

近赤外分光法とは

近赤外分光光度計を用いることにより、魚の脂肪量などを非破壊で測定することができるようになります。

一般的に化学分析に用いられるような分光光度計では、液体試料に対して標準物質を用いて検量線を作成し、その後に未知試料を測定します。近赤外分光法では、多くの場合、検量線は事前に作成しておき外部接続したパソコンや内部のマイクロコンピューターのメモリーに保存されます。そして、未知試料測定後にそれを参照して計算を行い、本体液晶や外部ディスプレーに計算結果を表示させています。したがって、通常の測定つまり未知試料の測定にあたっては、検量線作成時の測定条件を再現することが必要になります。この条件とは、測定試料や内部センサーの温度、光条件、測定試料の形状などさまざまなものがあります。

そこで、近赤外分光測定では、どのように未知試料の測定時にこの条件に近づけるか、または検量線を作成する際に許容範囲の広い条件を持つ検量線を作成するかがポイントとなります。フィールドや実際の作業現場での測定を想定する場合は、誤差の許容範囲を考慮した後者の測定が求められます。

食品中の特定成分や複合成分(例えば食品中の水分、タンパク質、油分など)の測定を対象とした検量線を作成する場合、標準試料とその他の成分を意図的に混合した試料を標準的な食品(標準物質)として準備する必要があります。しかし、実際には成分を調整した試料を用いて検量線を作成することが困難な場合が多いと考えられます。そこで近赤外分光法では、検量線作成のために成分含量の異なる通常の製品を収集して、それを標準物質とするためにスペクトル測定と化学分析などを行い、その後重回帰分析等により検量線を作成したものが、いわゆる標準物質を用いた検量線の代替になります。

近赤外測定法では大きく分けて2種類の測定方法があります。一つは通常の分光測定法であり、分光光度計では透明セルを用いて光を透過させる「透過測定法」であり一般的な測定方法です。もう一つの方法は、光を試料に反射させてその反射光を測定する「反射測定法」です。ミカンやリンゴなどでは大型の光源(ハロゲンランプ)を使用すると、果実中を光が透過して透過光で測定することができます。しかし、小型のランプを用いる場合や、試料の色が濃いなど光が透過しにくい条件の時には透過測定法は困難です。そのため、多様な形状の試料を非破壊で、あるがままの状態で測定する場合は、反射測定法が効果的です。この場合は、直接、光を試料中に投影して、できるだけ内部の情報が反射してセンサーへ戻るような仕組みを構成しなければなりません。

近赤外分光光度計では、検量線の作成は通常の分光光度計と大きく異なります。近赤外分光光度計では、ほとんどの場合、所定の波長範囲を走査(スキャン)することにより一回の測定で多量の光学データが得られます。これに比べて、分光光度計ではスキャンこそ可能ですが、一般的には特定の固定波長での測定が原則となります。つまり、近赤外分光光度計では多量のデータをもとに重回帰分析による検量線の作成が可能となります。これが、複雑な条件のもとで対照となる成分を精度良く測定できる理由のひとつです。

近赤外測定法の特徴の一つにスペクトル処理が挙げられます。ほとんどの場合、分光器はコンピュー

ターと接続されていますので、得られた連続スペクトルを一定の規則で変換した後に、得られたデータを計算に用いることが可能です。代表的なスペクトル処理には、スムージング、2次微分処理、センタリングなどがあります。特に2次微分処理では、通常のスキャンデータである吸光度などではベースラインが著しく不安定であるのに対して、ベースラインの安定化に絶大な効果が現れます。これは、検量線作成などの重回帰分析を2次微分スペクトル処理後のデータで作成し、未知試料測定後のスペクトルも直ちに2次微分処理して検量線から目的となる成分の計算を行います。このホームページに紹介された測定器も魚体の上から反射スペクトルを測定することにより、魚の脂肪を迅速に推定することが可能になります。

分光器ユニット

このホームページで紹介している小型測定器では、(株)浜松ホトニクスが製造販売している分光器ユニットを使用しています。分光器には CMOS リニアイメージセンサーが搭載されており、小型測定器として迅速な測定を可能にします。1回のスキャン時間は数 ms ときわめて短いですが、実際にユーザーが測定する場合は、測定対照となる魚の形態により、MOS への積算時間(カメラの露光時間と同じ)や繰り返し測定回数等が調整されるため、さらに長くなります。一般的には1~4 秒を要すると考えてください。なお、分光器ユニットの型式や仕様は、製品案内に示される型番から(株)浜松ホトニクスのホームページから pdf の説明書を参照できます。

ユーザーのカスタマイズ

本測定器は、AD コンバータにより変換された 12 ビットデータを RS232 トランシーバから吐き出します。最初の 256 個がサンプルダークデータ、次の 256 個がサンプルデータとなります。ユーザーはこれら 256 チャンネル分の 12 ビットデータをパソコン等で受信して、観察及び自由に計算することができます。受信するためには付属のソフトまたは、一般的なターミナルソフトで実現できます。しかし、本体内のマイコンのコードは所定のスペクトル変換のみを実施しますので、本体の小型液晶に計算結果を表示させるためには、コードに書かれたルールに従って検量線を作成する必要があります。なお、受信するためには、RS232c と USB を変換するコネクタが別途必要となります。

環境設定変数は本体内の EEPROM に保存され、ユーザーの読み書きが可能です。これを実現するためには、Microchip 社のプログラマが必要となり、また書き込むために本体カバーをあける必要が生じます。代表的な環境変数は次のとおりです。White dark、White、積算時間、検量線用定数項、256 個の検量線変数の係数(PLS 可能)、sleep モードへ入るまでの時間、魚種名の液晶表示(カタカナ)、RS232 転送モード(12 ビットデータ、2 次微分データ、転送なし)

本測定器は自動再測定モードがあります。256 チャンネルのいずれかのチャンネルが 12 ビット測定データの最大値が設定値(変更可)に達したら、環境変数にて設定された積算時間の半分の時間で再測定します。これに関連して、再測定したにもかかわらず 12 ビット測定値の最大値が設定値を超えた情報、または、最大値が 1000 カウント(変更不可)に満たない情報が本体の液晶にキャラクター表示されます。