

Root

Research

Japanese Society for Root Research

ISSN 0919-2182
Vol.30, No.1
March 2021

目 次

【巻 頭 言】

- 会員の皆様へ 1
東日本大震災から 10 年 3

【技術ノート】

- 中空円筒ポットとフレキシブルピンネットによる根系採取法
中野明正・増田英莉子・石原良行 5

【教 育】

- 植物組織の空隙率測定方法—1. 比重瓶法— 島村聡・塩野克宏・山内卓樹 8

【情 報】

- 複数画像の自動解析が可能な根長評価のための ImageJ マクロの公開 田島亮介 13
菜根譚 野菜の根の話 11. ダイコンの中の大根 中野明正 15
第 53 回根研究集会のお知らせ 16

【書 評】

- 『森の根の生態学』 18

【公 示】

- 名簿データ登録（更新）のお願い 19
根研究学会会則 21
根研究学会学術賞規定 22
『根の研究』投稿規定 23
『根の研究』原稿作成要領 24
『根の研究』論文審査要領 25
国際誌 Plant Root に掲載の 2020 年の論文 26

根の研究
根研究学会(JSRR)

会員の皆様へ



告 示

○根研究学会 2021 年度総会の開催について

第 53 回根研究集会の一部として、2021 年度の定例総会を開催します。皆様ご参加下さい。

開催日：2021 年 6 月 6 日（日）、開催方法：WEB を利用したオンライン形式

予定されている主な議題：2020 年度活動報告・決算、2021 年度活動方針・予算、規定等の変更について（審議事項については、その場でもご提案頂けますが、時間をかけて議論すべき議題や、資料の配付を必要とする議題については、なるべく事前に事務局までご提案下さい）。

事務局からのお知らせ

1. 電子版会誌のダウンロードについて

2021 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>

2. 2021 年の根研究集会

- ・ 第53回根研究集会 [本号に開催案内を掲載・詳細はホームページにて]

参加・発表申込は4月30日（金）が締切です。

開催日時 2021年6月5日（土）9：50～6日（日）12：10

新型コロナウイルス感染症の終息の見通しが立たないため、WEBを利用したオンライン形式での開催になります。

- ・ 第54回根研究集会

三重県津市の三重大学で秋に開催する予定で、関谷信人会員に企画をお願いしています。

- ・ 2022年度の集会 開催地については募集中です。

3. 「苺住」海外渡航支援

- ・ 本支援は、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するものです。

- ・ 今回は、以下の「第11回国際根研究学会シンポジウム」（オンライン開催）について参加・登録費を支援します（一般：\$150.00 USD、ポスドク：\$100.00 USD、学生：\$50.00 USD、最大5名まで）。

11th Symposium of the International Society of Root Research (ISRR) May 24 - 28, 2021; Columbia, Missouri, US

<https://web.cvent.com/event/0ba1fa03-e5b4-4b87-970e-edb2c219636f/summary>

- ・ 審査方法は正副会長と正副事務局長で合議し、評議員にメーリングリストで報告後、決定します。
- ・ 採択された場合には「根研究学会海外活動支援助成採択」の証明書を授与するとともに、会誌に1ページの報告をしていただきます。
- ・ 現時点では、シンポジウムの申し込みの締め切りなどが確定していないため、詳細については後日メーリングリストでお知らせします。

次ページに続く

4. 学生会員の参加費は無料です

2017年から学生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一般会員、学生会員、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、一般会員より1,000円程度高くなります。学生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学生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。

5. 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、研究方法や学生向けの実験・実習法の解説なども歓迎します。

6. 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。

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。なお、次回の名簿発行は2021年6月の予定です。

8. 会費納入のお願い

2021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（2021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（ゼロイチキユウテン） 「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：neken2021@jsrr.jp 『根の研究』編集委員長：editor2021@jsrr.jp
Plant Root 編集委員長：editor2021@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/>

東日本大震災から 10 年

根の研究 編集委員長
秋田県立大学 小川敦史

2021 年 3 月 11 日で東日本大震災からちょうど 10 年になります。当時は、根の研究の表紙の裏だったと思いますが、会員のコラムを 1 ページ程度で連載していました。震災から 1 ヶ月後くらいに、その時の根の研究の編集委員長の中野先生（現 千葉大学、根の研究副編集委員長）からコラムの執筆の依頼がありました。震災 10 年目にあたり、この場をお借りしてその時掲載したコラムを再掲し、根の研究編集委員長として、また一研究者として「根の研究」でこれから何をやっていかなければいけないかということをもう一度考えてみたいと思います。

「ターニングポイント」

秋田県立大学 小川敦史

この原稿を書いているとき、東日本大震災から 1 ヶ月が経とうとしています。この度被災された方々に、心よりお見舞い申し上げます。私がいる秋田県は、同じ東北地方でありながら、2 日間停電があったくらいで、ほとんど被害はありませんでした。大学で農学を研究しているものとしてこの地震で 2 つ考えることができました。

1 つ目は、普段大学で農学の研究を行っていますが、こんな時、大学の研究っていうのはほとんど役に立たないということです。支援物資や支援金を集めたりすることはできましたが、残念ながら私ができる研究成果での貢献は今のところ皆無です。塩ストレス条件下での根の生長に関する細胞学的反応についての論文を書いたことはありますが、津波の被害を受けた田畑での作物栽培には直接力になれそうもありません。一方で、根研究会のホームページに設置された掲示板（注）で、津波による被害にあった田畑での回復に関する研究をされている研究者の方々が紹介されているように、今後これまで行われた研究成果が、被災地の復興に貢献する場面がくるかもしれません。根研究会の、分野は異なるにせよ「根研究会」の会員の方々には「農学」系に所属して方が多いのではないのでしょうか。農業に貢献する技術開発に真摯に取り組んでおられる方がいる一方で、現在の大学（特に日本の研究を牽引していると言われている大きな大学）での農学は、基礎研究へシフトしてきています。それは、研究費がとれる研究だからかもしれません。もちろん基礎研究を行うことは大学研究の使命です。一方で「農学」は元々農業に貢献するための学問です。この地震を「ターニングポイント」として、基礎研究にシフトしている現在の研究としての「農学」を考え直さなければいけないのではないのでしょうか。地震に対する対応だけでなく普段税金により行っている研究ですが、「農学」として実際に地域や日本に還元できる

技術の開発や普及に対する研究に、もう少し軸足をおいてみてもいいのではないかと考えました。

2つ目は、地震と原発事故に端を発した電力や燃料不足による混乱に関してです。私の家は幸いにも地震により2日間停電しただけでしたが、電気が復活したときには電気のありがたみを感じたと同時に、電気などのエネルギーに依存した今の日本のバランスの悪さを痛感しました。電気が止まり、燃料が不足する中、毎日変わらず供給されていたエネルギーは太陽の光です。そして、それを使って行う産業が「農業」です。今回の地震を「ターニングポイント」として、日本人の生活様式が変化していかなければいけません。資源の少ない日本では、これまでの多くのエネルギー消費によって支えられる生活から、「持続的社會」への転換が必要です。ここで大きく貢献出来るのが「農業」です。もうすっかり忘れてしまったかもしれませんが、地震が起きる前は、日本はTPPに加入すべきか、日本の今後の農業をどうすべきかが議論されていました。残念ながら日本の農業は現在危機的な状況にありますが、今回の地震を期に、私たちの生活スタイルの見直しと持続的社會に対する産業としての「農業」の貢献度の再評価を行う必要があると考えました。

私を含めた根研究会会員は一体何はでき、今後の日本の社會にどのように貢献していけばよいのかを考えさせられた一ヶ月でした。

「頑張ろう 東北！ 頑張ろう 日本！」

注：当時、根研究会のホームページに震災復興関係や研究支援関係に関する情報を掲示する掲示板が設置されました。

中空円筒ポットとフレキシブルピンネットによる根系採取法

中野明正^{*1)}・増田英莉子²⁾・石原良行³⁾

1) 千葉大学 学術研究・イノベーション推進機構

2) 千葉大学大学院 園芸学研究科

3) 三菱ケミカル株式会社

要 旨：根の挙動の観察と効率的な根の回収を可能とする、中空円筒ポットとフレキシブルピンネット法を開発した。本手法は根系の経時的観察が容易であり、従来のピンボード法に比べ調査する者がより安全に根系を回収することが可能である。

キーワード：イチゴ、2次元、根系採取、ピンネット。

Root sampling method by hollow cylinder-pin net method : Akimasa NAKANO^{*1)}, Eriko MASUDA²⁾ and Yoshiyuki ISHIIHARA²⁾ (¹⁾Chiba University Innovation Management Organization, ²⁾Graduate School of Horticulture, ³⁾Mitsubishi Chemical)

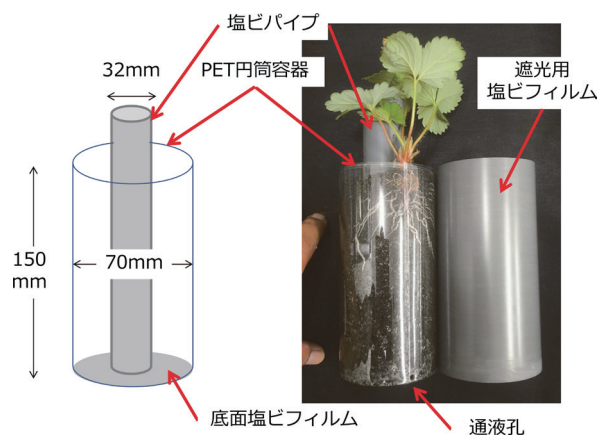
Abstract : Hollow cylinder-pin net method was developed in order to observe root behavior and sample the whole root system efficiently. This apparatus enabled us to observe temporal root behavior easily and sample root safer than ordinal root box-pin board method.

Keywords : Pin net, Root sampling, Strawberry, Two dimensions.

緒言

根箱法は根の生育を直接観察する手法としてよく用いられる。観察面として透明版を用いた箱に土壌などの培地を詰めて植物を栽培し、側面に2次元的に展開した根系を経時的に観察する手法である(関本, 1998)。2次元に展開した根はピンボード法により回収され定量化が試みられてきた(Kono et al., 1987)。根箱法は板状の箱を使用するため、自立させることが難しく、根箱を支持して栽培する必要があった。そのため、人工気象室等で栽培実験を実施する際にも、任意の配置がポット試験ほど容易ではなく、栽培個体数も限られることが問題であった。このような栽培装置の特殊性から根の研究への取り組みが進まないことも考えられた。また根箱に展開した根系の採取については、装置が開発され(神山ら, 2017)効率化が図られているが、ピンボード法では一般にステンレス製のピンを用いているため、学生実験などでは、外傷に注意するなどの配慮が必要である。

そこで、本報告では根箱と同様に、根系を経時的に観察しやすくするとともに、ハンドリングが容易な中空円筒ポットを開発した。合わせて、栽培終了後の根系をより安全かつ効率的に採取するためのプラスチック製のピンネットを用いる方法を開発した。



第1図 中空円筒ポットの大きさ(左)と実際の栽培の様子(右)。

材料と方法

1. 中空円筒ポットによるイチゴの生育

くみあいニッピ園芸培土1号(日本肥糧株式会社製造、性状:pH 5.8~6.5, EC 1.2 dS/m以下)を培養土として用いた。この培養土の1 kgあたりの肥料含有量は、N: 220 mg(内アンモニア態窒素が177 mg, 硝酸態窒素が44 mg), P₂O₅: 2775 mg, K₂O: 220 mg, MgO: 220 mgであった。なおこの培養土は粒状であり粒径は0.5~3 mmであった(立花ら, 2016)。この培養土を第1図の中空円筒ポット(容量450 mL)に充



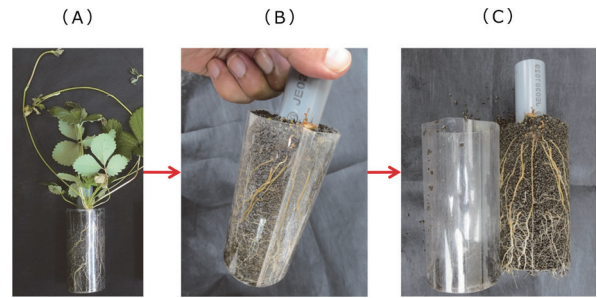
第2図 圃場におけるイチゴ栽培の様子。
温度センサーをパイプ内に設置した様子(中ほどの2株)、センサーがずれないように、プラスチック製のクリップで固定してある。

填した。外側の透明容器はポリエチレンテレフタレート (PET) 素材 (厚さ 0.15 mm) であり, その内側に, 外径 32 mm, 内径 25 mm の塩化ビニル管が垂直に自立するように, 底面に円形に切り抜いた塩化ビニルシート (直径 69 mm) を張り付けた装置を設置した。なお透明容器の底面には, 直径約 3 mm の通液孔を対面するように 2カ所あけて, 底面灌水を可能とした。本栽培容器により, 培養土が円筒形に充填されることになる。円筒上部に苗が定植された場合, 根はそこを起点に左右に筒の外側面に沿って裏に回り込むように展開する。1ヶ月程度であれば, 左に展開した根が右から展開した根に絡まることはなかった。本来3次元に展開する根を, 円筒の培養土に2次元に近い状態で展開させ, 根箱のように2次元の根系として採取可能となることが本手法の特徴である。

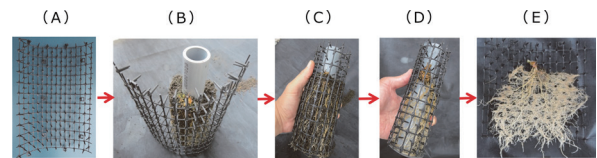
同ポットに苗テラスで育苗したイチゴ‘よつぼし’の苗 (2020年4月28日播種し, 約2カ月育苗) を同年6月29日に定植した。透明容器 (ポット) の外側は塩化ビニルフィルム (厚さ 0.3 mm, 灰色) で覆い (第1図右), 根に光が当たらないようにした。その後, 千葉大学柏の葉キャンパス内の太陽光型植物工場内において同年7月29日まで育成させた (第2図)。灌水は3日に1度程度1株あたり 100 mL の水道水を桶に注ぎ入れることにより行った。15分ごとに測定した株近傍の平均気温は 26.3°C であった。

2. フレキシブルピンネット法による根系の回収

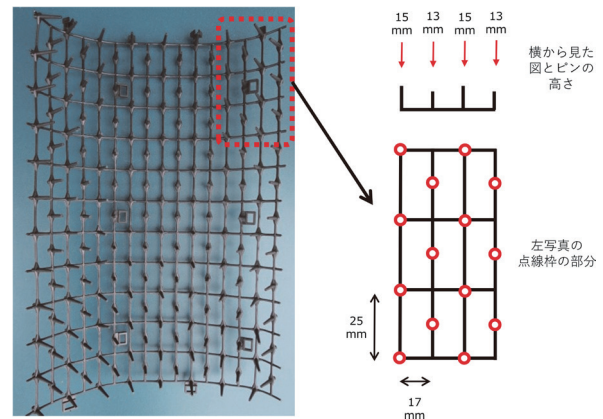
栽培終了後 (第3図A) に, 地上部を調査, 除去した後 (第3図B), ポットから根系を培地ごと引き抜いた (第3図C)。その後, ポリプロピレン製の獣害忌避具 (repellent device, 第4図A, (株) 大創産業) を培地塊に巻き付け (第4図B, C), 水道水で洗浄し培地を除去した (第4図D)。さらに, 局面が平らになるようにゆっくりと平面状に引き延ばして, 2次元の根系像



第3図 栽培終了時のイチゴの様子と根の取り出し。



第4図 ピンネット法による根系の洗い出しの様子。



第5図 ピンネットの構造。
○印はピンの位置を示す。

とした (第4図E)。なお, この器具のピンの長さは 15 mm および 13 mm であり, ピンとピンの列の間隔は 25 mm および 17 mm であった (第5図)。

結果と考察

外面が透明な中空円筒ポットを使用することにより根の観察が容易であった。根箱同様, 透明フィルムによる記録 (トレーシング) も可能であった。これは, 根は一定量, 培地内に存在するものの, 根が円筒の曲面に沿って展開するためと考えられた。そのため, 根箱に準じて経時的な変化も評価できる (第1図)。一方で, 実際にサンプリングされた量とトレースされた量の関連性については未解明のため今後調査する必要がある。また, 根箱とは異なり, 本手法で使用したポットは自立させることが容易であり, 人工気象室におけるハンドリングが改善された。一般に行われるポット試験と同様の感覚で実験が行えるとともに, 中央の円筒内部には, センサーの設置が可能であった (第2図)。

加えて、円筒内部に加熱や冷却装置などを装備すれば、根圏環境制御の実験が安定した条件で実施できると考えられる。

栽培終了後は、フレキシブルピンネット法により、根系の回収が容易に実施できた。根張りの状況や培地の性質にもよるが、1株あたり10分程度で第4図Eのような根系を得ることができた。比較的短時間で多数の根系が効率良く得られることから、たとえば、低下しやすい呼吸速度なども処理区の反復をとって評価できる可能性もある。また、画像解析などによる根長測定などもより容易になると考えられる。

根箱・ピンボード法も改良され(神山ら, 2017), 根系採取装置も開発されているが、特にピンボードはステンレスの釘などを使った装置でもあり、学生実験等で使用する際には注意を要する。本手法は、プラスチック製のネットを活用したものであり外傷に対するリスクがより低減されると考えられる。本手法により、培地環境が根系に与える影響の定量的評価がより簡便に

なる。

一方で、本手法は、培地容量が450 mL程度と少ないため、大型の作物には向かない。また、植物体が小さすぎる場合は、根系の発達が不十分となり、第3図Cの培地の引き抜き時に培地が崩れ、うまく根系が採取できないこともあった。イチゴのような比較的小型の作物の1ヶ月程度の根系評価に適する手法であると考えられた。

引用文献

- Kono Y., Yamauchi A., Nonoyama T., Tatsumi J., Kawamura N. 1987. A revised experimental system of root-soil interaction for laboratory work. *Environ. Contr. Biol.* 25: 141-151.
- 神山拓也, 吉留克彦, 荒川祐介 2017. 根箱・ピンボード法に用いる根系採取装置の開発と利用法. *根の研究* 26: 85-91.
- 関本均 1998. 根箱法. *根の事典編集委員会編 根の事典*. 朝倉書店, 東京. pp. 400-401.
- 立花耕, 武田征士 2016. 異なる土壌を用いたサギソウの栽培条件検討. *京都府立大学学術報告「生命環境学」* 68: 1-5.

植物組織の空隙率測定方法—1. 比重瓶法—

島村聡^{*1)}・塩野克宏²⁾・山内卓樹³⁾

1) 農研機構東北農業研究センター

2) 福井県立大学生物資源学部

3) 東京大学大学院農学生命科学研究科

要 旨 : 根における通気組織の形成量は、植物の耐湿性強弱を判断する一つの指標とすることができ、この評価法として根に占める細胞間隙の割合(空隙率)が利用されている。空隙率の測定には、比重瓶法、アルキメデス法および横断切片の観察による切片法がある。比重瓶法は、4回の重量測定で空隙率を算出できる。しかし、比重瓶は一定体積の試料を正確にはかりとる容器であるため、一定の温度下で取り扱うことが必須であり、比重・密度の測定には非常に繊細な作業を必要とする。ここでは、比重瓶法による空隙率の測定を容易にできるように、論文などではあまり記載されていない測定の注意点やテクニックを詳しく解説する。

キーワード : 空隙率, 細胞間隙, 通気組織, 比重瓶, 方法論.

Measurement of plant tissue porosity: I. Pycnometer method : Satoshi SHIMAMURA^{*1)}, Katsuhiko SHIONO²⁾ and Takaki YAMAUCHI³⁾ (¹⁾Tohoku Agricultural Research Center, NARO, ²⁾Faculty of Bioscience and Biotechnology, Fukui Prefectural University, ³⁾Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo)

Keywords : Aerenchyma, Intercellular space, Methodology, Porosity, Pycnometer.

1. はじめに

イネやヨシなど耐湿性が強い植物には、根の皮層などに細胞間隙が顕著に発達する。この細胞間隙は、細胞分裂が活発な根端などに酸素を供給する通気系としての機能を持つことから、通気組織と呼ばれる(有門, 1975; Justin and Armstrong, 1987)。通気組織の形成により、これら植物は、根圏が低酸素状態の湛水条件下においても生育することが可能である。一方、耐湿性が弱い植物では、細胞間隙の発達は微弱であることが多い。このように、細胞間隙の発達程度、すなわち通気組織の形成量は、植物の耐湿性強弱を判断する一つの指標とすることができるため、作物分野では耐湿性品種の選抜に利用されることがある(間野・小柳, 2009)。

通気組織形成量の評価法としては、根に占める細胞間隙の割合(空隙率)が利用され、その測定には、体積を正確に測定する比重瓶法、浮力を利用したアルキメデス法および横断切片の観察により横断面に占める細胞間隙の割合を算出する切片法があり、多くの論文で報告、採用されている。いずれの仕組みも単純であることから、容易に取り組みそうだが、実際に測定しようとする初心者がつまずいてしまう多くの注意点がある。残念ながら、これら注意点の詳細は論文には

書かれていないこともある。また、著者らはこれまでに空隙率の測定を試み、測定にはいくつかのテクニックが必要であることが分かってきた。そこで、初心者が空隙率の測定を容易にできるように、方法論を含め、測定の注意点やテクニックを4回連載で解説したい。本報では、比重瓶法について紹介する。

2. 比重瓶法による空隙率測定

比重瓶は比重・密度を測定するために一定体積の試料を正確にはかりとる容器であり、Jensen et al. (1969)はこれを利用した空隙率の測定方法を紹介している。しかし、試料をボールミル法で粉碎して細胞間隙内のガスを抜くために、比重瓶に粉碎した試料を戻したときに測定誤差が大きくなることが予想されることから、現在では、真空ポンプなどで脱気し、細胞間隙のガスを水に置換する改良法が用いられている(Justin and Armstrong, 1987; Armstrong 1993; 上埜, 1994; Visser et al., 1996; Bacanamwo and Purcell, 1999; Fan et al., 2003; Shimamura et al., 2003; 2007; 2014)。また、改良法では試料の粉碎をせずに測定できるため、測定後に切片を作成して、内部組織の観察をすることも可能である。比重瓶法で空隙率を測定する手順は、以下の通りである(第1図)。

[手順1] 試料の重量(G1)を測定する。

[手順2] 比重瓶に水を満たし、その重量 (G2) を測定する。

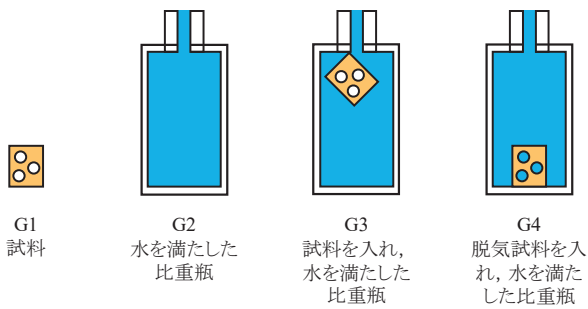
[手順3] 比重瓶に試料を入れ、水を満たして重量 (G3) を測定する。

[手順4] 脱気した試料を比重瓶に入れ、水を満たして重量 (G4) を測定する。

空隙率は、各重量の測定値から次式で算出される。

$$\text{空隙率 (\%, v/v)} = 100 \times [(G4 - G3) / (G1 + G2 - G3)] \quad (\text{式1})$$

式1は計算された最終式であるため、式自体に意味はないが、3. (5) の項目でどのようにして最終式が導き出せるのかを理解しておく必要がある。このように、重量を4回測定すれば空隙率を求めることができる。なお、第1図のように、脱気前に試料が浮き、脱気後に沈んでいる場合、各重量の関係は $G3 < G2 < G4$ となる。また、次回解説するアルキメデス法と同様に、比重瓶法は空隙に含まれるガス量で空隙率を算出する



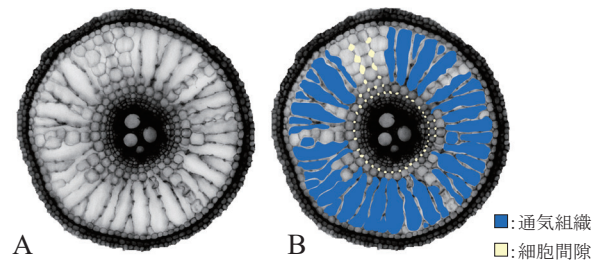
第1図 各重量測定イメージ図。
ハーバード型の比重瓶を例にしている。

ため、十分に発達した通気組織に加え、微細な細胞間隙などにガスが含まれている場合も、空隙率に含まれることになる(第2図)。従って、空隙率は通気組織に限った評価でないことに注意する必要がある。各植物の空隙率を第1表に示しているの、実際に測定したときの比較として利用していただきたい。

3. 測定の注意事項

(1) 比重瓶の選択

ガラス製の比重瓶には、ワードン型、ゲーリュサック型、ハーバード型などいくつかの種類があり、容量も様々である。いずれも測定に支障はないが、ワードン型およびゲーリュサック型は口が狭く、試料の出し入れが困難である。一方、ハーバード型(第3図)は、容量は小さいが、口が広く、試料の出し入れが容易である。1回の測定には2時間程度かかるので、試料数



第2図 比重瓶法で測定される空隙のイメージ図。
A: イネの根の横断切片。B: 横断切片における通気組織と細胞間隙の分布。通気組織の他に、細胞間隙などにガスが含まれている場合には、空隙率に含まれる。

第1表 比重瓶法による各植物における空隙率。

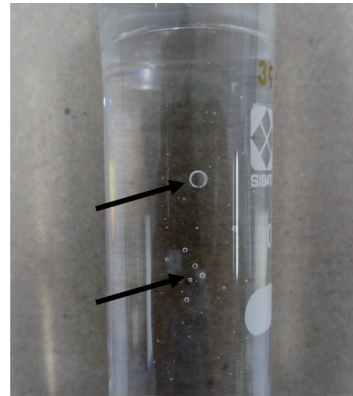
種名	分布域 ¹⁾	測定部位	空隙率 (%)		出典
			灌水又は好気条件	灌水又は嫌気条件	
<i>Pisum sativum</i> エンドウ	非湿地帯	根	0.6	3.8	Justin and Armstrong, 1987
<i>Rumex acetosa</i> スイバ	非湿地帯	不定根	- ²⁾	9.0	Visser et al., 1996
<i>Vicia faba</i> ソラマメ	非湿地帯	根	1.9	3.8	Justin and Armstrong, 1987
<i>Glycine max</i> ダイズ	中間地帯	根および茎基部	0.0-4.9	9.4-15.5	Bacanamwo and Purcell, 1999
<i>Glycine max</i> ダイズ	中間地帯	胚軸	7.3	24.2-32.9	Shimamura et al., 2003
<i>Luffa cylindrica</i> ヘチマ	中間地帯	不定根	-	11-45	Shimamura et al., 2007
<i>Rumex conglomeratus</i> アレチギシギシ	中間地帯	不定根	-	41.9	Visser et al., 1996
<i>Rumex crispus</i> ナガバギシギシ	中間地帯	不定根	-	39.0	Visser et al., 1996
<i>Rumex obtusifolius</i> エゾノギシギシ	中間地帯	不定根	-	28.8	Visser et al., 1996
<i>Zea mays</i> トウモロコシ	中間地帯	根	16.0	18.5	Justin and Armstrong, 1987
<i>Juncus effusus</i> イ	湿地帯	根	39.6	36.1	Justin and Armstrong, 1987
<i>Oryza sativa</i> イネ	湿地帯	根	15.3	35.1	Justin and Armstrong, 1987
<i>Phragmites australis</i> ヨシ	湿地帯	根	43.5	51.9	Justin and Armstrong, 1987
<i>Rumex hydrolapathum</i> ミゾダイオウ	湿地帯	不定根	-	47.0	Visser et al., 1996

代表的な植物種の空隙率を示したが、栽培条件、生育期間、処理期間、測定部位、通気組織の発達程度によって空隙率は異なるため、出典間での単純な比較はできない。

1) : 出典に記載されていない場合には、著者らの判断で分布域を示した。
2) : 出典で空隙率が測定されていないことを示す。



第3図 ハーバード型比重瓶.



第4図 比重瓶に水を満たしたときに内側に付着した気泡.

に応じてある程度の数の比重瓶をそろえておく必要がある。

(2) 電子天秤

グラム重で、小数点以下3桁以上を測定できる防風付き電子天秤を使用する。

(3) 試料の調整

試料は多ければ多いほど測定誤差は小さくなる。また、土などを落とすために水洗いした試料では、付着している水を取り除く必要があるが、時間をかけすぎると試料内部の水分も失うことになるので、注意が必要である。

(4) 試料の脱気

論文ごとに脱気時間、減圧条件、脱気回数に記載は異なるが、これは試料の量 (0.1 ~ 0.5 g 以上) や大きさ (5 ~ 20 mm) に依存していると思われる。しかし、減圧しすぎると沸騰して、試料を壊すことがあるので、沸点に達する直前の減圧条件を維持することが望ましい。減圧すると試料は浮き上がるため、常圧に戻すときに空気が試料に再び入り、脱気できないことがある。そのため、脱気時に試料が水面に浮き上がらないように、組織がつぶれない程度の金属片などの重しを載せるなど工夫する必要がある。また、ゆっくりと常圧に戻し、細胞間隙内のガスを水に置換する。なお、比重瓶に入れた状態で脱気を行うと、気化熱で比重瓶が冷却されるため、室温に戻すのに時間を要することから、試料を別の容器に移し替えて脱気することを推奨する。

(5) 測定場所と水

空隙率は前述した式1で算出されるが、正確には右辺は次式からなる。

$$\text{空隙率 (\%, v/v)} = \text{空隙の体積} / \text{試料の体積} \times 100$$

$$\text{(式 2)}$$

$$\text{脱気処理による間隙中のガスと置換した水の重量} \\ = G4 - G3 \quad \text{(式 3)}$$

$$\text{空隙の体積} = (G4 - G3) / \rho \quad \text{(式 4)}$$

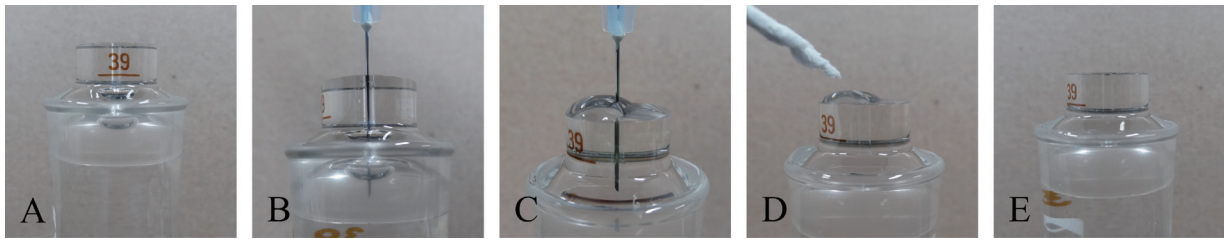
$$\text{試料の体積と同等の水の重量} = G1 + G2 - G3 \quad \text{(式 5)}$$

$$\text{試料の体積} = (G1 + G2 - G3) / \rho \quad \text{(式 6)}$$

ρ は水の密度である。測定時に、水温が一定であれば式2で水の密度を無視することができるが、水温が変化しやすい場所であれば無視できない。このため、一定の温度を維持できる空調設備が付いた実験室で測定することが必須で、直射日光が当たらない暗室が望ましい。また、測定に使用する水 (蒸留水) を前日に準備して、室温と同じにしておく。なお、Armstrong (1993) および Fan et al. (2003) は、脱気水を使用しているが、比重瓶内に気泡を生じさせないように工夫していると思われる。

(6) 比重瓶の取り扱い

比重瓶 (ハーバード型) を用いて、G2、G3 および G4 を測定するが、準備は水中で行う。比重瓶を水中に沈めた時に、内側に気泡が付くことがあり (第4図)、これを取り除く必要がある。超音波洗浄機で数秒間繰り返し処理すると取り除きやすい。次に、気泡が付かないように試料をゆっくり水中に沈め、比重瓶に入れる。脱気前の試料は浮き上がりやすいので、比重瓶を逆さまにしておくとうれやすい。その後、栓をゆっくり一定の力で締める。特に、G3の測定では、早く締めると試料中のガスが水圧で押し出されることがあるので注意する。また、比重瓶の栓と口は磨りガラスになっているので、締めすぎると栓が外れにくくなる。水中から比重瓶を取り出して、内部に気泡がないことを確かめた後、ペーパータオルなどで付着した水を拭き取る。これらの作業による摩擦や体温などで比重瓶の温度は変化しているため、30分ほど実験台の上に放置して室温に戻す必要がある。



第5図 水のメニスカス調整の手順.

- A: 放置後, 瓶内まで水位が下がっている.
 B: 毛管から注射針を挿入し, 針先は水面下まで入れる.
 C: 水を注入し, 毛管上に水をわずかにあふれさせる.
 D: あふれた水をこより状にしたペーパータオルなどで吸い取る.
 E: 水を毛管上部ですり切り状態にする.

放置後, 瓶内の水位が下がるので (第5図A), 栓中央にある毛管内の水のメニスカスを栓の標線に一致させる必要がある. しかし, この操作はかなり難しい作業なので, 次の手順を推奨したい. なお, 注意点としては, 握っただけで比重瓶の容量が容易に変化するので, 手順1および2の作業中は比重瓶を絶対に触らないことである. 手順3では, 一定体積の水 (試料も含む) を正確にはかり取った後であるため, 比重瓶の容量が変化しても問題ないので触れても良い.

[手順1] 栓の毛管から注射針 (針内の空気は抜いておく) を入れ, 針先は水面下に達するようにし (第5図B), 注射器でゆっくり水を注入し, 毛管上に水をわずかにあふれさせる (第5図C). 栓の縁から水がこぼれた場合, 付着した水をペーパータオルなどで拭き取り, 再度, 乾燥するまで放置する.

[手順2] あふれた水をこより状にしたペーパータオルなどで吸い取り (第5図D), 水を毛管上部ですり切り状態にする (第5図E). 毛管の際に紙縞りを押しつけると, すり切り状態になりやすい. なお, 毛管の上に直接押しつけると, 水を吸いすぎやすい. この場合, 手順1からやり直す.

[手順3] 栓の上に水滴が全く付いていないことを確認した後, 比重瓶をつかみ, 電子天秤に乗せて重量 (G2, G3およびG4) を測定する.

4. おわりに

このように, 比重瓶法では重量を4回測定すれば空隙率を求めることができるが, 非常に繊細な作業を要する. このため, 実験材料を用いて初めて測定するのではなく, 各自の技量を確かめるため, 鉄球など空隙がない試料で空隙率が0%になるのかを事前に訓練することをお勧めする. また, 通気組織が発達した根などを例に解説したが, 葉, 茎, 種子など器官ごとに発

達する組織は異なるので, 空隙率の比較をするのも良いだろう.

引用文献

- 有門博樹 1975. 通気組織系と作物の耐湿性. オリエンタル印刷, 三重. pp. 1-149.
 Armstrong, W. 1993. Aerenchyma, intercellular gas space and aeration. In Hendry, G. A. F., Grime, J. P. eds., *Methods in Comparative Plant Ecology: A Laboratory Manual*. Chapman & Hall, London, pp. 29-32.
 Bacanamwo, M., Purcell, L. C. 1999. Soybean root morphological and anatomical traits associated with acclimation to flooding. *Crop Sci.* 39: 143-149.
 Fan, M., Zhu, J., Richards, C., Brown, K. M., Lynch, J. P. 2003. Physiological roles for aerenchyma in phosphorus-stressed roots. *Funct. Plant Biol.* 30: 493-506.
 Jensen, C. R., Luxmoore, R. J., Van Gundy, S. D., Stolzy, L. H. 1969. Root air space measurements by a pycnometer method. *Agron. J.* 61: 474-475.
 Justin, S. H. F. W., Armstrong, W. 1987. The anatomical characteristics of roots and plant response to soil flooding. *New Phytol.* 106: 465-495.
 間野吉郎, 小柳敦史 2009. イネ科作物の耐湿性研究の現状と今後の展開方向. *日作紀* 78: 441-448.
 Shimamura, S., Mochizuki, T., Nada, Y., Fukuyama, M. 2003. Formation and function of secondary aerenchyma in hypocotyl, roots and nodules of soybean (*Glycine max*) under flooded conditions. *Plant Soil* 251: 351-359.
 Shimamura, S., Yoshida, S., Mochizuki, T. 2007. Cortical aerenchyma formation in hypocotyl and adventitious roots of *Luffa cylindrica* subjected to soil flooding. *Ann. Bot.* 100: 1431-1439.
 Shimamura, S., Yoshioka, T., Yamamoto, R., Hiraga, S., Nakamura, T., Shimada, S., Komatsu, S. 2014. Role of abscisic acid in flood-induced secondary aerenchyma formation in soybean (*Glycine max*) hypocotyls. *Plant Prod. Sci.* 17: 131-137.
 上笠喜八 1994. 根の通気組織形成量の測り方. *根の研究* 3: 121.
 Visser, E. J. W., Blom, C. W. P. M., Voeseek L. A. C. J. 1996. Flooding-induced adventitious rooting in *Rumex*: morphology

and development in an ecological perspective. *Acta Bot. Neerl.* 45: 17-28.

複数画像の自動解析が可能な根長評価のための ImageJ マクロの公開

田島亮介

東北大学大学院農学研究科附属複合生態フィールド教育研究センター

作物生産において根系の役割は重要であり、根系の役割のひとつである養水分吸収を評価する上で、作物個体あたりの根長や土壌体積あたりの根長密度は重要な形質である。根長や根長密度を評価するには、多大な労力が必要である。例えば、圃場から採取して評価するのであれば、圃場から根を土塊ごと掘り取り、篩上で注意深く根の洗い出しをおこない、その後、根長を測定することになる。この根長の測定において、筆者はこれまでコンピュータを利用した画像解析による手法を提案してきた (Tajima and Kato 2011, 2013)。提案した画像解析による根長評価には ImageJ を用いている。ImageJ はオープンソースの画像解析アプリケーションであり、様々な画像形式に対応して、様々な画像処理をおこなうことができる。また、ImageJ は拡張性が高く、必要に応じて、ImageJ に自動処理の指示を出すことのできるマクロやプラグインを導入して解析をおこなうことができる。このうちマクロは複雑な作業工程を記述することはできないが、自然言語に近く直観的で扱いやすい。筆者は先に挙げた研究で提案した手法に基づいて、複数画像に対して自動で画像あたりの根長および直径別の根長を評価できる ImageJ マクロを記述して解析に利用している。

根長評価においては、画像解析の手法だけではなく、その前段の根系の採取や根系の画像をどのように取得するかが重要であると考えており、また、研究者のニーズに合わせてマクロを書き換える必要が生じる場合もあるため、これまでは直接連絡をもらった場合にのみ、対面で相談、説明をおこなって根長評価のための ImageJ マクロを提供してきた。しかしながら、2020 年、Covid-19 の世界的な流行により、人の移動が制限される中で、その対応が難しくなった。そこで、今回作成してきた根長評価のための ImageJ マクロを整理して、ソースコードが共有可能なプラットフォームである GitHub 上で公開・配布することにした。すでに <https://github.com/blukaniro/rootmeasure> にアクセスすればダウンロードが可能である。公開・配布に際してこの ImageJ マクロの利用方法について、若干の情報を共有したい。なお、基本的な根の画像取得方法や ImageJ マクロの扱い方については、田島 (2014) で解説して

いるのでそれを参考にしてほしい。

上記の URL よりダウンロードした ImageJ マクロを ImageJ にインストールすると「TotalRootLength」と「RootLength_in_DiameterClasses」という 2 つの根長評価のプログラムがインストールされる。「TotalRootLength」は根の直径を区別せず全根長を評価する場合に用い、Tajima and Kato (2011) に基づいて作成している。一方、「RootLength_in_DiameterClasses」は直径別の根長を評価するもので Tajima and Kato (2013) に基づいて作成している。どちらも根長は cm 単位で示され、デフォルトでは 400 dpi の画像に対応している。「TotalRootLength」は ImageJ マクロの 2 行目の、

```
dpi = 400;
```

の「400」を解析する画像の dpi の数値に書き換えた上で、ImageJ マクロを ImageJ にインストールすれば、指定した dpi で根長の評価が可能である。一方で、「RootLength_in_DiameterClasses」は 400 dpi にのみ対応している。

複数画像の連続自動測定に際して、事前準備として特定の場所に特定のフォルダを作成して、解析に用いる画像をその中に入れる必要がある。具体的には Macintosh の場合はホームフォルダ (家型のアイコンを持つユーザ名のフォルダ) に、Windows の場合は、ユーザ名のフォルダ (C:\Users*****) の中に「Roots」と「Diameters」の 2 つのフォルダを作成する必要がある。このうち「Roots」フォルダに解析に用いる画像を入れる。

根系画像をスキャナで取得する場合、第 1 図のように枠が画像内に写る。この枠はこの根長評価手法においては根と区別できないため取り除く必要がある。しかし、枠がスキャナ上の同じ位置にあるよう注意しながら根系画像を取得すれば、公開した ImageJ マクロでは、根長評価の際に、画像から枠をあらかじめ切り抜くことなく、解析を行うことができる。そのためには ImageJ マクロの 6 行目から 9 行目にある、

```
x=0;
```

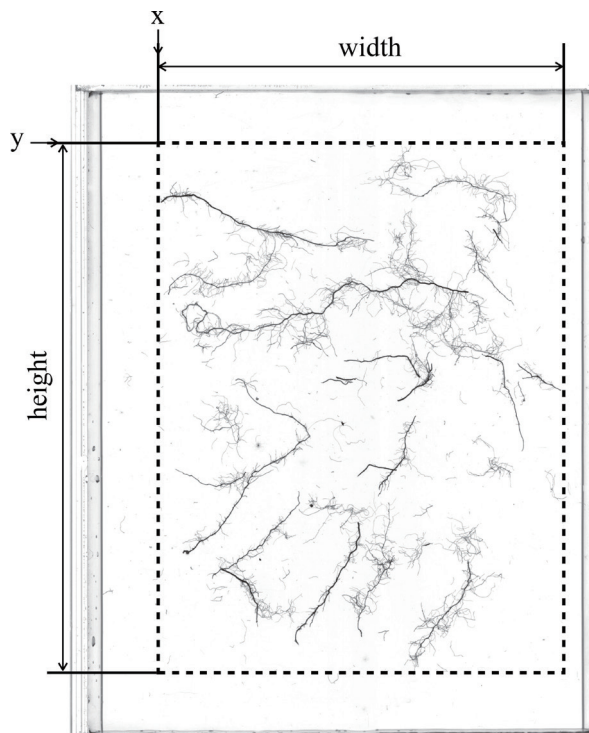
```
y = 0;
width = getWidth();
height = getHeight();
```

を書き換える必要がある。なお、ImageJ マクロの初期設定では切り抜きをおこなわずに根長評価をおこなう設定となっている。

x, y, width, height の値は、それぞれ第 1 図に示す値である。この値は画像を ImageJ で開き Rectangle で矩形の選択処理をおこなう等することにより簡単に確認することができるので、確認の上書き換えれば良い。例えば 400 dpi の A4 サイズで取得した図の例であれば、

```
x = 500;
y = 430;
width = 2500;
height = 3200;
```

とする。先に説明した dpi の変更と同様に、この変更を行った上で ImageJ マクロを ImageJ にインストールすれば設定が反映され、解析をすることができる。



第 1 図 根系画像例と切り抜き時の各値。

この ImageJ マクロは MIT ライセンスで配布するので、それに従って利用してほしい。また、この ImageJ マクロを利用して成果発表等を行う場合には、「TotalRootLength」を利用した場合、Tajima and Kato (2011) を、「RootLength_in_DiameterClasses」を利用した場合、Tajima and Kato (2013) を引用してもらいたい。

引用文献

- 田島亮介 2014. ImageJ を用いた画像解析による根長の評価. 根の研究. 23: 75-81.
- Tajima, R., Kato, Y. 2011. Comparison of threshold algorithms for automatic image processing of rice roots using freeware ImageJ. Field Crops Res. 121: 460-463.
- Tajima, R., Kato, Y. 2013. A quick method to estimate root length distribution in diameter classes by using freeware ImageJ. Plant Prod. Sci. 16: 9-11.

菜根譚 野菜の根の話

中野明正

千葉大学 園芸学研究所, 学術研究・イノベーション推進機構

11. ダイコンの中の大根

ダイコンの栽培種は中央アジアが起源地のひとつと考えられている。日本には弥生時代には伝わっていて、古くから栽培されていた。そして江戸時代には100種以上の地方品種があったと言われている。今スーパーに行くと、ダイコンといえば、ほぼ青首ダイコン(図右)、収穫がしやすく味も良く、1970年代から爆発的に普及し、今や、冬はおでん、夏はサラダとして食卓の必需品となっている。一方で、特色のある地方品種の多くは、特産品として細々と生き延びている状況に追いやられた。

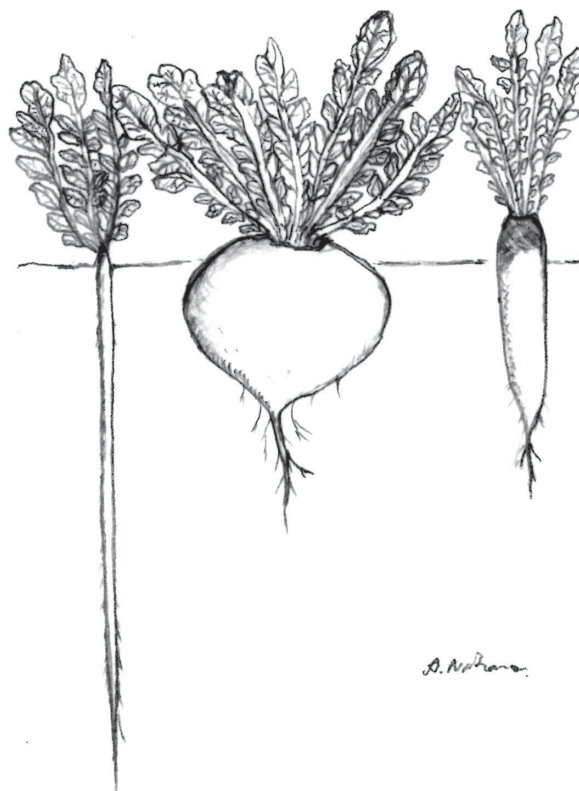
根としてのバラエティーは作物中で随一であろう。長さでは守口ダイコン(図左)、大きさでは桜島ダイコン(図中央)、海外の研究者に聞いても日本ほどダイコンの品種が多様化した国は珍しいとのことだ。昨今発展の著しいのゲノム解析技術を活用して、ダイコンのゲノム配列が次々と明らかとなった。2014年に東北大学グループ、2015年に東京農業大学等が青首系ダイコンのゲノム解読に成功し、2016年に韓国の研究グループが数種のダイコンのゲノム解読の成果を発表した。この段階ではいずれも不完全な地図であった。それもそのはず、ダイコンゲノムはシロイヌナズナの3倍あり、複雑なゲノム構造だった。2020年農研機構(農業生物資源ジーンバンク)に保存されている“晩生桜島”(おくてさくらじま)を材料に、精密なゲノム解読が実施された。世界一大きな根の品種といわれる桜島ダイコンをターゲットにしたユニークな取り組みだ。

この成果は、従来のダイコンゲノム情報を大幅に上回る精度で、ゲノム配列を解読したことが技術的に特筆できる。そして、そのゲノム配列中に8万個の遺伝子が見出された。青首系ダイコンの遺伝子との比較で、

3万個の遺伝子が桜島ダイコンで新規に見つかった。キャベツやブロッコリーなど他のアブラナ科作物の品種改良への貢献も期待できる。そして「なぜ桜島大根の根が巨大化したのか?」、この謎が遺伝子レベルで解明される日も近いことだろう。

参考文献

Shirasawa, K., Hirakawa, H., Fukino, N., Kitashiba, H., Isobe, S. 2020. Genome sequence and analysis of a Japanese radish (*Raphanus sativus*) cultivar named 'Sakurajima Daikon' possessing giant root. DNA Res. DOI: 10.1093/dnares/dsaa010.



第53回根研究集会のお知らせ 53th Biannual Meeting of JSRR

第53回根研究集会を2021年6月5日(土)～6日(日)に、オンラインにて開催いたします。オンライン大会ですので、時間内の途中からの参加や退出も可能です。また「根研究学会」の会員以外の方も発表・聴講を歓迎いたします。皆さまお誘い合わせの上、ふるってご参加ください。

<日時> 2021年6月5日(土) 9:50～6月6日(日) 12:10
June 5th, 2021 (Sat.) 09:50～June 6th, 2020 (Sun.) 12:10

<場所> オンライン開催のため各自の職場・自宅などからアクセスしていただきます。
Site: Access from your own site.

<参加費> Registration fee (お支払い方法については後日ご連絡いたします)

一般会員 General members	3000 円 ¥3000
一般非会員 General non-members	4000 円 ¥4000
学生会員 Student members	無料 Free
学生非会員 Student non-members	4000 円 ¥4000

<プログラム概要(予定)> Program (tentative)

6月5日(土)

- 09:30-09:50 受付 Registration
- 09:50-10:00 開会の挨拶 Opening remarks
- 10:00-12:00 口頭発表 Oral session
- 12:00-13:00 お昼休憩 Lunch break
- 13:00-14:30 口頭発表 Oral session
- 14:30-15:00 休憩 Break
- 15:00-17:00 口頭発表 Oral session

6月6日(日)

- 09:00-10:30 口頭発表 Oral session
- 10:30-10:45 休憩 Break
- 10:45-11:45 総会 General meeting
- 11:45-12:00 表彰式 Awards ceremony
- 12:00-12:10 閉会の挨拶 Closing

※30題程度を上限に口頭発表を募集いたします。1題15分予定(質疑応答を含む)でオンライン会議システムを用いた口頭発表となります。なお、本大会ではポスター発表を行いませんのでご了承ください。使用するネット会議システムについては後日お知らせします。

【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・研究発表の申し込み> Registration

* 各種締め切り日

- 参加・発表申込：2021年4月30日（金）Registration for presentation: by April 30th (Fri.), 2021.
- 講演要旨提出：2021年5月14日（金）Abstract by May 14th (Fri.), 2021

参加申し込み Registration method

参加・研究発表のお申し込みは **Google フォーム**より必要事項を入力して送信ください。参加申し込みをする方は、下記リンク先ならびにQRコードからアクセスください。

Please write in the registration form by **Google Form**. Access the below URL or QR-code.

<https://forms.gle/vXebehU97yZCKJn6>



発表形式 Type of presentation

口頭発表（発表 10-12 分+質疑 3 分，予定）。本大会は，ポスター発表 を実施いたしません。
Oral presentation (10-12 min + 3 min discussion)

講演要旨の提出 Abstract submission

* 講演要旨提出の締め切り：2021年5月14日（金） Submit by May 14th (Fri.), 2021

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：macky@shinshu-u.ac.jp

Send the abstract as MS-Word file to macky@shinshu-u.ac.jp

<講演要旨の書き方> (A 4 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).

- 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).
- 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。 Type the title, author(s), affiliation, email address and then abstract sentences.
- 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.
- 講演者名・所属・連絡先：明朝系・10 ポイント・センタリング。連絡先は括弧に入れる。
Use 10-point Times font (e.g., MS Times New Roman) 10 point, centering for the name(s) of author(s), affiliation and corresponding email.
- 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.

<講演要旨提出，問い合わせ先> Contact

牧田直樹（信州大学理学部）〒390-8621 長野県松本市旭 3-1-1 E-mail macky@shinshu-u.ac.jp
Naoki MAKITA (Shinshu University) 3-1-1 Asahi, Matsumoto, Nagano, 390-8621, JAPAN

『森の根の生態学』

平野恭弘, 野口亨太郎, 大橋瑞江 編, 352pp, 共立出版, 東京, 2020
(本体 4000 円 + 税, ISBN: 978-4-320-05813-2)

本書は画期的である。それは、作物でもなく草本でもない、樹木の根に着目して、様々な側面から網羅的に取り扱って一冊にまとめたところにある。私自身、樹木の根を研究対象とする者の一人として、このような教科書を待ち望んでいた。根は「The hidden half」と呼ばれるように、一見その全体像は土壌に隠れていて見えないが、植物の機能の半分を担う重要な器官である。しかし見えないが故に、分かっていないことが多い。また、地上部と地下部の関係についても、根が見えないだけに不明な点が多く、私自身興味を持っている。本書は、「樹木の根を対象とする唯一の教科書」(まえがき)とある通り、樹木の根に関する基礎的なことから森林、生態系、地球としての系全体との関係について包括的に書かれている。

本書の構成として、まず序章「森林を支える樹木根」で、森林および樹木根と様々な環境との関わりについての位置付けが解説されるところから始まる。続いて、第1章「樹木の根系と分布」では基礎知識、第2章「樹木根の成長」では個体レベルの成長と機能、第3章「物質循環と樹木根」では生態系スケールでの循環といった「樹木根の成長と機能に関わる基礎的な仕組み」(序章)が詳しく、丁寧に説明されたものとなっている。これらの章には樹木根とは? という基本的なことから、樹木根の季節動態、土壤微生物との関係、養分吸収機構、枯死後の根の土壤化といった、樹木根の一生が詰まっていると感じた。第4章「環境変動と樹木根」、第5章「樹木根の発揮する減災機能」で「近年注目されてきた応用的な課題に対して、根がどのような役割を担っているか」(序章)について、具体的な環境要因ごとの研究事例や森林管理への提案に至る内容が展開されている。この2つの章では、例えば大気中の二酸化炭素濃度が上昇した場合の根の応答といったように、環境の違いから樹木根を見るという観点で書かれている。さらに、近年増加している気象災害と根の機能との関係を扱っており、このような実践的なテーマは分野を超えて多くの人々が注目しているものである。そして終章「樹木根と森林の生態系サービス」で、樹木根

の機能を森林の生態系サービスという観点から各章と関連付けながらとりまとめ、現在世界の潮流となっている持続可能な開発目標 (Sustainable Development Goals: SDGs) への森林および樹木根研究の貢献について示唆し、全体を締めくくっている。

以上のように本書は、樹木根に興味を持つ学生や研究者だけでなく、政府関係者、気候変動や森林保全に関心をよせる地域住民、樹木医や林業・林産物の関連企業といった、様々な立場の人に向けて書かれている。本書では専門用語ができるだけ平易な表現で記述され、また、図表や写真を豊富に用いて現象を解説するなど、わかりやすい教科書としての工夫が随所になされている。このため、根っこビギナーの方でも興味のある方はぜひ手に取って読んでいただきたい。

私自身としても今後の研究活動において多いに活用できると感じている。私は根の基礎的な研究を行っているが、生態学的な研究論文を読んだり発表を聴いたりする際、この根の測定項目は何についての指標なんだっけ? と思うことがある。これまでは原著論文にあたる等していたが、原著論文では英語で説明されているので理解するのに時間がかかっていた。本書では根のさまざまな指標について日本語で解説されており、全て一冊にまとまっているので、今後は何か困ったときに本書の索引から検索できると期待している。

最後に、編者の平野恭弘氏、野口亨太郎氏、大橋瑞江氏らは 2000 年代前半から樹木根研究のネットワークの重要性を感じ、国内の樹木根研究のネットワーク作りを牽引されてきた。本書は、研究者のネットワークが「樹木根のように十分に張り巡らされた」帰結として企画されたものとある(まえがき)。執筆者ら(コラムも含め)は日本の各分野の第一線の研究者であり、最新の知見が彼ら、彼女らの原著論文を含めて多くの文献を引用する形で非常に分かりやすく解説されている。本書の発行に当たって多くの時間とエネルギーが使われた執筆者ら、関係者らの努力に大きな謝意と敬意を表したい。

(兵庫県立大学環境人間学部 遠藤いず貴)

公 示

名簿データ登録（更新）のお願い

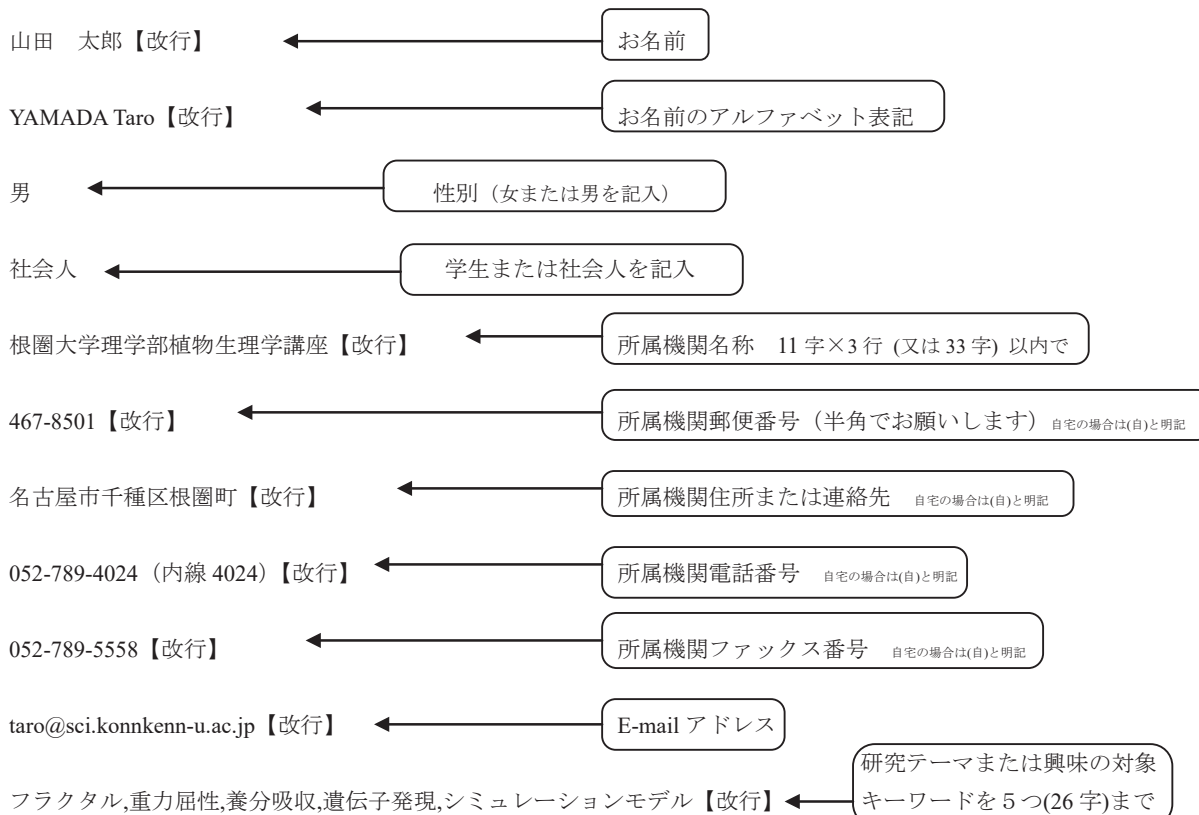
根研究学会では、会員の皆様にデータ登録をお願いしております。これは、会誌発送を確実にするとともに、会員相互の交流を目的とするものです。特に異動などで変更が生じた方は、お手数ですが以下の要領でデータ更新をお願いいたします。この名簿データをもとにして、隔年で会員名簿を会員の皆様にお届けいたします。以下の様式をご利用いただき、ご登録にご協力いただきますようお願いいたします。

発送手段は、E-mail, FAX, 郵送いづれでも結構です。なお、E-mail での登録は、標題 (subject) を“根研名簿”として下さい。また FAX, 郵送の場合には、裏面の様式をコピーして郵送あるいは FAX にてお送り下さい。根研究学会ホームページの [入会・登録変更フォーム・退会フォームのサイト](#) から簡単に手続きできるようになりました。

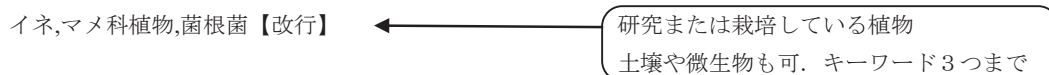
E-mail での送信は以下の例の手順でお願いします。

注意としては、数字、ローマ字、コンマは半角でお願いします。なお、全ての項目を記入する必要はありませんが無記入の項目に対しては【改行】のみ入力して下さい。

送付先：neken2021@jsrr.jp 題名(Subject) を「根研名簿」として下さい。



注) コンマ (半角) の後ろにはスペースを入れないで下さい (以下同様)。



作物学会,植物生理学会,土壌肥料学会【改行】 ← 所属学会3つまで

会誌の郵送先が上記の住所と異なる場合のみ以下の項目を続けて下さい。



以上の入力終了しますと、モニター上は次のような状態になっています。

山田 太郎
YAMADA Taro
男
社会人
根圏大学理学部植物生理学講座
467-8501
名古屋市千種区根圏町
052-789-4024 (内線 4024)
052-789-5558
taro@sci.konnkenn-u.ac.jp
フラクタル,重力屈性,養分吸収,遺伝子発現,シミュレーションモデル
イネ,マメ科植物,菌根菌
作物学会,植物生理学会,土壤肥料学会
464-8603
名古屋市千種区北千種3

会誌の送付先が所属機関と異なる方のみ

=====**郵送・FAX用フォーム**=====

送り先：〒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
FAX：03-3553-2047

フリガナ
ご氏名： _____

氏名のアルファベット表記： _____

所属機関名称： _____

所属機関住所： (〒□□□□-□□□□) _____

(または連絡先) _____

TEL _____ (内線 _____) FAX _____

E-mail アドレス _____

主な研究テーマまたは興味の対象に関するキーワード (伸長, 重力屈性, 組織形成, 養分吸収, ストレス耐性, 遺伝子発現, 根系調査法, ミニライゾトロンなど.)

- (1)
- (2)
- (3)
- (4)
- (5)

研究または栽培している植物のキーワード (イネ科作物, マメ科作物, 林木, 果樹, チャ, トウモロコシ, ダイズ, アラビドプシスなど. 土壌や微生物でも可.)

- (1)
- (2)
- (3)

所属の学会等： _____

会報送り先 (上記住所と異なる場合)

： (〒□□□□-□□□□) _____

公 示

根研究学会会則

(2015年9月総則改定・2020年1月附則改定)

総 則

第1条 本会は、根研究学会（英語名称は Japanese Society for Root Research, JSRR）と称する。本会は、1992年1月1日に根研究会として設立され、2013年1月1日より根研究学会と改称する。

第2条 本会は、植物の根（その他の地下器官を含む、以下同様）およびこれを取り巻く環境に関する学術を進展させるとともに、同学の士の親睦を深めることを目的とする。

第3条 本会は、第2条で規定した目的を達成するために、つぎの事業を行なう。

1. 研究集会・シンポジウムその他の会合の開催
2. 会誌「根の研究」及び国際誌「Plant Root」の刊行
3. 根研究学会賞の授与
4. 「名誉フェロー」称号の授与
5. 国際交流の推進
6. その他、本会の目的を達成するために必要な事業

第4条 本会の所在地は、事務局の所在地とし、附則においてこれを定める。

会 員

第5条 本会の会員は、個人会員および団体会員とする。個人会員は本会の趣旨に賛同して入会した個人、団体会員は同じく本会の趣旨に賛同して入会した団体または機関とする。

第6条 本会に入会しようとする場合は、氏名、所属、連絡先、その他の必要事項を明記した文書に、会費を添えて本会に申し込むものとする。また、本会を退会しようとする場合は、その旨を文書で本会に連絡しなければならない。ここでいう文書は電子媒体も認める。

第7条 会員は、下記の年会費を前納しなければならない。2016年度以降の年会費は、1. 電子版会誌のみ購読の個人会員 3,000円、2. 電子版と冊子版会誌購読の個人会員 4,000円、3. 冊子版会誌のみ購読の団体会員 9,000円。ただし、1月をもって年度の始まりとする。長期に渡り会費を滞納した場合は、退会扱いにすることがある。

役 員

第8条 本会に、つぎの役員をおく。会長1名、副会長2名、監査1名、評議員数十名、正副事務局長各1名。評議員数は、個人会員数の5%~10%を目安とする。

第9条 会長は、その他の役員と協議しながら会務を統括し、本会を代表する。副会長は会長を補佐し、会長に事故あるときや長期に渡り不在となる場合に、その代理を務める。監査は、会務を監査する。評議員は、重要な会務を審議し、執行する。

第10条 会長は個人会員の中から選出する。選出方法は別にこれを定める。副会長、監査、評議員および正副事務局長は、個人会員の中から会長が委嘱する。

第11条 役員任期は、2年とする。任期途中で役員交代があった場合、後任者の任期は前任者の残余の任期とする。会長、副会長、監査の各役職は連続して5年以上は重任できない。

委 員 会

第12条 第3条で規定した事業を遂行するために、重要な事業については、それぞれ委員（および委員長）をおく。委員（および委員長）は、会長が委嘱する。

会則の施行と改定

第13条 本会の会則は、1992年1月1日より施行され、2015年10月1日より現行の改定版の会則が適用される。

第14条 会則の改定は、本会の総会において審議し、出席者の過半数の賛成をもって行うことができる。

以上

附 則

会 の 所 在 地

第1条 会の所在地は2014年1月より「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」とする。

会 長 お よ び 事 務 局 長

第2条 2020年度・2021年度の会長と事務局長は以下のとおりである。

会長：平野 恭弘（ひらの やすひろ）

勤務先：名古屋大学 大学院環境学研究所

自宅住所：〇〇〇〇

事務局長：島村 聡（しまむら さとし）

勤務先：国立研究開発法人 農研機構東北農業研究センター

自宅住所：△△△△

以上

[自宅住所は個人情報保護のため略記してあります]

根研究学会学術賞規定

1. 本会は、会則第3条に基づき、本規定を定める。
2. 本会は、植物の根（その他の地下器官を含む、以下同様）およびこれを取り巻く環境に関する学術の発展に寄与したのに対して根研究学会賞を贈り、これを表彰する。
3. 根研究学会賞としては、根研究学会学術功労賞、根研究学会学術奨励賞、根研究学会学術論文賞、根研究学会学術特別賞、および根研究学会優秀発表賞をおく。根研究学会学術功労賞および根研究学会学術奨励賞は、植物の根およびこれを取り巻く環境に関する学術の発展に寄与した根研究学会会員の研究を対象とする（すでに原著論文として発表されたもので、少なくともその一部が、根研究学会の研究集会・シンポジウムなどの会合、あるいは会誌などで会員に紹介されていること）。根研究学会学術論文賞は、植物の根およびこれを取り巻く環境に関する学術に寄与した根研究学会会員により「根の研究」または「Plant Root」に公表された論文を対象とする。なお発表形態（例えば、原著論文であるか総説であるか）を問わない。根研究学会学術特別賞は、植物の根およびこれを取り巻く環境に関する学術の発展に寄与した業績を対象とする。会員であるかどうか、また、業績の形態（例えば、出版物かどうか）を問わない。根研究学会優秀発表賞は、根研究学会の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対象とする。
4. 根研究学会学術論文賞および根研究学会優秀発表賞を除く各根研究学会賞はいずれも会員もしくは関連分野の研究者などから推薦のあった対象について、根研究学会学術論文賞は「根の研究」または「Plant Root」の編集委員から推薦のあった対象について、いずれも評議員が審議し、その結果を踏まえて、会長および副会長が協議して決定を行なう。ただし、会長および副会長は、根研究学会学術論文賞および根研究学会優秀発表賞を除き、任期中に推薦すること、あるいは推薦されることができない。根研究学会優秀発表賞は研究集会内で決定を行なう。

以上

各賞の業績や候補者年齢などの目安については、会誌『根の研究』第20巻1号を参照するか、事務局にお問い合わせ下さい。

各賞の英語名称は以下の通りです。

根研究学会賞：Academic Awards of Japanese Society for Root Research

学術功労賞：The JSRR Award for Excellent Achievement in Root Research

学術特別賞：The JSRR Special Prize for Applied Root Research

学術論文賞：The JSRR Excellent Paper Prize

学術奨励賞：The JSRR Young Investigator Award

優秀発表賞：The JSRR Excellent Presentation Award

『根の研究』
投稿規定

(2019年3月改定)

1. 本誌は根に関する「原著論文」や「短報」のほか、新しい実験・調査技術を紹介する「技術ノート」、ご自身の研究を中心に紹介する「ミニレビュー」、特定のテーマに関する「総説」、学生等初心者を対象とした実験手法の開発・工夫を紹介する「教育」、学会・シンポジウムなどの「報告」、「文献紹介」、「研究室紹介」、「会員の研究紹介」、「オピニオン」などの原稿を募集しています。これまでに掲載されていないジャンルについても検討しますのでご提案下さい。
2. 原著論文、短報、総説、技術ノートについては、査読者による審査に基づいて、採用・不採用を編集委員長が決定します。
3. 原稿は原稿作成要領に従ってワープロ等で作成し、編集委員長宛にお送り下さい。可能な限り、Emailの添付ファイルまたはデータディスクとしての送付をお願いします。詳しくは編集委員長までお問い合わせください。なお、お送り頂いた原稿などはお返し致しません。特に返却が必要な場合は原稿送付時に明記しておいて下さい。
4. 著者名は本名を原則としますが、ペンネームや匿名での投稿を希望される場合も、編集委員長からは連絡がとれるよう、原稿送付時にお名前と連絡先をお知らせ下さい。
5. 採用決定後は、できるだけ早い号に掲載します。原則として毎年3月・6月・9月・12月の4回発行で、それぞれの前月下旬に掲載記事を最終決定します。
6. 著者に課せられる投稿料はありません。また、原稿料や謝礼金もありません。ただし、原稿作成・送付の過程で生じる著者側の経費については学会では負担しませんのでご了承下さい。図表は原則として著者自身で作成して下さい。やむを得ずトレースなどが必要な場合には、実費を負担して頂きます。図は、オンライン版のPDFはカラーが使えますが、印刷は原則として白黒です。印刷もカラーをご希望の場合には、カラー印刷の経費をご負担いただきます。別刷はpdf版を無料で進呈致します。紙印刷の別刷を希望される方には経費著者負担にて50部単位で作成します。採択後、必要部数をお知らせください。別刷1部の基本単価は1ページ25円×ページ数ですが、アート紙の使用やカラー印刷等の特殊な場合には、追加の実費を負担していただきます。
7. 原稿および編集に関する問い合わせは「根の研究」編集委員長宛とします。
8. 本誌に掲載された著作物・画像の著作権は根研究学会に帰属します。ただし、著者自身による再利用・再加工は自由でできます。掲載された著作物・画像は、根研究学会により、電子ファイルやバックナンバー集などとして再発行・再配布されることがあります。また、論文の類については、J-Stageにも掲載されます。投稿後、本誌への掲載が決定した時点で、著者（共著者を含む）にこれらをご了解いただいたものとみなします。
9. 所属機関のリポジトリに登録された博士論文でも学会誌などに未掲載の内容については掲載可とします。ただし、以下の点に注意してください。
 - ・元原稿が存在する旨を付記してください（「本稿は、〇〇大学大学院〇〇研究科提出の修士論文あるいは博士論文の一部に、加筆修正を行った」など）。
 - ・博士論文そのままではなく、単独の論文として寄与しうるような必要な改変・修正を施してください。

<原稿送付先:2020-21年度>

〒010-0195

秋田市下新城野字街道端西 241-438

秋田県立大学 作物生態学講座

「根の研究」編集委員長 小川敦史

電子メール：editor2021@jsr.jp, Tel:018-872-1630

『根の研究』 原稿作成要領

(2021年3月改定)

1. 原稿の送付は、電子媒体によることを原則とし、送付に際しては、E-mail添付ファイルまたはデータディスクを送付してください。これらによる送付が困難な場合には、「根の研究」編集委員長にご相談ください。
2. データ作成に際しては完成誌面のような2段組にはせず、①テキスト（テキストはページと行が分かるように）、②図表、③図表の説明文、それぞれ別のファイルとして保存してください。また、これらのファイルの作成の際に使用したソフトの形式（使用ソフト名とバージョン）が分かるようにしてください。テキスト・表については作成形式、図・写真・イラストについてはJPEG・GIF等がわかるように、また、ファイル名に、投稿者名を記入してください。
3. 以下の要素で原稿を構成して下さい。原稿中の句読点は「，」，「。」を用いてください。「0」は半角とし、その外側がそれらや句読点のとき以外は半角のスペースを入れて下さい。℃と％は全角を用いてください。英数字には半角文字を用い、数値と単位の間には半角スペースを入れてください。ただし、℃と％については例外として、数値と単位の間には半角スペースは入れないでください。

(1) 表題

(2) 著者名・所属

(3) 要旨（原著論文・総説・ミニレビュー・技術ノート）日本語 600字以内、英語 250単語以内。原則として著者の責任で英文添削を受けたものを投稿して下さい。困難な場合には編集委員会にご相談下さい。その他のジャンルについて要旨の有無は任意とします。

(4) キーワード（原著論文・総説・ミニレビュー・技術ノート）：5つまでとし、和文は五十音順、英文はアルファベット順に記載してください。その他のジャンルについてキーワードの有無は任意とします。

(5) 本文：適宜小見出しをつけながら、読みやすいように作成して下さい。読者には様々な分野の方がいますので、専門用語には説明をつけるなどご配慮下さい。原著論文および短報については、緒言・材料と方法・結果・考察（あるいは結果と考察）・謝辞という体裁で作成してください。

(6) 引用文献（引用がある場合のみ）：本文中の引用箇所には（Tanaka and Yamada, 1986; Tanaka et al., 1986; 山田ら, 1990）といった表記で文献を指示し、本文の後に「引用文献」として以下のスタイルを参照して、筆頭著者名のアルファベット順に並べて下さい。

<雑誌>

森田茂紀, 萩沢芳和, 阿部 淳 1997. ファイトマーの数と大きさに着目したイネの根系形成の解析—ポット試験による根量の品種間差の解析例—. 日作紀 66: 195-201.

Becard, G., Douds, D.D., Pfeffer, P.E. 1992. Extensive in vitro hyphal growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in the presence of CO₂ and flavonols. Appl. Environ. Microbiol. 58: 821-825.

<単行本>

可知直毅 1996. 草本植物における最適な地上部/地下部比. 山内 章編植物根系の理想型. 博友社, 東京. pp. 129-148.

Nobel, P.S. 1994. Root-soil responses to water pulses in dry environments. In Caldwell, M.M., Pearcy, R.W. eds., Exploitation of Environmental Heterogeneity by Plants. pp. 285-304.

(7) 図表：著作権・版権を侵害するような引用・複写をしないようご注意ください。他の研究者またはご自身の既発表論文をもとにご自身で作図した場合にも、図の説明文中に（Smith et al., 1992 より改変）などの但し書きを加えてください。図表以外でも、著作権者の承諾なしに他の文献から複写したものをそのまま掲載することはできませんのでご注意ください。また、図および図中の文字の大きさは、段組1段文または2段文の幅を考慮して作成してください（1ページ最大字数 2100字、21字/行×50行/段×2段）。

図は、オンライン版のPDFはカラーが使えますが、印刷は原則として白黒ですので、グラフなどは色の違いだけでなく濃淡の差で凡例の区別がつくようにご配慮下さい。印刷もカラーをご希望の場合には、カラー印刷の経費をご負担いただきます。

(8) 原稿の分量は、短報・報告・文献紹介・研究室紹介については刷り上がり2ページ以内を目安にし、その他は特に分量を指定しません。

(9) 原稿は、根研究会ホームページ「根の研究 投稿規定」 (<http://www.jsr.jp/rspnsv/rule.html>) に掲載のテンプレートをダウンロードし、それにしたがって作成してください。

(10) その他、詳細については、最新号をご参照ください。

『根の研究』
論文審査要領

(2000年3月新設)

1. 編集委員長は編集委員を委嘱します。
2. 編集委員長は投稿原稿の内容に対応する編集委員を選び、審査を依頼することがあります。
3. 編集委員長あるいは編集委員は校閲者2名を選び、投稿原稿の校閲を依頼します。
4. 校閲結果に基づき、編集委員は論文の採否を編集委員長に答申します。
5. 投稿原稿の最終的な採否は編集委員長が決定します。採択決定日を受理日とします。
6. 修正を求めた原稿が3ヶ月以内に再提出されない場合は取り下げたものとみなします。
7. 採択された論文の掲載順序や体裁は編集委員長が決定します。
8. 校正は著者が行います。校正に際しては原稿の改変を行ってはいけません。



国際誌 *Plant Root* に掲載の 2020 年の論文

Plant Root Editors in Chief

古川純, 犬飼義明, 間野吉郎, 野口享太郎, 塩野克宏

2020 年に *Plant Root* に掲載された論文の一覧です。今年も、多くの方からの投稿・寄稿で *Plant Root* を読み応えのある雑誌に高めて頂くよう、皆様のご協力をお願いします。総説も歓迎します。投稿・論文掲載は無料です。*Plant Root* の論文閲覧・投稿規定の確認などは、<http://www.plantroot.org/> をご覧頂き、投稿やお問い合わせは editor2021@plantroot.org までご連絡ください。また、投稿の際には *Plant Root* のトップページに掲載した「論文の本文」と「送り状」の雛形 (Manuscript sample (docx), Cover letter sample (docx)) のファイルをお使いください。

原著論文 3, 短報 1 (いずれも査読制)

Short Report

Morphological characteristics of rhizodermal colonization by *Leohumicola* species in an ericaceous host

Takashi Baba, Dai Hirose

2020 Volume 14 Pages 1-10

<https://doi.org/10.3117/plantroot.14.1>

Original Research Article

Genetic analyses of anthocyanin content using polyploid GWAS followed by QTL detection in the sweetpotato (*Ipomoea batatas* L.) storage root

Emdadul Haque, Eiji Yamamoto, Kenta Shirasawa, Hiroaki Tabuchi, Ung-Han Yoon, Sachiko Isobe, Masaru Tanaka

2020 Volume 14 Pages 11-21

<https://doi.org/10.3117/plantroot.14.11>

Original Research Article

Terminal regions of chromosome arms 6AL and 6BL carry QTL affecting seminal root angle in wheat (*Triticum aestivum* L.)

Masahiko Mori, Atsushi Oyanagi, Emdadul Haque, Kentaro Kawaguchi, Hideho Miura, Fumitaka Abe

2020 Volume 14 Pages 23-31

<https://doi.org/10.3117/plantroot.14.23>

Original Research Article

Formation of a barrier to radial oxygen loss in L-type lateral roots of rice

Siti Noorrohmah, Hirokazu Takahashi, Mikio Nakazono

2020 Volume 14 Pages 33-41

<https://doi.org/10.3117/plantroot.14.33>

論文の審査状況について

2020 年に *Plant Root* に投稿された論文数は 20 報 (15 報が海外からの投稿) で、そのうち受理されたものが 4 報、審査中が 4 報です。編集委員や審査員の皆様には改めて感謝申し上げます。今後も査読や運営に関するご助言などご支援いただけますよう、よろしく願いいたします。

Plant Root に投稿された論文は、編集委員と審査員によって accept・reject に拘わらず非常に丁寧に審査されています。この労力を多くの根研の会員の皆様の投稿論文に向けられれば良いと思っております。根研究会で発表された成果など、会場で Editors in Chief や編集委員に声をかけていただければ投稿に向けた相談に乗りますので、是非 *Plant Root* にご投稿ください!

Plant Root ホームページ : <http://www.plantroot.org/index.htm>

J-Stage (*Plant Root*) : <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/plantroot/-char/en>

Root 根の研究 Research

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 : neken2021@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 30 巻 第 1 号 2021 年 3 月 15 日印刷 2021 年 3 月 20 日発行
発行人: 平野恭弘 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町
名古屋大学大学院環境学研究科
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

Technical Note

Root sampling method by hollow cylinder-pin net method

Akimasa NAKANO, Eriko MASUDA and Yoshiyuki ISHIHARA 5

Education

Measurement of plant tissue porosity: I. Pycnometer method

Satoshi SHIMAMURA, Katsuhiko SHIONO and Takaki YAMAUCHI 8