



## リモートセンシングで、空から作物の生育状況を調べる

生態系計測研究領域  
井上 吉雄

### 広い土地の情報を一気に読み取る技術

昔から農家の人々は、田や畑で育てている作物の生育状況を把握したり、収穫量を予測したりするために、田畑を見回り、作物の状態を目で確認することを繰り返しています。草丈、葉の色、茎数などを調べて、順調に成長しているか見極めてきました。しかし、耕作地の規模が大きくなればすべての土地を見て回るだけでも一苦労です。

また、営農指導や技術の普及を担当する人たちも、作物の生育状況を実際に現地調査できるのはほんの一握りの農地だけです。少ないサンプルを分析して地域全体の傾向などを把握しなければいけないので、どうしても不確実性が大きくなってしまいます。

そのような問題を解決する大きな武器となるのがリモートセンシングによる画像診断です。リモートセンシングとは、航空機や人工衛星を使って離れた場所から対象物を測定し、いろいろな情報を読み取る技術です。この技術を使えば、広い領域の情報を一気に手に入れることができるので、とても効率的です。たとえば、作物の生育状態を数メートル程度の細かさの分

布図として見渡せるため、広い地域を対象に客観的な診断を行うことが可能になります。

### 目に見えない光も利用して情報を取り出す

リモートセンシングでは、光や電波を感知するさまざまな種類のセンサーを用います。光を利用するリモートセンシングでは、対象とする農作物や土壌が太陽光を反射した光を測定します。波長で表現すると400～2500ナノメートルくらいです。私たちは、この範囲の光を数ナノメートル単位で連続的に観測するハイパースペクトル計測(図1)という方法を使って、作物情報や農地情報を収集する技術を開発しています。

人間の目に見える可視光は400～700ナノメートルですから、リモートセンシングは目に見えない光までも上手にを使って、必要な情報を意味のある数値として取り出すことができます。これまでに、作物の生育状況の診断や収穫量・品質を予測するうえでカギとなる葉緑素の量や光合成の活発さなど、基本的な情報を取り出すさまざまな方法を開発してきました。

### 利用しやすく精度の高い技術を開発

光を測定するリモートセンシングで作物の情報を調べるときは、一般に、太陽光が対象物に当たって反射された光を測定して解析します。たとえばイネの窒素含有量を調べる場合、イネが反射した光を測定し、その波長成分の中に隠された、窒素量の多い少ないに関わるデータを探していきます。それぞれの波長ごとに隠された情報を割り出していくことで、イネにどのくらいの窒素が含まれるのかを推定するのです。

このとき大切なのは、測定した波長別の反射光のデータを、知りたい作物の量や成分の情報に正確に結びつけることです。それを実現するためにはいくつかの方法がありますが、今回、私たちは、測定した全ての波長のうちから最適な2つの波長を選び出し、それらを組み合わせて使用する方法を考えました。この方法は、とても簡単でしくみですが、たくさんの波長を使うよりもより高い精度で目的の情報を推定できるので、知りたい作物の量や成分ごとに最適な波長の組み合わせが変わりますので、作物量や成分ごとに、ど

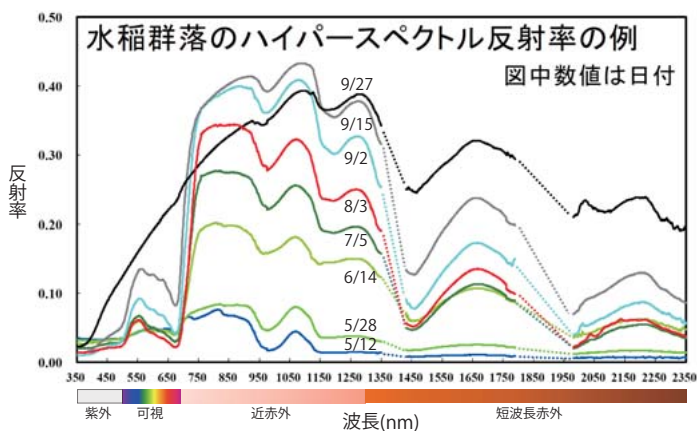


図1 水田で測定したハイパースペクトルデータの例

水田から反射光400～2350ナノメートルの波長の範囲で連続的に観測します。イネの生育状況に合わせて観測データは変化します。

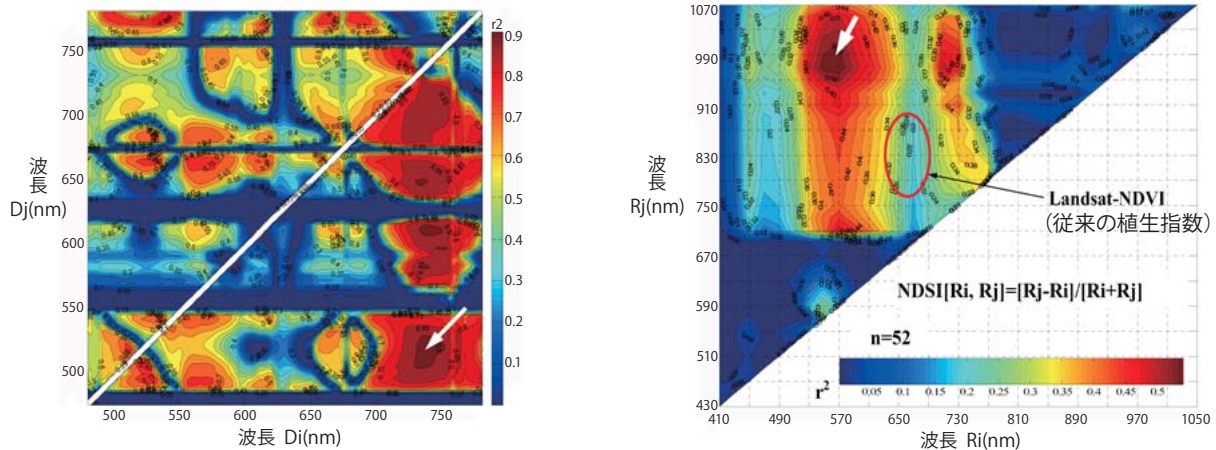


図2 予測力の高い2つの波長を決める

イネの窒素含有量(左)と玄米のタンパク質含有率(右)について、2つの波長を組み合わせたとときの予測力を等高図に表したもの。濃い赤色になるほど予測力が高い組み合わせとなります。これらのグラフから、窒素含有量の場合は720nmと522nmの組み合わせ(矢印で表示)が、タンパク質含有率の場合は緑(530nm~580nm)と近赤外(700~1050nm)の波長帯の組み合わせが最も有効であることがわかりました。

の波長の組み合わせが有効なのかを研究し、より利用しやすい技術を開発しています(図2)。ハイパースペクトルを用いるこの方法は、農業分野だけでなく、環境問題など多くの分野に応用できると期待されています。

### 適切な肥料の量を判断し、コメの味を評価

私たちが最近開発したのはイネの窒素含有量を調べる方法(図3)と玄米のタンパク質含有率を割り出す方法です。作物を成長させるには、肥料を与えることが欠かせません。しかし、窒素肥料は適量をタイミングよく与えないと、イネが倒れやすくなったり、収量や品質が低下したりしてしまいます。そこで、イネ体内に含まれる窒素の量をリモートセンシングにより数値化することで、草丈や茎数に代わる生育診断指標として肥料を適切に与えるための判断材料にします。

一方、玄米のタンパク質含有率は味に関係してきます。一般的にタンパク質の量が少なければ、お米の味がいいとされています。成熟期の水田で玄米のタンパク質含有率を調べれば、収穫前にある程度お米の味のよさがわかってきます。この技術を利用して、JA津軽みらいでは地域の田んぼの玄米タンパク質含有率をリモートセンシングで調べ、タンパク質の少ないお米だけを厳選して収穫した「リモセン米」というブランドをつくりました。

現在、さまざまな波長域を測定できるセンサーを搭載した人工衛星がたくさん地球を周回しています。また、今後も多くの打ち上げが予定されています。観測頻度と画像の解像度は高くなり、利用料金は下がってきて、ますます利用しやすくなっています。リモートセンシングは、農業だけでなく災害調査や環境調査など様々な分野で、他の方法では得られない情報収集を可能にします。これからも国内外のさまざまな場面で広く役に立つような新しい基本的な技術を開発していきたいと考えています。

(談:井上、文:サイエンスライター 荒船 良孝)

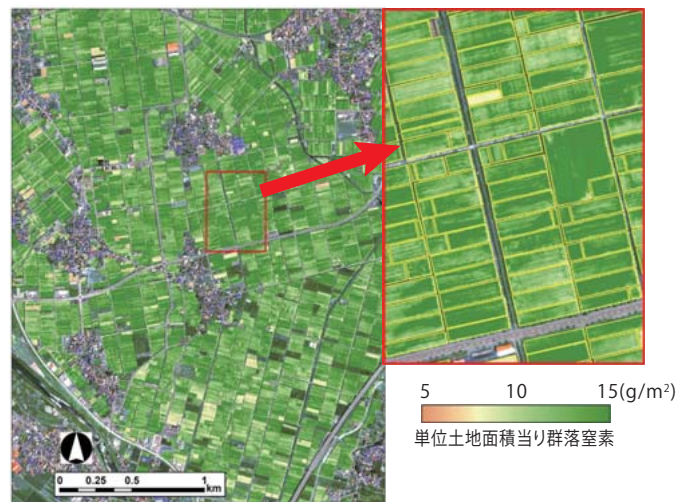


図3 イネの窒素含有量の測定結果

窒素含有量が色の濃淡で示されていて、どの水田に窒素肥料が必要なのかが一目でわかります。