

## 拓殖大学でのミニ研究会

仁木輝緒

拓殖大学 工学部

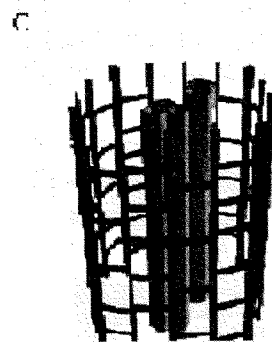
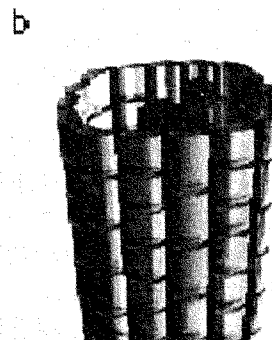
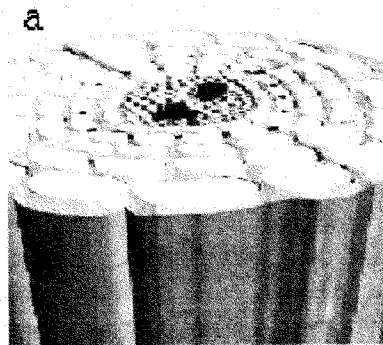
平成 16 年 12 月 6 日、拓殖大学を会場にしてミニ研究会が行われました。この研究会は根に関わる話題を主としたもので、会員の皆さんにもこの研究会の様子を報告いたします。参加された方々は下記の皆様方でした。

唐原一郎 (富山大・理)、中名生幾子 (東大・理)、高橋三男 (東京高専・物質)、中村澄夫 (神奈川歯科大・生物)、田島亮介 (東大・農)、阿部淳 (東大・農)、鳥山英雄 (東京女子大)、仁木輝緒 (拓殖大・工)

唐原一郎先生の「環境ストレスに対する根の構造構築」の主講演が行われた後、参加者の自己紹介を兼ねた研究の紹介が行われました。以下に参加された方々の研究紹介およびお話の概要を記します。

### ◇唐原一郎「環境ストレスに対する根の構造構築」

環境ストレス下で植物の外部形態が変化するとき、内部形態はどうなるのか、つまり外部形態形成と内部形態形成の結びつきの関係は意外とわかっていない。これは生理学者はあまり組織の中の形を見てこなかったし、形態学者は時間軸の流れの中で詳細に解析しようとしてこなかったためであろう。今日、植物分野でも分子レベルで研究は進み、様々なツールが活用可能になってきた。しかし、この両分野を繋ぐ領域ではまだ方法論がきちんと確立さ



根の組織構成 3 次元モデル図

a; 組織全体、b; 内皮部分、c; カスパリー線と木部を示す。Homma and karahara 2004 *Cytologia* 69 :I-ii、改

2004 年 12 月 11 日受付

\* 連絡先 〒193-0985 東京都八王子市鎌町 815-1 拓殖大学工学部生物工学研究室  
Fax:0426-65-1519 E-mail:tniki@la.takushoku-u.ac.jp

れていない。演者は両者のギャップを埋めるための方法論の確立をめざしている。それには、シンプルな組織構成である根は優れたモデル器官となりうる。演者は根の物質輸送の要であるカスパリー線の発達を細胞分化の指標とし、根の内部形態形成を細胞分化・生長・分裂の素過程に分解し、個々の過程を明らかにしながら、それらが全体としての外部形態変化とどう繋がるかについて、環境ストレス応答の観点から明らかにすることに取り組んでいる。今回その一つの方法論を紹介された。

環境ストレス下で、根端から組織の先端部までの距離が短くなった場合に、組織の発達が促進されたと考察されることがある。しかし、この領域では細胞分裂・生長・分化が行われており複数の要因が絡んでいるため、そう簡単には言えない。発達が促進されたか否かは、発達にかかる時間が早まったか否かということである。演者らは模索する過程で、この時間は細胞の分裂・生長のパラメータとは独立して求められることに気づいた。根端からカスパリー線の先端部までの細胞数と細胞産生速度を調べれば、カスパリー線が形成された時点での細胞の齢すなわちカスパリー線形成にかかる時間を求めることが可能であるとした。この時間をトウモロコシ種子根の場合で算出したところ、塩分ストレス (200 mM NaCl) の場合とエチレン (0.5  $\mu$ l/l) の場合では対照区と変わらなかった。また細胞産生速度は両方の場合で低下していた。では、何が根端から内皮カスパリー線の先端部までの距離を変化させていたのか。細胞伸長のカイネティクスに関わるパラメータは複数あるが、細胞長は形態学的手法で直接測定できる。先端からの細胞の順番と細胞長をプロットすると、この曲線から細胞伸長開始および終了時期の細胞順を求めることができ、これと細胞産生速度から、それぞれの時期の細胞齢を求めること

ができる。塩分ストレスの場合にはここまで調べていないが、エチレンの場合は調べた濃度において、最終細胞長は変化せず細胞伸長速度が低下していた。根の生長を記述するパラメータとしての細胞産生速度と細胞伸長速度はエチレンにより低下していた。根端から内皮カスパリー線の先端部までの距離が変化した理由は、この両者の変化である。それでは、根長の変化の主要因はいずれだろうか。厳密に言えばもちろん両者であろう。しかし根長の違いに細胞伸長速度の変化が関係するのは伸長領域までの事なので、生育期間が長くなるほどこのパラメータの寄与は小さくなる。その結果、最終細胞長が変化しなかったことになる。このことから、根長が短くなる原因としては、生育初期をのぞけば細胞産生速度の低下が主要因であるとした。これらの研究を通してストレス下での組織構造の構築について考察が行われた。

#### ◇中名生幾子「管状要素分化誘導に関わる活性酸素発生機構の研究」

ヒャクニチソウ葉から単離した葉肉細胞は、植物ホルモン濃度を調整することにより、容易に木部細胞に分化する。この時に、演者は活性酸素が特異的に発生することを明らかにした。これはヒャクニチソウにおいて NADPH oxidase 遺伝子が維管束分化過程にもなって発現することからも裏付けられる。NBT (ニトロブルーテトラゾリウム) によりスーパーオキシドを検出すると、二次壁を形成する直前の細胞で細胞の長軸先端に濃染がみられ、この濃染する領域は細胞先端で FITC-WGA で認識される形成初期にあると思われる二次壁の領域と重なっていた。

#### ◇高橋三男「活性酸素」

構造的にみた活性酸素への行動的パターンについて、電子配置モデルを用いて説明が行なわれた。活性酸素には、スーパーオキサイド、ヒドロキシラジカル、過酸化水素、一重項酸素の4種類がある。これらの活性酸素種を識別可能とする活性酸素センサを説明し、現在著者らはこのセンサの感応部を約10 $\mu$ の径の針形状にまで極小にしたものを開発した。根において酸素濃度が減少するときに見られる種々の現象について、活性酸素の発生が要因となるものもあると考えられる。例えば、低酸素濃度下で細胞死が起き、空隙ができるメカニズム等の解明に、活性酸素センサが有用なツールになることも期待される、とした。

#### ◇中村澄夫「スギ花粉におけるアレルギーン Cry j1 と Cry j2 の局在性」

スギ花粉における主要アレルギーン Cry j1 と Cry j2 の分布状況を、免疫電顕法を用いて調べた。Cry j1 の多くは花粉外壁の表面とオービクル（タペータム由来の微小顆粒、開葯時には成熟花粉粒の外壁に付着する）の表面および外壁の中層と内壁の境界に存在し、内壁中には存在しなかった。細胞質内ではゴルジ体、粗面小胞体、また生殖細胞壁などにわずかに検出された。Cry j2 は花粉壁には存在せず、細胞質のデンプン粒に局在していた。また、それらの起源に関しても、花粉外壁表面とオービクルス外層に存在する Cry j1 はタペータム起源であること、また、細胞質内のゴルジ体、粗面小胞体、生殖細胞壁にみられる Cry j1、およびアミロプラスト内のデンプン粒に局在する Cry j2 は、花粉細胞内起源であることを示した。スギ花粉症の研究には、花粉粒と同時にオービクルについての研究も重要である、とした。

#### ◇田島亮介「ラッカセイの根粒形成と根系形成」

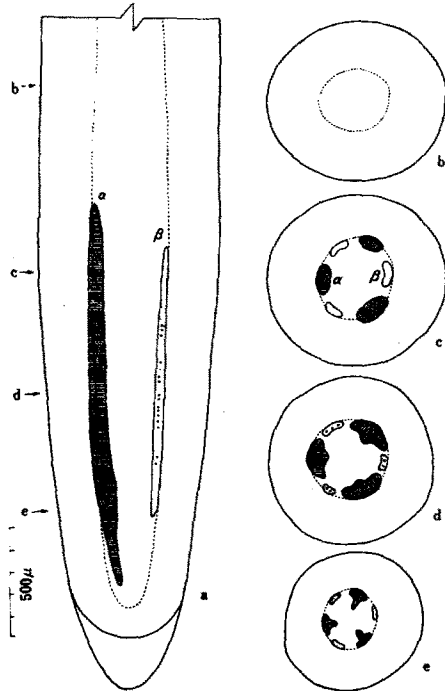
ラッカセイの根粒形成と根系形成について、根系のどの位置にどの時期に根粒が形成されるか、また形成された個々の根粒が、どのように発達し、窒素固定能力を示すかを知ることが重要である、とした。現在根箱や圃場において生育時期や品種による根系形成と根粒形成の特徴を調査し、また組織解剖学的手法を利用して個々の根粒の発達について調査をしている。

#### ◇阿部淳「フィールドレベルの発育形態学的根の研究ならびにケイ素蓄積の研究」

イネ科作物について、畑では塹壕法、水田では円筒モノリス法を用いて根系分布を調査している。典型的ひげ根型根系である水稻では、円筒モノリス法を応用して個々の根の伸長角度も推定可能である。また、イネは発育の規則性が顕著なので、例えば天水田のイネについてどのファイトマーの根に異常がみられるかを調べることで、干ばつにあった時期を推定するなどができる。こうした研究とは別に、近年ストレス耐性向上に効果が期待されているケイ素について低真空走査電子顕微鏡に装着したX線分析装置で、植物体内のどの組織に蓄積しているかも調べている。

◇鳥山英雄「アラスカエンドウの根端組織について注目すべき問題」

鳥山はその古典的な組織固定法・染色法による研究を通して、エンドウの根に次のような興味ある事実を示した(次図)。



エンドウ根端組織図

α、β細胞の存在とその存在部位を示す。  
H.Toriyama 1978 *Cytologia* 43: 705-716

①根端組織の先端から一定の範囲において(200 $\mu$ ~2000 $\mu$ )注目すべき構造がある。②そこにおける内鞘には、染色性の強い細胞(α細胞)と染色性の弱い細胞(β細胞)がある。③その限られた範囲における分化(α細胞, β細胞)は普遍性があるものと考えられ、他種においても観察を試みる必要がある。④β細胞中の染色によって散見される球状の顆粒は、一種の分泌顆粒と考えられる。⑤そして、その顆粒の化学的同定はきわめて重要である。以上、鳥山によって示された観察事実は、組織レベルでは語られているが、いまだ植物において同定されていない植物ホルモン等を生産する特殊な細胞群の存在部位を予言したものであった。

◇仁木輝緒「湛水処理による根端組織の傷害部位」

アラスカエンドウは播種後約10cmに根が成長した時、湛水処理を受けると根の先端部位が傷害を受ける。傷害部位は先端から約1500 $\mu$ の位置で、この部位は根の伸長帯にあたる。湛水処理後3、6、12時間において組織切片を作成し、観察すると維管束の導管部位の内鞘細胞、内皮細胞、皮層の最内層柔細胞に崩壊が観察され、傷害の初期形成部位がこれらの部位にあることを示した。エンドウの根の維管束系は3系であるが、必ずしもそれら3系同時に傷害が起こるわけではない。先端部位での維管束構造の構築と傷害(ストレス)感受性との関係が提起された。

ミニ研究会終了後、講師の唐原先生を囲んで懇親の場が設けられ、さらなる議論、その他情報の交換が行われた。鳥山先生からは、根の研究会の会員の中から、今回提起したテーマについて発展させてくれる研究者の出現を期待する旨のエールがおくられました。鳥山先生はオジギソウの葉の屈曲運動のメカニズム解明において、先駆的仕事をした世界的に有名な研究者ですが、根の分野においても生理、形態学的研究で独創的な研究をしています。その存命中(80歳)に、その御高説を直接拝聴できたことは僥倖でした。

大変盛り上がったところでお開きとなりましたが、大変有意義な研究会となりました。なお、重ね重ね遠路はるばるご参加いただいた皆様方にお礼を申し上げる次第です。どうもありがとうございました。