

Characterization of plasma membrane H<sup>+</sup>-ATPase function in stomatal opening and plant growth (植物の気孔開口と成長における細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase の機能解析) (論文要約)

名古屋大学大学院理学研究科生命理学専攻 丁 明

植物の細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase は、光による気孔開口、根における養分吸収、師部積み込みなど、多くの生理現象に関することが知られている。本研究では、これまで詳しく調べられてこなかった植物の栄養成長期と生殖成長期に出現する葉における気孔の特徴付けや植物生産量への影響について、また、イネに細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase を過剰発現させた時のイネの表現型解析を行った。

植物の栄養成長期と生殖成長期に出現する葉における気孔の特徴付けについて、まずはシロイヌナズナを用いて解析を行った。栄養成長期に出現するロゼット葉と生殖成長期に出現する茎生葉の気孔を比較したところ、気孔サイズは、茎生葉ではロゼット葉の気孔よりも少し小さいにも関わらず、気孔開度は 25% 程度大きかった。そこで、気孔開口のキーエンザイムである細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase のタンパク質量を比較したところ、茎生葉ではロゼット葉の気孔よりも 12% 高まっていた。また、主要な細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase である AHA1 のノックアウト変異体における茎生葉での気孔の表現型を調べた結果、茎生葉の気孔ではロゼット葉の気孔よりも細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase のタンパク質量が 32% 減少しており、気孔開度の指標となる気孔コンダクタンスも 30% 以上低下し、光合成活性も 30% 以上低下しており、気孔における細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase のタンパク質量の増加が茎生葉での有意な気孔開口促進の原因であることが示唆された。さらに、茎生葉を切り取ることで植物の収量への影響を調べた結果、茎生葉を切り取った植物では、種子の収量が 50% 程度に低下した。これらの結果から、生殖成長期に出現する葉では、気孔の光による開口が促進されており、植物の生産量や種子収量に極めて大きな影響を与えることが明らかとなった。

次に植物における細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase の働きを調べるために、細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase の過剰発現イネと細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase 欠損イネを用いて解析をおこなった。その結果、過剰発現イネでは根からの水素 イオン放出量が 80% 程度増加しており、イネの主要な窒素栄養源であるアンモニウムの取り込みが 15% 以上増加しており、その他の主要養分であるカリウム、リン酸、カルシウムなども有意に増加していること、一方、細胞膜 H<sup>+</sup>-ATPase 欠損イネでは、これらの養分の取り込みが有意に減少していることが明らかとなった。さらに野外隔離圃場で生育試験を行ったところ、過剰発現イネは野生株よりも 30% 以上収量が増加することが明らかとなった。さらに興味深いことに、過剰発現イネでは施肥する窒素量を

半分に減らしても、通常施肥量の野生株よりも有意に収量が多いことが明らかとなった。一方、細胞膜  $H^+$ -ATPase 欠損イネでは、収量が有意に低下していた。これらの結果から、細胞膜  $H^+$ -ATPase は、植物の成長や種子収量において極めて重要な役割を果たしていることが明らかとなった。