

バイオの散歩道

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。

目次

— 英国のパブで考える「パブリック」 —
小田切 徳美

研究のフロンティア1
水は命の根源、
その公平な配分が問われています
小島 信彦

研究のフロンティア2
蛍光基質の合成と
酵素活性測定法への応用
杉山 民二

研究のフロンティア3
生体機能を維持するメカニズムを、
受容体研究を通して探る
戸村 秀明

研究のフロンティア4
日本農業の規模拡大の可能性
— TPP参加議論によせて —
橋口 卓也

バイオの目
少し速く「歩く」ということ
加納 明彦

バイオの電波塔
タイ王国イネ科学センターとの共同研究
登尾 浩助

連載／キャンパスを食べる 第10回
ヤナギマツタケ
荒谷 博

英国のパブで考える「パブリック」

食料環境政策学科 地域ガバナンス論研究室 小田切 徳美



小田切 徳美

英国ではパブが日常に溶け込んでおり、小さな村のパブにも人々が集っている。このパブは、実は「パブリック・ハウス」の省略型である。社交場や宿泊場所等、地域コミュニティの拠点としての役割を古くから持ち、現在では酒場のみ残されたのであろう。

そして、人々はそので「エール」と呼ばれるビールを楽しんでいる。ビールにはラガーとエールがあり、前者は日本人が通常飲む冷たいビールである。それに対して、エールは常温で飲み、比較的長い時間、会話を弾ませながら、チビリチビリと飲み進める場面に適している。そして、英国人はこのエールをこよなく愛し、多くの人々が好みのローカル・ブランドを持つ。

実は、それを守るための特筆すべき歴史がある。1970年代初頭から始まった「キャンペーン・フォー・リアル・エール」という消費者運動である。当時のパブは、巨大ビールメーカーに系列化され、エールは大量生産に適した新しい製法でメーカーから提供され始めていた。人々はビールをめぐるこの状況を苦々しく思っていた。そのため、この運動は加熱処理をせず樽で熟成させた「英国の本物のエールを守ろう」というスローガンを掲げた。これ

が、パブ愛好家に急速に拡がったのである。その後ほとんどのパブが、各地の特徴的なエールを揃え、店員もその知識を競うようになり、今に至っている。この運動を英国人は「欧州で最も成功した消費者運動」と自称する。

英国ではパブのビールをこうして守ってきた。それは、パブが単なる酒場でなく、「パブリック・ハウス」であることと無関係ではないように思われる。「パブリック」(公)という言葉には、日本語では「官」や「お上」のニュアンスがつかまとう。しかし、英語ではその意味はごく限定的であり、「皆で利用する」という意味が強い。みんなで利用する場所だからこそ、その中心となるものは、皆で愛するものでなくてはならない。人々はそれを守り、磨き、育てるという責任を負っている。英国のパブは「パブリック・ハウス」にふさわしい歴史と実態を持っているのである。

わが国でも、農産物や農山村地域は政策以前に「パブリック」によって守られなければならない。そこに、わが国の農業・農山村再生の鍵があることを、「パブ」とビールの歴史は教えてくれている。在外研究の英国で学んだ大きな成果である。



写真1: 「エール」を多角部門として作る農場(英国ニューカッスル郊外)



写真2: 地域のパブを兼ねる農場内の試飲コーナー(英国ニューカッスル郊外)

研究のフロンティア1

水は命の根源、 その公平な配分が問われています

農学科 水資源学研究室 小島 信彦



小島 信彦

水確保は誰の仕事？

われわれの日常生活では忘れていますが、写真1のように生活用水の確保のために多大な労働力を強いられている女性たちが今もたくさんいます。増加していく人口を支えるための食糧生産にも水が必要です。水はいくらでも必要ですが有限です。そして、今、生きるための水と農業や工業などの用水との競合が起きています。地球温暖化により水資源の供給源である降水の分布や降り方も変化します。筆者は2012年の4月下旬より5か月余り南アフリカで研究する機会を得ましたが、われわれ、研究者・技術者は一体何ができるのか、を考えさせられました。



写真1：水の運搬（レソト王国(アフリカ)）
水の運搬は伝統的に女性の仕事である

オフ・ストリーム・ダムとは

従来型の河川本流にダムを建設することによる水資源開発は、環境面だけでなく、堆砂による貯水池容量の減少の問題からも適切ではありません。そこで筆者は、河川本流外に貯水池を設け、不足する水は周囲の河川より水の多いときに取水して貯水量を増強する、溪流取水工(群)とオフ・ストリーム・ダムとからなる利水システムならびにそれに適した水理構造物について研究してきました。この利水システムは日本のように地形に勾配があり重力で導水できる地域では十分に機能していることが明らかになっています。一方、比較的平坦な土地では、ダムへの導水にポンプが必要となり、管理の手間も増え必要なエネルギーも多くなります。写真2はオフ・ストリーム・ダムへ取水するポンプ場ですが、土砂堆積により恵みの雨期にも取水できませんでした。この地域では導水路にも土砂が堆積

しており、土砂管理も考慮に入れたシステムの開発を目指していきたいと考えています。



写真2：Tienfonteinポンプ場(南アフリカ)
土砂の堆積によりポンプが稼働できずダムへの導水ができない

大規模灌漑から雨水の有効利用へ

水の確保と水の使い方は車の両輪です。灌漑を導入すると生産性が向上し、多様な作物も作ることができるようになりますが、今のままでは、灌漑水はいくらあっても足りません。図1は雨水の有効利用の一例です。幅2mの裸地(no-till)に降った雨は裸地を流下(runoff)して、下流の溝(basin)に貯められ、その水を作物が利用します。また、降雨時の土壤浸食や貯留水の地下浸透を防ぐために被覆(mulch)が使われています。大規模な開発の必要がないことも利点の一つです。あくまでも雨水が主役ですが、安定した生産のためには少しの手助けも、すなわち小規模な灌漑施設も必要です。そこで維持管理が容易で安価な施設の開発について共同研究をスタートさせるべく計画を作成しているところです。

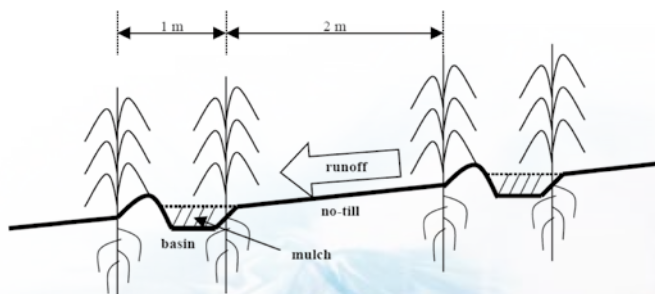


図1：雨水利用の灌漑方法(Water harvesting)の一例
S. Walker and M. Tsubo: Crop Models as Tools to Simulate In-Field Water Harvesting under Different Soil Scenarios(引用)

蛍光基質の合成と 酵素活性測定法への応用

農芸化学科 生物機能化学研究室 杉山 民二



杉山 民二

サイトカイニン(CK)は、植物の生育ステージで生理作用を発現し、成長と分化を調節している植物ホルモンです。細胞内CKレベルはサイトカイニンオキシダーゼ(CKX)による不可逆的な分解により調節されています。CK化合物は、*N*⁶イソペンテニルアデニン(iP)型とアデニン骨格を持たないウレイド型があります。ウレイド型CKは、CKXを阻害することで多様なCK活性を発現することが知られています。特に、果実の着果や肥大促進、花振り防止作用などの実用的作用が確認されています。研究室では、CKXを阻害する置換アデニン型化合物を合成し、新奇なCK様活性を持つ化合物の開発を進めています。

CKXインヒビターの合成

CKXによるアデニン型CKの分解は、*N*⁶位のメチレン基水素の引抜きから始まります。CKXの作用部位のメチレン基を-NH-基に替えたhydrazinopurine誘導体(H-1とH-2)をCKX阻害候補化合物として合成しました。図1に示すように、酵素反応によるiP(基質)の分解率をcontrol(cont.)で示しました。この反応系にH-1、H-2および植物調節剤であるチジアズロン(TDZ)を40 μM 添加して、CKX阻害活性を評価しました。合成したH-1およびH-2は、TDZと同程度のCKX阻害活性を持つことが確認されました。さらに、この阻害様式は、速度論的解析により、非拮抗的阻害であることを明らかにしました。

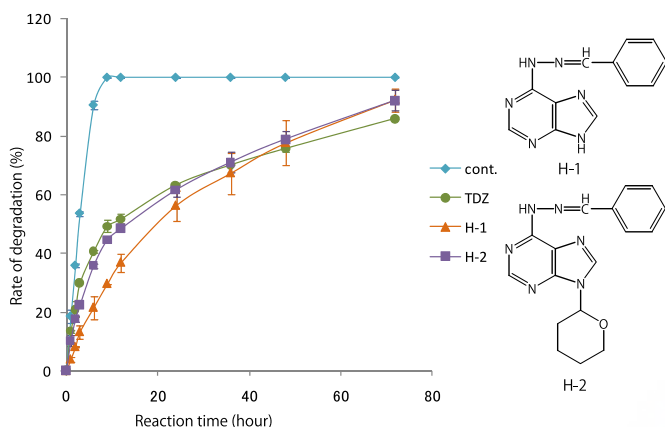


図1：基質(iP)の酵素分解に対する阻害剤の効果

CKX阻害にヒドラゾン部分が関与していることが考えられました。*Amaranthus* betacyanin検定法では、 10^{-4} Mで弱いCK活性が検出されましたが、両化合物には、TDZが持つ特異なベチュニアの花弁面積拡大作用は観察されませんでした。さらに、このhydrazinopurine部分を1,2,4-triazolo[3,4-i]purine誘導体に変換することを試んでいます。

蛍光標識基質の合成

CKX活性は、サツマイモ形質転換細胞から抽出し、硫酸分画により調製した粗酵素標品を用いて、反応後に一定量添加した内部標準物質と基質のピーク面積比をHPLCクロマトグラムにより求める内部標準法により算出しました。一方、CKXによるアデニン型CK類の分解性について調べました。その過程で図2に示すようにエテノアデニン(ϵ Ade)誘導体(substrate)がCKXにより側鎖が切断・除去されることを確認しました。この ϵ Ade分子は、強い蛍光を持つ化合物としても知られています。放射性基質 [³H]iPに代るCKX活性測定用の新規蛍光基質が開発できました。図2には、CKXによる蛍光基質の分解反応も示しました。この ϵ Ade誘導体を基質として用いることで、CKX活性の蛍光測定法の開発の展望が得られたと考えています。

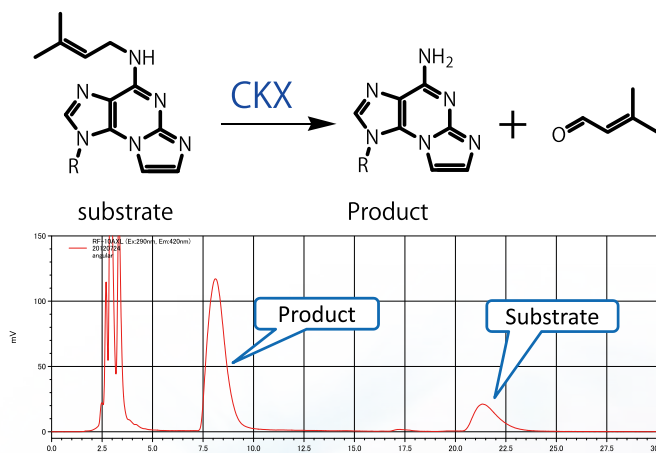


図2：酵素(CKX)による基質分解産物の蛍光検出

研究のフロンティア3

生体機能を維持するメカニズムを、 受容体研究を通して探る

生命科学科 細胞情報制御学研究室 戸村 秀明



戸村 秀明

私たちの体は、約60兆個の細胞からなっています。この多細胞からなる体の機能を維持するためには、外界からの刺激に適切に反応しかつ、体内の恒常性を保つシステムが必要不可欠です。すなわち神経系、免疫系、内分泌系に代表される情報ネットワークがスムーズに稼働する必要があります。そのためにヒトを含む動物は、外界からの刺激や体内の状態を感知する受容体システムを発達させてきました。

Gタンパク質共役型受容体(GPCR)

受容体は、核内受容体と細胞膜受容体に大別されます。このうち細胞膜受容体は、Gタンパク質共役型受容体(GPCR)、チロシンキナーゼ受容体、セリン・スレオニンキナーゼ受容体、グアニル酸シクラーゼ受容体、イオンチャネル型受容体など、多岐にわたっています。私たちはこのなかでGPCRを介したシステムの研究を行っています。

GPCRは酵母からヒトまで保存されており、(1)7回膜を貫通する、(2)三量体Gタンパク質を介して細胞内にシグナルを伝達するという特徴を有しています。この受容体は、ヒトでは約1000種類ほど存在すると言われ、受容体の中で最大のファミリーを形成しています。GPCRは、光・におい・味などの外界からの刺激のほか、体内では各種ホルモンやオータコイドなど、多種多様な刺激を受けとることができます。また各受容体は、ある特定の刺激にのみ反応します。そのため現在、GPCRは多くの臨床薬のターゲットとなっています。GPCR研究の重要性は、この分野の研究を先導してきたロバート・レフコビッツ博士、ブライアン・コビルカ博士に、2012年のノーベル化学賞が授与されたことからもうかがえます。

pH感知性GPCR

私たちはGPCRのうち、細胞外pHを感知して活性化するGPCR(pH感知性GPCR)の研究を主に行っています。このGPCRは外液の酸性化に伴って活性化するユニークなものです。写真1は、当研究室の学生が細胞内カルシウム測定装置を使用して、このGPCRの活性化を調べているところです。その実験結果の一例を図1に示します。このGPCRの一種を発現させた細胞に、塩酸の刺激を与えるとGPCRが活性化し、一過性の細胞内カルシウム濃度の上昇がおこることがわかります。

このGPCRが生体でどのような働きをしているのかは、まだよくわかっていません。血管、骨、肺や腎臓など、pH変化に应答する組織・器官では、pHを感じることで積極的に自らの機能を調節しているものと思われます。また虚血、炎症、がん部位では、解糖系の亢進に伴い局所的にpHが低下するため、酸性化がこれらの進展や調節に関わっているものと予想されます。このGPCRが生体でどのような働きをしているのかを、探ってゆきたいと考えています。

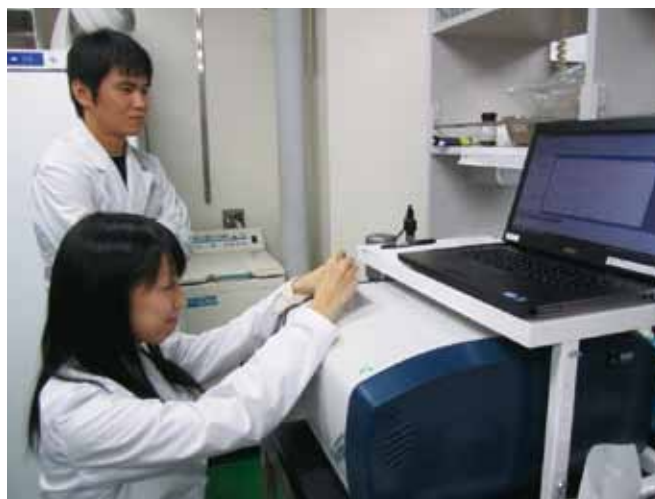


写真1：カルシウム測定装置を使用したpH感知性GPCRの解析風景

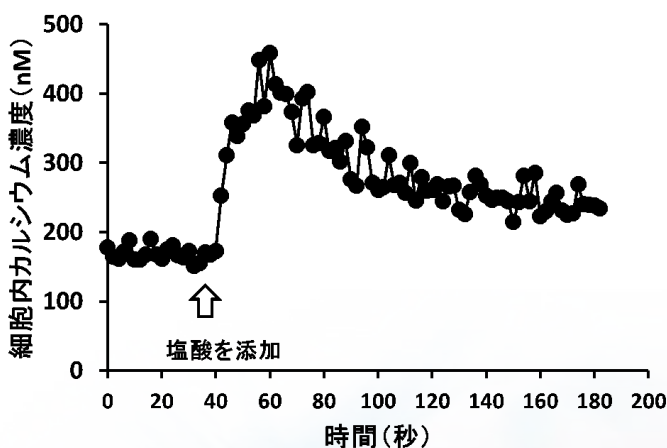


図1：写真1の装置で解析した結果の例

研究のフロンティア4

日本農業の規模拡大の可能性 - TPP参加議論によせて



橋口 卓也

食料環境政策学科 農業政策論研究室 橋口 卓也

本稿執筆時、おりしも総選挙の最中ですが、争点の一つがTPP(環太平洋戦略的経済連携協定)への参加問題と云ってよいでしょう。そして同協定をめぐって、日本農業の行方が焦点の一つとなっています。例外なき関税撤廃によって安い外国産農産物が今以上に流入し、壊滅的な打撃を受けるとする反対派に対して、賛成派の中には、むしろTPPに参加した方が、規模拡大が促され日本農業にプラスになると主張する論者もいます。

本稿では、TPPをめぐる議論から派生した日本農業における規模拡大の可能性について、2010年農業センサスの結果を元に考察してみたいと思います。

TPP参加問題が急浮上したのは、2010年10月、当時の菅首相が「日本はまた再び大きく国を開く」あるいは「第3の開国」という言葉を使って、意欲を表明してからです。これに対応した11月上旬の閣議決定「包括的経済連携に関する基本方針」では、「高いレベルの経済連携の推進と我が国の食料自給率の向上や国内農業・農村の振興とを両立させ、持続可能な力強い農業を育てるための対策を講じる」と記され、さらに同月末には具体策を検討するため、「食と農林漁業の再生推進本部」が設置されました。

その後の東日本大震災を経て、一旦TPPの議論は棚上げのような形になりましたが、2011年10月には、「我が国の食と農林漁業の再生のための基本方針・行動計画」が決定され、「平地で20~30ha、中山間地域で10~20haの規模の農業経営が大宗を占める構造を目指す」ことが盛り込まれました。「中山間地域」とは地形的に傾斜地が多いなど条件が悪い地域と想定していただければよいでしょう。また、「大宗」とは、概ね8割程度と理解されています。

表1によれば、全国約363万ha(1ha=1万㎡)の農地を約168万の農業経営体が耕作しています。すなわち平均規模は約2.2haです。ただし、北海道を見ると平均は22.9haであり、既に政府が目指す姿が実現しているとも言えます。つまり、問題となるのは北海道を除く都府県についてです。都府県の農地面積は約256万haに対し農業経営体数は約163万で平均は約1.6haであり、20haもの規模とは大きな隔たりがあるように見えます。しかし重要なのは、20ha規模の経営体で全農地の8割を耕作する場合、どのぐらいの数が必要なのか、そしてその

数の農業経営体が、現在どのような規模に到達しているのかという視点です。

	総経営耕地面積 (ha)	農業経営体数	平均経営耕地面積 (ha)
全国	3,631,585	1,679,084	2.2
北海道	1,068,251	46,549	22.9
都府県	2,563,335	1,632,535	1.6

2010年農業センサス結果より作成

表1: 総経営耕地面積と平均経営耕地面積

現在の都府県の農地面積の8割(2,050,668ha)を20haの経営体でカバーする場合、約10万2500で間に合うこととなります。仮に現在の規模が大きい順に規模拡大を果たすと、上から10万2500番目の農業経営体とは、どのぐらいの規模なのでしょう。

表2によって、経営面積規模別の農業経営体数を見ると、都府県の過半数が1ha未満だということが分かります。一方、「累積農業経営体数」で10万2500に近い数値を探すと、4ha以上の「98,119」が目にとまります。つまり日本の農地の8割を20haの農業経営体でカバーするには、現在の約4ha弱規模の経営体が5倍強の規模になる必要があると言えます。この実現可能性をどのように見るのかによって、TPPに対する評価も変わってくるのかもしれませんが。

経営耕地面積規模	農業経営体数	割合 (%)	経営耕地面積規模	累積農業経営体数	累積割合 (%)
1ha未満	927,951	56.8	全て	1,632,535	100.0
1~2ha	414,449	25.4	1ha以上	704,584	43.2
2~3ha	135,317	8.3	2ha以上	290,135	17.8
3~4ha	56,699	3.5	3ha以上	154,818	9.5
4~5ha	30,311	1.9	4ha以上	98,119	6.0
5~10ha	45,543	2.8	5ha以上	67,808	4.2
10~20ha	14,295	0.9	10ha以上	22,265	1.4
20ha以上	7,970	0.5	20ha以上	7,970	0.5

2010年農業センサス結果より作成

表2: 経営面積規模別の農業経営体数



少し速く「歩く」ということ

一般教育 保健体育第II研究室 加納 明彦



加納 明彦

「散歩道」とくれば「歩く」です。健康に対する意識が高まっている今日、「歩く」という運動は手軽にできる健康管理の手段として多くの人に利用されています。「歩く」ことの利点としては、一人で時間や場所を選ばずできることや、のんびりとした「散歩」から競技スポーツとしての「競歩」までと、その運動強度を自由に変えられる事などが挙げられます。そこで今回は健康を目的とした場合、どのくらいの速さで歩いたら良いのかを、消費エネルギー量や期待できる身体への効果からお話したいと思います。

運動時の消費エネルギー量(E)を簡便的に算出する方法として以下の式が用いられています。

$$E(\text{kcal}) = \text{METs} \times \text{体重}(\text{kg}) \times \text{運動時間}(\text{h}) \times 1.05$$

ここでMETsとは身体活動の強度を表す単位で、運動によるエネルギー消費量が安静時の何倍にあたるのかを示すものです。歩く速さが速い程、METs値も大きくなります。

そこで被験者A(42歳男性、体重70kg)に6種類の異なる速度でそれぞれ30分間歩いてもらい、その時の消費エネルギー量や平均心拍数を求めてみました(表1)。

歩行の種類*	歩行速度*(m/分)	METs*	E(Kcal)	平均心拍数(拍/分)
ゆっくりとした歩行	54	2.5	92	92
普通歩行(犬を連れて)	67	3.0	110	95
歩行(通勤時等)	81	3.3	121	100
やや速歩	94	3.8	140	110
速歩	100	4.0	147	119
かなり速歩	107	5.0	184	127

*「健康づくりのための運動指針2006」(厚生労働省)より抜粋

表1: 各歩行における歩行速度、METs値および被験者Aの30分間歩行時のエネルギー消費量(E)と平均心拍数

運動による消費エネルギー量は努力感に反して意外に少なく、ごはん1膳軽盛(168kcal)を消費できるのは「かなり速歩」のみでした。ではこれらの運動は被験者Aにとってどの様に役立つのでしょうか。それを知る1つの手掛かりとして心拍数があります。一般的に最大心拍数の60~70%のゾーンでは体脂肪燃焼の効率が良く、70~85%のゾーンでは体力増強・運動能力向上が見込めます。この最大心拍数を正確に知るためには実験室レベルでの大掛かりな測定が必要です。そこで簡易的に最大心拍数を求めるために下式を用います。

$$\text{最大心拍数(拍/分)} = 220 - \text{年齢}$$

そこで被験者Aの各歩行速度における平均心拍数の最大心拍数に対する割合を求めてみました(図1)。

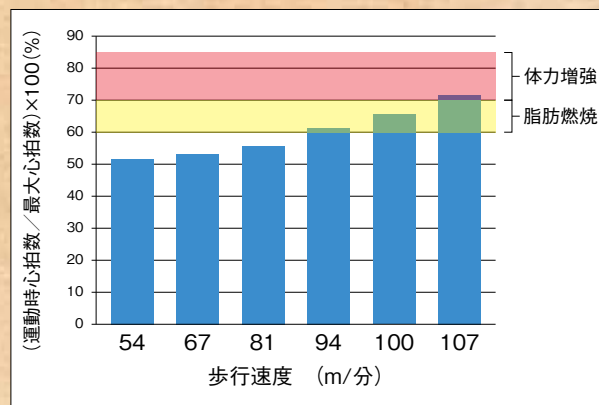


図1: 被験者Aにおける各歩行速度での最大心拍数に対する運動時心拍数の割合

被験者Aの場合、主観的に「ややきつい」と感じられる「やや速歩」や「速歩」で歩くとも効率良く脂肪が燃焼され、主観的に「きつい」と感じられる「かなり速歩」では体力増強が期待できるといふ事になります。

いつもよりしっかりと腕を振りながら、少し速めに歩いてみて下さい。目標運動時間は30分。もちろんそれ以上でも。ただし、これから始める方はくれぐれも無理せず、徐々に時間を伸ばして行くようにしましょう。「継続」が少しずつあなたの体脂肪を健康や体力に変えてくれるはずですよ。



タイ王国イネ科学センターとの 共同研究

農学科 土地資源学研究室 登尾 浩助



登尾 浩助

水田からの温室効果ガス発生を抑制する為の科研費を獲得して、北海道、神奈川、九州、タイ王国の水田からどの程度の温室効果ガスが発生しているのかを把握する研究を2006年から始めた。発生量抑制に向けた管理法の提案が最終的な目的であったが、そもそもモンスーンアジアの冷温帯から熱帯に広く分布する水田では、温室効果ガスの発生量は変化するのだろうかという疑問に答える為の研究でもあった。

農学科の今井勝教授にJICAの専門家を紹介してもらい、この専門家にタイ王国科学技術庁国立遺伝子工学・バイオテクノロジーセンターとカセサート大学が共同で設立したイネ科学センター(写真1)の研究者のメールアドレスを教えてくださいました。直ぐにメールを出して、研究者と面会の約束をした。

イネ科学センターでは、分子遺伝学を使ってイネの品種改良を行っており、我々の環境関連の研究とは全く分野が異なりました。ところが、タイ王国水田における温室効果ガスの発生抑制に寄与できるような新品種イネを開発したいということで、あっさり共同研究の了解が得られた。それ以来、イネ科学センターには圃場と測定機器の管理・保守・点検、空港から大学までの送迎にいたるまで、長きに渡って共同研究を支えてもらっている。

この共同研究が縁で、2011年度には明治大学農学部とカセサート大学カンベンセン校農学部との学部間交流協定が締結され、また2012年度には明治大学大学院農学研究科とタイ王国国立遺伝子工学・バイオテクノロジーセンターとの研究交流協定が締結されることになった。

共同研究を始めた2007年当時は、写真1のイネ科学センター建物の右側一階部分に本田技研工業の研究所が入居していて、日本人研究者が常駐してイネの研究をしていた。更に、キャンパス内に実験圃場と研究施設を保有していた。本田技研工業の撤退に伴って、これらの圃場と施設は、現在、イネ科学センターが使っている。



写真1：カセサート大学カンベンセン校キャンパス内のイネ科学センター



第10回
ヤナギマツタケ

ヤナギマツタケはその名前からも魅力的なキノコと感じる人が多いであろう。春と秋にヤナギやモミジの切り株や生きた木の根元に株状になって発生する。量的に採れることはあまりないが、街路樹等街中で採れる。このキノコはマツタケや他のマツタケと名のつくキノコとは種が大きくかけ離れている。菌根菌ではなく木材不腐菌であるので、人工栽培法は確立されていると聞くと店頭で見たことはない。毒キノコが多く含まれるテングタケ科のキノコに特徴的なはっきりとしたツバがあることや、傘が開いた時点でヒダが褐色になっているので今一つおいしそうには見えないが、身近なところでも発生しているので、見つけたらぜひ食べてみてもらいたい。実際に手に取ってみると、栽培キノコでは感じる感じができない、独特なしっとりとした傘の感触に食指が動くはずだ。

ヤナギマツタケにはマツタケの香りは全くない。多くのキノコは生の状態ではキノコらしい香りはあまりしないが、このキノコは強いキノコ臭がする。では、なぜ「マツタケ」という名称がついているのか疑問に思うであろう。これは食べればすぐにわかる。傘の食感は異なるが、柄の歯切れ感が良くマツタケそっくりである。炒め物にして食べるとおいしい。

生田キャンパス内で確認できている発生箇所はたった一か所だが、毎年必ず発生している。今年の株は小さく写真にあるように2本しかなかった。昨年も、今年もキノコ類はあまり発生状況が良くなかった。来年に期待しよう。(荒谷 博)

バイオの散歩道

第10号
Winter 2013

編集後記

【バイオの散歩道】創刊号から関わってきた委員の最後の一人となっておりますが、このたび第10号という節目でようやく「卒業」することになりました。初代委員長の小田切委員長の時とは表紙の体裁から色づかい、ページ数まで、毎回議論してつくり上げてきましたが、今はすっかりフォーマットも回って、内容の充実に注力できる環境になったように思います。末長くみなさまに愛される学部広報誌となることを祈っております。(編集委員 菅野博真)