

常設展示リニューアル

2017年11月13日から、常設展示をリニューアルいたしました。展示配置とレイアウトを変更し、1F部分を広く、新しい展示ゾーニングを行っております。みなさまのご来館をお待ちしています。



学芸員養成支援（博物館実習）

当館では、博物館や美術館等で働く専門職員である学芸員の資格取得の支援として、資格に必要ないくつかの講義と実習を提供しています。

なかでも博物館実習は、学内博物館（当館）での2週間にわたる博物館実習Ⅰと学生の出身地の一般館園での5日以上館務実習を行う博物館実習Ⅱから構成されており、本学の学芸員の養成過程で学んだ知識や技術を生かす総仕上げの実習となっています。

博物館実習Ⅰでは、博物館の管理・運営など基本となる内容をふまえ、動植物の収集・分類・標本の作製といった基本的なスキルから、来館者への館内ガイドといった接客業務まで幅広い内容を体験しながら学びます。今年度は16名の実習生が熱心にこれらの実習に取り組みました。



JSPSひらめき☆ときめきサイエンス～KAKENHI～
土の粒子から農業や環境の歴史を科学する



開催日 2017年7月28日（金） 参加者 中学生15名

土に含まれる植物に起源する粒子（プラント・オパール）の抽出から観察までの一連の実験を通して、歴史を科学的に研究するという方法を学んでもらうプログラムです。また、この方法を用いて、国内外で行われている最新の研究情報もあわせて紹介しています。

詳しくは、ひらめき☆ときめきサイエンスのホームページ（<https://www.jsps.go.jp/hirameki/>）をご覧ください。

平成29年度 大学開放事業
（みやだい Waku Waku 体験 Day）



開催日 2017年11月18日（土）～ 11月19日（日）

例年、日頃の教育・研究活動の一端を児童生徒や地域の方々に知っていただくための広報活動の一環として、学生主催行事の「清花祭（きよかさい）」と同時期に実施されています。

当館では、参加者に日本と世界で食されてきた、さまざまな米や雑穀および米粉のパンを試食してもらい、展示や視聴覚資料をとおして「米」や「雑穀」の栄養や食べ方・歴史について学んでもらう参加体験型展示と工作教室を行いました。

大学へのアクセス・利用案内

宮崎大学農学部
附属農業博物館

開館 月～金 [9:00～16:00]
※土日祝・年末年始は除く

入館料 無料

BUS 宮崎駅より40分

JR 日南線木花駅下車 徒歩30分

TAXI 宮崎駅より25分、宮崎空港より15分

平成29年度宮崎大学きっずサマースクール
農業博物館で遊ぼう



開催日 2017年8月25日（金） 参加者 小学生16名

博物館の見学のほか、カイコの観察や、海の生き物についての学習、工作教室を行いました。特に工作教室が楽しかったようです。

Agricultural
Museum NEWS

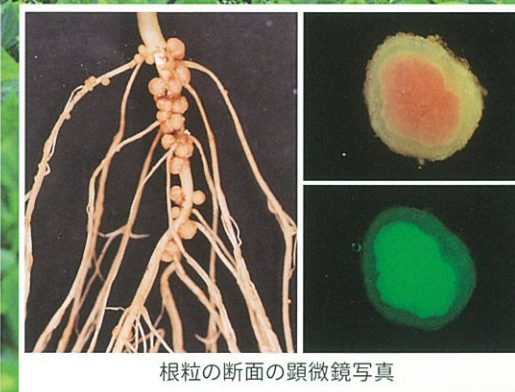
2017
NO. 39



平成29年度特別展示
根粒菌で拓く、農業と環境の未来



ダイズの根と根粒



根粒の断面の顕微鏡写真



根粒菌の電子顕微鏡写真

※写真中のスケールは0.5ミクロン（2000分の1ミリ）



根粒菌で拓く、農業と環境の未来

みなさんは、根粒菌（こんりゅうきん）という名前を聞いたことがありますか？

根粒菌は、ダイズなどマメ科の作物の根に住み着いて（共生して）、窒素という重要な肥料を作り出してくれています。この菌の力の秘密を明らかにできれば、作物が自分で肥料を作り出せるようになり、現在、たくさんのエネルギーを使って生産されている化学肥料の使用量を大きく減らすことも夢ではありません。

ここでは、農学部の佐伯雄一先生（応用生物科学科）が取り組まれている根粒菌の研究の最前線をやさしく紹介していただきます。

この機会に、みなさんも農業とエネルギーの未来について考えてみてください。

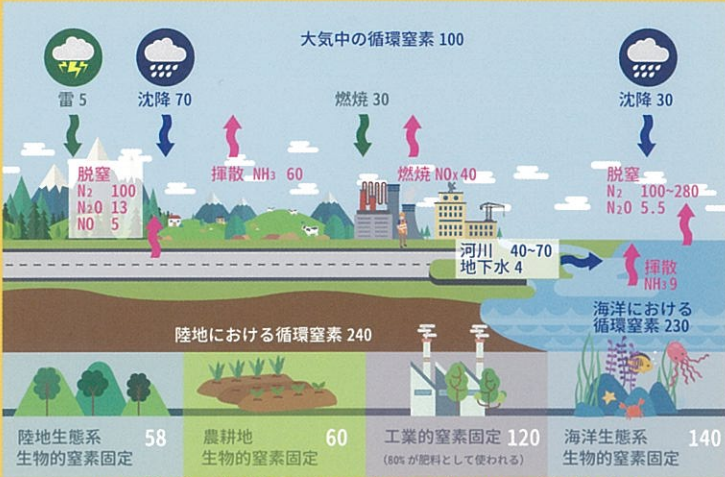


図 地球の窒素循環 (Fowler et al., 2013 より作成)

植物の栄養と大気中の窒素

人間は成長し、体を維持するために、食物を通して2つの栄養（有機物と無機物）をとる必要があります。一方、作物（植物）は、光合成によって有機物を作り出せるので、人間のように食物から栄養を取る必要はありません。しかし、光合成に必要な様々な無機物を栄養として根から吸収する必要があります。

一般に作物が必要とする栄養は、次のように、多量に必要なもの（多量必須元素）、微量に必要なもの（微量必須元素）に分類されます。中でも窒素は植物に必須の多量元素で、肥料の3要素（N/P/K）のなかで最も重要な元素です。



地球上の窒素は、大気に 3.9×10⁹Tg、土壌に 1.9×10⁹Tg、岩石堆積物に 1.0×10⁹Tg、海洋に 2.1×10⁷Tg、陸上生物相に 1.0×10⁴Tg、海洋生物相に 5.0×10²Tg 存在していると推定されています (Galloway, 2003)。※1Tg は、1兆グラム（100万トン）。

最近の報告によると、地球を循環している窒素は年間 570Tg と推定されています。この窒素は、生物学的窒素固定と呼ばれる生物反応で年間 258Tg、人間の活動（燃焼や工業・農業による利用）で年間 210Tg が利用（固定）されています (Fowler et al., 2013)。

大気中の窒素を固定する（捉まえる）生物

生物の中には、大気中の窒素をアンモニアに変換できるしくみ（能力）をもったものがあります。このように常温常圧で大気中の窒素をアンモニアに還元する能力を有する微生物を『窒素固定細菌』と呼びます。この細菌の窒素固定反応は、以下の式で表されます。



【窒素固定細菌が行っている窒素固定反応】

また、窒素固定細菌は、次の2つに分類されます。

『単生窒素固定細菌』 単独で生きて窒素固定を行う細菌

『共生窒素固定細菌』 植物と共生しながら窒素固定を行う細菌

生物が窒素を固定している活動全体から見ると、単生窒素固定細菌としてはシアノバクテリアの働きが大きいです。それ以外は、共生窒素固定細菌がほとんどを占めています。

この共生窒素固定細菌のスーパースターが「根粒菌」です。



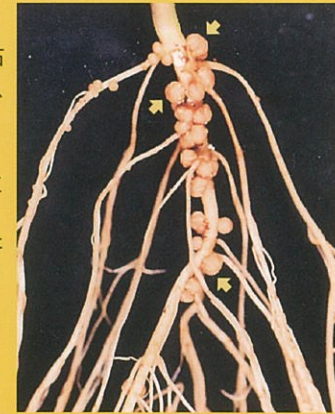
根粒菌の電子顕微鏡写真 (写真提供：南澤 究博士)

根粒菌の歴史

紀元前より、ダイズなどマメ科の植物が、他の作物よりも、やせた土地でよく育つことは知られていたと考えられています。事実、ローマ帝国の時代は、マメ科の作物の栽培を組み合わせた農業が行われていたようです。

しかし、当時の人々は、なぜ、マメ科の作物がそのような特徴を持つのかは全くわかりませんでした。しかし、右の写真のように、マメ科植物の根には、丸い粒状をした部分（根粒）があることは、よく知られていました。

19世紀になると、この根粒の内部に微生物がいることが確認され、Hermann Hellriegel をはじめとする研究者により、この微生物が植物に必要な窒素を供給する役割を持つことが明らかにされました。1888年に Beijerinck が、この微生物を根粒から取り出すことに成功しました。その後、『根粒菌』(Rhizobium) と名づけられました。



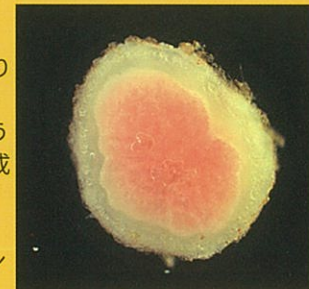
ダイズの根粒

根粒菌が窒素を固定するしくみ

根粒菌は、根から分泌される化学物質から、ダイズなどの感染できる植物かを判断します。次に、根粒菌は感染できるように根毛の変形や皮層細胞の分裂が起こる信号(物質)を出し、根毛内に侵入してゆきます。一方、植物は根粒菌を根の内部へと誘導し、根粒が形成されます。

根粒の中で、根粒菌は、窒素固定に必要な酵素（ニトロゲナーゼ）を作り、大気中の窒素をアンモニアにして、感染している植物に栄養として供給します。

ただし、ニトロゲナーゼには、酸素があると力を発揮できないという弱点があります。そこで、根粒の中では、血液中の赤血球に含まれるヘモグロビンと同じように酸素を捉まえるレグヘモグロビンが合成され、酸素濃度が高くない仕組みが作られています。根粒の断面がダイダイ色をしているのは、このレグヘモグロビンによるものです。



根粒の断面

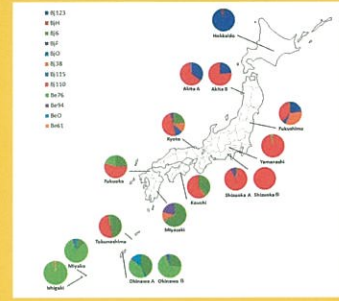
根粒菌研究の最前線

取組①：日本国内に生息している根粒菌の種類を解明する

土壌中には、いろいろな種類の根粒菌がいます。それらの中には、窒素固定が得意なものや苦手なものがあります。そこで、ダイズ栽培を行う場合には、窒素固定が得意な根粒菌のダイズの種子への接種（注射するわけではなく、根粒菌を種子に付ける）が行われます。しかし、畑にもともと生息している土着の根粒菌との相性によって、接種した根粒菌の働きに違いがあることが分かってきました。



そこで、日本各地の土着根粒菌の調査が行われました。その結果、日本の根粒菌は南北方向（緯度の高低）によって種類と組み合わせが変化することが明らかになっています（右図）。この成果を生かし、より効率的な根粒菌によるダイズ栽培が可能になると期待されています。



取組②：完全脱窒できる根粒菌の探索と土着化の条件と方法を探る

窒素以外の窒素酸化物は地球温暖化や大気汚染の原因となるため、硝酸を窒素まで変化（完全脱窒）できる微生物が必要となります。そこで、マメ科作物を栽培する畑に最適な完全脱窒が可能な根粒菌が探索され、現在までに、いくつかの有望な菌が発見されています。さらに、これらの根粒菌が畑で増えて長い期間にわたり生息する（土着化する）方法を明らかにするために、根粒菌が元気に活動している土や農地の利用方法を調査した結果、土の種類は平野の土である「沖積土」で水田を利用した二毛作を行った場合、完全脱窒ができる根粒菌が増えることが明らかになってきています。このことから、江戸時代ごろから行われてきた田畑輪換の農法が科学的にも妥当なものだったと言えるでしょう。

根粒菌の未来

根粒菌がいろいろな作物と共生できる未来に向かって

近年の研究によって、根粒菌の全ての遺伝情報（全ゲノムデータ）が解読されました。もちろん、解読されたからといって、根粒菌の秘密のすべてが分かったわけではありません。

しかし、これまでの研究の成果から、根粒菌がマメ科植物と共生する仕組みの解明が進んでおり、また、マメ科以外の植物にも根粒菌と共生する仕組みの一部や機能が存在していることがわかってきています。今後、根粒菌についての研究が進めば、マメ科植物だけでなく、イネやムギなどの穀物、野菜や果樹など数多くの作物が根粒菌と共生して、大気中の窒素を栄養として活用できる日が来るかもしれません。

これからの根粒菌研究に、ご注目ください。

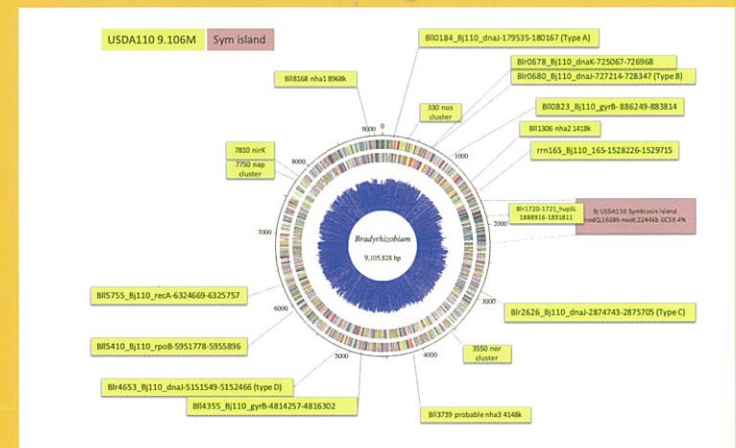


図 解読された根粒菌の遺伝情報

肥料の歴史と課題

肥料は、人間がさまざまな土地における作物（植物）の成長の違いを観察し、その結果、作物の栄養となると判断し、意図的に与えようとしたモノが始まりと言えます。最初は、人や家畜の排泄物や木や草の灰や落ち葉など、身近なものから始まり、やがて、植物の栄養について科学的に研究されるようになると、自然のものから、徐々に純粋な栄養（肥料）が作り出されるようになりました。

この歴史は右図のように3つのステップに整理されます。しかし、これらは、技術革新のように移り変わるものではなく、次々と新しい肥料が作り出されてきた歩みと言えるでしょう。



現在、工業的固定窒素量の80%が化学肥料生産に使用されています。

化学窒素肥料の生産には多量の化石エネルギーが必要とされ、また肥料としての過剰使用がしばしば環境汚染の原因にもなっています。そのため、生物学的窒素固定を高める技術によって、工業的固定窒素量を減らし、エネルギーと環境の課題を解決することが期待されています。

1600 ~

STEP1 肥料を自給する段階

人間が試行錯誤の中で、植物の栄養あるいは土地の栄養（地力）を高める身近な自然の資源を選び出した段階です。肥料として用いられたものには、以下のような無機質のものや有機質のものがあります。

人の排泄物（ふん尿）は年間 375kg、鳥のふんは年間 30~40kg という試算があります (奥田 東著『肥科学概説』)。

無機質の肥料
森の土、川・池の泥、石灰岩など

有機質の肥料
落ち葉、堆肥、人糞尿、鳥糞など

1840 ~

STEP2 肥料が商品として流通を始める段階

近世（17世紀以降：日本では江戸時代~）になると、農作物の商品としての価値が高まり、それともなって、よい農作物を効率よく安定して生産するニーズが生まれてきました。

その結果、肥料についても「価格が安くて、品質が安定していて、必要な量（大量）が供給できる」という商品の性格が求められるようになり、原料は自然のものであるが、人の手によって品質が調整された有機質や無機質の肥料が流通するようになりました。

魚肥、油粕、骨粉
硝石、グアノ、カリ塩

STEP3 肥料が工業的に生産され流通する段階

1840年にドイツの化学者のリービヒ (Liebig) により、「植物の栄養は有機物ではなく、炭酸ガス、アンモニア、リン酸などの無機物質である」という「無機栄養説」が発表されました。

その結果、1843年には、骨粉を処理した過リン酸石灰を製造する肥料工業が誕生し、1890年にはドイツでアンモニアを硫酸に吸収させて世界初の人造肥料（硫酸）が製造され、その技術が世界へと広がり、日本でも1901年には工場での肥料生産が開始されることになりました。

図 肥料の歴史