

農業と農学におけるクロロフィル含有量計の使用

CL-01 ユーザー ガイド



農業と農学におけるクロロフィル含有量計の使用

CL-01 ユーザー ガイド

本ガイドの紹介

このHansatechアプリケーションノートでは、場所特有の窒素管理ツールとしてのクロロフィル含有量(chlorophyll content、以下CCと表記)メーターの読み取りの実際的な応用について説明します。

説明内容:

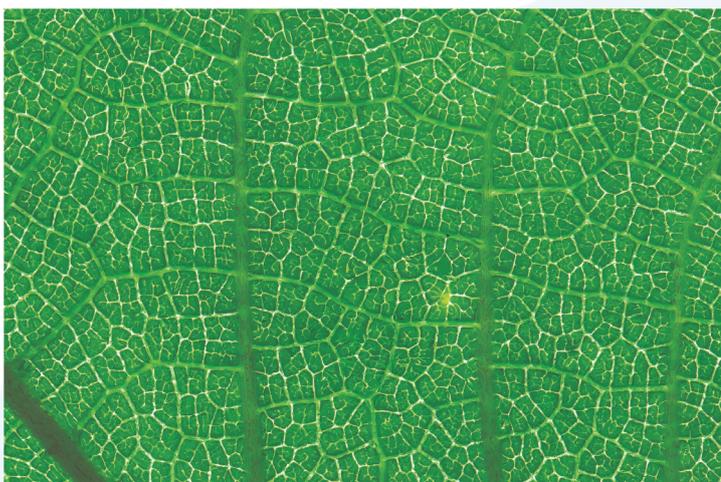
1. クロロフィル含有量と窒素の状態の関係
2. クロロフィル含有量計の仕組みと測定対象
3. この情報を活用して窒素施用量を管理する方法



このガイドは、公開された科学文献やその他の業界ベースの研究に基づいています。作物管理、特に窒素管理の計画に携帯型クロロフィル含有量計 (Handheld Chlorophyll Content Meter、以下HCCMと表記)) を使用する際に関連する情報を提供します。

多数の研究により、窒素管理にクロロフィル含有量(CC)測定を使用する利点が示されています。たとえば、Singhら(2002)は、HCCM測定を使用することで、収量の低下なしに米の窒素使用量が12.5~25%削減されたことを指摘しています。

作物管理に関する決定に影響を与える変数は多数あり、そのような決定は、地域の状況や、問題の作物に関するその他の入手可能な情報を考慮してのみ行うことができます。ただし、ここでの情報が、CL-01メーターによる迅速かつ非破壊的な測定を使用して、サイト固有の窒素管理を微調整するための手法を提供することを願っています。



クロロフィルの紹介

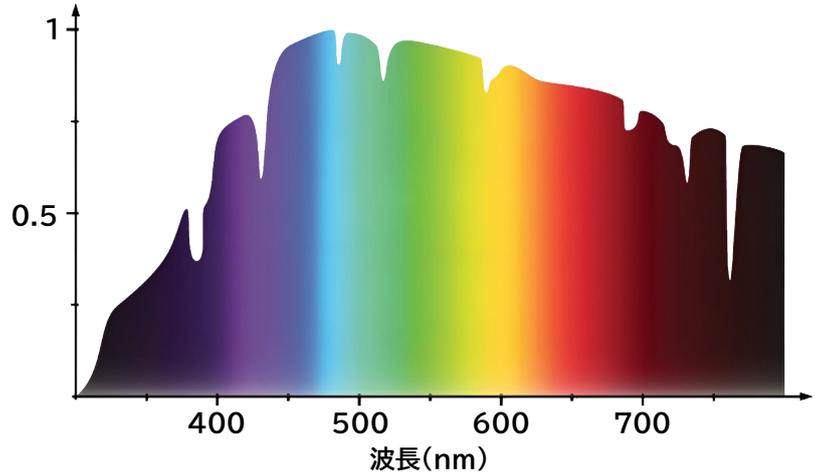
クロロフィルは、光エネルギーを捕らえて光合成を可能にする緑色植物の色素です。光合成は、成長やその他の代謝活動に必要なエネルギーを植物細胞に提供します。

厳密に言えば、クロロフィル分子にはクロロフィルaとクロロフィルbの2つの主な種類があります。クロロフィルは主に葉の中にある葉緑体と呼ばれる特殊な構造に含まれています。

太陽光と太陽スペクトル

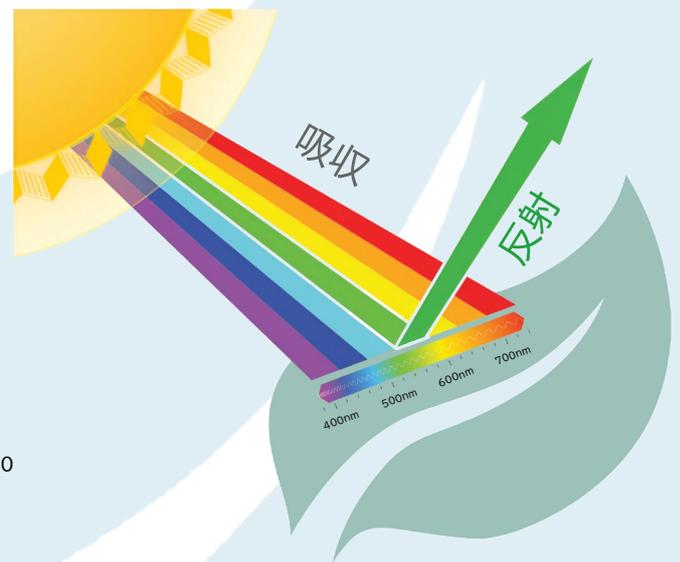
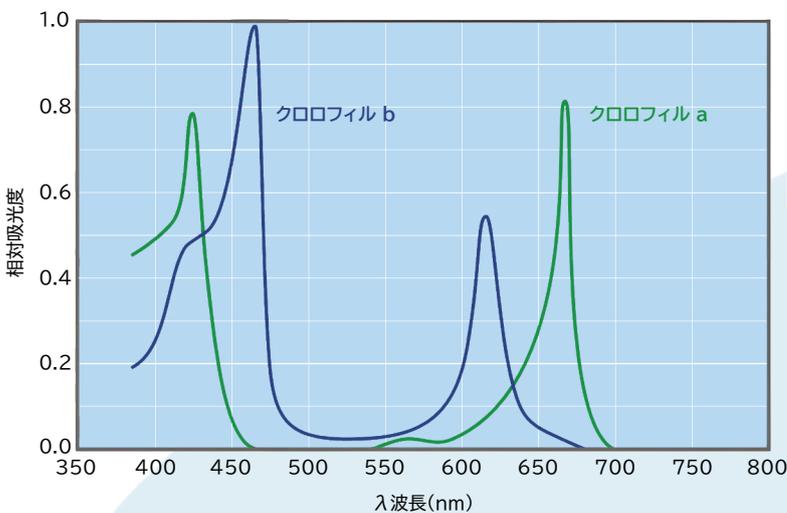
太陽光には幅広い波長の光が含まれています。異なる波長は、スペクトルを構成する異なる色の光に対応しています。これらを一緒に見ると、人間の目には白い光として見えます。

異なる色はプリズムによって分離できます。または雨滴によって分離され、虹が生まれます。



知っておくべきこと

可視光の波長はナノメートル (nm) で測定されます。ここで、ナノメートルは1メートルの10億分の1です。波長が短い（つまり、nmの数値が低い）光は、波長が長い光よりもエネルギーが大きくなります。



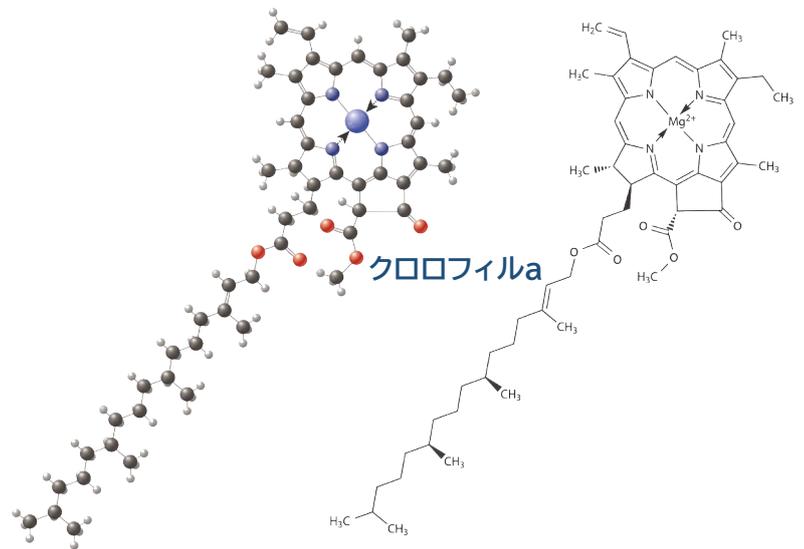
太陽光が葉に当たると、クロロフィルはスペクトルの特定の部分を吸収し、そのエネルギーを使用します。クロロフィルは主に青色光（ピークは430～450nm付近）と赤色光（ピークは640～660nm付近）を吸収します（上の吸光度図を参照）。緑色光（495～570nm付近）は反射され、植物は緑色に見えます。

クロロフィル含有量と窒素

葉のクロロフィル含有量と植物の窒素状態には密接な関係があります。クロロフィルには相当量の窒素が含まれているからです。クロロフィル分子はそれぞれ、マグネシウムイオンとそれを取り囲む4つの窒素原子の環で構成されています。植物の窒素の最大75%は葉緑体にあります。

したがって、クロロフィル含有量の測定は、作物の葉の栄養、主に窒素、そして植物の健康全般に関する栽培者の知識を向上させることができます。ただし、窒素と

クロロフィル含有量の関係は、植物の種類、成長段階、環境条件(温度、湿度、光量)、病気、塩分、栄養素欠乏(窒素以外)によって異なることが知られています。



クロロフィル含有量の測定

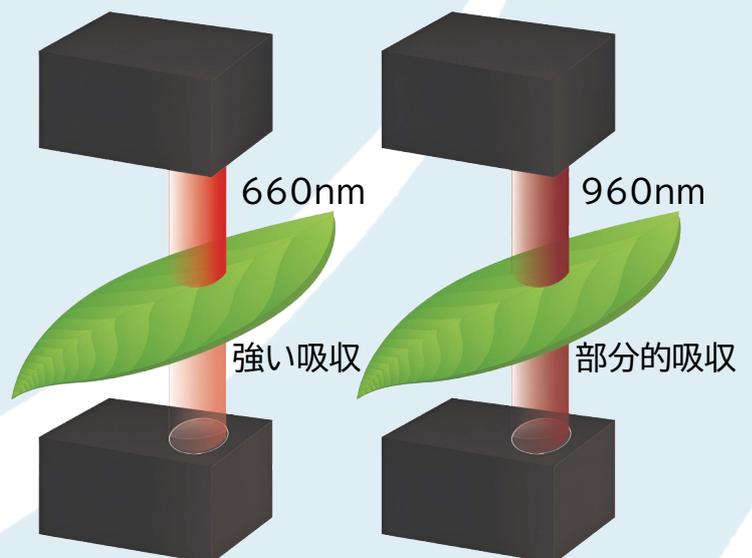
クロロフィル含有量を測定する方法の1つは、実験室で既知の量の葉組織からクロロフィルを抽出することです。これにより、葉の単位面積あたりのクロロフィルの絶対量を正確に測定できます。ただし、これは破壊的で、時間がかかり、コストのかかるプロセスです。

CL-01などの携帯型クロロフィル含有量計は、葉のクロロフィル含有量を非破壊で迅速かつ簡単に評価できます。通常、このような計器は作物の窒素状態を監視し、作物の生産性を最大限に高め、肥料の無駄を減らすために使用されます。サイト固有の栄養管理には、視覚的評価、害虫や病気の認識、土壌窒素状態の測定などの他の方法と組み合わせて使用するのが最適です。

CL-01が葉のクロロフィルを測定する方法

CL-01などの携帯型クロロフィル含有量計は、クロロフィル含有量の相対値、つまりクロロフィル含有量指数(Chlorophyll Content Index、以下CCIと表記)を測定します。これは、実験室抽出法のように絶対量を測定するのとは異なります。クロロフィル含有量指数は、葉の断面に他の植物組織と比較してクロロフィルがどれだけ存在するかを表します。

測定は、2つの波長の光を葉に通すことで行われます。1つの波長は赤色光(660nm)で、クロロフィルによって強く吸収されます(右図参照)。



もう1つ(960nmの赤外線)はクロロフィルに吸収されず、他の植物組織によって部分的にしか吸収されません。したがって、葉を通過する透過率は赤色光よりも高くなります。各波長の透過率(つまり、吸収されずに通過する各タイプの光の量)を比較することで、クロロフィル含有量指数が計算されます。

$$\text{クロロフィル含有量指数 (CCI)} = \frac{\text{960nmでの透過率(\%)}}{\text{660nmでの透過率(\%)}}$$

葉のクロロフィル濃度が高いほど、指数は高くなります。上の式では、クロロフィルが増えると、葉を透過する660nmの光が少なくなるためです。つまり、960nmの透過率の数字は、より小さい数字で割られます。



クロロフィル含有量指数単位

CL-01は、葉に含まれるクロロフィルと他の植物組織の比率を表すクロロフィル含有量指数 (CCI) 単位で測定します。他の HHCM も同様の方法で CCI を計算しますが、CCI の表示を異なる方法で拡大縮小または変換する場合があります。

たとえば、よく知られている SPAD502 メーター (コニカミノルタ、日本) は、独自の方程式に従って CCI を変換し、「SPAD」値を出力します。他の同様の HHCM と同様に、SPAD 値は相対的な CCI の表現であり、スケールは異なる場合がありますが、他の HHCM の結果と比較できます。

CC測定の適切な方法

作物のCCIを測定するための一般的な推奨事項(Shapiro他 2006)

1. 作物内で複数の測定を行います。平均を取得するには30回の測定が推奨されます
2. 作物の規模に応じて、複数の場所でサンプルを採取します
3. 必要に応じて、作物の同等の葉を測定します (たとえば、最も最近完全に成長した葉)
4. 葉の同等の場所を測定します。ただし、中肋や損傷した部分は避けます
5. 作物全体から明らかに異例な植物は避けます
6. 可能であれば、比較に使用する測定は1日の同じ時間に行います
7. 理想的には、葉に水があるときに測定を行わないようにします
8. 干ばつのストレスにより測定値がばらつく可能性があることに注意してください。

クロロフィル含有量指数データの使用

作物管理においてクロロフィル含有量データを使用するには、さまざまな方法があります。

クロロフィル含有量には多くの変数が影響します。理想的なのは、特定の場所と条件における特定の作物のサイト固有のCCI測定値の解釈を決定および調整するために、複数の手法を使用することです。

経時的な測定

HHCMを使用する最も簡単な方法の1つは、シーズンを通して定期的に測定して監視することです。CCIの低下は、窒素欠乏に近づいていることを示している可能性があります。逆に、窒素が散布されている場所でCCIが横ばい状態にある場合は、植物が窒素をこれ以上使用できないことを示している可能性があります。この観察は、肥料の過剰散布を防ぐのに役立ちます。

面積測定

作物のさまざまなエリアでクロロフィル含有量をサンプリングすると、一部のエリアでクロロフィル含有量が他のエリアよりも低いかどうかを特定するのに役立ちます。これは、局所的な窒素欠乏を示している可能性があります。

充足度指数を使用した参照ストリップとの比較

上記のアプローチの延長として、参照区画またはストリップの使用があります。作物のこれらの領域には十分な窒素が供給され、その時点でCCIは安定すると予想されます。これにより、場所特有の充足度ベンチマークが提供されます。メイン作物のサンプルのクロロフィル含有量は、充足度指数を使用して参照ストリップのクロロフィル含有量と比較できます。充足度指数は以下のように計算されます。

$$\text{充足度指数} = \frac{\text{メイン作物サンプルからの平均読み取り値}}{\text{参照ストリップからの平均読み取り値}} \times 100\%$$

Shapiroら(2006)は、最適な窒素施用体制は、CCIを基準値の95%以上に維持する体制であると提唱しました。このレベルを超えると、さらに施用してもメリットは限られ、このレベルを下回ると、窒素欠乏のリスクが高まります(90%が重大な欠乏とされています)。

Hansatech

Hansatech Instrumentsは、英国に拠点を置く科学機器会社です。45年以上にわたり、細胞呼吸と光合成の分野での教育と研究のための高品質な機器の設計と製造に注力してきました。機器は現在、世界100か国以上でさまざまなプログラムで使用されており、品質、信頼性、優れた価格性能比で高い評価を得ています。

製品

Hansatech の製品は、光合成と細胞呼吸の分野における幅広い用途をカバーしています。クラーク型ポーラログラフ酸素センサーに基づく酸素測定システム、連続励起とパルス変調測定技術の両方に対応したクロロフィル蛍光測定システム、およびサンプルのクロロフィル含有量を測定するための光学機器を製造しています。

サポート

製品をご購入いただいたお客様には、継続的なサポートと、いつでも迅速かつ効率的な問合せ対応が保証されます。お客様には、当社のWebサイトで機器を登録していただくようお勧めします。これにより、機器のマニュアルやソフトウェアのアップグレードに加えて、サポートチケットシステムにアクセスできます。



参考文献

Singh, B., Singh, Y., Ladha, J.K., Bronson, K.F., Balasubramanian, V., Singh, J., Khind, C.S., 2002. 北西インドにおける米と小麦のクロロフィルメーターと葉色チャートに基づく窒素管理。農業ジャーナル、94(4)、pp.821-829。

Shapiro, C.A., Schepers, J.S., Francis, D.D., Shanahan, J.F., 2006年。クロロフィルメーターを使用して窒素管理を改善する。ネブラスカ大学リンカーン校エクステンション、農業および天然資源研究所

