

植物が光合成に利用可能な光の量の新たな推定法

北海道支所
気象環境研究領域
北海道大学
関西支所

溝口 康子、山野井 克己
安田 幸生、大谷 義一
渡辺 力
小南 裕志

要 旨

植物は光合成によって二酸化炭素を吸収します。その駆動力となっているのが波長^{*}400～700nmの光で、これを光合成有効放射と呼びます。この光の量を測定する光量子センサと呼ばれるセンサを用いて長期間正確に光の量を測定することは難しく、推定値で代用する場合、様々な環境条件下で適用できる簡便な推定法はありませんでした。そこで、光合成有効放射量を正確に把握し、森林の二酸化炭素吸収量の正確な推定につなげるため、一般気象データを用いた推定法を開発しました。新たな推定法は、従来の方法に比べ、日本のような湿潤地域で精度良く推定できることがわかりました。

光合成有効放射量把握の重要性

植物は太陽の光を受けて光合成を行っています。光合成は植物の成長に欠かせないばかりでなく、大気中の二酸化炭素を吸収することから、地球温暖化抑制の視点からも注目され、光合成量の実測や予測の研究が世界的に行われています。このため、光合成の駆動力となる光の量を正確に把握することが求められています。

植物が光合成に利用する光は光合成有効放射と呼ばれています。光合成有効放射は日射（太陽の光）の一部で、日射の波長帯 150～3000nm のうち、400～700nm の波長の光のことを指します。

太陽からの光は、大気を通過する際に、大気中の水蒸気やエアロゾルなどにぶつかり、吸収・散乱されます。光の波長やぶつかる物質によって、吸収・散乱の程度が異なるため、日射量に対する光合成有効放射量の割合は一定ではなく、大気の状態によって変化します（図 1、図 2）。

従来の測定方法及び推定方法

光合成有効放射量の測定には、一般的に光量子センサが使われます。様々なセンサが市販・利用されていますが、世界的な基準となるセンサがないため、各センサの精度に対する信頼性が担保されていません。また、経年劣化が大きいセンサもあり、長期間の観測では精度維持が難しい場合があります。

一方、日射計は世界基準が確立されているため、精度の信頼性が高く、多くの場所で日射量の測定が行われて

います。光合成有効放射が日射の一部であることから、日射量から光合成有効放射量を推定することができれば、有効な方法の一つと考えられます。すでに、一般的な気象データから推定する簡易な方法が提案されていますが、日本のような湿潤な地域では、推定精度が低いという欠点がありました。

湿潤地域に対応した推定方法の開発

欧米の観測データを元に作られた簡易な推定法を用いて、国内 5 カ所で光合成有効放射量の推定を行ったところ、全てのサイトで誤差が 5%以下になる推定法はありませんでした。そこで、一般的に測定されている日射量、気圧、気温および湿度から、日本のような湿潤地域にも適用可能な推定法を開発しました。新たな推定法の誤差はどの地点も 5%以下で、季節や天気によらず、日変化の推定誤差は小さくなりました（図 3）。

今回提案した推定法を用いて光合成有効放射量を求めることによって、センサの精度や劣化によるデータの不確実性が除去できるほか、一般気象データが測定されていれば、光合成有効放射量の推定が可能になります。信頼性の高い光合成有効放射量のデータが広域で得られることは、森林の二酸化炭素吸収量の正確な把握につながると期待されます。

詳しくは Mizoguchi *et al.* (2014) Theoretical and Applied Climatology 115, 583-589 をご覧下さい。

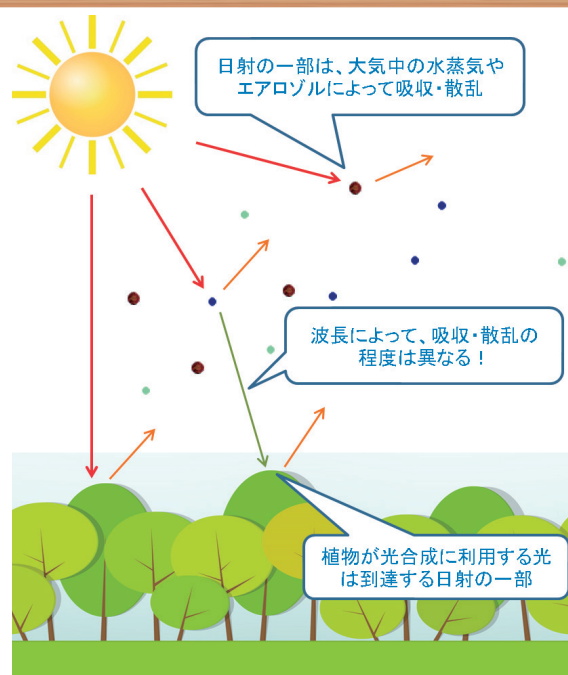


図1 日射（太陽の光）が植物に到達するまでのイメージ

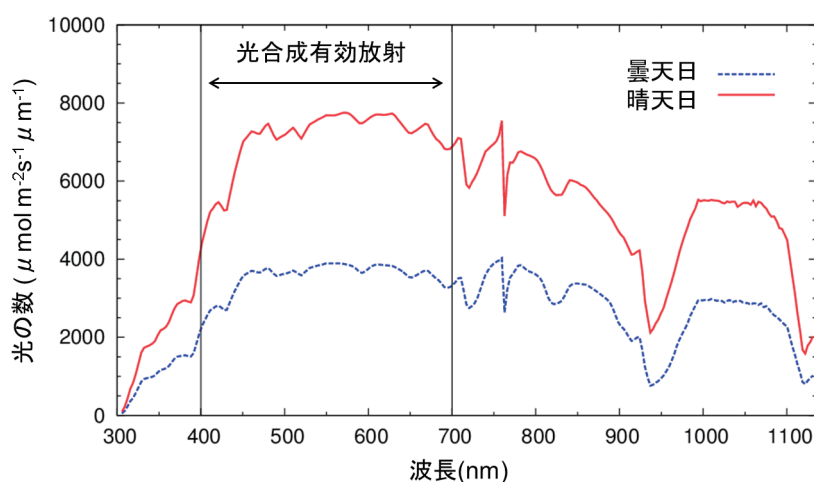


図2 日射の波長別光量子数（光の数）の夏の曇天日及び晴天日の例

日射の波長は150～3000nmの範囲にあり、そのうち植物が光合成に利用する光合成有効放射の波長は400～700nmです。日射量に対する光合成有効放射量（波長毎の光の数を積算した値）の割合は、大気条件等によって変化します。

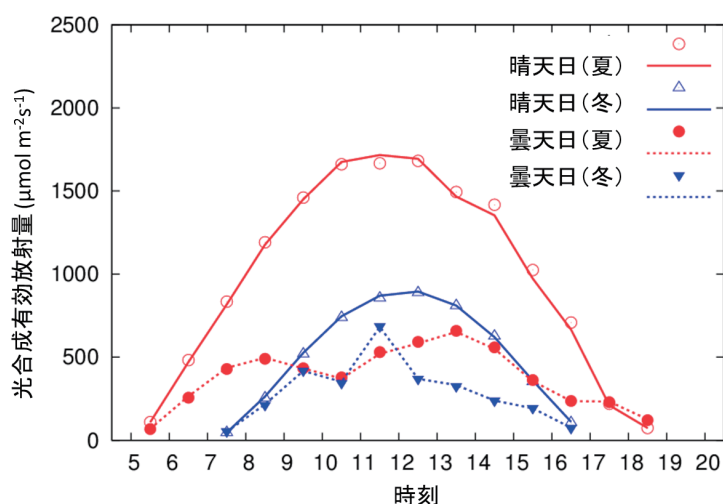


図3 光合成有効放射量の観測値と推定値の比較

夏・冬それぞれ晴天日及び曇天日の光合成有効放射量観測値（○、△、●、▼）及び、本研究で提案した方法による推定値（赤及び青色の実線及び破線）の日変化の一例（京都府山城）。観測値と推定値は大気の状態によらず、おおむね一致しています。

※については、巻末の用語解説をご覧ください。