

## 第26回 根研究集会 発表要旨

2007年5月12日(土)、13日(日)

九州沖縄農業研究センター久留米研究拠点・研修棟

### 口頭発表

テオシントの湛水条件下における地表の不定根形成能を支配する QTL を導入した  
トウモロコシ準同質遺伝子系統 ○間野吉郎・大森史恵・黄川田智洋 (畜産草  
地研究所)

鉄欠乏ストレスがヒヨス毛状根のリボフラビン放出に与える影響 ○比嘉 中<sup>1</sup>、  
宮本絵里香<sup>2</sup>、北村美江<sup>1,2</sup> (<sup>1</sup>長崎大院生産科学研究科, <sup>2</sup>長崎大環境)

ミヤコグサにおけるシステミックな根粒数調節機構: 鈴木章弘<sup>1</sup>・原 仁俊<sup>2</sup>・内  
海俊樹<sup>2</sup>・阿部美紀子<sup>2</sup>・九町健一<sup>2</sup>・有馬 進<sup>1</sup> (<sup>1</sup>佐賀大学農学部・<sup>2</sup>鹿児島大  
学理学部)

フィールドでの作物根の圧縮土壌ストレス耐性評価: どのモデル実験系が優れる  
か? 飯嶋盛雄<sup>1</sup>・中村周平<sup>1</sup>・Simon Awala<sup>1</sup>・Pamwe Namhapo<sup>1</sup>・Cisse Amara<sup>1</sup>・  
泉 泰弘<sup>2</sup>・坂上潤一<sup>3</sup> (名古屋大学大学院生命農学研究科<sup>1</sup>・滋賀県立大学環  
境科学部<sup>2</sup>・国際農林水産業研究センター<sup>3</sup>)

根形質の選抜による水稻の耐倒伏性改良～飼料用多収品種「タチアオバ」の育成  
坂井 真<sup>1</sup>、岡本正弘<sup>3</sup>、田村克徳<sup>1</sup>、梶 亮太<sup>1</sup>、溝淵律子<sup>2</sup>、平林秀介<sup>3</sup>、八木忠之<sup>4</sup>、  
西村 実<sup>2</sup>、深浦壮一<sup>5</sup> 1) 九沖農研, 2) 生物研, 3) 作物研, 4) 国際協力機構 5)  
熊本農研)

Root-deposited N of two summer green manure legumes, *Crotalaria spectabilis*  
and *Sesbania rostrata* Choi, B. S. \*, Ohe, M., Mishiba, K. and Daimon, H.  
(Graduate School of Life & Environmental Sciences, Osaka Prefecture  
University)

*Glomus aggregatum* の接種がクリーニング作物 *Crotalaria juncea* の生育とそのす  
き込み直後におけるシュンギクの生育に及ぼす影響 福田健一\*・大江真道・  
三柴啓一郎・大門弘幸 (大阪府立大学大学院生命環境科学研究科)

セイヨウミヤコグサ毛状根由来植物の生育と根圏微生物との相互関係 立花詠子\*  
<sup>1</sup>・飯島祐一<sup>2</sup>・福田健一<sup>1</sup>・三柴啓一郎<sup>1</sup>・三位正洋<sup>3</sup>・大門弘幸<sup>1</sup> (<sup>1</sup>大阪  
府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2</sup>大阪府立大学農学部・<sup>3</sup>千葉大学園芸  
学部)

ダイズにおける二次通気組織の生理的形形成機構の解明 島村聡<sup>1</sup>\*・山本亮<sup>1</sup>・  
中村卓司<sup>1</sup>・中山則和<sup>1</sup>・平賀勸<sup>1</sup>・島田信二<sup>2</sup>・望月俊宏<sup>3</sup>・小松節子<sup>1</sup> (<sup>1</sup>)

作物研究所・<sup>2)</sup> 中央農業研究センター・<sup>3)</sup> 九州大学大学院)  
 湛水条件下で促進されるイネの根端への酸素運搬 塩野克宏<sup>1\*</sup>・小川諭志<sup>2</sup>・T.D. Colmer<sup>3</sup>・藤村達人<sup>4</sup>・太田賢<sup>4</sup>・磯田博子<sup>4</sup>・中園幹生<sup>1</sup>・安部征雄<sup>4</sup> (<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 青年海外協力隊<sup>3</sup> The Univ. of Western Australia・<sup>4</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科)  
 トマトの収量・品質と出液速度との関係 オランダと日本品種の比較 中野明正\*・佐々木英和・中野有加・鈴木克己・河崎靖・川嶋浩樹・安場健一郎・黒崎秀仁・大森弘美・坂上修・高市益行 (野菜茶業研究所 高収益施設野菜研究チーム)  
 樹木個体全体の根系呼吸実測から得たユニバーサル・スケーリングー北極圏から熱帯、実生から巨木ー 森 茂太 (森林総合研究所・東北支所・育林技術研究グループ)

## ポスター発表

トウモロコシ' B73' × テオシント' *Z. luxurians*' の F2 集団で分離した節根が形成されない植物体 大森史恵\*・間野吉郎 (畜産草地研究所)  
 アスコルビン酸によるハマボウフウ培養根のファイトアレキシンの誘導 石川 彩<sup>1</sup>、北村美江<sup>2</sup>、小林信之<sup>11</sup> 長崎大院・医歯薬学総合、<sup>2</sup> 長崎大・環境  
 サツマイモ根に施用したスクロースおよびサイトカイニンが塊根形成に及ぼす影響 江口壽彦・吉田 敏 (九州大学生物環境調節センター)  
 共生窒素固定能が強化されたマメ科植物変異体の評価: 鈴木章弘<sup>1</sup>・今里陽一郎<sup>1</sup>・澤田翔平<sup>1</sup>・平塚芳美<sup>1</sup>・山内彩可<sup>1</sup>・吉永 綾<sup>1</sup>・内海俊樹<sup>2</sup>・阿部美紀子<sup>2</sup>・九町健一<sup>2</sup>・橋口正嗣<sup>3</sup>・明石 良<sup>3</sup>・穴井豊昭<sup>1</sup>・有馬 進<sup>1</sup> (<sup>1</sup> 佐賀大学農学部・<sup>2</sup> 鹿児島大学理学部・<sup>3</sup> 宮崎大学フロンティア科学実験総合センター)  
 ソルガム, エンバク, ラッカセイの生育における数種アーバスキュラー菌根菌の接種効果 服部林太郎\*<sup>1)</sup>, 福田健一<sup>2)</sup>, 川邊有美<sup>2)</sup>, 大江真道<sup>2)</sup>, 三柴啓一郎<sup>2)</sup>, 大門弘幸<sup>2)</sup> (<sup>1)</sup> 大阪府立大学農学部, <sup>2)</sup> 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科)  
 イネの側根形成に関わる QTL の同定と単離 出口 崇<sup>1</sup>、狩野麻奈<sup>1</sup>、Roel R. Suraltal、北野英己<sup>2</sup>、山内 章<sup>1</sup>、犬飼義明<sup>1</sup> (1. 名大院生命農学、2. 名大生物機能開発セ)  
 サツマイモ塊根中で発現するホメオボックス遺伝子の機能解析 田中 勝\*, 加藤 央生, 中山博貴, 高畑康浩 (九州沖縄農業研究センター)  
 湛水処理によるベニバナインゲンの成長と根の組織構造変化 仁木 輝緒 (拓殖大工)  
 カンゾウ根系における  $\delta^{13}\text{C}$ ・ $^{15}\text{N}$  の分布とグリチルリチン蓄積 山本知佳<sup>1)</sup>・林 茂樹<sup>2</sup>・柴田敏郎<sup>2)</sup>・山本 豊<sup>3)</sup>・巽 二郎<sup>1)</sup> (1 京都工芸繊維大学, 2 (独) 医薬基盤研究所, 3 (株) 栃本天海堂)  
 チャノキ不定根細胞壁のジベレリン欠乏ストレスと機械的ストレスへの応答 吉

- 岡雄三, ○谷本英一 (名古屋市立大院・システム自然科学)
- 静岡牧ノ原と鹿児島南薩の茶園根群域の深さ ○松尾喜義<sup>1</sup>・塗木隆太<sup>2</sup>・植田 修<sup>2</sup> ( <sup>1</sup>野菜茶研、<sup>2</sup>野菜茶研農業技術研修生)
- モモ幼木における土壌リンの局在性が樹体と根の生育に与える影響 喜多正幸\*・梅宮善章・井上博道 ((独)農研機構・果樹研究所・果実鮮度保持研究チーム)
- アズキの部分耕狭条密植栽培における根の特徴 大橋善之 (京都府丹後農業研究所)
- 低密度密植栽培の2次育苗期における高塩類ストレスの付与がトマト苗の生育および果実収量に及ぼす影響 中野有加<sup>1</sup>・漆山喜信<sup>2</sup>・安場健一郎<sup>1</sup>・中野明正<sup>1</sup>・鈴木克己<sup>1</sup>・土屋和<sup>3</sup>・高市益行<sup>1</sup>・坂上修<sup>1</sup>・佐々木英和<sup>1</sup>・大森弘美<sup>1</sup>・川嶋浩樹<sup>1</sup>・黒崎秀仁<sup>1</sup>・河崎靖<sup>1</sup> (1;野菜茶業研究所, 2;宮城県農業園芸総合研究所, 3;太洋興業)
- 野菜類の根系分布特性と湛水害の軽減・回避について 東尾久雄・相澤証子・村上健二・徳田進一・浦上敦子 (農研機構・野菜研)
- 薄い養液の多頻度給液下でのトマトの生育と果実収量及び品質 渡辺慎一<sup>1\*</sup>・古谷茂貴<sup>1</sup>・荒木陽一<sup>2</sup> ( <sup>1</sup>九州沖縄農業研究センター 暖地施設野菜花き研究チーム<sup>2</sup>東北農業研究センター)
- テナサイでの根系分布からみた拡散抵抗の品種間差違について 伊藤博武\*・横田和哉・小松輝行 (東京農業大学生物産業学部)
- 北海道の水田転換畑の大豆生産における根粒着生の問題 辻博之 (北海道農業研究センター)
- ナス断根後の不定根形成に関する研究—根の刺激と不定根形成— 西浦芳史・島和美 (大阪府立大学生命環境科学研究科)
- 施肥窒素の化合形態の違いが水稻品種の根系発達におよぼす影響 野間貴文\*<sup>1</sup>・廣瀬大介<sup>2</sup>・鈴木章弘<sup>1</sup>・有馬進<sup>1</sup> ( <sup>1</sup>鹿児島大学大学院連合農学研究科, <sup>2</sup>南九州大学環境造園学部)
- 水稻直播栽培における根の観察 西浦芳史・井戸川 潤 (大阪府立大学生命環境科学研究科)
- チャにおけるカドミウム吸収 (Absorption of cadmium in tea plants) 本間 知夫 (Tomoo HOMMA)<sup>1\*</sup>・地下まゆみ (Mayumi JIGE)<sup>1</sup>・横田久里子 (Kuriko YOKOTA)<sup>1</sup>・永淵 修 (Osamu NAGAFUCHI)<sup>1</sup>・松尾喜義 (Kiyoshi MATSUO)<sup>2</sup>・Maria Greger<sup>3</sup>・Miraslava Luxova<sup>4</sup>・Alexander Lux<sup>5</sup> ( <sup>1</sup>千葉科学大学危機管理学部 (Chiba Institute of Science)、<sup>2</sup>野菜茶業研究所 (National Institute of Vegetable and Tea Science)、<sup>3</sup>スウェーデン・ストックホルム大学 (Stockholm University, Sweden)、<sup>4</sup>スロバキア・スロバキア科学アカデミー (Slovak Academy of Science, Slovakia)、<sup>5</sup>スロバキア・コメニウス大学 (Comenius University, Slovakia))

## 〇ー1 テオシントの湛水条件下における地表の不定根形成能を支配する QTL を導入したトウモロコシ準同質遺伝子系統

間野吉郎\*・大森史恵・黄川田智洋 (畜産草地研究所)

Development of maize near-isogenic lines possessing the teosinte's QTL controlling the ability to form adventitious root at the soil surface during flooding

Mano Y, Omori F, Kikawada T (NILGS)

(\*連絡先: mano@affrc.go.jp)

### 【はじめに】

私たちはトウモロコシの近縁種テオシントの遺伝資源を利用して湿害に強いトウモロコシ系統の育成を目指している。本研究では、テオシントの持つ耐湿性関連形質と考えられる湛水条件下における地表の不定根形成能を支配する QTL を DNA マーカーを用いた戻し交雑によってトウモロコシに導入した準同質遺伝子系統を作出したので報告する。

### 【準同質遺伝子系統の作出】

#### [実験 1]

テオシント *Z. mays* ssp. *huehuetenangensis* の第 8 染色体に座乗する不定根形成能を支配する QTL (Mano et al. 2005) をトウモロコシ実験系統 B64 へ導入するため BC4F1 および BC5F1 世代まで戻し交雑を行った。BC4F1 について自殖を 2 回行い QTL を固定した準同質遺伝子系統 (BC4F3) を作出した。

#### [実験 2]

別のテオシント *Z. nicaraguensis* の第 3 染色体に座乗する不定根形成能を支配する QTL (間野ら, 未発表) を B64 に戻し交雑により導入した BC5F1 と、前述した B64-*Z. mays* ssp. *huehuetenangensis* の BC5F1 を交雑し、さらに 2 回の自殖により 2 つの QTL を固定した準同質遺伝子系統を作出した。

#### [耐湿性検定]

実験 1 と 2 で得られた準同質遺伝子系統について、QTL の有無と不定根形成能および幼植物耐湿性との関係を調査中であり、本研究会においてこれまでに得られた結果を紹介する。

### 【今後の計画】

- (1) 実験 1 で得られた準同質遺伝子系統と Mi29 や Na50 などのトウモロコシ優良自殖系統との交雑 F1 が得られており、今年の夏に水田圃場でそれらの耐湿性を検定する。
- (2) 前回の根の研究会で報告したテオシントの根の通気組織形成に関連する QTL (大森ら 2007) などについても戻し交雑によって自殖系統に導入中であり、耐湿性に関連する複数の QTL を集積したトウモロコシ優良自殖系統の作出を進める。

### 【引用文献】

- (1) Mano et al. (2005) *Euphytica* 142: 33-42
- (2) 大森ら (2006) 根の研究 15:169

## 〇ー 2 鉄欠乏ストレスがヒヨス毛状根のリボフラビン放出に与える影響

比嘉 中<sup>1</sup>、宮本絵里香<sup>2</sup>、北村美江<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>長崎大院生産科学研究科, <sup>2</sup>長崎大環境

(<sup>1</sup>d706110d@cc.nagasaki-u.ac.jp, <sup>2</sup>k-yoshie@nagasaki-u.ac.jp)

ナス科の草本植物であるヒヨス (*Hyoscyamus albus*) はトロパンアルカロイドのアトロピンおよびスコポラミンを生産する。当研究室ではスコポラミンを高生産させることを目的として、H6H (hyoscyamine 6 $\beta$ -hydroxylase) 遺伝子を *Agrobacterium rhizogenes* を用いて導入し、毛状根のクローンを作成した。研究の過程で、ヒヨス毛状根を液体培地で長期間培養すると、培地が黄色くなり、UV 照射で黄緑色の蛍光を発する現象が観察されたため、黄色物質の同定と、その原因について検討をおこなった。その結果、黄色物質はリボフラビンであること、リボフラビンの放出は鉄イオンの欠乏により起こることが判明した。さらに検討を重ねたところ、リボフラビンの放出は、鉄以外の微量重金属イオンの欠乏では起こらないこと、根端部から放出されること、遺伝子が導入されていない不定根でも起こることが明らかとなった。

鉄イオン欠乏とリボフラビンの放出の関連について詳細に調べるため、ヒヨス毛状根を鉄欠乏ストレス下で培養し、根の生長、リボフラビン放出量、および培地の pH の経時変化について検討した。培地の pH は処理 1 日後におよそ 4 まで下がるが、その後上昇し、最終的に約 5 で定常状態となった。また、リボフラビンの放出と根の生長は、培地の pH が低下した後に始まった。高等植物が根圏の pH を低下させる際には、細胞膜上のプロトンポンプを駆動すると言われていることから、2 種類のプロトンポンプ阻害剤 (DCCD、エリスロシン B) を培地に添加し、効果の検討をおこなった。その結果、低濃度 (最終濃度 1  $\mu$ M) では pH の低下に要する時間が長くなり、リボフラビン生産量も減少したが、高濃度 (10 並びに 100  $\mu$ M) では pH の低下もリボフラビンの放出も見られなかった。このことから、リボフラビンの放出には培地の pH の低下が重要であると推測されたため、植物の根から放出される主な有機酸として知られるクエン酸、およびリンゴ酸を使用し、人為的に培地の pH を 4 程度と低くした場合の影響について検討した。その結果、根の新鮮重量、リボフラビン放出量は pH を低下させない場合より増加する傾向にあった。この場合、培地の pH は 1 日後に約 5 へ上昇し、その後はほぼ定常状態になった。このことから、ヒヨスの根は周囲の pH を敏感に感知し、調節できると推測される。鉄欠乏ストレス条件下において人為的にリボフラビンを添加しても、無添加の場合とリボフラビンの放出量には違いがなかった。従って、リボフラビンの放出は根の内的要求に基づくものと推定される。

植物におけるリボフラビン生合成に関与する 3 つの酵素、6,7-dimethyl-8-ribityllumazine synthase (ribA/B)、riboflavin synthase (ribC/D)、riboflavin kinase/FMN phosphatase (ribK) の発現を RT-PCR でみたところ、ribK が鉄欠乏ストレスで顕著に誘導されることが明らかとなった。このことは、放出されるリボフラビンが主に FMN の脱リン酸化により生産されていることを示唆している。

## O-3

## ミヤコグサにおけるシステミックな根粒数調節機構

鈴木章弘<sup>1\*</sup>, 原仁俊<sup>2</sup>, 内海俊樹<sup>2</sup>, 阿部美紀子<sup>2</sup>, 九町健一<sup>2</sup>, 有馬進<sup>1</sup> ( <sup>1</sup>

佐賀大学農学部, <sup>2</sup>鹿児島大学理学部)

( \*azuki@cc.saga-u.ac.jp)

マメ科植物は根粒菌と共生することによって、根に根粒という新たな器官を形成する。根粒において根粒菌は空気中の窒素をアンモニアに固定し宿主マメ科植物へ供給し、宿主マメ科植物は光合成産物をエネルギー源として根粒菌へと供給している。このように根粒は宿主植物にとって非常に重要な働きを担っているが、その数は多ければ良いというわけではない。多すぎれば宿主植物の成長に甚大な悪影響を及ぼすことが知られている。根に形成された根粒や発達段階にある根粒は、後から始まる根粒形成を阻害することが知られており「根粒形成のオートレギュレーション」と呼ばれている。マメ科植物ではこのフィードバック制御システムによって根粒数が適切に保たれていると考えられている。

本研究では、ミヤコグサのスプリットルートシステムを用い、半分の根 (root A) に根粒菌を接種してから残り半分の根 (root B) に接種するまでの間隔がどれ位あれば、オートレギュレーションが誘導されるのかを調査した。その結果、ミヤコグサの場合は、十分なオートレギュレーションを誘導するのに 5 日間のインターバルが必要であることが明らかとなった。

次にオートレギュレーションを誘導する因子についてスプリットルートシステムを用いて解析した。10 mM の  $\text{KNO}_3$  を root A に接種した場合は、root B における根粒形成を十分に阻害したが、同時に root B の生長も著しく阻害していた。そこで根粒菌が固定した窒素がオートレギュレーションを誘導するか否か調べるためにミヤコグサ根粒菌 *Mesorhizobium loti* MAFF303099 由来の 2 種類の変異体を用いた。根粒は形成するが窒素固定能を失っている ML108 ( $\text{NOD}^+$ ,  $\text{FIX}^-$ ) 株を root A に接種した場合は、root B における根粒形成は十分に抑制されたが、根粒を形成しない ML101 ( $\text{NOD}^-$ ,  $\text{FIX}^-$ ) 株を root A に接種した場合は、オートレギュレーションは全く誘導されなかった。この結果は、根粒菌由来の Nod factor はオートレギュレーションを誘導するが、根粒菌による窒素固定産物はオートレギュレーションを誘導しないことを示している。

## 〇ー４ フィールドでの作物根の圧縮土壌ストレス耐性評価： どのモデル実験系が優れるか？

飯嶋盛雄<sup>1\*</sup>・中村周平<sup>1</sup>・Simon Awala<sup>1</sup>・Pamwe Namhapo<sup>1</sup>・

Cisse Amara<sup>1</sup>・泉 泰弘<sup>2</sup>・坂上潤一<sup>3</sup>

名古屋大学大学院生命農学研究科<sup>1</sup>・滋賀県立大学環境科学部<sup>2</sup>・国際農林水産業研究センター<sup>3</sup>  
—<sup>3</sup> (\*E-mail: miiijima@agr.angoya-u.ac.jp)

Evaluation of compact soil stress resistance in field grown crop roots: Which method of artificial model experiment is most appropriate?

Morio Iijima<sup>1</sup>, Shuhei Nakamura<sup>1</sup>, Simon Awala<sup>1</sup>, Pamwe Namhapo<sup>1</sup>, Cisse Amara<sup>1</sup>, Yasuhiro Izumi<sup>2</sup>, and Jun-Ichi Sakagami<sup>3</sup> (<sup>1</sup> Graduate school of Bioagricultural Sciences, Nagoya University, Japan; <sup>2</sup> School of Environmental Science, The University of Shiga Prefecture; <sup>3</sup> Japan International Research Center for Agricultural Sciences)

近代農法による農作物栽培では、大型農業機械の走行や耕起の省略により硬盤層や緻密な作土層が形成されることが多く、そのような圃場では、いわゆる機械的ストレスが高まることにより根系の発達に阻害される。降水条件によっては乾燥害や湿害が起こり減収要因となりうるため、1960年代からフィールド試験やポットや水耕によるモデル実験が数多く実施され、機械的ストレスに対する根の反応と作物生産との関係については数多くの知見が蓄積されてきた。例えば、機械的ストレスに抗して根系をよく発達させる作物種やあるいは品種についてもモデル系での数多くの知見があるが、実際のフィールドで品種比較を実施した例は相対的に限られており、しかもモデル系とフィールドでのストレス耐性を厳密に比較した研究は数例が報告されているに過ぎない。近年よく用いられるモデル系実験としては硬さを調節したワックス層を擬似的な硬盤層に見立てた品種選抜手法があるが、その知見はフィールドでの実験結果とは一致していない。そこで本研究では、同一のイネ品種群を用いて2つのフィールド試験と3つのモデル系実験を実施し、フィールドでのストレス耐性とよく一致する結果が得られるモデル系を明らかにするとともに、機械的ストレス耐性の評価手法の問題点を考察した。3つのイネ栽培種である、*Oryza sativa* L., *Oryza glaberrima* Steud, 種間交雑種ネリカから合計18品種を供試した。滋賀県立大学実験圃場とギニア共和国フラヤ試験場実験圃場で圧縮区と対照区を設けて、上記品種を出穂期まで栽培し、根系発達を調査した。モデル系については、下層土壌のみを圧縮するポット試験（ヘテロ円筒試験）、全層土壌圧縮（ホモ円筒試験）、ワックス層試験を実施し、約1ヶ月間成育後の根系をサンプリングした。下層まで伸長した根系の量を、対照区と圧縮区で比較して得た相対的な貫入能力を機械的ストレスの指標とした。その結果、ギニアフィールド試験とヘテロ円筒試験の根乾物重比の間に有意な正の相関がみられた。また、統計的な有意性はないものの滋賀県フィールド試験とヘテロ円筒試験の間にも比較的高い相関性を示したことから、下層のみを圧縮するポット試験（ヘテロ円筒試験）が、フィールドでの圧縮土壌ストレス耐性をもっともよく再現できることを明らかにした。すなわち、圧縮土壌ストレス耐性を選抜するためには、従来から提案されてきたワックス層試験は、かならずしも適さないことを定量的な実験値として得た。

謝辞：本研究を遂行するうえで、滋賀県立大学の芝原務技師、井上肇技術員、田中衆次郎嘱託員、伊吹知恵美氏、岡田知子氏、ギニア国フラヤ試験場の河野尚由博士と Alpha Diallo 氏、名古屋大学の加藤靖子技師と伊藤耕技師にはたいへんお世話になりましたこと深く感謝いたします。

# 0-5 根形質の選抜による水稻の耐倒伏性改良～飼料用多収品種「タチアオバ」の育成

坂井 真<sup>1</sup>, 岡本正弘<sup>3</sup>, 田村克徳<sup>1</sup>, 梶 亮太<sup>1</sup>, 溝淵律子<sup>2</sup>, 平林秀介<sup>3</sup>, 八木忠之<sup>4</sup>, 西村 実<sup>2</sup>, 深浦壮一<sup>5</sup>  
 1) 九沖農研, 2) 生物研, 3) 作物研, 4) 国際協力機構 5) 熊本農研

E-mail: msakai@affrc.go.jp

「タチアオバ」は、2006年に強稈で全重収量の高い飼料(ホールクロップサイレージ; WCS)用品種として育成され、福岡県、熊本県などで普及が見込まれている。本品種は暖地の平坦肥沃地での栽培や直播を想定し、特に耐倒伏性を重視して育成したものである。

### 【育成経過】

「タチアオバ」の育成に当たっては、アメリカ品種の「Lemont」を耐倒伏性の母本として用い、初期世代から根の太さの選抜をくり返し行った。1993年夏に「西海 205 号」と「Lemont」の交配を行った。1994年夏にF2世代について苗の段階で太根性を有する個体を選抜し、圃場に栽植し養成した。1995年に前年の選抜個体 47-1の後代(F3)から、苗の段階で太根性で選抜を行った個体 47-1-1(F2)と、「95SH50」との交配を行った。1996年に「は系 906」を母とし、「(47-1-1(F2)/95SH50)F1」を父として交配を行い、以後この組み合わせ後代から選抜を進めた。1998年に再度根の太さで個体選抜を行い、1999年以降は系統栽培によって選抜固定を図った。

### 【主要特性】

出穂期、成熟期は主食用品種の「ミナミヒカリ」よりそれぞれ5日、10日程度遅く、九州地域では「極晩生」に属する粳種である。「ミナミヒカリ」に比べ、稈長は20cm程度長く、穂長も約5cm長く、穂数は少ない。草型は「穂重型」で、極長稈で一般主食用とは明らかに異なる草姿を示す。根の直径はミナミヒカリの約2倍で明らかに太く、また稈も太いため耐倒伏性は「極強」であり、直播栽培における耐転び型倒伏性も強い。全重は「ミナミヒカリ」よりも早植えで約25%、普通期栽培で約15%重く、早植えでは乾物収量2t/10aを越す多収が得られる。推定TDN(可消化養分総量)含量は主食用品種と同程度で、TDN収量は「ミナミヒカリ」より20%以上高い。

表1 生育特性(育成地, 2001~05, 極多肥早植栽培)

品種名	出穂期	成熟期	稈長	穂長	穂数	黄熟期 乾物全重	黄熟期 乾物初重	倒伏程度
系統名	(月.日)	(月.日)	(cm)	(cm)	(本/m <sup>2</sup> )	(kg/a)	(kg/a)	(0:無-5:甚)
タチアオバ	8.29	10.20	107	28.3	299	221(129)	68.8	1.5
ミナミヒカリ	8.25	10.12	86	22.7	442	172(100)	59.2	2.0
クサノホシ	8.23	10.07	106	22.0	274	189(110)	61.4	3.7

注) 乾物全重の( )は対照品種(ミナミヒカリ)に対する比率%

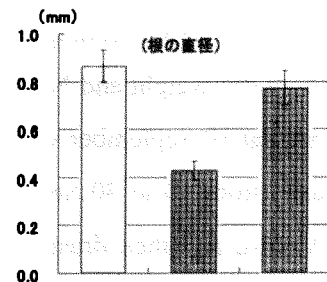
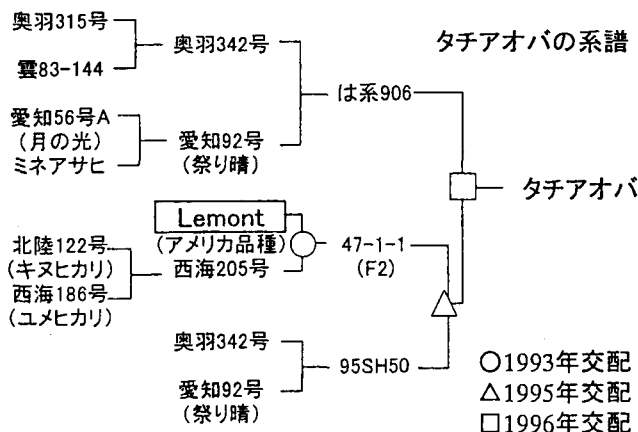


図2 タチアオバの根の直径



雲83-144: 雲83-9号/科倍3号

図2 タチアオバの系譜

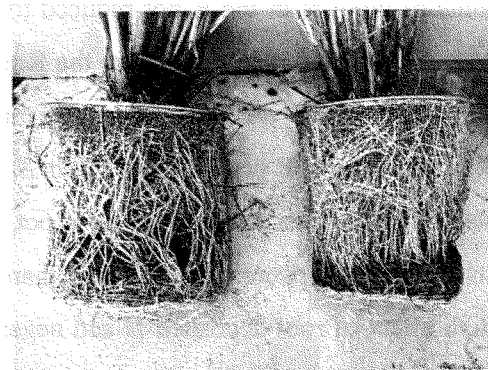


写真1 タチアオバ(左) ミナミヒカリ(右)の根



## O - 6

## Root-deposited N of two summer green manure legumes,

*Crotalaria spectabilis* and *Sesbania rostrata*

Choi, B.S. \*, Ohe, M., Mishiba, K. and Daimon, H.

(Graduate School of Life &amp; Environmental Sciences, Osaka Prefecture University)

E-mail: choibs@plant.osakafu-u.ac.jp

Several tropical legumes such as *Crotalaria* and *Sesbania*, which play an important role for reducing mineral nitrogen fertilizer demand, are also used as green manures in temperate regions. In order for improving soil fertility and maintaining the sustainability, these N-fixing legumes should be more used in sustainable agriculture systems in these regions. We have evaluated both positive and negative effects on growth of the succeeding crops after incorporation of these green manure legumes. However, little has been known about contribution of below-ground parts of these plants to the growth and N uptake of the succeeding crops. The objective of this study is to investigate N benefits from below-ground parts of the two legumes in the succeeding tendergreen mustard plants (*Brassica rapa*).

*C. spectabilis* and *S. rostrata* were grown in pots under natural conditions from June to September, 2006. The shoots and roots were harvested at 20 August, 10 and 30 September. They were cut and mixed together (S+R) into a 1/2000a Wagner pot filled with the virgin soil, and only the roots (R) were incorporated into the soil. Immediately after incorporation, seeds of tendergreen mustard plants were sown as the succeeding crop.

Shoot dry weight and N content of the two legumes differed among the harvesting date, and those harvested at 10 September were lower than those at 30 September. The C/N ratios of the two legumes increased from 10 to 30 September. Acetylene reduction activity (ARA) increased from late-July to mid-August, and then drastically declined. This change in ARA should be considered for releasing inorganic N from root nodules immediately after incorporation. In *C. spectabilis*, although the amounts of input N in the R pot reduced to 16-22% compared with the S+R pot, total N content of tendergreen mustard plants grown in the R pot attained to 30-45% compared with the S+R pot. Thus, the nitrogen recovery rates of tendergreen mustard plants were definitely higher in the R pot (35.4-9.7%) than in the S+R pot (17.1-5.1%). In *S. rostrata*, amounts of input nitrogen in the R pot were also substantially less than those in the S+R pot, while total nitrogen contents of the tendergreen mustard plants in the R pot were relatively less than those in the S+R pot. These results suggested that both positive effect of root deposited N and negative effect of shoot deposited substance on the growth of the succeeding plant should be considered in cropping system including *C. spectabilis* and *S. rostrata*.

## 〇ー7 *Glomus aggregatum* の接種がクリーニング作物 *Crotalaria juncea* の生育とそのすき込み直後におけるシュンギクの生育に及ぼす影響

福田健一\*・大江真道・三柴啓一郎・大門弘幸

大阪府立大学大学院生命環境科学研究科

(\*連絡先 E-mail:k-fukuda@demeter2.plant.osakafu-u.ac.jp)

葉菜類のハウス栽培では、連続した無機化学肥料の施肥による作土層への養分の過剰な集積が見られる場合がある。これらの農耕地から肥料成分である窒素やリンをクリーニング作物で回収する際のアーバスキュラー菌根菌 (AM 菌) の接種を利用した効率的回収の可能性を探るため、マメ科緑肥作物 *Crotalaria juncea* の生育に及ぼす *Glomus aggregatum* の接種効果について、硝酸態窒素の過剰集積条件を設定して調査した。さらに、速効性緑肥として回収した *C. juncea* を利用する際に問題となるすき込み直後の生育抑制の軽減に及ぼす *G. aggregatum* の効果についてあわせて検討した。

### AM 菌接種による窒素過剰ストレスの緩和

赤玉土を充填したロングポットに *C. juncea* を 2006 年 6 月 15 日に播種し、ガラス室内で栽培した。窒素施用区として、 $\text{NaNO}_3$  を 0.48g(10kgN/10a, 10N 区), 3.4g(70kgN/10a, 70N 区), 5.1g(105kgN/10a, 105N 区)を施用する 3 区を設けた。AM 菌接種源には、*G. aggregatum* の孢子を含む資材を用い、接種区には本資材を、非接種区には孢子を含まない同様の資材をそれぞれ播種前にポット上層の土壤に混合した。根粒菌 (*Bradyrhizobium* sp. USDA3024) は全てのポットに接種した。播種後 25, 41 日目に地上部、地下部別の乾物重と養分吸収量を調査した。なお、サンプリング前日に葉の気孔コンダクタンスを測定した。また、根の可溶性糖濃度を測定して浸透圧調節機能への影響について検討した。

播種後 25 日目の地上部乾物重とサンプリング前日に測定した気孔コンダクタンスは、窒素施用量が増加するといずれも低下する傾向にあったが、同一施用区内では AM 菌接種区で有意に高かった。一方、この時点では地下部乾物重には接種、非接種区間で有意な差異は認められなかった。また、いずれの施用区でも地上部、地下部の全 P, 全 K 含有率は接種区で有意に高く、根の可溶性糖含有率は接種区でやや低かった。なお、AM 菌の感染率はいずれの施用区においても 74~80%と高く、接種によって窒素過剰条件下での本植物の初期生育は著しく増大することが示された。この促進効果は、可溶性糖の集積による根の水分吸収機能の改善からは説明できず、菌糸ネットワークの発達によるものである可能性が示唆された。なお、播種後 41 日目の地上部、地下部の乾物重はともに接種区で有意に高く、また、地上部の全 N 含有量は非接種区の 3 倍以上の値となり、AM 菌の接種により本植物の硝酸態窒素吸収機能が著しく強化されることが示された。

### 緑肥すき込み直後における後作物の生育抑制の AM 菌接種による軽減

赤玉土とクレハ園芸培土を 3:1 (v/v) で充填した 1/5000a ワグネルポットに *C. juncea* の地上部を生重で 100 g または 300 g を混合するすき込み区と、緑肥をすき込まない対照区を設けた。*G. aggregatum* 接種区と非接種区を設け、すき込み直後にキクナ (品種: 菊次郎) を播種して屋外で栽培した。

すき込み後 22 日目の土壤の無機態窒素含有率は、300 g 区で最も高く、次いで 100 g 区、対照区の順であった。しかし、キクナの地上部乾物重については、対照区に比べて 300 g 区、100 g 区で明らかに低く、未熟有機物のすき込みによる生育抑制がみられた。一方、AM 菌接種区では、100 g 区、300 g 区における生育抑制程度は低く、緑肥すき込み直後にしばしば生じる後作物の生育抑制を AM 菌接種によって緩和できる可能性が示唆された。

## 〇ー8 セイヨウミヤコグサ毛状根由来植物の生育と根圏微生物との相互関係

立花詠子\*<sup>1)</sup>・飯島祐一<sup>2)</sup>・福田健一<sup>1)</sup>・三柴啓一郎<sup>1)</sup>・三位正洋<sup>3)</sup>・大門弘幸<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>大阪府立大学大学院生命環境科学研究科・<sup>2)</sup>大阪府立大学農学部・<sup>3)</sup>千葉大学園芸学部  
(e-mail: tabanae@plant.osakafu-u.ac.jp)

セイヨウミヤコグサは温帯地域において広く栽培されているマメ科牧草である。本植物は飼料としての栄養価が高く、タンニンを多く含むことから反芻動物の鼓腹症を引き起こしにくい特徴をもつ。また、下痢止めや抗炎症剤としても利用可能である。さらに、被覆作物として土壌侵食防止に役立ち、景観性も高い。一方、刈取り後の地上部の再生力がアルファルファやアカクロバに比べてやや劣り、この要因として再生力を制御する地下部のシンク機能が低いことが挙げられる。本研究では、本種の地下部の遺伝的改良を目的に、*Agrobacterium rhizogenes* の野生菌株の感染によって誘導した毛状根から再分化個体を作成し、その生育を評価した。

**毛状根由来個体の作出** 接種菌株に *A. rhizogenes* の国内産野生菌株 MAFF-02-10266 系統を用いて葉片培養によって毛状根を誘導し、再分化個体の作出を試みた。葉片から発根した旺盛な分枝を持つ不定根について、*rolC* 遺伝子の PCR 分析とオパイン分析により毛状根であることを確認した。これらの毛状根を 1/2MS 無機塩類に B5 ビタミン類を含むホルモンフリーの培地に移植し、光条件下で培養したところ、根出芽が誘導され、毛状根由来個体が作出できた。

### 毛状根由来個体の評価

①挿し木時の発根 毛状根由来個体と対照個体から約 7cm の分枝を切り取り、川砂を充填したポットを用いて挿し木を行った。挿し木後 24 日目における個体当たりの発根数は、毛状根由来個体が対照個体に比べて著しく多かった。

②生育量 挿し木で増殖した個体を畑土壌を充填した 1/5000a ワグナーポットに移植して屋外で栽培した。毛状根由来個体は対照個体に比べて、節間が短く、葉が小型になり、葉色がやや淡く、生育が明らかに劣った。なお、S/R 比は著しく低く地下部優先型の生育を示した。

③根系発育 ファイルケースで作成した根箱に畑土壌を充填し、挿し木で増殖した個体を移植してガラス室内で栽培した。OHP フィルムに根系を経時的に写し取りその様相を調査した。毛状根由来個体は対照個体に比べて、上層部に根が張りやすい特性が見られた。また、毛状根由来個体は、総根長は短かったが、根長当たりの分枝数は高い傾向を示した。

④再生力 ②で記載したワグナーポットで栽培した個体の地上部を刈取り、刈取り後の株張りや草高の推移を調査したところ、毛状由来個体は対照個体に比べて、株張り、草高ともに低い値で推移し、再生力が低い傾向を示した。

⑤菌根菌 (*Gigaspora margarita*, *Glomus aggregatum*) 接種試験 挿し木で増殖した個体を用いてアーバスキュラー菌根菌接種試験を行った。*Gi. margarita* の接種区では接種 35 日後に樹枝状体と助細胞が観察され、共生関係の成立が観察された。毛状根由来個体は対照個体に比べて、樹枝状体の形成率が低く、このことは *G. aggregatum* の接種試験でも同様であった。*G. aggregatum* 接種区では、接種日後に比べ 68 日後において樹枝状体の形成率が高くなる傾向があり、のう状体も観察された。いずれの菌種の接種試験においても、毛状根由来個体の地上部の生育は対照個体に比べて劣ったが、接種による生育促進効果は、毛状根由来個体で明らかに大きかった。

⑥根粒菌 (*Mesorhizobium loti*) 接種試験 挿し木で増殖した個体を用いて、根粒形成の経時的変化を観察するために水耕栽培による根粒菌接種試験を行った。根粒形成が肉眼で観察された時期は、毛状根由来個体が対照個体に比べて明らかに遅かった。接種 56 日後における根粒数は毛状根由来個体でやや多かったが、確認された根粒はいずれも小さく、アセチレン還元活性も低かった。菌根菌接種試験の結果と同様に、毛状根由来個体は生育が劣り、S/R 比は低く、分枝根の発生が著しいという特徴が認められた。

## 〇-9 ダイズにおける二次通気組織の生理的・形成機構の解明

島村聡<sup>1)</sup>\*・山本亮<sup>1)</sup>・中村卓司<sup>1)</sup>・中山則和<sup>1)</sup>・平賀勸<sup>1)</sup>・

島田信二<sup>2)</sup>・望月俊宏<sup>3)</sup>・小松節子<sup>1)</sup>

(<sup>1)</sup> 作物研究所・<sup>2)</sup> 中央農業研究センター・<sup>3)</sup> 九州大学大学院)

(\*E-mail: shimamu@affrc.go.jp)

通気組織が良く発達する湿生植物はその組織を通じて地上部から地下部に酸素が供給されることで湿害を回避している。ダイズにおいても湛水条件下では茎や根、根粒にコルク形成層から二次的に通気組織（二次通気組織）が形成され、この組織を通じて湛水面上の酸素が地下部へ供給されている。二次通気組織の形成に関する生理学的・遺伝学的解析を行うことにより、耐湿性ダイズ品種育成に向けた遺伝資源の効率的選抜や遺伝子組換え技術の活用が可能になるものと考えられる。そこで本研究では、湛水条件下のダイズ胚軸における二次通気組織形成機構の生理学的解析を行った。

ダイズ (*Glycine max*) 品種アソアオガリを供試し、グロースチャンパー内 (14 時間日長, 25°C) で実験を行った。砂を充填したプラスチックポット (400ml) に 1 ポット当たり 1 粒播種し、無肥料で栽培し、播種後 10 日目 (初生葉展開期) から以下の実験を行った。実験終了後にプラントマイクローム (MTH-1, 日本医化器械製作所) で胚軸の横断切片を作成し、トルイジンブルー O で染色後に検鏡した。

### 実験 1. 二次通気粗組織形成に関与する物質の合成器官

二次通気組織形成に関与する物質が地上部 (葉) または地下部 (根) で合成されるのかを確かめるため、胚軸に環状熱処理 (師管の通導を抑制する処理) を施した植物体を用い、6 日間の湛水処理を行った。その結果、処理した位置より上部の胚軸にはコルク形成層が発達し、二次通気組織が形成されたが、下部にはコルク形成層、二次通気組織ともに形成されなかった。一部分に熱処理を行った場合には、処理位置の上部、下部いずれにも二次通気組織が形成された。

### 実験 2. 二次通気組織形成に関与する物質と光との関係

実験 1 より二次通気組織形成に関与する物質が地上部で合成されていることが推測された。合成に対する光の関与を明らかにするため、葉身をアルミホイルで被覆した植物を用い、6 日間の湛水処理を行った。その結果、葉に連続暗処理を行うと、胚軸にはコルク形成層、二次通気組織ともに形成されなかった。

### 実験 3. 二次通気組織形成とオーキシンの関係

コルク形成層における細胞分裂や放射方向への細胞伸長により二次通気組織が発達する。オーキシンには細胞分裂や細胞の伸長を促進させる機能があることから、通気組織形成との関係について調査を行った。実験 1, 2 において二次通気組織が形成されなかった胚軸への環状熱処理および連続暗処理を行った植物に対し、オーキシン (IBA, IAA, 2,4-D,  $\alpha$ -NAA) を添加した水溶液で湛水処理 (6 日または 9 日間) を行った。その結果、環状熱処理した植物の胚軸にはコルク形成層、二次通気組織ともに形成されなかったが、連続暗処理下の胚軸には二次通気組織が形成された。

以上より、二次通気組織の形成に関与する物質は、葉身において光を必要とする系を経て合成され、胚軸に供給されること、また外生オーキシンの間接的な作用によって光合成系を必要とせずに二次通気組織が形成されることが示唆された。

本研究は科学研究費補助金 (No.17780017) によった。

## O-10

## 湛水条件下で促進されるイネの根端への酸素運搬

塩野克宏<sup>1\*</sup>・小川諭志<sup>2</sup>・T.D. Colmer<sup>3</sup>・藤村達人<sup>4</sup>・太田賢<sup>4</sup>・磯田博子<sup>4</sup>・中園幹生<sup>1</sup>・安部征雄<sup>4</sup><sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 青年海外協力隊<sup>3</sup> The Univ. of Western Australia・<sup>4</sup> 筑波大学大学院生命環境科学研究科

(\*E-mail: shionok@gmail.com)

過湿状態の土壌では、水中の酸素拡散速度が空気中よりも遅いことと土壌中の好気性微生物による酸素消費のために、1日程度の湛水でも植物の根は低酸素状態に陥る。根端は成長点や分裂組織があるために特に酸素要求量が高い組織である。湛水条件下でも生育できるイネなどの湿生植物は、根の皮層組織に一次通気組織と呼ばれる茎葉部と根端をつなぐ破生細胞間隙を形成して、拡散により根端まで酸素を運んでいる。この通気組織中の酸素は、根端へ運ばれると同時に通気組織をとり囲む表皮から漏洩する (Radial Oxygen Loss (ROL) と呼ばれる)。このため、湿生植物のイネやヨシ、一部のオオムギは、根の基部の厚壁組織周辺に酸素漏洩を防ぐ ROL バリアを形成して酸素損失を最小限に抑え、通気組織を通じた根端までの酸素供給を効率化している。湿生植物はこのような根端への酸素運搬により過湿条件下での生育を可能にしていると考えられている。通気組織や ROL バリアの誘導に関する知見は多くないものの、イネでは比較的研究が進んでいる。イネは恒常的に通気組織を形成しており、湛水条件にするとさらにそれを発達させる。また、ROL バリアは好気条件下で形成されないが、湛水条件にすると誘導的に ROL バリアを形成して根端での ROL を増加させる。このように、イネでは湛水条件によって根端への酸素運搬機能が調節されていることは知られていた。一般的に植物の環境ストレスへの適応は迅速に行なわれており、初期応答はその後の生存に重要であるので、湛水条件へのイネの初期応答を理解することは重要である。しかし、湛水処理後にこれらの酸素運搬機能がどのように経時変化するのか分かっていなかった。また、前述のように通気組織を通じた酸素運搬は拡散によって行なわれるために、'長い根'では根端への酸素を供給するために'短い根'よりも酸素漏洩を抑える必要があると考えられる。このため、根の長さによって ROL バリアの形成能や形成に要する時間が違うことが予想されていたがこのことは分かっていなかった。本研究ではイネがどのように湛水直後に根端への酸素運搬を調節しているのかを理解するために、イネの'長い根'および'短い根'に着目して湛水処理後の ROL バリアを形成と通気組織の形成率の経時変化を調べた。

イネ (*Oryza sativa* L. Nipponbare) を人工気象室にて好気条件 (エアバブリング) で 25 日間水耕栽培した。25 日齢のイネの根長が 105-135 mm である不定根を'長い根'、65-75 mm であるものを'短い根'として木炭粉でマークした。湛水条件 (Stagnant solution: 0.1% アガロースを加え、脱気した水耕液) で 0, 6, 12, 24, 48 または 120 時間の栽培した後、マークした根の ROL バリアの有無をメチレンブルー染色法により調べた。また、各測定時点での通気組織の形成率を調べるために、'長い根'と'短い根'の根端および基部の徒手切片を顕微鏡下で観察し、画像解析ソフト (ImageJ) で数値化した。この際、30 日 (120 時間) まで好気条件下で栽培したものをネガティブコントロールとした。さらに、ROL バリアが形成される根の基部における ROL 量の経時変化を調べるために、好気条件下で栽培した 25 日から 28 日齢のイネの'長い根'と'短い根'の基部に円筒型酸素電極を設置して 48 時間にわたり測定した。

メチレンブルー染色法と円筒型酸素電極による測定により、'長い根'での ROL バリアは湛水処理 17 時間程度で形成が完了する ( $50 \text{ nmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  以下) が、'短い根'では湛水処理 48 時間では ROL バリアは形成されない ( $300 \text{ nmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) ということが分かった。一方、通気組織の形成率は'長い根'と'短い根'ともに湛水処理時間の経過に伴って上昇しており、根の長さによる違いはなかった。このことは、'長い根'の根端への酸素供給には ROL バリアが必要であるが、それは'短い根'で必要ではないことを示唆している。また、本研究の結果から ROL バリアの形成には根の齢や根端の酸素濃度が関わることが予想される。これらを明らかにすることは今後の課題である。本研究により湛水処理後の酸素の運搬の経時変化が把握できた。このことは湛水条件下での根端への酸素供給についての知見を付与する。

本研究を遂行するにあたり文部科学省科研費補助金の助成を頂いた。ここに感謝の意を表します。

## O-11

トマトの収量・品質と出液速度との関係  
オランダと日本品種の比較

中野明正\*・佐々木英和・中野有加・鈴木克己・河崎靖・川嶋浩樹・安場健一郎・  
黒崎秀仁・大森弘美・坂上修・高市益行  
野菜茶業研究所 高収益施設野菜研究チーム  
(\*連絡先 E-mail: [anakano@affrc.go.jp](mailto:anakano@affrc.go.jp))

オランダでは 2010 年にはトマト収量は 70t/10a になると予想されている。このような高生産性の要因について、品種、環境制御、栽培法等種々の影響が考えられるが不明な点が多い。本報告では品種について、特に根に関連する指標である根量や出液速度に着目し、両品種における収量と品質との関係を明らかにした。

## 【材料と方法】

- 1) 長期栽培トマトによる検討：ロックウール培地のかけ流しで養液栽培を行った。オランダ品種 (GRACE) と日本品種 (ハウス桃太郎) についてそれぞれ 2005 年 12 月 7 日および 11 月 28 日に播種し 2006 年 1 月 8 日に定植した。その後園試処方に準じ EC0.8 で管理した。2006 年 6 月 27 日 6-9 時にかけて出液速度を測定した後、6 月 28 日に着果している 5-6 段果房分の新鮮重を測定した。
- 2) トマトの出液速度の品種間差：16 品種 (桃太郎ヨーク, ハウス桃太郎, ビットゼリー, GERONIMO, MAKARI, MATRIX, 桃太郎コルト, 麗夏, BLITZ, GRACE, MATCH, QUEST, 至福, 桃太郎 8, 麗容, DUNDEE) のトマトを 6 月 12 日に播種し, EC1.6 で管理した。2006 年 10 月 5 日 14-17 時にかけて出液速度を測定し, 地上部重および収量を測定した。果実の無機成分を ICP-MS により測定した。
- 3) 出液速度の測定とロックウール中の根量の推定：栽培終了時にトマトの茎を地際から約 5cm の部分で切断し, あらかじめ重量を測定しておいたビニール袋中の脱脂綿で切り口を覆い, 基部を輪ゴムで固定した。一定時間後に, ビニール袋ごと脱脂綿を回収し, その重量を測定し出液速度を算出した。ロックウールスラブ中 (幅 20cm×長さ 90cm×厚さ 7.5cm) の根量の推定を行った。ロックウールを約 500mL 大の賽の目状に分割し, 洗浄後 80℃で 7 日間乾燥させた後 600℃で燃焼させ, 損失量から根量を推定した。

## 【結果と考察】

- 1) 長期栽培において栽培終了時の出液速度は, 桃太郎に比べ GRACE の方が速かった。一般にオランダ品種は果実の肥大が優れることから, 根圧が果実肥大に影響している可能性が示唆された。
- 2) 16 品種間で検討した結果, オランダ品種には根量が多いものから少ないものまで広く分布した。出液速度と根量の相関関係は認められなかった。出液速度は日本品種に比べオランダ品種で高い傾向が認められた。また, 出液速度は地上部生育量と正の相関が認められた。出液速度は収量との関係を簡便に評価できる指標となる可能性がある。
- 3) 果実の無機成分では, オランダ品種が日本品種に比べカルシウムとマンガンが高くなり, 銅およびバナジウムが低くなる傾向が認められた。これらの差異は出液や根の酸化能力に関係する可能性が示唆された。

# 0-12

## 樹木個体全体の根系呼吸実測から得た ユニバーサル・スケーリング —北極圏から熱帯、実生から巨木—

森 茂太 (森林総合研究所・東北支所・育林技術研究グループ、  
moris@ffpri.affrc.go.jp)

根の呼吸に関する研究は、根の一部の測定にとどまり、根全体を実測して地上部と比較しつつ個体呼吸の研究を進めた例はほとんど無い。しかし、森林生態系の二酸化炭素収支や種間競争など、生態系の理解には、根を含めた「Whole-plant Physiology」からのアプローチが不可欠である。さらに、動植物を通じて「個体呼吸」と「個体サイズ」の研究は「Metabolic Scaling」研究として古くからの生物学研究史上の最重要課題の一つであり、Bertalanffy (*Nature*, 1949) の「理論」式もその一つであり、個体呼吸すなわち個体コストの研究として社会科学にも大きな影響を与え、ノーベル賞にノミネートされ、*Nature*, *Science*, *PNAS* 誌の中心課題の一つである。

今のところ、篠崎吉郎の「パイプモデル」を骨格とした「数理モデル」により、個体呼吸  $R$  と個体重  $W$  の間には、アリゾナ大の Enquist らにより「 $R=aW^b$ , ( $b=3/4$ )」が成立するとされ (*Science*, 1997, *Nature*, 1998, 1999)、生態/環境分野で ISI 引用数 No. 1 (2005) を誇り、最新の教科書には「法則」として掲載される場合もある。これに対し、ミネソタ大の Reich (*Nature*, 2006) は樹体一部 (根、幹、枝、葉) の測定から個体呼吸を計算し、「 $b=1$ 」を「推定」したが、Enquist はすぐさま反論し (*Nature*, 2007)、論争は激化している。さらに、Enquist モデルへの批判はアメリカ国内にとどまらず、世界各地の研究者からも繰り返し提出されている。しかし、従来の小さな個体サイズ幅、サンプル数では、両対数軸上の微妙な傾き「 $b$ 」の確定は困難との指摘もある。さらに、「論争の泥沼化」の最大の理由は、これらの議論が「数理モデル」、「推定」を中心に進められていることである。現在、巨木の呼吸実測例は無く、さらに発芽実生の測定も極めて困難であり、異なる森林植物帯を通じて、地上部と根の量的、機能的割合など樹木個体レベルのデータも無い。おそらく、実測から論争の決着は不可能と信じられているのだろう。

そこで我々は、これまで測定不可能であった発芽実生から巨木までを幅広く「根を含む全樹木個体の呼吸」を直接測定する方法を独自に開発した。従来に比べ、測定効率、精度ともに飛躍的に向上した。材料には赤道から北極圏永久凍土地帯まで全ての森林植物帯の野外生育する多樹種を用いた。樹木根を傷めないように効率よく、丁寧に掘り出し、乾燥しないように閉鎖方式の自作チャンバーに入れ、内部の  $CO_2$  濃度上昇速度から個体の根の呼吸速度を測定した。すべての測定サイトで用いた方法はすべて同一の測定方法、同一測定者である。幅広い個体サイズを測定するため多数の装置を用意した。地上部は非破壊測定も併用して、切断の影響も評価した。



「長年の実測」の結果、従来の「数理モデル」や「推定」をすべて●●する生物学的合理性のある確信を得た。

●●は講演にて・・・・・・・・

左図 掘り出した根

## P-2 トウモロコシ'B73'×テオシント'*Z. luxurians*'の F<sub>2</sub>集団で分離した 節根が形成されない植物体

大森史恵\*・間野吉郎 (畜産草地研究所)

(\*連絡先: huehue@affrc.go.jp)

【はじめに】 トウモロコシの近縁種テオシントは耐湿性遺伝資源として利用される反面(Mano and Omori 2007), トウモロコシとの交雑後代において葉緑体変異(Mano et al. 2007), 雄性不稔(間野ら, 未発表)などの様々な変異を生じることが知られている. 私たちは前回の根の研究会で, トウモロコシとテオシントの F<sub>2</sub>集団における根の通気組織の QTL 解析を報告した(大森ら 2006). その際に F<sub>2</sub>集団の中に節根が形成されない植物体が見られた. 本研究では節根形成に関与する遺伝子の染色体上の位置を推定したので報告する.

【材料および方法】 実験にはトウモロコシ自殖系統 B73 とテオシント *Z. luxurians*(PI1441933) との交雑 F<sub>2</sub>集団 228 個体(実験 1)と, 異なる F<sub>1</sub>植物体由来の F<sub>2</sub>集団 128 個体(実験 2)を供試した. いずれの実験においても F<sub>2</sub>個体を 6 葉期まで通常栽培条件下で生育させた後に節根の有無を調査した. 2つの F<sub>2</sub>集団について合計 107(実験 1)と 91(実験 2)の SSR マーカーの分離データにより作成したほぼ全ゲノムをカバーするいずれも約 1,300cM の連鎖地図を作成するとともに, 表現型のデータと SSR マーカーのデータから節根を形成しないことに関与する遺伝子の染色体上の位置を推定した.

【結果】 (実験 1) B73 x *Z. luxurians* の F<sub>2</sub>集団 228 個体のうち 6 個体において節根が形成されなかった. 節根形成に関与する遺伝子の染色体上の位置を推定したところ, 第 3 染色体(bin3.10)がヘテロ, 第 7 染色体(bin7.01)が B73, 第 8 染色体(bin8.04)が *Z. luxurians* の遺伝子型である個体においてのみ節根が形成されなかった.

(実験 2) 異なる F<sub>2</sub>集団 128 個体のうち 3 個体において節根が形成されなかった. 節根形成に関与する遺伝子の染色体上の位置を推定した結果, 第 3 染色体(bin3.10)が *Z. luxurians*, 第 7 染色体(bin7.00)が B73, 第 8 染色体(bin8.01-2)が *Z. luxurians* である場合においてのみ節根が形成されなかった.

【考察】 イネ科作物における節根形成の変異体はイネ(Inukai et al. 2001, Inukai et al. 2005), トウモロコシ(Hochholding et al. 2004)などで知られている. トウモロコシでは節根が全く形成されない *rtcs* 遺伝子が第 1 染色体に座乗していることが報告されているが(Hetz et al. 1996), 本研究で推定された遺伝子と *rtcs* は異なる染色体上に座乗していることから別の遺伝子である可能性が示された. 2つの実験において節根形成を抑制する遺伝子の染色体上の位置, 効果は完全には一致しなかった. このことは *Z. luxurians* は純系ではないことが 1つの要因として考えられる. 今後さらに個体数・集団数を増やして本実験の結果を検証する予定である.

【引用文献】 (1) Mano and Omori 2007 Plant Root 1:17-21 (2) Mano et al 2007 Plant Soil In press (3) 大森ら 2006 根の研究 15:169 (4) Inukai et al. 2001 Breed Sci 51:123-129 (5) Inukai et al. 2005 Plant Cell 17:1387-1396 (6) Hochholding et al. 2004 Trends Plant Sci 9:42-48 (7) Hetz et al. 1996 Plant J 10: 845-857



## P-3 アスコルビン酸によるハマボウフウ培養根のファイトアレキシンの誘導

石川 彩<sup>1</sup>、北村美江<sup>2</sup>、小林信之<sup>1</sup><sup>1</sup>長崎大院・医歯薬学総合, <sup>2</sup>長崎大・環境(<sup>1</sup>dm04017m@stcc.nagasaki-u.ac.jp, <sup>2</sup>k-yoshie@nagasaki-u.ac.jp)

セリ科の植物は、病原菌の感染などのストレスにより、ファイトアレキシシンとしてフラノクマリンを生産する。植物体の葉や培養細胞ではストレス処理によるファイトアレキシシンの誘導が確認されている(Volker et al., 1999; Daria et al., 1988)。しかし、土壌中で様々なストレスに遭遇すると推定される根では生産が報告されていない。そこで、根のストレスに対する応答を調べる目的で、セリ科の多年草ハマボウフウ(*Glehnia littoralis*)を用い、実験が容易な培養根の系を確立し、培養細胞や葉とのファイトアレキシシンの誘導に対する違いを検討した。ストレス処理として酵母エキス、アスコルビン酸、ジャスモン酸メチル、サリチル酸、過酸化水素でそれぞれ処理したところ、培養細胞や葉では酵母エキスに反応してフラノクマリンである bergapten や xanthotoxin を生産し、培地へ放出していたが、培養根ではフラノクマリンは検出できなかった。一方、培養根はアスコルビン酸に対してのみ、顕著な応答を示し、フラノクマリンを生産した。葉の応答も顕著であったが、培養細胞では誘導が弱かったことから、アスコルビン酸に対する応答は器官特異的であることが判明した。

そこで、培養根のアスコルビン酸によるファイトアレキシシン誘導について以下の検討を行った。フラノクマリンの生産を経時的に観察すると、アスコルビン酸添加後8時間ごろから培地で検出され始め、1~2日をピークとし、その後は培地から減少、消失した。根がファイトアレキシシンを誘導するために、アスコルビン酸と接触する時間がどの程度必要であるかを調べる為、アスコルビン酸を含む培地で0~24時間処理した後に、アスコルビン酸を含まない培地と交換して、合計24時間培養して分析した。その結果、接触時間が4時間未満ではフラノクマリンは検出できなかった。アスコルビン酸を添加した培地で4時間以上培養した根は、フラノクマリンを生産でき、24時間以内では根とアスコルビン酸の接触時間が長いほどフラノクマリンを多く生産した。アスコルビン酸によるファイトアレキシシンの誘導は、処理するアスコルビン酸の濃度が10~40 mMの範囲で顕著に起こっており、2 mM $\geq$ や80 mM<では検出ができなかった。アスコルビン酸処理濃度ごとの応答の比較については、フラノクマリンの生合成に関与する酵素として、生合成の入り口の酵素 phenylalanine ammonia-lyase (PAL) と最終酵素の xanthoxol O-methyltransferase (XMT) 及び bergaptoil O-methyltransferase (BMT) の酵素活性も測定した。その結果、酵素活性もほぼ10~40 mMの範囲で誘導された。

アスコルビン酸は植物に豊富に含まれる化合物で、多くの生理機能が知られている。ラジカルスカベンジャーとして働くだけでなく、多様な生合成反応にコファクターとして関与したり、細胞内外の酸化還元状態を維持したり、細胞周期に関与して細胞増殖に影響を与えたりしていると考えられており、アスコルビン酸により根の伸長が促進されたとの報告がある(Francisco et al., 1994)。さらに、アスコルビン酸は、オキシダティブバーストに関与して、防御応答誘導のシグナル伝達経路の調節に関わっているのではないかと考えられているが、アスコルビン酸を単独で処理した場合のファイトアレキシシン誘導の報告はなく、著者の例が初めてである。また、セリ科植物の根でフラノクマリンの生産を誘導した初めての例でもある。植物組織におけるアスコルビン酸の生理的濃度は数十 mM と考えられており、その90%程度がシンプラストに分布している。ハマボウフウの根ではアスコルビン酸の添加により、アポプラストにおけるアスコルビン酸濃度の急激な上昇がおこったことがストレスシグナルとなり、ファイトアレキシシンが誘導されたのではないかと考えられる。

Volker Stanjek, Jörn Piel, Wilhelm Boland (1999) *Phytochemistry* 50 : 1141-1145Daria Hamerski, Ulrich Matern (1988) *European Journal of Biochemistry* 171 : 369-375Francisco Córdoba, José A. González-Reyes (1994) *Journal of Bioenergetics and Biomembranes* 26 : 399-405

## P-4 サツマイモ根に施用したスクロースおよびサイトカイニンが塊根形成に及ぼす影響

江口壽彦・吉田 敏

九州大学生物環境調節センター (E-mail: egut@agr.kyushu-u.ac.jp)

サツマイモ塊根の形成過程では、まず貯蔵柔細胞を盛んに生産する組織が発達する。これには、一次形成層帯が発達して活発に活動し、かつ中心柱内部では2次的な分裂組織が形成・発達することが必要である。根の外的条件としては、暗黒に保たれていること、酸素が十分に供給されていること、および20~32℃の温度範囲にあることが塊根形成の誘導に必要である。一方、内的な条件については、スクロースおよびサイトカイニンレベルの上昇が関与していることが示唆されるに留まっている。これまでの研究では、これらの物質を供与して根の発達に及ぼす影響を調べた例があるものの、根以外の器官への施用であり、根の特定箇所処理した場合の反応は得られていない。著者らはこれまでに、制御環境下において特定の根の特定部位に確実に塊根形成を誘導できる水耕法を確立しており、ここでは塊根形成の外的必要条件は完備されているとみなせる。そこで、この栽培法を応用してサツマイモ根にスクロースおよびサイトカイニンを直接施用し、根の発達を調査した。

【材料および方法】サツマイモ品種ナルトキントキを用いた。3葉を有する挿し穂の茎部約15 cmをパーミキュライトに植え、ファイトトロン (気温25℃, 相対湿度70%)で10日間発根させた。上位節にある根 (根長約25cm) 1本および最下位節にある数本の根を残し、他はすべて切除し、水耕装置に移植した。根は暗箱内に置かれ、箱内は空気層と培養液層の上下2層となっており、上位節の根の基部側は空気に暴露され、先端側は培養液に浸された状態となる。最下位節の根は培養液中に完全に浸した。気温28℃, 相対湿度70%, 光強度250  $\mu$  mol photon  $m^{-2}$   $s^{-1}$ , 12時間日長, 培養液温28℃の条件で植物を生育させた。移植後5日目に上位節の根の先端側を切除して約8 cmの長さとし、切断面を蒸留水 (対照区), 5%スクロース溶液あるいは10 ppm ゼアチンリボシド (t-ZR, 28.5  $\mu$  M) 溶液に24時間浸した。その後、処理した根を空気に暴露したままの状態でも20日間生育させ、根の形態変化を観察した。また、スクロース濃度が低下した根へのt-ZRの効果を調べるために、t-ZR処理までの3日間光合成を停止させる地上部の暗黒処理を行なった。各処理区とも6個体を供試した。各処理直前の根のスクロース濃度は9.1  $\mu$  g  $mg^{-1}$  FW, スクロース処理後の濃度は13.1  $\mu$  g  $mg^{-1}$  FW, 暗黒処理後 (t-ZR処理前) の濃度は2.3  $\mu$  g  $mg^{-1}$  FWであった。

【結 果】対照区およびスクロース処理区では処理に対する明瞭な反応は認められず、処理後の根径が増加するものから変化が認められないものまでであったが、t-ZR処理でははっきりとした反応が認められ、処理後一斉に根径が増加し、全ての根において一次形成層帯の発達と中心柱内の2次分裂組織の形成が確認された。しかし暗黒処理によってスクロース濃度が低下した根では、t-ZRによる効果は全く認められなかった。このように高いスクロース濃度下での外生サイトカイニン供与によってのみ塊根形成誘導の効果が認められた。

## P-5

## 共生窒素固定能強化されたマメ科植物変異体の評価

鈴木章弘<sup>1\*</sup>, 今里陽一郎<sup>1</sup>, 澤田翔平<sup>1</sup>, 平塚芳美<sup>1</sup>, 山内彩可<sup>1</sup>, 吉永綾<sup>1</sup>,  
内海俊樹<sup>2</sup>, 阿部美紀子<sup>2</sup>, 九町健一<sup>2</sup>, 橋口正嗣<sup>3</sup>, 明石良<sup>3</sup>, 穴井豊昭<sup>1</sup>,  
有馬進<sup>1</sup> ( <sup>1</sup> 佐賀大学農学部, <sup>2</sup> 鹿児島大学理学部, <sup>3</sup> 宮崎大学フロンティア  
科学実験総合センター)

( \*azuki@cc.saga-u.ac.jp)

マメ科植物と根粒菌の共生窒素固定において、その「場」である根粒という新たな器官を形成することは、非常に複雑な過程を経て成し遂げられる。多くの植物ホルモンがその過程に関与していることは想像に難くないが、根粒形成に限ってみても植物ホルモンがどのような役割を果たしているかについては、未知の部分が多い。私達の最近の研究からアブシジン酸 (ABA) は感染糸形成などに影響を与え、根粒数を調節することが分かっている。

そこで本研究では、野生型ミヤコグサと比較して内生 ABA 濃度が異なるものや ABA のシグナル伝達系に変異を持つものを単離するために、EMS によって変異を導入したミヤコグサの M3 世代バルク種子を以下の方法でスクリーニングした。すなわち、野生型ミヤコグサでは発芽不可能な濃度 (70  $\mu$ M) の ABA を含む培地で、発芽してきた変異系統を選抜した。得られた変異体候補の次世代植物体を用いて根粒着生試験をおこなったところ、野生型に比べて根粒数が増加したものや減少したのを見いだされた。その中で最も根粒数が増加していた No.12 では、ミヤコグサ根粒菌 (*Mesorhizobium loti* MAFF303099) 接種後 28 日目における根粒数は、有意に増加していた。そこでこの変異系統の内生 ABA 濃度を ELISA 法で測定したところ、野生型と比較して減少していることを確認した。さらに 31 種類の ABA 合成系の遺伝子群の発現を real time RT-PCR 法で調べたところ、いくつかの遺伝子では野生型に比べて発現量が 1/10 程度にまで減少していた。したがって、NO.12 において根粒数が増加した原因は、ABA 合成系遺伝子の発現が減少することによって内生 ABA 濃度が低下したことによると推測された。次に、この変異系統の窒素固定活性を測定したところ、植物体当たりの窒素固定活性は、驚くべきことに野生型ミヤコグサと比較して3倍以上に強化されていることが明らかとなった。現在、原因遺伝子のマップベースクローニングを進めているところである。

## P-6 ソルガム, エンバク, ラッカセイの生育における 数種アーバスキュラー菌根菌の接種効果

服部林太郎\*<sup>1)</sup>, 福田健一<sup>2)</sup>, 川邊有美<sup>2)</sup>, 大江真道<sup>2)</sup>, 三柴啓一郎<sup>2)</sup>, 大門弘幸<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup> 大阪府立大学農学部, <sup>2)</sup> 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科)

(\*email: hattori\_r@plant.osakafu-u.ac.jp)

植物の生育は多様な土壌微生物との相互作用によって制御されるが、中でも根粒菌や菌根菌との共生関係は農作物の生育や収量を制御する重要な要素となる。マメ科作物における根粒菌とアーバスキュラー菌根菌 (AM 菌) との三者間共生の解析は、これらの作物の生育制御要因である窒素やリンをはじめとする養分や水分の吸収機構を知る上に重要であるが、十分には理解されていない。そこで、ラッカセイの根粒着生、非着生変異体を用いて、根粒菌と AM 菌 (*Glomus* 属菌) の共接種実験を行い、ラッカセイの初期生育に及ぼす AM 菌の接種効果を調査した。さらに、接種 AM 菌の種間における差異を調査するための接種源を維持するために、ソルガムおよびエンバクを栽培したところ、両作物において接種菌種による生育差が認められたのであわせて報告する。

ラッカセイの根粒着生系統 (TARAPOTO(+)) と非着生系統 (TARAPOTO(-)) を赤玉土(3)とクレハ園芸培土(1)を充填した 1/5000 ワグネルポットに 2006 年 11 月 22 日に播種し、25°C に設定した自然光型グロースキャビネット内で栽培した。AM 菌には *G. aggregatum* と *G. etunicatum* を供試し、いずれも播種時に孢子を含む土壌資材を接種し、対照区には高圧滅菌した同資材を同量施用した。根粒菌 (*Bradyrhizobium* sp.) は全てのポットに播種時に接種した。播種後 22 日目から主茎長、主茎節数、総分枝数を経時的に測定し、71 日目に地上部、地下部別に乾物重、全 P 含有量、全 N 含有量を測定した。

主茎長、主茎節数、分枝数は、両系統ともに AM 菌接種区で生育初期から優り、供試 2 菌種間で比較すると、*G. etunicatum* 区でやや優る傾向にあった。播種後 71 日目における地上部、地下部の乾物重は、いずれのラッカセイ系統においても AM 菌接種区で明らかに高い値を示した。根粒着生の有無ならびに接種菌種間の差異に着目すると、乾物重は着生系統の *G. etunicatum* 接種区、全 P 含有量および全 N 含有量は着生系統の *G. aggregatum* 接種区でやや高い値を示した。AM 菌接種の有無ならびに接種菌種間で、根粒着生系統における根粒着生数や着生位置には明確な差異は認められず、本研究の範囲では、根粒着生の有無と接種菌株との相互関係については明確な結論は得られなかった。現在、AM 菌感染率について分析を進めているところである。

2006 年 8 月 26 日にソルガムを、2007 年 1 月 11 日にエンバクを、それぞれ赤玉土(5)、川砂(4)、クレハ園芸培土(1)を充填したロングポットに播種し、温室内で栽培した。接種 AM 菌には、*G. aggregatum*, *G. mosseae*, *G. fasciculatum*, *G. clarum*, *G. intraradices*, *G. claroideum*, *G. etunicatum* の 7 種を用い、草丈および葉齢の推移を調査した。調査期間は、ソルガムでは 11 月 11 日まで、エンバクでは 3 月 18 日までとした。

いずれの作物においても、草丈と葉齢の推移は、接種菌種間で差異がみられ、ソルガムでは *G. clarum* 接種区で最も高い値で推移し、*G. aggregatum*, *G. fasciculatum* 接種区がやや劣った。一方、エンバクでは *G. claroideum* 接種区で高く推移し、*G. fasciculatum*, 接種区で劣る傾向にあった。これらの菌種間差異の原因として、生育時期別の地下部と AM 菌における光合成同化産物の利用効率に着目して、解析を進める予定である。

---

供試 AM 菌は、畜産草地研究所の小島知子博士ならびに東京農業大学の河合義隆博士より分譲頂いた。ここに記して謝意を表する。

## P-7

## イネの側根形成に関わる QTL の同定と単離

出口 崇<sup>1</sup>、狩野麻奈<sup>1</sup>、Roel R. Suralta<sup>1</sup>、北野英己<sup>2</sup>、山内 章<sup>1</sup>、犬飼義明<sup>1</sup>

(1. 名大院生命農学、2. 名大生物機能開発セ、e-mail: inukaiky@agr.nagoya-u.ac.jp)

作物の生産性を高めるためには地上部諸形質の改良のみならず、土壌資源の効率的な獲得を目指した根系形態の改良が極めて重要である。このような観点から、近年、根の形質に関わる QTL 解析が精力的に行われ、数多くの遺伝子座が検出されている。しかし、イネに関してはこれら QTL の単離の成功例は未だ報告されていない。我々は現在、イネを材料に用い、根の長さや数、伸長角度に関わる QTL の同定、ならびに単離を試みている。イネには太く長く、そしてさらに高次に分枝することができる L 型側根と、細く短く分枝ができない S 型側根の 2 種類が存在する。今回の QTL 解析の結果から、このうち L 型側根数に関わる QTL が同定された。この L 型側根は乾燥や養分に応答してその数を大きく変化させることが知られている。つまり、養水分の獲得に関して L 型側根は非常に重要な役割を担っていると考えられる。そこで本研究では、イネの L 型側根数を制御する遺伝子を QTL 解析およびマップベースクローニングの手法を用いて単離を試みた結果について報告する。

この同定された QTL は、Kasalath 側が L 型側根数を増加させる作用を有していた。そこで全体の遺伝背景が基本的には日本晴であるが、この QTL 領域を含む極限られた染色体部位が Kasalath に置換されている染色体部分置換系統(CSSL29 番)と、日本晴との間で L 型側根数を比較した結果、CSSL29 番の L 型側根数は日本晴の数を超える値を示した。以上の結果から、確かに第 6 染色体長腕側に検出された QTL 領域に L 型側根数を制御する遺伝子座が存在するということが判明したため、次に本遺伝子 (*L TYPE LATERAL ROOT NUMBER, LLN*) の単離を試みた。

材料として CSSL29 番×日本晴の F<sub>2</sub> 世代 196 個体を用い、2 週間水耕栽培にて成育させた後に L 型側根数を測定した。同時にこれらの個体から DNA を抽出し、検出された QTL の近傍に設定した各分子マーカーにて遺伝子型を同定し、連鎖解析を行った。さらに、F<sub>2</sub> 世代で同定した表現型を確認するために、120cM 近傍で組み換わっていることが判明した F<sub>2</sub> 世代 28 個体の自殖次世代 (F<sub>3</sub>) 種子を各 50 粒供試し、同様に水耕栽培で 2 週間成育させた後に L 型側根数を測定した。その結果、LLN は分子マーカー TD1201 と TD335 に挟まれた約 150kb の領域に座していることが判明した。この領域には 21 個の候補遺伝子が存在している。現在、この座乗候補領域中にさらに分子マーカーを設定し、LLN の座乗領域を狭めていくとともに、この領域間に存在する ORF について日本晴と Kasalath 間で塩基配列を比較することによって、本 QTL の候補遺伝子の同定を進めている。

我々はこの LLN の他にも、根の長さや身長方向に関わる QTL の同定に成功しており、現在は同様にそれらの単離を進めている。一方、この単離の過程で得られる材料中には、目的の遺伝子座の極近傍で組み換わった個体が含まれる。そのため、遺伝的背景はほとんど日本晴であり、注目した遺伝子座を含む極限られた部位のみがカサラスの染色体断片を持つ、順同質遺伝子系統を同時に作出することが可能である。これらの材料を用いることで、注目した根系形質の差異が地上部の成育に与える影響を、品種間等を用いた場合とは異なり直接的に評価することが可能となる。さらに根系形質の異なる順同質遺伝子系統間で交雑し、その後代の中から上述した二つ、さらには三つの根系形質をあわせもった系統を作出できれば、栽培環境が異なる個々の圃場において「どのような根系構造が望ましいのか」に対する答えの一端が見えてくるものと期待される。

本研究で供試した置換系統群は、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。

**P-8** サツマイモ塊根中で発現するホメオボックス遺伝子の機能解析

田中 勝\*, 加藤央生, 中山博貴, 高畑康浩

九州沖縄農業研究センター

(\*E-mail: mtanaka@affrc.go.jp)

サツマイモ (*Ipomoea batatas*) の高い生産性は塊根のシンク能に由来することが知られている。塊根の形成過程に関してはこれまで生理学的、解剖学的な研究が進んでいるものの、その分子機構についてはほとんど明らかにされていない。*class-I knotted1* 型ホメオボックス (*KNOXI*) 遺伝子は茎頂分裂組織の維持において中心的な役割を担う転写因子であり、サイトカイニンやジベレリン、リグニンなどの生合成反応の調節を通じて、細胞の分化を制御することが知られている。近年、*KNOXI* 遺伝子が茎頂分裂組織の維持のみならず、茎の2次成長や側根の形成など植物の形態形成に広く関与することが報告されており、塊根形成の過程でも一定の機能を担うことが期待される。本研究では塊根内で発現する *KNOXI* 遺伝子の単離を試みるとともに、発現パターンの解析を行った。

*KNOXI* 遺伝子ファミリーの保存配列から設計したプライマーを用い、サツマイモ (品種高系14号) の塊根 RNA を鋳型として RT-PCR を行った結果、4種類の *KNOXI* 遺伝子断片 (*Ibkn1* ~ *Ibkn4*) が単離された。これら断片をプローブとして塊根 cDNA ライブラリーをスクリーニングした結果、これまでに *Ibkn1*, *Ibkn2*, *Ibkn3* の全長 cDNA が単離された。ホメオドメイン部分の推定アミノ酸配列をもとに分子系統樹を作成した結果、*Ibkn1* はシロイヌナズナの *SHOOT-MERISTEMLESS* と、*Ibkn2*, *Ibkn3* はシロイヌナズナの *KNAT1* とオルソログであることが推測された。

挿苗後 40 日目のサツマイモ植物体について各遺伝子の器官特異的な発現を RT-PCR 法を用いて解析したところ、*Ibkn2*, *Ibkn3* はいずれも茎 (節間部) および塊根で高い発現を示していた。*Ibkn1* も塊根で発現を示すものの、その発現は茎に比べて低かった。直径 2 mm 以下の細根では、いずれの *KNOXI* 遺伝子の発現も認められないか、認められても塊根に比べて弱いものであった。*Ibkn1* ~ *Ibkn3* 遺伝子の根部における発現の品種間差を調べたところ、*Ibkn1*, *Ibkn2* については供試した品種全てで塊根における発現が認められたが、*Ibkn3* については一部の品種で塊根を含む根部における発現が全く認められなかった。

塊根内における *KNOXI* 遺伝子の発現の局在を RT-PCR により解析したところ、*Ibkn1* は塊根の茎に近い側および一次形成層の近傍で比較的強く発現していた。一方、*Ibkn2*, *Ibkn3* は塊根内で比較的均一に発現していた。

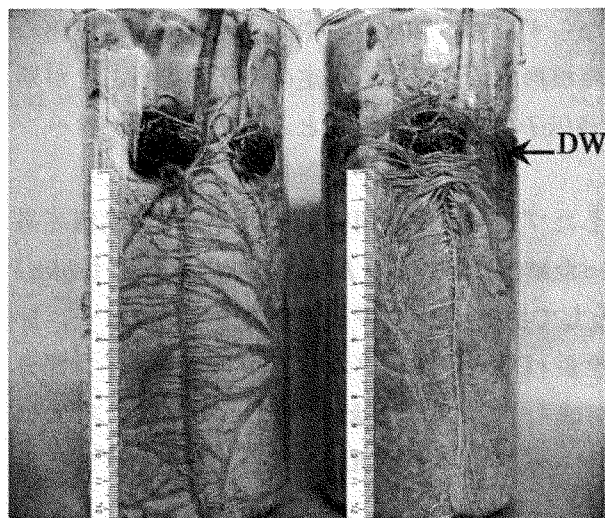
現在、これら *KNOXI* 遺伝子の塊根における機能をさらに解析するため、発現量を人為的に変化した形質転換体の作成を行っている。

## P-9 湛水処理によるベニバナインゲンの成長と根の組織構造変化

仁木 輝緒 拓殖大工 (tniki@la.takushoku-u.ac.jp)

演者は湛水土壌下での根の生理・形態学的変化を調べている。イネ科植物イネでは、通常の生育に於いても皮層細胞の崩壊による空隙が観察される。トウモロコシでは湛水処理をした時に空隙が生じ、これらイネ科植物では空隙が通気組織として働いていることが示されている。演者はマメ科植物 (アラスカエンドウ) を用いて、湛水処理をすると根中心柱柔細胞が崩壊し、空隙を形成することを報告してきた。この現象が他のマメ科植物でも観察されるのかを試みている。これまでのところ、ソラマメ (*Vicia faba*) にも観察されたが、今回ベニバナインゲンを検討した。

ベニバナインゲン (*Phaseolus* sp) は北海道産のものを用いた。1 リットルのトールビーカにろ紙を巻き、内側にパーメキュライト、水をいれ、アルミ箔で覆いオートクレーブ滅菌をした。20℃暗黒で発芽・発育をさせた。播種4日目に種子の直下まで水を入れ、16日間湛水条件を保った。播種してから20日後、種子根の成長量を測った。空隙の形成は、徒手及び樹脂包埋による切片を用いて調べた。



湛水処理しても茎及び葉の成長量及び形態には、顕著な変化は見られなかった。しかし、根に於いては湛水処理によって顕著な成長量抑制がみられ、播種から20日後においては未処理に対して約50%の成長量であった。根の外部形態も湛水処理によって顕著な変化を示した。未処理の根では根の成長に伴い、側根は主根に対して水平に成長していた。湛水処理をした根では、側根の形成が主として上部 (基部) に於いて活発で、主根に対して水平方向への成長を示すとともに、一部の根は下方 (水中) へも成長した。このような湛水処理下では、側根は主根の先端部及び中間部では形成と成長が抑制されていた。

徒手切片、樹脂包埋による切片による観察は、根先端部位に於いて根中心柱柔細胞の崩壊による空隙を示し、その空隙の形成は根先端1~2.5cm部位にみられた。先端から、3~15cmに於いては木部導管の発達が顕著で、基部 (根先端から14~18cm部位) では皮層細胞の崩壊による空隙が形成されていた。なお、側根に於いては、根中心柱・皮層とも柔細胞崩壊による空隙の形成はみられなかった。

いくつかのマメ科植物 (アラスカエンドウ、ソラマメなど) に於いては湛水処理によって空隙の形成が起こることが示されている。ダイズに於いてもいくつかの報告があるが、空隙 (通気組織) の形成部位が異なり、演者らは同様な空隙の形成を観察していない。

イネ科植物の空隙の形成は良く知られた現象であるが、ベニバナインゲンの根先端部中心柱柔細胞の崩壊、基部近辺での皮層柔細胞の崩壊による空隙の形成は、湛水下に於ける適応形態と考えると興味深い現象であり、ベニバナインゲンの湛水条件下での生育適応能を示唆する。

**P-10** カンゾウ根系における  $\delta^{13}\text{C}$ ・ $^{15}\text{N}$  の分布とグリチルリチン蓄積山本知佳<sup>1)</sup>・林 茂樹<sup>2)</sup>・柴田敏郎<sup>2)</sup>・山本 豊<sup>3)</sup>・巽 二郎<sup>1)</sup>

(1 京都工芸繊維大学, 2 (独) 医薬基盤研究所, 3 (株) 栃本天海堂)

(連絡先 E-mail:tatsumi@kit.ac.jp)

最近、植物体内における  $^{13}\text{C}$  と  $^{15}\text{N}$  の分布が炭素・窒素の代謝過程や器官における物質移動と密接な関わりを示唆する知見が報告されている。しかし  $^{13}\text{C}$  と  $^{15}\text{N}$  の体内分布とシンクにおける物質集積との関係は現在までほとんど明らかになっていない。薬用植物のカンゾウ根は他の多くの多年生マメ科植物の肥大根と同様に、秋になると肥大して次年度の再生のための栄養を蓄積するシンク器官として機能する。カンゾウでは特に生薬成分のグリチルリチン (GL) が蓄積する。本研究は圃場で生育したカンゾウ根系における安定同位体自然存在比の体内分布を調査し、シンクに蓄積する物質のひとつであるグリチルリチン集積との関係を調べた。

**材料と方法:** (独) 医薬基盤研究所, 薬用植物資源研究センター北海道研究部 (名寄) の試験圃場にて栽培した4年生のウラルカンゾウ (*Glycyrrhiza uralensis* Fisch.) の根系を2006年9月20日に採取した。地下部をストロンと根系に分け、さらに主根と分枝根についてそれぞれ土壌深度別 (0-15cm, 16-30cm, 31-45cm, 46-60cm, 60cm以下) に切り分けた。地上部は葉, 茎, 果実に分けた。サンプルの GL 含有率および  $^{15}\text{N}$  自然存在比 ( $\delta^{15}\text{N}$ ) および  $^{13}\text{C}$  自然存在比 ( $\delta^{13}\text{C}$ ) を求めた。

**結果と考察:** 根における  $\delta^{15}\text{N}$  の分布パターンは主根と分枝根ともに根の土壌深度が深くなるほど高くなる傾向を示した。地上部では果実が最も高く、次いで、茎の順であり、ストロンでは最も低かった。 $\delta^{13}\text{C}$  は全体的に見ると根系よりも地上部の方がやや低い傾向を示し、根系では浅い部位において深い部位よりもやや高い傾向であった。しかし  $\delta^{15}\text{N}$  と  $\delta^{13}\text{C}$  との間には有意な相関が認められなかった ( $r^2=0.250$ )。GL 含有率の根系における分布は、主根では深い部位で高く、分枝根では浅い部位で高かった。GL 含有率と  $\delta^{15}\text{N}$  の間には根系全体としては相関が認められなかったが、主根と分枝根を土壌深度別に分けてみた場合では主根において正の相関 ( $r^2=0.554$ ) が、これとは反対に分枝根では負の相関 ( $r^2=0.774$ ) が認められた。また GL 含有率と  $\delta^{13}\text{C}$  との間には、主根では正の相関 ( $r^2=0.522$ ) が認められ、分枝根では負の相関 ( $r^2=0.670$ ) が認められた。以上から、GL の蓄積と  $\delta^{15}\text{N}$  および  $\delta^{13}\text{C}$  の間に密接な関係が存在することが示唆された。シンクに蓄積する物質は多くの代謝過程を経た最終産物である。また代謝や転流過程において同位体分別が生じるために、シンク器官の同位体存在比が低くなる場合が知られている。シンク根の場合では物質蓄積機能が活発な部位と養分吸収・呼吸能の活発な部位とが混在しており、そのためにシンク器官内での同位体存在比の特徴的な変動が観察されたと考えられる。

本研究の一部は平成18年度厚生労働科学研究費補助金 (ヒトゲノム・再生医療等研究事業) の補助を受けて行った



**P-11** チャノキ不定根細胞壁のジベレリン欠乏ストレスと機械的ストレスへの応答

吉岡雄三, ○谷本英一 (名古屋市立大院・システム自然科学)

植物の成長は細胞壁の力学的な性質の変化によって制御されている。またその変化は化学成分の変化を反映していると考えられるので、細胞壁の成長制御を理解するには細胞壁構成成分の化学分析が必要である。これまで、エンドウなどの草本の根においては細胞壁多糖類組成の研究がなされているが、木本では研究例が少ない。チャノキは、アルミニウム耐性が高く、酸性土壌で成育する商品価値の高い作物である。また水耕栽培法が確立されているので、木化能力を備えた比較的柔らかい白色根が定期的に一定量採取できる。我々は、これらの特徴を利用して、チャノキ不定根の成長に伴う形態や細胞壁の力学的性質を研究してきた (Tanimoto et al. *Biologia, Bratislava*, 59:57-66, 2004)。

本研究では、水耕、ミスト耕、土壌栽培で育成したチャノキの不定根を用いて、先端から基部に向う細胞齢の進行に伴った細胞壁構成成分の変化を分析し、これらの栽培条件による細胞壁構成多糖類の変動と成長との関係を調べた。また、水耕においては、ジベレリンの合成を阻害するアンシミドールを投与して、ジベレリン欠乏ストレスと細胞壁の変動も比較検討した。

**【材料と方法】**：水耕とミスト耕の培養液は標準的な小西液を用いた。2005年と2006年に(独)農研機構・野菜茶業研究所(静岡県榛原郡金谷市)で、挿し木繁殖されたヤブキタ品種の苗を、毎年度の秋から冬にかけて適時、ポット土壌栽培、水耕栽培、ミスト(噴霧)栽培に移し、不定根を誘導・成長させ、不定根の先端部8mmを細胞壁分析材料として用いた。不定根は長さを揃えるため、15-30mmの2次不定根を切り取り、根端部8mmから1mm毎の横断切片を100-200本採取した。各切片群から細胞壁多糖類を抽出し、多糖類の定量を行なった。抽出したヘミセルロースについては、ガスクロマトグラフィーによる中性糖の組成定量分析を行った。

**【結果と考察】**：2種類の水耕栽培(無処理とアンシミドール処理)、ミスト栽培、土壌栽培の4種類の栽培条件を比較すると、全ての栽培条件で、根端から1mm部分では基部に比べ、ペクチンの相対量が多く、セルロースの相対量は低かった。ペクチン量は根端部から基部に向かって低下し、逆にセルロースの相対量は基部に向かって増加した。アンシミドール処理根と土壌根では、セルロース含量の基部へ向かう増加が最も大きく、水耕栽培根やミスト根では、セルロース含量は緩やかに増加した。またアンシミドール処理を行いジベレリンの合成を阻害すると根が太り、細胞の体積が増加するが、その細胞壁は、土壌根と同じくセルロース含量が高く60%以上を占め、水耕やミストより10%程度高い値を示した。ミスト栽培の根は土耕栽培のものに比べて根端部のペクチンの相対量が2倍以上多く、反対にセルロース相対量は10%以上少なかった。また、ヘミセルロースの含量および中性糖組成の分析から、生育条件で変化する分子種と変化しにくい分子種があることが明らかになった。

これらのことから、チャノキ不定根は、ミスト根と土壌根のような生育環境における物理的ストレスの相違や、ジベレリン欠乏ストレスなどによって細胞壁の多糖成分を変化させ、その結果が細胞壁の力学的性質の変化に表れることが示唆された。これらの細胞壁の組成変動に関する知見は、チャノキの不定根の成長とそれを制御する細胞壁の研究に基礎的な新しい知見を提供すると思われる。

## P-12 静岡牧ノ原と鹿児島南薩の茶園根群域の深さ

○松尾喜義<sup>1</sup>・塗木隆太<sup>2</sup>・植田 修<sup>2</sup> (<sup>1</sup>野菜茶研、<sup>2</sup>野菜茶研農業技術研修生)

(連絡先: 〒428-8501 島田市金谷 2769 野菜茶研・茶生産省力技術研究チーム、  
matuok@affrc.go.jp)

永年生常緑樹木作物であるチャの茶園生産力は、根群域の深さと密接に関係することが知られており、静岡県の茶生産指導指針では茶園土壌改善基準として「主要根群域の厚さ 60cm 以上」と定めている。この基準値が目安として妥当であることは、静岡県菊川町(現:菊川市)の農家茶園の生葉収量出荷記録と所有園地の実地調査から確認している(松尾ら 第10回根研究集会)。

ところが、この基準値に関連した発表者らの現地茶園調査データ収集地域は、赤黄色土が主体の静岡県中部を中心とした地域に限られており、日本国内第2位の茶産地である鹿児島県での調査データは持っていなかった。また、大きな面積のある牧ノ原台地茶園についても、点的な調査にとどまっており台地全域を網羅するデータは今まで得られていなかった。

ここでは、静岡県牧ノ原台地の台地上平坦部茶園と鹿児島県南薩地方(枕崎市、知覧町)で茶園根群域の深さを測定した結果を紹介する。

### 【調査方法と調査地域】

茶園における根群域の深さを調査するため、貫入式土壌硬度計(大起理化:DIK5520)を用い、この装置で測定した最深到達深度(硬度 25kgf の深度 cm)を根群域の深さとした。調査は、2005年の夏から初冬期にかけて行った。鹿児島県では、知覧町塗木集落周辺の農家茶園および枕崎市の野菜茶業研究所枕崎茶業研究拠点内茶園を調査した。静岡県牧ノ原台地については、台地最南端部の御前崎市内の台地平坦面上茶園を基点とし、台地平坦面上の道路を台地最北端の島田市金谷までたどり、道路上の距離約 1~1.5 km 毎に 1カ所道路周辺の代表的と思われる茶園について調査した。

いずれも 1 調査地点につき茶園内畝間中央部で 5 カ所を調査し平均してデータとした。

### 【結果と考察】

鹿児島県知覧町内の農家茶園では、平坦地茶園では茶園の土の深さは 60~80cm 以上あり深い茶園が多かった。平坦地の生育不良茶園では地表下約 40cm に緻密な盤があった。枕崎の野菜茶研では、溶岩が地表下の浅い場所に出現する茶園で土層が薄く生育が悪かった。

牧ノ原台地平坦面上の茶園 30 地点における土の深さの平均値は **51.2cm** で、最も浅い茶園は **16.0cm** であった。浅い茶園は比較的集中して分布する傾向があったが、近接する茶園で差が大きい場合も認められた。

鹿児島県南薩の生育不良茶園は、牧ノ原台地の不良茶園より土層が深いと考えられる場合があり、その要因として、牧ノ原が赤黄色土であるのに対し南薩は火山灰土壌であること、牧ノ原より暖地で夏期の気温が高く日射も多いことが影響している可能性がある。

南薩地域では安定した茶生産のためには牧ノ原台地より厚い土層が必要かも知れない。

今後さらに調査事例を蓄積して検討を続ける予定である。

## P-13 モモ幼木における土壌リンの局在性が樹体と根の生育に与える影響

喜多正幸\*・梅宮善章・井上博道

(独) 農研機構・果樹研究所・果実鮮度保持研究チーム

(\*連絡先 e-mail: [mkita@affrc.go.jp](mailto:mkita@affrc.go.jp))

### 【背景・目的】

我が国の果樹園表層土壌には、リンが集積している事例の多いことが知られている。これは、リンは過剰施肥の影響が発生しにくいことから、樹体の必要量以上の過剰な施肥が継続して行われてきたためである。近年はリンの資源としての価値が見直され、将来的なリン資源の枯渇も危惧される状況にある。しかし、果樹園ではリンの効率的な施肥技術や土壌中に蓄積したリンの有効利用技術はこれまでに確立していない。そこで、高濃度に集積したリンの果樹根系や樹体の生育に及ぼす影響を明らかにし、リン施肥技術の基礎的知見を集積することを目的とする。

### 【材料と方法】

モモ1年生‘あかつき’を供試樹とし、植え付け時に、植え付け位置を中心として、1.5m四方、深さ0.2m(容積:450L)に土壌を掘り、120mgリン酸/100g土壌となるように過リン酸石灰(リン酸成分:17%)を土壌と混和し、埋め戻した。処理区として、無施肥区・全域施肥区(2.54kg/全域)・半域施肥区(1.27kg/半域)・半域倍量施肥区(2.54kg/半域)を設定した。地上部は、落葉開始前に葉をすべて摘葉したうえで新梢部・樹幹部に解体し、それぞれの乾物重を測定した。地下部は、施肥範囲内外の根をそれぞれ掘りとり、直径2mm以下の根(細根)は画像解析ソフトを利用して、直径0.2mm単位毎の根長と表面積を測定した。測定後、それぞれの乾物重を測定した。また、リンの効率的利用に菌根菌の活用が提言されており、各処理区で菌根菌の孢子数を実体顕微鏡下で測定し、リン施肥による土壌中菌根菌密度および、樹体への生育に及ぼす影響についても検討した。

### 【結果及び考察】

リン施肥により、地上部の乾物重は無施肥区に比して、葉で約140%、新梢部で約170%、樹幹部で約135~150%と、いずれの処理区でも生育量の増加が認められた。また、地下部は区画内では根乾物重は無施肥区比約120~160%の増加であった。全域施肥区は無施肥区に比べ、根の生育自体が促進されたため、T/R比は低くなる傾向にあり、全根量に対する区画内の根量の割合は有意に低かった。また、施肥した場合には、地上部の生育量への影響は施肥リン濃度・施肥範囲に関わらず、有意な差は認められなかった。地下部は、施肥範囲内の細根は無施肥区と全域施肥区を比較した場合、根重・根長・表面積のいずれも増大する傾向であった。さらに、半域施肥を行った場合、区画内の根重に対する細根重の比率は高まる傾向にあった。また、施肥範囲内の細根の画像解析の結果、無施肥の場合は、直径0.4mm以下のより根径の小さい根の割合が高まる傾向が認められた。一方、半域施肥を行った樹体は、細根乾重1gあたりの細根長や細根表面積は施肥側が上回る傾向にあるが、無施肥側の根重が多く、結果として根長・表面積共に、無施肥側が若干上回った。これらの結果は、樹体として十分な養分(リン)を吸収することが可能であっても、リン養分の少ない部位に伸長した根は細根量を増加させて、養分吸収を効率的に行うことが推測され、部分施肥・局所施肥による根系構造の改善でリン減肥につながる可能性が示された。

また、処理土壌における菌根菌孢子数を比較したところ、無処理区では *Glomus* 属の孢子が多く認められ、菌根菌総孢子数はリン無処理区に比べて有意に多かった。しかし、半域施肥区では施肥リン濃度や施肥区画による菌根菌孢子数に有意な差は認められず、個体としてリンが十分に供給されている条件下では、菌根菌の効果は小さいと考えられた。

## P-14 アズキの部分耕狭条密植栽培における根の特徴

大橋善之

京都府丹後農業研究所 (E-mail: [y-ohhashi60@pref.kyoto.lg.jp](mailto:y-ohhashi60@pref.kyoto.lg.jp))

京都府産アズキは、府内の実需業界から需要が高いものの、作柄が気象条件に左右されやすく、生産者の高齢化などにより、作付け面積は減少傾向で、ここ数年、需要量を大きく下回る事態が続いている。そのため、実需業界から、早急な生産量の拡大・確保が強く求められている。一方、ダイズでは、部分耕狭条密植栽培法が開発され、播種や収穫時の天候に左右されにくい省力機械化体系として普及しつつあるが、これまでアズキでは検討されていない。当所では、アズキの生産量の拡大・確保を図るため、新たな営農集団が大規模で取り組む省力機械化体系として、2005年からアズキの部分耕狭条密植栽培の実用性を検討している。ところが、2006年の現地試験において、湿害からくる生育不良が認められたことから、部分耕狭条密植栽培したアズキの根の特徴を観察し、今後の安定栽培に向けた課題を検討した。

### <材料と方向>

2006年7月27日に所内、8月2日に舞鶴市の農家の水田転換畑において、アズキ「京成大納言」を専用の部分耕播種機で条間30cm、株間10cmに播種した。発芽苗立ちは良好であったものの、9月上旬に連続した降雨があり、舞鶴市において著しい生育不良が認められたことから、10月12日に所内、10月17日に舞鶴市において根を掘り取り、その状況を観察した。なお、調査に当たっては、所内では8月4日に播種し、8月22日に中耕・培土した慣行栽培、舞鶴市では同一農家が栽培する近隣の慣行栽培との比較を行った。

### <結果と考察>

所内の中耕・培土を行った慣行栽培では、主根と1次側根が肥大し、培土した部分からは多くの不定根が伸長し、根粒の着生も多かった。これに比べて部分耕栽培の根は主根以外の太い根は少なく、比較的細い側根が多かった。また、根の伸長は、耕起した部分だけではなく、不耕起部分へも認められた。

舞鶴市の部分耕栽培は、9月中旬から葉が黄化し、生育が著しく不良となった。9月19日の観察では、圃場の排水性が著しく悪く、部分耕した部分に滞水しており、根部が黒変した株も多かった。このことから、生育不良の要因は、湿害であると考えられた。これに加えて圃場内で茎疫病が発生し、その後枯死する株が多発した。茎疫病に罹病していないアズキの根を観察すると、所内と同様に慣行栽培に比べて1次側根の肥大が劣り、細根の発達も少なかった。

部分耕狭条密植栽培は、単位面積当たりの株数が多いことから、所内では16.7kg/aと慣行栽培の13.9kg/aに比べて多収となったが、舞鶴市のように湿害が発生しやすく、一度湿害になると生育不良が著しく助長される傾向が認められた。この対策としては、明渠や弾丸暗渠の施工によって、圃場の排水対策を徹底することが必要と考えられた。今後は、部分耕狭条密植栽培においても、根系の発達を促進させ、湿害に対する耐性を向上させることが、課題であると考えられた。

## P-15 低段密植栽培の2次育苗期における高塩類ストレスの付与が トマト苗の生育および果実収量に及ぼす影響

中野有加<sup>1</sup>・漆山喜信<sup>2</sup>・安場健一郎<sup>1</sup>・中野明正<sup>1</sup>・鈴木克己<sup>1</sup>・土屋和<sup>3</sup>・高市益行<sup>1</sup>・坂上修<sup>1</sup>・佐々木英和<sup>1</sup>・大森弘美<sup>1</sup>・川嶋浩樹<sup>1</sup>・黒崎秀仁<sup>1</sup>・河崎靖<sup>1</sup>

1; 野菜茶業研究所, 2; 宮城県農業園芸総合研究所, 3; 太洋興業 (yuka88@affrc.go.jp)

トマトの低段密植栽培においては、本圃の作付け回数を増やすため、セル成型苗を開花期まで2次育苗する。2次育苗圃は密植となるため苗が徒長しやすく、作業性の悪化や収量低下などの問題が生じる。培養液の高塩類ストレスにより成長が抑制されることは知られているが、培養液の塩類ストレスの最適な強度や組成については、未解明である。また、肥料のコスト削減や使用後の培養液の廃棄による環境負荷の低減を目指す必要がある。そこで本実験では、2次育苗による良苗生産に適した高塩類ストレス処理の方法を開発することを目的とした。

[材料および方法] トマト‘桃太郎ヨーク’を9月26日に播種し、閉鎖型苗生産システム(苗テラス、太洋興業社製)で3.8葉期まで栽培後、10月17日に2次育苗圃(ナッパランド、1.2×1.3mベッド、80株/区、循環液量40L、太洋興業社製)において育苗した。処理区は、EC4/液(EC4dS/mの培養液)、EC4/NaCl(EC2.4の培養液(太洋興業液肥ArとCuを1:3の比率で混合)にNaClを添加し、4dS/mとしたもの)、EC8/液(EC8dS/mの培養液)、EC8(EC2.4の培養液にNaClを添加し、8dS/mとしたもの)の計4区2反復とした。参考データとして、EC2.4/液区を反復なしで設けた。培養液ECの変動を少なくするため、培養液を3回更新した。第1花房開花1週間前の11月2日に本圃(NFT、0.3×4mベッド×5列、39株/列)に定植し、3段花房開花時に上2葉を残して摘心した。積算日射量1MJ当たり0.2~0.4meN/株相当量の培養液を循環タンクに加え、ポンプで栽培ベッドに連続供給した。

[結果および考察] 2次育苗培養液の高ECストレスの付与により、根重および葉数に有意な差はみられなかったものの、茎長、茎径、地上部重が減少した。そのため定植時の作業性は、2次育苗の培養液EC4よりもEC8が優れていた。苗の生育において、NaCl区と培養液区との間に有意な差はみられなかった。出液速度は、EC8でEC4よりも低かった。出液速度の測定は栽培環境条件を変えずに行ったが、塩類濃度による影響が大きいと考えられるため、今後検討を要する。一方、根の呼吸速度は誤差が大きく、処理による有意な差はみられなかった。

本圃定植後の生育は、2次育苗時の高EC処理により上段果房ほど開花が遅れ、茎および下葉の乾物重、1~3段果房下の茎径が小さくなった。1株当たりの収量は、EC8/液区およびEC8/NaCl区で1.1kgであり、EC4/液区の1.4kgよりも少なかった。一方、NaCl区と培養液区との間に有意な差はみられなかった。なお、果実の障害、糖度については処理による差はみられなかった。

以上の結果から、2次育苗期間中の高塩類ストレスの付与は、コンパクトな苗となり定植時の作業性を向上させる。しかし、高塩類ストレス付与により、定植後も初期の茎葉の成長量が劣り、収量が低下することが示された。また、培養液のECが同じであれば、培養液と食塩の差はみられないことから、肥料費の削減のために食塩で代用できると考えられる。なお、良苗の指標として、根の呼吸速度は適さないこと、出液速度については測定法を検討する必要があることが示された。

P-16

野菜類の根系分布特性と湛水害の軽減・回避について

東尾久雄・相澤証子・村上健二・徳田進一・浦上敦子

農研機構・野茶研

(higashio@affrc.go.jp)

1. 緒言

野菜における湛水害発生機構の解明および被害を軽減する生産技術の開発が求められている。野菜の湛水害についての情報は少ないが、品目により湛水による被害発生に差異のあることが指摘されている。そこで、野菜の種類による根系分布特性の相違と湛水害発生との関係解析および被害軽減のための生産技術の開発に必要な知見を得るため、野菜類の根系分布特性を調査した。その結果、若干の知見を得たので報告する。

2. 実験方法

野茶研つくば研究拠点が存在する茨城県つくば市観音台の中央農研内の圃場に 10 種類の野菜を栽培した。栽培は畝幅 60cm、株間 40cm の 1 条植で、平畝・無マルチ栽培とした。6 月初旬から 8 月中旬まで、各野菜について生育ステージ別に根系分布を調査した。

根系分布の調査には、各野菜とも 1 回の調査当たり 4 ~ 6 株を供試した。調査の手順は下記の通りである。即ち、対象作物の地際部を大型機械で 1メートル程度掘削し、手作業で土壌断面を調整する。次に、露出した根系を水道水で洗い出し、それをアクリル板・ビニール等に手書きで写し取る。そして、5cm 角の格子模様の入った用紙を背景に、デジカメで画像を撮り、プリントアウトする。その後、5cm 四方の枠内にある線 (根系) 数を調べ、その数を図面にプロットすることで根系の分布を捉えようとした。

3. 結果

調査圃場の土壌は作土と下層土に明瞭に区分されていた。いずれの野菜においても、生育ステージの進行に伴う根系発達は水平方向への発達が垂直方向よりも先行し、かつ早期に発達が停止した。下層土の存在は根系分布に大きく影響を及ぼし、いずれの野菜についても、根系の多くが作土層を中心に分布していた (図 1 参照)。供試品目間で、根系分布の垂直方向への分布に明らかな相違が認められた (図 2)。本調査を通じて、高畝栽培や品目の選定により湛水害を軽減・回避できることが示唆された。

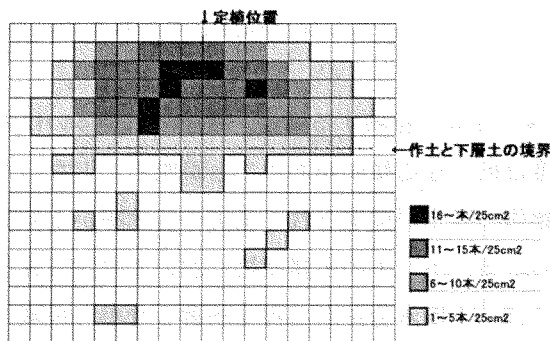
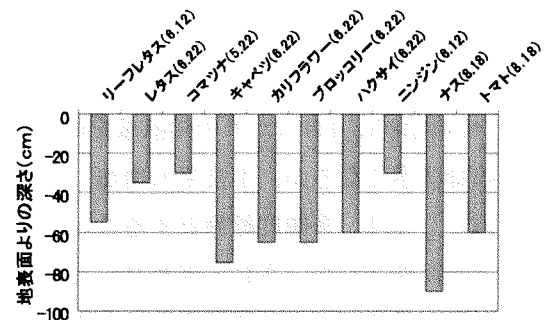


図1 収穫期に達したキャベツの根系分布 (6月22日調査)



※ (月、日)は調査日

図2 各種野菜の垂直方向への根系分布

## P-17 薄い養液の多頻度給液下でのトマトの生育と果実収量及び品質

渡辺慎一<sup>1\*</sup>・古谷茂貴<sup>1</sup>・荒木陽一<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州沖縄農業研究センター 暖地施設野菜花き研究チーム

<sup>2</sup>東北農業研究センター

(\*連絡先 E-mail: shinwa@affrc. go. jp)

トマトの土耕栽培において、肥料利用効率を高めつつ生育・収量を向上させるためには、濃度の比較的薄い養液を頻繁に供給し、根の周囲の養水分を積極的に動かすことが一つの有効な方法であると考えられる。そこで本試験では、薄い養液の給液頻度がトマトの生育と果実収量及び品質に及ぼす影響について調査した。

### 【材料と方法】

両試験とも、品種は‘桃太郎J’を用いた。それぞれの定植日にワグネルポットに定植し、ガラス室内で栽培を行った。培養土は健苗(八江農芸)を用いた。液肥は、生育段階に応じて前半は養液土耕4号(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=15-20-15%),後半は養液土耕2号(N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O=14-8-25%)を用いた。主枝1本仕立てとし、第6果房上に3葉残して摘心した。

試験1) 2004年11月12日に1/5000aのワグネルポットに定植した。給液量を同一にして、株当たり窒素日施用量を①46mgとして1日1回給液する区、②27mgとして1日1回給液する区、③27mgとして3回に分けて給液する区の3区を設定した。

試験2) 2005年12月1日にガラス室内の1/2000aのワグネルポットに定植した。株当たり給液量と窒素日施用量(25-26mg)を同一にして、1日1, 2, 4, 8回給液する計4区を設けた。

### 【結果と考察】

試験1) 葉柄汁液中の硝酸イオン濃度は、1日1回給液の場合は46mg施用のほうが27mg施用よりも高い傾向がみられた。また、27mg施用の場合は1日1回の給液よりも3回に分けて給液するほうが高い傾向がみられた。生育(茎径)、栽培終了時の株当たり窒素吸収量は1日1回給液の場合は46mg $\geq$ 27mgであり、27mg施用の場合は1日3回>1日1回であった。果実総収量も同様の傾向であったが、27mg施用では1日3回に分けて給液することにより窓あき果等の不良果が増加した。果実糖度は、窒素日施用量が少ないほど、また給液回数が多いほど低くなる傾向がみられた。

試験2) 葉柄汁液中の硝酸イオン濃度は給液回数が多いほど高い傾向がみられた。栽培終了時の乾物重、株当たり窒素吸収量には給液回数による一定の傾向はみられなかった。1日1回給液と比較して、2回以上給液した場合に一果重は大きく、果実総収量は多く、果実糖度は低くなる傾向がみられたが、2回以上の給液回数の間では差はみられなかった。

以上の結果から、1日当たりの給液量を同じにして薄い養液を給液する場合、給液回数が多いほど果実の総収量は多くなるが、不良果も増加し、果実糖度は低くなる傾向があることが明らかとなった。この原因としては、多頻度給液とすることにより植物体の吸水が促進されて果実の含水率が上昇し、果実肥大が促進された(されすぎた?)ことが考えられる。トマトの土耕栽培において果実品質を低下させずに収量及び肥料利用効率を向上させるためには、土壌水分をある程度制御しながら根域の養水分をいかに積極的に動かすかがポイントになると考えられる。

## P-18 テンサイでの根系分布からみた拡散抵抗の品種間差違について

伊藤博武\*・横田和哉・小松輝行

東京農業大学生物産業学部

(\*連絡先 E-mail: h-ito@bioindustry.nodai.ac.jp)

網走市は大規模機械化畑作農業に成功した地域である。ただし、テンサイの収量が土壌タイプ間で異なるといった問題も残されている。土壌物理性が良好な淡色黒ボク土では深根で収量が高いのに対し、土壌物理性に劣る褐色森林土や多腐植質黒ボク土では浅根で収量が低い(林ら, 2004)。浅根化した圃場では、高温になると葉が萎れ、気孔も閉じて日中の光合成量が低下する。当地では根の生長に不利な土壌タイプが存在しても、単一の品種を使用している。そこで、本研究では高温・乾燥条件に対する品種特性について、根系の垂直分布や水分生理の面から検討した。

**材料と方法について：** 東京農大寒冷地農場内の圃場(淡色黒ボク土)で研究材料を栽培した。供試品種はアセンド、スタウトおよびカプトマルとした。ペーパーポット苗を2006年5月19日に移植し、栽培は現地農家の慣行に従った。拡散抵抗はリーフポロメーター(DECAGON SC-1)により、8月7日、8月17日および9月26日に平均的な生長を示す10個体を選び葉の表で10回測定した。なお、拡散抵抗調査日の天候は3日とも快晴であった。10月1日に収量調査を実施した。さらに、幅1.5m、奥行き1m、深さ1mの塹壕を掘り、土壌断面より深さ10cm、幅10cmの間隔で100mlのコアにて土壌を採取した。室内にて、凍結保存した土壌より根を洗い出し、ルートスキャナ(Regent Win-RHIZO)を用いて根長密度を測定した。また、型取り法により生物顕微鏡下で葉の表裏の気孔数を調査した。

**拡散抵抗の測定条件** 8月7日： 3日前に40mm程度の降雨があり、作土層の水分が高くなっていた。天候は晴れで平均気温も約25℃と高かった。8月17日： 高温条件で10日間も雨が無く、作土層から心土層まで土壌水分が極めて低くなった。天候は晴れで平均気温は約25℃と高かった。9月26日： 平均気温が15℃と低くなり、土壌水分は高くなった。

**拡散抵抗の品種間差違：** 8月17日の拡散抵抗をみると、アセンドは他の品種よりも午前中から高く、午後になっても上昇し続けた。それに対し、カプトマルは正午に向けてゆるやかに高くなったが、正午になると上昇は止まり他の品種よりも低い値で推移した。スタウトは、アセンドとカプトマルの中間の推移を示した。降雨が作土層の土壌水分が高くなった8月7日の拡散抵抗をみると、品種間に大きな差は認められなかった。さらに、9月26日の拡散抵抗をみても、品種による大きな差がなかった。

**根系分布：** 根系の垂直分布をみると、3品種とも土壌深度が深くなるにしたがって低くなった。ただし、その減少程度は品種によって異なった。アセンドの根は土壌深度0~10cmより急激に減少し、50cm以深でほとんど確認できなかった。スタウトの根は土壌深度0~40cmで豊富にあり、50cm以深でほとんど確認できなかった。カプトマルの根は土壌深度0~40cmで豊富にあり、60cm以深でも根が確認できた。すなわち、アセンドは浅根型、スタウトは中間型、カプトマルは深根型であった。

**気孔密度：** 葉の表裏ともカプトマルの気孔密度が高く、アセンドとスタウトが低かった。

**糖度と収量：** 根重と糖量はアセンドが最も高いのに対し、カプトマルが最も低かった。すなわち、高温・乾燥に強いとみられる品種の収量が最も低くなった。

**まとめ：** 高温・低土壌水分条件で拡散抵抗が低く推移したカプトマルは拡散抵抗が高く推移したアセンドやスタウトよりも根系が深く、気孔密度が高かった。すなわち、低土壌水分・高温下で蒸散を継続するには、気孔密度よりも根系の深さに大きな影響を受けていると考えられる。また、カプトマルはアセンドやスタウトよりも糖収量が低くなったが、高温・乾燥ストレスの回避戦略のカギが隠されており、より厳しい条件下での収量安定性を高められるのかが期待されるであろう。



# P-19 北海道の水田転換畑の大豆生産における根粒着生の問題

辻博之

北海道農業研究センター (連絡先: [tuzihiro@affrc.go.jp](mailto:tuzihiro@affrc.go.jp))

## 【はじめに】

北海道の大豆生産の半分以上は水田転換畑で行われており、その初作地では根粒着生の不良がしばしば認められる。根粒菌の接種を行っても十分な効果が得られないことも少なくない。ここでは大豆初作地の根粒菌着生状況を示す。

## 【材料および方法】

以下の3カ所の農家圃場において、生育期の着生根粒数、地上部乾物重を調査。

- ①岩見沢市 大豆初作地、前作水稻 (2005年調査)、品種ツルムスメ 根粒菌接種
  - ②栗沢町 大豆初作地、前作小麦 (2003年調査)、品種ユキホマレ 根粒菌無接種
  - ③岩見沢市 3年前大豆作付、前作水稻 (2005年調査)、品種ユキホマレ 根粒菌無接種
- 以上の①では子実肥大期、②は莢形成期、③は開花盛期に1圃場内の20~48カ所でそれぞれ生育中庸な6個体採取し、根粒の乾物重と地上部乾物重を調査し、圃場内の変動を調査した。また、②の調査地点の一部では収量調査を行い、根粒の着生と収量の関係を調査した。

## 【結果および考察】

1個体あたりに着生した根粒重は大豆初作地で少なく (①0.24g/plant、②0.33g/plant)、大豆の作付前歴のある③圃場(1.06g/plant)で多かった。また、同一圃場内の着生根粒重の変動係数は大豆初作地で大きく (①60.6%、②54.8%、③26.3%)、生育ムラも大きかった。大豆初作地では着生した根粒重と生育期の地上部重に有意な正の相関が認められ (図1、③に相関は認められない)、大豆初作地では根粒の着生が生育を左右することが示された。また、②圃場の莢形成期の根粒重と収量にも正の相関が認められた (図省略)。

以上の結果からも、大豆初作地では根粒の着生を高めることが収量向上に有効であり、根粒菌の種子接種は必ずしも有効でないことが改めて示された。中野らは根粒菌を接種しても土壌水分が低い場合には根系へ移動しにくく、主根への着生が抑制されることを報告しており、輪作の中で土壌中の根粒菌密度を高めていくことの重要性がうかがわれる。今後、大豆等を緑肥として利用し、根粒着生の向上について検討を行う予定である。

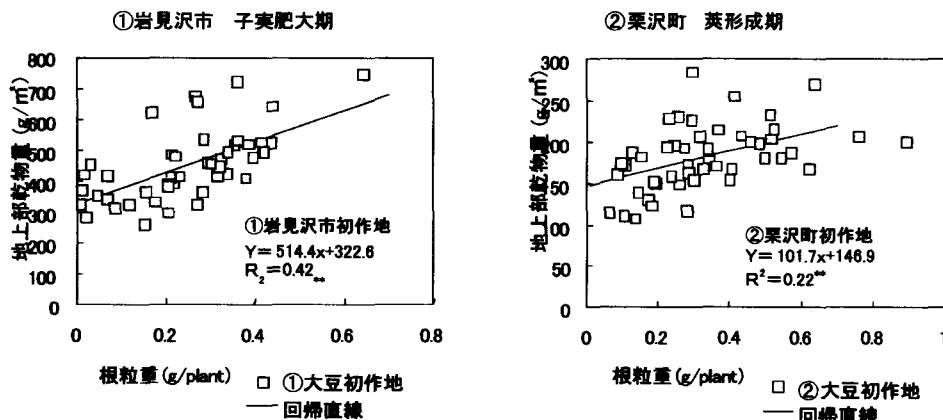


図1 大豆初作地の根粒重と地上部乾物重の関係

引用文献 中野ら (2007) 日作紀 76 (別1) 100-101

P-20

ナス断根後の不定根形成に関する研究

— 根の刺激と不定根形成 —

西浦芳史・島 和美

大阪府立大学生命環境科学研究科

(nishiura@bioinfo.osakafu-u.ac.jp)

本研究では、発根促進剤を用いず、物理的環境のみの調節により、内生ホルモン等の生理活性物質を生成させると同時に代謝も活性化させ、従来とは異なる方法で、不定根形成をさせることを目的として実験を試みた。供試材料はナス (*Solanum melongena* L.)を用い、頂芽から本葉を2, 3枚残して摘葉し、最下位葉基部から5cm程度の茎を確保し、節下部で斜め切りをした。①浸水胚軸への刺激・散気と地上部湿度の影響：挿し穂への外部からの刺激効果を評価する流水・散気条件、地上部と地下部の隔離・開放条件、地上部の湿度条件を設けた。供試ナスの品種は‘台太郎’と‘絹皮’である。実験区 ( $45 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) は、A1 (隔離, 流水 11L/min, 61%R.H.), B1 (隔離, 流水 3.4L/min, 61%R.H.), 対照区のC1 (隔離, 無処理, 92%R.H.), D1 (隔離, 散気 0.8L/min, 92%R.H.), E1 (開放, 流水 6.2L/min, 92%R.H.), F1 (開放, 流水 6.2L/min, 61%R.H.) の6区を設けた。図1は挿し木後13日目の結果で、A1とB1では流水量が大きいほど発根に有効であり、C1とD1では散気があるほど発根に有効であり、E1とF1では低湿度ほど発根に有効であった。このことから、刺激と散気が発根促進効果と蒸散抑制の必要がないことが示唆された。また、開放条件は隔離条件に比べて蒸散が抑制された。②胚軸の浸水深さと流水による気泡の有無の影響：胚軸の浸水深さに着目し、流水条件を11L/minに統一し、全てを隔離条件とし、流水による気泡の有無条件と胚軸の浸水深さ条件を設けた。供試ナスの品種は、‘台太郎’と‘柔’である。実験区 ( $45 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) は、対照区のA2 (95%R.H., 無処理), B2 (95%R.H., 散気), C2 (62%R.H., 5cm, 気泡有), D2 (62%R.H., 5cm, 気泡無), E2 (62%R.H., 2.5cm, 気泡有), F2 (62%R.H., 2.5cm, 気泡無) の6区を設けた。図2は、挿し木後11日目の結果で、対照区のA2では全く発根が見られなかった。平均不定根形成数と発根個体数の割合ともに気泡有りの条件と、浸水深さの浅い条件で同等以上であった。このことから、地下部の水, 空気, 刺激等の条件が整えば、従来のように地上部の蒸散や代謝を抑制する必要はなく、代謝を促進させる不定根形成条件が存在することを発見した。③散気量と発根促進剤の有無の比較：流水条件, 隔離条件, 供試ナスは②と同条件である。平均湿度は, 74%であった。実験区 ( $80 \mu\text{mol}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$ ) は、A3 (促進剤有, 散気 1.5L/min, 水温 28°C), B3 (促進剤有, 散気 1.5L/min, 水温 20°C), C3 (促進剤有, 散気 0.8L/min, 水温 28°C), D3 (促進剤有, 散気 0.8L/min, 水温 20°C), E3 (促進剤無, 散気 1.5L/min, 水温 28°C), F3 (促進剤無, 散気 1.5L/min, 水温 20°C), G3 (促進剤無, 散気 0.8L/min, 水温 28°C), H3 (促進剤無, 散気 0.8L/min, 水温 20°C) の8区を設けた。図3は挿し木後15日目の結果で、発根促進剤を使用した場合15日目では発根は見られず、17日目に発根が観察できた。発根促進剤を使用せず代謝を活性させた実験区で、平均不定根形成数と発根個体数の割合ともに発根促進剤を使用した場合より上回っていた。散気量の比較で相関は見られなく、前回の実験に比べて光量が少し大きかったことが発根に影響したと考えている。ナスの挿し木発根に適している環境は、胚軸部に刺激を与えること, 蒸散を抑制しないこと, 地下部に散気を与えること, 水深は浅いことであることを発見した。散気は、呼吸に必要と考えられ、もう少し詳しく実験を行う必要がある。

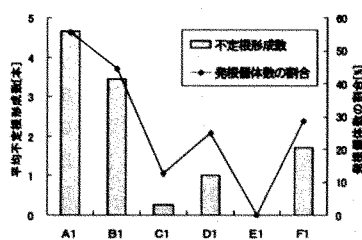


図1 実験①の結果

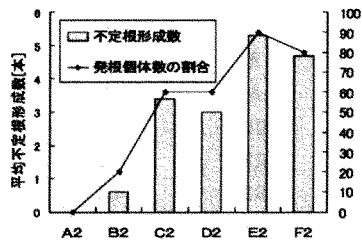


図2 実験②の結果

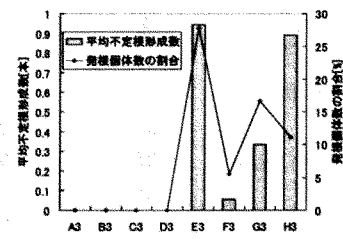


図3 実験③の結果

## P-21 施肥窒素の化合形態の違いが水稻品種の根系発達におよぼす影響

野間貴文\*<sup>1</sup>・廣瀬大介<sup>2</sup>・鈴木章弘<sup>1</sup>・有馬進<sup>1</sup><sup>1</sup>鹿児島大学大学院連合農学研究科, <sup>2</sup>南九州大学環境造園学部

(\*連絡先: r344482@yahoo.co.jp)

一般に栄養生長期の水稻は硝酸態窒素施用に比べ、アンモニア態窒素施用で生育が良いと言われている。しかし、我々は硝酸態窒素施用で生育の優れる品種を一部の外国稲品種で確認した。そこで、施肥窒素の化合形態の違いで生育が異なる 10 品種を用いて、地上部と根系の形態および機能についての違いを調査した。

### 【材料および方法】

供試品種には、コシヒカリ、レイホウ、黒美人、StarBonnet、秋晴、Aurinaldora、青二矮、BlueBonnet、M201 および IR24 の 10 品種を用いた。播種後 15 日苗 (第 2 葉期) を液量 600 のコンテナで 45 日間 (2005 年 6 月 22 日～8 月 6 日) 佐賀大学網室内にて栽培した。栽培方法は水耕栽培とし、水耕液の組成は、春日井氏液を参考に行い、毎日午前と午後の 2 回、pH5.5 に調整し、5 日毎に全量更新した。試験区は、硫酸を施用したアンモニア区と硝酸ナトリウムを施用した硝酸区の 2 区を設けた。調査は水耕開始直前 (播種後 15 日目) と水耕開始後 45 日目 (播種後 60 日目) の 2 回行った。調査は各品種、各区とも 5 個体について、地上部乾物重、地下部乾物重、根長、節根数、根端数および根の活性を測定した。根長、根端数については画像解析により測定した。根の活性は  $\alpha$ -ナフチルアミン法により測定した。

### 【結果および考察】

播種後 60 日目の地上部乾物重について、アンモニア区で有意に生育が優れた品種は、コシヒカリ、レイホウ、黒美人および StarBonnet の 4 品種、両区で有意な差が見られなかった品種は秋晴、Aurinaldora、青二矮および BlueBonnet の 4 品種で、硝酸区で有意に生育が優れた品種は M201 および IR24 の 2 品種であった。地下部乾物重については、秋晴がアンモニア区で有意に重くなったのを除き、地上部乾物重と同様の傾向を示した。根長については地下部乾物重と同様の傾向を示した。また、節根数についても同様の傾向を示した。根端数については、StarBonnet および秋晴で有意な差が見られなかったが、他の品種については根長と同様の傾向を示した。根の活性については、M201 で有意な差が見られなかったが、他の品種については根端数と同様の傾向を示した。これらのことから、生育が優れる窒素形態を施用することにより、根系を発達させ根の生理機能も向上していることが示された。

第1表 各品種の乾物重および根系形態の違い。

品種	地上部DW	地下部DW	全DW	根長	節根数	根端数	根の活性
コシヒカリ	A	A	A	A	A	A	A
レイホウ	A	A	A	A	A	A	A
黒美人	A	A	A	A	A	A	A
StarBonnet	A	A	A	A	A	ns	ns
秋晴	ns	A	ns	A	A	ns	ns
Aurinaldora	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
青二矮	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
BlueBonnet	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
M201	N	N	N	N	N	N	ns
IR24	N	N	N	N	N	N	N

Aはアンモニア区, Nは硝酸区において5%水準で有意な差があり, nsは有意な差がないことを示す。

## P-22

## 水稻直播栽培における根の観察

西浦芳史・井戸川 潤

大阪府立大学生命環境科学研究科

(nishiura@bioinfo.osakafu-u.ac.jp)

日本農業の今後の展望は頼により稲作について以下に説明されている。日本の米生産コストは高く、国産米の平均生産費は289円と米国の平均生産費39円を比べると約7倍となっている。しかし、2002年において農業者1人1日あたりの所得は5000円程度であり、製造業就業者の平均賃金は3.6倍の18288円と比べとかなり低い。また、日本人の国民1人・1年あたりの米供給量は、1965年には115kgだったのが、2003年には61.9kgとカロリーベースでの肉食化が進み、米の需要が減ることで減反政策が成されていた。さらに、WTOによる貿易の自由化政策により、米の輸入量増加は必然であるが、諸外国の米価は大規模経営もしくは低労賃により安く、日本の米作は窮地に追い込まれる可能性がある。しかし、(株)三菱総研『地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評価に関する調査研究報告書(平成13年)』によると、日本の農業・農村の有する狭義の多面的機能は、年々8兆2000億円以上と試算されており、守るべき価値のあるものである。そこで、日本政府は、日本の食文化の啓蒙教育である食育の推奨や、認定農業者や集落営農組織の推奨による耕地の大規模化政策による日本農業の保護を進めている。

ここで示されている大規模化の政策は、機械の大型化や機械利用頻度の多用化の面から、効率的で投入費の低減に繋がるが、石油消費や農薬・肥料の投入量は変わらず、エネルギー消費と環境負荷は変わらない。すなわち、生産性に見地からの農業の採算性を図り、諸外国との競争に耐えうる基盤を作ろうとしている。しかし、近年の地球温暖化がもたらす危機的状況を勘案すると、生産性のみならず、たかが60年前から現在に至るまで確立させてきた農作業体系(米作体系)を抜本的に見直す必要がある。農業従事者の高齢化、中山間地における農業振興、食の安全・安心・安定、農業と環境との相互影響、日本型農業、魅力ある産業としての農業など、日本の農業に課せられた問題は、その背景を含み総合的に解決していくべきだと考える。現在の米作体系は、省力化を基軸に発展してきたため、機械と農薬・肥料が大きな経費を占めている。その結果、環境や食の安全性が脅かされている。我々は、マルチ作業機械などの機械集約化と農薬・肥料の適期、適量、適物の施用による環境負荷の軽減と低コスト化と、高齢化やジェンダーに対応できる作業の省力化と、稲作により生産される米の高品質と高収量を目指した実現性のある採算のとれる稲作体系の確立を目指すこととした。さらに、耕作放棄田にも対応できる環境保全型の稲作や、冬季湛水による温暖化防止と生態系の確保など、生産の場において環境に与える影響からも配慮がなされた稲作体系の開発として、前作切株直下における不耕起乾田直播水稻栽培技術の確立に取り組んでいる。直播の発芽・発根は自然環境に大きく依存している、そのために、その確実性を得るための手法があるかについて検討している。前年度行った播種後1ヶ月の調査結果から、播種深さ2cmの実験区で、中央穴の出芽率が高い傾向が見られ、4cmの実験区では左右穴の出芽率が高い傾向が見られた。各株の左右穴の出芽率と切株の幅に着目すると、播種深さ2cmの実験区では切株幅と出芽率に正の相関が見られ、切株に被覆されていない播種穴の出芽率が低い傾向が見られ、鳥の食害に遭ったと考えられ、確実に被覆される中央穴では鳥害防止ができていた。収量は肥培管理や天候が大きく影響するが、各実験区の外周を除いた玄米収量(全刈法・水分15%換算、3反復の平均)は、本播種方式が446.6から470.5[kg/10a]で、作溝播種区の426.4[kg/10a]に比べて良かった。空気と水分の割合を毛管力に託したCDケースを用いた発根観察を行った。結果はポスターで示す。

## P-23

 チャにおけるカドミウム吸収  
 (Absorption of cadmium in tea plants)

本間 知夫 (Tomoo HOMMA)<sup>1\*</sup>・地下まゆみ (Mayumi JIGE)<sup>1</sup>・横田久里子 (Kuriko YOKOTA)<sup>1</sup>・永淵 修 (Osamu NAGAFUCHI)<sup>1</sup>・松尾喜義 (Kiyoshi MATSUO)<sup>2</sup>・Maria Greger<sup>3</sup>・Miraslava Luxova<sup>4</sup>・Alexander Lux<sup>5</sup>

<sup>1</sup>千葉科学大学危機管理学部 (Chiba Institute of Science)

<sup>2</sup>野菜茶業研究所 (National Institute of Vegetable and Tea Science)

<sup>3</sup>スウェーデン・ストックホルム大学 (Stockholm University, Sweden)

<sup>4</sup>スロバキア・スロバキア科学アカデミー (Slovak Academy of Science, Slovakia)

<sup>5</sup>スロバキア・コメニウス大学 (Comenius University, Slovakia)

(\*連絡先 E-mail: thomma@cis.ac.jp)

## 【はじめに】

チャは好酸性、好Al特性など、他の植物の生育にとっては不利な環境下でも良好に生育出来る特性を持つ。その特性を明らかにすべく、特に根の機能と構造について基礎的研究を行っている。今回、有害元素の一つであるCdがチャに及ぼす影響、チャにおけるCdの吸収について調べることを目的としている。

## 【実験方法】

2007年1月10日より‘やぶきた’1年生苗 (2006年6月野菜茶業研究所にて挿し木) を実験室内にて7-19時: 照明オン、19-7時: 照明オフ、室温約21°C設定の条件下、一つの循環式水耕栽培装置に2本ずつセットし、2セット計4本の苗について小西処方の水耕液を用いて水耕栽培を開始した。また水耕栽培開始と同時に、4本全ての苗についてそれぞれ生体電位の測定も行った。水耕液は実験期間を通じて10日に1回交換した。水耕栽培開始6週間後、一つのセットには $10^{-5}$ MのCd ( $\text{Cd}(\text{NO}_3)_2$ ) を追加し、Cd処理を開始した。4週間後、Cd処理苗およびコントロール苗 (Cdを添加していない苗) は、それぞれ白色根、木化根、新葉、古葉、茎に分けて凍結乾燥した後、乳鉢で各試料を粉碎した。各部分の粉碎試料 0.5gを取り、硝酸を7ml加え、マイクロウェーブ試料前処理システム (Perkin Elmer, Multiwave 3000) にて加圧分解を行った。得られた酸抽出液を100倍に希釈し (一部は10000倍希釈)、内部標準 (イットリウム10ppb) を加えてからろ過し分析用試料とした。Cdの分析は、ICP質量分析装置 (Perkin Elmer, ELAN DRC II) にて行った。

また、各苗をサンプリングする際、それぞれの白色根を採取して徒手薄切切片を作製し、カスパー線および内皮・外皮のスベリン層を蛍光染色して観察した。

## 【結果と考察】

Cd処理苗とコントロール苗を比較した際、Cd処理苗の白色根は若干黄色がかったように見えたが、他は特に違いは見られなかった。生体電位については、午前中に電位上昇して最大になった後、次第に減少する日周変動パターンが、Cd処理苗およびコントロール苗において、ほぼ同様に記録された。

コントロール苗におけるCd含有量は、白色根にてそれぞれ 0.95  $\mu\text{g/gDW}$ 、0.1  $\mu\text{g/gDW}$  であったが、他の部位では検出されなかった。Cd処理した苗では、白色根におけるCd含有量がそれぞれ1427.70  $\mu\text{g/gDW}$ 、2539.42  $\mu\text{g/gDW}$  と顕著な増大を示した。また木化根ではそれぞれ223.93  $\mu\text{g/gDW}$ 、155.45  $\mu\text{g/gDW}$ 、さらに茎においても16.02  $\mu\text{g/gDW}$ 、13.47  $\mu\text{g/gDW}$ のCdが存在した。しかし葉においては検出されなかった。

これまで、我々は、チャの根においては根端に極めて近い部分からカスパー線が発達していること、また内皮よりも外皮での発達が見出ししており、今回も同様に、Cd処理苗およびコントロール苗いずれにおいても外皮の根端近傍での発達が確認できた。チャの根のこうした構造が、Cdの吸収・地上部への移行を阻止することに役立っていると考えられ、Cd処理苗における外見や生体電位の推移がコントロール苗とほぼ変わらなかった結果も、Cdがチャに及ぼす影響が少ないことを支持していると考えられる。