

博士学位論文審査要旨

氏名	菊池 涼夏		
学位の種類	博士（理学）		
学位記番号	博甲第 296 号		
学位授与の日付	2023 年 3 月 31 日		
学位授与の要件	学位規則第 4 条第 1 項該当		
学位論文の題目	Analysis of the effect of genome polyploidization on root growth in <i>Arabidopsis thaliana</i>		
論文審査委員	主査	神奈川大学 教授	岩 元 明 敏
	副査	神奈川大学 教授	安 積 良 隆
	副査	神奈川大学 教授	井 上 和 仁
	副査	神奈川大学 教授	西 谷 和 彦
	副査	東京大学 教授	杉 山 宗 隆

【論文内容の要旨】

本研究では、植物の同質倍数化による成長変化の定量化とそのメカニズムの解明を目指し、シロイヌナズナの同質倍数体シリーズを対象とした定量的な根端成長解析を行った。その結果、4 倍体では 2 倍体と比較して細胞単位での体積増大が促進される一方、細胞増殖は抑制されていることが明らかになった。高次倍数体（6 倍体、8 倍体）では、2 倍体と比較して細胞増殖と細胞体積増大の両面が抑制されており、特に 8 倍体における成長抑制は顕著であった。さらに、こうした成長変化と染色体動態の変化の関連を明らかにするため、細胞増殖領域から成熟領域までを含む根端の全領域の形状を維持した状態で行う Whole-Mount FISH 解析の手法を新たに確立し、それを用いて倍数体シリーズの根端を解析した。その結果、高次倍数体では核内倍加が抑制され、染色体束化が進行しており、それらが細胞体積増大の抑制と関連していることが明らかとなった。さらに、環境要因が同質倍数化による成長変化に及ぼす影響の 1 つとして、培地固化剤である寒天とゲランガムの違いが根端伸長に与える影響について解析を行った。その結果、ゲランガムでは寒天培地と比較して倍数体での根端伸長が抑制され、その原因の一部がゲランガムに含まれるアルミニウムであることが示された。

本研究の成果は、同質倍数化が植物の器官成長に及ぼす影響を明らかにするとともに、そのメカニズムの全容解明に向けての端緒を切り拓くものであるといえる。

【論文審査の結果の要旨】

本博士学位論文の最終試験では、副査の安積良隆教授から博士論文第 1 章の内容について、細胞体積と核サイズとの関係性、また核内倍加と細胞サイズの関係性についての質問があった。これに対して、論文提出者（菊池涼夏）より細胞体積が上昇するほど核サイズも上昇すること、また核サイズより推定している核内倍加の亢進が細胞サイズを促進していると考えているとの回答があった。副査の井上和仁教授からは、博士論文における 1 章と 2 章の間にどのような関連性があるのか

という質問、また 2 章の内容についてアルミニウムが倍数体に及ぼす影響についてもっと多面的な解析をした方がよいのではないかという指摘があった。これに対して、菊池涼夏より 1 章は同質倍数化が根端成長に及ぼす内的要因（内部メカニズム）、2 章は外的要因（環境要因）それぞれに関する研究という形で関連していること、アルミニウムが及ぼす影響についての解析は本研究の成果をもとにさらに発展させていくとの回答があった。副査の杉山宗隆教授からは、博士論文全体に関する総括（general discussion）が必要ではないかとの指摘、1 章の内容に関して核内倍加が起きない植物で解析するとどのような結果が得られるか、また根端における核内倍加をさらに正確に測定できるのではないかと、2 章の内容についてアルミニウムが細胞壁に及ぼす影響以外についても検討した方がよいのではないかとの質問があった。これに対して、菊池涼夏より最終的に提出する博士論文には総括の章を追加すること、また 1 章については、核内倍加が起きない植物での解析、根端における核内倍加のより正確な測定（定量化）については今後取り組む予定であること、2 章についてはアルミニウムが DNA 損傷に及ぼす影響などについても検討し最終的な博士論文に内容を追加するとの回答があった。副査の西谷和彦教授からは、杉山教授と同様に（高次）倍数化シンドロームを検討する博士論文全体の総括が必要ではないかとの指摘、1 章の内容に関して根端の各細胞における細胞周期の各期の長さの定量化、またより正確な核内倍加の定量化が可能かとの質問、核内倍加と細胞サイズとの関連をより明確にした方がよいとの指摘があった。これに対して、菊池涼夏より最終的に提出する博士論文には倍数体シンドロームを検討する総括の章を追加すること、根端の各細胞における細胞周期各期の定量化についてはマーカーラインを用いた精密な測定を行うこと、核内倍加の正確な定量化については根端をセルソーターで各組織毎の細胞を分離し、さらにそれを根端の各領域毎でフローサイトメーターを用いて定量化することで可能となるとの回答がされた。

最終試験後の審査会において、主査の岩元明敏教授から提出された論文の内容、また最終試験における各副査からの質問に対する回答を勘案し、本博士学位論文の成果は適当であり、有意義な内容を十分に備えていること、また論文提出者である菊池涼夏は博士学位に必要な学識と高度な研究能力を十分に備えているとの評価が示され、これについて審査員全員が了承して論文審査合格と認定した。