

第24回 根研究集会 発表要旨

2006年5月20日(土)、21(日)

拓殖大学(八王子キャンパス)・恩賜記念館、国際交流会館

口頭発表

イネの遺伝解析材料を用いた根系の機能と形成機構の解明 ○犬飼義明¹、狩野麻奈¹、Roel Rodriguez Suralta¹、北野英己²、山内章¹ (1名大院生命農学、2名大生物機能開発)

シロイヌナズナのサイトカイニン受容体は、側根形成を誘導するオーキシン輸送に関わる胚軸維管束の発達に必要である ○黒羽剛^{1,2}、上口智治³、榊原均²、佐藤忍¹ (1筑波大学生命環境科学研究科、2理化学研究所植物科学研究センター、3名古屋大学生物機能開発利用研究センター)

シロイヌナズナ細胞壁伸展性の粘弾性解析 中島芳朗¹、林 隆久²、○谷本英一¹ (1名古屋大院 システム自然科学、2京都大・生存圏研究所)

The mucilage - border cell complex contributes to growth enhancement of rice plants through interactions with soil protozoa ○Sutharsan Somasundaram¹, Michael Bonkowski² and Morio Iijima¹ (1 Graduate school of Bioagricultural Sciences, Nagoya University, Japan; 2 Institut für Zoologie, Technische Universität Darmstadt, Germany)

根の水分屈性と重力屈性に機能する細胞群とオーキシン 金安智子、根岸洋、宮沢豊、仲村和子、藤井伸治、柿本洋子、○高橋秀幸 (東北大学大学院生命科学研究科)

コムギ及びコムギ近縁野生種ミズタカモジの湛水条件下における節根伸長角度と地上部生育 ○島崎由美¹、久保堅司²、小林浩幸¹、小柳敦史² (1東北農業研究センター、2作物研究所)

トマトの¹³C光合成産物の分配に及ぼす湛水処理の影響 ○中野有加、河崎靖、鈴木克己 (野菜茶業研究所)

堆肥の施用量と有機性液肥による追肥がトマトの生産量と品質に与える影響 ○中野明正、上原洋一 (野菜茶業研究所)

ポスター発表

微小酸素電極の作製に関する基礎研究 小林奈々¹、秋山亮¹、斉藤亘¹、高橋三男¹、川島徳道²、仁木輝緒³ (1国立東京高専・物質工学科、2桐蔭横浜大・医用工学部、3拓殖大・工学部)

スギ苗の電位発生に対する各種阻害剤の作用 ○本間知夫¹、井出洋輔²、河原輝彦² (1千葉科学大 危機管理 2 東京農業大 地域環境)

報告 (第24回根研究会発表要旨)

ナスの台木品種の違いによる可食部カドミウム濃度 (3) -トルバムビガーと台太郎のカドミウム吸収量の比較 - ○荒尾知人¹、竹田宏行²、西原英治²、中野太佳司² (1 (独) 農業環境技術研究所、2新潟県農業総合研究所・園芸研究センター)

共焦点レーザー顕微鏡を用いたシロイヌナズナの根の形態形成の観察 ○山影茜、唐原一郎 (富山大学 院 理工学研究科)

Laser Microdissectionを用いたトウモロコシの根の通気組織形成過程で発現する遺伝子の同定 ○高橋宏和¹、渡邊亮介¹、西澤直子^{1,2}、Patrick S. Schnable³、中園幹生¹ (1東京大学 大学院農学生命科学研究科、2CREST、3Iowa State University)

イネ染色体置換系統群根系の種々の水ストレス強度に対する発育反応の圃場実験による評価 ○狩野麻奈¹、犬飼義明¹、北野英己²、高木里佳¹、有田 薫¹、山内 章¹ (1名古屋大学大学院生命農学研究科 2名古屋大学生物機能開発利用研究センター)

Root growth and porosity development of aerobic and lowland rice to transient moisture stresses ○ Roel R. Suralta, Yoshiaki Inukai and Akira Yamauchi. (Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University.)

湛水および過剰水分条件下における*Crotalaria spectabilis*の生育と根系発育 ○川辺有美、大門弘幸 (大阪府立大学大学院生命環境科学研究科)

圃場におけるハクサイの根の分布 ○村上敏文¹、吉田清志²、唐澤康裕³、内津政直⁴ (1 東北農業研究センター、2 長野県中信農業試験場、3 日本緑産、4 長野県農事試験場)

地下水位及び湛水時間がダイズ・ソバの根系発達に及ぼす影響 ○二瓶直登、星泰彦、高萩勇雄 (福島県農業総合センター)

樹幹のヤング率が異なるスギ品種の根系の構造 ○山下香菜、黒田克史 (森林総合研究所)

ラッカセイの主根の根端切除が根系形成と根粒形成に与える影響 ○田島亮介、森田茂紀、阿部淳 (東京大学大学院 農学生命科学研究科)

ラッカセイの土層別の根量分布と1次側根の伸長角度の関係 ○塚本葉子、田島亮介、阿部淳、森田茂紀 (東京大学大学院 農学生命科学研究科)

栽培体系が異なる圃場での作物根圏の微生物相の比較 ○土肥哲哉¹、児玉五月²、阿部淳²、森田茂紀² (1西原環境テクノロジー、2東京大学 大学院農学生命科学研究科)

イネの遺伝解析材料を用いた根系の機能と形成機構の解明

犬飼義明¹・狩野麻奈¹・Roel Rodriguez Suralta¹・北野英己²・山内 章¹

(1. 名大院生命農学、2. 名大生物機能開発)

Analysis of root function and formation with materials for genetic analysis of rice

Y. Inukai¹, M. Kanou¹, R. R. Suralta¹, H. Kitano² and A. Yamauchi¹

(1. Grad. Sch. Bioagl. Sci. Nagoya U., 2. Biosci. Biotech. Ctr. Nagoya U.)

我々は、イネの根の発育に関わる突然変異体を研究材料として用い、どのような機能を持つ遺伝子が根系形成機構を制御しているのかについて解析してきた。その結果、これまでに根の発生に関わる遺伝子や伸長成長に関わる遺伝子の単離に成功している (犬飼ら 2003)。さらに近年、その他の突然変異体の原因遺伝子の単離も精力的に進めており、今後徐々に根系形成の遺伝的・生理的制御機構の解明が進展するものと期待している。

加えて、これらの根の発育に関わる突然変異体は、地上部と地下部の成長関係を解析する上でも有用な研究材料であると考えられる。そこで、冠根数の減少により著しく根量が低下する *cr11* 変異体を用い、原品種との間で収量や蒸散量を比較した (西川ら 2005)。その結果、慣行法に従い水田にて栽培した場合でも、本変異体は原品種の 9 割程度の収量性を維持でき、かつ蒸散量は著しく低下することが明らかとなった。したがって、条件の良く整った栽培環境下では必ずしも正常個体が有するような多くの根は必要ではないと考えられる。このような観点に立てば、近年、節水栽培に適した技術や新品種の開発が待望されているが、*cr11* 遺伝子は収量性をある程度維持し、かつ水消費の大幅な削減を目指した新品種を育成する上で有用な遺伝子であると考えられる。

一方、これまでに得られている突然変異体は根数や根長が減少するものが多く、逆にそれらが増加するタイプはほとんど得られていないため、これらを用いて解析する上では、根量等の増加が地上部の成育に与える影響を調べることはできない。そこで、我々は現在、農業生物資源研究所イネゲノムリソースセンターから分譲された、ジャポニカ品種である日本晴を遺伝的背景としたインディカ品種カサラスの染色体部分置換系統群を研究材料に用いて解析している (狩野ら 2006、Suralta et al. 2006)。これまでに、日本晴に比べ根長や根数の増加が認められる同置換系統、および乾燥や嫌気ストレスに対する根系形態の反応性が増加する系統が得られており、現在、それらの系統を用い、どのような根系形質が個体の生産性の向上や維持にとって重要であるのかについて解析を進めている。

犬飼ら (2003) 根の研究 12 (2) : 77

Suralta et al. (2006) 日作紀 75 (別 1) : 216-217.

西川ら (2005) 根の研究 14 (3) : 132

狩野ら (2006) 日作紀 75 (別 1) : 188-189.

シロイヌナズナのサイトカイニン受容体は、側根形成を誘導するオーキシン輸送に関わる胚軸維管束の発達に必要である

黒羽剛^{1,2}, 上口智治³, 榊原均², 佐藤忍¹ (¹筑波大学生命環境科学研究科, ²理化学研究所植物科学研究センター, ³名古屋大学生物機能開発利用研究センター)

高等植物の不定根および側根の形成には、主に地上部から輸送されたオーキシンが促進的に機能していることが知られているが、オーキシン以外の因子を含めた詳細な機構については不明な点が多い。そこで我々はシロイヌナズナを用いて、側根を形成しないが無傷植物体で不定根形成がみられる突然変異体 *wol-3* を単離し解析を行った。*wol-3* は主根および胚軸の維管束細胞が少なく、側根を形成しないが、正常に維管束が発達し分岐する不定根の形成がみられた。*wol-3* におけるオーキシン応答を調べるために、*DR5* プロモーターによって誘導される *GUS* (β -glucuronidase) 遺伝子の発現を野生型と比較した。その結果、*wol-3* の胚軸維管束に顕著なオーキシン応答反応がみられた。野生型においては、無傷の状態では胚軸維管束でのオーキシン応答反応はほとんどみられず、胚軸を切断した後に初めて顕著な応答反応がみられた。また、*wol-3* の主根にオーキシンを投与すると、野生型と同様にオーキシン応答反応がみられ側根も形成された。さらに、*wol-3* の主根を切断してもオーキシン応答反応がほとんどみられず、側根の形成も誘導されなかった。*wol-3* においては茎頂部から主根へのオーキシン輸送に異常が生じていることが予想されたため、³H によって標識されたオーキシンを茎頂部に投与し、主根への輸送量を比較したところ、*wol-3* において顕著な減少がみられた。遺伝子のマッピングと相補試験の結果、*wol-3* はサイトカイニン受容体 *AHK4* (*AHK4/CRE1/WOL*) のミスセンス突然変異体であることが明らかになった。また、*AHK4* に加え、他のサイトカイニン受容体として知られている *AHK2*, *AHK3* の機能を欠損させた三重突然変異体 *ahk2ahk3ahk4* では *wol-3* と同様の根の形態を示した。

以上の結果から、*wol-3* 等におけるサイトカイニン受容体 *AHK2*, *3*, *4* の機能欠損は、茎頂部から主根へのオーキシンの輸送阻害、胚軸でのオーキシン蓄積により誘導される不定根形成、さらには主根へのオーキシン供給量の低下による側根形成阻害を引き起こすことが明らかになった。つまり、サイトカイニン受容体は主根へのオーキシンを輸送する能力を持つ胚軸維管束組織の発達に必要であると考えられた。一方、胚発生後に二次的に形成される不定根での維管束の発達においてはサイトカイニン受容体が関与しないと考えられた。

シロイヌナズナ細胞壁伸展性の粘弾性解析
—セルラーゼ過剰発現体の細胞壁伸展性変化—

中島 芳朗¹、林 隆久²、[○]谷本 英一¹

¹名古屋市大院・システム自然科学、²京都大・生存圏研究所

(E-mail : tanimoto@nsc.nagoya-cu.ac.jp)

Viscoelastic analysis of cell wall extensibility in *Arabidopsis thaliana*

--- Effect of cellulase over-expression on cell wall extensibility ---

Yoshiroo NAKAJIMA¹, Takahisa HAYASHI² and Eiichi TANIMOTO¹

¹ Graduate School of Natural Sciences Nagoya City University

² Research Institute for Sustainable Humanosphere, Kyoto University

細胞壁の力学的性質は植物の成長を制御する要因である。細胞壁の伸展性が植物ホルモン等によって変化することから、細胞壁の力学研究は、マカラスムギなどのイネ科の幼葉鞘や、エンドウの茎や根など植物ホルモンに反応性の高い植物器官で研究が進められてきた。しかし、モデル植物・シロイヌナズナ(アラビ)の根や胚軸は微小で計測が困難なため、粘弾性解析は進んでいない。アラビでは、比較的大きな器官であるロゼット葉の計測が行われた(Park *et al. Plant J.* 33:1099-1106, 2003)が、葉の組織構造や細胞成長の極性などは茎や根とは異なる。そのため、伸長成長機構の研究のためには、アラビの根や茎または胚軸の力学計測法の確立が必要である。

本研究の目的はアラビの胚軸および根の細胞壁のクリープ粘弾性測定方法を確立することと、細胞壁構成多糖に働くと考えられるセルラーゼ過剰発現形質転換体における細胞壁の力学的変化の特徴を明らかにすることである。

粘弾性計測：エンドウの側根を用いた計測法(Tanimoto *et al. Plant and Soil.* 226:21-28, 2000)に準拠し、微細な組織の処理方法を改良して計測した。アラビはロゼット植物のため、明所では胚軸は伸長しない。そこで、暗所で育てたアラビの胚軸と根を用いた。

結果 1. 胚軸と根の伸長成長域(胚軸先端から 2-3mm, 根端から 1-2mm)において、細胞壁粘弾性計測を試み、各ゾーンの解析が可能であることが分かった。また、胚軸先端→基部への粘弾性勾配を測定したところ、先端→基部へと粘性が低下し、先端から 4-5mm ゾーンでは 2.0×10^{10} Pa・sec の粘性を示し、1-2mm ゾーンの約 2 倍の値を示した。

結果 2. 根の細胞壁では、セルラーゼ過剰発現体の細胞壁は野生型より粘弾性係数が低下しており、伸展性が高くなっていた。4種の過剰発現体(C1~C4)のうち、C1とC2の粘性係数(η_0)が特に小さくなっていた。

結果 3. FTIR スペクトルの比較によって、形質転換体の特徴を捉えることが可能であることも判明した。しかし、予想に反して、過剰発現体の方が相対的に高いセルロースシグナルを示した。セルラーゼによる構造変化がセルロース分子のシグナルの増強を引き起こした可能性がある。

今後、このような手法を用いて、アラビの細胞壁粘弾性と様々な細胞壁構造制御に関する遺伝子との相関研究が発展することが期待される。

The mucilage – border cell complex contributes to growth enhancement of rice plants through interactions with soil protozoa

Sutharsan Somasundaram¹, Michael Bonkowski² and Morio Iijima^{1*}

¹ Graduate school of Bioagricultural Sciences, Nagoya University, Japan; ² Institut für Zoologie, Technische Universität Darmstadt, Germany

Corresponding author: M. Iijima (e-mail: miiijima@agr.nagoya-u.ac.jp)

Plant roots release thousands of living cells detached from the periphery of root caps (root border cells) and mucilage to the rhizosphere soil. The mucilage and border cells cannot be separated from each other and form a functional entity as Mucilage Border cells Complex (MB Complex). The MB Complex is supposed to have some functional roles for plant root growth such as reducing frictional resistance to root penetration and being a source of energy and nutrients for soil microorganisms in the rhizosphere. For example, the MB Complex can be utilized by rhizosphere bacteria, which in turn will be grazed by soil protozoa. Although the effects of soil protozoa on plant performance have received little attention, effects on root architecture in presence of protozoa were recently documented for some plant species. The present study investigates the hypothesis that the MB complex is an important factor determining the positive effects of protozoa on plant growth.

Twenty-three cultivars of rice were grown in water culture for three days, and then fully hydrated mucilage was collected and weighed. Clear cultivar differences in the production of fully hydrated mucilage were observed. High mucilage, low mucilage and medium mucilage producing cultivars were selected for further quantification of root border cell production. The number of border cell production indicated that some of the higher mucilage producing rice cultivars also produced more number of root border cells. The selected ten rice cultivars were subsequently grown in sterilized sandy soil for two weeks.

With and without common soil protozoa treatments were prepared to compare the protozoan effects on plant growth. Fifty percent of the cultivars showed a significant increment in numbers of lateral roots produced by seminal roots in presence of naked amoebae (Protozoa). In addition, high mucilage producing cultivars showed a significant increase in total root length and biomass production in the presence of a common soil amoeba (*Acanthamoeba* sp.). Further, a positive correlation between the quantities of MB Complex and total root length indicate a significant role of the MB complex in stimulating microbial feed-back effects on root growth. The results suggested that the MB complex would have an important functional role in mediating symbiotic interactions with free-living rhizosphere microorganisms.

Acknowledgement: We thank Ms. Yasuko Kato, Nagoya University, for her measurement of root length of some of the cultivars used in this study.

根の水分屈性と重力屈性に機能する細胞群とオーキシン

金安智子・根岸洋・宮沢豊・仲村和子・藤井伸治・柿本洋子・高橋秀幸

東北大学大学院生命科学研究科

〒980-8577 仙台市青葉区片平二丁目 1 番 1 号

TEL: 022-217-5714, FAX: 022-723-8218, E-mail: hideyuki@ige.tohoku.ac.jp

根は、重力や水分勾配などの環境刺激に応答して屈性を発現させ、伸長方向を制御することによって養水分を獲得するとともに、地下に根系を発達させて植物体を支える。これまでエンドウやキュウリを用いて、われわれは根の水分屈性と重力屈性が相互に干渉することを明らかにしてきた。水分屈性の発現機構の詳細は未だ不明であるが、われわれは、重力屈性の場合と同様に、水分勾配の感受に根冠が必要であること、また、伸長領域におけるオーキシンの不均等分布が水分屈性の発現に関与することを示してきた。一方、われわれは、シロイヌナズナの根が水分勾配に顕著に応答し、水分屈性が重力屈性に容易に打ち勝って発現することも見出した。そこで本研究では、1) シロイヌナズナの根の水分屈性に対する重力屈性の干渉作用の有無を明らかにするために、クリノスタット疑似微小重力下で両屈性を比較解析するとともに、2) シロイヌナズナの根端に重イオンマイクロビームおよびレーザーを局所的に照射して特定細胞群を破壊するか、非破壊的に不活化し、水分屈性と重力屈性に機能する細胞群を明らかにすることを試みた。また、3) シロイヌナズナの水分屈性と重力屈性に対するオーキシン輸送・作用阻害剤処理の効果、オーキシン輸送・耐性突然変異体の水分屈性と重力屈性を比較解析し、両屈性におけるオーキシンの役割を明らかにすることを試みた。

シロイヌナズナの根における水分屈性と重力屈性の干渉作用

野生型のシロイヌナズナ (Columbia) を用い、静置した芽ばえと疑似微小重力下における芽ばえの根の水分屈性を比較した結果、重力屈性を消去することによって、シロイヌナズナにおいても根の水分屈性の発現が増大することが示され、シロイヌナズナの根の水分屈性も他の植物種と同様に、重力屈性によって干渉されることがわかった。

シロイヌナズナの根の水分屈性と重力屈性に機能する細胞群

細胞そのものを破壊するレーザーをコルメラ細胞および伸長領域に照射した結果、重力屈性、水分屈性ともに顕著な低下が認められ、伸長領域に照射した個体では顕著な伸長量の低下も観察された。また、細胞を非破壊的に不活化する重イオンマイクロビームを伸長領域に照射したところ、レーザー照射と同様に伸長量および屈性能の低下が認められた。一方、重イオンマイクロビームをコルメラ細胞に照射したところ、両屈性において有意な伸長量、屈性能の低下は認められなかった。これらの結果は、水分屈性、重力屈性ともに、それらの発現過程でコルメラ細胞、伸長領域の細胞群が機能することを明確に示すとともに、伸長領域では新規の遺伝子発現が屈性発現に必要である一方、コルメラ細胞における生体反応には新規の遺伝子発現を伴わないことを示唆するものである。

シロイヌナズナの根の水分屈性と重力屈性におけるオーキシンの役割

シロイヌナズナの芽生えに対し、オーキシン輸送阻害剤の TIBA、NPA、CHPAA、オーキシン作用阻害剤の PCIB を処理し、それらの重力屈性および水分屈性への影響を、刺激を与えてから 4 時間後および 8 時間後の屈曲角度の変化として観察した。その結果、オーキシンの極性輸送阻害剤は重力屈性のみを阻害し、水分屈性に対しては有意な効果を発揮しなかった。さらに、オーキシン輸送に異常を生じた重力屈性突然変異体の根は野生型と同様な水分屈性を発現させた。一方、オーキシン作用阻害剤の処理は、水分屈性および重力屈性のいずれをも抑制し、オーキシン耐性突然変異体の根では、野生型に較べて重力屈性と水分屈性が顕著に低下していた。さらに、オーキシン誘導性プロモーターの DR5(DR5::*unid4*) の発現解析において、GUS 染色が重力刺激後 4-8 時間目に根端 (初期伸長域) の下側に強くみられたが、水分勾配刺激による不均等な GUS 染色はみられなかった。

以上の結果から、シロイヌナズナの根も重力屈性の干渉を受けること、重力刺激および水分勾配刺激のいずれもコルメラ細胞によって感受される可能性のあること、オーキシンは重力屈性と水分屈性の両方に機能するが、重力屈性に重要なオーキシンキャリアは水分屈性に必要でないことが明らかになった。このように水分屈性と重力屈性では、刺激受容細胞および応答細胞が同一であるとしても、両者には異なる刺激感受・シグナル伝達機構が存在するものと考えられる。

コムギ及びコムギ近縁野生種ミズタカモジの湛水条件下における節根伸長角度と地上部生育

島崎由美^{1*}・久保堅司²・小林浩幸¹・小柳敦史²¹東北農業研究センター・²作物研究所

(*e-mail: simayumi@affrc.go.jp)

コムギ近縁野生種ミズタカモジ (*Elymus humidus*) は水田の畦や休耕田などの湿地に生育する多年草であり、耐湿性コムギの育種素材、環境適応性の研究対象として非常に価値がある (笹沼, 2004)。ミズタカモジを含めたムギ類の幼植物期の耐湿性を調べた結果、ミズタカモジはコムギをはじめとする他のムギ類と比べて湛水条件下でも地上部乾物重は減少せず、耐湿性が強いと考えられている (久保ら, 2006)。また、根系が浅いコムギ品種は深い品種に比べて耐湿性が強いという報告がある (小柳ら, 2004)。

そこで本実験ではコムギとミズタカモジを湛水条件下で生育させたときの応答の違いを地上部の生育および根の伸長角度から解析した。

【材料および方法】

試験にはコムギ 2 品種 (Rosella、シロガネコムギ) とミズタカモジ (京都市伏見区の放棄田から採種した種子から得られた種子) を供試した。試験は 2006 年 3 月に東北農業研究センター福島研究拠点内のファイトトロン (20°C, 自然光) で行った。処理区には対照区、湛水区、湛水+通気区 (以下通気区とする)、代播き法によってすり潰した土壌を湛水した代播き区の 4 区を設けた (各区とも 3 反復)。湛水処理では水位を地表面と同じ 0 cm に保った。栽培には 1/5000 a のワグネルポットを用い、節根の伸長角度を測定するためプラスチック製のざるを埋め込んだ。実生はセル苗床で 2 葉期まで育苗し、各区に移植後約 13 日間生育させた。サンプリング時に草丈、葉齢、各葉位の葉色、地上部および地下部乾物重、節根の伸長角度を測定した。

【結果および考察】

代播き区及び湛水区におけるコムギの葉色、草丈および地上部乾物重は、対照区に比べて減少した。その減少程度は湛水処理よりも代播き処理において大きかった。通気区における葉色、草丈、地上部乾物重は対照区に比べてむしろ増加する傾向にあった。これらの結果から、代播き処理によるコムギの生育の阻害は酸素不足が主要因であると考えられた。一方、ミズタカモジでは、いずれの処理区においてもこれらの形質に大きな変化は見られなかった。この結果はミズタカモジの耐湿性が強いという久保ら (2006) の報告と一致している。

湛水処理や代播き処理によってシロガネコムギとミズタカモジの節根の伸長角度は小さくなる傾向にあった。代播き処理では、シロガネコムギでは 16.6° (47.8° → 31.2°)、ミズタカモジでは 22.8° (71.9° → 49.1°) 根が浅くなった。これらの結果はシロガネコムギおよびミズタカモジは湛水条件下に反応して根系分布を変化させる能力があることを示している。なお、ミズタカモジの伸長角度はシロガネコムギよりも大きかったことから、ミズタカモジの耐湿性が強い要因には湛水に対する根の伸長角度の反応性以外の点があると考えられた。

今後はミズタカモジの耐湿性が強い理由を根の内部形態および生理的活性の面から解析を進めていく予定である。

笹沼恒男 2004. コムギ近縁野生種の進化と多様性 遺伝 58(5): 45-50.

久保堅司・島崎由美・小林浩幸・小柳敦史 2006. コムギ連植物の幼植物体における耐湿性の評価 日作紀 75 別 1: 386-387.

小柳敦史・乙部 (桐淵) 千雅子・柳澤貴司・三浦重典・小林浩幸・村中聡 2004. 根系の深さが異なるコムギ実験系統群の過湿な水田圃場における生育と収量 日作紀 73: 300-308.

ミズタカモジの種子は京都大学大学院農学研究科 三浦励一講師に分譲いただいた。

トマトの¹³C 光合成産物の分配に及ぼす湛水処理の影響

中野有加・河崎靖・鈴木克己、野菜茶業研究所 (yuka88@affrc.go.jp)

Effect of waterlogging on distribution of ¹³C-photosynthates in tomato plants

Y. Nakano, Y. Kawasaki and K. Suzuki, National Institute of Vegetable and Tea Science

水田転換畑や低地におけるトマト栽培では、しばしば過剰水の停滞のために湿害が発生する。過湿条件におかれたトマトは、土壌深層への根の伸長が抑制され、表層に不定根が発生する。一般に、幼苗期では不定根発生が速やかで萎凋から回復するが、着果期では不定根の発生は少なく、湿害から回復しにくい。トマトの生育時期毎に光合成産物の分配パターンが詳細に調べられているが、過湿条件におかれたトマトでの解析はなされていない。そこで、トマトの新規固定炭素の分配に及ぼす湛水処理の影響について調査した。

【材料および方法】 トマト‘ハウス桃太郎’ (タキイ種苗) の種子を、9月1日および9月29日に播種し、子葉展開後、粒状培土を詰めた1/2000aワグネルポットに定植した。果実肥大期 (4段花房開花時) および7葉展開期のトマト個体それぞれ4株に¹³CO₂同化処理を行った。9:20~14:20に、6g (果実肥大期) あるいは1.5g (7葉展開期) の¹³C標識炭酸バリウム (Ba¹³CO₃, 93.3%atom% ¹³C) に1N塩酸を加えて¹³CO₂を発生させ、ポリエチレンバッグで覆った地上部全体に導入した。同化終了後、両ステージのトマト各2株に湛水処理を行い、水位を土壌表面上0.5~1cmに保った。対照区では適宜灌水を行った。同化48時間後、植物体をサンプリングし、葉、莖、果実、根に切り分け、乾燥後、赤外分光法で試料中の¹³C存在比を測定した。また、湛水処理開始40時間後の午前6時40分に、落水後、各3個体について莖葉部の根元から約5cmの高さで莖を切断し、140分間の出液速度を測定した。

【結果および考察】 同化時のトマトの成長量は、7葉展開期では、葉3.8g、莖0.9g、根0.8gであり、果実肥大期では、葉61g、莖24g、果実30g、根13gであった。個体当たり総¹³C量は、7葉展開期では11.6mg、果実肥大期では156mgであった。対照区における¹³C光合成産物の移行先は、7葉展開期では葉に80%と多く、莖に11%、根に9%となった。一方、果実肥大期では同様に葉に62%と最も多かったが、次いで果実に26%と多く、莖(8%)や根(5%)では少なかった。湛水処理による¹³Cの分布は、両時期ともに大きく変化しなかった。一方、湛水処理により、出液速度は有意に低下した。生育ステージについてみると、株当たりでは果実肥大期で7葉展開期よりも大きかったが、根乾物当たりでは7葉展開期で果実肥大期よりも大きかった。健全に育てた場合においても、果実肥大盛期に莖葉や根に分配される同化産物が減少し、一時的に栄養器官の成長が停滞することが知られている (吉岡ら、1979)。したがって、果実肥大の最盛期に過湿条件下におかれた場合、減少する光合成産物をめぐって果実と栄養器官との間により厳しい競合関係が生じ、根への転流は正常時よりも減少するものと推察された。本実験では2ステージのみを対象としたが、このようなステージの違いによる根のsink活性の差異と、湛水処理による成長阻害と不定根発生による湿害軽減との関係について、連続的な調査が必要であろう。

堆肥の施用量と有機性液肥による追肥がトマトの生産性と品質に与える影響

中野明正・上原洋一 (Akimasa Nakano and Yoichi Uehara)

野菜茶業研究所 (National Institute of Vegetable and Tea Science)

anakano@affrc.go.jp

はじめに

環境保全型農業を推進するために堆肥の有効利用を図る必要があるが、有機物のみの施用では植物の生長に見合った養分の供給がなされないため、慣行施肥に比べ十分な収量や品質が得られない場合が多い。特に初作においては、土壤中に蓄積された肥料成分が少ないため、生育後期において肥料切れが認められる。このような肥料切れに対する影響を緩和するために施肥量を増やす処理区と、有機性液肥による追肥を行う処理区を設け、その有効性を検証した。

通常肥料切れを起こした場合追肥をするが、一般に有機質肥料は濃度が低く、速効性に乏しいため使用に適さない。一方で有機農産物の認定を受けるには、化学肥料を3年以上使用しないことが求められているため、化学肥料の追肥は、有機農産物の生産を目指す農家は採用できない。これらの問題を解決する手法として、有機性液肥（コーンスティープリカー、CSL）の追肥について検討した。

材料及び方法

約30日間育苗したトマト苗（品種：ルネッサンス）を2003年9月29日にスーパードレンベットに定植した。処理区は無肥料区、牛糞と鶏糞を2:1で混合した堆肥を4.2, 8.4, 16.8 t/10a施用した区（堆肥区）の4区、それぞれの区についてCSLで追肥した区（+CSL区）の4区を設けた。2004年2月19日の栽培終了時（定植後136日）までの平均追肥量は87mgN/株/日であった。一区当たり8本植え（6.3本/m²）として区の繰り返しは設けなかった。5段までの収量、糖度、窒素、窒素安定同位体比および葉の硝酸イオン濃度を測定した。

結果及び考察

堆肥区では施用量増加に伴って、葉の硝酸濃度の上昇が認められたが、総収量は同程度であった。しかし、1段目の収量は施用量に比例して低下し、逆に5段目では施用量に比例し増加した。+CSL区では追肥によって葉の硝酸濃度の上昇が認められたが、総収量は堆肥区と同程度であった。1段目の収量は+CSL区の方が低く、5段目では16.8 t/10a区以外は追肥効果が認められた。糖度については堆肥区が+CSL区に比べ高く、平均0.4Brix%の上昇が認められた。実用的な面から考えると、CSLの追肥によりさらに高段においても収量が望めるため、高段になるほど追肥の有効性が顕著になると考えられる。茎および果実の窒素濃度は+CSL区が堆肥区に比べ高く、またそれらの $\delta^{15}\text{N}$ 値は+CSL区が堆肥区に比べ低くなり、追肥によって与えられた窒素は速やかに吸収され、茎や果実の窒素濃度を高めていると考えられた。今回設定した施肥量は通常（2t/10a）の2~8倍に相当し、このような過剰施肥条件でも植物体の窒素濃度を十分に高めることはできないが、CSLの追肥により化学肥料並に高めることが可能であった。

微小酸素電極の作製に関する基礎研究

小林奈々¹, 秋山亮¹, 斉藤亘¹, 高橋三男*¹, 川島徳道², 仁木輝緒³

¹国立東京高専・物質工学科, ²桐蔭横浜大・医用工学部・³拓殖大・工学部

(*連絡先 e-mail:taka@tokyo-ct.ac.jp)

1. 緒言

発芽種子根に対する低酸素濃度ストレスの影響によって、根の中心に間隙が形成されることは知られている。しかしそのメカニズムはまだ解明されていないのが現状である。根の呼吸の活性・不活性条件を組織細胞レベルで研究することで根の間隙形成のメカニズムを明らかにできるのではないかと考えている。そこで本研究では、組織細胞レベルでの酸素濃度の変化を高精度に且つ、素早く測定することのできる微小電極を作製し、作製した電極を走査型電気化学顕微鏡(SECM)のプロープとして用いることで、呼吸等による酸素濃度変化を組織細胞レベルで測定が可能となるセンサーの開発を目指している。今回は、直径 20 μm の微小電極の作製条件について検討を行ったので報告する。

2. 本研究で作製する微小電極の特徴

①直径 20 μm の白金線を用いているので組織細胞レベルでの測定ができる。②ナノアンペアスケールの高感度測定が可能。③反応解析が容易。④電流応答が速く、高速反応の追跡が可能。

3. 微小電極の作製

①スポット溶接機でエナメル線と白金線を溶接→②プーラーでガラスキャピラリーを作製→③キャピラリーに白金線を挿入し、仮止めを行う→④マイクロフォージを用い、熱により白金線を封じる→⑤研磨機により電極の先端を研磨→⑥電極先端面の確認と洗浄

4. 微小電極の性能評価方法

微小電極は、SECM を用いてサイクリックボルタンメトリー (CV) 法によって評価した。Working 電極は作製した微小電極、Counter 電極は Pt、Reference 電極は Ag/AgCl を使用した。電解液は、0.01M K₄Fe(CN)₆ に 0.1M KCl 水溶液を用いた。電極のクリーニング条件として、アノード電位：1.1V、カソード電位：-1.1V 走査速度：1 V/s、測定条件は、アノード電位：0.6V カソード電位：-0.2V 走査速度 20mV/s で行った。Fig.1 に示したように CV 法でヒステリシスのない形状が得られたときが最良の条件である。

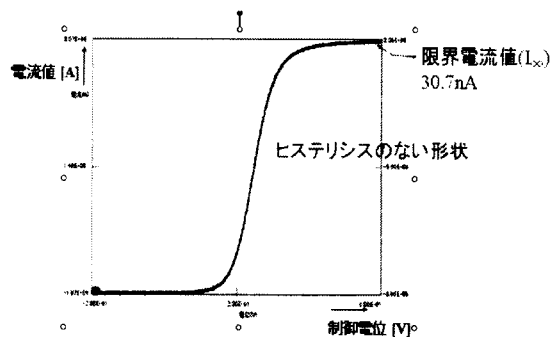


Fig.1 微小電極のサイクリックボルタモグラム

5. 電極半径の算出

測定された限界電流値を次式に代入し、電極半径をもとめた。

$$I_{\infty} = 4nFDCa$$

I_{∞} : 限界電流値, F: ファラデー定数, n: 反応電子数, D: 拡散係数, C: 電極反応種濃度, a: 電極半径
電極半径が実際の値(10 μm)に近ければ、その電極の性能が高いといえる。

6 結論

直径 20 μm の微小電極を作製するには、以下のような点に注意して作製する事が重要である。

- ① スポット溶接機は、電流値 1.3KA, 印加時間 3.8ms に設定
- ② プーラーは、Heater Level 45, MainMagnet Level 30, SubMagnet Level 1 に設定
- ③ 溶接した白金を挿入する際、異物が侵入しないように注意
- ④ キャピラリーを封じる前に水で洗浄しススの発生を抑える
- ⑤ マイクロフォージのヒーターダイヤルは、80 前後に設定
- ⑥ 電極先端を研磨する際、最初 5° ~ 7° に傾けて電極を研磨した後、電極を研磨面に対し垂直に設置して先端面の仕上げを行う。

以上の条件で、直径 20 μm の微小電極の作製が可能であることが示された。

スギ苗の電位発生に対する各種阻害剤の作用

本間 知夫^{1*}・井出 洋輔²・河原 輝彦²

¹千葉科学大危機管理・²東京農業大地域環境

(*連絡先 E-mail: thomma@cis.ac.jp)

樹木の生理活性に関する調査・研究の手法として、非破壊的、リアルタイムに測定可能な生体電位の利用が有効であると考えられる。我々の実験を含めたこれまでの研究より、生体電位は日周変動し、光・温度条件の影響を受けて変化することが明らかになってきた。本報告では樹木の生体電位発生及び変動に関わる生理的要因を明らかにするため、各種阻害剤の生体電位発生及び変動に対する作用を調べた結果について報告する。

【実験方法】

スギ苗木 (2年生) を試供木とし、細胞育成チャンパー内 (光・温度条件を7時~19時は約5,700 lx・25℃、19時~7時は0 lx・15℃) で水耕栽培を行い、液絡法で生体電位を一定期間測定してコントロールとした。電位変動が安定した後、各種阻害剤を水耕液に添加し、電位への影響を調べた。阻害剤としては、呼吸阻害剤 (salicylhydroxamic acid、5 mM)、電子伝達系阻害剤 (potassium hexacyanoferrate (III)、1 mM)、代謝阻害剤 (N-ethylmaleimide、0.5 mM) を使用した。

また根を二等分してそれぞれを別々の水耕液につけ、コントロール条件下で別々に電位測定を行った後、一方の水耕液に阻害剤を添加して電位への影響を調べた。

【結果と考察】

電位は各阻害剤添加直後よりコントロール時とは異なる変動を示すようになったが、阻害剤除去 (水耕液を交換) により、再び阻害剤添加前と同様の変動を示した。その作用は阻害剤によって異なっていたが、特に呼吸阻害剤の作用が大きかった (図1)。根を二等分して水耕栽培を行い、それぞれで測定した電位値は、コントロール条件下で個体での測定同様の変動を示した (図2、水耕液のみの部分)。そこで一方の水耕液に呼吸阻害剤を添加したところ、添加直後より電位値の変動が観察されたが、添加していない側 (未処理) の電位も、コントロール時とは異なる変動を同時に示すようになった。すなわち、阻害剤処理による根の呼吸活性阻害の影響が、未処理の根にも直ちに伝わり (本実験では電位値を10分間隔でデータロガーに記録したので、10分以内ということになる)、同様の電位変動を示したと思われた。

現在、呼吸阻害剤添加時における根の呼吸活性を、O₂アップテスターにて測定し、実際の電位値と呼吸活性の相関を調べる実験を遂行中である。

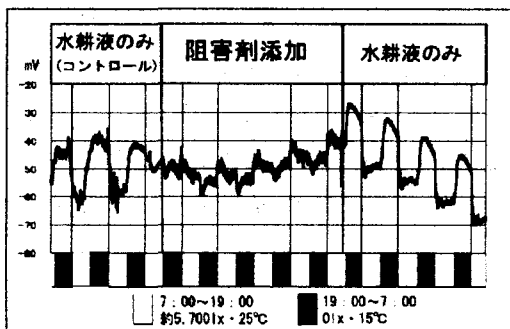


図1 阻害剤添加前後の電位変動

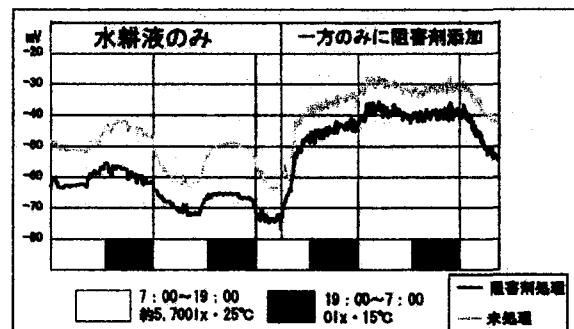


図2 一方のみに阻害剤添加前後の電位変動

ナスの台木品種の違いによる可食部カドミウム濃度 (3)

—トルバムビガーと台太郎のカドミウム吸収量の比較—

○荒尾知人*・竹田宏行**・西原英治**・中野太佳司**

* (独) 農業環境技術研究所、**新潟県農業総合研究所・園芸研究センター

(E-mail: arao@affrc.go.jp)

【目的】 食品中カドミウム濃度について、「鱗茎類、アブラナ科野菜、ウリ科果菜、その他果菜」は $0.05\text{mg kg}^{-1}\text{fw}$ を国際基準値として最終採択することが合意された (17年7月)。一方、農林水産省の実態調査において、ナスでは7.3%がこの基準値を超過しており、カドミウム吸収抑制技術の開発が求められている。カドミウム非汚染土壌を用いた圃場試験の結果からナス台木のカドミウム吸収特性には、種間差が存在し、ナス近縁野生種のトルバムビガー台木を用いたナス果実は、他の台木と比べ低濃度であった。そこで、台木の選択によるナスのカドミウム吸収抑制効果をカドミウム汚染土壌で検証し、安全な野菜の生産に役立てることを目的とする。

【方法】 $1/2000\text{a}$ ポットを用い、沖積土 (0.1M 塩酸抽出カドミウム濃度 2.9ppm) でナス (穂木: 千両二号、台木: 台太郎、トルバムビガー) を栽培 (3 反復) し、果実、茎葉及び根のカドミウム濃度及び他の金属元素濃度を ICP 発光装置により測定した。

【結果と考察】 7-8 月に収穫したナスの果実生重、水分含量に台木による差はなく、果実カドミウム濃度はトルバムビガー台木で第 1 果実から第 9 果実まで常に低かった。金属元素濃度のトルバムビガー/台太郎比は Cd 0.26, Ca 0.90, Fe 0.85, K 0.96, Mg 1.03, Mn 1.16, Zn 0.85 であった。幼植物 (移植 21, 33 日後) 及びせん定時 (移植 58 日後) の茎葉カドミウム濃度はトルバムビガー台木で台太郎台木の $1/4$ 以下であった。栽培終了時 (10 月) の茎葉金属元素濃度のトルバムビガー/台太郎比は Cd 0.24, Ca 0.97, Fe 1.12, K 0.93, Mg 1.23, Mn 0.91, Zn 0.69 であり、トルバムビガー台木では台太郎台木に比べ、地上部のカドミウム吸収が特異的に抑制されていると考えられた。一方、栽培終了時の根の金属元素濃度のトルバムビガー/台太郎比は Cd 1.6, Ca 1.5, Fe 1.6, K 0.68, Mg 1.7, Mn 0.87, Zn 1.6 であり、カドミウムはカルシウム、鉄、マグネシウム、亜鉛と同様な傾向を示した。1 個体あたりの乾物重 (枯れ葉をのぞく) はトルバムビガー台木が台太郎台木より茎葉、果実、根とも大きく、1 個体あたりのカドミウム吸収量は台太郎 $3.22 \pm 0.16 \text{ mg}$ (茎葉 $2.41 \pm 0.16 \text{ mg}$, 果実 $0.61 \pm 0.09 \text{ mg}$, 根 $0.25 \pm 0.07 \text{ mg}$) トルバムビガー $1.45 \pm 0.32 \text{ mg}$ (茎葉 $0.63 \pm 0.08 \text{ mg}$, 果実 $0.29 \pm 0.07 \text{ mg}$, 根 $0.53 \pm 0.20 \text{ mg}$) であった。地上部のカドミウム吸収量の差は根のカドミウムの蓄積量の差よりもはるかに大きく、トルバムビガー台木の根はカドミウム吸収を抑制する機構を持つと考えられた。

共焦点レーザー顕微鏡を用いたシロイヌナズナの根の形態形成の観察

山影 茜*・唐原 一郎

富山大・院・理工・生物

(E-mail : m0540312@ems.u-toyama.ac.jp)

根系の形作りは個根の形態形成がベースとなっており、個根の形態形成は根端分裂組織での細胞分裂およびそれに引き続く細胞伸長・細胞分化の過程によって引き起こっている。種子植物の根の内皮細胞の細胞壁には、リグニンやスベリンが沈着したカスパリー線が存在し、アポプラストバリアとして根の物質輸送に重要な役割を果たしている。そこで筆者らのグループでは、内皮細胞の細胞分裂・細胞伸長・カスパリー線の分化の過程に環境要因が与える影響を定量的に評価することを目標として、カスパリー線の形成を指標とし、細胞の分化の度合いを客観的に記述するとともに細胞分裂・伸長・分化を同時に定量的に評価する方法の確立をトウモロコシ種子根を用いて行ってきた。トウモロコシ種子根の場合、組織を構成する細胞数の多さゆえ、カスパリー線の観察のためには横断切片の観察が、また細胞数および細胞長の測定には固定・包埋法を適用せざるを得なかった。しかし組織を構成する細胞数の少ないモデル植物であるシロイヌナズナの場合は、透徹法を用いることで横断切片を観察することなく迅速にカスパリー線の発達を調べることができる。筆者らは透徹法によりシロイヌナズナの胚軸 (本間ら、第18回本集会、2003) や主根 (山影ら、第23回本集会、2005) のカスパリー線の発達を調べてきた。また、透徹した組織においてはカスパリー線を形成した内皮細胞の数 (カスパリー線の網の数) を計測できるため、これにより求めたカスパリー線を形成した細胞の増加速度を指標として内皮細胞の産生速度を推定することができる可能性が示唆されていた。一方、シロイヌナズナの根においては、アポプラストトレーサーとしてヨウ化プロピジウム(PI)を用いた形態形成の観察が行われてきており、この手法を用いれば内皮細胞の産生速度を簡便に測定することができると考えられる。そこで本研究では、PI染色法による内皮細胞産生速度の測定を試みた。

シロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana* L.) 種子をMS寒天培地に播種し、明条件下で生育させた3-4齢芽生えの根をPIにより染色し、共焦点レーザー顕微鏡を用いて観察を行ったところ、カスパリー線を形成した内皮細胞では根の基部においてPIの組織内部への浸透が悪く、カスパリー線を形成した内皮細胞数 (A) は計測できなかったが、根端からカスパリー線を形成した内皮細胞までの細胞数 (B) を計測することができた。そこで (A) については、透徹した芽生えを用いて蛍光顕微鏡下で計測し、(A) と (B) の和から細胞列1列全体の内皮細胞数を求めた。

塩分ストレス下で生育させた根についてもこの方法を試みてみたところ、PIが細胞内に浸透してしまい適用できなかった。そこで (A) の増加速度から内皮細胞産生速度を推定する方法の適用について検討した。

その結果、明条件下で生育させた根の場合、PI染色法と透徹法により求めた内皮細胞産生速度が1.1(個/h)、透徹法により求めた(A)の増加速度が1.0(個/h)、両者がほぼ一致しており、この方法が十分適用可能であることが示唆された。現在、塩分ストレス下で生育させた根においてこの方法による内皮細胞産生速度の推定、およびそれを用いたカスパリー線形成時間の算出を行っている。

報告 (第24回根研究会発表要旨)

Laser Microdissectionを用いたトウモロコシの根の通気組織形成過程で発現する遺伝子の同定
高橋宏和 1・渡邊亮介 1・西澤直子 1,2・Patrick S. Schnable 3・中園幹生 1 (1 東京大学・大学院
農学生命科学研究科、2 CREST、3 Iowa State University)

連絡先: 〒 113-8657 東京都文京区弥生1-1-1、TEL: 03-5841-5075 FAX: 03-5841-5183

E-mail: t_hiro_kazu@yahoo.co.jp

要旨

集中豪雨等により土壤中の水分が過剰になると、低酸素状態が原因となり植物体の養水分吸収能は低下し、生育が著しく阻害される。しかし、イネなどの湿生植物においては、酸素を根の基部から根端へと供給する通気組織が発達しているため、湛水条件下でも生育阻害を受けない。したがって、通気組織の存在は、植物の耐湿性の強弱を決定する一要因といえる。本研究で用いたトウモロコシでは、過湿条件下で栽培することで、根の皮層細胞の一部が崩壊し、通気組織が形成される。本研究は、過湿ストレスがシグナルとなり形成される通気組織に注目し、その際に発現する遺伝子を同定する事を目的とした。

通気組織の形成にエチレンが関与している事が既に報告されている。そこで、エチレン生合成経路の律速酵素である ACC(1-アミノシクロプロパン-1-カルボン酸) synthase の過湿条件下での遺伝子発現量の変化を調べたところ、処理後 3 時間で発現のピークを迎えることが確認された。この結果をもとに、エチレンによる通気組織形成の誘導が既に開始されていると予測される処理後 6 時間のトウモロコシの根を用い、網羅的な遺伝子の発現解析を行った。

通気組織は皮層組織特異的に形成されるため、Laser microdissection(LMD)を用い、皮層組織を単離した後、発現解析を行った。本研究では、播種後 3 日のトウモロコシの幼植物体の根に、6 時間の過湿処理を施した。処理後のトウモロコシの根の基部と根端を採取し、固定後、パラプラストで包埋し、横断切片を作製した。その切片より、LMD を用いて根の皮層組織を単離し、RNA を抽出した。得られた RNA に対し Trinucleotide mRNA Amplification による RNA の増幅を行った。この増幅 RNA を用いて、19 K と 14 K の 2 種類のトウモロコシの cDNA マイクロアレイによる遺伝子の網羅的な発現解析を行った。根の基部と根端で統計的に発現の有意差が認められたもののうち、2 倍以上の fold change を示したものに対して functional annotation を行い、類推された機能に応じて分類した。その中より、通気組織形成に関わる可能性が推測される複数の遺伝子を選別し、マイクロアレイ解析の再現性を確認するために選別した各々の遺伝子に対して定量 RT-PCR を行った。その結果、MPI、actin-depolymerizing factor(ADF)、aspartic proteinase、auxin response factor(ARF)、ethylene response factor (ERF)、polyubiquitin、legumain-like protease、GH1 protein、polygalacturonase(PG) の各遺伝子は基部で、3-hydroxy-3-methylglutaryl-CoA reductase(HMGE)、sucrose synthase(SuS2)、alpha-2-tubulin、cellulose synthase 8(CesA8)の各遺伝子は根端でそれぞれ強く発現しており、この結果はマイクロアレイ解析の結果を再現している事が確認された。さらに、これらの遺伝子に対して定量 RT-PCR を用い過湿処理後の遺伝子の発現量の経時的変化を調べた。その結果、MPI、ERF、ADF、PG が過湿処理後の初期段階で、基部皮層組織特異的に発現量の増減を示すことが確認された。今後、これらの遺伝子に焦点を当てるとともに、今回解析を行わなかった遺伝子に対しても解析を進めていく必要がある。

報 告 (第24回根研究会発表要旨)
イネ染色体置換系統群根系の種々の水ストレス強度に対する発育反応の圃場実験による評価

 狩野 麻奈¹・犬飼 義明¹・北野 英己²・高木 里佳¹・有田 薫¹・山内 章^{1*}

1. 名古屋大学大学院生命農学研究科, 2. 名古屋大学生物機能開発利用研究センター

 (*連絡先: ayama@agr.nagoya-u.ac.jp)

日本晴/Kasalathの戻し交雑によって作成された染色体部分置換系統群を、水耕系でポリエチレングリコールによる水ストレス条件下で育成させた結果、水ストレスに対し日本晴と比べ側根が顕著に可塑的に反応する系統と、逆に側根発育が強く抑制される系統が見つかった(狩野ら、2005)。それらを圃場で種々の水ストレス強度条件下で育成させたところ、地上部の成長が、とくに強いストレス条件下で、日本晴と比べ明らかに異なっていた。そこで本研究では、そのような地上部の成長反応と根系の発育反応との関係を検討することによって、水ストレスに適応している系統の根系の特性を明らかにしようとした。

【材料と方法】ビニールハウス内の圃場に、湿潤から乾燥までの連続的な水分勾配を発生させる装置を設置した。日本晴とカサラス、染色体部分置換系統群の N/K CSSL54 系統すべて、N/K CSSL114 系統のうち、水耕実験で水ストレスに対し側根が可塑的に反応した 32 番と 36 番、および東北タイの天水田品種 KDML 105 の 25 日齢の幼苗を 2005 年 7 月 19 日に上述の装置に移植し 50 日間育成させた。地上部ならびに根系を採取し、とくに根系の発育(伸長ならびに発生)反応を精査するために、総根長、総節根数、側根発生密度を測定した。

【結果と考察】日本晴、カサラスともに、地上部育成は水ストレス強度が大きいほど抑制程度も大きく(狩野ら、2006)、本研究でも、総根長は同様な反応を示した。染色体部分置換系統群のほとんどは日本晴と類似の反応を示した一方、強い水ストレス条件下で地上部育成の抑制程度が小さかった系統(N/K CSSL54 系統の 5 番、45 番、50 番と、N/K CSSL114 系統の 36 番)は総根長の抑制程度も小さく、また地上部育成の抑制程度が大きかった系統(N/K CSSL54 系統の 13 番と 34 番)は総根長の抑制程度も大きかった。節根数は、日本晴では水ストレス強度が大きいほど抑制程度が大きかったが、カサラスでは強い水ストレス条件下で逆に促進された。また染色体部分置換系統群のほとんどは日本晴と類似の反応を示した一方、N/K CSSL54 系統の 5 番および 45 番はストレス強度にかかわらず節根数がほぼ一定であった。また 36 番はカサラスと類似の反応を示した。節根の発生と分げつの発生との関係を、現在解析中である。また、単位節根長あたりの側根発生密度は、すべての品種/系統で水ストレスによって増加、もしくは変化しなかった。とくに、強い水ストレス条件下で地上部育成の抑制程度が小さい系統は増加率が大きかった。現在、これまで可塑性が大きいと考えてきた、L 型側根(長く、太く、高次分枝をする)と、小さいと考えてきた S 型側根(短く、細く、それ以上分枝しない)にわけて解析中である。また、KDML105 では、強い水ストレス条件下で地上部育成、根系発育ともに顕著に促進された。以上の結果は、水ストレスに対する適応性は、分げつ能力とそこからの節根の発生と伸長、ならびにそれらからの側根発生に関わる可塑性と密接に関連していることを示している。

本研究で供試した置換系統群は、農林水産省のイネゲノム研究プロジェクトで開発されたもので、農業生物資源研究所イネゲノムリソースセンターから分譲を受けた。

【引用文献】狩野ら、2005、根の研究 14:198

狩野ら、2006、日作紀 74 (別1): 188-189.

Root growth and porosity development of aerobic and lowland rice under transient moisture stresses

Roel R. Suralta, Yoshiaki Inukai and Akira Yamauchi*
Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University
(*Corresponding author: ayama@agr.nagoya-u.ac.jp)

Aerobic rice is a new class of upland-adapted cultivars with high input responsiveness. It can be grown under aerobic conditions with supplemental irrigation and can tolerate occasional flooding. These genotypes had higher ability than lowland genotypes to retain both high biomass production and harvest index under both favorable and drought stressed upland conditions partly due to their higher ability to maintain root elongation under progressive drought and the ability to enhance aerenchyma under prolonged waterlogging that can effectively facilitate oxygen (O₂) diffusion to the roots for continued root growth and development (Suralta and Yamauchi, 2005). The occurrence of alternate drought and waterlogging (O₂ deficient) stresses in rice water saving systems partially explained its lower yield production than in flooded rice. We previously found that drought stressed roots of some rice genotypes have lost its normal ability to adjust aerenchyma when subjected to sudden O₂ deficiency thereby severely affecting root growth and biomass production (Suralta et al, 2005a; b). This study aimed at comparing the root growth and porosity development of aerobic and lowland rice genotypes under transient moisture stresses. Three rice genotypes classified as aerobic (UPLRi7 and PSBRc9; Philippine upland cultivars which produced highest yields under aerobic conditions, (Cruz and Atlin, 2003)) or lowland types (PSBRc82; high yielding Philippine irrigated lowland cultivar) were grown in hydroponics in a growth chamber (30/22°C temperature at 15h day/ 9h night duration with 70% constant RH) for 2 weeks. Each genotype was grown initially for the first week either under initial well aerated, droughted (4% w/v polyethylene glycol 6000) or stagnant (deoxygenated water with 0.1% (w/v) agar) conditions. One week after planting, the genotypes under initial well aeration were continuously well aerated while those under initial drought stress were transferred to stagnant condition and those under initial stagnant were transferred to drought stress, and grown for another week. Under transient stagnant-droughted conditions, shoot biomass increased by 10% in UPLRi7 and 17.5% in PSBRc9 but was significantly decreased by 20% in PSBRc82 relative to those grown under continuously well aerated conditions. The nodal root production was maintained in UPLRi7 and PSBRc9 while it was significantly reduced by 28% in PSBRc82. The total nodal root length was slightly reduced in all genotypes with PSBRc82 showing the highest rate of reductions (31%) among genotypes. Lateral root productions were also significantly reduced in all genotypes under stagnant-drought conditions relative to continuously well aerated conditions. Among genotypes, UPLRi7 and PSBRc9 produced 35-37% more lateral roots than PSBRc82. Under transient droughted-stagnant conditions, shoot biomass decreased by 21% (ns) in UPLRi7, 11.8% (ns) in PSBRc9 and by 30% (significant) in PSBRc82 relative to continuously well aerated conditions. Nodal root productions of all genotypes under droughted-stagnant conditions were not affected relative to continuously well aerated conditions. The seminal root porosity of UPLRi7 and PSBRc9 showed a consistent increase along the root axis by 40-49% when their drought stressed roots were transferred to stagnant conditions. The seminal roots of PSBRc82 did not show an apparent increase in root porosity along seminal root axis under stagnant conditions. Total nodal root length and lateral root productions were significantly reduced in all genotypes under transient droughted-stagnant conditions relative to those grown under continuously well aerated conditions. Among genotypes, UPLRi7 and PSBRc9 that showed higher root porosity increment than PSBRc82 under transient droughted-stagnant conditions also attained 39-44% longer total nodal root length and 22-44% more number of lateral roots than PSBRc82. These results show that higher stability in biomass production of aerobic genotypes UPLRi7 and PSBRc9 relative to lowland genotype PSBRc82 under transient moisture stress conditions are partially attributable to their high ability to maintain root elongation and lateral root production under transient droughted condition and the ability to induce higher root porosity (aerenchyma) that facilitates O₂ transport inside root under transient stagnant conditions for maintenance of root growth and development.

References: Atlin et al. 2004. 4th International Crop Science Congress, Australia; Cruz and Atlin. 2003. PhilRice R and D Highlights; Suralta et al. 2005a. 220th CSSJ Conference, Iwate, Japan; Suralta et al. 2005b. 22nd JSRR Meeting, Sapporo, Japan; Suralta and Yamauchi. 2005. 219th CSSJ Conference, Yokohama, Japan.

異なる湛水条件下における *Crotalaria spectabilis* の生育と根系発育

川辺有美*・大門弘幸

大阪府立大学大学院生命環境科学研究科

(*e-mail: kawabe@plant.osakafu-u.ac.jp)

水田転換畑においては、酸化的環境下で減耗した有機物の補完や排水性の向上を目的に、夏作の大型マメ科作物を緑肥として導入することが試みられている。しかし、梅雨などの一時的な多雨による冠水や過剰土壌水分がこれらの作物の初期生育を抑制することがある。本研究では、夏作マメ科緑肥作物の中でも茎が中空のためすき込みやすく、また、開花期が揃うことから景観が優れる *Crotalaria spectabilis* の湛水耐性について明らかにするために、発芽時ならびに生育初期の湛水に対する反応について調査した。

発芽に及ぼす水浸漬期間の影響

播種直後からの多雨による湛水を想定して、種子を無菌条件下で0, 1, 7, 14日間水中に浸漬した後、寒天培地に置床し、発芽率、下胚軸長、幼根長を調査した。湛水1, 2日間区と比較して、湛水7, 14日間区では発芽率は著しく低く、発芽個体は得られたものの、下胚軸長および幼根長はいずれも短かった。

初期生育と窒素固定活性に及ぼす湛水処理の影響

パーミキュライトを充填した小型ポット (直径9cm×高さ19cm) を用いて、20日間生育させた植物体を、土壌表面まで水位を保つ湛水条件 (1, 2, 3, 4週間の湛水期間を設定) と土壌表面下5~7cmに水位を保つ過剰水分条件を設けて栽培し、4週間後に地上部・地下部の乾物重ならびにアセチレン還元活性 (ARA) を測定した。湛水2, 3, 4週間区では生育は著しく阻害され、ARAも低かった。一方、湛水1週間区では対照区 (畑条件) に比べて劣ったものの湛水2, 3, 4週間区と比較すると良好な生育が認められた。過剰水分区では乾物量、ARAともに対照区に比べて低下したが、湛水1週間区より有意に高い値を示した。

生育初期の根系発育に及ぼす湛水の影響

B4サイズの透明ファイルケースに粒状培土を充填した根箱を用いて、根系の外部形態を経時的に観察した。播種6日後から湛水処理 (5, 10日間) および過剰水分処理 (同上) を開始し、10日後に土壌表面下7cmで区切った上層部と下層部に分けた地下部乾物重を測定した。根系の外部形態はOHP用紙に転写して調査した。地下部乾物重は、上層部では処理間で差は見られなかったが、下層部では対照区と比較して過剰水分区、湛水5日間区、湛水10日間区の順に低かった。処理10日後の根の発育は、対照区と比較して過剰水分区ではやや劣り、湛水5日および10日間区のいずれにおいても著しく劣った。湛水5日間区では湛水処理終了後に主根の旺盛な伸長が観察された。また、過剰水分区では根箱下層への主根の伸長は対照区に比べて劣ったものの、側根の伸長は湛水区より良好であった。同様に湛水処理した個体について、処理16日後の主根の横断切片を観察したところ、湛水区では内皮内側の約3層からなるコルク形成層細胞がやや肥大する現象が見られたが、他の湿生植物で報告されているような顕著な並層分裂は見られず、2次通気組織の形成は認められなかった。

以上の結果より、*C. spectabilis* は、湛水条件下では、発芽ならびに初期生育が著しく阻害されるが、本実験で設定した程度の過剰水分条件下では、畑条件に比べて生育は劣るもののその後の生育は回復する可能性があることが示された。

圃場におけるハクサイの根の分布

Root distribution of Chinese cabbage (*Brassica campestris* L.) under field condition

★村上敏文・吉田清志*・唐澤康裕**・内津政直***

Toshifumi Murakami, Seishi Yoshida, Yasuhiro Karasawa and Masanao Uchitsu

東北農業研究センター、*長野県中信農業試験場、**日本緑産、***長野県農事試験場

(〒960-2156 福島市荒井字原宿南 50 TEL 024-593-6176 ★E-mail durian@affrc.go.jp)

ハクサイは窒素施肥量が 200~250kgN/ha と多く、環境保全型農業の推進においては肥料の削減が大きな課題となっている。この問題を解決するため、これまでに、条施肥や被覆肥料による減肥技術などが提案されている。これらの技術は、施肥と地上部収量の関係をもとに開発されたもので、もし、根の分布等の情報が加われば、より有効な技術になると期待される。しかし、ハクサイの根の定量的なデータは、世界的に見てもほとんど報告例がない。著者らは、これまで迅速な根のサンプリング法や根長測定法の開発を行っており、それを用いて、根の長さ、重さ、分布などの基礎情報を得たので報告する。

【方法】

長野県中信農業試験場内の圃場 (表層腐植質黒ボク土壌) で、大福、空海 65、さくみどり 3 号、郷風、優黄の 5 品種を 1998 年よび 1999 年に、それぞれ夏どりの移植法および秋どりの直播法の 2 つの方法で栽培した。畦幅 45cm×株間 50cm の栽植密度で、夏どりは 5 月初旬播種、14 日齢苗を移植、秋どりは 8 月下旬播種、施肥は N-P-K、200-114-166kg/ha を畝内全層施肥し、白黒ビニールマルチにより全面被覆した。調査は播種後 70 日前後 (収穫期) に行った。まず地上部を採取し 1 株の専有面積の 4 分の 1 に当たる部分を深さ 40cm まで、1 L 以下の土壌ブロックに分けながら採取した。根の土からの分離は電子レンジ煮沸-浮遊水洗法を用い、根長は改良交差点法を用い、細根直径は光学顕微鏡で測定した。

【結果と考察】

品種間差は各栽培ごとに見られる場合もあったが、一定の傾向がなく、4 回の栽培を総合すると品種間に差があるとはいえなかった。一方、下の表に示すように、環境条件が根の形態に大きな影響を与えた。98 年夏どりでは、10-40cm 層の土壌が硬く (山中式土壌硬度で 22mm 以上)、根長は 1424m/個体で、土壌硬度が 12-17mm の他の 3 回の栽培に対する比率は 28-48%、細根直径は 131 μm で同 139-170%、細根比根長は 397m/g で同 32-36%、根長密度は 1.81 cm/cm³ で同 28-53%、根表面積 0.64 m² で同 46-78% となった。これは他の 3 回の栽培と比較して、著しく根が太く短く、根張りが悪く、根表面積が小さかったことを意味する。しかし、地上部収量は、他の 3 回と変わらず、根の減少の影響を受けなかった。これは、ビニールマルチにより、土壌表層に養水分が保持され、根に好適な環境が維持されたためと考えられる。しかし干ばつ時では、吸水が不十分になり生育が抑制されるかもしれない。栽植法は、根の形態に影響を及ぼし、移植栽培では、直播栽培に比べ細根重が大きく太根長が短かった。これは移植時に根が切断された影響と思われる。

年	作型	栽培法	地上部乾物重 (g)	根部乾物重 (g)		——根長—— (m)		細根直径 (μm)	細根比根長 (mg ⁻¹)	根長密度 (cm cm ⁻³)	根表面積 (m ²)	土壌硬度 (mm)
				全根	細根	全根	太根					
'98	夏どり	移植	205 b	6.36 b	3.57 b	1424 a	17.9 a	131 d	397 a	1.81 a	0.64 a	22
	秋どり	直播	185 a	4.98 a	2.77 a	2946 b	38.5 b	77 a	1098 b	3.39 b	0.82 a	12
'99	夏どり	移植	221 bc	6.26 b	4.11 b	5053 d	23.2 a	84 b	1221 c	6.37 d	1.38 b	17
	秋どり	直播	224 c	6.30 b	3.26 ab	4076 c	34.4 b	94 c	1246 c	4.73 c	1.31 b	16

同じアルファベットは同一カラム内で有意差がないことを意味する (5%水準)

地下水位及び湛水時間がダイズ・ソバの根系発達に及ぼす影響

ニ瓶直登*、星泰彦、高萩勇雄

福島県農業総合センター

(福島県郡山市日和田町高倉字下中道 116 番地 *nihei_naoto_01@pref.fukushima.jp)**【背景・目的】**

ダイズ及びソバは水田転換畑での作付けが増加しているが、排水不良により減収となることも多い。本試験では、生育期間の地下水位及び生育ステージ別の湛水時間が根系発達及び地上部に与える影響を検討し、地下水位低下に関する暗渠排水工の目標値設定の参考とする。

【試験方法】

ダイズ (ふくいぶき) 及びソバ (会津在来種) を供試作物として試験 I、II を行った。

試験 I : 地下水位の違いが根系発達及び地上部に与える影響

円筒型ポット (直径 30cm) に土壌 (0~20cm:水田土壌、20~70cm:粘質土) を詰め、地下水位が土壌表面より 0、-5、-10、-20、-30、-40、-50cm となるように設置した。ポット当たりダイズでは 2 本、ソバでは 7 本立てとし、2 反復で行った。

試験 II : 生育ステージ別の湛水時間が根系発達及び地上部に与える影響

ポット (直径 30cm×高さ 35cm) に土壌 (0~15cm:水田土壌、15~35cm:粘質土) を詰め、生育初期 (ダイズ;播種後 28 日、ソバ;播種後 12 日) と開花期 (ダイズ;播種後 39 日、ソバ;播種後 26 日) に、0 時間 (対照区)、4 時間、8 時間、24 時間、48 時間ポットごとそれぞれ浸水させた。ポット当たりダイズでは 2 本、ソバでは 7 本立てとし、3 反復で行った。

【結果】**試験 I : 地下水位の違いが根系発達及び地上部に与える影響**

ダイズ 地下水位が-20cm より高くなる (0、-5、-10cm) と、発芽率は 80%より低下し生育も劣った。主根長は地下水位面より下には伸長せず、地下水位が高い時には側根が増加した。地下部乾物重 (主根+側根) は、-10cm~-50cm 区ではほぼ一定であった。

ソバ 地下水位が-10cm より高くなる (0、-5cm) と、発芽率は 70%以下となり、収量は-20cm より高いと大きく低下した。主根長は地下水位の低下とともに長くなるが、主根と側根を合わせた地下部の乾物重は、-20~-30cm 区で多かった。

試験 II : 生育ステージ別の湛水時間が根系発達及び地上部に与える影響

ダイズ 生育初期に湛水時間が長くなると、稔実莢数は低下し、24 時間以上湛水で約 30%減収となった。主根長は湛水時間により差はないが、側根重が大きく減少した。開花期では、48 時間湛水で約 30%減収した。主根長は湛水時間で変化はなく、地下部乾物重も 24 時間湛水を除きほぼ一定であった。

ソバ 生育初期に湛水時間が長くなると主茎長、地下部重も低下し、湛水時間 8 時間で約 30%減収する。開花期では、湛水を受けても主茎長に影響はないが、地下部重は低下し、湛水時間 48 時間で約 30%減収する。

【まとめ】

地下水位、湛水時間の検討から、ダイズでは 24 時間、ソバでは 8 時間以内に地下水位を-20cm より低くするほ場条件で、湿害による減収を回避できると考えられる。

樹幹のヤング率が異なるスギ品種の根系の構造

(森林総合研究所) 山下香菜、黒田克史

〒305-8687 茨城県つくば市松の里1番地
森林総合研究所 木材特性研究領域 組織材質研究室
E-mail: zaikana@ffpri.affrc.go.jp
TEL: 029-873-3211(内 575), FAX: 029-874-3720

【はじめに】

樹幹のヤング率(たわみにくさ)は、幹材を柱や梁などの構造用材として利用する場合に重要な強度的性質で、材の密度とは正の、仮道管細胞壁S2層のマイクロフィブリル傾角(MFA)とは負の関係にある。スギ(*Cryptomeria japonica* D. Don)では、若齢時に形成される樹幹の中央下部においてMFAが大きく、品種間差が大きいため、この部位のヤング率が低く、品種間差が大きい。このように樹幹のヤング率に違いが生じる要因の一つの可能性として、根系の樹体支持力が考えられる。しかし、スギの樹幹の成長や材質にかかわる根系の構造や機能について検討した報告は少ない。そこで、本研究では、樹体支持にかかわるスギ根系の構造について品種間の相違を検討するため、樹幹のヤング率が異なる2品種を用いて根系の分布および根材のMFAを調べた。

【試料と方法】

森林総研苗畑の同一林地に2×2m間隔で植栽された5年生のスギ2品種、ボカスギとクラカケを試料とした。地上部からは地上高0.3-1.5m部位の樹幹を、地際部と地下部からは半径1mの根系を採取した。根株から分岐した根を1次根、1次根から分岐した根を2次根とし、それらの直径を測定した。また、樹幹および1次根の動的ヤング率を縦振動法で、晩材仮道管のMFAを壁孔法で測定した。

【結果と考察】

樹幹のヤング率は、ボカスギとクラカケ各4個体の平均値が1.3GPaと2.3GPaであり、品種間で有意差が認められた。また、地上部の成長量は、樹高が4.0mと4.4m、地上高0.5m部位の樹幹直径が10.3cmと10.7cmであり、品種間で有意差は認められなかった。

根系の分布密度は、ボカスギではクラカケに比べて疎であった。ボカスギではクラカケに比べて1次根の基部直径が小さく、数が多かった。また、2~5次根への分岐が少なかった。

MFAは、ボカスギの方がクラカケより大きかったが、その差は地上高0.3m部位で20度以上あったのに対し、1次根の基部では0~10度と小さかった。また、両品種ともに地上高0.3m部位よりも1次根の基部で小さい傾向があった。

以上の結果は、同一林地に生育し、樹幹のMFAが異なるスギ品種間で根系の構造に違いがあること、若齢時に形成される根材仮道管のMFAでは、幹材に比べて品種間差が小さいことを示している。

ラッカセイの主根の根端切除が根系形成と根粒形成に与える影響

田島亮介*、森田茂紀、阿部淳

(東京大学大学院 農学生命科学研究科)

(*連絡先 e-mail: tazy@fm.a.u-tpkyo.ac.jp)

マメ科作物の窒素固定能力を効果的に利用するには、その前提としてどの生育段階に根系のどの位置に根粒が形成されるかという知見が必要となる。著者らは、ダイズに次いで世界第2位の生産量を誇り、根粒形成が特徴的なラッカセイの根系形成と根粒形成との関係について検討し、根粒が主根基部側に形成される1次側根に局在して形成されることを明らかにした(1)。また、根箱法を利用してラッカセイの根系形成を詳細に調査した結果、主根の伸長が停止すると、主根基部側の1次側根が補償的に伸長することが明らかになった(2)。これらの事実から、主根の伸長が停止して1次側根の伸長が補償的に促進されれば、根粒形成の場が増加し、その結果として多くの根粒が形成されるのではないかと考えた。そこで本研究では、この仮説を検証するためにラッカセイの主根の先端を切断し、人為的に主根の伸長を停止させた場合、主根の基部側における1次側根の形成や伸長がどのように変化するか、また、その1次側根における根粒形成がどのように変化するかに着目して検討を行なった。

材料および方法：ラッカセイ品種千葉半立を供試した。まず28℃、暗条件のグロースチャンパー内のろ紙上で24時間吸水させた後、「ロール紙」上に移植した。ロール紙は、吸水性・保水性に優れたグロースポーチ(cyg, mega international)の材料を用いて作製したロール紙上に移植した後、28℃、12時間日長に設定したグロースチャンパー内に置いた。移植後4日目に、生育の遅速により、主根の長さが8cm前後の個体(以下、短根個体)と13cm前後の個体(以下、長根個体)に分け、いずれについても根端から5mmの部分を切断した。このようにして準備した個体を、パーミキュライトを充填した1Lの小型プラスチックポットに移植してガラス室内において、ほぼ4日おきに100mlずつ窒素を含まない培養液を与えながら栽培した。なお、長根個体は対照区、処理区それぞれ3反復、短根個体は対照区、処理区それぞれ4反復である。移植後20日目に地上部を採取し乾物重を測定するとともに、根系については、主根を根軸に沿って2cmごとの断片に切り分けた後、それぞれの断片に形成されたすべての1次側根の長さおよび根粒の数を測定した。

結果および考察：地上部乾物重は、短根個体では主根切断区と対照区との間に有意な差異はなかったが、長根個体においては対照区より主根切断区の方が有意に大きかった。長根個体および短根個体のいずれも、主根を切断すると総根長は対照区の方が大きいが、主根根軸の基部から2cmまでに形成されていた1次側根に着目すると、1本あたりの1次側根の長さは、長根個体では対照区より主根切断区で長かった。長根個体、短根個体のいずれも、根系全体の根粒数は対照区と処理区の間で有意な差異は見られなかったものの、長根個体においては対照区より主根切断区で多くの根粒が形成された。根長と同様に主根根軸の基部から2cmに形成された1次側根に着目すると、長根個体では対照区より主根切断区の方が根粒数が有意に多かった。本実験において、主根の根軸長がある程度の長さを越えてから停止させた場合には、主根の基部側に形成される1次側根の伸長が補償的に促進され、それに伴って根粒の形成も増加した。また、地上部乾物重も増加しており、これはラッカセイの個体全体の窒素固定能力が促進されたためである可能性がある。以上の実験結果から、根系形成を制御することで、根粒形成および窒素固定能力を制御できる可能性が示唆された。

謝辞：本研究で使用したラッカセイ品種の種子は、千葉県農業総合研究センター育種研究所畑作物育種研究室の長谷川理成氏、鈴木茂氏、同落花生試験地の岩田義治氏から、根粒菌は十勝農業協同連合会農産化学研究所から、それぞれ分譲して頂いたものである。栽培管理については、東京大学附属農場の秦野茂技術専門職員、および白井深雪、久保田浩史、手島英敏、角谷架織の各専門職員にお世話になった。ここに記して謝意を表する。

引用文献：(1) Tajima et al. (2006) Plant Prod. Sci. 9: (in press) (2) 田島ら (2003) 根の研究 12: 189.

ラッカセイの土層別の根量分布と1次側根の伸長角度の関係

塚本葉子*・田島亮介・阿部淳・森田茂紀

(東京大学大学院 農学生命科学研究科)

(*連絡先 e-mail: SeConnery007@fm.a.u-tokyo.ac.jp)

作物の根系は、ひげ根型と主根型の2つのタイプに大別できる。ひげ根型根系については、イネを中心としたイネ科作物を対象にして数多くの研究が行なわれているが、それに比べると、主根型根系の形成に関する研究は少なく、根系の形態をどのように把握するかという視点も明確に確立されていない。そこで、本研究では、主根型根系を持つ作物として、世界の乾燥地・半乾燥地で広く栽培されているマメ科作物であるラッカセイを取り上げ、根系形成を発育形態学的に解析した。

材料および方法：遺伝的背景の異なるラッカセイ8品種を2005年に東京大学大学院農学生命科学研究科附属農場(東京都西東京市)で慣行栽培し、収穫期に根系を採取した。すなわち、根系を含む土壌モノリス(10×10×30 cm³)を各品種それぞれ6個掘り取り、そのうち3個については、地表面から10 cmごとの土層に分けて根を丁寧に洗い出し、ルートスキナーを用いて根長を測定して、土層別の根長密度を算出した。残りの3個についてはピンボード法で土を丁寧に洗い流し、根系の写真を撮影して、特に主根の基部側10 cmに形成された1次側根の伸長角度(土壌表面となす角)を測定した。

結果および考察：総根長および土層別の根長密度には品種間で差異が認められた。また、主根の基部に形成された1次側根の伸長角度の平均値にも品種間で8-35度の変異があった。これはピンボード法を用いて2次元平面に投影した角度を計測しているため、必ずしも正確な伸長角度を評価していることにはならないが、1次側根の伸長角度に品種間で変異がある可能性が示唆された。また、土層別の根長密度についても品種間で差異があった。そこで、土層別の根長密度と1次側根の伸長角度との関係を解析したところ、土壌表面から10-20 cmにおける根長密度と1次側根の伸長角度との間には有意な負の相関関係が、また0-10 cmにおいても、有意ではないが負の相関関係が認められた。20-30 cmにおける根長密度との間には相関関係は認められないものの、伸長角度が大きい品種ではこの土層の根長密度も大きくなる傾向があった。つまり、土壌の浅い層の根長密度は、1次側根の伸長角度が大きい品種で小さく、伸長角度が小さい品種で大きい傾向があり、土壌深層ではこれとは逆の傾向が見られた。このことは、主根型根系における根量分布の様相が1次側根の伸長角度に大きく規定されていることを示唆している。今後は、根量とその分布を規定している伸長角度以外の根の形態的な要因を抽出するとともに、伸長角度を含めた各要因の貢献度の相対評価を行なう予定である。

謝辞：本研究で使用したラッカセイ品種の種子は、千葉県農業総合研究センター育種研究所畑作物育種研究室の長谷川理成氏、鈴木茂氏、同落花生試験地の岩田義治氏から、根粒菌は十勝農業協同連合会農産化学研究所から、それぞれ分譲して頂いたものである。栽培管理については、東京大学附属農場の秦野茂技術専門職員、および白井深雪、久保田浩史、手島英敏、角谷架織の各専門職員にお世話になった。ここに記して謝意を表す。

報告 (第24回根研究会発表要旨)

栽培体系が異なる圃場での作物根圏の微生物相の比較

土肥哲哉¹、児玉五月²、阿部淳²、森田茂紀²

1) 西原環境テクノロジー 2) 東京大学 大学院農学生命科学研究科

E-mail: tetsuya_doi@nishihara.co.jp

【緒言】

植物が土壌から栄養分を獲得する際、植物根の先端部や周辺に生息している複雑系微生物相である根圏微生物の役割が重要で、これらの菌相の活性が植物の生育環境に大きな影響を及ぼしている。根圏微生物相の分布や推移を評価するには培養試験法が一般的であるが、根圏微生物相の大部分は標準的な栄養培地では培養困難な VBNC (Viable But Nonculturable) 微生物に属しているため従来の試験方法では十分な評価ができないことが分かってきた。このような背景から、筆者らはこれまで分子生物学的手法を用いた根圏微生物相の解析を試みてきた。本研究では、栽培体系が異なる圃場での作物根圏の微生物相について分子生物学的手法を用いた動態解析を行ったので報告する。

【試料および方法】

本研究で供試した作物の試験区と根圏微生物相解析のフローを Table-1、Fig.1 に示す。

Table-1 供試作物

No.	試験区 / 栽培条件	pH[-]	含水率[%]
①	ヒマワリ ナタネ鍬込み区	7.0	38.4
②	ヒマワリ 無処理区	7.1	39.6
③	ダイズ 湿土区	7.0	42.4
④	ダイズ 無処理区	6.9	40.2

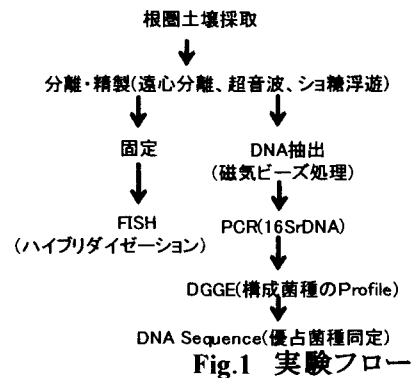


Fig.1 実験フロー

【実験結果】

PCR-DGGE および FISH の結果を Fig.2,3 に示す。

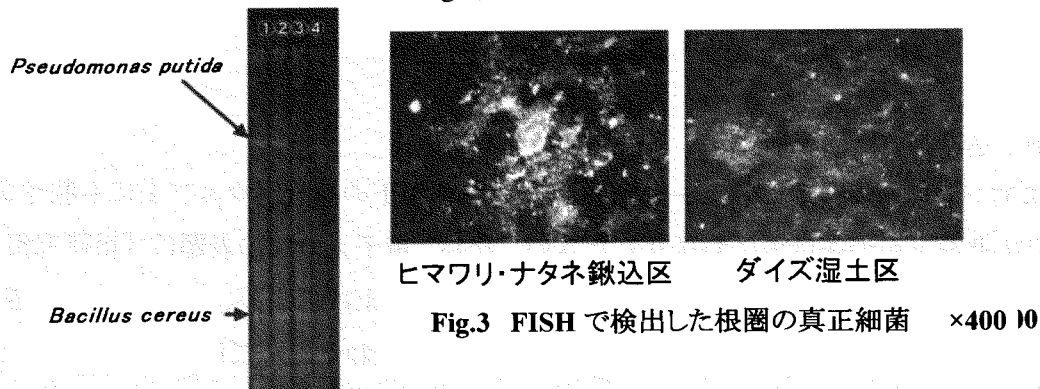


Fig.2 PCR-DGGE による 16SrDNA Profile

【まとめ】

ヒマワリのナタネ鍬込区と無処理区の根圏微生物相に明瞭な違いは認められなかった。ヒマワリでは *Pseudomonas* 属と *Bacillus* 属およびダイズでは *Bacillus* 属が同定された。ヒマワリおよびダイズの真正細菌はいずれも桿菌や球菌が観察された。