

氏 名 (本籍)	ビダディ ハニエ (イ ラ ン)
学 位 の 種 類	博 士 (理 学)
学 位 記 番 号	博 甲 第 5373 号
学位授与年月日	平成 22 年 3 月 25 日
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当
審 査 研 究 科	生命環境科学研究科
学 位 論 文 題 目	Involvement of Gibberellin in the Growth and Functions of Roots in <i>Arabidopsis thaliana</i> (シロイヌナズナの根の成長と機能におけるジベレリンの関与)

主 査	筑波大学教授	理学博士	佐 藤 忍
副 査	筑波大学准教授	博士 (理学)	溝 口 剛
副 査	筑波大学准教授	博士 (理学)	小 野 道 之
副 査	筑波大学講師	博士 (理学)	岩 井 宏 暁

論 文 の 内 容 の 要 旨

高等植物は変化する環境に対して根や茎葉などの器官間の相互作用を介して発生や機能の調節を行っている。環境刺激の情報は受容部から離れた器官へ伝えられることで、植物体全体での適応を図っており、また、成長や発芽の促進作用を有する植物ホルモンであるジベレリン (GA) が、地上部から根への情報の伝達に寄与していることが近年報告されている。本研究は、地上部の GA が、根の生長や機能、特に根における情報分子の生産と植物の発生・生長を制御する機構を明らかにすることを目的とした。

まず始めに、GA₄ をシロイヌナズナの芽に与えると根の生長が促進された。一方、ジベレリン生合成阻害剤ユニコナゾールの芽への投与も同様に根の生長をもたらしした。そこで GA 生合成の鍵酵素 GA3ox と GA20ox の遺伝子発現を調べたところ、芽にユニコナゾールを投与すると根におけるこれらの遺伝子の発現が顕著に促進されていた。以上の結果から、通常はシュートで合成されて根に送られる GA または GA の前駆体が根の生長を制御しているが、シュートの GA 合成を阻害すると、根に送られる GA が減少し、フィードバック制御の結果、根における GA 合成酵素の遺伝子発現が促進され、根自身における GA 合成が上がることで根の成長促進がもたらされたと考えられた。この事は、GA の生合成阻害剤を使用しても、根における GA 含量を減少させることができないため、地上部の GA の働きを評価できないことを物語っている。

そこで次に、地上部の GA が根に与える影響を分子的に解析することを目的に、シロイヌナズナの GA 合成欠損変異体 (*ga3ox1/ga3ox2*) の芽に GA₄ を投与し、根の生長と根における遺伝子発現の解析を行なった。その結果、芽への GA の投与は根の生長の顕著な促進を引き起こした。そこで、GA 合成欠損変異体の芽への GA 投与による根における遺伝子発現の変化をマイクロアレイ法を用いて解析したところ、複数の遺伝子の発現が 4 倍以上の促進または抑制を受けていることが判明した。その中から、根で特異的に発現している CLE ペプチドをコードする *CLE6* 遺伝子に着目した。*CLE6* は芽および根に GA₄ を投与することにより、顕著に根における遺伝子発現が促進された。また、*pCLE6::GUS* を導入したシロイヌナズナの観察の結果、この遺伝子が根の中心柱、特に側根の分岐点において強く発現していた。また野生型植物の生育ステージを追って *CLE6* の発現を調べたところ、花成誘導が起こる時期に発現が高いことが判明した。

次に、CLE6 の機能を明らかにすることを目的に、*CLE6-RNAi* 形質転換体を作出したが、顕著な効果は見いだされなかった。また合成 CLE6 ペプチドを投与しても有為な変化が見られなかった。しかし、*CLE6* を過剰発現する形質転換体では、生長が顕著に促進されることが判明した。

以上の結果から、地上部のジベレリンによって根の中心柱において CLE6 ペプチドの遺伝子発現が促進され、合成された CLE6 ペプチドが根の中心柱で導管へロードされ、地上部に運ばれている可能性が考えられた。また、生殖生長期にシュートにおける GA の合成が高まることで、根における *CLE6* の発現が促進され、生産された CLE6 ペプチドが導管を通して地上部に運ばれ、シュートの生長を促進するという、シュートと根における相互作用のループが存在する可能性が考えられた。

審 査 の 結 果 の 要 旨

地上部から根への遠距離情報伝達機構の理解は植物の環境応答を理解する上で欠かすことができないが、その経路がおそらく篩管と考えられることなどの理由から、研究が進んでいなかった。本研究は、ジベレリン (GA) に着目し、まず生合成阻害剤を用いた実験を通して地上部の GA が根に対して影響を及ぼすことを明らかにし、次に、GA 合成欠損変異体を用いて根において地上部の GA によって影響を受ける遺伝子の中で、新規情報分子として近年注目を集めている CLE ペプチドの 1 つが GA に応答して合成され、植物体の発生・生長に寄与している可能性を示したものである。CLE ペプチドの機能解明に関しては今後の更なる分子生物学的解析が待たれるものの、CLE の中でも今まで機能が全く明らかになってこなかったグループに属する CLE6 の挙動と機能の一部が解明された点が高く評価できる。

また、今までの地上部 GA の根に対する生理作用の研究は、シロイヌナズナ以外の植物種を用いて行なわれてきたが、本研究では、分子生物学のモデル植物であるシロイヌナズナにおいて地上部の GA に応答して根で発現する遺伝子がマイクロアレー法を用いて *CLE6* 以外にも複数同定された。この研究結果は、今後の植物の遠距離情報伝達機構の解明に貴重な素材を与える点からも、その価値は非常に高い。

よって、著者は博士 (理学) の学位を受けるに十分な資格を有するものと認める。