

# 光・CO<sub>2</sub>環境の変化に対する葉の光合成順化のメカニズム

## Acclimation mechanisms of photosynthesis in response to the change in light- and CO<sub>2</sub>-environment

小口理一

東北大学大学院 生命科学研究科

植物をとりまく環境は多様である。光環境は群落や森林内外の空間的な違いの他に、上層個体の攪乱などで時間的にも変化する。大気 CO<sub>2</sub>濃度は、産業革命以降、人間活動により増加を続けており、100年後には現在の2倍の濃度に達すると予想されている。光も CO<sub>2</sub>も光合成に欠かせない資源であるが、その増加に対して光合成を高めて素早く成長する種もいれば、変化しない種、逆に光合成が低下する種も存在する。この種間差は、光応答においてはニッチの違いをもたらす、種の共存に重要な働きを持つと考えられており、CO<sub>2</sub> 応答においては将来の植物・生態系の応答を予測する上で重要な要因だと考えられている。しかし、なぜこのような種間差が存在するのか、実証的には明らかにされていない。そこで、光強度上昇に対し光合成能力を上昇させる光順化、および光合成能力低下を引き起こす光阻害、さらに大気 CO<sub>2</sub>濃度の上昇に対する順化 (CO<sub>2</sub>順化) について下記の研究を行ってきた。

### 光順化

種間差の要因を葉の解剖学的性質に着目して研究した。1) 厚さを変えられない成熟葉が光合成能力を高める機構：葉緑体は CO<sub>2</sub>を取り込むために葉肉細胞表面に存在するが、弱光生育の葉では細胞表面を葉緑体が完全に占有していなかった。強光へ移すと、その隙間を葉緑体が埋めるように拡がり、光合成能力が上昇した。2) 光順化能力が種間で異なる機構：弱光生育の葉肉細胞表面に隙間が無い種は、強光へ移しても光合成能力が上昇しなかった。光順化には、予め葉を余分に厚くして隙間を空けておく必要があった。3) 光順化のコストとベネフィット：冷温帯広葉樹林で林冠木を倒してギャップを形成し、林床の木本実生の炭素獲得量を推定した。ギャップ下では光順化能力がある葉の炭素獲得量は、無い場合より11.4%高く、葉緑体を増やすための隙間を作るためにかけるコストより大きかった。

### 光阻害

光阻害の種間差を理解するためには、阻害のメカニズムを理解する必要があるが、クロロフィルによる吸光が原因とする説と酸素発生部位内のマンガンによる吸光が原因とする説とで論争が続いている。そこで、二つの機構が同時に起きる可能性に着目して研究した。1) クロロフィルとマンガンの吸光スペクトルの違いに注目し、光の強度と質を変えて光阻害を行った結果、両機構の同時発生が支持された。2) 葉内部に光強度の勾配がある事に注目し、極細光ファイバーとマイクロマニピュレーターを用いて、葉内の光阻害の勾配を測定した。阻害光の色によって光阻害の勾配が異なり、その結果は両機構の同時発生を支持した。3) 光阻害測定に最も広く用いられるクロロフィル蛍光法に誤差がある事を示した。この原因は、葉内の光阻害勾配と阻害された葉緑体から放出される蛍光強度の低下であった。

### CO<sub>2</sub>順化

世界各地で集められた44のシロイヌナズナジェノタイプを通常 CO<sub>2</sub>濃度および高 CO<sub>2</sub>濃度で生育して、成長解析から CO<sub>2</sub> 応答のばらつきの原因を探った。当初の期待通り、ジェノタイプ間で相対成長速度 (RGR) および RGR の高 CO<sub>2</sub> 促進率に十分なばらつきが見られた。成長解析の結果、生理学的なパラメーター (光合成速度など) が形態的なパラメーター (葉をどれくらい持つかなど) よりも RGR および RGR の高 CO<sub>2</sub> 促進率のばらつきをよく説明していた。生理学的パラメーターの中では葉窒素量当たりの炭酸同化速度が最も RGR の高 CO<sub>2</sub> 促進率のばらつきをよく説明していた。このことは、高 CO<sub>2</sub> 環境での成長促進には窒素利用効率を高く保つ事が重要である事を意味している。

Keywords: light acclimation, photoinhibition, high CO<sub>2</sub> response, eco-physiology, leaf anatomy, chlorophyll and manganese, *Arabidopsis thaliana* genotype (ecotype), growth analysis