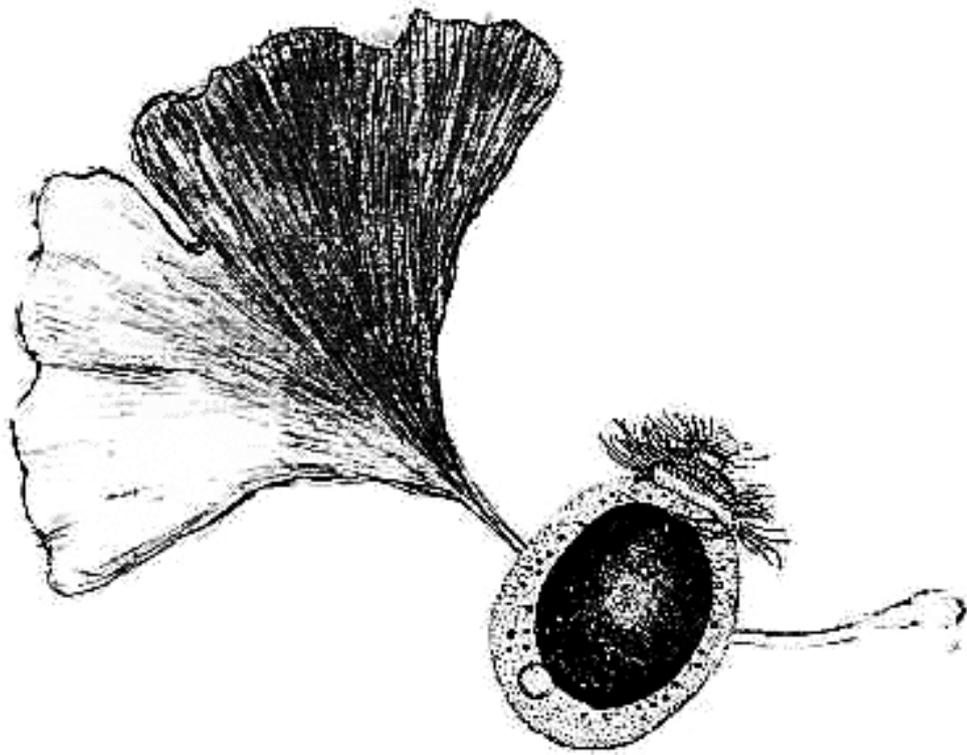


日本植物形態学会第 34 回大会

研究発表要旨集



2022年9月16日

京都学・歴彩館

プログラム

◎ 総会および日本植物形態学会 3 賞授賞式 (12:10~13:10, 京都学・歴彩館 1F 大ホール)

「学会賞」 松永 幸大氏 (東大・院・新領域)

「平瀬賞」 Stem integrity in *Arabidopsis thaliana* requires a load-bearing epidermis.

Development 148: doi: 10.1242/dev.198028 代表受賞者 Ferjani Ali 氏 (東京学芸大学)

「奨励賞」 大井 崇生氏 (名大・院・生命農学)

山下 翔大氏 (遺伝研・遺伝形質)

◎ 受賞記念講演会 (13:20~15:15, 京都学・歴彩館 1F 大ホール)

奨励賞受賞記念講演 1: 13:20~13:40

「植物の組織・細胞における内部微細構造の三次元解析」

大井 崇生氏 (名大・院・生命農学)

奨励賞受賞記念講演 2: 13:45~14:05

「ボルボックス系列緑藻アストレフォメネの発生学的解析とゲノム解読を用いた多細胞形質の平行進化に関する研究」

山下 翔大氏 (遺伝研・遺伝形質)

平瀬賞受賞記念講演: 14:10~14:30

「Mind the crack: Epidermis is the load-bearing layer that controls flowering stem integrity in *Arabidopsis thaliana*.」

Ferjani Ali 氏 (東京学芸大)

学会賞受賞記念講演: 14:35~15:15

「器官再生や環境応答を支えるクロマチン動態制御メカニズムの解明」

松永 幸大氏 (東大・院・新領域)

◎ 研究発表第一部: ポスターフラッシュ (15:20~16:40, 京都学・歴彩館 1F 大ホール)

1人90秒以下で研究の概要を発表していただきます。発表順は後掲の発表番号順 (P001~P039) です。

◎ 研究発表第二部: ポスター発表, ポスター賞表彰※ (16:50~19:00, 京都学・歴彩館 1F 小ホール)

16:50~17:40 奇数番号, 17:40~18:30 偶数番号, 18:45~19:00 表彰式

※1 ポスター賞の対象は学生・大学院生の発表ポスターに限定します。ポスター賞の対象となる発表は、

要旨のポスター番号の頭に◎をつけています。優れた学生・大学院生の発表を3件まで選び、投票してください。

※2 投票は、対面での参加者に限ります。

※3 投票の締め切りは18:30です。

◎ シンポジウム・関連集会のお知らせ

9月15日(木)、9月17日(土)～9月19日(月・祝)に開催される日本植物学会第86回大会において、日本植物形態学会が共催するシンポジウム2件が開催されます。こちらにも奮ってご参加ください。

●JPR 国際シンポジウム (9月17日(土)9:30～12:30, F会場)

「Mechanical forces in plant growth and development」

Organizers: Akitoshi Iwamoto (Kanagawa University), Mariko Asaoka (Kanagawa University)

[シンポジウム概要]

本シンポジウムでは機械的な力(Mechanical forces)が植物の成長・発達に及ぼす影響を多角的に捉え、両者の普遍적인關係性を検討することを目的とする。シンポジウム前半4題では、特に花の形態形成と機械的な力との關係性に着目し、その進化的傾向、実際の例、実験的検証について解説する。後半2題では、機械的な力と植物の成長・発達の關係性を分子遺伝学的なアプローチによって明らかにした研究成果を紹介する。

●一般シンポジウム (9月19日(月)9:00～12:00, B会場)

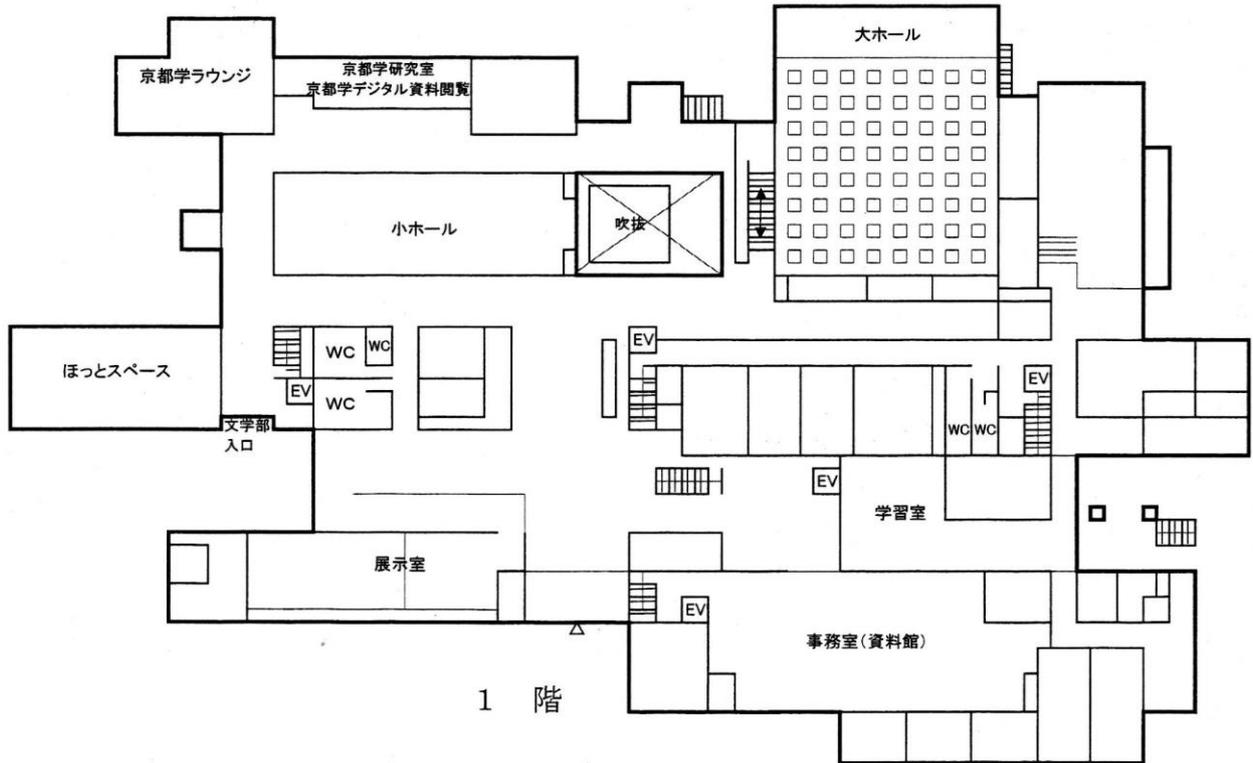
「ピレノイド:植物の相分離オルガネラのカッティング・エッジ」

オーガナイザー:山野 隆志(京都大学), 平川 泰久(筑波大学), 松崎 令(国立環境研究所)

[シンポジウム概要]

葉緑体内でRubisCOが集まり作られるピレノイドは、CO₂固定の中心的役割を担う重要なオルガネラである。ピレノイド研究の歴史は古く、形態分類学分野を中心に行われてきたが、近年は緑藻のピレノイドを液-液相分離させる分子の発見など、ピレノイド形成の分子メカニズムに関する研究も大きく進展している。本シンポジウムでは、ピレノイドをもつ多様な藻類やツノゴケ類での研究最前線を共有し、その多様性や普遍性を議論するとともに、今後の研究展望についても討論したい。

◎京都府立京都学・歴彩館 1階見取り図



1 階

京 都 学 ・ 歴 彩 館

P-001**シロイヌナズナ排水組織の蛍光顕微鏡および電子顕微鏡イメージング**

八木宏樹¹, 三原衣織², 嶋田知生³, 西村いくこ², 上田晴子^{1,2}

¹甲南大・院・自然科学, ²甲南大・理工, ³京大・院・理

植物は葉の鋸歯先端に排水組織という構造を有する。排水組織からは液体として水分が排出され、この現象は溢泌(いっぴつ)と呼ばれる。しかし、排水組織や溢泌の生理学的な意義はほとんど理解されていない。本研究では、シロイヌナズナ排水組織の構造の詳細を理解するため、蛍光タンパク質を発現した形質転換体の共焦点レーザー顕微鏡観察、および走査型・透過型電子顕微鏡観察を行った。その結果、以下の特徴を見出した。1)排水組織は溢泌液の排出孔である「水孔」、水分を運んでくる「導管」、それらの領域間を埋める「epithem」が主要素と考えられた。2)排水組織近傍には篩部は観察されなかった。3)epithem は葉肉細胞に取り囲まれていた。

P-002**自作 近赤外線 DHM によりライブイメージング**

大槻涼

駒澤大・総合教育研究部

無配生殖型シダ植物において、親個体の遺伝情報の一部しか子孫伝わらない、同祖性染色体対合による遺伝的分離が推定されている(Ootsuki *et al.* 2012)。しかし、これまでの研究は遺伝マーカーを用いた知見であり、染色体対合そのものを確認しているものではない。

これまでの結果を検証するためにも、同一の細胞で染色体ごと挙動を観察する必要があるのではないかと考えた。一方、シダ植物は染色体数が多く、蛍光マーカーの導入も実現できていなかった。

デジタルホログラフィック顕微鏡(DHM)は、光の干渉を利用し像を得る。生きた細胞でより高解像かつ3D情報が取得できる。本発表は、自作DHMでの観察と、組織深部観察のための近赤外光観察を紹介する予定である。

◎P-003**ゼニゴケ胞子体の蒴柄の形態観察と発生制御メカニズムの解明**

守屋健太¹, 白川一², 松田頼子³, 田村謙太郎⁴, 岡義人¹, 松下智直¹, 西村いくこ⁵, 西浜竜一^{3,6}, 河内孝之³, 嶋田知生¹

¹京大・院・理, ²奈良先端大・先端科学技術, ³京大・院・生命, ⁴静岡県大・食品栄養, ⁵甲南大・理工, ⁶東京理科大・理工

タイ類に属するコケ植物は全て気孔をもっていないため、気孔形成に関わる遺伝子を喪失していると考えられてきた。しかし、タイ類ゼニゴケのゲノム解読の結果、気孔形成を制御するbHLH型転写因子をコードする遺伝子(MpSETA)が保存されていることがわかった。私たちは分子遺伝学的解析を行い、MpSETAがゼニゴケ胞子体(2n)の蒴柄(さくへい)と呼ばれる、機能・形態ともに気孔とは関係がないと考えられてきた組織の形成を制御することを明らかにした。本発表では野生型とMpseta変異体の蒴柄形成の発生ステージの比較から、タイ類の蒴柄形成過程およびその発生を制御するメカニズムについて議論したい。

◎P-004**X線マイクロCTを用いたイネの開花前後の鱗被の形態解析**

安藤詩織¹, 河合恭甫², 上口(田中)美弥子², 大井崇生¹

¹名大・院・生命農, ²名大・生物機能開発利用研究センター

イネ類花は内穎と外穎に覆われ、その縁は互いに鉤合している。花弁に相同な器官である鱗被は穎花基部で膨張することで外穎を押し倒し、鉤合を開いて開花を引き起こす。これまで鱗被の詳細な観察は、試料を薄片にして光学顕微鏡下で行われてきたが、本研究では卓上型X線CTを用い、連続的な断面像や立体像で観察した。CTで得られた断面像群から三次元再構築した鱗被の体積は、開花前(0.22 mm³)から開花中(0.31 mm³)にかけて約1.4倍に増加し、開花中から開花後(0.03 mm³)では約10分の1にまで減少した。また、断面図で比較すると、開花中の鱗被では内穎と外穎の間に入り込んでいる部分が特に膨張しており、この形態変化が鉤合を開く駆動力の1つであると考えられた。さらに、閉花時の鱗被の急激な体積の減少について調べるために、デジタルマイクロスコープを用いたタイムラプス撮影での観察も検討している。

◎P-005

メタボロミクスによる細胞数と細胞サイズの協調を担う代謝産物群の探索

多部田弘光^{1,2,3}, 佐藤心郎², 郡司玄¹, 塚谷裕一⁴, 平井優美², Ferjani Ali³

¹学芸大・教育・生命, ²理研 CSRS, ³東大・院・総合文化, ⁴東大・院・理

補償作用とは、葉の細胞分裂能が低下した際、葉肉細胞が肥大化する現象のことで、葉サイズ制御における細胞の数と大きさの協調を理解する鍵として注目されている。近年、補償作用を示す *fugu5* 変異体を用いることで、代謝制御を介した IAA 濃度調整機構により、補償的な細胞肥大 (CCE) が生じることを明らかにした。*fugu5* の細胞分裂能低下も代謝異常に起因することを加味すると、細胞の数と大きさは代謝ネットワークの制御下にあると示唆される。

そこで本研究では葉面サイズ制御機構の解明を目的に、上述の代謝ネットワークの特定を目指した。自己組織化マップ法によるクラスタリングの結果、*fugu5* の子葉では、播種後4日目まで一旦代謝攪乱が生じるが、6日目には野生型と類似した代謝状態となり、8日目以降再び特徴的な代謝プロファイルへと遷移することが判明した。このダイナミックな代謝プログラミングに着目した相関ネットワーク解析により、CCE と関連の強い代謝産物や代謝経路候補を見出した。そして、これら候補代謝産物の外部投与が細胞サイズへ与える影響を検証することで、CCE を促進する鍵代謝産物の特定に成功した。

◎P-006

カンアオイ属のがく片における多様な表面微細構造

加藤優太¹, 奥山雄大²

¹名大・生命農, ²科博

カンアオイ類 (ウマノスズクサ科カンアオイ属カンアオイ節) は、日本で顕著な多様化を遂げた植物群の 1 つであり、50 種の自生が知られ、うち49種が日本固有である。カンアオイ類では花は分類上重要な形質であり、また花器官から放出される香りによって特異的な送粉者を誘引する機能を果たしていると考えられる。

そこで本研究では花器官の中でも花粉媒介者の誘因への寄与が大きいと考えられる萼に着目して顕微鏡観察を行った。観察の結果、萼裂片表面に存在するトライコームの形状や分布に多様性が存在することが明らかとなり、これが分類形質として活用できる可能性のほか、花の香りの放出に何らかの役割を果たしている可能性が示唆された。

P-007

LMD 法を用いた植物ホルモン・遺伝子発現の時空間的解析

朝比奈雅志^{1,2}, 山田一貴¹, 中野渡幸¹, 湯本絵美², 佐藤忍³

¹帝京大・理工・バイオ, ²帝京大・先端機器分析セ, ³筑波大・生命環境

LMD (レーザーマイクロダイセクション) 法は、顕微鏡とレーザー照射装置が接続された機器を用いて、切片を観察しながら関心領域を回収する方法である。本大会では、シロイヌナズナ花茎を切断処理後、LMD 法によって回収した極微量組織を用いた、LC-MS/MS による植物ホルモン一斉定量解析法について紹介する。植物ホルモンの空間的变化を示す方法としては、レポータ遺伝子を用いた解析や、外科的な手法を用いてサンプリングを行い、定量分析を行うことが一般的であるが、LMD 法を用いることで、より詳細な組織レベルでの変化を定量的に示すことが可能となった。以上の結果は、組織癒合過程の分子機構の解明につながるだけでなく、新たな植物ホルモン研究の手法としても期待できる。

P-008

モノフィレア特異的な分裂組織における境界領域遺伝子 *CUP-SHAPED COTYLEDON (CUC)* オースログの役割について

中村駿志, 木下綾華, 古賀皓之, 塚谷裕一
東大・院・理

一葉植物と呼ばれるイワタバコ科モノフィレア属の植物は、普通の種子植物とは対照的な特徴を有する。モノフィレアは発芽して 2 枚の子葉が種子から現れた後、新たな栄養器官を形成することなく、1 枚の子葉が大きくなり続ける。この特殊な発生様式には一葉植物に特異的な分裂組織が関与していると考えられている。

本研究では、モノフィレア特異的な分裂組織を維持する分子機構の解明を目指し、シロイヌナズナにおいて機能既知な遺伝子のオースログの発現を解析した。遺伝子の発現領域を調べることができる Whole mount *in situ* hybridization 法をモノフィレアに用いることによって、*CUP-SHAPED COTYLEDON (CUC)* オースログ遺伝子の発現領域を特定した。*CUC* 遺伝子はシロイヌナズナにおいて分裂組織の境界領域で発現し、分裂組織の形成に寄与することが報告されている。モノフィレア特異的な分裂組織を形成・維持する分子機構を境界領域遺伝子である *CUC* 遺伝子の役割から議論したい。

◎P-009

分裂準備帯形成過程に現れるアクチンウォールとその役割

飯塚駿作¹, 玉置大介², 中井朋則³, 唐原一郎², 峰雪芳宣³

¹富山大・院・理工, ²富山大・学術・理, ³兵県大・院・理

タバコ培養細胞 BY-2 株 (*Nicotiana tabacum* L. 'Bright Yellow-2') を用い, 成熟した幅の狭い分裂準備帯 (PPB) の形成機構を明らかにすることを目的に, 微小管およびアクチン繊維動態を定量的に解析した.

PPB 内の微小管動態について解析した結果, 最初に PPB 外側の微小管が脱重合することで PPB 幅が急速に減少し, その後, PPB 内で PPB に平行に配向する微小管の割合が増加し, PPB 幅が狭くなること示唆された. 加えて, 明確なアクチン排除領域が形成される以前から, PPB の両端に高密度なアクチン繊維の局在 (アクチンウォール) が観察された. このアクチンウォールをアクチン重合阻害剤により破壊すると, PPB 幅が広がり, PPB 端の微小管の配向角度が PPB 軸に対し斜めに再配向することが明らかとなった. 以上の結果から, アクチンウォールは成熟した PPB において PPB 端の微小管が外に拡散するのを防いでいる可能性が示唆された.

◎P-010

単細胞緑藻クラミドモナスで見られる PCD 様現象の解析

角田和亮¹, 佐々木大和², 大濱武³, 林八寿子^{1,2}

¹新潟学・院・自然科学, ²新潟学・理・理, ³高知工大学・環境理工

我々はこれまでに, シアノアクリレート (CA) 微粒子によりさまざまな藻類が死滅することを明らかにした (Widyaningrum et al., 2018). その過程では, 液胞やミトコンドリアの巨大化, ROS の発生, DNA の断片化などが見られ, 多細胞生物にとって重要な現象であるプログラム細胞死 (PCD) が, 単細胞緑藻においても機能している可能性を示唆した. そこで, RNAseq 解析によりこの死滅過程において発現量が増加する因子を探るとともに, PCD 様現象に関与している可能性の高い遺伝子 (MCA1, MCA2, MMP, VPE) の破壊株について表現型の解析を行った. その結果, 現時点では, MMP と VPE の関与を示す結果を得ている. これまでの結果を報告する.

P-011

放射光 X 線と X 線造影剤を用いた茎内部の観察の試み

亀沢知夏, 兵藤一行
高エネ機構・物構研

放射光 X 線イメージングは空間分解能が優れている手法である. さらに単一 (単色) のエネルギーの X 線を用いることができるため, 医学分野等で行われている X 線造影剤を用いることで, 高コントラストで内部を可視化できる¹. 先行研究では, 海外で放射光を用いて葉脈を X 線造影剤で可視化した例²などが報告されており, 国内では実験室 X 線と X 線造影剤によりキャベツの維管束を可視化した例³などが報告されている. 本発表では, 世界の放射光の中でも大視野で撮像可能な高エネ機構の放射光 X 線を用いて, 3 次元的に植物の茎内部の観察を試みた結果を報告する.

[1]Tokunaga C et al., (2018) *Acta Radiologica*. 59 (12): 1482-1486.

[2]Blonder B et al., (2012) *New Phytol*. 196 (4): 1274-1282.

[3]Kenmochi I et al., (2004) *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 73 (5): 484-490.

◎P-012

機能障害で葉緑体内に小胞様構造が出現する PpSLH の局在を決めているドメインの解析

緒方玲香¹, 武智克彰², 高野博義²

¹熊本大・院・自然科学, ²熊本大・院・先端科学

ヒメツリガネゴケ葉緑体は, その分裂に膜間のペプチドグリカン (PG) を用いている. PG との相互作用があると予測される SLH ドメインをコードする遺伝子群として, 機能未知の PpSLH1 ~ SLH4 をヒメツリガネゴケゲノムから見出した. これらは N 末から (1) 葉緑体移行配列, (2) 膜貫通 (TM) 前領域, (3) TM 領域, (4) 天然変性領域, (5) SLH ドメイン, (6) コイルドコイル構造, (7) C 末領域を持つと予想された. 全ての PpSLH 遺伝子を破壊した四重 KO ラインではストロマ中に一重膜に包まれた小胞様構造が出現した. PpSLH4 と GFP の融合タンパク質を用いて葉緑体内局在を調べたところ, 全長では葉緑体表面にドット状の蛍光が観察された. (2) ~ (7) の各ドメインを除いた場合, (3) を除いた時にだけ, ドット状から葉緑体を取り囲むような蛍光に変化していた. また (7) を除くと大きなドット状蛍光を示した. PpSLH4 (1) ~ (3) + (7) - GFP が全長と同様の局在を示すことから, TM 領域と C 末領域が PpSLH のドット状局在に関与すると示唆された.

◎P-013

擬似微小重力環境が水生植物 *Coleochaete scutata* の細胞分裂及び藻体形成に与える影響成瀬真友香¹, 唐原一郎², 玉置大介²¹富山大・院・理工, ²富山大・学術・理

これまでに我々は、コレオケーテ (*Coleochaete scutata* Breb.) の体細胞分裂は過重力下で促進されることを報告した。本研究では、擬似微小重力環境が細胞分裂及び藻体形成に与える影響を解析した。遊走子を張り付けたディッシュを3次元クリノスタット上に設置し、25°C, 10 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$ の明条件下で培養した。顕微鏡下で3日おきに藻体像を取得し、藻体当たりの細胞数、藻体の投影面積、細胞の投影面積、藻体の真円度を計測した。その結果、藻体当たりの細胞数、藻体投影面積、細胞投影面積が擬似微小重力処理区で有意に増加し、これらの結果から、擬似微小重力環境はコレオケーテの細胞及び藻体の成長を促進させることが示唆された。一方、藻体の真円度に有意な差は見られなかったことから、擬似微小重力環境は分裂の方向やタイミングには影響しない可能性がある。

◎P-014

X線マイクロCTを用いたミヤコグサ種子吸水過程における形態変化の観察:タイムラプスイメージングによる解析

米田早秀¹, 中井朋則¹, 玉置大介², 上杉健太郎³, 星野真人³, 唐原一郎², 峰雪芳宣¹, 山内大輔¹¹兵庫県大・院・理, ²富山大・学術・理, ³高輝度光科学研究センター

乾燥・休眠状態の種子が吸水すると、その中の胚は生命活動を再開して発芽する。この発芽過程における種子内部の構造変化を観察する時に、その周りを種皮が覆って支障となっているが、X線コンピュータトモグラフィ(CT)技術を用いれば、非侵襲で観察可能である。これまでにSPring-8のX線マイクロCTを用いてマメ科モデル植物ミヤコグサ (*Lotus miyakojimae*) の種子吸水過程における内部構造変化について観察してきた。本研究では、吸水過程を連続的に撮影して得られた画像データから種子形態変化についてタイムラプスイメージングによる解析を行った。その結果、吸水開始後25分までに乾燥状態と比較して約2倍へと急激に種子体積は増加するが、それ以降は穏やかに増えることが示された。SPring-8での実験はJASRI利用課題2019A1130, 2019B1339, 2020A1264及び2021B1316で行った。

P-015

領域特異的トランスクリプトーム解析の植物への適用にむけて

坂本鮎菜¹, 武田紀子², 新垣陽子¹, 豊岡公德², 内海貴夫¹¹レリクサ, ²理研 CSRS

組織切片を用いて位置情報を保持したまま遺伝子発現解析を行う技術を領域特異的トランスクリプトーム解析とよび、最近では様々な手法が開発されている。今回はそのうちPhoto Isolation Chemistry (PIC)技術を用いた解析を行った。本技術は新鮮凍結切片に対しT7プロモーターを用いたRNA増幅を阻害するブロッキング付オリゴを用いてcDNAを合成し、任意の細胞、または領域にUV照射を行う。ブロッキングはUV照射により開裂するため、領域特異的にRNAを増幅させることができる。現在シロイヌナズナ組織の凍結切片を用いてPIC解析実験を進めている。本発表では動物組織の解析例と植物組織の解析結果を報告する。

P-016

スイカの縞パターン形成を、器官成長を導入した細胞ベースの数値モデルで再現する

藤原基洋

JT生命誌研究館

生物の体表には、他の生物に視覚的な情報を伝えるための模様が見られる。特に、縞パターンはよく見られる模様である。動物では、体表の模様の研究が多くある一方で、植物での模様の研究は少ない。そこで、私は、スイカの果実の縞パターンに注目して、植物での縞パターン形成の仕組みの理解を目指す。スイカの果実には、黒と緑の周期的な縞パターンが全体的に見られる。一方で、真っ直ぐな縞や凸凹した縞、途中で分岐する縞など多様な形態の縞が局所的に見られ、果実間で縞の数なども変化する。スイカの縞パターンは、一定の法則の下で多様性を実現しているように見える。本研究は、スイカの果実の縞パターン形成を、器官成長を導入した細胞ベースの数値モデルで再現する研究である。

◎P-017

根端分裂組織の輪郭の形は維管束植物で共通するか-数理解析から-

陸野里音¹, 藤原基洋², 藤浪理恵子³, 犬飼義明⁴, 郷達明⁵, 藤本仰一¹

¹阪大・院・理, ²JT 生命誌研究館, ³京都教育大・理, ⁴名大・農学国際教育研究センター, ⁵奈良先端大・院・先端科学技術

植物の根端は総じてドーム形である。この根端分裂組織の輪郭は、被子植物 10 種の主根と 1 種の側根にわたり、力学的に安定なカタナリー曲線と一致する。どのくらい広い系統群および発生ステージの根端がカタナリー形状を持つのだろうか？本研究では根が二分岐するシダ植物（小葉類ヒカゲノカズラ科、ミズニラ科など）や発生中のイネを対象に、根端分裂組織の縦断面の輪郭とカタナリーを含む複数の数理モデルとを統計的に比較した。その結果、シダ植物 13 種のうち 6 種でカタナリーが最適なモデルであった。また、イネの側根原基ではカタナリーに一致する個体は一部であった（11/40）。カタナリー曲線は維管束植物で広く実現するが、発生初期には実現しない場合もあった。カタナリーは成熟した根の伸長に何らかの役割を持つことが示唆される。

◎P-018

シロイヌナズナのセントロメア配置制御に関わる核膜孔複合体の機能解析

伊藤ななみ¹, 坂本卓也², 坂本勇貴³, 松永幸大¹

¹東大・院・新領域, ²東理大・理工・応用生物, ³阪大・院・理・生物科学

真核生物のセントロメアの核内配置パターンには、セントロメアが核の片側に偏在する Rab1 配向と、核全体に散在する non-Rab1 配向がある。先行研究より、シロイヌナズナでは染色体タンパク質複合体コンデンシンIIと Sad1-UNC-84 homology (SUN) 1/2 をはじめとした核膜関連因子が、non-Rab1 配向の形成に働くことが明らかになった。本研究は、配置制御に関与する新規因子として細胞核膜を貫く核膜孔複合体 (nuclear pore complex: NPC) に注目した。NPCを構成する約 30 種類のヌクレオポリン (nucleoporin: Nup) のうち、15 種類の Nup の変異体においてセントロメア局在を観察した結果、5 種類の変異体において配置に異常が生じることが分かった。また、共免疫沈降により Nup と SUN1 の相互作用が確認できた。以上より、NPC の構成因子である Nup が、核膜関連因子と協調的にセントロメア配置を制御することが示唆された。

◎P-019

シュート再生能の獲得に關与するヒストンメチル化酵素の機能解析

右橋雅子¹, 坂本卓也², 大矢恵代³, 稲垣宗一³, 鈴木穰⁴, 角谷徹仁^{3,5}, 松永幸大¹

¹東大・院・新領域・先端生命, ²東理大・理工・応用生物, ³東大・院・理・生物, ⁴東大・院・新領域・メディカル情報, ⁵遺伝研

植物にシュート再生をもたらす系の一つに、多能性細胞塊カルスの形成を介した系がある。我々は、根由来の組織片をカルス化しシュートを再生する系を用いている。近年この系において、ヒストン脱メチル化酵素 LDL3 がカルス形成中にシュート再生関連遺伝子領域のヒストン H3 の 4 番目のリジン残基のメチル基 (H3K4me2) を脱メチル化し、シュート再生に備えた遺伝子発現待機状態を作り出すことが分かった。そこで本研究は、シュート再生におけるヒストン H3K4 メチル化の機能解析を目的とした。そして、シュート再生に必要な特定のヒストン H3K4 メチル化酵素を同定した。このヒストン H3K4 メチル化酵素は、カルス形成中に H3K4me2 をシュート再生関連遺伝子領域に導入し、シュート再生に備えた遺伝子発現待機状態を作り出す可能性が示唆された。

◎P-020

単細胞藻類シゾンを用いた 1 細胞形成エネルギーの定量

近藤唯貴, 吉田大和

東大・院・理

真核生物は、原核生物と比較するとゲノムサイズ・遺伝子数が増大し、細胞の構造と機能が著しく高度化している。一般的に、この違いはミトコンドリアの獲得に伴うエネルギーの増大に起因すると考えられているが、単一のミトコンドリアしか持たない単細胞真核生物であっても同様の説明は成り立つのだろうか。我々は、真核生物における生体エネルギー論を確立するため、ミトコンドリアと葉緑体を一つずつしか持たない単細胞紅藻 *Cyanidioschyzon merolae* を用いて、細胞の最も基本的性質である「分裂増殖」に必要なエネルギーの定量を試みた。解析の結果、1細胞をつくるのに必要なエネルギー量が明らかとなり、「エネルギーに応じた細胞の表現型可塑性」の実態を捉えることにも成功した。

◎P-021

酸性温泉の土壤細菌叢のメタゲノム解析

内山佳奈子, 三角修己
山口大・院・創成科学

Cyanidioschyzon merolae (シゾン) は, 金属イオンを多く含む硫酸酸性の源泉やその周囲の土壤で, 植物の生育に必須の窒素やリンが非常に少ない貧栄養下で生息するが, この極限的な環境でいかにして生存戦略をとるのかはいまだ不明である。

紅藻生育環境には多数の化学合成細菌が存在し, 紅藻の生育に関与する可能性があるため, 大分県の5つの温泉地の土壤 DNA を用いてメタゲノム解析を行い, 酸性温泉の菌叢を明らかにした。

5つの地点では異なる真正細菌・古細菌が生息し, 多くは好熱・好酸性の独立栄養細菌であった。また, 各地点での優占種は類似しており, 酸性度が高いほど古細菌の割合は大きくなった。加えて複数の地点からシゾンのオルガネラゲノム由来の配列が検出され, 日本の酸性温泉でのシゾンの生息が明らかとなった。

◎P-022

シロイヌナズナにおけるヒストン H3K4me3 のライブイメージング解析

松岡慈¹, 坂本卓也², 澁田未央³, 佐藤優子⁴, 木村宏⁴, 松永幸大¹

¹ 東大・院・新領域, ² 東理大・理工・応用生物, ³ 山形大・理, ⁴ 東工大・科学技術創成研究院

近年, ヒストン修飾変化のライブイメージングが可能な技術 *mintbody* が開発された。そこで, 本研究では転写活性化マークであるヒストン H3 リシン 4 のトリメチル化 (H3K4me3) に注目し, シロイヌナズナを材料として, H3K4me3 を認識する *mintbody* の確立とその利用を目指した。まずイメージング及び生化学的手法から *mintbody* が正常に機能していることが分かった。次に根の細胞層ごとに *mintbody* の観察を行った結果, 内鞘細胞層では他細胞群と比べ H3K4me3 レベルが高いことが示唆された。他に *in vitro* 再生系や茎頂分裂組織の細胞層ごとでの解析結果についても報告する。

◎P-023

アクチン脱重合因子は細胞核内構造及び遺伝子発現の制御に関与する

松本朋子¹, 稲田のりこ^{1,2}

¹ 大阪府大・院・生命環境, ² 大阪公立大・院・農学

アクチン脱重合因子 (Actin Depolymerizing Factor, ADF) は, 真核生物全体に保存されている, アクチン繊維の構造調節に関わる因子である。当研究室におけるシロイヌナズナの研究成果と最近の動物培養細胞における知見を合わせ, 我々は, ADF は植物細胞核内でアクチン繊維の構造を調節することによって細胞核内高次構造及び遺伝子発現の制御に関与するとの仮説を立てた。この仮説を元にシロイヌナズナの ADF 欠損株とアクチン欠損株の細胞核内形態観察を行った結果, 両方の欠損株においてヘテロクロマチンの大きさが野生型と異なることがわかった。さらにマイクロアレイによる遺伝子発現解析の結果, ADF 欠損株では野生型と比較して多数の遺伝子発現が変化していることがわかった。

P-024

単細胞紅藻 *Galdieria partita* の従属栄養成長に応答した細胞の白色化の解析

山下翔大, 廣岡俊亮, 藤原崇之, 宮城島進也
遺伝研・遺伝形質

多細胞生物では個体内での役割分担に応じて細胞が分化するが, 単細胞生物においても外部の環境に応じて細胞の形質を変化させるものが数多く知られている。単細胞紅藻の *Galdieria partita* は無機培地中では細胞は光合成によって成長するが, 糖が含まれている培地では細胞が光合成色素を失って白色化し, 従属栄養的に成長する。

本研究では *G. partita* の細胞の白色化のメカニズムの解明を目的とし, 異なる培養条件での細胞の比較解析を行なった。 *G. partita* の細胞の白色化は, 光の有無の影響を受けないこと, また白色化の程度が培地中の糖の種類によって異なり, 光合成色素をほぼ完全に失なう場合と色素が保たれる場合があることが明らかとなった。また, 緑色細胞と白色細胞について比較トランスクリプトーム解析を行ない, 発現が異なる遺伝子群を多数同定した。

◎P-025

γ線照射によるシュート再生能力向上の分子メカニズム解析

橋正隆平¹, 佐藤輝¹, 坂本卓也², 坂本勇貴³, 鈴木孝征⁴, 松永幸大¹

¹東大・院・新領域, ²東理大・理工・応用生物, ³阪大・理・生物科学, ⁴中部大・院・応用生物

植物は高い再生能力を持っており、傷口に生じるカルスという不定形細胞塊は分化全能性を有している。カルス形成を介してシュート再生を行う過程において、カルスの培養時間が長いほど DNA 損傷が蓄積することが知られている。DNA 損傷とシュート再生効率の関係は未知だが、偶然にも我々はカルス化を誘導する以前に DNA 損傷を引き起こす γ線を照射すると、シュートの再生効率が向上することを発見した。そこで本研究ではこの再生効率上昇をもたらすメカニズムを解明することを目的とした。GO 解析の結果、γ線照射後の ABA の蓄積がカルス形成中の遺伝子発現の変動をもたらすことが示唆され、シュートの再生能力の向上の一因と考えられた。現在は変異体を用いたフェノタイプ解析によりγ線と ABA 生合成経路との直接的な関連を調べている。

P-026

植物ホルモン ABA は倍数体間交雑の障壁を緩和する

Wenjia Xu^{1,2}, Hikaru Sato^{1,3}, Heinrich Bente^{1,4}, Juan Santos-González¹, Claudia Köhler^{1,4}

¹SLU, Uppsala BioCenter, ²INRA, AgroParisTech, ³Tokyo Univ., Dept. Integrated Sciences, ⁴MPI, Molecular Plant Physiology

ゲノムの倍数性は植物の多様性を生み出す上で重要であり、多くの農業作物においても様々な倍数体を使用されている。一方で、倍数体間の交雑では受精後の胚乳の発生過程に異常が生じ、種子の稔性が低下する。この現象は農業において倍数性の異なる種間での育種を困難にしている。

我々はモデル植物であるシロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana*) の 2 倍体の母親と 4 倍体の父親を交雑し、3 倍体となった幼胚の遺伝子発現解析を行った。その結果、胚では乾燥ストレス応答が誘導されていることが明らかとなった。さらに乾燥ストレス応答を制御する植物ホルモンである ABA (abscisic acid) を過剰蓄積する変異体では倍数体間交雑時に正常発生する種子の割合が増加した。

◎P-027

ヒマラヤスギ周囲における植物の選択的な生育阻害について～生育の可否を決める要因の検討～

柳井千花¹, 酒井敦²

¹奈良女子大・院・化学生物環境学専攻, ²奈良女子大・理・生物

ヒマラヤスギ (*Cedrus deodara*) の周辺にはしばしば草本植物の生育が抑制された裸地が見られる。これには堆積した枯葉による遮光効果と溶脱物による他感作用が関与している (藤澤 2015)。しかし、ヒマラヤスギ周辺の裸地には、しばしばコケ植物の生育が観察される。ヒマラヤスギ周囲でコケ植物が生育できる理由を探るため、コケ植物の孢子発芽や栄養繁殖に対するヒマラヤスギ枯葉の遮光/溶脱の影響を調査したところ、コケ植物の孢子発芽や成長も、種子植物の発芽・成長と同程度には阻害されることが分かった (吉松 2020)。そこで、本研究ではコケ植物が変水性であることに着目し、ヒマラヤスギ枯葉および枯葉に由来する土壌のもつ撥水性と、コケ植物の乾燥耐性に着目した調査・実験を行った。その結果、裸地内土壌は撥水性が高く乾燥しやすいこと、コケ植物 (裸地内のコケは特に) は周期的な乾燥に対し高い耐性があることが示唆された。

◎P-028

カニの存在がマングローブ植物および干潟砂泥に及ぼす影響

阿山真唯¹, 酒井敦²

¹奈良女子大・院・化学生物環境学専攻, ²奈良女子大・理・生物

本研究室および共同研究者による野外調査や室内共培養実験を通じて、カニの共存下でマングローブの生存率が改善される現象が度々観察されている。本研究ではマングローブ (オヒルギ) の実生を、①単独、②カニの巣穴を模した人工穴の存在下、③カニ (ハクセンシオマネキ) は共存しているが深さ 5 cm 以上の穴を掘れない条件下、④カニの共存下で栽培する実験を行い、カニの共存や巣穴掘り、土壌表面への攪乱がマングローブの成長や生存に及ぼす影響を検討した。約 17 か月間に亘る栽培実験の結果、マングローブの枯死率には条件間で差はなかったが、葉の展開枚数については、カニによる土壌表面の攪乱程度が最大となる条件③で有意に高い値を示した。また、カニの共存下では土壌表面での微生物の繁殖が抑制され、透水性が (したがって通気性も) 向上した。以上のことから、カニの共存は主に土壌表面の攪乱を通じて、土壌の透水性/通気性を向上させ、マングローブの成長にポジティブな影響をもたらすことが示唆された。

◎P-029

セイトカアワダチソウ地下部由来揮発性物質がセイトカアワダチソウ自身の成長に及ぼす影響

鎌野奈穂¹, 酒井敦²¹ 奈良女子大・院・化学生物環境学専攻, ² 奈良女子大・理・生物

本研究室における先行研究(牛越 20xx)で, セイトカアワダチソウの地下部をセイトカアワダチソウ地下部断片に由来する揮発性物質に暴露すると, 根を除く植物体各部の成長が全般的に抑制されることが分かった。この実験は本来, セイトカアワダチソウ地下部断片から放出される揮発性物質が傷害に対する警報として作用することを想定したものであるが, 放出源であるセイトカアワダチソウ地下部を細断すると効果が見られなくなるなど, 想定に反する結果も得られていた。そこで本研究では「根以外の部分の成長抑制」という現象が乾燥ストレス下における植物の症状と似ていることに着目し, 「掘りあげられた」セイトカアワダチソウ地下部由来揮発性物質は, 掘上げ(up-rooting)及びそれに続く乾燥ストレスに対する警報としてはたらいっている可能性について検討した。地下部由来揮発性物質に曝露したものと実際に水分供給の制限下で生育させたセイトカアワダチソウの成長を比較した結果, 両条件下における成長抑制のパターンは類似していることが確認された。

◎P-030

水草アワゴケ属のユニークな自家受精様式「内性隣花受精」の形態学的観察

八廣遥斗, 塚谷裕一, 古賀皓之
東大・理・生物

オオバコ科アワゴケ属の花は花被を持たない単性花で, 雌蕊または雄蕊1つからなり, 葉腋には様々な雌雄の組み合わせで生ずる。ミズハコベなどアワゴケ属の一部の種では, 葯が裂開せず内部で花粉が発芽し, 花粉管が花糸の中を伸長し茎内部を横断して, 隣の葉腋の雌花へと到達し受精することが知られている。このユニークな受精様式は内性隣花受精と呼ばれ, アワゴケ属でのみ報告されている。しかし, 内性隣花受精に関する研究は非常に少なく, その基礎的な形態学的知見すら乏しい。

私たちは, ミズハコベ花粉管の共焦点顕微鏡法による観察法を確立し, 内性隣花受精における花粉管動態を三次元的に観察することに成功した。本発表では, その観察結果を報告する。

P-031

氷雪性緑藻 *Chloromonas muramotoi* の培養株における接合子形成の誘導, および野外サンプル中の接合子との形態比較松崎令^{1,2}, 鈴木石根², 野崎久義^{1,3}, 野原精一¹, 河地正伸¹¹環境研・生物多様性, ²筑波大・生命環境, ³東大・理

単細胞遊泳性の緑藻 *Chloromonas* には, 残雪中で増殖する約 20 種が知られている。残雪中には栄養細胞だけでなく接合子(休眠シスト)もみられるが, これまで生活環を実験的にまわすことは難しく, それらの正確な対応関係はほとんど不明だった。近年, 我々は残雪中の接合子の分子同定を行い, *C. muramotoi* など3種の接合子を明らかにした。一方, 培養株を用いて接合子を形成させることは *C. fukushimae* と *C. tughillensis* で成功しているが, 両種の接合子が野外でみつからないため, それらが天然で形成された接合子と同様の形態をとるのかは不明だった。今回我々は, 培養した *C. muramotoi* で有性生殖を誘導し, 接合子を形成させることに成功したので, 残雪中の接合子との形態比較を含めた詳細を報告する。

◎P-032

イチョウの葉原基における形態形成過程の解析手法

砂川勇太¹, 江崎和音², 塚谷裕一¹
¹東大・理・生物, ²立教大・理・生命理

イチョウの葉はシロイヌナズナなどの葉における平面の形成過程と異なり, 葉原基に対して向軸側から縦に1回, それと直行する向きに1回, またそれと直行する向きに左右対称に1回の計3回の”割れ目”を生じた後, 割れ目を内側から開くようにして平面を形成することがSEM像の観察により調べられている(Hara 1980)。しかしこの割れ目の形成過程について, その後詳細な研究はなされていない。そこで本研究では特に向軸側表皮の由来に注目し, 動物細胞の脂質膜染色に用いられる蛍光色素 DiI による葉原基表面の染色と, 共焦点顕微鏡による観察とから, 表皮における細胞の系譜を追跡することで, 割れ目の形成過程の解析を試みた。本手法は他の植物の形態形成の解析にも有用であると考へ, 応用の可能性も議論したい。

P-033

Silene 属植物の全ゲノム比較解析から性の成立過程を紐解く

藤田尚子¹, 白澤健太², 牛島幸一郎¹, 赤木剛士¹
¹岡山大学・院・環境生命科学, ²かずさ DNA 研究所

Silene 属植物の性表現は雌性両全性異株(メスと両性)と雌雄異株(メスとオス)に大別でき, 前者は性染色体を持たず, 後者は性染色体を持つ. 雌性両全性異株シラタマソウ(*Silene vulgaris*)と雌雄異株ヒロハノマンテマ(*Silene latifolia*)には高いシンテニーが保存されており, この2つの *Silene* 属植物の比較解析から性染色体成立前後を解析することが可能である. そこで本研究では, *S. vulgaris* と *S. latifolia* の全ゲノム解読を行い, 比較ゲノム解析を行った. PacBio シークエンスデータからのアセンブルにより, *S. latifolia* は全長 3.3 Gb(配列数 2,391, N50 = 3,008, 211 bp), *S. vulgaris* では BioNano Saphyr データによる optical mapping を並列することで全長 1.2 Gb(配列数 150, N50 = 22,662,772 bp) のコンティグ配列を取得した. これらゲノム情報の中から, 性染色体領域およびその同祖相同領域の特定を行い, その成立過程および性変遷を駆動した因子群の探索を行っている.

P-034

精細胞と栄養核の個別動態に着目したシロイヌナズナ花粉管ライブイメージング解析

元村一基^{1,2}, 松本歩³, 竹田篤史¹, 丸山大輔⁴
¹立命館大学・院・生命, ²JST・さががけ, ³立命館大学・総研, ⁴横浜市大・木原生研

被子植物の受精では, 雄性配偶子である精細胞が花粉管の核である栄養核と male germ unit (MGU) と呼ばれる複合体をつくり, 花粉管を通して卵細胞まで辿り着く. これまで精細胞は先行する栄養核にけん引されていると考えられてきた. しかし最近の我々の研究から, 精細胞は独自の輸送駆動力を保持し, 栄養核と協調的に MGU 輸送を制御する可能性が明らかとなった.

本発表では栄養核輸送欠損 mutant である *wit1/wit2* 変異体と, 精細胞輸送欠損 mutant である *SC-cal* の MGU 輸送動態を解析することで分かってきた, 被子植物における精細胞輸送機構の知見について紹介する.

◎P-035

種々の高濃度の生理活性物質投与により誘導されるプログラム細胞死

中島春果¹, 酒井敦²
¹奈良女子大学・院・化学生物環境学専攻, ²奈良女子大学・理・生物

動物におけるアポトーシスと同様, 植物におけるプログラム細胞死(PCD)もしばしばヌクレオソーム単位での DNA 切断を伴う. しかし, 植物の PCD における DNA 切断のメカニズムについては, まだ不明な点が多い. そこで, 我々の研究室ではタバコ(*Nicotiana tabacum*)培養細胞 BY-2 を材料に用い, 種々の条件で核 DNA の切断を伴う PCD を誘導する条件を探索してきた. 今回は, 各種の生理活性物質を高濃度で投与することで PCD を誘導する条件の検討を行った結果を報告する. 増殖時期や細胞密度の異なる BY-2 に対し, ニコチンアミド(NA), ベンジルアデニン(BA), あるいは 2,4-D を様々な濃度で投与し, 細胞死誘導の動態を比較した. その結果, いずれの生理活性物質も高濃度で投与すると細胞死を誘導するものの, 低濃度で投与した場合の効果, 細胞増殖期や細胞密度の影響, 細胞死誘導に要する時間などが異なり, 細胞死誘導のメカニズムにも違いがあることが示唆された. 今後, DNA の切断様式や関与する酵素の性質などについて比較を行う予定である.

◎P-036

裸子植物ソテツの泳ぐ精子: 単離精子を用いた *in vitro* 精子誘引実験系の開発

外山侑穂, 奥田哲弘, 吉田大和, 東山哲也
 東大・理・生物

植物の受精機構の進化過程において, 種子形質の獲得と引きかえに精子の遊泳能力が失われた. 一方で裸子植物のイチョウとソテツは, 種子を形成し, さらに遊泳能力のある精子ももつ. しかしながら, イチョウとソテツが精子を介した受精を行うことの意義は不明であり, 進化的重要性は明らかでない. また精子が卵へと辿り着く分子的機構も全く分かっていない. そこで本研究では, 植物の受精機構進化の中間的な形態を示すイチョウとソテツの受精機構を明らかにするため, 単離したソテツの精子を用いた分子生理解析を行った. そこで, 受精期のソテツ胚珠の花粉管内から泳ぎ出させた単離精子と, 卵細胞を含む雌性配偶組織を用いた精子誘引実験系を組み立てた. その結果, 顕微鏡下で精子の遊泳動態を捉えることに成功した.

◎P-037

褐藻クロガシラにおける細胞質分裂時のアクチンプレートと隔膜の関係性

青木日向子¹, Christos Katsaros², 本村泰三³, 長里千香子³

¹ 北大・院・環境科学, ²National and Kapodistrian University of Athens, ³北大・北方セ

褐藻の細胞質分裂では分裂面にプレート状アクチン構造(アクチンプレート, AP)が出現するが, その機能は不明である. 分裂面には細胞内部から新しい細胞の仕切りである隔膜が形成され, 遠心的に拡大する隔膜が側壁に到達し細胞質分裂が完了する. APは隔膜形成への関与が示唆されているが, 両者の同時観察が困難であり, 時空間的な関係性が不明であった. 今回, 高い分裂頻度を示す褐藻クロガシラの頂端分裂細胞を使用し, 蛍光ファロイジンとFM4-64 FXを用いたAPと隔膜の同時染色を試みた. その結果, APと隔膜の同時的かつ同所的な形成が明らかになった. 本発表では, 固定細胞における観察結果に加えて, 生細胞における経時観察結果も併せて報告する.

P-038

広域 SEM 法を用いたシロイヌナズナ葉表皮細胞におけるオルガネラの定量的な細胞内分布解析

秋田佳恵¹, 高木智子^{1,2}, 小林啓子¹, 檜垣匠³, 馳澤盛一郎⁴, 永田典子^{1,2}

¹日本女子大・理, ²日本女子大・電顕, ³熊本大・院・先端科学, ⁴法政大・生命科学

シロイヌナズナの発芽前後は, 子葉の表皮細胞内を主に占有するオルガネラがリピッドボディから液胞に変わり, 細胞体積増加に伴って細胞壁の伸展と湾曲が起こるなど, 細胞内の変化に富んだ時期である. 我々は芽生え初期の子葉表皮組織について広域SEM法による観察を行った. 細胞内占有率の計測から, 液胞の増加は芽生え2日から3日にかけて急激に進むことが示された. 切片上のオルガネラ面積は, 色素体のみ日数に伴う増加が確認された. さらに各構造間における最短距離を測定したところ, 芽生え1日において98%のペルオキシソームがリピッドボディに近接し, 芽生え2日において93%の色素体がミトコンドリアを近接していた.

◎P-039

アワゴケ属陸生種のシュート再生の条件検討

上村智稀, 古賀皓之, 塚谷裕一
東大・院・理

オオバコ科アワゴケ属(*Callitriche*)は, 同属内に陸生, 水生, 水陸両生といった多様な生活型の種を含む分類群である. それと関連して, 葉の気孔発生様式の違いや, 顕著な葉の表現型可塑性(異形葉性)の有無などが観察される. したがってアワゴケ属はこのような水環境に適応的な形質の, 進化機構の研究に好適なモデルといえる. 上記の形質の進化に関わる因子を同定するためのアプローチとして, 形質転換系の確立が挙げられる. 本研究では陸生種 *C. deflexa* を用いて, 茎からのシュート再生の条件検討を行なった. その結果, 再生に最適な条件を見出し, さらにその条件を用いて形質転換体の作出にも成功したので報告する.