



大阪科学・大学記者クラブ 御中
(同時提供先：文部科学記者会、科学記者会)

2024年11月25日
大阪公立大学

損傷した光合成タンパク質の修復速度と 生息地の気温との相関が明らかに

<ポイント>

- ◇強い光エネルギーにより光合成タンパク質が損傷する“光阻害”からの修復速度が、生育地の気温が異なる植物間で違いがあるかを検証。
- ◇寒冷な地域に生息するシロイヌナズナほど、低温（12℃）にさらされたとき、低温環境下（5℃）での修復速度をより上昇させる順応力を持っている。

<概要>

光合成は植物が光エネルギーを利用して、生命の維持に必要なデンプンや酸素を作り出す反応です。しかし、光エネルギーが強すぎると光合成を行うタンパク質が損傷する光阻害が起こります。植物は光阻害を防ぐために、さまざまな防御機構を備えていますが、光阻害に強い植物種の研究・開発のためにも、どのような植物がより光阻害を受けにくいのかを知ることが重要です。

大阪公立大学大学院理学研究科の小口 理一准教授と東北大学、オーストラリア国立大学の共同研究グループは、寒冷な環境では壊れた光合成タンパク質の修復速度が低下することに着目。世界各地、さまざまな年平均気温の地域（-3℃～18℃）に生息するシロイヌナズナ 298 グループを 22℃で生育し、低温（5℃）での修復速度を調べました。当初、寒冷な地域に生息するシロイヌナズナほど、低温での修復速度が速いと予測しましたが、生育地の気温による違いは見られませんでした。そこで、22℃での生育後、3日間寒冷な環境（12℃）に順化させ、5℃での修復速度を調べたところ、生息地の気温が低いシロイヌナズナほど、低温での修復速度が速いことが分かりました。

本研究成果は、2024年11月27日に、国際学術誌「Plant, Cell and Environment」のオンライン速報版に掲載されました。

生態系を支える光合成は光を駆動力としていますが、光エネルギーは植物に損傷（光阻害）をもたらします。低温では光阻害の修復が難しいため、植物は修復能力を高めて対応する一方、低温にさらされる前は修復能力にかかるコストを抑えている様子が伺えて、植物の戦略が垣間見えたようで嬉しかったです。



図1 クロロフィル蛍光の観測の様子（赤い光が蛍光）
強い閃光を当てた時の蛍光の変化が小さいほど、光阻害が大きい



小口 理一准教授

<研究の背景>

光は光合成の駆動力ですが、強すぎる光は光合成器官に傷害をもたらし、光阻害と呼ばれる、光合成活性や成長速度の低下を引き起こします。ほとんどの植物は、この光阻害にさらされているため、植物がどのように光阻害を回避しているかの研究が世界各地で盛んに行われています。これまでに、葉緑体が移動して光の吸収を抑えたり、過剰な光エネルギーを熱として放散したり、壊れた光合成器官を修復しているなど、多くの回避機構を持つことが明らかになってきました。植物がこれだけ多くの光阻害回避機構を進化させてきたことは、光阻害耐性に強い淘汰圧がかかってきたことを示唆しており、将来的に植物の光阻害による成長低下を抑える方法を研究するためにも、どのような植物が高い光阻害耐性を持つかを知ることが重要です。これまでの研究で、明るいところを好む陽生植物は、暗いところを好む陰生植物よりも光阻害耐性が高いことが知られていましたが、本研究では壊れた光合成器官の修復速度が低温で強く低下することに注目し、低温由来の植物ほど低温での光阻害修復能力が高いのではないかと考えました。

<研究の内容>

本研究では、世界各地の気温が異なる場所で集められているシロイヌナズナの種子を、同じ環境で発芽・生育した後、低温での光阻害修復速度を調べました。光阻害修復速度は、葉のクロロフィルが吸収した光エネルギーのうち、光合成に使われなかった一部から生じる赤色の蛍光を測定することで、調べることができます(図1)。22°Cで生育した植物を、低温(5°C)状態に置いた際の光阻害修復速度を測定したところ、予想に反して、低温での光阻害修復速度は低温由来のものほど速いという傾向は見られませんでした。しかし、22°Cで生育した植物を12°Cで3日間順化させると、予想していた通り低温(5°C)に置いた際の光阻害修復速度は上昇し、その上昇の幅は低温由来の植物ほど大きいことが分かりました。これは、低温に生育する植物では、低温での光阻害の修復速度を上げるよう適応する必要があったものの、植物は暖かい季節の間は、低温での光阻害の修復能力を高めず、コストを省いているからだと考えられます。

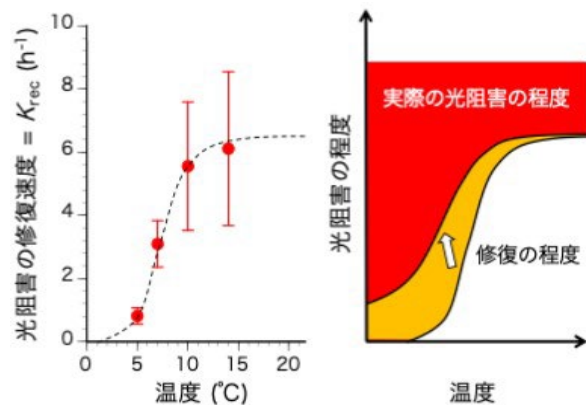


図2 温度による光阻害の修復速度と程度
(左) 光阻害の修復速度は低温・高温で低下する
(右) 修復(白)の増加(矢印)で阻害の程度(赤)は低下する

<期待される効果・今後の展開>

光阻害は、光強度以外の環境要因によっても影響を受け、ストレスの強い環境ほど傷害が大きくなることが知られています。地球環境変動の影響で植物が光阻害を強く受ける状況も将来的に増えることが予想されるため、光阻害の修復能力について調べるのが重要です。

本成果は、光阻害の修復能力がどのように順化して上昇するのか、また修復能力の温度依存性がどのように決まっているのかについての研究促進に繋がると期待されます。

<資金情報>

本研究の一部は、JSPS 科研費(17KK0142、JP16K18614)からの支援を受けて実施しました。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Plant, Cell and Environment

【論文名】 An intraspecific negative correlation between the repair capacity of photoinhibition of cold acclimated plants and the habitat temperature

【著者】 Riichi Oguchi, Soichiro Nagano, Ana Pflieger, Hiroshi Ozaki, Kouki Hikosaka, Barry Osmond and Wah Soon Chow

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1111/pce.15270>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院理学研究科
准教授 小口 理一（おぐち りいち）
TEL : 072-891-2681
E-mail : oguchi@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課
担当：竹内
TEL : 06-6605-3411
E-mail : koho-list@ml.omu.ac.jp