

陸稲における深層土壌のち密化にともなう水吸収能の低下

荒木英樹・飯嶋盛雄

(名古屋大学大学院生命農学研究科)

連絡先：荒木英樹 (i991002d@mbox.media.nagoya-u.ac.jp, fax 052-789-5558)

畑作不耕起栽培では、省力化や土壌流亡の防止などの利点が認識されている一方で、土壌物理性の悪化などの問題が懸念されている。とくに、土壌のち密化が進んだ畑地では、浅根化にともなって作物の土壌深層からの養水分吸収能が低下し、旱魃をはじめとする環境ストレス害を受け易くなることが指摘されている。本研究では、深層土壌のち密化にともなって、陸稲の水吸収能がどれほど低下するのかを水素の安定同位体Dで標識した水（重水）を用いて評価した。

材料と方法

陸稲品種 IRAT 109 を、人工気象室（昼 14 時間、30℃；夜 10 時間、25℃）において、0.25m の円筒 2 つを上下につないで 0.5m にしたポット（内径 75mm）で生育させた。2001 年 2 月 24 日に播種し、各ポット 1 個体植えとした。上部ポットでは、深さ 0.18~0.25m に、土壌容積重 1.50 Mg m^{-3} の圧縮土層を設け、それより上の土壌層位では容積重を 1.33 Mg m^{-3} とした。下部ポットには 3 通りの硬さになるように土壌を充填し、それぞれ対照区、中圧縮区、強圧縮区とした。上下ポットを連結させる前に、あらかじめ下部ポットの土壌に約 0.5 atm% の重水を十分含ませた。上下部ポットとの境界面を、ワセリン・パラフィン混合液（9：1）を染み込ませたワセリンシートで覆い、水分の移動を遮った。播種後 39 日から播種後 49 日まで、上部ポットのみを土壌乾燥条件とするために、灌水量を調節して含水比を約 10% とした。蒸散水を乾燥処理前後および播種後 42、45 日の 4 回採取し、それに含まれる重水の濃度を安定同位体比質量分析計によって求め、上下それぞれのポット内の土壌に由来する水の比率を算出した。

結果と考察

乾燥処理によって、下部ポットの土壌が硬い処理区ほど陸稲の乾物重が低下した。強圧縮区では、吸水量が対照区のそれに比べて半分~7 割程度、中圧縮区では 7 割~9 割程度に低下した。乾燥期間中、下部ポットから吸水された水が蒸散水中に占める割合は、生育が進むにつれて増加する傾向が認められた。乾燥処理開始から 10 日後には、対照区においてその割合が最も高く、およそ 6 割に達した。一方強圧縮区では、処理期間を通してその割合は最も低かった。なお、生育期間を通して上部ポットに潤沢な水を与えた湿潤対照区では、下部ポットからの水吸収がほとんど認められなかった。講演では、根長の測定結果を踏まえて以上の結果を考察する。

低酸素濃度供給によるモデル土壌系の酸素濃度変化

仁木輝緒 (拓殖大・工) 高橋三男 (国立東京高専・物質工)

大気中に枝葉を展開している地上部は安定した酸素濃度下にあると考えられる。しかし、地下部に展開している根は、実に様々な要因により規定される複雑な系 (土壌) の中にある。土壌と根の関わりを調べていく時に、時として複雑で、解析に困難を伴うことがある。

そこで演者らは前年度春の本学会で、モデル土壌系を提案した。このモデル土壌系というのは、標準的、あるいは野外と同様という意味でなく、誰もが容易に検討を試みることができ、信頼性、再現性がある系という意味である。そしてこの系を用いて、環境要因のひとつである湛水条件下での根の酸素吸収能の変化を報告した ('00 秋本学会)。

これまでの実験により、根中心柱柔細胞が崩壊して空隙の形成を起こす現象は、湛水処理による低酸素状態によって生じる、ということ演者らは明らかにしている。さて、湛水処理によって生じさせた低酸素濃度環境というのは、少なくとも二つの要因を含有していると考えられる。ひとつは根の周囲の酸素濃度を低下させると意味できるが、他に水自身の根に対する影響である。この二つの要因を分けて考える必要がある。今回演者らは空気/窒素の気体の混合比を制御することにより、各酸素濃度の気体を得、それをモデル土壌系に応用することを試みた。

空気を送るコンプレッサとして東京理化 (株) 製 Aeration Unit(MAU-1)を用い空気を送り、それに窒素ガスを注入していった。実験に際しては、あらかじめピーカーの低部土壌中に設置したアルミ製の管 (外径 6 mm、内径 4 mm、下部を輪形にし 3 箇所の小穴を開けておく) と連結する。また、あらかじめ土壌酸素濃度を測るセンサーを投入するための空間を確保しておく。

ガスの混合は次のような割合で行い、土壌中の種々の酸素濃度を得た。

Air (ml/min.)	N ₂ (ml/min.)	O ₂ Concentration (%), (100ml/min.)
80	0	20.9
75	5	18.5
70	10	18.0
60	20	15.1
40	40	10.0
20	60	5.4
0	80	0

混合ガスのモニタリングは Maxtec 社の MAXO₂ を、土壌の酸素濃度は堀場の溶存酸素濃度計 (OM-14) を用いた。得られた土壌の酸素濃度は上記の通りであるが、比較的簡単な装置で安定した土壌の酸素濃度を制御できるシステムを作ることが出来た。この装置の特徴などを紹介する。

降雨による土壌環境の変化が作物根の伸長に及ぼす影響

加藤純子*・飯嶋盛雄

(名古屋大学大学院生命農学研究科)

*E-mail: i011012m@mbx.media.nagoya-u.ac.jp

乾燥が進んだ農耕地に強い雨が降ると、土壌の機械的抵抗は一時的に小さくなる。根の成長を抑制するような耕盤層を持つ圃場や農業機械の走行によって圧縮された畑などで栽培される作物は、このような機会を捉えて根の成長速度を急速に速め、効率良く硬い土壌層を貫入していくのではないかと予想される。本研究ではモデル系を用いてこの現象が起こっているかどうかを明らかにすることを目的とする。

【材料および方法】

実験 1) アクリル製の透明な円筒に、土壌容積重が対照区 $1.33\text{g}/\text{cm}^3$ 、圧縮区 $1.50\text{g}/\text{cm}^3$ となるように木曽川壌質砂土を充填した。各円筒にワタ (ドワーフコットン) を播種し、播種後円筒を 15 度傾け、透明な円筒面下に出現した根端を毎日記録することにより根の伸長速度を測定した。播種後 7 日目に強い降雨のモデルとして容器全体を 3 分間水中に沈めた。この処理を降雨処理とし、非降雨処理区も設けた。播種後 12 日目に根系をサンプリングし、直根の長さ、一次側根数、総根長を測定した。

実験 2) ここでは、円筒面下で成長した根ではなく、土壌の中を伸長した根について調査した。生育容器を塩ビ性不透明円筒とし、円筒は傾けずに設置した。その他の条件は全て実験 1 と同様にした。降雨処理直前と処理後 3 日目にサンプリングし、両者の成長量の違いから根の伸長速度を算出した。

【結果】

実験 1) 降雨処理による土壌の貫入抵抗値の減少は、対照区に比べ圧縮区でより顕著であった。このことから圧縮区の根が受けた土壌の機械的抵抗は降雨処理によって急激に減少したといえよう。降雨処理によって、両区とも直根の伸長速度を増加させたが、その増加率、ならびにサンプリング時の直根長と一次側根数には両区間の差を認めなかった。一方、総根長を測定した結果、対照区では降雨処理の有無で差が出なかったのに対し、圧縮区では降雨処理により平均値で約 85% 増加した。実験 2) 直根の長さについてみると、対照区では降雨処理の有無による差が無かったが、圧縮区では降雨処理によって根長が有意に増加することを認めた。さらに伸長速度でも同様であり、圧縮区では平均値で約 300% 増加した。すなわち、機械的ストレス条件下では降雨処理により直根の伸長速度が有意に増加することを確認することが出来た。

【考察】

実験 1 のような生育環境の場合、直根自体の成長量は変化しなかったものの、側根の伸長生長が促進されたといえよう。2 つの実験では降雨処理後における根の成長促進のされ方は異なったものの、「圧縮された圃場に強い降雨があると根の伸長速度が促進される」ということがモデル系で証明出来た。

トウモロコシ・イネ種子根の細胞長の簡易測定法

阿部 淳¹・中山昌洋^{2*}・森田茂紀¹

1: 東京大学大学院農学生命科学研究科; 2: 東京大学農学部

連絡先: E-mail= abejun@cup.com Fax03-5841-5070

陸稲において根の伸長は、耐乾性に関わる深根性を実現する上で重要な特性であると考えられる。トウモロコシでは、水ストレス条件下での種子根の伸長を細胞の伸長や細胞壁の伸展性と関連づけて解析することが試みられているが、イネでも根の伸長速度や水ストレスへの反応の品種間差を細胞伸長の視点から解析することは、品種間差のメカニズムを検討する上で重要な課題と考えられる。

今回は、トウモロコシおよびイネの種子根について、比較的簡便に皮層細胞の長さを観察するシステムを確立し、培地の水分状態に対する反応を調べた。

材料と方法

バーミキュライト培地の作製 今回の研究では、培地の水分状態をなるべく均一にする目的で、仁木輝緒教授 (拓殖大学) が考案したバーミキュライト培地作製法を延用した。すなわち、1リットル・トールビーカーにバーミキュライトを充填し、水を加えてオートクレーブにより 120°C で 90 分間加温した。水の量は、実験 1 のトウモロコシ用培地では、100ml、300ml、500ml の 3 区を設け、実験 2 のイネ用培地では、150ml と 300ml の区を設けた。イネ用の 150ml 区では、培地の水分をより均一にするため、45 分間のオートクレーブ処理ののちバーミキュライトを手早く攪拌し、さらに 45 分間のオートクレーブ処理を施した。

実験 1: トウモロコシ初生種子根の細胞長の推移 デントコーンを初生種子根が約 5mm に伸びるまで催芽し、上述の培地に移植して 25°C の暗黒条件下で 2 日間栽培した。個体全体を FAA で固定し、各区の中で初生種子根の長さが平均に近い 3 個体を選び、初生種子根を先端 0-10mm の部分については長さ 2mm ずつのセグメントに、10-50mm の部分については長さ 5mm ずつのセグメントに切り分けた。これら各セグメントを冷却ステージ上で氷に包埋し、手動マイクロスライサーにより厚さ 50-110 μm の縦断切片を作成して、蛍光顕微鏡で観察して、画像をコンピューターに取り込んだ。自家蛍光により細胞壁を判別し、皮層の比較的中央部の数層で 1 セグメント当り 4-7 個の皮層細胞を選んで長さを測定した。

実験 2: イネ種子根の細胞長の品種比較 イネ 3 品種、すなわち日本晴、IRAT109、Vandana の吸水種子を上述のバーミキュライト培地に播種し、30°C の暗黒条件に約 60 時間おき、ついで昼 25°C / 夜 20°C の 14 時間日長 (24000lx) 条件下で約 50 時間栽培した。個体全体を FAA で固定し、各区の中で種子根の長さが平均に近い 3 個体を選び、種子根の先端から 10-15mm の部分および 45-50mm の部分について、トウモロコシの場合と同様の方法で皮層細胞の長さを測定した。

結果と考察

実験 1: トウモロコシ種子根の細胞長の推移 採取時における種子根の長さは、水 500ml の区が他よりやや大きかった。すでに細胞が伸長しきつたと考えられる先端から 40-50mm の部位の細胞長には培地の水分量による明瞭な差異は認められなかったが、その長さに至るまでの動態には違いがみられた。先端から 5mm までの部位では、水分の少ない区の方が細胞が長かったのに対し、先端から 5mm 以上離れたところでは十分な水のある 500ml 区の方が細胞の伸長が著しく、より早く最大長に達していた。この最大長に達するまでの差異が、初生種子根全体の根長の差に反映されたと推察された。先端部で 500ml 区の細胞が短かったことについては、分裂組織からの新しい短い細胞の送り出しが活発であった可能性もあり、一層の解析には、細胞の分裂活性の調査が必要である。これらの結果は従来のトウモロコシ種子根における細胞伸長の研究報告とほぼ一致しており、今回の簡便法は実用に耐えるものであると考えられた。

実験 2: イネ種子根の細胞長の品種比較 すでに細胞伸長が完成しているとみられる 45-50mm の部分では、300ml 区では品種間差が認められないのに対して、150ml 区では日本晴は細胞長が短く、Vandana では長くなるという差異がみられた。ただし、種子根全体の長さとの明瞭な対応は認められなかった。10-15mm の部分では、いずれも、150ml 区の方が 300ml 区より長く、トウモロコシの先端 0-5mm の部位と同様の現象が起きていると推察された。今後、イネについても、先端部の位置別に詳細な測定を行い、細胞伸長の動態を明らかにする予定である。

本研究は、科学研究補助金 基盤研究(B)(2) 課題番号 12460008 の一部としておこなったものである。

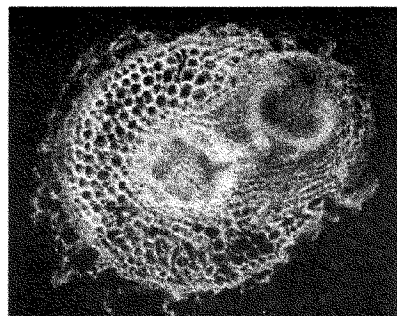
***Sesbania rostrata* における硝酸態窒素による根粒形成初期過程の阻害**朝倉草平¹⁾*・大門弘幸¹⁾・上田英二²⁾¹⁾大阪府立大学大学院農学生命科学研究科, ²⁾大阪府立大学先端科学研究所

(*E-mail : a_sohei@plant.osakafu-u.ac.jp)

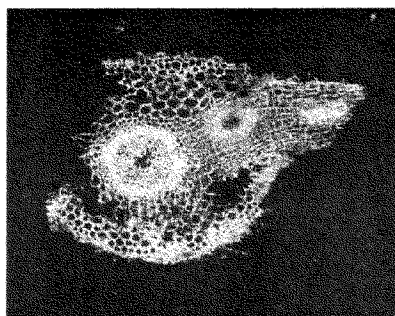
マメ科作物と根粒菌による共生窒素固定は、土壌中の化合態窒素、特に硝酸態窒素によって阻害されることが知られている。この阻害の機構は、根粒菌の宿主への侵入と感染、根粒原基の形成、根粒の肥大、そして窒素固定活性の発現の各段階に分けてそれぞれ解析されている。しかし、菌の侵入から根粒原基の形成までの初期過程における阻害機構に関しては、植物によって様々な感染様式があることから不明な点が多い。茎に根粒(茎粒)を形成することで知られている *Sesbania rostrata* では、側根の出現によって生じる主根の亀裂部位から菌が侵入するといわれており、ダイズをはじめとする根毛経由の感染とは異なる様式を示す。そこで本研究では、*gus* 遺伝子を導入した根粒菌を用いることにより、異なる濃度の硝酸態窒素施用条件下における *S. rostrata* の根粒形成について詳細に観察することを試みた。

【材料および方法】 生育初期における根系の発育と根粒の形成の様相を経時的に観察するために、スライドガラス上にすき間を設けてカバーガラスを接着させた装置を用いて *S. rostrata* を生育させた(スライドガラス法)。培地には B&D 無窒素液体培地を用い、 KNO_3 を N として 0, 10, 70 mg/L 添加する 3 処理区を設けた。予め寒天培地に播種して得た実生を 2 日目にスライドガラス上に移植し、 β -glucuronidase 遺伝子 (*gus*) で標識した根粒菌 *Azorhizobium caulinodans* を接種した後に、人工光型グロースキャビネット(昼温 30℃ / 夜温 20℃・15 時間日長)内で生育させた。スライドガラスを経時的に検鏡するとともに、根粒数および側根数を調査した。また、主根の側根出現部位の横断切片を作成し、青色発色領域ならびにその近傍における根粒原基の形成を観察した。さらに、発色領域の面積を画像解析で求めることにより根粒菌の主根への付着度を数値化した。

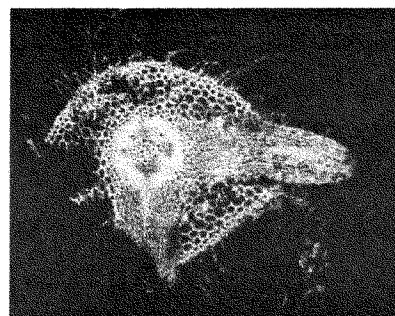
【結果】 播種後 9 日目には、0 mg/L 区および 10 mg/L 区では根粒が肉眼で確認されたが、70 mg/L 区では根粒の形成は認められず、スライドガラス法を用いた本実験においても硝酸態窒素による根粒形成の阻害を確認することができた。播種後 10 日目には、70 mg/L 区においても僅かながら根粒が形成されたが、10 mg/L 区と同様に 0 mg/L 区に比べて明らかに少なかった。側根の出現部位を含む主根の連続横断切片の観察により、播種後 7 日目には、0 mg/L 区および 10 mg/L 区において、側根の皮層に根粒原基が形成されることが確認されたが、70 mg/L 区では確認できなかった。根粒菌の感染の場となる側根について、その出現数を調査したところ、播種後 5 日目および 9 日目において、0 mg/L 区ならびに 10 mg/L 区に比べて 70 mg/L 区では有意に少なかった。一方、根粒数に差異が認められた 0 mg/L 区と 10 mg/L 区の間では、側根数に有意な差はみられなかった。主根面積に対する青色発色領域の面積の割合を算出することによって主根への根粒菌の付着度を調査したところ、10 mg/L 区と 70 mg/L 区では 0 mg/L 区に比べて有意に小さかった。なお、根粒菌の接種濃度は付着度に影響することが示された。今後、電顕観察とあわせてより詳細に検討する予定である。



0 mg/L 区



10 mg/L 区



70 mg/L 区

異なる硝酸態窒素濃度条件下における
播種後 7 日目の根粒菌感染の様相

塩分ストレスがトウモロコシ種子根における 内皮カスパー線の状態に与える影響

植竹裕三・唐原一郎 (富山大学・理学部・生物学科)

E-mail : m012037@ems.toyama-u.ac.jp

塩分は土壌中の重要な環境ストレスであり、それに対する根の反応を知ることは農業上重要な課題である。根の内皮には、隣り合う細胞間の細胞壁の一部にリグニンや疎水性物質であるスベリンが沈着したカスパー線と呼ばれる細胞間構造が発達する。カスパー線はアポプラストにおける輸送バリアとして、不要な溶質が中心柱に侵入するのを防ぐ役割を果たしている。その構造や発達は土壌中の塩分に調節される可能性が考えられる。ワタおよびトウモロコシの根において、根の先端からカスパー線が形成されはじめる位置までの距離が、塩分ストレス下においては短くなることが報告されている (Reinhardt and Rost 1995、池田ら 1999)。そしてその原因は、塩分ストレス下においては細胞の産生速度が遅くなり、先端からカスパー線が形成されはじめる位置までの内皮の細胞数が低下したためであって、個々の細胞においてカスパー線の形成にかかる時間が短縮されたわけではないことがわかっている (唐原 2000)。本研究では、塩分ストレスによってカスパー線の状態が変化するか否かを、トウモロコシ (*Zea mays* L.) の種子根を用いて調べた。

トウモロコシ種子を蒸留水または 0.2 M NaCl 溶液で湿らせたパーミキュライトに播き、芽生えを 25°C で 8 日間暗所で生育させたところ、カスパー線が形成されはじめる位置は、蒸留水の場合、先端より平均 12.9 mm の位置、0.2 M NaCl 溶液の場合、平均 3.2 mm の位置であった (池田ら 1999)。そこでこの位置から切片を切り出し、0.7 M マンニトール溶液中に浸して原形質分離を起こさせ、固定・包埋し微細構造を観察した。

カスパー線においては細胞膜が細胞壁に強く接着し、リグニンおよびスベリンにより細胞壁の部分が修飾されている。過マンガン酸カリウムにより超薄切片を染色し、リグニン化された領域の幅を測定したところ、塩分ストレスを与えた場合は蒸留水の場合と比べて有意に幅が広がっていた。内皮細胞の放射壁の幅が塩分ストレスによって変化する可能性も考えられたため、放射壁の幅に対するリグニン化領域の幅の割合を調べたところ、蒸留水の場合は $20.5 \pm 0.7\%$ (mean \pm SE, $n=26$)、塩分ストレス下においては $33.9 \pm 1.5\%$ (mean \pm SE, $n=22$) となり、塩分ストレス下においては有意に大きくなっていた。次に細胞壁と細胞膜が接着している領域についても同様に調べたところ、これらの値はいずれも、塩分ストレス下においては有意に大きくなっていた。以上のことから、塩分ストレス下においては、カスパー線のアポプラストにおける輸送バリアとしての機能が強化されている可能性が示唆された。また、塩分ストレスは、リグニン化領域および細胞膜接着領域を調節する仕組みの両方に対して働きかけ、それぞれの幅を増加させているという可能性が考えられる。

ブドウの茎頂培養における不定根形成に及ぼす多糖類の影響

坂部 雄基・河合 義隆・平塚 伸・久松 眞
(三重大学生物資源学部)

【目的】

果樹の茎頂培養における不定根形成について知見を得ることを目的として、近年、生理的効果の報告がされている各種多糖類について、ブドウの茎頂を用いて、発根に及ぼす影響について調査をした。

【材料および方法】

茎頂培養で増殖したブドウ栽培品種‘マスカット・ベリーA’の2節の茎頂を用いて次の実験を行った。1)カルボキシメチルセルロース (CMC)、ローカストビーンガム (LBG)、キトサンオリゴ、キトサン LL-40、サクシノグリカン (SG)、シゾフィラン (SPG)、キシログルカン (XG)、EPS-13336、レンゲの各種多糖類を濃度が 10ppm となるように加えた MS 培地に茎頂を植え付け、培養 5 日ごとに発根率を調査し、培養 30 日目にサンプリングして発根率、発根数、側根形成根数、根長を調べた。2)CMC を 0、0.1、1.0、10、100ppm の濃度なるように加えた MS 培地にブドウの茎頂を植え付け、同様の実験を行った。3)キトサンオリゴが IBA の発根促進作用にどのような影響を与えるかを調査するため、IBA を 1.0ppm 加えた MS 培地に、キトサンオリゴを 0、0.1、1.0、10ppm となるように加えて同様の実験を行った。全ての実験において、培養条件は 20 μ E、16 時間日長、温度は 25 $^{\circ}$ C 一定温度条件で行った。

【結果および考察】

各種多糖類の実験において、キトサンオリゴとキトサン LL-40 について発根抑制が見られた(第 1 表)。LBG においてもキトサンオリゴとキトサン LL-40 ほどではないものの抑制効果を示した。一方、EPS-13336、SG、SPG、XG について、発根率で対照区より高い値であったが有意な差ではなかった。また、EPS-13336、SG、SPG、XG、CMC は対照区に比べて発根数、側根形成率、平均根長で高い値を示しており、発根後の根の生育促進が見られた。これらの処理において、いずれも不定根形成が対照区より早く起こっており、このことが根の生育(側根形成、根の伸長など)に促進の効果を示したものと考えられる。レンゲについては促進の効果は見られなかった。CMC の濃度の影響による実験においても、発根率にはそれほど差はないが、10ppm と 100ppm について発根後の生育促進が見られた。よって、CMC には発根後の根の生育を促進する効果があると推測した。キトサンオリゴの発根抑制作用は、IBA 添加培地ではほとんど見られなかったが、1.0ppm と 10ppm の濃度で根の生育に抑制的な傾向が少し見られた。逆に、0.1ppm においては、発根率に促進の効果があらわれた。これらのことから、IBA の発根促進力はキトサンオリゴの発根抑制力を上回っていることが明らかになった。

第 1 表. マスカット・ベリーAの発根に及ぼす各種糖の影響

処理区	発根率 (%)	平均発根数	側根形成率 (%)	平均根長 (cm)
control	35 ^{a*}	0.60 \pm 0.22 ^{**}	13.3 \pm 7.2	1.69 \pm 0.70
CMC	35 ^a	1.00 \pm 0.35	24.0 \pm 8.3	3.05 \pm 0.99
LBG	15 ^{ab}	0.25 \pm 0.16	5.0 \pm 4.9	0.65 \pm 0.50
キトサンLL-40	0 ^b	0	0	0
キトサンオリゴ	0 ^b	0	0	0
control	10 ^a	0.10 \pm 0.07	5.0 \pm 5.0	0.18 \pm 0.14
EPS-13336	25 ^a	0.40 \pm 0.18	21.6 \pm 9.1	1.78 \pm 0.75
SG	30 ^a	0.65 \pm 0.29	13.0 \pm 7.3	1.87 \pm 0.79
SPG	25 ^a	0.45 \pm 0.18	12.5 \pm 7.1	1.14 \pm 0.52
XG	35 ^a	0.55 \pm 0.20	20.0 \pm 9.2	1.85 \pm 0.70
レンゲ	10 ^a	0.30 \pm 0.21	2.5 \pm 2.5	0.40 \pm 0.34

* replicates goodness of fit tests (P=0.05)

** \pm 標準誤差

樹木の根電位の季節変化 (ERG) と導管圧のそれとの動的相関

岡本 尚 (森植物生理研) 静岡 T/F 0538-85-1634

正木伸之 (正木樹芸研) 静岡 T 0538-35-9009, F 35-9002

昨年までに樹木の根電位 (TRP) と地際の導管圧との日周変化とを長期間、連続的に同時測定する実験系を開発し、それらの振幅の温度依存性が開葉期と落葉期とで大きく異なること、導管圧のそれは開葉後、正から負に逆転することを報告した。

この数年間にわたる連続計測の結果に基いてこの傾向を定量的に解析してみたところ、ERG の振幅 (mV) の季節変化と、導管圧の振幅の温度依存性 ($\Delta P_x / \Delta T$) の季節変化との間に非常に密接な並行関係のあることが明らかになった。

落葉期 (カキの場合 12-3 月) では

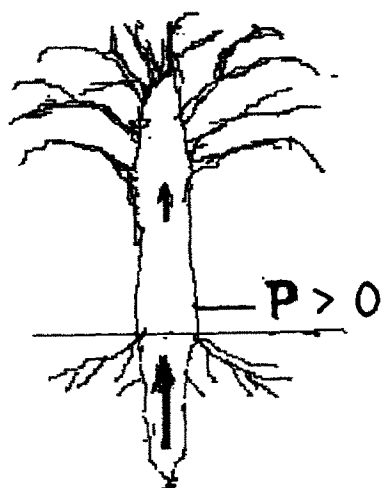
- (1) ERG の振幅は最初 20mV 前後と小さいが、2 月初旬ごろから急速に大きくなり、3 月中旬、開葉期直前には 60mV 前後に達する。
- (2) 導管圧の温度依存性 (導管圧の振幅と温度振幅の比) は当初負であるが、ERG 振幅の増大と共に正に転換し、開葉直前 +0.4kPa/°C に増大する。

開葉期 (カキの場合 4-11 月) では

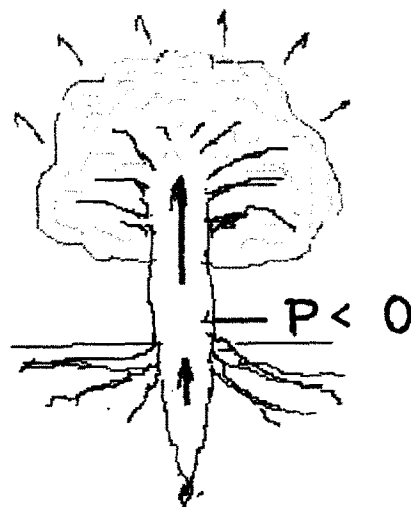
- (1) ERG の振幅は 4 月、葉の展開とともに急速に減少し、真夏蒸散作用の激しいころには 20-10mV 程度に減少する。
- (2) 導管圧の温度依存性も開葉と共に急減、4 月下旬には負に転換し、夏季蒸散作用の増大と共に -1kPa/°C 前後に減少する。

以上の動的相関関係は ERG の振幅に反映される根の起電性プロトンポンプの活動が、根の水揚げ作用に密接に関係していること、蒸散が盛んになり、水が物理的に吸い上げられる開葉期には能動的な水揚げの必要がないのでポンプの活動は休止状態に近くなることを示唆している。地上部から根に伝わりポンプの休止を促す信号は何だろうか?

落葉期



開葉期



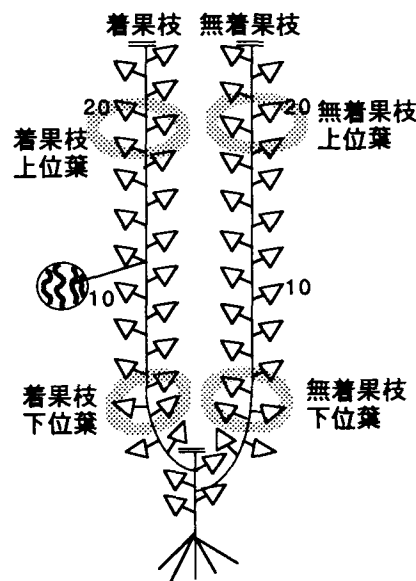
スイカの果実肥大各時期における ¹³C-光合成産物の根への分配

渡邊慎一^{1*}・中野有加¹・岡野邦夫² (¹農研機構野菜茶研, ²農研機構花き研)

*E-mail: shinwa@affrc.go.jp

スイカでは果実肥大後期に曇雨天等が続いた場合などに、生理的な急性萎ちょうが起こる場合がある。この原因の一つとして、根への光合成産物供給の減少による根の活性低下が考えられている。しかし、果実肥大期間中に植物体のどの部位の葉が根への光合成産物供給の役割を担っているのかは明らかでない。そこで本試験では、果実肥大の初期、中期、終期に、様々な着生位置の葉に ¹³CO₂ を同化させ、各時期におけるソース・シンク関係を調査した。

【材料および方法】スイカ品種‘縞王マックス RE’を 1999 年 4 月 17 日に保水シート耕方式の養液栽培装置に定植した。培養液は EC 1.2dS・m⁻¹ の大塚 A 処方液とした。栽培は立体栽培とし、側枝 2 本仕立て、1 個体 1 果着果 (第 10-13 節)、第 23 節摘心とした。果実肥大初期の 5 月 29 日 (交配 6-8 日後)、果実肥大中期の 6 月 10 日 (交配 21-22 日後)、果実肥大終期の 6 月 28 日 (交配 38-41 日後) の 8:30-16:00 に、着果枝上位葉 (第 18-20 葉)、着果枝下位葉 (第 3-5 葉)、無着果枝上位葉 (第 18-20 葉)、無着果枝下位葉 (第 3-5 葉) にそれぞれ ¹³CO₂ を同化させた (第 1 図)。各同化部位では、3 枚の葉をポリエチレンバッグでそれぞれ覆い、三角プラスチック内で Ba¹³CO₃ (99atom% ¹³C) 8g に 1N HCl を添加して発生させた ¹³CO₂ を、ビニールチューブで各バッグ内に導入した。同化处理終了約 48 時間後にサンプリングし、部位別に切り分けた後、乾燥、粉碎し、赤外線 ¹³CO₂ 分析計 (日本分光 EX-130) で ¹³C 濃度を測定した。



第1図 ¹³CO₂同化部位の位置関係.

【結果および考察】結果を第 1 表に示す。根への光合成産物の供給は、果実肥大期間のいずれの時期においても無着果枝の葉から行われ、着果枝の葉からは行われていなかった。

果実肥大期間のいずれの時期においても、着果枝、無着果枝にかかわらず、光合成産物の大部分 (¹³C 分配率で 89% 以上) は果実へ転流された。

以上の結果から、少なくとも 2 本仕立て 1 果どりの場合は、根への光合成同化産物の供給は、果実肥大期間を通して無着果枝の葉から行われることが明らかとなり、根の活性維持のための無着果枝の重要性が示唆された。また、スイカでは果実肥大期間を通して果実が非常に強いシンクとなっており、枝上の着果の有無や葉位、あるいは果実発育ステージにかかわらず、光合成同化産物の大部分が果実へ転流されることが明らかとなった。

第1表 スイカの果実肥大各時期における各部位の ¹³C 分配率^z.

同化時期	部位	同化部位			
		着果枝上位葉	着果枝下位葉	無着果枝上位葉	無着果枝下位葉
初期	同化枝上位葉 ^y	4.3	1.6	1.1	0.5
	同化枝下位葉 ^x	4.5	0.7	4.4	1.5
	非同化枝葉 ^w	1.2	0.0	1.0	1.8
	果実	90.0	97.6	90.3	89.0
	根	0.0	0.1	3.2	7.2
中期	同化枝上位葉	0.1	0.7	0.0	0.2
	同化枝下位葉	0.4	0.0	0.9	0.6
	非同化枝葉	0.1	0.2	0.4	0.2
	果実	99.4	99.1	97.2	96.4
	根	0.0	0.0	1.5	2.6
終期	同化枝上位葉	0.2	2.7	0.2	1.2
	同化枝下位葉	1.2	1.8	1.8	1.7
	非同化枝葉	0.2	0.5	1.1	2.6
	果実	98.4	95.0	94.4	89.6
	根	0.0	0.0	2.5	4.9

^z ¹³C の分配率 (%) = (各部位の ¹³C 量 / 同化葉を除く総 ¹³C 量) × 100.

^y 同化葉着生枝の同化葉より上部の葉葉.

^x 同化葉着生枝の同化葉より下部の葉葉.

^w 同化葉が着生していない枝の葉葉.

有機肥料で栽培したトマトは何が違うのか?

中野明正・上原洋一 (野菜茶業研究所 果菜研究部)
 連絡先: anakano@affrc.go.jp, Fax: 0569-73-4744

1. はじめに

有機物施用が野菜類の品質に与える影響については多くの報告があるが、化学肥料と比較した場合、どちらが品質として優れているか未だに議論のあるところである。前回の報告では、基肥として化学肥料を与えた場合と、液肥として化学肥料を与えた場合と、有機性液肥であるコーンステーパーリカー (CSL) を与えた場合との 3 処理区を比較して、これらがトマトの収量および品質に与える影響を明らかにした。このとき CSL を施用した場合でも化学肥料の基肥および無機液肥の施用と同等の収量が得られることが明らかとなった。トマト果実の品質については、無機および有機養液土耕で基肥施用に比べ尻腐れ果率を減少させたが、糖度やビタミン C 含量については、むしろ、基肥施用区の方が高まっていた。

有機養液土耕は、特殊な有機栽培であるが、有機栽培によって必ずしも高品質農産物が得られるわけではないことが示された。しかし、有機栽培を行ったものが、何らかの形で科学的に判別される必要性が無くなったわけではない。そこで、有機農産物を化学肥料で栽培した農産物と見分ける目的で、窒素および炭素の安定同位体自然存在比 (δ 値) の測定を試みた。窒素や炭素などの δ 値は、窒素であれば、 ^{14}N と ^{15}N の比について、炭素であれば、 ^{12}C と ^{13}C の比について、標準試料との差から計算される値である。

$$\delta = [R (\text{試料}) / R (\text{標準試料}) - 1] \times 1000 (\text{‰})$$

2. 材料および方法

栽培条件とサンプリング: 分析に使用したトマトは、化学肥料を基肥で施用した基肥区、無機液肥を連続的に施用した無機養液土耕区、有機液肥を連続的に施用した有機養液土耕区の 3 区を設けて栽培した。それぞれの区で窒素成分を総量で揃えて施肥し、1999 年 4 月から 3 回の作付けを行った。2000 年 4 月から栽培を開始した第 3 作目のトマト圃場を分析対象とした。果実は第 4 果房を使用し、茎葉の部分は垂直方向に 4 等分した最上部を使用した。土壌は 3 作目の第 4 果房をサンプリング時に、ドリップから 5cm の部分を半径 5cm のコアで深さ 10cm まで採取したものを分析対象とした。

δ 値の分析: 土壌は 105 度で乾燥し、乳鉢で粉碎後、0.5mm の篩を通したものを使用した。茎葉部分は 80 度で乾燥し乳鉢で粉碎後、0.5mm の篩を通したものをを用いた。果実は第 4 果房を 16 等分し、凍結乾燥した後、乳鉢で粉碎したものをを用いた。 δ 値の分析は、適量のサンプルをスズカップに封入して、ANCA-SL (Europa Scientific 社製) を用いて行った。

3. 結果および考察

有機および無機態窒素の施用により、収量および糖度は、処理間で大きく異なることは無かったが、用いた肥料により、土壌と植物体の δ 値が変化した。特に、用いた肥料の δ 値は、トマト果実の δ 値に反映されることが明らかとなった。化学肥料は $\delta^{15}\text{N}$ 値が基肥用化学肥料で $0.81 \pm 0.45\text{‰}$ 、液肥用化学肥料で $0.00 \pm 0.04\text{‰}$ であり、有機質肥料の $8.50 \pm 0.71\text{‰}$ に比べ低い値を示した。土壌に添加された場合、土壌にもこの傾向が反映されたが、特に果実ではその傾向が強く、基肥区 (化学肥料) の果実では $3.18 \pm 1.34\text{‰}$ 、無機養液区の果実では、 $0.30 \pm 0.61\text{‰}$ 、有機養液区の果実では $7.09 \pm 0.68\text{‰}$ の値を取った。 $\delta^{13}\text{C}$ 値については、CSL が C_4 植物であるトウモロコシ由来であることから、CSL そのものは高い δ 値を示した。土壌もこの傾向を反映していた。一方、果実においては処理間での差は認められなかった。これは、果実の炭素の大部分が光合成由来であるためと考えられた。

レタス緑芯症の発生と対策

○齋藤龍司、山田和義、小澤智美、飯島章彦 (長野県野菜花き試験場)
出澤文武 (長野県営農技術センター)

【レタス緑芯症とは】

レタス緑芯症は、生育後期から収穫期に地上部が萎凋し、髓部断面が緑水浸状になり、やがてゼリー状に軟化、症状が進行すると腐敗する症状である。このように結球芯部が緑色を示すため緑芯症の名称となり、発生株は出荷できず、多発すると大きく減収する。

【発生しやすい状況・特徴】

- (1) 時期 春作から夏作の収穫期が7月の梅雨明け頃に多発し、秋作での発生は少ない
- (2) 気象条件 降雨がしばらく続いた後、急に照りつけた場合の高温多湿条件。
- (2) 場所 排水不良畑、通風不良畑。土壌 pH が比較的高い (無発生より) 場所。
- (3) 品種 比較的腐敗性病害に弱い品種 (サマーランド、フィタスなど) に多い。
- (4) 施肥 窒素過剰、堆肥多施用
- (5) 特徴 発症部位からは多種類の微生物が検出されるが、分離菌の接種による再現はできない。緑芯症発生ほ場では、軟腐病などの病害株も多い。ゼリー状軟化部位から亜硝酸イオンが検出 (半定量試験紙により) されることがある。

【試験の取り組み】

試験は、(1) 発生要因を特定するための症状再現試験、(2) 対策を立てるための現地ほ場試験、(3) 品種による発生回避をするための品種比較試験の3方面から実施している。

(1) 症状再現試験

症状発生を助長する要因をとりあげ、1/5000aワグネルポット栽培試験を平成12年に行った。処理として①稲わら多施用、②湛水処理、③呼吸阻害剤 (2, 4-dinitrophenol) 添加、④Mn過剰、⑤NaNO₂添加、⑥病原菌接種の6処理を実施した結果、処理⑤で緑芯類似症状が再現できた。処理⑤は、NaNO₂を窒素として生土1kg当たり0mg、350mg、700mg、1400mg添加し、その結果0mg区及び350mg区では、緑芯症状がみられなかったが、700mg区及び1400mg区では緑芯類似症状が再現でき地上部の萎凋、髓部断面の緑色水浸状化がみられた。萎凋および緑色水浸状化の程度は、NaNO₂添加量が多いほど強かった。

(2) 現地ほ場試験

現地の発生ほ場において、定植前の処理として①窒素倍量施肥、②pH低下、③堆肥+生わら施用、④生わら施用、⑤マルチ資材の種類、⑥低畝化の6処理を平成12年に実施した結果、処理②により緑芯の発生程度は顕著に低下した。処理②は、pH低下資材 (ガッテンpH (エイイ) 硫黄粉を加工したもの) を500kg/10a施用し、施用により跡地土壌のpHは0.5低下し、症状発生度は半分程度に減少した。また、処理①~⑥のうち、発生を助長した処理はなかった。

(3) 品種試験

現地の発生ほ場において、品種比較を平成12年に行った結果、症状の出やすい品種と出にくい品種に分けられた。緑芯症の出やすい品種として、サマーランド、ステディ、パトリオット、フリルアイス、フィタス、シナノフレッシュがあり、緑芯症の出にくい品種として、ララポート、パルケに分けられた。また、9cmポリポットで湛水した場合の根活性 (TTC還元活性、Rb吸収速度) を各品種で比較したが、圃場試験の結果と必ずしも一致しなかったので再試験を実施している。

【対策の方向性と問題点】

(1) 土壌改良

現地ほ場試験から、土壌pH低下が発生低減に有効であり、対策の1つの柱とした。しかし、土壌pH低下資材の施用が500kg/10aでは大きいので、資材の種類と最低必要量の解明が必要である。また、石灰資材の施用を控えるなどのpH低下資材に頼らない土壌管理による発生低減も検討する必要がある。

(2) 品種

第2の対策の柱は、品種の選択である。品種試験から、緑芯症になりにくい品種はララポートとパルケであった。ララポートは、最も緑芯症になりにくい品種であったが乳管破裂 (緑芯症とは別の生理障害) があり、代替品種としては使いづらい。パルケは緑芯症発生が低く、しかも乳管破裂の発生も低いので、代替品種としては有望である。

トウモロコシ由来有機液肥の根への影響

内藤秀雄・土井梅幸 (サンエイ糖化株)

連絡先: 〒478-8503 愛知県知多市北浜町 24 番地の 5

TEL:0562-55-5907 FAX:0562-55-5819 E-mail: hideo-naito@sanei-toka.co.jp

CSL (Corn Steep Liquor) は、トウモロコシからコーンスターチを製造する工程で産出されるもので、原料トウモロコシを柔らかくし、澱粉と蛋白質の分離を良好にするためにトウモロコシを浸漬した液を濃縮したものである。浸漬過程は乳酸発酵を伴うため、CSL は乳酸を多量 (約 10%) に含有すると共に、トウモロコシ穀粒より抽出される水溶性の蛋白質、ペプチド、アミノ酸、その他にも無機塩、ビタミン、核酸、植物ホルモンなど植物或いは土壤微生物の生育に適した養分を多く含んでいる。

上記の様に CSL は、数多くの有用成分を含んでおり、単独で微生物が必要とする窒素源と微量成分の殆どを賄えることから、乳酸菌、抗生物質及びビタミン製造のための培養基質として古くから利用されてきた。

窒素、リン酸、カリをバランス良く含む CSL が肥料として使用できることは、コーンスターチの国内製造が始まった 30 年以上前から既に知られていたが、多量の乳酸を含有し pH3.9 前後と酸性で、しかも未熟有機物であるため、一度に大量の施肥ができないという使用上の問題や安価で使いやすい化成肥料で育てられた農作物でも消費者及び生産者の満足が得られていたことから肥料として多量に使用されることは殆どなかった。

近年、有機農産物や環境保全型農業への関心が高まる中、希釈した液肥を植物の必要量に応じて少量ずつ施肥し、施肥量の削減を行う環境保全型農業技術に対応できる品質の安定した有機質肥料として、CSL は期待されつつある。

CSL は多量の乳酸を含み酸性を呈することが使用上の問題とされていたが、少量ずつの施肥であれば土壤微生物により短期間の内に炭酸ガスと水とに分解されるか、微生物のエネルギー源として消費されるため、長期に亘る土壤の酸性化の恐れはなく、むしろ土壤の中性化に役立つことも利点である。

当社で製造する肥料用に適した品質の CSL (商品名: サンエイリップ) は数少ない液状の有機質肥料であり、サンエイリップには、下記①から④の様に根の発育効果が期待される特徴がある。

原因は明らかではないが、芝生、トマト、キュウリなど根の発育にも影響が認められているので報告する。

- ① 微生物培養の基質としても利用されるサンエイリップを適切な濃度で土壤へ施用することで、土壤微生物を繁殖させ、土壤微生物の分泌物を増加させる。
- ② 乳酸が土壤の pH を一時的に低下させることにより、低い pH 領域で増殖できる植物に有用な微生物である乳酸菌、酵母、放線菌、光合成細菌などを増やし、低い pH 領域では増殖できない土壤病害菌の生育を抑制するため、土壤菌相を改善する効果がある。
- ③ 低濃度の乳酸には根の発根を促すといった報告がある。
- ④ トウモロコシ由来のサイトカイニンを含有する。

農業生産現場の有機液肥の利用

木村憲司 (王子コーンスターチ(株) 商品開発部)

1. コーン スティープ リカー (Corn Steep Liquor ; CSL ; トウモロコシ浸漬液) は、従来よりペニシリン等抗生物質の発酵生産の培地原料として利用されており、その中には微生物の生育に促進的に作用する「未知成長因子」を含んでいるといわれている。農業生産現場でもこのコーン・スチープ・リカーは、土壌微生物や植物にとって直接あるいは間接的に好ましい影響を与えているようだ。

2. 施肥方法及び作目 : コーン・スチープ・リカーは農業生産現場で色々な施肥方法で使用される。例えば、土壌改良資材として散布したり鋤き込む場合、追肥として葉面散布や養液土耕の灌水施肥に使用する場合等である。

液状であるコーン・スチープ・リカーは元来放置すると固結したり、沈澱物 (おり) ができて固結し、作業性が悪く灌水施肥にはなじまない性状である。弊社の「野菜の友 (液状)」という液体肥料は、圃場のチューブ灌水施肥装置で使用した場合目詰まりしにくいように、又、コーン・スチープ・リカー自身が持つ特性を発揮しやすい様に工夫・改良された商品である。

具体的には、元肥施肥した果菜類の圃場において、活着後から灌水中に「野菜の友 (液状)」を 200 倍~300 倍で希釈し、灌水チューブで灌水施肥する。施肥量は作目、ステージ、圃場、天候等により加減するが、1 日 10a 当たり数 kg が目安である。また作目によっては高濃度の施肥で根痛みを起こす場合があるので注意を要する。「野菜の友 (液状)」は有機質であるので、当然ながら希釈して放置しておくとも腐敗し、スライムが発生し目詰りの原因になるため、施肥後は、希釈タンク、混合装置、フィルタ及び灌水チューブ等を洗浄して管理する事が必要である。

3. 作柄 : 農業生産現場での作柄は良く、「野菜の友 (液状)」を灌水施肥した場合、葉面広く、葉色濃く、草茎太くなり、バランスのとれた草勢となる。継続的に施肥した場合、草勢回復、花芽促進等がしばしば観察され、その結果収穫期間が長くなり収穫量が増える傾向にある。これら現場での知見は、追肥を中心に検討されたものであり、実験的にきちんと処理区を組んで施肥量を揃えて通常の慣行区と比較したものではないが、多くの場合、農業生産にプラスの傾向が認められ、少なくとも生育に対して抑制的には働いていないようである。

花壇苗生産における“根”の問題

山梨県総合農業試験業・高冷地分場 小牧祐子

連絡先；山梨県北巨摩郡明野村浅尾 2455

TEL 0551-20-2050, FAX 0551-20-2052

e-mail komaki-xhz@pref.yamanashi.jp

1、はじめに ～花壇苗に求められていること～

近年、花壇苗の流通量が著しく伸びており、いわゆる“ガーデニングブーム”といわれている。鉢物や花壇苗は鉢に用土を詰めて販売するため、その品質は使用する用土の質に大きく影響を受けることになる。

花き生産者の多くは種子（もしくは株）から育てて出荷するまでに対して責任を負い、その後の苗の生育までは関与しない。しかし、実際には消費者が庭先やベランダに花を植え、その鑑賞期間の質（期間の長さ、開花数など）によって苗（＝商品）への評価がなされるのであり、出荷時の見た目だけではなく定植後の根の活着や生育程度も重要となってくる。

このように花壇苗の生産にあたっては、良い配合用土を使用して出荷時の品質を高め消費者の購買意欲をかき立てることと、さらに、定植後も良好な生育を維持できるような株を作ることが重要となってくる。

2、用土の違いが根に与える影響

定植後の活着を高め、株の生育を促すためには、地上部（＝見える部分）の生育だけではなく地下部（＝見えない部分）の生育程度が影響する。鉢花や花壇苗生産で多く使われるピートモス主体の無土壌配合土（畑土や田土等を含まない軽量用土）では、地上部の生育は旺盛である。しかし、鑑賞期間における品質維持という点では疑問が残る。

実証 1) 実際に土壌配合土 (loam compost) と無土壌配合土 (loamless compost) とでは花壇苗の根に違いがあるのか？

実証 2) 根長も違うのか？

3、花壇苗の品質評価 ～地下部（＝根）を含めた客観的評価基準～

・現在の評価基準

・今後の評価方法

参考；

1)長村智司、1995、鉢花の培養土と養水分管理、農文協

2)池田幸弘、2000、花壇苗生産の技術と経営、農文協

3)前田茂一・池田幸弘、2001、鉢物・花壇苗の培養土と根圏管理技術、農耕と園芸 5月号

側根の根端ならびに維管束構造における異形性

市川里紗・矢野勝也・飯島盛雄・巽二郎・山内章

(名古屋大学大学院生命農学研究科)

一個体の根系は発育学、解剖学的な差異のある根から構成されている。一個体のある特定の器官において形態学的、解剖学的に異なるものが存在する現象を異形性と呼ぶ。

イネ科作物の側根には、長く、太く、さらに高次の側根を分枝する能力のある L 型側根と、細く短くそれ以上の分枝能力のない S 型側根の 2 つのタイプの側根があることが判っている。そこで本研究では、養水分通導機能および発育に関連すると考えられる形態構造に特に注目し、異形性の実態を明らかにしようとした。

目的 1) 母根との間の維管束連絡

2) 根端分裂組織の体制と分裂帯、伸長帯、成熟帯の組織構造

について S 型側根と L 型側根間の差異を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

人工気象室(30°C)内でグロスポーチ法で 1 週間生育させたソルガム幼植物の種子根(長さ約 40cm)上の L 型側根と S 型側根について、その根端と種子根軸との連結部位を切り出し、アルコールシリーズで脱水後、樹脂(テクノビット)に包埋し、厚さ 5 μ m の切片を作成、光学顕微鏡で観察した。

結果と考察

1) 種子根との間の維管束連絡

L 型側根を向基的にみると中央後生木部大導管 (late metaxylem vessel 以降 LMX と呼ぶ) は種子根の師部の手前で枝分かかれし、核が大きく細胞質に満ちた木部連結要素を数層経て、種子根 LMX を取り巻く木部連結要素を介して種子根 LMX と連結していた。後生木部導管 (early metaxylem vessel 以降 EMX と呼ぶ) は木部連結要素を数層経て、種子根 EMX を取り巻く木部連結要素を介し種子根 EMX と連結していることが観察された。側根の EMX の連結要素は細胞質に満ちた細胞を 1 つか 2 つ隔てて同じ根の LMX の連結経路と隣り合っていたことから、側根の EMX から LMX の連結要素を介して種子根の LMX へつながる経路もあると推察した。

S 型側根には LMX の存在は認められなかった。S 型側根の EMX は木部連結要素を数層経て、種子根 EMX を取り巻く木部連結要素を介して種子根 EMX と連結していた。一方、EMX から種子根 LMX へつながる経路は観察されなかった。

種子根軸内の維管束組織細胞の中で側根との連結部近傍の細胞は、種子根軸断面で見た場合、周囲の細胞とは異なり、核が大きくまた強く染色された。これは側根の維管束においても同様であった。これらの細胞は細胞質に富んでいると考えられ、その範囲は、種子根軸断面で見た場合、L 型側根では種子根 10 原型のうち 5 原型分であるのに対し、S 型では 2 原型分であった。これらの細胞はシンプラスト経路で異なる導管-導管、師管-師管間の物質輸送に参与している連結要素と考えられ、S 型と L 型間の発育、機能の差異に反映している可能性がある。

2) 根端分裂組織の体制と分裂帯、伸長帯、成熟帯の組織構造

L 型側根の根端では、種子根軸から出根 3 日後と出根前との間で同じような細胞の染色性や細胞の分裂像が観察されたことから、出根 3 日後でも分裂活性を維持していたと考えられる。一方、S 型側根の根端では出根 1 日後には染色性が弱まり、出根 3 日後には大きな核や分裂像が観察されなかった。

L 型側根では根端からの細胞数が 4 0 まで、S 型側根では 1 2 まで、皮層細胞長に変化がなく、ここまですべてを分裂帯と考えた。また、L 型側根で細胞数 6 0、S 型側根で細胞数 1 8 より基部側で細胞長に変化が見られなくなったのでこれより向基側の部位を成熟帯と考えた。L 型側根に比べ S 型側根では分裂帯も伸長帯も短かった。S 型側根は L 型側根に比べ、分裂帯では細胞数でも長さでも約 1/3、伸長帯では細胞数で約 1/3、長さで約 1/5 であった。また成熟した細胞長は、S 型側根は L 型側根の約 1/3 であった。これらのことから、L 型側根と S 型側根の発育学的な差異は根端分裂組織での細胞分裂活性と伸長帯での細胞伸長能の両方の差異の相乗効果によると考察した。

3年生茶樹さし木苗における 木化根の品種間差異 (2)

松尾喜義 (野菜茶業研究所茶業研究部土壌肥料研究室)
(連絡先: 428-8501 静岡県榛原郡金谷町金谷2769 野菜茶研、
TEL: 0542-45-4101 (代)、E-mail: matuok@tea.affrc.go.jp)

日本の緑茶の流通では「うまみ」が重視されてきたため、「うまみ」の要因と考えられる遊離アミノ酸の含有率を手がかりにして緑茶の品質を評価しようとする立場が長年にわたって続いてきた。

現在その結果として、日本緑茶の栽培は過剰施肥による地下水や水系の汚染、茶園表層土壌における脱窒による亜酸化窒素ガスの発生など茶産地の問題にとどまらない深刻な環境汚染を引き起こしている。

この問題に対処するため、施肥量の削減が重点的に取り組まれ最近少しづつ効果が現れてきた。しかしながら、緑茶生産が商品を生産する産業である以上、明らかな品質の低下をもたらすほどの施肥削減は困難である。そこで、少しの肥料でも従来以上の高品質の茶を生産するため、茶樹の肥料吸収効率を抜本的に向上できる技術の開発が非常に重要である。養分の吸収に直接関与する根系機能の解明と改良手段の開発はその意味から「チャの根の研究」は大きな意味があると考えられる。

前回第14回根研究集会では、数十年生の成木茶樹における木化根の特徴の一部が3年生さし木苗の木化根でも観察され、木化根にあらわれた品種間差異が、成木と3年生苗で共通する場合もあることを指摘した。

今回は3年生茶樹の木化根の太さ別分布における品種系統間差異について調査結果を報告する。

<材料と方法>

野菜茶試 (静岡県金谷町、牧の原台地の非火山性クロボク土) の総屋根式さし木床において1997年6月および1998年6月にさし木 (2葉さし、条間13cm株間5cm) し、3年間挿し木床で育成した3年生茶樹を1999年と2000年秋に抜き取った。十分乾燥後、木化根の直径別本数を調査した。1品種について24本を調査した。

<結果と考察>

調査結果をまとめて表に示した。緑茶用の品種 (表の点線より上) は木化根が数多いものが多く、「ゆたかみどり」と「めいりよく」で本数が多かった、緑茶品種に比べ紅茶品種 (表の点線より下) は木化根の本数が少ない品種が目立った。

木化根総数に占める太さ別の比率は、紅茶用品種の「べにふじ」と「はつもみじ」で10mm以上の太い根の比率が高かった。

以上のことから、茶樹品種における木化根の品種系統間差異の存在が改めて確認された。

今後は土壌からの養水分吸収に直接関与する白色細根における品種系統間差について、さらに検討を続ける予定である。

表、3年生茶樹さし木苗の木化根本数 (本/株)

品 種	木 化 根 直 径 区 分			合 計
	2mm~5mm	5mm~10mm	10mm以上	
やぶきた	2.29 (80.9)	0.42 14.7	0.13 4.4	2.83
あさつゆ	2.00 (70.6)	0.79 27.9	0.04 1.4	2.83
かなやみどり	3.08 (64.9)	1.54 32.5	0.13 2.6	4.75
めいりよく	2.75 (48.9)	2.67 47.4	0.21 3.7	5.63
ゆたかみどり	4.00 (59.3)	2.46 36.4	0.29 4.3	6.75
さやまみどり	2.29 (49.1)	1.79 38.4	0.58 12.5	4.67

べにほまれ	2.92 (77.8)	0.67 17.8	0.17 4.4	3.75
べにふじ	1.38 (42.3)	1.25 38.5	0.63 19.2	3.25
はつもみじ	1.08 (61.9)	0.50 28.6	1.67 9.5	1.75
印雑131	1.83 (72.1)	0.70 27.9	0 0	2.54

木化根の直径区分は株元から1cmの位置で、2mm以上5mm未満、5mm以上10mm未満、10mm以上、の3階級に区分した。
() 内の数字は%を示す。

茶樹生体電位発生機構に関する考察

○本間知夫

東京医科歯科大学・難治疾患研究所

E-mail: htom.auto@mri.tmd.ac.jp

【はじめに】

生体電位計測の大きな特徴はリアルタイム、非破壊での測定が出来ることであり、永年作物である茶樹などの生体情報解析を行う上で極めて有効な方法と考えられる。生体電位の誘導には様々な方法が考えられるが、演者は岡本らにより考案された方法¹⁾を茶樹に適用した。これまでに圃場の成木、鉢植え苗、根だけにした組織などで行った測定から、得られる生体電位値は根の状態に関係したものと考えられ²⁾、生体電位測定による根系機能の評価の可能性も示唆され、現在他の植物においても検討を続けている³⁾。しかし実際に茶樹において測定された生体電位がどのような機構で発生しているかについては不明な点が多い。そこで今回これまで行った実験データを今一度見直して整理し、電位発生機構を考察することとした。

【方法】

これまで行った茶樹生体電位計測は以下の通りである。

- ・圃場の成木園(‘やぶきた’‘かなやみどり’)における電位の長期連続計測。
- ・野外及び恒温室室内における鉢植え苗(‘やぶきた’)の電位の連続計測。なお、恒温室では温度や光条件を変えたときの電位への影響を調べた。
- ・鉢植え苗の根系の人為的障害による電位への影響を調べた。
- ・根系のみ、さらには根1本のみにした状態での水耕栽培環境下で電位測定。水耕液の組成変化

や温度変化などの電位への影響を調べた。

これら実験で得られたデータから茶樹において観察される生体電位現象を整理し、電位発生機構について考察する。

【結果及び考察】

野外計測で見られる電位の変動や恒温室室内における温度・光条件制御下における電位の変動などから、電位は光や温度の影響を受け、それはおそらく葉における蒸散や光合成などに関係したものと考えられた。しかし地上部をほとんど切除した成木でも、切除前と同様の電位変動が観察されたこと、また鉢植え苗の人為的な根系の障害や枯れてしまった苗における電位測定及びその変化から、測定している電位は根系の状態、活性に関係するものと考えられるようになった。測定系を単純化し、根系のみ、さらには根1本で電位測定しても、根の周囲の環境変化(水耕液組成の変化)に対する変化は同様に観察されたことも、電位が根の状態に起因することが支持された。さらに、根端に近い部位及周囲には酸性化領域が存在し、これは根周囲の環境変化及び障害によって変化(消失)することから、プロトンポンプなどに起因するアクティブな成分が電位発生に関与していることが推察された。

【文献】

- 1) Okamoto, et al., *J. Plant Res.*, 107, 177-180 (1994)
- 2) Homma & Matsuoka, *Acta Hort.*, 517, 49-57 (2000)
- 3) 森田他、根の研究、9, 195 (2000)

研究機関・研究室紹介

独立行政法人 農業技術研究機構 東北農業研究センター 畑地利用部

小柳敦史 (東北農業研究センター)

e-mail : oyanagi@affrc.go.jp (960-2156 福島市荒井字原宿南50)

研究情報として、根との関係が深い土壌動物の研究を始めとして環境保全型の畑作研究を行っている東北農業研究センター畑地利用部を紹介する。畑地利用部は、東北農業研究センター本所の所在する盛岡市から南に離れ、東北地方の代表的な畑作地帯の広がる南東北で、吾妻連峰を望む福島市の郊外にある。畑地利用部には下記の研究室があり、いずれも根とそれを取り巻く環境に関係した研究を行っている。

○上席研究官室

上席研究官は、体長 1 cm 程度の小型のミミズであるヤマトヒメミミズを始めとするミミズ研究の第一人者。体を細かく切って繁殖する新種のヤマトヒメミミズを発見し、同属のミサカヒメミミズが体内に蓄積した重金属を自らの体を切り離して捨てるような習性を示すことを明らかにした。さらに、ミミズが土壌の物理化学性に与える影響や生物相変化を研究している。また、ミミズが活動した土を用いるとハクサイの根こぶ病の発生が抑制されることやミミズの体内を通過した雑草種子の休眠性が変化することなどを解明した。これらの研究は、不耕起栽培や土壌病害の生物的防除法の研究などに発展している。

○畑土壌管理研究室

我が国屈指の土壌動物研究室。土壌中のトビムシが病原性の糸状菌を摂食することや、ササラダニ相と耕起・不耕起といった土壌管理との関係を見いだした。また、土壌原生動物の役割について研究が開始された。最近、ミミズなどの土壌動物と微生物相の相互関係についても検討している。

○畑病虫害研究室

土壌線虫のなかに作物にとって病原性を持つ糸状菌を摂食するものがあることを発見し、これを土壌病原菌の生物的な防除に利用することを検討している。また、カニ殻などの有機資材の土壌施用やエンドファイトを利用して土壌病害を抑止する技術を研究している。

○畑作物栽培生理研究室

根と関係する研究としては、作物のリン酸吸収の効率化に関する研究を行っている。通常、黒ボク土の畑では作物のリン酸吸収が少なくなるため、圃場に多量のリン酸肥料が投入される。しかし、キャベツなど苗を移植する作物で、定植前に苗にリン酸を与えることで、本圃におけるリン酸の投入量を削減する方法を検討している。

○作付体系研究室

寒冷地の畑輪作栽培技術の開発拠点。圃場全体に下草としてシロクローバを生育させ、そこでトウモロコシなどを不耕起栽培するリビングマルチ (植物マルチ) 栽培法を研究している。この栽培法では、除草剤が不要となるだけでなく化学肥料の使用量も削減できる。また不耕起栽培における雑草の生態や作物と土壌のモデルを用いた養分収支に関する研究を実施している。最近、食料自給率の向上の観点から麦大豆の 2 毛作体系の研究を開始し、2 毛作に適した根系の研究を実施中。

研究内容の詳細や来部いただく際の交通手段などは、東北農業研究センター畑地利用部のホームページ <http://ss.fk.affrc.go.jp> に詳しいので、そちらを参照されたい。

菌根形成に伴うトウモロコシの土壌由来窒素利用能の向上

田中洋子*・矢野勝也

(名古屋大学大学院生命農学研究科)

VA 菌根 (植物根と糸状菌との共生体) の形成は宿主植物のリン吸収を大きく促進する。また、同時に宿主植物の窒素栄養の改善も見られる場合がある。しかし、この窒素吸収能の向上が菌糸ネットワークの機能により直接的にもたらされたのか、あるいはリン栄養の改善に伴う根長の増加により二次的にもたらされたのかは明らかではない。そこで本実験では菌糸ネットワークの活性や量を変化させ、さらに ^{15}N で標識した窒素を用いることにより、菌糸ネットワーク自身が窒素の輸送に果たす役割を評価することを目的とした。

【材料・方法】 1/10000a ポットに滅菌した黒ボク土を充填し、コムギ (品種: 農林 61 号) を宿主として菌根菌 (*Gigaspora margarita* Becker&Hall) を培養した。非接種処理として、菌根菌を接種せずにコムギのみを栽培したポット土壌も用意した。コムギ播種後 59 日目に地上部を収穫し、接種・非接種土壌のそれぞれにトウモロコシ (品種: Robust30-71) を播種した。播種後 18 日目に ^{15}N (5.08 atom %) を含む硫酸アンモニウムと塩化カリウムを施用した。播種後 28 日目に外生菌糸の機能を低下させる目的で接種・非接種処理のそれぞれ半数のポットに殺菌剤ベノミル 15mg を含む懸濁液を施用した。サンプリングを播種後 40 日目と 50 日目の 2 回に分けて行い、リン含量、窒素含量および ^{15}N 含量を測定した。

【結果・考察】 播種後 40 日目、50 日目いずれの時点においても、トウモロコシの地上部リン濃度は非接種区と比較して接種区で有意に高かった。さらに、ベノミルを土壌に添加することによって、接種区のリン濃度は有意に減少した。これらのことから、接種区において土壌中の外生菌糸が機能していたこと、そしてその機能がベノミル添加によって低下したことが明らかであった。

一方、播種後 40 日目、50 日目いずれの時点においても、トウモロコシの地上部窒素吸収量は、菌根菌の接種によって有意に増加した。しかし、リンとは異なり、ベノミル処理による窒素濃度の低下は認められなかった。したがって、本実験でみられた菌根形成による窒素吸収量の向上は、外生菌糸による輸送能増大に起因するのではなく、むしろ菌根形成に伴う根長の増加に起因すると思われた。トウモロコシが吸収した窒素を由来別にみると、標識肥料の回収率には接種・非接種区間で差異が認められず、接種区の窒素吸収量の増加は土壌由来窒素に依存したものであることが明らかとなった。

以上の結果から、菌根形成がトウモロコシの窒素栄養に及ぼす影響として、根系の発育を促進することにより、土壌中の有機態窒素プールから徐々に無機化してくる土壌由来窒素の利用能を向上させる可能性が考えられた。

夏季の水不足が丹波黒大豆の生育、収量及び根系に及ぼす影響 ～現地調査の結果から～

大橋善之 (京都府丹後農業研究所、E-mail: yoshi@mbox.kyoto-inet.or.jp)、
 棕平智博 (京都府園部農業改良普及センター)、中島博道 (京都府農業総合研究所)

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。これらの品種群のうち京都府では子実生産用品種として「新丹波黒」、えだまめ用品種として「紫ずきん」の生産を振興している。しかし、近年、子実生産用品種の「新丹波黒」では、着莢不良による収量の不安定と低下が問題となっている。この原因の一つとして、夏季の高温や干ばつによる落花や落莢が考えられる。そこで、現地調査を実施し、作柄不安定要因を解析した。

<材料と方法>

2000 年度に京都府の丹波黒大豆の主産地である園部農業改良普及センター管内 4 町 10 地点について生育、収量調査を実施した。そのうち、地上部の生育が特徴的であった次の (A) ～ (C) の 3 地点について根系調査を実施した。

(A) 夏季の干ばつによって着莢が不良で収量がほとんどなかったほ場 (和知町 a: 収量 9.9g/株)

(B) 培土後、敷き草マルチし、8 月 15 ～ 25 日に散水チューブを用いて適宜かん水を実施したほ場 (和知町 b: 収量 167.7g/株)

(C) 7 月 19 日～8 月 26 日に畝間かん水を実施し、生育が良好であったが、9 月の降雨により、数日間滞水し、10 月中旬から落葉したほ場 (日吉町: 収量 212.6g/株)

根系の調査は、11 月 22 日に株を掘り取り、写真撮影したのち、12 月 1 日に株に隣接する地点 3 カ所を 1000ml 容の円筒缶を用いて深さ 10cm ごとに採取し、土壌とともに電子レンジで加熱、水洗し、根を選別した後、70℃、72 時間で乾燥させて、乾物重を求めた。

<結果と考察>

現地調査した 10 地点では、管理状況 (水管理、肥培管理など) によって収量には 9.9 ～ 212.6g/株と大きな差がみられた。特に (A) 地点では、地域内の水不足によりかん水を実施することができずに、9.9g/株と低収であった。

(A) 地点では、掘り取った根系を観察すると、土寄せした部分での発生が認められず、深い層への伸長が大きく、根乾物重は、10 ～ 20cm 層で多く分布していた。このことから (A) 地点では水不足のため土寄せ部分での新たな根の発生が抑制され、代わりに 10 ～ 20cm 層の比較的深い部分に根を伸長させていたものと考えられた。また、(B) 地点では 0 ～ 10cm 層で多く、散水チューブによるかん水と敷き草マルチの効果から地表面の根の割合が高かった。(C) 地点の根乾物重は、0 ～ 10cm 層と 10 ～ 20cm 層でほぼ同じ程度であったが、20 ～ 30cm 層が多かった。しかし、掘り取ったときの観察では、根が黒色化し、劣化が認められた。これは 9 月の降雨による滞水が根の劣化を招き、早期に落葉した一因ではないかと考えている。

また、今回の調査結果では、円筒法で掘り取った根乾物重は、管理状況 (水管理、肥培管理など) による差が認められたが、地上部の生育や収量ほど大きな差はなかった。今後、現地での根系調査を進める上での調査手法を検討する必要があると考えている。