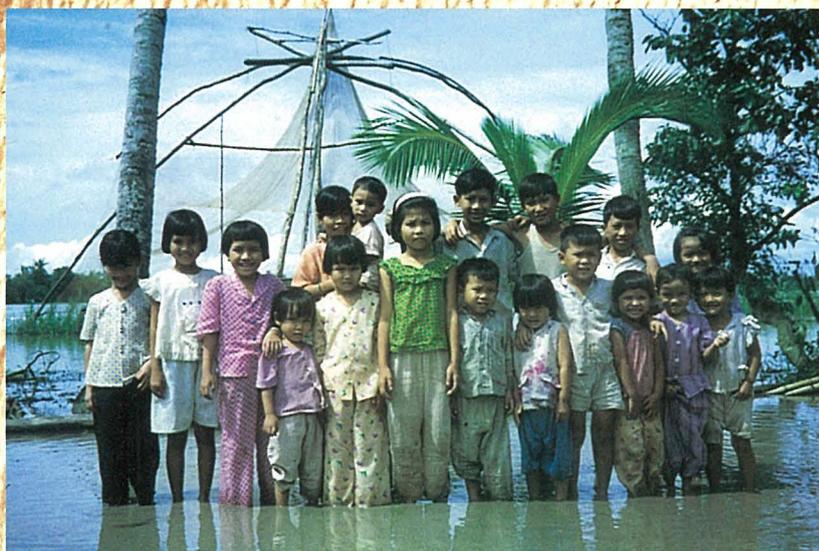


# JIRCAS ニュース

JAPAN INTERNATIONAL RESEARCH CENTER FOR AGRICULTURAL SCIENCES

## 目次

- ・果たせるかな、農林研究と水産研究の連携……………2
- ・「高温耐性」ワークショップ 沖縄支所にて開催……………3
- ・平成9年度（1997年度）国際ワークショップ……………3
- ・メコンデルタファーミングシステムにおける  
    稲作技術の改善……………4・5
- ・東北タイのプラユン地域における  
    浅層地下水の塩水化メカニズム……………6・7
- ・オニテナガエビの成熟・脱皮過程における  
    ホルモンの機能解明……………7
- ・インドネシアの大豆食品……………8



▲ベトナムの子供達：雨季の村は水に浸っていたが、子供達は元気。運河にも水田にも魚がいっぱい。後に見える四ツ手網で魚をひいて自家用に、またマーケットにも出す。本文4～5ページに関連記事。  
 (ベトナム、カンター省トットノット郡チュンアン村 生産利用部 金 忠男)

No. **13** 1997

農林水産省  
 国際農林水産業研究センター

## 巻頭言

## 果たせるかな、農林研究と水産研究の連携

水産部長 宇野史郎



海のない筑波で水産研究を担当することになって既に8ヶ月経過しました。筑波にはそれまで会議や研修などで何度か訪れていましたが、その都度研究施設と居住環境について羨望を、また交通の便の悪さについては絶望を感じていました。一度このような土地で研究してみたいという思いもありましたが、所詮水産、なかでも海洋学で禄を食んでいる者には、もとより縁の無い土地と思っておりました。今回海洋科学技術センターからJIRCAS水産部に赴任し、同じ農林水産省の研究者の一員としてお仲間に加えさせて頂くことになり、感慨を新たに、どの様なお役に立つことが出来るか考えを巡らせております。

## 例の少ない農業研究と水産研究の連携

私がこれまで得意としていた内湾域の環境、特に物質収支では陸域からの負荷量のデータが有るか無いかで論議の深さが大きく異なります。かつて九州の主要な内湾域について、窒素の負荷源を、畜産、水産（給餌養殖）、生活排水の3種に大別して比較したことがありました。この結果は負荷源としての優占度は各々の湾によって全く異なっていることを示していましたが、この過程で最も困難であったのが畜産に関するデータの扱いでした。家畜の飼育頭数は統計年表から導けますが、一頭当たりの排泄量、汚水処理の状態、など分からないことばかりで、可能な限りの資料に当たって推定するしか術はありませんでした。同じ農林水産省内の研究分野でありながら、他省庁の研究分野である「生活排水」の部分よりも分からないことが多く、つくづく連携の必要性を感じました。

山に降った雨は、地下に浸透し、河川水となり植物を濡らせ、やがて海に到達します。山も田畑も海も人間が勝手に決めた領域で、気圏、水圏という概念からはこれらの領域などどうでも良いものようです。同じ省庁の下で、生物生産を対象として研究を行っているがあまりに陸域と海域との連携は少なすぎた様です。このJIRCASは唯一、農林水の各研究分野が同居する場所です。何か一つ農林の分野と連携のある研究を構築できればと願っております。

## 農業研究と水産研究の相違点と類似点

さて、連携を計るうえで農業研究と水産研究との根本的な相違点と類似点を考えてみたいと思います。これを示すには最も農業研究とはかけ離れたまぐろ漁

業と、最も近いノリ漁業を例に取ってみましょう。門外漢の私が農業について言うには少々抵抗がありますが、人間が利用する農産物の多くは基礎生産者（植物）か第二生産者（植食性動物）であるようです。一方、海では基礎生産者から高次生産者までが食用に供されますが、そのうちノリ漁業は基礎生産者を対象とし、まぐろ漁業は極めて高次の肉食性動物を対象としています。このような高次のものを得るには天然の牧場である海洋から漁獲するのが未だに最も効率的な様です。しかし、この「生き物」を研究するには困難だらけで、現場に行っても視認が困難なその「生き物」自身が回避し、その「生き物」が育つ土壌、即ち海水は常時ゆっくりと循環しています。資源管理のための研究データが漁獲に頼ってきた由縁がお分かりでしょう。

ところで冬の有明海をご覧になったことがおありですか？特に奥部の佐賀、福岡の沿岸は海面いっぱいノリ養殖用の網が張り巡らされて、まさに海の畑と言えましょう。ノリ養殖の歴史は以外と浅いものですが、この辺りのノリ漁業者は古くは干拓農民であったと聞いています。ノリ養殖には品質を保持するため一定以上の栄養塩が必要とされますが、これはまさに作物と肥料との関係です。栄養塩の殆どは陸から供給されますが、陸から海への栄養塩収支に関わる連携研究は恐らく漁業者も期待するところと思います。

## 進行中の連携研究

さて、現在JIRCASで進行している研究で農林水の連携とは言えば、「汽水域」プロジェクトがあります。ここではマングローブ域の生態系解明のため水産部、林業部、環境資源部でプロジェクトチームを構成し、マレーシアとの共同研究を進めています。マングローブ域は海と陸との接点であり、マングローブは林業から見れば当地での主要な燃料供給場であり、環境資源から見れば陸性起源有機物の活用場であり、水産から見れば稚仔魚の生育場となっています。今後3部がうまく連携を保って、プロジェクトとしての成果を実らせる様、熱い期待を担いながらメンバー一同邁進したいと思います。

JIRCASで他の水産研究機関のレベルを上回る水産研究を行うには、地理的条件だけから見ても、あまりにハンディが多すぎます。筑波という土地での水産部の生きる道はやはり他分野との連携研究にこそあると信じています。

## ワークショップI 「高温耐性」ワークショップ 沖縄支所にて開催

国際農林水産業研究センターは発展途上国における農林水産業の技術開発を任務としており、その一部門である沖縄支所は、亜熱帯気候のもとにあるため、熱帯、亜熱帯の環境下における農業の試験研究を担当している。従って、作物の「高温耐性」はその研究課題として最も重要なキーワードである。今回開催した作物の高温耐性ワークショップは、沖縄支所におけるこれまでの作物の高温耐性の研究成果について再評価を行い、暑熱回避技術と耐暑性を含めた作物の高温耐性向上技術の開発についての研究戦略の方向づけを目的としたものであった。

このワークショップ「Workshop on Heat-tolerance of Crops」は、当センター沖縄支所が主催し、平成9年10月7、8日の2日間沖縄支所において行われた。参加者は、基調講演をお願いした、カリフォルニア大学植物学および植物科学部のアンソニー・ホール教授と、台湾にあるアジア野菜研究開発センターのチュンチャイ・クオ部長、および筑波本所から石毛生物資源部長の参加を仰ぎ、沖縄支所の研究者を含めて28名が参加した。

クオ部長には熱帯地域条件下における高温耐性野菜の育種法について、またホール教授には高温耐性遺伝子の作物に対するポジティブな効果とネガティブな影響について講演していただいた。これに続いて、これまでの沖縄支所における成果の発表があり、平成8年度招へい外国人研究者3名

も含めて、6名が発表を行い第1日目を終了した。第2日目は沖縄支所の作物の高温耐性研究の将来計画について、5名から発表が行われ、クオ部長、ホール教授を交えて熱心な議論と検討が展開され、高温耐性研究の重要性について再確認し、最後に石毛生物資源部長の司会と総括によって、総合討議が持たれた。参加者はほとんどが沖縄支所の職員であったが、両外国人招待者の講演に対しても熱心な質問、討議がなされた。また沖縄支所側の発表に対しても両招待者より鋭い指摘や批判が行われ、今後の沖縄支所の高温耐性研究遂行上極めて有意義なものであったと考えられる。(沖縄支所 国際共同研究科 林 隆治)



ワークショップ参加者

## ワークショップII 平成9年度(1997年度)国際ワークショップ

■日時：1997年12月2日(火)～5日(金)、  
12月9日(火)～12日(金)

テーマ：南米における大豆研究協力：今年度から開始の新規プロジェクト「南米諸国における大豆の高位生産・利用技術の総合的開発研究」の円滑な遂行のため、前半はブラジルから3名後半はアルゼンチンから2名、パラグアイから1名の大豆研究調整担当者を招き、共同研究の基本的な枠組み及び共同研究の内容を協議した。

■日時：1997年12月8日(月)～12月9日(火)  
テーマ：メコンデルタにおけるファーミングシステムの展開；ベトナムから6名の研究者および調整担当者を招き、①メコンデルタの気象・地理条件とファーミングシステム形成の歴史的経過②ファーミングシステムの技術的構造③ファーミングシステム発展の技術的可能性(技術改善と新技術の開発)④地域開発の展望(インフラ整備と社会投資)とファーミングシステムの展開方向⑤メコンデルタファーミングシステムにおける総合研究のあり方について検討した。

■日時：1998年2月(2日間を予定)  
テーマ：中国における環境保全型農業生産技術の評価と開発；総合プロジェクトの今年度の研究成果の検討、次年度以降の共同研究推進のための連絡調整。

■日時：1998年3月(1～2日間を予定)  
テーマ：中国食品産業の現状と発展の方向；中国の食品工業の現状と将来の発展方向を把握し、関連する中国農業、食糧資源のあり方を討議。

■日時：1998年3月上旬を予定  
テーマ：東南アジアにおける水産養殖と水域環境；東南アジア各国の抱える養殖と環境に関する問題点の抽出、新規プロジェクトへの取組体制の強化。

■日時：1998年3月下旬を予定  
テーマ：植物による積極的な養分獲得機構……研究の新しい展開；農業環境技術研究所と共催。低肥沃土壌における窒素・リン酸を中心とした養分吸収機構の解明、低肥沃耐性の作物育種および環境保全的な低投入における作物生産戦略を検討し、発展途上国における食糧生産の増大と先進国における環境保全型農業の発展に資する。

■日時：1998年3月下旬を予定  
テーマ：マレーシア農業と水問題；東南アジアのモンスーン地帯を中心とする水田灌漑地域の水管理の実態及びその技術向上等に関する研究のいっそうの進展を図る。

## 海外研究

メコンデルタファームングシステムにおける  
稲作技術の改善

生産利用部（現東北農業試験場水田利用部） 金 忠男

## ■ 1. 背景：

悠久の流れのメコン河。その最下流に形成されたベトナムのメコンデルタの面積は390万haである。その中心地、カントー市の気候条件は年間の平均気温が26.6℃、降水量1,632mm、日照時間2,592時間と恵まれている。相次ぐ戦争の影響でメコンデルタでも生産活動は停滞していたが、1986年以降のドイモイ政策とファームングシステム・アプローチによる、運河掘削等の基盤整備（写真1）、耐病性や耐虫性に優れた高収量品種の導入、品種改良、直播栽培技術の改善と普及等々の活動と、農民の生産意欲の向上があいまって、米の生産量は急速に増加している。



写真1：広い運河。運河に沿って道が走り、集落や町が形成される。農業の水利にとっても重要である。

筆者は1995年6月から2年間メコンデルタにおけるファームングシステム研究の一員として農業のみならず、国全体が躍動の機運に満ちたベトナムに暮らし、システムを中心となっている稲作の現状と改善方向について、調査、研究に従事してきた。

## ■ 2. 研究方法

1955/96乾季作からCLRRIの水田圃場でAgronomy Divisionの協力を得て圃場試験を開始した。乾季作は、圃場に1mも貯まっていた氾濫水が引くのを待って、11月中旬から準備を開始（写真2）、12月初めに直播し、3月に収穫した。雨季作は4月に耕起し、雨季に入るのを待って代かきし、5月初めに直播して、8月に収穫した。氾濫水の排除、雨季作の代かき水の補給等の水の制御にはポンプが用いられている。

最初の年は、葉緑素計（SPAD502）を用いた葉色、



写真2：乾季作前の水牛による代かき。雨季作の前には、トラクターで代かきすることが多い。

乾物生産量、窒素含有量および収量構成要素等の調査を用い、2年目には施肥法の試験を行った。

現地試験の場所としてソンハウステートファームを選び、米プラス魚（写真3）体系を実施している5戸の農家で定期的に生育、収量調査を行って、稲作技術を解析した。ステートファームの面積は6,981haでその80%が水田、農家戸数2,800戸、職員数は212人で、稲－畜産－養魚－野菜を取り入れたファームングシステムを実践して成果を上げている。



写真3：米プラス魚体系の水田。圃場の中に堀を掘って、魚を養殖する。掘あげた土手では緑豆や野菜を作る。

## ■ 3. 調査結果と論議

収量構成要素；95/96乾季作の収量構成要素（図1）を見ると、施肥水準によって総粒数が2万から5万粒まで変化した。収量は総粒数と登熟度（千粒当たり収量）との積によって推定されるが、総粒数の少ない区は登熟度が上がり、全体的に見て約5tの収量水準であった。一方、雨季作では最も粒数の多い区でも2.2万粒で乾季の半分にも満たず、かつ登熟度も劣り、乾季作の半分程度の収量であった。この最大の要因は雨季作における日照時間の不足であるが、この年はベト

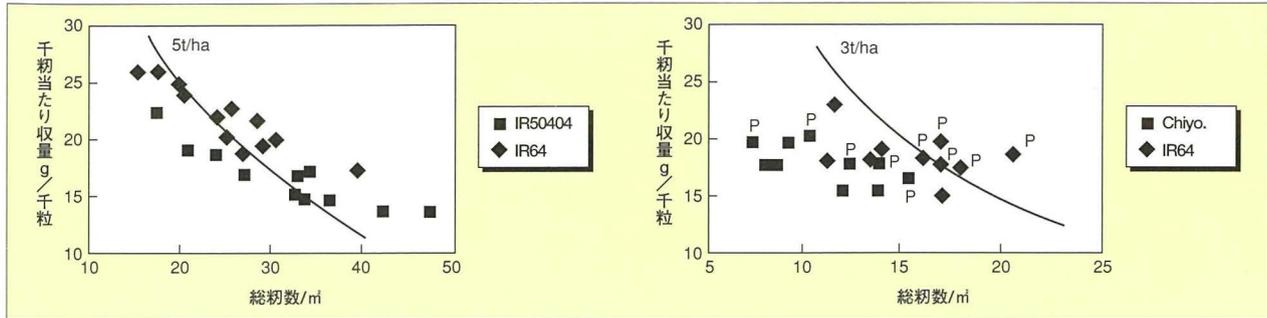


図1：乾季作と雨季作の収量構成要素（1995/96年）

乾季作（左）；窒素は0～150kg/haの6水準、リン酸は0と40kgの2水準。加里は40kg。  
 雨季作（右）；窒素は0～120kg/haの5水準、リン酸は0と60kgの2水準。加里は80kg。

ナム中部を襲った台風の余波で風が強かったので倒伏が著しく、IR64で3t水準、日本稲のCiyonisikiではさらに低収となった。雨季作ではリン酸の影響の大きいことが知られているが、本試験の無リン酸区でも生育量が劣り、粒数が少なく収量は著しく低かった。

葉色による生育診断；葉色の濃さを表すSPAD値と葉身の窒素濃度との間には、乾季、雨季ともに高い正の相関が見られ、葉色によって窒素栄養の状態を判定することができた。しかし、収量との間には判然とした相関はなく、幼穂形成期の葉色が濃い状態の稲体では倒伏が多発し、収量は停滞した。とくに雨季作では日照不足から稲の生長は軟弱化し、倒伏しやすくなるので、葉色に注意した追肥法の確立が重要である。

施肥法の改善；96/97乾季作における施肥法試験の結果、4-0-0-4区（図2の番号は3区）、すなわち播種後1週目に基肥として窒素40kg/ha、穂孕み期に40kg/haの窒素を施用した区の収量が最も高かった。この図は、分けつ期までに追肥した場合には、窒素栄養が茎葉の繁茂に消費され総粒数の増加には結びつかなかったが、穂孕期の追肥では総粒数が増え、かつ登熟度も比較的高く保たれたことを示している。

4-0-0-4区では幼穂形成期頃の葉色が比較的低く推移しており、施肥法による生育制御の効果が認められ、メコンデルタにおいても窒素吸収のコントロールを取り入れた生育制御法の適用が有効であることが分かった。



写真4：収穫期の稲（雨季作）。乾季作の稲は倒伏が少なく実りも良いが、雨季作では写真のように倒伏が多く、収量水準も低い。

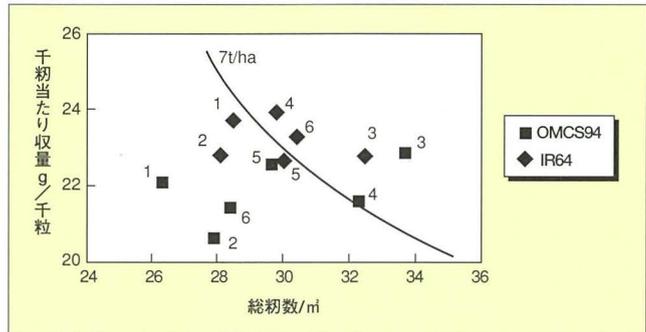


図2：施肥法と収量構成要素（1996/97年）

窒素の施用量は、80,120kg/haの2水準、追肥時期は活着期、分けつ期、穂孕期の3時期。

た。こうした基礎的知見を積み重ねて、施肥窒素の利用効率を高めていけば、生態系に対する負荷の少ない稲作技術の開発が可能となるであろう。

現地調査：ソンハウステートファームの農家の施肥量と農薬の散布状況を聞き取り調査で調べたところ、ステートファームの指導が遵守されており、窒素の施量は乾季で100kg/ha、雨季で85kg/ha程度で多肥栽培は行っておらず、病害虫の発生も殆どないので防除回数も少ないことが分かった。

収量構成要素から見た粒の収量は、乾季では3万粒程度の粒数を確保し、登熟度も20g以上なので6t/haの水準を超しているが、雨季は2～2.5万粒の粒しか着かず、かつ登熟度もあがらないので4t/ha程度の水準であった雨季作は写真4のように軟弱な生育になって倒伏しやすいので、生育制御による安定生産技術の開発が必要である。

ステートファームの農家の稲作技術は高いが、中でもE農家は水管理に気を使っており、粒数を確保した上に登熟度も高く多収を得ていた。こうした水管理技術が普及すれば、メコンデルタの雨季作においても、より安定的な米の生産が可能となるであろう。

メコンデルタは自然条件に恵まれた地域である。この地に、水稲と家畜、魚、畑作物、果樹等が結びついたファーミングシステムが持続的に発展することを期待する。

# 研究成果 東北タイのプラユン地域における浅層地下水の塩水化メカニズム

環境資源部（現農業工学研究所） 今泉眞之

## 1. 東北タイの塩水地下水の背景

東北タイの塩類集積地は、全面積の15%程度を占め、耕地荒廃の一因となっている。土壌中の塩が、この地域の地下60m~150mに分布する岩塩層に由来することは、研究者間で一致した考え方である。残された問題は、岩塩から溶出した塩水地下水がどのようにして地表近くまで上昇するかである。塩水地下水の上昇機構を解明するために、ボーリング資料等から上昇通路となる断層分布を推定し、地下水観測から断層付近の塩水地下水の挙動を明らかにした。

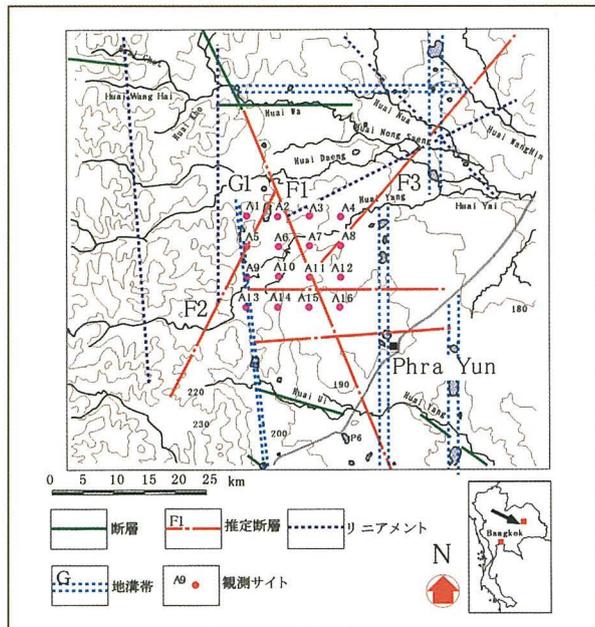


図1

## 2. 調査結果

調査地域は、コンケン市の市街地から南西およそ30kmに位置するプラユン地域である。ここは、東北タイでも顕著に塩類集積土壌が分布する地域の一つである。

3 km × 3 kmの範囲に、1 km間隔で調査サイト (A1~A16) を配置した。各サイトには5 m、10m、15mの深度の調査井 (5m井、10m井、15m井と呼ぶ) を設置した。

ボーリング調査、リニアメント解析、既存資料の解析から、調査地域にG1、F1、F2、F3断層を推定した (図1)。

塩水地下水は、G1とF1断層を通路として、地下から供給されている。A5サイトの地下水は最も高濃度の塩水が分布する。この塩水はG1断層から供給されている (図2)。しかし、全ての断層が、塩水地下水の供給通路となるわけではない。

A5サイトの15m井の地下水位と地下水の電気伝導度値 (EC値: 塩分濃度と相関する) との関係は、地下水位が標高187.4m (デッドラインと呼ぶ) より低下したときに急激にEC値が上昇する傾向を示す (図3)。このとき、15m井

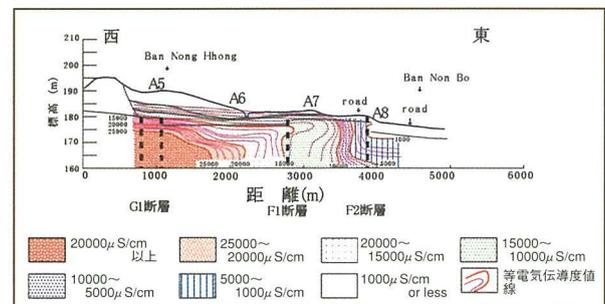


図2

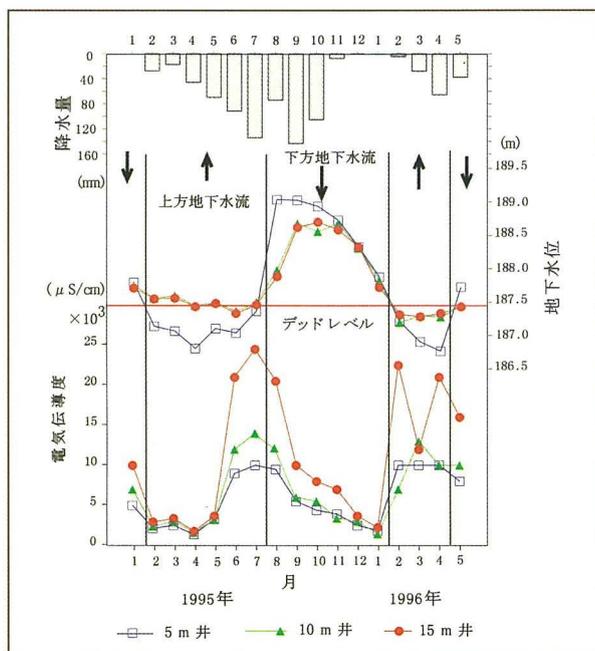


図3

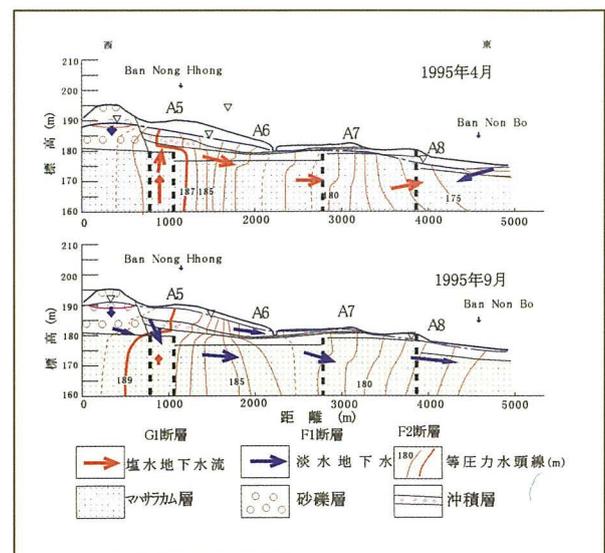


図4

の圧力水頭（地下水水位）が最も高く、地下水の流れは上向きのフラックスを示す。EC値は、地下水水位がデッドラインに達する前に、最も低い値を示す。

1995年4月の等圧力水頭分布図（図4）では、A5付近の187mの等圧力水頭線が東側に張り出していた。そのため、ここでの地下水のフラックスは上へ向いている。一方、同年9月のそれでは、189mの等圧力水頭線は、西に張り出している。従って、ここでの地下水のフラックスは下に向いている。地下水水位がデッドラインより下に減少したとき、上向きの地下水のフラックスが最大に達し、

塩水地下水が断層亀裂を上昇し、地表近くに分布するようになったと考えられる。

### 3. おわりに

東北タイの土壌の塩類化は、森林伐採による水文循環のバランスが崩れて、地下水水位が上昇することにより起こると言われている。一方、地下水の塩水化は、地下水水位がデッドラインより低下することにより生じていた。調査結果は、地下水水位を管理することにより、土壌、地下水の塩類化を低減できることを示している。

## 研究成果 オニテナガエビの成熟・脱皮過程におけるホルモンの機能解明

水産部 マーシー・ワイルダー

### 1. 東南アジアにおけるオニテナガエビの養殖

オニテナガエビはアジアの発展途上地域において、重要な養殖対象種であり、市場価値が高い淡水性のエビである。エビ養殖を成功させるためには、多岐にわたる分野の知識が必要であり、経済的および科学的な両側面からの問題への取り込みが必要である。後者に関しては、エビ類の疾病対策と種苗生産技術を開発するための基礎研究がもっとも求められている。オニテナガエビの場合は、海産のブラック・タイガーやクルマエビとは異なり現在病害発生はそれほど問題とされていないが、計画的な養殖を行うには、人工種苗生産による稚エビの安定供給が不可欠である。このような効率的な種苗生産技術を開発するためには、オニテナガエビの脱皮および成熟を制御する生理学的機構を解明する必要がある。

### 2. オニテナガエビの脱皮と成熟

エビ、カニ、ロブスターなどの甲殻類では、成熟過程と脱皮過程には相関があり、双方とも内分泌要因および環境要因によって調節されている。脱皮に関しては、脱皮ホルモンとして知られているエクジステロイドを投与すると、脱皮が促進されることがよく知られている。一方、眼柄には脱皮抑制ホルモン（molt-inhibiting hormone:MIH）が存在し、エクジステロイド産成部位であるY-器官に働き脱皮を制御することも知られている。成熟は脱皮と深い関連があるが、この過程を制御する因子については不明な点が多く残されている。オニテナガエビの場合には、脱皮周期に伴い、成熟も進み、脱皮ホルモンであるエクジステロイドが卵巣内に蓄積されることが明らかになっている。これらのエクジステロイドが卵胞崩壊（germinal vesicle breakdown:GVBD）を介して、排卵を引き起こす可能性があることが明らかになってきた。

### 3. 国際農林水産業研究センターにおけるオニテナガエビに関する現在の研究課題

現在、国際農林水産業研究センターではオニテナガエビ



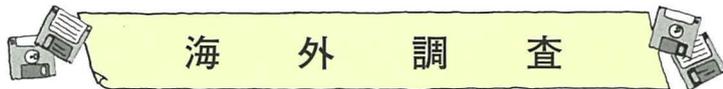
図1：  
JIRCASで飼育して  
いるオニテナガエビ

の脱皮・成熟機構に関する基礎研究を行うと共に、国際プロジェクト「総合ファーミングシステム（ベトナム農業複合体）」の一環として、ベトナムのカントー大学農科大学と共同で応用実験を実施している。当センターでは、ピテロジェニン（卵黄タンパク）の合成経路とその内分泌調節の関係に関する研究を行っている。これまで脱皮周期が進むにつれてピテロジェニンがどのように形成されてくるかを明らかにしたが、現在は分子の構造の解明を行っている。また、オニテナガエビの浸透圧調整機能についても研究を行っている。オニテナガエビは、産卵時川をくぐって汽水域へと移動する。移動に伴って塩分適応を行う必要があると考えられるが、それに携わる生理学的機構が未解明である。昆虫の幼若ホルモンに類似したメチルファネソイト（MF）やその他のホルモンとイオン代謝に関する細胞膜タンパク質であるNa/K-ATPaseの関与を解明することが当面の目的である。

ベトナムにおいて実施しているプロジェクトの背景として、メコンデルタにおいてオニテナガエビの養殖が政府により進められている現状がある。国立ふ化場は全国4カ所にあるものの人工種苗生産が困難であるため、天然由来の稚エビに頼らざるを得ない場合が多い。特に近年その資源が不足してきており、安定的な種苗生産技術が急務であるが、未だに人工条件下での成熟の制御および親エビの養成が困難となっている。現在、カントー大学のカウンターパート研究員と一緒にメコンデルタの養殖業における代表的な餌料の条件と、それに及ぼす成熟への影響を解明する研究を実施している。人工配合ペレット、鮮魚のミンチなどの投与に伴うエビの成長、卵巣発達、およびピテロジェニン量の変化をモニタリングし、データを集めている。今後その他の環境因子の影響も調べる予定である。これらの実験結果は、ベトナムの総合プロジェクトの成果に資すると期待されている。



図2：カントー大学農科大学にて共同研究のスタート



## 海外調査

## インドネシアの大豆食品

生産利用部 新国佐幸

インドネシアの大豆の1994年の生産量は156万t、輸入量80万tである。単位あたりの収量は、1994年で、1.11 t/haである。インドネシアの主な生産地である東部ジャワ地域では、大豆は米の裏作として生産されている。この地域では、雨期に米、乾期に大豆を生産している。年に3回収穫できるので、米→米→大豆、または、米→大豆→大豆と田畑輪換作を行っている。

木嶋（大豆月報, 1997）によれば、インドネシアの大豆食品に使用される原料大豆は約280万t、このうち国産大豆約180万t、輸入大豆約100万tで、このうち、約60%の160万tがテンペの製造に、豆腐の製造に約100万tが使われているとのことである。

ちなみに、我が国においては、474万tの大豆が年間消費されている（1995年）が、食用油を除く食品用原料大豆の1995年の使用量は97万tで、そのうち約6割、52万tは豆腐・油揚げ用、16万tが味噌、11万tが納豆用である。インドネシアの人口は約2億人なので、一人あたりの豆腐・油揚げの消費量はほぼ同じと考えられる。しかし、インドネシアはテンペの消費量が多いので、食品用の大豆の一人当たりの大豆の消費量は我が国の約1.5倍となる計算である。

このような、インドネシアの大豆食品産業とその研究開発状況を調べるため、平成9年7月8日から7月24日までインドネシアを訪問した。

テンペは煮豆にカビ（*Rhizopus oligosporus*）を生育させた大豆食品である（写真1）。薄く切って油で揚げてスナック、また煮物にと広く食されている。テンペの製造工程においては、あまり機械化が進んではいない。しかし、優良菌の純粋培養によるテンペのスターター（種菌）の開発が国の研究機関である応用化学研究開発センターにより行われ、当センターよりテンペラギとして販売分譲されている。また、近年、血中コレステロール降下作用などのテンペの機能が注目され、大学、国立研究機関においては、テンペの研究が精力的に行われている。テンペに関するシンポジウムも毎年開かれ、本年も7月13日から7月15日までの3日間バリエで開かれ、日本からも多数の研究者が訪れた。

豆腐（タフ）も良く食されている。訪ねた豆腐工場では豆乳の凝固剤として、酸（酢酸）を用いていた。このため、豆腐は酸味を帯びることになる。また、製造工程では、機械としてはボイラーおよび浸漬大豆の磨砕機くらいのものであった。ほとんど、手作業で進められている（写真2）。

ケチャップは醤油、タウチョは味噌に近い大豆発酵食品である。ケチャップには砂糖を添加した甘いタイプ（マニス）と添加しない日本の醤油に近いタイプ（アシン）があ

る。インドネシアのレストランには、テーブルにこのケチャップが置かれてあるのをよく見かける（写真3）。ケチャップに関しては、その主要菌として*Rhizopus* / *Mucor* や *Aspergillus flavus* var. *columnaris* が分離されている。ケチャップから分離されたこの *A. flavus* var. *columnaris* は、発ガン物質であるアフラトキシンの生産性がないことが確認されているが、一般に *A. flavus* はアフラトキシン生産菌として知られている。

加工も含め大豆に関して全国をカバーする農業省の研究機関、豆類・イモ類作物研究所（RILET）を訪れた。インドネシア第2の都市スラバヤの近くのマランにあり、現在、JIRCASの異儀田和典主任研究官が害虫耐性の大豆の育種に関する研究をここで行っている。食品加工セクションのスタッフは3人である。インドネシアでは、テンペを除き大豆食品の研究はそれほど行われてはいない。研究所の予算と施設、設備が限られていることもあり、大豆の加工利用の面でもJIRCASとの共同研究への期待が高いことが感じられた。

大豆食品の研究があまり行われてはいないことから、各大豆食品の製造工程には改良の余地が大きいと思える。しかし、製品の価格と製造コスト、さらにこの国のインフラストラクチャーを考えると、日本の類似の食品、例えば納豆や豆腐、醤油の製造技術をそのまま導入するのは困難と考えられる。どのような共同研究が可能か検討を行っているところである。



◀写真1  
インドネシアの大豆発酵食品「テンペ」

写真2▶  
インドネシアの豆腐「タフ」の製造工程

加熱した大豆磨砕液(こ)を布でろ過し、豆乳にする。残渣がおから。



◀写真3  
レストランで見かけたインドネシアの醤油様調味液「ケチャップ」



JIRCASニュース No.13

編集・発行 国際農林水産業研究センター  
1997年12月 発行

〒305 つくば市大わし1-2  
TEL. 0298(38)6340(情報資料課)  
FAX. 0298(38)6656  
インターネット・アドレス <http://ss.jircas.affrc.go.jp/>