

報道関係各位

2020年8月28日
茨城大学
東京農工大学

【プレスリリース】

イネ品種タカナリ、圃場の光環境・高CO₂濃度でも高い光合成能力 1日の積算光合成量を評価 将来の多収性育種にも期待

東京農工大学の久保智司研究員、茨城大学の安達俊輔助教は、日本のイネの中でトップクラスの収量を示すインド型イネ品種タカナリについて、1日を通じた積算光合成量がコシヒカリに比べて大きく、また高CO₂濃度条件下ではさらに大きくなることを、圃場条件の光環境を実験室内で再現した光合成測定によって明らかにしました。

イネが生育する圃場環境において、植物に届く太陽光の強さは常に変化しており、それに合わせて葉の光合成速度も大きく変動します。イネの収量を高めるためには光合成速度の積算値（積算光合成量）を高めることが重要ですが、この能力の高いイネの品種は見つかっていませんでした。

本研究では、圃場で測定した日の出から日没までの日射変動を実験室内で再現し、タカナリとコシヒカリの光合成変動を比較しました。その結果、タカナリは現在の大気CO₂濃度条件で積算光合成量が大きいことに加え、将来予想される高CO₂濃度条件でいっそう高い能力を発揮することがわかりました。

この結果からは、タカナリを育種母本として用いることで、現在から将来にわたる環境下において高い積算光合成量を示すイネ品種を作り出すことが可能となるといえます。また原因遺伝子の特定は、光合成の光応答メカニズムの解明に役立つと期待されます。

この成果は、2020年9月1日、学術雑誌 *Frontiers in Plant Science* に掲載されます。

■背景

作物が生育する圃場環境においては、気象条件が常に大きく変化しています。特に作物の葉に届く太陽光の強さは、雲の動きや作物同士の遮蔽などによって数秒から数分の単位で大きく変化します。そして光の強さに対して敏感に応答する葉の光合成速度^{*1}は、1日の間に大きく変動しています。したがって、作物収量の向上のために、圃場環境下における光合成速度の積算値（積算光合成量）を高めることが求められています。しかしながら積算光合成量を直接評価することは難しく、この増加を目的とした育種改良はこれまで行われていません。

日本のイネの中でトップクラスの収量を示すインド型品種タカナリは、光が安定している条件での葉の光合成速度がイネのなかで最も高いことが以前から指摘されていました。一方で、光が大きく変動する圃場環境下においてもその高い光合成速度が発揮されているのかについては、これまで調べられていませんでした。また、大気中のCO₂濃度は今後さらに上昇することが予想されていますが、そのような環境においてもタカナリが高い光合成速度を示すのであれば、将来の育種母本^{*2}として役に立つこととなります。本研究では日本の代表的イネ品種であるコシヒカリとの比較を通じて、タカナリの光合成変動や1日の積算光合成量を評価しました。

■研究方法

イネ品種コシヒカリとタカナリをポットおよび水田圃場において栽培しました（図1）。圃場における光環境を実験室内で再現するため、圃場で測定した日の出から日没までの日射量データを光合成測定装置にプログラムし、10秒間隔の光変動環境をLED照明によって作り出しました。これによりポットで栽培したイネに対しても、圃場光環境における光合成測定を繰り返し実施することが可能となりました。さらにクロロフィル蛍光装置により、水田圃場に生育したイネの葉の1日を通じた電子伝達速度^{*3}の変動を評価しました。

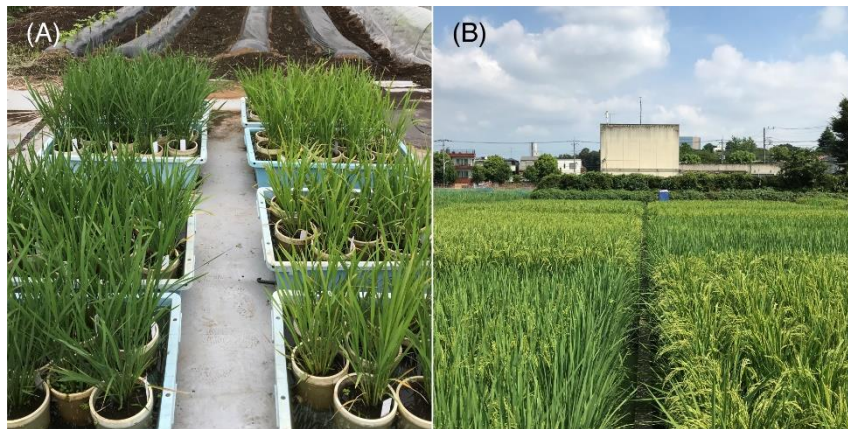


図1 ポット (A) および圃場 (B)に生育したイネ写真

■結果

LED照明によって圃場光環境を再現したときの光合成速度は、どちらのCO₂濃度条件においてもタカナリがコシヒカリよりも常に高い値を示し（図2）、さらに現在のCO₂濃度（=400 ppm）のときよりも高CO₂濃度（=800 ppm）の方が、2品種間の一日を通じた光合成積算量の差が大きくなりました（図3）。また実際の水田圃場で測定した電子伝達速度も一日を通じてタカナリがコシヒカリよりも高い値を示しました（図4）。すなわち、タカナリは光が一定の条件下だけでなく、光が大きく変動する圃場環境においても光のエネルギーを効率的に光合成に利用しており、さらにその効率は将来の高CO₂環境でいっそう高まることが示されました。さらにタカナリは葉の窒素含量に対する積算光合成量が大きく、少ない肥料でも高い積算光合成量を発揮する品種であることもわかりました（図5）。

以上の結果より、タカナリは現在及び将来の高CO₂環境において、コシヒカリなどのイネの光合成速度を高めることのできる有望な育種母本であることが示唆されました。

■今後の展望

タカナリをコシヒカリなど一般的な食用品種と交配し、選抜することで、日本のイネの積算光合成量、収量を高めることができる可能性があります。また高い光合成速度に関わるゲノム領域や遺伝子が解明されれば、品種育成の効率をいっそう高められる可能性があります。タカナリの優れた光合成速度はこれまで注目されてきましたが、実際の圃場環境においても優れることが明らかとなり、その原因を探る研究が加速すると期待されます。

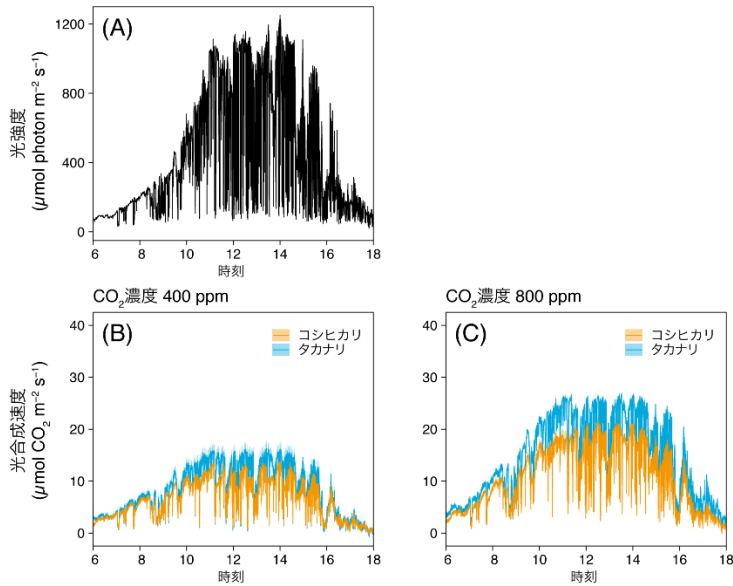


図2 圃場で測定した1日の光強度の推移 (A)と、ポットに生育したイネの現在の大気CO₂濃度 (B) および高CO₂濃度 (C) 条件で測定した光合成速度の変動

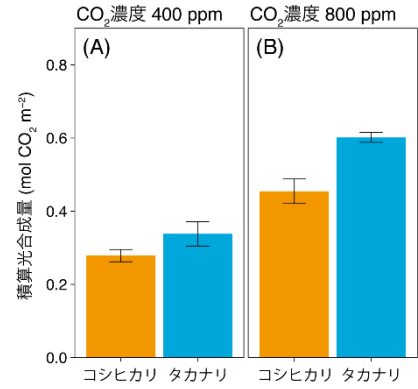


図3 現在の大気CO₂濃度 (A) および高CO₂濃度 (B) 条件で測定した1日の積算光合成量

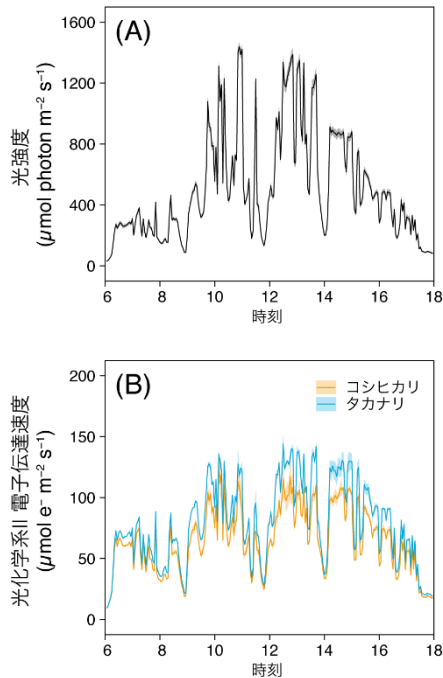


図4 水田圃場における1日の光強度の推移 (A) と葉の電子伝達速度 (B) の変動

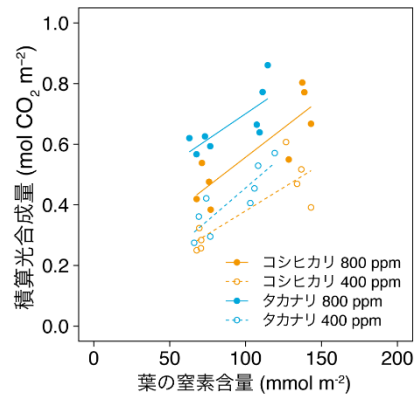


図5 1日の積算光合成量と葉の窒素含量との関係

■論文情報

タイトル : Rice cultivar Takanari has higher photosynthetic performance under fluctuating light than Koshihikari, especially under limited nitrogen supply and elevated CO₂

著者 : Satoshi Ohkubo, Yu Tanaka, Wataru Yamori, Shunsuke Adachi

雑誌 : *Frontiers in Plant Science*

公開日 : 2020 年 9 月 1 日午前 6 時 (欧州夏時間) [日本時間 9 月 1 日午後 1 時]

※本研究は、科学技術振興機構 CREST (JPMJCR15O2 : 安達俊輔)、日本学術振興会科学研究費補助金 (科研費) (JP18K05585, JP19H02940, JP19H02939, 19K05987 : 安達俊輔) (JP16H06552, JP18H02185, JP18KK0170 : 矢守航) などの支援によって実施されました

■用語説明 (必要に応じて)

*¹光合成速度 : 葉の光合成能力を示す指標の一つ。葉面積当たりの CO₂ 吸収速度で表される。

*²育種母本 : 新たな品種を育成する際に、掛け合わせに用いられる品種や系統のこと。

*³電子伝達速度 : 葉の光合成能力を示す指標の一つ。葉面積当たりの光化学系 II を通じた電子輸送速度で表される。