

# バイオの 散歩道

第12号

Winter 2014

## 目次

これぞ現代明大生の底力  
タイでの国際プログラム

坪田 邦夫

### 研究のフロンティア1

タバコ属植物の種間雑種致死性

丸橋 亘

### 研究のフロンティア2

食品のおいしさを食品構造から追究  
～「もちもち」食感とは?～

中村 卓

### 研究のフロンティア3

腸内細菌は新たなバイオテクノロジー  
資源になり得るか?

浅沼 成人

### 研究のフロンティア4

リスク(不安)の下での  
消費者の食品購買行動

廣政 幸生

### バイオの目

人間存在の相対化 vs 人間らしさの鑑賞

下永 裕基

### バイオの電波塔

医農工連携を支えるブタの研究

長嶋 比呂志

### 連載 / キャンパスを食べる 第12回

スベリヒユ

荒谷 博

<http://www.meiji.ac.jp/agri/>

(過去に発行した「バイオの散歩道」をHP上にて公開しています。)

農学は変わった。

食料、環境、生命の「新たな知」が、新世紀を切り開く。

しかし、原点は変わらない。

人間のため、社会のため、そして地球のため。

「温故知新」のフロンティアを私達は目指している。

# これぞ現代明大生の底力 タイでの国際プログラム

食料環境政策学科 特任教授 坪田 邦夫



坪田 邦夫

3月ごろから「国際農業文化理解プログラム」なるもののお手伝いをするようになった。タイトルはいかめしいが、要は、学生の短期海外研修をメインとする教育プログラムである。首謀者(?)は国際交流委員会、特に委員長の半田教授。参加学生は事前研修を9回受けた後、11月10日から8日間の予定でタイを訪問し、3つの大学で講義受講と交流会、市場や花卉生産施設の見学を行い、最後に国連食料農業機構アジア太平洋事務所 (FAORAP) で「模擬国連」に参加する予定とのこと。

ただ、よくよく話を伺うと、この研修は全額学生負担で、参加が大学の単位にはならず、また現地の講義や模擬国連はすべて英語だという。これでは応募する学生がいないか、いても現地で英語や国際知識の不足で問題が起きるのでは、と真面目に心配した。

結果的にはすべて杞憂であった。明大農学部学生の意識やポテンシャルの高さ恐るべし。応募学生は28名で定員をオーバーした。以後1名の脱落者も事故者もなかった。英語や国際感覚のほうも、事前面接ではかなり困難が予想されたが、実際には現地の授業もタイ学生との交流も、学生は難なくこなすことができた。

極めつけは模擬国連であった。参加学生は、FAORAPの国際会議場で、カセサート大学の学生と共同で“*What we can do to reduce world hunger and poverty*”と銘打って模擬国際会議を開催した。基調講演以外はすべて学生自身による英語の報告と討論で、議事進行も学生が行った。特に、生産性向上・食料アクセス・食料ロス・安全な食や環境などについての報告内容は、FAO職員が「農学部学生・消費者として何ができるか自分で考え抜かれており、本物の国際会議より立派」というほど素晴らしいものであった。毎晩遅くまで学生同士で議論をし、英語に直し、リハーサルをした努力とチームワークの結果である。

もちろん、成功の陰には、農学部事務局やバンコクの在住の明大アセアンセンター教職員・OB・交換留学生の全面協力があった。FAORAPの小沼所長も農学部OBである。「うーん、僕らの学生のころとは隔世の感があるね。女子学生が多くなったし、学生が英語でプレゼンや国際会議ができるなんて・・・」(農学部某OB氏)。ちなみに、今回参加学生のうち21名が女性であった。明大農学部の国際化は一段の飛躍が見込まれそうである。



写真1：模擬国連の様子



写真2：交流会の様子

## 研究のフロンティア1

## タバコ属植物の種間雑種致死性



丸橋 巨

農学科 植物育種学研究室 丸橋 巨

タバコ(*Nicotiana tabacum* L.)は工芸作物であり、有用な実験植物でもあります。タバコ属植物には、栽培種として2種(タバコとマルバタバコ)、野生種として70数種が知られています。タバコを品種改良するために、野生種の持つ優れた遺伝子を取り込もうとして、これまで多くの野生種を相手に種間の交配が繰り返されてきました。その過程で、種間雑種の得られにくさの程度(障害)に違いがあることが知られるようになりました。

## 種々の交雑障害

種間の交配をしてみると組合せごとに以下の場面で障害が見られます。

- (1) 花粉管が花柱組織の途中で伸長を停止する。
- (2) 受精は成立するが、雑種胚の成長が停止する。
- (3) 雑種子は得られるが、播種して発芽すると幼植物のうちに枯死する。(雑種致死性)
- (4) 雑種植物は成長はするが、弱勢を示し、開花に至らない。(雑種弱勢)

私たちは(1)と(2)の研究を経て、現在、(3)と(4)の障害を研究の対象としています。

## 雑種致死性

ここでは(3)の障害についてご紹介します。図1の管ビン内の植物は北米原産の野生種である*N. nudicaulis*とタバコとの雑種実生です。図1の左側は交配で得られた雑種子を無菌的に培地上に播種して、発芽後34℃条件で30日間育成したものです。一見非常識とも思われる高い温度条件で育成するのは、発芽個体を常温(28℃:タバコ属植物の栽培適温)で育成すると(3)の障害がおきてしまうからです。図1の右側は34℃で30日間育成した個体を28℃に移して10日目の状態です。茎葉の伸長は止まり、やがて褐変し、枯死します。私たちはこの性質を雑種致死(高い方の温度で発現が抑制される高温感受性を持つ)と呼んでいます。実験は温度シフトによる致死の回避と誘導過程を対象に実施しています。この致死が進行する過程には、アポトーシス様の細胞死(プログラム細胞死)が伴っていることを1999年に私たちは明らかにしまし

た。つまり、雑種実生の全身の細胞が28℃条件に置かれると、遺伝的な制御の下で自発的に死に至ることがわかりました。

タバコには幸いなことにモノソミック系統(相同染色体のうち1本を欠損した系統)が存在します。私たちはこれを利用して、野生種(*N. nudicaulis*でない)とタバコとの間で発現する雑種致死について、タバコ(2n=48)のQ染色体が原因染色体であることをつきとめました。また、2011年に遅ればせながらタバコでSSRマーカーによる24の連鎖群の同定結果が報告されたことを受けて、連鎖解析を行い、Q染色体が第11連鎖群に相当し、タバコ側の致死を誘導する原因遺伝子が同連鎖群の末端部に座乗していることを明らかにしました。ちなみに、*N. nudicaulis*とタバコの雑種実生で発現する致死(図1)については、第11連鎖群の遺伝子は無関係だということもわかり、現在、あらたな原因染色体および原因遺伝子を特定するための実験を進めています。

雑種致死はタバコ属以外の作物でも種間交雑による品種改良の最初の段階でブリーダーが直面する困った問題です。タバコ属植物での私たちの研究成果が他の作物の育種に役立つ場面を期待して研究を続けています。

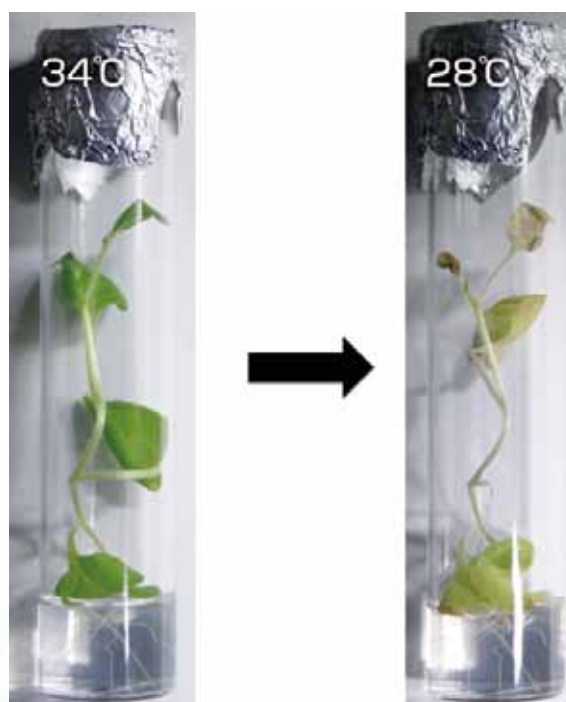


図1: *N. nudicaulis* × *N. tabacum* の雑種実生(劉泓鏞さん提供)  
34℃では健全に育つが、28℃へ移すと致死過程が進行する。

研究のフロンティア2

# 食品のおいしさを食品構造から追究 ～「もちもち」食感とは?～

農芸化学科 食品工学研究室 中村 卓



中村 卓

食品に必要とされる要素として「安全」「健康」「おいしさ」があります。私たちの研究室では「おいしさ」を食品成分サイドから追究し、食品構造からおいしい食品をデザインする『食品構造工学』の確立を目指しています。食品のおいしさの要因として、低分子化合物からなる味覚やにおいの化学的な味と、温度や食感(テクスチャー)からなる物理的な味があげられています。その中でも、種々のアンケート調査の結果から、食感は固形状食品のおいしさを決定する最も重要な要因であると考えられています。例えば、食感を表現する言葉の数は、日本語では445語あると報告されています。これはフランス語226語、中国語144語、英語77語と比べて非常に多く、日本人がおいしさにおいて食感を重要視していることの表れと考えられます。

## 食品構造工学

食感は咀嚼(そしゃく:歯で噛む・舌でつぶす事)による食品構造の破壊過程で力学特性(例えば、かたい・やわらかい)と構造状態(例えば、大・小)の変化が知覚・認知され言葉で表現されます。つまり、食品構造が食感を決定すると考えられます。食品構造を形成するタンパク質・多糖類・油脂のような高分子量成分が①食品加工でどのような過程を経て食品構造を形成するのか? 形成した食品構造が②咀嚼で破壊され、どのような力学特性と構造状態から食感が発現するのか? これらの過程を具体的に見える化できれば、効率的なものづくりと望む食感の実現につながるものと考えています(図1)。

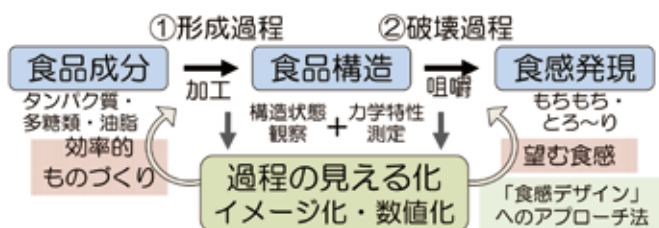


図1: 食品構造工学の概念

## 「もちもち」食感の見える化

みなさんがよく知っている「もちもち」食感のドーナツにはタピオカ澱粉が入っています。タピオカ澱粉を卵白に混合したゲルを食品モデルとして破壊過程における力学特性と構造状態の変化を分析しました。タピオカ澱粉を添加すると、ゲルを圧縮したときにタピオカ澱粉が伸びた構造をとり(図2)、ゲルがやわらかく壊れにくい性質を表しました。そのために力学測定において低ひずみにおける応力が小さく、高ひずみにおいては応力が大きくなり、また複数回圧縮したときに応力が保持される性質を示したと考えられます。以上の性質を咀嚼過程における人間の知覚表現と相関づけると、噛み始めは知覚する応力が小さい、すなわちやわらかいが、噛みしめたときは応力が大きく噛み応えがある、咀嚼2回目以降もその応力が持続し歯応えが持続する、さらに咀嚼中に少し付着性がある、すなわち少し歯にくっ付くことにより、人間は「もちもち」という食感を認知していると考えられました。

この様に、おいしさを表現するための感性的な食感表現を咀嚼過程における知覚レベルの力学的・構造的な変化に翻訳できれば、望む食感を実現するための効率的な加工食品製造の道筋が見えてくると考えています。

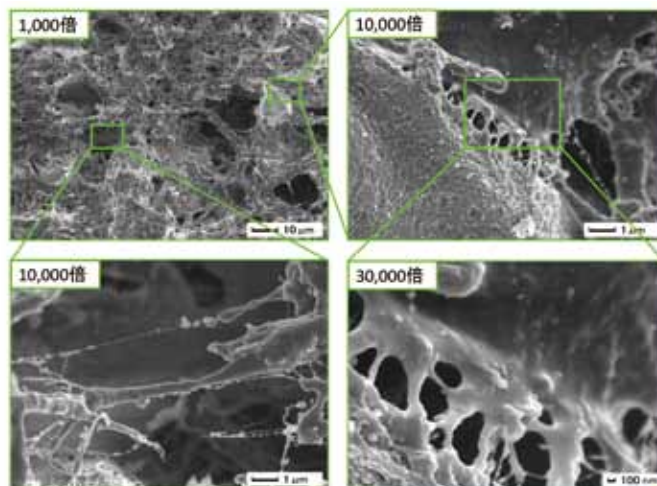


図2: 電子顕微鏡によるタピオカ澱粉添加ゲルの破壊構造の観察  
タピオカ澱粉が細く伸びた様子が観察されました。

研究のフロンティア3

# 腸内細菌は新たなバイオテクノロジー資源になり得るか？

生命科学科 動物栄養学研究室 浅沼 成人



浅沼 成人

地球上にはおよそ150種類もの細菌が存在しています。この中で、我々はその性質を知ることができる細菌種(培養可能菌)は、たかだか数千種であり、21世紀の現代でも、未知の細菌種がまだまだ沢山存在しています。我々のカラダの中にも100種類以上、100兆個以上の腸内細菌が生息していますが、やはり未知菌種が占める割合の方が大きいのです。しかし、未知の細菌の中には、ヒトの生活に役立つ能力を持ち合わせる菌が存在する可能性もあり、そのような菌を見つけ出し、改良を加えることで新たな産業に応用し、我々の暮らしに役立てることができるかもしれないのです。

## 健康・治療への応用

ある種の細菌は、わずかな量でも生き物の生理や行動に影響する物質(生理活性物質)を作り出します。シャンプーや化粧品のCMで耳にするセラミドもその1つです。セラミドは肌の構成成分でもあり、不足すると肌のバリア機能が低下して乾燥や雑菌などの外敵刺激に曝されることになり、にきびや吹き出物などのさまざまなトラブルを引き起こします。現在、セラミドは希少なので、一般的にはセラミドの代わりに植物から得られた純度の低いグルコシルセラミド(いわゆるセラミド成分)が用いられています。しかし、皮膚からの透過性はセラミドよりも低いので、セラミドを化粧品として用いた方がより効果を期待できます。

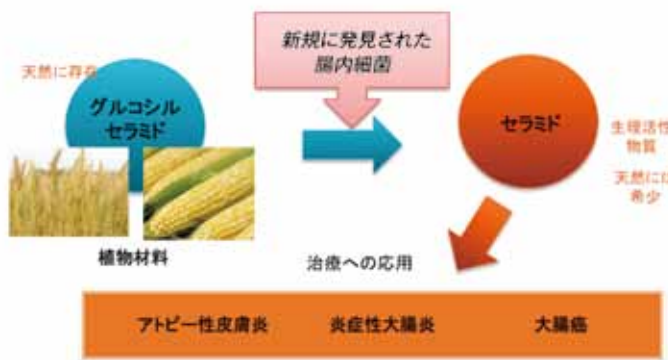


図1：新規単離菌が生成したセラミドの治療への応用

そこで、グルコシルセラミドを原料にセラミドを作り出す細菌を動物の腸内から探索しました。試行錯誤を繰り返し、やっと見つけ出した菌に、そのような能力があることがわかりました。新種の菌の発見により、セラミドを用いた動物試験が可能となり、化粧品としての利用だけでなく、病気の治療に役立てる可能性も見出しました(図1)。例えば、新種の菌に作らせたセラミドをエサと一緒に動物に摂取させると、腸炎の症状や肉腫の形成が緩和されることがわかりました(図2)。

## バイオ燃料生産への応用

腸内細菌からのバイオテクノロジー発達の最も成功した例はフィターゼの生産で、これを皮切りに、新たなバイオ燃料の開発、未使用植物資源の食用化、環境浄化などに腸内細菌を応用する研究が進められています。ヒト以外の動物や昆虫の腸内にも共生細菌は存在し、宿主の栄養特性に寄与しています。それらの特性も千差万別であるので、特殊な腸内細菌が見つかってきても何の不思議もありません。今後も、新たな有用菌が我々の暮らしを支えてくれるでしょう。



左から(a) (b) (c)

図2：通常マウス(a)、腸炎を発症したマウス(b)、およびセラミドを給餌した腸炎マウス(c)の体躯の比較

腸炎を発症したマウスでは、栄養素の吸収が悪くなり下痢便となるため、体躯は小さくなる。しかし、セラミドを給餌すると腸の炎症が緩和されるので、体躯は元に戻る。

研究のフロンティア4

# リスク(不安)の下での 消費者の食品購買行動

食料環境政策学科 環境経済論研究室 廣政 幸生



廣政 幸生

われわれは何故、その食品を買ってしまうのか、あるいは、何故、買わないのかを説明するのは案外、難しいです。経済学では、購入から得られる便益(効用)と費用(価格)を見極めて選択するとしています。言わば、経済合理的な行動を前提として説明します。一方で、われわれは、購入に関して、惰性などによって、殆ど、何も考えずに購入していることも多々あり、後悔することも多い。これらの行動を揶揄して前者をエコノ、後者をヒューマンと呼ぶこともあります。従来、エコノを前提として食品の購買行動は分析されてきましたが、近年、心理学の研究成果を導入し、ヒューマンの行動を分析する理論やモデルの開発がなされてきています。

## 食品リスクと購買行動

われわれの購買行動が理に適わなくなるのは、食品にリスクを感じ、不安が喚起されて特定の食品の購入を忌避する行動の場合に多く見られます(あるいは逆)。1990年代の後半以降、頻発した食品リスクに関わる事件が背後にあります。リスク(危険)、不安の対義語は安全、安心ですが、その境界線は曖昧です。また、リスクは客観的評価、不安は主観的評価とされますが、消費者は区別をしている訳ではないし、リスクを正しく認識すること自体不可能に近いことです。なぜならば、リスク

は確率で評価され、確率を正確に認識することは困難だからです。リスクを過大評価あるいは過小評価として認識し、購買行動が歪み、社会的な不安定さを招くことにもなります。

## 食品不安と購買行動

東電福島第一原発事故の放射能汚染による、消費者の福島県産農畜産物の購買拒否行動、風評被害が生じ、現在も続いています。放射能汚染に関して、消費者はリスクを正しく判断することができず、様々な情報によって不安が喚起せられ、忌避行動は生じたと考えられます。行政機関の安全宣言も信じようとはしませんでした。どのように分析し、対策へのインプリケーションができるのか。購買行動を情報処理過程として捉える意思決定モデルに不安喚起モデルを組み合わせた要因モデル設定とし、不安要因が購買行動に与える影響を分析することにしました(図1)。住民アンケートとその結果を統計解析によって検証し、情報と情報源の信頼がキー要因となっていることを見出しました。ヒトの意思決定の歪みはヒューリスティックスと呼ばれますが、ヒューマンの食品への購買行動を説明できると考え、国産農産物への安全志向、健康食品への過敏さ、認証情報の優位性評価などに応用できるモデルと解析について検討を進めています。

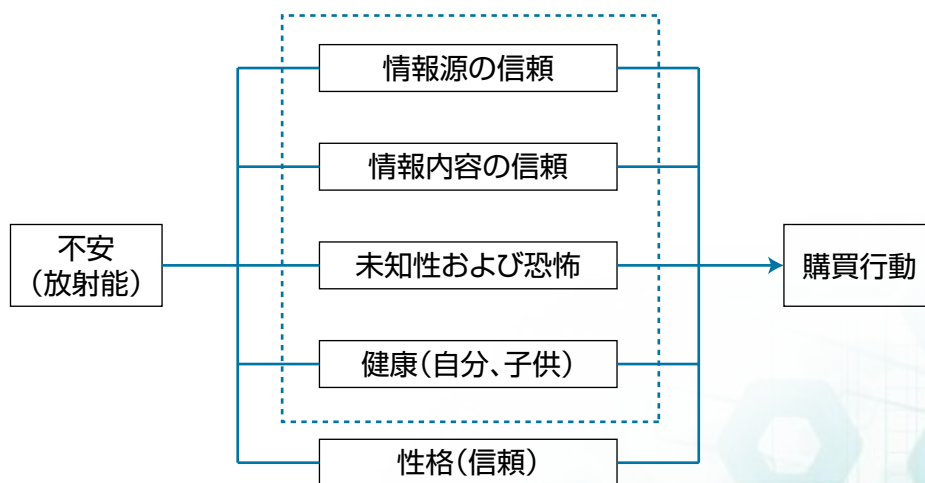


図1：不安要素の購買モデル



## 人間存在の相対化 vs 人間らしさの鑑賞

一般教育 英語第Ⅲ研究室 下永 裕基



下永 裕基

社会や家族といったまとまりを構成する個々の人間を、英語ではindividual(個人)といいます。語源的にみると「それ以上分割する(divide)ことのできない存在単位」の意味であることは容易に想像できます。この語が「個人」を意味する名詞として使われるのは17世紀以降のことです。

「分割できない」という意味のギリシア語を語源とするatom(原子)が、「素粒子」というさらにミクロのレベルで論じられるようになったように、今や「個人」という存在も、DNAというレベルで解体され、血痕や毛髪、皮膚の断片などから個人が特定できる時代になりました。

人間をその構成要素から見分けるという発想自体は、歴史上なにも珍しくありません。紀元前5~4世紀、古代ギリシアのヒポクラテスは「四体液説」を主張し、人体を流れる四種類の体液の配合(バランス)によって、人間の健康や気性が決定されると考えました。そしてヨーロッパの医学だけでなく、日常的な人間理解にも、この考え方に支配されました。イギリスでいえば近代初頭のシェイクスピア(1564~1616)の作品にも、その影響が見られます。今、その名残があるとすれば、我々のよく知る「メランコリー」(melancholy、憂鬱)という語の原義が、四体液の一つ「黒胆汁」のことです(melan-が「黒」を意味し、皮膚を黒くするメラニン“melanin”の名の構成要素)。英語のsanguine「快活な」も四体液説と関連し、血液を意味するラテン語に由来しています。血液は元気の源であるのは、ヨーロッパだけでなく日本でも同じで、「血の気の多い若者」という表現はすでに江戸時代後期の文献にみることができます。

しかしDNAレベルでの人間の「解体」は、それまでの人間に対する見方を根底から覆す、革命的なものでした。ヒトゲノム解析では、ヒトのゲノムが他の動物のゲノム

と異なる部分はさほど多くないというのです。その発見は、もっと大きな衝撃をもって迎えられてもおかしくなかったはずですが、現代世界は意外にも冷静にこの事実を受け止めています。それほどまでに、人間という存在は自然界において相対化が進んでいたということでしょう。人間が人間である特徴としての「言語」さえも、人類特有の恵み(gift)としてでなく、一種の本能もしくは生物学的適応として相対化する見方が、認知心理学の領域から提唱されているほどです。

しかしそれでも、あらためて人間という存在を不思議に思うことがあります。なぜなら、どこまで解体を続けていっても、文化を生み出した原動力—たとえばモーツァルトの音楽の生成源、食料の長期保存法を見抜く力の源泉、岡本太郎の造形の由来、あるいは、形は違えど世界の人類に普遍的にみられる超自然的存在についての思考を産み出す根源—が見つかる兆しがどこにもなさそうだからです。研究に疲れた心身は、こうした文化によって癒されていきます。人間の由来の秘密は分析(analysis)によって得られても、最終的な人間らしさ・人間の魅力は総合(synthesis)の中にしか見出せないのでしょうか。



16世紀半ばのイングランドの写本には、左から choleric(胆汁質)、sanguine(血液質)、phlegmatic(粘液質)、melancholy(黒胆汁質)の四種の人間が描かれている。

(米国イェール大学 Harvey Cushing/John Hay Whitney Medical Library 所蔵)



# 医農工連携を支える ブタの研究

生命科学科 発生工学研究室 長嶋 比呂志



長嶋 比呂志

医学研究における、トランスレーショナルリサーチ(橋渡し研究)の重要性が強く認識されるようになって久しい。基礎研究の成果を臨床応用に結びつけるためには、動物実験を主体とする、緻密な前臨床的研究が不可欠との認識である。そのような研究では、ブタが実験動物として用いられる機会が増えている。ブタの生理学的・解剖学的特徴にはヒトとの類似点が多く、そのため、ブタを用いた実験からは人への外挿性の高い知見が得られやすいというのが、その理由である。

本学のバイオリソース研究国際インスティテュート(MUIIBR)は、クローンブタや遺伝子改変ブタをプラットフォームとするトランスレーショナルリサーチ拠点である。MUIIBRと同様な研究組織として、ミュンヘン大学(ドイツ)のLAFUGA、ミズーリ大学(アメリカ)のNSRRC、ノースカロライナ州立大学(アメリカ)のCCMTRが著名である。これらの4組織は、共同研究や人的交流などの連携を深めており、2013年11月10日には本学黒川農場で合同シンポジウムを開催した。特にLAFUGAには、本学卒業生(2007年度博士後期課程修了)が博士研究員として赴任し、本学のクローンブタ作出技術を移転した。その後、両者の共同研究は年々活発化し、近年では毎年数編の共著論文を発表するまでになっている。これは、本学の研究成果を基盤とする、国際共同研究の成功事例であろう。

MUIIBRを拠点とする国内の共同研究も活発である。バイオセラミクスを用いた骨再生(理工学部相澤守教授)や靱帯移植後の修復機構(慶応大学整形外科)に関する研究では、ブタを用いた実験から独創的な成果が得られている。他にも、臓器移植や再生、難治性疾患モデル、生殖医療に関する共同研究において、クローンブタや遺伝子改変ブタ(写真1)などの高付加価値ブタが重要な役割を果たしている。

このように本来食肉生産用の家畜であるブタが、大型実験動物として医農工連携を支え、同時に本学発の研究成果の応用に重要な役割を担っているのである。



写真1: 哺育期の遺伝子改変ブタ



キャンパスを  
食べる

第12回  
スベリヒコ

2013年9月23日 元木悟准教授撮影  
生田キャンパス南園にて雑草防除直後のため、見つけるのに苦労された

真夏における畑の雑草取りは非常につらいものだ。土の表面がどれだけ乾いていようが、多肉質にもかかわらず一際瑞々しく、たくましく育つ雑草がある。スベリヒコである。不思議なことにこの雑草は畑では簡単に見つけられるものの、畑以外の場所で見つけるのは困難である。時折、比較的新しく植栽された街路樹の根元などで見る程度である。石灰などで土が中性近くになっていることが発芽や生育の条件になっているのかもしれない。

食べられる雑草に興味を持ったことのある人は、山形県ではこのスベリヒコは「ひょう」として親しまれている野菜であるということを知っているだろう。実は、沖縄県でも園芸品種のハナスベリヒコとともにニンブツガとして、店頭で売られ食されている。

山形県では新鮮なものは茹でて辛子醤油で、干したものは戻して打ち豆、油揚げ、ニンジンなどと煮て正月料理として食べるという。一方、沖縄では茹でて酢味噌和えにして食べるらしい。数年前にお腹を空かせた研究室の学生と茹でてお浸しで食べてみたことがある。なんとなくホウレンソウを思い起こさせる様子だったが、味は全く異なっていた。酸っぱいのだ。ホウレンソウにはシュウ酸が多く炒める時でもシュウ酸を減らすために下茹でする。それが足りない歯が軋む何とも言えない食感がするが、スベリヒコにはこの歯触りに加えて独特なめりもあった。調べてみると細胞内の液胞には酸っぱいリンゴ酸を貯めているらしい。また、シュウ酸を多く含む植物の一つでもあった。強い個性がある野菜?だけに、自分の味覚にマッチすればやめられなくなるのかもしれない。来年はスベリヒコを食べる地域での食べ方で食べてみることにしよう。(荒谷 博)

## バイオの散歩道

第12号  
Winter 2014

### 編集後記

農水省、外務省、国連機関での25年間に渡る勤務を経て、今年度から本学に赴任しました。これまでの公務でも、専門的な内容を分かり易く伝えることに腐心してきましたが、編集委員を拝命し赴任早々同じ課題に直面することになりました。大学での研究も日々進歩を遂げており、そうした内容を専門家でない方々に発信するのはかなりの難題ですが、微力ながらお役に立てればと思っています。読者各位のご感想をお寄せ頂ければ幸いです。(第12号編集担当: 作山 巧)