

論文審査の結果の要旨

氏名 大塚 蔵嵩

本論文の主要部分は2章からなり、第1章にはシロイヌナズナの温度感受性突然変異体 *rrd1*、*rrd2*、*rid4* を利用した側根原基形成時の細胞分裂と放射パターン構築に関する解析が、第2章には各変異体責任遺伝子の分子機能と側根原基形成時の細胞分裂制御に関する解析が、それぞれ述べられている。また、主要部2章に先立つ序章では、研究の背景として植物の器官形成、とくに側根形成過程における細胞増殖制御についての過去の知見がまとめられており、これと関連づけて研究の意義と目的が記されている。研究全体の統括と展望は、2章とは別に終章として改めて記述されている。

本研究では、高温条件下で帯化した側根を形成するシロイヌナズナの温度感受性突然変異体 *rrd1*、*rrd2*、*rid4* (温度依存的帯化 *temperature-dependent fasciation* に因み TDF 変異体と総称) を起点に、側根原基の形態形成の制御機構に関し、分子遺伝学的解析を実行している。まず TDF 変異が側根原基の発達に及ぼす影響を調べ、側根原基形成初期の細胞分裂の異常が帯化の原因であることを示した。側根原基形成は内鞘細胞の非対称垂層分裂によって始まるが、さらに詳細な解析により、TDF 変異体ではこの非対称垂層分裂が正しく終結せず過剰に起きることを明らかにした。また、帯化した側根の放射パターンを精査し、中心柱の細胞列が著しく増えているのに対し、内皮より外側の細胞層は一定しており正常な側根と変わらないことを示した。そしてこの結果から、根の放射パターン形成の基本的枠組みは、場の拡大に対して外側領域の方がより頑健であるような性質を備えていると考察した。

TDF 変異体の責任遺伝子のうち、*RID4* については先行研究ですでに同定されており、ペンタトリコペプチドリピート (PPR) タンパク質の一種をコードすることが分かっていたが、本研究では残る *RRD1* と *RRD2* を同定し、前者がポリ A 特異的リボヌクレアーゼ (PARN) 様タンパク質、後者が PPR タンパク質をコードする遺伝子であることを突き止めた。これらの関係について遺伝学的な解析を行い、二重変異体が合成致死となることなどから、各遺伝子の機能が密接に関連していることを示唆した。*RRD1* と *RID4* については、緑色蛍光タンパク質 (GFP) 融合レポーターを構築して発現・局在解析を行い、根系では根端分裂組織や側根原基で発現していること、細胞内では主にミトコンドリアに局在することを示した。また、マイクロアレイ解析等により、TDF 変異体ではミトコンドリアゲノムにコードされる呼吸鎖構成因子の mRNA

がポリアデニル化された状態で蓄積していることを明らかにした。さらに適度な濃度の呼吸鎖の阻害剤で処理することにより側根原基が拡大し、側根の帯化が引き起こされることを見出した。最後に以上の結果を総合して、側根原基形成の開始に際しては、RRD1、RRD2、RID4 が協同してミトコンドリア呼吸鎖構成因子の mRNA のポリ A 依存的代謝に働き、この代謝が内鞘細胞の非対称垂層分裂の終結に必要な高い呼吸活性を実現することで、細胞増殖域を限局化し側根原基の大きさを規定する、というモデルを提示した。

研究全体を通して得られた結果は多大であり、側根形成時の細胞増殖制御およびミトコンドリアの mRNA 代謝に関し、画期的な新情報を提供している。本論文は、これらの研究成果をわかりやすい図表と正確かつ明快な英文で記述している。実験結果の考察では、様々な可能性について丁寧な検討がなされ、合理的な結論が導かれている。また、当該分野の文献は、過不足なく適切に引用されている。

なお、本論文に記載された研究は、主査である杉山宗隆（東京大学大学院理学系研究科准教授）のほか、小西美稲子（日本学術振興会特別研究員）、木下温子（理化学研究所植物科学研究センター基礎科学特別研究員）、蜂谷卓士（東京大学大学院理学系研究科特任研究員）、野口航（東京大学大学院理学系研究科准教授）、上田貴志（東京大学大学院理学系研究科准教授）、平山隆志（岡山大学資源植物科学研究所教授）との共同研究であるが、論文提出者が主体となって実験および論証を行ったもので、論文提出者の寄与が十分であると判断する。

したがって、博士（理学）の学位を授与できると認める。