

論文審査の要旨及び担当者

論文題名

シロイヌナズナ ZEITLUPE による胚軸伸長制御機構の解明

論文審査の要旨

① 論文の概要

動物と異なり固着生活を営む植物は、光をエネルギー源として光合成に利用するだけではなく、光の質と量の違いを環境情報として利用することで外部環境の変化に応答している。植物の光形態形成反応は、光情報が光受容体によって受け取られ、その情報が化学情報に変換されて細胞内に伝えられることで誘起される。植物の光受容体には、1950年代に黄化芽生えから赤色光照射と遠赤色光照射で可逆的に吸収変化を示す色素タンパク質として単離されたフィトクロムや、1990年代に遺伝子が明らかにされた青色光受容体クリプトクロムとフォトトロピンなどがあり、それらの光受容体が、発芽、脱黄化、花芽形成、避陰応答、光屈性などの様々な成長・発生過程の制御に関与していることが知られている。本論文は、2000年代に遺伝子が明らかにされ上記の光受容体に比べて研究が遅れている ZTL (ZEITLUPE)/LKP2 (LOV KELCH PROTEIN 2)/FKF1 (FLAVIN-BINDING, KELCH REPEAT, F-BOX 1) ファミリータンパク質の1つである ZTL による胚軸伸長機構を、モデル植物であるシロイヌナズナを用いて遺伝子レベルで研究したものである。論文の構成は3章からなる。第1章では、マイクロアレー解析により野生型と ZTL 過剰発現体の遺伝子発現を網羅的に比較・解析し、qRT-PCR (quantitative reverse-transcription PCR)を用いてオーキシン応答性遺伝子の発現と胚軸伸長との相関を明らかにしたうえで、阻害剤を用いた胚軸長比較実験により ZTL による胚軸伸長へのオーキシンの関与を議論している。第2章では、野生型と T-DNA (transfer DNA) 挿入による ztl 機能欠損体をマイクロアレー解析、qRT-PCR 解析、阻害剤を用いた実験に用いることで、ZTL による胚軸伸長へのオーキシンの関与を検証している。第3章では、芽生えを胚軸と胚軸より上部の葉と頂芽を含む部分とに分けてマイクロアレー解析を行うことでより詳細な網羅的遺伝子発現解析を行い、GUS レポーター遺伝子、ルシフェラーゼレポーター遺伝子を用いた分子生物学手法や、ztl 機能欠損体背景で YUC8 (YUCCA8) や PIF4 (PHYTOCHROME INTERACTING FACTOR 4)を過剰発現させた植物や ztl phyb (phytochrome b) 二重変異体を用いた分子遺伝学的手法で、マイクロアレー解析の結果から導き出された仮説を更に検証している。以上の内容は、以下の3つの観点から独創性が高いものとみなされる。

- 1) 網羅的な遺伝子発現解析により、ZTL による胚軸伸長制御機構を遺伝子発現のレベルから明らかにしたこと

- 2) 生理学的手法・分子生物学的手法により、ZTLによる胚軸伸長制御へのオーキシンの関与を明らかにしたこと
- 3) 分子生物学的手法・分子遺伝学的手法により、ZTLによる胚軸伸長制御へのPIF、YUC、PHYBの関与を明らかにしたこと

② 審査の方法

まず、自然科学研究科生命科学専攻で設けられている申し合わせ事項に基づき、学位申請者の筆頭著者としての原著論文が、英文国際誌へ受理されている必要があるとする条件が満たされた。これに基づき、博士論文が作成され、本人から主査1名と副査2名へ提出された。その後、公聴会が実施され、口頭発表および口頭試問を経て、以下のように評価された。

③ 内容の評価

本研究は学位申請者が他大学から本学大学院進学後に始められた研究であり、本学から進学した学生に比べると卒業研究分のハンディーがあったにもかかわらず、学位申請者の直向きな努力によって成し遂げられたものである。マイクロアレーによって得られたビッグデータの解析や経時的なルシフェラーゼ活性の数理的な解析には、他研究者や工学博士である姉との協力的なやりとりが欠かせないものであった。学位申請者の人柄ゆえに多くの人から協力をして頂けたものと思われる。地球温暖化が世界的な問題となっている現在、温暖な環境での植物の成長にZTLがファイトクロムやオーキシンを介して関与しているという研究成果は、大変興味深いものである。提出されたが学位論文は、筆頭著者3報（内1報審査中）、第4著者1報という業績に裏付けられており、着想、研究方法、論理展開、考察、結論のあらゆる観点から判断して優れていると評価できる。

④ 結論

本論文は、博士の学位論文として十分な内容であり、博士（理学）の学位を授与するにふさわしい。

論文審査主査	清 末 知 宏	教授
	安 達 卓	教授
	岡 本 治 正	特別非常勤講師 (学習院大学名誉教授)