

第9回根研究集会発表要旨

無硫酸根緩効性肥料がトマトの根系構造および果実収量・品質に与える影響について
中野明正・山内章*・上原洋一(野菜・茶試 施設生産部、名古屋大*)

E-mail: anakano@nivot-pc.affrc.go.jp

野菜栽培、特に施設栽培土壌においては、肥料成分をはじめとした塩類集積が進行している。過剰塩類を構成しているアニオン成分では、硝酸イオンや硫酸イオンが大半を占めるため、これらのイオンの土壌への負荷を抑制する必要がある。ここで検討した無硫酸根緩効性肥料 (Non-sulfate slow releasing fertilizer : NSR) は、残留率の高い硫酸イオンの含量を低く抑えるとともに、窒素はウレアフォーム態と緩効性になっている。この NSR が土壌環境、トマトの根系構造、果実収量および糖度に与える影響を、従来使用されている CDU 系肥料と比較検討した。

2x71x89cm (内法) の根箱に播種後 30 日齢のトマト苗を定植し、第 3 果房まで収穫した。肥料は NSR 肥料 (10-11-11) と CDU 系肥料 (12-12-12) を用い、施肥レベルは N で揃えて、1 個体あたり 0.33, 1.0, 3.0g (N) の 3 段階を設けた。定植後 81 日目に果実と地上部のサンプリングを行い、その後、根系活性の指標として出液速度を測定し、引き続き根系のサンプリングを行った。

収量については NSR 区では窒素施肥量の増加に伴い増加したが、CDU 区では H 区で頭打ちとなった。一方で、CDU・H 区では果実糖度が高くなり、水ストレスが負荷された結果と考えられた。根系を調査した結果、CDU 区では高濃度に施肥した部分が褐変するとともに、根長が抑制されていた。このため、硫酸イオンを含めた高濃度の塩類が根系の障害を生じさせ、収量低下を引き起こし、根系が障害を受けたことに伴う水ストレスが、果実糖度を上昇させたと考察した。

根の細胞壁粘弾性に対する酸性 pH とアルミニウムの影響

- 1) 谷本英一, 2) 山本良一, 3) 馬 建鋒, 3) 黎 曉峰, 3) 松本英明
1) 名古屋市立大学・自然科学研究教育センター・2) 帝塚山短期大学・食品科学
3) 岡山大学資源生物科学研究所

Effect of acid pH and aluminum on viscoelastic properties of root cell walls

Eiichi Tanimoto1), Ryoichi Yamamoto2), Jian Feng Ma3), Xiao Feng Li3),

Hideaki Matsumoto3)

- 1) Institute of Natural Sciences, Nagoya City University
2) Laboratory of Biology and Chemistry, Tezukayama College
3) Research Institute for Bioresources, Okayama University

茎や根の伸長成長を最終的に制御するのは細胞壁の伸展性であると考えられている。近年筆者らは、クリーブ粘弾性計測法により根の細胞壁の伸展性を物理学的な粘弾性パラメータとして計測・表現する方法を確立した。本研究では、Kelvin-Voigt-Burger による弾性 (バネ) と粘性 (ダッシュポット) を 6 個組み合わせた 6 要素モデルを使い、非線形の根の細胞壁の伸展過程を近似した。この近似で得られる弾性パラメータ E_0, E_1, E_2 , と粘性パラメータ η_0, η_1, η_2 について、酸性 pH とアルミニウムの影響を比較した。コムギの根を $10 \mu\text{M}$ のアルミニウムで処理すると、3 時間処理後には E_0, η_0 がやや低下し、6 時間後には $E_0, E_1, E_2, \eta_0, \eta_1, \eta_2$ ともに低下した。この低下は、根の伸長阻害のタイムコースとほぼ一致した。一方、メタノールで殺した根を酸性 pH 処理 (in vitro 処理) すると、 η_0 が大きく低下した。同じく、アルミニウムで in vitro 処理すると、これまでのところ、アルミニウムによるパラメータの変化はほとんど認められなかった。

これらの結果から、アルミニウムは細胞壁の粘弾性を変化させるがその効果は細胞壁の合成代謝などを通じて引き起こされており、一方、酸性条件による伸長促進は細胞壁の酸性化による直接の粘性低下によって引き起こされていることが示された。しかし、実際の酸性土壌下で、このようなパラメータ変化がどのように貢献しているのかはまだ不明である。

ブドウさし木の発根の機構について
河合義隆（三重大学生物資源学部附属農場）

ブドウのさし穂の芽を除去すると発根が抑えられる。そして、さし穂の摘芽処理が遅れると発根率は回復する傾向があり、萌芽中のさし穂の芽内には発根促進作用を有する物質的要因が存在することが推察される。そこで、本研究ではこの発根促進物質がオーキシンではないかという仮定のもとに実験を行った。

ブドウの一芽さしを用い、次の様な実験を行った。①さし木後の発根部位のオーキシン量（IAA）及び発根部位の上部からの拡散性 IAA 量を芽のあるなしで調べた。②摘芽したさし穂にオーキシン（インドール酪酸、ナフタレン酢酸）の浸漬処理した場合の発根を調べた。③さし穂の芽からの拡散性 IAA を調べた。④さし穂の発根部位と芽の付近の上部位の IAA を比較した。

その結果、芽のついたさし穂では発根部位の IAA は発根前にその量が増加し、発根時に減少することが見られた。一方、摘芽処理したさし穂では、発根および IAA 量の増加は見られなかった。摘芽したさし穂にオーキシン処理をするとインドール酸、ナフタレン酢酸共に芽を持ったさし穂に匹敵する高い発根が得られた。さし穂の芽からの拡散性 IAA はさし木後徐々に減少していった。また、さし穂の発根部位と上部位の IAA を比較したところ、発根前にその含量が高まり、その後減少するなどの変動は、発根部位と上部位共に同様であったが、IAA 含量は実験期間中上部位の方が高いという結果になった。

以上のことから、ブドウのさし穂の芽は発根部位のオーキシン量を制御して発根を引き起こしていると考えられる。具体的には、不定根の原基を形成させるために発根部位のオーキシン量を高め、根の発現時にその量を減少させている。しかし、拡散性 IAA のデータからは、さし穂の芽からオーキシンが生産されて、それが発根部位に移動して発根を促進するという事は言えなかった。現在、オーキシン量の制御を含め芽の発根への関わりについて、さらに検討を進めているところである。

クロタラリアにおける根粒菌感染経路

大門 弘幸（大阪府立大学農学部）

Rhizobial infection in *Crotalaria juncea*

Hiroyuki DAIMON

(Department of Plant Science, College of Agriculture, Osaka Prefecture University, Sakai, Osaka 5998531, e-mai : daimon@plant.osakafu-u.ac.jp)

演者らは、植物寄生性有害センチュウの対抗植物として知られているクロタラリア属植物 (*Crotalaria*) が高い乾物生産能力と窒素固定活性を有することから、新規造成畑や水田転換畑における緑肥作物として本属植物を導入することを試みている。クロタラリアの特性を評価する上に重要な根粒菌との共生窒素固定に関しては現在まで報告が少なく、特に根粒菌 (*Bradyrhizobium* sp.) の宿主への感染過程については明確でない点が多い。そこで、本研究では大腸菌由来の *gusA* (β -glucuronidase) レポーター遺伝子を導入した根粒菌を作出して、菌の根への付着から感染経路について調査することを試みた。

gusA 遺伝子 (mTn5SSgusA21; KJ. Wilson 博士より分譲) の根粒菌 (USDA3024 菌株; 蒲生卓磨博士より分譲) への導入は接合により行った。*gus* 導入菌株の取り扱いならびにアッセイについては、Wilson (1995), 皆川ら (1997), Yuhashi et al. (1997) の詳説を参考にした。*C. juncea* の種子を表面殺菌した後に *gus* 標識菌株を 10^8 cells/ml (BD 培地で希釈) に調整した菌懸濁液に浸漬してからグロースポウチ (GP) に置床した。置床後に同菌懸濁液を GP 当たり 1ml 接種した。培地には KNO_3 を N として 5mg/l 添加した BD 培地を用いた。播種後 2 日目には、伸長した主根の表面に *gus* 発現の指標である青色の発色がスポット的および面的に認められ、4 日目には主根根端に、6 日目には分枝根出部位および分枝根表面にも発色が認められた。これらの菌の付着部位は密に発生した根毛および伸長帯や分裂帯の表皮であった。根毛の変形および湾曲化は観察されたが、必ずしも発色部位だけに生じるものではなかった。根毛ならびに伸長帯の表皮細胞内に感染糸様構造の形成が認められた。一方、樹脂包埋切片の観察により、根表面に生じたファストグリーン FCF 濃染物質内に菌の増殖が観察され、また表皮近傍の 2-3 層の皮層において細胞間隙での発色が見られた。接種後 4 日目には青色発色が観察された表皮側の中心柱近傍皮層細胞の分裂活性が高まることが認められた。接種後 8 日目には根粒の形成が肉眼で確認され、いずれの根粒も感染域が青く発色した。現在、組織切片の発色を指標に菌の挙動についてさらに詳細に調査中である。

農家水田で栽培した水稻の生育に伴う出液速度の推移
森田茂紀（東京大学大学院農学生命科学研究科）

1997年に千葉県佐倉市の農家水田で慣行栽培したコシヒカリおよびヒトメボレについて、移植後44日目からほぼ毎週1回、合計12回、早朝の出液速度を測定した。両品種とも、出液速度（株当たりおよび1茎当たり）は生育に伴ってゆるやかに増加したが、出穂期ころを境に急激に減少した。なお、栄養相においても、出液速度の急激な落ち込みが認められたが、これは中干しの時期とほぼ一致していた。中干し終了後、出液速度が回復したことから、土壌水分の影響と考えられる。株当たりの出液速度を、冠根数と密接な相関関係にあることが分かっている葉数（冠根を形成するファイトマーの数に相当する）で割ったところ、比較的早い時期から減少傾向が認められ、とくに出穂期以後の減少が激しかった。このことから、根の生理的活性は比較的早期から減少するのではないかと考えられる。

作物の根系分布のダイナミクスに関する研究3.
栽培条件を異にする水稻根のフラクタル特性

岡本美輪¹*・巽 二郎²・小林伸哉（神戸大学農学部）

圃場で生育した播種方法の異なる水稻の根についてフラクタル次元を計測し、根の量や分布、さらには葉茎部の生育や収量構成要素との関係を検討した。

分けつ盛期の水稻品種キヌヒカリの株間から、コアサンプラーを用いて採取した不定根の断片について解析を行った。処理区には播種法を違えた直播栽培区4区と、機械移植栽培区の計5区を設けた。

ボックスカウンティング法とピクセルダイレーション法を用いて求めた根のフラクタル次元（それぞれDbとDp）の値はよく一致した。Db、全土層のコアに含まれる根の総根長および重量は、ラジコンヘリによる直播区（1.5kg/10a播種）と移植区で最も高く、その他の直播区では低かった。直播区では下層に行くほどDbが低下し、移植区では変化しなかった。Dbと総根長・根重の対数値との間には、有意な正の相関が認められた。また、Dbの高い区ではおおむね葉面積指数、草丈、単位面積当たりの穂数、登熟歩合、玄米収量が高いという傾向がみられた。

以上の結果より、水稻の播種様式によって根の形態や分布が異なること、とくに移植栽培区とラジコンヘリ少量播種区の根系構造は類似していることが示唆された。根の形態指標としてのフラクタル次元がコアに含まれる総根長や根乾物重と正の相関を有し、イネの地上部の生育や収量構成要素とも密接に関連していることが示された。

¹現在東京大学大学院農学生命科学研究科、²現在名古屋大学農学部。

樹木根系導管電位 (TRP) 長期連続測定系の開発
岡本 尚 (森植物生理研) 正木伸之 (正木樹芸研)

樹木根系の生理活性を地上から非破壊的に探る一つの試みとして導管電位 (Trans-root Electric Potential, TRP) を野外で長期連続測定できる実験系を開発した。可能な限り簡単化したが、正確な測定のために次の要件は守られている。

1. 植物体と計測器との接続は、分極による非生物的な電位差の発生を避けるために、完全な液絡系 (液を満たしたチューブに注射針をつなぐ) と非分極性電極を介して行わなければならない。
2. 測定対象の抵抗は時として数MΩに達することがあるので、インピーダンス変換器として入力抵抗が 10^{12} Ω程度あるオペアンプ、例えばAD515を間に入れる。増幅率は1に定める。

記録にはYokogawa μ R1000 打点式6チャンネル記録計を主に用いた(記録紙送り速度1mm/hが可能)。野外移動用にはData Loggerが適当であろう。

導管電位の誘導には、「植物体の電気生理学的構造モデル」(岡本, 1991)が樹木に適用できることを前提にすると、ミクロな針を直接導管そのものに刺入れる必要は無い。この前提はマツ苗を材料とした室内実験その他で次第に確かめられて来ている。マクロな注射針を絶縁構造を通過して木部に刺し入れ、生きた細胞があるとすればその何個かを破壊して、導管部アポプラストと液絡を取る事ができる。応用例として、幹直径が28cm, 樹齢50年の次郎柿の木を対象とした、2年間の連続計測結果を報告した。

岡本 尚 「植物の知られざる生命力」 大月書店 科学全書40 1991

Title Long term measurement of trans-root electric potential in a field persimmon tree.

Authors H.OKAMOTO(Mori Labo. Plant Physiol.) and N.MASAKI(Masaki Labo. Arboricult.)

マツ材線虫の被害による白根の変化と根系仮導管電位 (root potential) との関係
正木伸之 (正木樹芸研)・岡本 尚 (森植物生理研)

マツ材線虫によるマツの枯損機構については、多くの研究者の努力によって、かなり解明されてきてはいるものの、いまだに不明の事柄が多い。著者らはこの主たる枯損機構は根にあるのではないかと考えて、「マツ材線虫の根への移動による根と地上部の被害」と題して、線虫の白根への移動と白根が褐変壊死する時期と松葉が赤変する時期との関係を調べてその結果を報告したことがある(1982年 日本応用動物昆虫学会第26回大会)。

その内容は、後に池田武文氏(森林総研関西支所)によって報告された「マツ材線虫病の進展とマツの水分状態の関係」がよく似ており、白根(吸収根)の壊死が樹体の水分状態に影響を与えていることを示唆する。今回の計測は3年生クロマツにマツ材線虫を接種して根系の壊死する課程を、導管電位 (root potential) を連続計測することによってその変化を調べたものである。その方法は水耕栽培したものを非分極性電極を用いた完全連絡系で計測した。以前には白金電極や銀塩化銀電極を使用して計測したことがあったが、過大な接触電位が発生して正確な数値が得られなかった。従来の白根の観察は目視によるものであったが、根系導管電位を測定することによって、根を掘り出したり空気にさらしたりせずに計測するめどが立った。電位変化は目視による変化より4~5日早く現れることが分かった。最近云われているキャピテーションの発生経過ともよく符合する。この方法での繰り返し実験によって、根の表皮側ではなく、内側の仮導管側柔組織細胞膜が被害を受けていることが明らかになった。対照区との差を見ると、より明確になるので、今後は他の樹主も含めて根系の活力診断に応用できるように工夫したい。

茶樹根系活性測定の電気生理学的アプローチ

本間知夫・松尾喜義・阿南豊正（野菜茶試）

斉藤美佳子・松岡英明（東京農工大工）

連絡先：homma@tea.affrc.go.jp

根の状態を根を掘り取ることなく、迅速、非破壊的、簡便に測定・評価する方法の開発が望まれているが、特にチャのような永年生植物ではこの要望が強い。演者らは茶樹生体情報の電気生理学的解析に関する研究の中で、根の生理状態の変化を電気的シグナルとして得ることの可能性について検討している。茶樹の生体電位としては、岡本らが考案した完全液絡系による導管電位測定を行った。ここで測定される電位は導管と土壌との間にある細胞膜全体の膜電位の代数和、すなわち根の状態に依存して変化するものと思われる。ポット苗を用いた野外及び恒温培養室における長期連続計測より、導管電位は日周変化を示し、この変化には温度変化（気温あるいは地温）が深く関与しているように思われた。

また、ポット苗に対して硫酸による多肥処理の影響を導管電位及び根の呼吸活性測定で調べたところ、処理する硫酸濃度が高くなると導管電位値が小さくなることが明らかとなり、処理した塩（硫酸）濃度の違いによる拡散電位の変化や高硫酸濃度による細胞機能の障害による起電性電位の消失が起こったことが推察された。一方根の呼吸活性は硫酸濃度が高くなると小さくなる傾向が見られたが、高硫酸濃度により褐変した根においても通常条件下の白色根の約 50%の活性が保持されていた。根の機能を表すパラメータとして呼吸活性を測定したが、多肥条件による顕著な電位変化が起こっているにも関わらず呼吸活性に現れた変化は小さく、根の呼吸活性の応答感度は低いことが明らかとなった。そして多肥条件に伴う電気的シグナルを茎部から導管電位変化として検出できる見通しが得られた。

茶樹木化根の形態的特性について 第3報、根株形態における品種間差異について

松尾喜義（野菜・茶業試験場茶栽培部）

Morphological Characteristics in Wooden-root of Tea 3. Varietal Differences in root-stock

kiyoshi MATSUO (NIVOT)

本研究は、茶樹の木化根の形態的特性とその品種間差異について明らかにする目的で着手し、第1報（第7回根研究集会）では、代表的品種'やぶきた'の木化根の特徴について報告し、第2報（第8回根研究集会）では木化根の形態における品種系統間差異について報告してきた。ここでは、根株部分の形態特性に着目して品種系統間差異について調べた結果の概要を報告する。

挿し木苗から育成された25年～約40年生の成木茶樹69品種につき（1品種おおむね10株）、バックホウで抜根した株の根株部分の、幹基部の大きさと本数、幹の分枝の発生位置および外部形態的特徴を調べた。

挿し木で育成された茶樹の根株は、品種・系統によって大きな形態的差異が存在することを確認した。根株が1本の単一幹のみから構成される個体が大部分の品種（'印雑131'など）と、根株部分で幹が分枝する個体の多い品種とに大別され、分枝する品種でも比較的少数（2、3本）から、多数の幹が株立ち状に伸びる品種（'めいりよく'など）があり、差異が大きかった。また、最初に植えられた幹基部の土中最下部から細い分枝幹が発生し、細い幹の集合体として株が形成されるとみられる品種（'たまみどり'）もあった。

以上のことから、挿し木で増殖される茶樹においては根株部分に大きな形態的差異があり、生育特性や樹体生理機能との関わりが注目される。

走査型電子顕微鏡を用いたイネの根の組織構造の機能形態学的解析

— 内皮細胞壁の肥厚とケイ素の蓄積 —

森田茂紀¹・阿部 淳^{1*}・Alexander Lux² (1:東京大学大学院農学生命科学研究科 〒113-8675 文京区弥生;
2:Comenius University, Bratislava, Slovak * : E-mail abejun@hongo.ecc.u-tokyo.ac.jp)

走査型電子顕微鏡(SEM)およびX線分析装置(EDAX)付き低真空走査型電子顕微鏡(ESEM)を用い、イネの根の内皮細胞壁の肥厚程度とケイ素の沈着程度を定量的に測定した。【材料と方法】供試した材料は、イネ3品種、コシヒカリ、IRAT109、Moroberekanの種子根である。直径5cmの塩ビ管で土耕栽培し、播種2週間後、種子根が25-35cmに伸長した時期に採取した。ケイ素含有率の測定には、種子根の根端より約2cm、5cm、20cmの3箇所について新鮮材料の徒手切片を作成してESEM(ニコン製 ESEM2700)の低真空室に導入し、EDAX(フィリップス製 DX4)で認識された物質の全重量に対するケイ素の重量の割合を求めた。一方、内皮細胞壁の厚さの測定には、70%エタノール液で保存した種子根を用い、徒手切片をトブタノールで置換、凍結させ、真空乾燥したのち、炭素を蒸着してSEM(日本電子製JSM-5800)で観察した。内皮周辺の拡大画像(1500-2500倍)を撮影し、内皮の外側(皮層側)と内側(中心柱側)の接線方向の細胞壁の厚さを測定した。【結果】根の細胞壁におけるケイ素の含有率は、内皮で特異的に大きかった(文献1)。さらに、内皮でも組織の未成熟な根端側から成熟の進んだ基部側に向かうにつれて、内側接線方向の細胞壁が肥厚し、ケイ素の沈着量が増加していく様相が明瞭となった(文献2)。品種間で比較すると、熱帯ジャポニカの陸稲品種であるIRAT109とMoroberekanは、コシヒカリより根の直径が大きく、個々の細胞の断面積も大きいことに加え、根端から20cmの部位では内皮の細胞壁もコシヒカリより厚くなっていた。ケイ素の含有率はMoroberekanでやや大きかったほかは、品種間で有意な差異が認められなかったが、細胞壁の厚さに差があることを考慮すると、細胞壁全体のケイ素含有量は陸稲2品種がコシヒカリよりも大きいと推察される(文献3)。細胞壁の厚さの定量的測定にはSEMが便利である。ただし、今回よりも高倍率での測定が望ましい。一方、EDAX付きESEMによるケイ素の分析は、供試する材料の前処理を必要とせず、任意の部位のケイ素含有率を測定できる。今回使用した機種では、ケイ素のほかに炭素・酸素など細胞壁の基本的構成物質の含有量が分析できたほか、重金属の分析が可能であることが他の植物で確認されており(文献4)、少なくとも細胞壁に沈着する物質の分析に有用である。【謝辞】今回の発表でとりあげる研究(文献1-3)は、主に鳥取大学乾燥地研究センターの1997年度共同研究として、同センターの稲永忍教授、杉本幸裕助教授とともに同センター保有の設備を用いて行ったものであり、経費の一部は日本学術振興会の日欧科学協力事業の助成によっている。また、陸稲品種 Moroberekan は国際イネ研究所(IRRI)との共同研究事業(シャトル・リサーチ)の一環として調査対象に加えた。【引用文献】1. Lux et al. 1997. Jpn. J. Crop Sci.66(Extra issue 2):279-280.; 2. Lux et al. 1998. Jpn. J. Crop Sci.67(Extra issue 1):220-221.; 3. Morita et al. 1996. Jpn. J. Crop Sci.65(Extra issue 2):37-38.; 4. Tanimoto et al. Fifth International Symposium on Structure and Function of Roots (Slovak: Aug.31-Sep.4, 1998)にて発表予定。

異なる養液栽培システムにおけるトマトの根系形成

坂本有加 *・渡邊慎一・岡野邦夫(野菜・茶業試験場 施設生産部)

E-mail : yuka88@nivot-pc.affrc.go.jp

養液栽培には地下部の環境条件の異なる多くのシステムがあり、形成される根系の形態および機能は異なると考えられる。前報(第8回根研究集会)では、保水シート耕および湛液水耕のトマト根の呼吸活性を調べ、高温処理後の呼吸速度が保水シート耕で高く維持されていたこと、通常の栽培条件では湛液中よりも保水シート上の根の方が高い呼吸活性を示すであろうことを報告した。本実験では、両システムで栽培したトマトの根系形態の違いについて画像解析を用いて比較を行った。

【材料及び方法】培養液は EC0.8 dSm-1、pH6.5 (大塚A処方)を用いて20分に2分間ポンプで循環及び給液を行った。根圏温度は湛液水耕で20~25℃、保水シート耕では15℃~37℃で推移した。地上部乾物重、根新鮮重、種子根長、1次側根数、最長1次側根について根長および2次側根数を実測した。また、画像解析により、総根長、根の平均直径および根系の表面積を推定した。

【結果及び考察】トマト地上部の生育は、保水シート耕が湛液水耕よりも旺盛であった。湛液水耕の根は、分岐の少ない1次側根を多数発達させ、総根長は長いが新鮮重は小さかった。一方、保水シート耕の根は、太くて高次根を分岐する1次側根を少数もち、総根長は短いが新鮮重は大きかった。しかし、根系の表面積は差がなく、養水分吸収面積の違いから地上部の生育差を説明することはできなかった。根系形態の違いは、養液栽培システム自体のもつ地下部環境条件の違いによるものと考えられるが、根圏温度の違いが影響を与えた可能性もあり、さらに検討を要する。

丹波黒大豆の根系をさぐる
大橋善之・静川幸明・岡井仁志（京都府農業総合研究所）
Research for Root System of Black Soybean “Tanbaguro”
Yoshiyuki OHASHI, Yoshiaki SHIZUKAWA, Hitoshi OKAI (Kyoto Prefectural Institute of
Agriculture)

丹波黒大豆は、京都府及び兵庫県にまたがる丹波地域で特産物として栽培されている極大粒系の黒大豆品種群であるが、黒大豆の栽培上の特徴は、根系の面からほとんど検討されていない。そこで、丹波黒大豆の根系の特徴を明らかにし、栽培管理方法の改善に役立てるため、丹波黒大豆（品種「新丹波黒」）と普通大豆（品種「タマホマレ」）を用いてバスケット法によって比較調査した。

＜材料と方法＞

1997年6月23日に成畦後、上部直形24cm、下部直形19cmのステンレス製ザル（ザルの網目約2mm）を埋設したのち丹波黒大豆とタマホマレを播種した。7月9日にそれぞれ1本立ちとし、7月15日に中耕し、株元に約5cm培土した。播種後52日目の8月14日に地上部を地際から刈り取るとともに、ザルごと掘り起こしてザルの目から根の出た位置を測定した。

＜結果と考察＞

ザルの外にでた黒大豆の根の総数は、タマホマレに比べて76%と少なかったが、ザルの網目程度の太さ（約1～2mm）の根の出現本数は157%と多かった。播種位置からザルの外部へ出現した根の角度は、総出現根では黒大豆が水平から39度、タマホマレが35度と黒大豆の方がやや深い角度であった。一方、太さが1～2mm程度の根の角度は、黒大豆が45度、タマホマレが47度、その他の細根の角度は黒大豆が36度、タマホマレが28度であった。このことから、タマホマレに比べて黒大豆では比較的太い根の占める割合が多く、太い根と細い根との伸長角度の差は小さく、比較的太い根を浅い方向に発達させる特徴があるものと考えられた。

不耕起栽培における根の制限が作物の初期生育に及ぼす影響
辻博之（農業研究センター）

これまで、火山灰土壌畑における不耕起栽培では作物の初期生育が促進されることが明らかになり、それは、土壌表層での根量増加により養水分吸収能が高まったためではないかと推定した。そこで、表層の根系を筒を用いて株直下に制限し、その程度と地上部の生育の関係から上記推定の検証を試みた。

試験は1997年に農研センターの淡色黒ボク土畑で2反復で実施し、不耕起区と、ロータリ耕区（深さ15cm）に、3種類の円筒（①高さ7cm、②高さ3.5cm、③高さ7cm穴あき）を埋設した根系制限区と無制限区を設けた。供試作物はトウモロコシ（XL25-A）と、ダイズ（T201）とし、生育調査と根系調査を行った。

そこで、a：根系制限処理区の土壌表層（0～7.5cm）では、そこにある根のうちトウモロコシで24～95%、ダイズで24～86%程度が筒中に止まった。b：無制限区ではトウモロコシ、ダイズともに不耕起区の初期生育がロータリ耕区より優った。c：筒内に止まる根の割合が増えるに従って、不耕起区では地上部の生育が劣る傾向が認められたのに対して、ロータリ耕区では一定の傾向が認められなかった。という結果を得た。

以上の実験から、不耕起区では生育初期において表層に発達する根系が果たす役割がロータリ耕区より大きいと、両耕起間の土壌表層における養水分吸収能の違いは、根の量によって説明せず、土壌環境の違いが大きく関与していたものと推察された。

不耕起直播を基幹とした合理的営農体系の確立

濱田千裕（愛知農総試）

1 不耕起乾田直播の安定化技術

(1) 冬季代かき技術の適用

労力と農業用水に余裕のある冬季に代かきを行い基盤を整えたほ場を利用して不耕起乾田直播を行うと、①高能率の播種作業が可能になり、②雑草防除が容易で、さらに、③倒伏に強くコシヒカリの直播ができるため、安定化に極めて有効であった。

(2) 肥効調節型肥料の播種溝条施

不耕起乾田直播に、肥効調節型肥料の播種溝条施（種子と肥料を同時に同位置に施用）による全量基肥施肥を適用すると、発芽障害がなく斉一な生育が確保され、肥料の利用率も極めて高くなった。

2 省力稲作の可能性

水管理の遠隔自動制御、田面水の循環利用などを可能にした先進的な大区画実験ほ場に、冬季代かきによる不耕起乾田直播を適用し、稲作省力化の可能性を検討した結果、作業時間 2 時間・収量 540kg/10a の稲作が可能になった。

また、中干し不要の不耕起直播と肥料利用率の高い播種溝条施を適用することで、稲作期間中に田面水をほ場外に一切排水しない環境保全型節水稲作を実証した。

3 不耕起直播を基幹とした合理的二毛作体系

愛知式不耕起播種機により小麦立毛中の 2 月中下旬に水稻を播種する「小麦立毛中水稻不耕起乾田直播」は、麦に傷害を与えず、水稻の高い苗立ち率を確保できた。麦の収穫による水稻への傷害もほとんど認められなかった。この方法による稲麦二毛作は大豆など転作との作業競合が回避でき省力化と水稻の生育量確保及び所得確保に有効であった。

イネの種子根および節根の形成に関わる突然変異体の特徴および遺伝解析

犬飼義明^{1*}・山内章¹・佐藤光²・長戸康郎³・北野英己¹（1.名大農，2.九大農，3.東大農学生命科学）

本研究では、イネの種子根および節根の形成に関わる突然変異体を用いて、まず発育過程に見られる形態的特徴について比較・検討し、次にこれらの変異体間で異なる 6 組み合わせの交雑実験を行い、遺伝様式を検討した。

種子胚中に幼根の分化が認められない種子根欠損型変異体 4 系統の内、odm 40 および HK 8215 では幼芽はほぼ正常に分化していたが、odm 115 および odm 123 では分化した幼芽の原基が顕著に縮小化する傾向が見られ、系統間に形態的差異が認められた。一方、節根の発生が顕著に抑制される節根欠損型変異体 2 系統の茎葉部を組織学的に観察した結果、odm 202 における節根数の減少は原基の発生自体が抑制されることに起因し、BRX 334 では節根原基の発生自体を抑制する作用と、形成された節根原基の伸長を抑制する作用の 2 つの原因により節根数が減少することが明らかとなった。

odm 40 は odm 115 および odm 123 とは非対立関係に、HK 8215 とは対立関係にあり、また odm 115 と odm 123 は対立関係にあったため、種子根の発生に関しては、少なくとも 2 種類の異なる遺伝子座が存在していることが判明した。odm 202 と BRX 334 は非対立関係にあったため、節根の発生に関与する独立の遺伝子座が少なくとも 2 座以上存在することが明らかとなった。odm 202 と HK 8215 は非対立関係にあった。また、本交雑組み合わせの二重劣性型個体では、種子根および節根のいずれの発生も認められなかった。このため、種子根と節根の発生には、各々独立に作用する遺伝子が存在していることが示唆された。

熱帯作物の乾燥ストレスと根の分布について —東北タイの乾季における場合—
石川隆之*・松本成夫・川島知之 (国際農林水産業研究センター)

東北タイは10月から4月まで長い乾季が存在するが、サトウキビとキャッサバの生育は旺盛である。そこで、何故これらの作物が乾季でも生育できるのか知るために、作物の根の分布を調査した。ピーナッツ・リョクトウ・ササゲ・サトウキビ・キャッサバをコンケン家畜栄養研究センターの試験圃場に96年11月12日に播種し3ヶ月生育させ、97年2月26~28日に主根及び二次根の分布をスケッチ・写真撮影した。試験圃場の土壌は砂壤土に分類された。水分含量(体積%)は深さ10cmの所で0~2%、20cmで3~4%、30cmで5%前後だった。深さ30~40cmのところ中山中式硬度計で30mmもある硬土層が存在した。ピーナッツとリョクトウの根は主根が垂直に伸び、二次根が水平に出ていた。根の形は逆三角形の形をしていた。主根は硬土層に進入できなかった。ササゲの根は唯一硬土層を貫通し、深さ150cmにも達していた。サトウキビの根は放射状に伸び、その先端が硬土層の割れ目に進入しマト状の形をして良く発達していた。キャッサバの根も放射状に伸び、先端には細かい根が束状に発達していた。以上より、サトウキビとキャッサバは深さ25~30cmの比較的水分含量の高い土壌から水を吸収する事が可能であるため乾季でも生育できると考察された。

イネ苗の地上部・地下部形質に及ぼす苗踏みおよび剪葉の影響
泉 泰弘・芝原 勉 (滋賀県立大学環境科学部)

イネの育苗中に苗踏みや剪葉を行うと、茎が太くがっしりした苗になるほか、根張りが良くなるといった効果があるとされている。そこで、これら2種類の物理的処理の有無を組み合わせた4通りの苗(稚苗)の地上部および地下部生育を定量的に比較した。

育苗培土を入れた苗箱に日本晴の催芽種子100gを播種し、ビニールハウス内で生育させた。苗踏み(コンクリートブロックで鎮圧)は出芽時と3葉展開中の2回、剪葉(第3葉身の先端を鋏で約5cmカット)は播種後14日目に行った。20日目に苗を丁寧に1本ずつに分け、地上部形質(草丈、乾物重、茎直径)と地下部形質(乾物重、節根の数と長さ、総根長、フラクタル次元)を測定した。

その結果、茎直径は少なくとも一方の処理を行った苗で無処理のものよりも有意に太くなっていた。また、地下部生育が地上部ほど抑制されなかったために、地上部/地下部比は無処理の苗で最も大きく、両処理を行った苗で最も小さいという傾向を示した。したがって、苗踏みや剪葉によって茎が太く根系発達にも優れた苗ができるということが確認された。

根系形質では、両処理により節根の発生数が増加したことに起因して、主軸根(種子根および節根)の総長が長くなる傾向を認めた。一方、総根長は苗踏みによって有意に増加したが、剪葉の効果は見出されなかった。これらの結果から苗踏みは節根の発生と側根の分枝および伸長を促すという効果があるのに対して、剪葉は節根の発生は促進するが側根の発達に対しては効果がないか、むしろ抑制する傾向があることが明らかとなった。ただし、これらの処理を加える時期が前後すれば、その効果も変わってくる可能性があるため、さらに詳細な調査が必要であると思われる。

なお、処理苗は無処理苗よりも本田移植後の葉色の回復が早く、活着にすぐれることが示唆された。