

# Root

ISSN 0919-2182  
Vol.19, No.2

# Research

Japanese Society for Root Research

## 目次

【巻頭言】	
会員の皆様へ .....	41
ゴボウと食文化	
中野明正 .....	42
【原著論文】	
湛水処理が水田土壌で栽培した大納言アズキの生育初期に おける不定根形成に及ぼす影響	
小森二葉・大橋善之・大門弘幸 .....	43
【報告】	
第32回根研究集会に参加して	
安倍史高 .....	49
第32回根研究集会発表要旨 .....	50
【情報】	
第33回根研究集会のご案内 .....	79
『最新 樹木根系図説』会員向け特別販売のお知らせ .....	82
国際誌 Plant Root 発行状況 .....	84
2011年 20周年記念事業 .....	85
カレンダー .....	86
「苜蓿」海外渡航支援のご案内 .....	87
国際根研究学会(ISRR)の次回シンポジウムとホームページ .....	88
【公示】	
2010年度 根研究会賞 推薦受け付け中 .....	89
【会告】 .....	92

# 根の研究

根研究会(JSRR)



## 会員の皆様へ

### 告 示

#### 1. 2010年度根研究会賞推薦のお願い（2010年7月31日まで）

根研究会会則第3条ならびに根研究会学術賞規定に基づき、2010年度の研究会賞の推薦を受け付けます。優れた業績が多数推薦されますよう、皆様のご協力をお願いします。自薦・他薦を問いませんし、推薦者は会員でなくても結構です。

推薦にあたっては、A4版の紙1枚に賞の種別、候補者氏名、業績タイトル、業績の概要や意義などを記載し、業績一覧表および論文などの別刷かコピー2部（または電子媒体1組）を添付して下さい。業績の概要を記した文書の作成においては、添付された業績一覧表に挙げた文献との対応が明確になるような配慮をお願いします。送り先は根研究会事務局（本頁の末尾参照）で、締切は2010年7月31日（必着）とします。[受付後、数日のうちに事務局より推薦者に返信をします。連絡がない場合は、事務局までご確認下さい]。

詳細は、本号に掲載の根研究会賞に関する案内を必ずご確認下さい。

#### 2. 2010年度根研究会総会の報告

4月に開催された第32回根研究集会（つくば市）において、総会が開かれ2010年度の事業計画や予算を含む提案事項が承認されました。詳しくは、今号に掲載の報告をご覧下さい。

### 事務局からのお知らせ

#### 1. 2010年秋の根研究集会

第33回根研究集会：兵庫県立大学（姫路市）2010年11月12日（金）・13日（土）

実行委員長：大橋瑞江会員 本号に掲載の開催案内をご参照ください。

第34回（2011年春か初夏）は、開催地を募集中です。

#### 2. 根研究会若手会員に対する国際会議研究発表における海外渡航費等支援

##### 2011年1月－2011年12月 渡航分の募集

表記期間中の若手会員（応募時40歳まで）の研究成果発表や研究調査での海外渡航に対する「苜住」海外渡航支援の申請は2010年10月末日が締め切りです（2011年7月-12月渡航の分は、次回の2011年4月末日締め切りでも応募可能）。積極的にご応募下さい。

##### 2010年4月末締め切り分の審査結果

次の3名の会員に対し第5回国際樹木根会議（Fifth International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants; カナダ、2010年8月）でのポスター発表のための渡航補助を決定しました。

服部和佐（京都大学）：5万円；川村あゆみ（京都大学）：5万円；坂本拓道（兵庫県立大学）：15万円

#### 3. 研究会創立20周年企画

当研究会は、2011年末で創立から満20周年となります。これを記念し、今後のさらなる発展の契機として、2011年度中に20周年記念の式典・シンポジウムを行うほか、出版などの企画を立案中です。会員の皆様には、企画の提案、実行委員としての参加をよろしくお願い致します。

#### 4. 会費納入のお願い

会費の納入状況は、この会誌をお送りした際の宛名ラベルの紙に記載してあります。

2010年度の会費をまだお支払い頂いていない方は、下記の郵便振替口座（昨年度と同じです）に納入をお願いします。銀行口座への振込や請求書等の伝票をご希望の方は、事務局までお知らせ下さい。

郵便振替口座 口座名義（加入者名）：根研究会、口座番号：00100-4-655313

年会費（2010年）：個人3,000円、団体8,000円（年度は1月-12月です）

・連絡先 事務局：[neken2010@jsrr.jp](mailto:neken2010@jsrr.jp) 『根の研究』編集委員長：[editor2010@jsrr.jp](mailto:editor2010@jsrr.jp)

Plant Root 編集委員長：[editor2010@plantroot.org](mailto:editor2010@plantroot.org)

・Web サイト 根研究会：<http://www.jsrr.jp/> 『根の研究』オンライン版：<http://root.jsrr.jp/>

Plant Root：<http://www.plantroot.org/>

# ゴボウと食文化

農研機構 中野明正

ゴボウは、言わずと知れた根菜類の仲間です。根を食べる野菜であり、日本人にとっては、筑前煮、きんぴらゴボウ、はたまた、ささがきにして炊き込みご飯に入れたり、親しみのある“根”でしょう。

ところが調べてみると、ゴボウを食べるのは世界広しといえども日本ぐらいのようです。もともとユーラシア大陸北部に野生種が分布していますが、原産地あたりではもっぱら薬用として使われているようです。中国ではゴボウの根や種子を漢方薬として使用し、解毒、解熱、沈咳の効果があるとされます。薬なので、日本のようにたくさん食べたりはしないでしょう。

日本へは平安時代に渡来したそうですが、誰が最初に食べ始めたのでしょうか？そのまままで食べようとは誰も思わないでしょう。かつて、大変な食糧不足に見舞われた時に、思い切って誰かが食べ始めたのでしょうか？。一方で、ゴボウに含まれるポリフェノールは、臭いを消す効果があるので、魚や肉と一緒に調理します。むしろ豊かな人が、魚や肉のごちそうとして、一緒に食べ始めたのかもしれませんが。

時代は下って、16世紀末、ユニークなゴボウが現れます。今では“堀川ごぼう”と呼ばれる京都の伝統野菜です。豊臣秀吉が建てた聚楽第の堀が、豊臣氏滅亡後に住民のゴミで埋められたそうで、そこに捨てられたゴボウが芽を出して太くなったのが始まりとも言われています。一般のごぼうですが、特殊な栽培法で作られます。根は太く短く、特に香が高く、繊維が軟らかです。また、いわゆる鬆(す)が入った状態も大きな特徴で、つまりは、芯の部分に大きな穴が空いています。筒切りにし、中の空洞を活かした肉や海老しんじょの詰め物料理が有名です。

このように、バラエティーに富むいろいろな食べ方をされるゴボウですが、食べない国の人にとっては、拷問になったようです。第二次世界大戦中に日本軍の捕虜になった外国人にゴボウを食べさせたようですが、それが後の裁判で「木のような、食べられないものを、食べさせられた！拷問だ！」と訴えられたそうです。

国際化の時代、文化の違いへの理解は進んでいるでしょうが、食べられていない、おいしい根がどこかに眠っているのかもしれませんが。



## 湛水処理が水田土壌で栽培した大納言アズキの生育初期における不定根形成に及ぼす影響

小森 二葉<sup>1)</sup>・大橋 善之<sup>2)</sup>・大門 弘幸<sup>1\*)</sup>

1) 大阪府立大学大学院生命環境科学研究科

2) 京都府農林水産技術センター丹後農業研究所

**要 旨**：京都府の転換畑で栽培される秋アズキ品種‘京都大納言’を水田土壌を充填したポットに播種し、人工気象室内で生育させて生育初期における湛水の影響を調査した。初生葉展開時に7日間の湛水を行う湛水区を設け、その後の生育と根系発育について適宜かん水する畑区と比較した。湛水処理終了直後の主根の横断切片を観察したところ、畑区と湛水区の間には内部組織学的な差異は認められず、湛水により通気組織は形成されなかった。処理終了直後とその7日後における個体あたり乾物重は畑区に比べて湛水区で明らかに劣った。総根長は処理終了直後では湛水区で有意に小さかったが、処理終了後7日目には畑区との差が小さくなり、湛水区は畑区の約80%まで回復した。この回復は主に不定根の形成とその伸長によるものであった。‘京都大納言’と同じ大納言系秋アズキ品種である‘能登大納言’を供試して、‘京都大納言’との間での不定根数の経時変化と処理終了後7日目の乾物重を調査したところ、いずれの品種でも不定根は畑区と湛水区の両区で形成されたが、その数は湛水区で明らかに多く、処理区間の差異は‘能登大納言’でより大きかった。一方、乾物重は畑区に比べて湛水区でやや劣ったが、その減少程度は‘能登大納言’では小さく、不定根数の増加によって乾物重の抑制が緩和されることが示唆された。

キーワード：アズキ、転換畑、耐湿性、不定根

**Effect of waterlogging on adventitious root formation of adzuki bean (*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi) seedling grown in paddy soil** : Futaba KOMORI<sup>1</sup>, Yoshiyuki OHASHI<sup>2</sup> and Hiroyuki DAIMON<sup>1\*</sup>. (<sup>1</sup>Graduate School of Life and Environmental Sciences, Osaka Prefecture University, <sup>2</sup>Kyoto Prefectural Agriculture, Forestry and Fisheries Technology Center, Tango Agriculture Research Division)

**Abstract**: Seedling growth and root development of adzuki bean was investigated in a pot culture under waterlogged conditions. The experiment was carried out in a growth chamber. Seeds of cv. ‘Kyoto Dainagon’, a leading variety in Kyoto prefecture, were sown in a pot containing paddy soil and grown for 10 days. Thereafter, a half of the pots was flooded, and the other half was grown under irrigated (control) conditions for 7 days. After 7 days of flooding, shoot and root dry weights of flooded plant were lower than those of the control, and the differences in dry weights between the flooded and the control became larger after 7 days of culture. Histological observation showed that the secondary aerenchyma inside the taproot endodermis of flooded plant was not formed. While total root length (TRL) of flooded plant was shorter than that of the control at the end of 7-day-flooding, the difference in TRL between flooded and the control markedly decreased after 7 days of culture. The recovery in TRL of flooded plant was due to increasing the length of adventitious roots formed during 7 days of culture after the end of flooding. Comparing with two large seed varieties, ‘Kyoto Dainagon’ and ‘Noto Dainagon’, the latter formed more numerous adventitious roots during flooding. The difference in dry weight between the flooded and the control plants at 7 days after the end of flooding was less in ‘Noto Dainagon’ than ‘Kyoto Dainagon’, suggesting that adventitious roots could alleviate the flooding stress in the seedling.

**Keywords**: adzuki bean, upland field converted from paddy field, flooding tolerance, adventitious root

### 緒 言

アズキ (*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi) は、日本をはじめとする東アジアで栽培される主要なマメ類の一つである。日本における生産

量は平成21年で52,800t、作付面積は31,700haであるが、そのうち北海道が生産量の88%、作付面積の74%を占め、ショウズ系の夏アズキが畑作地帯で広く栽培されている。一方、近畿地

域においては、主として和菓子の原料として大納言系の秋アズキが水田転換畑で広く栽培されている。秋アズキは、7月中下旬に播種、10月下旬～11月中旬に収穫されるが、転換畑で栽培した場合、播種後の降雨によって出芽と苗立ちが安定しないことや秋雨によって登熟不良となることなど、生育期間を通じて様々な湿害にさらされ、それらが生産の不安定要因となっている。特に生育初期の過剰土壌水分による根系の発育不足は、8月の栄養生長期における生育の停滞を引き起こす可能性が高く、いわば間接的な湿害として収量に影響を及ぼすと考えられる。しかし、水田転換畑で栽培されるアズキにおける生育初期の過剰水分に対する応答反応についてはこれまでに知見がなく、転換畑における湿害対策を考える上に明らかにすべき点が多い。

アズキと同じく近畿地域において転換畑で栽培されるダイズ (*Glycine max* (L.) Merr.) については、その過剰水分に対する応答反応に関する報告がいくつかなされている。すなわち、過剰水分に対する形態的適応の一つとして、下胚軸から不定根が形成されることが知られており (Bacanawo and Purcell, 1999ab; Pires et al., 2002)、不定根の発達によって大気から酸素を獲得し、これらの不定根は湛水後も伸長を続けて吸収根の機能も果たす可能性も論議されている (Henshaw et al., 2007)。また、不定根の皮層に離生通気組織 (Thomas et al., 2005) や破生細胞間隙 (島村ら, 1997; Bacanawo and Purcell, 1999b) が形成されることや、不定根だけでなく、胚軸、主根基部、根粒にも通気組織が形成されることが報告されている (望月ら, 2000; 島村ら, 2003; 島村・望月, 2005; Thomas et al., 2005)。マメ科植物では、通気組織の形成によって酸素が地下部の組織に供給されると窒素固定活性が維持されるあるいは回復することから (Loureiro et al., 1994; James and Crawford, 1998; James and Sprent, 1999; Shimamura et al., 2002; Thomas et al., 2005)、不定根および通気組織の形成が、過剰水分条件に対する応答反応として特に重要な反応であると思われる。

そこで本研究では、これまでその様態が明らかにされていない水田転換畑における秋アズキの出芽直後の湛水条件に対する応答反応について、生産の現場で想定される比較的短期間の湛水条件下における根系発育に着目して明らかにすることを試みた。

## 材料と方法

### 1. 初生葉展開時における湛水処理が‘京都大納言’の生育と不定根形成に及ぼす影響

供試品種には京都府の奨励品種‘京都大納言’を用いた。大阪府立大学附属教育研究フィールドの水田土壌 (灰色低地土, pH: 6.2, EC: 0.12dS/m, 全窒素含有率: 148mg/100g 乾土, 全リン含有率: 5.1mg/100g 乾土, K<sub>2</sub>O 含有率: 38.1mg/100g 乾土, CaO 含有率: 66.9mg/100g 乾土, MgO 含有率: 14.3mg/100g 乾土) をビニールポット (直径 105mm×高さ 225mm) の上端から 5cm まで充填し、プラスチック製コンテナ (縦 610mm×横 430mm×高さ 320mm) 内に設置した。種子を 1ポットあたり 5粒ずつ播種し、1.5～2cm の覆土をした。出芽後、生育の中庸な 3 個体を残して他を間引いた。実験は、陽光ランプ (280  $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ) で 18 時間日長 (昼夜 25°C) に制御した人工気象室内で行った。播種後 10 日間は適宜かん水して生育させた後、ポットを 2 群に分けて、一方は引き続き適宜かん水を行う畑区とし、もう一方は土壌表面と水面が同じ高さになるようにコンテナに水を入れて湛水区とした。湛水区では、7 日後にコンテナ内の水を排出し、その後 7 日間は全個体について適宜かん水した。湛水処理終了直後 (播種後 17 日目) と湛水処理終了後 7 日目 (播種後 24 日目) に、畑区および湛水区からそれぞれ無作為に 3 ポットを採取し、生育の中庸な 5 個体について地上部および地下部の生体重を測定した後、地下部の値が平均値に近い 3 個体について総根長と不定根長を後述の方法で測定した。また、湛水処理終了直後 (播種後 17 日目) には、これらの 3 個体の主根の横断切片を作製し、通気組織の形成について観察した。アズキは地下子葉型であるので、主根の横断切片については、子葉下方の主根 2～3cm を採取して 5% の寒天に包埋後、プラントミクロトーム (MT-3, 日本医化器械製作所) を用いて 20～30  $\mu\text{m}$  の生体切片を作製して、0.1% トルイジンブルー O で染色し、光学顕微鏡下で観察した。なお、採取した 5 個体は地上部と地下部に分けて 70°C で 48 時間乾燥し、乾物重を測定した。

総根長はアクリル板で作製した水を入れたトレイに根を広げて、スキャナーで画像として取り込み、2 値化、細線化した後に NIHimage でピクセル数をカウントして算出した (Tanaka et al., 1995)。不定根長については、取り込み画像と実物写真を比較しながら主根と側根の領域を除いてカウントすることで求めた。

## 2. 大納言系アズキ 2 品種の生育初期における不定根形成の差異

上述の‘京都大納言’および石川県で奨励されている‘能登大納言’の代表的な大納言系アズキ 2 品種を供試して、上述の実験と同様に生育させ、湛水に対する反応性の差異を調査した。すなわち、湛水処理開始後 6 日目から湛水処理終了後 2 日目まで畑区と湛水区からそれぞれの品種の 5 個体について初生葉節より下部の茎（上胚軸）から発生する不定根数を経時的に調査した。処理終了後 7 日目には、両品種について畑区と湛水区からそれぞれ 5 個体を採取し、地上部および地下部の乾物重を測定した。

### 結果と考察

湛水処理を開始した播種後 10 日目における‘京都大納言’の生育段階は、初生葉が完全展開し、第一本葉が抽出し始めた時期であった。なお、供試土壌に近畿地域の代表的な水田土壌である灰色低地土を用いたため、その重粘性から一部の種子の出芽が不良となったが、ポットあたり 5 粒を播種して 3 個体に間引くことによって生育の均一な個体に対して湛水処理を行うことができた。

‘京都大納言’における湛水処理終了直後とその 7 日目の乾物重を第 1 表に示した。地上部および地下部の乾物重は、処理終了直後においては畑区に比べて湛水区でわずかに劣ったが、両区間に有意な差異はなく、処理終了後 7 日目には個体あたりの乾物重でみると湛水区では畑区の約 70%程度と抑制された。地上部、地下部別にみると、地下部における差異はわずかであったが、地上部では湛水区で有意に小さかった。S/R 比は、湛水区、畑区ともに 4.5 前後であり両区間に差がなかったが、処理終了後 7 日目には畑区では 5.1 であったが、湛水区では 3.6 と低い値となり、‘京都大納言’ではこの時期の短期間の湛水で生育が明らかに阻害されることが示された。

アズキと同様に水田転換畑で栽培されるマメ

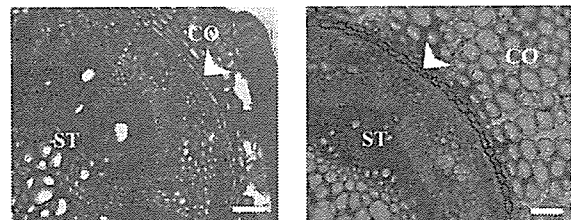
第 1 表 初生葉展開時における 7 日間の湛水処理が処理終了直後と処理終了後 7 日目の乾物重および S/R 比に及ぼす影響

採取日	処理区	地上部 (g)	地下部 (g)	個体 (g)	S/R 比
処理終了直後	畑区	0.43	0.10	0.53	4.3
	湛水区	0.42	0.09	0.51	4.7
	t検定	ns	ns	ns	ns
処理終了後 7 日目	畑区	0.77	0.15	0.92	5.1
	湛水区	0.50	0.14	0.64	3.6
	t検定	**	ns	**	**

ns: 5%水準で有意差なし, \*\*: 1%水準で有意差あり. (n=5)

科作物であるダイズについては、過剰土壌水分条件下での生育反応に関する報告が多い。特に根系発育については、Shimamura et al. (2002, 2003), 島村ら (1997, 2003), 李ら (2003) が発育形態学的な観察結果を詳細に報告している。これらの報告によると、過剰水分に対する根の内部組織構造の反応として二次通気組織の形成が、また外部形態の変化として不定根の形成があげられる。そこで、本実験においても、湛水処理終了直後における主根の横断切片を作製して内部組織構造を観察したところ、ダイズで見られるような内鞘細胞の分裂は認められず、畑区と湛水区との間に明確な差異は認められなかった (第 1 図)。

著者ら (Shiba and Daimon, 2003) は耐湿性の高い緑肥作物である *Sesbania* 属 2 種について、湛水直後から主根の内鞘細胞の肥大と分裂が起こることを報告した。すなわち、湛水開始後 12 時間から 48 時間までの間に、内鞘細胞が放射方向に肥大し、その後、内皮を押し破るようにしてスポンジ状の二次通気組織を形成することを確認したが、供試した‘京都大納言’ではこのような内鞘細胞の肥大は観察されず、内部組織構造の変化による耐湿性の獲得は‘京都大納言’では認められないことが示唆された。望月ら (2000) の報告では、ショウズ系の夏アズキ 2 品種は 14 日間の湛水により地表面直下の胚軸において二次通気組織を形成したが、この胚軸の横断切片における通気組織の面積はダイズで 7~10mm<sup>2</sup> であるのに比べて、アズキ 2 品種では 0.5mm<sup>2</sup> 弱と極わずかであった。本実験では、胚軸の横断切片については観察しなかったが、ダイズや *Sesbania* 属植物で見られるような胚軸の地表面近傍の肥大やスポンジ状の構造は認められず、‘京都大納言’では生産現場で問題となる出芽後の短期間における湛水条件では、胚軸には二次通気組織は形成されないか、形成されても極わずかであると言える。通気組織の形成の有無やその程度は、湛水期間の長短、夏アズキ



第 1 図 湛水処理終了直後における畑区および湛水区の主根横断面

左: 畑区, 右: 湛水区 矢印: 内皮, ST: 中心柱, CO: 皮層. バーは 100 μm を示す.

と秋アズキといった生態型の差異, ショウズ系と大納言系といった種子重などの品種特性によって異なると考えられるが, それぞれの品種が被る過剰水分の時期や程度との関係から詳細に明らかにする必要がある。

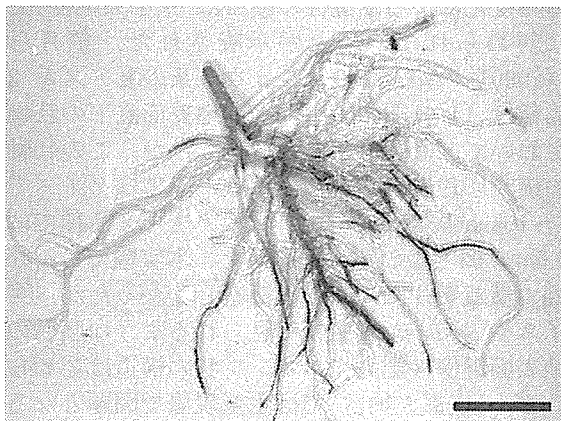
本実験では湛水処理終了直後の‘京都大納言’の根系の外部形態も調査した。その結果, 湛水区では処理終了直後には根の先端が褐色から黒色となり, 明らかに伸長が抑制されて枯死していた(第2図)。根量を量的に評価するために採取した根の画像から根長を計測したところ(第2表), 主根・側根の長さは畑区に比べて湛水区で著しく低い値を示し, その結果, 根の長さの合計(総根長)も畑区に比べて湛水区で有意に劣った(第3図A,B)。しかし, 湛水処理終了後7日目において同様の調査をしたところ, 主根・側根の長さは処理終了直後と同様に湛水区で有意に抑制されたものの, 総根長は湛水区が畑区の約80%程度となり, 7日間で畑区と同程度まで回復した(第3図C,D)。

湛水処理中の上胚軸には処理開始後4~5日目から不定根の形成が認められ, 処理終了後もそれらの根は伸長を続けた。不定根は畑区にお

いても観察されたものの, 伸長は認められず, 不定根長は両サンプリング時期において畑区に比べて湛水区で高い値を示し, その差異は処理終了後7日目で顕著であった。第3図に示したように畑区と湛水区の根系構造は明らかに異なっていたが, 総根長に占める不定根長の割合を算出したところ, 処理終了直後は, 畑区では2.1%であったのに対して湛水区では28.6%, 処理終了後7日目は, 畑区では1.3%であったのに対して湛水区では36.3%と, いずれも湛水区で顕著に高かった(第2表)。また, 7日間における主根・側根の根長の増加程度が湛水区と畑区でほぼ同程度であったことから, この間の湛水区における総根長の回復は主に不定根の伸長によるものであることが示された。

以上のように, ‘京都大納言’では湛水に対する内部組織構造の適応としての二次通気組織の発達は認められないことが示されたが, 一方で, 外部形態変化として不定根の速やかな形成が生じることが明らかとなった。そこで, ‘京都大納言’と同様の大納言系秋アズキである‘能登大納言’を加えて, 湛水に対する不定根形成の様相を比較した。

湛水処理開始後に形成された不定根数には個



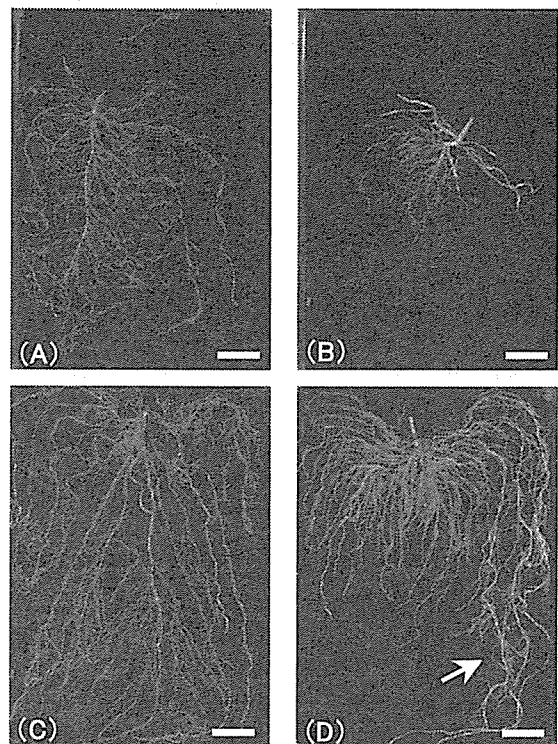
第2図 湛水処理終了直後の根系

バーは3cmを示す。

第2表 初生葉展開時における7日間の湛水処理が処理終了直後と処理終了後7日目の根長に及ぼす影響

採取日	処理区	主根・側根 (m)	不定根 (m)	合計 (m)
処理終了直後	畑区	9.5	0.2	9.6
	湛水区	2.4	1.0	3.5
	t検定	**	*	**
処理終了後7日目	畑区	15.3	0.2	15.6
	湛水区	7.9	4.5	12.4
	t検定	**	**	ns

ns: 5%水準で有意差なし, \*: 5%水準で有意差あり,  
\*\*: 1%水準で有意差あり。

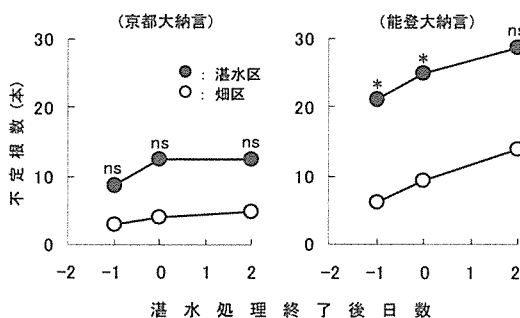


第3図 処理終了直後および処理終了後7日目の畑区と湛水区における根系の差異

(A) 処理終了直後, 畑区 (B) 処理終了直後, 湛水区  
(C) 処理終了後7日目, 畑区 (D) 処理終了後7日目, 湛水区  
矢印は不定根を, バーは3cmを示す。

体間でやや変異が見られたが、‘京都大納言’と同様に‘能登大納言’でも上胚軸に不定根の形成が認められた。不定根はいずれの品種においても畑区に比べて湛水区でより早期から形成され、その数は湛水区で多い傾向にあった(第4図)。個体間の変異がやや大きかったものの、‘京都大納言’では試験期間を通して湛水区と畑区との間の不定根数の差が必ずしも小さくなく、一方、‘能登大納言’では両区の差は大きかった。また、2品種間で湛水区における絶対値を比較すると、‘京都大納言’では9~13本であったのに対して、‘能登大納言’では21~30本と極めて多く、‘能登大納言’は不定根を形成する能力が高いことが示唆された。さらに、本実験では観察時点において1mm以上に伸長した不定根を全て計数したが、‘京都大納言’では発生後に必ずしも伸長しない不定根も一部認められた。一方、‘能登大納言’では湛水区で形成されたものは処理終了後も伸長するものが多かった。供試品種はいずれも大納言系アズキであるが、本実験で供試した‘能登大納言’の百粒重は24~26gの範囲にあり、‘京都大納言’の22~24gと比較して種子がもつ貯蔵養分も多い。このことが、初期生育が旺盛であり不定根がより早期にかつ多数形成される要因であったとも推察される。今後、転換畑で栽培される大納言系アズキについて多数の品種間でその特性を比較する必要がある。

湛水処理終了後7日目における両品種の乾物重を第3表に示した。‘京都大納言’では、地上部および地下部の乾物重は畑区に比べて湛水区で有意に劣った。‘京都大納言’と同様に‘能登大納言’においても、地上部および地下部の乾物重は畑区に比べて湛水区でやや劣る傾向にあったが、両区間に有意な差異はなかった。個体あたり乾物重において畑区に対する湛水区の割合を



第4図 初生葉展開時における7日間の湛水処理が不定根形成に及ぼす影響

シンボル上の記号は畑区と湛水区のt検定の結果を示す。  
(ns: 5%水準で有意差なし, \*: 5%水準で有意差あり)

みると、‘京都大納言’では57%であったのに対して‘能登大納言’では72%と比較的高い値を示した。すなわち、‘京都大納言’に比べて‘能登大納言’では湛水処理による乾物重の減少程度は小さいことが示された。この原因の一つとして、上述した不定根数の増加があげられるかも知れない。島村ら(1997)は、ショウズ系の夏アズキ2品種では14日間の湛水により生じた数本の胚軸根に破生細胞間隙が認められることを報告しているが、その機能は明確にされていない。本研究では、生じた不定根における通气組織の有無は観察しておらず、供試2品種間における不定根の内部組織構造の差異と酸素供給機能についても今後解析し、能登大納言の生育初期における湛水耐性についてより詳細に検討する予定である。一方、李ら(2003)は、ダイズにおいて、生育初期(第4葉展開期)に培土によって不定根を誘導してから湛水処理を行うと、湛水による最終的な収量の抑制が軽減され、その軽減程度は不定根の発生数が多い品種ほど大きいことを報告している。著者ら(Shiba and Daimon, 2003)も、上述した *Sesbania* 属では、湛水条件下における二次通气組織の形成と胚軸からの不定根の形成が相補的に湛水条件下での初期生育に関与することを示した。すなわち、湛水に対して *S. cannabina* は二次通气組織を速やかに形成するが不定根の形成は遅く、一方、*S. rostrata* は二次通气組織の形成は遅いが不定根を旺盛に形成することで、それぞれ湛水条件下での初期生育を確保することを示した。転換畑で栽培されるアズキの初期生育における耐湿性の確保にも不定根形成が重要な特性となることが示唆される。

実際の圃場において不定根を誘導する技術としては、中耕・培土があげられ、それは通气性の改善や除草、倒伏軽減などにも期待できるが、京都大納言の産地である京都府では、生産者の高齢化などによる作付面積の減少を受けて、省力化を目指してコンバイン収穫が普及しつつあり、その際の土等の混入を防ぐために中耕・培

第3表 初生葉展開時における7日間の湛水処理が処理終了後7日目の乾物重に及ぼす影響

供試品種	処理区	地上部 (g)	地下部 (g)	個体 (g)
京都大納言	畑区	0.91	0.19	1.10
	湛水区	0.53	0.10	0.63
	t検定	**	**	**
能登大納言	畑区	0.85	0.17	1.02
	湛水区	0.62	0.11	0.73
	t検定	ns	ns	ns

ns: 5%水準で有意差なし, \*\*: 1%水準で有意差あり。

土を行わない農家も増えてきている(大橋, 2008)。したがって、これらの地域におけるアズキ栽培では不定根形成能の高い品種の選択は極めて重要となる。湛水条件や過剰水分条件下における不定根の発生は、嫌気条件下でのオーキシン輸送の低下によって生じる地際部におけるオーキシン濃度の上昇やエチレンによる細胞のオーキシン感受性の増大によって制御される可能性がある(McNamara and Mitchell, 1991; Visser et al., 1996)。これらの機序を応用して、地域における特産農作物として位置づけられる代替しにくい特定の品種については、その耐湿性の確保のために発根を誘導する成長調節剤の利用なども検討する必要があるかもしれない。

## 謝 辞

本研究の遂行にあたり、根系構造の解析手法についてご指導、ご助言を頂いた東京大学大学院農学生命科学研究科の阿部淳博士に深く感謝の意を表します。また、能登大納言の種子の分譲にあたってご配慮頂きました石川県のJ A ずしの関係者各位に深謝します。

## 引用文献

- Bacanawo, M., Purcell, L.C. 1999a. Soybean dry matter and N accumulation responses to flooding stress, N sources and hypoxia. *J. Exp. Bot.* 50: 689-696.
- Bacanawo, M., Purcell, L.C. 1999b. Soybean root morphological and anatomical traits associated with acclimation to flooding. *Crop Sci.* 39: 143-149.
- Henshaw, T.L., Gilbert, R.A., Scholberg, J.M.S., Sinclair, T.R. 2007. Soya bean (*Glycine max* L. Merr.) genotype response to early-season flooding: I. Root and nodule development. *J. Agron. Crop Sci.* 193: 177-188.
- James, E.K., Crawford, R.M.M. 1998. Effect of oxygen availability on nitrogen fixation by two *Lotus* species under flooded conditions. *J. Exp. Bot.* 49: 599-609.
- James, E.K., Sprent, J.I. 1999. Development of N<sub>2</sub>-fixing nodules on the wetland legume *Lotus uliginosus* exposed to conditions of flooding. *New Phytol.* 142: 219-231.
- 李 廣弘, 朴 相源, 權 容雄 2003. 不定根の早期誘導によるダイズの耐湿性の向上. *日作紀* 72: 82-88.
- Loureiro, M.F., De Faria, S.M., James, E.K., Pott, A., Franco, A.A. 1994. Nitrogen-fixing stem nodules of the legume, *Discolobium pulchellum* Benth. *New Phytol.* 128: 283-295.
- McNamara, S.T. and Mitchell, C.A. 1991. Roles of auxin and ethylene in adventitious root formation by a flood-resistant tomato genotype. *HortSci.* 26: 722-736.
- 望月俊宏, 高橋卯雪, 島村 聡, 福山正隆 2000. 数種夏作マメ科作物の胚軸における二次通気組織の形成. *日作紀* 69: 69-73.
- 大橋善之 2008. 京都府丹後地域における小豆の大規模省力機械化栽培技術. *豆類時報* 50: 30-35.
- Pires, J.L.F., Soprano, E., Cassol, B. 2002. Morphophysiological changes of soybean in flooded soils. *Pesq. Agropec. Bras.* 37: 41-50.
- Shiba, H., Daimon, H. 2003. Histological observation of secondary aerenchyma formed immediately after flooding in *Sesbania cannabina* and *S. rostrata*. *Plant Soil* 255: 209-215.
- 島村 聡, 望月俊宏, 井之上準 1997. 数種マメ科作物の胚軸根における破生細胞間隙の形成. *日作紀* 66: 208-213.
- Shimamura, S., Mochizuki, T., Nada, Y., Fukuyama, M. 2002. Secondary aerenchyma formation and its relation to nitrogen fixation in root nodules of soybean plants (*Glycine max*) grown under flooded conditions. *Plant Prod. Sci.* 5: 294-300.
- Shimamura, S., Mochizuki, T., Nada, Y., Fukuyama, M. 2003. Formation and function of secondary aerenchyma in hypocotyls, roots and nodules of soybean (*Glycine max*) under flooded conditions. *Plant Soil* 251: 351-359.
- 島村 聡, 望月俊宏, 名田陽一, 福山正隆 2003. 湛水条件下で栽培したダイズにおける二次通気組織の形成と生育・収量. *日作紀* 72: 25-31.
- 島村 聡, 望月俊宏 2005. 二次通気組織の形成と植物の耐湿性. *根の研究* 14: 149-155.
- Tanaka, S., Yamauchi, A., Kono, Y. 1995. Easily accessible method for root length measurement using an image analysis system. *Jpn. J. Crop Sci.* 64: 144-147.
- Thomas, A.L., Guerreiro, S.M.C., Sodek, L. 2005. Aerenchyma formation and recovery from hypoxia of the flooded root system of nodulated soybean. *Ann. Bot.* 96: 1191-1198.
- Visser, E.J.W., Bogermann, G.M., Blom, C.W.P.M., Voeselek, L.A.C.J. 1996. Ethylene accumulation in waterlogged *Rumex* plants promotes formation of adventitious roots. *J. Exp. Bot.* 47: 403-410.



## 第 32 回 根研究集会に参加して

安倍 史高・森 正彦

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構 作物研究所

第32回根研究集会が2010年4月20～21日に、つくばの農研機構中央農業研究センターで開催されました。集会では、口頭とポスターで各13演題ずつ発表が行われました。作物から樹木に至るまで多種多様な根を中心として、その環境応答、観察手法など、非常に幅広い分野の研究が報告され、活発に質疑応答が行われました。

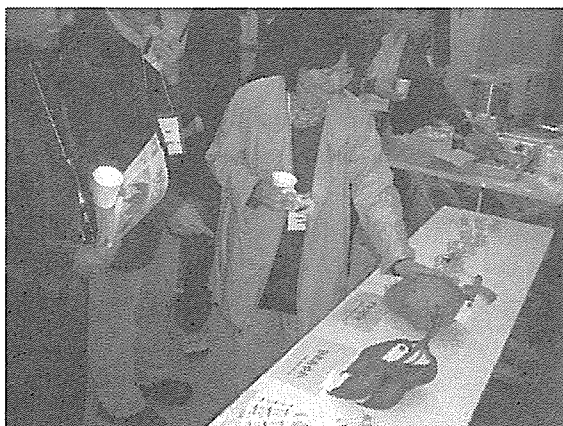
会場には、「根の研究に役立つ道具」(ルートスキャナー、モノリス、根箱)や「いろいろな作物の根」などが展示され、休憩時間などにも根の話で大いに盛りあがりしました。圃場の空中写真を撮影するための気球「ひばりは見た!」を用いて、天井に浮かんだ気球からの記念撮影も行われました。

初日は半分の口頭発表と全てのポスター発表の他に、根研究会総会が開かれ、20周年記念事業に向けた意見交換や次期集会の開催地紹介などが行われました。また、懇親会では、新しい多くの仲間と話をすることもできました。

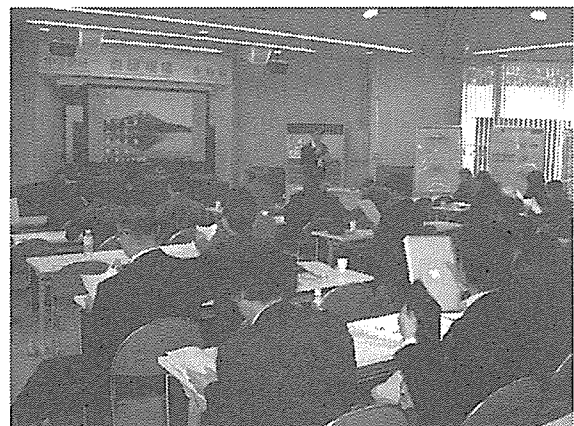
集会の最後には、共催の作物研究所の岩永勝所長による特別講演が「根深くして葉繁る：世界食料生産倍増のために」という題目で行われました。世界規模での食料生産量の推移から、緑の革命以降の食料生産に関する問題点が丁寧に説明され、今後の食料増産に向けては、地域ごとにカスタマイズされた「虹色革命」の必要性が提言されました。特別講演としてはめずらしく長い質疑の時間が設けられ、根の研究がこ

の「虹色革命」にどのように貢献するべきであるのか議論されました。グローバル社会、GM作物、市場原理、教育の重要性など根の研究からは少し離れた話題まで予定時間を超過して白熱した議論となりました。根の研究の成果が「虹色革命」に結びつくためには、年配の先生方の知識や経験はもちろん重要ではありますが、雨上がりの陽光のように新鮮な感性も必要であり、私たち若手研究者に求められることも大きいと感じました。

私達は根の研究会の会員ではなく、根を研究対象として深く扱ったこともなく、今回、事務局手伝いを兼ねて初めて参加させていただきました。これまで材料育成などにおいて根の重要性を認識することがあっても、土の中の見えない標的に対して関心が低すぎたことを強く意識させていただき、非常に濃密な時間を過ごさせていただきました。根の研究会の重要性を痛感し、今後さらに大きな規模での取り組みが必要であると感じ、まずは根の研究会の会員となることを決意いたしました。第32回根研究集会を運営された小柳敦史委員長、近藤始彦副委員長、島村聡事務局長をはじめとして、根研究会の皆様には深く御礼申し上げます。次回の兵庫県立大学における集会では、海外からの講師を招待することを予定しているとのことで、非常に楽しみにしております。



展示品「いろいろな作物の根」



根研究会総会の様子

2010年5月26日受付

\*連絡先 〒305-8518 茨城県つくば市観音台2-1-18 作物研究所・麦類遺伝子技術研究チーム  
Fax: 029-838-8694 E-mail: fabe@affrc.go.jp

## 第 32 回根研究集会プログラム

<日時> 2010年4月20日 (火) 13:00 ~ 21日 (水) 12:00  
<場所> 農研機構・中央農業総合研究センター (茨城県つくば市)  
1日目 1階大会議室 2日目 3階第一会議室

### 4月20日 (火) (1階大会議室)

12:30~13:00 受付 (1階大会議室前)  
13:00~13:05 開会の辞 巽 二郎 根研究会会長  
13:05~13:15 歓迎の挨拶 寺島一男 農研機構・作物研究所企画管理室長

### 口頭発表

- O-1 13:15~13:30 多収水稻品種タカナリの根系と窒素吸収特性  
近藤始彦 (農研機構・作物研究所)
- O-2 13:30~13:45 水稻湛水直播栽培における播種位置が地下部形質及び地上部生育に及ぼす影響  
吉永悟志\*・荒井(三王)裕見子・石丸努・高井俊之・近藤始彦 (農研機構・作物研究所)
- O-3 13:45~14:00 Quantitative trait loci for plastic lateral roots development under fluctuating soil moisture stress in rice  
Jonathan M. Niones\*, Yoshiaki Inukai and Akira Yamauchi (Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University)
- O-4 14:00~14:15 イネのOsABCG5トランスポーターは根の下部のスベリン、リグニン代謝に関与する  
塩野克宏<sup>1,2\*</sup>・安藤美保<sup>1</sup>・中村元昭<sup>1</sup>・松尾優一<sup>1</sup>・土反伸和<sup>3</sup>・Kosala Ranathunge<sup>4</sup>・藤本優<sup>1</sup>・高橋宏和<sup>1</sup>・高牟礼逸朗<sup>5</sup>・Lukas Schreiber<sup>4</sup>・矢崎一史<sup>6</sup>・堤伸浩<sup>1</sup>・中園幹生<sup>1</sup>・加藤清明<sup>7</sup> (<sup>1</sup>東京大学・<sup>2</sup>日本学術振興会特別研究員PD・<sup>3</sup>神戸薬科大学・<sup>4</sup>University of Bonn・<sup>5</sup>北海道大学・<sup>6</sup>京都大学・<sup>7</sup>帯広畜産大学)
- O-5 14:15~14:30 Lysigenous aerenchyma formation in seminal root cortex of spring wheat (*Triticum aestivum* cv. Bobwhite line SH 98 26) seedlings  
Md Emdadul Haque\*, Kentaro Kawaguchi, Fumitaka Abe and Atsushi Oyanagi (National Agriculture and Food Research Organization, National Institute of Crop Science)
- O-6 14:30~14:45 チャの根の活性に及ぼすLED連続照射の影響  
本間知夫<sup>1\*</sup>・金色優美<sup>1</sup>・松尾喜義<sup>2</sup>・金満伸央<sup>3</sup>・佐藤浩<sup>3</sup>・平本廣幸<sup>3</sup> (<sup>1</sup>千葉科学大学危機管理学部・<sup>2</sup>野菜茶業研究所茶生産省力技術研究チーム・<sup>3</sup>スタンレー電気株式会社横浜技術センター)
- 14:45~15:15 休憩  
15:15~16:15 根研究会総会



ポスター発表 16:15～17:15

- P-1 トウモロコシ根端組織細胞に見られる顆粒について  
齊藤進<sup>1</sup>・高橋三男<sup>2</sup>・仁木輝緒<sup>3\*</sup> (<sup>2</sup>東京高専・物質工・<sup>1,3</sup>拓殖大・工)
- P-2 イネの根における誘導的通気組織形成に関与する遺伝子の網羅的発現解析  
山内卓樹<sup>1\*</sup>・塩野克宏<sup>1,2</sup>・安彦友美<sup>1</sup>・Rajhi Imene<sup>1</sup>・高牟礼逸朗<sup>3</sup>・長村吉晃<sup>4</sup>・堤伸浩<sup>1</sup>・中園幹生<sup>1</sup>・加藤清明<sup>5</sup> (<sup>1</sup>東大農学生命科学・<sup>2</sup>日本学術振興会特別研究員・<sup>3</sup>北大農院・<sup>4</sup>農業生物資源研究所ゲノムリソースセンター・<sup>5</sup>帯広畜産大)
- P-3 水田転換畑におけるコムギの湿害と通気組織形成  
川口健太郎\*・安倍史高・Md Emdadul Haque・小柳敦史 (農研機構・作物研究所)
- P-4 環境によって制御されるポプラ導管への金属輸送機構の解析  
金澤昌史\*・阿部雄太・古川純・岩井宏暁・佐藤忍 (筑波大学・生命環境科学研究科)
- P-5 サツマイモから分離された窒素固定エンドファイト  
塔野岡(寺門)純子<sup>1,2\*</sup>・藤原伸介<sup>1</sup>・大脇良成<sup>1</sup> (<sup>1</sup>中央農業総合研究センター・<sup>2</sup>日本学術振興会特別研究員RPD)
- P-6 連作ダイズの根粒より分離した非共生細菌の特性  
大脇良成<sup>1\*</sup>・田澤純子<sup>1</sup>・松岡宏明<sup>1,2</sup>・横山正<sup>3</sup>・松本静治<sup>4</sup>・静川幸明<sup>4</sup>・吉川正巳<sup>4</sup> (<sup>1</sup>農研機構 中央農研・<sup>2</sup>筑波大学・<sup>3</sup>東京農工大・<sup>4</sup>京都農技セ 生資セ)
- P-7 窒素とリンの供給からみたヘアリーベッチのすき込み効果  
山田奈央子\*・松村篤・大門弘幸 (大阪府立大学大学院生命環境科学研究科)
- P-8 筒栽培における栽培条件の違いが薬用植物「カンゾウ」の根の生長に及ぼす影響  
大嶺聖<sup>1\*</sup>・安福規之<sup>1</sup>・古川全太郎<sup>2</sup> (<sup>1</sup>九州大学大学院工学研究院・<sup>2</sup>九州大学大学院工学府)
- P-9 ポプラ根における機能の年間リズム形成への環境要因と植物ホルモンの関与  
水野宏亮\*・阿部雄太・岩井宏暁・古川純・佐藤忍 (筑波大学生命環境科学研究科)
- P-10 異なる重力環境がシロイヌナズナの芽生えの成長に与える影響  
唐原一郎<sup>1\*</sup>・新谷悠<sup>2</sup>・安藤名央子<sup>1</sup>・玉置大介<sup>3</sup>・神阪盛一郎<sup>1</sup> (<sup>1</sup>富山大・院・理工・<sup>2</sup>富山大・理・生物・<sup>3</sup>兵庫県大・院・生命理学)
- P-11 連続スキャナ画像を対象とした細根動態の自動追跡  
坂本拓道<sup>1\*</sup>・大橋瑞江<sup>1</sup>・木村敏文<sup>1</sup>・中野愛子<sup>1</sup>・檀浦正子<sup>2</sup>・牧田直樹<sup>2</sup>・池野英利<sup>1</sup> (<sup>1</sup>兵庫県立大学・<sup>2</sup>京都大学)
- P-12 根呼吸実験法の検討～洗浄・切断による影響はあるか?～  
夜久涼子<sup>1\*</sup>・大橋瑞江<sup>1</sup>・牧田直樹<sup>2</sup>・福田圭佑<sup>1</sup>・平野恭弘<sup>3</sup> (<sup>1</sup>兵庫県立大・<sup>2</sup>京都大・<sup>3</sup>森林総研関西)
- P-13 根の酸素利用状況の視覚化と活性評価  
本間知夫<sup>1\*</sup>・浅田直人<sup>1</sup>・松尾喜義<sup>2</sup>・馬場繁幸<sup>3</sup> (<sup>1</sup>千葉科学大学危機管理学部・<sup>2</sup>野菜茶業研究所生産省力技術研究チーム・<sup>3</sup>琉球大学熱帯生物研究センター)

17:30～19:15 懇親会 (筑波事務所内の食堂)

## 4月21日（水）（3階第一会議室）

### 口頭発表

- O-7 9:00～9:15 エリアンサスの根におけるケイ素とデンプンの蓄積  
—低真空走査電子顕微鏡とX線分析装置による観察—  
阿部淳<sup>1\*</sup>・塩津文隆<sup>1</sup>・森田茂紀<sup>1</sup>・辻渉<sup>2</sup>・谷本英一<sup>3</sup>（<sup>1</sup>東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup>鳥取大学乾燥地研究センター・<sup>3</sup>名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科）
- O-8 9:15～9:30 なぜオランダトマト果実のCa濃度は高いのか？  
中野明正\*・安東赫・高市益行（農業・食品産業技術総合研究機構）
- O-9 9:30～9:45 ポプラを用いた環境要因による根の機能制御機構解明の試み  
佐藤忍\*・阿部雄太・水野宏亮・岩井宏暁・古川純（筑波大学生命環境科学研究科）
- O-10 9:45～10:00 マメ科根圏微生物の難溶性無機リンおよびフィチンの溶解能  
松村篤\*・山脇賢治・佐伯聡一・大門弘幸（大阪府立大学大学院生命環境科学研究科）
- 10:00～10:15 休憩
- O-11 10:15～10:30 自動追跡手法を用いたスキャナ画像におけるコナラ細根の動態解析  
中野愛子<sup>1\*</sup>・大橋瑞江<sup>1</sup>・木村敏文<sup>1</sup>・坂本拓道<sup>1</sup>・檀浦正子<sup>2</sup>・牧田直樹<sup>2</sup>・池野英利<sup>1</sup>（<sup>1</sup>兵庫県立大学・<sup>2</sup>京都大学）
- O-12 10:30～10:45 根を含む植物個体呼吸の法則  
森茂太（森林総合研究所 植物生態領域）
- O-13 10:45～11:00 空、地上、根からのソバの倒伏調査法  
村上敏文\*・由比真美子・天羽弘一（農研機構 東北農業研究センター）

### 特別講演

- 11:00～12:00 根深くして葉繁る：世界食料生産倍増のために  
岩永 勝 農研機構・作物研究所 所長

## 0-1 多収水稻品種タカナリの根系と窒素吸収特性

近藤始彦 農研機構・作物研究所 (chokai@affrc.go.jp)

### 目的

水稻多収性の改良には根系、特に下層根の養分、水分吸収能やその他の機能の寄与を解明し、土壌管理や育種に活用していく必要がある。インディカ水稻品種「タカナリ」は多収性と高い光合成能など多収性に寄与する地上部形質がすでに多く報告されているが、根系特性についての知見は限られる。本研究ではポットでのモデル試験により「コシヒカリ」を比較とした「タカナリ」の根系形態やNなどの養分吸収特性を特に下層根に着目して解析した。またN条件の影響もあわせて検討した。

### 方法

水田土壌を充填したポット(直径 0.2m、高さ 0.4m)にタカナリとコシヒカリを湛水栽培し、(図1)基肥レベルに低N区(0.5gN)と高N区(2.0gN)を設けた。出穂期と登熟期に層別の<sup>15</sup>N吸収能を評価した。<sup>15</sup>N吸収能は0.05mと0.15mの深さに(<sup>15</sup>NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(50mgN)をシリンジで注入し、注入2日後に植物体中の<sup>15</sup>Nを定量することにより評価した。根長はスキャナーで取り込んだ画像を解析ソフト(WinRhizo, Regent co.)を用いて計測した。また0.05mと0.15mの深さからポーラスカップで採取した土壌溶液のイオン濃度を測定した。

### 結果と考察

乾物重は地上部、根部ともにタカナリでコシヒカリより高く多収性を示した。タカナリはコシヒカリより根/地上部比が高く特に高N区で差が大きかった。またタカナリは下層への根分布が大きい傾向にあり根長密度は表層から0.3mまでタカナリで高かった。0.15m深での<sup>15</sup>N吸収量は0.05m深に比べ81~182%であり下層根の重要性を示唆した。<sup>15</sup>N吸収量は根長密度とともに増加する傾向が認められ、品種間差異は小さかった。根長当たりの<sup>15</sup>N吸収量は0.15m深で0.05m深より高い傾向にあった。また根長当たりの<sup>15</sup>N吸収量は高N区で低N区より低下したが、コシヒカリで低下が大きい傾向にあった。土壌溶液中のカチオンでは0.15m深でKがタカナリでコシヒカリより低く、下層からの旺盛なK吸収が推察された。

以上より下層根は登熟期間に養分吸収に重要な寄与をもつことが示唆された。タカナリは高N条件下でも根/地上部比が大きく、また根長あたりの吸収能も低下しにくいことが下層からの高いNおよびK吸収力に寄与していると考えられた。今後、圃場条件において本モデル実験での結果を検証するとともに品種間差異に関与する遺伝・生理要因の解明が望まれる。

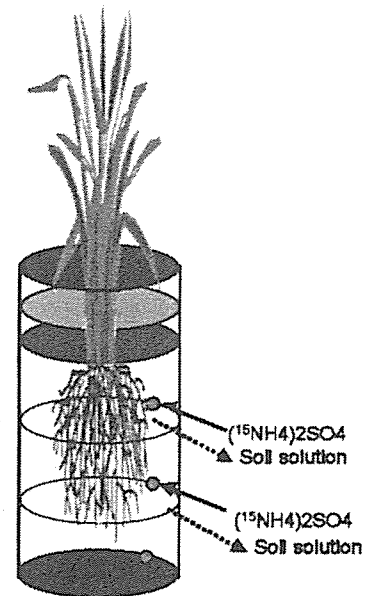


図1  
ポット模式図

## 0-2 水稲湛水直播栽培における播種位置が地下部形質及び地上部生育に及ぼす影響

吉永悟志\*・荒井(三王)裕見子・石丸努・高井俊之・近藤始彦  
農業・食品産業技術総合研究機構 作物研究所  
(\*yosinaga@affrc.go.jp)

### 【背景・目的】

水稲の湛水直播栽培では表面散播が省力・低コスト性の点で有効性が高いものの、耐倒伏性の低下や浅根化による乾物生産の低下が危惧される。そこで、表面播種条件での乾物生産やこれに関与すると考えられる地下部の形質を調査し、品種間差を評価することで、省力・低コストの多収栽培に有効となる品種特性を明らかにする。

### 【試験方法】

#### I. 表面播種条件での乾物生産の品種間差 (圃場条件における乾物重)

合計12品種を供試し、2008/5/12にカルパー被覆種子を播種深度0cmおよび1cmで播種し、同年7/17に地上部をサンプリング。施肥は、基肥としてLP100を6kgN/10a施用。

#### II. 根形質の品種間差および播種深度の影響

合計10品種を供試し、灰色低地土を充填した1/5000aワグネルポット (深型) に、播種深度0cmおよび1cmで2008/9/28に播種 (乱塊法4反復、ガラス室内)。播種後約2ヶ月後にサンプリングを行い、地上部・地下部乾物重、冠根総数、根形態について調査。また、同品種について0.4%寒天培地に播種深度0cmおよび1cmで播種し、冠根の貫入方向の品種間差について調査。

### 【結果・考察】

- 1) 圃場試験において、土中播種条件に対して表面播種条件で全般に地上部乾物重や窒素吸収量が減少し、12品種の平均で表面播種により乾物重が15%低下した。このような傾向には品種間差が認められ、‘モミロマン’、‘関東 PL12’では表面播種による乾物重の低下が小さく、‘コシヒカリ’や‘べこあおば’は表面播種による乾物重の減少程度が大きかった。ポット試験で供試した共通品種についても、圃場試験の傾向とほぼ一致した。
- 2) 表面播種により土中播種と比較して地上部重が大きく減少した品種では、発根部 (稈基部) の小型化やこれにともなうと考えられる冠根発生部の面積、冠根数の減少などが確認された。一方、播種深度による根の形態 (根直径の分布、重さ当たりの表面積等) への影響は小さかった。
- 3) また、上記のような特性には根の伸長角度が関与することが考えられるが、冠根の貫入方向に品種間差が認められたものの、地上部重やその他の地下部形質との関連は認められなかった。さらに、このような貫入方向は播種深度による変化を生じなかった。

以上のように、表面播種条件では土中播種条件と比較して地上部生育量が減少したが、その程度に品種間差が認められた。品種間差に関連したと考えられる冠根発生数は発生節の直径と関連が深いとされることから、表面播種により冠根発生部位が小型化しにくいことが、表面播種に適応した品種特性の一つであると考えられたが、形態的な特性との関連は判然としなかった。

### O-3 Quantitative trait loci for plastic lateral roots development under fluctuating soil moisture stress in rice

Jonathan M. Niones, Yoshiaki Inukai and Akira Yamauchi\*  
(Graduate School of Bioagricultural Sciences, Nagoya University)

\*Corresponding author: ayama@agr.nagoya-u.ac.jp

Utilization of chromosome segment substitution lines (CSSL) enables us to precisely identify the key traits that play important roles in the growth under various conditions such as soil moisture fluctuation stresses. We previously reported (Niones *et al.* 2010, 2009; Suralta *et al.* 2010, 2008) that CSSL47 derived from Nipponbare and Kasalath crosses showed greater shoot biomass and yield mainly due to plastically promoted root growth particularly in lateral root production and other associated root traits under transient soil moisture stress as compared with Nipponbare, while CSSL47 did not show significant difference in plant growth from Nipponbare under non-stress conditions in hydroponics, nor under soil and field conditions. This line contains 11 substituted segments from Kasalath on 9 out of 12 chromosomes. We exploited the naturally occurring differences among genotypes in their responses to transient soil moisture stress, and then used the quantitative trait loci (QTL) mapping to identify the associated QTL, controlling root plasticity. F<sub>2</sub> population derived from Nipponbare and CSSL47 crosses was used to detect QTL associated with root plasticity and other linked traits such as total root length, seminal root length, total lateral root number, number of different lateral root types (L, M, S), specific root length, root dry weight, nodal root number, tiller number and shoot dry weight under transient soil moisture fluctuation stress. Four QTLs were detected in QTL mapping analysis, which were associated with lateral root development under soil moisture fluctuation stress. Three QTLs were detected at the chromosome 12, which controls the production of lateral roots particularly that of S-type lateral root (hydroponics), L-type lateral root (soil-culture) and total lateral root production (hydroponics) while one QTL was detected at the chromosome 6 for root dry weight (field). In hydroponics culture, the QTLs for S-type lateral root and total lateral root production were detected in RM247 on chromosome 12. The L-type lateral root QTL was detected in TG156 on chromosome 12 under soil culture conditions while the root dry weight QTL was detected at RM276 on chromosome 6. These identified QTLs contributed to the greater root system development through greater production of both types of lateral roots that effectively maintained water uptake under the stress conditions. Such plastic root responses in turn resulted in increased stomatal conductance, photosynthesis and thus maintenance or increase of shoot dry matter and yield production under the stress conditions as compared with Nipponbare. Furthermore, no QTL for any root trait has been reported in chromosome 12 regions. This may possibly be a putative QTL and potentially be used in the marker-aided breeding program for the introgression of these traits into elite lines for enhanced adaptation to fluctuating soil moisture environment.

References: Niones *et al.* 2010. Jpn. J. Crop Sci. 79 (Extra 1): 148-149; Niones *et al.* 2009. Jpn. J. Crop Sci. 78 (Extra 1): 260-261; Suralta *et al.* 2010. Plant Soil. DOI 10.1007/s11104-009-0275-8; Suralta *et al.* 2008. Plant Prod. Sci.11: 324-335.

Keyword: chromosome segment substitution lines (CSSL), lateral root, rice, root plasticity, soil moisture fluctuation

CSSL47 was provided by the Rice Genome Research Center of the National Institute of Agrobiological Sciences, Tsukuba, Ibaraki, Japan.

## O-4 イネの OsABCG5 トランスポーターは根の下皮のスベリン、リグニン代謝に関与する

塩野克宏<sup>1,\*</sup>・安藤美保<sup>1</sup>・中村元昭<sup>1</sup>・松尾優一<sup>1</sup>・土反伸和<sup>3</sup>・Kosala Ranathunge<sup>4</sup>・藤本優<sup>1</sup>高橋宏和<sup>1</sup>・高牟礼逸朗<sup>5</sup>・Lukas Schreiber<sup>4</sup>・矢崎一史<sup>6</sup>・堤伸浩<sup>1</sup>・中園幹生<sup>1</sup>・加藤清明<sup>7</sup><sup>1</sup>東京大学・<sup>2</sup>日本学術振興会特別研究員PD・<sup>3</sup>神戸薬科大学<sup>4</sup>University of Bonn・<sup>5</sup>北海道大学・<sup>6</sup>京都大学・<sup>7</sup>帯広畜産大学

(\*連絡先: ashionok@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)

湿地では長期間の過湿状態が続くことで土壌が低酸素状態になるだけでなく、還元化により土壌中に植物が過剰吸収すると有毒なイオンが増加する。このため、イネなどの湿生植物を除く、ほとんどの植物は湿害により生育阻害をうける。様々なイオン性の物質や細菌は、細胞壁と細胞間の間隙(アポプラスト)を移動できる。根の下皮にはアポプラストの物質移動を抑制するバリアとなるスベリンやリグニンが蓄積し、過湿状態の土壌で増加する有毒なイオンの吸収や細菌の感染を防ぐことが湿生植物の耐湿性と結びついていると考えられてきた。しかし、下皮のスベリン層を欠失した変異体がなかったため、これまで、直接的にスベリン層の耐湿性への関与は調べられていなかった。我々は、 $\gamma$ 線照射により作出されたイネの *reduced culm number 1(rcn1)* 突然変異体が下皮のスベリン層を形成しないことを明らかにし、この変異体の過湿状態の土壌への適応性が低下していることを調べてきた。

*rcn1* は少分げつの変異体としてみつきり、その原因遺伝子は ATP-Binding Cassette subfamily G protein に属する *OsABCG5* であることが分かっている。*rcn1* は水田で栽培すると、根が短くなるだけでなく、主根から出る側根が少なくなるという特徴的な根系を示した。そこで、ポット栽培と水耕栽培により、これらの形質が過湿状態の土壌に影響を受けるのか調べた。*rcn1* の水田で見られた特徴的な根は、湛水状態での土耕(水耕の場合は低酸素状態にした stagnant 0.1% agar 条件)ではっきりとみられるのに対して、良排水性状態での土耕(水耕の場合は好気的條件)では野生型との明瞭な違いはみられなかった。さらに、stagnant 条件で育てた *rcn1* の根の横断切片をみると主根の中に厚壁組織を貫通できずに折れ曲がり上下に伸長する根を多数確認できた。これらの特性は *rcn1* の 2 つのアリルで確認されたことから、*OsABCG5* が上記の根の特性に関わることが明らかになった。

*OsABCG5* の機能部位を特定するために、まず、レーザーマイクロダイセクションで根の表皮・下皮、皮層および中心柱に分け、半定量 RT-PCR による遺伝子の発現を調べた。*OsABCG5* の発現は中心柱と表皮・下皮でみられ、その発現量は好気的條件よりも嫌氣的な条件で高くなっていた。側根が下皮を貫通できずに折れ曲がっていたことから、下皮に沈着する物質が *rcn1* の根の異常に関わると予想し、下皮に特徴的な物質であるリグニン(Phloroglucinol-HCl 法)とスベリン(Fluorol Yellow 088 法)を染色した。その結果、Stagnant 条件の *rcn1* の厚壁組織で野生型よりも強いリグニンの染色が確認された。リグニンは根の構造の支持にも関わる物質であることから、この過剰なリグニン蓄積が厚壁組織の側根の貫通を抑制したと考えられる。スベリン染色の結果、*rcn1* は内皮にはスベリンが確認できるものの、外皮にはスベリンの染色はみられなかった。そこで、GC-MS により下皮のスベリンを定量すると、*rcn1* でスベリンの主な成分である  $\omega$ -OH fatty acids 量が低下していた。このため、*rcn1* ではアポプラスティックバリアの機能の低下を予想し、過ヨウ素酸の透過性試験により根の物質の透過性を調べた。野生型は外皮で過ヨウ素酸の浸潤は止まるが、*rcn1* では根の内部まで浸潤しており、アポプラスティックバリアの機能が低下していた。シロイヌナズナの *AtABCG11* が根のスベリン代謝に影響していることから、*OsABCG5* がスベリンの代謝に影響することも十分に考えられる。*OsABCG5* は単子葉植物ではじめてのスベリン代謝に影響を与える遺伝子であり、今後、*rcn1* を用いてアポプラスティックバリアの機能を調べていく予定である。

リグニン・スベリンの染色法は阿部淳先生(東京大学)にご指導いただいた。深く感謝いたします。

### O-5 Lysigenous aerenchyma formation in seminal root cortex of spring wheat (*Triticum aestivum* cv. Bobwhite line SH 98 26) seedlings

Md Emdadul Haque\*, Kentaro Kawaguchi, Fumitaka Abe and Atsushi Oyanagi

National Agriculture and Food Research Organization, National Institute of Crop Science

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

In the soil plants obtain O<sub>2</sub> by roots from the soil gaseous atmosphere for respiration. However, excessive wet, known as waterlogging, creates O<sub>2</sub> deprivation by effectively blocking the transfer of O<sub>2</sub> from the air into the soil, resulting in hypoxic and anoxic soil conditions. Plant growth is greatly inhibited in the hypoxia/anoxia. This is also true when grain crops such as wheat are cultivated in upland fields that have been converted from paddy fields, which is a current agricultural strategy to mitigate the problem of overproduction of rice in Japan. Aerenchyma - specialized tissues in the root cortex, promotes gas exchange between shoots and roots that supports plant to survive under hypoxia/anoxia. To understand the process of aerenchyma formation under waterlogged conditions, we developed a method for creating hypoxic pot-culture conditions using different water depths, and used this system to examine the effects of hypoxia on seedling growth and the anatomy of the seminal roots of wheat. After 72 h of waterlogging, the redox potentials of a well-drained control and treatments with a water depth 15 cm below (T-15) and 3 cm above (T+3) the soil surface were +426, +357, and +292, respectively. The root growth of the seedlings was reduced significantly in T+3 plants. Root anatomy study showed that it took 72 h for the initial appearance of aerenchyma in T-15 and 48 h in T+3. The aerenchyma initially formed 2 to 5 cm behind the root tip. Aerenchyma then extended by an additional 5 cm during the next 24 h in T+3. Using Evans blue staining we confirmed that aerenchyma formation resulted from cell degeneration in the root cortex. These results showed that until 3 d wheat formed no aerenchyma under our control conditions, but formed lysigenous aerenchyma in the root cortex in response to hypoxia in T-15 and T+3. Thus, the combination of the plant material and the pot-culture method we used here will at least mimic farmer field with which to analyse the molecular and physiological mechanisms of aerenchyma formation in wheat.

**Keywords:** Aerenchyma, Hypoxia, Root cortex, Seminal roots, Waterlogging, Wheat.

報告

0-6 チャの根の活性に及ぼすLED連続照射の影響

本間知夫<sup>1\*</sup>・金色優美<sup>1</sup>・松尾喜義<sup>2</sup>・金満伸央<sup>3</sup>・佐藤浩<sup>3</sup>・平本廣幸<sup>3</sup>  
<sup>1</sup>千葉科学大学危機管理学部 (\*現所属：前橋工科大学工学部生物工学科)  
<sup>2</sup>野菜茶業研究所茶生産省力技術研究チーム  
<sup>3</sup>スタンレー電気株式会社横浜技術センター  
 (連絡先：E-mail: thomma@maebashi-it.ac.jp)

【はじめに】

茶樹 (*Camellia sinensis* L.) はツバキ科の常緑樹で、新芽から様々な「お茶」が作られる他、新芽を食べたり、白い花を楽しんだり、またその緑でリラックス効果を得たりと、多様な楽しみ方がある。茶樹を新たな多機能性インドアプランツとして生活空間に取り込むことは、QOLの向上はもちろんのこと、新たな茶樹の普及につながる事が期待される。本研究では、インドア環境で茶樹を生育させ、環境因子を種々制御して積極的に生育をコントロールすることを目指し、まず光環境に注目し、人工光としてLEDを利用し、その連続照射が幼茶樹に及ぼす影響をこれまで調べてきた。今回は挿し木時から、および挿し木後3ヶ月経過した苗に対してLEDを連続照射し、根の生育および活性に対する影響を調べた結果について報告する。

【実験方法】

材料として2009年6月に(独)野菜茶業研究所の‘やぶきた’挿し穂から二葉二節で挿し木をした苗を使用した。挿し木をした苗については、挿し木直後から3ヶ月間、それぞれ青(ピーク波長:465nm)、緑(502nm)、赤(660nm)のLED(スタンレー電気(株)製)を連続照射した。また挿し木をしてから3ヶ月経過した苗に対しても、同様の処理を3ヶ月間行った。なお挿し木時の2枚の葉は、前者は光源面から5~15cm、後者は13~23cmの間に位置していた。コントロールとして、前者実験時は透明袋を被せて屋外に、後者実験時は温室に苗を置いた。3ヶ月後に苗を掘り上げ、Win-RHIZO(根長形態構造解析システム)にて総根長の測定および根の太さ別の根長分布を解析した後、乾燥重量(g)を測定した。

また、上記挿し木をしてから3ヶ月経過した苗および‘やぶきた’1年生苗を利用し、根の呼吸活性を、それぞれ青、緑、赤のLEDを連続照射しながらO<sub>2</sub>アップテスターにて測定した。

【結果・考察】

挿し木直後からLEDを連続照射した場合も、挿し木3ヶ月後の苗にLEDを連続照射した場合も、特に赤色光照射による芽の成長が顕著であった。赤色光は光合成に利用されるため、葉の成長促進効果と関係していると考えられた。根長は、挿し木直後からLEDを連続照射した場合、いずれもコントロールより劣ったが、挿し木3ヶ月後の苗では青色光処理した場合に長くなり、また細い根の割合が多かった。

1年生苗の根に対して各波長のLEDを照射しながら呼吸活性を測定したところ、LED照射により活性は小さくなった(図1)。しかし青色光で照射強度が強い場合は、呼吸活性が上昇した。青色光により吸収が促進されると言われるが、青色光による蒸散の促進と共に、根の活性上昇も関係している可能性が考えられた。一方、挿し木3ヶ月後の苗の根の場合、赤色光照射による呼吸活性の減少が見られたが、青色光では照射強度が変わっても呼吸活性に違いは見られなかった(図2)。

今後は照射するLEDの波長と強度の違いが根の活性やその後の生育に及ぼす影響をさらに検討する予定である。

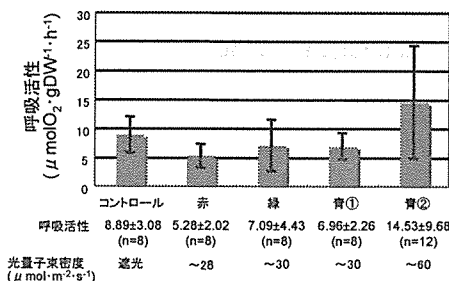


図1 根の生育に及ぼすLED光照射の影響(1年生苗)

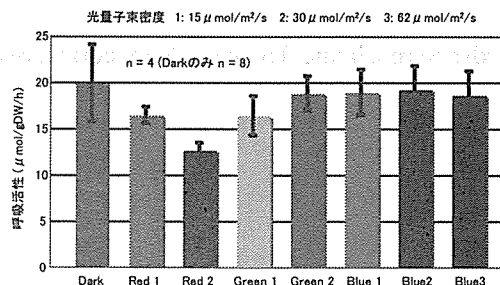


図2 根の生育に及ぼすLED光照射の影響(挿し木苗)

【謝辞】 Win-RHIZOの測定でお世話になった東京大学農学部・阿部淳先生に感謝の意を表す。



## O-7 エリアンサスの根におけるケイ素とデンプンの蓄積 — 低真空走査電子顕微鏡とX線分析装置による観察 —

阿部淳<sup>1\*</sup>・塩津文隆<sup>1</sup>・森田茂紀<sup>1</sup>・辻 渉<sup>2</sup>・谷本英一<sup>3</sup>

<sup>1</sup> 東京大学大学院農学生命科学研究科・<sup>2</sup> 鳥取大学乾燥地研究センター・

<sup>3</sup> 名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科

JunAbe@agrobio.jp

エリアンサス (*Erianthus* spp.) は、サトウキビと属間交配可能なイネ科の多年生植物で、大型で多けつ性の草型や刈り取り後の旺盛な再生力によりバイオマス生産量が大きいこと、土壤環境ストレス(乾燥・過湿・酸性土壌)に比較的耐性が高いことから、サトウキビ育種の遺伝資源や飼料作物としての利用が試みられている。一方、セルロース系バイオエタノールの原料植物には、高いバイオマス生産性や安定供給に加えて、食糧生産との競合を避けるために食用作物の栽培には適さない荒地など、不良環境条件下での栽培が期待されるため、(独)新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO) の「セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業」において、エリアンサスを有力候補のひとつに位置づけている。エリアンサスが示す土壤不良環境への耐性については、深根性であることや根の通気組織形成が要因として指摘されているが(Matsuo et al. 2001)、未解明な点が多い。著者らは、*E. ravennae* (L.) Beauv. (系統 KO-1) の実生株の節根を観察し、根毛が多く soil sheath を形成すること、皮層の最外縁部に下皮を形成すること、1 次根の直径の変異が大きく(0.5–5mm)、直径の大きい根では多数の太い後生木部導管が形成されることなどを見出し(塩津ら 2010)、こうした根の形態的特性が土壤乾燥などのストレスへの耐性に寄与している可能性を検討している。ここでは、同系統の節根について、低真空走査電子顕微鏡 (ESEM) とそれに装着した EDX 型 X 線微量分析装置を用いて観察を行った結果を報告する。

2009 年 7 月 29 日に東京大学附属農場の黒ボク土の圃場にエリアンサスを定植し、定植後 148 日目にスコップで採取した株について、節根の基部から 5cm の部位の徒手切片を走査電子顕微鏡 (FEI Quanta 250) の ESEM モードで観察し、X 線微量分析装置 (EDAX) で組成元素を解析した。比較のため、同附属農場で栽培したサトウキビについても、節根の同様の部位を観察した。

エリアンサスの根の内皮細胞内では、多くのケイ素を含む直径 5 $\mu$ m 程度の団粒が 1 列に並んでおり、サトウキビでも一部の根で認められた。同様の団粒構造とケイ素蓄積が報告 (Lux et al. 2003) されているソルガムでは、ケイ素蓄積の土壤耐乾性への寄与が指摘されており (Hattori et al, 2003)、これら 2 種でも同様の寄与が推察される。

既報 (塩津ら 2010) の光学顕微鏡観察では、ヨード染色によって、中心柱におけるデンプン蓄積を指摘したが、ESEM 観察により、中心柱の細胞内に直径数  $\mu$ m ~ 十数  $\mu$ m のデンプン粒が充填している様相が明らかとなった。このデンプン粒の蓄積は、節根の齢や直径の大小によらず認められたが、主に中心柱の中央部分のリグニン化してない細胞に充填している根と、中央部のみならず中心柱の最外層の細胞にまで密に蓄積している根があった。サトウキビは、他の点ではエリアンサスと似た根の構造を示したが、光合成による余剰産物をショ糖で茎に蓄積するためか、今回の観察ではデンプン粒の蓄積はみられなかった。根における多量のデンプン蓄積が、エリアンサスの土壤環境ストレス耐性や、刈り取り後の地上部の再生能の高さに何らかの寄与をしているかは興味深い課題である。

【謝辞】本研究の主要部分は、NEDO の「セルロース系エタノール革新的生産システム開発事業」の一環として行われたものであり、一部は、鳥取大学乾燥地研究センターの共同研究として行った。エリアンサスは九州沖縄農業研究センターの我有満氏、サトウキビは同センターの境垣内岳雄氏から、苗を分譲して頂いた。栽培管理には、東京大学附属農場の秦野茂・神川翔貴・手島英敏の各氏に協力を得た。

【引用文献】Matsuo et al. 2001. JIRCAS Working Reports 30:187-194; 塩津ら 2010 日本作物学会紀事 79(別 1):152-153.; Lux et al. 2003 New Phytol. 158:437-441.; Hattori et al. 2003. Plant Cell Physiol. 44:743-749.

## 0-8 なぜオランダトマト果実の Ca 濃度は高いのか？

中野明正\*・安東赫・高市益行  
農業・食品産業技術総合研究機構  
(\*E-mail: anakano@affrc. go. jp)

### 【はじめに】

オランダ品種は日本品種に比べて高収量性である。この生理的メカニズムを解明して日本品種の多収性に結びつける技術開発が求められている。現在まで、オランダ品種では出液速度が速く、果実の Ca が高いことが認められた。本研究ではこの原因を明らかにするために、出液中のカチオン、アニオン等を測定するとともに、Ca と同族元素である Sr を用い出液速度との関係を明らかにした。

### 【材料と方法】

1) 栽培方法と生育調査：トマト (*Solanum lycopersicum* L.) について、日本品種 4 品種 ‘桃太郎ヨーク’，‘麗容’，‘ルネッサンス’，‘朝日和 10’，オランダ品種 4 品種 ‘TOMIMARU MUCHOO’，‘DUNDEE’，‘Levanzo RZ’，‘Vinchy RZ’ を比較した。人工気象室で 30 日間生育させた苗を、ガラス温室 (床面積 216m<sup>2</sup>) においてロックウールスラブに 1 スラブあたり 4 株ずつ定植し、大塚 A 処方 (EC1.6dS/m) の掛け流し栽培で生育させた。定植後約 4 ヶ月後の 2010 年 2 月 3 日の 10:00 に地上部の新鮮重を測定するとともに地際から約 10cm の部分で茎を切断し出液速度を測定した。

2) Sr 処理と出液速度の評価：茎を切断した直後に、SrCl<sub>2</sub> 溶液 (1g/L) をロックウールキューブ直下に 40mL ずつ注射しその後 300mL の培養液を注いだ。切り口を脱脂綿で覆い 10:30 から 13:00 までの出液を回収した。

3) 出液中の元素濃度等の測定：P, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn と Sr は ICP-AES (SPS7800, SEIKO Instruments 社) で、NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, Cl<sup>-</sup> はイオンクロマト (HIC-VP, 島津製作所) で測定した。アミノ酸はグルタミン酸を標準としてニンヒドリン反応により比色定量した。

### 【結果と考察】

出液速度は日本品種では ‘朝日和 10’ 以外はオランダ品種より遅かった。‘朝日和 10’ は、オランダ品種との混血であり「後半まで草勢が強く、スタミナ切れがしない」という特徴を有する品種である。オランダ品種の特性が受け継がれ、根の活性がオランダ品種並に高く維持されていた可能性がある。出液中の元素濃度については、一部品種による違いは認められたが、オランダ品種と日本品種で比べた場合有意な差異は認められなかった。

果実の Ca 濃度は日本品種に比べてオランダ品種で高くなるが、出液中の濃度に差がないことから、この差は根における吸収機構の違いではなく導管液を押し上げる能力に依存している可能性が示唆された。特に Ca は他の元素と移動様式が異なる。例えば、夜間などの蒸散依存度が低い時間帯での Ca 吸収が果実の Ca 濃度に重要であり、この時の吸収に根圧が重要な役割を担っていると推定される。今後、Ca の昼夜の吸収の違い、Ca の移動性と植物体中の存在形態について品種間差を評価する必要がある。

## 0-9 ポプラを用いた環境要因による根の機能制御機構解明の試み

佐藤忍、阿部雄太、水野宏亮、岩井宏暁、古川純・筑波大学生命環境科学研究科・  
(satoh.shinobu.ga@u.tsukuba.ac.jp)

四季の季節変化がある温帯地域に生育する落葉性の木本植物は、晩夏～秋において、短日や低温を感知して、茎葉の生長を停止して休眠芽を形成する。また、冬の間、一定期間以上の低温にさらされることで、休眠が解除され、春の気温上昇とともに、芽の生長を開始する。このような木本植物の年間に於ける生育リズムと環境要因との関わりや、植物体内で生じる生理応答を解明することは、陸上植物の生活史を理解する上で欠かすことができない。しかし、このような研究は、樹木という研究材料の扱いにくさと研究情報の不足から、なかなか進展していなかったが、2006年に木本植物のモデル植物であるポプラ (*Populus trichocarpa*) の全ゲノム塩基配列が明らかにされ、木本植物の分子生物学研究に新たな時代が切り開かれた。ポプラはパルプ原料などのバイオマスとしても世界的に重要な植物種であるが、休眠芽の形成が短日条件で誘導され、その休眠が一ヶ月程度の低温で解除されること、その際、アブシジン酸とジベレリンが内的な因子として重要であること、さらに、ポプラの花成誘導因子FTが休眠芽形成の負の要因として働くことが近年明らかにされるなど、芽の休眠と解除に関して最も情報が蓄積している点で、木本植物の休眠研究の材料として最適である。しかし、これらの研究は、植物体の地上部に注目したものがほとんどであり、地下に存在する根はあまり注目されてこなかった。

落葉樹の根は、春に休眠芽が生長を開始するのに先立って、冬の終わりから早春に活動を開始し、土壤中の栄養塩類を吸収し、樹体内に蓄積していた貯蔵多糖を移動体の単糖や少糖に分解し、導管流に載せて地上部に供給することによって、萌芽の駆動力を与える重要な役割を担っている。我々はこれまで、キュウリやシロイヌナズナ等を用い、根で生産される有機物質が根の根毛帯の中心柱の細胞で主に合成されること、それらのうちある種のタンパク質の遺伝子発現が、概日時計によって制御を受けて夕方～夜にかけて発現し、子葉や葉で作られるジベレリンによって正に制御されることを見いだした。この事は、根の機能が、光や温度のような環境要因や地上部器官からの因子によって制御されていることを示唆している。

そこで本研究では、1年を通じた落葉樹の根の機能の変動を明らかにするため、ポプラを材料に、導管液を2年間に渡って採取し、根で吸収・生産された成分の変動と、根で発現する遺伝子の発現変動を調査した。導管液成分のうち無機元素や植物ホルモン、アミノ酸は2-3月に、タンパク質はほかの成分に先がけて12-3月の導管液に豊富に存在していた。根における遺伝子発現は、細胞膜アクアポリン (PIP) が導管液量の増加する4月頃から、サイクリン (CYCB) は根の成長が活発になる6月頃から強く発現していた。さらに、導管液中に最も豊富に存在していた25 kDaのタンパク質 (XSP25) は冬期の根において合成され、ABA投与により発現が誘導されることが分かった。

## O-10 マメ科根圏微生物の難溶性無機リンおよびフィチンの溶解能

松村篤\*・山脇賢治・佐伯聡一・大門弘幸

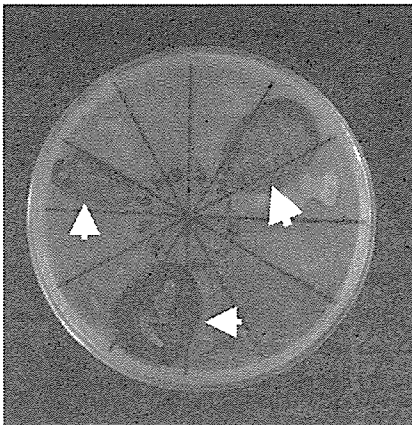
大阪府立大学大学院生命環境科学研究科

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

【目的】リン資源の枯渇が懸念されている現在、農耕地におけるリンの再利用が重要な取り組みとなっている。リンは土壤中で難溶性無機リンやフィチンのような有機態リンとして作物に利用されず多量に蓄積する。ある種の土壤微生物は細胞外に有機酸やホスファターゼを放出することによってこれらのリンを可溶化し、獲得することができる。土壤微生物の中でも根圏微生物は植物の養分吸収と深い関わりがあり、特に土壤中で移動しにくいリンの吸収に及ぼす影響は大きい。根粒菌はマメ科植物の根圏で増殖後、宿主と共生関係を築き、窒素固定をすることで知られているが、リン溶解に関する報告は少ない。本研究では、土壤蓄積リンの作物による利用率向上に機能すると考えられる根粒菌およびその他の根圏微生物の難溶性無機リンおよびフィチンの溶解能を評価することを目的とした。

【材料および方法】大阪府立大学で保存している根粒菌の中から *Rhizobium* 属菌 5 系統 (カラスノエンドウ、シロクロウバ、セสบニア、ミヤコグサ、ルーピン)、*Bradyrhizobium* 属菌 4 系統 (アズキ、クロタラリア、ササゲ、ダイズ、ラッカセイ)、*Mesorhizobium* 属菌 1 系統 (ヒヨコマメ) を供試した。さらに低 pH から高 pH まで多様な土壤を有する沖縄県の農耕地に生息するマメ科植物から単離した根粒菌 (11 系統) および根圏微生物 44 系統についても実験に用いた。有機態リンとしてフィチン酸ナトリウム、難溶性無機リンとしてリン酸三カルシウムおよびリン酸第二鉄をそれぞれリン源として加えた液体培地で上記の菌を一定期間培養し、溶解したリン酸濃度をモリブデン青法によって測定した。

【結果および考察】供試した根粒菌ではフィチン溶解能はみられなかったが、難溶性無機リンについては溶解能を有することが確認された。まず属間での比較では、リン酸三カルシウムの溶解は全ての属で確認された。一方、リン酸第二鉄については *Rhizobium* 属菌にのみ溶解活性がみられた。次に *Rhizobium* 属内で比較したところ、セสบニアおよびルーピン由来の根粒菌で高い溶解活性が確認された。フィチンの溶解に関しては、根粒菌以外の根圏微生物の 44 系統の内 4 系統に溶解能があることが示された。なお、現在は和歌山県印南町にある新規造成農地土壤におけるフィチン溶解菌についても調査中である (第 1 図)。今後は引き続き土壤蓄積リンの可溶化を促進する根圏微生物の探索を行うとともに、得られたフィチン溶解菌の同定とこれらの菌の接種が作物の生育とリン吸収に及ぼす影響について明らかにしていきたいと考えている。



第 1 図 和歌山県印南町の新規造成農地から単離した根圏微生物をフィチン溶解菌選抜培地で培養した様子。クリアーゾーンの形成 (矢印) がフィチン溶解能をもつ菌の指標とされている。

## 0-11 自動追跡手法を用いたスキャナ画像におけるコナラ細根の動態解析

中野愛子<sup>1</sup>・大橋瑞江<sup>1</sup>・木村敏文<sup>1</sup>・坂本拓道<sup>1</sup>・檀浦正子<sup>2</sup>・牧田直樹<sup>2</sup>・池野英利<sup>1</sup>

<sup>1</sup>兵庫県立大学・<sup>2</sup>京都大学

(E-mail: saveourships1111@yahoo.co.jp)

### 1. Introduction

樹木は光合成産物の大半を細根の生長に用いる。したがって、細根の生長パターンや変動要因を明らかにすることは、樹木の生長の過程や炭素循環のメカニズムを理解する上で欠かせない。そこで近年は、カメラやスキャナを用いて得られた根の画像を解析して、細根の生長を計測する方法が提案されてきた。これらの方法から、月ごとの細根の生産量や、深さに応じた細根の生産量が報告されている (Noguchi et al. 2004)。しかしながら、これらの方法では数分間や数時間など短時間における根の生長の変化を調べることは困難であった。そこで、本研究では 30 分から 1 時間間隔で取得された土壌のスキャナ画像から細根の生長を自動で追跡し、その結果を用いて細根の伸長量、伸長速度、伸長方向の動態解析を行った。

### 2. Material and Method

解析には、京都府の針広混交林で定期的に撮影したコナラの細根画像を 2 種類用いた (画像 A・B)。画像取得には CCD スキャナを用いた。画像 A は、2007 年 7 月に 30 分間隔で 6 日間、画像 B は 2009 年 5 月に 1 時間間隔で 25 日間画像を取得した。スキャナの埋設方向は A では土壌に対して水平に、B では土壌に対して垂直に埋設した。

画像の処理、細根先端の抽出、追跡作業は画像処理ソフト ImageJ (NIH, USA) を用いて行った。細根の先端を自動的に追跡する部分は Java で開発し、ImageJ に追加した (Sakamoto, unpublished)。自動追跡結果から細根の伸長量、伸長速度、伸長方向を求めた。

### 3. Result and Discussion

画像 A では、細根の平均伸長速度は  $0.13 \pm 0.03$  mm/hour であったが、画像 B は  $0.25 \pm 0.08$  mm/hour となり、画像 A の 2 倍の速度が認められた。また、画像 A と B では細根の伸長方向にも違いがみられ、画像 B では重力の影響が強く見られた。2 種類のスキャナ画像で、伸長速度や伸長方向の違いがみられた要因として、画像を取得した時期の違いやスキャナの埋設方向が挙げられる。他にも、解析対象とした細根の太さ、スキャナを埋設した場所、土壌の違い、気候の違いなど、複数の要因が重なったと考えられる。

個々の細根に着目した場合、伸長方向を途中で変化させる細根 a (図 1) と変化せずに一定方向に伸び続ける細根 b (図 1) が観察された。細根が伸長方向を変化させたときは、伸長速度はほぼ停止状態にあったが (図 2、矢印部)、伸長方向の変化が少ない細根では伸長速度のばらつきが小さく、ほぼ一定の速度で伸長していた。

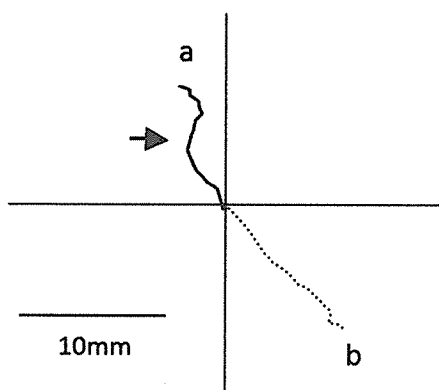


図 1 画像 A における 2 本の細根 a, b の伸長方向。細根が伸長を開始した点を 0 とし、6 時間ごとに座標値をプロットした。

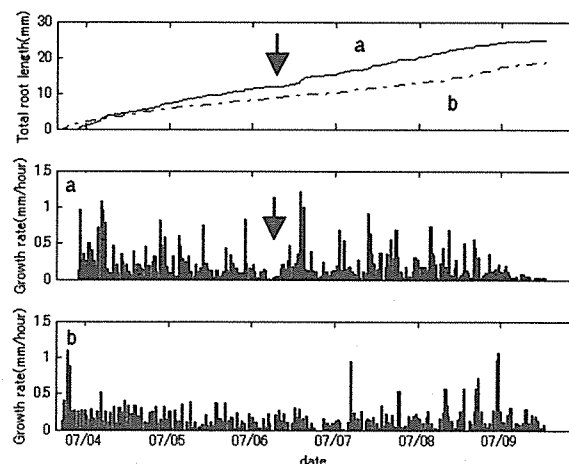


図 2 細根 2 種の伸長量 (上段) と伸長速度 (中段: 細根 a、下段: 細根 b)

## 0-12 根を含む植物個体呼吸の法則

森茂太

森林総合研究所、植物生態領域、個体生理チーム、

(E-mail: moris@ffpri.affrc.go.jp)

動植物を通じて個体呼吸と個体サイズの研究は生物学上の重要な課題であり、多様なモデルの基礎として用いられることの多い生命のセントラルドグマの一つでもある。特に「マックスクレパーの法則」が動植物を通じて実験的に成り立つことが多い。長年、多くの研究者が両対数軸上での傾き  $3/4$  の理論的解釈に挑戦してきたが、十分な説明は困難であった。これを理論的に説明するものとして WBE モデルがある [West GB, Brown JH, Enquist BJ (1997) A general model for the origin of allometric scaling laws in biology. *Science* 276:122-126.]。しかし、批判も多く傾きを 1 とする研究もある [Reich PB, Tjoelker MG, Machado JL, Oleksyn J (2006) Universal scaling of respiratory metabolism, size, and nitrogen in plants. *Nature* 439:457-461]。また、以上は両対数軸上で直線の単純べき関数のモデルであるが、2010年4月1日に Kolokotronis et al. (*Nature*, 2010) がメタデータをベースに両対数軸での曲線モデルを提出した。これに僅かに先行して、我々は上に凸の **混合べき関数モデル** を提出した (PNAS, 2010)。シベリア～熱帯で 271 個体 63 種、植物個体重量幅  $10^9$  倍の幅で実生～巨木まで植物個体呼吸を幹、根、枝、葉を全てチャンバーに入れて実測データを用いた統計的モデルである。個体呼吸測定には、サンプル個体サイズに応じて多様なサイズのチャンバーを作成した (下図)。



図 測定装置、材料

A: 掘り出す直前の根、胸高直径1m、樹高33mのサンプルの根。すばやく (数時間で) 掘り出し冷暗所に保存して、数回にわけて全てチャンバーに入れた。B. 同じ個体の地上部をチャンバーに入れる。C. チャンバーへの封入完了。CO<sub>2</sub>はほぼ完全に漏れない。内部空気はダクト付きファンモーターで十分に攪拌した。

本報告ではこの論文の概要を報告したい。さらにこの結果を基に、今後、植物根の研究でどのような手法で何を研究していくか、我々の研究方向についても発表・議論したい。

**参考文献** (Open access論文ですのでダウンロードフリーです。)

<http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0902554107>

Mori S., Yamaji K., Ishida A., Prokushkin S. G., Masyagina O. V., Hagihara A., Hoque A. T. M. R., Suwa R., Osawa A., Nishizono T., Ueda T., Kinjo M., Miyagi T., Kajimoto T., Koike T., Matsuura Y., Toma T., Zyryanova O. A., Abaimov A. P., Awaya Y., Araki M. G., Kawasaki T., Chiba Y., Umari M. (2010) **Mixed-power scaling of whole-plant respiration from seedlings to giant trees**. *PNAS* 107:1447-1451

### 0-13 空、地上、根からのソバの倒伏調査法

★村上敏文 由比真美子\* 天羽弘一\*

(独) 農研機構 東北農業研究センター

(〒960-2156 福島市荒井字原宿南 50 \*〒020-0198 盛岡市下厨川字赤平 4)

★E-mail durian@affrc.go.jp

ソバは、最もポピュラーな麺類のひとつであるが、主要作物に比べて品種の改良が遅れている。そのため収量が低く（平成 19 年度、主産県平均 69kg/10a）、また年次変動が大きい。低収の主要因の一つは風雨による倒伏の頻発であり、国産ソバへの需要の高まりとともに回避策が切望されている。対策技術の開発には、まずその実態を知る必要があるが、調査は登熟期に達観で行われるのが普通で、効率や客観性の点で改善の余地が大きい。そこで、最近開発された小型気球による空撮法を導入し、地上部調査と根の調査を併せて実施し、倒伏調査法の改善を試みた。

#### 【材料および方法】

耐倒伏性の異なる系統と品種（東北 1 号（耐倒伏性強、東北農業研究センター育成）と階上早生（標準））を腐植質黒ボク土壌の場内圃場で栽培した。条播と散播の 2 種類の 방법으로ナタネ栽培跡に 8 月 4 日に播種した。1 区の広さは、50×10m<sup>2</sup>とした。9 月 16 日（登熟初期）に 1 回目の空撮を行った。気球は 50-70m の高度に揚げ、圃場の全体画像を撮影した。9 月 18 日には地上で茎の傾き角度を、9 月 25、28 日には茎の引き倒し抵抗を調査した。登熟後期の 10 月 5 日には、2 回目の空撮と根および地上部形質の調査を行った。空撮装置は自作で、ガスバリアフィルムを加工したヘリウムガス気球に、コンパクトデジタルカメラを吊り下げた簡単なものである。全長は 2.2m、直径 0.6m、体積 0.53 立米と小型で、一人で掲揚できる。シャッターとカメラ方向はラジコンで操作する。根系は、手動ウィンチ法で 40×30×5cm の土壌モノリスを掘り上げ、モノリスごと煮沸して土を除去し回収した（各区 3 反復）。モノリスの根の分布を確認した後、太い主根の直径と長さ、側根数、側根の張りだし長と角度を調査した。

#### 【結果と考察】

空撮により、広い圃場においても倒伏箇所が容易に特定でき、品種・系統の耐倒伏性の違いを明確に把握できた。倒伏があると画像に乱れが生じるが、「階上早生」では登熟初期から乱れが目立ち、「東北 1 号」では均一な模様で乱れがなかった。登熟後期にはこの傾向がさらに顕著になった。画像の違いは、地上調査による茎の傾き角度の違いからも裏付けられた。

「東北 1 号」が「階上早生」よりも耐倒伏性が高いことは、引き倒し抵抗値が大きいことで数値的にも裏付けられた。抵抗値が大きい要因として、側根の横方向への張り出し長が大きく、側根本数が多く（いずれも 1%水準）、根がアンカー状に茎を支える構造が考えられた。さらに、「東北 1 号」では、散播区で太い主根の直径が増大し（1%水準）、引き倒し抵抗値も最大となった。このことは、播種法によって耐倒伏性を高められる可能性があることを意味し、栽培技術の改善に役立つ重要な情報と言える。

以上、空撮は圃場概要を瞬時に把握して調査を効率化できること、登熟初期の調査でも耐倒伏性の評価が可能であること、また根の調査は耐倒伏性の解明に有効であることが明らかになった。



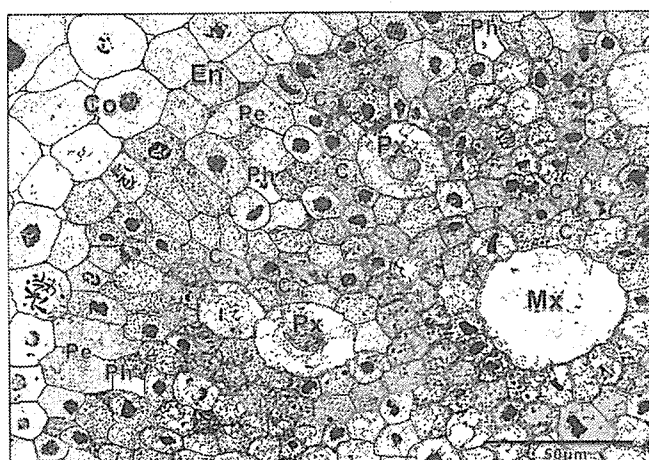
## P-1 トウモロコシ根端組織細胞に見られる顆粒について

齊藤進<sup>1</sup>・高橋三男<sup>2</sup>・仁木輝緒<sup>3\*</sup> (<sup>2</sup>東京高専・物質工, <sup>1,3\*</sup>拓殖大・工)

(tniki@la.takushoku-u.ac.jp)

根では種々の成長制御物質(植物ホルモン)が生合成されている。しかし、根のどの部位の組織細胞によって行われているかは、未だ不明なところが多い。Toriyama (1986a,b,1990)はエンドウ、ブントウマメ、ソラマメ等マメ科植物の根の先端の観察を行い、メチレン・ブルーにより、強く染まる組織細胞群(木部)、弱く染まる組織細胞群(篩部)を示した。そして、その弱染色する組織細胞群の中に顆粒を観察している。

演者らはToriyamaの研究の追試を行うとともに、この観察事実が広く他の植物に於いても観察できるのか、また観察される顆粒がいかなる性状のものかについて、植物ホルモン等の物質生合成部位細胞の探索の観点から興味を持ち、調べている。今回、トウモロコシの先端組織細胞に観察された顆粒(光顕観察)について報告をする。

0.6~1.2mm from root tip (*Zea mays amylacea*)

1,000 ml容量のトルビーカを栽培容器とし、375 mlの蒸留水を加え、上部をアルミホイルで覆った。オートクレープで滅菌後、トウモロコシ (*Z. m. var. amylacea*) を播種し、グロースチャンパー、20℃、連続暗黒発芽・生育させた。播種5日、4~5 cmに発芽伸長した根の先端5 mmを採取し、Toriyama (1976)の処方固定、プラスチック樹脂に包埋し、2.5 μm厚の連続切片を作成した。

先端から10mm部位を横断切片で観察すると、木部細胞群・篩部細胞群を明瞭に認めることができる。そして、それらの細胞は液胞で占められ、細胞壁だけが顕著に示される構造である。

木部は根先端から100 μmから認められ、篩管形成は650 μmから始まり、800 μmで完成された。先端から0.6~1.5mmまでで、根の組織分化は完成する。この部位では発達した導管(PxとMx)以外の細胞の液胞は小さく、細胞内器官が細胞質に観察される。導管を取り巻く細胞をそれぞれC<sub>1</sub>、C<sub>2</sub>細胞群と定義した。顆粒は横断、縦断切片では350 μmから液胞の中に陥れるような形態で観察され、C<sub>1</sub>よりC<sub>2</sub>に比較的多く観察された。その後、内鞘細胞群(pericycle)、内皮細胞群(endodermis)にも観察された。観察される顆粒は、この時期に始まる液胞の拡大に伴う細胞質の取り込み分解(消化)過程で見られる構造物とは形態的に異なり(限界膜を有しているように思われる)、またトルイジンブルー染色に濃染していた。

これら顆粒の生成と移動について、今後さらに詳しく調べるとともに、顆粒の性状を明らかにしたく考えている。



報告

P-2 イネの根における誘導的通気組織形成に関与する遺伝子の網羅的発現解析

山内卓樹<sup>1\*</sup>・塩野克宏<sup>1,2</sup>・安彦友美<sup>1</sup>・Rajhi Imene<sup>1</sup>・高牟礼逸朗<sup>3</sup>  
 ・長村吉晃<sup>4</sup>・堤伸浩<sup>1</sup>・中園幹生<sup>1</sup>・加藤清明<sup>5</sup>

1. 東大農学生命科学, 2. 日本学術振興会特別研究員, 3. 北大農院,  
 4. 農業生物資源研究所ゲノムリソースセンター, 5. 帯広畜産大  
 (\*連絡先 E-mail: atkyama@mail.ecc.u-tokyo.ac.jp)

イネは、嫌氣的な過湿土壌においても、障害を受けることなく正常に成長することができる。その要因の1つとして、根の皮層に広範な通気組織を形成することが挙げられる。通気組織は、地上部から根の分裂、伸長領域が存在する根端部へ効率的な酸素供給を行うために重要である。コムギ、トウモロコシなどの耐湿性の低い畑作物においても、根が嫌気環境下におかれることで誘導的通気組織を形成するが、イネは好気環境下でも恒常的に通気組織を形成するとともに、嫌気誘導的な通気組織を広範に形成することで、高い耐湿性を獲得している。

通気組織形成の分子機構に関する研究は、トウモロコシを主な材料として行われてきた。その中で、嫌気誘導的に蓄積されるエチレンが鍵となってプログラム細胞死を引き起こすことが明らかとなった。しかし、通気組織形成に関与する遺伝子の詳細な解析を行った報告は得られていない。そこで、本研究では、マイクロアレイを用いた網羅的な遺伝子発現解析を行うことで、誘導的通気組織形成に関与する遺伝子の単離を試みた。

これまでに、我々が行ってきた形態的な解析から、野生型のイネ (WT) は嫌気条件下で根の基部側に恒常的、誘導的両方の通気組織を形成するが、根端部側では嫌気誘導的な通気組織のみを形成することが明らかとなった (図)。これに対して、比較に用いた *rcn1* (*reduced culm number1*) 変異体は、嫌気条件下における誘導的通気組織形成能が WT と比べて顕著に低下していることがわかった (図)。そこで、マイクロアレイによる遺伝子発現解析は、(1) WT の嫌気条件と同時期の好気条件との比較、(2) 嫌気条件下における WT と誘導的通気組織形成能の低下した *rcn1* 変異体の比較を中心として行った。得られた結果から、誘導的通気組織形成過程において、特異的に発現が上昇、または低下する遺伝子を選抜し、誘導的通気組織形成の分子機構について考察した。

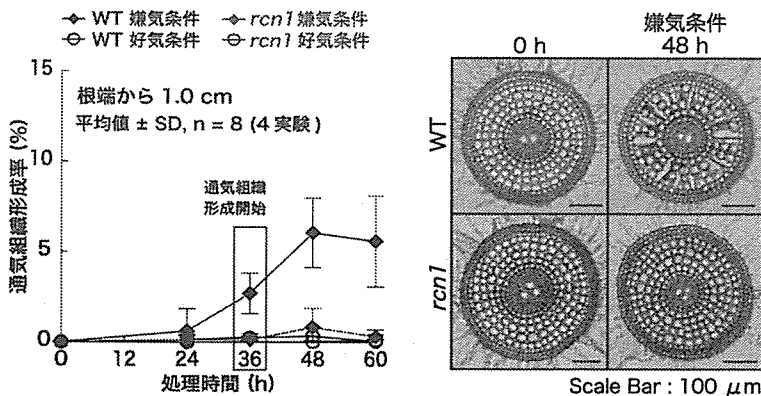


図 野生型のイネ (WT) と *rcn1* 変異体の冠根における嫌気条件下及び、好気条件下の通気組織形成 (左) 処理 12 時間毎の通気組織形成率の解析。(右) 処理 48 時間後における冠根の横断切片。

[本研究は (独) 農研機構・生研センターのイノベーション創出基礎的研究推進事業の助成により推進された。また、作物研究所の小柳敦史博士、川口健太郎博士、安倍史高博士及び畜産草地研究所の間野吉郎博士より有益なご助言をいただいたことに感謝の意を表す。]

### P-3 水田転換畑におけるコムギの湿害と通気組織形成

川口健太郎\*、安倍史高、Md Emdadul Haque、小柳敦史

農研機構 作物研究所

(\*連絡先: kentaro@affrc.go.jp)

【はじめに】 わが国では、麦類など畑作物を水田転換畑で栽培する際に生じる湿害が問題となっており、耐湿性の強い品種を育成することが求められている。このためには、過湿な土壌条件下でも生育量が低下しにくい性質を持つ遺伝資源を探索すること、および、耐湿性の機構を理解することが重要である。本研究では、これまでの報告で耐湿性が強いとされたコムギ品種を試験圃場において栽培し、過湿処理条件下での湿害の発生状況ならびに耐湿性にかかわると考えられる根の通気組織の発達程度を比較しており、その結果を報告する。

【材料と方法】 コムギ材料は、1989年に岡山大学資源生物科学研究所の協力を得て中国農業試験場（現近畿中国四国農業研究センター）で行われた幼苗検定で、耐湿性強として選定されたユーゴスラビア原産のコムギ2品種 I SKRA および NS-302 を用いた。また、比較のためコムギ農林61号およびコムギの形質転換実験において宿主として主に使用される品種 Bobwhite を用いた。試験圃場は、茨城県つくばみらい市にある中央農業総合研究センター谷和原水田である。隣接する各5aの2枚の圃場を用い、一方を対照区とし他方を過湿区とした。前作はそれぞれ水田状態および畑状態でのイネ栽培であった。播種日は2009年10月30日で、対照区は不耕起、過湿区は代かき後に播種した。圃場の土壌特性としてTDR水分計を用いて土壌の体積含水率を、Rhメータを用いて酸化還元電位を測定した。生育調査項目は、草丈、30cm畦長あたり個体数・茎数・生重・乾重、SPAD値である。通気組織の観察は節根を対象とし、根の基部および根基部から3cm部分の横断切片を作成し顕微鏡観察を行った。現在までの測定日は2月17日、3月9日、3月29日である。

【結果と考察】 土壌の体積含水率の平均値は対照区41.3%、処理区53.6%であり、測定日にかかわらず比較的安定して過湿区の土壌水分は常に対照区より10%以上高い値であった。土壌の酸化還元電位の平均値は対照区+567mV、処理区+588mVであり、測定日による変動あるいは誤差は大きい、処理による一定の変化はこれまで認められていない。草丈および茎数当たり生重で示される生育量は品種により異なるが、3月29日現在、それぞれ処理区比で71~82%、54~73%であり、顕著な品種間差は認められていない。通気組織形成程度は、位置では根基部よりも基部から3cm部分が、また、発生順では若い不定根ほど大きい傾向が見えるが、品種間差および生育量との関係も含め、現在解析中である。

(本研究は生研センターイノベーション創出事業により実施された。また、試験の遂行にあたり、東京大学中園幹生博士及び畜産草地研究所間野吉郎博士、作物研究所島村聡博士より有益なご助言をいただいた。記して感謝の意を表する。)

報告

P-4 環境によって制御されるポプラ導管への金属輸送機構の解析

金澤 昌史、阿部 雄太、古川 純、岩井 宏暁、佐藤 忍

筑波大学 生命環境科学研究科

(tel: 029-853-4871, e-mail: s0921264@u.tsukuba.ac.jp)

樹木は年間を通した生活リズムを有している。我々の先行研究により、セイヨウハコヤナギ (*Populus nigra*) の導管液に含まれる Ca, K, Mg, Mn といった金属元素濃度に年周期性があることが示された。したがって根から導管への金属元素の輸送は、外部環境の変化によって直接あるいは間接的に制御を受けていると考えられる。Ca は細胞壁の構成成分として主要な役割を果たす他に、セカンドメッセンジャーとしてシグナル伝達やストレス耐性にかかわる元素であるため、植物における輸送・集積機構を解明することは重要である。本研究では外部環境要因と植物体内における Ca 輸送の関係を明らかにすることを目的とし、根及び地上部における Ca 輸送体の発現解析を行った。

【材料及び方法】

＜供試植物＞

実験にはゲノム解読の成された *Populus trichocarpa* と近縁であり、日本自生種であるドロノキ (*Populus maximowiczii*) を供した。

＜ポプラの葉に含まれる Ca 濃度の季節変化＞

屋外に植栽されたドロノキにおいて、頂芽付近の葉を 2009 年 6 月から 10 月にかけて採取した。サンプルは乾燥させた後に酸分解し、ICP-AES により Ca 濃度を測定した。

＜Ca 輸送体の発現解析＞

試料となる苗木は親木から枝を取り、2~3週間挿し木した後にプラスチック容器に移し、1ヶ月ほどインキュベータにて水耕栽培した。LD条件(明期16時間, 26°C):1週間 → SD条件(明期8時間, 26°C):8週間 → 低温条件(暗所, 4°C):4週間 → LD条件:3週間の過程において、根と地上部の一部を経時的にサンプリングした。地上部のサンプルは頂芽から3節目までを採取し、茎と先端の葉を使用した。対象とする Ca 輸送体の選抜に際しては、シロイヌナズナにおいて細胞膜に局在するCa<sup>2+</sup>排出型輸送体として報告されている ACA8 に着目した。ドロノキにおける *AtACA8* ホモログの塩基配列をデータベースより取得し、*PmACA-like1* として発現解析を行った。

【結果及び考察】

8月から9月にかけて頂芽付近の葉における Ca 濃度が上昇したことから、ドロノキが休眠初期段階において Ca を葉に集積していることが示された(図1)。この結果は、休眠時に頂芽に Ca が集積されるとの報告と関連すると考えられた。また水耕栽培において Ca<sup>2+</sup>輸送体と考えられる *PmACA-like1* は根、地上部共に短日によって誘導されており、暗所, 4°Cの条件下においてさらに強い発現が見られた(図2)。*AtACA8* はアブシジン酸(ABA)により誘導されることが知られているため、低温時の ABA 合成酵素(NCED)の発現を屋外で生育させていたドロノキを用いて解析したところ、地上部では NCED の発現量が増加したものの、根においては誘導が認められなかった。以上から、*PmACA-like1* は晩夏から秋の短日によって誘導され、晩秋以降の低温によりさらに強い誘導を受けると推察された。そのため Ca 輸送が変化し、休眠が深まる晩夏から秋にかけて葉に含まれる Ca 量が増加したのだと考えられる。本研究によりポプラにおいて秋から冬にかけての短日及び低温によって発現が促進される Ca 輸送体の存在が示唆された。

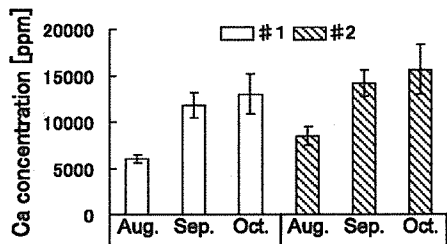


図1 ドロノキの葉における Ca 濃度の季節変化

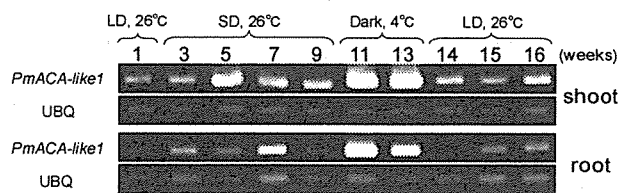


図2 ドロノキにおける *PmACA-like1* の発現

## P-5 サツマイモから分離された窒素固定エンドファイト

塔野岡(寺門) 純子<sup>1,2,\*</sup>, 藤原 伸介<sup>1</sup>, 大脇 良成<sup>1</sup>

<sup>1</sup>中央農業総合研究センター, <sup>2</sup>日本学術振興会特別研究員 RPD

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

サツマイモは養分の少ない土壌条件でも生育可能で、一定収量を得るための施肥窒素量が少ないことから、植物体内細菌（エンドファイト）による窒素固定の可能性が推定されている。これまでにサツマイモからは数種類の窒素固定エンドファイトが培養法によって分離されているが、環境中の微生物の多くは難培養性であることから、未分離の有用な窒素固定エンドファイトが多数生息している可能性が考えられた。そこで、私達は、サツマイモ体内から広く窒素固定微生物を探索することを目的として以下の研究を行った。

### [エンドファイト窒素固定菌の核酸塩基配列からの直接探索]

圃場で栽培したサツマイモを、器官別にサンプリングし、DNA と RNA を抽出した。それらを鋳型として、窒素固定遺伝子 (*nifH*) に特異的なディジェネレートプライマーを用いて nested PCR を行い、増幅遺伝子断片について塩基配列を決定した。*nifH* 遺伝子の相同性検索の結果、サツマイモの茎および塊根には *Bradyrhizobium* 属など、従来の培養法ではサツマイモから分離されなかった窒素固定菌が生息している可能性が示唆された。さらに *Bradyrhizobium* 属細菌の *nifH* と相同性の高い遺伝子がサツマイモ体内で発現していることを確認した。以上の結果から、サツマイモ体内では *Bradyrhizobium* 属を含む複数のエンドファイトが窒素固定をしていることが予測された。

### [培養法によるサツマイモからの窒素固定エンドファイトの分離]

核酸塩基配列からの直接探索により感染が予測された窒素固定エンドファイトを、人工培地上に分離することを試みた。表面殺菌したサツマイモの茎および塊根の破碎抽出液を、貧栄養培地を含む複数の培地で培養し、*nifH* 遺伝子保有菌を分離した結果、*Bradyrhizobium* 属、*Pseudomonas* 属、*Paenibacillus* 属の 16S rRNA 遺伝子と相同性の高い菌が分離された。また、それらの分離菌株を半流動 Rennie 培地で培養後、アセチレン還元法により単生条件における窒素固定活性を測定した結果、いずれの菌株からも窒素固定活性が認められた。

### [*Bradyrhizobium* のサツマイモへの接種試験]

次に分離した *Bradyrhizobium* 属細菌をサツマイモに接種し、その感染状況を調査した。*Bradyrhizobium* をサツマイモの根に接種し、45 日後に茎から DNA を抽出した。*nifH* 遺伝子に特異的なプライマーを用いて PCR を行った結果、目的遺伝子の断片が増幅され、*Bradyrhizobium* が感染していることが確認された。また、*Bradyrhizobium* 接種区においてはサツマイモの生育が非接種区に比べて促進する傾向にあった。今後、サツマイモからの分離菌が宿主植物内において窒素固定を行う条件を明らかにする予定である。

## P-6 連作ダイズの根粒より分離した非共生細菌の特性

大脇良成<sup>1</sup>、田澤純子<sup>1</sup>、松岡宏明<sup>1,2</sup>、横山正<sup>3</sup>、松本静治<sup>4</sup>、静川幸明<sup>4</sup>、吉川正巳<sup>4</sup>

<sup>1</sup>農研機構 中央農研, <sup>2</sup>筑波大学, <sup>3</sup>東京農工大, <sup>4</sup>京都農技セ 生資セ

(連絡先: ohwaki@affrc.go.jp)

### 【はじめに】

近年、ダイズの自給率拡大政策により転換畑での栽培が増加するとともに、連作面積も増加する傾向にある。黒ダイズの栽培地域である京都府では、連作により著しい収量の低下が見られ、その原因として根粒内にある種の土壌細菌（非共生細菌）が感染し、窒素固定を阻害する現象が報告されている。そこで本研究では、普通ダイズの連作により、同様な現象が起こる可能性について検討を行なった。

### 【材料および方法】

#### 1) 連作ダイズの根粒からの非共生細菌の分離

これまでダイズを2連作した圃場（淡色クロボク土）において、ダイズ品種エンレイを栽培し、開花期、莢着生初期および子実肥大期に根粒を採取した。各根粒を表面殺菌した後、滅菌水中で破碎し、根粒内部に感染する細菌を YMA 培地上で培養した。28℃で3日以内にコロニー形成した菌を、非共生細菌として分離した。調査した根粒中で、非共生菌の感染が認められた根粒の割合を算出し、共感染率とした。分離した菌株については DNA を抽出し、PCR により 16S rDNA 遺伝子を増幅した後、その部分塩基配列を解析した。

#### 2) ダイズ連作土壌の生育阻害因子の検討

上記のダイズ連作土壌、ダイズ連作土壌をオートクレーブ滅菌した滅菌連作土壌、および近年ダイズの作付け歴が無い灰色低地土を 1/5000a ポットに充填し、ダイズ（エンレイ）を栽培した。根粒菌は、中央農研圃場に土着の菌株 (HA12 株) と USDA110 株を混合して接種した。温室において 54 日間栽培後、ダイズの生育と根粒の着生状況を調査した。

### 【結果と考察】

1) 非共生細菌が感染している根粒の割合（共感染率）は、開花期では 9%、莢着生初期では 2%であったが、子実肥大期では 55%に増加した。根粒より分離した非共生細菌の 16S rDNA の塩基配列は、*Agrobacterium* 属、*Rhizobium* 属、*Bacillus* 属、*Paenibacillus* 属など広範な菌と相同性を示した。中でも *Agrobacterium* 属、*Bacillus* 属と相同性の高い菌の分離頻度が高かった。*Agrobacterium* 属近縁の細菌は、これまで連作黒ダイズの根粒中からも分離されており、連作により根粒中に感染する非共生細菌には、共通性がある可能性が考えられた。

2) ダイズ連作土壌では、作付け歴の無い灰色低地土にくらべてダイズの生育が劣り、小さい根粒が少量着生するのみであった。一方、連作土壌をオートクレーブ滅菌することにより、ダイズの生育が大きく改善され、根粒着生量はダイズ作付け歴の無い灰色低地土と同等になった。このことから、ダイズ連作による生育障害には、土壌の生物性が関連している可能性が示唆された。

### 【謝辞】

本研究は、新たな農林水産政策を推進する実用技術開発事業「転換畑連作ダイズの収量低下防止・回復技術の実用化」により実施された。

## P-7 窒素とリンの供給からみたヘアリーベッチのすき込み効果

山田奈央子\*, 松村篤, 大門弘幸

大阪府立大学大学院生命環境科学研究科

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

ヘアリーベッチ (*Vicia villosa* Roth) は耕地の被覆度合が高く、窒素固定量も多いので、冬から春にかけての被覆作物として利用され始めている。しかし、本作物をすき込んだ際の前後作間の養分動態は明らかにされず利用されているのが現状である。ヘアリーベッチはシアナミドを産生することから、すき込みによる抑草効果がある反面、後作物の初期生育を妨げる可能性があり、すき込み後の腐熟期間に留意する必要がある。本研究では、すき込みによる後作への養分供給量を調査するとともに、アーバスキュラー菌根 (AM) 菌のもつストレス緩和機能に着目し、その接種がアレロパシー物質による後作物の生育抑制を緩和できるか否かを検討した。

2008年11月下旬、ヘアリーベッチ‘まめっこ’を本学実験圃場内に播種し、開花盛期となった2009年5月中旬に地際部から茎葉部を刈り取った。刈り取り直後、細断して1m<sup>2</sup>当たり生体重で約4kgを圃場にすき込んだ。対照区として、地下部のみをすき込む区を設けた。すき込み後5日間隔で土壤溶液を採取し、無機態N含有率を調査した。5月下旬に後作としてデントコーン‘ゴールドデントKD850’を播種した。その際、生育に及ぼすAM菌の影響を評価するため、*Gigaspora margarita* (Becker & Hall)を接種し、経時的に草丈、葉数、葉色値を測定した。6月下旬と7月下旬に地上部を採取して、生育量と養分吸収量を調査した。さらに後々作として、コマツナ‘楽天’を9月上旬に播種し、同様に生育調査を行い、10月下旬に地上部を採取して生育量と養分吸収量を調査した。

すき込み後1ヶ月頃から土壤溶液の硝酸態N濃度は茎葉部すき込み区で増加した。デントコーンの草丈、葉数、葉色値は生育初期から茎葉部すき込み区で高い値を示した。生育盛期における個体あたりのNとPの吸収量は茎葉部すき込み区で高く、特にN吸収量で顕著であった。後々作のコマツナにおいても養分吸収量は茎葉部すき込み区で高い値となった。本試験は無機化学肥料を無施用で行ったにもかかわらず、茎葉部すき込み区における両作物の生育は極めて旺盛であり、ヘアリーベッチ導入により無機化学肥料の軽減が可能であることが明確に示された。一方、AM菌接種については明確な生育促進効果は認められなかった。デントコーンでは*Gigaspora*属に加えて*Glomus*属と思われるAM菌の感染も認められた。一般農耕地圃場での接種効果の評価の難しさを表していた。

以上のように、本試験では、開花期のヘアリーベッチすき込みにより後作物の養分吸収量が著しく増大し、その効果は後々作物でも継続して認められることが明らかになった。今後は、施肥量削減の具体的な数値を得るべく、異なる肥沃度を示す圃場条件で試験を展開し、あわせてすき込み時期の違いによる生育抑制効果も検討する予定である。また、AM菌の接種試験においても試験規模を拡大して再検討したいと考えている。

報告

**P-8 筒栽培における栽培条件の違いが薬用植物「カンゾウ」の根の生長に及ぼす影響**

大嶺 聖<sup>1</sup>・安福規之<sup>1</sup>・古川全太郎<sup>2</sup>

<sup>1</sup>九州大学大学院工学研究院 (oomine@civil.kyushu-u.ac.jp), <sup>2</sup>九州大学大学院工学府

砂漠化対策として様々な緑化事業が行われているが、人々の生活に有効な緑化を行えば持続可能な環境保護につながると考えられる。そこで本研究は、薬用植物カンゾウ(甘草: *Glycyrrhiza uralensis*)に着目した。カンゾウは、日本国内で販売されている 7 割の漢方薬に使用され、根部分に含まれる有効成分グリチルリチン(GL)が様々な効能を有するが、国内製品は中国等の乾燥地に生息する自生種を輸入し賄っている。さらに近年中国では乱獲による砂漠化を懸念し、採取規制が考案され、カンゾウの国内栽培・自給は重要課題である。良質な個体を国内で大量生産することができれば、カンゾウ供給は安定し、最終的にはその栽培法を乾燥地で応用し、有用な砂漠緑化に役立てることができる。本研究は栽培土壌の水分・栄養条件と根の成長の関係を比較し、良質な根を栽培する方法を模索した。

【材料と方法】 本実験は、近年国内で実験的に行われている「筒栽培」を行った。これは筒状の栽培容器を使用することにより、良質なカンゾウ根の栽培を望む方法である。本実験は筒栽培を様々な条件で行い、土中の水分状態・栄養状態とカンゾウの成長を比較することにより、適切な栽培条件を見出すことを目的として実験を行った。様々な直径と高さの塩ビ製筒を使用し、土質に関してはマサ土、珪砂および培養土を用いた。液体肥料 C30 を継続的に施与し、約 1 年間栽培した個体の根の長さ・乾燥重量・有効成分 GL 含有率を測定した。

【結果と考察】 表 1 は表中の条件で栽培を行った際のカンゾウ根の GL 含有率・根長・乾燥重量を記している。色付きの条件は同じ条件である。表(a)土質別では、培養土を使用した個体の生育が良好であった。これは培養土の水分・栄養分保持能力の高さによるものと考えられる。表(b)では、高さ 50cm の筒で栽培したものの生育が良好であった。この結果より、根の生長スピードと、筒内の水分分布が適合していたことが示唆された。表(c)では、筒直径が小さいほど GL 含有率が高い結果となった。筒直径が小さいと根が拘束され、主根が発達したのではないかと考えられる。筒直径が小さいと使用する土の量が少なく、一個体あたりに使用する面積も小さくなるため、大量生産には有用であることが示唆された。

表 1.各条件で栽培したカンゾウの成長度比較

(a)土質別成長度比較

土質	筒高さ	筒直径	GL (%)	根長平均 (cm)	乾重 (g)
マサ土	50cm	10cm	0.43	52.6	1.47
珪砂 7号			0.17	43.6	0.76
培養土			1.39	61.2	16.35
珪砂+培養土			1.02	54.3	8.72

(b)筒高さ別成長度比較

土質	筒高さ	筒直径	GL (%)	根長平均 (cm)	乾重 (g)
培養土	30cm	10cm	0.98	45.6	14.94
	50cm		1.39	61.2	16.35
	70cm		0.63	69.6	4.50
	100cm		0.21	90.5	6.57

(c)筒直径別成長度比較

土質	筒高さ	筒直径	GL (%)	根長平均 (cm)	乾重 (g)
培養土	50cm	7cm	1.50	50.3	18.59
		10cm	1.39	61.2	16.35
		20cm	1.27	48.4	21.53
		30cm	1.27	67.7	7.90

## P-9 ポプラ根における機能の年間リズム形成への環境要因と植物ホルモンの関与

水野宏亮、阿部雄太、岩井宏暁、古川純、佐藤忍・筑波大学生命環境科学研究科・  
(water-man2010@m5.gyao.ne.jp)

ポプラのような落葉広葉樹は、自然条件下では四季の日長・温度の変化によって春に開芽・展葉し秋に休眠・落葉する年周期性を示し、短日条件によって休眠し、一定期間の低温の後の加温によって休眠が解除されることが知られている。またその際、秋の短日条件によってアブシジン酸 (ABA) の合成が誘導されて休眠芽形成が起こること、また冬の低温にさらされることでジベレリン (GA) の合成が誘導されて休眠が解除されることが知られている。このような樹木の年間における生育リズムと環境要因との関わりはポプラの全ゲノム塩基配列が明らかにされたことで、近年その分子メカニズムについても研究が進んできているが、そのほとんどが地上部器官に着目したものであり、根の成長や機能の年周期性についてはほとんど知られていない。そこで我々は、根と地上部器官の間のシグナル伝達が休眠・休眠解除といった年周期性の形成に関与するという仮説の元に、根に着目して研究を行っている。

本研究では導管液に含まれるタンパク質に特に着目した。導管液中には様々なタンパク質が存在し、冬にその量が増えることから、それらのタンパク質は休眠中や休眠解除後の成長に関与していると考えられた。そこでメジャーな導管液タンパク質 (Xylem sap protein) である XSP25、XSP24 の同定を TOF-MS によって行った。その結果、XSP25 は BSP (Basic secretory protein)、XSP24 は Cupin というタンパク質の 1 種であることが分かった。さらに、XSP25 の遺伝子発現は、ABA を根に投与する事で強く誘導されることが判明した。

一方、環境要因によってこれら XSP25、XSP24 の遺伝子発現がどのように影響を受けるか調べるために、インキュベータ内で水耕栽培したドロノキ (*Populus maximowiczii*) を用い、光条件 (長日 [16 h 明期/8 h 暗期]、短日 [8 h 明期/16 h 暗期]) や温度を変えることで休眠と休眠解除を誘導し、各状態の根のサンプリングを行った。具体的には、2ヶ月の短日条件の後、1ヶ月暗所で低温 (4℃)、その後3週間長日条件に戻し、その期間、定期的にサンプリングを行った。ここでは XSP25、XSP24 といった導管液タンパク質以外にも、植物ホルモンであるアブシジン酸 (ABA) やジベレリン (GA) に着目し、植物ホルモン関連遺伝子として *NCED* (ABA 合成酵素) と GA 関連遺伝子 (*GA20ox1*、*GA20ox2*、*GA3ox1*、*GIP-like1*)、さらには根の機能遺伝子として *AMT*: アンモニアトランスポーター、*PIP*: 細胞膜アクアポリン、*CYCB*: 細胞分裂マーカーの発現解析を行った。

その結果、XSP25 と *NCED* は短日条件で、長日条件に比べて発現が強くなっていることが分かった。低温は、XSP25 の発現の上昇が2週間目で見られたが、4週間目では低下していた。*NCED* では低温による発現上昇は観察されず、4週間目には低下した。以上より、XSP25 の発現は、短日と低温により制御されている可能性が考えられた。今後、低温の作用部位と ABA の関与を明らかにしていく予定である。



**P-10 異なる重力環境がシロイヌナズナの芽生えの成長に与える影響**唐原一郎<sup>1</sup>, 新谷 悠<sup>2</sup>, 安藤名央子<sup>1</sup>, 玉置大介<sup>3</sup>, 神阪盛一郎<sup>1</sup><sup>1</sup>富山大・院・理工, <sup>2</sup>富山大・理・生物, <sup>3</sup>兵庫大・院・生命理学

(karahara@sci.u-toyama.ac.jp)

植物は重力に抗しながらこれを利用して形態形成を行っている。これまでに、重力が植物の形態形成に与える影響については、植物に対して重力のかかる方向を変化させる実験により重力屈性反応や自発的形態形成が、また重力加速度の大きさを変化させる実験により抗重力反応が明らかになってきた。しかし、実験的に重力の方向や大きさを変えるために、植物体を空気中においてクリノスタット上で生育させたり、遠心機を用いて過重力処理した場合、曲げモーメントの影響を受けて植物体の器官に折れ曲がりやたわみが生じる可能性がある。そこで筆者らは、このような処理を行う場合でも器官が変形することを防ぐため、植物体を完全に支持体としての培地中で生育させながらこれらの処理を行う実験系を考案した。この実験系を用いて、植物体にかかる重力の方向と大きさを変化させ生育させた場合の、芽生えの成長を解析した。

0.3%(w/v) Gelrite を含む Murashige-Skoog 培地を遠沈管に注いで、培地の表面にシロイヌナズナ (*Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. ecotype Columbia) の種子の向きをそろえて播種し、その上から同じ組成の培地を注いだ。発芽誘導処理した直後から、試料に対し暗所において遠心機を用いた 300 G の過重力処理、もしくは 3-D クリノスタットを用いた擬似微小重力処理を、26.5°C で 48-96 時間連続的に行った。芽生えが容器に入った状態で実体顕微鏡下におき、直交する 2 方向から写真撮影し二次元投影画像を取得した。茎根遷移部の中央部を原点とし、原点を通り遠沈管の長軸に沿う軸を z 軸とし、根端・シュート頂の位置を三次元直交座標で表した。またこれらの処理後の胚軸長および根長も測定した。

まず時間経過に伴う芽生えの成長に対する過重力または擬似微小重力処理の影響を調べた。いずれの処理区においても、また胚軸・根いずれの器官も、調べた時間内では継続的に成長を続けた。72 時間齢の芽生えにおいて、成長の大きさに対する異なる重力処理の影響を調べた。擬似微小重力処理の場合は、胚軸と根のいずれの長さについても 1 G 対照区と比べて有意な差は見られなかった。過重力処理の場合は、胚軸の長さは 1 G 対照区と比べ 300 G 処理区で有意に低下したが、根の長さについては両処理区の間には有意な差は見られなかった。

次に 72 時間齢の芽生えにおいて、成長方向に対する異なる重力処理の影響を調べた。胚軸の場合、シュート頂の位置の分布は擬似微小重力処理によりばらついたが、過重力処理によってはほとんどばらつかなかず、シュート頂と茎根遷移部を通る直線と z 軸のなす角を比較しても、過重力処理区と 1 G 対照区の間には有意差は見られなかった。根の場合、擬似微小重力処理だけでなく過重力処理によっても根端の位置はばらついており、いずれの処理の場合でも根端と茎根遷移部を通る直線と z 軸のなす角の大きさに有意差がみられた。本研究で確立された実験系により、地球の重力と異なる重力条件下における根とシュートの反応を、同じ条件下で同時に調べて比較することが可能となった。そして特に、過重力環境に対する根とシュートの成長反応の違いを新たに見出すことができた。

## P-11 連続スキャナ画像を対象とした細根動態の自動追跡

坂本拓道<sup>1\*</sup>・大橋瑞江<sup>1</sup>・木村敏文<sup>1</sup>・中野愛子<sup>1</sup>・檀浦正子<sup>2</sup>・牧田直樹<sup>2</sup>・池野英利<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>兵庫県立大学・<sup>2</sup>京都大学

(\* 連絡先 : y.hiromichi.s.dby@gmail.com)

### 1. はじめに

近年、カメラやスキャナなどの画像入力装置が容易に手に入るようになり、画像を用いた生物の形態、動態解析が盛んに行われるようになってきている。しかしながら、このような手法を土中に適用した研究はほとんど無く (Dannoura et al., 2000)、これらのデータを解析する方法も確立されていない。本研究では、連続的に取得されたスキャナ画像を対象に、細根先端部を追跡するためのプラグインソフトウェアを開発して実データへと適用、その有効性を検証した。

### 2. 材料と方法

提案する自動追跡方法においては、対象とする根系の伸長開始から終了までを一連の画像系列として扱い、この連続画像系列の1フレーム目 (1枚目) の画像を背景とした。すなわち、各画像とこの1フレーム目画像の差分画像を求めることで、細根の伸長などによって変化した画像成分のみが顕著に現れることになる。次にこの画像を8bitグレースケール画像 (256階調の白黒画像) に変換し、土壌と細根との明るさの違いによって細根の抽出を進めた。なお、一連の処理は、NIHで開発されたImageJによって実施することができ、例えば、差分画像の計算についてはImage Calculator、グレースケール画像への変換についてはImage Typeの変更機能を用いた。

細根先端部の追跡は、ImageJのプラグインを独自に開発、利用した。このプラグインでは、全ての処理が終了すると新しいウィンドウで追跡結果が表示され、細根先端点の座標、伸長量、伸長面積といったデータが出力される。本プラグインでは、細根先端を以下のようにして追跡する。

- ① 細根の初期座標、追跡開始画像フレーム番号、細根と判断するグレースケール閾値、出力ファイル保存先を入力する。
- ② 開始時は入力された初期座標を中心に、その周辺の細根と判断した領域 (細根領域) の重心点を求め、これを最初の先端点とする。
- ③ この点から画像を放射状に走査していき、単一点距離変換 (Yamasaki et al., 2006) によって、先端点から最も離れた細根領域 (最遠領域) を求める。この最遠領域における重心点を次の先端点として、最終フレーム画像までこの処理を繰り返す。
- ④ 各フレーム画像で得られた先端点を表示し、先端点の座標、伸長量、伸長面積をカンマ区切りファイル (拡張子.csv) で出力する。

本研究では、京都府の山城試験林において、檀浦らが一定時間ごとに取得したコナラ根のスキャナ画像 (2448ピクセル×3401ピクセル) を対象に、提案手法による追跡を行った。すなわち、連続スキャナ画像において伸長が視認できる根系を抽出し、対象として選択した根系全体を含む周辺画像を切り出したものに本手法を適用し、その結果を手動追跡結果と比較した。

### 3. 結果と考察

本研究において開発した自動追跡プラグインによって得られた先端点を手動追跡によって得られた点と比較した結果、Fig.1に示すように十分な精度で追跡できていることを確認した (Nakano et al., 2009)。さらに伸長途中における屈曲状態や伸長速度についても、自動追跡手法によって容易にデータ取得が可能になったことから、多数の細根に関する伸長状態の評価が可能になった (Nakano et al., 2010)。

しかしながら、現在のプラグインはスキャナ画像から細根周辺部分の画像切り出しや元の画像に対するコントラスト強調などの前処理をユーザに委ねている。さらに、多数の細根が重なっている場合や途中で分枝している場合については考慮していない。また、細根によっては成長の過程でイメージスキャナの撮影面から外れる、色が変化していく場合などがある。細根と土壌部分の色の分布や形状の違いに基づく精度の高い細根領域の抽出、細根伸長点の予測機能などを導入することによる追跡精度の向上を計ることが今後の課題である。

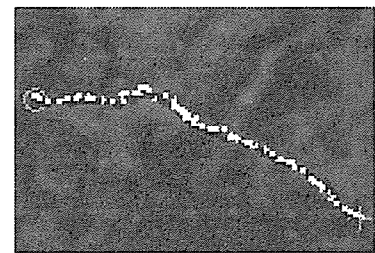


Fig. 1 先端点追跡結果  
 白色点線:自動追跡結果  
 黒色線 :手動追跡結果  
 ○印:追跡開始点  
 十印:追跡終了点

## P-12 根呼吸実験法の検討～洗浄・切断による影響はあるか？～

夜久 涼子<sup>1\*</sup>・大橋 瑞江<sup>1</sup>・牧田 直樹<sup>2</sup>・福田 圭佑<sup>1</sup>・平野 恭弘<sup>3</sup>

(<sup>1</sup>兵庫県立大・<sup>2</sup>京都大・<sup>3</sup>森林総研関西)

(\*連絡先 kina10myfav89@yahoo.co.jp)

### 1. はじめに

樹木の根呼吸量は、土壌呼吸量の 50～60%を占めるといわれている。従って森林生態系の炭素収支を知るためには、根呼吸を正確に評価することが必要である。根呼吸を測定するには、根の除去の有無に伴う土壌呼吸の変化から間接的に推定する方法(Ohashi et al., 2000)など様々な測定法があるが、なかでも根を掘り出して直接測定を行う方法(Dannoura et al., 2005 など)は比較的容易に行うことが出来る。しかし、直接法においては、測定前の根の取り扱いが測定値に大きく影響を与えることが報告されている(Rakonczay et al., 1997, Lipp and Anderson, 2003)が、どの程度の処理がどれくらい影響を与えているかは未だ不確かである。そこで我々は、根呼吸の測定における前処理の必要性を検討するため、温室栽培のスギ苗木を用いて、洗浄および切断処理が根呼吸量に与える影響を調べた。

### 2. 材料と方法

実験には1年間温室に設置した大型のプランターで育てたスギ(*Cryptomeria japonica*)の実生を用いた。測定は、2009年11月19日に、温度を25℃で一定に維持した室内で行った。根呼吸の測定には、体積が0.260の小型閉鎖型チャンバーとCO<sub>2</sub>ガス変換器(GMP343, VAISALA, Finland)を組み合わせた装置を用いた。1秒ごとのチャンバー内のCO<sub>2</sub>濃度(ppm)から、根呼吸量(mgCO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>)を算出した(Makita et al., 2009)。実験は以下の2つに分けて行った。[洗浄実験] 植木鉢で生育していたスギの実生を土から取り出し、根系全体を水で丁寧に洗浄した処理根と、水で洗浄せずに土を払う程度の対照根をそれぞれ6個体用意した。全て茎と根の境目を切断した後すぐに、根を呼吸チャンバーに静置し、連続10分間根呼吸を測定した。[切断実験] 洗浄実験と同様に実生を取り出し、根系全体を水で丁寧に洗浄した。その後、地上部が付いた状態のサンプル根(切断なし)と、地上部と根を分離しただけのサンプル根(1ヶ所切断)、地上部と根の分離に加えて根自体にも切断処理を加えたサンプル根(3・5・10・20ヶ所切断)をそれぞれ6個体用意した。測定は切断後すぐに連続10分間行った。

### 3. 結果と考察

洗浄実験では、根呼吸量の平均値は、洗浄を行った場合と洗浄を行わなかった場合で0.256±0.033、0.245±0.060 mgCO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>であり、両者間に有意な差は生じなかった(t検定, P>0.05)。切断実験では、切断なしと10ヶ所切断、切断なしと20ヶ所切断の根呼吸の間に有意な差が生じた(ANOVA, P<0.05)が、他の切断数のサンプル根の根呼吸の間には有意な差が生じなかった(P>0.05)。サンプル根の呼吸量の平均値は、切断なしでは0.205±0.049 mgCO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>であり、10ヶ所と20ヶ所切断では0.300±0.040、0.327±0.058 mgCO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> s<sup>-1</sup>であった(図)。したがって、この実験からは、10ヶ所以上切断すると呼吸量の値が切断なしと比べて大きくなることが示唆された。

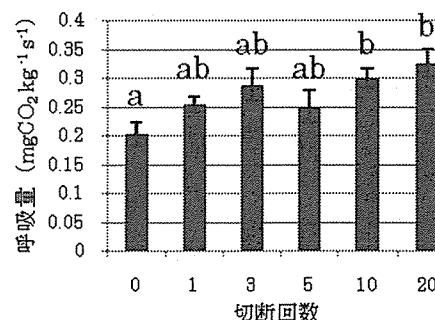


図. 切断回数の増加に伴う呼吸量の変化

### P-13 根の酸素利用状況の視覚化と活性評価

本間知夫<sup>1\*</sup>・浅田直人<sup>1</sup>・松尾喜義<sup>2</sup>・馬場繁幸<sup>3</sup>

<sup>1</sup>千葉科学大学危機管理学部 (\*現所属:前橋工科大学工学部生物工学科)

<sup>2</sup>野菜茶業研究所茶生産省力技術研究チーム・<sup>3</sup>琉球大学熱帯生物研究センター

(連絡先: E-mail: thomma@maebashi-it.ac.jp)

#### 【はじめに】

マングローブ植物は海水を含む特殊環境条件下でも生育し、生態系の保持や高い環境改善能力など様々な効果を持つことが知られている。根は低酸素条件下で機能している訳だが、地上部から地下部に酸素が供給されていることを示唆する報告もある(Y. Kitaya *et al.*, 第13回日本マングローブ学会講演要旨集 p.9 (2007))が、その詳細は未だ不明な点が多い。これまで根の機能を調べる方法として、根の呼吸活性すなわち酸素消費量を調べる方法を採用し、様々な環境因子の影響と根の機能の関係を評価してきたが、本研究ではマングローブ植物の根が酸素をどのように利用しているかを特に視覚的にその様子を示すことが出来るよう試み、活性評価を行うことを目的として実施した。

#### 【方法】

マングローブ植物として、メヒルギ胎生種子(琉球大学・馬場教授より分与)を発芽・発根させた苗を使用した。根の活性として、根の呼吸による酸素利用、また地上部から根への酸素供給に伴う根および周辺への酸素漏出を、メチレンブルーの酸化還元による色の変化で観察することとした(J. Armstrong, *et al.*, *New Phytol.*, **120**, 197-207 (1992))。ガラス製容器に0.1~0.2%寒天を加えた蒸留水あるいは人工海水を入れ、酸素利用を見る場合には0.2%メチレンブルー(MB、青色、酸素利用があるとMBが還元されて無色化する)を添加、根およびその周辺への酸素漏出を見る場合には0.1%MBおよび3%ヒドロサルファイトナトリウム(HS)を添加(青色のMBをHSで一度還元して無色化し、酸素漏出があるとMBが酸化されて青色を呈する)した各種培地を調製し、洗い出したメヒルギ根部を各容器にセットした。また根部を熱湯に3分間浸して根の活性を人為的に失わせた苗も利用した。全ての実験ではないが、観察後にO<sub>2</sub>アップテスターにて根の酸素消費を指標とした呼吸活性を測定した。評価方法の検証のために、幼茶樹(‘やぶきた’1年生苗(独)野菜茶業研究所・松尾氏より分与)も使用して同様に調べた。

#### 【結果および考察】

酸素利用状況は、茶樹においてはセット一日後には根の周辺部位が透明化した。サンプルを30℃、連続照射下の環境(グロースチャンバー内)に置いて翌日観察したところ、透明化部分が拡大した(図1左)。一方、4℃、遮光下の環境(冷蔵庫内)に一日置いた場合、透明化部分の大きさは変わらなかった(図1右)。なお熱湯処理した根については、若干透明化する部分が見られたものの、環境変化による違いは起こらなかった。メヒルギについては、根の周辺部から次第に透明化が進行した(図2)が、熱湯処理した根では同時期に透明化は見られなかった。セット8日目の無処理及び熱湯処理したメヒルギ2本ずつの呼吸活性は、無処理の根は2.51、4.58 μmolO<sub>2</sub>/h/gDW、熱湯処理した根ではいずれも0であった。

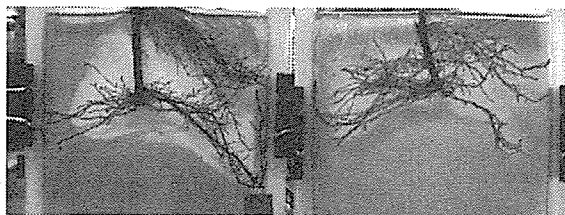


図1 茶樹根の酸素利用状況

(左:グロースチャンバー 右:冷蔵庫)

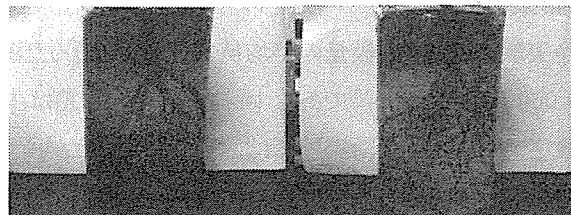


図2 メヒルギ根の酸素利用状況

(セット後三日経過)

酸素漏出状況は、メヒルギはセット一日後には根の周辺部が青く変色し、メヒルギの根から酸素漏出が起こっていることが示され、低酸素下で水に浸かった環境下での生育に関係があると思われた。一方茶樹では根の周辺部の青への変色は見られなかった。

メヒルギと茶樹では生育環境が異なるが、本方法により根の生育特性の違いを視覚的に評価できる可能性が示された。今後、根の呼吸活性との関係などをさらに調べる必要がある。

## 第 33 回根研究集会のご案内

第 33 回根研究集会を 2010 年 11 月 12 日 (金) と 13 日 (土) の 2 日間、兵庫県姫路市で行います。「根研究会」の会員以外の方も、発表・聴講可能です。大勢の方の参加を歓迎します。

会場は、新幹線のぞみも停まる姫路駅からバスで 10 分、世界遺産 姫路城から歩いて 10 分と、研究集会にも観光にも絶好のロケーションにあります。姫路城は今年から平成の大修理に入り、めったに見られない補修工事の様子を見学できます。

研究集会への参加および研究発表は大橋瑞江 (ohashi@shse.u-hyogo.ac.jp) 宛でメールで申し込んでください。2010 年 10 月 15 日 (金) が、参加・発表申し込みの締め切りです。

---

<日時> 2010 年 11 月 12 日 (金) - 11 月 13 日 (土)

<会場> 兵庫県立大学 環境人間学部

〒670-0092 兵庫県姫路市新在家本町 1-1-12

Tel 079-292-9354 Fax 079-293-5710

<プログラム概要 (予定)>

11 月 12 日 (金) 午後 根研究会賞受賞式 研究発表

11 月 13 日 (土)

午前 基調講演

1. Ivano Brunner 博士 (Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research)

2. 池野英利教授 (兵庫県立大学環境人間学部)

午後 ポスター発表、研究発表

<参加・研究発表の申し込み>

10 月 15 日 (金) 締め切り。下記の発表申し込みを電子メールや Fax で送ってください。メールの場合、タイトルは「根研究集会申し込み」としてください。

<講演要旨の提出>

11 月 1 日 (月) までに MS-WORD で作成した講演要旨 (作成要領は以下を参照) を電子メールの添付ファイルで送ってください。メールが使えない場

合は、郵送でお送りください。メールの場合、表題は「根研究集会講演要旨」としてください。

<申込・問い合わせ先>

兵庫県立大学 環境人間学部 大橋瑞江  
〒670-0092 兵庫県姫路市新在家本町1-1-12  
Tel 079-292-9354 Fax 079-293-5710  
E-mail ohashi@shse.u-hyogo.ac.jp

<発表形式>

口頭発表 及び ポスター発表

<参加費> 1000円(予定)

<懇親会費> 3000円(予定)

<交通>

姫路駅まで：JR、山陽電鉄「姫路駅」下車

姫路駅から：神姫バス（西高行き、田寺北行き、書写行き、大池台行き）乗車「県立大環境人間学部」下車（姫路駅より約10分）

詳しくは大学HP(<http://www.shse.u-hyogo.ac.jp/accessmap/index.html>)をご参照ください。

<宿泊>

市内に多くのホテルがありますので、各自お申し込み下さい（特に斡旋はしません）。

<講演要旨（そのまま原寸で印刷します）の書き方>

- 1 A4版1ページに、上3.5cm 下左右2.5cmずつの余白を取る。
- 2 冒頭に表題・講演者名・所属・連絡先（電子メールアドレス）を記載した後、1行あけて本文を書く。
- 3 表題：ゴシック系あるいは明朝系の太字・12ポイント・センタリング（中央寄せ）。
- 4 講演者名・所属・連絡先：明朝系・11ポイント・センタリング。連絡先は括弧に入れる。
- 5 本文：明朝系・10ポイントを目安にする。

----- 以下、参加申し込みの書式です -----

【第 33 回根研究集会 参加申込書】

1. 氏名

2. 連絡先

住所・機関名：

Tel：

Fax：

E-mail：

3. 発表の有無：

4. 発表「有」の場合

表 題：

著者名：

発表形式：口頭発表・ポスター発表（いずれかを選んで下さい）

【申し込み先】

兵庫県立大学環境人間学部 大橋瑞江 宛

E-mail ohashi@shse.u-hyogo.ac.jp / Fax 079-293-5710

申し込み後、1 週間以内に確認の連絡が届かない場合は、大橋までお問い合わせください。



## 最新 樹木根系図説 会員向けの特別販売のお知らせ

苧住昇著『最新 樹木根系図説』誠文堂新光社、東京。(2010年7月20日発売予定)  
2巻組 (総論 940頁・各論 1,120頁) 定価 (税込) : 本体 84,000円  
[本会会員限定価格 (税・送料込み) : 71,400円 2010年12月末日まで]

苧住昇先生 (本会会員) の名著『樹木根系図説』は、絶版・品切れで多くの方に惜しまれていましたが、この度、大幅な増補を行い『最新 樹木根系図説』として刊行されます。

森林の樹種だけではなく、果樹・茶・街路樹・庭木なども含めた 562 種の樹木の根系・根をイラスト、写真、顕微鏡画像などを用いて図説しています。各樹種の根の形、根系の分布に加え、生態学的特性や、繁殖法、移植の難易、土壌適性などの実用情報もあり、樹木に関わる多様な分野で役立つ書物です。詳細は、今号に同封のカタログをご参照下さい。

### 根研究会会員向けの特別販売

誠文堂新光社のご好意で、本会会員向けに今年末まで特別価格での販売を行います。一般向けに行われている予約販売の割引よりも、割安で長期間の特別セールです。カタログと一緒に、専用の申込書を同封しましたので、ご利用下さい。公費での購入も同額です。

- ・会員向け価格 : 71,400円 (税・送料込み) ・2組以上の購入もできます。
- ・申し込み受付期間 : 2010年6月20日～12月31日 (納品は7月20日以降の予定です)
- ・申し込み方法 : 今号に同封の専用申込書で、誠文堂新光社に FAX または郵送。

#### \*個人購入の場合の注意事項

「ゆうパック」での「代引き」(受け取り時に郵便配達員に現金で支払い) となります。支払いにクレジットカードや銀行振込などは使えません。受け取りに備えて代金をご用意下さい (郵便局によっては、配達前に電話で都合を確認してくれることもあります)。受け取りや代金準備の都合で、配達日を指定したい場合には、申込書の備考欄にご記入下さい。

領収書は、ゆうパック配達員がお渡しする代金の受領書を持って代えさせていただきます。特に、領収書や伝票が必要な場合は、申込書の備考欄にご記入下さい。

お申し込み後、お名前を会員名簿と照合します。知人の分を購入するような場合も、申し込み氏名は、会員本人の名義でお願いします。

#### \*公費購入の場合の注意事項

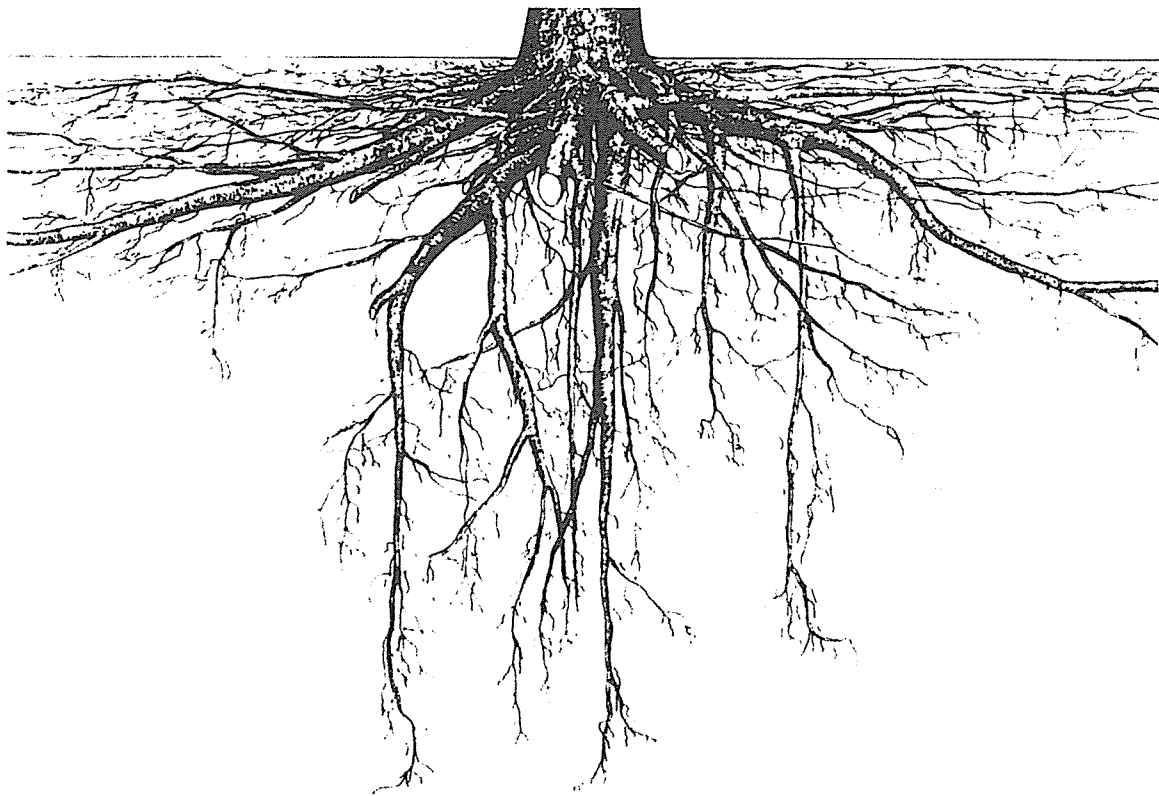
個人会員・団体会員のいずれでも、公費購入や所属機関名義での納品・請求のご要望にお応えします。

専用申込書の備考欄に、公費払いであることや、そのために必要な伝票の種類・顧客名などを明瞭にご指定下さい。取引先業者としての登録が必要な場合や、伝票の書式が決まっている場合には、書式を添えて郵送でお送り下さい。

お申し込み後、お名前を会員名簿と照合します。個人会員の場合、送付先は事務室や図書室の担当者のお名前でも構いませんが、会員名が分かるよう注文書の中に、ご記入願います。

#### \*誠文堂新光社の担当者

〒113-0033 東京都文京区本郷 3-3-11 (株) 誠文堂新光社 編集広告局  
貫田 淳 (ぬきたじゅん) 電話 03-5805-7762 FAX 03-5805-7766  
E-mail : j\_nukita@seibundo.com



コウヤマキ：胸高直径20cm、樹高8m、樹齡60年、根系の最大深さ180cm、立地/P<sub>0</sub>型土壤、長野県・木曾

## 総論目次

- 第1章 農書、園芸書、本草書にみる  
根の歴史と最近の根の研究
- 第2章 根の組織
- 第3章 根の働き
- 第4章 根の生長
- 第5章 根系生長に関する環境因子
- 第6章 土壤と根系
- 第7章 根系の相互作用
- 第8章 森林の生産と根系
- 第9章 根系型と各樹種の根系の特性
- 第10章 根系の環境形成作用
- 第11章 根系の土地保全機能
- 第12章 根系の根量調査法
- 第13章 育樹・樹木医技術と根系

## 各論 目次 (抜粋)

ソテツ/イチョウ/モミ/ウラジロモミ/ミズナラ/コナラ/カシワ/クロガシワ/アカトドマツ/シラビソ/オオシラビソ/シロガシワ/クヌギ/コルクガシ/クリ/ツガ/コメツガ/カナダツガ/トウヒ/ハリモミ/ヒメバラモミ/マツハダ/ヤツガタケトウヒ/オウシュウトウヒ/ヒマラヤトウヒ/カラマツ/アカマツ/クロマツ/ヒメコマツ/ハイマツ/リュウキュウマツ/チョウセンマツ/ストロブマツ/リギダマツ/ハクショウ/テーダマツ/オウシュウアカマツ/ヒマラヤスギ/アブラスギ/スギ/コウヤマキ/アスナロ/ヒノキ/アスナロ/ヒノキ/サワラ/ヒヨクヒバ/シノブヒバ/ローソンヒノキ/ビャクシン/チョウセンマキ/シマナンヨウスギ/バラナマツ/ウォレマイバイン/イチイ/キャラボク/セイヨウイチイ/モクマオウ/ヤマモモ/サワグルミ/シナサワグルミ/ノグミ/シダレヤナギ/リュウゾウ/ジャナギ/カワヤナギ/オオバヤナギ/ケシヨウヤナギ/サワシバ/ウダイカンバ/ウラジロカンバ/シラカンバ/ヤエガワカンバ/オノオレカンバ/ダケカンバ/オオバヤシャブシ/カワラハンノキ/ヤマハンノキ/ハンノキ/ブナ/イヌブナ/アカガシ/オオアカガシ/ハナガシ/ツクバネガシ/イチイガシ/シラカシ/アラカシ


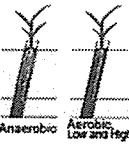

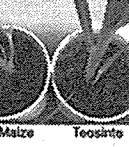

ミズナラ/コナラ/カシワ/クロガシワ/シロガシワ/クヌギ/コルクガシ/クリ/スダジイ/マテバシイ/アキニレ/ケヤキ/エゾエノキ/エノキ/ウラジロエノキ/ムクノキ/ホソバイヌビワ/イチジク/ガジュマル/ベンガルボダイジュ/インドゴムノキ/ユリノキ/ホオノキ/コブシ/キタコブシ/モクレン/ポーポーノキ/クスノキ/ゲッケイジュ/ヤブニッケイ/アボカド/フサザクラ/カツラ/ヒイラギナンテン/ナンテン/アケビ/フウトウカズラ/ボタン/マタタビ/チャノキ/ヤブツバキ/ユキツバキ/サザンカ/サカキ/マンサク/モミジバフウ/シナミズキ/イスノキ/ヤマアジサイ/ガクアジサイ/ユキヤナギ/ヤマブキ/ノイバラ/ハマナス/サンショウバラ/カジイチゴ/モミジイチゴ/スモモ/アンズ/ウメ/モモ/エドヒガン/ソメイヨシノ/ヤマザクラ/オオヤマザクラ/バクチノキ/リンボク/ウワミズザクラ/ビワ/カリン/ボケ/セイヨウカリン/セイヨウリンゴ/ヤマナシ/ニワナナカマド/ナナカマド/フサアカシア/ネムノキ/ホウオウボク/エンジュ/イヌエンジュ/クス/フジ/ニセアカシア

他全562種掲載



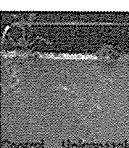

## 国際誌 Plant Root 発行状況

2007年に刊行した電子ジャーナル Plant Root ([www.plantroot.org](http://www.plantroot.org))は、今年で第4巻になりました。著者・編集者・査読者ともに、国籍・居住地が広く世界各地に及んでおり、国際性の高い雑誌となっています。とはいえ、インパクト・ファクターで知られるトムソン・ロイター社の Journal Citation Report® (Web of Science® の引用・被引用データを整理したもの)に収録を申請するためには、最低でも3ヶ月で5本(年間換算で20本)以上の論文掲載が必要で、まだまだ投稿数を増やす必要があります。雑誌の質を高めるためにも、会員の皆様の積極的な投稿をお願いいたします。原著論文のほかに総説も歓迎しますので、企画案がありましたら、ぜひ編集部 ([editor2010@plantroot.org](mailto:editor2010@plantroot.org)) にご連絡ください。

### 2009年に掲載の論文・記事

-  Original research article OPEN ACCESS  
A new method for placing and lifting root meshes for estimating fine root production in forest ecosystems  
Hirano Y, Noguchi K, Ohashi M, Hishi T, Makita N, Fujii S, Finér L  
Plant Root 3: 26-31. doi:10.3117/plantroot.3.26  
[Full text PDF](#) [Abstract](#) [References](#) December 15, 2009
-  Original research article OPEN ACCESS  
Genotypic differences in root traits of rice (*Oryza sativa* L.) seedlings grown under different soil environments  
Naoki Matsuo, Toshihiro Mochizuki  
Plant Root 3: 17-25. doi:10.3117/plantroot.3.17  
[Full text PDF](#) [Abstract](#) [References](#) June 11, 2009
-  Original research article OPEN ACCESS  
Impact of soil compaction on root architecture, leaf water status, gas exchange and growth of maize and triticale seedlings  
Grzesiak MT  
Plant Root 3: 10-16. doi:10.3117/plantroot.3.10  
[Full text PDF](#) [Abstract](#) [References](#) March 16, 2009
-  Original research article OPEN ACCESS  
QTL mapping of above-ground adventitious roots during flooding in maize x teosinte "Zea nicaraguensis" backcross population  
Mano Y, Omori F, Loaisiga CH, Bird RMCK  
Plant Root 3: 3-9. doi:10.3117/plantroot.3.3  
[Full text PDF](#) [Abstract](#) [References](#) February 19, 2009
-  OPEN ACCESS  
Crisis and opportunity  
Karahara I  
Plant Root 3: 1-2. doi:10.3117/plantroot.3.1  
[Full text PDF](#) January 29, 2009

### 2010年(6月10日まで)に掲載の論文・記事

-  OPEN ACCESS  
Prof. Yoav Waisel passed away on February 24 2010, 79 years old  
Eshel A  
Plant Root 4: 17. doi:10.3117/plantroot.4.17  
[Full text PDF](#) April 13, 2010
-  Short report OPEN ACCESS  
A simple method for dehydrogenase activity visualization of intact plant roots grown in soilless culture using tetrazolium violet  
Kurzbaum E, Kirzhner F, Armon R  
Plant Root 4: 12-16. doi:10.3117/plantroot.4.12  
[Full text PDF](#) [Abstract](#) [References](#) April 2, 2010
-  Original research article OPEN ACCESS  
Effects of shoot-applied gibberellin/gibberellin-biosynthesis inhibitors on root growth and expression of gibberellin biosynthesis genes in *Arabidopsis thaliana*  
Bidadi H, Yamaguchi S, Asahina M, Satoh S  
Plant Root 4: 4-11. doi:10.3117/plantroot.4.4  
[Full text PDF](#) [Abstract](#) [References](#) March 12, 2010
-  OPEN ACCESS  
Back in the forest  
Karahara I  
Plant Root 4: 1-3. doi:10.3117/plantroot.4.1  
[Full text PDF](#) March 5, 2010

### 投稿数の推移と採択の状況

年	投稿総数 (海外から)	採択に至った論文数*				備考
		通常論文	短報	総説	合計	
2006	10 (3)	4	-	4	8	すべて掲載は翌年.
2007	18 (9)	5	3	-	8	創刊年.
2008	15 (7)	7	-	-	7	
2009	9 (5)	3	1	-	4	
2010	8 (4)	-	1	-	-	6/10 現在. 審査中多し.

\*掲載は、翌年になった論文もあります。学術論文のみで、巻頭言などの記事は含みません。採択率が低い理由のひとつは、海外からの投稿のうち約半数は、国際誌への投稿の経験が乏しく指導者にも恵まれていないと思われるかたの投稿であるためです。そのような場合にも、今後の研究立案や論文作成の参考になるようなアドバイスを含めて、丁寧な審査と指導を心がけています。

# 2011年 20周年記念事業



## 会員の皆様へ—根研究会事務局からのお願い

本年度の総会でもお知らせしましたように、根研究会は、来年、創立 20 周年を迎えます。会ではこれを記念して、記念事業を行うとともに、成人としての新たな活動のきっかけにしようと考えています。どうか、真に会員のためになり、世の中の人々の役に立つような企画をご提案いただき、事務局への積極的な出馬？をよろしくお願ひします（ご意見のメールの宛先、neken2010@jsrr.jp）。

□これまでに寄せいただいた、ご意見です。

- ・記念シンポジウム・式典（功労者への感謝）

日時 2011年の9月～11月

場所 東京大学 又は つくば市

内容：ここ 5-6 年の研究成果のレビュー、研究法の発展、研究手法の展示、一般市民向けの講演、海外の研究者の招聘によるミニ国際シンポジウム、アジアの研究者のゆるい連携のきっかけ

- ・出版事業（記念式典までに何か一つを作る）

研究会史や資料の収集、そだてて遊ぼうシリーズの根の巻、こんな根どうだね + こんな根だめだね（植物根の写真集で現場で診断に役立つもの）、根の調査の詳しい解説書、シンポジウムの内容の出版（Plant Root の特集号）、農家・一般向けの実践的な根解説書

- ・研究支援事業

バーチャル根研究機構（根研究会がバックアップする根の研究ネットワークおよびプロジェクト研究）

- ・教育事業 根系調査法の標準化、夏の学校の開催

### 【カレンダー】

- ・各会議の正確な情報はご自身でご確認下さい。申し込み・問い合わせは、直接主催者までコンタクトして下さい。
- ・海外での会議の日本語名称は、根研究会事務局で便宜的に意識したものです。

**植物・土壌・環境など、根に関わりのある学術集会の情報をお寄せ下さい。**

国内の小規模なセミナーや、他学会主催の会議の情報も歓迎します。発行月は3月、6月、9月、12月で、その月の5日頃までにご連絡頂ければ掲載が間に合います。研究会のホームページにも掲載します。情報の送り先は、E-mail : [neken2010@jsrr.jp](mailto:neken2010@jsrr.jp) です。

### 2010年

第5回トランスポーター研究会年会 7月10-11日  
2010年7月10-11日; 東京医科大学病院  
[http://www.transpot.umin.jp/TP\\_sympo/5th\\_symp/](http://www.transpot.umin.jp/TP_sympo/5th_symp/)

第3回BIT産業バイオテクノロジー世界会議 7月25-27日  
BIT's 3rd World Congress of Industrial Biotechnology 2010 (ibio-2010)  
July 25-27, 2010; Dalian, China  
<http://www.bit-ibio.com/>

国際植物窒素同化代謝会議 (Nitrogen 2010) 7月26-30日  
1st International Symposium on the Nitrogen Nutrition of Plants  
July 26-30, 2010; Inuyama, Aichi, Japan  
<http://www.agri.tohoku.ac.jp/cellbio/nitrogen2010/nitrogen2010.htm>

Plant Biology 2010 (American Society of Plant Biologists 年会) 7月31日-8月4日  
July 31 - August 4, 2010; Montréal, Canada; <http://www.aspb.org/meetings/>

生物多様性科学国際シンポジウム ―ゲノム・進化・環境― 7月31日-8月3日  
International Symposium on Biodiversity Sciences: Genome, Evolution, and Environment  
July 31-August 3, 2010; Nagoya, Japan  
<http://www.nsc.nagoya-cu.ac.jp/BDS2010/>

第5回国際樹木根シンポジウム 8月8-12日  
Fifth International Symposium on Physiological Processes in Roots of Woody Plants  
August 8-12, 2010; University of Victoria, Victoria, BC, Canada  
<http://web.uvic.ca/woodyroots/Home.html>

第3回国際稲会議 (IRC2010) & 国際稲研究所 (IRRI) 設立50周年 11月8-12日  
The 3rd International Rice Congress (IRC2010)  
[coinciding with the 50th anniversary of the International Rice Research Institute]  
November 8-12, 2010; Hanoi, Vietnam; <http://www.ricecongress.com/>

\*\*\*\*\*

### 第33回根研究集会

2010年11月12日(金)・13日(土)

兵庫県立大学(姫路市)

詳細は、本号に掲載の案内をご覧ください。

\*\*\*\*\*

### 2011年

第18回国際植物学会議 7月23日-30日  
XVIII International Botanical Congress

July 23-30, 2011; Melbourne, Australia; <http://www.abc2011.com/>

第7回根の構造と機能国際シンポジウム 9月5-9日  
VII International Symposium on Structure and Function of Roots  
September 5-9, 2011; High Tatras, Slovakia

第3回根圏会議 9月25日-30日  
Rhizosphere 3  
September 25-30, 2011; Perth, Australia  
<http://rhizosphere3.com/>

第6回不定根会議  
6th International Symposium on Root Development: Adventitious, Lateral and Primary Roots  
2011年[日程詳細未定]; Quebec, Canada

## 2012年

第8回国際根研究学会 (ISRR) シンポジウム 7月3-6日  
8th Symposium of International Society of Root Research (ISRR)  
July 3-6, 2012; Dundee, DD2 5DA, Scotland, UK.  
<http://www.rootresearch.org/meetings>

---

### 「苺住」海外渡航支援のご案内

-----  
2011年1月－6月 渡航分の申請は2010年10月末日〆切です  
2011年6月－12月 渡航分も10月末日までに申請できます#  
募集要項は、以下をご参照ください  
-----

# 2011年6月－7月 渡航分の申請最終締切は2011年4月末日ですが、2010年10月末日までに申請すれば、半年早く審査結果が出て採用の場合は早く助成を受けることができますし、不採用の場合、半年後に再度応募できます。

#### 根研究会若手会員（40歳以下）に対する海外渡航費等支援

（日本語名称：根研究会「苺住」海外渡航支援）

（英語名称：JSRR (Karizumi) Young Researcher Travel Award）

根研究会では、若手会員の国際的な活躍を支援するため、海外で開催される学会等において研究成果を公表するため、あるいは、海外での研究・調査のための渡航経費の一部を支援いたします。本支援は、苺住会員による寄付金の一部をより有効に活用するための一環として実施するものです。奮ってご応募ください。

#### 支援目的、支援対象者および支援額

根研究会所属の若手会員（申請時の年齢が40歳以下）の国際的な活躍を支援するため、海外の学会等に参加して根に関する研究成果を公表するため、あるいは、海外での研究・調査のための渡航経費の一部として、毎年50万円を限度として支援します。支援する額は一人当たり5－20万円とします。

旅費の一部を申請するとか、参加登録料の分を申請するという利用の仕方でも結構です。

申し込み先：根研究会事務局

・電子メール：[neken2010@jsrr.jp](mailto:neken2010@jsrr.jp)（PDF または MS-Word のファイルを添付して下さい）。

・郵送先：〒113-8657 東京都文京区弥生1-1-1 東京大学 大学院農学生命科学研究科 栽培学研究室 阿部淳気付。

# 数日のうちに受け取りの通知をします。通知が来ない場合は、事務局にご確認下さい

# 学生の場合は、指導教員の署名または印が必要ですので郵送となりますが、あわせて、電子メールでもお送りください。電子メールのほうは、指導教員の署名または印の部分は空欄で結構です。  
# 学生でない方は、電子メールの方だけで結構です。

#### 審査と決定通知

会長、副会長で協議して支援の可否と支援の額を決定し、締切月の翌月末までに申請者に通知します。  
なお、採用人数と支援額は、前期・後期のバランスや年間の総額などを考慮して決定します。  
研究成果発表での渡航の場合、根研究会事務局から会議の主催者にも連絡します。

支援を受けた方は、帰国後速やかに研究会誌の「報告」欄に会議の概要を投稿して頂きます。  
また、発表課題が事前審査等により受理されなかった場合や都合により渡航できなくなった場合には、支援金全額を速やかに返済して頂きます。

#### 申請書の記載内容(A4 1枚 程度)

(申請は、本人申請を原則とし、学生の場合は指導教員等の承認が必要)

- 1) 申請者の氏名、所属、連絡先、生年月日  
(学生の場合は指導教員等の所属・氏名・印鑑をもって指導教員等の承認とします):
- 2) 会議等の名称と開催期間・開催場所 または 研究・調査の期間・場所:
- 3) 発表課題名または研究課題名(発表の場合は口頭・ポスターなどの発表形式の希望もお書き下さい):
- 4) 渡航日程:
- 5) 申請額と支援金の使途:
- 6) 現在行っている主な研究の概要(400字程度)
- 7) 研究成果発表の場合は、希望する発表形式(口頭発表、ポスター発表など)

以上

---

## 国際根研究学会 (ISRR) の次回シンポジウムとホームページ

国際根研究学会 (International Society of Root Research) は、Peter Gregory 新会長 (スコットランド作物研究所所長) のもと、公式ホームページ (<http://www.rootresearch.org/>) を立ち上げました。第8回シンポジウムの日程 (2012年7月3日-6日) も確定しました。



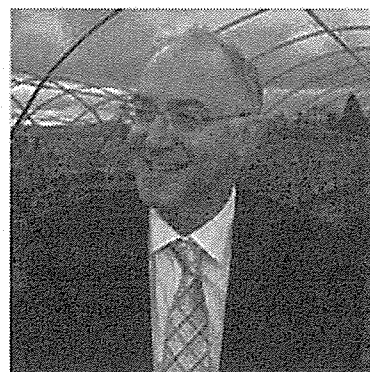
### What is the International Society of Root Research?

As President of the International Society of Root Research, I welcome you to this website. The Society's aim is to promote cooperation and communication between root researchers around the world. I hope that you will join us in this endeavour.

The main activity of the Society is to hold regular scientific meetings at which the latest research on roots can be presented.

**Our next meeting will be held in Dundee, Scotland from Tuesday 3 - Friday 6 July 2012.**

Peter Gregory, President ISRR





**2010 年度 根研究会賞 推薦 受付 中！ (2010 年 7 月 31 日まで)**

本号の巻頭で公示したとおり、上記の規定に基づき 2010 年度根研究会賞の推薦（自薦も可）を 7 月 31 日（必着）まで受け付けます。積極的に推薦をお願いします。

## 根研究会学術賞規定

1. 本会は、会則第3条に基づき、本規定を定める。
2. 本会は、植物の根（その他の地下器官を含む、以下同様）およびこれを取り巻く環境に関する学術の発展に寄与したのに対して根研究会賞を贈り、これを表彰する。
3. 根研究会賞としては、根研究会学術功労賞、根研究会学術奨励賞、根研究会学術論文賞、および根研究会学術特別賞をおく。根研究会学術功労賞および根研究会学術奨励賞は、植物の根およびこれを取り巻く環境に関する学術の発展に寄与した根研究会会員の研究を対象とする（すでに原著論文として発表されたもので、少なくともその一部が、根研究会の研究集会・シンポジウムなどの会合、あるいは会誌などで会員に紹介されていること）。根研究会学術論文賞は、植物の根およびこれを取り巻く環境に関する学術に寄与した根研究会会員の論文を対象とする。発表媒体や発表形態（例えば、原著論文であるか総説であるか）を問わない。根研究会学術特別賞は、植物の根およびこれを取り巻く環境に関する学術の発展に寄与した業績を対象とする。会員であるかどうか、また、業績の形態（例えば、出版物かどうか）を問わない。
4. 根研究会賞はいずれも、会員もしくは関連分野の研究者などから推薦のあった対象について、評議員が審議し、その結果を踏まえて、会長および副会長が協議して決定を行なう。ただし、会長および副会長は任期中および任期満了後2年間は推薦すること、あるいは推薦されることができない。 以上

推薦人は、会員でなくても結構です（ただし、学術功労賞・学術奨励賞で自薦の場合は会員に限る）。

推薦状は、A4版の紙1枚に賞の種別、候補者氏名、業績タイトル、業績の概要や意義などを記載して下さい。業績一覧表および論文などの別刷かコピー2部を添付して下さい[#1-3]。業績の概要においては、添付された業績一覧表に挙げた文献との対応が明確になるような配慮をお願いします。

各賞の要件・目安については、次ページをご参照下さい。

#1: 別刷等は、原則としてお返ししません、返却が必要な場合は、その旨お書き添え下さい。

#2: 電子媒体でも結構です。PDF ファイルを CD-R で添えるかメールに添付して下さい。あるいは、誰でも無料で全文を閲覧できる論文やホームページであれば、その URL (アドレス) を業績一覧の中に記載することで、別刷に代えることができます。もし、業績すべてが PDF や URL であれば、すべてメールで済みますので、郵送の必要はありません（ただし、総容量が 50MB を越える場合はメール送信前に事務局にご一報下さい）。

#3: 学術特別賞は、文献・出版物を必要としませんが、もし、その業績を紹介したホームページ、文献、新聞記事などがある場合には業績一覧表に記載し、可能であればコピーなどを添えて下さい。

推薦状と添付資料一式の送り先は、根研究会事務局（〒113-8657 東京都文京区弥生 1-1-1 東京大学 大学院農学生命科学研究科 栽培学研究室 阿部淳気付 / Tel・Fax 03-5841-5045; neken2010@jsrr.jp）です。

\* 到着後数日以内に推薦者に受け取りのご連絡をします。連絡がない場合は、事務局までお知らせ下さい。

\* 推薦状は、郵送のほかに、なるべく E-mail の添付ファイルとしても、お送り下さい。

## 各賞の要件と目安

＜要件＞は規定に基づく必須の条件です。＜目安＞は、推薦者のご参考までに、前例を整理したものです。審査の基準は、毎年の審査のなかで、正副会長・審査員・評議員の意見を積み重ねるなかで改善されていきますので、これまでと違ったタイプの業績、新しい視点からの推薦があれば、それに応じた新しい判断がされることもあります。ここに示した＜目安＞は、参考程度の情報とお考え下さい。

過去の実績一覧は、根研究会ホームページ(<http://www.jsrr.jp/>)の「根研究会賞」のコーナーをご覧ください。なお、過去の授賞例において、審査の過程で他の賞の方がふさわしいという審査員のご意見に基づき、推薦者の了解も得た上で、正副会長の最終判断で推薦とは別の賞で受賞した業績もあります。

[英語名称] Academic Awards of Japanese Society for Root Research 各賞の名称は下記をご参照下さい。

### 学術功労賞(The JSRR Award for Excellent Achievement in Root Research)

＜要件＞

- ・ 根研究会会員の研究。原著論文が発表されていること(根研究会以外の学術誌でも良い)。
- ・ 根研究会の会誌・出版物や、研究集会などで、研究内容の一部(または全部)が会員に紹介されていること(この条件を満たしていても、『根の研究』『Plant Root』のいずれにも未掲載の場合には、受賞後、なるべく早い時期に、どちらか一誌に研究内容を紹介したミニレビューを寄稿して頂きます)。

＜目安＞

- ・ この賞の創設時には、優れた成果を正当に評価し表彰することで、今後の研究予算獲得や昇進など、根研究の環境を改善する一助とすることも意図していました。十数年間の積み重ねを経て、これまでの授賞例は、おおむね次の2タイプに分けられます。

[1] ひとつの課題についての一連の研究で、優れた成果を挙げたもの。原著論文が4・5本のものから十数本のものまであり、それに加えて、総説・ミニレビューなどがあることが多い。これまで、若い方では40歳前後。(さらに若い会員でも、功労賞にふさわしい優れた業績があれば、規約上は受賞可能)。

[2] 長年の多大な研究業績。数十本の論文(一部に総説なども含む)。

- ・ これまでの例では、ほとんどが根そのものを主要な対象とした業績であり、1件だけ根の起源に関わりの深い地下器官を対象にしていた(規約には「植物の根およびこれを取り巻く環境に関する学術」と規定されており、根との関連が深く根研究の発展にとって重要な成果であれば、受賞可能)。
- ・ 通常は1名で受賞。とくに双方の貢献が大きいことによる2名連名での受賞例が1件だけあり。連名となる場合は、推薦状のなかで、その理由・役割分担などをご説明下さい。

### 学術奨励賞(The JSRR Young Investigator Award)

＜要件＞(学術功労賞と同様です)

- ・ 根研究会会員の研究。原著論文が発表されていること(根研究会以外の学術誌でも良い)。
- ・ 根研究会の会誌・出版物や、研究集会などで、研究内容の一部(または全部)が会員に紹介されていること(この条件を満たしていても、『根の研究』『Plant Root』のいずれにも未掲載の場合には、受賞後、なるべく早い時期に、どちらか一誌に研究内容を紹介したミニレビューを寄稿して頂きます)。

＜目安＞

- ・ この賞の創設時には、根研究に意欲のある優れた若手を表彰することで、研究職への就職や予算獲得の一助とし、プロの根研究者を増やすことを意図していました。十数年間の積み重ねを経て変遷があり、これまでの授賞例は、おおむね次のタイプに分けられます。

[1] 大学院における優れた博士論文(ときに、特に優れた修士論文)の研究。大学院での研究と、それに密接に関連したその後の研究とを併せて表彰した例もある。

[2] 大学院に進学せず就職した若手研究者の優れた研究業績で、上記1に匹敵するもの。

[3] 必ずしも学術研究に専念できる環境にない会員が、自身の努力で優れた研究を行い、かつ、根研究会で活発に成果発表している研究業績。必ずしも若手である必要はない。

- ・ これまでの受賞例では、根そのものを主要な対象とした業績が多く、そのほか、ケイ酸施肥や根粒、根圏細菌などをテーマにした受賞例でも、根との関わりについての研究が含まれていた(規約には「植物の根およびこれを取り巻く環境に関する学術」と規定されている)。
- ・ 野外研究など論文発表までに時間がかかる分野もあること、上記[3]のようなタイプもあることから、原著論文の数は、さまざまで、1・2本のものから7・8本の例まである。原著論文に加えて、ミニレビュー、プロシーディングなどの業績や根研究集会で活発に発表を行った実績も併せて考慮された例がある。
- ・ 英語名称は「Young Investigator」となっており20代から30代前半の受賞者が多いが40代での受賞例もある。規約上の年齢の制限はなく、これまでに学術研究に専念できる環境にいた時間を配慮する。
- ・ これまでに連名での受賞例はありません。規約には書かれていませんが、賞の性格からして、1名での受賞が妥当と思われます。

#### 学術特別賞(The JSRR Special Prize for Applied Root Research)

##### <要件>

- ・ 会員でなくても良い。
- ・ 出版物はなくても良い。根研究会での論文や発表の有無は問わない。(ただし、根研究会の会誌や出版物で紹介されていない場合には、受賞後のなるべく早い時期に、『根の研究』に受賞業績の紹介・解説を寄稿して頂くことが望ましい)。

##### <目安>

- ・ これまでの授賞例は、おおむね次のタイプに分けられます。
  - [1] 根に関連する実用技術の開発(実地にその技術を導入している場合と、導入が期待される優れた技術を開発・研究した受賞例が、それぞれある)。
  - [2] 根の研究の発展に寄与する測定法・解析法の開発・考案。
  - [3] 根や、根に関連する事項についての優れた教科書・解説書などの著作。
- ・ 上記 [1] のタイプでは、研究者に限らず、NPO・企業などの技術者の実践活動が対象となった事例もある。研究や活動の内容が、『根の研究』や何らかの書籍・雑誌などに紹介されていればそれが参考資料となるが、そうした資料がない場合は、推薦書に、新聞記事、ホームページなどの資料の添付が望ましい。特許申請などの都合で資料添付が難しい場合は、その旨を推薦状に記載して下さい(審査員から特に要望があれば、事務局が仲介し、守秘・返却を条件に資料の閲覧を推薦者に折衝することもあります)。
- ・ これまでの受賞例の多くは、根そのものを対象とした技術や書籍、根や根の環境を制御することで植物の生育を良くする技術。ごく一部に、根そのものは主要テーマではないが、根ときわめて関連が深い分野ということで授賞した例あり。
- ・ 1名での受賞のほか、連名で受賞の例もある。連名の場合は3名以内が目安。特に人数が多い場合には、審査過程で、その理由や各メンバーの役割・寄与が問題となる可能性が高いため、推薦状のなかで明確に説明して下さい。

#### 学術論文賞(The JSRR Excellent Paper Prize) [昨年度まで、この賞には推薦がありません]

##### <要件>

- ・ 著者のなかに会員が含まれていること。
- ・ 根研究会の雑誌でなくても良い。原著論文のほか、総説などでも良い。

以上

## 2010年度 根研究会総会報告

2010年4月20日(火)に(独)農研機構・中央農業総合研究センター(茨城県つくば市)において定例総会を開催し、下記の通り承認されました。

### 2009年度 会務報告

・会誌『根の研究』第18巻発行(犬飼義明 編集委員長)

- 第1号(2009年3月発行) pp.1-34(34ページ) 論文はJ-Stageにも掲載。  
第2号(2009年6月発行) pp.37-98(62ページ)  
第3号(2009年9月発行) pp.99-126(28ページ)  
第4号(2009年12月発行) pp.127-212(86ページ)  
会員名簿(2009年6月発行)

このほか、創刊号からの学術記事の電子アーカイブがJournal@rchiveに掲載された。

・研究集会

第30回根研究集会 5月8日(金) - 10日(日)

於: ネイパル足寄他(北海道足寄郡足寄町), 久米篤実行委員長

第31回根研究集会 11月21日(土)

於: 秋田県立大学(秋田市), 小川敦史実行委員長

・2009年度根研究会賞(授賞式・受賞講演: 2009年11月21日)

【学術功労賞】

受賞者: 仁木 輝緒(拓殖大学)

業績: 嫌気条件に対するエンドウの根の形態学的反応とその機構に関する研究

【学術奨励賞】

受賞者: 趙 仁 貴(Zhao Rengui・中国吉林農業大学)

業績: 水稻品種オオチカラ由来の短根性準同質遺伝子系統IL-srt1における根系の形態・機能および地上部生育・収量との関係の解析

【学術特別賞】 1件

受賞者: 川島長治(元 秋田県立大学)

業績: 水稻における根群の発育に関する研究

推薦者・審査員のための参考資料として「学術賞規定」とは別に「各賞の要件と目安」を作成し会誌に掲載した。

・会長選挙

会誌2号で公示を行い、2010年度-2011年度の会長選挙を行った。

巽二郎会員の立候補があり、規定により当選した。

・国際誌 *Plant Root* の刊行(唐原一郎 編集委員長)

<http://www.plantroot.org/>

第3巻として、巻頭言および4編の論文(全31頁)を掲載した。

・若手会員海外渡航補助（苜住基金）

2009年1月締切で応募した第7回国際根研究学会シンポジウム特別枠で4名を助成。  
4月締切分では3名を助成（いずれも第7回国際根研究学会シンポジウムに参加）。  
10月締切分は応募がなかった。

・会誌以外の出版物

新しい刊行物はなかったが、「根の研究の最前線」シリーズを引き続き販売した。

## 2009年度 決算報告

（期間： 2009年1月1日－12月31日）

### 2009年 一般会計

#### 1. 収入

単位：円

事項	予算	決算	予算との差額
前年度繰越金	243,649	<b>243,649</b>	0
前年までの会費未納分集金	120,000	<b>131,000</b>	+11,000
2009年会費集金	1,200,000	<b>1,213,000</b>	+13,000
次年度以降の会費前納分	0	<b>135,000</b>	+135,000
雑収入（広告料+バックナンバー売 上+許諾料+利子）	50,000	<b>31,344</b>	-18,656
会誌改善費（特別会計から）	100,000	<b>100,000</b>	0
合計	1,713,649	<b>1,853,993</b>	+140,344

#### 2. 支出

事項	予算	決算	予算との差額
会誌印刷費	800,000	<b>815,325</b>	+15,325
会誌郵送費	150,000	<b>122,470</b>	-27,530
謝金（事務局・編集・Web更新）	600,000	<b>585,480</b>	-14,520
送料・手数料	25,000	<b>10,984</b>	-14,016
事務用品費	15,000	<b>9,542</b>	-5,458
研究集会経費	60,000	<b>62,000</b>	+2,000
研究会賞受賞経費（副賞など）	30,000	<b>21,215</b>	-8,785
サーバ使用料	27,000	<b>26,460</b>	-540
予備費	0	<b>1,420</b>	+1,420
次年度繰越金	6,649	<b>199,097</b>	+192,448
合計	1,713,649	<b>1,853,993</b>	+140,344

繰越金を除いた2009年の実収入 1,610,344 (会費分 1,479,000)

繰越金を除いた2009年の実支出 1,654,896

## 2009年 特別会計

### 1. 収入

単位：円

事項	予算	決算	予算との差額
前年度繰越金	2,984,059	<b>2,984,059</b>	0
出版物販売	200,000	<b>362,240</b>	+162,240
グッズ販売	20,000	<b>7,400</b>	-12,600
雑収入（銀行利息等）	2,500	<b>1,601</b>	-899
寄付	0	<b>0</b>	0
合計	3,206,559	<b>3,355,300</b>	+148,741

### 2. 支出

事項	予算	決算	予算との差額
出版物（印刷費，制作費）	0	<b>1,090</b>	+1,090
根の研究デジタル化	40,000	<b>0</b>	-40,000
学術奨励基金	1,000,000	<b>800,000</b>	-200,000
送料・手数料など	20,000	<b>24,757</b>	+4,757
国際誌刊行経費	40,000	<b>24,735</b>	-15,265
研究会グッズ作製費	0	<b>0</b>	0
会長裁量経費	100,000	<b>0</b>	-100,000
会誌改善費（一般会計へ）	100,000	<b>100,000</b>	0
次年度繰越金	1,906,559	<b>2,404,718</b>	+498,159
合計	3,206,559	<b>3,355,300</b>	+148,741

\*繰越金を除いた2009年の実収入371,241

\*繰越金を除いた2009年の実支出950,582

## 2009年度会計の監査報告

2009年2月24日に、名古屋大学において、巽二郎会長立ち会いのもと、事務局長（阿部淳）・事務局員（中込かおり）が説明を行い、根研究会監査の山内章会員に会計監査をして頂いた。次ページがその監査報告の写しである。

## 会計監査報告書

根研究会会則第8条により、平成21年(2009年)の会計監査を行った結果、適正に執行されていることを確認しました。

2010年 2月 24日

監査 氏名 山内 章



## 2010年度事業計画

- (1) 会誌『根の研究』第19巻発行(編集委員長:中野明正)
  - 第1号(2010年3月発行) pp. 1-38 (38ページ)
  - 第2号(2010年6月発行予定)
  - 第3号(2010年9月発行予定)
  - 第4号(2010年12月発行予定)
  - 会員名簿(2010年6月発行)
- (2) 研究集会の開催
  - 第32回根研究集会 4月20日(火) - 21日(水)  
於: 農研機構・中央農業総合研究センター(茨城県つくば市)  
運営委員会 小柳敦史委員長・近藤始彦副委員長・島村聡事務局長
  - 第33回根研究集会 11月中旬 [12日(金)・13日(土)]を検討中  
於: 兵庫県立大学(兵庫県姫路市) 実行委員長 大橋瑞江
- (3) 2010年度根研究会賞の公募・選考・授与  
6月下旬に会誌で告示し7月に公募。第33回根研究集会において授賞。



(4) 根研究会創立20周年記念事業の企画

(5) 特別会計による研究会活動と会員の研究活動の支援（予算案を参照）

\*国際誌 *Plant Root* 第4巻発行（編集委員長：唐原一郎）

投稿数・掲載数の増加に努める。

\*会誌『根の研究』のバックナンバーのデジタル化

業者に委託してデジタル画像化し、インターネットで閲覧できるようにする。

\*研究会の企画による出版・グッズの作製

随時企画を募集し、提案があれば執行部・評議員で検討する。

\*上記（4）の根研究会創立20周年記念事業の企画経費は、特別会計から充てる。

(6) 根研究会「苜住」海外渡航支援

根研究会所属の若手会員（申請時の年齢が40歳以下）の国際的な活躍を支援するため、海外の学会等に参加して根に関する研究成果を公表したり調査に出向いたりするための渡航経費の一部を補助。

通常枠の応募〆切は、4月末日（2010年7月－2011年6月の渡航分）と10月末日（2011年1月－2011年12月の渡航分）の2回。通年で総額50万円までの助成を行う。

(7) 他の学術関連団体などとの協力

\*日本学術会議等

協力学術研究団体として、委員候補の推薦やアンケートなどの依頼があれば協力していく。

\*国際根学会・国際樹木根会議等

会誌への開催情報の掲載など、情報の伝達に協力する。

\*その他

学術活動に関するアンケートなど、根の研究や日本の学術発展に有意義と思われる要請については、大きな負担のない範囲で協力する。

他の学術団体からの共催の申し入れなどがあれば、執行部・評議員で検討する。

(8) その他

\*男女共同参画の推進

\*「学会」化の検討

\*事務局業務の外部委託

\*招聘支援制度の検討

## 2010 年度予算案

(期間： 1 月 1 日 - 12 月 31 日)

### 2010 年度 一般会計

#### 1. 収入

事項	予 算	前年度決算	前年度との差額
前年度繰越金	199,097	243,649	-44,552
前年までの未納会費集金	50,000	131,000	-81,000
2010 年会費	1,300,000	1,213,000	+87,000
会費前納分	0	135,000	-135,000
寄付・雑収入(広告料,許諾料,利子)	30,000	31,344	-1,344
会誌改善費 (特別会計から)	200,000	100,000	+100,000
合 計	1,779,097	1,853,993	-74,896

#### 2. 支出

事項	予 算	前年度決算	前年度との差額
会報印刷費	800,000	815,325	-15,325
会誌郵送費	150,000	122,470	27,530
謝金 (事務局・編集・Web 更新)	600,000	585,480	14,520
事務通信費	20,000	10,984	9,016
事務用品費	25,000	9,542	15,458
研究集会経費	50,000	62,000	-12,000
研究会賞受賞経費 (副賞など)	30,000	21,215	8,785
サーバ使用料	27,000	26,460	540
予備費	50,000	1,420	48,580
次年度繰越金	2,7097	199,097	-172,000
合 計	1,779,097	1,853,993	-74,896

・繰越金・特別会計からの補助を除いた 2010 年の収入見込み 1,380,000 円 (内, 会費収入 1,350,000 円)

・繰越金を除いた 2010 年の支出見込み 1,752,000 円

・繰越金・特別会計からの補助を除いた 2010 年の実質収支見込み -372,000 円

\*2010年4月15日現在の会員数は, 個人会員(会費 3,000 円):444名, 団体会員(会費 8,000 円):8団体

## 2010年度 特別会計 [今年度から苺住基金を分離]

### 1. 収入 円

事 項	予 算
前年度繰越金	706,559
出版物販売	150,000
グッズ販売	5,000
寄付・雑収入（銀行利息等）	500
合 計	862,059

### 2. 支出 円

事 項	予 算
出版物（印刷費，制作費）	0
[根の研究]デジタル化	60,000
送料・手数料など	20,000
国際誌刊行経費	30,000
研究会グッズ作製費	0
会長裁量経費（含 20周年事業費）	200,000
会誌改善費（一般会計への補助）	200,000
次年度への繰越金	352,059
合 計	862,059

## 2010年度 苺住基金

### 1. 収入

事 項	予 算
前年度繰越金	1,200,000
雑収入（銀行利息等）	400
合 計	1,200,400

### 2. 支出

事 項	予 算
若手会員海外渡航支援	500,000
次年度への繰越金	700,400
合 計	1,200,400

以上

# Root Research 根の研究

編集委員長	中野 明正	農業・食品産業技術総合研究機構（農研機構）本部
副編集委員長	田島 亮介	東北大学大学院農学研究科
編集委員	犬飼 義明	名古屋大学大学院生命農学研究科
	大段 秀記	農研機構・九州沖縄農業研究センター
	小川 敦史	秋田県立大学生物資源科学部
	鴨下 顕彦	東京大学アジア生物資源環境研究センター
	草場 新之助	農研機構・果樹研究所
	久保 堅司	農研機構・九州沖縄農業研究センター
	塩野 克宏	東京大学大学院農学生命科学研究科
	谷本 英一	名古屋市立大学大学院システム自然科学研究科
	辻 博之	農研機構・北海道農業研究センター
	野口 享太郎	独立行政法人森林総合研究所
	福澤 加里部	北海道大学・北方生物圏フィールド科学センター
	南 基泰	中部大学応用生物学部

事務局 阿部 淳 〒113-8657 文京区弥生  
東京大学大学院 農学生命科学研究科 栽培学研究室内  
Tel/Fax : 03-5841-5045  
e-mail : neken2010@jsrr.jp

根研究会ホームページ <http://www.jsrr.jp/>  
「根の研究」オンライン版 <http://root.jsrr.jp/>

年会費 個人 3,000 円、団体 8,000 円

根の研究 第19巻 第2号	2010年6月24日印刷 2010年6月28日発行
発行人：巽 二郎 〒616-8354 京都市右京区嵯峨一本木町1	京都工芸繊維大学繊維学部附属生物資源フィールド科学教育研究センター
印刷所：株式会社 友人社 〒460-0002 名古屋市中区丸の内1-12-19	アイコービル2F

# Root Research

**Japanese Society for Root Research**

## **Original Paper**

Effect of waterlogging on adventitious root formation of adzuki bean (*Vigna angularis* (Willd.) Ohwi & Ohashi) seedling grown in paddy soil

Futaba KOMORI, Yoshiyuki OHASHI and Hiroyuki DAIMON ····· 43