

論文審査の結果の要旨

氏名 岩元明敏

本論文は、序章、3章、結論からなる。序章では、植物の先端成長に関するこれまでの研究をまとめ、さらに、この先端成長における細胞増殖と体積増大 (= 体積成長) を定量化する手法として近年発達した細胞動力的解析の有用性と問題点を述べている。そして、この博士論文の研究では、細胞動力的手法と器官成長を定式化した数理モデルを組み合わせ、先端成長のモデルとしてシロイヌナズナの根端成長を解析し、その基本要素を明らかにすることを旨として研究を行ったと結んでいる。

第1章では、数理モデルを組み込んだ細胞動力的手法によるシロイヌナズナ根端成長解析の手法の確立と、遺伝的に異なる複数のシロイヌナズナ系統の根端成長への手法の適用について述べられている。この確立された手法によって、シロイヌナズナの5つの系統の根端成長は、細胞増殖、体積成長、そして器官維持の各側面に関するコストと成長活動量の振り分けの面から特徴づけることができた。このような特徴づけは今回の研究によって初めて可能になったことであり、非常に意義のあるものである。また、この解析を通じて植物の倍数体における成長の違いが、細胞当たりの成長活動量、細胞増殖コストの違いによるものであることが示唆され、今後の倍数体に関する研究全般に大きく寄与すると言える。

第2章では、生育温度の条件の異なるシロイヌナズナ根端の成長について数理モデルを組み込んだ細胞動力的手法によって解析した結果について述べられている。解析の結果、低温で生育した根端では細胞増殖、体積成長の両面の効率が大きく低下していることが算出した比コスト係数から明らかとなった。この効率の低下と、成長活動量の振り分けの変化によって低温では根端成長が大幅に低下していることが分かった。温度条件の変化が、成長のどの側面、要素に影響を及ぼすかを明らかにしたのはこの研究が初めてである。

第3章では、根端成長でも見られた細胞増殖と体積成長のトレードオフという重要な関係性の生理学的背景を検証するため、タバコ BY-2 培養細胞を用いて細胞周期と体積成長との関係についての解析を行っている。指数増殖期の BY-2 細胞に様々な阻害剤を与えて、培養液容積当たりの生重量を指標に体積成長の変化を追跡したところ、DNA 合成阻害剤アフィディコリン (APC) の投与時にのみ一過的な成長促進が観察された。次に APC 処理により細胞周期を同調させた BY-2 細胞の体積成長を調べたところ、G1 期細胞の比率と体積成長率との間に相関が見られた。この結果から、細胞周期と体積成長率の連関が示唆された。植物では、このような細胞周期と成長の関連はこれまで明らかになっておらず、本研究は最初の基礎的な知見を与えるものとなっている。

結論では、以上の結果をまとめ、本研究で確立した数理モデルを組み込んだ細胞動力的手法は遺伝、環境要因の異なる様々な根端成長を解析し、特徴づけるために有用なツールであるとしている。今後、分子遺伝学的解析と組み合わせることによって、根端成長における細胞増殖と体積成長の統御機構に関して新たな知見が得られることが期待される。また、植物において初めて細胞周期と成長の関係性を示したことによって、細胞増殖と体積成長のトレードオフ関係の少なくとも一部はこの連関によると結論づけている。これは、この研究が器官成長における細胞増殖と体積成長の関係の生理学的背景に細胞周期という面から踏み込んでいくことを可能にしたと評価できる。

なお、本論文第1章は、佐藤 大輔・古谷 将彦・丸山 真一朗・大場 秀章・杉山宗隆との共同研究

であるが、論文提出者が主体となって分析及び検証を行ったもので、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。