

第 48 回根研究集会プログラム

<日時> 2018 年 5 月 25 日(金)~26 日(土)

<場所> 前橋市中央公民館 501・502 学習室(群馬県前橋市本町 2 丁目 12-1 前橋プラザ元気 21)

2018 年 5 月 25 日(金)	
11:40 ~ 13:00	受付、ポスター掲示
13:00 ~ 13:05	開会の挨拶(犬飼義明 根研究学会 会長)
口頭発表1 (講演 12 分、質疑 5 分) (O1~O6:優秀発表賞エントリー)	
座長: 馬場 隆士(農研機構 果樹茶業研究部門)	
13:05 ~ 13:22	O1 重量法で作成した土壌水ポテンシャル校正式の適切な補正方法の検討 亀岡 笑 ¹ ・近江祐樹 ² (¹ 酪農学園大農食環境学群・ ² 北海道大院農学研究院)
13:22 ~ 13:39	O2 TTC 法を植物根系全体の呼吸活性測定に用いるための条件の検討 小山田篤史 ¹ ・村田拓朗 ² ・本間知夫 ^{1,2} (¹ 前橋工科大学大院生物工学・ ² 前橋工科大学生物工学)
13:39 ~ 13:56	O3 交流電界印加による草本・木本植物根の伸長促進効果の検討 菅原一輝・鈴木誠一(成蹊大理工)
座長: 岡元 英樹(北海道立総合研究機構 上川農業試験場)	
13:56 ~ 14:13	O4 Radial oxygen loss バリアはヒエ属雑草において恒常的に形成されている 江尻真斗・塩野克宏(福井県立大院生物資源学)
14:13 ~ 14:30	O5 Physio-morphological evaluation of <i>Sta1</i> , a QTL for stele transversal area, in a rice variety IR64, under lowland and upland conditions. Y Phoura, Kamoshita Akihiko, Deshmukh Vivek (The University of Tokyo)
14:30 ~ 14:47	O6 イネ異形側根のメリステム形成における <i>QHB/OsWOX5</i> 遺伝子の役割 河合 翼 ¹ ・山内 章 ¹ ・犬飼義明 ^{2,3} (¹ 名古屋大院生命農学・ ² 名古屋大農学国際教育研究セ・ ³ JST・さきがけ)
ポスター発表	
15:00 ~ 16:15	ポスター発表(発表者はポスター前で説明をお願いいたします)
特別講演 座長: 本間 知夫(前橋工科大学 生物工学科)	
16:15 ~ 16:50	群馬県の土壌及び作物について 鹿沼 信行(群馬県農業技術センター・環境部土壌保全係)
16:50 ~ 17:05	群馬県下仁田町での桑活用事業の取り組み 神戸 隆介(株式会社神戸万吉商店)
授賞式	
17:05 ~ 17:15	優秀発表賞授賞式(2名)
懇親会	
18:00 ~ 20:00	個室居酒屋 くいもの屋わん 前橋北口店 2h 飲み放題付『鶴(つる)コース』群馬産地産地消費会♪

2018年5月26日(土)	
口頭発表2 (講演 12分、質疑 5分)	
座長: 小柳 敦史(農研機構 九州沖縄農業研究センター)	
09:30 ~ 09:47	O7 エリアンサスの耐塩性評価のための予備実験 田中あす美 ¹ ・金井一成 ² ・森田茂紀 ¹ (¹ 東農大農・ ² 東農大院農)
09:47 ~ 10:04	O8 エネルギー作物エリアンサスの挿し木苗生産の予備的検討 小泉秀人 ¹ ・佐藤湧大 ¹ ・金井一成 ² ・森田茂紀 ¹ (¹ 東農大農・ ² 東農大院農)
10:04 ~ 10:21	O9 個体間の距離がテンサイの根重に及ぼす影響 辻 博之(農研機構・北海道農業研究センター)
10:21 ~ 10:38	O10 業用 X 線 CT スキャナによるポット植え苗根の立体構造画像 齊藤保典 ¹ ・村松伸一 ² ・白井啓一郎 ¹ ・大谷武志 ³ (¹ 信州大学術研究院工・ ² 信州大院総合理工学・ ³ 信州大工技術)
総会	
10:50 ~ 11:50	2018 年度 根研究学会総会

ポスター発表題目（☆優秀発表賞エントリー）

P1	加工用ホウレンソウの刈取再生栽培法における各収穫時の根系 鈴木崇之・鎌田えりか・石井孝典（農研機構九州沖縄農業研究センター）
P2 ☆	改良根箱・ピンボード法用の根系採取装置により採取した根系の解析 神山拓也 ^{1,2} ・唐澤敏彦 ² （ ¹ 宇都宮大農・ ² 農研機構中央農業研究センター）
P3 ☆	サイトカイニンはイネの根の Radial Oxygen Loss (ROL) バリア形成を誘導する 清水香那・塩野克宏（福井県立大生物資源）
P4 ☆	イネの外皮形成力の有無は塩ストレス耐性に影響するのか？ 安藤希珠名・塩野克宏（福井県立大生物資源）
P5	ヒノキ細根呼吸は比根長 SRL でよく説明できる 宮谷紘平 ¹ ・谷川東子 ² ・牧田直樹 ³ ・平野恭弘 ¹ （ ¹ 名古屋大環境・ ² 森林総研関西・ ³ 信州大理）
P6	有機物施用が水稻の初期生育と直径別の根系発達に及ぼす影響 岡元英樹・藤倉潤治（道総研上川農試）
P7 ☆	異なる土壤水分条件に対するイネ異形根におけるリグニン・スベリン蓄積および通気組織形成 応答の品種間差異 渡邊友実加 ¹ ・株木拓也 ¹ ・掛橋孝洋 ² ・三屋史朗 ¹ ・仲田(狩野)麻奈 ^{1,3} ・山内 章 ¹ （ ¹ 名古屋大院生命農学・ ² 名古屋大農学国際教育研究センター・ ³ 名古屋大高等教育院）
P8	海岸林における土壤の理化学特性がクロマツの垂直根構造におよぼす影響 谷川東子 ¹ ・松田陽介 ² ・藤堂千景 ³ ・山瀬敬太郎 ³ ・池野英利 ⁴ ・大橋瑞江 ⁴ ・檀浦正子 ⁵ ・平野恭弘 ⁶ （ ¹ 森林総研関西・ ² 三重大院生資・ ³ 兵庫県農林技セ・ ⁴ 兵庫県立大環境人間学・ ⁵ 京大地球環境 学堂・ ⁶ 名古屋大環境）
P9	イチゴ促成栽培における日射量の違いが地上部／地下部比に及ぼす影響の品種間差 菅野圭一 ¹ ・遊佐真奈美 ² ・本間由紀子 ² ・後藤直子 ² ・菅野 亘 ² ・東出忠桐 ¹ ・岩崎泰永 ¹ （ ¹ 農研機構野菜花き研究部門・ ² (株)GRA）
P10	高温環境下の底面給液型養液栽培システムにおける培地種類の違いがトマトの生育および障 害果の発生に及ぼす影響 山浦寛子 ¹ ・高野暢雄 ¹ ・藤田慎一 ¹ ・金澤進一 ² ・松本幸則 ³ ・野阪茂聖 ³ ・藤山 毅 ³ ・斎藤岳士 ¹ ・ 菅野圭一 ¹ ・中野明正 ⁴ ・岩崎泰永 ¹ （ ¹ 農研機構野菜花き研・ ² 住友電気工業(株)・ ³ パナソニック (株)・ ⁴ 農林水産省農林水産技術会議事務局）

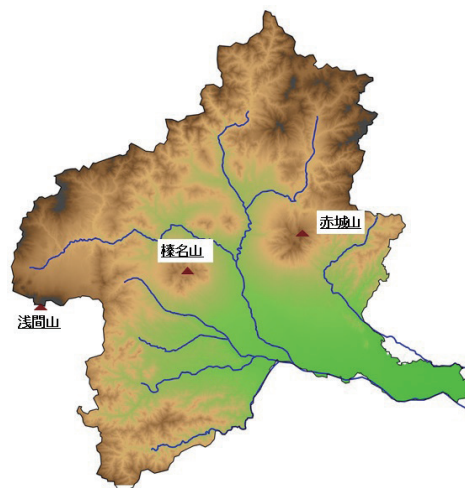
氏名の方が発表者です。

群馬県の土壌及び作物について

鹿沼 信行 (群馬県農業技術センター 環境部土壌保全係)

1. はじめに

群馬県は、山や谷、平野部が混在し、耕地は南東部の標高 10 m から北部の標高 1,400 m 間に分布する。気候は主に、赤城山-榛名山を結ぶ線で南部と北部に分けられ、南部に位置する前橋市は、平均気温 14.6℃、降水量 1,250 mm、日照時間は 2,110 時間と長い。北部に位置する嬭恋村田代では平均気温 7.2℃、降水量は 1,510mm、日照時間は 1,830 時間である (アメダス 2011 年平年値)。群馬県は、面積全体の約 3 分の 2 が丘陵山岳地帯であり、県西部の県境地域には関東山地、県北部には三国山脈など 2,000 m 級の山々が連なっている。関東山地の北縁部にあたる鐺川・碓氷川の流域や足尾山地南縁部の渡良瀬川流域では、200~300 m 程度の丘陵が分布する。県中部の榛名・赤城山地の山麓部から南東部へ連なる地域では台地を形成し、その後関東平野へと続いている。



2. 群馬県の土壌

群馬県の農耕地面積は 76,300 ha で、水田は 28,400 ha、畑地 47,900 ha (樹園地含む) である。水田土壌の主な土壌群別 (農耕地土壌分類第 3 次改訂版) の分布面積は、低地水田土 11,700ha、灰色低地土 5,800ha、多湿黒ボク土 5,200ha、褐色低地土 4,000ha であり、畑地土壌の分布面積は、黒ボク土 29,200ha、火山放出物未熟土 10,300ha、褐色低地土 5,000ha、褐色森林土 3,400ha である (2009 年農林水産統計)。

3. 作物と土壌

全国第 1 位の生産を誇るこんにゃくいもは、西毛、北毛の中山間地域等の基幹作物で、こんにゃく産業をはじめ地域の経済に大きな役割を果たしている。こんにゃくいもの栽培面積は 3,370ha (2016年) で、多くは火山放出物未熟土や黒ボク土などの火山灰土壌で栽培されている。

キャベツの出荷量も全国 1 位で、3,910ha (2016年) で栽培されている。県内では、嬭恋村をはじめ、長野原町や昭和村等で夏秋キャベツの産地が形成され、冬から春にかけては、伊勢崎市や前橋市等の平坦地を中心に加工・業務用として生産・出荷している。全国 1 位の夏秋キャベツの産地である嬭恋村の土壌は、腐植含量の多い黒ボク土が広く分布している。

ネギの出荷量は全国 5 位 (2016年) で、県中東部の平坦地をはじめ、赤城南麓や榛名西麓地域にかけて産地が形成されている。全国的に有名な「下仁田ネギ」は、下仁田町を中心に甘楽富岡地区で主に栽培され、褐色森林土や褐色低地土などの重粘な土壌で栽培され、有効水分が少なく、乾燥すると固結する特徴がある。定植にともなう掘取り作業で根を切断し、その後の高温・乾燥によって水ストレスを与えられることが下仁田ネギの品質向上に影響を及ぼしていると言われている。

(引用文献)

土壌保全調査事業全国協議会 [編] 全国農耕地土壌ガイドブック, 日本土壌協会
 群馬県 群馬の農業 (平成 30 年度)

<http://aic.pref.gunma.jp/agricultural/policy/statistics/agriculture/index.html>

鹿沼信行・庄司 正 GIS ソフトを用いた群馬県における土壌群別の分布面積 群馬県農業技術センター研究報告第 4 号 (2007) : 58 ~ 59

塚本雅俊・今井善之輔 群馬県西部地域の褐色森林土・褐色低地土地帯の生産力向上 I 下仁田ネギ栽培と土壌の特徴 群馬県農業試験場研究報告 A8 号 (1991) : 47~52

群馬県下仁田町での桑活用事業の取り組み

神戸隆介 (株式会社神戸万吉商店)

0274-82-2301 (r-kanbe@mankichi.co.jp)

群馬県南西部に位置する下仁田町はネギとこんにゃくが特産品として知られている。

下仁田町の地場産業を見てみると明治から大正にかけては養蚕業が栄え、さらに大正後期からはこんにゃく産業がこれに加わり養蚕業(製糸業)とこんにゃく産業はこの地を支える重要な産業であった。この二大産業は共に下仁田の地理的要因と密接にかかわっている。つまり山間部特有の急傾斜な農地、痩せた土壌など主要穀物である米麦の生産に適さないことから換金作物として養蚕(桑)とこんにゃく芋が積極的に栽培されたからであり、養蚕業とこんにゃく業はこの地に適した産業であった。(養蚕に関する史跡:荒船風穴は2014年に絹産業遺産群として世界遺産に登録された)

このような環境の中で弊社は半世紀にわたりこんにゃく原料の製造・販売をおこなっているが、平成14年からはもう一つの地場産業であった“桑”を活用した事業を開始した。下仁田町で桑の葉の栽培を開始し、平成18年からは健康食品分野などへ原料の供給を開始した。平成23年からは前橋工科大学 本間研究室と共同研究を開始し桑の葉の新たな利用分野を開拓している。現在では「桑の葉を野菜へ」をキーワードに、美味しい桑の葉の栽培条件の検討やレシピ開発、商品開発を進め、時代の変遷のなかで衰退した養蚕業を新たな産業として復活させることを目指している。

O1

重量法で作成した土壌水ポテンシャル校正式の適切な補正方法の検討

亀岡 笑^{1)*}・近江 祐樹²⁾¹⁾ 酪農学園大学 農食環境学群, ²⁾ 北海道大学 大学院農学研究院

(kameoka@rakuno.ac.jp)

ポット栽培の植物体に対して土壌水ポテンシャルにしたがって灌水を行う方法として、土壌水ポテンシャルをセンサーで直接測る方法の他に、重量計と水ポテンシャルセンサーを併用して作成する「土壌水ポテンシャルの校正式」を用いる方法がある。校正式を継続的に用いる際に課題となるのが変数の扱いである。土壌のみを充填したポットでは変数は土壌水分のみであり、一度作成した校正式は変更することなく継続的に用いることができる。一方で植物体を栽培したポットの重には「茎葉新鮮重」ならびに「根新鮮重」が含まれるため、土壌水ポテンシャルと栽培ポット重との関係を散布図で示す場合、植物の生育に伴い「茎葉新鮮重」ならびに「根新鮮重」が増加し、その増加分だけプロットの分布が右へと移動すると考えられる。植物体の重さを無視してブランクポットで作成した校正式を使い続ければ、当然植物体の重さの分だけ誤差が生じ、生育後半になるにつれ、この誤差はますます増加する。この誤差を解消するには、生育に伴い変化する植物体自体の重さを破壊的調査法以外で間接的に評価し、校正式に対して必要なタイミングで補正を加える必要があるが、このような点に着目して研究を行った例はない。本研究では、ポット栽培における灌水制御の精度向上を目指し、重量法を用いた土壌水ポテンシャル校正式の適切な補正方法ならびに、校正式の補正において重要となる要因を根系を中心に特定しようとした。

O2

TTC 法を植物根系全体の呼吸活性測定に用いるための条件の検討

○小山田篤史¹・村田拓朗²・本間知夫^{1,2)*}¹ 前橋工科大学・院・生物工学 ² 前橋工科大学・生物工学

(*thomma@maebashi-it.ac.jp)

根の呼吸活性を調べる方法として、呼吸系と直接関連のあるコハク酸脱水素酵素の活性を、トリフェニルテトラゾリウムクロライド (TTC) の還元反応から生じる赤色、水に不溶のフォルマザン量を定量して評価する方法 (TTC 法と記載する) があるが、根の一部のみを切り離して調べるように記載されている。本研究では、この TTC 法を根系全体の呼吸活性に適用すべく、キャベツ苗を使用して、様々な条件下でその影響を調べた。具体的には、TTC 液で反応させる際の土壌の有無、根の洗い出し方法、TTC 反応液に根系を浸漬中の通気の有無、反応時間、反応時の温度について検討した。その結果、まだ検討は十分とは言い難く、繰り返し実験、材料を変えた実験が必要ではあるが、「水中で軽くゆすって土を落とした状態で TTC 液に浸し、遮光して、室温で 6 時間あるいは 24 時間反応させる」というやり方で出来ると思われる。反応後のフォルマザン抽出については、湿重量を測定後、70°C で一晩乾燥させて乾燥重量を測定した後に行うことが可能であることが分かった。なお、実際の現場でも利用することも考え、TTC 液を水道水で調製すると生成フォルマザン量が増えたことから、現在その要因を調べている。

O3

交流電界印加による草本・木本植物根の伸長促進効果の検討

菅原一輝*, 鈴木誠一

成蹊大学理工学部

(k-sugawara@st.seikei.ac.jp)

電界印加による植物の生長促進手法として、これまでに直流電界やパルス電界を用いた研究報告がなされている。しかしながら、これらの技術は高電圧を用いるなど開放環境での使用は困難が伴うと思われ、自然環境下での応用を考慮すると、低電流・低電圧で使用可能な電界印加技術が必要であると考えられる。従って、本研究では比較的安全性の高い交流電界を用いた植物根への伸長促進効果について検討を行った。本研究では草本植物としてカイワレ(*Raphanus sativus*)、木本植物としてユーカリ(*Eucalyptus camaldulensis*)を実験に供した。50 Hz の交流電界を1時間カイワレ根に印加した場合、300 V/m 付近で顕著な生長促進効果が確認され、それ以上の電界強度では生長が抑制される傾向にあった。また、この時のカイワレ根圏の pH は電界無印加の条件に比べて酸性化する傾向にあった。ユーカリ根への電界印加の場合、カイワレに比べて低電界強度である 40 V/m 付近で最も根の伸長促進効果が大きくなることが確認された。一方で、生長促進効果が発現するまでの時間はカイワレに比べて長く、数日程度の時間を要した。電界印加時のユーカリ根圏の pH は、カイワレと同じく酸性化する傾向にあった。以上の結果から、電界印加した場合に考えられる生長促進のメカニズムとして、電界印加によって酸生長仮説の機構の一部が促進されている可能性が示唆された。

O4

Radial oxygen loss バリアはヒエ属雑草において恒常的に形成されている

江尻真斗*・塩野克宏

福井県立大学大学院生物資源学研究所

(*s1873003@g.fpu.ac.jp)

水の多い湿地環境に適応するため、湿生植物の多くは根に ROL (radial oxygen loss) バリアを形成して、根端まで酸素を通気させている。良く研究されているイネやニカラグアのテオシントは嫌気還元状態になってはじめて誘導的に ROL バリア形成するが、ヒエなどの一部の湿生植物には好気環境にあっても恒常的に ROL バリアを形成するものがある (McDonald *et al.*, *Plant Cell Environ.*, 2001)。嫌気還元ストレスを受ける前から恒常的に ROL バリアを形成する植物種は、誘導的 ROL バリアをもつものよりも、より素早い適応応答ができると考えられる。恒常的 ROL バリアを形成する植物種は、ほとんど知られていないだけでなく、その構成成分は不明であった。本研究では、恒常的 ROL バリアの主要な構成成分を明らかにするために、世界の一年生ヒエ属雑草を用いて ROL バリアの形成と組織化学的な比較をした。実験に用いた全てのヒエ属雑草 3 種 3 変種 [タイヌビエ, イヌビエ 3 変種 (イヌビエ, ヒメタイヌビエ, ヒメイヌビエ), コヒメビエ] は好気条件において恒常的に ROL バリアを形成した。部分的な ROL バリアを形成したタイヌビエを除く、全てで強固な ROL バリアが確認された。部分的な ROL バリアをもつタイヌビエは外皮のスペリン層とカスバリー線がパッチ状だけでなく、アポプラスト (細胞外空間) トレーサーが容易に透過した。誘導的 ROL バリアと同様に恒常的な ROL バリアも、スペリンが主成分であると示唆された。

O5

Physio-morphological evaluation of *Sta1*, a QTL for stele transversal area, in a rice variety IR64, under lowland and upland conditions

水田と畑でイネ品種 IR64 の中心柱断面積の量的遺伝子座 *Sta1* の生理・形態的評価

Y Phoura, Kamoshita Akihiko*, Deshmukh Vivek

Midoricho 1-1-1, Nishitokyo, ANESC, The University of Tokyo

(E-mail: akamoshita@anesc.u-tokyo.ac.jp)

Our physio-morphological study evaluated the effects of the stele size under rainfed upland (UP) and flooded lowland (FL) fields in Nishitokyo using a near-isogenic line of IR64 introgressed with *Sta1*, a quantitative trait locus (QTL) to control stele transversal area (STA). *Sta1-NIL* had 10% higher proportion of STA to root transversal area (%STA) at seedling stage than IR64, which was much smaller than previous reports. *Sta1-NIL* had only slightly higher STA, %STA, total late metaxylem area (LMXA), and endodermis thickness (ETH) at heading stage, whereas no difference in vascular bundle numbers and areas in the stem. These root and stem anatomical traits increased significantly from FL to UP. *Sta1-NIL* showed superior leaf water potential (LWP) and the tendency of higher transpiration efficiency, higher stomatal conductance, and lower carbon isotope composition ($\delta^{13}\text{C}$) indicating higher discrimination against ^{13}C . This study suggested possible physiological effects of the stelar system by *Sta1*.

O6

イネ異形側根のメリステム形成における *QHB/OsWOX5* 遺伝子の役割

河合翼^{1*}・山内章¹・犬飼義明^{2,3}

¹名古屋大学大学院生命農学研究科, ²名古屋大学農学国際教育研究センター, ³JST・さきがけ

(*kawai.tsubasa@j.mbox.nagoya-u.ac.jp)

イネ側根には、太く・長く・高次の分枝を形成する能力をもつ L 型側根と、細く・短く・高次の分枝を形成する能力をもたない S 型側根が存在する。土壌水分量が変動する環境下で、土壌の乾燥にตอบสนองして L 型側根を可塑的に形成して根系を広げることが地上部の生育維持に貢献することが知られているが、L 型側根の形成に関わる分子機構は未だ明らかでない。本研究では、主軸根の根端が傷害を受け伸長が停止すると、その根端近傍での側根発育が補償的に促進される現象に着目し、イネ種子根の根端を切除することで L 型側根の形成を促進する実験系を確立した。次に、冠根や側根の形成に異常をもつ変異体の根端を切除し、これら変異体の原因遺伝子が L 型側根形成に関わるか否かを検証したところ、コントロール条件下で側根数・冠根数が減少する *qhb/Oswox5* 変異体で、根端切除による側根数の回復がみられた。*qhb/Oswox5* 変異体は根端切除後、切断部近傍で野生株と同等数、さらに切断部から離れた部位では野生株よりも多くの太い側根 (直径 150 μm 以上) を形成した一方、これら直径の大きな側根は 2 次側根を形成しなかった。また、*qhb/Oswox5* 変異体では S 型側根原基の発生が乱れて停止していた。以上の観察から、*QHB/OsWOX5* 遺伝子は S 型側根のメリステム形成において重要な役割をもつ一方、L 型側根の発生には必ずしも必要ではなく、むしろ抑制的な働きをもつと考えられた。

07

エリアンサスの耐塩性評価のための予備実験

田中あす美¹・金井一成²・森田茂紀^{1†}¹東京農業大学農学部・²東京農業大学大学院農学研究科

(†sm205307@nodai.ac.jp)

多年生イネ科作物のエリアンサス (*Saccharum arundinaceum* = *Erianthus arundinaceus*) は、不良環境条件下でも高いバイオマス生産性を示すエネルギー作物である。ただし、食用作物との競合を避けるため非農地で栽培することが望ましく、栽培候補地の一つとして塩害地があるが、エリアンサスの耐塩性は明らかでない。そこで、エリアンサスが生育可能な塩類濃度範囲を検討する予備実験を行った。30°Cに設定した恒温槽でエリアンサスの苗をポット栽培して、異なる濃度の塩水を定期的に灌水し、茎葉部と根系の生育を調査した。その結果、塩類濃度が高いほど茎葉部乾物重は小さい傾向が認められ、3%以上の塩水で処理すると枯死個体が認められた。一方、根重も塩類濃度が高いほど生育が抑制され、茎葉部/根系比はほぼ一定であったが、2%区では根重が小さく、茎葉部/根系比も高いことが特徴的であった。2%区では根長以上に根重が抑制されており、直径別根長密度のデータからも、節根の生育が抑制されたと考えられる。以上、予備実験の結果からエリアンサスは約 2%までの塩水処理であれば、茎葉部および根系の生育はあまり抑制されなかった。土壌の EC 値を測定した結果から、エリアンサスは 4 dS/m 程度の塩害地ならでは栽培できることが示唆された。

08

エネルギー作物エリアンサスの挿し木苗生産の予備的検討

小泉秀人¹・佐藤湧大¹・金井一成²・森田茂紀^{1†}¹東京農業大学農学部・²東京農業大学大学院農学研究科

(†sm205307@nodai.ac.jp)

近年、注目されているバイオマスエネルギーの原料作物としては、食料との競合を避けるためにセルロース系エネルギー作物が期待されている。著者らはセルロース系原料作物として、不良条件下でも高いバイオマス生産性を示すエリアンサス (*Saccharum* spp.) に注目している。エリアンサスを利用したバイオマスエネルギーを事業化するためには、均一で高品質の苗を大量に準備することが大きな課題となる。ただし、エリアンサスは、種子繁殖が効率的でない。小規模栽培では、株分けによって苗を生産しているが、多くの労力を必要とするし、効率が低い。著者らは、既に組織培養によって側芽から苗を生産する技術開発に成功しているが、標準化は進んでいない。そこで、エリアンサスの栽培と利用の事業化のための苗生産として挿し木による繁殖技術の開発を始めた。圃場で栽培した株が出穂を始めた段階で、幼穂が生育中の茎を採取した後、分けつ芽のみを残してすべての葉身と葉鞘を取り除いた。茎断片の基部を保湿して室内に静置したところ、新たな節根が出現して生育した。そこで、ワグナーポットに移植したところ、分けつ芽が生育を開始し、分けつ芽基部から節根が出現して生育した。今後は、分けつ芽の採取時期などを検討し、苗生産の効率化を図る予定である。

O9

個体間の距離がテンサイの根重に及ぼす影響

辻博之 農研機構・北海道農業研究センター

(tuzihiro@affrc.go.jp)

テンサイの直播栽培は移植栽培に比べて省力的な栽培法であるが、欠株による減収がしばしば生じる。また、最適な栽植密度などの検討が遅れていた。本研究では、欠株が隣接株の根重に及ぼす影響(補償作用)を検討し、補償による根重の増加と個体間の距離の関係を検討した。

供試品種は「アンジー」とし、2017年5月19日に条間45cm×株間25cmと、条間60cm×株間19cmで播種し、分割区法4反復で栽培試験を実施した。肥料は、化成肥料S014を10aあたり150kg、過リン酸石灰を100kg施用し、全層に混和した。苗立ち後に欠株率0~29%に調整し栽培した。10月11日と12日収量調査を行い、A:同一条の隣接株と隣接条の最寄株に欠株なし。B:同一条の隣接株に欠株なし、隣接した条の最寄株に欠株あり。C:同一条の隣接株の一方に欠株、隣接条に欠株なし。D:同一条の隣接株の一方と隣接条の最寄株に欠株あり。E:同一条の隣接株の両方に欠株あり。F:同一条の隣接株の両方と隣接条の最寄株に欠株あり、に分けて根重を求めた。

欠株にともなう根重の増加は同一条の隣接株が欠株となったときに有意に認められた。この結果を元に、欠株による減収曲線を求めたところ、条間60cmでは38%の欠株、条間45cmでは34%の欠株で収量が1割減収した(前年度条間60cmでは22%、50cmでは24%)。欠株による補償効果を、Weiner(1984)のモデルを参考にして、隣接する個体との距離、個体数の減少による干渉作用の低下として計算し、欠株がない場合の1根重からの増加率を推定したところ、実測値された増加率のRMSEは19%となった。

他の試験年次では係数を調整する必要があったが、補償作用による1個体の根重の増加は隣接する個体との距離の変化である程度説明することが可能と考えられた。

O10

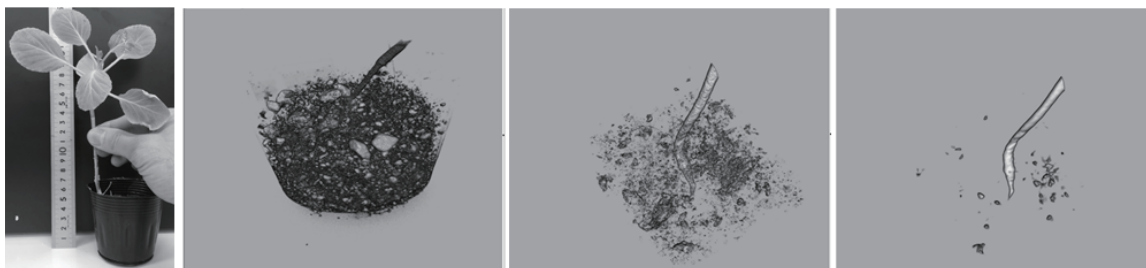
産業用 X 線 CT スキャナによるポット植え苗根の立体構造画像

齊藤保典^{1*}, 村松伸一², 白井啓一郎¹, 大谷武志³

(1信州大学学術研究院工学系, 2信州大学大学院総合理工学研究科, 3信州大学工学部技術部

*saitoh@cs.shinshu-u.ac.jp)

- 1 はじめに:市販技術のみを組み合わせ、土壌中の野菜苗根構造の可視化を試みた。
- 2 方法:ポット入りキャベツ苗を産業用 X 線 CT スキャナ(NAOMI-CT, アールエフ)で撮影したのち、ボリュームデータ解析を用いて根のみを抽出した(MATLAB, Mathworks 社)。X 線管条件は 50kV×6mA、画像は 1232x1216 画素、分解能 0.1mm である。画像解析では、強度に閾値を設定して土粒・木屑等を除去し、回転正面からのライティング処理を行った。
- 3 結果とまとめ:抽出画像(下図)は全球方向の回転画像として眺めることができた。今後対応可能な種類等を調べてい



く。

図:左から、試料, X線 CT 画像, ボリュームデータ解析結果(閾値処理後, 平滑化処理後)
X 線 CT スキャナの使用に便宜を図って頂いた株式会社アールエフ丸山次郎社長および小平計美氏に感謝致します。

P1

加工用ハウレンソウの刈取再生栽培法における各収穫時の根系

鈴木崇之*・鎌田えりか・石井孝典

農研機構 九州沖縄農業研究センター

(suzukita@affrc.go.jp)

日本の加工用ハウレンソウ栽培では、機械を用いて地上部のみを刈取る収穫法が導入されつつある。この方法では、1回目の収穫後に残った株から再生した植物体を収穫できる(刈取再生栽培法)。ハウレンソウの根は播種後早い時期に土壌深層に達することが知られている。また、加工用ハウレンソウは青果用に比べ収穫時の植物体を大きくするため、根量も多い可能性があり、従って、深層で根が発達し、養水分の吸収に寄与している可能性がある。しかし、加工用ハウレンソウにおける土壌深層での根系や刈取再生栽培時の根系の様相については明らかではない。そこで、加工用ハウレンソウの1番草および再生した2番草収穫時の根系を、深層も含め調査した。品種は‘クロノス’を供試し、条間30cm×4条、畝間150cm(内通路部分30cm)で栽培した。2016年9月26日に播種し、1番草収穫期の2016年12月6日および2番草収穫期の2017年2月22日に根系を改良土壌断面法により調査した。調査は条と直角方向の断面から、深さ0~60cmまで10cmおきに根を含む土壌を採取し、根を水洗し、根長密度を調査した。その結果、1番草および2番草の双方で根は深さ60cmまで分布しており、根長密度は作土(深さ20cmまで)が高かった。2番草の根長密度は1番草の倍以上であった。本研究は、農食研究推進事業「加工用ハウレンソウの多収抑草技術の開発による機械収穫生産体系の確立」により行った。

P2

改良根箱・ピンボード法用の根系採取装置により採取した根系の解析

神山拓也^{1,2}・唐澤敏彦²¹ 宇都宮大学農学部, ² 農研機構中央農業研究センター

(Email: koyama@cc.utsunomiya-u.ac.jp)

改良根箱・ピンボード法とは、根箱に伸長した状態の根系を2つ折りのシートに挟みこむことで、根系の配置や構造を破壊せずに採取、かつ、標本としても保存できる土耕系的手法である。著者らはこの方法を容易かつ正確に行うための装置を開発した。しかし、2つ折りのシートに挟まれたままの根系画像から根長等の根系形質を正確に解析できるかどうかはわかっていない。そこで、著者らは、シートに挟んだままと、それらの根系を水に浮かべて計測した根系形質との関係を画像解析ソフト(WinRhizo)により調べた。根箱を用いて根系構築構造の異なるダイズ12品種を53日栽培し、シートに挟まれたままの根系全体の画像を取得後、9分割し両者の関係の調査に供した。根系全体の画像から得られた根長、平均根径、表面積には品種間差が認められた。シートに挟んだままと、それらの根系を水に浮かべて計測した根表面積との間には、有意な相関関係が認められ、精度よく推定できた($y = 1.1x - 10$, $n = 441$, $r = 0.97$, $p < 0.001$)。しかし、根長が長くなるにつれ、シートに挟んだまま計測した根長は水に浮かべて計測した値に比べより低く、一方で、平均根径はより太くなった。以上の結果から、根が伸展しシートに挟むことで重なっても根表面積は精度よく推定できるが、根長は低く、根径は太く見積もられることがわかった。

P3

サイトカイニンはいネの根の Radial Oxygen Loss (ROL) バリア形成を誘導する

清水香那^{*}・塩野克宏

福井県立大学生物資源学部 (*s1521023@g.fpu.ac.jp)

我が国では、長雨などによる水が洪水しやすい水田転換畑における畑作物の湿害が問題となっている。ほとんどの畑作物が湿害による生育阻害を受け一方で、イネのような湿生植物は、過湿環境で生育するための機能を有している。地上部から根端までの酸素輸送の通路となる通気組織は過湿ストレスへの重要な形質である。これに加えて、根の基部からの放射状酸素漏出 (Radial Oxygen Loss) を抑制する ROL バリアは耐湿性の高い湿生植物だけがもつ耐湿性の重要な形質である。外皮に蓄積するスベリンからなる ROL バリアは嫌気条件によって誘導的に形成される。今まで ROL バリアを制御する植物ホルモンは未同定であったが、我々はアブシジン酸 (ABA) が ROL バリア形成を正に制御していることを明らかにした (塩野ら、未発表)。しかし、ROL バリア形成に対するその他の植物ホルモンの関与は不明であった。イネの遺伝子発現データベースである RiceXPro で、外生的に植物ホルモンを投与した時のスベリン生合成遺伝子の発現を網羅的に解析したところ、ABA の他にサイトカイニン (trans-Zeatin (tZ) 型) のスベリン化への関与が示唆された。そこで本研究では、tZ 型のサイトカイニンが ROL バリア形成の制御に関わる可能性を検証した。実験にはゲノムプロジェクトが完了しているイネの日本晴品種を用いた。種子吸水から 20 日間の好気的な水耕栽培の後、濃度別に tZ を 2 日間投与して ROL バリアの形成と外皮のスベリン化を調べた。詳細は発表にて報告する。

P4

イネの外皮形成力の有無は塩ストレス耐性に影響するのか？

安藤希珠名^{1,*}、塩野克宏¹¹ 福井県立大学生物資源学部

(*s1521004@g.fpu.ac.jp)

皮層の最外層に位置する外皮は、外界のストレスから植物体を守るためのバリア機能を果たすと考えられている (Enstone et al., J Plant Growth Regul 2003)。イネ品種「しおかり」へのγ線照射によって作出された *rcn1* (*reduced culm number1*) は、陸上植物で初めて発見された外皮を形成しない突然変異体である (Shiono et al., Plant J 2014)。外皮形成の変異体を用いて塩ストレス耐性の違いを直接比較した研究は、今まで行われていない。そこで、本研究では、外皮が塩ストレス耐性にどれだけ寄与するかを明らかにするため、しおかりと *rcn1* に塩ストレスを与え、外皮の形成の有無と生育の違いを調べた。方法は、しおかりと *rcn1* を 7 日間水耕栽培した後、水耕液に NaCl を添加して 5 日間継続して栽培した。5 日後の根を組織染色することにより、外皮のカスパー線形成、スベリン化および厚壁組織のリグニン化の有無を確認した。さらに、外皮が塩ストレス耐性にどれだけ寄与するかの指標として、根の成長率や形態の違いを比較した。詳細は発表にて報告する。なお、本研究に使用した *rcn1* 変異体は高牟礼逸朗先生より分譲して頂いた。

P5

ヒノキ細根呼吸は比根長 SRL でよく説明できる

宮谷紘平¹ 谷川東子² 牧田直樹³ 平野恭弘^{1,*}¹名古屋大環境 ²森林総研関西 ³信州大理 (*E-mail: yhirano@nagoya-u.jp)

樹木細根の生理活性指標である呼吸速度は、温度や水分など外在的要因と根直径などの形態や根の窒素含量など内在的要因により変動する。比根長 (Specific Root Length: SRL, $m g^{-1}$) は樹木細根の形態を示す指標として最も広く用いられており、根の構造コストに対する養分吸収効率の指標でもある。細根呼吸速度については比根長と正の関係性が示唆されてきたが、この関係性が異なる季節や数年にわたり成立するかは明らかにされていない。本研究ではヒノキの細根において、この長期的関係性を検証することを目的とした。

土壌無機態窒素特性の異なる東海地方のヒノキ二林分で、根端を一次根とする三次根程度の無傷な 30 個の細根系を採取し、閉鎖型動的チャンバー法を用い呼吸速度を 3 か月ごと計 8 回、根の温度とともに測定した。また細根系の比根長を算出した。その結果、細根呼吸速度は比根長と同調しながら季節や調査地により変動した。全期間および調査地間を通して、細根呼吸速度は比根長と強い正の相関関係を示した。細根呼吸速度には根の温度と有意な関係が認められなかったが、比根長で補正した呼吸速度と根の温度には正の相関関係が確認された。すなわち、細根呼吸速度は形態指標比根長でよく説明できることが明らかとなった。

Miyatani et al. (2018) Plant and Soil: 423:215–227

P6

有機物施用が水稻の初期生育と直径別の根系発達に及ぼす影響

岡元英樹*、藤倉潤治

道総研上川農試

(連絡先:okamoto-hideki@hro.or.jp)

【目的】水稻栽培では本田移植後の初期における生育、とりわけ根系発達が重要である。一方、北海道では水田への有機物施用が推進されているが、有機物施用が移植初期の生育、根系発達に及ぼす影響を調べた事例、さらには根を太さごとに解析した事例はほぼない。そこで本報では水田への有機物施用が、初期生育、特に根系発達に及ぼす影響を直径別に分け解析した。

【材料と方法】1/5000a ポットに褐色低地土を充填し、稲わら、堆肥、鶏ふん、魚かす、米ぬかをリン酸施肥量相当分施用し (窒素、カリの不足分は化肥で補給)、対照として化肥区を設けた。「ななつぼし」の成苗を移植し、移植 2 週間、4 週後に試料を採取した。根は根洗後に根長を直径別 (0.5mm 未満、0.5-1mm、1mm 以上) に測定した後、乾燥し根重を秤量した。

【結果と考察】4 週後に稲わら区は地上部の生育が劣り、堆肥区、鶏ふん区はやや優った。稲わら区は 2 週間、4 週間とも根重が低く、一方魚かす区は両時期で高かった。根長は、2 週間では稲わら区は短く、堆肥区、魚かす区が長く、さらに 4 週間では鶏ふん区、米ぬか区も長かった。直径別に分けると、2 週間では、稲わら区では全ての太さで減少したが、0.5mm 未満の根が特に大きく減少した。米ぬか区は 0.5mm 未満でやや減少した一方、鶏ふん区は 1mm 以上の根が増加した。堆肥区、魚かす区は全ての太さで増加したが、1mm 以上の根の増加が大きかった。4 週間においても稲わら区は全ての太さで根長が減少したが、1mm 以上の根の減少が大きかった。他の有機物は 4 週間ではほぼ全ての太さで増加し、鶏ふん区、魚かす区、米ぬか区では 0.5mm 未満の根が特に増加した。以上の結果と土壤化学性の結果から、有機物施用の正の影響は移植 4 週後の 0.5mm 未満の根に強くみられた一方で、植物性有機物の還元による負の影響は移植 2 週後の 0.5mm 未満の根で強くあらわれ、移植直後に発生する側根の発生や伸長が阻害されることにより、地上部の生育低下につながる事が推察された。

P7

異なる土壤水分条件に対するイネ異形根におけるリグニン・スベリン蓄積 および通気組織形成応答の品種間差異

渡邊友実加^{1*}・株木拓也¹・掛橋孝洋²・三屋史朗¹・仲田(狩野)麻奈^{1,3}・山内章¹

¹名古屋大学大学院生命農学研究科・²名古屋大学農学国際教育研究センター・³名古屋大学高等教育院
 (*watanabe.yumika@a.mbox.nagoya-u.ac.jp)

根の細胞壁における、疎水性物質であるリグニン、スベリンの蓄積は、アポプラストおよび cell-to-cell 経路の水移動に対する障壁として機能する。また、ストレス下で誘導される皮層崩壊により形成される通気組織は、その根自体の水通導性を低下させる一方、側根発育の促進によって根系全体の通導性を増加させる可能性がある。そこで本研究では、根系の水吸収輸送メカニズムに関わる形質の異なる土壤水分条件に対する反応と、水通導性および側根発育との関係性を明らかにしようとした。出穂2週間後まで異なる土壤水分条件でポット栽培したイネ3品種(IRAT 109, 日本晴, 台中65)の根系から成熟した主軸根を6本選んで、基部より25%, 50%, 75%の長さの部位の異形根(主軸根、L型側根、S型側根)別の横断切片を作成した。これらの切片を使用して、リグニンをフルオログルシノール-HCl反応で、スベリンをFluorol yellow 088により染色し、各異形根の内皮および外皮への蓄積程度を観察した後、定量化した。さらに、画像解析ソフトImage Jを用いて面積法で主軸根およびL型側根の通気組織率を測定した。リグニン、スベリンの蓄積と水通導性との間に相関関係は認められなかったが、IRAT 109は他品種と比較して蓄積程度が高く、蓄積程度に品種間差異が存在することが判明した。また、いずれの品種、処理においても内皮の細胞壁への蓄積程度が外皮を上回った。一方、L型側根における通気組織率と、S型側根の表面積、および静水圧差を駆動力とする水通導性との間に強い正の相関関係が認められた。さらに、S型側根の表面積とこの水通導性との間にも正の相関関係が認められたことから、L型側根における通気組織形成はS型表面積の拡大に寄与し、根系全体の水通導性の増加に貢献している可能性が示唆された。

P8

海岸林における土壤の理化学特性がクロマツの垂直根構造におよぼす影響

谷川東子^{1*}・松田陽介²・藤堂千景³・山瀬敬太郎³・池野英利⁴・大橋瑞江⁴・檀浦正子⁵・平野恭弘⁶

¹森林総研関西²三重大院生資³兵庫県農林技セ⁴兵庫県立大環境人間学

⁵京大地球環境学堂⁶名古屋大環境 (*E-mail: tanikawa@affrc.go.jp)

東日本大震災では、津波により海岸林が壊滅的な被害を受け、未発達の垂直根を持つクロマツが流木化した。そこで地下水位の高い海岸においても、垂直根の発達を促す森林施業が望まれている。本研究は、クロマツの根系が土壤の層構造に応じどのような可塑性を有して発達するのかを明らかにすることを目的として、愛知県田原市海岸林の汀線から700m程度の地点において、成木3本の根系を掘り取るとともに、土壤調査を行った。さらに、土壤深部に位置する垂直根の生物活性を明らかにするため、深度別の垂直根試料から細根を採取し、共生菌(菌根菌・内生菌)の有無をサンガーシーケンス法で調査した。

その結果、垂直根の到達深は175-240cmの範囲にあった。土壤は、表層から順に、砂の層、深さ50cm付近に砂と石礫混じりの鉄さび色をした堅い層、2層の石礫層という4層で構成されていた。堅い層では土壤ECや含水率が高く、この層で滞水することが暗示された。また最深層は、地下水で濡れていた。根系は土壤層構造に対応し、堅い層の上には水平根を、その層の下には垂直根を発達させていた。それらの垂直根は最深層で石礫による障害を受けながらも、分岐しねじれることによって下方に発達していた。垂直根から採取された細根には、いずれの深さでも共生菌の存在が確認された。石礫で満ち地下水が侵入する最深部でも、根は物理的支持の他に、養水分確保や菌の住処としての生物学的役割を果たしていることが示唆された。

P9

イチゴ促成栽培における日射量の違いが地上部/地下部比に及ぼす影響の品種間差

菅野 圭一¹、遊佐 真奈美²、本間 由紀子²、後藤 直子²、菅野 亘²、東出 忠桐¹、岩崎 泰永¹

1. 農研機構 野菜花き研究部門、2. (株)GRA (連絡先:k.kanno@affrc.go.jp)

イチゴは環境条件の変化に敏感な植物である。これまでに、イチゴの環境変化に対する応答には、地上部だけでなく地下部の変化が重要であることが示唆されてきた。完全に摘果したイチゴでは地下部への乾物重の増加が促進されることが報告されている (Shishido *et al.* 1998)。このことは、イチゴでは根がシンク器官の役割を担うことを示唆しており、環境応答の仕組みを理解する上で個体レベルでの乾物分配の重要性を示している。園芸作物では、受光量が乾物生産量を左右することが知られている。遮光資材を用いた報告では、遮光によりイチゴの乾物生産や収量が減少することが報告されているが、乾物生産が低下する仕組みについては不明である。また、これらの報告では、主に地上部の乾物生産に焦点が当てられており、地下部を含む個体レベルでの乾物分配の変化といったイチゴ個体の応答について調査した例はほとんどない。そこで本研究では、日射量の違いが乾物生産に及ぼす影響について、特に地上部/地下部比の変化に注目しイチゴの環境応答を明らかにすることを目的とした。材料は促成栽培のイチゴ‘とちおとめ’および‘もういっこ’を用いた。定植後 1 か月が経過した時点から 50%遮光を開始した。その結果、収量および乾物重は遮光区で有意に減少した。減少の程度には品種間差が認められ、乾物重は‘もういっこ’より‘とちおとめ’で顕著に減少した。‘もういっこ’では、遮光後に根への乾物分配が減少し、地上部への乾物分配、特に葉への分配が増加した。一方、‘とちおとめ’では遮光により乾物分配は変化しなかった。従って、受光量の低下に対する応答は品種によって異なり、地上部/地下部の分配割合の変化が乾物生産の維持に重要であることが示唆された。

P10

高温環境下の底面給液型養液栽培システムにおける培地種類の違いが

トマトの生育および障害果の発生に及ぼす影響

○山浦寛子^{1*}・高野暢雄¹・藤田慎一¹・金澤進一²・松本幸則³・野阪茂聖³・藤山 毅³・斎藤岳士¹・菅野圭一¹・中野明正⁴・岩崎泰永¹ (1 農研機構野菜花き研, 2 住友電気工業 (株), 3 パナソニック (株), 4 農林水産省農林水産技術会議事務局) (E-Mail: yamaurah090@affrc.go.jp)

アジアモンスーンモデル植物工場システム開発プラットフォームは、高温多湿地域においても低コストで安定的に高品質な作物生産を可能とする栽培技術をパッケージで開発し、その輸出展開を目指すものである。今回は、高温環境下でココピートまたは砂培地でトマトを底面給液型養液栽培した場合にもたらされたトマトの生育と障害果の発生について報告する。

播種後 40 日齢のトマト苗をココピート (ココ区) または砂培地 (砂区) を充填した透湿遮根シート製ポットに各区 4 株ずつ定植し、つくばの真夏の気象条件 (Max 35°C/Min 25°C) を再現した人工気象器内で四段栽培した。定植後 44 日目に各部位のサンプリングを行い、出液速度も併せて調査した。結果、砂区で尻腐れ果が多発し、葉および根の乾物重、推定葉面積値、根の乾物重 1g あたりの出液速度も砂区において 5%水準で有意に小さかった。高温環境下では砂培地で栽培すると根量および吸水能力がココピート培地で栽培した植物体よりも低いために、水の吸収を十分に行うことができず、結果的に水ストレスが生じて、尻腐れ果が多発したと考察した。