

Environmental stress-induced hierarchical architecture in secretion of a hollow fiber from plant protoplasts

田川, 聡美

<https://hdl.handle.net/2324/2236315>

出版情報：九州大学, 2018, 博士（農学）, 課程博士
バージョン：
権利関係：やむを得ない事由により本文ファイル非公開（3）



氏 名	田川 聡美			
論 文 名	Environmental stress-induced hierarchical architecture in secretion of a hollow fiber from plant protoplasts (環境ストレス応答として植物プロトプラストから分泌される中空繊維の階層的構築プロセス)			
論文調査委員	主 査	九州大学	教授	近藤 哲男
	副 査	東京農工大学	教授	船田 良
	副 査	九州大学	教授	堤 祐司

論 文 審 査 の 結 果 の 要 旨

本論文は、「大過剰の Ca^{2+} が添加された酸性の培地での培養」という異常環境ストレスで誘導される樹木プロトプラストの β -1,3-glucan (カロース) 中空繊維分泌現象について検討し、草本類に対しても樹木と同様のストレス応答が生じることを明らかにした。次いで、細胞壁形成阻害が繊維分泌を誘発させることを明らかにするとともに、可視化手法を駆使して壁形成および表層微小管成長の挙動と繊維分泌の相関を検討したものである。さらに、蛍光タンパク質で標識された壁形成に関与する表層微小管の挙動をモニターすることにより、人為的に制御させたプロトプラストの細胞壁再生プロセスと、ストレス応答による繊維分泌過程との連動を細胞レベルの観点から検討したものである。

はじめに、樹木由来のプロトプラストにおいてのみ認められていたストレス応答としてのカロース中空繊維の産生現象が、植物共通の現象であるかどうかを草本植物としてのシロイヌナズナとタバコ BY-2 の懸濁培養細胞由来のプロトプラストを用いて検証している。その結果、草本植物においても細胞壁形成が阻害された際に、同様の現象が確認され、細胞壁形成阻害が引き金となる中空繊維分泌が植物共通のストレス応答現象であることを明らかにしている。

次に、細胞壁構造に重要な役割を果たすセルロースならびにカロース成分に着目し、通常培養でのプロトプラストの経時的一次壁形成の観察を共焦点レーザー走査型顕微鏡により行っている。その結果、本ストレス条件において、セルロースミクロフィブリルの合成が抑制されるとともに、カロースが細胞外へ産生される様子が可視化された。さらに、セルロースミクロフィブリルの配向制御に関与する GFP-MAP4 蛍光タンパク質で標識された表層微小管の動態を調べた結果、ストレス培養下では、表層微小管が細胞膜表面内で不安定に振動する状態で存在することを明らかにした。このことは、表層微小管の不安定化が細胞壁形成阻害に寄与していることを示唆するものである。

また、表層微小管のカロース中空繊維の形成プロセスへの関与も検討している。カロース合成酵素は膜タンパク質であるため、本現象において表層微小管の関与が推定された。そこで、微小管の重合促進、または脱重合阻害剤を培地に添加して、微小管形成の人工的制御を試みたところ、分泌カロース中空繊維の幅に変化が見られたことから、表層微小管が繊維形態へ関与している可能性を示唆している。

さらに、カロース中空繊維の三次元階層構造の詳細な解析を試みている。その結果、カロース中空繊維を構成するユニット (ビルディングブロック) として、直径 10 nm 程度のナノファイバー状物質が得られた。さらに、この自己組織化による中空繊維化には、疎水性相互作用が寄与するとい

う推定をしている。

最後に、本現象における細胞壁阻害の環境要因をより明確にするために、 Ca^{2+} を含むイオンの影響、pH、ならびに Ca^{2+} 濃度に対する細胞壁形成、および繊維産生の変化を調べ、 Ca^{2+} が細胞壁形成阻害、ならびに繊維産生に極めて大きな影響を与えることを明らかにしている。

以上の研究成果は、植物細胞壁研究に新たな観点をもたらすとともに、生物マテリアルデザインとして生物由来多糖の三次元階層構造体形成プロセスの提案へと展開するなど、バイオマテリアルデザイン科学および生物産業創成学の発展に寄与する価値ある業績と認める。

よって、本研究者は博士（農学）の学位を得る資格を有するものと認める。