

Root Research

Japanese Society for Root Research

ISSN 0919-2182
Vol.25, No.4
December 2016

目 次

【巻 頭 言】	
会員の皆様へ	77
【教 育】	
「根」の染色法の学校教材への利用	
村上敏文・武田晃治	79
【報 告】	
第 45 回根研究集会に参加して	
松浦晴香	83
第 45 回根研究集会プログラム	84
第 45 回根研究集会要旨	88
【情 報】	
カレンダー	106
【会 告】	
2016 年度 根研究学会総会報告	107
「根の研究」第 25 巻 総目次	111

根の研究
根研究学会(JSRR)

会員の皆様へ



事務局からのお知らせ

1. 第45回根研究集会の開催と2016年度根研究学会賞の授賞報告

9月30日から10月1日に岡山大学資源植物科学研究所で第45回根研究集会が開催されました。且原真木委員長ならびに学生を含む岡山大学の皆様のおかげをもちまして開催することができました。ありがとうございました。30日には岡山大学資源植物科学研究所との共催、並びに（財）大原奨農会の後援で特別シンポジウム「根の構造と機能研究の最前線」も開催されました。詳しくは本号に掲載の報告をご覧ください。また前号でご報告した、学術特別賞1件（石川氏、羽田野氏、林氏）の授賞式と受賞記念講演を9月30日に執り行いました。今号に受賞講演の講演要旨を掲載しております。

2. 総会において予算・事業計画が承認されました

9月30日に第45回根研究集会内で総会を行い、本年度の予算、事業計画が承認されました。詳しくは今号に掲載の報告をご覧ください。また、根研究集会における優秀な口頭発表ならびにポスター発表をした方を評価するため、根研究学会優秀発表賞を設立することが決まりました。第46回根研究集会からの導入になります。次号（2017年3月）に改定した根研究学会学術賞規定を掲載します。

3. 2017年の根研究集会

第46回：富山大学（富山県富山市）。6月17日の開催予定で、例年通り総会、口頭発表、ポスター発表を予定しています。日程などが決まり次第、メールニュース、ホームページでお知らせし、次号（2017年3月）に詳しい案内を掲載します。実行委員長は唐原一郎会員です。

第47回：大阪府立大学（大阪府堺市）。2017年秋。松村篤会員に企画をお願いしています。

4. 2017年の根研究集会から学生会員の参加費は無料になります

「苺住」海外渡航支援の募集が停止中で、学生が根研究学会の会員になるメリットがあまりありませんでした。また、根研究集会の参加費は会員、非会員を問わず同額です。そこで、学生が会員になるメリットとして、第46回根研究集会から学生会員の参加費を無料にすることにしました。また、非会員の参加費を一般会員より1000円程度高くする予定です。

5. 根研ロゴの使用について

これまで「根研」のロゴを入れたTシャツなどのグッズを事務局が製作し、研究集会で販売してその収益を特別会計の収入としていました。しかし、売れ残りが生じると特別会計の赤字になってしまうためグッズを積極的に製作することは困難でした。そこで、会員の皆様が使用料を支払うことで根研ロゴを使用したグッズを自由に製作することができるようにしました。使用料は1製品につき300円です。詳しくは事務局までお問い合わせください。

6. 投稿のお願い

会誌「根の研究」では、原著論文のほかに、ご自身の一連の研究を他分野の会員にも分かりやすく解説したミニレビューを重視しています。学術功労賞・学術奨励賞の要件である、本会における研究成果の報告は、ミニレビューによる解説も認められていますので、積極的にご寄稿下さい。また、研究手法や学生向けの実験・実習法の解説なども歓迎します。

7. 名簿データ更新のお願い（異動のないかたもご協力下さい）

住所・所属・研究テーマ等に変更のある方は根研究学会ホームページ（<http://www.jsrr.jp/>）の「諸手続一名簿データ更新」のコーナーをご参照頂き、データをお送り下さい。また、各種調査に備えて今後会員の性別と学生・社会人の別を集計することにしました。特に変更のない方も名簿データの更新にご協力ください。これら追加データは、主に会員構成（男女比など）を把握するために使わせて頂きます。

8. 会費納入のお願い - 2017 年度分

すでに郵送でお知らせしましたが、2017 年度の会費の納入をお願いいたします。請求書等の書類をご希望の方は、事務局 (neken2016@jsrr.jp) までお知らせ下さい。2016 年分の会費を未納の方は、2017 年分と併せて納入をお願いします。ご不明の点は、遠慮なく事務局までご連絡ください。

・郵便振替口座

口座名義 (加入者名) : 根研究学会, 口座番号 : 00100-4-655313

[他の銀行から振込の場合 : ゆうちょ銀行 〇一九店 (ゼロイチキユウテン) 「当座」0655313]

(公費払いなどで、会員名と異なる名義で送金の場合は、電子メール等でご一報下さい)

・年会費 : 電子版個人 3,000 円, 冊子版 (+ 電子版) 個人 4,000 円, 冊子版団体 9,000 円 [年度は 1 月 - 12 月です.]

根研究学会所在地・連絡先 : 〒104-0033 東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2F

(株) 共立内 根研究学会事務局 TEL : 03-3551-9891 / FAX : 03-3553-2047

・メールアドレス 事務局 : neken2016@jsrr.jp 『根の研究』編集委員長 : editor2016@jsrr.jp

Plant Root 編集委員長 : editor2016@plantroot.org

・Web サイト 根研究学会 : <http://www.jsrr.jp/> 『根の研究』オンライン版 : <http://root.jsrr.jp/>

Plant Root : <http://www.plantroot.org/>

自分だけの根研グッズを製作しませんか？

T シャツやトレーナーの他にもマグカップやフェイスタオルはいかがでしょう。職場や学校で使用する根研の PR になります。根研ロゴを入れた T シャツやトレーナーは根研究集会のオフィシャルウェア？とし、みんなで集会に参加しましょう。

なおロゴは有償で、グッズ 1 個につき 300 円のロイヤリティでロゴを使用できます。グッズを製作する場合は事前に事務局 (neken2016@jsrr.jp) にお申し出ください。



「根」の染色法の学校教材への利用

村上敏文¹⁾・武田晃治²⁾

1) 農研機構東北農業研究センター福島研究拠点

2) 東京農業大学 教職・学術情報課程

要 旨：2006年に開発した、染色液を茎から根に注入し染め分ける方法は、根の相互関係を明らかにするもので、研究者のみならず、一般の人々の関心も集めた。本法は、簡単な装置ながら根が染まるというビジュアルなつかみがあるので、学校現場における、科学概念の体得のためのアクティブラーニングの教材として活用できると思われる。具体的には、植物の構造、トレーサー、植物相互作用、施肥、水ポテンシャル、植物の生といった概念を教えるのに役立つと思われる。本稿では、授業での導入の仕方を紹介する。

キーワード：アクティブラーニング、教育、染色、根。

1. はじめに

著者は、以前、根に染色液を注入して染め、根の識別をする簡単な方法を開発した(村上, 2008; Murakami et al., 2006; 2011)。この方法により、同じ場所に生育する植物の根同士はどのような関係を持っているのか、根はどのくらい深く、広く展開するのかなどの調査がしやすくなると考えられ、施肥法の改善や植物のより深い理解へつながると期待される。方法の開発後、研究所の一般公開、記者発表、高校の教員への講習で、染めた根の展示や実際に染める過程を見てもらう機会があったが、多くの方に驚きと関心を持っていただいた。実験は簡単であるが、根が染まるというビジュアルな‘つかみ’があり、それを観察する中で、植物を中心とした様々な知識や科学概念を学ぶことができる可能性がある。このことは、現在学校現場で求められている、アクティブラーニング(学生が主体的に問題を発見し解を見出していく能動的学修)のよい教材になり得ることを意味する。本稿では、染色法の概略を紹介し、どのような学習につながるのかを提示して、学校での教材として利用できることを示したい。

2. 染色法の概要 - トマトのポット栽培の例 - (注1)

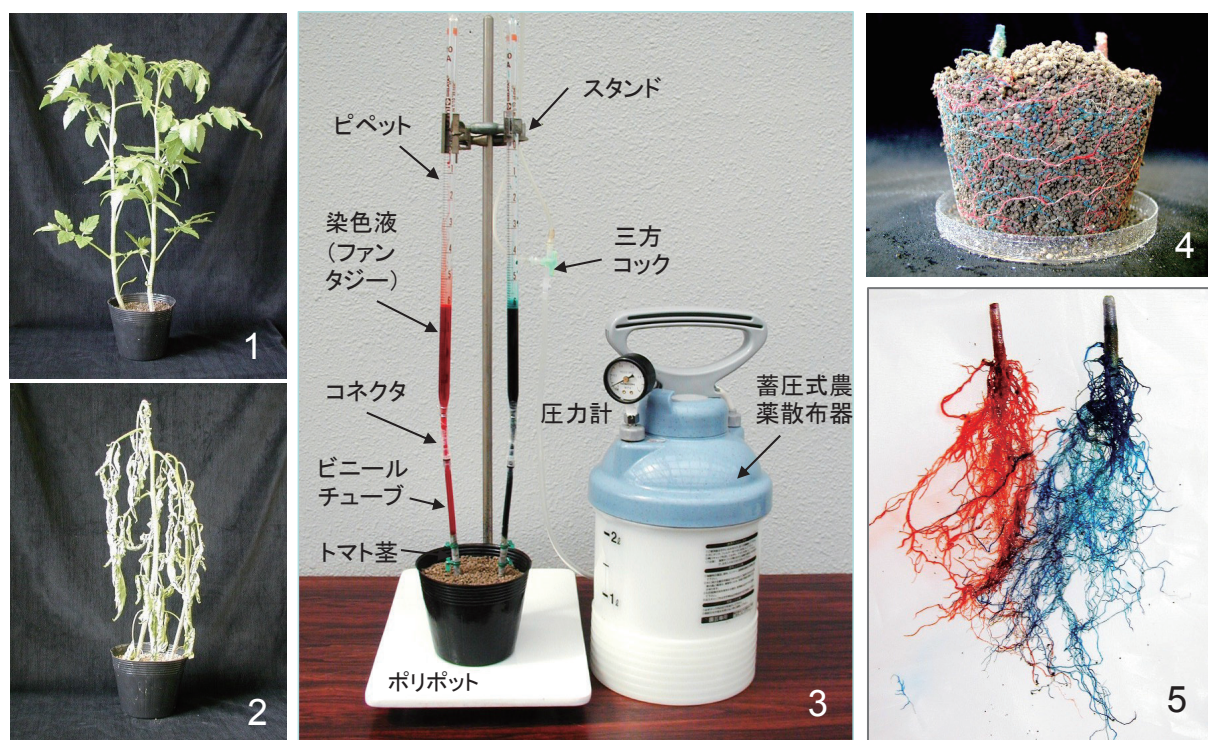
根の染め分けは、小型ポットから野外の植物まで可能であるが、ここでは、最も基本となる2本植えの小型ポットを使った方法を紹介する。材料はここに記載したとおりでなくても目的にかなっていれば何を使ってもよい。そのような工夫も創造性の発揮につながるだろう。なお、染色の詳しい手順は、参考文献あるいは、根染色マニュアル(下記アドレスからダウンロード可能)を参考にされたい。(<http://www.h2.dion.ne.jp/~barnaba/index.html>)

(1) 用意するもの

①家庭用電子レンジ ②ポット植エトマト(注2)
③ピペットスタンド ④切り花着色液(ファンタジー, パレス化学)(注3) ⑤蓄圧式農薬散布器(注4)
⑥ビニール袋(30 cm × 25 cm 厚さ0.03 mm 程度のもの)
⑦デイスポーザブルシリレンジ 10 mL (針の先に、テフロン細管を30 cm 装着) ⑧ビニールチューブ(タイゴン等軟らかいもの)+チューブコネクター ⑨メスピペット(10 mL) ⑩針金(ねじりっこ) ⑪ピンチコック ⑫三方活栓 ⑬真空グリース ⑭パラフィルム その他、カッター、マジック、ビニール手袋など

(2) 手順(第1図)

少し萎れさせたトマト地上部を地際から4 cm の位置で切除し、茎の外側に真空グリースを塗り、コネクターをつけたビニールチューブを被せる。残っている茎の基部にパラフィルムを巻き、茎の上と下の部分を針金で縛る。2本の茎のチューブ内に異なる色の切り花着色液を入れる。上端と下端にコネクターをつけた10 mL 容のピペットを接続する。ピペットにも異なる色の着色液を10 mL 入れ(注5)、その上端にチューブをつないでポンプに接続する。茎チューブ内の気泡を手でポンピングして追い出した後、ポンプのコックを開けて、0.5 気圧の圧力をかける(注6)。このとき、根の染まり具合がわかるよう、黒ポリポットをはずし透明ポットのみにする。染色終了時期は、目視により、根が全て染まって、土に少し染色液が染み出るまでとする。通常は24時間かかるが、授業時間内の1時間でも染め分けが確認できる。染色が終了したら、圧力を抜いて、茎チューブおよびポットを取り除く。土を厚手のポリエチレン袋(厚さ0.03 mm)に入れ、7分間電子レンジ(750 W)で加熱し、色を固定する。この操作をしないと、根を水洗いしたときに色が抜ける。色を固定した後、水中で培土を洗い流す。その後は、写



第1図 染色法の概要。

1：二本植えのトマト 2：灌水を停止して萎れさせた状態 3：染色装置，茎を切断し，チューブ装着，ピペットをつないで染色液を入れ，圧力を0.5気圧程度かける。4：染色後の根 5：培土を水洗し根だけにした状態

真を撮影する，顕微鏡で観察する，根長を測るなど目的に応じた処理を行う。

ポットより大きいコンテナ栽培した植物の染色は，同種または異類の植物の根の関係を定量的に調べるのに便利である。染色法はポリポットと同じであるが，染色液を入れるピペットは大きくする。また，野外での染色も基本的にはポットの場合と同じである。しかし，土を完全に乾かすことは難しく，切断した茎から導管液が上昇してくる。それを押し返して染色液を注入するには，高圧をかける必要があるので，チューブ等をすべて耐圧仕様に変更する（ポリウレタンチューブ，ピスコ製など）。

(3) 注解

注1) 染色可能な植物 この方法で根の染色を確認した植物は，トマトの他，ナス，ピーマン，トウガラシ，ブロッコリー，キャベツ，サツマイモ，スイートバジル，インゲン，オクラ，メマツヨイグサ，ヒメムカシヨモギ，ヒメジオン，ダイズ，マリーゴールド，イチゴ，ブルーベリー，トウモロコシである。このうち，ダイズは，染色液が入りにくく染まりが弱かった。単子葉植物のトウモロコシでは，葉鞘が重なりあって茎が形成されており，そのまま茎にチューブをかぶせて染色液を注入すると，葉

鞘と葉鞘の隙間から液が漏れる。そこで，考古学分野で開発された土壌はぎ取り用の樹脂（トマックNS-10，三恒商事）を使ってこれを防止する。はじめに葉さじ等を使って樹脂をチューブ下端から株元近くの葉鞘が重なり合った部分に盛り，霧吹きで水を噴霧する。樹脂は水と反応して約30分で固まる。その後，圧力をかけて染色液を注入する。一般に，ポットやコンテナ栽培では，根は容器の壁や底に到達すると，壁に沿ってまわったり，底面で渦を巻いたりし，自然状態と全く異なる分布になるので，その前に試験を終了するなど，栽培期間に注意する必要がある。

注2) ポット栽培 園芸培土等に播種し，本葉が出たところ（播種後14日目）に直径10cm程度のポリポットに，4cmの間隔で2本の苗を移植する。ポットは2枚重ねで使用し，内側を透明，外側を黒とする。根がポットの表面を這うようになったら（播種後40日以降），染色が可能である。染色日の3～5日前に灌水を停止し，染色当日は，土は乾き植物は萎れる状態にする。

注3) 染色液 顕微鏡用染料や食品添加色素など様々なものを調べた結果，カーネーションなどを染めるのに使われているファンタジー（パレス化学）が，

色数が多く染まりがよかったのでこれを採用した。化学組成は公開されていないが、水溶性で危険性有害物質に該当せず (パレス化学, 2003), 農家や園芸店で使用している資材なので扱いやすい。

注 4) ポンプ 一般家庭用の蓄圧式の農薬散布器 (2 L 程度) を改造し, 小型圧力計 (10 気圧用 (1.0 MPa) を差し込んだものである。

注 5) 染色液量 染色に必要な液量は, 上述したように目視で判断するか, 根体積の 3 倍量にする (これまでのポット, コンテナ試験結果の平均値)。根の体積は, 予備試験で調べるか, 地上部重, 根/地上部比率 (文献値など利用), 根の比重 (ほぼ 1) をかけあわせて推定する。

注 6) 注入圧力 ポットやコンテナ栽培で, 土壌を乾燥させることができれば, 圧力は低くても液は注入される。なるべく低い方が安全であり, 経験では 0.5 気圧で充分である。野外では土壌の乾燥が難しく, 根圧で導管液が茎を上昇してくる。これを押し返して染色液を注入するには, 3~5 気圧程度の高い圧力が必要になる。

3. 安全上の留意点

生徒, 学生に実験を行わせる場合, 安全性への配慮は不可欠である。起こりうるエラーと対策について述べる。

(1) 染色液を注入または回収するときに衣服や手に付く。

本染色液は有害物ではなく石けん水で洗えば落ちるが, 染色液を扱う時には薄手のビニール手袋を着用して手に着かないようにする。また, 水を使って一連の操作の手順を習熟させる方法も有効である。

(2) 圧力を抜かずにピペットの栓を開けた時や, ピペットとコネクタの固定が不十分な場合, 液が飛散して服や体にかかる可能性がある。

実験前にコネクタ類, コック類の接続部にゆるみがないか, チューブに穴が開いていないか事前に点検する。染色操作時には常にガス圧の確認を行う。圧力をかけている間は, 注意の表示を出すとともに, 人が近づかないように囲いをするなど事故防止策を講じる。特に多い飛散事故は, 染色終了時にピペットから茎チューブをはずすときに, 圧力を十分に抜かなかつたことで起きている。対策としては, ピペットの上部のコネクターをはずして, 開放するのが最も確実である。

(3) ガラスピペットが破損してケガをする。

ピペットの扱いに注意する。ピペットを使用するのは, 注入液量を測定するためである。その必要がなければ, 茎にはめた耐圧チューブを長く伸ばして染色液を溜める方が, 安全である。その場合は, 中の残液量が見える透明チューブを用いる。

(4) シリンジの先につけた注射針で手を刺す。

注射針の先には, テフロンチューブを差してあるので, 通常は針がささることはない。しかし, チューブをつけ直すときなどに針によりケガをする可能性がある。針については, 十分注意するよう指導する。

4. 染色から科学概念へ

ここでは, 染色実験がどのような科学概念の体得につながるのかを示す。

(1) 植物の構造 (中学, 高校)

染まった根を見てもらい, なぜ染まるのか問いかけをする。その後で, 植物には地上から根までつながっている維管束があるので, 染色液がそこを通過して根まで達して染まることを説明する。これに関連して, 切断した地上部を染色液に入れて液を吸わせ, 地上部を染める実験を行うと, 植物の養水分吸収のしくみを理解しやすい。このとき, 染色液が地上へ上がっていくのはなぜかという問いかけをし, いろいろと考えてもらってから, 水の表面張力と, 葉から水が蒸散して, そこへ下方の水が引っ張られる力の 2 つの力によることを説明すると, 物理への展開も可能になる。

(2) トレーサーの概念 (高校)

染色の初期 (開始から 5 分程度) では, 根が徐々に染まっていく様子を見ることができる。このような目印 (トレーサー) は, 科学の世界においては, 物質の動きを追う重要な手段であることを説明する。現在, トレーサーといえば, 放射線を出すラジオアイソトープが感度が高く, よく知られているが, そのような技術がない時代には, 色を目印にしていた。今回の実験は, 地上部から根を染めていくものであるが, 逆に根に染色液を吸わせて葉や茎のどこへ行くかを見て, 水分の移動経路を調べることが可能である (Roach, 1939)。農業分野では, 水田の水口から施用する流し込み肥料の動きを見るため, 灌漑水に入浴剤 (バスクリン) を混ぜて, 色の広がりを追跡した例がある。本実験により, トレーサーの概念やその有用性を目で見て知ることができると思われる。

(3) 植物の相互関係 (大学院, 専門研究)

植物は通常, 自然環境あるいは農地にかかわらず, 複数と一緒に生育している。そこでは光や養水分という資源をめぐる個体間あるいは種間の競争が起きていると言われている。光については比較的調べやすいが, 地下部については根の区別が難しいのでかなり困難といえる。染色法を使えば, 異なる個体の根を区別できるので, そこから根の相互作用について考えてもらうきっかけとなる。過去の観察例を紹介すると, トマトの 2 本植えポットの染色では, 根毛がマジックテープのようにくっついて異なる株の根が密着してい

る現象が見られた (Murakami et al., 2006). ダイズと麦類 (コムギ・オオムギ) を同時に植えた例では (池永ら, 2009), 麦類の根が早く伸長し, ダイズのエリアに広がる事が明らかになっている. 一方, ソルガム, クロタリア, ヒマワリを同時に植えると, それぞれ単独で植えたときに比べて根の深さ別の分布が変わり, 土の養水分を効率的に利用して全体としての生産量が上がる事が示されている (Miyazawa et al., 2010). これは, 競合ではなく協力といえるかもしれない. Bormann (1957) はトマトの根の密着現象や樹木根の接合を染色液を使って調べており, Graham and Bormann (1966) は, 森林の樹木は, 同種, 異種にかかわらず, 根がつながっていることを明らかにしている. このように, 相互作用を示唆する報告はあるものの, まだまだ未解明部分が多く, 新しい発見が埋もれている可能性がある. しかし, 私たちは, 生物というものは生存競争をするものだと思います. したがって, 協力関係についての論文よりも, 競争関係のものの方が圧倒的に多い. 学校においては, そのような見方にとらわれることなく, 観察に基づき様々な仮説をたて, 検証を試みる過程で, 科学的事実とは何か, 人を納得させるとはどういうことか, 貴重な学びを経験できるのではないかと思う. そして, これは生物の相互関係の新たな枠組みの提案にもつながるだろう.

(4) 施肥位置 (高校)

追肥は, 植物の根元に撒くのが普通である. しかし, 複数の株の根が集まっているところがあれば, そこに施肥すればすむので, 作業量を減らすことができる. 大型コンテナや野外でのトマトの試験結果では (Murakami et al., 2006; 2011), 株と株の間には, 双方の根が分布していたので, そこに施肥すれば, 追肥場所を2株に1ヶ所に減らすことができる. 根の分布を調べて施肥位置を考えるというのは, これまでにない考え方で, 新しい発見があると期待される.

(5) 水ポテンシャル (大学)

染色時には土を乾かさないと, 染色液がスムーズに根に入っていく. 経験的に, 乾いた土には水が簡単にしみこんでいき, 湿った土ではそうではないことは知っている. これを水ポテンシャルの概念を使ってとらえると, 土壌-根-茎-葉-大気の水の移動方向や動きやすさをひとつの原理で説明できる. しかし, 少しわかりにくい概念である. そこで, 根の染色実験を見ることで, 理解が容易になると思われる. まず, 乾いた土は水ポテンシャルが低く, 湿った土は高いといったあたりから導入をすれば, よいのではないかと思う.

(6) 植物の生 (大学院, 専門研究)

染色液が注入される時, 液の消費量は一定ではなく, 昼に多く夜は少なくなるというリズムが繰り返される. 染色実験時に, 液の消費量を記録して, それをグラフ化してもらう. 根圧の変化においても周期 (サーカディアンリズム) があることが報告されている (荒木・辻, 2009). 染色や根圧測定時には, 地上部はすでに切除されているにもかかわらず, リズムを刻むとはいったいどういうことだろうか. 植物は生きていると言えるのか, 何をもって生きていると言うのか, 哲学的な問題にもかかわっておもしろい研究になるかもしれない.

このように, 根の染色実験は, 様々な科学概念を習得できるという教育効果のみならず, 一歩進んで新しい知識を創造するという効果も期待できるのではないかと思う.

謝辞

東京農業大学教職課程の緩利真奈美氏には, 全体構成についての有益なご意見をいただきました. ここに記して, 御礼を申し上げます.

引用文献

- 荒木英樹, 辻渉 2009. マメ類および野菜種における根圧の評価と不良土壌環境の影響. 根の研究14: 180. (第23回根研究集會要旨)
- Bormann, F. H. 1957. Moisture transfer between plants through intertwined root systems. *Plant Physiol.* 32: 48-55.
- Graham, B. F., Bormann, F. H. 1966. Natural root grafts. *Bot. Rev.* 32: 255-292.
- 池永幸子, 村上敏文, 小林浩幸, 山下伸夫, 好野奈美子, 内田智子 2009. 麦類を利用したリピングマルチ栽培における大豆の根系分布. 根の研究18: 15-19.
- Miyazawa, K., Murakami, T., Takeda, M., Murayama, T. 2010. Intercropping green manure species-effects on rooting patterns. *Plant Soil* 17: 194-201.
- 村上敏文 2008. 植物の根に関する諸問題「180」- 染色法を使った隣接する根の識別-. 農及園 83: 1011-1019.
- Murakami, T., Shimano, S., Kaneda, S., Nakajima, M., Urashima, Y., Miyoshi, N. 2006. Multicolor staining of root systems in pot culture. *Soil Sci. Plant Nutri.* 52: 618-622.
- Murakami, T., Shimano, S., Kaneda, S., Nakajima, M., Urashima, Y., Miyoshi, N. 2011. Improvement of root staining method for field applications. *Soil Sci. Plant Nutri.* 57: 541-548.
- パレス化学 2003. ファンタジー製品安全シート. パレス化学株式会社. 横浜.
- Roach, W. A. 1939. Plant injection as a physiological method. *Ann. Bot. N. S.* 3: 155-226.

第 45 回根研究集会に参加して

松浦晴香

福井県立大学生物資源学部

第 45 回根研究集会は 2016 年 9 月 30 日と 10 月 1 日の 2 日間、倉敷市芸文館・岡山大学資源植物科学研究所にて開催されました。5 月に熊本の東海大学農学部で開催される予定であった第 44 回集会が熊本地震のため中止となったこともあり、今回は例年よりも多くの方が集まれたとのことでした。私は根研究集会はもちろん、学会に参加させていただくのも初めてのことで、参加の申し込みを送信する時から既に緊張していました。何から何まで初めてのことばかりで、ポスターの作成方法や印刷方法、当日どのような服装で参加すればよいのかもまるで分からず、不安な中、当日を迎えました。

初日は倉敷市芸文館にて、学会総会、学術特別賞の授賞式並びに受賞講演、特別シンポジウムが行われました。特別シンポジウムでは、Leon Kochian 先生、馬建鋒先生と著名なお二方に加え、若手のホープである田野井慶太郎先生、神谷岳洋先生が「根の構造と機能研究の最前線」をテーマに講演を行ってくださいました。どの方の発表内容も興味深いものであったのは勿論、初めて研究集会に参加した私にとっては、発表する際の話し方、振る舞い方という観点からも学ぶことばかりのシンポジウムでした。

集会 2 日目は岡山大学資源植物科学研究所にて開催され、口頭発表とポスター発表が行われました。また希

望者には午後から見学会が開かれました。今回は口頭発表を希望された方が多く、発表者 1 人の持ち時間は短くなってしまったそうです。しかしその分、多くの方の様々な研究についてお話を聞くことが出来、私としては大変勉強になりました。ポスター発表では、私は「ABA がオオムギの根の下皮をスベリン化させる」という題目で発表させていただきました。自分の実験について大勢の方から客観的な意見をいただくことが出来、非常に参考になりました。午後に行われた見学会では、プレッシャーチャンバーと cRNA マイクロインジェクションの実演を見学させていただきました。実験の手順だけではなく、実験におけるポイントからノウハウまで詳しく教えていただくことが出来ました。

私は会場に入るまで初めての学会に緊張していました。しかしいざ中に入ると、どの方も皆打ち解けた雰囲気交流されており、あたたかな空間にほっとしました。集会の初日が終了した後は、参加者のうち何名の方とお互いの研究について話し合ったり、留学についてのお話を伺うことも出来ました。今回の集会は多くの方の研究や研究姿勢を間近に感じる事が出来る、素晴らしい機会となりました。参加することが出来て本当によかったと思っています。



ポスターセッションで活発に議論される Leon Kochian 先生



アフリカツメガエル卵母細胞への
cRNA マイクロインジェクション実演の様子

第 45 回根研究集会プログラム
45th Biannual Meeting of JSRR

日程: 2016 年 9 月 30 日 (金)～10 月 1 日 (土)

場所: 1 日目 (9 月 30 日) 倉敷市芸文館 203 会議室
〒710-0046 倉敷市中央 1 丁目 18-1
2 日目 (10 月 1 日) 岡山大学資源植物科学研究所
〒710-0046 倉敷市中央 2 丁目 20-1

<9 月 30 日 (金) 倉敷市芸文館 203 会議室>

13:10 開場, 受付開始

13:30～14:30 総会

14:40～15:40 授賞式・受賞講演

学術特別賞「イネにおけるアクアポリンの機能と環境応答に関する研究」

石川(櫻井)淳子 (農研機構次世代作物開発研究センター)

羽田野麻理 (農研機構東北農業研究センター)

林秀洋 (農研機構東北農業研究センター)

15:45～15:50 会長挨拶

15:50～18:10 特別シンポジウム

「根の構造と機能研究の最前線」

15:50～16:40 講演 S-1 Leon Kochian (カナダ・サスカチュワン大) 「High Throughput Imaging
and Quantification of Root Architecture: From the Laboratory to the Field」

16:40～17:10 講演 S-2 神谷岳洋 (東京大学)

「カスパリー線とスベリン: 内皮細胞における拡散障壁」

17:10～17:40 講演 S-3 田野井慶太郎 (東京大学)

「放射性トレーサーを用いた植物体内の物質分布可視化技術」

17:40～18:10 講演 S-4 馬 建鋒 (岡山大学)

「イネの養分吸収の分子機構」

18:30～20:30 懇親会「早る馬」

<10 月 1 日 (土) 岡山大学資源植物科学研究所>

受付・口頭発表: プレゼンテーション室

ポスター発表: 講義室, セミナー室

08:40 開場, 受付・ポスター貼り付け開始

09:00～09:12

O-01 羽田野麻理・松波麻耶・林秀洋・富永陽・石川淳子・藤村恵人・戸上和樹・三浦憲蔵・近藤始彦

カリウム施肥量が水稻品種の安定セシウム吸収に及ぼす影響とフィールドトランスクリプトーム

09:12～09:24

O-02 植松慎一郎・Erik Smolders・Lieve Sweeck・Hildegard Vandenhove

放射性セシウムの土壌－植物移行に影響する根の要因：水稻と牧草の比較

09:24～09:36

O-03 八木岡敦・林怜史

北海道向け多収水稻品種・系統の根系分布・活性と窒素吸収特性

09:36～09:48

O-04 小西範幸・石山敬貴・菅野圭一・早川俊彦・山谷知行・小島創一

シロイヌナズナの根におけるアンモニウムの初期同化

09:48～10:00

O-05 大田守浩・井田隆徳・橋口正嗣・明石良・澤進一郎

サツマイモネコブセンチュウに対する誘引物質の探索

10:00～10:12

O-06 塩野克宏・吉川真理奈・山田淑葉・北條優子・松浦恭和・森泉・吉岡俊人

アブシシン酸はイネの ROL バリア形成に必要である

10:12～10:24

O-07 斉藤進・高橋三男・仁木輝緒

トウモロコシ胚発生における中心柱木部細胞の分化

10:24～10:36

O-08 中野明正・趙鉄軍・松尾圭一郎・倉持博

各種培地の物理性評価とそれらが初期のトマト根系発達に及ぼす影響

10:36～10:48

O-09 辻博之・津田昌吾・中尾敬

バレイショ収穫時散播におけるコムギの出芽深度と根系の特徴

10:48～11:00

O-10 本間知夫・古谷野拓・松尾喜義・金満伸央

光照射が茶樹根系機能に及ぼす影響～生体電位計測による評価

11:00～12:30 ポスター発表

発表番号数字が奇数番のポスター発表者は 11:00～11:45, 偶数番は 11:45～12:30 にポスターの前で対応してください。

P-01 Xoan Nguyen T・Timothy D. Colmer・Katsuhiko Shiono

イネの ROL バリア形成のトリガーとなる環境因子の探索

P-02 松浦晴香・山田淑葉・Timothy D. Colmer・塩野克宏

ABA がオオムギの根の下皮をスベリン化させる

P-03 塩野克宏・山田淑葉・鈴木耕拓

粒子線励起X線分析によるイネの根の重金属イメージング法の最適化

P-04 岡本章秀・大和陽一

完全人工光型植物工場で栽培したリーフレタス低硝酸品種の根部特性

P-05 馬場隆士・半智史・伴琢也

ブルーベリーの新根系における個根の異質性と菌根形成

P-06 趙鉄軍・中野明正・江口陽子・斎藤浩一・酒井浩伸

トマトプラグ苗の横密着定植は保水シート耕における活着を改善する

P-07 河合翼・山内章・犬飼義明

イネにおける種子根の根端近傍切除が側根の形態に及ぼす影響

P-08 平野恭弘・所千恵・谷川東子・山瀬敬太郎・藤堂千景・大橋瑞江・檀浦正子・宮谷紘平・土居龍成・池野英利

地中探査用レーダを用いたクロマツ水平根の予測位置と根系検出精度

P-09 土居龍成・宮谷紘平・谷川東子・平野恭弘

ヒノキ細根次数の種内特性

P-10 Daniel Makori Menge・Akira Yamauchi・Daigo Makihara

Root elongation rate in upland NERICA varieties differing in deep root plasticity triggered by drought

P-11 大橋瑞江・牧田直樹・片山歩美・久米朋宣・松本一穂・遠藤いず貴・L Khoon Kho

マレーシア, サラワク州の熱帯多雨林における枯死根の分解特性

P-12 松波麻耶・林秀洋・羽田野麻理・富永陽子・横田のぞみ

圃場栽培した水稻根からの RNA 抽出方法の検討

P-13 SHAO Yang・AN Ping

Effects of salinity on root growth and cell wall composition of *Lycium ruthenicum*

P-14 長田武・大下智暉・栗崎亮平

ビスマスによるトマト根への影響

P-15 木元皐・岡田卓也・長田武

オオムギ由来ムギネ酸のトマト生育に及ぼす影響

P-16 時澤睦朋・榎本拓央・藤井健生・小林佑理子・井内聖・小林正智・野元美佳・多田安臣・山本義治・小山博之

アルミニウム耐性に関わる転写因子 STOP1 の根における転写制御ネットワークの解析

P-17 時澤睦朋・楠和隆・小山博之・黒谷篤之・櫻井哲也・鈴木穰・坂本智昭・倉田哲也・山本義治

シロイヌナズナ転写開始点の網羅的な同定による Genic/Non-genic プロモーターの構造解析と Shoot/Root 間のプロモータースイッチの同定

P-18 仲田(狩野)麻奈・犬飼義明・三屋史郎・山内章

土壌乾燥ストレス下のイネ根系発育に関わる炭素収支

P-19 中原由揮・石塚諒・篠野静香・柴坂三根夫・且原真木

イネの根水透過性 (L_p) に最も影響を及ぼすアクアポリン OsPIP2;4

P-20 Takuya Kabuki・Wieland Fricke・Saoirse Tracy・Mana Nakata-Kano・Shiro Mitsuya・Akira

Yamauchi

Rice root system development and changes in its hydraulic conductivity with seedling growth in relation to heterorhizy

14:00～16:00 見学会(希望者のみ)

第 45 回根研究集会実行委員会

且原 真木(岡山大学資源植物科学研究所)

Maki Katsuhara, IPSR, Okayama University

e-mail:jsrr45@okayama-u.ac.jp Fax:086-434-1249

2016 年度 根研究学会賞(学術特別賞)受賞記念講演

イネにおけるアクアポリンの機能と環境応答に関する研究

石川(櫻井) 淳子・農研機構次世代作物開発研究センター (junkoi@affrc.go.jp)

羽田野 麻理・農研機構東北農業研究センター (murai@affrc.go.jp)

林 秀洋・農研機構東北農業研究センター (hhayashi@cellspect.com)

植物は自力で移動することができないため、気象条件等の環境変動に迅速かつ柔軟に対応しながら成長し、子孫を残さなければならない。中でも、光合成をはじめとして体内でのあらゆる代謝活動や細胞成長のために利用される水の確保は優先して行われる必要がある。イネ (*Oryza sativa*) は吸水・蒸散量の多い植物であり、日射、温度、湿度、土壌の乾燥等によって引き起こされる水ストレスにうまく適応しているものと考えられるが、その具体的な調節機構には不明な点が多い。発表者らは、水チャネルであるアクアポリンがイネの体内水分バランスの維持と環境変動適応を担う key player であると考え、様々な外部環境に対するイネアクアポリンの発現動態と水分生理特性の関係について研究を進めてきた。

アクアポリンは細菌から動植物まで生物界に広く存在する膜タンパク質であり、主として水分子を透過するチャネルである。植物には 30 種類を超えるアクアポリン遺伝子が存在するが、発表者らはまず、イネ(日本晴)のゲノムデータベースから 33 種類のアクアポリン遺伝子を探索し、配列の類似性により分類を行った。このうち細胞膜型 (PIP; plasma-membrane intrinsic protein) 及び液胞膜型アクアポリン (TIP; tonoplast intrinsic protein) の主要な分子種について、酵母発現系を用いて個別に水輸送活性を評価した結果、PIP2、TIP2 型は高い水透過活性を持つが、PIP1 型と TIP3;1 等は水透過活性が低いことを明らかにした。また、33 種類のアクアポリンは分子種により遺伝子及びタンパク発現の器官及び組織特異性が異なること、生育ステージに応じて発現量が変動する分子種があることから、生育時期や部位に応じて 33 種類の分子種がそれぞれに役割を果たし、生育期間を通じたイネ全体の水分生理バランスを支えているものと考えられた。

次に、外部環境がイネアクアポリンの発現に及ぼす影響を検討した。まず明暗日周による影響を調査したところ、多くのアクアポリン分子種について明期開始数時間後に根での発現量がピークを迎える日周変動を示し、根の水透過性の変化とも一致した。日周変動の要因は主としてサーカディアンリズムによるものと考えられたが、一部の分子種でサーカディアンリズムのみでは説明できない急激な発現誘導が見られ、これは日中の地上部からの蒸散要求が根のアクアポリン遺伝子発現を誘導した結果であることを証明した。また、地上部の蒸散要求量の違いが根や葉身のアクアポリン発現量に及ぼす影響を調査した結果、蒸散要求量の高い低湿度条件下では、高湿度条件下と比較して多くのアクアポリン分子種の発現量が増加し、根の水透過性を増加させることを明らかにした。さらに、根のアクアポリン遺伝子の発現動態を野外環境下において検証した結果、根で特異的に発現するアクアポリン分子種の発現量は、前数時間のポテンシャル蒸発量と非常に高い正の相関を示すことを明らかにした。これらの結果から、イネは日々の明暗日周や気象条件の変動に応じてアクアポリン発現量をコントロールする精緻なシステムを備えている可能性が示唆された。

さらに、その他の環境条件の変化が根の水透過性に及ぼす影響とアクアポリンの関係についても検討を行った。まず、低温度域での根の水透過性の低下はアクアポリンのタンパク量の減少によるものではなく、アクアポリンの水輸送活性の低下に起因することを示唆する結果を得た。また、根域の低窒素条件による根の水透過性の低下には、根特異的なアクアポリン遺伝子発現量の低下が関わっている可能性を示した。これらの結果は、自然環境下で生じ得る様々なストレスに対して、アクアポリンの発現や活性の調節を介して根の吸水機能が調節されることを示唆している。また本発表では、根とは全く異なる発現動態を示す地上部のアクアポリンについて、特に穎花における発現パターンと組織局在性についても報告する。

S-1 High Throughput Imaging and Quantification of Root Architecture: From the Laboratory to the Field

Leon Kochian, Global Institute for Food Security, University of Saskatchewan, Saskatoon, Canada

In recent years, considerable attention has been focused on root system architecture (RSA), as it has been shown that plants exert a significant degree of genetic control over this complex trait. Furthermore, there is an increasing awareness that RSA plays an important role in crop nutrient acquisition efficiency. Differences in RSA can lead to root archetypes that are better at acquiring nutrients such as phosphorous that have relatively low mobility in the soil, as well as root architectures better designed to acquire mobile soil nutrients such as nitrate and water. In an effort to address the major bottleneck in root architecture research – phenotyping of RSA with high enough throughput and resolution to genetically analyze RSA traits, a number of new root imaging/analysis platforms have been developed. In this presentation, a root system architecture phenotyping and analysis platform is described that was designed to improve the flexibility and throughput for root system phenotyping. The platform employs digital imaging and software analysis tools to quantify root system architecture (RSA) in 3-dimensions (3D). Our initial work on rice employed plants whose roots were grown in transparent gellan gum with nutrients. Subsequently, we moved on to specially constructed plastic mesh systems that maintain 3D RSA but do not impede root growth, and this system is being used to phenotype root systems in hydroponics and soil-like media. Research findings will be presented using the 3D phenotyping platform to quantify RSA traits for root systems of rice and sorghum plants from genetic mapping populations (linkage and association mapping), and then and genome wide and candidate gene association mapping studies were performed in order to begin to identify the molecular determinants of agronomically important root traits.

S-2 カスパー線とスベリン:内皮細胞における拡散障壁

神谷岳洋 東京大学大学院農学生命科学研究科 (akamiyat@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)

植物は土壌に根を伸ばし、土壌に含まれるさまざまな物質の中から無機栄養を特異的に吸収する。この吸収は、物質輸送の障壁として機能する根の内皮細胞と細胞膜に存在する輸送体タンパク質により達成されている。土壌中には無機栄養素以外にも植物の生育に不必要な物質や病原菌などが存在しているが、これらは容易に植物体内に侵入することはない。すなわち、土壌中の物質が拡散によってアポプラスト(細胞膜の外側の空間)を通り、維管束まで到達することはない。これは、維管束を取り囲むようにして同心円状に存在する内皮細胞が拡散障壁(diffusion barrier)として機能するためである。

この拡散障壁としての機能を内皮細胞に付与しているのが、カスパー線とスベリン層である。形態学的には有名な構造であるが、その形成機構や機能について明らかになっていることは少ない。本シンポジウムでは、シロイヌナズナの無機栄養変異株(イオノーム変異株や低カルシウム感受性変異株)の解析を通して明らかになりつつあるカスパー線とスベリンの形成機構、および、それらの栄養吸収における機能について紹介する。本発表を通して多くの方に栄養吸収とカスパー線、スベリンに興味を持っていただければ幸いです。

S-3 放射性トレーサーを用いた植物体内の物質分布可視化技術

田野井慶太朗 東京大学大学院農学生命科学研究科, JST さきがけ (uktanoi@g.ecc.u-tokyo.ac.jp)

本講演では、放射性物質を用いた 2 つの技術、植物体内の物質動態を非破壊で可視化する技術と、感度よく物質分布を詳細に可視化する技術を、画像とともに紹介したい。

植物にとって、根から吸収したミネラルや葉での光合成で得た有機物をどのように体内分配するかは、生育戦略上最も重要な形質の 1 つである。こうした物質動態を知るには、ある時点のある部位を採取し定量するのが一般的であるが、環境応答変化など経時的解析をするには多くのサンプル測定が必要である上、連続性を捉えることは困難である。そこで我々は、放射線を利用した非破壊技術を開発してきた。RRIS (Real-time Radioisotope Imaging System: Kanno et al. Phil Trans R Soc B 2012., Sugita et al. PCP 2016) は、放射線をシンチレーターにより光に変換し、その光をカメラで撮像する装置である。この技術では多くの放射性核種が放出する β 線や軟 X 線を可視化できるので、多くの元素を対象としたトレーサー実験が可能である。特に、炭素 14 の可視化が可能なので、多くの有機化合物が解析対象となる上、二酸化炭素を標識しておくことで光合成産物の追跡も可能である。この RRIS を蛍光顕微鏡に搭載することで、シロイヌナズナの根端といった小さな組織でも可視化が可能であり、蛍光像を重ね合わせることもできるようになった。

より高解像度で放射性トレーサーの可視化のため、凍結切片法を用いたラジオグラフィを得る技術を開発した(Hirose et al. PCP 2014)。この方法は全ての行程を凍結下で行うことから、イオン等の水溶性物質の可視化も可能となった。

S-4 イネの養分吸収の分子機構

馬 建鋒 岡山大学資源植物科学研究所 (maj@rib.okayama-u.ac.jp)

イネの根の外皮と内皮細胞にカスパー線が存在し、皮層細胞が破壊されて通気組織が発達しているため、土壤中の養分を中心柱まで輸送するには、外皮と内皮に局在する内向き輸送体と外向き輸送体がそれぞれ必要となる。本シンポジウムでは、我々が同定したケイ素とマンガンの輸送体について概説する。ケイ素はイネの安定多収に欠かせない有益元素である。イネのケイ酸吸収には3種類の異なる輸送体 OsLsi1, OsLsi2 と OsLsi6 が関与している。OsLsi1 と OsLsi2 は共に根の基部側の外皮細胞と内皮細胞に局在しているが、OsLsi1が遠心側に偏在しているのに対して、OsLsi2 は向心側に偏在している。また最近の数理モデリング研究では、イネの効率的なケイ酸吸収には OsLsi1 と OsLsi2 の極性分布以外に、カスパー線の存在も重要であることを明らかにした。一方、OsLsi6 は根の先端で発現し、先端からのケイ酸吸収に寄与しているが、全体のケイ酸吸収にはほとんど寄与しない。一方、必須元素のマンガン吸収に関しては 2 種類の輸送体 OsNramp5 と OsMTP9 を同定した。OsNramp5 と OsMTP9 は OsLsi1 と OsLsi2 と同様、根の外皮細胞と内皮細胞に極性を持って局在している。イネの栽培期間中に水田土壤中のマンガン濃度は大きく変動するが、OsNramp5 と OsMTP9 の発現は外液のマンガン濃度にはほとんど影響されない。また根の先端のマンガンは篩部輸送を介して基部側から輸送されている可能性がある。

O-01 カリウム施肥量が水稻品種の安定セシウム吸収に及ぼす影響とフィールドトランスクリプトーム

羽田野麻理^{1*}・松波麻耶^{1,2}・林秀洋¹・富永陽子^{1,3}・石川淳子⁴・

藤村恵人¹・戸上和樹¹・三浦憲蔵¹・近藤始彦⁵

¹農研機構東北農業研究センター, ²日本学術振興会特別研究員 RPD, ³岩手大学, ⁴農研機構次世代作物開発研究センター, ⁵名古屋大学大学院生命農学研究科 (* murai@affrc.go.jp)

植物によるセシウムの吸収と体内への分配,ならびにそれらを支配する生理プロセスを明らかにすることは,放射性セシウムの作物および可食部への移行を低減する技術開発の基礎となる.本研究では,日本のイネ品種間において玄米へのセシウム蓄積が比較的高い傾向が報告されているインド型品種「タカナリ」と,対照として日本型品種「コシヒカリ」を異なるカリウム施肥条件(標準区と無カリ区)で栽培し,生育期間中の安定セシウム(¹³³Cs)の吸収と体内分配の動態を調査した.タカナリはコシヒカリに比べて土壌からイネ地上部に移行する¹³³Cs量が幼穂形成期以降に増加し,玄米への¹³³Cs分配率もタカナリで大きい傾向が認められた.さらに,これらの傾向が低カリウム条件で強まることから,タカナリの玄米セシウム濃度がコシヒカリより高まる要因と考えられた.セシウムの経根吸収と地上部への移行に関わる遺伝子に関する基礎的な情報を得る目的で,セシウム吸収の活発な幼穂形成期頃のイネの根と不伸長茎部(根と地上部の接合部)を圃場から採取し,遺伝子発現量を処理区間ならびに品種間で比較した結果についても報告したい.

O-02 放射性セシウムの土壌-植物移行に影響する根の要因:水稻と牧草の比較

植松 慎一郎^{1,2,*}・Erik Smolders²・Lieve Sweeck¹・Hildegard Vandenhove¹

¹SCK・CEN(ベルギー原子力研究所),²KU Leuven(ルーヴェン・カトリック大学)

(* suematsu@sckcen.be)

湛水栽培のイネにおける,放射性セシウム(RCs)の土壌-植物移行をよく理解するために,ポット栽培試験を行った.土壌中のRCs全量のうち,土壌溶液中にイオン態で分配するRCsが作物根によって吸収される,というモデルが,牧草などの畑地条件(土壌水分が不飽和)で生育する作物に対して知られている.湛水条件のイネにおいて,同様の移行モデルを適用できるか検証した.福島県内で採取した水田作土($n=9$)に¹³⁴Csを添加し,土壌(約1 kg)をポットに詰め,圃場容水量で牧草(*Lolium multiflorum* Lam.)を25日間栽培した.一方,同じ¹³⁴Cs添加土壌試料を,ポットで湛水を維持してイネ(*Oryza sativa* L.)を32日間栽培した.両実験とも,土壌と植物地上部の¹³⁴Cs濃度をNaIシンチレータで測定した.バルクの土壌溶液(遠心分離)の¹³⁴Cs(NaI),カリウム(K^+ ,原子吸光)濃度をそれぞれ測定し,さらに根の表面の¹³⁴Cs, K濃度を推定した.イネのRCsの移行係数は,牧草のそれより小さかった.バルクの土壌溶液のK濃度が等しい条件では,土壌溶液から植物地上部への¹³⁴Csの濃縮は,イネが牧草より有意に小さかった($P<0.05$).しかし,推定した根の表面近傍の¹³⁴Cs, K濃度を用いると,両植物の¹³⁴Cs濃縮の差は小さくなった.飽和土壌の土壌水分量が不飽和土壌より大きいことにより,イオンの分散係数が大きくなり,イネの根表面近傍のKの減少が,牧草より抑えられたことが示唆された.

O-03 北海道向け多収水稻品種・系統の根系分布・活性と窒素吸収特性

八木岡敦*・林怜史 農研機構北海道農業研究センター (*ayagioka@affrc.go.jp)

近年、北海道では「きたあおば」、「たちじょうぶ」等の多収水稻品種が開発され、多肥条件で 1ton/10a 以上の高い収量性が確認されている。これらの多収品種では、シンクサイズ及び登熟期乾物生産が大きいことが多収要因とされているが、乾物生産に関わる窒素吸収特性や根系分布・活性に関する知見は少ない。そこで本研究では、北海道向け多収水稻品種・系統の根系分布・活性及び窒素吸収特性について明らかにすることを目的とした。

試験は、北海道農業研究センター羊が丘試験地で行った。供試品種は、「ななつぼし」、「きたあおば」、「北海 327 号」の 2 品種 1 系統、施肥量は無窒素区 (0kgN/10a)、標肥区 (10.5kgN/10a) を 3 反復で設定した。

多収品種の粗玄米収量は 800kg/10a 以上であった。多収品種では登熟期の乾物生産が「ななつぼし」よりも大きい傾向にあり、登熟期を通して乾物生産の増加が認められた。また、窒素吸収に関して、「北海 327 号」の登熟期窒素吸収量は「ななつぼし」よりも大きい傾向を示した。一方、地下部の特性に関して、多収品種の根重及び根長は土壌表層において「ななつぼし」よりも大きい傾向にあった。また、登熟期の出液速度は、多収品種において「ななつぼし」よりも高く推移したことから、多収品種では登熟期の根の老化が遅いと推察された。根の垂直分布の品種間差異と施肥窒素利用効率の関係については重窒素等を用いたより詳細な調査が必要である。

O-04 シロイヌナズナの根におけるアンモニウムの初期同化

小西範幸^{1,2,*}・石山敬貴¹・菅野圭一¹・早川俊彦¹・山谷知行¹・小島創一¹

¹ 東北大学大学院農学研究科, ² 東北大学学際高等研究教育院 (*b4ad1203@s.tohoku.ac.jp)

土壌由来の主要窒素源の一つであるアンモニウムの大部分は、根でグルタミン合成酵素 (GS または GLN) とグルタミン酸合成酵素 (GOGAT) の協調的な反応によってグルタミンやグルタミン酸へ同化される。シロイヌナズナの根には、4 種類のサイトゾル型 GS (GLN1;1, GLN1;2, GLN1;3, GLN1;4) と 2 種類の GOGAT (NADH-GOGAT, Fd-GOGAT2) が発現しているが、それらの生理機能は未解明であった。私たちは、GLN1 アイソザイムと NADH-GOGAT の遺伝子破壊変異体を用いて、これらのアンモニウム濃度に応じた機能を逆遺伝学的に解析した。低濃度アンモニウム条件において、GLN1 アイソザイムのシングル変異体の生育は野生型と同程度であったが、GLN1;1 と GLN1;2 の二重変異体の新鮮重は野生型の 50%、GLN1;1 と GLN1;2 及び GLN1;3 の三重変異体の新鮮重は野生型の 25%程度まで減少した。高濃度アンモニウム条件では、GLN1;2 の欠損だけで新鮮重が野生型の 50%まで減少した。NADH-GOGAT 変異体は、低濃度アンモニウム条件では野生型と同程度に生育したが、高濃度アンモニウム条件で有意な生育悪化を示した。これらのことから、低濃度アンモニウム条件では GLN1;1, GLN1;2, GLN1;3 と Fd-GOGAT2 が、高濃度アンモニウム条件では GLN1;2 と NADH-GOGAT がアンモニウムを主に同化することが示唆された。

O-05 サツマイモネコブセンチュウに対する誘引物質の探索大田守浩^{1*}・井田隆徳²・橋口正嗣³・明石良³・澤進一郎¹¹熊本大学 自然科学研究科, ²宮崎大学 フロンティア科学総合センター, ³宮崎大学 農学部

(*126s6006.kumadai@gmail.com)

植物感染性線虫の一種であるサツマイモネコブセンチュウは、サツマイモやトマトなどの農作物に感染し、全世界で数十兆円の被害があると試算されている。このサツマイモネコブセンチュウは、植物の根端付近から侵入して感染する。何らかの方法で、植物の根を認識して感染していると推測されるが、その詳細はまだ明らかになっていない。私たちは植物の根から分泌される何らかの物質を、センチュウが認識していると考えており、本研究において、植物の根抽出液に線虫誘引活性を確認した。この根抽出液から誘引物質を精製することで、植物根由来の誘引物質の同定を目指している。

一方、約 1600 種類の Chemical Library スクリーニングから、2 種類の誘引活性のある化合物を発見した。この 2 つの化合物には共通した構造がある事が分かり、誘引活性に必要な化学構造を絞り込んでいる段階である。

O-06 アブシシン酸はイネの ROL バリア形成に必要である塩野克宏^{1*}・吉川真理奈¹・山田淑葉¹・北條優子²・松浦恭和²・森泉²・吉岡俊人¹¹福井県立大学生物資源学部, ²岡山大学資源植物科学研究所 (*shionok@fpu.ac.jp)

湛水した土壌で植物の根が生育できるかどうかは酸素通気能力に依存する。根の基部からの放射状酸素放出(Radial Oxygen Loss)を抑制し、通気組織による酸素通気を効率化するROLバリアは耐湿性の重要形質である。しかし、これまでその形成に関わる植物ホルモンは分かっていなかった。私たちはイネのROLバリア形成にアブシシン酸(ABA)が関わることを明らかにしたので、ここで報告する。私たちは、これまでにイネのROLバリアの形成部位である根の表皮側でバリア形成時に発現が高まる98個の遺伝子を同定していた(Shiono *et al.*, J. Exp. Bot., 2014)。遺伝子発現プロファイルのデータベースである(RiceXPro)により、同定した98個の遺伝子の植物ホルモンによる誘導性を調べたところ、57%にあたる56個の遺伝子がABAにより発現が高まることが分かった。そこで、本来イネがROLバリアを形成するStagnant条件においてABAの合成阻害剤を添加したところ、バリア形成が抑制された。さらに、イネが本来バリアを形成しない好気条件でもABAを与えると、たった1日でROLバリアを誘導した。その結果を裏付けるように、ABAをほとんど蓄積できないABA合成変異体(*osabal*)は、Stagnant条件でバリアを形成できず、バリア形成能力を失っていた。しかし、*osabal*にABAを与えるとROLバリアを形成することができた。これらのことから、ROLバリア形成に関わる植物ホルモンがABAであることが分かった。

O-07 トウモロコシ胚発生における中心柱木部細胞の分化

齊藤進¹・高橋三男²・仁木輝緒^{1*}

¹拓殖大・工, ²東京高専・物質工 (*tniki@la.takushoku-u.ac.jp)

本研究は、胚発生の過程で、始原細胞群からの木部細胞の分化を明らかにしようとしたものである。

受精2週間後、胚盤・根の(大きさ)伸長が約200μmになった時、(縦断切片で)根の原中心柱始原細胞群が認められる。しかし細胞配列はランダムであり、木部細胞の列形態は特定されず、横断切片像においても木部細胞は認められない。受精3週間後、始原細胞は2～3層の層構造になり、柔細胞群は基部への細胞列構造を示し、木部細胞も列として認められるようになる(縦断切片像)。受精4週目以降、中心柱の柔細胞列・木部細胞列がより明確になる(縦断切片像)。この時、木部細胞列の中に不連続に並層分裂を示す細胞像が観察される。また、受精3週目以降横断切片で木部細胞が2～4個の合体として観察される場合があった。

発芽種子根では、発芽時点で根の始原細胞、柔細胞、木部細胞が分化・完成しており、伸長はそれら細胞の分裂・膨大である。本研究の胚発生過程の観察で、原中心柱始原部位に特徴的な(5～6個の)細胞を認めた。この細胞群から基部に向け、柔細胞・木部細胞への分化が生じることが示唆された。木部細胞形成は基本的に垂層分裂によるが、並層分裂も起こすことも示し、この事実は木部細胞分化の起点を示唆する観察上の重要な意味を持つものと思われる。

O-08 各種培地の物理性評価とそれらが初期のトマト根系発達に及ぼす影響

中野明正^{1,*}・趙鉄軍¹・松尾圭一郎²・倉持博³

¹国立研究開発法人 農研機構 野菜花き研究部門, ²住友電工, ³株式会社 JSP

(* anakano@affrc.go.jp)

養液栽培面積が増加しており、ロックウールが優良な培地として使用されいてる。一方で、設置コストや、廃棄の問題から代替培地の開発が望まれている。本研究は、特に、養液栽培で重要となる培地の水分保持特性をより簡便な方法で把握することを目的とし、合わせて各種培地の物理特性を評価した。また、異なる水分保持能力を有する培地が、植物、特に根の発達に与える影響を簡便に評価する手法も合わせて考案した。

培地の水分特性については、5種類の培地、ロックウール粒状綿(粒度 3-4 mm, 日東紡)、園芸用培養土(たね培土1号, スミリン農産工業株式会社)、粒状ポリ乳酸樹脂(JSP 社)、砂資材(ルナサンド)、砂丘砂について評価した。遠心法を基本として培地水分特性曲線の作成した。各種培地がトマトの初期生育および根系発達に及ぼす影響の評価した。円筒容器(直径 2.5cm×高さ 11cm)の内面に、10cm 四方の黒不織布を設置し、その内側に各種培地 50mL 充填し、容器と黒不織布の間に播種し根を展開させることによって、トマトを生育させた。この手法により、根の回収および評価が容易であった。初期生育は培地の最大含水率と高い正の相関($R^2=0.99$)が認められ、トマトの初期には、弱い力で結合した充分な量の水分の供給が必要であることが示された。

O-09 バレイショ収穫時散播におけるコムギの出芽深度と根系の特徴

辻博之^{*}・津田昌吾・中尾敬 北海道農業研究センター (*tuzihiro@affrc.go.jp)

北海道の畑輪作において、コムギはバレイショの後作に位置づけられることが多い。バレイショの収穫が遅れるとコムギの播種が遅れ、越冬前の茎数が減り減収を起しやすいため。そこで、バレイショの収穫前あるいは収穫と同時にコムギを散播する方法を検討した。

バレイショ栽培を想定した畦を8月25日にディガで掘り、掘り取り前(Pre-H)、掘り取り同時(Ast-H)、掘り取り後(Post-H)にコムギ(品種:「ゆめちから」)を24g/m²播種した。播種後にチゼルプラウで耕起する+CH区と、無処理区(-CH区)を設けた。バレイショの畦幅は75cm、高さは約15cmであり、試験区の幅は2畦分の1.5m、長さは6mとした。9月13日に出芽位置の分布と、発芽深の分布を調査し、あわせて地中茎の発達と冠根の発生深さを調査した。

出芽位置は、Pre-H区では畦の谷部分に集中し、発芽深も5cmを超える個体が半数以上を占めた。Ast-H区では試験区の中央から出芽する個体が多く、発芽深は1cmから5cmに多くが分布した。Post-H区では、試験区の中央に種子が集まり、発芽深は-CH区では大半が地表面、+CH区では地表面から4cmに多くが分布した。地中茎は発芽深が3cmを超えると多くの個体で認められ、冠根が発生する深さは2cmから4cmが多かった(Pre-H区、Ast-H区)。

O-10 光照射が茶樹根系機能に及ぼす影響～生体電位計測による評価

本間知夫^{1)*}・古谷野弘¹⁾・松尾喜義²⁾・金満伸央³⁾

¹⁾前橋工科大学・²⁾農研機構果樹茶業研究部門・³⁾スタンレー電気株式会社

(*thomma@maebashi-it.ac.jp)

我々は茶樹苗に照射するLED光の波長により発根状況が異なり、さらに茶樹根の呼吸活性(酸素消費量)が直接照射された光の波長や強度で異なることを報告している。そこで根の呼吸活性が異なると思われる光照射条件下で茶樹苗の水耕栽培を行った場合に個体レベルで起こる変化を調べている。底が透明な容器をLED光源(スタンレー電気製)上に置き、底面から4cm上の地点での光強度を約30μmol/m²/sに合わせ、青、緑、赤の波長(この強度では根の呼吸活性は赤<青<緑である)のLED光を連続照射した。地下部を遮光したものをコントロールとし、各区3個体ずつ、水耕液を基準として茎内部の電位を測定した。電位測定は2013/10/17～11/19(1回目)、2013/11/27～2014/1/10(2回目)で実施した。1回目の計測終了時、いずれの区においても白色根はよく出ており、個体によりバラツキはあるものの、栽培開始から電位値は下がり始め、10日後に再び上がり始めた。栽培開始後7～10日目で新しい白色根が出てくことと関係があると思われた。一度上昇した電位はその後波長により推移が異なり、新たに発生した白色根が光の影響を受けて呼吸活性が変わっていることを反映していると考えられた。2回目の計測は寒い時期に実施したためか新たな白色根の発生が殆ど見られず、電位値の推移も1回目と異なった。現在、同様の試験を繰り返し実施しているところである。

P-01 イネの ROL バリア形成のトリガーとなる環境因子の探索

Xoan Nguyen T.^{*1}・Timothy D. Colmer²・Katsuhiro Shiono¹

¹ 福井県立大学生物資源学部, ²The Univ. of Western Australia, School of Plant Biology (AUS)

(*s1321017@g.fpu.ac.jp)

ほとんどの植物は水が多すぎる環境で生育できない。水の多い環境で植物が成長を続けるためには呼吸活性の高い根端部分に酸素を供給する必要がある。イネなどの湿生植物がもつ ROL (Radial Oxygen Loss) バリアは基部から酸素漏出 (ROL) を抑制し、根端まで多くの酸素を届ける耐湿性の重要形質である。イネの ROL バリアは畑条件では形成されず、水田条件になってはじめて誘導的に形成される。そのため、何らかの環境因子がトリガー (引き金) となって ROL バリア形成を制御すると予想され、トリガーの特定は多くの研究者を魅きつけてきた。これまでに、水田条件で植物が分泌する有機酸 (酢酸、プロピオン酸など) と水田土壌で増加する二価鉄や硫化水素が ROL バリアを誘導することが報告されている。しかし、それら自体が毒性を有するため、2 次的な影響でバリアが形成された可能性を否定できない (Voesenek and Sasidharan, Plant Biol., 2013)。そのため、自然状態における ROL バリア形成のトリガーが特定できたとはいえない状況にある。本研究ではイネ (*Oryza sativa* cv. Nipponbare) を用いた ROL バリア形成のトリガーの探索を目的とする。好気的な水耕液で栽培したイネは ROL バリアを形成しない。一方、水耕法の 1 つである脱酸素寒天養液は嫌気還元状態を作るだけでなく、イネの ROL バリア形成を誘導する (Colmer *et al.*, J. Exp. Bot., 1998)。この好気的な水耕液と脱酸素寒天養液の違いの中にイネの ROL バリア形成のトリガーがあると考えて、我々は 3 つの仮説を検証した。(a) トリガーは脱酸素寒天養液で増える物質である。(b) トリガーは脱酸素寒天養液で減る物質である。(c) トリガーは脱酸素寒天養液で根から分泌される物質である。詳しくは発表にて説明する。

P-02 ABA がオオムギの根の下皮をスベリン化させる

松浦晴香^{1,*}・山田淑葉¹・Timothy D. Colmer²・塩野克宏¹

¹ 福井県立大学生物資源学部, ²The Univ. Western Australia, School of Plant Biology (AUS)

(*s1321037@g.fpu.ac.jp)

スベリンは植物の根において水の漏出や病原菌の侵入を防ぐ役割を持つ疎水性ポリマーである (Enstone *et al.*, J Plant Growth Regul, 2003)。最近, Barberon *et al.* (Cell, 2016) はアブシシン酸 (ABA) がシロイヌナズナの根の内皮のスベリン化を促進することを明らかにした。しかし、シロイヌナズナには下皮が存在しないため、ABA が下皮のスベリン化を促進するかは分かっていない。湿生植物はスベリン化した下皮により根からの酸素漏出を抑制し、過湿土壌での生育を可能にしていると考えられている。下皮をスベリン化させることが畑作物への耐湿性付与に繋がると考えた我々は、ABA が下皮のスベリン化を促進するのかどうかを調べることにした。実験には本来、下皮にスベリンを蓄積しないオオムギ (*Hordeum vulgare* cv. Morex) を用いた。オオムギを水耕栽培で 17 日間栽培した後に外生 ABA を投与した。ABA 処理から 1 日後、2 日後にそれぞれオオムギの根を採取し、組織染色により下皮がスベリン化しているかを確認した。詳細は発表にて報告する。

P-03 粒子線励起X線分析によるイネの根の重金属イメージング法の最適化塩野克宏^{1,*}・山田淑葉¹・鈴木耕拓²¹ 福井県立大学生物資源学部, ² 福井県若狭湾エネルギー研究センター

(* shionok@fpu.ac.jp)

養分吸収の要である根において、栄養素の取り込みの様子を知ることは多くの情報を与える。μメートルサイズのイオンビームを試料に照射し、発生する特性X線を検出することにより、元素ごとに量と位置を二次元的にマッピングできる粒子線励起X線 (Particle-Induced X-ray Emission, PIXE) 分析は元素イメージング手法の1つである。これまで、私たちは根の表皮側に位置するカスバリー線の形成やスベリン化に異常がみられるイネ変異体を見つけてきた (Shiono *et al.*, Plant J., 2014; Shiono & Yoshikawa, Unpublished)。外皮のカスバリー線はアポプラスト (細胞外空間) 経由のイオンの透過を抑制すると考えられているが、これまでに変異体を用いた実証はなされていない。本研究では、これら変異体を用いた外皮の機能の解明を念頭に、イネの根を用いたPIXE分析のためのサンプル調製法を最適化した。ここでは、凍結切片、伝導性フィルムを用いた凍結切片、ゲル切片の3つの条件を比較した。その結果、いずれの手法でもPIXEにより各種元素のシグナルが検出された。中でも形態的に優れるゲル切片では、Al, P, S, Cl, K, Feを検出することができた。本法が最適化できたことにより、根の表皮側のカスバリー線やスベリン化に異常があるイネ変異体による元素の流入状態を把握する準備を整えることができた。

P-04 完全人工光型植物工場で栽培したリーフレタス低硝酸品種の根部特性岡本章秀^{*}・大和陽一 農研機構九州沖縄農業研究センター (* akioka@affrc.go.jp)

完全人工光型植物工場で生産されるリーフレタスは、可食部の硝酸イオン含量が高くなりやすく、その低減が課題とされる。これまでに完全人工光型植物工場で栽培したとき、可食部の硝酸イオン含量が低いリーフレタス品種「L-120」(中原採種場(株))を見出した。硝酸イオン含量の品種間差については、硝酸イオンの還元能力ではなく、根からの硝酸イオン吸収の影響が大きく、低硝酸品種では硝酸イオンの取り込みが少ないとの報告がある。また、タバコでは根の成長がシュートの硝酸蓄積によって抑制されるとの報告がある。そこで、「L-120」の根量と培養液からの硝酸イオン吸収量を、普及品種である「ノーチップ」と比較した。栽培はガター方式栽培槽(培養液量 110L)を用い、光源はHf蛍光灯、16時間日長、室温 24/18℃(明/暗期)、相対湿度 70%、CO₂濃度 600ppm で管理した。培養液は大塚 A 処方(3/5 単位)、pH5.5~6.5 とした。根量と硝酸イオン吸収量の調査はそれぞれ異なる栽培試験とし、各3反復行った。根の乾物重および根乾物重/地上部乾物重比は「L-120」が「ノーチップ」よりも小さかった。ルートモデルを作成し、2品種とも直径 1mm 以下の部分が吸収機能をもつ根(吸収根)とした。吸収根の根長および体積の値は「L-120」が「ノーチップ」よりも小さかった。株当たりの正味の硝酸イオン吸収量は「L-120」が「ノーチップ」よりも少なかった。吸収された硝酸イオンの同化率に品種間差は認められなかった。以上から、可食部の硝酸イオン含量は、根からの硝酸イオン取り込みに影響され、低硝酸品種では光合成産物の根への分配が小さく、吸収根の長さおよび体積が小さいと考えられた。

P-05 ブルーベリーの細根系における個根の異質性と菌根形成

馬場隆士^{1*}・半智史¹・伴琢也²

¹ 東京農工大学大学院連合農学研究科, ² 東京農工大学農学部

(*s156548z@st.go.tuat.ac.jp)

ブルーベリーはツツジ科スノキ属の果樹であり, その細根は“hair root”と呼ばれる. hair root には根毛がなく直径が 50-100 μ m になるなど, その形態学的特性は他の多くの植物根と異なっている. また, hair root にはエリコイド菌根菌と呼ばれる子嚢・担子菌群との共生体であるエリコイド菌根が形成される. 一方で, ブルーベリーなどの hair root をもつツツジ科植物において個根の異質性に注目して細根系や菌根形成を調査した報告はみあたらない. そこで本研究では, Hishi・Takeda (2005)に基づき, 原生木部数を指標としてラビットアイブルーベリー‘Tifblue’の 1 年生挿し木苗の根系構造と個根性質を調査した. まず, 根の原生木部数をみると一原型から五原型に識別でき, 穂木から発生した不定根から分枝が進むほど原生木部が少ない根の出現率が増加した. 次に, 原生木部が多い根ほどサイズが大きく, 木部が発達したものの割合も高かった. これをもとに, 原生木部が多くサイズが大きな根を Pioneer root (P 根), 原生木部が少なくサイズが小さい根を Fibrous root (F 根) に区別し, 各根のエリコイド菌根の形成を調査した. P 根は F 根よりも菌根菌が内生した細胞の割合が少なく, 菌根の形成率も低かった. 加えて, それら根のサイズとの間には有意な負の相関があった. 以上から, 特異的な細根である hair root を有するブルーベリーも個根の異質性を有し, それが菌根形成に影響することが示唆された.

P-06 トマトプラグ苗の横密着定植は保水シート耕における活着を改善する

趙鉄軍¹・中野明正^{1*}・江口陽子²・斎藤浩一³・酒井浩伸⁴

¹ 国立研究開発法人 農研機構 野菜花き研究部門, ² ㈱鈴与総合研究所, ³ ベルフアーム,

⁴ ㈱鈴与商事 (*anakano@affrc.go.jp)

トマト施設生産においては, 夏季に定植を行う場合, 活着阻害により収量が低下する場合がある. 特に保水シート耕では, プラグ苗を直接湿潤なシート上に置床するだけであるので, 作業が簡便である反面, 定植後にプラグ苗の表面の根が直接外気に触れる状態が継続するため, 通常の土耕やロックウールに定植する場合以上に水分ストレスが負荷されと考えられる. そこで, 本研究では, 保水シート耕の初期生育の改善を目的として, 発根を促進するために定植方法の改善方法を検討した. 2016 年 4 月 19 日に播種した桃太郎ヨーク(日本品種)およびエンデバー(オランダ品種)を, 苗テラス(三菱樹脂アグリドリーム)内で育苗した. その後, 同年 5 月 13 日に保水シート耕を模した発根評価装置に置床して初期の生育を評価した. その結果, プラグ苗を底面のみシートに接触させる(慣行)よりも, 接触面積を増やすように側面で定植(横密着法)させた方が, プラグ苗外に展開する根の量が多くなった. この傾向は, 日本およびオランダ品種においても同様であった. 保水シート耕のように根が気中に露出するような栽培の場合, 特に, 夏季の高温, 冬季の低温などの, 不良環境下においては, 速やかな発根がその後の生育に有利に働くことも考えられた.

P-07 イネにおける種子根の根端近傍切除が側根の形態に及ぼす影響

河合翼^{1*}・山内章¹・犬飼義明²

¹名古屋大学生命農学研究科, ²名古屋大学農学国際教育協力研究センター

(*kawai.tsubasa@j.mbox.nagoya-u.ac.jp)

フィールドで生育するイネにおいて、何らかの外部刺激により主軸根の根端分裂組織が傷害を受け伸長が停止すると、それら主軸根の伸長を補償するように、傷害を受けた根端近傍に太く、長く、分枝を伴った側根が発生する。本研究ではそうした側根形態の適応反応機構の理解に向け、水耕法により栽培したイネ品種「台中 65 号」の種子根を根端近傍で切除し、切除後に種子根に形成された側根の形態について調査した。根端近傍の切除後に形成された側根を種子根上での相対的な位置ごとに分けて形態観察を行ったところ、直径が大きく分枝を伴った側根は切断部の比較的近傍に形成されるのに対し、直径は大きい分枝しない側根はそれよりも種子根基部側まで形成されることが明らかとなった。また、根端切除後に形成された側根の直径は連続的に分布しており、このとき側根直径は表皮から内皮までの層数によって決定することが明らかとなった。また、根端切除前の側根原基の形態観察や様々な長さで種子根を切断した後に生じた側根の形態観察から、根端切除前の側根原基の発育段階によって根端切除への応答性が異なることが示唆された。今後は、根端切除によって生じる側根の形態変化がどのような要因により引き起こされるのかを検証していきたい。

P-08 地中探査用レーダを用いたクロマツ水平根の予測位置と根系検出精度

平野恭弘^{1,2,*}・所千恵¹・谷川東子³・山瀬敬太郎⁴・藤堂千景⁴・

大橋瑞江⁵・檀浦正子⁶・宮谷紘平²・土居龍成¹・池野英利⁵

¹名古屋大理 ²名古屋大環境 ³森林総研関西 ⁴兵庫県農林技セ ⁵兵庫県立大人間環境

(*yhirano@nagoya-u.jp)

樹木の根系構造すなわち水平的な広がりや垂直的な深さを評価することは、土砂災害や津波などを減災する効果の事前予測に役立つ可能性がある。講演者等は、土を掘らずに樹木の根系構造を推定する方法として、地中探査用レーダを用いた非破壊的手法の確立を目指している。地中レーダ法を用いた樹木の根系検出は国内外で実施されつつあるが、その検出精度については未だ報告が限られている。本研究では、海岸に生育するクロマツ根系の水平根系の位置をレーダにより予測し、予測された位置における根の有無について調べ、地中レーダから予測された根系の検出精度を明らかにすることを目的とした。

調査は愛知県田原市の砂地に生育するクロマツ 3 個体(胸高直径 17 cm, 樹高 4.4~13.8 m)を対象とした。900MHz の地中レーダを用い 25cm 間隔の同心円状に 6 本の測線、幹から半径 1.5 m 内を探索した。レーダ反射画像の円弧波形から、個体あたり 33~38 地点を根が存在する予測位置として抽出した。その後、各個体あたり 13~21 地点の予測位置において掘り取りにより根の有無を確認した。その結果、およそ 90% の予測位置に根の存在が確認された。また幹から外側へ伸びる根の位置といくつかの根の繋がりも推定可能であった。本結果から、砂地で生育するクロマツ水平の主要根系は、地中レーダの円弧波形画像を用いて精度高く推定可能であることが示唆された。

P-09 ヒノキ細根次数の種内特性

土居龍成^{1,*}・宮谷紘平¹・谷川東子²・平野恭弘¹

¹名古屋大学大学院環境学研究科 ²森林総合研究所関西支所 (*doi.ryuusei@e.mbox.nagoya-u.ac.jp)

根直径 2mm 以下で定義される細根は樹木の養水分吸収において重要な役割を担っている。細根には可塑性があり、土壌養分環境によって根系の形態を変化させる可能性がある。しかし、直径 2mm 全体を対象とした細根系形態の研究はほとんどなく、これまで生理活性の高い根端付近が対象とされてきた。また、複数の林分を対象とした研究も少なく、林分ごとで細根特性が異なるかは解明されていない。そこで本研究では、複数の林分における直径 2mm 以下全体の細根系を対象とすることで、ヒノキ細根の種内特性を明らかにすることを目的とした。本研究は東海地方のヒノキ 3 林分(幸田, 三ヶ日, 二本木)で行った。各調査地で根端を含む直径 2mm を超える細根系とその表層土壌を 4 地点で採取した。細根系は分岐構造を示す次数ごとに分け、次数別の根直径や根長などを測定した。また、細根形態を表す指標である比根長 SRL (根長/根乾重) を算出した。表層土壌においては硝酸態、アンモニア態窒素濃度、全窒素及び全炭素濃度を測定し、細根形態との関連性を調べた。三ヶ日における一次および二次根の直径は幸田と二本木よりも有意に大きく、幸田の二次根の根長は三ヶ日と二本木よりも有意に大きかった。また、一次から三次までの低い次数根の直径と SRL には土壌アンモニア態窒素濃度と有意な相関が、四次以上の高い次数根の SRL には土壌全炭素濃度と相関が認められた。これらの複数林分の結果から、ヒノキ細根次数の種内特性として、根端付近の一次から三次根が土壌環境によって変化を受けやすく、また、三次と四次根の間で機能が異なることが示唆された。

P-10 Root elongation rate in upland NERICA varieties differing in deep root plasticity triggered by drought

Daniel Makori Menge¹・Akira Yamauchi²・Daigo Makihara^{1*}

¹International Cooperation Center for Agricultural Education, Nagoya University, ²Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University (*makihara@agr.nagoya-u.ac.jp)

To examine whether root elongation rate (RER) explains the greater deep root plasticity of NERICA 4 (N4) than NERICA 1 (N1), we compared RER of the deepest roots in the two varieties in relation to photosynthetic rate (Pn), stomatal conductance (gs), and shoot dry matter production (DMP) as affected by soil moisture conditions. Plants were grown in half-split polyvinyl chloride tubes (internal diameter of 6.2 cm and a height of 100 cm) fixed with transparent acrylic plates at the cut face to enable locate tips of vertically elongating roots. Two soil moisture regimes i.e. well-watered (WW) and drought (D) were imposed. Sampling was done at 38 days after sowing (DAS). At sampling, profile soil moisture contents (SMC) at the 20, 40, 60, and 80 cm depths were determined. In N4, RER (cm d⁻¹) of the deepest root was greater under D than WW, while that of N1 was comparable between the two soil moisture regimes. The resultant deepest roots length in N4 was greater than N1 under D, whereas no clear varietal difference was observed under WW. These results indicate that the greater deep root plasticity in N4 is attributed to the higher RER. In comparison to WW, DMP was significantly reduced under D by 24% in N4 and 33% in N1. In addition, Pn and gs under D were higher in N4 than N1. The largest difference in SMC reduction in the soil profile under D between N1 and N4 was at the 60 cm depth whereby SMC had reduced by 61% that of WW for N4 compared to 55% for N1. These results suggest that N4 had a greater ability than N1 to absorb water from the deep wet soil due to the greater deep rooting ability, which resulted in higher Pn and gs, and hence greater DMP. This was supported by the fact that N1 exhibited leaf rolling at 38 DAS while N4 did not. Our findings suggest that the variation of RER explains partially the variation of deep root plasticity in NERICA varieties. However, the involvement of growth angle and duration of nodal roots in deep root plasticity should be examined.

P-11 マレーシア、サラワク州の熱帯多雨林における枯死根の分解特性

大橋瑞江^{1*}・牧田直樹²・片山歩美³・久米朋宣⁴・松本一穂⁵・遠藤いず貴¹・L Khoo Kho⁶

^{1,*}兵庫県立大学・²信州大学・³九州大学・⁴国立台湾大学・⁵琉球大学・⁶Malaysia Oil Palm Board

(*ohashi@shse.u-hyogo.ac.jp)

光合成産物の最大 60%が地下部に送られることから、森林の炭素循環において樹木根は重要な役割を担うと考えられる。中でも枯死根の分解は、地下部の炭素動態をもたらすプロセスの一つであり、土壌の炭素貯留機能の発揮メカニズムにも関わっている。これまでの根の分解に関する先行研究で、根の物理化学的特性や土壌環境、土壌生物相などが根の分解に影響する要因として挙げられてきた。枯死根の分解は、目に見えない土壌中で起きる現象のため、枯死した葉の分解に比べて根の分解に関する知見は少ない。これらの要因は生態系ごとに異なっており、枯死根の分解がこれらの要因とどのように関連しながら進んでいくのか、統一的な理解はまだない。そこで本研究では、マレーシア、サラワク州の熱帯多雨林において、根のサイズと土壌動物相がもたらす影響を明らかにするために実験を行った。根のサイズは直径 2 mm 以下の細根と、2 mm 以上の粗根に分け、メッシュサイズの異なるリターバッグに枯死根を入れて、土壌中に埋設した。その後 3 年間にわたって 4 回のリター回収を行い、重量変化と制御要因との関係を解析した。その結果、意外にも細根よりも粗根の方が分解されにくいことが明らかとなった。また分解の主役は土壌微生物であり、土壌動物や生きた根系の影響は小さいことが明らかとなった。

P-12 圃場栽培した水稻根からの RNA 抽出方法の検討

松波麻耶^{1,2,*}・林秀洋¹・羽田野麻理¹・富永陽子^{1,3}・横田のぞみ¹

¹農研機構東北農業研究センター、²日本学術振興会特別研究員 RPD、³岩手大学

(*mayanami@affrc.go.jp)

遺伝子の機能解明に関する研究の多くは実験室レベルで行われており、野外環境や圃場栽培した植物の遺伝子の発現動態に関する知見は少ない。ポストゲノム研究における遺伝子機能の解明と農学への応用のためには、フィールド環境下での遺伝子機能の解明が重要である。遺伝子発現解析の第一段階である RNA 抽出においては、近年、簡便なキットが市販され広く利用されている。しかし、圃場栽培したイネの根から RNA 抽出を試みた結果、生育ステージが進むほど抽出が困難となり、キット推奨のプロトコルでは抽出できなかった。この要因として、根の成熟や老化に伴いサンプル中の生きた細胞の割合が低下したことや、多糖類やポリフェノールなどの夾雑物の混入により抽出が阻害された可能性が示唆された。そこで、投入するサンプルの量や、抽出の前処理により夾雑物を除去する方法を検討し、キットと組み合わせることで、圃場栽培した幅広い生育ステージの水稻根から効果的に RNA 抽出を行う方法を考案したので紹介したい。

P-13 Effects of salinity on root growth and cell wall composition of *Lycium ruthenicum*

SHAO Yang, AN Ping* Arid land Research Center, Tottori University

(*an.ping@alrc.tottori-u.ac.jp)

To determine the influence of salinity on root cell wall composition in halophyte and the possible mechanism of salt tolerance, *Lycium ruthenicum* was selected as experimental material. Seeds were germinated in the incubator set at 25/15°C (day/night) for 8/16 hours, respectively. Seeds were rinsed by salinity water with the EC of 0.26, 4.80 and 8.82 ms/cm. Two weeks after germination, root lengths were measured and elongation zone of root (0-5 mm from root tip) and basal zone (5-10 mm from root tip) were collected. Chemical compositions (pectin, hemicellulose I and II, cellulose and uronic acids in each fraction) of these samples were determined. Root growth was clearly inhibited by high salinity (8.82 ms/cm). In the elongation zone, the total cell wall sugar content decreased significantly under high salinity as were hemicellulose I, II and cellulose fractions. The amount of uronic acids in cell walls in the elongation zone were also significantly depressed by the high salinity as were the hemicellulose I and cellulose fractions. These compositions in the basal zone showed almost similar changes with those in the elongation zone. Middle level salinity (4.8 ms/cm) showed no considerable effects on root growth and chemical compositions of cell wall, except total cell wall sugar content and hemicellulose I content in basal zone and hemicellulose I in elongation zone. The changes in cell wall composition in elongation zone, especially the cellulose content, may have a close relation with the regulation of root growth. Sugar compounds in each cell wall constituent and their functions in ion relations, cell wall metabolism as well as the relationship between root cell wall and salt tolerance need to be further investigated.

P-14 ビスマスによるトマト根への影響

長田武*・大下智暉・栗崎亮平

摂南大学理工学部 (*t-nagata@lif.setsunan.ac.jp)

ビスマス(Bi)は水道管の鉛代替品、医薬品、化粧品、半導体などに用いられるが、環境基準などの規制はなく土壤中の濃度は不明である。現在までに、ビスマスによる野菜や穀物などの植物への影響は明らかにされていない。本研究室においてシロイヌナズナを用いてビスマスの影響を調べた結果、鉄のホメオスタシスが乱されることが判明した。そこで、Bi によるトマトの根の生育に焦点を当て、その影響について解明を試みた。

本研究ではトマト品種 Micro-Tom を用いた。種々の Bi 濃度を含む寒天培地上に播種し、2 週間後の生育影響を解析した。その結果、Bi 濃度 2μM 以上で根の新鮮重量や伸長が濃度依存的に阻害された。灰化後、各組織の Bi および鉄濃度を測定した。その結果、トマトでは培地の Bi 濃度が 8μM 以上で根において高濃度の Bi が検出された。また、Bi によって根における鉄濃度が影響を受けることがわかった。これらのことから、トマトにおいても Bi の生育阻害は鉄ホメオスタシスの攪乱が示唆された。次に、リグニンによる Bi の吸収抑制への関与を検討するため、フルオログルシノールを用いたリグニンの組織染色を行った。しかし、いずれの Bi 濃度においてもリグニンの増加は見られなかった。そこで、根における Bi 吸収の抑制は細胞死による吸収率の低下が一因と考え、根端細胞に対する毒性について解析した。プロピジウムヨウダイド染色を用いた蛍光顕微鏡による観察を試みた結果、3μM で死細胞が認められた。このことから、培地中の Bi 濃度が 3μM 以上でトマトの Bi 濃度が低下するのは細胞死が原因と考えられる。今後、毒性発現機構の解明を目的とし、活性酸素種の生成などの解析を進めて行きたい。

P-15 オオムギ由来ムギネ酸のトマト生育に及ぼす影響

木元 阜¹・岡田 卓也²・長田 武^{2*}

¹ 摂南大学大学院理工学研究科, ² 摂南大学理工学部 (*t-nagata@lif.setsunan.ac.jp)

植物には 2 種類の鉄吸収機構が存在する。イネ科を除く多くの植物は三価鉄を二価鉄に還元して吸収している。一方、イネ科植物はファイトシデロフォアを生成し、キレート体として三価鉄を吸収する。双子葉植物のトマトは三価鉄を直接吸収できない為、その生育は土壌中の二価鉄イオン濃度に大きく影響を受ける。我々は、鉄高含有植物の作出を目的とし、オオムギ由来のファイトシデロフォアであるムギネ酸がトマトの生育と鉄吸収に及ぼす影響を調べた。

グロースチャンバー内で、播種後 2 週間のトマト(Micro-Tom)を三価鉄-ムギネ酸を添加した液体培地に移植し、4, 7, 11, 14 日間培養した。培養後、葉の新鮮重量、鉄含有量及び色素濃度を測定した。また、ビニールハウス内にて、トマトの食用品種(みそら 64 及びごほうび)に 1mmol/kg 土壌となるように三価鉄-ムギネ酸を施肥し、培養後、トマト地上部の伸長を測定した。本結果から、三価鉄-ムギネ酸による影響について品種間での違いについて評価した。

液体培地に三価鉄-ムギネ酸を添加したトマト葉の新鮮重量及び鉄含有量は、未処理株との間に有意な差は認められなかった。しかし、クロロフィルとカロテノイド濃度が 14 日目まで有意に増加していた。この結果から、三価鉄-ムギネ酸は光合成色素の生成を促進すると考えられる。また、ビニールハウス内にて三価鉄-ムギネ酸の施肥処理を行ったトマト若苗は、みそら 64 については地上部の伸長が促進されたが、ごほうびについては未処理株との差は観察されなかった。このことから、ムギネ酸の影響は品種間で差があると考えられる。また、鉄吸収への影響については現在、鉄含有量を測定中である。今後は、他のファイトシデロフォアを用いた影響についても検討したいと考えている。

P-16 アルミニウム耐性に関わる転写因子 STOP1 の根における転写制御ネットワークの解析

時澤 睦朋^{1*}・榎本 拓央¹・藤井 健生¹・小林 佑理子¹・井内 聖²・小林 正智²・野元 美佳³・多田 安臣³・山本 義治¹・

小山 博之¹ ¹ 岐阜大学連合農学研究科, ² 理研 BRC, ³ 名大遺伝子セ (*s6103005@edu.gifu-u.ac.jp)

STOP1 は 4 つのジンクフィンガードメインを持つ転写制御因子で、リンゴ酸トランスポーター *ALMT1* や *ALS3* などの数多くのアルミニウム誘導性遺伝子の転写を制御している(Sawaki et al.,2009) . 最近、私たちは *in silico* なシス配列の予測と *in vitro* のタンパク質-DNA 相互作用解析を用いて、*ALMT1* プロモーター上に 7 個のシス配列を同定し、そのうちの一つに STOP1 が直接結合していることを見いだした(Tokizawa et al.,2015). このシス配列予測は私たちが独自に開発した方法で、実験的に同定したゲノムワイドなプロモーター配列とマイクロアレイデータを用いて予測を行う (yamamoto et al.,2011). この予測法を用いることで STOP1 結合配列も含め効率的に *ALMT1* プロモーター上のシス配列が同定できたため、STOP1 が直接制御する *ALMT1* 以外の遺伝子も同様の手法を用いることで同定できると考えた。

まず、マイクロアレイデータから *stop1* 変異体で発現レベルが抑制される遺伝子群を選抜し、これら遺伝子に STOP1 が結合するシス配列を予測した。次に、予測された領域に STOP1 が結合するかを *in vitro* で検証した結果、*MATE*, *STOP2*, *GDH2* プロモーター中の予測シス配列に STOP1 が結合した。さらに、シス配列を置換したプロモーターによりそのシス配列の機能を解析した結果、*STOP2* と *GDH2* プロモーターに存在するシス配列は機能を持つことが分かった。最後に、*ALS3* は STOP1 に制御され、アルミニウム耐性に必須な遺伝子であるが、STOP1 の直接的な制御は見られなかった。そのため、*ALS3* は STOP1 制御下の別の転写制御因子に制御されていることが予想された。

P-17 シロイヌナズナ転写開始点の網羅的な同定による Genic/Non-genic プロモーターの構造解析と Shoot/Root 間のプロモータースイッチの同定

時澤睦朋^{1*}・楠和隆¹・小山博之¹・黒谷篤之²・櫻井哲也²・鈴木穰³・坂本智昭⁴・倉田哲也⁴・山本義治¹

¹岐阜大学連合農学研究科, ²理研 CSRS, ³東大医科研, ⁴NAIST (*s6103005@edu.gifu-u.ac.jp)

プロモーターは転写の向きや強さなどを決定する領域で、転写開始点(TSS)はプロモーターの位置を知る重要な情報である。しかし、植物では(シロイヌナズナでさえ)その情報が不足している。さらに、解析のほとんどが遺伝子上流からの転写(genic)を対象にしているが、実際にはコード領域内(intragenic)や逆向き(antisense)、また対応する遺伝子モデルのない(orphan)転写も相当数存在することが分かっている。しかし、これら non-genic 型プロモーターは転写活性が弱く、ほとんど解析されていない。本解析では、シロイヌナズナの転写開始点をより高密度に同定することと、non-genic 型プロモーターの構造解析を目的として植物では最大のスケールで解析を行った。

葉、根などのシロイヌナズナの異なる組織から TSS ライブラリを構築し、転写開始位置を網羅的に同定した。解析の結果、33M の TSS タグ情報とそこから構築した 324,461 プロモーターの取得に成功した(genic; 59,628, intragenic; 193,208, antisense; 42070, orphan; 34,549 プロモーター)。genic プロモーターはタンパクコード遺伝子の約 8 割に当たる 21,672 遺伝子をカバーし、これまでで最高のカバー率である。また、non-genic プロモーターもその構造を解析するために十分な数が同定できた。最後に、異なる組織から TSS ライブラリを構築したことで組織ごとに主要な TSS がスイッチする遺伝子を複数同定できた。

P-18 土壌乾燥ストレス下のイネ根系発育に関わる炭素収支

仲田(狩野)麻奈^{1,2*}・犬飼義明³・三屋史郎²・山内章²

¹名古屋大学高等研究院, ²名古屋大学大学院生命農学研究科, ³名古屋大学農学国際教育協力研究センター (*mnakata@agr.nagoya-u.ac.jp)

環境ストレス条件下の植物の根系発育には、多大な光合成産物が必要となるが、同時にそれは根の呼吸基質としても利用される。環境ストレス条件下での根における発達と機能の促進と呼吸量との関係を明らかにするため、乾燥ストレス下のイネ根系発育と根呼吸量との関係を定量的に評価した。これまでの研究で、日本晴とカサラスのイネ染色体断片導入系統群(N/K CSSLs 全 54 系統)のうち、軽度な乾燥ストレス条件下で、日本晴とくらべ生育が有意に優れる系統 50 番と、日本晴、カサラスを用いた。処理区に湛水区(対照区)と乾燥ストレス区を設け、土耕条件でガラス室内にて 30 日間栽培した。サンプリング後、地上部乾物重、根呼吸量、根長、節根数、根重を測定した。根呼吸量は、根をサンプリング後、根を水で洗い、赤外線 CO₂ アナライザー(GMP314, ヴァイセラ社製)を用いて計測した。その結果、湛水条件では、地上部生育・根系発育・根呼吸量には、品種/系統間差異は見られなかった。供試した品種/系統全てにおいて、乾燥ストレスによって根呼吸量は増加し、系統 50 番は、日本晴とくらべ、地上部生育・根系発育が有意に優れていたのに対し、根呼吸量は有意に小さかった。以上の結果より、系統 50 番のように、乾燥ストレスに対する適応性の高いイネは、乾燥ストレス条件下において、根呼吸量を減らして根系発育に光合成産物を使っていることが考えられる。

P-19 イネの根水透過性(L_p)に最も影響を及ぼすアクアポリン OsPIP2;4

中原由揮*・石塚諒・篠野静香・柴坂三根夫・且原真木

岡山大学資源植物科学研究所 (ps8c7lfe@s.okayama-u.ac.jp)

高等植物の根における水の吸収は、植物が生育するために最も重要な機能の一つである。細胞膜を介した水輸送を行うことで知られている膜タンパク質のアクアポリンは、植物の根においてもシンプラスティックな水輸送で中心的な役割を果たしており、その活性や発現を調節することによって植物は根からの水吸収を効率的に行っていると考えられている。

イネの根において特異的に発現している原形質型アクアポリンの OsPIP2;4 は、これまでの我々の研究によって水輸送活性が高いことが明らかにされており、イネの根における水輸送に深く関与しているのではないかと予想されていた。

今回、我々は野生型のイネと T-DNA 挿入によって 24 日齢の根での発現量が 90% 以上抑制された OsPIP2;4 抑制体イネを用意し、水耕栽培法によって 14 日間育成した植物体の根における水の透過性(L_p)を、プレッシャーチェンバー法を用いて測定・比較した。その結果、OsPIP2;4 抑制体イネの L_p は野生型イネの L_p と比べて約 1/6 程度にまで低下していることが判った。OsPIP2;4 抑制体イネにおける他の原形質膜型アクアポリンの発現量は、抑制された OsPIP2;4 を補うように発現が上昇しているものもあり、原形質膜型アクアポリンの総発現量は野生型よりも 10% 程度上昇していた。アクアポリンの総量が増加していたにもかかわらず L_p が低下していたことは、OsPIP2;4 の発現量がイネの根における L_p を決定するのに深く関与していることを示唆している。

P-20 Rice root system development and changes in its hydraulic conductivity with seedling growth in relation to heterorhizy

Takuya Kabuki^{1*}・Wieland Fricke²・Saoirse Tracy²・Mana Nakata-Kano¹・Shiro Mitsuya¹・Akira Yamauchi¹
¹ Nagoya University, ² University College Dublin (*kabuki.takuya@e.mbox.nagoya-u.ac.jp)

Background and Aims A rice root system consists of main roots, which are a seminal root and nodal roots, and lateral roots that develop along the main roots axes. Heterorhizy exists in the laterals; S-type and L-type laterals. We previously showed a possibility that S-type laterals may have higher hydraulic conductivity (L_p) in radial pathway from epidermis to xylem vessels because of less lignin deposition, no aerenchyma and less number of cell layers than L-type ones and main roots. Water flow rate (J_r) through a root system is the product of root surface area (A), L_p and water potential gradient. The aims of this study were to examine relationships between J_r and A , and between J_r and L_p , and then to evaluate contribution of main roots, S-type and L-type laterals to A of the whole root system, and to test a hypothesis whether increase of proportion of S-type laterals A to root system A would increase L_p of the root system.

Methods Hydroponically grown rice plants were harvested at 5, 10, 15 and 20 days after sowing. Osmotic L_p of seminal as well as nodal root systems (main root axes + laterals), and the whole root system were determined by measuring xylem sap exudation rate, A and osmotic potential gradient. Hydrostatic L_p of those main root systems were determined with root pressure chamber method and that of the whole root system was derived from the analyses of transpiring plants.

Results Positive and significant correlations were found between transpiration rate and A , between exudation rate and A , between transpiration rate and hydrostatic L_p and between exudation rate and osmotic L_p . S-type laterals A increased 8.8-fold from 5- to 20-days while L-type laterals A did 4.3-fold and main roots A did 5.7-fold. Osmotic L_p of the whole root system and main root systems and hydrostatic L_p of the whole root system had positive and significant correlations with proportion of S-type laterals A to those of root system A but proportions of L-type laterals or main roots did not.

Conclusion Both A and L_p determined J_r , which then increased with the development of S-type laterals development but not L-type ones nor main roots.

【カレンダー】

植物・土壌・環境など、根に関わりのある学術集会の情報をお寄せ下さい(E-mail : neken2016@jsrr.jp)
国内・海外、規模の大小を問いません。

2月、5月、8月、11月の月末までに情報をお寄せ頂くと、その翌月に発行の会誌に掲載できます。
急ぎののであれば、根研のメールニュースでも告知も可能です。

*各会議の正確な情報はご自身でご確認下さい。国際会議では、開催日や申込締切日に変更されることはよくあります。申し込み・問い合わせは、直接主催者までコンタクトして下さい。

*海外での会議の日本語名称は、根研究学会事務局で便宜的に意識したものです。

2017年

持続的農業と生物経済学国際会議2017

2月27日-3月2日

AGBIO2017 International Conference on Sustainable Agriculture and Bioeconomy 2017
February 27-March 2, 2017; Bangkok, Thailand
<http://www.agbio2017.com>

第2回農業と気候変動会議 3月26-28日

2nd Agriculture and Climate Change Conference
March 26-28, 2017; Meliá Sitges, Sitges, Spain
<http://www.agricultureandclimatechange.com/>

第9回アジア作物学会議 6月5-7日

9th Asian Crop Science Association Conference (9th ACSAC) June 5-7, 2017; Jeju, South Korea
<http://www.acsac2017.com/>

第46回根研究集会 6月17日 (土)

富山大学 詳細は次号に掲載します

第7回国際樹木根会議 6月26-29日

7th International Symposium on Physiological Processes in Roots

June 26-29, 2017; University of Tartu, Estonia

登録開始 2016年12月,

要旨登録締切 2017年3月

<https://sisu.ut.ee/woodyroot/node/11221>

第19回国際植物学会議 7月23-29日

XIX International Botanical Congress

July 23-29, 2017; Shenzhen, China (深圳)

要旨登録開始: 2016年8月末ごろに延期

<http://www.abc2017.cn/>

第18回国際植物栄養学会議 8月21-24日

XVIII International Plant Nutrition Colloquium

August 21-24, 2017; Copenhagen, Denmark

<http://www.ipnc2017.org/>

第13回果実生産における成長調整物質国際会議

8月27-31日

XIII International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production

Chiba, Japan(柏市); August 27-31, 2017

<http://www.pgr-fruit2017.org/>

世界ダイズ研究会議10 9月10-15日

World Soybean Research Conference Ten

September 10-15, 2017; Savannah, Georgia, USA

<http://wsrcl0.net/>

植物ゲノム進化2017 10月1-3日

Plant Genome Evolution 2017 - A Current Opinion in Plant Biology Conference

October 1-3, 2017; Meliá Sitges, Sitges, Spain

要旨登録締切: 2017年4月14日

<http://www.plantgenomeevolution.com/>

第7回農業におけるケイ素国際会議 *New!*

7th International Conference on Silicon in Agriculture
October 24-28, 2017; Bangalore, India

要旨登録締切: 2017年5月15日

<http://www.silicon2017.com/>

第47回根研究集会 秋 *New!*

大阪府立大学 詳細は次号以降に掲載します

2018年

第10回国際根研究学会シンポジウム

7月8-12日

The 10th Symposium of the International Society for Root Research

ISRR-10 Exposing the Hidden Half

July 8-12, 2018; Ma'ale HaHamisha, Israel

要旨登録開始: 2017年2月 (予定)

<http://www.ortra.com/events/isrr10>

第30回国際園芸学会議 8月12-16日

XXX International Horticultural Congress: IHC2018

Istanbul, Turkey; August 12-16, 2018

<http://www.ihc2018.org/>

2016 年度 根研究学会総会報告

倉敷市芸文館で開催された第 45 回根研究集会の一部として、9 月 30 日に延期した定期総会を開催しました。辻博之会員に議長を務めて頂き、下記の通り、2015 年度の会務報告・決算報告・会計監査報告、2016 年度の事業計画・予算が承認されました。また、根研究学会学術賞規定も改定されました。

1. 2015 年度 会務報告

1) 会誌『根の研究』第 24 巻を発行した。

(久保堅司 編集委員長)

第 1 号 (2015 年 3 月発行) pp. 1 - 50 (50 頁)

第 2 号 (2015 年 6 月発行) pp. 51 - 76 (26 頁)

第 3 号 (2015 年 9 月発行) pp. 77 - 116 (40 頁)

第 4 号 (2015 年 12 月発行) pp. 117 - 150 (34 頁)

2) 研究集会

以下 2 回の研究集会を開催した。なお、第 43 回では鳥取大学乾燥地研究センターと東京農業大学農学部との共催でシンポジウム「乾燥地における作物生産・生態系管理のための根のデザイン」を共催した。

・第 42 回根研究集会

6 月 6 日 (土)

於：秋田県立大学 (秋田県秋田市)

実行委員長 小川敦史会員

・第 43 回根研究集会

9 月 30 日 (水) - 10 月 1 日 (木)

於：東京農業大学 (神奈川県厚木市)

実行委員長 森田茂紀会員

3) 2015 年度根研究学会賞

選考の結果、以下の業績を表彰した。

【学術奨励賞】 1 件

受賞者：木富悠花

(東京大学大学院農学生命科学研究科、(国研) 農業生物資源研究所)

業 績：イネの冠根形成および伸長成長機構の解明とその育種利用

4) 国際誌 *Plant Root* の刊行

(唐原一郎 編集委員長)

<http://www.plantroot.org/>

第 9 巻として、巻頭言および 10 編 (内 4 編は特別号 6th Woody Plants Symposium) の論文 (全 102 頁) を掲載した。

5) 会誌以外の出版物・根研グッズ

「根の研究の最前線 7」および同シリーズのうち、在庫があるバックナンバーについては、引き続き販売した。

根研究集会の参加者向けに「根研」のロゴ入り T シャツを各根研究集会で販売した。

6) 会員勧誘と費用節減対策

近年、会員数は減少傾向にあり、会費収入は減少傾向にある。財政状況改善を目的として、印刷費・発送費削減のための電子版会誌導入および会費値上げが臨時総会で承認された。

7) 他団体等との連携

・2015 年 7 月に福岡で開催された「第 13 回微量元素の生物地球化学に関する国際会議」へ後援として協力した。

2. 2015 年度 決算報告

期間： 2015 年 1 月 1 日 - 12 月 31 日

1) 2015 年度 一般会計の決算

収入	単位 円		
事項	予算	決算	予算との差額
前年度繰越金	214,219	214,219	0
会費未納分 ^{※1}	90,000	141,000	51,000
2015 年会費 ^{※1}	900,000	830,000	-70,000
2016 年以降の会費前納分 ^{※1}	150,000	637,000	487,000
寄付・雑収入 (広告料 許諾料 利子) ^{※2}	50,000	91,844	41,844
会誌改善費 (特別会計から)	0	0	0
合計	1,404,219	1,914,063	509,844

支出	単位 円		
事項	予算	決算	予算との差額
会誌・名簿の製版・印刷費 ^{※3}	675,000	694,008	19,008
会誌・名簿の送付費 ^{※3}	160,000	131,937	-28,063
事務局委託費・謝金 ^{※4}	354,000	354,000	0
事務通信費	15,000	13,782	-1,218
事務用品費	2,000	0	-2,000
研究集会経費	40,000	40,000	0
学会賞経費 ^{※5}	25,000	4,200	-20,800
サーバー使用料	27,000	27,120	120
予備費 ^{※6}	50,000	39,070	-10,930
次年度への繰越金	56,219	609,946	553,727
合計	1,404,219	1,914,063	509,844

繰越金を除く 2015 年の実収入	1,699,844 (1,608,000 会費分) 円
繰越金を除く 2015 年の実支出	1,304,117 円
繰越金を除く 2015 年の実質収支	395,727 円

※1 年会費はいずれの年度分も個人会員 3,000 円、
団体会員 8,000 円。前納は、12 月までに 2016 年
度を納入した分など。

※1 2015 年に納入された会費の内訳		合計 1,608,000 (単価×人数)
1) 未納分合計	141,000	
2013 年分	3,000 (3000×1名)	
2014 年分	138,000 (3000×38名+8000×3団体)	
2) 当年度分	2015 年	830,000 (3000×266名+8000×4団体)
3) 前納分	2016 年	632,000 (3000×113名+4000×62名+9000×5団体)
	2017 年	5,000 (3000×1名+2000×1名・一部入金)

※2 雑収入の内訳は、著作権料 24,671 円、銀行利
息 28 円、英文添削 Editage! 斡旋手数料 6,845 円、
別刷売上 51,300 円 (印刷経費分含む)、広告収入
9,000 円。

※3 印刷費の内訳は、1 号 188,784 円、2 号 113,716
円、3 号 145,584 円、4 号 142,560 円、名簿 79,920
円
発送費は、1 号 (363+外国 3) 39,848 円、2 号 (346
+外国 3) 41,356 円、3 号 (352+外国 3) 38,548
円、4 号 (353+外国 3) 12,185 円 (送料は 2016 年
度) で、封入代・ビニール封筒代などを含む。

※4 事務局業務委託費 ((株) 共立) 324,000 円+ホ
ームページ管理費 30,000 円。

※5 学会賞経費は、賞状の作成費と根研究集会での
懇親会 (祝賀会) 参加費分。

※6 予備費内訳は、会計監査の交通費 1,000 円、会
員案内状 (電子版導入) 作成・封入及び送付切手
代 38,070 円。

2) 2015 年度 特別会計

収入		単位: 円		
事項	予算	決算	予算との差額	
前年度繰越金	211,885	211,885		
出版物販売 ^{※1}	100,000	18,536	-81,464	
グッズ販売	10,000	0	-10,000	
寄付・雑収入 (銀行利息等) ^{※2}	30	19	-11	
合計	321,915	230,440	-91,475	

支出		単位: 円		
事項	予算	決算	予算との差額	
出版物 (印刷費・製作費)	0	0	0	
「根の研究」デジタル化	20,000	0	-20,000	
送料・手数料など	10,000	730	-9,270	
国際誌刊行経費 (サーバーレンタル料)	25,000	22,032	-2,968	
学会グッズ作製費	0	0	0	
会長裁量経費 ^{※3}	100,000	3,138	-96,862	
会誌改善費 (一般会計への補助)	0	0	0	
苅住基金運営維持費	0	0	0	
次年度への繰越金	166,915	204,540	37,625	
合計	321,915	230,440	-91,475	

繰越金を除く 2015 年の実収入	18,555 円
繰越金を除く 2015 年の実支出	25,900 円
繰越金を除く 2015 年の実質収支	-7,345 円

内訳

※1 最前線 7 他売上	18,536 円
※2 預金利息	19 円
※3 研究会集家変更お知らせ・業書代等	3,138 円

3) 2015 年度 苅住基金

収入		単位: 円		
事項	予算	前年実績	前年との差額	
前年度繰越金	1,628	1,628	0	
特別会計繰入金	0	0	0	
雑収入	0	0	0	
合計	1,628	1,628	0	

支出		単位: 円		
事項	予算	前年実績	前年との差額	
若手会員海外渡航支援	0	0	0	
次年度への繰越金	1,628	1,628	0	
合計	1,628	1,628	0	

3. 2015 年度会計の監査報告

2016 年 2 月 10 日に、事務業務委託先の共立に
おいて、根研究学会監査の二瓶直登会員に事務
局業務担当者 (共立の塚田さん、斎藤さん) が
説明を行い、会計監査をして頂いた。以下がそ
の監査報告の写しである。

会計監査報告書

根研究学会会則第 9 条に基づき、本日、根研究学会事務局 (株式会社共立内・東京

都中央区) において平成 27 年度 (2015 年 1 月 1 日～12 月 31 日) の会計監査を行っ

た結果、適正に執行されていることを確認しました。

2016 年 2 月 10 日

監査 氏 名 二 瓶 直 登 印

4. 2016 年度事業計画

1) 会誌『根の研究』第 25 巻発行

(編集委員長：松村 篤)

第 1 号 (2016 年 3 月発行) pp. 1-26 (26 頁)

第 2 号 (2016 年 6 月発行) pp. 27-44 (18 頁)

第 3 号 (2016 年 9 月発行予定)

第 4 号 (2016 年 12 月発行予定)

2) 研究集会等の開催

- ・第 44 回根研究集会 (震災により中止)

5 月 28 日 (土) - 29 日 (日)

於：東海大学 阿蘇キャンパス

(熊本県南阿蘇村)

実行委員長 阿部淳会員

- ・第 45 回根研究集会

9 月 30 日 (金) - 10 月 1 日 (土)

於：岡山大学資源植物科学研究所

(岡山県倉敷市)

実行委員長 且原真木会員

3) 2016 年度根研究学会賞の公募・選考・授与

6 月発行の会誌で告示し、7 月に公募。第 45 回根研究集会において授賞。

これまでの受賞者について、他団体の賞への推薦も検討する。

4) 一般会計・特別会計による学会活動と会員の研究活動の支援 (予算案を参照)

- ・国際誌 *Plant Root* 第 10 巻発行 (編集委員長：阿部 淳)。投稿数・掲載数の増加に努める。受理後早期の掲載、並びに編集委員の負担を軽減する目的で BIB 作成費を計上する。
- ・研究学会の企画による出版・グッズの作製。随時企画を募集し、提案があれば執行部・評議員で検討する (出版に関しては後述の 7) も参照)。

5) 根研究学会「苺住」海外渡航支援

根研究学会所属の若手会員 (申請時の年齢が 40 歳以下) の国際的な活躍を支援するため、海外の学会等に参加して根に関する研究成果を公表したり調査に出向いたりするための渡航経費の一部を補助してきた。残額は少ないことから、例年 2 回行っていた募集は現在停止中である。特別会計の予算状況を見ながら、将来の再開に向けて検討するものとする。

6) 会運営に関する問題

単年度収入の減少に対しては一層の節約に努めるとともに、運営の基盤となる会費を増やすため、根研究学会のチラシを用意し会員の増加をはかる (関連分野の学会・シンポジウム等で配布してもらう)。あわせて、助成金や広告料の取得に努める。印刷費に関しては、第 1 号より冊子版会員数に合わせて 120 部程度に削減する。

7) 出版

「根の研究の最前線 7」およびバックナンバーの販売促進に努める。

根の研究方法をまとめた「根ハンドブック」改訂版発行に向けて、調査法を中心としたワークショップを開催し、その要旨を中心にハンドブックを作成する。

その他、出版社等から、根の研究の発展や社会へのアピールに役立ちそうな出版の企画提案があれば協力する。

8) 他の学術関連団体などとの協力

- ・日本学術会議等
協力学術研究団体として、委員候補の推薦やアンケートなどの依頼があれば協力する。
- ・国際研究集会等
会誌への開催情報の掲載など、情報の伝達に協力する。
- ・その他
学術活動に関するアンケートなど、根の研究や日本の学術発展に有意義と思われる要請については、大きな負担のない範囲で協力する。
他の学術団体からの共催、講師推薦等の要請に対しては、執行部・評議員で検討する。

9) その他

- ・男女共同参画の推進
- ・招聘支援制度の検討
- ・将来のシンポジウムの企画

5. 2016 年度予算

期間： 1 月 1 日－12 月 31 日

1) 2016 年度 一般会計

2016 年 9 月現在の会員数は、323 名（海外 3 名含む）、団体 8 件。年会費は、電子版個人 3,000 円、冊子版（＋電子版）個人 4,000 円、冊子版団体 9,000 円とする。

収入			
事項	予算	前年実績	前年との差額
前年度繰越金	609,946	214,219	395,727
会費未納分※1	103,000	141,000	-38,000
2016 年会費※1	505,000	830,000	-325,000
2017 年以降の会費前納分※1	630,000	637,000	-7,000
寄付・雑収入※2	50,000	91,844	-41,844
会誌改善費(特別会計から)	0	0	0
合計	1,897,946	1,914,063	-16,117

支出			
事項	予算	前年実績	前年との差額
会誌・名簿の製版・印刷費※3	530,000	694,008	-164,008
会誌・名簿の送付費※3	90,000	131,937	-41,937
Plant Root BIB 作成費※4	70,000	0	70,000
事務局委託費・謝金※5	404,000	354,000	50,000
事務通信費	15,000	13,782	1,218
事務用品費	2,000	0	2,000
研究集会経費	40,000	40,000	0
学会賞経費※6	25,000	4,200	20,800
サーバー使用料	27,000	27,120	-120
予備費	50,000	39,070	10,930
次年度への繰越金	644,946	609,946	35,000
合計	1,897,946	1,914,063	-16,117

繰越金を除いた2016年の実収入 1,288,000 円
 繰越金を除いた2016年の実支出 1,253,000 円
 繰越金を除いた2016年の実質収支 35,000 円

- ※1 10月に次年度分の会費納入のお願いをするので、多額の前納分が発生し、当該年になってからのその年分の会費納入額は会員数×年会費より少ない。前年までの未納会費の回収見込みは、未納者が例年より少ないため前年実績より減額してある。
 財源の安定化のためには、50～70名程度会員が増えることが望ましい。
- ※2 別刷りの立替払いを共立との直接取引としたため前年実績より減額した。会誌広告・ホームページのバナー広告で収入を上げることが望ましい。
- ※3 会誌(全4号)の発行。名簿は次年度に発行。
 会誌の印刷費も、研究集会要旨を半頁にする、会告の類を二段組みにするなどで頁数を削減している。
- ※4 7,000円/編、10編を予定している。
- ※5 事務局委託経費(年30万円＋消費税8%)。
 ホームページ作成費は5万円、管理委託費は3万円。
- ※6 3名程度の授賞を想定。受賞者が増えた場合は予備費等で対応する。

2) 2016 年度 特別会計

収入			
事項	予算	前年実績	前年との差額
前年度繰越金	204,540	211,885	-7,345
出版物販売※1	10,000	18,536	-8,536
グッズ販売※2	5,000	0	5,000
寄付・雑収入(利息等)※3	20	19	1
合計	219,560	230,440	-10,880

支出			
事項	予算	前年実績	前年との差額
出版物(印刷・製作費)	0	0	0
「根の研究」デジタル化※4	0	0	0
送料・手数料など	10,000	730	9,270
国際誌刊行経費	25,000	22,032	2,968
学会グッズ作製費	0	0	0
会長裁量経費	100,000	3,138	96,862
会誌改善費(一般会計へ)	0	0	0
苅住基金運営維持費	0	0	0
次年度への繰越金	84,560	204,540	-119,980
合計	219,560	230,440	-10,880

繰越金を除く2016年の実収入 15,020 円

繰越金を除く2016年の実支出 135,000 円

繰越金を除く2016年度の実質収支 -119,980 円

(会長裁量経費100,000円を使わずにすれば、赤字は縮小)

※1 「根の研究の最前線7」を中心に販売予定。

※2 根研ロゴTシャツの残りを販売予定。

※3 銀行口座利息。

※4 論文以外のコンテンツも含めた画像PDF化委託費。

3) 2016 年度 苅住基金

当面は、新たな助成を行わない。一般会計・特別会計の状況が改善された場合には、2016 年度以降に特別会計から取り崩して苅住基金を積み立てることを検討するほか、機会があれば、寄付金の受け入れを検討する。

収入			
事項	予算	前年実績	前年との差額
前年度繰越金	1,628	1,628	0
特別会計繰入金	0	0	0
雑収入	0	0	0
合計	1,628	1,628	0

支出			
事項	予算	前年実績	前年との差額
若手会員海外渡航支援	0	0	0
次年度への繰越金	1,628	1,628	0
合計	1,628	1,628	0

以上の3会計は、2017 年 2 月頃に会計監査を実施予定。

6. その他

- 根研究学会学術賞規定の改定について
根研究学会優秀発表賞の設立と会長および副会長の任期後の推薦
- 総会場で討議したい事項。
会場からのご提案はありませんでした。

以上

根の研究

第 25 卷 (2016 年) 総目次

【巻頭言】

会員の皆様へ	1(1)
新しい期の始まりに向けて	
犬飼義明	3(1)
根研究学会 2016 ～ 2017 年度 役員一覧	4(1)
会員の皆様へ	27(2)
会員の皆様へ	45(3)
会員の皆様へ	77(4)

【総 説】

ROL バリア：湿生植物の過湿状態の土壌への適応を支えるしくみ	
塩野克宏	47(3)

【原著論文】

根域制限された日本およびオランダ品種トマトの生育，蒸散および根の養水分吸収特性	
稲田秀俊・中原正一・植田稔宏	29(2)
耐倒伏性が高いソバ (<i>Fagopyrum esculentum</i> Moench) 品種，「にじゆたか」の根の特性	
村上敏文・由比真美子・天羽弘一	63(3)

【ミニレビュー】

イネの根からのアレロパシー物質モミラク톤の分泌	
加藤 尚	5(1)

【教 育】

「根」の染色法の学校教材への利用	
村上敏文・武田晃治	79(4)

【報 告】

第 45 回根研究集会に参加して	
松浦晴香	83(4)
第 45 回根研究集会プログラム	84(4)
第 45 回根研究集会発表要旨	88(4)

【情 報】

電子版会誌のダウンロード方法について	15(1)
第 44 回根研究集会のお知らせ	16(1)
カレンダー	20(1)
第 45 回根研究集会のお知らせ	37(2)

カレンダー	41(2)
【新刊紹介】 根っこのえほん	42(2)
カレンダー	73(3)
カレンダー	106(4)
【公 示】	
名簿データ登録（更新）のお願い	21(1)
根研究学会会則	23(1)
『根の研究』 投稿規定	24(1)
『根の研究』 原稿作成要領	25(1)
『根の研究』 論文審査要領	26(1)
【会 告】	
国際誌 Plant Root に掲載の 2015 年の論文	66(2)
2016 年度 根研究学会賞の決定について	75(3)
2016 年度 根研究学会総会報告	107(4)
「根の研究」第 24 巻 総目次	111(4)

Root Research 根の研究

編集委員長	松村 篤	大阪府立大学大学院生命環境科学研究科
副編集委員長	小川 敦史	秋田県立大学生物資源科学部
	中野 明正	農研機構・野菜茶業研究所
編集委員	宇賀 優作	農業生物資源研究所
	大段 秀記	農研機構・九州沖縄農業研究センター
	亀岡 笑	酪農学園大学循環農学類
	唐澤 敏彦	農研機構・中央農業総合研究センター
	草場新之助	農研機構・果樹研究所
	久保 堅司	農研機構・東北農業研究センター
	塩野 克宏	福井県立大学生物資源学部
	田島 亮介	東北大学大学院農学研究科
	辻 博之	農研機構・北海道農業研究センター
	仲田(狩野)麻奈	名古屋大学大学院生命農学研究科
	福澤加里部	北海道大学北方生物圏フィールド科学センター
	松波 麻耶	農研機構・東北農業研究センター
	南 基泰	中部大学応用生物学部
	山崎 篤	農研機構・東北農業研究センター
	森 茂太	山形大学農学部

事務局 〒104-0033 東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2F
株式会社共立内 根研究学会事務局
Tel : 03-3551-9891
Fax : 03-3553-2047
e-mail : neken2016@jsrr.jp

根研究学会ホームページ <http://www.jsrr.jp/>

年会費 電子版個人 3,000 円, 冊子版 (+電子版) 個人 4,000 円, 冊子版団体 9,000 円

根の研究 第25巻 第4号 2016年12月15日印刷 2016年12月20日発行
発行人：犬飼義明 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町
名古屋大学農学国際教育協力研究センター
印刷所：株式会社共立 〒104-0033 東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2F



Root Research

Japanese Society for Root Research