Root Research

ISSN 0919-2182
Vol.33, No.2
June 2024

Japanese Society for Root Research

目　次

【巻 頭 言】
会員の皆様へ …… 55
【短　　報】
疎植ペースト 2 段施肥栽培における水稲の根系構造の変化
松波麻耶・佐々木周平・渡邉洋一・新妻和敏・松波寿典 …… 58
【連載　根の研究の 30 年を展望する】
根の研究と Plant Root
唐原一郎 …… 61
闊達な議論の場としての根研
阿部淳 …… 67
【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
【情　　報】
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

根の研究
根研究学会(JSRR)

会員の皆様へ

告　示

○根研究学会 2024 年度総会の開催について

第 59 回根研究集会（塩野克宏実行委員長）の一部として，2024 年度の定例総会を開催します．皆様ご参加ください．

開催日：2024 年 7 月 20 日（土）（対面形式）

予定されている主な議題：2023 年度活動報告・決算，2024 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，その場でもご提案いただけますが，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ください）

○2024 年度根研究学会賞の候補募集（2024 年 8 月 2 日まで）

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，2024 年度の研究学会賞の推薦を受け付けます.優れた業績が多数推薦されますよう，皆様のご協力をお願いします.自薦・他薦を問いませんし，推薦者は会員でなくても結構です.送り先は根研究学会事務局(neken2024@jsrr.jp)，締切は 2024 年 8 月 2 日です.詳細は，本学会 HP に掲載の根研究学会賞に関する規定をご確認下さい.

事務局からのお知らせ

１．根研究集会について

2024 年

・第59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］

発表申込みは6月13日（木）が締切り，講演要旨提出は7月3日（水）が締切りです.

参加のみの場合の申込みは7月3日（木）が締切りです.

開催日時　**2024年7月20日（土）～21日（日）**

福井市地域交流プラザ（福井県福井市）にて，開催します！

・第60回根研究集会

冬の研究集会は熊本県上益城郡の東海大学農学部で開催します．詳しい案内は9月に会誌やホームページでご案内し，10月に発表申し込みを受け付ける予定です.

日程；**2024年12月14日（土）～15日（日）**

会場；東海大学 阿蘇くまもと臨空校舎（東海大学農学部）

熊本空港から徒歩15分，JR熊本駅から電車30分＋大学バス20分

問い合わせ先：阿部淳（abejun@tokai.ac.jp）

2025年

・第61回根研究集会

春の研究集会は宮城県仙台市の東北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

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下さい.

２．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.

次ページに続く

３.「苅住」海外渡航支援の募集

・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.

・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.

・期間は前期を1月～6月，後期を7月～12月とします．受付は随時行い，各期間で採択数に達した時点で終了とします.

・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「根研究学会国内研修助成採択」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.

・申請書（書式A４ 一枚）には，以下の書式に従い，１）申請者情報，２）訪問先，３）現在行っている主な研究の概要と訪問による研究進展効果（400字程度）を記載し，指導教官または受入研究者経由で以下の根研究学会事務局までE-mailの添付ファイルとして提出の上，郵送でもお送り下さい.

〒104-0033
東京都中央区新川2-22-4 新共立ビル2F
㈱共立内 根研究学会事務局
E-mail：neken2024@jsrr.jp

【申請書書式】
根研究学会「苅住」海外渡航支援申請書
申請題名：
１）申請者
申請者氏名：
申請者所属：
連絡先（住所 メールアドレス 電話番号）:
生年月日：
会員種別： 正 / 学生
指導教官または受入研究者氏名： 印
所属・職：

２）訪問先
訪問場所（学会名）:
訪問期間：

３）現在行っている主な研究の概要と発表内容（400 字程度）

・ご不明な点がございましたら根研究学会事務局までお問い合わせください.
積極的なご応募をお待ちしております.

次ページに続く

４．投稿のお願い

会誌「根の研究」では，投稿規定等の一部を改訂し，「短報」の論文審査の査読者を 1 名とし，英文要旨提出を任意とすることにしました．これにより「短報」の速報性が高まり，より投稿しやすくなりますので，積極的なご寄稿をお願いいたします．また，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わかりやすく解説したミニレビューを重視しております．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，積極的にご寄稿ください．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．さらに，特集企画についても検討しますのでご提案ください．

投稿の際には，著者の執筆負担軽減と校正・編集作業の効率化のために整備された，テンプレートをご使用ください．テンプレートの word ファイルは，根研究学会ホームページ「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．

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，研究集会で販売することで，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，なかなかグッズを積極的に製作できませんでした．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できるようにしています．

会員の皆様により気軽に根研ロゴを使用していただくため，2021 年 10 月 1 日からの使用料を 1 製品につき 100 円に値下げしました！これを機に，会員の皆様オリジナルの「根研」のロゴを入れた T シャツ，グッズを着て，根研究集会，職場や研究室のイベントに参加しませんか？積極的なご利用を期待しています！詳しくは事務局（neken2024@jsrr.jp）までお問い合わせください．

６．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 2024 年 6 月の予定です．

７．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　〇一九店（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：***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/*

短　報

疎植ペースト2段施肥栽培における水稲の根系構造の変化

松波麻耶[1)]・佐々木周平[2)]・渡邉洋一[3)]・新妻和敏[3)]・松波寿典[*4)]
1）岩手大学農学部
2）山形県農業総合研究センター
3）福島県農業総合センター
4）農研機構東北農業研究センター

要　　旨：緩効性肥料の代替技術である疎植ペースト2段施肥栽培における東北地域の水稲品種の根系構造を調査した．山形県で栽培した「はえぬき」と福島県で栽培した「天のつぶ」は，いずれもペースト深層施肥位置において根が増加し，根直径別の解析により側根が有意に増加したことが示された．水管理が根系分布に及ぼす影響を調べるために岩手県で栽培した「あきたこまち」では，同じペースト2段施肥栽培においても，長期落水処理をした場合に下層根が慣行の水管理と比べて増加した．以上の結果から，ペースト2段施肥栽培した水稲が無追肥でも収量性を維持する要因の一つとして，深層で長期に肥効が続くペースト施肥位置に，イネが側根を集積させることで生育後半までの養分供給を維持するためであることが示唆された．また水管理は根系分布に影響を及ぼすことから，栽培管理や品種特性に合わせた施肥割合・位置の設計などが収量性の安定に重要であることも示された．
キーワード：イネ，根系，疎植，側根，ペースト施肥．

Changes in root system of rice under sparsely planted two-position paste fertilizer cultivation : Maya Matsunami[1)], Shuhei Sasaki[2)], Yoichi Watanabe[3)], Kazutoshi Niitsuma[3)] and Toshinori Matsunami[*4)] ([1)]Faculty of Agriculture, Iwate University, [2)]Yamataga Integrated Agricultural Research Center, [3)]Fukushima Agricultural Technology Centre, [4)]Tohoku Agricultural Research Center, NARO)
Keywords : Lateral root, Paste fertilizer, Rice, Root system, Sparse planting.

緒言

農業生産においても環境との調和が強く求められる時代になった．窒素肥料は作物の収量に大きく寄与する元素の一つであると同時に，過剰な施肥による水質汚染や温室効果ガスの放出源として問題となっている（Schulte-Uebbing et al.，2022）．また，近年プラスチックコーティング被膜殻の水系への流出が環境汚染源となりうることから，プラスチック被膜殻を使用した緩効性肥料に頼らない代替技術が模索されている．田植えと同時に土壌の浅層と深層の2段に施肥が行えるペースト2段施肥は，無追肥でも慣行的な栽培と同等の収量性を達成でき，緩効性肥料の代替技術となりうる（小野寺・松波，2022）．また，水稲の疎植栽培は通常よりも株間を広げて疎植することで育苗箱数を低減でき，播種・育苗作業の省力化や生産費の削減が可能な省力化技術である（大野ら，2001）．そこで著者らは，本施肥法と疎植の組み合わせによる環境保全的な実用技術としての疎植ペースト2段施肥栽培の研究を進めている．ペースト2段施肥では畝間の深層位置に肥料を条施与するため，根の発達に対して施肥位置や量を最適化することが安定生産に重要となる．そのためには，まずペースト2段施肥栽培した水稲の根系発達特性を明らかにする必要がある．本報では，疎植ペースト2段施肥に対する根系構造とその品種間差，水管理による影響について知見が得られたため報告する．

材料と方法

試験1．疎植ペースト2段施肥栽培した水稲の根系構造

山形県の水稲奨励品種である「はえぬき」は山形県山形市の山形県農業総合研究センター内の水田において栽培した．全層区では基肥として，はえぬき専用（N : P_2O_5 : K_2O = 15 : 17 : 15）を 6.0 kg N 10 a^{-1} を施用し，2023年7月5日にNK化成C68を2 kg N 10 a^{-1} 追肥した．ペースト2段施肥区では移植時にネオペーストSR502（N : P_2O_5 : K_2O = 15 : 10 : 12）を株近傍の側条に深さ3 cmで4.0 kg N 10 a^{-1}，1条置きに畝間中央の15 cmの深さに4.0 kg N 10 a^{-1} 施与した．乾籾65 g 箱$^{-1}$ で育苗した「はえぬき」を，同5月18日に栽植密度11.1

2024年3月27日受付　2024年4月22日受理
連絡先 〒020-0198　岩手県盛岡市厨川字赤平4　E-mail: matsunami@affrc.go.jp

株 m^{-2}，かきとり本数 2.1 本の設定でペースト 2 段施肥田植機（LA60ADPN，三菱マヒンドラ農機）で移植し，慣行法に従って栽培した．福島県の水稲奨励品種「天のつぶ」は福島県郡山市の福島県農業総合センター内の水田で栽培した．全層区では基肥一発天のつぶ 2200（N : P_2O_5 : K_2O = 22 : 10 : 10）を基肥で 9 kg N 10 a^{-1} 施用した．ペースト 2 段施肥区では移植時にネオペースト SR502 を側条 5 cm 深に 4.5 kg N 10 a^{-1}，畝間中央 12 cm 深に 4.5 kg N 10 a^{-1} を 5 月 24 日に田植えと同時に施与した．

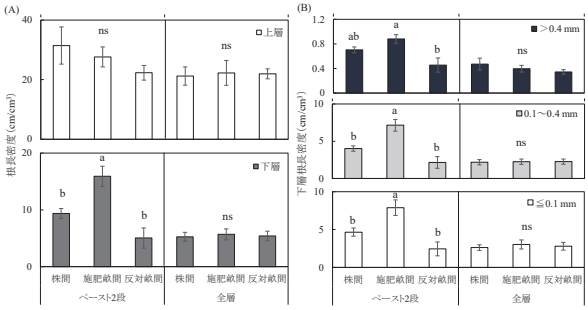
「はえぬき」は出穂 2 日後の 8 月 2 日，「天のつぶ」は出穂 17 日後の 8 月 25 日にコアサンプラー（山形 ϕ 3.6 cm，福島 ϕ 4 cm）を用いて生育中庸な区画から株間，深層施肥位置畝間（以下施肥畝間），深層施肥反対側（無施肥側）の畝間（同反対畝間）から深さ 20 cm でそれぞれ 5 反復ずつ採取した．土壌は上層と下層それぞれ 10 cm に分け，根以外の残渣等を丁寧に除去し，固定液に浸漬して保存した．根はアクリルトレイに広げ，フラッドヘッドスキャナー（GT-X980，EPSON）で，8 bit グレー，400 dpi で画像を取得し，画像解析法（WinRHIZO，Regent Instrument Inc.）にて解析した．既往の研究（Nestler et al.，2016；Kawai et al.，2022）と画像解析から，本実験では 0.4 mm 以上の根を主根，0.1 ～ 0.4 mm の根を L 型側根，0.1 mm 未満の根を S 型側根と L 型側根からの分枝根とみなし，直径別根長を求めた．根長は土壌体積あたりの根長密度に換算した．

試験 2．水管理の違いが疎植ペースト 2 段施肥栽培した水稲の根系分布に及ぼす影響

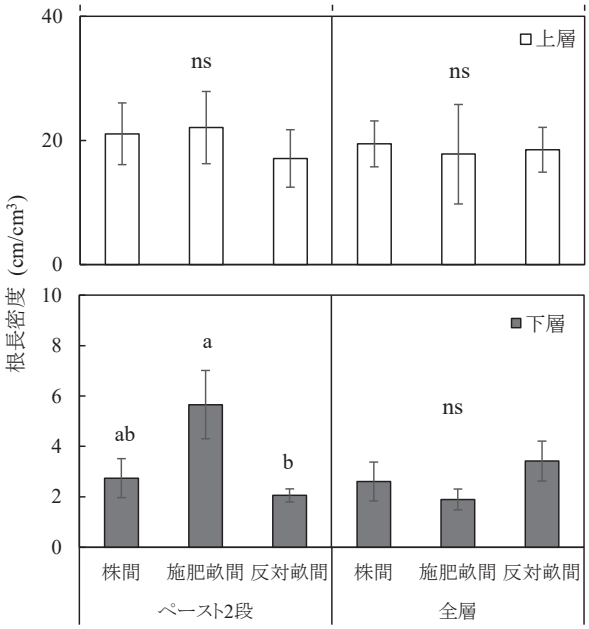
岩手県盛岡市東北農業研究センター内の黒ボク土水田 6 筆において乾籾 75 g 箱 $^{-1}$ で育苗した岩手県の水稲奨励品種「あきたこまち」を 2023 年 5 月 24 日に試験 1 と同様に移植し，シープロテイン（N : P_2O_5 : K_2O = 6 : 0 : 0）を側条 5 cm 深に 3.3 kg N 10 a^{-1}，畝間中央の 12 cm 深に 3.0 kg N 10 a^{-1} 施用した．6 筆のうち 3 筆について 7 月 2 日から 7 月 4 日まで中干しを行った慣行区，7 月 2 日から 7 月 25 日まで中干しを継続した長期落水区を設けた．出穂 2 日後の 8 月 1 日に試験 1 と同様の方法で各圃場から 3 反復，合計 9 反復のサンプリングを行った．

結果と考察

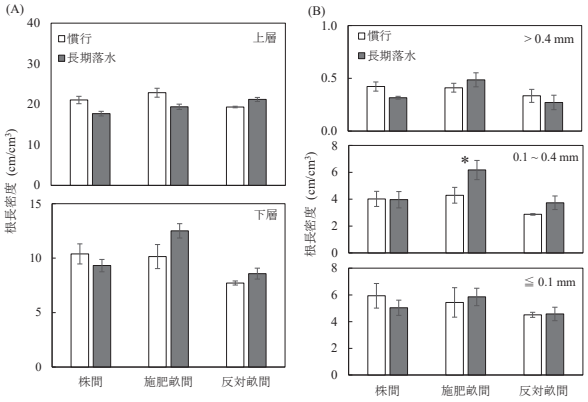
山形県における「はえぬき」では，全層区においていずれの採取位置においても根長密度が同程度であったのに対し，ペースト 2 段施肥区では株間と施肥畝間の根長密度が増加し，下層根では施肥畝間の根長密度が有意に高まった（第 1A 図）．そこで，下層根について直径別の根長密度を解析した結果，ペースト 2 段施肥区の施肥畝間では 0.1 mm 以下の細い S 型側根や 0.1 ～ 0.4 mm の太い L 型側根が他の位置に比べて有意に増加していた（第 1B 図）．施肥畝間での深層根の増加は，福島県の「天のつぶ」でも観察された（第 2 図）．このような施肥位置への根系集積は，尿素などの粒状肥料を用いた場合でも観察されている（Nabila et al.，



第 1 図　疎植ペースト 2 段施肥に対する「はえぬき」の根系変化．
（A）上層（地表から 0~10 cm 深）・下層（同 10~20 cm 深）別の根長密度，（B）下層根の直径別の根長密度．図中のバーは標準誤差（n = 5）を表す．異なるアルファベット間は採取位置間で有意差があったことを示し，ns は有意差がなかったことを示す（5%水準，Tukey 法）．



第 2 図　疎植ペースト 2 段施肥に対する「天のつぶ」の根系変化．
上層は地表から 0 ～ 10 cm 深，下層は同 10~20 cm 深である．図中のバーは標準誤差（n = 5）を表す．異なるアルファベット間は採取位置間で有意差があったことを示し，ns は有意差がなかったことを示す（5%水準，Tukey 法）．



第３図　疎植ペースト２段施肥栽培の水管理に対する「あきたこまち」の根系変化.
（A）上層（地表から０～10 cm 深）・下層（同10~20 cm 深）別の根長密度，（B）下層根の直径別の根長密度．図中のバーは標準誤差（n ＝ 9）を表す．＊は５％水準で処理区間に有意差があったことを示す（t 検定）.

2023）．品種間を比較すると,「はえぬき」は「天のつぶ」よりも深層根が多かった．栽培環境や品種の根系構造に合わせた浅層・深層の施肥割合や施肥位置の検討など，テーラーメイドの施肥設計による最適な肥効や収量性について更なる検討が必要である．

次に，ペースト２段施肥栽培圃場において，水管理を変化させた場合について，「あきたこまち」の根系調査を行った（第３図）．その結果，上層・下層共に水処理による有意差は認められなかったものの，長期落水により施肥畝間の下層根が増加する傾向があった（第3A 図）．施肥畝間位置におけるコア全体（0 ～ 20 cm）に占める下層根長の割合は，慣行区で 31.8％，長期落水区で 39.5％であり，落水により下層根の分配が高まったことが示された．また，下層根について根直径別の内訳をみると，0.1~0.4 mm の根が長期落水区で慣行区に比べて有意に増加していた（第 3B 図）．長期落水による水ストレスや落水に伴う下方への養分移動が下層根の増加に関与している可能性がある（Kalra et al.，2024）.

本研究ではペースト２段施肥に対する根系発達特性を複数の地点，品種で初めて明らかにした．疎播ペースト２段施肥栽培で，緩効性肥料を使用せず，かつ無追肥でも慣行栽培と同等の収量性を確保できる背景には，局所深層箇所でのペースト肥料の長期肥効と，それに対するイネ根系の施肥位置での発達による養分吸収効率の向上が関与していることが示唆された．今後は他品種，多様な栽培条件で検証を重ね，栽培地ごとの最適な施肥設計に資する知見を得る必要がある．

謝辞

本研究は生研支援センター「イノベーション創出強化研究推進事業」の支援を受けて行った．

引用文献

Kalra, A., Goel, S., Elias, A. A. 2024. Understanding role of roots in plant response to drought: Way forward to climate-resilient crops. Plant Genome 17: e20395.

Kawai, T., Shibata, K., Akahoshi, R., Nishiuchi, S., Takahashi, H., Nakazono, M., Kojima, T., Nosaka-Takahashi, M., Sato, Y., Toyoda, A., Lucob-Agustin, N., Kano-Nakata, M., Suralta, R. R., Niones, J. M., Chen, Y., Siddique, K. H. M., Yamauchi, A., Inukai, Y. 2022. WUSCHEL-related homeobox family genes in rice control lateral root primordium size. Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A. 119: e2101846119.

Nabila, M., Matsuoka, A., Yoshinaga, K., Moriwaki, A., Uemura, M., Shimono, H., Matsunami, M. 2023. Deep placement of fertilizer enhances mineral uptake through changes in the root system architecture in rice. Plant Soil. 490: 189-200.

Nestler, J., Keyes, S. D., Wissuwa, M. 2016. Root hair formation in rice (*Oryza sativa* L.) differs between root types and is altered in artificial growth conditions. J. Exp. Bot. 67: 3699-3708.

小野寺恒雄, 松波寿典 2022. 疎播種機とペースト２段施肥田植機による水稲の環境保全型疎植栽培. 日作東北支部報 65: 9-10.

大野高資, 杉山英治, 川崎哲郎 2001. 水稲疎植栽培が省力・低コスト化に及ぼす影響. 愛媛農試研報 36: 1-5.

Schulte-Uebbing, L. F., Beusen, A. H. W., Bouwman, A. F., de Vries, W. 2022. From planetary to regional boundaries for agricultural nitrogen pollution. Nature 610: 507-512.

根の研究と Plant Root

唐原一郎
富山大学学術研究部理学系

2008 年－ 2009 年に会長を務めたということで，「根の研究の 30 年を展望する」への寄稿のお誘いを頂きました．この連載が始まったと知ってまず思ったのは，もう 30 年も経ったのか…というものでした．学会創立時や初期の大先輩である森田茂紀さん，山内章さん，谷本英一さん，小柳敦史さんの後で書かせて頂くことになりました（これらの大先輩方は先生と呼ぶべき方々ですが，当時の気さくな雰囲気を思い出し敢えてさん付けで呼ばせて頂きます．）．大先輩方の後での執筆というのは大変な名誉を感じる一方で，最初に拝見した森田さんの，まさに学会の歴史を振り返るどっしりとした回顧録を拝見した後では大いに気圧されました．私自身は歳だけは取ったものの若輩状態から余り成長出来ていない気がしますし，回顧するほどの，また根の研究を展望するほどの力量もないし，紙面を無駄に浪費してしまったら申し訳無いと思いながらも，せっかく頂いた機会なので，国際誌 Plant Root 立ち上げに関わった当事者の一人として，自身の研究を振り返りながら，学会や Plant Root との関わりについて，書かせて頂きます．

自分の根の研究と学会との関わり

私の学会との出会いは大学院の時で，入会していた植物学会から送られてくる生物科学ニュースに，当時の根研究会発足の記事が載せられていたのを目にして興味を持ち，入会しました．「根の研究」第 1 巻 2 号の名簿には名前が載っているので 1992 年 6 月には入会していたことになります．研究会発足の経緯の詳細は，森田さんがこの寄稿シリーズの初回の記事（森田，2023）に詳細が記されていて，私も初めて知ったことも多く興味深く感慨深く拝見いたしました．私が学会に主催する催しに最初に参加したのは博士課程 1 年のときで，1993 年 8 月 28 から 9 月 3 日までパシフィコ横浜で開催された第 15 回国際植物科学会議（XV IBC）で開かれた，根研究会主催ワークショップ「Morphology and Function of Plant Root System」でしたが，このときは何か別件と重なっていたため，顔を出せたのは殆ど終わり頃だったのを憶えています．この学会の参加者は 4,491 人だったようで，学会の記念切手が発行されていました．当時の皇太子夫妻が名誉総裁ということで，開会式に出席されるところの皇太子妃（現皇后）を間近で見たのを憶えています．今から考えても大きな催しでした．初めて国際学会にポスターを持って参加しましたが，当時まだ開業したばかりのパシフィコ横浜の大きさにも圧倒され，国際学会は凄いものだと思いました．ロックフェラー大の Nam Hai Chua さんの元で修行され，シロイヌナズナを用いて根の発生生物学を始めたことで有名で日本で庭師をされていたこともあるという，昨年亡くなったデューク大の故 Philip Benfey さんが自分のポスターを見に来てくれたのを憶えています．

その後，1996 年に富山大で職を得て，1997 年の夏にカスパリー線のリグニン・スベリンの分析をする共同研究で，ドイツのヴュルツブルク大学にいた Lukas Schreiber さんに招いてもらいました．富山大で研究室を立ち上げて最初の学生だった横山正樹さんと一緒に 2000 本のエンドウの根から純粋なカスパリー線を単離し，それを持っていきました．そこでは化学のバックグラウンドを持つ PhD の学生 Juergen Zeier さんからガスクロマトグラフィー・質量分析による分析を教えてもらい分析するとともに，現場でエンドウも育ててスダン III を用いた切片のスベリン染色によるカスパリー線観察の写真を残しました．分析の結果，エンドウのカスパリー線のリグニン含量は高いものの，Lukas さんらが単離し分析していた単子葉類の発達した内皮の細胞壁と比べてスベリン含量が少なかったのは意外でした．研究所のあるヴュルツブルクの植物園からの坂道を下りながら，スベリンがこんなに少ないとアポプラストバリアにはなってないだろうと言う Lukas さんと，いやそんなはずはないと議論したのを憶えています．エンドウ根のカスパリー線の成分分析と顕微鏡観察については，その後，Juergen さんが調べたマメ科のヒヨコマメやトウゴマの発達した内皮の細胞壁の分析結果とともにその成果はまとめられました（Zeier et al.，1999）．

その時の滞在記は「根の研究」に初めて寄稿し，夏のアフターファイブのアクティビティとしてワインフェストとビアガルテンについては書きましたが（唐

連絡先 〒 930-8555　富山県富山市五福 3190
E-mail: karahara@sci.u-toyama.ac.jp

第 1 図　富山駅前の地酒バーにて．左から筆者，Lukas さん，塩野さん．2023 年 3 月．

原，1997），もう少し追加と後日談を書きます．そういえば当時，ラボで電子メールを利用することはできましたが，ニュースをインターネットで手軽に得るということもできなかったし，夏休みで空いた学生寮に泊まらせてもらっていたのでテレビもなく，週末に駅に新聞を買いに行ったりしたものでした．今と比べると隔世の感があります．ドイツ滞在の帰りには，かつてリグニン合成の阻害剤を頂いたことがあり，phenylpropanoid 合成系酵素の研究で有名なチューリッヒ工科大の Nikolaus Amrhein さんを訪ねたところ，夕食をご馳走になった上，翌朝ホテルをチェックアウトする際に宿泊代も払ってくれていたことがわかって感激したものでした．そして後日談ですが，化学分析で世話になった Juergen さんが職を移る時に推薦書を書いたりしましたが，今はデュッセルドルフ大学の教授になっています．そういえば，比較的時間が遅くなった際のアフターファイブ活動として，彼と一緒にディスコ（ドイツ語で Disko）に行ったのを思い出しました．踊れる訳ではないですが，ヨーロッパのディスコだからユーロビート（バブル期には日本でも大はやりでした）がかかっていたりするなら，音楽は楽しめるだろうと興味津々だったのですが，現実はそんな甘いものではなく，電子音楽の，テクノよりもテンポの速いハードスタイルというようなものだったかもしれませんが，これはきつい！ という感じで，店の中が混んでいたこともあって，店の外でお酒を飲みはじめ，彼は店内を出入りしていましたが，私は結局ずっと外にいたものでした．Lukas さんとはその後もつながっていてお互い行き来し，Plant Root の Editor にもなってもらいましたし，昨年は同じく彼とつながりがある評議員の中園幹生さんや前事務局長の塩野克宏さんと学振の短期招聘で招いて，旧交を温めました（第 1 図）．今年の 7 月の第 59 回根研究集会ではホストの塩野さんが，福井に彼を招かれます．アポプラストバリアにおけるリグニンの重要性については，後にローザンヌの Niko Geldner さんらのグループが，シロイヌナズナのカスパリー線でリグニンがアポプラストバリアの機能に重要であることを証明しました（Naseer et al., 2012）．

第 2 図　第 6 回国際根研究学会（ISRR）シンポジウムで発表後，Daniel Gladish さん（真中）とディスカッションする植竹祐三さん（右端）（2001 年 11 月）．

話を 1998 年に戻します．その年の 4 月 2 日－3 日につくばで行われた日本作物学会第 205 回講演会において，根研究会の関連ワークショップ「植物の根の組織構造から見た水の移送経路」が開催され，お声かけ頂いたので「植物の根におけるカスパリー線の構造」でドイツでの仕事を含めて発表させて頂きました．それが根研究会が関係する集会での初めての発表でしたが，根研究集会そのものに学生達と参加し発表を始めるのは 1999 年の第 12 回根研究集会（滋賀県立大学）からとなりました．2000 年度には「カスパリー線の形態・発達に関する研究」で根研究会学術奨励賞を頂き，2001 年 11 月に名古屋での第 6 回国際根研究学会（ISRR）シンポジウムでは国際学会での講演の機会を頂きました．しかしこの年，同時に大学より半年間，文科省在外研究で米コロラド大学に行く機会を頂き，それと重なってしまいました．国際学会での講演は初めてで大きな名誉に思いながらも，在外研究の機会も逃すと二度とないものだったので，後者を優先させていただきましたが，国際学会で発表出来ないのは極めて残念に感じたことが強い記憶として残っています．そこで，ご了解を頂いて，修士学生の植竹祐三さんに発表してもらうことになりました（第 2 図）．彼にとっては大いにプレッシャーであったと思いますが，それ

を乗り越えた経験は大きな人生の糧となったことと信じます．

カスパリー線やそれを形成する内皮の分化に関する研究では，私たちもモデル植物のシロイヌナズナを使い始めてはいたのですが，先述の Benfey さんのグループに始まり，Niko Geldner さんのグループへと，バリバリの分子遺伝学・細胞生物学レベルで研究が進められ，この研究分野は今風に言うレッドオーシャンとなってしまい，私たちの研究ペースではとてもかなわなくなってしまいました．他方で，上司とともに関わることになった宇宙実験とそれに関係する重力影響の分野や，コロラド大で関わった新しい電子線トモグラフィーに始まり X 線マイクロ CT へとつながる三次元形態イメージングの分野が面白く，それらの分野に関係する宇宙生物科学会や植物形態学の学会活動が忙しくなってしまい，根の研究から完全に離れていたわけではないのですが，本学会に参加する余裕が無くなってしまっていました．しかし宇宙や重力の分野でも，根の研究が重要であることにはもちろん変わりなく，私の中で一度は拡がった興味や手法を統合し，根系や仮根系の 3D イメージングに取り組むことで再び根の研究に戻りつつあります（Karahara et al.，2023；Kurogane et al.，2021；Yamaura et al.，2022）．

本学会の運営との関わり

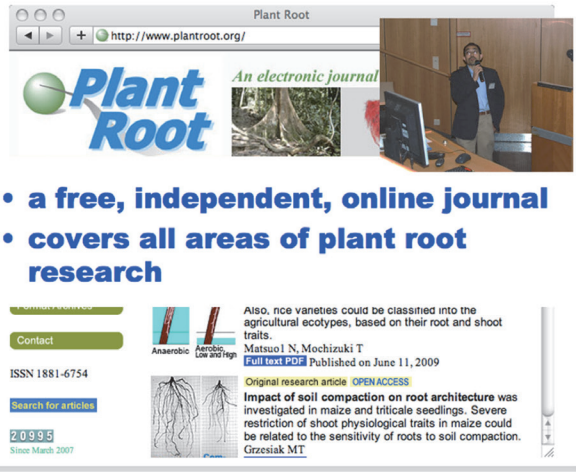
根研究会の運営に関する私のお仕事としては，まず 1996 年に評議員を拝命したことからです．当時，学会運営のことなどは全くわからない学生で大丈夫かなと思ったのですが，これから勉強しなさいということと理解しましたが，若い方々が集まって作った気さくな雰囲気であることは実感できました．その後，ISRR のシンポジウムを日本に招くなどの中でガバナンスが整備されていき，学生さんが学会から受賞された際の賞の名称など，社会的に認められやすいという外向けのメリットなどに配慮してのことと思いますが，研究会から学会に変更があったり，体裁としての変化はあると思いますが，最も基盤的なフィロソフィーとしての自由な雰囲気は脈々と今も続いていると思います．また入会当時私は理学系の学生で何もわかっていなかったのですが，一般的には，実学につながる農学系や工学系の学会では，参加はスーツ・ネクタイ着用で何となくお堅い雰囲気があるようだということは，後からわかってきました．根研究会はわりとすぐに十分大きな学会規模になっていたのに，しばらくは学会でなく研究会という名称を続けたことを，当時は不思議に思っていましたが，森田さんの記事（森田，2023）の中で，当初は作物学会の分派活動と批判された旨の言及があり，驚くと同時に，そうか，敢えて権威を重んじる雰囲気とは対極に位置づける，いわばメインストリームに対抗するカウンターカルチャーだったのだと，独自解釈かもしれませんが，勝手に腑に落ちました．そして現在，2027 年 9 月に農学系の園芸学会の本大会が私どもの富山大に来ることになりましたが，富山には農学部がないので私達理学系の少数メンバーが，もちろん県の研究所の方々と一緒ではありますが関わることになり，少しビビっています．余談ですが，実は園芸学会と同じ 2027 年 9 月に植物学会の本大会が富山に来ることが理事会で決まってしまい，それを知ってあわてて会長に直訴し何とか近畿地区に代わってもらえたという後日談があります．しかしいずれそれも来ますし，今年度は大きな植物生理学会をお隣の金沢大でやるので私どもも出動しています．というように，地方では人材が細る中，学会を超えて近所で協力し合い大会を何とか回すという感じになってきています．

また話を戻します．会の運営に関して私は，2004 年に「根の研究」編集委員を拝命し，2006 年－ 2007 年には小柳会長の下で副会長を拝命し，2006 年 10 月 7 日には第 25 回根研究集会を富山で開催しました．その富山集会の参加記を，富山大 OB の諸橋恵太さんが書き残してくれています（諸橋，2006）．私は副会長として国際誌 Plant Root を準備することになり，長く事務局長を務められ後の会長となる阿部淳さんを始めとし，その後 Plant Root の Steering committee や Managing Editor メンバーとして尽力下さる皆さんと，富山集会では準備委員会を開きました．委員会で議論してきた創刊の経緯やフィロソフィーは，結構な長文で寄稿しましたが（唐原，2007），今読み返すと当時の皆さんとの熱い思いが蘇ってきました．最初の公式なアナウンスとしては，根の研究 15 巻 3 号 p. 131 の記事「国際誌 Plant Root 創刊のお知らせ」での呼びかけでした．会員に誌名アンケートを行って 85 名の回答を得たところ，Journal of Root Research が 1 位でしたが，英語ネイティブの研究者にも相談したところ，Root は植物の根に限らないことから Plant は必要ということでした．本誌「根の研究」の英名はすでに Root Research ではありますが，国際的な視点ということで Plant を入れることにすると，しかし Journal of Plant Root Research では長すぎるため，最終的には最もシンプルな Plant Root としたのでした．

2008 年－ 2009 年に会長立候補のお話を頂いた時には，正直なところ役職名からくる重みを感じざるを得ませんでしたが，よく考えるとそれは私の勝手な思い込みで，本会は当初あえて会長職さえも設けない自由な会であったように（森田，2023），そもそも本会の役員職とは，一般的な役職名に伴うような権威や重みを

感じるべきものではなく，実質的な代表それ以上でも以下でもないはずだと再認識し，それをおつとめするという意識でお受けしました．そして，その期間の私の役割として期待されていたのも，Plant Root の初動に必要な，準備・広報を担うことであるということは明白でした．宣伝のためにはもう 1 期会長に立候補させて頂き頑張るべきだったのかもしれませんが，Plant Root 運営の方で私自身は手一杯で，そこに専念するため次の会長としては大先輩の故・巽二郎さんに立候補をお願いして受けて頂くことができ，会長任期を終えました．

Plant Root 立ち上げにあたっては，ウェブサイトや Instructions for Authors，各種フォーマット，review report，Guidance for Plant Root Reviewers，copyright 関連，お礼のメール，などなどの作成をいわゆるスクラッチから行った上で，動き出しながらも同時に色々と後から出てくるものでそれらを整備しながらとなりました．受付の後は原稿のハンドリングを Editor のどなたかにお任せしますが，Editor in Chief や Managing editors がハンドリングをやらざるを得ない場合もありますし，Reviewer をやらざるを得ない場合もあります．また当然，国際的な感覚も必要となりますし，私たち自身がハンドリングせざるを得ない場合はそもそもやっかいなケースだったりして，きれいごとでは済まないこともありました．こういった，その頃の苦労については当時の小柳会長が編集部のメンバーへの気遣いを記して下さっています（小柳，2024）．このような編集部としての裏方の仕事の大変さは，その後の Managing editors の皆さんも，現在の Editors in Chief の皆さんも基本的に定型業務の大変さは変わらないと思いますが，国際誌編集部のお仕事は，和文誌の「根の研究」に出ることもないので，この拙文のような機会でもなければあまり知られる事は無いかもしれません．初期の苦労を共にした初代 Managing editors の皆さん（阿部淳さん，荒木英樹さん，村中聡さん）を始めとし，私の任期中にも新たに，菱拓雄さん，野口享太郎さん，関谷信人さん，島村聡さん，古川純さん，塩野克宏さんが加わって下さりました．これらの方々にはいくらお礼を述べても述べ足りません．本当に大変お世話になりました．そして個々のお名前は割愛させて頂きますが，もちろん各論文をハンドリング頂いた Editors の皆さまにも大変お世話になりました．Editor in Chief の仕事としては，2 年任期の境目の年末には，Managing editor，Editor の皆さんへのお礼と継続の打診のメッセージをお送りしていました．加えて，広告塔になって盛り上げようという広報目的のためと，ご尽力頂いている Managing editor，Editor，Reviewer の皆さんへのお礼を兼ねて，うなりながら



第 3 図　第 7 回国際根研究学会シンポジウム（ISRR RootRAP）で“Plant Root”を宣伝するスライドと筆者（2009 年 9 月）．

Editorial として巻頭言を執筆していたのが，毎年正月のしんどい記憶として残っています．阿部さんの提案で，編集長の写真を入れようということで，恥ずかしいことに肖像写真を載せることになりました．しかし載せ始めると，毎年単なる肖像ではつまらないので，海外の植物園や研究所（IRRI なども）を訪ねた時に自撮り写真を撮る（スマホが無かった頃で，デジカメで撮るのは難しいです！）などして工夫して載せたのは，今となっては良い思い出です．ただ，いつも自分だけ目立っているのが気になっておりましたが，一度だけ 2011 年の巻頭言で Managing editors の皆さんのお顔も，ともに曝け出すことに成功しました（Karahara, 2011）．

原稿集めに必要な Plant Root の広報活動については，Plant Root のチラシを作成して他の学会で配ったり，国際学会やシンポジウムなどでの自分の発表機会を得たときにスライドの最後に入れたりしました．そのような際には，本会の創立時に大先輩方が，本会の設立を学会の枠を超えて辛抱強く宣伝をなされていた苦労が偲ばれました．私の会長任期中の 2009 年 9 月 2 日－ 4 日にオーストリアの Universität für Bodenkultur Wien で開催された第 7 回国際根研究学会（ISRR）シンポジウム Research and applications（RootRAP）では，特別に Plant Root を宣伝する機会を頂き，7 枚ほどのスライドを作成してプレゼンさせて頂きました（第 3 図）．このシンポジウムには，苅住基金で助成された若手も含め多くの研究者が日本からも参加しており（第 4 図），二瓶直人さん，牧田直樹さん，福澤加里部さんらが根の研究 18 巻 4 号 p. 149-157 に続々と参加記を寄稿しています．夜には小柳さん阿部さんのホストで Peter Barlow さんを囲む懇親会“Japan Night”が開

第4図　第7回国際根研究学会シンポジウム（ISRR RootRAP）のエクスカージョンで訪れたSchneeberg山での一枚．左から本誌編集委員長・福澤加里部さん，松本晃さん，牧田直樹さん，筆者（2009年9月）．

かれ，私は宴会芸「すしやのおやじ」を演じたことを憶えています．Barlowさんには，その後，本格的な総説をPlant Rootに3度寄稿頂きました．Barlowさんのご逝去の際には，「根の研究」には飯嶋盛雄さんが追悼文を寄稿されていて（飯嶋，2017），Plant Rootでも大変お世話になったのでobituaryを書かなければと思いはしたのですが，その余裕が無く実現できなかったことが悔やまれます．第7回国際根研究学会シンポジウムに参加された若手には，生態学の樹木根の分野の方が多いことに気付きました．その頃から感じたのは，作物学や植物生理学の分野のメンバーで始まった本会に，樹木根の分野の方々の参加が多くなってきた新たな流れでした．そして樹木根の分野の方々はPlant Rootにも注目くださり，菱拓雄・前編集委員，檀浦正子・現副会長の肝いりでついに樹木根の国際学会でタイアップ企画でのSpecial issueが実現しました(Hishi et al.，2015).

当時のPlant Rootの振り返りと，おこがましくも展望

私がEditor in Chiefを務めたのは2015年までですが，忙しくなって自分の首が回らなくなってきてしまっていたので，本当にManaging editorsの皆さまにご迷惑をかけしました．この場を借りてお詫び申し上げます．ですので，展望などというのもおこがましいのですが，本連載のテーマが「展望する」ということもあり，振り返りとともに少し述べさせて頂きます．いまでこそ学術誌はいわゆるオープンアクセスのメガジャーナルを含め，オンライン専門誌が増えてきて，というか雨後の筍のように出てきて，ハゲタカジャーナルなるものまで出てきていました．しかし，Plant Root創刊当時はまだオープンアクセス，オンライン専門というのは珍しく，今後どうなっていくのか，手探りながらでした．国際誌となれば競争の激しいアカデミアのマーケットに参入することになりますから，どうしてもシビアな現実，つまり雑誌（入れ物）の社会的な認知度（インパクト・ファクターや今ではサイトスコアなども）の問題を意識せざるをえませんし，当時でもインパクト・ファクター取得のハードルは高かったのですが，まだ背伸びすれば手の届く範囲にいるのでは，との思いもありました（唐原，2007）．そういう経緯もあり，私自身も個人的なつながりのある方や，関係者の皆さんのつてなどで，海外のEditorもある程度揃えることを目指しました．

ただそうはいっても，すぐにはいかんともしがたい問題として，アカデミアのマーケットですぐに「売れる」かどうかは，互いに引用し合える範囲としての分野そのものの流行度や，その分野の研究者人口の多さに依存するという根本的な問題もあります．また投稿する側の立場に立つと，例えばうちの大学の場合には，教員業績評価の基準は医学系の教員が決めているように，医学系の分野内では通用するのであろう引用速度や，インパクトファクターやサイトスコアといった雑誌の指標が個人の業績に直結する時代では，少しでもそれらの指標の良い雑誌に投稿したくなるものでしょう．30年から先を展望する中で，そういう話があったのかどうかはわからないのですが，もしそれら指標を獲得する方向を模索するということがありそうでしたら，出版社との連携も視野に入るようであれば，根の国際誌というニッチな位置づけと歴史から，世の中の根に関する論文をもっと集めることができるポテンシャルはありそうにも思います．

ただ，立ち上げ時でも，インパクト・ファクター取得のために頑張るのは，関係者に相当な無理がかかることも容易に想像できました．動き出すとわかったのですが，出版社であれば投稿受付など定型作業がある程度自動化されているウェブサイトが使えたり，managing担当の事務方がいたりといったことはないため，定型業務がそのまま編集部の仕事になるので（そこは和文誌も変わらないですが），受付できる論文数にリミットが生じます．またインパクト・ファクターによる序列化とは一線を画すという，カウンターカルチャー意識もありました．理想論から言うと，論文の重要性は掲載される雑誌（入れ物）ではなくその論文の中身で判断されるべきで，それは学術界のゴールドスタンダードであることは変わらないはずで，どういう形であれネットに出ればみな土俵は同じという思いはありました．しかし，実際はネットに出ればみな土俵は同じ，というものではなく見えやすさ（Visibility）の問題があり，検索サイトで上位に表示されやすいか否かで，ネット上で閲覧する人の多さが違ってきて，

それは入れ物によっても当然違ってきます．個々の論文のレベルで少しでも見えやすくするための工夫で，一つ今すぐできるアイディアとして，投稿前にbioRxivなどのプレプリント・サーバーにむしろ載せてもらってから投稿する，などの手はあると思います．

また，論文の中身の価値判断として，これは「根の研究」の方で学んだことですが，実学の分野では，現場に直結する技術など実社会に役立つことを目的としたり，論文に引用されることを必ずしも目的としていない（論文のための論文ではない）論文，ということはありそうですし，日本で役立つことは海外でも役立つという可能性ももちろんあるでしょう．まっとうな論文を実直に出し続けるということで雑誌の歴史が作られていくと思います．Editors in Chiefの体制にされたのは，根研究会の原点を彷彿とさせつつ本会らしいと思いますが，新しく妙案と思います．雑誌をサステナブルにし軌道に乗せて下さり，尽力下さってきたその後の編集部の皆さまにも，本当に敬意を表します．2024年1月より根研究学会としては初の女性3名による幹部体制になったということで，やはり根研究学会は時代の先端を走り続けていると思います．新体制発足のお慶びを申し上げるとともに，本稿の様な，独自解釈に満ちた勝手なお話を書く機会を下さった，懐の深い「根の研究」に篤く御礼を申し上げ，終わりにしたいと思います．読んで下さった読者の皆さまにも御礼を申し上げます．

引用文献

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.

飯嶋盛雄 2017. Peter Barlow 先生の思い出: 根冠の形態と機能をめぐって. 根の研究 26: 35.

唐原一郎 1997. ドイツ・ヴュルツブルグ大学植物園に滞在して. 根の研究 6: 150-152.

Karahara, I. 2011. Publications from 2007 to 2010 in Plant Root: A retrospection. Plant Root 5: 1-4.

Karahara, I., Yamauchi, D., Uesugi, K., Mineyuki, Y. 2023. Three-dimensional visualization of plant tissues and organs by X-ray micro-computed tomography. Microscopy 72: 310-325.

Kurogane, T., Tamaoki, D., Yano, S., Tanigaki, F., Shimazu, T., Kasahara, H., Yamauchi, D., Uesugi, K., Hoshino, M., Kamisaka, S., Mineyuki, Y., Karahara, I. 2021. Visualization of Arabidopsis root system architecture in 3D by refraction-contrast X-ray micro-computed tomography. Microscopy 70: 536–544.

森田茂紀 2023. 根研究会の設立趣旨—できるだけ手を抜いて，会員の役に立つことを—Establishment of Japanese Society for Root Research. 根の研究 33: 43-53.

諸橋恵太 2006. 第 25 回根研究集会に参加して. 根の研究 15: 164.

Naseer, S., Lee, Y., Lapierre, C., Franke, R., Nawrath, C., Geldner, N. 2012. Casparian strip diffusion barrier in Arabidopsis is made of a lignin polymer without suberin. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 109: 10101-10106.

小柳敦 2024. 発足 15 ～ 16 年目の根研究会を振り返って. 根の研究 33: 35-38.

Yamaura, R., Tamaoki, D., Kamachi, H., Yamauchi, D., Mineyuki, Y., Uesugi, K., Hoshino, M., Suzuki, T., Shimazu, T., Kasahara, H., Kamada, M., Hanba, Y.T., Kume, A., Fujita, T., Karahara, I. 2022. Three-dimensionally visualized rhizoid system of moss, *Physcomitrium patens*, by refraction-contrast X-ray micro-computed tomography. Microscopy 71: 364-373.

Zeier, J., Goll, A., Yokoyama, M., Karahara, I., Schreiber, L. 1999. Structure and chemical composition of endodermal and rhizodermal / hypodermal walls of several species. Plant Cell Environ. 22: 271-279.

闊達な議論の場としての根研

阿部淳
東海大学農学部

発足からの数年間

根研究学会の前身である「根研究会」が発足した1992年当時，私はまだ東大で助手に採用されて1年半ほどの駆け出しであった．言い出しっぺの森田茂紀先生も助教授（現在の准教授に相当）に昇格して数年だったと思う．研究室のトップである山﨑耕宇先生は，おそらく「また森田君が新しいことを始めましたな」と思われつつ，「大いにおやりなさい」という雰囲気であった．

既に森田先生が第32巻2号（森田，2023）に書かれているように，発足の動機の1つは森田先生らが，国際根研究学会（International Society of Root Research）で欧米の学会に刺激を受けたことである．私自身も，ウィーンで開かれた第3回国際根研究学会（ISRR）シンポジウムに参加して大きな驚きを覚えた．まず，服装は背広・ネクタイが少数派で（夜のパーティーには背広に着替えて出てくる人もいる），セーターなどの気軽な服装の若者が，最前列に陣取ってガンガン質問をしている．逆に言うと，当時の日本の農学系の学会は，座長がわずか3分の質疑の時間を持たせるためにあらかじめ質問を用意しておかないといけないほど議論が低調だった．

発足後数年間の根研究会は会誌もコピー機で手作り，研究集会も決まった形式がなく，定例の集会とは別にシンポジウムや他学会に便乗したサテライトの集まりなど，その場その場の思い付きで，手作りで自由に開催していた（森田，2023）．

根研究集会では，成果発表だけでなく，「これからこんな研究をしようと計画しています」といった発表もOKとし，参加者の皆さんにはアイディアを横取りなどしないようにといったマナーを期待していた．一般発表の枠で，土壌学の木村眞人先生（当時名古屋大学）が水田土壌に関する考察を話されたり，私が根の調査法の実際的なレビューを発表したこともある．近い分野の発表を数題ずつまとめて総合討論の時間も設けるといった試みをした回もあった．これらはおおむね好評で，根研究集会をきっかけに入会された方も少なくない．

第1図　根研究会当時のホームページのロゴ．地球に植物のロゴは赤坂庸子さん（当時大阪府立大学学生）のデザイン．

根研究集会以外では，小柳敦史さん（当時，農業研究センター）が中心になって開催されていた「つくば作物根セミナー」（小柳，2024）のほか，日本作物学会の小集会などを利用して開催した勉強会やシンポジウム（http://www.jsrr.jp/conf.htm）をきっかけに根研の存在を知って入会された方も多い（例えば，谷本，2024）．

第1回のJSRRシンポジウムは，規模としてはごく小さなものであったが，日本の根研究に関心を寄せて下さっていたPeter Barlow先生のご助力もあり，中元朋実さん（当時，東京大学）が編集して国際誌Plant Rootの特集企画で論文が掲載されるなど，小さいながらも活力は高かった．

ちなみに会の英語名称であるJapanese Society for Root Researchは，国際研究学会（International Society of Root Research）とは前置詞（of か for か）が違うが，これはイギリス人であるBarlow先生のご意見を入れた結果である（森田，2023）．根研究会発足時には，日本〇〇学会を名乗るような大げさな組織になるとは思わなかったし，世界各国に根の学会がある訳でもないのだからあえて国名を付けなくても良いし，外国の研究者の入会も歓迎というつもりで「根研究会」としたが，英語名称はさすがに国際研究学会との兼ね合いでJapaneseを入れた．

ホームページやメーリングリストの開設など，生物系・農学系の学会としては，インターネットの利用開始がかなり早かったのも，根研究会の特徴のひとつであった（第1図）．

そんなこんなで，当初は20～30人も集まれば上出来と，日本作物学会の名簿を見て，根の研究に興味が

連絡先 〒861-2205　熊本県上益城郡益城町杉堂871-12
E-mail: abejun@tokai.ac.jp

ありそうな人を拾い出して葉書を送ることから始めた根研究会であったが，農学はもちろん，理学分野や工学分野など，他分野にも広がりを見せ，あれよあれよという間に会員数は100を突破していた．学問分野は違っても，実際に根を調べるとなると共通の問題意識や似た手法上の工夫があることが分かり，予想以上に刺激的で活発な交流ができる場に育っていくこととなった．

若手支援としての学術奨励賞と苅住基金

こうした発展を受けて1996年からは根研究会賞を授与している．第1回は学術功労賞のみで高橋秀幸先生の「根の水分屈性に関する研究」（当時，東北大学）．翌1997年には学術奨励賞と学術特別賞も授賞した．

学術奨励賞については，日本の学会では「奨励」とはいっても，年齢・実績ともに中堅以上の人に授与されることが多い．時には学会の最高位の賞を与えても良いような業績に対し「あいつはまだ40歳前後だから奨励賞で十分だろう」というような場合もありそうである．それに対して，当時の根研究会の運営メンバーが考えていたのは，若手への援護としての奨励賞である．根の研究は，葉などの研究に比べると時間が掛かり，論文の本数を増やすには不利な分野である．一方で，世の風潮として，研究職のポストや研究費の獲得には論文の本数などの実績が重視され始めていた．日本の根の研究を発展させるためには，現役の研究者の努力もさることながら，将来にわたっては，若い新しい研究者がポストと研究資金を得て生き残ることが必須である．そのため，大学院の博士課程修了者にはポスト獲得を，修士課程修了者には学術振興会の特別研究員獲得を支援するつもりで，学術奨励賞を設けた．したがって，修士論文の研究でも，優秀な内容で将来が期待できるような学生であれば学術奨励賞を授与しようと考えており，実際初期の学術奨励賞は修士論文の業績にも与えられている．

後に，苅住昇先生から頂いた300万円で始めた苅住基金による若手の海外渡航の支援も，若手の根研究者を支援し，根研究の陣容を厚くしたいという考えから出発している．実際，苅住基金で海外渡航した会員の中から，後年，北海道大学，東北大学，東京大学，名古屋大学，京都大学，九州大学などの助教に採用されてプロの研究者として活躍し始めた人たちがいる．

一方，学術特別賞については，実践的な業績を念頭においており，必ずしも学術論文にならなくても，学問や社会の発展に寄与した業績を想定して設けた．

「根ハンドブック」「根の事典」「根の研究の最前線」

当初の予想に反して，会員が増え，作物学以外の分野にも大きく拡がりを見せた根研究会の発展を反映して，皆さんに自分の研究分野の分かり易い解説を見開き2ページずつで書いてもらおうと，森田先生が中心となって企画したのが「根ハンドブック」である．

各地の図書館などにも寄贈したのが良かったのか，はたまた購入して下さった方たちの口コミのお陰か，研究者はもちろん，一般の方からも購入希望の連絡があったりして，確か初版は500部を作ったと思うが売り切れて増刷した．この本を見て，入会された方も少なくない．

朝倉書店の編集者の目にもとまり，「根の事典」の編集へと繋がっていく．「根ハンドブック」は，「中学生にも分かるように」と読み易さを重視し引用文献もなかったことから，もう少し専門的で詳しい本へのニーズがあった．1995年から，編集委員の皆さんと，なにより森田先生の尽力で編集が進められ，1998年11月に刊行．翌年には記念シンポジウムも開催した．朝倉書店にとっても，予想を大きく上回る売れ行きとなったようである．

この事典は今も初版が販売されているが，さすがに内容が古くなっている．ここ25年程の根の研究の進展はめざましいものがあるので，大変な難事業ではあるが，改訂版が望まれる．

あるいは，まずは自費出版で小回りが利く「根ハンドブック」の改訂版からでも良いかもしれない．なお，根研究会の頃から，本会では日本図書コード管理センターへの登録をしてあるので，自費出版の出版物にもISBNコードを付けることができる．

このほか，根研究会時代からの出版物としては「根の研究の最前線」第1巻～第7巻がある（http://www.jsrr.jp/pu_zen.htm）．これは，養賢堂という出版社が農業・農学関係者向けに毎月発行している「農業および園芸」誌で連載した「植物の根をめぐる諸問題」第1回～第200回をまとめたものである（森田，2023）．

「植物の根をめぐる諸問題」は，会員や根に関連した研究・仕事をしている方にお願いして，分野違いの人にも分かり易く解説していただくという企画であった．初期には毎月掲載していたが，後半はおおむね隔月にしていた．会誌「根の研究」にもミニレビューなど，研究紹介を書いて頂く人を探しているので，それとは別に，コンスタントに執筆者を探すのはたいへんなことであった．150回目辺りからは，まず最近の国際誌に載っている根関連の論文を検索し，面識のない著者にいきなり電子メールでコンタクトして，執筆を打診するということもかなりしている．根研の会員が増えて，根の研究者はかなり網羅していると思っていたが，意外な研究分野に，まだ知らない根関連の研究者がいたのはうれしい発見であった．

ただし，それらを取りまとめた「根の研究の最前線」第1巻～第7巻の売れ行きは今ひとつ.「根ハンドブック」の成功体験で，今度も研究会の資金を増やそうともくろんでいたが，逆に資金を減らす結果になって，後の事務局の皆さんには苦労を掛けてしまった.

このほか，ファイトテクノロジー研究会（通称ファイテク）の企画で「ファイテク HOW TO みる・きく・はかる 植物環境計測」という本の編集・執筆にも根研究会のメンバーが協力している．ファイテクも，根研究会と同様に自由闊達な雰囲気を持つ植物工学分野の研究会で，研究集会を共同開催などした経緯があり，この本の出版に結実した.

第6回国際根研究学会シンポジウム

2001年には，名古屋で第6回国際根研究学会シンポジウム（The 6th ISRR Symposium；http://www.jsrr.jp/isrr/）を開催した．実行委員長の山内章さん（名古屋大学）が中心となり運営に当たって頂いたが，当時は，まだ日本のコンベンション業者も国際会議の運営には不慣れでほとんど役に立たず，事務局長を務めた飯嶋盛雄さん（当時名古屋大学）や私のもとには毎日のように海外からの問い合わせが来ていて，メールのやり取りは2,000通を越えた.

その甲斐あって，シンポジウムは大成功だったと思う．34か国から341人の参加者があり，内119名が海外からの参加である.「日本でこんなに海外の参加者が多い本当の国際会議を見たのは初めて」と言って下さった方もいた．各セッションも議論が盛り上がって充実していたと思う．このシンポジウムを機に入会した会員も多い.

残念だったのは，根研究が盛んな旧ソ連や東欧の研究者には，経済的な理由や，訪日ビザの取得要件が厳しいといった理由で，参加を希望しながら来日できなかった人が多かった．ミニポスターの電子ファイルを送ってもらって貼りだすコーナーを設けるなどしたが，現在であればオンラインが可能で隔世の感がある.

この国際会議運営の経験は，根研究会が後援した第9回植物の嫌気応答に関する国際会議（2007年11月，宮城県松島町）にも活かされることになった.

国際誌 Plant Root

既に小柳さんが第33巻1号で書かれているように，唐原一郎さん（富山大学）を中心に Plant Root 発刊の準備を進め2007年に創刊した.

海外資本が占有しつつあった世界の電子ジャーナルの趨勢に，日本でもようやく J-Stage が立ち上がっていた．その後，学問を経済発展の道具としか見ない政権のもとで，J-Stage も資本力がある「経済の役に立つ」学会に都合が良いシステムに変貌してきた観があるが，当時は，資本のない学会でも電子ジャーナルを刊行できる環境が整ってきたと感じていた.

根の研究を専門とする英文誌を刊行したいという声は以前から出ていたが，編集などの苦労を考えて二の足を踏んでいたのだが，小柳会長から「可能なものですか」というようなお話があり，「電子ジャーナルで良ければ可能な状況にはなっています」というような返事をしたら，「じゃあ，出しましょうよ」ということで小柳さんの英断があって実現した.

Plant Root は，掲載論文数が，コンスタントに年間20～30本まで増えれば，Impact Factor を付けてもらえそうな状況かと思う．編集委員の皆さんにはご苦労を掛けるが，皆さんの投稿を期待したい.

研究会から学会へ

私が会長を務めた2013年から「根研究【学】会」と改名したが，これは前任の巽二郎会長（当時，京都工芸繊維大学）のときに議論をして決めたことであった.

「学会」の定義ははっきりしないが，上述の国際会議開催のために文部省（現在の文科省）から補助金をもらうために問い合わせた際には，日本学術会議の登録団体（現在は協力団体）であることが用件であった（当の日本学術会議の事務局は「そんなことは文部省が勝手に言っていること」と否定的だったが）．そのために日本学術会議の登録団体に登録したので，名称に関わらず「根研究会」のままでも学会という考え方もできたが，対外的にははっきり学会と名乗ったほうが，成果を発表するにしても役職を務めるにしても良いだろうという意見があった．一方では，日本の学会らしからぬ自由闊達な雰囲気を守るためには「研究会」のままが良いという意見も多かった（山内，2023）.

アンケートなどとっても意見が分かれて難しい判断であったが，巽先生のご判断で，「根研究学会」への改称を決定した.

一方で，堅苦しい雰囲気にならぬよう「根研」という愛称を定めたり，「根研究集会」の名称はそのままとした.「根研究集会」については，「講演会」とか「〇〇学会大会」という名称の方が出張の手続きをしやすいという声も頂いていたが，研究会時代からの闊達な雰囲気の象徴である根研究集会はそのままの名称にしておこうという判断になった,

最後に

膨大な数の土壌サンプルから黙々と根っこを洗い出す作業やこつこつと根を測る作業は気が滅入るときがある．根研究会発足の当時は，そうした体験を共有す

る仲間が他にもいると分かっただけでもうれしいという声も聞かれた.

根研も発足から30数年が経って，その場の勢いだけで企画を実行するようなことはやりにくくなったかと思う．大学・研究所の人員削減や雑務の増加で，運営に当たる皆さんの時間的余裕が失われているという問題もあるだろう.

ただ，根研の発展の経緯を見ると，集会にせよ，出版物にせよ，あまり形式にとらわれずに，まずはやってみようと動き出す度に，新しい仲間との出会いがあり，会員が増えてきたように思われる.

会員の皆さんが，この会をうまく使って，結果として日本の根研究がさらに発展することを期待したい.

引用文献

森田茂紀 2023. 根研究会の設立趣旨―できるだけ手を抜いて，会員の役に立つことを―Establishment of Japanese Society for Root Research. 根の研究 32: 43-53.

小柳敦史 2024. 発足 15 ～ 16 年目の根研究会を振り返って. 根の研究 33: 35-38.

谷本英一 2024.「根研究会」が広げてくれた「研究と教育」. 根の研究 33: 23-34.

山内章 2023.「根の研究」と根研究会. 根の研究 32: 79-82.

「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
東京大学名誉教授

根研究会ができたときの設立発起人は，全員が日本作物学会の会員であった．その後，研究会の趣旨に沿って，様々な学会に所属したり，異なるバックグラウンドをもった会員が増え，研究会の多様性が豊かになってきた．

日本作物学会は，論文の数からいえば日本イネ学会といってよく，根についてもイネの根の論文が多い．また，イネの根については，星川清親の「解剖図説イネの生長」や松尾孝嶺監修の「イネ学大成」（いずれも農文協）が従来の代表的な文献といえる．

しかし，「水稲の根」あるいは「イネの根」と題する著書は，これまでに川田信一郎の2冊しかない．「水稲の根」（農文協）は解説がついてはいるが，川田の退官記念事業として出版された論文集であり解説としては読みにくい．

一方，「写真図説　イネの根」（農文協）は，研究成果を農業者にも理解できるように「現代農業」に連載したものを取りまとめたものである．そのため，「水稲の根」に比較すれば読み易い．しかし，かなり時間が経過しているため，写真に解像度が低いものがあったり，守備範囲がまだ十分に広くはなかった．

川田信一郎の最後の弟子である著者は，「イネの根」出版後の研究の蓄積が少なくないことが気になっていた．改訂ができないかを農山漁村文化協会にご相談したところ，著者の書下ろしとして取りまとめる方向に話が進んだ．

そこで，「写真図説　イネの根」の趣旨，すなわち根の形態や生育を研究することを通じて，根の役割を考えることや，農業者や高校生でも理解できることを踏まえて取りまとめることにした．

根の研究の枠組みを設定したうえで，本書を3部構成とした．第1部は量的に全体の半分ほどを占めており，根系全体の形態や形成と，根系を形成している1本1本の冠根と側根の形態と生育を解説した．根系の形態や形成は掘りだしてみなければ分からないことだらけで，それを定量化することは思いのほか難しい．

著者は，根系を根量とその分布の組合せとして捉え，それが個々の冠根・側根や茎葉部とどのような関係にあるかを検討した．すなわち，根系の測定と評価をどうするかという問題意識である．ここでは根系のモデルの構築も含めて検討を行った．

根系は地上部と異なって，その場その場の土壌条件に対して柔軟に対応する可塑性に富んでいる．また，それとは対照的に，根系を構成する様々な冠根や側根は形態や組織構造が似ており，直径という物差しで統一的に理解できる可能性がある．もしそうなら，根の直径には最小値があるはずで，イネの場合は細い側根の直径の100 μm弱が最小値で，2原型ということになる．

第1部で根系や根の形態・生育を取り上げ，従来の知見に自分の研究成果を含めて再整理を行った．解像度が高くなっただけでなく，蛍光顕微鏡の利用などを踏まえて機能形態学的な展開ができたと考えている．

目次

はじめに
緒論　なぜ，根なのか？　根の研究の課題／水稲根の

連絡先 E-mail: riceballs@mtj.biglobe.ne.jp

研究史／根の研究の展開／本書の構成

第1部　根の生育と形態
第1章　根系の形態と形成　水稲根系の形態／水稲根系の形成／まとめ
第2章　根量と分布の形成　根量と分布の定量化／冠根の伸長方向／ファイトマーの概念／まとめ
第3章　根系モデル研究　根系のモデル研究／冠根均等伸長モデル／根長密度モデル／まとめ
第4章　冠根の構造と生育　水稲冠根の構造／冠根原基の形成／根冠の組織形成／冠根の組織構造／中心柱と維管束／まとめ
第5章　側根の構造と生育　側根原基の形成／側根の組織構造／冠根と側根の関係／通水経路と通水能力／まとめ
第6章　根の直径の形成　根端の形態解析／形質の相互関係／冠根直径の形成／側根直径の形成／まとめ
第7章　栽培条件と根系　窒素施肥と根系形成／堆肥施用と根系形成／土壌条件と根系形成／水管理と根系形成／栽培条件と根の色／まとめ

第2部　根の活力
第8章　水稲根系の活力　出液現象と根の活力／根系形成と根の活力／環境条件と根の活力／栽培方法と根の活力／まとめ
第9章　出液の成分分析　窒素施肥と出液成分／窒素追肥と出液成分／サイトカイニン分析／出液現象と根の活力／まとめ
第10章　根系管理と収量形成　地上部と地下部の関係／米作日本一表彰事業／根系形成と収量形成／収量形成と根の活力／まとめ

第3部　根の見かた
第11章　根をどう見るか？　根系・根群と個根／個根の種類と形成／個根から根系へ／モデル器官の根／分離種子根の培養／根の効率と保険／まとめ
第12章　根のデザイン　「根のデザイン」の視点／根の診断・評価・調節／稲作と根の研究の今後

おわりに／引用文献／索引

やれば結果がでることとして形態や生育に関する整理が一区切りしたところで，根の機能や活力について挑戦しようと考えた．ヒントとなったのは，農村通信社の講師の現場における気づきである．すなわち，「よく穫れるイネは，朝，葉先につく水滴が大きい」．

これは能動的吸水を背景にした生理現象であり，出液速度に着目すれば根の活力を測定評価できると考えた．農家水田で出液速度を測定することを積み重ねて，根の活力にアプローチした．出液は速度を測るだけでなく，成分分析を通じて植物栄養学的な研究もできる．収量形成に最も関係する窒素のほか，ケイ素やサイトカイニンの測定も役に立つ．

以上の研究成果を総合し，どのような根系管理をすれば安定多収が得られるかについて考察を試みた．まだ分からないことだらけであるが，生育後期まで根の活力をできるだけ維持するアンチエイジングにヒントがあると考えている．

第3部では個々の根を根系全体に結び付けることを考えるとともに，「根のデザイン」という考え方を提示した．これはNPO「サヘルの森」の中東などにおける緑化活動などから頂いたアイデアを著者なりに体系化したものである．

すなわち，著者にとっての根の研究は，①理想型根系がどういうものであるかを解明するとともに，②理想型根系を作る技術開発をすることをセットとして行うことであり，それを実現するために，根の形態と機能をどのように測定して，どのように評価するかということから始めなければならないということである．

著者は，現時点におけるイネの根に関する研究の到達点を体系化したつもりである．ここまでは分かっている．さあ，ここから展開させてほしい．

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

24．植物の必須元素の数「17」

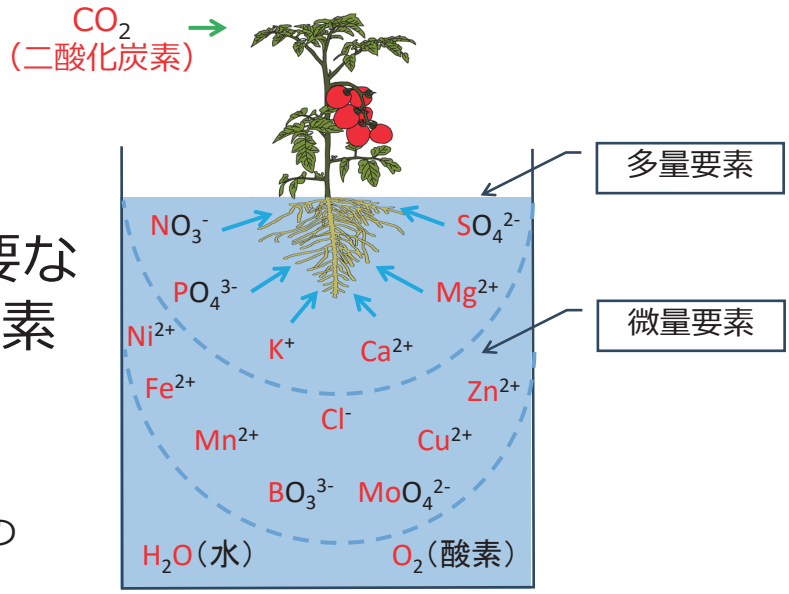
2024 年 4 月にピーター・ヒッグス氏の訃報が報じられた．素粒子のひとつとしてヒッグス粒子の存在を予測し，2013 年にノーベル物理学賞を受賞した．現在素粒子はヒッグス粒子を含め 17 種類あるそうである．現代物理学においては，様々な物質を構成する基本単位としての原子は，陽子と中性子そして電子から構成され，それらの陽子や中性子といった粒子もさらに小さな素粒子から構成されている．17 種類の素粒子のひとつには電子もある．これは比較的なじみがあると思うが，その他は，アップクオーク，チャームクオーク…，呪文のような名前が続く．私にとってはそれほど親しみを感じない「17」である．

「17」と聞いてまず思い浮かぶのが，植物の必須元素である．これは，根と大いに関係しよう．C（炭素），H（水素），O（酸素），N（窒素），P（リン），K（カリウム），Ca（カルシウム），Mg（マグネシウム），S（硫黄），Mn（マンガン），Fe（鉄），Cu（銅），Zn（亜鉛），Cl（塩素），B（ホウ素），Mo（モリブデン），Ni（ニッケル）の 17 種類である．ただの偶然ではあろうが，必須元素を思い出す時に「17」がきっかけとなる．30 年前の教科書では，Ni を除いた 16 種類が必須元素とする教科書が多かった．素粒子も必須元素も，今後の研究によってはさらに増えることも考えられる．

そのほかの「17」，俳句は 5，7，5 の計 17 文字の組み合わせで，無限とも思える表現を可能とする．悠久の夏の情景が頭に浮かぶ「閑さや岩にしみ入蝉の声」．

そもそも数学で言えば，17 は素数である．素数は 1 と自分自身以外には約数をもたない正の整数であり，2，3，5，7，11，13，17…など無限にあることがギリシャ時代から知られている．割れないことからも数の中の元素のようなものである．割れないことが，心にひっかかる釈然としない数でもあるが，情報セキュリティーの暗号化のキーとなる数字である．

そういえば，今年もかの地で大活躍の日本人野球選手の背番号も「17」である．彼の活躍を見るにつけ，私は植物の必須元素のことを思い出す．



連絡先 〒 277-0882　千葉県柏市柏の葉 6 丁目 2-1
E-mail: anakano@chiba-u.jp

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　　聡	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　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 33 巻　第 2 号　2024 年 6 月 15 日印刷　2024 年 6 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

Short Report

Changes in root system of rice under sparsely planted two-position paste fertilizer cultivation

Maya Matsunami, Shuhei Sasaki, Yoichi Watanabe,

Kazutoshi Niitsuma and Toshinori Matsunami 58