



国立大学法人 島根大学
生物資源科学部

教員紹介 パンフレット



自然豊かな環境で Lifeを研究する

生物資源科学部は、平成30年度より、生命科学科、農林生産学科、環境共生科学科の3学科に再編しました。各学科には、それぞれ4つの特徴ある教育コースを設け、生命現象の基本原則から食生命科学など生物資源の利活用技術、食糧資源や森林資源の持続可能な生産技術、生態系や環境の管理・保全・修復技術に関する幅広い分野の教育・研究を行っています。現在、90人の教員が生物資源科学部の教育・研究に携わっていますが、各教員が取組んでいる研究内容について、高校生から社会一般の皆様まで、よりよく知っていただくことを目的として、教員紹介パンフレットを作成しました。本学部の研究内容が幅広い学問領域に亘り、非常に多様であることがご理解いただけるかと思えます。このパンフレットを契機として、地域の皆様方と本学部との新たな連携につながることを期待しています。



島根大学生物資源科学部長
井藤 和人



目 次

生命科学科

P6~35

農林生産学科

P38~64

環境共生科学科

P66~94

附属生物資源教育研究センター

P96~98

三井化学アグロ・生物制御化学寄附講座

P100

索 引

P102~107

SDGsに関連する 生物資源科学部の研究

2030年までに世界をより良い未来に向かわせる道筋になることを目指し、2015年、国連では「変革する世界：2030年持続可能な開発アジェンダ」が採択されました。その中で、世界が最も緊急に取り組む課題として、17のSDGs「Sustainable Development Goals (持続可能な開発目標)」が提示されています。これらの目標達成のために大学が果たす役割は大きく、「生命」、「生産」、「環境」に係わる教育・研究を通して、地域社会の発展と持続可能な環境調和型社会の確立に貢献できる人材の養成をめざす生物資源科学部でも、何らかの形でSDGsに関連する多様な研究を行っています。本パンフレットでもSDGsに関連する研究に、該当するSDGsロゴを表示しています。

SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS

世界を変えるための17の目標



生命科学科では、微生物から動物・植物に至る多様な生物が示す様々な生命現象についての基本的な理解と根本原理の解明をめざすとともに、これら生物が有する様々な有用機能を食品・化学工業、医薬・農薬製造業などの生物・化学産業に役立てるための教育と研究を行います。生命現象の不思議さを追求し応用する過程を通し、論理的思考力、問題解決能力を身に付け、社会で活躍するための資質能力を向上させることができます。

Department of Life Sciences

細胞生物学 コース

細胞生物学コースでは、細菌や原生生物から動・植物まで幅広い分類群を対象とし、それら生物が示す様々な生命現象を分子・細胞・組織・個体レベルで捉え、理解する能力を育み、ライフサイエンスの発展に寄与し、様々な分野で活躍する人材を育成することを目標にしています。

水圏・多様性生物学 コース

日本海から宍道湖・中海を含む湖沼河川まで多様な水域とその周辺の陸環境がもつ豊かな生物多様性を基礎科学の観点から捉え、理解する能力を育み、生物資源の持続・有効利用と環境保全に寄与し、この分野を牽引する人材を育成することを目標にしています。

生命機能化学 コース

生命現象は、生命体内に存在する多様な分子の働きが複雑に組合わさることで引き起こされます。そのメカニズムを生物と化学の両方の視点から理解し、有用な機能として医薬系や化学系の分野に応用する知識と技能を有した人材の育成を目指します。

食生命科学 コース

食品に含まれる栄養成分や有用成分を人体が活用する仕組み、食料の生産に寄与する生命の仕組みなど、食に関係する生命現象を理解し、食品やバイオテクノロジーの分野に応用する技能を有した人材の育成を目指します。

生 命 科 学 科

キー
ワード

生理、発生、進化、生態学、生物多様性、遺伝学、共生、進化、原生生物、食品、腸内細菌、酵母、遺伝子工学、分子分光學、分子認識、神経伝達物質、農薬、ストレス応答、植物

ギャバ(GABA)と 転移RNAの分子生物学



赤間 一仁 教授

キーワード

イネ、シロイヌナズナ、
ギャバ (GABA)、転移RNA
(tRNA)、スプライシング

13 気候変動に
具体的な対策を



今tRNAとGABAが面白い！

「山椒は小粒でピリリと辛い」ということわざがあります。一見小さくても、優れた性質があり、決して侮ることができないことのたとえです。細胞の中で働くtRNAとアミノ酸の一種であるGABAはとても小さな分子ですが、生物の生存になくてはならないものです。私たちはこれら分子が植物が生きていく上でどのような優れた役割を担っているのかを研究しています。

シロイヌナズナから単離したtRNAスプライシング酵素の新規機能の解明

tRNAをコードする遺伝子の中にはイントロンを持つものがあります。私たちはドイツの研究グループと共同で、植物tRNAイントロンのスプライシングに関わるtRNAリガーゼが核だけでなく、

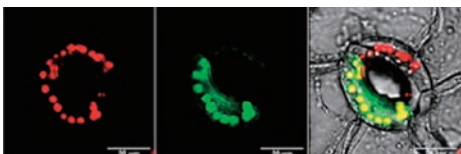


図1 ソラマメ孔辺細胞におけるtRNAリガーゼの葉緑体局在
(左) 葉緑体の自家蛍光(赤色)
(中) tRNAリガーゼを緑色蛍光タンパク質とつないだ融合タンパク質の蛍光(緑色)
(右) 明視野で葉緑体自家蛍光(赤色)と緑色蛍光との重ね合わせ(重なったところは黄色)

葉緑体にも局在していることを明らかにしました(図1)。植物細胞の中で葉緑体は中心的な役割を果たしています。その中でtRNAリガーゼがどのような働きをしているのか大変興味深く、その解明を目指しています。

ストレス応答と植物におけるGABA機能

イネは、GABA合成に関わる5つのグルタミン酸脱炭酸酵素(GAD)遺伝子を持ちます。私たちが単離したGAD2遺伝子だけがカルモジュリン(CaM)結合ドメインを持たない新規なGADタンパク質をコードします。この遺伝子の改変を元にして、通常のお米に比べて100倍以上のGABA(ギャバ)を含むお米の開発に成功しています(図2)。

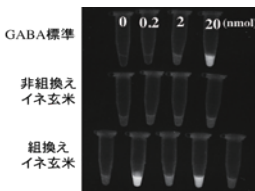


図2 コメに含まれるGABAの分析

tRNAとGABAを用いた基礎研究から応用研究

tRNA連結酵素が葉緑体に存在するのは植物が直面するストレスが関係するのではないかと考えています。この連結酵素が葉緑体の中で働くRNAの修復に関与している可能性を検証する実験を現在進めています。

新規なイネGAD2は単にマイナーな遺伝子なのか、あるいは特別な機能を持つものなのか、その解明を進めています。また、現在、ゲノム編集技術(CRISPR/Cas9)を用いて、5つのイネGAD遺伝子の制御ドメインの欠失を進めており、イネGADが生体内でどのように調節されているのか、そしてその成果を基盤にした応用研究も目指しています。

なぜものを見続けることができるのだろう？



尾崎 浩一 教授

キーワード

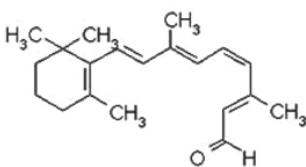
視覚、眼、ビタミンA、イカ、肝臓

見るということ

ヒトは環境情報の80%以上を視覚感覚により得ているといわれています。ものを見るということは、私たちの行動にとっても大きな影響を与えているのです。視覚は、光が視細胞で吸収され、電気信号に変換されて脳に伝えられることによって生じます。視細胞における光の吸収・信号変換は視覚の第一歩なのです。

視物質維持の大切さ

眼は、フィルムカメラに例えられます。レンズを持ったその構造だけでなく、光を最初に吸収するのが化学物質である点も似ています。眼では、光は視物質と呼ばれる化学物質により吸収されます。視物質は、タンパク質（オプシン）にビタミンAの仲間である11-シスレチナール



11-シスレチナール

が結合したものです。視物質が光を吸収すると構造が変化し、最終的にはイオンチャネルの開閉による電気的応答が生じます。でも、光が当たり続けるとどうなるでしょう。視物質はどんどん消費されていきます。フィルムなら次々と巻き取って新しい面を出せばよいのですが、視細胞や網膜はそういう訳にはいきません。一生使い続けなければいけないのです。そのため、視細胞や網膜にはオプシンとレチナールから視物質を合成し、その量を一定に保つシステムが存在します。11-シスレチナールはとても不安定な物質ですので、網膜で作られすぐに利用されます。私たちは、このシステムがどのように視物質量をコントロールしているかについてイカや昆虫を用いて研究してきました。

イカの不思議

その過程で、私たちはとても不思議な現象に出会いました。ヒトを含むほとんどの動物では、11-シスレチナールはその不安定さ故に網膜にしか存在していません。ところが、イカをはじめとする頭足類では、肝臓や血液など体の至る所にこの物質が存在する



孵化したばかりのアオリイカ

ことがわかったのです。この不安定な物質がいったいどこで作られ、どのようにして安定に保たれているのか？ そして、それが全身に存在する理由は何なのか？ 私達はその謎を明らかにすべく、生理学、生化学、分子生物学などの手法を駆使して研究を行なっています。

カエルが先かニワトリが先か：細胞死のしくみ



西川 彰男 教授

キーワード

手足、プログラム細胞死、カエル、指間の水かき

生き物の形づくりは、細胞死によって行われる

「細胞の死」は、発生期に大事な役割を担っている。そのいい例が手足の発生時に指と指のあいだで起こる細胞死です。この指間細胞死によって我々の手には水かきがなくなり、5本の指が自由に動くようになる。この現象は、55年も前にニワトリ胚を用いて初めて明らかにされたが、なぜかカエルでは起きないとされていた。このことに関してカエルびいきの私は、常々反感を持っていた。



図1 スズガエル

カエルの指間細胞死の真実

カエルは、進化上、陸に上がった最初の陸上脊椎動物（四足動物）としてとても大事な位置にいる。総鰭類（そうきるい）と呼ばれる魚類から「大進化」を経て、手足を持つ四足動物が進化したとされる。手足を初めて獲得した時に、その先端部（自脚）の指の構造を作る仕組みは、カエルで初めて獲得されたはずであり、その機構は羊膜類（ようまくるい鳥類や爬虫類、哺乳類）に引き継がれているとの信念のもと、私は何種類かのカエルの指の原基の細胞死の有無を再検証した。苦勞のすえ、アフリカツメガエルやスズガエル（図1）において、指間細胞死が起こることが判明した（図2）。この発見によって、カエルの四肢でおこる細胞死のしくみは、我々哺乳類の発生に関わる共通原理であったことがわかり、カエル好きの私はホッと胸をなでおろした。



図2 細胞死と水かきの関係
元来スズガエルの手に水かきはないが、細胞死抑制によって水かきを誘導できる

カエルの研究ってなんの役に立つの

両生類の中でもカエル類は、我々羊膜類ときわめて近い位置にあり、共通の発生機構を用いている。イモリと異なり、僕らとカエルは陸上への進化の過程で、同じ道筋をたどったとされています。一方でイモリの手足が素晴らしい再生力を示すのに対して、ヒトやカエルでは弱い部分的な再生力しか示しません。なのでカエルとヒトの間に共通の形づくりのしくみが存在しているという発見は、もしカエルに完全な四肢再生力をもたらすことができれば、ヒトでも完全な四肢再生力を付与することが可能になることを示唆しています。カエルを用いた四肢再生の研究がいつか人類の幸福に役立つことを願っています。

毛髪の周期的再生を支える毛乳頭細胞の毛形成能を復活させる



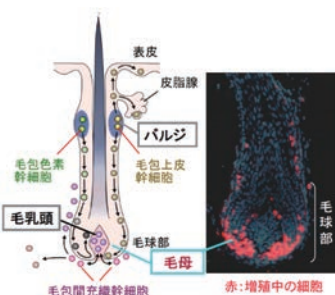
松崎 貴 教授

キーワード

毛周期、周期的再生、幹細胞、毛乳頭、3次元培養

毛は毛包で作られる

毛は皮膚が変化してできた毛包という小さな器官で作られ、周期的に再生します。毛は一定の期間伸び続けた後に、毛包の下部でアポトーシスと呼ばれる細胞死が誘導されるため伸びが止まります。その後、幹細胞が細胞増殖して毛包を再生して、再び毛の伸長が始まります。これは毛周期と呼ばれ、発生過程と同様の器官形成作用が大人になっても繰り返される不思議な現象で、再生メカニズムを研究する優れた材料です。

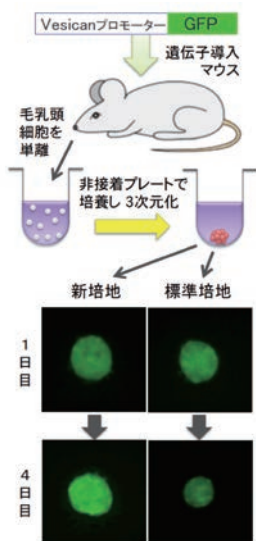


毛包に存在する3種類の幹細胞が相互に支え合って黒い毛が作られて伸長する

毛包には少なくとも3種類の幹細胞が存在して、これらが互いに支え合うことで複雑かつ精巧な毛包組織を形成し、維持しています。しかしこの周期的再生のメカニズムはよく分かっていません。そこで私たちは、毛周期の司令塔である毛乳頭が、どのようにして活性化されるのか調べています。

毛乳頭細胞を活性化する新しい培地を開発

毛が伸び始めるとき、毛乳頭では毛形成を誘導するversican (パーシカン) という遺伝子が働き始めます。そこで、この遺伝子が転写されると緑色蛍光タンパク質 (GFP) が作られるように改変した遺伝子導入マウスから、毛乳頭細胞を単離しました。この毛乳頭細胞は普通に平板培養 (2次元培養) するとGFPを発現しませんが、U字型の非接着プレート上で培養すると細胞同士が自己集合して毛乳頭のような構造を作り、GFPを発現するようになります。これはすなわち毛形成能の復活を意味します。私たちは、毛乳頭細胞が骨細胞と脂肪細胞の性質も併せ持つことに着目し、それぞれの細胞分化を支える複数の因子を組み合わせた培地を開発し、3次元培養を行ってみました。その結果、4日間でGFPの発現 (毛形成能) を増強できることがわかりました。これは脱毛症の治療法開発につながるだけでなく、どうやって幹細胞が毛乳頭細胞に分化するのかを知るヒントを与えてくれます。



毛形成を誘導する能力が高いほど緑色蛍光 (GFP) が明るくなる

筋肉よりも速い！ 原生生物の細胞運動



石田 秀樹 准教授

キーワード

原生生物、繊毛虫、スピロストマム、収縮速度

世界最速の収縮をする細胞は何か？

地球上の生物で最も早く収縮運動をする生物は何でしょうか。収縮運動と言えば、すぐに思い浮かぶのは筋肉細胞でしょう。チータは筋肉運動により時速100キロにも達する速度を出すことができ、地上最速の動物と言われています。しかし、最も早い筋運動は、昆虫やハチドリの飛翔筋で、毎秒100回以上の収縮が可能です。では、飛翔筋が最速の収縮運動をする細胞なのでしょうか。

池の中で最速の細胞運動！

収縮運動の代表格である筋細胞よりもさらに早い収縮をする生物が知られています。それは、淡水産の繊毛虫であるスピロストマム (*Spirostomum*) です。スピロストマムの細胞内にはマイオネームと呼ばれる繊維系が張り巡らされており、この繊維が収縮することで細胞全体が収縮すると考えられています。収縮に要する時間は1~2msec (1000分の1秒) 程度です。



スピロストマムの光学顕微鏡写真 a: 伸長状態、b: 収縮状態

細胞運動がどのようにして起こっているか知るためには？

スピロストマムの微小な細胞の中で、最速の運動がどのように生み出されているかを知ることは容易ではありません。電子顕微鏡によって細胞の内部を観察したり、収縮のエネルギーがどのように使われるかを測定することが必要です。研究が進むにつれて、マイオネームを構成するタンパク質がヒトを含む多くの生物で発見され、繊毛運動や細胞分裂の制御に関わっていることも明らかになってきました。マイオネームの運動の仕組みが分かれば、将来ミクロのレベルで動作するナノマシンのモーターとして利用できるかもしれません。また、繊毛運動や細胞分裂に不具合が起こる病気の治療に役立つかもしれません。それにはまだまだたくさんのことを明らかにする必要があります。皆さんも最速の収縮機構について研究してみませんか。

ミドリゾウリムシを使って 真核細胞誕生の謎にせまる



児玉 有紀 准教授

キーワード

ミドリゾウリムシ、細胞内共生、クロレラ、進化

6 安全な水とトイレ
を世界中に



ミドリゾウリムシ

皆さんはミドリゾウリムシという生物をご存知ですか？ ミドリゾウリムシは淡水に生息している、体長が0.1ミリ程度の綺麗な緑色をしたゾウリムシです(図1)。緑色の正体は細胞内に共生しているクロレラです。相利共生の関係にあるミドリゾウリムシとクロレラは、それぞれが単独でも生存できるため、真核細胞誕生のプロセスの解明の新たなモデル生物として注目されています。

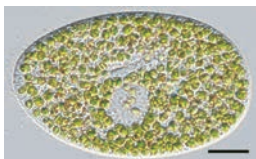


図1 ミドリゾウリムシの光学顕微鏡写真。バーは20 μ m。

クロレラがミドリゾウリムシに共生する過程が明らかになった

真核細胞内のミトコンドリアと葉緑体は、元々は独立して存在していた細菌が、10~20億年前に真核細胞の元になった大型細菌の内部に共生して進化したものだと考えられています。細胞内共生はその後繰り返し行われて、生物の進化と多様化の大きな原動力となっています

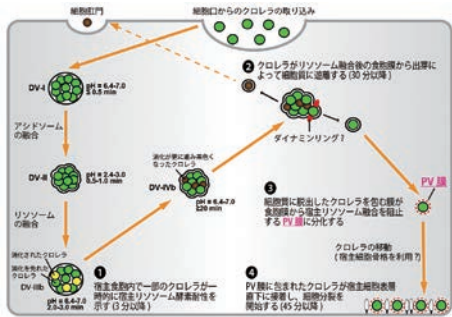


図2 ミドリゾウリムシに取り込まれたクロレラが細胞内共生を開始する過程の模式図。

が、その成立条件はほとんど明らかになっていません。この大きな理由は、相利共生の関係にある生物同士の多くはそれぞれを引き離すと、弱ったり死んだりしてしまうためです。しかしその点を解決できるのがミドリゾウリムシです。私達はクロレラがミドリゾウリムシに共生する過程を観察するための最適条件を確立し、50年以上不明だったクロレラの細胞内共生成立過程の全容と、共生成立に必須な4つのプロセスの存在を初めて明らかにすることができました(図2)。

目指すところ

ミドリゾウリムシを使って細胞内共生の成立条件が明らかになれば、真核細胞誕生のプロセスの解明や、任意の細胞の組み合わせで人類や環境のために有用な細胞を作り出すことが可能になるかもしれません。皆さんも綺麗なミドリゾウリムシを使って一緒に研究してみませんか。

イネに約1,500種類ある 輸送体の機能を明らかにする



秋廣 高志 助教

キーワード

イネ、輸送体、トランスポーター、
酵母タンパク質発現ライブラリー

15 種の費かさも
守ろう



イネには約1,500種類もの膜輸送体がある

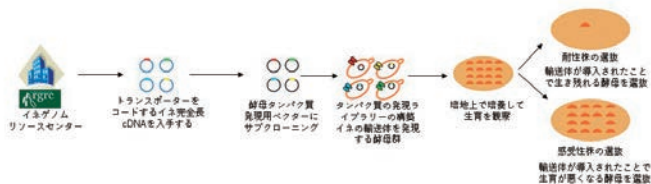
2004年にイネのゲノム解読が終了し、イネには約3万種類の遺伝子があることが明らかになりました。そのうち、約1,500種類が膜輸送体であると予想されています。膜輸送体とは、低分子物質を細胞膜の内外へ輸送するタンパク質の総称で、現在までに、植物体のどこで、どの輸送体が、どんな物質を輸送しているかはほとんど明らかになっていません。植物の物質輸送機構の解明が進めば、環境ストレスや病気に強い作物、栄養価の高い作物を開発するうえで貴重な情報になります。例えば、ヒ素やカドミウムといった有害重金属を輸送する輸送体が明らかになれば、有害重金属を吸収しづらい安心・安全な作物を作ることができます。



実験材料であるイネ

イネの膜輸送体の機能を明らかにする新たな実験系の確立

イネを用いて膜輸送体の機能を明らかにすることは、イネ自体がとても複雑なので実はとても困難です。そこで、イネの膜輸送体遺伝子を酵母に導入して、イネの膜輸送体を持つ酵母を作り、その酵母を解析する方法があります。私たちは、イネゲノムリソースセンターから入手した約1,500種類の膜輸送体をコードする遺伝子を1つずつ酵母に発現させ、イネ膜輸送体タンパク質発現ライブラリーを構築しました。このライブラリーを用いれば、どんな物質を輸送しているかわからない輸送体を網羅的に調査することができます。



約1,500種類のイネの輸送体遺伝子をイネゲノムリソースセンターから入手し、これを酵母に導入し、その機能を明らかにする新たな実験系。

イネの膜輸送体を明らかにするということ

植物体内で作られた代謝物がいつ、どこで作られ、どこに運ばれて機能しているのかを明らかにするためには、輸送体の研究はとても重要です。みなさんも、イネの物質輸送の全容を明らかにする研究をしてみませんか？

環境適応能力の起源と進化： ヌタウナギに訊け！



山口 陽子 助教

キーワード

環境適応、体液調節、進化、魚類、
ヌタウナギ

14 海の豊かさを
守ろう



脊椎動物の環境適応能力

生命誕生から40億年、今や地球上のあらゆる場所に生物が暮らしています。雨ニモマケズ風ニモマケズ...宮沢賢治を地で行く適応能力の鍵は、「体内の環境を常に一定に保つこと」です。こうすればいつでもどこでも、安定した生命活動が保証されます。実はこれ、私たち脊椎動物の特殊能力なのですが、一体いつ・どのように獲得されたのでしょうか？ 私は「体内の水やイオンのバランスを保つしくみ（体液調節機構）」に興味を持ち、その起源と進化を明らかにすべく、最も原始的な脊椎動物であるヌタウナギで研究を進めています。



ヌタウナギ。蒲焼のウナギとは根本的に異なる生物。

なぜにヌタウナギ？

ヒトの体液は、大雑把に言うと、海水の1/3濃度の塩水です。これは硬骨魚類でも同じです。体液組成を一定に保つため、鰓や腎臓が水やイオンの出し入れをしています。ヌタウナギにも鰓や腎臓はありますが、体液の組成は海水とほぼ等しく、体液調節をしないとされています。まさに脊椎動物と無脊椎動物をつ



私たちの体液調節能力はどこから来たか？ ヌタウナギが知っている！

なく「生きた化石」なのです。ヌタウナギの鰓や腎臓を調べると、硬骨魚類と同様、水やイオンの輸送に働く分子が見つかりました。ならばなぜ、ヌタウナギは体液調節をしないのでしょうか？ それに分かれれば、体液調節能力の起源が見えてくるはずですよ。

目指せ国際拠点化！

ヌタウナギは進化を考える上で重要な生物であり、たくさんの研究者から注目されています。しかし基本的に深海性で捕獲が難しく、研究はきわめて遅れています。この点について、島根県は大きなアドバンテージを持っています。日本産の種は例外的に浅瀬にも分布する上、島根県は全国有数の漁獲地なので、研究に関して世界でも稀な好条件が揃っているのです。全て輸出のため、県民にはほとんど知られていないのですが...今後研究を推進し、いずれは島根県を「ヌタウナギ研究の国際拠点」にしたいと考えています。

遺伝子で地図をつくる



荒西 太士 教授
(水圏エコシステム
プロジェクトセンター長)

キーワード

遺伝系統、進化放散、水圏生態、
資源管理、遺伝的攪乱

14 海の豊かさを
守ろう



遺伝子型が親子の顔を似せている

生物とは、遺伝子というバトンを親から子へ引き継ぐための存在です。そして、動物でも植物でも全ての個体には固有の遺伝子型があります。例えば、日本人のルーツは縄文系と弥生系に分けられるというのを聞いたことがあるでしょう(図1)。細胞にあるゲノムの特定の遺伝子を解読すれば遺伝子型に分類でき、その遺伝子型で縄文系と弥生系を診断できます。つまり、固有の遺伝子型は、先祖代々の血の繋がりの記録であり、遺伝子で書いた家系図です。



図1 あなたは縄文系？ 弥生系？

ヤマトシジミの遺伝子型地図をつくる

島根県と言えば宍道湖、宍道湖と言えばシジミです。島根県は、海水と淡水が混じる汽水に生息するヤマトシジミの生産量が日本一であり、貴重な水産資源です。そこで、宍道湖のヤマトシジミのルーツを探るべく全国からヤマトシジミを集め、ミトコンドリアゲノムの遺伝子を解読しました。その結果、ユニークな塩基の変異を確認し、その遺伝子型の割合を地図にしました(図2)。山陰を中心とした日本海岸には赤が出現、太平洋岸は黄が優占、東北以北は青が優占という特徴的な進化放散を発見し、各遺伝系統を日本海系、太平洋系、北日本系と名付けました。

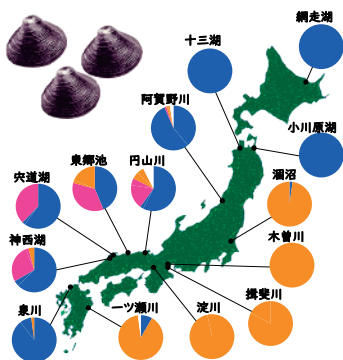


図2 ヤマトシジミの遺伝子型地図

地図を読み解けば過去と未来がわかる

遺伝子型地図を見て、九州・福岡県泉川の北日本系に違和感をもった人は鋭い観察眼です。泉川は過去に東北からヤマトシジミが移植されていました。ヤマトシジミに限らず有用な水産資源は頻繁に移植されます。地球規模で水産資源が減少する中、資源管理には移植が不可欠です。しかし、適切に移植しないと移植の系統と在来の系統の間で遺伝的攪乱のリスクがあります。遺伝子型地図は新しい産地を追加してアップデートを続けます。それが、適切な移植のための情報ソースとして、また将来起きうる遺伝的攪乱を防ぐ保全ツールとして、人々の生活と水圏の生態を未来へ繋ぐ“英知”だからです。

卵が先かビールが先か!?



広橋 教貴 教授

キーワード

精子、イカ、走化性、二酸化炭素

14 海の豊かさを
守ろう



イカの精子はビールがお好き?

ビールのおつまみにスルメイカは合いますよね? 実はスルメイカの精子もビールが好きなんです。ある晩、実験が上手くいかず、ヤケクソでスルメイカの生きた精子にビールを1滴かけたのですが、な、なんと精子がビールに向かって泳ぎだすではありませんか!? こ、これは、ノーベル賞。。。いやイグノーベル賞!?

ビール好きは実は二酸化炭素!

興奮冷めやまぬ翌朝、気の抜けたビールを再びイカの精子にかけたところ、まったく見向きもしません。その後、判明したことは、イカがビールに向かって泳ぐのはビールの中の炭酸ガス(CO₂)のせいだということです。では、何故、如何にして炭酸ガスに向かって泳ぐのでしょうか? 普通、精子は卵に向かって泳がなければ受精できません。ところが、スルメイカやケンサキイカでは、メスがオスから受け渡された精子を袋に保管し、自分のタイミングで卵に精子をかけて受精させることができます。この現象を一般に「貯精」と呼びます。例えば、有名な話で女王アリは最長40年間も精子を蓄えます。では、何故CO₂かということ、細胞は(好氣的)呼吸によってエネルギーを得ます。精子も同様で、酸素を使ってATPを産生し、CO₂を排出します。その結果、精子達が排出したCO₂に集まるので精子集合ができます。「貯精」をしないイカでは精子は集合しません。ということは、「集合」と「貯精」と「ビール好き」に何やら深い関係がありそうです。



「面白いこと」から「大事なこと」へ

イカ精子のビール好きを見つけてから何年も経ちましたが、最近そのメカニズムが少しずつ見えてきました(図1)。それは、水素イオンとカルシウムイオンの流入が鍵となる、動物が起こすパニック(例えば、車の前に猫が飛び出して急に動かなくなる)現象とかなり近い反応のようです。しかし先に述べた3つの関係については未だベールに包まれています。若い学生らの思考力を新しい発想や発見に繋げて、これらの問題を解きたいと思っています。

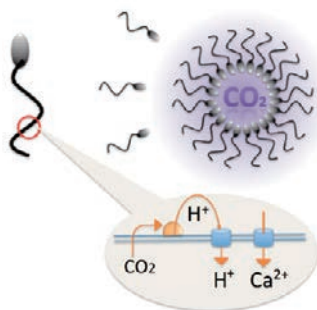


図1 イカ精子のCO₂走化性分子機構モデル

無性生殖のクローンも 遺伝的多型を形成するか？



林 蘇娟 教授

キーワード

シダ植物、生殖様式、無融合生殖、
不等分裂、遺伝的多型

15 陸の豊かさも
守ろう



無融合生殖種の多型形成

生物の進化はまず個体の遺伝子構成の変化から始まります。遺伝子や染色体の突然変異は有性生殖を通して遺伝子プールに蓄積され、個体変異、集団多型、種内変異、種分化に繋がります。一方、1細胞または1個体から無性生殖によって、増やされた植物(生物) 個体群は同一の遺伝子型を持ち、クローンと呼ばれます。しかし、受精・交配せずにクローンに相当する無融合(無配)生殖型(無性生殖の一型)のオシダ属の3倍体種は形態的、遺伝的多型であることが知られています。“クローン”なのに、なぜ遺伝的多型を持つか、その多型の形成と種分化機構の解明は本研究室の研究目標の一つです。

シダ植物の生殖様式と遺伝的多型形成

シダ植物の生殖は有性生殖と孢子生殖ですが、無融合(無配)生殖、栄養繁殖などの無性生殖もあります。有性生殖種は交配により、**遺伝的多型**を種内に取り込み、環境の変化に対する適応力を高めます。無性生殖種は交配せずに**遺伝的同型**の個体増加・クローン集団の形成を行い、迅速に分布域を拡大しますが、環境変化に対する適応力が低く、絶滅しやすいリスクがあります。



図1 オシダ属のベニシダ

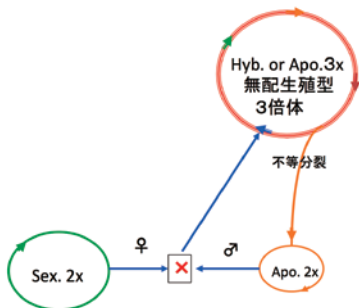


図2 3倍体無配生殖種の遺伝的多型形成モデル

私はイタチシダ類やベニシダ類(図1)が細胞の不等分裂によって3倍体から2倍体を生み出すことを発見しました。進化の過程で多数のシダ植物は有性と無性の生殖型を併用し、細胞の不等分裂、有性生殖種との交雑、倍数体形成などと組み合わせ、複雑な多型形成機構を成し遂げたと考えられています(図2)。

“クローン”の遺伝的多型形成機構の解明

長年シダ植物の多様性調査中に、無配生殖の集団内、外に交雑できる有性生殖種が必ずしも存在しない場合があることに気がきました。有性生殖種が不在の場合、“クローン”の種、集団はどのように多型を生み出しているのか、学生諸君と一緒にこの植物進化の謎を解きたいと思います。

動物の内臓にはヒトの健康管理や病気を治すヒントが隠されている



秋吉 英雄 准教授

キーワード

進化、多様性、内臓、肝臓、比較解剖学

14 海の豊かさを
守ろう



内臓の進化と多様性

ヒトは脊椎をもった動物です。大脳は良く発達し、お肉や魚、野菜など何でも食べる哺乳動物の一種です。何でも食べることができる理由は、食べた物を効率良く消化・吸収する胃・腸（消化管）と食物から吸収した栄養素を高度に代謝する肝臓、それらの内臓の働きを調整する脳によって、構築された仕組みがヒトには備わっているからです。これらの内臓は、ヒトに突然出現したのでは無く、様々な動物の内臓（内臓の多様性）から進化の過程で造られたものです。

様々な内臓が進化の過程で検証され、一番進化した「形と働き」を備えた内臓がヒトである私たちに造られたのです。



魚の肝臓と消化管（胃・幽門垂・腸）

内臓の「形と働き」を先進的な手法で明らかにする

私たちの内臓の「形と働き」は、動物の内臓をベースに造られています。従って、動物の内臓を先進的な研究手法で明らかにすることで、私たちの健康や病気の治療に役立つ薬や治療法が見つかる可能性があります。例えば肝臓の血管の走り方をプラスチック樹脂で鋳型を作製、様々な動物で比較して電子顕微鏡で観察する研究、腸の中に共生している微生物を培養し、微生物の遺伝子を探索する研究を行っています。



肝臓の血管の鋳型樹脂標本

動物の内臓の「形と働き」から病気の治療や健康食品を開発

ある動物の肝臓には酸素を運ぶ動脈がありません。酸素がないと肝臓の細胞は生きていくことは出来ないのですが、この動物は腸から肝臓に入る静脈に動脈を連結していました（血管吻合と呼びます）。この発見は肝動脈周囲疾患の外科的治療術のヒントになります。

一方、私たちの消化管は植物や海藻を消化することはできませんが、動物の中には腸内に植物を消化する微生物を共生させている種類があります。この微生物の働きを明らかにして、私たちの健康管理や病気の治療薬のヒントとなる遺伝子を発見しようとしています。

動物の内臓の研究を皆さんと一緒に解明／発展／応用していきたいと考えています。



草食性動物の腸の顕微鏡写真

計算で解き明かす 生態系のバランスのしくみ



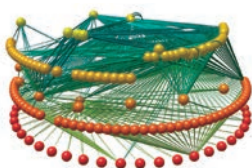
舞木 昭彦 准教授

キーワード

生態系、生物多様性、共存、
数理モデル

自然生態系はいかにして保たれているのか？

複雑な自然生態系には、生物個体数の変動を抑制する何らかの自己調節機構が備わっていると考えられます。なぜなら、農地などの単純な生態系では、害虫などの大発生がしばしば生じる一方で、多くの生物種が互に関わり合いながら共存している複雑な生態系では、特定の生物が突然大発生したり、次々に絶滅したりといった、個体数の大きな変動はあまり生じないからです。この自然生態系に内在する「自然のバランスの仕組み」が分かれば、世界的な大問題「人間活動に伴う生物多様性の喪失」を食い止めることが可能になるかもしれません。



生態系のイメージ

(丸は各生物種、リンクは捕食-被食などの関係) by Dunne et al. 2008

多様性の逆説

一方で、ロバート・メイ博士の理論(1972年)は、私たちの予想に反し、生態系は複雑なほど不安定になり保たれにくくなることを予測しています。この理論予測は、複雑な自然生態系が実際には存続

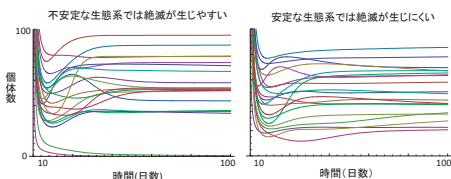
$$\frac{dX_i}{dt} = X_i \left(r_i - s_i X_i + \sum_{j=1, j \neq i}^N a_{ij} X_j \right)$$

生物の個体数変化を表現した数理モデル
(数理モデル：知りたい現象の特徴をそなえた数式)

しているという観察事実と矛盾しており、自然生態系においては生物多様性の維持を促進する何らかの未知の仕組みが備わっていることを示唆しています。メイの理論の発表後、「生態系の安定性の仕組み」を解明しようとする研究が、半世紀に渡り数多くの研究者によって行われてきましたが、未だにその仕組みはよくわかっていませんでした。

種間相互作用の多様性仮説

生物は互いに様々な関係で結ばれています。従来の研究は様々な相互作用の中でも、捕食-被食関係に着目してきました。しかし、現実の生態系には、他に



数理モデルをコンピュータ上で計算すると、様々な生物の個体数変動を追跡できる

も、互いの増殖を助け合う相利関係や、互いに増殖を邪魔し合う競争関係など、多様なタイプの関係が存在します。私はこれらの異なるタイプの種間相互作用の存在自体が生態系のバランスに大きく貢献している可能性を数理モデルを用いた計算により明らかにしました。

環境DNA! 水をすくうことで 生き物たちの未来を救う!?



高原 輝彦 助教

キーワード

生物保全、環境DNA、水産資源、
希少生物、島根県

14 海の豊かさを
守ろう



多くの生き物たちは減少の一途を辿っている...

よく見かける身近な生き物たち、食卓に並んでいる魚介類、近い将来、それらを当たり前のように目にすることができなくなるかもしれません。生物の減少を食い止め、保全するためには、まずは、どこにどんな生き物がどのくらい棲んでいるのかを知る必要があります。そんな簡単なようでやっかいな難題に簡便で明快に答えを導き出すことができないか、それが環境DNA研究の発端です。



図1 現場では水1Lほどを採取して持ち帰るだけ!

環境DNA研究は生き物の未来の救世主?

環境DNA分析法は、水の中に溶け出した生き物のフンなどに由来したDNA(環境DNA)を調べることで、水生生物などの生息状況を簡便に評価できます。本手法は、現場ではわずかな水を汲むだけ(図1)、あとはそれを持ち帰って濾過(図2)やDNA抽出・測定を行います。つまり、危険や多大な労力を伴う野外調査の負担を大幅に軽減できる大きな利点があります。この手法はこれまでに、宍道湖のヤマトシジミやニホンウナギなどの重要水産資源、隠岐の希少種オキサンショウウオなどのモニタリングにも極めて有用なことがわかってきました。

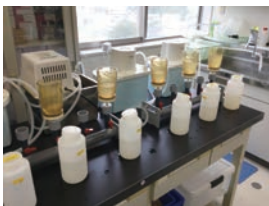


図2 水サンプルを濾過してDNAを濃縮。

島根県だからこそその「地の利」を活かして!

国内外で日進月歩の技術革新を展開する環境DNA研究分野は、多くの若手研究者が牽引しています。国内では、環境アセスメント会社が関連事業を始めており、また、国土交通省や環境省、地方自治体などでも実用化が期待されています。さらに、環境DNA研究はまだ未知の可能性を秘めているため、多くの大学や研究機関に



採水と併行して、学生さんとともに胴長を履いて生物採集調査も実施したりします。

において競争が激化しています。そんな中、交通のアクセスが良くないなど、一見すると島根県のウィークポイントに見える特徴は、見方を変えれば、研究の手が入っていない、未知の自然環境が残されている強みに代わると私自身は考えています。宍道湖や中海、隠岐諸島などは他の地域にはない個性豊かな環境が目白押しです。島根県の強みを最大限に活かした環境DNA研究の最前線、皆さんもその一人として最先端の研究分野に飛び込んでみませんか?

新しい種が生まれるとき



須貝 杏子 助教

キーワード

島、植物、種分化、環境適応



島は進化の実験場

本州からはるか南に浮かぶ絶海の孤島、小笠原。この島の植物たちは、みな偶然海の向こうのどこかから島にたどり着きました。たどり着いた最初はごくわずか。そして、生き残ることができた植物たちは、元々いた場所でのすがた・かたちから少しずつ変化し、小笠原の固有種へと進化してきたのでしょう。さらに、島の中で様々な環境へ進出し、複数の種に分かれていくものもしばしば存在します。「島」という環境は、生物の進化を突き詰めていくのに絶好の場所なのです。



調査地の小笠原諸島父島

こぶのきのひみつ

シマホルトノキは小笠原だけにしか見られない樹木で、島では「こぶのき」の愛称で親しまれています。湿ったところから乾いたところまで幅広い環境に生育しています。このシマホルトノキの葉を島中から集めて、DNA解析をしたところ、なんと！シマホルトノキの中に2つのグループがあることが分かりました。それらは片一方が乾燥した地域に分布し、もう一方が湿った地域に分布しています。これら2つのグループは、外見からは区別がつかみません。DNAを調べることによって、初めて2つのグループの存在が明らかになりました。この情報を元に再び野外に出てみると、なんと！2つのグループは花が咲く時期がずれていたのです。この2つのグループがいつの日か別々の種となる時はおとずれるのでしょうか？



こぶのきと呼ばれるゆえん

見えないけれど、見えてくるもの

生物がもっているDNAを調べることで、野外で観察しているだけでは気がつかない点が明らかになることがあります。そして、そこで新たに分かったことから新しい視点をもって、また野外に戻ってみると、ぐっと面白い世界が見えてくるのです。



頭上高くでひっそりと咲く湿性グループの花

光合成生物がつくりだす 有用物質を科学する



石川 孝博 教授

キーワード

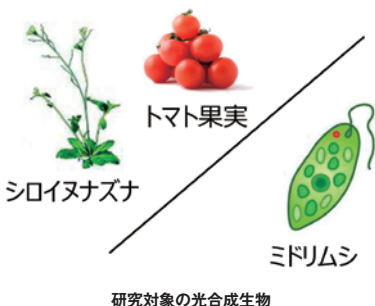
植物、ミドリムシ、ビタミンC、
バイオ燃料、遺伝子

2 飢餓を
ゼロに



光合成生物は有用物質の宝庫！

植物や藻を含めた光合成生物は、私たちヒトにとって必要なビタミンやバイオ燃料になる脂質などたくさんの有用物質を作り出す能力を持っています。こうした有用物質が光合成生物の細胞内でどのように合成され、その量をどのように調節しているのか詳細なメカニズムを理解することは、将来これらの物質を役立てるうえでとても大切なことです。

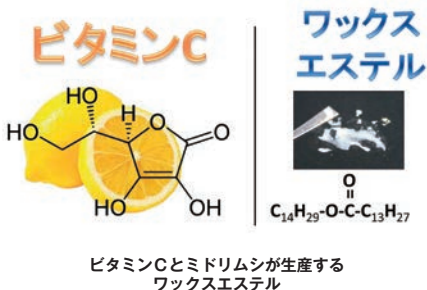


なぜ光合成生物は有用物質をたくさん作っているの？

現在私たちは、数ある有用物質の中でも特にビタミンCやワックスエステルと呼ばれる脂質に注目して、モデル植物のシロイヌナズナやトマト、微細藻類のユーグレナ（和名：ミドリムシ）を対象に研究を進めています。これまでに、これらの生合成経路や調節機構に関して、遺伝子や酵素タンパク質レベルで解析することで、「植物がどうやってビタミンCをつくっているのか？」、「なぜ果実にはビタミンCが多いのか？」、「なぜ光でビタミンCが増えるの？」、「ミドリムシはどうやってワックスエステルをつくっているの？」といった数々の疑問を解決しつつあります。

次々に湧き起こる疑問

上記の疑問の解決は通常、なかなか一筋縄ではいきません。当初の予想とは違っていたり、一つの問題が解決したかと思うと、また新たな別の疑問点が次々に湧き起こってきます。試行錯誤の繰返しの中から少しずつ垣間見えてくる生命現象の奥深さに興味は尽きません。



安全で環境に優しい農薬で害虫と闘う



塩月 孝博 教授

キーワード

植物保護、殺虫剤、抵抗性害虫、脱皮・変態

2 削減をゼロに



害虫との闘いは終わらない？

作物をおいしく食べるのは人間だけではありません。穀物、野菜、果物を好む昆虫もいて、生産を妨げる場合は害虫と呼ばれます。その害虫による被害を防ぐため、いろいろな技術が用いられていますが、安定生産のためには必要最小限の農薬使用は欠かせません。同じ種類の殺虫剤を使い続けると効きにくくなり、抵抗性の害虫が出てきます。それが繰り返されるので、害虫との闘いに終わりはありません。



チョウ目害虫の一種のチャハマキ

農薬は進化を続けている！

家電品や医薬品と同じように農薬も進化していて、人畜に対する毒性が低く、使う量が少なくてすむようになりました。さらに、新しい農薬には農地の周りには防除対象以外の生物に対する毒性が低いことも求められています。

殺虫剤に抵抗性を示す害虫の出現は避けられず、新たな作用を持つ農薬開発が必要になるため、害虫で標的になりそうなタンパク質や遺伝子を分析して

います。また、害虫による被害を防ぐには、殺すのではなく成長するのを抑えたらよいので、脱皮・変態の仕組みについても調べています。さらに、それを調節する昆虫ホルモンの作用に関わるタンパク質の機能を阻害する物質を新しい農薬の候補として探しています。



(左) 通常の蛹 (右) 昆虫幼若ホルモン分解酵素を過剰に発現させて生じた小さなカイコの蛹

生物は環境に適応する能力がある

昆虫の幼虫は、植物の葉を食べるものが多いです。植物中にはアルカロイドなど毒性の高い物質が含まれている場合もあり、それらに対する適応力を持っています。その解毒のため、特に様々な植物を餌とするチョウ目昆虫は分解酵素遺伝子をたくさん持っていて、それが殺虫剤も分解することが出来るようになることが抵抗性発達の一因と考えられています。そこで、抵抗性が起こる仕組みを明らかにすることで、その発達を防ぐ方法を探り、対抗する技術の確立も目指しています。

いのちのきらめきを視よう —ラマン分光法—



山本 達之 教授
(医・生物ラマンプロジェクトセンター長)

キーワード

生命、ラマン分光法、生きた細胞、分子、可視化



ラマン分光法

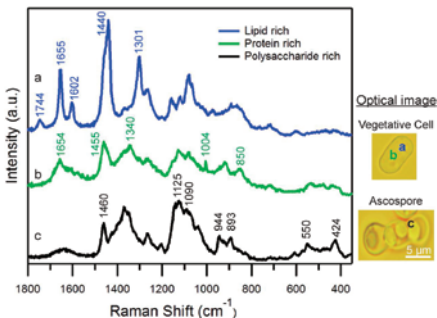
インドの科学者、C.V.ラマンは、1928年に新しい光散乱現象を発見しました。そしてその発見からわずか2年後には、ノーベル物理学賞が贈られました。この光散乱現象は、今では発見者の名前をとって、ラマン散乱と呼ばれています。ラマン散乱は、物質を構成する分子と光がエネルギーをやりとりする現象で、散乱される光には、分子の情報がたくさん含まれています。ラマン散乱光を利用して、分子の性質を調べる方法がラマン分光法です。



ラマンの業績を讃えた
インドの切手

生命のきらめきを視よう

ラマン散乱光の測定には、染色などの特別の準備は必要無く、あるがままに測定することができます。しかも、生きた細胞や組織を傷つけることもありません。このため、顕微鏡を利用してラマン散乱光を測定すると、生きた細胞や組織を生かしたまま、それらを形作る分子の性質を調べることができます。つまり、生命が生きて活動するために活躍する、いろいろな分子のきらめくような活動を視ることができます。

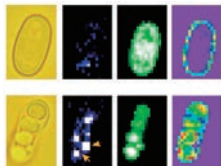


分裂酵母という細胞のいろいろな位置で測定されたラマン散乱光

つまり、生命が生きて活動するために活躍する、いろいろな分子のきらめくような活動を視ることができます。

細胞内で働くいろいろな分子を可視化する

顕微鏡を利用すると、生きた細胞や組織の異なる位置毎に区別してラマン散乱光を測定することができます。右の図は、異なる分子毎の特徴的なラマン散乱光を、強度に応じて色を変えて表示したイメージング写真です。こうすると、細胞のどこに、どんな分子がどのくらい存在するのか分かります。この技術をラマンイメージング法といいます。私たちは、この方法を使って、生命のきらめき、活動する様子を調べています。



分裂酵母の顕微鏡写真と、
いろいろな分子のラマンイメージング

殺虫剤の作用部位の研究が農作物の安定した供給に貢献!?



池田 泉 准教授

キーワード

昆虫、薬物受容体、神経伝達物質、分子設計・有機合成、生物有機化学

2 食糧をゼロに



世界規模の食糧不足を解消する農作物の安定した供給とは？

日本では少子高齢化が問題視されていますが、地球全体では人口が増加傾向にあり、それにとまって近い将来に世界規模の食糧不足になることが心配されています。十分な食糧を確保するために、農作物の安定した供給は欠かせません。病害虫などの被害から農作物を守りさらに生産量を高めるために、現状では殺虫剤など農薬の役割は重要です。現在日本で使用されている農薬は、農作物が消費者のもとに届くときにはほとんど残らないように開発されています。農薬に抵抗性のある病害虫の発生も問題となっていて、それを軽減する農薬の開発も望まれています。

殺虫剤の標的としての神経のニコチン性アセチルコリン受容体

農作物の害虫を駆除するための殺虫剤の標的として昆虫ニコチン性アセチルコリン受容体 (nAChR) などの神経伝達物質受容体があります (図1)。神経のnAChRに作用する薬物には様々なものが知られていて、作用の様式により作動薬や拮抗薬等に分類されます (図2)。昆虫nAChRにおける薬物の結合部位の詳細を解明するため、これらのさまざまな作動薬あるいは拮抗薬の類縁体を有機化学的に合成し、その類縁体の化学構造と標的の受容体における生物活性の相関について研究しています。

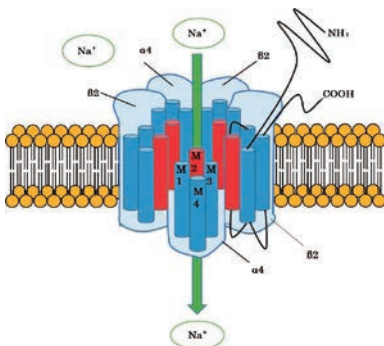


図1 神経のニコチン性アセチルコリン受容体の構造

より効果的で安全性の高い新規薬剤の開発を目指して

神経伝達物質受容体を標的とした新規化合物を合成し、病害虫に特異的に作用する受容体の薬物結合部位の詳細を解明する研究を行っています。

このような研究を行うことにより、より安全性の高く効果的な新規薬剤の開発につながることが期待されます。

みなさんも私たちとともに研究に参加して、新しい知見を見出す楽しみややりがいを共有しませんか!?

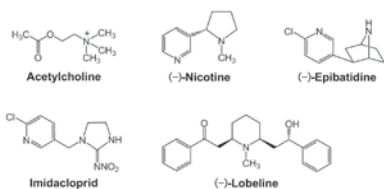


図2 神経のニコチン性アセチルコリン受容体に作用する薬物

ビタミンBってそんなに大事なの？



小川 貴央 准教授

キーワード

植物、遺伝子、タンパク質、補酵素、環境ストレス

2 飢餓をゼロに



ビタミンBとは

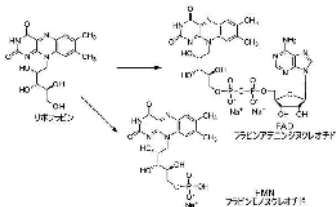
ビタミンBは、水溶性のビタミンのうち、ビタミンB₁、B₂、ナイアシンなど8種類あり、それらをまとめてビタミンB群と呼びます。これらはいずれも生体内で、酵素タンパク質が働くために必要な補酵素として機能しています。これらの中で、ビタミンB₂であるリボフラビンとナイアシンは、生体内でそのほとんどがFADやNADHなどの補酵素型として存在します。これらの補酵素は、数百種類もの酵素反応や呼吸、光合成にも必須であることから、すべての生物にとって重要なものであることがわかります。

重要なものなのに分解しないといけない？

私が大学生の時の卒業研究のテーマは、モデル植物であるシロイヌナズナから環境ストレス耐性に関係する遺伝子を探すということでした。苦勞の甲斐あってある遺伝子が植物の環境ストレス耐性に関



実験材料のシロイヌナズナ



与することがわかり、その遺伝子について詳細に調べていくと、この遺伝子から作られるタンパク質は、NADHやFADなどの補酵素を分解する働きがあることがわかりました。これは、補酵素が植物の生存にとって必要なものであるにもかかわらず、ある環境下においてはそれらを分解しなければならないということを意味しています。そこで、NADHやFADといった生物の教科書に当たり前のようにのっている基本的な化合物が、生体内でどのように調節されているか、ほとんど理解されていないことに気づきました。



ビタミンB₂ (上)、
液体クロマトグラフィー (下)

植物の補酵素の調節機構を明らかにする

そこで私は、植物における補酵素の合成・分解がどのように調節されているのか、またそれらが環境ストレス応答などにどのように関与しているのかを明らかにしていきたいと考えています。

研究室ホームページ <http://shimane-univ-biochemistry.jp/>



活性酸素は敵か、味方か： 植物の環境応答とのかかわり



丸田 隆典 准教授

キーワード

植物、ストレス、活性酸素、
ビタミンC、分子育種

2 創縁を
ゼロに



適度なストレスは植物を強くする？

現代はストレス社会。みんな大小何かしらのストレスを抱えて暮らしています。でも、あのストレス（苦難）を乗り越えたからこそ成長できた！ そんな経験もありますよね？ 実は同じような現象が植物でも見られます。動けない植物にとってのストレスとは、環境の変化です。光や温度、水分などの環境要因は絶えず変化し、植物を苦しめます。しかし、一度ストレスに耐えた経験のある植物は、もっと強烈なストレスにも耐えられるようになります。どうやって？ その鍵を握っているのが活性酸素です。

「毒」にも「薬」にもなる活性酸素のはたらきと調節

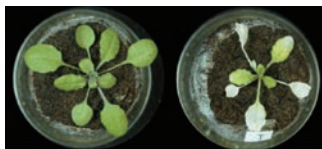
活性酸素とは、反応性の高い（＝酸化力の強い）状態に変化した酸素分子種です。環境ストレス下の植物では、代謝の攪乱によって活性酸素がたくさん生成されます。その量が多すぎると細胞が酸化・傷つけられ、植物は枯れてしまいます。一方で、適度な量の活性酸素は植物に危険を知らせる「信号」として機能し、防御遺伝子のはたらきを活性化します。一度ストレスを受けた植物が強くなるのは活性酸素のおかげなのです。このように、活性酸素は植物にとって「毒」にも「薬」にもなるため、そのバランスを厳密に調節する必要があります（図1）。それを分子レベルで解明するのが私の研究テーマです。



図1 活性酸素は毒と薬の二面性をもつ

ストレスに強い作物の育種へ

もし、活性酸素の「毒」としての作用をできるだけ排除しつつ、「薬」としての作用を高めることができれば、過酷な環境でも育つスーパー植物を作れるはず！ この目的のためにさまざまな研究に取り組んでいます。活性酸素の毒性を排除するための主役の一つはビタミンCです。これまでに、ビタミンC欠乏株などの「活性酸素を上手く扱えない変異株」を作出して（図2）、活性酸素の作用機序を分子レベルで解明してきました。とても基本的な部分を研究しているにも関わらず、まだまだ謎だらけです。ぜひ、一緒に研究しましょう！



強光ストレス（48時間）

図2 研究に用いるモデル植物シロイヌナズナ。左は野生株。右は活性酸素がたまりやすい変異株。



分子同士の相互作用を食品に応用すると、健康増進につながるかも!!



吉清 恵介 准教授

キーワード

エゴマ、分子カプセル、食品、健康、分子認識

2 肌糖をゼロに



オメガ3脂肪酸に富むエゴマ油は体にいいけど、どうやって食べるの？

健康に良いことで有名なオメガ3脂肪酸は、鰹や鯖に多く含まれるDHAとEPA以外にも存在し、その一つが植物に含まれる α -リノレン酸です。一年草の「エゴマ」の種から採れるエゴマ油は、約6割が α -リノレン酸から構成されるため、植物性オメガ3脂肪酸として注目されています。

ただしエゴマ油は、そのままでは熱安定性が低いため、加熱調理を嫌います。また、液体の油ですので、蕎麦粉やパン粉に混ぜる事も難しく、仮に出来たとしても食感が大きく変わってしまいます。我々は、分子間に働く弱い相互作用を利用して、この問題を解決しました。

分子カプセルに油を閉じ込め、それを食品に

エゴマ油のより使いやすい形態を目指して、シクロデキストリン（図1）と

呼ばれるカプセルの中に、エゴマ油を構成する脂肪酸を部分的に閉じ込めました。その結果、図2に示すような白い粉末になりました。これにより、色々な食べ物の製造工程の途中で添加可能な形となり、さらに体内吸収性、熱安定性も向上しました。

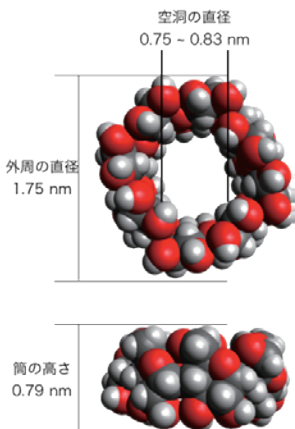


図1 α -シクロデキストリンを回転対象軸に沿って上、及び横から見た図



図2 シクロデキストリンを用いて粉末化したエゴマ油

島根大学発ベンチャー企業で商品化

分子同士の相互作用を理解し、それを食品分野に応用することで、多くの人の健康に貢献できるかもしれません。このように、大学では基礎研究の成果の応用も多く実施しています。現在は、島根大学発のベンチャー企業で、エゴマ油パウダーの商品化に取り組んでいます。

酵母は私達の生活や健康に貢献している



川向 誠 教授
(特産食品機能強化プロジェクトセンター長)

キーワード

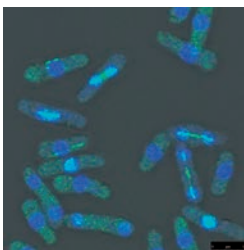
酵母、遺伝子工学、サプリメント、コエンザイムQ₁₀

2 煎餅をゼロに



酵母とは

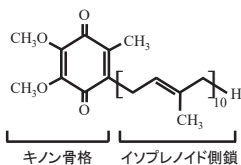
酵母は発酵によって、古くからパンやお酒をつくることで私達の食卓を豊かにしていることはよく知られています。それだけではありません。オートファジーを研究された大隅良典先生は酵母を研究対象として、ノーベル賞を受賞されました。酵母はこのように実用的な面と基礎的な研究ができるとても優れた微生物なのです。酵母は1,000種ほど知られていますが、私は、分裂酵母を主に研究対象として、基礎と応用の両面から研究しています。



分裂酵母(核と微小管)

コエンザイムQ₁₀とは

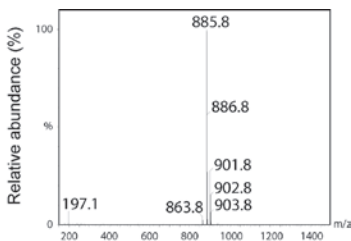
サプリメントとして市販されているコエンザイムQ₁₀ (CoQ₁₀) が酵母によって作られていることを知っているでしょうか？ CoQ₁₀はミトコンドリア内にある電子伝達系で、エネルギー(ATP)を生産するのに欠かせない物質です。同時に、生体内で作られる唯一の脂溶性抗酸化物質としても重要な化合物です。ヒトは自らCoQ₁₀を合成することができますが、加齢とともに減少していきます。CoQ₁₀合成量が極端に少ないと、重篤な病気を発症します。そこでサプリメントとして、補うことによって健康が維持できると考えられています。



CoQ₁₀の粉末と構造

遺伝子工学を利用してCoQ₁₀を作る事に成功

コエンザイムQの生合成遺伝子が確定していなかったことや、遺伝子工学的手法による生産は試みられていなかったため、私は、CoQ₁₀合成に関わる遺伝子を解析し、多くの遺伝子を同定しました。そして、本来CoQ₁₀を作らない大腸菌やお米で、CoQ₁₀を作らせることに成功しました。ヒトや酵母がどのようにして、CoQ₁₀を合成するかは、実はわかっていないことが多くあります。病気の原因を知る事や健康維持のためにも、CoQ₁₀の研究はとても大事なのです。



CoQ₁₀を質量分析機で測定

機能的食品成分は体のどこで働いているのか？



室田 佳恵子 教授

キーワード

機能的食品、ポリフェノール、油脂、消化管、生体利用性

3 すべての人に健康と福祉を

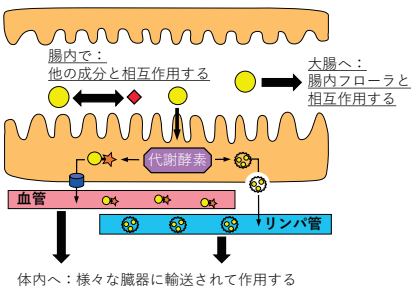


機能的食品とは

私たちは生命を維持するために、必ず食品からエネルギーや様々な栄養素を摂取しなければなりませんし、美味しく食べる方が良いにきまっています。このような「栄養価」や「美味しさ」という特性に加えて、食品には「健康を保つ」という機能が備わっています。単に長生きするだけでなく、寝たきりなどにならずに人生を楽しむ「健康寿命」を延ばそうという考え方が浸透し、いわゆる「機能的食品」に対する人々の関心が高まっています。

食品成分はどこで機能を発揮するのか

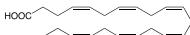
食品に含まれる「機能的成分」には、大きく分けて2種類あります。1つは、消化管(口、胃、小腸、大腸)の中で働くもの、もう1つは、吸収されて血液中や体内の臓器に輸送されてから働くものです。消化管の中、すなわち口から大腸まで繋がっている「体の外」で働く成分は、他の食品成分や腸内フローラ(腸内細菌叢)と相互作用することで、健康維持に役立っています。それ以外の成分は、体内へ吸収されて標的となる臓器に到達することで、はじめて機能的性を発揮することができます。食品成分がどのくらい吸収されるのか、またどこで働くのか、という情報を調べるのが「生体利用性」研究です。



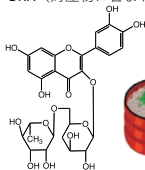
食品成分の吸収代謝と活性発現部位(模式図)

吸収代謝の情報を機能的食品開発に役立てる

私たちのグループでは、様々な食品成分の生体利用性について研究しています。食品中の油脂は、肥満の原因になると敬遠されがちですが、細胞膜の構成成分等として体にとって必要な栄養素です。また、機能的成分としてよく知られるポリフェノールには様々な種類があり、含まれる食品によって分子の構造が異なるため、その生体利用性の違いを知ることが必要です。私たちは生体利用性研究を通じて、より良い献立の作成や機能的食品の開発に役立つことを期待して研究に取り組んでいます。



DHA (海産物に含まれる機能的脂質)



ルチン (ソバの機能的ポリフェノール)

食品に含まれる機能的成分の例

食品脂質の機能と 生理活性脂質の多彩な役割



横田 一成 教授

キーワード

食品脂質、貯蔵脂質、生体膜脂質、
生理活性脂質、必須脂肪酸

3 すべての人に
健康と福祉を



生体での食品脂質の機能は大きく3つに分類される

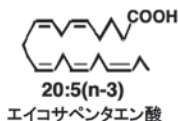
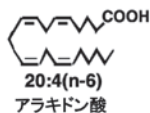
食品に由来する脂質には、様々な構造をもつものが知られています。まず、目に見える貯蔵脂質は、食用油や肥満での脂肪組織の脂肪です。次に、生命の基本単位である細胞に必須の生体膜の構成成分として、極性脂質あるいは構造脂質とも呼ばれているリン脂質や糖脂質があります。さらに、他の脂質成分に比べて微量ですが、強力な生理活性作用を示す多様な生理活性脂質が発見されています。それらの中で、構造脂質と生理活性脂質は、目にみえにくい脂質と言えるでしょう。ヒトの健康において、血液循環、発がん、アレルギー、炎症などの病気の発生や抑制に関わる脂質の研究は世界中で活発に行われています。

- ・ **貯蔵脂質**：中性脂肪や油脂とよばれ、燃料分子として役立つ
- ・ **構造脂質**：細胞膜のリン脂質や糖脂質は、脂質二重層を形成し生体膜となる
- ・ **生理活性脂質**：微量でも特異的で強力な作用を示す。膜表面や核内の受容体に関わる

食品脂質の生体での三大機能

必須脂肪酸は、ヒトでは生合成できない必須の栄養素である

必須脂肪酸は、食事として摂取する必要があります。摂取しないと欠乏症として皮膚の水漏れが起こることが動物実験で証明されています。多価不飽和脂肪酸である必須脂肪酸には、n-6とn-3の2つの系列が知られています。私たちは、n-6系列のアラキドン酸が動物体内で種々の酵素により代謝変換されて生成する生理活性脂質のプロスタグランジンと呼ばれる一群の物質の生合成調節や生体での多様な役割を明らかにしてきました。これらの研究には、生化学や分子細胞生物学的な研究手法が必要です。



n-6とn-3の2つの系列の
必須脂肪酸

白色脂肪細胞は、脂肪を貯蔵する細胞であるのみならず生理活性脂質を生成する

現在、私たちは、前駆脂肪細胞から白色脂肪細胞への分化誘導や成熟過程における種々のプロスタグランジン類の役割を研究しております。それらの種類によって脂肪細胞の形成を促進したり抑制したりします。これらの研究は、肥満による病気の発生を予防する機能性食品や医薬品の開発研究の基盤になるものです。

酵母を使った バイオテクノロジー



戒能 智宏 准教授

キーワード

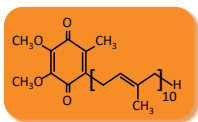
コエンザイムQ₁₀ (CoQ₁₀)、
遺伝子、分裂酵母、抗酸化、
バイオテクノロジー

3 すべての人に
健康と福祉を



あなたの細胞でもコエンザイムQ₁₀ (CoQ₁₀) が合成されている

ドラッグストアなどで、「CoQ₁₀」の文字をみたことがありますか？ コエンザイムQ₁₀ (CoQ₁₀、「コークューテン」といいます) は、サプリメントとして

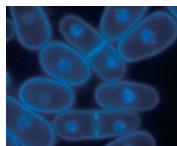
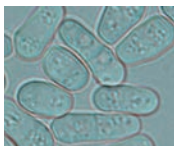


CoQ₁₀ (酸化型コエンザイムQ₁₀)

有名になりましたが、多くの生物はコエンザイムQ (CoQ) を、細胞の中で合成することが出来るのです (「10」の数字は側鎖の長さで、生物によって異なります)。CoQは、真核生物では主にミトコンドリアで合成され、電子伝達系でのATP合成に働く物質で、細胞の酸化を抑制する機能もありますが、加齢に伴い細胞内のCoQ量は減少するといわれています。

コエンザイムQは、様々な機能を持つ

私たちは、*S. pombe*という分裂酵母を使って、細胞内でのCoQ₁₀の合成経路や機能を調べています。バイオテクノロジーの技術を使って、CoQ合成酵素遺伝子を破壊すると、CoQ₁₀を合成できなくなった分裂酵母は、呼吸によるエネルギー生産が出来ない(呼吸欠損)、栄養の少ない培地で生育が遅くなる(生育遅延)、酸化ストレスに弱くなる(酸化ストレス感受性)、硫化水素を発生するなどの、多くの性質(表現型)を示します。これは、CoQがそれらの機能に関係していることの現れです。



分裂酵母 (*S. pombe*) の顕微鏡写真(左)と、核染色した分裂酵母(右)

最少培地

野生株
CoQ欠損株



分裂酵母CoQ欠損株は、最少培地で生育が遅延する

まだわかっていないことが多いCoQの合成と機能

私たちはCoQの機能を調べるために、もともとCoQ₁₀を極微量しか持たないという変わった特徴を持つ分裂酵母*S. japonicus*の研究もしています。また、CoQ合成酵素遺伝子に変異が入り、CoQ₁₀量が減少している疾患が報告されています。CoQに関する基礎研究は、ヒトの疾患原因の解明への貢献と治療法の開発、大量生産技術の開発、サプリメントの効果的な摂取方法など、幅広く人の生活の質の向上にも役立つことが期待できます。

健康促進と病態発症の分岐点を腸内の化合物から解き明かす



清水 英寿 准教授

キーワード

腸内環境、腸内細菌代謝産物、タンパク質、生活習慣病、病態発症予防

3 すべての人に健康と福祉を



お肉をたくさん食べること

以前から、特にシニア世代の高食肉摂取は、寿命の延長が導かれることが明らかとなっています。さらに最近では、肥満改善に対しても高食肉摂取が推奨されています。しかし一方で、特に赤身肉

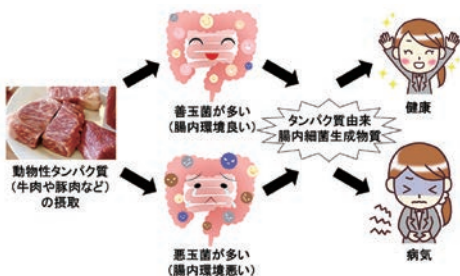


研究に用いる代表的な実験材料
(左：大腸ガンの培養細胞・右：ラット)

の多量摂取は、炎症性腸疾患(クローン病・潰瘍性大腸炎)や大腸ガンの代表的な発症・進展要因と報告されています。以上のように、高食肉摂取の相反する効果が疫学的な調査から実証されていますが、どのようなメカニズムで、このような真逆の効果が発揮されるのか、未だ明らかとなっていないのが現状です。

腸内でお肉はどのように変化して身体に影響を与えているのか？

私たちは、食べたお肉(タンパク質)から腸内細菌が作り出す化合物の量に個人差があり、それが高食肉摂取に対して相反する効果を導いていると予想しています。特に私たちが注目している化合物は、高食肉摂



食べたタンパク質を元にして腸内細菌が作り出す化合物が健康増進や病態発症・進展に与える予想メカニズム

取した時のみ腸内で産生される化合物と、その化合物を腸内細菌が作り出すために材料としているもう1つの化合物です。食べたお肉をスタートに、腸内細菌が作り出すこれら2つの化合物が、健康促進と病態発症の分岐点になると仮説を立て研究を進めています。

腸内細菌が作る化合物から健康寿命を考える

高齢化社会を迎える我が国において、健康寿命と言われる「日常生活に支障のない期間」を延長させることは、「生活の質(Quality of Life: QOL)」の維持・向上に非常に重要です。そのため、私たちが得た研究成果を健康寿命の延長へと繋げ、シニア世代のQOL向上に貢献できたらと考えています。腸内細菌が作り出す化合物が健康や病気に与える作用メカニズムは、まだまだ謎だらけです。これから皆さんと一緒に、その謎を解き明かしていけるのを楽しみにしております。

乳酸菌で雲州人参を パワーアップする



地阪 光生 准教授

キーワード

乳酸菌、雲州人参、ジンセノシド、 β -グルコシダーゼ

3 すべての人に
健康と福祉を



雲州人参について

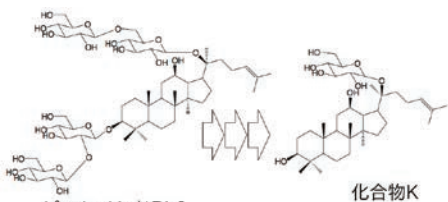
雲州人参（高麗人参）は、滋養強壮、体調調整、自律神経調整などの幅広い生理機能を持つ上級の生薬として昔から使われています。日本では江戸時代に高麗人参の栽培が始まりましたが、現在でも続いている場所はごくわずかで、島根県（大根島）は貴重な栽培地の一つです。大根島産の高麗人参は品質が良く、「雲州人参」という銘柄で知られています。雲州人参の栽培は、栽培に6年、収穫後の土作りに10年など、非常に長い時間を要します。そのため、栽培技術の改良とともに、より有効な活用方法の開拓が、雲州人参産業の発展には必要です。



雲州人参の6年根

雲州人参の有効成分について

雲州人参の有効成分は、コレステロールに似た物質とブドウ糖などの糖が結合したもので、ジンセノシドといいます。植物体に含まれるジンセノシド自体の生理作用は実はあまり



ジンセノシドの糖を切り離す反応

強くなく、ジンセノシドの糖が胃腸内の消化で除かれると、より強い効能を発揮します。つまり、消化力が違えば効能も変わります。ならば、ジンセノシドの糖を予め除いておけば、誰にでも強い効能が期待できます。そこで、糖を除去するために、乳酸菌の β -グルコシダーゼという酵素の活用を研究しています。

β -グルコシダーゼ活性の強い乳酸菌を見つけた

私たちが共同研究している島根県産業技術センターは、島根県のような食資源からいろいろな乳酸菌を分離しています。私たちは、同センターが持つ約100株の乳酸菌の中から、約20株の強い β -グルコシダーゼ活性を持つ乳酸菌を見つけることができました。また、一方で、酵素の性質が株により異なることも見出しています。今後は、ジンセノシドをパワーアップできる乳酸菌を絞り込むとともに、性質の異なる酵素をうまく活用し、雲州人参の効果的な機能強化法を開拓していきます。

酵素活性を持つ株

酵素活性を持たない株



酵素活性の検出

酵素が働くと反応液が黄色く着色する。

蛍光バイオイメージングで細胞内のタンパク質の動きを調べる



西村 浩二 准教授

キーワード

緑色蛍光タンパク質GFP、蛍光バイオイメージング、植物貯蔵タンパク質、食糧機能増強、バイオテクノロジー

2 煎餅をゼロに



私達は日頃から植物の貯蔵物質を食べて成長します

私達は、お米、野菜、果物といった農作物を食べて元気な毎日を過ごしています。農作物に含まれる栄養分は植物の中で作られ、貯蔵されたものです。例えば大豆は栄養豊富ですが、その多くは植物の液胞とよばれる場所に蓄積された貯蔵物質で、私たちはそれを食べて暮らしています。私は植物の中で貯蔵物質が作られ、蓄積する仕組みに興味があり、モデル植物であるシロイヌナズナや、ぜんざい発祥の地である島根県と古来より縁（ゆかり）が深いアズキなどを研究材料(図1)としています。



図1 研究している植物

アズキ(左)、シロイヌナズナ(右)、タマネキなどです。

貯蔵タンパク質の運び屋の働きを調べます

植物の種子中の貯蔵タンパク質が蓄積する仕組みを理解するためには、その運び屋の働く仕組みを調べる必要があります。研究対象のタンパク質が植物の中でどのような動きをするかを調べるには、ノーベル賞で有名になった光るタンパク質、緑色蛍光タンパク質「GFP」を使うと、蛍光顕微鏡を使って観察することができます。このような技術を「蛍光バイオイメージング」と言います。研究の結果、運び屋タンパク質の特定の部分がおかしくなると、植物の中にいる様子が全く変わることがわかりました。このとき貯蔵タンパク質は正しく植物の中に蓄積できないことも別の実験でわかりました(図2)。このようにして私は、蛍光バイオイメージングを使って、貯蔵タンパク質が運ばれて、蓄積する仕組みを調べています。

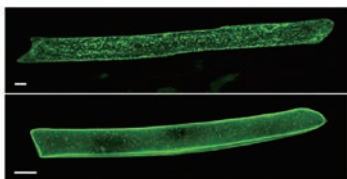


図2 植物の中のタンパク質の様子

共焦点レーザー蛍光顕微鏡(図3)を使って、光るタンパク質の様子を観察しました。下図は、上図の光るタンパク質の一部を変更したものです。細胞の中の様子が全く変わりました。



図3 共焦点レーザー蛍光顕微鏡

特別な蛍光顕微鏡を使って、植物や動物の体の中で光るタンパク質が動く様子を観察します。

タンパク質の動きを調べることで、健康のためによりよい農作物を作りたい!

みなさんも、「蛍光バイオイメージング」という技術を使って、私と一緒に植物の中でタンパク質が運ばれる仕組みを理解して、健康で、より良い農作物を作ってみませんか?

酵母を使って ヒトの細胞増殖を解明する



松尾 安浩 助教

キーワード

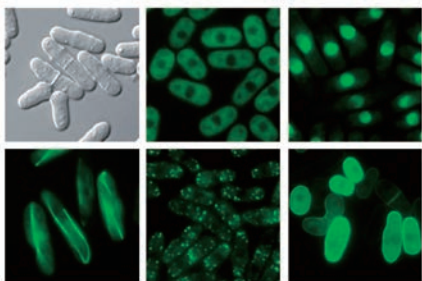
分裂酵母、ストレス応答、
シグナル伝達、細胞周期、
グルコース

酵母はヒトと同じ真核生物である

分裂酵母は、直径が $4\mu\text{m}$ 、長さが約 $13\mu\text{m}$ と小さく、細胞は顕微鏡でしか見ることができません。しかし、分裂酵母は、ヒトと同じ真核生物であり、同じ細胞内システム（細胞周期、シグナル伝達経路、タンパク質分解経路など）を持っています。また、染色体が3本と少なく、ほとんどのシステムが単純化されており、細胞分裂（1つの細胞が2つに分裂するまで）が約3時間と短いです。そのため、分裂酵母を研究することで、ヒトの事を迅速に理解する事ができます。

グルコースに反応するシグナル伝達経路

分裂酵母はグルコースを炭素源として、生きています。そのため、培地中のグルコース濃度が、生育するために重要です。グルコース濃度が高い時（3%）、細胞は増殖を繰り返していきます。一方、グルコース濃度が低く（0.1%）になると、細胞の増殖は遅くなります。このように環境のグルコースによって



研究で使用している分裂酵母

細胞形態(左上)、GFPを用いたタンパク質の細胞質局在(中央上)、核局在(右上)、微小管局在(左下)、アクチン局在(中央下)、細胞膜局在(右下)

細胞の増殖を変化させており、この応答には、cAMP（サイクリックAMP）/ プロテインキナーゼA（PKA）経路が関与していることが知られています。

外的ストレスがある際の細胞増殖を理解する

塩や薬剤が存在する環境に細胞がさらされた時、その環境に適応しようとします。その際、ストレスの種類や強度を感知し、その状況にあわせ、細胞は増殖を遅くしたり、増殖を停止したりします。これは細胞が外的ストレス環境下で生き延びていくためです。この細胞増殖の変化にグルコース応答のシグナル伝達経路（cAMP/PKA経路）が関係していることを明らかにしており、どのような仕組みで行われているのかを研究しています。この研究ではわかっていないことが多くあり、細胞増殖や細胞周期、グルコース応答およびストレス応答がどのように関係して進行しているのかを明らかにしようとしています。



研究の概要

環境条件に反応してPKAが働き、細胞の増殖を制御している。未解明な制御（?の部分）の解明を行っている。

農林生産学科は、農林業生産による豊かな人間生活の実現を目指して、農産物及び林産物に関する持続可能な生産技術と経営・経済について教育と研究を行なっています。農林業とそれを取り巻く生態系、地域社会について総合的に学ぶことができます。

Department of Agricultural and Forest Sciences

資源作物・畜産学 コース

イネ、タイズ、サツマイモなどの作物及び肉用牛、乳用牛、羊などの生産動物を主な材料とし、資源作物及び動物の生理・機能性、持続可能で効率的に農畜産物を生産するための知識と技術を学び、作物生産や畜産分野で活躍する技能を有した人材を育成します。

園芸植物科学 コース

ダイコン、トマト、ツツジ、サクラ、ブドウ、イチゴ、メロンなどの野菜、花卉、果樹を主な材料とし、これらの効率的な生産及び利用における高付加価値化に関する知識と理解を深めることで、園芸植物の生産や利用の分野で活躍する技能を有した人材を育成します。

農業経済学 コース

食の安全性、消費者行動、六次産業化、農業や農村の担い手確保、農業経営、地域活性化、途上国の貧困など食料、農業、農村に関する諸事象を総合的に理解し、社会科学の視点から独自に考察・提案できる能力を備え、地域社会の創造に貢献できる人材を育成します。

森林学 コース

森林資源の育成・管理、モニタリング、森林政策、木材生産、エネルギー利用を中心に、森林・林業に関する総合的な知識を身に付け、知識や社会の要請に応じて中山間地域の振興から地球環境問題まで、幅広い問題を解決する能力を備えた人材を育成します。

農 林 生 産 学 科

キー
ワード

農業、畜産、園芸、林業、農業経済、農業経営、
地域活性化、六次産業化、環境問題

反すう家畜の栄養と飼料



一戸 俊義 教授

キーワード

肉用牛、乳用牛、ヒツジ、反すう胃、飼料

2 飼料をゼロに



反すう家畜栄養の特徴

「反芻」と書いて「はんすう」と読みます。「芻」は「動物が食べる草」を意味します。ウシ、ヒツジなどの草食動物は反すう動物であり、ウマとは異なる消化を行います。反すう家畜は、摂取したエサをまずは反すう胃という巨大な発酵タンク(図1)に送りこみ、発酵させます。反すう胃内で産生される有機酸と微生物をカロリー・タンパク質源として利用するのがウマとの大きな違いです。

杜氏が熟練の手技で高品位の日本酒を醸造する様に、反すう家畜は摂取した草を反すう胃という醸造タンクで発酵させることによって肉・乳・毛・子の生産を行います。反すう家畜の消化メカニズム、飼料と給与法について島根県、海外をフィールドとして研究を行っています。



図1 ヒツジの全消化管

反すう家畜にとって良い飼料とは？

反すう胃内の微生物は、発酵で得られたエネルギーを燃料に用いて増殖します。微生物はタンパク質としてすぐれており、小腸(図1)でアミノ酸に分解されて吸収・利用されます。牛肉、ミルクのタンパク質は反すう胃内の微生物が主な材料なのです。

反すう家畜に与える飼料は微生物生産量を多く

するものが望ましいわけです。それを可能とする飼料の性質は、実際に反すう胃内発酵の状態を調べる必要があります(図2)。飼料中の有機物とタンパク質が発酵する速度が同調しているものが良好な飼料であり、同調の程度が飼料評価の基準に使えることが分かりました。



図2 カニューレ装着ヒツジからの反すう胃内容液採取

発展途上国での反すう家畜生産システム構築への協力

国内での研究のほか、放牧によって自然草地の荒漠化が進む中国内陸部、過放牧による土地のダメージが著しいエチオピアなどのフィールドで、家畜の舎飼システムの研究に協力しています。

キノアの国産化へ向けた試み



氏家 和広 准教授

キーワード

雑穀、キノア(キヌア)、作物学、栽培、育種

注目のスーパー雑穀？「キノア」

キノア(キヌア)は南米アンデス地方を原産とする雑穀です。一般的な穀物はイネ科ですが、キノアは双子葉植物のヒユ科(アカザ亜科)に属します。カリウムやカルシウムといったミネラルを多く含み、抗酸化作用や血中コレステロール低下作用を持つとされ、機能的食品、健康食品素材として世界中の注目を集めています。



図1 茹でキノアのサラダ

キノア国産化への挑戦

最近、スーパーなどでもキノアを販売しているところが多くなりました。しかし、それらの商品はほぼ全てペルーやボリビアからの輸入品です。私は、この優れた穀物を国産化したいと考え、栽培方法に関する研究を進めています。日本とアンデス地方では気候が大きく違いますから、同じように栽培しても上手くはいきません。例えば、アンデス地方では、 1m^2 の土地あたりに1~数株程度のキノアを栽培します。これには栽培地の降水量が少なく、あまりたくさんのキノアを育てると、成長に必要な水が不足してしまうことが原因の1つです。日本で栽培する場合には、水不足の心配はありませんので、もっと多くのキノアを栽培できます(1m^2 に100株以上)。むしろ、キノアは過剰な水分に弱いため、水はけの良い畑で栽培するなど、湿害対策が求められます。

新品種の育成

イネには「コシヒカリ」や「つや姫」といった品種がたくさんありますが、キノアでも同じように多くの品種があります。私は日本の気候条件に適した新品種の育成にも取り組んでいます。狭い土地に多くの株を栽培できるように分枝が少なく、台風でも倒れないように背は低く、収穫物がたくさん得られるだけでなく品質も高い、そんな品種の育成を目指しています。



図2 様々な色彩に色づいた多様なキノア品種

夏の葉を見て秋のサツマイモの収穫量を予測する



門脇 正行 准教授

キーワード

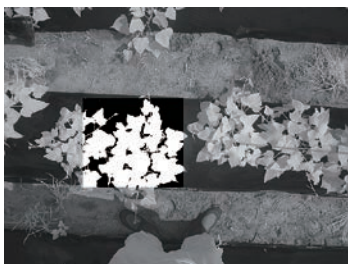
サツマイモ、作物、植被率、生育診断、収穫量

2 煎餅をゼロに



秋に収穫できるサツマイモの量は予測できるか？

サツマイモは日本に伝わってから400年以上が経過し、古くより救荒作物として活躍するなど日本人の生活に密着した作物となっています。気候変動に強い作物とされてきましたが、近年の急激な高温や長期間の少雨では収穫量が不安定になることも見られるようになってきました。収穫量が不安定になる中、収穫量を決定する要因や時期がわかれば、安定させるための対策を考えることができます。そのため、まずはサツマイモの収穫量に関する要因や時期を簡単な方法で測定し収穫量を予測することを試んでいます。



画像解析で植被率を計測する様子

葉の写真を解析すれば、掘らなくても数ヶ月後の収穫量が予測できる

植え付け後約1ヶ月（生育初期）のサツマイモの葉を150cmの高さからデジタルカメラで撮影して、その画像を解析します。画像解析をすることでサツマイモの植被率（葉が地面を覆う割合）を求めることができます。生育初期の植被率と収量との間には非常に密接な関係性があることが確認され、植被率が高い（葉が地面を広く覆っている）と数ヶ月後の収穫量が高いことがわかりました。

予測することで良いことは……

サツマイモには焼き芋などに利用する青果用だけでなく、干し芋などの加工用、春雨や水飴の原料となるデンプン原料用、家畜のエサとなる飼料用、焼酎原料用および色素用など様々な用途があります。秋の収穫量を夏の時点で予測できると様々な用途での需要に対応することが可能です。

今後は植被率と収穫量との関係をより明らかにすることを目指していますが、植被率以外にも葉色など収穫量に影響する要因があると考えられるため、まだ実験すべきことは多く残されています。サツマイモに興味のある皆さん、サツマイモを安定的にたくさん収穫するために一緒に研究しませんか？



いろいろなサツマイモ

イネも早起きは三文の得—涼しいうちにイネを咲かせて高温を避ける



小林 和広 准教授

キーワード

イネ、農業、食用作物、地球温暖化、受精

13 気候変動に
具体的な対策を



地球温暖化は稲作にとっても一大事 朝早く開花すると高温を避けることができる

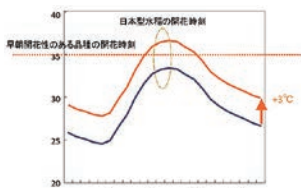
イネは日本だけでなく、アジアやアフリカの熱帯諸国にとっても大切な食用作物です。地球温暖化が食糧生産に深刻な問題を及ぼすと考えられています。イネで特に怖いのは受精時の異常な高温です。高温によって花粉が障害を受けて、受精に失敗するとお米ができません。イネは熱帯原産だから日本はだいじょうぶかという、2018年夏の異常高温で岐阜県などでは高温による被害が発生したという報告があります。このような高温障害を避ける方法の一つが花を朝早くの涼しいうちに咲かせる方法です。



イネ(左)とイネの花(右)

目覚ましとなる植物ホルモン(ジャスモン酸メチル)

イネの開花は1時間で終わります。日本で栽培されるイネの開花は午前10時から11時ごろです。右グラフの楕円で囲ったところがイネの開花時刻です。これをより涼しい左へと移動できれば高温を避けられます。品種改良によって遺伝的に早く咲くイネを作る方法もありますが、植物ホルモンの一種であるジャスモン酸メチルを散布することによって、1、2時間、早く咲かせることができました。



現在の盛夏における松江の気温は青い線のように1日で変化します。地球温暖化すると赤い線のようになります。35℃以上が危険域なので、何も対策しなければ楕円で囲った開花時間帯にイネが咲いてしまいます。

ジャスモン酸メチル散布には副作用が！ 実際に田んぼに出て実験してみよう

ジャスモン酸メチルは目覚ましホルモンでしたが、花粉が成熟しないうちの一部の花を咲かせてしまう副作用がありました。このような副作用が起きた理由を今後、明らかにする必要があります。さらに実際の稲作をやっている現場でこの技術が利用できないと意味がありませんので、日本だけでなくできれば海外でも研究を進めたいと思っていますので、一緒に研究してみませんか？

右のQRコードで教育、研究内容を紹介したホームページと研究紹介をしている動画(Youtube)に行くことができます。



ミャンマーでの実験した水田。実験室で達成できても現場で再現できるとは限りません。現場で確認することが大切です。



研究室ホームページ



研究紹介動画集

甘いサツマイモをつくるには



足立 文彦 助教

キーワード

作物、気象、サツマイモ、デンプン、糖

2 煎餅をゼロに



地球温暖化で焼き芋が甘くなくなった？

サツマイモは多用途で災害にも強いスーパー作物です。コンビニでも焼き芋が販売され需要が増えていますが、近年、糖度の低下が問題となっています。この原因として温暖化との関連が指摘されています。日本の平均気温は100年で約1.1℃の割合で上昇していますが、塊根肥大期にあたる8月の産地の気温上昇が大きく関係している可能性があります。



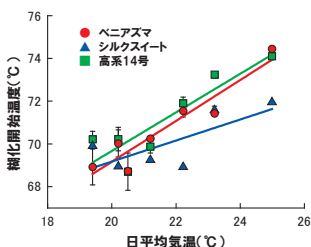
市場で人気を呼ぶ焼き芋（べにはるか）

低温な場所で栽培すると甘くなる！

サツマイモは、蒸す、焼くなどの加熱調理をして食べます。これはサツマイモのデンプンをβアミラーゼ(酵素)により麦芽糖に糖化(分解)し、おいしくするためです。糖化にはデンプンが加熱され、のり状になる(糊化)必要があります。しかし、糊化温度は酵素が最も働く温度よりも高温なので、糊化温度が低下できれば、酵素がよく働くことで糖化が促進され甘くなります。

そこで、糖度に及ぼす温度の影響を調べるために標高が異なる地点でサツマイモを栽培し、気象条件との関係を

解析すると、デンプンの糊化開始温度は栽培地の気温の低下にともなって低くなることがわかりました。すなわち、標高が高く低温な場所での栽培により甘くなるデンプン特性を持つサツマイモが生産できること、気温1℃の低下により糖度が1.24度高まることを明らかにできました。



栽培期間の日平均気温と糊化開始温度との関係

栽培温度によりデンプンの糊化開始温度が低下すると、酵素が最も働く温度条件に近づくために糖化が促進されて加熱調理後に甘くなりやすい

大きいサツマイモはおいしくない？

同じ場所で収穫したサツマイモでも、そのサイズにより甘さが違うようです。今後は、芋の着生・肥大を調査し、安定して甘いサツマイモが収穫できるよう皆さんと一緒にその条件を解明していきたいと考えています。また、温度条件によるデンプン特性の変化は、イネ、ムギ、ジャガイモなどのデンプン作物に共通した現象です。みなさんも作物の品質に及ぼす栽培条件の影響を研究してみませんか？



サツマイモの生育調査

共生窒素固定でマメ科作物の生産性向上を目指す!



城 惣吉 助教

キーワード

ダイズ、アズキ、根粒菌、共生窒素固定、遺伝子多様性

2 飢餓をゼロに



植物が利用できる窒素をつくる根粒菌

根粒菌は土壤に生息する細菌で、ダイズやアズキなどのマメ科植物の根に根粒という器官を形成し、共生窒素固定を行います(図1)。一般的な植物は大気中の窒素を利用することができませんが、マメ科植物はこの共生窒素固定により生育に利用可能な窒素を得ることができます。窒素は作物の生産量を左右する重要な栄養素の一つですが、窒素固定により多くの窒素を宿主に供給することができれば、マメ科作物の生産性向上に繋がると考えられています。しかし、宿主により多くの窒素を供給できる能力の高い根粒菌を利用した栽培技術の確立には至っていません。



図1 ダイズ根の根粒

根粒菌の能力を評価してみる

根粒菌の窒素固定能は種類により異なります。ダイズやアズキの生育促進や収量の増加に効果を示す根粒菌を探し出すために様々な地域の土壤から根粒菌を分離し、遺伝子多様性解析や分離菌株の接種効果の評価を行っています(図2)。

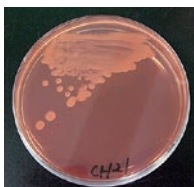


図2 分離した根粒菌のコロニー(左)とダイズへの接種試験(右)

根粒菌のチカラを利用した栽培技術は確立できるのか?

窒素固定能の高い根粒菌をダイズやアズキに接種することで、生育促進や収量増加に効果を示すことを明らかにしつつあります(図3)。しかし、根粒菌の接種効果は品種により異なる場合もあるようで、宿主と根粒菌の親和性についても調査する必要があると考えています。得られた研究結果は、根粒菌のチカラを利用した微生物資材の開発や新しい栽培技術の確立に繋がるのではないかと期待しています。

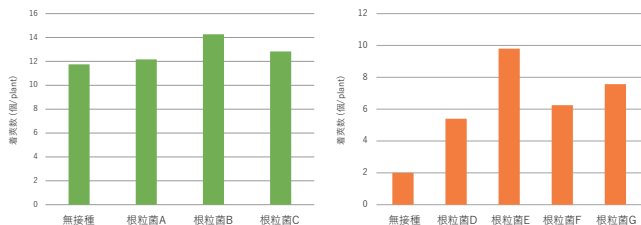


図3 窒素固定能の異なる根粒菌の接種がダイズ(左)やアズキ(右)の着莢数に及ぼす影響

私たち、細胞を食しています！



宋 相憲 助教

キーワード

反芻動物、培養細胞、体組織発達、細胞増殖、内分泌生理

2 飼料をゼロに



動物細胞の発達は、動物の体発達に直結します

私たちが食べている動物のお肉は、当たり前のことですが、細胞という生き物の基礎単位で構成されています。つまり、肉用動物の筋肉細胞と脂肪細胞を発達させることは、家畜生産効率向上に直結します。我が研究室では、ウシや、ヒツジなどの反芻動物を研究対象とし、これらの家畜の体を構成している様々な種類の細胞における成長、増殖および発達に関連する対外・体内因子を探索するとともに、細胞と細胞が何を媒介してお互いに影響し合うのかについて研究を行っています。

多様な細胞の培養技術を保有しています！

食肉を構成する細胞は、主に、筋細胞と脂肪細胞で構成されています。また、乳用牛の乳生産器官である乳房の中には、乳腺細胞が存在します。これらの細胞の成長・発達は、家畜に給与した飼料の栄養成分を利用すると共に、脳、肝臓、すい臓など、家畜体内に存在する様々な器官が分泌する生理調節物質により調節されることが知られています。本研究室では、ウシや、ヒツジ、さらに、メダカを由来とする種々の培養細胞を作成・保有しており、体内の各細胞における詳細な機能について研究可能な実験環境を構築しています。



反芻動物の未分化培養細胞



脂肪細胞 → サシ



筋細胞 → 赤身



骨細胞 → 骨格

培養未分化細胞の多分化能

細胞の運命制御技術を確認することにより家畜の生産効率を向上が可能となります。

骨のある研究？

近年、反芻動物から得られた未分化細胞が、筋細胞、脂肪細胞、神経細胞および骨細胞への分化能を有することを確認しました。特に、骨細胞が発達する際に、様々な物質を分泌することにより、筋細胞および脂肪細胞の栄養素取り込みを調節する可能性を確認しています。これまで、単なるカルシウムの固まりとして知られていた骨組織ですが、肉および牛乳生産において重要な役割を担う体細胞の調節器官である可能性が考えられます。



骨細管(矢印)を介し、生理調節物質を分泌する骨細胞

透析患者用 低カリウムメロンの生産



浅尾 俊樹 教授

キーワード

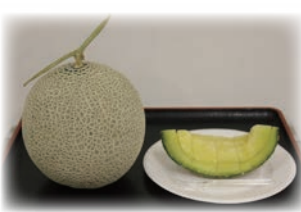
低カリウムメロン、人工透析患者、
養液栽培、医療施設向け野菜

3 すべての人に
健康と福祉を



週3回の人工透析と厳しい食事制限を受ける慢性腎臓病患者

カリウムは人間が健康に生活するために欠かせないものですが、余分なカリウムは腎臓によって尿として体外に排出されます。慢性腎臓病患者は腎機能低下が進むとカリウムを十分に排出することができないため、高カリウム血症が起



低カリウムメロン



き、不整脈により心不全を引き起こす可能性があります。そのため週に3回、数時間かけて人工透析を受け、余分なカリウムを体外に排出する必要があります。人工透析は腎臓移植を受けない限り、一生続けなければいけません。

透析患者は食事の上でも厳しいカリウム摂取制限を受け、カリウムを多く含むメロンは「食べてはいけないもの」のひとつです。「食べたいのに食べられない」、そのような生活を送っています。

低カリウム化で、食べてはいけないメロンが食べられる

そこで、透析患者さんでも食べられる「低カリウムメロン」の研究を始めました。メロン栽培では花が咲くまで葉と茎を大きくし、花が咲いてからは新たな葉はつけずに果実肥大だけ行う栽培方法をとってきました。カリウムは水に溶けやすく、根からの供給が止まっても果実肥大に必要なカリウムが葉から移動し、補ってくれると考えました。また、水に肥料を溶かした培養液を供給し、植物を栽培する養液栽培では花が咲いてからカリウム肥料を全く与えないことができ、低カリウムメロンが栽培可能になりました。



養液栽培による低カリウムメロンの栽培

医療施設向け、高齢者向け野菜を作ってみませんか

低カリウムメロン「しまね夢メロン」など、養液栽培技術で医療施設向け、高齢者向け野菜を作ってみませんか。「食べてはいけないものを食べることができるもの」に変えて、食べる喜びを味わっていただけることを実現する研究を一緒にやりませんか。



透析患者による低カリウムメロンの試食
(医学部附属病院)

トマトをたくさん収穫するか 美味しい果実を作るか



太田 勝巳 教授

キーワード

トマト、形態形成、収量性、
果実品質、植物ホルモン

13 気候変動に
具体的な対策を



トマトは世界中で一番有名な野菜？

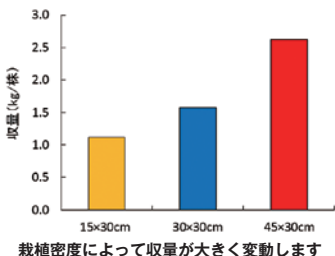
トマトは、世界で最も有名な野菜であり生産額も世界一です。その原産地は南米ペルーのアンデス高原といわれています。そこには約10種類の野生種のトマトが自生し、ミニトマトに似た小型の果実をつけます。トマト品種は、大きく桃色系の生食用、赤色系の調理用・加工用に分けられています。果実は生で食べるだけでなく、焼いたり、煮たり、トマトジュース、ケチャップと加工しても食べます。近年の日本人1人当たりトマト年間消費量(約10kg)は、欧米諸国(20kg以上)や世界平均(約18kg)と比較して多くはありません。栄養成分も多いのもっと食べてほしい野菜の一つといえます。



トマトの生食用施設栽培(左)と調理・加工用露地栽培(右)

トマトは用途によって栽培方法が異なります

生食用は一般的に施設内で主枝・側枝・果実数等を細かく管理して栽培しますので、その方法によって収量や果実品質に差が出ることがわかっています。一方、調理・加工用は露地で粗放的に栽培しますが、単価が安いので収量を高めるための栽培管理技術の開発が必要です。また、リコピン等栄養成分は、生食用トマトに比べ調理・加工用トマトに多いので、これらトマト栽培のための技術開発にも取り組んでいます。



栽植密度によって収量が大きく変動します

トマトの収量を増やすか？美味しいトマトを作るか？

トマトでは美味しく収量が高い栽培はなかなか難しいと思いますので、美味しい果実を生産するか、味にはあまりこだわらずに収量を高くするかを考えた栽培をする必要があります。したがって、育苗方法や栽培方法を変えて植物体の成長を調節した場合の収量性や果実品質への影響とその要因解明、あるいは環境条件が変化しても一定の収量を確保でき、美味しい果実を収穫するための方法について、皆さんも一緒に考えて研究してみませんか？

野生の植物を用いた品種改良



小林 伸雄 教授

キーワード

花、野菜、品種改良、ツツジ、出雲おろち大根、地域活性化

2 飢餓をゼロに



野生の植物から発達した品種

花屋の店頭にあるきれいな花や、スーパーにならぶ野菜や果物のもとには野生の植物を品種改良したものです。

ベルギーの花の博覧会に飾られているこのような色とりどりのツツジの花は、日本の各地に自生する野生のツツジをもとにきれいな花や変わった花が選抜されて品種改良が行われ、国内外に渡って広まりました。



西洋ツツジ(ポットアザレア)

江戸時代の園芸植物を活用する

ツツジの品種改良は江戸時代の元禄時代を中心に最も盛んに行われたことが知られています。当時つくられた品種のなかには写真のように面白い形をした品種；雄しべが花びらに変化した八重咲き、花びらが雄しべに変化した采咲き、あるいは、花びらが散らずに緑色になって残る見染性などの多様な形態を示す花があります。



多様な花を持つツツジの古品種

江戸時代に改良された貴重かつ面白い品種の遺伝子を解析・活用して、さらに新しい品種を作る研究を進めています。

特産の品種開発による地域貢献

花より野菜に興味がある人も多いでしょう。私は「出雲おろち大根」という辛味大根を品種開発し地域普及を進めています。島根県の宍道湖周辺に自生する野生のハマダイコンをもとに、より辛く、より栽培しやすくなるように改良したものです。色付きのダイコンと交配し、紫や赤色でさらに食品機能性の高い「おろちダイコン」も作ることができました。野生の植物を利用して地域特産品となる新たな品種をつくりだし、地域の活性化に貢献するという研究分野もあるのです。



「出雲おろち大根」'スサノオ'

-196°Cで植物を生かす



松本 敏一 教授

キーワード

超低温保存、遺伝資源、ガラス化

15 陸の豊かさも
守ろう



凍結したら細胞は死ぬ

植物細胞は9割以上が水分であることは知っていますね。水は氷点である0°Cから凍り始め、形成された氷の結晶が細胞膜や細胞小器官を損傷することにより細胞は死に至ります。

なぜ、細胞は-196°Cで生存できるのか？

ジーンバンク（遺伝子銀行）では、長期間にわたり植物の種子や組織等を安定的に維持することが求められます。これを遺伝資源保存と言いますが、ペースコレクションである長期保存の場合、生化学的活性を停止させるために細胞内を固体にする必要があります。液体を固体にするには、凍結の他にガラス化という結晶構造を持たない状態があります（図1）。したがって、冷却してガラス化させれば細胞死を避けることができますが、あらかじめ脱水して細胞内の液を濃縮する必要があります。しかし、濃縮した細胞でも-40~-80°Cで凍結し、約-110°Cでガラス化するため、凍結を回避するには急速冷却でガラス化させることが不可欠です。また、細胞の脱水処理が過度だと再生時に原形質分離から回復できず、不足だと凍結するので、いずれも細胞死となります。いかに最適条件を見つけるかがカギとなります（図2）。

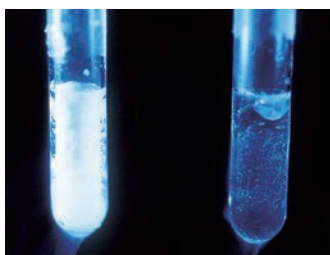


図1 液体の凍結とガラス化

同じ液体をゆっくり-80°Cに冷却して凍結（左）した状態と-196°Cまで急速冷却してガラス化（右）した状態

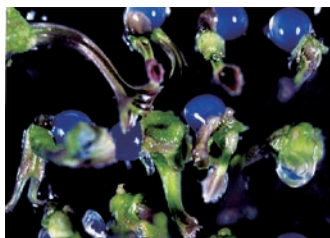


図2 -196°Cから再生したワサビ

ジーンバンクでの活用

この手法は超低温保存と言われ、種子保存できない栄養体の長期保存法として各国のジーンバンクにおいて実用化されています。我々のグループでは、より簡便な方法として専用のアルミニウムプレート上に植物組織をアルギン酸ビーズで固着させ、プレートごと各処理をしていくクライオプレート法を開発しました（図3）。この手法は超低温保存法の革命とも言える方法で、世界各国のジーンバンクや研究機関から注目されています。



図3 開発したクライオプレート

植物の香りで 島根県を活性化しませんか？

キーワード

香り、園芸植物、機能性、
ポストハーベスト

2 飢餓を
ゼロに



池浦 博美 准教授

園芸植物の香り

植物の香りは、自己防衛や繁殖のために重要な役割を担い、栽培条件や環境要因によって大きく変動することがわかっています。また香りは、風邪を引いたときや鼻をつまんで食べ物を口にしたとき、味が分からなくなるように、食べ物の風味を決定づける要素です。さらに、香りは揮発性成分であり、何らかの生理活性を示すものが多く、利用・実用面でも魅力的な分野といえます。これまで、植物の持つ香りは、農産物や食品において極めて重要な品質要素であるにもかかわらず、園芸植物分野では分析や同定の難しさから他の品質要素に比べ取り残されているのが現状です。



実験材料のエゴマ

エゴマは種子油だけでなく野菜としての利用可能性の検討

私は、園芸植物である野菜、花などの生産、貯蔵、加工において高品質化を目指し、特に香りに着目し、その機能性および利用に関する研究を行っています。主に、島根県の特産物であるエゴマ葉の高品質化生産方法の検討や新たな加工品の作出などの応用



エゴマの栽培状況

について検討しており、様々な栽培条件によりエゴマを栽培し、エゴマ葉の生育調査や香気成分を解析しています。現段階では、栽培条件を変化させるとエゴマの葉の香りも変化することがわかっています。

島根県の特産物の品質向上と需要拡大に貢献しませんか？

島根県のエゴマ生産は拡大していますが、エゴマの栽培方法や加工などに関する研究は少ないのが現状です。皆さんと一緒にエゴマの栽培から加工、販売に至るまで、島根県の地域資源を利用した付加価値の高いエゴマ葉加工食品への利用について検討し、地域活性化の一助となるような研究を行いませんか？ さらに、エゴマを含めた園芸植物の香りの研究は、より芳醇で好ましい香りがする園芸植物の品種育成をはじめ、栽培技術および加工技術の革新につながるものであり、島根県の特産物の品質向上と需要拡大に貢献することが期待されます。

植物の形づくりの仕組みを調べて、新しい農作物を開発する



江角 智也 准教授

キーワード

ブドウ、カキ、サクラ、アズキ

2 創価をゼロに



かたちから入る

花の形、花序の形、種子の形、葉の形、草の形。植物の各器官がそれぞれに特有の形をつくりながら成長することを“形態形成”といいます。植物の形態形成は多様であり、形態観察は種の進化や生態について様々な考え方を与えてくれます。さらに、その多様な形態が生じる仕組みや理由を解き明かしていくことは植物学の本流ともいえます。しかし、その研究を新しい農作物の開発にもつなげていこう！ということで、一石二鳥になる研究、つまり基礎研究と応用研究の二兎を追うのが農学のかたちです。

形態が違う原因を調べ、植物の形を変えてやろう

花の構造、花序形態のでき方、種子の形、果実の形成について、顕微鏡観察や遺伝子発現解析などを駆使して調べています。島根県の特産果樹をはじめ、附属農場で160品種・系統ものの種類を栽培しているサクラ、出雲で産地化を進めているアズキなど、幅広い植物種が研究対象です。花や花序の形づくりの解明から、ブドウの房に大小があることやカキの花が雌雄異花であることの謎に迫ったり、春にひとときわゴージャスな花を咲かせるようなサクラの育種開発を目指したりしています。また、種子や果実の成長について調べ、そこから分かったことを育種に利用することで、消費者の目を惹くような面白い形の豆や果物の開発も目指しています。



ブドウの房の大きさ・形はいろいろ、粒の大きさも大小様々



カキの雌花(左)と雄花(右)。どうやって雄と雌が分化発生する？しかも花序の形も異なる



花や花序の形をはじめ形態多様性を調査できる本庄農場のサクラ遺伝資源



豆の形をくびれさせてハート型にするには？

見た目が大切な園芸作物

多くのスーパーマーケットの入口近くには、彩りや種類が豊富な果物と野菜がディスプレイされています。園芸作物の多様な形や色彩は、私たちの健康で豊かな食生活の象徴ともいえます。皆さんの感性と観点で、そこに変わった形の何か一品を新たに加える研究開発をしてみませんか？ もれなく植物の形態形成の不思議を解明するという学問上の特典が付いてきます。

サクラを「いつでも」「どこでも」咲かせる技術



田中 秀幸 准教授

キーワード

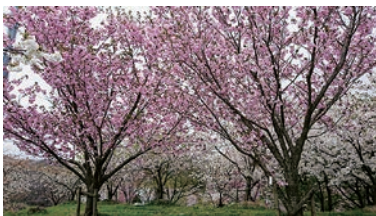
サクラ、休眠、周年開花

15 陸の豊かさも
守ろう



サクラが咲かなくなる？

花見は日本の文化であり、サクラは日本人にとって最も親しみのある花の一つです。しかし、温暖化の影響で近い将来にはサクラが咲かなくなる可能性があります。そうなっては、日本の文化である花見が消滅してしまうので、サクラの開花メカニズムを解明して、どのような状況でもサクラが咲くようにしたいと考えています。



島根大学本庄総合農場が保有するサクラ

サクラの開花メカニズム—なぜ春に咲くのか—

サクラは春に一齐に花を咲かせますが、その花芽は昨年夏に作られ始めます。そして、秋になり日長や気温が低下することで、花芽は成長を止めて眠ってしまいます（これを休眠と言います）。この休眠は、冬の低温に一定期間遭遇することで打破され、花芽の成長が再開して春に開花します。つまり、上で述べたサクラが咲かなくなる理由とは、温暖化により冬の低温遭遇時間が短くなることで、休眠が打破されずに花芽が眠ったままになるからです。そうならないために、サクラの品種ごとに休眠打破に必要な低温時間を把握することが必要です。そこで、島根大学の本庄総合農場に植栽されている約160品種のサクラのうち、100品種について休眠打破に必要な低温時間を調査し、それらを明らかにしました。また、その低温時間を処理することで、サクラ切り枝を12月に開花させることに成功しています。



サクラの開花メカニズム

サクラの周年開花にむけて

12月より前に開花させるためには、さらに詳細にサクラの開花メカニズムを明らかにする必要があります。もし、それらを解明できれば、サクラを一年中咲かせることも可能かもしれません。これは私の壮大な夢ですが（科学により、民話「花咲かじいさん」を実現）。もしサクラの周年開花に興味があれば、ぜひ一緒に研究しませんか？



低温処理により12月に開花したサクラ

左：'関山' 中央：'一葉' 右：'御衣黄'

花色の多様化を探る



中務 明 准教授

キーワード

ツツジ、着色、アントシアニン、遺伝子

野生の植物はシンプル

自然の中の植物は花の色が限られています。例えばツツジの花では、赤と白あるいは紫と白しかありません(図1)。何故赤い花は赤く見えるのでしょうか？ それは赤いアントシアニン色素を持っているからです。逆に白い花は色のない色素しか持っていない。しかしながら私たちが知っている植物の色はもっと様々なものがあります。その多様な色はどのように生まれたのかを知るために、植物自身が持っている色素を作る能力(遺伝子)と作られた色素が生み出す色(着色)との関係を調べています。



図1 異なる花色のツツジ

色の多様化を知る

人の手が加わることで、自然にはない新しい色素の組み合わせが生まれ、ピンクや赤紫などの多様な色となりました。花の色は実際の花を観察することで確認できますが、ツツジは種から花が咲くまでに3年かかってしまうため、色素を作る能力(遺伝子)を直接調べることで花が咲く前に花の着色を予測する研究を進めています(図2)。例えば同じ白色の花でも、花弁に含まれる色素の種類が異なることが分かっていますが、外観よりも遺伝子の情報を利用するとより詳しい色素の状態を理解することが出来ます。

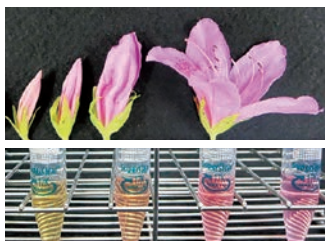


図2 ツツジの色素分析

新しい色を作るには

これまで自然の偶然や先人の知恵によって新しい色が生み出されてきました。しかしながら最新の分析技術を使って、花が咲かない状態でも色素の状態を予測できることが期待されています。

青色を濃くするには、青い色素を蓄積するだけでなく、青みを強くする別の色素が必要なことが分かっています。また異なる色を同時に咲かせる花も存在します(図3)。今後は色の模様についても研究したいと考えています。みなさんも花の色について研究してみませんか!?



図3 同じ花に異なる色を持つツツジ

美味しい種無しブドウ生産の負担軽減に向けて



渋谷 知暉 助教

キーワード

ブドウ、ジベレリン、無核栽培、果実肥大

12 つくる責任
つかう責任



種無しブドウを作るのは大変

シャインマスカット（図1）に代表される美味しい生食用ブドウは、基本的にジベレリン剤（Gibberellic acid, GA）を使うことで種無しにして栽培されます。GA処理により種無しブドウになると、種が作り出すジベレリンがなくなり粒の小さいブドウになってしまいます。そこで2回目のGA処理を行うことで果実の肥大を促進し、大きくて種無しの食べやすいブドウが生産されます。このGA処理は、10アール当たり数千房のブドウに一つずつ手作業で行われるため、ブドウ生産者の大きな負担となっています。



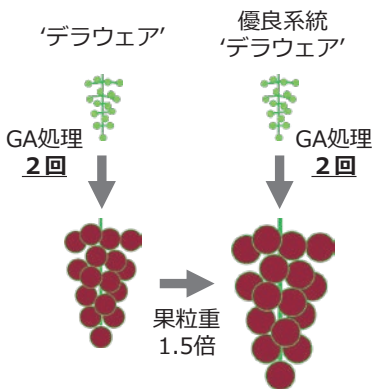
図1 シャインマスカット

種無しブドウ生産の労力を低減させるには

作業労力や薬剤価格を削減しつつ安定して種無しブドウを生産するためには、自然に種無しになる品種やGA処理に対する反応が良い品種の利用が有効です。また、これらの品種をかけ合わせることで、低濃度のGAを機械散布するだけで質の良い種無しブドウを作ることができるかもしれません。

GA処理法の革新に役立つ遺伝情報は？

自然に種無しになるのに必要な遺伝子変異は既に特定されているため、品種改良の効率化、あるいはゲノム編集による形質の付与が可能だと考えられます。一方、ブドウ果実においてGAに対する反応を向上させる遺伝子についてはまだ十分な情報がありません。そこで、ブドウ品種デラウェアの突然変異体として島根県で発見された、通常よりGA処理による果実肥大効果が大きい優良系統（図2）について原因遺伝子の探索やメカニズムの解明を進めています。



海の恵みを考える



伊藤 康宏 教授

キーワード

海、魚、人、技術、歴史

14 海の豊かさを
守ろう



しまねの河海、多種多様な魚介

日本海西部に位置し、長い東西の沿岸と隠岐諸島を有するしまねの海。対馬暖流の流によって西から多種多様な魚が回遊してきます。一方、山陰沖の大陸棚外縁には栄養分豊富な冷海水（日本海固有水）層があります。この2つが重なり、山陰の海は四季折々、魚介類が豊富に生息する漁場となっています。また、内水面では宍道湖・中海、それに注ぐ斐伊川、中国太郎の異名をもつ江の川、清流・高津川他が流れ、豊かな水産資源を有しています。



しまねの河海(鳥根県水産課hp)

しまねの魚介

宍道湖七珍、香魚、浜田のどんちっち3魚、小伊津のアマダイ、十六島ノリ、隠岐の松葉ガニ・イワガキ等。これらはみな全国区。これら魚介を獲る人→売る人→運ぶ人→調理する人、そして幾人もの手を経て美味しく食べる人。



宍道湖のシジミ漁(2006年7月撮影)

魚と人の関係史探究

中世西欧では宗教と農業事情からサカナが食の主役。また大航海時代も、近代への扉もサカナが影響。しかしこれらは現代では忘れられた歴史。一方、日本では近世以来、沿岸漁業、捕鯨業、加工流通が発達し、魚は「和食文化」の主役に。獲る技術・加工保存技術の発達、出世魚や「地方名」をいくつも持つ魚、はたまた東の鮭(さけ)と西の鯛(ぶり)の二大文化圏の形成等々。これらは米とともに日本社会における「水産」の歴史性・地域性・文化性を示す証拠。しかし、今日、日本では「魚離れ」が進行し、世界では水産物市場が拡大し、「スシ文化」がグローバル化しています。

さあ若い皆さん、海の恵みを持続的に利用できる術を、魚と人の関係史を、一緒に探究する旅に出かけませんか。



魚漁図解

(原本「因伯魚漁図解」
「出雲石見魚漁図解」
鳥大附図のお宝)

食・文化・環境を支える地域 農業のマネジメントを科学する



井上 憲一 教授

キーワード

経営、経済、ネットワーク、農業、食

12 つくる責任
つかう責任



多様な事例の宝庫、島根県

島根県は山間部が多く(図1)、過疎・高齢化の先進県として全国から注目されています。島根県の地域農業は、スケールメリットではなく、知恵と工夫、そして地域のネットワークをベースに、多様性に富んでいます。「集落営農」「農企業」「有機農業」「6次産業化」など、全国のフロンティアに位置します。これらの多様な取り組みを明らかにすることにより、全国や海外にも通じるグローバルな視野を得ることができます。島根大学はこれらの事例にたいへん近く、継続的な現地調査が可能です。



図1 山間部での豊かな農業・農村は、下流域にも多くの恵みをもたらします

現地調査に基づいた社会経済の実態把握

社会経済の仕組みと理論を学び、現場の実態を理解し、それらを分析することに取り組んでいます。島根大学は多様な事例にたいへん近いため、継続的に地域を訪れ、地域とともに学びを深めていくことができます(図2、図3)。このような学びで問われるのは、自らが独自の問いを発見し、自分なりの答えを導き出すプロセスです。私たちは、魅力的な取り組みの実態を明らかにして、新たな自問自答のヒントを示すことを目指しています。



図2 「農村調査分析論」の調査現地でのコマ



図3 現場で学びを共有

農業経済学の魅力

私たちが専門とする農業経済学は、文系と理系の両方の視点から、現実の社会経済について総合的に考えることができます。また、農業だけではなく、食、くらし、地域、文化、環境について考えることができます。「最先端の島根県で、農業経済学を深めていくこと」は、さまざまな課題への応用にもつながると考えます。

農業経済学コースホームページ
<http://www.ipc.shimane-u.ac.jp/ruralecon>



経験をマネジメントして 販売促進につなげよう



赤沢 克洋 准教授

キーワード

マーケティング、経験価値、
消費者、地域産品

8 働きがいも
経済成長も



経験のマネジメントが販売促進の鍵

みなさんは、洋服を買うときに試着することが楽しかったり、コーヒージョップで気配りしてもらってうれしかったりすることはありませんか。また、海外の特産品を買ったなら遠い異国に思いを馳せるでしょう。このとき、皆さんは商品に加えて、試着する経験や気配りをしてもらった経験、異国のことを考える経験も手に入れていると考えることができます。立場をかえてメーカーや販売店側からみれば、こうした経験を付加することによって商品の価値が高まり、商品がより売れるようになることが期待できます。このように経験をマネジメントすることが販売促進の鍵となります。

いかなる経験が価値をもつのか

経験をマネジメントするにはどうしたらよいでしょうか。それにはまず、どんな経験が価値をもつのかを解明することが肝要です。たとえば、直売所での農産物販売における価値ある経験とはなんだろうか。その答えは利用者への質問紙調査とそのデータの統計的処理によって導きだせます。それによると、地域への興味や親近感が生じた、リラックスした気分になった、高揚感を感じた、特別な時間を過ごしたなどの経験が価値を形成していることがわかってきました。また、地域産品の販売では、視覚や触覚を通じた経験、販売者や生産者とふれあう経験などを付加していくことが効果的だと考えられます。



図1 農産物直売所
価値ある経験が提供されている。



図2 地域産品の販売
どんな経験を付加するのが効果的か。

経験を生み出す仕掛けを探る

価値ある経験を明らかにしたなら、それらの経験を生み出すものを探ることが次のステップとなります。これには、既存の手段を整理するだけでなく、新たな仕掛けを開発し評価していくことが求められます。みなさんとともに新たな発見をしていきたいと考えています。

金融で農業の成長産業化を支える



森 佳子 准教授

キーワード

農業金融、農業経営の変化、企業化、農業の成長産業化

2 負債をゼロに



新しいタイプの農業経営の出現と金融機関

日本の農業において、資金の貸し手は、国（日本政策金融公庫）と農協でした。しかし近年、民間金融機関（銀行等）による農業融資が大きく伸びています。銀行等が農業融資を行うようになってきた背景は、資金の借り手と貸し手双方を取り巻く環境変化が考えられます。

資金の借り手の変化として、農業経営の多様化が進行していることがあります。今までは農業の担い手は、小規模な農家が主流でした。近年は、経営拡大を積極的に遂行しながら会社経営を行う企業の農業経営が相当数出現し、事業領域も生産だけでなく加工や小売までに拡大しています（図1）。こういった新しいタイプの農業経営は巨額な資金を必要としています。銀行等も農業経営に対する資金の貸し出し手法を数多く開発してきています。



図1 農業の領域の拡大

金融機関の役割とは？

金融はどのようにして農業の成長産業化に貢献できるのでしょうか。私達は1) 新しいタイプの農業経営に対する金融機関（日本政策金融公庫・農協・民間金融機関）の役割な何か、2) さまざまなタイプの金融機関は農業経営に適切な融資ができていないか、3) 農業経営はスムーズに資金調達するために、どのような条件を満たすことが求められるか、4) 政府による農業金融への関与（融資や信用保証）が、農業経営の発展および経営再生のプロセスに与える影響は何かについて、ミクロ経済学や企業評価の分析枠組みを使って取り組んでいます（図2）。

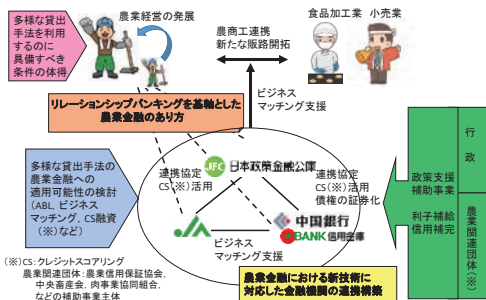


図2 金融を通じた農業の成長産業化

農業の成長産業化に資する金融の可能性

この研究をとおして、(1) 担い手の経営管理能力の向上、(2) 農業経営発展に資する農業金融支援システム、(3) 農業者支援を行う外部支援組織のあり方、の3つの視点から、農業の成長産業化に貢献する次世代の農業経営政策に向けた具体的な提言を行うことができます。

中山間地域マネジメントを多角的に 研究し、地域社会の問題解決に貢献



保永 展利 講師

キーワード

中山間地域、食農関連産業、
地域ブランド、コミュニティ、
域学連携

12 つくる責任
つかう責任



なぜ中山間地域研究をするのか？

中山間地域保全のあり方を研究しています(図1)。なぜ中山間地域研究をしているのかというと、それは私が中山間地域の農業集落・農家の生まれであることが影響しています。幼い頃から農業や農的生活にかかわってきましたが、農業だけでは地域の発展が難しいことを実感しています。一方、農業がないと環境保全や地域社会の維持ができません。農業や地域文化を生かした地域的发展、そのための地域マネジメントが必要と考えるようになりました。

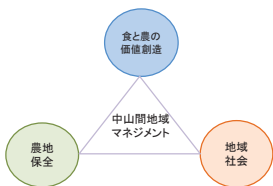


図1 研究対象

「多様な学び」から「総合力」を身につける

農業の地域的发展を研究するには、農業の知識だけでなく、経済、経営、流通、心理、地理、歴史、調査方法など多様な知識が必要になります。

例えば、地域でつくられる加工食品のブランド化を考える場合、地域の立地や歴史、経営を踏まえる必要があります。また商品売るためには、流通や消費者心理の知識が必要になります。学生と行った有機トマトジュースの評価では、中山間地域で有機農産物加工を行っている現場の調査や選択実験という方法で消費者調査を行い、有機栽培に対する消費者の評価が高いことを実証しました(図2)。現在も消費者層を都市部に広げて研究しています。



図2 現地調査(ほ場見学や生産・加工状況の調査)の様子です。

「地域での学び」から「学生の主体的研究」へ

地域にあった方向性を導き出すために、実際の中山間地域社会との関係性をもちながら実態から経験的に学んでいます(図3)。また、学生がもっている問題意識や経験と私がコラボすることで何ができるのかを常に考えています。これまでにない新しい視点をもってれば、それを生かすことを考え研究室の活動として取り入れます。学生も主体的に研究に取り組むことができ、社会に必要なコミュニケーション力などが身につきます。研究成果も大学院に進むことで社会に広く伝える機会が増えます。



図3 ゼミでのフィールドワークの一つとして、現地の女性部と一緒に地域体験ツアーでの料理の準備を行っているところです。中山間地域の現場調査以外にも地域住民と一緒に活動し経験的に学びます。

研究と実践から持続可能な農村の社会開発モデルを考える



高田 晋史 助教

キーワード

高齢化、過疎化、農村リーダー、アジア農村、田園回帰

12 つくる責任
つかう責任



海外から注目される日本の農村

日本の農村は、長らく都市部への人口流出による過疎化と高齢化に伴う山林の荒廃、伝統的な生活文化の衰退、高齢者の孤立、農林業の衰退などの問題に直面してきました。これらの問題は、やがて多くのアジア諸国が直面することになります。このことから、日本の農村に関する動向は海外から注目されています。私は日本の農村が直面する問題や課題解決への取り組みを実証的に分析し、それを踏まえてアジアをはじめ途上国農村の持続可能な社会開発モデルの構築を目指しています。

注目される若い世代の“田園回帰”

“田園回帰”は、都市部の若い世代を中心に、新たな生活スタイルを求めて農村に向かう動きであり、日本では近年始まったとされ注目されています。私が長期間研究している中国でも同じような動きがあります。例えば、大学生村官制度は、大学を卒業した若者が農村に派遣される制度で、20万人以上の若者が農村に派遣されています。その多くは公務員を目指して村官になりますが、農村での生活を求めて応募する人も増えています。現在、この制度は終了しましたが、他の制度に引き継がれ、多くの若者が農村に向かっています。こうした中国の動きを“田園回帰”と捉えるべきか、日本の“田園回帰”は今後も継続するのかなどについては、丁寧な検証が必要です。



北京市郊外の農村で大学生村官として活動する段氏（左から2人目）。村でホテルとレストランを運営する会社を設立しました（2010年撮影）。

現場での社会実験を通してモデルを構築

研究室で考えたモデルや理論は、地域の現場で活用できるとは限りません。このことから、研究室で構築したモデルを現場の実践に落とし込みその有効性を分析しています。現在、北部タイでは、今から地域の次世代の担い手の確保やコミュニティの断片化を回避するための仕組みを、地元研究者や地域住民と考えています。研究や実践にあたって、農学、経済学、地理学、経営学、社会学、心理学など幅広い分野の知見を活用するため、様々な分野の専門家と共同で幅広いテーマの研究をしています。



毎年、学生とタイを訪れ、チュラロンコン大学建築学部の研究者と伝統的建造物や地域コミュニティの保全について研究しています（2016年撮影）。

農村の歴史を掘り起こす



中間 由紀子 助教

キーワード

農業政策、農村社会、歴史、生活、女性組織

農学分野の歴史研究

終戦後、日本はアメリカを中心としたGHQの占領下に置かれます。GHQは日本政府に対して「民主化」、つまり1人1人が自由で平等な社会を実現するために様々な政策を実行するよう指示します。とくに急がれたのが農村の民主化です。農村では地主が小作人から農地の使用料として高額な小作料を徴収しており、その関係はまるで殿様と家来のようなものでした。戦後、農地改革によって地主の農地は解放され、小作人は自作農となり、建前としては主従関係のような状態はなくなります。しかし、実際にはそうした古い関係は根強く残ります。その後、農地改革の成果を基盤として民主化のための事業が行われますが、古い慣習の残る農村社会でどのような結果が生じたのかということに関心を持って研究を行っています。



生活改善グループの活動事例
（『生活改善普及事業』、農林省、1955年）

「考える農民」の育成と農村社会

私が研究対象としているのは「生活改善普及事業」です。この事業は元々アメリカの事業で戦後になって日本に導入されたものです。その目的は、農村の生活水準の向上と共に「考える農民」を育成し、それによって農村の民主化を実現することにあります。「考える農民」を育成するためには、生活改善に意欲を持った人達によって主体的に結成された「生活改善グループ」が必要であるとされます。しかし、当時の資料の内容や事業関係者への聞き取りから、実際に有志の女性達がグループを作ろうとすると婦人会（戦前から続く農村の代表的な女性組織）との間に激しい対立が生じていたことがわかりました。

戦後日本の経験の重要性

戦後日本の農業や農村について明らかになっていないことはまだ多く、事実そのものを解明していくことはとても大切です。さらに、敗戦後に驚異的なスピードで復興を遂げた日本の経験は、発展途上国の行く末を考える上で貴重な参考事例であるといわれています。これからも綿密な資料調査を実施し、事実の核心に迫る研究をしたいと考えています。



近年は東北地方を中心に調査・研究を行っています（写真・岩手県二戸郡）

森林はみんなのもの。これを生業(なりわい)に繋げるには



伊藤 勝久 教授

キーワード

森林、森林経営、林業、林産業

15 陸の豊かさも
守ろう



日本は森林国

日本の森林は国土面積の67パーセントと高く、世界的に見ても森林国といえます。わが国では何度かの森林資源の危機を乗り越えて、現在は育成段階に入り、森林資源量は急速に増加しています。この森林をいかにして持続可能に無駄なく使い、林業が安定的に営め、その所得をもとに人々が山村に安心して住めるようにするかが課題です。

生態的には使い過ぎも使わなさ過ぎもダメ

地球環境問題の一つに森林消失があります。一般的には人口増加のため開墾する、燃料を採取する、過剰な放牧を行うなどで、森林が劣化し最後には消滅し荒野や砂漠になっていきます。わが国が直面しているのは、森林の使わなさ過ぎによる新たな問題です。そのために樹木とタケや蔓が鬱蒼と茂り、森の中は真っ暗で光が入らず下草も生えず、樹木の成長も抑えられます。従って大雨や台風、大雪などに弱く、土砂崩れが起こりやすくなります。



木材を伐採、加工利用して林業は循環し、森林状態も良好になります。

生計が立てられる林業を作り上げるには

使わなさ過ぎの原因は主に木材が高く売れないことです。40~50年が林業の1サイクルですが、手塩にかけて育てた樹木を、やっと伐採しても収入はほとんどありません。従って森林所有者の多くは伐採・再植林することをやめて放置しています。ではどうすれば良いのでしょうか。まず植林、育林、伐採、搬出(伐採現場からの持出し)、輸送、製材加工など各段階での費用削減です。そのために林道整備、機械化、大規模化が重要です。また経済的にも森林を育成するための費用分担体制づくりも重要です。これらは技術改革、制度整備の問題です。もう一つ当たり前ですが



200年かけて作られた森林。世代を超えた営みが必要です。

重要なことは、みんなが国産木材を意識的に利用する、生活やレクリエーションで利用する、森林を無駄なく維持することです。つまり社会全体が現実的に、倫理的に、当然のこととして、そう理解することを通じて、森林利用の社会的総意を構築し、山村での生活保障の基盤をつくるのが私の研究の目標です。

日本林業は なぜ発展しないのか？



吉村 哲彦 教授

キーワード

日本林業、林業機械、技術革新

15 陸の豊かさも
守ろう



日本の林業はなぜ発展しないのでしょうか？

最先端の技術が投入されたヨーロッパの林業は、環境に優しい素材やエネルギーを持続的に供給する成長産業です。なぜ日本の林業はヨーロッパのように発展できないのでしょうか？それは、日本林業の生産手段に技術革新が起こっていないからです。労働コストの高い先進国で林業を行うには機械化による生産コストの削減が不可欠ですが、これまで林野庁(国)の主導によって導入された高性能林業機械は、生産性の向上にはほとんど寄与しませんでした。日本の山で林業機械を効率よく使うには生産基盤となる林道が必要ですが、日本の山で作られている作業道という急勾配で幅の狭い道は生産性の向上を阻害しています。それなのに、日本では高性能林業機械と作業道が行政の補助金によって強力に後押しされているのが現実です。

どうすれば日本の林業は発展できるのでしょうか？

日本林業の生産手段に技術革新を起こすことが必要ですが、これまで林野庁(国)が開発してきた林業機械の中で役に立ったものはほとんどありません。日本の林業現場に必要な技術革新を起こすためには、ヨーロッパと日本の林業技術をコンセプトレベルから比較することで、なぜ日本林業の生産性が低いのかを明らかにする必要があります。そこで、これまで研究活動を通じて日本の高性能林業機械、架線系集材、林道と作業道の問題点を明らかにして、技術的な解決方法を提示してきました。特に架線系集材では、ランニングスカイラインという日本を代表する索張りの問題を模型による力学実験(図1)を通じて明らかにし、その改善方法を示すことに成功しています。

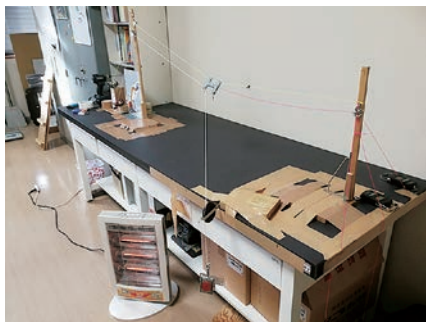


図1 架線集材の模型実験

林業は高度な知的産業

日本林業の中に技術革新を起こすには、物理学、数学、統計学、機械工学、情報科学、経済学、経営学などあらゆる知識を総動員して課題に取り組む必要があります。これまでの日本林業の常識をリセットして、ゼロベースで考え抜くことが求められています。

人工林は間伐が大事です!



高橋 絵里奈 准教授

キーワード

人工林、スギ、ヒノキ、間伐、樹冠

15 陸の豊かさも
守ろう



間伐の基準って何だろう？

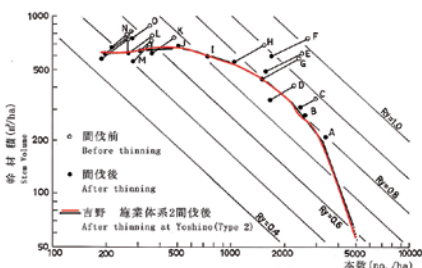
私は奈良県の吉野林業地に始めて行った時に、美しいスギ・ヒノキの人工林と間伐選木の熟練技術者だった埴忠さんに出会いました。埴さんに「間伐選木の基準って何ですか?」と尋ねたのですが、「長年の経験と勘ですなあ〜。」とされました。しかし、何かを見て伐る木と伐らない木を選んでいるに違いないし、その言葉にされていない基準を知りたい! と思ったのが、私の研究の原点です。



吉野林業地の90年生スギ人工林と熟練技術者

何を調べたら間伐の基準が分かるのだろう？

間伐の選木基準を明らかにするには、どこで何を見ているか、どうしてその木を伐る/残すのかを聞いてみないとわかりません。そこで、山の中で500本くらいの木の位置図を書いて、選木の時の歩く経路と木を伐る/残す理由を調べ、埴さん基準で管理さ



資料: 南近畿四国地方スギ林分密度管理図(林野庁1998)
奈良県スギ・ヒノキ人工林林分収穫予想表(奈良県、阪本奨学会1986)
熟練技術者による間伐の特徴

れている人工林がどのような特徴を持っているのかを調べました。その結果、埴さんは残す木を選び不要な木を伐っていること、将来欲しい形質と大きさの木になる見込みを樹冠(葉っぱがついている部分)から判断し、見込みのある木をできるだけ均等に配置していること、木が大きくなるほど大きな面積を取れるように人工林全体の木の本数を調整していることがわかりました。

熟練技術者の技能を少しでもまねできるようにしたい!

間伐選木の基準は、技術者個人の技能です。しかし例えば、樹冠の大きさを判断基準として数値で表すことができれば、誰でもある程度はまねができるようになります。熟練技術者は現在、高齢化が進んでおり、後継者は非常に少なくなっています。貴重な技術が消える前に、少しでもまねできるようにしたいと思っています。そのためには研究も引き継いでくれる後継者が必要です。みなさんも一緒に山の管理の研究をしてみませんか?

鷹の目線から森を観る リモートセンシング



米 康充 准教授

キーワード

リモートセンシング、
地理情報システム、ドローン、
情報通信技術、人工知能

15 陸の豊かさも
守ろう



森林を観るのは大変！

研究のきっかけは、森林がどのように成長してどのように変化していくのか知りたかったことです。そこで森林調査を始めたのですが、1本1本の木を測っていても、途方もなく広がる森林を調査しつくすことはできませんでした。しかも、坂が急で登ったり降りたりで調査も大変でした。それだけ苦勞をしても、現在のことはわかりません。森林の変化を調べようとしたら、何十年と同じことを繰り返さないといけません。森林は時間と空間に大きく広がっています。こんなことでは森林の変化なんて解明しようと思ったら、とてつもない時間と労力がかかります。はたと、どうしたらよいものかと途方に暮れました……。

そうだ、リモートセンシングを使おう！

そこで利用したのが航空写真でした。航空写真は日本全国で手に入ります。しかも日本では1947年から数年毎のデータが撮られています。そこに目をつけ、学生の頃は一生懸命航空写真を目で見て読み解き、地図に書き写してきたものです。それでもやっと数十haのことがわかった程度でした。大学卒業後は測量会社や研究所に務め、森林計測の研究開発に携わりました。航空写真だけでなく、レーザ測量や人工衛星といった道具を用いて時空間に広大に広がる森林を観察する方法を作りだし手に入れました。



ドローンと地上写真で作成した森林3Dモデル

森林は広大である、そこを突き進む

現状の森林でさえその実態はどうであるのか、わかっているようでまだわかっていない部分が多い状況です。調べる森林の空間・時間の広がりに応じて、衛星、航空写真、レーザ測量、ドローン、地上レーザの利用技術の開発をし、森林の実態を明らかにしていく研究を行っています。とは言え、1本1本の木を測っていくのも重要です。野外活動も好き、機械いじりも好きな諸君に期待しています。



森林調査のためドローンを操縦する研究室学生
鷹は来ないが鷹につきまともわれる。

入学後に、まず共通の基礎となる科目を学んだ後、2年次に教育コースを決定します。そして各コースの発展的な科目や応用的な科目へ進んでいき、身近な生物や環境問題を科学的に捉える方法や、実社会で使われている工学を学びます。

Department of Environmental and Sustainability Sciences

環境生物学 コース

中山間地域の森林・里山から農耕地を経て河川・汽水域に至る広域な環境に生息する生物を対象とします。植物の病気発生機構、昆虫の利用や防除、自然界での微生物の働き、森林の健全な育成と保全などに注目し、その生命現象と多面的な意義について履修します。

生態環境学 コース

ヒトと自然の共存や生態系の保全を目指し、生物が生息する水・土環境で生じる多様な現象とそのメカニズムを科学の視点から理解するための知識と方法について履修します。

環境動態学 コース

地域資源循環型社会の構築を目指し、地域資源を有効かつ持続的に利用するための、また人間活動と共存できる生態系を保全・修復するための知識と技術を履修します。

地域工学 コース

農村地域や中山間地域が有する地域資源を有効に活用して、地域の豊かな生産環境・生活環境・自然環境を創造・管理・保全するための専門的な基礎学力と技術を、工学的な観点から修得します。

環境共生科学科

キーワード

環境調和、土・水・生物、保全・管理、
科学・工学

作物の中に住む微生物の働きを利用して生産力をアップ



井藤 和人 教授

キーワード

微生物、作物、相互作用、内生菌、窒素固定

2 削減を
ゼロに



植物の中に住んでいる微生物

微生物の中には植物に病気を引き起こす植物病原菌と呼ばれるものがあります。このため植物はそのような植物病原菌の植物体内への侵入を防ぐための様々な仕組みを持っています。一方で、植物の中にはたくさんの微生物が植物に病気を引き起こすことなく住んでいることが知られていて、これらの微生物のことを植物内生菌と呼んでいます。マメ科の植物に根粒を作る根粒菌についてはよく知られていますが、それ以外にもたくさんの種類の微生物が、植物内生菌として、植物の中で、植物に病害を起こすことなく、植物と共に生きています(図1)。

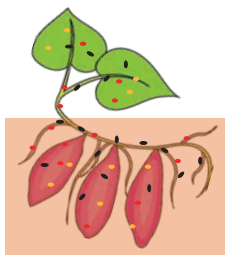


図1 植物の中には多様な微生物(内生菌)が住んでいます

植物内生菌の働き

根粒菌は空気中の窒素ガスをアンモニア態窒素に変換し(窒素固定)、植物に供給することが知られていますが、植物内生菌の中には、根粒を作らなくても窒素固定をしたり、オーキシンのような植物ホルモンを生産して植物の生長を促進する微生物が知られています。また、植物に植物病原菌への抵抗性を誘導したり、植物病原菌の生育を抑制する内生菌もあります。植物内生菌のこのような働きを利用して作物の生産性を高めるための研究をしています。植物から分離した内生菌の種類や働きを調べるとともに、それらを植物に接種して、植物への生育促進効果を確認めます(図2)。



図2 サツマイモに内生菌を接種すると生育が促進されました

植物内生菌について明らかにしたいこと

植物の中には多様な植物内生菌が生息していますが、一方で、植物に内生できる微生物は限られていて、どうして特定の微生物だけに内生できる能力があるのかについてはよく分かっていません。それらの中で、植物の生育促進に寄与する内生菌の働きを高めることが必要ですが、内生菌は植物との相互作用だけではなく、内生菌相互にも影響を及ぼしあい、それらの相互作用が環境条件にも影響を受けることが分かってきました(図3)。内生菌の多くは培養できないこともあり、明らかにしたい多くの課題があります。

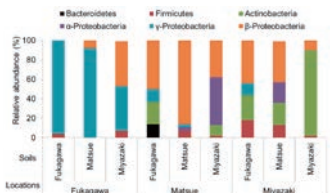


図3 土壌や栽培場所を変えるとサツマイモに生息している内生菌の種類や多様性が変化しました

植物を病気から守る 植物のお医者さん



上野 誠 教授

キーワード

植物、農業、病気、微生物、
新規物質

2 肌触りを
ゼロに



植物も病気になる

私たち人間が病気になるように、植物も病気になります。私たちは、病気になった時に薬を飲むことで、その症状を改善することができます。しかし、植物は自身で薬を飲むことはできません。そこで、私たちは、植物に発生した病気を診断して、農薬と言う薬を処方することで、治療を行います。しかし、植物の病気の中には農薬の影響を回避して、農薬が効かない耐性菌となるものがあります。こうなると、今まで使用できた農薬が使用できなくなってしまいます。そのため、非常事態に備えて、新たな農薬の元となる物質を探索しておくことが必要になります。

植物や微生物が生産する物質を活用して病気を防ぐ

市販されている農薬に含まれている植物の病気を防ぐ物質は、植物や微生物から発見されることが多いです。研究室では、有効活用されていない植物やさまざまな場所から分離した微生物を活用して、植物の病気を防ぐ物質を探索しています。これまでの研究では、きのこから分離した菌を培養した抽出液

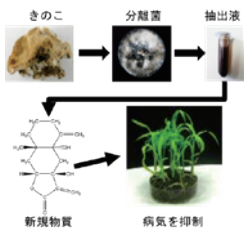


図2 きのこから分離された菌が生産していた新規物質



図1 イネに発生しているイネの重要病害の1つであるイネいもち病の病斑と胞子

中から、イネいもち病菌(図1)に対して殺菌効果を示す新規物質を発見することに成功しました(図2)。また、この新規物質は、イネいもち病菌以外の病原菌にも殺菌効果を示すことが明らかにできました。今後は、今回の新規物質がどのように植物病原菌に作用して、殺菌効果を示すのかを明らかにしていくことにしています。

示す新規物質を発見することに成功しました(図2)。また、この新規物質は、イネいもち病菌以外の病原菌にも殺菌効果を示すことが明らかにできました。今後は、今回の新規物質がどのように植物病原菌に作用して、殺菌効果を示すのかを明らかにしていくことにしています。

植物の病気を防ぐ新規物質を発見する

世界中には、多くの植物や微生物が存在していて、様々な物質を生産することが知られています。その中には、私たちが発見できていない、植物の病気を退治してくれる重要な物質が存在しているはず。植物の病気を防ぐことは、私たちの食生活の安定にも繋がります。みなさんも農業に貢献できる植物の病気について研究してみませんか(図3)?

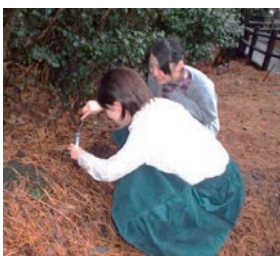


図3 サンプル採取の様子

植物の病気を防ぐ 希望の「光」



木原 淳一 教授

キーワード

光、植物の病気、病原微生物、
環境情報、適応

2 菌叢を
ゼロに



微生物も光が見える？

みなさんは、「昼と夜」、「日向と日陰」を
何から判断していますか？ 私たちと同じ
ように、動物や植物は、環境情報のひとつ
として光を利用しています。実は、肉眼で
は見ることのできない微生物も、光を感じ
て環境に適応して生きています。例えば、
イネの葉の病気(図1)を引き起こす植物病
原微生物(イネごま葉枯病菌)にはどのよ
うに光が関わっていると思いますか？



図1 ごま葉枯病に感染したイネ葉

日焼けと孢子形成

動物は、紫外線によって黒色素(メラニン)を合成し、紫外線を防御して
います。同様に、イネごま葉枯病菌(菌叢は灰色)に紫外線を照射すると、メ
ラニンを合成して濃緑色になりました(図2)。これは、イネごま葉枯病菌が紫
外線を認識して日焼けをした、ということです。一方、イネごま葉枯病菌は、
孢子を多数形成し、風によって伝搬します。この孢子形成は、紫外線によっ
て促進され、青色光によって抑制されることが明らかとなりました(図3)。イネ
ごま葉枯病菌は、青色光によって昼と夜を区別し、昼間の紫外線の量によっ
て孢子形成量を調節していると考えられています。



図2 日焼けをした菌叢(右半分)



図3 光による孢子形成

生命現象の謎解きから社会貢献へ

植物の病気を防除するために、主に殺菌剤をはじめとした化学防除が行わ
れていますが、耐性菌の出現や生態系への影響も懸念されており、新しい防
除技術の開発が望まれています。イネごま葉枯病菌の光環境応答は、自然環
境の中で生きていくために適応して進化してきた結果であると言えます。光
を利用した植物病害の防除を目指して、植物病原菌の光受容や光反応の謎を
一緒に解明してみませんか？

誰もやりたがらない コハナバチ類の研究



宮永 龍一 教授

キーワード

昆虫、社会、適応進化、穴掘り、
後継者



コハナバチとは？

「コハナバチをご存知ですか？
多分ご存じ無いでしょうな。それも
たいして悪いことではないですよ。
コハナバチを知らなくとも人生の
いくつかの喜びはけっこう味わえる
のですからね」。ファーブルは『昆
虫記』のなかで、コハナバチにつ
いてこのように語り始めます。コ
ハナバチとは花粉と花蜜で子供を
育てる「ハナバチ」の仲間(図1)。
ミツバチと同じグループに属しま
す。でもこのハチはミツバチのよ
うにヒトの役に立つわけではありません。



図1 キバナコスモスに訪花するサビイロカタコハナバチ

じゃあ、なぜコハナバチを研究するの？

昆虫には私たちと同じように「社会」をもつものがいます。その代表がミツバチです。ミツバチに見られるような高度な社会がどのように進化したのか？ その問いに答えることができるのがコハナバチなのです。普通、生きものの「暮らしぶり」は種類が同じであればそう大きな違いはありません。なぜなら暮らしぶりは、その生きものが利用する環境のなかで最も都合がよいよう適応進化を遂げたからです。ところがコハナバチは同じ種でありながら、個体群によって単独性であったり、社会性であったりします。ここがポイントです。社会性は単独性から進化したに違いはない。でも多くの社会性昆虫にもはや単独性個体群など存在しない。コハナバチと違って社会のルーツは失われているのです。

ところでなぜ誰もやりたがらないの？

2つの理由があります。まず効率が悪いこと。この研究は「答え」らしきものを得るのに数年単位のフィールドワークが必要となります。効率のよい研究が求められる現代の大学には馴染みません。もう一つはコハナバチ類が「地中営巣性」であること。彼らの暮らしぶりを知るには、とっても大きく深い穴を人力で掘らねばなりません(図2)。これには相当の技術に加え、体力と気力が要求されます。日本の大学でコハナバチ類の生態を研究しているのはどうやら私だけのようなのです。誰か私の後継者になりませんか？



図2 西表島でアネッタイコハナバチの巣を発掘する筆者。巣の最深部は地下1.2mに達した。

昆虫はどうやって冬を越すのか？



泉 洋平 准教授

キーワード

昆虫、越冬、休眠、低温耐性、温暖化



冬の寒さは昆虫にとって生死に関わる問題

私たち人間は冬になり寒くなっても、暖房して家の中を暖め快適に過ごすことができますし、服を厚着すれば外出することもできます。しかし、昆虫はそんなことは出来ないため、寒さは生死に関わる問題となります。昆虫はそれぞれ自分たちが冬を乗り越えるのに適した発育段階をもって、例えばカブトムシは幼虫、モンシロチョウは蛹、テントウムシは成虫で冬を越します(図1)。寒くなるまでに決まった発育段階になれなかったものは冬を越すことが困難になります。



図1 土中にて蛹で越冬するオオタバコガ

休眠に入り活動を休止する

昆虫の種類によって寒さに耐える方法は様々ですが、温帯や亜寒帯に生息する多くの昆虫は秋から春にかけて、「休眠」という状態に入り、その活動を休止します。昆虫は休眠に入ると発育段階を進めることを止めます。つまり、幼虫なら幼虫のまま、卵なら卵のまままで長い時間過ごすということです。「休眠」は、日の長さが短くなることや気温が下がることを昆虫が感知することで引き起こされます。「休眠」に入った昆虫は、体内に糖などを蓄えたりして低温に対する耐性を獲得します(図2、3)。

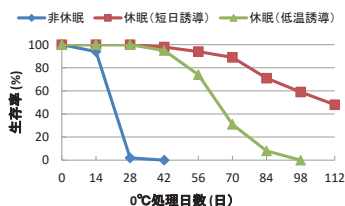


図2 0°C処理による死亡率におよぼす休眠誘導の影響

オオタバコガは休眠に入ることによって0°Cでも3ヶ月以上生き残ることが出来ます。

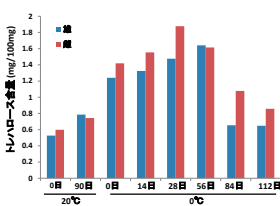


図3 オオタバコガにおける低温による糖の蓄積

休眠に入ったオオタバコガは低温に曝されることで体内にトレハロース(糖の一種)を蓄積します。

昆虫の越冬を研究することは何に役立つのか？

昆虫がどうやって寒さに耐えるのか、どのくらいの寒さに耐えることが出来るのか等の研究は、私たちの生活において何の役にも立たないように見えます。しかし、どのくらいの寒さに耐えることが出来るのかが明らかになれば、日本のどのあたりまでその昆虫は分布が可能なのか、また今後温暖化が進んだ時にどのあたりまで分布を拡大することが出来るのか、等の予測をすることができます。それにより、農業害虫や有害な害虫に対する防除に役立ちます。皆さんもそんな昆虫の越冬について研究してみませんか？

トチノキの花粉や種子は どれだけ動く？



川口 英之 准教授

キーワード

森林、繁殖、花粉、種子、DNAマーカー



動けない樹木が動くとき

地面に根を張る樹木も、子孫を残すときは花粉が交換され、種子が散布され活発に動きます。この動きをみるのに、親木ごとにDNAの塩基配列が異なることを利用します。人の親子判定にも使う手法です。種子の皮など親木と同じDNAの部分調べて種子親を判定してから、受精した胚を調べて花粉親を判定します。

トチノキの花粉と種子の動き

山地に生えるトチノキ(図1)で調べると、花粉はハナバチなどによって800m以上離れた親木からも届きました。トチノキがまばらだと遠くから花粉が届くけれども、自家受粉が多いこともわかりました。生え方によってハチの行動が変化するようです。ネズミなどが地中に蓄えた種子は、親木から数十m離れて発芽しました(図2)。



図1 数百の花からなる花序



図2 発芽した種子

なぜ遠くへ動かなければならないのか

花粉や種子の移動距離が短いとお互いに近縁になって、子孫を残すのに不利になってしまいます。親木のまわりは捕食者や病虫害が多いのでこれも不利です。樹木はできるだけ遠くと花粉を交換して、できるだけ遠くへ種子を散布するために、他の生物や自然の力をうまく利用しています(図3)。その関係は樹木ごとに違うといってもいいほど多様で興味がつきません。

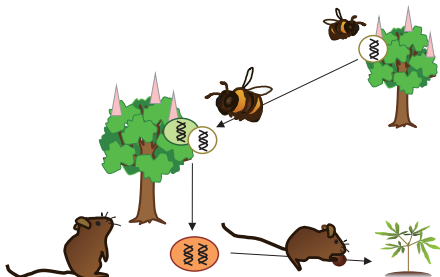


図3 花粉と種子の動きは遺伝子の動き



久保 満佐子 准教授

キーワード

森林動態、半自然草原、植生、保全



樹木の生活史から見る森林の動き

森林は、地球上最大で最長寿命の生物である樹木が骨格となって形成されています。一般に樹木は数百年、長い樹種は数千年を生きます。その長い寿命の中で樹木は決して動くことはありませんが、小さな種子から発芽し、成長し、林冠木になり、枯死していくことで、森林は絶えず変化しています(図1)。こうした樹木の生活史を調べることで、広大な時空間スケールで変化する森林の動きを知ることができます。



図1 樹木の生活史

種子から発芽して実生が定着し、成長し、林冠木になるまでに樹木の周りでは多様な攪乱が発生している。

草原から森林への動き

草原は火入れや放牧、草刈りなどの管理により維持されてきた里山景観の一つです。多くの草原は森林への遷移の途上にあるため、両者は密接な関係をもって存在しています。草原には既に多様な樹木が生育し、さらにそこ



図2 三瓶山麓の火入れ草原西の原と絶滅危惧種のオキナグサ

に依存して生育する植物が生育しています(図2)。それらがどのような環境で生育しているのかを調べ、保全活動に役立てています。

いろんな「もり」

日本にはいろんな「もり」があります。奥山の原生林、里山にある薪炭林や人工林、社叢林、人家を守ってくれる屋敷林などなど。さらに古来日本人は、信仰の森を「杜(もり)」として区別していました(図3)。もしくは「杜」である場所が「森」となったのかもしれませんが。どの「もり」も人の世代を超えて引き継がれてきたものです。そしてまた、今ある「もり」をどのように次の時代に手渡していくのか、森の動きを読みながら、森の恩恵を受けながら、考えていきます。

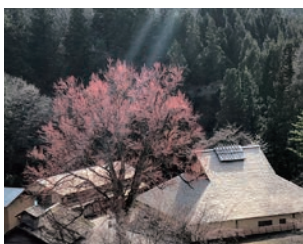


図3 奥出雲地方にたたら製鉄を伝えた金屋子(かなやご)神が降り立った木として祀られているカツラ(雲南市菅谷たたら：国重要有形民俗文化財)

農薬を使うと土が死ぬ？



巢山 弘介 准教授

キーワード

土壤微生物、農薬、影響評価



土の中に住んでいる小さな生きもの

皆さんは何が思い浮かびますか。オケラやミミズでしょうか。いえいえ、土の中にはもっと小さくて肉眼では見えない生きもの（細菌や糸状菌等の微生物）がたくさん住んでいるのです。微生物は地球上のいたるところ住んでいますが、特に土の中に多く、動植物の死骸や排泄物等の有機物を分解し、水、炭酸ガス、アンモニア等の無機物に戻します。そして、植物はそれらを再び利用して生育するのです。つまり、微生物のおかげで物質がうまく循環するからこそ、動植物は生と死を繰り返すことができるわけです。

農薬を使うと土が死ぬ？

ですから、土の中の微生物が農薬等の人工化学物質によってダメージを受けたら大変ですね。よく「農薬を使うと土が死ぬ」と言われますが、本当にそうなのか？ 単なる「思い込み」ではないのか？ そのような疑問を持った私は、それを科学的に評価する研究を行なっています。

その一つとして、植物の繊維質（セルロース）を分解する微生物のはたらきや種類に農薬が影響するのかを調べてきました。そして、例えば図2の③や④のセルロースは①や②に比べて分解量が少なく、入り込んだ微生物の種類も違っていることが分かりました。ただ、農薬にも様々な種類があり、微生物のはたらきも様々なので、「農薬を使うと土が死ぬ？」について明確な答えを出せてはいません。皆さん、私と一緒に研究を進めませんか？



図1 セルロースの分解を調べる実験の例

土にセルロース（沱紙）を埋め、数週間後に取り出します。重量の変化から分解された量を調べます。また、沱紙の中の微生物の種類も調べます。

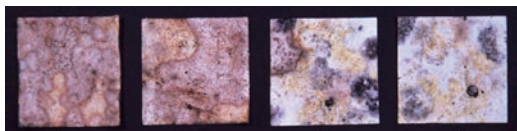


図2 土に埋めて4週間後に取り出したセルロース（沱紙）の例

- ① 農薬を混ぜていない土
- ② ある農薬を通常の使用量で混ぜた土
- ③ ある農薬を通常5倍混ぜた土
- ④ ある農薬を通常10倍混ぜた土

「農薬をよく知っている人材」になろう！

日本において「農薬」とは「農薬取締法に基づく登録を受けたもの」と言えます。その登録を受ける過程で人間や水産動植物等へのリスクは評価されていますが、今のところ、土の中の微生物へのリスクは評価されていません。だからこそ、上記のような研究の意義があります。

一方、登録の過程でどんなことが評価済なのかを知った上で研究することも大切です。講義で詳しく話します。「農薬をよく知っている人材」になって研究し、社会に出てください！

森林を水循環・水資源の観点から理解する



橋本 哲 准教授

キーワード

森林、水源流域、水資源、洪水緩和、
渇水緩和



森林の水循環特性を基盤として水資源を獲得している

日本全国で見ると、年間使用量のうちおよそ90%は、河川から取水しています。河川流量は降水により増減します。豪雨により大洪水となれば災害が発生します。長期間の無降雨により渇水となります。私たちの生活や農業などの水利用パターンは大きく変化しませんから、河川の水量はなるべく一定の方が好都合です。森林には洪水や渇水を緩和するという流量の変化をならす作用があり、私たちはこれを利用しています。水源林の管理を考える上で、実際の現場を対象に、私たちが使用する水量に対して、森林の流量をならす作用を量的に評価することは大切なことです。

実際の現場に適用して、具体的な量で評価する

島根大学の三瓶演習林に小さな試験流域を設けて、この小流域からの溪流流量、降水量などを観測しています。三瓶演習林では日射量、気温・湿度、風速などを観測しています。これらの気象要素を使って蒸発量などを推定しますが、そのためには、樹木やササに付着した雨の蒸発量や葉からの蒸散量を観測し、その特性を把握しておく必要があります。流域への降水が蒸発や渓流水で出てゆく量を降水量から計算して推定する方法を通してその過程の特徴を掴んでゆきます。このような結果を地域の貯水ダム流域に適用して、取水に必要な水量の確保や貯水池の規模に対して、この水源流域の森林がどのように関係しているのかを量的に評価します。



三瓶演習林小流域での流量観測

森林を水循環、水資源の観点から理解しよう

森林には私たちに多くの恵みを与えてくれています。しかし、集中豪雨などによる洪水災害や土砂災害の際には流木被害などの負の側面もあります。森林と水循環の勉強や研究を通して森林流域という私たちにとって大切な土地基盤を理解してゆきたい。一緒に考えませんか？



小流域での積雪深の自動観測カメラの設置



地域の水源地貯水ダム

アリ植物にみる熱帯雨林の 昆虫-植物相互作用網



清水 加耶 助教

キーワード

防衛、用心棒、植食者、適応戦略、
ボルネオ

15 陸の豊かさも
守ろう



アリを用心棒に雇う「アリ植物」

地球上には、植物を餌とする生き物がたくさんいます。植物は食べられないために、多様な防衛手段を進化させました。そのひとつが、アリを用心棒として利用することです。4,000種近い植物が、花外蜜腺と呼ばれる器官を持っています。アリは花外蜜腺から分泌される蜜を求めて、植物の上を歩き回り、邪魔者を排除します。こうして、植物は防衛というサービスを、アリは栄養分を受け取る相利的な関係が成立します。この関係をさらに強化したのが、熱帯地域を中心に分布する「アリ植物」と呼ばれる植物群です。アリ植物は、幹や棘などが空洞化した特殊な形態をもち、そこにアリを住まわせています(図1)。アリ植物に住む「共生アリ」は、植物上から植食者や病原菌を排除し、植物を保護する役割を果たします。



図1 アリ植物の一種 *Macaranga lamellata* の茎内部に住む共生アリ。丸い穴(矢印)から出入りする。

アリ植物を狙う植食者たち

ところが、極めて攻撃的な共生アリが守るにもかかわらず、アリ植物を食べることができる昆虫がいます。私は東南アジアのボルネオ島に通いながら、それらの生態を調べています(図2)。例えば、体表面の化学物質で



図3 アリに随伴されるも攻撃されることがなくアリ植物の葉を食べるムラサキシジミの幼虫

植物やアリに擬態したり、アリに甘露を与え

て懐柔したりするシジミチョウ(図3)、巧みな足さばきでアリを遠ざけるナナフシ、敏捷にアリを避け続けるカメムシ、アリの間について産卵し、シェルターを作るタマバエなど、植食性昆虫が独自に進化させた適応戦略がわかってきました。



図2 東南アジア・ボルネオ島での野外調査

熱帯雨林を彩る生物種間相互作用

アリ植物が多く分布するのは、膨大な種類の生物が生息する熱帯雨林の中です。アリ植物を食べる植食性昆虫は、アリ植物とアリとの三角関係だけでなく、他の植食者や、植食者を食べる捕食性昆虫、アリを食べるクモやトカゲなどの動物と相互に関係しあい、複雑な相互作用網を作っています。地道なフィールドワークでその関係性を紐解きながら、熱帯雨林の生物多様性の実態に迫りたいと考えています。

自然環境中での 微生物の生き方を知る



林 昌平 助教

キーワード

微生物、細菌、シアノバクテリア、カビ臭、宍道湖

6 安全な水とトイレ
を世界中に



カビ臭を出す微生物がいる！？

皆さんは雨が降った時に、カビ臭(土っぽい臭い)がすることに気付いたことがありますか？ 土がにおうだけならよいのですが、湖やダムでもカビ臭が発生し、魚介類や水がカビ臭くなることがあります。この臭いの元となる化合物は、微生物が作っていることがわかっています。ですが、具体的にどんな種が作るのか、どんな時にたくさん作るのかなどわかっていないことがたくさんあります。そして、どうやってカビ臭を作らせないようにするかは、おいしい魚介類の生産や安定した飲料水の確保において重要な課題です。

宍道湖、三瓶ダムでのカビ臭の生産者は？

島根県の宍道湖で強いカビ臭が発生し、シジミなどからもカビ臭がする事件がありました。調べてみると、宍道湖にいる、ある特定のシアノバクテリアがカビ臭物質「ジェオスミン」を作っていました。ですが、同じ種でもカビ臭を作らない株もいるようです。また、三瓶ダムでもカビ臭が問題になっています。三瓶ダムではジェオスミン以外に、「2-メチルイソボルネオール」というカビ臭物質も検出されています。三瓶ダムでは、浅いところではシアノバクテリアが、底の部分では放線菌と呼ばれる細菌がカビ臭を作っているようです。



カビ臭を出すシアノバクテリア(左)と放線菌(右)です。フラスコやシャーレを開けると土っぽい臭いがします。

どうやってカビ臭を作らせないようにするか

湖やダムでのカビ臭発生は島根県だけでなく、世界中で問題になっています。場所や時期ごとにカビ臭物質や、生産微生物が異なっています。カビ臭被害から魚介類や水を守るためには、場所や時期ごとにカビ臭物質や生産微生物を特定する必要があります。そして、その微生物の性質を調べることで、どのような時にどのようなカビ臭物質を作っているかを調べる必要があります。湖やダムでカビ臭が発生する場所や時期を予測でき、最終的にカビ臭を作らせない方法がわかれば、魚介類の生産や飲料水の確保の観点から社会に貢献できると考えています。

微生物の生き方に関して他の(全く異なる)研究も行っています。

HP(右のQRコード)で紹介していますのでご覧ください。

微生物生態学研究室 林グループホームページ
<http://www.ipc.shimane-u.ac.jp/quorum>



三瓶ダムの底の泥を採取しています。泥の中にたくさんの細菌がいます。その中からカビ臭を出す株を探します。

水質をととのえる 森の土の生物たち



藤巻 玲路 助教

キーワード

森林生態系、渓流水、水質形成、
森林土壌、土壌生態学



雨水と森の湧き水、飲むならどちら？

雨で降ってくる水は、ちりやほこり、
大気汚染物質が混じっていて、そのま
まではあまり飲む気がおきません。し
かし、山に足を踏み入れたときに森の
中から湧き出てくる水を見て、きれい
で美味しそうに見えたことはありません
か(図1)? どちらの水も、元は同じ
雨なのですが、なぜこのような違い
があるのでしょうか?



図1 森林を流れる溪流

森林の水質形成と森林土壌の生態系

森林に降り注ぐ雨は、葉や枝に触れ、
一部は幹をつたって地面に到達し、土
壌に浸透して行きます。そうして地中
をゆっくりと流れ、やがて地表面に湧
き出て、川に流れます。こうしたプロ
セスの間にちりやほこりは取り除か
れ、また水に溶けている化学成分にも
変化がおきます。このように、森林に
は降ってきた雨水の水質を調整する機
能が備わっていますが、この機能は特
に土壌の中で強く働きます。



図2 森林土壌の表面に積もる落葉

これらをエサや住み家にする動物や微生物が土壌
の生態系をつくっている。

森の土壌に目を向けると、落ち葉や枯れ枝が積みり、それらをエサや住み家として利用する動物(ミミズやトビムシなど)や微生物(菌や細菌)が数多く生息していて、「生態系」を作り上げています(図2)。こういった土壌の生態系が、森林の水質調整の機能に大きくかかわっていることがわかってきました。

森の機能を守ってゆくために

森林には、水質を調整する機能の他
にも、木材生産はもちろん、生物多様
性の保全や治山・治水など、さまざま
な機能があります。森が持つこれらの
機能を、劣化させることなくどの様に
維持してゆけばよいのか、森の管理方
法を考えることが課題になっています
(図3)。そのためにも、森が持つ機能
がどの様に発揮されるのか、そのメカ
ニズムを解明することが重要です。



図3 間伐管理された人工林で土壌を調査する

世界中の人に安全な水を！



佐藤 利夫 教授

キーワード

水、安全、紫外線、殺菌、有害物質分解

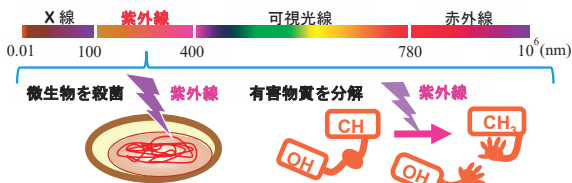


21世紀は水資源の時代

「水の惑星」といわれる地球ですが、ほとんどは海水であり、人間が生活に利用できる淡水の量は0.01%（約10兆トン）にすぎません。2015年の世界人口は約73億人を超え、慢性的な水不足に直面している人は30億人、安全な飲料水を飲めない人は約15億人に達しています。私は、これらの人々に安全な水を供給するための浄化技術の開発を研究テーマとしており、現在は紫外線技術を中心に研究を進めています。

紫外線とは

安全な水の供給には、細菌やウイルス等の有害な微生物を殺菌すること（微生物学的安全性の確保）、また農薬等の有害な化学物質を除去・分解すること（化学的安全性の確保）が不可欠です。紫外線とは波長200nm～400nmの光のことであり、その名とおり紫色より短い波長のため目には見えませんし、また日焼けの原因として悪者扱いされています。しかし、皆さんが布団を天日干しするように、紫外線は細菌やウイルスを殺菌してくれるだけではなく、臭いの元となる化学物質等も分解してくれる優れた働きも持っている光なのです。



紫外線による微生物の殺菌と有害物質の分解

UV-LEDの開発に成功

今までは、紫外線ランプを使って研究を進めてきました。しかし、紫外線ランプは紫外線を放射するのに多くの電気が必要であり、電気の供給ラインが十分に整備されていない発展途上国やへき地では使えません。そこで、殺菌や有害物質に有効な波長の紫外線のみを放射する「紫外線発光ダイオード (UV-LED)」を開発しました。UV-LEDは省電力で紫外線を放射でき、寿命も長く、太陽光発電等の現地で作れる電気で水の浄化に十分に使えます。これからは、さらに殺菌や有害物質の分解に有効な波長の紫外線を探索し、これを放射するUV-LEDの開発を行い、世界中のどこでも安全な水が得られる技術・装置を開発したいと思っています。



365nm照射用のUV-LED

土は命のみなもと



増永 二之 教授

キーワード

土(土壌)、食料、環境



世界の食料の98%は土で作られている

大学時代、調査で訪れたインドネシアの熱帯雨林で60mの樹木とその生態系に圧倒され、それを育てる土に感動しました。そして調べてみると、何と世界の食料の98%が土に育つ植物由来です！ 一気に関心が深まりました。土とは何だろう、何でできて、どの様に植物を育てているのだろうか？ と考えながら、世界に分布する様々な土の特性や働き、その改善方法について研究を行っています。

土の植物生産、環境保全機能

土は植物の生産だけでなく水の浄化保持等を通じて環境を保全しています。しかし、世界には多種多様な土があり(白黒赤黄色、硬軟、粘土-砂質 etc.)、全ての土が同じ機能を持つ訳ではありません。また、過耕作や塩類集積その他、様々な理由で土壌の劣化が進み、その機能も低下しています。土壌の機能を維持・改善する事無くして、食料生産や環境保全はできないのです。

世界の土を調べて機能を改善

国内外の各地域で土を調べて、その機能の改善方法を研究しています。土の調べ方は、地面を見るだけでなく図1のように穴を掘って表層から地中の下層を観察・採取して科学分析を行います。肥沃度や養分の保持能力、保水・透水性など土の機能と関わりのある項目を調べて、養分不足や土壌侵食その他の問題の改善方法を検討して実践する事を国内外の人々と共同して試みています。最近では、エチオピアの土壌侵食防止についても研究をしています(図2)。皆さんも参加しませんか。



図1 黒ぼく土の断面
(黒い層は有機部豊富)



図2 激しい土壌侵食の起こるエチオピア高地の草地

里海 ～陸と川と海をつなぐ生態系と人間の共存～



山口 啓子 教授

キーワード

里海、宍道湖、中海、二枚貝、水生生物

14 海の豊かさを
守ろう



里海の危機

昔から私たち人間は、川や湖や海から魚介類や海藻といった恵みを受け取って来ました。人が手を加えることにより豊かになった海を「里海」といいます。しかし、産業が盛んになる一方で、水質汚染や水辺の開発・人工物の建設などにより、水域生態系は大きな影響を受けました。島根大学の近くにある宍道湖や中海でも、干拓淡水化や河川改修の計画がありましたが、特に中海では改変が著しく、水域環境が悪化し、漁業は衰退しました。私の研究室では、水域の環境とその変化を科学的にとらえ、豊かな里海をめざす研究をしています。

見えにくい水面下の世界

水の中は人間の目に見えにくいいため、水域の悪化に気がついたときには、しばしば深刻な状態になってしまいます。豊かな里海を取り戻すための第一歩は、見えにくい水域の環境やその変化を科学の力で読み解くことにあります。しかし、水質は時々刻々と変化し、その過程や過去の環境を詳しく知ることは難しいのが現実です。それをひもとく情報の源が生物にあります。

大事なことは生物が教えてくれる

同じ水域でも環境によって生息する生物の種類が異なります(図1)。この環境指標性を利用して、その場所に住む生物の組み合わせの変化から、環境がどのように変わったかを調べることができます。さらに、貝殻や魚の耳石などには、その生物の成長とともに経験した環境が記録されています。図2に示すスズキでは、耳石の中心から外側へと酸素安定同位体比の変化を測定した結果、成長に伴い季節で水域を移動したことを読み取ることができます。生物が示す環境や、生物からどのような情報を読み取ることができるのかを明らかにし、それをもとに、里海を取り戻すにはどのような条件を整えれば良いのか、新しい糸口を探っています。



図1 内湾の泥底に棲む二枚貝の代表種

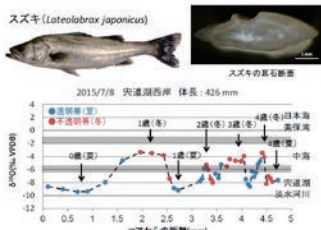


図2 魚の耳石に刻まれる生息環境情報

安定同位体から見た 汽水域の食物連鎖



倉田 健悟 准教授

キーワード

汽水域、安定同位体、食物連鎖、
底生動物、水圏

14 海の豊かさを
守ろう



汽水域の複雑な食物連鎖を安定同位体比から解き明かす

河川と海の境界である汽水域では、河川から運ばれる陸起源の有機物、海藻類由来の有機物、水中の植物プランクトンなどの複数の餌資源があるため、動物の餌利用が複雑です。

ところで、地球上には異なる質量数を持つ元素（安定同位体）があります。炭素は質量数12の安定同位体が約99%ですが、質量数13の安定同位体が約1%だけ存在しています。動物の餌利用においてこれらの比には興味深い現象が見られます。陸上植物の光合成で作られる有機物と、水中で光合成を行う植物プランクトンの有機物では、炭素安定同位体比が異なっていて、これらを餌とする動物の炭素安定同位体比にも反映されるのです。この性質を用いて、宍道湖～境水道の各地点で餌となる物質と底生動物の食物連鎖を調べてみました。

宍道湖と中海の底生動物は何を食べているか？

宍道湖と中海の両方で採集されたヤマトシジミ、巻貝のカワグチツボ、カワザンショウガイは、炭素安定同位体比の値の範囲が広いことが分かりました（図1）。宍道湖から中海まで幅広い塩分に対応して、水中の懸濁物や湖底の堆積物の炭素安定同位体比が変化していたことから、懸濁物をろ過して摂食するヤマトシジミや堆積物を餌とする巻貝の値も範囲が広がったと考えられます。

中海の揖屋地点で採集されたホトギスガイは、炭素安定同位体比が他の地点より高い傾向がありました。水中で生活するコアマモは、陸上植物や植物プランクトンよりも高い炭素安定同位体比を示すことが知られています。付近にコアマモの群落があったことから、この影響を受けた有機物がホトギスガイの餌となっている可能性が考えられました。

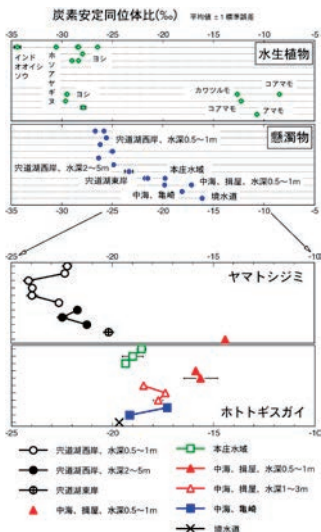


図1 二枚貝類とその餌となる物質の炭素安定同位体比の値

汽水域生態系の変化を知らせるシグナル

宍道湖や中海の底生動物は、その場所の影響を強く受けていると言えます。湖岸の改変や流動の微妙な環境変化が、食物連鎖を通じて底生動物に影響する可能性を調べていく必要があるでしょう。

歯磨きのフッ素は 水処理が必要なのか？



桑原 智之 准教授

キーワード

水処理、吸着、地下水、有害イオン、含水酸化物



少しなら有用だけど、たくさんだと有害

みなさんは歯磨きをちゃんとしていますか？ ご存じのように、フッ素は虫歯予防に有効です。ところが、フッ素は斑状歯という歯に斑点ができる病気も引き起こします。例えば、フッ素の入った地下水を恒常的に飲まざるをえない一部の開発途上国では、虫歯が少ない代わりに斑状歯が問題になっています。要は程度の問題なのですが、フッ素のようにヒトにとって少しなら有用（必須）だけど、過剰だと有害になる元素はたくさんあります（セレン、クロム、亜鉛……）。したがって、こういった元素を過剰に摂取するリスクを低減するためには、地下水や排水の水処理技術の向上がとても重要になります。

日本の地下水は安全なのか？ 研究内容は？

日本の地下水には、自然由来の（地質に影響する）有害イオンとしてフッ素やヒ素等が含まれることがあります。自然由来のため原因を取り除くことは難しく、利用するのであれば水処理が必要です。排出するときには、例えば天然温泉でもフッ素やヒ素等の排水基準を満たす必要があります。とはいっても、その濃度は薄いので、安価で処理するのはなかなか難しいのが現状です。そこで、私たちは低濃度の有害イオンを除去するための新しい「吸着剤」の開発に取り組み（図1）、これまでにフッ素とヒ素の吸着剤を開発してきました。



図1 吸着剤の合成風景

金属元素の組み合わせの妙

身近な吸着剤では、水分を吸着するシリカゲル、臭いを吸着する炭などが有名です。私たちは、単一金属元素では吸着特性を変えるのが難しいので、複数の金属の含水酸化物を組み合わせた吸着剤（複合含水酸化物）に注目しています。金属元素を複数組み合わせると、組成に応じて吸着量が変化し、また陽イオンや陰イオン、有機物などへの選択吸着性も変化するので、アイデアしだいで新しい吸着剤が作れます。今後は実際の水処理を想定した評価（図2）も行い、皆さんと一緒に世界中の人々が安心して水を利用できるように貢献したいと考えています。



図2 カラムを利用した吸着試験



佐藤 邦明 助教

キーワード

土壌、水、微生物、生態系、ものづくり



世界は落ち葉であふれない

陸上では毎年のように草や木が生長し、落葉や枯死によって土壌へ還って行きます。にもかかわらず、世界が落ち葉で埋もれないのは土壌微生物によって分解されているからです。そう考えると、土壌には少なくとも植物生産と同等かそれ以上の分解能力があると考えられます。私はこのような土壌の分解機能を利用した水質浄化技術の研究を行っています。土壌による水の浄化は欧米や途上国で広く行われていますが、地下水汚染や病気の原因になるなど問題もあります。土への水のしみこみややすさなど、土壌の水質浄化能は場所によって異なり、浄化能の低い土壌もあります。

土の環境浄化機能を強化する

上記の問題を解決するため、多段土壌層法と名づけた技術の開発を行ってきました。多段土壌層法は、土壌ブロックを交互に積層しブロック間に粒径が大きく通水性が良い資材を配置した構造を持ちます(図1左上)。従来、問題点であった目詰まりに対して有効で高速処理が可能となり、一般家庭や公園などで一部実用化されています。これまでの研究から、ブロックサイズを小さくするほど土と水が接触しやすくなり、浄化性能の向上することが示されてきています。そこで、究極まで土壌ブロックを小さくすることをコンセプトに、土を造粒して新たな浄化資材を作り出そうとする研究も行っています(図2)。

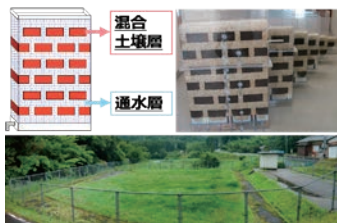


図1 多段土壌層法の概略図(左上)と室内実験用のモデル装置(右上)です。下の画像は集落排水処理で実際に使用されている装置です。



図2 攪拌機や造粒機で作成した土壌の粒状物です。土壌分野ではこのような土粒子の集合体を団粒と呼びます。様々な資材も混ぜ込んで、水質浄化能を高めます。

浄化の主役である微生物をコントロール

最終的には、高い水質浄化能を持つ微生物群が増えるような土壌環境を作り出したいと考えています。ちなみに、目詰まりが起こる大きな原因は微生物が自身の周りに出す生物膜(例えば川底の石のぬるぬる)の肥大化です。少し強引ですがこれを微生物の「衣」と捉え、水質浄化に適した微生物にとっての「エサ」や「土壌という住環境」を、つまり衣食住を一緒にコーディネートしてみませんか？

ビリビリっと環境水の汚染を解決!!



橋口 亜由未 特任助教

キーワード

難分解性有機フッ素化合物、電気分解、水処理



トイレに流した水はどうなるの??

みなさんがトイレに行ったり、お風呂に入ったり、洗車したり、人為的な活動を行うとかならず“排水”が出ます。それらの排水のほとんどは、下水処理場に集められ、浄化されたあとは河川等に放流されます。カーワックスや泡消火剤などの難分解性の高い有機物は下水処理場では十分に除去されないまま河川等に放流され、生態系に悪影響を与えることが知られています。例えば、魚介類からも難分解性の高い有機物が検出されており、生体濃縮による人体への影響も懸念されています。これらのことから、難分解性の高い有機物の効率的な分解・除去法の開発が求められています。図1には代表的な難分解性の高い有機物の一種であるPFOSの分子構造を示しています。



図1 PFOSの分子構造と化学的特性

電気分解法によるPFOS類の分解実験

環境水中にPFOS類を添加して、その溶液に電解質と電極を入れ、電気を流すという簡単な方法(電気分解法)で分解実験を行いました。電気分解法のイメージ図を図2に示しています。環境水中に添加したPFOS類の分解実験の結果を図3に示しています。電気分解法では、環境水中のように多くの易分解性の有機物を含むような水からも分子量の比較的大きいPFOS類がほぼ100%分解されました。分子量の大きいPFOS類は分解されたあとに、比較的低分子のPFOS類が分解生成物として生成している可能性を指摘しました。

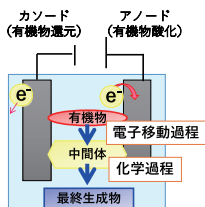


図2 電気分解によるPFOS類の分解(イメージ図)

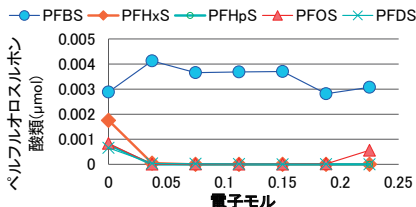


図3 電気分解の結果、高分子のPFOS類の分解に伴い、低分子のPFOS類(PFBS)が生成している可能性を指摘しました。

人々の生活と水環境問題

みなさんが生活の中で利用している医薬品類や洗剤等の化学物質は、環境中では難分解性が高く生態系への影響が懸念されています。生活が便利になる一方で、環境には優しくない生活をしているかもしれませんが、電気分解法や紫外線処理などの方法で“環境水の汚染”が低減できる可能性があります。ぜひ、自身の生活と水環境問題に対して考え、その解決方法について一緒に挑戦してみませんか??

環境に優しい屋上を造りたい



喜多 威知郎 教授

キーワード

雨水利用、屋上緑化、都市型洪水、ヒートアイランド

13 気候変動に
具体的な対策を



迷子になる雨水と熱くなる屋根

地上や屋上に降った雨は側溝から配水管などを経て川などに流れ込みます。一時に大量の雨が降ると行き場を失った雨は道路にあふれ、都市型洪水を引き起こします。コンクリートやアスファルトは日光にさらされると熱を蓄えます。この熱が夜間に放出されて周囲の温度を高くしますが、これがヒートアイランドを引き起こす一つの要因です。

屋上に雨水を貯めて植物を育てよう

集中豪雨の時、雨を一時的に貯留できれば都市型洪水を防げるかもしれませんが。たとえば、ビルの地下に貯留できる施設があればよいのですが、すでにあるビルの地下にこの施設を造ることは費用や工事を考えると不可能でしょう。ところで、高いビルから下を見下ろすと、コンクリート製の平坦な屋上が多数見えます。ここへコンテナなどをおけば、工事なしで雨水をためることができます。

屋上緑化は屋上で植物を栽培してコンクリートの屋根への日光を遮ります。屋上緑化には、屋上面の防水工事、根が屋上面に侵入するを防ぐ防根工事、灌水設備が必要です。しかし、屋上において雨水をためたコンテナの上にコンテナを重ねて植物を栽培すれば、これらの工事などは必要ありません。

いらない古着で植物を育ててみたい

屋上面には耐えることができる重量の制限があります。そのため、軽い土壌を使用しなければならないのですが、使用しない衣服をリサイクルした資材は超軽量です。コンテナに貯めた雨水は毛管現象を利用した底面灌水で植物を栽培する土壌に補給されます。このような環境でどのような植物が育つのか、また、植物を栽培するにはどのようにすればよいのか、多くの解決しなければならない課題があります。是非、環境に優しい屋上を一緒に造りましょう。



集中豪雨時に、行き場を失った雨水が道路にあふれる都市型洪水



雨水を貯留したコンテナの上部にコンテナを重ね、雨水を灌水して植物を栽培する

植物を育てる光を デザインする



谷野 章 教授

キーワード

植物、栽培、光、
植物環境フォトニクス

2 目標を
ゼロに



植物にはどんな光があたっているのだろうか

植物を栽培するためには光が必要です。屋外では太陽光が植物を照らします。植物が受け取る光は刻一刻と変化します。植物と太陽の間に雲がかかると、植物が受ける光は弱くなります。快晴であっても、地球が回転するため、1個体の植物の表面で直達光があたる場所とあたらない場所が次第に移動します。隣に別の植物がいれば、その植物の影に入ることもあります。夜には、植物と太陽の間に地球が位置するために太陽光が届きません。

植物は温室内でも栽培されます。温室内の植物には、屋外よりも弱い光が届きます。この場合もやはり、植物が受ける光は刻々と変化します。植物と太陽を結ぶ直線上に温室のパイプが位置するときには、パイプの影が植物にかかります。

太陽光が届かない室内で植物が栽培されることもあります。このような状況では、照明装置が使われます。光源と植物の位置関係はほぼ一定ですが、植物が成長すると、その成長につれて、光源と植物の位置関係は次第に変化します。光が照射される時刻や継続時間は、人間によって決められます。太陽と植物の距離に比べて、室内での光源と植物の距離は極端に短いため、一つの光源が植物全体を等しい強度で照らすことは困難です。光のスペクトル(感覚的には色)は光源によって決まります。普通それは太陽光のスペクトルとは違います。

温室や室内の光をデザインする

温室や室内で植物を栽培する場合、植物が受ける光は屋外の光とはかなり違います。温室(図1)や屋内(図2)で植物にどのような光をあてるかを考え、そのような光を実現する仕組みの考案や装置の開発を行っています。



図1 屋根に太陽電池を貼った温室内の光の解析



図2 LED光源から光を受けるワサビ

目標

日々の地道な勉強で身につけた知識を活用して社会参加する経験を学生の皆さんに提供したいと思っています。

数理学の見地から迫る、 生物資源の管理



吉岡 秀和 助教

キーワード

生物、資源、最適化

12 つくる責任
つかう責任



数学は生物の理解や管理に役立つ？

「数学といえば受験科目にすぎない。社会に出ても何の役にも立たない。」と考える方も多いと思います。しかし、現実とは全く異なります。数学的な考え方に基づいて様々な物事を検討する学問を、数理学といいます。いまや、皆さんの生活は数理学なしでは全く成り立たちません。例えば、通勤電車の時刻表、生命保険、通勤電車の時刻表、病気になっ

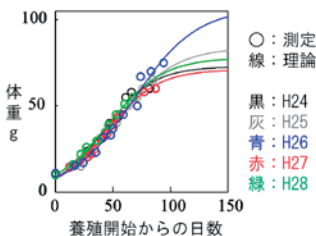


斐伊川でのいきもの調査の様子

たときの処方箋、そしてこの原稿を打つパソコンの制御など、数理学は私たちの日常生活を根底から支えています。作物や魚介類といった生物資源、そして、それらが生息する環境の管理を考えるうえでも、数理学は中心的な役割を担うことができそうなのです。

アユを取り巻く様々な問題にアプローチ

アユは、日本で最も重要な内水面水産資源です。しかし、外来生物の増加や河川環境の悪化により、その数は大きく減ってきています。どうすれば個体数の減少を食い止めつつ、河川環境を改善できるのでしょうか？ ここに数理学が登場します。具体的には、「最適制御理論」という、様々なモノ・コトを最適化するための理論が、「いつ」、「どのように」、人間がアユの生息環境に介入すべきかという問題を考



養殖アユの体重変化
理論と測定結果が整合しています

えるうえで活躍します。これまでに、この理論を用いて、いつどのような条件下でアユを漁獲すべきか、また、いつどれだけアユの捕食者である水鳥カワウを駆除すべきか、といった問題に対する具体的な答えを導いています。ただし、以上の事ができるようになるためには、数学に関する広い知識と河川や水辺の生態に関する生物学的な知識が必要です。また、実際に問題に直面する人たちとの継続的な対話も欠かせません。

おわりに

アユを取り巻く問題に関する数理科学的な研究はまだようやく始まったばかりで、未解決問題だらけです。皆さんの勇気ある新規参入をお待ちしています。

流域の水循環と水質浄化



武田 育郎 教授

キーワード
流域、水質、リン

2 削減を
ゼロに



人口減少なのに水質は良くなるしないの？

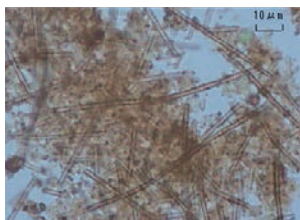
現在、湖沼などの閉鎖性水域における水質汚濁が問題となっていますが、日本を代表する汽水湖である中海・宍道湖でも、これまでに環境基準をクリアしたことがなく、夏になると発生することもあるアオコや、最近では水草の異常な繁茂が大きな問題となっています。島根県東部の宍道湖に流入する最大の河川である斐伊川では、週1回の頻度での水質測定を継続していますが、水質の改善が明確にみられていません。人口減少にともなって生活排水や肥料の投入量などは減少し、下水道や浄化槽の対策は進んでいるのに、なぜでしょうか？



水質調査

リンの循環が救世主？

いろいろと調べた結果、山林の荒廃や農地の構造的な変化などが原因とわかったのですが、肥料の主要な成分の1つであるリンの循環が救世主になるかもしれません。しかしリンはもともと循環に乏しい元素です。陸域から水域に流れ出したリンが再び陸域へ戻る経路は、海鳥の営巣地でのフンの堆積（南米ではグアノという肥料になる）などに限定され、河川や湖で拡散したリンは資源として利用されていません。こうした中で研究室では、鉄バクテリアと木質バイオマスを使って自然水域からリンを回収する方法を考えています。日本はリンのほぼ全量を輸入に頼っていますが、リン資源（リン鉱石）の生産はごく少数の国に偏っており、今後50～100年で枯渇すると考えられていますので、とても重要です。



鉄バクテリア

広い視点で課題解決！

もともとは農業水利学（農業用水の利用）や水文学（すいもんがく、降水や河川流量）が専門です。しかしこれらにとどまらず、水質化学、土壌肥科学、造林学、作物学、微生物学なども関連しますので、より広い視点で勉強することができます。



実験風景

水を送る施設のための 補修・補強工法の評価



石井 将幸 准教授

キーワード

水路、管路、補修・補強、
コンピュータシミュレーション

2 肌膜を
ゼロに



水が出るのは当たり前？

水道の蛇口をひねれば、きれいな水が出てきます。流し台に水を流せば、どこかへ流れていきます。初夏になると田んぼには水が張られ、稲がすくすくと成長していきます。

皆さんも毎日の生活の中で、たくさんの水を当たり前のように使っていると思います。必要なところに必要な水を送り、逆に不要な水をきちんと回収するための仕組みを作るために、これまで大変な苦労がありました。しかしその苦労に関わらず、この仕組みが危機に瀕しているのです。

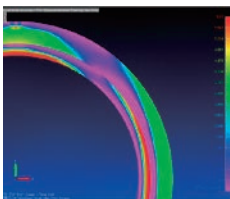


農業用水で満たされた水田

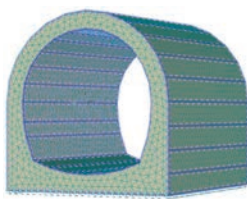
水路や管路の補修・補強

水道水や下水を送るための管路（パイプのことです）や、農業用水を送るための水路には、何十年も前に作られたものがたくさんあります。いつまでも使い続けることができれば良いのですが、残念ながらそれはできません。どこかのタイミングで、新しいものと交換するか、修理をしてやる必要があります。水を流せなくなると多くの人に迷惑がかかるため、壊れるまで待つことはおそらく許されません。

この修理（補修・補強といいます）をするにあたっては、補修によってどれくらい長持ちさせられるのか、補強によってどれくらい強くできるのか、などを前もって計算しなければなりません。今まで使ってきた管路や水路の状況が様々なので、その計算は大変難しいのです。また補修・補強を行うタイミングの判断は、計算よりずっと困難です。しかし実際の水路を調査し、またいろいろな計算方法を試してきた結果、実際の現場で使ってもらえるような判断基準や計算方法ができてきました。



補強した管路の強さを推定するための
コンピュータシミュレーション



トンネルの補強効果を確認するための
三次元データ

当たり前を作ろう！

日常生活での「当たり前」は、たくさんの人の努力で作られています。皆さんも世の中を支える技術者になるための勉強を通して、その「当たり前」を作る側に回ってみませんか？ たえ誰もほめてくれなくても、すばらしい充実感を得られる仕事が皆さんを待っています。

地域環境を土とGISで守る



木原 康孝 講師

キーワード

土壌、GIS (地理情報システム)、
地域環境、災害

2 脱炭素
ゼロに



土～地域環境を支える縁の下の力持ち

すべての人が「土」に支えられた空間で生活しているにもかかわらず、汚れてしまう、洗練されていない等々「土」のイメージはあまり良くありません。悪い印象のみならばまだしも、本当は「土」が建物だけでなく、縁の下の力持ちとして地域環境を支えている「かけがえのない地域の財産」であることを理解している人も残念ながら多くありません。図1のような地域で農業を含む地域の様々な循環(水・物質・熱)を研究していると、土が環境問題の「扇の要」の役割を果たしていることを日々実感しています。



図1 地域は土で支えられている

GIS～地域環境を視覚化

近年、豪雨による災害が頻発しています。地域に降った雨は土の中に浸透し、河川へ流出していきます。このサイクルの中で土が限界を超えると様々な災害が起こってしまいます。そのため日頃から自分の地域に降った雨の経路を理解しておく必要があります。また、土の重要性がなかなか理解してもらえない理由はあまりにも身近な存在ということと、土の中の現象は目に見えないということが挙げられます。視覚化するツールとしてGIS(地理情報システム)を活用します。地域の等高線図を眺めても地形を把握することはなかなか難しいですが、GISならば3Dで表現することも可能です。図2の青線は溪流、赤線で囲まれた領域が河川流域です。これによって地域における土の中の水の動きを理解することが容易になります。

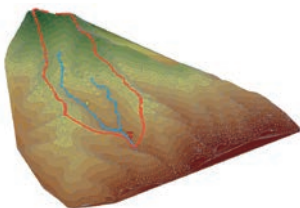


図2 地域環境をGISで視覚化
島根大学・三瓶演習林の調査流域

地域環境のお医者さんになりませんか

地域環境の縁の下の力持ちである「土」を学び、移動する水や物質、熱などの移動現象をGISで視覚化することによって地域環境を保全することができます。

地域環境を守る＝地域のお医者さんになりませんか。



図3 広い農地で土壌サンプリング

今あるものを大切に



上野 和広 助教

キーワード

農業水利施設、
ストックマネジメント、補修・補強、
減災・防災

農業を支える施設の老朽化

農業を行うためには水が必要で、水は雨として地上に降り注ぎますが、農業の都合に合わせて降ってくれるわけではありません。必要な時に必要な量の農業用水を農地へ供給するためには、水を貯める施設（ダム、ため池）、水を運ぶ施設（水路、パイプライン）、水を取り入れる施設（頭首工、



図1 農業用水を貯めるため池・農業用水を運ぶ水路

取水堰)などの農業水利施設が不可欠です(図1)。そのため、これまでにたくさんの施設が整備され、農業用水の安定供給を通して農業を支えてきました。しかし、それら施設の多くは戦後の食糧増産時期や高度経済成長期に整備されたことから、長期間の供用に伴う老朽化が現在問題になっています。

施設の健康診断、予防、治療

今ある施設を大切に使用していくためには、施設の健康状態を把握するための診断、将来の老朽化を食い止めるための予防対策、老朽化した施設の機能を回復するための治療（補修・補強）が必要であり、研究を通して関連する技術開発を行っています。診断に関する研究を例に挙げると、ため池堤体など土構造物の地震に対する抵抗性の評価に取り組んでいます。日本のような地震国において、施設の耐震性評価は重要です。これまでの研究により、土の地震に対する抵抗性が過去に発生した地震の規模や回数に応じて変化することが明らかになりました。また、その変化をせん断波速度という指標で評価できる可能性が見えてきました(図2)。

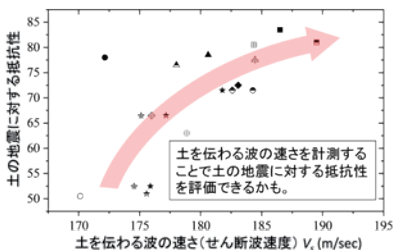


図2 土の地震に対する抵抗性とせん断波速度の関係

ため池堤体など土構造物の地震に対する抵抗性の評価に取り組んでいます。日本のような地震国において、施設の耐震性評価は重要です。これまでの研究により、土の地震に対する抵抗性が過去に発生した地震の規模や回数に応じて変化することが明らかになりました。また、その変化をせん断波速度という指標で評価できる可能性が見えてきました(図2)。

あって当たり前の存在を守る

インフラや社会基盤と呼ばれるものは、我々が生活する中で「あって当たり前」のように感じられるかもしれませんが、それら施設が健全な状態で保たれている影には、関連する技術開発と現場で活躍する技術者の姿があります。農業を支える農業水利施設の保全に向け、皆さんもその取り組みの一端を担ってみませんか？

あふれる洪水、あふれない洪水



佐藤 裕和 助教

キーワード

洪水、水害、治水、水防、川歩き

洪水＝水害なの？

違うんです。洪水は川の流量が普段よりも増える現象で、川からあふれるかどうかには関係ありません。人間生活が営まれる場所で洪水があふれ、かつ被災して初めて水害になるのです。水害対策は誰が主体で行われるかで、治水（為政者、防災）と水防（地域・個人、減災）に分けられます。また、治水と水防にはそれぞれハードとソフトの要素があります（図1）。

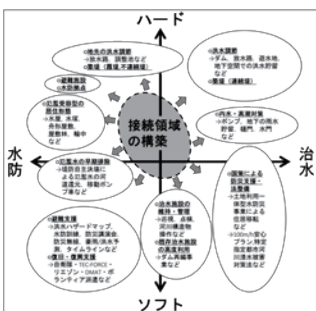


図1 治水と水防の接続領域

治水と水防の間で

洪水＝水害と考えると、水害対策は治水のハード面ばかりが強化されがちになり、日本でも長らくその状況が続きました。結果、日常的な水害が克服された一方、一度の水害が激化する問題に陥りました。これを打開すべく、治水と水防との有機的な接続を試みています。そんな視点に立ったら、例えば洪水ハザードマップなんかも改良の余地がありそうです（図2）。

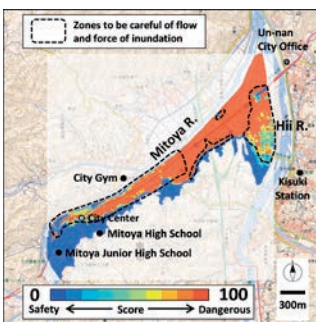


図2 新しい洪水ハザードマップ
（避難の危険性を100点満点で色分け、国土地理院1/25,000地形図に加工）

川を歩こう！

史資料解読、現地調査・観測、実験、計算などが水害研究の強力なツールです（図3）。どのような学問からもアプローチ可能な懐の深さもあります。しかし、川を知らずに治水と水防の接続領域なんて作れません。川を知るには、川歩きが一番です。皆さんの川自慢を研究の力へと変えられる素地が、島根大学だけにあるのです。参考：“リサーチマップ”で教員名検索



図3 現地観測の様子

土砂災害リスクの 低減に向けた再現実験



佐藤 真理 助教

キーワード

地盤工学、土砂災害、豪雨、堤防、
ため池

12 つくる責任
つかう責任



山地斜面内の地下浸透流による土砂災害への影響について

島根県内ではまさ土が広く分布し、山間部で急斜面が多いことから土砂災害リスクが高いと考えられます。本研究では豪雨時地下浸透流による災害発生リスクについて、模型実験と浸透流解析の両側面から研究を進めています。

模型実験による土砂流出・地中空洞形成実験

アクリル製で前面から観察可能な模型土槽を作成し、下部に水や土砂の流出口を設け、①地中空洞の形成実験(図1)や②粒径の異なる二層地盤を有するときの内部侵食実験を実施しています。地中空洞形成実験では、地中空洞が断続的な浸透流に伴う土砂流出で徐々に拡大し、上部へ進展することで陥没が引き起こされるプロセスが示されました。②内部侵食実験に関しては、粗粒土と細粒土の二種類の異なる地層が重なった模型地盤を作成しました。これは表層の腐植土から内部の透水性が高い地盤へ水が浸透する様子を模擬しています。その結果、浸透流により地盤強度が局所的にばらつき弱部の発生する可能性があることや、粒度分布が浸透前後で変化することが示されました。



3サイクル目排水後

5サイクル目排水中

5サイクル目排水後

図1 模型実験による空洞形成の様子

今後の展望と高校生の参加の誘い

これらの実験は小規模で地道なものですが、地盤は未だに未解明な部分が多く、土砂災害が起こる原因を突き止めることは現代社会で大変役に立ち、また必要とされていることです。

高校生のみなさんは様々なことを学習していく時期であり、まずはこの学問分野の基礎的な事項の習得をしてもらえればと思います。その後に簡単な実験から参加してもらい、土砂災害のリスクを減らすにはどうしたら良いのか、また関連して実際の社会で建造される構造物がどのような仕組みで作られているのか、作られた構造物を守り維持するにはどうしたら良いのか、皆さんに勉強してもらいながら、私たちも一緒に考えていくことが出来れば嬉しいです。また皆さんの斬新な発想が、研究の役に立つこともあるかもしれません。色んなことを積極的に学生らしい素直な視点で学んでももらえれば良いと思います。

いい土はどんな音がするか？



深田 耕太郎 助教

キーワード

土壌、音波、空気、通気性、湿害

15 陸の豊かさも
守ろう



いい土とは

土を研究する人の視点は多様です。ミミズ、作物、栄養、微生物、地盤、あるいは地球など。私の視点は空気です。土壌中に十分な空気があり、スムーズに大気と交換できる状態かどうかは、水分や栄養と同じぐらい植物の生育にとって重要です。ところが、土壌の通気性を知ることは簡単ではありません。土を採取する必要があり、そのために現地の状態を変えてしまうという問題があるのです。そこで私は土に音を当てて調べる方法を開発することにしました。

土壌の音色

音は空気の振動です。音を土壌にあてると一部は土壌に入り、残りは反射します(図1)。実験した結果、反射した音の中に土壌の通気性に関する情報があるということが分かりました。通気性が変わると、周波数と音の大きさの関係が変化します。測定方法やデータの解析方法を追求していけば、人体の超音波検査のようなことが土壌に対してできるようになるかもしれません。



図1 土壌に音を当てる実験のイメージ
スピーカーから音を出し、マイクで音を拾う。

土と人類の未来

通気性は湿害という生育障害と関係があります。土壌中の水分が多いままだと空気が交換されず、酸欠状態になります。土壌の音響測定技術は、土壌の水分と空気を適切に管理するのに役立ちます。

「人は土から離れては生きていけない」と言った人がいます。健全な土壌は人類の未来には欠かせません。皆さんと一緒に土壌について研究する日が来ることを楽しみにしています。調査の様子を図2とQRコードからご覧下さい。



図2 調査の様子
教員と学生と一緒に土を採取している。

調査の様子 YouTube
<http://youtu.be/6eUq3BqJBmE>



附属生物資源教育研究センター

当センターは演習林（松江、三瓶、匹見）、農場（本庄、神西）、臨海施設（隠岐）をフィールド拠点として、専任教員をそれぞれ1名ずつ配置し、兼任教員・技術職員とともに森・里・海の自然を活かした教育及び研究活動を行っています。

森林科学 部門

森林科学部門は森林を対象にした教育研究活動の場である演習林のマネジメントを担当しています。森に興味のある小中高生、実習三昧の大学生、データを取らなきゃいけない大学院生、そしてもちろん研究者のみなさんWelcomeです！

農業生産科学 部門

農業生産科学部門では作物学、土壌微生物学、植物栄養・土壌学、蔬菜花卉園芸学および園芸利用学を専門とする専任と兼任の計7名の教員が配置されており、このメリットを生かして多様な専門分野に対応した教育・研究を行っています。

海洋生物科学 部門

海洋生物科学部門は、日本海の離島・隠岐の島（島後）にあります。島の周辺で採集・漁獲される多様な海の生物を使った調査・実習を通して、教育研究活動を行っています。松江の高校との合同実習など、様々な学校・大学の实習活動にもご利用いただいています。

キーワード

森里海連環、生産と環境、環境モニタリング、高品質農産物、離島生態系



山下 多聞 准教授

キーワード

樹木、根系、土壌有機物、物質循環



森林の基礎生産

森林といえば樹木が主役です。樹木がなければ森林じゃない。樹木があってこそその森林。みなさんご存じのように樹木など緑色植物は光合成をします。光合成は十分な光の届く樹冠に広がる葉で行われます。葉は、そびえ立つ幹、そして幹から伸びる枝にみごとに配置されています。しかし、幹、枝、葉を支えるのは根です。根から水や養分が上空の葉に送られます。たとえ熱帯林の高さ50mを超えるような巨木でも根から葉へと送られます。根は、土壌中に存在する水および無機物質を植物体内へと取り込みます。根が取り込む水のもとには降水、無機物質のもとには土壌鉱物の風化産物です。緑色植物はこれらと大気中の二酸化炭素から有機物を作り出します。光合成で作られた有機物が地球生態系の究極の駆動力（ドライビングフォース）になります。



三瓶演習林の黒色土断面

生態系での再循環

光合成で作られた有機物も老廃物は切り離して地表に捨てられます。枯葉や枯枝です。枯葉や枯枝は地表で土壌動物や土壌微生物によって分解されます。この過程で枯葉枯枝から大気に二酸化炭素が放出されます。また、この過程で枯葉枯枝から土壌に腐植が供給されます。腐植は炭素だけでなく、窒素なども含む難分解性物質です。難分解性有機物である腐植は土壌中に蓄積します。土壌の表層部分は腐植が蓄積し暗褐色に染まります。しかし、腐植は土壌微生物により徐々に分解され腐植を構成する無機物質を土壌中に放出します。放出された無機物質は表層土壌に展開している根系に吸収され再び光合成に利用されます。

腐植はどこへ

表層土壌はもちろん重要です。何故なら、多くの腐植が蓄積し、多くの根が分布し、多くの土壌生物が活動しているからです。では、森の土の深いところでは何が起きているのでしょうか。知りたくないですか？

安全でおいしいお米を作る技術



松本 真悟 教授

キーワード

コメ、ヒ素、カドミウム、土壌、鉄、ケイ酸



お米に含まれる重金属濃度の国際基準値が制定されました

毎日食べているお米ですが、誰もが安全でおいしいお米を食べたいですね。特に安全性は私たちの健康に直結しますから、主食であるお米にはとりわけ関心が高いと思います。近年世界的に食の安全性が求められるようになり、FAO（国連食糧農業機関）やWHO（世界保健機関）が中心となって、お米に含まれるヒ素やカドミウムなどの重金属濃度の国際基準値が制定されました。ヒ素やカドミウムは岩石、土壌、植物体などに普遍的に存在する元素なので、非汚染地域でも、ヒ素やカドミウム濃度を低減する水稻栽培技術が求められるようになっていきます。

土壌中で相反する挙動を示すヒ素とカドミウム～あちらを立てればこちらが立たず～

お米は水田で作られます。水田とは土地に水を張って湛水状態にする利用形態です。田植え後しばらくは湛水（たんすい）状態を保ち、時々水を抜いたり入れたりして管理し、収穫2週間くらい前から水を抜いて（落水）から収穫します。水田ではこの湛水状態と落水状態で、ヒ素とカドミウムの形態が変化します。湛水状態ではカドミウムは水に溶けない硫化カドミウムとして存在するので水稻には吸収されません。一方落水状態ではカドミウムイオンとなって、吸収されやすくなります。ヒ素は湛水状態で三価の亜ヒ酸として存在して水稻に吸収されやすくなりますが、落水状態では五価のヒ酸に変化して吸収されにくくなります。カドミウムを吸収させないように落水期間を長くすればヒ素が吸収されやすくなります。ヒ素を吸収させないように落水状態を長くすればカドミウムが吸収されやすくなってしまいます。あれれ、どちらも水稻に吸収してほしくないに……（図1）。

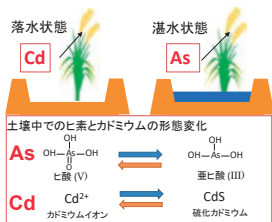


図1 水田の水管理状態の違いによるヒ素(As)およびカドミウム(Cd)の形態変化

肥料や水管理でヒ素とカドミウムを両方低減できる！

ヒ素は土壌や根表面の鉄に吸着されやすい性質を持っています（図2）。また、ヒ素はリン酸やケイ酸と化学形態が類似しているため、その吸収反応が競合します。ですから、これらの肥料を多く施用するとヒ素の吸収を抑制できるかもしれません。カドミウムはアルカリ性になると水に溶けなくなるので、吸収が抑制されます。このように、肥料と水管理を工夫することでヒ素とカドミウムを同時に低減する可能性があります。皆さん、土壌と肥料の性質や化学を勉強して安全なお米を作りましょう！



図2 水稻の根表面に形成される鉄被膜にヒ素が吸着される

ゲノムからみる タコの貝殻の秘密



吉田 真明 准教授

キーワード

進化、ゲノム、遺伝子、海洋、コンピュータ

14 海の豊かさを
守ろう



タコブネの貝殻

山陰の海岸で時々見られるアオイガイ（タコブネ）という貝について聞いたことはありませんか（図1）。冬の海岸で時折見られることのある美しい貝殻ですが、実はこれ、タコが作ったものなのです。



図1 アオイガイとその貝殻

タコブネの貝殻はどこから来たのか？

タコの仲間は普通貝殻をもちません。タコの遠い祖先であるオウムガイは背中に貝を持っていましたが、現在のタコの系統が生まれたときに殻を失ってしまったことが分かっています（図2）。つまりタコブネは進化の過程で一旦失ったはずの殻を再度獲得したことになります。貝殻をつくるために必要な遺伝子はどこからやってきたのでしょうか。私達はカイダコを使って遺伝子解析を行い、その貝殻を形成するための遺伝子セットで初めて明らかにしました。

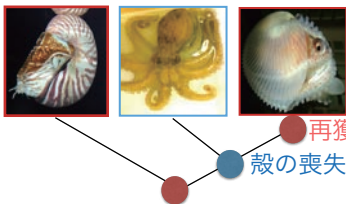


図2 タコの祖先は一度殻を失った

コンピュータを使ったゲノム海洋生物学

当研究室ではタコの仲間がもつ3つの心臓など、特徴ある海洋生物を使って、その進化的な由来を研究しています。最近のDNA解析技術の発展のおかげで、ゲノムを解読することでそんなユニークな現象を直接研究できるようになりました（図3）。私がいづる隠岐の島の臨海実験所では、様々な動植物の観察・採集・飼育ができ、生き物好き・自然好きには絶好の環境です。



図3 ゲノムをつかってフィールドと形をつなぐ



三井化学アグロ・
生物制御化学寄附講座

基礎研究を通じて 農薬開発に貢献すること



尾添 嘉久 特任教授

キーワード

食料、農薬、殺虫剤、
作用メカニズム、イオンチャネル

農薬の役割とその研究の重要性

今、急激に地球上の人口が増加しています。また地球温暖化により、人々の生活だけでなく、作物栽培にも深刻な影響が出る恐れがあります。その結果、将来、食料需給の不安定化が起こることも予想されます。従って、高品質なだけでなく、十分な食料を確保するために、より安全で高性能の農薬をつくることは、医薬と同様に人の生命に関わる重要な課題だと考えます。

農薬の研究とは

栽培作物は、病気、害虫、そして雑草による生育阻害を受けます。これらの害から作物を守るために使用される薬剤は、毒性、代謝、環境残留性、作用メカニズムなどについて10年以上の試験研究を経

て実用化されます。また今日では、農薬科学の発展により、ほとんどの薬剤の作用点（タンパク質）や作用メカニズムが分子レベルで明らかにされています。

私は長年、害虫防除薬の主要作用点であるイオンチャネルに注目して研究してきました。このイオンチャネルは、神経細胞の電気シグナル伝達に関わる膜タンパク質です（図1）。私たちは、害虫から単離したチャネルに対する薬剤の効力を調べたり、チャネルの発現を抑えた害虫（図2）を使って薬剤の作用点を同定したりする最先端の実験を行っています。イオンチャネルは、害虫だけでなく、我々ヒトを含む哺乳類も持っていますが、その部分構造には違いがあり、現在開発中の第3世代の薬剤は害虫のチャネルを高選択的に阻害することが明らかになりました。

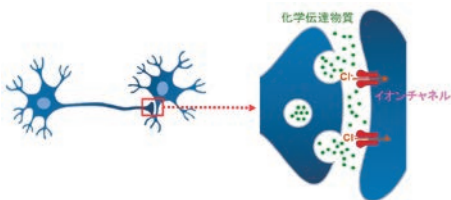


図1 化学伝達物質によって開くイオンチャネルは農薬と医薬の重要な作用点です。



図2 イネに付く重要害虫トビイロウンカの飼育風景。

農薬科学研究の喜びと意義

農薬科学は、生命の仕組みを学びながら、その研究成果により社会に貢献できる学問分野の一つです。この分野の研究に携われることに大きな喜びと意義を感じています。

索引

The background is a gradient of blue, from a lighter cyan at the top to a darker blue at the bottom. It features a pattern of semi-transparent hexagons of varying shades. In the lower right quadrant, there is a faint, semi-transparent image of a DNA double helix structure, rendered in a light blue color.

教員索引

あ

赤沢 克洋	56
赤間 一仁	6
秋廣 高志	12
秋吉 英雄	17
浅尾 俊樹	45
足立 文彦	42
荒西 太士	14
池浦 博美	49
池田 泉	24
石井 将幸	89
石川 孝博	21
石田 秀樹	10
泉 洋平	70
一戸 俊義	38
井藤 和人	66
伊藤 勝久	61
伊藤 康宏	54
井上 憲一	55
上野 和広	91
上野 誠	67
氏家 和広	39
江角 智也	50
太田 勝巳	46
小川 貴央	25
尾崎 浩一	7
尾添 嘉久	100

か

戒能 智宏	31
門脇 正行	40
川口 英之	71

川向 誠	28
喜多威知郎	85
木原 淳一	68
木原 康孝	90
久保満佐子	72
倉田 健悟	81
桑原 智之	82
児玉 有紀	11
小林 和広	41
小林 伸雄	47

さ

佐藤 邦明	83
佐藤 利夫	78
佐藤 裕和	92
佐藤 真理	93
塩月 孝博	22
地阪 光生	33
渋谷 知暉	53
清水 加耶	75
清水 英寿	32
城 惣吉	43
須貝 杏子	20
巢山 弘介	73
宋 相憲	44

た

高田 晋史	59
高橋絵里奈	63
高原 輝彦	19
武田 育郎	88
田中 秀幸	51
谷野 章	86

な

中務 明	52
中間由紀子	60
西川 彰男	8
西村 浩二	34

は

橋口亜由未	84
橋本 哲	74
林 昌平	76
広橋 教貴	15
深田耕太郎	94
藤巻 玲路	77

ま

舞木 昭彦	18
増永 二之	79
松尾 安浩	35
松崎 貴	9
松本 真悟	97
松本 敏一	48

丸田 隆典	26
宮永 龍一	69
室田佳恵子	29
森 佳子	57

や

保永 展利	58
山口 啓子	80
山口 陽子	13
山下 多聞	96
山本 達之	23
横田 一成	30
吉岡 秀和	87
吉清 恵介	27
吉田 真明	98
吉村 哲彦	62
米 康充	64

ら

林 蘇娟	16
------	----

キーワード索引

あ

アジア農村	59
アズキ	43、50
穴掘り	69
雨水利用	85
安全	78
安定同位体	81
アントシアニン	52
イオンチャンネル	100
イカ	7、15
域学連携	58
生きた細胞	23
育種	39
出雲おろち大根	47
遺伝系統	14
遺伝子	21、25、31、52、98
遺伝資源	48
遺伝子工学	28
遺伝子多様性	43
遺伝的攪乱	14
遺伝的多型	16
イネ	6、12、41
医療施設向け野菜	45
海	54
雲州人参	33
影響評価	73
エゴマ	27
越冬	70
園芸植物	49
屋上緑化	85
温暖化	70
音波	94

か

海洋	98
カエル	8
香り	49
カキ	50
可視化	23
果実肥大	53
果実品質	46
過疎化	59
渇水緩和	74
活性酸素	26
カドミウム	97

カビ臭	76
花粉	71
ガラス化	48
川歩き	92
環境	79
環境情報	68
環境ストレス	25
環境DNA	19
環境適応	13、20
幹細胞	9
含水酸化物	82
肝臓	7、17
間伐	63
管路	89
企業化	57
技術	54
技術革新	62
気象	42
希少生物	19
汽水域	81
キノア(キヌア)	39
機能性	49
機能性食品	29
ギャバ(GABA)	6
吸着	82
休眠	51、70
共生窒素固定	43
共存	18
魚類	13
空気	94
グルコース	35
クロレラ	11
経営	55
経験価値	56
蛍光バイオイメージング	34
経済	55
ケイ酸	97
形態形成	46
渓流水	77
ゲノム	98
健康	27
減災・防災	91
原生生物	10
豪雨	93
後継者	69

抗酸化	31	ジベレリン	53
洪水	92	島	20
洪水緩和	74	島根県	19
酵母	28	社会	69
酵母タンパク質発現ライブラリー		収穫量	40
	12	周期的再生	9
高齢化	59	収縮速度	10
コエンザイムQ ₁₀	28	周年開花	51
コエンザイムQ ₁₀ (CoQ ₁₀)	31	収量性	46
コミュニティ	58	樹冠	63
コメ	97	種子	71
根系	96	受精	41
昆虫	24、69、70	種分化	20
コンピュータ	98	樹木	96
コンピュータシミュレーション		消化管	29
	89	消費者	56
根粒菌	43	情報通信技術	64
		食	55
		植食者	75
		植生	72
		食農関連産業	58
		植被率	40
		食品	27
		食品脂質	30
		植物	20、21、25、26、67、86
		植物環境フォトニクス	86
		植物貯蔵タンパク質	34
		植物の病気	68
		植物保護	22
		植物ホルモン	46
		食物連鎖	81
		食用作物	41
		食料	79、100
		食糧機能増強	34
		女性組織	60
		飼料	38
		シロイヌナズナ	6
		進化	11、13、17、98
		進化放散	14
		新規物質	67
		神経伝達物質	24
		人工知能	64
		人工透析患者	45
		人工林	63
		宍道湖	76、80
		ジンセノシド	33
		森林	61、71、74
		森林経営	61
		森林生態系	77

さ

災害	90
細菌	76
最適化	87
栽培	39、86
細胞周期	35
細胞増殖	44
細胞内共生	11
魚	54
作物	40、42、66
作物学	39
サクラ	50、51
殺菌	78
雑穀	39
殺虫剤	22、100
サツマイモ	40、42
里海	80
サプリメント	28
作用メカニズム	100
3次元培養	9
シアノバクテリア	76
GIS (地理情報システム)	90
紫外線	78
視覚	7
指間の水かき	8
シグナル伝達	35
資源	87
資源管理	14
シダ植物	16
湿害	94
地盤工学	93

森林動態	72	地域ブランド	58
森林土壌	77	地下水	82
水害	92	地球温暖化	41
水圏	81	治水	92
水圏生態	14	窒素固定	66
水源流域	74	着色	52
水産資源	19	中山間地域	58
水資源	74	超低温保存	48
水質	88	腸内環境	32
水質形成	77	腸内細菌代謝産物	32
水生生物	80	貯蔵脂質	30
水防	92	地理情報システム	64
水路	89	通気性	94
数理モデル	18	土(土壌)	79
スギ	63	ツツジ	47、52
ストックマネジメント	91	手足	8
ストレス	26	DNAマーカー	71
ストレス応答	35	低温耐性	70
スピロストラム	10	低カリウムメロン	45
スプライシング	6	抵抗性害虫	22
生育診断	40	底生動物	81
生活	60	堤防	93
生活習慣病	32	適応	68
精子	15	適応進化	69
生殖様式	16	適応戦略	75
生態系	18、83	鉄	97
生体膜脂質	30	転移RNA (tRNA)	6
生体利用性	29	田園回帰	59
生物	87	電気分解	84
生物多様性	18	デンブン	42
生物保全	19	糖	42
生物有機化学	24	都市型洪水	85
生命	23	土砂災害	93
生理活性脂質	30	土壌	83、90、94、97
織毛虫	10	土壌生態学	77
走化性	15	土壌微生物	73
相互作用	66	土壌有機物	96

た

体液調節	13
ダイズ	43
体組織発達	44
脱皮・変態	22
ため池	93
多様性	17
タンパク質	25、32
地域活性化	47
地域環境	90
地域産品	56

な

内生菌	66
内臓	17
内分泌生理	44
中海	80
難分解性有機フッ素化合物	84
肉用牛	38
二酸化炭素	15

日本林業	62
二枚貝	80
乳酸菌	33
乳用牛	38
ヌタウナギ	13
ネットワーク	55
農業	41、55、67
農業金融	57
農業経営の変化	57
農業水利施設	91
農業政策	60
農業の成長産業化	57
農村社会	60
農村リーダー	59
農薬	73、100

は

バイオテクノロジー	31、34
バイオ燃料	21
培養細胞	44
花	47
半自然草原	72
繁殖	71
反すう胃	38
反芻動物	44
ヒートアイランド	85
比較解剖学	17
光	68、86
微生物	66、67、76、83
ヒ素	97
ビタミンA	7
ビタミンC	21、26
ヒツジ	38
必須脂肪酸	30
人	54
ヒノキ	63
病気	67
病原微生物	68
病態発症予防	32
品種改良	47
物質循環	96
ブドウ	50、53
不等分裂	16
プログラム細胞死	8
分子	23
分子育種	26

分子カプセル	27
分子設計・有機合成	24
分子認識	27
分裂酵母	31、35
β -グルコシダーゼ	33
防衛	75
補酵素	25
補修・補強	89、91
ポストハーベスト	49
保全	72
ポリフェノール	29
ボルネオ	75

ま

マーケティング	56
水	78、83
水処理	82、84
ミドリゾウリムシ	11
ミドリムシ	21
無核栽培	53
無融合生殖	16
眼	7
毛周期	9
毛乳頭	9
ものづくり	83

や

薬物受容体	24
野菜	47
有害イオン	82
有害物質分解	78
油脂	29
輸送体	12
養液栽培	45
用心棒	75

ら

ラマン分光法	23
リモートセンシング	64
流域	88
緑色蛍光タンパク質GFP	34
リン	88
林業	61
林業機械	62
林産業	61
歴史	54、60

編集委員会

委員長	川	向	誠
委員	戒	能	智
	秋	廣	高
	足	立	文
	高	田	晋
	林		昌
	吉	岡	秀
			和

国立大学法人 島根大学
生物資源科学部

2019年3月発行

〒690-8504 島根県松江市西川津町1060

TEL 0852-32-6492 / 0852-32-6493

FAX 0852-32-6499

www.life.shimane-u.ac.jp



人とともに 地域とともに
国立大学法人
島根大学