

# 平成19年4月 農学部記者発表概要

## 1) 農学部附属山陽圏フィールド科学センターの取組 紹介

農学部附属山陽圏フィールド科学センターでは、4つの農場で水稻、果樹、野菜、花卉等の栽培や和牛を飼育し、教育・研究に有効に利活用しています。

生産物は主としてセンター内のショップで平日10:40-11:40、岡大生協コンビニエンスストア（火曜午後）、天満屋岡山店（毎週水・木曜日）で岡大ブランド農産物として販売しています。岡山特産のモモ、ブドウのほか岡大ライス、イチゴ、トマトなど、一般消費者ならびに学生・教職員からも好評を得るとともに、岡大ブランド農産物の定着化が図られつつあります。【農 資料1】

昨年7月には、センター産米を100%使用した本醸造酒「おお岡大」の宮下酒造からの発売を記者発表し、卒業生の皆さんにも好評を博しています。この度さらに、純米吟醸酒「おお岡大」を本日新発売する運びとなりました。本醸造酒よりも、さらに香り高く、味わい豊かに仕上がっています。【別途詳細を記者発表】

また、今年度は公開講座として、いわゆる「練馬方式」による農業体験講座「育てて食べようおいしい夏野菜—家庭菜園のツボ—」【農 資料2】を4月19日から開講しました。

岡山大学農学部附属山陽圏フィールド科学センター内ショップ（販売所）のご案内はホームページをご参照下さい（<http://www.agr.okayama-u.ac.jp/fsm/>）【農 資料3】。宮下酒造のネットショップにもリンクしています。

## 2) 農学部の教育研究紹介

### ・教育に関する新しい取組

#### (1) 中四国国公立大学 大学間連携プロジェクトの実施【農 資料4】

文部科学省「現代的教育ニーズ取組支援プログラム（現代GP）」のうち、他大学との統合・連携による教育機能の強化事業として採択された『大学間連携によるフィールド教育体系の構築—中国・四国地域の農学系学部をモデルとして—』（平成16年度から平成18年度）に岡山大学農学部も指導教員派遣、学生参加の両面から関わってきました。参加学生、外部から高い評価を得たこともあり、それを継続発展するべく本年度から『中四国国公立大学 大学間連携プロジェクト—長い夏休み。未知のフィールドへの旅—』を実施することになりました。岡山大学農学部ではこのプロジェクトに教員学生派遣に加えて『牧場実習 in 岡山大学農場』の開講で参画することにしました。この大学の枠を超えたプロジェクトにより、食と環境に関する新たなフィールド教育が実施できるとともに、学生間、教職員の新たな交流が期待されます。

## (2) 中国四国農政局担当部室長による講義『日本農業論』の新規開講

農学部は昨年度から学部の教育システムを従来の六講座から四コース制へ移行し新しい学部教育を実施しています。その一環として、さらには岡山大学と中国四国農政局とで昨年8月に締結した包括的連携・協力に関する協定に基づき、本年度から農政局担当部室長による講義を開講することになりました。本講義の学習目標は「国内農政から対外問題（WTO交渉）まで、食料・農業・農村政策全般について、幅広く学ぶ」と設定しており、農政現場の担当者から最新の情報を学生が得ることをねらいとしています。なお、シラバスに記載している授業計画は次の通りです。

1. 日本農業の将来見通し
2. 食料・農業・農村基本法と今後の農業の展開
3. WTO農業交渉、FTA、輸出振興
4. 技術振興とバイオマス
5. 食育
6. 食の安全と安心
7. 米をめぐる情勢
8. 麦・大豆をめぐる情勢
9. 野菜・果樹をめぐる情勢
10. 畜産をめぐる情勢
11. 担い手の育成・確保
12. 農業団体
13. 食品産業をめぐる情勢
14. 地域活性化の取組
15. 農業農村整備の変遷と今後の方向

## ・研究に関する新しい成果

### (1) 「ローヤルゼリーに含まれるガン抗原糖鎖」 ● 個別紹介有 ●

教員名 農芸化学コース 木村吉伸 【農 資料5】

ローヤルゼリーには、細胞増殖促進機能を有するタンパク質を始めとして種々の生理活性タンパク質が多く存在する。我々はそれらローヤルゼリータンパク質にガン抗原含有の新規構造糖鎖が結合していることを発見するとともに、ガン抗原の生合成に関与する酵素活性をミツバチ頭部に確認した。ローヤルゼリーの抗腫瘍活性との関連に興味を持たれると同時に、このガン抗原含有糖鎖を利用した新たなガン治療研究が期待される。

### (2) 「放線菌由来バイオセンサー用酵素のX線結晶構造解析」

教員名 農芸化学コース 稲垣賢二 【農 資料6】

放線菌由来のL-グルタミン酸オキシターゼは、L-グルタミン酸の酸化的脱アミノ

反応を触媒するフラビン酵素である。本酵素は、基質特異性が厳格で、かつ非常に安定であることから、L-グルタミン酸の微量定量に優れており、バイオセンサーへの活用も行われている。今回我々は、大腸菌で生産した前駆体を精製後プロテアーゼ処理して成熟型酵素を調整する系を確立した。更に本酵素の結晶化を行い良好な結晶を得て、L-アミノ酸オキシターゼをモデル分子とした分子置換法を用いて 2.8 Å分解能でのX線構造解析に世界に先駆けて成功した。

### (3) 「父性遺伝する遺伝子を利用したメロン品種識別技術の開発と実用化」

教員名 応用植物科学コース 加藤謙司 【農 資料7】

高級果物であるネットメロンの品質を維持・向上させるために、さまざまな努力が払われている。本研究では、メロン品種の純度維持や優良品種へのトレーサビリティ賦与を目的として、DNA解析技術を利用した品種識別技術の開発を行った。本研究で注目したミトコンドリアは一般に母性遺伝するが、メロンとキュウリにおいては例外的に父性遺伝する。そこでミトコンドリアゲノムの塩基配列を解析し、メロンの品種識別や品種の純度検定に利用できるマーカーを世界で初めて開発した。本研究は、農林水産省の「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」により行ったものであり、現在、数社の種苗会社と実用化研究を行っているところである。

### (4) 「‘さぬきゴールド’ キウイフルーツの長期貯蔵への試み」

教員名 応用植物科学コース 久保康隆

最近、黄色系のキウイフルーツの生産、消費がのびているが、香川県農業試験場では‘さぬきゴールド’という優良な黄色系品種の育成に成功している。‘さぬきゴールド’の果実は大きく、糖度が高いことから、店頭価格800円/個という高値で取り扱われている。しかしながら、この品種は長期貯蔵が困難なために、その高品質にも関わらず市場が限られている。香川県からの要請により、長期貯蔵方法の研究に取り組み、現在、実験室レベルでは3ヶ月の貯蔵を可能とする技術を確立しており、6ヶ月貯蔵可能を目指している。

### (5) 「地域連携を重視した岡山大学方式アヒル農法の開発と普及」

教員名 応用動物科学コース 岸田芳朗 【農 資料8】

地域農業の要請で、低コストで環境に負荷をかけない農業生産システムを開発するばかりでなく、その成果を広く現場に普及させている。さらに、農家が安心してアヒル農法に取り組めるよう、生産者と生活者の相互支援システムを構築中である。岡山県内ばかりでなく、日本中からある技術支援の要請にも応じている。2000年からは中国江蘇省で岡山大学方式のプロジェクトが始まり、現在も継続中である。昨年から、

水生シダ植物アズラを宇宙農業に活用する研究にも参加している。

(6) 「C型ナトリウム利尿ペプチドが正常な卵子の発生に重要な作用を持つ」

教員名 応用動物科学コース 国枝哲夫 【農 資料9】

我々は、C型ナトリウム利尿ペプチド (CNP) に対する受容体を遺伝的に欠損したマウスでは正常な受精能を持った卵が発生しないことから、これまでに軟骨の形成などに重要な役割を果たすことが知られている CNP が卵巣における卵子の正常な発生にも重要な作用を持つことを明らかにした。この成果は、将来不妊治療などにも応用可能と考えられ、7月に米国で開催される生殖生物学会で発表する予定である。

(7) 「シロアリの卵に擬態する菌類の発見と相互作用の解明」 ● 個別紹介有 ●

教員名 環境生態学コース 松浦健二 【農 資料10】

生物の擬態と言えば、木の枝に擬態したナナフシや、ハチに擬態したアブなどを思い浮かべるだろうが、我々は、シロアリの卵に擬態してシロアリの卵と一緒に巣内で保護されている菌核菌 (カビの一種) を発見し、その擬態のメカニズムやシロアリとの相互作用の解明に成功した。これは世界で唯一の糸状菌による擬態の発見である。シロアリの職蟻は、女王の産んだ卵を運んで山積みにし、世話をする習性がある。面白いことに、このようにしてできる卵塊の中に、シロアリの卵とは異なる褐色の球体が見られる。これは *Athelia* 属の新種の糸状菌の菌核であり、この菌核はシロアリの卵に物理的、化学的に擬態していることが判明した。この卵擬態菌とシロアリの相互作用に関する一連の研究は英国学術誌 *Proceedings of the Royal Society B* から発表された。

(8) 「半乾燥地の土壤に植生が形成する「肥沃の島」

教員名 環境生態学コース 廣部 宗 【農 資料11】

植生がパッチ状に存在する乾燥地・半乾燥地の生態系では、植生被覆に伴う土壤の局所的な性質の違いが顕著に見られ、「肥沃の島 (islands of fertility)」と呼ばれている。被覆する植物種が「肥沃の島」の形成に及ぼす影響を明らかにするため、中華人民共和国内蒙古自治区の毛烏素沙地に優占する2種の灌木植生を対象に調査を行った。その結果、被覆する2種の植物種の生理的・形態的な特性が大きく異なると、「肥沃の島」の形成に違いが見られることがわかった。



# 岡山大学ブランドの農産物

農学部附属山陽圏フィールド科学センター

農 資 料 1



## 岡山和牛

岡山和牛繁殖雌牛の  
系統維持と遺伝的改良



## 岡大いちご

らくちんシステム(ピートバッグによるイチゴの高設  
栽培, 炭酸ガス施肥による高品質イチゴ生産)

トマトの養液栽培(根域制限による高糖度・  
高品質トマト生産)



## 岡大とまと

安全・安心の大学ブランド米  
産学共同による日本酒開発



岡山大学産米「アケボノ」100%使用

岡山人子心抜の酒

# 本醸造 おお岡大



### フィールド科学センター公開講座 実施計画

講座名：育てて食べようおいしい夏野菜- 家庭菜園のツボ-

講座の内容：フィールド科学センター内の畑約20m<sup>2</sup>を1区画として受講生に割り当て、ナス、トマト、ピーマン、キュウリのほかエダマメ、インゲンマメなどの夏野菜の育て方を教えます。月に2回程度フィールド科学センター教員による講義または大学院生による畑での栽培指導を実施します。平日は受講者とその家族がセンター内の畑に入ることができます。講義日以外も収穫や除草などの管理作業を行うようにしてください。

開催期日：4月19日～9月6日

開講時間：15：00（14：00）～16：30

曜 日：木曜日（5月2日のみ水曜日）

会 場：農学部附属山陽圏フィールド科学センター

受講対象者：家庭菜園に興味のある一般の方

受講定員：15名程度

受講料：10,000円

募集期間：4月2日～4月13日

問い合わせ先：農学部附属山陽圏フィールド科学センター（086-251-8392）

プログラム 担当：吉田裕一教授

- |                |                          |
|----------------|--------------------------|
| 4月19日（14時開講）   | 野菜栽培の基礎，ニンジン・葉菜・マメ類の播種   |
| 4月26日（14時開講）   | 果菜類の着果習性，トマト・ピーマンの定植     |
| 5月 1日（火，14時開講） | 肥料の種類と与え方，ナス・キュウリ，マメ類の定植 |
| 5月10日          | ニンジン・ホウレンソウ・コマツナの間引き     |
| 5月24日          | 果菜類の整枝と誘引，ニンジンの間引き       |
| 6月 7日          | 収穫・栽培管理，エダマメ定植           |
| 6月21日          | 収穫・栽培管理                  |
| 7月 5日          | 収穫・栽培管理                  |
| 7月19日          | 収穫・栽培管理                  |
| 8月 2日          | 収穫・栽培管理                  |
| 8月23日          | 収穫・栽培管理                  |
| 9月6日（14時開講）    | 秋野菜の作り方，あと片付け            |

平日 10:40~11:40  
販売中!

岡山大学農学部

附属山陽圏フィールド科学センター

販売所

## ホームページへようこそ!

[ [岡山大学農学部](#) ]

[ [山陽圏フィールド科学センター](#) ]



あなたは 01990 人目のお客様です。

### 販売所からのお知らせ

販売のご案内更新 -4月上旬- (2007/03/30)

岡山大学農学部附属山陽圏フィールド科学センターでは、農業実習で学生と職員が作った農産物の販売を行っています。是非一度お越しくださいませ、収穫したばかりの野菜や果物が持つ本来の味をお楽しみください。

### 販売のご案内

[販売所の現在の販売品目と](#)

[次回販売予定品目のご案内](#)

### 年間販売予定

[販売所の年間栽培、および年](#)

[間販売予定品目のご案内](#)



[岡大米を使った  
岡大応援の酒](#)

[岡大発、安心の  
ブランド米](#)

[食卓から環境に  
ついて考える](#)

[岡大、「いもほり」  
出来ます!](#)

## ● 販売所での販売のご案内

場所 岡山大学農学部  
附属山陽圏フィールド科学センター内販売所

日時 **平日 10:40 ~ 11:40** (一時間)

住所 岡山県岡山市津島桑の木町 1-62

電話番号 086-251-8392

E-MAIL [こちらのページ](#)をご参照ください。



駐車場有、お車でのご来店も可能です



## 中四国国公立大学 大学間連携プロジェクト

### 長い夏休み。未知のフィールドへの旅。

このプロジェクトは、中国・四国地区の国公立大学農学系学部が連携して、生物資源を基にした食と環境に関わる総合的なフィールド教育を行うものです。各授業は、自分の大学にはないフィールド分野について、受講・体験・調査・発表および学生間の交流などを行おうとするものです。



#### 参加大学

鳥取大学農学部

島根大学生物資源科学部

岡山大学農学部

広島大学生物生産学部

広島県立大学生物資源学部

県立広島大学生命環境学部

山口大学農学部

香川大学農学部

愛媛大学農学部

高知大学農学部

平成19年度に実施される授業は次の4授業です。



#### 里山フィールド演習 in 鳥取大学演習林

平成19年9月24日(月)～9月28日(金) 定員：54名



#### 果樹園芸の里フィールド演習 in 愛媛大学農場

平成19年8月20日(月)～8月24日(金) 定員：30名



#### 里海フィールド演習 in 広島大学練習船豊潮丸・水産実験所

平成19年8月28日(火)～8月31日(金) 定員：30名



#### 牧場実習 in 岡山大学農場

平成19年9月 3日(月)～9月 7日(金) 定員：40名

各授業の詳細い内容等については、実施計画書をお読み下さい。

## 「ローヤルゼリーに含まれるガン抗原糖鎖」

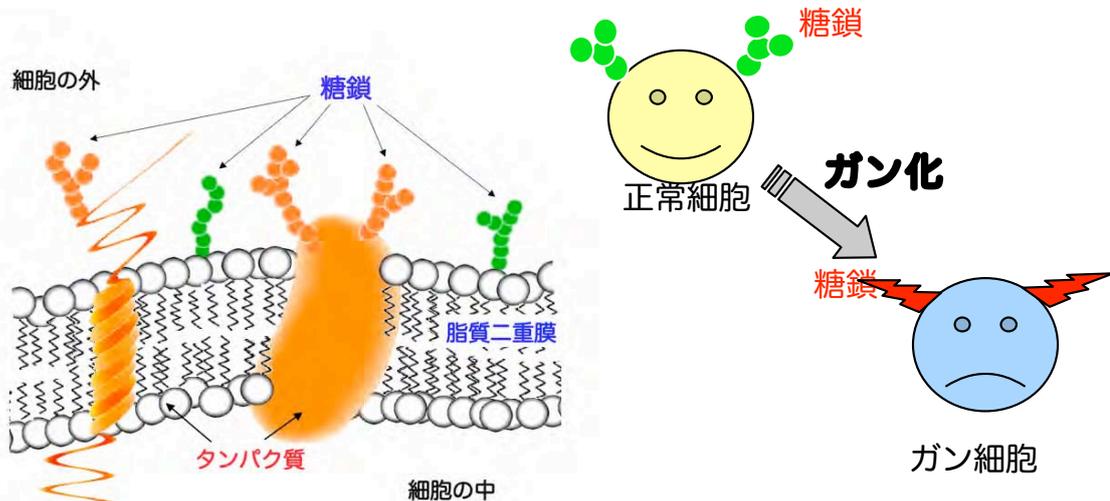
岡山大学大学院自然科学研究科バイオサイエンス専攻  
 (農学部 農芸化学コース)

木村 吉伸

ローヤルゼリーには、以下のような多彩な薬理作用があることがこれまでに報告されている(文献1)。

1. 体重増加, 成長促進
2. 老化防止作用
3. 更年期障害の症状軽減作用
4. 抗菌作用
5. 美白効果
6. 活性酸素消去効果
7. 抗腫瘍作用
8. 創傷治癒促進作用
9. 血清コレステロール降下作用

しかしながら、これら多彩な薬理作用を発揮する“本体 (化学物質)”については、あまり明確にされていない。ローヤルゼリーにはタンパク質成分も多く含まれているが、その中には細胞増殖を促進させるユニークなはたらき (生理機能) を持つタンパク質なども存在する。そして、ローヤルゼリーのタンパク質成分の多くは、「糖鎖 (糖が連なって鎖状になった物質)」が結合した、いわゆる「糖タンパク質」であるのが特徴的である。われわれはこれまで、植物や昆虫のタンパク質成分に結合する「糖鎖」の生理機能に注目して研究を進めて来ているが、最近、ローヤルゼリーの糖タンパク質成分に腫瘍関連抗原 (ガン抗原) を含む新しい糖鎖が結合していることを発見した。



ヒトの細胞がガン化すると、その細胞表面に存在する糖タンパク質や細胞から分泌される糖タンパク質に結合する「糖鎖」のかたち (化学構造) が変化することが知られている (上図)。事実、この糖鎖の構造変化に注目してガン検診が行われており、悪性腫瘍 (ガン) 細胞に特徴的に発現するこれらの糖鎖は腫瘍関連抗原糖鎖とよばれる。それら腫瘍抗原糖鎖の一つに T 抗原 (Thomsen-Friedenreich antigen) とよばれる糖鎖があるが、これは、ガラクトース (Gal) と N-アセチルガラクトサミン (GalNAc) とよばれる二糖がタンパク質に結合したものである。この T 抗原は、膵臓ガン、乳ガン、大腸ガンなどで見られ、ガン治療あるいは検診等の見地からも注目されている腫瘍関連抗原糖鎖である。われわれはローヤルゼリーの糖タンパク質成分にこの T 抗原ユニットを持つ、より長い構造の糖鎖が結合していることを見出し、そのユニークな化学構造を明らかにした (文献2,3)。

## ローヤルゼリー糖タンパク質の糖鎖には癌抗原が存在する



このことは、ローヤルゼリータンパク質に結合する新たなT抗原含有糖鎖がガン研究に有用なツールとなりうることを示唆している。例えば、この糖鎖を利用すればガン細胞を効果的に検出する抗体を作成することが可能だろうし、またガン治療に向けた免疫療法への利用も可能かもしれない。事実、T抗原を結合させた人工タンパク質と抗ガン剤を併用した免疫療法の有効性が1990年代に報告されている(文献4)。この場合では、短い糖鎖(T抗原)をタンパク質へ人工的に結合させたものを使用しているが、今回我々の発見した新たな糖鎖はT抗原部分がタンパク質部分から伸びた構造を取っているため、ヒト免疫系により抗原としてより認識されやすいと考えられる。現在、このローヤルゼリー糖鎖を多数結合させた人工ポリマーの作成を進めており、近い将来、それら糖鎖ポリマーに対する有益な抗体作成や糖鎖ポリマーの抗ガン作用の検定を行う計画である。また、今回新たに見いだしたT抗原含有糖鎖とローヤルゼリーの抗腫瘍作用との相関性についても検討を加えていく予定である。

尚、本研究は山田養蜂場株式会社(岡山県苫田郡鏡野町)との共同研究として行われているものである。

### 文献

- (1) 藤井彰、「ローヤルゼリーの薬理作用」、ミツバチ科学 **16**, (1995)
- (2) Kimura, Y., et al. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **70**, 2583-2587 (2006).
- (3) Kimura, Y., et al. *Biosci. Biotechnol. Biochem.*, **71**, doi:10.1271/bbb.70081 (2007)
- (4) Fung, M., et al. *Cancer Res.*, **50**, 4308 (1990)

# 放線菌由来バイオセンサー用酵素のX線結晶構造解析



岡山大学大学院自然科学研究科バイオサイエンス専攻  
(エンザイムマイクロバイセンサーズLLP) 稲垣賢二

近年、これまでにない健康ブームが起こっており、病気を未然に防ごうという意識の高まりにつながっている。さらにテレビ番組の影響や、健康保険の本人負担額が引き上げられたことがさらに拍車をかけている。健康食品やビタミンなどのサプリメント、ダイエット商品など健康維持、病気の予防につながる商品が多く出回っているが、病気になった場合の早期発見も健康管理に重要である。早期発見の一つの手段としてL-グルタミン酸の定量が考えられる。

本研究で用いるL-グルタミン酸オキシダーゼ(以下LGOX)は、L-グルタミン酸の酸化的脱アミノ化反応を触媒するL-アミノ酸オキシダーゼ(以下LAAO)の一種である。一般的にLAAOは基質特異性が低く、L-グルタミン酸にはほとんど反応しないものが多いが、本酵素はL-グルタミン酸に特異的に反応する。本酵素はL-グルタミン酸の微量定量が可能であることから、**バイオセンサー**への応用が期待される。本酵素を用いると肝機能の指標となる酵素(GOT, GPT,  $\gamma$ -GTP)は、L-グルタミン酸を生産するためこれを利用して**肝機能の測定**ができる。肝臓は病気になっても自覚症状がないため**沈黙の臓器**といわれる。肝臓の病気はこまめに健康診断を受けていないと発見が遅れる場合が多く、自己管理することが難しい。そこでこのバイオセンサーを用いると**肝機能を自己管理**でき、**病気の早期発見**につながることを期待される。現在、放線菌由来のLGOXバイオセンサーが市販されているが、酵素の精製にコストと時間がかかることから安価で簡単な本酵素の大量生産系を確立した。さらにバイオセンサーの精度を上げるためには、反応機構、基質認識機構を解明する必要がある。そこで今回、本酵素の結晶化を行い良好な結晶を得て、LAAOをモデル分子とした分子置換法によるX線結晶構造解析を世界に先駆けて成功させた。

## 肝心要と言われるほどの肝臓の病気を早期発見できないと...

- アルコール性肝炎
- 肝硬変
- 肝がん

自覚症状が出たときに気づいても遅れ...



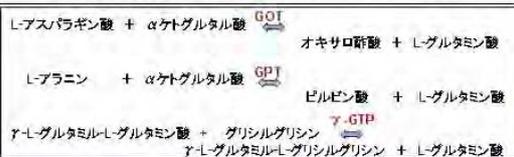
肝臓の異変に気づかないと...

健康な肝臓

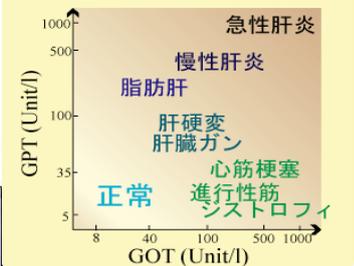
肝硬変の患者の肝臓

## LGOXによる肝機能測定

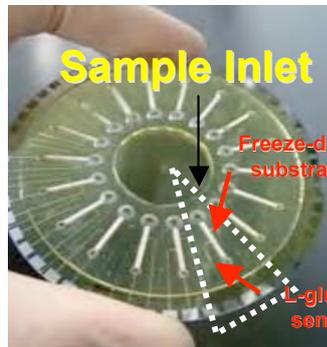
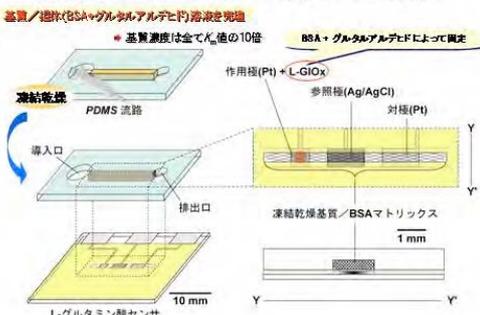
- L-グルタミン酸とは...  
食品の旨み成分  
興奮性神経伝達物質  
肝機能の指標となる酵素  
(GOT, GPT,  $\gamma$ -GTP)の酵素生産物
- L-グルタミン酸オキシダーゼ(LGOX)とは  
基質特異性が高く、温度、pHに対して安定な酵素  
L-グルタミン酸の定量が可能である → バイオセンサーへの活用



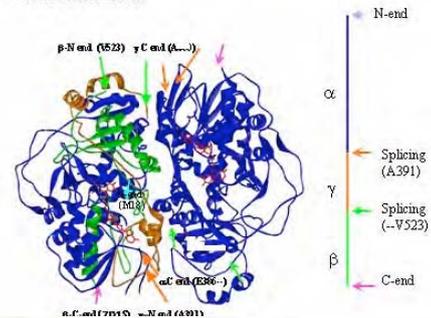
## GOT、GPT 値から疑われる病気



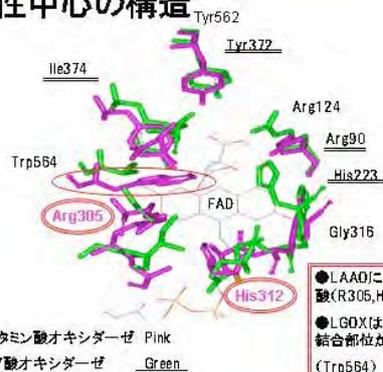
## 基質固定化流路とL-グルタミン酸センサとの集積化



## LGOXのX線結晶構造解析



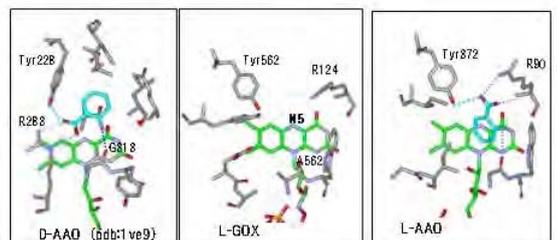
## 活性中心の構造



L-グルタミン酸オキシダーゼ Pink  
L-アミノ酸オキシダーゼ Green

- LAAOにはない塩基性アミノ酸(R305, H312)
- LGOXはLAAOに比べて基質結合部位が狭められている (Trp564)

## LGOXとLAAO, DAAOの活性部位の比較



L,D-アミノ酸オキシダーゼ共に基質のC $\alpha$ に結合したカルボキシル基やアミノ基を固定するアミノ酸(ArgやTyr, Gly(Ale))は類似している。D-アミノ酸オキシダーゼではこれらのアミノ酸の配置がFADのジメチルベンゼン側にあるがL-アミノ酸ではN5原子を挟んで反対の環側に位置している。



LGOXの結晶

# 農 資 料 7

父性遺伝するDNAマーカーを利用したメロン品種識別技術の開発と実用化

岡山大学自然科学研究科 植物細胞遺伝学研究室 教授 加藤 鎌司

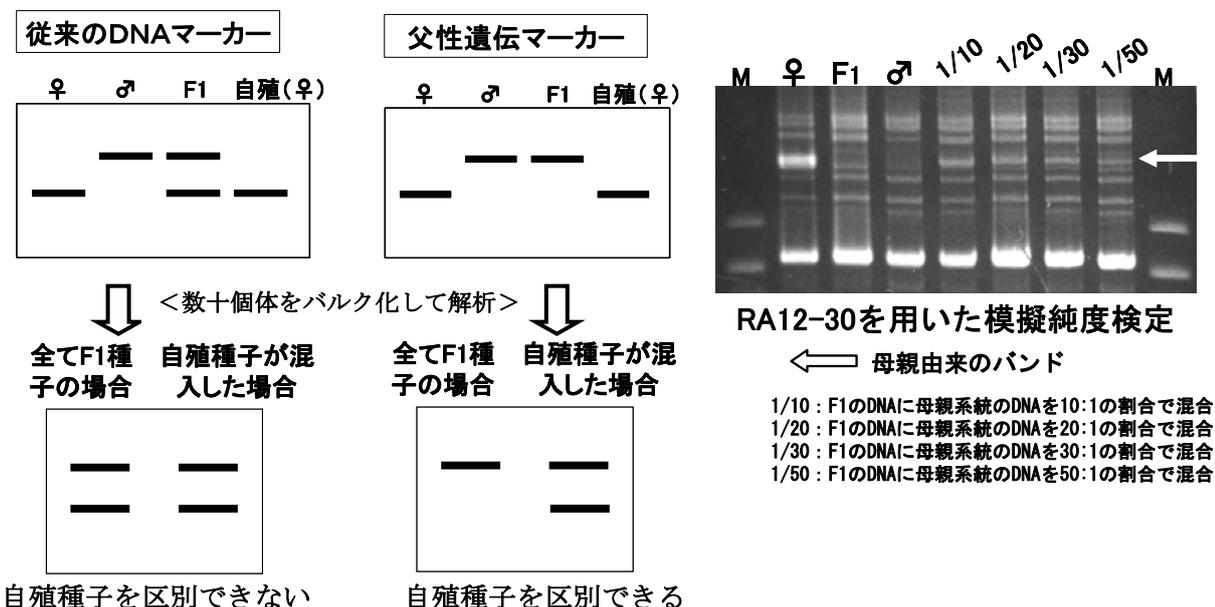
高級果実として知られるわが国のネットメロン品種は、そのほとんどがF<sub>1</sub>品種である。さらに、その高級さゆえに、栽培特性や果実特性の均一性が強く求められている。従って、ネットメロン品種の高品質性を維持・向上させるためには、優良品種の育成だけでなく、高純度のF<sub>1</sub>種子供給も不可欠である。メロンでは、1果あたり約400~600個ものF<sub>1</sub>種子を採種可能であり、人の手による人工交配によりF<sub>1</sub>採種が行われている。この際、母親の自家受精を防ぐために除雄（開花前に葯を取り除くこと）を行っているが、除雄ミスがあると自分の花粉で受精してしまう。その結果、F<sub>1</sub>種子の中に母親系統の自殖種子が混入し、果実品質の不均一性や収量の低下を招く。従って、種子の販売・播種前にこのような混入種子を検出する技術の開発が必要である。また、近年では農産物の産地や品種の偽装などが重大な問題となっており、メロンにおいても特産メロンに対するトレーサビリティ賦与が必要となってきた。

メロン品種の純度検定や品種識別には分子マーカーが有効であり、これまでにアイソザイム（同位酵素）やDNAマーカー（RAPD, SSR）の開発を行ってきた。しかし、ネットメロン品種は遺伝的に極めて近縁な両親同士の交配によって育成されているため、両親間の違い（多型）を検出することが困難であり、さらに1個体（粒）ずつ解析する必要があるために検定効率が悪い。このような理由から多型検出効率がよく、大量のサンプルを一度に解析できる（バルク解析）マーカーが必要である。

植物では核及び細胞質（葉緑体、ミトコンドリア）にDNAが存在し、一般に、核DNAは両性遺伝、細胞質のDNAは母性遺伝することが知られている。ところが、メロンではミトコンドリアDNAが父性遺伝するという極めて珍しい特徴を持っている。父性遺伝するDNAマーカーは花粉親の同定に使用できる。従って、母親花粉に固有のDNAマーカーを開発すれば、F<sub>1</sub>種子中に混入した母親系統の自殖種子を明確に検出することが可能となる。

そこで、キュウリのミトコンドリアゲノム配列をもとに、メロンのミトコンドリアゲノムにおける構造変異を検出するための6種類のプライマーセット（mtIRDPマーカー）を設計した。また、これまでの研究において父性遺伝することが確認されているRAPDマーカーも加えて、国内で市販されているF<sub>1</sub>品種の親系統9系統について解析した。その結果、mtIRDPでは21種類のプライマー組合せのうち1組合せで、RAPDマーカーは8種類のうち3種類で純度検定に利用可能なことが判明し、ミトコンドリアゲノムマーカーを用いた純度検定法を世界で初めて開発することに成功した。また、上記4種類のマーカーの検出感度は高く、F<sub>1</sub>種子50粒中に混入した母親系統の自殖種子1粒を検出することが可能である。この結果、F<sub>1</sub>種子50粒のバルク（混合）解析が可能になったことが明らかになり、純度検定効率が50倍以上に向上することが判明した。

本研究は、農林水産省の「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」の支援により、野菜茶業研究センターと共同で行ったものであり、現在、数社の種苗会社と実用化研究を行っているところである。



地域連携を重視した岡山大学方式アヒル農法の開発と普及

教員名 岸田芳朗

### 常識への挑戦，岡山大学が開発したアヒル農法の生産システム

14年前から，岡山大学方式と呼ばれるアヒル農法における生産システムの開発に取り組んだのは，「大学でしか出来ない合鴨農法の研究をしてよ」とポツリと漏らした農家の一言でした。そこで，何が出来るのかを考えたところ，大気中の窒素ガスを固定する能力の高い水生シダ植物を導入し，無農薬，無肥料，湛水条件下で，誰もが否定的であった孵化して間もない0日齢ヒナを水田へ放飼するシステムと，水稻の穂が出た後もそこでカモを飼い続けながら成熟体重まで育て，水田から引き上げた翌日に解体処理する生産システムを科学的に解明する研究でした。

それ以来，私たちの研究室では地域農業から寄せられる期待の中で，1994年から予備試験を始め，95年から本格的な研究に取り組みました。1996年には水稻の出穂後もカモを水田内で飼い続け，穂への食害を受けることもない生産システムを確立させました。96年から0日齢ヒナの耐水性について研究を始め，2000年から0日齢ヒナ放飼技術の生産システムの開発に取り組み確立させ，現在，それらの成果は国内外で普及し始めています。



岡山大学方式アヒル農法の水田内の様子

### 岡山県内農家での実証試験，さらに中国での大型事業の開始

0日齢ヒナ放飼については現場の強い要請もあり，2002年に岡山県南部にある農家の水田32aで，2004年には岡山県北部にある農家の水田51aでそれぞれ実証試験を行い，見事な成果を得ました。

2006年には，中国江蘇省興化市にある総面積691aの水田で，岡山大学方式アヒル農法の大型プロジェクトを立ち上げました。今年，興化市のプロジェクト規模は50haに拡大する予定で準備を進めています。さらに，2000年から共同事業を行っている江蘇省鎮江市の科学技術局でも，今年から本格的に岡山大学方式が導入されます。雲南省にある雲南農業大学とも，岡山大学方式の共同研究に関する検討も始まっています。



大雨の中で到着した0日齢ヒナの放飼準備を進めています。さらに，2000年から共同事業を行っている江蘇省鎮江市の科学技術局でも，今年から本格的に岡山大学方式が導入されます。雲南省にある雲南農業大学とも，岡山大学方式の共同研究に関する検討も始まっています。

### 地育地消を実現させる生産者と生活者の相互支援システム

地域農業と連携して，低コストで環境に負荷をかけない農業生産システムを開発し，その成果を広く現場に普及させるだけでなく，農家が安心してアヒル農法に取り組めるような小さな流通のシステムに関する仕組み作りも研究しています。今年から相互支援システムを稼働させるため，契約制度の導入を現場に提案し，農と食に関する地域連携を強化させています。

### 宇宙農業の研究に採用された水生シダ植物アゾラ

宇宙航空研究開発機構の宇宙科学研究本部にある宇宙農業サロンからの要請で，2006年からアヒル農法の研究材料である水生シダ植物アゾラを提供し，宇宙農業の可能性について共同研究を開始しました。私たちの研究室で積み上げてきた研究成果が，宇宙農業の研究にも役に立ちそうです。

この様に，私たちの研究室では，水田内にある水稻の株間の未利用空間を農業資源として位置付け，大気中にある無尽蔵の窒素ガスを固定する水生シダ植物アゾラを水面で増やし，かつ，アヒルの飼育もしながら水稻を育てる総合技術としての岡山大学方式アヒル農法の研究開発と普及活動を実践しています。さらに，従来の研究活動の枠組みを超え，アヒル農法を含めた地域農業の生産物を生活者に届ける相互支援システムの開発にも挑戦しています。

「C型ナトリウム利尿ペプチド（CNP）の卵の発育における役割」

農学部 国枝哲夫

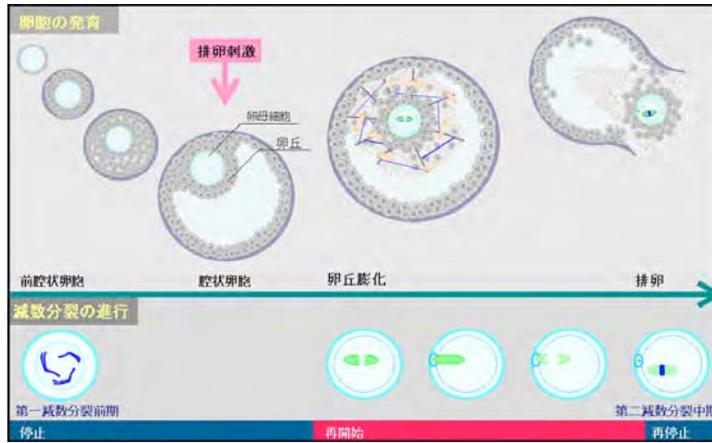


図1 卵の発育過程

卵の発育過程は、通常、周囲の卵丘細胞の作用により減数分裂が第一減数分裂前期で停止した状態で維持されている。その後、脳下垂体からの排卵刺激に反応して、停止していた減数分裂を再開して受精能を獲得し、排卵に至る。

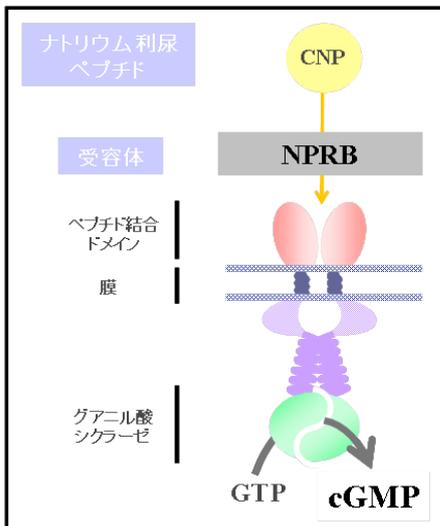


図2 CNP/NPRB/cGMP の構造

これらことから、CNPによる卵あるいは卵丘細胞におけるcGMPの生成は卵の正常な発育、特に減数分裂の停止とその維持に重要な役割を持つことが明らかとなった。これらの結果は、CNPの卵発生における新たな機能を明らかにしたものであり、将来、不妊治療や家畜の効率的繁殖技術の開発にも応用可能であると考えられる。

近年、生殖細胞や胚の操作技術が不妊治療を目的とした生殖医療や、家畜の効率的繁殖に利用されている。これらの技術の改良や新たな技術開発には卵の発育や排卵の過程に関する基礎的な研究が不可欠である。ほ乳類の卵は、周囲の細胞群と密接に関係しながら発育、分化、成熟していく。

我々は、これまでに骨の形成に重要な役割を果たすことが明らかにされているC型ナトリウム利尿ペプチド（CNP）の受容体（NPRB）を欠損した突然変異マウスが、骨形成不全のみならず雌性不妊を呈することから、このマウスを用いてCNPの生殖過程への関与について研究してきた。NPRBはCNPとの結合により細胞内セカンドメッセンジャーであるcGMPを生産することにより細胞の増殖や分化に関与している。我々は、まず突然変異マウスの卵が受精能を全く持たないことを明らかにし、さらに、その原因が卵丘細胞層が十分に形成されず卵胞内の卵が早期に減数分裂を再開することによるものであることを明らか

## シロアリの卵に擬態する菌類の発見と相互作用の解明

松浦健二 (岡山大学大学院環境学研究科 昆虫生態学研究室)

生物の擬態と言えば、多くの人々は、木の枝に擬態したナナフシや、ハチに擬態したアブ、カッコーの托卵などを思い浮かべるだろう。我々は、シロアリの卵に擬態してシロアリの卵と一緒に巣内で保護されている菌核菌（カビの一種）を発見し、その擬態のメカニズムやシロアリとの相互作用の解明に成功した。これは世界で唯一の菌類による擬態の発見である。シロアリの職蟻は、女王の産んだ卵を運んで山積みにし、世話をする習性がある。面白いことに、このようにしてできる卵塊の中に、シロアリの卵とは異なる褐色の球体「ターマイトボール（白蟻玉の意）」が見られる。これは *Fibularhizoctonia* 属の新種の糸状菌の菌核であり、この菌核はシロアリの卵に物理的、化学的に擬態していることが判明した。この菌の系統的位置づけについては *Nature* に掲載された (James et al. 2006)。この卵擬態菌核菌とシロアリの相互作用に関する一連の研究は英国学術誌 *Proceedings of the Royal Society B* から発表された (Matsuura 2006)。また、シロアリの卵認識フェロモン (TERP: Termite Egg Recognition Pheromone) の同定に世界で初めて成功した (特許出願済み; 論文投稿中)。

シロアリは育室に運搬した卵を頻りにグルーミングする (表面を舐める) ことによって抗菌性の唾液でコートし、乾燥と病気から保護している。卵擬態菌核は乾燥にとっても弱いですが、シロアリからのグルーミングで常に適度に保湿された状態にある。一部の菌核は巣内で発芽し、競争者のいないシロアリの巣内で増殖する。つまり、卵擬態によって移動手段とシェルターを得ている。一方、シロアリにとっては毎日数万個にもおよぶ卵擬態菌核をグルーミングさせられており、少なからぬコストがかかっている。この卵擬態菌核菌とシロアリの相互作用は寄生的関係であり、要するにこの菌はシロアリをだまして巣内に入り込んでいる。その卵擬態は高度に発達しており、シロアリは物理的 (形状、サイズ、表面構造)、化学的 (卵認識物質) に本物の卵と卵擬態菌核を区別できない。シロアリの職蟻には視覚がないため、色で識別することもできない。

これまでに、日本、台湾、および米国における広域分布調査により、温帯地域に生息する5種のシロアリで卵擬態菌が見つかった。菌核菌の遺伝子解析により、これら5種のシロアリが保有している卵擬態菌に有意な遺伝的違いはなく、どれも同種の菌核菌であった。非常に広範囲での遺伝子交流があり、シロアリとは独立の自由生活世代が存在する可能性が示唆されている。卵擬態菌核菌の分布と系統解析についてはアメリカ昆虫学会誌 *Annals of the Entomological Society of America* に掲載される (Yashiro and Matsuura, in press)。



図 1. *R. virginicus* の卵塊 透明な俵型のものがシロアリの卵、褐色の球体が卵擬態菌核



図 2. PDA 培地上に形成された  
卵擬態菌核菌の菌核

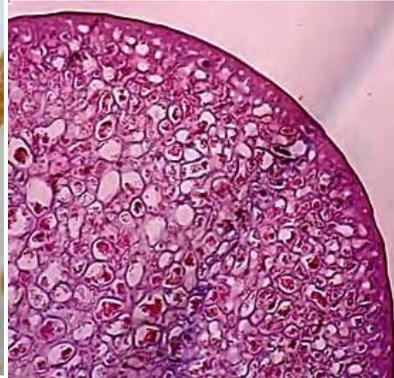


図 3. ターミットボールの切片



図 4. 卵を運搬するワーカー

## 応用的発展

本発見は基礎科学的な意義だけでなく、応用的にも大きな意味をもつ。シロアリは世界で最も重要な害虫のひとつであり、住宅等への年間の被害総額は日本国内で 1000 億円以上、米国内で 20 億ドルに上り、これは火災被害総額にも匹敵する。我々は、シロアリの卵保護行動を利用した画期的な駆除技術を発明し、その実用化に向けて開発を進めている。世界で最も重要な木材害虫であるシロアリの生活は、その高度に発達した社会性によって成立している。社会性昆虫であるシロアリの生活を最も効率的に駆除する方法は、その社会性を逆に利用することである。シロアリは木材中に営巣するため、その駆除には大量の薬剤を必要とし、労力もかかる。また、女王や王、卵の存在する生殖中枢まで完全に破壊しなければ、巣を駆除したことにはならない。

我々の研究により、擬似卵を卵として認識したシロアリのワーカーは、速やかに生殖中枢へと運搬し、保護行動をとることが分かっている。実際に、卵を模した基材に卵認識物質をコートした人工擬似卵を、野外のシロアリコロニーに注入し、生殖中枢に運搬させることに成功した（添付図参照）。擬似卵に殺虫活性物質を含ませてシロアリ自らに生殖中枢へと運搬させることにより、確実に生殖中枢を破壊し、駆除にかかる労力も大幅に削減できる。さらに、駆除に必要な薬剤の量がきわめて微量で済む点も重要である。

上記の卵擬態菌核菌はシロアリの卵運搬本能を巧みに利用してシロアリのコントロールしている。この菌核菌の生態を人間が応用することにより、画期的な害虫管理システムを確立することができる。卵運搬を利用した駆除法は、殺虫剤の大量散布や毒餌による既存の駆除法よりも格段に効率的にコロニーを駆除でき、安全かつ経済的であるため、シロアリ駆除技術を刷新すると考えられる。将来的には、専門の駆除業者に依頼することなく、各家庭のレベルでシロアリの駆除することも可能となるだろう。本技術は（独）生研センターの基礎研究推進プロジェクトとして開発中である。

詳細は下記のホームページ参照

<http://www.agr.okayama-u.ac.jp/LIPM/>

文献 (著者にアンダーライン)

Yashiro, T., Matsuura, K. : Distribution and phylogenetic analysis of the termite-egg mimicking fungi “termite balls” in *Reticulitermes* termites. **Annals of the Entomological Society of America** (in press).

James, T. Y., Kauff, F., Schoch, C., Matheny, B., Hofstetter, V., Cox, C., Celio, G., Gueidan, C., Fraker, E., Miadlikowska, J., Lumbsch, T., Rauhut, A., Reeb, V., Arnold, A. E., Amtoft, A., Stajich, J., Hosaka, K., Sung, G.-H., Johnson, D., O'Rourke, B., Crockett, M., Binder, M., Curtis, J., Slot, J., Wang, Z., Wilson, A., Schusler, A., Longcore, J., O'Donnell, K., Mozley-Standridge, S., Porter, D., Letcher, P., Powell, M., Taylor, J., White, M., Griffith, G., Davies, D., Humber, R. A., Morton, J. B., Sugiyama, J., Rossman, A., Rogers, J., Pfister, D., Hewitt, D., Hansen, K., Hambleton, S., Shoemaker, R., Kohlmeyer, J., Volkmann-Kohlmeyer, B., Spotts, R., Serdani, M., Crous, P., Hughes, K., Matsuura, K., Langer, E., Langer, G., Unterreiner, W., Lucking, R., Budel, B., Geiser, D., Aptroot, A., Diederich, P., Schmitt, I., Schultz, M., Yahr, R., Hibbett, D., Lutzoni, F., McLaughlin, D., Spatafora, J., and Vilgalys, R.: Reconstructing the early evolution of the fungi using a six gene phylogeny. **Nature** 443, 818-822 (2006).

Matsuura, K.: Termite-egg mimicry by a sclerotium-forming fungus. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences** 273, 1203-1209 (2006).

Matsuura, K., Tanaka, C. and Nishida, T.: Symbiosis of a termite and a sclerotium-forming fungus: Sclerotia mimic termite eggs. **Ecological Research** 15, 405-414 (2000)

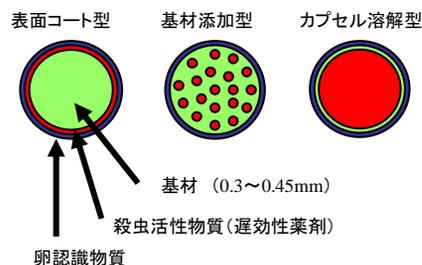
# 卵運搬本能を利用した駆除技術の基本メカニズム

## ～昆虫の基礎生物学に根ざした21世紀の駆除技術～

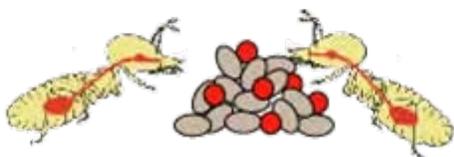
### 1. 殺虫活性物質を含有する擬似卵を卵塊中に運搬



シロアリは卵認識物質でコーティングされた擬似卵を卵として認識し、生殖中枢に運搬して世話をする習性をもつ。

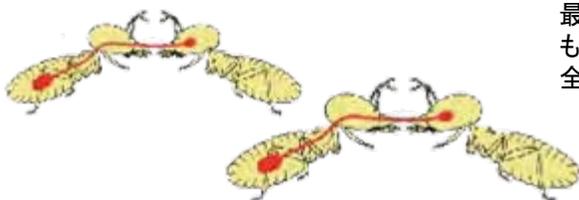


### 2. 卵の世話を通じて薬剤を摂取



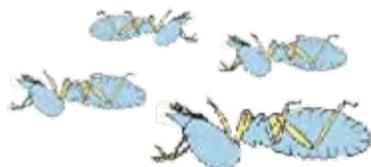
働蟻は毎日、卵の表面を舐めてグルーミングを行う。この高頻度のグルーミングにより、殺虫活性物質が職蟻の体内に取り込まれる。

### 3. 個体間の栄養交換による薬剤の拡散



栄養交換による食物の移動速度は速く、最初にコロニーのメンバーの10%がもっていた食物は約35時間でコロニー全体に行き渡る。

### 4. 遅効性薬剤の作用により殺虫



ターゲットのコロニーのみを最小限の薬剤で駆除するため、周辺環境や生態系への影響がほとんどない。

## 5E テクノロジーの実現

- Effectiveness** 擬似卵は巣の生殖中枢に運搬され、グルーミングと栄養交換を通じてコロニー全体に殺虫活性物質を行き渡らせるため、きわめて効果的にコロニー全体を破壊できる。
- Efficiency** 卵運搬を利用して、シロアリ自らが殺虫活性物質を生殖中枢に運搬させるため、最も効率的に駆除することができる。コロニーの一部が残存することもなく、被害箇所を拡大させる危険性がない。
- Environment** 駆除のターゲットに確実に薬剤が運搬されるため、使用する薬剤は微量でよく、シックハウス症候群等の健康被害や、環境汚染を引き起こす問題もない。
- Ecology** シロアリの生態学から生まれた本技術は、ターゲットのコロニーだけを確実に破壊するため、シロアリの個体群全体への影響や生態系の攪乱もない。
- Economy** シロアリ自身が薬剤を巣内に運搬し、拡散させるので、駆除に要する労働コストを大幅に省くことができる。安全性も高いため、家庭レベルでの駆除も可能になる。

駆除効果、効率、環境・生態系への配慮、経済性すべての点において従来のいかなるシロアリ駆除技術よりも優れている。



人工擬似卵で埋め尽くされたシロアリ巣内の育室。  
シロアリは卵だと認識してグルーミングを続ける。

## 半乾燥地の土壤に植生が形成する「肥沃の島」

岡山大学大学院環境学研究科生命環境学専攻  
岡山大学農学部総合農業科学科環境生態学コース  
廣部 宗

植物が樹冠下の生物地球化学的な過程を変化させることによって生じる土壤の空間的不均質性（局所的な性質の違い）は、多くの陸域生態系で知られている。特に乾燥地・半乾燥地の生態系では植生が不連続なパッチ状に存在するため、植生被覆に伴う土壤の空間的不均質性が顕著であり、「肥沃の島 (islands of fertility)」と呼ばれている。植生被覆に伴う土壤の空間的不均質性には、被覆する植物種によって違いがあると考えられており、植林実験では証明されている。しかし、自然植生では植生被覆の有無の影響が大きく、植物種による違いは検出されにくい。このような土壤の空間的不均質性は乾燥地・半乾燥地生態系の持続的な管理を考える上で必要な情報であり、植物種による違いも含めて明らかにする必要がある。

半乾燥地に属する中華人民共和国内蒙古自治区の毛烏素沙地では、キク科半灌木の *Artemisia ordosica* (油蒿) とヒノキ科の *Sabina vulgaris* (臭柏) が優占しているが、油蒿は落葉性で寿命が約 10 年であるのに対し、臭柏は常緑性で匍匐型の生活型を持ち、寿命は 50 年以上とされている。本研究では生理的・形態的に大きく異なる 2 種の植生と土壤特性の空間的不均質性の関係を明らかにすることを目的とした。様々な土壤特性値を油蒿または臭柏の樹冠下、および植生被覆のない裸地で比較したところ、地表に堆積していた有機物量は臭柏の樹冠下、油蒿の樹冠下、裸地の順に小さくなった。しかし、それ以外の土壤特性値は臭柏の樹冠下では概ね大きく、油蒿の樹冠下と裸地の間にはほとんど差がなかった。乾燥地・半乾燥地において植生被覆に伴う土壤の空間的不均質性は、主に局所的な植物バイオマス・一次生産量の違いと地表での再分配過程によって影響を受けるとされている。本研究の結果から、2 種類の植生は土壤への有機物の供給という点では同様の機能を有するが、冬季の積雪が希で一年を通じ風にさらされる毛烏素沙地では、常緑性で匍匐型の生活型を持ち、寿命の長い臭柏の樹冠下では供給された有機物が固定されるとともに飛来した微細物も捕捉されることによって「肥沃の島」が形成されることがわかった。