

ISSN 2436-2786

農学国際協力

Vol. 20

# 農学国際協力

**Journal of  
International Cooperation  
for Agricultural Development**

March

2022

**JICAD**

**Vol. 20**

**March 2022**



## 「農学国際協力」編集委員会

編集委員長：

桂 圭佑 （東京農工大学大学院農学研究院・准教授）

編集委員：

岡田 謙介 （東京大学大学院農学生命科学研究科・教授）

秋津 元輝 （京都大学大学院農学研究科・副研究科長/教授）

伊藤 圭介 （独立行政法人国際協力機構経済開発部・次長）

飯山 みゆき （国際農林水産業研究センター・情報プログラム・ダイレクター）

編集事務局：

名古屋大学農学国際教育研究センター

編集幹事：仲田 麻奈 （名古屋大学農学国際教育研究センター・助教）

## 巻頭言

「農学知的支援ネットワーク (JISNAS)」と「農学国際協力」 山内 章 1

## フィールドレポート

安全野菜消費のための学校教育を通じた意識啓発  
—ベトナムハノイ市における事例分析— 熊代 輝義・他 2

## Study Text

Prospect of rice development in Africa Jun-Ichi Sakagami 13

## JICA 研修報告

オンラインによる「アフリカ地域稲作振興のための中核的農学研究者の育成」の  
コア研修・個別研修の実施 江原 宏・他 26

企画・編集 JISNAS  
発行 ICREA





巻頭言

# 「農学知的支援ネットワーク (JISNAS)」と 「農学国際協力」

山内 章

名古屋大学大学院生命農学研究科教授  
名古屋大学アジアサテライトキャンパス学院長  
農学知的支援ネットワーク運営委員長

名古屋大学農学国際教育協力センター（現農学国際教育研究センター）、センター長を務める中で、「農学国際協力」という新しい学問分野を確立するという目標を掲げ、本誌を刊行してからすでに10年が経過する。その間に、編集に携わってこられた編集委員長や幹事のみなさまのご努力によって、国内外からの論文アクセス数も増えてきており、同誌の必要性、重要性をあらためて実感している。また、本年度よりJ-STAGEに搭載されることとなり、より多くの研究成果を世の中に発信できることを期待する。

本誌の編集と刊行を重要な活動の一つとしている農学知的支援ネットワーク（JISNAS：Japan Intellectual Support Network in Agricultural Sciences）の新しい取り組みとして、本年度より、FAO駐日連絡事務所と連携して、定期的にFAO-JISNASセミナーをオンラインで開催することとなった。2021年5月7日に開催された第1回キックオフセミナーでは、「国連食料システムサミット」（FSS：Food Systems Summit）について、日本の大学・学生、研究者及び研究機関の方々に情報発信し、100名を超える参加があった。コロナ禍で世界各地において国際会議やシンポジウム等の開催が延期となっているが、オンラインでのイベント開催は活発になっており、FAOとの合同セミナーもオンラインだからこそ継続的に実現できていると考えられる。大学・学生・研究機関・多様なステークホルダーを巻き込んだ対話によって、新しいネットワークが構築されることが期待される。

JISNASは、農学分野で教育、研究、社会貢献等に係わる国際活動への参加の意図を有する大学等の高等教育機関間の連携および我が国の国際農業研究機関との連携の促進を目指してきた。大学の研究力強化が求められる中、質の高い国際共同研究をどのように展開していくかが喫緊の課題となっている。中でも、学位を取得した帰国留学生とともに共同研究や人材育成プログラムをどのように実施し、推進していくかは非常に重要な点である。そのためには、様々な機関が実施しているプログラムを有機的に連携させて、海外からの留学生が将来的なパートナーとなるよう進めて行く必要がある。一方で、コロナ禍で海外での研究活動が制限され、また来日できない留学生も数多くおり、遠隔教育システムの構築も課題となっている。2021年12月20日に開催された第10回JICA-JISNASフォーラム（オンライン）では、「農学系留学生ネットワークを活用した新たな国際教育・研究協力の展開」をテーマに、留学生をパートナーとした新たな国際教育・研究協力等の可能性について議論がされた。JICAによるAgri-Net（食料安全保障のための農学ネットワーク）や大学における留学生ネットワークを活用した国際教育・研究協力の方策について、社会の動向に合わせて柔軟に対応していく必要がある。

本誌が、これらの活動や取り組みを強力に後押しし、関係者の研究発表と交流の場としてさらに発展することを願ってやまない。



フィールドレポート

# 安全野菜消費のための学校教育を通じた意識啓発

—ベトナムハノイ市における事例分析—

## Awareness Raising for Safe Vegetable Consumption through School Education

—A case study in Hanoi in Vietnam—

熊代 輝義<sup>1)</sup>, 田中 環<sup>2)</sup>

Teruyoshi Kumashiro<sup>1)</sup>, Tamaki Tanaka<sup>2)</sup>

- 1) 国際農林水産業研究センター、
- 2) 株式会社かいほつマネジメント・コンサルティング

- 1) Japan International Center for Agricultural Sciences (JIRCAS)
- 2) Kaihatsu Management Consulting Inc.

論文受付 2021年7月9日 掲載決定 2021年10月8日

### 要旨

ベトナムの紅河デルタ地域における安全野菜の生産、流通、消費の拡大を目指すJICA技術協力プロジェクトの活動の一部として、ハノイ市において安全野菜に関する意識啓発活動を実施した。その意識啓発活動は消費者の安全野菜に対する関心を高め、それに伴い購買行動を変化させることを目的とするものである。そして、その実現のために、JICAの農業開発分野の技術協力プロジェクトではあまり例のない小中高校の学校授業を活用し、プロジェクトを構成する他の活動とも連携しながら、意識啓発活動の成果の向上を図った。本稿では、上記事例の内容や効果を分析し、今後農業開発プロジェクトにおける初中等教育との連携に向けて示唆される点を整理した。

キーワード：ベトナム 安全野菜 消費者 意識啓発 学校教育

**Abstract.** Authors implemented awareness raising activities about safe vegetables in Hanoi as a part of a JICA technical cooperation project which aimed expansion of production, marketing and consumption of safe vegetables in the Red River Delta of Vietnam. The purpose of the awareness raising activities was to enhance consumers' interests in safe vegetables and to change their purchase behavior accordingly. In order to accomplish the purpose, authors tried to achieve effective results by utilizing classes in primary and secondary schools and combining them with other project components. JICA had very few precedents of agricultural technical cooperation projects which involved primary and secondary education. This article analyzed the contents of the above-mentioned case and their effects. It also pointed out implications for future collaboration with primary or secondary education in agricultural projects.

**Key words:** Vietnam, safe vegetables, consumer, awareness raising, school education

## I. はじめに

開発途上国における農業開発は、近年大きく変化しつつある。即ち、新興国と呼ばれる国を中心に所得が向上し、例えば低所得国から中所得国に分類される国に移行する開発途上国が増加してきている。このような国においては、穀物等の主食用作物に加え、野菜、果実、畜産物などの消費が拡大し、また、農産物の品質や安全性に対する関心が高まっている。

農作物の安全性に焦点をあててみると、安全作物の普及に関する政策として、主に3つの領域があげられる。第一に安全作物の生産拡大であり、第二に生産された安全作物の流通の促進である。加えて、第三の重要な領域として、安全作物に関する意識啓発が挙げられる。この意識啓発の中にも各関係者（生産者、取引業者、消費者等）に対する種々の活動がありうるが、初中等の学校教育を通じた消費者の意識啓発活動は、例えば国際協力機構（JICA）の農業開発プロジェクトでもこれまであまり例を見なかった。ベトナム北部紅河デルタ地域における安全野菜の普及を目指したJICAの技術協力プロジェクトでの活動の事例では、消費者により焦点をあてるとともに野菜の安全性に対する意識が必ずしも高くない消費者に対して、学校教育を通じた意識啓発活動が有効ではないかと考え、取り組んだ。本稿ではその活動の効果を分析し、今後の農業開発における初中等教育との連携のために示唆される点を整理する。

## II. 「ベトナム北部地域における安全作物の信頼性向上プロジェクト」の概要

このプロジェクトは、ベトナムの農業農村開発省（MARD）がJICAの支援を得て実施している技術協力プロジェクトで、筆者はいずれもJICA派遣の専門家としてこれに従事していた。本節ではまずこのプロジェクトの概要について簡単に説明する。

本プロジェクトの目標は、対象地域（主に紅河デルタ沿いの2市11省）の支援対象農業生産主体（農業協同組合、農業生産法人あるいは農家グループ）における安全作物（主に安全野菜）の栽培の振興であり、そのために3つの成果を上げることとしている。第一は、生産面において安全作物生産のモニタリングと管理能力が向上すること、第二は、流通面において安全作物のサプライチェーンの生産現場の状況に応じたさまざまなパターンがモデルとして提示されること、第三は、生産者と

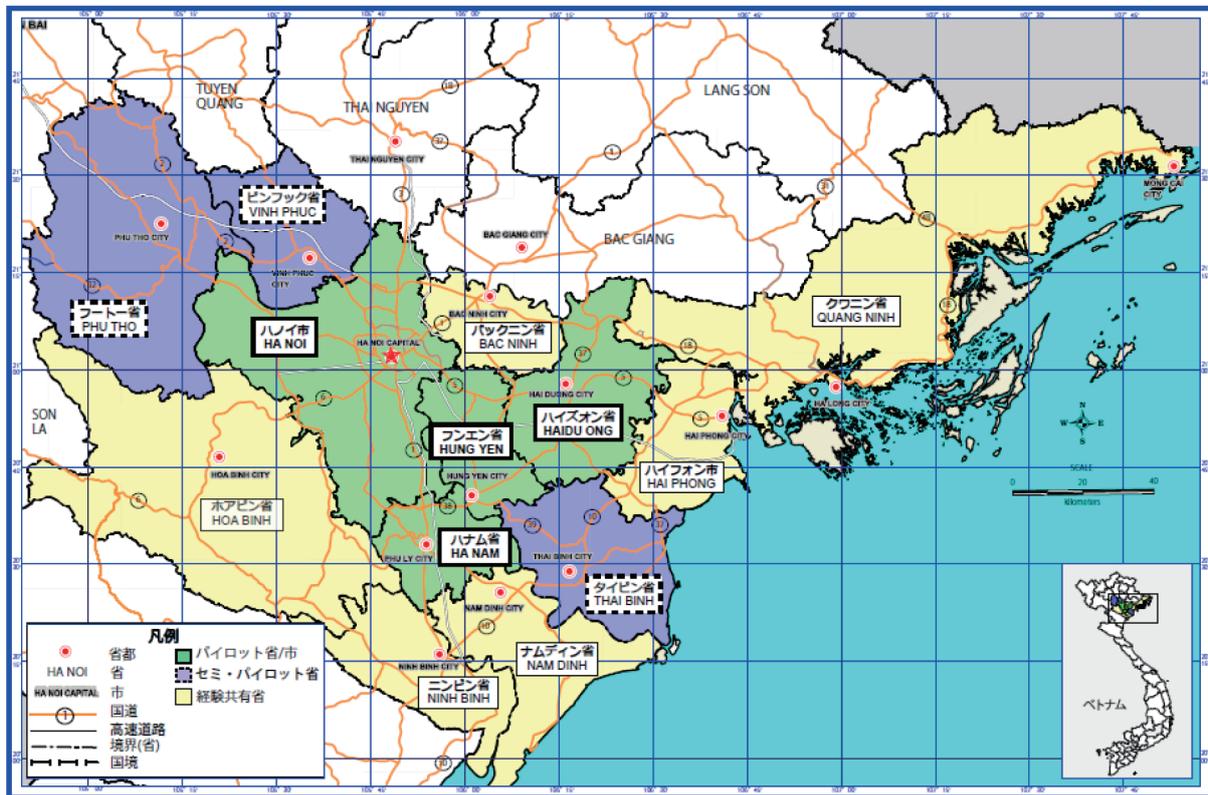
購買者（消費者および卸・小売業者などの取引業者）の安全作物の生産と食品の安全に関する意識が向上することである<sup>1)</sup>。

上述の対象地域は、事業の効率を高めるために3つのグループに分けられた。一つ目は、パイロット省と呼ばれるグループで、最初にトライアル活動を実施する地域であり、ハノイ市（消費地としてトライアル活動を実施）、ハイズオン省・ハナム省・フンエン省（生産地としてトライアル活動を実施）が含まれる。二つ目は、セミ・パイロット省と呼ばれるグループで、パイロット省での活動後、その成果も踏まえてトライアル活動を実施する地域であり、タイビン省・フートー省・ビンフック省が含まれる。三つ目は、経験共有省と呼ばれるグループで、安全作物生産の技術・知識やパイロット省やセミ・パイロット省におけるトライアル活動の結果に基づく知見を学んで、自らパイロット活動を実施する地域であり、ハイフォン市・クアンニン省・ホアビン省・バックニン省・ナムディン省・ニンビン省が含まれる。これらプロジェクト対象地域の位置を第1図に示す。本稿で論じる意識啓発活動は主に消費地のパイロット省としてトライアル活動を実施するハノイ市で行われた。プロジェクト期間は、2016年7月28日から2021年7月27日までの5年間である<sup>1)</sup>。

## III. プロジェクト対象地域（ハノイ市を中心とする）における安全野菜の流通環境及び消費者の意識<sup>2)</sup>

ここでは、本プロジェクトの支援で生産される安全野菜の重要な消費地として位置づけられるハノイ市の流通状況及び消費者の意識について、非常に限られたデータに基づいてであるが、簡単に説明する。

ハノイ市の野菜の年間消費量は約100万tと見込まれ、同市の生産量はその6割相当の60万tで、40万tはプロジェクトのパイロット省を含む近郊の省から供給されていると推定されている<sup>3)</sup>。また、この約100万tの流通経路については生産地近傍の市場における生産者などによる販売が10%、ハノイ市に数か所ある卸売市場を経由するものが33%、卸売市場を経由しない買付け業者や小売による販売が42%、スーパーマーケットやホテル、レストラン、学校などによる購入が多くみて15%であると推定されている<sup>3)</sup>。なお、明示的に安全野菜として流通しているのは、こうした総流通量の5%未満と推定する2014年の報告がある<sup>4)</sup>。それでは、市場に安全野菜のニーズが少ないのかということそうでは



第1図 プロジェクト対象地域

(出典：JICAプロジェクト資料)

ない。VECO Vietnam (2016)<sup>5)</sup>によれば、ハノイ市の280人を対象とした調査において、97.5%が「食品の安全性を懸念している(30%)」もしくは「非常に懸念している(67.5%)」と回答している。他の同様の調査<sup>4)</sup>においても、消費者の食の安全に対する懸念は強く、安全野菜を入手するために、さまざまな工夫をしている様子が指摘されており、安全野菜への潜在的ニーズは高い。

#### IV. プロジェクトでの活動

本節ではプロジェクトの中の具体的な意識啓発活動の全体計画について説明し、次にその中で学校教育を通じた意識啓発活動をどのように位置付けて、どのような活動を行ったかを述べたうえで、その結果について明らかにする。

##### 1. 意識啓発活動の全体計画の概要

まず、全体計画の策定にあたり、消費者の安全野菜の購買行動の変化について仮説を設けた。即ち、消費者は以下の6つのステージに沿って(ステージA→ステージF)段階的に野菜の安全性について意識を高めていくという仮説である。この仮説はKotlerの消費者購買の

意思決定プロセス(問題認識、情報収集、代替品の評価、購買決定、購買後の行動という段階を踏むというマーケティング理論)<sup>6)</sup>をベースに今回のプロジェクトの内容を考慮して設定した。

ステージA：安全野菜の購入に関して特に何もしていない。

ステージB：野菜の安全性は独自の方法で判断している。

ステージC：野菜の安全認証は知っているが、信頼していない。

ステージD：野菜の安全認証は信頼しているが、どこで安全野菜を買えば良いかわからない。

ステージE：安全野菜を購入しているが、時々妥協する。

ステージF：常に安全野菜を購入している。

なお、ステージC、D中にある野菜の安全認証とはベトナムの農業生産工程管理(GAP: Good Agricultural Practice)に関する標準であるVietGAP(ベトナム農業生産工程管理)などを指す。(ベトナムにおける安全野菜に関する制度は熊代(2019)<sup>7)</sup>を参照。プロジェクトではこの制度に基づく安全野菜の普及を目的にしており、類似のカテゴリーである有機野菜は意識啓発活動の対象に含めていない。)

第1表 意識啓発活動全体計画

	ステージA	ステージB	ステージC	ステージD	ステージE	ステージF
<b>若年層 (22歳以下)</b>	<b>意識啓発と教育</b> 対象: 不特定多数の消費者 活動: 学校教育および視覚素材コンテスト(展示効果)	<b>安全野菜認証・生産に対する信頼構築</b> 対象: 生産者と流通業者 活動: 対面による普及	<b>信頼構築と安全野菜へのアクセスのための情報提供</b> 対象: 若年層及び青壮中年層の消費者 活動: オンラインプラットフォーム構築	<b>小売店の信頼構築</b> 対象: 不特定多数の消費者 活動: 店内プロモーション実施		
<b>青壮中年層 (22歳～50歳)</b>	<b>テーマ:</b> ・ 食品安全の重要性 ・ 安全野菜の選び方 ・ 安全野菜の旅(生産・流通)  <b>材料:</b> ・ 教育用リーフレット → 安全野菜消費者である保護者のコメントを挿入 → オンライン情報源を紹介 ・ 生徒による視覚素材 → 生産者や流通業者と共有	<b>テーマ:</b> ・ 安全野菜生産・流通過程 ・ 安全野菜と認証 ・ 消費者が安全野菜を欲している状況  <b>材料:</b> ・ 教育用リーフレット → 学校教育内容を転用 → 生産者・流通業者のコメントを挿入 ・ 生徒による視覚素材	<b>テーマ:</b> ・ 安全野菜販売店舗情報 ・ 安全野菜認証情報(生産者の認証、パッケージの情報、小売り業者の認証) ・ 安全野菜生産者の情報  <b>材料:</b> ・ ウェブサイト	<b>テーマ:</b> ・ 安全野菜認証 ・ 安全野菜生産過程 ・ 安全野菜の流通  <b>材料:</b> ・ 店内展示		
<b>シニア層 (50歳以上)</b>	対象: シニア層の消費者 活動: 対面による普及 <b>テーマ:</b> 上記と同じ → リーフレットと研修で普及 <b>材料:</b> リーフレット					

(出典: JICAプロジェクト資料)

この仮説に基づき、ハノイ市在住の20歳以上の女性で自らあるいは家族のために野菜を購入し、その安全性に関心がある人に対する定性的なインタビュー調査及び文献による確認を行った。詳細は紙幅の関係で省略するが、これらの調査により、特定のステージに属する調査対象者の傾向や属するステージとは関係なく共通する傾向を分析し、その分析結果に基づいて策定した計画が第1表である。この全体計画を策定するにあたって、プロジェクトでは政府機関、NGO、小売業者からベトナムにおける過去の意識啓発活動に関する情報も収集したが、活動実施組織のミッションや関心分野が異なるため、いくつかの活動は必ずしも消費者をターゲットとしたものではなかった。そのため、この計画では消費者により焦点をあてることとし、また、消費者のステージを前進させる包括的アプローチをとることに重点をおいた。

この表は上辺にあるステージAからステージFまでの各ステージにいる消費者をより進んだステージに移行させていくためにどのような意識啓発活動を行うかという計画である。まず、ステージAあるいはBに属している野菜の安全性についての意識があまり高くない消費者のうち、若年層や青壮年層に対しては、以下に詳述する学校教育とポスターなどの拡散用広報素材

制作コンテストを組み合わせる企画により意識啓発を図る計画とした。他方、直接対面形式を好むシニア層に対しては、セミナーなどによる食品安全や安全野菜についての説明で意識啓発を図る計画とした。野菜の安全認証は知っているが、信頼していないというステージCの段階の消費者に関しては、消費者の信頼を構築するために、生産者と流通業者を対象とした研修やイベント等の機会に、対面での説明による意識啓発を図る計画とした。ステージDおよびステージEの安全野菜を自発的に購入検討あるいは開始している段階の消費者は、このステージに至るまでの過程で情報収集にインターネットを利用する傾向にあることから、これらのステージからの前進を支援・促進するために、ウェブ上に安全野菜に関する情報ハブを立ち上げる計画とした。具体的にはハノイ市の一部局であるハノイ市投資・通商・観光促進センター(Hanoi Promotion Agency: HPA)が安全農作物認証に関する情報、安全農産物の販売店舗情報、安全農産物の生産者に関する情報を使いやすい形で集めたウェブサイトを設定し、消費者がそれを認識し、利用するように誘導することとした<sup>8)</sup>。安全野菜に関して最も意識の高いステージFの消費者に関しては、小売店舗の信頼性構築を目的として店舗内での安全野菜のプロモーション活動を行う

計画とした。

## 2. 学校教育を通じた意識啓発活動の具体的内容

### (1) プロジェクト期間を通じての活動概況

ステージAあるいはBに属している消費者のうち、若年層や青壮年層に対するこの活動は、小・中・高校の生徒に対して行う活動であるが、家庭内で消費する食品の主たる購買意思決定者である母親を中心とする保護者（以下「保護者」）に、生徒を介して働きかけることが最終的な狙いである。この活動が効果的ではないかと判断した理由は、上記1.で述べた意識啓発活動の全体計画を策定するために行った事前の調査の結果等により、保護者には以下の様な傾向があると考えたからである。

- (ア) 子どもの健康についての意識が高い。
- (イ) 野菜の購買に関する家庭内の意思決定者である。
- (ウ) 若い保護者の場合は行動変化について高齢者より比較的柔軟である。
- (エ) 子どもの発言に注意を払う。

活動内容としては、まず安全野菜に関する教育用のリーフレットを作成する。次に、ハノイ市は中央直轄地の1つであり、行政区分としては1市社、12区、17県からなっているが、そのうち市街部にあたる12区の学校を対象に、年ごとに設定する活動対象学年の生徒にリーフレットを配布する。さらに、その中からハノイ市教育訓練局によって選出された案件活動対象校の生徒に対し、そのリーフレットを用いて安全野菜に関する授業を行う。最後に、宿題として、生徒は先生役となって保護者にリーフレット内容を伝達し、保護者と共に約束文書（Commitment Paper）を作成し署名する。ここまでが一連の学校教育活動である。

その後、授業を行った学校の生徒の希望者が、指定人数のグループで課外活動としてビジュアル素材（学齢により、ポスターあるいはスライドショー）を制作する。優良な作品を選考して表彰式を開催するなどイベント化することで、参加生徒やその親によるソーシャルネットワークなどでの拡散効果やメディアによるニュースの露出効果も狙っている。また、選考された優良作品の展示会を開催し、学校教育活動だけではリーチできない幅広い消費者に意識啓発を働きかけるといえるものである。

最後に、最優秀賞作品はデジタル処理後印刷し（スライドショーはソフトコピー）、ハノイ市12区内の学校、生産者、流通業者、政府関係機関、スポンサーの民間企業などに配布し、安全野菜に関する消費者啓発メッ

セージ拡散用の広報素材として活用する。

この活動は、プロジェクト期間中2017年から2020年まで毎年1回ずつ合計4回実施したが、毎年活動効果を精査しながら翌年の活動を計画し、対象学年、リーフレット内容、制作するビジュアル素材のテーマなどを毎年少しずつ変えて試行した。活動の成果がまとまっている2017年から2019年までの合計3回の活動概要を比較したのが第2表である。ここに示されているように、年により対象学年、リーフレットの内容、課外活動の制作物などが少しずつ異なっているが、具体的にどのような活動を行ったかについて、2019年の例で詳述する。

### (2) 2019年の活動

#### ア. 対象学年

2019年は、7年生を対象とした。ベトナムの教育制度は、小学校5年、中学校4年、高校3年、大学4または5年という制度であり、7年生はベトナムでは中学2年生であるが、日本の中学1年生と同じ学年ということになる。2017年は小学4年生を、2018年は10年生（高校1年生）を対象にした。消費者（保護者）をより高いステージに誘導するにはより複雑なコンテンツが必要になるが、小学4年生では若年過ぎて情報を消化しきれず、必ずしも親に適切に伝達できないと判断された。一方、生徒と保護者との交流が保護者に影響を与える鍵であるが、10年生では成熟しすぎて、親との親密な交流に欠ける傾向が見られた。そのため2019年は内容の理解力を伴いつつ親との交流やポスター画きの活動を楽しめる学齢の7年生を対象とすることとした。

#### イ. リーフレットの配布とその内容

前述のハノイ市12区内の全156中学校の7年生全員に合計49,652部のリーフレットを配布した。

この時のリーフレットの重要な内容は大きく二つの部分から構成されている。

最初の部分は安全野菜の生産に関する4つの質問に答えるもので、クイズ形式にすることで生徒が楽しく安全野菜について学べるしくみにしている。具体的には以下の通りである。

- (ア) 生産者が2つの圃場を有しており、土壌と供給する水の質および立地条件（近隣に工業団地や廃棄物置場があるところとそうでないところ）の2項目についてそれぞれ異なる状況にある。その中で野菜を生産するのに適した圃場はどれかを選ぶ。
- (イ) 最適な圃場を選んだ生産者には次の4点の作業が必要である。①正しい農業工程に従って野菜の生産を進めていることを証明する、②生産について消費者が理解できるよう情報のトレーサビリティ

第2表 プロジェクトでの各年度の学校教育を通じた意識啓発活動（ハノイ市）

	2017年度	2018年度	2019年度
対象学年	小学校4年生	10年生(高校1年生)	7年生(中学2年生(日本の中学1年生相当))
リーフレット内容	「安全野菜の選び方」と「安全野菜を選ぶ保護者の証言」	「安全野菜の旅」と「安全野菜を選ぶ保護者の証言」	「安全野菜の旅」と「安全野菜を選ぶ保護者の証言」(2018年度の簡易版)
リーフレット配布	12市街地区の小学校194校で合計52,514部を配布	12市街地区の高校39校で合計24,986部を配布	12市街地区の中学校156校で合計49,652部を配布
学校授業の実施	12区の小学校30校の生徒合計10,350名にリーフレットの内容を説明。帰宅後生徒と保護者が一緒に宿題を行い、約束文書を提出する。	12区の高校6校の生徒合計3,891名にリーフレットの内容を説明。帰宅後生徒と保護者が一緒に宿題を行い、約束文書を提出する。	12区の中学校3校の合計1,085名にリーフレットの内容を説明。帰宅後生徒と保護者が一緒に宿題を行い、約束文書を提出する。
宿題約束文書	9地区17校から5,116の約束文書提出(提出率50%)	6校から3,308の約束文書提出(提出率85%)	3校から984の約束文書提出(提出率90.7%)
課外活動(ポスター/スライドショーフェスティバル)	10校(Thanh Xuan区およびHa Dong区から各5校)から約1,500名が参加し、5名1組でポスターを制作し、約300のポスターが提出された。これを各小学校で選考し、1校あたり3、合計30作品のポスターが最終選考に選ばれた。(対象生徒数10校×3ポスター×5名=150名)	6つの区の6校から360名が3名1組で60秒程度のスライドショーを制作し、120のスライドショーが制作された。これを各高校で選考し、1校あたり3、合計18作品のスライドショーが最終選考に選ばれた。(対象生徒数6校×3スライドショー×3名=54名)最終選考に残ったグループは、プロジェクトの支援対象の安全野菜生産農家および安全野菜を提供するスーパーマーケットA社の見学会に参加し、スライドショーの内容を精緻化した。	3校から894名が参加し、3名1組でポスターを制作し、298のポスターが提出された。これを各中学校で選考し、1校あたり10、合計30作品のポスターが最終選考に選ばれた。(対象生徒数3校×10ポスター×3名=90名)
ポスターのテーマ	安全野菜と輝かしい未来	安全野菜を家に持ち帰ろう	安全野菜を家に持ち帰ろう
最終選考	2017年10月27日に評価会を実施して、30作品のポスターを対象に金賞、銀賞、銅賞以下各賞を決定	2018年10月29日に評価会を実施して、18作品のスライドショーを対象に金賞、銀賞、銅賞以下各賞を決定(12作品が主な賞に決定)	2019年10月23日に評価会を実施して、30作品のポスターを対象に金賞、銀賞、銅賞以下各賞を決定(9作品が主な賞に決定)
授賞式	2017年11月3日にAn Hung小学校において約600名の参加をもって実施。この時スポンサーからの賞品も併せて授与	2018年11月12日 Nguyen Thi Minh Khai 高校において約1,000名の参加をもって実施。この時スポンサーからの賞品も併せて授与	2019年11月1日にLe Qui Don中学校において約1,200名の参加をもって実施。この時スポンサーからの賞品も併せて授与
最終選考ポスターの展示会	2017年12月26日から31日までC社のモールで実施し、約3,000名の一般消費者の訪問があった。 また、啓発活動の一環として、訪問客の一般消費者にも教育用リーフレットを約1,500部配布した。	2018年12月8日から16日までC社のモールで実施。期間中に約2,500名の一般消費者の訪問があった。 教育用リーフレットを約4,000部配布した。	2019年11月9日から17日までC社のモールで実施。ポスターに対する人気投票、HPAウェブサイト紹介、A社による新鮮野菜販売、B社による安全野菜の試食と組み合わせて実施。期間中に約4,400名の一般消費者の訪問があった。 教育用リーフレットを約2,900部配布した。
独自の取り組み	ハイズオン省のDuc Chinh小学校でも安全野菜教育を促進するためポスターフェスティバルを独自に開催した。		上述の3校以外にハノイ市内の2校が7年生に対し、約束文書の作成を含む学校プログラムとポスターの制作を実施した。

(出典：筆者作成)

を管理する、③適量の水や農薬の使用により安全な野菜を生産する、④野菜の適切な収穫時期の判断のために圃場日誌を記録する。この圃場日誌に記録すべき項目をいくつかの選択肢の中から選ぶ。

(ウ) 野菜の収穫時期が来たが、農薬や肥料のパッケージ

には農薬使用7日後、肥料使用の10日後が最短の収穫時期と記載されており、生産者はその時まで収穫を待たなければ、野菜に残った農薬などが人間の健康に害を与えるかもしれない。2つの圃場のそれぞれの圃場日誌から設問の収穫日にどちらの圃場から収穫するのが適切かを選ぶ。

(エ) 野菜の収穫後、スーパーマーケットに配送する前に生産者が行うべき処理（根や不要な葉を切る、品質毎に分類する、包装する、など）を選択肢の中から選ぶ。また、スーパーマーケットが販売する安全野菜の生産元を後で追跡できるようにするためには、生産者はスーパーマーケットに配送する野菜のパッケージにどのようなラベルを付ける必要があるかを選択肢の中から選ぶ。

(オ) また、上記質問の回答欄では、正解とその理由を解説している。

2つ目の部分は「安全野菜を選ぶ賢い保護者の証言」である。このページでは、なぜ、安全野菜を購入するか、どのように安全野菜を購入するか、などについて3人の保護者のインタビュー記事を掲載している。これは、生徒が先生役として保護者にリーフレット内容を伝達する際に、(本活動の真のターゲットである)保護者の共感を誘い、行動変革のモチベーションを高めることを目的としている。

以上のような内容を盛り込んだリーフレットのレイアウトを第2図に示す。

ウ. 学校授業の実施と約束文書の提出

リーフレットを配布した上記156の中学校のうち、3校の7年生合計1,085名の生徒に対し、先生がリーフレットの質問とその解答に関する説明を行った。そして、各生徒が帰宅後、宿題として学校で習ったことを保護者に説明し、それに基づいて約束文書を作成して生徒と保護者が署名し、学校に提出した。約束文書の内容は、以下の2つの質問と1つの任意回答の質問で構成されている。

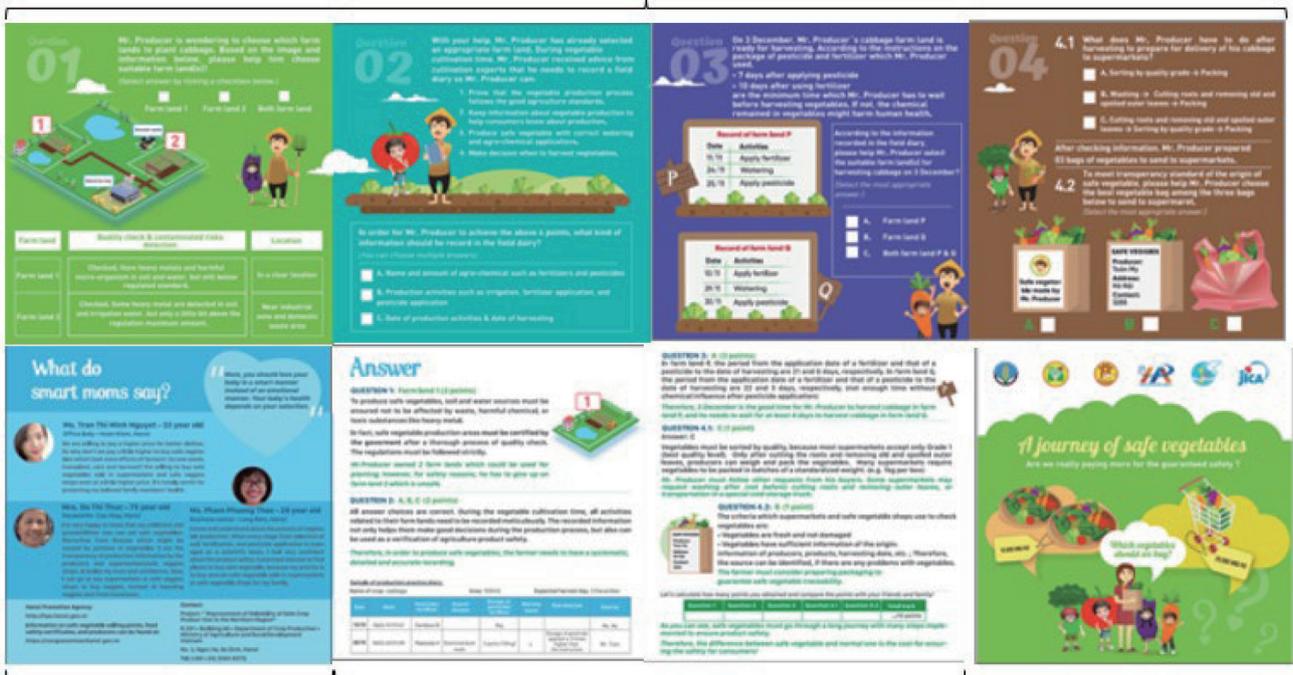
(ア) 本日の学習から学んだ重要なことを一つ挙げる。

(イ) 安全野菜の消費に向けて明日から行うことを一つ挙げる。

(ウ) (任意回答) HPAの安全農産物のウェブサイトでの情報が有益か。改善すべき点はあるか。(ウェブサイトについては上記1.参照。2019年の活動では、上述の安全野菜の教育リーフレットに加え、ウェブサイトの紹介リーフレットも配布した。)

そしてこの宿題については984の約束文書が提出され、提出率は90.7%であった。また、約束文書作成に参加した保護者の男女比については、この年のもので

#### 4つの質問



安全野菜を選ぶ  
保護者の証言

質問の解答と解説

第2図 2019年に配布したリーフレットのレイアウト

(出典：JICAプロジェクト資料)

はないが、唯一データをとった2020年の実績では女性77.3%、男性22.7%であった。

#### エ. 課外活動(ポスターフェスティバル)

学校授業を行った3つの中学校の7年生を対象に課外活動としてポスターフェスティバルを行った。894名の生徒が参加し、「安全野菜を家に持ち帰ろう」をテーマに3名1組でポスターを制作し、298点のポスターが提出された。各中学校で10点のポスターを選考し、合計30点のポスターが最終選考に選ばれた。2017年はポスターを、2018年はスライドショーを課外活動の対象にした。これらの展示会で、ポスターはオープンスペースで明るい印象の展示会で、来訪客も素早く見られるのに対し、スライドショーはモニターを鮮明に見せるために暗い環境で展示する必要があるうえ、視聴にはより長い時間を要するため、必ずしも適当でなかった。また、スライドショーは教師と生徒に技術的スキルを教える研修が必要であり、更に実施が複雑になる。そのため、2019年ではポスターを課外活動の対象とした。

2019年10月23日に農業農村開発省作物生産局、ハノイ市農業農村開発局、ハノイ市教育訓練局、生産者代表、流通業者代表、JICAプロジェクト専門家で構成される評価委員会により、30点の最終選考対象ポスターから金賞、銀賞、銅賞他の各賞を選考した。各賞の授賞式は、課外活動を実施した3つの中学校の1校であるLe Qui Don中学校において11月1日に行われた。3校の教員、生徒、上記評価委員会関連機関、賞品の民間企業スポンサー、その他本ポスターフェスティバル実施関係者約1,200名が参加した。授賞の副賞として、プロジェクトで支援している安全野菜生産農家、ハノイ市農業農村開発局、ベトナムでスーパーマーケットを展開している日系企業A社、同じくベトナムでサラダドレッシングなどの販売を行っている日系企業B社から副賞の賞品提供があった。

#### オ. ポスター展示会

2019年11月9日から17日まで、A社のグループ会社でベトナムでショッピングモールを展開している日系企業C社のモール内のイベントスペースで、最終選考に残った30のポスターの展示会を行った。この会場では、ポスター展示以外に、上記1.で述べたHPAによる安全野菜に関する情報ハブであるウェブサイトのデモンストレーション、A社による安全野菜の展示販売、B社による安全野菜のサラダ試食会も併せて実施した。

2019年時点では消費者啓発活動も3年目を迎えるため、本展示会イベントをポスター展示による認知拡大・関心喚起にとどめず、さらに発展的なコンセプトを考

案し実施した。一連の会場内イベント活動は、各消費者に対して、自分の消費行動ステージから次ステージに向けた具体的なアクションのシミュレーションを訴求することを目的としたイベント・コンセプトとなっている。(第1表参照)

- (ア) ステージAあるいはBに属している野菜の安全性についての意識があまり高くない消費者に対しては、教育リーフレット配布と子どもが制作したポスター展示を通じて認知拡大・関心喚起を図る
- (イ) ステージCで認証について疑問がある消費者やステージDの安全野菜の購買を自ら検討している段階の消費者に対しては、安全農産物認証に関する情報、安全農産物の販売店舗情報、安全農産物の生産者に関する情報ハブであるウェブサイトの、HPAによるデモンストレーションでウェブサイトの認識・利用を促進する。
- (ウ) ステージD、E、Fの消費者に対しては、展示会場内のA社による展示販売ブースで安全野菜の購入、B社による生野菜(サラダ)の試食で安全野菜の安心感を体験させる。

この展示会開催期間中、C社ショッピングモール内の安全野菜販売店A社店舗内でも、販売店による野菜の安全確保のための企業努力をディスプレイで紹介し、信頼できる安全野菜販売店での野菜購買の重要性を訴求した。

この催しの中でポスター展示会に限った訪問者数だけで期間中(9日間)に約4,400名の一般消費者の訪問があった。この中にはポスターフェスティバルに参加した生徒やその保護者も含まれており、このポスター展示会に参加することにより、学校の授業、宿題、課外活動にとどまらず、行動変化のインセンティブが更に高まったと考えられる。

なお、この間最終選考に残ったポスターは、スキャン後プロジェクトのフェイスブックページに掲載した。シェアを促進し、「いいね」を多く獲得するための人気投票を実施することでオンラインでも拡散促進を図った。2019年の学校教育からポスター展示会に至る画像を含めた一連の活動状況についてはプロジェクトが定期的に発行しているニュースレター<sup>9)10)</sup>も参照されたい。

#### (3) 学校教育の効果(生徒と保護者の反応)

このプロジェクトでは、学校教育の効果を詳細に測定することは計画に含まれておらず、この活動がターゲットとしている生徒の保護者の行動変化までどの程度つながるかは検証されていないが、2017年から2019年までの3年間の学校授業の宿題として作成された生徒と

保護者の約束文書の分析結果を用いて保護者への影響度を推定する。

この3年間での活動は対象とする学年も異なるうえ、授業で用いたリーフレットの内容も少し異なるので、まず、各年の実施概要を明らかにする。(第2表も参照)ア. 2017年

小学4年生を対象に実施した。対象学齢が低いため、リーフレットの内容は2018年、2019年のものより簡単なものとした。全体のうち多数を占めると見込まれていたステージA、Bの消費者を意識した内容で、質問の内容は安全野菜の正しい選び方に特化したものであった。本人は自己判断で安全な野菜を選んでいるつもりで消費者が多く、正しい知識がないために安全な野菜を購入できていない消費者に気づきを与えることを目的とした。約束文書の内容は2019年の事例として上記(2)ウ.で述べた3つの質問のうち、回答は任意の質問を除いた(HPAのウェブサイト構築前だったため)2つの質問に答える形での作成することを求めた。即ち以下の2つである。

- (ア) 本日の学習から学んだ重要なことを一つ挙げる。
- (イ) 安全野菜の消費に向けて明日から行うことを一つ挙げる。

ハノイ市の12市街区の小学校30校合計10,350名に学校授業を行い、9市街区の17の小学校から5,116の約束文書が提出された。(提出率49.5%)

イ. 2018年

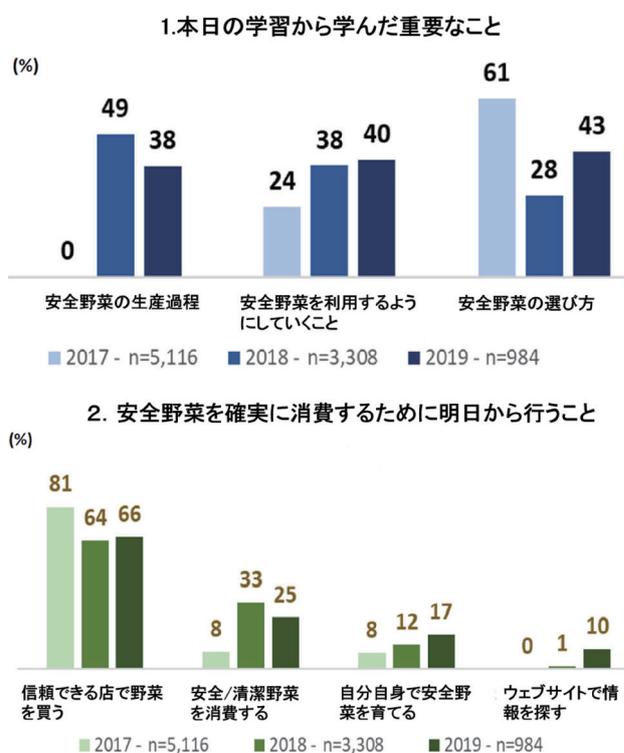
10年生(高校1年生)を対象に実施した。対象学齢が高いため、より複雑な内容も消化できることに鑑み、リーフレットの内容は上記(2)イ.で述べた2019年に実施したものとはほぼ同一であった。生産者や流通業者の努力を伴い、安全な野菜が市場に提供されるまでのステップを解説することで、「安全野菜はパッケージイメージが良いだけで高価」という典型的な消費者の誤認に対する気づきを与えることを目的とした。約束文書の内容は2017年と同じ2つの質問に答える形で作成することを求めた。高校6校合計3,891名に学校授業を行い、6の高校から3,308の約束文書が提出された。(提出率85.0%)

ウ. 2019年

上記(2)ア.、イ.、ウ.で述べた通り、7年生(日本でいうと中学1年生)を対象に実施した。リーフレットの内容は、若干低い学齢を考慮し2018年に実施したものとの簡易版とした。約束文書の内容は2017年、2018年と同じ2つの質問に、開設されたHPAのウェブサイトの評価について任意回答を求める1つの質問を加えた

合計3つの質問に答える形での作成することを求めた。中学校3校合計1,085名に学校授業を行い、3の中学校から984の約束文書が提出された。(提出率91.7%)

各年の約束文書の分析結果を紹介する。2017年から2019年までの3年間の約束文書において共通の2つの質問についての主な回答を比較したのが、第3図である。それぞれの約束文書に書かれた実際の回答は自由記述であるが、これを大きく分類し、集計したものである。1番目の質問である「本日の学習から学んだ重要なことを一つあげる」への回答に関しては、まず、2017年分の回答が「安全野菜の選び方」に集中し、「安全野菜の生産過程」と回答した者がいなかったのは、この年のリーフレットのテーマ即ち教育内容が「安全野菜の選び方」であったことによる。これに対し、2018年および2019年の教育テーマは「安全野菜の旅」であったので、「安全野菜の生産過程」と回答した者の割合が増えている。簡易なデータではあるが、学校教育活動で意図した安全作物に関する主要な事項は生徒とその保護者に伝達されたと判断できよう。2番目の質問である「安全野菜の消費に向けて明日から行うこと」に関しては、3カ年とも6割以上の回答者が「信頼できる店で野菜を買う」と回答した。III.にあるようにハノイ市内で明示的に安全野菜として流通しているものが総流通量の5%



第3図 約束文書の回答内容

(出典: JICA プロジェクト資料)

未満と推定されるという状況と比較すると、回答が直ちに野菜の購買行動につながるものではないとはいえ、家計の中で消費する食品選定の意思決定者である場合が多いと考えられる母親を中心とする保護者に対し、ステージAからステージFへの移行を促すための重要な事項は伝達されたと判断されよう。なお、2019年の回答で、「ウェブサイトで情報を探す」が増えているのは、上記(2)イ.にあるようにこの年からHPAの安全農産物のウェブサイトの紹介を開始したためである。

#### IV. 今後に向けての示唆

冒頭に述べたように、少なくともJICAの農業開発技術協力プロジェクトでは、これまで初中等教育と連携して活動を行った事例はあまりないと考えるが、この事例から示唆されることを何点か述べる。

第1に、小中高校という確立したシステムを活用することにより、比較的容易に多くの対象者に働きかけることが可能であるということである。例えば、2017年の例では50,514のリーフレットを配布し、小学校の4年生の生徒10,350名に授業を行った。また、2019年の例では、授業を行うために選定された3つの中学校以外に2つの中学校が任意に7年生に対し、約束文書の作成を含む授業とポスター制作活動を行った。このように活動内容が一定の条件を満たしていれば、比較的容易に広範囲にその活動を拡大実施することが可能といえよう。実施成功の前提としては、下記4つのポイントが挙げられる。

- (ア) 活動の趣旨や意義が学校側に理解される必要がある。このため、全学校の代表者・担当者を招いたキックオフミーティングをハノイ市教育訓練局の主催で毎年実施した。
- (イ) リーフレットが教材としてわかりやすく使いやすさが必要がある。子どもがポジティブに関心を持つようデザインに工夫を凝らし、内容も迷路やクイズなどインタラクティブに楽しく学べるものとした。
- (ウ) ポスター描き活動はグループ活動にすることで楽しく共同作業で取り組めるため、生徒のみならず、先生や保護者からも好評で実施のインセンティブとなった。
- (エ) 教育担当部局の理解を得て、協力の合意を取り付けることである。このプロジェクトはハノイ市の農業農村開発局と教育訓練局の両者を含む行政部局全体を統括するハノイ市人民委員会の合意も得て実施しており、両局の連携が比較的容易にとれ

た。

第2にプロジェクトの他の活動との相乗効果である。今回の学校授業は、プロジェクト全体の中では安全野菜の生産、流通、意識啓発と大きく3つある領域のうち意識啓発の中の一つの活動として実施された。そのため、下記のプロジェクト内相乗効果を発揮できた。

- (ア) 農作物の正しい選び方、生産・流通の各ステップで安全確保に必要なポイントなど、リーフレットに含まれる技術的な内容確認には生産領域の知見が反映された。
- (イ) HPAの安全農産物の情報ハブとしてのウェブサイト構築に際しては、安全農産物販売店や生産者の情報を収集したディレクトリ(情報一覧)が消費者視点で必要であったが、これらの情報は生産および流通領域のものを相乗的に利用できる効果があった。
- (ウ) ポスターフェスティバルの授賞式の際には、副賞賞品としてプロジェクトで支援している安全野菜生産農家から安全野菜が提供された。当該生産者を消費者に紹介することで、生産者のマーケティングに貢献しつつ、生徒・保護者に対する安全野菜生産者に関する認知拡大・理解促進を図った。

このように、プロジェクトの他の領域との連携により、生徒、保護者ともに安全野菜に関する意識啓発に関して、学校での授業と約束文書作成にとどまらない各活動詳細に至るまで、包括的なアプローチが可能となり、生徒・保護者の行動変化を一層後押しすることができた。これが農業開発に学校での授業を活用する利点の一つと考えられる。

第3に今回のプロジェクトでは、小中高校の生徒の母親を中心とする保護者をターゲットとして学校授業を行ったが、その過程で授業を受けた生徒たちにも、安全な野菜を摂取することの重要性を考え、行動変化を促す機会を提供している。即ち次世代教育も併せて実施されたかたちである。近年は栄養に関する世界的な関心の高まりから、例えばJICAでも農業開発の観点から栄養改善を目指すプロジェクトも増加しているが、今回の事例のような「野菜の安全性」に限らず、栄養改善など異なるテーマについても類似のアプローチが検討できる。

なお、本事例の活動は設計の目的が異なるので、本稿でも定性的な分析に留まる部分が多いが、学校授業を中心とした活動についてさらに定量的な分析を行うためには、その分析目的に応じた活動の設計が必要となる。

## V. おわりに

本稿は、安全野菜の消費に促進に向けて小中高校の授業を活用した意識啓発活動に関し、主に農業開発側視点により分析したものであるが、初中等教育側からの指摘などがあれば今後の参考としたい。

## 引用文献

- 1) 熊代輝義・七久保充・萬宮千代(2017)ベトナム国「北部地域における安全作物の信頼性向上プロジェクト」の現状と課題. 国際農林業協力 40 (3), 15-21.
- 2) 熊代輝義・七久保充・萬宮千代(2018)ベトナム紅河デルタ地域における安全作物バリューチェーン形成の取り組み—北部地域における安全作物の信頼性向上プロジェクトの事例より—. ARDEC 58, 26-30.
- 3) The World Bank (2017) Food safety risk management in Vietnam: Challenges and opportunities. Technical working paper. Hanoi, Vietnam
- 4) Wertheim-Heck, S.C.O., Vellema, S. and Spaargaren, G. (2014) Constrained consumer practices and food safety concerns in Hanoi. International Journal of Consumer Studies 38 (4), 326 – 336.
- 5) VECO Vietnam (2016) Habits, concerns and preferences of vegetables consumers in Hanoi
- 6) Kotler, P (1991) Marketing Management: Analysis, Planning and Control. Prentice Hall
- 7) 熊代輝義(2019)ベトナムにおける安全作物生産促進制度の現状と見通し. 農学国際協力 17, 24-33
- 8) ベトナム北部地域における安全作物の信頼性向上プロジェクト (2019) Safe Crop Project News No.10 [https://www.jica.go.jp/project/vietnam/041/newsletter/ku57pq000027h74k-att/newsletter\\_no.10.pdf](https://www.jica.go.jp/project/vietnam/041/newsletter/ku57pq000027h74k-att/newsletter_no.10.pdf) (アクセス日2021年6月4日)
- 9) ベトナム北部地域における安全作物の信頼性向上プロジェクト (2019) Safe Crop Project News No.25 [https://www.jica.go.jp/project/vietnam/041/newsletter/ku57pq000027h74k-att/newsletter\\_no.25.pdf](https://www.jica.go.jp/project/vietnam/041/newsletter/ku57pq000027h74k-att/newsletter_no.25.pdf) (アクセス日2021年6月4日)
- 10) ベトナム北部地域における安全作物の信頼性向上プロジェクト (2020) Safe Crop Project News No.26 [https://www.jica.go.jp/project/vietnam/041/newsletter/ku57pq000027h74k-att/newsletter\\_no.26.pdf](https://www.jica.go.jp/project/vietnam/041/newsletter/ku57pq000027h74k-att/newsletter_no.26.pdf) (アクセス日2021年6月4日)



**Study Text**

# Prospect of rice development in Africa

**Jun-Ichi Sakagami**

Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Kagoshima 890-0065, Japan

Received: December 23, 2021

.....  
**Abstract.** Establishing sustainable food security in the midst of a natural environment that is changing on a global scale is one of the major challenges facing humanity. Particularly in tropical and subtropical regions, environmental problems such as desertification, unstable crop production due to drought, and loss of forests, as well as social unrest due to rapid population growth, are increasing. Many developing countries are located in these regions, and it is clear that urgent measures must be taken to solve these problems. Among them, the sub-Saharan region of Africa tends to have stagnant economic growth due to the economic burden of food imports to compensate for rapid population growth. We believe that we must do our utmost to build a sustainable agricultural system that utilizes limited resources in order to contribute to the development of agriculture in this harsh natural environment and economic crisis. The origin of rice cultivation in Africa dates back to 3500 years ago. Recently, the Africa Rice Center has developed interspecific hybrids, NERICAs, which are expected to contribute to food self-sufficiency in the region. The Japanese government and the Japan International Cooperation Agency have been supporting and contributing to the development of rice production in Africa. The author has been conducting various research projects on rice production with various international and domestic research institutes in the region for about 30 years. In this chapter, the history of Japan’s technical cooperation for rice development in Africa and the characteristics of the rice ecosystem will be explained. The functions and problems of interspecific hybrids, which have been developed recently and are being promoted throughout Africa, are also introduced. Furthermore, the characteristics and research results regarding African rice, a genetic resource unique to Africa, will be described. Finally, the future direction of rice cultivation in Africa is proposed by introducing examples of current efforts.

**Key words:** Africa rice, CARD, Farming system, NERICA, TICAD  
.....

## Environment surrounding rice cultivation in Africa

It is important for the international community, including Japan, to achieve sustainable economic growth and poverty reduction in Africa from a long-term perspective. It goes without saying that the development of agriculture is essential for economic development and poverty reduction in African countries, where approximately 60 to 80% of the population is engaged in agriculture. However, agricultural development in Africa is hampered by various problems such as the vulnerability of agricultural management due to poor environment and disasters, production instability due to problematic soils and low fertility, and low crop productivity due to underdeveloped cultivation technology (Fig. 1). Furthermore, as the population



**Fig. 1.** Small-scale paddy fields in flood-prone areas of Guinea

grows and the area of cultivable land per capita decreases, reducing poverty requires increasing cropland productivity, introducing promising crop species and varieties, and developing stable production technologies<sup>1)</sup>.

In Africa, there has been high demand for rice in recent years, and consumption has been increasing rapidly. On the other hand, the increase in rice production has not been commensurate with the significant increase in rice consumption; and imports from Asia, North America, and other regions have tended to expand year by year. The demand for rice in Africa started to increase in the 1970's; at the same time, West African countries that had formed rice-growing regions came together and established WARDA (West African Rice Development Association, now the Africa Rice Center) with the support of the Food and Agriculture Organization (FAO) and other organizations. Japan has been actively supporting WARDA's research and dissemination programs, including the improvement of rice varieties suitable for Africa, and in 2000, NERICA (New Rice for Africa) was developed for upland rice. On the other hand, since farmers in Africa still lack experience and knowledge of rice production, and the research and extension systems that support farming activities are not fully developed, the actual production of rice that meets the needs of farmers has not progressed significantly. We are still waiting for the rice production in certain areas, which is expanding slightly, to gradually spread to surrounding areas. Under these circumstances, at the fourth Tokyo International Conference on African Development (TICAD IV) held in 2008, the Japan International Cooperation Agency (JICA) announced the establishment of the Coalition for African Rice Development (CARD) as one of the Japanese government's agricultural sector partnerships with Africa. This was the beginning of Japan's full-scale support for rice cultivation.

## **Japan's support for rice cultivation in Africa**

African countries achieved national independence one after another around 1960. At that time, the focus of agricultural research inherited from the colonial era was on large-scale farms. In the 1970s, Japan began full-scale cooperation for technology development and dissemination for the agricultural sector, mainly through JICA, in model areas in Africa where large-scale irrigated rice cultivation was possible. Specifically, through grants and grants-in-aid, JICA developed irrigated paddy fields, established technical training centers, and dispatched teams of experts to support the transfer of technology. As a result of the technical cooperation, dramatic yield improvements have been achieved in model areas such as the Moshi Rural

District in Kilimanjaro in Tanzania and the Mwea District in Kenya. This rice cultivation technology introduced the transplanting production system, one of the Asian-style methods of cultivation management, and established a high-input fertilizer system. In addition, the introduction of agricultural machinery to improve work efficiency was also promoted. In the latter half of the 1980s, large-scale irrigation facilities in many areas became obsolete, and the number of government employees involved in facility management was drastically reduced under the structural adjustment policy. Subsequently, the focus of agricultural research shifted to small- and medium-scale farms. As a result, since the latter half of the 1990s, the trend of aid has changed drastically to poverty reduction and food security; thus, cooperation in small-scale irrigated rice cultivation aimed at helping poor small-scale farmers plan, construct, and manage their own rice has become common. Since 2009, the National Crop Resources Research Institute in Uganda, East Africa, has been conducting a project to promote rice cultivation and conducting training and research in a wide range of fields with the aim of expanding rice production and transferring appropriate technology.

## **Establishment of CARD and Japan's efforts**

### *(1) Background of the establishment of CARD*

Since the latter half of the 1990s, the consumption of rice has increased rapidly in Africa, greatly exceeding the production growth in the region, necessitating increasing imports; concurrently, consumption is predicted to grow substantially in the future. Since rice is one of the major crops consumed in Africa with high potential for production expansion in various regions, focusing on rice and mobilizing international support will highly impact development and contribute to the promotion of rural areas and the reduction of poverty as well as mitigating food problems in the medium and long terms. In light of this situation, JICA, in collaboration with the Alliance for a Green Revolution in Africa (AGRA), announced the establishment of CARD to work with rice-producing countries at TICAD IV, as mentioned above. The development goal of CARD was to double the region's rice production from 14 million tons in 2007 to 28 million tons in 10 years by 2018.

### *(2) CARD's approach by growing environment*

At CARD, in phase 1, we tried to increase production through three main approaches: the introduction of improved varieties, improvement of cultivation techniques, and development of infrastructure. In addition, it is said that there are 20 million hectares of unused lowland wetlands



**Fig. 2.** Maturity of NERICA3 in Cote d'Ivoire

suitable for rice paddies in the region; and by properly developing these ecosystems, we can expect to increase production in a sustainable manner. CARD selected appropriate varieties, improved cultivation techniques, and promoted necessary inputs (facilities, fertilizers, etc.) for each type of cultivation environment. For irrigated paddy fields, the project focused on rehabilitating existing irrigation facilities and strengthening water user associations; for rainfed lowlands, the project focused on establishing and disseminating models of rice cultivation development; and for rainfed fields, the project focused on disseminating improved varieties such as NERICAs and developing low-cost cultivation methods (Fig. 2).

### (3) Proposed post-CARD activity plan

At TICAD VII, held in Yokohama in 2019, a new CARD phase 2 was launched with the goal of further doubling rice production (from 28 million tons to 56 million tons) by 2030. This followed the successful completion of CARD phase 1 in 2018, which reached its goal of doubling the rice production volume in each country. CARD phase 2 has expanded the target countries from 23 to 32 and focuses on the path to doubling production through the RICE approach (Resilience, Industrialization, Competitiveness, and Empowerment) in order to enhance the competitiveness of domestic rice and to promote further collaboration with the private sector. Specifically, the keys are: improving rice quality by strengthening the value chain, improving post-harvest processing technology, and promoting the participation and utilization of the private sector; developing and propagating the use of irrigation and introducing crop rotation such as alternating field crops and horticultural crops to counter climate change; and improving livelihoods by increasing yields, profits, and nutrition. In addition, gender considerations, such as reducing the workload of women, may also be important.

## Evolution and cultivation of rice

The species of rice cultivated are *Oryza sativa* L. and *O. glaberrima* Steud. The former is called Asian rice because its cultivation originated in Asia, and the latter is similarly called African rice and is thought to have evolved in different regions of Africa<sup>2)</sup>. Various theories of the origin of rice cultivation are related to the evolution of wild rice to cultivated rice. It is also commonly said that the wild types of cultivated species are genetically *O. rufipogon* Griff. and *O. barthii* A. Chev. Sakagami et al.<sup>3)</sup> defined the annual type as those that die within a year despite adequate growing conditions and the perennial type as those that survive longer. *O. sativa* varies from annual to perennial; the subspecies japonica has perennial characteristics, and indica was found to exhibit a wide range of characteristics from annual to perennial types. On the other hand, we conclude that *O. glaberrima* is a single-fruiting annual with none of *O. sativa*'s major variations. There are many theories as to how the species evolved during this process of differentiation. For example, Vitte et al.<sup>4)</sup> compared the genomic behavior and sequence of transposons and reported that japonica and indica may have diverged about 200,000 years ago. There are various differences in the growth of japonica and indica. As traits closely related to cultivation, indica generally tends to shatter easily, and japonica tends to shatter less easily; however, quantitative trait locus (QTL) analysis using F<sub>2</sub> of the japonica cultivar 'Nipponbare' and the indica cultivar 'Kasalath' detected shattering QTL on chromosomes 1, 2, 5, 11, and 12, and on the long arm of chromosome 1. The QTL detected on the long arm of chromosome 1 was reported to be the QTL with the greatest power of action<sup>5)</sup>. In addition, archaeological analysis related to the loss of degranulation in japonica indicates that the cultivation of rice (paddy rice) occurred in the middle reaches of the Yangtze River in China about 7,000 to 10,000 years ago, and that rice (paddy rice) was introduced to Japan about 3,000 years ago<sup>6, 7)</sup>. In general, populations that retain genetic variation have high evolutionary potential, while homogeneous populations are prone to extinction when the environment changes and are said to be in an evolutionary cul-de-sac. In the case of wild rice, the perennial type potentially contains a wide variety of mutations and rarely reproduces by seed as long as the habitat remains stable, so there is little opportunity for the release of various mutant types<sup>8)</sup>. On the other hand, annuals are highly productive, but their genetic variation is so low that they are unlikely to be able to generate cultivars and differentiate further varieties. Therefore, it is possible that a primitive cultivar with considerable seed productivity and human-friendly characteristics will emerge from an intermediate population of both seed and vegetative propa-

gation breeding. However, as compared to japonica, which has low genetic diversity, indica has greater diversity, i.e., it is better adapted to a variety of environments<sup>9</sup>). Based on these facts, it is reasonable to assume that indica and japonica have evolved in the context of different genetic variations. From this point of view, it is highly likely that indica evolved from an intermediate-type wild species in a population that varied from annual to perennial, while japonica evolved from a wild species with strong perennial characteristics. We also strongly support the theory that *O. glaberrima*, which lacks monogenetic variation, evolved from an annual wild species.

### Study of the origin of rice cultivation

The geographic variation of many cultivated plants was studied, and the location with the highest diversity was assumed to be the origin of the crop, which was rice (*O. sativa*) in the southwestern Himalayas<sup>10</sup>). Although this theory greatly influenced subsequent researchers, it is now recognized that various factors are involved in the accumulation of variation in a particular location, and that the center of diversity is not necessarily the origin of the crop. In addition, there have been various theories of the origin of rice cultivation, from isozyme analysis of rice to theories on the origin from Assam and Yunnan<sup>11</sup>), to the theory that the center of variation in cultivated rice is in the region including Myanmar and Laos<sup>12</sup>). In any case, the original site of rice cultivation must have had wild rice in the past, and the ecological and genetic conditions necessary for the differentiation of primitive cultivation types must have been present. In order to approach the origin of crops that have evolved in close association with humans, it is essential to study not only biology but also various other fields and integrate them. In addition, the growth of rice is not only influenced by genes, but also by the environment, the so-called gene–environment (GxE) interaction, which may affect the expansion of rice cultivation. In these areas, a large number of QTLs obtained by interspecific hybridization and natural hybridization between wild and cultivated species have been identified<sup>13</sup>). This suggests that some aspects of rice evolution may have undergone a complex process. In Asia, it was commonly believed that rice (*O. sativa*) originated from Assam in India and Yunnan in China<sup>11</sup>). The genomes of 1083 cultivated rice cultivars of *O. sativa* and 446 wild rice lines of *O. rufipogon* collected from various parts of the world have been sequenced to create a comprehensive genome variation map. In addition, indica evolved from crosses between japonica and wild rice lines in Southeast Asia and South Asia<sup>14</sup>). Huang's study was an extremely valuable achievement, demonstrating the theory that rice

cultivation originated in South or Southeast Asia<sup>2</sup>) using genome analysis, an advanced modern technology. On the other hand, *O. glaberrima*, which evolved in Africa, has never been the subject of modern breeding, and in recent years it has been replaced by common rice, *O. sativa* originating from Asia. Its cultivation area is decreasing<sup>15</sup>), and its genetic diversity and geographical conditions suggest that it originated in the Niger River inland delta region of present-day Mali.

In summary, based on the physiological, morphological, and genetic background of the different rice species, it seems that *O. sativa* evolved from the wild species *O. rufipogon* with annual to perennial variation, and the process of evolution is similar to that described by Huang et al.<sup>14</sup>), where the subspecies *O. sativa* evolved from the wild species *O. rufipogon* in the middle reaches of the Pearl River in China. This was followed by crosses between *O. rufipogon* and japonica in Southeast Asia and South Asia, which resulted in the annual to perennial variation in indica. This allows us to explain the differentiation of the subspecies using ecological characteristics. On the other hand, the lack of subspecies differentiation in the monocarpic annual *O. glaberrima* and the very small genetic variation as compared to *O. sativa* suggest that it evolved from the wild annual *O. barthii* found in Africa. Since *O. glaberrima* exhibits high flooding resistance<sup>15</sup>), this strongly supports the theory that it originated in the inland delta of the Niger River, a flood-prone region.

### The beginning of rice cultivation in Africa

The history of rice cultivation in Africa dates back approximately 3,500 years. At that time, rice native to Africa was cultivated (Fig. 3). It is thought that the beginning of its cultivation was in the wetlands of the upper reaches of the Niger River<sup>16</sup>). Even today, more than 130



Fig. 3. Harvest of African rice in an inundation area of Mali

varieties of African rice are known to have been planted in the widespread river delta region, which is a treasure trove of genetic resources<sup>17</sup>. About 500 years after its cultivation in the Niger River Delta, rice cultivation began in the western Gulf of Guinea region (present-day Senegal, Gambia, Guinea-Bissau, Sierra Leone, Guinea, and Cote d'Ivoire)<sup>18</sup>. It is unclear when rice cultivation began in earnest in African countries, but it was probably after 1500, when Asian rice was introduced to the African continent. When rice was first cultivated in Africa, it was mainly grown by direct seeding, but by the time Asian rice was introduced, some areas had already established row cropping and transplanting techniques<sup>18</sup>. Today, although some areas have been mechanized and modern materials such as pesticides and fertilizers have been applied, most farmers in Africa are still engaged in rough rice cultivation, and their cultivation techniques are extremely immature compared to those in Asia.

## Characteristics of African rice

### (1) Morphological, physiological, and ecological characteristics

African rice is one of the cultivated species of the rice genus, as mentioned above, and is mainly cultivated in West Africa. During 30 years of research on rice cultivation in Africa, the author has confirmed the cultivation of African rice in farmer's fields in Niger, Mali, Guinea, Senegal, Sierra Leone, Ghana, Burkina Faso, and Benin. African rice is known to be tolerant of environmental stresses and is adapted to the unique natural environment of Africa. In the past, African rice was divided into deep-water and upland rice types; but in recent years, it has become clear that these traits show continuous variation and are not clearly dichotomized<sup>19</sup>. However, it is clear that the morphological, ecological, and physiological characteristics of African and Asian rice are markedly different when compared. Morphologically, African rice generally has a variation in brown rice color from light to dark red, with fewer bristles on the surface of the paddy and more often a well-developed glume. The surface of the leaf blade also has few hairs, as the species name—glabrous—implies. The leaf ligule of the Asian rice plant is sharp and pointed, while that of its African counterpart is rounded and small, an indicator that distinguishes the two. Another characteristic of African rice is that there are fewer secondary rachis on the panicle than on Asian rice (Fig. 4). On the other hand, ecologically, African rice is a monocarpic annual; this is ecologically different from Asian rice, which can vary from annual to perennial<sup>3</sup>. It also has a relatively low number of tillers, but it has vigorous initial growth. African rice has an extremely high shattering habit, which



Fig. 4. Plant of African rice mixed with paddy fields in Guinea

is one reason for its low yield. Physiologically, the rate of carbohydrate translocation to the panicle after heading rice is higher in African than in Asian rice, resulting in a shorter ripening period<sup>20</sup>. This growth trait is unique to annual rice and may be advantageous for drought avoidance in poor environments in Africa. With regard to drought resistance, there have been reports that African rice has a higher capacity to recover after drought than Asian rice. It is also characterized by extremely high internode and leaf elongation under flooded conditions and by its ability to avoid high-temperatures damage to flowers during the day, such as by early morning flowering<sup>21</sup>. Furthermore, it is highly resistant to African gall midge and rice yellow mottle virus (RYMV)<sup>22</sup>. Although there have been few reports on the difference in yield between African and Asian rice using experimental methods, African rice is generally considered to have low fertilizer responsiveness and low yield. This is because of its high degranulation during the ripening stage, which results in yield losses<sup>23</sup>. African rice is a cultivated rice, but it seems to show some wild characteristics as well. This may be related to the fact that African rice has been selected less frequently by humans than Asian rice in the history of rice cultivation.

### (2) Characteristics of grain quality

From a grain quality analysis of a total of 27 African and Asian rice varieties (8 Asian and 19 African) collected in West Africa (Guinea, Mali, Niger, and Senegal), two Mali varieties were found to have particularly high white rice protein content in African rice<sup>17</sup>. Both of these are grown in the inland delta of the Niger River. On the other hand, no significant differences in amylose content and amylopectin short-chain ratio, which are representative of starch characteristics, were observed between African

and Asian rice varieties. The high amylose and a low amylopectin short-chain ratio (L-type) characteristics of the African rice are often seen in indica varieties of Asian rice. It is known that rice with these characteristics generally has a hard texture and is not sticky, both in cooked and cold rice. Therefore, it was thought that the texture of hard rice based on a high amylose and a low amylopectin short-chain ratio would suit the tastes of consumers who prefer African rice. In the future, it is important to refer to the preferences of local consumers when improving African rice for local use.

### Rice-harvested area, yield, and production in Africa and Asia

Figure 5-1 shows the harvested area of rice in Africa and Asia from 1961 to 2020. From 1961 to 2020, the harvested area in Africa increased by a factor of 6.2 and in Asia by a factor of 1.3. Also, in 1961, the rice-harvested area of Asia was 39 times that of Africa, but in 2020, the rice-harvested area of Africa decreased by 8.2 times to Asia. During this period, Africa’s production increased by about 1,400 hectares and Asia’s increased by about 3,300 hectares.

In 1961, rice yields were about 1.6 t/ha in Africa and 1.9 t/ha in Asia, but in 2020, rice yields in Africa increased 1.4 times to 2.2 t/ha and in Asia increased 2.6 times to 4.8 t/ha (Fig. 5-2). Rice yields in Asia increased from 1.2 times those in Africa in 1961 to 2.2 times those in Africa in 2020.

In 2020, Africa produced about 38 million tons of rice, while Asia produced about 680 million tons (Fig. 5-3). This represents an 8.8-fold increase in Africa and a 3.4-fold increase in Asia from 1981 to 2020. Meanwhile, the difference in rice production between Africa and Asia increased from 190 million tons in 1961 to 640 million tons in 2020.

From the changes in each parameter, it can be inferred that rice production in Africa progressed, since the rate of increase in rice production during this period was 3.4 times that of Asia, while it was 8.8 times that of Africa. Thus, although the rate of production growth is high in Africa, its production is still very low compared to Asia today. This is related to the expansion of cultivated areas. On the other hand, the level of rice yield in Africa has remained stagnant, and therefore, in order to improve rice production in the future, it will be necessary to increase cultivation area and yield as well.

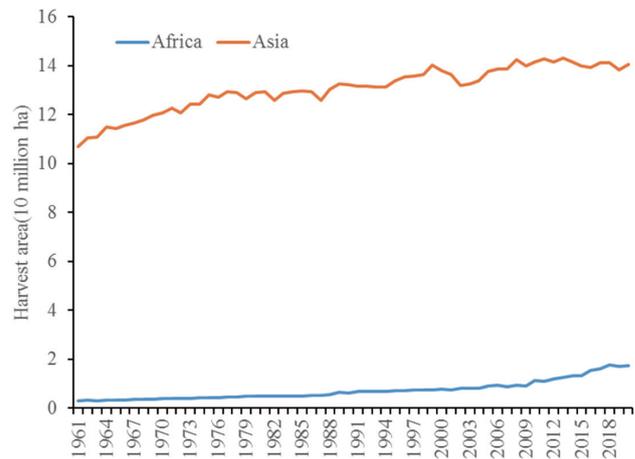


Fig. 5-1. Change in rice harvested area

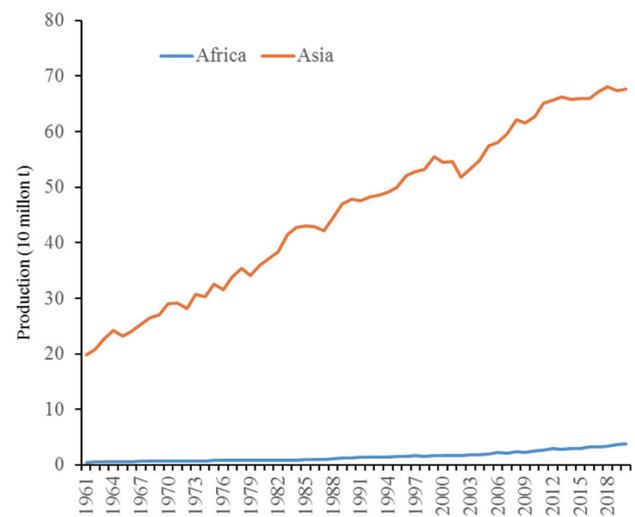


Fig. 5-2. Change in rice yields

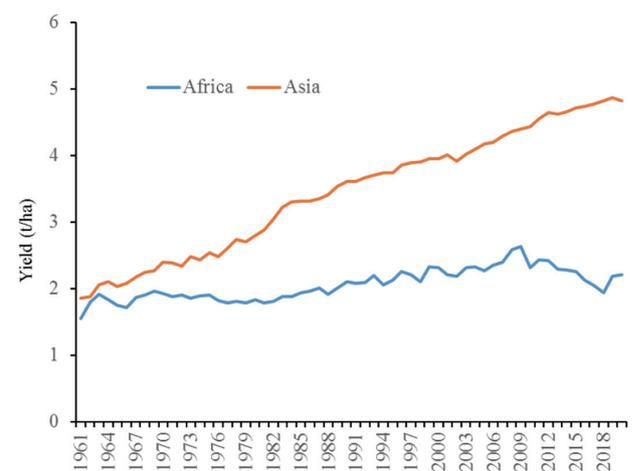


Fig. 5-3. Change in rice production (Data from FAO)

## Classification of rice farming systems and issues in Africa

The agricultural systems in Africa can be broadly classified into wetland-adapted agriculture and dryland-adapted agriculture based on differences in the water environment. The former type is found in the Guinea-Sudan savannah climatic zone where there is abundant annual rainfall or in rice paddies where sufficient moisture is available for crop growth during the cropping season; the latter type is found in irrigated land in the Sahel region where rainfall is limited or in fields that depend solely on rainwater and not on groundwater for moisture. Rice is cultivated in paddy fields that are blessed with relatively good moisture conditions and is classified into two types: irrigated rice using river water or reservoirs, and rainfed rice. There are also deep-water rice and floating rice. Land-based rice is generally grown on highlands and slopes and requires sufficient rainfall during the growing period, which limits the growing area.

In West Africa, especially in the Sahel region, agriculture is facing many difficulties due to the harsh natural environment and the economic crisis. In the future, it will be particularly important to establish a low-input, recycling-oriented agricultural system that utilizes limited resources. The challenge of maintaining stable yields must be addressed now.

### Rainfed lowland rice cultivation

Rainfed lowland rice accounts for about 52% of all rice cultivation in Africa (2011). Irrigated rice fields account for 16%, and rainfed rice fields 36%. In Asia, irrigated rice fields account for 59% of the total area of rice cultivation, while in Africa, rainfed rice fields are the main form of cultivation (Fig. 6). The average yield of rainfed



**Fig. 6.** Rice growth in rainfed paddy fields in Guinea

rice in West Africa is 1.4 t/ha (2011). Asian rice is grown in most of the rainfed paddy fields, but African rice may be grown in some cases, depending on water conditions. The paddy fields are small in size, with a simple ridge or no ridge between rice fields, depending on the topography. The paddy fields in the inland lowlands are fed by runoff from valleys, groundwater, and rainfall. In recent years, an increasing number of regions have adopted Asian-style transplanting cultivation techniques; however, in some regions, direct seeding cultivation is being reevaluated for cost reduction. In this form of cultivation, it is often reported that rice plants suffer from drought damage due to a shortage of water during the late stage of growth. Therefore, in some areas, early maturing varieties with a short growing season have been introduced, but these varieties often have low yields due to insufficient vegetative growth. In such areas, rice varieties with different growing periods are grown in the same area to avoid risk as an insurance crop.

### Upland rice cultivation

Upland rice is rice cultivated on flat land or on arable land slopes that are generally not flooded throughout the crop season but rely only on rainwater. It may also be grown on mountain slopes or around wet forests (slash and burn). In both cases, yields are low at 1 t/ha (Fig. 7). In addition to the monoculture of upland rice, maize is intercropped in Guinea, Niger, and Nigeria. In recent years, the introduction of early maturing NERICA rice varieties has been promoted, but the loss of genetic resources such as local indigenous varieties has become a problem. Because of the dependence of upland rice on rainfall, the areas suitable for cultivation are limited. However, unstable rainfall patterns contribute to the problem of water shortage, and adequate measures against water shortage are necessary to



**Fig. 7.** Seedling emergence in upland in Cameroon

increase yields. In addition, weed control and maintenance of soil fertility are the major production-limiting factors in cultivation. On the other hand, upland rice areas have some cultivation advantages, such as the availability of solar radiation and temperatures sufficient for healthy rice growth. Cultivation is carried out by direct sowing. There is a method of spreading the seed after plowing with a tractor and then harrowing with the tractor over it. This is intended to avoid bird and drought damage by mixing the sown seeds with the soil. However, in many cases, the soil is not sufficiently leveled, and differences in germination and emergence conditions occur in the field due to differences in soil moisture conditions. There is a wide variety of upland rice varieties, but in general, their panicle weight and number of tillers are lower than those of lowland rice. Drought is a general problem in Africa. Therefore, varieties that are drought tolerant or avoidant are needed. NERICA varieties of upland rice are characterized by a relatively early growth period of 90–110 days in general, of which NERICA4 is said to be drought tolerant. In terms of improving weed-competitive ability, some African rice varieties have excellent foliar development in the early stage of growth.

### **Irrigated lowland rice cultivation**

Rice cultivation in irrigated paddy fields requires that fields be divided into sections by ridges and that water management can be carried out freely (Fig. 8). Large-scale irrigated paddy fields in Africa do not differ greatly from those in Japan, but in most areas, rice is grown by transplanting by hand. When irrigation water is available and the pumping of water from rivers is possible, there are two cropping seasons—wet and dry. In the dry season, atmospheric humidity decreases and water consumption through evapotranspiration increases; therefore, yields are



**Fig. 8.** Rice growth in irrigated paddy field in Guinea

usually higher than in the wet season due to sufficient solar radiation. For example, in the paddy fields of the Niger River Basin, irrigated rice cultivation using large-pump water intake has been widely practiced since the 1960s, and irrigation canals (0.3 to 2 m wide) have been constructed in paddy fields of 0.25 ha per plot. The average yield is over 4 t/ha. In particular, irrigated lowland rice areas are spreading along rivers in Mali, Niger, and Nigeria, and these areas have organized water user associations to contribute to large-scale rice cultivation. The varieties planted in the irrigated paddy fields are diverse, but in general, they are modern varieties of semi-dwarf Asian rice. They are often introduced mainly by the IRRI (International Rice Research Institute), IITA (International Institute of Tropical Agriculture), and Africa Rice Center. In some cases, such as in Guinea, the National Research Institutes have developed varieties through their own breeding programs. Irrigated rice fields in West Africa are often found in rivers and coastal terrain in the Sahel region, making them susceptible to salt damage and iron toxicity. For this reason, salt-tolerant varieties are being introduced. In the coastal mangrove areas of Guinea, seawater is pumped in and out of the paddy fields during the dry season by opening and closing the gates of the flume to reduce the salinity of the paddy soil, thereby making rice cultivation possible. Among the irrigated rice NERICAs, some high-yielding and flood-tolerant lines have been identified in the WAS (West Africa St-Louis) series grown at the Sahel branch of the Africa Rice Center in Saint-Louis, Senegal<sup>24</sup>.

### **Deep-water rice cultivation**

Deep-water rice cultivation is practiced in paddy fields where the water table remains at 0.5 to 1 meter for most of the growing period (Fig. 9). The morphological and physiological differences between floating rice and



**Fig. 9.** Rice growth in a deep-water field in Niger

deep-water rice are ambiguous, because floating rice is also adapted to deep-water areas and is often treated as deep-water rice. In addition, short-stemmed, high-yielding varieties with the added elongation ability of floating rice, which can elongate internodes like floating rice when the rice is flooded, are sometimes referred to as deep-water rice. In Africa, the deep-water rice crop, like the floating rice crop, is a mixture of African and Asian rice. The area under deep-water rice cultivation in Africa is thought to be about 10% of the total area of rice cultivation in Africa. Deep-water rice is generally vigorous in its early stages, and even when the water table is not rising due to flooding, the plants can grow to nearly 2 m in height<sup>25</sup>). In Guinea, deep-water cultivation is relatively popular, with water depths rising by up to 1 m, and some rice plants growing more than 2 m in response. Deep-water rice has a relatively long leaf blade, which allows it to avoid flooding and maintain an aerobic metabolism by expanding its leaves above the water surface. Deep-water-tolerant varieties in Africa have been shown to have higher above-ground elongation during flooding and higher net assimilation rates in leaf blades above the water surface<sup>17</sup>). Such above-ground-elongating varieties may be prone to collapse after water withdrawal, so resistance to collapse is important<sup>26</sup>). In deep-water areas of Africa, large seedlings with long grasses are often transplanted to avoid the risk of flooding during early growth. However, in this case, late transplanting often suppresses the increase in the number of shoots. In the deep-water areas of the coastal regions of Guinea, thick-stemmed indigenous rice varieties are often grown, and modern improved semi-dwarf rice varieties are rarely planted.

## The challenge of selecting NERICA rice

### (1) Upland NERICA

In 1992, 1130 lines of African rice were evaluated for characteristics related to short growing season, good early growth, and vigorous cropping; 8 lines were selected for crossbreeding at the African Rice Center<sup>27</sup>). Among the resistance traits, they focused on weed competition, trying to produce a rice plant with both the morphology of African rice with horizontally expanding leaves for early vegetative growth and the morphology of Asian rice with high-yielding plants with an excellent light-receiving system in the canopy for reproductive growth. Furthermore, the breeding objective was to shorten the growing season for drought avoidance as well. Interspecific hybridization was started in 1992. As a result, promising lines were obtained from the WAB450 population that showed seed fertility in later generations. The parent variety WAB56-104



**Fig. 10.** Interspecific progeny cross between *O. sativa* and *O. glaberrima* in Senegal

is a japonica of Asian rice, and CG 14 is an African rice collected in the Casamance region of Senegal<sup>28</sup>). Several hybrid lines were backcrossed, and promising populations were selected from them (Fig. 10). In the first year, each farmer participated in evaluating the lines. Farmers visited the demonstration plots three different times during the growing season at the active tillering, heading, and harvesting stages and evaluated the lines regarding each of the survey items. In the second and third years, farmers took several lines of their choice to their own farms, cultivated them, and evaluated them. Seven varieties of upland rice (NERICAs 1–7) were disseminated in 2000 and 11 varieties (NERICAs 8–18) in 2005. To date, the results of the pilot studies have revealed several characteristics of NERICA varieties that are so-called high-yielding rice varieties with good fertilizer tolerance and high inputs that translate into higher yields. In addition, as mentioned earlier, these varieties are characterized as early maturing varieties with a growing period of about 90–110 days. On the other hand, the weed-reduction effect is smaller than that of the African rice parent, and, in terms of drought resistance, avoidance due to deep rooting differs among varieties and is not sufficient. At the Africa Rice Center, the number of rice grains per panicle was estimated to be 300–400, but it is unlikely that the number of rice grains obtained can be replicated in the fields of actual farmers. Since it is extremely difficult for African farmers, who generally use low inputs, to obtain sufficient fertilizer for high yields, it is not easy to utilize the growth characteristics of NERICA varieties to achieve high yields for current farmers, except those with fertile soil or who continuously apply a certain amount of chemical fertilizer.

### (2) Lowland NERICA

Since 2000, when NERICAs became incentive



**Fig. 11.** Growth of lowland type NERICA in Senegal

varieties, attention has been focused on the development of rainfed paddy fields in lowland areas with high yield potential in order to further increase yields. Since there are few promising varieties in rainfed lowland fields in Africa in general, the breeding of new varieties was expected. The first objective of breeding rice NERICAs for lowlands was to develop resistance to RYMV, a disease that is unique to paddy fields and for which there were no effective mitigation measures. Crosses were carried out at the Africa Rice Center, mainly at the Sahel Branch (Fig. 11). Asian rice indica type IR64 and African rice TOG5681 were used as crosses. TOG5681 was selected as the parental line for this cross because of its resistance to iron toxicity<sup>29)</sup> and RYMV. After two to four backcrosses with the Asian rice parent, selection continued in Burkina Faso, Mali, and Togo, in addition to Saint-Louis, for genetic fixation of the lines. In the selection of lowland rice NERICAs, farmer-participatory methods were used in the same way as for upland rice: 60 varieties were produced in 2005, and their yield potential of 6–7 t/ha effectively reduces major environmental stresses in paddy fields<sup>27)</sup>. In 2006, NERICA-L19 was registered in Cameroon; NERICA-L39 and 49 in Niger; NERICA-L19 and 20 in Sierra Leone; NERICA-L19, 34, and 42 in Togo; and NERICA-L19, 41, and 60 in Burkina Faso. In 2006, NERICA-L39 and 49 were registered in Niger, and NERICA-L19 and 20 were registered in Sierra Leone. In Gambia, WAS161-B-9-2, WAS122-IDSA-15-WAS-6-1, and WAS127-B-5-2 were registered as varieties. Later, the variety was further promoted in East African countries.

### Future prospects

We are already aware of the impact of climate change on food production. The Sixth Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (2021) warned that global warming will proceed faster than previously

assumed and that all regions will face increasing changes. It proposed that “climate-resilient development” is a key phrase in combating global warming, and it predicted that climate change will severely and negatively affect rainfed agriculture in Africa. In rainfed agriculture, farmers have to cope with year-to-year changes in weather even under the current weather conditions; however, climate change in Africa as part of global environmental change will make it even more difficult for farmers to cope.

Rice cultivation is an agricultural practice that developed in Asia and has been established in regions that take advantage of abundant precipitation. In Africa, rice cultivation is vulnerable to climate change, and more-detailed measures are needed. In this respect, the promotion of rice cultivation in Africa needs to be considered differently from that in Asia. It is an important challenge for the international community to achieve sustainable economic growth and poverty reduction in Africa from a long-term perspective. It goes without saying that the development of agriculture is essential for economic development and poverty reduction in Africa, where about 60 to 80% of the population is engaged in agriculture. However, African agriculture is hampered by various problems, such as the vulnerability of agricultural management due to disasters and other unfavorable environments, production instability due to problematic soils and low fertility, and coarse productivity due to underdeveloped cultivation techniques. Furthermore, as the population increases and the area of cultivable land per capita decreases, it is necessary to increase the land productivity of crops, introduce promising crop species and varieties, and develop stable production technologies in order to reduce poverty; however, it is difficult to say that these goals are being achieved presently. On the other hand, tropical Asian countries overcame a rapid increase in population and decrease in cultivable land per capita in the 1960s and increased food production through the “Green Revolution.” During Asia’s Green Revolution, the productivity of rice increased dramatically due to the spread of high-yielding varieties, the use of chemical fertilizers, the installation of irrigation facilities, and the promotion of mechanization. As a result, urbanites and chemical companies were enriched, but small-scale farmers did not benefit sufficiently, according to some reports; however, there is no doubt that technological innovations dramatically increased yields. In Africa, the Africa Rice Center and the International Agricultural Research Organization have developed a high-yielding interspecific hybrid variety of NERICA, which has been called a miracle rice. This has contributed greatly to the increased rice production in Africa. However, rice production in the region has not been able to keep up with the increase in consumption; as a result, imports from other regions have increased to

meet consumption, worsening the region's economy. This section explores reasons the Green Revolution of tropical Asia has not been successful in Africa.

It is important to recognize that Africa is a different continent from Asia. The main differences between Asia and Africa are the natural environment, population density, educational level, religion, acceptance of foreign cultures, and infrastructure. In the agricultural sector, soil fertility is generally lower in Africa than in Asia, which is a major hindrance to improving crop productivity. In Africa, rice cultivation is more susceptible to droughts and other adverse environmental conditions. For example, Africa has a higher percentage of upland rice cultivation than Asia. This is due to the fact that African agriculture has been influenced by European agriculture, which has developed mainly through fields or upland crops in the past. In addition, Asian agriculture is relatively precise, while African agriculture is characterized by coarseness and generally low yields. The stagnation of African agriculture compared to that of Asia is due to a variety of factors, including the natural environment as well as the social and political background. On the other hand, there are various agricultural technologies and traditional methods in Africa that are not seen in Asia, and since crops are cultivated according to the local conditions, it is possible to make the best use of the agricultural environment and genetic resources of each region. Therefore, it is desirable to develop rural areas and agriculture that are suitable for the agricultural environment of each region.

As mentioned above, the majority of people in Africa are engaged in agriculture, and agriculture accounts for a large proportion of income and GDP of the country. This is why it is necessary to focus on poverty reduction in rural areas in order to achieve economic development. This requires support for agricultural and rural development to improve agricultural productivity, increase agricultural income, and improve living conditions. The African region contains about 25% of the world's arable land but produces only about 10% of the world's food. In addition, it has about 60% of the world's uncultivated arable land. From this point of view, Africa's agricultural development potential is high. In West Africa, about 20 million hectares of unused lowland wetlands have potential for rice cultivation<sup>30</sup>. In particular, in the delta region of the Niger River, African rice, which is endemic to Africa, is grown, and traditional farming methods are practiced. These methods are characterized by the use of chemical-free fertilizers and pesticide-free cultivation management; since rice plants exhibit floating rice characteristics that allow them to grow in response to changes in the water table, we can conclude that they are a cyclical agriculture crop suitable for poor environments with extremely high flood avoidance<sup>17</sup>.

In the 1960s, African countries achieved national independence one after another, and at that time, agricultural research inherited from the colonial era focused on large-scale farms. However, with the subsequent deterioration of the domestic economy and structural adjustments, the budget for agricultural research and development was drastically reduced, and the previous momentum of research and development was lost. For example, in Kenya, the leader of East African countries, 12% of the government budget was used for agricultural research and development in 1965, but since 1990, only 3% of the budget has been used for this purpose. In addition, research and extension organizations now face a serious shortage of human resources and equipment. On the other hand, the numbers of agricultural research institutes and their researchers in African countries are relatively high. This is due to the fact that each country or region has its own agricultural research institute. It is not an exaggeration to say that African agricultural production today is mostly by small-scale farms, although there are differences among regions. From this point of view, it is necessary to promote research and development according to the type of management. In the future, it is necessary to improve the quality of research in Africa's agricultural research institutes by promoting human resource development and to achieve synergy of research results by sharing research among related institutes in neighboring countries. On the other hand, it is extremely important to establish a dissemination system that enables sufficient technological transfer of research results with close cooperation between the research and extension departments.

In order to realize an African version of the Green Revolution, it is important to establish a sustainable and stable technological system, not only from the agronomic perspective of improving yields. Therefore, it is necessary to identify suitable crop species and varieties as well as production technologies that can stably improve yields under various unfavorable environmental conditions in the African region. In addition, it is important to expand the area available for cultivation. On the other hand, in the African version of the Green Revolution, it is important to develop and introduce high-value-added crops with high protein and minerals to supply the nutrients necessary for human life, rather than just increase production through conventional yield and area expansion. This new idea will contribute to the development of high-value-added farming methods that make effective use of limited arable land. In addition, we must (1) establish a production technology system that is resistant to unfavorable environments, (2) develop generally adaptable crops and varieties that can maintain stable yields, (3) develop and introduce high-value-added crops, (4) develop human resources who can

lead research, and (5) build a feedback system for research results.

## Summary

Will Africa follow Asia in a Green Revolution in rice production? To develop African agriculture and rural areas, which are still vulnerable despite medium- and long-term technical cooperation and economic support from international partners including Japan, it will be necessary to enhance the suitability of progressive agricultural technologies developed in Asia for Africa. However, the current hurdles are high, and it is not easy for African agriculture, which is based on conditions different from those in Asia, to develop dramatically in a short period of time. On the other hand, Africa has valuable plant genetic resources and agricultural inputs that are not available in Asia, so it may be possible to develop them independently. At the TICAD VI held in Kenya on August 27–28, 2016, the Nairobi Implementation Plan was formulated. The plan emphasizes the development of agricultural researchers and capacity building for women and youth. In order to promote Africa's version of the Green Revolution, it is first necessary to develop excellent human resources. This is because the future and direction of Africa are largely in the hands of the African people themselves.

## References

1. Sakagami J-I. (2017) From Asia to Africa: Will the Green Revolution take place? *Research for Tropical Agriculture*, 10: 36–38.
2. Chang TT. (1976) Origin, evolution, cultivation, dissemination, and diversification of rice in Asia and Africa. *Euphytica*, 25: 425–441.
3. Sakagami J, Isoda A, Nojima H, Takasaki Y. (1999) Annual and perennial characteristics and their variation in Asian rice (*Oryza sativa* L.) and African rice (*O. glaberrima* Steud.). *Japanese Journal of Crop Science*, 68: 524–530.
4. Vitte C, Ishii T, Lamy F, Brar D, Panaud O. (2004) Genomic paleontology provides evidence for two distinct origins of Asian rice (*Oryza sativa* L.). *Molecular Genetics and Genomics*, 272: 504–511.
5. Fukuda Y. (1994) Genetic and breeding analysis of degranulation in rice. Dissertation, Faculty of Agriculture, Okayama University.
6. Khush GS. (1997) Origin, dispersal, cultivation and variation in rice. *Plant Molecular Biology*, 35: 125–134.
7. Sato YJ, Tang SX, Yang LU, Tang LH. (1991) Discovery of wild rice seeds in the oldest rice plant. *Rice Genet News*, 8: 76.
8. Morishima K. (1982) Ecological genetics and evolution, Sakai (ed.) Soukabo, pp.29.
9. Kumagai M, Kanehara M, Shoda Sy, Fujita S, Onuki S, Ueda S, Wang L. (2016) Rice varieties in ancient East Asia: Declining diversity from the past to the present. *Molecular Biology and Evolution*, 33: 2496–2505.
10. Vavilov NI, Doris L. (1992) *Origin and Geography of Cultivated Plants*. Cambridge University Press. ISBN 978-0521404273.
11. Watanabe T. (1975) Propagation of Asian cultivated rice: From the theory of Assamese Yunnan origin. *Dolmen*, 7: 14–27.
12. Morinaga S. (1967) Where is the birthplace of Asian cultivated rice? *Dainippon Agricultural Journal, Agriculture*, 997: 3–14.
13. Sweeney M, McCouch S. (2007). The complex history of the domestication of rice. *Annals of Botany*, 100: 951–957.
14. Huang X, Kurata N, Wei X, Wang ZX, Wang A, Zhao Q, Zhao Y, Liu K, Lu H, Li W, Guo Y, Lu Y, Zhou C, Fan D, Weng Q, Zhu C, Huang T, Zhang L, Wang Y, Feng L, Furuumi H, Kubo T, Miyabayashi T, Yuan X, Xu Q, Dong G, Zhan Q, Li C, Fujiyama A, Toyoda A, Lu T, Feng Q, Qian Q, Li J, Han B. (2012) Rice genome mutation map reveals the origin of cultivated rice. *Nature*, 25: 497–501.
15. Sakagami J-I. (2012) Submergence Tolerance of Rice Species, *Oryza glaberrima* Steud. *Applied Photosynthesis*, Mohammad N. (ed.), pp.354–364. ISBN: 978-953-51-0061-4, InTech.
16. Morishima K. (1984). Rice evolution and ecology. *Asakurashoten*, 22: 695–700.
17. Sakagami J-I., Hatta T, Kamidozono A, Masunaga T, Uchida S. (2008) The actual condition of traditional rice culture in inland valley delta of Niger River. *Front of rice cultivation in Africa*. In Sakagami J-I. and Ito O. (eds.). *JIRCAS Working Report*, 57: 37–52.
18. Linares OF. (2002) African rice (*Oryza glaberrima*): History and future potential. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 99: 16360–16365.
19. Katayama T. (1998). Cultivated and Wild Rice in Africa. In Y. Takamura and M. Shigeta (eds.), *Problems of African Agriculture*. pp.221–257, Kyoto University Press, Kyoto.
20. Yoon YH, Isoda A, Nojima H, Takasaki Y. (1998) Differences in growth and translocation after heading between two strains of *Oryza glaberrima* Steud. and two cultivars of *Oryza sativa* L. *Japan Journal of Crop Science*, 67:379–383.
21. Nishiyama I, Blanco L. (1980) Avoidance of high temperature sterility by flower opening in the early morning. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 14: 116–121.
22. Tobita S, Sakagami J-I. (2004) New rice for Africa.

- Farming Japan, 38: 35–39.
23. Dingkuhn M, Jones MP, Johnson DE, Sow A. (1998) Growth and yield potential of *Oryza sativa* and *O. glaberrima* upland rice cultivars and their interspecific progenies. *Field Crops Research*, 57: 57–69.
  24. Kawano N, Ito O, Sakagami J-I. (2008) Flash flooding resistance of rice genotypes of *Oryza sativa* L., *O. glaberrima* Steud., and interspecific hybridization progeny. *Environmental and Experimental Botany*, 63: 9–18.
  25. Catling D. (1992) *Rice in Deep Water*. International Rice Research Institute, Philippines.
  26. Mackill DJ, Coffman WR, Garrity DP. (1996) Agronomic traits. In: Mackill DJ, Coffman WR, and Garrity DP. (eds.), *Rainfed lowland rice improvement*. International Rice Research Institute, Los Banos, Philippines, 49–63.
  27. Futakuchi K. (2008) Achievement and outlook in rice research in Africa with special reference to WARDA's activities. In Sakagami. and Ito O. (eds.). *JIRCAS Working Report*, 57: 121–135.
  28. Jones MP, Dingkuhn M, Aluko GK, Semon M. (1997) Interspecific *Oryza sativa* L. x *O. glaberrima* Steud. progenies in upland rice improvement. *Euphytica*, 92: 237–246.
  29. Sahrawat KL, Sika M. (2002) Comparative tolerance of *Oryza sativa* and *O. glaberrima* rice cultivars for iron toxicity in West Africa. *International Rice Research Notes*, 27: 30–31.
  30. Wakatsuki T, and Masunaga T. (2005) Ecological engineering for sustainable food production and the restoration of degraded watersheds in tropics of low pH soils: Focus on West Africa. *Soil Science and Plant Nutrition*, 51: 5, 629–636.



JICA 研修報告

# オンラインによる「アフリカ地域稲作振興のための中核的農学研究者の育成」のコア研修・個別研修の実施

江原 宏<sup>1,2)</sup>・仲田麻奈<sup>1)</sup>・伊藤香純<sup>1)</sup>・浅沼修一<sup>3)</sup>

- 1) 名古屋大学農学国際教育研究センター
- 2) 名古屋大学アジア共創教育研究機構
- 3) JICA 経済開発部課題アドバイザー

受付 2022 年 3 月 7 日

Coalition for African Rice Development (CARD<sup>1)</sup>: アフリカ稲作振興のための共同体) イニシアティブ対象国のイネ研究者の支援に向けた、JICA 課題別研修「アフリカ地域稲作振興のための中核的農学研究者の育成」を、本年度は2021年10月21日(木)～11月26日(金)に農学知的支援ネットワーク(JISNAS)会員大学、農業・食品産業技術総合研究機構(農研機構)の協力により実施した。名古屋大学農学国際教育研究センターでは、JISNAS事務局として2012年度から本研修に取り組み、今回から第4フェーズに入り、通算10年目となった。昨年度にこの研修への参加者が100名を超え、今年度までに参加国は29か国、参加者は115名に達した。今回の参加は、ブルンジ、スーダン、ケニア、マダガスカル、ウガンダ、ザンビア、カメルーン、シエラレオネの各国から1ないし2名ずつの計15名であった。研修員は、各国の稲作の安定化や増収などに向けた課題の把握と、その解決のための研究アプローチを学んだ。

昨年報告でも記したが、CARDはサブサハラ・アフリカのコメの生産量を、10年間で1,400万トンから2,800万トンへと倍増することを目標にして、2008年のTICAD<sup>2)</sup> IVにおいてJICAが国際NGOのAGRA<sup>3)</sup>とともに設置した国際的なイニシアティブである。その成果として、CARDフェーズ1(2008～2018年)では2018

年に倍増目標が達成されている。そして、人口増加やコメ食の広がりによってコメの需要が増え続けていることから、2019年に横浜で開催されたTICAD7においては、2030年までにコメの生産量を2,800万トンから5,600万トンへとさらに倍増する目標を立てて、CARDフェーズ2(2019～2030年)が新たに発足している。CARDフェーズ2では対象国をさらに拡大して、各国における国産米の競争力強化、民間セクターとの連携の強化を進めるべく、RICE<sup>4)</sup>アプローチを通してコメ生産の倍増に至る道筋を特に重視することとなっている(<https://www.jica.go.jp/activities/issues/agricul/approach/card.html>)。

CARDフェーズ2が始まって3年目となる本年度においても、未だ新型コロナウイルス感染症の影響が収まらないことから、昨年度に続いてコア研修としての講義を双方向のオンラインのライブで実施した。さらに、昨年度は実施しなかった演習や実験の技術的な内容も含む個別研修を、あらかじめ作成した動画教材を活用したオンライン実施に臨んだ。

通常年の本研修事業では、はじめの2週間程度を「コア研修」として、研修員は専門にかかわらず全員が、稲作に関わる各種講義などをJICA中部や名古屋大学などで受講している。そのうちの主な講義部分を、今

年は昨年度に続いてWeb会議システム使ってオンラインの双方向ライブ形式で実施した。各プログラムの担当講師は各所属機関からコンテンツを配信し、研修員は母国の所属機関等から接続、参加した。参加国間、ならびに日本との時差を考慮し、講義等の開始時間を日本時間の17時からとして、表1に示したような内容を1日に2時限分、3時間程度で講義等を行った。研修員は各国の農業の概要と稲作の課題をレポートし、参加者で情報を共有するキックオフディスカッションのプログラムから始め、日本における稲作の収量向上と安定化を成した要素技術の開発と普及についてのレビュー、アジアにおける稲作の発展段階ごとの技術開発に関する講義を受けた。続いて、品種の育成、形態と生理、土壌肥料、病害、害虫、雑草、栽培管理法に関する稲作研究の要点を学んだ。それらの講義で学んだ知識を自分自身のリサーチプランの作成とその遂行に活かすため、実験計画法と統計処理の基礎についても学んだ。また、多くの講義内容について、研修員各自での復習が可能となるようにオンデマンドでの視聴も可能とした。

通常年であれば、コア研修の後は、研修員の専門性に従って受け入れ研究者とのマッチングを行った上で、大学等の研究機関で研修員を受け入れていただき、個別研修として研究室などでの実験、実習の研修指導をお願いしている。この個別研修を昨年は行わなかったが、今回のオンライン実施にあっては、演習や実験・実習の技術的内容を扱うために、これまでに個別研修の受け入れで経験が豊かな講師陣が作物・栽培学 (Agronomy)、作物生理学 (Crop Physiology)、遺伝・

育種学 (Breeding) の3グループを設け、各分野で数本ずつ合計30本の映像教材を作成した (表2)。例年実施していた、研修期間中のフィールドビジットに代わる内容の研修についても、リモートフィールドビジットとして映像教材シリーズに加えた。

研修員は各自の専門性と期待する研修内容などをもとに、3つの分野に別れて、それぞれ2名ずつの講師の下、JISNAS事務局員、JICA研修監理員の支援を受けながらのグループ研修に参加した。研修員は用意された動画教材を視聴、補足説明のパワーポイントスライドなどを見ながらの説明を受けて、実験の計画、実施とデータ取得、データ整理から統計処理の方法などを学び、それらの研修内容を各自の研究計画に反映させるため質疑応答や研修員同士のディスカッションなどを行った。具体的なグループ研修のプログラムは表3に示したが、期間中に2グループでの合同プログラム、あるいは全グループ合同の企画も用意し、グループ、専門性を超えての意見交換の機会も設けた。

これら一連の取り組みから、研究プロジェクト等の成果を公表するためには如何に適切な統計処理を行うことが大切であるか、そのためには講義で学んだ個別科目の要点を踏まえた上で緻密な実験計画の検討が必要であることを理解した。この研修に参加した経験を自身のリサーチプランの立案と遂行に効果的に活かしたい、との声が聞かれた他、そのためにも今回の研修のような研修員同士の横のつながり、意見交換などは有意義であったと考えるので、ぜひこの関係性を保ちたいとの要望が示された。それに対しては、JICAや

表1 アフリカ地域稲作振興のための中核的農学研究者の育成研修プログラム (2021年度)

月日	プログラム	担当・講師
10/21	開講式、コース概要説明	名古屋大学, JICA
	各国レポート、キックオフディスカッション	名古屋大学, JICA, 島根大学, 九州大学, 鹿児島大学
10/22	CARD事業、人材育成プログラム等紹介	浅沼 修一 (元名古屋大学)
	日本の稲作の発展と稲作技術および政策	浅沼 修一 (元名古屋大学)
10/25	アジアの稲作とアフリカの稲作	坂上 潤一 (鹿児島大学)
10/26	イネの形態と生理	仲田 麻奈 (名古屋大学)
	成長解析法	江原 宏 (名古屋大学)
10/27	イネの品種開発手法	土井 一行 (名古屋大学)
10/28	土壌肥料とイネの栄養	佐々木 由佳 (山形大学)
10/29	雑草管理	内野 彰 (農研機構 中央農業研究センター)
11/1	イネの病害	荒川 征夫 (名城大学)
11/2	イネの害虫とその管理	足達 太郎 (東京農業大学)
11/4	アフリカ水田農法, Sawah Technology	若月 利之 (元島根大学)
11/5	実験計画法, 統計解析	桂 圭佑 (東京農工大学)
11/8~23	個別研修	(※表3 個別研修プログラム参照)
11/24~26	研究計画発表会	名古屋大学, JICA, 島根大学, 高知大学, 九州大学
11/26	評価会, 閉講式	名古屋大学, JICA

表2 映像教材リスト

No	教材名	主担当講師
1	実験計画法:品種間差	桂圭佑(東京農工大)
2	環境ストレス応答	仲田麻奈(名古屋大)
3	生育調査:LAI(非破壊)	桂圭佑(東京農工大)
4	生育調査:ドローンによる生育推定	桂圭佑(東京農工大)
5	成長解析:圃場サンプリング, 部位調整, 葉面積測定, 乾物重, 成長解析	坂上潤一(鹿児島大)
6	成長解析:葉のクロロフィル抽出と含有量測定	坂上潤一(鹿児島大)
7	成長解析:葉・土壌・糞の水ポテンシャル測定	坂上潤一(鹿児島大)
8	成長解析:根の画像解析	坂上潤一(鹿児島大)
9	形態形質調査:穀物の外部形態・分けつと穂の形態	宮崎彰(高知大)
10	形態形質調査:顕微鏡観察の基礎・マイクロメータの使用・気孔の観察	宮崎彰(高知大)
11	形態形質調査:徒手切片法・貯蔵デンプン粒の観察	宮崎彰(高知大)
12	形態形質調査:プラントミクロームによる切片の作成・胚乳細胞の観察	宮崎彰(高知大)
13	生育調査:幼穂の発育調査(穂首分化期から穎花分化期まで)	小林和広(島根大)
14	生育調査:葉耳間長による花粉発育段階推定	小林和広(島根大)
15	生育調査:開花時の葯と花粉に関する調査	小林和広(島根大)
16	生育調査:穂相と受精(胚乳の発達にもとづく)	小林和広(島根大)
17	土壌分析 pHおよび EC	宮崎彰(高知大)
18	土壌分析 CEC	宮崎彰(高知大)
19	分析:植物試料簡易分析(デンプン)	小林和広(島根大)
20	収量調査	桂圭佑(東京農工大)
21	統計手法	桂圭佑(東京農工大)
22	イネ種子の取り扱い(播種~田植~収穫~保存)	土井一行(名古屋大)
23	イネの交配	土井一行(名古屋大)
24	DNAマーカー	土井一行(名古屋大)
25	葉のサンプリングと保存	土井一行(名古屋大)
26	DNA抽出	土井一行(名古屋大)
27	PCR・電気泳動	土井一行(名古屋大)
28	データ集計	土井一行(名古屋大)
29	R/qtlによる解析	土井一行(名古屋大)
30	新城市四谷千枚田における水管理	江原宏(名古屋大)

JISNASとしての元研修員同士のつながりを重視したネットワーク活動の取り組み例を紹介しており、今後の研究連携の広がりに向けての情報共有、ならびに情報発信の強化を心がけたい。

演習や実験の技術的な内容の研修もオンラインで配信するという新しい試みに、研修員の戸惑いも感じられたが、動画教材をこの研修のために制作したという講師側の意気込みが伝わったことによるものか、研修員からも初めての研修方法に挑み、講師陣とともに新たなシステムを作り出すというような雰囲気が感じられ、狙いとしていた臨場感が生まれていたように思われる。

新たな取り組みに尽力いただいた講師の方々に深甚なる感謝の意を表するとともに、高い積極性を持って取り組んでくれた研修員の方々の意欲を改めて評価したい。研修運営のご支援をいただいたJICA中部の関係各位に深く感謝の意を表する。

ところで、この研修の参加経験者が、2020年度より本格的にスタートしたJICA「食料安全保障のため農学ネットワーク(Agri-Net)」プログラムにおいて長期研修員(留学生)として改めて来日し、学位取得プログラムに入学した例が、2020年度、2021年度と続けてみられている。JICA長期研修の他にも、文部科学省の国費留

表3 個別研修プログラム

日程	グループ1 栽培			グループ2 作物生理			グループ3 育種		
	講義・演習	講師	指導助言	講義・演習	講師	指導助言	講義・演習	講師	指導助言
11/8	レポートの共有及び指導、栽培グループの研修概要説明	坂上潤一 (鹿児島大)	桂圭佑 (農工大)	レポートの共有及び指導、作物生理グループの研修概要説明	小林和広 (島根大)	宮崎彰 (高知大)	イネの系統の維持	土井一行 (名古屋大)	—
11/9	成長解析法・収量を最大限に高める栽培方法	坂上潤一 (鹿児島大)	—	幼種の発育調査、葉耳間長による花粉発育段階推定	小林和広 (島根大)	宮崎彰 (高知大)	育種戦略・DNAマーカーの基礎	安井秀 (九州大)	土井一行 (名古屋大)
11/10	根の画像解析・水ポテンシャル測定	坂上潤一 (鹿児島大)	—	顕微鏡観察の基本、サンプルの準備と観察(気孔細胞、胚乳細胞、デンプン粒)/遠隔フィールド訪問(千枚田)	小林和広 (島根大)	宮崎彰 (高知大)	DNAマーカー研究	土井一行 (名古屋大)	—
11/11	葉のクロロフィル抽出と含有量測定	坂上潤一 (鹿児島大)	—	開花時の葯と花粉に関する調査、穂相と受粉、デンプン蓄積簡易調査法	小林和広 (島根大)	宮崎彰 (高知大)	QTL解析の基礎	土井一行 (名古屋大)	—
11/12	先端有用技術:種子プライミングの効果と応用	坂上潤一 (鹿児島大)	—	イネの成長段階:分けつ数の増加、節間伸長、穂の成長など	宮崎彰 (高知大)	小林和広 (島根大)	イネの抵抗性の遺伝学研究・遺伝資源の重要性と育種素材の開発	安井秀 (九州大)	土井一行 (名古屋大)
11/15 <sup>1)</sup>	実験計画と統計分析 (Group2:作物生理 と合同)	桂圭佑 (農工大)	—	実験計画と統計分析 (Group:栽培 と合同)	—	宮崎彰 (高知大) 小林和広 (島根大)	イネの作物改良のための国際協力の事例研究 ベトナムにおける「SATREPS」とポストSATREPS	安井秀 (九州大)	土井一行 (名古屋大)
11/16	作物の非破壊成長解析	桂圭佑 (農工大)	—	非破壊的手法(LAI, ドローン利用)を利用した栄養成長における成長調査	小林和広 (島根大)	宮崎彰 (高知大)	イネの受粉の方法	土井一行 (名古屋大)	—
11/17 <sup>2)</sup>	ドローンを使った解析 (3グループ合同)	桂圭佑 (農工大)	—	ドローンを使った解析 (3グループ合同)	—	宮崎彰 (高知大) 小林和広 (島根大)	ドローンを使った解析 (3グループ合同)	—	土井一行 (名古屋大)
11/18	リモートセンシング技術を使用した事例紹介	桂圭佑 (農工大)	—	研究計画改善のための指導	小林和広 (島根大)	宮崎彰 (高知大) 仲田麻奈 (名古屋大)	QTL分析の実践	土井一行 (名古屋大)	—
11/19 <sup>1)</sup>	環境ストレス応答 (Group2:作物生理 と合同)	桂圭佑 (農工大)	江原宏 (名古屋大) 仲田麻奈 (名古屋大)	環境ストレス応答 (Group1:栽培 と合同)	—	宮崎彰 (高知大) 小林和広 (島根大)	種子生産	土井一行 (名古屋大)	—
11/22	事例紹介、研究計画改善のための指導	坂上潤一 (鹿児島大)	桂圭佑 (農工大) 江原宏・仲田麻奈 (名古屋大)	土壌分析:pH, EC, CEC	宮崎彰 (高知大)	小林和広 (島根大)	研究計画改善のための指導	土井一行 (名古屋大)	安井秀 (九州大)
11/23 <sup>2)</sup>	農業普及 (3グループ合同)	伊藤香純 (名古屋大)	—	農業普及 (3グループ合同)	—	—	農業普及 (3グループ合同)	—	—

- 1) グループ1とグループ2の合同プログラム
- 2) 全グループでの合同プログラム

学生として再来日した例もある。本研修の実施が研修員同士の交流、日本人研究者との連携強化に向けたマッチングに効果を発揮し、研修員の一層の研究力向上、キャリアアップの支援、アフリカ諸国の間での研究交流、日-アフリカ諸国の共同研究の推進、そしてさらにはサブサハラアフリカにおける稲作振興による収量と生産性の増大、並びにコメ生産量倍増への貢献に結びつくよう期待したい。

1) CARD : Coalition for African Rice Development (アフリカ稲作振興のための共同体)。フェーズ1参加国:ベナン, ブルキナファソ, カメルーン, 中央アフリカ共和国, コンゴ民主共和国, コートジボワール, エチオピア, ガンビア, ガーナ, ギニア, ケニア, リベリア, マダガスカル, マリ, モザンビーク, ナイジェリア, ルワンダ, セネガル, シエラレオネ, タンザニア, トーゴ, ウガンダ, ザンビア。フェー

ズ2から加わった国:アンゴラ, マラウイ, スーダン, ブルンジ, チャド, ガボン, ギニアビサウ, ニジェール, コンゴ共和国

- 2) TICAD : Tokyo International Conference on African Development (アフリカ開発会議)。1993年以降、日本政府が主導し、国連、国連開発計画 (UNDP)、世界銀行及びアフリカ連合委員会 (AUC) と共同で開催している。
- 3) AGRA : Alliance for a Green Revolution in Africa (アフリカ緑の革命のための同盟)。
- 4) RICE : Resilience, Industrialization, Competitiveness, Empowerment。CARDフェーズ2で採用された取り組み。気候変動・人口増に対応した生産安定化や、民間セクターと協調した現地における産業形成、輸入米に対抗できる自国産米の品質向上、農家の生計・生活向上のための農業経営体系の構築に取り組む。