

JIRCAS

ISSN 2434 - 1886

広報 JIRCAS

Vol.7

2021 Feb.



イネいもち病研究ネットワーク

病気に強い大豆をつくる

田んぼから温室効果ガスを
減らすには

東・東南アジア地域の農産品から
機能性食品の開発をめざす

国際農研(国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター)
Japan International Research Center for Agricultural Sciences



大豆の病気の発生調査(ボリビア)

③ 国際的な研究ネットワークで社会貢献を目指す

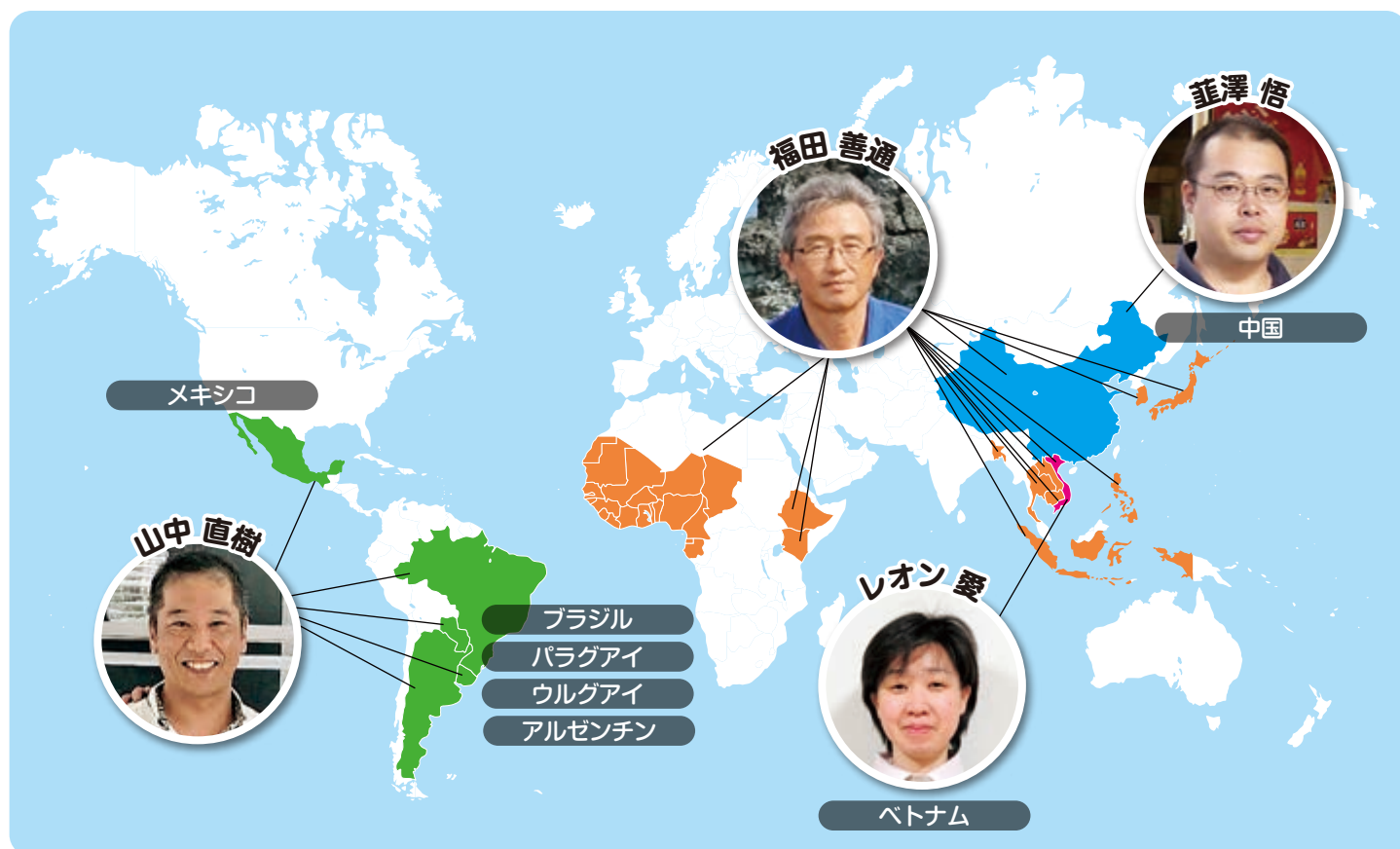
イネいもち病研究ネットワーク 福田 善通

国際農研の研究活動紹介

④ 病気に強い大豆をつくる 山中 直樹

⑧ 田んぼから温室効果ガスを減らすには レオン 愛

⑫ 東・東南アジア地域の農産品から機能性食品の開発をめざす 荻澤 悟



国際的な研究ネットワークで社会貢献を目指す

イネいもち病研究ネットワーク



いもち病検定ほ場における感受性品種の罹病（インドネシア スマトラ島 タマンボゴ試験場）

国際農研は、開発途上地域の研究者や技術普及員と一緒に現場の問題を解決したり、解決に向けた支援をすることが一つの役割です。

イネのいもち病は、熱帯から温帯のイネが栽培されるすべての地域で発生し、最も被害が大きく怖い重要病害の一つです。1970 年以降、近代改良品種が広い面積で普及し、連続して栽培されるようになると、より顕著に発生が認められるようになりました。

いもち病は重要病害のため多くの基礎研究が行われ、いもち病菌の病原性遺伝子の同定・単離や分子生物学的な病原性の機構解明も進んできています。また、イネ品種側でも抵抗性遺伝子の抵抗性機構が解明されてきています。しかし、それらの研究結果を防除技術として農家へ提供していくためには、まだ長い時間がかかりそうです。

そこで、国際農研は 2006 年より、フィリピンの国際稲研究所（IRRI）などと協力しながら、イネいもち病を克服するための国際的なネットワーク研究を開始しました。この研究は、世界のいもち病菌レースの変異や分布、それに対応するイネ遺伝資源の抵抗性変異の解明、抵抗性や病原性を評価する基本的な研究手段である判別システムを開発して、安定的な抵抗性を示すイネ品種を育成し、防除技術につなげていくことを目標としています。

また、東南アジアや南アジア、あるいはアフリカの国立の農業研究機関や大学の研究者と共同で判別システムを開発しながら、若い研究者と防除技術を開発するために必要な材料、研究、アイデアなどを議論し、研究者の養成にも取り組んでおり、新たな技術を独立して開発していける人材の確保も目指しています。



ワークショップでの集合写真（国際農研 ほ場）

判別システムは単なる道具でしかありません。それを用いた育種材料の育成や病原菌レースの解明、それらを組み合わせた防除技術の開発に向けて、彼らが個性的な研究を推進することを期待しています。

熱帯・島嶼研究拠点 主任研究員

福田 善通

病気に強い大豆をつくる



山中 直樹

生物資源・利用領域
主任研究員

さび病研究国内スタッフと大豆新品種（JFNC 1）とともに（国際農研 ほ場）

大豆はどこから来るのか

納豆、豆腐、味噌、醤油、えだまめ、多くの食品の原料となる大豆を毎日口にしない人はいないでしょう。「いや、私は和食あんまり食べないんで。」という人も、フライドチキンやお菓子は召し上がるのでは？大豆の用途で最も多いのは植物油です。国内消費の7割以上がサラダ油の原料として使われます。大豆は家畜の飼料や食品添加物にも使用されているので、本当に大豆無しの食生活はありえません。けれども、大豆の国内自給率は1割にも満たない状態です。そのため、海外の大豆生産国の安定生産は、自給率の向上や

備蓄とともに国民生活に直結するととても重要なものなのです。そこで国際農研は、長きに渡り海外の大豆生産に関わる研究を続けています。では、それらの大豆はどこから来るのでしょうか？日本の大豆の輸入の7割はアメリカですが、世界の大豆の半分以上が南米3カ国ブラジル・アルゼンチン・パラグアイで生産され、国際市場で取引されています。私たちが大豆を安定して入手するためには、入手先を増やすことと、これら主要な生産国での生産性を良くすることが必要になります。



さび病研究国内スタッフと研究現場の一コマ
(国際農研 研究室)



温室での作業の様子 (パラグアイ)

ダイズさび病

南米の大豆生産では、干ばつ、病気、害虫などさまざまな問題があります。大豆がかかる病気のうち、南米で最も問題になっているのが「ダイズさび病」です。この病気は、主に大豆の葉にカビの一種が感染して枯れてしまうものです。黄褐色の胞子がたくさん付くと、まるで植物がサビてしまった様に見えるのでこの名前が付けました。葉を落として枯れてしまうと当然豆は出来なくなり

ますから、農家は薬を撒いて防ぎます。この殺菌剤の散布に、ブラジルでは毎年数百億円の費用がかかっているといわれています。さび病の病原菌は100年以上前に日本で発見されましたが、現在ではアジア・アフリカ・アメリカ大陸と世界中に広がっており、特に熱帯・亜熱帯地域で最も恐ろしい大豆の病気になっています。



ダイズさび病が大発生した大豆畑



さび病の国際研究グループ会合での記念撮影（ブラジル）

さび病に強い大豆の開発

殺菌剤は、大規模な作物栽培における病気の蔓延を防ぐために必要なものです。しかし、多くの殺菌剤を使用することは費用がかかり、環境にも好ましくはありません。たくさん使うことにより、

殺菌剤が効かないさび病菌も増えてきました。そこで国際農研は、国内の研究機関や南米ブラジル・パラグアイ・アルゼンチン・ウルグアイ・ボリビアや中米メキシコの研究機関とともに、さび病菌を

大豆畑から収集して調べ、それら現地のさび病菌に強い大豆の開発を行っています。

パラグアイでは日系セタパール農業試験場と2011年に共同開発を始め、ダイズさび病に弱い品種を改良し、さび病に強い品種 JFNC 1 と JFNC 2 の開発に成功しました（JFNC は両機関名に由来）。アルゼンチンやウルグアイでも、それぞれの国の機関と大豆品種の開発を行っており、近いうちにさび病に強い大豆品種がリリースされるでしょう。



パラグアイ Nikkei-Cetapar と共同開発したさび病抵抗性品種 JFNC1（パラグアイ）



現地研究所幹部へ研究の説明（パラグアイ IPTA）

チームワーク

国際農研がダイズさび病に関する研究を始めて、15 年が経ちました。さび病に強い品種をつくるだけでなく、さび病菌や大豆の抵抗性について多くの有用な知見が得られました。これらは国内研究スタッフがコツコツと緻密な研究を続けてきたことと、長きに渡り南米の研究者達と信頼関係を築いて一緒に研究に取り組んできたことが実を結んだ結果です。強い信頼関係を築くには、コミュニケーションが欠かせません。毎年南米の機関持ち回りで会議を開き、みんなが集まって問題の解決を図ります。また、南米の研究者を日本に招いて数か月研修を行ったり、逆にこちらから各機関に滞在して一緒に研究活動を行ったりしています。国際農研は、今後もこの盤石な国際研究チームでダイズさび病の克服に向けて活動していきます。



実験のレクチャー（パラグアイ IPTA）



国際会議での招待講演（パラグアイ）



現地の共同研究者と（ポリビア）

田んぼから温室効果ガスを減らすには

レオン 愛

社会科学領域
研究員

種まき前の田んぼの様子（ベトナム アンジャン省 チャウドック地区）

田んぼとメタンガス

皆さんがいつも食べるお米。実は、お米を作るのに地球温暖化の原因となる温室効果ガス（Greenhouse Gas、GHG）が排出されています。この量は、お米の作り方（肥料の量、田んぼに稲わらをいれるかどうかなど）によって変わりますが、半分以上が田んぼから発生するメタンガス（GHGの一つ）です。^{たんすい}湛水（田んぼに水を張ること）して酸素が少なくなると、土の中の微生物がメタンガスを作ります。メタンガスを削減するための一つの方法として、節水かんがい（Alternate Wetting and Drying、AWD）があります。AWDは、田んぼの土が乾くまで水を入れず、乾いたら水を入れる、これを繰り返すやり方です。乾燥すると土に酸素が行きわたり、メタンガスを作る

微生物の働きが抑えられます。AWDは、従来の水管理（常時湛水とよばれ、栽培期間中ずっと田んぼに水を入れておく）に比べ出てくるメタンガスを減らせることは、国際農研などによって多くの事例が報告されてきました。さらに、米の収量が増えるなど、AWDは農家にとってのメリットがあることも報告されています。

このように国際農研では、AWDなど農業からのGHG排出量を減らすためのいろいろな栽培技術の開発と実証に取り組んでいます。私は、これらの栽培技術が農家の利潤（総収益から費用を差し引いたもの）を増やせるかや環境に与える影響について調べています。ここでは、ベトナムでの水田農家の調査の様子をご紹介します。

ベトナムと米栽培

ベトナムは世界で第5番目の米の生産国。主な生産地は、南部のメコンデルタ地域です。暖かく雨が多いので、米は一年間に2～3回も作れます。しかし、海拔が低く平坦なので、気候変動によって海水面が上昇し、塩水がメコン川を遡上したり洪水、水不足など、農業への影響が心配されている地域です。このメコンデルタ地域にもAWDが導入され、普及が進んでいます。



市場にあるお米屋さん（ベトナム カントー市 タンアン市場）



ベトナムメコンデルタ地域（赤色）



調査地域の農村農業開発局とカントー大学のカウンターパートと調査の打ち合わせ（アンジャン省）

メコンデルタでの農家調査

農家調査は、英語で作成した質問票をもとに、ベトナムのカントー大学のスタッフにヒアリングをしていただきました。幹線道路までは大きな車で移動し、その先、道が狭く車が入れないところに来ると、現地のスタッフがバイクで調査員を一人ずつ農家まで運んでくれます。ちなみに私が見た限り、ベトナムではバイクは主要な移動手段で、バイクの大集団が道路を占領しています。皆、色とりどりのヘルメットとマスクをしています。信号が変わると一斉にバイクが大移動するのは日本と大きく異なる光景です。一台のバイクにお父さん、お母さんと小さな子供が乗っていたり、バイクいっぱいに荷物を運んでいる風景をよく目にします。

さて、冒頭の GHG 排出量の計算は、ライフ・

サイクル・アセスメントという方法を用いて行います。これは、種まきから収穫までに投入される肥料や農薬などの農業資材や、使用されるトラクターなどの農業機械の製造によって排出される GHG だけではなく、メタンなど栽培期間中に田んぼの土から出てくる GHG も全て足して計算する方法です。そのため、調査では、種まきから収穫までに投入される農業資材名や投入量、使用する機械の種類や稼働時間、ガソリンなど燃料の使用量について農家に尋ねます。また、利潤を計算するため、収量や農業資材の購入価格、機械のレンタル料などについても尋ねます。これまでに調査を行ってきた地域では、ほとんどの農家が機械をレンタルし、耕起、代かき、種まき、施肥、農薬散布や収穫作業を行っていました。



市場での買い物（カントー市 タンアン市場）



コメの栽培管理、栽培費用などについて農家に聞き取り（アンジャン省 チャウタン地区）

おわりに

調査は現在も継続中ですが、農家調査を通して、GHGを削減する栽培方法が、農家の利潤を増やしているか調べるだけではありません。農家の栽培管理の現状を、技術開発を行う研究者にフィードバックして、現状を踏まえて研究者がさらに良い栽培技術を開発・提案することができるよう、農家と研究者をつなぐような研究を私は目指しています。



カントー大学で調査の中間結果発表中（カントー市）

東・東南アジア地域の農産品から 機能性食品の開発をめざす



荏澤 悟

生物資源・利用領域
主任研究員

市場調査の様子（中国 雲南省）

アジア地域のさまざまな地域食料資源

東・東南アジア地域では、在来農林水産物や伝統発酵食品などのさまざまな地域食料資源があり、機能性食品^{（用語1）}や新たな加工食品の原料として利用できるものが数多くあります。また、各地の伝統発酵食品のように加工技術に共通性が見られる場合もあり、それらの特徴を明らかにすることにより、よりよい製造・加工技術

を他の地域に普及させることも可能です。一方で、地方独特の原料や製造方法、発酵微生物などにより生産された食品には、これまで知られていない機能性成分^{（用語1）}が見つかる可能性があり、それらを機能性食品の原料として利用することができれば、地域の農業や食品産業を一層発展させることができます。



中国農業大学や現地食品企業などの関係者と 現地調査のほ場にて（中国 青海省）

中国における機能性食品の探索

中国は広大な国土をもち、気候や食習慣などに多様性があることから、地域独特な食料資源やさまざまな発酵食品があります。特に大豆を用いた伝統的な発酵食品では、豆豉（トウチ）、豆醬（トウジャン）、腐乳（フニユウ）などバラエティに富んでおり、作り方や発酵に用いる微生物も地域ごとに特長があります。そこで私たちは、北京に

ある中国農業大学と共同で、これらの食品に含まれる機能性成分の分析を進めてきました。中国農業大学の食品科学者の先生方に同行してもらい、中国各地の大学や公立研究所、食品企業、食品市場などを訪問し、現地の食料資源を収集し分析しています。



中国 雲南省でみられる大豆発酵食品（左）や、さまざまな農産品（右）の一例

酵素測定技術の開発

さまざまな食品に含まれる機能性成分は、ヒトの体内の酵素に作用することで効果を発揮します。

例えば、血圧を下げる働きのある成分は、血圧を調節している酵素と結びついて、その働きを強めたり弱めたりします。そこで、ヒトの酵素を人工的に合成し、食品中に機能性成分があるかどうか、実験室で測定できるようにします。

しかし、私たちが研究を行っているアンジオテンシン変換酵素 2 (ACE2)^(用語 2) の場合、大腸菌などでは上手く酵素を作ることが出来ませんでした。

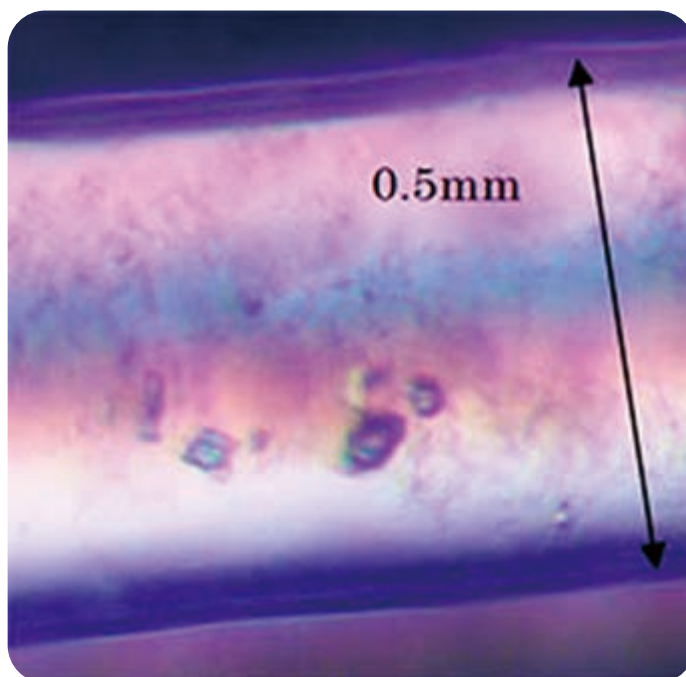
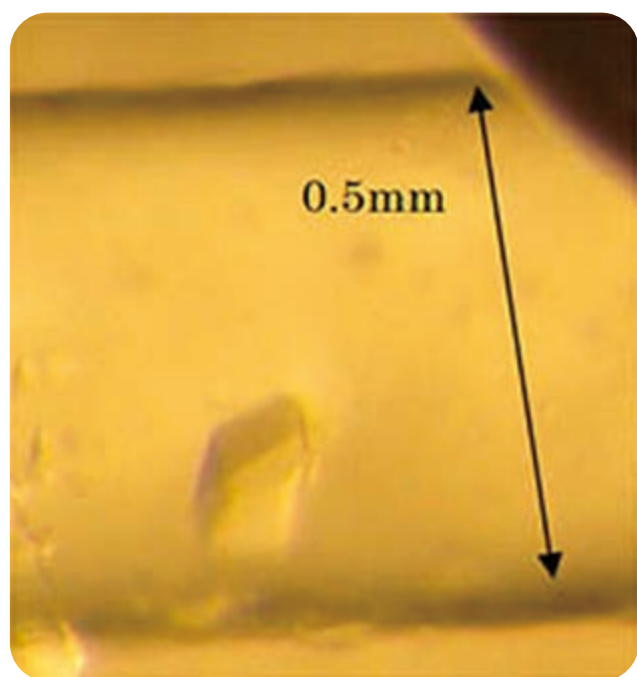
そこで、秋田県総合食品研究センターと共同研究を行い、ヒトの ACE2 とよく似た作用をもつ酵素 (B38-CAP) を白神山地の微生物から発見し、大量合成に成功しました。また、秋田大学などとの共同研究の結果、B38-CAP をマウスに注射すると、ACE2 を注射した場合と同じように、血圧降下や心不全の症状改善等の作用を示しました。

以上のことから、B38-CAP が ACE2 の代わりとして利用できることが明らかになりました。

宇宙実験における酵素の結晶化

機能性成分の働きを知るためには、そのターゲットとなる酵素の立体構造^(用語 3) を解き明かす必要があります。そこで、宇宙航空研究開発機構 (JAXA) と共同研究を行い、国際宇宙ステーションの「きぼう」日本実験棟において、

酵素の結晶を作製し、その立体構造を明らかにしました。重力がほとんどない宇宙ステーションでは、地上に比べて大きくきれいな結晶を作ることができ、より詳細な立体構造を調べることができます。

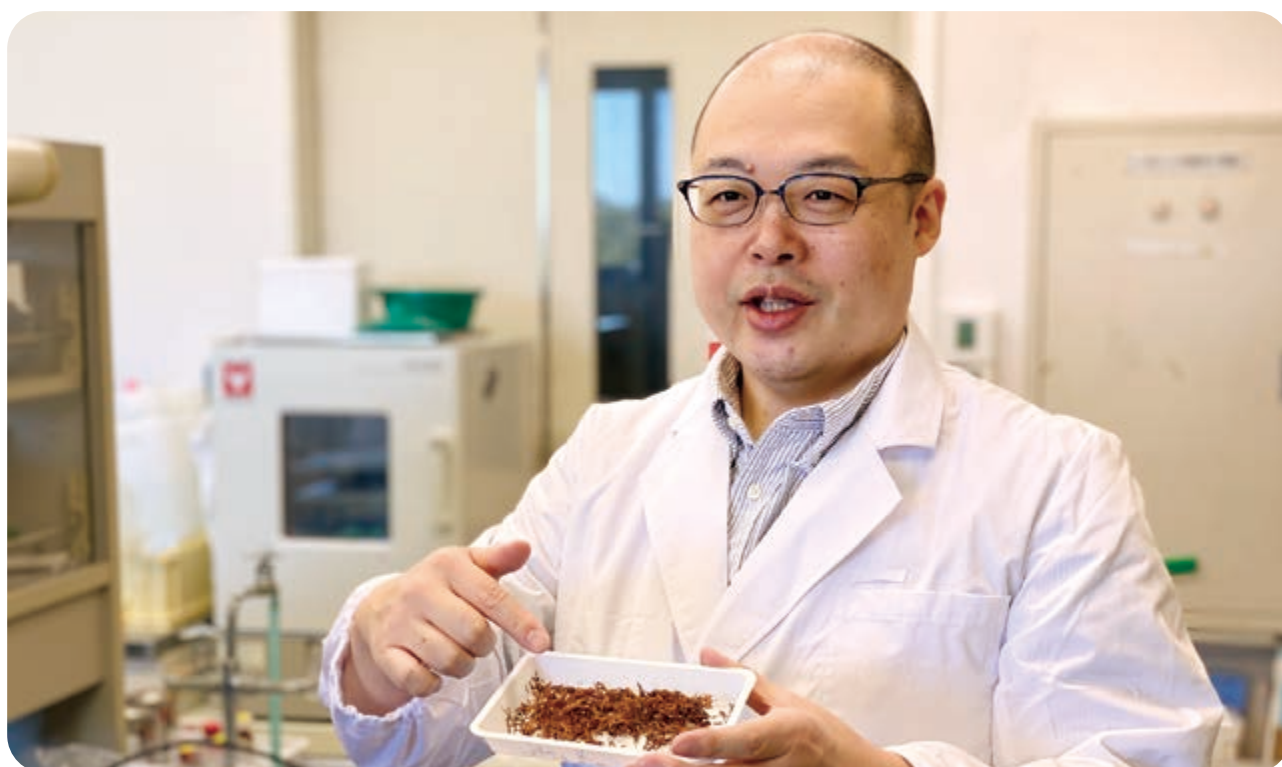


宇宙ステーションで作製した酵素の結晶 (左) は、地上で作製した結晶 (右) より大きく成長しています。

未知の機能性成分を探す

アジア地域では近年の経済発展により、健康への意識が高まり体に良い食品や農作物に対する関心が強まっています。これまでに私たちが開発した新しい酵素の測定方法を使って、東・東南アジア

地域のさまざまな食品や農産物から機能性成分を探し出し、人々の健康に役立つ機能性食品を開発したいと考えています。



実験室での様子（国際農研）

用語説明

1. 機能性食品、機能性成分

食品には、生命を維持するために必要不可欠な栄養を補給するという役割や、味や匂いなど美味しさを感じさせる役割のほかに、血圧や血糖値の維持のような生理機能を調節する役割があります。このような生理機能を調節する働きをもった成分を機能性成分といい、機能性成分を含んだ食品を機能性食品といいます。

2. アンジオテンシン変換酵素 2 (ACE2)

血圧を上昇させる作用をもつホルモンであるアンジオテンシンⅡを分解し、血圧を下げる働きをもつ酵素。心不全の症状を改善する働きや、肺の炎症を抑える働きもあります。

3. 酵素の立体構造

酵素は、アミノ酸が鎖のようにつながったタンパク質であり、その鎖が一定の形に折り畳まれることにより酵素としての働きをもちます。この折り畳みのことを酵素の立体構造といいます。立体構造を知るための実験として、酵素の結晶を用いる方法があります。

本号国際農研の研究活動で紹介しました研究者3名に、海外でのエピソードを教えてくださいました。

◆ 山中 直樹さん

フェジョアダ (Feijoada) は、黒インゲン豆をベースとした代表的なブラジル料理の一つです。

初めてブラジルに赴任する時、現地の共同研究者に勧められましたが、「あんこ御飯」の様な見た目から食べられませんでした。その後3年間、ブラジル駐在ですっかり好物になりました。

煮込んだ豆の舌触りが良く、ごはんと一緒にカレーライスのようにして食べると絶品です。写真は、さび病研究国内スタッフの青柳夫妻(写真右下)に作ってもらったものです。



左手前がフェジョアダ (Feijoada)

◆ レオン 愛さん

ベトナムで横断歩道を渡るときは、信号機がついていても気をつけて早く渡りましょう。日本とは違い、歩行者側の信号が青でも車やバイクが通ります。日本のように、ゆっくり、何かを考えながら渡るのはとても危険です!!



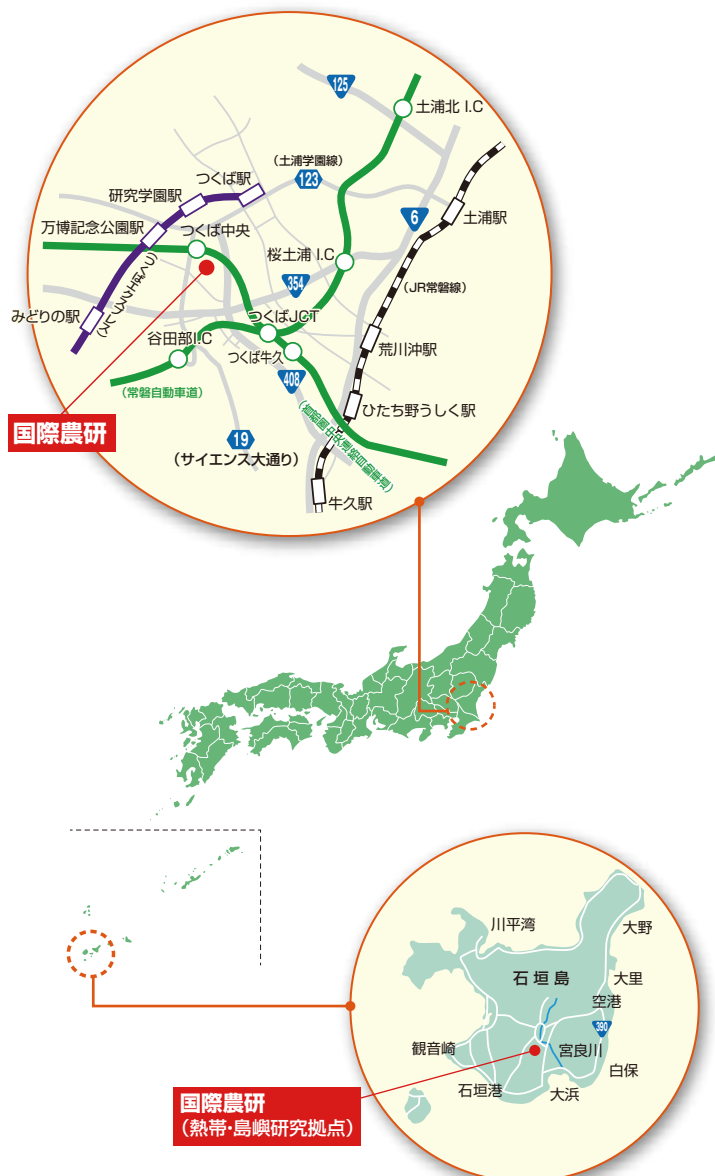
カントー大学付近の様子
(ベトナム カントー市)

◆ 荏澤 悟さん

東・東南アジアでは、昆虫を調理して食べる地域があります。中国雲南省の南部で調査をしていた際に、現地の方にイモ虫とハチの成虫の素揚げを勧められました。私は虫が苦手なので、なんとか口に入れましたが、味わう余裕はありませんでした。



素揚げに使うイモ虫の幼虫



国際農研では、JIRCASメールマガジンを配信して、国際農研のさまざまな情報をお知らせしています。下記URLで、国際農研ホームページのメールマガジンを確認することができます。

メールマガジンの配信を希望される方は、受信環境を確認の上、ご登録ください。

https://www.jircas.go.jp/ja/public_relations/jircas_mailmagazine



国立研究開発法人 国際農林水産業研究センター
〒305-8686 茨城県つくば市大わし1-1
TEL:029-838-6313 FAX:029-838-6316
<https://www.jircas.go.jp>

