

ISSN 0919-2182
Vol.33, No.4
December 2024

Root Research

Japanese Society for Root Research

目 次

【卷頭言】

- 会員の皆様へ 115

【オピニオン】

- イネの根系研究における考え方 森田茂紀 117

【連載 根の研究の30年を展望する】

- 樹木根研究20年と根研究学会30年 平野恭弘 122

- 次世代に期待する根の研究 大橋瑞江 127

【情報】

- 「根のきほん」刊行 中野明正 129

- 菜根譚 野菜の根の話 26. 発根を促す 中野明正 130

【報告】

- 第12回国際根研究学会シンポジウム—ドイツで見た世界の根研究のいま—

- 諏訪竜之介・橋本裕生・細井彩・増本泰河 131

【会告】

- 2024年度根研究学会賞の決定について 134

- 「根の研究」第33巻 総目次 137

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. 2024 年度根研究学会賞の受賞報告

2024 年度の根研究学会賞として学術功労賞（島村 聰氏）および学術奨励賞（河合 翼氏, 神山 拓也氏, 菅井 徹人氏）が審査により決定しました。授賞式と受賞講演は 12 月 14 日～15 日開催の第 60 回根研究集会（東海大学）にて行われる予定です。詳しくは今号に掲載の会告をご覧ください。

2. 2025 年・2026 年度の根研究学会

・2025年度の集会

第61回根研究集会（春・夏）は宮城県仙台市の東北大大学農学部にて現地開催する予定です（亀岡笑・田島亮介実行委員長）。

第62回根研究集会（秋・冬）の集会は現在、長野県の信州大学での開催に向けて調整中です。詳細が分かりましたら根研HPにてお知らせいたします。

・2026年度の集会 開催地については募集中です。立候補ありましたら事務局長にお知らせください。

3. 電子版会誌のダウンロードについて

2024 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ました。ご注意ください。なお、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>

4. 「根の研究」への投稿にテンプレートをご使用ください！

著者の執筆負担軽減と校正・編集作業の効率化のため、根の研究のテンプレートを整備しました。テンプレートの word ファイルは根研究会ホームページ「根の研究投稿規定」(<http://www.jsrr.jp/rspnsv/rule.html>)からダウンロードできます。こちらにしたがって原稿を作成していただきますようお願いいたします。なお、テンプレート中の青字は投稿に関する規定や記載例です。投稿時には削除してください。

5. 「奨励」国内研修支援の募集

・本年度は渡航費の高騰もあり、国内の会員間の横のつながりを強めることとより支援の回数を増やすことを目的に、ポスドク・学生会員向けに根に関する研究方法習得のためなどの国内研修の旅費として年間 4 件程度（前後期各 1～2 件、1 件 3 万円を目安）を助成します。

・受付は随時行い（1月～12月）、採択数に達した時点で終了とします。

※詳細は根研究学会ホームページ（<http://www.jsrr.jp/img/AQyPg4sU.pdf>）でご確認ください。

次ページに続く

6. 学生会員の研究集会への参加費は無料です

学生会員の研究集会への参加費は無料です！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。この機会に是非、根研究学会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。なお、一般会員の研究集会への参加費は有料です。また、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。

7. 名簿データ更新のお願い

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。特に異動など変更が生じた方は、お手数ですが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」の入会・登録変更フォームより、データを入力してください。なお、この名簿データをもとにして、隔年で会員名簿を皆様にお届けいたします。次回の名簿発行は2025年6月の予定です

8. 会費納入のお願い

2024年度の会費をまだお支払いいただいている方は、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ください。

年会費（2024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

[他の銀行から振り込みの場合：ゆうちょ銀行 ○一九店（ゼロイチキュウテン）「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：neken2024@jsrr.jp 『根の研究』編集委員長：editor2024@jsrr.jp
Plant Root 編集委員長：editor2024@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/>

イネの根系研究における考え方

森田茂紀

東京大学名誉教授

The holistic root system of rice : Shigenori MORITA (Professor Emeritus, The University of Tokyo)

1. 根系と個根という視点

高等植物の体は葉・茎・根という3つの基本器官からできており、その他の構造はこれらの基本器官が変態したものと考えることができる(熊沢, 1979)。また、最初の陸上植物には根にあたるものがなかったことから、進化的に根は葉や茎(テローム)より後に生じたことが分かっている(西田, 1989)。

根は植物体を支え、生育に必要な水分と養分を吸収しているが、根と環境との間で物質や情報のやり取りを行い、ストレスを感受してそれに反応することにも役立っていることが分かってきた(森田, 2000)。

根に関する研究をどう進めるかは、各自の研究対象、問題意識、キャリアによって異なる。著者は作物学・栽培学を中心とした農学をバックグラウンドとしており、根系の生育と機能を改善することによって、実際の農業における作物の収量や品質を向上させていくことを最終目的としている(森田・阿部, 1999; 森田, 2000)。

著者はこのような観点から、水稻を中心とした根系の研究を行ってきた。しかし、フィールドにおける根系研究には時間と労力が必要であり、結果の変異が大きく統計的な処理が難しいことも少なくない。しかも、どの形質をどのように測定し、それをどのように評価するかという方法論も、十分に確立されていない(阿部, 1996)。

また、根の研究を進める場合、根系全体を対象にする場合と、根系を構成する個々の根、すなわち個根を対象にする場合とがある(森田, 2000)。後者は、モデル器官としての根という視点を含め、方法論も徐々に発達しているが、根系全体を取り扱うことは容易ではない。しかし、作物学・栽培学をバックグラウンドとする著者にとっては、最終的には根系全体をどう捉えるかが重要な視点となる。本稿では、根系全体を対象としたときの方法論について、著者が長年にわたって取り扱ってきたイネ(森田, 2024)を中心に考えてみたい。

2. 根系研究の展開

作物学・栽培学における根系研究の歴史を振り返ってみると、まず根を掘って見てみるところから始まっている(Weaver, 1926)。根は土壤中を生育するため、掘りだしてその分布や形態(川田, 1982)、また、根系を構成する冠根や側根の組織構造(森, 1960)を記載することが行われた。

なお、日本の作物学・栽培学ではイネが中心的な対象であることや、日本人がイネを丁寧にみる性格であることから、詳細な発育形態学的研究が展開されたことが特徴である。

すなわち、イネでは極めて規則的に葉が出現していくことが分かっており、粉に由来する主茎の生育を、葉齢という出現した葉の数で記載すると、主茎から形成された分け(側枝)を含む個体全体の出葉状況を詳細に把握することができる(片山, 1951)。その生育の規則性が、茎葉部の生育と根系形成との関係という観点から、詳細に検討された(藤井, 1961; 川田, 1982; 星川, 1975)。

そして次に、対象品種、環境条件、栽培条件が異なると、根系の生育がどのようになるかが検討された(川田, 1982)。もちろん、環境条件・栽培条件と根系との関係を調べただけでは収量は上がらないが、研究の展開のためにデータの集積が必要である。

3. 「逆命題法」とは?

さて、水稻の根系研究では、収量形成に対して根系がどういう仕組みで、どういう貢献をしているかを明らかにすること、それをを利用して実際の作物生産に寄与することが、最終的なミッションとなる。

そのため、高い収量を実現した個体の根系が優れたものということになる。そして、この高い収量を実現した根系を作れば、反対に高い収量が実現できると一般に考えられている。これを取りあえず、「逆命題法」と呼んでおくことにする。すなわち、「高収量イネ→理想型根系」を仮説命題とすれば、「理想型根系→高収量イネ」が逆命題になるということである。多くの研究

者にとって受け入れやすい考え方である。

しかし、よく考えてみると、この考え方には必ずしも確固たる根拠があるわけではない。ヒトの寿命に関する疫学研究でも、長命の人が多い地域に共通して認められる食事や運動を調査することがあり、そのような食事や運動をすれば長命になるという考え方が暗黙裡に採用されている。

しかし、みんながみんなそうだと限らない。食べたいものを好きなだけ食べて、飲酒や喫煙を長く続けても長寿の方はいる。つまり、このような考え方があり立つ確率は高いかもしれないが、科学的な根拠によって実証されているとは限らないのである。

イネの収量と根系との関係においても、同じことがいえるのではないだろうか。つまり、「高い収量をあげるイネの根系がこういうものである」という命題が、正しい保証はない。また、たとえこの命題が真だとしても、すなわち高い収量をあげるイネの根系が解明されたとしても、その逆の命題、すなわちそのような根系ができれば必ず高い収量をあげることができるとは限らない。かといって、逆の命題を否定する根拠もない。

ただし、上記の命題ならびに逆命題が成り立つ確率は高い。そこで、取りあえずこの命題と逆命題を想定して研究を進め、これに反する事実がでてきたときに改めて考え直すことにした。事実や理論に基づく論理的な展開に支えられているわけではないが、著者はこれで十分に科学的な取り扱いと考えている。

4. 「根のデザイン」

アフリカや中東の乾燥地で緑化や生活支援をしてきたNPOの「サヘルの森」の考え方は、正にこれである。すなわち、どんなに乾燥したところでも植物が全く残っていないところは少ない。そこで、どこに、どのような植物が生き残っているかを調べてみると、乾燥地でも地下深くに植物の生育に必要な水が残っていることが少なくなかった。

そこで、この地下深くに残っている水まで根が「たまたま」到達できた植物が生き残れたのだろうと考えた。したがって、乾燥地では地下深くにある水を吸収できるような深い根系を持つ植物が、生き残る確率が高いという仮説をたてた。「コロンブスの卵」的な発想だが、自然から本質を読み取る高い見識といえる(森田, 2019)。このアイデアを検証したところ、仮説に矛盾しない結果が得られた(大沼・坂場, 2003)。

以上のように、それぞれの生態条件において、①どのような根系を持つことが有利であるかという理想型根系の形態と機能を解明することと、②どのような根系を実現するための育種・栽培技術を開発することの

セットが、役に立つ根系研究となる可能性が高い。「達成目標の解明」と「実現技術の開発」をセットにして進めていくことが、農学における根系の研究において一つの有力な考え方ではないか、ということである。

そこで、「サヘルの森」の他にも根の研究者・技術者に参加してもらって勉強会を開催し、その成果を「根のデザイン」(森田, 2003)として取りまとめた。ただし、この考え方で研究を進める場合、目の前にある根系のパフォーマンスを測定・評価しなければならない。

イネの茎葉部なら、草丈・茎数・葉面積・SPAD値・乾物重などを測定すればよいことが、共通理解となっている。一方、根系でまず頭に浮かぶのは根長であるが、対象とする根系をどのように採取するかさえ標準化されていない。また、根長を測定しても、その根長が達成目標を基準として良いのか悪いのか、どのように評価できるかが分かっていない。また、そもそも論でいえば、問題は必ずしも根長ではなく、その根の機能や活性である。

以上のように「達成目標としての理想型根系の解明」、「達成目標を実現するための技術の開発(育種と栽培)」、「根系の形態と機能の測定・評価」の3つの組合せが、「根のデザイン」の本質であるという理論構築を行った(森田, 2003)。

5. 多収イネの根系

稲作における根系研究でも、同じような考え方があられる。日本がまだ食料不足にあった昭和24～43年に全国実施された「米作日本一表彰事業」である(朝日新聞社農業賞事務局, 1971)。この事業中に10a当たり1000kg (=10t/ha)を越える記録が何回か出ており(どうしてか、その後は出ていない)、収量の全国平均値も150kg/10aほど増加した。

これは稲作における収量競争であり、多くの農業者と研究者が分担協力してその仕組みの検討が行なわれた。その結果、当時のどういう栽培技術の組合せが、多収につながるかが解明されていった。しかし残念なことに、根系に関しては組織的・定量的な研究は行われず、根系形態に関する断片的な記載が残っているにすぎない。

そういう事例も含め多収イネの根系形態を整理すると、①太くて長い冠根が多い、②側根や根毛が発達している、③根域が広く、根が土壤深くまで分布している、④土壤表層に細い根が多く分布しているという共通点が認められる(田中, 1976)。一言でいえば、太くて深く、よく発達した根系ということになるだろう。つまり、このような形態の根系を作れば、多収を実現できるのではないかということである。実際、作物栽培における重要な管理作業として耕起、灌溉、施肥な

どがあるが、いずれも直接あるいは土壤を介して作物根系に働きかけるものであり、稻作が「根つくり」、「土作り」と言われる所以もあるのだろう。

6. 問題は単純か？

しかし、例外がないわけでもない。自分の稻作研究の成果を社会実装することに成功した松島省三から本件に関係する私信を頂いたことがある。腐ったような根系のイネでも、高い収量を上げている例があるという指摘である。松島が実際に経験した事実であるので、検討する価値がある。

先にあげた乾燥地における植物の深根性は、乾燥という環境条件下の問題であり、作物の生育や収量に影響を与える最も顕著な要因として乾燥要因だけを押さえておけば、かなりのことを議論することができる。

それと比較すると、日本のように非常に整備された灌漑水田における稻作は収量レベルが高く、収量形成に関わる要因もかなり多い。もちろん、関係要因に優先順位はあるだろうが、特にどの要因が収量形成を規定しているかということではなく、組合せが重要となる。

また、松島自身が解明したように、水稻の収量を4つの収量構成要素に分解して解析すると、それぞれの構成要素が決まるには一定の期間があり、それが相互に重なりながらずれている（松島, 1966）。したがって、成熟期の根系形態と最終収量との関係を検討することは、研究の手がかりにはなるかもしれない。しかし、それぞれの時間的な一面だけを切り出して比較対照するだけでは、根系形成と収量形成との関係をさらに考察していくのは難しい。

7. モデル器官の根

さて、著者は研究キャリアを進めるなかで、作物学・栽培学を背景として、根系を通して作物生産について考えてきた。それぞれの研究者がどういう問題意識を持って根系研究に取り組んでいるかは様々であり、最近では根を研究のいわば「モデル器官」としている者も少なくない（森田・阿部, 1999）。例えば、蛍光顕微鏡（森田ら, 2005）やX線元素分析（阿部ら, 2006）とを組み合わせて、形態と機能との関係を検討する機能形態学的な研究も進んでいる。

著者は、「根の生物学」や「根を使った生物学」のレベルに留まらず、個体全体の生育や収量形成における根系全体の位置づけを考えたい。したがって、個根に関する研究の発展は大いに歓迎するものであるが、根系研究の視点や方法論が必要となる。

8. 「剪根法」とその限界

「逆命題法」以外に、根系機能を研究する方法にどのようなものが考えられるであろうか。すぐに思いつくのは「剪根法」（松島, 1957）である。これは、生育期間の様々な時期に根系を構成する一部あるいは全部の冠根を切り取り、その影響をみるという方法である。

ノックアウトマウスを作出することで遺伝子機能を解明するのと似たような考え方ともいえる。しかし、ノックアウトマウスの場合、顕著な影響がみられず、何も分からぬこともある。動物の場合、単一の遺伝子によって規定されている機能は少なく、多くの遺伝子が関わっていることが多い。そのため、遺伝子間の補償作用によって見えなくなる部分があるからと考えられている（福岡, 2007）。

同じようなことは、植物根系でも起こるのではないだろうか。すなわち、水稻根系は順次出現する数多くの冠根によって構成されており、成熟期には冠根が1000本を越えることもある。したがって、かなりの根を切らないと、残りの根や新しく出現する根によって機能が補償されてしまう可能性がある。また、その影響がどの時期にでてくるかを見極めることも容易ではない。

9. 残された課題は？

このようにみると、作物の根系についてどのように研究を進めるかについてきちんと検討されたことは、あまりなかったのではないだろうか。著者が思いつくのは、根研究会が関わった3つのシンポジウムくらいである（山内, 1998）。

結局、「根のデザイン」の前提となる「逆命題法」しか方法論を持ち合わせず、具体的な実験処理としては「剪根法」くらいしか思いつかない。呼吸阻害剤を使うとか、低温処理をするというのも、根系の生理的活性を落としてその影響を検討していることになる。

根系を掘って記載し、組織構造を調べる、環境条件や栽培条件を変えて反応をみるという地道な作業は、データの積み上げという意味で大切なことである。しかし、このようなことを繰り返すだけで良しとするのではなく思考停止で、そこから抜け出すことができない。

最終的に水稻根系の形態と機能を全体として理解し、それを作物栽培の改善につなげるにはどうしたらいいのであろうか。どの生育段階に、土壤中のどこに、どういう冠根や側根が形成され、それがどういう役割を果たしているか、すなわち形成過程を踏まえた役割分担や協力関係を明らかにしていくことが必要と考えている。

その一部は、従来の地道な調査作業の延長によって実現できるかもしれないが、ブレイクスルーにはほど遠い。また、根系の形成時期や形成場所によって根の機能が規定されているのではなく、その時期、その場所に「たまたま」分布している根が、どういう役割を果たすかということかもしれない。

10. 根のアンチエイジング

最後に、水稻の根系研究の今後について、少しコメントしておきたい。著者は水稻根系の発育形態学・機能形態学を中心に研究を進め、一区切りついたところで、根系の形態と機能との関係に研究をシフトさせた。

根の機能について研究する際、どの形質を指標にするかを考えなければならない。著者は、根系の出液速度を根の機能の指標とすることにした。これは、山形県で長年に渡って「農村通信」という月刊誌を発行して、現地の稻作をリードしてきた農村通信社の講師陣のアドバイスに基づくものである。

すなわち「よく穫れるイネは、朝、葉先につく水滴が大きい」という気づきである(森田・阿部、2000)。これは、植物の能動的吸水にリンクした出液現象に関わるものである。出液速度を指標として選定したのは、農家水田で測定が可能で、機械や試薬を必要としないで測定できること、根系全体をほぼインタクトな状態で対象とできるからである。また、呼吸速度などの生理現象とリンクしており、根の生理的活性(=根の活力)の指標に相応しいからである。そして、根の出液速度=根の長さ×根の活力、すなわち、根の活力=出液速度/根の長さと考えて検討を進めてきた。

出液速度を指標にして根系の生理的活性について検討を進めるなかで、改めて分かってきたことも少なくない(森田ら、2010a, b, c)。その一つに、根の老化がある。稻作において出穂、開花に続く登熟期は、収量キャパシティが決定した後、粒にどれだけの光合成産物が貯まり最終収量が決まるかという非常に重要な時期である。

この間、新しい冠根の出現や生育がほとんどなくなり(側根の形成と枯死は進む)、急速に根系全体の生理的活性が低下していく。そして、これが収量形成に密接にリンクしている。すなわち、この間の出液速度の低下は根の老化を示しており、この老化がゆっくり進むイネが、最終的に高い収量をあげるという事実が確認されている(森田、2021)。

根の老化を止めることはできないが、ゆっくりと進めさせる「根のアンチエイジング」に、多収への一つの大きなヒントがあるのではないだろうか。イネの根の老化を減速させ、根の活力を相対的に高く維持するためには、水管理(Matsue et al., 2021)や窒素追肥(森

田、2021)が役立つと考えられるが、研究はまだ十分に進んでいない。動物やヒトでは近年、老化研究が急速に展開されており(小林、2021)、イネの根系研究でも老化が重要な指標となりそうである。

引用文献

- 阿部淳 1996. 農業に寄与する「根」研究の課題. 農及園 71: 772-776.
- 阿部淳、森田茂紀、安萍 2006. 作物研究における低真空走査電子顕微鏡とX線微量分析の利用. 日作紀 75: 217-219.
- 朝日新聞農業賞事務局編 1971. 米作日本一20年史 1949～1968. 朝日新聞社.
- 福岡伸一 2007. 生物と無生物の間. 講談社.
- 藤井義典 1961. 稲・麦における根の生育の規則性に関する研究. 佐賀大農彙 12: 1-117.
- 片山佃 1951. 稲麦の分蘖研究. 養賢堂.
- 川田信一郎 1982. 水稻の根—その生態に関する形態形成論的研究—論文集. 農山漁村文化協会.
- 星川清親 1975. 解剖図説イネの生長. 農山漁村文化協会.
- 小林武彦 2021. 生物はなぜ死ぬのか. 講談社.
- 熊沢正夫 1979. 植物器官学. 葦華房.
- Matsue, Y., Takasaki, K., Abe, J. 2021. Water management for improvement of rice yield, appearance quality and palatability with high temperature during ripening period. Rice Sci. 28: 409-416.
- 松島省三 1957. 水稻収量の成立と予察に関する作物学的研究. 農技研報 A 5: 1-271.
- 松島省三 1966. 稲作診断と増収技術. 農山漁村文化協会.
- 森敏夫 1960. 水稻根における組織の分化と発育に関する解剖学的考察. 東北大農研彙報 11: 159-203.
- 森田茂紀、阿部淳 1999. 植物の根に関する研究の課題. 日作紀 68: 453-462.
- 森田茂紀 2000. 根の発育学. 東京大学出版会.
- 森田茂紀、阿部淳 2000. 水稻の「根の活力」を考える. 農村通信 637: 14-17.
- 森田茂紀 2003. 根のデザインと理想型根系. 森田茂紀編 根のデザイン—根が作る食糧と環境—. 養賢堂. pp. 1-9.
- 森田茂紀、阿部淳、Lux, A. 2005. 植物機能形態学における蛍光顕微鏡の利用. 日作紀 74: 459-461.
- 森田茂紀、塩津文隆、阿部淳 2010a. 水稻根系の生理的活性(1). 農及園 85: 766-770.
- 森田茂紀、塩津文隆、阿部淳 2010b. 水稻根系の生理的活性(2). 農及園 85: 839-846.
- 森田茂紀、塩津文隆、阿部淳、境垣内岳雄 2010c. 水稻根系の生理的活性(3). 農及園 85: 931-938.
- 森田茂紀 2019. 適正技術のデザイン. 森田茂紀編 デザイン農学概論. 朝倉書店. pp. 12-22.
- 森田茂紀 2021. 根系の形態と機能を読む(11). 農及園 96: 246-252.
- 森田茂紀 2024. イネの根—形態・機能・活力を読み解く—. 農山漁村文化協会.
- 西田治文 1998. 植物のたどってきた道. NHK ブックス.

- 大沼洋康, 坂場光雄 2003. 沙漠緑化と根系の生育. 森田茂紀編 *根のデザイン—根が作る食糧と環境—*. 養賢堂. pp. 186-194.
- 田中典幸 1976. 多収稻根群の形貌とその生育環境. 農及園 51: 377-380.
- Weaver, J. E. 1926. Root development of field crops. McGraw-Hill.
- 山内章 1998. 植物根系の理想型. 博友社.

樹木根研究 20 年と根研究学会 30 年

平野恭弘

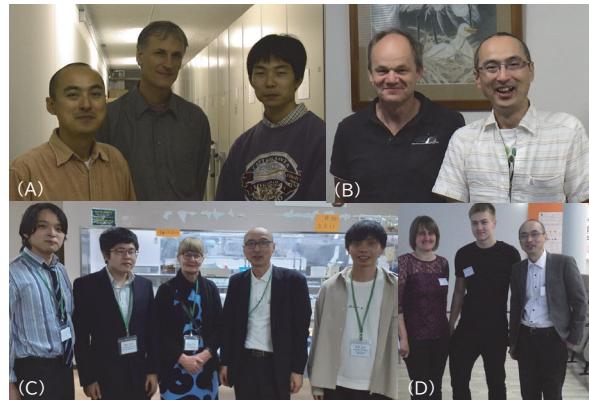
名古屋大学大学院環境学研究科

Recent 20 years of tree roots research in Japan and 30 years for Japanese Society of Root Research : Yasuhiro HIRANO (Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University)

前号で本連載に執筆された犬飼義明当時会長から、名古屋大学で開催された第 50 回記念根研究集会の開催後に会長を引継させていただき、2020 年 1 月から 2021 年 12 月まで務めさせていただいた。この期間、新型コロナ感染症の流行、それに伴う緊急事態宣言などの影響を受け、根研究集会も 2020 年 5 月に予定されていた第 51 回大会信州大学は中止、第 52 回大会以降、2022 年 6 月の第 55 回大会までオンライン開催となつた。2022 年 9 月の第 56 回大会九州大学で対面開催が併用され、根研の皆さんとようやく再会することができた。この時、皆マスクをしながら久しぶりに顔を合わせる喜びは今でも忘れられない。私が会長をさせていただいた期間の根研究集会は、すべてオンライン開催であったため、私の顔や挨拶、また毎回オンライン越しに着ていた根研シャツの様相も思い出せない会員の方々が多いかもしれない。コロナ禍により、根研では学生会員数、発表や議論、交流機会の減少など様々な影響を受けた。しかし、2024 年 7 月に福井県立大学主催の第 59 回大会では、コロナ禍以前のように根研の活気が取り戻せていることにも安心し、根の研究分野の持続可能性を感じることができた。特に樹木根研究の学生会員が根研会員の先生方また学生間で自由に交流している様子は、これこそが根研！と将来を明るく照らす場を共有していると感じた。

1. 森林学会 樹木根の成長と機能 20 年 欧州樹木根研究者ネットワークを根本に

私は 2003 年から 2005 年にスイス森林雪景観研究所で、Ivano Brunner 博士（第 1 図 A）のご指導により、土壤酸性化が樹木根系に与える影響を研究させていただいた。土壤酸性化が実際に進行してきたスイス南部のクリ林やクリ苗の根系を対象に、根の研究手法のみならず、研究への取り組み姿勢、学術論文の書き方、まとめ方などを数多く学ばせていただいた（Hirano et al., 2006）。またその期間、幸運にも欧州樹木根研究者共同プロジェクト（COST Action E38 Woody Root



第 1 図 (A) スイス Ivano Brunner 博士と森林総研野口享太郎氏と筆者。スイス森林雪景観研究所。2004 年。
(B) 2016 年に訪日されたイギリス・オーストリア Douglas Godbold 博士。
(C) 2023 年第 58 回根研究集会に招待されたフィンランド Leena Finér 博士。
(D) 2017 年にエストニアで開催された第 7 回国際樹木根会議で Ivika Ostonen 博士。



第 2 図 (A, B, C) 筆者と野口享太郎氏、大橋瑞江氏で第 6 回国際樹木根会議の運営委員長を務めた。
(D) 名古屋大学豊田講堂前での参加者集合写真。

Processes <https://www.cost.eu/actions/E38/>）が、イギリス Douglas Godbold 博士（第 2 図 B）と Ivano Brunner 博士を中心に関催されており、その研究集会に年 2 回ほど参加させていただく機会を得た。その共同プロ

ジェクトでは3つのワーキンググループ i) Root as indicators of environmental change, ii) Fine root dynamics, iii) 3) Modelling of coarse root structure が設置されており、研究集会では北米などから K. S. Pregitzer 博士や D. M. Eissenstat 博士など数々の樹木根の国際的最先端研究者も招待講演として参加されていた。この集会では、単に研究発表にとどまることなく、ワーキンググループ内および全体の研究者間で議論ばかりをするセッションが毎回設けられていた。この議論のみをする時間はとても新鮮かつ刺激的で、欧洲 20 か国程度のそれぞれの樹木根先端研究者が、実際にに行っている根の測定方法の利点欠点を細かい実務視点で話し合ったり、枯死根とは? という命題に対して自分の基準を共有して皆がある程度納得する一つの方向性を議論しまとめていくという過程は、日本の学会では全くしたことのない経験であった。さらに最終的にはワーキンググループごとに総説論文を執筆し樹木根特集号として発刊することで、現在でも各手法のバイブル的な論文となり、現在も多数引用されている (Ostonen et al., 2007; Finér et al., 2007; Vanguelova et al., 2007; Tobin et al., 2007)。森林総研の野口享太郎氏 (第1図 A) は日本からこれらの集会に参加し、non-COST メンバーとして正式に日本を登録することに尽力された。また Finland Joensuu 大学に滞在中の大橋瑞江氏は、フィンランド Leena Finér 博士 (第1図 C) やエストニア Ivika Ostonen 博士 (第1図 D) らと総説論文の執筆に協力された。

私は 2005 年に帰国後、このような樹木根研究者のネットワークつくりを国内でも立ち上げたいと、まずは森林総研の野口享太郎氏と 2006 年の森林学会で「樹木根の成長と機能」と題するセッションを開催した。当時の森林学会では、根に関する研究は様々な部門の発表部屋に分かれてしまい、なかなか一堂にそれらを聴講し情報共有することはできなかった。その年、26 件もの口頭発表が、樹木根というキーワードだけで集まり、改めて根に対する関心の高さを目の当たりにした。これを聴講されていた森林総研の三浦覚氏のご尽力もあり、これらの発表内容を元に日本森林学会英文誌 *Journal of Forest Research* の樹木根特集号を 2007 年に発刊することができた (Hirano et al., 2007)。さらに、上記の COST E38 の最終まとめの国際学会、イギリスウェールズ大で開催された第 4 回国際樹木根会議で、COST E38, Springer 社、森林学会の協力もあり、全参加者に特集号を配布することを行った。主催者の Douglas Godbold 博士と Ivano Brunner 博士の総説 (Brunner and Godbold, 2007) も掲載された本特集号の配布により、会議参加者からは、日本の樹木根研究はとても盛んですね! と多くの称賛の声をいただいた。



第3図 第6回国際樹木根会議の様子。(A) 根研も共催していただいた会議の歓迎挨拶(筆者)。(B) Plant Rootの国際会議特集号への投稿をよびかける菱拓雄氏。(C) アメリカ David Eissenstat 博士の会議での議論。(D) Ivano Brunner 博士と Douglas Godbold 博士のリードで行われた総合討論。

その後私たちは、大橋瑞江氏の協力を得て、野口享太郎氏と 3 人でコーディネートしながら、それ以降毎年「樹木根の成長と機能」を森林学会で開催してきた。根研で著名な九州大学菱拓雄氏からは、2024 年開催の森林学会樹木根セッションの総合討論において「2007 年の *Journal of Forest Research* 誌の国際学会配布が僕の研究をさらに国際的にしてくれた。あれは素晴らしい」と若手会員の混じる前で感謝を述べられていたことは、こんなにも時を経て感想が聞けたことに涙がでるほどうれしかった。来る 2025 年 3 月に行われる森林学会では 20 回目を迎えることとなる。近年、コーディネータのバトンを次世代に受け渡すべく京都大学の檀浦正子氏、北海道大学の福澤加里部氏、信州大学の牧田直樹氏にも協力をいただいている。「樹木根と成長機能」では、根研究学会からも、阿部淳氏、唐原一郎氏、塙野克宏氏などに招待講演をしていただき、根の研究手法共有や植物としての根の機能の理解などを通じて、樹木根研究者間のネットワーク化を進めてきた。またイギリスの第 4 回国際樹木根会議では、後援として根研究学会にもご協力いただき、特に助成金を通して、若手研究者を派遣していただいた。

2. 2014 年 第 6 回国際樹木根会議の開催

「樹木根の成長と機能」のセッションと年 2 回開催される根研究集会を通じて、樹木根研究者間のネットワークは着実に培われてきた。私と野口享太郎氏と大橋瑞江氏 (第2図 A, B, C) は、その集大成の一つとして、2014 年 9 月に名古屋大学で第 6 回国際樹木根会議をアジアで初めて開催した (第 2, 3, 4 図)。根研究学会にも所属する樹木根研究者が運営委員会を構成し、根研究学会には共催の手厚いご協力と強力なご援



第4図 第6回国際樹木根会議の現地検討会、特別な許可をいただき伊勢神宮の森の根を観察。



第5図 (A) 第6回国際樹木根会議のプレイベントとして開催された公開シンポジウム「人と環境を支える植物の根」と第41回根研究集会。 (B) 公開シンポで公演される中野明正氏。 (C, D) フィンランド Heljä-Sisko Helmisaari 博士らの根研究集会での特別講演。

助をいただいた。2014年9月の第41回根研究集会は、国際学会の直前イベントとして名古屋大学で開催され(第5図), 一般向けのジョイントセミナー「人と環境を支える根」として中野明正氏(第5図B)などに、根研究集会ではフィンランド Heljä-Sisko Helmisaari 博士(第5図C)にもご講演いただいた。また、先の COSTE38 にない、根研究集会でグループディスカッションに取り組んだ(第6図)。このプレイベントの後に開催された国際樹木根会議は、20か国以上から130名程度の国際樹木根研究者が参加された。また根研究学会、特に阿部淳氏、山内章氏には国際会議企画の段階からご相談にのっていただき、2001年に名古屋で開催された第6回国際根研究集会シンポジウム(森田, 2001)での準備ノウハウをたくさん聞かせていただいた。さらに根研究学会のウェブサイトを、第6回国際樹木根会議に利用させていただいた。この国際会議の研究発表内容は、特集号の一つとして Plant Root に企



第6図 第41回根研究集会で取り組まれた根のグループディスカッション。 (A) ディスカッションの各テーマ。 (B, C, D) 各グループによるディスカッション。

画していただき(Hishi et al., 2015), 国際誌 *Trees* の国際会議特集号(Noguchi and Koike, 2016)とともに国際的に公表された。このようなプレイベント、ウェブサイト、共催、Plant Root を通じて、根研究学会により全面的にバックアップしていただいた結果、第6回国際樹木根会議は成功することが可能となったのである。改めてお世話になった根研究学会の先生方、皆様に感謝申し上げます。また近いうちに次の世代が、国際会議を運営される際には、この時と同様に私自身も協力し、根研究学会にもその役割を再び期待したい。

3. 2020年 樹木根初の教科書 森の根の生態学

こうして培われてきた国内の樹木根研究者を中心として、待望の樹木根初の教科書「森の根の生態学」を共立出版から2020年12月に発刊することができた(第7図)。私たちの学生の頃は、樹木根に関する基礎的な知見は、苅住昇氏の樹木根系図説(誠文堂新光社)を筆頭に、森林生態学や樹木生理学の教科書、また2008年に森田茂紀氏と田島亮介氏により翻訳された「根の生態学」(シュプリンガー・ジャパン)などを頼りにしてきた。私たちは、樹木根の教科書の企画を、Journal of Forest Research誌の特集号が発刊された後の2008年からすでにはじめていた。しかし、一冊の教科書として樹木根の研究を網羅するには、私自身また樹木根研究者ネットワークの基盤もまだまだ力不足で、満足のいく目次と執筆予定者を構成することができなかった。それ以降、欧洲樹木根研究者ネットワー



第7図 根研究学会を基盤として出版された樹木根を扱う解説書。

クなどを通じて、懇意にしていただいた Douglas Godbold 博士, Ivano Brunner 博士, Leena Finér 博士, Helja-Sisko Helmisaari 博士, Ivika Ostonen 博士などの来日や共同研究、総説の執筆 (Finér et al., 2011a; 2011b; Brunner et al., 2013)などを通じて、国内の樹木根研究者ネットワークを、「根研究集会」や「樹木根の成長と機能」のセッションを継続することで充実化してきた。また 2019 年に開催された第 50 回記念根研究集会では、2024 年の今を時めくキーワード 50 – 50 に先んじて、「これまでの 50 回、これから 50 回」(犬飼, 2024)と題し、根研究会員によるグループディスカッションが行われた。これらの中でも根の研究手法の統一化や教科書の必要性が話題になり、「森の根の生態学」発刊へ機が熟したことを認識した。おかげさまで「森の根の生態学」は、森林のみならず、植物、農業、造園、土木など多岐にわたる分野の学生、研究者、行政、関連企業の方々に、数多く手に取っていただき、共立出版も「想像を超える売上部数です」と喜んでいただいている。森の根の生態学は、著者の皆様の協力により、印税を根研究学会の奨励基金に毎年ご寄付していただいている。奨励基金のバトンを引き継ぐべく、これから根の若手研究者の皆さんに有意義に使っていただけることを希望している。また、2023 年から 2024 年には、中野明正氏や小泉光久氏が中心となり、2016 年から 2017 年の「根っこえほん」シリーズ(大月書店)に続き、「根っこふしき世界」シリーズ(文研出版)が出版され、2024 年には根研究学会の会員が執筆した「図解でよくわかる 根のきほん」(誠文堂新光社)が発刊された。これらの一冊も奨励基金への協力が予定されている。次世代の皆さんに根の興味を伝えてい

くという点だけでなく、広く一般の皆さんに私たちの研究興味の対象である根の不思議をわかりやすく平易に解説するという点でも、根研究学会の新しいオリジナリティのある有意義な取り組みだと感じている。

4. これまでの 20 年、これから 30 年

国内樹木根研究者のネットワークがこれまでの 20 年の間に、森林学会「樹木根の成長と機能」と根研究学会の「根研究集会」の場を通じて、数々の経験を経て作り上げられてきたことを上記で顧みた。これらはいずれも根研究者間が対面で行ってきた相互理解、議論、共有から培われてきている。新型コロナウィルス感染症の蔓延でオンライン下での議論や交流が停滞したことを見たことは経験した。年 2 回いずれかにでも「根研究学会の会員が集う場そのものに大きな大切な意味があること」が、これまでの樹木根研究 20 年間から根研 30 年間を見ても明らかである。根研究学会会員一人一人が、根の研究というバトンをもって、私自身も含めて次世代へ皆さんで引き継いでいけたら、これから 30 年で根の研究に起こることに大きな期待をせざるを得ないだろう。

謝辞

本連載の機会を与えてくださった根の研究編集委員長福澤加里部氏に感謝申し上げます。

引用文献

- Brunner, I., Godbold, D. L. 2007. Tree roots in a changing world. *J. For. Res.* 12: 78-82.
- Brunner, I., Bakker, M., Björk, R., Hirano, Y., Lukac, M., Aranda, X., Børja, I., Eldhuset, T., Helmisaari, H., Jourdan, C., Konopka, K., López, B., Pérez, C.M., Persson, H., Ostonen, I. 2013. Fine-root turnover rates of European forests revisited: an analysis of data from sequential coring and ingrowth cores. *Plant Soil* 362: 357-372.
- Finér, L., Helmisaari, H. S., Löhmus, K., Majdi, H., Brunner, I., Børja, I., Eldhuset, T., Godbold, D., Grebenc, T., Konopka, B., Kraigher, H., Möttönen, M. R., Ohashi, M., Oleksyn, J., Ostonen, I., Uri, V., Vanguelova, E. 2007. Variation in fine root biomass of three European tree species: Beech (*Fagus sylvatica* L.), Norway spruce (*Picea abies* L. Karst.), and Scots pine (*Pinus sylvestris* L.). *Plant Biosyst.* 141: 394-405.
- Finér, L., Ohashi, M., Noguchi, K., Hirano, Y. 2011a. Factors causing variation in fine root biomass in forest ecosystems. *For. Ecol. Manag.* 261: 265-277.
- Finér, L., Ohashi, M., Noguchi, K., Hirano, Y. 2011b. Fine root production and turnover in forest ecosystems in relation to stand and environmental characteristics. *For. Ecol. and Manag.* 262: 2008-2023.
- Hirano, Y., Walthert, L., Brunner, I. 2006. Callose in root apices of

- European chestnut seedlings: a physiological indicator of aluminum stress. *Tree Physiol.* 26: 431-440.
- Hirano, Y., Noguchi, K., Miura, S. 2007. Development and functions of roots of forest trees in Japan. *J. For. Res.* 12: 75-77.
- Hishi, T., Dannoura, M., Karahara, I. 2015. Recent advances in woody plant: Preface to a special issue in *Plant Root*. *Plant Root* 9: 68-69.
- 犬飼義明. 2024. 根の研究への“憧れ”や“想い”とその“支え”. *根の研究* 33: 93-99.
- 森田茂紀. 2001. 第6回国際根研究学会シンポジウム報告. *根の研究* 10: 142-155.
- Noguchi, K., Koike, T. 2016. Editorial note for the special issue “Dynamics and physiological processes of tree roots”. *Trees* 30: 337-341.
- Ostonen, I., Püttsepp, Ü., Biel, C., Alberton, O., Bakker, M. R., Lõhmus, K., Majdi, H., Metcalfe, D., Olsthoorn, A. M. F., Pronk, A., Vanguelova, E., Weih, W., Brunner, I. 2007. Specific root length as an indicator of environmental change. *Plant Biosyst.* 141: 426-442.
- Tobin, B., Cermak, J., Chiatante, D., Danjon, F., Iorio, A. D., Dupuy, L., Eshel, A., Jourdan, C., Kalliokoski, T., Laiho, R., Nadezhina, N., Nicoll, B., Pages, L., Silva, J., Spanos, I. 2007. Towards developmental modelling of tree root systems. *Plant Biosyst.* 141: 481-501.
- Vanguelova, E., Hirano, Y., Eldhuset, T., Sas-Paszt, L., Bakker, M., Püttsepp, Ü., Brunner, I., Lõhmus, K., Godbold, D. 2007. Tree fine roots Ca/Al molar ratio -indicator of Al and acidity stress. *Plant Biosyst.* 141: 460-480.

次世代に期待する根の研究

大橋瑞江

兵庫県立大学環境人間学部

私と根研

根研究会が30周年を迎えたことを記念して、歴代会長がリレー方式で文章を書くという企画があることを事務局長に言わされたのは、昨年の12月半ばである。根研の会長の交代は一月なので私はまだ会長に就任する前であったが、すでに会長の肩書のプレッシャーをひしひしと感じることになった。

私が根研究学会の前身である根研究会に始めて参加したのは1995年、修士1年生の時である。研究室の先輩に誘われて、鳥取大学乾燥地研究センターで行われた第5回根研究集会で研究発表をした。正直、自分の発表は全く記憶に残っていないが、その時に参加した根研の懇親会が研究室の飲み会のようにアットホームだったのを覚えている。その時は樹木根をテーマにしていた参加者は先輩と私だけで、会長の森田先生が何度も何度も、樹木根をやっている人も歓迎だと言ってくれたのが印象的だった。だから30年とまではいかないものの、27年の長きに渡って根研究会との付き合いを続けてきたのかもしれない。今では根研究学会には樹木根の研究者も多く参加しており、樹木根の研究者が会長になるのは私で二人目となる。

ところで先日、前事務局長が前会長の提案を受けて歴代の役員をまとめたリストを送ってきた。その記録によると、私が最初に根研の役員となったのは2000年、評議員を拝命した時である。2000年といえば学位を取得した年なので、もしかしたら会長は、私が学生の身分を終えるのを手ぐすね引いて待っていたのかもしれない。2003年にフィンランドに渡ったため、評議員としての活動は停滞したが、4年間のフィンランド滞在中に2度、フィンランドでの活動報告や私が勤めていた研究所の紹介記事（第1図）を根の研究に寄せるチャンスをいただいた。また、このころにPlant Rootの企画が持ち上がり、雑誌の名前を考える段階から私も参加させていただいた。2007年に現在の大学にポストを得て帰国したことから、2010年には副会長を務め、根研の姫路集会の実行委員長となった。そして今回、会長に就任する直前に再び根研の姫路集会を開催することになった（第2図）。このように思いが

根の研究 (Root Research) 33 (4) (2024) Root Research

紹介

研究室・研究機関紹介

フィンランド森林研究所・ヨエンヌ研究センター
(Jyväskylä Research Center, Finnish Forest Research Institute)

大橋瑞江
Jyväskylä Research Centre, Finnish Forest Research Institute

2003年4月1日からフィンランドのヨンキュー市に拠っています。当時はヨンキュー大学に所属していました。ヨンキューは、ヨンキュー湖を中心とした観光地で、ヨンキュー研究センターは、ヨンキュー大学の研究センターに属していました。そこで当センターの重要な会員の研究についてご紹介したいと思います。

フィンランド森林研究所（通称 Metla）は1917年に設立した国立の研究所で、フィンランド全土に2つの研究センターと1つの研究センター、面積8000haの試験林及び森林保護区を持つ森林研究所で、ヨンキューのヨンキュー研究センターは、ヨンキュー湖の北東部に位置するヨンキューの森門を開いて構築することが期待されています。ヨンキューは、現在40以上の研究プロジェクトが実施されており、それらは大きく、森林管理計画 (Forest management plan)、過度伐 (Overcutting)、森林技術 (Forest technology)、森林生態学 (Forest ecology)、森林科学と技術 (Forest science and technology)、森林と環境 (Impact of forests on the environment)、林業経済 (Forest economics)、国際林業 (International forestry) の7つの分野に分けられます。当センターは、以前はヨンキュー大学と共同の建築内にありましたが、今年の秋に国内でも有数の大型木造建築物となる Metla House を大手構内に完成させ、新しく活動の拠点としました(写真参照)。2005年にはスタッフの数も倍増する予定です。



Metla House の概観。北欧デザインと北欧材の調和が美しいモダンな建物

© 2004 年 12 月 1 日
Finnish Forest Research Institute Jyväskylä Research Center, Yliopistonkatu 8, P.O. Box 60, 4300 Jyväskylä, Finland
Fax: +358-3-331 0100 E-mail: root@yli.jyu.fi

第1図 2004年に書いたフィンランド森林研究所の紹介記事。



第2図 第58回根研究集会。
2度目の姫路開催。

けず、根研と私とは切っても切れない関係を続けてきた。

さてなぜこんなにも長く根研に関わってきたのか？その理由の一つは、私の研究テーマが常に森林地下部を対象にしていたからだろうと思う。ただし私が根そのものを研究対象にしたのは今の大学に就職してからであり、それまで私のテーマは土壤呼吸（地面から二

酸化炭素が発生する現象) や土壤動物であり、それらに併せて根の研究「も」していたに過ぎなかった。しかし根研ではこのような関り方も許されており、多様な立場の会員が気軽に参加できるのが根研の大きな特徴である(山内, 2023, 根の研究32巻4号より)。私は根の研究をサブテーマとして長く研究会と関わり続け、結果的に一緒に根を研究する多くの仲間に恵まれて、いまではメインテーマとして根を研究している。思えば根研の発展と共に、私も研究者としての人生を歩んでおり、根研は私の研究人生に伴走してくれたのだと思う。

根研の過去とこれから

さて自分の話に終始してしまったが、この企画の趣旨は、根研の30年を振り返り、今後の30年を考えることである。学会のHPを見ると根研の設立目的は「植物の根とそれを取り巻く環境に関する学術を発展させるとともに、同学の士の親睦を深めること」となっている。おそらく学術的な学会はいずれも同様の目的をもって設立されていることと思うが、多くの学会が定款や規則を細かく設けているのに対し、根研の会則はシンプルで項目も少ない。それは恐らく根研を立ち上げた先生方が、自由で大らかな活動を重視したからであろう。

学生時代から根研に関わってきた私にとって、根研が持つ最大の個性は、まるで大学のサークル活動のようなノリと連帯感である。およそ学会には似つかわしくない、グッズ販売への熱意や、研究集会及び懇親会での和気藹々とした空気は、学生にとっては親近感と安心感を与えてくれるものである。一般に研究とは、地味で孤独な作業の連続である。特に根は観察や採取が難しい研究対象であり、見た目も華やかさに欠けることから関心を持たれにくい。しかしながら、根の研究者は研究対象としての根の面白さと根の研究の重要性を知っている。この共通認識が、会員同士の強い連帯感を生み、学生や初学者が研究を続けるうえでの励ましやモチベーションを与えてくれるのだと思う。この貴重な個性は、ぜひ今後の30年も根研に残り続け、次世代の根の研究者を育てる土壌となってほしいと思う。

学術的な面で根の研究の発展を考えたとき、過去30年間に根研がもたらした役割はなんだろうか? 私は、特に二つの点で根研の存在は意義があったと考える。一つは根の研究方法についての情報共有である。根の研究の発展と研究手法の発展は、切っても切れない車

の両輪のような関係である。新手法の導入や考案が新見に結びつくことが多いため、根の研究者らは方法論の開発に並々ならぬ関心を抱いている。そして根研は、根の研究手法についての最新の情報をもたらす場として機能していると思う。私自身、1994年に出版された「根ハンドブック」で、フィールドで根の成長を観察するためのミニリゾトロン法という手法を知った。そして今ではこの手法を応用したスキナ法で、樹木の成長観察を行っている。年に2回、研究集会を行うということは、世間の研究の動向をそれだけ頻繁に知ることができるということでもある。根研には、引き続きこのような最新情報を提供する場となってほしいと考えるとともに、方法論の共有を推進する新しい試みが生まれる場にもなってほしい。

根研のもう一つの存在意義は、ネットワーク研究のきっかけの提供である。前述したように根の研究には膨大な根気と新しい技術を必要とすることが多い。そして一人の研究者ができることは限られている。そのような中、同じ目的を持つ同志が、タスクを分け合ったり技術を持ち寄ったりすることは新しいテーマの開拓につながる。出会いの場の提供は他の学会でもしていることだが、根研の強みは、「根」という素朴で分かりやすいターゲットが分野や立場を超えた人々を集め、研究集会でのなんでもありという自由で軽いノリが新しいつながりを生み、研究の難しさが強い結束力をもたらすことだと考える。実際、昨今の根研究集会では、作物根と樹木根の研究者らが共同研究した成果を目にすることもあり、分野の垣根を超えた新しい交流が生まれているのを感じる。そしてインターネットの普及によって、分野だけでなく国や世代など様々な垣根が超えやすくなっている今、今後の30年はさらに新しいネットワーク研究が発生する場として根研が機能し、過去30年には不可能だった新しい試みが可能となると期待している。

終わりに

今回の企画に参画することになり、自分と根研との関係を通して根研の過去と未来を展望してみた。そこで気が付いたのは、私の研究者人生は30年も残っておらず、せいぜいその半分しか未来の根の研究には参画できないということである。しかし、運が良ければあと30年生きることは可能かもしれない。30年後の根研がどうなっているか、この目で見ることができる事を願いつつ、筆をおくこととする。

「根のきほん」刊行

中野明正

千葉大学 大学院 園芸学研究院

「根のきほん」が根研究学会の協力を得て、2024年10月17日に誠文堂新光社から刊行されました。すでに誠文堂新光社から農業関係を中心に、図説でわかりやすく解説する、『農業のきほん』や『施設園芸のきほん』などの、好評を博している“きほんシリーズ”が11冊出版されており、その最新刊になります。見開きワンテーマで、写真やイラスト等が添えられており、根への理解が深められます。根のトリビアのような、とっつきやすいテーマから実践に生かせるテーマまで、幅広い内容になっています。ターゲットは、高校生や大学生、実際の生産者や管理者にも参考になる内容です。

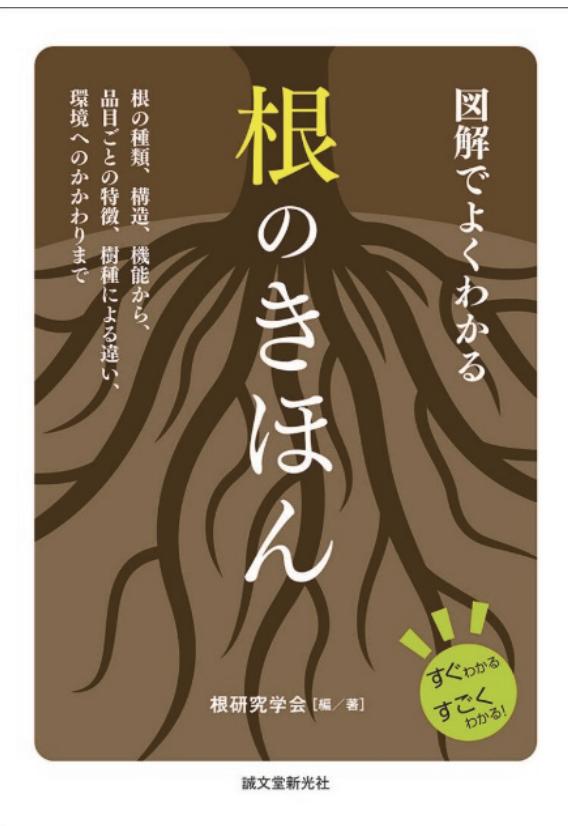
本書の大きな特徴としては、農業生産だけでなく、根研究学会の特徴でもある、環境に大きく貢献する森林における根についても大きく取り上げている点です。最近頻発する土砂災害で、斜面が崩れ、その時に根が剥き出しになった写真をご覧になった方もいるでしょう。本書を通じて森林管理への洞察を深めることができるでしょう。

このように根に関する情報は、日々の生活の見えるところに登ってくることは少ないですが、食や環境を、それこそその根底から支える植物の重要な部位であることを垣間見ることはできます。食と環境の重要性が改めて増している現在にあって、今こそ、今までにない切り口として、根全体から世界を眺めてみる必要があるのではないかと考えています。

本書には農業や林業に役立つ視点もあるでしょうし、知らなかつたことで、友達や家族に話したくなるような面白い発見もあると思います。また読んだ後は、花や木を見ても、その下にある根が見えるようになる

かもしれません。本書を通して「隠れた半分」への想像を膨らませて頂きたいと思います。

なお、ほとんどの原稿料は、根研究学会の運営に寄付していただきました。執筆へのご協力およびご寄付をいただきました諸先生方に、この場をかりて御礼を申し上げます。



菜根譚 野菜の根の話

中野明正

千葉大学 大学院 園芸学研究院

26. 発根を促す

果樹などの多くは、植物体を挿木で増殖させる。特に樹木の場合、種子を得るのに時間がかかることや、均質な種子を得ることが難しいことからも理解できる。「桃栗三年柿八年」は成果を得るには時間がかかることを示す“ことわざ”だが、実際の果樹生産では発根を早めたり根域制限栽培で成園化を早めたりする技術が開発され注目されている。

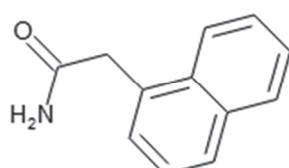
発根剤として一般に普及している“ルートン”という商品がある。成分名は1-ナフチルアセトアミドであり、オーキシンとほぼ同じ働きをする。挿木の切り口にぬりつけると、発根率が高まり、発根までの所要時間が短くなるなどの効果が認められる。

最近、理化学研究所は植物に含まれる非タンパク性アミノ酸の一種である2-アミノピメリン酸が発根作用を持つことを発見した (Kawadeら 2023)。この機能性アミノ酸を与えることで、幅広い双子葉植物における発根の促進やバイオマス収量の増加が期待できるとのことである。近年ではバイオステイミュラントを活用する農業技術が注目を集めている、このような研究も盛んになっている。2-アミノピメリン酸の生理機能は、「主根-側根系」から「疑似ひげ根」化を促すことである。ひげ根化で効率よく栄養を取り込むこ

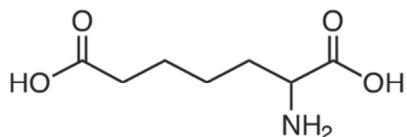
とが可能となり成長に有利になる。挿木にも効果があるかもしれない。2-アミノピメリン酸もそれほど複雑な化合物ではないが、根の発生や形態形成に大きく影響を与えるようで、より効率の良い生産に応用できる可能性もあるだろう。ちなみに、これらの研究に用いられたのはシロイヌナズナであり発芽から種が付くまで1~2ヶ月と極めて短く、言わずと知れた植物生理学におけるモデル植物である。生育期間の長い果樹への応用が一足飛びに行くものではない場合も多い。最初のことわざにはいろいろな続きがあり、もっとも“ひどい”例を挙げておこう。「梅は酸い酸い十三年
梨はゆるゆる十五年
柚子の大馬鹿十八年
みかんのマヌケは二十年」。実際とは異なるものもあるが、要するに果樹の結実には時間がかかるということだ。武者小路実篤(小説家)は「だるま9年
俺は一生」と続けた。自分のスタイルを確立するために一生かけるとの意気込みを語ったものとされるが、我々農林業に携わる者は、研究にかけるこの気概とともに、基礎的な知識を一刻も早く現場に届けたいものである。

参考文献

Kawade, K., Tabeta, H., Ferjani, A. and Hirai, M. Y. (2023) The Roles of Functional Amino Acids in Plant Growth, and Development. *Plant Cell Physiol.*, DOI: 10.1093/pcp/pcad071.



1-ナフチルアセトアミド



2-アミノピメリン酸

第 12 回国際根研究学会シンポジウム—ドイツで見た世界の根研究のいま—

諏訪竜之介¹⁾・橋本裕生²⁾・細井彩¹⁾・増本泰河^{*2)}

1) 信州大学大学院総合理工学研究科

2) 信州大学大学院総合医理工学研究科

初夏の香りが漂い始めるドイツ、2024年6月3日から7日にかけてライプツィヒのヘルムホルツ環境研究センターにて第12回国際根研究学会 (ISRR) シンポジウムが開催された (写真1)。本シンポジウムでは「社会が直面する3つの最も重要な世界的課題、気候変動・生物多様性の損失・食糧危機の解決に向けた根研究の役割」をテーマに世界中から集まった研究者たちが活発な議論を行った。11のセッショントピックが設けられ、5日間の会期中にプレナリーレクチャー10件、口頭発表114件、ポスター発表154件の多様な研究発表が行われた。我々は「根と炭素—土壤における相互作用から炭素貯蔵まで」、「根と水—希少かつ変動する資源の効率的な利用」、「根の可塑性—生存と成長のための環境の感知」の3つのセッションに主に参加した。遺伝子レベルのミクロな研究から全球レベルのマクロな研究まで多様な研究発表が行われる中で、大規模な装置を用いてより野外に近い条件で行う実験や、根における養水分吸収のメカニズムを組み込んだ物質の流れや収量の変化のモデル化、いかにして非破壊的に根の成長や生態を観察するかが世界的トレンドであると感じた。

エクスカーションでは開催地であるヘルムホルツ環境研究センター所有の農林試験場を視察した。広大な敷地内には商品作物から樹木に至るまで様々な植物を栽培し、圃場実験などが行われているのを目にした。併設されている研究施設には気象条件を管理し植物を育てることが可能な大規模チャンバーなどの機材が立ち並び、ドイツの根研究を牽引するトップレベルの研究環境を実感した (写真2)。

パネルディスカッションでは、分野をリードする12人の研究者が壇上に立ち、「どのように研究テーマを決めているのか?」、「学校教育において根に関する知見は十分に伝えられているのか?」、「我々のコミュニティが直面している問題は?」、「根形質のデータベース化は必要か?」等のトピックを議論した。そして、最後に本シンポジウムの大きなテーマである「根は社会問題を解決する手段となりうるのか?」について、根が持つ可塑性や地上部への影響を鑑みると、加



写真1 ISRR開会式の会場の様子。

スクリーンには「Welcome to ISRR 2024」の文字。



写真2 エクスカーションで視察したヘルムホルツ環境研究センター内の施設の様子。

試験場にある土壌断面では、植物根の伸長を直接観察することができる (写真左)。メソコスム施設 (iDiv Ecotron) では、植物の地上部と地下部の生育条件を実験的に操作が可能である (写真右)。

速する全球規模の地球温暖化や食糧問題の解決には根の研究が間違いないこと重要であると結論付けられた。一方で、室内で行われている実験結果をどのように野外に還元するのか、野外で検出された現象のメカニズムをどのように解明していくのかが今後の課題として挙げられた。そのためには、今後根の研究者同士が活発に議論をしていくとともに、地上部など他のコミュニティとも交流をおこなっていくことが重要で

あることを確認した。今一度自身の研究が大きな流れのなかでどこに位置づくのかを明確にしていくことが重要であると感じた。

以下に期待と緊張を胸に秘めて参加した信州大学(牧田直樹研究室)の学生の「見て、聞いて、議論して、食べて、飲んで、経験してきた事」を滞在記として伝える。

今回のISRRは私にとって初めての国際学会で、不安や緊張などもあったが、多くの学びを得ることができた。学会が行われたドイツ、ライプツィヒは音楽の街として知られ、駅に到着してすぐ目の前に広がる歴史的な教会や建物に感動したと同時に、これから始まるISRRに向か一層身の引き締まる思いがした。学会会場につくと、参加者が終始活発に交流を行っており、各国の根の研究の進捗や成果・展望について知ることができた。研究の発展において、研究者同士の交流の重要性を感じることができた。ポスターセッションでは、高山帯の樹木根による無機態・有機態窒素吸収に関する研究発表を行った。英語による発表に慣れていなかったため、内容をうまく伝えられるか、相手の質問に答えられるか不安だったが有意義な議論をすることができた。自身の研究で調べた有機態窒素吸収はこれまで研究例がなく、多くの研究者に興味を持ってもらうことができた。質疑応答の中で、多くの研究者からお褒めの言葉を頂くことができた一方、手法の改善点や結果の解釈、図の示し方、統計解析の仕方などについて多くのアドバイスをいただいた。自身の研究に関心を持っていただけたことで自信につながり、自身の研究の課題についても知ることができたため、とても充実した機会になった。また他の研究者の発表を聴講し、多くの知見を得ることができた。どの研究も独創的なテーマで、厚みのあるデータで事細かく検証されていた。多くの研究者の発表を通じて学んだテーマ設定や研究方針、手法を自分の研究にしっかりと落とし込み、根の研究分野を開拓していく研究をしていきたいと感じた。(諏訪竜之介)

今回のISRRは私にとって初めての国際学会、初めての英語でのポスター発表であった。そのためドイツへの渡航前には不慣れな英語で臆せず議論することができるか、発表以外のブレイクタイムにおいて研究者達の会話に入ることができるかを不安に感じていた。しかし、開催されると、お話をしたどの研究者の方々も暖かい雰囲気で、根の研究を共通項として様々な国の研究者と積極的に交流することができ、非常に嬉しかった。特に、自身の発表テーマである「深層土壤」の根の寿命に興味をもつきっかけとなった論文の著者が来ており、握手し発表を聞きに来ていただけたこと



写真3 ポスター発表の1コマ。
憧れの研究者を前に嬉しさと緊張が混じる。写真左側からAmandine Germon氏、細井、Christophe Jourdan氏。

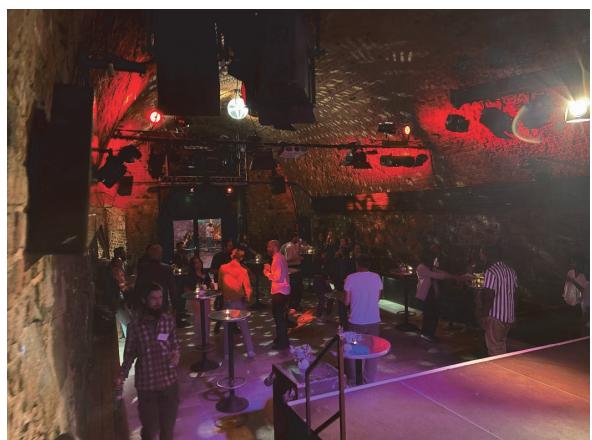


写真4 バンケットでの一幕。
DJによる音楽を楽しむスペースが設置され、研究者たちが楽しくダンスコミュニケーションを行っている。

が至福の出来事であった(写真3)。さらに、同じ深層土壤や細根動態を研究する方々と議論することができ非常に有意義な時間であった。また、作物根の解剖構造に関する発表では、樹木根と作物根における相違点と認識していた現象も、土壤環境の変動や植物種によっては共通してみられるることを初めて知り、非常に興味深い内容であった。3日目の夜に開催されたバンケットでは、厳かな雰囲気で行われると予想していたが、実際には自由に席を移動しながら食事を楽しむ非常に和やかな雰囲気であった。さらに、会場にはDJによる音楽を楽しむスペースもあり、各国の研究者が華麗なステップを披露していた(写真4)。我々4人も恥じらいながらもサムライステップを披露し、他の研究者達と楽しい時間を過ごした。ISRR全体を振り返ると、積極的に会話はできたものの、英語の意図を一

度でキャッチすることが難しかったため、英語能力がより堪能であれば限られた時間でも一歩深い議論ができるだろうと悔しさが残った。また、生育環境や種の異なる根でみられる共通点や相違点の興味深さや、自身の研究と世界中で並行して行われている研究の繋がりを改めて実感し、現在取り組んでいる修士研究により一層力を入れて取り組んでいきたいと感じた。(細井彩)

今回 ISRR に参加し、世界の第一線で活躍する根の研究者と議論することができ、非常に良い経験を得た。私はポスターセッションにて、修士課程での研究成果を発表した。自身の研究テーマの一つである根呼吸や根のフェノロジーに関する研究発表はあったものの、根の非構造性炭水化物との関わりを研究していることに対して面白いという言葉を聴講者から聞き、嬉しさを感じた。樹木根以外を研究対象としている方々からは目新しい意見を投げかけられたことで、白熱した議論となった。さらに、調査地である山岳域の森林の気候の特徴についても質問を受け、日本の山岳域の森林研究の状況や課題なども海外研究者に伝えることができた。本学会では技術色の強い発表も多く、スキャナ法やミニライゾトロン法をはじめ、いかにして非破壊的に根の成長や生態を観察するかが世界的トレンドの一つであることを改めて実感した。その他、根の形質をより高い精度で分析するための画像解析ソフトウェアの提案など、日本ではまだ普及していない技術や手法を知ることもできた。根研究とは関係ないが、国際学会の運営事情も興味深かった。学会を通じて食事が提供されることがしばしばあったが、そのどれもがヴィーガン料理で、私自身タンパク質が不足した。宗教や思想が混在するヨーロッパ開催である故、様々な参加者に受け入れられる環境を提供することも国際学会運営の重要な事項であると感じた。世界的研究課題やトレンドを知ると同時に、樹木根研究における自身の研究の位置づけを認識することのできた貴重な学会であった。(橋本裕生)

16 時間の長い長いフライトを終えドイツに降り立つと、そこには欧洲特有の美しい街並みが広がっていた。感動を覚えながら最初の朝食にクロワッサンを食べた。外はサクサク、中はふわふわ、濃厚なバターと小麦の味が口の中に広がり時差ボケも吹き飛んだ。初め



写真 5 学会会場、ヘルムホルツ環境研究センターにて閉会式後の様子。

写真左側から諏訪、増本、細井、橋本。

てのヨーロッパ、初めての対面参加ということもあり、今回の ISRR には大きな不安を抱えて挑んだ。世界の根研究者たちと渡り合えるのだろうか? そんな緊張をよそに、初日からカナダの研究者と 1 時間にわたって議論が白熱した。主な議題は「根形質の種内変動が樹木の成長に与える影響」だったが、途中から顕微鏡観察の話題となり根毛や菌糸の見え方の違いについて 2 人で夢中になって話し合った。英語はぎこちなかつたが、論文では表せない普段の観察で見つけた苦労や感動を海外の研究者と根を共通言語として共有でき、大きな喜びを感じた。不安も軽くなり迎えたポスター発表、熱帯や乾燥帯といった多様な生態系の研究者と議論し、根の形態変化が同じであってもたらされる機能の変化が異なることに驚いた。樹木の多様な戦略に驚くとともに、現象の一般化に向けては世界中の研究者と話をする重要性を感じた。ISRR を通じて、改めて根の深みを体感し、まだできる事、やりたいことがあることを再認識できた。この気持ちを大事に今後の研究を進めていきたい。(増本泰河)

ISRR に参加して根研究の最先端、奥深さを知り、自身の研究の世界との繋がり、発展性を認識した 4 人。それぞれが感じた「世界の根研究のいま」を大切に今後の研究生活を歩んでいきたい(写真 5)。

謝辞

ISRR への参加・発表を快く後押ししてくださった指導教員の牧田直樹先生に心より感謝申し上げる。

2024 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』の前々号（第33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、専門分野が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、学術奨励賞3件の授賞が決定しました。ここに、会員の皆様に御報告します。

功労賞、奨励賞の授賞式と受賞記念講演は、2024年12月14日に開催される第60回根研究集会（東海大学）で執り行う予定です。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、第33巻別冊2号として根研究集会の一般発表の要旨集と一緒に掲載を予定しています。

*「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：ダイズの耐湿性向上のための二次通気組織に関する研究

受賞者：島村 聰（農研機構九州沖縄農業研究センター）

推薦者：小柳 敦史（農研機構中日本農業研究センター）

業績の概要：受賞者はダイズの耐湿性の向上を目指し、これまで知見が少ないダイズなどの根、茎等に形成される二次通気組織の研究に取り組んできた。二次通気組織の形成に関するマメ科植物の種間差異とそれらが耐湿性に関与することを明らかにし、さらにこれらの形成にはダイズにおける品種間差異、二次通気組織が形成過程などの顕著な研究業績を上げた。また、候補者は2014年から2021年度までの間に4期8年の長きにわたり根研究学会の事務局長を務め、さらに「根の研究」、「Plant Root」の編集においても多大な貢献をはたした。以上から、根研究学会学術功労賞にふさわしい業績として高く評価された。

業績（関連の論文等）

1. Satoshi Shimamura, Takeshi Nishimura, Tomokazu Koshiba, Ryo Yamamoto, Susumu Hiraga, Takuji Nakamura, Setsuko Komatsu (2016) Effects of anti-auxins on secondary aerenchyma formation in flooded soybean hypocotyls. *Plant Production Science*, 19: 154-160.
2. Satoshi Shimamura, Ryo Yamamoto, Takuji Nakamura, Shinji Shimada, Setsuko Komatsu (2010) Stem hypertrophic lenticels and secondary aerenchyma enable oxygen transport to roots of soybean in flooded soil. *Annals of Botany*, 106: 277-284.
3. Satoshi Shimamura, Satoshi Yoshida, Toshihiro Mochizuki (2007) Cortical aerenchyma formation in hypocotyl and adventitious roots of *Luffa cylindrica* subjected to soil flooding. *Annals of Botany*, 100: 1431-1439.
4. Satoshi Shimamura, Toshihiro Mochizuki, Youichi Nada, Masataka Fukuyama (2003) Formation and function of secondary aerenchyma in hypocotyl, roots and nodules of soybean (*Glycine max*) under flooded conditions. *Plant and Soil*, 251: 351-359.

他に、関連原著論文10編、総説・解説記事等4編、学会賞等2件。

【学術奨励賞 3件】

業 績：イネにおける可塑的な側根形態制御機構の解明

受賞者：河合 翼（農業・食品産業技術総合研究機構）

推薦者：犬飼 義明（名古屋大学農学国際教育研究センター）

業績の概要：イネ科作物は、形態学的・解剖学的特徴の異なる S 型側根と L 型側根を形成する。イネにおいて、天水田のように土壤の乾燥が頻発するような環境下では、乾燥ストレスに応答して太く長く、かつ高次側根を形成する L 型側根を可塑的に増加させ、根域拡大をもたらす能力が地上部生育の維持に貢献する。しかし、外部環境により可塑的に変化する根系形態の遺伝学的解析は困難であり、可塑的な側根発育を制御する分子機構は未知であった。受賞者は水耕栽培したイネ種子根の根端を切除することで L 型側根を誘導する根端切除法を確立した。根端切除法を用いて、野生株よりも多くの L 型側根を形成する変異体を選抜し、側根原基サイズ増加のブレーキとして働く QHB/OsWOX5 遺伝子、レーザーマイクロダイセクション法により側根原基サイズ増加のアクセルとして働く OsWOX10 遺伝子を同定した。これまでにイネの生育において重要な機能を持つことが示されてきた可塑的な側根発育に関して、その制御機構の一端を明らかにした申請者による研究成果は、植物の根に関する学術の発展に大きく寄与するものであり、今回の根研究学会学術奨励賞の受賞者として相応しいと評価された。

業績（関連の論文等）

1. **Tsubasa Kawai**, Misuzu Nosaka-Takahashi, Akira Yamauchi, Yoshiaki Inukai (2017) Compensatory growth of lateral roots responding to excision of seminal root tip in rice. *Plant Root* 11: 48–57.
2. **Tsubasa Kawai**, Kyosuke Shibata, Ryosuke Akahoshi, Shunsaku Nishiuchi, Hirokazu Takahashi, Mikio Nakazono, Takaaki Kojima, Misuzu Nosaka-Takahashi, Yutaka Sato, Atsushi Toyoda, Nonawin Lucob-Agustin, Mana Kano-Nakata, Roel R. Suralta, Jonathan M. Niones, Yinglong Chen, Kadambot H. M. Siddique, Akira Yamauchi, Yoshiaki Inukai. (2022) WUSCHEL-related homeobox family genes in rice control lateral root primordium size. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.* 119: e2101846119.
3. **Tsubasa Kawai**, Ryosuke Akahoshi, Israt J. Shelley, Takaaki Kojima, Moeko Sato, Hiroyuki Tsuji, Yoshiaki Inukai (2022) Auxin distribution in lateral root primordium development affects its size and lateral root diameter in rice. *Front. Plant Sci.* 13: 834378.
4. **Tsubasa Kawai**, Yinglong Chen, Hirokazu Takahashi, Yoshiaki Inukai, Kadambot H. M. Siddique (2022) Rice genotypes express compensatory root growth with altered root distributions in response to root cutting. *Front. Plant Sci.* 13: 830577.

他に、学会賞6件。

業績：アーバスキュラー菌根(AM)菌質材を有効に活用するための土壤環境条件の解明および根の可塑性を利用したリン酸局所施肥技術の開発

受賞者：神山 拓也（宇都宮大学農学部）

推薦者：山内 章（名古屋大学アジアサテライトキャンパス学院）

業績の概要：日本はリン酸肥料原料の 100% を輸入に依存しており、近年の世界的な肥料価格の高騰を受け、生産者の経営を圧迫している。これまでに、候補者は、植物のリン酸吸収を促進するアーバスキュラー菌根(AM)菌質材を有効に活用するための土壤環境条件を解明した。また、根の可塑性を利用したリン酸局所施肥技術の開発を進めている。土壤中のリン酸量を施肥により変化させた圃場で、AM 菌の接種試験を実施し AM 菌叢を解析した結果、土着の AM 菌が少ない圃場で接種した AM 菌が定着し、增收に寄与することを明らかになった。また、受賞者は研究を進める中で、土壤中に発達した根系の構成根の配置や構造を破壊せずに根系全体を採取し、保存するために、従来の根箱・ピンボード法を応用した根系採取装置を開発し、特許化・商品化した。受賞者は現在、根研究学会の評議員ならびに「根の研究」編集委員を務めている。これらのことから、根研究学会学術奨励賞にふさわしい業績として高く評価された。

業績（関連の論文等）

1. Niwa, R. *, **Koyama, T.** *, Sato, T., Adachi, K., Tawaraya, K., Sato, S., Hirakawa, H., Yoshida, S., Ezawa, T (* Contributed equally) (2018) Dissection of niche competition between introduced and indigenous arbuscular mycorrhizal fungi with respect to soybean yield responses. *Sci. Rep.* 8: 1-11.
2. **Koyama, T.**, Adachi, K., Suzuki, T (2019) Response of soybean plants to two inoculation methods with arbuscular mycorrhizal fungus of *Glomus* sp. strain R-10 under field condition. *Plant Prod. Sci.* 22: 215-219.
3. Hahsimoto, M., Aoki, H., Murakami, S., **Koyama T** (2023) Where, when, and which root types do respond to local phosphorus supply? *Research Square* 1-21.
4. **Koyama, T.** *, Murakami, S. *, Karasawa, T., Ejiri, M., Shiono, K. (* Contributed equally) (2021) Complete root specimen of plants grown in soil-filled root box: sampling, measuring, and staining method. *Plant Methods* 17: 1-13.

他に、総説・解説記事等2編、学会賞等3件。

業績：多雪地域における春先の樹木根の動態およびその形質特性に関する研究

受賞者：菅井 徹人氏（国立研究開発法人森林総合研究所）

推薦者：牧田 直樹（信州大学理学部）

業績の概要：多様な積雪環境をもつ北方林では、土壤凍結やニッチ競争に起因して、雪解け直後の早春における根の動態の解明が重要な課題としてあげられている。融雪後の土壤空間や資源の獲得に関する適応的戦略を解明するため、少雪域と多雪域に由来する5年生のトドマツ苗木を多雪域の共通圃場試験地で栽培し比較した。雪解け直後の早春と、雪解け後から1ヶ月経過した晩春に苗木を掘り起こした。土壤空間を探索するパイオニア根と土壤資源を獲得する纖維状根を区別して採取し、重量や本数、形態及び解剖構造を測定した。多雪域の集団でのみ、早春から晩春にかけてパイオニア根の本数や比根長が有意に増加し、中心柱の厚みが減少することが観察された。本研究の結果から、土壤空間の探索を担うパイオニア根の動態は多様な積雪条件を持つ春の土壤環境への適応と関連していることが示唆された。また、本技術は汎用性が高く、他の作物においても適用可能である。受賞者は多くの海外共同研究にも精力的に係わっており、根研究学会学術奨励賞にふさわしい業績として評価された。

業績（関連の論文等）

1. **Sugai, T.**, Kitamura, K., Sawata, K., Sasaki, Y., Ishizuka, W (2024) Regional variation in branch morphological and physical traits in *Abies sachalinensis* associated with winter climatic conditions. *Journal of Forest Research*. (accepted in press)
2. **Sugai, T.**, Harayama, T., Tobita, H., Kitao, M. (2024) Effects of soil compaction and vegetation weeding on the above-, and belowground growth of boreal evergreen conifer seedlings. *New Forests*. (accepted in press)
3. **Sugai, T.**, Ishizuka, W., Masumoto, T., Endo, I., Ide, J., Fujita, S., Makoto, K., Makita, N (2024) Spring growth variation in pioneer and fibrous roots in *Abies sachalinensis* seedlings from provenances with contrasting snow cover environments. *International Journal of Plant Sciences*. 34:187-195.
4. Harayama H, Tsuyama I, Yamada T, Kitao M, Furuya N, Yazaki K, **Sugai, T.**, Uemura A, Sasaki S, Utsugi H. (2024) Eight-Year Survival and Growth of Sakhalin Fir (*Abies sachalinensis*) Seedlings with One Weeding Operation: Impact of Mechanical Site Preparation, Vegetation Release, Summer Planting, Stock Type, and Forwarder Trail. *Forests*. 15.
5. **Sugai, T.**, Ishizuka, W., Watanabe, T (2024) Landscape gradient of autumn photosynthetic decline in *Abies sachalinensis* seedlings. *Journal of Forestry Research*. 34:187-195.

他に、原著論文15編。

根の研究

第33卷 (2024年) 総目次

【巻頭言】

会員の皆様へ	1(1)
会員の皆様へ	55(2)
会員の皆様へ	75(3)
会員の皆様へ	115(4)

【原著論文】

リンドウ科植物を基源とする生薬抽出液を用いた植物とアーバスキュラー菌根菌の共生促進 齊藤光・酒井彩衣・東優花・富永貴哉・上中弘典	77(3)
---	-------

【オピニオン】

イネの根系研究における考え方 森田茂紀	117(4)
------------------------	--------

【ミニレビュー】

作物根系解析の効率化 寺本翔太	7(1)
地上部・地下部呼吸の芽生え～成木での変化 黒澤陽子・森茂太	15(1)
熱帯多雨林の細根動態の解析—スキャナー法による研究事例とその課題— 遠藤いず貴	84(3)

【短 報】

疎植ペースト2段施肥栽培における水稻の根系構造の変化 松波麻耶・佐々木周平・渡邊洋一・新妻和敏・松波寿典	58(2)
---	-------

【連載 根の研究の30年を展望する】

「根研究会」が広げてくれた「研究と教育」 谷本英一	23(1)
発足15～16年目の根研究会を振り返って 小柳敦史	35(1)
根の研究とPlant Root 唐原一郎	61(2)
闘争的な議論の場としての根研 阿部淳	67(2)
根の研究への“憧れ”や“想い”とその“支え” 犬飼義明	93(3)

樹木根研究 20 年と根研究学会 30 年	
平野恭弘	122(4)
次世代に期待する根の研究	
大橋瑞江	127(4)

【書籍紹介】

「イネの根 形態・機能・活力を読み解く」農山漁村文化協会	
森田茂紀	71(2)

【情 報】

「根っここのふしぎな世界」全 4 卷刊行	
中野明正	39(1)
菜根譚 野菜の根の話 23. 美しい青い木の根	
中野明正	40(1)
第 59 回根研究集会のお知らせ (59th Biannual Meeting of JSRR)	41(1)
菜根譚 野菜の根の話 24. 植物の必須元素の数「17」	
中野明正	73(2)
菜根譚 野菜の根の話 25. 根をアイス	
中野明正	100(3)
「根のきほん」刊行	
中野明正	129(4)
菜根譚 野菜の根の話 26. 発根を促す	
中野明正	130(4)

【報告 莊住海外渡航支援による海外研修】

国際植物表現型シンポジウム—PhenoVeg 2023 (台湾・台南市) に参加して	
Via Ann Candelaria Marcelo	45(1)

【報 告】

第 59 回根研究集会に参加して	
澤田佳穂	101(3)
北陸新幹線の改札横でやってみた！ 公開ワークショップ	
「掘らないと！ 掘らないの？ ~知っていそうで知らない根の様子と画像解析のウルテク～」の開催報告	
角田智詞・田丸翔太郎・芝日菜子・澤田佳穂・小河樹・西嶋遼・塩野克宏	102(3)
第 59 回根研究学会プログラム	104(3)
第 12 回国際根研究学会シンポジウム—ドイツで見た世界の根研究のいま—	
諏訪竜之介・橋本裕生・細井彩・増本泰河	131(4)

【公 示】

根研究学会会則	46(1)
根研究学会学術賞規定	47(1)
『根の研究』投稿規程	48(1)

『根の研究』原稿作成要領	49(1)
『根の研究』論文審査要領	50(1)
国際誌 Plant Root に掲載の 2023 年の論文	51(1)

【会 告】

2024 年度根研究学会総会報告	109(3)
「根の研究」の発行形態に関するアンケートのお願い	114(3)
2024 年度根研究学会賞の決定について	134(4)
「根の研究」第 33 卷 総目次	137(4)

Root Research 根の研究

編集委員長	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
副編集委員長	松波 麻耶	岩手大学農学部
	神山 拓也	宇都宮大学農学部
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・作物研究部門
	小川 敦史	秋田県立大学生物資源科学部
	篠遠 善哉	農研機構・東北農業研究センター
	辻 博之	農研機構・北海道農業研究センター
	仲田(狩野)麻奈	名古屋大学農学国際教育研究センター
	菱 拓雄	九州大学農学部付属演習林
	松村 篤	大阪公立大学大学院農学研究科
	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
	山本 岳彦	農研機構・東北農業研究センター
上級編集補佐	島村 聰	農研機構・東北農業研究センター

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 : neken2024@jsrr.jp

根研究学会ホームページ <https://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33巻 第4号 2024年12月15日印刷 2024年12月20日発行
発行人：大橋瑞江 〒670-0092 兵庫県姫路市新在家本町1丁目1-12
兵庫県立大学 環境人間学部
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

Opinion

The holistic root system of rice

Shigenori MORITA 117