

葉の形態および生育環境が異なるシダ植物の光合成 Photosynthesis of fern species having different habitats and frond morphologies

西田 圭佑^{1*}, 半場 祐子¹
NISHIDA, Keisuke^{1*}, Yuko Hanba¹

¹ 京都工芸繊維大学大学院

¹ Kyoto Institute of Technology

背景

シダ植物の多くは暗く、湿度の高い場所に生育するが、ワラビや木性シダのように陽地生育するものや、非常に乾燥した環境で生育する着生シダなど、シダ植物の生育環境は非常に多彩であることが知られている。また、これらシダ植物の孢子体は種により非常に特徴のある形態を有しており、環境適応と葉の構造の関係を明らかにすることはシダ植物の進化の過程を考えるために非常に重要である。これまでのシダ植物の環境適応に関する研究では生育環境と葉の構造、あるいは光合成が別々に扱われることが多かった。しかし、孢子体の葉の構造は主に生育環境に適した光合成機能を示していると考えられ、シダ植物の適応戦略の理解のためには生育環境、葉の構造、光合成機能を統合する必要がある。本研究では生育環境、形態の異なる4種類のシダ植物を栽培し光合成機能を比較した。本研究の目的は葉の構造に着目し、シダ植物の光、水分環境に対する適応戦略を明らかにすることである。

材料と方法

陰性、地上性、落葉性のクジャクシダ (*Adiantum pedatum*)、陽地性、地上性、落葉性のワラビ (*Pteridium aquilinum*)、陰性、地上性、常緑性ベニシダ (*Dryopteris erythrosora*)、着生、常緑性のノキシノブ (*Lepisorus thunbergianus*) の孢子体を温室内で栽培した。十分な水分条件での葉面積当たりの乾燥重量 (LMA)、気孔密度、葉の水分率、葉の相対水分率、光合成ポテンシャル (V_{max} , J_{max}) を比較し、光強度に対する光合成の応答を測定した。その後、土壌乾燥ストレスをかけ、光合成反応、Rubisco 濃度を測定し、光合成速度低下の要因、乾燥ストレスに対する適応を考察した。

結果

気孔は裏面のみに存在し、ワラビは他のシダの2倍以上気孔密度が高かった。常緑性シダは落葉性シダよりも LMA の値が高かった、特に着生シダであるノキシノブは最も高い LMA を示した。ワラビ、ベニシダ、ノキシノブの光合成ポテンシャルには差がなかった。ワラビは最も高い最大光合成速度、気孔コンダクタンスを示した。

乾燥ストレスにより落葉性シダは葉を枯らしたが常緑性シダは葉を維持した。特に着生シダは葉の相対水分量 40% 以下でも葉を維持した。乾燥ストレスにより光合成速度と気孔コンダクタンスは一致して低下し、これら間には強い相関があった。ルビスコの濃度は乾燥ストレスの影響を受けなかった。ノキシノブは乾燥ストレス時に負の蒸散量を示した。

考察

十分な水分条件下で、ワラビ、ベニシダ、ノキシノブは同程度の光合成ポテンシャルを持っていたが、最も高い光合成速度を示したのは陽地性のワラビだった。これはワラビが他のシダに比べて著しく高い気孔密度をもっているためで、気孔による CO₂ 拡散抵抗が小さいことが高い光合成速度を可能にしていると考えられる。一方で陰性のシダは高い光合成ポテンシャルを持つにもかかわらず、気孔の密度が非常に小さいために光合成速度が制限されている。陽地性のシダは光合成による光エネルギー消費量が多いという点で強光下でも生育できる一因になっていると考えられる。

乾燥ストレスによりすべてのシダ植物で光合成速度、気孔コンダクタンスは低下した。光合成速度、気孔コンダクタンスは強く相関すること、Rubisco 濃度は乾燥ストレスの影響を受けなかったことから光合成速度低下の主要因は気孔による CO₂ 拡散抵抗の上昇だと考えられる。

着生シダ、ノキシノブの葉は、葉の相対水分量 40% 以下でも枯れず、負の蒸散量を示した。このことはノキシノブが乾燥耐性 (poikilohydry) を持つことを示している。さらに、ノキシノブは LMA、葉の水分率が非常に高いことから多肉組織を持つと考えられる。このことから着生シダ、ノキシノブは多肉組織、乾燥耐性により非常に乾燥した環境で生育が可能になっていると考えられる。

キーワード: シダ植物, 光合成, 適応, 進化, 孢子体, 環境

Keywords: fern, pteridophyte, photosynthesis, adaptation, evolution, habitat