

Root Research

Japanese Society for Root Research

ISSN 0919-2182
Vol.25, No.1
March 2016

目 次

【巻 頭 言】

会員の皆様へ 1

新しい期の始まりに向けて

犬飼義明 3

根研究学会 2016 ～ 2017 年度 役員一覧 4

【ミニレビュー】

イネの根からのアレロパシー物質モミラクトンの分泌

加藤 尚 5

【情 報】

電子版会誌のダウンロード方法について 15

第 44 回根研究集会のお知らせ 16

カレンダー 20

【公 示】

名簿データ登録（更新）のお願い 21

根研究学会会則 23

『根の研究』投稿規定 24

『根の研究』原稿作成要領 25

『根の研究』論文審査要領 26

根の研究
根研究学会(JSRR)

会員の皆様へ



告 示

○2016ー2017 年度の役員について

犬飼義明新会長のもと、新しい執行部、評議員会、編集委員会が発足しました。執行委員の自己紹介と役員一覧を今号に載せました。

○根研究学会 2016 年度総会の開催について

第 44 回根研究集会の一部として、2016 年度の定例総会を開催します。皆様ご参加下さい。

開催日：2016 年 5 月 28 日（土）、開催地：熊本県南阿蘇村、東海大学 阿蘇校舎 農学部1号館。

予定されている主な議題：2015 年度活動報告・決算、2016 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）。

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

今号から根研究学会ホームページより電子版会誌のダウンロードができるようになりました。また、J-Stage から最新の論文やレビューを読むことが出来ます。詳しいダウンロード方法につきましては今号に掲載しています。

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. 根研究学会ホームページのリニューアル

根研究学会ホームページがリニューアルされ、スマートフォンからも閲覧しやすいように対応しています。また、入会・登録変更フォーム・退会フォームのサイトから簡単に手続きできるようにしています。一部では旧ホームページを利用していますが、今後はすべてリニューアルする予定です。

3. 2016 年の根研究集会

- ・ 第44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11日（水）、参加申込は5月20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。大学周辺には徒歩で可能な宿泊施設はないので、送迎のあるJR肥後大津駅周辺が便利です。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。

熊本県南阿蘇村、東海大学 阿蘇校舎 農学部1号館

開催日時 2016年5月28日（土）13：00～29日（日）16：00

ワークショップ（希望者のみ）は5月29日（日）13：30～16：00に開催されます。

- ・ 第45回根研究集会

岡山県倉敷市の岡山大学資源植物科学研究所で、2016年9月30日（金）～10月1日（土）に、且原真木会員を実行委員長として開催する予定です。

- ・ 2017年度の集会 春および秋の開催地については募集中です。

4. メーリングリスト JSRR Network の廃止について

会員・非会員を問わず早い情報の伝達と会員相互の気軽な討論や質疑、情報交換を目的として JSRR Network が運営されていましたが、インターネットの普及で情報を簡単に入手でき、SNS など情報伝達手段の発達により、最近ではこのメーリングリストはほとんど利用されなくなりました。このため3月末で JSRR Network を廃止することになりました。会員・非会員の皆様に長年ご利用頂きありがとうございました。

5. 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。

6. 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「諸手続きー名簿データ更新」のコーナーをご参照頂き、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。

7. 会費納入のお願い

2016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（2016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 〇一九店（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：neken2016@jsrr.jp 『根の研究』編集委員長：editor2016@jsrr.jp
Plant Root 編集委員長：editor2016@plantroot.org
- ・Web サイト 根研究学会：<http://www.jsrr.jp/>
Plant Root：<http://www.plantroot.org/>

新しい期の始まりに向けて

会 長 犬飼 義明

この度、根研究学会会長という大役を仰せつかりました名大農学国際センターの犬飼です。これまでにお世話になってきました根研へ恩返しができるように（相当微力ですが）がんばります。他の役員には、とても強力なメンバーに名前を連ねて頂き、非常に心強いです。これから2年間、力を合わせ、この自由闊達な雰囲気が漂う会をさらに盛りあげて行けるよう創意工夫して行きます。

気付くと、私が根研究会奨励賞を授与して頂いた日からすでに15年ほどが経っていました。その際の

副賞であったペーパーウェイトは今でも私の机の上で活躍しています。そこには、”Listen to the Whisper of Roots..”と刻まれています。これまでは全くささやき声が聞こえなかったのですが、,,、最近、もっとアグレッシブに聞きに行かなきゃダメだとうやく気付きました。すると、こうすれば聞けるんじゃないかなというアイデアが浮かんできて、今はとても興奮しています。ただの勘違いに終わることなくその声をしっかりと捉え、根研究集会で報告できる日を夢見て邁進します！

根研究学会 2016～2017 年度 役員一覧

(2016年1月～2017年12月)

昨年実施の会長選挙で選出された会長が、会則に基づき、以下の方々に役員を委嘱しました。

「自分も評議員/編集委員を務めて根研の活動に貢献したい」という会員がいらっしゃいましたら、年度途中での委嘱も検討しますので、事務局 neken2016@jsrr.jp までご連絡下さい。

会 長

犬飼 義明（名古屋大学 農学国際教育協力研究センター）

副会長

平野 恭弘（名古屋大学 大学院環境学研究科）

樹木根について、太い根は地中レーダを用いて掘り取らずに根を推定する方法、細い根は土壌酸性化など土壌養分環境に対して細根がその形態や活性をどのように適応していくかについて研究をしています。

第6回国際樹木根会議では、根研究学会の共催をいただき、フットワークの良い実質的ご支援を多大にいただきありがとうございました。このような根研究学会の長所をさらに伸ばしつつ、様々な意見交換や研究者交流を推進できるように取り組んでいきたいと思います。どうぞよろしくお願いいたします。

間野 吉郎（農研機構 畜産草地研究所）

根研究学会副会長をやらせていただくことになりました畜産草地研究所の間野です。犬飼会長をはじめとする役員の方々と共に学会をさらに盛りあげていきたいと思います。ここ15年程は、一貫してトウモロコシの近縁種テオシントを利用した耐湿性育種を行ってきました。これからは品種育成に加えて、「なぜテオシントが湛水条件で抜群に強いのか？」ということをも特に根に着目して明らかにできればよいと考えています。

事務局長

島村 聡（農研機構 東北農業研究センター）

二期連続で事務局長を務めさせていただきます。電子版会誌の導入による財政健全化で、会員の皆様にいろいろと還元できればと思います。ダイズは倒伏しやすいのが問題ですが、主産地のアメリカではそれほど問題になっていません。その一つに根が関係していることは確かだと思いますが、掘るのも大変なのでなかなか解明が進んでいません。ダイズの根に遺伝的な変異があるのか調べてみたいのです。2年間どうぞよろしくお願い申し上げます。

副事務局長

宇賀 優作（農業生物資源研究所）

私は根系の遺伝的改良を通して作物生産性の向上をめざす研究を進めています。作物も人と一緒に水や栄養のないところでは生きていけません。ですから、根ができるだけストレスのない土壌環境で生育できるように個々の環境にあった根系をデザインできればと考えています。これまでの根研の役員の皆様が作られた土壌を肥やしに、さらに根研の皆さんにとってより居心地のいい環境をこれからの2年間、今期役員の皆様と協力しながら作っていききたいと思います。

監査

二瓶 直登（東京大学 大学院農学生命科学研究科）

評議員 (50 音順)

朝倉 草平 (クミアイ化学工業 (株))
荒木 英樹 (山口大学 農学部)
大段 秀記 (農研機構 九州沖縄農業研究センター)
大橋 瑞江 (兵庫県立大学 環境人間学部)
大橋 善之 (京都府農林水産技術センター 農林センター)
且原 真木 (岡山大学 資源植物科学研究所)
藏之内 利和 (農研機構 作物研究所)
高上馬 希重 (北海道医療大学 薬学部)
近藤 始彦 (名古屋大学大学院 生命農学研究科)
塩津 文隆 (茨城大学 農学部)
高橋 三男 (国立東京工業高等専門学校 物質工学科)
檀浦 正子 (京都大学大学院 農学研究科)
中野 有加 (農研機構 野菜茶業研究所)
野口 享太郎 (森林総合研究所)
服部 太一郎 (農研機構 九州沖縄農業研究センター)
菱 拓雄 (九州大学 農学部附属演習林)
益守 眞也 (東京大学大学院 農学生命科学研究科)
村上 敏文 (農研機構 東北農業研究センター)
森 茂太 (山形大学 農学部)
吉永 悟志 (農研機構 中央農業総合研究センター)

* 国立大学法人、国立研究開発法人などの表記は省略しました。「農研機構」の正式名称は「国立研究開発法人農業・食品産業技術総合研究機構」です。

「根の研究」編集委員会 (「根の研究」の奥付参照)

編集委員長

松村 篤

現在は土壌の物理性や生物性との絡みで畑作物の根系発達を調査しております。このたび「根の研究」の編集委員長を担当させて頂くことになりました。委員長という大役を仰せつかり少々プレッシャーを感じてはおりますが、編集業務をよい形でつなげていけるよう皆様のお力添えをいただきながら2年間努めてまいりたいと思います。「根の研究」におきましては原著論文をはじめ論文投稿数が少ないのが現状です。根研究学会の発展のため、学会員の皆様からの論文投稿を心よりお待ちしております。

副編集委員長

小川 敦史

学生の頃に根研究会に入り 20 年ちょっとなりました。これまで先輩の先生方が築いてきた「根の

研究」をちゃんと次の世代に継いでいくべく、頑張っています。私個人としては、元々（今でも）イネなどの作物の根の耐乾性機構の解明の基礎研究を行っているのですが、最近植物工場などでの高付加価値・機能性野菜の栽培法の研究も行っております。

中野 明正

植物工場に象徴される、高度施設野菜生産および品質評価技術に関する研究に取り組んでいます。多収や高品質をめざす上で、根は未解明の部分が多いフロンティアです。雑誌「根の研究」に掲載される新しい知見に期待をしているひとりです。

編集委員

宇賀 優作 ・ 大段 秀記 ・ 亀岡 笑 ・
唐澤 敏彦 ・ 草場 新之助 ・ 久保 堅司 ・
塩野 克宏 ・ 田島 亮介 ・ 辻 博之 ・
仲田 (狩野) 麻奈 ・ 福澤 加里部 ・
松波 麻耶 ・ 南 基泰 ・ 山崎 篤 ・
森 茂太

「Plant Root」編集委員会 (Plant Root ホームページの編集委員一覧参照)

編集委員長 (Editor-in-chief)

阿部 淳

常任編集委員 (Managing editors)

塩野 克宏 ・ 関谷 信人 ・ 野口 享太郎 ・
村中 聡 ・ 古川 純

* このほか、事務局の実務は株式会社共立の三角誠司さん、塚田和子さん、齋藤貴志さんをお願いしています。

イネの根からのアレロパシー物質モミラクトンの分泌

加藤 尚

香川大学農学部

要 旨：イネ (*Oryza sativa* L.) はアレロパシー活性を持つことが、圃場での大規模な検証実験や実験室でのコントロールされた条件下で行われた多くの検証実験から明らかになった。イネのアレロパシーは、イネの根から周囲の環境にアレロパシー物質が分泌されることで起きていると考えられた。そのため、イネのアレロパシー物質を明らかにする研究も活発に行われ、多くの物質がイネのアレロパシー候補物質として同定された。それらの物質の中で、イネの水耕栽培液から分離され構造が決定されたモミラクトン B は、イネのアレロパシーに最も関与していることが明らかになった。モミラクトン B は、イネの全生活環を通してイネの根から分泌されていた。モミラクトン B の成長抑制活性と分泌量から判断すると、イネのアレロパシー活性の 59 ~ 82% は、モミラクトン B だけで説明することができた。また、モミラクトン B を生合成できないモミラクトン欠損イネ変異体はアレロパシー活性を殆ど持たないことも明らかになった。このことから、イネのアレロパシーにモミラクトン B が重要な役割を持っていることが示唆された。イネのモミラクトン B の生合成と分泌量は、紫外線照射、重金属、ジャスモン酸やエリシター等により増加することも分かってきた。また、イネをイヌビエ (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) と共存させると、イネのアレロパシー活性とモミラクトン B の生合成と分泌量が増加した。イネはイヌビエの根から放出された何らかの物質を感受し、モミラクトンの生合成と分泌量を増加していることが分かった。このことは、イネはモミラクトン B の生合成と分泌を通してイヌビエとの生存競争で優位にたてることを示唆している。現在までのところ、被子植物のイネと苔植物のハイゴケ (*Hypnum plumaeforme* Wilson) においてのみ、モミラクトン B の生合成と分泌が確認されている。

キーワード：アレロパシー, アレロパシー物質, *Echinochloa crus-galli*, *Oryza sativa*, 根分泌物, モミラクトン.

Secretion of allelochemical, momilactone, from rice roots : Hisashi KATO-NOGUCHI (Department of Applied Biological Science, Faculty of Agriculture, Kagawa University)

Abstract : A large field screening programs and laboratory experiments in many countries have proved that rice (*Oryza sativa* L.) is allelopathic and releases allelochemical(s) into the rice ecosystems. A great number of compounds, such as phenolic acids, fatty acids, phenylalkanoic acids, hydroxamic acids, terpenes and indoles, were identified in rice plants, root exudates and decomposing rice residues as potential allelochemicals. However, increasing evidence suggests that momilactone B among those compounds probably plays a critical role in rice allelopathy. Rice plants secrete momilactone B into the neighboring environments over their entire life cycle and momilactone B accounts for 59-82% of the observed rice allelopathy. In addition, genetic studies have shown that momilactone B deficient rice mutants significantly reduce allelopathy, demonstrating the importance of momilactone B in rice allelopathy. Several stress conditions increase momilactone B production and secretion in rice plants. It was also found that rice may response to the presence of neighboring barnyardgrass (*Echinochloa crus-galli* (L.) Beauv.) by sensing the components in barnyardgrass root exudates, and increase allelopathic activity by production of elevated concentration of momilactone B. Thus, rice allelopathy may be one of the inducible defense mechanisms by chemical-mediated plant interaction between rice and barnyardgrass, and the induced-allelopathy may provide a competitive advantage for rice through suppression of the growth of barnyardgrass. Momilactone B has so far been found only in rice and the moss *Hypnum plumaeforme* Wilson, although rice and the moss *H. plumaeforme* are taxonomically quite distinct.

Keywords : Allelopathy, Allelochemical, *Echinochloa crus-galli*, Momilactone, *Oryza sativa*, Root exudate.

1. はじめに

植物は、様々な物質を根から分泌し、土壌の物理的な性質だけでなく微生物フロラを変えていることが知られている (McCully, 1999 ; Hawes et al., 2000 ; Bais et al., 2004 ; Badri and Vivanco, 2009). また、多くの植物が、二次代謝産物を根から分泌し、周囲の植物の発芽や成長に著しい影響を与えていることも分かってきた (Nimbal et al., 1996 ; Belz and Hurle, 2005 ; Dayan, 2006). このように、植物が化学物質を介して他の植物の発芽や成長に及ぼす現象をアレロパシー、その化学物質をアレロパシー物質と定義されている (Rice, 1984). 植物は、生態系では他の植物と激しい生存競争を行っていると考えられているが、アレロパシーを通して他の植物と栄養や生存場所をめぐる競争で有利にたつことができる (Putnam and Tang, 1986 ; Inderjit, 1996 ; Bais et al., 2004 ; Belz, 2007). また、外来侵入性植物の中には強いアレロパシー活性を持つ植物がある。それらの植物は、アレロパシーによって、進入した場所の植物を駆逐し、そこで大規模なコロニーを形成することが知られている (Cappuccino and Arnason, 2006 ; Meiners et al., 2012). 現在までに、植物のアレロパシーを明らかにするための研究、植物のアレロパシーを利用することで農薬の使用に頼らない環境配慮型の農業生産技術の開発を志向した研究等が行われてきた (Einhellig, 1996). 本総説ではイネのアレロパシーの研究についてまとめた。

2. イネのアレロパシー

イネのアレロパシーの最初の報告は、アーカンソー州のアメリカ農務省の研究所で行われた (Dilday et al., 1989). 世界中から集めたイネ 5,000 品種について、雑草に対する成長抑制活性を指標にして、アレロパシー活性が研究圃場で調査された。その結果、191 品種のイネが、アメリカコナギ (*Heteranthera limosa* (Sw.) Willd./Vahl) に対する成長抑制活性を持っていた。この成長抑制効果は、イネのアレロパシーによると考えられた。引き続いて、同研究所で、世界 99 カ国から集めたイネ 16,000 品種のアレロパシー活性が調査された。これらの中で、412 品種がアメリカコナギに対して強い成長抑制効果があった。また、145 品種が、ホソバヒメミソハギ (*Ammannia coccinea* Rottb.) に対して強い成長抑制活性があった (Dilday et al. 1994, 1998). 同様の研究圃場での調査は、国際イネ研究所 (フィリピン)、日本、韓国、エジプトなど、多くの国で行われ、いずれの調査からも、強いアレロパシー活性を持ったイネ品種があることが明らかになった (Hassan et al., 1998 ; Kim and Shin, 1998 ; Olofsdotter et al., 1999 ; Pheng et al., 1999).

アレロパシーは植物と植物の間でおこる現象であるが、植物と植物の間では栄養塩類等を巡る競合も同時に発生する。そのため、研究圃場等では、植物間での栄養を巡る競合とアレロパシーを完全に切り離して、純粹にアレロパシーだけを評価することは非常に難しいと考えられた (Fuerst and Putnam, 1983 ; Leather and Einhellig, 1988 ; Inderjit and Olofsdotter, 1998). そこで、植物間の栄養を巡る競合を完全に排除したコントロールされた研究室の環境で、イネのアレロパシーを検証する研究も多く行われた。それらの研究の結果、幾つかのイネ品種は、栄養を巡る競合を排除した条件下でも、雑草を含む検定植物の発芽や成長を著しく抑制したことから、アレロパシー活性を持つことが明らかになった (Kim et al., 1999 ; Olofsdotter et al., 1999 ; Azmi et al., 2000 ; Kato-Noguchi and Ino, 2001). このように、大規模な研究圃場や多くの研究室での検証実験から、イネはアレロパシー活性を持つことが証明された。

3. イネの根から放出されるアレロパシー物質

アレロパシーは、植物が何らかの形でアレロパシー物質を周囲の環境に放出して起きる。アレロパシー物質の放出は、揮発性物質が植物から蒸散することでも起きるが、イネは根からアレロパシー物質を根圏に分泌していることが、多くの研究から明らかになった (Kim et al., 1999 ; Olofsdotter et al., 1999 ; Azmi et al., 2000 ; Kato-Noguchi and Ino, 2001). そこで、イネが根から分泌しているアレロパシー物質に関する多くの研究が行われ、フェノール類、脂肪酸類、ヒドロキサム酸類、インドール類、テルペン類など数十種の二次代謝産物が、イネのアレロパシー候補物質として同定された (Rimando and Duke, 2003 ; Khan et al., 2007).

アレロパシー物質の周囲の環境への放出量とアレロパシー物質の成長抑制活性の強さは、その物質がアレロパシーにどの程度関与しているかを評価する上で必須である。しかし、これまで、イネのアレロパシー候補物質のほとんどが、イネからの放出量と成長抑制活性が十分に検討されておらず、それらの候補物質がイネのアレロパシー物質としての役割を持つかどうかは明確になっていない (Perez and Ormeno-Nunez, 1991 ; Neimeyer and Perez, 1995 ; Bais et al., 2004).

植物のアレロパシー候補物質として最もよく研究された物質は、フェノール類であった。多くの植物がフェノール類を根圏に放出していることが明らかになっている (Hartley and Whitehead, 1985 ; Inderjit, 1996 ; Dalton, 1999). イネにおいても、フェノール類がイネのアレロパシー物質として関与しているかどうかは検討された。しかし、フェノール類の成長抑制活性とイネの根からの放出量及びイネ根圏での蓄積量を考え合わせると、

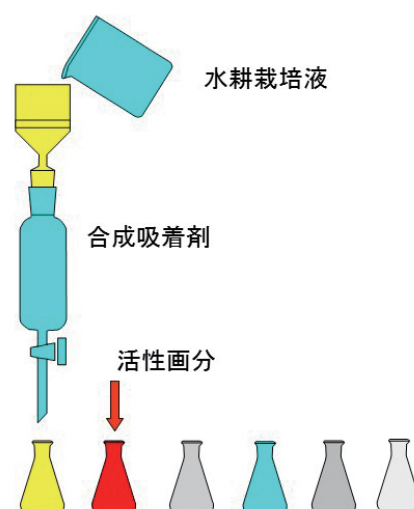
フェノールでイネのアレロパシーを説明することはできなかった (Tanaka et al., 1990 ; Olofsdotter et al., 2002 ; Seal et al., 2004a). また, イネに特徴的な数種のフェノールのシナジー効果により, イネのアレロパシーが引き起こされている可能性が検討された. しかし, 数種のフェノールのシナジー効果でもイネのアレロパシーを説明することができなかった (Seal et al., 2004b).

4. アレロパシー物質としてのモミラクトンの再発見

日本産イネ品種のアレロパシー活性が, イネと検定植物の間で栄養の競合が起こらない条件で検討された. その結果, すべてのイネ品種は検定植物の成長を有意に抑制し, アレロパシー活性を持っていることが判明した (Kato-Noguchi and Ino, 2001). アレロパシー活性の強さは品種で異なっていて, 調査されたイネ品種の中ではコシヒカリが最も強いアレロパシー活性を有していた. 本検定は密閉環境で行っていないことから, イネからの揮発成分によって検定植物の成長が抑制されたとは考えにくく, イネの根から分泌された物質がアレロパシー物質として, 検定植物の成長を抑制したと考えられた.

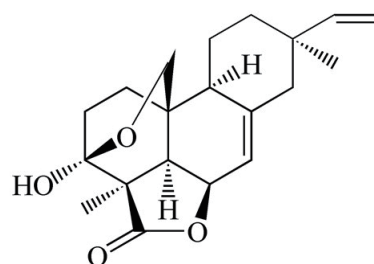
それまでの多くの研究から, イネはアレロパシー物質を根から放出していることが判明しているため, イネ (品種コシヒカリ) を無菌的に水耕栽培し, 水耕液中に放出されたアレロパシー候補物質を分離する試みが行われた. 合成吸着剤を充填したカラムクロマトグラフィーでイネの水耕栽培液を分離し, 分離したすべての画分のアレロパシー活性が測定された. その結果, アレロパシー活性は1つの分離画分でのみ検出できた (第1図). 更に, この活性のあった画分を順次異なったカラムクロマトグラフィーで分離していった. 各クロマトグラフィーでの分離後, それぞれのすべての分離画分は, アレロパシー活性が測定され, 最も活性のある画分が次のクロマトグラフィーに供された. 最終的に, イネのアレロパシー候補物質は, 高速液体クロマトグラフィーで単離された. 単離した物質を, 高分解能質量分析, NMR 等で構造解析が行われたところ, ジテルペン類のモミラクトン B であった (第2図, Kato-Noguchi et al., 2002 ; Kato-Noguchi, 2004).

モミラクトン B は, 最初, モミラクトン A とともにイネのモミ殻から, 休眠誘導物質として単離同定された (Kato et al., 1973 ; Takahashi et al., 1976). その後, ファイトアレキシンとして抗菌活性を持つことが明らかになった (VanEtten et al., 1994). ファイトアレキシンとしての研究はおもにモミラクトン A について行われた (e.g. Jung et al., 2005 ; Okada et al., 2007 ; Hasegawa et al., 2010). モミラクトンの生合成経路も明らかになり, ジベレリンと共通の代謝経路を持つが, ゲラニルゲラ



第1図 イネの水耕栽培液の分離.

イネの水耕栽培液を合成吸着剤で分離し, すべての分離画分のアレロパシー活性が測定された. 活性画分は, クロマトグラフィーで順次分離し, 最終的に高速液体クロマトグラフィーでモミラクトン B を単離した. なお, すべての分離段階におけるすべての分離画分はアレロパシー活性が測定された.



第2図 モミラクトン B の化学構造.

ニル 2 リン酸からジベレリン生合成経路と分かれて, *cyn*- コパニル 2 リン酸への環化を経てモミラクトン A, そして最終的にモミラクトン B が合成される (Otomo et al., 2004). 生合成経路の最終産物のモミラクトン B は, モミラクトン A より成長抑制活性を含む生理活性は強いが, その機能についてはほとんど明らかになっていなかった.

以上の一連のイネのアレロパシー研究により (Kato-Noguchi et al., 2002 ; Kato-Noguchi, 2004), モミラクトン B がイネのアレロパシー物質として再発見された. しかし, モミラクトン A は, イネの水耕栽培液から単離されなかった. これらの研究では, 最も抑制活性が強い画分をクロマトグラフィーで順次分離精製したため, 抑制活性の強いモミラクトン B は単離されたが, 抑制活性がモミラクトン B より弱いモミラクトン A は

単離出来なかったと考えられる。実際に、モミラクトン B のアレロパシー活性はモミラクトン A より 5 倍以上強い (Kato-Noguchi et al. 2008)。次節以降で述べるが、抑制活性と放出量から、モミラクトン B はイネのアレロパシーに最も関与しているが、モミラクトン A のイネのアレロパシーへの関与は小さいと考えられる。

5. モミラクトンのアレロパシー活性

モミラクトン A と B の成長抑制活性が、イネ栽培に最も深刻な影響を与える雑草イヌビエで調べられた。その結果、モミラクトン B は $1 \mu\text{M}$ 以上の濃度でイヌビエの成長を抑制し、 $6 \mu\text{M}$ でイヌビエの成長を 50% 抑制 (IC_{50}) した。一方、モミラクトン A は、 $10 \mu\text{M}$ 以上の濃度でイヌビエの成長を抑制し、 IC_{50} は $29 \sim 46 \mu\text{M}$ であった。 IC_{50} を比較すると、モミラクトン B はモミラクトン A の 5 ～ 8 倍の成長抑制活性があることになる (Kato-Noguchi et al., 2008; Kato-Noguchi and Ota, 2013)。モミラクトンの成長抑制活性を検討した他の文献でも、いずれもモミラクトン B はモミラクトン A より成長抑制活性が強いことが報告されている (Takahashi et al., 1976; Kato et al., 1977; Chung et al., 2006; Fukuta et al., 2007; Toyomasu et al., 2008)。

また、モミラクトンがイネ自身に与える影響も検討された。その結果、モミラクトン A は $300 \mu\text{M}$ 以上で、モミラクトン B は $100 \mu\text{M}$ 以上の濃度でイネの成長を抑制した。モミラクトンの投与濃度を上げていっても、イネの成長に対するモミラクトンの抑制活性は小さく IC_{50} は得られなかった (Kato-Noguchi et al., 2008)。このように、モミラクトンはイヌビエに対しては強い成長抑制活性を持つが、イネの成長は殆ど抑制しないことから、イネはモミラクトンに対して抵抗性を持っていると考えられた。以上のことは、モミラクトンが、イネのアレロパシー物質として効果的に作用していることを示唆している。モミラクトンのイネからの放出量と抑制活性を考慮に入れると、モミラクトン B はイネのアレロパシーに密接に関与しているが、モミラクトン A のイネのアレロパシーへの関与は小さいと考えられる。

6. イネのモミラクトン分泌量

モミラクトン A と B のイネ (品種コシヒカリ) における生合成とイネからの分泌量が、イネの全生活環を通して測定された。その結果、イネにおけるモミラクトンの分泌は、少なくとも播種 6 日目から確認でき、全生活環を通してモミラクトンを分泌していた (Kato-Noguchi and Ino, 2003; Kato-Noguchi et al., 2003)。モミラクトンの生合成と分泌量は、播種後イネの開花時期まで一次関数的に増加していた。80 日齢のイネは、モミラクトン A を根に $27 \mu\text{g/g FW}$ 、地上部に $133 \mu\text{g/g}$

FW を含んでいた。モミラクトン B は、根に $21 \mu\text{g/g FW}$ 、地上部に $74 \mu\text{g/g FW}$ を含んでいた。この 80 日齢のイネ 1 個体は 1 日当たり、モミラクトン A を $1.1 \mu\text{g}$ 、モミラクトン B を $2.3 \mu\text{g}$ 根から分泌していた。従って、モミラクトン B の分泌量はモミラクトン A の分泌量より大きい。イネにおけるモミラクトン A の生合成は、モミラクトン B より大きいことを考えると、モミラクトン B が積極的に分泌されていると考えられる。植物は、様々な物質を、様々な仕組みで根から分泌していることが知られているが (Hawes et al., 2000; Bais et al., 2004; Bardi and Vivanco, 2009)、現在までに、モミラクトンのイネの根からの分泌の仕組みは分かっていない。

7. イネのアレロパシー活性とモミラクトン分泌量の相関

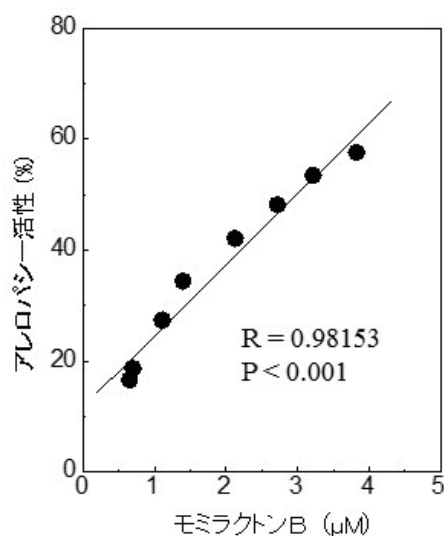
イネは品種によってアレロパシー活性が異なることは多くの研究から明らかになっている (Kim et al., 1999; Olofsdotter et al., 1999; Azmi et al., 2000; Kato-Noguchi and Ino, 2001)。そこで、8 品種のイネのイヌビエに対するアレロパシー活性と、それらのイネ品種から分泌されるモミラクトン A と B の放出量が測定された (Kato-Noguchi et al., 2010)。その結果、これらのイネ 8 品種のアレロパシー活性とモミラクトン B の分泌量には正の相関があることが分かった (第 3 図)。また、モミラクトン B のイヌビエに対する抑制活性と分泌量を考慮に入れると、観察されたイネのアレロパシー活性の 59 ～ 82% がモミラクトン B で説明できることが分かった。しかし、モミラクトン A はイネのアレロパシーの 1 ～ 5% 程度しか説明できなかった。

8. モミラクトンを生合成しないイネ変異体とアレロパシー活性

アメリカ合衆国アイオワ大学の Peters 博士らは、モミラクトン欠損イネ変異体を作り出した。これらの変異体は、モミラクトン生合成経路の変異体で、モミラクトン以外のすべてのアレロパシー候補物質を生産できるがモミラクトンは生合成できない。これらの変異体イネの野生株 (モミラクトンを生産できる) は強いアレロパシー活性を持つが、これらのイネ変異体はアレロパシー活性をほとんど失っていることが明らかになった (Xu et al., 2012)。このことから、イネのアレロパシーにモミラクトンが重要な役割を持つことが裏付けられた (Kato-Noguchi and Peters, 2013)。

9. ストレスはモミラクトンの分泌量を増加させる

多くの植物では、病原菌起源のエリシター等により、植物ホルモンのジャスモン酸が増加し、ジャスモン酸の働きで病原菌の感染に対して抵抗性を獲得する (MacKintosh et al., 1994; Rakwal et al., 2001)。イネのアレロパシーもまた、ジャスモン酸により増加すること



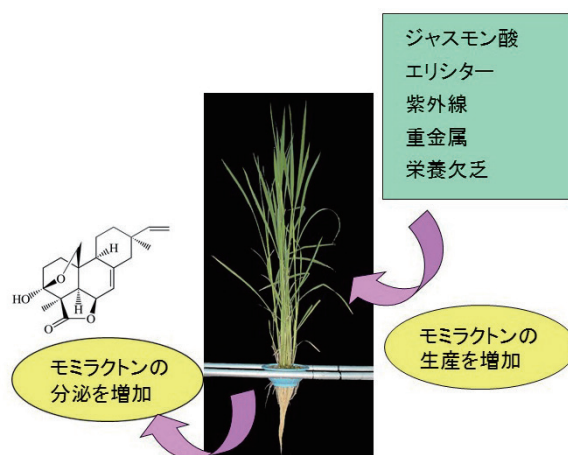
イネ品種	アレロパシー活性 (%)	モミラクトンB (μM)
キヌヒカリ	16.4	0.66
ヒノヒカリ	18.5	0.71
ニッポンバレー	27.2	1.12
ササニシキ	34.2	1.41
ユキヒカリ	41.9	2.14
ノウリン8	48.0	2.73
カメノオ	53.3	3.23
コシヒカリ	57.4	3.84

第3図 8種のイネ品種のアレロパシー活性と培地のモミラクトン濃度。

8種のイネ品種を別々にイヌビエと共存させ、イネ品種のアレロパシー活性と培地のモミラクトンBの濃度を測定した。イヌビエの成長がイネにより完全に抑制され全く成長しない時、イネのアレロパシー活性を100(%)、イヌビエの成長が全く抑制されない時、イネのアレロパシー活性を0(%)と評価した。モミラクトンBは、イネから培地に放出された量(μM)を測定した。(Kato-Noguchi et al., 2010 より改変)。

が報告された(Bi et al., 2007)。さらに、ジャスモン酸やカンタリジン(エリシターとして働く)をイネに与えると、モミラクトンAとBの生合成とイネの根からのモミラクトンAとBの分泌量が増加することが観察された(Kato-Noguchi, 2009)。これらの結果から、エリシターによりジャスモン酸が増加し、その結果、モミラクトンの生合成と分泌量が増加したと考えられた。モミラクトンはファイトアレキシンとして抗菌活性を持つため、増加したモミラクトンは病原菌の感染に対する抵抗性も与えることができる。

イネに紫外線を与えると、モミラクトンAとBの生合成が増加することが知られていたが(Cartwright et al., 1981; Kodama et al., 1988)、紫外線はまた、イネからのモミラクトンAとBの分泌量を増加させた。さらに、重金属や昆虫などの食害で引き起こされる障害ストレ



第4図 ストレスによってイネのモミラクトンBの生産と分泌が促進される。

スをイネに与えてもモミラクトンの生合成と分泌量が増加することが分かった(第4図, Kato-Noguchi et al., 2007; Kato-Noguchi, 2009)。

イネを栄養塩類が欠乏した条件で育てると、モミラクトンの生合成と分泌量が増加することも明らかになった(Kato-Noguchi, 2011a)。栄養塩類の欠乏は他の植物との競合で引き起こされると考えられる。モミラクトンは他の植物の発芽や成長を抑制することができるので、栄養塩類の欠乏やストレス条件下で、モミラクトンの生合成と分泌が増加することは、他の植物との栄養塩類を巡る競合で有利に働くと考えられる。

10. イヌビエはモミラクトンの分泌量を増加させる

イネとイヌビエを共存させると、イネのアレロパシー活性が増加することが報告された(Zhao et al., 2005; Kong et al., 2006; Kato-Noguchi, 2011a)。このイネのアレロパシー活性の増加に、イネとイヌビエの間での栄養塩類を巡る競合が関与していると考えられた。つまり、イネとイヌビエの栄養塩類を巡る競合で、栄養欠乏がおり、栄養欠乏ストレスによりイネのアレロパシー活性が増加していると考えられた(Kim et al., 2000)。

イネとイヌビエを共存させると、イネのアレロパシー活性は約2倍に増加し、モミラクトンBの生合成は7倍に増加した。イネを単独で培養し培地の栄養塩類を減少させるとアレロパシー活性が増加するが、培地の栄養塩類を1/100倍に希釈しても、イネのアレロパシー活性は1.3倍に、モミラクトンBの生合成は2倍の増加にとどまった。また、イネとイヌビエを共存させても、培地の栄養塩類の濃度は1/100倍までは減少しなかった。従って、イヌビエによるイネのアレロパシー活性とモミラクトンの生合成の増加は、栄養塩類の競合だけ

では十分説明できなかった (Kato-Noguchi, 2011a).

次に、イヌビエを単独で無菌的に水耕栽培し、イヌビエの根から放出される物質を水耕栽培液から集めた。この未分離の物質を、イネの培養液に与えイネ単独で培養しても、イネのアレロパシー活性とモミラクトン B の生合成と分泌量が増加した。このアレロパシー活性の増加とモミラクトン B 分泌量の増加は、イヌビエとイネを共存させた時とほぼ同じであった。このことは、イヌビエの根から水耕栽培液に放出されたある種の物質 (Info-chemical) が、イネのアレロパシー活性とモミラクトン B 分泌量の増加に関与していることを示唆している。つまり、イヌビエの根から放出された Info-chemical をイネは感受し、モミラクトン B の生合成と分泌量を増加させ、アレロパシー活性を増加させていると考えられる (第 5 図, Kato-Noguchi, 2011a)。現在のところ、イネのアレロパシー活性を増加させる、Info-chemical の正体は明らかになっていない。

11. モミラクトンはイネだけが生産しているのか

モミラクトンの生合成経路は、ジベレリンの生合成経路とゲラニルゲラニル 2 リン酸まで共通している。その後、ジベレリン生合成経路と離れて *cyn*- コパニル 2 リン酸を経てモミラクトン A、そして最終的にモミラクトン B が合成される (Otomo et al., 2004)。ジベレリンは植物ホルモンとして、ほとんどの高等植物が生産しているので、ゲラニルゲラニル 2 リン酸までの合成経路は普遍的である。しかし現在まで、モミラクトンの生合成が明らかになったのはイネだけである。ところが偶然、植物の系統が全く異なるコケがモミラクトンを生合成し分泌していることが明らかになった。

一般的に、苔植物は、病原菌の感染に強い抵抗性を持っていることから、強力なファイトアレキシンを生産していると考えられている (Ando and Matsuo, 1984 ; Asakawa, 1990)。現在までに、薬理的観点から苔植物門の中でも特に、苔類でファイトアレキシンを含めた生理活性物質に関する研究が非常に活発に行われてき

た (Asakawa, 1990, 2013 ; Xie and Lou, 2009 ; Lue et al., 2013)。しかし、苔植物門の蘚類に関するこの種の研究は多くない。また、いくつかの苔植物は単独のコロニーを形成しており、他の植物の進入を阻害している。このことから、それらの苔植物の中には強いアレロパシーを持つものがあると考えられている (Ando and Matsuo, 1984 ; Tsubota et al., 2006)。しかし、現在までに、苔植物のアレロパシーはほとんど明らかになっていない。

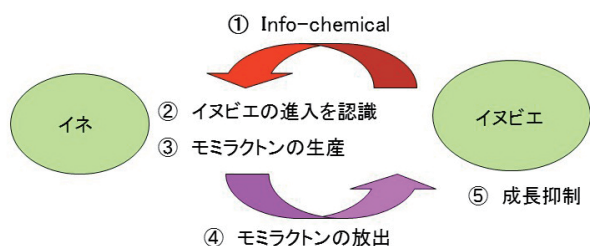
ハイゴケ (*Hypnum plumaeforme* Wilson) は苔植物門の蘚類に属し、東南アジアに広く分布し、乾燥地から湿原、日当たりの良いところから日陰まで広く生育し単独のマット状のコロニーを形成する (Ando and Matsuo, 1984 ; Tsubota et al., 2006)。日本では全国的に分布し、世界遺産の苔寺でも、ハイゴケは主要なコケとして景観を構成している。以上の観察と予備的な研究から、ハイゴケも強いアレロパシー活性を有していると考えられたが (Tsubota et al., 2006)、ハイゴケのアレロパシー物質は明らかになっていなかった。

ハイゴケのアレロパシー活性を、雑草を含む数種の検定植物で綿密に検証したところ、非常に強いアレロパシー活性を持つことが確認された。そこで、ハイゴケを培養した培地から、アレロパシー物質を分離し、構造解析を行ったところモミラクトン B であった (Kato-Noguchi et al., 2009)。また、ハイゴケの植物体からもモミラクトン B が検出された。ハイゴケ植物体のモミラクトン B 濃度は 23 $\mu\text{g/g}$ FW であり、ハイゴケの仮根からハイゴケ 1 g FW 当たり 6.4 μg を培地に分泌していた。以上のことから、ハイゴケは、モミラクトンを生産し分泌していることが明らかになった。

ハイゴケは、強いアレロパシー活性を持ち、アレロパシー物質モミラクトンを生産し周囲の環境に分泌することで、他の植物がハイゴケのコロニーに進入することを妨害していると考えられた (Kato-Noguchi and Kobayashi, 2009)。また、イネと同様にハイゴケでも、紫外線を含む数種のストレスにより、モミラクトンの分泌量が増加していた (Kato-Noguchi and Kobayashi, 2009)。現在までに、モミラクトンの生産と分泌が明らかになった植物は被子植物のイネと苔植物のハイゴケだけである (Kato-Noguchi, 2011b)。この 2 種は生物の系統が全く異なっている。イネとハイゴケが持つモミラクトンの生合成と分泌の能力は、平行進化により獲得したのか、ミッシングリングによるのか明らかになっていない。

12. おわりに

植物は環境適応戦略の一環として、アレロパシー物質を生産し環境に放出している。アレロパシー物質は、他の植物の成長に重大な影響を与える。特に発芽抑制



第 5 図 イネは、イヌビエから放出されたある種の物質を感受し、モミラクトン B の生合成と分泌を促進する。

や成長抑制の効果は顕著である。その結果、アレロパシー物質を放出した植物は他の植物との栄養や生存場所をめぐる競合で優位に立つことができると考えられている。イネもまたアレロパシー活性を持っており、アレロパシー物質としてモミラクトンを生合成し、根から周囲に放出していることが明らかになった。特に、モミラクトン B は、強い成長抑制活性を持っており、モミラクトン B を分泌することで、周囲の植物との生存競争で優位に立っていると考えられる。また、イネにおけるモミラクトンの生合成と分泌量は、環境ストレスや他の植物の進入により、著しく増加していた。このことから、イネは生育環境が悪化することでストレスが与えられると、モミラクトン B の生合成を誘導し、根からの分泌量を増加させることでストレスに適応していることが明らかになった。

引用文献

- Ando, H., Matsuo, A. 1984. Applied bryology. In Cramer J, ed., Advance Bryology, Vol 2. International Association of Bryologists, Berlin, Germany. pp. 133-229.
- Asakawa, Y. 1990. Biologically active substances from bryophytes. In Chopra, R.N., Bhatla, S.C., eds., Bryophyte Development: Physiology and Biochemistry. CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 259-287.
- Asakawa, Y., Ludwiczuk, A., Nagashima, F. 2013. Phytochemical and biological studies of bryophytes. *Phytochemistry* 91: 52-80.
- Azmi, M., Abdullah, M.Z., Fujii, Y. 2000. Exploratory study on allelopathy effect of selected Malaysian rice varieties and rice field weed species. *J. Trop. Agric. Food Sci.* 28: 39-54.
- Badri, D.V., Vivanco, J.M. 2009. Regulation and function of root exudates. *Plant Cell Environ.* 32: 666-681.
- Bais, H.P., Park, S.W., Weir, T.L., Callaway, R.M., Vivanco, J.M. 2004. How plants communicate using the underground information superhighway. *Trends Plant Sci.* 9: 26-32.
- Belz, R.G., Hurle, K. 2005. Differential exudation of two benzoxazinoids: some of the determining factors for seedling allelopathy of *Triticeae species*. *J. Agri. Food Chem.* 53: 250-261.
- Belz, R.G. 2007. Allelopathy in crop/weed interactions - an update. *Pest. Manag. Sci.* 63: 308-326.
- Bi, H.H., Zeng, R.Z., Su, L.M., An, M., Luo, S.H. 2007. Rice allelopathy induced by methyl jasmonate and methyl salicylate. *J. Chem. Ecol.* 33: 1089-1103.
- Cappuccino, N., Arnason, J.T. 2006. Novel chemistry of invasive exotic plants. *Biol. Lett.* 2: 189-193.
- Cartwright, D.W., Langcake, P., Pryce, R.J., Leworthy, D.P., Ride, J.P. 1981. Isolation and characterization of two phytoalexins from rice as momilactones A and B. *Phytochemistry* 20: 535-537.
- Chung, I.M., Kim, T.K., Kim, S.H. 2006. Evaluation of allelopathy potential and quantification of momilactone A, B from rice hull extracts and assessment of inhibitory bioactivity on paddy field weeds. *J. Agric. Food. Chem.* 54: 2527-2536.
- Dalton, B.R. 1999. The occurrence and behavior of plant phenolic acids in soil environments and their potential involvement in allelochemical interference interactions: Methodological limitations in establishing conclusive proof of allelopathy. In Inderjit, Dakshini, K.M.M., Foy, C.L. eds., *Principals and Practices in Plant Ecology: Allelochemical Interactions*. CRC Press, Boca Raton, Florida. pp. 57-74.
- Dayan, F.E. 2006. Factors modulating the levels of the allelochemical sorgolene in *Sorghum bicolor*. *Planta* 224: 339-346.
- Dilday, R.H., Nastasi, P., Smith, R.J.Jr. 1989. Allelopathic observations in rice (*Oryza sativa* L.) to duckweed (*Heteranthera limosa*). *Proc. Arkansas. Acad. Sci.* 43: 21-22.
- Dilday, R.H., Lin, J., Yan, W. 1994. Identification of allelopathy in the USDA-ARS rice germplasm collection. *Aust. J. Exp. Agric.* 34: 907-910.
- Dilday, R.H., Yan, W.G., Moldenhauer, K.A.K., Gravois, K.A. 1998. Allelopathic activity in rice for controlling major aquatic weeds. In Olofsdotter, M. ed., *Allelopathy in Rice*. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. pp. 7-26.
- Einhellig, F.A. 1996. Interactions involving allelopathy in cropping systems. *Agron. J.* 88: 886-893.
- Fuerst, E.P., Putnam, A.R. 1983. Separating the competitive and allelopathic components of interference: Theoretical principles. *J. Chem. Ecol.* 9: 937-944.
- Fukuta, M., Xuan, T.D., Deba, F., Tawata, S., Khanh, T.D., Chung, I.M. 2007. Comparative efficacies in vitro of antibacterial, fungicidal, antioxidant, and herbicidal activities of momilactones A and B. *J. Plant Interac.* 2: 245-251.
- Hartley, R.D., Whitehead, D.C. 1985. Phenolic acids in soils and their influence on plant growth and soil microbial processes. In Vaughan, D., Malcolm, R.E. eds., *Soil Organic Matter and Biological Activity. Development in Plant and Soil Sciences*. Vol. 16. Martinus Nijhoff & Dr. W. Junk Publishers, Dordrecht, The Netherlands. pp. 109-262.
- Hasegawa, M., Mitsuhara, I., Seo, S., Imai, T., Koga, J., Okada, K., Yamane, H., Ohashi, Y. 2010. Phytoalexin accumulation in the interaction between rice and the blast fungus. *Mol. Plant-Micro. Intrac.* 23: 1000-1011.
- Hassan, S.M., Aidi, I.R., Bastawisi, A.O., Draz, A.E. 1998. Weed management using allelopathy rice varieties in Egypt. In Olofsdotter, M. ed., *Allelopathy in Rice*. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. pp. 27-37.
- Hawes, M.C., Gunawardena, U., Miyasaka, S., Zhao, X. 2000. The role of root border cells in plant defense. *Trends Plant Sci.* 5: 128-133.
- Inderjit. 1996. Plant phenolics in allelopathy. *Bot. Rev.* 62: 186-202.
- Inderjit, Olofsdotter, M. 1998. Using and improving laboratory bioassays in rice allelopathy research. In Olofsdotter, M. ed., *Allelopathy in Rice*. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. pp. 44-55.
- Jung, Y.H., Lee, J.H., Agrawal, G.K., Rakwal, R., Kim, J.A., Shim, J.K., Lee, S.K., Jeon, J.S., Koh, H.J., Lee, Y.H., Iwahashi, H., Jwa, N.S. 2005. The rice (*Oryza sativa*) blast lesion mimic mutant,

- blm, may confer resistance to blast pathogens by triggering multiple defense-associated signaling pathways. *Plant Physiol. Biochem.* 43: 397-406.
- Kato, T., Kabuto, C., Sasaki, N., Tsunagawa, M., Aizawa, H., Fujita, K., Kato, Y., Kitahara, Y. 1973. Momilactones, growth inhibitors from rice, *Oryza sativa* L. *Tetrahedron Lett.* 39: 3861-3864.
- Kato, T., Tsunakawa, M., Sasaki, N., Aizawa, H., Fujita, K., Kitahara, Y., Takahashi, N. 1977. Growth and germination inhibitors in rice husks. *Phytochemistry* 16: 45-48.
- Kato-Noguchi, H., Ino, T. 2001. Assessment of allelopathy potential of root exudate of rice seedlings. *Biol. Plant.* 44: 635-638.
- Kato-Noguchi, H., Ino, T., Sata, N., Yamamura, S. 2002. Isolation and identification of a potent allelopathy substance in rice root exudates. *Physiol. Plant.* 115: 401-405.
- Kato-Noguchi, H., Ino, T. 2003. Rice seedlings release momilactone B into the environment. *Phytochemistry* 63: 551-554.
- Kato-Noguchi, H. and Ino, T., Ichii, M. 2003. Changes in release level of momilactone B into the environment from rice throughout its life cycle. *Func. Plant Biol.* 30: 995-997.
- Kato-Noguchi, H. 2004. Allelopathic substance in rice root exudates: rediscovery of momilactone B as an allelochemical. *J. Plant Physiol.* 161: 271-276.
- Kato-Noguchi, H., Kujime, H., Ino, T. 2007. UV-induced momilactone B accumulation in rice rhizosphere. *J. Plant Physiol.* 164: 1548-1551.
- Kato-Noguchi, H., Ota, K., Ino, T. 2008. Release of momilactone A and B from rice plants into the rhizosphere and its bioactivities. *Allelopathy J.* 22: 321-328.
- Kato-Noguchi, H., Kobayashi, K. 2009. Jasmonic acid, protein phosphatase inhibitor, metals and UV-irradiation increased momilactone A and B concentrations in the moss *Hypnum plumaeforme*. *J. Plant Physiol.* 166: 1118-1122.
- Kato-Noguchi, H. 2009. Stress-induced allelopathic activity and momilactone B in rice. *Plant Grow. Regul.* 59: 153-158.
- Kato-Noguchi, H., Kobayashi, K., Shigemori, H. 2009. Allelopathy of the moss *Hypnum plumaeforme* by the production of momilactone A and B. *Weed Res.* 49: 621-627.
- Kato-Noguchi, H., Hasegawa, M., Ino, T., Ota, K., Kujime, H. 2010. Contribution of momilactone A and B to rice allelopathy. *J. Plant Physiol.* 167: 787-791.
- Kato-Noguchi, H. 2011a. Barnyard grass-induced rice allelopathy and momilactone B. *J. Plant Physiol.* 168: 1016-1020.
- Kato-Noguchi, H. 2011b. Convergent or parallel molecular evolution of momilactone A and B: Potent allelochemicals, momilactones have been found only in rice and the moss *Hypnum plumaeforme*. *J. Plant Physiol.* 168: 1511-1516.
- Kato-Noguchi, H., Peters, R.J. 2013. The role of momilactones in rice allelopathy. *J. Chem. Ecol.* 39: 175-185.
- Kato-Noguchi, H., Ota, K. 2013. Biological activities of rice allelochemicals momilactone A and B. *Rice Res.* 1: 108.
- Khanh, T.D., Xuan, T.D., Chung, I.M. 2007. Rice allelopathy and the possibility for weed management. *Annal. Appl. Biol.* 151: 325-339.
- Kim, K.U., Shin, D.H. 1998. Rice allelopathy research in Korea. In Olofsdotter, M. ed., *Allelopathy in Rice*. International Rice Research Institute, Manila, Philippines. pp. 39-43.
- Kim, K.U., Shin, D.H., Kim, H.Y., Lee, Z.L., Olofsdotter, M. 1999. Evaluation of allelopathy potential in rice germplasm. *Korean J. Weed Sci.* 19: 1-9.
- Kim KU, Shin DH, Lee IJ, Kim HY, Kim KU, Shin DH. 2000. Rice allelopathy in Korea. In Kim, K.U., Shin, D.H., eds., *Rice Allelopathy*. Kyungpook National University, Taegu, Korea. pp. 57-82.
- Kodama, O., Suzuki, T., Miyakawa, J., Akatsuka, T. 1988. Ultraviolet-induced accumulation of phytoalexins in rice leaves. *Agric. Biol. Chem.* 52: 2469-2473.
- Kong, C.H., Li, H.B., Hu, F., Xu, X.H., Wang, P. 2006. Allelochemicals released by rice roots and residues in soil. *Plant Soil* 288: 47-56.
- Leather, G.R., Einhelling, F.A. 1988. Bioassay of naturally occurring allelochemicals for phytotoxicity. *J. Chem Ecol.* 14: 1821-1828.
- Lue, N., Li, R.J., Wang, X.N., Zhu, R.X., Wang, L., Lin, Z.M., Zhao, Y., Lou, H.X. 2013. Highly oxygenated *ent*-pimarane-type diterpenoids from the Chinese liverwort *Pedinophyllum interruptum* and their allelopathic activities. *J. Nat. Prod.* 76: 1647-1653.
- MacKintosh, C., Lyon, G.D., MacKintosh, R.W. 1994. Protein phosphatase inhibitors activate anti-fungal defense responses of soybean cotyledons and cell cultures. *Plant J.* 5: 137-147.
- McCully, E. 1999. Roots in soil: unearthing the complexities of roots and their rhizospheres. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.* 50: 695-718.
- Meiners, S.J., Kong, C.H., Ladwig, L.M., Pisula, N.L., Lang, K.A. 2012. Developing an ecological context for allelopathy. *Plant Ecol.* 213: 1861-1867.
- Neimeyer, H.M., Perez, J.M. 1995. Potential of hydroxamic acids in control of cereal pests, disease, and weeds. In Inderjit, Dakshini, K.M.M., Einhelling, F.A. eds., *Allelopathy: Organisms, Processes and Applications*, American Chemical Society Symposium Series No. 582, American Chemical Society, Washington DC. pp. 261-270.
- Nimbal, C.I., Pederson, J.F., Yerkes, C.N., Weston, L.A., Weller, S.C. 1996. Phytotoxicity and distribution of sorgoleone in grain sorghum germplasm. *J. Agr. Food Chem.* 44: 1343-1347.
- Okada, A., Shimizu, T., Okada, K., Kuzuyama, T., Koga, J., Shibuya, N., Nojiri, H., Yamane, H. 2007. Elicitor induced activation of the methylerythritol phosphate pathway toward phytoalexins biosynthesis in rice. *Plant Mol. Biol.* 65: 177-187.
- Olofsdotter, M., Navarez, D., Rebulanan, M., Streibig, J.C. 1999. Weed-suppressing rice cultivars: Does allelopathy play a role? *Weed Res.* 39: 441-454.
- Olofsdotter, M., Rebulanan, M., Madrid, A., Dali, W., Navarez, D., Olk, D.C. 2002. Why phenolic acids are unlikely primary allelochemicals in rice. *J. Chem. Ecol.* 28: 229-242.
- Otomo, K., Kanno, Y., Motegi, A., Kenmoku, H., Yamane, H., Mitsuhashi, W., Oikawa, H., Toshima, H., Itoh, H., Matsuoka, M.,

- Sassa, T., Toyomasu, T. 2004. Diterpene cyclases responsible for the biosynthesis of phytoalexins, momilactones A, B, and oryzalexins A-F in rice. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 68: 2001-2006.
- Perez, F.J., Ormeno-Nunez, J. 1991. Difference in hydroxamic acid control in roots and root exudates of wheat (*Triticum aestivum* L.) and rye (*Secale cereale* L.): possible role in allelopathy. *J. Chem. Ecol.* 17: 1037-1043.
- Pheng, S., Adkins, S., Olofsdotter, M., Jahn, G. 1999. Allelopathic effects of rice (*Oryza sativa* L.) on the growth of awnless barnyardgrass (*Echinochloa colona* (L.) Link): A new form for weed management. *Cambodian J. Agri.* 2: 42-49.
- Putnam, A.R., Tang, C.S. 1986. Allelopathy: State of the science. In Putnam, A.R., Tang, C.S. eds., *The Science of Allelopathy*. John Wiley & Sons, New York. pp. 1-19.
- Rakwal, R., Shii, K., Agrawal, G.K., Yonekura, M. 2001. Protein phosphatase inhibitors activate defense responses in rice (*Oryza sativa*) leaves. *Physiol. Plant.* 111: 151-157.
- Rice, E.L. 1984. *Allelopathy*. 2 ed. Academic Press, Orlando.
- Rimando, A.M., Duke, S.O. 2003. Studies on rice allelochemicals. In Smith, C.W., Dilday, R.H. eds., *Rice: Origin, History, Technology and Production*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey. pp. 221-244.
- Seal, A.N., Pratley, J.E., Haig, T., An, M. 2004a. Identification and quantitation of compounds in a series of allelopathy and non-allelopathy rice root exudates. *J. Chem. Ecol.* 30: 1647-1662.
- Seal, A.N., Haig, T., Pratley, J.E. 2004b. Evaluation of putative allelochemicals in rice roots exudates for their role in the suppression of arrowhead root growth. *J. Chem. Ecol.* 30: 1663-1678.
- Takahashi, N., Kato, T., Tsunagawa, M., Sasaki, N., Kitahara, Y. 1976. Mechanisms of dormancy in rice seeds. II. New growth inhibitors, momilactone-A and -B isolated from the hulls of rice seeds. *Japan. J. Breed.* 26: 91-98.
- Tanaka, F., Ono, S., Hayasaka, T. 1990. Identification and evaluation of toxicity of rice root elongation inhibitors in flooded soils with added wheat straw. *Soil Sci. Plant Nut.* 36: 97-103.
- Toyomasu, T., Kagahara, T., Okada, K., Koga, J., Hasegawa, M., Mitsuhashi, W., Sassa, T., Yamane, H. 2008. Diterpene phytoalexins are biosynthesized in and exuded from the roots of rice seedlings. *Biosci. Biotechnol. Biochem.* 72: 562-567.
- Tsubota H, Kuroda A, Masuzaki H, Nakahara M, Deguchi H. 2006. Preliminary study on allelopathic activity of bryophytes under laboratory conditions using the sandwich method. *J. Hattori Bot. Lab.* 100: 517-525.
- VanEtten, H.D., Mansfield, J.W., Bailey, J.A., Farmer, E.E. 1994 Two Classes of Plant Antibiotics: Phytoalexins versus "Phytoanticipans". *Plant Cell* 6: 1191-1192.
- Xie C.F., Lou H.X. 2009. Secondary metabolites in bryophytes: an ecological aspect. *Chem Biodiv.* 6: 303-311.
- Xu, M., Galhano, R., Wiemann, P., Bueno, E., Tiernan, M., Wu, W., Chung, I.M., Gershenzon, J., Tudzynski, B., Sesma, A., Peters, R.J. 2012. Genetic evidence for natural product-mediated plant-plant allelopathy in rice (*Oryza sativa*). *New Phytol.* 193: 570-575.
- Zhao, H., Li, H., Kong, C., Xu, X., Liang, W. 2005. Chemical response of allelopathy rice seedlings under varying environmental conditions. *Allelopathy J.* 15: 105-110.

電子版会誌のダウンロード方法について

リニューアルした根研究学会ホームページから各号の表紙付全記事を一括ダウンロードすることが出来ます。項目の「会誌「根の研究」－会誌ダウンロード」より必要な号をダウンロードしてください。発行後1年間は「ユーザー名」と「パスワード」を入力する必要があります（年度内共通）、会員の皆様にはメール（個人会員全員）と冊子版への折り込みちらし（冊子版個人会員のみ）でご連絡しています。印刷用PDFファイルのためサイズが10MBを超えることもあり、インターネット環境によってはダウンロードに時間がかかることもあります。ご了承ください。また、J-Stageでは原著論文やミニレビューなど学術論文のみダウンロードすることが出来ます。ご不明な点がございましたら根研事務局までお問い合わせください。

根研究学会
Japanese Society for Root Research

最新情報 根研究学会とは 諸手続き 会誌「根の研究」 根研の出版物 根研の学術集会 学術集会カレンダー 根研究学会賞 その他

会誌の概要
投稿規定
総目次
会誌ダウンロード

関連サイト

「会誌ダウンロード」をクリックすると下記のページが開きます

■重要なお知らせ【会誌の購読方法と会費の変更】

会誌「根の研究」のダウンロード

最新情報 根研究学会とは 諸手続き 会誌「根の研究」 根研の出版物 根研の学術集会 学術集会カレンダー 根研究学会賞 その他

25巻/2016年 1号
24巻/2015年 1号

学術論文のみもしくは日巻をご希望の方は「J-Stage」もしくは「根の研」

必要な号をクリックすると「ユーザー名」と「パスワード」を入力する画面が表示されます

ユーザー名とパスワードを入力してください
http://www.kyouritsuu-online.co.jp の「Please enter username and password」に対するユーザー名とパスワードを入力してください

ユーザー名
パスワード

OK キャンセル

Internet Explorer の場合 Firefox の場合

J-Stageでは目的の論文をクリックすると購読者認証のページが表示されます。「購読者番号」には「ユーザー名」を入力してください。

購読者認証

「購読者番号」には「ユーザー名」を入力してください

購読者番号
パスワード

ログイン

購読者番号をお持ちの方
本誌の購読者番号、パスワードを取得したい方は、発行機関にお問い合わせください。

第 44 回根研究集会のお知らせ 44th Biannual Meeting of JSRR

第 44 回根研究集会を 2016 年 5 月 28 日 (土)・29 日 (日) の 2 日間、東海大学阿蘇校舎にて開催します。「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。大自然に囲まれたキャンパスで、活発に議論できる場にしたいと考えていますので、お誘い合わせの上、多数のご参加をお願いします。

<日 時> 2016 年 5 月 28 日 (土) ～ 29 日 (日)
May 28th, 2016 (Sat.) - May 29th, 2016 (Sun.)

<会 場> 〒869-1404 熊本県阿蘇郡南阿蘇村河陽 5435
東海大学 阿蘇校舎 農学部 1 号館
交通アクセスとキャンパスマップ <http://www.u-tokai.ac.jp/about/campus/aso/>
Aso Campus, Tokai University, Minamiaso Village, Aso-gun, Kumamoto 869-1404

<プログラム概要(予定)>

5 月 28 日 (土)	13 : 00～14 : 00	総会 General Meeting
	14 : 00～16 : 00	一般講演 (口頭発表) Oral session
	17 : 00～20 : 00	キャンパスツアー・懇親会 (南阿蘇村)
		Campus tour, Banquet
5 月 29 日 (日)	9 : 10～11 : 00	一般講演 (口頭発表・ポスター発表)
		Oral session, Poster session
	11 : 00～12 : 30	特別講演 (東海大学の研究紹介)
		Invited lecture (Research in Tokai University)
	13 : 30～16 : 00	ワークショップ (希望者のみ)
		Workshop

【詳細は、順次、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
2,000 円 (予定・当日お支払い下さい) 2,000 yen (Tentative, to be paid on site)

<懇親会費> Banquet fee
4,000 円 (予定), 2,000 円 (学生, 予定) 4,000 yen (tentative), 2,000 yen (Students, tentative)

<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 44 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 (jsrr44@agrobio.jp) または Fax (0967-67-3914) 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 jsrr44@agrobio.jp or Fax 0967-67-3914.

*** 発表申込の締め切り (仮タイトルの申請) : 2016 年 5 月 11 日 (水)**

Pre-registration for presentation: by May 11th (Wed.), 2016.

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。

Choose oral or poster presentation. The 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、送迎バスや懇親会の手配の都合があるので、極力、5月20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 May 20 (Fri.), 2016.

＜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

発表申込みの数によっては、口頭発表の質疑時間を延長します。

類似したテーマの発表が複数ある場合には、総合討論の時間を設けたり、29日午後のワークショップで取り上げる可能性があります。

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

Time for discussion may be prolonged if the time schedule is not too tight.

＊ 発表でのインターネットの使用について

学内はインターネットについては陸の孤島です。民間業者のWiFi、Wimaxの電波は全く入りませんし、大学の電波はセキュリティーが厳しく利用に制限があります。発表の中でアクセスが必要な方は、事前にご相談下さい。携帯電話の電波はおおむね使えます。

＜講演要旨の提出＞ Abstract submission

＊ 講演要旨提出の締め切り：2016年5月20日（金） Submit by May 20th, 2016

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：jsrr44@agrobio.jp

Send the abstract as MS-Word file to jsrr44@agrobio.jp.

＜講演要旨の書き方＞（A4半ページ） Style of abstract

1. A4版1ページに、上3.5cm 下16cm 左右2.5cm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。

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>

JR：熊本駅から豊肥線で「肥後大津駅」へ（約 30 分）。

肥後大津駅からは学バスか送迎バス（約 30 分）を利用。

空路：熊本空港（阿蘇熊本空港）には、東京、大阪（伊丹）、名古屋（中部、小牧）からの便があります。熊本空港からは、空港ライナーで肥後大津駅へ（無料・約 15 分）

肥後大津駅からは学バスか送迎バス（約 30 分）を利用。

空港⇒肥後大津駅をタクシー利用だと 2,000 円ほど掛かります。

レンタカーや自動車：熊本空港からは 40 分程度、熊本駅からは 1 時間 15 分程度ですが、週末で観光客も多いので、道路の混雑状況によっては+10~30 分ほどかかることがあります。

学バス・送迎バスについては、後日、ホームページと参加申込者へのメールで詳細をご案内します。

今のところ、以下のような大まかな予定を立てていますが、詳細は変更の可能性もあります。

28 日開始時：12 時頃に空港・肥後大津駅を出て大学までの送迎バス。

28 日終了時：懇親会に出ない人は午後 4:30 頃に大学出発の学バスで肥後大津駅に午後 5 時頃に到着。

懇親会参加者は、終了時に JR 立野駅まで店のマイクロバス、立野駅⇒肥後大津駅は JR で約 15 分。

29 日開始時：肥後大津駅近くのホテルルートイン裏 8:30 出発の学バスで 9 時前に大学着。

29 日終了時：ワークショップに参加しない人は大学を午後 1:00 出発の学バスで午後 1:30 頃に肥後大津駅着。

ワークショップも参加する人は、午後 4:30 頃に大学出発の学バスで午後 5 時頃に肥後大津駅に到着。

<宿泊>

幹旋はしませんので、各自でお申し込み下さい。

公共交通機関や学バス利用の場合は、肥後大津駅南口から徒歩 1 分の「ホテルルートイン熊本大津駅前店」が便利です。（「エアポートホテル」は、交通の便が悪い場所にありますので、ご注意下さい）。

自動車であれば、南阿蘇村内や隣の阿蘇市にペンションや温泉旅館が多数ありますし、麓の大津町に廉価な「ホテル AZ 熊本大津店（旧 亀の井ホテル）」もあります。南阿蘇村の宿泊施設の中には、インターネットが全く使用できない施設もありますので、事前にご確認下さい。

<昼食>

車がないと食堂も買い出しも不便な場所ですので、希望者にはお弁当を 1 食 500 円程度でご用意します。参加申込書にご記入下さい。肥後大津駅からおいでの方は、駅の近くにローソンとイオンがあります。

<参加・発表申込，講演要旨提出，問い合わせ先>

第 44 回根研究集会実行委員会

阿部 淳・松浦朝奈・星 良和（東海大学農学部）

E-mail：jsrr44@agrobio.jp TEL/Fax：0967-67-3914

第 44 回根研究集会 参加申込書

Registration form for 44th JSRR Bi-annual Meeting

締切 発表者：5 月 11 日，聴講のみ：5 月 20 日

(発表の要旨は別途 5 月 20 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 / 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

5. 懇親会参加の有無：

Banquet Yes/No：

6. 弁当の希望 28 日： 29 日：

Do you want to buy lunch box? May 28: May 29:

7. 学バス・送迎バスの利用の有無：

【申し込み先】 Send to

東海大学農学部 阿部 淳

Jun Abe

School of Agriculture, Tokai University

e-mail: jsrr44@agrobio.jp Fax：0967-67-3914

申し込み後，3 日以内に確認の連絡が届かない場合は，阿部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 jsrr44@agrobio.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 : neken2016@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。
急ぎのものであれば、根研のメールニュースでも告知も可能です。

*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。

*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。

2016年

第3回国際有機施設園芸シンポジウム

4月11-14日

3rd International Organic Greenhouse Horticulture Symposium April 11-14, 2016; Izmir, Turkey
<http://www.oghsymposium2016.org/>

第44回根研究集会

New!

5月28日(土)～29日(日)

東海大学阿蘇校舎(熊本県南阿蘇村)

詳細は今号に掲載の案内をご覧ください

ヨーロッパ植物学会議 6月26-30日

FESPB&EPSO Joint Plant Biology Conference 2016
June 26-30, 2016; Prague, Czech Republic
<http://www.europantbiology2016.org/>

第10回国際放牧地会議 7月17-22日

X International Rangeland Congress
July 17-22, 2016; Saskatoon, SK Canada
<http://2016canada.rangelandcongress.org/>

第8回国際イチゴシンポジウム 8月14-17日

VIII International Strawberry Symposium
August 14-17, 2016; Québec City, Canada
E-mail: iss2016@conferium.com
<http://www.iss2016-quebec.org/>

第7回国際作物学会議 8月14-19日

7th International Crop Science Congress
August 14-19, 2016; Beijing, China.
要旨締切: April 15, 2016
<http://www.7icsc.com.cn/home.html>

第12回植物の嫌気応答会議 9月5-9日 *New!*

12th ISPA Conference "Plants in action - coping with low oxygen"
September 5-9, 2016; Elsinore, Denmark
要旨締切: May 1, 2016
<http://www.is-pa.org/ISPA2016.html>

第45回根研究集会

New!

9月30日(金)～10月1日(土)

岡山大学資源植物科学研究所(倉敷市)

国際園芸学会シンポジウム 10月5-7日

植物の水状態を測る一方法と園芸学での利用

ISHS Symposium 2016
Sensing Plant Water Status - Methods and Applications in Horticultural Science
October 5-7, 2016; Potsdam/Berlin, Germany
<http://www.spws2016.atb-potsdam.de/>

熱帯温帯の園芸に関する国際シンポジウム

11月20-25日

International Symposia on Tropical and Temperate Horticulture
November 20-25, 2016; Great Barrier Reef, Australia
<http://www.istth2016.org/>

2017年

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)
要旨登録開始: July 1, 2016
<http://www.ibc2017.cn/>

第18回国際植物栄養学会議 8月21-24日 *New!*

XVIII International Plant Nutrition Colloquium
August 21-24, 2017; Copenhagen, Denmark
<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
<http://www.pgr-fruit2017.org/>

2018年

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、郵送いづれでも結構です。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](#)からも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：neken2016@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.konnkenn-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,土壤肥料学会
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発展させるとともに、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。別刷はpdf版を無料で進呈致します。紙印刷の別刷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: 2016年度>

〒599-8531 大阪府堺市中区学園町1番1号

大阪府立大学大学院生命環境科学研究科

「根の研究」編集委員長 松村篤

電子メール: editor2016@jsrr.jp, Tel: 072-254-9521

『根の研究』
原稿作成要領

(2016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。

(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。

(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下さい。

(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., Pearcy, 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。

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	名古屋大学大学院生命農学研究科
	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 : neken2016@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25巻 第1号 2016年3月15日印刷 2016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

Mini Review

Secretion of allelochemical, momilactone, from rice roots

Hisashi Kato-Noguchi 5