

京都大学	博士（理 学）	氏名	菅野 茂夫
論文題目	Identification of stomagen, a novel plant peptide hormone, and its function in stomatal development		
(論文内容の要旨)			
気孔は植物の表皮組織に存在し、CO₂の通り道となるガス交換器官である。気孔の分化には細胞間のシグナル伝達が重要であると古くから考えられており、実際に負の細胞間シグナル因子である EPF1 および EPF2 が既に単離されている。しかしながら、気孔分化を正に制御する細胞間シグナル因子はみつかっていなかった。本研究では気孔分化を正に制御する遺伝子を同定すること、そして気孔分化の制御システムが実際に植物の生理的な表現型にどのように影響するのかを調べることを目的とした。 本研究ではシロイヌナズナの逆遺伝学的な解析によって気孔の分化に関与する新規の分泌性ペプチド「ストマジエン」を発見した。ストマジエン遺伝子の過剰発現株では気孔の密度が劇的に上昇すること、発現抑制株では気孔の密度が下がることを見出した。また、ストマジエンペプチドを人工合成し、液体培地に添加してシロイヌナズナを育成させた場合、その気孔密度がペプチドの濃度依存的に増加することが分かった。これらの事実はストマジエンペプチドが気孔の密度を正に制御する生理活性ペプチドであることを示している。興味深いことに、発現解析によって、ストマジエン遺伝子は気孔の分化の場（表皮組織）ではなく若い葉肉組織であることも見出された。この事実は植物の気孔分化はストマジエンを介した表皮-葉肉間の組織間相互作用が重要であることを示している。気孔分化の組織間相互作用との関係性を示す一つの事例として、本研究では培地におけるショ糖の濃度がシロイヌナズナの気孔密度を正に制御することを見出した。発現解析によって、ショ糖の濃度変化はストマジエン遺伝子の発現変化を誘導することも分かった。 本研究ではストマジエン遺伝子組み換え体を用いて、水利用効率や光合成速度といった生理的パラメータに気孔密度がどのように関与するのかも調べた。特に気孔の密度と光合成速度の関係については、同一の遺伝子型を用いた実験例が乏しいため結論が出ていなかった。ガス交換の測定によってストマジエン遺伝子過剰発現株での個葉の光合成速度は野生株に比べて優位に高いことを見出した。逆にストマジエン遺伝子発現抑制株では乾燥耐性が上がることも見出した。これらの結果は、細胞間シグナル伝達によって厳密に調節される気孔分化が、実際に植物の生理的パラメータの微細な調節に深く関与することを示している。ストマジエンペプチドを処理することで気孔の数を制御できるので、本研究結果は植物の光合成速度を増加させるための新規の育種方法として「ペプチド処理」の可能性を拓いた初めての事例であると言える。			

(論文審査の結果の要旨)

菅野茂夫氏は植物の葉に分布する気孔に注目した研究を展開した。気孔は、植物の表皮組織に存在し、二酸化炭素の通り道となるガス交換器官である。炭素が生物のからだを構成する重要な元素であり、動物などの従属栄養生物が植物から炭素を採取していることを考えると、気孔は、大気中の炭素を生物界に取込むための入り口とも言える。モデル植物の分子遺伝学的な解析から、気孔の分化の研究は飛躍的に進んできた。葉の表皮では気孔が隣接することなく均一に分布している。このパターン形成や原表皮細胞から気孔への分化には、負の細胞間シグナル因子による側方抑制機構が働くことが知られていた。このような状況化で、菅野氏は、気孔の分化を促進する正の細胞間シグナル因子を見いだし、**stomagen** と命名した。この発見の面白さは、**stomagen** が、葉の内部組織から表皮組織に働きかけるという点にある。本研究によって提案された「組織間相互作用による気孔の分化」は概念的にも新しいもので、この成果は、論文発表後新聞やテレビなどで紹介されるなど、国内外で高い評価を得た。

菅野氏は **stomagen** を中心に気孔分化の生理応答から植物個体への作用まで、階層横断的に研究を展開した。生理学的実験の結果、ショ糖が気孔の密度に正に影響することを見いだした。ショ糖は光合成産物でありかつ転流にも用いられる糖である。本発見は気孔分化の分野でこれまで全く考えられてこなかった、光合成と気孔分化をつなぐ分子メカニズムの存在を示唆しており、今後の進展が期待できる。一方、気孔密度と光合成能力の関係は、この分野の研究者で議論になっていた。その中で、菅野氏は、**SOMAGEN** 遺伝子を駆使した研究から、同じ遺伝子型の植物を用いることにより、気孔密度の増大が光合成能力を促進させることを示すことに成功した。また、気孔密度の減少が植物の乾燥耐性を向上させることも明確に示した。**stomagen** は、合成ペプチドの投与により効果を得ることができる。即ち、組換え操作を伴わずに植物の改変ができるということから、**stomagen** の研究成果は、植物の生産性向上という応用面でも広く注目された。

以上の菅野氏の発見は、植物の細胞分化機構や気孔分化の生理機能という基礎分野の研究に新たな視点を与えただけでなく、バイオマス生産を目指す応用研究にも大きく貢献したとして高く評価された。本学位論文の内容は、国際学術雑誌 **Nature** 誌および **New Phytologist** 誌に掲載された。菅野茂夫氏が実施した研究の質は高く、よって、本論文は博士（理学）の学位論文として価値あるものと認めた。また、平成 25 年 1 月 30 日に論文内容とそれに関連した口頭試問を行い、その結果合格と認めた。