

安武大輔先生

迅速な編集対応をありがとうございます。査読者のおふたりの速やかな対応にも感謝いたします。以下に査読者のコメントに対する対応を記載いたします。原稿中の変更箇所は赤字で示しております。ご確認くださいよう、よろしくお願いいたします。

村上貴一

[Editor's Comments]

指摘事項は多いですが、できる範囲の対応で結構ですので、論文をより良いものにするために活用して下さい。

[Reviewer(s)' Comments] Reviewer: 1

小さな変更

投稿時には In press だった論文が出版され、掲載巻号・ページが確定したため、修正しました (line 300)。

査読者 #1 への返答

Comments to the Author

審査の言語は英語を希望されていたが、本査読者は日本人であり、審査の速さや誤解などを招かぬよう日本語で記述させていただいた。ご理解いただけると幸いである。

本論文は、異なる光スペクトルで育てられた植物の光合成速度を測る場合の光源のスペクトル選定についての注意喚起を促している。とりわけ、単色光に赤外光を含むか含まないかの実験処理区を設定した場合には、葉の中で PSII と PSI に関連するタンパク質などの組成が変化している可能性があるため、PSII に吸収されやすい光で光合成を測定するか、あるいは PSI に吸収されやすい光で光合成を測定するかで得られる測定結果（大小関係）が異なってしまうことを理論的に説明している。関連する文献などよく読みこまれており、説明も分かりやすいと感じる。光合成と光質を扱う研究者への啓発論文となっており、興味深い。本誌への掲載に値すると思うが、その前に気になる点を挙げる。可能な限りそれらに答えてほしいと思う次第である。

1. 著者らの以前の実験で、キュウリ苗を白色 LED で育成するときに FR を入れるか入れないかの処理区が設定され、それらの光合成能力を評価するために赤青 LED を光源として LI-6400 でガス交換速度が測られた。その後、疑似太陽光で測定が繰り返され、LED で認められた光合成の大小関係が疑似太陽光ではその差がなくなっていると述べられている。このとき、測定値は何%ずれていたのか、記述する必要があると感じる。たとえ

ば、処理区間における LED で測定された光合成速度の差が 5 % なのか 20 % 以上あるのか、その程度によって印象が異なるからである。Fig3 の曲線ではその差を随分と増幅したように描かれているが、基本的には数値が入っていない。仮に 5 % ほどしか差がないと考える。それが疑似太陽光でほぼ互角の光合成速度となったとする。多くの場合、その程度であれば、もともと栽培時の光質処理によって光合成速度は変わらないと、問題なく評価するであろう。しかし、それが 20 % や 30 % にもなるのであれば、著者らの意見に納得するであろう。ちなみに、成長と合わせて考える場合、葉面積あたりの正味光合成速度で成長の差を議論できないのは多くの場合でありえる。(作物系の雑誌では国内外を問わず問題視されてきた過去がある。) 成長には葉の展開、角度などの形態形成も直接的に影響を与えるからである。FR はダイレクトに細胞伸長を誘導する光であることも考慮に入れる必要があるだろう。そのため、測定波長による光合成速度の測定誤差はどの程度となるのか、その点は重要でないかと思われる。なお、著者らは論文としてアクセプトされているようだが、本誌を読むだけでもそのことが分かるように書かれている必要がある。

以前の実験では、試験区間差は赤青 LED 光下で 36%、疑似太陽光下で -3% でした。光合成評価時に無視できない効果の大きさだと考えます。各試験区の実測値・試験区間差に関する記述を追加しました (line 52–57)。

2. 上記キュウリ苗の実験において、栽培光中の可視光に対して FR は何割ほど入っているのか、また、その FR 割合は PS II/PS I の量比を変化させているとなぜ判断できるのか、その根拠となる論文を引用する必要あり。本来ならば、著者らのグループも PSII/PSI 比を化学的に示す必要がある。

FR の割合に関する記述を追加しました (line 50)。PSII/PSI 量比が光エネルギー分配の調節に重要であると考えられますが、その他の機構が関与している可能性があります。本論文では、光エネルギー分配の調節の原因を PSII/PSI 量比に限定せずに議論しております。本文を修正し、その旨を明確にしました (line 175–176)。

3. 本論文が LI-6400 の LED 測定光源がある意味、使えない光源、と判断している、と受け取られても仕方がない面がある。ライカ社にとっては、気分のいいものではないと思われる。ライカの LED 光源は、どのような測定で有効と考えられるか、そのようなケースがあるのであれば簡単でよいので記述したほうが良いと考える(もし、今のテキストに記述されていたなら、査読者の読み取り不足です)。

「使えない光源だ」と判断しています。強いて上げれば、広く標準的に使われているため、他の研究との比較が容易なことが利点です。ただし、多くの研究でこれらの光源を標準的に利用することは系統的なバイアスを強調するため、避けるべきです。したがって、テキストに同光源が有益な条件は記述しておりません。

4. PSII に偏向した光（例えば、赤、赤青光）で栽培されたとき、測定光が PSI に吸収の高い光であった場合に過誤が生じやすいとのことであるが、大気 CO₂ 分圧下で光飽和条件下の場合、電子伝達速度が律速にならない場合も過誤が起きるのだろうか？PSI に吸収されやすい光であっても、それより短い波長の光が十分に強く当たっていれば、PSII と PSI は飽和し、PSI に偏向された測定光であっても光合成速度（電子伝達速度）のポテンシャルは取れるのではないだろうか？この意見が違っていれば、そのような誤解が生じないようなテキストの工夫をお願いしたい。テキストにあったように光が不足する条件（電子伝達速度が律速）では、生じる可能性大、であることは理解できた。光飽和、弱光などのような場合分けをもっと明確にしてもいいと思う。

筆者らも、光飽和条件下では、交互作用に起因した評価のずれの問題は生じないことを予想しておりました。しかし、実際には、光飽和条件 (PPFD: 1200 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ・葉内 CO₂ 濃度: 20 Pa) 下においても交互作用が検出されました。その原因は明確ではありませんが、いずれかの光化学系を過剰に励起させるような光を高 PPFD で照射したことで、光阻害が生じたのではないかと考えております。以上の記述を追加しました (line 161–170)。

細かな指摘

1. Abstract をもっと具体的に記述したほうがよい。今回、本文を読む前に読ませていただいたが、抽象的な表現が多いため、最初はアブストラクトだけでは内容がわからなかった。本文を読んだ後では理解できたが。PSII や PSI の吸収しやすい光で育てられた場合、PSII/PSI 比が変わる可能性があるので、測定光が PSII に偏向した光、PSI に偏向した光、で測定すると、波長に依存して過小評価あるいは過大評価がおきる、などの本文を反映した具体的な記述を入れるべきである。

ご指摘に従い、具体的な記述が多くなるよう修正しました (line 9–22)。

2. P4L79 この記述には引用が必要

引用文献を追加し、記述を修正しました (line 84–85, 262–263)。

3. P5L102,104 など Fig.2 中の各パネルとそのキャプションのアルファベットは a ~ d の小文字であるが、本文は A ~ D の大文字である。統一すべき。

修正しました (line 109, 111, 128)。

4. Fig. 2 について Fig2d に関する記述がないように見受けられた。掲載された図の説明は全て行うべきであるため、加筆すべき（もしあったなら査読者の間違いであり、お詫びする）。

分配されるエネルギーの大きさを黒線の太さで示していると思うのだが、b と c の図について、途中から細い矢印が始まる箇所はここで合っていますか？分配されるまでは太い線、利用できるのは細い線ならば、逆三角形の桶にはいるまでは太い線のまま？桶を通過後細い線になるのでは？とも思った。この図に関しては、テキスト

かキャプションでさらなる解説が必要と感ずる。例えば、桶の大きさが何を反映しているか、などの記述。

Fig2b,d を比較した記述を追加しました (line 129–130)。Fig2 の矢印を修正し、キャプションに記述を追加しました (line 338–339)。

Response to Reviewer #2:

Reviewer: 2

Comments to the Author

Gneral comments

This paper indicates the importance of the spectral properties of measuring lights for photosynthesis, offering useful information to readers of the journal. I basically agree with authors' argument. However, I think the lack of quantitative data lowers the usefulness of this paper. Readers want to know how much Pn can change with the light spectral distribution under the same intensity conditions to decide which types of light for measurement to be used. If possible, show some values (e.g., xx% increase) as examples. “Interaction” is used thoroughly as a key term, please use “interaction” properly (see specific comment #1)

Specific comments

1. Line 11 “the interaction between the distributions of the lights”

What does this phrase mean? “interaction” is a process by which two or more things affect each other. Does one light distribution affect another light distribution?

We used the term “interaction” as a statistical term throughout the manuscript. We rephrased some “interaction” to “statistical interaction” (line 11, 62, 235).

2. Explain equations (Line 87-88) in more detail. Does upper “ETR” differ from lower “ETR”

ETR is first used in Line 86 not in 98.

The two ETRs are the same. We corrected the equation (line 92) and the abbreviated point (line 91, 105).

3. Please clarify the definition of PSI-light and PSII-light?

Is there neutral light?

We added description on the definition (line 102–104). “Neutral light” exists depending on the leaf as mentioned in the manuscript (line 145–150).

4. Figure 1 is very informative. Please clarify how to calculate it in detail.

Is “typical” correct? Is “example” better?

We added some description (line 330–331), although readers must read the cited paper for complete understanding. As similar spectrum was drawn in several earlier papers (e.g. Evans 1986, Hogewoning et al. 2012, Wientjes et al. 2013, Laisk et al. 2014), the shown spectrum may be “typical”.

5. What is “potential ETR at PSI or PSII” in Line 100?

The potential ETR is a product of the distributed excitation energy to and the maximum photochemical yield of PSII (or PSI). The following sentence was rephrased so that the meaning of “potential” becomes clear (line 108–109).

6. Is Figure 3 based on the quantitative data? Does the shape or height of the peaks in curves have meanings? I think this figure is not necessary.

The figure is conceptual diagram, and not based on the quantitative data. For simplicity, the peaks were made to be the same height. Although we agree with you that this figure is not “necessary”, it will help the readers to understand the discussion.

7. What is “relative spectral distribution”? What is the difference from “spectral distribution”? Why did you use not “relative spectral distribution” but “spectral distribution” in Fig.4?

Relative spectral distribution is normalized spectral distributions usually by the peak value. We added description on the “relative spectral distribution” (line 36–37). Fig.4 shows the “spectral distributions” because they are more informative than the “relative spectral distributions”.