８．用語解説：

（注１）遠赤色光：赤外線の一部で、700 – 800 nm の波長域の光のこと。おもに植物を扱う研究において用いられる用語である。植物の伸長成長や発芽制御などには遠赤色光が関わるため、その効果はよく調べられている。遠赤色光はクロロフィルにも吸収されるが、光合成有効放射に比べて、その吸収率は小さい。また、光化学系 II のクロロフィルにはほとんど吸収されないため、遠赤色光単独では光合成による O_2 発生や CO_2 固定をほとんど駆動しない。

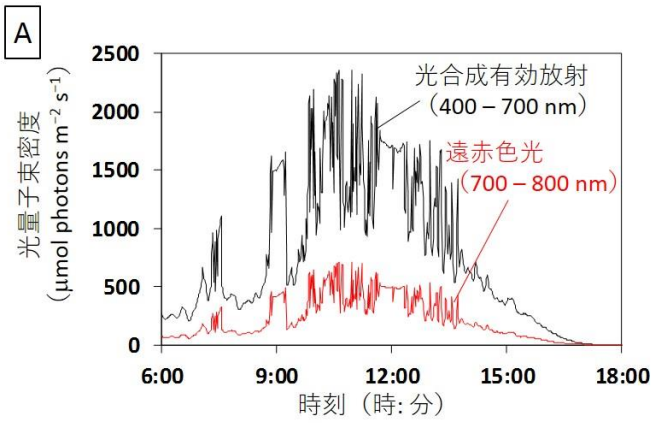
（注２）光の強さ：光合成反応では、光を粒子（光量子）としてみたときに、光量子がどの程度のエネルギーを持っているのかではなく、光量子の数が重要となる。そのため、光合成分野では、波長 400-700 nm の光量子数を基本とした単位、光量子束密度（μmol photons m^{-2} s^{-1}）を使う。一般的に、室内の蛍光灯の下に立った時が 10 μmol photons m^{-2} s^{-1} 程度、深い森の中だと 10 – 50 μmol photons m^{-2} s^{-1} 程度、曇り空だと 50 – 400 μmol photons m^{-2} s^{-1}、真夏の直射日光がおよそ 2000 μmol photons m^{-2} s^{-1} 程度になる。

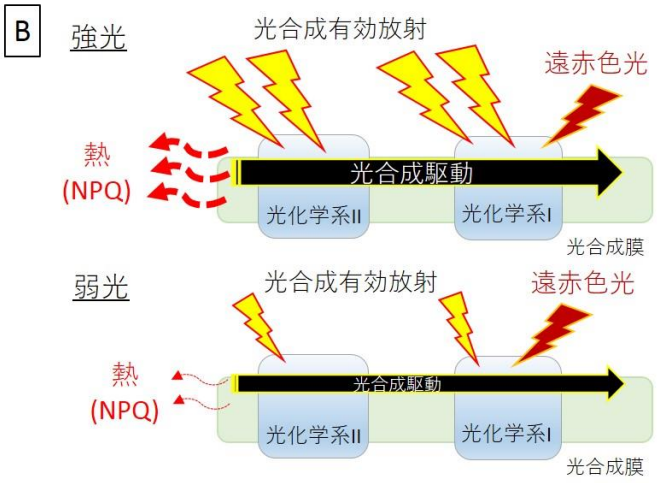
（注３）光合成の効率：光合成速度は葉に照射される光の強さに比例して高くなる。しかし、ある程度の強度に達すると光合成速度は飽和する。光合成を飽和させるレベルよりも強い光が照射されると、過剰な光エネルギーが発生する。植物は、過剰な光エネルギーを熱に変換して安全に散逸機構を持っている。強すぎる光のもとでは、吸収した光エネルギーを率先して熱散逸してやることで、自身の光合成装置が壊れないようにしている。

（注４）光化学系 II の下方制御：光合成に利用できる以上の光エネルギーを光化学系 II に届けないようにするための防御応答。過剰な光エネルギーを熱に変換して散逸することで、光化学系 II の活性を下方制御（ダウンレギュレート）する。光化学系 II での反応を光化学反応というのに対し、下方制御は光を光合成以外に使う（熱にしてしまう）という意味で非光化学的消光（non-photochemical quenching 略して NPQ という）ともいう。NPQ はいくつかの酵素反応が関与するため、強光下での誘導と弱光後の解消には時間的遅延が生じる。強光から弱光に切り替わった直後に、NPQ が速やかに解消しないと、光合成に利用できる弱光のエネルギーまでも熱として逃がしてしまうため、光合成速度の低下につながる。

（注５）パルス変調クロロフィル蛍光測定法：葉に吸収され光化学系 II に流れ込む光エネルギーは、光合成に使われるか、熱となって散逸するか、クロロフィル蛍光として再放出される。したがってクロロフィル蛍光の収率は、光合成や熱散逸の効率に依存して変化する。パルス変調された測定光に対応して放出された測定光と同調したクロロフィル蛍光だけをモニターすることで、吸収した光エネルギーの光合成もしくは熱散逸に流れる割合を相対評価できる方法がパルス変調蛍光法である。この方法を使うことで、非破壊的に光合成活性を評価できる。

9．添付資料：





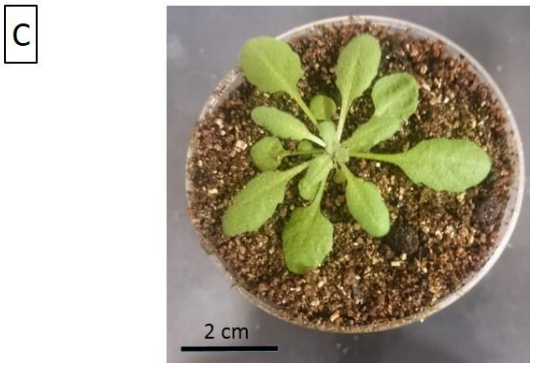


図１．（A）野外晴れの日における光強度の日変化。（B）光合成有効放射と遠赤色光が光合成反応に与える影響を示した模式図。光合成有効放射は光化学系 II と I を励起することによって、光合成を駆動する。一方、遠赤色光は光化学系 I のみを励起する。強光下、強すぎる光の一部は、熱に変換されて安全に散逸される。弱光下、ほとんどの吸収した光エネルギーは光合成に利用される。（C）実験に用いたモデル植物のアブラナ科シロイヌナズナ。

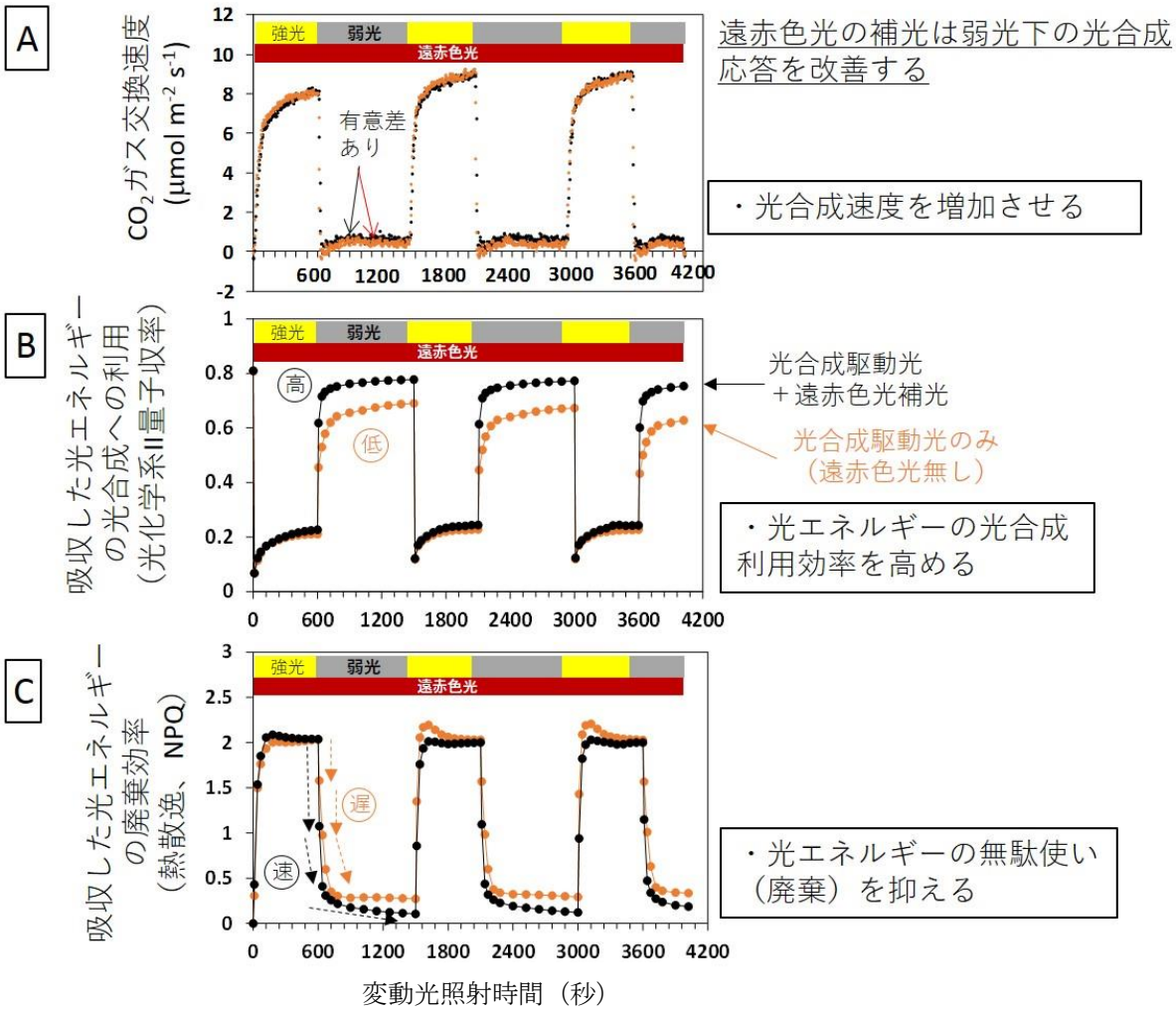


図 2. 変動光中の光合成応答を遠赤色光の補光あり（黒色）と補光なし（橙色）で比較した。

変動光中に遠赤色光が存在すると、強光から弱光に切り替わったときの CO_2 ガス交換速度が高い（A）。これは、遠赤色光によって、吸収した光エネルギーの光合成利用（B）と廃棄（C）の速やかな切り替えが行われたためである。