

# JIRCAS

ISSN 2434 - 1886

広報 JIRCAS

Vol.8

2021 Sep.



コロナ禍を契機とした私たちの行動変容

アフリカの農家のために  
アフリカにあるものを使って

サトウキビを病気から守る

稚エビの新しい生産技術開発  
～基礎研究と応用研究の両立～

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



飼育しているバナメイエビと(国際農研)

## 03 コロナ禍を契機とした私たちの行動変容 ..... 大森 圭祐

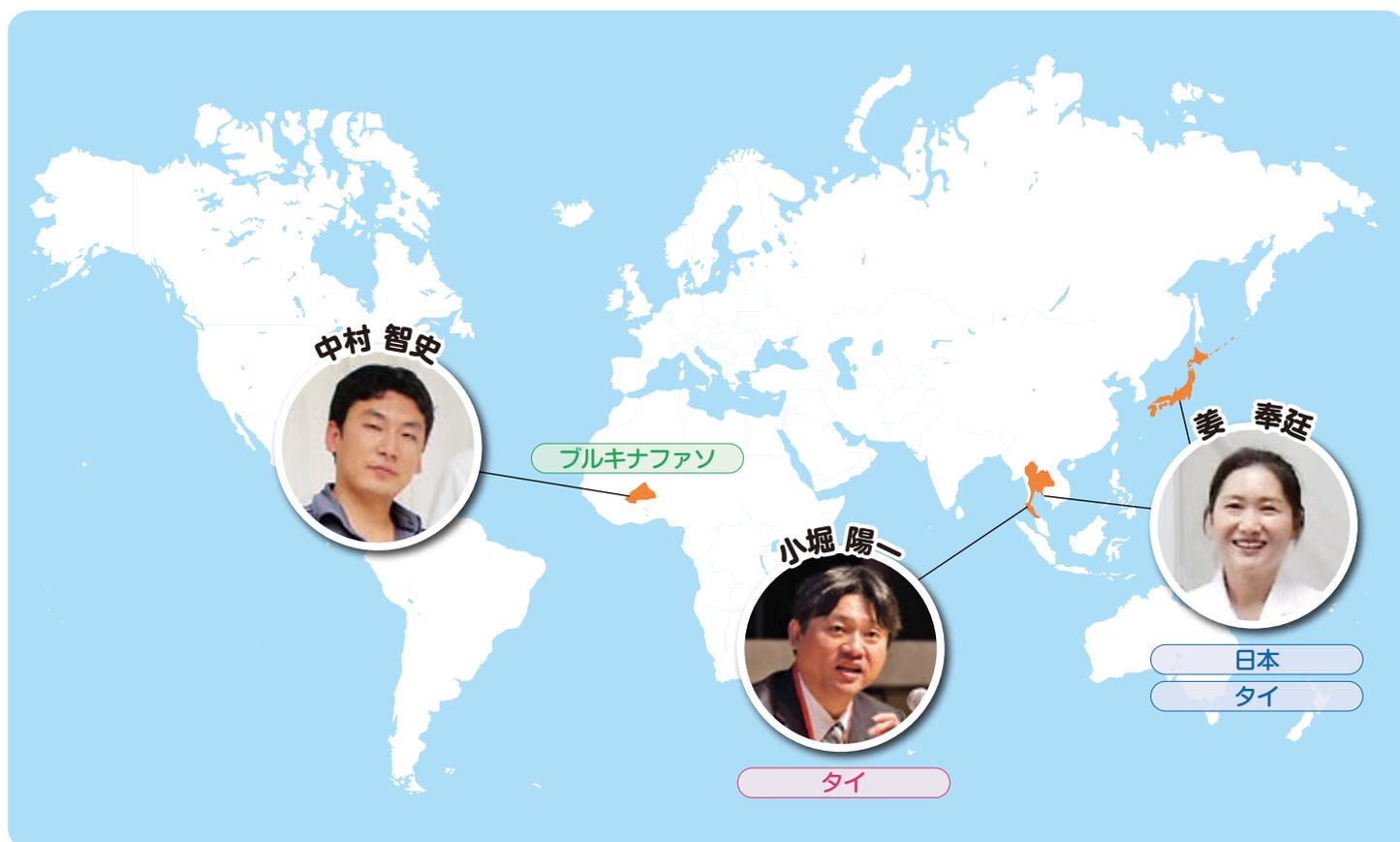
### 国際農研の研究活動紹介

04 アフリカの農家のためにアフリカにあるものを使って ..... 中村 智史

08 サトウキビを病気から守る ..... 小堀 陽一

12 稚エビの新しい生産技術開発 ～基礎研究と応用研究の両立～ ..... 姜 奉廷

16 研究者こぼれ話



## コロナ禍を契機とした私たちの行動変容

2020年1月に日本国内初の新型コロナウイルス感染者が確認されて以来、毎日のように新規感染者数をはじめ、切迫した医療現場の様子が新聞やニュースなどのメディアで取り上げられてきました。SNSを利用した誹謗中傷や不満などネガティブな書き込みが目につき、その影響で気分が滅入ってしまうことがあったかもしれません。その一方で、感謝やエールのような前向きな言葉に勇気づけられた方もいたのではないのでしょうか。2020年は「言葉の力」を実感した1年でした。

私たちの研究センターである国際農研は、熱帯・亜熱帯などの開発途上地域へ研究者を派遣して、国際機関をはじめとする多くのパートナーと、食料・環境問題の解決につながる研究に取り組んでいます。例年であれば、約120名の研究職員は年に何度か外国出張をして、現地の共同研究機関の研究者たちと一緒に仕事をしていました。ところが、コロナ禍によって人の往来が制限されているため、外国出張は1年以上中断しています。国際農研の創立以来、50年以上継続して行われてきた共同研究のための外国人研究者の受入れもストップしたままです。

このような状況で、他国のパートナーとの共同研究を継続していくために、2020年は研究スタイルやコミュニケーション方法の変化を余儀なくされました。私たちの職場も例外ではなく、人と人との物理的な接触を避けるため、在宅勤務やオンラインで打合せや会議を行う機会が増えました。振り返ると、オンライン会議ツールを使い始めた時は、慣れるまで少し時間がかかりましたが、今では、ヘッドセットとWebカメラをつけて、オンライン会議やリモートで外国人研究者と意見交換を行っている風景を見かけることが珍しくなくなりました。画面越しのコミュニケーションになるので、お互いの感情や微妙なニュアンスなどが伝わりにくいこともありますが、これまでに築き上げたパートナーとの信頼関係があるからこそ、リモートでの共同研究が成り立っていると考えています。

コロナ禍を契機に、人々の行動や価値観が変わりゆく中、私たちも変化の時代に適応しつつ、相互に理解し合える、わかりやすい情報発信を意識して、国民のみなさまとのコミュニケーションづくりに取り組んでいきます。

情報広報室 室長

おおもり けいすけ  
大森 圭祐



令和3年度 国際農研一般公開ライブ配信の様子

# アフリカの農家のために アフリカにあるものを使って



なかむら さとし  
**中村 智史**

生産環境・畜産領域  
主任研究員

ブルキナファソの水田で聞き取り中

### 西アフリカで農家の役に立ちたい

私は、西アフリカの農家の役に立ちたくて研究を始めました。しかし、学生だった当時、指導教官からは「現地で何かの役に立つために、まずは経験と技術を持ちなさい」と言われてしまい、アフリカには

行かせてもらえませんでした。今、現地農家にとって役に立つ人間になれたかどうか分かりませんが、現在も経験と技術を国際農研で少しずつ積んでいます。ここではそんな私の活動をご紹介します。

## 高潔な人々の国 ブルキナファソ

私が現在研究を実施しているブルキナファソは、西アフリカにある内陸国であり、人間開発指数が世界で7番目に低い国です。主要な産業は農業で、綿やトウモロコシ、ソルガムなどを栽培しています。この国名は現地語で【高潔な人々の国】という意味だそうです。ブルキナファソの農地土壌は、風化程度の強い貧栄養の土壌なので、作物生産には肥料を施用することがとても重要です。肥料の中でも、ブルキナファソを含む多くのアフリカの土壌では、植物が利用可能なリンの

含量が少なく、特にリン酸施用が重要と考えられています。しかし、ブルキナファソにおける肥料100 kgの価格は平均的な労働賃金20日分 (!) にもなるため、農家にとって肥料の施用は非常に困難です。これは肥料を輸入に頼っているためと考えられ、ブルキナファソ産の肥料製造ができるようになれば、農家が少しでも安く買える肥料を提供できると考えました。そこで注目したのはリン鉱石です。



土壌調査をしていると気が付けば周りにギャラリーがいっぱいです（ブルキナファソ）

## ブルキナファソの水稲作へのリン鉱石利用

ブルキナファソには、約1億トンのリン酸資源（リン鉱石）が存在します。現地ではこのリン鉱石を採掘し、粉末にしてリン肥料として販売されています。ところが、そのままでは溶けにくい【低品位】リン鉱石であるため、すぐに施用効果があられず、農家にとって魅力的な肥料にはなっていない現状があります。私たちは、この低品位リン鉱石を現地で利用可能な有用な資源と位置づけ、その利用方法を地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）の中で【ブルキナファソ産リン鉱石を用いた施肥栽培促進モデルの構築】プロジェクト\*として検討しています。

その中で、こうした低品位リン鉱石でも水稲作では高い施肥効果があることが分かってきました。ブルキナファソでは、バフォン（bas-fonds、フランス語）と呼ばれる低湿地で水稲作が行われています。現地の水稲作ほ場で低品位リン鉱石を施用し、その効果を検証したところ、施用した年のイネ収量は十分に増加しませんでした。継続して施用することで2年目以降、市販のリン肥料と同程度の収量が得られることが分かりました。また、一度

施用すると2年間程度の残効が期待できることも分かりました。こうした結果から、ブルキナファソの水稲作において、現地で得られる低品位リン鉱石が有効であると結論づけました。現在は、水稲作におけるリン鉱石の適切な施用時期や施用方法の改良を行っています。

\*<https://www.jircas.go.jp/ja/satreps-burkinafaso>



現地で販売されているブルキナファソ産リン鉱石（50kg入り 日本円で約900円）



ブルキナファソの低湿地（バフォン）に広がる水田

## ブルキナファソのリン鉱石を利用した肥料開発



ブルキナファソ INERA でリン鉱石の加工法について相談中

このように、ブルキナファソ産リン鉱石は水稲作では有効と考えられますが、溶けにくいいため、畑作ではその効果が低いことも分かっています。そこで、私たちは現地で実践可能なリン肥料開発も試みています。これまでに、リン鉱石を数種の炭酸塩と混合し 1,000℃ 程度の高温で処理する“焼成法”、硫酸を添加し化学的にリン鉱石を溶かす“部分的酸性化法”の2種類の方法によって、現地の低品位リン鉱石を原料として、可溶性の高いリン肥料を開発できることが分かりました。既に

現地のは場において、これらの低品位リン鉱石を活用したリン肥料が、どの程度の効果があるのかを検証しています。また私達のプロジェクトでは、現地の研究者がさらに効果の高いリン肥料を開発できるように、ブルキナファソの農業環境研究所 (INERA) に、焼成法および部分的酸性化法によるリン肥料作成が可能な実験プラントを設置しました。今後、日本とブルキナファソの双方で、さらに技術開発を継続していきたいと考えています。



肥料製造の実験プラントに現地の大臣が訪問 (ブルキナファソ INERA 内実験プラント)

# サトウキビを病気から守る

こほり よういち  
**小堀 陽一**

生産環境・畜産領域  
プロジェクトリーダー



病気がないサトウキビ畑で農家・共同研究者（右から3人目）と喜ぶ筆者（右）（タイ国カラシン県）

## サトウキビとは？

そう、皆さんお馴染み、お砂糖の原料です。イネの仲間で、6mくらいまで生長する太くて長い茎が特徴です。茎の重さは、平均で約1kg。その中に、

お砂糖の原料となる甘い糖分をたっぷり蓄えます。茎からしぼり取った液体を結晶にしたものがお砂糖で、この液体はラム酒の原料にもなります。



収穫期を迎えたサトウキビ（タイ国コンケン県）



サトウキビは茎を植え付けて増やします昔ながらの手植え（左）もありますが、機械化（右）が進んでいます（タイ国ウドンタニ県）

また、サトウキビは、ウシなどを育てるための飼料としても使われています。でも、それだけではないんです。最近では、サトウキビは、二酸化炭素の排出量を抑えられるエコな燃料として世界的に利用が進められている、バイオエタノール

の原料としても使われています。このように、サトウキビは私たちの生活にとっても役立つ重要な作物です。サトウキビの茎には芽が付いており、茎を苗として植えることで増やしていくのですが、その栽培にはさまざまな邪魔が入ります。

## サトウキビ白葉病

その邪魔者の一つが、サトウキビ白葉病はくようびょうです。感染すると、葉が白化したのち枯れてしまいます。感染した後に有効な治療法はありません。ひどい場合には、ある地域のサトウキビを30%以上(!)も枯らしてしまったという報告もある、恐ろしい病気です。この病気は、虫が媒介します。また、感染した後、数か月程度の潜伏期間があるため、感染に気付かずに病気のサトウキビを苗として使ってしまうと、さらに感染が拡大していきます。

サトウキビ白葉病は、タイの一部地域などにだけ見られる風土病でした。タイはお砂糖の輸出量が世界第2位の生産国なので、これだけでも被害は大きかったのですが、最近ではアジア各地に拡散し、その被害がさらに深刻になってきました。そこで国際農研では、平成23年度から、サトウキビ白葉病の被害を抑えるための研究を開始しました。



サトウキビ白葉病に感染したサトウキビ  
(タイ国ウドンタニ県)



サトウキビ白葉病がまん延したため、栽培をあきらめた畑  
発病率ほぼ100% (タイ国ウドンタニ県)



体長数ミリ程度の小さな  
2種類の虫が媒介します

## 現地での研究生活

令和2年度までの10年間、白葉病の被害が最も深刻なタイ東北部にあるコンケン大学などの現地機関と共同研究を行いました。1年に9か月以上タイに滞在する年もあった一方で、現地の研究者を日本にお呼びして研究を進めることもありました。

サトウキビ白葉病を媒介する虫は夜行性だったので、畑に生息する媒介虫の数を数えるためには、夜間に調査を行う必要がありました。この調査では、当然、虫よけスプレーが使えません…。そのため、蚊との闘いに奮闘することとなり

ました。ジーンズの上からでも刺してくる蚊もいるので、脚も油断なりません。けれども、日本ではなかなかお目にかかれなくなったタガメなどが飛んでくることもあり、とても楽しい調査でした。

食事は、大学の学食で済ませることが多かったのですが、フードコート形式でいろいろなメニューが楽しめました。最初は薄いタイ語の辞書を持ち込んでいたのですが、いつの間にか、目の前に

立つだけでおススメのメニューを出してくれるようになりました。タイ東北部では、昔から貴重なタンパク源として虫を食べます。大学構内でも、スナック菓子代わりにポリポリ食べている大学生をよく見かけました。私もいろいろ試しましたが、「ちょっと竹の香りが付いたえびせん」のような感じのバンブーワーム（日本名はタケツトガ）が、特においしかったです。



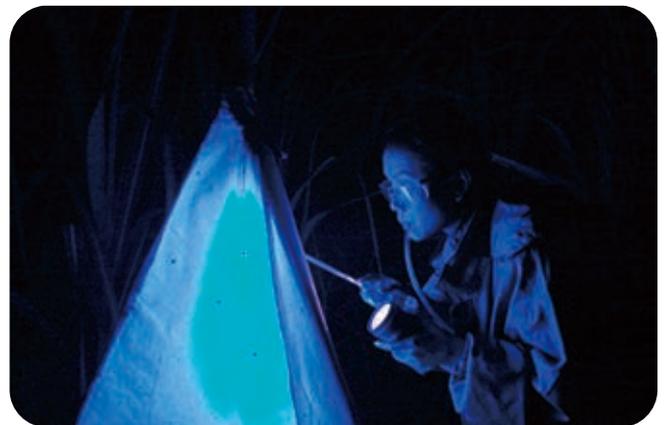
大学院生が取ったデータについて議論中  
(タイ国コンケン県コンケン大学)



共同研究を行った大学院生の卒業式  
卒業生は涼しそうな白いガウンを着ています  
(タイ国コンケン県コンケン大学)



農家からの聞き取り調査  
東北タイ独特の方言があるため、現地出身の大学院生  
を探して調査を手伝っていただきました  
(タイ国ナコンラチャシマ県)



夜行性の媒介虫を集めるため、照明器具に白い布を巻いた装置を準備します(左)  
夜になるのを待ち、集まってきた媒介虫の数を数えます(右)(タイ国コンケン県)



大学の学食でお昼ご飯を調達中（左）  
タイ東北部では、昔から虫を食べます。バンブーワーム（手前）が特に美味でした（右）  
（タイ国コンケン県）

## サトウキビ白葉病の対策ができました！

研究の結果、病気にかかっていない苗を配布する取り組みが特に有効である、ということが分かってきました。そこで、実験室内等で病気にかかっていない苗をつくり、媒介虫対策を施した畑で大量増殖して農家に配る技術を開発しました。

この技術は、効果を確認するための試験を経て、タイ語のマニュアルとして公表することができました。また、国際会議を開催することに加えて、英語版のマニュアルを作成することで、タイ以外の被害国での対策にも貢献することができました。



開発した技術の効果を確認するための畑で調査中  
白葉病は見当たりませんでした！（タイ国カラシン県）



サトウキビ白葉病の状況を共有して対策を議論するための  
国際会議（タイ国コンケン県）

## 今後の目標

白葉病に強いサトウキビの開発など、さらに効率的な対策を開発するための研究を行うとともに、より多くの国で使って頂くための情報発信

を行います。また、これまでの経験を活かして、国境を越えて拡散している他の病害虫についても、その対策を研究していきたいと考えています。

## 稚エビの新しい生産技術開発 ～基礎研究と応用研究の両立～



カン  
**姜**

ボンチョン  
**奉廷**

水産領域  
主任研究員

個別水槽で飼育中のバナメイエビ（国際農研）

### 世界のエビ事情

みなさん、エビは好きですか。アレルギーをお持ちで食べられない方もいますが、エビとカニは私たちにとって馴染みのある食材です。生物学的にエビ・カニは甲殻類に分類され、10本の脚を持つ十脚目に属しています。10本（5対）の脚と聞いて、カニはそうだけれど、エビは“10本より多くない？”と思う方もいるかと思います。エビ

の場合、頭胸部ほきやくに付いている10本の歩脚がっきやくのみを数えます（顎脚\*1を除く）。そして、エビの腹部に付いている5対の脚は遊泳肢と呼ばれ、泳いだり卵を抱えたりする役割があります。頭胸部に付いている歩脚と顎脚は別なのです。

エビにはたくさん種類がありますが、世界で最も多く養殖されているのは海産のクルマエビ、

\*1 顎脚：あごのすぐ後ろに1～3対のある付属肢で、エサを口に運ぶ役割を持ちます。



写真1. 飼育中のバナメイエビ（成エビ、体重約 50 g）（国際農研）

ブラックタイガー（ウシエビ）、バナメイエビといったクルマエビ科のエビ類です。その中でも世界のエビ養殖生産量の80%を占めているのが、バナメイエビです（写真1）。バナメイエビは、中南米の太平洋地域に生息するエビですが、クルマエビと違って砂に潜る習性がないので、養殖の対象種として特化され、東南アジアでも盛んに養殖されています。世界のエビ養殖産業の規模は

年々延びていて、その生産量は500万トン以上に達しており、これは世界中で消費される食用エビのなんと約半分にも及びます（そのもう半分を養殖不可能の種類による漁獲からも補っています）。今、私たちが消費しているエビは、主にベトナム、インド、中国、エクアドル、メキシコ、ブラジルといった国々から輸入しています（写真2）。



写真2. ベトナムにおけるバナメイエビの養殖場の風景（左）と収穫の様子（右）

## 稚エビの生産

これだけ巨大化したエビ養殖産業を支えるためには、大量の稚エビを生産することが必要です。生息地域にいれば、自然から成熟した親エビを捕獲し、産卵・ふ化させ稚エビを得ることができますが、成熟した親エビを十分に捕獲できず、稚エビの生産量が少ない場合は、エビ養殖そのものが影響を受けてしまいます。そのため、養殖で大量の稚エビを生産するため、ふ化場では雌親

エビの片方の眼柄（エビの目は棒状部についているので、“がんべい”と呼びます。「複眼」とも言います。）を焼き切る処理、いわゆる「眼柄切除」を行っています。

眼柄切除は、人の手による成熟を促すために用いられます。海産エビ類が中心に養殖産業が発展し始めた1970年代から現在まで、世界の多くのふ化場で利用される手段です。その理由は、

甲殻類の目の中には重要なホルモンを分泌する器官（X-器官・サイナス腺コンプレックス）があり、そこで卵の成熟を抑制する因子が分泌されるからです。そのため、エビの目（眼柄）を一つだけでも切除すると、体内の抑制因子量が低下して、卵成熟へ進むことになるのです（写真3）。

眼柄切除を行うと、大量の稚エビ生産を可能にします。エビ養殖産業の発展に貢献した技術と言えますが、まだ完全な技術ではありません。眼柄切除をすると、雌エビの成熟過程が促されて産卵しやすくなりますが、その効果は約3～4ヶ月でなくなるので、新しい親エビを使って眼柄切除を施して稚エビを生産しなければなりません。この生産方法は、親エビへの負担が大きく、効率も良いとは言えません。そして、近年、これらの問題が指摘され、眼柄切除に代わる新しい稚エビ生産方法の開発を求める声が強まっています。

ちなみに、クルマエビ科エビ類は他のエビの種類とは違い、産卵した卵がふ化するまでその卵をお腹に抱える、いわゆる「抱卵」をしません。産卵のときは、そのまま海に放出します。



写真3.

上：眼柄切除を施したバナメイエビ  
(右の眼柄がなくなっている。また、個体識別をするため、左の眼柄にタグを付けている。)

左下：未成熟のエビ(卵巣が肉眼で見えない。)

右下：成熟のエビ(発達した黄色の卵巣が背中側から透けて見える。)

## 稚エビの新しい生産技術の開発とは

国際農研では、エビに優しく効率も良い新しい成熟促進技術を開発するための研究を推進しています。生物学的な知見に基づいて体内の抑制因子をコントロールするため、まず、成熟抑制因子がどのような物質なのかを明らかにしました。バナメイエビには、ペプチドホルモンである抑制因子が5種類も存在し、それらは組織培養という方法を用いることで、卵黄タンパク質の遺伝子発現を押さえる作用があることが分かりました。さらに、全ての分子において、C-末端<sup>\*2</sup>がアミド化<sup>\*3</sup>されており、72のアミノ酸残基からなることを突き止めました。この成熟抑制因子の正式名称は、卵黄形成抑制ホルモン(vitellogenesis-inhibiting hormone : VIH) です。そして、脱皮の周期に伴うVIHの血中濃度および遺伝子発現量の変動を調べた結果から、VIH遺伝子は常に発現され、そこからペプチドがいつも合成されることを

明らかにしました。その成果を応用し、エビの体内で遺伝子発現を妨害して、VIHの合成を食い止める新しい技術を開発し、特許を取得しました(日本特許庁、特許第6789513号)。

現在、本技術の実用化に向けて、商業ベースで運営されているふ化場で、その効果を検証する実証試験をタイの大手企業と共同研究を行っています(写真4)。また、エビでは成熟に関わる抑制因子の正体は分かっていますが、促進因子の化学的特徴や合成部位などについて、ほとんどわからないままなので、引き続き基礎研究を行っています。

<sup>\*2</sup> C-末端：タンパク質分子のカルボキシル基(—COOH)側の末端を示す。

<sup>\*3</sup> アミド化：カルボキシル基の—OH(ヒドロキシル基)を—NH<sub>2</sub>(アミノ基)で置き換えること。



写真 4. 共同研究先（タイ）でのサンプリングデモンストレーションの様子

## おわりに

現在、これらの基礎研究および技術開発は、主に日本国内で実施しています。国際農研内に循環式エビ飼育施設が整備されており（写真 5）、そこでバナメイエビを飼育しながら研究に用いています。全国にバナメイエビの養殖事業は十数カ所

存在しますが、その養殖生産に使われている稚エビのほとんどは、輸入に頼っています。このような状況を受け、私たちの研究が、国内外の持続可能な稚エビ生産の向上に役に立つよう、努力していきたいと思います。



写真 5. 国際農研内にあるエビの飼育施設

本号で紹介しました研究者3名に、滞在した国で食べた料理とその感想を教えてくださいました。

◆ 中村 智史さん

セネガルのチェブジェンです。現地語（ウオロフ語）でチェブはコメ、ジェンは魚だそうです。魚の煮汁で炊いたパエリアのような料理。西アフリカのセネガルを代表する料理の一つです。写真はセネガルのあるご家庭でご馳走になったチェブジェンですが、家庭によって味が違うそう。このチェブジェン、セネガルだけでなく、西アフリカ各国で大人気で、ニジェールやブルキナファソでも広く



セネガルの魂チェブジェン

◆ 小堀 陽一さん

タイ風ラーメン、クイツティアオです。麺の材料は米粉から小麦粉、麺の太さは極細から太麺まであり、具材も鶏や牛などさまざま、日本のラーメン以上に種類が豊富かもしれません。お砂糖の大生産国であるタイでは、これを食べる時にもお砂糖を追加します。必ずスプーン2杯以上入れる共同研究者もいました。最初は「え〜」という感じてましたが、試してみたら、コクが増えて、なかなか…。お持ち帰りセットでも、必ずお砂糖が付いてきます（下の写真の青い袋）。タイにお越しの際は、皆さんも是非、お試しください。



タイ風ラーメン、クイツティアオ

◆ 姜 奉廷さん

タイのレストランで、初めてカプトガニ料理（写真）を食べました。岡山県笠岡市の干潟調査（大学院時代）の際にも会えなかったカプトガニが、この料理で出会うなんて！カプトガニを食べることにもびつくりしました。カプトガニの卵を調理して食べる、卵料理（？）のようですが…そのお味は、私の好みではありませんでした。カプトガニは、その名前から「カニ」のようですが、甲殻類でもありません。クモ、サソリなどが属する鋏角類です。



中央がタイのカプトガニ料理



国際農研

国際農研  
(熱帯・島嶼研究拠点)

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](https://www.jircas.go.jp/ja/public_relations/jircas_mailmagazine)

国際農研公式Twitterを始めました

6月10日は国際農研の創立記念日です。みなさまご存じでしたか？国際農研の前身である熱帯農業研究センターが発足してから、2021年で51年目を迎えました。創立記念日に合わせ、2021年6月10日から国際農研公式Twitterを始めました。研究成果や刊行物の情報などを随時お知らせしていきますので、是非フォローをお願いします。

@jircas\_direct



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>

