

**地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム (SATREPS)**  
**研究課題別中間評価報告書**

**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 (2009.6-2014.5)

**2. 研究代表者**

2. 1. 日本側研究代表者：佐藤 政良 (2012年3月31日迄は筑波大学・生命環境系・教授、その後は筑波大学・生命環境系・研究員)
2. 2. 相手側研究代表者：Dr. Ahmed Nageeb (カイロ大学・農学部・教授)

**3. 研究概要**

本研究は、他の地域への農業用水の融通のため、ナイルデルタを中心とする対象地域において、“農家の収穫量を減らさずに使用される灌漑水量を減らす”ための灌漑および水利用方式 (irrigation management) を提案することにある。具体的には、①試験地における複数の対象作物に対する複数の灌漑方式による収穫量および灌漑・消費水量、土壌への塩類集積、水収支を評価し最適な方式を明らかにすること、②試験地において構築されるモデルを用いたナイル中央デルタ全域への外挿による、灌漑必要水量削減量の評価を行うこと、を目標として研究を開始した。

**4. 中間評価結果**

**総合評価 (B：所期の計画以下の取組であるが、一部で当初計画と同等又はそれ以上の取組みもみられる)**

本課題は、ナイル川流域の農業に対する水資源の評価を、水量、塩分などの水質を合わせて行い、農地あるいは配・排水経路での灌漑方法の改善によって、新規の水資源を生み出す具体的かつ実行可能な方策を提言することである。エジプトの政変と3.11東日本大震災の影響、さらに相手国研究者との研究調整の遅れなどの国内外での研究活動への阻害事象が発生したことにより研究の進展が遅れた。現在では研究者の努力により遅れの多くを取り戻し、ある程度順調に研究は進展しているが、とくに政変時に一季データを取得できなかったという問題が残っている。また、まだ多くの観測・実験データは個別的で、予察的な状態であり科学的に説得力のある形にはなっていない。

本研究で重要なポイントの一つとなっている節水効果の評価において、防風林は農地からの蒸発散量抑制効果が大きいことが確認出来たことは大きな成果であるが、防風林の効果を定量的に評価し、実行するには、様々な要因を総合的に評価する必要がある。

また、マクロなアセスメントからはほぼ同じ効果が推定されていたことではあるが、現行灌漑方式の節水効果が思ったより良いことが定量的に明らかになった。これは研究成果として評価できる一方、現行方式に対するドリップ灌漑の優位性をより詳細に確認する必

要があるとも言える。また、土壌条件等によってはドリップ灌漑を集約し、効果があると思われる間断灌漑に集中することも検討すべきであろう。

いずれにせよ、精度の高い評価値を出すことがエジプト側における社会実装の視点からも重要である。

さらに、デルタ全体での節水効果の評価は、モデルによる外挿による以外に方法はないが、モデル開発についてはその実証方法も含めて早期に目途をつけることが必要である。モデルでは必ずしも変数の値を期待する精度で入手することができず、全体の精度を悪化させることもあり、早めに試行を行うことが望ましい。

なお、社会実装においては、カイロ大学農学部、農業研究センター、国立水資源研究センターとの連携が必須であり、日本側研究者の連携強化（主要研究者が要職に就くためそれによる戦力ダウンも考慮の上で）も含めて、早急に連携体制強化を図ることが望まれる。

燃料作物については、経済性の観点からの成立性について早急に確認し、研究計画に反映していく必要がある。可能性が無ければ打ち切りも視野に入れて検討すべきである。

治安の悪化などで作付けとその評価が一部欠落している。エジプト政府の灌漑計画に反映できるようにするためには信頼性のある裏付けが必要であり、研究者の一層の努力と共に、研究計画の見直しと関係者の合意を早急に行うことが不可欠である。

一部の研究活動に遅れが出ているものの、全体としては、リーダーをはじめとする日本側・エジプト側研究者の熱意により貴重な成果が出つつあるので、引き続き国際共同研究が進められることを期待する。

#### 4-1. 国際共同研究の進捗状況について

本プロジェクトでは、当初5つの研究グループ、①水塩収支、②用水管理、③土壌の肥沃性、④食料生産、⑤バイオエネルギーで構成されていたが、グループの統廃合を2011年11月に行い、現在は①水塩収支、②用水管理、③土壌の肥沃性、④食料・燃料作物生産の4研究グループに再編されて研究を行っている。

研究開始当初に、エジプト側研究者との研究の推進方策等の調整に時間がかかり、研究の開始が遅れ、研究開始2年目に発生したエジプトにおける政変および東日本大震災により、研究の実施において約半年間の空白が生じた。

その後の調整等により、現時点では遅れの多くを取り戻しているが、冬から夏にかけての半年間の空白により冬作、夏作各1期の作物を対象とした実験が十分に行えず、その分の遅れは今でも取り戻せていない。それ以外は概ね順調に研究が進捗している。

当初計画では、現行の灌漑方式では圃場レベルにおいて十分な節水効果が得られないと

考え、この問題点を20%程度改善するためにドリップ灌漑方式をはじめとする節水灌漑方式を想定したが、デルタの土壌特性から現行の方式でも予想以上の節水効果が得られることが判明した。このことは、本研究で提案しているドリップ灌漑等の効果を相対的に低めることになり、20%削減予定が10%削減程度の効果にとどまることになったと推定される。

現行方式による節水効果の定量的な評価は、今回新たに導入したフラックス観測等により初めて明らかにされた。このこと自身は、エジプト政府が灌漑等の施策の新たな展開を図るための新しい知見を与えることとなり、重要な展開ともいえる。

また、防風林が蒸散抑制に寄与していることが分かった点など新しい展開もみられたが、これらの新展開を研究期間終了までにどこまで評価出来、全体の節水計画に組み込むことが出来るか明確にして推進する必要がある。

いずれにせよ、本課題で導入したシステムにより新たな知見が得られる可能性は高く、データ不足など、中途半端に終了した場合、科学的な裏付けが不足し、説得力のある提案にならない恐れがあり、関係者間での十分な検討、調整が必要である。

ナイルデルタ地域における灌漑農業において、灌漑方式の節水効果を高精度で計測することは重要な課題である。フラックス観測という新たなシステムの導入により、従来測れなかった変数を計測できるようになったことは評価できる。フラックス観測自体は研究としてのオリジナリティはないが、ナイルデルタ地域の灌漑方式における節水効果を評価することは、科学技術の支援により相手国に重要な知見を与えるという点で、国際的にも大きなインパクトがある。

論文誌への発表（国内2件、国際1件）や招待講演も含めた国内外の学会等での口頭発表（国内16件、国際10件）が着実になされている。また、国内の特許出願も1件ある。

#### 4-2. 国際共同研究の実施体制について

2011年に発生したエジプトでの政変、東日本大震災による研究活動の遅延、水位計及び超音波ドップラー流量計の設置遅れによるデルタレベルにおける水塩収支観測の遅延、プロジェクト開始当初の、プロジェクト運営の枠組みに関するエジプト側・日本側研究者間の認識の相違による研究活動開始の遅れ等が発生していたが、研究開始前にリーダーとして活動していたカイロ大学農学部長（現副学長）、また、現農学部副学部長がプロジェクトの推進に極めて前向きの姿勢を示しており、現時点では開始時の遅れはかなり取り戻している。

日本側研究代表者も相手国機関からの信頼が厚く、研究の進捗を十分に把握していることが確認された。提案する灌漑方式の灌漑水量削減効果の評価実験では国立農業研究センターの対象農地の管理状況も良く、新たに当該地に導入したフラクスタワー（蒸発散量

および二酸化炭素のフラックスを計測)による観測が順調に稼働している。また、試験地における超音波流速計も稼働しており、灌漑水量削減評価の重要なパラメータとなる水路の水量変動観測も開始されている。

投入機材については、フラックス測定システム、超音波ドップラー流速プロファイラー、水位計、土壌塩分計測システム、気象観測セット、水位・電気伝導度計、蒸散流センサー、pH 計他がエジプト側のカウンターパート(カイロ大学農学部、国立水資源研究センター、農業研究センター)に配備され、現地での観測やエジプト側研究者との共同研究に有効に活用されている。同様に、日本国内においても、クロロフィル蛍光測定ユニット、ファイバーアナライザー、携帯型植物水ポテンシャル測定器他が配備され、研究・調査が進められている。

#### 4-3. 科学技術の発展と今後の研究について

研究がほぼ定常状態に落ち着き、データも出始めており、エジプト側にとって極めて重要な課題であるデルタ地域における灌漑方式の節水効果に関する新たな知見が得られる可能性が高いことから、研究の方向性は良いと考える。しかしながら、研究の進捗度、相手国の要望などを吟味して、更なるサブ研究課題の重点化、あるいは整理が必要であろう。また、相手国における社会実装に向けた体制強化が必要である。

防風林による節水効果、また現行方式やドリップ灌漑方式、間断灌漑方式による節水効果が定量的に評価され、有用な知見が得られる可能性が高い。また、試験地でのデータを基に、モデルを介してデルタ全域としての用水反復利用の方法、節水効果を評価する試みはこれまで行われておらず、定量的な節水効果を行うことへのエジプト側の期待も大きい。

逆に、今後の期間は、本質的に重要な定量的なデータを得るように焦点を合わせて研究を絞り込む必要がある。

日本人若手研究人材の育成に関しては、大学院生をかなりプロジェクトに参加させ、実践教育を行っている点は評価出来る。気心が通じやすい湿潤モンスーンアジア諸国とは異なる乾燥地域/イスラム文化圏の人々と付き合える若手人材の育成がなされることを期待する。

#### 4-4. 持続的研究活動等への貢献の見込みについて

節水効果の定量的評価と政策提案という視点で、カイロ大学、農業研究センター、国立水資源研究所の本プロジェクトへの期待は大きく、意欲も高い。新たに導入したフラックスタワー観測システムのオペレーションについてもカイロ大学の教員で十分に習熟している研究者がいるなど人的な継承は期待ができる。従って、カイロ大学における研究継続の可能性は高いと考える。しかしながら、今後、カイロ大学、農業研究センター、国立水資

源研究所が共同してシステムを維持し、ランニングコストの獲得も含めて十分な体制が取られるかについては現時点では未知数であり、必ずしも楽観的とはいえない。社会実装に関しては、これら 3 機関の連携が不可欠であり、今後の研究活動を通じてその体制を確立する必要がある。

本課題で最も要求される成果は、灌漑農業の配水・排水、用水反復利用方法の改善と農地での灌漑そのものの改善による節水で新たな農業用水資源を生み出す具体的且つ実行可能な方策を提言することである。これに向かった科学的に説得力のあるデータはまだ提示されていないように思われる。今後、相手国に受け入れられる、科学技術的根拠に基づいた節水灌漑法の提案ができるように努力することを期待する。

#### 4-5. 今後の研究の課題

- (1) 農地での灌漑による、水量と塩分の両方の収支の改善策を、科学的に説得力を持ってしっかり提言できるようなデータを蓄積しこれらを統合して欲しい。
- (2) 水管理に関しては、実行可能な節水手法について具体性のある提言をして欲しい。
- (3) 灌漑方式による節水効果の定量的な評価は本課題の目玉の一つであり、科学技術的に明らかにし、焦点を絞って研究を進めて欲しい。
- (4) ナイルデルタ全域での節水効果の評価は、今後の社会実装とも関連してエジプトの政策決定にも大きく貢献する可能性があり、モデルによる評価の信頼性の検証も含めて早急に目途を立てることが望ましい。
- (5) 燃料作物の研究の必要性について再確認する必要がある。
- (6) 防風林の効果の検証を行うべきである。
- (7) ドリップ灌漑は集約し、間断灌漑に集中することも検討する必要がある。
- (8) 政変などによる研究の遅れ、データの不足などについての対策を早急にまとめ関係者で合意の合意を得る必要がある。

以上

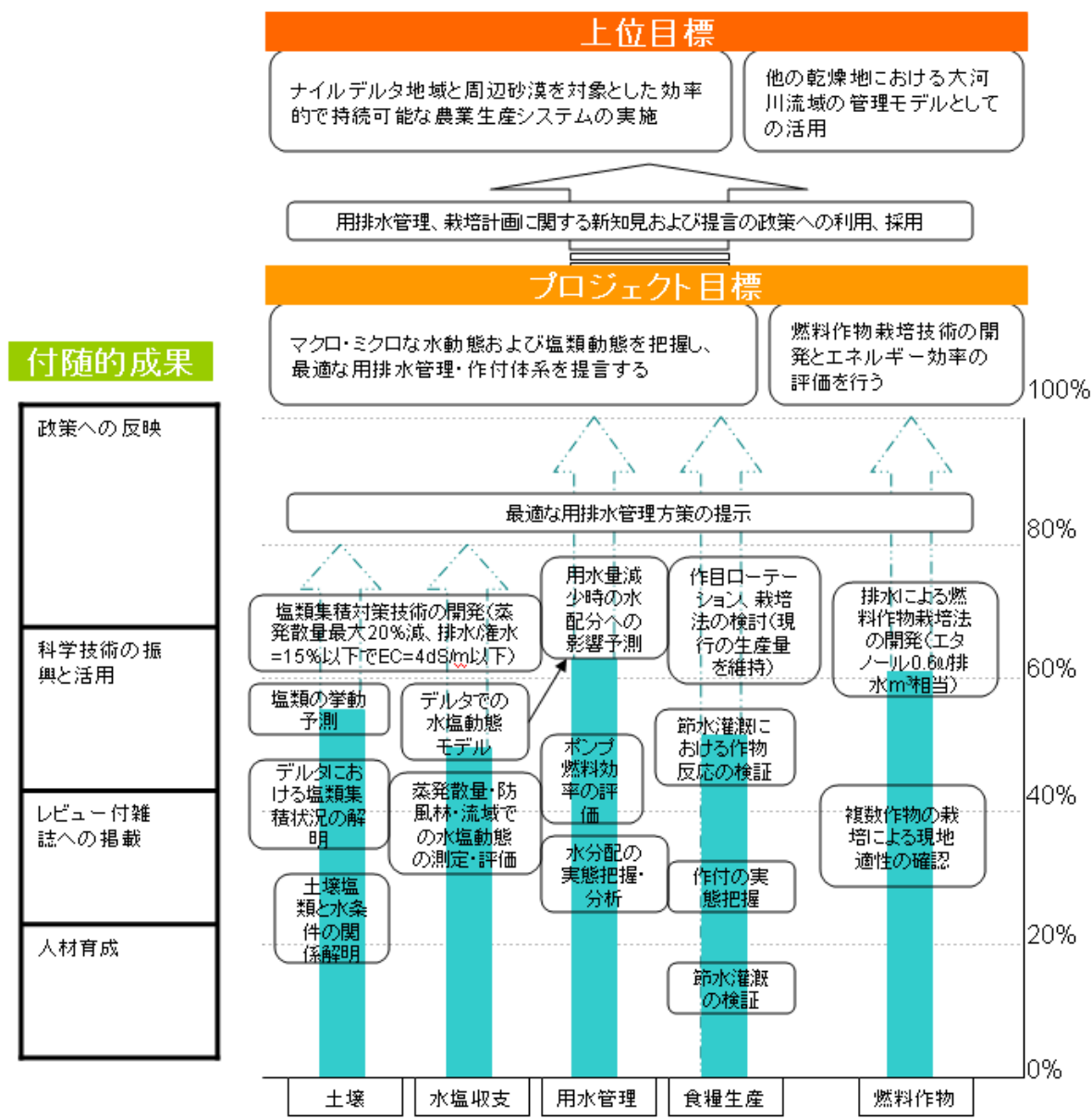


図1 成果目標シートと達成状況 (2012年3月時点)