

## コケ植物を用いた進化発生細胞生物学研究に関する総説論文を発表

～生物の形作りの進化のプロセスの理解に期待～

### ポイント

- ・植物の発生・形態形成メカニズムがどのように進化してきたかを紹介。
- ・コケ植物の細胞極性形成や細胞分裂のメカニズム，オーキシン極性輸送の機構について紹介。
- ・植物の進化発生学研究のより一層の加速に期待。

### 概要

北海道大学大学院理学研究院の檜本悟史助教，藤田知道教授らの研究グループは，東北大学大学院生命科学研究科の経塚淳子教授と共同で，植物の進化発生細胞生物学の研究について概説した総説論文を発表しました。

これまで植物の研究においては，維管束植物のシロイヌナズナやイネを用いた研究が中心に行われ，農学，理学分野に大きく貢献してきました。最近では，様々な種でゲノム配列が解読され，維管束植物だけでなく，コケ植物<sup>\*1</sup>などの多様な植物種における遺伝子の機能を比較・解析することが可能となってきました。このような流れの中にある現代の生物学では，生物がいかにして進化してきたのかという問題について，生き物の体をつくる分子（遺伝子やタンパク質）の進化・多様性の問題として理解しようという試みがあります。

植物の進化の過程では，陸上進出や根，種子，花の出現という大きな出来事があり，これらを可能にした分子の進化についての研究が特に重要な課題の一つです。現生のコケ植物は，植物が陸上進出したときの形態に近いと考えられている植物であり，より複雑な形態を持つ維管束植物との比較研究が近年盛んになってきています。

本総説論文では，コケ植物を用いた最新の研究をまとめ，これまでに知られていた植物細胞の機能がどのように進化してきたのかについて考察しています。特に，細胞の極性形成や細胞分裂の機構に関することや，維管束植物の形態形成において重要な役割を果たすオーキシン極性輸送のメカニズムの進化について解説をしています。

本研究成果は，2021年8月30日（月）に The Plant Cell 誌にオンライン掲載されました。



図：植物細胞の分裂装置の進化・多様性の様式

植物の細胞分裂に関わる構造体として，PPB（前期前微小管束）や，フラグモプラスト，中心体様構造が知られている。様々な植物種の細胞分裂様式の比較から，これらの構造体は，植物の進化の過程で，徐々に獲得されたり，消失したりしていることが明らかになってきている。

## 【背景】

これまでの植物の研究では、維管束植物のシロイヌナズナやイネといったモデル種を用いた研究が中心に行われ、農学、理学分野に大きく貢献してきました。最近では、これらのモデル種に加えて様々な種のゲノムの解読が進み、遺伝子の働きについて種を超えた比較・解析が可能となってきています。このような動きは現代の生物学全体の潮流としてあり、生物の種を超えた普遍的な仕組みの解明や生物の進化を分子レベルの現象として理解可能な時代になっています。特に、植物科学の領域では、陸上進出や形態の多様化に寄与した分子基盤についての進化学的な研究が重要な課題の一つとされ、陸上進出した時代の植物と形態的に共通点が多いと想定されているコケ植物の研究に注目されています。

## 【研究成果】

本総説では、コケ植物を用いた最新の研究の中から特筆すべき成果のものを取り上げ、同じ植物であっても異なる種の細胞では、細胞内の構造や機能にこれまで考えられていた以上の相違性がある一方で、全く異なる形態の植物が類似した分子システムを進化させていることなど、非常に多様な生き方をしていることを紹介しました。

始めに、先端成長とよばれる細胞の非対称な伸長について、コケ植物であるヒメツリガネゴケ<sup>\*2</sup>やゼニゴケ<sup>\*3</sup>を用いて明らかにされた最新の知見について紹介しました。先端成長で見られる細胞伸長は時間的に精緻に制御された現象であり、細胞内のアクチン繊維や微小管といった細胞骨格の働きが重要であることが知られていました。ヒメツリガネゴケやゼニゴケを用いた研究成果は、この分子基盤が、植物だけでなく、菌類、動物とも共通してよく保存されていることを示すものでした。

次に、植物細胞が進化の過程で、細胞分裂に関わるオルガネラを多様化させてきたことを指摘しました。最近の研究で、コケ植物の細胞は、動物細胞がもつ中心体と非常に似た構造を持つことが報告されました。維管束植物の細胞は中心体を持たず、これが動物細胞との大きな違いのひとつと考えられていましたが、コケ植物での発見は、植物の中でも種によって様々なバリエーションのオルガネラを持っていて、細胞分裂の仕組みを多様化していることを示した重要な研究でした。

また、植物にとって重要なオーキシン極性輸送の生理機能の進化について紹介しました。維管束植物にとってのオーキシン極性輸送は、パターン形成や光・重力応答において重要な役割を果たすことが知られています。しかし、維管束植物のような複雑な器官を持たないコケ植物にとってのオーキシン極性輸送の生理機能は未解明でした。最近の研究では、コケ植物も維管束植物と共通した分子を用いて、オーキシン極性輸送という現象を通じて器官分化や光・重力応答をしていることが明らかになりました。

最後に、以上の研究を総合的に考察し、植物の形態形成についての普遍的原理・原則はどのようなものと考えられるかについて、筆者らの見解を記しました。

## 【今後への期待】

近年、コケ植物においては、ヒメツリガネゴケ、ゼニゴケに加え、ツノゴケのモデル生物化が進んでいます。また、コケ植物だけでなく、様々なシャジクモ藻類の研究も行われています。今後、コケ植物に加えて、シャジクモ藻類など様々な植物を用いた研究を推進することで、植物細胞がどのように進化してきたのか、植物形態の多様化はどのようにして引き起こされたのかについての理解が深まると期待されます。地球上の生命はあらゆる場面で植物の恩恵に預かっています。これらの基礎研究は、生物の形作りの進化プロセスを分子レベルで明らかにできると同時に、植物の生産性向上の技術開発に寄与する可能性があります。

## 論文情報

論文名 The bryophytes *Physcomitrium patens* and *Marchantia polymorpha* as model systems for studying evolutionary cell and developmental biology in plants (植物の進化発生細胞生物学研究の最前線：ヒメツリガネゴケとゼニゴケを用いた研究)

著者名 檜本悟史<sup>1</sup>, 秦 有輝<sup>2</sup>, 藤田知道<sup>1</sup>, 経塚淳子<sup>2</sup> (<sup>1</sup>北海道大学大学院理学研究院, <sup>2</sup>東北大学大学院生命科学研究科)

雑誌名 The Plant Cell (植物科学の専門誌)

D O I 10.1093/plcell/koab218

公表日 2021年8月30日(月)(オンライン公開)

## お問い合わせ先

北海道大学大学院理学研究院 助教 檜本悟史 (ならもとさとし)

T E L 011-706-4474 F A X 011-706-4474 メール satoshi.naramoto@sci.hokudai.ac.jp

U R L <https://www.sci.hokudai.ac.jp/PlantSUGOIne/>

東北大学大学院生命科学研究科 教授 経塚淳子 (きょうづかじゅんこ)

T E L 022-217-6226 メール junko.kyozuka.e4@tohoku.ac.jp

## 配信元

北海道大学総務企画部広報課 (〒060-0808 札幌市北区北8条西5丁目)

T E L 011-706-2610 F A X 011-706-2092 メール jp-press@general.hokudai.ac.jp

東北大学大学院生命科学研究科広報室 (〒980-8577 仙台市青葉区片平2丁目1-1)

T E L 022-217-6193 F A X 022-217-5704 メール lifsci-pr@grp.tohoku.ac.jp

## 【用語解説】

- \*1 コケ植物 … 現生陸上植物の最基部で分岐したと推定される植物。蘚類, 苔類, ツノゴケ類から構成される。
- \*2 ヒメツリガネゴケ … 蘚類のモデル植物。コケ植物で始めてゲノム解読された植物であり, 遺伝子組換え, 相同組換えなど, 様々な実験手法が確立されている。
- \*3 ゼニゴケ … 苔類のモデル植物。蘚類と姉妹群をなすコケ植物であり, ヒメツリガネゴケと同様に様々な実験手法が確立されている。