

## 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)

### 研究課題別追跡評価報告書

#### 1. 研究課題名

ナイル流域における食糧・燃料の持続的生産

(2009年6月～2015年3月)

#### 2. 研究代表者 ※所属はプロジェクト終了時

2. 1. 日本側研究代表者：佐藤 政良

(筑波大学 生命環境系 名誉教授)

2. 2. 相手国側研究代表者：Mohamed Ibrahim

(カイロ大学農学部 教授)

#### 3. 研究概要

水源をほぼ全面的にナイル川に依存するエジプトを対象に、人口増と農地拡大により水需要が逼迫する中、南部地域およびシナイ半島の農地開発のための水資源供給を推進するエジプト政府に対して、水管理等の技術開発およびその社会実装を進めるべく本プロジェクトは形成された。エジプトはスーダンと共に水利協定<sup>1)</sup>によるナイル川の独占的利用を享受している。一方で、ナイル川上流部にありながら、その利用ができない周辺国の反発も年々大きくなり、広域かつ大規模の課題となっている。

本プロジェクトでは、エジプト農業の現状を把握し、このような環境下での農業の持続的発展に向けて、ナイルデルタの農地における節水の可能性と、効率的かつ持続的な灌漑・農業の将来像を検討し提言することを目指し、次の4グループのもと研究が推進された。

1. 水・塩収支グループ
2. 土壌肥沃性グループ
3. 食糧生産グループ
4. 水管理グループ

#### 4. 評価結果

プロジェクトは「ナイルデルタ地域から周辺砂漠への水資源の移転が社会的に可能になり、限られた水資源量の下で最大限効率的で持続可能な農業生産システムが構築される」ことを上位目標とした。しかし、アラブの春などの混乱を経て誕生した軍政による西部砂漠（ニューバレー）地域の地下水くみ上げへの政策転換等により、エジプトでの全面的な施策適用は残念ながら、当面困難な状態にある。しかしながら、地下水開発や海水淡水化事業には自ずと限界があり、長期的には本テーマは重要な課題であり続けるであろう。

---

<sup>1)</sup> ナイル川流域イニシアチブ (Nile Basin Initiative、NBI)、1999年2月発足

2020年7月に貯水開始した大エチオピア・ルネッサンスダムはその一例だが、水資源、節水灌漑の課題は、エジプト国内に留まらず、ナイル川流域全体の国々にとって極めて重要な課題となっている。

研究により開発・実証された個々の要素技術は汎用的であることが認められ始めており、広く乾燥地域の水資源管理に展開される可能性を有する。既に乾燥地域における灌漑用水需要量及び灌漑方法決定の改善に貢献する蒸発散量観測データは国際連合食糧農業機関（Food and Agriculture Organization : FAO）の灌漑作物に関するデータブック<sup>2</sup>に掲載された他、英文著書はその引用など国際的な評価を得た。さらに、多くの研究者がプロジェクトでの経験を生かして活躍している。乾燥地域における農業用水の節水法に関する研究成果は、ルワンダやウガンダなど他のナイル川周辺国において水利用に使われ始めるなど社会実装が進められており、日本側研究代表者の強い信念に加えて、参画研究者の努力により成果が発現されてきたことは高く評価できる。ただし、プロジェクト終了後のエジプトと日本の国際共同研究は個人レベルが中心であり、エジプト側における組織的対応は限られ、施設の継続使用、関係機関との連携など課題は残る。今後とも、エジプトを含むナイル川流域諸国において社会実装と研究を両立した、さらなる成果の展開が期待される。

#### 4-1. 研究の継続・発展について

エジプトでは、本プロジェクトで提案されたナイルデルタにおける点滴灌漑の可能性に係る試験研究を、日本側研究者が ICARDA<sup>3</sup>との共同研究として実施しているほか、栽培作物種について、エジプトから輸入した種子を用いて栽培生理研究を日本で継続し、その特性の解明を進めている。また、エジプト側研究者については、エジプト農業研究センター<sup>4</sup>において、高畝による排水不良防止・増収の栽培方式を、麦を含めた他の作物について試験を継続するなど、組織として研究協力を継続している。ただし、相手国研究機関のカイロ大学とは、プロジェクトチーム編成を巡る政治的圧力等の問題により、組織的な研究継続が困難な状況に陥り、個人レベルで継続している状況にある。水資源省は元来の個人レベルの参加を継続している。

よって、エジプト側の組織的な研究継続には限りがあり、フラックスタワー等の供与機材<sup>5</sup>を利用した観測も一部に留まるなど、研究の継続性には課題が残されている。供与機材の導入にはプロジェクト終了後の維持管理の可能性を踏まえた導入が求められた。

---

<sup>2</sup> FAO and IHE Delft. 2019. WaPOR quality assessment. Technical report on the data quality of the WaPOR FAO database version 1.0. Rome. 30-33

<sup>3</sup> 国際乾燥地農業研究センター（ICARDA : International Center for Agricultural Research in the Dry Areas）

<sup>4</sup> ARC : Agricultural Research Center

<sup>5</sup> フラックスタワーを3機関に設置。カイロ大学は担当教授の退職迄使用、水資源灌漑省では国際共同研究に継続利用、ARCは使用停止。

一方、農業用水の使用量評価、点滴灌漑などの節水灌漑、除塩、エネルギー作物など要素技術の研究が周辺国に発展し、パレスチナを対象に、JSPS 二国間共同研究<sup>6</sup>、JSPS 国際共同研究加速基金<sup>7</sup>を獲得するなど、アラブの乾燥地域における灌漑効率化および塩積防止のための研究が継続、発展している。また、灌漑における用水消費量（蒸発散量）の評価については、科学研究費助成事業（以下、科研費）による継続的な研究によって、蒸発と蒸散の分離による、用水消費構造の解明が進められており、灌漑方法の選択評価に科学的根拠を与えた。灌漑用水の管理と水の動態については、地域発展的な検討を、科研費によってナイル川上流域のウガンダでも行っている。水管理体制という社会科学的側面と水収支という自然科学的側面の文理融合研究で、特に、日本型水管理による灌漑効率の向上（節水）を目指している。

なお、2017 年策定の国家水資源計画（NWRP）にプロジェクトが提案した手法が盛り込まれるなど、社会実装はエジプトで進められてはいる。ただし、予見されなかった 2011 年からのアラブの春の影響により誕生した軍事政権は水資源施策を地下水開発へと大きく転換し、砂漠地帯の開発が推進されるなど、プロジェクトへの負の影響が大きかった。ナイルデルタの農業用水開発、特に水資源を上下流域で共有すべく農民を組織化しようとする施策には、エジプト政府は消極的となり、研究成果の社会実装への政策的後押しを残念ながら得ることができなかった。研究協力はエジプトでは限定的ではあるが継続し、周辺国に発展しており、周辺国における研究の発展については高く評価できる。

#### 4-2. 地球規模課題の解決に向けた科学技術の進展への貢献について

農業用水の確保は世界の乾燥地域の共通課題であり、エジプトで 30%近い農業用水の節水が可能だという研究結果は、地球規模課題の解決に向けた科学技術として着目された。本研究で実施した異なる灌漑法の下、蒸発量と蒸散量を分離した計測は、灌漑用水需要量及び灌漑方法決定手法の改善に大きく貢献するものとして、ICARDA などの関心を集めており、今後は、世界中の乾燥地への普及により、科学技術の進展に貢献することが期待される。

また、農作業パワーの家畜から機械への変換のための油料作物等に関する研究論文、国際会議講演が活発になされ、バイオ燃料作物研究の進展にも貢献している。農業用水管理に関する論文は水管理改善研究に引用され、その進展に貢献してきた。なお、灌漑用水の効率的・持続的利用に係る研究成果をエジプト側研究者と共同でまとめ Springer 社<sup>8</sup>より出版した。同図書は国内学会の学術出版賞を受賞<sup>9</sup>したほか、国際的にも高く評価<sup>10</sup>されている。

---

<sup>6</sup> パレスチナ西岸地区におけるウォーターハーベスティングによる食料安全保障の強化(平成 26 年～28 年)

<sup>7</sup> 土壌塩分輸送シミュレーションモデルを用いた除塩用水量の最適化(令和元年～5 年)

<sup>8</sup> Masayoshi Satoh and Samir Aboulroos (Eds): Irrigated Agriculture in Egypt –Past, Present and Future, 290 pp. (ISBN 978-3-319-30215-7, DOI 10.100/978-3-319-30216-4), Springer Nature, Gewerbestrasse, Switzerland, 2017

<sup>9</sup> 水文・水資源学会による Springer 出版誌に係る佐藤名誉教授への表彰

### 4-3. 地球規模課題の解決、及び社会実装に向けての発展について

FAO データブックに掲載された蒸発散量観測データは、類似地区への参考、異なる条件下における新規観測への先行事例となる。また、科研費により研究を開始したウガンダにおいて、灌漑用水の管理分析手法が適用され、ウガンダ政府水資源部局の関心を呼んだ。JICAからは同国で2020年度開始予定の水管理改善に係るプロジェクトとの連携が打診されている。さらに、ルワンダでは、JICAからの要請により灌漑水管理能力向上構築プロジェクト<sup>11</sup>に協力している。加えて、サブサハラアフリカのアフリカ稲作振興のための共同体（Coalition for African Rice Development : CARD）への本成果の展開をJICAが検討するなど、プロジェクトで開発された個々の技術は汎用的であり、乾燥地を中心に世界に展開される可能性がある。

水の再利用を含めた農民組織の形成にかかる研究は、ナイル川周辺国に展開され、今後、人口増と温暖化により、さらなる水不足が予測される中東アラブ乾燥地帯において、より広域に展開し続けられる可能性を有する。なお、主要課題の一つである農業用水の反復利用や公平な配水などに関する成果、提案はエジプト国内においても社会実装として具体化されることが待たれる。

### 4-4. 日本と相手国の人材育成や開発途上国の自立的な研究開発能力の向上について

本プロジェクトに参加した両国研究者の多くがプロジェクト終了後、政府、公的機関、大学などで活躍し、引き続き国際共同研究を推進している。特に若手研究者の育成が進み、日本側では、研究者4名、ポスドク1名（SATREPS ベトナム課題に参画）、社会実装に関わる人材（開発コンサルタント、航空測量会社等）6名を輩出し、エジプト、イラク、ウクライナ、ネパール、パラグアイ、アンゴラ、ベトナム等との国際協力に従事してきた。エジプト側は研究者2名の他、日本で博士を取得した研究者がおり、農業省研究者として大学でポスドクをしている。さらに、エジプト側の水管理研究所（WMRI）、土壌・水環境研究所（SWERI）とは、プロジェクトを契機に日本の大学院博士課程に入学するシステムが形成され、2名が在籍している。

---

<sup>10</sup> 2020年6月迄に12,217章がWEB購入され、出版社が把握する引用数は、31件に及ぶ。

<sup>11</sup> JICA, 2019年4月～2024年3月、<https://www.jica.go.jp/project/rwanda/008/index.html>

#### 4-5. 日本と開発途上国との国際科学技術協力の強化、科学技術外交への貢献等について

ナイル川流域の灌漑管理に係る本研究成果は ICARDA や FAO など国際機関から評価され、GARD も成果に関心を寄せている。現地との共同研究に基づくエジプトの水資源に関する知見提供を在エジプト日本大使館、民間コンサルタント会社などからの要請で行い、科学技術外交へ貢献してきた。また、国連大学の海外若手技術者養成プログラムに採択され、エジプトの畜産学分野の若手技術者の養成を約 6 ヶ月間行った。さらに、エジプトに留まらず、ルワンダやウガンダとの協力、支援にも発展し、若手研究者の中には国際協力の舞台で社会実装を進める者もいるほか、研究成果により、アフリカからの留学希望者が増え、ウガンダ、ベナンからの国費留学生を受け入れている。加えて、新聞社、通信社、商社等からの問い合わせに答えるとともに、水資源、土、作物など各専門分野の適切なエジプト人研究者を紹介するなど両国の科学技術協力の橋渡しを担っている。よって、周辺国との科学技術協力の強化、エジプトとの一定の科学技術外交への貢献が評価できる。

以上

図1 プロジェクト終了時における成果目標シートと達成状況

研究課題名	ナイル流域における食糧・燃料の持続的生産
研究代表者名 (所属機関)	佐藤政良 名誉教授 (筑波大学生命環境系)
研究期間	H20採択(平成21年4月1日 ～平成27年3月31日)
相手国名/主要研究機関	エジプト・アラブ共和国/カイロ 大学

### 付随的成果

日本政府、社会、産業への貢献	<ul style="list-style-type: none"> <li>エジプトの水管理、農業に関する貢献で、日本のプレゼンスが向上</li> <li>日本のコンサルタント会社、建設会社の活動機会の増大</li> <li>JICAの他の水プロジェクトとのシナジー効果</li> </ul>
科学技術の発展	<ul style="list-style-type: none"> <li>水管理技術、水政策(文理融合技術)の世界トップレベルへの発展</li> </ul>
知財の獲得、国際標準化の推進、生物資源へのアクセス等	<ul style="list-style-type: none"> <li>FAO用水基準改善への貢献</li> </ul>
世界で活躍できる日本人人材の育成	<ul style="list-style-type: none"> <li>ポスドク研究者の現地長期滞在(による国際人材の育成(2名))</li> <li>学生による国際学会での発表(11件)、論文発表(2件)、関連分野企業への就職(3件)</li> </ul>
技術及び人的ネットワークの構築	<ul style="list-style-type: none"> <li>農業、水関係の研究ネットワークの構築(日本・エジプト間で初)</li> </ul>
成果物(提言書、論文、プログラム、マニュアル、データなど)	<ul style="list-style-type: none"> <li>灌漑方法と消費水量について掲載</li> <li>デルタで推奨すべき節水栽培とその根拠について掲載</li> <li>デルタ圃場における灌漑方法と水の移動機構について掲載</li> <li>水管理改善政策について政府に提言</li> </ul>

### 上位目標

ナイルデルタ地域から周辺砂漠への水資源の移転が社会的に可能になり、限られた水資源量の下で最大限効率的で持続可能な農業生産システムが構築される。

エジプト政府が、本研究の考え方、方法論に基づいて、調査研究を進め、本研究成果の重要性を確認、水、農業政策に導入することにより、農民の能力開発が行われ、水不足に伴う社会的混乱が回避される。

### プロジェクト目標

農業生産とそれに伴うマクロ・ミクロな水動態および塩類動態を解明し、持続的で20%以上の節水を実現する用排水管理・作付体系の方法を提言する。

