

Root Research

Japanese Society for Root Research

ISSN 0919-2182
Vol.26, No.1
March 2017

目 次

【巻 頭 言】

会員の皆様へ	1
--------------	---

【原著論文】

LED 交互照射条件がトマト苗の品質と定植後の根系発達に及ぼす影響 中野明正・大竹範子・米田正・篠田晶子	3
---	---

【情 報】

第 46 回根研究集会のお知らせ	10
カレンダー	14

【公 示】

名簿データ登録（更新）のお願い	15
根研究学会会則	17
根研究学会学術賞規定	18
『根の研究』投稿規程	19
『根の研究』原稿作成要領	19
『根の研究』論文審査要領	20
国際誌 Plant Root に掲載の 2016 年の論文	21

根の研究
根研究学会(JSRR)

会員の皆様へ



告 示

○根研究学会 2017 年度総会の開催について

第 46 回根研究集会の一部として、2017 年度の定例総会を開催します。皆様ご参加下さい。

開催日：2017 年 6 月 17 日(土)、開催地：富山県富山市、富山大学。

予定されている主な議題：2016 年度活動報告・決算、2017 年度活動方針・予算、規定等の変更について（審議事項については、その場でもご提案頂けますが、時間をかけて議論すべき議題や、資料の配付を必要とする議題については、なるべく事前に事務局までご提案下さい）。

○2018 年度－2019 年度会長選挙・予告（立候補・推薦の締め切りは 2017 年 7 月 31 日）

会則第 8 条・10 条・11 条に基づき、来期の会長選挙を行います。会長候補として立候補または推薦を受ける資格があるのは、本会の個人会員です。次号に詳細を告示いたします。

事務局からのお知らせ

1. 電子版会誌のダウンロードについて

2017 年度から根研究学会ホームページおよび J-Stage から電子版会誌をダウンロードするためのパスワードを変更したのでご注意ください。ユーザー名の変更はありません。

根研究学会電子版会誌の URL <http://www.jsrr.jp/rspnsv/download.html>

J-Stage の URL <https://www.jstage.jst.go.jp/browse/rootres/-char/ja>

2. 2017 年の根研究集会

- ・ 第46回根研究集会 [本号に開催案内を掲載・詳細はホームページにて]

発表申込は5月26日（金）、参加申込は6月9日（金）が締切です。宿泊は、各自、早めに予約の手配をお願いします。また、講演要旨の作成方法が第38回根研究集会から変更されておりますのでご確認ください。

富山県富山市、富山大学 五福キャンパス 学生会館

開催日時 2017年6月17日(土)10:20～17:15（懇親会は17:30～19:30）

- ・ 第47回根研究集会

大阪府堺市の大阪府立大で10月に開催する予定で、松村篤会員に企画をお願いしています。次号で開催日をお知らせします。

- ・ 2018年度の集会 春および秋の開催地については募集中です。

3. 講演要旨の変更

第38回根研究集会から講演要旨を半ページになりました。開催案内に新しい要旨の作成方法を記載しておりますので、必ずご確認の上御作成ください。また、ホームページの開催案内から要旨様式をダウンロードできるので、そちらを利用するのが便利です (http://www.jsrr.jp/abstract_form.doc)。

4. 2017 年の根研究集会から学生会員の参加費は無料になります

「苺住」海外渡航支援の募集が停止中で、学生が根研究学会の会員になるメリットがあまりありませんでした。そこで、学生が会員になるメリットとして、第46回根研究集会から学生会員の参加費を無料にすることにしました。これまで根研究集会の参加費は一般会員、学生会員、非会員を問わず同額でした。第46回根研究集会から非会員の参加費は、一般・学生に関係なく、一般会員より1,000円程度高くする予定です。学生会員は集会受付で学生証の提示をお願いいたします。この機会にぜひ根研究学会学生会員にご加入いただけますよう、関係学生の皆さんにご周知いただけますようお願いいたします。

次ページに続く

5. 根研究学会学術賞規定の改定について

2017 年度から新たに根研究学会優秀発表賞を根研究学会学術賞に設定します。根研究学会の研究集会における優秀な口頭発表ならびにポスター発表を対象とし、エントリー制とします。特に学生・ポスドク・若手研究者のエントリーをお待ちしています。また「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。」が「会長および副会長は任期中は推薦すること、あるいは推薦されることができない。」になりました。本号に新しい根研究学会学術賞規定を掲載しています。

6. 根研ロゴの使用について

これまで「根研」のロゴを入れた T シャツなどのグッズを事務局が製作し、研究集会で販売してその収益を特別会計の収入としていました。しかし、売れ残りが生じると特別会計の赤字になってしまうためグッズを積極的に製作することは困難でした。そこで、会員の皆様が使用料を支払うことで根研ロゴを使用したグッズを自由に製作することができるようにしました。使用料は 1 製品につき 300 円です。詳しくは事務局までお問い合わせください。

7. 投稿のお願い

会誌「根の研究」では、原著論文のほかに、ご自身の一連の研究を他分野の会員にも分かりやすく解説したミニレビューを重視しています。学術功労賞・学術奨励賞の要件である、本会における研究成果の報告は、ミニレビューによる解説も認められていますので、積極的にご寄稿下さい。また、研究手法や学生向けの実験・実習法の解説なども歓迎します。

8. 名簿データ更新のお願い（異動のないかたもご協力下さい）

住所・所属・研究テーマ等に変更のある方は本号に掲載の案内、または根研究学会ホームページ (<http://www.jsrr.jp/>) の「諸手続—名簿データ更新」のコーナーをご参照頂き、なるべく 4 月末日までにデータをお送り下さい。また、各種調査に備えて今後会員の性別と学生・社会人の別を集計することにしました。特に変更のない方も名簿データの更新にご協力ください。これら追加データは、主に会員構成（男女比など）を把握するために使わせて頂きます。なお、次回の名簿発行は 2017 年 6 月の予定です。

9. 会費納入のお願い

2017 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に納入をお願いします。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。

年会費（2017 年）： 電子版個人 3,000 円、冊子版（＋電子版）個人 4,000 円、冊子版団体 9,000 円
（年度は 1 月－12 月です）

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

〔他の銀行から振込の場合：ゆうちょ銀行 ○一九店（ゼロイチキウテン） 「当座」0655313 〕

根研究学会所在地・連絡先： 〒104-0033 東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2F

（株）共立内 根研究学会事務局 TEL：03-3551-9891／FAX：03-3553-2047

- ・メールアドレス 事務局：neken2017@jsrr.jp 『根の研究』編集委員長：editor2017@jsrr.jp
Plant Root 編集委員長：editor2017@plantroot.org
- ・Web サイト 根研究学会：<http://www.jsrr.jp/> 『根の研究』オンライン版：<http://root.jsrr.jp/>
Plant Root：<http://www.plantroot.org/>

LED 交互照射条件がトマト苗の品質と定植後の根系発達に及ぼす影響

中野明正^{*1)}・大竹範子²⁾・米田正²⁾・篠田晶子²⁾

1) 農業・食品産業技術総合研究機構, 野菜花き研究部門

2) 昭和電工株式会社

要 旨：省エネルギーかつ良質苗の生産を目的として、LED の照射条件を評価した。LED を交互照射することにより苗乾物 1 g を生産するための電力量は慣行の蛍光灯育苗に対して 4 割以上の削減が可能であった。また、連続照射で発生する葉枯れ（ネクロシス）を回避するには、2 時間以上の暗期が必要であった。交互照射により 4～6 時間暗期を設けた苗では、定植後の根量増加量が対照区に比べ多く、初期の地上部の増加量も多かった。苗の $\delta^{13}\text{C}$ 値の結果から LED-AI 条件では暗期の増加に従い（明期の光照射強度が高くなるほど）、新鮮重は増加するが、同時に気孔の閉鎖が発生していることが示唆された。本試験の条件では暗期が長いほど、地上部の生育が旺盛になり、適度に水ストレスが負荷され、水利用効率が上昇する状況にあったと考えられた。

キーワード：LED, 活着, 交互照射, 苗, 閉鎖型システム。

Effects of LED alternating irradiation on tomato seedling quality and root development after transplanting : Akimasa NAKANO¹⁾, Noriko OHTAKE²⁾, Tadashi YONEDA²⁾ and Akiko SHINODA²⁾ (¹⁾National Agriculture and Food Research Organization, Institute of Vegetable and Floriculture Science, ²⁾SHOWA DENKO K.K.)

Abstract : We evaluated the condition of LED alternating irradiation (AI) for energy saving and production of high quality seedlings. LED-AI showed more than 40% energy saving compared to control (fluorescent light) for producing of the tomato seeding. On the LED-AI, more than 2 hours, dark period, was necessary to prevent the necrosis of the seedling leaf. On the treatment of LED-AI with 4-6 hour dark period, taking root activity and fresh weight was bigger among treatments. According to $\delta^{13}\text{C}$ values of seedlings, the longer the dark period (the stronger the light intensity) the more water stress was burden to the seedlings. Water use efficiency might be improved in the increase of length of dark period in this experiment. That is because vigorous growth of LED-AI with 4-6 hour dark period might be in the moderate water stress condition, which would be the suitable condition for making high quality tomato seedlings.

Keywords : Alternating irradiation, Closed system, LED, Seedling, Taking root.

緒言

LED は様々な場面で植物生産に活用されるようになった（後藤，2010）。直接的な本圃での光源としての活用では植物工場におけるリーフレタス生産がある。このようなシステムにおいても、効率的な照射法が検討されており、赤色および青色 LED 交互連続照射法（SHIGYOTM 法）の生育促進効果および照射時間の効果が評価されている（大竹ら，2015）。この報告も含め、植物栽培において LED を使用すると蛍光灯に比べ 1 株あたりの消費電力量が低くなることが示されている。

リーフレタスなど播種から収穫までの全期間を通じて、LED のみで栽培をするような直接的な生産への利用以外に、苗生産への LED の導入のための照射条件も検討されている（南谷ら，2015；渡邉ら，2016）。特に、

AI 法（alternating irradiation：以下 AI と略す）は、上記の SHIGYOTM 法より広い概念であり、青や赤などの異なる波長の LED を同時もしくは交互に点灯する手法であり、育苗に適用した事例はほとんど無い（渡邉ら，2016）。

また、野菜の安定生産には良質の苗の供給が不可欠であり、蛍光灯を光源とした閉鎖型人工光育苗装置（例えば、苗テラス、三菱樹脂アグリドリーム）が開発され、育苗会社などで実用化しているが、電力を使用するため、省エネルギー化に向けた技術開発が必要とされている。レタスの事例からも LED は蛍光灯に比べ省エネルギー生産が可能と考えられ、エネルギー効率の高い照射法の開発が求められている。

現在まで、苗生産コストの指標として、乾燥重当たりの照明の消費電力量を試算したところ、赤青 LED の

AI 区で、蛍光灯区の 62%~79%となり、電力コストの削減に寄与できる可能性が示唆された(渡邉ら, 2016)。

そこで、本報告では、前報告(渡邉ら, 2016)等で慣行と同等の生育が得られた赤青 LED-AI 法において、LED の照射時間を変えて育苗を行い、慣行の蛍光灯育苗との差異を明らかにした。また、定植後の苗の成長量を評価することにより、活着の良さに対する AI の効果を評価した。さらに、安定同位体比を測定することにより植物の生産された環境を推定することができる(半場, 2009)ため、苗の炭素同位体比の測定により水利用効率が評価できると考えた。そこで、各種 AI 条件により苗がどのような水分条件に置かれていたのかを推定し、良質苗の生産条件について考察した。

材料および方法

1. 育苗方法

育苗は、苗テラス(人工光育苗装置 4 段×6 棚、三菱樹脂アグリドリーム)を用いて行った。実験にはトマト‘桃太郎ヨーク’(タキイ種苗)を使用した。育苗は 72 穴のプラグ苗トレイ(セルトレイ AP, 東罐興業製)を用い、各セルに育苗用培養土(種培土 1 号, スミリン製)を充填し、1 セル当たり 1 粒を播種した。トレイを播種後 3 日間催芽器(28℃一定)に入れた後、苗テラスに移動し、下記に示す条件で光照射しながら 24 日目まで育苗を行った。培養液は、1 L 当たりハイテンポ Cu(住友化学製) 2.93 mL とハイテンポ Ar(住友化学製) 0.98 mL を溶解したものを、EC 1.6 dS m⁻¹, pH 5.9 (N-P-K = 5.9-1.1-2.4) とした。灌水は 1 日 1 回 10 分間(8 時から 8 時 10 分まで)、セルトレイ底面から 30 mm 程度の高さまで培養液が満たされる状態とした。その後、重力により自然排水されるしくみである。苗テラス内の気温は毎日 0 時~8 時(暗期)は 18℃, 8 時~24 時(明期)は 25℃とした。苗テラス内の CO₂ 濃度は 1000 ppm とした。

蛍光灯(対照区, Ctrl. 区)は 3 波長系昼白色 Hf 蛍光灯(FHF32EX-N-H, パナソニック製)を用いた。使用する本数は栽培棚一段当たり 6 本とした。対照区は、光照射 0~21 日を通して 0~8 時を暗期とし、8~24 時を明期とした。また、光量は光合成有効光量子束密度(PPFD) 503 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ で、日積算光合成有効光量子量(Daily light integral:DLI)は 29.0 $\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ とした。

その他の LED 区は直管型 LED 照明を使用し、赤色光と青色光の照明(RRB, 品番: UL0005#01-0R, LED チップ: 赤 160 個+青 80 個, ピーク波長: 赤 660 nm, 青 450 nm, 昭和電工製)をタイマー付き調光器によって各色独立して行った(略号: 赤色光: R, 青色光: B)。

催芽器から苗テラスへ移動後 0~13 日は、LED 照射区は暗期なしとして、B166 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ を 0~8 時

の間照射後、R500 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ を 8~24 時の間照射した。DLI は 28.8 $\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ とした。特に初期生育においては、暗期なしによる障害は認められていないため、生育を早めるため、連続照射とした。

催芽器から苗テラス移動後 14~21 日は、上記の条件を継続する処理区を AI-D0 とした。また、暗期の時間を増やしそのぶん、LED の照射時間を減らす 3 処理区を設けた。それぞれ(略号: 赤色光: R, 青色光: B), AI-D2: B11 時間, R11 時間後, 暗期を 2 時間設ける区, AI-D4: B10 時間, R10 時間後, 暗期を 4 時間設ける区, AI-D6: B9 時間, R9 時間後, 暗期を 6 時間設ける区とした。それぞれの RB の光強度を AI-D2 では、545 および 182 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-2}$, AI-D4 では、600 および 200 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-2}$, AI-D6 では、667 および 222 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-2}$ とし、DLI は 28.8 $\text{mol m}^{-2}\text{d}^{-1}$ とした。なお苗テラス内の明期の平均気温は 25℃であり、暗期の平均気温は 18℃に設定した。

2. 苗の評価

(1) 定植前の諸性質の評価

育苗 21 日目の苗を評価した。セルトレイの中からランダムに 10 株を選択し、地上部と地下部に切り分けた。地上部については、草丈、地上部 1 cm 付近の茎径、葉面積、葉新鮮重を測定した。葉の状態については、ネクロシス様の障害が発生したので、定量的な評価を試みた。光が葉面に垂直に当たるため、光障害の発生の評価には適切と考え、頂部から展開第 2 葉の先端葉を測定対象とした。その葉にネクロシスがどの程度観察されるかを評価した。第 4 図に示すように、ネクロシスが観察されない葉を 0 として、わずかに観察される葉を 1、半分程度に観察される葉を 2、全体的に観察される葉を 3 として各区ランダムに選択した 5 株について評価した。

地上部はそのまま、根部については培養土を水洗し除去した後、105℃のオーブンで 72 時間以上乾燥し、乾物重を測定した。

重量測定後微粉碎し、 $\delta^{13}\text{C}$ -PDB (Pee Dee 層から産出する Belemnite) を標準物質(standard)として、安定同位体比分析装置(Flash EA1112-DELTA V PLUS ConFlo III System, Thermo Fisher Scientific)により、 $\delta^{13}\text{C}$ 値を算出した。 $\delta^{13}\text{C}$ 値は、 ^{13}C と ^{12}C の自然存在比を測定することにより算出され、以下の式 $\delta^{13}\text{C} = \text{Rsample} / \text{Rstandard} - 1$, (‰) (Rsample: 試料の $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ 値, Rstandard: 上記標準物質の値)により算出した。 $\delta^{13}\text{C}$ がよりプラスの値であるほど水利用効率が高く、乾燥ストレスが負荷される状態であると推定されている(半場, 2009)。

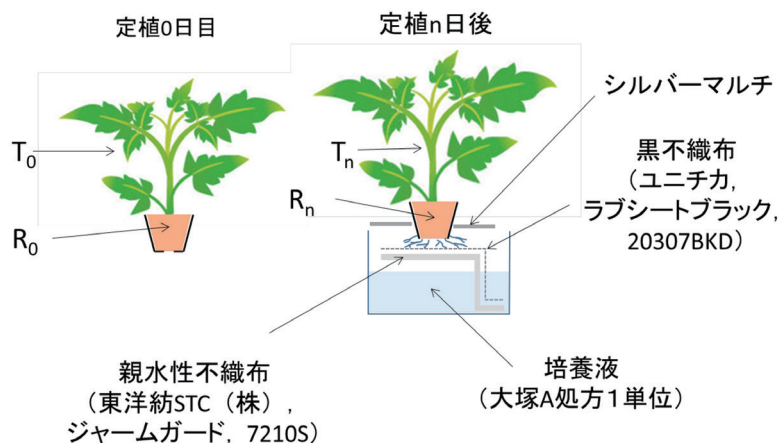
(2) 定植後の苗の生育の評価

上記条件で育苗した苗を、太陽光型植物工場（農研機構、野菜花き研究部門、つくば）内へ移植した。プラグ苗からの発根を評価するため、トレイの底面を除去した容器に、苗の底面が黒不織布に接触し給液が行えるような仕組みとした（第1図）。構造は、保水性のある布（東洋紡、ジャームガード、7210S、厚さ2 mm、目付 0.11 g cm^{-3} ）上に黒不織布（ユニチカ、ラブシートブラック、20307BKD、厚さ0.13 mm、透水率85%、遮光率75%）を敷設したものである。両布は培養液に浸されているため、根への養液の供給が充分行われると考えられ、また、苗の周辺はシルバーマルチで遮光したため、処理期間中（17日間）は根が乾燥するようなことは生じなかった。処理後、根部については、培養土を水洗し除去した後、根長および根の平均直径をWinRhizo（Regent社）で測定した。また、根の乾物重を測定して、比根長（重さ当たりの根長： m g^{-1} ）を計算した。

安定生産のためには、プラグ苗を定植した後の発根が重要であることから、比根増加速度を定義した。第1図にあるように、 T_0 ：定植直前の地上部乾物重、 R_0 ：定植直前の根部乾物重、 T_n ：定植後n日目の地上部乾物重、 R_n ：定植後n日目の根部乾物重から、 $(R_n - R_0) / (T_n - T_0)$ で計算される値で、高いほど、相対的に根への乾物分配が高いと判断する指標とした。この評価は、各処理8個体を用いて行った。

(3) 消費電力の評価

消費電力の測定は電力計（節電エコチェッカーET30D、リーベックス製）を使用した。蛍光灯およびLED照明のR、Bの単色光を各々最大強度で照射した時のPPFDを測定し、蛍光灯および各単色光照明のPPFD当たりの消費電力を求めた。



$$\text{比根増加速度 (活着定数)} = \frac{R_n - R_0}{T_n - T_0}$$

第1図 苗からの発根評価手法と比根増加速度の算出方法。

T_0 ：定植直前の地上部乾物重、 R_0 ：定植直前の根部乾物重

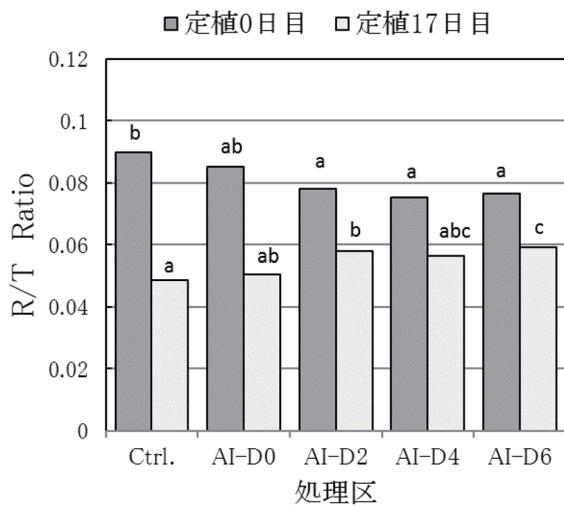
T_n ：定植後n日目の地上部乾物重、 R_n ：定植後n日目の根部乾物重

第1表 異なる照射条件で生産された苗の諸性質。

	葉面積 (cm^2)	葉新鮮重 (g)	葉乾物重 (g)	草丈 (cm)	葉径 (mm)	比葉面積 ($\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$)	根乾物重 (g)
Ctrl.	107 a	5.74 ns	0.94 ab	10.6 a	6.51 ns	117 ab	0.102 ab
AI-D0	112 ab	5.97 ns	1.06 ab	12.2 ab	6.31 ns	109 a	0.110 b
AI-D2	124 bc	6.16 ns	0.86 a	13.1 bc	6.39 ns	145 b	0.086 a
AI-D4	129 c	6.60 ns	1.06 ab	13.8 bc	6.70 ns	129 ab	0.100 ab
AI-D6	128 c	6.72 ns	1.13 b	14.0 c	6.91 ns	117 ab	0.108 b

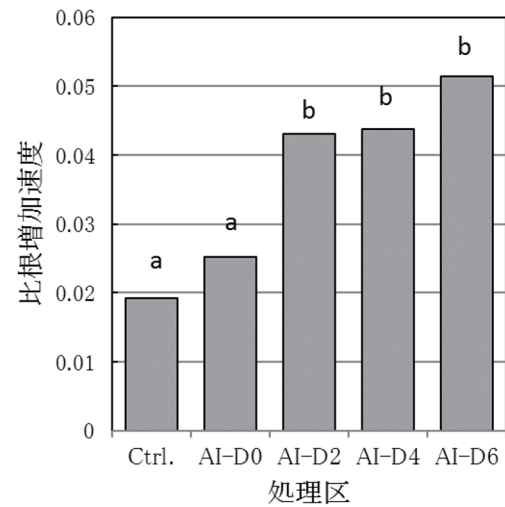
Ctrl.：対照である蛍光灯、AI-D0：暗期なし、AI-D2：暗期2時間、AI-D4：暗期4時間、AI-D6：暗期6時間、日積算光合成有効光量子量（Daily light integral；DLI）は全ての区で $28.8 \text{ mol m}^{-2} \text{ day}^{-1}$ 。

群間の多重比較は Tukey の方法によって行った（ $n = 8$ ）。異なる文字は5%の危険率で有意差が認められる。



第2図 LED照射条件がR/T比に与える影響.

平均値, 定植0日目 ($n = 10$), 定植17日目 ($n = 8$), 縦棒は標準偏差を示す.
 Ctrl.: 対照である蛍光灯, AI-D0: 暗期なし, AI-D2: 暗期2時間, AI-D4: 暗期4時間, AI-D6: 暗期6時間, 日積算光合成有効光量子量 (Daily light integral: DLI) は全ての区で $28.8 \text{ mol m}^{-2} \text{ day}^{-1}$.
 群間の多重比較は Tukey の方法によって行った ($n = 8$). 異なる文字は5%の危険率で有意差が認められる.



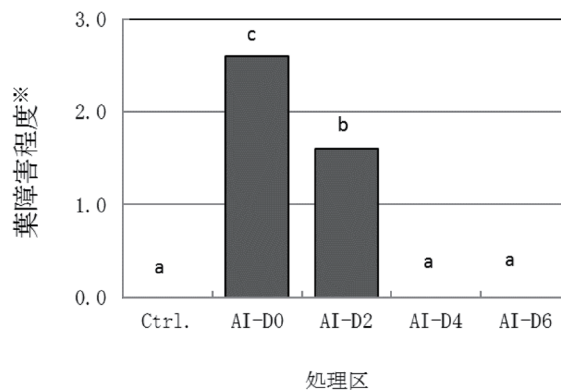
第3図 照射条件が比根増加速度に与える影響.

Ctrl.: 対照である蛍光灯, AI-D0: 暗期なし, AI-D2: 暗期2時間, AI-D4: 暗期4時間, AI-D6: 暗期6時間, 日積算光合成有効光量子量 (Daily light integral: DLI) は全ての区で $28.8 \text{ mol m}^{-2} \text{ day}^{-1}$.
 群間の多重比較は Tukey の方法によって行った ($n = 8$). 異なる文字は5%の危険率で有意差が認められる.



第4図 短暗期で発生した障害葉.

頂部から展開葉第2葉の先端葉を対象として, その葉にネクロシスがどの程度観察されるかを評価した. 写真のように, ネクロシスが観察されない葉を0として, わずかに観察される葉を1, 全体的に観察される葉を3として各処理区ランダムに選択した5株について評価した.



第5図 照射条件が葉の障害程度に与える影響.

※上部から2葉目の先端葉における障害の発生程度.

Ctrl.: 対照である蛍光灯, AI-D0: 暗期なし, AI-D2: 暗期2時間, AI-D4: 暗期4時間, AI-D6: 暗期6時間, 日積算光合成有効光量子量 (Daily light integral: DLI) は全ての区で $28.8 \text{ mol m}^{-2} \text{ day}^{-1}$.
 群間の多重比較は Tukey の方法によって行った ($n = 8$). 異なる文字は5%の危険率で有意差が認められる.

結果

今回の条件で生産された苗について、最初に定植前の苗について評価した。葉面積は AI-D4 と AI-D6 で Ctrl. 区に比べ大きくなった (第 1 表)。草丈についても、Ctrl. 区に比べ AI-D2, AI-D4, AI-D6 で高くなった。一方で、葉新鮮重、茎径については有意差は認められなかったが、同様の傾向であった。比葉面積は AI-D0 に比べ AI-02 で大きくなった。一方で、乾物重については、葉、根とも葉新鮮重の増加とは同一の傾向ではなく AI-D2 が最小値を示し、葉では AI-D6 が最大値を示し、根では AI-D0 が最大値を示した。

定植後の根の発達に着目して第 1 図に示す評価装置において、定植後の根の発達を評価した。定植直前にあたる育苗終了時の苗については、Ctrl. 区に比べ、LED-AI 区の方が R/T 比が低くなる傾向があった (第 1 表、第 2 図)。一方で定植後は、逆に高くなった。また、暗期がある AI 区では比根増加速度が高くなった (第 3 図)。

苗の乾物重だけではなく、苗の外観が照射条件により異なった。第 4 図に LED-AI 照射により発生した障害葉の様子を示した。特に、暗期のない苗について障害発生程度が著しく、暗期時間を長くすると障害発生は認められなくなった (第 5 図)。暗期を長くした苗では、定植後 17 日間で、比根長が小さくなり、よって根が太くなる傾向が認められた (第 6 図)。用いた苗の $\delta^{13}\text{C}$ 値を地上部および根に分けて測定したところ、地上部と根は同様の傾向を示した (データ省略)。そのため、苗としての $\delta^{13}\text{C}$ 値をそれぞれの乾物重から推定した (第 7 図)。その結果 Ctrl. 区に比べ AI-D4 区および AI-D6 区で苗の $\delta^{13}\text{C}$ 値が高くなった。

定植後 17 日間の乾物増加速度を計算したところ (第 8 図)、AI-D6 が最も高い値を示し、AI-D4 がそれに続いた。

最後に、照明のエネルギー消費量を評価したところ、蛍光灯の照明に対して、LED 区が 1 g の乾物生産あたり、AI 区において概ね約 3 割以上のエネルギー削減が可能であった。特に AI-D6 は乾物 LED 区と同じ消費電力の中で乾物生産能力が高いため、蛍光灯区 43% のエネルギー削減効果が認められた。このような条件では、LED-AI で生産される発根性に優れる苗が、より低コストで生産される可能性が示唆された。

考察

1. LED-AI における暗期の必要性

LED を使用した場合、同時照射よりも交互照射の方が良好な生育を示す (渡邊ら, 2016)。生産性を向上させる観点から、また制御をより簡単にする観点から、

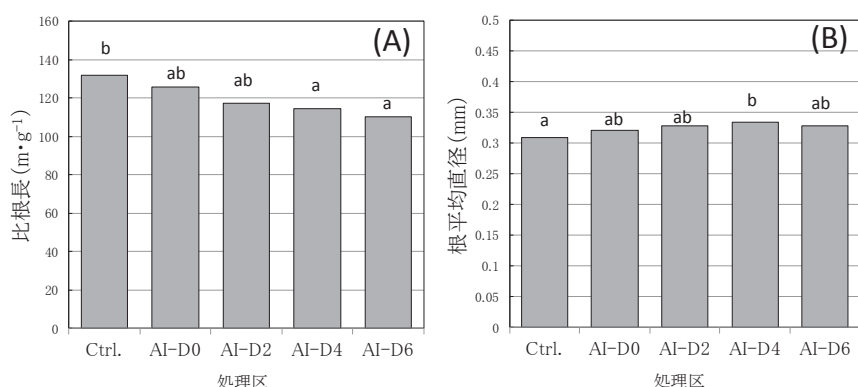
暗期のない連続照射の可能性は検討される必要がある。本研究結果からは、蛍光灯に比べ AI 法で葉面積、場合によっては乾物生産の増加も可能であった。一方で、AI 法でも暗期を入れないと葉にネクロシスが発生し、苗質としては悪くなることが明らかとなった (第 4 図、第 5 図)。ナス科の植物については連続光において葉に激しい障害が発生するとされている (畑ら, 2011)。LED-AI についても暗期が必要であることが明らかとなった。暗期がある AI 区では比根増加速度が高くなり (第 3 図)、LED-AI で定植後に根が良好な発達をするような苗を作るには、暗期が必要である。

暗期のない AI-D0 で生育が劣る原因としては、葉に障害が発生した分 (第 5 図)、株当たりの光合成量が減り、生育に必要な同化産物が充分供給されなかったことが考えられる。連続照射において障害が発生するメカニズムについては、光合成という植物共通の機構でありながら、その発症は作物によって異なり不明の点が多い。すなわち、多くの作物でデンプンの増加が光合成速度を抑制するが (畑ら, 2012)、トマトでは連続光障害を発症すると葉のデンプン含量がむしろ低下するという事例がある (Jensen and Veierskov, 1998)。また、7 週間連続照射の場合でも、トマトの葉では少数かつ大きなデンプン粒が葉緑体中に発達していたが、葉緑体の構造を乱すには至っていなかったとの報告もある (Dorais ら, 1996)。トマトについてはいまだに生産性とデンプン蓄積との因果関係は不明である。このほか、活性酸素やエチレンなどに起因する障害も考えられており (畑ら, 2012)、LED-AI の場合も暗期がないとこれらの障害が発生しやすい可能性がある。

2. 発根と良質苗の指標

省エネルギーかつ良質苗の生産を目的として、LED の照射条件を検討した。LED を交互照射することにより苗乾物 1 g を生産するための電力をおよそ 4 割削減可能であった。また、暗期が 2 時間以下である場合、葉に障害が発生し、苗質の評価としては低下すると考えられた。定植後の活着の指標として、比根増加速度を定義したが (第 1 図)、この値は、暗期のある LED-AI で大きくなった (第 3 図)。定植 17 日目の比根長は、AI 区で小さくなり (第 6 図 A)、暗期のある LED-AI 条件で生育させた苗は、その後太い根を発達させることが示唆された (第 6 図 B)。今回の暗期のある LED-AI 条件では、地上部生育が旺盛になり、根量が相対的に減少していることが示唆された (第 2 図)。このような根では、その後の生育が速やかに増加し生産が安定化できる可能性があることを示唆している (第 8 図)。

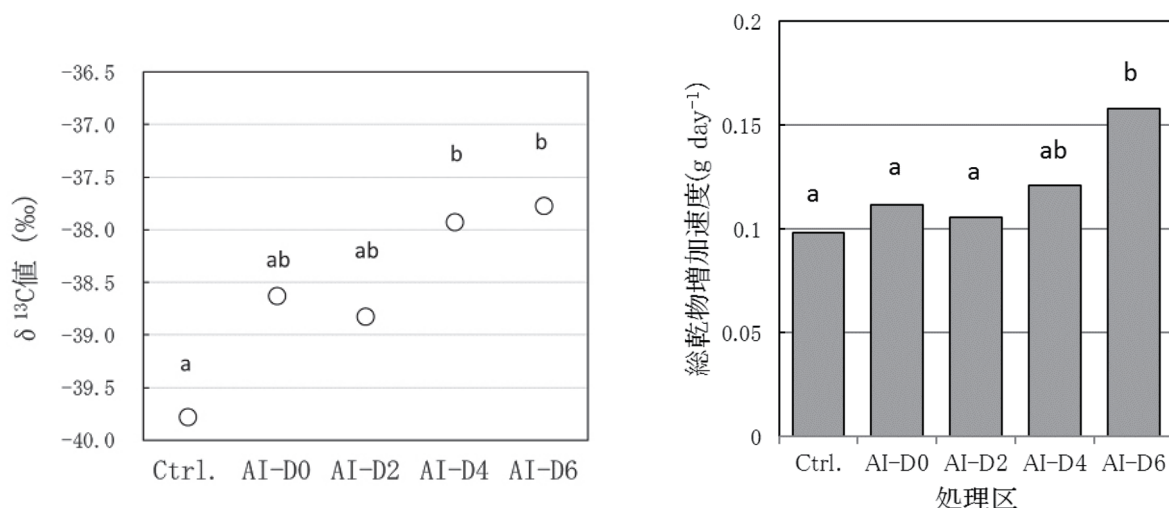
第 3 図に示した結果からも、初期の根の発達が良い苗つまり、比根増加速度の値が高い苗では、その期間



第6図 照射条件が定植17日後の比根長 (A) および根平均直径 (B) に与える影響。

Ctrl.: 対照である蛍光灯, AI-D0: 暗期なし, AI-D2: 暗期2時間, AI-D4: 暗期4時間, AI-D6: 暗期6時間, 日積算光合成有効光量子量 (Daily light integral; DLI) は全ての区で $28.8 \text{ mol m}^{-2} \text{ day}^{-1}$.

群間の多重比較は Tukey の方法によって行った ($n = 8$). 異なる文字は5%の危険率で有意差が認められる。



第7図 照射条件がトマト苗の $\delta^{13}\text{C}$ 値に与える影響。

Ctrl.: 対照である蛍光灯, AI-D0: 暗期なし, AI-D2: 暗期2時間, AI-D4: 暗期4時間, AI-D6: 暗期6時間, 日積算光合成有効光量子量 (Daily light integral; DLI) は全ての区で $28.8 \text{ mol m}^{-2} \text{ day}^{-1}$.

群間の多重比較は Tukey の方法によって行った ($n = 8$). 異なる文字は5%の危険率で有意差が認められる。

第8図 照射条件が定植後の乾物増加速度に与える影響。

Ctrl.: 対照である蛍光灯, AI-D0: 暗期なし, AI-D2: 暗期2時間, AI-D4: 暗期4時間, AI-D6: 暗期6時間.

群間の多重比較は Tukey の方法によって行った ($n = 8$). 異なる文字は5%の危険率で有意差が認められる。

の総乾物の増加速度も速い可能性が示唆され, 定植時には, 根への分配が優先されることが, 全体の生育増加にも有利であると考えられた. AI-D2 については, 光障害が発生しており, そのため, 総乾物生産が低下しているものと考えられた.

比根増加速度は, 良質な苗であるか否かの指標となると考えられる. 総合的に評価した場合, AIにより4時間~6時間暗期を設けた苗 (AI-D4, AI-D6) では, 外観およびその後の根の発達が良好であるという結果が得られた.

3. $\delta^{13}\text{C}$ 値が示す水ストレスと良活着苗

通常の大気の $\delta^{13}\text{C}$ 値は, -11‰ 程度であると推定され, 苗テラス中に供給されるガスボンベの二酸化炭素の $\delta^{13}\text{C}$ の値が $-24 \sim -38\text{‰}$ 程度 (半場, 2009) とすると (平均値を -31‰ , 大気 CO_2 を 500 ppm , 苗テラス内を 1000 ppm と想定), 苗が生育したガス環境の $\delta^{13}\text{C}$ の値は概ね -20‰ 程度になると考えられる. 通常の大気での, C_3 植物の $\delta^{13}\text{C}$ 値は, -28‰ 程度であり, 大気との差は 17‰ となる. 今回の場合, 上記の条件から考えて, 苗

が生育した雰囲気での $\delta^{13}\text{C}$ の値が -20% と考えると、上記の差と同様に炭素固定による分別により 17% 程度低くなった場合、植物体の $\delta^{13}\text{C}$ は -37% 前後になることが想定された。今回の測定値は、概ねそのレベルであった。

一方で処理区間の中では差異が認められた。暗期の増加に従い $\delta^{13}\text{C}$ 値が増加した。これは、暗期の増加（または、照射強度の増加）により水ストレスが負荷され、気孔の閉鎖が発生しているためと考えられる（半場, 2009）。

今回の暗期のある AI 処理では、上記のように暗期の増加にともなう光強度の増加のほか、葉面積が大きくなることから（第 1 表）、蒸散が活発におきたと考えられる。つまり、本試験の条件では暗期が長いほど、水ストレスが負荷されやすくなり、そのため $\delta^{13}\text{C}$ 値が高まったと推定された。今後測定する必要があるが、このようなストレスが負荷されたことが、糖類の蓄積を誘導し、発根に有利に働いた可能性もある（中野ら, 2012）。逆に、このようなストレスが負荷された状態でも、乾物重は増える傾向にあり、LED-AI 条件で養液を充分与えれば、乾物生産は更に増える可能性がある。また、LED-AI で生育させた苗では葉の裏面におけるアントシアニンの蓄積が少ないが（中野ら, 2016）、このようなある種、不要な二次代謝産物の合成を抑制していることも、光合成に伴う生長に有利に働いている可能性がある。

今回の結果から、LED-AI により、AI-D2 および AI-D4 の条件で比葉面積も増加した。これは AI により効率的に葉面積を展開できる可能性を示唆しており、補光にも有効な可能性がある。

低段栽培においては、苗を多く使用するため、より安価に苗を生産する必要があるとともに、定植後の活着の善し悪しとその後の生産量に大きく影響すると考えられるため、特に夏季などの条件が悪い場合に、今回明らかにした発根性に優れる照射栽培条件により

生産された苗が、どの程度生産に有利になるのか、定量的に評価する必要がある。

引用文献

- Dorais, M., Yelle, S., Gosselin, A. 1996. Influence of extended photoperiod on photosynthate partitioning and export in tomato and pepper plants. *N. Z. J. Crop Hortic. Sci.* 24 : 29-37.
- 後藤英司 2010. 葉菜類での生産で考慮すべき波長. 人工光源の農林水産分野への応用. 農業電化協会, 東京, pp. 112-113.
- 半場祐子 2009. 個葉から葉緑体スケールのガス交換, 光合成研究のための安定同位体測定法. *低温科学* 67 : 73-82.
- 畑直樹, 榊田正治, 小林昭雄, 村中俊哉, 岡澤敦司, 村上賢治 2011. 閉鎖型植物工場における連続光の利用 (第3報) 連続光障害の緩和要因と耐性の相対評価. *植物環境工学* 23 : 137-143.
- 畑直樹, 榊田正治, 村上賢治, 小林昭雄 2012. 閉鎖型植物工場における連続光の利用 (第4報) 連続光下における植物の生理学的変化ならびに障害誘発の概念. *岡山大学農学部学術報告* 101 : 49-64.
- Jensen, E. B. Veierskov, B. 1998. Interaction between photoperiod, photosynthesis and ethylene formation in tomato plants (*Lycopersicon esculentum* cv. Ailsa Craig and ACCoxidase antisense pTOM13). *Physiol. Plant.* 103 : 363-368.
- 南谷健司, 石神靖弘, 彦坂晶子, 後藤英司 2015. 閉鎖型苗生産システムにおける遠赤色LED光がトマト苗の生育に及ぼす影響. *植物環境工学* 27 : 61-67.
- 中野明正, 松田怜, 淨閑正史, 鈴木克己, 安東赫, 高市益行 2012. トマトの摘果に伴う茎からの不定根発生とデンプン蓄積の品種差異. *根の研究* 21 : 39-43.
- 中野明正, 渡邊恭成, 米田正 2016. LED 交互照射が苗質と定植後の根の展開に与える影響. *日本作物学会第241回講演要旨集*, 122.
- 大竹範子, 米田 正, 鈴木廣志 2015. 人工光型植物工場における赤青LEDと蛍光灯使用時の植物成長および消費電力の評価. *植物環境工学* 27 : 213-218.
- 渡邊恭成, 安田剛規, 米田正, 中野明正 2016. トマト育苗のためのLED光照射条件の検討. *野菜茶業研究所報告* 15 : 57-66.

第 46 回根研究集会のお知らせ 46th Biannual Meeting of JSRR

第 46 回根研究集会を 2017 年 6 月 17 日 (土) に、富山大学五福キャンパスを会場にして開催します。「根研究学会」の会員はもちろん、会員でない方も発表・聴講可能です。11 年ぶり 2 度目の富山ですが、北陸新幹線が開業後は初の開催となります。特段の企画はございませんが、その分、北陸の爽やかな初夏を満喫頂けると幸いです。梅雨時の西日本・太平洋側を抜け出して、お誘い合わせの上、ぜひご参加下さい。お待ちしております。

<日 時> 2017 年 6 月 17 日 (土) June 17th, 2017 (Sat.)

<会 場> 富山大学五福キャンパス, 学生会館 (〒930-8555, 富山市五福 3190)

交通アクセスと案内図 <https://www.u-toyama.ac.jp/access/gofuku/index.html>

Gakusei Kaikan, University of Toyama, 3190 Gofuku, Toyama 930-8555

<https://www.u-toyama.ac.jp/en/access/gofuku/index.html>

<プログラム概要 (予定) > Program (tentative)

10:20-10:55 受付 Registration, ポスター掲示

10:55-11:00 開会の挨拶 Opening remarks

11:00-12:00 口頭発表 Oral session

12:00-13:00 昼休み Lunch break

13:00-14:30 口頭発表 Oral session

14:40-15:40 ポスター発表 Poster session

16:00-17:15 総会 General meeting 授賞式 Award ceremony

17:30-19:30 懇親会 (生協のレストランかカフェ) Banquet

【詳細は、根研究学会 HP (<http://www.jsrr.jp>) に掲載します】

Updated information will appear in <http://www.jsrr.jp>

<参加費> Registration fee (Tentative, to be paid on site)

会員 (Members) ¥1,000 非会員 (Non-members) ¥2,000 (予定・当日お支払い下さい)

学生の会員は参加費無料ですが、集会受付で学生証の提示をお願いいたします。

<懇親会費> Banquet fee

¥4,000 (予定 tentative), ¥2,000 (学生 Students, 予定 tentative) (当日は¥500 増)

お国自慢のお酒等, お持ち寄り頂ければ有り難いです!

<参加・研究発表の申し込み> Registration

参加・研究発表のお申し込みは下記の「第 46 回根研究集会 参加申込書」に必要事項を記入し、電子メール (jsrr46@sci.u-toyama.ac.jp) または Fax (076-445-6549) にてお送り下さい。

お申し込み後, 3 日以内に確認の返信が届かない場合はお問い合わせください。

Please write in the registration form and send it to either jsrr46@sci.u-toyama.ac.jp or Fax 076-445-6549.

* 発表申込の締め切り (仮タイトルの申請) : 2017 年 5 月 26 日 (金)

Pre-registration for presentation: by May 26th (Fri.), 2017.

研究発表は口頭発表およびポスター発表形式です。いずれかをお選びください。

プログラム編成の都合により発表形式がご希望にそえない場合もあることをご了承ください。

本タイトルは講演要旨に書かれたものとします（6月2日（金）要旨提出締め切り）。

Choose oral or poster presentation. Local organizing committee may request the presenter for changing the type of presentation.

＊ 参加申込の締め切り（発表なしの人） Registration (without presentation)

飛び入り参加も可能ですが、懇親会手配の都合があるので、できれば、6月9日（金）までに、上述の「参加申込書」をお送り下さい。

It is recommended to submit the registration form by June 9th (Fri.), 2017.

＜発表形式＞ Type of presentation

口頭発表（発表12分＋質疑3分、予定）またはポスター発表から選択

発表形式がご希望にそえない場合があることご了承ください。

発表申込みの数によっては、口頭発表の質疑時間を調整します。

Oral presentation (12 min. + 3 min. discussion) or Poster presentation

Time for discussion may be changed according to the presentation numbers.

＜講演要旨の提出＞ Abstract submission

＊ 講演要旨提出の締め切り：2017年6月2日（金） Submit by June 2nd, 2017

MS-WORDで作成した講演要旨原稿を電子メールの添付ファイルで送ってください。メールの表題は「要旨原稿」としてください。電子メール送り先：jsrr46@sci.u-toyama.ac.jp

Send the abstract as MS-Word file to jsrr46@sci.u-toyama.ac.jp.

＜講演要旨の書き方＞（A4半ページ） Style of abstract

学会誌 根の研究 (Root Research) 24巻4号 (2015 December) を参照してください。根研究学会ホームページからも要旨様式をダウンロードできます (http://www.jsrr.jp/abstract_form.doc)。

1. A4版1ページに、上 3.5 cm 下 16.0 cm 左右 2.5 cm ずつの余白を取る。（A4 半ページになる）

One page of A4 size paper with margins (top: 3.5 cm, bottom: 16.0 cm, right and left 2.5 cm for each). The printing area is around half of A4 size paper.

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。講演番号（A1 など）は実行委員会の方で挿入するので原稿には不要。

Type the title, author(s), affiliation, email address and then abstract sentences.

3. 表題：ゴシック系あるいは明朝系の太字・10ポイント・センタリング（中央寄せ）。

Use 10-point Gothic (Helvetica, Arial) or Bold Times font with centering for the title.

4. 講演者名・所属・連絡先：明朝系・10ポイント・センタリング。連絡先（電子メールアドレス）は括弧に入れる。

Use 10-point Times font (e.g., MS Times New Roman) 10point, centering for the name(s) of author(s), affiliation and corresponding email.

5. 本文：明朝系・9ポイントを目安にする。

Insert a break line under the affiliation, and then type the abstract sentences with 9-point Times font.

<交通> Transportation

【JR 富山駅から】

- ・市内電車：JR 富山駅から約 20 分. JR 富山駅前「富山駅」停留所にて 2 系統（大学前行）に乗車約 15 分→「大学前」停留所下車 徒歩約 5 分
- ・バス：JR 富山駅から約 20 分. JR 富山駅南口バスターミナル 3 番のりばにて富山地鉄・路線バス「富山大学前経由」に乗車約 20 分→「富山大学前」バス停下車すぐ
- ・タクシー：JR 富山駅から約 15 分. 富山空港から約 20 分.

詳細はウェブサイトを参照下さい.

<https://www.u-toyama.ac.jp/access/gofuku/index.html>

Information is available in English at the webpage as follows.

<https://www.u-toyama.ac.jp/en/access/gofuku/index.html>

<昼食> Lunch

学生会館の横に大学生協のレストランが、学生会館内にコンビニがあります.

大学周辺にもコンビニ・弁当屋・食堂があります.

A restaurant and a convenience store are available nearby on campus.

<宿泊> Accommodation

斡旋はしませんので、各自でお申し込み下さい.

Please reserve hotel rooms by yourself.

<参加・発表申込, 講演要旨提出, 問い合わせ先> Contact

第 46 回根研究集会実行委員会 Local organizing committee

唐原一郎・玉置大介（富山大学大学院理工学研究部（理学））

Ichirou Karahara, Daisuke Tamaoki (Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama)

E-mail : jsrr46@sci.u-toyama.ac.jp TEL : 076-445-6630 (唐原) Fax : 076-445-6549

第 46 回根研究集会 参加申込書

Registration form for 46th JSRR Bi-annual Meeting

締切 発表者：5 月 26 日，参加のみ：6 月 9 日
(発表の要旨は別途 6 月 2 日まで)

1. 氏名 Name

2. 連絡先 Address

住所・機関名：Affiliation

Tel：

Fax：

E-mail：

(E-mail アドレスは正確かつ読みやすくご記入下さい)

3. 発表の有無：

Presentation Yes or No：

4. 発表「有」の場合 in the case you will have presentation

表 題 title：

著者名 name(s)：

発表形式 style：口頭発表・ポスター発表 (いずれかを選んで下さい)

Oral / Poster (select one)

根研究学会優秀発表賞へのエントリー

Entry for The JSRR Excellent Presentation Award： Yes or No

口頭発表を希望される場合

口頭発表の講演数には制限があるため，申込多数の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が，変更は可能でしょうか： 可・不可 (いずれかを選んで下さい)

5. 懇親会参加の有無：

Banquet Yes or No：

6. 会員の確認 (Membership)：

一般会員 (General members)，学生会員 (Student members)，非会員 (Non-members)

【申し込み先】 Send to

第 46 回根研究集会実行委員 玉置大介 (富山大学大学院理工学研究部 (理学))

Daisuke Tamaoki, (Graduate School of Science and Engineering, University of Toyama)

e-mail: jsrr46@sci.u-toyama.ac.jp

申し込み後，3 日以内に確認の連絡が届かない場合は，実行委員会・且原までお問い合わせ下さい。

If you have no response from the organizing committee in three days after your registration, please contact to
jsrr46@sci.u-toyama.ac.jp

【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 : neken2017@jsrr.jp)
国内・海外、規模の大小を問いません。2月、5月、8月、11月の月末までに情報をお寄せ頂くと、その翌月に発行の会誌に掲載できます。

*各会議の正確な情報はご自身でご確認下さい。国際会議では、開催日や申込締切日に変更されることはよくあります。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。

*国際会議では、要旨登録の締切日はしばしば延長されます。下記のカレンダーで締切を過ぎていても、ホームページで確認するか、主催者に問い合わせてみることをお勧めします。

*海外での会議の日本語名称は、根研究学会事務局で便宜的に意識したものです。

2017年

第128回日本森林学会大会で開催のシンポジウム

2件 S6: 環境に適応する根系の形態と機能,
T3: 樹木根の成長と機能 3月27日 *New!*

2017年3月27日; 鹿児島大学

<http://www.forestry.jp/meeting/meeting128/program.html>

第9回アジア作物学会議 6月5-7日

9th Asian Crop Science Association Conference (9th ACSAC) June 5-7, 2017; Jeju, South Korea

<http://www.acsac2017.com/>

第46回根研究集会 6月17日 (土)

学生会員は参加無料!

富山大学 詳細は今号に掲載しています

第7回国際樹木根会議 6月26-29日

7th International Symposium on Physiological Processes in Roots

June 26-29, 2017; University of Tartu, Estonia

要旨締切: 2017年3月15日 早期登録締切: 5月1日

<https://sisu.ut.ee/woodyroot/node/11221>

第19回国際植物学会議 7月23-29日

XIX International Botanical Congress

July 23-29, 2017; Shenzhen, China (深圳)

要旨締切: 2017年3月15日

<http://www.ibt2017.cn/>

第18回国際植物栄養学会議 8月21-24日

XVIII International Plant Nutrition Colloquium

August 21-24, 2017; Copenhagen, Denmark

要旨締切: 2017年3月15日

<http://www.ipnc2017.org/>

第13回果実生産における成長調整物質国際会議 8月27-31日

XIII International Symposium on Plant Bioregulators in Fruit Production

Chiba, Japan(柏市); August 27-31, 2017

要旨締切: 2017年4月30日

<http://www.pgr-fruit2017.org/>

世界ダイズ研究会議10 9月10-15日

World Soybean Research Conference Ten

September 10-15, 2017; Savannah, Georgia, USA

要旨登録締切: 2017年4月1日

<http://wsr10.net/>

植物ゲノム進化2017 10月1-3日

Plant Genome Evolution 2017 - A Current Opinion in Plant Biology Conference

October 1-3, 2017; Meliá Sitges, Sitges, Spain

要旨登録締切: 2017年4月14日

<http://www.plantgenomeevolution.com/>

第7回農業におけるケイ素国際会議

7th International Conference on Silicon in Agriculture

October 24-28, 2017; Bangalore, India

要旨登録締切: 2017年5月15日

<http://www.silicon2017.com/>

第47回根研究集会 10月 (予定)

大阪府立大学 詳細は次号以降に掲載します

2018年

第10回国際根研究学会シンポジウム

7月8-12日

The 10th Symposium of the International Society for Root Research

ISRR-10 Exposing the Hidden Half

July 8-12, 2018; Ma'ale HaHamisha, Israel

要旨登録開始: 2017年2月 (予定)

<http://www.ortra.com/events/isrr10/>

第30回国際園芸学会議 8月12-16日

XXX International Horticultural Congress: IHC2018

Istanbul, Turkey; August 12-16, 2018

<http://www.ihc2018.org/>

公 示

名簿データ登録（更新）のお願い

根研究学会では、会員の皆様にデータ登録をお願いしております。これは、会誌発送を確実にするとともに、会員相互の交流を目的とするものです。特に異動などで変更が生じた方は、お手数ですが以下の要領でデータ更新をお願いいたします。この名簿データをもとにして、隔年で会員名簿を会員の皆様にお届けいたします。以下の様式をご利用いただき、ご登録にご協力いただきますようお願いいたします。

発送手段は、E-mail、FAX、郵送いずれでも結構です。なお、E-mail での登録は、標題 (subject) を「根研名簿」として下さい。また FAX、郵送の場合には、裏面の様式をコピーして郵送あるいは FAX にてお送り下さい。根研究学会ホームページの [入会・登録変更フォーム・退会フォームのサイト](http://www.jsrr.jp/rspnsv/admission_Secession.html) (http://www.jsrr.jp/rspnsv/admission_Secession.html) から簡単に手続きできるようになりました。

E-mail での送信は以下の例の手順でお願いします。

注意としては、数字、ローマ字、コンマは半角でお願いします。なお、全ての項目を記入する必要はありませんが無記入の項目に対しては【改行】のみ入力して下さい。

送付先：neken2017@jsrr.jp 題名(Subject) を「根研名簿」として下さい。

山田 太郎【改行】	←	お名前
YAMADA Taro【改行】	←	お名前のアルファベット表記
男	←	性別 (女または男を記入)
社会人	←	学生または社会人を記入
根圏大学理学部植物生理学講座【改行】	←	所属機関名称 11 字×3 行 (又は 33 字) 以内で
467-8501【改行】	←	所属機関郵便番号 (半角でお願いします) 自宅の場合は(自)と明記
名古屋市千種区根圏町【改行】	←	所属機関住所または連絡先 自宅の場合は(自)と明記
052-789-4024 (内線 4024)【改行】	←	所属機関電話番号 自宅の場合は(自)と明記
052-789-5558【改行】	←	所属機関ファックス番号 自宅の場合は(自)と明記
taro@sci.konknenn-u.ac.jp【改行】	←	E-mail アドレス
フラクタル,重力屈性,養分吸収,遺伝子発現,シミュレーションモデル【改行】	←	研究テーマまたは興味の対象 キーワードを 5 つ(26 字)まで

注) コンマ (半角) の後ろにはスペースを入れないで下さい (以下同様)。

イネ,マメ科植物,菌根菌【改行】	←	研究または栽培している植物 土壌や微生物も可. キーワード 3 つまで
作物学会,植物生理学会,土壌肥料学会【改行】	←	所属学会 3 つまで

会誌の郵送先が上記の住所と異なる場合のみ以下の項目を続けて下さい。

464-8603【改行】	←	発送先郵便番号 (半角でお願いします)
名古屋市千種区北千種 3【改行】	←	発送先住所

以上の入力が終わりますと、モニター上は次のような状態になっています。

山田 太郎
YAMADA Taro
男
社会人
根圏大学理学部植物生理学講座
467-8501
名古屋市千種区根圏町
052-789-4024 (内線 4024)
052-789-5558
taro@sci.konnkenn-u.ac.jp
フラクタル,重力屈性,養分吸収,遺伝子発現,シミュレーションモデル
イネ,マメ科植物,菌根菌
作物学会,植物生理学会,土壌肥料学会
464-8603
名古屋市千種区北千種 3

会誌の送付先が所属機関と異なる方のみ

==== 郵送・FAX 用フォーム =====

送り先：〒104-0033 東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2F (株) 共立内 根研究学会事務局
FAX：03-3553-2047

フリガナ
ご氏名：_____

氏名のアルファベット表記：_____

所属機関名称：_____

所属機関住所：(〒□□□-□□□□) _____

(または連絡先) _____

TEL _____ (内線 _____) FAX _____

E-mail アドレス _____

主な研究テーマまたは興味の対象に関するキーワード (伸長, 重力屈性, 組織形成, 養分吸収, ストレス耐性, 遺伝子発現, 根系調査法, ミニライゾトロンなど.)

(1)

(2)

(3)

(4)

(5)

研究または栽培している植物のキーワード (イネ科作物, マメ科作物, 林木, 果樹, チャ, トウモロコシ, ダイズ, アラビドプシスなど. 土壌や微生物でも可.)

(1)

(2)

(3)

所属の学会等：_____

会報送り先 (上記住所と異なる場合)

：(〒□□□-□□□□) _____

公 示

根研究学会会則

(2015 年 9 月総則改定・2016 年 1 月附則改定)

総 則

第 1 条 本会は、根研究学会（英語名称は Japanese Society for Root Research, JSRR）と称する。本会は、1992 年 1 月 1 日に根研究会として設立され、2013 年 1 月 1 日より根研究学会と改称する。

第 2 条 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を進展させるとともに、同学の士の親睦を深めることを目的とする。

第 3 条 本会は、第 2 条で規定した目的を達成するために、つぎの事業を行なう。

1. 研究集会・シンポジウムその他の会合の開催
2. 会誌「根の研究」及び国際誌「Plant Root」の刊行
3. 根研究学会賞の授与
4. 「名誉フェロー」称号の授与
5. 国際交流の推進
6. その他、本会の目的を達成するために必要な事業

第 4 条 本会の所在地は、事務局の所在地とし、附則においてこれを定める。

会員

第 5 条 本会の会員は、個人会員および団体会員とする。個人会員は本会の趣旨に賛同して入会した個人、団体会員は同じく本会の趣旨に賛同して入会した団体または機関とする。

第 6 条 本会に入会しようとする場合は、氏名、所属、連絡先、その他の必要事項を明記した文書に、会費を添えて本会に申し込むものとする。また、本会を退会しようとする場合は、その旨を文書で本会に連絡しなければならない。ここでいう文書は電子媒体も認める。

第 7 条 会員は、下記の年会費を前納しなければならない。2016 年度以降の年会費は、1. 電子版会誌のみ購読の個人会員 3,000 円、2. 電子版と冊子版会誌購読の個人会員 4,000 円、3. 冊子版会誌のみ購読の団体会員 9,000 円。ただし、1 月をもって年度の始まりとする。長期に渡り会費を滞納した場合は、退会扱いにすることがある。

役員

第 8 条 本会に、つぎの役員をおく。会長 1 名、副会長 2 名、監査 1 名、評議員数十名、正副事務局長各 1 名。評議員数は、個人会員数の 5%～10%を目安とする。

第 9 条 会長は、その他の役員と協議しながら会務を統括し、本会を代表する。副会長は会長を補佐し、会長に事故あるときや長期に渡り不在となる場合に、その代理を務める。監査は、会務を監査する。評議員は、重要な会務を審議し、執行する。

第 10 条 会長は個人会員の中から選出する。選出方法は別にこれを定める。副会長、監査、評議員および正副事務局長は、個人会員の中から会長が委嘱する。

第 11 条 役員の任期は、2 年とする。任期途中で役員の交代があった場合、後任者の任期は前任者の残余の任期とする。会長、副会長、監査の各役職は連続して 5 年以上は重任できない。

委員会

第 12 条 第 3 条で規定した事業を遂行するために、重要な事業については、それぞれ委員（および委員長）をおく。委員（および委員長）は、会長が委嘱する。

会則の施行と改定

第 13 条 本会の会則は、1992 年 1 月 1 日より施行され、2015 年 10 月 1 日より現行の改定版の会則が適用される。

第 14 条 会則の改定は、本会の総会において審議し、出席者の過半数の賛成をもって行うことができる。

以上

附則

会の所在地

第 1 条 会の所在地は 2014 年 1 月より「東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2F（株）共立内 根研究学会事務局」とする。

会長および事務局長

第 2 条 2016 年度・2017 年度の会長と事務局長は以下のとおりである。

会長：犬飼 義明（いぬかい よしあき）

勤務先：名古屋大学 農学国際教育協力研究センター

自宅住所：〇〇〇〇

事務局長：島村 聡（しまむら さとし）

勤務先：国立研究開発法人 農研機構 東北農業研究センター

自宅住所：△△△△

以上

[自宅住所は個人情報保護のため略記してあります]

根研究学会学術賞規定

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ものに対して根研究学会賞を贈り、これを表彰する。
3. 根研究学会賞としては、根研究学会学術功労賞、根研究学会学術奨励賞、根研究学会学術論文賞、根研究学会学術特別賞、および根研究学会優秀発表賞をおく。根研究学会学術功労賞および根研究学会学術奨励賞は、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学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、根研究学会の研究集会・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）。根研究学会学術論文賞は、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学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。根研究学会学術特別賞は、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。根研究学会優秀発表賞は根研究学会の研究集会における優秀な口頭発表ならびにポスター発表を対象とする。
4. 根研究学会優秀発表賞を除く各根研究学会賞はいずれも、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は推薦すること、あるいは推薦されることができない。根研究学会優秀発表賞は研究集会内で決定を行なう。

以上

各賞の業績や候補者年齢などの目安については、会誌『根の研究』第 20 巻 1 号を参照するか、事務局にお問い合わせ下さい。

各賞の英語名称は以下の通りです。

根研究学会賞：Academic Awards of Japanese Society for Root Research

学術功労賞：The JSRR Award for Excellent Achievement in Root Research

学術特別賞：The JSRR Special Prize for Applied Root Research

学術論文賞：The JSRR Excellent Paper Prize

学術奨励賞：The JSRR Young Investigator Award

優秀発表賞：The JSRR Excellent Presentation Award

『根の研究』 投稿規定

(2016年3月改定)

1. 本誌は根に関する「原著論文」や「短報」のほか、新しい実験・調査技術を紹介する「技術ノート」、ご自身の研究を中心に紹介する「ミニレビュー」、特定のテーマに関する「総説」、学生等初心者を対象とした実験手法の開発・工夫を紹介する「教育」、学会・シンポジウムなどの「報告」、「文献紹介」、「研究室紹介」、「会員の研究紹介」、「オピニオン」などの原稿を募集しています。これまでに掲載されていないジャンルについても検討しますのでご提案下さい。
2. 原著論文、短報、総説、技術ノートについては、査読者による審査に基づいて、採用・不採用を編集委員長が決定します。
3. 原稿は原稿作成要領に従ってワープロ等で作成し、編集委員長宛にお送り下さい。可能な限り、E-mailの添付ファイルまたはデータディスクとしての送付をお願いします。詳しくは編集委員長までお問い合わせください。なお、お送り頂いた原稿などはお返し致しません。特に返却が必要な場合は原稿送付時に明記しておいて下さい。
4. 著者名は本名を原則としますが、ペンネームや匿名での投稿を希望される場合も、編集委員長からは連絡がとれるよう、原稿送付時にお名前と連絡先をお知らせ下さい。
5. 採用決定後は、できるだけ早い号に掲載します。原則として毎年3月・6月・9月・12月の4回発行で、それぞれの前月下旬に掲載記事を最終決定します。
6. 著者に課せられる投稿料はありません。また、原稿料や謝礼金もありません。ただし、原稿作成・送付の過程で生じる著者側の経費については学会では負担しませんのでご了承下さい。図表は原則として著者自身で作成して下さい。やむを得ずトレースなどが必要な場合には、実費を負担して頂きます。図は、オンライン版のPDFはカラーが使えますが、印刷は原則として白黒です。印刷もカラーをご希望の場合には、カラー印刷の経費をご負担いただきます。別刷りpdf版を無料で進呈致します。紙印刷の別刷りを希望される方には経費著者負担にて50部単位で作成します。採択後、必要部数をお知らせください。別刷り1部の基本単価は1ページ25円×ページ数ですが、アート紙の使用やカラー印刷等の特殊な場合には、追加の実費を負担していただきます。
7. 原稿および編集に関する問い合わせは「根の研究」編集委員長宛とします。
8. 本誌に掲載された著作物・画像の著作権は根研究学会に帰属します。ただし、著者自身による再利用・再加工は自由にできます。掲載された著作物・画像は、根研究学会により、電子ファイルやバックナンバー集などとして再発行・再配布されることがあります。また、論文の類については、J-Stageにも掲載されます。投稿後、本誌への掲載が決定した時点で、著者（共著者を含む）にこれらをご了解いただいたものとみなします。

<原稿送付先:2017年度>

〒599-8531 大阪府堺市中区学園町1番1号

公立大学法人 大阪府立大学

「根の研究」編集委員長 松村篤

電子メール: editor2017@jsr.jp, Tel: 072-254-9521

『根の研究』 原稿作成要領

(2017年3月改定)

1. 原稿の送付は、電子媒体によることを原則とし、送付に際しては、E-mail添付ファイルまたはデータディスクを送付してください。これらによる送付が困難な場合には、「根の研究」編集委員長にご相談ください。
2. データ作成に際しては完成誌面のような2段組にはせず、①テキスト（テキストはページと行が分かるように）、②図表、③図表の説明文、それぞれ別のファイルとして保存してください。また、これらのファイルの作成の際に使用したソフトの形式（使用ソフト名とバージョン）が分かるようにしてください。テキスト・表については作成形式、図・写真・イラストについてはJPEG・GIF等がわかるように、また、ファイル名に、投稿者名を記入してください。
3. 以下の要素で原稿を構成して下さい。原稿中の句読点は「，」，「。」を用いてください。「0」は半角とし、その外側がそれらや句読点のとき以外は半角のスペースを入れて下さい。℃と％は全角を用いてください。英数字には半角文字を用い、

数値と単位の間には半角スペースを入れてください。ただし、℃と%については例外として、数値と単位の間には半角スペースは入れないでください。

(1) 表題

(2) 著者名・所属

(3) 要旨（原著論文・総説・ミニレビュー・技術ノート）日本語 600 字以内、英語 250 単語以内。原則として著者の責任で英文添削を受けたものを投稿して下さい。困難な場合には編集委員会にご相談下さい。その他のジャンルについて要旨の有無は任意とします。

(4) キーワード（原著論文・総説・ミニレビュー・技術ノート）：5 つまでとし、和文は五十音順、英文はアルファベット順に記載してください。その他のジャンルについてキーワードの有無は任意とします。

(5) 本文：適宜小見出しをつけながら、読みやすいように作成して下さい。読者には様々な分野の方がいますので、専門用語には説明をつけるなどご配慮下さい。原著論文および短報については、緒言・材料と方法・結果・考察（あるいは結果と考察）・謝辞という体裁で作成してください。

(6) 引用文献（引用がある場合のみ）：本文中の引用箇所には（Tanaka and Yamada, 1986; Tanaka et al., 1986; 山田ら, 1990）といった表記で文献を指示し、本文の後に「引用文献」として以下のスタイルを参照して、筆頭著者名のアルファベット順に並べて下さい。

<雑誌>

森田茂紀, 萩沢芳和, 阿部 淳 1997. ファイトマーの数と大きさに着目したイネの根系形成の解析—ポット試験による根量の品種間差の解析例—. 日作紀 66: 195-201.

Becard, G., Douds, D.D., Pfeffer, P.E. 1992. Extensive in vitro hyphal growth of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in the presence of CO₂ and flavonols. Appl. Environ. Microbiol. 58: 821-825.

<単行本>

可知直毅 1996. 草本植物における最適な地上部/地下部比. 山内 章編 植物根系の理想型. 博友社, 東京, pp. 129-148.

Nobel, P.S. 1994. Root-soil responses to water pulses in dry environments. In Caldwell, M.M., Percy, R.W. eds., Exploitation of Environmental Heterogeneity by Plants. pp. 285-304.

(7) 図表：著作権・版權を侵害するような引用・複写をしないようご注意ください。他の研究者またはご自身の既発表論文をもとにご自身で作図した場合にも、図の説明文中に（Smith et al., 1992 より改変）などの但し書きを加えてください。図表以外でも、版權者の承諾なしに他の文献から複写したものをそのまま掲載することはできませんのでご注意ください。また、図および図中の文字の大きさは、段組 1 段文または 2 段文の幅を考慮して作成してください（1 ページ最大字数 2100 字、21 字／行×50 行／段×2 段）。

図は、オンライン版の PDF はカラーが使えますが、印刷は原則として白黒ですので、グラフなどは色の違いだけでなく濃淡の差で凡例の区別がつくようにご配慮下さい。印刷もカラーをご希望の場合には、カラー印刷の経費をご負担いただきます。

(8) 原稿の分量は、短報・報告・文献紹介・研究室紹介については刷り上がり 2 ページ以内を目安にし、その他は特に分量を指定しません。

(9) その他、詳細については、最新号をご参照ください。

『根の研究』 論文審査要領

（2000年3月新設）

1. 編集委員長は編集委員を委嘱します。
2. 編集委員長は投稿原稿の内容に対応する編集委員を選び、審査を依頼することがあります。
3. 編集委員長あるいは編集委員は校閲者2名を選び、投稿原稿の校閲を依頼します。
4. 校閲結果に基づき、編集委員は論文の採否を編集委員長に答申します。
5. 投稿原稿の最終的な採否は編集委員長が決定します。採択決定日を受理日とします。
6. 修正を求めた原稿が3ヶ月以内に再提出されない場合は取り下げたものとみなします。
7. 採択された論文の掲載順序や体裁は編集委員長が決定します。
8. 校正は著者が行います。校正に際しては原稿の改変を行ってはいけません。

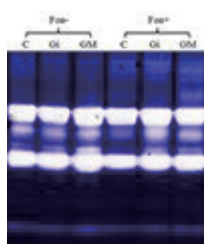
国際誌 *Plant Root* に掲載の 2016 年の論文*Plant Root* 編集委員長 阿部 淳

2016 年度に *Plant Root* に掲載された論文の一覧です。

今年度も、多くの方からの投稿・寄稿で *Plant Root* を読み応えのある雑誌に高めて頂くよう、皆さんのご協力をお願いします。総説も歓迎します。

投稿・論文掲載は無料です。*Plant Root* の論文閲覧・投稿規定の確認などは、<http://www.plantroot.org/> をご覧頂き、投稿やお問い合わせは Editor2017@plantroot.org までご連絡ください。

原著論文 3, 短報 1 (いずれも査読制)

Original research article **OPEN ACCESS**

Changes in SOD isozyme in mycorrhizal asparagus inoculated with *Fusarium oxysporum*

Jia Liu, Yoh-ichi Matsubara

Plant Root 10:26-33. doi:10.3117/plantroot.10.26 November 1, 2016

全文 PDF: http://www.plantroot.org/PDFarchive/2016/10_26.pdf

書誌情報: https://www.jstage.jst.go.jp/article/plantroot/10/0/10_26/_article

Original research article **OPEN ACCESS**

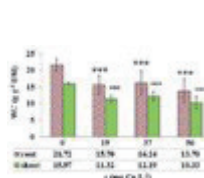
Chemical and air pruning of roots influence post-transplant root traits of the critically endangered *Serianthes nelsonii*

Thomas Marler, Cameron Musser

Plant Root 10:21-25. doi:10.3117/plantroot.10.21 May 10, 2016

全文 PDF: http://www.plantroot.org/PDFarchive/2016/10_21.pdf

書誌情報: https://www.jstage.jst.go.jp/article/plantroot/10/0/10_21/_article

Original research article **OPEN ACCESS**

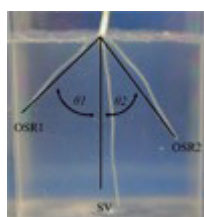
Se(IV), Se(VI), Cu and Zn phytotoxicity in correlation to their accumulation in *Sinapis alba* L. seedlings

Molnárová M and Fargašová A

Plant Root 10:11-20. doi:10.3117/plantroot.10.11 May 10, 2016

全文 PDF: http://www.plantroot.org/PDFarchive/2016/10_11.pdf

書誌情報: https://www.jstage.jst.go.jp/article/plantroot/10/0/10_11/_article

Short report **OPEN ACCESS**

Comparison of root growth angles of wheat cultivars grown in a hydrogel polymer medium

Ito H, Kaneko M, Nakamura T, Nakazawa Y, Yoshida H

Plant Root 10: 4-10. doi:10.3117/plantroot.10.4 March 14, 2016

全文 PDF: http://www.plantroot.org/PDFarchive/2016/10_4.pdf

書誌情報: https://www.jstage.jst.go.jp/article/plantroot/10/0/10_4/_article

編集委員募集中!

編集委員 (Subject editor) や常任編集委員 (Managing editor) になっていただける方を募集中です。Editor2017@plantroot.org までご連絡ください。

編集委員には、ご自分の専門に近い分野の投稿論文について、審査 (査読者の任命, 査読結果を参考にした判定など) をしていただきます。海外の研究者の推薦も歓迎します。

常任編集委員は、投稿の受付, 担当編集委員への審査依頼, 著者への連絡, 受理された論文の製版・掲載に向けた手配など, *Plant Root* の運営全般を他の複数の常任編集委員と分担して頂きます。

Root Research 根の研究

編集委員長	松村 篤	大阪府立大学大学院生命環境科学研究科
副編集委員長	小川 敦史	秋田県立大学生物資源科学部
	中野 明正	農研機構・野菜茶業研究所
編集委員	宇賀 優作	農業生物資源研究所
	大段 秀記	農研機構・九州沖縄農業研究センター
	亀岡 笑	酪農学園大学循環農学類
	唐澤 敏彦	農研機構・中央農業総合研究センター
	草場新之助	農研機構・果樹研究所
	久保 堅司	農研機構・東北農業研究センター
	塩野 克宏	福井県立大学生物資源学部
	田島 亮介	東北大学大学院農学研究科
	辻 博之	農研機構・北海道農業研究センター
	仲田(狩野)麻奈	名古屋大学大学院生命農学研究科
	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
	松波 麻耶	農研機構・東北農業研究センター
	南 基泰	中部大学応用生物学部
	山崎 篤	農研機構・東北農業研究センター
	森 茂太	山形大学農学部

事務局 〒104-0033 東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2F
株式会社共立内 根研究学会事務局
Tel : 03-3551-9891
Fax : 03-3553-2047
e-mail : neken2017@jsrr.jp

根研究学会ホームページ <http://www.jsrr.jp/>

年会費 電子版個人 3,000 円, 冊子版 (+ 電子版) 個人 4,000 円, 冊子版団体 9,000 円

根の研究 第26巻 第1号 2017年3月15日印刷 2017年3月20日発行
発行人：犬飼義明 〒464-8601 愛知県名古屋市千種区不老町
名古屋大学農学国際教育協力研究センター
印刷所：株式会社共立 〒104-0033 東京都中央区新川 2-22-4 新共立ビル 2F

Root Research

Japanese Society for Root Research

Original Paper

Effects of LED alternating irradiation on tomato seedling quality and root development after transplanting

Akimasa NAKANO, Noriko OHTAKE, Tadashi YONEDA and Akiko SHINODA 3