

◇根の研究会・ファイテック研究会合同研究集会プログラム◇

開催日：平成9年5月17日（土）、18日（日）

開催場所：大阪府立大学学術交流会館

【5月17日（土）】

■口頭発表

- 13:00 - 13:10 開会挨拶
- 13:10 - 13:25 ◇水稻乳苗移植栽培の本田における根系形成
森田茂紀*・阿部 淳（東京大学大学院農学生命科学研究科）
- 13:25 - 13:40 ◇水稻の不耕起栽培が根系の分布に及ぼす影響を再検討する
阿部 淳（東京大学大学院農学生命科学研究科）
- 13:40 - 13:55 ◇画像処理による水稻の葉色測定に関する研究
大角雅晴（石川県農業短期大学）
- 13:55 - 14:10 ◇灌水直播のラジコンヘリ作業に関する工学・作物学的研究
広瀬安政*1)・堀尾尚志1)・小林伸哉2)
(1)神戸大学大学院, 2)神戸大学農学部附属農場)
- 14:10 - 14:25 ◇連続した葉緑素蛍光画像による葉緑素蛍光比の画像表示
岡田邦彦（農水省野菜茶業試験場）
- 14:25 - 14:40 ◇トウモロコシ根の自発的屈曲と重力屈性
保尊隆幸*1)・神阪盛一郎1)・増田芳雄2)・山下雅道3)
(1)大阪市立大学理学部, 2)帝塚山短大, 3)宇宙科学研)
- 14:40 - 14:55 ◇生長ホルモンによる根の細胞壁の伸展性変化 - 根のクリープ粘弾性の特徴-
谷本英一*1)・山本良一2)・山口淳二3)・松倉千昭3)
(1)名古屋市立大学・自然科学センター, 2)帝塚山短期大学・食品,
3)名古屋大学・生物応答研究センター)
- 14:55 - 15:10 ◇ピーナッツ根の表皮剥離について - 根粒菌感染とのかかわり-
上田英二*1)・赤坂庸子2)・大門弘幸2)
(1)大阪府立大学先端科学研究所, 2)大阪府立大学農学部)
- 15:30 - 16:00 ◇Root endodermis from cytological viewpoint
Lux A.* and Luxova M. (Dept. Plant Physiol., Comenius Univ., Slovak Rep.)
- 16:00 - 16:30 ◇根系成長の「場」について
渋沢 栄（東京農工大学農学部）
- 16:30 - 17:00 ◇根系を構成する根の間の機能の役割分担
Dimisio M. Banoco・平田敦子・山内 章*（名古屋大学農学部）
- 17:00 - 18:00 ポスター発表（質疑応答）

■ポスター発表課題一覧

#

- ◇根を有限要素法のメガネで見ると...!?
中嶋 洋（神戸大学農学部）
- ◇A Eによる根圏生長の非破壊非接触計測の可能性
田村賢仁（京都大学大学院農学研究科）
- ◇接ぎ木用苗生産システムの開発 - 土の団粒化と植物成長について-
岡山 毅（大阪府立大学農学部）
- ◇接ぎ木苗の活着過程における水分動態について
西浦芳史（大阪府立大学農学部）
- ◇サツマイモ直播栽培を核とした南九州の自給飼料周年生産システムの開発
吉永 優・中谷 誠*・山崎昭夫・山川 理（農水省九州農業試験場）

6. ◇不耕起・マルチの有無が作物の根に及ぼす影響
辻 博之 (農水省農業研究センター)
7. ◇根圏におけるフォスファターゼ活性の分布
矢野勝也 (名古屋大学農学部)
8. ◇非イオン性吸水ポリマーを用いた根箱の特性
中野明正*・上原洋一 (農水省野菜茶業試験場)
9. ◇根系における浸透圧調節機能
小川敦史*・山内 章 (名古屋大学農学部)
10. ◇スギ細根の成長とターンオーバーに与える立地の影響
糟谷信彦 (京都府立大学農学部)
11. ◇茶樹木化根の形態的特性について
第1報 品種'やぶきた'における根株の形態、木化根数と太枝本数との関係
松尾喜義 (農水省野菜茶業試験場)
12. ◇画像解析による根の長さ・直径等の迅速測定について
木村和彦*・菊池晴志・山崎慎一 (東北大学大学院農学研究科)
13. ◇ダイズ根系におけるフラクタル次元の分布特性
巽 二郎・田中真幸* (神戸大学農学部)
14. ◇ダイズの直根の伸長角度が土壌の開拓体積に及ぼす影響
小柳敦史 (農水省農業研究センター)
15. ◇ダイズ根系における分枝根の発育習性に関する研究
第1報 1次および2次分枝根の形態
原田二郎 1)・佐藤丘実* 2)・有馬 進 2) (1)大阪府立大学農学部、2)佐賀大学農学部)

【5月18日(日)】

■口頭発表

- 9:00 - 9:30 ◇おの種子根伸長速度の実時間計測
村瀬治比古 (大阪府立大学農学部)
- 9:30 - 9:45 ◇顕微磁気共鳴画像法による作物種子根の成長過程の非破壊解析
堀金 彰*・石川哲也・丸山幸夫・坂井 真
(農水省農業研究センター)
- 9:45 - 10:00 ◇イネ短根突然変異体sr t- 4の特性
一井真比古*・梁正偉 (香川大学農学部)
- 10:00 - 10:15 ◇アルミニウムストレスに対する耐性植物の根の応答反応
馬 建録*・鄭 紹建・松本英明 (岡山大学資生研)
- 10:15 - 10:30 ◇トウモロコシ根における粘液分泌の日周変動
佐光佳弘・飯島盛雄* (名古屋大学農学部)
- 10:30 - 10:45 ◇エンドウ根中心柱に形成される空隙 (cavity) の形成要因
仁木輝緒 (拓殖大学生物工学)
- 11:00 - 11:15 ◇Dynamics of root system architecture of legume species in relation to seedling age
Kalyani W. Ketipearachchi* 1), Koichiro Takagai 1), and Jiro Tatsumi 2)
(1)The Graduate School of Science and Technology, Kobe University,
2)Faculty of Agriculture, Kobe University)
- 11:15 - 11:30 ◇キクの挿し穂作業の自動化
近藤 直 (岡山大学農学部)
- 11:30 - 11:45 ◇硝酸態窒素の分布と精密ほ場管理について
積 栄 (東京農工大学大学院)
- 11:45 - 12:00 ◇確率Lシステムを用いたシュコンカスミソウ花序の発達モデル
札埜高志 (京都大学大学院農学研究科)

水稲乳苗移植栽培の本田における根系形成

森田茂紀*・阿部 淳（東京大学大学院農学生命科学研究科）

1995年と1996年の2年間、栃木県の農家水田で同一日にコシヒカリの稚苗と乳苗を移植し、同一条件で栽培を行ない、茎葉部と根系の生育を調査した。収量は2年間を平均すると、ほぼ同レベルであった。根量は稚苗区≒乳苗区であったが、乳苗区の方が浅根性であった。浅根性の傾向は、両区の茎葉部を構成するファイトマーの数と大きさの特徴と対応していた。出液速度は両区で同じ変化パターンを示したが、登熟期における減少は乳苗区の方がやや緩やかだった。生育後期における出液中のサイトカイニン濃度も、稚苗区<乳苗区であり、これは登熟期の葉色退化と関係している可能性がある。乳苗移植栽培でさらに多収をあげるためには、生育後期における根系の高い生理活性をうまく活かすような栽培技術体系の確立が必要である。

* FAX:03-3815-5851, e-mail:anatomy@hongo.ecc.u-tokyo.ac.jp

水稲の不耕起栽培が根系の分布に及ぼす影響を再検討する

阿部 淳（東京大学大学院農学生命科学研究科）*

ここでは、日本における水稲不耕起栽培の研究から、土壌特性への影響や根の分布に関する文献を取り上げてミニ・レビューを行なう。

不耕起栽培水田における水稲根系の分布に関する草分け的研究としては、秋田県大潟村の圃場における金田氏の研究が良く知られている。それによると、不耕起栽培した水稲では、慣行栽培の水稲に比べて土壌の表層・深層ともに根量が多く、かつ、生育の後期まで生理活性が高く維持されていた。これは、不耕起栽培によって土壌の透水性が改善され、過度の還元化を防止したためと考えられている。

しかし一方で、不耕起栽培によって水稲の根系が浅くなった事例も近年いくつか報告されている。この違いは、慣行栽培条件下での土壌還元程度が大潟村の場合ほど深刻でないことによると推察される。演者らが予備的に行なったポット試験の結果は、肥料や腐食が攪拌されず、有機質や無機養分が土壌表層に遍在することが、根の伸長角度を浅くしている可能性を示唆していた。

以上のように、不耕起栽培が水稲根系の分布に及ぼす影響を考える場合には、まず、その水田の土壌の特性や立地条件を把握することが重要である。

<講演の中で紹介する文献> 在原克之ら 1996. 日本作物学会関東支部会報 11:36-37.; 長期不耕起栽培圃場研究グループ 1994. 農業技術 49:251-256.; 二見敬三・渋谷政夫 1990. 土壌肥料科学雑誌 61:406-407.; 金田吉弘 1992. 農業技術 47:215-219.; 金田吉弘 1995. 根の研究 4:47-51.; 小柳敦史ら 1996. 日本作物学会紀事 66(別号 1):218-219.; 佐藤照男 1992. 農業土木学会誌 60:25-30.; 高橋能彦 1993. 土壌肥料科学雑誌 64:681-684.; 辻 博之 1994. 不耕起栽培畑作物の根. 森田茂紀他編, 根ハンドブック. 根研究会, 東京. 131-132.

* Fax 03-3815-5851 E-mail abejun@hongo.ecc.u-tokyo.ac.jp

画像処理による水稻の葉色測定に関する研究

石川県農業短期大学・大角雅晴

Studies on the Measurement of the Color of Rice Leaves by Image Processing

Ishikawa Agricultural College · Masaharu OKADO

本研究では、コンピュータによる画像処理を応用して、葉色を測定することを試みた。

今回作成したデジタル画像は512×512画素で、各画素はRGBごとに256階調の濃度値データをもつ。撮影した画像には測定区内の水稻とそれ以外の部分、例えばプランターや、水面、表土および測定区の境界を示す標識などが含まれるのでこれらをニューラルネットワークを応用したソフトウェアを使用しコンピュータに識別させ、水稻部分だけを処理対象とした。また、測定日ごとの明るさを補正するために標準白色板の表面の基準濃度値を決め、測定日ごとに撮影された標準白色板の濃度値を基に補正係数を算出した。そして、各測定区の補正後のRGB濃度値を求め、それぞれの平均値を求めた。

実験は測定環境を多様にするため、測定時刻は10時から16時までの任意の時刻とした。また、測定日の天候は、曇から晴天まで変化をもたせた。ビデオカメラの光軸と太陽光線のなす角度は20~60°、太陽の高度は55~74°であった。

プランターで栽培された水稻群落のデジタル画像のRGB濃度値から葉緑素計測定値の推定値を求める式を求めた。実際の水田においてこの式を適用したところ、葉色値の測定精度は葉緑素計にはおよばないものの、葉色カラスケール以上の測定精度が得られることがわかった。

湛水直播のラジコンヘリ作業に関する工学・作物学的研究

広瀬安政（神戸大学大学院自然科学研究科）

Studies on Radio-controlled Helicopter Use for Direct Seeding Rice Paddy

Yasumasa Hirose (The Graduate School of Science and Technology, Kobe University)

ラジコンヘリによる湛水直播では、そのため稲株の疎密と収量との関係を明らかにすることが必要であるが、ラジコンヘリ湛水直播で生じる稲株の分布はその疎密の幅は相当に大きいため、従来求められてきた株密度と子実収量との関係をそのままではめることはできない。本研究では稲株の分布にポロノイ分割という手法を適用し、ポロノイ多角形の面積により個々について疎密を定量化し、収量の分析をおこなった。

坪刈区画内の個々の稲株の位置に番号をつけた札を置き撮影した写真画像により個々の稲株の位置を座標化し、コンピュータプログラムにより稲株を母点としてポロノイ分割を行った。また個々の稲株は位置と対応した番号を付けて個別に保存・乾燥し、収量構成要素を測定した。ポロノイ多角形の面積と一株当り精玄米重との関係では、データにばらつきが見られるものの、多角形の面積がある値以上になると一株当り収量は一定となる傾向が見られた。この関係をロジスティック関数で近似されると仮定して、収穫後に調査した4m×20mの区画内の稲株の配置に適用して算出された収量は実際の全刈収量とよく一致した。

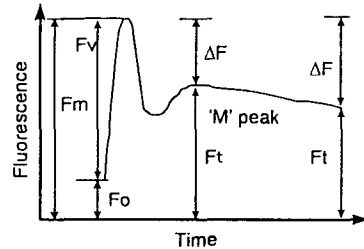
連続した葉緑素蛍光画像による葉緑素蛍光比の画像表示

農林水産省 野菜・茶業試験場 岡田邦彦

Image of Chlorophyll a Fluorescence Ratios derived from Fluorescence Image Sequence

Kunihiko Okada Natl. Inst. Veg., Ornam. Plants and Tea, MAFF

これまでに、暗適応後の蛍光誘導パターンから計算された F_v/F_m 値や $\Delta F/F_t$ 値などの蛍光比（下図）が高温・低温ストレスや水ストレスの指標となることが示されている。しかし、これまでの計測法は全てスポット測定であるため、ストレス程度の葉内での変動が大きい場合、誤差が大きくなり、計測結果の解析が困難になる場合も多い。ここでは、時間的に連続した多数の葉緑素蛍光画像から、各点の蛍光誘導曲線を求め、 F_v/F_m 値や $\Delta F/F_t$ 値などの蛍光比を計算し、画像として再表示する手法について報告する。



まず、青色光を照射した植物体を干渉フィルタ（683nm）を付けた超高感度 CCD カメラで撮影・録画した後、動画ファイルとしてパーソナルコンピュータに取り込む。次に、その動画ファイルから数百～数千枚の連続静止画像を作成し、画像上の各点の各画像間での輝度変化として得られる葉緑素蛍光誘導パターンから各種蛍光比を計算し、画像として表示させた。

トウモロコシ根の自発的屈曲と重力屈性

保尊隆亨・神阪盛一郎（大阪市大・理）、増田芳雄（帝塚山短大）、
山下雅道（宇宙科学研）

Automorphic and Gravitropic Curvatures in Maize Roots

Takayuki Hoson¹*, Seiichiro Kamisaka¹, Yoshio Masuda² and Masamichi Yamashita³

¹Dept. Biol., Osaka City Univ., ²Tezukayama College, ³ISAS

* E-mail hoson@sci.osaka-cu.ac.jp; Fax 06-605-2577

3-Dクリノスタット上を用いて設定される微小重力環境の下では、根は様々な方向に成長するが、その際、根の特定の部域でランダムな方向への屈曲が認められる。このような自発的な屈曲は、見かけ上、重力屈性と良く似ている。その誘導機構を明らかにすることは、宇宙の微小重力環境における植物の生活環を知るためばかりでなく、重力屈性の基本的な機構を理解するためにも重要である。そこで、トウモロコシ根において両方の屈曲がもたらされるしくみを比較した。

根に高温下でジベレリンとカイネチンを与えると、根冠の平衡細胞に含まれるデンブリン粒が小さくなり、重力屈性が阻害された。しかし、ホルモン処理は自発的屈曲には影響しなかった。また、根冠を除去した場合には、重力屈性は全く認められなかったが、自発的屈曲はほぼ正常に起こった。さらに、サイトカラシンBは重力屈性を阻害したが、自発的屈曲に対する影響は軽微であった。これらの結果から、重力屈性と自発的屈曲は、少なくとも刺激伝達系の前半の過程までは、独立に起こることが明らかになった。また、根冠平衡細胞に含まれるデンブリン粒がマイクロフィラメントとの相互作用を通して重力感受に関与する、という仮説が支持された。

生長ホルモンによる細胞壁の伸展性変化-- 根のクリープ粘弾性の特徴 --

* 谷本英一¹, 山本良一², 山口淳二³, 松倉千昭³ (1名古屋市立大・自然科学センター, 2帝塚山短大・食品, 3名古屋大・生物応答研究センター)

Modification of cell-wall extensibility mediated by growth hormones -- Distinctive feature of roots in the visco-elastic properties of creep extension --

Eiichi Tanimoto¹⁾, Ryoichi Yamamoto²⁾, Junji Yamaguchi³⁾ and Chiaki Matsukura³⁾

¹⁾ Institute of Natural Sciences, Nagoya City University, ²⁾ Laboratory of Biology and Chemistry, Tezukayama College, ³⁾ Bioscience Center, Nagoya University

* ¹⁾ E-mail: tanimoto@nsc.nagoya-cu.ac.jp, Fax: (052)882-3075, Tel: (052)872-5865

植物の生長には細胞壁の伸展が不可欠であると考えられている。本報告では、根の細胞壁の伸展性・粘弾性の特徴を明らかにするため、クリープ伸展曲線を2つの指数関数式で近似し、それぞれの粘弾性パラメータを求め、根と地上器官との間で比較した。ジベレリン処理したエンドウの根では細胞壁の粘性率の低下が大きいものに対して、オーキシン処理したアベナ幼葉鞘では、弾性率と粘性率の両方の低下が大きいことが分かった。また、ジベレリン処理したイネ第2葉鞘でも、弾性率と粘性率の両方が低下した。さらに、エンドウの根の細胞壁の *in vitro* 酸伸長においても、pHの低下によって粘性率の低下が起こることが分かった。以上の結果から、莖や葉鞘の伸長では弾性伸長と粘性伸長の両方が貢献しているのに対して、根では、粘性伸長が主に貢献していることが分かった。また、Eyringの反応速度式を用いた熱力学的考察により、クリープ曲線の解析における理論的考察の糸口がつかめた。

我々は、根の細胞壁のペクチンやヘミセルロースなど多糖高分子構造の解析を平行して行っているが、これらの研究によって、細胞壁の分子構造の変化と細胞壁粘弾性（細胞壁伸展性）変化との対応関係が明らかになることを期待している。

根の表皮脱離について：根粒菌感染との関わりについて*

上田英二〇, 赤坂庸子**, 大門弘幸**

(大阪府立大学先端科学研究所, **大阪府立大学農学部)

ピーナッツの根の表皮が脱離する事は広く知られている。表皮の脱離は、ピーナッツの根のいろいろな性質に直接的間接的に影響を与えている重要な性質であると考えられる。しかし、今日まで、脱離がどのようにして起こるかについては、全く研究されてこなかった。恐らく、根の表皮細胞が死んでその後根からはがれ落ちるという共通の認識があったからかもしれない。私たちは、この根の表皮の脱離について、形態学的及び生理学的に調べ、この現象がアブジジョンや根冠細胞の脱離の様に "Intact cell separation" を含むプログラムされた積極的な生理現象であることを見つけた。脱離は次のような機構で起こると推察される。まずはじめに表層細胞において細胞壁の分解が起こる。この過程では cellulase が関与しているかもしれない。次ぎに細胞壁の分解によって生じる細胞壁強度の減少によって、細胞の膨潤が起こるとともに細胞が一部遊離する。細胞壁の分解やそれに伴う細胞の膨潤は更に進み、細胞は根から完全に遊離する。やがて細胞は破裂し細胞質や細胞壁の一部が流出する。この脱離現象の生理学的な意味については未だ不明である。また、この脱離の性質が、ピーナッツの根をより機能的なものにしているのか否かについても現在のところ不明である。しかし、ピーナッツ根の表層の細胞において細胞壁の部分的な崩壊が認められることは、この植物への根粒菌感染の様式を考える上で興味深い。講演では、表皮細胞の脱離の生理学的な意味と共に、この脱離の現象が、ピーナッツにおける根粒菌の感染様式とどのように関係するかについても考えてみたい。

* 本研究の一部はすでに Can. J. Bot. (1997) に発表した。

ROOT ENDODERMIS FROM THE CYTOLOGICAL VIEWPOINT

Alexander LUX 1,2 and Maria LUXOVA

1/ Permanent address: Department of Plant Physiology, Faculty of Natural Sciences, Comenius University, Mlynska dolina B-2, SK-84215 Bratislava, Slovakia

2/ Present address: Arid Land Research Center, Tottori University, 1390 Hamasaka, Tottori 680, Japan

In the first part formation and development of endodermis in Angiosperms is summarized. There is a relationship between ontogenesis of the endodermis and ontogenesis of the stele. The radial organization of the vascular bundle in the stele has an impact on endodermal formation and development. The process of endodermal ontogenesis has three stages: 1. Casparian band formation (all roots), 2. suberization of endodermal cell walls (majority of roots), 3. secondary wall formation (mostly monocotyledons and dicotyledons without secondary thickening). The new fluorescence techniques and electron microscopy enable more detailed observation of endodermal ontogenesis.

Already specialized endodermal cells divide in some species. This additional division is associated with the increase of the volume of the stele during the secondary thickening of roots. Endodermal cell division and formation of new cell walls may be important for the role of endodermis as an apoplastic barrier.

In the second part the participation of endodermis on lateral root and root bud formation is summarized. Reestablishing of endodermal cell division during the process of lateral root formation occurs. Changes on the cellular level precede the cell division. The new structures of transitional character are formed: cell layer on the surface of lateral root primordium or a structure similar to the root cap. The brake and regeneration of endodermal function during this process is important from the viewpoint of endodermal role: apoplastic barrier.

Acknowledgement: Presentation of this work was kindly supported by Prof.S.Inanaga, director of the Arid Land Research Center, Tottori University, Tottori 680, Japan.

根系成長の「場」について

農工大BASE 澁澤 栄

Mutual influence of development of root system and root zone environment
S.Shibusawa, Tokyo Univ.of Agri.& Tech.

根系は、どの様にして全体的な形態戦略を選択しているのだろうか。土壤条件や地上部の条件などによって、受動的に決定されているのだろうか。従来の方法論でみれば、環境条件に対する応答を更に分析的に研究したり、植物生理反応を細かく検討することになるであろう。しかも根系は、「進化」の程度からすると最も下等な部分であるという考え方もあるようだ。しかしここで、もうひとつの考え方を提示しておく。生理反応や土壤のミクロな条件からでは全体戦略を決定することは無理で、もっと上位のメカニズムが存在しているのではないかと言うことである。根系を知的な情報処理系の一種と考えれば、これも不可能ではない。植物体の器官で、形態的に最も可塑性があるのは根系である。可塑性は知的な情報処理(記憶)の重要な条件でもある。この可能性が実証されれば、「ファイトコンピュータ」のようなものが構想できるかも知れない。

根系を構成する根の間の機能の役割分担

Dionisio M. Bañoc・平田 敦子・山内 章 (名古屋大学農学部)
e-mail: ayama@nuagr1.agr.nagoya-u.ac.jp Fax: 052-789-4012

根系は、種子根・主根、節根などの主軸根およびそれらから発生する側根から構成されている。また側根には、発育様式、形態・組織構造の異なる2種類の側根(L型・S型)が存在することが知られている。本研究は、これらの根系を構成する根の間の機能の役割分担を明らかにしようとした。まずトレーサーとして水溶性の蛍光色素 Rhodamine B を用いて水吸収量を測定したところ、総吸収量のうち、約90%以上が側根によっていると推定された。また、土壤乾燥ストレスおよび再灌水条件に対するイネの根系発達の反応を調べたところ、とくにL型側根の発育が鋭敏に反応した。次に、発根を生育の数段階で人為的に制限し、根系サイズの異なる個体間で種子根系の発達における可塑性を評価し、同様にL型側根の反応が最も主要な役割を果たすことを明らかにした。

これらのことから、根系を構成する根の間に、次のような役割分担が存在すると推察した。すなわち、種子根等の主軸根は、土壤空間に発達する根系の基本的な枠組みを規定し、吸収・合成された物質の通導機能を担う。一方養水分の吸収機能は、基本的に側根が担う。L型側根は、まず、主として養水分吸収を担うS型側根を土壤空間に配置し、それらから送られてくる物質の輸送機能を担うとともに、様々な土壤条件下に応じて可塑性を発揮し、養水分吸収が維持・促進されるように、根系構造を変化させる。このようにして、根系を構成する根がそれぞれの役割を担いつつ、根系全体の機能が発揮される。

籾の種子根伸長速度の実時間計測

村瀬治比古 大阪府立大学農学部

Real time measurement of elongation rate of rice cotyledon

Haruhiko Murase College of Agriculture, Osaka Prefecture University

籾の種子根伸長速度を実時間で計測することが可能な装置を試作した。籾の種子根を5mmほど発根させ内径1mmのシリコンチューブに通すことで一次元方向に伸長するようにした。また、シリコンチューブ内は水ポテンシャルを調整したPEG水溶液で常に満たされるようにした。チューブ内で伸長する種子根を透過光によるシルエット画像をチューブ上に設置したCCDカメラ付き実体顕微鏡からNTSCビデオ信号でパソコンに取り込んだ。ほぼ連続的に画像を取り込み2値化処理して種子根シルエット面積の増加を時々刻々計算し記録した。単位時間内の面積増加を種子根直径で除した値を種子根伸長速度とした。

パソコンおよびモニター以外はすべてファイトロン内に設置して養液の水ポテンシャルおよび温度については制御量として扱った。ファイトロン内の湿度については常に85%以上に保った。

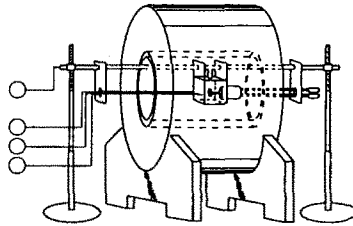
養液温度および水ポテンシャルレベルを種々変化させ、伸長速度への影響を調べた。本実験では純粋中(水ポテンシャル:0)で摂氏30度の環境下において最も高い伸長速度を観測した。摂氏10度で-15barの養液中では伸長速度はほぼ0であった。実験結果は種子根伸長システムの観測方程式を決定する形でまとめた。

顕微磁気共鳴画像法による作物種子根の生長過程の非破壊解析

堀金 彰*, 石川 哲也, 丸山 幸夫, 坂井 真

(農水省 農業研究センター, E-mail:horigane@narc.affrc.go.jp)

発芽時の種子根の伸長の経時的変化を非破壊的方法によって解析するため、横型の磁気共鳴画像(MRI)装置を用いた方法を検討した。磁気共鳴画像装置は、4.7Tの水平開口型の超伝導磁石(開口径 33cm、自己遮蔽方式)を備えたイメージングスペクトロメーター(UNITYplus-SIS330、バリアン)を用い、発芽装置を傾斜磁場コイル内部に設置した。また、チューニングロッド先端の検出部のソレノイドコイルおよび楕円コイルを作製して解像度を検討した。チューニングロッドを傾斜磁場コイルに設置して顕微磁気共鳴画像解析を行うためにクレードルを新たに作製した。傾斜磁場によって発生する画像のブレを防ぐため、鉛ブロックでクレードルを固定することにより鮮明な画像を取得できた。本MRI装置は 33cm の開口径を有しており、発芽装置を内部に設置しやすく、また、強磁場の範囲が狭いため、送液ポンプや恒温水槽などを超伝導磁石のベースに固定して配置することが可能であった。



MRI 発芽試験装置

イネ短根突然変異体 *srt-4* の特性 一井眞比古・梁正偉 (香川大農)

Short-root rice mutant *srt-4*

M. Ichii and Z. -W. Liang (Fac. Agr., Kagawa Univ.)

イネ品種オオチカラのM₂幼植物集団から短根突然変異体RM10を選抜した。RM10の特性を調べたところ、過去に報告されたイネの短根突然変異体RM1, LM10, LMN35及びRMと異なった特性を示したので、その結果を報告する。

短根突然変異体RM10幼植物の種子根長は野生型オオチカラの1/6であったが、草丈は半分強であった。RM10の冠根数は多かったが、根は細かった。また、幼植物種子根の成熟領域における皮層細胞長をRM10と野生型との間で比較したところ、両者の間に差は認められなかった。従って、RM10の短根性は、細胞長の短縮によるのではなく、細胞数の減少に起因すると考えられた。次に、RM10と野生型との雑種幼植物における種子根長を調べたところ、F₁の種子根長は野生型とほぼ同じであった。F₂幼植物集団では野生型と短根型の比が3:1に十分適合した。この結果から、RM10の短根性は単因子の劣性遺伝子(*srt-4*)によることが明らかになった。さらに、RM10と他の短根突然変異体RM1やLM10, LMN35, RMとの交雑を行い、相補性の検定を行った。RM10と他の短根突然変異体とのF₁幼植物の種子根長はいずれも短根性を現わさず、ほぼ野生型と同じであった。これらの結果は、RM10の短根性に関与する*srt-4*はいままで報告されている短根遺伝子*srt-1*, *srt-2*, *srt-3*及び*rt*とは異なる遺伝子であることを推察させる。

アルミニウムストレスに対する耐性植物の根の応答反応

○馬 建鋒、鄭 紹建、松本英明 (岡山大 資生研)

アルミニウムイオン毒性は世界中に広く分布する酸性土壌における主な作物生育阻害因子である。アルミニウムイオン毒性の特徴は根の伸長阻害であるが、一部の植物がアルミニウムイオンに対して抵抗性を持っている。今回は2種類のアルミニウム耐性植物の根における応答反応について分泌物に着目して検討した。

Cassia tora (エビスグサ) はAl耐性の強い植物として報告されている。この植物の根からクエン酸と同定した物質がAl処理によって分泌された。クエン酸の分泌はAl処理 (50 μ MAl) 後最初の6時間まではほとんどなく、その後急激に増加した。クエン酸の分泌量はAl処理濃度に依存し、処理濃度が高くなるにつれ、分泌量も増加した。またクエン酸の分泌はリン酸欠乏 (10日間) によって誘導されず、ランタン(La³⁺)、イッテルビウム (Yb³⁺) によっても誘導されなかった。これらの結果はクエン酸の分泌はAlによって特異的に誘導されることを示している。

一方、ソバの耐性品種 (Jianxi) においてAlの処理によって根からシュウ酸と同定した物質の分泌が認められた。*C. tora*とは違って、Al処理とシュウ酸の分泌の間にラグがなく、Al処理後30分以内にシュウ酸の分泌が認められた。また、時間の経過とともにシュウ酸の分泌量も増加した。シュウ酸の分泌量はAl処理濃度に比例して、増加した。さらに、シュウ酸の分泌がリン酸欠乏やLa³⁺処理によって誘導されなかった。

クエン酸やシュウ酸はAlイオンと安定な錯体を作ることによって、Alイオンの毒性を軽減することが知られている。上記の2種類の耐性植物の根において、Alによるクエン酸やシュウ酸の特異的分泌はAlストレスに対する抵抗性機構の一つと考えられる。

トウモロコシ根における粘液分泌の日周変動

佐光佳弘・飯嶋盛雄 (名古屋大学農学部)

mijima@nuagr1.agr.nagoya-u.ac.jp

Fax (052) 789-4012

植物の根冠からは粘液が分泌され、根冠周辺部において粘液層が形成される。本研究では土壌中を伸長している根から分泌される根冠粘液を直接観察する方法を検討し、それが土壌中における粘液の分泌動態を把握する方法論となりうるかどうかを判定することを目的とした。粘液の分泌動態を把握しうるかどうかを確かめるため、画像として取り込んだ粘液の分布範囲を面積として定量化することによって、分泌の日周変動を調査した。その結果、粘液面積は、夜間の22時から4時にかけて大きく、昼間の10時から12時に最低値を示した。この結果は、土壌中で分泌された根冠粘液の増減には日周変動があることを明らかにし、さらに本法によって土壌中における根冠粘液の分泌動態が把握しうると結論した。

エンドウ根中心柱に形成される空隙 (Cavity) の形成要因

仁木輝緒 (拓殖大・工学部)

エンドウ (*Pisum sativum* cv. Alaska) 種子を 25℃ で発芽・生育させると、根の中心柱の柔細胞が崩壊して空隙 (Cavity) が形成される。低温 (10℃) で発芽・生育させた時はこのような空隙は形成されない。このことから空隙形成に温度が関わっていることが提起されている。しかしながら、25℃ で発芽・生育させても空隙は必ずしもすべての根に生じるわけではない。その空隙形成割合は 30~60% と変化する。10℃ 発芽・生育を温度 25℃ にすると成長はもちろん早くなる。たとえば、15 cm の根に伸長するのに 10℃ では 18 日間、25℃ では 8 日間となる。根の伸長 (成長) の速度と空隙形成に関しては相関は認められる。つまり、伸長速度が早い場合、空隙形成率が高い。

茎、葉の成長を促進させる種々の成長制御物質が知られている。しかし根の成長を直接的に、顕著に促進させる物質はない。培地に加える水の量を増加させると値の伸長が変化することから、培地の水の量を変えることにより根の伸長と空隙形成率の変化の関係を調べた。

実験は 2,000 ml 容量のビーカにパーメキュライトを 8 分方入れ、水を 750, 1,225, 1,500, 2,200 ml 入れ、オートクレーブにて滅菌し、エンドウ種子を播種した。

結果は 1,500 ml までは根の伸長量は水の増加に応じて大きくなる。1,900 ml より多い水の量では根の伸長は 1,500 ml 水の量の場合と比べ少し減少した。1,900, 2,200 ml の水の量の時ほとんど全部の根に空隙が形成された。これらの水の量はパーメキュライトの上部表面より水が上まり、いわゆる滞水状態を示す。

同様なことは種子を水耕培法により伸長させた場合にも見られた。この場合、根の伸長と関係なく 100% 根に空隙が生じた。

これらのことから温度、根の伸長 (成長) 速度、空隙形成、他の要因等について論じる。

FAX:0426-64-2743 e-mail:tniki@la.takushoku-u.ac.jp

Dynamics of Root System Architecture of Legume Species in Relation to Seedling Age

Kalyani W. KETIPEARACHCHI, Jiro TATSUMI¹⁾, and Koichiro TAKAGAI (The Graduate School of Science and Technology, and Faculty of Agriculture, Kobe University¹⁾)

Root system architecture of 7 legume species were evaluated through the fractal and topological analysis to understand the inter specific differences and their architectural changes with seedling age.

There was a considerable existence of inter-specific variations on root system architecture and it was further varied with the seedling age. The species were categorized into 3 groups as the first group includes blackgram, cowpea and pigeonpea with relatively low D (1.35-1.47) exhibits simple root system architecture. The second group includes gardenpea, kidneybean and soybean with moderate D (1.45-1.59) exhibits moderate root system architecture. The third group includes groundnut with relatively high D (1.61-1.65) exhibits intricate root system architecture. These species were further categorized into two groups based on the variation of their D with seedling age. The D was highly correlated with topological indices, with the root systems which are characterized with distinctive structural changes with seedling age.

1) Present address: School of Agricultural Sciences, Nagoya University. E-mail: jtat@nuagr1.agr.nagoya-u.ac.jp

キクの挿し穂作業の自動化に関する考察

- 挿し穂ロボット完成間近にして -

岡山大学農学部 近藤 直

Considerations on chrysanthemum cutting sticking robot system
Naoshi Kondo Faculty of Agriculture, Okayama University

現在行われているキクの挿し穂作業は、親株から採取した穂を貯蔵しておき、ある程度数がそろった段階で水揚げした後、穂の下葉を取り葉を3枚程に調整し、発根促進剤処理を行い、土入れしてあるセル型トレイに植え付ける行程となっている。しかし、挿し穂作業の機械化はまだなされておらず、年間数億本もの数の挿し穂を人力により、多大な時間と労働力をかけて行っているのが現状である。時には、1日に1人の作業者が1万本以上もの単調な挿し穂作業を一人の作業者が行うこともめずらしくない。そこで、現在、苗生産工場等の施設において挿し穂作業を行うことを目的とした挿し穂ロボットシステムを開発中である。これは貯蔵された挿し穂の束を、供給装置により発根剤処理すると同時に1本ずつ分離し、それをマニピュレータで下葉整形装置、植え付け装置に運び、セル整形トレイに10本ずつ植え付けるものである。一方で、キクの特長および手間が省けることから、ほ場に直接挿し穂する農家も根強く残っていることも否定できない。このような相対する作業体系はどちらかが自然淘汰されていくことがよくあるが、キクの場合は果たして、どちらなのであろうか？この現象は、水稻の直播栽培と田植えによる栽培との関係に酷似しているとも考えられるが、キクの場合には果たして水稻と同じ結果になるであろうか？ここでは、挿し穂作業の自動化における問題点について触れる。

圃場内の肥沃性ばらつきの検討

東京農工大学 積 栄、澁澤 栄、笹尾 彰、酒井 憲司

Spatial Variability of Soil Fertility Parameters in the Field

E.Seki;S.Shibusawa;A.Sasao;K.Sakai,Tokyo Univ.of Agri.& Tech.

精密圃場管理においては、圃場内のばらつきを重視し、圃場の各部分に応じて最適な農作業管理を行う。このことによって環境負荷の低減、資源・コストの節約、収量の増加などが期待できる。本研究では、まず日本の圃場サイズ（本実験では30m*90m）におけるpHと電気伝導度及び硝酸態窒素のばらつきを調査し、更にそのばらつきから、精密施肥による肥料投入量の低減可能性について考察した。

今回の圃場において過剰投入となると思われる硝酸態窒素量を、圃場内土壌の仮比重を0.6として計算すると、約0.6kgとなった。これは、一般的な小麦の窒素施肥全量を7-8kg/10aとし、基肥をその4割とすれば、本研究で考察した圃場サイズ(26.1a)では基肥量の約8%となる。従って、圃場内のばらつきに応じて、圃場内で硝酸態窒素が均一になるように施肥がなされれば、それだけ無駄な投入がなくなり、環境負荷の低減につながる。更に投入不足の部分に肥料を補うことができれば、収量の増加が期待できる。

確率Lシステムを用いたシュッコンカスミソウ花序の発達モデル

札埜高志 (京都大農学部)

Modeling of inflorescence development of *Gypsophila paniculata* L. by using L system.

FUDANO, T. (Fac. Agr., Kyoto Univ.)

確率Lシステムを用いてシュッコンカスミソウ花序の発達モデルを構築し、その適合度を検証する目的で実験を行った。栽植密度および品種を変化させて、花序発達の規則性・可変性を調べるため。ファイトマー（節間、葉、腋芽）とユニット（岐散花序）を基本単位として、花序の発達を確率Lシステムで記述した（第1図）。主基各節位における小花数のシミュレート結果は実測値とよく適合した。

初期記号： $\langle A_k, p, r, s, q \rangle$

栄養成長期： $\langle A_k, p, r, s, q \rangle \rightarrow \langle B_k, p, r, s, q \rangle \langle A_k, p, r+1, s, q+0.9^{k-1} \rangle$

$\langle B_k, p, r, s, q \rangle \rightarrow \langle I_k, p, r, s, q \rangle \langle A_{k+1}, p, r, s, q+0.9^{(k+1)-1} \rangle \langle A_{k+1}, p, r, s, q+0.9^{(k+2)-1} \rangle]$

$\langle I_k, p, r, s, q \rangle \rightarrow \langle I_k, p, r, s, q \rangle$

生殖成長期： $\langle B_k, p, r, s, q \rangle \rightarrow \langle I_k, p, r, s, q \rangle \langle F_h, p, r, s, q \rangle \langle F_h, p, r, s, q \rangle$

$\langle A_k, p, r, s, q \rangle \rightarrow \langle I_k, p, r, s, q \rangle \langle F_h, p, r, s, q \rangle \langle F_h, p, r, s, q \rangle \langle F_h, p, r, s, q+0.9^{k-1} \rangle$

$\langle F_h, p, r, s, q \rangle \rightarrow \langle F_h, p, r, s, q+0.9^{k-1} \rangle$

第1図 左への枝分かれ；p：側枝の発生確率 [p=f(r)]；r：節位；s：側枝の相対成長速度 [s=g(r)]；q：ユニット形成順序；k：側枝の次数；h：ユニットあたりの小花数 [h=j(q)]

根を有限要素法のメガネで見ると....!?

中嶋 洋(神戸大学農学部)

An Idea of Analysis Model for Root Growth Using FEM

Hiroshi NAKASHIMA (Kobe University)

根の力学的なモデルを作成することが、外界と根の形態生成との関係を明らかにし、根の伸長のメカニズム解明の手がかりを得るためには重要である。

モデルとして、有限要素解析(FEM)を用い、 $F = K u$ のバネ形式のマトリックスつりあい式を解くという立場でのアプローチについて若干の私案を述べた。荷重と変形の線形関係を利用する弾性FEMにおいて、三角形要素を用いた予備的な数値実験結果より、荷重一定条件でポアソン比が零または負、ヤング率が変化する時の変形挙動は根伸長のモデルとなる可能性がうかがえた。

AEによる根圏生長の非破壊非接触計測の可能性

田村 賢仁 (京都大学大学院農学研究科)

Measurement of Root Growth with Non-Contact and Non-Destructive Method using AE
Kenji TAMURA, Graduate School of Agriculture, Kyoto University

本研究では、アコースティック・エミッション(以下AE)を用いた非接触状態での根圏の計測のための基礎的な研究として、根圏成長に伴う土粒子同士の接触によって発生するAE波のもつ諸量の解析を行った。検出されるAEは土壌などの伝播経路の特性を受けてしまうため、定常的な量のデータが得られず、AE検出数による比較にとどまっている。そこで、発生AE波そのものの基礎的解析として定常性および理論式への適用性を検証した。貫入装置で金属棒を一定速度で土中へ貫入させることで発生するAEは、アルミ棒に直接取り付けられたAEセンサによって電圧に変換された後、AE解析装置およびオシロスコープによってその波形が取り込まれる。AE検出数を各々のもつ最大振幅で階級分けをしたヒストグラム(振幅分布)を両対数表示したところ、各条件下で強い直線性を示した。直線関係下ではその傾きは不変であり、計測系の影響を受けない定常的なパラメータであることが確認された。また、土粒子同士の接触面が非常に小さいと仮定すれば、点による衝突とみなせるので、その検証として継続時間を計測した。その結果をHertzの弾性理論と比較した結果、継続時間と粒子径との相関およびそのばらつきから理論式への適用性が示唆された。

接ぎ木用苗生産システムの開発

-土の団粒化と植物成長について-

西浦芳史・岡山 毅 大阪府立大学農学部

Development of grafted seedlings production system

- Investigation the relationship between soil aggregate structure and plant growth -

Yoshifumi Nishiura and Tsuyoshi Okayama

College of Agriculture, Osaka Prefecture University

本研究は、作物の生産性を向上させる上で重要とされる土壌の物理的環境を変化させ、その土壌の透水性などの物理特性を調べ、さらに、苗の生長量計測を行った。培地を攪拌する時間をそれぞれ0時間、0.5時間、1時間、2時間とし、透水性と乾燥速度について計測した。また、土壌の団粒化を目的に攪拌した土壌構造における保水性を調べるために、1セルを用いた水浸後の乾燥実験を行い、単位時間における乾燥速度を計測することにより保水性を評価した。そして、最後に土壌の団粒化を目的に攪拌時間を変えた土壌を試料として、その土壌条件が植物生長に与える影響を調べるために、接ぎ木用の苗を用いた栽培実験を行った。これら結果から、培地を適度に攪拌することにより培地の物理的環境である保水性や透水性が良くなり、根が良く発達し、茎が太い健苗の生産が可能であることが明らかとなった。土壌の物理的環境の改善が、地下部乾物重の増加に有効であることから、土壌構造と根系の関係を詳しく調べることは健全な作物生産にとって重要であると思われる。

接ぎ木苗の活着過程における水分動態について

西浦芳史 大阪府立大学農学部

Dynamic response of moisture content inside a grafted seedling in acclimating process

Yoshifumi Nishiura College of Agriculture, Osaka Prefecture University

本研究は、接ぎ木苗の活着・順化過程における環境の最適化を目標に、接ぎ木苗の活着過程における定量的な評価方法の確立を試みたものである。ここでは特に、吸水量と蒸散量を計測し、水分導通の程度から活着程度の評価を試み、さらに、活着過程における接ぎ木苗の水分収支から水分動態を計測し、その過渡特性について調べた。その結果から吸水量と蒸散量の計測から接ぎ木苗における通道状態を追跡し、その活着過程を推定することが可能であることを確認できた。また、活着過程における体内水分の過渡特性には3つのパターンが存在することが確認できた。

サツマイモ直播栽培を核とした南九州の自給飼料周年生産システムの開発

吉永 優・中谷 誠*・山崎昭夫・山川 理

(農水省九州農業試験場)

南九州における飼料作は、台風被害等が不安定要因となっており、夏季の青刈飼料として有望な飼料作物も少ない。一方、サツマイモは台風災害にも強く、茎葉は夏季の青刈飼料として有望と思われるが、通常の挿苗栽培ではコスト等の面で飼料作には適さない。そこで、サツマイモの直播栽培による多年性飼料作物化と冬季のイタリアンライグラス作を組合わせた自給飼料生産システムの開発を目指し、今回は、直播する種いもの処理方法等について検討し、地上部収量などを調査した結果を報告する。

*FAX 0986-23-1168 E-mail mnakatan@mykz.affrc.go.jp

不耕起・マルチの有無が作物の根に及ぼす影響
辻博之 (農業研究センター)
Tillage and mulch effects on crops roots.
Hiroyuki Tsuji (National Agriculture research center)

不耕起で栽培した作物の根量は表層で増えることが多い。バスケット法を用いた根系調査により、ダイズでは不定根の伸長方向が水平に近くなり、不定根からの側根の発達が増えることが観察され、このような根系の変化が、土壤表層の表層の根量を増やしているものと推察された。

本試験では上記と同様の根系の変化が、①他の作物でも起こるのか、②土壤環境が一部変化しても起こるのかについて明らかにするために、●トウモロコシの根系、●マルチにより土壤環境を一部変えたときのダイズの根系についてバスケット法を用いた調査を1994と、1995年につくば市観音台、農業研究センターの淡色黒ボク土の圃場（腐植層の厚さ約30cm）で実施した。不耕起では前作の播種後にザルを埋設している。

その結果、不耕起栽培のトウモロコシの根系は、初生種子根以外の種子根と、鞘葉節から発生した節根の伸長角度が垂直軸に対して大きくなり、側根長も長くなる傾向にあった。

また、マルチによりダイズの不定根から発生する側根長が長くなり、1次側根の伸長角度は垂直軸に対して小さくなったが、不定根の伸長角度にはマルチにともなう変化が認められなかった。このため、マルチは不耕起とロータリ耕の間で認められる根の伸長角度、側根発達の差を縮めなかった。

連絡先 TEL/FAX 0298-38-8532 Email tuzihiro@narc.affrc.go.jp

根圏におけるフォスファターゼ活性の分布
矢野勝也 (名古屋大学農学部)

P 欠乏条件下の植物根は、酸性フォスファターゼの分泌によって有機態 P を利用している可能性がある。これまでに、酸性フォスファターゼの分泌量には植物種間で差異が大きいことは知られているが、根のどのような部位で活性が高いのかについては十分に把握されていない。そこで、植物根圏に分泌される酸性フォスファターゼ活性を視覚化して評価を試みた。

高 P および低 P 濃度の水耕液で10日間生育させたソルガム、キマメ、ヒヨコマメの根系を、フェノールフタレインニリン酸ナトリウムを含む寒天培地 (pH 5.5) にそれぞれ置床し、一晚室温で静置した。そして、1 N NaOHで湿らせたろ紙を静かにかぶせて約1分間反応させると、フェノールフタレインニリン酸は反応しないが、遊離したフェノールフタレインは赤く染色された。いずれの植物種においても、高 P よりも低 P 濃度で生育した植物体の方で相対的に強く染色されたが、植物種間でその活性分布は異なった。また、根端付近での活性が比較的高かったことは、低 P 土壌で根長と P 吸収量の相関が弱まる原因の一つと考えられた。

非イオン性吸水性樹脂を用いた根箱の特性

農林水産省 野菜・茶業試験場 施設生産部 中野明正・上原洋一

E-mail anakano@nivot-pc.affrc.go.jp Fax 0569-73-4744

根の構造解析のために画像解析手法が用いられるようになってきたが、経時的かつ、実際の生育に近い形で根の構造をコンピュータに取り込むためには、厚さの薄い根箱が用いられる方が望ましい。しかし、通気性と保水性を薄い根箱で好適に維持するのは困難であり、従来の根箱では、本来の生育に近い形で根系画像を得ることは困難であった。

そこで、本研究では土壤中のイオン濃度、温度、繰り返しの吸水などの土壤環境ストレスに対し安定した吸水倍率を保持する非イオン性の吸水性樹脂を使用し、通気性と保水性を確保した新たな根箱を開発し、従来の根箱との比較をおこなった。

吸水性樹脂を使用した根箱は同じ容量の土壤を用いたポットよりも、草丈は低く抑えられたものの、乾物重は増加した。根箱としても根の発達がよく観察でき、根の形として取り込まれた面積も通常の根箱の3倍以上となり、根の画像をより理想的に近い状態で取り込むための有効な手法であると考えられた。

根系における浸透圧調節機能

小川 敦史* 山内 章 (名古屋大学農学部)

浸透圧調節機能は、主として水ストレス条件下での光合成機能の維持、細胞すなわち植物体の生存の保障、葉や根の伸長の維持にとって重要な意義があることが明らかになりつつある。しかし、これらの知見は植物体を構成する器官や部位ごとに断片的であり、これらの知見を統合し、個体全体の生長や機能にとって果たしている役割の解明には至っていない。その主な原因の一つは、これまでの浸透圧調節機能に関する研究の多くが、地上部を対象にしており、根における浸透圧調節機能に関する知見が、圧倒的に不足しているためである。そこで本研究では、特に根系における浸透圧調節機能に注目し、それが水ストレス条件下で植物個体全体の生長・生存に果たす意義について検討した。

本研究ではまずトウモロコシ根系において浸透圧機能が存在し、地上部よりも速く水ストレスに対して反応していることを確かめた。また過去の根の浸透圧調節に関する研究では、根系構成要素や根軸上の部位間の差異については考慮されず、種類の異なる根がすべて同一のものとして扱われてきたが、本研究では根系構成要素や、根軸上の部位間の差異に注目し、水ストレス条件下での伸長や浸透ポテンシャル、そして浸透圧調節に関わる溶質において、ストレスに対して異なる反応を示すことを明らかにした。さらに、浸透圧ストレス条件下での、根の伸長の維持と浸透圧調節による膨圧の維持とは密接な関係があることを明らかにした。

e-mail: i971101d@pop.eds.ecip.nagoya-u.ac.jp

Tel 052-789-5551 Fax 052-789-4021 名古屋大学農学部作物科学研究室

スギ細根の成長とターンオーバーに与える立地の影響

京都府立大農 糟谷信彦 (n_kasuya@kpu.ac.jp)

従来から森林生態系において樹木の細根が純一次生産量(NPP)の中で大きな割合を占める、つまり細根が活発な枯死新生をおこなって大きな寄与をもつことが報告されてきている。その一方細根の現存量(生産量ではなく)は立地と関係があり、すなわち立地がよいほど細根現存量が少なくなってくる。Hendricks et al (1993)は立地と細根のターンオーバーレートの関係についての2つの仮説を示し、仮説1は細根のターンオーバーレートは立地の良否にかかわらず一定でNPPの中で細根の占める割合は立地がよくなるほど小さくなるというもので、仮説2はNPPの中で細根の占める割合は立地の良否にかかわらず一定で細根のターンオーバーレートは立地がよくなるほど大きくなるというものである。これらの仮説について30年生スギ人工林のデータを用いて検証した。斜面上部(U)・中部(M)・下部(L)の3つの調査区の測定結果では、樹木地上部の現存量では胸高直径と樹高は $L > M > U$ であったが、直径2mm以下の細根現存量は $U \cong M > L$ であり、その土壌中での垂直分布ではU, Mで表層集中型, Lで分散型であった。1996年の細根の成長量は3つの方法とも $U > M > L$ となった。またリターバッグ法による根の6ヶ月後の分解速度は約30%でプロット間の差は小さかった。以上の結果をまとめると、立地のよいLプロットでは細根現存量とその成長量がともに少なく、分解速度は他と変わらなかった。従ってよい立地で細根の回転率は変わらないことが示唆された。これはHendricks et al (1993)の仮説1を支持するものであった。

茶樹木化根の形態的特性について

第1報 品種'やぶきた'における根株の形態、木化根数と太枝本数との関係

松尾喜義(野菜・茶業試験場茶栽培部: matuok@tea.affrc.go.jp)

1994年から1995年にかけて発生した異常気象による異常な少雨と夏期の高温により、干ばつには比較的強いとされてきた茶樹でも干ばつ被害が発生した。干ばつの実態調査を行ったところ、茶園における干ばつ被害の程度と根系の深度とは密接な関連があり、健全な根系の重要性が改めて確認された。

茶樹の根系については、山下が精力的に検討し、比較的エージの若い根の生育・伸長特性についてはかなり詳細に明らかにされている。しかし、茶樹は数十年以上の寿命を持つ永年生作物であり、エージの進んだ木化根の示す特性も若い根に劣らず重要と考えられる。しかしながら、成木茶樹の木化根については、調査の機会が限られているうえ、かなりの時間と労力が必要なため、小数個体について調査した事例的研究が大部分である。本報告では、チャ品種'やぶきた'について比較的多数の個体の木化根を調査した結果を報告する。

<材料および方法>野菜茶試(金谷)場内の35年生'やぶきた'茶園において、改植するためバックホウで抜根した個体、243株について調査した。調査項目は、根株の形態的特性と根株から直接伸長する直径0.5cm以上の太根の本数を目視で調査した。同様に地表の落葉層の位置における直径1cm以上の太枝の太さ別本数を調べ、枝の本数と根の本数について関連性を検討した。

<結果と考察>'やぶきた'の根株は、幹の数から単一幹タイプ(株立ち型)と複数幹タイプ(叢生型)とに大別され、叢生型で比較的大きい幹を持つ株立ち型に近い中間タイプが認められた。株立ち型は全体の約3割で、比較的弱勢の株が多かった。木化根は、直径3cmを越えるものに比べ、直径1cmから3cmまでの根が多く、生育の勢いの良い個体では、直径1cm~0.5cmの比較的若い木化根が多かった。太枝の本数と木化根の本数との間には対応関係が認められた。

画像解析による根の長さ・直径などの迅速測定について

木村和彦*・菊池晴志・山崎慎一(東北大学大学院農学研究科) e-mail:kimura@bios.tohoku.ac.jp

手での根長測定は非常に時間がかかるため、コンピュータによる画像解析法が提案されている。これまでの方法の欠点は、1.根をランダムに配置するのに手間がかかること、2.根が交差したときに過小評価すること、3.個々の根の直径が求まらないこと、である。

1.の問題は、根の長さを間接的に求める方法のほとんどが、測定時の根のランダムな配置を前提としていることに起因する。したがって、カウント時や画像入力時に根をある大きさに切ってばらばらに配置することが必要であり、また、本数が少ない時に誤差が大きくなる可能性がある。

2.の交差による過少評価は、長さが既知のサンプルでの校正や、ある関係式に基づいた補正を用いることで対応がなされていた。しかし、手間や精度を考えると補正なく正しい長さを測定する方法が望ましい。

3.の直径に関しては、最大あるいは平均の直径を求める方法は提案されているが、これらの方法では水稲の一次根、二次根のように明らかに太さの異なる根の解析には不十分である。一本一本の根の直径を求める方法が望ましいが、せめて一次根と二次根を区別して長さを求めたい。

本報告では、これらの点を考慮したアルゴリズムを考案したので報告する。画像解析は、Macintoshで動作するブリックドメインソフトのNIH-image ver1.60用で行い、測定はマクロプログラムで半自動的に行えるようにしてある。画像入力はイメージスキャナで行い、解像度:300~600dpi、256階長のグレースケールで読み取りを行い、TIFFファイルとして保存した。

水稲の根を解析した結果、画像解析で得られた根長は実測値と良い一致を示し、また時間も短時間で済むことがわかった。しかし、直径は精度が不十分でかつ時間もかかるので、さらにプログラムの改良を行う予定である。

ダイズ根系におけるフラクタル次元の分布特性

巽 二郎*・田中真幸(神戸大学農学部)

根系の局所的なフラクタル特性を調べることは、環境に対する根系の応答や根系形成の機構を理解する上で有用であると思われる。

根箱土壌の表面から10-20cmの土層のみに、市販の小粒有機質肥料4.4g(N, 0.2g)および化成肥料1.33g(N, 0.2g)を施した処理区を設けた。ダイズを播種し3週間生育させた。根系画像を70個の正方形のブロック(1ブロック42.33mm×42.33mm)に等分し、それぞれのブロックにおけるフラクタル次元(D)を求めた。

有機質肥料区ではフラクタル次元の分布が施用層の中間部に相当する127~169mmの深さのブロックにおいて特に高く、ランク7および8($1.6 \leq D < 1.7$ および $D \geq 1.7$)であった。下層ではランク7から1($1.0 \leq D < 1.1$)までの幅広い分布を示した。化成肥料区では、施用層の中間層ではランク7から5の分布となった。しかし他の土層においても比較的高い分布が広範囲に認められた。特徴的なことは主根に沿ってランク7~8の高いフラクタル次元が各層にわたって分布していることであり、化成肥料の場合は施用層以外の土層においても主根からの側根の発根を促進したのではないかと推察された。このように、局所的に見た根系のフラクタル次元の変動は側根の発達と対応しているようであった。

*現在、名古屋大学農学部 E-mail:jtat@nuagr1.agr.nagoya-u.ac.jp

ダイズの直根の伸長角度が土壌の開拓体積に及ぼす影響

—グロースパウチを用いた実験—

小柳敦史（農研センター）

ダイズの不耕起栽培では直根が鉛直方向に伸びない場合も多い。そこで、グロースパウチを用いて直根の伸長角度を変えて側根を伸長させ、根系が養水分を開拓できる体積を推定した。直根が10 cm程度に伸びたタチナガハの幼植物をグロースパウチにセットした。直根の角度を鉛直、斜め下および水平にセットし、22～23℃、暗黒下で根を生長させた。セットして3～11日後に写真撮影し、側根の先端の位置を結んで円すいで近似し、根の占める体積を推定した。その結果、直根を鉛直にセットした個体は11日目まで側根による推定開拓体積が直線的に増加し、最終的には $403 \pm 55 \text{ cm}^3$ となった。45°の角度でセットしたものは最終的な推定体積が $226 \pm 41 \text{ cm}^3$ となり、鉛直にした場合の56%となった。一方、水平にセットしたものは推定開拓体積が $141 \pm 20 \text{ cm}^3$ で鉛直の35%に過ぎなかった。

ダイズ根系における分枝根の発育習性に関する研究 第1報 1次および2次分枝根の形態 原田二郎¹⁾・佐藤丘実^{*2)}・有間 進²⁾

(¹⁾大阪府立大学農学部, ²⁾佐賀大学農学部)

ダイズ根系の発育習性と根群量の規定要因を明らかにするため、4.5リットルポリ容器に栽培したダイズ (*Glycine max* Merr.) 品種フクユタカの播種後68日目の根系について、1次および2次分枝根の形態を観察した。1個体の根系の総根長のうち、主根の基部から2 cmまでの範囲内に発生する4から7本の基部直径が4 mm以上の太く長い1次分枝根の総根長が、平均約40%、最大58%に達した。太く長い1次分枝根の長さ、そこに形成された2次分枝根の長さおよび形成密度は主根の長さおよび1次分枝根のそれらとほぼ同程度の大きさであったが、主根基部には長い基部の肥大が著しくない1次分枝根も分布するため、主根上の単位主根長当たり1次分枝根長は主根基部で最も長く、1次分枝根上の単位1次根長当たり2次分枝根長は1次根のほぼ中央付近で長かった。観察の結果、ダイズの1次分枝根の形成・発育は主根の基部で著しく旺盛で、主根基部に集中して形成される数本の太く長い1次分枝根はダイズ根群の量的拡大に著しく寄与していることが明らかになった。