

針葉樹葉緑体の形成：光の影響

九州大学農学部 奥 達 雄
三 笠 哲 雄

1. は え が き

光合成器官としての葉緑体は、植物の物質生産の面からは太陽光エネルギーの「場」として、また環境問題の面からは酸素供給、大気浄化の「場」として、その機能が見直されてきている。さらに葉緑体中存在する葉緑素は「緑」の実体として、その生合成機構が重視されている。本研究の目的は、針葉樹芽ばえを用いて、この葉緑体の構造形成と機能の発現の過程を研究するものである。

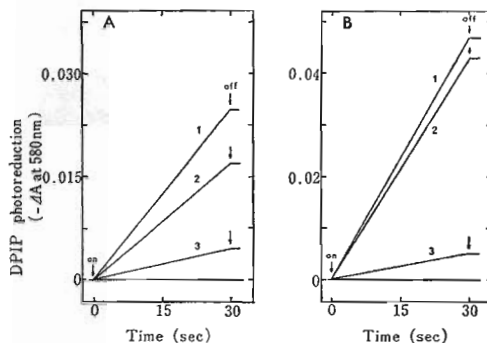
2. 実験方法

暗所、27℃で発芽させ、さらに7日間生育させた *Picea abies* の芽ばえの緑葉を採取し、水洗後冷やす。前報¹⁾の方法に従って、緑葉約0.5gを緩衝液と共に乳鉢中で磨碎し、遠心操作で葉緑体を単離する。光合成の明反応（色素発生、NADP光還元、DPIP (2,6-dichlorophenol indophenol) 光還元)、ATP生成、膜機能 (H^+ の吸収、515nm 吸光度変化)の測定はいずれも前報の通りである^{2,3)}。葉緑素の定量は Arnon の方法⁴⁾に従った。

3. 実験結果と考察

図一—Aは暗所で生育したトウヒ芽ばえ葉緑体のDPIP 光還元反応速度を示している。葉緑体を含む反応液に赤色作用光を照射すると、DPIP 色素の光還元と共に580nmの吸光度が減少し、照射中断と共に、その還元も停止する(曲線2)。この光還元阻害剤 DCMU(3, (4'-dichlorophenyl)-1, 1-dimethylurea)を添加すると、光還元は著しく阻害される(曲線3)。ところで、このトウヒ葉緑体は暗所で形成されたために成葉のそれに比較して構造上未完成であるため、DPIP 光還元能も低い。すなわち、 $H_2O \rightarrow DPIP$ の経路が葉緑体構造と共に完成されていない。従って、 H_2O の代役をする電子供与体 DPC (diphenylcarbazide)を添加すると、DPC→DPIPの経路が新たにつくられ、光還元が促進される(曲線1)。暗所で生育したトウヒ芽ばえに白色光を前照射すると、このDPCによる促進効(曲線1と2の差)

は前照射時間と共に減少してくる(図一—Bの曲線1と2の差)。十分に構造の発達した葉緑体では、このDPC促進効果は全くみられない。同様の現象が *Pinus sylvestris* 芽ばえの葉緑体でも観察される⁵⁾。



図一. トウヒ葉緑体の DPIP 光還元. A, 暗所で生育した芽ばえから単離した葉緑体; B, 10分間光照射した芽ばえの葉緑体; on, 赤色光照射; off, 消光.

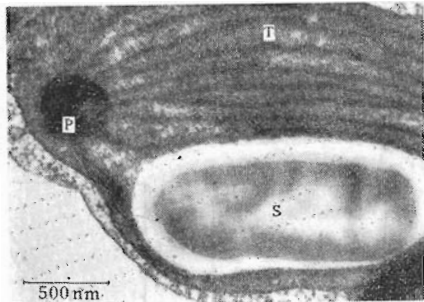
トウヒとクロマツ葉緑体の明反応の部分反応活性を表一にまとめている。これらの芽ばえの葉緑体ではNADP, DPIP, Ferricyanide のいずれの光還元能もみられる。さらに酸素発生能, ATP 生成能も備えていることがわかる。以上の実験データおよび葉緑素の分析データから、一般に針葉樹では暗所ですでに明反応系をもつメラ構造が不十分ながら形成されると予想できる。

表一

Reactions	Activities (μ moles/mg chlorophyll /hr)	Samples
Photoreductions :		
NADP	3.6	Pinus
DPIP	33	Picea
Ferricyanide	72	"
Oxygen evolution	8	"
Cyclic ATP formation	1.5	Pinus

表一. 暗所で形成されたトウヒおよびクロマツ葉緑体の明反応活性.

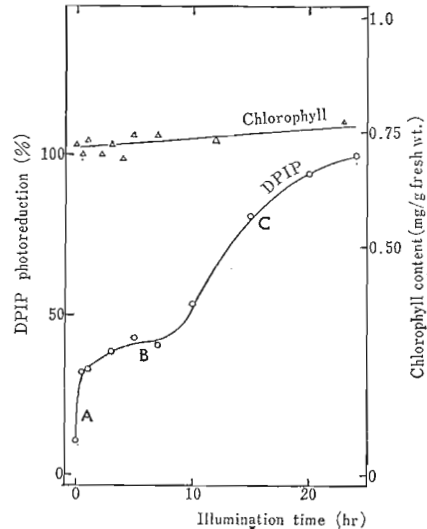
事実、*Picea abies* 葉緑体の電顕像（写真—1）によれば、P. B. (prolamellar body) は縮小している以外に、チラコイド膜はよく発達しており、その膜の部分的な重なりも観察できる。広葉樹芽ばえ（例えばタチバナモドキ）では、このような構造は全くみられずP. B.のみである。



写真—1. 暗所で形成されたトウヒ葉緑体の電子顕微鏡像。T, チラコイド; S, デンプン粒; P, プロラメラ・ボディ

以上の実験結果から、針葉樹芽ばえでは明らかに明反応系をもつラメラ構造の一部が暗所で、すでに形成されており、針葉樹の特徴の一つと言える。従って、暗所から明所に芽ばえを移すと気孔の開度にもなって光合成が短時間内に開始されると考えられる。広葉樹では、光合成の開始に少なくとも6~7時間の光照射を要する。

ところで、芽ばえを明所に移した直後の DPIP 光還元活性は成葉からの葉緑体のそれに比べて低く、わずか6~10%にすぎない。ところが10分の前照射で、この活性は3~4倍顕著に増加する。その後、約7時間、殆んど変わらない(図-2-B)。この照射時間をすぎると再び次第に活性が上昇し、24時間後に成葉の葉緑体に近い値となる。この光照射期間中、葉緑素の量的変化は殆んどみられない(図-2)。以上のように、光照射後、DPIP 光還元能は3段階を経て発達する。図-2のAは光照射後の活性の早い増加(光活性化と呼ぶ)を示し、恐らくチラコイド膜内で電子伝達に好都合な膜成分の分子配列が光照射で誘起されると考える。A段階がすでに暗所で形成されているチラコイド膜で起る明反応であるのに対し、B・C段階は新たに形成される膜上で起るものと解釈すれば、B段階は膜形成の期間で(従って DPIP 光還元活性は、この期間中はほぼ一定である)、次のC段階で新たに形成された膜で、さらに電子伝達系が形成されるものと考えられる。一般にB・C段階は、暗所で生育した広葉樹芽ばえにみられる現象とよく似ている。



図—2. トウヒ芽ばえの光照射による DPIP 光還元活性の経時的増加。

4. ま と め

暗所で生育したトウヒ芽ばえの葉緑体は、電顕像から縮小した P. B. とかなり発達したラメラ構造をもち、しかも光合成の明反応系が、わずかながら出来上がっている。従って広葉樹の場合と異なって芽ばえを明所に移すと短時間内に光合成を開始するものと思われる(CO₂ 固定能を調べていないので断定はできない)。しかしながら、明所に芽ばえを移した時に誘起される経時的な構造形成と機能の発現は、この研究で見出された光活性化現象を除いて広葉樹のそれと本質的に変わらないと考えてよい。

引 用 文 献

- (1) 行徳英代子, 奥達雄, 富田義一: 九麦論, 24, 104~106, 1971.
- (2) Tatsuo Oku, Hirofumi Hayashi and Giiti Tomita: *Plant & Cell Physiol.*, 16, 101-108 (1975).
- (3) Tatsuo Oku, Kiyoshi Sugahara and Giiti Tomita: *Plant & Cell Physiol.*, 15, 175-178 (1974).
- (4) Arnon, D. I.: *Plant Physiol.*, 24, 1-15 (1949).
- (5) Tatsuo Oku, Hiroshi Kawahara and Giiti Tomita: *Plant & Cell Physiol.*, 12, 559-566 (1971).