

第18卷 第3号 2009年9月

ISSN 0919-2182

# Root Research

根の研究



根研究会 (JSRR)

Japanese Society for Root Research



## 第18巻 第3号：2009年9月

巻頭	会員の皆様へ	101
告知	2010-2011 年度 根研究会会長 の選挙結果について	102
	2009 年度 根研究会賞 の決定について	103
ミニレビュー	根域容量と養水分ストレスに対するキンギョソウ, ストック およびキクの反応 後藤丹十郎	105
短報	イネ冠根欠損型突然変異体を用いた地上部-地下部成長関係 の解析 犬飼義明	113
報告	ISRR の歴史と第7回シンポジウム 森田茂紀	117
	第48回ガンマーフィールドシンポジウムに参加して 服部一三	120
情報	第31回根研究集会開催案内	121
	カレンダー	124
	「苜住」海外渡航支援のご案内	126

## 会員の皆様へ

### 公 示

#### 2010-2011年度 根研究会会長 の選挙告示

根研究会会則の第7条, 第9条および第10条に基づき, 2010-2011年度(2010年1月1日-2011年12月31日)の期の根研究会会長選挙を実施し, 前号の巻頭において立候補受付の告示を行ないました。立候補の受付期間は2009年7月1日-7月25日でしたが, 巽二郎会員(京都工芸繊維大学・教授)からの立候補届け出がありました(本号に写しを掲載しています)。前号にて告示の通り, 立候補者が1名であった場合は無投票で当選としますので, 2010-2011年度の会長は, 巽二郎会員に決定しました。

#### 2009年度根研究会賞の決定

前号で公示の通り, 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, 2009年度の研究会賞の推薦を受け付けました。審査の結果, 学術功労賞1件, 学術奨励賞1件, 学術特別賞1件の計3件の授賞が決定しました。詳細は, 本号に掲載の告知をご覧ください。

### 事務局からのお知らせ

#### 1. 研究集会の予定

第31回根研究集会: 秋田県立大学・2009年11月21日(土) 発表申込の締切: 10月26日(月)

本号に, 詳細な案内を再掲しています(参加費・懇親会費に前号からの変更があります)。

なお, 新型インフルエンザが著しく蔓延し, 研究集会開催による感染の危険が高いと危惧される状況になった場合には, 研究会執行の判断で中止または延期する可能性があります。

第32回根研究集会: 中央農業総合研究センター(つくば市)・2010年4月22日(木)-23日(金)

第33回根研究集会: 兵庫県立大学 2010年秋または初冬

#### 2. 根研究会若手会員に対する「菊住」海外渡航費等支援

応募時40歳までの会員を対象とする渡航支援は, 2009年10月末〆切分(2010年1月-6月または同年7月-12月の渡航)を募集中です(2010年7月-12月の渡航分は, 次回の2010年4月末〆切での応募もできます)。なお, 2009年4月末〆切分は, 3名の応募があり, 全員採用されました。詳細は次号に掲載の報告をご覧ください。

#### 3. 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に記載してあります。2009年分を未納の方は, 下記の郵便振替口座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(2009年): 個人3,000円, 団体8,000円(年度は1月-12月です)

### 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  
根研究会事務局 阿部淳 E-mail: [neken2009@jsrr.jp](mailto:neken2009@jsrr.jp) Tel/Fax 03-5841-5045

2010年1月以降の事務局については, 所在地が変更となる可能性があります。次号に掲載します。  
住所・電話番号が変更となる場合でも, メールアドレス([neken2009@jsrr.jp](mailto:neken2009@jsrr.jp))は, 当面使用可能です。

会誌に関する連絡先 『根の研究』: [editor2009@jsrr.jp](mailto:editor2009@jsrr.jp) 『Plant Root』: [editor2009@plantroot.org](mailto:editor2009@plantroot.org)

ウェブサイト 根研究会: <http://www.jsrr.jp/> 『根の研究』: <http://root.jsrr.jp/> 『Plant Root』 <http://www.plantroot.org/>

## 2010 - 2011 年度 根研究会会長選挙の結果について

根研究会会則の第7条, 第9条および第10条に基づき, 前号において2010-2011年度(2010年1月1日-2011年12月31日)の期の根研究会会長の立候補受付の告示を行ないました。立候補の受付期間は2009年7月1日-7月25日でしたが, 立候補届けは, 下記の巽二郎会員(京都工芸繊維大学・教授)からの1件でした。これにより, 2010-2011年度の会長は, 巽二郎会員に決定しました。

巽二郎会員は, 根研究会発足後の早い時期から長年にわたり 運営委員・評議員を務めており, また「根系構造のフラクタル解析」で1997年度の学術功労賞を受賞しています。

## 根研究会会長 立候補届

氏名：巽 二郎

生年：1948年

研究内容・会運営に対する抱負等：

作物根系における光合成同化産物や養分の動態を調べています。また根系の構築構造にも関心があります。最近では安定同位体自然存在比の体内分布の変動に着目して、環境ストレス・栽培環境との関係を調べています。

根研究会には設立当初から会員として大変お世話になってきました。本会が設立された17年前は根にまともに向き合う研究者は多くありませんでした。

「Hidden half」であるところの根は研究対象としてとらえにくく、また根に関する総合的な学術の場もありませんでした。しかし今では国内外あわせて500名以上の会員を擁する学会となり、毎年4号の会誌と国際オンライン誌を発行するまでになりました。その後の根に関する関心の高まりと研究の発展があったとはいえ、細分化された学術界にあって「根」をキーワードとして科学する者たちを結びつけるという本会の役割の重要性と熱意ある会員の努力があったのことといえましょう。

さて2012年には本会の創設20周年をむかえることとなります。大きな節目として来し方を振り返り、また将来を見すえる好機でもあります。2010年-2011年の会長任期は創設20周年をむかえる準備期間にあたります。より良い運営と会の発展をめざし、会員の皆さまのご協力ご支援のもとに、会長としての重責を果たす所存です。どうぞよろしく申し上げます。

連絡先(所属等)：〒616-8354 京都市右京区嵯峨一本木町1

京都工芸繊維大学 生物資源フィールド科学教育研究センター、

巽 二郎



## 2009年度 根研究会賞 の決定について

今年度の根研究会賞については、本誌『根の研究』の前号（第18巻第2号）において募集の告示を致しました。推薦があった業績について、それぞれ複数の評議員あるいは分野に近い専門家に評価を依頼し、その答申に基づいて正副会長で審議の結果、下記の通り、学術功労賞1件、学術奨励賞1件、学術特別賞1件の計3件の授賞が決定しました。なお、論文賞には推薦がありませんでした。ここに、会員の皆様にご報告します。

授賞式は、11月21日の第31回根研究集会（秋田県立大学）において開催し、併せて受賞記念講演を行います。受賞者には、賞状と副賞をお贈りします。

## 授賞業績3件とその概要

\*各受賞業績の「業績の概要」は、推薦状や審査報告を基に、根研究会事務局が要約したものです。

## 学術功労賞

**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

**受賞者：**仁木 輝緒（拓殖大学）

**推薦者：**高橋三男（東京工業高等専門学校）

**業績の概要：**受賞者は、湛水処理がエンドウ主根の中心柱柔細胞の崩壊を引き起こすことを明らかにし、さらにこうした形態上の反応が湛水開始から比較的短時間のうちに観察されることや、湛水条件下でも通気や低温の処理によって中心柱柔細胞の崩壊が抑制されることを明らかにした。さらに、湛水を行わなくても培地中の気相の酸素濃度を著しく低下させると根中心柱の柔細胞が崩壊を起こすことを示して、低酸素条件が柔細胞崩壊の引き金となることを明らかにするとともに、生理生化学的手法を用いて、この現象がアポトーシス的なプログラムされた細胞死として起こっている可能性を実験的に示した。これらの業績は、嫌気応答としてのエンドウの根における中心柱柔細胞の崩壊について、詳細な知見を提供するものであり、植物組織におけるアポトーシス研究に寄与するとともに、作物として重要なマメ科植物に関する基礎研究としても貴重である。加えて、受賞者らが開発した、パーミキュライト培地の水分や気相の酸素を任意の濃度に調整する技術は、根の研究に新たな手法を提供したものとして評価できる。

**業績（関連の論文等）：**

Niki T., Gladish D.K., Lu P., and Rost T.L. 1995. Cellular changes precede cavity formation in the vascular cylinders of pea roots (*Pisum sativum* L., cv. "Alaska"). *International Journal of Plant Science* 156:290-302.

Niki T., Rost T.L. and Gladish D.K. 1998. Regeneration of tissue following cavity formation in the vascular cylinders of *Pisum sativum* (Fabaceae) primary root. *American Journal of Botany* 85:17-24.

仁木 輝緒 2000. 根における破生細胞間隙形成の生物学的意義. *根の研究* 9: 21-24.

Gladish D.K. and Niki T. 2008. Ethylene is involved in vascular cavity formation in pea (*Pisum sativum*) primary roots. *Plant Root* 2: 38-45.

他, 論文計 14 編.

## 学術奨励賞

**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

**受賞者:** 趙 仁 貴 (Zhao Rengui・中国吉林農業大学)

**推薦者:** 森田茂紀(東京大学)

業績の概要: 作物の根について、突然変異体や同質遺伝子系統を利用した遺伝学的な解析が行われているが、圃場試験や、生育段階を追った解析、地上部の生育や収量との関係まで検討した例は、まだ多くない。受賞者は、水稻品種オオチカラに由来する短根性突然変異体から作出した準同質遺伝子系統 IL-*srt1* をポットおよび水田で栽培し、根系の形態や機能を解析するとともに、地上部の生育や収量との関係について考察した。IL-*srt1* は野生型(オオチカラ)に比べて、冠根が短いものの、茎当たりの冠根の数や根量当たりの生理活性が高いという補償的な特徴を示したが、根域が狭いことが生育初期から影響して茎数が増えず、光合成能力には有意差はないもの、全体としてのバイオマス生産や収量が低下したと考えられる。栽植密度や窒素施肥量を変えて検討した結果も、このような考え方を支持している。このように、短根性準同質遺伝子系統 IL-*srt1* を例にして、根系の形態と機能を解明したことに加え、地上部の生育や収量との関係を考察することによって、作物における根の役割に関する理解を深めることに貢献した。根系に着目した育種にとっても重要な知見になると考えられる。

業績(関連の論文等):

趙仁貴・劉 建・塩津文隆・豊田正範・楠谷彰人・武田 真・一井眞比古 2005. 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* の根系形態と地上部地下部関係. 根の研究 14(4):157-164.

趙仁貴・劉 建・塩津文隆・豊田正範・楠谷彰人・武田 真・一井眞比古 2006. 水稻品種オオチカラとその短根性準同質遺伝子系統 IL-*srt1* の生理的特性. 日本作物学会紀事 75(2):148-152.

他, 論文計 4 編.

## 学術特別賞

**業績:** 水稻における根群の発育に関する研究

**受賞者:** 川島長治(元 秋田県立大学)

**推薦者:** 小川敦史(秋田県立大学)

業績の概要: 水稻の一生において、地下部では個々の冠根が発根し発育が終了することを繰り返しているが、受賞者は、根群としてとらえた発育は幼穂分化期頃から盛んになり、出穂期の頃に終了すること、すなわち、水稻栽培にとって最も重要な登熟期には根群は老化過程にあるということ、冠根の根端まで、さらには分枝根を含めた詳細な、多大な労力を必要とする調査によって明らかにした。これを含めた水稻の根・根群に関する受賞者による研究成果は多数の論文として発表されている。一連の研究から得られた知見は、根の研究として貴重な成果であると同時に、八郎潟干拓地(秋田県)をはじめ、国内外の水稻栽培を改善する上で重要な基盤となるものであり、実用研究としても高く評価できる。さらに、受賞者は、秋田県大潟村および平鹿郡平鹿町農協の委託による両地域の水稲生育調査、全国農業構造改善協会および農村開発企画委員会の要請による秋田県西目町・能代市・大内町・六郷町・角館町の農業振興策についての提言など、秋田県の農業振興に尽力し、高い評価を得ている。このように、根研究を基盤とする川島長治氏の研究と実践は、学界と社会に大きく貢献しており、根研究の発展と社会的評価の向上に寄与するものである。

以上



## 根域容量と養水分ストレスに対するキンギョソウ, ストック およびキクの反応

後藤 丹十郎

岡山大学大学院自然科学研究科

**要旨:** 根域容量は植物の生育に強く影響する。この主要因として養水分ストレスが考えられるため、根域容量に対する反応が異なるキンギョソウ, ストック, キクを供試し、根域制限と養水分ストレスがこれらの植物の生育特性に及ぼす影響を調査した。土壌の水ポテンシャル(3-10 kPa)を指標とした手動給液による培地耕では、いずれの種類も、結果的に十分な養水分の供給が行えず、根域容量が小さくなるに従って、生育が著しく抑制された。連続給液システムによる水耕によって、根圏に養水分を十分に供給した結果、地上部の生育に対する根域容量の影響は培地耕と比較して著しく小さくなった。自動点滴装置を使用して培地耕を行い、養水分を少量ずつ多回数に分けて供給し、根圏の水分を高く維持した結果、根域制限下で栽培された植物の蒸発散速度や光合成能力が高く維持され、植物の生育抑制が軽減された。根圏にたえず養水分が供給されれば、かなり少ない根量で地上部の生育を維持できると考えられた。根域容量に対する反応が異なるいずれの種類とも、同様の反応を示したことから、根域制限による植物体の生育抑制の最大の要因は、養水分ストレス、特に水ストレスであることが示された。

キーワード: 光合成, 根域容量, 蒸発散速度, 養水分ストレス, S/R 比

**Effect of root zone volume and water and nutrient stress on the growth characteristics in *Antirrhinum majas* L., *Matthiola incana* R. Br. and *Chrysanthemum moriflorum* L. : Tanjuro GOTO (Okayama University Graduate School of Natural Science and Technology)**

**Abstract:** The plant growth is strongly affected by root zone volume. As this main factor is assumed by water and nutrient stress, effects of root zone volume and water and nutrient stress on the growth in *Antirrhinum majas* L., *Matthiola incana* R. Br. and *Chrysanthemum moriflorum* L. were investigated. In soil culture fertigated with nutrient solution at 3-10 kPa, the shoot growth remarkably reduced with decreasing root zone volume. In continuous flowing hydroponic system, there were small differences among the plants grown in different containers (10-1000ml). When the plants were fertigated nutrient solution via a drip system many times per day until leaching occurred in soil culture, the growth reduction was also smaller. The rates of photosynthesis and evapotranspiration of the plants fertigated many times per day remained faster than those fertigated only once per day. Thus, limiting of water and nutrients, especially water, is the main factor in growth suppression caused by root zone restriction.

**Keywords:** evapotranspiration rate, photosynthesis, root zone volume, S/R ratio, water and nutrient stress

### 1. はじめに

近年、園芸作物では苗生産と成品生産の分業化が急速に進んでおり、苗生産の分野では安藤(1989)、古在ら(1990)が指摘したようにセル成型トレイ(以下セル)を利用した集約的大規模育苗が増加している。さらに、生産効率を高めるため、セル数の多いトレイが用いられるようになってきている。しかし、トマト(Kembleら, 1994)、ピーマン(Weston, 1988)、スイカ(Hall, 1989; Vavrinaら, 1993)、メロン(Maynardら, 1996)、マリーゴールド(Latimer, 1991)、カー

ネーション(Yoshidaら, 1992)では、セル容量が小さいと苗の成長が早くから停滞し、それらの苗は移植後の成長も遅れることが報告されている。

花卉園芸作物においては花芽分化の早晩や花芽発達の良否が商品性に大きく影響する。花卉のセル苗として利用される種類は、種子繁殖性、栄養繁殖性あわせて100種類以上あるが、マリーゴールド(Latimer 1991)、カーネーション(Yoshidaら 1992)、ゼラニウム(Holcomb・White 1987)で報告されているにすぎない。そこで、

種子繁殖性花卉のキンギョソウとストック(後藤ら, 1999), ケイトウ, プレウルム, トルコギキョウなど種子の大きさと根の形態が異なる種類と, 栄養繁殖性花卉のキク, カーネーションおよびシュッコンカスミソウ(後藤ら, 1997)など花芽分化条件と根の形態が異なる種類を供試し, セル容量が苗の生育に及ぼす影響について調査したところ, いずれの種類も, 根域容量が小さいと非常に早い時点から生育抑制がみられた。最初に葉面積で生育抑制が観察され, 茎長や節数に対する影響は小さかった。セル苗移植時の作業性を左右する根鉢形成はセル容量が小さいほど早かった。続いて, セル容量および育苗期間が初期生育や切り花品質に及ぼす影響を調査したところ, 繁殖方法による違いはなかったが, 種類によって初期生育や切り花品質は大きく異なった(後藤ら, 1999; 後藤ら, 2000)。これらの結果をまとめると, キンギョソウ, ケイトウ, プレウルム, トルコギキョウ, シュッコンカスミソウのようにセルの影響を受けやすいもの, ストックのように中程度のもの, キク, カーネーションのように受けにくいものに分類できた。

また, 花卉園芸作物はセル苗生産の他にも, 鉢物生産やロックウール耕を含む少量培地耕など, 根域制限下で植物が栽培される場面が多くなっている。一般に, 植物の成長は根域容量に強く影響され, 根域容量が小さくなるほど, 生育は抑制される(Richard・Rowe 1977, Carmi・Heuer 1981, Carmiら 1983, Carmi・Shalhevet 1983, Krizekら 1985, Tschaplinski・Blake 1985, Carmi 1986, Ruffら 1987)。この生育抑制の要因として, 養水分ストレス(Hameedら, 1987; Tschaplinski・Blake, 1985)が以前から指摘されている。一方, 根域制限下のインゲンマメ(Carmi・Heuer 1981, Carmiら 1983), ワタ(Carmi・Shalhevet 1983)およびコムギ(Petersonら 1984)に養水分を十分に供給しても, 植物体の成長抑制が認められることから, 養水分ストレス以外の要因も関与しているのではないかと考えられている。しかし, Krizekら(1985)やThomas(1993)は, これまでの研究は養水分が十分に供給されていない場合が多いことを指摘し, 養水分の供給方法によって結果は異なるであろうことを示唆している。根域制限下における植物の成長抑制要因を明確にすれば, 根域制限下で栽培される花卉植物の生産効率の改善につながるものと考えられる。そこで, セル, すなわち根域容量の影響が異なるキンギョソウ, ストック, キクを用いて, 養水分ストレスを排

除した根域制限下における生育抑制の要因について詳細に検討した。

## 2. 土壌の水ポテンシャルを指標とした手動給液による培地耕

通常, 水ストレスが生じない灌水点で, 養水分供給を行うことによって, 植物の生育に対する根域容量の影響をより明確に示すことが可能になると推察される。根域制限と養水分ストレスに対するキンギョソウ, ストックおよびキクの反応を調査するために, 土壌の水ポテンシャル(-3kPa)を指標として手動で養水分供給を行った。しかし, 給液が1日最大5回であったため, 根域容量が小さい場合には, 土壌の水ポテンシャルが-15 kPa程度までしばしば低下した。植物体が大きくなると, 根域容量が小さい場合には植物の萎れがしばしば観察されたことから強度の水ストレスを受けていたものと考えられる。根域容量が小さい場合には著しい生育の抑制が認められ, 葉面積, 地上部乾物重および地下部乾物重に対する影響が大きかった(第1表)。特に, 葉面積の増加はかなり早い時点から抑制された。根域容量の減少にともなって地上部の窒素含有率が低下したが, これは総給液量が少ない上に培地中に保持される養分量が少なかったためであろう。全般に根域容量が小さい処理区ほど葉色が薄く, 養分, 特に窒素不足の症状を示していた。土壌の水ポテンシャルを指標として養水分を供給したが, 根域容量が小さい場合に生じた著しい生育抑制は根圏が保持しえる養水分の不足によるものと考えられた。伊藤(1994)が述べているように, 水ストレス下にある植物では植物の水ポテンシャルが低下し, 細胞の分裂と伸長成長が強く抑制されるので, まず葉(地上部)の伸長成長が抑制されるのであろう。

第1表 土壌の水ポテンシャルを(-3kPa)を指標として手動給液したときの根域容量がストック'ホワイトドルセ'の播種50日後の生育に及ぼす影響(Gotoら, 2000より改変引用)。

根域容量 (ml)	葉面積 (cm <sup>2</sup> )	地上部 乾物重 (g)	地下部 乾物重 (g)	S/R比
30	84.9	1.03	0.10	10.46
100	147.8	2.08	0.21	9.74
300	253.0	3.12	0.29	10.70
1000	414.2	5.24	0.49	10.67
有意性				
一次	**	**	**	NS
二次	**	**	**	NS

NS, \*\*はそれぞれ危険率1%で有意差なし, 有意差ありを示す。



### 3. 連続給液システムによる水耕

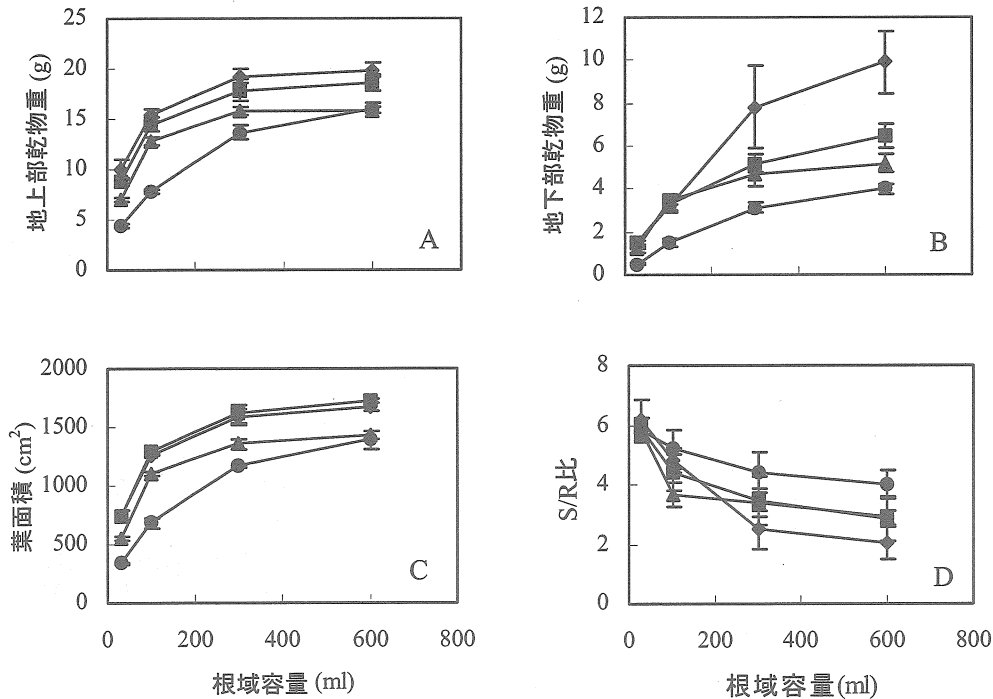
前述のように、土壌の水ポテンシャルを指標とした場合、給液が1日最大5回であったため、根域容量が小さい場合、養水分ストレスを回避できず、根域容量のそのもの影響を明らかにすることはできなかった。Peterson・Krizek (1992) および著者ら(後藤ら, 1996)は、水耕で絶えず根圏に培養液を供給する連続給液水耕装置を作成し、根域に養水分を絶えず供給すれば、トマトで根域容量が減少しても初期生育に差が生じないことを報告している。この装置を用いれば、養水分ストレスを回避した上で、根域容量の影響を調べることが可能となる。そこで、連続給液水耕装置を用いて栽培した場合の根域容量がキンギョソウ、ストックおよびキクの生育に及ぼす影響を調査した。連続給液水耕装置を用いても、根域容量が小さいと葉面積と地上部および地下部の乾物重は減少する傾向にあったが、根域容量 10ml および 30ml の地上部乾物重は、根域容量 300ml および 1000ml の約 80% とその抑制程度は小さく、前述の土壌の水ポテンシャルを指標とした手動給液による培地耕で生じた差と比較して著しく小さかった(第2表)。また、総葉面積は小さかったが、下位葉

の葉面積にはほとんど違いが求められず、莖長、節数および地上部の窒素含有率にも違いが認められなかった。根全体に新しい培養液が絶えず供給されれば、ある生育段階までは、生育がほとんど抑制されないことが明らかとなった。水耕で地上部の生育抑制が観察され始めた時期は、コンテナ内に根が充満したと判断された時期とほぼ一致していた。根がコンテナ内に充満すると根の成長が物理的に制限されるとともに、養

第2表 連続給液水耕装置を用いて養水分を根圏にたえず供給したときの根域容量がキク'ピンキー'の挿し芽35日後の生育に及ぼす影響(後藤ら, 2001より改変引用)

根域容量 (ml)	葉面積 (cm <sup>2</sup> )	地上部乾物重 (g)	地下部乾物重 (g)	S/R比
10	378.3	1.72	0.26	6.70
30	422.6	1.83	0.30	6.10
100	474.0	1.98	0.33	6.02
300	498.9	2.09	0.36	5.73
1000	512.3	2.14	0.38	5.68
有意性				
一次	**	NS	NS	NS
二次	**	NS	NS	NS

NS, \*\*はそれぞれ危険率1%で有意差なし、有意差ありを示す。



第1図 灌水頻度と根域容量が点滴給液で栽培されたキク'精雲'の地上部乾物重(A)、地下部乾物重(B)、総葉面積(C)とS/R比(D)に及ぼす影響(未発表)

灌水頻度: ●; 1time, ▲; 3times, ■; 8times, ◆; 13times/day.

バーは標準誤差を示す

水分が根域内部まで十分に供給されなくなるため、地上部への養水分供給能力が限界に達し、地上部の成長量が低下すると考えられる。前述の土壌水ポテンシャルを指標とした手動給液による培地耕では、根域容量が小さいと発蕾までの日数がわずかに長くなったが、連続給液水耕を用いた本実験では、根域容量が小さくても発蕾が遅れることはなかった。養水分が十分に供給される条件下では、花芽分化および花芽発達に及ぼす根域容量の影響は小さいものと考えられた。土壌の水ポテンシャルを指標とした培地耕では、根域容量の減少に従って、キンギョソウおよびキクは、S/R比が低くなったのに対し、ストックは変化しなかった。しかしながら、連続給液水耕装置では、根域容量の減少に伴って、S/R比が大きくなった。いずれの種類においても、根量増加が物理的に制限された結果であろう。根系の形態（多肉根の有無など）や吸収根の太さも考慮しなければならないが、実験終了時のS/R比が大きい植物は、根の養水分吸収効率が低い植物といえるかもしれない。以上のように、根圏に養水分を十分に供給すると、根域容量の影響が小さくなることから、根域制限による生育抑制の主要因は養水分ストレスであろうと推測された。

#### 4. 少量多回数自動点滴給液による培地耕

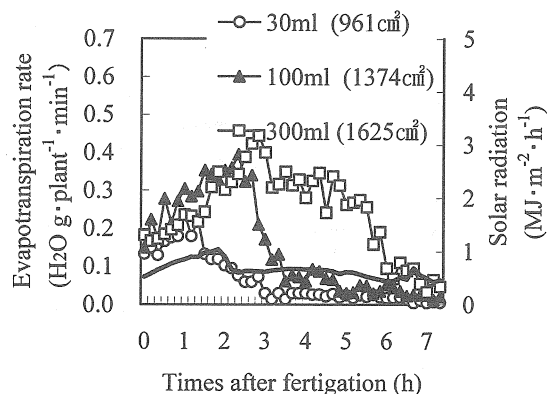
水ストレス下にある植物では、葉の伸長成長の抑制とともに、気孔の閉鎖による光合成・蒸散速度の低下が認められる（伊藤，1994）。根域制限下で植物が受ける水ストレスの程度は、根域容量と培地の保水性と根圏の水分が最も大きく影響されると考えられる。また、培地を含む植物体の全重量を連続的に計測し、蒸散速度の変化を算出することによって、根圏の水分保持量の変化と植物体受ける水ストレスの程度を同時に推定することが可能である（石原・平沢，1985）。そこで、点滴給液装置を利用した培地耕により、1日の給液量を同量とした上で、異なる栽培時期、根域容量と給液頻度で育成したストックとキクの生育特性を調査した。同時に、葉の形態、蒸散速度および光合成特性を調査することにより、給液頻度が水ストレスの程度に及ぼす影響について考察した。

両種類とも、給液頻度が8回以上でかつ根域容量が100ml以上で栽培された植物間に地上部乾物重、茎長、葉面積、切り花品質にはほとんど差が認められなかった（第1図）。ところが、給液頻度にかかわらず根の乾物重と根域容量との間には高い一次の相関がみられ、根の成長は

根域容量の影響を強く受けることが示された。根域制限条件下では根がコンテナ内に充満した時点から根の成長が物理的に抑制され、根量はある程度以上に増加しないといえる。

根域制限が開花に及ぼす影響については、二通りの異なる結果が報告されており、ワタ（Carmi, 1986; Carmi・Shalhevet, 1983）のように根域制限により開花が遅れるものと、インゲンマメ（Carmi・Heuer, 1981）やトマト（Ruffら, 1987）のように根域制限により開花が早まるものがある。このように反応が異なるのは種類の違いの他に、給液方法や栽培環境の違いも影響していると考えられる。点滴給液装置を用いた場合、キクの発蕾までの日数は灌水頻度、根域容量ともに小さい処理区で長くなった。キクの場合、全処理区同時に長日処理を打ち切ったため、花芽分化期に差があったとは考えられず、水ストレスを強く受けていた処理区では、花芽の発育が抑制されたと考えられる。ストックの場合、発蕾および開花までの日数に給液頻度や根域容量による影響はほとんどみられなかった。

ストックおよびキクとも、植物の大きさにかかわらず、蒸散散量がほぼ培地の最大保水量に達した時点で蒸散速度の急激な低下が認められ（第2図）、根圏の水分量が減少すると気孔が閉鎖し、蒸散速度が低下するという Davis・Zhang（1991）の報告と一致した。ストックは播種後20から25日目から、キクは移植直後から、晴天時には蒸散散量が保水量を上回り水ストレスが生じていたものと考えられた。さらに、日射量あたり葉面積あたりの蒸散速度は、ストック、



第2図 灌水頻度および根域容量が挿し芽61日後のキク'ピンキー'の蒸散速度に及ぼす影響（後藤ら，2002aより改変引用）  
実験開始まですべての植物は点滴給液で1日8回灌水された。  
図中の凡例は、根域容量（葉面積）を示す  
太線は日射量を示す



キクともにほとんど同じ値を示した。盛夏期にはさらに日射が強い上、高温、低湿度、風など他の環境要因も蒸発散を促進することから、さらに頻繁な給液が要求されるであろう。また、日射量あたりの蒸発散速度から推測すると、1日1回の給液の場合、根域容量が小さい場合、晴天時に保水量が十分でなく両種類ともかなり早い段階から強い水ストレスが生じていたと考えられる。植物が大きい場合や日射量が多い場合など蒸発散速度が高まる条件下では、同じ根域容量であってもさらに早い時点で根圏の水分が消費されて水ストレスが生じ、蒸発散速度の低下が起こるものと予測される。

植物は水ストレスに遭遇すると、気孔を閉鎖することによって水分損失を調節し、長期間にわたった場合には葉を小型化するなどして蒸散を抑制するような茎葉の形態的变化を示す(平沢, 1999)。点滴給液装置を用いた場合、ストックおよびキクの両種類とも、給液頻度が低いほどまた根域容量が小さくなるほど葉面積が減少し、孔辺細胞が小さくなるとともに、気孔開孔率や開孔面積も低下した(第3表)。また、ストックの葉身の厚さは根域容量が減少するほど、また、給液頻度が低いほど減少した。葉身の切片を作成し、柵状組織や海綿状組織など葉の内部形態を観察したが、分布や配置に顕著な違いはみられず、一定面積あたりの気孔数は給液頻度が低いほどまた根域容量が小さくなるほど増加した(第3表)ことから、水ストレスによる膨圧の低下によって細胞の伸長成長が抑制され(伊藤, 1994)、葉身が小型化したと考えられた。

第3表 灌水頻度および根域容量が点滴給液で栽培されたキク'ピンキー'の気孔特性に及ぼす影響(後藤ら, 2002aより改変引用)。挿し芽60日後に展開20~25日後の葉身で調査を行った。

灌水頻度 (day <sup>-1</sup> )	根域容量 (ml)	気孔数 (mm <sup>-2</sup> )	気孔	
			面積率 <sup>z</sup> (%)	開口率 <sup>y</sup> (%)
1	30	63.5	15.3	49.4
	100	56.7	18.4	48.6
	300	52.3	20.0	58.3
8	30	59.6	19.0	59.8
	100	52.3	21.1	60.1
	300	51.8	21.9	66.4
有意性				
灌水頻度(F)		**	*	*
根域容量(R)		**	**	**
F × R		NS	NS	**

<sup>z</sup> 葉面積に閉める気孔面積の割合。

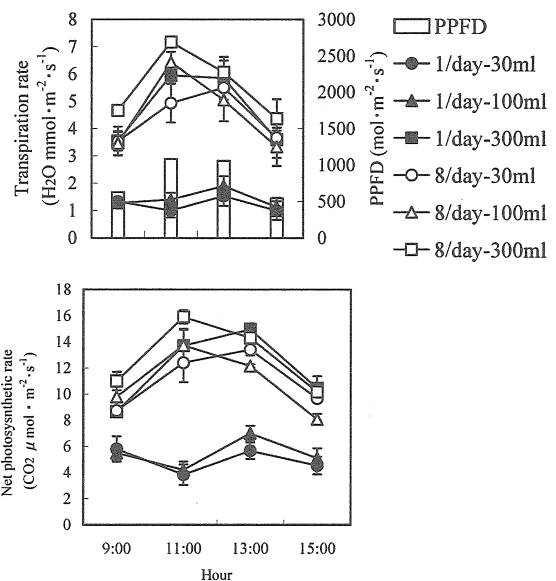
<sup>y</sup> 正午に全気孔数に閉める開口気孔割合。

NS, \*, \*\* それぞれ、有意差なし、*P* = 0.05、0.01で有意差あり(2元配置分散分析)。

同様に、Spenceら(1986)も、長期間の水ストレス下で栽培したソラマメは水ストレスに反応して孔辺細胞や開孔面積が小さくなることを報告している。

水ストレス条件下にある植物は気孔が閉鎖し、光合成速度が低下する(Hsiaoら, 1973)。スターフルーツ(Ismail・Noor, 1996)やキュウリ(Robbins・Pharr, 1988)では、水ストレスによって気孔が閉じ、光合成速度の低下が起こることが報告されている。根圏においては水ストレスに適応するため、新たに展開する葉の気孔の開孔面積が小さくなり、ガス交換能力が低下するのであろう。その結果、給液直後においては葉内水ポテンシャルが高かったと考えられるにもかかわらず、根域容量が小さく給液頻度が低い処理区の光合成および蒸散速度が他の処理区と比較して著しく低い値を示した(第3図)と考えられる。

地上部と地下部の比(S/R比)は、植物体のバランスを示す指標として利用されているが、植物の種類や栽培様式によっても変化する。トマトの場合、Nishizawa・Saito(1998)は土耕、水耕ともに根域容量が小さいほどS/R比は高くなったと報告しているが、根域容量の増加に伴って、S/R比が土耕では低くなり(Ruffら, 1987)、水耕では高くなった(Petersonら, 1991)とする報告もある。キクでは、土壤の水ポテン



第3図 灌水頻度と根域容量が点滴給液で栽培されたキク'ピンキー'の光合成特性に及ぼす影響(後藤ら, 2002aより改変引用)。測定は挿し芽39日後の展開20~25日後の葉身を用いて行なった。バーは標準誤差を示す。凡例は灌水頻度-根域容量。

シャルを指標とし、十分な養水分供給が行えなかった場合には、根域容量が小さいほど低くなったが、連続給液水耕および点滴培地耕では、根域容量が小さいほど高くなった。Ruffら(1987)の実験においては、土耕の水分供給が不十分であったため、S/R比が低下したのであろう。

点滴培地耕では給液頻度を高めて根域へ養水分を十分に供給した場合S/R比が特に高くなった。これは根がかなり高い養水分吸収能力を要することを示しており、根圏に養水分がたえず供給されれば、かなり少ない根量で地上部の生育を維持できると考えられる。培地耕では洗浄時に根が切れるため、根乾物重の測定値にはある程度の誤差を見込まざるを得ないが、一連の実験で得られたS/R比から、キンギョソウ、ストックとキクの根は乾物重としてそれぞれ11-12倍と6-7倍の地上部による蒸散に見合った吸水能力があるといえる。また、水耕のトマトでは最大のS/R比約13の値が得られている(Nishizawa・Saito, 1998)ことから、植物の種類によって根の養水分吸収能力が異なることを示唆している。

## 5. おわりに

以上のように、根圏に養水分を十分に供給することによって植物の生育抑制が軽減されたことから、根域制限による植物体の生育抑制の最大の要因は、養水分ストレス、特に水ストレスであることが示された。根域制限下で栽培されるセル苗生産、鉢物生産ならびに少量培地耕においても、蒸発散量の変動に応じて養水分を供給し、水ストレスを回避することによって、生育抑制を改善することが可能であろう。ただし、種類によって根の養水分吸収能力や同一容量の根域に形成可能な根量に違いがある。蒸発散量の変動に応じて十分な頻度で給液する場合であっても、水ストレスによる生育抑制を回避するためには、地上部と比較して一定以上の根量が必要である。すなわち、養水分の供給量にかかわらず、養水分ストレスによる生育抑制を示さずに維持できる地上部の大きさには根域容量によって一定の限界がある。

ところが、蒸発散量は、植物体の大きさ、特に葉面積や、日射、温度、湿度、風速などの環境要因によっても大きく変動するため、根域容量が小さい場合には水の供給時を的確に判断する必要がある。植物体の蒸発散量は、日射量の変動と密節な関係があることが知られており(小西, 1984; 後藤ら, 2002b, 2002c)、日射量

と葉面積をもとにした蒸発散量予測技術の確立により、根域制限下における植物の生育抑制を軽減する灌水技術の開発が可能であろう。

## 引用文献

- 安藤敏夫 1989. プラグシステムによる花卉の種苗生産. p.89-91. 園芸学会平成元年度秋季大会シンポジウム講演要旨.
- Carmi, A. and B. Heuer 1981. The role of roots in control of bean shoot growth. *Ann. Bot.* 48 : 519-527.
- Carmi, A., J. D. Hesketh, W. T. Enos and D. B. Peters 1983. Interrelationship between shoot growth and photosynthesis as affected by root growth restriction. *Photosynthetica* 17 : 240-245.
- Carmi, A. and J. Shalhevet 1983. Root effects on cotton growth and yield. *Crop Science* 23 : 875-878.
- Carmi, A. 1986. Effects of root zone volume and plant density on the vegetative and reproductive development of cotton. *Field Crops Research* 13 : 25-32.
- Davis, W. T. and J. Zhang. 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Ann. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 42 : 55-76.
- 後藤丹十郎・杉浦俊紀・景山詳弘・小西国義. 1996. 連続給液水耕装置で栽培されたトマトの初期生育に及ぼす根域容量の影響. *園学中四国支部要旨*. 35 : 33.
- 後藤丹十郎・景山詳弘・小西国義. 1997. 根域容量がシュクコンカスミソウ、カーネーションおよびキクの主枝と側枝の生長に及ぼす影響. *岡山大学農学部学術報告* 86, 43-49.
- 後藤丹十郎・景山詳弘・小西国義. 1999. セル苗育苗におけるセル容量および移植時苗齢がキンギョソウの移植後の成長と開花ならびにストックの移植後の初期生長に及ぼす影響. *岡山大学農学部学術報告* 88, 47-55.
- 後藤丹十郎・景山詳弘・小西国義. 2000. カーネーションおよびシュクコンカスミソウのセル成型育苗に関する研究—セルの容量と育苗期間が移植後の生長と切り花品質に及ぼす影響—. *園学雑* 69, 749-757.
- Goto, T., Sagawa, T., Kageyama, Y. and K. Konishi 2000. Effects of root zone volume on the growth of snapdragon seedlings under optimum nutrients and water supply. *Acta Horticulturae* 511 : 233-238.
- 後藤丹十郎・高谷憲之・吉岡直子・吉田裕一・景山詳弘・小西国義. 2001. 根域制限下でのキクの生育抑制に及ぼす養水分ストレスの影響. *園学雑* 70, 760-766.

- 後藤丹十郎・松野太樹・吉田裕一・景山詳弘. 2002a. 根域制限下で栽培したキクの光合成, 蒸散特性と葉の形態に及ぼす養水分供給頻度の影響. 園学雑誌 71, 277-283.
- 後藤丹十郎・山田祐介・藤本裕也・吉田裕一・景山詳弘. 2002b. 自動底面灌水によるストックのセル苗生産(第1報) 蒸発散量と環境要因, 特に日射量との関係について. 植工誌 14, 81-86.
- 後藤丹十郎・藤本裕也・吉田裕一・景山詳弘. 2002c. 自動底面灌水によるストックのセル苗生産(第2報) 日射比例灌水法および定時灌水法における灌水頻度がセル苗の生長と生産性に及ぼす影響. 植工誌 14, 87-91.
- Hall, M. R. 1989. Cell size of seedling containers influences early vine growth and yield of transplanted watermelon. HortScience 24 : 771-773.
- Hameed, M. A., J. B. Reid and R. N. Rowe 1987. Root confinement and its effects on water relations, growth and assimilate partitioning of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Ann. Bot. 59 : 685-692.
- 平沢 正. 1999. 水環境と植物の生態生理. p 50-58. 渡邊 昭ら編著. 植物の環境応答. 生存戦略とその分子機構. 秀潤社. 東京
- Holcomb, E. J. and J. W. White 1987. Duration in plug cells affects growth and flowering of geraniums. Appl. Agr. Research 2 : 350-353.
- Hsiao, R. G., A. P. Gay, and A. C. Mountfield. 1973. Plant responses to water stress. Ann. Rev. Plant Physiol. 24 : 519-570.
- 石原 邦・平沢 正. 1985. 蒸散と吸水の測定. p.101-107. 北條良夫・石塚潤爾編著. 最新作物生理実験法. 農業技術協会. 東京.
- Ismail, M. R. and K. M. Noor. 1996. Growth, water relations and physiological processes of starfruit (*Averrhoa carambola* L.) plants under root growth restriction. Scientia Hort. 66 : 51-58.
- 伊藤亮一. 1994. 作物の成長に対する水ストレスの影響. p.118-124. 石井龍一編著. 植物生産生理学. 朝倉書店. 東京.
- Kemble, J. M., J. M. Davis, R. G. Gardner and D. C. Sanders 1994. Root cell volume affects growth of compact-growth-habit tomato transplants. HortScience 29 : 261-262.
- 小西国義. 1984. 生育と水環境. p.117-127. 塚本洋太郎編著. 原色花卉園芸大事典. 養賢堂. 東京.
- 古在豊樹・佐瀬勘紀・G. Giacomelli・K. C. Ting・W. Roberts 1990. 苗生産システムの将来. 農及園. 65 : 97-103.
- Krizek, D. T., A. Carmi, R. M. Mirecki, F. W. Snyder and J. A. Bunce 1985. Comparative effects of soil moisture stress and restricted root zone volume on morphogenetic and physiological responses of soybean [*Glycine max* (L.) Merr.]. J. Exp. Bot. 36 : 25-38.
- Latimer, J. G. 1991. Container size and shape influence growth and landscape performance of marigold seedlings. HortScience 26 : 124-126.
- Maynard, E. T., C. S. Vavrina and W. D. Scott 1996. Containerized muskmelon transplants: Cell volume effects on pretransplant development and subsequent yield. HortScience 31 : 58-61.
- Nishizawa, T. and K. Saito 1998. Effects of rooting volume restriction on the growth and carbohydrate concentration in tomato plants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 123 : 581-585.
- Peterson, C. M., B. Klepper, F. V. Pumphrey and R. W. Rickman 1984. Restricted rooting decreases tillering and growth of winter wheat. Agron. J. 76 : 861-863.
- Peterson, T. A., M. D. Reinsel and D. T. Krizek. 1991. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. 'Better Bush') plant response to root restriction. I. Alteration of plant morphology. J. Exp. Bot. 42 : 1233-1240.
- Peterson, T. A. and D. T. Krizek. 1992. A flow-through hydroponic system for the study of root restriction. J. Plant Nutr. 15 : 893-911.
- Richard, D. and R. N. Rowe 1977. Effects of root restriction, root pruning and 6-Benzylaminopurine on the growth of peach seedlings. Ann. Bot. 41 : 729-740.
- Robbins, N. R. and D. M. Pharr. 1988. Effect of restricted root growth on carbohydrate metabolism and whole plant growth of *Cucumis sativus* L. Plant Physiol. 87 : 409-413.
- Ruff, M. S., D. T. Krizek, R. M. Mirecki and D. W. Inouye 1987. Restricted root zone Volume: Influence on growth and development of tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112 : 763-769.
- Spence, R. D., H. Wu, P. J. H. Sharpe and K. G. Clark. 1986. Water stress effects on guard cell anatomy and the mechanical advantage of the epidermal cells. Plant Cell and Environ. 9 : 197-202.
- Thomas, T. H. 1993. Effects of root restriction and growth regulator treatment on the growth of carrot (*Daucus carota* L.) seedlings. Plant Growth Regulation 13 : 95-101.
- Tschaplinski, T. J. and T. J. Blake 1985. Effects of root restriction on growth correlation, water relations and senescence of alder seedlings. Physiol. Plant. 64 : 167-176.
- Vavrina, C. S., S. Olson and J. A. Cornell. 1993. Watermelon transplant age influence on fruit yield.

- HortScience 28 : 789-790.
- Weston, L. A. and B. H. Zandstra 1989. Transplant age and N and P nutrition effects on growth and yield of tomatoes. HortScience 24 : 88-90.
- Yoshida, H., T. Hayashi, K. Konishi, N. Kondo and Y. Shibano 1992. Effect of flat cell size on microclimate inside the canopy and plant growth in plug nursery plants of chrysanthemum and carnation. Acta Horticulturae. 319 : 401-406.



## イネ冠根欠損型突然変異体を用いた 地上部—地下部成長関係の解析

西川 浩人<sup>1)</sup>・尾崎 祐朗<sup>2)</sup>・北野 英己<sup>3)</sup>・犬飼 義明<sup>2\*)</sup>

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

**要 旨:** 冠根数が著しく減少する *cr11* 変異体を用い、根数の減少が地上部成育へ及ぼす影響を解析した。株当たりの冠根数を段階的に変化させるため、1株当たりの個体数を1, 3, 6, および9個体として水田にて栽培し、原品種である台中65号の成長と比較した。*cr11* 変異体の冠根数は、1株個体数が増えることにより増加する傾向が見られた。同様に茎数および乾物重も1株個体数が増えるにつれて増加し、最終的な収量は1株9個体区で原品種の約9割にまで達していた。しかしながら、*cr11* 変異体では光合成同化産物の出穂前蓄積分が存在しないこと、また蒸散量も原品種に比べ明らかに低いことから、根数の減少は地上部の成長にとって負に作用すると考えられた。

**キーワード:** イネ, 突然変異体, 根数, 地上部地下部成長関係

**Analysis of Interrelationship between Shoot and Root Growth with *crown rootless* Mutant in Rice.** : Hiroto NISHIKAWA<sup>1</sup>, Hiroaki Ozaki<sup>2</sup>, Hidemi KITANO<sup>3</sup> and Yoshiaki INUKAI<sup>2\*</sup> (1. *Fac. Agr., Nagoya U.*, 2. *Grad. Sch. Bioagr. Sci., Nagoya U.*, 3. *Biosci. Biotech. Cen., Nagoya U.*)

**Abstract:** Interrelationship between shoot and root growth was analyzed by comparing *crown rootless1 (cr11)* mutant with the wild type growth in rice. In order to shift the number of crown roots per plant, those seedlings were transplanted to the paddy field, as one, three, six or nine individuals per plant. As the number of individuals per plant has increased, crown root number, tiller number, shoot dry weight of *cr11* mutant have increased. Compared with the wild type, yield of *cr11* mutant grown under nine individuals per plant was about 90%. There was no translocation of the reserved assimilates from the stem and leaf to the panicle in the *cr11* mutant. In addition, the amount of transpiration in *cr11* mutant was clearly lower than that in the wild type. These results suggest that the reduction of the crown root number affects shoot growth negatively through a decline in photosynthesis.

**Keywords:** Rice, Mutant, Root number, Interrelationship between shoot and root growth.

イネやコムギの収量増加は、草丈を低くすることにより耐倒伏性を強化し、かつエネルギー消費を節約し、残った光合成同化産物を出穂後に穂へ速やかに転流させることによりもたらされてきた (Akita 1993)。このような観点に立てば、条件の良く整った栽培環境下では根量を少なくし、根の成長や維持のためのエネルギー消費量を削減することが収量増加につながると想定される。しかしその一方では、日中の光合成速度の低下を防ぐためにはさらに多くの根が必要であるとする研究結果も報告されており (石原・斉藤 1987, 蔣ら 1988, Hirasawa and Ishihara 1992), イネの生産性向上を目指した地下部の育種目標は未だに定まっていないのが現状である (一井 1994)。これに関して趙ら (2005, 2006,

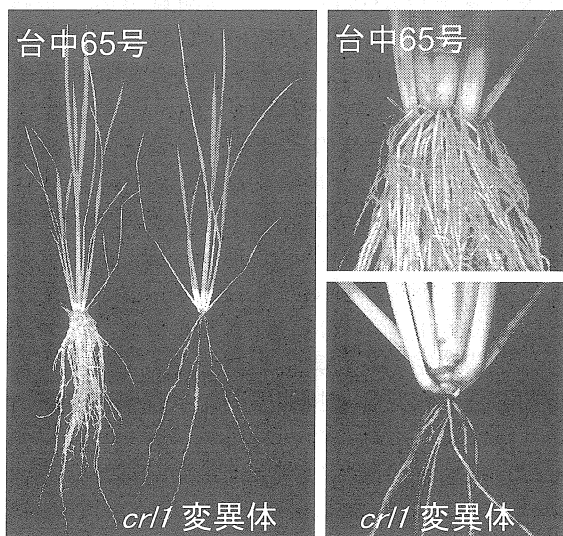
2008) は、水稻品種オオチカラに由来する短根性突然変異体から作出した準同質遺伝子系統 *IL-srt1* をポットおよび水田で栽培し、根系の形態や機能を解析するとともに、地上部の生育や収量との関係について解析した。その結果、*IL-srt1* は茎当たりの冠根数や根量当たりの生理活性が高いという補償的な特徴を示したが、茎数、バイオマス生産、および収量はオオチカラに比べ低下していた。したがって、短根化による根域の減少が供給可能な養水分量を制限することで地上部生育に負の影響を与えたと考えられ、栽植密度や窒素施肥量を変えて検討した結果もこの考えを支持していた (趙ら 2009)。

これに関して我々は、冠根数が著しく減少するが、幼苗の段階では地上部は原品種である台

中65号と同様に成育可能である *crown rootless1* (*cr1*) 変異体を作成・選抜した (Inukai *et al.* 2001). *CRL1* 遺伝子をマップベースクローニングにより単離し解析した結果、本遺伝子はオーキシンのシグナル伝達に関与し、またその発現は根形成部位に特異的であることが判明した (Inukai *et al.* 2005). これらの結果と、オーキシンが様々な器官の発育を制御することをあわせて考えると、*CRL1* 遺伝子は根の発育のみを制御し地上部諸器官の発育に直接的には関与しないと想定される。したがって *cr1* 変異体を用いることにより、根長ではなく根数の減少が地上部成育に及ぼす影響を明らかにできると期待される。これまでに *cr1* 変異体を慣行法に従い水田にて栽培した結果、地上部の成育は原品種に比べ明らかに劣っていたが、ポット栽培においてはほぼ同様に成育可能であり、また収量も変わらなかった (Inukai *et al.* 2001, 2005). このことは、ある特定の栽培環境下では、必ずしも原品種が有するような多くの根を必要とはしていないことを意味している。そこで本研究では、*cr1* 変異体を水田にて栽培する際、1株個体数を1, 3, 6および9個体の4段階に変えて栽培することにより、株当たり冠根発生数の段階的な違いが地上部成育へ及ぼす影響を検討した。

材料と方法

材料としてイネ *cr1* 変異体とその原品種である台中65号を用いた (第1図). 1区画を2m×1.8mとし、20cm×20cm, m<sup>2</sup>あたり25株の栽植密度で、1個体/株, 3個体/株, 6個体/株および9個体/株の4処理区を設定し栽培試験を行った。1品種あたり2反復とし、施肥等は慣



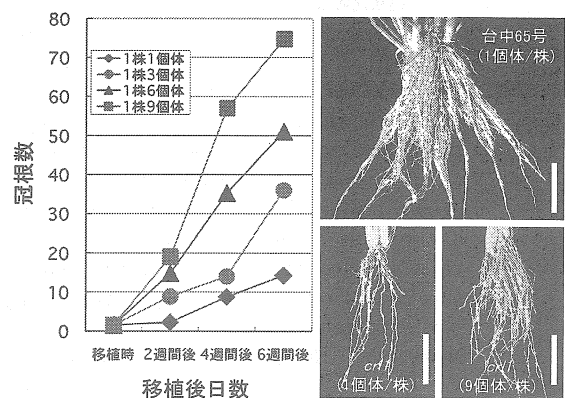
第1図 2ヶ月齢の植物体での発根の様子

行に準じた。ポット試験では、1株9本植えて1/5000aポットで栽培した。

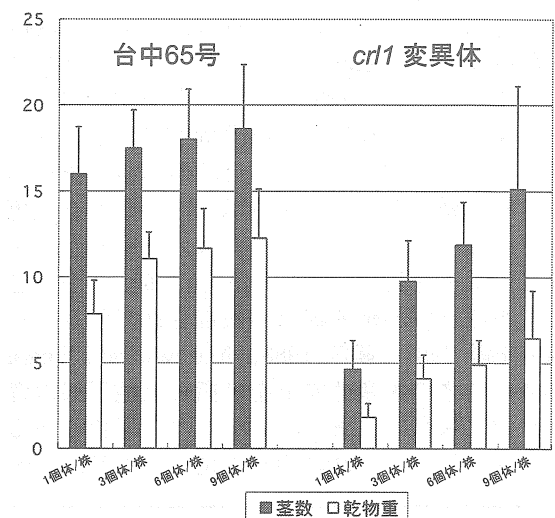
圃場試験では、移植時および移植後2週間毎に草丈、分けつ数と冠根数を測定した。また、出穂期、および出穂期の2週間後に穂を除いた地上部乾物重を測定し、後者から前者の値を引くことにより光合成同化産物の出穂前蓄積分を算出した。登熟後には、収量および収量構成要素(単位面積当たりの穂数, 1穂粒数, 千粒重, 登熟歩合)を測定した。ポット試験では、最高分けつ期, 出穂期, および登熟前期・後期における1日の蒸散量を測定した。

結果と考察

*cr1* 変異体の冠根数は、予想通り1株個体数が増えることにより増加する傾向が見られたが、1株9個体区であっても原品種に比べ明らかに根数は少なかった (第2図). 茎数および乾物重も同様に、1株個体数が増えるにつれて増加していた (第3図). 原品種でも同じ傾向が見られ



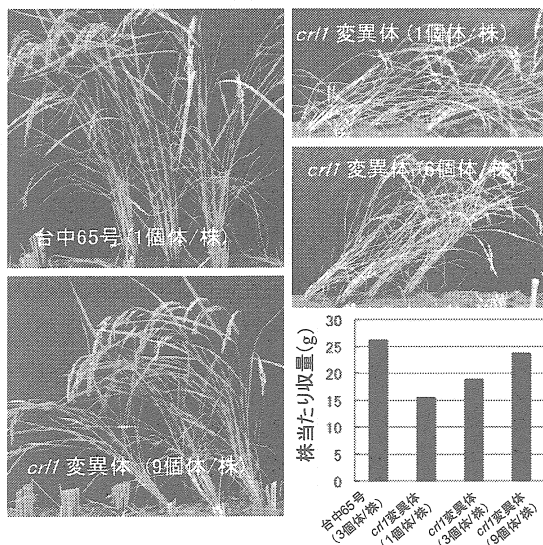
第2図 移植時から移植6週間後までの *cr1* 変異体の冠根数の推移 (左) と移植6週間後における台中65号と *cr1* 変異体の根系 (右)



第3図 移植6週間後における台中65号および *cr1* 変異体の茎数および地上部乾物重 (g)

たが、*cr11* 変異体よりも緩やかであった(第3図)。*cr11* 変異体では1株1個体区では登熟後に倒伏したが、1株個体数の増加に伴い、倒伏性は改善する傾向が見られた(第4図)。収量および収量構成要素に関しては、1株3個体区において *cr11* 変異体の1株穂数は原品種の69%であったが、1株9個体区では83%に回復した(第1表)。*cr11* 変異体の1穂粒数、登熟歩合および千粒重は、どの処理区においても原品種と同程度であった(第1表)。その結果、*cr11* 変異体では1株個体数の増加に伴い収量も回復し、1株9個体区では原品種の90.5%であった(第4図)。

出穂期、および出穂期の2週間後に穂を除いた地上部乾物重を測定し、後者から前者の値を引くことにより光合成同化産物の出穂前蓄積分を算出した。その結果、原品種ではいずれの区においても-6.0前後の負の値を示す一方、*cr11* 変異体では1株1, 3, および6個体区でそれぞれ+3.4, +1.1, および+0.5といった正の値を示し、また1株9個体区でも-0.3であった。出穂後2週間の地上部乾物重の変化が負の値の場合、出穂前2週間の光合成同化産物の一部が非構造化炭水化物として蓄積され、出穂後に穂へ移行したと考えられる。しかし、*cr11* 変異体ではどの区においても地上部乾物重の変化が負の値をとらない、あるいは非常に小さな負の値に



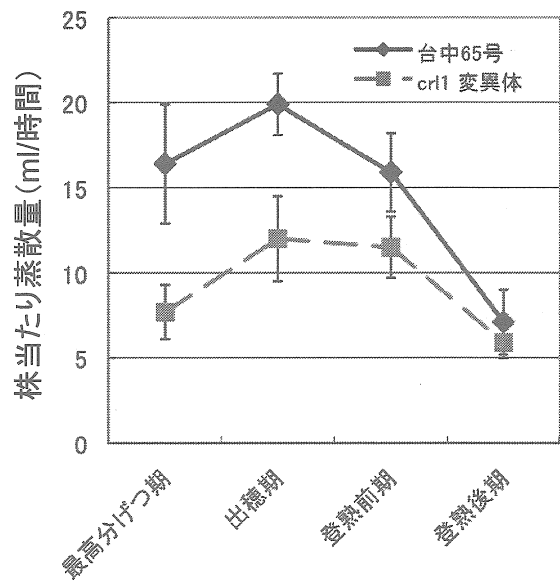
第4図 収穫時における植物体の様子と株当たり収量

第1表 台中65号と *cr11* 変異体間の収量形質の比較

	3個体/株		9個体/株	
	Wild type	<i>cr11</i> mutant	Wild type	<i>cr11</i> mutant
穂数/株	10.4 ± 1.7	7.2 ± 2.3	12.0 ± 2.0	10.0 ± 3.9
粒数/穂	104.3 ± 15.3	122.0 ± 19.3	99.5 ± 12.1	116.4 ± 24.4
登熟歩合(%)	88.3 ± 3.5	81.4 ± 6.4	80.7 ± 1.2	77.1 ± 3.7
千粒重(g)	26.8 ± 0.1	26.5 ± 0.1	27.3 ± 0.5	26.5 ± 0.8
	平均値 ± 標準偏差 (n = 4)			

過ぎず、したがって出穂前2週間の光合成同化産物は自らの成長に使用され、出穂後に穂へ移行させることができなかつたと想定される。一方、蒸散量についてみると、測定を行ったすべての期間において *cr11* 変異体の蒸散量は原品種よりも明らかに少なかった(第5図)。登熟前期および登熟後期ではその差は小さくなるが、最も活発に蒸散する出穂期前後の蒸散量は原品種の6割程であった(第5図)。

以上のように、圃場条件下においても1株個体数を増加し、株当たりの冠根数をある程度回復させることにより *cr11* 変異体の収量を原品種とほぼ同程度にまで高めることができることが判明した。しかしながら、*cr11* 変異体では光合成同化産物の出穂前蓄積分が存在しないこと、また蒸散量も原品種に比べ明らかに低いことから、根量を少なくし、根の成長や維持のためのエネルギー消費量を削減することで収量を増加させることは難しいと考えられる。平沢ら(1983)は、根のエイジの進行により水の通導抵抗が増大すると報告している。また、蔣ら(1988)および Soejima et al. (1995)は、多収性水稻品種アケノホシは従来の品種に比べ根重/



第5図 台中65号および *cr11* 変異体の1日あたりの蒸散量の推移

地上部重比が高く、根の生理活性が優れていることを指摘している。前述のように、根長が減少する *IL-srt1* では短根化による根域の減少が供給可能な養水分量を制限し、茎数、バイオマス生産、および収量が低下した (趙ら 2005, 2006, 2008, 2009)。したがって、イネのさらなる多収化を目指す上では、根長や根数の増加を通して根系の養水分吸収機能を高めることが重要であると判断される。

## 謝 辞

本研究は、財団法人日本生命財団の若手研究助成を受けて実施したものであり、ここに記して謝意を表す。

## 引用文献

- Akita, S. 1993. Respiration: variation and potential for manipulation. In "International Crop Science I". Buxton et al. (eds.), Crop Sci. Soc. of America, Madison, Wisconsin, USA. p. 799-806.
- 平沢 正・荒木俊光・松田永一・石原 邦 1983. 水稻葉伸基部における出液速度について. 日作紀 52: 574-581.
- Hirasawa, T. and K. Ishihara 1992. Pro-ceedings of the IXth International Congress on Photo-synthesis. In "Research in Photosynthesis (IV)". Murata, N. (eds.) Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. p. 283-286.
- 一井眞比古 1994. 植物の根に関する諸問題 (16) - 突然変異体による遺伝解析 -. 農及園 69: 1233-1236.
- Inukai, Y., M. Miwa, Y. Nagato, H. Kitano and A. Yamauchi 2001. Characterization of rice mutants deficient in formation of crown roots. Breed. Sci. 51: 123-129.
- Inukai, Y., T. Sakamoto, M. Ueguchi-Tanaka, Y. Shibata, K. Gomi, I. Umemura, Y. Hasegawa, M. Ashikari, H. Kitano and M. Matsuoka 2005. Crown Rootless1, which is essential for crown root formation in rice, is a target of an AUXIN RESPONSE FACTOR in auxin Signaling. Plant Cell 17: 1387-1396.
- 石原 邦・斉藤 邦行 1987. 湛水状態の水田に生育する水稻の個葉光合成速度の日変化に影響する要因について. 日作紀 56, 8-17.
- 蔣 才忠・平沢 正・石原 邦 (1988) 水稻多収性品種の生理生態的特徴について -アケノホシと日本晴の比較- 第2報 個葉光合成速度とその要因. 日作紀 57: 139-145.
- Soejima H., T. Sugiyama and K. Ishihara 1995. Changes in the chlorophyll contents of leaves and in levels of cytokinins in root exudates during ripening of rice cultivars Nipponbare and Akenohoshi. Plant Cell Physiol. 36: 1105-1114.
- 趙 仁貴・劉 建・塩津文隆・豊田正範・楠谷彰人・武田 真・一井眞比古 2005. 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* の根系形態と地上部地下部関係. 根の研究 14:157-164.
- 趙 仁貴・劉 建・塩津文隆・豊田正範・楠谷彰人・武田 真・一井眞比古 2006. 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* の生理特性. 日作紀 75: 148-152.
- 趙 仁貴・塩津文隆・劉 建・豊田正範・諸隈正裕・楠谷彰人 2008. 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* の収量性. 日作紀 77: 461-466.
- 趙 仁貴・塩津文隆・劉 建・辺 嘉賓・豊田正範・諸隈正裕・楠谷彰人 2009. 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* の施肥窒素量と栽植密度に対する生育反応. 日作紀 78: 203-208.



## ISRRの歴史と第7回シンポジウム

森田 茂 紀

ISRR副会長 東京大学大学院農学生命科学研究科

### 第7回 ISRR シンポジウム

2009年9月2~4日、ウィーンのBOKU 自然資源・応用生命科学大学 (BOKU University of Natural Resources and Applied Life Sciences) において ISRR (International Society of Root Research: 国際根研究学会) の第7回シンポジウムが、Eleonore Kutschera 教授 (1917~2008年; 通称 Lore Kutschera, [http://de.wikipedia.org/wiki/Lore\\_Kutschera](http://de.wikipedia.org/wiki/Lore_Kutschera)) を記念する形で開催された (<http://rootrap.boku.ac.at>)。

組織委員会から配付された名簿によると、参加者総数は220名で、その内、日本からの参加は34名と非常に多かった。著者は、本シンポジウムの科学委員会のメンバーとして、プログラム編成や論文の審査に係り、根の生長と形態のセッションで座長を務めた。このシンポジウム期間中に開催されたビジネスミーティングにも副会長として参加し、ISRRの組織体制や運営方針の議論に加わったので、そこでの議論や決定事項について、ISRRの歴史も含めて簡単に紹介しておきたい。なお、今回のシンポジウムの学術的な面については、根研究会の荻住基金から支援を受けて参加した若手研究者が、次号で報告する予定である。

### ISRR の設立とシンポジウム

ISRRは、ヨーロッパの根研究者グループに由来するものであり、これまでの主要な活動はシンポジウムの開催である。今までに以下の7回のシンポジウムを開催しており、日本で開催した第6回を含めた何回かについては、根研究会 (Japanese Society for Root Research, JSRR) のホームページ (<http://www.jsrr.jp/isrr/isrr.htm>) に紹介されている。

- 第1回 1982年 Gumpenstein, Austria  
Root ecology and its practical application
- 第2回 1988年 Uppsala, Sweden  
Plant roots and their environment

- 第3回 1991年 Vienna, Austria  
Root ecology and its practical applications
- 第4回 1994年 Alma-Ata, Kazakhstan  
Root systems and natural vegetation
- 第5回 1996年 Clemson University, USA  
Root demographics and their efficiencies in sustainable agriculture, grassland and forestry ecosystems
- 第6回 2001年 Nagoya, Japan  
Roots, the dynamic interface between plants and the earth
- 第7回 2009年 Vienna, Austria  
Root Research and Applications, RootRAP

ISRRは、1990年代までニューズレターを発行しており、著者の手元には、1号 (1985年11月)、2号 (1987年5月)、3号 (1989年11月)、4号 (1990年10月)、5号 (1991年8月) の5冊が残っている (その後は発行されていない?)。1号の会長挨拶によると、第1回シンポジウムにおいて ISRR が発足したことになる。このシンポジウムは、今回の記念となった Kutschera 博士のリーダーシップのもと、Boehm 博士 (Methods of Studying Root Systems, Springer-Verlag の著者) と Lichtenegger 博士 (Kutschera 博士の生涯の研究パートナー) が協力して開催されたものである。

ニューズレターや内規 (<http://www.jsrr.jp/isrr/isrr.htm>) によれば、ISRRは、分野や国籍を異にする根の研究者の NPO/NGO であり、根、根圏、および関連分野に関する研究交流を促進することを目的としている。その実現のために、ニューズレターの発行、シンポジウムの開催とプロシーディングの発行、学術雑誌の刊行などをうたっている。すべてが活発に実施されてきたわけではないが、自然植生、樹木、作物といった異なる対象の根を研究する者の交流の場として機能してきたし、西欧・北米の根研究者と、旧ソ連・東欧・北欧の根研究者との交流の場と

しても役立つことは確かである。

### ISRR の体制と Kutschera 博士

発足当初の組織体制は、会長が Hans Persson 博士（スウェーデン）、副会長は Kutschera 博士（オーストリア）だけが決まっており、3名の副会長が選考中になっている。そのほか、評議員（地域代表）が25名掲載されており、日本からは、山崎耕宇博士（当時、東京大学教授）の名前がある。山崎博士は、世界における根の研究の動向を調査する過程において、Boehm 博士から ISRR に関する情報を得ており、それがきっかけで日本代表の評議員に選出された。会長・副会長は、評議員が選出することになっている。ニューズレターを順番にみていくと、会長は現在までずっと Persson 博士であるが、副会長と評議員（地域代表）は毎回、少しずつ交代になっている。第5回シンポジウムの総会において、今回の第7回シンポジウムのビジネスミーティングまでの組織体制が決まったが、著者はそのときに副会長に選出された。

この第5回シンポジウムでは、ISRR の設立に大きく貢献した Kutschera 博士の功績が称えられ、これを機会に、彼女は執行部から引退することになった。しかし、Kutschera 博士の研究意欲はその後も少しも衰えることなく、活発なフィールドワークに基づいて「Wurzelatlas」（英語に直せば、Root Atlas）を出し続けた。これは、日本で言えば荻住昇博士の業績を思い起こさせるもので、ヨーロッパに生育する広い範囲の植物（作物を含む）の根系を発掘法で観察し、根系全体のイメージを描画で示した部分を中心となっているが、巻によっては解剖学的な観察が中心となっているものもある。

著者は、スロバキアのコメニウス大学の Alexander Lux 教授と Kutschera 博士の3人でアルプスの山を歩いた経験がある。このフィールドツアーで Kutschera 博士が垣間見せた広範な知識と旺盛な研究意欲は、強烈な印象として残っている。その途中で、Kutschera 博士が現役時代を過ごし、共同研究者である Monika Sobotik 博士がいる研究所にも寄らせてもらった。この「Wurzelatlas」のシリーズは、Kutschera 博士・Lichtenegger 博士・Sobotik 博士、3人の共同研究の成果で、Lichtenegger 博士は根系の描画に、Sobotik 博士は根の解剖学的な研究に、それぞれ大きな力を発揮している。

### 根研究会と第6回シンポジウム

第5回 ISRR シンポジウムで著者が副会長の

一人に選出されたことはすでに書いたが、そのときに日本で第6回シンポジウムを開催するよう打診があった。当時、著者は根研究会の会長を務めていたが、日本から参加していた小柳敦史さんと飯嶋盛雄さんに話をするとともに、根研究会副会長であった山内章さんに電話で相談して日本で受けることを決め、Persson 会長にその旨を伝えた。

元々、ISRR シンポジウムに参加する日本人研究者が少しずつ増える過程で、いずれ日本でも ISRR シンポジウムを開催したい、という機運が高まっていた。これを実現するためには受け皿となる組織が必要だと考えて、中元朋実さん、根本圭介さん、阿部淳さんと森田の4人が中心となり、小柳さんや山内さんにも声をかけて根研究会を設立したという経緯がある。それが1992年のことであるので、設立から10年目で ISRR シンポジウムを日本で開催するに至った。第6回シンポジウムは、根研究会の総力をあげて企画と運営にあたり、成功を収めた。

### ISRR の新体制の誕生

その後、第7回シンポジウムの計画が提案されては雲散霧消してしまうことが繰り返され、規定では3年毎の開催になっているが、日本での開催から8年経って、ようやく今回の開催となった。開催場所の Vienna は ISRR にとって縁の深い土地であり、ここで ISRR の新体制が誕生し、第2段階を迎えることになったことは感慨が深い。

今回のビジネスミーティングで Persson 会長が自ら引退を表明し、発足当初から参加し、これまで副会長を務めていた Peter Gregory 博士 (<http://www.scri.ac.uk/staff/petergregory>) が、満場一致で新会長に選出された。引き続いて副会長の選考に入り、Alvin Smucker 博士（アメリカ）、Hans Persson 元会長（スウェーデン）、Natalie Obroucheva 博士（ロシア）、Yoav Waisel 博士（イスラエル）、森田の5名に決まった。Smucker 博士が副会長とともに事務局長を兼任することとなり、Gregory - Smucker 体制が誕生した。

森田が副会長に選出されたのは、日本の根研究会の設立者であり、初代会長を務め、第6回シンポジウムの責任者として動いたからと考えている。根研究会は500名近い会員を有する世界最大の根研究者の組織であり、ISRR がまだ持っていないホームページをすでに日本語と英語で立ち上げ、日本語と英語の雑誌を発行していること、第6回シンポジウムを成功させたことなど、着実に実績を積み上げてきたことが

ISRR の執行部に非常に高く評価されている。

なお、副会長がでていないアフリカ、日本を除くアジア、オーストラリア、南アメリカについては、今後、地域代表を選出する方向で検討が進んでいる。

ISRR の活動としてはシンポジウムの開催が最も重要であり、次回の第 8 回は、3 年後の 2012 年に、新会長の Gregory 博士がいる Dundee (Scotland) で開催することが決まった。その次は 2015 年開催ということになったが、開催地は未定である。ヨーロッパ開催が 2 回続くことになるので、アメリカか日本という話が出てこないともいえない。

なお、新執行部は、2010 年初めにホームページを立ち上げる努力を示している。ただし、経費の問題があるため、今後開催するシンポジウムの参加費に 10 ドル程度を上乗せして、これを経費にあてる方向で進めることになった。

### 根研究会と ISRR との関係

また、ISRR は、日本の根研究会を含む他の根の研究グループと連携していくことを確認した。著者は、ISRR の副会長として、また根研究会に係ってきた者としてこれを歓迎したい。しかし、日本の立場を明確にしておく必要があると、以前から考えていた。今回の第 7 回シンポジウムの開会式では Persson 会長の長年の功績に対して、副会長の連盟で表彰状あるいは感謝状に当たる楯を送り、副会長が一人ずつ挨拶を行った。そのとき著者は、Persson 会長に対する挨拶にかこつけて、日本の根研究会の宣伝を行い、阿部さんとともに監修した「根の事典」(朝倉書店)

を記念品として贈呈した。また、挨拶では、「根研究会は ISRR の日本支部ではなく、完全に独立した組織であるが、これまで両者は緊密で良好な関係を維持してきたし、今後も継続することを期待している」という趣旨を参加者全員に対して述べた。

最後に、根研究会あるいは日本の根研究者と ISRR との係りについて、私見を述べておきたい。根研究会は、今後も学界横断的な特徴を活かしながら、日本や世界の根研究をリードしてほしい。その際、ISRR だけでなく、不定根グループや樹木根グループも含めて、内外の研究グループと連携を図ることも大切である。ISRR は発足の当初から日本人が参加しており、それがきっかけで根研究会ができたという経緯もある。また、根研究会会員が副会長として再選され、根研究会の活動をバックにして影響力を及ぼし始めているので、これをうまく利用していくべきである。なお、日本から出ている副会長の交代を執行部に相談したことがあるが、継続性の観点から慰留された。実際、現在の会長・副会長はいずれも著者より年上で、在任期間も長いので、いずれ ISRR の若返りを図らなければならない。ただし、ようやく ISRR 全体の様子がみえ、発言力が増してきたところであるので、日本から副会長を継続して出していけるような基盤を固めたうえで、根研究会とも相談しながら交代を考えていくつもりである。

本稿をまとめるにあたり、東京大学の阿部淳博士から貴重なご意見を頂いた。ここに記して謝意を表す。

## 第48回ガンマーフィールドシンポジウム

### —環境耐性機構の解明と分子育種—に参加して

#### 服部 一三

名古屋大学名誉教授

平成21年7月15日から16日に渡って、独立行政法人農業資源研究所の主催によるガンマーフィールドシンポジウムが開催された。このシンポジウムは農林水産省当時から放射線育種場として、放射線による突然変異育種法を開発することを目的として設立され、この試験場を中心として開催されてきたものである。これまでも、多くの変異体を用いた試験研究の取り組みや、実際の育種に関する報告が多数行われてきた。48回目を数える今回のシンポジウムは、「環境耐性機構の解明と分子育種」をテーマに8題の講演があり、そのうちの特に4題は根の研究に特化した内容であった。

石川県立大の西澤教授からは、植物の鉄栄養制御の分子機構解明を通じた鉄欠乏耐性イネの作出について紹介がなされた。農業生産性が極めて低いために不良土壌と呼ばれる土壌の約半分は、鉄が難溶性の水酸化第二鉄として存在する石灰質アルカリ土壌である。この難溶性の鉄を吸収するためにイネ科植物は、キレート物質であるムギネ酸類を根から分泌し、水に溶けやすい三価鉄・ムギネ酸類へ変換させる。一方、イネ科以外の植物はプロトン根から放出して

根圏のpHを下げて可溶性の三価鉄イオン濃度を増やしたり、根の表面の三価鉄還元酵素によって三価鉄を水に溶けやすい二価鉄に還元し吸収する。演者らはすでに、これらの機能を格段に向上させた形質転換イネの作出に成功しており、その隔離圃場での耐性の高さには目を見張るものがあった。

また東京大学の藤原准教授からは、必須元素であるホウ素の輸送体に注目した分子育種が紹介された。ホウ素は水に溶けやすいため、雨が多い地域では欠乏傷害が、また半乾燥地では地下水からの上昇による過剰ストレスが問題となる。演者らによるホウ素輸送機構の解明と輸送帯を利用したホウ素欠乏や過剰耐性植物の作成は、これらの地域での農業生産に利用できる作物の作出や選抜の基盤になると期待できる。

一方、神戸大学の深城准教授、および名古屋大学の犬飼助教からは、それぞれシロイヌナズナ、およびイネの根系形成機構の解明に向けた研究が紹介された。ストレス下での土壌資源の効率的な吸収には、根系形態の改良が不可欠である。このような基礎研究の先に見えてくる今後の分子育種に大いに期待したい。



2009年9月20日受付

\* 連絡先 〒464-8601 名古屋市千種区不老町

Fax: 052-789-4018 E-mail: kazuhatt@agr.nagoya-u.ac.jp



## 第31回 根研究集会 開催案内

第31回根研究集会は、日本海に面した米どころ、秋田の中央部に位置する秋田県立大学で行います。美味しいもの、温泉などいろいろある秋田です。遠方での開催になりますが、3連休の初日ですので、大勢の皆様のご参加を心よりお待ちしております。

<日時> 2009年11月21日(土) 9:30~17:30

<場所> 秋田県立大学 秋田キャンパス (<http://www.akita-pu.ac.jp/>)

M216号室 M204号室 (ポスター発表会場)

学内が禁酒のため、懇親会は秋田駅周辺を予定しています。会場から懇親会場まではバスでの輸送を予定しています。

<参加費等> 研究集会参加費 500円(予定) 懇親会費 4500円(予定)

[前号から変更になりました]

現地見学等は、今のところありません。

<問い合わせ先、参加発表申し込み・講演要旨の送付先>

〒010-0195 秋田市下新城野 241-438

秋田県立大学 植物生態生理分野 小川敦史

E-mail: 111111@akita-pu.ac.jp

TEL: 018-872-1630 FAX: 018-872-1678

<発表形式>

◆ 口頭発表: 1題15分(発表12分, 質疑応答3分)の予定

◆ ポスター発表: 1時間を予定しています。

口頭発表の希望が多い場合は、ポスター発表への変更をお願いすることがあります。

ご了承下さい。

<参加・発表申し込み>

2009年10月26日(月)までに、電子メールまたはFAXで、以下の様式(ウェブ上にも載せます)で参加・発表申込書を上記の送付先にお送りください。なお、電子メールの表題は「根研究集会申し込み」としてしてください。申し込みされた後、返信メールを差し上げますが、申し込み後1週間たっても返信メールが届かない場合は、お手数ですが、上記問い合わせ先にご連絡ください。

<講演要旨>

2009年11月9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お送りください。メールが使えない場合は、郵送でプリントアウトしたものをお送りください。なお、電子メールの表題は「根研究集会講演要旨」としてしてください。

【根研究会事務局からの告示】提出された講演要旨は、そのまま、会誌「根の研究」に再掲するほか、研究会の企画で、ホームページ・J-Stage等で広く公開することがあります。要旨の提出に際し、ご同意頂いたものと見なします。

<プログラムの概要(予定)>

(発表題数などにより変更の可能性があります。詳細が確定次第、研究会ホームページに掲載します)

11月21日(土)

9:30~10:00 受付

10:00~12:00 口頭発表

12:00~13:00 昼休み

13:00～14:00 根研究会賞受賞式 受賞講演 会務報告

14:00～15:30 口頭発表

15:30～16:30 特別講演

16:30～17:30 ポスター発表

移動

19:00～21:00 懇親会

#### <講演要旨の作成要領>

添付ファイルで送付していただいたものをプリントアウトして、そのまま白黒で印刷します。

- 1 A4版1ページに、上下3.0cm、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・10.5ポイントを目安にする。

その他の詳細は、「根の研究」掲載の要旨集を参考にして下さい。

#### <口頭発表の要領>

口頭発表では、液晶プロジェクターまたは OHP を利用できます。液晶プロジェクターは Windows 対応です。Mac については、パソコンをお持ちいただいてプロジェクターに接続していただくかまいません。スライドはパワーポイントで作成し、USB メモリでお持ちください。受付時間中に試写を行ってください。パワーポイントのバージョンは 2003 です。

#### <ポスター発表の要領>

幅 90cm、高さ 180cm のボードを用意します。テープ、ピンを運営委員会で用意します。直前の国際学会からの参加者を想定し、表題、氏名、所属には英訳をつけて下さい。

#### <会場へのアクセス>

JR 秋田駅から JR 奥羽線または男鹿線で青森方面へ 3 駅目の JR 追分駅より徒歩 20 分です。駅からのアクセス、車でお越しの場合の道順（駐車場は十分ございます）などは以下のホームページをご参照ください。

[http://www.akita-pu.ac.jp/access/acs\\_aki.htm](http://www.akita-pu.ac.jp/access/acs_aki.htm)

#### <昼食>

土曜日で、学内の食堂および売店が休業しております。最寄りのコンビニは会場から徒歩 15 分ぐらい離れています（JR 追分駅からの途中にあります）。お弁当の注文などを検討いたしますが、できれば各自でご用意頂ければと思います。この件につきましては決定次第、ホームページ等でご連絡いたします。

#### <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）。

#### <運営委員会>

小川 敦史（秋田県立大学）[連絡先は、前ページを参照して下さい]

\*集会の最新情報・プログラムは、随時、根研究会のホームページにも掲載します。

\*新型インフルエンザが著しく蔓延し、研究集会開催による感染の危険が高いと危惧される状況になった場合には、研究会執行の判断で中止または延期する可能性があります。

## 第 31 回根研究集会 参加申込書

表題『根研究集会申し込み』

1 申込者

2 所属

3 住所 〒

4 TEL, FAX

5 E-mail

6 発表の有無: ①口頭発表 ②ポスター発表 ③発表なし

7 発表題目

8 講演者(所属)

8 口頭発表の形式: ①プロジェクター( Win Mac ) ②OHP

9 懇親会の参加: 参加する 参加しない

この申込書の送り先は, E-mail: 111111@akita-pu.ac.jp FAX:018-872-1630 です。

申し込み後、1週間たっても確認の連絡が届かない場合は、小川までお問い合わせ下さい。

## 【カレンダー】

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(E-mail : neken2009@jsrr.jp)

\*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。

### 2009年

NIAES MARCOシンポジウム2009 10月5-7日  
ワークショップ1:植物機能を利用した食品中重金属低減技術の開発  
ワークショップ2:地球温暖化に伴う農作物高温障害の発生、予測と適応戦略  
ワークショップ3:モンスーンアジアの植物資源とアレロケミカルの探索  
ワークショップ4:水田を中心としたモンスーンアジアの農業生態系と生物多様性  
ワークショップ5:農業研究におけるメタゲノミクスの展望  
October 5-7, 2009; つくば国際会議場(エポカルつくば)  
[http://www.niaes.affrc.go.jp/marco/symp2009/symp2009\\_j.html](http://www.niaes.affrc.go.jp/marco/symp2009/symp2009_j.html)

第3回旱魃下の作物生産改良のための統合的アプローチ国際会議 10月11-16日 *New!*  
The 3rd International Conference on Integrated Approaches to Improve Crop Production Under Drought-prone Environments (InterDrought III)  
October 11-16, 2009; Shanghai, China; <http://www.interdrought.org/index.jsp>

\*\*\*\*\*  
第31回根研究集会 2009年11月21日 秋田県立大学  
詳細は、本号に掲載の研究集会の案内をご覧ください。  
\*\*\*\*\*

### 2010年

\*\*\*\*\*  
第32回根研究集会 2010年4月22日(木)-23日(金) *New!*  
中央農業総合研究センター(つくば市)  
詳細は、次号に掲載します  
\*\*\*\*\*

第10回植物嫌気応答学会会議 6月20日-25日 *New!*  
The International Society for Plant Anaerobiosis (ISPA) 10th Conference  
June 20-25, 2010; Volterra, Tuscany, Italy; <http://www.plantlab.sssup.it/ISPA2010/>

Plant Biology 2010 (American Society of Plant Biologists 年会) 7月31日-8月4日 [日程が変わりました]  
July 31 - August 4, 2010; Montréal, Canada; <http://www.aspb.org/meetings/>

第5回国際樹木根シンポジウム 8月8-12日 *New!*  
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 *New!*  
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/> (Web サイトが変わりました)



\*\*\*\*\*

**第 33 回根研究集会** 2010 年秋 兵庫県立大学 *New!*

詳細は、後日掲載します。

\*\*\*\*\*

## 2011 年

第 18 回国際植物学会議 7 月 23 日-30 日 [日程が変わりました]

XVIII International Botanical Congress

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

第 3 回根圏会議 9 月 25 日-30 日 *New!*

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 *New!*

8th Symposium of International Society of Root Research (ISRR)

Summer 2012; Dundee, DD2 5DA, Scotland, UK.

## 「苺住」海外渡航支援のご案内

2010年1月 - 6月 渡航分の申請は2009年10月末日〆切です

2010年7月 - 12月 渡航分も10月末日までに申請できます#

# 2010年7月 - 12月 渡航分の申請最終締切は2010年4月末日ですが、  
2009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（〒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）ですが、電子メールにMS-Word またはPDFのファイルを添付し [neken2009@jsrr.jp](mailto:neken2009@jsrr.jp) にお送り頂いても結構です。

# 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#

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)

# Root Research 根の研究

編集委員長	犬飼 義明	名古屋大学大学院生命農学研究科
副編集委員長	中野 明正	農研機構・野菜茶業研究所
編集委員	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
	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
	田島 亮介	北海道総合研究調査会
	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立地環境研究領域
	福澤 加里部	京都大学フィールド科学教育センター
	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 : neken2009@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18巻 第3号 2009年9月25日印刷 2009年9月30日発行  
発行人：唐原 一郎 〒930-8555 富山市五福 3190 富山大学大学院理工学研究部  
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

Vol. 18 No. 3 ( September 2009 )

## Mini review

Effect of root zone volume and water and nutrient stress on the growth characteristics to

*Antirrhinum majas* L., *Matthiola incana* R. Br. and *Chrysanthemum moriforium* L

Tanjuro GOTO .....105

## Short report

Analysis of Interrelationship between Shoot and Root Growth with *crown rootless*

Mutant in Rice

Hiroto NISHIKAWA, Hiroaki Ozaki, Hidemi KITANO and

Yoshiaki INUKAI .....113