分析法との比較，日草誌，25，70-75，1979
- 2) 甘利雅弘・阿部 亮・河野澄夫・趙夾光：近赤外スペクトルにおける粗飼料中の繊維性成分の吸収特性畜産試験場研究報告51，17-27，1991
- 3) 甘利雅弘：粗飼料中の各種成分の近赤外スペクトル，第8回非破壊計測シンポジウム講演要旨集，43-47，1992
- 4) 森本 宏監修：動物栄養試験法，280-297，養賢堂，東京，1971

Comparison of Near Infrared Reflectance Spectroscopy of 10 Kinds Forages and Near Infrared Reflectance Spectroscopic Analysis Accuracy of Fibrous Constituents by the Same Calibration

UMEDA Taketoshi and Kimiko MUNEKADO

Summary

It was compared the near-infrared reflectance spectroscopic wave form of 10 kinds forages. these forages were Italian ryegrass silage, Ort whole crop silage, Italian ryegrass and Ort whole crop silage, Italian ryegrass and Rye whole crop silage, Italian ryegrass hay, Sudangrass hay, Lucerne hay cube and Rhodes grass hay.

- (1) Difference spectra were observed in the region of 2,278nm to 2,349nm of Italian ryegrass silage, Ort whole crop silage and Lucerne hay cube.
- (2) It was made that the calibrations of analyzing for fibrous constituents by near-infrared reflectance spectroscopic analyzer to use 10 kinds forages. But, these calibrations were inaccurate. The reason was Difference spectra were observed in the region of 2,278nm to 2,349nm of Italian ryegrass silage, Ort whole crop silage and Lucerne hay cube.
- (3) Resemblance spectra were observed in the region of 2,248nm to 2,296nm and 2,287nm to 2,336nm between the spectrum of Sudangrass hay and Rhodes grass hay. It was suggested that high possibility of near infrared reflectance spectroscopic analyzing fibrous constituents in the only two forages by same calibration.

[Key words: near infrared reflectance spectroscopic analysis, fibrous constituents, spectra, calibration]

Bull. Fukuoka Agric. Res. Cent. C-13:19~22(1994)