

Root Research

ISSN 0919-2182
Vol.27, No.3
September 2018

Japanese Society for Root Research

目 次

【巻 頭 言】	
会員の皆様へ	65
【教 育】	
「異なる施肥条件下で栽培したトウモロコシの生長測定と成分分析」をテーマとした 学生実験の進め方	
小川敦史	67
【情 報】	
菜根譚 野菜の根の話（連載）	
中野明正	77
【論文紹介】	
<i>OsPIN2</i> 遺伝子は根端でのオーキシン分布の制御を通して、根の伸長成長や側根形成 パターンの決定に関与する	
犬飼義明	78
【書籍紹介】	
稲の生長を支える根 — 地上部の生長の良否は根のそれによって規定される—	
川島長治	80
「サツマイモ事典」「焼きいも事典」「干しいも事典」	
藏之内利和	81
【報 告】	
International Society of Root Research Conference ISRR 2018 に参加して	
渡邊友実加	82
【会 告】	
2018 年度 根研究学会賞 の決定について	85
第 49 回根研究集会のお知らせ	87

根の研究
根研究学会(JSRR)

会員の皆様へ



告 示

○2018年度根研究学会賞の決定 [概要]

根研究学会会則第3条ならびに根研究学会学術賞規定に基づき、2018年度の研究会賞の推薦を受け付けました。審査の結果、学術功労賞1件、学術特別賞1件の授賞が決定しました。詳細は、本号に掲載の会告をご覧ください。授賞式と受賞講演は、第49回根研究集会でを行います。

事務局からのお知らせ

1. 2018年の根研究集会

- ・第49回根研究集会 [本号に掲載案内を掲載・詳細はホームページにて]

発表申込は10月5日(金)、要旨提出は10月11日(木)、参加申込は10月18日(木)が締切です。宿泊は、各自、早めに予約の手配をお願いします。

開催場所 森林総合研究所東北支所、大会議室および展示室

開催日時 2018年10月27日(土)13:00～10月28日(日)12:00

- ・特別講演

第49回根研究集会では、「津波を受けた海岸防災林の再生にむけた取り組みとその現状」をテーマとして、特別講演が開催されます。演題は、森林総合研究所の小野賢二氏による「盛土工により造成された海岸防災林生育基盤の特徴」および野口宏典氏による「人工造成土壌の硬さとクロマツの根系成長」です。

- ・2019年度の集会

第50回根研究集会を愛知県名古屋市の名古屋大学で開催する予定で、山内章会員に企画をお願いします。2019年度の集会は1回の開催で秋に予定しています。

2. 電子版会誌のダウンロードについて

2018年度から根研究学会ホームページおよびJ-Stageから電子版会誌をダウンロードするためのパスワードを変更したのでご注意ください。ユーザー名の変更はありません。

根研究学会電子版会誌の URL <http://www.jsrr.jp/rspnsv/download.html>

J-Stage の URL <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/rootres/-char/ja>

3. 学生の個人会員の参加費は無料です

2017年から学生の個人会員の参加費は無料になりました。これまで根研究集会の参加費は個人会員(学生を含む)、非会員を問わず同額でした。非会員の参加費は、一般・学生に関係なく、個人会員より1,000円程度高くなります。学生の個人会員は集会受付で学生証の提示をお願いいたします。この機会にぜひ根研究学会会員にご加入いただけますよう、関係学生の皆さんにご周知いただけますようお願いいたします。

4. 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。

次ページに続く

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が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。 ロゴ入手方法や支払い方法など、詳しくは事務局までお問い合わせください。

6. 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本号に掲載の案内、または根研究学会ホームページ (<http://www.jsrr.jp/>) の「諸手続—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なりました。 特に変更のない方も名簿データ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。

7. 会費納入のお願い

2018年度の会費をまだお支払い頂いていない方は、下記の郵便振替口座に納入をお願いします。請求書等の伝票をご希望の方は、事務局までお知らせ下さい。

年会費（2018年）： 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）

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 ○一九店（ゼロイチキウテン） 「当座」0655313]

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：neken2018@jsrr.jp 『根の研究』編集委員長：editor2018@jsrr.jp
Plant Root 編集委員長：editor2018@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/>
-

「異なる施肥条件下で栽培したトウモロコシの生長測定と成分分析」をテーマとした学生実験の進め方

小川敦史

秋田県立大学

要 旨：研究論文やレビュー，実験方法の紹介などを通して，根の研究者が実際に研究に用いる実験方法に関して情報を得る機会は多くある．一方で，大学生などを対象とした根の研究も視点に入れた学生実験方法に関しては，ほとんど目にする機会がない．学生に根に関する研究にふれてもらい，根に興味を持ってもらうことは，将来この研究分野の発展にも貢献すると考えられる．本報告では，学生実験として根の研究の視点を入れた教育法の参考としてもらうために，実際に秋田県立大学で実施している実習について紹介する．
キーワード：学生実験方法，根系，生育測定，成分分析，ライン交差法．

1. 概要

秋田県立大学では2年生の後期および3年生の前期に，週2日午後（1コマ90分×2コマ）を各研究室が約1ヶ月間担当して，学生実験を行っている．ここでは著者が所属する秋田県立大学 生物資源科学部 生物生産科学科 植物生態生理研究室が担当している学生実験について紹介する．

この実験では，異なる施肥条件下で栽培したトウモロコシを用いて，根系解析も含めた植物の生長測定と成分分析を行っている（第1表）．担当として主担当の教員1人，副担当の教員1人，実験器具の準備などのために実験補助職員1人，大学院生がいるときはTA1人の合計4人で行っている．

実験では3年生の後期以降に研究室に配属され卒業研究に取り組むときのことを考慮に入れ，実験だけでなく実験で使用する試薬の作成過程の計算や結果のプレゼンテーションなども取り入れている．1日目のオリエンテーションでは，実験の目的だけでなく，現在の世界の食糧事情や，その中で根の研究を行う重要性について解説している．

2. 目的

作物の生長を把握することは，作物を栽培する上で非常に重要なことである．様々な環境下で生育している作物が，どのような状態で生育しているかを的確に捉えるためには，作物の形態学的・生理学的形質を把握する必要がある．

植物の根系は，"Hidden Half" と言われているように，一般に栽培学・植物生理学・形態学上，見逃されがちである．しかし，根系は植物の養水分吸収を一手に担っているだけではなく，植物ホルモン生産，環境ストレスへの応答，物質貯蔵，植物体の支持など様々な働きをもつ重要な器官である．したがって，作物の生長を把握する上で，作物根系も含めた生長解析が必要である．

この実験では，異なる環境で生育したトウモロコシの生長を，根系も含めた植物全体で，形態学的・生理学的見地から把握することを目的とする．

グループ：実験は主に2人1組で行う．

第1表 日程と内容

1日目	2日目	3日目	4日目	5日目	6日目
・オリエンテーション ・試薬作成	・根の洗い出し，固定 ・地上部形質の測定	・乾物重の測定，粉碎，ルツボに計量 ・CNコーダーの準備 ・根の分析	・植物体の分析	結果の整理とプレゼンテーションの準備 (コンピューター実習室)	プレゼンテーション

2018年8月10日受付 2018年8月21日受理

*連絡先 〒010-0195 秋田県秋田市下新城中新野字街道端西 241-438 秋田県立大学 植物生態生理研究室
 Tel: 018-872-1630 (ダイヤルイン) FAX: 018-872-1678 E-mail: 111111@akita-pu.ac.jp

3. 材料の育成

(実験開始の1か月前)

供試材料と栽培：トウモロコシを供試材料とし、1/5000 a ワグネルポットにふるいで振った砂を入れ、以下に示す肥料を混合して、ビニールハウス内で1ヶ月程度栽培する(第1図)。各グループに2ポット渡す(1人1ポット換算)。秋田県立大学では約40人を対象として実験を行っているため、予備も含めて75ポット(25ポット×3処理区)用意する。実験の約1ヶ月前に学生にポットの土詰めと施肥処理を行い、その後実験までの間に教員が播種並びに1ヶ月間の栽培を行っている。

処理：基肥量の違いによる3条件(対照, 少肥料, 多肥料)を設定する。施肥量は化成肥料(N:P:K=8:8:8)を、1/5000a ワグネルポットあたり多肥料16g, 対照区8g, 少肥料区4g全層施肥する。



第1図 約1ヶ月間栽培したトウモロコシの様子。

各実験日で得られた各グループの測定結果は、第2表に記入する。

4. 試薬作成

(1日目)

実験で使用する試薬を作成する。以下に従って計算し、作成過程を理解する。

1) 乾式灰化(サンプルの分解)

・1M硝酸(HNO_3) 200 mL (4人で1つ作成)

硝酸の原液のモル濃度(mol/L)を求める。

硝酸の原液(濃度65%比重1.40)が1Lあると、重さは_____gである。

そのうち硝酸の重さは_____gである。

硝酸(HNO_3)の分子量は63.01であるから、原液の硝酸1Lには_____mol硝酸が含まれており、濃度は_____mol/Lである。

したがって、1M硝酸200mLを作るためには、メスシリンダーに硝酸を_____mL入れ、水を足して200mLにすればよい。作成後、ポリ瓶に入れグループの名前を書いた後、冷蔵庫で保存する。

2) リンの定量

・標準リン溶液 500 mL (4人で1つ作成)

リン酸二水素カリウム(KH_2PO_4)を、秤量瓶に約110mg量り取り、100mLのビーカーに移して水で溶解する。その後、再び秤量瓶を量り、薬品を入れた前後の重量の差から溶かした薬品量を正確に求める。溶液を500mLのメスフラスコに移し、メスアップする。作成後、ポリ瓶に入れグループの名前を書いた後、冷蔵庫で保存する。

この溶液中のリン(P)の濃度(mg/L)を求める。500mL中にリン酸二水素カリウム(分子量136.09)A mg溶かした時、1L中には_____mg溶けている。リンの分子量は30.97であるから、標準リン溶液のリン濃度は_____mg/Lとなる。

・バナドモリブデン酸アンモニウム硝酸溶液(発色液) 200 mL (4人で1つ作成)

① バナジン(V)酸アンモニウム(NH_4VO_3) 250mgを約60mLの沸騰水に溶かし、冷却後50mLの濃硝酸を加えて再度冷却する(A液)。

② 約80mLの温水に、モリブデン酸アンモニウム($\text{H}_8\text{N}_2\text{O}_4\text{Mo}$) 5gを溶かす(B液)。

③ B液をA液に注入して、メスシリンダーに移して蒸留水を加えて200mLとする。沈殿があればろ過する。冷暗所に保存すれば数週間使用できる。作成後、ポリ瓶に入れグループの名前を書いた後、冷蔵庫で保存する。

3) カリウムの定量

・カリウム標準液 500 mL (4人で1つ作成)

塩化カリウム(KCl)を、秤量瓶に約950mg量り取り、100mLのビーカーに移して水で溶解する。その後、再び秤量瓶を量り、薬品を入れた前後の重量の差から溶かした薬品量を正確に求める。溶液を500mLのメスフラスコに移し、メスアップする。作成後、ポリ瓶に入れグループの名前を書いた後、冷蔵庫で保存する。

この溶液中のカリウム(K)の濃度(mg/L)を求める。500mL中に塩化カリウム(分子量74.55)A mg溶かした時、1L中には_____mg溶けている。カリウムの分子量は39.10であるから、標準カリウム溶液のカリウム濃度は、_____mg/Lとなる。

5. サンプリングと地上部および根の諸形質の測定

施肥量の異なる条件下で約1ヶ月間栽培したトウモロコシを用いる。各グループには、同じ処理区のポットを2ポット用いる。そのうち、5-1. 地上部形質の測定および6. 植物体の分析に1ポット、5-2. 根系の測定に1ポットを用いる。



第2図 地上部形質の測定の様子。
左から光合成蒸散速度、葉緑素計値、草丈、葉面積の測定の様子を示す。

5-1. 地上部形質の測定

(2日目)

- ・携帯型光合成・蒸散測定装置 (Li-6400, Li-Cor Inc., Lincoln, NE, USA) を用いて光合成蒸散速度の測定を行う。今回の測定では同化チャンバー内の二酸化炭素濃度を 370 ppm, 光合成有効放射量を $2000 \mu \text{mol/m}^2/\text{s}$ に設定する (注)。測定した葉位, 測定条件, 測定番号などを記録する。測定には最上位完全展開葉を用いる (第2図)。
- ・光合成を測定した葉身について、葉緑素計 (SPAD502 型, コニカミノルタ株式会社, 日本) を用いて葉緑素計値の測定を行う。測定の際は、葉身の各部分で5回以上測定し、あまりにもかけ離れたデータ (測定ミス) を除き、平均値を取る。この値は、葉身に含まれている窒素量と相関があるといわれており、非破壊で経時的に植物の栄養診断を行う際に有用である。
- ・草丈の計測を行う。
- ・地上部を切断し、葉身を切り取り、葉面積計 (LI-3100, Li-Cor Inc., Lincoln, NE, USA) で葉面積の測定を行う。
- ・葉身とあわせて新鮮重の測定を行う。ポットから根を丁寧に洗い出し、土やごみを取り除く。
- ・地上部と根を別々の封筒に入れ、表に部位・担当者名・処理区を明記し、乾燥器 (80°C) で乾燥させる。

(注) 光合成有効放射量 ($\mu \text{mol/m}^2/\text{s}$) と照度 (lx)
lx は緑色 (535 nm) に感度のピークを持つ人間の視度感に基づく光の強さの単位であり、光合成研究に用いる単位としては不適当である。光合成に有効な 350 nm から 700 nm の光量子数を表現するのが一般的である。晴れた日の南中時の太陽光は、

$2000 \mu \text{mol/m}^2/\text{s}$ 程度あり、これが 100000 lx 程度にあたる。

5-2. 根系の測定

(2日目)

- 1) 地上部を切断したポットから、ホースを使って根系を丁寧に洗い出す。作業室に持ち帰り、水を張ったバット中で、丁寧に砂やごみなどを取り除く (第3図)。
- 2) ビニール袋に FAA (エタノール:ホルマリン:酢酸:水 = 45:5:5:45) を入れ、その中に根系をつけて固定し、プラスチックボックスに入れたのち、蓋をビニールテープでしっかり密閉し、測定まで保存する。FAA を取り扱う際には手袋をし、十分風通しの良い場所で行う。

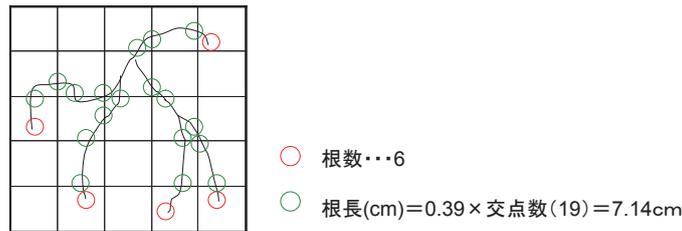


第3図 根の洗い出しの様子。
ポットの上からシャワーで水をかけ根を切らないように取り出した後 (左)、バットの中に水を張ってピンセットでゴミを取り除く (右)。

$$\begin{aligned} \text{総根長} &= \text{測定した根長} \times \frac{\text{根の全乾物重}}{\text{測定したものの乾物重}} \\ &= 0.39 \times \text{交点の数の合計} \times \frac{\text{測定したものの乾物重} + \text{未測定のもの乾物重}}{\text{測定したものの乾物重}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{総根数} &= \text{測定した根端数} \times \frac{\text{根の全乾物重}}{\text{測定したものの乾物重}} \\ &= \text{測定した根端数} \times \frac{\text{測定したものの乾物重} + \text{未測定のもの乾物重}}{\text{測定したものの乾物重}} \end{aligned}$$

アルミホイルの重さを引くことを忘れない



第4図 根数ならびにライン交差法による根長の計数の例.

(3日目)

- 3) FAA から根系を取り出し、流水で軽く洗う。FAA の廃液は有機廃液として処理する。
- 4) 主軸根長（種子根と節根）の長さを、定規を用いて水中で測定する。それぞれの値を合計し主軸根長とする。
- 5) 根数の測定
発生している全根端数（根数・細い根も全て含める）の計数を行う。
- 6) 全根長の測定
プラスチックケースの下に 5 mm 四方の方眼紙を敷き、ある程度水を張る。その中へ適量の根を入れ、ランダムに広げる。根と格子との交点を計数する(第4図)。これを切り出した 1/2 の根系について行う。切り出した 1/2 根系の根長は以下の式で求める。

$$\text{根長 (cm)} = K \times \text{交点数}$$

K には定数がいり、5 mm の時には 0.39 である。

両測定を終了後、あらかじめ重量を測定しておいたアルミホイルを用意する。計数の後、計数した根系と残りの部分の根系を別々に重量を測定したアルミホイルで包装し、乾燥器 (80°C) 内で乾燥させる。その後、計数した根系の乾物重と残りの部分の乾物重の比、及び計測した根数と根長より、根数と根長を算出する。

6. 植物体の分析

(3日目)

・乾物重の測定と粉碎

- 1) 封筒から丁寧に乾物を出し、地上部と根の乾物重を量る。また、あらかじめ計測した地上部新鮮重より

地上部の含水率を求める。

- 2) 50 mL 遠沈管とアルミナボールを用いて乾物を粉碎する。遠沈管にアルミナボールを 3 個入れ、できるだけ細くなるまで激しく振る。サンプルが大量にある場合は、あらかじめハサミ等でサンプルを小さく切断し、部位が均等になるように少量だけいれて粉碎する。この時、地上部では茎と葉の割合を元のサンプルと同じになるように注意する。粉碎したサンプルは、処理・部位別に以下の乾式灰化および炭素・窒素含有量の測定用のサンプルとして用いる。

・炭素・窒素含有率の測定

C/N コーダー (SUMIGRAPH NCH-22, 株式会社住化分析センター, 日本) を用いて測定する。この機械は、試料中の炭素・窒素濃度を測定する装置であり、試料を燃焼させ産出された二酸化炭素と窒素ガスを検出・定量する。

- 1) ピンセットを用いて、石英ボートを電子天秤上に載せ、0 にセットした後、粉碎した乾物を約 15 mg 入れ、入れた重量を正確に計測する。石英ボードは必ずピンセットを用いて移動させる。手で触ると石英ボートに汗などが付着し、測定結果に影響する。
- 2) サンプルの入った石英ボートをオートサンプラーのプレート上に順に並べる。その際、サンプル名とプレート番号を記録しておく。
- 3) 石英ボート中のサンプル重量を秤の横の用紙に記録する。

測定には時間がかかるので、測定結果は後日配布する。

・乾式灰化

植物体中に存在する無機成分を測定するために、有機物を分解し、無機態にする必要がある。有機物の分解には乾式灰化と湿式灰化の2つの方法があるが、湿式灰化は有害ガスを発生するため、今回の実験では乾式灰化を行う。しかし、乾式灰化では成分の損失が起こるので、微量成分の定量を行う際には湿式灰化を用いることが多い。

- 1) 磁製のルツボを、電子天秤に載せ0にセットした後、粉碎した各乾物を約300 mg 入れ、入れた重量を正確に記録する。
- 2) ルツボに蓋をし、ルツボの番号・蓋の番号・サンプルの種類などをノートに記録する。ルツボの上に記載したりテープを張ったりしない。
- 3) ルツボを、電気炉に入れ550°Cで6時間加熱し灰化する。

(4日目)

- 4) 電気炉からルツボを取り出し、それぞれの中の灰を100 mL ビーカーに移す。
- 5) ルツボに駒込ピペットで1 M 硝酸を約3 mL を加えルツボ内を洗浄する。その硝酸を灰を入れたビーカーに加える。この操作を2度行う。
- 6) ビーカーにさらに約14 mL の1 M 硝酸を加え、硝酸量を約20 mL にする。
- 7) よく振り混ぜ、その液をロートとろ紙で50 mL メスフラスコにろ過する。
- 8) 蒸留水を加え50 mL にメスアップする。

・リンの定量

リンは硫酸酸性化でモリブデンとバナジウムが存在すると、黄色の複塩を生成する。この黄色に発色した溶液は440 nm の光を吸収し、その度合いは濃度に依存する。そこで、あらかじめ一定波長で濃度の異なる溶液について吸光度を測定し、濃度に対してプロットし検量線を作成すれば、これを用いて試料溶液のリン濃度を求めることができる。

- 1) マイクロピペットを用いてあらかじめ作成したリン標準液を0, 0.25, 0.5, 1 mL 試験管に正確に加え、それぞれに蒸留水を1, 0.75, 0.5, 0 mL 正確に加え、標準液の希釈系列を作成する。これらの試験管にあらかじめ作成した発色液1 mL と蒸留水3 mL を正確に加える。
- 2) 別の試験管に試料溶液を1 mL ずつ正確に入れ、さらにあらかじめ作成した発色液1 mL と蒸留水3 mL を正確に加え、混合する。
- 3) 標準試料(4本)とサンプル(2本)を5分以上静置し、発色させる。
- 4) 分光光度計を用いて、440 nm の吸光度の測定を行う。

標準試料(4本)を用いて検量線を作成する。標準試料の吸光度と濃度はほぼ直線関係になるはずである(直線にならない場合は、1をやり直す)。この検量線よりサンプルの濃度を求め、もともとの植物体に含まれていたリンの量を求める(以下の計算方法中の空白を埋め、それを用いて計算せよ)。

計算方法

リン標準液を0, 0.25, 0.5, 1 mL 試験管に正確に加え最終的に5 mL にしたので標準液のリン濃度はそれぞれ0, ____, ____, ____ mg/L である。この値と吸光度を基に検量線を作成し、サンプルの濃度を求める。

測定したサンプルのリン濃度をA mg/L とすると、測定に1 mL 用いて発色液や蒸留水を加えて合計5 mL にしたので、元の試料溶液の(灰化後メスアップした溶液)濃度は____ mg/L である。

元の試料溶液(灰化後メスアップした溶液)は____ mL にメスアップしてあるので、この液中にはリンは____ mg 含まれていたことになる。つまりこれは、灰化に用いた植物体の乾物中に含まれていたリンの量と等しいので、灰化に用いた乾物(ルツボに計りとした乾物重)をS mg とすると乾物1 g 当たりのリンの量は(mg/乾物1 g) となる(この値を結果のシートに入力)。

したがって、植物体各部位の元の乾物重をT g とすると、各部位にはリンは____ mg 含まれていることになる。

・カリウム測定

溶液状の試料をアルゴンガスの炎中に噴霧して原子化し、その後分析しようとする元素の共鳴線を通すと、共鳴線は基底状態の原子によって吸収を受ける。この原理を利用したのが今回用いる原子吸光分析で、カリウムのほかカルシウム、マグネシウム、鉄、マンガンの分析に用いられる。

- 1) マイクロピペットを用いてあらかじめ作成したカリウム標準250 μ L, 500 μ L, 1000 μ L を50 mL メスフラスコに入れ蒸留水でメスアップし標準試料を作成する。
- 2) マイクロピペットを用いて試料溶液1000 μ L を50 mL メスフラスコに入れ蒸留水でメスアップする。
- 3) 原子吸光(AA-6800, 株式会社島津製作所, 日本)を用いて、共鳴線の(カリウムの場合は766.5 nm)吸収を測定する。標準試料(3本と蒸留水をブランクとし合計4本)を用いて検量線を作成する。吸光度と標準試料の濃度はほぼ直線関係になるはずである(直線にならない場合は、1をやり直す)。この検量線よりサンプルの濃度を求め、もともとの植物体に含まれていたカリウムの量を求める(以下の計算方法中の空白を埋め、それを用いて計算せよ)。

計算方法

カリウム標準液を 0, 250, 500, 1000 μL 試験管に正確に加え最終的に 50 mL にしたので標準液のカリウム濃度はそれぞれ 0, ____, ____, ____ mg/L である。この値と吸光度を基に検量線を作成し、サンプルの濃度を求める。

測定したサンプルのカリウム濃度を A mg/L とすると、測定に試料溶液 1000 μL 用いて蒸留水を加えて合計 50 mL にしたので、元の試料溶液（灰化後メスアップした溶液）の濃度は ____ mg/L である。

元の試料溶液（灰化後メスアップした溶液）は mL にメスアップしてあるので、この液中にはカリウムは ____ mg 含まれていたことになる。つまりこれは、灰化に用いた植物体の乾物中に含まれていたカリウムの量と等しいので、灰化に用いた乾物（ルツボに計り取った乾物重）を S mg とすると乾物 1 g 当たりのカリウムの量は (mg/乾物 1 g) となる（この値を結果のシートに入力）。

従って、植物体各部位の元の乾物重を T g とすると、各部位にはカリウムは ____ mg 含まれていることになる。

7. 結果の整理とレポート

(5 日目)

コンピューター室で行い、第 2 表の各グループの結果をもとに全グループの結果を集計する（第 3 表）。集計には Google スプレッドシートなどを利用すると学生が同時に入力することができるので便利である。

この集計結果をもとに、対照区と各処理区（多肥料・少肥料）を比較し基肥量がトウモロコシの初期生育に与える影響について比較検討する。その際、エクセルを用いて各処理区の測定値の平均値を算出し、各測定項目について対照区と多肥料区または対照区と少肥料区を比較した t-検定を行う。また、以下の項目について算出する。

- ・1 日中環境条件が変わらず、光合成速度が一日中同じであるとし、光合成が植物体の葉身のみでかつ各部位で同じ速度で行われていると仮定したとき、各植物体では一日にどのくらいの炭素が固定され、どのくらいのデンプンが生産されるか。
- ・1 日中環境条件が変わらず、蒸散速度が一日中同じであるとし、蒸散が植物体の葉身のみでかつ各部位で同じ速度で行われていると仮定したとき、各植物体では一日にそのくらいの水が蒸散しているか。
- ・仮に根から吸収された水が蒸散と光合成のみに使われるとすると、一日に吸収される水が蒸散と光合成に使われる割合。
- ・ポット (1/5000a) 上にすべての葉があるとしたときの葉面積指数 LAI (cm^2/cm^2)。

- ・単位乾物重 (g) 当たりの、リン・カリウム量 (mg/g) および炭素・窒素含有率 (%) から算出できる植物体中の炭素・窒素・リン・カリウム量 (mg)。
- ・葉緑素計値と窒素含有量の関係。
- ・S/R 比 (地上部乾物 / 地下部乾物重) (g/g)。
- ・含水率 (地上部) (%)。
- ・根長密度 (ポットに含まれている土壌の深さを 20cm としたときに単位土壌体積あたりに含まれる根の長さ (cm/cm^3)。
- ・全根長に占める側根の割合 (%)。
- ・仮にすべての水が等しく根のすべての部位から吸収されるとしたとき、先ほど求めた蒸散と光合成に使われる水についての、単位根長あたり一日あたりの水の吸水量 ($\text{g}/\text{cm}/\text{day}$)。
- ・仮にすべての養分が等しく根のすべての部位から吸収されるとしたとき、窒素・リン・カリウムが単位根長当たりから吸収された量 (mg/cm)。
- ・施肥した窒素・リン・カリウムのうち植物に吸収された割合 (%)。

その他、気づいた係数について算出し、それらを元に処理の違いが作物の生育に与える影響について考察する。

8. プレゼンテーション

(6 日目)

処理の違いがトウモロコシの生育に与える影響について発表を行う。このとき、対照区と多肥料区また対照区と少肥料区を比較し、基肥量がトウモロコシの初期生育に与える影響についての考察をすること。

- ・4 グループ (8 人) で 1 組となりプレゼンテーションを行う。
- ・1 組の発表時間 8 分以内とする (一人が発表しても、全員で分担して発表してもよい)。
- ・パワーポイントを用いる。
- ・今回の発表については目的、材料と方法は省略してもよい。
- ・結果は統計処理を行い、グラフや表にしてわかりやすくまとめる。
- ・結果から導かれる考察をまとめる。考察を行うためには、他の資料 (図書館の本など) を調べて引用しながら説明することも必要である。

評価ポイント

- ・結果のまとめ方 (グラフや表、絵など) がうまくできているか。
- ・発表をわかりやすく、元気に行えているか。
- ・「処理の違いがトウモロコシの生育に与える影響について考察」できているか。

おわりに

本稿で紹介した学生実験は、これまで18年間にわたって行ってきた。

当初は供試材料としてトウモロコシと合わせてダイズも用いており、単子葉植物と双子葉植物の反応の違いも調査していたが、実験試料が倍になり特に3日目の根系の測定において時間を要するため、現在はトウモロコシのみで行っている。

また現在は施肥量の異なる処理を行っているが、当初は水分状態が異なる処理間の生育の違いを調査していた。しかし、水分状態の異なる処理区を調整しながら多くのポット数の実験材料を教員が用意することは、相当の労力を要したため、現在は播種前の全層施肥量の違いによる生育の違いを調査している。

全根長の測定についても、実験室レベルでは画像解析による測定方法やルートスキャナーによる測定方法

が用いられる。本実験でも当初はルートスキャナーによる測定を行っていたが、秋田県立大学にはルートスキャナーが1台しかないためにグループ間で測定が終わる時間に差があり不公平が生じていた。そのため現在では、実験の終了時間になるべく差の生じないように、ライン交差法を用いて測定している。この方法を用いることで、同時に根端数(根数)も測定するようになった。

以上の一連の流れで実験をすることにより、作物生産における根の位置づけを認識することができる。筆者が所属する秋田県立大学 生物生産科学科において、大学4年間を通して、卒業論文研究で特定のテーマを取り扱わなければ、根を取り扱う実験はこの実験のみである。また、学生にとってもこの実験までに根をしっかり観察した経験はあまりないようで、まさに "Hidden Half" 状態のようである。実際に受講した学生からは、地上部と異なる根の生育の違いについての驚きや根の測定の大変さなどに関する感想が寄せられている。

第2表 学生の測定結果入力表.

測定日	測定項目		測定結果
2日目	新鮮重 (地上部)	(g)	
2日目	葉面積	(cm ²)	
2日目	草丈	(cm)	
2日目	葉幅	(cm)	
2日目	葉数		
2日目	葉緑素計値		
2日目	光合成速度	(μ mol CO ₂ m ⁻² s ⁻¹)	後ほどデータ配布
2日目	蒸散速度	(mmol H ₂ O m ⁻² s ⁻¹)	後ほどデータ配布
2日目	気孔コンダクタンス	(m s ⁻¹)	後ほどデータ配布
3日目	乾物重 (地上部)	(g)	
3日目	乾物重 (根)	(g)	
3日目	るつぼに入れた量 (地上部)	(mg)	
3日目	るつぼに入れた量 (根)	(mg)	
3日目	窒素含有量 (地上部)	(%)	後ほどデータ配布
3日目	窒素含有量 (根)	(%)	後ほどデータ配布
3日目	炭素含有量 (地上部)	(%)	後ほどデータ配布
3日目	炭素含有量 (根)	(%)	後ほどデータ配布
5日目までに各自計算	単位乾物重あたりのカリウム量 (地上部)	(mg K/g DW)	
5日目までに各自計算	単位乾物重あたりのカリウム量 (根)	(mg K/g DW)	
5日目までに各自計算	単位乾物重あたりのリン量 (地上部)	(mg P/g DW)	
5日目までに各自計算	単位乾物重あたりのリン量 (根)	(mg P/g DW)	
3日目	主軸根長	(m)	
3日目	測定した根長	(m)	
3日目	測定した根数	(本)	
5日目までに各自計算	測定した部分の乾物重	(mg)	
5日目までに各自計算	測定していない部分の乾物重	(mg)	
5日目までに各自計算	総根長	(m)	
5日目までに各自計算	総根数	(本)	

各実験日で得られたデータを測定結果の欄に記入する.

第3表 Google スプレッドシートを用いて各グループの結果をもとに全グループの結果を集計した例.

植物体の分析		1班	2班	3班	4班	5班	6班	7班
地上部新鮮重	(g)	42.0	37.7	29.6	51.7	38.5	23.0	22.5
乾物重 (地上部)	(g)	4.8	4.2	3.2	4.8	3.5	2.4	2.8
乾物重 (根)	(g)	1.9	1.9	1.2	0.8	1.2	1.0	1.2
草丈		71.0	71.0	65.1	71.3	70.0	58.0	62.0
葉幅	(cm)	5.3	5.0	4.9	4.4	4.8	4.2	4.5
葉数		8.0	7.0	7.0	7.0	8.0	7.0	8.0
葉面積	(cm ²)	669.2	625.8	388.5	640.5	517.4	402.7	388.5
光合成速度	($\mu\text{mol CO}_2\text{ m}^{-2}\text{ s}^{-1}$)	17.5	14.3	24.1	20.2	21.4	19.9	15.9
蒸散速度	($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2}\text{ s}^{-1}$)	1.27	0.89	1.51	1.87	2.32	1.83	1.18
気孔コンダクタンス	(m s^{-1})	0.09	0.07	0.15	0.14	0.20	0.13	0.11
葉緑素計値		42.9	37.8	39.4	47.4	51.4	40.6	38.9
単位乾物重あたりのカリウム量 (地上部)	(mg K/g DW)	43.3	47.9		57.0	34.4	40.3	49.8
単位乾物重あたりのカリウム量 (根)	(mg K/g DW)	48.9	39.7	46.0	46.1	36.8	44.8	19.3
単位乾物重あたりのリン量 (地上部)	(mg P/g DW)	3.61	2.88	4.23	5.62	5.82	3.13	10.00
単位乾物重あたりのリン量 (根)	(mg P/g DW)	3.09	2.83	2.74	2.57	3.17	3.89	7.23
窒素含有量 (地上部)	(%)	3.57	3.57	3.83	4.07	4.14	4.32	4.07
窒素含有量 (根)	(%)	4.03	3.18	4.35	4.02	4.45	3.37	3.65
炭素含有量 (地上部)	(%)	39.2	40.3	39.2	37.9	37.7	40.0	39.6
炭素含有量 (根)	(%)	38.3	39.3	36.7	37.7	38.7	37.8	38.2

根系形態の測定		1班	2班	3班	4班	5班	6班	7班
主軸根長	(cm)	448.1	363.4	130.3	213.3	411.0	353.0	365.3
総根長	(cm)	3855.9	2430.3	6295.8	2220.0	2254.0	3940.9	3974.0
総根数	(本)	3875.0	1259.0	4282.0	1346.0	3317.0	1533.0	3199.0

菜根譚 野菜の根の話 (連載)

中野明正

農林水産省 農林水産技術会議事務局

本号から、「根」(特に野菜の根)に関するプチ情報を気軽な「読み物」として連載したい。根の多様性、奥深さに触れていただければ幸いである。また、おもしろい情報などご存じであればご教示願いたい。

1. 「菜根譚」から学ぶ

長年、野菜を中心に園芸作物の根の研究をしている。最初「菜根譚」を本屋で見つけたとき、「譚」はお話という意味なので、何か野菜の根の情報が得られるのかな?と思った。残念ながら、その情報は全く得られなかったが、その後の人生には大いに役に立った。まずは、本家「菜根譚」について少しお話を。

菜根譚は、洪自誠(1573～1619年)による随筆集であり、中国明代末期の古典のひとつである。1条の文章も短い、全体も前集222条、後集135条からなりコンパクトである。前集は人の交わりを説き、後集では自然と閑居の楽しみを説き、別名である「処世修養篇」が内容を良く現しこれをタイトルとすれば「根の本」との誤解はなくなるだろう。



タイトルの「菜根譚」は、宋の汪信民の『小学』における「人常に菜根を咬みうれば、すなわち百事をなすべし」による。意味としては「菜根は堅くて筋が多いが、かみしめると味わいが出てくる。人生も逆境をかみしめてこそ真の味わいが出て多くを成しとげることができる」といった感じであろうか。このタイトル自体含蓄に富むが、その内容は人生訓のオンパレードである。中国ではあまり重んじられず加賀藩の儒者の林蓀坡(1781～1836年)によって1822年に刊行され、禅僧の間で愛読され仏典に準ずる扱いも受けた。名だたる実業家や政治家などにも愛読されてきた名著である。

私の好きな文を3条紹介させていただく。

「有意の者は反って遠く、無心の者は自ら近きなり」(技巧を凝らせば凝らすほど真実から遠ざかり、無心であればあればあるほど真実に近づく)。根の研究も無心で行うべし。

「気象は高曠なるを要するも、而して疎狂なるべからず。」(目標は高くもっても良いが、現実も見据えながらあまりおかしなものに成らないように)。基礎研究でも役立つ研究をしたいものだ。特に農林水産業は。

「心は後裔の根なり。未だ根植えずして、枝葉の栄茂するものはあらず。」(子孫を繁栄させる根になるのは、その人の心である。根がついていないのに、枝葉が生い茂ったためしはない)。やっぱり根っこは大切なんだ。いずれも味わい深い言葉である。このような教訓が約360条もある。

逆に、本連載から人生訓を得るわけにはいかないが、連載タイトルに偽りなし。野菜を中心に「根」の話を連ねていきたい。

参考文献

湯浅邦弘 2010. 菜根譚—中国の処世訓. 中公新書.

論文紹介

OsPIN2 遺伝子は根端でのオーキシン分布の制御を通して、根の伸長成長や側根形成パターンの決定に関与する

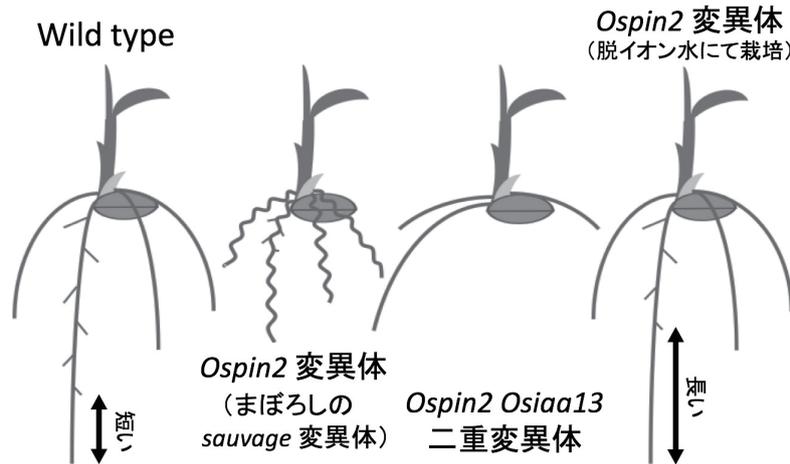
犬飼義明

名古屋大学農学国際教育研究センター

Inahashi, H., Shelley, I. J., Yamauchi, T., Nishiuchi, S., Takahashi-Nosaka, M., Matsunami, M., Ogawa, A., Noda, Y. and Inukai, Y. 2018. *OsPIN2*, which encodes a member of the auxin efflux carrier proteins, is involved in root elongation growth and lateral root formation patterns via the regulation of auxin distribution in rice. *Physiologia Plantarum* (in press, doi : 10.1111/ppl.12707).

私たちは、根がくねくねと湾曲しながら伸長するイネの変異体を見つけました(第1図)。ウェーブしたヘアースタイルである“ソバージュ”を連想させたため“savage”と名付けようと考えたのですが、なんと!、学生・院生さんには既に死語のようで、“???”という反応が帰って来ました(時の流れは速いですね,,,)。

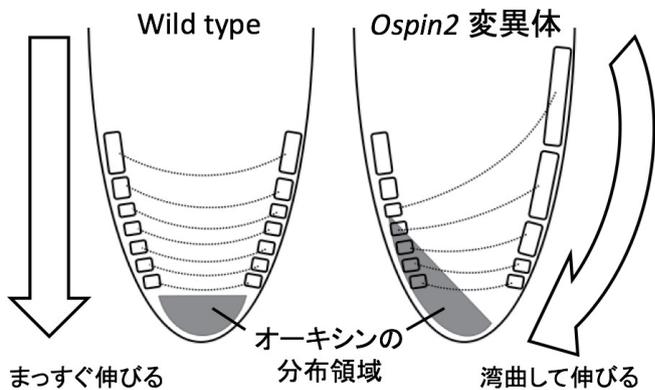
そのため、気に入った名前はあきらめてそのまま T13-16-1 という味気ない系統番号で呼んでいました。その後の解析の結果、オーキシンの極性輸送を担う *OsPIN2* タンパク質の機能欠損によりこのような表現型になることが分かりましたので、*Ospin2* 変異体と呼ぶことにしました。



(Inahashi et al. 2018をもとに作成)

第1図 各種変異体と親品種の根の表現型。

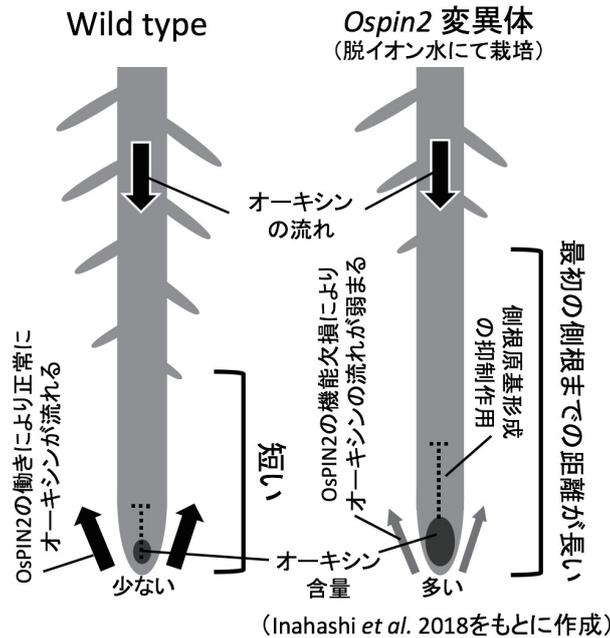
Ospin2 変異体は種子根や冠根が旋回しながら伸長するが、これはオーキシン作用が阻害されている *Osiaa13* 変異体との二重劣性型個体や脱イオン水での水耕栽培により打ち消される。↔は、最初の側根ができるまでの根端からの距離を示す。



(Inahashi et al. 2018をもとに作成)

第2図 根端でのオーキシンの分布と細胞伸長パターンの違い。

Ospin2 変異体はオーキシンの分布が片側に偏っている。これにより、Wild type で見られるような細胞伸長の左右対称性が失われ、*Ospin2* 変異体は旋回しながら種子根が伸長すると考えられる。



第3図 根端でのオーキシンの流れと側根形成部位の関係。

オーキシンは地上部より根端へ向かって流れ、その後根端から根の基部側へ戻って行く。後者の流れのみに OsPIN2 が関わっているため、この機能欠損により *Ospin2* 変異体の根端でのオーキシン含量は Wild type に比べ多い。これにより、*Ospin2* 変異体の根端側の側根形成が妨げられることが示唆された。

地上部で合成されたオーキシンは PIN タンパク質を介して根端まで運ばれ、その後根の基部側へ戻って行くことが知られています (第3図)。OsPIN2 はこの戻りの方の機能を担っていると考えられていますが、これにより植物の成長がどのように制御されているのかは分かっていませんでした。今回の *Ospin2* 変異体の解析により、以下のようなことが見えてきました。

- ・オーキシンのシグナルを感じ取る機能が低下した *Osiaa13* 変異体との二重変異体では湾曲した伸長パターンが見られなくなるため、確かにオーキシンがこの表現型に関わっていることが判明しました (第1図)。

- ・オーキシンの分布が可視化できるレポーター遺伝子を利用した解析により、*Ospin2* 変異体ではその分布が根端部位の片側に偏っていることが分かりました。その結果として原品種 (Wild type) で見られるような細胞伸長の左右対称性が失われ、*Ospin2* 変異体は旋回しながら根が伸長すると考えられます (第2図)。

- ・興味深いことに、水耕液や水道水ではなく、脱イオン水を用いて水耕栽培した際には *Ospin2* 変異体の根は比較的まっすぐ伸びることが分かりました (第1図)。この条件下で育てた個体を用いて解析した結果、*Ospin2* 変異体の根端には Wild type より多くのオーキシンが蓄積していること、また根端から側根が形成され

る部位までの距離が長いことが判明しました (第3図)。

シロイヌナズナでは、根端部での高いオーキシン濃度が基部側に向かうにつれて一旦低下することが側根形成部位の決定に重要であると報告されています (Dubrovsky et al. 2011, *New Phytol.* 191: 970-983)。そのため、OsPIN2 は基部側へ向かうオーキシンの流れの制御を通して、適切な位置で側根が形成されるよう上手くコントロールしているものと考えられました。土壌環境の変化に応答して根の形態は可塑的に大きく変化しますが、その制御を担う主役の一つが *OsPIN2* 遺伝子かも知れません。今後、環境変化に対する本遺伝子の発現性やタンパク質の極在パターンの変動を詳細に解析することにより、根の可塑的な反応機構の理解が進むことを期待しています。

本研究は、私の指導生であり、第36回根研究集会にて川渡温泉を一緒に満喫した稲橋君と、根研究学会で活躍されている山内卓樹さん (現・東京大学大学院農学生命科学研究科)、松波麻耶さん (現・岩手大学農学部)、小川敦史さん (秋田県立大学生物資源科学部) らに支えられ、何とかまとめることができました。根研究学会の活動を通してこのような共同研究へと発展できたことをとても嬉しく、ありがたく思っています。この場をお借りして、心より感謝申し上げます。

稲の生長を支える根 — 地上部の生長の良否は根のそれによって規定される —

川島長治, 小川敦史 著

(B版 354 頁, ISBN 978-4-9910036-0-8)

川島長治

秋田県立大学 名誉教授

この書籍は、「農業および園芸」誌に平成 26 年 12 月から 22 回にわたって掲載された川島と小川による連載記事を取り纏めたものである。地上部と根の生育・生理・生態についての知見の考察をとおして稲の栽培理論を構築した「稲の根学」とも言う得るモノローグで、内容は以下のとおりである。

稲について、片山 (1952) が同伸葉・同伸分けつの関係を認め、間もなく小松 (1959)、藤井 (1961)、川田 (1963) らが葉の抽出と冠根の発根と間に同様の関係を認めた。これらから、地上部の生育に伴う根群の生育について、それらを基にして検討することは、稲の栽培理論を構築する上で重要であると思われた。そこで、川島の研究を含めたこれまでの稲の根に関する研究成果を纏めると、

1. ある生育段階の根群は、発根して間もない冠根、盛んに伸長しつつある冠根、伸長終了に近い冠根、伸長を終了した冠根から成る。
2. 根群の生育は、およそ幼穂分化期から出穂期頃の約 30 日間に著しい。
3. 分枝根を含めて出穂期の頃には根群の生育が終了する。
4. 登熟期には、地上部においても、すべての葉の抽出が終わって老化の過程にある。
5. 幼穂分化期頃から水田土壌からの窒素供給力は低下している。
6. 出穂期頃には稲自体にも土壌の還元化を促す生理的条件も生じている。
7. 出穂期頃には、水田土壌には根の生理的活力を低下させる様々な条件が生じている。

ということであった。これらは、高い乾物生産を上げることが必要な登熟期には根群は老化の過程にあることを示す。従って、高い収量を上げるには、

1. 出穂期頃までに地上部と根群の良好な生育を図る。
2. 登熟期にそれらの老化を抑制する。

ことが重要であると著者らは考えた。

さらに、地上部および根群の生理・生態・形態などについて従来の研究結果を整理し、それらと乾物生産との関係、それらから帰納される「根とは」とは、「稲栽培とは」とは、「稲栽培とは」について考え、たとえば「稲栽培とは」については、川田ら (1978 ほか) が明らかにした多収稲の根群像を参考にその形成法について考察した。併せて、出穂期前後以後の根の生理的活力を低下させる硫化水素や有機酸などの生成について検討し、その除去法、たとえば排水、中干し、間断灌漑、透水性などの重要性について検討した。

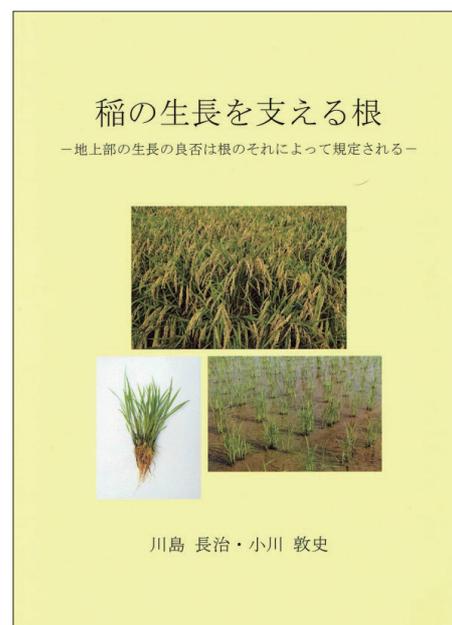
以上によって稲の収量・品質や栽培技術が格段に向上したということはない。それでも栽培理論については、従来、根群の生育についての知見に基づく理論は乏しかったという意味で、相応の進展はあったと考える。

入手は、書店経由 (3000 円 + 消費税 = 3240 円)、または発行者である川島 (送料込み 3000 円) への直接注文による。川島の住所はつぎのとおり。

川島長治

〒 525-0057 滋賀県草津市桜ヶ丘 4 丁目 6-7

E-mail longriver@nike.eonet.ne.jp



書籍紹介

「サツマイモ事典」「焼きいも事典」「干しいも事典」

藏之内利和

農研機構

一般財団法人いも類振興会から、根を利用する作物の代表的存在であるサツマイモに関する事典が刊行されています。

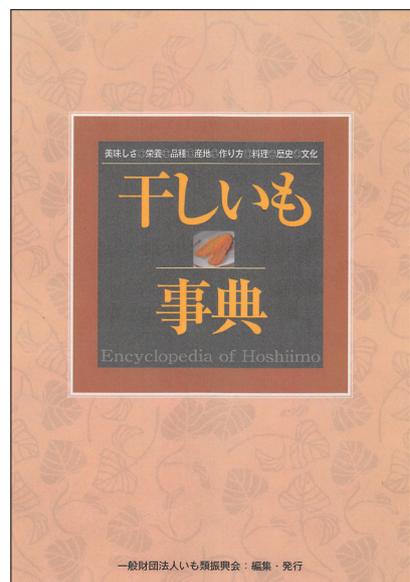
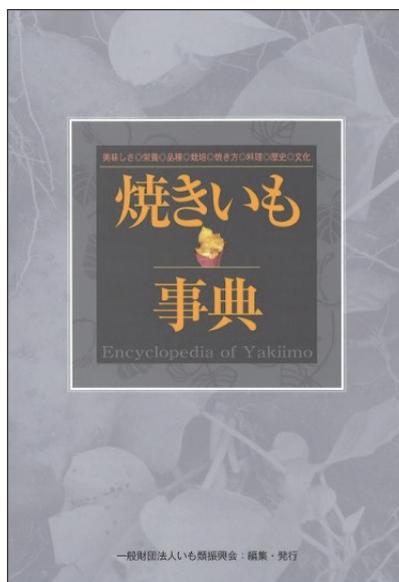
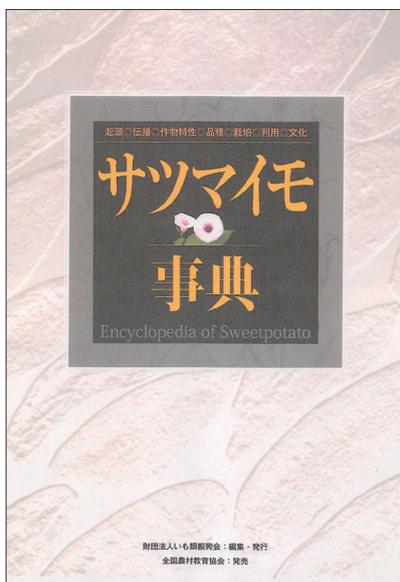
「サツマイモ事典」は、B5版352頁で、サツマイモの来歴、特性、品種、栽培、生産と普及、流通加工と消費、利用方法、文化まで、じつに幅広い内容の事典です。この1冊でサツマイモの全てが理解できる入門書としての役割も期待して刊行されております。私もごく一部ですが執筆を分担しました。

「焼きいも事典」は、B5版257頁で、サツマイモから加工される「焼きいも」を重点にまとめられている事典です。我が国では江戸時代から庶民に親しまれてきた「焼きいも」ですが、焼きいもの美味しさとは、栄養・機能成分について、焼きいも向きのサツマイモ品種、その作り方や食べ方、そして焼きいもの文化まで、幅広い内容が詳しく述べられています。

「干しいも事典」は、B5版266頁で、サツマイモから加工される「干しいも」に関するユニークな事典です。干しいもは200年近く前に静岡県で生産されたのが最初とされています。干しいもの定義と生産、干しいもの美味しさとは、その成分と健康、干しいも向きのサツマイモ品種、その製造と販売、さらに世界の干しいも事情まで、幅広く網羅された事典です。私も執筆・編集を担当しました。

なお、「サツマイモ事典」は既に販売終了（増刷未定）となりましたが、「焼きいも事典」と「干しいも事典」は、発行元のいも類振興会で注文を受け付けていますので、お問い合わせ下さい。価格は、いずれも2500円（税別）です。

申込先：一般財団法人いも類振興会
〒107-0052 東京都港区赤坂6-10-41
ヴィップ赤坂303
電話：03-3588-1040
メール：imoshin@fancy.ocn.ne.jp



International Society of Root Research Conference ISRR 2018 に参加して

渡邊友実加

名古屋大学 大学院生命農学研究科

ISRR 10th International Conference が 2018 年 7 月 8 日から 12 日にかけてイスラエルのエルサレムにて開催されました (第 1 図)。世界 36 カ国からおおよそ 330 名が参加し、18 題の招待講演、88 題の一般講演、182 題のポスター発表が行われ、5 日間にわたり熱い議論が交わされました。日本からは、根研究学会会長の犬飼義明先生、犬飼先生の指導生である Nonawin Lucob Agustin さん、筆者、ならびに東京大学の白須賢先生、奈良先端科学技術大学院大学の Eliza Loo Po-ian さんが参加しました。プログラムの詳細は会議 HP* にありますので、本稿では、筆者の感想を中心に会議の様子を紹介します。

(*<http://www.ortra.com/events/isrr10/Home.aspx>)

初日は Hans Lambers 氏 (西オーストラリア大) への



第1図 ISRR2018会議会場。(左からNonawinさん、犬飼先生、筆者)。



第2図 Lambers 氏によるオープニングレクチャー。

ISRR Lifetime Achievement Award for 2018 の授賞式と、Lambers 氏によるオープニングレクチャー (表題: Cluster Roots and Their Functional Equivalents: Ecological and Agronomic Significance) が行われました (第 2 図)。同氏は、これまでに研究されてきた、西オーストラリアに自生する様々な種のクラスター根や、そのリン吸収メカニズムについて紹介されました。

2 日目は Bingru Huang 氏 (ラトガース大、前 Plant Root 編集委員) および Sabrina Sabatini 氏 (ローマ大) による、細胞・組織レベルでの根の発育に関する招待講演から始まりました。その後は、3 会場に分かれて 9 つのテーマの招待講演・一般講演が行われ、筆者は自分自身の研究と関連の深い「Hydraulics」, 「Analysing Complexity」, 「Innovations」を中心に参加しました。講演では X 線 CT や高速中性子トモグラフィなどを利用して、根系や根内部の水の流れを多面的、立体的に解析する試みに関する内容が多く、新しい計測技術への関心度の高さが伝わってきました。ポスターセッションはその日の夕食後にあり、国籍や年齢にかかわらず研究者と学生が分け隔てなく積極的に交流しており、非常に良い雰囲気です。ディスカッションは 22 時頃まで続きました (第 3 図)。発表された約 200 題のポスターから、研究内容に加え、ポスターのデザイン、プレゼンの仕方等、多くのことを学び、翌日の自分の発表に備えることができました。

3 日目は招待講演から始まり、Alan E. Richardson 氏 (CSIRO)、Paul Schulze-Lefert 氏 (MPI-PBR)、David



第3図 ポスターセッション会場。

Eissenstat 氏 (ペンシルベニア州立大) らが, 土壌中のマイクロバイームと根との相互作用および根の成長における機能について講演を行いました. 一般講演では, 「Stress Response」, 「Root System Architecture」, 「Nitrogen」 など2日目に続き興味深いテーマの発表が行われました. またこの日は大学院生による発表が多く, 同年代の参加者による発表を聞いて, その研究内容やプレゼンの完成度の高さにとっても強い刺激を受けました. 一般講演後には2回目のポスターセッションがあり, プレゼンターとして自分の研究発表を行いました. 発表は, 「Enhanced Osmotic Hydraulic Conductivity and Respiration Leading to Active Water Transport in Response to Rewatering after Drought in Rice Root」という表題で, 湛水と乾燥が繰り返されることで土壌水分が変動する水ストレス条件下で, 乾燥後の再灌水に反応して, 陸稲品種 IRAT109 の根の呼吸速度, 出液速度および浸透圧勾配による水通導性 (積極的水吸収・輸送) が増加し, その結果, 同ストレス条件下で蒸散速度および気孔コンダクタンスが湛水条件と同レベルに維持された成果を報告しました. オーディエンスの方々からはとくに根の水通導性の測定・評価方法につ

いて多くの質問や意見を受けました. また, 筆者が所属する研究グループが注目しているイネの異形根性については, コムギやトウモロコシなど他の作物を実験材料としている研究者の方々も関心を持っていました. 筆者のポスターの位置が入り口から遠かったので, 聴きに来てくれる人がいるのかと不安でしたが, 幸い2時間のセッション中は途切れることなく研究者や学生とディスカッションすることができました.

4日目の午前中には, 参加者が5グループに分かれ, 農家や研究施設への見学ツアーが行なわれました. 筆者は「Agriculture in Arid Regions」ツアーに参加し, エルサレムの東側, ヨルダンとの国境近くのユダ砂漠地帯にある貯水池 (Og Reservoir, 第4図), ナツメヤシ農家 (第5図), 柑橘農家を訪れました. エルサレム市内で使用された生活水はそのほとんどがパイプを通じて下水道施設に回収され, 浄化された後, 再び貯水池 (第4図) の周囲で行われている農業などに再利用されているそうです. 年間を通して降水量が少ないイスラエルでは, 古くから水不足が大きな課題となっており, このような生活用水の再利用システムが発達したとのことでした. イスラエルでは水が非常に貴重な資源であることを知り, それを上手に工夫し, 大規模なナツメヤシを初めとする作物栽培を可能にする灌漑技術の高さに感心しました. ツアーの最後には地表で最も低い海拔マイナス418mの場所にある死海を訪れ, 浮遊体験もしました. 死海の面積は想像よりも遙かに大きく, 水は綺麗で, 泳ぐことが苦手な筆者でも浮かびながら壮大な風景を眺めることができ, とてもリラックスできて気持ち良かったです. 午後にはエルサレム旧市街へのツアーがあり, 聖墳墓教会や嘆きの壁などの歴史的・宗教的に重要な様々な場所を回り, 最後は参加者全員で Gala Dinner を楽しみました.

最終日には, Robert Sharp 氏 (ミズーリ大) および Daniela Dietrich 氏 (ノッティンガム大) による, 水分



第4図 灼熱の砂漠地帯にある貯水池.



第5図 ナツメヤシ農家 (会議見学ツアー).



第6図 Sharp 氏による招待講演.

に対する根の応答性についての招待講演がありました。Sharp 氏の講演はトウモロコシの異形根の生理機能に関する内容も含んでおり、筆者自身の研究にたいへん参考になりました(第6図)。その後、総会ののち、会議は幕を閉じました。

筆者にとって ISRR は初めての国際会議であり、発表や質疑応答の仕方が分からず、日本での準備段階からとても緊張していました。しかし、会議会場での参加者のフレンドリーな雰囲気のお陰でいつも通りの自分で楽しく充実した5日間を過ごすことができました。この暖かで自由な雰囲気は、日本の根研究集会と共通していると思いました。参加して特に良かったことは、世界中の研究者や学生とのネットワークを築けたことです。日本で論文を読んでいるだけでは得ることのできない繋がりを持つことができましたし、他国の学生とは、お互いの研究内容に関する情報交換だけでなく、大学のことや、研究生活の様子などを話して、研究に対するモチベーションが非常に上がりました。また、根に関する様々な研究発表を聞いたことにより、根の研究に対する関心が広がりました。筆者はこの学会後、西オーストラリア大学に研究研修で滞在した際に、Lambers 氏の講演で聴いたルーピンのクラスター根を

実際に観察できる機会を得て、根の形態と生理機能との関係性にこれまで以上に興味を持ちました。また、講演では「Fungi & Bacteria」, 「Hydrotropism」など、根に関する幅広い分野の研究が発表されていたのが印象的でした。国際会議に参加して英語で研究を発表し、参加者と交流するのは、とてもたいへんではありませんでしたが、自分自身の研究の国際的な位置付けを確認し、研究内容を見直すことができる素晴らしい機会だと感じました。次回の ISRR 会議は 2021 年にアメリカのミズーリ大学で開催される予定です。再び3年後の ISRR 会議でよりよい研究発表を行うことを目標にし、今後さらに充実した研究生活を送りたいと思います。

最後に、本会議への参加にあたり、筆者らを引率し、現地でお知り合いの研究者の方々に紹介していただき、また発表のサポートをくださった犬飼義明先生、そして学生として共に参加し、5日間を一緒に楽しく過ごしてくださった Nonawin Lucob Agustin さん、日頃からあたたかいご指導をいただき、学会中も日本から応援をくださった指導教員である山内章先生、共同発表者の株木拓也さん、掛橋孝洋さん、亀岡笑先生、三屋史朗先生、仲田麻奈先生に心より感謝申し上げます。ありがとうございました。

2018年度 根研究学会賞 の決定について

今年度の根研究学会賞については、本誌『根の研究』の前号（第27巻第2号）において候補募集の告示を致しました。推薦があった業績について、専門分野に近い複数の会員に評価を依頼し、その答申に基づいて正副会長で審議の結果、下記の通り、学術功労賞1件、学術特別賞1件の授賞が決定しました。ここに、会員の皆様にご報告します。

授賞式は、10月27日～28日に開催される第49回根研究集会において、10月27日に開催し、併せて受賞記念講演を行います。受賞者には、賞状と副賞（根研ロゴ入りパーカー）をお贈りします。受賞記念講演の要旨は、次号に根研究集会の一般発表の要旨集と一緒に掲載します。

*「業績の概要」は、推薦状や審査報告を基に、根研究学会事務局が要約したものです。

*過去の受賞業績一覧は、根研究学会のホームページに掲載しています。

授賞が決定した業績とその概要

【学術功労賞 1件】

業 績：イネ科作物のストレス耐性の遺伝解析と耐湿性に関わる根系形質の改良

受賞者：間野 吉郎（農研機構 畜産研究部門）

推薦者：小柳 敦史（農研機構 九州沖縄農業研究センター）

業績の概要：自然気候の地球規模での異常な変化、また農耕作地の劣化など農業を取り巻く環境・条件は近年大変厳しいものになりつつある。受賞者はオオムギ、コムギ及びトウモロコシの耐湿性及び耐塩性に関する研究を行い、ストレス耐性向上のための根の形質の遺伝的改良に取り組んだ。主な業績としては、ムギ類の耐塩性とトウモロコシの耐湿性に関する内容に大別される。前者では、多数の検定材料を用いてコムギやオオムギの耐塩性の品種間差や主働遺伝子との関係を明らかにし、オオムギでの遺伝解析において耐塩性に関与する複数のQTLを見いだしている。後者の業績においては、トウモロコシの耐湿性の品種間差やこれに関与する根の形質を明らかにするとともに、耐湿性が高い特性を有するトウモロコシの近縁野生種であるテオシントに着目して、トウモロコシとテオシントの交配後代を用いて根の形態形成や機能に関与する遺伝子の特定を進めている。これらの成果は、イネ科作物の根系に関連するストレス耐性の機作や関連遺伝子の特定の研究に大きく貢献するものであり、特にトウモロコシの耐湿性の成果は品種育成にも活用されていることは極めて高く評価できる。

業績（関連の論文等）

1. 間野吉郎・武田和義 (1995) オオムギ幼植物の耐塩性における品種変異と各種主働遺伝子の効果. 岡大資生研報 3: 71-81.
2. Mano Y., Takeda K. (1997) Mapping quantitative trait loci for salt tolerance at germination and the seedling stage in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Euphytica* 94: 263-272.
3. Mano Y., Takeda K. (2012) Accurate evaluation and verification of varietal ranking for flooding tolerance at the seedling stage in barley (*Hordeum vulgare* L.). *Breed. Sci.* 62: 3-10.
4. Mano Y., Omori F. (2007) Breeding for flooding tolerant maize using “teosinte” as a germplasm resource. *Plant Root* 1: 17-21.
5. Omori F., Mano Y. (2007) QTL mapping of root angle in F₂ populations from maize ‘B73’ x teosinte ‘*Zea luxurians*’. *Plant Root* 1: 57-65.
6. Mano Y., Omori F., Loisiga C.H., Bird R.Mc.K. (2009) QTL mapping of above-ground adventitious roots during flooding in maize × teosinte “*Zea nicaraguensis*” backcross population. *Plant Root* 3: 3-9.
7. Mano Y., Omori F. (2013) Flooding tolerance in interspecific introgression lines containing chromosome

segments from teosinte (*Zea nicaraguensis*) in maize (*Zea mays* subsp. *mays*). Ann. Bot. 112: 1125-1139.

8. Mano Y., Omori F. (2015) Flooding tolerance in maize (*Zea mays* subsp. *mays*) F₁ hybrids containing a QTL introgressed from teosinte (*Zea nicaraguensis*). Euphytica 205: 255-267.

他に，原著論文12編。

【学術特別賞 1件】

業績：変動環境下での樹木根系の生理生態学的研究

受賞者：小池 孝良（北海道大学大学院農学研究院）

推薦者：大橋 瑞江（兵庫県立大学環境人間学部）

業績の概要：温暖化など変動環境下における森林樹木の適応機構の解明は，森林の持続的管理や生態系サービスの維持に貢献する。受賞者は，国内で先端的に野外解放系チャンバーを導入し，高CO₂や高O₃，高N環境下およびそれらの複合環境下における樹木生理活性への影響について，光合成など地上部器官だけでなく，地下部器官である根の成長および外生菌根菌や根粒菌に焦点を当て明らかにしてきた。特に冷温帯を構成する樹種における種固有の反応に着目し，共生菌に生長を依存する樹種が，土壤塩類状態や地上部のCO₂濃度に大きな影響を受けることを解明した。また温暖化ガスである高CO₂については国内外ともに根系影響への知見も蓄積されつつあったが，大気汚染物質に伴い光化学反応で増加する高O₃について国内で樹木への影響研究では，受賞者の牽引するグループが新しい知見を数多く明らかにしてきた。特に粗根や細根など根系成長やそれらの機能へ影響は近年総説として公表されている。これらの研究成果は，国際誌に数多くの原著論文として発表するだけでなく，北方林業など一般向け雑誌にも紹介され，受賞者が研究成果を研究分野だけでなく林業従事者まで幅広く還元し，科学的知見に基づく林業技術の発展に貢献してきたことを意味するところであり，極めて高く評価されるべきである。

業績（関連の論文等）

1. Wang, X., Agathokleous, E., Qu, L., Fujita, S., Watanabe, M., Tamai, Y., Mao, Q., Koyama, A., Koike, T. (2018). Effects of simulated nitrogen deposition on ectomycorrhizae community structure in hybrid larch and its parents grown in volcanic ash soil: the role of phosphorous. Sci. Total Environ. 618: 905-915.
 2. Agathokleous, E., Watanabe, M., Eguchi, N., Nakaji, T., Satoh, F., Koike, T. (2016). Root production of *Fagus crenata* Blume saplings grown in two soils and exposed to elevated CO₂ concentration: an 11-year free-air-CO₂ enrichment (FACE) experiment in northern Japan. Water Air Soil Pollut. 227: 187.
 3. Wang, XN, Agathokleous, E., Qu, L.Y., Watanabe, M., Koike, T. (2016) Effects of CO₂ and/or O₃ on the interaction between root of woody plants and ectomycorrhizae. J. Agric. Meteorol. 72: 95-105.
 4. Agathokleous, E., Saitanis, C.J., Wang X.N., Watanabe M., Koike, T. (2016) A review study on past 40 years of research on effects of tropospheric O₃ on belowground structure, functioning and processes of trees: a linkage with potential ecological implications. Water Air Soil Pollut. 227: 33.
 5. Wang, XN., S. Fujita, T. Nakaji, M. Watanabe, F Satoh T. Koike (2016) Fine root turnover of Japanese white birch (*Betula platyphylla* var. *japonica*) grown under elevated CO₂ in northern Japan. Trees 30: 363-374.
 6. Koike, T. (2009) A trial of revegetation practices with larch species under changing environment. Landsc. Ecol. Eng. 5: 97-98.
 7. Koike, T., Kitao, M., Quoreshi, A.M. and Matsuura, Y. (2003) Growth characteristics of root-shoot relations of three birch seedlings raised under different water regimes. Plant Soil 255: 303-310.
 8. 小池孝良, 香山雅純, 北尾光俊 (2002) 変動環境下における冷温帯樹木の根系の発達と成長。根の研究. 11: 161-169.
- 他に，原著論文 260 編。

第 49 回根研究集会のお知らせ 49th Biannual Meeting of JSRR

第 49 回根研究集会を 2018 年 10 月 27 日 (土) ~ 28 日 (日) に、森林総合研究所・東北支所 (岩手県盛岡市) を会場にして開催します。「根研究学会」の会員以外の方も発表・聴講可能です。なお、一般発表に加えて学会賞受賞講演と特別講演も予定しています。今回は会場が狭いのですが、和気あいあいとぎっくばらんな議論のできる集会にしたいと考えています。10 月下旬の盛岡は季節も良く、おいしいお酒や食べ物も楽しめるかと思えます。皆さまお誘い合わせの上、ご参加ください。お待ちしております。

<日 時> 2018 年 10 月 27 日 (土) 13:00 ~ 10 月 28 日 (日) 12:00
October 27th, 2018 (Sat) 13:00 ~ October 28th, 2018 (Sun.) 12:00

<会 場> 森林総合研究所東北支所, 大会議室および展示室 (ポスター会場)
〒020-0123 岩手県盛岡市下厨川字鍋屋敷 92-25
Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute, 92-25 Nabeyashiki,
Shimokuriyagawa, Morioka 020-0123, Japan
交通アクセスと案内図 Access
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/thk/access/index.html>
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/thk/en/access/index.html>

<プログラム概要 (予定) > Program (tentative)

10 月 27 日 (土)

11:40-13:00 受付 Registration ポスター掲示 Posters display

13:00-13:10 開会の挨拶 Opening remarks

13:10-14:10 口頭発表 1 Oral session 1

14:10-15:10 ポスター発表 Poster session

15:10-15:50 特別講演 Special lecture

15:50-16:00 授賞式 Award ceremony

16:00-17:00 授賞講演 Award lecture

19:00-21:00 懇親会 (会場未定) Banquet

10 月 28 日 (土)

9:30-10:30 口頭発表 2 Oral session 2

10:30-10:40 休憩 Break

10:40-11:40 口頭発表 3 Oral session 3

11:40-11:50 写真撮影

【詳細は、根研究学会 HP (<http://www.jsrr.jp>) に掲載します】

Updated information will appear in <http://www.jsrr.jp>

<参加費> Registration fee (Tentative, to be paid on site)

会員 (Members) ¥2,500 非会員 (Non-members) ¥3,500 (予定・当日お支払い下さい)

学生の会員は参加費無料ですが、集会受付で学生証の提示をお願いいたします。

<懇親会費> Banquet fee

¥5,000 (予定 tentative), ¥3,000 (学生 Students, 予定 tentative)

<参加・研究発表の申し込み> Registration

参加・研究発表のお申し込みは下記の「第49回根研究集会 参加申込書」に必要事項を記入し、電子メール (kyotaro@affrc.go.jp) または Fax (019-641-6747) にてお送り下さい。

お申し込み後、3日以内に確認の返信が届かない場合はお問い合わせください。

Please write in the registration form and send it to either kyotaro@affrc.go.jp or Fax019-641-6747.

*** 発表申込の締め切り (仮タイトルの申請) : 2018年10月5日 (金)**

Pre-registration for presentation: by October 5th (Fri), 2018.

研究発表は口頭発表およびポスター発表形式です。いずれかをお選びください。

プログラム編成の都合により発表形式がご希望にそえない場合もあることをご了承ください。

本タイトルは講演要旨に書かれたものとします (10月11日 (木) 要旨提出締め切り)。

Choose oral or poster presentation. Local organizing committee may request the presenter for changing the type of presentation.

*** 参加申込の締め切り (発表なしの人) Registration (without presentation)**

飛び入り参加も可能ですが、懇親会手配の都合があるので、できれば10月18日 (木) までに、上述の「参加申込書」をお送り下さい。

It is recommended to submit the registration form by October 18th (Thu.), 2018.

<発表形式> Type of presentation

口頭発表 (発表12分+質疑3分, 予定) または ポスター発表 から選択

発表申込みの数によっては、発表形式がご希望にそえない場合があることをご了承ください。

Oral presentation (12 min + 3 min discussion) or Poster presentation

We may ask you to change the type of presentation according to the number of registrations.

<講演要旨の提出> Abstract submission

*** 講演要旨提出の締め切り : 2018年10月11日 (木) Submit by October 11th (Thu.), 2018**

MS-Word で作成した講演要旨原稿を電子メールの添付ファイルで送ってください。メールの表題は「要旨原稿」としてください。電子メール送り先 : kyotaro@affrc.go.jp

Send the abstract as MS-Word file to kyotaro@affrc.go.jp

<講演要旨の書き方> (A4半ページ) Style of abstract

*** 根研究学会ホームページから要旨様式をダウンロードできます (http://www.jsrr.jp/abstract_form.doc).**

1. A4版1ページに、上3.5 cm 下16.0 cm 左右2.5 cm ずつの余白を取る。(A4半ページになる)

One page of A4 size paper with margins (top: 3.5 cm, bottom: 16.0 cm, right and left 2.5 cm for each). The printing area is around half of A4 size paper.

2. 冒頭にタイトル・講演者名・所属・連絡先 (電子メールアドレス) を記載した後、1行あけて本文を書く。講演番号 (A1 など) は実行委員会の方で挿入するので原稿には不要。

Type the title, author(s), affiliation, email address and then abstract sentences.

3. タイトル : ゴシック系あるいは明朝系の太字・10ポイント・センタリング (中央寄せ)。

Use 10-point Gothic (Helvetica, Arial) or Bold Times font with centering for the title.

4. 講演者名・所属・連絡先：明朝系・10ポイント・センタリング。連絡先（電子メールアドレス）は括弧に入れる。

Use 10-point Times font (e.g., MS Times New Roman) 10point, centering for the name(s) of author(s), affiliation and corresponding email.

5. 本文：明朝系・9ポイントを目安にする。

Insert a break line under the affiliation, and then type the abstract sentences with 9-point Times font.

<交通> Transportation

【JR 盛岡駅まで】

JR：東北新幹線にて盛岡駅に下車

【JR 盛岡駅から会場まで】

- ・バス：JR 盛岡駅東口より約 30 分（「森林総合研究所」下車），下車後徒歩約 5 分
盛岡駅からのバスの詳細はウェブサイトを参照下さい。

<https://www.ffpri.affrc.go.jp/thk/access/index.html>

<http://www.iwate-kenpokubus.co.jp/archives/10447/>

<http://www.iwatekenkotsu.co.jp/>

盛岡駅—森林総合研究所間は岩手県交通と岩手県北バスの両者が利用可能ですが、バスカードを利用する場合、バス会社により別々で相互利用ができないのでお気を付けてください。（※Suica などの交通 IC カードは使えません）

<宿泊> Accommodation

斡旋しませんので各自お申し込み下さい。JR 盛岡駅周辺にホテルがあります。なお季節的に良い時期のため、お早めの予約をお勧めします。

Please reserve hotel rooms by yourself.

<参加・発表申込，講演要旨提出，問い合わせ先> Contact

第 49 回根研究集会実行委員会 Local organizing committee

野口享太郎（国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所）

山本岳彦（国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 東北農業研究センター畑作園芸研究領域）

馬場隆士（国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構 果樹茶業研究部門リンゴ研究領域）

松波麻耶（岩手大学農学部植物生命科学科 作物学分野）

※問い合わせ先（Contact）

野口享太郎（国立研究開発法人森林研究・整備機構 森林総合研究所東北支所）〒020-0123 岩手県盛岡市下厨川字鍋屋敷 92-25

Kyotaro NOGUCHI (Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute)

E-mail : kyotaro@affrc.go.jp TEL : 019-648-3944 FAX : 019-641-6747

第 49 回根研究集会 参加申込書

Registration form for 49th JSRR Bi-annual Meeting

締切 発表者：10 月 5 日，参加のみ：10 月 18 日
(発表の要旨は別途 10 月 11 日まで)

1. 氏名 Name

2. 連絡先 Address

住所・機関名：Affiliation

Tel：

Fax：

E-mail：

(E-mail アドレスは正確かつ読みやすくご記入下さい)

3. 発表の有無：

Presentation Yes or No：

4. 発表「有」の場合 in the case you will have presentation

表 題 title：

著者名 name(s)：

発表形式 style：口頭発表・ポスター発表 (いずれかを選んで下さい)

Oral / Poster (select one)

根研究学会優秀発表賞へのエントリー

Entry for The JSRR Excellent Presentation Award： Yes or No

口頭発表を希望される場合

口頭発表の講演数には制限があるため，申込多数の場合はポスター発表への変更をお願い
することがありますが，変更は可能でしょうか： 可・不可 (いずれかを選んで下さい)

5. 懇親会参加の有無：

Banquet Yes or No：

6. 会員の確認 (Membership)：

一般会員 (General members)，学生会員 (Student members)，非会員 (Non-members)

【申し込み先】 Send to

第 49 回根研究集会実行委員 野口享太郎 (森林総合研究所東北支所)

Kyotaro NOGUCHI,

Tohoku Research Center, Forestry and Forest Products Research Institute

E-mail: kyotaro@affrc.go.jp

申し込み後，3 日以内に確認の連絡が届かない場合は，実行委員 (野口) までお問い合わせ下さい。

If you have no response from the organizing committee in three days after your registration, please contact to

kyotaro@affrc.go.jp

Root Research 根の研究

編集委員長	小川 敦史	秋田県立大学生物資源科学部
副編集委員長	中野 明正	農林水産省農林水産技術会議事務局
	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
編集委員	岩崎 光徳	農研機構・果樹茶業研究部門
	宇賀 優作	農研機構・次世代作物開発研究センター
	亀岡 笑	酪農学園大学循環農学類
	唐澤 敏彦	農研機構・中央農業研究センター
	神山 拓也	宇都宮大学農学部
	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
	松波 麻耶	岩手大学農学部
	松村 篤	大阪府立大学大学院生命環境科学研究科
	南 基泰	中部大学応用生物学部
	森 茂太	山形大学農学部
	山崎 篤	農研機構・九州沖縄農業研究センター

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 : neken2018@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27巻 第3号 2018年9月20日印刷 2018年9月25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