



## PRESS RELEASE

岡山大学記者クラブ

文部科学記者会

科学記者会

御中

令和 5 年 9 月 1 日

岡山大学

### 強すぎる光から光合成装置を守る新たなしくみを発見 ～シロイヌナズナの変異体を用いた研究から～

#### ◆発表のポイント

- ・動くことできない植物は常に変動する環境にさらされています。特に光環境は秒単位で大きく変わります。そのため植物は様々な光防御の仕組みを持っています。
- ・シロイヌナズナで、光合成反応の様々な調節に関わるチオレドキシンの研究を進めたところ、強すぎる光から光合成装置を守る働きも持っていることを新たに発見しました。
- ・本研究は環境ストレスに強い作物の改良に役立つことが期待されます。

岡山大学資源植物科学研究所・光環境適応研究グループの桶川友季助教・坂本亘教授らは、京都産業大学生命科学部と共同で研究を行い、植物の葉緑体において光合成の調節因子として働くことが知られていたチオレドキシシンというタンパク質が、変動する光環境下で光合成装置を強すぎる光から守る働きも持っていることを明らかにしました。

この研究成果は、8月22日に国際科学誌「*Plant Physiology*」のオンライン版で公開されました。

光合成には光が必要ですが、強すぎる光は植物にとってストレスとなり、光合成装置にダメージを与え、光合成の能力が低下します。植物はこれらのストレスに対応するために様々な仕組みを使って光合成能を維持しています。今回、シロイヌナズナのチオレドキシシンタンパク質を欠損した変異体を使って、変動する光環境下で光合成活性を測定しました。その結果、チオレドキシシンが変動する光ストレス環境条件で光合成装置を守り、これが変動する光環境下での植物の成長に必要なことが明らかになりました。

#### ◆研究者からのひとこと

まだまだモデル植物での研究段階ですが、私たちの研究が地球温暖化などの気候変動に伴って想定される様々なストレスに対して強い作物の改良に将来的に役立つことができればうれしいです。



桶川友季助教

## PRESS RELEASE

### ■発表内容

#### <背景>

植物は光合成をすることで太陽の光エネルギーを化学エネルギーに変換し、それらを使って大気中の二酸化炭素を炭水化物へと固定します。このように光合成には光が不可欠ですが、植物の光合成能力を超える過剰な光は活性酸素種を発生させ、光合成装置にダメージを与えます（これを光阻害といいます）。動くことのできない植物は自然の生育環境では光強度の急激な変化にさらされます。そのため植物はこうした光の変動に対応した、光阻害を回避あるいは最小化する様々な仕組みを備えています。

#### <研究成果の内容>

研究グループは、モデル植物であるシロイヌナズナ[1]を材料に、光合成の調節因子として働くことが知られているチオレドキシシン[2]に注目して研究を進めてきました。シロイヌナズナの葉緑体には、5タイプのチオレドキシシン（*f*型、*m*型、*x*型、*y*型、*z*型）があり、光合成に関わる酵素を活性化させるなどして、光合成反応の様々な調節に関わります。しかし、*x*型および*y*型のチオレドキシシンの役割はこれまであまりわかっていませんでした。そこで、この2タイプのチオレドキシシンを作ることのできないシロイヌナズナ突然変異体[3]の光合成を詳しく解析したところ、光環境が変動する条件では光合成電子伝達反応[4]が阻害され、その結果、電子伝達に関わる光化学系Iのタンパク質が光損傷を受けることがわかりました。このため、*x*型・*y*型チオレドキシシン変異体では変動光照射後の光化学系Iの活性が野生株と比べて顕著に減少していました（図1）。植物体そのものを見ても、変動光条件で生育させると成長が阻害されるだけでなく、葉の色もやや薄くなることがわかりました（図2）。*x*型・*y*型チオレドキシシン変異体では植物の生重量が64%減少し、光合成に不可欠なクロロフィル[5]含量が29%減少していました。こうした減少は、変異体であっても、一定の光条件で育てた場合には見られませんでした。これらの結果から、*x*型および*y*型チオレドキシシンが変動する光ストレス環境条件下で光合成装置を光損傷から守り、これが変動光条件下での植物の成長に重要であることが明らかになりました。

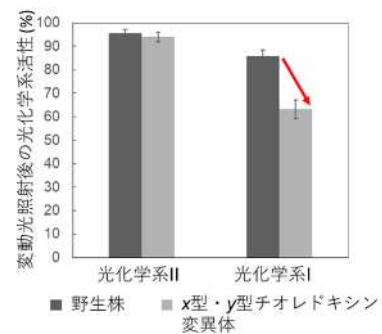


図1. *x*型・*y*型チオレドキシシンが変動光条件下で光化学系の活性に与える影響  
*x*型・*y*型チオレドキシシン変異体では野生株に比べて変動光による光化学系Iの光阻害が顕著に見られた。



図2. *x*型・*y*型チオレドキシシンが変動光条件下での植物の生育に与える影響  
*x*型・*y*型チオレドキシシン変異体は変動光条件下で生育させると生育阻害が見られた。

#### <社会的な意義>

今回、チオレドキシシンタンパク質が光合成反応の調節だけでなく、光合成装置を光ストレスから守る役割も持つことが新たに明らかになりました。このようなタンパク質の機能を明らかにすることは、様々な環境ストレスに強い作物への改良に役立つことが期待されます。



## PRESS RELEASE

### ■論文情報

論文名 : *x- and y-type thioredoxins maintain redox homeostasis on photosystem I acceptor side under fluctuating light*

掲載紙 : *Plant Physiology* (2023年8月22日にオンライン版で公開)

著者 : Yuki Okegawa\*, Nozomi Sato, Rino Nakakura, Ryota Murai, Wataru Sakamoto and Ken Motohashi\*.

DOI : <https://doi.org/10.1093/plphys/kiad466>

URL : <https://academic.oup.com/plphys/advance-article-abstract/doi/10.1093/plphys/kiad466/7247417> (オープンアクセス)

### ■研究資金

本研究は、日本学術振興会（JSPS）科学研究費補助金（基盤研究C・21K06219、研究代表者：桶川友季）および科学研究費助成事業（学術変革領域研究（A）「光合成ユビキティ」・23H04961、研究分担者：桶川友季）の助成を受けておこなわれました。また岡山大学のオープンアクセス出版助成の支援を受けて出版されました。

### ■補足・用語説明

#### [1]シロイヌナズナ

アブラナ科シロイヌナズナ属の一年草。種子植物の中で最も研究され、モデル植物となっている。

#### [2]チオレドキシン

植物に限らず、すべての生物に存在し、酸化還元反応を通してさまざまな酵素の活性を調節することが知られているタンパク質。

#### [3]突然変異体

何らかの原因で遺伝子に変異が起き、その変異によって野生株の性質とは異なる見た目や性質を持つもの。

#### [4]光合成電子伝達反応

光合成は植物が光エネルギーを使って①水を分解して酸素を発生させ②二酸化炭素から有機物を合成するプロセスのこと。光合成電子伝達反応は、葉緑体の電子伝達成分によっておこなわれる反応で、上の文の①を担う。つまり、2つの光化学系（光化学系IIおよび光化学系I）の働きで水から電子を引き抜いて酸素を発生し、還元力を生産する電子伝達反応のこと。

#### [5]クロロフィル

植物の葉緑体のなかにある緑色の天然色素。葉緑素とも呼ばれる。光合成反応で光エネルギーを吸収する役割を持つ。



<お問い合わせ>

岡山大学資源植物科学研究所

光環境適応研究グループ

助教 桶川 友季

(電話番号) 086-434-2341

(HP) [www.rib.okayama-u.ac.jp/index-j.html](http://www.rib.okayama-u.ac.jp/index-j.html)



岡山大学は持続可能な開発目標(SDGs)を支援しています。

