



森林総合研究所

交付金プロジェクト研究 成果 No.84

裸子植物・針葉樹における 新たな CO₂ 固定モデルの構築

二酸化炭素固定量の予測精度の向上にむけ、針葉樹の光合成の代謝経路の
解明に取り組みました。



国立研究開発法人 森林研究・整備機構

森林総合研究所

Forestry and Forest Products Research Institute

背景と目的

植物の光合成は大気中の二酸化炭素 (CO_2) を吸収し、糖を合成する複雑な代謝です。光合成の代謝経路は 1980 年代には明らかになりましたが、これはシロイヌナズナや農作物など、実験材料として扱いやすいモデル植物により明らかにされたものです。これらのモデル植物は被子植物に属し、一方、スギなど我が国の主要造林樹種でもある針葉樹は裸子植物に属します。実験材料として扱いにくい針葉樹は、光合成の代謝研究に利用されることはほとんどありませんでした。地球温暖化による森林の CO_2 固定量の変化は、被子植物で明らかになった光合成の代謝経路をもとに予測されています。しかし、針葉樹の光合成の代謝経路は被子植物と同じなのでしょうか？

アンモニアの研究から見てきた針葉樹の光合成の謎

光合成には、 CO_2 やアンモニア (NH_3) を発生する“光呼吸”という代謝が存在します(図 1 a)。被子植物では、発生した NH_3 は葉緑体にある NH_3 同化酵素(葉緑体型グルタミン合成酵素; GS2) によって直ちに同化され、アミノ酸となり、光合成に再利用されます。一方、針葉樹には、 NH_3 同化酵素は細胞質型 (GS1) のみで葉緑体型である GS2 は存在しないことがわかりました(図 1 b)。被子植物の葉と比べ、針葉樹の葉は NH_3 の同化効率が低く、葉から NH_3 が放出しやすいことも、この結果を支持しました(図 1 c)。以上から、被子植物と同じと考えられてきた針葉樹の光合成の代謝経路を見直す必要が生じました。

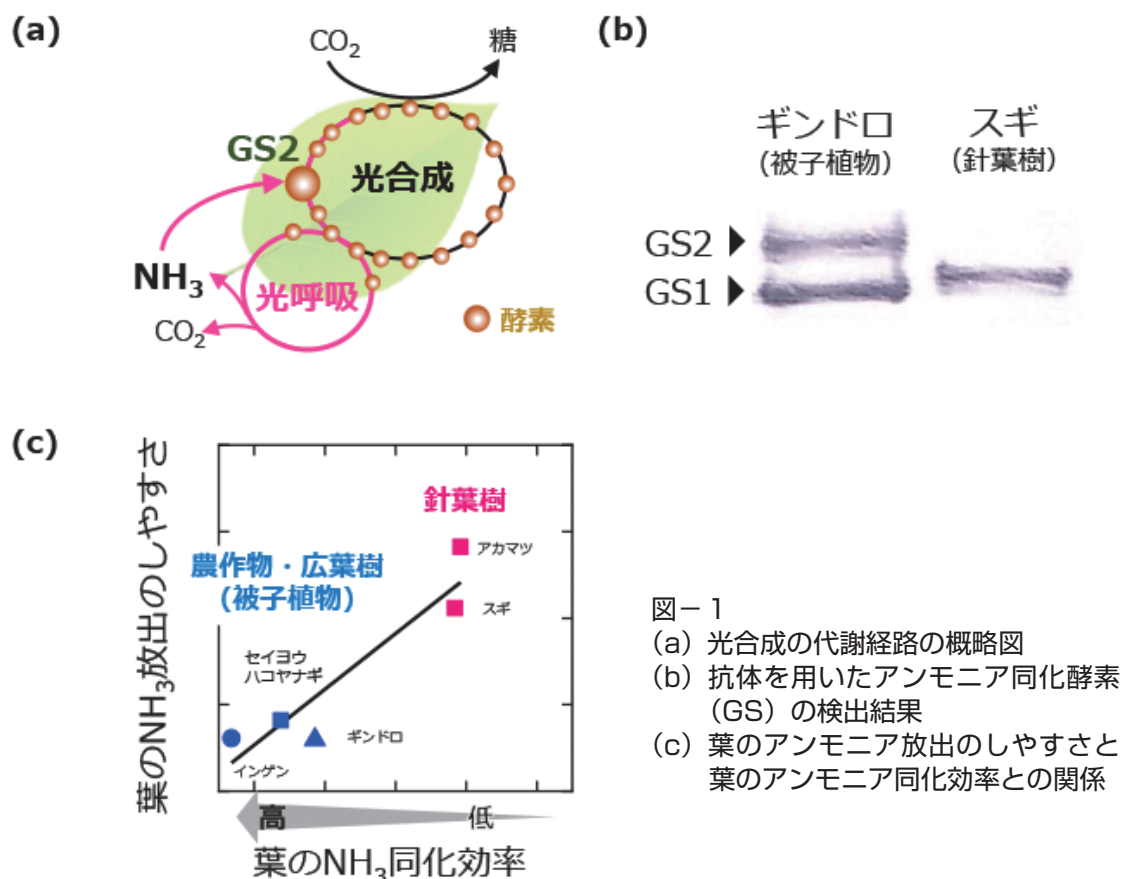
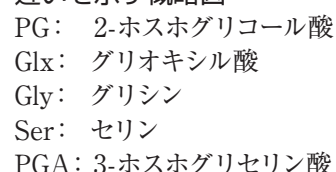


図-1

- (a) 光合成の代謝経路の概略図
- (b) 抗体を用いたアンモニア同化酵素 (GS) の検出結果
- (c) 葉のアンモニア放出のしやすさと葉のアンモニア同化効率との関係

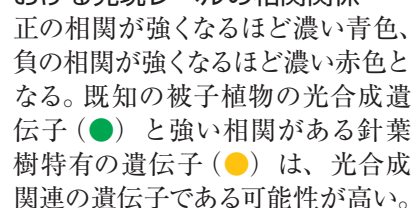
被子植物とは異なる針葉樹の光呼吸のメカニズム

光呼吸では NH_3 の発生とともに CO_2 も発生します（図2）。光呼吸に関わる代謝物の組成や量を針葉樹と被子植物の葉で比較したところ、両者に大きな違いがあることが明らかとなり、発生する CO_2 量は針葉樹の方が高い可能性が示されました。



針葉樹に特有な光合成遺伝子の探索

光合成に関わる酵素は数多く存在し、それぞれが遺伝子による制御を受けています。被子植物と針葉樹とでは光呼吸のメカニズムが違ってくるのがわかってきており、被子植物にはない、針葉樹に特有な遺伝子が存在するかも知れません。そこで、被子植物の光合成に関わる既知の遺伝子（光合成遺伝子）の情報をもとに、針葉樹の光合成遺伝子を明らかにし、これらと協調して発現する遺伝子を網羅的に探索し、光合成に関わる可能性の高い針葉樹に特有な遺伝子を見出しました（図3）。





成果の
利活用

針葉樹の光合成の代謝経路の解明は CO_2 固定量を求める数式の改良につながり、森林の CO_2 固定量の予測精度の向上に役立ちます。

要 旨

光合成の代謝経路の中には CO_2 やアンモニア (NH_3) を発生する“光呼吸”という代謝が含まれています。被子植物の葉では、光呼吸で発生した NH_3 は葉緑体の NH_3 同化酵素（葉緑体型グルタミン合成酵素；GS2）によって同化されることが通説です。一方、針葉樹の葉に GS2 は存在せず、光呼吸で発生した NH_3 の同化効率は被子植物に比べ顕著に低いことが明らかになりました。また、被子植物と針葉樹の葉に含まれる光呼吸の代謝物の組成や量を比較したところ、両者に大きな違いがあり、発生する CO_2 の量に差があることが示唆されました。さらに、遺伝子発現を網羅的に解析することで、針葉樹など裸子植物だけで発現している可能性のある遺伝子も見つかりました。これまで針葉樹は被子植物と同じ光合成のメカニズムをもつと考えられてきましたが、初めてその違いを明らかにしました。

Miyazawa et al. (2018). Journal of Plant Research 131, 789-802.

Miyazawa et al. (2020). Journal of Plant Research 133, 205-215.

宮澤真一（2018）アンモニアの研究から見えてきた針葉樹の光合成の謎。季刊森林総研 No.41.

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/pubs/kikan/kikan-41.html>

研究代表者

樹木分子遺伝研究領域 宮澤 真一



▼プロフィール

これまで大学や他の研究機関でも、樹木、藻類、作物など、様々な植物の光合成を研究してきました。

担当研究機関

森林総合研究所（樹木分子遺伝研究領域、森林防災研究領域、植物生態研究領域）、岩手大学

問い合わせ先 TEL 029 - 829 - 8377（相談窓口）

表紙写真（上段左から）：タバコ（被子）、インゲン（被子）、セイヨウハコヤナギ（被子）
（下段左から）：スギ（裸子）、メタセコイア（裸子）、イチョウ（裸子）

ISSN 1349-0605

森林総合研究所交付金プロジェクト研究 成果 No.84

「裸子植物・針葉樹における
新たな CO_2 固定モデルの構築」

発行日 令和2（2020）年11月9日

発行者 国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所
〒305 - 8687 茨城県つくば市松の里1番地

電話 029 - 873 - 3211（代表）

※本誌掲載記事及び写真の無断転載を禁じます。

