

令和2年1月29日

報道機関 各位

熊本大学

## 植物の細胞分裂の動画解析で新発見

～細胞の仕切りを生み出す隔膜形成体の形を「アクチン繊維」が制御～

### （ポイント）

- 顕微鏡の動画解析によって植物の細胞分裂時に出現する隔膜形成体<sup>\*1</sup>の誕生直後の形をアクチン繊維<sup>\*2</sup>が制御していることを発見しました。
- これまでは見逃されていた細胞分裂におけるアクチン繊維の役割を、動画解析技術を活用することではじめて見出すことができました。
- 今回の発見をきっかけに、細胞分裂のメカニズムの理解がより一層深まることが期待されます。

### （概要説明）

熊本大学国際先端科学技術研究機構の檜垣匠准教授を中心とした研究グループは、顕微鏡の動画解析によって、植物の細胞分裂時に出現し、細胞の仕切りを作り出す役割を持つ隔膜形成体の誕生直後の形をアクチン繊維が制御していることを発見しました。

この研究は、植物細胞の分裂を動画で撮影し、隔膜形成体の振る舞いを詳しく解析しているときに、30秒ほどのごく短時間のみで観られる変化に気付いたことが発端でした。植物の細胞分裂のメカニズムについては従来も盛んに研究が行われていましたが、本研究グループによる精密な動画解析によって、これまでは見逃されていたアクチン繊維の役割をはじめて見出すことができました。

本研究を発端に、アクチン繊維が「どのように」「何のために」隔膜形成体の誕生直後の形を制御しているのかを調べる研究も始まりました。今後、生物の最も基本的かつ重要な現象である細胞分裂の仕組みがより詳細に解明されることが期待されます。

本研究成果は令和2年2月7日午前9時（日本時間）に科学雑誌「Plant and Cell Physiology」オンライン版に掲載されます。本研究は文部科学省科学研究費助成事業の支援を受けて実施したものです。

## (説明)

### [背景]

細胞分裂は有糸分裂とそれに続く細胞質分裂の2つに大きく分けられます。有糸分裂は倍化した染色体を1つの細胞内で2つに分ける過程であり、細胞質分裂は細胞そのものを2つに分ける過程のことです。今回の研究は、後者の細胞質分裂に着目したものです。

植物細胞の場合、細胞板と呼ばれる「仕切り」が有糸分裂によって分けられた2つの染色体の間に出現し、これが拡大することで細胞が2つに分けられます(図1)。この「仕切り」は細胞分裂のときだけ出現する隔膜形成体と呼ばれる構造体によって誕生し、拡大成長します。

「仕切り」を作る隔膜形成体には細胞骨格である微小管<sup>\*3</sup>とアクチン繊維が含まれることが知られています。薬剤で微小管を破壊すると、「仕切り」が全くできなくなるなどから、微小管は隔膜形成体の主要な役割を担うことがわかっていました。一方、アクチン繊維を薬剤で破壊しても、隔膜形成体や「仕切り」に目立った変化が起きないことから、これまでその役割はよくわかっていませんでした。

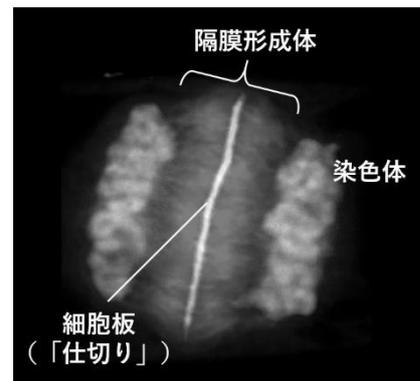


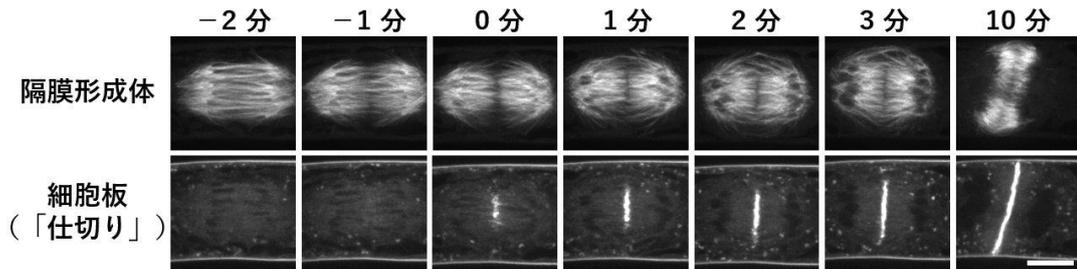
図1. 植物細胞の分裂時に見られる隔膜形成体.

### [研究の内容と成果]

熊本大学国際先端科学技術研究機構の檜垣匠准教授と自然科学教育部修士課程1年の前田恵祥らの研究グループは、植物の細胞質分裂におけるアクチン繊維の役割を明らかにすることを目指して、アクチン繊維を破壊した場合に隔膜形成体と「仕切り」に生じる変化を動画解析の技術を用いて詳細に再検証しました。その結果、誕生直後の隔膜形成体は細胞の中心部ですぼんだ形をしているのに対し、アクチン繊維を破壊した場合には異常に広がった形になることに気付きました(図2、矢印)。面白いことに、この変化は隔膜形成体の誕生直後30秒間ほどの短い時間だけ観察され、その後はアクチン繊維を破壊した影響ははっきりしなくなりました(図2、1分以降の画像を参照)。また、隔膜形成体の形に変化が生じたときだけ「仕切り」の形にも変化が生じることもわかりました(図2、矢じり)。これらの研究成果から、アクチン繊維は誕生直後の隔膜形成体の形の制御を介して、細胞の「仕切り」の形成に関わっていることが明らかになりました。

さらに研究グループは、隔膜形成体によって「仕切り」に運ばれて、その拡大成長を担うと考えられている複数のタンパク質の挙動を調べました。その結果、アクチン繊維を壊すと「仕切り」へ運ばれるタイミングが早まるタンパク質が存在することを突き止めました。一連の研究結果から、植物細胞を2つに仕切る隔膜形成体には、言うなれば「幼年期」と「青年期」の2段階があり、「幼年期」の形づくりにはアクチン繊維が必要である一方で、「青年期」になるとこれがなくなることがわかりました。

### 通常の場合



### アクチン繊維を破壊した場合

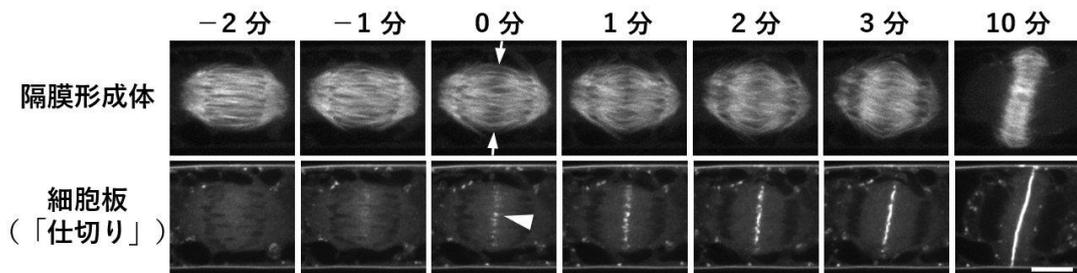


図2. アクチン繊維を壊した場合に観られる隔膜形成体と「仕切り」の変化.

本来、細胞中央部ですぼまった形をしている隔膜形成体が、アクチン繊維が壊れた場合には異常に広がった形になる(矢印). また、細胞の「仕切り」の形にも変化が生じた(矢じり). 画像の上を示した時間は「仕切り」が誕生した時点をも0分としたもの. 画像の右下に示した棒の長さは10ミクロン.

### [今後の展開]

今回の発見によって、植物の細胞質分裂におけるアクチン繊維の役割の一端が明らかになりました。その一方で、「アクチン繊維はどのようにして誕生直後の隔膜形成体の形を制御しているのか?」「誕生直後の形にどのような意味があるのか?」などの新しい疑問が浮かび上がりました。このように発見によって新しい疑問が生じ、研究がさらに発展することは研究者にとって大きな喜びです。本研究グループは既にこれらの疑問に対する答えを得るために既に新しい研究に着手しています。

「植物の細胞分裂」や「アクチン繊維」は高校生物でも取り扱われる基本的なもので、隔膜形成体にアクチン繊維が含まれることが判明したのはおよそ35年前のことです。その間、数多くの研究がなされてきましたが、今回の現象については全く報告がありませんでした。これは、従来の観察方法では気づくことが非常に困難だった短時間の微妙な違いを、最新の動画解析技術によって捉えることができたためだと考えられます。本研究グループは、画像解析技術を生物学に活用する「画像生物学」を標榜しており、今後も同様の研究アプローチで新しい現象を次々と見出したいと考えています。

[用語解説]

**\*1 隔膜形成体**：植物の細胞質分裂のために出現する細胞構造体。微小管やアクチン繊維といった細胞骨格に加えて、小胞体などの膜系の細胞内小器官などから構成される。英語は **phragmoplast** であり、日本語でも「フラグモプラスト」と表記される場合も多い。

**\*2 アクチン繊維**：細胞の骨組みとなる構造体（細胞骨格）の一種。アクチンというタンパク質が集まってできるらせん状の繊維。筋肉の細胞に多く含まれることで有名だが、それ以外の細胞にも多量に存在しており、形態変化や運動など細胞の様々な活動に欠かすことのできないものである。

**\*3 微小管**：アクチン繊維と同様に細胞骨格の一種。チューブリンというタンパク質が集まってできる細長い管状の構造。動植物を問わず有糸分裂の際に染色体を二分する紡錘体は微小管から成る。また鞭毛や繊毛の主要な構造であり、アクチン繊維と同様に細胞の様々な活動に欠かすことができない。

(論文情報)

論文名：Actin Filament Disruption Alters Phragmoplast Microtubule Dynamics during the Initial Phase of Plant Cytokinesis

著者：Keisho Maeda, Michiko Sasabe, Shigeru Hanamata, Yasunori Machida, Seiichiro Hasezawa, Takumi Higaki\* (\*責任著者)

掲載誌：Plant and Cell Physiology

doi：10.1093/pcp/pcaa003

URL：<https://doi.org/10.1093/pcp/pcaa003>

【お問い合わせ先】

熊本大学国際先端科学技術研究機構

担当：檜垣匠

電話：096-342-3975

e-mail：thigaki@kumamoto-u.ac.jp