

エジプト国
水資源灌漑省 (MWRI)

エジプト国
灌漑セクター情報収集・確認調査
(上エジプト及び中央デルタ)

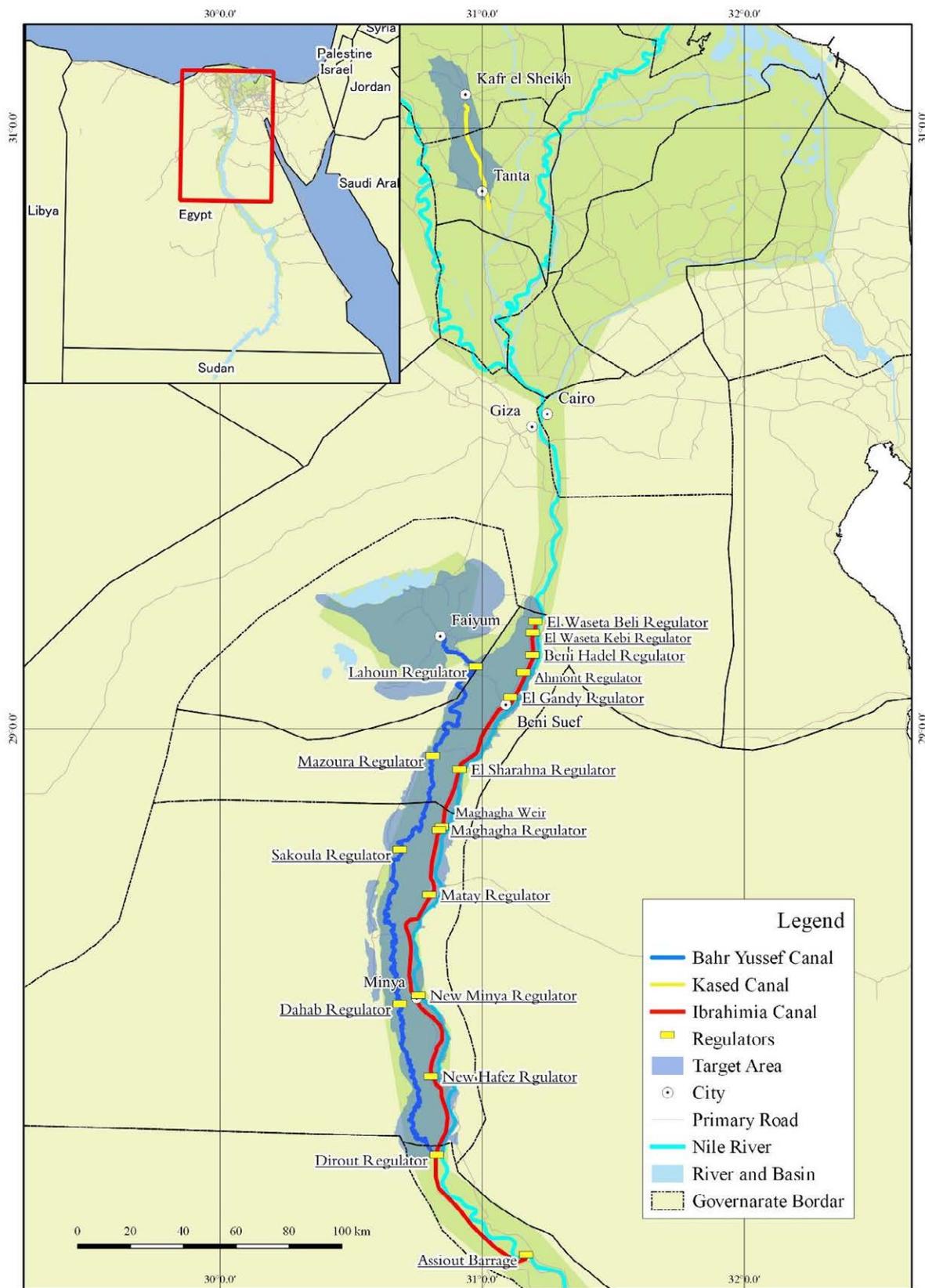
ファイナル・レポート

平成 30 年 2 月
(2018 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

NTCインターナショナル株式会社

| |
|--------|
| 農村 |
| JR |
| 18-005 |



調査対象地区位置図

略 語 表

| 略語 | 英語 | 日本語 |
|--------|--|------------------|
| AfDB | African Development Bank | アフリカ開発銀行 |
| B/C | Benefit Cost | 費用便益比 |
| BCWUA | Branch Canal Water Users' Association | 支線水利組合 |
| BOD | Biochemical Oxygen Demand | 生物化学的酸素要求量 |
| BoQ | Bill of Quantities | 数量明細書 |
| CAA | Competent Administrative Authority | 所轄管理庁 |
| CBO | Community Based Organization | 市民団体 |
| CD | Central Department | 本部 |
| CDIAS | Central Department for Irrigation Advisory Service | 中央灌漑指導部 |
| CDIIP | Central Department of Irrigation Improvement Project | 中央灌漑改善プロジェクト |
| CIWM | Comprehensive Irrigation Water Management | 総合的灌漑用水管理 |
| COD | Chemical Oxygen Demand | 化学的酸素要求量 |
| CAPMAS | Central Agency for Public Mobilization and Statistics | 中央動員統計局 |
| C/P | Counter Part | カウンターパート |
| DD | Detailed Design | 詳細設計 |
| DWB | District Water Board | 灌漑管区委員会 |
| DO | Dissolved Oxygen | 溶存酸素濃度 |
| EC | Electric Conductivity | 電気伝導度 |
| EEAA | Egyptian Environmental Affairs Agency | 環境庁 |
| EIA | Environmental Impact Assessment | 環境アセスメント |
| EIRR | Economic Internal Rate of Return | 経済的内部収益率 |
| E-JUST | Egypt-Japan University for Science and Technology | エジプト日本科学技術大学 |
| EMMP | Environment Management and Monitoring Plan | 環境管理・モニタリング計画 |
| EPADP | Egyptian Public Authority for Drainage Project | 排水庁 |
| ESA | Egyptian General Authority for Land Survey | エジプト土地調査総局 |
| EU | European Union | 欧州連合 |
| EVI | Enhanced Vegetation Index | 植生指数 |
| FAO | Food and Agriculture Organization of the United Nations | 国際連合食糧農業機関 |
| FIRR | Financial Internal Rate of Return | 財務的内部収益率 |
| F/S | Feasibility Study | フィージビリティ調査 |
| GD | General Directorate for Irrigation | 灌漑局地方事務所 |
| GDIAS | General Department for Irrigation Advisory Service | 地方灌漑指導部 |
| GDIIP | General Department of Irrigation Improvement Project | 地方灌漑改善プロジェクト |
| GDP | Gross Domestic Product | 国内総生産 |
| GIS | Geographic Information System | 地理情報システム |
| GIZ | Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit | ドイツ国際協力公社 |
| GNSS | Global Navigation Satellite System | 全球測位衛星システム |
| GWRP | Governorate Water Resource Plan | 県水資源計画 |
| IAS | Irrigation Advisory Service | 灌漑指導部 |
| IBRD | International Bank for Reconstruction and Development | 国際復興開発銀行 |
| ICB | International Competitive Bidding | 国際競争入札 |
| ICT | Information and Communication Technology | 情報通信技術 |
| ID | Irrigation District | 灌漑区 |
| IIIMP | Integrated Irrigation Improvement and Management Project | 統合的水資源改善管理プロジェクト |
| IIP | Irrigation Improvement Project | 灌漑改善プロジェクト |
| IIS | Irrigation Improvement Sector | 灌漑改善局 |
| IMT | Irrigation Management Transfer | 灌漑管理移管 |
| IRU | Institutional Reform Unit | 制度改革室 |
| IS | Irrigation Sector | 灌漑局 |

| 略語 | 英語 | 日本語 |
|----------|---|-----------------------------|
| IWMD | Integrated Water Management District | 統合水管理区域 |
| IWRM | Integrated Water Resource Management | 統合水資源管理 |
| JRW | Joint Repair Work | 共同補修工事 |
| JSC | Joint Steering Committee | ジョイント・ステアリング・コミッティー |
| JICA | Japan International Cooperation Agency | 国際協力機構 |
| JST | Japan Science Technology Agency | 国立研究開発法人科学技術振興機構 |
| KfW | Kreditanstalt für Wiederaufbau | ドイツ復興金融公庫 |
| L/A | Loan Agreement | 借款契約 |
| MALR | Ministry of Agriculture and Land Reclamation | 農業土地開拓省 |
| M/D | Minutes of Discussion | 会議議事録 |
| MED | Mechanical and Electric Department | 電気機械局 |
| MoA | Memorandum of Agreement | 覚書 |
| MODIS | Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer | 中分解能撮像分光放射計 |
| MOH | Ministry of Housing, Utilities and Urban Development | 住宅都市開発省 |
| MWRI | Ministry of Water Resources and Irrigation | 水資源灌漑省 |
| NGO | Non-Governmental Organization | 非政府組織 |
| NPV | Net Present Value | 純現在価値 |
| NWRC | National Water Research Center | 国立水資源研究センター |
| NWRP | National Water Resources Plan | 国家水資源計画 |
| OPEC | Organization of the Petroleum Exporting Countries | 石油輸出国機構 |
| O&M | Operation and Maintenance | 維持管理 |
| PS | Planning Sector | 計画局 |
| R/D | Record of Discussion | 合意文書 |
| RGBS | Reservoirs and Grand Barrages Sector | 貯水池及び大堰局 |
| SADS2030 | Sustainable Agricultural Development Strategy towards 2030 | 持続的農業開発戦略 2030 |
| SATREPS | Science and Technology Research Partnership for Sustainable Development | 地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム |
| SCF | Standard Conversion Factor | 標準変換計数 |
| SS | Suspended Solid | 浮遊物質 |
| SWMT | Strengthening for Water Management Transfer | 水管理移管強化プロジェクト |
| TDA | Tourism Development Authority | 観光開発庁 |
| TOR | Terms of Reference | 委託事項 |
| UNDP | United Nations Development Programme | 国連開発計画 |
| USAID | United States Agency for International Development | アメリカ合衆国国際開発庁 |
| WARUS | Project for Drainage Water Quality Control for Irrigation in Middle Delta | 中央デルタ灌漑のための排水水質管理・再利用プロジェクト |
| WAIASS | World Atlas of Irrigated Agriculture for Sustainability Science | 世界灌漑農業アトラス |
| WB | World Bank | 世界銀行 |
| WMIP | Water Management Improvement Project | ナイルデルタ水管理改善プロジェクト |
| WMT | Water Management Transfer | 水管理移管 |
| WTO | World Trade Organization | 世界貿易機関 |
| WUA | Water Users' Association | 水利組合 |
| WUO | Water Users Organization | 水管理組織 |

要旨

本調査は、エジプトの国家水資源計画（National Water Resources Plan）で掲げる「現存資源の効率的利用の実現」に貢献するための協力プログラム及び日本による協力事業案を提案する目的で実施した。調査対象地域は上エジプトのバハルヨセフ、イブラヒミアの両基幹水路系、中央デルタのカセッド幹線水路系である。本調査では幹線水路から末端までの一連の灌漑システムをサブ地域と呼び、調査対象地域全体は合計 80 のサブ地域からなる。調査の結果、調査対象地域の灌漑システムは営農の現状に照らして計画する配水量が末端まで届かない場合があり、より公平な水配分が望まれる。その実現に当たっては、対象となる流域において上流から末端までを総合的に改善し、ハード面とソフト面、双方の改善取り組みを有機的に連携させることが重要であり、本報告書ではこれを「**総合的灌漑用水管理（Comprehensive Irrigation Water Management : CIWM）**」と名付けて協力プログラムの展開を提案する。CIWM の導入事例として、タンサ・ケラサブ地域（灌漑面積 104 km²）を対象に、ハード面における事業シミュレーションを行った。その結果、用水供給のボトルネックとなっている点的な小規模水利施設の改良の Plan1 では、建設費 15.6 百万ドルで灌漑効率 10%の改善、現況必要水量に対して 17%の節水効果が確認された。また Plan1 に加えて、幹線水路の通水能力を向上させるためにライニングを想定した Plan2 では建設費 22.2 百万ドルで灌漑効率 17%の改善、節水効果 25%、Plan2 に支線水路のライニングを加えた Plan 3 では建設費 31.3 百万ドルで灌漑効率 22%の改善、節水効果 31%という結果となった。

なお、この結果を対象地域であるイブラヒミア水系、バハルヨセフ水系の全サブ地域に適用すると、全サブ地域の整備完了後には Plan2 の場合、整備前と比較して年間 21 億 m³の水が節水できると計算された。

CIWM の基本的な柱はハード面の改善である「①施設整備」、ソフト面の改善である「②水管理」の 2 つとなるが、これらに加えて、施設整備を実施した地区に対してアセットマネジメントを導入することで、対象地域の水利施設の長寿命化と維持管理費の最小化を図り、対象地域において向上した水管理を持続的に行えるようにするために、「③維持管理改善」も同時に提案する。一連の協力は 20 年間、全 3 期で実施する構想で、そのうち具体的に日本による協力を提案するのは、第 1 期の円借款による施設整備、技術協力による水管理改善と維持管理改善である。本調査報告書における全体事業費はあくまで現時点の概算であり、今後は Feasibility Study を実施して日本が協力する事業地区における事業費の精緻化、効果指標の再算定を行う。また、調査対象となる 80 のサブ地域すべてを同時並行的に実施することは現実的に困難であるため、緊急性や重要性などの 5 つの項目から優先順位付けを行い、第 1 優先地域として 15 地区、第 2 優先地域として 16 地区、第 3 優先地域として 49 地区を区分し、今後の事業実施における優先地域を明確にした。加えて、エジプト側から要望のあった近代灌漑の導入効果の検証、水路敷の保全と有効活用方法は、今後の調査で情報収集を行い、その結果を本報告書で提案する CIWM に基づく日本の協力へ反映することを検討する。

エジプト国
灌漑セクター情報収集・確認調査
（上エジプト及び中央デルタ）

ファイナル・レポート

目次

調査対象地区位置図
略語表
要旨
目次
単位と通貨

ページ

| | |
|--|------------|
| 第 1 章 調査の概要 | 1-1 |
| 1.1 調査の目的..... | 1-1 |
| 1.2 調査対象地域..... | 1-1 |
| 1.3 調査方法..... | 1-2 |
| 1.3.1 調査手順..... | 1-2 |
| 1.3.2 調査対象地域における検討単位..... | 1-3 |
| 第 2 章 エジプトの概況 | 2-1 |
| 2.1 自然条件..... | 2-1 |
| 2.1.1 自然環境..... | 2-1 |
| 2.1.2 水資源..... | 2-2 |
| 2.1.3 土地利用..... | 2-4 |
| 2.2 社会経済..... | 2-4 |
| 2.3 エジプトの農業..... | 2-5 |
| 2.3.1 耕地面積、作付面積及び耕地利用率..... | 2-5 |
| 2.3.2 各作期の主要な作物の作付け状況（作付面積、生産量）..... | 2-7 |
| 2.3.3 農作物の総生産額と農業のインプット及び純農業収入の推移..... | 2-8 |
| 2.3.4 エジプトの農業の特徴..... | 2-9 |
| 2.4 灌漑..... | 2-9 |
| 2.4.1 概要..... | 2-9 |
| 2.4.2 灌漑に関する法令..... | 2-11 |
| 2.4.3 水資源灌漑省の組織..... | 2-13 |
| 2.4.4 水利組合..... | 2-17 |
| 2.5 環境社会配慮..... | 2-18 |
| 2.5.1 エジプトにおける環境社会配慮に関連する法制度..... | 2-18 |
| 2.5.2 エジプトにおける EIA 制度..... | 2-20 |
| 2.5.3 環境基準..... | 2-25 |
| 2.5.4 ベースとなる環境状況..... | 2-27 |
| 2.5.5 土地収用及び非自発的住民移転..... | 2-32 |

| | |
|---|------------|
| 第 3 章 灌漑セクターに係る政策及びドナー支援の動向 | 3-1 |
| 3.1 灌漑セクターに関連する開発計画..... | 3-1 |
| 3.1.1 エジプトビジョン 2030..... | 3-1 |
| 3.1.2 国家水資源計画..... | 3-3 |
| 3.1.3 持続的農業開発戦略 2030..... | 3-4 |
| 3.1.4 灌漑セクターに対する政策的方向性のまとめ..... | 3-5 |
| 3.2 灌漑セクターにおける他ドナーの協力..... | 3-6 |
| 3.2.1 灌漑セクターにおける他ドナーの協力概要..... | 3-6 |
| 3.2.2 大規模堰の改修及びメガプロジェクト..... | 3-6 |
| 3.2.3 基幹水路以下の灌漑施設に関する協力..... | 3-6 |
| 3.2.4 世界銀行の動向..... | 3-8 |
| 3.2.5 他ドナーの協力まとめ..... | 3-11 |
| 3.3 灌漑セクターにおける日本の協力..... | 3-12 |
| 3.3.1 灌漑セクターにおける日本の協力概要..... | 3-12 |
| 3.3.2 バハルヨセフ基幹水路の中規模堰 4 堰の改修の成果及び課題..... | 3-13 |
| 3.3.3 上エジプト灌漑施設改修計画（フローティングポンプ）による協力の成果及び課題..... | 3-16 |
| 3.3.4 新ダイルート堰群の建設の特徴..... | 3-18 |
| 3.3.5 水利組合による水管理及び灌漑施設の維持管理に関する技術協力プロジェクトの成果及び課題..... | 3-19 |
| 3.3.6 排水再利用に関する技術協力プロジェクトによる支援..... | 3-22 |
| 3.3.7 その他の支援..... | 3-24 |
| 3.3.8 日本の協力のまとめ..... | 3-25 |
| 3.4 灌漑セクターに関するこれまでの他ドナー・日本の協力の整理と日本の協力の方向性..... | 3-25 |
| 3.4.1 他ドナー及び日本の協力の整理..... | 3-25 |
| 3.4.2 今後の日本の協力の方向性..... | 3-26 |
| 第 4 章 調査対象地区の現状 | 4-1 |
| 4.1 調査対象地域の概況..... | 4-1 |
| 4.1.1 社会条件..... | 4-1 |
| 4.1.2 調査対象地域の農業..... | 4-3 |
| 4.1.3 水利施設インベントリー等の GIS への整理..... | 4-9 |
| 4.1.4 灌漑システムの概要..... | 4-13 |
| 4.1.5 灌漑用水の利用状況..... | 4-18 |
| 4.2 灌漑施設の現状..... | 4-29 |
| 4.2.1 基幹水路レベル..... | 4-30 |
| 4.2.2 幹線・支線水路レベル..... | 4-45 |
| 4.2.3 メスカレベル..... | 4-65 |
| 4.2.4 維持管理の現状..... | 4-67 |
| 4.3 水管理の現状..... | 4-70 |
| 4.3.1 水管理全般の概況..... | 4-70 |
| 4.3.2 水管理の体制..... | 4-71 |
| 4.3.3 水管理の運用と操作..... | 4-75 |
| 4.4 調査対象地域における課題の整理..... | 4-78 |
| 第 5 章 課題・対応策及び総合的灌漑用水管理実現のためのロードマップ | 5-1 |
| 5.1 課題に対する要因分析..... | 5-1 |
| 5.1.1 灌漑施設の機能を不十分にしている要因..... | 5-1 |
| 5.1.2 水管理を不十分にしている要因..... | 5-2 |
| 5.1.3 要因分析のまとめ..... | 5-3 |
| 5.2 総合的灌漑用水管理の提案..... | 5-5 |

| | |
|---|------------|
| 5.3 課題に対する対応策..... | 5-6 |
| 5.3.1 ハード面での対応策..... | 5-6 |
| 5.3.2 ソフト面の対応策..... | 5-7 |
| 5.3.3 対応策のまとめ..... | 5-8 |
| 5.4 対応策の展開..... | 5-10 |
| 5.4.1 ハード面の対応策の展開..... | 5-10 |
| 5.4.2 ソフト面の対応策の展開..... | 5-12 |
| 5.5 CIWM 実現のためのロードマップの提案..... | 5-20 |
| 5.6 CIWM 実現のためのロードマップの効果..... | 5-22 |
| 5.6.1 モデル地区（タンサ・ケラ サブ地域）における CIWM の効果..... | 5-22 |
| 5.6.2 基幹水路系における効果..... | 5-30 |
| 5.6.3 幹線・支線水路系における効果..... | 5-30 |
| 5.6.4 CIWM 実現のためのロードマップの農業面での効果..... | 5-32 |
| 第 6 章 改善プログラム..... | 6-1 |
| 6.1 改善プログラム..... | 6-1 |
| 6.2 施設整備の取組み..... | 6-4 |
| 6.2.1 施設整備で取組むべき項目..... | 6-4 |
| 6.2.2 フィージビリティ調査..... | 6-4 |
| 6.2.3 統合的水管理システム..... | 6-4 |
| 6.2.4 基幹水路..... | 6-4 |
| 6.2.5 サブ地域内の幹線・支線レベル..... | 6-9 |
| 6.2.6 末端レベル..... | 6-15 |
| 6.2.7 施設整備の取組みのまとめ..... | 6-19 |
| 6.3 水管理改善の取組み..... | 6-21 |
| 6.3.1 水管理改善の考え方..... | 6-21 |
| 6.3.2 水管理改善で取組むべき項目..... | 6-23 |
| 6.4 施設維持管理改善の取組み..... | 6-23 |
| 6.4.1 施設維持管理改善の考え方..... | 6-23 |
| 6.4.2 施設維持管理改善で取り組むべき項目..... | 6-24 |
| 6.5 サブ地域の優先順位付け..... | 6-25 |
| 6.5.1 優先順位付けの手順..... | 6-25 |
| 6.5.2 サブ地域の優先順位付けの結果と事業化に向けた優先地域分け..... | 6-27 |
| 6.5.3 全体の事業規模及び各優先地域の事業規模..... | 6-30 |
| 第 7 章 日本の協力への提言..... | 7-1 |
| 7.1 日本の協力プログラム案..... | 7-1 |
| 7.2 ハード面の協力案..... | 7-2 |
| 7.2.1 施設整備事業における日本の協力案の事業概要..... | 7-3 |
| 7.2.2 実施体制..... | 7-9 |
| 7.2.3 資金調達計画..... | 7-10 |
| 7.2.4 事業費の構成..... | 7-10 |
| 7.2.5 協力事業の概算事業費..... | 7-11 |
| 7.2.6 環境影響評価..... | 7-12 |
| 7.2.7 円借款事業案の経済性の予備的検討..... | 7-23 |
| 7.2.8 経済性評価の結果..... | 7-27 |
| 7.3 ソフト面の協力案..... | 7-27 |
| 7.3.1 水管理における日本の協力案..... | 7-28 |
| 7.3.2 施設の維持管理（アセットマネジメント手法の導入）における日本の協力案..... | 7-30 |
| 7.4 MWRI 関係部局の省内調整..... | 7-31 |

表リスト

| | | |
|--------|---|------|
| 表 1.1 | 調査対象地域一覧 | 1-1 |
| 表 1.2 | 調査対象水路系におけるサブ地域の区分 | 1-4 |
| 表 1.3 | サンプル地区及びモデル地区一覧 | 1-4 |
| 表 2.1 | 水資源・水利用等に関わる各種数値 | 2-2 |
| 表 2.2 | 水資源量の収支 | 2-3 |
| 表 2.3 | 2000 年以降のエジプトの主要な経済指標 | 2-5 |
| 表 2.4 | 過去 5 年間（2010/11～2014/15 年）の作付面積及び耕地利用率 | 2-6 |
| 表 2.5 | 冬作の主要な作物別の作付面積及び生産量 | 2-7 |
| 表 2.6 | 夏作の主要な作物別の作付面積及び生産量 | 2-8 |
| 表 2.7 | ナイル作の主要な作物別の作付面積及び生産量 | 2-8 |
| 表 2.8 | 調査対象地区の灌漑局地方事務所（GD） | 2-14 |
| 表 2.9 | 水利組合の組織概要 | 2-17 |
| 表 2.10 | 階層別水利組合と目標に対する設立数 | 2-18 |
| 表 2.11 | 環境社会配慮及び水に関するエジプトの基本的法及び規制 | 2-18 |
| 表 2.12 | エジプト環境に関する国際条約リスト | 2-19 |
| 表 2.13 | 灌漑セクターにおける環境社会配慮に関連する関係機関 | 2-20 |
| 表 2.14 | プロジェクトの環境カテゴリー分類 | 2-21 |
| 表 2.15 | CAA の構成機関 | 2-25 |
| 表 2.16 | 外気汚染物質の最大許容限度 | 2-25 |
| 表 2.17 | 農業排水の水質基準 | 2-26 |
| 表 2.18 | 地区別の騒音の最大許容限度 | 2-27 |
| 表 2.19 | 環境省所管大気汚染モニタリング測定所の地理的分布（2012 年） | 2-30 |
| 表 2.20 | 住民移転プログラムに関係する地方部署及び県機関 | 2-33 |
| 表 2.21 | 土地収用及び非自発的住民移転に関係する法律及び規制 | 2-33 |
| 表 2.22 | エジプトの法律と世銀方針（WB OP 4.12）との比較 | 2-35 |
| 表 3.1 | エジプトビジョン 2030 の枠組み | 3-1 |
| 表 3.2 | エジプトビジョン 2030 における「水と灌漑」が直面する課題と政策に関するテーマ | 3-2 |
| 表 3.3 | エジプトビジョン 2030 における「水と灌漑」に係るプログラムと事業 | 3-2 |
| 表 3.4 | NWRP2017 の柱と典型的な対策（抜粋） | 3-3 |
| 表 3.5 | 第三次国家水資源計画の考え方と第二次国家水資源計画で対応する柱（2017 年 3 月時点） | 3-4 |
| 表 3.6 | 持続的農業開発戦略 2030 の全体構成 | 3-5 |
| 表 3.7 | ナイル川の大規模堰の改修事業 | 3-6 |
| 表 3.8 | 主に末端施設と水管理に重点を置く灌漑事業（成果は一部抜粋） | 3-7 |
| 表 3.9 | 世界銀行が融資した灌漑事業例 | 3-8 |
| 表 3.10 | バハルヨセフ堰改修事業の概要 | 3-14 |
| 表 3.11 | 上エジプト灌漑施設改修計画の概要 | 3-17 |
| 表 3.12 | 灌漑面積の拡大 | 3-18 |
| 表 3.13 | 新ダイルート堰群建設事業概要 | 3-18 |
| 表 3.14 | 水管理及び灌漑施設の維持管理に関する技術協力の概要 | 3-20 |
| 表 3.15 | 排水再利用に関する技術協力の概要 | 3-22 |
| 表 3.16 | 水資源を効果的に利活用する分野に資する研究協力の概要 | 3-24 |
| 表 4.1 | 対象 4 県の基礎的情報 | 4-1 |
| 表 4.2 | 性別・行政地域別人口（2014 年） | 4-2 |
| 表 4.3 | 調査対象県の就業者数あたりの農業従事者人口 | 4-2 |
| 表 4.4 | 調査対象県の耕地面積（旧耕地・新規開拓地）の推移（2008/09～2014/15 年） | 4-3 |
| 表 4.5 | 調査対象県の旧耕地及び新規開拓地の割合の推移（2008/09～2014/15 年） | 4-4 |
| 表 4.6 | 調査対象県の各作期の作付面積及び耕地利用率（2014/15 年） | 4-4 |
| 表 4.7 | 調査対象県の作付けの特徴 | 4-5 |

| | | |
|--------|-------------------------------------|------|
| 表 4.8 | 調査対象県の生産量の推移の特徴 | 4-8 |
| 表 4.9 | 各作期における主要な作物の単収（2014/15 年） | 4-8 |
| 表 4.10 | GIS データの内容 | 4-9 |
| 表 4.11 | 準拠した座標系 | 4-11 |
| 表 4.12 | GIS データ属性定義書（サンプル） | 4-11 |
| 表 4.13 | 3 水路系の階層別の水路数及び総延長 | 4-14 |
| 表 4.14 | 県別代表作物別作付け割合 | 4-19 |
| 表 4.15 | 県別の実績灌漑水量（2006～2017 年の平均値） | 4-20 |
| 表 4.16 | 調査地区内水路における測定水質 | 4-28 |
| 表 4.17 | カセッド幹線水路における上水施設（タンタ地域） | 4-29 |
| 表 4.18 | 排水路における測定水質 | 4-29 |
| 表 4.19 | バハルヨセフ基幹水路一般諸元 | 4-31 |
| 表 4.20 | バハルヨセフ基幹水路の当初設計断面での計算流量と設計流量の比較 | 4-33 |
| 表 4.21 | 各 GD 選定の危険湾曲部リスト（バハルヨセフ基幹水路） | 4-35 |
| 表 4.22 | バハルヨセフ基幹水路上の主要構造物リスト | 4-36 |
| 表 4.23 | 取水工 / 堰の劣化度合い評価基準 | 4-37 |
| 表 4.24 | 取水工の劣化状況総括表（バハルヨセフ基幹水路上の施設） | 4-38 |
| 表 4.25 | ポンプ場の劣化度合い評価基準 | 4-39 |
| 表 4.26 | ポンプ場の劣化状況総括表（バハルヨセフ基幹水路上の施設） | 4-39 |
| 表 4.27 | イブラヒミア基幹水路一般諸元 | 4-40 |
| 表 4.28 | イブラヒミア基幹水路上の主要構造物リスト | 4-43 |
| 表 4.29 | 取水工の劣化状況総括表（イブラヒミア基幹水路上の施設） | 4-44 |
| 表 4.30 | サンプル水利施設調査実施の幹線水路概要（バハルヨセフ水路系） | 4-45 |
| 表 4.31 | サンプル地区幹線水路上の構造物リスト（バハルヨセフ水路系） | 4-47 |
| 表 4.32 | 取水工、堰の劣化状況総括表（バハルヨセフ水路系サンプル地区） | 4-48 |
| 表 4.33 | サンプル水利施設調査実施の幹線水路概要（イブラヒミア水路系） | 4-49 |
| 表 4.34 | サンプル地区幹線水路上の構造物リスト（イブラヒミア水路系） | 4-50 |
| 表 4.35 | 取水工、堰の劣化状況総括表（イブラヒミア水路系サンプル地区） | 4-51 |
| 表 4.36 | 灌漑効率 | 4-53 |
| 表 4.37 | ローテーション毎の必要水量 | 4-53 |
| 表 4.38 | 現況のローテーション区間 1 における支線水路取入口での必要量と到達量 | 4-54 |
| 表 4.39 | 現状の搬送効率算定結果（タンサ・ケラ水路系） | 4-55 |
| 表 4.40 | 現状の総合灌漑効率の算定結果（タンサ・ケラ水路系） | 4-56 |
| 表 4.41 | カセッド幹線水路一般諸元 | 4-57 |
| 表 4.42 | カセッド幹線水路上の構造物リスト | 4-57 |
| 表 4.43 | カセッド水路サンプル地区施設概要（1 次支線水路） | 4-57 |
| 表 4.44 | カセッド水路内主要堰リスト | 4-58 |
| 表 4.45 | 既設排水再利用ポンプ場の状況 | 4-62 |
| 表 4.46 | 現況排水再利用の特徴 | 4-62 |
| 表 4.47 | 既存の用排水混合（再利用）ポンプ場（上エジプト） | 4-63 |
| 表 4.48 | 灌漑総局管轄の灌漑施設の維持管理に係る実施方法及び内容 | 4-68 |
| 表 4.49 | 調査対象地域の年間維持管理費用実績（2016 年度） | 4-68 |
| 表 4.50 | 基幹水路の管轄事務所 | 4-73 |
| 表 4.51 | 施設面の課題（ハード面の課題） | 4-78 |
| 表 4.52 | 水管理上の課題（ソフト面の課題） | 4-79 |
| 表 5.1 | 基幹水路の送水機能不足の要因 | 5-2 |
| 表 5.2 | 幹線・支線水路及び末端施設の送配水機能不足の要因 | 5-2 |
| 表 5.3 | 不十分な施設維持管理の要因 | 5-2 |
| 表 5.4 | 水管理を不十分にしている要因 | 5-3 |
| 表 5.5 | 基幹水路の要因に対する対応策の概要 | 5-6 |
| 表 5.6 | 幹線・支線水路の要因に対する対応策の概要 | 5-6 |

| | | |
|--------|--|------|
| 表 5.7 | 末端施設の要因に対する対応策の概要 | 5-7 |
| 表 5.8 | 水管理の要因に対する対応策の概要 | 5-7 |
| 表 5.9 | 施設維持管理の要因に対する対応策の概要 | 5-8 |
| 表 5.10 | 現況の搬送効率算定結果（タンサ・ケラ地区） | 5-22 |
| 表 5.11 | 計画1における主要な施設改修内容（タンサ・ケラ サブ地域） | 5-23 |
| 表 5.12 | 対応策ごとの灌漑効率算定結果 | 5-27 |
| 表 5.13 | 各対応策と整備コスト、節水可能量、灌漑効率（タンサ・ケラ地区） | 5-28 |
| 表 5.14 | 各対応策と整備コスト（タンサ・ケラ地区） | 5-29 |
| 表 5.15 | 検討ケースと想定する状態 | 5-30 |
| 表 5.16 | 実灌漑水量と灌漑効率改善による必要水量の比較（百万 m ³ ） | 5-31 |
| 表 5.17 | 対応策と年間必要水量及び節水可能量（百万 m ³ ） | 5-31 |
| 表 5.18 | 水不足の度合いと単収 | 5-32 |
| 表 5.19 | 計画増収率 | 5-33 |
| 表 6.1 | 施設整備に係る取組み | 6-4 |
| 表 6.2 | バハルヨセフ基幹水路における通水断面確保のための概算工事費 | 6-6 |
| 表 6.3 | バハルヨセフ基幹水路の法面保護工に係る概算工事費 | 6-7 |
| 表 6.4 | イブラヒミア基幹水路における護岸工の工事費 | 6-8 |
| 表 6.5 | イブラヒミア基幹水路における障害物撤去・新橋建設工事費 | 6-9 |
| 表 6.6 | 水路ライニング工法の比較検討 | 6-13 |
| 表 6.7 | サンプル水利施設調査地域毎の改修工事費（直接工事費）（1,000 US\$） | 6-14 |
| 表 6.8 | メスカ改良事業費内訳 | 6-16 |
| 表 6.9 | メスカ改良に係る事業費 | 6-17 |
| 表 6.10 | タイプ別灌漑効率 | 6-17 |
| 表 6.11 | 近代灌漑システムの初期投資額 | 6-17 |
| 表 6.12 | 各水路レベルの対応策 | 6-19 |
| 表 6.13 | 整備水準毎の事業実施によるインパクト | 6-20 |
| 表 6.14 | 水管理改善に係る取組み | 6-23 |
| 表 6.15 | 施設維持管理改善に係る取組み | 6-25 |
| 表 6.16 | 各県の水不足程度（単位：ha） | 6-26 |
| 表 6.17 | BCWUA の目標に対する設立率 | 6-27 |
| 表 6.18 | MWRI の重視するハード・ソフトに対する改善事項と点数 | 6-27 |
| 表 6.19 | サブ地域の優先順位付けの結果 | 6-28 |
| 表 6.20 | 各県（GD）のサブ地域の優先順位 | 6-30 |
| 表 6.21 | 水路系ごとのサブ地域の優先順位 | 6-30 |
| 表 6.22 | 各整備水準の事業費に含まれる対象工事内訳 | 6-30 |
| 表 6.23 | 調査対象地域全体工事費 | 6-31 |
| 表 7.1 | 改善プログラムの取組みの整理 | 7-1 |
| 表 7.2 | フィージビリティ調査のスケジュール案（第1優先の15サブ地域の場合） | 7-7 |
| 表 7.3 | フィージビリティ調査のスケジュール案（第1優先サブ地域の数地区の場合） | 7-7 |
| 表 7.4 | コンサルティング・サービスの内容 | 7-8 |
| 表 7.5 | 協力事業案の概算事業費の総括表 | 7-12 |
| 表 7.6 | 代替案比較検討（ゼロオプションを含む） | 7-12 |
| 表 7.7 | JICA 類似案件の環境カテゴリー分類 | 7-14 |
| 表 7.8 | 想定される工事 | 7-14 |
| 表 7.9 | スコーピング結果 | 7-15 |
| 表 7.10 | 環境社会配慮調査の TOR | 7-17 |
| 表 7.11 | 環境社会配慮調査結果 | 7-18 |
| 表 7.12 | 環境及び社会への影響 | 7-19 |
| 表 7.13 | 緩和策と費用 | 7-20 |
| 表 7.14 | 環境管理・モニタリング計画（EMMP） | 7-22 |
| 表 7.15 | 受益県別代表作物別作付け割合 | 7-25 |

| | | |
|--------|--------------------------------------|------|
| 表 7.16 | 整備内容と効果が及ぶ範囲 | 7-26 |
| 表 7.17 | 協力事業案の経済性比較総括表（幹線水路のライニングの有無し） | 7-27 |
| 表 7.18 | 中核人材育成に関する協力案 | 7-28 |
| 表 7.19 | 附帯技術協力プロジェクトに関する PDM 案 | 7-29 |
| 表 7.20 | 中核人材育成に関する協力案 | 7-30 |
| 表 7.21 | 施設管理政策アドバイザーの専門家派遣事業案 | 7-31 |
| 表 7.22 | アセットマネジメント手法の試行に対する協力案 | 7-31 |

図リスト

| | | |
|--------|--|------|
| 図 1.1 | 本調査の手順 | 1-2 |
| 図 1.2 | サブ地域の概念図 | 1-3 |
| 図 1.3 | サブ地域の模式図（イブラヒミア・バハルヨセフ） | 1-5 |
| 図 2.1 | 調査対象地域の気温 | 2-1 |
| 図 2.2 | 調査対象地域の降雨と湿度 | 2-1 |
| 図 2.3 | 一人当たり水利用可能量と人口増加 | 2-2 |
| 図 2.4 | エジプト土地被覆状況 | 2-4 |
| 図 2.5 | エジプトにおける総耕地面積、旧耕地及び新規開拓地の推移 | 2-6 |
| 図 2.6 | エジプトにおける夏作、冬作、ナイル作の作付けパターン | 2-7 |
| 図 2.7 | 農作物の総生産額の推移と農業インプット及び純農業収入の推移 | 2-9 |
| 図 2.8 | 水路区分と水管理・維持管理所管 | 2-10 |
| 図 2.9 | 灌漑局地方事務所の階層 | 2-13 |
| 図 2.10 | 灌漑事務所の模式図 | 2-15 |
| 図 2.11 | 水資源灌漑省の組織図 | 2-16 |
| 図 2.12 | EEAA 組織図 | 2-21 |
| 図 2.13 | プロジェクト EIA 分類プロセス | 2-22 |
| 図 2.14 | EIA 制度手続き | 2-24 |
| 図 2.15 | エジプト自然保護地域 | 2-28 |
| 図 2.16 | エジプト重要野鳥生息地 | 2-29 |
| 図 2.17 | カルーン湖及びライヤーン湖位置図 | 2-29 |
| 図 2.18 | エジプト大気汚染モニタリング測定所の分布 | 2-30 |
| 図 2.19 | エジプト年間平均二酸化硫黄濃度（1999-2012） | 2-31 |
| 図 2.20 | エジプト都市部年間平均二酸化窒素濃度（1999-2012） | 2-31 |
| 図 2.21 | エジプト各行政地域の DO の比較（2012 年） | 2-31 |
| 図 2.22 | エジプト各行政地域の BOD の比較（2012 年） | 2-32 |
| 図 2.23 | エジプト各行政地域の化学的酸素要求量（COD）の比較（2012 年） | 2-32 |
| 図 3.1 | 日本の灌漑セクターへの協力の流れ | 3-13 |
| 図 4.1 | 調査対象地域の県 | 4-1 |
| 図 4.2 | 地域別の貧困層の割合 | 4-2 |
| 図 4.3 | 調査対象県における各作期の主な作物の作付面積（2014/15 年） | 4-5 |
| 図 4.4 | 冬作の主要な作物の生産量の推移（2010/11～2014/15 年） | 4-6 |
| 図 4.5 | 夏作の主要な作物の生産量の推移（2010/11～2014/15 年） | 4-7 |
| 図 4.6 | ナイル期の主要な作物の生産量の推移（2010/11～2014/15 年） | 4-7 |
| 図 4.7 | 永年作物の主要な作物の生産量の推移（2010/11～2014/15 年） | 4-7 |
| 図 4.8 | 衛星画像等によるデータの作成フロー | 4-9 |
| 図 4.9 | 水利施設データの作成フロー | 4-10 |
| 図 4.10 | 水利施設データの作成範囲 | 4-10 |
| 図 4.11 | QGIS でのデータ表示例 | 4-12 |
| 図 4.12 | 3 水路系の平面模式図 | 4-13 |
| 図 4.13 | アシュート堰取水工における年間取水量の経年推移 | 4-14 |
| 図 4.14 | アシュート堰取水工掛りの灌漑用水供給に係る模式図 | 4-15 |
| 図 4.15 | イブラヒミア基幹水路の年間総流量の経年変化 | 4-16 |

| | | |
|--------|---|------|
| 図 4.16 | バハルヨセフ基幹水路の年間総流量の経年変化 | 4-16 |
| 図 4.17 | バハルヨセフ基幹水路のピーク月流量値の経年変化 | 4-16 |
| 図 4.18 | カセッド幹線水路に係る模式図 | 4-17 |
| 図 4.19 | タンタ水路の年間総流量の経年変化 | 4-17 |
| 図 4.20 | 各県の月別計画用水量 | 4-18 |
| 図 4.21 | 2006年~2017年間の各月実績灌漑水量と平均実績水量 | 4-20 |
| 図 4.22 | 上エジプト地域の月別実績灌漑水量と月別必要水量の比較 | 4-21 |
| 図 4.23 | 対象地域における2000~2015年のEVIの時系列変化 | 4-22 |
| 図 4.24 | 耕作面積の年次変化 | 4-22 |
| 図 4.25 | 作付率と耕作範囲の経年変化 | 4-24 |
| 図 4.26 | 作付回数の5年間平均（左図 2001-2005年、右図 2011-2015年） | 4-25 |
| 図 4.27 | 2009年のファイユーム県における作付回数 | 4-26 |
| 図 4.28 | 衛星画像による畑地エリアと果樹・雑木林エリアの比較 | 4-26 |
| 図 4.29 | 衛星画像拡大図（左図：畑地エリア、右図：果樹・雑木林エリア） | 4-26 |
| 図 4.30 | 生育程度の5年間平均（左図 2001-2005、2011-2015）とその差異（右図） | 4-27 |
| 図 4.31 | 年毎の耕作面積に占める一期作の割合 | 4-27 |
| 図 4.32 | バハルヨセフ基幹水路の現況断面における通水能力計算結果（水理縦断面図） | 4-32 |
| 図 4.33 | 水路湾曲部（平面図、断面図） | 4-34 |
| 図 4.34 | クリティカル・カーブ例 | 4-34 |
| 図 4.35 | 砂丘部の浸食箇所例 | 4-34 |
| 図 4.36 | MWRIが実施したバハルヨセフ沿いの護岸工設置事例 | 4-35 |
| 図 4.37 | 浸食箇所事例（イブラヒミア基幹水路） | 4-41 |
| 図 4.38 | ハフェズ旧堰の状況（上流側） | 4-42 |
| 図 4.39 | 原型の水路断面（例：サバ幹線水路6km地点） | 4-46 |
| 図 4.40 | 現況の水路断面（変形後）（例：サバ幹線水路6km地点） | 4-46 |
| 図 4.41 | オリフィス流量策定図 | 4-47 |
| 図 4.42 | 老朽化した水利施設（調整堰、水管橋） | 4-51 |
| 図 4.43 | ローテーション灌漑の区分に関する模式図（タンサ・ケラ地区） | 4-52 |
| 図 4.44 | ローテーション区間1における設計流量と実際の流量（タンサ・ケラサブ地域） | 4-55 |
| 図 4.45 | 建築物（モスク）による通水阻害 | 4-56 |
| 図 4.46 | カセッド水路位置図 | 4-57 |
| 図 4.47 | 堰上流部のゴミ集積 | 4-59 |
| 図 4.48 | ダマツト支線ナガ水路分土工 | 4-60 |
| 図 4.49 | シャシェア支線水路の水草繁茂 | 4-60 |
| 図 4.50 | 排水再利用ポンプ場の例 | 4-61 |
| 図 4.51 | 排水再利用ポンプ場の位置によるタイプ | 4-62 |
| 図 4.52 | ファイユームのメスカの状況 | 4-67 |
| 図 4.53 | 基幹水路の浚渫 | 4-68 |
| 図 4.54 | 小規模構造物の築造後経過年数 | 4-69 |
| 図 4.55 | 水位等観測地点 | 4-71 |
| 図 4.56 | シュブラバルーラ支線水路における用水配分状況（改善前） | 4-76 |
| 図 4.57 | シュブラバルーラ支線水路における用水配分状況（改善後） | 4-76 |
| 図 4.58 | コンクリーライニング水路底版を破壊して取水 | 4-78 |
| 図 5.1 | 調査対象地域における灌漑セクターの要因分析図 | 5-4 |
| 図 5.2 | CIWMのイメージ | 5-5 |
| 図 5.3 | 課題に対する対応策 | 5-9 |
| 図 5.4 | ハード面の対応策の展開 | 5-11 |
| 図 5.5 | 供給者と利用者の水管理目標の相違 | 5-13 |
| 図 5.6 | 灌漑区域内の作物生産を最大化する用水配分 | 5-13 |
| 図 5.7 | 灌漑管理における構成要素の関係 | 5-13 |
| 図 5.8 | 用水供給の効率化の流れ | 5-14 |

| | | |
|--------|---|------|
| 図 5.9 | 不公平な配水状況の変移継続状況 | 5-14 |
| 図 5.10 | 豊川用水の水管理の構成 | 5-15 |
| 図 5.11 | 豊川地区の用水配分の課題（対応前） | 5-15 |
| 図 5.12 | 豊川地区の用水配分の改善（対応後） | 5-15 |
| 図 5.13 | 水管理の対応策の展開 | 5-18 |
| 図 5.14 | 施設維持管理（アセットマネジメント手法）の対応策の展開 | 5-19 |
| 図 5.15 | CIWM 実現のためのロードマップ | 5-21 |
| 図 5.16 | タンサ・ケラ サブ地域における基本対応策の対象施設位置図 | 5-24 |
| 図 5.17 | タンサ・ケラ サブ地域における計画 2 による対応策の対象施設位置図 | 5-26 |
| 図 5.18 | 各対応策と必要水量の比較 | 5-27 |
| 図 5.19 | 節水可能量と灌漑効率の関係（タンサ・ケラ地区） | 5-28 |
| 図 5.20 | 節水可能量と整備コストの関係（タンサ・ケラ地区） | 5-29 |
| 図 5.21 | 実灌漑水量と灌漑効率改善による必要水量の比較 | 5-31 |
| 図 5.22 | 水不足の度合いと単収の相関 | 5-32 |
| 図 5.23 | 水不足の度合いと単収の相関（小麦） | 5-32 |
| 図 6.1 | 改善プログラム | 6-3 |
| 図 6.2 | バハルヨセフ基幹水路の水路底整形後の断面における通水能力計算結果（水理縦断面図） | 6-5 |
| 図 6.3 | ダイルート堰群からダハブ調整堰間の水路縦断面形状及び改修計画事例 | 6-6 |
| 図 6.4 | インプラント工法施工例 | 6-7 |
| 図 6.5 | イブラヒミア基幹水路改修断面案 | 6-8 |
| 図 6.6 | 改良メスカの方式 | 6-15 |
| 図 6.7 | 統合水管理システムの計画 | 6-21 |
| 図 6.8 | 灌漑施設のアセットマネジメントのレベル分け | 6-24 |
| 図 6.9 | 2009 年の作付回数の分布 | 6-25 |
| 図 6.10 | サブ地域の優先順位付けの結果 | 6-29 |
| 図 7.1 | 日本の協力プログラム案 | 7-2 |
| 図 7.2 | 灌漑総局組織図 | 7-10 |

ANNEX（別冊）

| | |
|-----------|---|
| ANNEX 1: | Minutes of Discussion |
| ANNEX 2: | Status of Irrigation Facilities in Sample Area and Principal Canals |
| ANNEX 3: | Inventory of Irrigation Facility (Principal Canals, Sample Area, Model Area and Others) |
| ANNEX 4: | Model Area Survey |
| ANNEX 5: | Calculation of Water Requirement |
| ANNEX 6: | Hydraulic Analysis of Tuns-Kella Irrigation System |
| ANNEX 7: | Hydraulic Calculation of Bahr Yusef Principal Canal |
| ANNEX 8: | Result of Cross Section Survey on Bahr Yusef Principal Canal |
| ANNEX 9: | Cost of Project in Each Sub Region |
| ANNEX 10: | Location of Prioritized Sub Regions |
| ANNEX 11: | List of Drawings for Countermeasures |
| ANNEX 12: | GIS Map Data |

単位と通貨

| | |
|-------------------------|---------------------------------|
| kg | kilogram |
| t, MT | metric ton = 1,000 kg |
| h | hour |
| mm | millimeter |
| cm | centimeter |
| km | kilometer |
| ha | hectare |
| feddan | feddan = 0.42 ha |
| HP | horsepower |
| km ² , sq.km | square kilometer |
| m ³ | cubic meter |
| MCM | million cubic meter |
| BCM | billion cubic meter |
| MSL | mean sea level |
| MW | mega watt |
| LPS, l/s | litter per second |
| mm/mon | millimeter per month |
| mm/d | millimeter per day |
| m/s | meter per second |
| m ³ /s | cubic meter per second |
| mg/L | milligram per litter |
| μg/m ³ | microgram per cubic meter |
| °C | degrees centigrade |
| % | percent |
| cfu | colony forming unit |
| μS/cm | micro Siemens per centimeter |
| US\$ | United States of America dollar |
| EGP | Egypt Pound |
| EUR | Euro |

通貨換算率（2017年12月現在）

| | EGP | US\$ | ¥ |
|------|---------|--------|--------|
| EGP | | 0.0564 | 6.28 |
| US\$ | 17.7305 | | 111.29 |
| JPY | 0.1592 | 0.0090 | |

第1章 調査の概要

1.1 調査の目的

本調査は、2016年8月に水資源灌漑省（Ministry of Water Resources and Irrigation : MWRI）が日本側に提出したセクターローンの Feasibility Study (F/S) の要請について、日本側も妥当なもの判断しつつ、基本的な灌漑セクターの情報の確認と整理から着手するのが適当と判断し、情報収集・確認調査として実施されたものである。

本調査では、エジプトの灌漑セクターの現況、課題やその要因、当該国の政策的優先順位、優先的開発課題、他ドナー及び日本の取組み等（成果及び課題）を分析し、灌漑セクターに関する情報を包括的に取りまとめる。これに基づき、MWRI が所管する水資源分野の計画の中核を成す第二次国家水資源計画（National Water Resources Plan 2017 : NWRP2017）の第2の柱「現存資源の効率的利用の実現」に、さらに貢献するための協力プログラム及び具体的な協力事業案を提案する。

1.2 調査対象地域

本業務で策定する協力プログラム案は、前述の F/S の要請書を踏まえつつ、灌漑セクターのこれまでの日本の協力の強みと実績、課題とその要因分析を考慮して形成する必要がある。そのため、調査対象地域として、MWRI からセクターローンの F/S の要請のあった地域で、日本のエジプトにおける過去の協力対象地域のうち、特に灌漑セクターにおいて重点的な協力を行った地域が選定された。以下に、調査対象地域及びその選定経緯・特徴・範囲を示す。

表 1.1 調査対象地域一覧

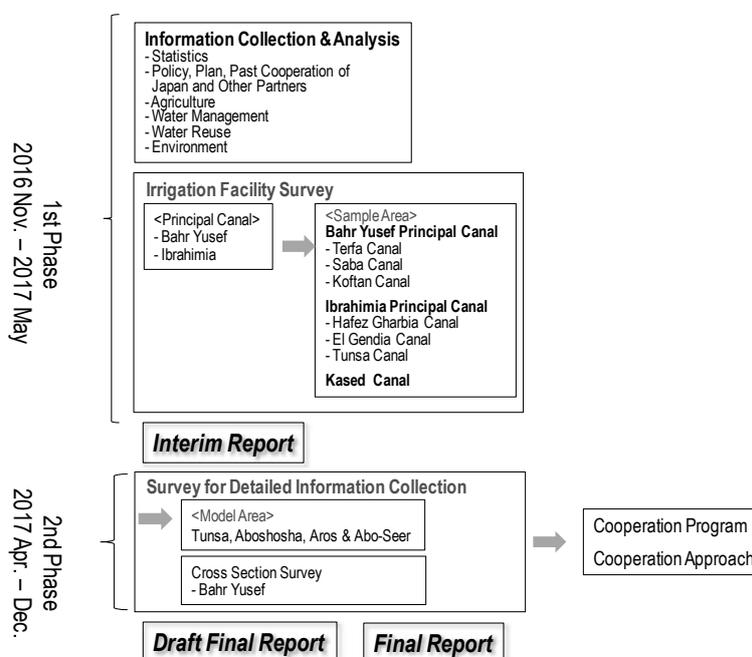
| No. | 調査対象地域 | 選定経緯・特徴・範囲 |
|-----|---|---|
| 1 | バハルヨセフ水路系(上エジプト)(ダイルート堰群から末端まで、受益地としてファイユームを含む) | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 水資源灌漑省として施設改修の要望あり ◆ 施設改修に関する無償資金協力事業が行われてきた ◆ 上流で新ダイルート堰群の建設が有償資金協力事業で行われている ◆ 自然水路であり、蛇行が多い ◆ 下流に人口集中地域(ファイユーム)あり |
| 2 | イブラヒミア水路系(上エジプト)(ダイルート堰群からエルワスタ堰まで) | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 水資源灌漑省として施設改修の要望あり ◆ 上流で新ダイルート堰群の建設が有償資金協力事業で行われている ◆ かつての政府によって造られた人工水路 ◆ 人口集中地区を流下し、農地は減少傾向にある |
| 3 | カセッド水路系(中央デルタ) | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 水資源灌漑省として施設改修の要望あり ◆ 水管理移管に関する技術協力プロジェクトが域内で面的に行われてきた ◆ 上記から、対象地域内のエジプト側行政官の水管理移管に対するモチベーションは高い ◆ 人口集中地域 |

出典：JICA 調査団作成

1.3 調査方法

1.3.1 調査手順

本調査は、2016年11月～2017年5月までの第1期調査と2017年4月～12月までの第2期調査に分けて実施した。図1.1に手順図を示す。



出典：JICA 調査団作成

図 1.1 本調査の手順

第1期調査は、灌漑セクター全般に関わる基本的な情報の収集・分析に加えて、バハルヨセフ基幹水路及びイブラヒミア基幹水路の灌漑水利施設のインベントリー調査、さらに調査対象水系における灌漑水利施設の概略を把握することを目的として、MWRI 関係部局と協議し、調査区（サンプル地区）を選定し、サンプル水利施設調査を行った。灌漑水利施設の概況把握を踏まえ、2017年3月9日付でMWRI と JICA で締結した M/D（Minutes of Discussion）では、基幹水路からの取水を基点に、幹線水路から支線水路を介し末端水路であるメスカまでを含む一定規模の灌漑面積を持つ地区をサブ地域として設定すること、加えて、協力の方向性として、上流から末端までを、ハード及びソフト面で整備するコンセプトである総合的灌漑用水管理が合意された。なお、本 M/D 上では、総合的灌漑用水管理（Comprehensive Irrigation Water Management : CIWM）ではなく、総合的用水管理（Comprehensive Water Management）と記載されているが、M/D 合意以降、その意味合いを踏まえ、CIWM に統一し、エジプト側から口頭で了承を得ている。M/D を Annex 1 として添付する。

第2期調査は、CIWM を実現するために、必要な詳細情報を収集するためのモデルとなる地区（モデル地区）を MWRI 関係部局と協議・選定し、モデル地区調査を行った。モデル地区調査は、サンプル水利施設調査において把握された水利施設概況等を踏まえ、施設整備計画策定に必要な積算精度を高

めることに加えて、事業計画策定において必要となる水管理、施設維持管理及び営農等に関する基礎情報収集を行うことを目的として実施した。

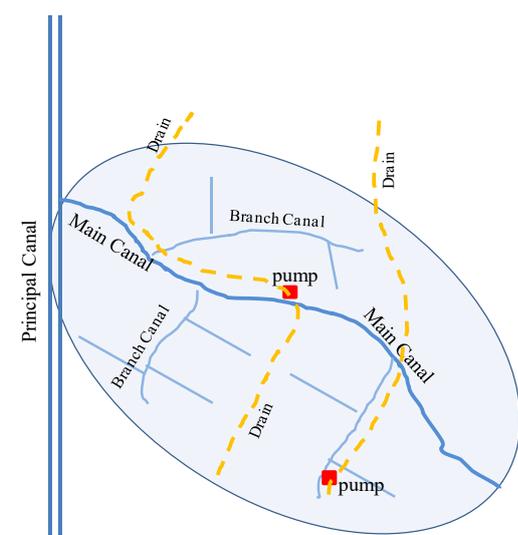
加えて、第1期調査を踏まえ、特に詳細調査が必要と判断されたバハルヨセフ基幹水路については、同水路の整備計画の精度を高めること及び水路断面形状を把握し通水能力の検証を行うことを目的に、水路横断測量を実施した。測量結果を Annex 8 として添付する。

バハルヨセフ基幹水路及びイブラヒミア基幹水路上の灌漑施設に関するインベントリー調査、サンプル水利施設調査、モデル地区調査及び横断測量の結果を反映させた灌漑施設のインベントリーを Annex 3 として添付する。

以上を基にエジプトの灌漑分野に対する協力プログラム（＝ハード面とソフト面の支援の組合せ）を策定し、地区の整備水準等を勘案した日本の協力プログラム案を作成した。

1.3.2 調査対象地域における検討単位

エジプトの灌漑システムは、ナイル川から分岐して送水を主目的とする基幹水路（Principal canal）と幹線水路以下の送配水システム（灌漑区域を持つ）から構成される。



出典：JICA 調査団作成

図 1.2 サブ地域の概念図

このことから、本調査では基幹水路本体と、基幹水路からの取水工を始点に、幹線水路－支線水路－メスカーマルワ－圃場で構成される一連の塊で、概ね 3,000 feddan（1,260 ha）以上の灌漑面積を持つ地区を「サブ地域」と称し、調査の単位として設定し、調査を進めることとした（図 1.2 参照）。基幹水路から直接取水する支線水路・メスカ掛けりや数百 feddan の灌漑面積の小規模地区は、近傍の主要幹線水路掛り地区に含めて、一つのサブ地域として扱うこととする。また、カセッド水路系は、調査の構成上は一つのサブ地域として扱うこととする。

また、このサブ地域単位でローテーションを含む水管理及び送配水システムの検討を行う。サブ地域は、今後の協力を実施する上での基本単位となる。

本調査におけるサブ地域の区分は表 1.2 のとおりであり、合計で 80 地域となる。このうち、バハルヨセフ及びイブラヒミア基幹水路系の幹線水路掛りのサブ地域の模式図を図 1.3 に示す。なお、2 基幹水路は、サブ地域とは設定しないものの、それぞれがサブ地域同様に、今後の協力を実施する単位となる。

表 1.2 調査対象水路系におけるサブ地域の区分

| 水路系 | サブ地域 |
|------------|------------------|
| バハルヨセフ基幹水路 | 幹線水路掛り等地区: 31 地域 |
| イブラヒミア基幹水路 | 幹線水路掛り等地区: 48 地域 |
| カセッド幹線水路 | 1 地域 |

出典：JICA 調査団作成

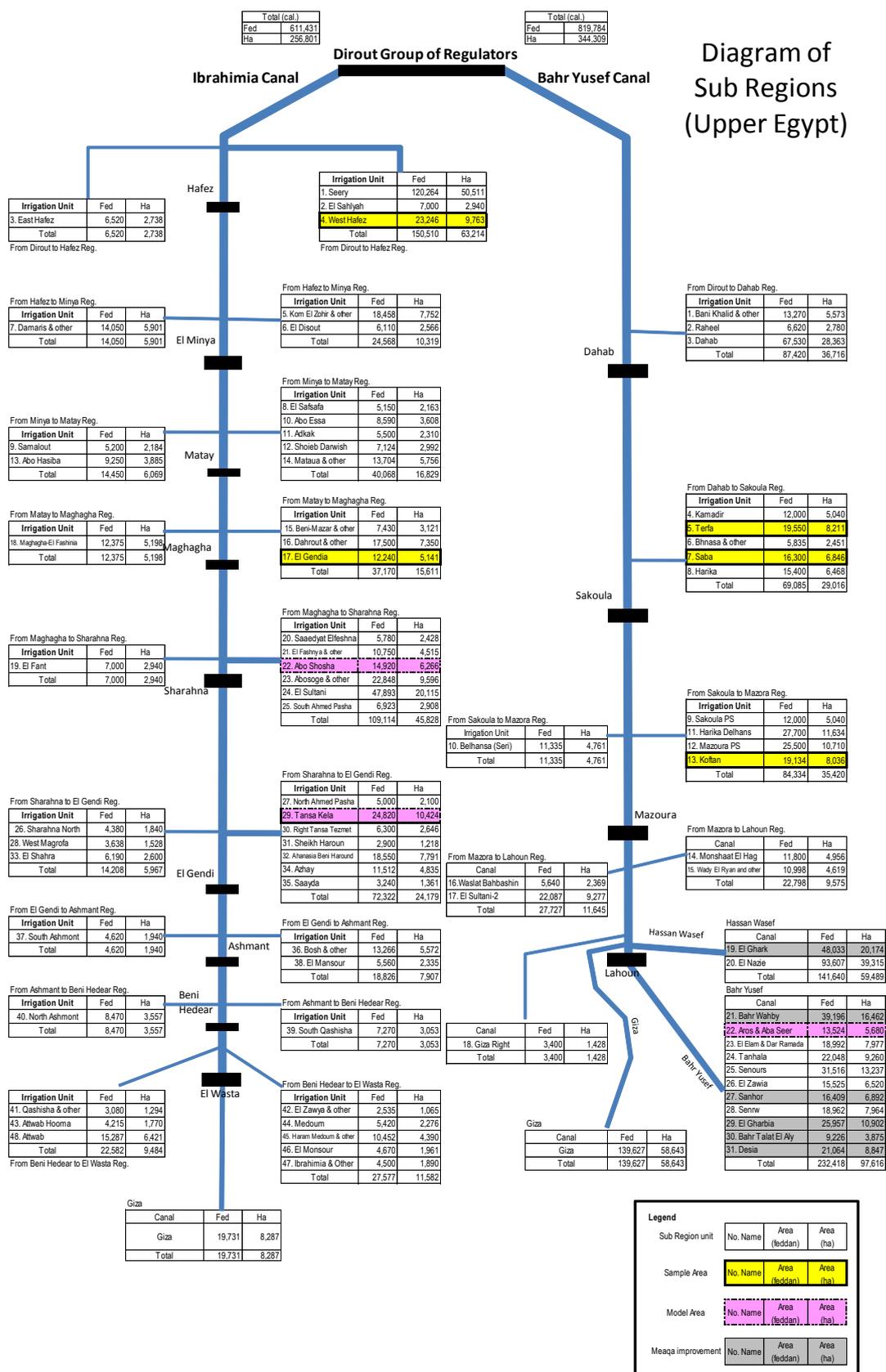
第1期調査及び第2期調査で対象としたサンプル地区及びモデル地区は表 1.3 のようにまとめられる。

表 1.3 サンプル地区及びモデル地区一覧

| 水路系 | サブ地域名 | 水路系 | サブ地域の番号 |
|--------|-----------|------------|---------|
| サンプル地区 | タルファ | バハルヨセフ基幹水路 | No 5 |
| | サバ | 同上 | No 7 |
| | コフタン | 同上 | No 13 |
| | ウェストハフェズ | イブラヒミア基幹水路 | No 4 |
| | エルガンディア | 同上 | No 17 |
| | タンサ・ケラ | 同上 | No 29 |
| | カセッド | カセッド幹線水路 | - |
| モデル地区 | アロス・アボシーア | バハルヨセフ基幹水路 | No 22 |
| | アボショウシャ | イブラヒミア基幹水路 | No 22 |
| | タンサ・ケラ | 同上 | No 29 |

出典：JICA 調査団作成

また、サンプル地区及びモデル地区を図 1.3 に示す。サンプル地区は太線で囲み、モデル地区は2点鎖線で示している。



注：水系毎のサブ地域の番号は、上流から順番に振っている。
出典：JICA 調査団作成

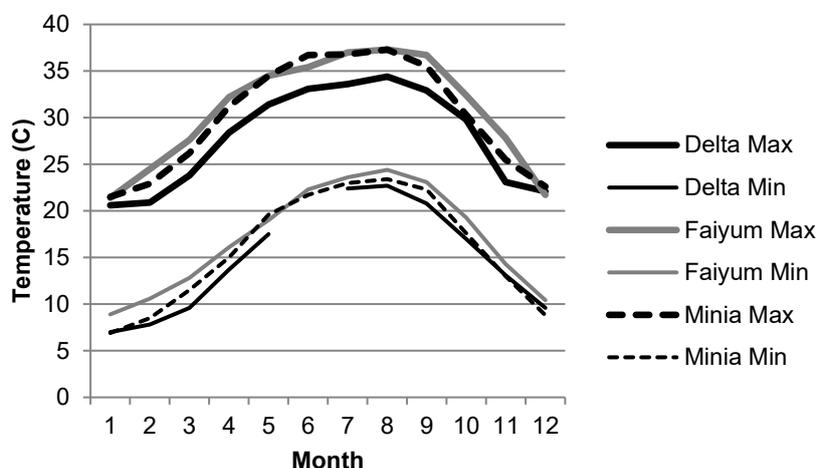
図 1.3 サブ地域の模式図（イブラヒミア・バハルヨセフ）

第2章 エジプトの概況

2.1 自然条件

2.1.1 自然環境

エジプトは、地勢的には 1. ナイル渓谷+デルタ地域、2. 西砂漠地域、3. 東砂漠地域及び4. シナイ半島の4地域に分かれるが、本調査の対象地域は全て 1.の地域に属している。図 2.1 に対象地域の気温を示した。夏の平均最高気温は 35 度を超え厳しい暑さとなるが、デルタ地域の夏場の最高気温は、上エジプトに比べると若干低い。

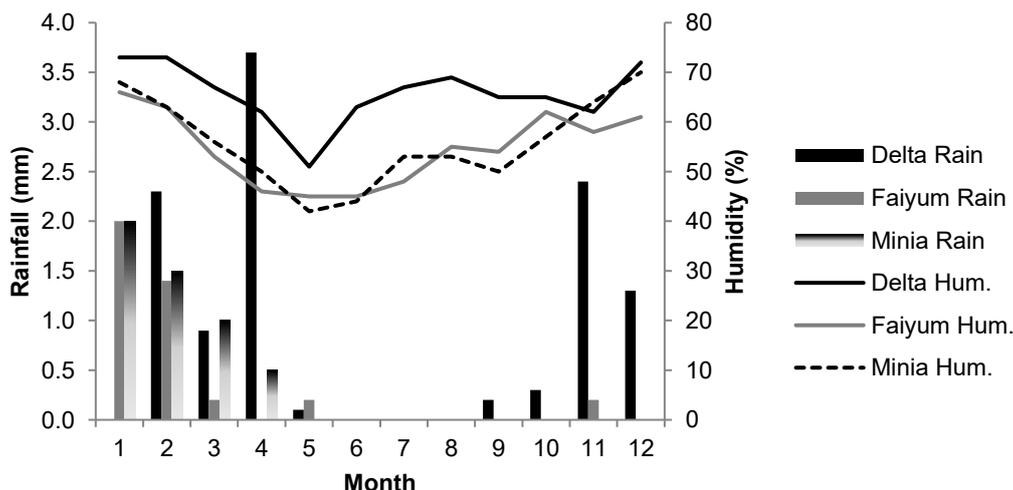


出典：Statistical Yearbook 2016 の 2014 年の気象データから JICA 調査団作成。観測所毎のデータのため、ガルビア、ベニスエフ両県のデータはない。ただしデルタ地域のデータとしてマンスーラ (Mansoura) の値を示している。また、マンスーラの 6 月の平均最低気温は明らかな異常値のためここでは示さなかった。

図 2.1 調査対象地域の気温

また、対象地域の降雨、湿

度を図 2.2 に示す。降雨は夏場には全くなく、冬場が中心だが、最も多いデルタ地域でも年間で 10 mm 程度と少ない。特に上エジプト地域では降雨は極小で厳しい乾燥気候である。



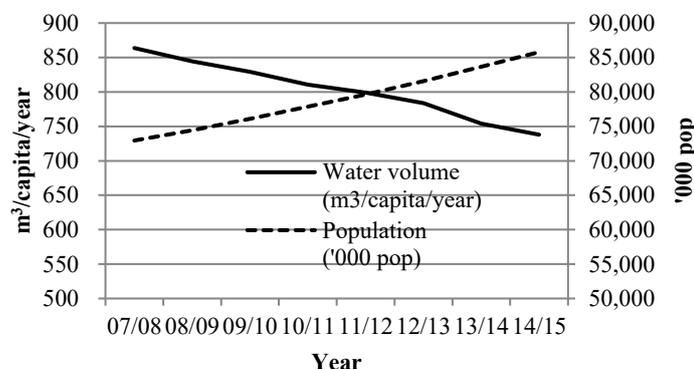
出典：Statistical Yearbook 2016 の 2014 年の気象データから JICA 調査団作成。観測所については上図と同様。また、マンスーラの 1 月の降雨はデータがない。

図 2.2 調査対象地域の降雨と湿度

2.1.2 水資源

(1) 水資源量

エジプトでは海岸部沿岸地域以外はごくわずかな降雨しか期待できず、水資源量のほとんどをナイル川に依存する一方、人口は急激に増加（2004～2014年間で年率1.7%）しており、それに伴う生産活動の増加、生活レベルの向上による一人当たり水消費量の増加などにより、水資源は今後ますます逼迫する恐れがある。一般的に水不足状態にあると言われる目安が1,000 m³/人/年であるのに対し、エジプトの場合2014/15年時点で738 m³/人/年（図2.3及び表2.1参照）と既に大幅に下回っており、2025年には絶対的水不足の指標である500 m³/人/年¹をも下回る可能性があることから²、国民の生活を守るためには水利用の効率化は必須である。



出典：Statistical Year Book 2016 より JICA 調査団作成。数値は表 2.1 参照。

図 2.3 一人当たり水利用可能量と人口増加

表 2.1 水資源・水利用等に関わる各種数値

| 項目 | 単位 | 07/08 | 08/09 | 09/10 | 10/11 | 11/12 | 12/13 | 13/14 | 14/15 |
|--------------------------------|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Water Resources Total | Billion m ³ /year | 63.00 | 62.85 | 63.10 | 63.10 | 63.63 | 63.94 | 63.10 | 63.30 |
| Nile water | " | 55.50 | 55.50 | 55.50 | 55.50 | 55.50 | 55.50 | 55.50 | 55.50 |
| Groundwater in Valley & Delta | " | 6.20 | 6.25 | 6.30 | 6.30 | 7.50 | 7.70 | 6.70 | 6.90 |
| Rains & Floods | " | 1.30 | 1.10 | 1.30 | 1.30 | 0.63 | 0.74 | 0.90 | 0.90 |
| Population | '000 pop. | 72,940 | 74,439 | 76,099 | 77,840 | 79,618 | 81,567 | 83,667 | 85,783 |
| Water volume | m ³ /capita/year | 864 | 844 | 829 | 811 | 799 | 784 | 754 | 738 |
| Uses of Water Total | Billion m ³ /year | 70.23 | 73.60 | 73.85 | 73.75 | 74.50 | 75.50 | 76.00 | 76.40 |
| Agriculture | " | 60.00 | 61.30 | 61.30 | 60.90 | 61.50 | 62.10 | 62.35 | 62.35 |
| Drinking and Healthy uses | " | 6.60 | 9.00 | 9.35 | 9.55 | 9.60 | 9.70 | 9.95 | 10.35 |
| Industry | " | 1.33 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 | 1.20 |
| Others | " | 2.30 | 2.10 | 2.00 | 2.10 | 2.20 | 2.50 | 2.50 | 2.50 |
| % of Agriculture | % | 86 | 83 | 83 | 82 | 82 | 82 | 82 | 81 |
| % of Drinking and Healthy uses | " | 9 | 12 | 12 | 13 | 13 | 13 | 13 | 14 |
| % of Industry | " | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| % of Others | " | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

注：Water Resources Total には再利用は含んでいない。
出典：Statistical Year Book 2016 より JICA 調査団作成。

一方、水利用の目的は飲用水が10%強、工業用水が2%であるのに対し、農業が80%強となっており、農業のシェアがほとんどを占め、農業用水の効率的な利用は極めて重要な課題である。このため、本調査では農業用水に絞って以降の調査を行っている。

¹ World Water Development Report 2016, UNESCO, "An area or country is under regular water stress when renewable water supplies drop below 1,700 m³ per capita per year. Populations face chronic water scarcity when water supplies drop below 1,000 m³ per capita per year and absolute scarcity below 500 m³ per capita per year."

² Water Scarcity in Egypt, Ministry of Water Resources and Irrigation, Egypt, February 2014

他方、Water Scarcity in Egypt によると、ナイル川流域は流出率が 4%と低いが、降雨の変化に非常に敏感なことから気候変動に対して脆弱であると見られており、ひとたび渇水が起これば、国全体の水利用に大きな影響を与える。このため、エジプトはナイル川上流域の国々との調整を通じて水資源の確保に腐心している。

灌漑用水の水利用における利水種別のシェアは減らしているものの、その利用量は年々増加している（表 2.2 参照）。ナイル川本流からの取水に制限がある中で、水資源に関する各種計画はその深刻な不足を予測している。

表 2.2 水資源量の収支

Unit: BCM/Year

| Item | 10/11 | 11/12 | 12/13 | 13/14 | 14/15 |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Water Resources | 73.75 | 74.16 | 75.40 | 76.00 | 76.40 |
| Share of Nile Water | 55.50 | 55.50 | 55.50 | 55.50 | 55.50 |
| Recycling of Agricultural Water | 9.30 | 9.17 | 10.10 | 11.50 | 11.70 |
| Recycling of Sewage Water | 1.30 | 1.30 | 1.30 | 1.30 | 1.30 |
| Others | 7.65 | 8.19 | 8.50 | 7.70 | 7.90 |
| Water Use | 73.75 | 74.50 | 75.50 | 76.00 | 76.40 |
| Agriculture | 60.90 | 61.50 | 62.10 | 62.35 | 62.35 |
| Others | 12.85 | 13.00 | 13.40 | 13.25 | 14.05 |

出典：Egypt : Statistical Year Book 2016 Environment 21-1 WATER BALANCE (07/2008-14/2015)

このような状況に対処するため、排水路の水を用水路に導入する排水再利用ポンプ場を設置するなど、排水を用水として再利用することにより水資源量の増加を図っている。

(2) 水質

エジプトの水資源は、ナイル川の表流水が大部分を占め、その他地下水、再利用排水などがある。さらに、本調査が対象とする灌漑地域もナイル川を水源としている。これらから、本調査はナイル川の状態の記述をもってエジプトの水質の一般概況とする。

ナイル川河川水の水質³は、化学物質に関しては良好な状況とされるが、人為的な活動による影響が大きく、浮遊物質（Suspended Solid : SS）や細菌数の項目が悪化しやすいとされる。このうち、SS による濁度は、流域内の沼沢や貯水池によりほぼ除去され、アスワン下流部では通年 20~50 mg/L の低位で推移しているとしている。他方、大腸菌群数は、流域上流部でも平均で 500 cfu/100ml、ナイルデルタのロゼッタ支流の汚染が深刻な地域では 150,000 cfu/100ml レベルに達することもあるとしている。さらに、糞便性大腸菌群指標は 50 cfu/100ml を超え、処理をしなければ飲用には不適とされる水準にあるとされる。

また、塩類濃度の指標とされる電気伝導度（Electric Conductivity : EC）については、アスワン下流からミニヤ付近まで 241~300 μ S/cm、ナイルデルタで 361~420 μ S/cm、その間の地域では 301~360 μ S/cm の範囲にあるとしている⁴。

この他、有機汚濁の指標とされる生物化学的酸素要求量（Biochemical Oxygen Demand : BOD）は、生活排水と工場排水が汚濁の原因となって都市部の直下流で大きく増加することが指摘されている。しかし、水質の主要指標といえる溶存酸素（Dissolved Oxygen : DO）は、都市部直下流やナイルデルタ

³ 主に MWRI の HP に記載の「State of the Nile River Basin 2012」から抜粋

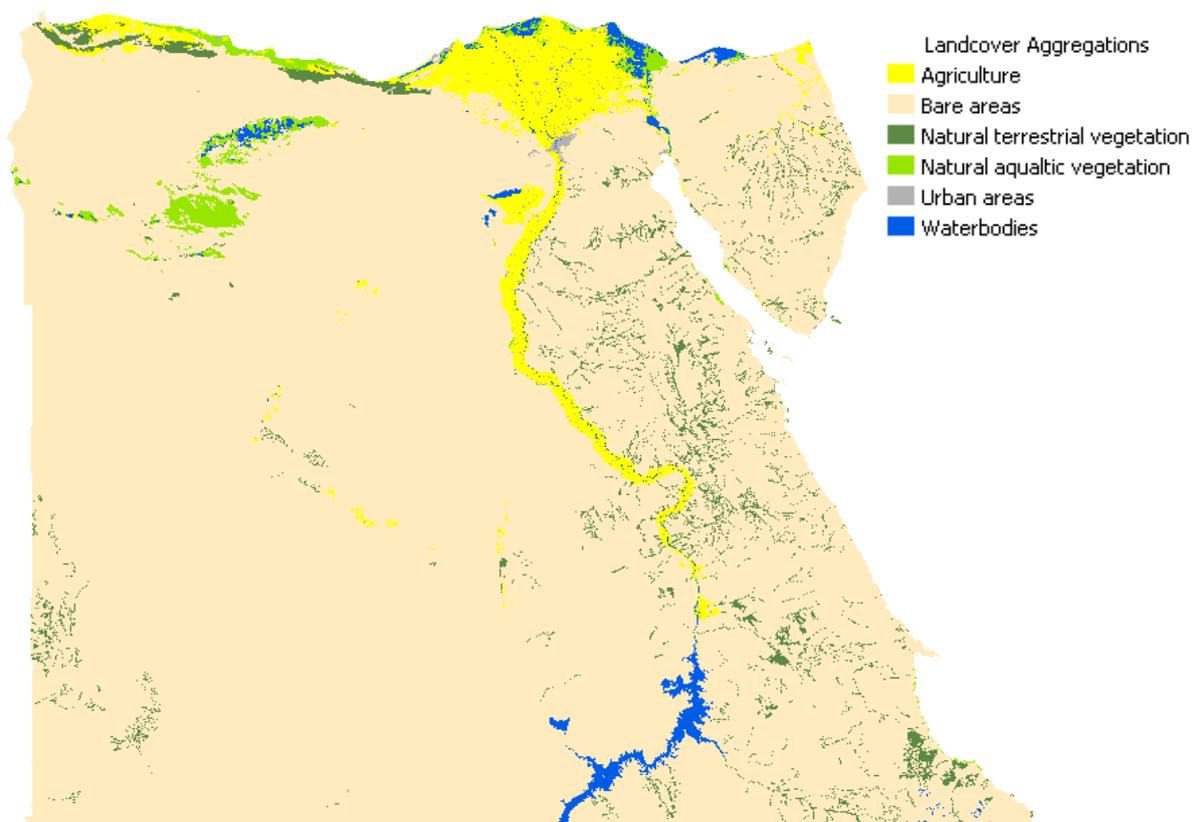
⁴ NTEAP Regional Water Quality Monitoring Baseline Report, 2005

で下限値とされる 5 ml/L を下回ることはあるが、全般は 6~9.5 ml/L と良好な値を保っていると報告されている⁵。

さらに、NWRP2017 では、ナイル川水質指標に関し、アスワンからカイロまでほぼ同一水準で推移し、BOD 及び窒素分についても、一部の例外を除き基準値を超えることはないと記述されている。

2.1.3 土地利用

エジプトの国土 1,001,450 km² のうち陸域が 995,450 km² 水域が 6,000 km² である。このうち、農地が 3.6 %（耕地 2.8%、樹園作物 0.7%）、森林 0.1%、広大な沙漠を含むその他が 96.3% である。農地のうち 36,500 km² が灌漑されている（2012 年）。エジプトの全般的な土地被覆状況を図 2.4 に示す。



出典：FAO/Geonetwork

図 2.4 エジプト土地被覆状況

2.2 社会経済

エジプトの人口は 9,300 万人であり⁶、アラブ諸国においては最大の人口数である。人口増加率は 2004~2014 年で、年率 1.7% で増加している。また、30 歳未満が人口の 3 分の 2 を占める。エジプト国家人口評議会によれば、2030 年には 1 億 4,000 万人に達すると推計されている。

エジプト中央動員統計局 (Central Agency for Public Mobilization and Statistics : CAPMAS) によると、2017

⁵ エジプト国 中央デルタ灌漑のための排水水質管理・再利用プロジェクトファイナルレポート、2016 年、JICA

⁶ Egypt's population officially reaches 93 millions: CAPMAS, 2017 年 5 月、ahram online、<http://english.ahram.org.eg/NewsContent/1/0/269352/Egypt/0/Egypt's-population-officially-reaches--millions-CAP.aspx>

年の第2四半期の失業率は11.98%と、2011年のアラブの春以降、初めて12%を下回ったが、依然、その8割は若者であり、政府としても数年内に一桁台への抑制を目標としているが、そのためには高い経済成長率が必要となる⁷。

2000年以降のエジプトの経済状況についてその推移をみると、表2.3のように、エジプトの経済成長は2000年代後半及び2011年を境に変化がみられる。2001年に3.5%だった経済成長率は、2000年代後半の2008年には7.2%となり、過去四半世紀で最も高い経済成長率を記録した。2000年代半ばは、エジプト国内の経済改革が進展し、また周辺産油国は国際原油価格の上昇によって好景気の様相を示し、これらが重なった時期であった⁸。この時期は、国内外での経済環境の好転によってエジプト経済は成長局面にあったといえる。この良好な経済環境は、1人当たり名目国内総生産（Gross Domestic Product：GDP）の増加をもたらし、2008年には2,000US\$を超え、さらに2012年には3,000US\$に達した。他方、2000年代後半はインフレ率の上昇も顕著となった時期である。特に、2008年における世界的な穀物価格の高騰は、同国の主食でありかつ消費量の約半分を輸入に依存する小麦の国内価格の上昇をもたらした。同年のインフレ率は18.3%まで上昇した。

2011年の政変（1月25日革命）以降、国内の経済環境が悪化した結果、経済成長率は2011年には1.8%まで落ち込み、2012年2.2%、2013年2.1%、2014年2.2%と2000年代以降で最も低い経済成長率が4年間続いた。その一方で、国内情勢の安定化による国内消費の拡大から、2015年には4.2%まで戻し、経済成長の回復の兆しがみられる。

なお、2016年11月から導入された為替の自由化により、エジプトポンド（EGP）がUS\$に対して大幅に下落した結果、2017年6月時点でインフレ率は前年度比31.95%上昇が確認されている。

表 2.3 2000年以降のエジプトの主要な経済指標

| | | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 |
|--------------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| GDP 成長率 | 年率 | 3.5 | 2.4 | 3.2 | 4.1 | 4.5 | 6.8 | 7.1 | 7.2 | 4.7 | 5.1 | 1.8 | 2.2 | 2.1 | 2.2 | 4.2 |
| 1人当たりGDP | 名目US\$ | 1,403 | 1,239 | 1,148 | 1,071 | 1,197 | 1,409 | 1,681 | 2,062 | 2,349 | 2,668 | 2,817 | 3,226 | 3,264 | 3,366 | 3,615 |
| インフレ率 | 年率 | 2.3 | 2.7 | 4.5 | 11.3 | 4.9 | 7.6 | 9.3 | 18.3 | 11.8 | 11.3 | 10.1 | 7.1 | 9.4 | 10.1 | 10.4 |
| 人口増加率 | 年率 | 1.8 | 1.9 | 1.9 | 1.8 | 1.8 | 1.8 | 1.7 | 1.8 | 1.8 | 2.0 | 2.1 | 2.2 | 2.3 | 2.2 | 2.1 |
| 就業者に占める農業の割合 | 率 | 28.5 | 27.5 | 29.9 | 31.8 | 30.9 | 31.2 | 31.7 | 31.6 | 29.9 | 28.2 | 29.2 | 27.1 | 28.0 | - | - |
| GDPに占める農業の割合 | 率 | 16.6 | 16.5 | 16.3 | 15.2 | 14.9 | 14.1 | 14.1 | 13.2 | 13.6 | 14.0 | 14.5 | 11.1 | 11.0 | 11.1 | 11.2 |

出典：World Development Indicators, World Bank データより JICA 調査団作成

2.3 エジプトの農業

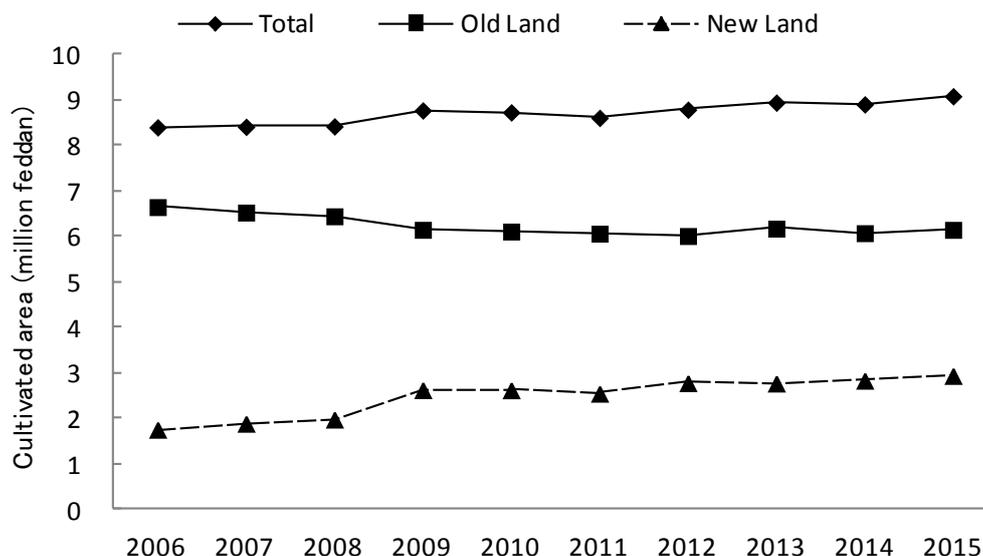
2.3.1 耕地面積、作付面積及び耕地利用率

エジプトの2015年の総耕地面積は910万 feddan（約380万 ha）である。この内、旧耕地（Old Land と称され、ナイルデルタやナイル渓谷に広がる開拓済みの耕地）は616万 feddan（約259万 ha）で総耕地面積の68%を、新規開拓地（New Land と称される新たに開拓された耕地）は294万 feddan（約123万 ha）で総耕地面積の32%を占める。エジプトにおける過去10年間（2006年～2015年）の総耕地面積、旧耕地、新規開拓地の推移を図2.5に示す。総耕地面積については漸増しており、旧耕地の

⁷ Reuters, 2017.Aug.15, Cairo

⁸ 土屋一樹（2013）「暫定内閣による経済政策の模索」、政治経済レポート、『中東レビュー』準備号、9月

耕地面積が減少傾向にある一方で、新規開拓地の面積は増加傾向を示している。



出典：Statiscal Year Book 2016, Bulletin of The Agricultural Statistics 2014/15

図 2.5 エジプトにおける総耕地面積、旧耕地及び新規開拓地の推移

冬作（10/11月から5月にかけての作付け）、夏作（3/4月から9月にかけての作付け）、ナイル作（秋作といわれる、6月から10月にかけての作付け）、永年作（年間を通した作付け）に関して、過去5年間（2010～2014年）の作付面積及び耕地利用率を表 2.4 に示す。冬作及び夏作はそれぞれ約 76%、約 69%、ナイル作が約 6%、永年作が約 24%であり、過去5年間の年間耕地利用率は約 175%付近で増減している。永年作物は年間を通じての作付けとなるので、冬作以外の耕地で永年作の栽培を開始しており、夏作と永年作物の総耕地利用率も約 90%以上と非常に高いことから、エジプトでは永年作以外の耕作地では、冬作後に夏作やナイル作といった二毛作がほぼ全域で実施されていることが示唆される。また、近年における各作期の耕地利用率に大きな変動はみられない。

表 2.4 過去5年間（2010/11～2014/15年）の作付面積及び耕地利用率

Unit: feddan

| | Total Cultivated Area | Winter Crops Area and Intensity | | Summer Crops Area and Intensity | | Permanent Area and Intensity | | Nile Crops Area and Intensity | | Total Intensity (%) |
|---------|-----------------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|---------------------|
| | | Total Area | Intensity (%) | Total Area | Intensity (%) | Total Area | Intensity (%) | Total Area | Intensity (%) | |
| 2010/11 | 8,619,427 | 6,686,243 | 78 | 6,057,844 | 70 | 1,933,184 | 22 | 676,237 | 8 | 178 |
| 2011/12 | 8,799,439 | 6,735,607 | 77 | 6,162,003 | 70 | 2,063,832 | 24 | 603,911 | 7 | 177 |
| 2012/13 | 8,954,323 | 6,805,606 | 76 | 5,972,281 | 67 | 2,148,717 | 24 | 563,519 | 6 | 173 |
| 2013/14 | 8,916,465 | 6,727,238 | 75 | 6,207,600 | 70 | 2,189,227 | 25 | 565,568 | 6 | 176 |
| 2014/15 | 9,095,705 | 6,895,131 | 76 | 6,078,066 | 67 | 2,200,574 | 24 | 463,323 | 5 | 172 |

出典：Bulletin of The Agricultural Statistics 2010/11～2014/15

冬作、夏作、ナイル作の作付けパターン例を図 2.6 に示す。

| Season, Crop | | Month | | | | | | | | | | | |
|--------------|------------|-------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|------|------|
| | | Jan. | Feb. | Mar. | Apr. | May | Jun. | Jul. | Aug. | Sep. | Oct. | Nov. | Dec. |
| Winter | Wheat | | | | | | | | | | | | |
| | Clover | | | | | | | | | | | | |
| | Sugar Beet | | | | | | | | | | | | |
| | Onion | | | | | | | | | | | | |
| | Garlic | | | | | | | | | | | | |
| | Tomato | | | | | | | | | | | | |
| Summer | Maize | | | | | | | | | | | | |
| | Sorghum | | | | | | | | | | | | |
| | Cotton | | | | | | | | | | | | |
| Nile | Maize | | | | | | | | | | | | |

出典：List of Cultivated Crops of Beni Suf Governorate (2016-2017)を基に調査団作成

図 2.6 エジプトにおける夏作、冬作、ナイル作の作付けパターン

エジプトでは、栽培する作物をそれぞれの作付けパターンに重ならないように選ぶことで、冬作と夏作及び冬作とナイル作といった二毛作を行うことが可能である。

2.3.2 各作期の主要な作物の作付け状況（作付面積、生産量）

まず、エジプトの冬作の主要な作物の作付面積及び生産量を表 2.5 に示す。過去 5 年間での冬作は、作付面積が約 674 万 feddan、生産量が約 7,700 万トン辺りを増減している。冬作はコムギの栽培が総作付面積の約半分（47%）を占めており、次にクローバーの作付面積が多い（総作付面積の約 25%）。作物別でみると、クローバーの作付面積、生産量が 2012 年から若干減少している一方で、テンサイ及びコムギの作付面積、生産量が増加している。野菜栽培は 2011 年頃から作付面積、生産量が増加している。

表 2.5 冬作の主要な作物別の作付面積及び生産量

| Year | Total | | Sugar Beet | | Clover | | Wheat | | Barley | | Beans & Green Beans | |
|------|--------|--------|------------|-------|--------|--------|-------|-------|--------|------|---------------------|------|
| | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area |
| | 2010 | 77,566 | 6,764 | 7,840 | 386 | 50,963 | 1,922 | 7,177 | 3,066 | 117 | 209 | 340 |
| 2011 | 78,195 | 6,681 | 7,486 | 362 | 50,406 | 1,908 | 8,371 | 3,059 | 122 | 161 | 255 | 146 |
| 2012 | 77,051 | 6,727 | 9,126 | 424 | 46,608 | 1,777 | 8,795 | 3,182 | 109 | 196 | 193 | 108 |
| 2013 | 75,816 | 6,792 | 10,044 | 460 | 44,318 | 1,670 | 9,461 | 3,401 | 131 | 188 | 223 | 116 |
| 2014 | 74,450 | 6,716 | 11,046 | 504 | 41,608 | 1,532 | 9,280 | 3,414 | 102 | 144 | 174 | 96 |

| Year | Vegetables | | Onion (winter) | | Garlic | | Flax | | Lentil | | Others | |
|------|------------|-------|----------------|-------|--------|------|-------|------|--------|------|--------|------|
| | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area |
| | 2010 | 8,728 | 727 | 1,902 | 136 | 245 | 23 | 38 | 8 | 2 | 3 | 214 |
| 2011 | 8,793 | 788 | 2,018 | 138 | 296 | 29 | 40 | 8 | 2 | 3 | 406 | 79 |
| 2012 | 9,431 | 795 | 2,025 | 138 | 309 | 29 | 57 | 10 | 1 | 1 | 397 | 67 |
| 2013 | 9,308 | 764 | 1,903 | 126 | 234 | 22 | 16 | 3 | 1 | 1 | 177 | 41 |
| 2014 | 9,187 | 779 | 2,505 | 163 | 263 | 26 | 33 | 7 | 1 | 1 | 251 | 50 |

出典：Statistical Year Book 2016

エジプトの夏作の主要な作物の作付面積及び生産量を表 2.6 に示す。過去 5 年間の夏作は、作付面積が約 651 万 feddan、生産量が約 4,700 万トン辺りを増減している。夏作の総作付面積の内、メイズの作付けが約 25%、コメの作付けが約 21%を占め、夏作の約半分を占めることが分かった。作物別の推移は、コメは 2011 年、メイズは 2012 年に作付面積及び生産量が増加しているのが分かった。野菜栽培は過去 5 年で作付面積及び生産量が微増しており、サトウキビは過去 5 年間の作付面積及び生産量に変動がみられなかった。

表 2.6 夏作の主要な作物別の作付面積及び生産量

Unit: Area: 1,000 feddan Prod.: 1,000 Ton

| Year | Total | | Maize | | Rice | | Sorghum | | Peanut | | Soya Bean | |
|------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|------|--------|------|-----------|------|
| | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area |
| 2010 | 47,213 | 6,418 | 5,365 | 1,691 | 4,327 | 1,093 | 692 | 329 | 202 | 159 | 43 | 36 |
| 2011 | 47,190 | 6,487 | 5,027 | 1,482 | 5,665 | 1,409 | 831 | 370 | 207 | 155 | 30 | 23 |
| 2012 | 48,910 | 6,593 | 6,217 | 1,839 | 5,897 | 1,472 | 751 | 337 | 205 | 149 | 26 | 17 |
| 2013 | 45,935 | 6,406 | 5,788 | 1,724 | 5,717 | 1,419 | 759 | 335 | 205 | 148 | 33 | 22 |
| 2014 | 47,372 | 6,638 | 5,711 | 1,718 | 5,460 | 1,364 | 801 | 352 | 183 | 134 | 40 | 28 |

| Year | Sesame | | Vegetables | | Potatoes | | Sugar Cane | | Cotton | | Others | |
|------|--------|------|------------|-------|----------|------|------------|------|--------|------|--------|-------|
| | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area |
| 2010 | 47 | 88 | 9,363 | 1,087 | 1,585 | 134 | 15,709 | 320 | 378 | 369 | 9,503 | 1,112 |
| 2011 | 43 | 78 | 8,671 | 911 | 1,847 | 151 | 15,765 | 325 | 635 | 520 | 8,469 | 1,063 |
| 2012 | 31 | 58 | 9,310 | 930 | 1,972 | 158 | 15,550 | 326 | 294 | 333 | 8,657 | 974 |
| 2013 | 33 | 60 | 8,403 | 895 | 1,639 | 134 | 15,780 | 329 | 253 | 287 | 7,325 | 1,053 |
| 2014 | 37 | 64 | 9,016 | 996 | 1,745 | 144 | 16,055 | 332 | 308 | 369 | 8,016 | 1,137 |

出典：Statistical Year Book 2016

エジプトのナイル作（秋作）の作物の作付面積及び生産量を表 2.7 に示す。過去 5 年のナイル作は、作付面積及び生産量が 2013 年、2014 年で僅かに減少した。ナイル作で栽培されている作物は、メイズ等の穀物の他、野菜（ジャガイモ）が栽培されている。メイズはナイル作において最も作付面積が多いが、近年、作付面積及び生産量は減少している。野菜栽培は 2011 年に一時的に増加したが、近年では作付面積が約 15 万 feddan、生産量が約 145 万トン推移している。

表 2.7 ナイル作の主要な作物別の作付面積及び生産量

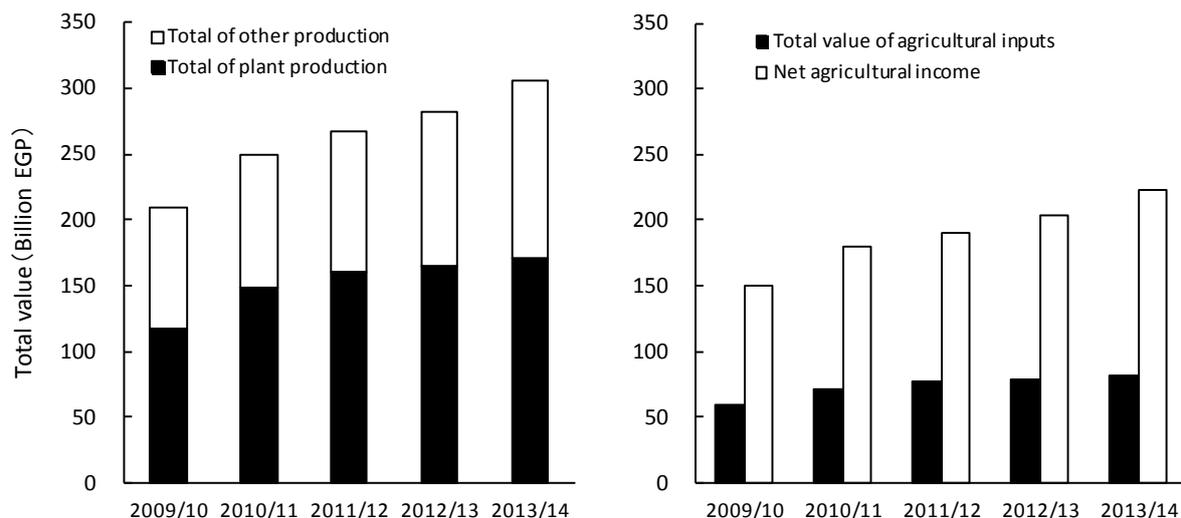
Unit: Area: 1,000 feddan Prod.: 1,000 Ton

| Year | Total | | Others | | Vegetables | | Potatoes | | Maize | | Sorghum | | Rice | |
|------|-------|------|--------|------|------------|------|----------|------|-------|------|---------|------|-------|------|
| | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area | Prod. | Area |
| 2010 | 3,423 | 599 | 853 | 143 | 1,427 | 132 | 397 | 45 | 734 | 273 | 10 | 5 | 2 | 1 |
| 2011 | 3,867 | 675 | 842 | 150 | 1,659 | 170 | 540 | 56 | 808 | 292 | 8 | 4 | 10 | 13 |
| 2012 | 3,440 | 603 | 708 | 147 | 1,492 | 141 | 541 | 55 | 678 | 252 | 6 | 3 | 15 | 5 |
| 2013 | 3,156 | 562 | 614 | 140 | 1,472 | 150 | 484 | 52 | 576 | 216 | 3 | 2 | 7 | 2 |
| 2014 | 3,133 | 564 | 579 | 158 | 1,433 | 152 | 590 | 62 | 520 | 189 | 4 | 1 | 7 | 2 |

出典：Statistical Year Book 2016

2.3.3 農作物の総生産額と農業のインプット及び純農業収入の推移

農作物の総生産額の推移を図 2.7 に示す。毎年の農作物の総生産額は増加しているが、前述の作付面積及び生産量の推移から、農作物の総生産額の増加の一因として農作物価格の上昇が考えられる。農業のインプット（投入額）も増加しているが、農林水産物の総生産額（Total of plant production と Total of other production の総計）の増加が大きいため、純農業収入は増加している。



出典：Statistical Year Book 2016

図 2.7 農作物の総生産額の推移と農業インプット及び純農業収入の推移

2.3.4 エジプトの農業の特徴

エジプトの農業の特徴として、以下の点が挙げられる。

- (a) 耕地面積は過去 10 年間に於いて漸増している。その要因としては、漸減する旧耕地面積よりも新規開拓地面積の増加が上回っていること（2006 年から 2015 年にかけて既耕地面積は約 50 万 feddan 減少しているのに対して、新規開拓地面積は約 118 万 feddan 増加している。）が挙げられる。
- (b) 近年の冬作、夏作、ナイル作、永年作の耕地利用率は大きな変動を見せず、エジプトの年間耕地利用率は約 175%である。エジプトでは、冬作の後に夏作やナイル作を栽培する二毛作が盛んに行われている。
- (c) 冬作における農作物の特徴としては、冬作のクローバーの作付面積及び生産量が減少する一方でコムギ、テンサイの作付面積及び生産量の増加が挙げられる。冬作はコムギ、クローバーの作付けが全体の約 70%以上を占めている。
- (d) 夏作における農作物の特徴としては、コメとメイズの耕地面積、生産量の増加が挙げられる。夏作はメイズとコメの栽培で全体の約半分（46%）を占めている。
- (e) 作物の生産額の内、冬作物、夏作物はここ数年で増加傾向にあり、青果物の生産額も年々増加している。これに伴い、純農家収入も増加している。

2.4 灌漑

2.4.1 概要

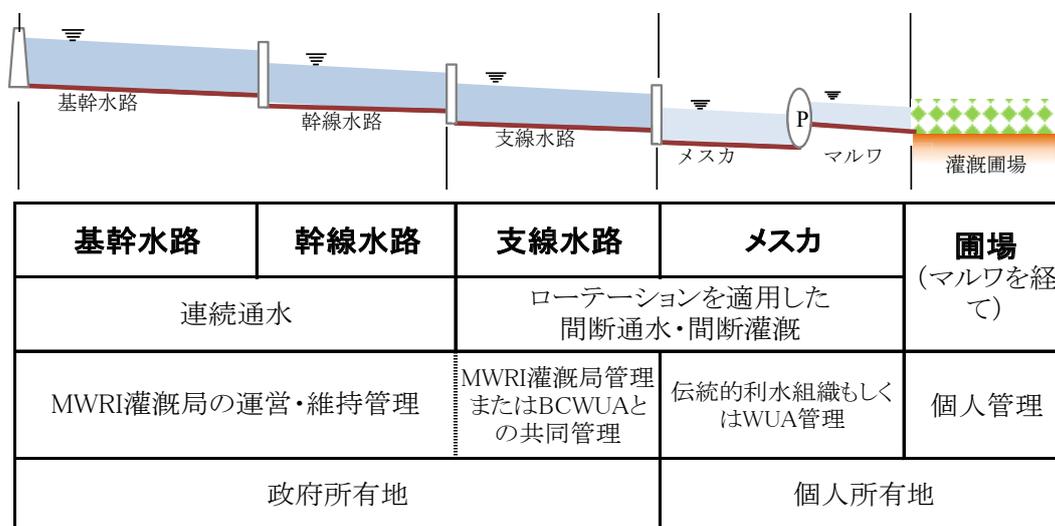
(1) 歴史と周辺環境

エジプトにおける灌漑農業は、古代エジプト時代からの長い歴史を有する。古来のエジプト農業は、

ナイル川の洪水氾濫水と、それとともに運ばれる肥沃な堆積土壌の拡散に依存していた。しかし、アスワンダム及びアスワンハイダムの建造によってナイル川の洪水制御が達成された後、エジプトの灌漑農業は一変する。洪水の脅威から解放されるとともに、夏季のみならず冬季にも安定した灌漑用水供給が行われるようになり、全国的に通年栽培が可能となった。現在のエジプトは、気象水文的要因による季節的変動に左右されることのない恵まれた水供給環境にあるといえる。このようなアスワンハイダム建設を契機とした全国レベルの完全灌漑への移行は、エジプトの灌漑水管理の体制と方法にも大きな変化をもたらした。しかし、上流に多くの利害関係国を抱える国際河川としてのナイル川は、上流側諸国との熾烈な水協議の中で、利用可能水量に上限（555 億 m³；スーダン国との協定、1900-1959 のナスル湖への年間平均流入量である 840 億 m³ から、スーダンのシェア 185 億 m³ とナスル湖でのロス 100 億 m³ を引いた値）を設けられ厳しい水事情に直面している。

(2) 水路レベルと管理主体

一般的にエジプトにおける水路灌漑システムでは、基幹水路及び幹線水路の各水路階層を経過して支線水路に送水された灌漑用水は、三次水路としてのメスカに分配されそこから各圃場に配水される。地域によって多少の違いはあるが、基本的な水管理及び維持管理の体制の概要は図 2.8 に示すとおりである。MWRI の中では施設の運営維持管理は灌漑局、BCWUA の組織化は灌漑改善局の中央灌漑指導部、WUA の設立を含むメスカの改善事業は灌漑改善局中央灌漑改善プロジェクトが担当部局である（MWRI の組織構成は後述）。



出典：JICA 調査団作成

図 2.8 水路区分と水管理・維持管理所管

水利組合に関し、古来より灌漑農民の組織的な水利用は存在したが、現在の近代的な組織的活動が始まったのは、1980 年代に入ってからである。現在のエジプトでは、メスカレベルの水利組合（Water Users' Association: WUA）、支線水路レベルの水利組合（Branch Canal Water Users' Association: BCWUA）、さらには幾つかの支線水路を束ねた地域単位の水利組合（District Water Board: DWB）の三階層の農民水利組合体制の確立が進行中である。これら水利組織が、支線水路以下で対象とする地域の水管理及び灌漑施設の維持管理を担当することとなっている。

一方、エジプトの灌漑システムは、用排分離が進んでおり、用水路・排水路とも数層の階層を持ち、複雑に入り組んでいる。また、一般的に圃場は用水路よりも高いため、メスカやマルワから何らかの揚水施設を必要とし、旧来は畜力水車などが用いられていたが、近年では動力ポンプが主流となっている。

(3) ローテーション灌漑

エジプトの灌漑システムでは、灌漑用水の有効利用を進めるために、ほとんどの地域ではローテーション灌漑を実施している。ローテーション灌漑の導入は水資源量が足りないことが根本的な理由であり、加えて、ローテーションさせることで灌漑対象の水路系への配水量が増え、水量が確保できるため、平坦な水路でも末端まで水が届きやすくなることも利点である。したがって、当初は渇水時の採用であったが、近年は常時適用しているとのことである。この国のローテーション灌漑とは、主に各支線水路への水配分に対して番水制を敷く制度を指すもので、ローテーションの運用に応じて支線水路単位で間断的な送配水が繰り返されている。ローテーションの方法は、幹線水路にぶら下がる支線水路群を幾つかのグループに分割して、それぞれのグループに属する水路に対して送配水を数日単位の順番で繰り返すものである。エジプトでは、2巡ローテーションあるいは3巡ローテーションが一般的で、前者は支線水路群を二つのグループに分けてそれぞれのグループの支線水路に対して7日あるいは5日間ごとに通水期（On-period）と断水期（Off-period）を繰り返すもの、後者は三つのグループの支線水路に5日間通水・10日間断水を繰り返すものである。その際、メスカへの配水は、分岐元である支線水路の灌漑ローテーション・スケジュールに制約され、支線水路送水期だけに集中した水利用となる。メスカレベルでもローテーションが行われている例も見られる。

2.4.2 灌漑に関する法令

エジプトにおいては水資源に関する単一の包括的な法はない。水資源管理に関連する主要な法律は、一方では灌漑排水に関する法、また一方では環境保護法がある。これら法の主な概要は下記のとおりである。

- (1) 法律No.12/1984: 灌漑排水
- (2) 法律No.213/1994: WUAの合法化
- (3) 法律No.48/1982: 汚染に対するナイル川及び水路等の保護
- (4) 法律No.4/1994: 環境法

これらの法律の主な特徴を以下に要約する。

(1) 法律 No.12/1984: 灌漑排水

灌漑排水は法律 No.12/1984 によって規定されている。以下の項目が本法に規定されている。

- ナイル川、主要な水路、支線、排水路、及びそれらの堤防など、灌漑排水に関連する公共財産の定義

- 私有水路と圃場排水路の利用と維持の定義及び排水作業のコスト回収のための取り決め
- 冬期の水路閉鎖、番水及び作付けなどの水配分の規定
- ナイル川及び水路の取水施設建設の規定と取水施設の改変前の土地所有者との協議の必要性
- 井戸の建設や排水及びポンプの使用など、地下水や排水の利用に関する規定
- 新規開拓地の開発の規定と灌漑排水のために支払われるべき価格
- 洪水、航行、沿岸保護に対する保護の規定、ナイル川の堤防や灌漑施設の洪水防御のための人材募集権限、及び灌漑システムの被害対策
- 認可のない地域での米栽培など違反に対する罰則
- 紛争解決及び灌漑施設の修理のための資金についての規定

本法律は最も水を利用する灌漑分野とすべての水利用者に許認可を与える水管理者としての MWRI を主な対象としている。その他の水利用者については特に言及されていない。また、様々なカテゴリーの水利用者間の紛争を想定した規定はない。

(2) 法律 No.213/1994:WUA の合法化

法律 No.213/1994 は、灌漑システム改良のために WUA を通じた農民参加の設立のための法的根拠を MWRI に持たせている。また、メスカ改修の開発と維持に関連するプロジェクト、及び水利用に関する意識を高めるために資金提供する基金の設立を規定している。この法律はもともと、新規開拓地の水利用者組織を対象としていたが、近年は旧耕地の組織を含めて適応されている。

(3) 法律 No.48/1982: 汚染に対するナイル川及び水路等の保護

法律 No.48/1982 は、地表水及び地下水を汚染から保護するための規定である。本法律では、「飲用水」とされるナイル川及び灌漑用水路と、「非飲用水」とされる排水路、湖沼、池の区別がつけられている。MWRI は排水の排出を許可する責任を負うが、一方保健省は排水のモニタリングに責任を持つ。さらに、排水の再利用や、農薬による雑草管理や水路汚染が規定されている。

本法律の執行規則は、次の水質基準を規定している。1) ナイル川と水路、2) ナイル川、水路、及び地下水への処理済産業廃水、3) 排水路、汽水湖、及び池への家庭及び産業廃水、4) ナイル川や灌漑用水に混ぜる再利用水、5) 排水路、湖沼、池の水の再利用。

本法律はまた、都市の処理排水の再利用も禁止している。本法律の規制の厳密な実施は、産業及び地方自治体による非常に大きな投資を要すると言われている。

(4) 法律 No.4/1994: 環境法

法律 No.4/1994 は環境一般に関する法律であり、法律 No.48/1982 を水質に関する特定の規定としている。本法律における重要な内容は、エジプト環境庁 (Egyptian Environmental Affair Agency : EEAA) の設立である。本法律は、法律 No.48/1982 が対象としていない海岸や港湾などの汚染防止のための規制を規定している。本法律と法律 No.48/1982 の共存は、ナイル川の水質管理、水路、地下水に関する様々

な機関の責任分担を不明確なものとしている。

2.4.3 水資源灌漑省の組織

本調査の主管官庁である MWRI は、灌漑及び機械電気の二つの総局（Department）、排水、測量、海岸保護及びハイアスワンダム等の 4 庁（Public Authority）、財務人事、大臣官房、計画、地域研修、北シナイ水資源公共施設等の 7 つの外局（Sector）、国立水資源研究センターから構成されている。灌漑総局は、灌漑、地下水、貯水池及び大堰、ナイル保護、水平拡大、灌漑改善の 6 つの局などを擁する省内最大の組織である。MWRI は基本的には局単位で地方事務所を構えており、その中でも灌漑局（Irrigation Sector : IS）は省内最多の 39 の地方事務所（後述）を擁している。本調査の実施に際して、副大臣等と協議するとともに、省内関係部局の参加の下に実施したキックオフミーティングにおいて、主要カウンターパート部署を IS とすることとなった。一方、2017 年 3 月 9 日付 M/D では、IS を本調査における技術的な支援に関するカウンターパートとして継続的に配置するものの、主要カウンターパート部署は新たに計画局となった。加えて、BCWUA 及び WUA の担当部署として、灌漑改善局（Irrigation Improvement Sector : IIS）も本調査の協力組織として関与している。MWRI 全体の組織図を図 2.11 に示す。

灌漑局地方事務所の階層は、県（Governorate）ごとに本部（Central Department : CD）があり、本部長（Undersecretary）が指揮をとる。ただし、県本部は MWRI の各局出先事務所全てを管理している。その下に中央の灌漑局からつながる灌漑局地方事務所（General Directorate for Irrigation : GD）があり、事務所長

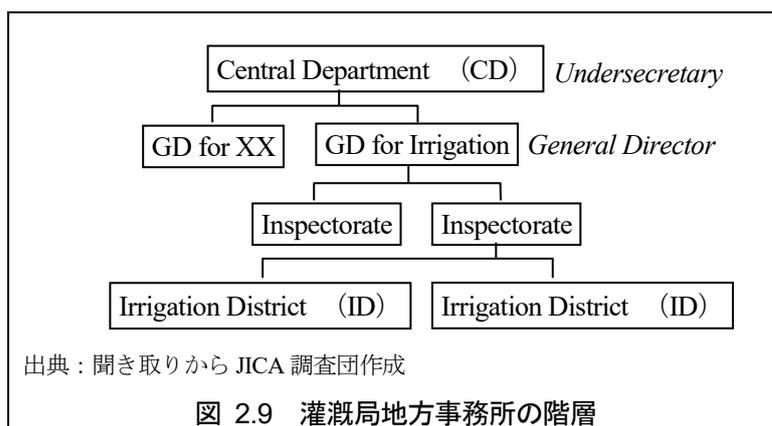


図 2.9 灌漑局地方事務所の階層

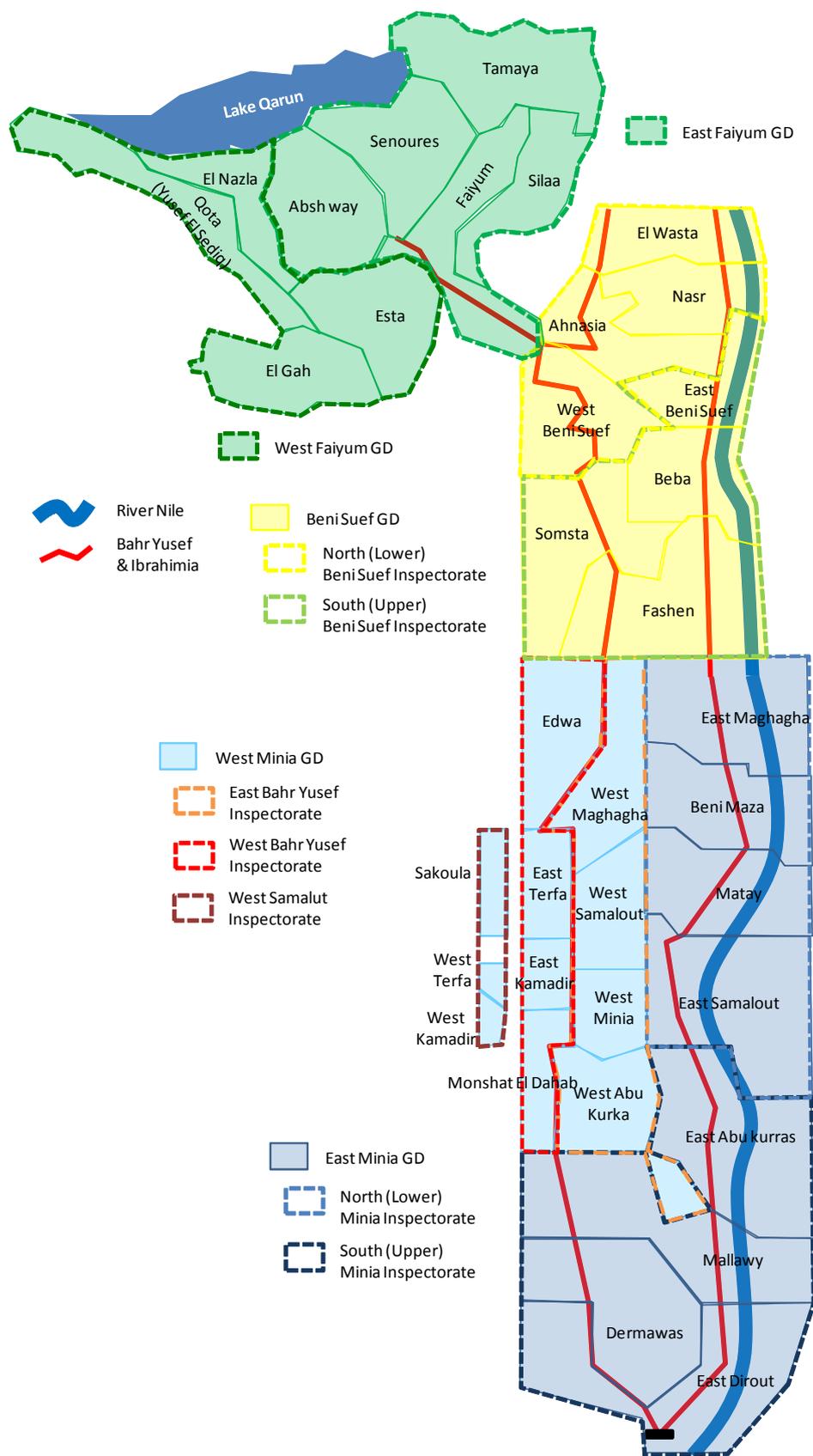
（General Director）が任に当たっている。その下に区域事務所（Inspectorate）、末端に灌漑区（Irrigation District : ID）が設けられている。3 水路系をカバーする事務所は表 2.8 のとおりである。

表 2.8 調査対象地区の灌漑局地方事務所（GD）

| Governorate | CD | GD | Inspectorate | ID | 管轄面積 (feddan) | | | | |
|---------------|--------------|------------|-----------------|------------------|------------------|--------|-------------|--------|--------|
| Minya | Minya | East Minya | South | East Dirout | 22,300 | | | | |
| | | | | Dermawas | 40,668 | | | | |
| | | | | Mallawy | 18,783 | | | | |
| | | | | East Abu kurras | 69,110 | | | | |
| | | | North | East Samalout | 49,720 | | | | |
| | | | | Matay | 32,818 | | | | |
| | | | | Beni Maza | 43,345 | | | | |
| | | | | East Maghagha | 49,045 | | | | |
| | | West Minya | East Bahr Yusef | West Abu Kurka | 35,957 | | | | |
| | | | | West Minya | 27,291 | | | | |
| | | | | West Samalout | 28,671 | | | | |
| | | | | West Maghagha | 32,442 | | | | |
| | | | West Bahr Yusef | Monshat El Dahab | 19,030 | | | | |
| | | | | East Kamadir | 22,960 | | | | |
| | | | | East Terfa | 21,410 | | | | |
| West Samalout | Edwa | 37,535 | | | | | | | |
| | West Kamadir | 12,450 | | | | | | | |
| Beni Suef | Beni Suef | Beni Suef | South | Fashen | 51,970 | | | | |
| | | | | Somsta | 47,679 | | | | |
| | | | | Beba | 43,778 | | | | |
| | | | | East Beni Suef | 27,760 | | | | |
| | | | North | West Beni Suef | 45,389 | | | | |
| | | | | Ahnasia | 38,639 | | | | |
| | | | | Nasr | 38,328 | | | | |
| | | | | El Wasta | 45,027 | | | | |
| | | | | Faiyum | Faiyum | Faiyum | East Faiyum | Faiyum | 35,291 |
| | | | | | | | | Silaa | 33,363 |
| Tamaya | 47,015 | | | | | | | | |
| Senoures | 53,279 | | | | | | | | |
| Absh way | 56,444 | | | | | | | | |
| West Faiyum | Esta | 46,425 | | | | | | | |
| | El Gah | 32,762 | | | | | | | |
| | Qota | 26,500 | | | | | | | |
| | El Nazla | 35,634 | | | | | | | |
| | Gharbia | Gharbia | Gharbia | | | | Tanta | 69,415 | |
| Qotour | | | | | | | | | |

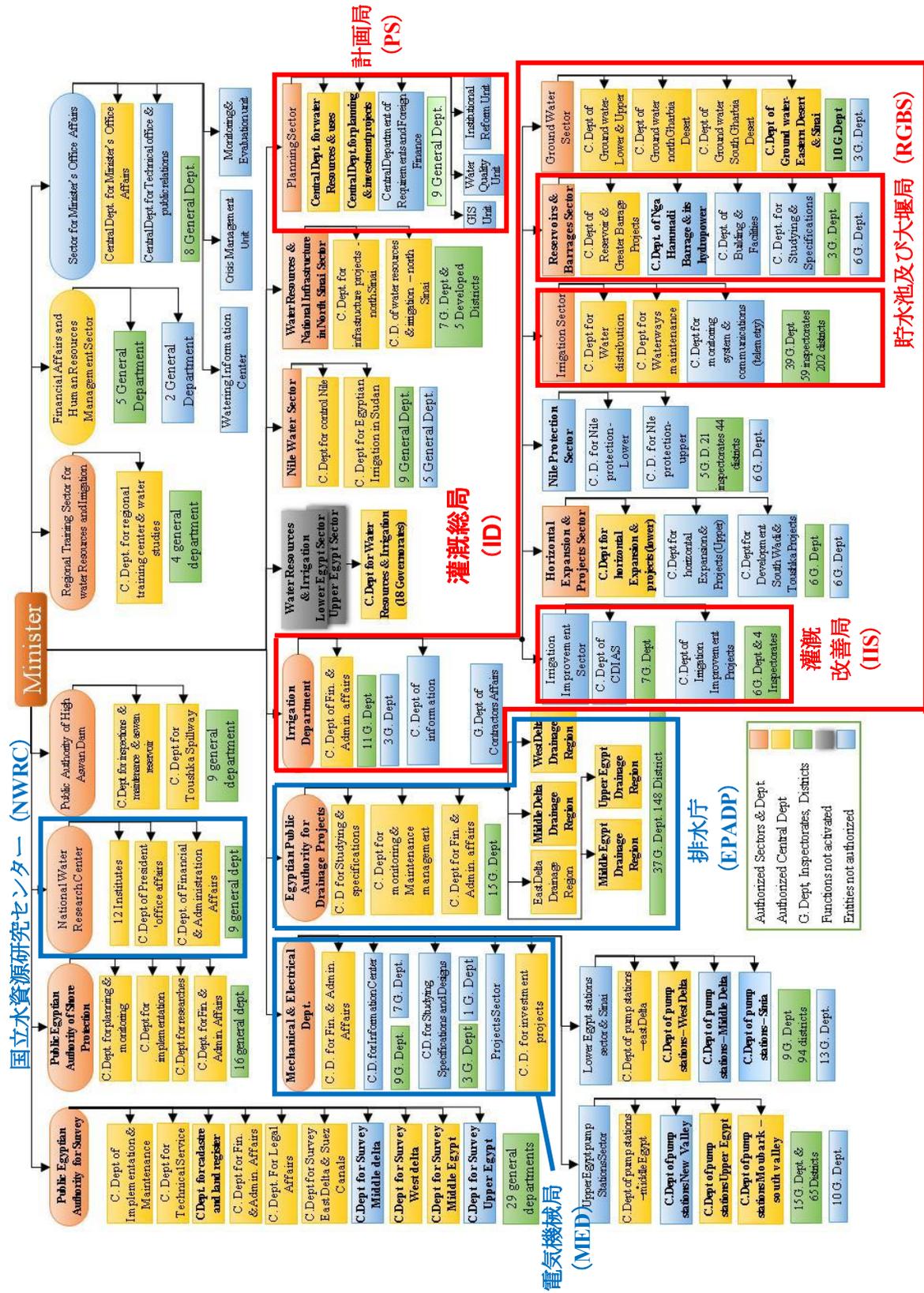
*管轄面積にはナイル川から取水した灌漑面積及びダイレクト堰群から分水した7水路のうち、バハルヨセフ用水路系及びイブラヒミア用水路系を除く5水路から取水した灌漑面積も含む。
 出典：各IDから入手した管轄水路リストからJICA調査団作成

また、上エジプトの3県については、関係事務所が多数に上ることから、名前と位置を表2.8に整理した。図2.10からも分かるように、バハルヨセフ及びイブラヒミアの用水系の範囲は、複数のID、Inspectorate、GD及びCDを越えて存在する。したがって、水管理及び灌漑施設の維持管理の所管は、単純に水路系で分かれるのではなく、各IDが管轄する対象地域を基本単位に、それを管轄するInspectorate、GD及びCDでまとめられている。



出典：JICA 調査団作成

図 2.10 灌漑事務所の模式図



出典：水資源灌漑省計画局派遣 JICA 専門家より

図 2.11 水資源灌漑省の組織図

2.4.4 水利組合

既述のように、利水者による組織としては、メスカレベルの WUA、支線水路レベルの BCWUA、幾つかの支線水路を束ねた地域単位の DWB の三階層の構築が進められている。メスカ運営の歴史は古く、アスワンダム建造以前より地縁的な繋がりに基づく共同水利活動が営まれてきた。現在では、灌漑排水法（No.12/1984）及び WUA の合法化法（No.213/1994）の成立によって近代的な水利組合として規定されている。BCWUA は、近年 MWRI も支援に力を入れているものの、規定する法律の成立が待たれているところである。また、DWB は形上存在するものの、実体的な活動は行われていない状況にある。以下に WUA、BCWUA 及び DWB に関する組織概要を示す。

表 2.9 水利組合の組織概要

| | メスカ水利組合 (WUA) | 支線水路水利組合 (BCWUA) | 灌漑管区委員会 (DWB) |
|------|---|--|---|
| 法的根拠 | 灌漑排水法及び WUA の合法化法 (No.12/1984 及び No.213/1994) | MWRI 省令 977 号 ただし、現在審議中のため、法的根拠はない | 特になし |
| 組織規模 | ～1,000 feddan | 1,000～5,000 feddan | 5,000～50,000 feddan |
| 組織構成 | 1. 総会：全ての受益農家から構成される。 2. 役員会：WUA の運営組織 | 1. ベースユニット：地域別に組織される。 2. 代表者会議：BCWUA の意思決定機関 3. 役員会：BCWUA の運営組織 | 1. BCWUA と行政の代表から構成される協議会 2. 地区内の BCWUA が おおむね設置された後、設置される。 |
| 主な活動 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 総会・役員会の定期的な開催 ◆ 灌漑改善事業への参加 ◆ 施設の運営維持管理及びそのための賦課金の徴収 ◆ WUA 組織の運営 ◆ 組合規則の制定及び活動計画の策定、予算管理 ◆ メンバー間の紛争処理・解決 ◆ 必要な研修の受講と技術・知識のメンバーへの技術移転 ◆ 政府機関との密接な関係維持及び他 WUA と協力した水管理の実施 ◆ WUA 管理部分の用排水事業費の負担 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ ベースユニット会議の開催（年 2 回） ◆ 代表者会議（役員会の任命・解任、特別委員会の設立、役員会によるデータ収集支援、各ベースユニットから提案された問題の審議、規則の制改定、年間活動計画の決定及び運営状況報告の承認、財務計画の承認、BCWUA が取り組む主要プロジェクトの承認、役員会の監察）の開催（年 2 回） ◆ 役員会活動（BCWUA の機能・活動管理、メンバー間の調整、年間計画の策定、請負契約の交渉・締結、規則及び関係法令の遵守、職員の雇用、水管理に関する紛争の解決、政府機関との折衝、年間計画の実施） | <ul style="list-style-type: none"> ◆ BCWUA 間の水配分の調整・管理 |

出典：SWMT の報告書類から JICA 調査団作成

地域別の水利組合の設立状況を表 2.10 に示す。

表 2.10 階層別水利組合と目標に対する設立数

| 水利組合区分 | メスカ水利組合 (WUA) | | | 支線水路水利組合 (BCWUA) | | | 灌漑管区委員会 (DWB) | | |
|---------------|---------------|-----|---------|--------------------|---------|---------|---------------------|-----|---------|
| 組織規模 | ～1,000 feddan | | | 1,000～5,000 feddan | | | 5,000～50,000 feddan | | |
| 管理区域* \\項目 | 設立数 | 目標数 | 設立率 (%) | 設立数 | 目標数 | 設立率 (%) | 設立数 | 目標数 | 設立率 (%) |
| 東部デルタ | 88 | - | - | 741 | 741 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| 中部デルタ | 1,021 | - | - | 440 | 1,002** | 43.9 | 2 | 45 | 4.4 |
| 西部デルタ | 672 | - | - | 162 | 482 | 33.6 | 6 | 7 | 85.7 |
| 北部バレー | 24 | - | - | 159 | 323 | 49.2 | 2 | 2 | 100 |
| ベニスエフ | 48 | - | - | 19 | 165 | 11.5 | 0 | 0 | 0 |
| 中部バレー | 435 | - | - | 70 | 370 | 18.9 | 1 | 1 | 100 |
| 南部バレー | 75 | - | - | 427 | 1,127 | 37.9 | 0 | 33 | 0 |
| 合計 | 2,363 | - | -*** | 2,018 | 4,210 | 47.9 | 11 | 85 | 12.9 |

*: この管理区分は、2017年4月に改訂された CDIAS の新行政管理区分による。

** : 2016年時点では、620であったが2017年4月に目標数を大幅に改訂。

*** : 所管する IIS では目標数を明確にしていないが、一支線水路あたりの平均メスカ数が10~15程度であることからいけば、現状の WUA 設立率は5%程度に止まっているものと類推できる（WUA の設立目標数は、全国レベルでいえば約70,000とみられている）。

出典：JICA 調査団作成

各水利組合の設立率には地域によって大きな開きが認められる。これは、水利組合設立に力を入れたドナー支援プロジェクトの対象に含まれていたか否かが大きく影響している。

2.5 環境社会配慮

2.5.1 エジプトにおける環境社会配慮に関連する法制度

(1) 基本的法及び規制

エジプトの環境社会配慮に関する法律及び規制を表 2.11 に示す。これらのうち、法律 No.4/1994 が環境に関する基本法である。また、「環境影響評価のための原則と手続きガイドライン(第2版)」は EIA (Environment Impact Assessment) の原則と手続きを記載している。

表 2.11 環境社会配慮及び水に関するエジプトの基本的法及び規制

| 法律番号 | 内容 |
|--|--|
| 上位法 | |
| 憲法 2014 年 | |
| 第 44 条：国は、ナイル川を保護し、エジプトの歴史的権利を保存し、その利用を合理化及び最大化し、水の浪費または汚染を自制する。国はまた地下水を保護し、水の安全保障に必要な手段を講じ、この点に関する科学的研究を支援する。 | |
| 第 45 条：国は、海、岸、湖沼、水路、自然保護区を保護する | |
| 第 46 条：環境保護は国の義務である。国は、環境を害さないために必要な措置を講ずる。 | |
| EIA ガイドライン | |
| 環境影響評価のための原則と手続きガイドライン 第2版, EEAA (2009年1月) | |
| 一般 | |
| 法律 No. 4/1994 | 環境法 (法律 No. 9/2009 及び法律 No. 105/2015 により改定) |
| 首相令 338/1995 | 法律 4/1994 の行政上の規則 |
| 汚染 | |
| 法律 No. 58/1937 | 夜間の大声と騒音に対する罰則 (法律 No. 50/2014 により改定) |
| 法律 No. 93/1962 | 汚水及び排水 (公共下水道への下水廃水と排水の規制及び、下水道への廃棄物処理及び灌漑用排水の基準の指定) |
| 法律 No. 53/1966 | 農業法 (特定の鳥類及び動物の狩猟の禁止、農業用地の保全) |

| 法律番号 | 内容 |
|-----------------|---|
| 法律 No. 38/1967 | 公衆衛生（廃棄物収集及び廃棄の規制法律 No. 31/1976 により改定） |
| 法律 No. 66/1973 | 運輸起源の大気汚染 |
| 法律 No. 27/1978 | 一般水資源（飲料水・家庭用水） |
| 法律 No. 57/1978 | 湖沼への対処法の設定 |
| 法律 No. 137/1981 | 職場の労働安全と健康的環境の要求 |
| 法律 No. 48/1982 | 汚染に対するナイル川及び水路等の保護（法令 No.402/2009 で改定） |
| 法律 No. 24/1983 | 肥料・農薬の使用 |
| 法律 No. 12/1984 | 灌漑排水（法律 No. 213/1994 により部分改定 WUA の合法化） |
| 自然環境 | |
| 法律 No. 102/1983 | 自然保護区域の管理 |
| 法律 No. 124/1983 | 漁業及び養殖の管理規制 |
| 社会環境 | |
| 法律 No. 577/1954 | 公共の利益と改善のための土地の収用(法律 No. 252/1960 及び法律 No. 13/1962 により改定) |
| 法律 No. 27/1956 | 公共の利益のための土地の収用とその手続き(法律 No. 10/1990 により部分改定) |
| 法律 No. 140/1956 | 所管官庁の免許なしに公道で作業することはできない。 |
| 法律 No. 100/1964 | 国有地の賃貸 |
| 法律 No. 59/1979 | 都市計画及び土地利用 |
| 法律 No. 3/1980 | 都市計画法 |
| 法律 No. 117/1983 | 文化遺産 |
| 法律 No. 4/1996 | 以前に賃貸されていなかった土地や賃貸契約切れまたは切れようとしておりその後何人も権利を持たない土地への民法の規定適用（法律 No. 137/2006 により改定） |
| 法律 No. 12/2003 | 労働法 |
| 法律 No. 94/2003 | 人権委員会の設立 |

出典：JICA 調査団作成

(2) 国際条約

エジプトは表 2.12 のとおり、環境に関する様々な国際条約に署名している。

表 2.12 エジプト環境に関する国際条約リスト

| 条約・協定名 | 署名日 | 批准日 | 実効日 |
|--|------------|------------|-----------|
| ナイル川流域イニシアティブ | | | |
| 1999年2月に設立されたナイル川流域10カ国の政府間パートナーシップ | | | |
| 気候変動 | | | |
| 気候変動に関する国際連合枠組条約（UNFCCC） | 6/9/1992 | 12/5/1994 | 3/5/1995 |
| 京都議定書 | 3/15/1999 | 1/12/2005 | 4/12/2005 |
| オゾン層保護に関するウィーン条約 | 3/22/1985 | 5/9/1988 | |
| オゾン層を破壊する物質に関するモントリオール議定書 | 9/16/1987 | 8/2/1988 | |
| パリ協定 COP21 | 4/22/2016 | | |
| 有害物質及び廃棄物 | | | |
| 有害廃棄物の国境を越える移動及びその処分の規制に関するバーゼル条約 | | 1/8/1993 | |
| 残留性有機汚染物質に関するストックホルム条約 | 5/17/2002 | 5/2/2003 | |
| 有害廃棄物のアフリカへの輸入の禁止、及びアフリカ内の有害廃棄物の越境移動及び管理の規制に関するバマコ条約 | 1/30/1991 | 5/18/2004 | |
| 海洋汚染 | | | |
| 紅海及びアデン湾保護のための地域条約（ジェッダ条約） | | 5/31/1990 | 8/20/1985 |
| 海洋環境と地中海沿岸地域の保護に関する条約 | 2/16/1976 | 8/24/1978 | 7/9/2004 |
| 自然保全 | | | |
| 生物多様性に関する国連条約（UNCBD） | 6/9/1992 | 6/2/1994 | |
| 生物多様性条約の生物安全性に関するカルタヘナ議定書 | 12/20/2000 | 12/23/2003 | 3/21/2004 |
| 遺伝資源へのアクセスと利用から生ずる利益の公正かつ公平な共有に関する名古屋議定書 | 1/25/2012 | 10/28/2013 | |
| 湿地の保全と賢明な利用に関するラムサール条約 | | | 9/9/1988 |

| 条約・協定名 | 署名日 | 批准日 | 実効日 |
|---|-----------|-----------|-----------|
| 黒海、地中海及び隣接する大西洋地域のクジラ類の保全に関する合意(ACCOBAMS) | | 4/19/2010 | 7/1/2010 |
| 渡り鳥の保全に関する条約（ボン条約） | | | 11/1/1983 |
| アフリカ・ユーラシアの渡り鳥の保全に関する合意 | 8/20/1997 | 11/1/1999 | 11/1/1983 |

出典：EEAA ウェブページを基に JICA 調査団作成

(3) 環境社会配慮に関連する関係機関

灌漑セクターにおける環境社会配慮に関連する関係機関を表 2.13 に示す。

表 2.13 灌漑セクターにおける環境社会配慮に関連する関係機関

| 機関 | 役割関係 |
|--------------|-----------------|
| MWRI | 事業主体 |
| EEAA | 環境影響評価（EIA）承認機関 |
| MALR | 農業関係管轄機関 |
| MOH | 排水関係管轄機関 |
| 保健人口省 | 水質関係管轄機関 |
| ESA | 住民移転計画評価機関 |
| ミニヤ県及び GD | ミニヤ県内事業の行政機関 |
| ベニスエフ県及び GD | ベニスエフ県内事業の行政機関 |
| ファイユーム県及び GD | ファイユーム県内事業の行政機関 |
| ガルビア県及び GD | ガルビア県内事業の行政機関 |

注：農業土地開拓省（Ministry of Agriculture and Land Reclamation：MALR）
 住宅都市開発省（Ministry of Housing, Utilities and Urban Development：MOH）
 エジプト土地調査総局（Egyptian Survey Authority：ESA）

出典：JICA 調査団作成

2.5.2 エジプトにおける EIA 制度

(1) EEAA の組織と構成

エジプト環境庁（Egyptian Environmental Affair Agency：EEAA）は、1994 年の法律 No.4 に基づく EIA の責任機関である。EEAA の組織図を図 2.12 に示す。

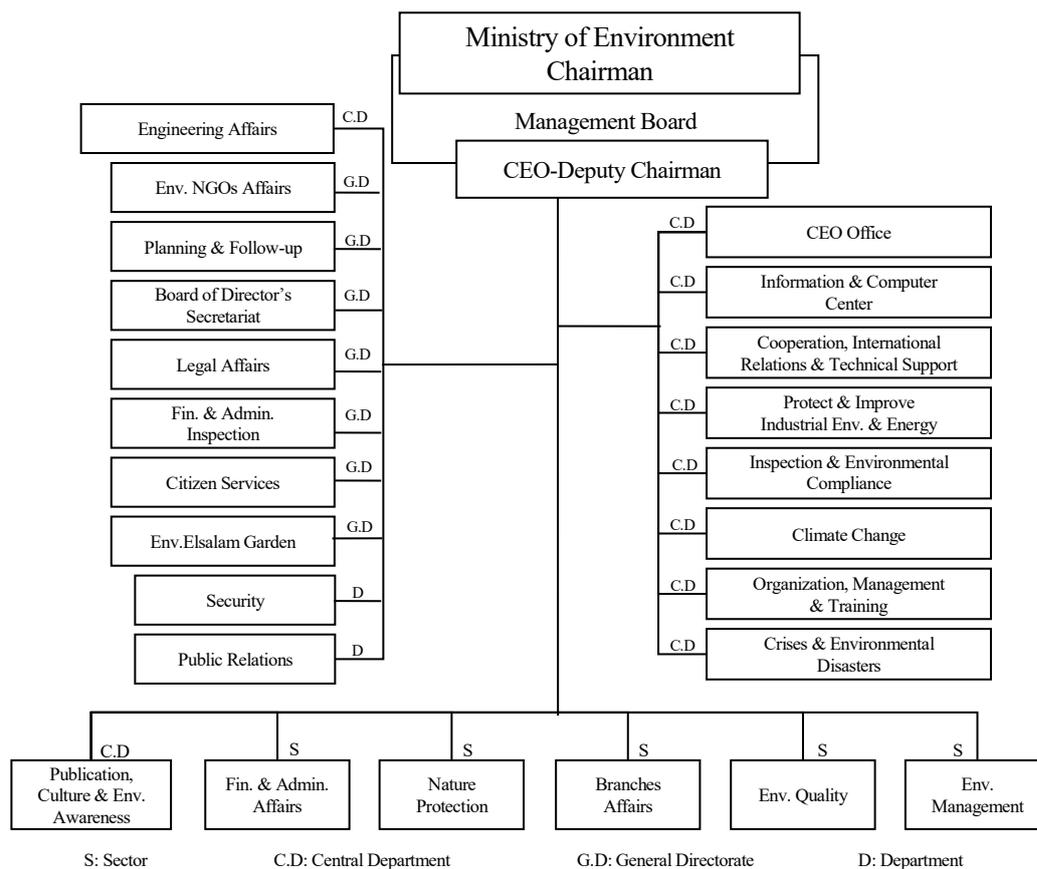


図 2.12 EEAA 組織図

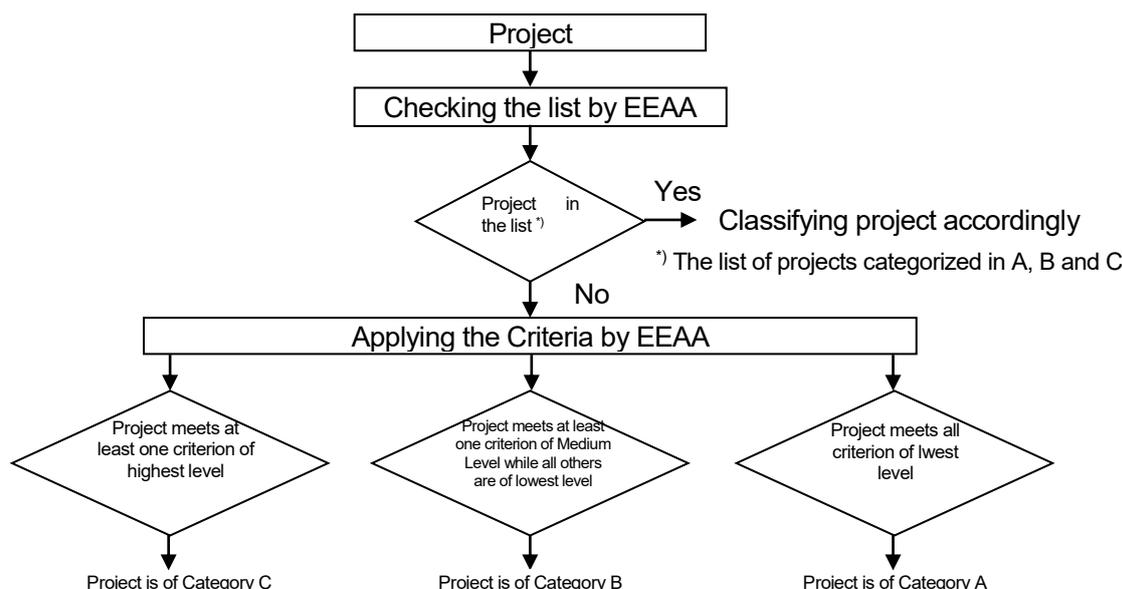
(2) プロジェクトの環境カテゴリー分類

法律 No.4/1994 により、プロジェクトを、(1) 事業の実施活動の種類、(2) 天然資源使用の範囲、(3) 事業の実施位置及び(4) 事業が使用するエネルギーの種類に基づき EIA の必要性を確認する。また、プロジェクトは、予想される環境影響の程度と事業実施位置及び住民居住地への近接程度によって、表 2.14 のような 3 つのカテゴリーに分類される。

表 2.14 プロジェクトの環境カテゴリー分類

| カテゴリー | 内容 |
|-------|--|
| A | 最小限の環境影響にとどまるプロジェクト。これらは、環境影響評価様式 A の記載を求められる。 |
| B | カテゴリーC より程度は低いが負の潜在的環境影響をもつプロジェクト。これらは、環境影響評価様式 B の記載を求められる。 |
| C | 重大な負の影響をもつプロジェクト。これらはフルスケールの EIA 調査の準備を求められる。 |

JICA 環境社会配慮ガイドラインでは、i)大規模灌漑を伴う農業など影響を及ぼしやすいセクター、ii) 大規模な非自発的住民移転を伴うなどの影響を及ぼしやすい特性をもつプロジェクト、及び iii)影響を受けやすい地域またはその周辺のプロジェクトはカテゴリーA に分類される。一方、エジプトの EIA ガイドラインによると、中規模灌漑排水プロジェクトはカテゴリーB に、また、大規模灌漑排水プロジェクト、ダム及び堰は EIA が必要なカテゴリーC に分類される。図 2.13 にこれらの分類プロセスを要約したフローを示す。



出典：エジプト EIA guideline を基に JICA 調査団作成

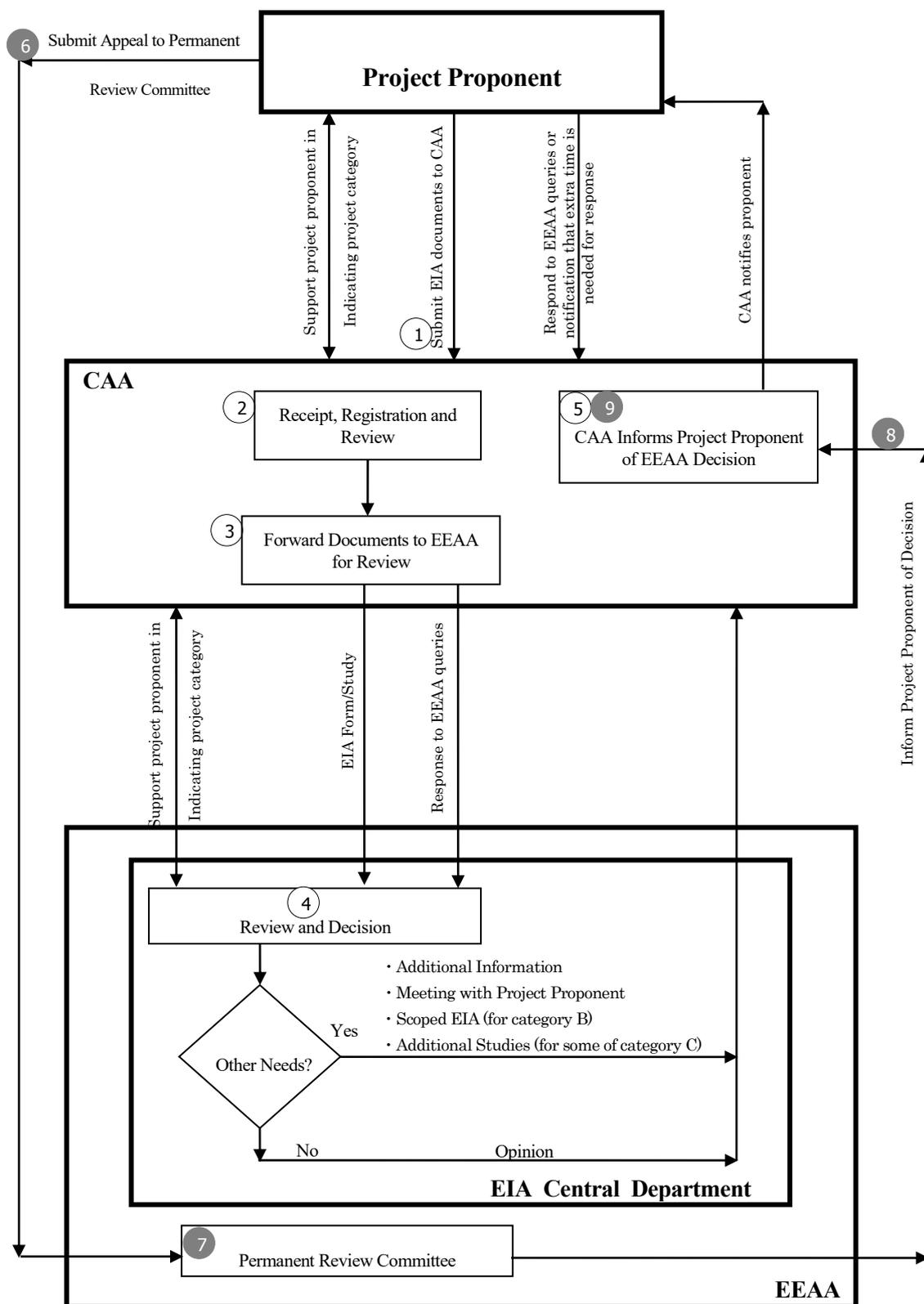
図 2.13 プロジェクト EIA 分類プロセス

(3) EIA 手続き

3 つの категорияの各々には、影響評価のための特定の必要条件があるが、次囲みのような類似した処理手順がある。また EIA 制度手続きフローを図 2.14 に示す。

1. 環境影響評価管轄行政機関（Competent Administrative Authority : CAA）は、事業実施者に適正なカテゴリー及び関連した必要条件を通知する。EEAA は分類に関して最終決定をし、CAA を通して事業実施者にその意見を文書で提供しなければならない。
2. 事業実施者は建設工事開始前に、同意書と必要な EIA 書類（様式調査報告書）とともに CAA に申請をする。
3. CAA は、選択されたカテゴリーが正しく、プロジェクトが CAA の一般計画にそっているかを確認するために調査報告書または様式の照査をし、また、提出された情報の必要条件との整合性及び統一性を照査して、EIA 書類を評価する。もし、プロジェクトが正しくカテゴリー付けされていない場合は、CAA は事業実施者に正しいカテゴリーを指示し、必要書類の再提出を要求する。
4. CAA は EEAA にレビューと評価のために書類を正式に回送する。このような EIA 書類の回送はプロジェクトが環境以外の基準について異議がなかったものと見なされる。
5. EEAA は書類をレビュー・評価し、負の影響の緩和と最小化のために必要な注意事項と条件を示す。
6. EEAA は CAA に決定（承認、異議あり、またはさらなる必要情報など）を EEAA が完全な書類を受領した日から 30 日以内に通知する。通知が 30 日以内になれば、暗黙の承認を得たとみなされる。
7. EEAA に重大な影響があるとされたプロジェクトについては、EEAA は追加の助言のために第三者助言機関を考慮する。レビューは現地視察または調査の特定の点について協議するために事業実施者との協議を必要とすることもある。
8. EEAA は EIA 書類、意見及び提言を EEAA の EIA 登録所に登録し、CAA にその決定を通知する。
9. CAA は登録された文書と受領の確認とによって正式に事業実施者に結果を通知し、レビューの最終結果を連絡する。結果は次のようなものがある。
 - (a) EIA 様式または調査報告書の承認とともに事業実施者が従わなくてはならない環境的な必要条件（承認書類に記載）
 - (b) EIA に対する異議とプロジェクトを却下する提言。異議の理由が含まれており、通常プロジェクトかまたはプロジェクト予定地の汚染最大許容能力に関する環境に関する理由である。
 - (c) 事業実施者からの追加要求
 - 事業実施者から追加情報または説明を要求できる。CAA 経由の EEAA の必要な情報の受領日は 30 日間の新規のレビュー過程と見なされる。
 - カテゴリー B のプロジェクトについては、EEAA は任意のコンポーネント、影響またはプロジェク

- ト過程について、TORに添った限られた範囲のEIA調査を要求することもある。
- カテゴリーCのプロジェクトについては、EEAAは許容限度遵守を確実にするためにリスクアセスメントまたは累積汚染負荷（情報はEEAAを通して提供される）などの追加の調査を要求できる。
 - CAAはフォローアップし、EEAAの決定と関係する条件の実行を確実にする。



出典：エジプト EIA ガイドライン

注：①～⑨は手続きの順。EEAA の決定に疑義のある場合は⑥で再審を請求する。

図 2.14 EIA 制度手続き

(4) EIA 制度における CAA の役割

CAA はプロジェクトの工事と運営に関する認可書を発行する責任機関である。EIA は認可の必要条件である。CAA は EIA 様式または EIA 報告書を受領し、書類に記載されているプロジェクト活動の位置及び適性に関する情報を照査し、プロジェクト活動及び位置が周囲の活動や活動に関係する省令と矛盾しないことを確認する。その後 CAA は書類をレビューのために EEAA に回送する。表 2.15 に CAA の主な構成機関を示す。

表 2.15 CAA の構成機関

| 機関 | 事業の種類 |
|----------------|--|
| 保健人口省 | 病院及び医療センター |
| MALR | 農業及び土地開拓事業 |
| MWRI | 灌漑、農業排水、堰及びダム |
| 運輸省 | 道路・空港・鉄道・大型輸送機関及び港湾を含む海運などの大型運輸事業 |
| MOH | 都市開発事業、住宅団地、水処理施設、都市レベルの家庭排水処理施設及び MOH 関連の観光都市 |
| 電力・エネルギー省 | 発電事業と電力網 |
| 石油省及び石油・ガス関係機関 | 石油、ガス、石油化学に関連する事業 |
| 産業都市委員会 | 産業都市内の事業 |
| 観光開発庁 (TDA) | 観光開発庁関連の内陸観光事業 |
| 投資・フリーゾーン庁 | フリーゾーンまたは投資ゾーン内の事業、または投資法 8/1997 に基づいて設立された事業 |
| 産業開発庁（貿易産業省） | 工業団地の開発 |
| 自然保護区セクター（環境局） | 自然保護区内の事業 |

出典：エジプト EIA ガイドラインを基に JICA 調査団作成

(5) 住民協議

エジプトにおけるカテゴリーC のプロジェクトでは、EIA の計画と実施段階において住民協議を開催し、住民と関連機関の利害関係者を巻き込むことが必須である。住民協議ではプロジェクトに関連する環境及び社会的配慮について協議される。住民協議は EIA の過程で 2 回開催され、第 1 回目は EIA のスコーピング段階、第 2 回目はドラフト EIA 報告書作成後である。

2.5.3 環境基準

灌漑プロジェクトのために考慮しなければならない主要な環境基準は、以下のとおりにとまとめられる。

(1) 大気質

法律 No.4/1994 は、表 2.16 で示すように外気汚染物質の最大許容限度を示している。

表 2.16 外気汚染物質の最大許容限度

| Pollutant | Area | Maximum Concentration (Microgram/m3) | | | |
|-----------------|------------------|--------------------------------------|----------------------|----------|------|
| | | Hour | 8 Hours | 24 Hours | Year |
| Sulfur dioxide | Urban areas | 300 | - | 125 | 50 |
| | Industrial areas | 350 | - | 150 | 60 |
| Carbon monoxide | Urban areas | 30 mg/m ³ | 10 mg/m ³ | - | - |
| | Industrial areas | 30 mg/m ³ | 10 mg/m ³ | - | - |

| Pollutant | Area | Maximum Concentration (Microgram/m3) | | | |
|--|------------------|--------------------------------------|---------|----------|------|
| | | Hour | 8 Hours | 24 Hours | Year |
| Nitrogen dioxide | Urban areas | 300 | - | 150 | 60 |
| | Industrial areas | 300 | - | 150 | 80 |
| Ozone | Urban areas | 180 | 120 | - | - |
| | Industrial areas | 180 | 120 | - | - |
| Total suspended solid particles | Urban areas | - | - | 230 | 125 |
| | Industrial areas | - | - | 230 | 125 |
| Solid particles less than 10 micrometer | Urban areas | - | - | 150 | 70 |
| | Industrial areas | - | - | 150 | 70 |
| Solid particles less than 2.5 micrometer | Urban areas | - | - | 80 | 50 |
| | Industrial areas | - | - | 80 | 50 |
| Solid particles measured as smoke | Urban areas | - | - | 150 | 60 |
| | Industrial areas | - | - | 150 | 60 |
| Lead | Urban areas | - | - | - | 0.5 |
| | Industrial areas | - | - | - | 1 |
| Ammonia | Urban areas | - | - | 120 | - |
| | Industrial areas | - | - | 120 | - |

出典: 法律 No.4/1994

(2) 農業排水

汚染に対するナイル川及び水路等の保護に関する法令 No.402/2009（法律 No.48/1982 の修正）は、表 2.17 のように農業排水の水質基準を定めている。

表 2.17 農業排水の水質基準

| Description | Standard and Specifications (Milligram/Liter Unless otherwise mentioned) | Description | Standard and Specifications (Milligram/Liter Unless otherwise mentioned) |
|----------------------------------|--|---|--|
| Total dissolved solids | Not more than 1000 | Copper | Not more than 1 |
| Temperature | Not more than 3 degrees above the receiving waterway | Zinc | Not more than 2 |
| Dissolved oxygen | Not less than 5 | Phenol | Not more than 0.05 |
| Hydrogen exponent | Not less than 6.5, and not more than 8.5 | Arsenic | Not more than 0.01 |
| BOD | Not more than 30 | Cadmium | Not more than 0.03 |
| COD | Not more than 50 | Chromium | Not more than 0.05 |
| TN as N | 15 | Cyanide | Not more than 0.01 |
| TP as P | 3 | Lead | Not more than 0.01 |
| Oil and grease | Not more than 3 | Nickel | 0.1 |
| Mercury | Not more than 0.001 | Selenium | 0.01 |
| Iron | Not more than 3 | Probable enumeration for the colonic group 100 cm ³ | 5000 |
| Manganese | Not more than 2 | | |
| Pesticides which include: | | | |
| Aldrin and dieldrin | Not more than 0.003 | Chlordane | Not more than 0.002 |
| Alachlor | Not more than 0.2 | 2, 4-dichloroprop | Not more than 0.3 |
| Aldicarb | Not more than 0.1 | Fenoprop | Not more than 0.09 |
| Atrazine | Not more than 0.02 | Mecoprop | Not more than 0.1 |
| Bentazone | Not more than 0.3 | 2, 4, 5-T | Not more than 0.09 |
| Carbofuran | Not more than 0.07 | | |

出典：法律 No. 402/2009

(3) 騒音

法律 No.4/1994 は、表 2.18 に示すように騒音の最大許容限度を示している。

表 2.18 地区別の騒音の最大許容限度

| Type of area | | Permissible limit of the equivalent noise level (A) LAeq in Decibels | |
|--------------|--|---|----------------------------------|
| | | At day (from 7 am to 10 pm) | At night (from 10 pm to 7 am) |
| 1) | Areas sensitive to exposure to noise* | 50 | 40 |
| 2) | Residential suburbs with weak movement and limited service activities | 55 | 45 |
| 3) | Residential communities in towns with commercial activities | 60 | 50 |
| 4) | Residential communities located on roads less than 12 meters, wherein there are some workshops, commercial activities, administrative activities, recreational activities or amusement parks | 65 | 55 |
| 5) | Areas located on roads the width of which is 12 meters or more, or industrial zones with light industries and some other activities | 70 | 60 |
| 6) | Industrial zone with heavy industries | 70 | 70 |

*: schools, hospitals, libraries, public gardens, tourist villages, resorts, and rural areas

出典：法律 No. 4/1994

(4) その他の基準

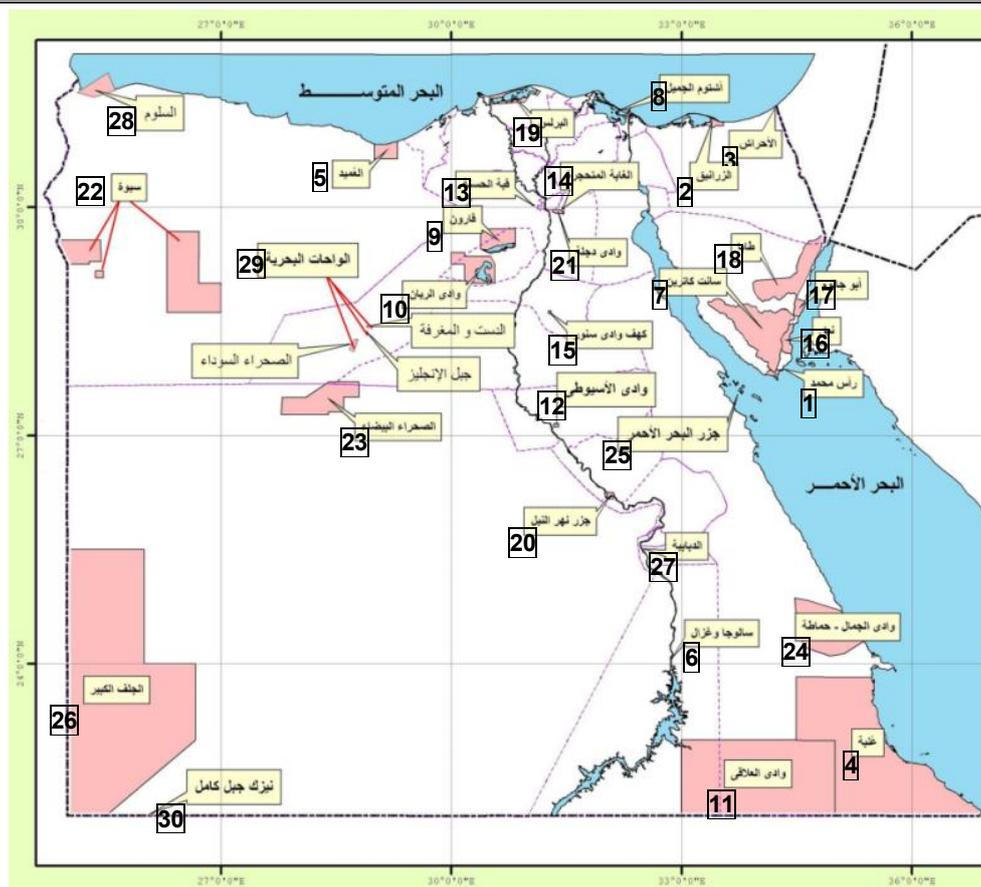
上記の環境基準に加えて、法律 No.4/1994 は、工場や車輛などの大気汚染源の排出基準、並びに産業廃水の排水基準を規制している。また、断続的な騒音や職場の空気と騒音の基準なども示している。

2.5.4 ベースとなる環境状況

(1) 自然保護地域

自然保護地域のための法律 No.102/1983 に規定されている全エジプトの自然保護地域及び重要野鳥生息地⁹を図 2.15 及び図 2.16 に示す。自然保護地域のうち、No. 2、9、10 及び 19 はラムサール条約湿地にも登録されている。これらのうち、No. 9 のカルーン湖 (Lake Qarun) 及び No. 10 のライヤーン湖 (Wadi El Rayan) は図 2.17 に示すとおりファイユーム県に位置し、エジプト自然保護地区、重要野鳥生息地、ラムサール条約湿地の 3 つに指定されている。両湖とも塩湖でカルーン湖はファイユーム市中心部から北西 25 km 地点に、ライヤーン湖は西方 35 km 地点に位置する。両湖及びそれぞれの緩衝地帯が自然保護地区とされているが、事業対象地とは重なっていない。カルーン湖はエジプト第 3 番目に大きな湖で、水源はファイユーム地区内の二つの大排水路 (El Bats 及び El Wadi) からの排水である。面積は 240 km²、海拔 -45 m、水深は 4~8 m である。水位はファイユーム地区の帯水層に影響を及ぼさないよう排水庁 (Egyptian Public Authority for Drainage Project : EPADP) 管轄により厳密に管理されており、上昇した場合は隣のライヤーン湖に排水し調節する。

⁹ IBAs: Important Bird and Biodiversity Area. 自然保護団体国際パートナーシップ Bird Life International が取り纏めている。

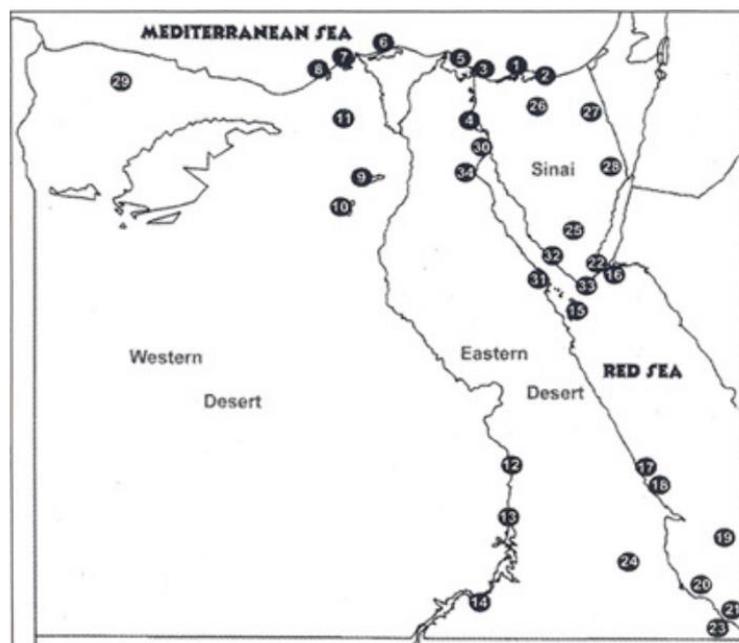


出典: EEAA ウェブページを基に JICA 調査団作成

| No. | Protectorates Names | Area Km ² | Governorate | No. | Protectorates Names | Area Km ² | Governorate |
|-----|--------------------------------|-------------------------|-------------|-----|---------------------------------|-------------------------|------------------------------|
| 1 | Ras Mohamed National Park | 850 | South Sinai | 16 | Nabq Protectorate | 600 | South Sinai |
| 2 | Zaranik Protectorate* | 230 | North Sinai | 17 | Abu Galum Protectorate | 500 | South Sinai |
| 3 | Ahrash Protectorate | 8 | North Sinai | 18 | Taba Protectorate | 3,595 | South Sinai |
| 4 | El Omayed Protectorate | 700 | Matrouh | 19 | Lake Burullus Protectorate* | 460 | Kafir El Sheikh |
| 5 | Elba National Park | 35,600 | Red Sea | 20 | Nile Islands Protectorates | 160 | All Governorates on the Nile |
| 6 | Saluga and Ghazal Projectorate | 0.5 | Aswan | 21 | Wadi Degla Protectorate | 60 | Cairo |
| 7 | St. Katherine National Park | 4,250 | South Sinai | 22 | Siwa | 7,800 | Matrouh |
| 8 | Ashtum El Gamil Protectorate | 180 | Port Said | 23 | White Desert | 3,010 | Matrouh |
| 9 | Lake Qarun Protectorate* | 250 | El Faiyum | 24 | Wadi El-Gemal/Hamata | 7,450 | Red Sea |
| 10 | Wadi El Rayan Protectorate* | 1,225 | El Faiyum | 25 | Red Sea Northern Islands | 1,991 | Red Sea |
| 11 | Wadi Alaqi Protectorate | 30,000 | Aswan | 26 | El Gulf El Kebeer | 48,523 | New Valley |
| 12 | Wadi El Assuti Protectorate | 35 | Assuit | 27 | El-Dababya | 1 | Qena |
| 13 | El Hassana Dome Protectorate | 1 | Giza | 28 | El-Salum | 383 | Matrouh |
| 14 | Petrified Forest Protectorate | 7 | Cairo | 29 | El-Wahat El-Bahreya | 109 | 6th October |
| 15 | Sanmur Cave Protectorate | 12 | Beni Suef | 30 | Mount Kamel Meteor Protectorate | - | New Valley |

出典: EEAA ウェブページを基に JICA 調査団作成*: No. 2, 9, 10, 及び 19 はラムサール条約湿地にも登録されている。

図 2.15 エジプト自然保護地域



| | |
|--------------------------|-------------------------|
| 1- Lake Bardawil | 18- Qulan Island |
| 2- Zaranik | 19- Zabargad Island |
| 3- El Malaha | 20- Siyal Islands |
| 4- Bitter Lakes | 21- Rawabel Islands |
| 5- Lake Manzalla | 22- Nabaq |
| 6- Lake Burullus | 23- Gabel Elba |
| 7- Lake Idku | 24- The Abraq Area |
| 8- Lake Maryut | 25- St. Katherine |
| 9- Lake Qarun | 26- Gabel Maghara |
| 10- Wadi El Rayan | 27- Quseima |
| 11- Wadi El Naturn | 28- Wadi Gerafi |
| 12- Upper Nile | 29- El Qasr Desert |
| 13- Aswan Reservoir | 30- Suez |
| 14- Lake Nasser | 31- Gabel El Zeit |
| 15- Hurghada Archipelago | 32- El Qa Plain |
| 16- Tiran Island | 33- Ras Mohammed Island |
| 17- Wadi Gimal Island | |

出典: EEAA ウェブページを基に JICA 調査団作成

図 2.16 エジプト重要野鳥生息地

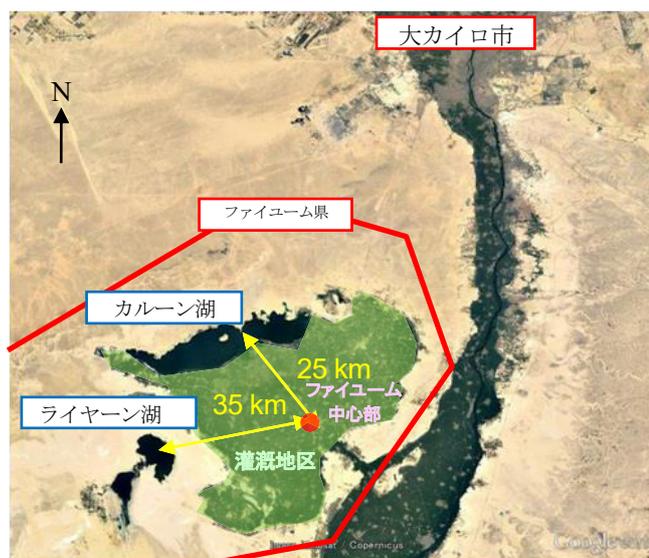


図 2.17 カルーン湖及びライヤーン湖位置図

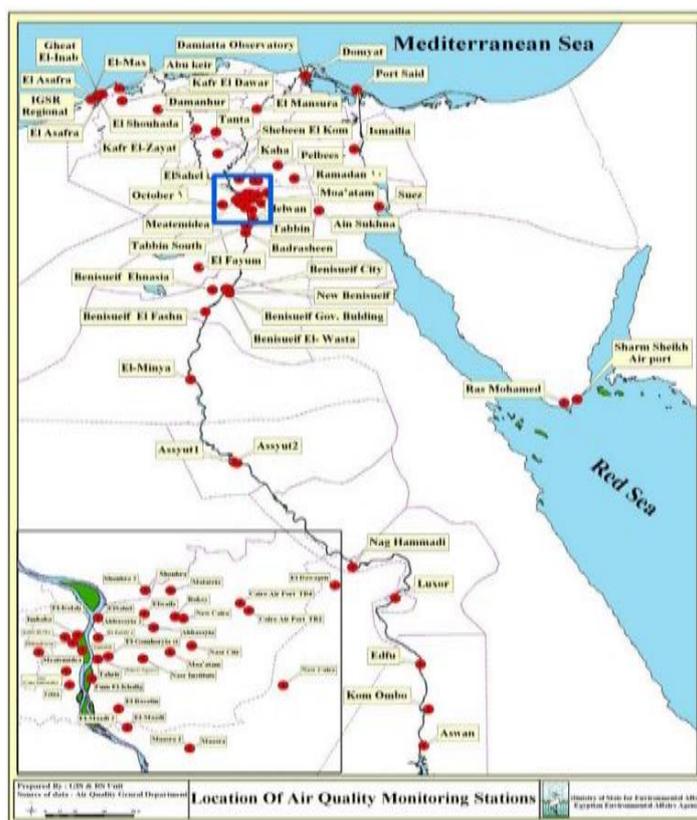
(2) 大気汚染

エジプトの大気汚染物質モニタリングネットワークは6つの分類〔(1) 産業地域測定所、(2) 都市地域測定所、(3) 居住地域測定所、(4) 交通地域測定所、(5) 遠隔地参考地域測定所及び(6) 活動混在地域測定所〕より成り、表 2.19 及び図 2.18 に示すように、国内に配置された 87 の測定所でモニタリングしている。

表 2.19 環境省所管大気汚染モニタリング測定所の地理的分布（2012 年）

| Station Type | Greater Cairo | Alexandria | Delta | Upper Egypt | Sinai and Canal Cities | Total |
|--------------|---------------|------------|-------|-------------|------------------------|-------|
| Industrial | 8 | 3 | 4 | 3 | 1 | 19 |
| Urban | 9 | 1 | 4 | 7 | - | 21 |
| Residential | 5 | 2 | 2 | 2 | - | 11 |
| Traffic | 10 | - | - | 1 | - | 11 |
| Remote | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 9 |
| Mixed | 12 | 1 | 2 | 1 | - | 16 |
| Total | 48 | 8 | 14 | 15 | 3 | 87 |

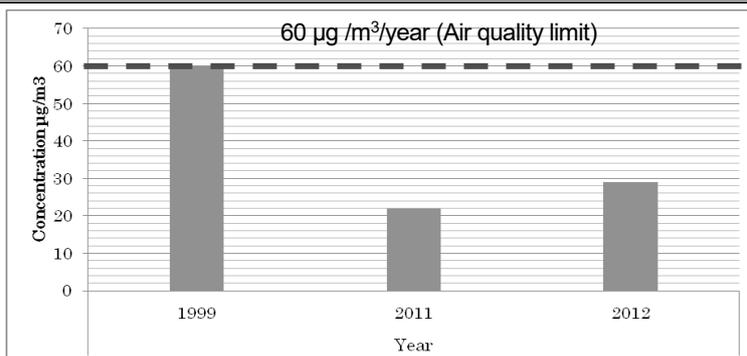
出典：Egypt State of Environment Report 2012、issued 2015、EEAA



出典：Egypt State of Environment Report 2012、 issued 2015、 EEAA

図 2.18 エジプト大気汚染モニタリング測定所の分布

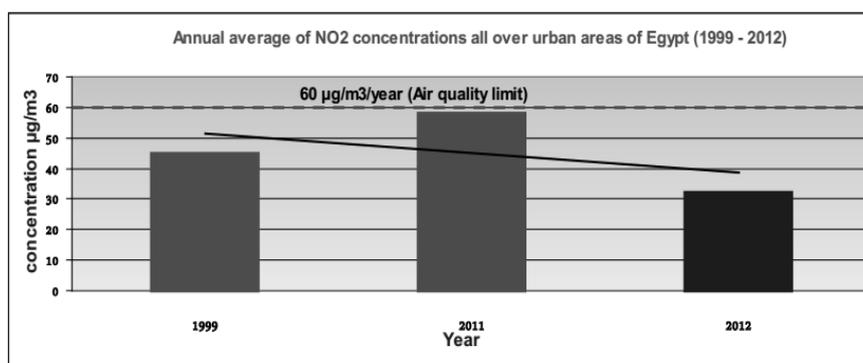
図 2.19 に示すように、2012 年の二酸化硫黄濃度のモニタリング結果によると、エジプト国内のすべての測定所の年間平均は、年間の許容限度（ $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を下回っていた。



出典: 「Egypt State of Environment Report 2012 (2015), EEAA」を基に JICA 調査団作成

図 2.19 エジプト年間平均二酸化硫黄濃度（1999-2012）

図 2.20 にエジプト都市部の大気汚染測定所で観測された年間平均二酸化窒素濃度を示す。2012 年の 32 µg /m³ は、法律で規定されている都市部の年間平均 60 µg /m³ を下回っている。

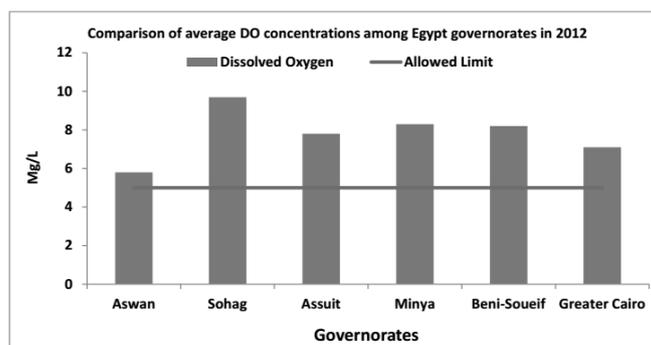


出典: 「Egypt State of Environment Report 2012 (2015), EEAA」

図 2.20 エジプト都市部年間平均二酸化窒素濃度（1999-2012）

(3) 水質

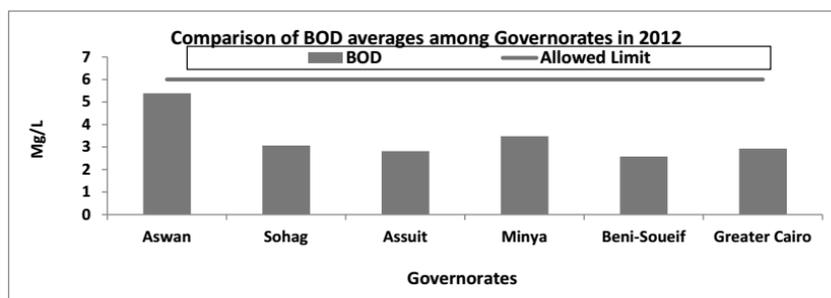
2012 年のアスワンから大カイロ市までの各行政地域のナイル川の水質モニタリング結果によると、水質が徐々に改善していることより、ナイル川が自浄能力を有しているといえる。水質は pH 7.15～8.61 の間であり、わずかにアルカリ性の傾向はあるが、許容限度の範囲内である。また、アスワンから大カイロ市までの全行政地域の DO の平均濃度は 5.83～9.71 mg /L（平均 7.81 mg /L）であり、最小限度 5 mg /l を超えている。図 2.21 に各行政地域の DO の比較を示す。



出典: 「Egypt State of Environment Report 2012 (2015), EEAA」

図 2.21 エジプト各行政地域の DO の比較（2012 年）

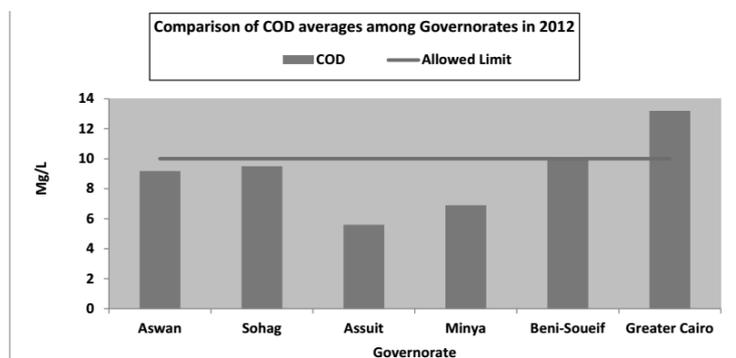
BOD の平均濃度はアスワンから大カイロ市までのすべての行政地域でナイル川水質の許容限度（6 mg/L）を下回っている。図 2.22 に示すように、BOD 値は 2.57～5.38 mg/L の範囲であり、平均は 3.37 mg/L である。



出典：「Egypt State of Environment Report 2012 (2015), EEAA」

図 2.22 エジプト各行政地域の BOD の比較（2012 年）

平均の化学的酸素要求量（Chemical Oxygen Demand : COD）は、大カイロ市を除くナイル川に接する地方行政地域では許容限度である 10 mg/L を下回っている。大カイロ市では、産業排水流入の結果として、COD 濃度が許容限度より高い 13.20 mg/L である。その他の行政地域では 5.64～9.9 mg/L の範囲である。全地域の平均では 9.03 mg/L であり、やはり許容限度を下回っている。図 2.23 に各行政地域の COD の比較を示す。



出典：「Egypt State of Environment Report 2012 (2015), EEAA」

図 2.23 エジプト各行政地域の化学的酸素要求量（COD）の比較（2012 年）

2.5.5 土地収用及び非自発的住民移転

(1) 関係組織

エジプトにおける土地収用及び補償は、中央レベルでは、公共利益のための収用行為実施の政府責任主体は、ESA である。ただし、特別に発布される法律によって特定の事業主が取り扱うプロジェクトは除かれる。ESA は収用及び補償委員会の形成に責任をもつ。通常、執行主体は関係する省庁か県政府である。執行主体は、ESA を通した、またはその監督の下での被影響グループへの補償費支払い、代替選択肢の提供、及び移転プロジェクトの実施について責任を持つ。地方レベルでは、表 2.20 に示すように、いくつかの地方部署や県機関が住民移転プログラムに関係する。利害関係者レベルでは、被影響者ととともに、関係 NGO、CBO（Community Based Organizations）及び選定された委員が参加型

意思決定、計画、実施及びモニタリング過程が包括的で透明性のあることを確実にするために重要な役割を果たす。

表 2.20 住民移転プログラムに関係する地方部署及び県機関

| 部署/県機関 | 責任 |
|-------------|--|
| 住宅・インフラ整備部 | 被影響グループのために代替移転オプションを設定し、補償確定に関係するすべての業務手順に関与し、非公式な和解における改善活動を設定する。 |
| 施設計画部 | 住民移転の対象となる地域の詳細計画を作成し、被影響グループを確定するために必要なすべての詳細な地図と文書を準備する。（例：道路用地、セットバックなど） |
| Amlak（私有地）部 | 異なる土地取引を示す土地所有権移転履歴を添付した、被影響地内の所有権または占有権のために必要なすべての文書を提供する。 |
| 土地調査部 | 移転の影響を受ける異なる所有権のサイズ、面積、場所を定義する。また、ESA や他の関連する地方団体と協力して、補償の仕組みと価値を確定する責任も負う。 |
| 社会問題部 | 被影響グループ、社会経済的地位、費用負担レベル、さまざまな移転オプションと補償メカニズムに対する彼らの好みを確定するために必要なすべての現地調査を実施する。被影響グループのためのリハビリプログラムを準備し、そのプロセスの影響をモニタリングすることを通して、再定住中または移転後の移転の負の影響を軽減する。 |
| 法務部 | 占有権と所有権に関連する法的問題を処理し、関係する関係者間の紛争を解決する。 |
| 地方自治体首長 | 住民移転に関わるすべての事業を管理する。 |
| 農業協会 | 村落レベルで農業省を代表して、農地の一時的または永続的な取得と作物や樹木の補償に関する補償額を評価する。 |

出典：JICA 調査団

(2) 土地収用及び非自発的住民移転に関する基本的な法律及び規制

土地収用及び非自発的住民移転に関する法律及び規制を表 2.21 に示す。

表 2.21 土地収用及び非自発的住民移転に関する法律及び規制

| 法律番号 | 備考 |
|-----------------|---|
| 憲法 2014 年 | 第 33 条：国は、公有、私有、協同の 3 種類の所有権を保護するものとする。 第 35 条：私有財産は保護され、そこに継承する権利は確保される。土地収用は公共の利益と裨益のためだけに許され、公正な報酬は法にしたがって事前に支払われるべきである。 |
| 法律 No. 577/1954 | 公共の利益と改善のための土地の収用（法律 No. 252/1960 及び法律 No. 13/1962 により改定） |
| 法律 No. 27/1956 | 再計画、格上げ及び改善のための地区の土地収容 |
| 法律 No. 140/1956 | 公道の占有。 所管官庁の認可なしに公道で作業することはできない。 |
| 法律 No. 100/1964 | 国有地の賃貸 |
| 法律 No. 59/1979 | 都市計画及び土地利用 |
| 法律 No. 3/1982 | 施設計画法 第 40 条：公式通知の一月前に移転を開始することを禁ずる。 第 47 条：関係する知事に報酬委員会を構成する権限を与える。 |
| 法律 No. 10/1990 | 公共の利益のための土地収用とその手続き（法律 No. 27/1956 の改定） 公共の利益とは： <ul style="list-style-type: none"> - 道路、街路、広場の建設、その拡張、改修、舗装、または新地区の建設 - 衛生排水及び水事業 - 灌漑排水事業 - 電力/発電事業 - 橋梁と地上通路の建設（スライド、地下通路、またはそれらの改修） - 運輸事業 - 都市/地方計画及びインフラ整備 - 他の法律による公共の利益とみなされるすべての活動 - その他の公益活動は、省庁内閣令にしたがって追加することができる。 - 公益事業に関する決定は、大統領令に従うものとし、プロジェクトの覚書を添付している。 法律では、土地所有者が土地収用による損失を補償される資格があることも定めている。 |

| 法律番号 | 備考 |
|----------------|---|
| 法律 No. 4/1996 | 以前に賃貸されていなかった土地や賃貸契約切れまたは切れようとしておりその後何人も権利を持たない土地への民法の規定適用（法律 No. 137/2006 により改定） |
| 法律 No. 94/2003 | 人権委員会の設立 |

出典：JICA 調査団

(3) 土地保有権及び土地及び構造物収用に関する関係法

エジプトには次のような3つの主要な土地保有形態がある。

- (a) **公共地または国有地**（アラビア語: *Amlak Amiriya*）：譲渡することのできない国の公有地と、通常、売却、賃貸、*Takhssiss*（土地利用を変更せず土地価格の残りの分割払い込み金を払うなどの特定の基準を満たした所有条件の移転）や用益権を通して譲渡できる国の私有地に分けられる。
- (b) **私有地**（アラビア語: *Mulk horr*）：自由に譲渡/所有者移管できる土地
- (c) **Waqf land**（宗教的または慈善の目的で委託/寄贈された土地）：移譲または使用に関する誓約によって、通常、賃借権または用益権を通して譲渡される土地

さらに、シナイ半島と北部沿岸地方にはベドウィン族の利益のために暗黙のうちに認められている慣習的所有権のある地域が若干分布する。これらの地域では、土地を取得したい者はしばしば2種類の支払いをしなければならない。まず使用权のための支払いをベドウィン族の所有主張者にし、ついで国には土地の保有権または所有権を正式に登録し、公共サービスを受けるための支払いをする。

民法 No. 131/1948 は、*Hiyaza*（非公式または不法な居住などの所有権のない動産/不動産の占有）が15年間、平和的に問題なく連続的であったなら適法な所有権獲得の方法であるとして認めている。しかし、国有地の不法占拠による土地所有には適用されない。

(4) 土地収用及び住民移転の手続き

法律 No. 10/1990 によれば、土地収用及び住民移転の手続きは以下のとおりである。

- (d) 必要とされるプロジェクトに関する覚書とプロジェクトとその建物の完全な計画を添付した大統領令に基づく公共利益の宣言（首相令を発出する場合は法律 No. 59/1979 及び3/1982 による）。
- (e) 大統領令と添付覚書は公報に掲載されなければならない。住民のためには、その写しを関係する地方行政の主事務所に掲示する。これらの手続きを基に、実施上のステップは次のとおりである。
 - 1) 公共利益のために土地の所有権取得を要求する主体（土地収用主体）は、大統領または首相（大統領から権限が委任された場合）に要請覚書を提出する。特に発布される法律にしたがって他の事業主によって取り扱われるプロジェクトを除いて、ESA が土地収用主体と規定されている。
 - 2) 大統領または首相は、懸案の土地の収用が公共利益のために適切であることを宣言し、土地収用主体が土地収用の強制執行をすることを認可する必要な令を発出する。
 - 3) 土地収用主体は、長期間のプロジェクトの場合は、他プロジェクトも同様に立ち入る意志のあることを通知した後に、懸案の土地内に立ち入ることを認可される。このような緊急的な認可の目的は、必要な技術的かつ測量の実施、ランドマーク設定及び土地の情報収集である。
 - 4) 土地収用主体は、懸案の土地収用のための手続き実施に必要な実施予定のプロジェクトに関する情報及びプロジェクトと土地の図面一式とともに認可令を ESA に通達する。

| | |
|-----|---|
| 5) | プロジェクトに資するために必要な土地を決定するために委員会が形成される。委員会の構成は以下のとおりである。 |
| | <ul style="list-style-type: none"> i) ESA 代表 ii) プロジェクトが位置する地域を管轄する地方行政の代表 iii) 懸案の土地のある地域の会計官 |
| (f) | 委員会は、その活動の開始 15 日前に、住民にその活動を宣言する。 |
| (g) | 土地調査部は、委員会によって集められた情報と公認記録の情報を比較し、確認する。 |
| (h) | ESA 内の査定のための部署は懸案のプロジェクトの土地を調査、検討し、調査図を完成し、プロジェクト地域内の土地に関する取引をリスト化し、また、ESA 内の委員会の検討用に補償額見積書を添付した参考報告書を作成する。 |
| (i) | ESA 内の土地収用主体による補償金預託の後、関係地方事務所は特定された全不動産と施設の面積、位置、詳細、所有者名及びその土地の権利保有者、住所及び委員会によって決定された補償額のリストを作成する。 |
| (j) | その後 ESA は、土地所有者、その他関係者及び土地収用主体に、リストの発表日の少なくとも 1 週間前に正式に通知する。リストは関係する地方政府事務所に 1 カ月間掲示されるとともに、公報及び 2 種類の広域日刊紙に掲載される。 |
| (k) | 土地所有者及び権利所有者は通知日から 5 カ月以内の立ち退き要請を正式に通知される。 |
| (l) | 権利所有者とは、用益権所有者、利用権者、居住権保有者、抵当権者、事業権者、土地賃借権者を含む。 |
| (m) | 大審院判決は権利保有者とは借地についての権利を有するものと決定した。したがって、賃借権者は個別の権利を有しているので、権利保有者とみなされる。 |

(5) エジプトの法律と世銀方針との比較

住民移転に関するエジプトの法律と世銀方針（WB OP 4.12）との比較、及び想定される事業実施時の方針を表 2.22 に示す。

表 2.22 エジプトの法律と世銀方針（WB OP 4.12）との比較

| No. | 項目 | エジプトの法律 | 世銀方針 | 事業実施段階の方針（想定） |
|-----|--------|---|--|--|
| 1 | 補償額の算定 | 被影響地に汎用している費用を専門委員が評価する。 | 再取得費用 | これまでのすべてのエジプトの評価実績は以下の理由により市場価格を大幅に下回っていたため、この問題は重要である。ESA における評価経験の欠如、不動産に課される税金や手数料のために実際の市場価格は規定されていない。 |
| 2 | 非合法占拠者 | 補償の対象は財産所有者である。不法占拠者に対する補償についての明確な対策はない。 | 移転支援を受けるべきである。（土地への補償はない。） | これは、いかなる移転活動においても明確に考慮されなければならない。代替地か、あるいは他の土地を見つけることができる適正な補償かの選択肢を提供しなければならない。 |
| 3 | 住民移転 | 移転住民には別の居住用住宅が提供される。移転住民は面積、デザイン、または関連する問題など住宅の適合性のみで異議申し立てはできるが、住民移転先の場所に異議申し立てはできない。移転住民の異議申し立ては、新しい住宅の通知を受けてから 15 日以内に、その目的のための専用委員会に提出する。委員会は、1 カ月以内に対応しなければならない。 | 移転住民は住宅または住宅地、また必要なら移転前に相当する農地を提供されなければならない。生計手段が土地を基盤としている移転住民については土地ベースの移転が優先する。住民移転は移転住民が 200 人以上の場合は RAP、200 人未満の場合は ARAP に基づいて実施されなければならない。 | 移転住民は、少なくとも現存の財産や土地に相当する移転の選択肢（一つの選択肢だけではない）のための多様なオプションを提供されなければならない。 |

| No. | 項目 | エジプトの法律 | 世銀方針 | 事業実施段階の方針（想定） |
|-----|-----------|---|---|---|
| 4 | 住民移転支援 | 規定がない。 | 被影響者には移転後の移行期において支援が提供される。 | 本支援はいかなる移転にも含まれなければならない。 |
| 5 | 脆弱者グループ | 規定がない。 | 特に貧困ラインを下回っている人々、土地を持たない人々、高齢者、女性、子供、先住民、少数民族などの脆弱者グループには特別な注意が払われる。 | これらのグループには移転についてのオプションの選択や財政的支援受領について特別な注意が払われる。 |
| 6 | 情報公開と住民協議 | 移転の選択肢についての協議はなされない。住民移転について、計画、実施及びモニタリングに参加できない。 | 被影響者とそのコミュニティはタイミングよく関連する情報、移転に関する選択肢が提供され、住民移転についての計画、実施及びモニタリングへの住民協議に参加する機会が提供される。 | 被影響グループは移転進捗状況や補償のオプションについて完全な情報にアクセスできなければならない。 参加型計画や決定が移転のオプション及び補償に適用されなくてはならない。 |
| 7 | 苦情処理 | 苦情処理のための専門委員会が適時に設立される。1 カ月以内に住民移転の決定に不服を申し立てることができる。 4 カ月以内に補償額に異義を申し立てることができる。 | 適正かつアクセス可能な苦情処理メカニズムが設立されなければならない。 | 被影響グループには苦情処理への直接回路が提供され、移転前の適切な時期に救済措置を受ける必要がある。 移転前に補償の受領が完了していなくてはならない。 |

出典：「Resettlement Policy Frameworks for Greater Cairo Natural Gas Connections Project (2007.11), Eco Con Serv」を基に JICA 調査団作成

第3章 灌漑セクターに係る政策及びドナー支援の動向

本章では、水資源管理を含む灌漑セクターに係るエジプトの政策の方向性を確認すると共に、同セクターに対する過去及び現在のドナーによる支援をレビューし、本調査の対象地域における灌漑セクターに対する支援動向をとりまとめ、今後の支援内容・地域についての可能性に言及する。

3.1 灌漑セクターに関連する開発計画

エジプト全般の経済社会開発を対象にするエジプトビジョン2030（Sustainable Development Strategy : Egypt's Vision 2030）、水資源分野を対象とする国家水資源計画（National Water Resources Plan : NWRP）及び農業分野を対象にする持続的農業開発戦略2030から、水資源を含む灌漑セクターに関連する開発計画を概観すると共に、今後のエジプトの灌漑セクターに対する政策的な方向性を確認する。

3.1.1 エジプトビジョン2030

エジプトビジョン2030は、アラブの春を経た後の国の持続的な発展の方向を示すことを目的として、2014年から2015年の2年間をかけて、計画・モニタリング・行政改革省（Ministry of Planning, Monitoring and Administrative Reform）が中心となり、多様な分野を包含する参加型の手法を用いて作成された。また、本ビジョンは、エジプトが目標とする持続的な発展を遂げるための政策に関して、国の発展を復帰→回復→前進の3段階で進めるための15年間の道筋を示している。

本ビジョンの導入部では、特に、エジプトの国家レベルの安全保障の観点から、水資源の安全保障について触れ、対外的な対応と共に、国内の効率的な水管理の改革に資するプログラムや持続可能な事業や仕組み等を通じて限られた水資源の確保を図る重要性についても言及している。

本ビジョンの枠組みは、天然資源、人的資源、実施の仕組みの面から国の形を作るための持続的開発を具現化する要素を取り上げ、経済、社会、環境の3つの次元とそれらに対応する10本の柱から構成されている（表 3.1参照）。そのうちのひとつである「経済開発」は、最多の8つの主目標（1. マクロ経済環境の安定、2. 持続的な包括的成長の達成、3. 競争力・多様化・知識の向上、4. 付加価値の最大化、5. 国際発展に適応できる積極的な

表 3.1 エジプトビジョン2030の枠組み

| 次元 | 柱 |
|-------|-----------------|
| 1. 経済 | 1. 経済開発 |
| | 2. エネルギー |
| | 3. 知識、革新と科学的研究 |
| | 4. 政府機関の透明性と効率性 |
| 2. 社会 | 5. 社会的公正 |
| | 6. 教育と訓練 |
| | 7. 保健 |
| | 8. 文化 |
| 3. 環境 | 9. 環境 |
| | 10. 都市開発 |

出典：エジプトビジョン2030からJICA調査団作成

プレーヤーとなること、6. 相応かつ生産的な雇用機会の創造、7. 高中所得国レベルに達するために1人当たりGDPの増加、8. インフォーマルセクターの経済への統合）で構成されている。このうち、灌漑セクターに直接関連を持つものは「マクロ経済環境の安定」に含まれる9つのセクター（1. 産業、2. 対外貿易、3. 情報通信技術、4. 農業、5. 水と灌漑、6. 観光、7. 貿易、8. 住宅・公共事業、9. 交通）のうち、「水と灌漑」セクターである。同セクターは、他セクターと共に経済開発を支える重要な要素に位置付けられている。「経済開発」は、GDP等数値化された

指標を目標として設定しており、特に、「マクロ経済環境の安定」では、「公的債務をGDP比まで引き下げ、総赤字のGDPに対する割合を減らし、物価の安定を維持する」と規定している。9つのセクターごとに、直面する課題（チャレンジ）、採るべき政策と対応するプログラム・事業を示しており、「水と灌漑」セクターの課題と政策は表 3.2、プログラムと事業は表 3.3のとおりである。

表 3.2 エジプトビジョン2030における「水と灌漑」が直面する課題と政策に関するテーマ

| 項目 | テーマ |
|-------------------|--|
| 直面する課題 (チャレンジ) | 1. 利用可能量が限られる中で飲料水に供給すべき需要の増加につながる人口増加 |
| | 2. 汚濁による水質の悪化 |
| | 3. 限りある水資源を場所的かつ応変に配分 |
| | 4. 国内における水供給に関する投資と資金の欠如 |
| 政策 | 1. 水資源の開発と管理及び全分野における水利用の合理化 |
| | 2. 国内の水システム基盤（インフラ）のリハビリと建設及び水平的な拡大 |
| | 3. 統合水資源管理システムの展開 |
| | 4. エジプトとナイル川流域諸国との関係強化 |
| | 5. 地下水、雨水及び洪水利用手法の開発 |
| | 6. 海水と汽水の淡水化 |
| | 7. 揚水機場の建設とリハビリ |
| | 8. アスワンハイダムとアスワンダムの保全及びナイル川とその支流及びナセル湖の保護 |
| | 9. 用排水ネットワーク及び全灌漑施設のリハビリ |
| | 10. 更新されたデータベースと電子政府設備を利用した農業における技術と科学的な運用に関する調査研究 |

出典：エジプトビジョン2030からJICA調査団作成

表 3.3 エジプトビジョン2030における「水と灌漑」に係るプログラムと事業

| プログラム | 事業 |
|--------------------------------|---|
| 1. 包括的開発実施のためのコミュニティの新規確立 | 開発と造成： 1.50百万エーカー（新エジプト建設地） 事業完成： 0.40百万エーカーの北シナイ開発のインフラ（アルサラム水路） 0.54百万エーカーの南部渓谷のシャイクザイド水路（トスカ） |
| 2. 水利用の合理化 | 稲作削減とともに、氾濫灌漑から近代灌漑システムへの転換と搬送効率の向上 |
| 3. 幹線水路と揚水機場の強化とリハビリ | アスワンハイダムの保全、アスワンダムの強化、ナイル川調整堰の設置と強化、灌漑施設と揚水機場の改良を通じた流水管理（制御）の最適化と灌漑の改善 |
| 4. 気候変動への対応と海岸部と施設の保護 | 北湖の流入路開発、海水位上昇と浸食からの海岸部保護、温室効果ガス排出削減に資する揚水機と井戸の操作のための太陽光利用導入を含む |
| 5. 水資源開発 | 現代的仕様に則った汚水と農業排水の処理水再利用にかかる新手法の開発 |
| 6. 水質改善 | 政府プログラムの最重要課題の一つである公衆衛生の擁護と環境保全 居住区域の水路の暗渠化、ナセル湖、ナイル川とその二支線、用水路、排水路及び水路にある下水処理施設周辺の地下水の水資源施設のモニタリングと追跡のためのプログラムの実施 |
| 7. スビア砂岩地域と汽水域の持続的開発プログラムの拡大 | 灌漑開発地における農業生産を拡大する地表灌漑効率の30%程度の改善 無許可井戸使用者を訴追する厳格なシステムの導入と利用効率を確実にする水法の発布、水質汚染の原因者と認可取得必要条件を充たさない者を処罰する法律条項の明定 |
| 8. 地下水開発と違反者の取締 | 地下水管理の実施、地下水層の水量と水質の定期的なモニタリング、地下水処理施設の設置 |
| 9. 排水路ネットワーク暗渠化プログラムの実施 | 建設と付替による排水路ネットワーク暗渠化地域100千エーカーへの拡大、排水路暗渠化を2017-2018で480千エーカー拡大 その他排水路断面の拡大等の事業の計画的実施 |

出典：エジプトビジョン2030からJICA調査団作成

特に、本調査の対象地域である3水路系の灌漑システムに関する事項は、表 3.2において、直面す

る課題としては「限りある水資源を場所的かつ応変に配分」、政策としては「水資源の開発と管理及び全分野における水利用の合理化」、「統合水資源管理システムの展開」、「地下水、雨水及び洪水利用手法の開発」、「揚水機場の建設とリハビリ」及び「用排水ネットワーク及び全灌漑施設のリハビリ」である。また、プログラムとしては表 3.3における「水利用の合理化」、「幹線水路と揚水機場の強化とリハビリ」、「水資源開発」、「水質改善」、「地下水開発と違反者の取締」及び「排水路ネットワーク暗渠化プログラムの実施」である。以上から、対象地域の灌漑システム改善に向けた各種プログラム及び事業が対外的な政策レベルでも規定されていると認識される。

3.1.2 国家水資源計画

NWRPは、MWRIが所管する水資源分野の計画の中核を成すものであり、1997年から2017年の20年間を計画期間と設定する第二次国家水資源計画(National Water Resources Plan 2017:NWRP2017)の期間満了を控えて、2017年から2037年までの計画となる第三次国家水資源計画(National Water Resources Plan 2037 : NWRP2037)の作成が進められている。

NWRP2017では、統合水資源管理を基軸にして限りある水資源の利用を念頭に置いた、4つの柱とその対策として49の対策を掲げており、最大の水利用を行う灌漑農業を含んで、そのための対策を示している（表 3.4参照）。

表 3.4 NWRP2017の柱と典型的な対策（抜粋）

| 柱 | | 典型的な対策（本調査に関連があると考えられるもの） |
|------|---------------|---|
| 第1の柱 | 追加的水資源開発 | 水源別にナイル川、地下水、雨水と洪水利用、海岸部での淡水化 |
| 第2の柱 | 現存資源の効率的利用の実現 | 灌漑分野は、 水平展開、漏水の多い路線の水路ライニングを含む灌漑効率の改善、配水条件の改善と排水再利用 等 ナイル川からの用水の分配と配分の改善、メスカレベル水利組合設立の継続、流量調整堰、堰その他の横断構造物等水配分のための施設の改良 等 |
| 第3の柱 | 健康と環境の擁護 | 産業・農業分野の水質汚濁防止対策、都市・産業下水の処理、水路機能の明確化と受入対象水種類別の水質基準の導入、水質モニタリング・情報公開等水質に関連する事項等 |
| 第4の柱 | 組織及び財政的な手段の整備 | 組織の改変、費用分担と民間部門の参加、計画及び協働の仕組の構築（情報交換、中央と地方の役割分担）等 |

出典：NWRP2017からJICA調査団作成

NWRP2017は、これまでの各国の水資源分野の協力のベースとなる計画として位置付けられており、灌漑セクターの今後の協力を考える上では必須の計画である。特に、灌漑システムに直接関連を持つ対策は第2の柱である「現存資源の効率的利用の実現」に含まれる「水平展開」、「漏水の多い路線の水路ライニングを含む灌漑効率の改善」、「配水条件の改善と排水再利用」、「ナイル川からの用水の分配と配分の改善」、「メスカレベル水利組合設立の継続」及び「流量調整堰・堰その他の横断構造物等水配分のための施設の改良」である。

NWRP2037は、現時点の課題（チャレンジ）を反映した次期計画として策定が進められている。策定作業は遅れがあるものの、2017年3月に開催されたドナー会議水分会において計画の策定に向けた考え方等の紹介等が行われている（表 3.5 参照）。

表 3.5 第三次国家水資源計画の考え方と第二次国家水資源計画で対応する柱（2017年3月時点）

| 主目的 | 水分野の優先課題 | NWRP2017で対応する柱 |
|----------------------------|--|---------------------------|
| 淡水資源の利用拡大 | 淡水化 地下水の持続的利用 汽水地下水の利用 雨水と洪水利用 | 第1の柱：追加的水資源開発 |
| 水質改善 | 汚水処理施設設置の拡大 低コスト排水処理（例えば、流路内あるいは流路外の湿地） 汚泥処理技術 | 第3の柱：健康と環境の擁護 |
| 水利用効率の改善 | 水消費の多い作物作付の減少 水消費の少ない作物の振興 近代的な灌漑技術の適用 排水再利用と汚水処理 都市用水ネットワーク内の合理的利用とロス減少 灌漑排水施設の維持・改修・改良 | 第2の柱：現存資源の効率的利用の実現 |
| 統合水管理、計画実施を進める環境の改善 | 水事情に関する周知の拡大 組織及び人的資源の能力強化 法的枠組の適用と改善 制度的枠組の改善 | 第4の柱：組織及び財政的な手段の整備 |

出典：ドナー会議水分科会での提供資料からJICA調査団作成

NWRP2037の方向として示される課題は、水資源量の拡大に制約が大きい状況を反映して、排水の再利用及び節水の拡大に着目した項目に重きを置く等の特徴は見られるものの、エジプトビジョン2030の内容にも合致し、全体としてはNWRP2017に含まれる項目に対応した構成となっている。

特に、NWRP2017の第2の柱である「現存資源の効率的利用の実現」で掲げられた「水平展開」、「漏水の多い路線の水路ライニングを含む灌漑効率の改善」、「配水条件の改善と排水再利用」、「ナイル川からの用水の分配と配分の改善」、「メスカレベル水利組合設立の継続」及び「流量調整堰・堰その他の横断構造物等水配分のための施設の改良」は、NWRP2037の主目的である「水利用効率の改善」及び「総合水管理、計画実施を進める環境の改善」で、引き続き踏襲されることが予想される。

なお、NWRP2037の策定は、欧州連合（European Union：EU）がWater Sector Reform Programme - Phase II（WSRP-II）の枠組みで支援しており、その各県版である県水資源計画（Governorate Water Resource Plan：GWRP）が対象5県で策定され、その後全県で策定される予定である。

3.1.3 持続的農業開発戦略2030¹⁰

持続的農業開発戦略2030（Sustainable Agricultural Development Strategy towards 2030: SADS2030）は、農業開発分野にかかる長期計画としてMALRが策定したものである。本計画は、「1980年代農業開発戦略」、「1990年代農業開発戦略」及び「農業開発戦略2017年」までの3次の計画の後継として、従前の計画の経験を踏まえ、現状の課題（チャレンジ）に対処することを目標に、「農業開発戦略2017年」の目標年を迎える前の2009年に作成されている。SADS2030の冒頭部分では、過去の計画を踏まえ、目指すべき各種方向性に関し言及しており、特に、灌漑セクターに関し、政策として、水管理の分権と灌漑サービス及び灌漑施設の維持管理費用を一部回収するための仕

¹⁰ 本項は、「エジプト・アラブ共和国 農産物流通改善を通じた上エジプト農村振興プロジェクト 最終報告書」JICA 2012年8月、「Summary Sustainable Agricultural Development Strategy towards 2030, Arab Republic of Egypt 2009」などを参照

組み設立、農業資源の利用改善として、水利組合を活用した活動を含む水管理に注力することとしている。SADS2030の全体構成を表 3.6に示す。

表 3.6 持続的農業開発戦略2030の全体構成

| 項目 | 内容 |
|-------|---|
| ビジョン | 社会的弱者への支援と地方の貧困の減少に着目しつつ、継続的かつ急速な成長が期待できるダイナミックな農業セクターを基礎とする総合的な経済・社会開発の達成 |
| ミッション | 開発資源の効率的な利用と多様な地政学的及び環境による比較優位の活用を通じた食料安全保障と地方住民の生計向上に基づくエジプト農業の近代化 |
| 戦略的目標 | <ol style="list-style-type: none"> 1. 農業資源の持続的活用の促進 2. 土地及び水利用における単位あたりの生産性の増加 3. 戦略的な農業産品についての食料安全保障の向上 4. 国内及び国際市場における農産物の競争力の向上 5. 農業投資環境の整備 6. 地方における生活水準の改善及び貧困率の削減 |

出典：SADS2030からJICA調査団作成

6つの戦略的目標のうち、灌漑セクターに関連を持つものは「1. 農業資源の持続的活用の促進」である。この中で、限られた水資源を有効利用するために、灌漑農業における水利用効率の強化が掲げられており、特に、高い水損失のため、水の搬送効率が70%、さらに圃場の灌漑システムの灌漑効率が平均50%に推定される状況を、2030年に圃場の灌漑システムの灌漑効率を80%までに達するような段階的な改善を行うことと設定している。加えて、そのための方法として、MALRの所掌の中では、圃場の灌漑システムの改善を挙げており、圃場における改良灌漑システムの導入の必要性に言及している。

3.1.4 灌漑セクターに対する政策的方向性のまとめ

エジプトビジョン2030においても、本調査の対象地域を含む灌漑システム改善に向けた「水利用の合理化」、「幹線水路及び揚水機場の強化とリハビリ」、「水資源開発」、「水質改善」、「地下水開発と違反者の取締」及び「排水路ネットワーク暗渠化プログラムの実施」等各種プログラム及び事業が規定されている。また、NWRPでは、NWRP2017の第2の柱である「現存資源の効率的利用の実現」で掲げられた「水平展開」、「漏水の多い路線の水路ライニングを含む灌漑効率の改善」、「配水条件の改善と排水再利用」、「ナイル川からの用水の分配と配分の改善」、「メスカレベル水利組合設立の継続」及び「流量調整堰・堰その他の横断構造物等水配分のための施設の改良」が、NWRP2037においても引き続き踏襲されることが予想される。加えて、農業開発分野にかかる長期計画であるSADS2030では、灌漑農業における水利用効率の強化に向けた灌漑システムの改善を通じた水利用効率の合理化が挙げられている。

以上の各種プログラム、事業及び典型的な対応策は、灌漑システムにおける水利施設の改善等ハード面での事業を内包しつつ、ハードに付随して実施することで効果を高める組織強化や灌漑用水の水管理改善等ソフト面での事業も含まれている。関連政策に沿った内容での事業形成は大前提としながらも、個々のプログラム、事業及び典型的な対応策の効果を高めるためには、ハード・ソフト両面及び相互に効果を高めるような事業の選択と事業形成が必要であると考えられる。

3.2 灌漑セクターにおける他ドナーの協力

3.2.1 灌漑セクターにおける他ドナーの協力概要

エジプトの灌漑分野は、1970年のアスワンハイダムの建設工事竣工以降、大規模なシステムを構成する水利用施設と限られた水資源を活用する取組に対して、多数のドナーが様々な内容・地域で支援を行っている。

まず、政策レベルの支援では、NWRPの初期段階において、国連開発計画（United Nation Development Programme : UNDP）及び世界銀行（World Bank : WB）、NWRP2017において、オランダ等が計画作成への支援を行った。また、NWRP2037において、EUがWater Sector Reform Programme - Phase II（WSRP-II）の枠組みで協力を行っている。

次に、水資源を利用する灌漑施設への協力は、ナイル川本流の大規模堰の改修から、灌漑システムを構成する基幹施設から末端施設までを対象に様々なレベルで、かつハード・ソフト両面から実施されている。以下に、タイプ別に他ドナーの主なプロジェクトを確認する。

3.2.2 大規模堰の改修及びメガプロジェクト

大規模堰の改修は、ナイル川から各地域の灌漑施設へ取水する頭首工を更新・改良する事業である。大規模堰は、築造から相当の年数が経過しており、改修が順次進められている。大規模堰改修事業の近年の実績は表 3.7に示すとおりである。

表 3.7 ナイル川の大規模堰の改修事業

| No. | 堰名 | ドナー | 予算（百万EUR） | 完工 | 備考 |
|-----|---------|------------------------|-----------|----------|---------|
| 1 | エスナ堰 | フランス、イタリア、ルーマニア、オーストリア | 325.00 | 1994 | 借款＋自国資金 |
| 2 | ナガハマディ堰 | 欧州投資銀行、ドイツ復興金融公庫 | 320.00 | 2008 | 〃 |
| 3 | アシュート堰 | ドイツ復興金融公庫 | 430.00 | 2017（予定） | 〃 |

出典：エジプト・アラブ共和国 ダイルート堰群改修事業準備調査 最終報告書（2010年10月JICA）等からJICA調査団作成

加えて、アフリカ開発銀行（African Development Bank : AfDB）が2009年にゼフタ堰のF/Sを実施している。また、エジプトビジョン2030の「水と灌漑」セクターに記載されているメガプロジェクトといわれる新規開拓地のプロジェクトであるナセル湖から取水するトスカ事業と北シナイ開発事業は、前者がアラブ首長国連邦、後者はクエート及びサウジアラビアが支援している¹¹。

3.2.3 基幹水路以下の灌漑施設に関する協力

ナイル川の本・支流からの取水後となる基幹水路以下の灌漑施設に関連する協力は、エジプトの灌漑システムの一部地域を対象に、基幹/幹線施設レベルから末端施設に至るまで、以下に示すようなハード・ソフト両面で、かつ様々な規模と構成で多くのドナーの協力が行われている¹²。

水路改良に着目した灌漑事業としては、エルマハムディア幹線水路事業（ドイツ復興金融公庫

¹¹ Reuters, 2014 December 6, Abu Dhabi/Cairo, Ahramonline, 2016 June 4, <https://www.kuwait-fund.org/en/web/kfund/>

¹² エジプト・アラブ共和国 ダイルート堰群改修事業準備調査 最終報告書（2010年10月JICA）、Integrated Water Resources Management Practices in Egypt, A Critical Review And Analysis, Fourteenth International Water Technology Conference（IWTC 14 2010, Cairo, Egypt）、Water resources management in modern Egypt（Wikipedia）、世界銀行プロジェクト情報等からJICA調査団作成

（Kreditanstalt für Wiederaufbau: KfW）、30百万US\$）、エルボヒア幹線水路事業（石油輸出国機構（Organization of the Petroleum Exporting Countries: OPEC）、10百万 US\$）、灌漑改良事業（WB及びKfW、152百万US\$）等の灌漑施設を対象とするものがある。

さらに、灌漑事業として、末端施設と用水管理に重点を置くものとして、メスカを基本単位とする末端施設の改良と併せて、用水利用の改善を目的とする、利水者が主体の水利組合の設立・活動強化を推進する事業が実施されている。このような組立の事業には以下のようなものがある（表3.8参照）。

表 3.8 主に末端施設と水管理に重点を置く灌漑事業（成果は一部抜粋）

| No. | 事業名 | ドナー | 概要 |
|-----|--|---------------------|---|
| 1 | Regional Irrigation Improvement Project | USAID ¹³ | 予算（百万US\$）：- 期間：1985 - 1988 成果：セリ水路の詳細設計、WUA設立、IASの立ち上げ等 |
| 2 | Irrigation Improvement Project (IIP) (Regional Irrigation Improvement Projectの延長期間) | USAID | 予算（百万US\$）：- 期間：1989 - 1996 成果：ミニヤとデルタにおけるMWRIの組織能力の強化、水路改修の計画・設計・実施に関わる合理的で総合的なアプローチの開発、WUAへの水管理技術情報の提供と技術協力によるIASの構築、運営・維持管理費の最適化に関わる政策・手続きの構築等 |
| 3 | Fayoum Water Management Project | オランダ | 予算（百万US\$）：- 期間：1993 - 2006 成果：ファイユームにおけるWUOの設立強化、関係政府職員の研修等 |
| 4 | Irrigation Improvement Project (IIP) | WB | 予算（百万US\$）：80.00 期間：1994 - 2006 成果：デルタにおける灌漑システムの改善、水利組合の設立強化等 |
| 5 | Livelihood and Income from the Environment (LIFE) Integrated Water Resource Management Project (LIFE/IWRM project) | USAID | 予算（百万US\$）：33.00 期間：2004 - 2008 成果：中央デルタ及び上エジプトの一部（本調査の対象地域外）におけるIWMD及びBCWUAの設立強化、MWRI職員の能力強化（アメリカの大学院における研修）等 |
| 6 | Integrated Irrigation Improvement and Management Project (IIIMP) | WB、KfW、オランダ | 予算（百万US\$）：303.00 期間：2005 - 2016 成果：デルタにおける統合水管理の促進、圃場レベルでの水管理の改善、BCWUA及びDWBの設立等 |
| 7 | Fayoum Water Users Organization Project (FaWUOP) (Fayoum Water Management Projectの後継案件) | オランダ | 予算（百万US\$）：3.50 期間：2007 - 2010 成果：ファイユームにおけるBCWUA及びDWBの設立・強化、制度・組織構造・役割の見直しと実施支援、職員の能力向上等 |
| 8 | Integrated Water Resources Management II (IWRM II) | USAID | 予算（百万US\$）：- 期間：2009 - 2012 成果：中央デルタ及び上エジプトの一部（本調査の対象地域外）におけるIWMDの設立、BCWUAの設立強化、水資源の衡平な配分、水管理機器の維持・更新の改善、水質管理改善に向けた環境サービス、廃水再利用の改善、MWRI職員の能力向上等 |
| 9 | Farm Level Irrigation Project（実施準備中） | AfDB | 予算（百万US\$）：105.00 期間：2017 - 対象地域：ナイルデルタ（ElBeheira州政府） 成果：灌漑システムの近代化（末端水路含む）、農業技術（灌漑、営農）の改善等 |

出典：Participatory Irrigation Water Management in Egypt: Review and Analysis (Allam M.N.,2004)、エジプト・アラブ共和国水管理改善プロジェクトII事前調査報告書（JICA）、Evaluation of the Irrigation Improvement Project-Component of the Irrigation Management Systems (USAID, 1993.11)、Final Performance Management Report (Livelihood and Income from the Environment in Sinai) (USAID, 2012.4)、Mid-Term Evaluation Report (Integrated Water Resources Management II) (USAID, 2011.5)、Designing Local Framework For Integrated Water Resources Management Project Technical Report(1) [(National Water Research Center (NWRC), Water Management Research Institute (WMRI), 2013.4)、AfDB HP (<https://www.afdb.org/en/projects-and-operations/project-portfolio/p-eg-aac-016/>、2017年10月2日アクセス) からJICA調査団作成

加えて、ドイツ国際協力公社（Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit: GIZ）によるWater Management Reform ProgramがBCWUAの設立促進のため計画されたものの、事業化が見送られている。

¹³ アメリカ合衆国国際開発庁（United States Agency for International Development : USAID）

以上のように、末端の水管理を担当するWUAの設立やMWRIの水管理を分権するような統合水管理区域（Integrated Water Management Districts : IWMD）やBCWUAの設立が積極的に行われた。また、特に、LIFE/IWRM project及びIWRM IIでは、NWRP2017における統合水資源管理を進めることを目的に、水資源管理の分権化としてIWMDの設立支援等MWRIの機構改革とBCWUAの設立を進めた。一方、MWRI関係者への聞き取りによれば、MWRIの機構改革に関し、地方及び中央レベルでの組織の混乱が発生し、結果として地方レベルでの活動を混乱させたこと、IWMDへの能力強化を行ったものの、BCWUAの能力強化が不十分であったことが指摘されている。また、これまでの事業実施の対象地域はほとんどがナイルデルタであった。

3.2.4 世界銀行の動向

ドナー諸国と連携をとりながら、水資源管理を含む灌漑セクターの協力を進めるWBの資金供与の動きから、エジプトのこの分野の協力動向を概観する。

1970年のアスワンハイダムの竣工以降の1970年代に始まる初期の協力は、排水路システムの維持・新設等及び電気機械局（Mechanical and Electrical Department : MED）が管理する灌漑排水機場の更新・新設を行う事業が多く見られるが、1980年代中頃からは、灌漑施設を対象とする事業も展開されるようになった。この時期には、水路整備をはじめ、多様な形態のプロジェクトが実施されている。このような経過の中で、特に、2000年以降は農民グループへの施設管理移管に着目した末端施設と用水管理を対象とする事業が多くなる。（表 3.9参照）。

表 3.9 世界銀行が融資した灌漑事業例

| No. | 事業 | 概要 | 評価結果 |
|-----|---------------------------------|---|---|
| 1 | Nile Delta Drainage Project | 承認年：1970 完了年：1980 当初予定額（百万US\$）：26.00 対象地域：ナイルデルタ 目標：農地への更なる湛水及び土壌塩類化による被害防止に加え、既に被害を受けている土地の劣化防止 成果：主要排水路におけるポンプ場の建設、排水路の改修、デルタにおける圃場集水渠の設置 | <ul style="list-style-type: none"> 数多くの困難にも対処し、経済的インパクトや受益者の多さの観点からは大成功した。 一方、当初予定から4年間事業期間が延長したことで、便益は下がった面もある。 （1982年6月） |
| 2 | Upper Egypt Drainage | 承認年：1973 完了年：1981 当初予定額（百万US\$）：36.00 対象地域：上エジプト 目標：上エジプトの排水の改善 成果：新規排水路の掘削、既存排水路の改修、新規ポンプ場の建設、既存ポンプ場の拡張、塩類化した土地の再生 | <ul style="list-style-type: none"> エジプトの灌漑地域において排水は必要不可欠なものであり、農業セクターの中で、排水を選択したことは妥当性がある。 主要な課題は、適切な事業実施が挙げられる。 （1984年6月） |
| 3 | Upper Egypt Drainage (2) | 承認年：1976 完了年：1985 当初予定額（百万US\$）：50.00 対象地域：上エジプト 目標：灌漑農業セクターにおける農業生産性の向上 成果：新規排水路の掘削、既存の排水路の改修、圃場排水の設置、新規ポンプ場の建設、塩類化した土地の再生 | <ul style="list-style-type: none"> 事業の開始・実施に大幅な遅れが出たが、経済収益率の観点から、事業は成功したと言える。 持続性は、モニタリングシステムと排水性能に課題を抱える施設の運営・維持管理の効率性次第である。 （1988年6月） |
| 4 | Nile Delta Drainage Project (2) | 承認年：1977 完了年：1985 当初予定額（百万US\$）：66.00 対象地域：ナイルデルタ 目標：灌漑農業セクターにおける農業生産性の向上 成果：既存排水路の改修、圃場排水の設置、新規ポンプ場の建設、既存ポンプ場の復旧 | <ul style="list-style-type: none"> 同上 |

| No. | 事業 | 概要 | 評価結果 |
|-----|--|---|--|
| 5 | Irrigation Pumping Stations Rehabilitation Project | 承認年：1983 完了年：1992 当初予定額（百万US\$）：41.50 対象地域：上下エジプト 目標：灌漑・排水ポンプ場の改善、MEDの運営・維持管理能力の強化 成果：ポンプユニットの交換、ポンプ場復旧のための設備設置、維持管理のためのワークショップ及び電気研究所の設立・設備設置、ポンプオペレーター及び倉庫番職員用住居の建設、灌漑省MEDによるポンプ場の維持管理・会計・在庫システムにかかる組織強化 | <ul style="list-style-type: none"> 計画を上回る多くの復旧が実現し、満足度は高い。 経済収益率は、大変満足な結果である。 一方、組織の脆弱性については追加の留意が必要である。 持続性に関し、職員のモチベーションはあるが、維持管理システムに改善点が見られる。 (1994年6月) |
| 6 | Drainage Project (5) | 承認年：1985 完了年：1994 当初予定額（百万US\$）：68.00 対象地域：エジプト全域 目標：適切な排水による農業生産性の向上、過剰な塩と水の農業生産地域外への排出による土地劣化の改善、灌漑関係の行政機関の設計・施工管理・排水活動に関する管理・モニタリング評価及び施設の維持管理能力の強化 成果：排水路の改修、地下排水の復旧 | <ul style="list-style-type: none"> 大部分の改修は、大幅な遅れなく成功裏に完了し、目標の大部分は達成されており、大変満足な結果である。 行政機関の能力が強化され、これにより、調達された施設・維持管理設備は、排水活動の長期の持続性の担保に貢献した。 (1995年4月) |
| 7 | Channel Maintenance Project | 承認年：1986 完了年：1993 当初予定額（百万US\$）：70.00 対象地域：エジプト 目標：灌漑・排水路の運営効率の改善による農業生産性の向上、水路復旧への主な投資ニーズの最小化、維持管理経費の抑制・削減、本プロジェクトの実施に関わる公共水利省の組織能力の強化、水路の維持管理に関わる公的掘削企業のスタッフの生産性・設備の改善 成果：エジプトの水路維持管理能力の近代化のための民間用草刈機械及び農業省関係機関用現場・研究機材の調達、灌漑・排水路の雑草制御用除草剤の輸入 | <ul style="list-style-type: none"> 水路の維持管理に関し、水路の損傷等が継続されており、事業の成果としては不満足な結果である。 本事業で調達した機材が水路の維持管理に必要な部品を有しておらず、用途が掘削に限られる。 事業開始後、事業内容を変更したことで、当初の目標達成には貢献しなかった。 (1995年6月) |
| 8 | Pumping Stations Rehabilitation Project (02) | 承認年：1990 完了年：1998 当初予定額（百万US\$）：31.00 対象地域：デルタ中心、ナイル渓谷 目標：ポンプの設備の復旧による農業生産の損失の回避、ポンプ工場の運営・維持管理費の削減、MEDの組織能力の強化 成果：ポンプ場の復旧、倉庫・電気関係研究所・ポンプ場への機材供与、経営情報システムや電気関連研究所・水質モニタリングに関わる技術協力等の組織支援 | <ul style="list-style-type: none"> 当初計画を上回るポンプ場が改修されたが、MEDの業務方法に改善が見られたという証拠は少ない。 以上より、本事業の成果は、やや不満足な結果である。 (2004年2月) |
| 9 | National Drainage Project | 承認年：1991 完了年：2000 当初予定額（百万US\$）：120.00 対象地域：エジプト全域 目標：湛水及び塩類化が土地生産性の維持・増加の妨げとなっている地域におけるEPADPの排水実施能力の強化 成果：暗渠の設置・更新、地上排水路の改修、EPADP・排水研究所・地下水研究所に対する技術協力及び機材供与等の組織支援、MEDへのポンプ関連機材供与等 | <ul style="list-style-type: none"> 目標はおおむね達成しており、事業の成果は満足な結果である。 組織支援は、行政機関だけでなく、民間セクター関係者の能力向上も見られた。 モニタリング・評価システムの構築は、重要な成果である。 (2004年2月) |
| 10 | Irrigation Improvement Project (IIP) (表 3.8と内容一部重複) | 承認年：1994 完了年：2006 当初予定額（百万US\$）：80.00 対象地域：デルタ 目標：灌漑施設の改善・平等な水分配の促進及び灌漑管理の改善による農業生産性と農家所得の向上、農民への灌漑システムの運営・維持管理権限の移譲による灌漑の長期の持続性の改善、公共水利省の灌漑セクターにおける計画・実施能力の強化 成果：水路改修や施設設置等による灌漑システムの改善、研修や水利組合への支援等による灌漑アドバイザーサービスの構築、設計・施工管理・モニタリング評価に関わる組織支援、環境アセスメント・管理に関わる能力強化及びガイドラインの策定、圃場での灌漑管理に関わる実演 | <ul style="list-style-type: none"> 事業のデザインに不足があり、灌漑工事の詳細設計が完成せず、事業期間が延長された。 水利組合の設立や技術的な達成度は相当なものであり、今後、活動が拡大し続ければ、事業のインパクトの発現が期待される。 以上より、事業の成果は、やや満足な結果である。 (2007年9月) |

| No. | 事業 | 概要 | 評価結果 |
|-----|--|---|---|
| 11 | Pumping Stations Rehabilitation III | 承認年：1998 完了年：2007 当初予定額（百万US\$）：120.00 対象地域：エジプト全域 目標：ポンプ場の運営・維持管理の効率改善及び経費の削減、配水及び排水の確実性・効率性の改善、MEDの計画・運営維持管理能力の更なる強化 成果：ポンプ場の復旧、倉庫及び電気関係研究所の強化、MEDの能力強化 | <ul style="list-style-type: none"> 当初計画以上にポンプ場の復旧が行われた。 新規ポンプ場の建設は成功裏には完成しなかった。 組織支援や能力強化の成果は十分発現している。 モニタリング評価及び経営情報システムの構築には課題が残る。 以上より、事業の成果は、やや満足な結果である。 (2008年5月) |
| 12 | The Second National Drainage Project | 承認年：2000 完了年：2015 当初予定額（百万US\$）：50.00 対象地域：エジプト全域 目標：灌漑地域における排水効率の改善、農業生産性の向上及び農家所得の向上、産業・生活廃水の排出による排水路の環境問題の確認及び解決に関わる監視 成果：暗渠の設置、暗渠の改修・深化、他排水事業に対する組織支援 | <ul style="list-style-type: none"> 当初計画を上回る地域の排水効率が改善したものの組織改革には課題が残る。 農家所得の向上に貢献したが、農業生産性に関わる情報は無い。 環境問題への対処は、課題に直面している。 以上より、事業の成果は、やや満足な結果である。 (2016年6月) |
| 13 | Integrated Irrigation Improvement and Management Project (IIIMP) (表 3.8と内容一部重複) | 承認年：2005 完了年：2016 当初予定額（百万US\$）：120.00 対象地域：デルタ 目標：灌漑農業のための水利用及び各種サービス効率向上のための灌漑・排水路管理の改善 成果：総合的な水管理、圃場における水管理、関係機関及び水利組合の組織・能力向上、プロジェクト運営管理、環境政策の推進 | <ul style="list-style-type: none"> 事業目標の妥当性は高く、農業生産性の向上・貧困削減だけでなく、洪水被害の軽減に寄与した。 計画内容・実施・公平性はおおむね適当であった。 全体評価はおおむね満足であったと言える。 メスカ改修工事費用が当初予算を超過し、実施期間が2年間延長された点は低い評価となった。 政府・実施機関の関与はおおむね満足であった。 (2016年12月) |
| 14 | West Delta Water Conservation and Irrigation Rehabilitation Project | 承認年：2008 完了年：2011 当初予定額（百万US\$）：145.00 対象地域：西デルタ 目標：過剰な地下水資源利用による環境破壊の緩和、水資源利用による灌漑施設のための財政維持のためのフレームワーク構築を通じた対象地域の住民の生計・収入向上 成果：地表水灌漑システムの設計、建設、運営及び水利用の計画、小・中規模農家を対象とした市場嗜好型技術支援、プロジェクトマネジメントユニット、職員、水利組織（組合）に対する組織力及び能力向上 | <ul style="list-style-type: none"> 目標の妥当性は十分であった。 計画内容はおおむね適当であった。 生計向上と収入向上に関する活動の協調により成果は適切で論理的と言える。 省庁、水利組織に対する能力強化事業は妥当であった。 民間オペレーターの財源の確保のための活動が見落とされていた。 省庁間の調整は乏しい。 (2013年1月) |
| 15 | EG - National Drainage II Add. Financing | 承認年：2010 完了年：2017 当初予定額（百万US\$）：30.00 対象地域： 目標：排水路の延長、農業生産向上及び収入向上、対象地域内の工業排水及び生活排水の水路への流入による環境汚染問題の解決策の検討 成果：実施中プロジェクトの対象地域拡大のための排水路建設、資機材の供与、技術支援による関係者の能力強化 | <ul style="list-style-type: none"> EPADPの5つの地域事務所プロジェクトコーディネーターを配置し、地域事務所内での情報のやり取りの促進やフォローアップを実施予定。 EPADPの予算が逼迫しており、IBRDが調達する土木工事は総支出の65%に引き上げられる見込み。 (2010年2月) |
| 16 | Participatory Farm-level Irrigation Modernization | 承認年：2010 完了年：2016 当初予定額（百万US\$）：3.00 対象地域：デルタ 目標：対象地域における近代的な灌漑圃場均平化及び栽培技術実践のための参加型アプローチ事業の実施 成果：参加型による灌漑圃場均平化の近代的な技術、改良型灌漑及び栽培技術の普及、モニタリング・評価、教訓の普及 | <ul style="list-style-type: none"> 当初計画の面積まで到達しなかったが、追加面積分は事業が実施された。 技術普及は計画通り実施された。 プロジェクト終了時に、技術普及が正式に普及プログラムに認定されることが政府側と合意された。 (2016年5月) |

| No. | 事業 | 概要 | 評価結果 |
|-----|--|--|---|
| 17 | EGYPT-Farm-level Irrigation Modernization | 承認年：2010 完了年：2017 当初予定額（百万US\$）：100.00 対象地域：主にデルタ 目標：改善された灌漑システムへのアクセス向上 成果：灌漑圃場の改善及び圃場技術の近代化 | <ul style="list-style-type: none"> 各活動及び専門家を通じて請負業者の監督が強化された。 終了に向け、残りの事業が円滑に進むよう調整が行われている。 <p style="text-align: right;">(2017年7月)</p> |
| 18 | EG-Enhanced Water Resources Management | 承認年：2012 完了年：2016 当初予定額（百万US\$）：6.68 対象地域：デルタ 目標：総合的な水資源管理に対するパイロット事業の実施及び受益地域の水資源関連機関の能力強化 成果：稲集約栽培法の普及による年間の水利用量の減少、パイロット事業区への水供給の向上、関係機関の能力強化、リモートセンシング・GIS等の導入による調査手法の改善、水利費徴収のための水利用者に対する啓蒙活動の実施 | <ul style="list-style-type: none"> 国家・世銀の政策及び、環境問題に対するプロジェクトの貢献は高く評価する。 計画は、プロジェクト活動、投入、成果が論理的に関連づけられている。 パイロット事業実施は、十分実施され十分と評価する。 能力強化については、十分と評価するが、プロジェクトの貢献度を測ることは難しい。 <p style="text-align: right;">(2017年7月)</p> |
| 19 | Regional Coordination for Improved Water Resources Mgt. & Capacity | 承認年：2012 完了年：2017（実施中） 当初予定額（百万US\$）：1.05 対象地域：エジプト全域 目標：流域の水資源管理及び気候変動等による脆弱な農業生産システムの改善 成果：水資源・営農改善、能力構築及びプロジェクトマネジメント、地域間の調和及び調整の改善 | <ul style="list-style-type: none"> プロジェクト全体はおおむね順調に実施されている。 終了に向け、成果が受益者に共有されるようになった。 <p style="text-align: right;">(2017年5月)</p> |

出典：World Bank Web site、Project Performance Audit Report on Nile Delta Drainage Project I（1982年2月）、Project Performance Audit Report on Upper Egypt Drainage I Project（1984年6月）、Project Performance Audit Report on Upper Egypt Drainage II Project and Nile Delta Drainage II Project（1988年6月）、Performance Audit Report on Irrigation Pumping Stations Rehabilitation Project（1994年6月）、Implementation Completion Report on Drainage V Project（1995年4月）、Implementation Completion Report on Channel Maintenance Project（1995年6月）、Project Performance Assessment Report on Second Pumping Stations Rehabilitation Project（2004年2月）、Project Performance Assessment Report on the National Drainage Project（2004年2月）、Implementation Completion Report Review on Egypt Irrigation Improvement Project（2007年9月）、Implementation Completion Report Review on Pumping Stations Rehabilitation III（2008年5月）、Implementation Completion Report Review on The Second National Drainage Project（2016年6月）、Implementation Completion Report Review on EGYPT-Integrated Irrigation Improvement and Management Project（2016年12月）、Implementation Completion Report Review on West Delta Water Conservation and Irrigation Rehabilitation Project（2013年1月）、Project Paper on Proposed Additional Loan in the Amount of US\$30 million to the Arab Republic of Egypt for an Additional Financing for the Second National Drainage Project（2010年2月）、Implementation Status & Results Report on Participatory Farm-level Irrigation Modernization（2016年5月）、Implementation Status & Results Report on EGYPT-Farm-level Irrigation Modernization（2017年7月）、Implementation Completion Report Review on EG-Enhanced Water Resources Management（2017年7月）、Implementation Status & Results Report on Regional Coordination for Improved Water Resources Mgt. & Capacity（2017年5月）、Project Appraisal Document on A Proposed Grant on Regional Coordination for Improved Water Resources Mgt. & Capacity（2012年6月）、Project Paper on an proposed additional Loan in the amount of US\$30 million to the Arab Republic of Egypt for an Additional Financing for the second national drainage project（2010年2月）からJICA調査団作成

多くの事業で、その期間内での評価は満足する結果を得ているが、前述の通りMWRI及び水利組合への組織運営面での能力強化は不十分で、事業後のMWRIへの引き継ぎも十分でなかったことから、水利組合の持続性、MWRIによる展開のためにはそれらの強化が求められる。また、事業実施の対象地域はナイルデルタ地域が主である。

3.2.5 他ドナーの協力まとめ

以上を受けて、他ドナーの協力の成果は以下のように集約できる。

- (a) 一連のNWRP策定やBCWUAの法的ステータスの付与に係る政策レベルの計画策定支援
- (b) エスナ堰、ナガハマディ堰及びアシュート堰等灌漑システムの上流のナイル川における大規模堰改修
- (c) メガプロジェクトといわれる新規開拓地における大型灌漑システムの導入
- (d) 表 3.8で言及した下流の末端水路であるメスカの改修及び水利組合の設立支援
- (e) LIFE/IWRM I project及びIWRM IIで実施した水管理の受け皿としてのIWMD等MWRIの組織強化

一方、他ドナーの協力に対する課題は以下のように集約できる。

- (a) LIFE/IWRM1 project及びIWRM IIで実施したMWRIの機構改革推進による現状の組織体制への影響
- (b) 表 3.8で言及したBCWUA及びWUAに対する設立支援は実施されたが、設立後の能力強化不足

成果として、政策レベルや大規模事業等灌漑セクターに大きな影響を与えるものや、末端レベルに近い水利組合の組織強化やそのMWRI側の水管理の受け皿の設立と強化を実施したものが多いが、MWRIの構造改革を推進したことで組織面で混乱が生じ、事業効果が必ずしも継承されず、受け皿としての組織設立は進んだものの、能力強化が十分伴わなかったことから設立後の組織が脆弱なことが課題となっている。これは、灌漑システムの運営を担うMWRI、水利組合の組織面・技術面での能力強化が、持続性確保のためには重要であることを示しているといえる。

3.3 灌漑セクターにおける日本の協力

3.3.1 灌漑セクターにおける日本の協力概要

エジプトでは、前述のとおり、1970年のアスワンハイダム竣工以降、ドナーによる灌漑セクターに対する協力が盛んに行われている。日本は、1983年に技術協力協定を締結した後、1990年にバハルヨセフ地区灌漑整備計画調査を実施し、それを基に1997年から無償資金協力事業による灌漑施設の改修事業を支援しており、2000年以降になると技術協力による水管理分野への協力が開始されている。

2015年から円借款事業による新ダイルート堰群（本調査で対象とするイブラヒミア基幹水路とバハルヨセフ基幹水路への分水堰）の建設を行うための詳細設計調査が開始されている。

また、近年は、食糧等の持続的生産、灌漑水の再利用のための下水処理技術等の研究分野の協力も行われている（図 3.1参照）。

| 項目 | 1995 | 2000 | 2005 | 2010 | 2015 |
|--------------|------------------------------------|------|--|------------|------|
| 無償資金協力 | ラフーン堰改修 | | サコーラ堰改修 | | |
| | マゾーラ堰改修 | | ダハブ堰改修 | | |
| | 第1次～第4次上エジプト灌漑施設改修計画(ポンプ場改修) | | | | |
| 有償資金協力 | | | | 新ダイルート堰群建設 | |
| 技術協力プロジェクト | ナイルデルタ水管理改善計画(WMIP) | | 水管理移管強化プロジェクト(SWMT) | | |
| | | | 水管理改善プロジェクトフェーズ 2(WMIP2) | | |
| | 中央デルタ灌漑のための排水水質管理・再利用プロジェクト(WARUS) | | | | |
| 個別専門家 | ----- | | | | |
| 本邦大学を中心とした研究 | ナイル川流域における食糧・燃料の持続的生産(SATREPS) | | 乾燥地域における灌漑再利用のための革新的下水処理技術開発の国際研究拠点形成(JST) | | |

注：年次は暦年
 出典：JICA調査団作成

図 3.1 日本の灌漑セクターへの協力の流れ

このようにエジプト灌漑セクターへの日本の協力は、NWRP 2017の4つの柱のうち第2の柱である「既存資源の効率的利用の実現」に資する分野を中心に、資金協力事業による施設整備と技術協力による水管理への協力とともに灌漑個別専門家派遣が行われてきた。これらの協力の実施は、NWRPの内容に即しており、エジプトのニーズを踏まえた妥当なものとなっている。

以下に、灌漑セクターへの日本の協力について、各案件の事業評価報告書等に基づいて、協力の成果及び課題をまとめた。

3.3.2 バハルヨセフ基幹水路の中規模堰 4 堰の改修の成果及び課題

(1) 概要

ナイル川の中流に位置するバハルヨセフ基幹水路を対象に、老朽化の著しい中規模堰4堰（ラフーン堰、マゾーラ堰、サコーラ堰及びダハブ堰）を改修した。これらの改修は無償資金協力事業により、1997年から順次実施されてきた。各堰の事業概要は表 3.10のとおりである。

表 3.10 バハルヨセフ堰改修事業の概要

| 事業 | 概要 | 事後評価結果 |
|--|--|--|
| ラフーン堰 築造年：1800年代後半 改修歴：1988年 | 完工：1997年3月12日 事業費：23.87億円 対象：受益面積22.3万ha、受益農家数214,550名 | <p><妥当性> エジプトの5カ年計画等の政策、地元ニーズと整合しており、事業は妥当であったとしている。</p> <p><目標達成度> 事業の直接の効果は不透明な部分もあるものの、対象受益面積6%増、灌漑面積10%増、作付面積10%増、作付率4%増、単収3～46%増、及び農業生産量が冬作31%、夏作16%増、作物の多様化が認められた。</p> <p><インパクト> 浮遊ゴミの滞留減少が環境面でプラスとなったこと、併設橋の拡幅により交通が円滑化したこと、水争いが減少したこと、貧困層の所得増加への貢献等の正のインパクトが認められた。</p> <p><維持管理の状況> ゲート操作が容易になり、維持管理費の約60%削減を達成した。</p> <p><提言・教訓> ゲートの遠隔操作の導入、圃場レベルの灌漑効率改善、上流部の堰の改修、総合的な水管理の必要性等を求めている。</p> |
| マゾーラ堰 築造年：1902年、 改修歴：1963及び1965年 | 完工：2002年3月14日 事業費：21.38億円 対象：受益面積2.2万ha、受益農家数13,675名 | <p><妥当性> 日本の国別援助計画、エジプトの5カ年計画等の政策、地元ニーズと整合しており、全般的評価はAである。</p> <p><施設/機材の適切性・効率性> 施設・機材は適切に管理・使用されていることから、全般的評価はAである。</p> <p><効果の発現状況(有効性)> 作付面積8%増、作付率2%増加した。一受益地の10%以上の増加、単収3～38%増・農業生産額は事業実施前と比較して2.5倍以上となったことから全般的評価はAである。</p> <p><インパクト> 併設橋の整備により交通が円滑化し、通行制限が30トンに引き上げられ、車両の走行経費及び走行時間が節減されたこと、土地なし農民(受益者の約20%)の所得改善等により、全般的評価はAである。</p> <p><自立発展性> エジプト側によるアスファルト舗装等管理努力が認められる一方、水資源の絶対量の不足により水不足への不満も聞かれ、全般的評価はBである。施設改修で全ては解決できず、より一層の水利用の効率化が求められる。</p> <p><提言・教訓> ハード・ソフトの適切な組合せは効果的、他ドナーとの連携は重要。</p> |
| サコーラ堰 築造年：1902年、 改修歴：1988年 | 完工：2006年6月11日 事業費：20.97億円 対象：受益面積3.47万ha、受益農家数97,000戸 | <p><妥当性> 日本の国別援助計画、エジプトの5カ年計画等の政策、開発ニーズと整合しており、レーティングは「高い」。</p> <p><効率性> 計画どおりの施設整備、計画内の事業費・事業期間から、レーティングは「高い」。</p> <p><有効性> 事業実施前は必要水量198.2MCMに対し、実取水量は189.1MCMと5%程度不足していたが、実施後は273.5MCMと38%のプラスとなり、全体量としては水不足が解消しつつあるものの、ピークの7月には不足傾向にあり、8割の回答者が、事業後水供給が減少したと回答しており、レーティングは「中程度」。小規模灌漑施設の老朽化や維持管理の不足に問題がある可能性がある。</p> <p><インパクト> 重力灌漑地域支線水路下流では農業生産性や単収が増加したという回答が20～45%だった一方で、支線水路下流では45～60%が減少したと回答した。また併設橋の改修による地域住民の利便性の向上等のいくつかの正のインパクトが見られたが、特に支線水路下流においては農業生産性の減少が見られ、老朽化した小規模構造物等に主に起因する水不足が影響しているものと考えられ、レーティングは「中程度」。</p> <p><持続性> 堰を直接、管理する人数が8人から6人に減少。維持管理は堰の運用状況や流量管理状況に軽度な問題があり、レーティングは「中程度」。</p> <p><結論> 以上から本事業の評価は「高い」。</p> <p><提言・教訓> 小規模灌漑施設のリハビリ必要、IIPの実施が望まれる、適正な水配分が必要。</p> |

| 事業 | 概要 | 事後評価結果 |
|---------------------------------------|--|---|
| ダハブ堰 築造年：1900年、 改修歴：1917及び1952年 | 完工：2010年7月18日 事業費：21.41億円、 対象：受益面積3.7万ha、受益農家数656,352名 | <p><妥当性> 日本の国別援助計画、エジプトの5カ年計画等の政策、開発ニーズと整合しており、レーティングは「高い」。</p> <p><効率性> 計画とおりの施設整備、計画内の事業費・事業期間から、レーティングは「高い」。</p> <p><有効性・インパクト> 配水量は目標値(489.6 MCM)を下回ったが事業後の実績値(465.8 MCM)は基準値(427.4 MCM)に対し、9%増となり、併設橋整備により待機時間は5分から0分へ解消され、事業の効果は限定的と推察されるが、農業生産高は2005年に比べ、2014年で27%向上した。レーティングは「中程度」。配水量の未達は下流の消費水量の増大や上流ダイルート堰群の老朽化に問題がある可能性がある。農業生産の向上は農業技術の向上といった別の要素による影響が考えられる。一方、周囲のポンプの運転の効率化、堰周辺の衛生環境の改善に寄与した。</p> <p><インパクト> 事業と直接の関係はないと言えるが、満足度は、不満及びかなり不満が64%を占め、末端水路における塵芥物の投棄による通水障害が生じていることが要因と考えられる。とても満足、満足の回答をした28%の農民は、2次水路上流で耕作を行っていた。事業による生活水準の向上については、96%が「変わらない」を回答し、負のインパクトは認められず、レーティングは「中程度」。</p> <p><持続性> 人件費は25%増、運営費11%増。本事業の維持管理は体制、技術、財務状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は「高い」。</p> <p><結論> 以上から本事業の評価は「非常に高い」。</p> <p><提言・教訓> 地方灌漑局は自治体とも協力し、塵芥物改修体制を構築すべき、ダイルート堰群の改修が望まれる、ソフト面支援の組合せは有効。</p> |

出典：無償資金協力事業ラフーン制水堰及びマゾーラ制水堰整備計画事後評価報告書（2002年9月、社団法人海外農業開発コンサルタント協会）、バハルヨセフ灌漑用水路サコーラ堰改修計画事後評価報告書（2012年12月、JICA）、バハルヨセフ灌漑用水路ダハブ堰改修計画事後評価報告書（2015年9月、JICA）からJICA調査団作成

(2) 協力の成果及び課題

1) 協力の成果

上記の各事後評価から、以下のような共通の成果が確認されている。

- a) 水配分の効率化により灌漑水が末端圃場まで届くことが確認され、作付面積が8～10%、耕地利用率が2～4%増加した。また、効率化の促進により余剰水を使った灌漑面積の拡大効果が見られた。さらに、適時に水が配分されることで、単収が3～46%増加し、それに伴い農家の収入増も見られた。
- b) 堰の改修の一環として併設橋の規模が見直され、物流の改善効果が見られた。

2) 協力の課題

同様に事後評価では、以下のような課題が指摘・提言されている。

- a) 限られた水資源をより有効に活用するためには改修した堰だけを点で管理するだけでは不十分であり、各水路レベルを含む流域全体を集中管理し、より効率的な水配分の考え方やシステムを導入することが必要である。
- b) 改修した堰の下流である幹線水路以下の水路に位置する小規模灌漑施設の中にも緊急に改修を要する施設が多数存在し、基幹水路上の中規模堰の改修だけでは、基幹水路以下の水路レベルを含む灌漑システム全体の水管理能力の改善には不十分である。したがって、基幹水路以下で緊急に改修を要する小規模灌漑施設の改修が必要である。

- c) 灌漑システムの最末端レベルの受益地では水不足が発生しており、引き続き水争いも見られ、その解決に向けて、より効率的な水管理のためのMWRI体制、現場からの配水状況についてのフィードバックも考慮した送配水管理、水利組合の設立と水管理能力向上のための訓練等が求められる。
- d) 現況の作付に基づく必要水量の把握と、その需要を考慮した適正な水配分がなされていない。したがって、現況の作付に基づく必要灌漑水量の把握やそれを考慮した適正な灌漑水量の供給に向けた体制が必要である。

(3) 協力のまとめ

バハルヨセフ基幹水路中上流の中規模堰の改修によるハード面の協力を通じて、対象地域における水利用の効率化、灌漑面積の増加や単収増、そして収入の増加といった効果が確認された。一方、課題を踏まえ、更なる効果発現のためには以下の協力が効果的だと考えられる。

- (a) エジプトビジョン2030における「水と灌漑」の政策として規定される「統合水資源管理システムの展開」を視野に入れた流域全体を集中管理する効率的な水配分や水系全体の整備計画の導入（システムの導入としてはハード面、管理の実践としてはソフト面での協力）
- (b) NWRP2017の第2の柱である「既存資源の効率的利用の実現」で規定される具体的な対応策である「漏水の多い路線の水路ライニングを含む灌漑効率の改善」及び「流量調整堰・堰その他の横断構造物等水配分のための施設の改良」を実践する基幹水路以下の各水路レベルにおける小規模灌漑施設の改修（ハード面での協力）
- (c) 最末端での問題を解決するためのWUA及びその上位のBCWUAの設立促進と組織面と水管理面での能力強化、加えて、MWRIとBCWUAとの連携強化（ソフト面での協力）
- (d) 現行の作付計画を踏まえた灌漑水量に係る需要を把握するシステムや需要に対応する供給体制の導入（ソフト面での協力）

以上から、ハード面の協力だけではなくソフト面の協力も必要であり、それらを組み合わせて実施することで、中規模堰4堰の改修のみの成果に比べて、より高い効果の発現が期待できる。

3.3.3 上エジプト灌漑施設改修計画（フローティングポンプ）による協力の成果及び課題

(1) 概要

上エジプトのナイル川沿いに多く配置されているフローティングポンプについて、老朽化が著しく整備が急務となっていた34カ所を対象に、1991年以降15年間、4次にわたり無償資金協力事業にて更新してきた。各事業概要は表 3.11のとおりである。

表 3.11 上エジプト灌漑施設改修計画の概要

| 事業 | 概要 | 事後評価結果 |
|-----|--|--|
| 第1次 | 完工:1993年、事業費: 12.99億円 対象:10ポンプ場 受益面積:3,165ha 受益農家数不明 | (データなし) |
| 第2次 | 完工:1998年、事業費: 14.04億円 対象:11ポンプ場 受益面積:2,604ha 受益農家数:23,000名 | (データなし) |
| 第3次 | 完工:2004年3月 事業費:8.67億円 対象:5ポンプ場及び修 理維持管理用船1隻 受益面積:4,368ha 受益農家数:5,628名 | <p><妥当性> 日本の国別援助計画、エジプトの5カ年計画等の政策、地元のニーズと整合し、貧困削減の観点からも優れていると評価され、全般的評価はAである。</p> <p><施設/機材の適切性・効率性> 施設・機材の管理・使用、施設・機材の選定、事業コストの規模は適切で、管理人員も35%削減できたことから、全般的評価はAである。</p> <p><効果の発現状況(有効性)> 一部で用地交渉の難航等により効果発現が遅れ、また管理費の低減は確認できなかったが、灌漑面積は34%増、農業生産額は45%増となると予測され、全般的評価はAである。</p> <p><インパクト> 対象地域において、平均で作付面積が4%増、農業生産額45%増、農家戸数18%増、貧困削減に一定の寄与があったと評価され、全般的評価はAである。エジプトの第4次社会経済5カ年計画(2003~2007)の計画期間において、農産物輸出額が15億エジプトポンド(約300億)から50億エジプトポンド(約1,000億円)に増加した。本事業が直接国全体やエジプトとの農業に与えた影響の度合いを計ることは困難であるが、計画対象地域では、耕作面積、農業生産額がともに増えていることから、正の影響を与えたことについては確認できた。</p> <p><自立発展性> 事後評価時点で施設が適切に運営・維持管理されていたことから、全般的評価はAである。</p> <p><提言・教訓> 1カ所のポンプが2年間使用されていなかった。事後のフォローアップが求められる。</p> |
| 第4次 | 完工:2009年3月 事業費:6.73億円 対象:8ポンプ場 受益面積:947ha 受益農家数:15,300名 | <p><妥当性> 日本の国別援助方針、エジプトの長期社会経済開発計画・政策と整合しており妥当性は高い。</p> <p><有効性・インパクト> 事業目的として掲げた送水量は2006年比で40%増、ポンプ効率は30~40%(2006年)より77%(2012年)へ改善、対象地域の作物収量は25%増、単位ポンプ送水量当たり維持管理費の削減は、おおむね達成された。農家の家畜使用頭数が21%増加という正のインパクトが確認され、負のインパクトは認められないことから、有効性・インパクトは高い。</p> <p><効率性> 事業費は計画内(91%)だったが、事業期間が計画を若干上回った(112%)ことから、効率性は中程度。</p> <p><持続性>、実施機関の体制面、技術面、財務面、維持管理状況ともに問題なく、本事業によって発現した効果の持続性は高い。</p> <p><総合評価> 上記を総合的に判断し、総合評価は非常に高い。</p> <p><提言・教訓> 事後評価においてデータ収集が困難だったことから、データベースの作成が求められる。</p> |

出典：第3次上エジプト灌漑施設改修計画事後評価（2007年、外務省）、第4次上エジプト灌漑施設改修計画事後評価票（2014年2月、JICA）からJICA調査団作成

(2) 協力の成果及び課題

1) 協力の成果

上記の各事後評価から、以下のような成果が確認されている。

- a) 第3次計画は揚水能力が改修前の合計7.1 m³/sから改修後は8.1 m³/sと14%増加し、第4次計画はポンプ効率が2006年の30~40%から2012年の77%へ改善した。本協力は、ナイル川に設置

された灌漑用揚水機場の更新であり、揚水能力の増加が直接の指標と言えるため、この点に関して評価されている。

- b) 施設の運用・維持管理について、適切あるいは問題なしとの評価であった。加えて、本調査時点でのMEDへの聞き取りでも、全34カ所のうち、確認できた25カ所について、全て稼働していると報告された。
- c) 各協力時期において、表 3.12のとおり灌漑面積の拡大が確認された。

表 3.12 灌漑面積の拡大

単位：feddan（カッコ内はha）

| | 事業実施前 | 事業実施後 | 増加率 |
|-----|---------------|----------------|-------|
| 第1次 | 7,535 (3,165) | - | - |
| 第2次 | 4,040 (1,697) | 6,870 (2,885) | 70.0% |
| 第3次 | 7,620 (3,200) | 10,400 (4,368) | 36.5% |
| 第4次 | 1,804 (758) | 2,255 (947) | 25.0% |

出典：MWRI派遣JICA専門家提供資料、第3次上エジプト灌漑施設改修計画事後評価（2007年、外務省）及び第4次上エジプト灌漑施設改修計画事後評価票（2014年2月、JICA）からJICA調査団作成

2) 協力の課題

25カ所において稼働している状況が確認されたものの、第1次供与から22年～24年が経過していることから、20年周期で更新を検討する必要がある。

(3) 協力のまとめ

上エジプト灌漑施設改修計画（ハード面の協力）を通じて、揚水能力の増加や機場が現在でも稼働していることが確認された。加えて、直接的な受益地での灌漑面積の拡大が確認され、協力の持続性や効果は高いが、対象地域外での面的広がりは確認されていない。また、課題を踏まえ、ポンプ及び原動機類更新の必要性があるものの、フローティングポンプに対し、クウェートからの借款による第5次改修計画が存在し、9カ所を改修予定であることから、今後も各ドナーによる継続協力が想定される。

3.3.4 新ダイルート堰群の建設の特徴

(1) 概要

現在円借款事業にて、「新ダイルート堰群建設事業」の詳細設計が進んでいる。ダイルート堰群は、これまで日本が中規模堰の改修を進めてきたバハルヨセフ基幹水路系の取入口となる堰で、現役の堰では最古の部類に入る。堰の改修に加えて、統合水資源管理システムとして用水路系に水位観測ポイントを複数設けることにより（13堰、41取水工）、中央管理室から水路系全体の流況の確認、需要に合わせた水門開度の変更が可能となる。事業概要は表 3.13のとおりである。

表 3.13 新ダイルート堰群建設事業概要

| 事業 | 概要 | 評価計画 |
|------------------|--|--------------------------------|
| 新ダイルート堰群 築造年： | スケジュール：2015年3月から2021年8月を予定 事業費：62.88億円（うち、円借款対象額：58.54億 | 事業効果として以下が想定されている。 1. 定量的効果 |

| 事業 | 概要 | 評価計画 | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|---|-----|-------------------|-----------------------|-----------------------------------|-------|--------------------------------------|--|--------------------|---------------------------------|---------------|-----|-----|---------------|-----|-----|
| 1872年代 改修歴： 1900~1907 年、1962 年、2001年 | <p>円で本邦技術活用条件 案件) 実施主体:MWRIの貯水池 および大堰局 (Reservoirs and Grand Barrages Sector: RGSB) 対象:アシュート県ダイレ ート市及び周辺流域(ギザ 県、ベニスエフ県及びフ アイヌーム県) 事業概要:1.堰群の建設(5 堰の新設、ゲート設備導 入、周辺整備、仮締切工 事)、2.統合水管理シス テムに係る通信資機材 の導入(システム整備、 中央管理施設)、3.コン サルティングサービス(入 札補助・施工監理) 受益面積:60万ha 受益農家数:200万世帯</p> | <p>(1)運用・効果指標</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>指標名</th> <th>基準値 (2013年実績値)</th> <th>目標値(2025年) 事業完成3年後</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>支線取水口への流入量 (百万m³)</td> <td>計測不可能</td> <td>計測可能となり、必要水 量を前提とした水管理 が実施される。</td> </tr> <tr> <td>バハルヨセフ基幹水路へ の流入量(百万m³)</td> <td>夏:2,100 冬:1,700</td> <td>夏:約2,300(10%増) 冬:約1,800(6%増)</td> </tr> <tr> <td>コムギ生産高(万トン/年)</td> <td>170</td> <td>174</td> </tr> <tr> <td>メイズ生産高(万トン/年)</td> <td>220</td> <td>229</td> </tr> </tbody> </table> <p>(2)内部収益率 以下の前提に基づき、本事業の経済的内部収益率(Economic Internal Rate of Return: EIRR)は21.2%、財務的内部収益率(Financial Internal Rate of Return: FIRR)は算出せず。 【EIRR】 費用:事業費(税金抜)、運営維持管理費 便益:配水の安定化による農作物収量の増加 プロジェクトライフ:50年</p> <p>2. 定性的効果 効率的な水配分の実現による農業生産性の向上</p> <p>今後の事業評価として、「支線取水口への流入量(百万m³)」、「バハルヨセフ 基幹水路への流入量(百万m³)」、「コムギ生産高(万トン/年)」及び「メイズ生 産高(万トン/年)」が指標として想定されている。</p> | 指標名 | 基準値 (2013年実績値) | 目標値(2025年) 事業完成3年後 | 支線取水口への流入量 (百万m ³) | 計測不可能 | 計測可能となり、必要水 量を前提とした水管理 が実施される。 | バハルヨセフ基幹水路へ の流入量(百万m ³) | 夏:2,100 冬:1,700 | 夏:約2,300(10%増) 冬:約1,800(6%増) | コムギ生産高(万トン/年) | 170 | 174 | メイズ生産高(万トン/年) | 220 | 229 |
| 指標名 | 基準値 (2013年実績値) | 目標値(2025年) 事業完成3年後 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 支線取水口への流入量 (百万m ³) | 計測不可能 | 計測可能となり、必要水 量を前提とした水管理 が実施される。 | | | | | | | | | | | | | | | |
| バハルヨセフ基幹水路へ の流入量(百万m ³) | 夏:2,100 冬:1,700 | 夏:約2,300(10%増) 冬:約1,800(6%増) | | | | | | | | | | | | | | | |
| コムギ生産高(万トン/年) | 170 | 174 | | | | | | | | | | | | | | | |
| メイズ生産高(万トン/年) | 220 | 229 | | | | | | | | | | | | | | | |

出典：新ダイレート堰群建設事業事前評価表、新ダイレート堰群建設事業詳細設計に関する説明会資料からJICA
調査団作成

(2) 協力の特徴

新ダイレート堰群は未だ事業完了前であり、成果や課題を記述することが難しいが、前述の事業
事前評価表や資料から以下の特徴が見られる。

- (a) 前述のバハルヨセフ基幹水路の中規模堰4堰の改修を通じ、既設ダイレート堰群が担う灌漑用
水のうち、52%を分担するバハルヨセフ基幹水路上の分水機能堰を順次回復させた経緯があ
り、本協力はその分水機能強化事業の集大成である。中規模4堰改修を含め総合水資源管理の
面からも大きく貢献する。
- (b) 各支線取水口と共に、前述のバハルヨセフ基幹水路の中規模堰4堰の改修の対象となったバハ
ルヨセフ基幹水路への流入量を増加・安定させることが可能である。
- (c) 60万ha及びその受益農家200万世帯における安定した灌漑農業実現に寄与し、コムギ及びメイ
ズの生産高向上への貢献が見込まれている。

3.3.5 水利組合による水管理及び灌漑施設の維持管理に関する技術協力プロジェクトの成果及び 課題

(1) 概要

水利組合の能力強化を通じた水管理と彼らが管轄する灌漑施設の維持管理に関する協力が実施さ
れている。一連の協力として、ナイルデルタ水管理改善計画（Water Management Improvement
Project: WMIP）、水管理改善プロジェクトフェーズ2（Water Management Improvement Project Phase

2: WMIP2)及び水管理移管強化プロジェクト(Strengthening for Water Management Transfer: SWMT)の3プロジェクトがある。各事業概要は表 3.14 のとおりである。

表 3.14 水管理及び灌漑施設の維持管理に関する技術協力の概要

| 事業 | 概要 | 終了時評価結果 |
|--------------------------|--|---|
| ナイルデルタ水管理改善計画 (WMIP) | 協力期間:2000年3月～2007年2月 事業費:5.80億円、 対象地域:1地区(カフル・シェイク県(中央デルタ)) 目標:農民参加によるIIP事業の改善手法の実証 成果:1.灌漑施設の改善手法、2.WUA 設立手法、3.圃場レベルの適切な水管理、4.政府職員への情報共有 | <p><妥当性>エジプトの5カ年計画等の政策、日本の国別援助計画、受益農民のニーズと整合しており、妥当性は高い。</p> <p><有効性>受益農民へのアンケート結果によると、96%が満足しており、各成果の達成度も満足できる水準であり、有効性は高い。成果1:65のメスカで灌漑施設建設工事完了、92%の農民がメスカレベルの水管理面で良く機能していると回答。成果2:66のWUAが設立・登録、5種の研修テキスト作成、全てのWUA(64WUA)で水利費が徴収されており、WUAの67%が水利費の一部としてポンプ更新費を徴収。</p> <p><効率性>両国の投入は適切になされ、プロジェクトの管理も適切に行われたことから、満足できる水準。</p> <p><インパクト>改善手法の他プロジェクトへの普及、公平な水配分、灌漑時間・コストの減少、収量増加、水争いの軽減、旧メスカの農道としての利用等多くのインパクトが見られる。</p> <p><自立発展性>政策面では改善の余地があり、資金面では確保の見通しが立ち、組織面は法制度の未整備への対応が必要で、技術面では大きな問題はない。</p> <p><提言・教訓>支線・幹線水路の水利用効率の向上への取組、事業実施地区への適切なフォローアップが求められる。スタッフの意識改革による農民への丁寧な対応、プロジェクト途中の適切な評価・軌道修正は効果的であった。</p> |
| 水管理改善プロジェクトフェーズ2 (WMIP2) | 協力期間:2008年6月～2012年4月 事業費:1.75億円 対象地域:6地区(バヘイラ県(西デルタ)、カフル・シェイク県(中央デルタ)、ファイユーム県・ミアナ県・ダカヒリア県・ケナ県(上エジプト)) 目標:全国のWUOの設立支援・活動強化できるようCDIASの能力向上 成果:1.様々なレベルのWUOの役割・機能の明確化、2. WUOの設立支援・活動強化の方策、3. 「2.」のための全国レベル政府機関の体制構築 | <p><妥当性>エジプトの5カ年計画等の政策、日本の国別援助計画と整合しており、妥当性は高い。</p> <p><有効性>成果3の達成度は低いものの影響は限定的で、目標は達成される見込みであることから、有効性は中程度。水路運営計画は地区ごとに7～8割の満足度(目標8割)で実施。メスカレベルで地区ごとに8～10割(目標9割)から維持管理費が徴収されており、支線レベルでは2～5割。6～8割のアクションプランが開始され(目標50%)、5～8割が完了済み(目標25%)。</p> <p><効率性>両国の投入は適切になされ、共同補修工事(Joint Repair Work: JRW)はコスト効率性が高い手法である等、効率性は高い。</p> <p><インパクト>一部BCWUAは維持管理費の徴収に成功し、他のJICAプロジェクトとの技術交流はナイル流域国の紛争予防の基盤構築に寄与することが期待される等正のインパクトが見られ、全体としては中程度。</p> <p><持続性>C/Pは導入技術の活用を始めており、技術的持続性は比較的高いが、C/P機関の不安定な地位、不透明な財政面の見通し、C/Pの相次ぐ離任等により持続性はやや弱い。</p> <p><提言・教訓>MWRIによる財政・組織面でのフォローが必要、BCWUA等の法的位置付けが必要、灌漑管理移管(Irrigation Management Transfer: IMT)のための平易なガイドブックの作成、水管理における日本の知見の活用、JRWの高い有効性等が挙げられた。</p> |
| 水管理移管強化プロジェクト (SWMT) | 協力期間:2012年11月10日～2016年3月9日 事業費:2.21億円 対象地域:4地区(ガンベীラ県(中央デルタ)、バヘイラ県(西デルタ)、ファイユーム県(上エジプト)) 目標:全国レベルで水管理移管を行うために必要な実施体制整備 成果:1. BCWUAへの水管理移管の方法論、2. 実践的な研修を持続的に | <p><妥当性>エジプトの5カ年計画等の政策、日本の国別援助計画、ターゲットグループのニーズと整合しており、日本の技術の優位性も認められ、妥当性は「優」。</p> <p><有効性>全成果、目標は達成見込みで、有効性は「良」。専門家チームと関係者間の協働は促進要因だが、C/Pの頻繁な交代は阻害要因。TOT研修参加者の80%の理解度は90%以上、スタッフ研修参加者の80%の理解度は80%以上。TOT:8コース、スタッフ研修:11コース、WUA研修:7コースを実施。</p> <p><効率性>両国の投入は適切になされ、研修は高く評価されたが、一部C/Pは他業務との兼務で活動に制約もあったことから、効率性は「良」。</p> <p><インパクト>様々な活動は上位目標の達成に貢献しており、ネガティブなインパクトは報告されていないことから、全体としてはポジティブ。</p> <p><持続性>政策面、C/P組織の役割・能力等では継続が期待できるが、財政</p> |

| 事業 | 概要 | 終了時評価結果 |
|----|--|--|
| | 行う体制整備、3. 水管理移管（Water Management Transfer : WMT）の実施のためのロードマップの承認 | 面が懸念材料となり、持続性は「ある程度期待できる」。 ＜提言・教訓＞ロードマップの承認、推進のための必要なプロセスの整備・実施、時間的に余裕を持った機材調達、不測の事態にも対応できるよう柔軟なプロジェクト期間の設定等が挙げられた。 |

出典：WMIP1終了時評価報告書（2006年、JICA）、WMIP2終了時評価報告書（2011年11月、JICA）、Minutes of Meeting for The Terminal Evolution for The Project for Strengthening Water Management Transfer in Arab Republic of Egypt（2015年12月）からJICA調査団作成

(2) 協力の成果及び課題

1) 協力の成果

上記の各案件の終了時評価から、以下のような成果が確認されている。

- a) 水管理に関し、常に農民/水利組合の参画が担保される仕組みの構築を図り、水利用の裨益者である農民が自ら問題点を分析するための手法等も導入した。加えて、省庁職員が農民を指導するためのマニュアル（WMT、水質検査、GIS、水配分、環境、研修等）の他、省庁内で講師を育てるためのカリキュラムも完成し、職員が農民を指導する仕組みが構築された。
- b) 灌漑施設の維持管理に関し、支線水路の補修を受益者が自ら行う共同補修工事（Joint Repair Work : JRW）の考えを導入し、実践した。JRWは完全外注による補修工事に比べて工事費を2割削減することに成功し、一部BCWUAではその実施に向けた費用徴収を開始した。
- c) 現況の水管理の課題を調査し、その結果に基づいて水管理施設の新設・補修、コメの違法作付の排除、ローテーションの新ルールの設定・順守などを行って、より公平な水配分を実現し、末端の水不足を軽減した。
- d) 活動成果をまとめて省庁に政策提言し、水管理移管（Water Management Transfer : WMT）の全国展開を行うロードマップが作成され、2015年12月3日のワークショップにて正式に採用された。本ロードマップはMWRIとしてのWMTの方向性を示したもので、関係者の役割分担を明確化し、BCWUAの能力別に5段階に分け、2025年時点で段階別の組織数を能力向上の努力目標として掲げている。

2) 協力の課題

同様に終了時評価及び今回の調査からは、以下のような課題が指摘・提言できる。

- a) 水管理には資金が必要であるため、農民主体のWUA、特にBCWUAに対し法的ステータスを与え、活動資金を合法的に管理できるように強化する。一方、BCWUAに法的ステータスを与える法案は現在閣議を通過し、議会にかける準備中である。
- b) ロードマップが適切に導入されることを監視、評価するため、灌漑指導部（Irrigation Advisory Service : IAS）傘下のCDIAS及びGDIASの研修講師育成のための人材及び予算の確保が懸念材料である。

(3) 協力のまとめ

WMIPが農民レベルの灌漑水管理に関する技術的手法展開の確立を行い、WMIP2はその手法の展開を進めた。さらに、SWMTは、実践活動を行いながらマニュアルを作成し、水管理移管を進めるためのロードマップを作成した。一連の協力において、支線水路以下の水管理及び灌漑施設の維持管理に対する実践を行い、それらをマニュアルとして整理した功績は大きい。ロードマップの進捗状況に関し、本調査時点である2016年度は、MWRIからの聞き取りによれば順調に滑り出したように見られる。一方、課題を踏まえ、更なる効果発現のためには、MWRIが主導的にBCWUAの法的ステータスに法的根拠を持たせることが前提となる。法案については、議会に準備中で、MWRIとしては成立が実現した場合はWMTを推進する意向である。また、これまで実施してきた支線水路以下の水管理・維持管理の実践を踏まえ、WMTを面的に拡大するためには、メスカでの水管理を担当するWUA、支線水路での水管理で重要な役割を果たすBCWUA及びIASに対する能力強化が必要である。その際には、これまでの支援で作成した各種マニュアル、人材育成のシステム、JRW実践のノウハウ等の活用が有用である。

3.3.6 排水再利用に関する技術協力プロジェクトによる支援

(1) 概要

デルタ地域において水資源の供給逼迫と水質悪化に対処するために、排水の再利用を拡大する協力が実施されている。事業概要は表 3.15のとおりである。

表 3.15 排水再利用に関する技術協力の概要

| 事業 | 概要 | ファイナルレポート概要 | | | | |
|-------------------------------------|--|--|----|----|----------------------|---|
| 中央デルタ灌漑のための排水水質管理・再利用プロジェクト (WARUS) | 協力期間:2012年2月～2016年3月 事業費:4.3億円 対象地域:1県(カフル・シェイク県(中央ナイルデルタ)) 成果:排水再利用計画の策定、C/Pの事業計画策定及び事業実施能力の向上 活動:調査、排水再利用計画(草案)の策定、パイロットプロジェクトの実施、排水再利用計画(マスタープラン)の最終化 | <p><排水再利用計画の策定>全体としては、水質保全と排水再利用施設からなる対応策を、その目的から狭域と広域に区分し、守るべき水質についてのモニタリング等を行っていくことを提案している。詳細は以下の通り。</p> <p>狭域の対策としては、地域住民の取組みを促すことを目的に、排水の汚染者と利用者が分かる範囲を対応範囲として設定し、また地方自治体(ローカルユニット)が関与し得るよう、村レベルの取組みのパッケージを灌漑コンプレックス(構成は①集落排水処理施設、②直接浄化施設、③排水再利用ポンプ、④堆肥化施設、⑤住民組織化、⑥環境キャンペーン、⑦植生浄化)と称し、支線水路レベル以下の水系で、用水路と排水路が近接する地点に設ける。</p> <p>広域の対策としては、下流での便益を発生させるために上流での汚染対策を施すような施策も必要となり、水系の上下流全体を見て広域に作用するような対策(ガルビア排水路の水質保全、大規模再利用機場建設、排水路の暗渠化)を幹線排水路レベルの水系で展開する。</p> <p>また、排水再利用を効果的に促進するための「技術開発・基盤整備」として水質モニタリング活用強化の基盤整備や、営農改善技術の開発・普及を、排水再利用計画を構成するプロジェクトとして提案している。</p> <p><パイロットプロジェクト>5地区を選定し、1地区では灌漑コンプレックスを含む全面展開、4地区では排水再利用ポンプの設置、環境啓発活動は全5地区で展開した。これに関し、ゴミ運搬用車両がサイトに供与された。実施体制については、排水局のDAS(Drainage Advisory Service)、灌漑局のGDIASを中心とする体制が確認された。丁寧な実施体制整備、公共用地の活用、余裕を持った工事計画等の教訓が得られ、それらは排水再利用計画(マスタープラン)策定に貢献した。</p> <p><提言>排水再利用計画の実施に向け、以下のような提言がなされている。</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>内容</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>従来のMWRIの計画と調和した事業の推進</td> <td>MWRIが既の実施している事業もあり、計画の円滑な展開のためには、MWRIが予算化しやすく、実際に事業を実施している地区を優先する、費用負担の少ないコンポーネントを先行するなどの対応が有</td> </tr> </tbody> </table> | 項目 | 内容 | 従来のMWRIの計画と調和した事業の推進 | MWRIが既の実施している事業もあり、計画の円滑な展開のためには、MWRIが予算化しやすく、実際に事業を実施している地区を優先する、費用負担の少ないコンポーネントを先行するなどの対応が有 |
| 項目 | 内容 | | | | | |
| 従来のMWRIの計画と調和した事業の推進 | MWRIが既の実施している事業もあり、計画の円滑な展開のためには、MWRIが予算化しやすく、実際に事業を実施している地区を優先する、費用負担の少ないコンポーネントを先行するなどの対応が有 | | | | | |

| 事業 | 概要 | ファイナルレポート概要 | |
|----|------------------------|-------------|---|
| | | | 効。 |
| | 他省庁及び開発パートナーと連携した実施 | | 灌漑コンプレックスの中で、集落排水処理施設の設置はMWRI単独では難しく、住宅省との連携が求められている。 |
| | 中央レベルから村レベルまでの関係者の巻き込み | | 中央レベルでは住宅省との連携、MWRI内部での部局間の連携、また村レベルでの環境啓発活動では、ローカルユニット、宗教省、青少年・スポーツ省、教育省と協力しており、今後の展開には関係者間の協力体制が必要。 |
| | 事業の面的展開と地域の上下流の連携 | | 効果の発現のためには上流から下流までの取組みが必要で、MWRI灌漑局、排水局がローカルユニットやBCWUAの連携体制を整えるべき。 |
| | 利害関係者を考慮した維持管理体制 | | 排水源である住民は衛生環境が改善し、下流の排水再利用の受益農民は利用水量が増えることから、運営維持管理について、両者の参加が期待できる。 |
| | 農民組織化における関係部局の協力 | | 排水ポンプ委員会の設立及び組織能力強化については、灌漑局、排水局のみならず、水利組合支援の実績があるGDIASが直接的な関与が求められる。 |
| | 排水ポンプ委員会の公的位置づけの明確化 | | 排水ポンプ委員会は法的な根拠はないことから、県灌漑局からの省令などにより公的な位置づけをすることが重要である。 |
| | 環境啓発活動の継続 | | 環境啓発活動は継続的な取組みが必要で、排水局、灌漑局の取組みが求められる。 |
| | ジェンダー配慮 | | 家庭のゴミ処理は女性の役割で、女性を巻き込んだ環境啓蒙活動が重要。 |

出典：WARUSファイナルレポート（2016年3月、JICA）からJICA調査団作成

(2) 協力の成果及び課題

1) 協力の成果

ファイナルレポート及び現地での聞き取りから、以下のような成果が確認されている。

- a) 排水を再利用することで灌漑効率が上がること、簡易浄化施設により再利用に足る水質基準を満たすことが確認され、それが排水再利用計画に反映された。
- b) 供与された運搬用車両の二次利用を認めているため、パイロットサイトにおけるゴミの集積・運搬活動のインセンティブに繋がっている。これにより、プロジェクト終了後も、水質改善のためのゴミ対応が続けられている。

2) 協力の課題

同様にファイナルレポートでは、以下のような課題が指摘・提言されている。

- a) 支線排水路レベル及び幹線排水路レベルでのソフト・ハード両面での活動を含めた排水再利用計画は作成されたが、対象地域を含むデルタ内を含め水平展開には至っていない。ソフト・ハード両面での活動を排水再利用計画に沿って実施するためには、MWRI内部での部局、MOH、ローカルユニット等、関係者間の連携が必要である。
- b) 支線排水路レベルを対象とした簡易浄化施設の処理能力は、上流側での水質悪化や村からの排水増加には対応しきれないと予想される。したがって、水質の悪化が過度に進展しない地域での活用に優位性があると考えられるが、活用に際して、水質に関する入念な調査

が必要性と考えられる。

(3) 協力のまとめ

排水を再利用することで灌漑効率が上がることや、対象地域内に簡易浄化施設を設置することで、再利用に足る水質基準を満たすことが確認された。また、ゴミ対策についての一つの成功例を示す一方、排水路の暗渠化を提案している。一方、課題を踏まえると、関係者間での連携が求められることや、支線排水路レベルでは対象地域選定に制限が必要となることから、排水再利用計画の面的展開には時間を要すると思われる。

3.3.7 その他の支援

これらの協力に加え、エジプトの逼迫する水資源を効果的に利活用する分野に資する研究協力が行われている。各事業概要は表 3.16のとおりである。

表 3.16 水資源を効果的に利活用する分野に資する研究協力の概要

| 事業 | 概要 | 終了時評価結果 | | | | | |
|---------------------------------------|---|---|-------|----|-----------|---------|---------|
| ナイル川流域における食糧・燃料の持続的生産 | 研究期間:2009年6月～2015年3月、事業費:4.0億円(地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム: SATREPS) 対象地域:ナイルデルタ地域、目標:急激な人口増加に対応するナイルデルタ地域での農業分野の水利用の高度化を図りながら、農業生産の効率化と持続性の確保を実現するための方策を示す。 研究項目:1. ナイルデルタの各種条件下での水及び塩の収支に係る諸条件が明らかになる、2. 用水路レベルでの水配分及び水管理の合理化の方策が提示される、3. 圃場の塩害防止の方策が提示される、4. 適切な作物選択がなされ、圃場レベルの灌漑方法の改善手法が提示される | <妥当性>エジプトの5カ年計画等の政策、日本の援助方針と整合しており、妥当性は高い。 <有効性>全成果、目標は達成されており、有効性は高い。ナイル流域の農業に要する水量を最大20～30%程度削減できる見通しを得た。学術論文としては10編(うち9編が英文)発表されており、さらに5編が発表予定。ジャーナル10回、学会発表6回、口述発表49回、ポスタープレゼンテーション12回が実施され、研究成果を外部に発信した。 <効率性>日本側の投入はおおむね適切で、エジプトの政情不安、日本での東日本大震災で中断時期もあったが延長して対応した。既存データは効率的に利用できたが、機材の盗難、CPの交代、研究機関間の調整が容易でなかった。効率性は中程度。 <インパクト>研究成果を踏まえた政策、研究提言が策定・提出される予定で、研究成果は広く発信される等、正のインパクトが認められ、インパクトはおおむね高い。 <持続性>政策面の持続性は高いが、組織面、財政面、技術面の持続性は中程度。 <提言・教訓>提言は、政策、研究提言の策定・提出、MWRIの政策面への反映、関連研究の継続、成果の発信、エジプト・日本の研究機関の連携等。教訓は、3研究機関の調整の困難さ、大学と関係省庁の連携は有効等。 | | | | | |
| 乾燥地域における灌漑再利用のための革新的下水処理技術開発の国際研究拠点形成 | 研究期間:2011年度～2016年度、事業費:年間5,000万上限(科学技術振興機構(JST)) 対象地域:乾燥地帯 活動:途上国で適用可能な新規下水処理技術の創成、技術の移転・普及 成果:実験用下水処理施設の建設、開発技術の処理メカニズム及び低減効果の把握、灌漑水に関する汚染状況とリスト評価を行うためのデータベース構築、ケニアを含めた研究拠点のネットワークの構築 | 総合評価 | 目標達成度 | 成果 | 計画・手法の妥当性 | 継続性・発展性 | 中間評価の反映 |
| | | S | s | s | s | a | a |
| | | 総合評価：S(所期の計画を超えた取組が行われている) 政情不安による遅延への臨機応変な対応、E-JUST (Egypt-Japan University for Science and Technology)を拠点とした展開、エジプト政府によるDown flow Hanging Sponge (DHS)プラントの適用が決まり、エジプト政府資金により農村灌漑地域に実証1号機の建設が開始されたことも、社会実装に向けた芽と考えられ、画期的な進捗そして成果として注目され、高く評価できる。 <目標達成度>終了前にもかかわらず当初計画をおおむね達成しており、上記1号機建設開始等高く評価できる。 <成果>プラントの現地エジプトにおけるパイロット実証試験(処理能力2,000人程度、200トン/日)、DHSの処理メカニズムの解明、灌漑水の利用実態調査、研究拠点形成、啓発活動等のいずれの項目も、着実に実施され所期の成果が得られたものと評価できる。開発した下水処理システムは、一般 | | | | | |

| 事業 | 概要 | 終了時評価結果 |
|----|----|---|
| | | 的な活性汚泥法の1/10程度のランニング・コスト、濾材（下水を処理するスポンジ）の交換は10年不要のためメンテナンスフリーに近い。 <計画・手法の妥当性> 政情不安の遅れにも適切に対応しており、高く評価できる。 <持続性> システムの普及と実装展開に向けて、東北大学、E-JUST、エジプトの政府機関ASRT(Academy of Scientific Research and Technology)及び民間工業連盟AOI(Arab Organization for Industrialization)の4者間でMoA(Memorandum of Agreement)を結び、実装に向けた農村灌漑地域実証1号機(Zakem村、居住者4,000人程度)の建設に向けて詳細設計を開始する予定である。将来的に7,000の集落到同下水処理プラントを設置予定。 <中間評価の反映> 遅れを回復し、関係機関との連携強化、啓発活動の推進等中間評価の指摘事項は後半の取組に生かされた。 |

出典：ナイル流域における食糧・燃料の持続的生産プロジェクト終了時評価調査結果要約表（2015年1月）、乾燥地域における灌漑再利用のための革新的下水処理技術開発の国際研究拠点形成事後評価（2016年、JST）からJICA調査団作成

これらの研究は、単位あたり灌漑水量の減少、排水再利用に向けた水質改善に資するものであり、エジプトにおいて、灌漑分野をはじめとする課題への対策である水資源利用量の拡大に繋がることが期待される。一方、末端に限定した試験的な取組みであることから、直接活用は難しいが、ここで整理された水管理上の知見は本調査に活用できる。

3.3.8 日本の協力のまとめ

日本の協力の成果及び課題を踏まえると、中規模堰4堰改修、上エジプト灌漑施設改修計画のようなハード面での協力は、施設周辺の直接的な受益地での効果は高いものの、それは点の効果として発現しており、面的な効果を生じさせるためには不十分であった。中規模堰4堰改修に関し、新ダイルート堰群の建設が完了することで、総合的な灌漑システム改善のための基盤が整備されるが、ハード面の点での協力効果を更に高めるためには、面的な広がり为确保するための基幹水路以下の小規模灌漑施設の改修が必要であり、ソフト面においても、WUA及びBCWUA設立促進と組織面での能力強化が必要である。

一方、ソフト面での能力強化に関し、水利組合による水管理及び灌漑施設の維持管理に関する技術協力プロジェクトでは、支線水路以下の水管理及び灌漑施設の維持管理を実践しており、MWRIによる展開が期待される場所である。

排水再利用に関する技術協力プロジェクトや研究協力では、一定の成果は出ているものの、今後の展開や面的な展開を図るためには、複数省連携等解決すべき障害があることや実施体制構築に時間を要することから、活用には一定の制限があると判断できる。

3.4 灌漑セクターに関するこれまでの他ドナー・日本の協力の整理と日本の協力の方向性

3.4.1 他ドナー及び日本の協力の整理

(1) 協力の内容の整理

日本を含む各ドナーは、ハード面では、各水路レベルの施設整備を行う点的な事業を実施してきたが、事業対象となった施設より下流での施設整備を実施していないことから、日本の協力である中規模堰4堰改修の課題で言及したように、灌漑システム全体の水管理能力が十分に改善されていない。また、送配水系を構成する幹線水路以下に対する協力は、例えば、USAIDのRegional

Irrigation Improvement Projectにおいて、イブラヒミア基幹水路の幹線水路であるセリ水路系を対象に実施されているが、エジプトの灌漑システムにおける協力形態としては大きな広がりとはなっていない。

日本を含む各ドナーは、ソフト面では、メスカレベルの水利組合を対象とした協力を行っているが、他ドナーが組織の設立を急速に進め、MWRI側の関係組織の組織改編に重点を置いたことに比べ、日本は設立後の組織の持続性を担保する仕組み構築に寄与する協力を行っており、一連の技術協力では、この分野のゴールとなる水利組合への灌漑施設の移管の道筋を示すロードマップ策定まで実施され、エジプト側の活動継続を期待する現状にある。

前述のハード面での協力効果を高め、面的拡大を図るためには、ソフト面で日本が実施した組織の持続性を担保する仕組み構築を有機的に統合させることが必要である。

(2) 協力の対象地域の整理

日本の協力は、施設整備については上エジプト、仕組み作りについてはデルタを中心に行われており、他ドナーの協力は、施設整備及び末端での水管理にかかる能力強化については広範な地域を対象としつつ、特にデルタを重点に行われている。

3.4.2 今後の日本の協力の方向性

これまでの日本の協力のうち、今後の協力にも大いに活用できる協力である「パハルヨセフ基幹水路の中規模堰4堰の改修」及び「水利組合による水管理及び灌漑施設の維持管理に関する技術協力プロジェクト」は、NWRP2017の第2の柱である「現存資源の効率的利用の実現」に位置付けられる。NWRP2037においても、主目的として、「水利用効率の改善」が掲げられており、過去の協力の成果を効率的に高めるためにも、これまで同様、水利用効率の改善に向けた協力の方向性が望ましいと考えられる。

他ドナーと日本の協力を比べた場合、優位性の一つである支線水路以下の公平な水配分を可能とする水管理は幹線・基幹水路レベルへも適用可能な考え方である。加えて、末端まで十分な水を送水するためには、上流（基幹水路レベル）から公平な配水を実践する必要がある。

協力の方向性の検討においては、上記を網羅できるような包括的な支援が望ましく、複数の協スキーム、特に灌漑施設整備等ハード面及び組織の持続性を担保する仕組み作り等ソフト面での協力を有機的に連携させることが求められる。

第 4 章 調査対象地区の現状

4.1 調査対象地域の概況

4.1.1 社会条件

(1) 行政区

調査対象地域の行政区としては、上流から上エジプト地域のミニヤ、ベニスエフ、ファイユーム、中央デルタ地域でカセッド水路が位置するガルビアの 4 県で、図 4.1 のとおりである。上エジプト 3 県で人が居住するのは、ナイル渓谷及びバハルヨセフ基幹水路末端のファイユーム盆地に限られており、西部砂漠が面積の多くを占める。

一方、各県の基礎的情報を示したのが表 4.1 である。人口については、2006 年のセンサスの結果と 2016 年の予想値を比較すると、全国的には 25%増加している中、人口密度が高止まりしているガルビア県の増加が平均を下回っており、逆に上エジプト 3 県は平均を上回っている。世帯当たり人数も同様の傾向を示している。非識字率も同様の傾向だが、その差はより顕著に現れている。農村部人口の割合は 4 県とも全国平均を上回っているが、特に上エジプト 3 県は 8 割近くと高い割合を示す。



出典：UN 地図より JICA 調査団作成

図 4.1 調査対象地域の県

表 4.1 対象 4 県の基礎的情報

| Item | Nation | Minya | Beni Suef | Faiyum | Gharbia | Source |
|--|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------------|
| Estimated Population in 2016 | 90,086,267 | 5,309,254 | 2,943,740 | 3,280,103 | 4,852,968 | Statistical Yearbook 2016 |
| Population in 2006 | 72,349,119 | 4,150,397 | 2,286,368 | 2,505,725 | 4,001,199 | " |
| Population Growth (%) | 125 | 128 | 129 | 131 | 121 | Calculated |
| Area (km ²) | 1,009,450 | 32,279 | 10,954 | 6,068 | 1,948 | Dirout Report (JICA, 2010) |
| Inhabited Area (km ²) | 78,990 | 2,412 | 1,369 | 1,856 | 1,948 | " |
| Population Density (pop./km ²) | 1,140 | 2,201 | 2,150 | 1,767 | 2,491 | Calculated |
| Average Size of Household (person) | 4.2 | 4.6 | 4.6 | 4.5 | 4.0 | Population Census 2006 |
| Illiteracy Rate (%) | 29.6 | 41.3 | 40.5 | 40.9 | 25.9 | " |
| Rate of Urban Population (%) | 43 | 19 | 23 | 22 | 30 | " |
| Rate of Rural Population (%) | 57 | 81 | 77 | 78 | 70 | " |

出典：Population Census 2006

(2) 人口

調査対象地域及び全エジプトの 2014 年の予測人口を表 4.2 に示す。

また、調査対象 4 県の就業者数当たりの農業従事者人口割合は表 4.3 のとおりである。ミニヤ県、ベニスエフ県、ファイユーム県は全国平均 26%を上回る 32~45%、ガルビア県はそれを下回る 22%である。

表 4.2 性別・行政地域別人口（2014 年）

Unit: 000

| 県 | 性別割合* | % | 合計 | 女性 | 男性 |
|-----------|-------|------|--------|--------|--------|
| Cairo | 102.5 | 10.6 | 9,184 | 4,536 | 4,648 |
| Gharbia | 102.7 | 5.4 | 4,697 | 2,317 | 2,380 |
| Beni Suef | 103.6 | 3.2 | 2,812 | 1,381 | 1,431 |
| Faiyum | 106.6 | 3.6 | 3,118 | 1,509 | 1,609 |
| Minya | 104.0 | 5.8 | 5,077 | 2,489 | 2,588 |
| All Egypt | 104.2 | 100 | 86,814 | 42,509 | 44,305 |

*性別割合:男性人数/女性 100 人

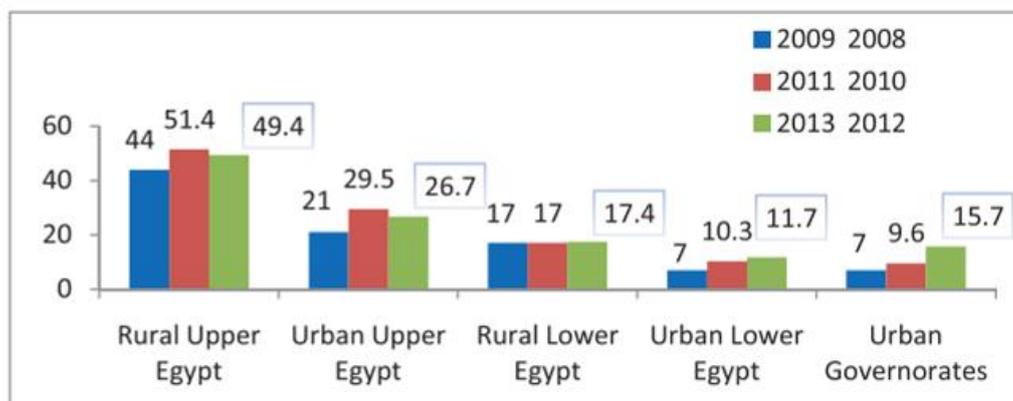
出典: Central Agency for Public Mobilization & Statistics (CAPMAS) web site を基に JICA 調査団作成

表 4.3 調査対象県の就業者数あたりの農業従事者人口

| Item | Sex | Minya | Beni Suef | Faiyum | Gharbia | Sub Total | Egypt |
|---------------|--------|-----------|-----------|---------|-----------|-----------|------------|
| No. of farmer | Male | 474,900 | 224,400 | 225,000 | 197,400 | 1,121,700 | 4,426,600 |
| | Female | 186,400 | 170,600 | 63,300 | 105,500 | 525,800 | 2,051,200 |
| | Total | 661,300 | 395,000 | 288,300 | 302,900 | 1,647,500 | 6,477,800 |
| Enrolled Pop. | Male | 1,135,000 | 633,000 | 745,900 | 1,050,200 | 3,564,100 | 19,986,100 |
| | Female | 340,800 | 258,400 | 143,100 | 322,300 | 1,064,600 | 5,345,000 |
| | Total | 1,475,800 | 891,400 | 889,000 | 1,372,500 | 4,628,700 | 25,331,100 |
| Rate (%) | Male | 42 | 35 | 30 | 19 | 31 | 22 |
| | Female | 55 | 66 | 44 | 33 | 49 | 38 |
| | Total | 45 | 44 | 32 | 22 | 36 | 26 |

出典: Statistical Yearbook 2017

一方、貧困層の人口割合は図 4.2 のとおりで、上エジプトでは約半分を占める。



Source: Central Agency for Public Mobilisation and Statistics (CAPMAS), Household Income, Expenditure, and Consumption Survey (various years)

注: 貧困率の定義は、貧困率=貧困者の数/総人口から求め、貧困者の数はエジプト国貧困ラインを適応。貧困ラインは、個人/家族に基本的な商品やサービスを手に入れるための費用と定義され、2010/11 年で 3,100 EGP、2012/13 年で 3,900 EGP を基準としている。

出典: Egypt's Progress towards Millennium Development Goals, UNDP & Ministry of Planning, Monitoring and Administrative Reform, 2015

図 4.2 地域別の貧困層の割合

農業従事者の割合と貧困層の割合から類推すると、「貧困層にいる農業従事者の割合」は、上エジプトで $41\% \times 49\% = 20\%$ 程度、ガルビア県を Rural Lower Egypt と見なすと、 $22\% \times 17\% = 4\%$ 程度と推察できる。

4.1.2 調査対象地域の農業

調査対象地域の内、ミニヤ、ベニスエフ、ファイユームの3県は、上エジプトに位置しており、主にバハルヨセフ及びイブラヒミア基幹水路からの水を利用して灌漑農業を営んでいる。また、ガルビア県は、中央デルタに位置しており、主にカセッド幹線水路によって灌漑農業を営んでいる。ここでは調査対象地域4県における農業概況として、耕地面積及び作付面積、生産量、単収に関してまとめた。

(1) 耕地面積、各作期の作付面積、耕地利用率及び作付けされている作物

2008/09年から2014/15年の4県の総耕地面積及びその内訳(旧耕地・新規開拓地¹⁴)の推移を表4.4に示す。ガルビア県には、新規開拓地がなく、他の3県の新規開拓地は、2009/10年に減少してから増減を繰り返している。旧耕地は、ファイユーム県で増加傾向が見られるが、ベニスエフ県、ミニヤ県では変化が見られない。4県の耕地面積の合計は、エジプト全体の旧耕地の約23%、新規開拓地の4%を占めており、これはエジプト全体の総耕地面積の約17%を占めることとなる。

表 4.4 調査対象県の耕地面積（旧耕地・新規開拓地）の推移（2008/09～2014/15年）

Unit: feddan

| Governorate | Land | 2008/09 | 2009/10 | 2010/11 | 2011/12 | 2012/13 | 2013/14 | 2014/15 |
|-------------------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Gharbia | Old Land | 373,860 | 368,114 | 361,781 | 361,224 | 367,735 | 354,744 | 359,364 |
| | New Land | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| | Total | 373,860 | 368,114 | 361,781 | 361,224 | 367,735 | 354,744 | 359,364 |
| Beni Suef | Old Land | 247,027 | 259,172 | 259,957 | 250,006 | 258,468 | 254,322 | 246,925 |
| | New Land | 42,877 | 37,128 | 37,052 | 36,358 | 39,198 | 37,266 | 47,110 |
| | Total | 289,904 | 296,300 | 297,009 | 286,364 | 297,666 | 291,588 | 294,035 |
| Faiyum | Old Land | 395,287 | 398,855 | 400,115 | 398,713 | 405,606 | 406,172 | 418,628 |
| | New Land | 49,924 | 23,563 | 30,424 | 22,554 | 15,721 | 15,405 | 20,800 |
| | Total | 445,211 | 422,418 | 430,539 | 421,267 | 421,327 | 421,577 | 439,428 |
| Minya | Old Land | 425,931 | 422,792 | 426,999 | 410,650 | 409,403 | 423,610 | 418,881 |
| | New Land | 78,318 | 49,979 | 43,697 | 44,911 | 39,914 | 42,150 | 57,716 |
| | Total | 504,249 | 472,771 | 470,696 | 455,561 | 449,317 | 465,760 | 476,597 |
| Total | Old Land | 1,442,105 | 1,448,933 | 1,448,852 | 1,420,593 | 1,441,212 | 1,438,848 | 1,443,798 |
| | New Land | 171,119 | 110,670 | 111,173 | 103,823 | 94,833 | 94,821 | 125,626 |
| | Total | 1,613,224 | 1,559,603 | 1,560,025 | 1,524,416 | 1,536,045 | 1,533,669 | 1,569,424 |
| National | Old Land | 6,156,531 | 6,117,723 | 6,071,219 | 6,019,395 | 6,182,507 | 6,082,176 | 6,155,756 |
| | New Land | 2,626,683 | 2,623,399 | 2,548,208 | 2,780,044 | 2,771,816 | 2,834,289 | 2,939,949 |
| | Total | 8,783,214 | 8,741,122 | 8,619,427 | 8,799,439 | 8,954,323 | 8,916,465 | 9,095,705 |
| Share to National | Old Land | 23% | 24% | 24% | 24% | 23% | 24% | 23% |
| | New Land | 7% | 4% | 4% | 4% | 3% | 3% | 4% |
| | Total | 18% | 18% | 18% | 17% | 17% | 17% | 17% |

出典：Bulletin of The Agricultural Statistics 2008/09～2014/15

また、表4.4から耕地面積に占める旧耕地及び新規開拓地の割合を算出し、その結果を表4.5に示す。ガルビア県は耕作地の100%が旧耕地である。他3県の旧耕地が占める割合も、全国平均より非常に高いことから、4県の農業は、ほとんど旧耕地によって営まれていることが分かる。調査対象県の新規開拓地は2009/10年以降面積の増加は見られず、旧耕地の水需要に影響はない。また、調査対象県の耕地全体にかかる水需要にも大きな変化はない。

¹⁴旧耕地（Old Land）は、ナイルデルタやナイル渓谷に広がる開拓済みの耕地、新規開拓地（New Land）は1952年のLand Reform Program以降で砂漠などで新たに開拓された耕地とされている。調査対象地区では、カマディール、タルファ、サコーラ、マゾーラ地区が新規開拓地だが、従来からバハルヨセフ基幹水路の水で灌漑しており、面積に大きな変化もなく、水需要に悪影響を与えるものではない。

表 4.5 調査対象県の旧耕地及び新規開拓地の割合の推移（2008/09～2014/15 年）

Unit: %

| Governorate | Land | 2008/09 | 2009/10 | 2010/11 | 2011/12 | 2012/13 | 2013/14 | 2014/15 | Average |
|-------------|----------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Gharbia | Old Land | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 | 100.0 |
| | New Land | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 0.0 |
| Beni Suef | Old Land | 85.2 | 87.5 | 87.5 | 87.3 | 86.8 | 87.2 | 84.0 | 86.5 |
| | New Land | 14.8 | 12.5 | 12.5 | 12.7 | 13.2 | 12.8 | 16.0 | 13.5 |
| Faiyum | Old Land | 88.8 | 94.4 | 92.9 | 94.6 | 96.3 | 96.3 | 95.3 | 94.1 |
| | New Land | 11.2 | 5.6 | 7.1 | 5.4 | 3.7 | 3.7 | 4.7 | 5.9 |
| Minya | Old Land | 84.5 | 89.4 | 90.7 | 90.1 | 91.1 | 91.0 | 87.9 | 89.2 |
| | New Land | 15.5 | 10.6 | 9.3 | 9.9 | 8.9 | 9.0 | 12.1 | 10.8 |
| Total | Old Land | 89.4 | 92.9 | 92.9 | 93.2 | 93.8 | 93.8 | 92.0 | 92.6 |
| | New Land | 10.6 | 7.1 | 7.1 | 6.8 | 6.2 | 6.2 | 8.0 | 7.4 |
| National | Old Land | 70.1 | 70.0 | 70.4 | 68.4 | 69.0 | 68.2 | 67.7 | 69.1 |
| | New Land | 29.9 | 30.0 | 29.6 | 31.6 | 31.0 | 31.8 | 32.3 | 30.9 |

出典：Bulletin of The Agricultural Statistics 2008/09～2014/15 のデータを基に JICA 調査団作成

2014/15 年の調査対象県における各作期（冬作、夏作、ナイル作、永年作物）の作付面積及び耕地利用率を表 4.6 に示す。特徴として、4 県の冬作の作付率は全国平均よりも高く、夏作もファイユーム県を除いて全国平均よりも高い耕地利用率である。一方で永年作物の耕地利用率は 4 県とも全国平均より低い。総耕地利用率は、ガルビア県で 201%と非常に高く、次いでベニスエフ県（193%）、ミニヤ県（185%）、ファイユーム県（180%）であり、全国平均（172%）よりも高い値を示している。

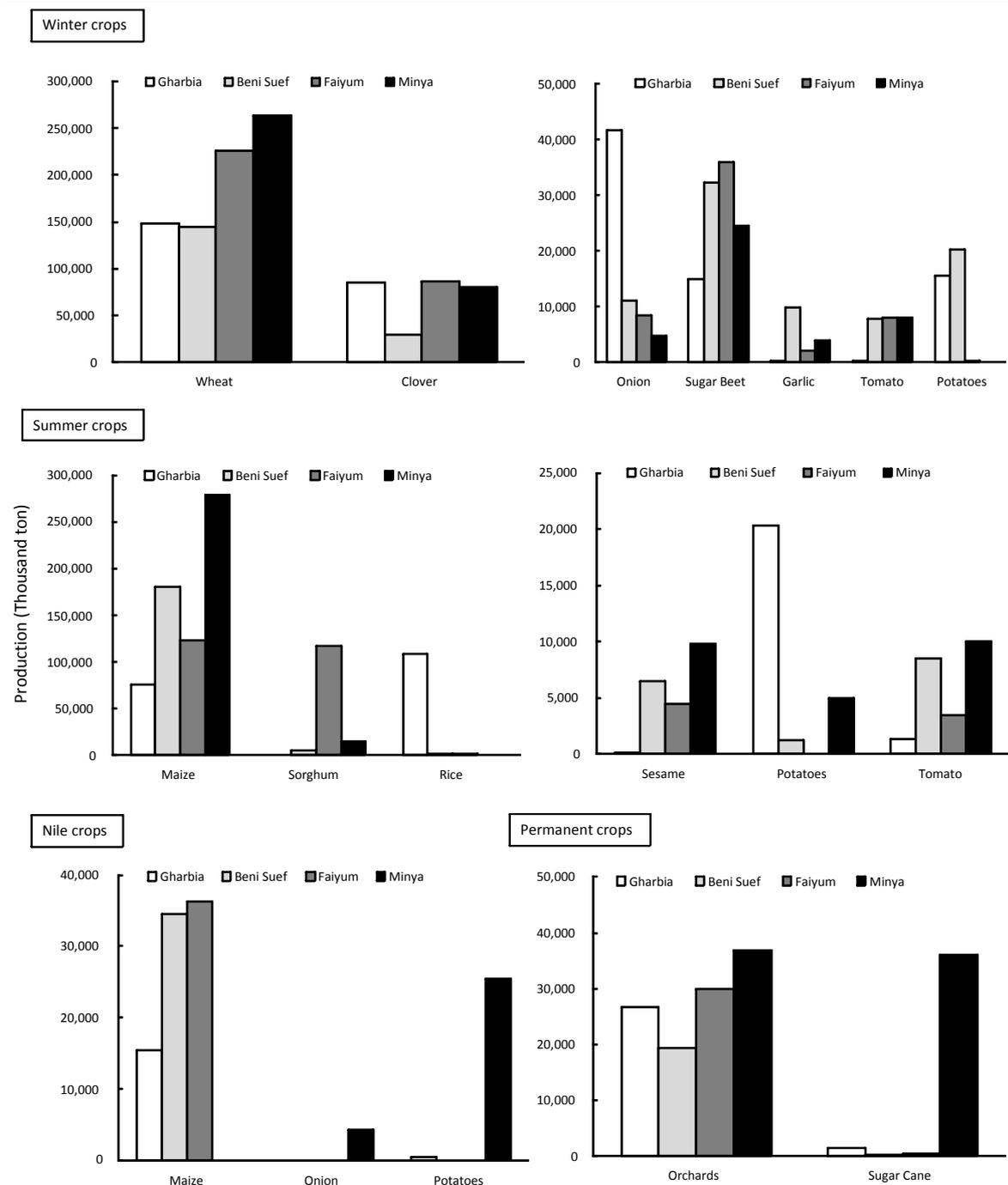
表 4.6 調査対象県の各作期の作付面積及び耕地利用率（2014/15 年）

Unit: feddan

| | Cultivated Area | Winter Crops Area and Intensity | | Summer Crops Area and Intensity | | Permanent Crops Area and Intensity | | Nile Crops Area and Intensity | | Total Intensity (%) |
|-----------|-----------------|---------------------------------|---------------|---------------------------------|---------------|------------------------------------|---------------|-------------------------------|---------------|---------------------|
| | | Total Area | Intensity (%) | Total Area | Intensity (%) | Total Area | Intensity (%) | Total Area | Intensity (%) | |
| Gharbia | 359,364 | 330,927 | 92 | 326,620 | 91 | 28,437 | 8 | 36,701 | 10 | 201 |
| Beni Suef | 294,035 | 274,040 | 93 | 232,117 | 79 | 19,995 | 7 | 41,170 | 14 | 193 |
| Faiyum | 439,428 | 407,806 | 93 | 294,699 | 67 | 31,622 | 7 | 57,528 | 13 | 180 |
| Minya | 476,597 | 401,816 | 84 | 373,807 | 78 | 74,781 | 16 | 29,868 | 6 | 185 |
| National | 9,095,705 | 6,895,131 | 76 | 6,078,066 | 67 | 2,200,574 | 24 | 463,323 | 5 | 172 |

出典：Bulletin of The Agricultural Statistics 2014/15

調査対象県での冬作、夏作、ナイル作、永年作物で作付けされている、主な作物の作付面積（2014/15 年）を図 4.3 に示す。



出典： Bulletin of The Agricultural Statistics 2014/15

図 4.3 調査対象県における各作期の主な作物の作付面積（2014/15年）

図 4.3 から考えられる調査対象県の作付けの特徴を以下に示す。

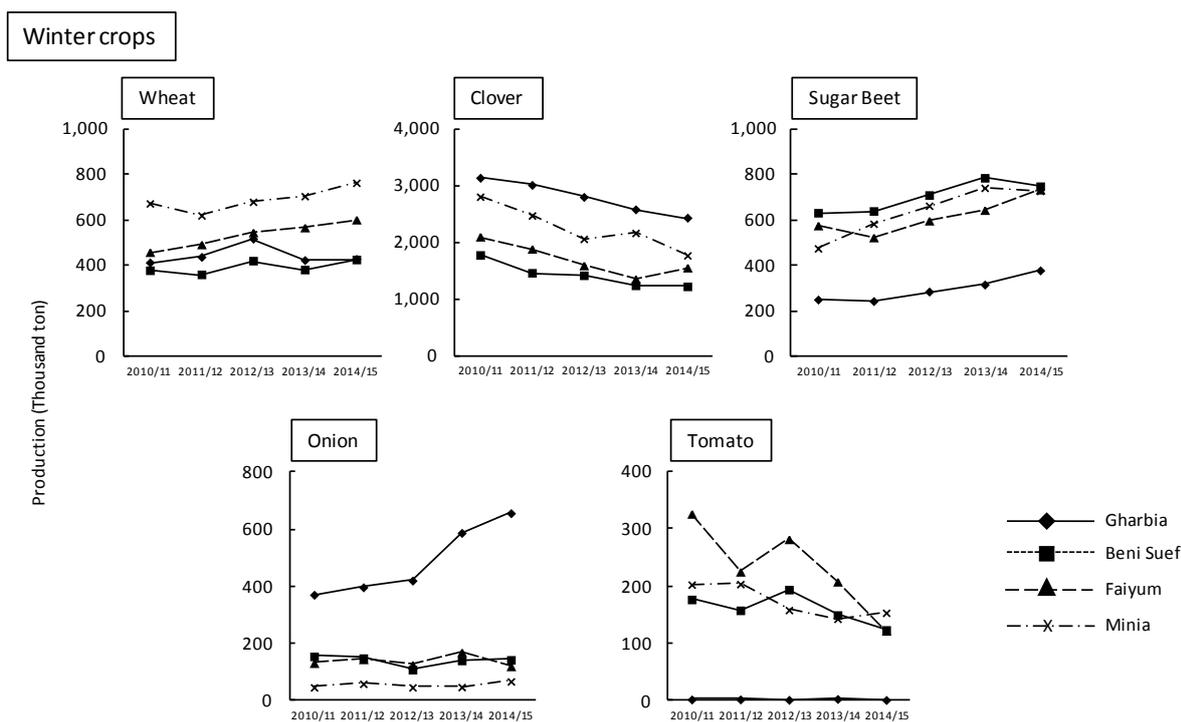
表 4.7 調査対象県の作付けの特徴

| 県 | 作付けの特徴 |
|-------|--|
| ガルビア | <ul style="list-style-type: none"> ・冬作の主な作物の内、タマネギの作付けが多い。トマトの作付けは僅かである。 ・夏作はメイズの他にコメの作付けが多い。 ・ジャガイモの作付けは冬作、夏作共に多い。 |
| ベニスエフ | <ul style="list-style-type: none"> ・冬作ではクローバーの作付けが少ない。テンサイ、ニンニク、ジャガイモの作付けは多い。 ・夏作ではメイズの作付けが多い。ゴマとトマトも作付けされている。 |

| 県 | 作付けの特徴 |
|--------|--|
| ファイユーム | <ul style="list-style-type: none"> ・冬作はコムギとテンサイの作付けが多い。 ・夏作はメイズの他にソルガムが多く作付けされている。 ・ナイル期のメイズの作付面積が4つの対象地域の中で最も多い。 |
| ミニヤ | <ul style="list-style-type: none"> ・冬作はコムギの作付面積が4つの対象地域の中で最も多い。 ・夏作はメイズの作付面積が4つの対象地域の中で最も多い。 ・ナイル期では、メイズは作付けされておらず、タマネギ、ジャガイモが作付けされている。 ・永年作物ではオーチャードグラスの他にサトウキビの作付けも多い。 |

(2) 調査対象県における主要な作物の生産量の推移

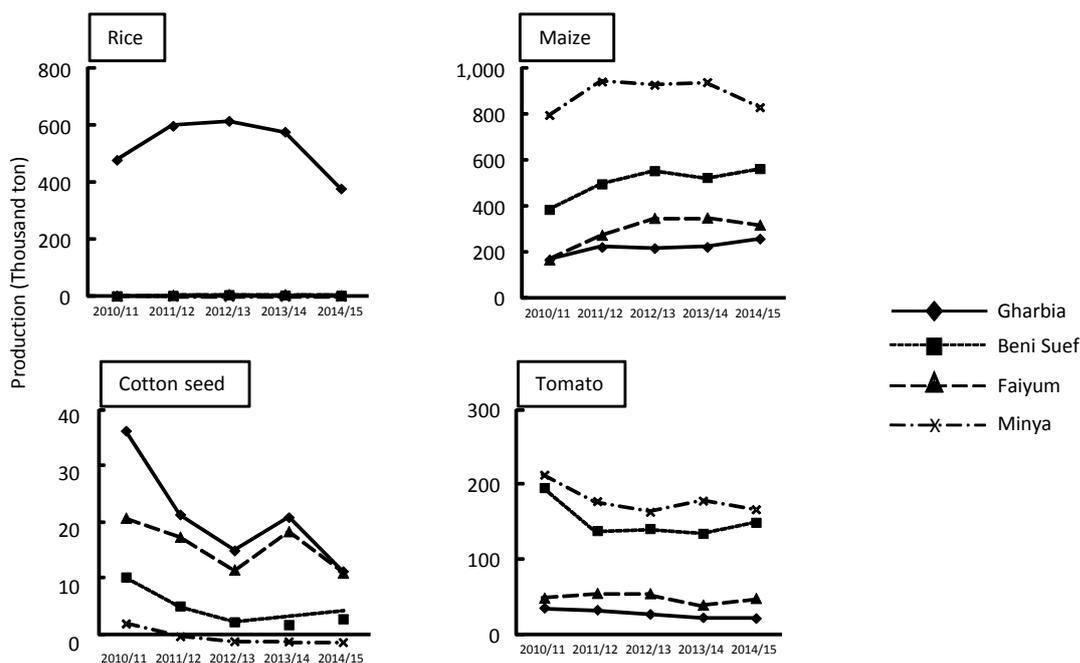
各作期の主要な作物の生産量の過去5年間における推移を図4.4、図4.5及び図4.6に示す。



出典： Bulletin of The Agricultural Statistics 2010/11～2014/15

図 4.4 冬作の主要な作物の生産量の推移（2010/11～2014/15年）

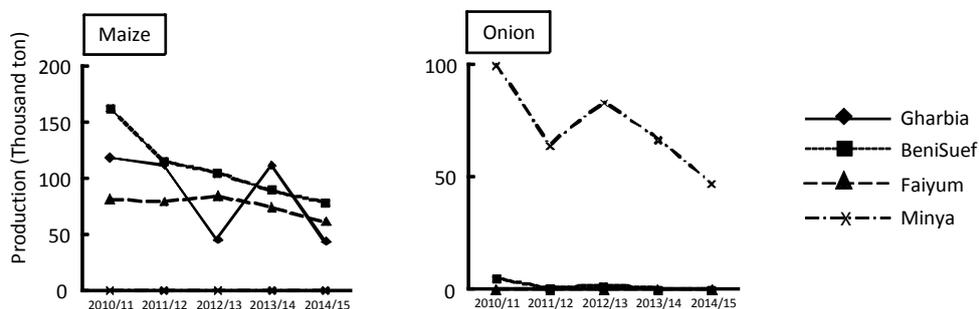
Summer crops



出典：Bulletin of the Agricultural Statistics 2010/11～2014/15

図 4.5 夏作の主要な作物の生産量の推移（2010/11～2014/15年）

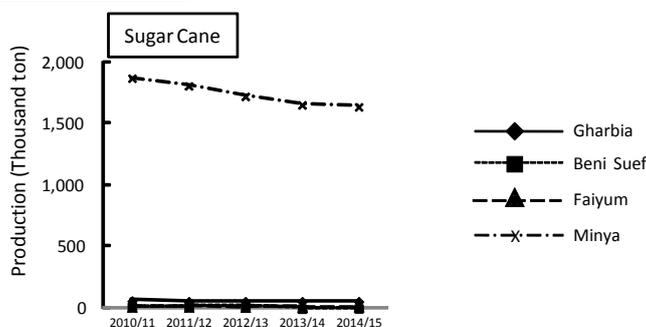
Nile crops



出典：Bulletin of the Agricultural Statistics 2010/11～2014/15

図 4.6 ナイル期の主要な作物の生産量の推移（2010/11～2014/15年）

Permanent crops



出典：Bulletin of the Agricultural Statistics 2010/11～2014/15

図 4.7 永年作物の主要な作物の生産量の推移（2010/11～2014/15年）

図 4.5 及び図 4.6 及び図 4.7 から推察される、調査対象県の作物生産について表 4.8 にまとめた。

表 4.8 調査対象県の生産量の推移の特徴

| 県 | 生産量の推移の特徴 |
|--------|--|
| 各県共通 | ・冬作のコムギ、テンサイは増加傾向、クローバーは減少傾向である。 ・夏作のメイズは僅かに増加傾向、綿花は減少傾向である。 |
| ガルビア | ・冬作のタマネギの生産量はこの 2 年間 (2013/14、2014/15 年) で急激に増加している。 ・コメの生産量は 2012/13 年までは増加したが、その後は減少している。 |
| ベニスエフ | ・ナイル期のメイズの生産量は減少傾向である。 |
| ファイユーム | ・冬作のトマトの生産量は減少傾向である。 |
| ミニヤ | ・ナイル期で作付けされているタマネギの生産量は減少傾向である。 ・サトウキビの生産量は減少傾向である。 |

(3) 主要作物の単収

2014/15 年における調査対象県の各作期における主要な作物の単収について、表 4.9 に示す。

表 4.9 各作期における主要な作物の単収（2014/15 年）

Winter crops (Unit: Ton/feddan)

| Governorate | Wheat | Clover | Sugar beet | Onion | Garlic | Tomato | Potato |
|-------------|-------|--------|------------|--------|--------|--------|--------|
| Gharbia | 2.890 | 28.489 | 25.356 | 15.731 | 7.349 | 9.301 | 9.360 |
| Beni Suef | 2.995 | 40.972 | 23.076 | 12.948 | 10.121 | 15.771 | 10.853 |
| Faiyum | 2.658 | 17.916 | 20.407 | 14.357 | 7.620 | 15.153 | 9.000 |
| Minya | 2.898 | 22.079 | 29.744 | 14.381 | 9.680 | 19.326 | - |
| National | 2.770 | 30.103 | 21.593 | 14.637 | 9.231 | 17.680 | 11.180 |

Summer crops

| Governorate | Maize | Rice | Sesame | Tomato | Potato |
|-------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| Gharbia | 3.397 | 3.490 | 0.457 | 15.705 | 13.186 |
| Beni Suef | 3.131 | 4.200 | 0.522 | 17.405 | 11.277 |
| Faiyum | 2.576 | 3.501 | 0.480 | 13.633 | - |
| Minya | 2.983 | - | 0.654 | 16.623 | 8.438 |
| National | 3.123 | 3.963 | 0.571 | 15.906 | 12.339 |

Nile crops

| Governorate | Maize | Onion | Potato |
|-------------|-------|--------|--------|
| Gharbia | 2.792 | - | 5.109 |
| Beni Suef | 2.251 | - | - |
| Faiyum | 1.672 | - | - |
| Minya | - | 11.183 | 8.191 |
| National | 2.808 | 13.741 | 8.903 |

Permanent crops

| Governorate | Sugar Cane |
|-------------|------------|
| Gharbia | 41.136 |
| Beni Suef | 31.915 |
| Faiyum | 26.052 |
| Menia | 45.525 |
| National | 48.469 |

出典： Bulletin of the Agricultural Statistics 2014/15

4.1.3 水利施設インベントリー等の GIS への整理

本調査では、調査対象地域の概況や水利施設の状況を把握するため、基幹水路、サンプル地区、モデル地区における水利施設の調査を行い、結果を水利施設のインベントリーとして整理している（Annex 3）。それらの結果と既存資料で得られた情報を、水系全体の水利システムを俯瞰し、サブ地域の境界や分布状況を把握するため、GIS データとして視覚的に整理した。

(1) GIS データの作成

作成した GIS データの内容を下表に示す。衛星画像や既存資料によるサブ地域境界の概略データ及び水路データ、現地調査による水利施設データで構成されている。

表 4.10 GIS データの内容

| 種類 | データ名 | データタイプ | 内容 |
|-------------|-----------|--------|---|
| 衛星画像等によるデータ | サブ地域境界データ | ポリゴン | サブ地域の境界の概略ポリゴンデータ。詳細な境界区分は確認・更新が必要である。 |
| | 水路データ | ライン | 基幹水路、幹線水路、用水路、排水路、河川、湖沼の形状を衛星画像から取得し、既存資料と用水系統図から属性を付与したラインデータ。 |
| 現地調査によるデータ | 水利施設データ | ポイント | 現地調査で取得した位置情報、属性情報をもとに作成した水利施設のポイントデータ。 |

1) 衛星画像等によるデータの作成

衛星画像と収集した既存資料を基にサブ地域境界データ及び水路データを作成した。両者とも基本的には衛星画像の判読で取得し、衛星画像から判読できない部分等は、モデル地区については現地調査で補正した。それ以外の地域は既存資料を参照して概定した。属性データ（受益面積、水路名、水路延長等）は既存資料から入力した。以下に水路データ作成のフローを示す。

データの作成範囲は調査対象地域である、バハルヨセフ、イブラヒミア、カセッドの各用水路

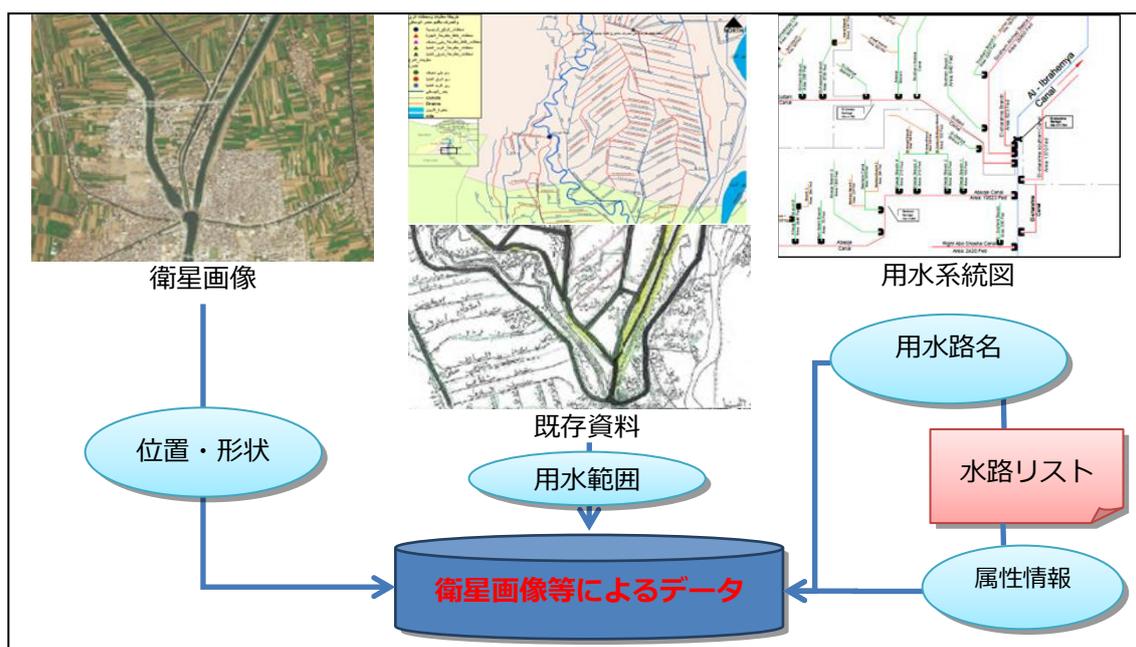


図 4.8 衛星画像等によるデータの作成フロー

系に加えて、バハルヨセフ用水路の下流域であるファイヌム地域も対象とした。作成したサブ地域は 80 ブロックとなる。

2) 水利施設データの作成

水利施設ポイントデータは、現地再委託によるインベントリー調査結果とサンプル水利施設調査結果及びモデル地区の現地調査結果を基に、位置情報と属性情報を結合させて GIS データとしてとりまとめた。位置情報は、ハンディ GNSS 機器等で収集し衛星画像を用いて点検、位置補正を行った。属性情報は灌漑区の現場管理者に同行を依頼し、現地での目視調査及びヒアリングと収集した既存資料を用いて作成した。図 4.9 に水利施設データ作成のフローを示す。また、図 4.10 にデータ作成範囲を示す。

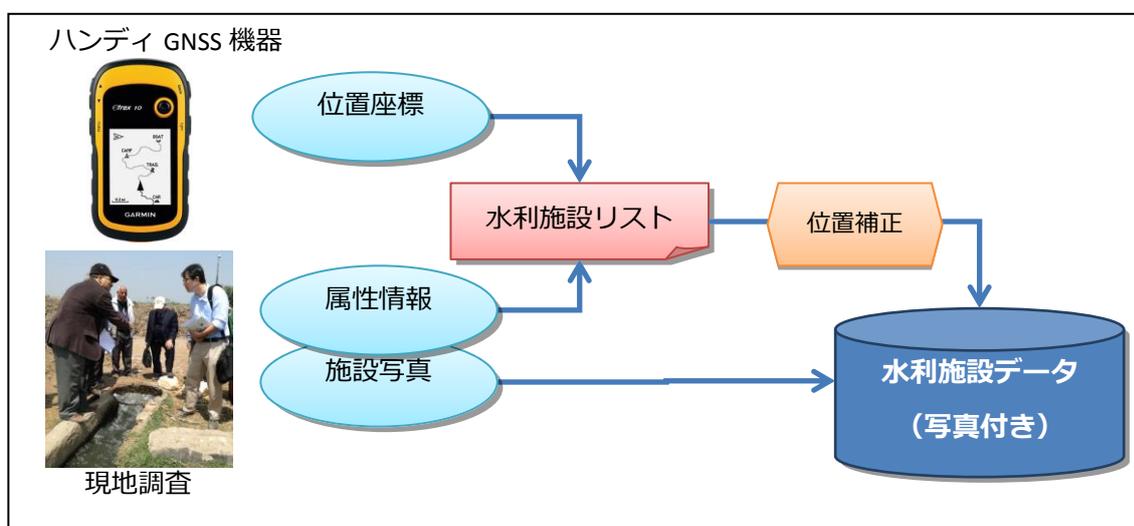


図 4.9 水利施設データの作成フロー

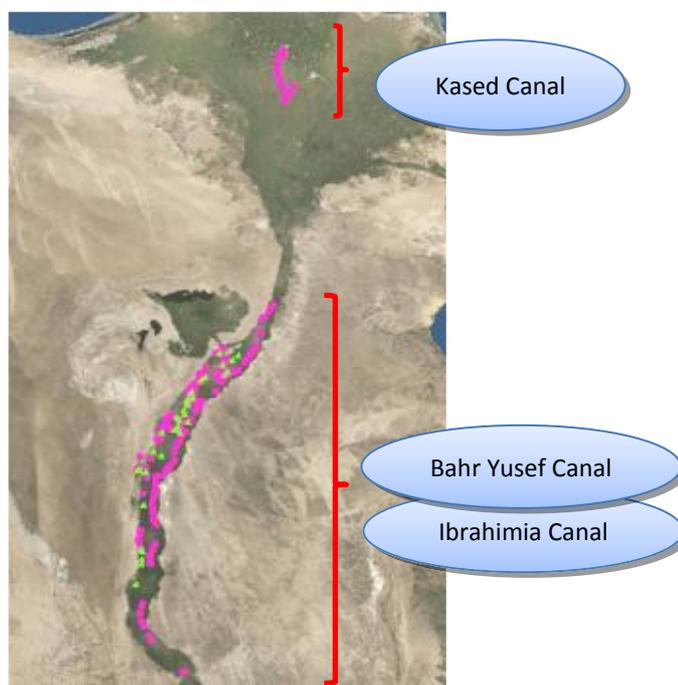


図 4.10 水利施設データの作成範囲

3) GIS データの仕様

本調査で作成した GIS データは下記の座標系に準拠した。

表 4.11 準拠した座標系

| 項目 | 内容 |
|----------------|---|
| 投影法 | UTM (Universal Transverse Mercator) 図法 Zone 36N |
| 準拠楕円体 | WGS84 (World Geodetic System 84) |
| False Easting | 500,000 m |
| False Northing | 0 m |
| 中央子午線 | 33°00'00" |
| 縮尺係数 | 0.9996 |

また、各 GIS データの属性定義を記載した GIS データ属性定義書を作成した。以下にサンプルを示す。

表 4.12 GIS データ属性定義書（サンプル）

| GIS Database Structure Field Definition | | | | | |
|---|--------------|----------------------------|--------|-----------|-------------------|
| | | | | 2017/5/19 | |
| FILE NAME | Pumps.shp | LAYER | Pumps | | |
| FILE TYPE | Shape Format | DATE TYPE | Point | | |
| No | Field Name | Contents | Length | Data Type | Note |
| 1 | Number_ | ID_Number | - | Long | |
| 2 | Irr_Unit | Irrigation Unit Name | 254 | Text | |
| 3 | Irr_Dist | Irrigation District | 254 | Text | |
| 4 | Location | Location of Pump | 254 | Text | |
| 5 | Name | Name of Facility | 254 | Text | |
| 6 | Type_ | Type of Facility | 254 | Text | |
| 7 | Gate_Num | Number of Gates | - | Long | |
| 8 | Gate_Width | Gate Width | - | Double | |
| 9 | N | Latitude of Facility | - | Double | WGS84 (Degree) |
| 10 | E | Longitude of Facility | - | Double | WGS84 (Degree) |
| 11 | Const_Year | Construction year | - | Long | |
| 12 | Feddian | Irrigation Area | - | Long | Feddian |
| 13 | Canal_Leng | Canal Length | - | Double | Kilometer |
| 14 | Pump_Num1 | Number of Pump (1) | - | Long | |
| 15 | Discharge1 | Discharge (1) | - | Double | m ³ /S |
| 16 | Pump_pow1 | Power of Pump (1) | - | Double | KW |
| 18 | Pump_Num2 | Number of Pump (2) | - | Long | |
| 19 | Discharge2 | Discharge (2) | - | Double | m ³ /S |
| 20 | Pump_pow2 | Power of Pump (2) | - | Double | KW |
| 21 | Reha_Year | Year of Rehabilitation (2) | - | Long | |
| 22 | Remark | Necessary work | 254 | Text | |
| 23 | Rank | Condition Rank | 254 | Text | |
| 24 | Filepath | Picture File Path | 254 | Text | |

* All data: From Field Investigation

上記 GIS データ属性定義書の内容で、水利施設調査結果等を GIS データとしてとりまとめた。

(2) GIS データの利用

本調査では、GIS データを調査結果の取りまとめの他、協力プログラム策定のための検討材料等に活用している。また、データの利活用を図るために、フリーGIS ソフトである「QGIS」を用いて、水利施設の位置表示、検索、属性表示が可能なプロジェクトファイルを作成した。また、水利施設ポイントデータと現地調査で撮影した施設写真データをリンクさせることで、GIS 画面上で施設写真の表示も可能にした。

MWRI では、これまで灌漑部門および排水部門それぞれがデータベースを作成・整理してきたが、将来的な施設維持管理の合理化に向けてこれらを整備し、GIS データベースを構築することが望まれる。データベースは、維持管理への利用を考えると、数年周期で更新される必要があり、将来的には県部局でのデータベースの利活用・更新を実施する体制の構築が望まれる。GIS を利用して水利施設データ、施設写真を同時に確認することで各水路の水利システムを総括的に確認することができる。本調査で整備したデータベースを基に、詳細な水利施設データを追加・更新していくことで、今後の水利施設管理、調査情報管理、事業計画策定への活用が期待される。

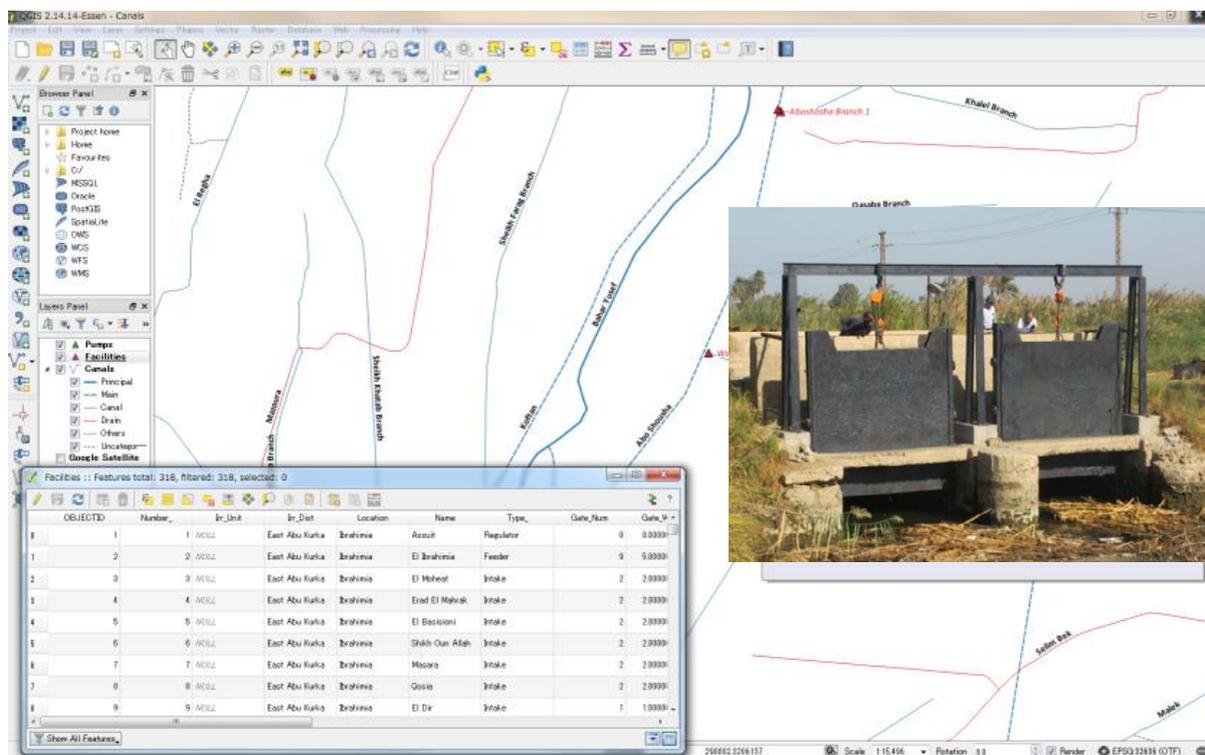
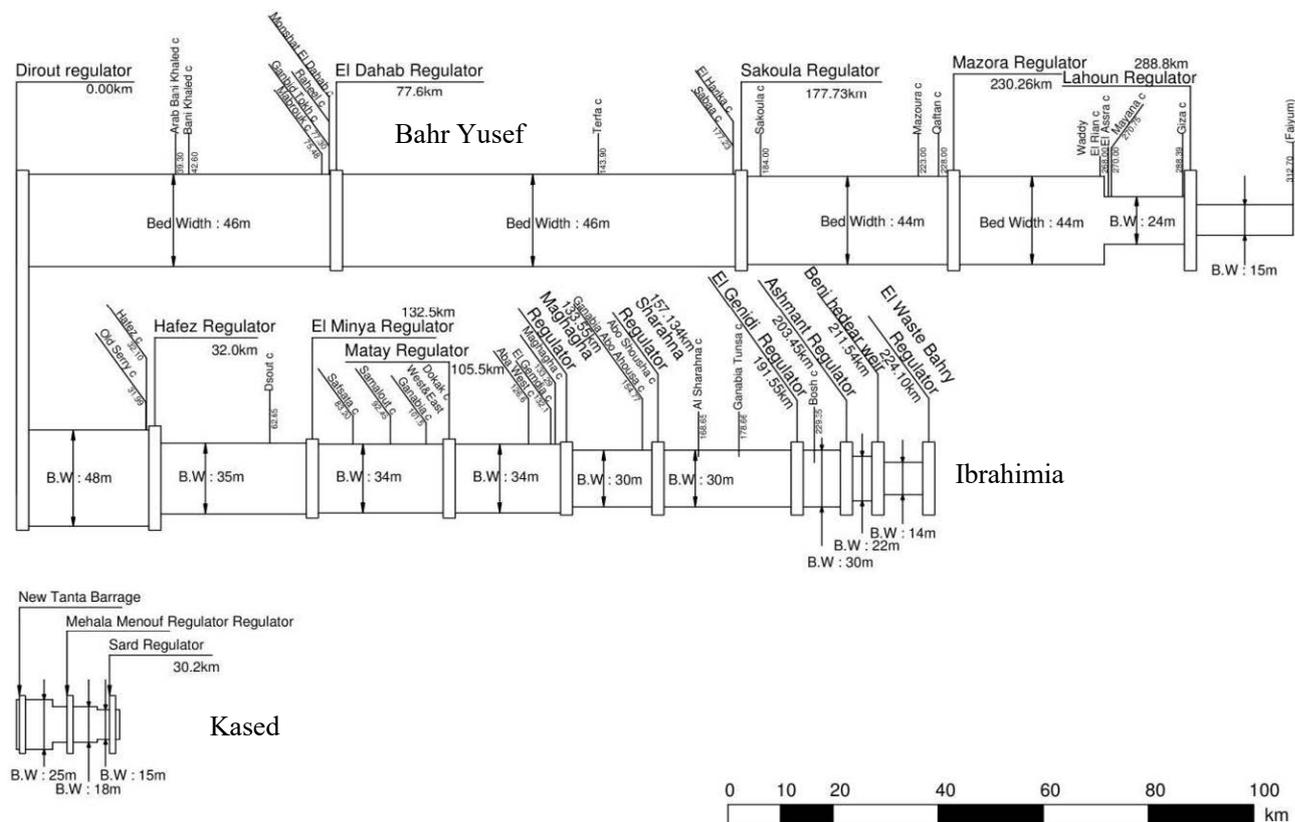


図 4.11 QGIS でのデータ表示例

4.1.4 灌漑システムの概要

(1) 対象 3 水路系の概要

対象の 3 水路系の特徴を大まかに把握できるよう平面模式図を図 4.12 に示す。バハルヨセフ基幹水路は、水路系の耕作地帯のうち約 6 割を占めるファイユームを下流に有し、同地帯への送水を主な目的として自然河川を利用して形成された蛇行部の多い水路である。イブラヒミア基幹水路は、その形状から、計画的に建設された人工水路である。また、カセッド幹線水路は、バハルヨセフ及びイブラヒミア両基幹水路と異なり、規模の小さい幹線水路系である。



出典：現地調査から JICA 調査団作成

図 4.12 3 水路系の平面模式図

次に、3 水路系の幹線水路及び支線水路等階層別の水路数とその総延長を表 4.13 に示す。幹線水路と支線水路（メスカの直上層の水路）の間には複数の階層の水路があり、ここではそれらを準幹線水路と設定している。

両基幹水路を比べると、合計水路数は、イブラヒミア水路系はバハルヨセフ水路系の約 1.2 倍存在する一方、総延長では 6 割程度である。このことから、イブラヒミア水路系はバハルヨセフ水路系に比べ、短い水路が多いことが特徴と言える。

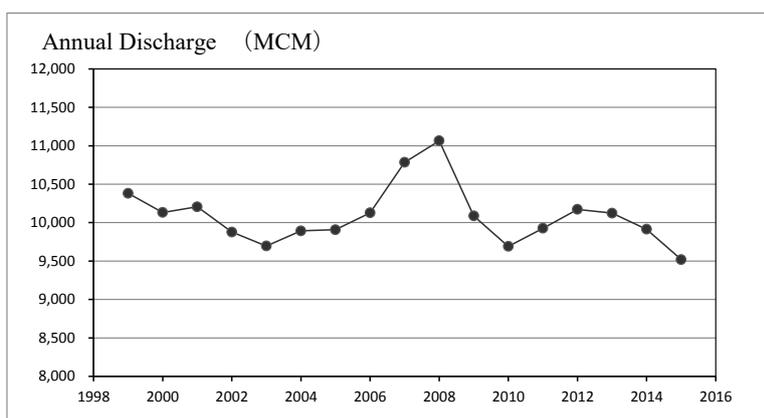
表 4.13 3 水路系の階層別の水路数及び総延長

| 水路系 | | 合計 | 幹線水路 | 準幹線水路 | 支線水路 |
|--------|---------|-------|------|-------|-------|
| バハルヨセフ | 水路数 | 768 | 55 | 92 | 621 |
| | 延長 (km) | 5,328 | 596 | 755 | 3,977 |
| イブラヒミア | 水路数 | 889 | 77 | 165 | 647 |
| | 延長 (km) | 3,400 | 630 | 823 | 1,947 |
| カセッド | 水路数 | 35 | 1 | 0 | 34 |
| | 延長 (km) | 230 | 42 | 0 | 188 |

出典：MWRI からの収集資料から JICA 調査団作成

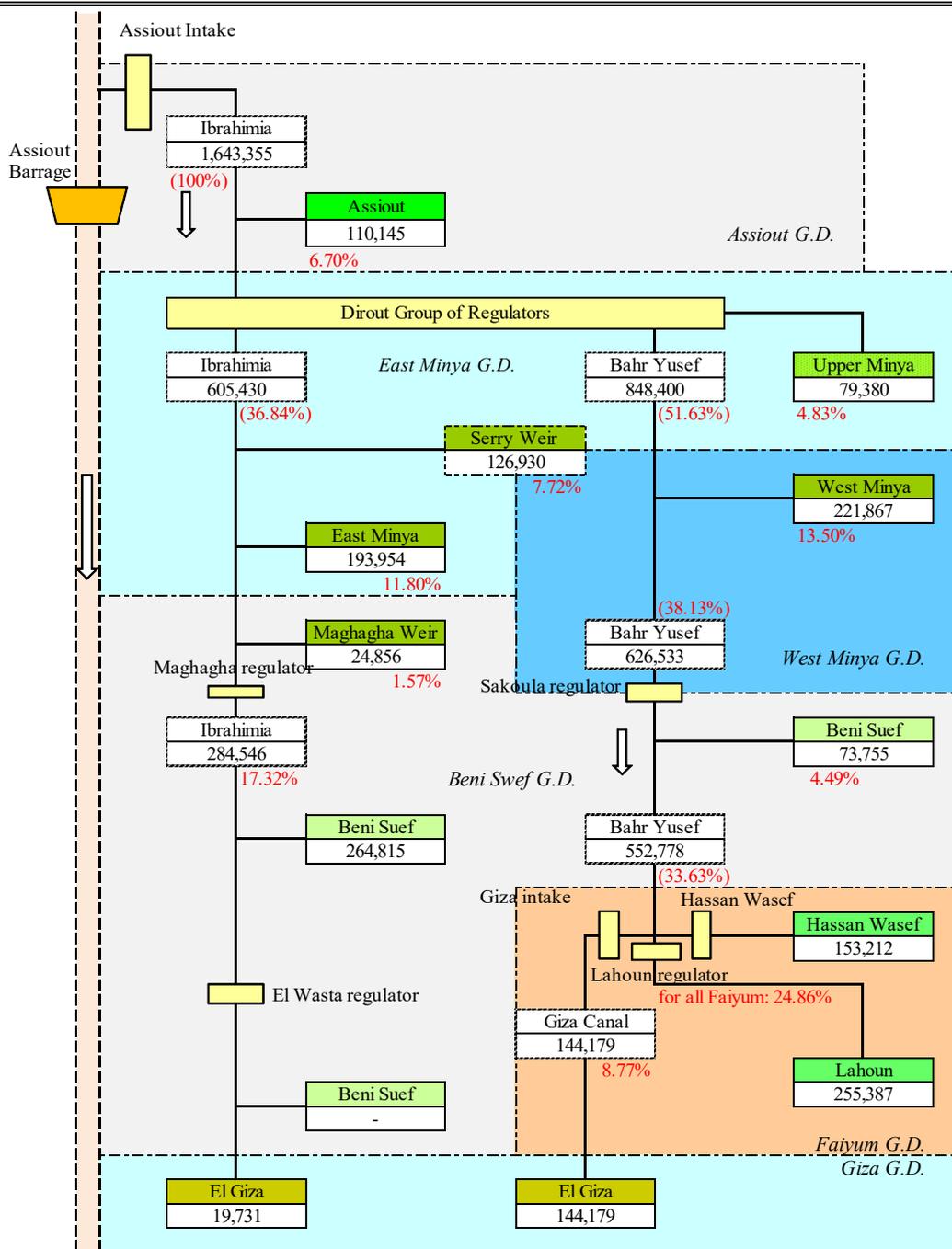
(2) 上エジプト

本調査で対象となるバハルヨセフ基幹水路及びイブラヒミア基幹水路システムの水源は、アシュート堰地点の取水工（イブラヒミア取水工）における元入れ流量であり、流量は、年間 9,600 MCM を下回らないという規定のもとで、図 4.13 に示すように年ごとにかかなりのバラつきをもって変動している。このようなアシュート取水量の各年総量の変動は、アスワンハイダムの貯留水量の変動が反映されたものと見ることができる。アシュート取水工掛りの灌漑用水供給に係る模式図を図 4.14 に示す。



出典: MWRI

図 4.13 アシュート堰取水工における年間取水量の経年推移



Legend:
 ■ Intake or Regulator
 ■ Command Area by relevant GDs
 Figures in the columns are command area at the unit of fedden.
 Red figures of % are the official apportionments of discharge diverted from Assiout Intake

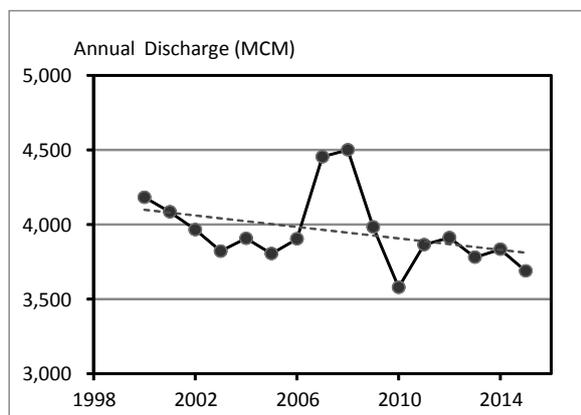
出典：MWRI

図 4.14 アシュート堰取水工掛りの灌漑用水供給に係る模式図

ダイルート堰群からのイブラヒミア基幹水路、バハルヨセフ基幹水路への分水については、それぞれ 36.84%及び 51.63%との公定配分比が定められている。また、その他水路への水配分も所定の配分比が細かく定められている。

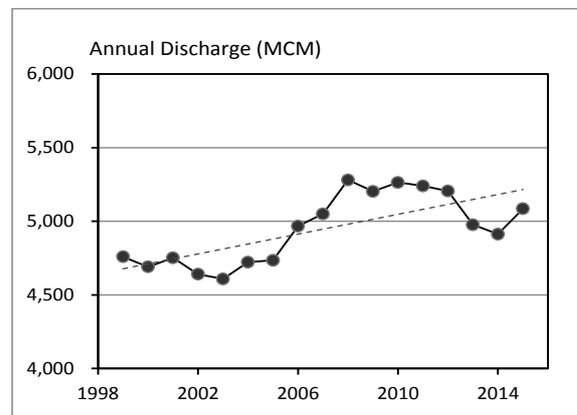
しかし、実情はそれほど単純ではない。実際の水分配はその時々灌漑受益地の水事情などに配

慮しながら、若干の調整を加えつつ進められている。図 4.15 及び図 4.16 は、イブラヒミア基幹水路とバハルヨセフ基幹水路の年総流量(ダイルート堰群直下)の経年変化を示したものである。



出典: MWRI

図 4.15 イブラヒミア基幹水路の年間総流量の経年変化

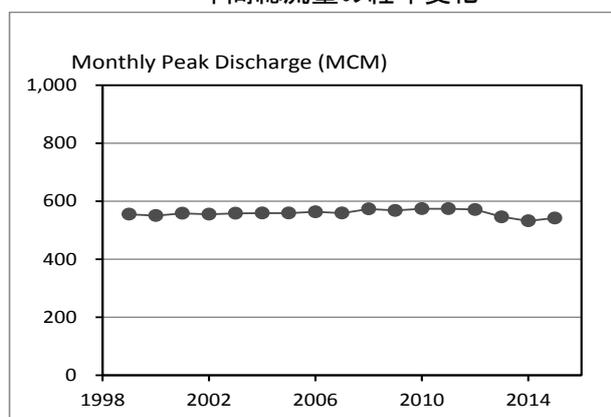


出典: MWRI

図 4.16 バハルヨセフ基幹水路の年間総流量の経年変化

図 4.15、図 4.16 から、イブラヒミア基幹水路流量は年々減少傾向を示す半面、バハルヨセフ基幹水路流量は明らかに増加傾向を示していることが分かる。

図 4.17 はバハルヨセフ基幹水路のピーク月流量値を示している。図 4.17 から、バハルヨセフ基幹水路の毎年の最大流量はほぼ一定であることがわかる。前述のとおり、年間総流量は増加傾向にあることを考えれば、バハルヨセフ基幹水路の流下能力に限りがあり、各年の最大流量はほぼその流下能力の上限を示している可能性を示唆している。



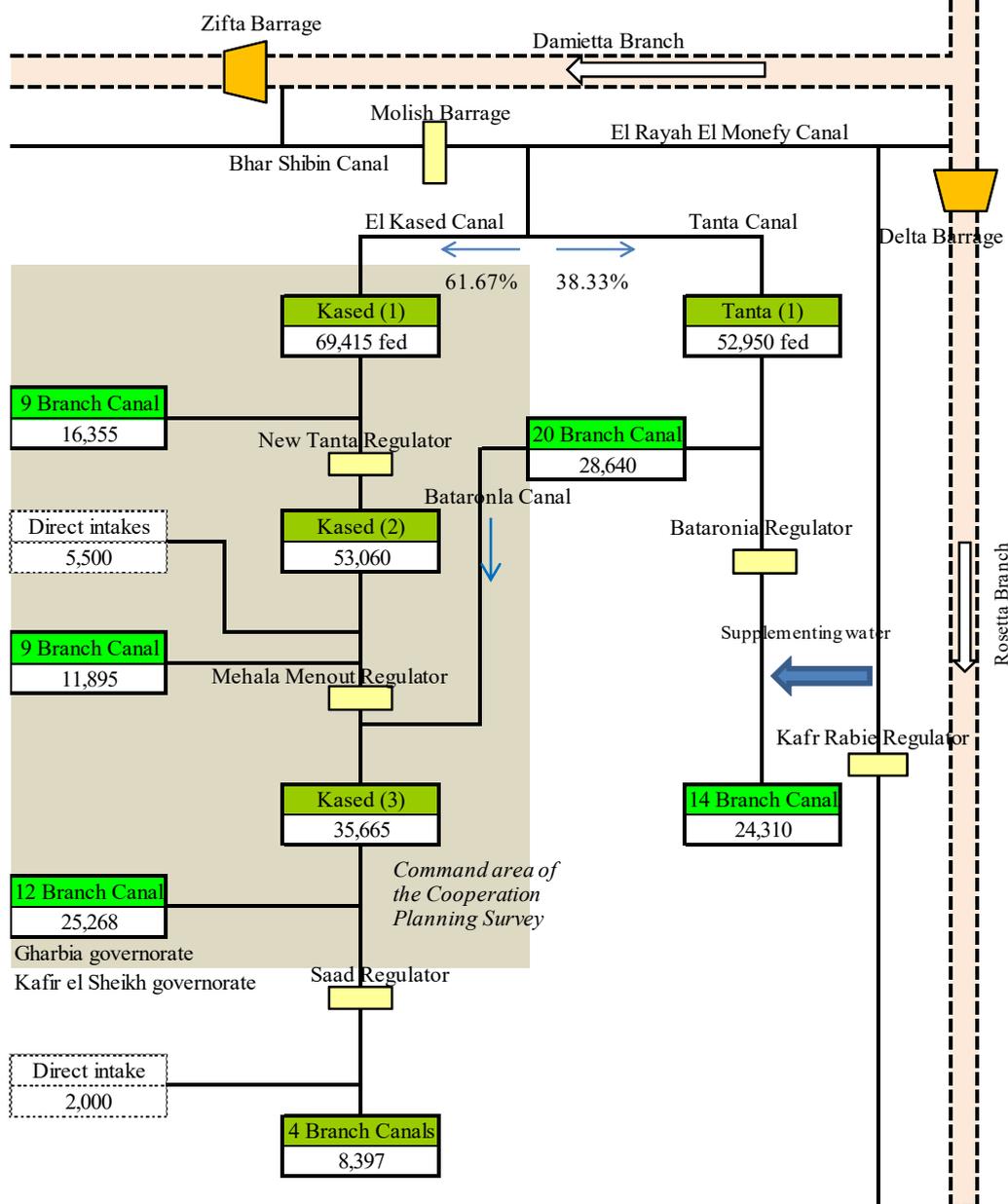
出典: MWRI

図 4.17 バハルヨセフ基幹水路のピーク月流量値の経年変化

(3) 中央デルタ（カセッド水路系）

カセッド幹線水路は、ガルビア県及びカフルシェイク県を南北に縦断している（本調査では、ガルビア県管轄域を対象とする）。カセッド幹線水路システムの水源は、ナイル川ロゼッタ支川に掛るデルタ堰を源とする。同堰において El Rayah El Monefy 水路に分流された後、タンタ水路に取水された後にカセッド幹線水路として分岐される。カセッド幹線水路系に係る全体模式図は図 4.18 に示すとおりである。

図のようにカセッド幹線水路はタンタ水路の分枝水路であるが、カセッドへの取水の水位調整には 7km 下流のバタロニア堰によって操作されている。両水路の断面比などから、タンタ水路側：38.33%、カセッド幹線水路側：61.67%とする公的な配分比率が定められている。

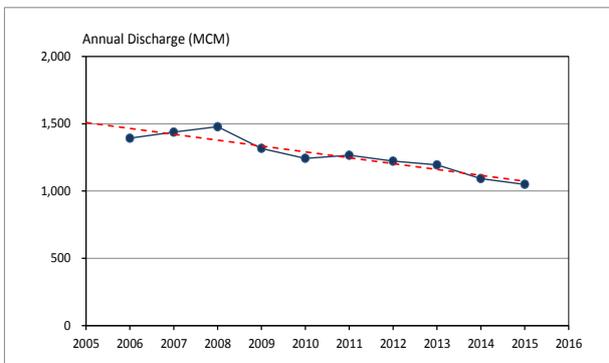


出典：MWRI

図 4.18 カセッド幹線水路に係る模式図

実測流量データとしては分岐前のタンタ水路の流量データしか得られないが、タンタ水路とカセッド幹線水路の公定配分比を勘案すればおよそそのカセッド幹線水路流量を推定することができる。タンタ水路流量は、毎年ほぼ一定量が配分されているわけではない（カセッド幹線水路流量も相似的に同傾向で推移）。

図 4.19 からは、タンタ水路の流量は年を追って減少傾向にあることが見て取れる。2008 年以降、配分流量が減少していることは上エジプトでも認められており、ナイル川流域全体の動向



出典：MWRI

図 4.19 タンタ水路の年間総流量の経年変化

と見ることもできる。しかし、デルタ地域での水配分量の減少は、上エジプト地域よりも顕著なようである。

4.1.5 灌漑用水の利用状況

ここでは、1. 農業で言及した近年の作付面積・パターンを踏まえた必要水量の試算、2. 水系全体を俯瞰的に捉える観点から衛星画像解析を用いた客観的な手法、3. 末端での利用を考慮した灌漑水としての水質と排水再利用の現状により、対象地域の灌漑水資源の制約に関する現況を説明する。

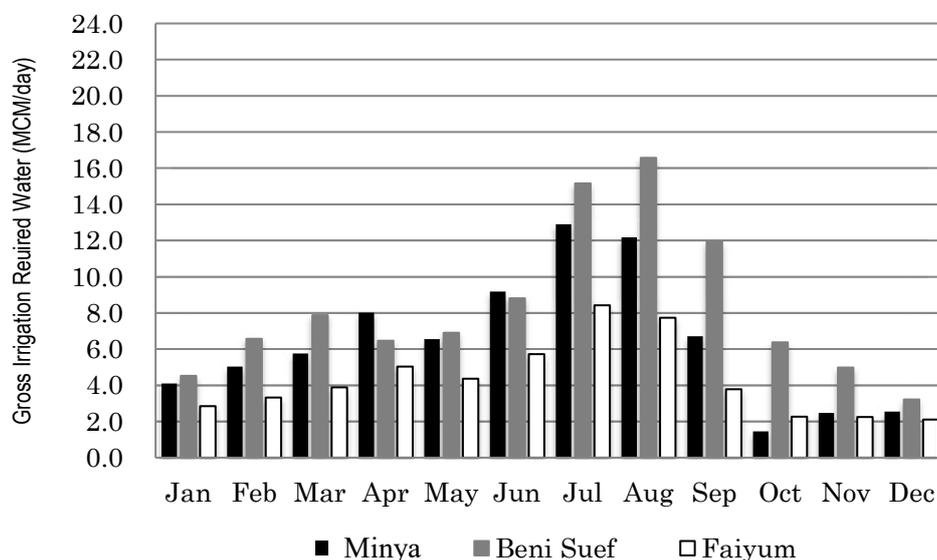
(1) 必要用水量と実績灌漑水量の比較

バハルヨセフ水路系及びイブラヒミア水路系における灌漑水量の過不足の現状を検証するため、必要用水量に対する実績灌漑水量の比較を行った。

1) 計画用水量の算出

必要用水量の算出は、ミニヤ、ベニスエフ、ファイユームの3県の代表作物別作付計画面積（2016年）を用い、作物別の作付時期は、近年においても大きな変化がないことが確認されたことから、ダイルート堰準備調査報告書（2010年）の作付パターンを踏襲した。

用水量は作物要水量に灌漑効率を考慮して算定される。既往資料より現状の灌漑効率を 0.605¹⁵として算定した各県の必要用水量を図 4.20 に示す（必要用水量計算の詳細は Annex 5 を参照）。



出典：JICA 調査団作成

図 4.20 各県の月別計画用水量

月別必要用水量は、7月～8月にピークを迎え、夏期の計画作付面積は、ミニヤ、ファイユーム、ベニスエフの順に大きいが、作付体系が異なることから、必要水量はベニスエフ、ミニヤ、ファイユーム県の順に多くなっている。これは、ベニスエフの計画作付体系がより多くの灌漑水

¹⁵ダイルート堰群準備調査報告書（2010年）、JICA

量を必要とし、ファイユームはより消費水量の少ない作物を栽培していることの現れと考えられる。

必要水量算定に用いた県別の計画作作物体系と県別計画作付面積を表 4.14 に示す。

表 4.14 県別代表作物別作付け割合

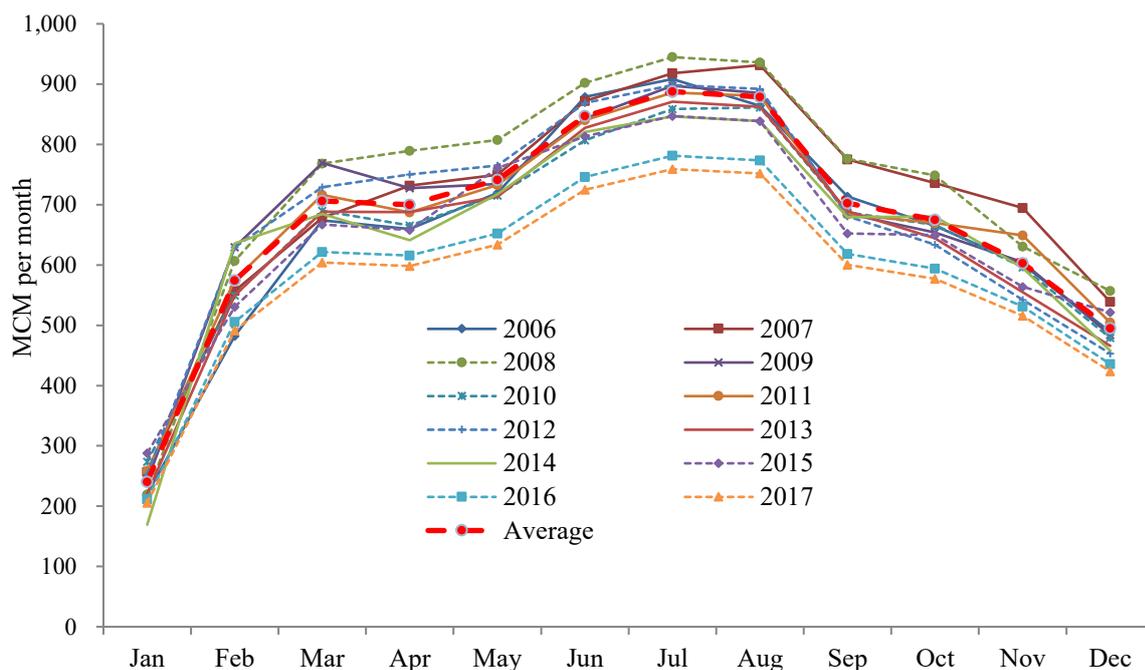
| Season | Crops | Beni Suef | | Faiyum | | Minya | |
|-------------------|--------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| | | Area (ha) | Share (%) | Area (ha) | Share (%) | Area (ha) | Share (%) |
| Winter | Wheat | 60,476 | 25.4% | 94,816 | 28.5% | 110,436 | 29.9% |
| | Beseem | 12,496 | 5.2% | 36,276 | 10.9% | 33,550 | 9.1% |
| | Vegetables | 22,522 | 9.5% | 10,512 | 3.2% | 8,524 | 2.3% |
| | Others(majoram) | 19,603 | 8.2% | 29,674 | 8.9% | 16,252 | 4.4% |
| | total | 115,097 | 48.3% | 171,278 | 51.5% | 168,762 | 45.6% |
| Summer | Maize | 73,332 | 30.8% | 47,944 | 14.4% | 96,489 | 26.1% |
| | Sorghum | 2,105 | 0.9% | 49,413 | 14.9% | 6,110 | 1.7% |
| | Oil Crop (Peanuts) | 5,453 | 2.3% | 2,524 | 0.8% | 18,890 | 5.1% |
| | Vegetables | 16,598 | 7.0% | 23,893 | 7.2% | 35,510 | 9.6% |
| | total | 97,488 | 40.9% | 123,774 | 37.2% | 156,999 | 42.5% |
| Nile | Maize | 14,476 | 6.1% | 15,212 | 4.6% | 0 | 0.0% |
| | Vegetables | 2,815 | 1.2% | 8,950 | 2.7% | 12,545 | 3.4% |
| | total | 17,291 | 7.3% | 24,162 | 7.3% | 12,545 | 3.4% |
| Perenial | Suger cane | 45 | 0.0% | 195 | 0.1% | 15,161 | 4.1% |
| | Fruit trees | 8,084 | 3.4% | 12,597 | 3.8% | 15,497 | 4.2% |
| | Date | 143 | 0.1% | 486 | 0.1% | 750 | 0.2% |
| | total | 8,272 | 3.5% | 13,278 | 4.0% | 31,408 | 8.5% |
| Total | | 238,148 | 100.0% | 332,492 | 100.0% | 369,714 | 100.0% |
| Winter vegetables | | Onion | | Tomato | | Tomato | |
| Summer vegetales | | Tomato | | Tomato | | Tomato | |
| Nile vegetables | | Tomato | | Tomato | | Potatoes | |
| Fruit trees | | Citrus | | Citrus | | Grape | |

注：Vegetables 及び Fruit trees は各県・各時期の代表的な作物を示す。

出典：既存データより JICA 調査団作成

2) 実績灌漑水量

実績灌漑水量は、バハルヨセフ基幹水路及びイブラヒミア基幹水路の 2006 年から 2017 年の 12 年間の平均月間放流量を用いた。当該期間の月間放流量と期間平均放流量は、図 4.21 に示すとおりである。本図より、灌漑地区への配水量の推移をみると年々減少傾向にあり、特に最近の 2016 及び 2017 年は顕著であることが分かる。



出典：MWRI 提供資料から JICA 調査団作成

図 4.21 2006 年~2017 年間の各月実績灌漑水量と平均実績水量

両基幹水路の放流量を合算した流量を各県の作付面積で比例配分して求めた各県の灌漑水量は、表 4.15 県別の実績灌漑水量に示すとおりとなる。

表 4.15 県別の実績灌漑水量（2006~2017 年の平均値）

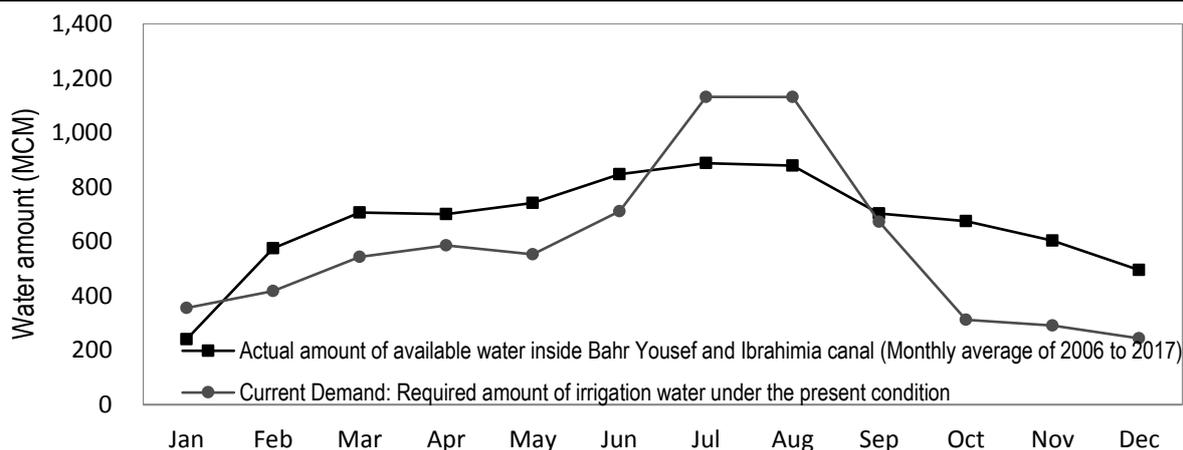
Unit: MCM

| | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Total |
|-----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Total | 240 | 575 | 707 | 700 | 741 | 847 | 888 | 879 | 702 | 675 | 603 | 495 | 8,052 |
| Minya | 88 | 212 | 260 | 258 | 273 | 312 | 327 | 324 | 259 | 249 | 222 | 182 | 2,965 |
| Beni Suef | 81 | 194 | 239 | 236 | 250 | 286 | 300 | 297 | 237 | 228 | 204 | 167 | 2,720 |
| Faiyum | 71 | 169 | 208 | 206 | 218 | 249 | 261 | 258 | 206 | 198 | 177 | 146 | 2,367 |

出典：MWRI 提供資料から JICA 調査団作成

3) 実績灌漑水量と必要水量の比較

図 4.22 に両基幹水系全体での実績灌漑水量に対する必要水量の関係を示す。現況では、7~8月のピーク時には用水不足となる状況が確認され、特に同時期における灌漑水資源量が逼迫していることが推察される。



出典：MWRI 提供資料から JICA 調査団作成

図 4.22 上エジプト地域の月別実績灌漑水量と月別必要水量の比較

(2) 衛星画像解析による上エジプト灌漑地域の水不足の概況把握

ここでは、時系列衛星画像を用いて上エジプト灌漑地域の栽培状況の解析を行い、上エジプト地域の作付状況と水不足の傾向を定性的に評価する。衛星画像解析は、定性的かつ面的に広域把握するのに適していることから、上エジプト地域を対象として概況を把握するために実施した。なお、カセッド水路は本解析対象としては狭小なことから解析対象外とした。

1) 解析方法

MODIS 時系列衛星画像¹⁶を用いた 1.作付回数、2.開花時期、3.生育程度の栽培状況の分析は、神戸大学大学院農学研究科地域共生計画学分野にデータ提供を依頼した。2000 年から 2015 年の 16 年間を用い、時系列衛星画像解析法の詳細は、Kotera et al., 2015¹⁷に準拠した。

<植生指標>

農作物の生育状況は植物の繁茂状態を示す植生指標を用いて評価される。本調査では植生指標として Enhanced Vegetation Index (EVI)を用いた。EVI は MODIS の地表面反射データを用いて次式によって計算される。

$$EVI = G \times \frac{NIR - RED}{NIR + C_1 \cdot RED - C_2 \cdot BLUE + L}$$

ここで、NIR：近赤外（near-Infrared）領域の反射率、RED：可視光域の赤領域、BLUE：青色波長域、G, C1, C2, L は係数を示している。

<栽培状況の解析>

一般的に農地における植生指数は播種時が低く生育に伴って上昇した後、開花期前後にピークを迎える。図 4.23 に対象地域におけるある地点の植生指数 EVI の 2000 年から 2015 年の時系列

¹⁶ NASA 地球観測衛星 TERRA/AQUA 搭載センサの MODIS(Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer、中分解能撮像分光放射計)によって観測されたデータ、解像度 250m。

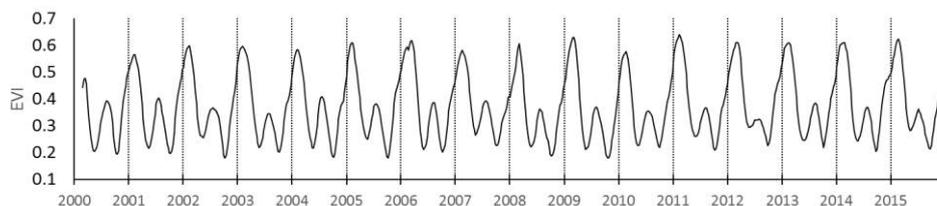
¹⁷ Kotera, A., Nagano, T., Berberoglu, S., and Cullu, M.A. 2015. A global dataset of noiseless time-series vegetation and water indices for farmland analysis. Proceedings of Fourth International Conference on Agro-geoinformatics 2015. Istanbul, Turkey. 20-23 Jul. 2015.

変化を示した。この地点では作付けが毎年 2 回行われており、開花時期は毎年 2 月と 7 月頃であることが分かる。

作付回数は植生指数 EVI の時系列変化に現れるピークを検出することで判別した。ここで、ピーク時の EVI 値が 0.2¹⁸以下の場合には農作物以外の植生として除外した。年間作付回数は 5 月から翌年 4 月までを年度とする期間集計とした。

開花時期はピークが検出された日付とした。地図化の際は異なる作付け全ての開花時期が表現できるよう四半期ごとに分割して描画した。

生育程度は四半期ごとの植生 EVI の平均値を指標とした。



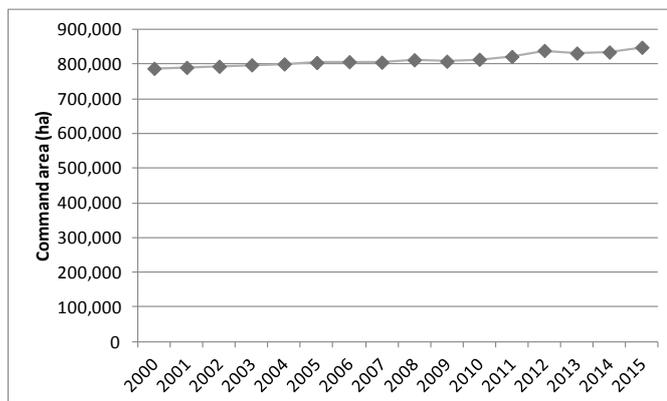
出典：神戸大学提供

図 4.23 対象地域における 2000～2015 年の EVI の時系列変化

2) 解析結果

i) 耕作面積の年次変化

作成したマッププロダクトから EVI 値 > 0.2 となるエリアを農作物の植生（耕作面積）と判断し、上エジプト地域におけるそのエリアの推移を整理し、図 4.24 に示す。衛星画像解析の場合、面積は大きめに出る傾向があること、解析範囲がダイルート堰群地点からナイルデルタ始点までで、アシュート堰掛りの耕地とナイル



出典：神戸大学データから JICA 調査団作成

図 4.24 耕作面積の年次変化

川沿いの耕作地を含むことから、図中の全体面積は前述の対象地域の統計値より若干大きくなっている。図 4.25 に示すように耕作面積（EVI > 0.2 のエリア）が年々増加する傾向がみられ、これらの増加は、図 4.26 に示す作付回数の 5 年間平均の画像から上エジプトの西部及び東部周縁部で確認された。

ii) 作付回数と灌漑不足地域

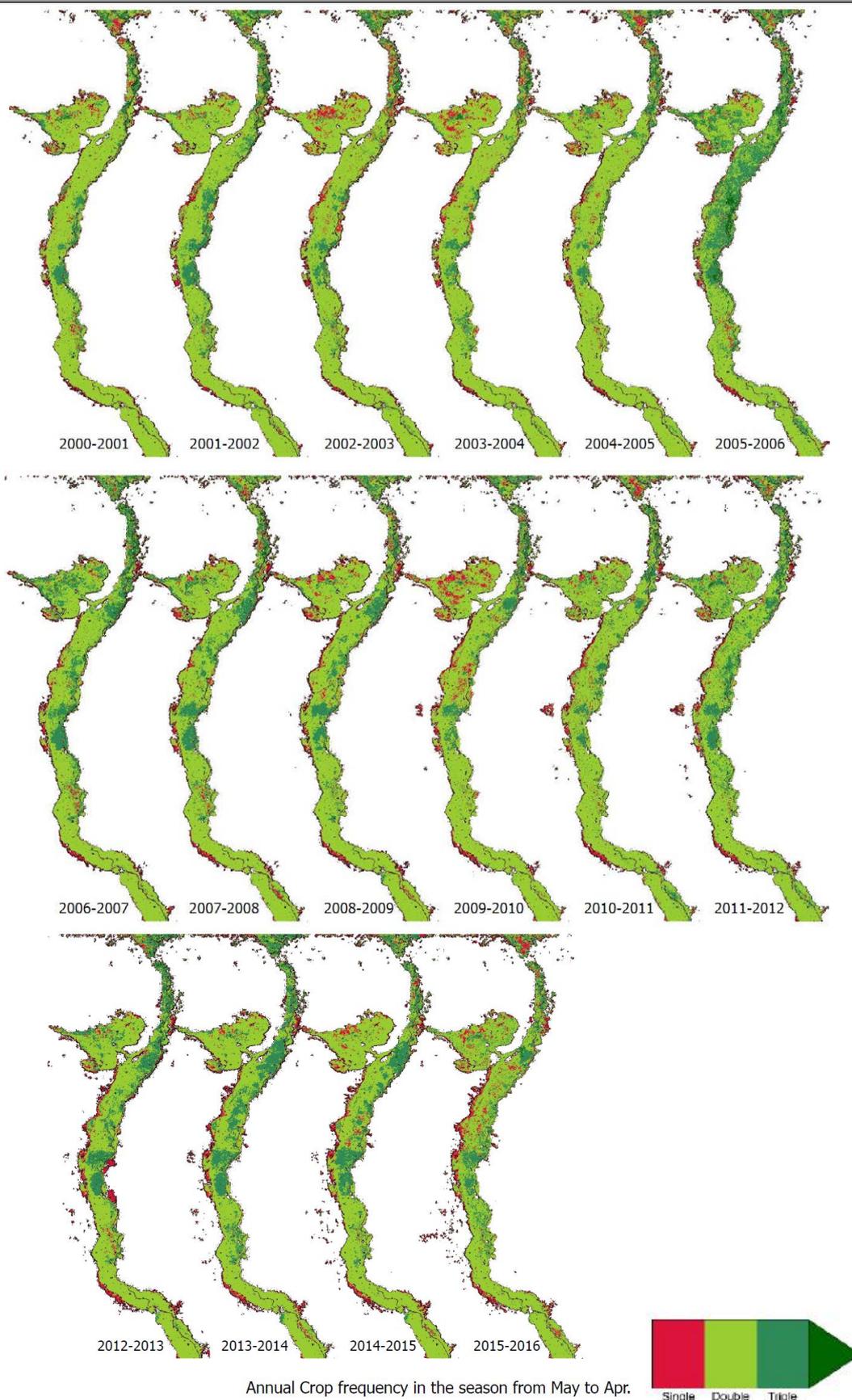
図 4.26 に作付回数の分析結果（5 年平均）を示す。上エジプトの灌漑農地の多くでは二毛

¹⁸ EVI 閾値：植生有無の判断は、一般的に用いられている EVI=0.2 を閾値とした。年間を通じて EVI 値が 0.2 以下のエリアは画像情報から砂漠であることが確認されたことから、EVI > 0.2 となるエリアを農作物等の植生のあるエリア、すなわち耕作地と判断した。

作が行われており、これは図中黄色で着色されたエリアが該当する。図中、緑色で示されたエリアは、植生指数 EVI 値のピークが 3 回検出された地域で、ミニヤ県北部及びギザ県のナイル川沿いに分布している。作付パターンから判断すると、これは年間三作行われたことを意味するのではなく、解析エリア（250 m×250 m）内で開花時期の異なる植生が混在していること等により、植生指数のピークが 3 回検出されたことによると推測される。一方、図の赤色は、年間 1 期作が行われたエリアを示し、開花時期の分析結果より主に冬作（1-3 月に開花）が栽培されている。一期作のエリアは上エジプト地域の東西の周縁部に多く分布し、2001-2005 年に比べて、2011-2015 年に東西の周縁部で一期作が増加していることが示された。また、図 4.25 からファイユーム県において一期作が多数発生する年度が確認された。

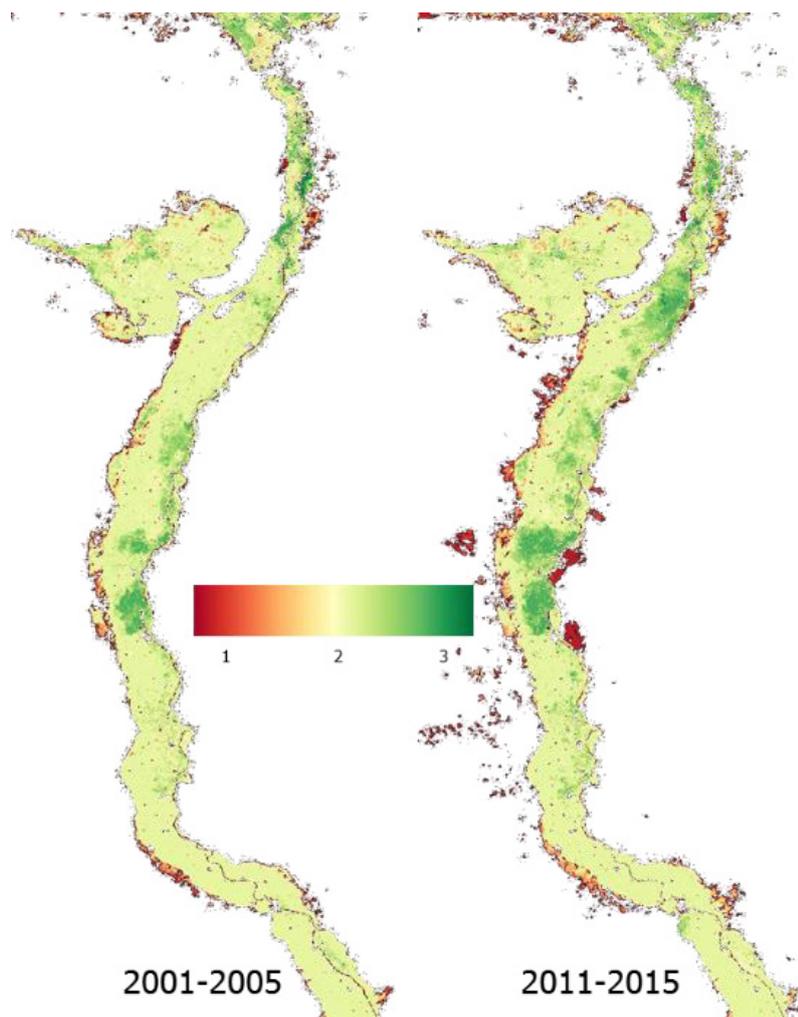
作付回数の解析結果から言えることは、広範囲で植生指数のピークが 1 回のみ出現したエリアは一期作が行われたエリアと判断でき、これは東西の周縁部やファイユーム県で多くみられる。

なお、図 4.25 の 2005-2006 年の画像解析結果ではピークが 3 回検出されたエリアが広範囲に広がっていることが確認されるが、現地調査からはこの要因について推定するには至っていない。



出典：神戸大学提供

図 4.25 作付率と耕作範囲の経年変化

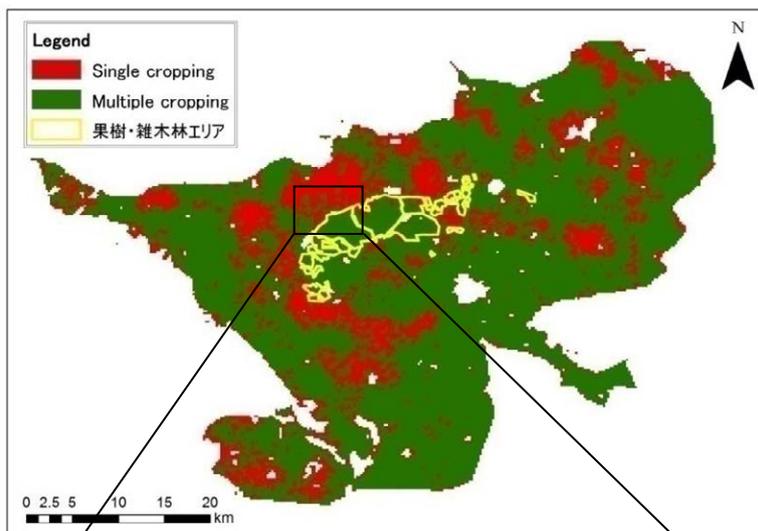


出典：神戸大学提供

図 4.26 作付回数¹の 5 年間平均（左図 2001-2005 年、右図 2011-2015 年）

雑木林等を含めた果樹栽培エリアでは年間を通して樹木が葉を付けており、畑地と比較し、作付回数¹の判断基準となる EVI のピーク出現に違いが生じる可能性がある。そこで、ファイユーム県を例に衛星画像から果樹・雑木林エリアを特定し、年間 1 作のエリアの土地利用状況の確認を行った。

衛星画層と解析結果の検証結果を図 4.27、図 4.28 及び図 4.29 に示す。図 4.27 に 2009 年のファイユーム県における作付回数¹を図示（図 4.27 黄色枠）した。また、図 4.28 に衛星画像による畑地エリアと果樹・雑木林エリアの比較を示す。各エリアの拡大図は図 4.29 のとおりである。その結果、畑地エリアでは一期作（図 4.27 赤色）が多数確認されるのに対し、果樹・雑木林エリアはほとんどが多期作（図 4.27 緑色）と示された。以上より、一期作として検出されているエリアの多くは、畑地を示していることがわかる。



出典：神戸大学データから JICA 調査団作成

図 4.27 2009 年のファイユーム県における作付回数

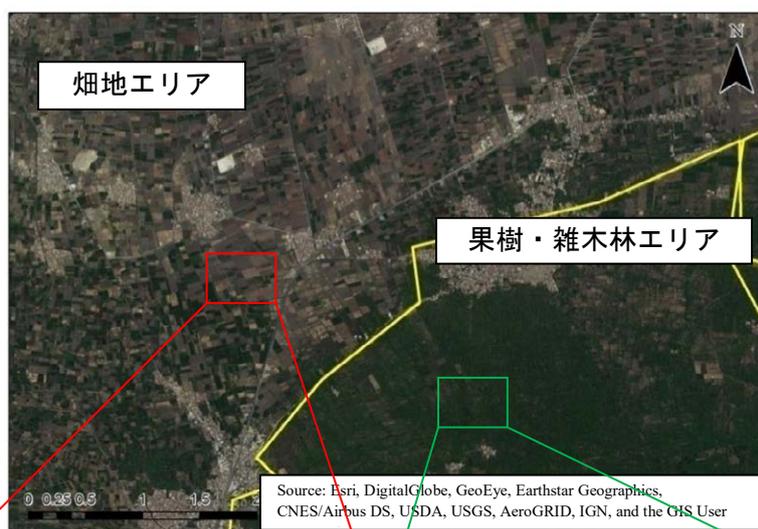


図 4.28 衛星画像による畑地エリアと果樹・雑木林エリアの比較

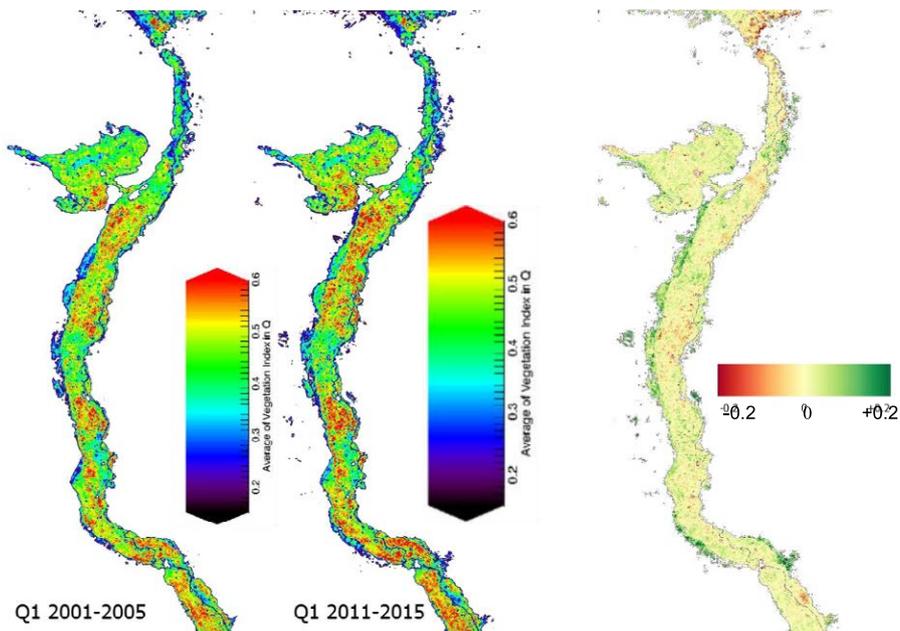


出典：JICA 調査団作成

図 4.29 衛星画像拡大図（左図：畑地エリア、右図：果樹・雑木林エリア）

3) 生育程度と灌漑不足地域

植生指数 EVI の第 1 四半期（1 月－3 月）の 5 年平均を整理し、図 4.30 に示す。左図の赤色で示したエリアは冬期の生育程度が良好なエリア、青色で示したエリアは生育程度があまり良くないエリア、右図は 2001 年から 2005 年までと 2011 年から 2015 年までの 5 年平均の差異を示す。前述の作付回数の分析結果と照合すると、上エジプト地域の東西の周縁部の冬作の生育程度は二毛作農地よりも低い傾向にあった。現時点で二毛作が確立している地域は用水需要が夏作・冬作とも比較的満たされている一方、末端地域は用水不足から冬作の灌漑水量も十分に確保されていない状況が推測される。

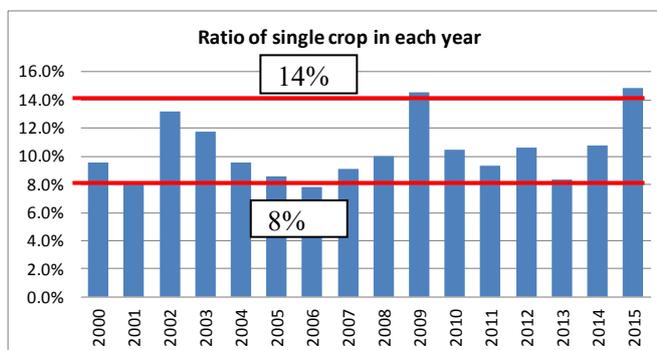


出典：神戸大学提供データより調査団作成

図 4.30 生育程度の 5 年間平均（左図 2001-2005、2011-2015）とその差異（右図）

4) 用水効率化による改善

2000 年から 2015 年の年毎の耕作面積に占める一期作の面積の割合を図 4.31 に示す。一期作の割合は、多い年で 14%、少ない年で 8% とバラツキがあり、これは取水量や基幹用水路内での配分や作付体系等にも左右されるものと考えられる。ダイルート堰群での取水量との明確な相関関係は認められなかったため、灌漑システム内の水配分や営農体系に影響を受ける面が大きいと推察されるが、ポテンシャルとして用水効率の改善により一期作の割合を 8% 程度まで改善することが期待できる。



出典：神戸大学データから JICA 調査団作成

図 4.31 年毎の耕作面積に占める一期作の割合

(3) 灌漑排水システムの水質

エジプトの排水システムは、灌漑実施に伴って発生する塩害に対処するために整備された経緯もあり、用水システムとは分離されていることが基本になる。調査対象地域の灌漑排水システムでは、用水はナイル川を元水として、水路内の流下は用排水が分離され、用水と排水は明確に区分して扱われる。灌漑用水は圃場での灌漑利用後に排水路に流出する排水となる。排水は汚濁物質が増加し、一般的に水質の悪化を伴う。加えて、都市からの生活排水、工場排水、処理下水等の水質の劣化した排水も選択が可能な場合には排水路に導入されることが通常であり、このような状況から、一般的に用水路に比べて排水路で水質が悪化することになる。

灌漑用水の水質は、ナイル川の水質が直接影響するとともに、灌漑排水システムを流下する際の取水位置や利用状況により変化する。農地排水の汚濁負荷（面源）の代表指標とされる塩類濃度から水質状況を確認する。表 4.16 に本調査期間に JICA 調査団が測定した水質データを参考として示す。

表 4.16 調査地区内水路における測定水質

| 水路名 | 位置 | 測定日 | 水温 (°C) | pH | EC ($\mu\text{S/cm}$) |
|------------|------------|-----------|------------|-----|----------------------------|
| バハルヨセフ基幹水路 | アラブベニ揚水機場 | 2016.12.1 | 19.2 | 8.0 | 368 |
| | ベニカレット揚水機場 | 2016.12.1 | 18.7 | 8.0 | 378 |
| イブラヒミア基幹水路 | 旧ハフェズ堰 | 2016.12.1 | 19.3 | 8.1 | 360 |
| | | 2017.1.3 | 14.7 | 7.9 | 377 |
| カセッド幹線水路 | 旧タンタ堰 | 2016.12.4 | 18.7 | 8.2 | 498 |
| | マハラ・メノウ調整堰 | 2016.12.4 | 18.7 | 7.9 | 502 |

出典：JICA 調査団作成

塩類濃度の指標である EC 等の調査対象地区における測定値は、上エジプト地域上流部の基幹水路で 360~380 $\mu\text{S/cm}$ 、地区下流部のナイルデルタに位置するカセッド幹線水路で 500 $\mu\text{S/cm}$ であり、流域下流で累加的に増加する状況がみられる。塩類濃度は、2.1.2 (2) 水質に示された数値よりは増加傾向はみられるものの、「FAO Irrigation & Drainage Paper No.29」に示される灌漑用水の EC の農作物（塩害に弱い）の収量減が始まる 700 $\mu\text{S/cm}$ よりも低い値となっている。

本調査対象地域の上エジプト地域では、通常は灌漑用水の水質には問題がないとの認識から、GD 自らは灌漑施設の水質モニタリングを実施していない。用水の水質については、定点かつ定期的な観測ではないが、水路や工場（排出場所）などで保健省が水質検査を実施し、当該水路を管轄する GD にナイル川及び水路の汚濁防止に関する法律（No. 48/1982）の基準に照らした報告をしており、水質に問題を生じている場合には保健省から GD に措置が依頼されるとのことである。

他方、ナイルデルタ地域は、農地排水による汚濁の累加的な進行に加え、人口密度が高いことから水路への他の汚濁負荷量も多いと想定されることを反映して、先行したナイルデルタ地域の排水再利用に関する JICA 調査¹⁹は、水量とともに水質が用水の灌漑利用において特に留意すべき項目と指摘している。

ナイルデルタ地域のこのような状況に対応して、中央デルタ地域に位置する本調査の対象地区で

¹⁹中央デルタ灌漑のための排水水質管理・再利用プロジェクト調査, JICA, March 2016

あるカセッド幹線水路地区については、地区を担当するガルビア GD が水質の維持に留意した対応を進めている。カセッド幹線水路地区は水路左岸に上水施設の取水がある（表 4.17 参照）ため、これまでは幹線水路部への排水導入を実施しておらず、水質が悪化する懸念材料はみられない。

これらの取組みにより、調査対象地区の灌漑用水の水質は、おおむね良好に推移している。

また、上エジプトにおける排水再利用に関しては、バハルヨセフ基幹水路とイブラヒミア基幹水路への排水の導入後の基幹水路の灌漑用水について、水質に関する特筆すべき問題は報告されていない。用水不足を補うための、支線水路レベルを中心に近傍の排水路の水を水源とする排水再利用ポンプ場の設置は、MWRI の判断として排水混入後の灌漑用水利用が可能な水質の場合に行われる。

ナイルデルタ地域では年 2 回の水質測定結果に基づいて排水再利用の実施を行っているとしている。中央ナイルデルタに位置するカセッド幹線水路地区の支線水路に排水を利用する計画のあるマハラ・メノウ排水路のサマタイ排水路への流入地点の排水の EC を例（JICA 調査団測定）として表 4.18 に示す。この EC 値は前述の「FAO Irrigation & Drainage Paper No. 29」に示される塩害による収量減の始まる値（700 $\mu\text{S/cm}$ ）を超えている。

表 4.18 排水路における測定水質

| 水路名 | 位置 | 測定日 | 水温 ($^{\circ}\text{C}$) | pH | EC ($\mu\text{S/cm}$) |
|------------|------------|----------|------------------------------|-----|----------------------------|
| マハラ・メノウ排水路 | サマタイ排水路合流点 | 2017.1.5 | 14.2 | 7.7 | 1,210 |
| | | | 15.2 | 8.0 | 1,260 |

出典：JICA 調査団作成

4.2 灌漑施設の現状

本項では、調査対象地区で実施したサンプル水利施設調査、モデル地区調査及び灌漑施設のインベントリー調査により確認した灌漑施設の現状について整理する（各調査及び各地区の定義は第 1 章 1.2 を参照）。

調査対象地区の灌漑用水路及び灌漑水利施設の現状を把握するために、バハルヨセフ水路系及びイブラヒミア水路系とカセッド水路系の各流域内の現地調査を実施した。調査方法は、基幹水路の水路本体及び沿線構造物については主にインベントリー調査により、幹線・支線水路以下についてはサンプル水利施設調査及びモデル地区調査によって個別サブ地域の調査を行い、また、MWRI 関係者や各 GD 等からの聞き取り・収集情報などを分析して対象地区全体の現状を把握することとした。さらに、バハルヨセフ基幹水路についてはダイルート堰群からラフーン堰区間の水路横断測量を実施し、最新の水路断面を把握することとした。

なお、サンプル水利施設調査を行うための調査区（サンプル地区）の選定は MWRI 及び GD の関係者と協議し、以下に示す選定クライテリアを作成し、基本的にこれに準拠して最終的にサンプル地区を選定した。

- 可能な限り多くの種類の水利構造物（取水工、堰、ポンプ等）を含んでいること。
- 調査対象面積が適度な規模（目安として 10,000～60,000 feddan 程度）で、標準的な灌漑農業が営まれていること。
- 調査にあたり周辺環境（二次水路レベルへのアクセス、地域住民の理解等）に問題がないこと。
- 調査対象となる幹線水路は基幹水路から直接分岐していること。
- 関係する GD、区域事務所が推奨する地区を候補に含むこと。

また、モデル地区の選定クライテリアは、2017 年 3 月 9 日付で MWRI と JICA で締結した M/D を基に、以下のとおり設定した。

- 幹線から末端まで一体の水管理の改善を図ること。
- 効率的水利用に向けてクリティカルイシューを提示すること。
- 4 月から 5 月上旬までにモデル地区での調査が完了する適正な面積規模であること。

このような調査を通じて以下に述べるような各対象水系（流域）全体にわたる灌漑施設の現状が明らかとなった。

4.2.1 基幹水路レベル

バハルヨセフ水路系及びイブラヒミア水路系の各流域における基幹水路（本体）並びに基幹水路上の構造物（堰、取水工、揚水ポンプ場等）について、インベントリー調査結果や MWRI 関係者、東・西ミニヤ及びベニスエフの各 GD 等からの収集情報、並びにバハルヨセフ基幹水路の水路横断測量成果から判明した現状を以下に述べる。

(1) バハルヨセフ水路系

バハルヨセフ基幹水路はダイルート堰群でイブラヒミア基幹水路より分水し、ファイユーム市内で終了する延長 313 km のエジプト国内最大の用水路である。同水路はナイル協定に基づく年間利用可能水源量 555 億 m³ の 9% に相当する年間 50 億 m³ が配水され、灌漑支配面積は約 848,400 feddan（=約 356,000 ha：2016 年 MWRI）に及び、最大通水量は約 234 m³/s（「バハルヨセフ地区灌漑整備計画調査」報告書（1992 年））である。

バハルヨセフ基幹水路には上流から、ダイルート堰群、ダハブ堰、サコーラ堰、マゾーラ堰及びラフーン堰の調整堰が存在し、ダハブ堰以下の主要 4 堰は 1997 年～2010 年期間中に日本の無償資金協力事業で改修された。また、同水路の起点部に位置するダイルート堰群は円借款事業で現在建設計画が進行中である。

本水路は縦断勾配 1/14,000～1/20,000 程度と極めて緩く、200 カ所程の湾曲部を有する蛇行した土水路であり、水路沿線には灌漑農地のほか数多くの集落や居住地が存在している。

バハルヨセフ基幹水路の期別の用水量は同水路上に設置された 4 カ所の主要調整堰によって水位制御され、水路上の各取水工から幹線・支線水路に必要水量が分水されている。また、一部では同基幹水路から直接ポンプによって幹線・支線水路に配水されている。以下に、バハルヨセフ基幹水路の一般諸元（1992 年当時の設計諸元）を示す。

表 4.19 バハルヨセフ基幹水路一般諸元

| 区間 | 測点 (km) * | 水路底幅 (m) | 側法 勾配 | 水路 縦断勾配 |
|---------|--------------|-------------|----------|------------|
| ダハブ調整堰 | 77.600 | 46.0 | 1:1.5 | 1/14,000 |
| サコーラ調整堰 | 177.730 | 46.0 | 1:1.5 | 1/15,400 |
| マゾーラ調整堰 | 230.260 | 44.0 | 1:1.5 | 1/14,300 |
| ラフーン調整堰 | 288.700 | 24.0 | 1:1.5 | 1/20,000 |
| 終点 | 312.700 | 15.0 | 1:1.5 | 1/20,000 |

*ダイルート堰群からの距離(km)

出典：MWRI 提供資料から JICA 調査団作成

バハルヨセフ基幹水路に関しては、「バハルヨセフ地区灌漑整備計画調査（1992年）」において水路断面の検討が行われ、当時の設計断面では通水容量が不足することが指摘されている。検討の結果、改修計画断面として、水路底を一律 0.7 m 下げる案が提案されている。その後、日本の無償資金協力事業によって設計・施工された 4 堰は、水路底改修を考慮した敷高で建設されている。

(2) バハルヨセフ基幹水路本体

バハルヨセフ基幹水路本体に係る施設面での現状の問題点としては、1) 通水断面が不足し設計流量を流下できない水路区間が存在すること、2) 水利・構造上問題がある水路湾曲部（クリティカル・カーブ）が存在すること、の 2 項目が挙げられる。

1) 水路の通水断面不足

バハルヨセフ基幹水路は蛇行した土水路であり、水路法面の経年的な浸食及び堆砂は避けられない。水路縦断勾配が極めて緩いため流速は最大通水時の平均流速で 0.8 m/s 弱と小さいが、経年的に水路底土の浸食・堆積を繰り返すため部分的に断面が変形し、通水断面を狭めることによって通水能力を低下させている区間がある。

通水断面の変形（狭窄）については、本調査期間中に実施した水路横断測量の結果によって水路断面の変形状況が確認された（後述の図 4.33 水路湾曲部（平面図、断面図）を参照）。また、水路横断測量結果によってバハルヨセフ基幹水路の全般の縦断面（図 4.32）を概略検証すると、部分的に水路底が浅くなっている区間も確認された（後述の図 6.2 参照）。

基幹水路の維持管理作業の一環として堆積土の浚渫が数年に 1 回、除草や水草・ゴミの処理が 4 カ月に 1 回程度、管轄する東・西ミニヤ及びベニスエフの各 GD によって恒常的に実施されている。しかし、GD が MWRI に申請する維持管理費用算出のための掘削計画図（水路横断面図）から判断すると、これらの維持管理作業による水路の掘削は限定的であり、所要の通水量を流下させるために必要な通水断面を確保するには至っていないのが現状である。

通水能力が不十分であることの根拠として、MWRI の関係者（ダイルート堰の水配分担当者及び各 GD の General Director 等）から聞き取りで得た情報は以下のとおりである。

- 特に夏期の大流量を必要とする時期においては、通水能力不足によって一部区間（例えばダイルート堰群から約 220 km 下流の Dlhans Bridge 村付近）で堤防から溢水する懸念があ

るため起点のダイルート堰において放流量を制限している状況にある。

- バハルヨセフ基幹水路への分配量の判断はダイルート堰の水配分担当者と各 GD の General Director 間で、流入する最大水量が下流に問題を起ささないことを確認しながら行っている。毎年、夏の水需要のピーク時は最も神経を使っており、各灌漑地域の担当技術者は、始点部（ダイルート堰群）における流量が約 200~214 m³/s に近づいた時点でバハルヨセフ水路沿いにある全ての堰と取水工ゲートを全開するように指示されている。

一方、バハルヨセフ基幹水路の水路横断測量結果（本調査で実施したもの）から得られた水路断面を用いて現況水路の通水能力の計算を行った。計算は計画最大流量（設計流量）を用い、主要 4 堰における堰上げ水位を考慮した不定形断面に対する不等流計算による。計算水位の結果は図 4.32 に示すとおりであり、現況の水路堤防高において計算水位（水理上の余裕高；最大 0.6 m を考慮している）を下回る区間が存在している。すなわち、現況のバハルヨセフ基幹水路は設計流量を流下できない区間が随所にあることが示された（詳細な計算結果、設計条件は Annex 7）。

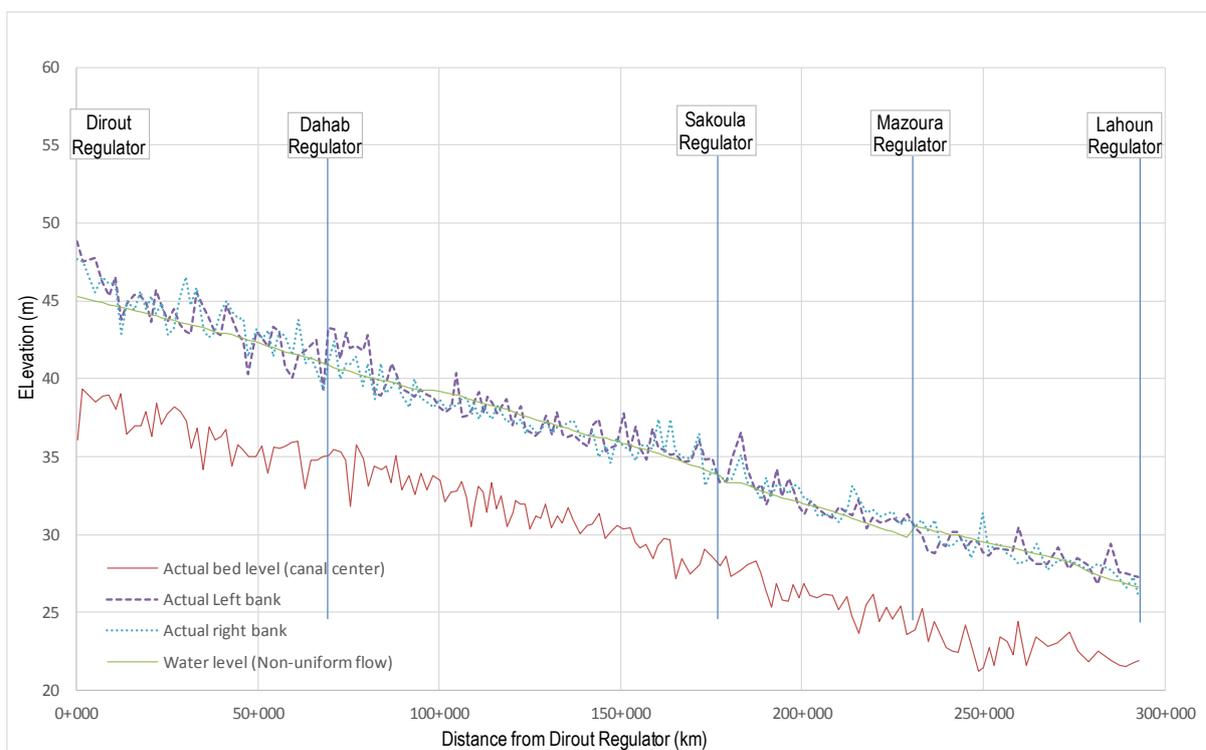


図 4.32 バハルヨセフ基幹水路の現況断面における通水能力計算結果（水理縦断面図）

出典：本調査で実施のバハルヨセフ基幹水路横断測量データに基づき JICA 調査団作成
 （水理計算の詳細は Annex 7 に示す）

また、バハルヨセフ基幹水路の当初設計断面について西ミニヤ GD から入手した資料に基づいて試算した水理計算（定型断面の等流計算による。この時の粗度係数は $n=0.03$ ）により検証した結果は表 4.20 のとおりであり、計算流量は設計流量を下回っていることが確認された（例えば、設計流量 226 m³/sec に対して計算流量（通水能力）は 189 m³/sec）。この結果は、当初設計においては水理計算のパラメーターの 1 つである粗度係数（ n ）を、比較的平滑な土水路の場

合に利用される $n=0.025$ で計算していたため必要断面が過少に見積もられていたことを示唆するものと考えられる。

なお、「バハルヨセフ地区灌漑計画調査報告書（1992年）」によると、当時の実測流量から逆算した粗度係数は $n=0.029$ であり、表面が粗い土水路の場合に用いられる値 ($n=0.03$) が妥当であると判定している。したがって、本検討においても $n=0.03$ を用いて検討している。

表 4.20 では各堰間の代表水路断面（当初設計断面）について Manning 式に基づいて流量を算定している。

表 4.20 バハルヨセフ基幹水路の当初設計断面での計算流量と設計流量の比較

| Section | Station | Bed width (m) | Side slope | Canal slope | Calculated water depth(m) | Calculated discharge (m ³ /s) | Design discharge (m ³ /s) |
|---------|---------|---------------|------------|-------------|---------------------------|--|--------------------------------------|
| ダイルート堰群 | 000+100 | 46 | 1.5 | 1/14,000 | 4.90 | 188.93 | 226.50 |
| ダハブ堰 | 077+600 | 46 | 1.5 | 1/14,000 | 4.90 | 188.93 | 210.15 |
| サコーラ堰 | 177+730 | 46 | 1.5 | 1/15,400 | 4.85 | 177.01 | 193.64 |
| マゾーラ堰 | 230+260 | 44 | 1.5 | 1/14,300 | 4.55 | 157.83 | 187.79 |
| ラフーン堰 | 298+700 | 24 | 1.5 | 1/20,000 | 4.80 | 83.31 | 80.07 |

出典：西ミニヤ GD データ及び「バハルヨセフ地区灌漑計画調査報告書報告書 1992」より JICA 調査団作成

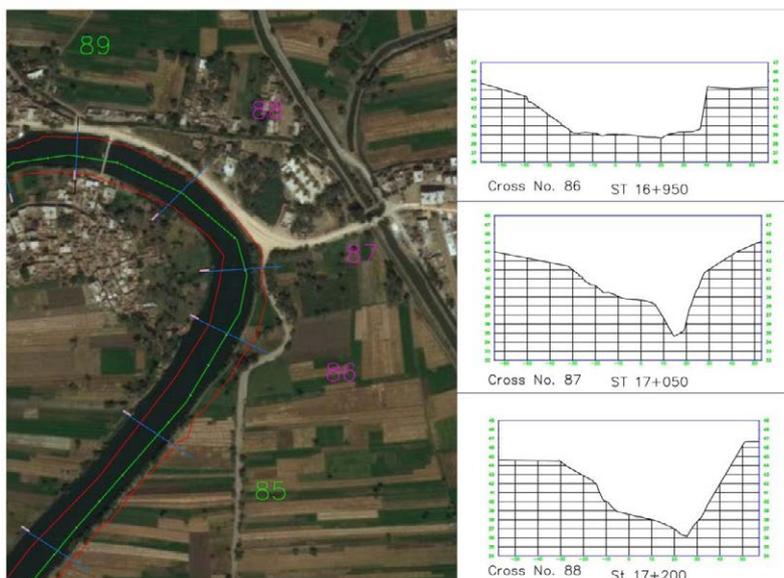
以上のように、バハルヨセフ基幹水路は断面の変形等により計画通水量を流下できない区間が随所に存在するため、当該基幹水路から分岐し広大な灌漑受益をカバーする多数の幹線水路系に必要な水を必要な時期に十分に送水できないという重要な課題を抱えていることが判明した。

2) 危険湾曲部（クリティカル・カーブ）の問題

バハルヨセフ基幹水路の調査区間には 200 カ所程度の顕著な湾曲部があるが、これらのうちクリティカル・カーブと称する曲がりの急な湾曲部では水路の構造面、水理面において問題を生じているところが多く存在している。

水路内湾曲部の外カーブでの問題としては、流水によって水路側面の洗掘が進行し、接続する農地、居住地・道路等敷地が侵食されているという現象がある。一方、湾曲部の内カーブでは、流速低下によって土砂堆積や水草等の繁茂が生じ通水断面を阻害しているという問題がある。

本調査で実施した水路横断測量で得られた湾曲部の代表的な横断面形状を図 4.33 に示す（ダイルート堰群からの測点 17 km 付近）。



出典：JICA 調査団作成
 衛星画像:Esri, DigitalGlobe, GeoEye, Earthstar Geographics, CNES/Airbus DS,
 USDA, USGS, AeroGRID, IGN, and the GIS User Community

図 4.33 水路湾曲部（平面図、断面図）

クリティカル・カーブで生じている問題として、GD の関係者から得た情報や調査団による現地調査の中で確認された具体的な事項は以下のとおりである。

- 通水ピーク時に堤防から溢水するなど危険な状態となっている箇所がいくつか存在している。（図 4.34 の写真は、通水ピーク時にカーブ外側の堤防から溢水したことのある Dlhans Bridge 村付近のクリティカル・カーブ地点）。
- El Soltan Hasan 村付近（ダイルート堰群から下流約 70 km 地点）では、砂丘部の侵食によってバハルヨセフ水路内に土砂が流入し下流部河床に堆積し水利用・維持管理面で悪影響を及ぼしており、護岸保護工の設置が求められている（図 4.35）。



高水位時越流箇所(Dlhans Bridge 村付近)

出典：JICA 調査団

図 4.34 クリティカル・カーブ例
 （過去の通水ピーク時に溢水した地点）



水路左岸部侵食による水路への砂流入箇所
 (El Soltan Hassan 村付近)

出典：JICA 調査団

図 4.35 砂丘部の侵食箇所例

緊急な対応を迫られた一部区域（図 4.36 に示す El Gafadon 村付近のクリティカル・カーブ等）では、灌漑局によって捨石等による保護工設置工事が実施されているところもある。しかし、過去に他の場所において捨石によって実施された保護工は耐久性が不十分で既に流失した事例もあり（図 4.36）、クリティカル・カーブの保護工としては別の工法の選択が望まれている。



MWRI が建設した護岸工（El Gafadon 村付近）



通水ピーク時に流された護岸工
（Dlhans Bridge 村付近）

出典：JICA 調査団

図 4.36 MWRI が実施したバハルヨセフ沿いの護岸工設置事例

各 GD では、これらのクリティカル・カーブにおいて緊急に安全対策を必要とする箇所を選定し、護岸保護工設置のための事業予算を MWRI 本省に要請している状況にある。それらのリスト（未施工箇所）を表 4.21 に示す。

表 4.21 各 GD 選定の危険湾曲部リスト（バハルヨセフ基幹水路）

| No. | GD | Curve Position (km from Dirout) | Neighbor Village | Length of curve (m) |
|-----|------------|------------------------------------|----------------------------|------------------------------|
| 1 | East Minya | 6.10 | Dahroug | 350 |
| 2 | | 6.80 | El Sheikh Mogherah | 400 |
| 3 | | 7.30 | Bani Haram | 400 |
| 4 | | 8.90 | North Bani Haram | 400 |
| 5 | | 10.10 | Abo El Hadr | 300 |
| 6 | | 12.20 | North Abo El Hadr | 350 |
| 7 | | 14.10 | Ezbet Abo El Makarem | 400 |
| 8 | | 14.85 | Ezbet Abo El Makarem | 250 |
| 9 | | 16.50 | Awlad Sarhan | 350 |
| 10 | | 18.10 | Awlad Sarhan | 250 |
| 11 | | 22.80 | El Sheik Shebekah | 400 |
| 12 | | 23.50 | El Sheik Shebekah | 350 |
| 13 | | 48.90 | North Abo Kaltah | 300 |
| 14 | | 50.70 | Inside Bani Khalid | 300 |
| 15 | | 60.80 | South of Kafr Lbas | 400 |
| 16 | West Minya | 61.60 | Inside Kafr Lbas | 500 |
| 17 | | 64.50 | El Kesery | 250 |
| 18 | | 71.05 | El Soltan Hasan | 500 |
| 19 | | 72.75 | Bani Saed | 300 |
| 20 | | 75.40 | Ezbet El souq | 300 |
| 21 | | 76.10 | Ezbet El souq | 400 |
| 22 | | 79.05 | North of Ebeed | 300 |
| 23 | | 85.50 | Bani Shebah | 450 |
| 24 | | 87.40 | Towa abo Shenaf | 350 |
| 25 | | 89.79 | Towa water treatment plant | 350 |
| 26 | | 105.00 | Hehya | 300 |
| 27 | | 108.00 | Aseer | 350 |
| 28 | | 136.70 | El Sheik Teladah | 200 |
| 29 | | 163.70 | Kalyamoun | 250 |
| 30 | | 164.50 | Elsnakoreyah | 250 |
| 31 | Beni Suef | 210.00 | Izbet Megahed – El Konissa | 100 |

| No. | GD | Curve Position (km from Dirout) | Neighbor Village | Length of curve (m) |
|-----|----|------------------------------------|------------------|------------------------------|
| 32 | | 211.50 | Izbet Masood | 200 |
| 33 | | 213.00 | Menssaba | 200 |
| 34 | | 214.50 | Menssaba | 400 |
| 35 | | 215.50 | Menssaba | 160 |
| 36 | | 216.50 | Menssaba | 200 |
| 37 | | 217.00 | Dlhans bridge | 400 |
| 38 | | 218.20 | Dlhans bridge | 300 |
| 39 | | 219.00 | Dlhans bridge | 200 |
| 40 | | 219.50 | Dlhans bridge | 300 |
| 41 | | 221.00 | Izbet Boshra | 300 |
| 42 | | 222.00 | Izbet Fadl Alla | 50 |
| 43 | | 224.00 | Marco | 200 |
| 44 | | 225.00 | Kamoon | 400 |
| 45 | | 231.00 | Izbet Nasr Alla | 250 |
| | | | Total | 13,910 |

出典：GD 提供資料から JICA 調査団作成

以上のように、バハルヨセフ基幹水路は水路内への土砂堆積、水路壁面の侵食、農地や居住地等への水の越流など問題を抱えたクリティカル・カーブが多く存在しており、水理面では特に灌漑ピーク時の必要用水量の流下を困難にし、さらに構造面では水路湾曲部周辺の農地、生活用地の安全性を脅かしている。

(3) バハルヨセフ基幹水路上の付帯水利施設

バハルヨセフ基幹水路には起点部にダイルート堰群があり、その下流側にはダハブ、サコーラ、マゾーラ及びラフーンの 4 つの主要な調整堰が存在している。これらの 4 堰は構造・機能面でなんら問題ない状況にある。

同基幹水路からは大・中規模の灌漑受益を有する幹線水路及び小規模の灌漑面積を支配する支線水路が直接分岐している。さらに、基幹水路から取水し幹線水路に接続する連絡水路 (Feeder/ Link canal) やポンプ場に導水する導水路 (Guide canal) も存在している。

これらの幹線・支線水路入口には自然取入れの取水工 (ゲート構造) が設置されている。また、連絡・導水路には比較的大規模のポンプ場 (用水・排水) が存在し、また基幹水路から直接サクシオンにより取水し支線水路に揚水する小規模の用水ポンプ場が点在している。水利施設の他には橋梁が主要な横断構造物として数多く存在している。表 4.22 に、バハルヨセフ基幹水路の調査対象区間 (ダイルート堰群からラフーン堰まで) において同基幹水路上に位置する、あるいは隣接する構造物のリストを示す。

表 4.22 バハルヨセフ基幹水路上の主要構造物リスト

| Survey Zone between Regulators | | Regulators | Canal Intakes/ Others | Pump Stations (Irrigation) | Pump Stations (Re-use) | Sub-Total | Bridges | Total |
|--------------------------------|---------|------------|-----------------------|----------------------------|------------------------|-----------|---------|-------|
| From | To | | | | | | | |
| Dirout | Dahab | 1 | 9 | 2 | 3 | 15 | 20 | 35 |
| Dahab | Sakoula | 1 | 8 | 2 | 1 | 12 | 20 | 32 |
| Sakoula | Mazoura | 1 | 7 | 6 | 1 | 15 | 12 | 27 |
| Mazoura | Lahoun | 1 | 22 | 4 | 4 | 31 | 14 | 45 |
| Total | | 4 | 46 | 14 | 9 | 73 | 66 | 139 |

出典：本調査におけるインベントリー結果から JICA 調査団作成 (Dirout 堰群から Lahoun 堰までの区間)

これらの諸施設のうち取水施設 (取水工、用水ポンプ場) は 4 つの主要堰による期別の水位調整の下、バハルヨセフ基幹水路からの用水を取水し、必要な時期に必要な水量を幹線水路、連絡水

路及び支線水路に配水するという重要な役目を担っている。しかしながら、これらの諸施設には老朽化が激しく構造的な安定性に欠けるもの、著しくゲート等の操作性に欠けるもの、ポンプの吸込み性能が低下し所定の機能を発揮できないなど問題を抱えた施設が多く存在している。

以下に、バハルヨセフ基幹水路から取水する取水工（連絡水路上の取水工も含む）及びポンプ場に関し、インベントリー調査、サンプル地区 / モデル地区調査及び GD からの入手情報によって明らかとなった問題点の概要を整理する。

1) 取水工

- ゲート設備が老朽化によって操作不能あるいは操作が極めて困難な状況の取水工が全体で 16 カ所確認された（表 4.23 の評価 A、B に相当）。これらのうち、躯体がレンガ造の場合は、補修が困難であるためゲートを含めて全面改修が必要と想定される。また、鉄筋コンクリート構造物の場合は状況に応じて躯体の修復が可能と推察される。
- 取水工の躯体は鉄筋コンクリート造またはレンガ造であるが、それらのほとんどは設置年数が古いため何らかの補修が必要な状況である。鉄筋コンクリート造の場合はひび割れ、剥落などで、レンガ造の場合はモルタル剥離によるレンガの欠落などである。
- ゲート設備の劣化現象としては、扉体の変形・摩耗・穴あきやゲート戸溝の変形、巻上機スピンドルの変形による操作不能などである。これらは、軽微なものは補修が可能であるが、扉体の変形、穴あき状態のものは更新が必要と考えられる。
- 支線水路レベルの比較的小規模の灌漑面積に配水する取水工において、ゲート設備自体は特に問題ないが、バハルヨセフ水路の経年的な断面劣化による水位低下によって冬期に自然取入れができなくなり、支線水路への配水機能が十分果たされなくなっているものも確認された。これらは、ダハブ堰上流に設置された 8 カ所の小規模取水工（全てゲート幅 1.0 m 程度）が該当している。
- 集落地内に位置するほとんど取水工はゲート入口にゴミ等が集積し、ゲート操作時に少なからず支障をきたしている。

取水工に関し、構造物の劣化状況を 5 段階で評価した。各評価基準の目安は、構造物の建設年や現地調査による目視・聞き取り調査より構造物の状態を判断し、以下のとおりとした。

表 4.23 取水工 / 堰の劣化度合い評価基準

| 評価 | 構造物の状態 | 備考 |
|------|---|--------------------------------------|
| 評価 A | ゲートが作動せず、構造物本体も相当に損傷している。 | 全体の更新の必要性を検討（レンガ構造の場合は全面更新が必要と判断される） |
| 評価 B | 構造物本体は堅牢だがゲートが作動しない、又は損傷が激しく機能を維持できない。 | ゲート設備の交換を検討 |
| 評価 C | 構造物本体に大きなひび割れ等の損傷がある（ゲートは問題ない、又は軽微な損傷程度）。 | 構造物本体の修復を検討（ゲートは既設利用可能） |
| 評価 D | 構造物本体に軽微なひび割れ等がある（ゲートは特に問題がない）。 | 構造物本体の軽微な補修が必要（ゲートは既設利用可能） |
| 評価 E | 現状、特に問題ない。 | 定期的なメンテナンス対応 |

出典：JICA 調査団作成

上記の評価基準によってバハルヨセフ基幹水路上の取水工について劣化状況を区分し整理すると以下のとおりである。

表 4.24 取水工の劣化状況総括表（バハルヨセフ基幹水路上の施設）

| 区間（堰） | 評価 A （カ所） | 評価 B （カ所） | 評価 C （カ所） | 評価 D （カ所） | 評価 E （カ所） |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Dirout ～Dahab | - | 1 | 2 | 6 | - |
| ～Sakoula | - | - | 8 | - | - |
| ～Mazoura | - | 2 | 2 | 3 | - |
| ～Lahoun | 8 | 5 | 1 | 8 | - |
| Total | 8 | 8 | 13 | 17 | - |

出典：本調査におけるインベントリ結果から JICA 調査団作成

2) ポンプ場（用水・排水再利用）

バハルヨセフ基幹水路沿いの 23 カ所のポンプ場（用水；14 カ所、排水再利用；9 カ所）のうち 17 カ所において施設面の問題が確認された。これらのうち 10 カ所が用水ポンプ場で 7 カ所が排水再利用ポンプ場である。なお、バハルヨセフ基幹水路沿いの排水再利用ポンプ場は、流域内の排水路末端から揚水しバハルヨセフ基幹水路に戻すもので容量は比較的大規模で MED が所管している。

タルファ幹線水路（ダイルート堰群から 144 km 流地点で取水）の取水口から約 100 m に位置するタルファ用水ポンプ場は比較的大規模で、新旧 2 カ所のポンプ場を有し計 10 台のポンプ（総流量 3.5 m³/s）により新規開拓地（約 20,000 feddan）に灌漑している。しかしながら、ポンプ吸込揚程不足のため必要な水量が揚水出来ず灌漑地区で水不足を生じている。これは特に、バハルヨセフ基幹水路の水位が低い冬期間に顕著である。さらに、用水需要の多い夏期は取入れ導水路内の水量が不十分で全 10 台のポンプのうち 3 台しか運転出来ない状況になっている。

Arab Beni ポンプ場（ダイルート堰群から約 39 km 流地点）及び Arab Beni khalid ポンプ場（同 43 km 地点）は小規模の用水ポンプ場（灌漑面積 約 2100～2200 feddan で、いずれもポンプ流量 1.2 m³/s）で、バハルヨセフ基幹水路から直接ポンプ揚水し、各支線水路に配水しているが、ポンプ設備が相当に老朽化しポンプの吐出能力が低下している。また、タルファ ポンプ場と同様に、冬期間のバハルヨセフ基幹水路の水位が低い時期には吸込み揚程が不足し、必要な水量が揚水できない状況にある。吸込み揚程不足は他の 1 用水ポンプ場（Abo Rahib ポンプ場）でも同様に問題となっている。

その他の用水ポンプ場の設備上の問題としては、ポンプ・モーターの老朽化による能力低下、複数台数のポンプのうちの何台かが稼働しない、配管材の劣化による漏水などがある。また、その他の問題としてゴミ対策用のスクリーンがないことやスクリーンの巻上装置の故障、及びポンプ上屋を有していないことなどがある。

排水再利用ポンプ場については、ポンプ設備は古いものが多いが全体の改修を必要とするほど老朽化したところは見られない。ただし、ディーゼル式ポンプ場で頻繁に運転トラブルを起こし揚水機能が十分に果たされず多くの農民が不満を抱え、モーター形式への強い変更要望が上がっているポンプ場がある（3 カ所）。その他では、操作盤の故障や手動クレーンの操作不良、

配管材からの漏水、取水工のスクリーン不備によるゴミの吸込み問題などを抱えるポンプ場が見られる。

ポンプ場に関しては、施設の劣化状況や機能低下状況に応じて下記に示す5段階（A～E）の評価基準を目安にして整理した。

表 4.25 ポンプ場の劣化度合い評価基準

| 評価 | ポンプ場の状態 | 備考 |
|------|----------------------------------|------------------------------------|
| 評価 A | ポンプ容量が不足し、水需要を満たしていない。 | ポンプ機能の改良を検討 |
| 評価 B | ポンプ場全体の施設が老朽化等により機能不全状態にある。 | ポンプ場の全面改修（更新）を検討 |
| 評価 C | ポンプ設備の一部が老朽化し本来の機能が発揮できていない。 | ポンプ設備の全部又は一部交換を検討（土木・建築施設の部分補修を含む） |
| 評価 D | ポンプ設備自体は特に問題ないが、付帯構造物に何らかの問題がある。 | 吸水槽、スクリーン、クレーン設置等の検討 |
| 評価 E | 現状、特に問題ない。 | 定期的なメンテナンス対応 |

出典：JICA 調査団作成

バハルヨセフ基幹水路上のポンプ場に関し、上記の評価基準によって劣化状況を整理すると次表のとおりである。

表 4.26 ポンプ場の劣化状況総括表（バハルヨセフ基幹水路上の施設）

| ポンプ場 | 評価 A （カ所） | 評価 B （カ所） | 評価 C （カ所） | 評価 D （カ所） | 評価 E （カ所） |
|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 用水ポンプ場 | - | 3 | 5 | 2 | 4 |
| 排水再利用ポンプ場 | - | - | 6 | 1 | 2 |
| 計 | - | 3 | 11 | 3 | 6 |

出典：本調査におけるインベントリー結果から JICA 調査団作成 (Annex3 Inventory of Irrigation Facility (Principal Canals, Sample Area, Model Area and Others を参照))

(4) イブラヒミア水路系

イブラヒミア基幹水路はエジプト国内で最大級の人工水路で、ナイル川のアシュート堰地点の取水工（イブラヒミア取水工）を起点とし、約 60 km 流下後にダイルート堰群に至り 7 本の基幹・幹線級の水路に分流している。ダイルート堰群において分流されたイブラヒミア基幹水路はさらにナイル川とバハルヨセフ基幹水路に挟まれた形で北上し、ミニヤ県、ベニスエフ県を通過しギザ県に至り、総延長は約 316 km に及ぶ。

本調査対象のイブラヒミア基幹水路はダイルート堰群を起点とし、エルワスタ堰までの約 224km の区間である。ダイルート堰群でのイブラヒミア基幹水路への流入量は近年やや減少傾向にあるものの年間約 40 億 m³（2006～2015 年の平均）程度と大規模である。灌漑支配面積は約 605,000 feddan（=約 254,000 ha）で、計画通水量は 161.62m³/s²⁰、既往最大流入量は約 183 m³/s（2008 年 7 月：MWRI 資料）である。

調査対象区間のイブラヒミア基幹水路上には 9 カ所の主要な調整堰及び 2 カ所の固定堰があり、基幹水路から分岐する幹線及び支線水路への分水コントロール機能を果たしている。これらのうち、イブラヒミア基幹水路の上流部に位置しハフェズ堰から分水するセリ幹線水路は灌漑支配面

²⁰ ダイリユート堰群改修事業準備調査 最終報告書、2010 年、JICA

積が約 127,000 feddan（2016 年 MWRI 資料）と大規模で、1984 年に USAID の援助でリハビリ事業が実施されて主な灌漑施設が整備されている。また、ハフェズ新堰とミニヤ新堰はそれぞれ 1989 年、1993 年に設置されている。

表 4.27 にイブラヒミア基幹水路の一般諸元を示す（当初設計諸元を参考）。

表 4.27 イブラヒミア基幹水路一般諸元

| 区間 | 測点 (km) ※ | 水路底 幅 (m) | 側法 勾配 | 水路 縦断勾配 |
|------------|--------------|-----------------|----------|------------------|
| ハフェズ調整堰 | 32.800 | 48 | 1:1.5 | 1/14,300 |
| エルミニヤ調整堰 | 71.75 | 35 | 1:1.5 | 1/14,300 |
| マタイ調整堰 | 105.600 | 34 | 1:1.5 | 1/15,400 |
| マガガ調整堰 | 133.650 | 34 | 1:1.5 | 1/9,100～1/20,000 |
| マガガ固定堰 | 134.60 | 32 | 1:1.5 | 1/20,000 |
| エルシャラナ調整堰 | 157.23 | 30 | 1:2 | 1/12,500 |
| エルゲンディ調整堰 | 191.56 | 30 | 1:2 | 1/12,500 |
| アシュメント調整堰 | 203.85 | 22 | 1:2 | 1/12,500 |
| ベニハデール固定堰 | 211.64 | 22 | 1:2 | 1/20,000 |
| エルワスタケビ調整堰 | 220.30 | 16 | 1:2 | 1/16,700 |
| エルワスタベリ調整堰 | 224.20 | 14 | 1:2 | 1/16,700 |
| 終点 | 316.00 | 14 | 1:2 | 1/16,700 |

※ダイルート堰群からの距離 (km)

出典：MWRI 提供資料から JICA 調査団作成

(5) イブラヒミア基幹水路本体

イブラヒミア基幹水路は土水路であるため、長年の流水による侵食・堆積作用の繰り返しによって部分的に断面の変形はみられるが、恒常的に行われる水草除去、土砂浚渫などの維持管理作業によって必要な通水断面は維持され、一部の市街地区間を除き水路全体としては通水能力の面での問題はない。これらのことは、管轄の GD の関係者からの聞き取りや基幹水路のインベントリー調査によって確認された。

しかしながら、調査対象区間のイブラヒミア基幹水路はほぼ全線に亘り水路右岸側に鉄道が、左岸側に幹線道路が並行して走るため、同水路が主要都市部を通過することは避けられないという立地条件にある。このため、特にこれらの区間では必要な灌漑用水を安全に流下させるという基幹水路の機能を阻害する種々の問題が生じている。

イブラヒミア基幹水路本体の施設面における現状・課題としては、1) 市街地を通過する水路区間における維持管理の困難さとそれに伴う水路構造の劣化、2) 通水を阻害する構造物の存在、及び 3) 投棄ゴミによる水路機能の低下が挙げられる。

1) 市街地通過区間の水路劣化の問題

ダイルート堰群から下流約 62 km～72 km 区間のミニヤ市街地を通過するイブラヒミア基幹水路では以下のような施設面、維持管理面での問題を有している。

- この区域には多数の道路橋をはじめ鉄道橋や調整堰などの水路横断構造物や灌漑取水施設などが存在しており、これらの構造物の橋脚周囲では投棄ゴミや水草などが流れ着き集積

するという現象がみられる。このため、取水施設での適正な分水操作を困難にし、かつ水路下流側への流下能力をも低下させている。

- また、堆積土砂によって流路を狭めることにより水位が上昇し水路の余裕高に相当する堤防の法面を侵食するという状況も招いている。特に、El Mansour 橋梁とミニヤ旧堰の区間では、住宅が水路敷内に侵入していることもあり、さらに流路が狭められ流水によって堤防部分が損傷を受けるとともに、鉄道敷きの崩壊や住宅基礎部の洗掘助長など危険な状況となっている（図 4.37）。



イブラヒミア基幹水路沿いの鉄道敷きの崩壊



住宅基礎部の洗掘

出典：JICA 調査団

図 4.37 侵食箇所事例（イブラヒミア基幹水路）

- 通常、台船の上からバックホウによって堆積土砂の掘削や水草・投棄ゴミ撤去などの維持管理作業が行われるが、ミニヤ市街地区間では橋梁、堰、幹線道路、鉄道及び住宅など多くの施設が交錯して存在するため水路の維持管理作業を困難にしている。実際、測点 63 km～67 km の約 4 km 区間では、浚渫のためのバックホウのアクセスができない状況で、かつ、掘削土砂を仮置する用地も確保できない状況にあり維持管理作業が極めて困難で大きな問題となっている。
- Channel Maintenance Research Institute (NWRC) が 2013 年に行った調査によると、対象 10 km 区間のうち延長 4.25 km 区間（測点 63.25 km～67.5 km）において調査区間の全堆砂量の約 80%が集中し、実際の流量は設計流量のわずか 64%しか流れていないとされている。

以上のようなことから、ミニヤ市街地内の約 3～5 km 区間は水路の送水効率や水利的機能に悪影響を及ぼしており、灌漑地域に適正な用水配水を行うという基幹水路の役割に支障をきたす状況となっている。

2) 通水を阻害する既設構造物の問題

イブラヒミア基幹水路内には水利構造物をはじめ数多くの構造物があるが、これらのうちハフェズ旧堰及びミニヤ旧堰の 2 つの古い堰は現在分水コントロールの役目は果たしておらず、軽車両や歩行者の通行のため存置されている状況である。しかし、ゲートは撤去又は全開状態にされているものの大流量流下時には堰の構造的問題による水理的損失を被るため好ましい状況とはいえない。これら旧堰の通水に及ぼす影響について調査した結果は以下のとおりである。

- ダイルート堰群から 32km 下流に位置するハフェズ旧堰は、通水のピーク時において堰地

点で堰上げ状態となって水位が上昇し、直上流の左右岸で取水するウエストハフェズ及びイーストハフェズ幹線水路に計画以上の流量が流入し、本線下流側に所要の水量が流下しないという結果を招いている。また、ウエストハフェズ幹線水路では、水位上昇に伴う過剰取水によって水路からオーバーフローしたこともある（東ミニヤ GD 聞き取り）。



出典：JICA 調査団

図 4.38 ハフェズ旧堰の状況（上流側）

- ハフェズ旧堰地点でのピーク流量時の損失水頭（堰上げ高）を概略試算すると、全量流下の場合 45cm、上流のセリ幹線水路で計画取水した場合 28cm の水位上昇が発生すると予測される。この結果は、予想外の大流量が流下した場合、旧堰地点周辺でオーバーフローする可能性のあることを示唆しており、これは聞き取り結果ともほぼ整合している。

（計算例） $\Delta h_1 = f_e \cdot v^2 / 2g = 0.5 \times 4.18^2 / 19.6 = 0.45 \text{ m}$ （ピーク流量全量流下時; Q1）

$\Delta h_2 = 0.5 \times 3.31^2 / 19.6 = 0.28 \text{ m}$ （セリ幹線で計画流量取水時; Q2）

（ $V = Q/A$, $Q1 = 183 \text{ m}^3/\text{s}$, $Q2 = 145 \text{ m}^3/\text{s}$, $A = 2.5 \text{ m} \times 2.5 \text{ m} \times 7 = 43.75 \text{ m}^2$ の条件で計算）

- このような状況から、東ミニヤ GD ではハフェズ旧堰の撤去と橋梁の新設（付替え）を要望している。
- 一方、下流のミニヤ旧堰（ダイルート堰群から下流約 66 km）についても、水理的に類似した状況を呈しているが開口部の断面が大きいため損失水頭は小さく、ハフェズ旧堰に比べて問題はかなり小さい。また、用地問題を含む立地条件の厳しさから、東ミニヤ GD では堰の撤去及び橋梁の新設は困難と判断している。

以上のように、ハフェズ旧堰の存在はイブラヒミア基幹水路において水理的損失を発生させ、同堰上流側において幹線水路への適正な取水調整を困難にするとともに、下流本線への必要流量の流下を制限するという弊害を有している

3) 投棄ゴミによる水路機能の低下

イブラヒミア基幹水路は市街地や多くの村の居住地を通過することから、住民によるゴミ等の投棄・放置が多くの場所で見受けられる。これらは通水阻害や取水ゲート操作等への影響及び

水質悪化等を引き起す一つの要因となっていることが現地調査や聞き取り調査で明らかとなった。

(6) イブラヒミア基幹水路上の付帯水利施設

イブラヒミア基幹水路上の調査対象区間の構造物は表 4.28 に示すものがある（表には水利的機能を果たしていないハフェズ旧堰、ミニヤ旧堰は含んでいない）。水利構造物としては調整堰、固定堰、取水工など 99 カ所で、構造物全体 196 カ所のほぼ半数を橋梁が占めている。

表 4.28 イブラヒミア基幹水路上の主要構造物リスト

| Survey Zone between Regulators | | Barrages /Regulator | Canal Intakes /Others | Weirs | Siphons | Spilways/ Culverts | Pump Stations (Re-use) | Sub-Total | Bridges | Total |
|--------------------------------|----------------|---------------------|-----------------------|-------|---------|--------------------|------------------------|-----------|---------|-------|
| From | To | | | | | | | | | |
| Dirout | New Minya | 2 | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 9 | 33 | 42 |
| New Minya | Maghagha Weir | 2 | 32 | 1 | 0 | 1 | 0 | 36 | 31 | 67 |
| Maghagha Weir | El Wasta Bahry | 5 | 40 | 1 | 3 | 2 | 3 | 54 | 33 | 87 |
| Total | | 9 | 78 | 2 | 3 | 4 | 3 | 99 | 97 | 196 |

出典：本調査におけるインベントリー結果から JICA 調査団作成（ダイルート堰群からエルワスタ堰までの区間）

主要水利構造物である堰、取水工についてインベントリー調査及び GD の関係者からの聞き取り結果などに基づいて施設の現状を以下に整理する。

1) 調整堰 / 固定堰

現在機能している堰は調整堰（ゲート構造）9 カ所と固定堰 2 カ所である。これらの施設には、築造後年数がかなり経過しているもの（1940 年以前）や最近建設されたもの（新ミニヤ調整堰；2013 年）がある。これらは概してコンクリート構造物並びにゲート施設の健全度・機能面において重度の問題は有していない状況にあるが、一部施設では以下のような問題を抱えている。

- マガガ、エルシャラナ、エルワスタケビの各調整堰は、ゲート設備に問題はないが、コンクリートあるいはレンガ構造（モルタル仕上）の一部が劣化、損傷しているため補修が必要な状況である。
- マガガ固定堰は堰本体のコンクリートに一部損傷が見られ、堰両サイドの下流部側壁（レンガ構造モルタル仕上）が損傷し不安定な状況になっているため当該部分の修復が必要となっている。
- ベニハデール固定堰では、おびただしい量のゴミが集積・滞留することが常態化しており堰の調整水位に悪影響を及ぼしている。また、最下流のエルワスタベリ調整堰ではゴミの集積や水草の繁茂がおびただしくゲート調整に支障をきたしている。
- イブラヒミア基幹水路上の調整堰は、いずれのゲート施設もマニュアル操作のため開閉操作に時間と労力を要するという点において若干難があると言える。機能的には洪水対応と異なり緊急的な操作対応が要求されないため現状で特段の問題はないと考えられるが、新ミニヤ堰については、同水路系において水位コントロール面で重要な役割を担うことから、応答性の良い電動操作への変更要望がある（東ミニヤ GD）。

2) 取水工

イブラヒミア基幹水路上には 78 カ所の取水工が確認された。施設の状況は、経年的に老朽化した施設（ゲート扉体の摩耗など）も多く存在するが、全般にゲート施設の状況は健全であり、構造の安定性・施設の機能面で緊急な改修を要する取水工は少ない。ただし、そのほとんどが部分的な補修などメンテナンスを必要とする状況にある。

以下に、改修あるいはゲートの付替えが必要と考えられる取水工の概要を示す。

- 旧ハフェズ堰の直上流右岸側で取水するイーストハフェズ取水工は、2 門のゲート（幅 2.5m）を有するがかなり古いため老朽化が激しく、1 門のゲートは作動していない。また、躯体はブリック造であるため補修が困難であるためゲートの新設に併せて全面改修が必要と推察される。なお、本取水工は鉄道下を暗渠で横断する構造であるため、改修の場合は工法を含め慎重な検討が必要と考えられる。
- マガガ調整堰の直上流左岸側で取水する Fesheta 取水工は 3 門のゲート（幅 2 m）を有するが、1 門のみ開閉が可能で他の 2 門は劣化により操作出来ない状況である。このためゲートの取替えが必要となっている。なお、躯体は一部修復で対応可能と判断される。また、El Zaytoun 取水工（ダイルート堰群から約 202 km 下流）はゲート 1 門（幅 1.2m）であるが、ゲート扉本の摩耗が激しく完全な止水が出来ない状態であるためゲートの付替えが必要と判断される。
- その他、取水工の躯体に大きなひび割れ等があり、構造の安定性に問題ある施設が 5 カ所程度確認された。これらは、ゲート自体は一部補修を必要とするが再利用が可能であると考えられる。

イブラヒミア基幹水路上に存在する取水工全体について、その劣化度合いに応じて整理すると表 4.29 のようになる（評価基準は前出の表 4.23 取水工 / 堰の劣化度合い評価基準を参照）。

表 4.29 取水工の劣化状況総括表（イブラヒミア基幹水路上の施設）

| 区間（堰） | 評価 A （カ所） | 評価 B （カ所） | 評価 C （カ所） | 評価 D （カ所） | 計 |
|-------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----|
| Dirout ～New Minya | 1 | - | 1 | 4 | 6 |
| ～Maghagha Weir | - | 1 | - | 31 | 32 |
| ～El Wasta Bahry | - | 1 | 4 | 35 | 40 |
| Total | 1 | 2 | 5 | 70 | 78 |

出典：本調査におけるインベントリー結果から JICA 調査団作成

3) その他の付帯施設

堰、取水工以外のイブラヒミア基幹水路沿線の水利施設としては、表 4.28 の主要構造物リストに示すように基幹水路を横断するサイホンや余水吐、及びポンプ場（排水再利用）が確認された。

- イブラヒミア基幹水路の直下を横断するサイホンは 3 カ所が確認された。これらのうち 1 カ所（El Saida siphon）は侵食を被っており修復が必要な状況である。他の 2 カ所は特段の

構造的問題は確認されていない。

- 余水吐は 4 カ所が確認された。これらの余水吐はイブラヒミア基幹水路の余水を直接ナイル本流に流下させるための施設である。3 カ所の余水吐がゲートを付帯する水路構造で、他の 1 カ所はカルバート構造である。機能・構造的には特に問題ない状況である。
- イブラヒミア基幹水路沿線には 3 カ所の排水再利用ポンプがあり、地区内の排水路の余剰水をイブラヒミア基幹水路に混入させる役目を担っている。これらはバハルヨセフの場合と異なり、IS 所管となっている。ポンプ能力は 4.0～5.0 m³/s で中規模である。ポンプは 1 台当たり 1.0 m³/s で各ポンプ場 4～5 ユニットの構成となっている。施設状況は、構造物、ポンプ設備ともに軽微な修理やパーツ交換を必要とする程度で、現状では緊急な改修を必要とする状況ではない。

4.2.2 幹線・支線水路レベル

(1) バハルヨセフ水路系の幹線・支線水路及び付帯水利施設

バハルヨセフ水路系流域には幹線・支線水路合わせて 768 本の水路が存在している（表 4.13 参照）。このうち幹線水路が 55 本を占めている。ほとんどが土水路で、ごく一部分でコンクリート舗装、石積み/張り、コンクリート暗渠構造となっている。なお、西側の一部地域の新規開拓地への送水路は土質（砂質）の関係からコンクリート舗装水路（3 面張り）が多く見られる。また、ダハブ幹線水路やコフタン幹線水路のようにバハルヨセフ基幹水路と並行した形で連絡水路によって接続された水路もある。これは、灌漑用水不足時の補給並びに余剰水（排水）の排除を目的として連結されたものである。

バハルヨセフ水路系流域内の幹線水路以下の水利施設の現状の概要を把握するために、バハルヨセフ基幹水路から分岐する 55 本の幹線水路からサンプル水利施設調査地区（以下、「サンプル地区」）として 3 幹線を選択し、幹線水路及び支線水路に係る施設調査を実施した。

サンプル水利施設調査を実施したバハルヨセフ水路系における幹線水路の概要は、以下のとおりである。

表 4.30 サンプル水利施設調査実施の幹線水路概要（バハルヨセフ水路系）

| No. | Main canal name | Station (km) | Length (km) | Command Area (feddan) | Number of Structures | |
|-----|-----------------|--------------|-------------|-----------------------|----------------------|--------|
| | | | | | Irrigation | Bridge |
| 1 | Turfa Canal | 144 | 14.06 | 19,550 | 15 | 3 |
| 2 | Saba Canal | 177 | 23.00 | 16,300 | 18 | 12 |
| 3 | Koftan Canal | 229 | 17.14 | 19,134 | 13 | 4 |

出典：本調査におけるサンプル水利施設調査結果から JICA 調査団作成

サンプル水利施設調査の結果、施設面の課題として以下の問題点が明らかとなった。

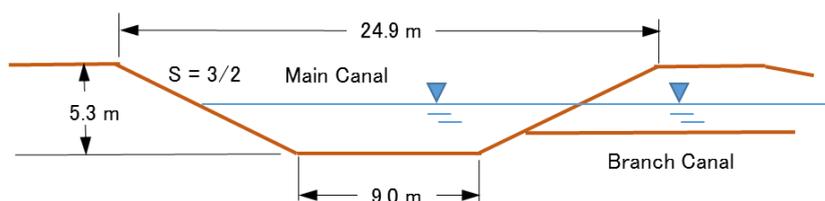
- 1) 幹線水路の断面劣化による通水機能の低下、
- 2) 制水施設の老朽化による機能不全、
- 3) ゴミによる通水・制水機能障害

1) 幹線水路の断面劣化による通水機能の低下

ライニングが行われていない幹線水路のほとんどは、流水による侵食や堆積作用によって部分

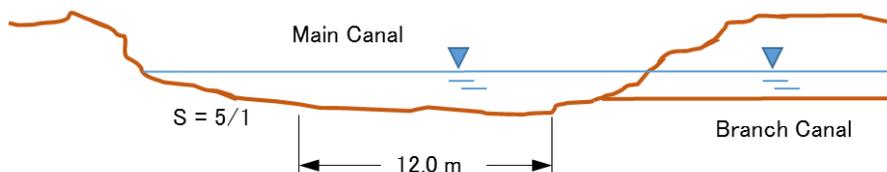
的に断面形状が不整形に広がったり縮小したりしている箇所が多く見られる。また一方で、長期間にわたるゴミ・水草・堆積土砂除去などの維持管理作業における法面の過剰掘削などによって、ほとんどの水路の底幅は広がり、水路法面は崩れが発生するなどその断面形は原型（当初設計断面）とは大幅に異なっている状況である（図 4.39 及び図 4.40 のサバ幹線水路の例を参照）。また、幹線水路から分岐する支線水路（または準幹線水路）の取水工敷高は、ほとんどが幹線水路の底高より高く設置されている。

さらに、維持管理上の問題として、幹線水路の一部区間では浚渫した土砂を廃棄する場所も確保されていないため水路脇に土砂が放置され、その土砂がまた水路内に落下して堆積を繰り返す現象が発生しており、水路の原型断面が継続されない状況を悪化させている。



出典：JICA 調査団作成

図 4.39 原型の水路断面（例：サバ幹線水路 6 km 地点）



出典：JICA 調査団作成

図 4.40 現況の水路断面（変形後）（例：サバ幹線水路 6 km 地点）

水路断面が拡幅していることによって、水利用面で以下のような弊害が生じていることが現地調査で明らかとなった。これは調査したサンプル地区内全体の共通の問題となっている。

- 幹線水路内の水位が設計水位に対し低下し、分岐する各支線水路の取水工において必要な取水高が確保できない状態となっている。
- この結果、各支線水路に必要な分水量が配水出来ない状況となり、支線水路以下で水不足を生じている。

この状況を確認するため、幹線水路の異なる等流流量に対して、流量変化による影響をみるために、支線水路への分岐地点で上流水位と開口の大きさを流下する状態を想定して、以下に示すオリフィス式を用いて流量を算定した。

$$Q = CA\sqrt{2gh}$$

ここに、

C: Orifice Constant $C = 0.61$

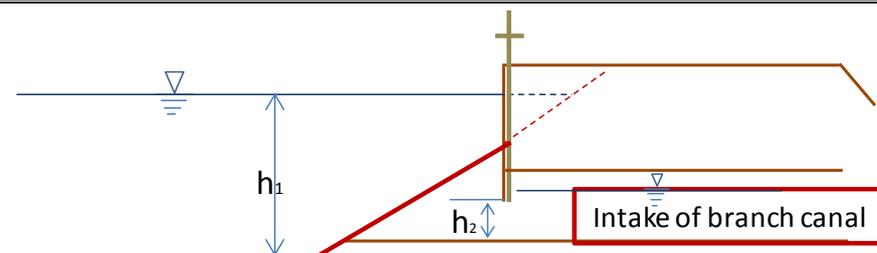
Gravitational Acceleration $g = 9.8 \text{ m/s}^2$

h: head in front of opening, then $h = h_1 - h_2$

h_1 : Height of water in the main canal

h_2 : Height of orifice opening (assumed at $h_2 = 0.2 \text{ m}$ in this case)

A: Orifice Area $A = h_2 b$ (b: width at orifice opening assumed at $b = 1.0 \text{ m}$ in this case)



出典：JICA 調査団作成

図 4.41 オリフィス流量策定図

その結果、15 %弱の流入量の減少が生じていると推察された。このように、幹線水路においては経年的な水路断面劣化（幅広化）によって幹線水路内の等流流下時の水位が低下し、これに伴って支線水路に必要な流量が確保できないという重大な問題を生じることになる。このことは、用水の効率的利用を著しく損なうものである。

2) 制水施設の老朽化による機能不全

基幹水路から幹線水路（一部支線水路も含む）、また幹線水路から支線水路へ用水を取入れる役目を担う取水工は、一つの灌漑流域へ用水配分を行う上で極めて重要な水利施設である。特に、取水工はローテーション灌漑を実行する際に確実な開閉操作の機能が求められるが、サンプル地区で行った現地調査では、多くの施設で機能不全又は不十分な状況にあることが認められた。さらに、これらの灌漑流域の末端では水不足に陥っていることが聞き取り調査などで確認された。

サンプル地区において調査した幹線水路沿線の構造物リストを表 4.31 に示す。

表 4.31 サンプル地区幹線水路上の構造物リスト（バハルヨセフ水路系）

| Canal | Barrages /Regulators | Canal Intakes / Feeders | Pumps | Others(Syphon, Spillway, etc) | Bridges | Total |
|--------------|----------------------|-------------------------|-------|-------------------------------|---------|-------|
| Turfa Canal | 0 | 7 | 7 | 1 | 3 | 18 |
| Saba Canal | 1 | 11 | 1 | 5 | 12 | 30 |
| Koftan Canal | 1 | 11 | 0 | 1 | 4 | 17 |
| Total | 2 | 29 | 8 | 7 | 19 | 65 |

出典：本調査におけるサンプル水利施設調査結果から JICA 調査団作成

主要な水利施設は、水位調整堰と支線水路へ分水する取水工（ゲート）である。これらの水利施設は構造物（主にレンガ造）やゲート施設等の老朽化により構造が不安定なもの、ゲート巻上装置や戸溝ガイドの具合などによって操作性が悪く機能が十分発揮できていないもの、さらに操作不能のものも点在している。その他の水利構造物としては暗渠工（道路横断部、市街地通過区間等）、水路横断部のサイホン工や水路橋、及び再利用ポンプ施設などがある。

サンプル水利施設調査で明らかになった水利施設の主な問題点を以下に列記する。

- タルファ幹線水路系では最上流部のポンプ場において吸込み揚程の問題がある（既述）が、他の 2 カ所の中継ポンプ場は軽微な補修を要する程度で緊急な問題はない。取水施設は 7 カ所のうち 5 カ所は特に問題ないが、2 カ所においてはゲート設備が相当に劣化し操作困難な状況にある。

- タルファ幹線水路系は中継ポンプ場を介して各支線水路（ライニング水路区間が多い）へ配水しているが、途中で違法なポンプ揚水を行っている（ポンプ設置のためライニング水路底版を破壊している）ため最末端部まで用水が届かないところがある。
- サバ幹線水路には数多くの取水工が設置されているが、ゲート設備の劣化が激しく操作困難あるいは操作不能のものも見られ（8カ所確認）、用水が支線水路に均等に行き渡っていない状況にある。また、支線水路の取水工はそのほとんどが老朽化により機能していない（開けっ放しの状態）。このような状況から、計画どおりのローテーションが出来ていない（聞き取り）。
- サバ幹線水路の末端にはミキシングポンプ場（排水再利用ポンプ場）が存在するが、用水が末端まで到達しないため排水路の水との混合が出来ない状況となっている。
- コフトン幹線水路入口のコフトン取水工は3つのゲートのうち2つは動作出来ず（全閉状態）、他の一つは劣化し鉄板に孔が空き、常に空いた状態である。また、コフトン取水工から下流12 kmに位置する Deshasha 調整堰はゲートが完全に故障し、閉じた状態から動かすことが出来ず下流に流下出来ないため、計画流量より多い水が支線取水工に流入したり、水路から溢水することもある。
- コフトン幹線水路から分水する支線の取水工はサバと同様ゲート設備の劣化により機能を果たしていない状況にあり、用水が均等に支線水路に配分出来ない状況にある。また、支線水路の取水工敷高が幹線水路底高より高いため必要な水量が確保できず末端水路に水が届いていない。

サンプル地区の3幹線水路の制水施設（取水工、調整堰）について、その劣化度合いに応じて整理すると表 4.32 のようになる（評価基準は前出の表 4.23「取水工 / 堰の劣化度合評価基準」を参照）。

表 4.32 取水工、堰の劣化状況総括表（バハルヨセフ水路系サンプル地区）

| サンプル地区 | 評価 A (カ所) | 評価 B (カ所) | 評価 C (カ所) | 評価 D (カ所) |
|--------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Turfa | - | 2 | - | 5 |
| Saba | - | 8 | 1 | 3 |
| Koftan | 1 | 5 | 3 | 3 |
| Total | 1 | 15 | 4 | 11 |

出典：本調査におけるサンプル水利施設調査結果から JICA 調査団作成

上表のサンプル地区での整理結果から分かるように、バハルヨセフ水路系の幹線水路における制水施設（主に取水工）は多くの施設においてゲート設備になんらかの不具合を有している。一つの灌漑流域の全体水量を支配する取水工の機能不全は、流域内で安定した灌漑農業を営む上で重大なボトルネックとなる。このため、これらの施設の機能回復が極めて重要である。

3) ゴミ等による通水・制水機能障害

幹線・支線水路においてもゴミの問題が多く、特に取水施設においてはゲート前面でのゴミ堆積が通水障害を発生させるとともに、開閉時にゴミの巻き込みにより機械設備に損傷を与えて

いるなどの問題を生じている。場所によっては取水工の前面に網場（あば）を設置し塵芥等の流入を防ぐ方法を採用しているが、維持管理が行き届かず十分に機能していない状況もみられる（サバ幹線 6 km 地点の Bahnasa 取水工など）。

また、居住区を通る幹線・支線水路では一部区間は暗渠化され、ゴミの投棄を防いでいるが、上流部から流れ着いたゴミや堆積土砂については、閉塞構造のため水路内へのアクセスが困難で、それらの除去も容易ではなく問題となっている。

(2) イブラヒミア水路系の幹線・支線水路及び付帯水利施設

イブラヒミア水路系流域には、77 本の幹線水路を含む 889 本の水路が存在している（表 4.13）。イブラヒミア水路系流域内の幹線水路以下の水利施設の現状を概略的に把握する目的で、77 本の幹線水路からサンプル地区として 3 幹線を選び、施設調査を行った。サンプル水利施設調査を実施したイブラヒミア水路系の幹線水路概要は下表のとおりである。

表 4.33 サンプル水利施設調査実施の幹線水路概要（イブラヒミア水路系）

| No. | Main Canal Name | Station (km) from Dirout | Length (km) | Command Area (feddan) | Number of Structures | |
|-----|-------------------|--------------------------|-------------|-----------------------|----------------------|--------|
| | | | | | Irrigation | Bridge |
| 1 | West Hafez Canal | 32.800 | 14.70 | 23,246 | 9 | 8 |
| 2 | El Gendia Canal | 132.800 | 14.75 | 12,240 | 10 | 10 |
| 3 | Tunsa-Kella Canal | 179.030 | 20.45 | 24,820 | 21 | 14 |

出典：本調査におけるサンプル水利施設調査結果から JICA 調査団作成

サンプル水利施設調査の結果から確認された施設面での問題は、バハルヨセフ基幹水路の場合と同様で、1) 幹線水路の断面劣化による通水機能の低下、2) 制水施設の老朽化による機能不全、3) ゴミ等による通水・制水機能障害の 3 項目が挙げられる。

1) 幹線水路の通水能力の低下

イブラヒミア水路系流域内の幹線・支線水路はバハルヨセフ水路系と同様に全般に土水路である（ただし、タンサ・ケラ幹線水路の上流部 2.7 km 区間はコンクリートライニング水路であり構造・機能面で問題ない）。このため、幹線水路の断面は、経年的な流水による侵食・堆積の繰り返し、及び継続的に実施されてきた水路の浚渫作業や不適當な雑草除去などの維持管理作業などによって、全体的に水路幅が拡大している。

このように水路断面が拡幅していることによって、幹線水路内の水位が設計水位に対し低下し、分岐する各支線水路の必要取水水位が確保できず、結果として支線水路で必要な水量が確保できないという重大な問題を生じている。

これは調査したサンプル地区内全体の共通の問題となっており、末端灌漑地区において用水不足をきたすとともに流域全般の用水の効率的利用を損なう問題である。

2) 制水施設の老朽化による機能不全

サンプル地区において調査した幹線水路沿線の構造物リストを下表に示す。

表 4.34 サンプル地区幹線水路上の構造物リスト（イブラヒミア水路系）

| Canal | Barrages /Regulator | Canal Intakes / Feeders | Pumps | Other(Syphon, Spillway, etc) | Bridge | Total |
|-------------------|---------------------|-------------------------|-------|------------------------------|--------|-------|
| West Hafez Canal | 2 | 5 | 0 | 2 | 8 | 17 |
| El Gendia Canal | 1 | 6 | 0 | 3 | 10 | 20 |
| Tunsa-Kella Canal | 3 | 15 | 2 | 1 | 14 | 35 |

出典：本調査におけるサンプル水利施設調査結果から JICA 調査団作成

主要な水利施設は、水位調整堰と支線水路へ分水する取水工である。これらの水利施設には構造物やゲート施設等の老朽化により構造が不安定なものや施設機能が十分発揮できていないものが多く含まれている。その他の水利構造物としては暗渠工、サイホン工、水路橋、及び再利用ポンプ施設などがある。

サンプル水利施設調査で明らかになった水利施設の主な問題点を以下に列記する。

- ウエストハフェズ幹線水路には 2 カ所の調整堰があるが、これらのうち El Mahras 堰はゲート設備全般に老朽化が激しく機能していない。2 門のゲートは常に開状態になっている。取水工は構造物とゲートの補修を要するものが 2 カ所あり、他は軽微なメンテナンス対応で問題ない。
- ウエストハフェズ幹線水路系では、居住区通過区間が多いため幹線、支線水路ともに暗渠区間が多くなっている。ほとんどの暗渠区間が緩やかな水路勾配であるため沈砂し易いが、暗渠構造のため内部のメンテナンスがやや困難な状況となっている。
- エルガンディア幹線水路には調整堰が 1 カ所あるが、機能上特に問題は見られない。取水工は 6 カ所のうち 1 カ所は施設全般に老朽化が激しく機能していない状況で、他の 2 カ所はゲートが無いため設置が必要な状況である。その他は軽微な劣化状態であるため日常のメンテナンスで対応できる状態である。
- エルガンディア幹線水路系も多くの居住区を通過するため暗渠区間（カルバート、サイホン）が多い。他と同様に、勾配が緩く内部流速が遅いため土砂の除去が困難な状況となっている。
- タンサ・ケラ幹線水路には 3 カ所の調整堰があるが、このうち 1 カ所は劣化が激しくゲートが機能していない。他の 2 カ所もゲート戸溝が変形しゲート機能を発揮していないため補修を要する。取水工も数多く存在するが、その大部分は老朽化しており、ゲートの補修ないし取替えが必要な状況である。
- タンサ・ケラ幹線水路の上流部（約 2.7 km 地点）では水管橋（鋼管 4 連）で排水路を渡河するが、鋼管の腐食により孔が空き多量の漏水を生じている（図 4.42）。
- 支線水路の一つであるノースアマル水路沿いには 2 カ所の小規模な排水再利用ポンプ場（いずれも 4 台のポンプ）があるが、このうちの 1 カ所はポンプ場内への排水流入によって機器類が水没して以来 4 年間稼働していない。また、他の 1 カ所もポンプ機器類の劣化がみられ部品交換が必要な状況である。なお、現状の再利用ポンプ場が予定どおり稼働していないことから、支線水路で不足した水量を補うことができていないということである（ベニスエフ地方灌漑局のインスペクターからの聞き取り）。

これら 3 地区のサンプル地区内の幹線水路から分岐する支線水路系では、そのほとんどの取水

施設が老朽化しておりなんらかのリハビリが必要な状況にあることが現地調査により確認された。



出典：JICA 調査団

図 4.42 老朽化した水利施設（調整堰、水管橋）

サンプル地区の3幹線水路の制水施設（取水工、調整堰）に関し、劣化度ごとに整理すると表 4.35 のようになる（評価基準は前出の表 4.23「取水工 / 堰の劣化度合評価基準」を参照）。イブラヒミア水路系においても重要な取水工などの制水施設は老朽化が進み、下流域に対し適切な配水機能を十分果たしていない現状が明らかとなった。

表 4.35 取水工、堰の劣化状況総括表（イブラヒミア水路系サンプル地区）

| サンプル地区 | 評価 A (カ所) | 評価 B (カ所) | 評価 C (カ所) | 評価 D (カ所) |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| West Hafez | 1 | - | 2 | 4 |
| El Gandia | 1 | 2 | 1 | 3 |
| Tunsa-Kella | 3 | 3 | 8 | 4 |
| Total | 5 | 5 | 11 | 11 |

出典：本調査におけるサンプル水利施設調査結果から JICA 調査団作成

3) モデル地区（タンサ・ケラ サブ地域）における事例

モデル地区の現地調査結果より、全般に灌漑システム内の水利施設は現況の灌漑ローテーションを実施しても各支線水路に必要な水量を適正に配水出来ない状況にあることが確認された（詳細な調査結果は Annex 4 を参照）。このような状況を考慮し、変形した水路断面、機能が不十分な水利調整施設及び配水効率面で十分行き届かない配水管理の影響を把握する目的でタンサ・ケラ サブ地域をモデルとして簡易な水理解析を実施した。

同地区は、3つのローテーションブロックゾーンに区分され、各ゾーンは5日配水、10日断水を交互に繰り返している。

タンサ・ケラ水路系の各ローテーション区間情報を図 4.43 に示す。

ZONE-1

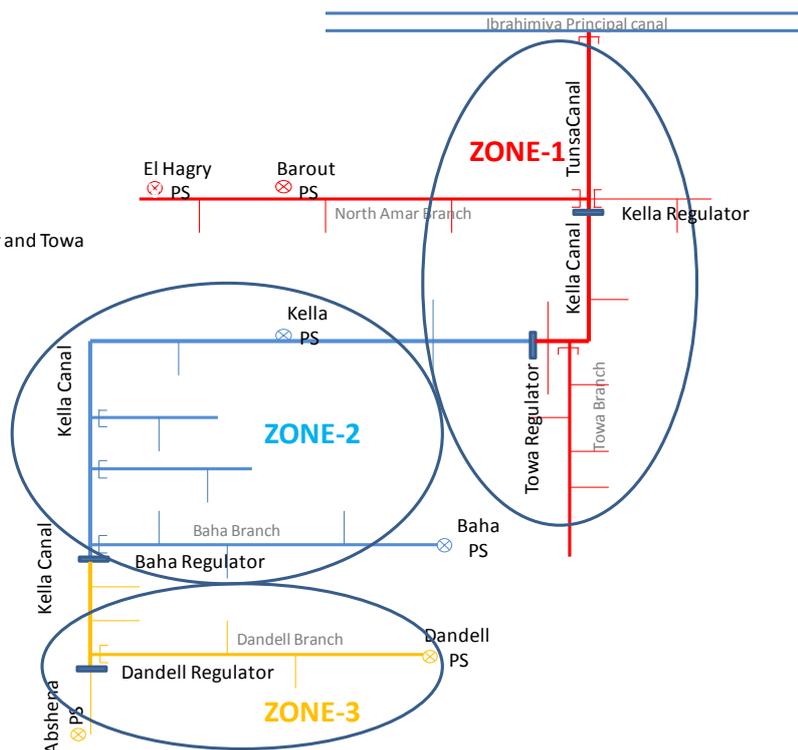
- There are
- 9890 Feda Command area
 - 63.102 km canal network
 - 2 mixing pump
 - 20 branch and sub-branch canals
 - One aqueduct
 - main branch canal are North Amar and Towa

ZONE-2

- There are
- 8130 Feda Command area
 - 67.895 km canal network
 - 2 mixing pump
 - 19 branch and sub-branch canals
 - main branch canal is Baha

ZONE-3

- There are
- 6600 Feda Command area
 - 35.337 km canal network
 - 2 mixing pump
 - 11 branch and sub-branch canals
 - main branch canal is Dandell



出典：JICA 調査団作成

図 4.43 ローテーション灌漑の区分に関する模式図（タンサ・ケラ地区）

i) 解析条件

この解析は以下の前提条件で行う。

- ✓ 本調査では、サブ地域単位での水利用効率の改善、そのための改修事業の検討を行うことから、サブ地域単位での灌漑効率を想定する。灌漑効率は、域内の＜利用水量／総供給量＞で示され、地区内で利用されなかった水量、浸透量などはロスとして扱われるため、灌漑効率は比較的小さい値となる。なお、広域の水収支の場合は、それらの水量の下流域での反復利用も含むため、利用可能量は増え灌漑効率は大きくなる。
- ✓ 過去の報告書（バハルヨセフ地区灌漑整備計画調査報告書；1992年）によって提示された総合灌漑効率（ E_p ）60.5%をタンサ・ケラサブ地域の当初設計における総合灌漑効率とする。なお、タンサ・ケラはイブラヒミア水路系に位置するが、ダイルート堰群準備調査報告書（2010年）ではバハルヨセフ、イブラヒミア水系共に同一の灌漑効率（60.5%）として扱っているため本調査でもこれに準じた。

上記1992年の報告書によると総合灌漑効率は、下に示すとおり消費量と供給量の割合で算出されている。

総合灌漑効率＝消費量÷供給量

ここで、消費量及び供給量は以下の水量の合計でそれぞれを与えている。

消費量 要水量：作物の消費水量に作付面積を乗じた量

開墾地への用水量：4カ所の揚水機場での揚水量
 飲用雑用水量：人および家畜による消費量
 供給量 取水量：ダイルート堰での取水量
 排水の再利用量：9カ所排水機場での揚水量
 農民に依る再利用量：6～9月の供給量不足時に農民が小型ポンプでの揚水量
 上記以外の地下水の再利用量：自然取水が可能な地域の再利用量

- ✓ 対象水路系の現状の総合灌漑効率 $E_p = E_c \times E_a$ による（ E_p ；総合灌漑効率、 E_c ；搬送効率、 E_a ；圃場適用効率）。
- ✓ 当初の灌漑システムの搬送効率（ E_c ）は、土水路（Clay）の場合に適用される効率である80%と仮定する（FAOガイドライン：表 4.36）。

表 4.36 灌漑効率

Indicated Values of the Conveyance Efficiency (E_c)

| Canal Length | Eathen Canal | | | Lined Canals |
|---------------------|--------------|------|------|--------------|
| | Sand | Loam | Clay | |
| Long (> 2,000m) | 60% | 70% | 80% | 95% |
| Medium (200- 2,000) | 70% | 75% | 85% | |
| Short (< 200m) | 80% | 85% | 90% | |

Indicated Values of the Field Application Efficiency (E_a)

| | |
|--|-----|
| Surface irrigation (border, furrow, basin) | 60% |
| Sprinkler | 75% |
| Drip Irrigation | 90% |

出典：FAO Irrigation Water Management: Irrigation Scheduling (1989), ANNEX I

- ✓ タンサ・ケラ地区は3つのローテーションブロックに区分されるため解析はブロックごとに行い、全体の配水効率は3ローテーションの配水効率の平均値とする。
- ✓ 各ローテーションの末端での必要水量は、灌漑面積と単位用水量との関係式でMWRIのミニヤ、ベニスエフ IIS 事務所等で採用している下記式に基づいて算定する。

$$q = f \times q_i \times A$$

ここに、 q ：必要水量 (l/sec)
 f ：Safety factor：1.25
 q_i ：単位用水量 0.84 (l/sec/feddan)
 A ：灌漑面積 (feddan)

各ローテーションでの必要水量は以下のとおりとなる。

表 4.37 ローテーション毎の必要水量

| Rotation | Area covered in the sub region | Area (feddan) | Discharge (m ³ /sec) | Main branch canal |
|-----------|--------------------------------|---------------|---------------------------------|-------------------|
| Rotation1 | From intake to Towa Regulator | 9,890 | 10.385 | North Amar, Towa |
| Rotation2 | From Towa to Baha Regulator | 8,130 | 8.536 | Baha |
| Rotation3 | From Baha regulator to the end | 6,600 | 6.930 | Dandee1 |

出典：JICA 調査団作成

- ✓ 各ローテーション区間の幹線水路から支線水路への分水量は、以下のオリフィス式（前出）より求める。

$$Q=CA\sqrt{2gh} \text{ (m}^3\text{/sec)}$$

- ✓ 各支線水路の取水工に位置するオリフィス開口部の寸法は、必要水量とマンニングの式より計算される幹線水路内の水深によって決定される。
- ✓ 計算による各ローテーション区間の搬送効率は、各支線水路に使用された（到達した）水量をその支線水路で供給される灌漑面積の必要水量で除することによって求める。

ii) 現況の水路系における解析

最初に、幹線水路の流量と幹線水路に沿う全ての取水工の流量を算定した。既述のように、タンサ・ケラ サブ地域の現在の状態は、不十分な配水管理が行われている状況にあつて機能不全の水利施設と断面が変形した水路を有することが特徴である。

この解析では、先ず幹線水路、準幹線及び全ての支線水路の設計流量を計算する。次に、変形した水路断面と機能しない調整堰や取水ゲートなどの水利施設を考慮して水路内流量を算定する。

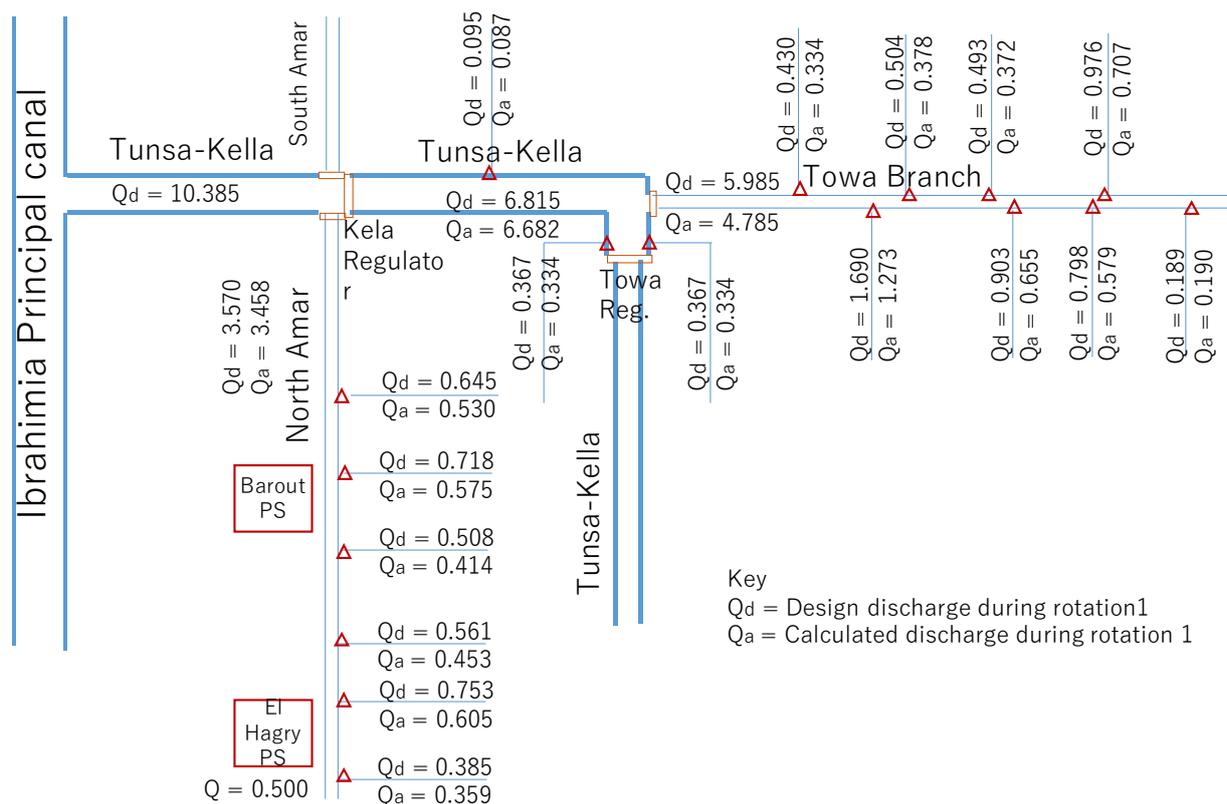
最後に、ローテーション区間 1 における幹線水路、ノースアマル水路及びトワ水路の搬送効率を、算定した流量／設計流量によって算定する。それぞれの支線水路で計算した結果を平均しローテーション区間 1 の平均搬送効率とする。タンサ・ケラ サブ地域のローテーション区間 1 における水路系の流量算定結果を示すと表 4.38 と図 4.44 のとおりとなる。

（詳細な計算結果は Annex 6, A Flow of Tunsa-Kella Irrigation System in the present condition for rotation 1, 2 and 3 に示す。）

表 4.38 現況のローテーション区間 1 における支線水路取入口での必要量と到達量

| Branch Canal Name along main canal | Command area (Fed) | Required Discharge (m ³ /sec) | Water Reached at Each Canal (m ³ /sec) |
|------------------------------------|--------------------|--|---|
| North Amar | 3,400 | 3.570+0.500 | 2.935 |
| Kella 1 branch | 90 | 0.095 | 0.087 |
| Towa Canal | 5,700 | 5.985 | 4.488 |
| Old kella left Genebia | 350 | 0.367 | 0.334 |
| Old kella right Genebia | 350 | 0.367 | 0.334 |
| Total (Area and discharge) | 9,890 | 10.385+0.500 | 8.178 |
| Conveyance Efficiency | | 8.178/(10.385 + 0.500) x 100 =75% | |

出典：JICA 調査団作成



出典：JICA 調査団作成

図 4.44 ローテーション区間 1 における設計流量と実際の流量（タンサ・ケラ サブ地域）

同様の方法で、ローテーション区間 2 及び区間 3 における配水量を算定し、その結果から搬送効率を算定した（表 4.39 参照）。当初設計の搬送効率と比較して、ローテーション区間 3 における現況の配水効率は 55%まで低下している。

表 4.39 現況の搬送効率算定結果（タンサ・ケラ水路系）

| Tansa Kella Sub-region | Rotation | | |
|------------------------|----------|-----|-----|
| | R1 | R2 | R3 |
| Each Rotation Area | 75% | 68% | 55% |
| System Average | 66.7% | | |

出典：JICA 調査団作成

上表に示すように、3 ローテーション区間の現況の水路系における搬送効率は、上流（R1）で 75%、中流（R2）で 68%、下流（R3）で 55%となり、下流になるほど効率は低下し、全体としては 66.7%を示している。これらの値は、上述の FAO による搬送効率より低下しているが、所定の水位を確保できるよう施設を整備することによって、地区全体の搬送効率を 80%に改善出来ると考えられる。

ここで、地区全体の灌漑効率（E_p）を算出すると以下の通りとなる。

（計算内容） $E_p = E_c \times E_a = 40\%$

ここに、搬送効率 E_c = 66.7%（上表より）

圃場灌漑効率 E_a = 60%（表 4.36 より、地表灌漑の場合）

ここで得られた灌漑効率は総合灌漑効率 60.5%（バハルヨセフ水路 F/S 報告書より）に比

べると小さい値が得られた。総合灌漑効率 60.5%には、既述のように、上式の 2 つの項目以外の要因として、地区間で生じる下流での反復水の利用等も含まれている。したがって、総合灌漑効率 60.5%をもとに、搬送効率の低下分を考慮した値を算定すると、現況の総合灌漑効率は 50% (60.5% x 66.7%/80%) と推定できる。

同様に総合灌漑効率 60.5%をもとに水路形状の劣化等による搬送効率の低下を考慮してローテーション毎に灌漑効率を算出すると以下のとおりとなる。

表 4.40 現状の総合灌漑効率の算定結果（タンサ・ケラ水路系）

| Rotation | Conveyance efficiency (Ec) | Irrigation efficiency (Ep) |
|---------------|----------------------------|----------------------------|
| Rotation 1 | 75 % | 56% (60.5% x 75%/80%) |
| Rotation 2 | 68 % | 51% (60.5% x 68%/80%) |
| Rotation 3 | 55 % | 41% (60.5% x 55%/80%) |
| Total Average | 66.7 % | 50% (60.5% x 66.7%/80%) |

以上より、現状の灌漑システムにおいては特に搬送効率の低いローテーション区間 3 で、必要水量を満たすためより多量の水を配水する必要がある。また、この搬送効率の低下に伴う水量損失を補うため、各ローテーション期間中の幹線水路内の必要水量を増加させる必要があるが、これは現実的とは言えない。

なお、現地調査を通じて上記の状況が確認され、対象地域の受益者の大部分が、特にバハ及びダンディール水路掛の幹線水路の下流部において水不足を訴えていることが確認されている。

4) ゴミ等による通水・制水機能障害

イブラヒミア水路系の水路はバハルヨセフ水路系より比較的居住区を通過する水路が多い。そのため、居住区周辺での水路へのゴミの投棄や水路内に侵入している違法建築等が原因で流下能力が低下している水路が課題となっている。エルガンディア水路などの居住区を通る幹線水路の一部区間は暗渠化されてゴミの投棄などを防いでいるが、閉塞構造のため水路内へのアクセスが困難で、暗渠内の緩勾配のため堆積する土砂やゴミの除去も課題となっている。



出典：JICA 調査団作成

図 4.45 建築物（モスク）による通水阻害

(3) カセッド水路系

1) 幹線水路系

カセッド水路系はナイルデルタ中央地域のガルビア県に位置し、ナイル川ロゼッタ支流から分水したタンタ舟運水路に自然取水口をもつ幹線水路レベルの水利システムである。水路延長は約 42 km の水路で、中央デルタ地域の農地約 67,000 feddan (約 28,000 ha) を灌漑している。カセッド幹線水路本線の底幅は現状ではほぼ 5~25m で、法勾配 3:2 (下流部は 1:1)、水深約 6 m が横断面の基本形となっている。また、縦断勾配は、平坦な地形を反映して、1/10,000 から 1/7,000

程度となっている。

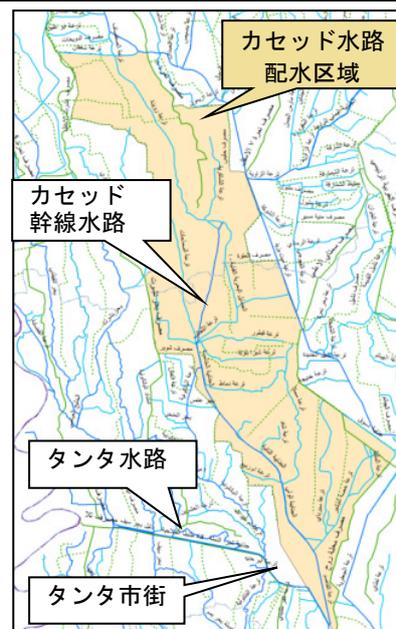
表 4.41 カセッド幹線水路一般諸元

| 区間 | 測点 (km) | 水路底幅 (m) | 側法勾配 | 水路縦断勾配 |
|----------|---------|-----------|---------|----------|
| タンタ旧堰 | 7.20 | 25.0 | 3:2~1:1 | 1/10,000 |
| タンタ新堰 | 7.90 | 25.0 | 3:2~1:1 | 1/10,000 |
| マハラ・メノウ堰 | 17.45 | 25.0~18.0 | 1:1 | 1/10,000 |
| サード堰 | 30.20 | 15.0~12.0 | 1:1 | 1/6,700 |
| 終点 | 41.70 | 10.0~5.0 | 1:1 | 1/6,700 |

出典：MWRI 提供資料から JICA 調査団作成

2) 幹線・支線水路及び付帯水利施設

カセッド幹線水路には、調整堰（中間堰）が 4 カ所、1 次分岐水路等（支線水路）が接続する分水施設が 18 カ所、その他施設として橋梁（鉄道橋を除く）24 カ所、上水取水施設 6 カ所が確認されている。支線水路は、同一の分水施設（地点）から複数本がある場合もあり、総数で 24 本が確認されている。



出典：JICA 調査団作成

図 4.46 カセッド水路位置図

表 4.42 カセッド幹線水路上の構造物リスト

| Zone No.※ | Regulator | Canal Intakes / Feeders | Bridge | Water Supply Intake | Total |
|-----------|-----------|-------------------------|--------|---------------------|-------|
| 1 | 2 | 8 | 10 | 3 | 23 |
| 2 | 1 | 5 | 8 | 3 | 17 |
| 3 | 1 | 11 | 6 | 0 | 18 |
| Total | 4 | 24 | 24 | 6 | 58 |

※Zone 1 (Upper); From the entrance of Kased Dalil (0.0 km) to 13.5 km

Zone 2 (Middle); From 13.5 km to 27.0 km

Zone 3 (Lower); From 27.0 km to 41.73 km

出典：本調査におけるインベントリー結果から JICA 調査団作成

また、支線水路以下の水利施設の現状を概略的に把握する目的で、支線水路からサンプル地区として 4 水路を選び、施設調査を行った。サンプル水利施設調査を実施した支線水路概要は下表のとおりである。

表 4.43 カセッド水路サンプル地区施設概要（1 次支線水路）

| No. | Main Canal Name | Station (km) | Length (km) | Command Area (feddan) | Number of Structures | |
|-----|-----------------|--------------|-------------|-----------------------|----------------------|--------|
| | | | | | Irrigation | Bridge |
| 1 | Shabshear | 7.100 | 11.15 | 13,250 | 14 | 18 |
| 2 | El Nashwo | 17.600 | 4.16 | 1,900 | 2 | 5 |
| 3 | Damat | 25.700 | 11.40 | 4,650 | 11 | 14 |
| 4 | El Samahat | 29.950 | 15.10 | 9,500 | 2 | 19 |

出典：本調査におけるサンプル水利施設調査結果から JICA 調査団作成

また、カセッド幹線水路への取水の安定を図るため、取水口のあるタンタ水路（Tanta Navigation Canal）に新たに調整堰（分岐地点から下流約 2.5 km の位置）を設置する計画が、ガルビア GD からの聞き取り及び JICA 長期専門家からの情報などから確認されている。

カセッド水路への取水は、タンタ水路に設置されている中間堰（分岐地点から下流約 10km に位置）の水位調整によって行われている現状にあるが、タンタ水路内の堰上げによる水位上昇に伴う弊害（タンタ水路に並行する Tara 排水路への浸出水により排水路の法面崩壊が生じる）が生じている。このため、カセッド水路への十分な分水位を確保できず、流量を計画通り確保できない状況が生じていることがこの背景にあるとのことである。

NWRC の Hydraulics Research Institute による調査結果（2008 年）では、これについて比較検討を行い、新たな堰の設置は適さず、既存の堰（分岐点より約 10 km 下流位置）による堰上げ影響区間に対処するタンタ水路の護岸施工が得策と結論付けている。この検討結果とともに、新規の調整堰設置の提案場所が対象地区外（カセッド水路外）であることも踏まえ、本調査では調整堰の新設は考慮しないこととする。

3) 幹線水路内の調整堰の機能劣化

カセッド水路内には、支線水路に分水するための主要構造物である中間堰が設置されている。これらの現状を表 4.44 に示す。

表 4.44 カセッド水路内主要堰リスト

| 施設名称 | 位置 (Km) (カセッド水路内) | 諸元 | 状態 |
|----------|----------------------|--------------|---------------------------|
| タンタ旧堰 | 7.200 | ゲート B=3m×4 門 | 特に問題ない。部分補修（軽微）が必要 |
| タンタ新堰 | 7.900 | ゲート B=3m×4 門 | 問題なし |
| マハラ・メノウ堰 | 19.450 | ラジアルゲート 3 門 | 稼働していない（常時開の状態）。全面改修の要望あり |
| サード堰 | 30.200 | ゲート B=2m×4 門 | 問題なし |

出典：本調査におけるインベントリ結果から JICA 調査団作成

マハラ・メノウ堰は、現地調査及びガルビア GD からの聞き取り及び JICA 長期専門家からの情報などから、確認された問題は次のとおりである。ゲート巻上機が老朽化により完全に壊れ、ゲートの開閉操作が出来ない状況である。このため、通常は開状態で固定されている。開閉操作が必要となった場合はクレーンなどの重機で行っている。コンクリート躯体は老朽化している。このような状況からガルビア GD は全面改修を要望している。

4) 市街地通過区間の水路通水断面の変形

ガルビア GD からの聞き取り及び JICA 長期専門家からの情報をもとに、市街地通過部の水路断面に問題が確認された。

カセッド水路の上流部約 4 km 区間は兩岸を舗装道路に挟まれた状態となっており、道路の路肩が徐々に水路側にせり出し水路断面が狭められている状況にある。特に、そのうち約 3 km 区間では断面不足が著しいため水路法面を直壁形式に改修して水路断面を確保したいとのガルビア GD の意向が出されている。

5) 水質

カセッド水路は、用排分離の水利システムであることから水質は比較的良好に保たれている。しかし、開発計画調査型技術協力「中央デルタ灌漑のための排水水質管理・再利用プロジェクト

ト」報告書は、人口集積に対応する上水への水需要の増加と併せて、「用水供給に制約を受ける中での解決を図る」というナイルデルタ地域に位置する地区共通の課題をカセッド水路についても指摘しており、用水需要の増加する夏期の用水量確保が水質確保の課題としている。

6) ゴミ等による通水・制水機能障害

カセッド水路が位置するガルビア県は人口密度が高く、水路に接するかたちで住居や集落があることから、集落に近い水路内の構造物周辺には大量の投棄されたゴミが集積しており、灌漑施設の維持管理への支障となっている。さらに、水路沿いの住居からの汚水や生活排水の流入もみられる。これらは、デルタ地域で共通する象徴的かつ深刻な水質に関連する問題となっている。



マハラ・メノウ堰上流部のゴミ集積



サード堰と上流のゴミ状況

出典：JICA 調査団

図 4.47 堰上流部のゴミ集積

7) 制水施設の機能劣化と障害

サンプル水利施設調査及び GD からの聞き取り調査により、カセッド幹線水路系の支線水路では以下の問題が明らかとなった。

- タンタ中間堰の直上流の右岸側から分岐する Shabsher 支線水路では、上流部において右岸を鉄道、左岸をハイウェイに挟まれた区間が約 1.5 km あるが、両サイドからの車両荷重により水路法面の崩壊が進行している。水路深も 4 m 程度と深く法面も急勾配であるため GD ではコンクリート水路（ボックスカルバート）による改修が要望されている。
- カセッド水路から分水する取水工ゲートは操作不能あるいは欠損しているものが多数確認された。オムラバハ取水工（14.5 km 地点）のゲート（幅 2.5 m）及びバハルボン取水工（19.7 km 地点）ゲート（幅 2.0 m）は劣化が激しく操作が不能状態である。また、ダムツ支線から分岐するナガ水路取水工はゲートが欠落している（図 4.48 参照）。
- 支線水路でも水生植物やゴミの除去等に伴って、水路法面の掘削による水路幅の拡大なども見られ、施設維持管理面での改善が必要な状況が生じている（図 4.49 参照）。



出典：JICA 調査団

図 4.48 ダマト支線ナガ水路分水工
（ゲート欠損）



出典：JICA 調査団

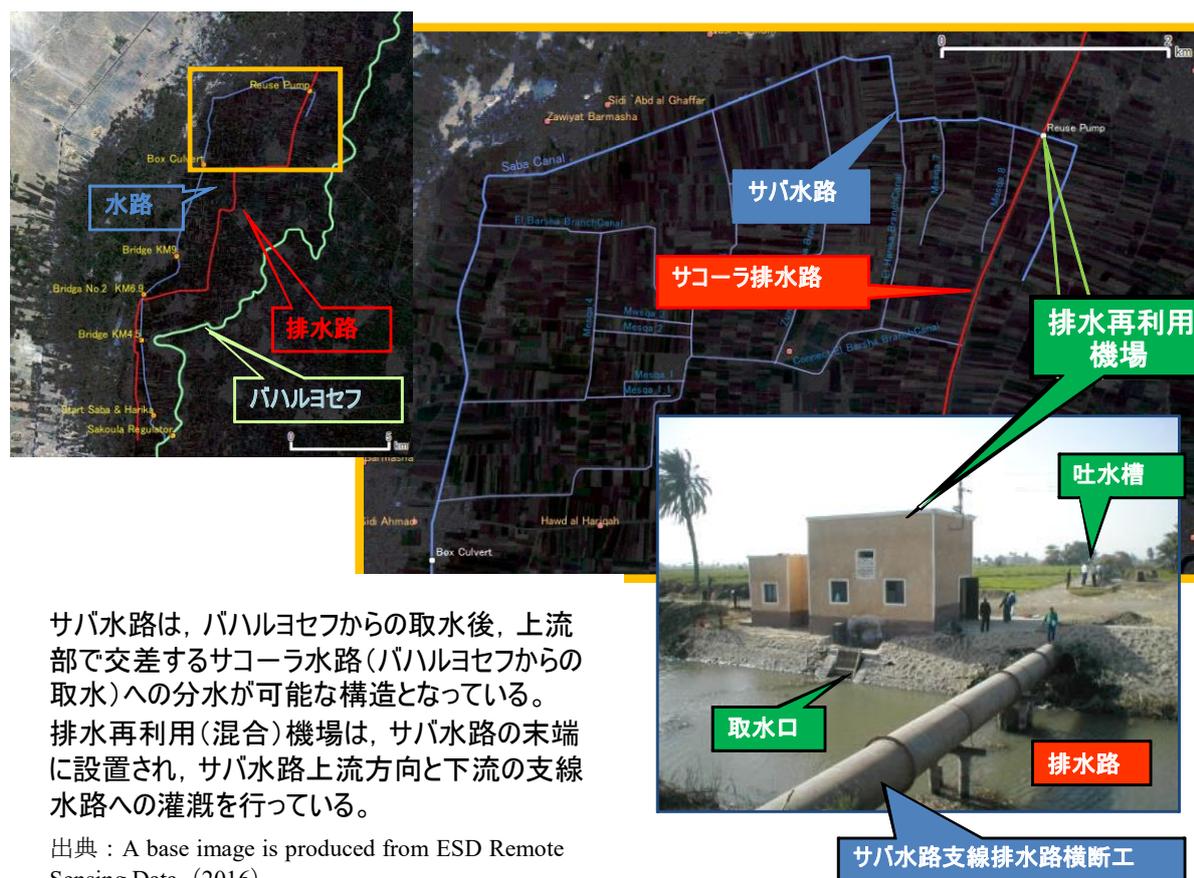
図 4.49 シャシェア支線水路の水草繁茂

(4) 排水再利用ポンプ場の施設の現状

エジプトの灌漑システムでは、水資源量の積極的な拡大を図る排水の再利用のための揚水機場の存在が顕著な特徴である。ここでは、前述の水路系のすべてに共通する構成要素である排水再利用ポンプ場の現状について述べる。

1) 排水再利用の概要

排水再利用は、灌漑排水法（No. 12/1984）及びナイル川及び水路の汚濁防止に関する法律（No. 48/1982）を根拠とし、用水利用後に排水となった水を用水として積極的に再利用（混合を含む）するもので、NWRP の項目にも明記されている。排水再利用は、水資源の灌漑利用可能量を増加させる手段であり、排水を用水路に注水する排水再利用ポンプ場を設置して利用されている（図 4.50）。



サバ水路は、バハルヨセフからの取水後、上流部で交差するサコーラ水路(バハルヨセフからの取水)への分水が可能な構造となっている。排水再利用(混合)機場は、サバ水路の末端に設置され、サバ水路上流方向と下流の支線水路への灌漑を行っている。

出典：A base image is produced from ESD Remote Sensing Data (2016)

図 4.50 排水再利用ポンプ場の例

エジプトの灌漑システムは、量的に制約のある水資源の積極的な利用効率向上（一層の有効活用）を実施するために、多様な施設を配置して用水量を地区内に送達する取組みがなされている。排水再利用ポンプ場も、灌漑水路システム内でさまざまな機能を担うこのような施設の一工種である。他の手法がサブ地域間の用水の融通が主であるのに対し、排水再利用は排水を用水に再度利用して用水の供給量の増加を図る点に特徴がある。

排水再利用ポンプ場の設置は、用水とともに、排水と揚水が計画の構成諸元となり、MWRI 内では、それぞれの諸元にかかる担当である IS、EPADP と MED が連携して実施している。

基幹水路として機能するバハルヨセフには、マゾーラ堰より上流に基幹的な排水路からの注水（いわゆる広域反復の仕組み）を行う排水再利用ポンプ場（MED 管理）がある。また、イブラヒミア基幹水路も、バハルヨセフほどの規模はないが、同様の注水のための排水再利用ポンプ場（IS 管理）がある。さらに、サブ地域内の用水不足を補うために、支線用水路レベルを中心に近傍の排水路の水を水源とする排水再利用を行うポンプ場が設置されている。

MED が管理する排水再利用ポンプ場は、おおむね良好な状況で運転されており、課題は確認されていない。IS が管理する排水再利用ポンプ場（MWRI は中間用排水ポンプ場（Intermediate Mixing Station）と呼んでいる）について、上エジプトの調査対象地域の各 GD の報告から作成した設置状況は表 4.45 のとおりである。個々の排水再利用ポンプ場は、施設の設置時期も異なり、現状機能に問題のないものから施設として機能していないものまで、現場の状況に応じた

さまざまな状態が混在する。ポンプ場の中には、揚水機ユニットなどの主要設備の故障・損傷や機器の劣化・機能低下などが見られるものもある。なお、デルタ地域の調査対象地区であるカセッド地区は、排水再利用ポンプ場は現時点で設置されていない。

表 4.45 既設排水再利用ポンプ場の状況

| GD | 設置数 | 設置位置 | | | 設置ポンプ/機場 | | 備考 |
|--------|----------|------------|--------|-------|----------|------------------------|-------------|
| | | イブラヒミア基幹水路 | 主に支線水路 | | 台数 | 容量 (m ³ /s) | |
| | | | 中間 | 末端 | | | |
| 東ミニヤ | 5 (2) *1 | 0 | 4 (1) | 1 (1) | 1 (1) | 1.0 & (0.1) | *1 ()内は移動式 |
| 西ミニヤ | 2 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1.0 & 0.5 | |
| ベニスエフ | 23 | 3 | 12 | 8 | 2~6 | 0.25~1.0 | |
| ファイユーム | 43 | — | — | — | 2~4 | 0.15~0.35 | タイプ不明 (対象外) |

注1： 東ミニヤの移動式ポンプ（ディーゼルユニット）は暫定的措置として実施される。

注2： ファイユームの機場は、課題はないとする MWRI の意向により現場確認調査の対象から除外されている。

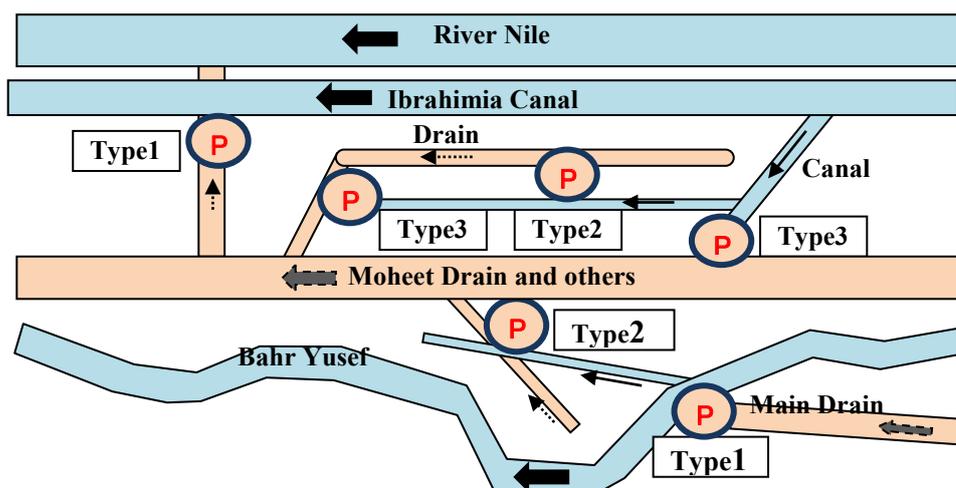
出典： JICA 調査団作成

2) 概況

排水再利用ポンプ場は用水量を増加させる役割を持つが、灌漑システムにおいてはその一部を構成するハード面の施設である。施設は排水路と用水路が近接する位置に設置されるが、排水再利用は、排水路の水を近接する用水路へ導入する位置により異なる態様を示す（表 4.46）。

表 4.46 現況排水再利用の特徴

| Type | Type 1 | Type 2 | Type 3 |
|----------------------|-----------------------|--------------------|-----------|
| 排水注水対象水路 (主な導入位置) | 基幹水路 (主要な排水路と交差) | 支線あるいは幹線水路の中途部 | 支線水路等の末端 |
| 配水(目標)地域 注水地点から | 不特定地域 (広域反復) | 主に下流地域 上流地域へも可能 | 下流地域の上流方向 |
| 典型的な現況 | 混入量は限定的 | 地区配水の補完 (状態は個々に多様) | |
| 主な制限因子 | 排水路の流量 | 排水路の流量と水質及び水路容量 | |
| 実施等の担当部局 | MED (大規模) IS (小規模) | 主に IS (小規模) | |



出典： JICA 調査団作成

図 4.51 排水再利用ポンプ場の位置によるタイプ

本調査は、IS から要望のあった既設ポンプ場を対象に現地調査を行っており、上述の Type 1 (イブラヒミア基幹水路に注水) 及び Type 2 と 3 (サブ地域への用水増強を目的) を含む。(表 4.47)

表 4.47 既存の用排水混合（再利用）ポンプ場（上エジプト）

| GD | No | Station Name | ID | Type | Pump Unit | | |
|------------|----|--------------------------------|----------------|-----------|-----------|-------------------------------|-------|
| | | | | | Nos. | Discharge (m ³ /s) | |
| | | | | | | per Unit | Total |
| East Minya | 1 | El Ashmonin | Mallowy | Type2 | 1 | 1.0 | 1.0 |
| | 2 | Karf El Mandawer | Maghagha | Type2 | 1 | 1.0 | 1.0 |
| | 3 | West Aba | Maghagha | Type2 | 1 | 1.0 | 1.0 |
| | 4 | Shams Eldin | Maghagha | (Type3)*1 | 1 | 0.1 | 0.1 |
| | 5 | El Seka El Zraeias Mesqa | Maghagha | (Type3)*1 | 1 | 0.1 | 0.1 |
| West Minya | 6 | Saba | Idwa | Type2 | 1 | 0.5 | 0.5 |
| | 7 | El deer and Menbal | West Samalut | Type3 | 1 | 1.0 | 1.0 |
| Beni Suef | 8 | El Hagary | East Beni Suef | Type2 | 4 | 0.25 | 1.0 |
| | 9 | Barout | East Beni Suef | Type2 | 4 | 0.25 | 1.0 |
| | 10 | El Sherif | Beba | Type2 | 4 | 0.25 | 1.0 |
| | 11 | Abo Shahba | Beba | Type3 | 4 | 0.25 | 1.0 |
| | 12 | El Shamashergy | Somosta | Type2 | 4 | 0.25 | 1.0 |
| | 13 | Qoftan | Somosta | Type2 | 6 | 0.25 | 1.5 |
| | 14 | Saharfet (Siphon) Mazoura | Somosta | Type2 | 5 | 0.5 | 2.5 |
| | 15 | Telt | Somosta | Type2 | 3 | 0.5 | 1.5 |
| | 16 | Absog | El Fashn | Type3 | 4 | 0.25 | 1.0 |
| | 17 | Kashesha | El Wosta | Type1 | 5 | 1.0 | 5.0 |
| | 18 | Qomn El Arous | El Wosta | Type2 | 4 | 0.5 | 2.0 |
| | 19 | El Mansour | El Wosta | Type3 | 4 | 0.5 | 2.0 |
| | 20 | El Diabia | El Wosta | Type3 | 2 | 0.7 | 1.4 |
| | 21 | Dalas | Nasser | Type3 | 3 | 0.5 | 1.5 |
| | 22 | Baha | West Beni Suef | Type3 | 3 | 0.7 | 2.1 |
| | 23 | Qella | West Beni Suef | Type2 | 5 | 0.5 | 2.5 |
| | 24 | Ali Hafiz | Nasser | Type2 | 3 | 0.5 | 1.5 |
| | 25 | El Walda | East Beni Suef | Type1 | 5 | 1.0 | 5.0 |
| | 26 | El Sharhana | Beba | Type1 | 4 | 1.0 | 4.0 |
| | 27 | Dandiel | West Beni Suef | Type3 | 2 | 0.5 | 1.0 |
| | 28 | Anfast | El Wosta | Type3 | 2 | 0.5 | 1.0 |
| | 29 | El Mansur El Gded (New Mansur) | Nasser | Type2 | 3 | 0.25 | 0.75 |
| | 30 | Fazara | Beba | Type2 | 1+1 | 1.0 & 0.25 | 1.25 |

*1：改修は異なる地点で計画

出典：MWRI 提供資料から JICA 調査団作成

これに加えて、サブ地域への新たな排水再利用を行う新設ポンプ場が要望されている。新設ポンプ場は、GD がサブ地域の水路システムに用水不足を確認した場合に、用水量を増加させる手段として設置が計画される。東ミニヤ事務所は、移動式ポンプ 2 カ所を置き換えるポンプ場の新設を含めた 5 カ所、また、西ミニヤ事務所は 3 カ所のポンプ場の新設を提案している。東西ミニヤ事務所は、新設ポンプ場については、1 機場あたりポンプ（容量: 0.5m³/s）を 3 台（うち 1 台はシフト運転用を想定）とする構成を採用している。また、ベニスエフ事務所は、ポンプ（容量: 0.5 m³/s）4 台（予備ポンプを含む）構成とするポンプ場 6 カ所の新設を提案している。また、ナイルデルタ地域に位置するカセッド地区（サブ地域の扱い）は、既設のポンプ場は設置されていないが、地区全体の用水不足を緩和するために、支線水路に注水する 4 機場を新設する計画を提案している。カセッド幹線水路の下流地域に位置するカフルシェイク県に排水再

利用ポンプ場が 31 カ所設置されている状況²¹からは、担当するガルビア事務所はポンプ場の計画及び設置には経験を有している。さらに、このうちの 1 機場は、排水路の水質が悪いことから、処理施設との併設を必要とするなど、ナイルデルタ地域固有の問題も包含している。

これらのポンプ場は、灌漑システムにおいて水路内でさまざまな機能を担うハード面の施設の一部を構成することから、本調査では、調整施設などと同様に水路に付帯する小規模施設として扱う。

排水再利用では水質が重要な留意事項となる。ナイルデルタ地域のガルビア GD は、定期的な排水路水質チェック（年 2 回）をもとに排水混合割合を設定するなどしているとしている。他方、上エジプト地域の排水再利用ポンプ場を担当する GD では、自らは水質測定を行っておらず、保健省が実施する水質調査結果を入手することにとどまっている。このような状況において、ベニスエフ事務所からの聞き取りでは、排水再利用ポンプ場は排水：用水=1：3 の混合比で計画することでこれまで問題の発生はなかったとしている。しかしながら、サバ幹線水路の支線水路末端にあるポンプ場では、用水が届いていないために排水路の水が直接圃場で利用されている状況もみられる。このような場合は、用水利用する排水の水質を確認することも必要と考えられる。

3) 計画の作成

排水再利用は、主にサブ地域の用水不足を緩和する目的で設置されるので、ポンプ場の運転時間は地域の用水配分のローテーションと同期することが原則となっている。上エジプトでは、支線水路に注水するポンプ場は、運転時間を 8 時間/日、15 日のうちの 5 日運転、年間 120 日を標準として計画・運用されている。しかしながら、現地調査の聞き取りでは、ポンプ運転は利水者の要望で稼働時間を延長していることも多いと確認されている。

排水再利用ポンプ場（Type2 及び Type3）は、サブ地域の配水の制約及び供給不足を緩和するための手段に位置づけられる。しかし、その設置は、排水を用水路に注水することが可能な地点での揚水可能量の検討が優先されており、ポンプ場の運転は計画どおりには実施できていない。このような状況は、排水路と用水路が近接することが前提となる本性から否めない部分もあるが、サブ地域（用水掛り）の用水利用の一層の効率化を図る視点からの計画にはなっていない。用水利用計画は、サブ地域の配水地域に用水を供給する水路規模（通水能力）の制約、または、用水配分における支障（計画する送配水が実現できない水管理状況など）も考慮して、灌漑システムにおける最適な施設として揚水機の容量と規模を設定することが必要となる。

4) 機能の劣化

排水再利用ポンプ場（Type2 及び Type3）は、施設の設置時期も異なり、個々の施設には現場の状況に応じたさまざまな状態が混在する。ポンプ場の中には、現状で機能に支障のないものもあるが、ポンプユニットなどの主要設備の故障・損傷や機器の劣化・機能低下などがみられるものもある。現地調査では、ポンプ場の機器類を設置する床の高さなどに問題があるレイアウト（例えば、バロット機場はポンプ場自体の浸水により運転不能になっている）、吸水管などの

²¹ 中央デルタ灌漑のための排水水質管理・再利用プロジェクト調査、JICA、March 2016

冗長な配管に起因する管路ロスなどにより運転時の不要な効率低下を来しているケース（運転はできる）も確認される。特に、機械担当エンジニアからは保安基準に満たない電動機も一部に含まれることも指摘されている。

これらの施設機能に支障を生じている状況は、ポンプ場全体のポンプの長時間運転、故障した揚水機ユニットをカバーするための他ユニットの稼働時間の長期化など、再利用ポンプ場の機能低下に拍車をかける悪循環となっている。なお、排水再利用ポンプ場（Type1）は、IS では重要施設としており、維持管理を含めて運転管理も比較的良好な状態を保っている。

また、ポンプ場には統一された設計などの考え方も適用されていない。このため確認される支障は個々のポンプ場によって異なっている。この対応として、現在発生している不具合の頻度を低下させる段階的な対応となっていないことが課題となる。これまでに確認されたポンプ運転への支障等を除去する設計方法、部品の共通化などによる維持管理の費用と時間面の負担軽減などを実施できる問題に対応する仕組みが明確に構築されていないことがこの課題を生じる要因となっている。

この中でも、ポンプ運転時のゴミの吸込みが上エジプトの調査対象地区の既存ポンプ場にほぼ共通する課題である。排水再利用ポンプ場のほぼすべてに吸水槽や除塵施設（スクリーン）が設置されず、吸込管が排水路内に直接設置されているためポンプ内にゴミが混入し、ポンプの破損、止水弁の不具合の発生など深刻な被害も発生している。このため月に一度は吸水管内のゴミの清掃などの管理作業が行われている。ゴミ対策の不十分は、ポンプ場の機能劣化等の明らかな要因である。

4.2.3 メスカレベル

(1) メスカの概要

メスカは、灌漑用水路システムのうちで灌漑圃場に最も近接する最末端の用水路であり 100～200 feddan 程度の圃区を灌漑しており、圃場水管理に深く係る重要な位置付けにある。

メスカは、政府が所管する公共施設の区分からは外れた私有施設に位置付けられており、その所有と管理は水利用者（農家）に帰属している。メスカからは、各圃場へ灌漑用水を供給するマルワ（圃場小水路）が多数分岐している。一般的なメスカ敷高は圃場面以下に据えられているため、マルワへの分岐には簡易ポンプが設けられていることが多い。

1) MWRI のメスカ整備の政策

伝統的なメスカについて、農家らが自助努力でメスカに改良を施すことや農業組合から一部の資金補助を受けてメスカ改修に取り組むことが行われてきた。しかし、農家による自前のメスカ改修では、当事者の都合が優先された改修内容となることが多く、水理面及び水利用面などの技術的観点からは望ましくない構造や機能のメスカになってしまうことも多い。MWRI では、メスカは農家の所有とはいえ、公的な灌漑用水供給を担う重要な末端部分であることから、関連する水路灌漑システムの全体の水配分・水管理に整合した姿のメスカの改修を望んでいる。

MWRI は、水の有効利用の観点から灌漑効率向上を比較的容易に実現することにつながるメス

カ整備を、MWRI の管理と指導の下で進めることに強い意欲を示している。また、農家の水管理への参加促進を重視する観点から、BCWUA の設立・強化と並行して、WUA の設立にも力を入れようとしている。MWRI は、メスカ改良と、WUA の設立を同時に実現するメスカ整備の施策として、IIS によるメスカ整備支援スキームが設けられている。

このスキームでは、メスカの改善工事の調査、計画・設計、施工管理などを MWRI が支援する。改修費の受益者負担について、灌漑排水法（法律 No.12/1994）により、全額を受益農家が返済することが規定されている。返済条件は、改修工事完了の 1 年後から無利子で 20 年間をかけて返済することと定められている。改修費は事業の実施機関である IIS が単位面積当たりの費用を算出し、調査庁が土地所有権を確認した後に、財務省が土地所有者から土地税として徴収する²²。これと同様の資金フローが世界銀行の事業でも適用されている。

MWRI 計画局では、このメスカ整備スキームの適用によるメスカ整備の推進を目指して、ファイユームでのメスカ整備をさらに推進するメスカ整備新事業の F/S を実施している。ファイユームがメスカ整備の優先地域に選ばれたのには、地勢的特質から全域にわたって重力送配水が可能で、既存のメスカも敷高を持ち上げる必要はなく、施工も容易といういくつかの強みを有することによる。

2) メスカの効果

メスカ改良の効果は、さまざまな面で認められる。USAID 及び WB 行が実施した IIP におけるメスカ整備の効果は以下のようなものであったと報告されている²³。

- a) 従来は 70%であったメスカの配水効率が 98%に向上した（支線水路の改善効果も含む）
- b) 圃場レベルでの灌漑時間が 50～60%減少した
- c) メスカの上下流における水配分の不公平が改善した
- d) 従来メスカ占有用地が縮減でき、灌漑農地面積が 2%拡大した
- e) 水事情の改善により作物単収が 5～30%増大した
- f) 一回当たりの平均灌漑費用が、51～57%減少した
- g) メスカ下流部の水質が改善し、農家を悩ませていた病原菌やマイマイ貝（Snail）被害が減少した

(2) モデル地区調査

ファイユームのアロス・アボシーア地区（受益面積 約 13,500 feddan、メスカ 58 本）をモデル地区として実施した調査結果から、メスカの現状・課題を整理すると以下のとおりである。

- メスカの多くはライニングされていないためメスカ周辺や法面に雑草が繁茂し、またげっ歯類によって生じた孔からの漏水によって流量のロスを生じさせ必要水量不足の一因となっている。

²² エジプトの灌漑排水におけるコストリカバリーの課題、北村浩二（JICA 専門家）、農業農村工学会誌 2010 年 12 月

²³ M.N.Allan et al, “Participatory Irrigation Water Management in Egypt: Review and Analysis”, CIHEAM, 2004

- メスカ沿いに建設された道路が車両通行によって損壊し、その土砂が水路に流入しメスカ内の流れを阻害している（図 4.52 参照）。



出典：JICA 調査団

図 4.52 ファイユームのメスカの状況
（道路法崩れによる水路内の通水阻害）

- 他の幹線・支線水路と同様に、現況メスカにおいても全般に断面の経年劣化により変形（幅広断面）した断面を呈している。
- メスカ内にゴミや作物残渣が流れ込み、水路断面を塞ぐことにより下流側農民への水の供給を妨げている。
- メスカ内の除草等の清掃作業はメスカを利用する農家が行うことになっており農家への負担が大きくなっている。また、上流からのゴミ・作物残渣の流下問題は上流の農家（グループ）に負うところがあり、当該農家（グループ）単独では解決できないという問題も抱えている。
- 現地聞き取り調査によると、アボーシア水路系 31 本のメスカのうち 15 本のメスカで末端まで水が届かないという問題が確認された。実際、仮に水が末端までかろうじて到達した場合でも少量で水位が低いため、ポンプの吸込み揚程が不足し必要水量が得られないということである。また、メスカ末端に水が到達している日数も少なく問題となっている。

以上のように、メスカは農民管理の末端水路であるが、これまで見てきた幹線・支線水路と同様、断面の経年劣化による変形、水草の繁茂、ゴミの滞留、土砂の堆積などの問題を抱えており、送水効率の低下を招いている。メスカレベルでの損失は 3 割にのぼるとの報告もあり、損失の抑制は非常に重要である。

また、農家個人レベルでのメスカの維持管理においても対応に限界があり、問題となっている。

4.2.4 維持管理の現状

灌漑施設の維持管理は、基本的に基幹水路から支線水路レベルまでは MWRI によって実施され、メスカは農家グループにより、マルワから圃場までは各農家の管理となっている。以下に、維持管理に関する現状と課題について整理する。

(1) MWRI による維持管理

1) 維持管理の現状

MWRI による灌漑施設の維持管理は、灌漑局地方事務所（GD）、配下の区域事務所、及びさらにその下の灌漑区（ID）という管理体制で実施されている。灌漑施設の維持管理作業としては、メンテナンス予算と呼ばれる枠の中で、恒常的な作業として水路の除草・除塵、日常的な維持管理として水路の浚渫、施設のメンテナンスや軽微な補修が行われている。一方、事業予算と呼ばれる枠の中では、既存施設の改修・更新と、灌漑施設、ポンプ場、護岸工等の新設が行わ

れているが、金額的に前者の方が多くを占めている。

維持管理業務の流れとしては、まず ID が管区内の施設の中で対応が必要な施設を選定して維持管理事業を計画し、区域事務所と調整した上で GD に提出する。GD は管区内の計画を取りまとめ、中央の灌漑総局と計画局に送る。そして承認された予算計画に沿って事業が行われる。実施方法については、取水工、調整堰等水利構造物に係る工事は GD の判断により MWRI の県維持管理事務所 (Directorate for Preventive Maintenance) が直営で行う場合もあるが、幹線水路以上の規模の施設に



出典：JICA 調査団

図 4.53 基幹水路の浚渫

対しては保有機材での対応が困難なことから、民間業者への外注で行われる。一方、基幹水路の断面形状及び同水路上の灌漑施設の維持管理は、GD を責任機関とし、民間業者に外注される。どちらにしても、限定的な職員数の中でも、維持管理の監督及び維持管理後の検査は各責任機関により行われている。表 4.48 に実施方法及び内容を示す。

表 4.48 灌漑総局管轄の灌漑施設の維持管理に係る実施方法及び内容

| 対象 | 責任機関 | 実施方法・内容 |
|---------------|-----------------|---|
| 基幹水路 | GD | 外注 ◆ 堆積土浚渫: 数年に 1 回 ◆ ゴミ除去及び除草: 1 回/毎 4 箇月間 |
| 基幹水路上の灌漑施設 | 同上 | 外注 ◆ 取水工の改修 |
| 幹線・支線水路 | 管轄する区域事務所または ID | 県維持管理事務所による直営または外注 ◆ ゴミ除去及び除草: 3 回以上/年 |
| 幹線・支線水路上の灌漑施設 | 同上 | 県維持管理事務所による直営または外注 ◆ 取水工の改修 ◆ 調整堰の改修 |

出典：現地調査における MWRI 提供資料（2014～2016 年）を基に JICA 調査団が作成

2) 維持管理の課題

i) 予算不足の問題

維持管理費の不足は大きな課題である。表 4.49 に、本調査の対象とする GD のうち、4 つの GD の年間維持管理費用を示す。

表 4.49 調査対象地域の年間維持管理費用実績（2016 年度）

| GD | 管轄面積 (ha) | 維持管理費用 (EGP) | 面積当り費用 (EGP/ha) |
|--------|-----------|--------------|-----------------|
| 東ミニヤ | 136,831 | 27,693,039 | 202 |
| 西ミニヤ | 113,104 | 4,950,366 | 34 |
| ベニスエフ | 142,199 | 6,012,735 | 46 |
| ファイユーム | 154,019 | 8,736,273 | 51 |

出典：現地調査における聞き取り調査を元に JICA 調査団が作成

表 4.49 に示す 2016 年度は、各 GD ともに水路の清掃、雑草除去、堤防補修などが主な作業内容であるが、東ミニヤにおいてはこれらに加え、ポンプ場を含む水利構造物の改良、リハビリ費用などが含まれたため他に比べて高額となっている。

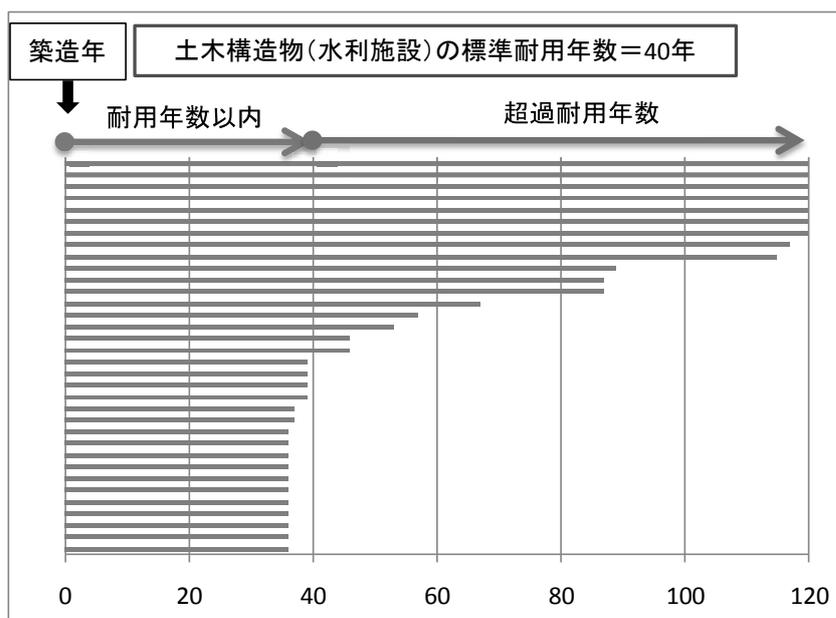
対象地域における傾向としては、年間維持管理費は特殊な事業がある場合を除き 30～50 EGP/ha (1.7～2.7 US\$/ha) 程度と少額である。維持管理費用に関し、FAO によれば、途上国の維持管理費用は、30～50 US\$/ha といわれており²⁴、施設の整備水準や国情の違いを考慮しても、エジプトの維持管理費用は過少とみられる。

維持管理予算の制約が厳しい状況にあつて、耐用年数を超え対応が必要な施設は多数存在するが、現状においては維持管理事業対象施設の優先順位付けが現場技術者の経験に基づいて行われているのが実情である。また、灌漑施設についての情報の整理は不十分で、施設リストはあるものの事務所毎に形式にはばらつきがあり、共有可能な形で整理されておらず、かつ施設の状態を示す情報や位置情報は含まれていない。また、これらは GD で一元的に把握できるよう集約されておらず、組織的・効率的な対応が出来ていない。

ii) 施設老朽化対応の必要性

灌漑施設の項でも述べたように、施設の機能低下は著しく、モデル地区のタンサ・ケラの例では、地区内の取水工、調整堰などのゲートは、穴が開く、可動しないなどほとんどが機能しておらず、適切な水管理の妨げとなっている。また、施設本体についても老朽化が進んでいる。

今回の調査の中で建設年が明らかな施設について整理したのが図 4.54 である。耐用年数を



出典：JICA 調査団作成

図 4.54 小規模構造物の築造後経過年数

40 年²⁵とした場合、構造物の半数が耐用年数を超えており、築後 100 年を超えるものも含まれている。このように、夥しい数の水利施設が耐用年数を相当に超えて使用され続けているが、これに対し補修等の維持管理事業が追従できていないのが実情である。

施設の老朽化による機能の低下は大きな課題となっており、中長期にわたる計画的な対応が求められている。

²⁴ Realizing the value of irrigation system maintenance, IPTRID Issues Paper, 1999, FAO

²⁵ 土地改良の経済効果（大成出版社）の総合耐用年数を参照。

(2) 水利組合による維持管理の現状

前述（第2章）のとおり、メスカ改善事業が実施された地区では MWRI の支援により WUA が設立されているが、全国レベルで 5%程度にとどまっていると推測される。WUA の一般的な活動は規定されているものの、WUA の維持管理への参加は、必ずしも組織の設立率と同じではなく、実際には ID の支持の下、WUA の習熟度により、様々な活動内容が行われている。例えば、ある組合は総会を作期始めに持ち、メンバーから年間 50 EGP/feddan 徴収し、ポンプ用のオペレーター雇用やポンプの修理費用に充当すると共に、メンバー間の作付計画が話し合われている。ポンプの運転費用は、メンバー自身が必要な燃料を持参している。他の WUA では、メンバーから年間 300 EGP/feddan を徴収し、ポンプ用のオペレーター兼警備員やポンプ修理費用として積み立てを行っている。また、ファイユームのメスカでは 1 週間に 1 feddan につき 1 時間と決まっているローテーションの取水ルールを守っていないことに加え、伝統的に実施される農民組織によるメスカの維持管理作業が実施されない状況も確認されており、土水路であるメスカ法面の崩壊による土砂の流入や動力として利用する水車のメンテナンスが不良になるケースも確認されている。（モデル地区調査の結果等から）。

BCWUA の場合も WUA と同様、維持管理への参加は高い状況とはいえず、これは BCWUA についての法制度が未整備であることも活動に影響している。BCWUA も一般的な活動は規定されているものの、実際には ID の支持の下、様々な活動が行われている。MWRI やドナーなどから特別な支援を得ている一部の BCWUA などは、維持管理面での活動として、MWRI への陳情、メンバーからの徴収金による水路の浚渫、ゴミの収集活動などを実施している。また、メンバーで資金を拠出して清掃用車両を購入し、各家庭から 2 EGP/月を徴収し、ゴミの収集活動を行っているケースもある。同様の活動は SWMT における対象 BCWUA でも実施・継続されているが、極めて限られた状況であり、水利組合による水路の維持管理活動を行うための素地は未だ途上の状況である。

4.3 水管理の現状

本節は、水管理システム構成の設備面の概略とそれを運用する体制と用水の送配水を実施する操作について現状を示し、それらから生じる課題を整理する。この場合、水管理は、灌漑システムに供給された用水を基幹水路から圃場までの各段階で適切に配分することが必要であるため、管理者と操作等の状況が異なる基幹水路から末端施設のメスカまで水路レベルに応じた記述とする。

4.3.1 水管理全般の概況²⁶

灌漑システムを構成する水路網では、ナイル川からの取水から、基幹水路等を介し、末端施設であるメスカの支線水路上の取水口までは MWRI が、また、メスカ以降は利水者または WUA が水管理を行っている。さらに、エジプト政府の進める WMT では、メスカに配水する支線水路の水管理の一部を BCWUA の役割とする動きも進んでいる。

幹線水路とそれ以降のサブ地域内の水路システムは、MWRI が管理する水路は供給主導、また、メスカは利水者の配分ルールに基づく水管理が行われている。

²⁶ ダイリュート堰群改修事業準備調査 最終報告書, JICA 2010 年 10 月等を参考に要約して作成

MWRI は、灌漑システムを長期間運用した経験を基にして、慣行的に構築された調整堰等の下流側水位の制御を基本に水管理を実施している。MWRI が担当する各水路の主要施設では、水位による用水の配分と記録が行われている。この水位記録による管理は、水位情報の報告とその情報に基づく施設操作が根幹であり、現在は主に電話連絡をその手段として行われている。

このような水管理とともに、イブラヒミア基幹水路とバハルヨセフ基幹水路沿いの取水口、さらにはセリ幹線水路などの主要な幹線水路系で広域の水位観測を実施するために、テレメトリスシステムが一部に導入されている。しかし、既に相当の年数が経過し、流星バーストを用いた不安定な手段であるなどの理由から、機材の故障時の回復が困難な現状にあることと相まって、このシステムは継続運用される予定にはない。

このような状況にあつて、前章で既述した日本の協力である新ダイルート堰群建設事業は、基幹水路内の主要な施設である取水口と堰等に情報取得/伝達を主目的とする水管理機器を設置し、取得した情報を中央管理所に集積して処理することを通じて、水管理の公平性、信頼性などの向上を図る計画を提案している。この計画により、新ダイルート堰群の建設と併せて、水管理のハード面の基幹水路レベルの対応策は実施されることが期待される。

一方、末端レベルを中心とする水管理は、WUA と BCWUA の設立や活動強化を目指した協力が多数実施されている。この協力は、ハード面のメスカ改良と組合された形態も多く、WUA と BCWUA の設立を成果とするものもみられる。このような現状にあつて、WUA と BCWUA の設立は緩やかに進んでいる。

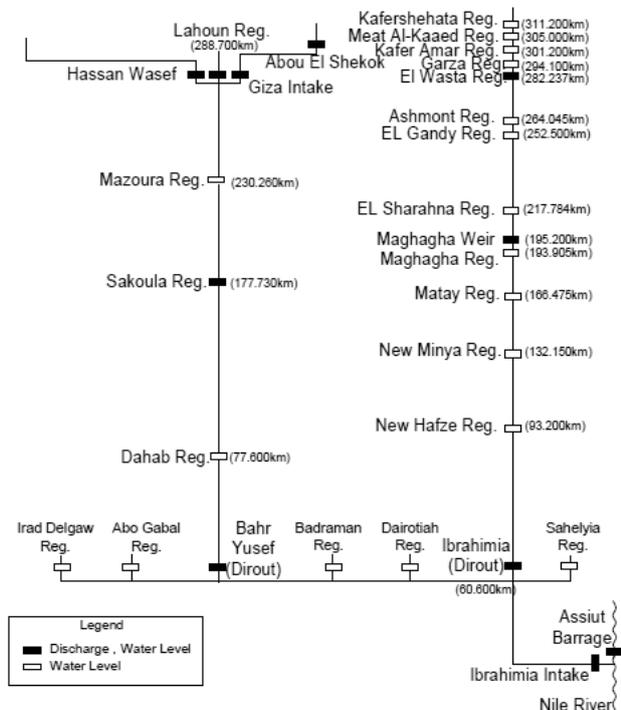
4.3.2 水管理の体制

(1) MWRI の体制

MWRI は、基幹水路から支線水路までの水路システムを区域に分割して水管理を実施している。

1) 基幹水路レベルの広域の水管理

灌漑システムの水管理は、ナイル川からの取水から基幹水路レベルの主要施設まで、MWRI IS の CD of Water Distribution が一括しており、その配下で上エジプト、下エジプトの両分水局が地域別に管轄している。ナイル川からの取水やダイルート堰群のような大規模施設は水配分部の直轄で水管理が行われ、その他の基幹水路沿いの主要施設、県境や ID 境界の施設などは、各 GD が管轄区域の水管理の実務を担っている。



出典：ダイルート堰群改修事業準備調査 最終報告書、JICA、2010

図 4.55 水位等観測地点

新ダイルート堰群建設事業による水管理施設の対象範囲として示された本調査対象地域にあるバハルヨセフ基幹水路とイブラヒミア基幹水路において水位等を観測している約 30 地点は図 4.55 のとおりである。各水位観測地点では水位－流量換算表が準備され、換算表は年に 1 回更新されている。これらの基幹水路沿いの調整堰や幹線水路の取水工は施設下流の水位で管理されている。

新ダイルート堰群建設事業では、新たに建設されるダイルート堰群施設等とともに、バハルヨセフ基幹水路の全調整堰とイブラヒミア基幹水路のワスタ堰上流の流量調整に機能している調整堰 8 カ所及び主要な幹線水路への取水口に監視施設が設置される計画である。新ダイルート堰群建設事業では、現行の方式を改良すべく、施設の機側操作体制を維持したうえで、複数の水管理施設の情報を一元的に管理することにより、情報による監視と情報の伝達/処理のプロセスを改良することで、送水系の機能を持つ基幹水路の複数施設の複合的な操作による流下水量の調節と検証も可能とし、供給量を上限とする公平な水管理の実現や用水到達時間を反映した効率的な分水管理の実現などを期待できるとしている。加えて、現行方式における情報伝達の誤り、誤認等のリスクの軽減が期待できることをあげている。

2) 幹線水路以降のサブ地域内の水管理

サブ地域内では、MWRI は経験を基にした水位による水管理を基本に実施しており、サブ地域内の水路系の水管理は GD が担っている。この実作業は、GD の指示のもと、ID により日々のゲート操作等が行われている。各 ID にはバハリと呼ばれるオペレーターが配置されており、ゲート等の操作と操作を通じた水位観測を行っている。なお、規模の大きいゲートの場合は、数人の人夫が操作に動員されている。

主要な施設の水位等の情報は、施設のオペレーターから GD、上・下エジプト分水局を介し、水配分部に報告され、操作等の指示の流れは逆方向に出される。これらの報告と指示は電話により行われ、これらの施設では、通常、1 日 2 回の水位調整が行われている。

サブ地域は、基幹水路から分岐する水路システムからなる区域であり、複数の GD、多数の ID（バハルヨセフ基幹水路 25ID 及びイブラヒミア基幹水路 20ID：表 4.50）がそれぞれの区域を管轄している。

表 4.50 基幹水路の管轄事務所

| (1) バハルヨセフ基幹水路 | | | | (2) イブラヒミア基幹水路 | | | | |
|----------------|------------|-----------------|------------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|
| 県 | GD | 区域事務所 | ID | 県 | GD | 区域事務所 | ID | |
| Minya | East Minya | South | East Dirout | Minya | East Minya | South | East Dirout | |
| | | | Dermawas | | | | Dermawas | |
| | | | Mallawy | | | | Mallawy | |
| | West Minya | West Bahr Yusef | Monshat El Dahab | | | North | East Abu kurras | |
| | | | East Kamadir | | | | East Samalout | |
| | | | East Terfa | | | | Matay | |
| | | West Samalout | Edwa | | | Beni Maza | | |
| | | | West Kamadir | | | East Maghagha | | |
| | | | West Turfa | | | | | |
| | Beni Suef | Beni Suef | South | | Fashen | West Minya | East Bahr Yusef | West Abu Kurka |
| | | | | | Somsta | | | West Minya |
| | | | North | | West Beni Suef | | | West Samalout |
| | | | | | Ahnasia | | | West Maghagha |
| | Faiyum | Faiyum | East Faiyum | | Faiyum | Beni Suef | South | Fashen |
| Silaa | | | | Somsta | | | | |
| Tamaya | | | | Beba | | | | |
| Senoures | | | | East Beni Suef | | | | |
| Absh way | | | | West Beni Suef | | | | |
| West Faiyum | | | Esta | North | Ahnasia | | | |
| | | | El Gah | | Nasr | | | |
| | | | Qota | | El Wasta | | | |
| | | | El Nazla | | | | | |
| | | | | | | | | |

出典：JICA 調査団作成

一部の支配面積の大きい幹線水路には、セリ幹線水路やタンサ幹線水路のように複数の ID を跨ぐ水路もあるが、各 ID は、このような場合は管轄区域の境界における引渡し水位を根拠としてサブ地域内の水路系を管理している。

サブ地域の取水口にあたる主要な取水工の水管理は基幹水路レベルの一環で行われ、その取水により規定されるサブ地域内の水路への水位・水量は、幹線レベルの水管理が対応する。

基幹水路レベルの広域水管理は、新ダイルート堰群建設事業で計画する整備により、定量的な水管理による効率の向上につなげることを計画している。しかしながら、サブ地域内では、現行方式による水管理が継続しており、水管理における操作等の改善による一層の効率化を展開する条件は整っていない。現状では、サブ地域内の水管理は、新ダイルート堰群建設事業による水管理施設の導入と連携して用水配分を効率的に行う体制とはなっていない。

また、サブ地域の電話による伝達を基本とする操作の指示とそのため水位等の情報の報告は、基幹水路レベルと同様に、情報伝達の誤り、誤認などのリスクなどが指摘されている。サブ地域内は、水路システムの水位等の情報の伝達や処理における MWRI の体制として基幹水路レベルと同根の課題を持っている。

さらに、経験を基礎として毎年繰返される水位設定は硬直的に運用されることも多いとされる。サブ地域内では、用水の送配水効率を一層高める弾力性のある運用を行うために、域内用水配

分を操作に反映できるように状況を把握する水管理体制は不十分である。

(2) 水利組合の体制

水路システムにおける灌漑利水では、多くの灌漑農家が灌漑水路を共有しながら灌漑用水の供給を受けることから、共同作業を実施する機会を必要とする。エジプトでは、灌漑利水者がグループとしてメスカの維持管理に協働する仕組みはある。このような仕組みの中で、農家グループが出資してメスカ改良のためにポンプ場を設置した事例もモデル地区の現地調査で確認されている。メスカの水管理の強化及び BCWUA への水管理移管の推進の動きの中で、支援国の協力はナイルデルタ地域を中心に実施されている。サブ地域の末端に位置する水管理を担う組織として、WUA と BCWUA が水路の階層に応じて形成されている。

過去の支援国の協力は、メスカ整備と BCWUA/WUA の設立と機能強化を併用するものが多くみられる。このうち、MWRI の機能強化を通じて BCWUA を設立した場合は、その多くが第3章にあるように形骸化したとする報告がある。他方、メスカ改善事業と併せて水利組合の実践的な活動を伴う BCWUA 及び WUA の機能強化も併行する協力方式の有効性も指摘されている。

これらの経験を経て、MWRI は末端の水管理に BCWUA 及び WUA の関与を強化する取組みを進めている。例えば、ファイユームのメスカ改良事業実施は WUA の設立を条件としている。また、メスカ群を含む一定の用水掛り地域のメスカ改良を進めることにより、支線レベルまでの連続灌漑を可能として、改良後のメスカの水利用を効率的にできる用水配分ルールに変更する取組みがベニスエフ管内の現地調査で確認されている。

1) WUA

WUA は、法的な位置づけを持ち、メスカレベルの施設維持管理と水管理を担う。水管理に関しては、過去に支援国による協力が行われた WUA の中には、ある程度公平な水配分が行われるなどの成果はそれぞれの評価報告書でも事例があげられている。このような支援はあるが、期待する成果は広がりを見せていない。さらに、エジプト内の WUA の組織化率は対象数の数%に留まると推定されている。これらからは、WUA の設立そのものも順調に進んでいるとは認められない。

WUA には、利水者間の水配分、作期前に話し合いの場を持ちメスカ内のローテーション灌漑の割当て計画・実施・運営管理などの活動が期待される。とくに、利水者間の水配分に関しては、用水配分の不公平の問題への対応や利水者間の水争いの解決も役割である。

2) BCWUA

BCWUA は、支線水路以降を対象にエジプト政府が推進する WMT を担う組織として灌漑システムにおける MWRI との接点に位置する。BCWUA の水管理に関する活動は、支線水路から取水するメスカ群をグループとするローテーション灌漑の計画の作成、実施、運営管理（モニタリング、調整と障害除去、水争いの調停）などが中心となる。

多くの支援国による BCWUA への協力は、前章で既述したようにその設立に向けた組織の認知拡大や組織体制づくりが中心である。BCWUA の設立後は、段階的に能力強化と水管理の移管

を進めていくことになる。SWMT で作成したロードマップによると、BCWUA は設立前の段階と、設立後の段階に大別され、2015 年に約 40%だった設立率を、2025 年に 69%まで向上させる計画である。ただし、形だけの設立ではなく、機能する組織を目指しており、今後もメンバーの参加促進、能力強化を進めていく必要がある。

このような中で、MWRI には BCWUA の再構築の動きもあり、SWMT が BCWUA の機能強化のための活動展開の条件とした MWRI 側の水利組合支援への研修実施スタッフの確保などの体制整備（主に CDIAS 及び GDIAS）も徐々に進んでいるところもある。

4.3.3 水管理の運用と操作

(1) 用水配分の実施概況

水管理は、用水の送配水（供給サイド）と配分（利用サイド）が連携することが基本となる。MWRI と農家グループが水管理の供給と利用のそれぞれの部分を担っている。このため、灌漑用水の供給側と利用（需要）側のそれぞれについて概況を述べる。

灌漑用水の計画配分量は、MALR が示す県別の作付計画面積を基に、MWRI が全国の作物別の標準単位用水量（3 区分）と県別面積比を基本に決定している。水資源の供給可能性が限られることから、MWRI は、従来から、ほとんどの地域でローテーション灌漑方式による計画配分量に応じた用水供給を行っている。ローテーションによる用水供給は、上エジプト地域では 5 日間通水と 10 日間断水、デルタ地域では 5 日間通水と 5 日間断水が一般的である。なお、ファイユーム盆地地域は、標高-45m のカルーン湖に向かって灌漑用水が自然流下する重力灌漑方式のシステムであり、メスカレベルまで連続灌漑となっている。このため、カルーン湖へ流入した用水は、本調査対象地区の水管理面からは無効放流となる。

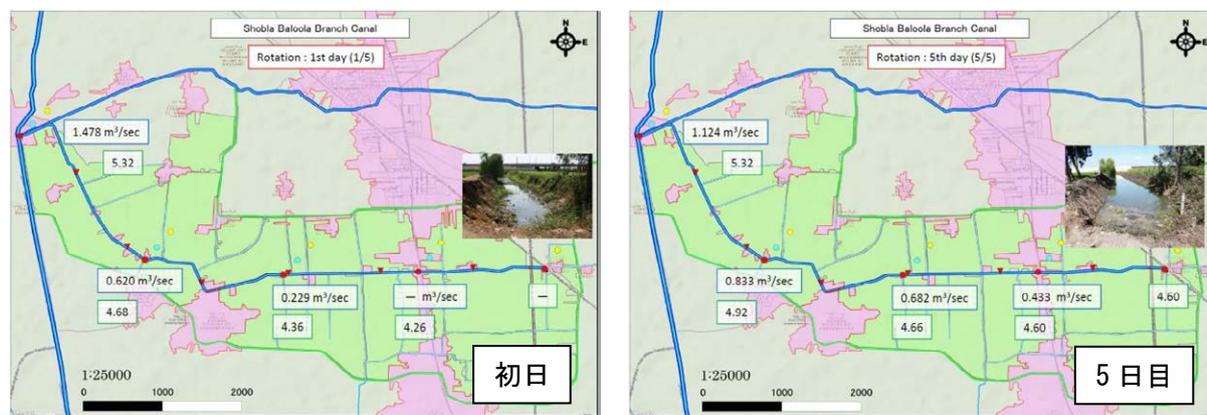
このような中で、MWRI は、水配分を要望する灌漑利水者が MWRI の出先機関に個別に申請を行い、双方が妥当性を確認した場合は、用水供給の水配分スケジュールを変更することがあるとしている。サブ地域の水路システムでは、一般に、このことにより区域内の水配分ローテーションに影響を生じる。このような配水スケジュールの決定プロセスでは透明性、公平性が必ずしも確保されず、MWRI と利水者代表は、サブ地域レベルでは必ずしも適切な連携が築かれているとはいえない。加えて、灌漑施設の機能劣化による水位確保や送配水機能の維持ができないことが、計画的な水配分の実施の障害に拍車をかけている。

また、栽培作物が規制されていた 1980 年代以後に作物栽培の自由化が進んだことを受けて、MWRI が水消費量の大きいコメ、サトウキビの作付面積を制限することになっているが、収益性の高い両作物を栽培しようとする農家はこの制限を守らないことも多いとのことである。このことは供給側の計画的な水配分を実施する際の攪乱要因となる。ID からの聞き取りとして、カセッド地区では制限地区外での稲作制限は実際には困難とのことであった。

一方、メスカ以降は、利水者による水管理であり、供給される用水の範囲で需要に応じた灌漑利用を行う。需要側では、支線水路レベルで実施されるローテーションの通水開始時に、各メスカは一斉に取水を始めるのが一般的である。取水ポンプ運転が多い間は支線水路の水位は低下し、取水が大幅に減少する夜間に水位が上昇するので、支線水路下流部のメスカでは取水できる状態

になるまでに時間を要する。このため、下流部は上流部より取水可能日数が少なくなる。取水に関しては、上流部が優位であり、各種問題は、通常、下流部の水不足になって現れる。

この状況は、図 4.56 に示す SWMT のシュブラバルーラ支線水路の配水管理実施前の水利用に見ることができる。灌漑実施の初日（左図）は上流の多量取水により下流部に用水が流下しないが、最終日（5 日目：右図）には上流下流の全域に用水が配水されるようになっている。



出典：JICA 技術協力プロジェクト SMWT 活動報告プレゼン資料（2015 年 3 月）

図 4.56 シュブラバルーラ支線水路における用水配分状況（改善前）



出典：JICA 技術協力プロジェクト SMWT 水管理マニュアル

図 4.57 シュブラバルーラ支線水路における用水配分状況（改善後）

また、支線水路の上流部には、エンジンポンプによる支線水路からの直接取水が見られたとの報告もされている。なお、SWMT の活動により用水量の把握や作付可能性が理解され、これらの状況は改善し、この区域では上下流の水利用は均等化されている。図 4.57 に用水配分の改善後の灌漑初日の配水状況を示す。

本来は、支線水路からメスカを経て、マルワ・圃場に導水することが灌漑用水利用の基本ルールである。これに反して、本来禁止されている上位の水路からのエンジンポンプを利用した取水は上エジプトでも散見される。

特に、ファイユーム地域では、連続灌漑している既存灌漑システムから、旧耕地周辺の砂漠地帯を開拓した土地に無許可で取水して灌漑しているケースが問題となっている。ファイユーム地方事務所は、東ファイユーム区域で 5 万 feddan (2.1 万 ha)、西ファイユーム区域で 4 万 feddan (1.7 万 ha) がこれに該当する地区と推計している。さらに、ファイユームでは水田稲作は全面的に禁止されているが、MWRI によれば実際には 1 割程度の地域で作付があるとの推定も行われている。

(2) 供給側の水管理の運用と操作

灌漑用水の供給側で水管理を行う MWRI は、用水供給量に制約がある中で、用水の利用効率の向上を期待されている。

この対応には、需要の積み上げから必要供給量を単純に設定する通常の灌漑計画では限界がある。対応は、既存の灌漑システムの特性を踏まえながら、水配分と密接に連動した用水利用を考慮した計画により需給のギャップを緩和する方法によることもできる。このために、年々の栽培作物、期間など作付状況を精緻にした計画作成も考えられる。しかし、用水供給量の制約、さらには、その作成のための調査等の労力の大きさからは精緻な計画作成は現実的とは考えられない。現状は、一定の策定方法により灌漑用水の計画配分量を設定しているものの、利水者の要望による個別的に対応する用水配分期間変更の挿入などの手法には、計画が適切に機能している状況はみられない。

MWRI は、水利用を効率的にする操作の改善につながる蓄積情報の利用は不十分である。水位などの蓄積情報を供給計画に反映する水管理情報の計画的なモニタリングは実施していない。水管理と連動する機動性のある供給計画を機能させる仕組みは整っていない。

特にサブ地域レベルでは、取水口から地区全体の用水配分を把握して、地区内への用水配分を水路システムレベルで調整することを可能とする計画は有していない。このために、水位管理は過去の同月日の実績をベースに行われていることが多いとされる。また、需要量への対応が不十分であることが、水管理の硬直的な運用につながり、主にサブ地域内の用水配分における水不足の要因となることが指摘される。サンプル水利施設調査を行ったサブ地域のタンサ地区では、タンサ・ケラ幹線水路から分岐する水路でローテーションを実施しているが、実際には、計画どおりのローテーションは実施されず、サブ地域内（特に水路システム末流部）の用水配分には大きな不公平が存在することが確認されている。同地区でローテーションが計画どおり実施されない理由は、取水ゲートの機能喪失による分水量の調節不能などの施設のハード面の要因と連動する。サブ地域全体の用水供給に不足が懸念される中で、地区内の配水には上流優位による偏在を生じ、水路下流部の地域への用水の衡平な配分が達成できない状況が継続している（この状況は、4.2.2 (2) 3)を参照）。このような状況は、用水供給の不備が適切な水管理の実践を阻害するという悪循環を形成しており、公平な水配分が実現できない状況を形成している。

供給側の水管理が硬直的に運用されることは、供給計画を需要量に可能な限り対応させる配水を通じて灌漑利用効率を向上させる余地があることを意味する。タンサ・ケラ幹線水路地区では、取水位置から離れた地区を中心に、ローテーションどおりに用水が到達しない場合が生じているが、この状態を解消しようとする動きは確認されていない。

(3) 需要側の水管理の運用と操作

水利組合の水管理は、主にメスカから共同で用水供給を受ける利水者グループが衡平に用水利用を行うルールを提供、実践することが中心的な役割となる。しかし、WUAはこの役割を十分に果たしていない。

WUA の大部分は、現況メスカ水路のハード面の要因から助長される課題と相まって、利水者間の水配分を衡平に進める対応は脆弱である。例えば、サンプル水利施設調査における聞き取りでは、タンサ地区のタンサ・ケラ幹線水路地区の流末部メスカでは 20 日間用水が来ない時期もあったとのことである。これは、計画ローテーションによる配水がうまく機能していない状況を示している。また、ファイユーム地域のサブ地域にあるアロス・アボシーア水路では、用水確保を図るた

め、WUA 組合員の自己資金による揚水ポンプ場の建設・運営を行っている事例も確認されている。

BCWUA は、組合活動の展開に至っていない組合が多く報告されており、現時点では、WMT 実施に期待される役割に反し、水管理への参画は進んでいない。ドナー協力の成果として BCWUA が水管理における配水を主導する一部の例外は見られるが、一般には、支線水路レベルの水管理の担い手にはなっていない。

タルファ地区は、揚水ポンプ場により西部の新規開拓地に送水しているが、支線水路の末端部の水不足が著しい。そのため、農民はコンクリートライニング水路底版を破壊し、水路底部に取水用プールを設置して揚水ポンプを設置して用水を確保している（図 4.58）。なお、揚水ポイントを独自に設け、揚水することは違法である。このような行為の他、調査地区内の移動に際して幹支線水路から直接揚水する違法な取水が随所に見られた。これらの状況も、水利組合の水管理に対する調整機能が不十分な事例といえる。



出典：JICA 調査団

図 4.58 コンクリートライニング水路底版を破壊して取水

MWRI がメスカ改良事業を実施する場合、水利組合の設立を義務とし、組織の支援を行うこととなっている。この中では、エジプト政府の財政負担を緩和する投入資金回収の仕組みも併用されており、現状の課題を解決する方向は示されている。一方、MWRI の組織体制に述べた状況とともに、MWRI が展開を図るべき BCWUA への支援や水管理における役割分担を補完する連携の強化は、衡平な水管理を進めるうえでは十分な状況は確認されていない。

4.4 調査対象地域における課題の整理

これまでに述べてきた各流域（基幹水路系及び幹線水路以下の各流域）における灌漑施設ならびに水管理に係る現状と課題を以下に整理する。

表 4.51 施設面の課題（ハード面の課題）

| 項目 | 現状 | 課題 |
|-----------------|--|-------------------------------------|
| バハルヨセフ基幹水路 | ◆ バハルヨセフ基幹水路では、通水断面が不整形になり、特に小流量時の取水位の低下とともに、大流量時の堤防高の不足による溢水の懸念が報告されている。 | 通水断面の不足 |
| | ◆ バハルヨセフ基幹水路の急カーブ部では凸部の洗掘が発生し、沿岸部の法面への影響がある。 | 水路法面の保護不足 |
| | ◆ 蛇行部の存在は水位あるいは水面高に影響して送水機能を悪化させている。 | 蛇行部での送水機能の低下 |
| イブラヒミア基幹水路 | ◆ イブラヒミア基幹水路の一部区間（ミニヤ市街付近）では、横断構造物が連続し、ピアが立て込んでいることから浚渫船が入れず、浚渫できないため、堆砂が進み、法面が侵食されている。 | 水路法面の保護不足 |
| | ◆ イブラヒミア基幹水路の旧ハフェズ堰の存置が通水障害を起こしている。 | 通水障害箇所存在 |
| 幹線・支線水路以下（サブ地域） | ◆ 取水施設、調整堰などの主に長期間供用による故障、作動不良などにより計画ローテーション実施などの支障となり、水利用効率を低下させている。 ◆ 排水再利用ポンプ場は、計画の不備、機能低下が直接に水不足を改善できない要因となるとともに、運転時のゴミ吸込みがポンプユニットの故障等の大きな要因となっている。 | ◆ 幹線・支線水路系の機能が不十分 ◆ 末端水路系の機能が不十分 |

| 項目 | 現状 | 課題 |
|--------|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 水流による洗掘・堆積や維持管理作業時の過掘削などにより、水路が浅くなり、側面は拡幅された状態になっている。このため、流下能力に支障がでている。また、水利用が計画通り実施できないことと相まって、分水位の確保の支障となっている。 ◆ メスカは水路変形の問題が顕著に現れており、水路ロスの増大、流末部での水利用の不便（水位上昇に時間を要するなど）の問題の要因となっている。 ◆ 大部分は違法行為と想定される建築物、埋立等による通水阻害がある。 ◆ 住民が不法投棄したゴミが通水阻害や施設機能の低下を招いている。 | |
| 施設維持管理 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 一連の水路システムのいずれの部分にも、長期間供用による老朽化から、施設機能劣化や施設構造の安全性低下などの現状が問題として現れているが、適切な維持管理を実施するための体制が不十分である。 ◆ 施設機能の劣化などの影響を最小限にする計画的な維持管理が行われておらず、施設の老朽化や操作が困難な状況が進んでいる（具体的には施設管理計画の不在）。 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 持続的な維持管理体制が不十分 ◆ 持続的な維持管理計画が不十分 |

表 4.52 水管理上の課題（ソフト面の課題）

| 項目 | 現状 | 課題 |
|-----|--|---|
| 水管理 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 需要側のメスカ以降で公平な水配分が実施されていない状況もある。 ◆ 利水者間の水配分を公平に進める対応が脆弱である。 ◆ 水位管理は過年度の実績をベースに行う体制であり、利水者の要望に応じて柔軟に配水する運用が行われていない。 ◆ 情報（水位・流量）の伝達方式が電話等による旧来の方式で、情報伝達の誤りや誤認などのリスクがある。 ◆ 状況に応じた最適な水管理による効率化を図る体制となっていない。 ◆ MWRI の機能強化を通じて設立した BCWUA や WUA は形骸化する例がみられる。 ◆ 作物栽培の自由化に伴う作付面積の制限を遵守しない農家があり、これが計画的な水配分の実施の障害となっている。 ◆ 施設の操作等による配水状況をモニタリングして、操作や配水量の決定などの過程に反映するプロセスが脆弱である。 ◆ 配水スケジュールの決定プロセスでは透明性、公平性が必ずしも確保されていない。 ◆ 灌漑システムは上流優先取水のため、下流分の取水可能日数が少なくなる傾向がある。 ◆ 取水が困難なエリアでは、本来禁止されているエンジンポンプを利用した上位の水路からの取水が行われている。 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 適切な送配水管理ができていない |

表 4.51 と表 4.52 では、基幹水路レベルでは通水断面の不足、水路法面の保護不足等によって十分に機能が発揮できておらず、受益地区への配水を担うサブ地域内の幹線・支線～末端水路レベルでは、制水・分水施設の機能低下、水路断面の劣化による機能低下、ゴミや障害物による送水機能の低下などにより、やはり施設の機能が阻害されている状況が確認された。また、不十分な体制や計画によって、灌漑施設の維持管理が十分行われていないことも、施設の機能低下を抑制できない一因となっている。

一方、施設と併せて必要となる運用・操作についても、ローテーションの不徹底、上流優先取水や違法取水などにより末端での水不足を引き起しており、適切な送配水管理が出来ていない状況が把握された。供給可能な灌漑用水量は限られていることから、公平な水配分が実施されない状況下では、通常でも水が掛かりにくい末端部では、十分な水が到達せず水不足を招いている。

第5章 課題・対応策及び総合的灌漑用水管理実現のためのロードマップ

本章以降は、第4章の結果を基に具体的な対応策を検討し、中期的な取組み、短期的な事業を示している。第5章では課題から総合的灌漑用水管理（Comprehensive Irrigation Water Management : CIWM）を導出し、そのコンセプトに基づいて対応策を展開して中期的な取組みであるロードマップを策定している。第6章では、ロードマップの中から短期的な取組みを抜き出して改善プログラムとして整理後、具体的な対応策を検討している。第7章では、それら対応策を日本の支援スキームに適用し、円借款事業、技術協力などの日本の協力を提案している。

本章では、まず、調査対象地域の現地調査等の結果からの前章で抽出整理された課題について、その要因を分析・整理する。その結果、ハード・ソフト両面から、基幹から末端までの灌漑システム全体として機能の回復を図るというCIWMのコンセプトを導出している。次に、各課題の要因に対する対応策を洗い出し、各対応策の展開について検討・整理し、調査対象地におけるCIWM実現のためのロードマップを策定している。そして、ロードマップの効果について検討している。

5.1 課題に対する要因分析

第4章で示したように、灌漑システムにおける灌漑施設の課題について、ハード面では、地区全体の大動脈の役割を果たす基幹水路の機能が不十分で、そこから水供給を受けるサブ地域の中でも、幹線・支線水路及び末端水路でその機能が十分発揮されていない状態にある。この状況と相まって、ソフト面では、灌漑施設の機能を維持するための維持管理体制も不十分な状況が明らかとなった。また、灌漑システムの水管理面では、配水のための運用・操作を実施するための体制が不十分で、配水ルールはあるものの、必ずしも守られていないため適切な送配水ができていない現状がソフト面での課題として確認された。これらの課題は、現地で確認されている現象であるが、それらの要因は様々かつ複雑に絡み合っており、また、課題に対して適切な対応策を検討する上でそれら要因の把握が必要であることから、ここで各課題に対する要因分析を行う。

灌漑施設面では、灌漑システムの特性の異なる水路レベルごとに要因を分析するとともに、施設の維持管理は、灌漑システム全体に影響が及ぶことから、全体で要因を分析する。また、水管理の運用・操作の面も、維持管理同様灌漑システム全体に影響が及ぶことから、全体で要因を分析する。

5.1.1 灌漑施設の機能を不十分にしている要因

(1) 基幹水路の送水機能の不足

基幹水路の送水機能に生じる課題は、部分的なボトルネックの存在であり、それらを引き起こす要因は、以下のように集約できる。

表 5.1 基幹水路の送水機能不足の要因

| 課題 | 要因 |
|----------------|-------------------------------------|
| ◆ 通水断面の不足 | 1. 堤防高の不足 2. 水路底が計画より高い 3. 堆砂 |
| ◆ 水路法面の保護不足 | 1. 水路湾曲部外側の侵食 2. 水路断面の変状 |
| ◆ 通水阻害箇所が存在 | 1. 構造物の残置 |
| ◆ 蛇行部での送水機能の低下 | 1. 急カーブ部の不安定な流況 |

(2) サブ地域レベル以下の送配水機能の不足

サブ地域レベル以下の一連の水路の送水機能に生じる課題を引き起こす要因は以下のように集約できる。

表 5.2 幹線・支線水路及び末端施設の送配水機能不足の要因

| 課題 | 要因 |
|-------------------|---|
| ◆ 幹線・支線水路系の機能が不十分 | 1. 施設の機能低下 2. 水路断面の劣化による送水機能の低下 3. 通水阻害 4. ゴミの不法投棄 |
| ◆ 末端水路系の機能が不十分 | 1. 水路断面の劣化による送水機能の低下 2. ゴミの不法投棄 |

(3) 灌漑施設の維持管理の不足

主に施設の老朽化により生じる水位・流量調整施設の機能低下や水路断面の劣化に対して、影響を最小限にして施設の機能を保持するための施設維持管理は適切に行われていない。それらを引き起こす要因は以下のように集約できる。

表 5.3 不十分な施設維持管理の要因

| 課題 | 要因 |
|---------------------|---|
| ◆ 適切な施設維持管理が行われていない | 1. MWRI の維持管理体制が不十分 2. 持続的な維持管理計画が不在 3. 水利組合の維持管理体制が不十分 4. MWRI と水利組合の維持管理に関する連携が不十分 |

5.1.2 水管理を不十分にしている要因

仮に施設が機能する状態であっても、その運用・操作が適切に行われなければ、適切な水配分や計画ローテーションを実現できない。不適切な水配分や計画ローテーションの崩れは、灌漑システムの末端の用水不足に顕著に現れる。このような送配水管理が不十分な状況は、大きく分けて水管理のための体制が不十分であることと、運用のためのルールがない、あるいは守られていないためと考えられる。以下、不十分な体制と運用ルールの未確立または不順守の両面からその要因を整理した。

表 5.4 水管理を不十分にしている要因

| 課題 | 要因 |
|-------------------|--|
| ◆ 公平な送配水管理ができていない | 主に不十分な体制 1. MWRI に、把握した流量に迅速に対応するシステムがない 2. MWRI の運用支援体制が不十分 3. 水利組合の体制が形骸化 |
| | 主に運用ルール未確立及び不順守 1. 用水利用側の要請を反映する水配分となっていない 2. MWRI の計画策定が不十分 3. 水利組合の配水管理が脆弱 4. MWRI の水利組合への支援が不十分 5. MWRI と水利組合の連携不足 |

5.1.3 要因分析のまとめ

ここまで、現地調査等で確認された課題について、施設面と水管理の面から要因分析を行ってきた。施設面では、灌漑システム全体で施設の機能が十分発揮されておらず、水管理面では、適切な水配分が行われていない状況が確認された。灌漑システムに最終的に必要な役割は圃場に用水を届けることであるが、これら両面が適切に機能しなければ実現は困難であり、灌漑地区の末端部において水不足が発生している状況が現場でも確認されている。灌漑システムの中でも末端部は様々な問題のしわ寄せを受け、問題が顕在化することから、末端部の水不足は施設、水管理両面の欠陥から生じる結果として現れている課題であるといえる。このため、ここでは「末端まで十分な水が届かない」ことを中心課題に据え、これまで述べてきた各課題とその要因を図 5.1 に整理した。課題は、ハード面及びソフト面の問題として顕在化する。施設の維持管理については、課題はハード面で顕在化するが、施設そのものというよりむしろ、体制や計画の不備であることから、ソフト面での対応が求められている。また、施設については、課題は水路レベルで発生するものの、灌漑システムの上流から末端まで全てのレベルで課題を抱えており、システム全体として対応が求められていることを示している。

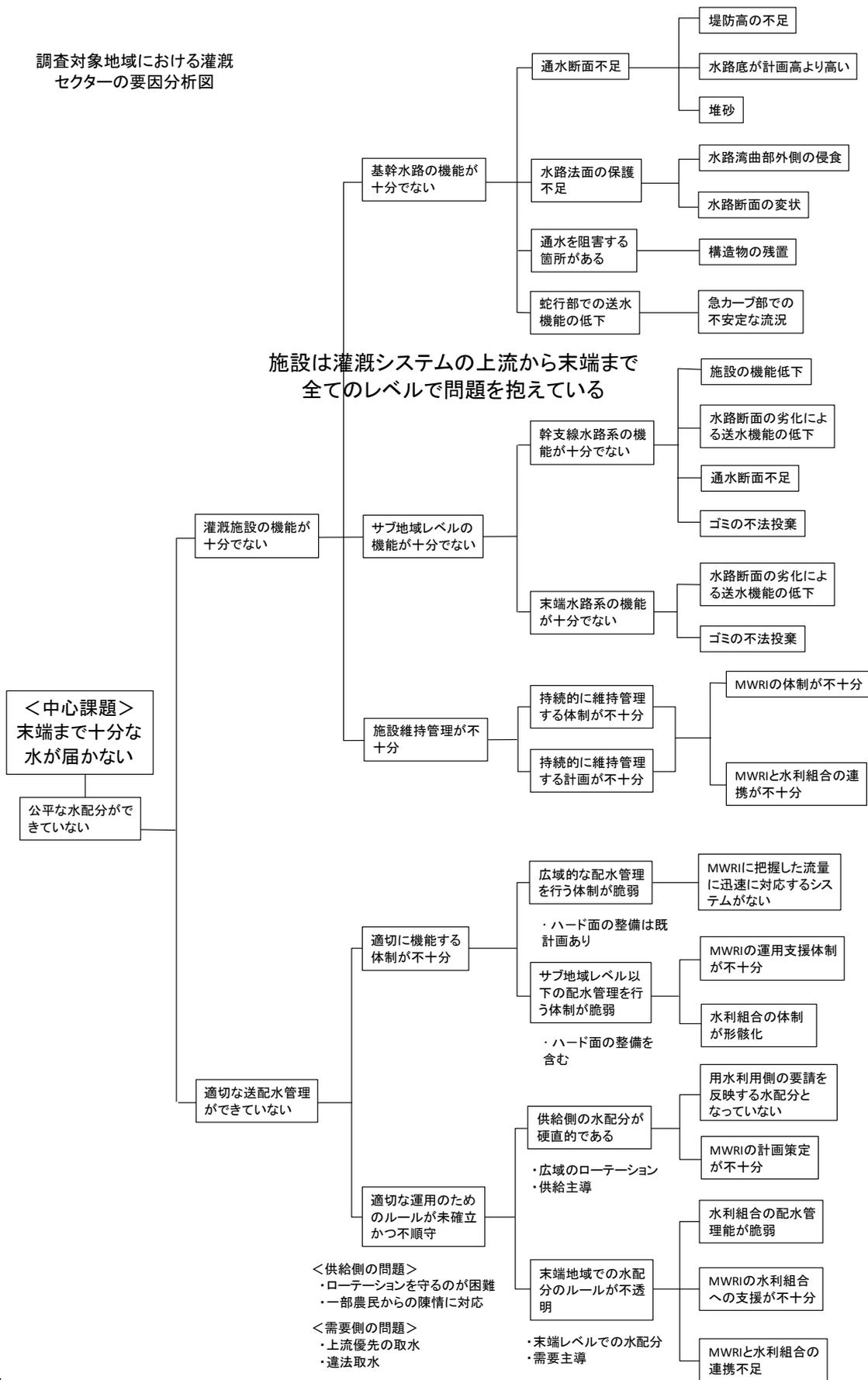


図 5.1 調査対象地域における灌漑セクターの要因分析図

5.2 総合的灌漑用水管理の提案

ここまで見てきたように、調査対象地域の灌漑システムは様々な課題を抱えており、それが結果として中心課題である「末端まで十分な水が届かない」状況を生み出している。これは、「公平な水配分ができていない」ことからもたらされているもので、その要因としてハード面では「灌漑施設の機能が十分でない」こと、ソフト面では「適切な送配水管理ができていない」ことがあり、どちらが欠けても公平な水配分、末端への必要水量の送水ができないことを示している。更にハード面では、基幹水路レベルから末端レベルまで各々のレベルで抱える課題を包括的に解決しない限り末端まで十分な水が送水できず、施設の持続性を確保するための維持管理が不十分な状況も確認されている。また、ソフト面では公平な水配分を実現するためのルール、体制が不十分なことに起因する、上流優先の取水や計画ローテーションの乱れなどから、水配分が不公平な状況を生んでいることが確認された。

中心課題である末端の水不足を改善するためには、ハード、ソフト両面の課題を解決し、公平な水配分を実現する必要がある。このための考え方をここでは「総合的灌漑用水管理(Comprehensive Irrigation Water Management: CIWM)」と名付け、課題解決のコンセプトとすることを提案する（図 5.2 参照）。

CIWM においては、ハード面は灌漑システムを基幹水路－幹線水路－支線水路－末端水路に至る全体を一連の送配水システムとして捉え、このシステム内の課題に係る対応策を複合的に実施する。また、ソフト面では、灌漑用水の水管理と施設の維持管理の制約要因を改善し、灌漑システムが果たすべき灌漑地域への用水供給を効率的に実施できるよう、ハード面の実施と連携して実施する。

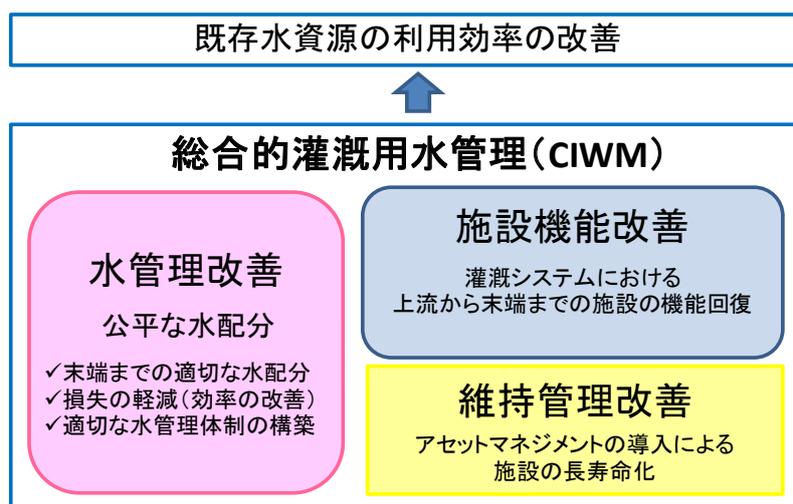


図 5.2 CIWM のイメージ

調査対象地域の灌漑システムのハード面の整備は、水源量に制約がかかる条件下で、灌漑地区の末端までの送配水を計画通り実施するため、基幹施設から幹線・支線水路、メスカ等の末端施設まで一連の施設の機能の発揮が必要である。また、この施設機能の発揮と併せて、水管理と施設維持管理のソフト面でも状況の改善を必要としている。このような状況で、ハード・ソフト両面に対する対応策を、異なる水路レベルにおいて複合的に実施することで、最終的に灌漑事業の効果発現を高め、受益地域の状況の改善が可能となる。このため、ハード面は優先する機能の異なる水路レベル別の対応策、また、ソフト面はハード面の施設整備の効果を高める送配水管理に関連する水管理面と、施設の維持管理面の対応策を組合せて実施することによって、サブ地域全体に改善の効果が及ぶこととなる。以下、課題に対する対応策を検討する際にも、この CIWM のコンセプトを念頭に置きながら検討を進めることとする。

なお、このコンセプトは、NWRP2017 及び NWRP2037 の骨子である統合水管理における灌漑分野の「既存資源の効率的利用の実現」に寄与する手段となり、エジプトにおける水資源政策及びこれまでの日本の灌漑セクターにかかる協力の展開内容とも合致している。

5.3 課題に対する対応策

ここでは、上記 CIWM のコンセプトに則り、前項で集約した課題の解決に向けて、要因ごとに対応策を示す。ハード面では各水路レベルで対応策を検討し、課題ごとに提示する。要因分析の際には、末端水路であるメスカの問題は幹線・支線水路と同様であるため両者を併せて示したが、対応策としては異なるため、ここでは水路レベルで区別して検討している。施設の維持管理については、課題としてはハード面の課題として顕在化するが、対応策としてはソフト的な取り組みとなるため、ソフト面として分類した。ソフト面では、水管理、維持管理とも灌漑システム全体に影響が及ぶことから、水路レベルに分類せずに全体として対応策を示す。

5.3.1 ハード面での対応策

(1) 基幹水路における対応策

各要因に対する対応策の概要説明は表 5.5 のとおり。

表 5.5 基幹水路の要因に対する対応策の概要

| 課題 | 要因 | 対応策 |
|----------------|--|--|
| ◆ 通水断面の不足 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 堤防高の不足 ◆ 水路底が計画より高い ◆ 堆砂 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ バハルヨセフ基幹水路における堤防の一部低位部の嵩上げを行い、通水高を確保する ◆ バハルヨセフ基幹水路における計画より高い部分の水路底を掘削し、計画と同じ高さを確保する ◆ バハルヨセフ基幹水路及びイブラヒミア基幹水路の定期的な浚渫により堆砂を除去する |
| ◆ 水路の法面の保護不足 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 水路湾曲部外側の侵食 ◆ 水路断面の変状 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ バハルヨセフ基幹水路における水路湾曲部の外側の河岸のうち、集落近傍の法面を保護する ◆ イブラヒミア基幹水路の法面維持が困難な崩落部の水路法面を整形・浚渫する |
| ◆ 通水阻害箇所が存在 | ◆ 構造物の残置 | ◆ イブラヒミア基幹水路の水路内で通水の障害となっている構造物を撤去する |
| ◆ 蛇行部での送水機能の低下 | ◆ 急カーブ部の不安定な流況 | ◆ バハルヨセフ基幹水路における偏流などを生じさせている急カーブ部での流況を安定化させるためにショートカットを行う（ただし実施可否については第 6 章参照） |

(2) 幹線・支線水路における対応策

サブ地域の幹線・支線水路レベルの各要因に対する対応策の概要説明は表 5.6 のとおり。

表 5.6 幹線・支線水路の要因に対する対応策の概要

| 課題 | 要因 | 対応策 |
|-------------------|-----------|---|
| ◆ 幹線・支線水路系の機能が不十分 | ◆ 施設の機能低下 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 灌漑用水の送配水を適切に行う機能を維持・回復させるため、灌漑用水路システムの小規模施設の改修・更新等を行う。 ◆ 排水再利用機場は、小規模施設として扱うが、その設置が水資源の利用状況の改善にも資するため、サブ地域内の事業計画作成時に適切な計画を行う。事業計画作成において、新設機場の設置あるいは既存機場の規模の見直しと運転時の支障の除去も含むこととする |
| | ◆ 水路断面の劣 | ◆ 土水路における水路断面の劣化を防ぎ、送水機能を保持するため、通水・ |

| 課題 | 要因 | 対応策 |
|----|-------------|---|
| | 化による送水機能の低下 | 水利用時のロスを減少させるライニング等の水路改良を行う <ul style="list-style-type: none"> ◆ 灌漑用水の送配水を適切に行うため、配水分水位の確保に支障を生じないよう水路断面形状を復元する |
| | ◆ 通水障害 | ◆ 違法行為と認定された建築物、埋立地等を除去し、通水断面を確保する |
| | ◆ ゴミの不法投棄 | ◆ 網場などを設置し流下するゴミを集め、維持管理活動の中で効率的に除去する <ul style="list-style-type: none"> ◆ 機材を供与して水利組合によるゴミの除去を促す ◆ 不法投棄をしないよう啓蒙活動を行う ◆ ゴミ対策に有効なボックスカルバート、蓋掛けなどは、施設の機能低下への対応策の一環として、市街地の必要な箇所でも適用する |

(3) 末端施設における対応策

灌漑水路システム末端のメスカレベル以下の問題に対する対応策の概要説明は表 5.7 のとおり。

表 5.7 末端施設の要因に対する対応策の概要

| 課題 | 要因 | 対応策 |
|----------------|---------------------|---|
| ◆ 末端水路系の機能が不十分 | ◆ 水路断面の劣化による送水機能の低下 | ◆ メスカの水路断面の劣化を防ぎ、送水機能を保持するため、水路幅が拡張された状態を改善する水路幅縮小とライニング（道路横断、宅地近接区間など必要箇所は蓋掛け）やパイプライン化による通水時間の短縮などを行う。 |
| | ◆ ゴミの不法投棄 | ◆ 網場などを設置して流下するゴミを集め、維持管理活動の中で効率的に除去する <ul style="list-style-type: none"> ◆ 機材を供与して水利組合によるゴミの除去を促す ◆ 不法投棄をしないよう啓蒙活動を行う |
| | ◆ 圃場レベルでの低い灌漑効率 | ◆ MWRI は圃場レベルでの灌漑効率を問題視し、近代灌漑の導入を要望している。対応策として、スプリンクラー、ドリップ灌漑、細溝灌漑などを導入し、圃場レベルでの灌漑効率を改善する（ただし実施可否については第 6 章参照） |

5.3.2 ソフト面の対応策

ソフト面の対応策は、ハード面の対応策と連携して実施され、灌漑システムの機能の回復・施設の更新による効果を確認するため、施設の機能の維持あるいはその状態の改善に資する施設維持管理、また、用水の送配水を行う施設の運用・操作に関わる水管理分野である。

(1) 水管理

水管理面については、適切な送配水管理ができていない要因として、体制が不十分であることと、ルールがない、あるいは守られていないことを挙げており、それらに対する対応策の概要を表 5.8 に示す。

表 5.8 水管理の要因に対する対応策の概要

| 課題 | 要因 | 対応策 |
|-------------------|-------------------------------|--|
| ◆ 公平な送配水管理ができていない | 主に不十分な体制 | |
| | ◆ MWRI に流量を迅速に把握し、対応するシステムがない | ◆ 新ダイルート堰群建設事業の中で計画する統合水管理システム（ダイルート堰が支配する受益地区の広域的な水管理改善）、また、サブ地域は主要幹線水路に水管理施設（ハード面の対応）を設置して、それらによる水管理（ソフト面の対応）の運用法を確立する。 <ul style="list-style-type: none"> ◆ 送配水状況をモニタリングして、施設操作や送配水量を調整する。また、蓄積情報を利用して、水管理計画の作成と実施を改善する。これらのための体制を構築する。 |

| 課題 | 要因 | 対応策 |
|----|---|--|
| | <ul style="list-style-type: none"> ◆ MWRI の運用支援体制が不十分 ◆ 水利組合の運用体制が形骸化 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 合理的な水管理の実施のため、MWRI と水利組合双方の能力強化を図る。MWRI はサブ地域内の需要量も考慮した公平な供給計画を履行、水利組合は確実な計画ローテーションを実施できる体制を構築する。 ◆ サブ地域における一連の灌漑システムにおいて、MWRI と水利組合が連携して各々の役割を果たす仕組みとする。 |
| | 主に運用ルールの未確立及び不順守 | |
| | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 用水利用側の要請を反映する水配分となっていない ◆ MWRI の計画策定が不十分 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 用水の流下に時間を要する長大なシステムであることと水資源量の制約から、完全に需要に応じた水供給はできないものの、水利グループが示す地区内の作物作付などの利用者側の意向を考慮した水配分を実践する。 ◆ MWRI の中で、サブ地域ごとの需要量も考慮した配水計画を策定する仕組みを構築する。 |
| | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 水利組合の配水管理が脆弱 ◆ MWRI の水利組合への支援が不十分 ◆ MWRI と水利組合の連携不足 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 支線水路以降の配水管理の対応を強化する水利組合への研修などを実施する。 ◆ 研修などを通じて MWRI の水利組合への支援体制と能力を強化する。 ◆ 実践活動などを通じて MWRI と水利組合の役割分担の明確化と連携を強化する。 |

(2) 施設維持管理

施設維持管理が不十分な要因として、体制が不十分であることと、計画が不十分であることをあげ、それら 2 つの課題に共通する要因として、MWRI 及び水利組合の体制の不十分さと両者の連携の不足を挙げた。それらに対する対応策の概要説明は表 5.9 のとおりである。

表 5.9 施設維持管理の要因に対する対応策の概要

| 課題 | 要因 | 対応策 |
|---------------------|---|--|
| ◆ 適切な施設維持管理が行われていない | <ul style="list-style-type: none"> ◆ MWRI の維持管理体制が不十分 ◆ 持続的な維持管理計画が不在 ◆ 水利組合の維持管理体制が不十分 ◆ MWRI と水利組合の維持管理に関する連携が不十分 | <ul style="list-style-type: none"> ◆ 一連の灌漑システムにおける施設機能の劣化や施設構造の安全性低下などの影響を減少させるため、アセットマネジメント手法を援用した施設調査、診断、情報のデータベース化などを通じて、アセットマネジメントのエジプト版を MWRI に導入する。 ◆ アセットマネジメント手法を援用した施設維持管理計画作成を通じて、施設維持管理の計画的な運用を行える技術の獲得を図る。 ◆ MWRI の指導力強化と併せて、水利組合の末端施設部分の維持管理への参画を促進する。 |

5.3.3 対応策のまとめ

対応策は、課題を生じる要因を緩和あるいは解消するための対処であり、課題が複数の要因により発生している場合は、対応策も複数を経合わせて行うことが効果的な場合もある。一方、要因に対する対応策は、可能な限り一対一対応を行うことが、効果的な対応策の選定を容易にする。

このような観点から、抽出された要因に対するそれぞれの対応策をまとめて図 5.3 に示す。これらの対応策は、要因分析の項で述べたように、それらを組合せて実施する必要があるものや複数を併用することで相乗効果が期待できるものがある。

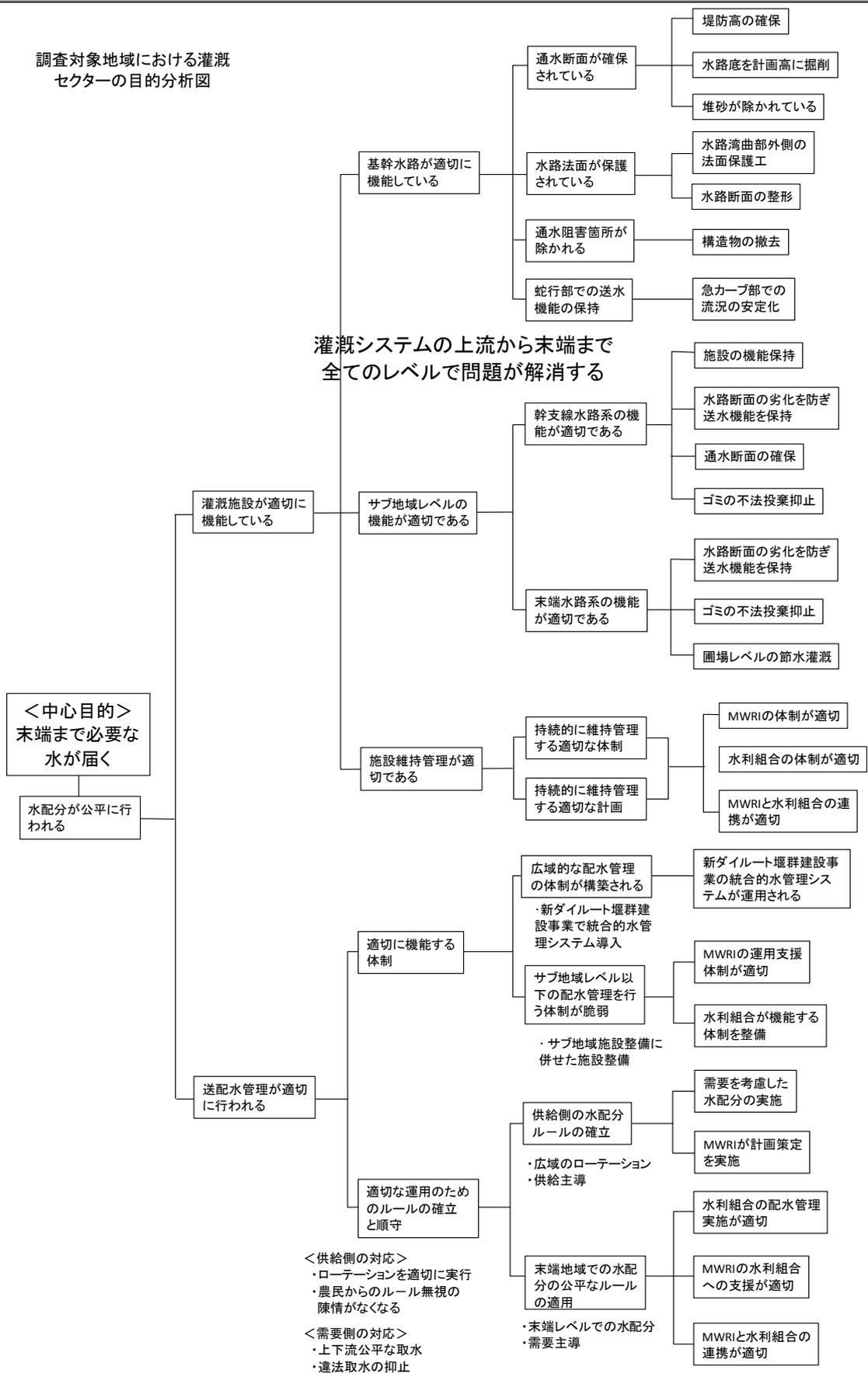


図 5.3 課題に対する対応策

5.4 対応策の展開

5.4.1 ハード面の対応策の展開

(1) 展開の考え方

基幹水路はサブ地域に用水を供給する水源的な役割を持つ上流部の施設であるので、通水を確保する水路機能の確保が重要となる。このためには、通水を阻害するボトルネックを解消して各サブ地域への取水に問題を生じないことを優先する必要がある。

次に、その基幹水路から取水するサブ地域（いわゆる灌漑地区）は、地区に配置される幹線水路、支線水路、メスカなどとともに、取水、調整、揚水、排水再利用などの点的な施設に問題を生じている要因のそれぞれに対する対応策を実施することで、その組合せの複合作用により、サブ地域の灌漑システムがその末端部まで送配水する状態が実現できる。

(2) 対応策の枠組み

これらを踏まえて、ハード面の対応策は、以下の枠組みにより実施する。ただし、予算等の制約があることも踏まえ、実施する対策工事及び対象地点は緊急性及び他の対応策との組み合わせによる一貫性などの要素を考慮して設定する。

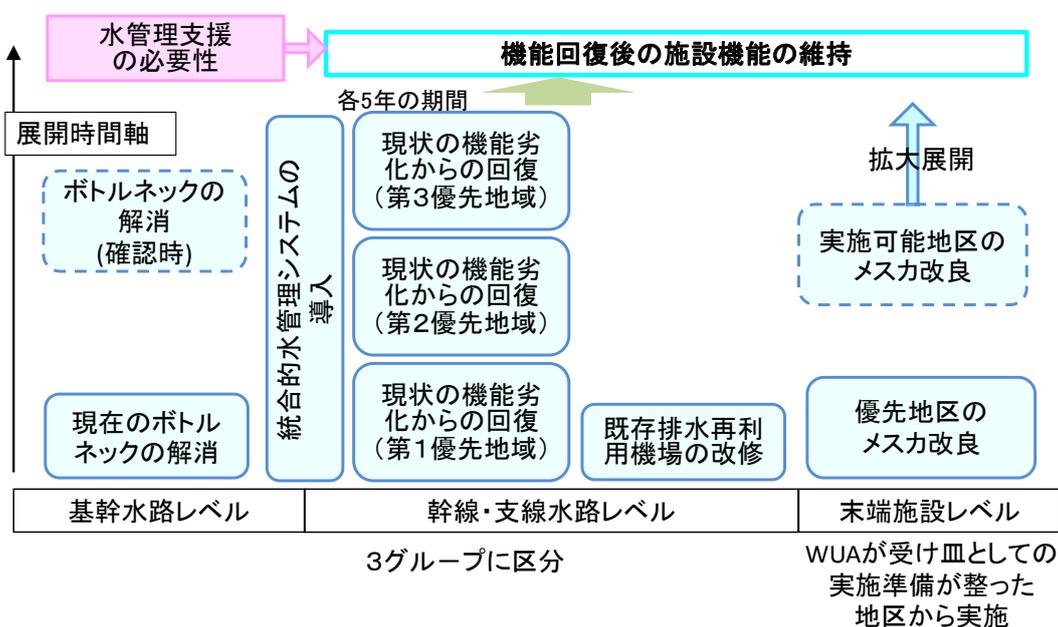
- (a) イブラヒミア基幹水路及びバハルヨセフ基幹水路は、サブ地域への通水機能を確保するため、通水を阻害していることが確認されたボトルネックは、対策工事をその都度実施して解消する。この枠組みに係る対応策は、基幹水路における堤防高の確保、水路底を計画高に掘削、堆砂の除去、水路湾曲部外側の法面保護工、水路断面の整形、構造物の撤去及び急カーブ部での流況の安定化となり、対応策としては必須となるが、前述の通り、各対応策における緊急性などを考慮し、対象工事及び対象地点は限定される。
- (b) 幹線・支線水路は、当該水路に付属する小規模施設を含むサブ地域単位で対策工事を実施する。サブ地域についても、事業実施の際の時間的・予算的制約を考慮し、優先度によって3グループに分けて、約20年間（各グループの事業期間は6～7年間程度を想定）で全水路とその中の小規模施設を対象に整備を一巡させる。これらの枠組みに係る対応策は、幹線・支線水路における施設の機能保持は必須であるが、水路断面の劣化を防ぎ送水機能を保持すること、通水断面の確保及びゴミの不法投棄抑止は、前述の通り、各対応策における緊急性などを考慮し、対象工事及び対象地点は限定される。
- (c) メスカは、工事や用水利用ルールへの利用者の合意がない状況での実施は困難であるため、水利組合等の用水利用者の水管理を含む合意がある施設について対策工事を実施する。このため、当初は、計画ローテーションを実施する準備の整った地域をメスカ改良の優先地区に設定して展開する。したがって、調査対象地域の全域のメスカは、優先地区の実施による経験を生かしながら、その後に展開を図る。これらの枠組みに係る対応策は、末端水路系における水路断面の劣化を防ぎ送水機能を保持すること及びゴミの不法投棄抑止等となり、対応策としては必須となる。
- (d) 水資源量を増加させる排水再利用機場は、既存の施設容量を基本に運転上必要となる改善策

を加えた施設改修、または、支線水路の用水不足を解消する新設を行う計画とする。ただし、より効率的な計画が提案される場合は、既設機場の施設容量の変更も視野に入れて、サブ地域の施設計画を作成する。これらの枠組みに関する対応策は、幹線・支線水路系における施設の機能保持となり、対応策としては必須となる。

(3) 対応策の展開

このためのハード面の整備は、上記の枠組みを原則に展開を図り、灌漑システムの継続的な運用を実現する前提となる施設機能の劣化からの回復（一部は機能の増進）を進める構想とする。施設の整備は、対応策の進め方の異なる水路レベル等に応じて、図 5.4 のような流れとなる。

＜灌漑システムにおける施設機能改善の流れ＞



* 統一的な水管理システムの導入に向けたソフト面での展開は水管理対応の中で実施する

図 5.4 ハード面の対応策の展開

基幹水路レベルでは、部分的に存在するボトルネックに対する工事を対応策開始から3年程度で行い、機能の回復を目指す（上図「現在のボトルネックの解消」）と共に、自然条件などから将来的にボトルネックが再び確認された際には、同様の対応が必要となる（上図「ボトルネックの解消（確認時）」）。幹線・支線水路レベルでは、サブ地域を優先度により3グループに分け、機能の改善を図っていく（上図「現状の機能劣化からの回復（第1～3優先地域）」）。各群5年程度の期間を想定）と共に、水資源量改善の観点からは、既存排水再利用機場の改修（上図、同左）が想定される。末端施設レベルでは、まず、農民側も受け入れ可能ですぐにでも実施できる地区からメスカを改善し（上図「優先地区のメスカ改良」、期間は5～7年程度）、将来的には対象地域を拡大していくことが求められる（上図「実施可能地区のメスカ改良」）。中長期的なこれらの取り組みにより施設機能の回復を目指す、上部の「水管理支援の必要性」は水管理が併せて必要である旨を示している。

この中で直近の事業、すなわち上図では各水路レベルの最下層に位置する 4 つの対応策は、灌漑施設の機能回復・改善へのモデル創出及び緊急な対応が必要であることから、日本の支援で取り組むことが望まれる。その後の将来的な取り組みについては、基本的には MWRI による対応が求められるものの、メスカの改良は関心の高いドナーによる実施も期待される。

本調査で確認された対応策は既述のとおりだが、特に、幹線・支線水路は、灌漑システムにおける送配水の要であるので、施設整備はこの部分を軸に展開を図る。このため、幹線・支線水路レベルは、サブ地域の事業実施に優先順位付けを行い、優先度の高いものから実施する。また、基幹水路については、特に緊急性の高いものは必ず実施する。

整備後の施設は、その機能を発揮する操作等が適切に実践される必要があるため、ソフト面の活動である水管理は施設整備の実施後に間をおかず実現されることが望ましい。このため、計画ローテーションは、施設整備計画を作成する際に事業計画の一部としてその基本部分を確認し、施設整備後に実施に移すことになる。特に、メスカ改良については、計画ローテーションは需要に応じた水利用を可能な限り考慮することが必要であり、その効率化のための水管理と同時に展開することが重要である。

また、施設機能の回復の一巡後の施設機能維持には、予算等の状況、維持管理の実施体制を勘案しながら、施設機能の劣化を最小限にすることが有効な対応策となるので、それぞれのレベルの施設整備の展開に対応した定期調査（施設状況の把握、診断など）を実施する体制と仕組みはこの時点までに完成させる必要がある。

この実施に必要なアセットマネジメント手法の技術等はソフト面の対応により MWRI に提供される。この技術支援は、準備段階の必要な基礎技術の理解を経て、施設機能回復のための一連の水路整備とタイミングを併せて実施するのが効果的である。

5.4.2 ソフト面の対応策の展開

ソフト面の対応策は、水管理と施設管理からなり、前節のハード面の施設整備と連携して進められる。水管理は施設の操作や運用ルールを既定して実践する仕組みの構築と継続を可能とする技術の導入である。また、施設の維持管理は、施設機能劣化の影響を緩和するアセットマネジメント手法を援用して、施設の良好な維持管理体制を確立することにある。それらの対応策の展開を以下に述べる。

(1) 水管理の対応策の展開

この対応策は、エジプトの水管理の課題や問題となる現象の解決に資する方法で実践されるべきである。この点について、エジプトの灌漑農業の展開とナイルデルタ地域を中心とする水管理を含む水利用の課題や対応策などをまとめた「Irrigated Agriculture in Egypt」²⁷の知見を踏まえて、MWRI 職員を対象に行われた講義資料²⁸の流れがエジプトの灌漑水管理の課題に解決の方向に示唆を与えている。以下にエジプトの水管理の対応策をこの講義資料から概観する。

²⁷佐藤政良, Samir Aboulroos 共編、Springer 出版、2017 図 5.5 は同書 Fig 11.2

²⁸ JICA 国別研修（統合水管理のための能力強化）における佐藤政良 筑波大学名誉教授の講義資料: Irrigated Agriculture in Japan and Egypt – Efficient and Sustainable management of Irrigation Projects - （2017 年 10 月）から抜粋

What is “water management (distribution)”
 -four functional elements-

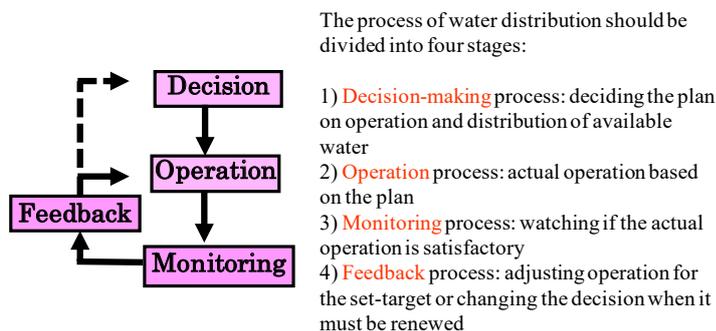


図 5.8 用水供給の効率化の流れ

結果として表れる用水配分の状態を、関係者が見て（監視して）おり、「不適切な操作である」とか、「結果は不満足な状態である」というような評価をしている。その結果に基づいて、誰かが制度的にあるいは私的に処理、判断し、修正操作を行うことになる。場合によっては、操作自体は決定に従って適切に行われたが結果はよろしくなかったため、目標そのものを修正する必要がある場合があるので、フィードバックは操作ではなく決定プロセスに戻るということもある。

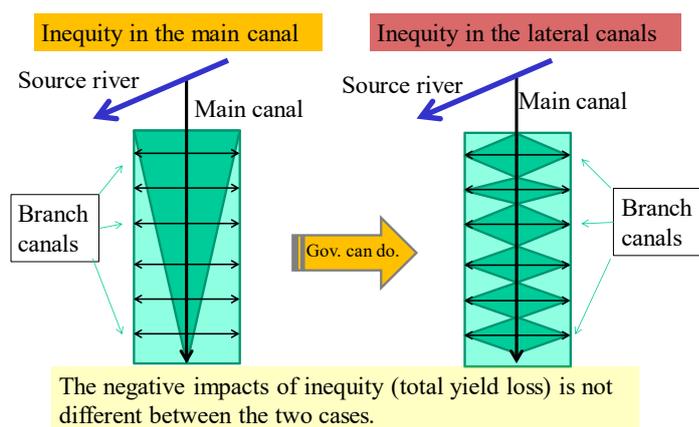


図 5.9 不公平な配水状況の変移継続状況

そして、「用水配分」について、単に「用水配分を誰が行うか」という単純な表現ではなく、「用水配分」を4つの構成要素からなるものと考えることが実際の用水配分システムを構築する上で重要であるとしている。それは、「施設の操作」には必ずその目標・目的（仮に漠然としていても）が存在するはずであり、誰か（あるいはどのようなプロセス）がそれを決定しているはずである。また、その「操作」の仕方や

以上を水配分の一般論として、用水供給を効率化するためには、情報の共有が重要な仕組みであり、それによって、それぞれの灌漑施設管理のステークホルダーが状況を正しく理解することが必要であるとしている（図 5.8）。

図 5.9 は、政府の対応により、上位の水路（図では幹線水路）の水配分を改善しても、その直下の水路（図では支線水路）では不公平な状況が継続することを模式図として示している。

とくに、エジプトのように水路システムの上流（供給主導で機能する）部分でローテーションによる配水を実施する状況では、MWRI 側が支線水路までの用水供給を改善しても、需要側の支線水路内部およびメスカ水路以降で公平な水配分が実施されない状況では、灌漑システム全体としての用水配分は不公平な状態が継続し、図 5.6 で示された不均等配水の下での不効率な農業生産が改善されないことになる。

それらを前提に、いずれのレベルの水路でも、公平な水配分がされない場合は、同レベル内の水路で用水配分の不均衡を生じ、主に水路の末端地域で用水の到達がない、あるいは、ローテーションどおりに配水されないなど、灌漑管理に支障をきたしていると指摘している。

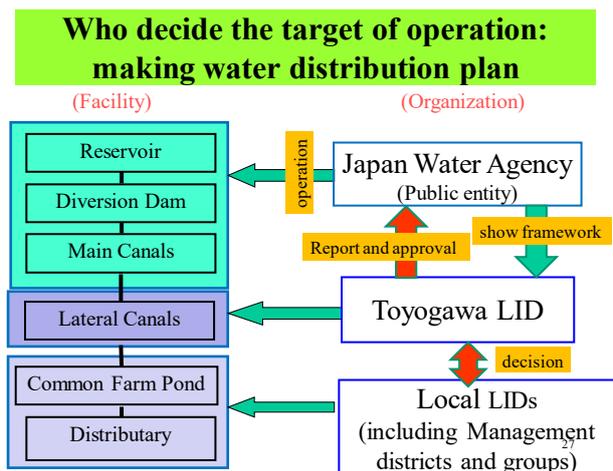


図 5.10 豊川用水の水管理の構成

（エジプトでは MWRI の役割）、支線水路以下は土地改良区（エジプトでは BCWUA の役割）と個々の水利組合（エジプトでは WUA の役割）を類似のものとして、公平な水配分の有効性を示している。事例は、水利用者の意向に配慮しつつ、供給可能量の範囲で供給者と利用者の了解のもとに、限りある水資源を配分することで計画的な水管理が確立されたことを示している。

図 5.11 は、利水者の要望ベースで用水供給を実施した当初は用水不足を生じ、図 5.12 は対応後利水者が供給可能量を理解したうえで配水計画の作成や施設の操作を行う仕組みの中で用水を供給することで不足が回避でき、水配水が円滑に実施できるようになった変化を示している。ここにおいて、形式上、幹線水路の管理責任は水資源機構にありながら、そのすべてを水資源機構が行うのではなく、用水配分目標の決定プロセスは実質的に農民である土地改良区が行っている。ただし、支線への用水配分「施設操作」は農民に任せることなく、公的・中立的な立場にある機構が自ら行っているのである。

Experience of failure in water distribution

- The water distribution system of Toyogawa failed during the early operation stage of the project. It was based on the request from the farmers. The application from farmers was to be 3 days before the delivery.
- Under this condition, the request was too big that the irrigation efficiency was so low and the system frequently met water shortages.
- New constriction of regulating reservoirs inside the benefitted area, installation of facilities that stop water supply when a farm pond is full, were effective to control the loss of water.
- The water request system was also changed to the fixed water delivery table system, in which the monitoring is used to adjust water delivery.

図 5.11 豊川地区の用水配分の課題（対応前）

Summary of the water management in the Toyogawa project

- Responsibility for different levels of canal system is clearly demarcated into 3 levels of organizations.
- Decision for the water distribution is practically decided by farmers even for the main canal. (JWA doesn't manage all about the main canal.)
- The operation is not done by the farmers, the concerned party on using water.
- Farmers are sensitive to whether planned amount of water is delivered or not and the amount satisfies the actual water demand.
- In case of water shortage, they adjust water distribution inside each local LID area.
- Water saving case at the project level, the delegates from every sector as well as from JWA will discuss and decide how to behave. JWA mainly behaves to provide information and technical advice.

図 5.12 豊川地区の用水配分の改善（対応後）

調査対象地区の水管理は、エジプトで生じている課題の解決を図った事例の考え方を基本に、MWRI と水利組合の体制構築と水管理のルール確立及び順守を対応策とする。

1) 体制の構築

適切な水管理のための体制構築に向けての対応策は、基幹水路レベルの広域的な水管理と幹線水路以下のサブ地域の水管理に大きく分かれる。基幹水路レベルの水管理は、ダイルート堰群の施設整備の中で、統合的水管理システムと呼ばれる計画が進行し、管理所を含む施設と管理情報の計測と利用の仕組みが整備されることになっており、この整備と運用が対応策となる。

一方、幹線水路以下の MWRI の送配水管理は、サブ地域を単位に、計画ローテーションに従って基幹水路からの用水を灌漑地区全体に、合理的に供給するためのソフト的な活動の仕組みの構築が対応策となる。幹線・支線水路の小規模施設には、施設における計測、操作、報告を行う担当者が MWRI により配置されているが、サブ地域単位の水管理に必要な情報伝達（日単位の水位等の報告と蓄積）部分の機能を強化して、その情報に基づく施設操作（現行の方法等を基本とするゲートの開閉、ポンプの運転等）を行う仕組みとする。このために、サブ地域の幹線水路の主要施設については、基幹水路レベルのシステムと連携するテレメタリングのための施設整備を行う。

WUA 及び BCWUA は、支線水路とメスカレベルの水管理に参画し、区域内の配水を実施するとともに、その実施状況を WUA から BCWUA、さらに BCWUA が MWRI に報告（情報を共有）MWRI に報告（情報を共有）するなどの水管理の仕組みを構築することが対応策となる。この過程では、異なる水管理主体への用水の的確な受渡しも重要な要素であるので、情報共有をはじめとして、可能なタイミングで MWRI と BCWUA 及び WUA との連携または協働を仕組みに組込む。このような改善を図るためには、MWRI と BCWUA 及び WUA とともに水管理面での能力強化が求められる。この部分も対応策として実施される。

2) ルールの順守

灌漑面積は広大であり、水資源の制約が厳しい現状からも、広域レベルでは MWRI が供給主導で灌漑用水を供給する必要があるが、配水計画は過去の配水パターンに従って硬直的で、必ずしも需要を考慮した弾力性をうかがえるものとなっていない。他方、利水者である農家側は自らの需要量に応じた取水を行うので、このことが計画ローテーションの乱れにも繋がっている。水管理の対応策として効率的な水利用、公平な水配分を実施するためには、地区内の作物の作付などを想定した供給量の設定、流量を把握し配水計画の改善に対応するシステムの導入、需要側の水利組合からの情報を考慮した供給量の調整、そのための定期的な協議などを考慮した水配分の実践が必要となる。

また、伝統的メスカ以下の末端レベルでは、圃場が用水路のレベルより高いことから、農民が一度は揚水する必要があるが、需要主導となっている地区内の取水は上流優位で行われることから下流端では取水の時間・量とも限られる。また、本来の取水経路を飛び越して上位の水路から取水している違法取水も後を絶たない。この面への対応策は、地区内の適切な水配分ルールの作成と実践を通じる水利組合の能力強化、MWRI にはこのための水利組合支援の強化、さらには、両者の連携促進などがあげられる。

3) 提案されるサブ地域レベルの水管理の枠組み

用水の公平な配分を実施するための体制とルール構築とルールの遵守は、MWRI と BCWUA の信頼を前提とする情報の共有と水管理の実践により具体化される。このような配水計画は、MWRI は用水供給に関する情報を基礎として、また、BCWUA は用水配分を担当する組織として担当地域内の期待する用水配分量の提示ができる情報を収集・提供（報告）して、両者の合意がえられるように作成される必要がある。この計画に従うルールを基礎に、関係組織による役割分担に応じた水管理を実践することで、サブ地域の公平な用水配分が実現する。この場合、MWRI は、国の施策として水利用の効率がサブ地域内で極大化されるように誘導することが望ましい。

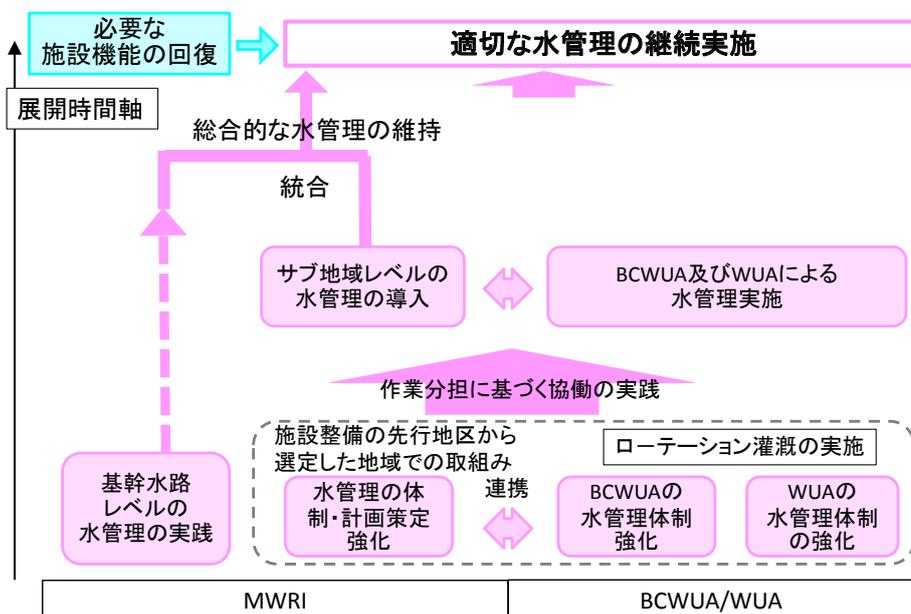
この仕組みにおいて、BCWUA が MWRI との窓口として機能するためには、BCWUA が WUA を代表する組織として WUA の用水配分にかかる要望を整理・調整するとともに、MWRI が提示する用水配分の原則を実際の運用に反映する仕組み（これに必要な交渉も含む）が必要となる。この方策として、MWRI は BCWUA を水管理（施設管理の仕組みも同様に扱うことが仕組み上は望ましい）にかかる機関として位置づけるために、用水配分の調整、用水の充足状況などを BCWUA が報告する仕組みを導入する。また、MWRI は、サブ地域レベルの用水配分状況を踏まえて、支線水路への用水配分にかかる計画を BCWUA に伝達する仕組みをつくる。

なお、メスカに連なる支線水路の維持管理を軽減する観点からは、MWRI は BCWUA と連携して水利システムに生じている課題への対応を図ることも有効な手段となる。

以上のタイミングについては、計画ローテーションは、施設整備計画と連携することが実効に必要なため、その計画部分の内容の検討は、施設機能の回復を進める段階に合わせることで、望ましい効果の発揮が期待できる。一方、その実施は、施設整備と連携して進めることになるので、この部分の計画ローテーション実践の仕組みによる水管理の改善は施設整備の進行に併せたタイミングとなる。

これらの水管理の改善は、幹線・支線レベルとメスカレベルのそれぞれについてパイロット地区を設定して実施することを初期の協力とし、MWRI の実施体制と仕組みのあり方を確立し、その後、サブ地域全体（可能であれば施設整備時）への展開を図る。なお、対応策としてそれぞれに実施される基幹水路レベルとサブ地域（幹線・支線水路とメスカ）は、いずれかの段階で統合を図り、灌漑システム全体の水管理を行えるようにする。上記の進め方は、MWRI と利水グループの関係から図 5.13 のような流れになる。

<水管理の改善の流れ>



出典：JICA 調査団作成

図 5.13 水管理の対応策の展開

基幹水路レベルでは、広域的な水管理のため、新ダイルート堰群建設事業（円借款事業）の中で導入される予定の統合的水管理システムにより対応していくこととなる（上図左「基幹水路レベルの水管理の実践」：施設整備を含む）。サブ地域レベル以下の水管理については、域内での水管理の適正化を図るため、まずは施設整備の先行地区から選定した地域（パイロット地域）で試験的に取り組み（上図点線内）、水管理の現状を十分把握した上で、ルール、関係者の役割分担などを明確にして、MWRI 側の水管理の体制、計画の作成・利用などの改善を図る（上図「水管理の体制・計画策定強化」と共に、実際の水利用者である BCWUA、WUA の負うべき役割の明確化、その実践を進めることで、適切な水配分を目指す（上図「BCWUA の水管理体制強化」及び「WUA の水管理体制強化」）。その後は、パイロット地域での取り組みを他のサブ地域に拡大導入し（上図「サブ地域レベルの水管理の導入」及び「BCWUA 及び WUA による水管理実施」）、展開する中で、両者の役割分担、その実践が定着（上図「作業分担に基づく協働の実践」）、更には将来的に基幹水路レベルの水管理と統合され、域内の上流から末端まで適切な水管理が行われることが展開のプロセスとなる。中長期的なこれらの取り組みにより適切な水管理を目指す、上部の「必要な施設機能の回復」は、水管理の改善に併せて、ハード面の対策である施設の機能回復が必要であることを示している。なお、「サブ地域レベルの水管理の導入」については、地区内の施設整備に併せて、主要施設に水管理施設（ハード面の機器）を設置することになる。

(2) 施設維持管理の対応策の展開

灌漑システムの現状の施設維持管理は、施設の長期供用による機能劣化や安全性への対応状況を踏まえれば、送配水に致命的障害を生じないように実施されている印象がある。今後も維持管理

予算の確保等が不透明な現状が続くとすれば、この状態からの改善には困難が伴うと考えられる。

このため、一連の施設整備による施設機能が回復した状態を可能な限り継続することは灌漑システムの運営上重要で、これを推進する技術と仕組みの導入は有効な対応策となる。この枠組みに関係する対応策としては、MWRI の体制構築、水利組合の体制構築及び両者の連携が重要となるが、対応策の展開におけるコンポーネントとしては、アセットマネジメント手法（これは、施設がある程度の健全性を保持している間に、施設の機能・安全性などにかかる情報の収集、診断等を行って、必要な対応策を実施することで、施設の長寿命化を図ることを意図する手法である。）の導入を主眼に設定し、施設機能の劣化への対応と適切な水管理の継続を図る。アセットマネジメントは、まず、施設の維持管理を計画的に実施するために必要な施設調査と診断の部分に焦点を置いて、MWRI に必要な実用的な技術の確立を図り、その後、その技術を適用して、モデル地区における施設維持管理計画にとりまとめる仕組みを導入する。この段階で、支線水路を担当する BCWUA、メスカ以下の水路を担当する WUA による維持管理作業（主に日常点検と軽微な維持管理作業）の実践強化を併せて実施する。

現況の施設リストに替わり、施設維持管理計画の作成を灌漑局地方事務所で整備する過程と併せて、サブ地域の各施設の維持管理実施履歴等と機能発揮状況を集約し、計画的な施設維持管理を通じて、施設機能劣化を最小限にする仕組みの構築を図る。

なお、基幹水路レベルの施設維持管理は、その施設が大規模かつ複雑な構造、その調査も細密にする必要があるなどの異なる点もあるが、サブ地域における仕組みの実践後に、技術的な側面である調査手法や診断方法を追加して、施設維持管理計画を作成して、施設の維持管理作業を進めることで対応する。以上の流れを図 5.14 に整理した。

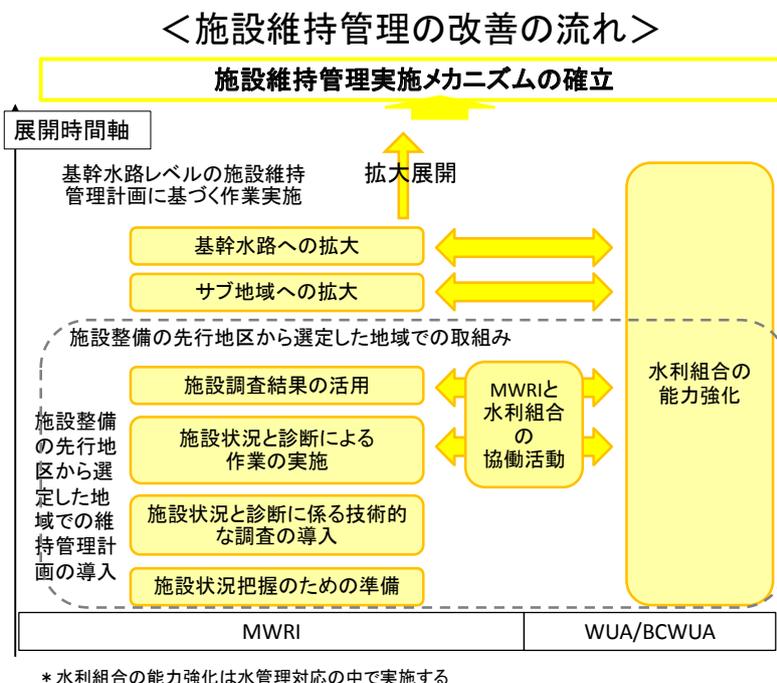


図 5.14 施設維持管理（アセットマネジメント手法）の対応策の展開

アセットマネジメントに馴染みのないエジプトへの導入に際しては、段階的な導入が現実的である。まずは施設整備の先行地区から選定した地域（パイロット地域）での取組みとして、施設の現況把握のため、様式の作成、情報収集の方法の検討等の準備作業が必要である（上図「施設状況把握のための準備」）。続いて上図の通り、施設の状況を把握・診断するための手法を形成するため、「施設状況と診断に係る技術的な調査の導入」を行い、「施設状況と診断による作業の実施」で実際の施設状況把握、施設の機能診断を行う。それを受けて、この調査結果をどのように整理・活用し、施設維持管理計画の策定に結びつけるか検討する（上図「施設調査結果の活用」）。一方、水利組合に対しては、組織運営等の面から能力強化を継続する必要がある（上図「水利組合の能力強化」）、MWRI と水利組合の協働活動を促進することも重要である（上図「MWRI と水利組合の協働活動」）。以上をパイロット地域で取組み、その後は他のサブ地域や基幹水路レベルまで取組みを拡大し、長期的には施設維持管理実施メカニズムの確立を目指す。

この中で、直近に取り組むべき MWRI の能力向上については、農業水利施設のストックマネジメントを実践している日本の蓄積は優位性を持っており、総合的灌漑水管理の観点からも日本による技術支援が求められる。そこで基礎的な技術、体制が整備されることで、その後の展開は MWRI 側による取組みが求められる。

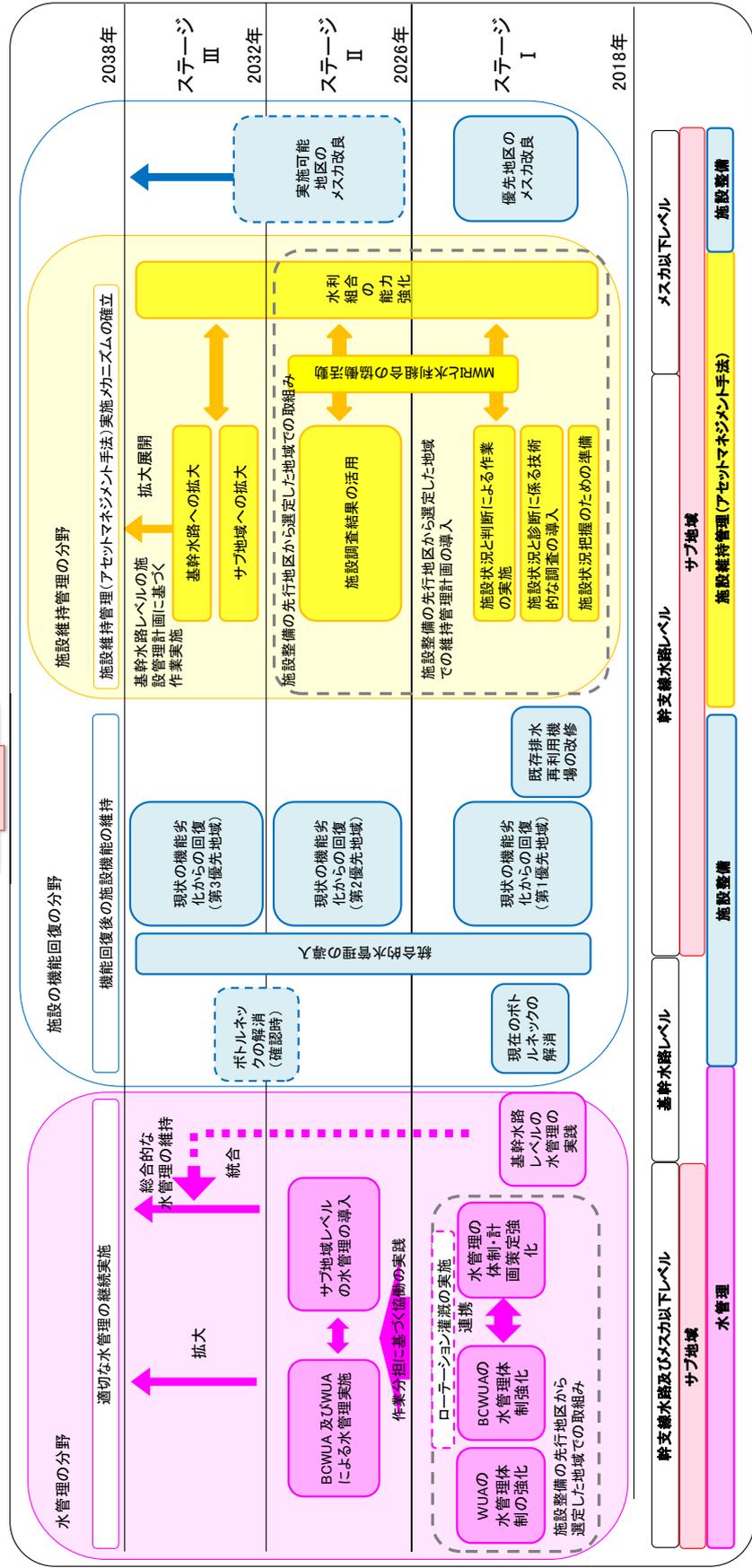
5.5 CIWM 実現のためのロードマップの提案

ここでは前項の対応策の展開を受けて、調査対象地域の灌漑セクターにおける、水利用効率改善に向けた CIWM 実現のためのロードマップを提案する。エジプトの灌漑システムは巨大であり、かつ、水資源の逼迫から用水利用の制限がある中で、施設を継続的に管理・運用するには、計画ローテーションに代表される水管理を確実にを行い、かつ、施設の状況を把握しながら的確に機能低下などに対処していくことが必要となる。

このためロードマップは、ハード面ではサブ地域をグループ化して、順次施設を整備することで計画的な対応を行うことが合理的で、想定される対応策の展開の基本的な流れは図 5.4 に示した通りである。また、ソフト面では、施設と合わせて実際の水配分には欠かせない水管理（対応策の展開の基本的な流れは図 5.13 に示した通り）と、ハード面の機能を持続させるためのアセットマネジメント（対応策の展開の基本的な流れは図 5.14 に示した通り）を協力分野とする。ロードマップは、NWRP2037 の期限と想定される 2037 年までの 20 年間を目標期間と設定し、ハード面とソフト面の相互関連を考慮しつつ、各対応策の実施に必要な期間と適切なタイミングで構成されている。

以上を受けて、既述の CIWM のコンセプトに基づいて、本調査の対象地域の灌漑システムの機能回復を図るための構想を図 5.15 に示す。施設の機能改善は青、水管理の改善は赤、維持管理は黄色で示し、各々流れは既述の通りである。また、直近 8 年をステージⅠ、その後の 6 年ずつをステージⅡ及びⅢとし、各ステージでのレベルの向上をイメージしている。

水利用効率の改善 (NWRP2037)
 灌漑システムの流末(末端)部における水不足の解消
 公平な配水の実現
 総合的灌漑用水管理の実現



出典：JICA 調査団作成

図 5.15 CIWM実現のためのロードマップ

5.6 CIWM 実現のためのロードマップの効果

これまで述べてきたように、水源量に制約がある中で灌漑地区の最上流部から末端までの送配水を不都合なく実施し、圃場レベルでの用水不足を解消するためには、基幹水路、幹線・支線水路及びメスカに至る関連水利施設のボトルネックの除去（ハード面の整備）と健全な機能を有する水利施設を活用した計画的・効率的な水配分の実行（ソフト面の運用）が一体的・包括的に実施されることが必要である。ここでは、対象地域において CIWM を導入することにより創出されると見込まれる具体的効果を、特に NWRP2037 の主目的である「水利用効率の改善」の観点から評価する。

CIWM の効果について、最初にモデル調査地区であるタンサ・ケラ サブ地域を対象として分析し、この結果を全対象地域に適用する。以下にその内容を示す。なお、第 4 章 4.2.2 で述べたように、本調査では、サブ地域単位での水利用効率の改善、そのための改修事業の検討を行うことから、サブ地域単位での灌漑効率を想定する。灌漑効率は、域内の〈利用水量／総供給量〉で示され、地区内で利用されなかった水量、浸透量などはロスとして扱われるため、灌漑効率は比較的小さい値となる。また、広域の水収支の場合は、それらの水量の下流域での反復利用も含むため、利用可能量は増え灌漑効率は大きくなる。また、本稿の節水可能量とは、現況の必要水量と総合灌漑効率の改善による計画の必要水量の差分として算出する。

5.6.1 モデル地区（タンサ・ケラ サブ地域）における CIWM の効果

(1) タンサ・ケラ サブ地域における灌漑効率の算定

第 4 章の 4.2.2 で述べたように、タンサ・ケラ地区の現況の水路システムにおける水流は 3 つのローテーションに区分されている。全般に、同地区の現況水路システムは水利調整施設が機能を十分に発揮できていない、また水路断面が変形しているという状況にある。このため各支線水路への流量が減少し、排水路へ利用可能な水が流出するなど用水損失を生じている。このような状況を踏まえ、現況の灌漑システムの灌漑効率を算定するため水理検討を行った。

水理解析結果は Annex 6 の図 A に示すとおりである。また、各ローテーションの現況の搬送効率 (Ec) の算定結果は下表に示すとおりである。

表 5.10 現況の搬送効率算定結果（タンサ・ケラ地区）

| Major Canal System | Rotation | | |
|--------------------------------|----------|-----|-----|
| | R1 | R2 | R3 |
| Average eff. per each Rotation | 75% | 68% | 55% |
| Conveyance efficiency (Ec) | 66.7% | | |

出典：JICA 調査団作成

当初段階の搬送効率と比較すると現状の水路システムにおける搬送効率は低下しており、ローテーション区間 3 では 55% 程度となっている。この搬送効率から算定される現状の総合灌漑効率は 50%（前出）となる。以下に述べるように、この低い灌漑効率は計画する対応策を実施することによって改善出来ることが期待される。

(2) タンサ・ケラ サブ地域における計画対応策

サブ地域内において現状の水路システムを改善し、地区最上流部（取水口）から末端灌漑地区までの確実な用水到達、支線水路への適正な水配分等を可能とする灌漑システムを構築するために妥当な施設整備計画（対応策）の検討を行う。計画する対応策の妥当性は以下に示す整備水準を設定し、それらに応じて主に灌漑効率の向上を指標として検討した。

- 計画 1（基本的対応策）：幹支線水路内の小規模水利施設（取水工、調整堰、排水再利用機場等）の改修整備。水路のライニングは実施しない。
- 計画 2：小規模水利施設の改修に加えて、幹線水路のライニングによる断面整形を実施する。
- 計画 3：小規模水利施設の改修及び幹線水路のライニングに加え、さらに支線水路のライニングによる断面整形を実施する。

なお、これらの施設改修整備（ハードコンポーネント）は、適正な水配分を実現する水管理システムの運用（計画的灌漑ローテーションの実施）などのソフトコンポーネントと一体となって実施されることが前提となる

1) 計画 1：基本的対応策

i) 施設改修（ハードコンポーネント）

本稿において計画する対応策の主たる狙いは、サブ地域内の現状の灌漑システムを当初段階の状態に回復させることによって、幹線水路内に必要な用水を確実に導くとともに広大な灌漑受益を支配する末端水路系に計画に従って配水させることである。このために、現況の水利施設を改修することが最も重要な基本的対応策と考える。

基本的対応策は、幹線水路上の調整堰による堰上げ水位の確保、取水ゲートの開閉によって適正な灌漑ローテーションを実行しつつ利用可能な用水を幹線水路から各支線水路レベルに計画的に配水し、可能な限り末端水路レベルまで衡平に配水することを実現する灌漑システムを図ることとする。しかしながら、幹・支線水路の断面劣化状況の程度によっては所要の分水量が適切に末端まで到達できないなど灌漑効率が劣ることが懸案として残る。

次表にタンサ・ケラ サブ地域における基本的対応策としての主要な施設改修内容を示す。対象施設は幹線水路上の調整堰・取水工及び支線水路上の排水再利用機場である。また、これらの施設に加え全ての支線水路入口に設置された取水ゲート施設も改修の対象とする（図 5.15）。

表 5.11 計画 1 における主要な施設改修内容（タンサ・ケラ サブ地域）

| Canal | Station | Facility | Content of intervention | Remark |
|------------|---------|-----------------|---|-----------------------------|
| Main Canal | 2+760 | Kela Regulator | Rehabilitation & replacement of the regulator | Double gate (3m width each) |
| Main Canal | 2+760 | North Amar Gate | Replacement & rehabilitation of gate | 2.8m wide |

| Canal | Station | Facility | Content of intervention | Remark |
|------------------|---------|----------------------------|---|---|
| Main Canal | 2+760 | South Amar Gate | Replacement & rehabilitation of gate | Double gate (2m wide each) |
| Main Canal | 5+600 | Towa Regulator | Replacement & rehabilitation of gate | Double gate (3m wide each) |
| Main Canal | 5+600 | Towa Intake gate | Installation of new sluice gate | The new type of gate installed by IIP project is not functioning well |
| Main Canal | 14+410 | Kella reuse pump | Rehabilitation of the pump house, replacement of pump, installation of suction pool | 5 units of old pump with no suction pool |
| Main Canal | 18+100 | Baha Intake + Regulator | Replacement of Gate | 3m wide old facility |
| Main canal | 19+600 | Dandell intake + Regulator | Replacement of Gate | 2m wide Regulator and 3m wide intake |
| North Amar canal | 4+210 | Barout Reuse Pump | Installation of New pump house | Totally broken 4units of old and malfunctioned pump house |
| North Amar Canal | 7+000 | El Hagery Reuse Pump | Rehabilitation and replacement of pump | Old pump |
| Baha Canal | 15+900 | Baha reuse Pump | Rehabilitation and replacement of pump | 3 units of old pump |
| Dandeeel Canal | 21+000 | Dandeeel reuse pump | Provision of suction pool | Two units of newly installed pump |
| Abshena canal | 23+000 | Abshena reuse pump | Construction of new pump house | One unit of old pump (no pump house) |

出典：JICA 調査団作成

下図は灌漑システムのレイアウト及び基本的対応策として計画する改修対象水利施設の配置を示している。

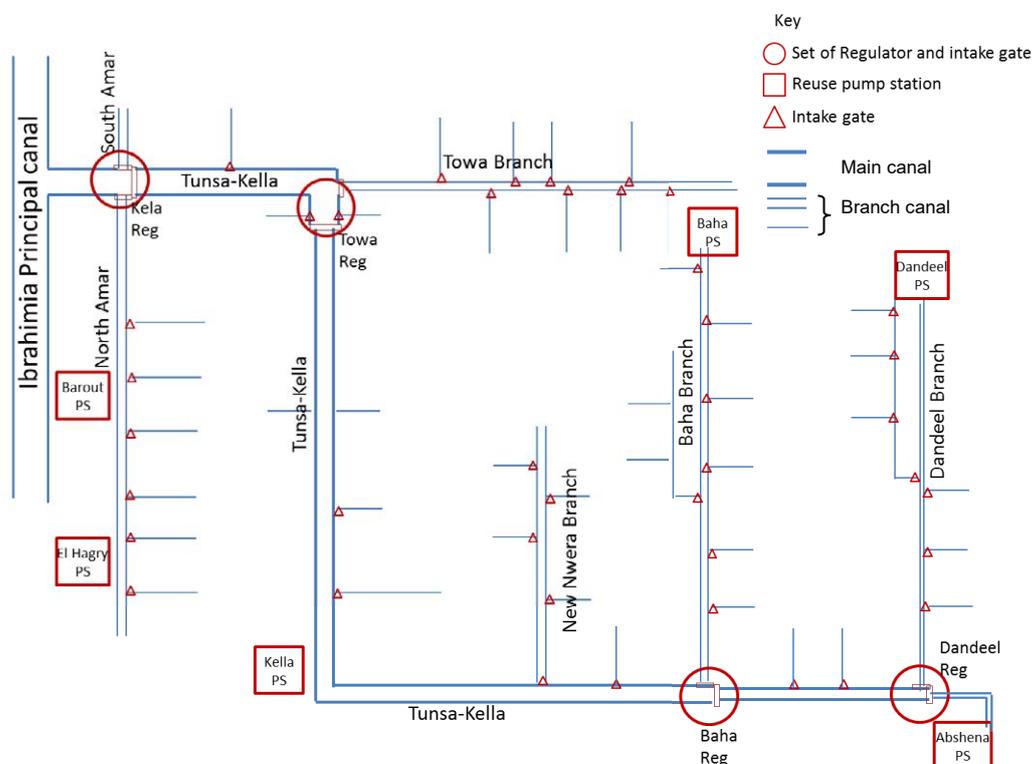


図 5.16 タンサ・ケラ サブ地域における基本対応策の対象施設位置図

幹線水路から各支線の主要地点に配置されたこれらの水利施設を改修することによって、タンサ・ケラ サブ地域（約 10,400 ha）の広大な水系の送配水機能のある程度回復させることが可能と推察される。

ii) 水管理（ソフトコンポーネント）

一方、灌漑システム内の水利施設の改修（ハードコンポーネント）に加え、ソフトコンポーネントとして適正な水配分を実現する水管理システムの運用が灌漑システムを効率的・効果的に機能させる上で重要である。なお、水管理はサブ地域における現況の灌漑ローテーションを踏襲して計画する。

2) 計画 2：幹線水路の断面整形・ライニング

現況水路系における断面変形は灌漑システムの配水効率低下を引き起す要因の一つとなっている。有効な水資源の公平な配分を実現する手段として、前述の基本的対応策の実施に加え送配水系（幹線水路）の断面整形は有効な方策と考えられる。この方策の実施によって幹線水路の本来の水位（設計水位）が確保され、本来の流量（設計流量）が各支線水路に確実に流入できるため水系全体に亘ってより効率の高い配水が可能となる。なお、幹線水路の断面整形（ライニング）を施さず支線水路ライニングを優先することは、各支線水路入口での必要水位の確保が困難、あるいは水位上昇に相当の時間を要するとともに計画以上の用水供給が必要となるなど、灌漑効率が悪く効果は低いと考えられる。

現状において水路断面の整形は、土水路状態では困難であることからライニング施工（コンクリート、石積など）によって可能となる。水路ライニングは幹線水路のうち効果の大きい所を優先して実施する。すなわち、ケラ調整堰からダンディール調整堰までの幹線水路区間はライニングが優先される重要区間である。既にライニング済の最上流区間（始点から 2.76 km 区間）と幹線最末端で支線水路の役割を持つアベシェナ水路は除外される。

また、幹線水路のライニングによって以下のようなその他の効果が期待できる。

- 水路からの漏水防止と蒸発によるロスの低減（ライニング後の搬送効率は、95%程度に改善される。表 4.38 灌漑効率参照）
- 水路用地幅の縮小に伴う残地の他用途活用が可能（ただし、大幅な用地縮小は望めないため維持管理用通路の確保などに限定される）
- ライニング水路内の流速増加による配水ローテーションへの迅速な対応（良好な水管理）が可能
- 水路内の清掃やメンテナンス作業が容易

次図に既述の基本的対応策に加え、新たに幹線水路の断面整形・ライニングを追加した計画（計画 2）の平面配置を示す。

ライニングされた幹線水路はサブ地域内の全ての支線水路を支配するため、水系内の最上流から末端（メスカ入口まで）に至るまで、さらに効率の高い送配水機能の発揮が可能となる。

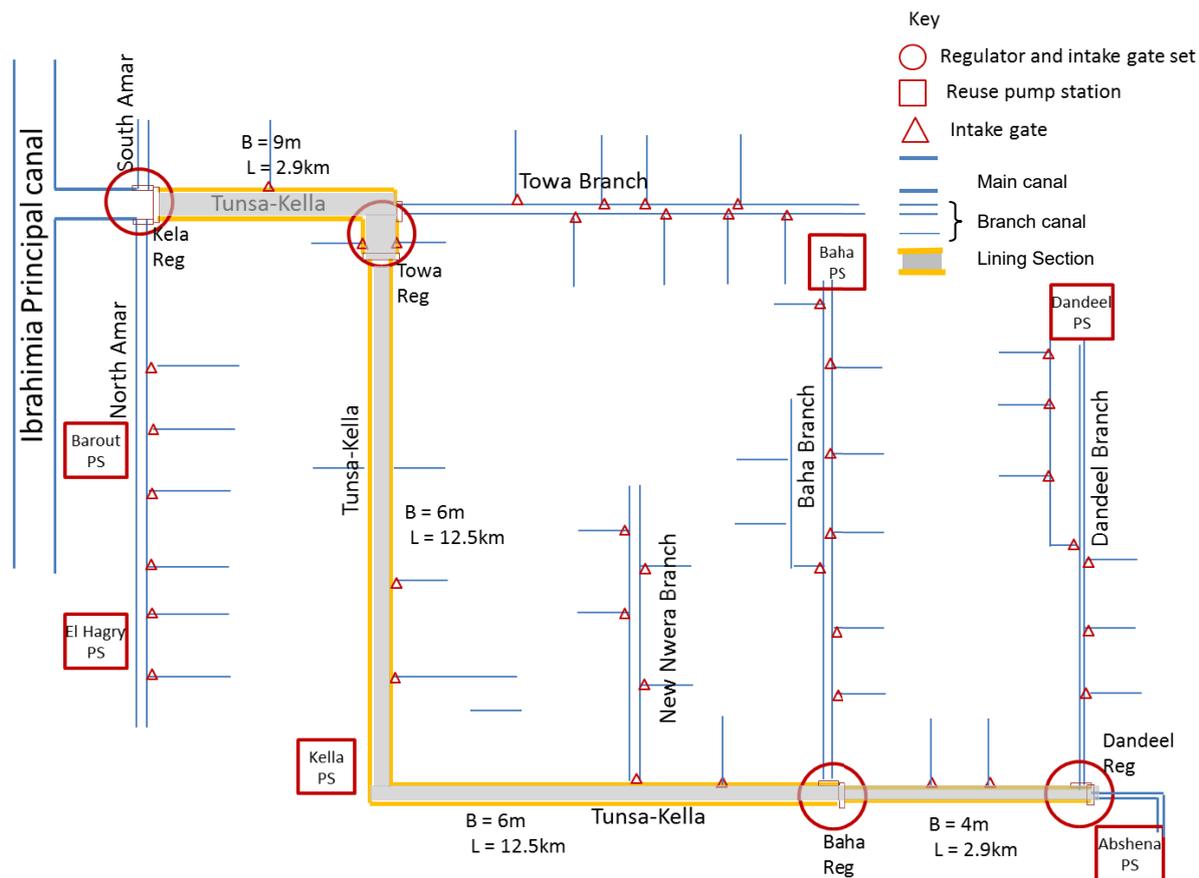


図 5.17 タンサ・ケラ サブ地域における計画 2 による対応策の対象施設位置図

3) 計画 3：全水路系の断面整形・ライニング

前述の 2 ケースの対応策（計画 1 及び 2）に加え、現状の灌漑システムにおける灌漑効率のさらなる向上とサブ地域におけるより精度の高い水管理の実現のためにサブ地域内の全ての支線水路まで整形する対応策（計画 3）が想定される。幹線水路に加え支線水路までライニングを行うことによって水路断面の整形が可能となり、水路末端のメスカに至るまで水路システム全般に亘る送配水機能向上と灌漑効率の更なる改善が期待できる。しかしながら、この対応策に要するコストは多大となるため、実施に当たっては支線水路の劣化の程度を詳細に調査し、送配水機能・効率改善効果と投資コストの関係を十分に検討し最終的に決定することが望ましい。このため、支線水路全線に亘って一律にライニングするのではなく、低コストでより効果の発現する支線水路を選択し優先的に対応することも想定される。

(3)タンサ・ケラ サブ地域における計画対応策の効果の検証

既述のとおり、灌漑システムへの CIWM 導入の効果を評価するためにタンサ・ケラ サブ地域を対象として各計画対応策について灌漑効率を推計した。結果と計算根拠は以下に示すとおりである。

表 5.12 対応策ごとの灌漑効率算定結果

| Rotation | No intervention | Plan 1 | Plan 2 | Plan 3 |
|---------------------|-----------------|--------|--------|--------|
| Irrigation Eff (Ep) | 50% | 60.5% | 67% | 72% |

出典：JICA 調査団作成

上表において；Plan1：取水位を確保することによって、施設の経年劣化程度が現在よりも軽微な、1992年当時のバハルヨセフ水路 F/S 調査報告書で示された総合灌漑効率 60.5%に改善される。

Plan2：幹線水路のライニングによって搬送効率を改善させる（土水路 80%からライニング水路 95%へ改善）。ただし、幹線水路のライニングによる効果が発現する割合は、幹線水路 /（幹線水路 + 支線水路）となる。ここで、幹線水路および支線水路の延長、幅および水路面積は以下の通りとなる。

幹線水路：延長 L=23km、幅 w=1m~9m、水路面積 A₁=132 千 m²

支線水路：延長 L=140km、幅 w=1m~4m、水路面積 A₂=101 千 m²

したがって幹線水路面積と支線水路面積の割合 A₁: A₂=57: 43 より幹線水路整備による搬送効率の改善率は、8.55%（15%*57/100）となり、灌漑効率は 67%が得られる。

$$\langle 60.5\% \times (80\% + 8.55\%) / 80\% = 67\% \rangle$$

Plan3：支線水路のライニングによって搬送効率が改善される（80%から 95%）。

$$\langle 60.5\% \times 95\% / 80\% = 72\% \rangle$$

CIWM 実施による効果を評価するためにこれらの 3 ケースについて必要用水量を算定した。タンサ・ケラ サブ地域における月毎の必要用水量を、推定した総合灌漑効率を用い CROPWAT 8.0 に準じて算定する（計算結果の詳細は Annex 5 を参照）。

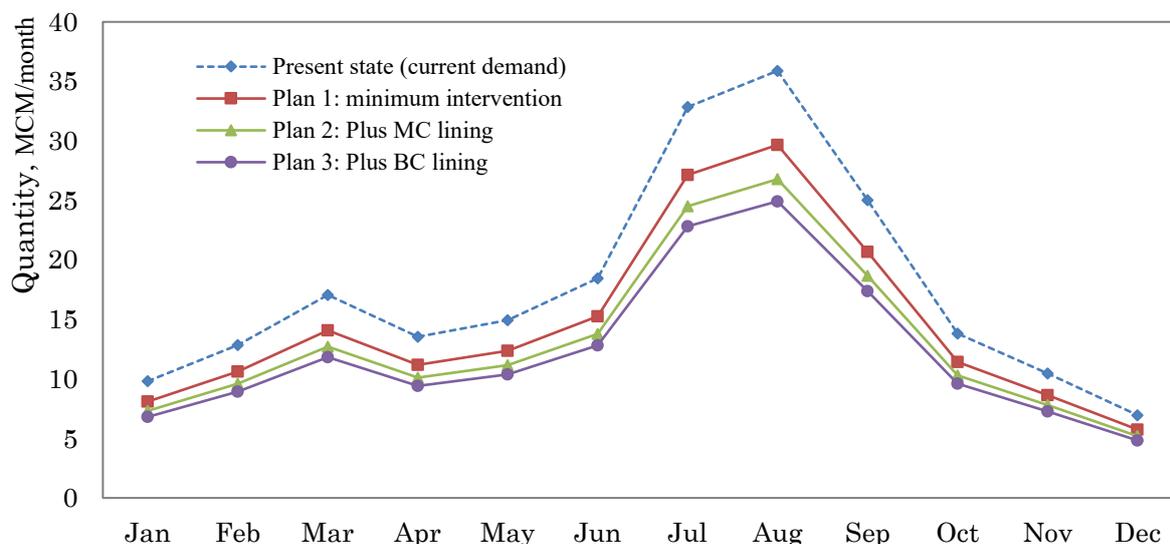


図 5.18 各対応策と必要水量の比較

灌漑効率の改善によって節約できる灌漑水量とそれに必要な施設整備コストの関係について検証する。表 5.13 及び図 5.19 に対応策毎の整備コスト、必要用水量、節水可能水量及び灌漑効率を算定した結果を示す。

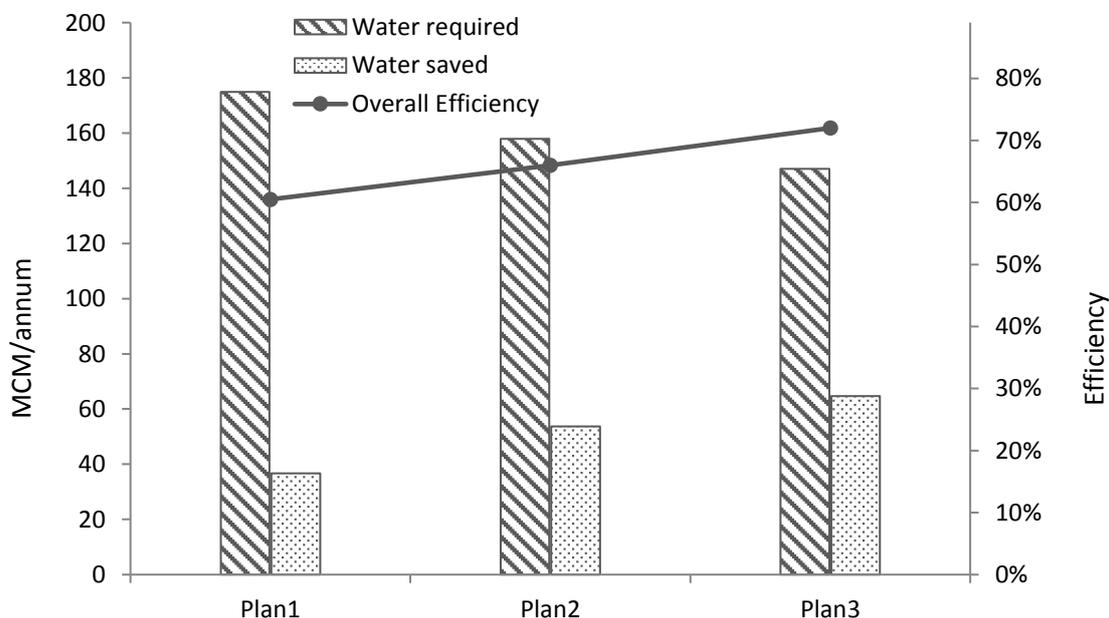
表 5.13 各対応策と整備コスト、節水可能量、灌漑効率（タンサ・ケラ地区）

| Item | No intervention | Plan 1 (minimum intervention) | Plan 2 (plus main canal reshaping) | Plan 3 (plus branch canal reshaping) |
|---------------------------|-----------------|-------------------------------|------------------------------------|--------------------------------------|
| Cost (in Million US\$) | 0.0 | 15.6 | 22.2 | 31.3 |
| Water Required (MCM/year) | 211.6 | 174.9 | 157.9 | 146.9 |
| Water Saved (MCM/year) | 0.0 | 36.7 | 53.7 | 64.7 |
| Cost per m ³ | 0.0 | 0.43 | 0.41 | 0.48 |
| % water saved | 0.0% | 17% | 25% | 31% |
| Irrigation Eff. (Ep) | 50% | 60.5% | 67% | 72% |

出典：JICA 調査団作成

上表の計算結果より、現況の必要水量と比べて、計画 1 の対応策によって年間約 37 百万 m³ の水量が節約できると考えられる。この節水可能量はさらに計画 2 の実施により約 54 百万 m³ に増加し、計画 3 の場合年間約 65 百万 m³ の節水が可能と推定できる。

また、対応策毎の必要水量、節水可能量及び灌漑効率の関係を図示すると下図のとおりである。これらの結果より、現況（未整備）に対し、基本的対応策（計画 1）によって 17%の水量が節約でき、計画 2 の場合は現況に対して 25%、さらに計画 3 の場合は 31%の節水が可能となることが推定される。



出典：JICA 調査団作成

図 5.19 節水可能量と灌漑効率の関係（タンサ・ケラ地区）

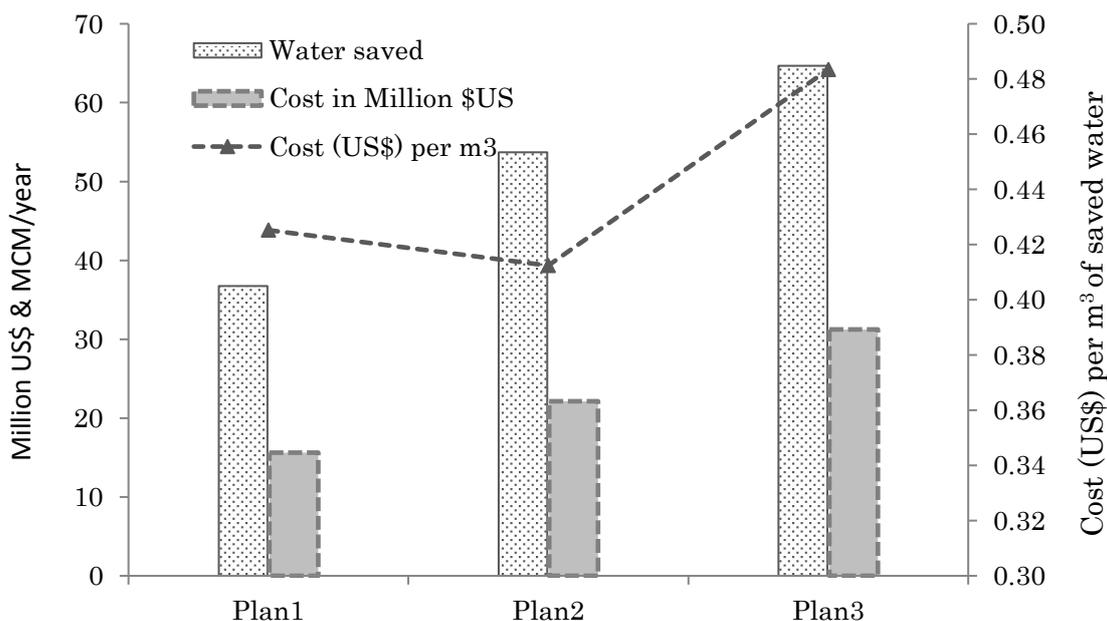
表 5.14 各対応策と整備コスト（タンサ・ケラ地区）

（単位：1,000 US\$）

| 項目 | 計画1 | 計画2 | 計画3 |
|-----------|--------|--------|--------|
| 小規模水利施設 | 11,572 | 11,572 | 11,572 |
| 幹線水路ライニング | 0 | 4,832 | 4,832 |
| 支線水路ライニング | 0 | 0 | 6,750 |
| 直接工事費 計 | 11,572 | 16,404 | 23,154 |
| 諸経費（35%） | 4,050 | 5,741 | 8,104 |
| 建設費 計 | 15,622 | 22,145 | 31,258 |

出典：JICA 調査団作成

さらに、図 5.20 は整備水準毎の節水可能量と整備コストの関係を示す。同図から、計画 2 が節水量 1 m³ に対し最も低い 0.41 US\$ であることが分かる。一方、計画 1 は計画 2 に対して僅かながらコストが割高となり（節水量 1 m³ に対し 0.43 US\$）、計画 3 が最も割高となる（節水量 1 m³ に対し 0.48 US\$）。この結果は、節水可能量と整備コストの関係からは計画 1 と 2 が計画 3 に対し若干有利となることを示唆するものである。しかしながら、計画 3 が不要であるのではなく、支線水路においても水路断面の劣化が甚だしく送配水に多大な影響を及ぼす状況にある場合は、CIWM の観点からも幹線水路同様、優先度は高くなる。これらは更なる詳細調査によって判断されることになる。



出典：JICA 調査団作成

図 5.20 節水可能量と整備コストの関係（タンサ・ケラ地区）

以上のことから、CIWM において、小規模水利施設の改修と幹線水路のライニングは灌漑システムの機能改善に大きな役割を果たす。

なお、支線水路を含めた整備計画（計画 3）は、さらなる灌漑効率の改善のみならず、より精度の高い均等配水を実践するために今後検討すべきであるといえる。

5.6.2 基幹水路系における効果

灌漑地区の最上流部に位置する基幹水路は、供給主導によって幹線・支線水路へ所要水量を確実に送水することがその役割である。したがって、現状のボトルネックの解消（必要通水断面の確保など）によって送水機能が回復し、計画した灌漑用水量が送水されることが期待できる。

5.6.3 幹線・支線水路系における効果

幹線・支線水路系における CIWM 導入の効果検証は、対応策実施によって改善される灌漑効率の向上効果によって評価する。CIWM の導入によって搬送効率、ひいては総合灌漑効率の改善が見込まれる。

既に述べたように、水理解析によってタンサ・ケラ サブ地域における現況の総合灌漑効率を算定した。それぞれの対応策における総合灌漑効率は、50%（対応策なし；現況）、60.5%（計画 1；基本的対応策の実施）、67%（計画 2；計画 1 に加え、幹線水路の断面整形・ライニングの実施）及び 72%（計画 3；計画 2 に加え、支線水路の整形・ライニングの実施）であった。

対象地域の他の全てのサブ地域もタンサ・ケラ サブ地域と同様の条件とみなし、上記の総合灌漑効率の結果を地域全体に適用し年間の節水可能量を推定する。節水可能量は、現況の必要水量と総合灌漑効率の改善による計画の必要水量の差分から求める。検討ケースとそれぞれ計画する対応策の内容について次表に整理して示す。

表 5.15 検討ケースと想定する状態

| 検討ケース | 想定する状態 |
|--------------------------------------|---|
| 現況 | 施設の機能低下、水路断面の劣化、不十分な水管理などの現況を反映したもので、総合灌漑効率 0.50 となる。 |
| 計画 1: 基本的対応策（機能が低下した施設の改修による搬送効率の改善） | 計画 1 を実施し、幹線水路のボトルネックの解消、小規模構造物の改修、サブ地域内のローテーションの適切な実施を想定。総合灌漑効率 0.605 となり、現況に対し約 10%の総合灌漑効率の改善が見込める。 |
| 計画 2: 計画 1 プラス幹線水路ライニング | 計画 1 に加え、幹線水路の整形・ライニング、適切な施設の運営維持管理がなされた場合を想定。総合灌漑効率 0.67 となり、現況に対し約 17%の総合灌漑効率の改善が見込める。 |
| 計画 3: 計画 2 プラス支線水路ライニング | 計画 2 に加え、さらに支線水路の整形・ライニング、適切な施設の運営維持管理がなされた場合を想定。総合灌漑効率 0.72 となり、現況に対し約 22%の総合灌漑効率の改善が見込める。 |

出典：JICA 調査団作成

実灌漑水量は対象地域（ギザを除く）の 2006～2017 年の月平均流量を用い、各ケースの必要水量の計算は CROPWAT 8.0 によった。計算結果の詳細は Annex 5 に示す。

計算結果を表 5.16、図 5.21 及び表 5.17 に示す。これらの結果によると現況の必要水量のピークは 7～8 月に突出しており、実灌漑水量と比べると不足が著しい。

表 5.16 及び表 5.17 を見ると、現況の必要水量は年間 8,407 百万 m³ に対して、実灌漑水量の平均値は年間 8,052 百万 m³ であるから、年間 355 百万 m³ 程度が不足していると推定される。これは、灌漑効率の改善によって対応する必要がある。計画 1 では 10%の総合灌漑効率の改善が見込まれ、ピーク必要水量（表 5.16, 7～8 月）は現況と比べると 17%縮小する（1,369 から 1,131 百万 m³）。また、計画 1 では年間で 1,459 百万 m³（現況必要水量の 17.3%）の節水が見込まれるが、7～8 月

のピーク時期は依然として不足状況にある。

同様に計画 2（計画 1 に加え幹線水路のライニング）の実施により、総合灌漑効率は現況に対し 17%改善し、年間 2,133 百万 m³（現況必要水量の 25.4 %）の節水が見込まれる。また、計画 3（計画 2 に加え支線水路までライニング）の実施によって総合灌漑効率は現況に対し 22%程度向上すると予測され、年間約 2,569 百万 m³（現況必要水量の 30.6%）の節水が期待できる。

以上の結果は推定ではあるが、サブ地域内で上流から下流に至り網羅する灌漑施設の機能改善と適切な配水管理を組み合わせた CIWM の実施によって灌漑効率が向上し水資源の節約が十分可能となることが推察される。

表 5.16 実灌漑水量と灌漑効率改善による必要水量の比較（百万 m³）

| Condition | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Sep | Oct | Nov | Dec | Annual |
|-------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|-------|-----|-----|-----|-----|--------|
| Available water | 240 | 575 | 707 | 700 | 741 | 847 | 888 | 879 | 702 | 675 | 603 | 495 | 8,052 |
| Current Demand: (Eff. = 50%) | 431 | 506 | 657 | 708 | 669 | 861 | 1,369 | 1,369 | 814 | 378 | 353 | 295 | 8,407 |
| Plan 1 (Minimum Intervention) | 356 | 418 | 543 | 585 | 553 | 711 | 1,131 | 1,131 | 672 | 313 | 291 | 244 | 6,948 |
| Plan 2 (Plus MC lining) | 321 | 378 | 490 | 528 | 499 | 642 | 1,022 | 1,021 | 606 | 282 | 263 | 220 | 6,274 |
| Plan 3 (Plus BC lining) | 299 | 351 | 456 | 491 | 464 | 598 | 951 | 950 | 565 | 263 | 245 | 205 | 5,838 |

出典：JICA 調査団作成

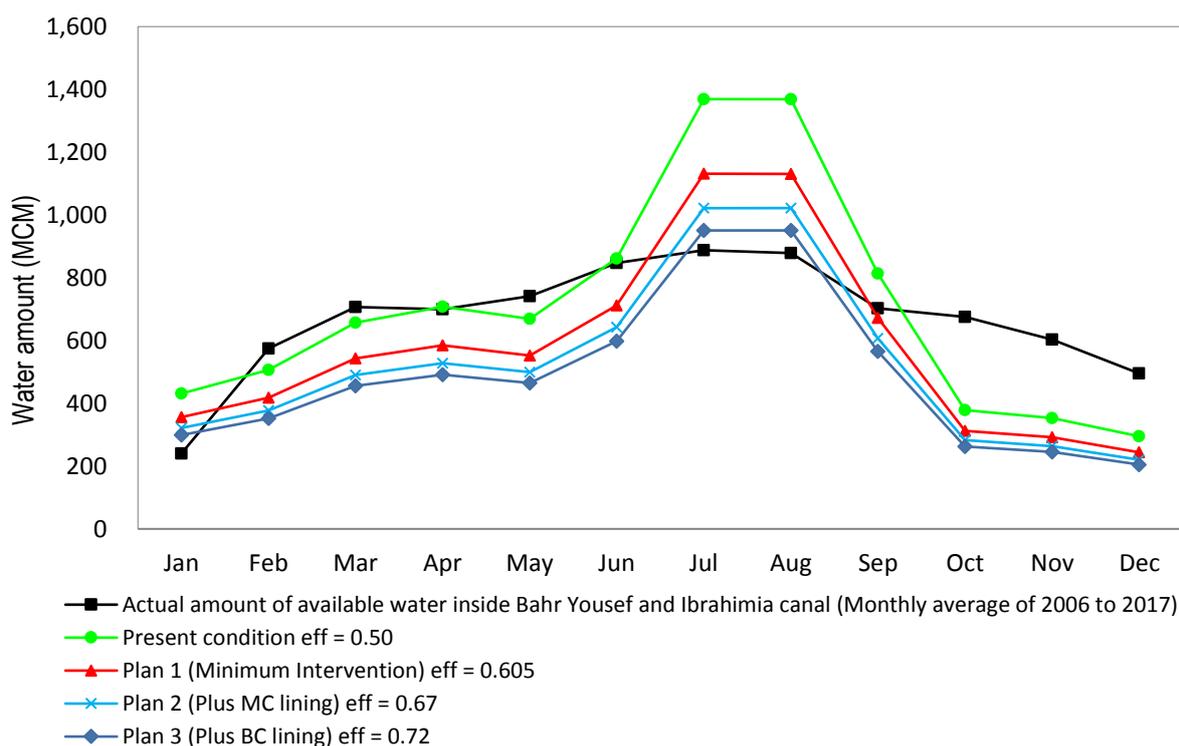


図 5.21 実灌漑水量と灌漑効率改善による必要水量の比較

表 5.17 対応策と年間必要水量及び節水可能量（百万 m³）

| Condition | Current Demand | Required water | Difference | Percent saved |
|-------------------------------|----------------|----------------|------------|---------------|
| Plan 1 (Minimum Intervention) | 8,407 | 6,948 | 1,459 | 17.3% |
| Plan 2 (Plus MC lining) | 8,407 | 6,274 | 2,133 | 25.4% |
| Plan 3 (Plus BC lining) | 8,407 | 5,838 | 2,569 | 30.6% |

出典：JICA 調査団作成

5.6.4 CIWM 実現のためのロードマップの農業面での効果

CIWM 実現のためのロードマップにより期待される農業面の効果としては、水不足の改善による単収の向上が見込まれる。類似計画²⁹では、水不足が発生している地区を対象に、農家に水不足の度合いを聞き取り、各戸の作物単収との相関を分析している（表 5.18）。この結果に基づき、水不足改善に対する増収率を検討した結果が図 5.22 及び図 5.23 で、水不足の頻度の 5 段階評価とメイズ（夏作代表）と小麦（冬作代表）の間に一定の相関が得られている。

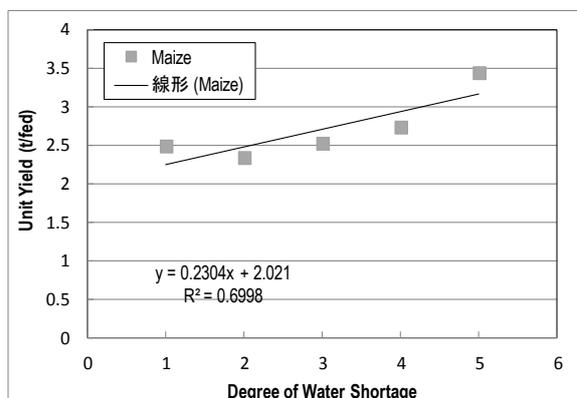
表 5.18 水不足の度合いと単収

| Degree of Water Shortage | Ave. Yield(t/fed) | | No. of Valid Sample | |
|--------------------------|-------------------|-------|---------------------|-------|
| | Maize | Wheat | Maize | Wheat |
| 1 | 2.495 | 2.191 | 37 | 49 |
| 2 | 2.345 | 2.501 | 19 | 25 |
| 3 | 2.531 | 2.511 | 27 | 23 |
| 4 | 2.741 | 2.483 | 21 | 36 |
| 5 | 3.449 | 2.685 | 5 | 11 |
| Statistics | 3.33 | 2.800 | | |

Note) Degree;

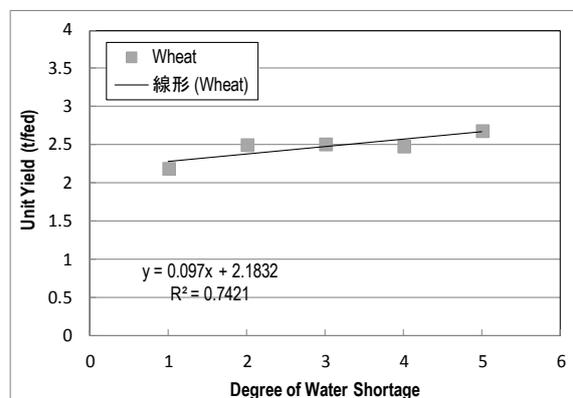
- 1 Water shortage frequently occurs and gives considerable damage to crops.
- 2 Water shortage frequently occurs and gives little damage to crops.
- 3 Water shortage often occurs but does not after crop growth.
- 4 Water shortage occurs only on a few occasions.
- 5 Water shortage does not occur at all.

出典：「エジプト・アラブ共和国ダイリュート堰群改修事業準備調査 最終報告書」JICA、2010



出典：「エジプト・アラブ共和国ダイリュート堰群改修事業準備調査 最終報告書」JICA、2010

図 5.22 水不足の度合いと単収の相関（メイズ）



出典：「エジプト・アラブ共和国ダイリュート堰群改修事業準備調査 最終報告書」JICA、2010

図 5.23 水不足の度合いと単収の相関（小麦）

²⁹計画増収率は、「エジプト・アラブ共和国ダイリュート堰群改修事業準備調査 最終報告書」JICA、2010 年 10 月を参考に設定した。

表 5.19 計画増収率

| Maize (to represent Summer/Nile crop) | | | | Wheat (Winter/ Perennial crop) | | | |
|---------------------------------------|---------|-----------|-------------|--------------------------------|---------|-----------|-------------|
| Degree | Yield | Increment | | Degree | Yield | Increment | |
| | (t/fed) | per rank | cumulative. | | (t/fed) | per rank | cumulative. |
| 1 | 2.25 | | | 1 | 2.28 | | |
| 2 | 2.48 | 10.2% | 10.2% | 2 | 2.38 | 4.4% | 4.4% |
| 3 | 2.71 | 9.3% | 20.4% | 3 | 2.24 | 3.8% | 8.3% |
| 4 | 2.94 | 8.5% | 30.7% | 4 | 2.57 | 4.0% | 12.7% |
| 5 | 3.14 | 7.8% | 40.9% | 5 | 2.67 | 3.9% | 17.1% |
| | Ave. | 9.0% | | | Ave. | 4.0% | |

$Y = 0.2304X + 2.021$

$Y = 0.097X + 2.1832$

出典：「エジプト・アラブ共和国ダイリュート堰群改修事業準備調査 最終報告書」JICA、2010

この分析結果から、水不足の頻度が1段階改善された場合の増収率は、メイズ（夏作）で9%、小麦（冬作）で4%としている。これを受けて本調査においても、水不足の頻度が1段階改善されると同様の単収増を見込むこととしている（表 5.19）。

第6章 改善プログラム

前章では、灌漑システムの課題に対する要因分析を通じて、支援のコンセプトであるCIWMを導出した後、課題に対する対応策を洗い出し、CIWM実現のためのロードマップとして整理した。その中では、ハード・ソフト両面において、基幹から末端まで灌漑システム全体で機能の回復を図ることが求められている。本章では、CIWM実現に向けた改善プログラム案を提示し、それを構成する各々の取組みについてより具体的に検討し、その内容を提示する。また、サブ地域の優先順位付け、全サブ地域の施設整備事業の予算規模の推計を行っている。

6.1 改善プログラム

CIWM実現のためのロードマップは、要因分析や対応策の展開からCIWM実現のための長期的な方向性を示すもので、いつどのような取組みをすべきか、具体的な内容までは示していない。CIWMで実施する灌漑システムの基幹水路から末端施設（メスカ）までの一連の整備と水管理における施設整備（ハード面）と活動（ソフト面）の連携、さらには施設整備を効率的に継続するための維持管理手法の改善を推進するために、それぞれの対応策の実施タイミングを関連させた改善プログラムを提案する。このため、ロードマップで示された施設整備、水管理、施設維持管理の3分野において、CIWMを実践する基礎が構築できる段階までの具体的なそれぞれの取組み方について示した。この際、水管理と施設整備は基幹から末端までの灌漑システム全体としての機能回復（末端まで水を届ける）のために一体となって実施することが必要であり、また、水管理の取組みのためには施設が正常に機能することが必要となることから、施設整備と連携するタイミングでの実施となる。施設維持管理については、ハード面の機能を持続させるアセットマネジメントの導入という新たな取組みとなることから、ある程度長いスパンでの取組みとしてサブ地域の今後の展開に向けた成果を示すまでの対応とする。個々の分野の詳細は6.2 施設整備の取組み以降で説明しているが、ここでは改善プログラムの内容を概観する。

施設整備については、まずフィービリティ調査を行ってそれぞれの対応策を実施する計画を策定する。その後は複数の取組みを並行して実施するが、図 6.1内「施設整備」（青色）のとおり、水管理システムの施設整備を基幹水路レベルとサブ地域レベルそれぞれに導入する。また、基幹水路の機能改善としてはボトルネックとなっている箇所を解消を実施する。サブ地域レベルでは、優先度が高い第1群について、取水施設、配水施設の改修を行うとともに、既存排水再利用機場の改修を行い、メスカ改良を優先地区で実施する。関連する施設維持管理については、アセットマネジメントの準備段階として、事業対象となる施設の情報を台帳として整理するなどの取組みが求められる。

水管理については、まず水管理改善の実施計画策定のための調査を行い、施設整備の実施予定のサブ地域から選定する地域（パイロット地域）を対象に、実施体制、水管理のルール設定などの具体的な活動などを行う準備を整える。その後は計画に基づき活動を実施していくが、想定されている取組みとしては、パイロット地域の一部の支線水路（モデルサイト）において、MWRIの水管理の体制や計画策定の能力強化のための活動を、また水利組合の水管理体制を強化するための取組みを実践を通して行っていく。併せて、ダイルート堰群建設事業で設置される基幹水路レ

ベルでのシステムの適切な運用を図る仕組みをつくる。

施設維持管理（アセットマネジメント手法）については、まず施設状況把握のため様式作成等の準備作業を行い、技術面からアセットマネジメントの理解促進を図りつつ、手法を習得する。その後、施設調査を進めて情報の蓄積を図ると共に、将来的には調査結果を活用して、より広い地域の施設維持管理計画を策定し、効率的な施設維持管理を進める。並行してMWRIと水利組合が共同で様々な問題を解決できるよう情報・体制の整備を図る。

6.2 施設整備の取組み

6.2.1 施設整備で取組むべき項目

改善プログラムで示した施設整備の具体的な取組みは、表 6.1のように整理できる。次項以降、各対策について詳述していく。

表 6.1 施設整備に係る取組み

| No. | 取組み | No. | 内容 | 対象地域 |
|-----|-----------------------|-----|--|-------------------|
| 0 | フィージビリティ調査 | 0-1 | 現地調査:水管理上の阻害要因の抽出、水収支に関する調査、改善策のリスト化、改修対象の施設台帳(案)の整理、対象サブ地域の優先順位付け | 基幹水路、サブ地域(第1優先地域) |
| | | 0-2 | 優先工事対象の選定 | |
| | | 0-3 | 測量調査、地質調査 | |
| | | 0-4 | 基本設計:標準設計図作成、施工計画、概略数量計算及び工事費の算定 | |
| | | 0-5 | 事業計画の策定(環境社会配慮、経済評価、財務評価、調達計画) | |
| 1 | 基幹水路レベルの総合的水管理システムの導入 | 1-1 | 統合的水管理システム運用に向けた機材の調達 | 新ダイルート堰群建設事業対象 |
| 2 | サブ地域レベルの総合的水管理システムの導入 | 2-1 | 統合的水管理システム運用に向けた機材の調達 | サブ地域(第1優先地域) |
| 3 | 現在のボトルネックの解消 | 3-1 | 基幹水路の通水断面の確保:断面整形 | 基幹水路 |
| | | 3-2 | 基幹水路の水路法面の保護:擁壁工、インプラント工法、護岸工 | 同上 |
| | | 3-3 | 基幹水路の通水阻害箇所(オールドハフェズ堰)の撤去 | 同上 |
| | | 3-4 | 蛇行部での送水機能の保持:ショートカット | 同上 |
| 4 | 現状機能劣化からの回復(第1群) | 4-1 | 取水施設、調整堰の改修 | サブ地域(第1優先地域) |
| | | 4-2 | 幹線水路ライニング | 同上 |
| 5 | 既存排水再利用機場改修 | 5-1 | 支線水路内の排水再利用機場の改修(吸水槽の新設、ポンプ・機械設備の更新、建屋の改修等)、排水再利用機場が立地する支線水路のライニング | 同上 |
| 6 | 優先地区のメスカ改良 | 6-1 | メスカ改良(受け皿としての組織が存在する地区) | 同上 |

6.2.2 フィージビリティ調査

事業対象となる基幹水路、優先度の高いサブ地域(第1優先地域)について、様々な調査を通じて現況を把握し、基本設計を行って事業計画を策定する。

6.2.3 統合的水管理システム

統合的水管理システムは、基幹水路レベルでの対応とサブ地域レベルでの対応に分けられ、基幹水路レベルでは、新ダイルート堰群建設事業にてシステムが導入される計画である。サブ地域レベルでの対応は、上記システムと連動可能な観測システムを導入することとし、詳細は新ダイルート堰群建設事業の進捗に合わせて決定される。

6.2.4 基幹水路

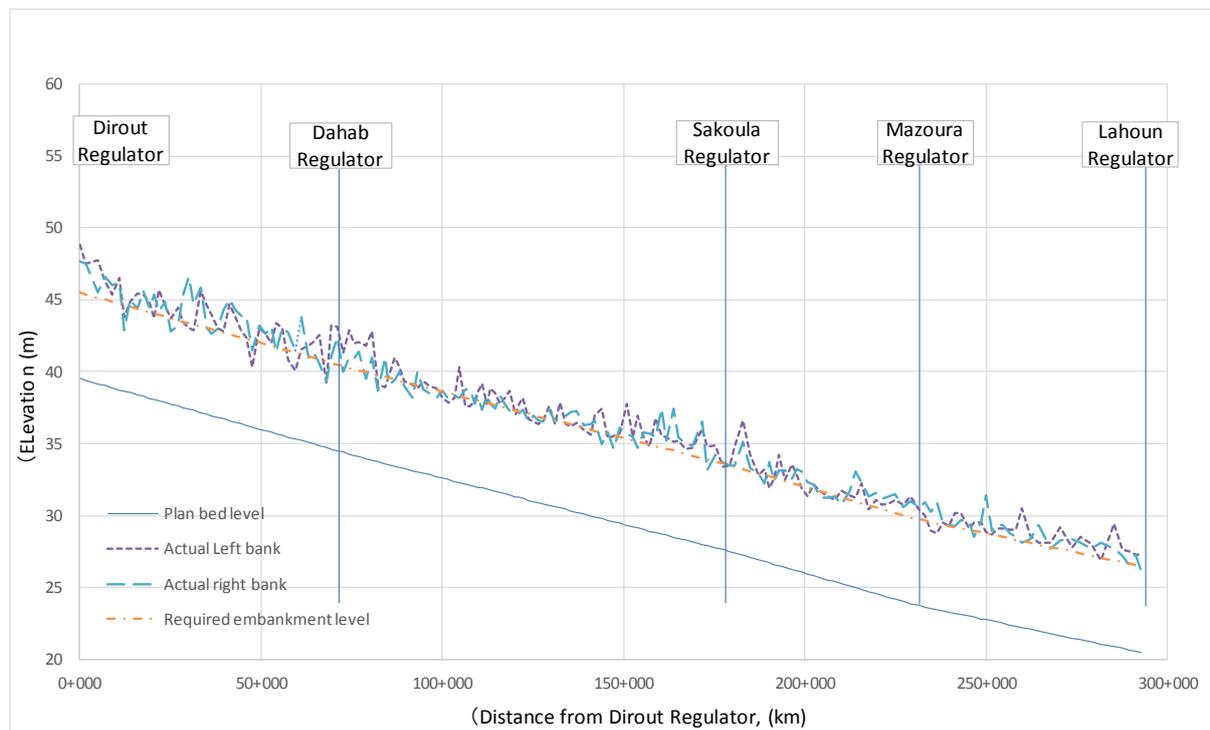
基幹水路の主な対応策は、1. 通水断面の確保、2. 水路法面の保護、3. 通水阻害箇所の除去、4. 蛇行部での送水機能の保持の4つである。これらは部分的にボトルネックを解消する対応策であるが、灌漑システムの最上流部に位置するため下流域(各サブ地域)を含む全体のCIWM実現のためには重要な整備項目として位置付けられる。以下に各々の内容を詳述する。

(1) 通水断面の確保

バハルヨセフ基幹水路の流路は、一般的に建設される灌漑水路(人工水路)に比べ、自然河川に近い蛇行などの形状が流況の変化または不安定に大きく影響する。MWRIは、浚渫等の維持作業

による対処は進めてはいるが、計画通水量に対する経常的な断面不足が生じているとしており、計画的な配水を進める際に支障があると認めている。

第4章で示したように、バハルヨセフ基幹水路は現状の断面では計画流量を流下させる能力がない。図 6.2は、計画水路底に整形した断面（バハルヨセフ地区灌漑整備計画調査（1992年）にて提案された底高、水路幅）について、計画流量に対する通水応力を判定するための水理計算を行った結果（水理縦断図）を示したものである。なお、図中の計画水位は計算水位に余裕高（最大0.6 m）を加算して示している。



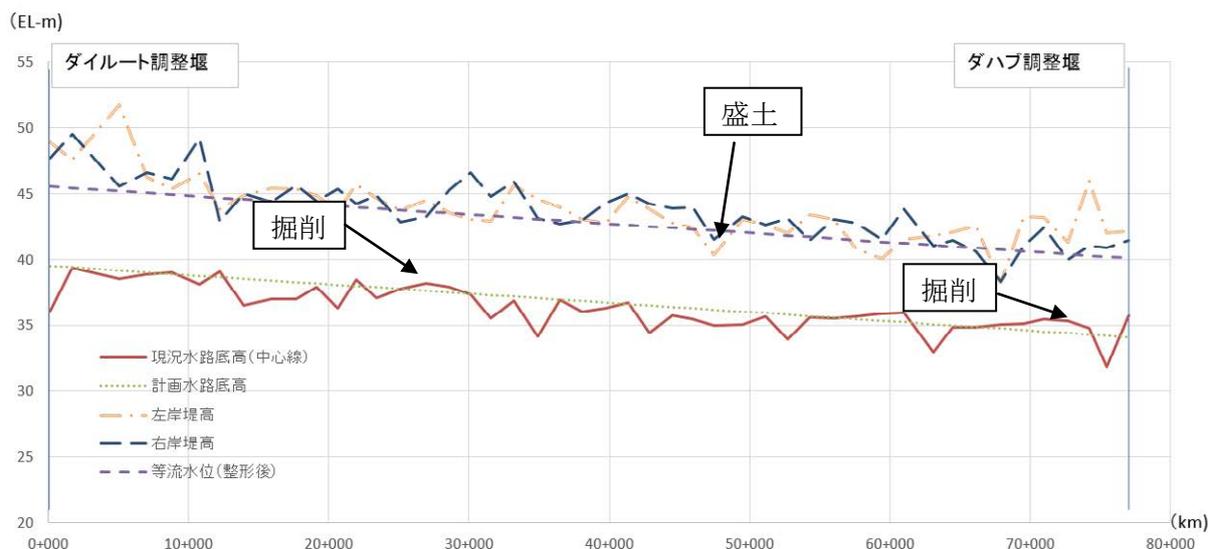
出典：JICA 調査団作成

図 6.2 バハルヨセフ基幹水路の水路底整形後の断面における通水能力計算結果（水理縦断図）

この結果から明らかなように、計画水路断面であっても想定される計画水位に対して現況堤防高が不足する区間が随所にみられる。

このため、計画流量に対する通水断面を確保し、水理的にボトルネックとなる箇所を解消するために必要な改修工事を施す必要がある。

本調査で実施した水路横断測量の結果に基づくバハルヨセフ基幹水路の上流区間（ダイリュート堰群～ダハブ堰）についてサンプル的に縦断形状を示すと図 6.3のようになる。また同図に、計画水路底高及び計画水位（余裕高を含む）も示す。



出典：JICA 調査団作成

図 6.3 ダイルート堰群からダハブ調整堰間の水路縦断形状及び改修計画事例

同図から分かるように、計画水位に対して現況堤防高が不足する区間は堤防の嵩上げを必要とする。また、現況水路底が計画水路底に対して高い区間も存在し、これらの区間では掘削による断面確保が必要となる。

バハルヨセフ基幹水路全線（ダイルート堰群～ラフーン堰区間）を対象とした通水断面確保のための対応策（通水断面不足箇所の水路堤防の盛土及び水路底の高位部の掘削）として想定される概算の工事量と工事費を表 6.2に示す。

表 6.2 バハルヨセフ基幹水路における通水断面確保のための概算工事費

| 地点 | | 掘削(m ³) | | | 盛土(m ³) | | 直接工事費 | |
|----------|----------|---------------------|-----------|------------|---------------------|---------|-------|--|
| From | To | Canal bed | Left bank | Right Bank | (千EGP) | (千US\$) | | |
| Dirout | El Dahab | 577,000 | 235,000 | 140,000 | 131,273 | 7,408 | | |
| El Dahab | Sakola | 2,100,000 | 35,000 | 30,000 | 195,253 | 11,019 | | |
| Sakola | Mazora | 190,000 | 97,000 | 105,000 | 60,292 | 3,403 | | |
| Mazora | Lahoon | 530,000 | 20,000 | 40,000 | 58,754 | 3,315 | | |
| | | | | | 合計 | 25,146 | | |

出典：JICA調査団作成

一方、恒常的に避けられない堆砂については、MWRIの維持管理活動の中で定期的な浚渫による除去が求められる。

(2) 水路法面の保護

水路法面の保護は、バハルヨセフ基幹水路とイブラヒミア基幹水路で具体的な対応が異なるため、それぞれ記載する。

1) バハルヨセフ基幹水路

水路の湾曲部は、流況から外側部は洗掘が進行し、また、内側部は土砂堆積を生じる可能性が大きい。水路の外側の河岸部では洗掘され危険な状態が確認されており、この部分の法面の保

護が必要となる。

このための対応策は、流水に対する河岸部（法面）の安定を確保する工法によることとし、クリティカルカーブ部などを中心に、現場の必要性程度を考慮して、フトン籠工法、捨石工法、擁壁工法など現場状況に応じた法面保護または根固め工を実施する。

実際の施工時には、その際の個々の現場条件を反映した対策工法を選定することになるが、本調査では、工事实施に制約の多い住宅密集区域と通常施工が可能な区域での対応策の二工法を提示する。これらの対応策としては、工事用地を最小限にできる矢板（インプラント）工法（図 6.4）とMWRIが実施している通常の擁壁工法を選定する。

参考：【インプラント工法】

インプラント工法は、鋼矢板上を自走し、打設した鋼矢板を反力として油圧で圧入する低騒音・低振動の鋼矢板打設工法である。日本の建設会社が無公害杭圧入引抜機サイレントパイラーにより、遠隔で操作・貫入を行う手法を開発した。この工法は、住居及びその他の構造物を保護するための擁壁として多くの国で適用することが出来るものである。



出典：https://www.giken.com/ja/

図 6.4 インプラント工法施工例

表 6.3に想定される工事量と工事費を示す。

表 6.3 バハルヨセフ基幹水路の法面保護工に係る概算工事費

| 構造物 | 実施場所 | 工事内容 | 箇所 | 単価 (US\$/箇所) | 直接工事費 (US\$) | 備考 |
|----------|---|-------------------|----|-----------------|-----------------|---------------------------------------|
| 擁壁工 | クリティカルカーブ部分 | 基礎杭＋擁壁 必要に応じ床止 | 35 | 429,543 | 15,034,000 | 実際の施工時には、断面調査の結果、構造物の数と場所が特定されるものとする。 |
| インプラント工法 | クリティカルカーブのうち、工事用地などの制限から通常の擁壁工の設置が難しい場所 | インプラント工法による矢板護岸 | 10 | 2,635,800 | 26,358,000 | |
| 合計 | | | | | 41,392,000 | |

出典：JICA調査団作成

なお、バハルヨセフ基幹水路の湾曲部の侵食は年々、継続的に進行することから事業実施対象でないクリティカルカーブについても定期的に維持管理を実施することが水路の通水機能保持と構造上の安全面から極めて重要と考えられる。このため、MWRIの関係 GDにおいては維持管理作業を計画的に実施できるよう維持管理体制の構築が望まれる。維持管理の改善については、ソフト面の支援としてアセットマネジメントの導入を提案している（6.4参照）。

2) イブラヒミア基幹水路

イブラヒミア基幹水路における、ミニヤ市街地の一部数kmの区間では、横断構造物が連続し、ピアが立て込んでいて浚渫船が入れず、堆砂の浚渫ができないことから基幹水路の通水機能を

阻害している。また一方で、水流による法面の侵食が進み、鉄道敷の崩壊や住宅地の基礎部を洗掘し危険な状況となっている。

このため、断面形の整形とコンクリート構造物による護岸工を対応策とする。これは、ゴミや堆積物を滞留させないことで、通水能力を確保するとともに維持管理を軽減できる構造の水路への再建である。具体的には、水路幅を縮小したライニング水路として再建部分の流速を増加させ、この区間における法面の保護と維持管理の軽減を図る。

水路形式は、建設に使用される資材（ブロック、コンクリートなど）と流積内の既存の構造物に配慮して、再建箇所の上下流に支障を生じない勾配と水位の範囲で、水路の断面形状を決定する。再建する改修断面は図 6.5に示すような側面擁壁タイプの水路を本調査における対応策工事として提案する。



出典：JICA 調査団作成

図 6.5 イブラヒミア基幹水路改修断面案

表 6.4に想定される工事量と工事費を示す。

表 6.4 イブラヒミア基幹水路における護岸工の工事費

| 構造物 | 状況 | 提案する整備案 | 直接工事費 (US\$) |
|------------|--|----------------------------------|--------------|
| イブラヒミア基幹水路 | <ul style="list-style-type: none"> 計画流量の64%しか通水できていない (NWRCの報告書による)。 河川内工作物が密集し、維持管理の実施が困難な状況となっている。 | ミニヤ市街地のうち約3kmの区間でコンクリート護岸工を施工する。 | 16,994,000 |

出典：JICA調査団作成

なお、水路の工法（構造、断面形状、設置標高などの諸元を含む）と仮設工（仮締切等）を含む工事計画については、詳細設計時に詳細な調査設計を行った上で決定する必要がある。

また、調査対象区間のイブラヒミア基幹水路はほぼ全線に亘って鉄道が並行しており、維持管理作業の実施によって水路の安全性確保を求められる区間も存在している。これらの区間はミニヤ市街地と異なり通常の維持管理作業が可能な立地条件にあると判断されることから、水路機能と構造の安全性を維持するため計画的・継続的な維持管理作業を行うことが重要である。

(3) 通水阻害箇所の撤去

この問題は、イブラヒミア基幹水路内に残置されている、不要となった構造物による通水障害である。新堰の建設により役目を終えた旧ハフェズ堰が無用に水位を堰上げするために直上流にある取水工に不要に分水しており、対応策としては旧ハフェズ堰の撤去が必要となる。表 6.5に想定される工事量と工事費を示す。

表 6.5 イブラヒミア基幹水路における障害物撤去・新橋建設工事費

| 構造物 | 状況 | 提案する整備案 | 直接工事費 (US\$) |
|-------------|------------------------------------|-------------------|-----------------|
| オールドハフェズ調整堰 | イブラヒミア水路において、大幅な水頭損失（水位堰上げ）が生じている。 | 調整堰を取り壊し、橋梁を建設する。 | 182,000 |

出典：JICA調査団作成

なお旧堰は、イブラヒミア幹線水路の横断橋梁も兼ねており、この機能の代替が必要とされる。また、旧堰の直上流に位置する東西ハフェズ水路の取水口への影響を確認する必要がある。さらに、東ハフェズ地区水路はイブラヒミア基幹水路に並行する鉄道を横断しており、この点も対応に含める必要がある。このため対応策の詳細は、更なる調査を行って決定する必要がある。

(4) 蛇行部での送水機能の保持

ショートカットは、バハルヨセフ基幹水路の蛇行部の流路を直線状に変更することで、クリティカルカーブ部分の流況の改善を図り、溢水による宅地などへの被害回避などを指すもので、法面保護の代替案となる。例えば、Nazlet Ramadan村付近の蛇行部では、ショートカットによる流路変更で、水路延長が4 km以上短縮され、約5カ所の湾曲部（うち2カ所は危険な箇所）を解消できる。この対応策には、約30 feddanの既存農地をあらたな水路用地とする必要があるが、旧水路敷の約70 feddanを新たな農地として造成することも可能となる。

このショートカットによる対応策について、最も危険度の高い蛇行箇所を選定して、ミニヤ及びベニスエフ地方灌漑局でその実現性について検討を行ったが、両事務所とも用地の問題への対応は極めて困難であるとの見解を示した。このため、ショートカット案は本調査では採用しない。

他方、法面保護工は、バハルヨセフの流況の改善効果は大きく期待できないものの、クリティカルカーブをはじめとする洗掘箇所の安定の確保は可能であり、断面不足への対応策との併用により、効果的な対応策となりうる。

6.2.5 サブ地域内の幹線・支線レベル

幹線・支線水路の課題に対する主な対応策は、1. 小規模水利施設の機能保持、2. 水路の送配水機能の回復と向上、3. ゴミの不法投棄抑止等である。以下に、各対応策を詳述する。

(1) 小規模水利施設の機能保持

サブ地域において幹線水路から各支線水路へ所要の水量を分水するためには、幹線水路内の水位（支線水路へ必要流量を流入させるための分水位）を十分確保することが必要な条件となる。幹線水路内の必要水位は調整堰のコントロールによって維持され、支線水路への流入量調整は各支線水路取入れ口の取水工（ゲート）操作によって実行される。水位維持のための堰及び分水水量調整のための取水ゲートは、サブ地域内でのCIWM実現にあたって特に重要な役割を果たす水利施設である。

サブ地域内の小規模水利施設としては、取水工、調整堰、暗渠、排水再利用機場を含む揚水機場などがあり、これら各施設の送配水機能が相互に関連しつつ、必要な水量・水位の確保、分水量の配分が図られることにより、所期の計画配水が行われる。

ここでは、一般的な土木構造物施設（ゲートを持つ構造物を含む）と揚水機場におけるポンプ・電動機等の可動する機器を持つ機械施設に区分して、それぞれの対応策を記述する。

なお、実際に計画を策定する際は、サブ地域ごとの調査結果をもとに、現場状況の詳細を確認する調査等を実施の上、実施設計の精度向上を行い、事業化する施設の施設計画を作成することが必要である。

土木構造物施設に分類される小規模水利施設は、実施する対応策の内容を、コンクリート及び鉄製部が材料となる水路の一部と、ゲートなどの可動部に分けて検討する。コンクリート及び鉄製部は、機能劣化の程度に応じた措置を行うものとし、対応策は、構造部の損壊など、機能が完全に失われたものの機能回復（全面修復）と部分改修（漏水など施設の機能低下の状況に応じた修復）を行う。また、可動部の対応策は、配水機能に支障となる部分（具体的にはゲート設備）を交換する。

揚水機場等の機械施設に関し、その稼働状況は現状ではほぼ問題のない機場から、運転不能になっている機場まで多様である。機械施設は、機能の経年劣化が直接に設備のパフォーマンスを低下させるので、改修・更新時に、障害の改善や設備の改良を図ることを原則とする。

排水再利用機場の現場調査では、電動機を始めとする電気設備の不具合、ゴミ吸込みによる機器の破損（特にバルブ類）が多く確認されており、狭隘な建屋スペースや不効率な配管となっているケースも見られる。この対応策として、不具合のある設備機器の交換と吸水槽(及び必要に応じたスクリーン)の設置を伴う機場の改修・更新（必要に応じた建屋の建替え、クレーン設備の設置など）を行う。特に、冠水による機能を喪失した機場は、機場設備の設置高を上げることも含め、再建設とする。

排水再利用機場のポンプと電動機を始め、機器類の配置は現場条件に応じて行う必要があるが、設備のレイアウトの基本的なイメージをAnnex 11に示す。

この他、排水再利用機場の新設については、事業実施にあたってサブ地域の用水不足と排水利用可能量（水量と水質）の確認を基礎とする効果的な機場の計画をサブ地域の計画作成に組み込むことが求められる。この場合、機場には、予備1基を含む複数のポンプユニットを設置し、部品等の互換性を考慮して、可能な限り同容量のポンプユニットで構成する（既存機場は、横軸遠心力ポンプと電動機による容量 $0.5 \text{ m}^3/\text{s}$ または $0.25 \text{ m}^3/\text{s}$ 規模の3から5ユニット程度で構成）。なお、具体的な新設計画は個々のサブ地域の検討で行うこととし、本調査では排水再利用機場の新設は特定しない。

さらに、水位の低下によりバハルヨセフからの分水地点に設置されたとされる揚水機場に関しても、事業実施計画にあたって必要水量と水路容量を確認の上、必要に応じて機能劣化と機器類の保安に対応する改修を検討する必要がある（本調査では改修の対象として計上しない）。

(2) 水路の送配水機能の回復と向上

水路システム内の用水流下状況は、維持管理作業に伴う過剰掘削などによる水路幅の拡大や土砂流入などの経年的な現象による土砂堆積が水路底に生じることで変化し、水路内の必要水位が得

られないことから水路システムの末流部に十分な水が到達できず水利用上不利な状況を生じている。具体的には、水路システムの送水容量は取水工における取水量が制限となるので、末流部では水位が低下した初期状態からの上昇に時間を要する（水位回復速度の低下）、また、上流部に取水があると、末流部では流量減少の影響が大きくなり、到達水量が減少する（灌漑用水の不足）などが挙げられる。

この対応策としては、水路システムの末端部までの送水を確実にして水路システム全体の計画ローテーションを実施可能とするために、前述の小規模施設の改修・更新とともに幹線・支線水路の送配水機能の回復が必須である。事業化においては、サブ地域の水利用状況の改善度に応じ、送配水機能の向上が選択的に対応策に追加される。それぞれの対応策を以下に示す。

1) 通水断面の確保（水路内障害物対策）

大部分は違法行為と想定される建築物等により、幹線・支線水路の通水断面が狭められ、通水阻害を起している個所が散見される。これらについては現在、通水阻害を起している違法建築物の撤去を、MWRIが強力に進めており、その中で軽減される見通しである。したがって、工事費としては計上しない。

2) 水路機能の向上

送配水機能の回復としては水路断面形状の保持及び復元が対応策となる。変形した水路断面の整形は、水路内の水位低下を防ぎ各支線に必要な分水位を維持することによって送水システムの改善を可能とする。これに加えて、水路ライニングは維持管理作業の負担軽減や側面部の過掘削防止に資するので、予算・体制不足などから維持管理面の対応策が十分実践できない状況においては、水路の構造の維持と安定を図る有効な対応策となる。

ライニングは、粗度係数の改善とともに土水路で生じていた漏水などのロス減少を可能とする対応策であり、これらによる送水効率の改善も期待できる。対応策を実施する事業において、幹支線水路の送配水効率の改善を見込むような状況では、とくに有効な対策となる。

なお、幹支線水路のライニングを実施した場合、土水路より水路幅が狭くなるため、活用できる用地が増える。しかし、増分はわずかで、管理用道路としての利用など用途も限定的であることから、この用地活用による経済活動を便益として見込むほどの効果は期待できないと考えられる。

また、市街部の暗渠化（カルバート又はコンクリートによる蓋架け）は、WARUSで提案しているように、ゴミの投棄状況などを確認して、サブ地域内の水路整備に併せて、対応策として実施する。水路の暗渠化を計画する場合は、流入土砂の堆積に対応できるよう、内部の維持管理（土砂搬出）が可能な断面の確保や水理的な対応策（掃流）について検討することが重要である。

水路ライニングの工法はいくつか考えられるが、材料、耐用年数、コストなど各々異なる。ここでは、石積（エジプトで一般的な建設資材）、コンクリートライニング、コンクリートフルームの3タイプを比較・検討して、上述の水利施設機能回復への追加対応策として、事業化を想

定する場合の工種とする。なお、水路ライニングの施工はある一定区間ごとに通水しながらの工事が前提となるため、矢板締切による片側ずつの法面ライニング工事が想定される。

このため、供用期間を100年間と想定して施設の経済性比較を行い、次表の結果を得た。最も経済的となる対応策として、本調査では石積によるライニングを採用する。

なお、既存の用水路全てをライニングすることは、時間的、予算的制約からの支障も考えられるので、対応策では、施工した場合により大きなインパクトが見込める幹線水路についてライニングの導入を優先することも一案である。

従って、各サブ地域の事業実施計画時に水路ライニングを検討する際は、現場条件を勘案して、各サブ地域に最適なタイプを選定する必要がある。

以上を踏まえ、機能の回復及び向上に向けた対応策について、表 6.6に想定されるライニング工法別のha当たりの工事費を示す。

表 6.6 水路ライニング工法の比較検討

| タイプ | タイプ1 | タイプ2 | タイプ3 |
|---------------------|---|--|---|
| 工種 | 石積工 | コンクリートライニング工 | コンクリートフルーム工 |
| 特徴 | <p>現況断面の整形をベースに石積工（練積ブロック）によるライニングを行う案。水路断面は当初断面と同程度とし、法勾配は1:1程度とする。石積の耐用期間はコンクリート構造物より短い、工事費は安くなる。底版が石積工であるため通水しながらの施工においてケース2、3に対し有利。</p> | <p>現況断面の整形をベースにコンクリートライニングを行う案。水路断面は当初断面と同程度とし、法勾配は1:1.5程度とする。コンクリート構造物として耐用期間は石積工より長い、建設費用は石積工より高い。</p> | <p>コンクリートフルームによる水路建設を行う案。コンクリート構造物として耐用期間は石積工より長く、水理学的な性能もよいが、工事費は全ケースの中で最も高い。水路幅を狭くできるので、使用する土地面積は最も小さい。</p> |
| 標準断面図 | <p>Masonry</p> | <p>Concrete Lining</p> | <p>Concrete Flume</p> |
| 供用年数 (年/回) | 30 | 50 | 50 |
| 建設回数 (回/100年) | 3.33 | 2 | 2 |
| 建設工事費 (US\$/ha/回) | 477 | 937 | 1,521 |
| 総建設費 (US\$/ha) | 1,590 | 1,874 | 3,042 |
| 年間維持管理比率 (%) | 1.0 | 0.3 | 0.1 |
| 年間維持管理費 (US\$/ha/年) | 4.77 | 2.81 | 1.52 |
| 総維持管理費 (US\$/ha) | 477 | 281 | 152 |
| 総費用 (US\$/ha) | 2,067 | 2,155 | 3,194 |
| 評価 | 1 (もつとも経済的) | 2 | 3 |

注：各タイプの建設工事費は、サンブル地域における平均工事単価を採用し、再建設までの供用年数は石積30年、コンクリート構造50年、また、各タイプの維持管理費は工事費のそれぞれ1.0%、0.3%及び0.1%とする
ライニングを施さない土水路改修の場合、水路内側に盛土し断面整形するが、流水によって簡単に洗掘されるため法面に頻繁に補修が必要となる。このため、無ライニング水路による改修案は比較から除外した。

出典：JICA 調査団作成

事業費の積算に関しては、サンプル水利施設調査の対象地域における改修対象（幹支線水路、小規模水利構造物、排水再利用機場）の工事費を算出し、この費用を調査対象地域の面積で除して単位面積当たりの工事費を算定する。この場合、幹支線水路のライニングは大きな効果が見込めるもののコストも大きいことから、ライニング無しと有りの両方の場合について積算する。さらに、排水再利用機場もその有無によってコストが大きく異なることから、域内の排水再利用機場への対応を行う場合と行わない場合両方について積算し、単位面積当たりの工事費を区分して算定した。これらサンプル水利施設調査地域の平均をとって単位面積（ha）当たり費用とし、最終的にサブ地域ごとの総事業費算出に使用する。

サンプル水利施設調査地域毎の改修工事費及び工事単価は整備水準にケース分けして以下のとおり整理した。

- 計画1：幹線・支線水路内の小規模水利施設（取水工、調整堰、排水再利用機場等）の改修
- 計画2：計画1に加え、幹線水路の断面整形・ライニングの実施
- 計画3：計画2に加え、さらに支線水路の断面整形・ライニングの実施

サンプル水利施設調査の対象地域における改修工事費を以下に示す。なお、幹支線水路のライニングの有無にかかわらず、排水再利用機場を改修する場合（「機場有り」）には、機場の位置する支線水路はライニングの対象としてその費用を考慮している。また、幹支線水路のライニング延長は、タンサ・ケラ地区で概略調査した結果に基づき各水路延長の70%を見込んだ（幹線水路の概略調査によって暗渠区間を含む既存のライニング区間は水路延長の約30%程度と判断された）。

各サンプル水利施設調査地域の単位面積当たりの工事単価はAnnex 10に示している。

表 6.7 サンプル水利施設調査地域毎の改修工事費（直接工事費）（1,000 US\$）

| | エルガン ディア | ウエスト ハフェズ | タンサ・ ケラ | サバ | コフタン | アボショウ シャ |
|---------------|-------------|--------------|------------|--------|--------|-------------|
| ① 小規模構造物 | 347 | 616 | 983 | 587 | 339 | 163 |
| ② 排水再利用機場 | 2,503 | - | 10,589 | 2,326 | 572 | 4,022 |
| ③ 幹線水路ライニング費 | 3,221 | 4,826 | 4,832 | 5,429 | 6,791 | 4,804 |
| ④ 支線水路ライニング費 | 3,369 | 13,199 | 6,750 | 4,487 | 5,267 | 4,107 |
| 計画1 (①+②) | 2,850 | 616 | 11,572 | 2,913 | 1,195 | 4,185 |
| 計画2 (①+②+③) | 6,071 | 5,442 | 16,404 | 8,342 | 7,986 | 8,989 |
| 計画3 (①+②+③+④) | 9,440 | 18,641 | 23,154 | 12,829 | 13,253 | 13,096 |

なお、サブ地域内の幹支線水路レベルの改修工事において、小規模水利施設や水路ライニング工事は特殊工法等の導入は必要でなく、エジプト国内の在来工法による工事で全て対応可能と想定している。また、ポンプ機器類に関しても、小規模施設であることから、エジプト国内で調達可能な製品（輸入を含む）を想定している。

(3) ゴミの不法投棄抑止

住民が不法投棄したゴミが水路を流下し、調整堰などでせき止められて滞留するなど、水路の流下機能や流量調節機能に悪影響を与えている。これに対して、SWMTプロジェクトの中では、BCWUAへのWMT推進の一環として取り組んでおり、「ゴミ軽減意識普及」等の研修活動、「ゴミ対策キャンペーン実施」、「ゴミ収集機材の供与」など実施している。このような背景から、

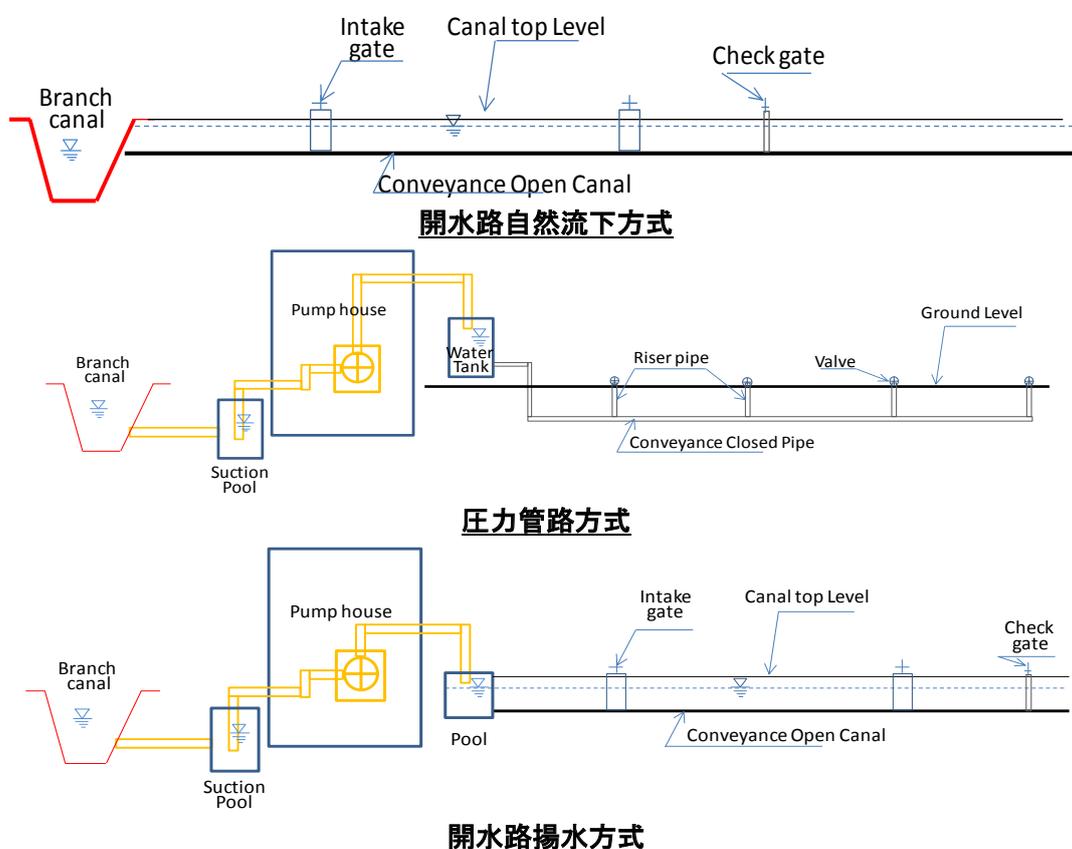
本調査では、ゴミ類により生じる問題に対して、水路システムの維持管理の対策として扱うこととし、ハード面とソフト面のプロジェクトを形成する際に、施設管理上の課題として配慮していく。ただし、前述のように市街地で水路整備として暗渠化を図る場合は、ゴミの投棄状況などを考慮して対応策を実施する。

6.2.6 末端レベル

灌漑水路システム末端レベルでの課題に対する対応策は、1. 送水機能の保持、2. 圃場レベルの節水灌漑の導入の2つで、以降に各対応策を詳述する。ゴミの不法投棄の抑制については、必要な対応策ではあるが幹線・支線水路レベルと同様なので、ここでは省略する。

(1) 送水機能の保持

MWRIは、メスカの水利機能が貧弱で、灌漑システムにおいて管理用水を多く要する部分と認識しており、メスカ改良は、この状況を改善する有効な対応策としている。また、灌漑システムの末端施設であるメスカは、利水者が自らの活動による水管理の改善を実感できる部分でもある。このような状況を反映して、1990年台からエジプトにおける灌漑分野のドナーの協力支援も多く実施されている。それらのメスカ改良は、以下のような方式で実施されている。開水路自然流下方式は、支線水路から重力でメスカに分水し、メスカはライニングされた開水路になっている。圧力管路方式は、支線水路からポンプで揚水し、メスカはパイプラインとなっている。開水路揚水方式は、支線水路からポンプで揚水し、メスカはライニングされた開水路になっている。



出典：JICA 調査団作成

図 6.6 改良メスカの方式

これらの方式の選択は、メスカから用水を取水する利水者グループの意向によるが、聞き取りでは、用水の流れを目視で確認したいとする者、管路埋設により水路敷を減らして作付地の拡大を図りたいとする者など様々であった。

初期のメスカ改良は、主にミニヤとファイユームで行われ、開水路自然流下方式が多くみられた。この方式は、メスカへの取水のために支線水路水位を上昇させる必要があり、このような操作に適応した地形であることが実施の条件（一般に水路内水位を圃場面より上昇できる勾配が取れること）になる。このため、このような地形勾配をもち、メスカレベルまで連続灌漑を原則とするファイユーム（用水ピーク時の不足量が大きく水管理の対応の必要性が大きい）で開水路による方式が多く展開されている。

一方、改良メスカにおける揚水機の利用は、地形の制約を緩和するとともに、メスカ以降の揚水が必要なくなることが大きな特徴となる。特に、圧力管路方式は、近年その採用が増加しており、上エジプトに位置するミニヤ、ベニスエフでは約70%がこの方式で実施されている。この理由としては、水面蒸発がなく漏水も減少することによる用水利用効率の増加に加え、用水の末端までの到達時間の大幅な短縮が期待でき、用水管理のロスを減らすとともに、配水などの操作が容易になるなどの利点が挙げられる。

他方、末端レベルでの用水利用は、整備された施設において利水者の配水管理が実施されることにより、所期の効率の向上が図られる。このような方向は、これまでの協力支援でも進められており、ハード面のメスカ改良と利水者としてのWUA（BCWUA）によるソフト面の活動である配水管理を併行する対応策が、灌漑システムの末端部での用水不足解消に向けた手法として導入されている。したがって、施設のハード面の整備としては、ソフト面の水管理を容易に実施できる圧力管路方式が優れているが、末端施設を運用する利用者の意向が水管理の成否を左右する要素が大きい。

上記の状況を勘案して、本調査における対応策は、利水者としてのWUA（BCWUA）の意向を尊重し、現場条件からメスカの改良方式への適合性を判定して、これらの方式のいずれかを採用するものとする。

ここではメスカ改良の事業費として、圧力管路方式の場合を想定した。メスカ改良の費用は、対象地域として特定されている少数のサブ地域だけで取り扱われるので、対象地域にて得られた情報をもとにメスカ改良に係る事業費を計算した。その結果、1 feddanあたり約15,000 EGP (840 US\$)、1haあたりに換算すると約2,000 US\$と算出された。内訳を表 6.8に示す。

表 6.8 メスカ改良事業費内訳

| 項目 | 事業費 (EGP/feddan) |
|-----------|---------------------|
| メスカ改良本体 | 10,000 |
| ポンプハウス | 1,500 |
| ポンプ本体・制御盤 | 2,000 |
| 仮設費・間接費 | 1,500 |
| 合計金額 | 15,000 |

出典：MWRI提供資料よりJICA調査団作成

この単価は、表 6.9に示す整備事業費の積算に使用した。協力プログラムの中でメスカ改良の対象となるサブ地域は表 6.9に示す通りで、受益者側が積極的な姿勢を示し、事業実施に向けて MWRI との協議を始めている地域である。メスカの改良事業を行うためには、農民グループの積極性、同意が不可欠なことから、事業対象地域として適切と考えられる。それらの地区はバハルヨセフ基幹水路末端のファイユーム県に全て位置している。

表 6.9 メスカ改良に係る事業費

| No. | サブ地域 | 対象となるメスカ | 受益面積 (ha) | 単価 (US\$/ha) | 小計 (US\$) |
|-----|------------------------------|--|-----------|--------------|------------|
| 1 | 22. Aros-Aboseer | <ul style="list-style-type: none"> ➢ Meska of Abo Seer canal ➢ Meska of Arose canal | 6,006 | 2,000 | 12,012,000 |
| 2 | 19. El Gharka | <ul style="list-style-type: none"> ➢ Meskas of Tatoum, ➢ Gergeba and ➢ Bushunt Branch canal | 8,610 | 2,000 | 1,722,000 |
| 3 | 21. Bahr Wahby | <ul style="list-style-type: none"> ➢ Meskas of Wahbi, ➢ El Roubyat and ➢ Bahr El Mahgara canal | 4,746 | 2,000 | 9,492,000 |
| 4 | 27. Sanhour | <ul style="list-style-type: none"> ➢ Meskas of west El-Robee, East el Robee, El Robee El Kebeer, El Robee El Sagher, ➢ El Robee El Waty branch canal | 6,930 | 2,000 | 13,860,000 |
| 5 | 29. Desia, 31. El Gharbia | <ul style="list-style-type: none"> ➢ Meskas of Main Motawel ➢ Tabohar, Gardo ➢ El Koom ➢ El Awsay ➢ Abo Esha | 5,250 | 2,000 | 10,500,000 |
| 6 | 28. Senrew | Meskas of Ganabyet El Seka El Hadeed | 710 | 2,000 | 1,420,000 |
| 7 | 30. Bahr Talat | Meskas of Anz and Ganabyet Anz | 588 | 2,000 | 1,176,000 |
| | | Direct Temporary | | 15% | 9,852,000 |
| | | Total Price | 32,840 | | 75,532,000 |

出典：JICA調査団作成

(2) 圃場レベルでの灌漑改善の検討

エジプトでは、砂漠地域において農地の新規開拓が進められているが、そこでは効率的な水利用の観点から、圃場レベルでの灌漑システムは原則としてスプリンクラー、ドリップなどの節水を前提とした近代灌漑システムの導入が求められている。本調査で主な調査対象としているのは小農が自給的に農業を営む、旧耕地と呼ばれる既存農地で、商業的な開発を前提として行われている新規開拓地とは異なるものの、MWRIとしては水利用のより一層の効率化を図るため、旧耕地への近代灌漑システムの導入も興味を示していることから、その課題について予備的に検討した。実際の導入に際しては、以下に示すように経済性、技術面、制度面などの課題をクリアする必要があるため、適切な調査、試験などのプロセスを経る必要がある。したがって、ここでは工事費としては計上しない。

表 6.10 タイプ別灌漑効率

| タイプ | 灌漑効率 (%) |
|-----------|----------|
| 地表灌漑 | 60 |
| スプリンクラー灌漑 | 75 |
| ドリップ灌漑 | 90 |

出典：Irrigation Water Management: Irrigation Scheduling Annex I, FAO, 1989

表 6.11 近代灌漑システムの初期投資額
(単位：US\$/ha/年)

| 項目 | スプリンクラー灌漑(ポンプ) | 点滴灌漑(ポンプ) |
|-------|----------------|-----------|
| 損料 | 760 | 1,270 |
| 保守点検費 | 80 | 100 |
| 人件費 | 150 | 40 |
| 電気代 | 80 | 120 |
| 費用合計 | 1,070 | 1,530 |

出典：Comparing Total Cost of Irrigation Systems in Victoria (2015), Goulburn Broken Catchment Management Authority, AustraliaよりJICA調査団作成。

1) 灌漑効率

一般的に、地表灌漑、スプリンクラー灌漑、ドリップ灌漑各々の灌漑効率は表 6.10のとおりであり、エジプトの旧耕地で行われている地表灌漑と比べ、スプリンクラー灌漑で15%、ドリップ灌漑で30%の節水効果が見込まれることから、導入した際の節水効果は大きい。

2) 課題

調査対象地域で既存の灌漑農地に近代灌漑システムの導入を検討する場合、以下のような課題が考えられる。

i) 経済性の検討

近代灌漑システムは圧力を持った水を末端まで導水するためのポンプ及び管路、また適正な水管理を圃場レベルで達成するには流量計、圧力計等様々な資機材が必要となり、初期投資額（表 6.11参照）及びその後の維持管理費は小さくない。このため一般的に、自給的に生産される穀類ではなく、野菜、果樹などの商品作物に適用される。したがって導入に際しては、投資額と利益を適切に見積もり、収支を見通しておく必要がある。

また、旧耕地の零細農家が賄うには非常に大きな初期投資がかかり、インセンティブが働かない状況では自己資金での導入は困難であろう。このため、助成もしくは融資制度の導入、節水効果に対するインセンティブなども必要になるとと思われる。

しかし、農家の平均耕地面積は1 ha以下と小さく、高付加価値作物を生産した場合でも規模の面でのメリットが期待できない状況では、利益を出すのは容易ではない。このため、パイロット的に導入してモデルケースを形成した上で、その後の展開を検討するなど、慎重な進め方が求められる。

ii) 近代灌漑システムの維持管理

近代灌漑システムは様々な資機材を用いて行うため地表灌漑に比べて複雑で、技術面でのスキルやノウハウが必要となるが、地域に全く導入されていない、農家に全く経験がないという状況の場合、適切な運営維持管理がなされない恐れがある。特に、調査対象地域の水源はナイル川に端を発する表流水であり、シルト分や細かなゴミなどを含んでいるが、近代灌漑システムを導入するためにはそれらを除くためのフィルターは必須で、適切な維持管理が前提条件となる。

iii) 省庁の連携

圃場レベルの灌漑は本来MALRの管轄であり、近代灌漑システム導入についても同様である。このため、MWRIが単独で導入を進めるのは現実的ではなく、MALRと共同で進めることが予想されるが、その場合両省間の連携、共同作業は必須となるものの、現在両省間でそこまで良好な連携体制はなく、体制の構築が必要となる。

6.2.7 施設整備の取組みのまとめ

以上見てきたように、施設整備の取組みとしては様々な対応策を必要としており、その内容は多岐にわたることから、ここで水路レベル別に対応策を整理するとともに、事業実施によるインパクトを整備水準ごとに確認する。

(1) 水路レベル別に対応策

5.3.1 で前述したハード面での対応策のうち、基幹、幹支線、末端の各水路レベルで想定される具体的な対応策は下表のとおりである。基本的に全ての対応策がCIWMの実現のために有効である。

表 6.12 各水路レベルの対応策

| 水路レベル | 目的 | 対応策 |
|-------|-------------------|---|
| 基幹 | 1. 通水断面の確保 | ＜バハルヨセフ基幹水路＞ ・通水断面不足個所の水路堤防の盛土 ・水路底の高位部の掘削 |
| | 2. 水路法面の保護 | ＜バハルヨセフ基幹水路＞ ・クリティカルカーブ部の護岸工(擁壁工及びインプラント工法) ＜イブラヒミア基幹水路＞ ・市街地区間の護岸工(擁壁工) |
| | 3. 通水阻害個所の撤去 | ＜イブラヒミア基幹水路＞ ・旧堰撤去及び新橋建設 |
| 幹支線 | 1. 小規模水利施設の機能保持 | 取水工、調整堰、堰、暗渠、排水再利用機場、揚水機場等の水利施設の改修:必須 |
| | 2. 水路の送配水機能の回復と向上 | ・幹線水路のライニング(石積工) ・改修が必要な支線水路のライニング(石積工) |
| | 3. 通水断面の確保 | MWRIによる違法建設物の撤去 |
| | 4. ゴミの不法投棄抑止 | ・啓蒙活動等 ・ゴミ対策に有効なボックスカルバート、蓋掛けなどは、小規模水利施設の機能保持への対応策に含む |
| 末端 | 1. 送水機能の改善 | ファイユーム県等でのメスカ改良(ライニングやパイプライン化) |
| | 2. 圃場レベルでの灌漑改善 | スプリンクラーや点滴灌漑の導入が考えられる。ただし、経済性、制度面などの課題から、試験を通じて有効性を検証すべき |

なお、MWRIから、施設整備に関連してメスカ改良（表中では末端の送水機能の改善）、機場の新設・改修（幹支線レベルの小規模水利施設の機能改善）、近代灌漑（具体的には節水灌漑、表中では圃場レベルでの灌漑改善）の導入及び水路敷地（施設整備に伴う廃水路敷）利用についての要望が出されている。

このうち、水路敷地の利用については、管理用道路の設置及びその他の活用方法も含め、今後の調査にて詳細計画を検討することとする。メスカ改良、機場の新設改良及び近代灌漑については、CIWMの実現に資する要素である。このうち、メスカ改良は水利組合活動による末端施設のWMTとの関連も大きく、CIWMにおける水路システムの末端施設整備に不可欠の要素である。また、機場の新設・改修は、供給量の限りのある中で、地区内需用にも対応する用水供給量の増加を図る観点からも、水路システムにおいてCIWMにおける衡平な用水配分に対応するための条件整備としての意義は大きい。なお、近代灌漑の導入は、主に圃場レベルの施設整備であり、農家レベルの灌漑技術の獲得などの条件が整っている現状とはいえ、CIWMの当面の成果を發揮できる可能性は高くないので、今次の事業化の中で対応する施設整備には取り上げない。しかし、中・長期的な灌漑用水利用の効率化の観点からは重要な課題で、後述する水管理の技術協力の中で取

り組んでいく価値は十分にある。

(2) 整備水準ごとのインパクト

これまでに示した各整備水準における施設整備計画（基幹水路の整備及びサブ地域内の異なる整備水準ごとの計画1、2及び3）について、それらの施設整備事業の実施が事業目標達成に与えるインパクトを表 6.13に整理する。一方、これら対応策が取られなければ、ネガティブインパクトとして施設機能は低下していき、水管理作業は困難となり、適切な水配分が出来ない状況となる。このため、これら対応策の早期実施が求められる。

事業実施の目標：CIWMの実現（点の整備に留まらない面的広がりをも有する広範な整備）

- 基幹水路：各サブ地域への必要水量の確実な送水実現
- 幹支線水路：各サブ地域における灌漑地区末端までの用水到達、公平な水配分及び灌漑効率の向上（節水）
- 末端：メスカレベルでの送配水機能の向上

整備水準：

- 計画1：幹線・支線水路内の小規模水利施設の改修（基本的対応策）
- 計画2：計画1に加え、幹線水路の断面整形・ライニングの実施
- 計画3：計画2に加え、さらに支線水路の断面整形・ライニングの実施

表 6.13 整備水準毎の事業実施によるインパクト

| 水路レベル | 整備水準 | インパクト |
|-------|-----------|--|
| 基幹 | ボトルネックの改善 | <ul style="list-style-type: none"> ● 通水断面不足区間や水路法面危険区間の改修整備、及び水路内障害物撤去によって計画通水量を安全かつ確実に流下させることが可能となる。 ● 法面保護工の実施により当該区間の維持管理が容易になり労力・経費が低減できる。 ● 危険箇所（クリティカルカーブ、市街地区間等）の保護工の実施によって地域住民に関わる用地（農地、宅地、道路、鉄道等）の侵食が保護され安全が確保される。 |
| 幹支線 | 計画1 | <ul style="list-style-type: none"> ● 調整堰、取水ゲート等の小規模水利施設の改修整備によって計画的ローテーション灌漑が可能となる。（ただし、ソフト面の水管理技術の改善を伴うことが前提条件） ● 排水再利用機場の改修によって水資源の有効活用（節水）が可能となる。 ● 市街地等での暗渠工の改修によりゴミ投棄が軽減できる。 ● 水利施設の改修整備により各支線水路への配水機能はある程度回復出来るが、水路断面の拡幅・変形状況下では地区末端までの用水の確実な到達、各支線への公平な水配分の実現という面では不十分である。 ● 変形した水路断面の整形は土水路の状態では困難（仮に整形できたとしても時間の経過とともに変形し、持続性を保てない）。 |
| | 計画2 | <ul style="list-style-type: none"> ● 小規模水利施設の改修整備によって計画的ローテーション灌漑が可能となる。 ● 排水再利用機場の改修によって水資源の有効活用（節水）が可能となる。 ● 市街地等での暗渠工の改修によりゴミ投棄が軽減できる。また、幹線水路のライニングにより当該区間の維持管理労力（土砂・水草除去等）が低減される。 ● 幹線水路のライニングにより水路断面の整形が可能となり、支線水路への分水位・分水量の確保が容易となる。 ● ただし、支線水路の断面変形が甚だしい場合は、支線水路入口で分水位・分水量を確保できたとしても送水機能は十分果たせず、末端までの確実な配水到達は保障できない。 ● 幹線水路のライニングにより水路断面幅が縮小でき、用地の有効活用（管理用通路等）が可能となる。 |
| | 計画3 | <ul style="list-style-type: none"> ● 小規模水利施設の改修整備によって計画的ローテーション灌漑が可能となる。 ● 排水再利用機場の改修によって水資源の有効活用（節水）が可能となる。 ● 市街地等での暗渠工の改修によりゴミ投棄が軽減できる。また、幹支線水路のライニン |

| 水路レベル | 整備水準 | インパクト |
|-------|-------|--|
| | | グにより当該区間の維持管理労力（土砂・水草除去等）が大幅に低減される。 ● 幹線水路のライニングにより水路断面の整形が可能となり、支線水路への分水位・分水量の確保が容易となる。 ● 支線水路のライニングを含めることにより、水路末端のメスカに至るまでの全体的な送配水機能を十分に回復出来る。 ● 併せて、末端までの適切かつ公平な水配分が可能となる。 ● 幹・支線水路のライニングにより水路断面幅が縮小でき、用地の有効活用（管理用通路等）が可能となる。 |
| 末端 | メスカ改良 | ● メスカ改良により末端までの用水到達時間を短縮でき用水管理ロスの低減、配水操作が容易となる。特にパイプライン方式の場合顕著である。 ● 水面蒸発・漏水、水草からの場発散等が減少し用水利用効率が向上する。特にパイプライン方式において顕著である。 ● 用地幅縮減（縮小用地の有効活用）、土地境界問題が軽減される。 ● 灌漑時間の短縮・労力低減及びメスカの維持管理労力が低減される。 ● パイプライン化によりゴミ投棄問題が軽減できる。 |

6.3 水管理改善の取組み

6.3.1 水管理改善の考え方

水管理については、基幹水路レベルの広域的な水管理と、幹線水路レベルのサブ地域内での水管理で対応策も大きく異なることから、区分して以下に述べる。また、サブ地域内での水管理については、管理主体はMWRIと水利組合（WUA及びBCWUA）で、各々役割と組織が異なることに留意して具体的な取り組みを検討していく。

(1) 広域的な水管理改善の考え方

新ダイルート堰群建設事業の中で、統合水管理システムの導入が計画されている。ベニスエフに中央管理施設を設置し、各関連部署を監理することとしている。統合水管理システムの内容は、ダイルート堰をはじめとする各主要調整堰（13堰）に管理施設を設けると共に、各主要幹線水路の取水工（41カ所）にも管理所を配置し、利水状況の管理・監視を総合的に行うこととしている。概要を図 6.7に示すが、図中の橙色帯は

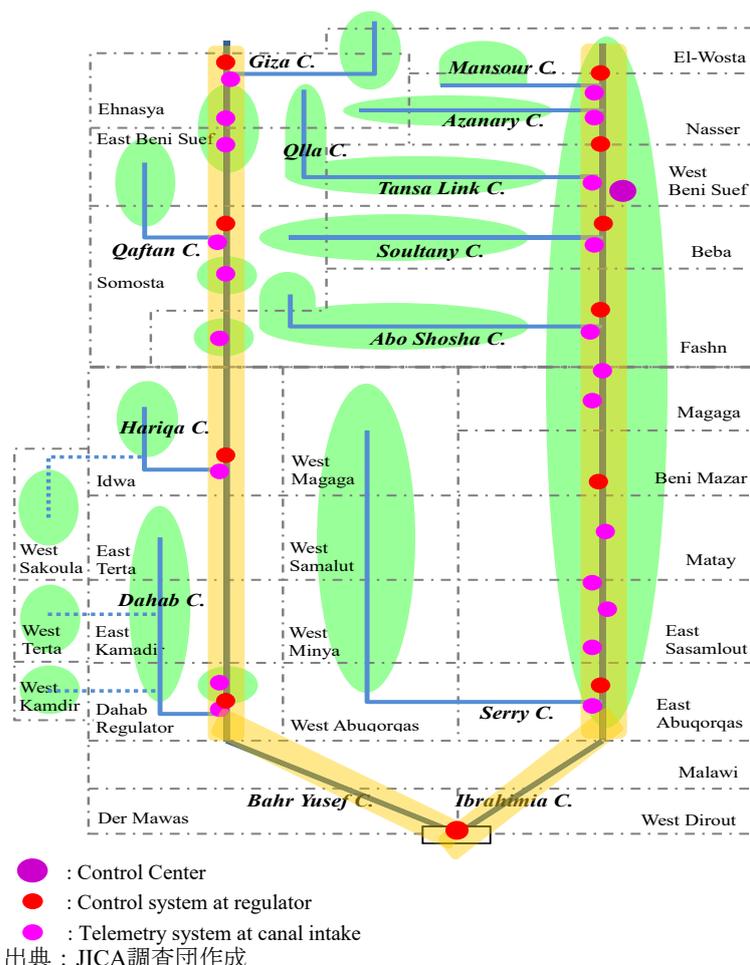


図 6.7 統合水管理システムの計画

導入される統合水管理システムの管理対象区間を概略的に示したものである。

この統合水管理システムの導入と運用によって、情報は視覚化され、合理的で、一元的かつ適切に管理されることが可能となり、また、これまで水管理の関係部署の間で不十分だった情報の共有や連携が進めやすくなる。したがって、新ダイルート堰群建設事業は、広域の水管理に対するソフト面でのプロジェクト実施にとって前提条件となる。

一方、新ダイルート堰群建設事業では、導入された施設の適切な運用に直接関わるMWRI関係部局の職員に対する技術的な能力向上がソフトコンポーネントとして含まれていない。したがって、広域の水管理に関するソフト面でのプロジェクトとしては、新ダイルート堰群建設事業のハード面での効果発現を高めるようなプロジェクトが必要である。加えて、主要幹線水路にも管理所を配置することから、幹線水路を管轄するID職員やIS職員もプロジェクトの対象者として想定する。加えて、サブ地域レベル以下の水管理に対するソフト面でのプロジェクトと相互に結合させるためには、CIWMの理解も前提となる。

(2) サブ地域レベル以下の水管理改善の考え方

サブ地域レベル以下の一連の水路レベルを含むシステムにおいては、機動的かつ一貫性のある水配分・水管理を実現し、一層の効率化を目指す必要がある。そのためには、水路レベルの管理運営主体が異なる状況を踏まえ、MWRIが対応すべき柔軟性を欠く供給主導の配水計画の作成・運用と、水利組合が対応すべき管理域内での公平な水配分の実践、及び両者の連携による持続的で公平な水管理体制を構築することが求められている。

既存の長大な灌漑水路システムは、老朽化しながらも機能し続けており、これは水管理のノウハウを駆使したMWRIの灌漑システム運営に大きく依存している。MWRIの用水供給を行う水管理のノウハウは、長年の経験に裏付けられた精密な灌漑用水の送配水の実施と、それに伴う灌漑施設の操作、状況の把握と実績の蓄積、緊急時の対応等に基づいたものである。MWRIは、このノウハウを生かしつつ、逼迫する水資源を背景とする更なる水利用の効率化を図るため、水需要側の要請にも可能な限り対応する供給計画の立案・履行が求められている。これは、水供給側である基幹・幹線水路の水管理上の責任者としての役割とも言える。

一方、水利組合は、MWRIの送配水と連携して、支線レベルもしくはメスカレベルの需要側の計画的な水使用を実践することが役割となる。これに関し、BCWUAの設立・組織強化が必要となるが、現状ではそれを現場レベルで推進させる現場事務所の体制は期待どおりの拡充がされていない。このため、技術面でMWRIの体制強化に寄与する能力強化及び水利組合に対する水管理に関する能力強化を行い、水路システムの各部分で水管理を担当する組織が役割に応じた機能をする状況をつくる必要がある。

とくに、MWRI内の各部局の連携を進めることが供給側の合理的な水配分の促進につながるため、それらの連携を促す必要がある。加えて、ハード面の整備により機能を回復した灌漑システムにおけるサブ地域以下の衡平な水配分を実現する計画ローテーションを実践するためには、MWRIとWUAが担当する水管理上の役割分担と連携を明確にすることが必要であり、それに向けたMWRIとBCWUA及びWUAの仕組み作りも必要となる。

6.3.2 水管理改善で取組むべき項目

改善プログラムで示した水管理改善の具体的な取組みは、表 6.14のように整理できる。

表 6.14 水管理改善に係る取組み

| No. | 取組 | No. | 内容 | 対象者 | 対象地域 |
|-----|------------------------------|-----|----------------------------|----------------|----------------------------|
| 0 | 実施計画の作成調査 水管理改善計画策定のための調査 | 0-1 | F/S対象地区の水管理の現状と計画の把握 | | サブ地域(第一優先地域) |
| | | 0-2 | パイロット地域(技術協力対象サブ地域)の選定 | | |
| | | 0-3 | パイロット地域水管理実施体制の確認 | | パイロット地域 |
| | | 0-4 | パイロット地域水管理計画の作成と実施方法の提示 | | パイロット地域 |
| | | 0-5 | 水管理体制と水管理計画運用の仕組みの展開法の提案 | | |
| 1 | 水管理の体制と計画作成の強化 および水管理の実施 | 1-1 | サブ地域内の施設整備計画の確認 | | パイロット地域 |
| | | 1-2 | CIWM実現に向けた水管理の体制と実施運用方針の検討 | 主にMWRI | パイロット地域 |
| | | 1-3 | サブ地域内のMWRIの水管理運営詳細計画の作成 | 主にMWRI | パイロット地域 |
| | | 1-4 | モデルサイト(サブ地域の支線水路)の選定 | | パイロット地域 |
| | | 1-5 | 水管理運営詳細計画への合意と共有 | MWRIとBCWUA&WUA | モデルサイト |
| | | 1-6 | 水管理運営詳細計画に基づく水管理の実践 | MWRIとBCWUA&WUA | モデルサイト |
| | | 1-7 | 水管理運営詳細計画に基づく水管理の運用 | MWRIとBCWUA&WUA | パイロット地域内の 合意の得られた支線水路 |
| 2 | BCWUAとWUAの水管理の強化 | 2-1 | BCWUAおよびWUAの現状把握 | BCWUA&WUAとMWRI | パイロット地域 |
| | | 2-2 | BCWUAおよびWUAの設立(未設立の場合) | 主にMWRI | モデルサイト |
| | | 2-3 | 水管理の能力強化研修の実施 | BCWUA&WUA | モデルサイトを含む パイロット地域 |
| | | 2-4 | 水管理運営詳細計画への合意と共有 | BCWUA&WUAとMWRI | モデルサイト |
| | | 2-5 | 水管理運営詳細計画に基づく水管理の実践 | BCWUA&WUAとMWRI | モデルサイト |
| 3 | 水管理システムの運用 | 3-1 | 統合水管理の運用のための機器操作と運用方法の実践 | MWRI | ダイラート堰群建設事業で 設置される基地局など |
| | | 3-2 | パイロット地域水管理機器の操作と運用のための研修 | MWRI | パイロット地域 |
| | | 3-3 | パイロット地域水管理機器の操作と運用の試行 | MWRI | パイロット地域 |

注：パイロット地域は、技術協力の対象となるサブ地域であり、改善プログラムにおいては、ソフト面の協力の開始を可能とする資金協力の施設整備を行う地区である。
 また、モデルサイトは、パイロット地域の中で、技術協力の対象とするサイトである。水利組合を対象に含むので、支線水路レベルの範囲で実施することを想定する。詳細は、7.3.1 (3) を参照。

6.4 施設維持管理改善の取組み

6.4.1 施設維持管理改善の考え方

水管理同様、管理主体はMWRIと水利組合で役割と組織が異なることに留意が必要だが、前章で言及したように、基本的な対応策はアセットマネジメント手法の導入となる。

MWRIは、灌漑システム全体の主体的な運営者であり、システムの継続的使用を担う役割があるため、灌漑施設の維持管理を主導する必要がある。このため、予算等の投入に制限がある中で、基幹水路とその水路上の調整堰等施設及び取水工以降のサブ地域内の水路と小規模構造物の維持管理について、その全体を把握し、灌漑システム全体を俯瞰しつつ、システム内の個々の灌漑施設の構造や機能の劣化を最小限に留める維持管理を推進することが求められる。

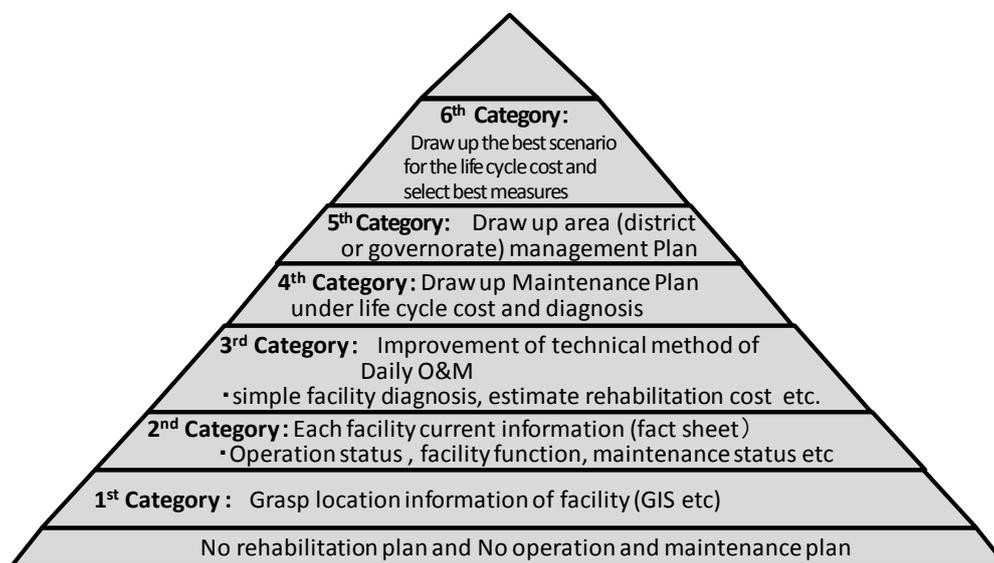
一方、水利組合は、水管理とともに、末端施設の維持管理への参画が期待されており、MWRIの指導の下、末端の灌漑施設にかかる維持管理を行う役割を担っている。

以上から、末端での維持管理に関し、水利組合に期待する必要があるものの、灌漑システム全体の維持管理は、MWRIが主導的に行うことが前提となる。したがって、MWRIが一連の水路レベルにおける灌漑施設の機能の劣化や施設構造の安全性等の状態を確認し、それらの灌漑施設への負の影響を減少させる維持管理上の技術と仕組みを獲得することが重要であり、そのために、アセットマネジメント手法の一部を導入する。

アセットマネジメントの仕組みは、施設がある程度の健全性を保持している間に、必要な対応をすることで施設の長寿命化を図り、ライフサイクルコストの低減を図るものである。実践のためには、施設の基本的な情報を正確に把握・整理し、日常点検や定期点検、機能診断調査などで情

報をアップデートするとともに、適宜適切な対応策をとる必要がある。新規に導入を図るエジプトの場合、MWRIが、アセットマネジメント手法により施設状態を把握する現場調査や、主に目視による機能診断を進めて、施設管理台帳（機能、位置、築年、修理履歴、現況等を記録）を作成し、計画的な施設の維持管理を実施する仕組みを構築する。また、アセットマネジメント手法を援用した施設維持管理計画の作成を通じ、施設管理担当者が計画的な維持管理に必要な技術や進め方を理解するための支援も必要である。

図 6.8に、アセットマネジメントのレベル分けを示す。下から、カテゴリ1：位置情報の把握、カテゴリ2：施設台帳の整理、カテゴリ3：日常点検の改善、カテゴリ4：維持管理計画の策定、カテゴリ5：地域施設管理計画の策定、カテゴリ6：ライフサイクルコストを考慮した対策選択となっており、改善プログラムとしては、より合理的な施設維持管理（アセットマネジメント手法）を実施するための体制構築が求められることから、パイロット地域においてカテゴリ1-4の実現を想定する。



出典：MWRI 派遣 JICA 専門家

図 6.8 灌漑施設のアセットマネジメントのレベル分け

加えて、水管理同様、ハード面の整備により機能を回復した灌漑システムに対する維持管理を実践するためには、MWRIと水利組合が管轄する各灌漑施設の維持管理の役割分担と連携が必要であり、それに向けたMWRI関係職員と水利組合の仕組み作りも必要となる。

6.4.2 施設維持管理改善で取り組むべき項目

改善プログラムで示した施設維持管理改善の具体的な取組みは、表 6.15のように整理できる。

表 6.15 施設維持管理改善に係る取組み

| No. | 取組み | No. | 内容 | 対象者 | 対象地域 |
|-----|----------------------------|-----|-------------------------|-----------------------|--------------------------|
| 1 | 施設状況把握のための準備 | 1-1 | 施設情報の取得(位置、状況等) | ID (IS, IIS, RGBS) | サブ地域(第1優先地域) |
| | | 1-2 | ファクトシート様式作成と施設調査方法技術の獲得 | ID (IS, IIS, RGBS) | 同上 |
| 2 | 施設状況と診断に係る技術的な調査の導入 | 2-1 | アセットマネジメント手法への理解醸成 | MWRI | - |
| | | 2-2 | 調査技術(理論的)の獲得 | MWRI | - |
| 3 | 施設状況と診断による作業の実施 (手法の確立) | 3-1 | 施設調査の実施 | ID (IS, IIS, RGBS) | サブ地域(第1優先地域) のパイロット地域 |
| | | 3-2 | 施設調査の蓄積整理 | ID (IS, IIS, RGBS) | 同上 |
| | | 3-3 | 施設調査結果のデータベース化 | - | 同上 |
| 4 | 施設調査結果の活用 | 4-1 | データベースの活用 | - | 同上 |
| | | 4-2 | 各種マニュアル作成 | - | 同上 |
| | | 4-3 | 予算、体制の検討・提案 | - | 同上 |
| | | 5-1 | 水利組合データの収集 | BCWUA, WUA | 同上 |
| 5 | MWRIと水利組合の協働活動 | 5-2 | 水利組合データの収集 | BCWUA, WUA | 調査対象地域内のパイ ロット地域以外全域 |

6.5 サブ地域の優先順位付け

調査対象地域において、サブ地域は80地域あり、また、総面積は約55万haに及ぶ。時間的、予算的制約を考慮すると、灌漑システムのハード面での整備を一度に全て実施するのは現実的ではない。このため、クライテリアを設けて優先順位付けを行い、3グループに分けて、CIWM実現のためのロードマップのスパンである20年間かけて全地域の機能回復を図る計画としている。以下に優先順位付けの手順、結果を述べる。

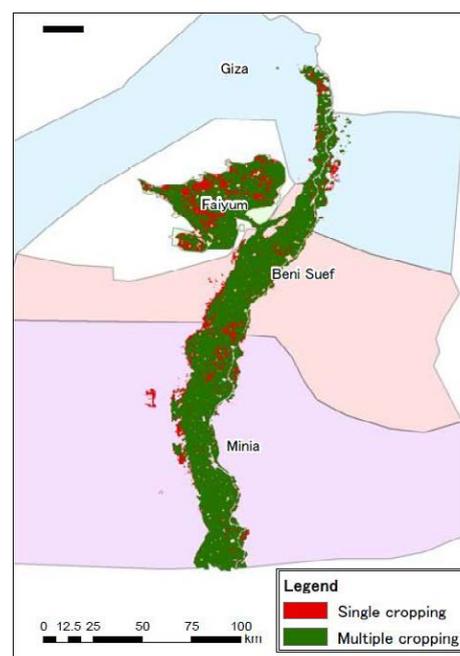
6.5.1 優先順位付けの手順

バハルヨセフ水路系、イブラヒミア水路系及びカセッド水路系で設定した計80カ所のサブ地域について、利用可能な情報を用いて、以下のようにサブ地域の優先順位付けを行った。

エジプト側の政策的優先度を優先順位付けの項目として、5つの政策的優先度（緊急性、必要性、インパクト、有効性及び持続性）を設定した。加えて、各政策的優先度に対応するMWRIの重視するハード・ソフトの改善事項を、MWRI側と協議・設定した。それらを踏まえ、本調査で収集したデータに対し、点数付けを行った。点数付けは、0点（関連なし）を含め、影響度により1から3点を配分する。政策的優先度及びMWRIの重視するハード・ソフトの改善事項は以下のとおりである。

(1) 緊急性

事業実施の緊急性は対象地域の水不足の深刻な状況から評価するものとし、単作面積（作付回数が1回と判定される面積）の割合が高いほど水不足がある状態と判定した。



出典：JICA調査団作成

図 6.9 2009年の作付回数の分布

渇水度合が大きい2009年の衛星画像解析（図 6.9）から、地域ごとの耕地面積（作付ありと判定される面積）に対する単作面積の率を算定した（表 6.16）。

表 6.16 各県の水不足程度（単位：ha）

| 県 | 耕地面積 | 単作面積 | 単作の割合 |
|--------|---------|--------|-------|
| ファイユーム | 206,966 | 45,263 | 21.9% |
| ベニスエフ | 186,356 | 16,556 | 8.9% |
| ミニヤ | 319,619 | 35,438 | 11.1% |

出典：JICA調査団作成

水不足状況を解析した範囲全体では、単作面積が多い年は14%、少ない年は8%であったこと（第2章参照）から、これらの値を閾値に設定して、点数を配分した。

上エジプトの調査対象地域では、表 6.16のような割合となり、ファイユーム県が水不足を多発する地域と判定する。なお、画層解析対象外のガルビア県は、ファイユーム県より下流に位置し同様の傾向を示すものと判断し、水不足を多発する地域に区分した。

(2) 必要性

エジプト政府及び現場サイドからの要望・ニーズから、事業の必要性を判定する。MWRIから実施の優先度の高いと示された2項目、すなわち排水再利用機場改修とメスカ改良を優先順位付けのクライテリアに設定する。優先度の指標は、サブ地域内の排水再利用機場の有無とメスカ改良の要望と実施見込みのある地域に重み付け（「有」に3点付与）を行う。

(3) インパクト

サブ地域ごとの灌漑システムの規模が大きくなればなるほど、プロジェクト実施による用水効率の改善の正の影響が大きくなると考えられる。したがって、サブ地域ごとの受益面積を3つのレベルに分け、10,000 ha以上は3点、5,000～9,999 haは2点、5,000 ha未満は1点とした。

(4) 有効性

本調査では、灌漑システムが送配水システムとして用水配分を適切に実施できる状態にないことが確認されており、用水管理を的確に行うためにも、施設の機能発揮はこの前提となる。灌漑システムにおける送配水管理は、各圃場に至るまでの施設の配置が充実しているサブ地域を事業実施による状況の改善をより期待できると判定する。

このことから、プロジェクトの有効性の評価は、サブ地域の水路密度（単位面積当たりの延長）と構造物の密度（構造物当たりの支配面積）の2指標を用いて行う。

(5) 持続性

農民の参加はプロジェクトの持続性を示す指標の1つと言える。特に、BCWUAの有無は、将来のWMTの実現に向けた農民参加を進める準備の意味も持つので、BCWUAの目標に対する設立率を持続性の指標として用いることとする。MWRIからのデータによれば、上エジプト地域では、ファイユーム県が位置する北ナイル溪谷でBCWUA設立率が最も高く、ミニヤ県、ベニスエフ県の順になる。また、カセッド水系が位置するガルビア県を含む中央デルタも43.9%となっている。各

地域のBCWUAの結成率から、以下に示すように、対象地区の点数付けを行った。

表 6.17 BCWUAの目標に対する設立率

| 地区 | BCWUA結成率 | 点 | 備考 |
|---------|----------|---|--------------|
| 北ナイル渓谷 | 49.2% | 3 | ファイユーム県が位置する |
| ベニスエフ | 11.5% | 1 | ベニスエフ県 |
| 中央ナイル渓谷 | 37.9% | 2 | ミニヤ県が位置する |
| 中央デルタ | 43.9% | 3 | ガルビア県が位置する |

出典：MWRI

(6) サブ地域の優先順位付けに関する項目のまとめ

MWRIの重視する改善事項、クライテリア、配点等を表 6.18に示す。

表 6.18 MWRIの重視するハード・ソフトに対する改善事項と点数

| 政策的優先度 | MWRIの重視する改善事項 | クライテリア | 点数 | 「MWRIの重視する改善事項」とする考え方 |
|---------|---------------|-------------|----|--|
| 緊急性 | 水不足の頻度 | ≥ 14% | 3 | 衛星画像解析から、渇水傾向の年の作付率を基に灌漑用水が不足していると判定される単作区域をプロジェクト実施の緊急性をありとした。 |
| | | < 14% | 2 | |
| | | < 8% | 1 | |
| 必要性 | MWRIの優先度 | 排水再利用機場 | 3 | 灌漑総局から強い要望のある排水再利用とWUC設立が相対的に進んでいるファイユームのメスカ改良を事業対象としての必要性が大きいと判定した。 |
| | | メスカ | 3 | |
| | | ナイル | 0 | |
| インパクト | 受益面積の大きさ | ≥ 10,000ha | 3 | 灌漑面積規模の大きい地域はプロジェクト実施による影響が大きいことから、これをプロジェクトのインパクトの指標とした。 |
| | | < 10,000ha | 2 | |
| | | < 5,000ha | 1 | |
| 有効性 | 水路密度の大きさ | ≥ 10m/ha | 3 | サブ地域内の水路密度が大きいことは、サブ地域の送配水システムにかかる施設機能の完全に向けた対処を効果的に行う余地が大きいと判定し、これをプロジェクト実施の有効性の指標とした。 |
| | | < 10m/ha | 2 | |
| | | < 5m/ha | 1 | |
| | 構造物の箇所当たり支配面積 | < 200ha | 3 | サブ地域内の構造物密度が高いことは、地域内の灌漑システムの構造物の機能維持ができないことによる用水分配に関連する問題が多く発生すると想定される一方、この問題への対処による改善の余地が大きいと判定し、同様に有効性の指標とした。 |
| | | < 400ha | 2 | |
| > 400ha | 1 | | | |
| 持続性 | BCWUAの設立割合 | ファイユーム、ガルビア | 3 | 灌漑システムの水管理の仕組みの中核を担うBCWUAの設立状況は、プロジェクトの持続性に通じる仕組み構築の前提となることから、その設立率を指標とした。 |
| | | ミニヤ | 2 | |
| | | ベニスエフ | 1 | |
| | | | | |

出典：JICA調査団作成

6.5.2 サブ地域の優先順位付けの結果と事業化に向けた優先地域分け

サブ地域の優先順位付け基準を適用して、サブ地域の80地域に点数付けを行い、優先順位の判定を行った。サブ地域の優先度を踏まえ、各優先地域の適正規模を念頭に、優先地域に振り分ける際には、対象地域約55万haのうち、20万haが施設整備面での事業実施に対するまとまりとして技術的に妥当な面積であると判断したことから、優先地域に振り分けられたサブ地域の総面積が概ね同数になるように、3つの優先地域に分類した。サブ地域の優先順位付けの結果を表 6.19に示す。また、これらの位置図は図 6.10 サブ地域の優先順位付けの結果に示す。

表 6.19 サブ地域の優先順位付けの結果

| Sub Region | GD | ID | Water Scarcity | Size (Area) | Canal Intensity | Structure Distribution | MWRI Priority | Water Users formation | Score | Priority | Area (ha) | Source of Water |
|--------------------------|------------|--|----------------|-------------|-----------------|------------------------|---------------|-----------------------|-------|----------|----------------|-----------------|
| Bahr Wahby | Faiyum | Sayla, Tamyā | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 18 | 1 | 16,462 | Bahr Yusef |
| Bahr Talat | Faiyum | Ebshawy | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 16 | 1 | 3,875 | Bahr Yusef |
| El Ghark | Faiyum | Atsa, El Ghark | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 15 | 1 | 20,174 | Bahr Yusef |
| Aros & Abo Seer | Faiyum | Atsa | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 15 | 1 | 5,680 | Bahr Yusef |
| Sanhor | Faiyum | Senories | 3 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 15 | 1 | 6,892 | Bahr Yusef |
| Sary | West Minya | West Abu Kurkas, West Minia, West Samalout, West Maghaga | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 15 | 1 | 50,511 | Ibrahimia |
| Tansa-Kella | Beni Suef | East Beni Suef, Ahnasia, West Beni Suef | 2 | 3 | 3 | 3 | 3 | 1 | 15 | 1 | 10,424 | Ibrahimia |
| Kased | Gharbia | Tanta, Kotor | 3 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 15 | 1 | 21,531 | Kased |
| El Gharbia | Faiyum | Ebshawy | 2 | 3 | 2 | 1 | 3 | 3 | 14 | 1 | 10,902 | Bahr Yusef |
| Senw | Faiyum | Ebshawy | 3 | 2 | 1 | 2 | 3 | 3 | 14 | 1 | 7,964 | Bahr Yusef |
| Desia | Faiyum | Ebshawy | 3 | 2 | 2 | 1 | 3 | 3 | 14 | 1 | 8,847 | Bahr Yusef |
| Dahrout and other | East Minya | Beni Mazar, East Maghaga | 2 | 2 | 3 | 2 | 3 | 2 | 14 | 1 | 7,350 | Ibrahimia |
| Abo Shosha | Beni Suef | El Fashen, Samosta | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 14 | 1 | 6,266 | Ibrahimia |
| El Soutani | Beni Suef | Samosta, Beba, Ahnasia | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 14 | 1 | 20,115 | Ibrahimia |
| Bosh and other | Beni Suef | Naser | 2 | 2 | 3 | 3 | 3 | 1 | 14 | 1 | 5,572 | Ibrahimia |
| Senours | Faiyum | Senories | 3 | 3 | 2 | 2 | 0 | 3 | 13 | 2 | 13,237 | Bahr Yusef |
| El Zawia | Faiyum | Senories | 3 | 2 | 2 | 3 | 0 | 3 | 13 | 2 | 6,520 | Bahr Yusef |
| Saba | West Minya | Edwa | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 13 | 2 | 6,846 | Bahr Yusef |
| El Gandia | East Minya | East Maghaga | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 13 | 2 | 5,141 | Ibrahimia |
| El Mansour Eyosra | Beni Suef | Naser | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 13 | 2 | 2,335 | Ibrahimia |
| Qashisha and other | Beni Suef | El Wasta | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 13 | 2 | 1,294 | Ibrahimia |
| Ibrahimiya and other | Beni Suef | El Wasta | 2 | 1 | 3 | 3 | 3 | 1 | 13 | 2 | 1,890 | Ibrahimia |
| Kom El Zohir and other | East Minya | East Abu Kurkas, East Samalout | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 2 | 13 | 2 | 7,752 | Ibrahimia |
| Kofan | Beni Suef | Somusta | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 12 | 2 | 8,036 | Bahr Yusef |
| El Nazie | Faiyum | Atsa, Yousif El Seddik, El Ghark, El Nazla | 3 | 3 | 2 | 1 | 0 | 3 | 12 | 2 | 39,315 | Bahr Yusef |
| El Elam & Dar Ramada | Faiyum | El Faiyum | 2 | 2 | 2 | 3 | 0 | 3 | 12 | 2 | 7,977 | Bahr Yusef |
| El Dahab | West Minya | Monshat El Dahab, West Kamadir, East Terfa | 2 | 3 | 3 | 2 | 0 | 2 | 12 | 2 | 28,363 | Bahr Yusef |
| Absouge and other | Beni Suef | El Fashen | 2 | 2 | 2 | 2 | 3 | 1 | 12 | 2 | 9,596 | Ibrahimia |
| Tanhala | Faiyum | El Faiyum, Tamyā | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 3 | 11 | 2 | 9,260 | Bahr Yusef |
| Kamadir | West Minya | West Kamadir | 2 | 2 | 3 | 2 | 0 | 2 | 11 | 2 | 5,040 | Bahr Yusef |
| East Hafez | East Minya | East Abu Kurkas | 2 | 1 | 3 | 3 | 0 | 2 | 11 | 2 | 2,738 | Ibrahimia |
| Bani Khalid & Other | East Minya | Der Mewas, Melwy, Monshat El Dahab | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 10 | 3 | 5,573 | Bahr Yusef |
| Harika | West Minya | Edwa | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 10 | 3 | 6,468 | Bahr Yusef |
| Sakola PS | West Minya | Sakoula | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 10 | 3 | 5,040 | Bahr Yusef |
| Ahanasya-Beni Haroun | Beni Suef | East Beni Suef | 2 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 10 | 3 | 7,791 | Ibrahimia |
| South Ashmant Canal | Beni Suef | Naser | 2 | 1 | 3 | 3 | 0 | 1 | 10 | 3 | 1,940 | Ibrahimia |
| El Zawya and other | Beni Suef | El Wasta | 2 | 1 | 3 | 3 | 0 | 1 | 10 | 3 | 1,065 | Ibrahimia |
| Atwab-El houma | Beni Suef | El Wasta | 2 | 1 | 3 | 3 | 0 | 1 | 10 | 3 | 1,770 | Ibrahimia |
| Medoum | Beni Suef | El Wasta | 2 | 1 | 3 | 3 | 0 | 1 | 10 | 3 | 2,276 | Ibrahimia |
| El mansaur | Beni Suef | El Wasta | 2 | 1 | 3 | 3 | 0 | 1 | 10 | 3 | 1,961 | Ibrahimia |
| Damaris and other | East Minya | East Samalout | 2 | 2 | 2 | 2 | 0 | 2 | 10 | 3 | 5,901 | Ibrahimia |
| Mazora PS | Beni Suef | Somusta | 2 | 3 | 2 | 1 | 0 | 1 | 9 | 3 | 10,710 | Bahr Yusef |
| Raahel | West Minya | Monshat El Dahab | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 9 | 3 | 2,780 | Bahr Yusef |
| Terfa | West Minya | West Terfa | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 9 | 3 | 8,211 | Bahr Yusef |
| Shoieb Darwish | East Minya | Malaya | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 9 | 3 | 2,992 | Ibrahimia |
| Malaua and other | East Minya | Malaya, Beni Mazar | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 9 | 3 | 5,756 | Ibrahimia |
| Maghaga El Fashina | East Minya | East Maghaga | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 9 | 3 | 5,198 | Ibrahimia |
| Saedyhat El Feshna | Beni Suef | El Fashen | 2 | 1 | 3 | 2 | 0 | 1 | 9 | 3 | 2,428 | Ibrahimia |
| North Sharahna | Beni Suef | Beba | 2 | 1 | 3 | 2 | 0 | 1 | 9 | 3 | 1,840 | Ibrahimia |
| El Azhay | Beni Suef | West Beni Suef | 2 | 1 | 3 | 2 | 0 | 1 | 9 | 3 | 4,835 | Ibrahimia |
| El Saayda | Beni Suef | West Beni Suef | 2 | 1 | 2 | 3 | 0 | 1 | 9 | 3 | 1,361 | Ibrahimia |
| South Qashisha | Beni Suef | Naser | 2 | 1 | 3 | 2 | 0 | 1 | 9 | 3 | 3,053 | Ibrahimia |
| West Hafez | East Minya | East Abu Kurkas | 2 | 2 | 2 | 1 | 0 | 2 | 9 | 3 | 9,763 | Ibrahimia |
| El Disout | East Minya | East Samalout | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 9 | 3 | 2,566 | Ibrahimia |
| El Salsaf | East Minya | East Samalout, Malaya | 2 | 1 | 1 | 3 | 0 | 2 | 9 | 3 | 2,163 | Ibrahimia |
| Samalout | East Minya | East Samalout | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 9 | 3 | 2,184 | Ibrahimia |
| Harika Delhans | Beni Suef | El Fashen | 2 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | 8 | 3 | 11,634 | Bahr Yusef |
| Bahnasa & other | West Minya | West Terfa, Edwa | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 8 | 3 | 2,451 | Bahr Yusef |
| Adkak | East Minya | Malaya | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 8 | 3 | 2,310 | Ibrahimia |
| Beni Mazar and other | East Minya | Beni Mazar | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 8 | 3 | 3,121 | Ibrahimia |
| El Fant | Beni Suef | El Fashen | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 8 | 3 | 2,940 | Ibrahimia |
| El Fashniya and other | Beni Suef | El Fashen | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 8 | 3 | 4,515 | Ibrahimia |
| South Ahmed Pasha | Beni Suef | Beba | 2 | 1 | 3 | 1 | 0 | 1 | 8 | 3 | 2,908 | Ibrahimia |
| Sheikh Haroun | Beni Suef | East Beni Suef | 2 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 | 8 | 3 | 1,218 | Ibrahimia |
| El Shakra | Beni Suef | East Beni Suef | 2 | 1 | 1 | 3 | 0 | 1 | 8 | 3 | 2,600 | Ibrahimia |
| North Ashmant | Beni Suef | El Wasta | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 8 | 3 | 3,557 | Ibrahimia |
| Atwab | Beni Suef | El Wasta | 2 | 2 | 1 | 2 | 0 | 1 | 8 | 3 | 6,421 | Ibrahimia |
| Haram medoum and other | Beni Suef | El Wasta | 2 | 1 | 2 | 2 | 0 | 1 | 8 | 3 | 4,390 | Ibrahimia |
| Belhansa | Beni Suef | West Maghaga, El Fashen | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 7 | 3 | 4,761 | Bahr Yusef |
| Wady El Ryan & other | Beni Suef | Ahnasia | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 7 | 3 | 4,619 | Bahr Yusef |
| Waslat Bahabshin & other | Beni Suef | Ahnasia | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 7 | 3 | 2,369 | Bahr Yusef |
| El Soutary-2 | Beni Suef | Ahnasia | 2 | 2 | 1 | 1 | 0 | 1 | 7 | 3 | 9,277 | Bahr Yusef |
| Right Giza | Beni Suef | West Beni Suef | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 7 | 3 | 1,428 | Bahr Yusef |
| Abo Essa | East Minya | Malaya | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 7 | 3 | 3,608 | Ibrahimia |
| Abo Hasiba | East Minya | Malaya, Beni Mazar | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 7 | 3 | 3,885 | Ibrahimia |
| El Sahlyah | East Minya | East Abu Kurkas | 2 | 1 | 1 | 1 | 0 | 2 | 7 | 3 | 2,940 | Ibrahimia |
| North Ahmed Pasha | Beni Suef | Beba | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 7 | 3 | 2,100 | Ibrahimia |
| West Magroufa and other | Beni Suef | East Beni Suef | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 7 | 3 | 1,528 | Ibrahimia |
| Right Tansa-Tezment | Beni Suef | East Beni Suef | 2 | 1 | 1 | 2 | 0 | 1 | 7 | 3 | 2,646 | Ibrahimia |
| Monshaat El Hag | Beni Suef | Ahnasia | 2 | 1 | 2 | 1 | 0 | 1 | 7 | 3 | 4,956 | Bahr Yusef |
| | | | | | | | | Total | | | 555,711 | |

出典：JICA調査団作成

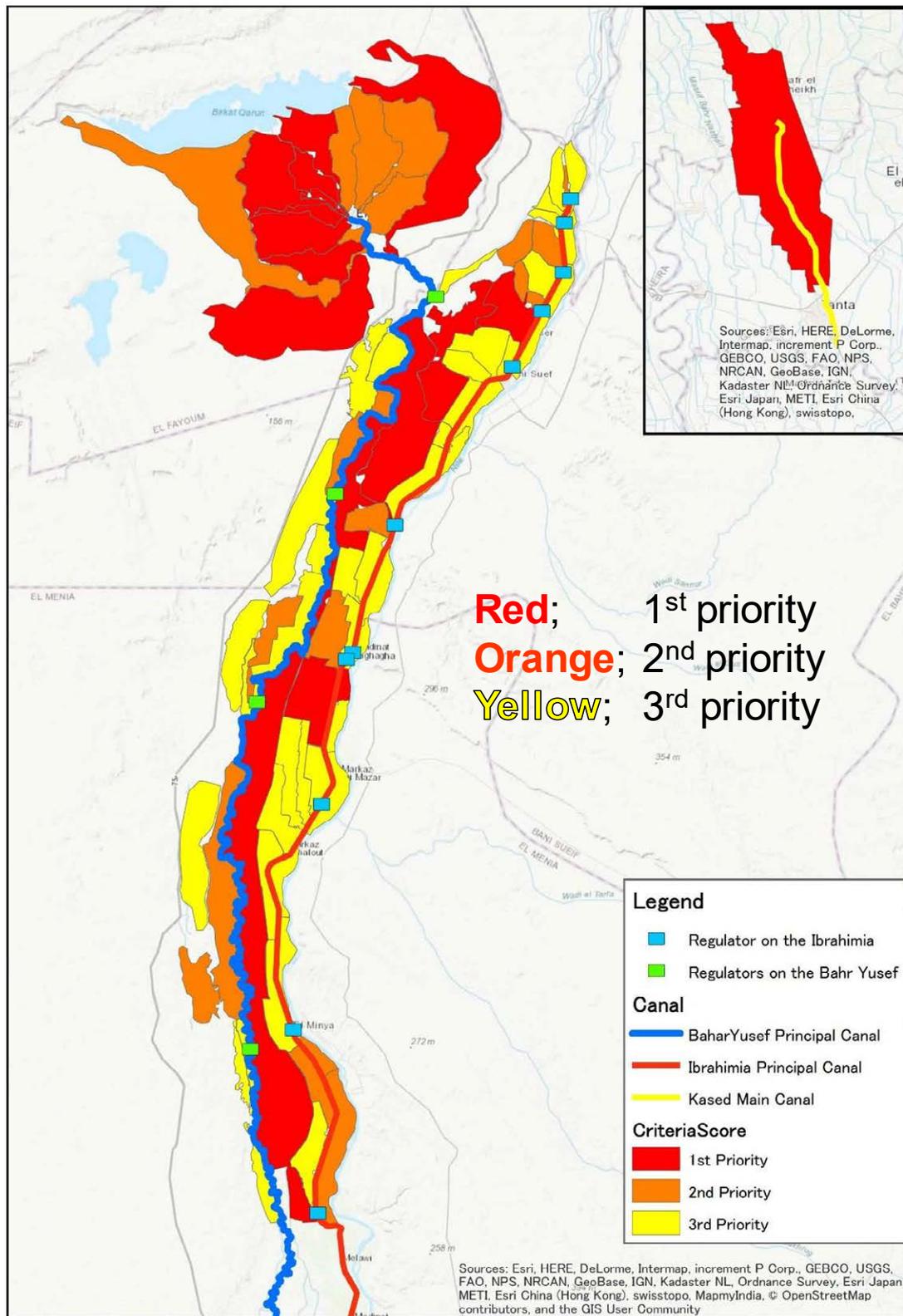


図 6.10 サブ地域の優先順位付けの結果

調査対象地域の各県の優先順位付けされたサブ地域数は表 6.20のとおりである。

表 6.20 各県（GD）のサブ地域の優先順位

| 県 | GD | 第1優先の 地域数 | 第2優先の 地域数 | 第3優先の 地域数 | 合計 | |
|--------|---------|--------------|--------------|--------------|-----|---------|
| | | | | | 地域数 | 面積 (ha) |
| ファイユーム | ファイユーム | 8 | 5 | 0 | 13 | 157,105 |
| ベニスエフ | ベニスエフ | 4 | 5 | 30 | 39 | 180,425 |
| ミニヤ | 西ミニヤ | 1 | 3 | 5 | 9 | 115,710 |
| | 東ミニヤ | 1 | 3 | 14 | 18 | 80,941 |
| ガルビア | ガルビア | 1 | 0 | 0 | 1 | 21,531 |
| 合計 | 地域数 | 15 | 16 | 49 | 80 | |
| | 面積 (ha) | 202,565 | 155,340 | 197,806 | | 555,711 |

出典：JICA調査団作成

第1優先地域のサブ地域は15地域となり、ファイユームから最も多くのサブ地域が選定された。また、第3優先地域は、サブ地域の数が多いが、対象面積としては、第1優先地域と同程度である。さらに、調査対象地域の水路系別の優先地域数は表 6.21のようになる。

表 6.21 水路系ごとのサブ地域の優先順位

| 水路系 | 第1優先の 地域数 | 第2優先の 地域数 | 第3優先の 地域数 | 合計 | |
|--------|--------------|--------------|--------------|---------|---------|
| | | | | 地域数 | 面積 (ha) |
| バハルヨセフ | 8 | 9 | 14 | 31 | 285,666 |
| イブラヒミア | 6 | 7 | 35 | 48 | 248,514 |
| カセッド | 1 | 0 | 0 | 1 | 21,531 |
| 合計 | 地域数 | 15 | 16 | 49 | 80 |
| | 面積 (ha) | 202,565 | 155,340 | 197,806 | |

出典：JICA調査団作成

第1優先地域は、3つの水路系を含んでいる。第1及び2優先地域は、バハルヨセフ水路系がやや多いが、第3優先地域の多くがイブラヒミア水路系に含まれる。

なお、下記に示す工事内容においては、バハルヨセフ基幹水路におけるクリティカルカーブの一部区間を除き、全ての工事がエジプト国内における在来工法による施工が可能と想定している。バハルヨセフ基幹水路の一部クリティカルカーブの護岸工においては、その立地条件から在来工法の採用が困難と判断されるため、特殊工法（インプラント工法：日本の技術）の導入を提案している。また、排水再利用機場のポンプ計器類やゲート類に関しても小規模であることから、エジプト国内で調達可能とみなしている。

6.5.3 全体の事業規模及び各優先地域の事業規模

協力プログラムを構成するハード面である施設整備の協力の方向性で算定した個々の工事費を、2つの基幹水路と全てのサブ地域に適用し、仮に35%の諸経費を加える。各整備水準の事業費に含まれる工事内訳を次表 6.22に示す。

表 6.22 各整備水準の事業費に含まれる対象工事内訳

| 整備水準 | 対象工事内容 |
|--|--|
| 計画1 （水利施設の改修、 幹支線水路のライニ ングなし） | <ul style="list-style-type: none"> ● 基幹水路（ボトルネック）改修 <ul style="list-style-type: none"> ・ バハルヨセフ基幹水路の通水断面不足箇所の堤防盛土、水路底高位部の掘削、クリティカルカーブ部の護岸工 ・ イブラヒミア基幹水路のミニヤ市街地区間の護岸工、旧堰撤去・新橋建設 |

| 整備水準 | 対象工事内容 |
|--------------------------------|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> ● 幹支線水路の小規模水利施設（取水工、調整堰、排水再利用機場、暗渠工等） ● メスカ改良（ファイユーム県） |
| 計画2 （計画1 + 幹線水路 ライニングあり） | <ul style="list-style-type: none"> ● 基幹水路（ボトルネック）改修 ● 幹支線水路の小規模水利施設（取水工、調整堰、排水再利用機場、暗渠工等） ● メスカ改良（ファイユーム県） ● 幹線水路のライニングによる断面整形 |
| 計画3 （計画2 + 支線水路 ライニングあり） | <ul style="list-style-type: none"> ● 基幹水路（ボトルネック）改修 ● 幹支線水路の小規模水利施設（取水工、調整堰、排水再利用機場、暗渠工等） ● メスカ改良（ファイユーム県） ● 幹線水路のライニングによる断面整形 ● 支線水路のライニングによる断面整形 |

出典：JICA調査団作成

表 6.23 調査対象地域全体工事費

(単位：US\$)

| 項目 | | 工事費 | | |
|--------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| 基幹水路 | 直工費（仮設費含む） | | | |
| | バハルヨセフ | 66,538,000 | | |
| | イブラヒミア | 17,176,000 | | |
| | 小計 | 83,714,000 | | |
| サブ地域 | 直工費（仮設費含む） | 計画1 | 計画2 | 計画3 |
| | 第1優先地域 | 115,938,000 | 254,779,000 | 431,330,000 |
| | 第2 〃 | 58,259,000 | 164,875,000 | 298,185,000 |
| | 第3 〃 | 48,488,000 | 182,496,000 | 377,871,000 |
| | 小計 | 222,685,000 | 602,150,000 | 1,107,386,000 |
| 中計 | 306,399,000 | 685,864,000 | 1,191,100,000 | |
| 諸経費(直工費の35%) | 107,240,000 | 240,052,000 | 416,885,000 | |
| 合計 | 413,639,000 | 925,916,000 | 1,607,985,000 | |

注：本工事費には、コンサルティング・サービス費、労務費、税金、物価上昇率、予備費は含まれていない。

出典：JICA調査団作成

CIWM実現のためのロードマップに対応する工事内訳の整備水準に応じた事業費の構成を表 6.23 に示す。

CIWMにおいては、基幹水路（バハルヨセフとイブラヒミア基幹水路）は、サブ地域への送水を担う施設として、サブ地域の整備内容にかかわらず、優先的に実施される。また、サブ地域は、用水の利用効率に影響する整備水準に応じて計画1、計画2及び計画3として、基幹水路の工事とともに、サブ地域全域で実施される。それぞれの整備水準に応じた全体の事業費（表中の「合計欄」）は、直接工事費（表中の「中計欄」）に諸経費（直接工事費の35%）を加えて、算出した。なお、サブ地域については、CIWMロードマップの実施ステージに応じた優先地域ごとの内訳（第1優先地域、第2優先地域及び第3優先地域）を併せて表に示した。

第7章 日本の協力への提言

これまでの章では、CIWM 実現に向けたロードマップをまとめ、ロードマップにおける必要な取組みを整理し、当面必要となる取組みを組み合わせた改善プログラムを策定した。

本章では、改善プログラムに基づき、ハード・ソフト両面における日本が実施しうるスキームに適合させたプロジェクト群を日本の協力プログラム案として提案する。ハード面では、我が国の協力スキームに則って協力案の概要を示すとともに、予備的に概算事業費と便益を算出し、経済性の検討を行った。この結果を踏まえて、本調査団は、今後、同円借款事業案について詳細な検討と基本設計を行うフィージビリティ（F/S）調査の実施を提案するものである。ソフト面では、改善プログラムの取組みから想定される水管理と施設維持管理にかかるプロジェクトを提案している。

7.1 日本の協力プログラム案

改善プログラム中の取組みに関し、施設整備、水管理及び施設維持管理（アセットマネジメント手法）の3分野について、可能なスキームを勘案し、日本の協力として下表に整理した。

表 7.1 改善プログラムの取組みの整理

| 活動内容 | | 日本の協力案 | |
|--------------------------|------------------------------------|-----------------|------------|
| 施設整備 | フィージビリティ調査 | FS | |
| | 基幹水路レベルの統合的水管理システム運用に向けた機材の調達 | 新ダйлールト堰群建設事業 | |
| | サブ地域レベルの統合的水管理システム運用に向けた機材の調達 | | |
| | 基幹水路の通水断面の確保：断面整形 | 施設改修事業 | |
| | 基幹水路の水路法面の保護：擁壁工、インプラント工法、護岸工 | | |
| | 基幹水路の通水阻害箇所の除去：オールドハフェズ堰の撤去 | | |
| | サブ地域内の取水施設、調整堰の改修 | | |
| | 幹線・支線水路の送配水機能の回復 | | |
| | 幹線水路ライニング | | |
| | 支線水路内の排水再利用機場の改修 | | |
| メスカ改良 | | | |
| 水管理 | 水管理の全体把握・実態調査 | | 水管理改善の計画策定 |
| | 技術項目の抽出 | | |
| | パイロットサイトの選定 | | |
| | CIWM実現に向けた水管理の運用方針・体制案のMWRIとの合意 | | |
| | CIWM実現に向けた水管理の運用方針・体制案の検討 | | |
| | 運用方針・体制の提案・共有 | 公平な水管理体制の構築 | |
| | 統合的水管理システム運用に向けた機材の運用・管理に関する研修の実施 | | |
| | BCWUAとの運用方針・体制の共有 | | |
| | CIWMの実践 | | |
| | CIWM実現に向けた水管理の運用方針・体制の更新・改訂 | | |
| | BCWUAの現状把握 | | |
| | モデルサイトの選定 | | |
| | BCWUAに対する能力強化研修の実施（SWMTの研修教材の活用） | | |
| | 対象地域のインフォーマル・フォーマルの水利組合の現状把握・リスト作成 | | |
| | WUAに対する能力強化研修の実施（SWMTの研修教材の活用） | | |
| 水管理の実践に関する現場指導 | | | |
| 実践を踏まえた研修教材の更新・追加 | | | |
| 施設維持管理 (アセットマネジメント手法) | 施設情報の取得（位置、状況等） | 台帳一部整理 | |
| | ファクトシート様式作成と施設調査方法技術の獲得 | 中核人材の育成 | |
| | アセットマネジメント手法への理解醸成 | 施設管理政策アドバイザー | |
| | 調査技術（理論的）の獲得 | | |
| | 施設調査の実施 | | |
| | 施設調査の蓄積整理 | アセットマネジメント手法の試行 | |
| | 施設調査結果のデータベース化 | | |
| | 水利組合データの収集 | | |
| | データベースの活用 | | |
| | 各種マニュアル作成 | | |
| 予算、体制の検討・提案 | | | |

導出された日本の協力案について、時系列に沿って協力プログラム案として下図に示す。

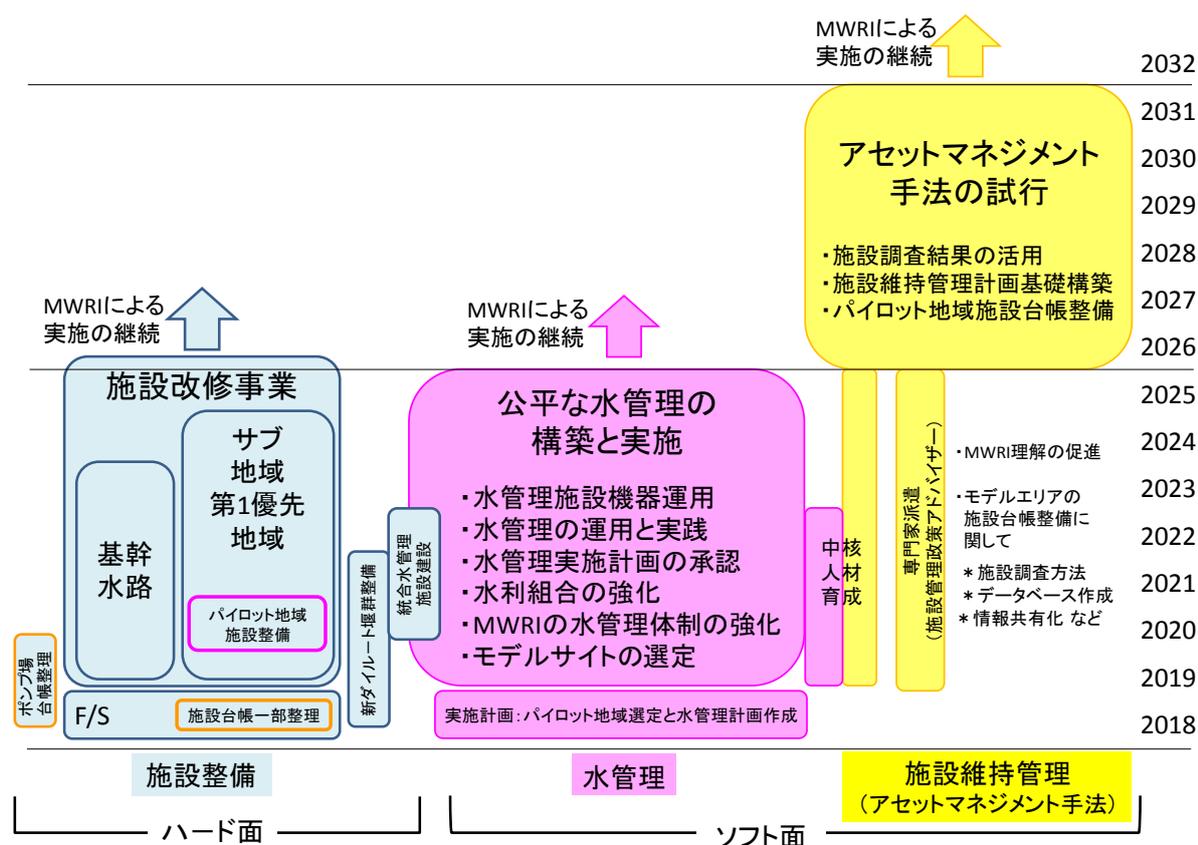


図 7.1 日本の協力プログラム案

ハード面の協力としては、施設改修事業を想定している。基幹水路はボトルネック箇所の改善、サブ地域については第1優先地域の中から特定地域を選定し、域内の施設の機能回復を目指す。本体工事の前にはF/S調査を実施し事業内容を計画する。

ソフト面の協力としては水管理、施設維持管理の分野が想定され、水管理については、公平な水管理の構築を目指した技術協力を提案している。施設整備事業が完了したサブ地域での実施を想定しているが、事前にパイロット地域の選定、域内水収支の把握、MWRI管理の上流から農家管理の末端までの水管理のメカニズムの検討などを行い、実施計画を策定するプレフェーズの実施や中核人材の育成を提案している。施設維持管理については、アセットマネジメント手法の導入を想定しているがMWRI側に馴染みがないため、個別専門家による施設台帳整理、中核人材の育成などを行いながら位置づけを検討し、施設整備や水管理の協力後に本格実施を提案している。施設整備のF/S調査の中で整備される対象サブ地域の施設台帳も活用していく。

以下、ハード面、ソフト面の協力案について説明する。

7.2 ハード面の協力案

第6章で調査対象地域全体の工事費を示した。改善プログラムで事業実施が想定される全体事業のうち、日本が協力事業として支援する対象は、対象地域全地域に影響を及ぼす二つの基幹水路（バハルヨセフとイブラヒミア）の改修を必須とし、サブ地域については改修の優先度が高い地

域である第1優先地域内のサブ地域またはそのうちの数地域とする。本協力事業（施設改修事業）では、二つの基幹水路のボトルネックの解消を図り、同時に同基幹水路の下流側に位置するサブ地域内の施設や水路の機能を回復または改善させることにより、末端まで効果を確保することが期待できる。その後の対応となるサブ地域の第2、第3優先地域などは、日本の協力による事業実施とその経験を生かして、施設の機能回復等をエジプト側で実施することを期待する。

7.2.1 施設整備事業における日本の協力案の事業概要

日本が協力事業に含まれるハード面（施設整備）の事業実施を効果的に支援するためには、円借款事業のスキームを活用することが適切であると考えられる。以下に、エジプト政府の円借款借入れによる施設整備とそれに密接に関わる一連の仕組みに関する事業内容を示す。

(2) 支援対象地域

- (a) 上エジプト地域のバハルヨセフ基幹水路（ダイルート堰群からラフーン堰まで）及びイブラヒミア基幹水路（ダイルート堰群からエルワスタ堰まで）
- (b) 上エジプト地域のミニヤ県、ベニスエフ県及びファイユーム県におけるバハルヨセフ基幹水路系及びイブラヒミア基幹水路系のサブ地域と、ガルビア県のカセッド水路系のサブ地域の中から第1優先地域に分類された15のサブ地域、または、そのうちの数地区

(3) フィージビリティ調査（協力準備調査）

本調査で提案された円借款事業について、フィージビリティ調査を実施し、事業コンポーネントの選定、実施計画、資金調達計画を含む事業計画の策定等を行い、円借款事業の妥当性を詳細に検討する。事業計画、施設設計については、CIWMのコンセプトを十分に踏襲することが求められる。フィージビリティ調査は、支援対象地域となるサブ地域によりその進め方等が異なることから、それらのそれぞれについて、主な検討項目とスケジュール案を以下に示す。

1) 主な検討項目

i) 基幹水路部

基幹水路については、ボトルネックに関する詳細な現地調査を行って、対応策を具体的に計画する。とくに、堤防の嵩上げは、流況の検討を行い、基幹水路堤防の不足高さを決定して、整備諸元と整備量を算定する。

バハルヨセフ及びイブラヒミア基幹水路の改修予定箇所断面で測量調査（平面測量、縦横断測量）及び地質調査（代表箇所を選定：ボーリング調査及びボーリング孔を利用した標準貫入試験、水平載荷試験、室内土質試験）を行う。

基幹水路レベルの主要構造物周辺の施設や居住地域の近傍等、施設タイプ・規模から灌漑システム全体に及ぼす影響が大きい施設や第三者への影響など、社会経済的に及ぼす影響を考慮する。

ii) サブ地域

サブ地域内における改修対象施設を特定するための詳細な現地調査を行う。具体的には、サブ地域の取水工から末端まで、水管理の上で阻害要因となっている個所を洗い出し、施設の機能性、安全性などを判定して、水路の送配水におけるソフト面とハード面の状況とをとりまとめる。とくに、施設状態については、施設（水路及び小構造物）の基本諸元や状態などを台帳（事業対象のみ）として作成する。

メスカ改良の実施対象地区は、この部分の整備が CIWM の一部を構成することを考慮して、BCWUA や WUA 等が設立されている（または設立が確実な）地区から選定する。

とくに、用水計画に関連する項目である現況用水量、現況施設容量、地域の受益面積、作物栽培状況についてサブ地域ごとに調査を行って、サブ地域の事業計画作成を行う必要のあることに留意する。この場合、排水再利用機場は、用水の不足を補う施設として、新設も含めて可能な限り事業対象となるよう配慮する。

2) 調査の進め方

円借款事業を実施するためのフィージビリティ調査は、事業による受益範囲を地区設定して、地区内の営農・土地利用計画、用水計画、水源計画、施設計画などを相互の関連をもちながら事業計画作成することが基本となるが、その進め方はプロジェクト方式とセクターローン方式で異なる。プロジェクト方式のフィージビリティ調査は、サブ地域の中から数地区を特定して、通常の事業を実施する計画作成手法により事業計画作成する。その具体的な手順は、サブ地域内の灌漑用水を配水する範囲（受益地）を設定して、営農、農業経営、土地利用、水源・灌漑や施設状況（今回の調査では施設機能の診断）を地区ごとに詳細に調査し、それぞれの項目の現況と計画（事業で実現する状態）をまとめ、この改善部分を効用として事業計画作成する。これらの項目は、それぞれが関連するので、事業計画は関連項目に係る調査結果のフィードバックを行って作成される。プロジェクト方式の事業計画は、このために詳細な調査（調査の範囲や母数が大きいなど）を実施するので、個々の事業計画の作成には時間を要するが、個々の施設について建設工事発注が可能なレベルの計画設計が行われる。よって施設建設に向けた詳細設計は補完的なレベルにとどめることが可能となる。

一方、セクターローン方式のフィージビリティ調査は、その手順については概ね同様であるが、全体事業費を設定する事業パッケージの作成を行うために、事業を行う個々のサブ地域については、構造などを標準化した施設設計に基づいて施設計画を作成するなどにより事業計画作成する。このため、個々の施設の建設工事は、円借款事業の開始後に詳細設計などを実施して行うことになる。なお、個々のサブ地域の事業計画作成のための調査の規模等は、地区の特徴的な状況を把握することに視点をおくなど、プロジェクト方式による事業と比較して小さい。

本調査は、支援対象となるサブ地域の選定について、第1優先地域15地区全体を対象とする場合（セクターローン方式を想定）と数地区を選定する場合（プロジェクト方式を想定）の2方式を提案している。この両方式は、フィージビリティ調査の進め方が異なるので、それぞれに

共通となる部分、セクターローン方式、プロジェクト方式に分けて、作業の主な項目を以下に示す。

i) 共通となる部分（セクターローンとプロジェクト方式借款での実施共通）

a) 自然・営農・社会条件等の調査の実施

（第1優先地域全体を対象とする場合：作業項目【3】また第1優先地域から数地区を選定する場合：作業項目【5】）

一般的な地区の概況を把握する現状調査とともに、基幹施設及びサブ地域の施設設計のための調査（測量、地質調査等）及びサブ地域の灌漑用水量等の決定や社会環境などの現況の調査（営農、経済、社会状況調査等）を行う。

b) 整備対象の現地調査の実施

（第1優先地域全体を対象とする場合：作業項目【5】また第1優先地域から数地区を選定する場合：作業項目【6】）

現地調査（主に施設現況調査）により施設等の状態を把握し、整備対象とする施設と範囲を選定する。この整理を行う過程で、整備対象施設の台帳を作成する。

c) 基幹水路の流況解析（作業項目【4】）

計画断面（事業実施後）の基幹水路水位を確認して、堤防の計画高さを決定する。

d) 調達事情調査の実施（作業項目【12】）

概算事業費算定、コンサルタント及びコントラクター調達に関する各種情報を収集する。

e) 環境社会配慮に係る調査及び検討結果の整理（作業項目【13】）

施設計画に基づき、環境への影響を評価する。必要に応じて確認のための調査を行う。

f) 概算事業費の算定

（第1優先地域全体を対象とする場合：作業項目【14】また第1優先地域から数地区を選定する場合：作業項目【15】）

調達情報調査の工事費に係る情報及び施設基本設計等から概算事業費を算定する。

g) 事業評価と事業効果の検討

（第1優先地域全体を対象とする場合：作業項目【16】また第1優先地域から数地区を選定する場合：作業項目【17】）

円借款事業の経済性について、事業評価を実施するとともに、事業効果を算定する。

この場合、効果発現には衡平な水管理の実施が前提となることに留意する。

ii) 第1 優先地域全体を対象とする場合（セクターローンでの実施を想定する場合）

a) 用水計画の決定（作業項目【7】）

主に用水供給の現状に基礎をおいて調整された計画用水量に基づき衡平な送配水を行うための用水配分計画を作成する。

b) 事業計画を構成するその他計画³⁰（作業項目【8】）と全体事業構想計画の作成（作業項目【9】）

用水計画による用水量と標準化された構造物からなる施設計画を勘案しつつ、営農・経済・社会状況調査、現況施設調査等から受益面積の確定、それに見合う営農計画、施設計画効果算定などを作成して、事業計画を作成する。

c) 施設基本設計及び施工計画の作成（作業項目【10】）

各種調査結果に基づき施設基本設計を行って施設計画を作成する。施設基本設計は、代表的な断面での標準設計図作成、施工計画、概略数量計算及び工事費の算定を行う。

iii) 第1 優先地域から数地区を選定する場合（プロジェクト方式借款を想定する場合）

a) 対象サブ地域の選定（作業項目【3】）

第1 優先サブ地域から、CIWM の実現のモデルとなる F/S 対象とする地区を MWRI と協議して数地区（例えば、地域性を考慮して調査対象地域を代表する3 地区）を選定する。

この場合、対象地区は、CIWM による施設改修の効果発現の観点から、灌漑用水の供給と要灌漑水量の概略を調査して、それらの乖離が可能な限り小さい地区から選定する。この関連で、可能であれば、乖離の縮小に資する排水再利用による用水供給量の増加を考慮する。

b) 対象サブ地域の用水計画（作業項目【8】）

施設計画における施設整備並びに営農・経済・社会状況調査など(次のc)の作業)と関連して、対象地区の灌漑部分の計画項目を確定した後に、計画される用水量に基づき、衡平な送配水を行うための用水配分計画を作成する。

c) 事業計画を構成する計画³¹の作成（作業項目【9】）

測量、営農・経済・社会状況調査、現況施設調査などから受益面積の確定、営農計画、施設計画、効果算定など事業計画を構成する計画を作成する。この際には、用水計画における地区の灌漑需要と他の計画が相互に関連する作業であることに特に留意する。

d) 事業計画（概定計画）の決定（作業項目【10】）

対象サブ地域の事業計画を概定（施設計画の詳細は未作成であるので事業費、効果等は既入手資料から概定）する。

³⁰ その他計画は、営農・土地利用計画、水源計画など事業計画の部分構成する計画である。

³¹ 事業計画を構成する計画は、営農・土地利用計画、水源計画、施設計画などの部分計画である。

e) 施設基本設計及び施工計画の作成（作業項目【14】）

施設計画で整備対象とされた施設について、測量調査、地質調査結果に基づき施設基本設計を行う。施設基本設計は、対象とされた個々の施設について、設計図作成、施工計画、概略数量計算及び工事費の算定を行う。

3) スケジュール案

F/S の進め方について、サブ地域の整備は計画 2 を想定し、支援対象により 2) で示した調査の進め方が異なる実施スケジュールのそれぞれを表 7.2（対象を第 1 優先の 15 サブ地域とする場合）及び表 7.3（対象を第 1 優先サブ地域から数地区選定する場合）に示す。

表 7.2 フィージビリティ調査のスケジュール案（第 1 優先の 15 サブ地域の場合）

| 番号 | 作業 項目 | 月 | | | | | | | | | | | |
|------|-------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 【1】 | インセプション・レポートの作成と協議(協力範囲等の再確認を含む) | ■ | | | | | | | | | | | |
| 【2】 | 開発計画・灌漑セクタ基礎情報を更新する情報収集と整理 | ■ | | | | | | | | | | | |
| 【3】 | 測量・地質調査と水質等の基礎情報収集現場調査の実施 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【3】 | 営農・社会条件(環境関連を含む)調査の実施 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【4】 | 基幹水路の流況解析 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【5】 | 整備対象サブ地域の現地調査の実施(基幹水路、ベニスエフ及びミニエ管内) | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【5】 | 整備対象サブ地域の現地調査の実施(ファイユーム管内) | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【5】 | 整備対象サブ地域の現地調査の実施(カセッド水路地区) | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【6】 | 施設台帳様式作成と作成 | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【7】 | 用水計画(計画地区内水収支を含む)の決定 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【8】 | 事業計画を構成するその他計画(営農・土地利用計画、水源計画など)の作成 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【9】 | 全体事業構想計画(施設計画を含む)の作成 | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【10】 | 施設基本設計及び施工計画の作成 | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【11】 | インテリム・レポートの作成と説明及び協議 | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【12】 | 調達事情調査の実施 | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【13】 | 社会環境配慮にかかる調査及び検討結果の整理 | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【14】 | 概算事業費の算定 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ |
| 【15】 | エジプトの負担事項の確認等 | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| 【16】 | 事業評価と事業効果の検討 | | | | | | | | | | | | ■ |
| 【17】 | ドラフト最終レポートの作成と説明及び協議 | | | | | | | | | | | | ■ |
| 【18】 | 最終レポートの作成と提出 | | | | | | | | | | | | ■ |

出典：JICA 調査団作成

表 7.3 フィージビリティ調査のスケジュール案（第 1 優先サブ地域の数地区の場合）

| 番号 | 作業 項目 | 月 | | | | | | | | | | | |
|------|--|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| 【1】 | インセプション・レポートの作成と協議(協力範囲等の再確認を含む) | ■ | | | | | | | | | | | |
| 【2】 | 開発計画・灌漑セクタ基礎情報を更新する情報収集と整理 | ■ | | | | | | | | | | | |
| 【3】 | 対象サブ地域の選定 | | ■ | | | | | | | | | | |
| 【4】 | 基幹水路の流況解析 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【5】 | 測量・地質調査と水質等の基礎情報収集現場調査の実施 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【5】 | 対象サブ地域の営農・社会条件(環境関連を含む)調査の実施 | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【6】 | 整備対象サブ地域の現地調査の実施(基幹水路) | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【6】 | 整備対象サブ地域の現地調査の実施(数地区) | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【7】 | 施設台帳様式作成と作成 | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【8】 | 対象サブ地域の用水計画(計画地区内水収支を含む)の決定 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【9】 | 事業計画を構成するその他計画(営農・土地利用計画、水源計画、施設計画など)の作成 | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【10】 | 事業計画(概定計画)の決定 | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【11】 | インテリム・レポートの作成と説明及び協議 | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【12】 | 調達事情調査の実施 | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【13】 | 社会環境配慮にかかる調査及び検討結果の整理 | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ | ■ |
| 【14】 | 施設基本設計及び施工計画の作成 | | | | | | | | | | ■ | ■ | ■ |
| 【15】 | 概算事業費の算定 | | | | | | | | | | | ■ | ■ |
| 【16】 | エジプトの負担事項の確認等 | | | | | | | | | | | | ■ |
| 【17】 | 事業評価と事業効果の検討 | | | | | | | | | | | | ■ |
| 【18】 | ドラフト最終レポートの作成と説明及び協議 | | | | | | | | | | | | ■ |
| 【19】 | 最終レポートの作成と提出 | | | | | | | | | | | | ■ |

出典：JICA 調査団作成

(4) 円借款借入本体

1) 基幹水路の改修

- a) イブラヒミア水路系：旧ハフェズ堰の撤去と橋梁の新設、ミニヤ市通過部の基幹水路改修
- b) バハルヨセフ水路系：基幹水路の流下能力拡大、クリティカルカーブの護岸工事

2) 優先サブ地域の灌漑施設の改修

- a) 幹線・支線水路内の小規模構造物の改修
- b) 幹線・支線水路の送配水機能の回復
- c) 幹線水路のライニング（選択条件）と阻害要因への対策
- d) 排水再利用機場の改修
- e) メスカ改良工事

3) コンサルティング・サービス

本円借款事業の資金調達として円借款契約が締結されると、本円借款事業が円借款供与事業として効率的かつ効果的に準備され、実施されるためにコンサルタントが雇用され、測量調査・地質調査、詳細設計、入札図書作成、入札監理、実施監理、ソフトコンポーネントのためのコンサルティング・サービスが提供されることになる。コンサルティング・サービスは下記の項目から構成される。

表 7.4 コンサルティング・サービスの内容

| No. | 項目 | 内容 |
|-----|---------------|--|
| 1 | 測量調査、地質調査 | 基幹水路の改修予定地の測量調査（平面、縦横断測量）及び地質調査（ボーリング調査）を行う。併せてボーリング孔を利用した標準貫入試験、水平載荷試験、土質試験を計画する。 |
| 2 | 詳細設計 | 基幹水路、優先サブ地域内の幹線・支線水路、小構造物、及び排水再利用機場の改修工事に係る詳細設計を行い、工事施工に適用可能な精度の設計図を作成する。この図面作成に先立ち、詳細な構造解析を行う。さらに工事施工計画を立案し、工事費を積算する。 |
| 3 | 入札図書作成 | 国際競争入札方式（International Competitive Bidding）での入札を行うために必要な入札図書を作成する。 |
| 4 | 入札監理 | 入札に先立って行われる予備審査、入札、入札評価の総ての段階に実施機関の作業を支援するために必要な書類準備、実務従事を行う。また、実施機関と工事請負業者との契約に係る支援を行う。 |
| 5 | 工事施工監理 | 5年間を想定する工事実施期間中、エジプト実施機関の代理人として施工実務に係る総ての業務（設計変更、仕様変更、工事数量変更、資機材調達監理、施工監理等）に従事する。 |
| 6 | ソフトコンポーネントの実施 | ソフトコンポーネントは、本円借款事業を下支えする資料整理等を想定する。具体的には、協力プログラムに沿った取組みである施設整備の対象となった施設に関する施設台帳フォーマットの整備、改修・補修台帳の整備及びそれらを説明する施設維持管理のセミナー、ワークショップ開催である。 |

出典：JICA 調査団作成

7.2.2 実施体制

(1) 借入人

エジプト国政府

(2) 事業実施機関

1) 主務官庁

エジプト水資源灌漑省（MWRI）

2) 事業実施主体

灌漑システムの建設・維持管理を担当する灌漑総局

本円借款事業は灌漑用水の配水機能安定化に係る施設整備等の事業であることから、MWRI 灌漑総局の事業として遂行される。

3) 統合的水管理システムに関する工事实施・運営/維持・管理

貯水池及び大堰局（RGS）、灌漑局（IS）及び灌漑改善局（IIS）及びそれら配下の地方事務所

4) 灌漑システム工事实施・運営/維持・管理

IS 及びその配下の地方事務所

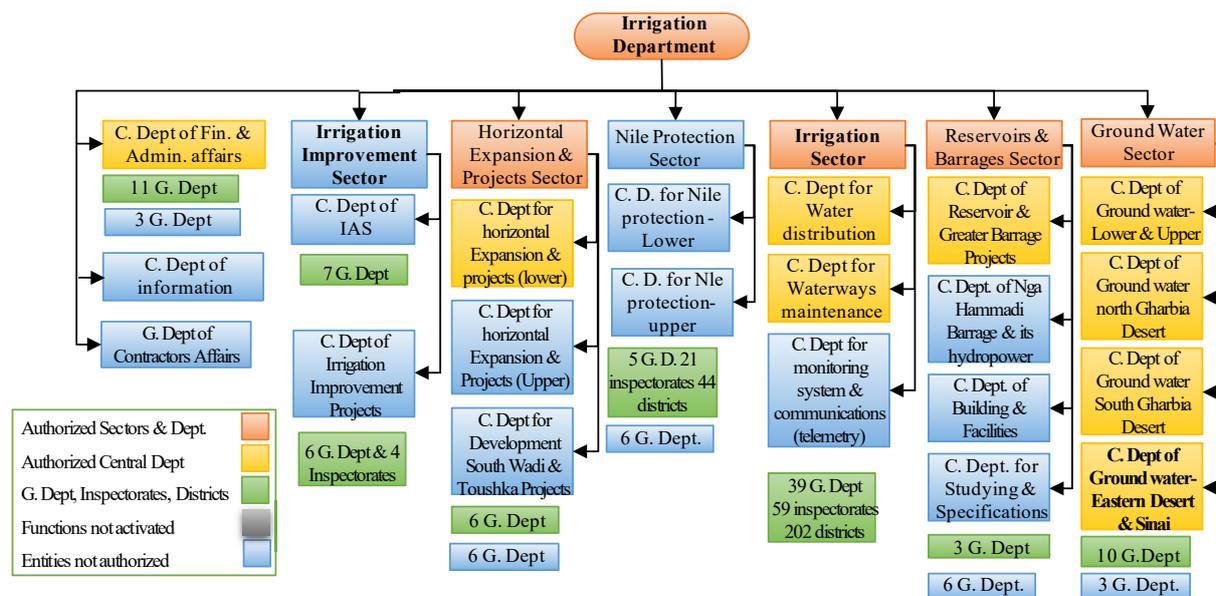
5) メスカ改良事業の運営/維持・管理

IIS 及びその配下の地方事務所

(3) 組織の事業運営体制と能力

MWRI は、ナイル川本流の堰を、順次外国援助機関の借款事業として改修事業を実施しているとともに、直近では、日本の有償資金協力事業で「新ダイルート堰群建設事業」を実施中である。このように MWRI は、過去豊富な借款事業による灌漑事業を経験しており、本事業の規模を上回る事業実施を経験していることから、事業を管理する技術力、組織力、事業管理能力ともに懸念材料はないと判断できる。

事業実施主体となる灌漑総局は MWRI 省内最大の組織で、省内最多の地方事務所を擁している。灌漑総局の組織図を以下に示す。



出典：MWRI 計画局派遣 JICA 専門家より

図 7.2 灌漑総局組織図

水路・小規模構造物などの灌漑施設は IS 及びその地方事務所が管理しており、施設の改修事業は IS が管理していくこととなる。一方、メスカは農家の管理下にあるが、MWRI がメスカ改善事業を実施する場合、IIS 及びその地方事務所がその任に当たる。

各局は予算、調達、承認プロセスなどの面で独立しており、それらの手続きは局ごとに実施されている。IIS は、日本が無償資金協力で実施したバハルヨセフ水系の 4 つの堰の改修事業を担当してきた一方、世銀などによる IIP、IIIMP などのローン事業でメスカの改善を実施してきており、事業実施主体として豊富な経験を持っている。IS は、自己予算による通常業務の中で灌漑施設のリハビリ、改善などを行っており、IIIMP ではローン事業の中で調整堰のリハビリや新設、橋梁の更新、水路の整形などを実施している。

7.2.3 資金調達計画

本事業は円借款事業として、日本政府から「セクターローン借款資金」の融資を受ける計画とし、円借款でカバーされない分については、MWRI 予算で手当てする方針とする。

7.2.4 事業費の構成

事業費は、直接工事費、仮設工事費、間接工事費、エンジニアリングサービス費、管理費、税金、物価上昇費、予備費より構成される。使用レートは、JICA が公表する外貨換算レート 2017 年 12 月の値を使用して算出した。

- (a) 外貨分：YEN/US\$ US\$1 = 111.291 YEN
- (b) 内貨分：YEN/EGP EGP1 = 6.280720 YEN (EGP : Egypt pond)

(1) 直接工事費

基本となる労務・資材単価やゲート設備等の機械設備は見積により把握する。なお、鋼矢板等のその他の特殊資機材や単価は、新ダイルート堰群等のエジプトにおける同工種の工事例を参考とする。

基幹水路の整備に係る事業費、サブ地域内の灌漑施設の改修に係る個々の事業費は、表 7.18 調査対象地域全体の事業費で記載している。

(2) 仮設工事費

本円借款事業は水路改修工事であり、標準的には矢板締切等による通水しながらの工事を想定している。建設地点が限定された堰の工事である新ダイルート堰群の事例では、仮設工事費を直接工事費の 10%としているが、本円借款事業は水路工事で延長が長いため施工において種々の制約が生じる可能性があるため、仮設工事費として直接工事費の 15%を見込むこととする。ただし、これは当座の数値であり、今後精査する中で適切な費用を決定していくこととなる。

(3) 間接工事費

新ダイルート堰群の情報を参考に直接工事費の 35%とする。

(4) エンジニアリングサービス費（コンサルティングサービス費）

新ダイルート堰群等の他地区調査時の採用例から建設工事費の 10%を想定する。

(5) 管理費

管理費は直接工事費の 5%とする。

(6) 税金

税金は直接工事費の内貨の 10%とする。

(7) 物価上昇費

2013 年から 2017 年までの物価上昇率から、内貨分の年平均変動率を以下のように算定した。外貨分は、新ダイルート堰群の値を適用する。

(a) 内貨分：12.0%（年平均変動率）

(b) 外貨分：1.8%（年平均変動率）

(8) 予備費

アプレイザルマニュアル（平成 20 年 9 月改定）に記載の予備比率 5%を採用する。

7.2.5 協力事業の概算事業費

前章のハード面である施設整備の協力の方向性で算定した個々の工事費及び事業費の構成に基づき、円借款事業案の概算事業費の総括表を表 7.5 に示す。また、サブ地域内の小規模構造物のみ

を改修した場合（計画1）と、加えて幹線水路のライニングを実施した場合（計画2）、更に加えて支線水路のライニングを実施した場合（計画3）の概算事業費の3通りについて示す。

表 7.5 協力事業案の概算事業費の総括表

| 計画 | 事業内容 | 対象面積 (ha) | 事業費 (US\$) |
|------|---------------------------|-----------|-------------|
| 計画 1 | 2 基幹水路の改修 | 601,110 | 343,264,000 |
| | サブ地域第1 優先地域の 小規模構造物の改修 | (202,565) | |
| 計画 2 | 2 基幹水路の改修 | 601,110 | 581,946,000 |
| | サブ地域第1 優先地域の 小規模構造物の改修 | (202,565) | |
| | 幹線水路ライニング | | |
| 計画 3 | 2 基幹水路の改修 | 601,110 | 885,519,000 |
| | サブ地域第1 優先地域の 小規模構造物の改修 | (202,565) | |
| | 幹・支線水路ライニング | | |

注：（ ）内は基幹水路の対象面積の内数。

注：事業費には、工事費、O&M、コンサルティング・サービス、予備費を含む。

出典：JICA 調査団作成

7.2.6 環境影響評価

(1) 代替案（ゼロオプションを含む）の比較検討

代替案の検討に関しては、現時点では事業対象地は特定されていないため、事業コンポーネントの組み合わせで比較を行なった。A案は対象サブ地域の基幹から末端まですべての水路について水路の改修と水利施設の改修・新設を想定するが、幹線水路ライニングは含まない。B案はA案と同様の改修と新設、及び幹線水路のライニングを含む。C案はプロジェクトを実施しない案である。比較結果を表 7.6 に示す。

表 7.6 代替案比較検討（ゼロオプションを含む）

| | A案 幹線水路ライニング なし | B案 幹線水路ライニング あり | C案 幹・支線水路ライニング あり | D案 ゼロ・オプション |
|----|---|---|---|-----------------------|
| 概要 | 【基幹水路】掘削、盛土、護岸、 一部ライニング 【幹線・支線水路】施設改修、 排水再利用機場の改修 【末端水路】メスカ改良 | 【基幹水路】掘削、盛土、 護岸、一部ライニング 【幹線・支線水路】幹線 ライニング、施設改 修、排水再利用機場 の改修 【末端水路】メスカ改良 | 【基幹水路】掘削、盛土、 護岸、一部ライニング 【幹線・支線水路】幹・ 支線ライニング、施 設改修、排水再利用 機場の改修 【末端水路】メスカ改良 | プロジェクト を実施しない 案 |

| | A 案 幹線水路ライニング なし | B 案 幹線水路ライニング あり | C 案 幹・支線水路ライニング あり | D 案 ゼロ・オプション |
|-----------|---|--|---|--|
| 総合的灌漑用水管理 | <ul style="list-style-type: none"> 対象サブ地域の基幹から末端までの一連の灌漑システムで灌漑用水管理を合理化することができる。 施設改修と用水管理により用水配分が改善される。 | <ul style="list-style-type: none"> 対象サブ地域の基幹から末端までの一連の灌漑システムで灌漑用水管理を合理化することができる。 施設改修と用水管理により用水配分が改善される。 幹線水路ライニングにより漏水が減少する。 幹線水路ライニングにより、断面形状が変化しないため送水機能ならびに支線水路への分水位、分水量の維持が容易となる。 | <ul style="list-style-type: none"> 対象サブ地域の基幹から末端までの一連の灌漑システムで灌漑用水管理を合理化することができる。 施設改修と用水管理により用水配分が改善される。 幹・支線水路ライニングにより漏水が減少する。 幹・支線水路ライニングにより、断面形状が変化しないため送水機能ならびにメスカへの分水位、分水量の維持が容易となる。 | <ul style="list-style-type: none"> 現状では基幹から末端までの総合的な用水管理ができていない。 限られた水資源の有効利用が推進できない。 通水能力が現状よりさらに悪化する可能性がある。 |
| 経済効果 | <ul style="list-style-type: none"> 通水能力向上により収量が増加し、収入増加が期待される。 工事に伴う雇用機会が期待される。 工事期間中は灌漑水を利用できなくなる箇所があり、収量が減少する可能性がある。 | <ul style="list-style-type: none"> A 案に同じだが、その程度は高くなる。 | <ul style="list-style-type: none"> B 案に同じだが、最も工事規模が大きくなるため、その程度もより高くなる。 | <ul style="list-style-type: none"> 現状では安定した灌漑用水が得られず、農業セクター発展の支障となっている。 |
| 社会環境 | <ul style="list-style-type: none"> 住民移転/土地収用は想定されないが、工事前仮設ヤードのために借地が必要となる可能性がある。 | <ul style="list-style-type: none"> A 案に同じ。 | <ul style="list-style-type: none"> A 案に同じ。 | <ul style="list-style-type: none"> 住民移転/土地収用/借地が生じない。 |
| 自然環境 | <ul style="list-style-type: none"> 既存水路及び付帯施設の改修であり、工事規模が大きくないことから、自然環境への影響は想定されない。 | <ul style="list-style-type: none"> A 案に同じ。 | <ul style="list-style-type: none"> A 案に同じ。 | <ul style="list-style-type: none"> 現状に同じ。 |
| 技術的観点 | <ul style="list-style-type: none"> 現況は基幹から末端までの水路及び付帯水利施設ともに老朽化あるいは破損している箇所数が膨大である。これらの改修作業量及び難易度も踏まえ、CIWM を目指すために効果的な地区の選定が重要である。 | <ul style="list-style-type: none"> A 案に同じ。 | <ul style="list-style-type: none"> A 案に同じ。 | <ul style="list-style-type: none"> 非効率的な水利用、灌漑施設の機能不全が続く、あるいは更に機能低下する箇所が増加する。 |
| 施工期間 | <ul style="list-style-type: none"> B 案より短期間。 | <ul style="list-style-type: none"> 工事量によって決定されるが A 案より長い。 | <ul style="list-style-type: none"> B 案より工事量は大きい、適切なロット分け等により、同程度の工期とすることが可能。 | <ul style="list-style-type: none"> 施工無し（0 日） |
| 工事費 | <ul style="list-style-type: none"> 幹線水路ライニングを実施しないので案の中で最も安い。 | <ul style="list-style-type: none"> 幹線水路のライニングを実施するため A 案の約 1.7 倍程度高い。 | <ul style="list-style-type: none"> 幹・支線水路のライニングを実施するため A 案の約 2.5 倍程度高い。 | <ul style="list-style-type: none"> 無し。 |
| 維持管理 | <ul style="list-style-type: none"> アセットマネジメントを導入する。 メスカは水利組合で維持管理する。 | <ul style="list-style-type: none"> A 案に同じ。 | <ul style="list-style-type: none"> A 案に同じ。 | <ul style="list-style-type: none"> 現状と同じ。 |
| 総合評価 | 推奨される。 | 特に推奨される。 | 推奨される。 | 推奨されない。 |

出典: JICA 調査団

(2) 類似案件の環境影響評価

過去の JICA 類似案件の環境カテゴリー分類とその理由は下表の通りである。

表 7.7 JICA 類似案件の環境カテゴリー分類

| 案件名 | 環境カテゴリー (エジプトガイド ラインによる) | 理由 |
|--|--------------------------------|--|
| 新ダイルート堰群建設 事業 スケジュール：2015年 3月から2022年12月 | カテゴリーC | 既設堰群を歴史的建造物として残し、下流に新規堰群を建設予定。 この場合新規事業とみなされ、カテゴリーCとなった。 |
| バハルヨセフ灌漑水路 ダハブ堰改修計画 完工：2010年 | カテゴリーB | 既設ダハブ堰および付帯施設の改修。 1) 既存ダハブ堰の改修 2) 既存ゲートの更新 3) 併設管理橋の改修 4) 管理棟の改修/新設。 これらの施設は既設ダハブ堰が位置するバハルヨセフ灌漑水路 および周辺敷地内に改修・築造されるもので、新たな環境変化を もたらずものではなく社会へ悪影響を及ぼすものではない。 |
| バハルヨセフ灌漑水路 サコーラ堰改修計画 完工：2006年6月 | カテゴリー不明 (EIA 実施なし) | 既設サコーラ堰および付帯施設の改修。 1) 既設サコーラ堰本体の更新 2) 主ゲートの電動式オーバーフロータイプへの更新 3) 管理棟の建設 4) 併設橋の改修、改善 灌漑施設の改修、中小規模の灌漑施設の新設については EIA の実 施例がなく、本プロジェクトにおいても実施しないこととなった。 |

(3) スクリーニング

現時点では事業対象地は特定されていないが、ハード面で想定される工事は次表のとおりである。第2章 2.5.2 (2) プロジェクトの環境カテゴリー分類 で述べたように、エジプトの EIA ガイドラインによると、中規模灌漑排水プロジェクトはカテゴリーBに、また、大規模灌漑排水プロジェクト、ダム及び堰はフルスケールの EIA が必要なカテゴリーCに分類される。また、MWRIによれば、水路橋、堰など水利施設の改修はカテゴリーB、ナイル川及び幹線水路上に建設される新規水利施設は環境影響の大小に関係なくカテゴリーCに分類される³²。以上のことおよび上記(2)の類似案件の例から本円借款事業はカテゴリーB以下となることが想定される。

表 7.8 想定される工事

| 工事箇所 | 工事内容 |
|-----------------|---|
| 水路（基幹・幹線・支線）の改修 | 水路ライニング（石積み工・コンクリートライニング・コンクリートフレッシューム水路工）、堤防嵩上げ、護岸工（湾曲部の改修）、断面整形（浚渫） |
| 水利施設の改修または新設 | 取水工、調整堰、堰、旧堰撤去、排水再利用ポンプ及び機場、サイホン、暗渠、導水管、橋梁 |
| 末端水路の改修 | メスカ改良（重力式開水路・圧力式管路・圧力式開水路） |

EIA 手続きとしてはカテゴリーA、B および C とも第2章 2.5.2 (3) EIA 手続き に示したフローに従うが、カテゴリーCはフルスケールの EIA 報告書が必要であるのに対し、カテゴリーA および B はカテゴリーCよりは簡易な調査項目を EIA ガイドラインに示す様式に記載する。またカテゴリーCでは公聴会開催が必要であるが、カテゴリーA および B には必要ない。

³² JICA「エジプト国ダイリュート堰群改修事業準備調査」（2010.10）

(4) スコーピング

上項の表 7.8 の工事について、現段階で予想される重要と思われる環境社会配慮上の予備的評価項目のスコーピング結果は表 7.9 の通りである。評価項目の選定にあたっては、JICA 環境社会配慮ガイドラインにおける環境チェックリスト「3.水力発電・ダム・貯水池」及び「16.農業・灌漑・畜産」を参照した。

表 7.9 スコーピング結果

| 分類/影響項目 | 影響評価 | | 評価理由 | |
|-------------|-------------|-----|------|--|
| | 工事前/ 工事中 | 供用時 | | |
| 汚染 | | | | |
| 1 | 大気質 | B- | D | [工事中] 建設機材の稼働等に伴い一時的ではあるが大気質の悪化が想定される。現時点では事業対象地は特定されていないが、工事範囲周辺に住居が隣接する可能性がある場合、負の影響が見込まれる。 [供用時] ポンプ場の改修及び堰のゲート操作の動力は電力を想定しており、大気汚染を生じるような活動は想定されない。 |
| 2 | 水質 | B- | C | [工事中] 工事現場・重機、車輛及び工事宿舍からの排水等による水質汚濁の可能性がある。 [供用時] 既存灌漑施設の改修が主であり、水質汚濁を生じるような活動は想定されない。但し、水路に投棄されるゴミ処理対策を徹底しない限り、水質悪化のおそれがある。 |
| 3 | 廃棄物 | B- | D | [工事中] 既存構造物の撤去や移設に伴う廃棄物、建設残土や廃材の発生が予想される。 [供用時] 周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は想定されない。 |
| 4 | 土壌汚染 | B- | D | [工事中] 建設用オイルの流出等による土壌汚染の可能性が考えられる。 [供用時] 周辺環境に影響を及ぼすような土壌汚染の発生は想定されない。 |
| 5 | 騒音・振動 | B- | D | [工事中] 建設機材・車輛の稼働または矢板工事、水路掘削工事等による騒音・振動が想定される。 [供用時] 騒音や振動を生じる活動は想定されない。ゲート開閉を電動操作に改修した場合は騒音が軽減される。 |
| 6 | 地盤沈下 | C | C | 事業対象地が特定されてから確認する。 |
| 7 | 悪臭 | B- | C | [工事前] 取水施設においてゲート前面でのゴミ堆積や積み重なった水草からの悪臭がある。 [工事中] 水路の整備は近隣住民生活の安寧を損なう悪臭を発生しうる。 [供用時] 水路に投棄されるゴミ処理対策を徹底しない限り、ゲート付近のゴミ堆積からの悪臭がある。 |
| 自然環境 | | | | |
| 8 | 保護区 | D | D | [工事前] 想定事業対象地区に保護区は存在しないが、ファイユーム市中心部から北西 25km 地点にカルーン湖、西方 35km 地点にワディライヤーン湖がある。 [工事中] 両湖に影響を引き起こすような作業は想定されない。 [供用時] 両湖に影響を引き起こすような作業は想定されない。 |
| 9 | 生態系 | D | D | 本事業は主に既存施設の改修であることから、生態系への影響はほとんどないと想定される。 |

| 分類/影響項目 | | 影響評価 | | 評価理由 |
|-------------|-----------------|-------------|-----|---|
| | | 工事前/ 工事中 | 供用時 | |
| 10 | 水象 (地表水・地下水) | C | C | [工事中] 工種及び水路の水流や水路底の変化により、周辺地帯の地下水位の変化を引き起こす可能性がある。 [供用時] 周辺地帯の地下水位の変化の可能性はある。 |
| 11 | 地形・地質 | D | D | 想定される工事は既存施設の改修、または既存水路上の施設の新設であるので、地形・地質を大きく改変する作業は想定されない。 |
| 社会環境 | | | | |
| 12 | 住民移転/ 用地取得 | B- | D | [工事中] 既存施設の改修または既存水路上の施設の新設であるので住民移転を伴うような作業は想定されない。工事用仮設ヤードは MWRI 所有の土地を利用すると想定するが、一時的な借地が生じる可能性も想定される。 [供用時] 一時的な借地が生じる場合は、復旧して返還される。 |
| 13 | 生計・生活 | B- | B+ | [工事中] 工事範囲周辺は通行に支障をきたすことが想定される。 [供用時] 灌漑施設の整備に伴い安定的に灌漑水が供給される。作物の二期作、作付率の増加及び安定的な生産が期待され、農家及び地元経済への正の影響が想定される。 |
| 14 | 文化的遺産 | C | C | 事業対象地が特定されてから確認する。 |
| 15 | 景観 | B- | D | [工事中] 工事によって景観が一時的に損なわれる。 [供用時] 既存施設の改修、または既存水路上の施設の新設であるので、景観への影響は想定されない。 |
| 16 | 少数民族・先住民 | C | C | 事業対象地が特定されてから確認するが、少数民族・先住民の問題は想定されない。 |
| 17 | 労働環境 | C | D | [工事中] 建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 |
| その他 | | | | |
| 18 | 工事中の影響（事故） | B- | D | [工事中] 工事中の事故及び工事用車輛や建設機械の稼働に伴い交通事故の発生が懸念される。 |
| 19 | 越境・気候変動 | D | C | 事業対象の基幹水路はナイル川から取水し、また農業排水は最終的にはナイル川に戻される。本事業供用時の農業排水によるナイル川の水質汚染への影響は限定的と想定する。なお、大規模なダムや堰の建設は想定していない。効率的な水利用を実現することで、気候変動に起因する水利用可能量への影響を軽減すると想定される。 |

影響評価: A+/-: 重大な影響（正/負）がある
B+/-: 多少の影響（正/負）がある
C+/-: 影響の程度は不明（調査過程で要確認）
D: ほとんど影響はない

出典: JICA 調査団

(5) 環境社会配慮調査のTOR

上記スコーピングにおいて、多少の負の影響がある、または不明と判断された項目について、現時点で想定される調査内容・方法を環境社会配慮調査の TOR として表 7.10 にまとめる。

表 7.10 環境社会配慮調査の TOR

| 影響項目 | 調査項目 | 調査方法 |
|--------------------|---|--|
| 汚染 | | |
| 1.大気質 | (1) 排出基準などの確認 (2) 工事中的の影響 | (1) 既存資料調査 (2) 工事の内容、工法、期間、工事範囲及び特に配慮を要する建物などを確認、ヒアリング |
| 2.水質 | (1) 排出基準などの確認 (2) 工事中的の影響 | (1) 既存資料調査 (2) 工事の内容、工法、期間、工事範囲及び特に配慮を要する建物などを確認、ヒアリング、水質サンプリング |
| 3.廃棄物 | (1) 廃棄物処理に係る法規の確認 (2) 工事中的の影響 | (1) 既存資料調査 (2) 工事の内容、工法、期間、工事範囲及び特に配慮を要する建物などを確認、ヒアリング |
| 4.土壌汚染 | (1) 土壌汚染に係る法規の確認 (2) 工事中的の影響 | (1) 既存資料調査 (2) 工事の内容、工法、期間、工事範囲及び特に配慮を要する建物などを確認、ヒアリング、土壌サンプリング、土壌中の重金属含有量の確認 |
| 5.騒音・振動 | (1) 騒音・振動に係る法規の確認 (2) 工事中的の影響 | (1) 既存資料調査 (2) 工事の内容、工法、期間、工事範囲及び特に配慮を要する建物などを確認、ヒアリング |
| 6.地盤沈下 | (1) 地盤沈下に係る法規確認 (2) 工事中的の影響 | (1) 既存資料調査 (2) 工事の内容、工法、期間、工事範囲及び特に配慮を要する建物などを確認、ヒアリング |
| 7.悪臭 | (1) 排出基準などの確認 (2) 工事中的の影響 | (1) 既存資料調査 (2) 工事の内容、工法、期間、工事範囲及び特に配慮を要する建物などを確認、ヒアリング |
| 自然環境 | | |
| 10.水象 (地表水・地下水) | (1) 工事中的の影響 (2) 供用時の影響 | (1) 工事の内容、工法、期間、工事範囲及び特に配慮を要する建物などを確認、地下水位の観測、ヒアリング (2) 地下水位の観測 |
| 社会環境 | | |
| 12.住民移転/ 用地取得 | (1) 用地取得/賃借に係る法規の確認 (2) 用地取得/借地の有無及び範囲の確認 (3) 補償方法の確認 | (1) 既存資料調査、ヒアリング (2) 工事の内容、期間、工事範囲及び土地所有者の確認 (3) 類似案件における補償事例の確認、ヒアリング |
| 13.生計・生活 | (1) 工事中的の影響 (2) 供用時の影響 | (1) 工事の内容、工法、期間、工事範囲、交通量などを確認、ヒアリング (2) 二期作・可耕地の面積の確認、作付け作物・単収の確認 |
| 14.文化遺産 | (1) 文化遺産に係る法規の確認 (2) 工事中的の影響 | (1) 既存資料調査 (2) 工事の内容、工法、期間、工事範囲及び特に配慮を要する建物などを確認、ヒアリング |
| 15.景観 | (1) 景観に係る法規の確認 (2) 工事中的の影響 | (1) 既存資料調査 (2) 工事の内容、工法、期間、工事範囲及び特に配慮を要する建物などを確認、ヒアリング |
| 16.少数民族・先住民族 | (1) 少数民族・先住民族に係る法規の確認 (2) 工事中的の影響 | (1) 既存資料調査 (2) 工事の内容、工法、期間、工事範囲及び特に配慮を要する建物などを確認、ヒアリング |
| 17.労働環境 | (1) 労働衛生法などの確認 (2) 工事中的の作業員に対する影響 | (1) 既存資料調査 (2) 工事の内容、工法、期間、類似案件における対策事例 |
| その他 | | |
| 18.工事中的の影響（事故） | (1) 事故の確認 (2) 工事中的の影響 | (1) ヒアリング (2) 類似案件における事故防止、安全対策事例 |
| 19.越境・気候変動 | (1) ナイル川に関わる国際法・内国法の確認 (2) 気候変動の影響 | (1) 既存資料調査 (2) 工事の内容、工法、期間、水路の貯留効果、洪水調節機能 |

出典: JICA 調査団

(6) 環境社会配慮調査結果（予測結果を含む）

スコーピングに基づき実施した環境社会配慮調査結果は表 7.11 の通りである。

表 7.11 環境社会配慮調査結果

| 評価項目 | 調査結果 |
|---------------------|--|
| 汚染 | |
| 1. 大気質 | 工事中は、燃料燃焼による排煙や排気ガス（CO ₂ 、NO _x ）、車輛や建機による土木工事や通行に伴う粉塵が大気へ排出される。大気質の劣化は地域住民の健康に影響を及ぼしうる。負の影響が見込まれるが、短期間であること、広範囲における現象ではないことからその影響は微少。供用時においてはポンプ場を改修する場合、ポンプの動力が電力の場合には排気ガス排出は削減される。 |
| 2. 水質 | 工事に由来する炭化水素やオイルその他廃液の偶発的な流出によって影響を受ける可能性がある。特に後者は、工事開始前/工事期間における活動において重要である（用地整備、廃棄物管理、機材のメンテナンス）。また、供用時は水路に投棄されるゴミ処理対策を徹底しない限り、水質悪化のおそれがある。 |
| 3. 廃棄物 | 工事初期段階から固形、液体廃棄物が発生する。固形廃棄物には、食品、プラスチック、植物などがあり、液体廃棄物は排水や廃油、ベースキャンプの廃水が考えられる。 |
| 4. 土壌汚染 | 土壌汚染は、工事現場でのオイル交換や機材修理時に生じうる炭化水素の土壌流出、有害固形廃棄物、廃液の無秩序な廃棄などで発生しうる。 |
| 5. 騒音・震動 | 工事前/工事期間中には、土木工事（掘削、整地、浚渫）、資材の輸送・荷降ろしや重機の往来に伴う騒音が生じうる。こうした騒音は、工事に携わる作業員や近隣住民の聴覚に影響をもたらす可能性がある。供用時においては騒音・振動のリスクは少ない。ゲート操作が電力駆動の場合には騒音・振動は削減される。 |
| 6. 地盤沈下 | プロジェクトの実施に伴う地盤沈下は想定されないが、事業対象地が特定されてから確認する。 |
| 7. 悪臭 | 水路の整備は近隣住民生活の安寧を損なう悪臭を発生しうる。水路に投棄されるゴミ処理対策を徹底しない限り、ゲート付近のゴミ堆積からの悪臭は改善されない。 |
| 自然環境 | |
| 9. 生態系 | 既存施設の改修であるため、影響は想定されない。 |
| 10. 水象 （地表水・地下水） | 水路底掘削・整形、堤防嵩上げ、護岸工、法面保護、浚渫等によって流況及び地下水位の変化が想定される。 |
| 社会環境 | |
| 12. 用地取得・住民移転 | 既存施設の改修または既存水路上の施設の新設であるので住民移転を伴うような作業は想定されない。工所用仮設ヤードは MWRI 所有の土地を利用すると想定するが、一時的な借地が生じる場合は、復旧して返還される。 |
| 13. 生計・生活 | 工事中は工事範囲周辺に通行に支障をきたし、住民生活を不便にする可能性があり得る。一方、灌漑施設の整備に伴い安定的に灌漑水が供給され、作物の二期作、作付け率増加及び安定的な生産が期待され、農家及び地元経済への正の影響が期待される。 |
| 14. 文化遺産 | 事業対象地が特定されてから確認する。工事範囲内にモスクが含まれる可能性もあるが、これらは概ね MWRI 所有の土地上に建設されていると想定される。できるかぎり移転を避ける。やむを得ない場合でも近隣の MWRI 所有の用地に移転することとする。 |
| 15. 景観 | 工事中における景観の変化はあるものの、景観に対する重要な影響は想定されない |
| 16. 少数民族・先住民族 | 事業対象地が特定されてから確認するが、権利に配慮しなければならない少数民族、先住民族の存在は想定されない。 |
| 17. 労働環境 | 労働法第 208 条ないし第 211 条は、雇用者が、職場における危険、化学物質、機械、感染、騒音及び騒音公害から労働者を守るために必要な全ての手段を講じる必要がある旨を規定している。さらに、労働法第 212 条及び第 214 条は、雇用者は職場に必要な救急処置及び火災表示措置を整備する義務がある旨を定めている。作業員の労働環境確保にはこれらを遵守する。 |
| その他 | |
| 18. 工事中の影響(事故) | 工事現場では事故防止の対策が講じられるものの、工所用車輛や建設機械の稼働に伴い交通事故の発生が懸念される。 |
| 19. 越境・気候変動 | 本事業供用時の農業排水によるナイル川の水質汚染への影響は限定的である。効率的な水利用を実現することで、気候変動に起因する水利用可能量への影響を軽減すると想定される。 |

出典: JICA 調査団

(7) 影響評価

環境社会配慮調査結果に基づき本事業による環境及び社会への影響を表 7.12 に整理する。

表 7.12 環境及び社会への影響

| 分類/影響項目 | | スコーピング時の影響評価 | | 調査結果に基づく評価 | | 評価理由 |
|-------------|-----------------|--------------|-----|-------------|-----|--|
| | | 工事前/ 工事中 | 供用時 | 工事前/ 工事中 | 供用時 | |
| 汚染 | | | | | | |
| 1 | 大気質 | B- | D | B- | D | [工事中] 建設機材の稼働等に伴い一時的ではあるが大気質の悪化が想定される。現時点では事業対象地は特定されていないが、工事範囲周辺に住居が隣接する可能性があった場合、負の影響が見込まれる。 [供用時] ポンプ場を改修する場合、動力は電力を想定しており、大気汚染を生じるような活動は想定されない。 |
| 2 | 水質 | B- | C | B- | C | [工事中] 工事現場・重機、車輛及び工事宿舎からの排水等による水質汚濁の可能性はある。 [供用時] 既存灌漑施設の改修が主であり、水質汚濁を生じるような活動は想定されない。但し、水路に投棄されるゴミ処理対策を徹底しない限り、水質悪化のおそれがある。 |
| 3 | 廃棄物 | B- | D | B- | D | [工事中] 既存構造物の撤去や移設に伴う廃棄物、建設残土や廃材の発生が予想される。 [供用時] 周辺環境に影響を及ぼすような廃棄物の発生は想定されない。 |
| 4 | 土壌汚染 | B- | D | B- | D | [工事中] 建設用オイルの流出等による土壌汚染の可能性が考えられる。 [供用時] 周辺環境に影響を及ぼすような土壌汚染の発生は想定されない。 |
| 5 | 騒音・振動 | B- | D | B- | D | [工事中] 建設機材・車輛の稼働または矢板工事、水路掘削工事等による騒音・振動が想定される。 [供用時] 騒音や振動を生じる活動は想定されない。ゲート開閉を電動操作に改修した場合はさらに騒音が軽減される。 |
| 6 | 地盤沈下 | C | C | C | C | 事業対象地が特定されてから確認する。 |
| 7 | 悪臭 | B- | C | B- | C | [工事前] 取水施設においてゲート前面でのゴミ堆積や積み重なった水草からの悪臭がある。 [工事中] 水路の整備は近隣住民生活の安寧を損なう悪臭を発生しうる。 [供用時] 水路に投棄されるゴミ処理対策を徹底しない限り、ゲート付近のゴミ堆積からの悪臭がある。 |
| 自然環境 | | | | | | |
| 10 | 水象 (地表水・地下水) | C | C | C | C | [工事中] 工種及び水路の水流や水路底の変化により、周辺地帯の地下水位の変化を引き起こす可能性がある。 [供用時] 周辺地帯の地下水位の変化の可能性はある。 |
| 社会環境 | | | | | | |
| 12 | 住民移転/ 用地取得 | B- | D | B- | D | [工事中] 既存施設の改修または既存水路上の小規模施設の新設であるので住民移転/用地取得を伴うような作業は想定されない。工事用仮設ヤードは MWRI 所有の土地を利用すると想定するが、一時的な借地が生じる可能性も想定される。 [供用時] 一時的な借地が生じる場合は、復旧して返還される。 |

| 分類/影響項目 | | スコーピング時の影響評価 | | 調査結果に基づく評価 | | 評価理由 |
|---------|------------|--------------|-----|------------|-----|---|
| | | 工事前/工事中 | 供用時 | 工事前/工事中 | 供用時 | |
| 13 | 生計・生活 | B- | B+ | B- | B+ | [工事中] 工事範囲周辺は通行に支障をきたすことが想定される。 [供用時] 灌漑施設の整備に伴い安定的に灌漑水が供給される。作物の二期作及び安定的な生産が期待され、農家及び地元経済への正の影響が想定される。 |
| 14 | 文化的遺産 | C | C | C | C | 事業対象地が特定されてから確認する。 |
| 15 | 景観 | B- | D | B- | D | [工事中] 工事によって景観が一時的に損なわれる。 [供用時] 既存施設の改修、または既存水路上の施設の新設であるので、景観への影響は想定されない。 |
| 16 | 少数民族・先住民族 | C | C | C | C | 事業対象地が特定されてから確認するが、少数民族・先住民族の問題は想定されない。 |
| 17 | 労働環境 | C | D | C | D | [工事中] 建設作業員の労働環境に配慮する必要がある。 |
| その他 | | | | | | |
| 18 | 工事中の影響（事故） | B- | D | B- | D | [工事中] 工事中の事故及び工事用車輛や建設機械の稼働に伴い交通事故の発生が懸念される。 |
| 19 | 越境・気候変動 | D | C | D | C | 事業対象の基幹水路はナイル川から取水し、また農業排水は最終的にはナイル川に戻される。本事業供用時の農業排水によるナイル川の水質汚染への影響は限定的と想定する。なお、大規模なダムや堰の建設は想定していない。 効率的な水利用を実現することで、気候変動に起因する水利用可能量への影響を軽減すると想定される。 |

影響評価:

- A+/-: 重大な影響（正/負）がある
- B+/-: 多少の影響（正/負）がある
- C+/-: 影響の程度は不明（調査過程で要確認）
- D: ほとんど影響はない

出典: JICA 調査団

(8) 緩和策及び費用

上記調査結果を踏まえ検討された緩和策及び費用は表 7.13 のとおりである。

表 7.13 緩和策と費用

| No. | 影響項目 | 緩和策 | 実施機関 | 責任機関 | 費用 (US\$) |
|-----------|------|---|------|------|-----------|
| 【工事前/工事中】 | | | | | |
| 1 | 大気質 | <ul style="list-style-type: none"> • 防塵のため路面への散水を行う。 • 工事用車輛運転手及び作業員に対して、車輛及び機材をアイドリングしないよう教育を行う。 • 建設資材を運搬するに際しては、飛散防止カバーを設置する。 | 施工業者 | MWRI | BoQ に含む |
| 2 | 水質 | <ul style="list-style-type: none"> • 工事に伴う濁水は、沈砂池を設けて中間水を下流側に排水する。 • アルカリ排水は下流に急激な影響を及ぼさぬよう、緩やかに排水する。 • コンクリート水路は表面を十分養生し、十分乾燥させたのちに通水を開始する。 • 水路に投棄されるゴミ処理対策を徹底する。 | 施工業者 | MWRI | BoQ に含む |

| No. | 影響項目 | 緩和策 | 実施機関 | 責任機関 | 費用 (US\$) |
|--------------|---------------------|---|--------|----------------|--------------|
| 3 | 廃棄物 | <ul style="list-style-type: none"> 浚渫土の再利用または処理を適切に行う。 既設構造物の改修にあたり発生する廃棄物は、安全な場所に一時保管し、行政が指定する場所に廃棄する。 | 施工業者 | MWRI 地方行政機関 | BoQ に含む |
| 4 | 土壌汚染 | <ul style="list-style-type: none"> オイル流出の可能性のある作業を行う際には、ドリフトトレイを使用する。 オイル漏れを防ぐため、重機や機材の定期的な点検・整備を行う。 | 施工業者 | MWRI | BoQ に含む |
| 5 | 騒音・振動 | <ul style="list-style-type: none"> 異常音や異常振動発生予防のため、機材の定期的なメンテナンスを行う。 騒音を伴う機材の近くで作業を行う作業員に対しては耳あてなどを支給する。 | 施工業者 | MWRI | BoQ に含む |
| 6 | 地盤沈下 | <ul style="list-style-type: none"> 地下水の揚水を伴う掘削工事に際して、揚水量を低減する止水対策等を実施及び影響範囲の最小化を図る。 地質脆弱部を乱さない掘削工法等とする。 | 施工業者 | MWRI | BoQ に含む |
| 7 | 悪臭 | <ul style="list-style-type: none"> 堆積したゴミ、水草は水抜き等の処理をし、行政が指定する場所に廃棄する。 | 施工業者 | MWRI | BoQ に含む |
| 10 | 水象 (地表水・地下水) | <ul style="list-style-type: none"> 地下水の揚水を伴う掘削工事に際して、揚水量を低減する止水対策等を実施及び影響範囲の最小化を図る。 地質脆弱部を乱さない掘削工法等とする。 地下水観測を定期的に行う。 設計時に地下水位解析を行い、その結果により対策を判断する。 | 施工業者 | MWRI | BoQ に含む |
| 12 | 住民移転/用地取得 | <ul style="list-style-type: none"> (住民移転/用地取得は想定されないが、工事用仮設ヤードのため一時的な借地が想定される。) 賃借料の確実な支払い。 | 施工業者 | MWRI | BoQ に含む |
| 13 | 生計・生活 | <ul style="list-style-type: none"> 工事現場周辺の交通整理を適切に行う。 | 施工業者 | MWRI | BoQ に含む |
| 14 | 文化遺産 | <ul style="list-style-type: none"> 工事範囲は文化遺産地区を避ける。移転がやむを得ない場合は移転先選定及び移転を適切に行う。 | 施工業者 | MWRI | BoQ に含む |
| 15 | 景観 | <ul style="list-style-type: none"> 工事中は、景観に配慮した工事塀等により、できる限り修景の工夫をすること。 | 施工業者 | MWRI | BoQ に含む |
| 16 | 少数民族・先住民 | <ul style="list-style-type: none"> 少数民族、先住民の権利に関する法律を遵守する。 少数民族、先住民の文化、生活様式への影響軽減に配慮する。 | 施工業者 | MWRI 地方行政機関 | BoQ に含む |
| 17 | 労働環境 | <ul style="list-style-type: none"> 作業の内容に応じて、適切な労働安全器具（ヘルメット、靴など）を支給する。 作業員に対する安全教育を実施する。 | 施工業者 | MWRI | BoQ に含む |
| 18 | 工事中の影響 (事故) | <ul style="list-style-type: none"> 重機及び機材の定期メンテナンスを行う。 現場に十分な数の応急処置セットを配置する。 安全対策を含む事故緊急時対応マニュアルを作成する。 | 施工業者 | MWRI | BoQ に含む |
| 【供用時】 | | | | | |
| 2 7 19 | 水質 悪臭 越境・気候変動 | <ul style="list-style-type: none"> 水路に投棄されるゴミ処理対策を徹底する。 | 地方行政機関 | MWRI | 行政費用 |
| 18 | 事故 | <ul style="list-style-type: none"> 事故の発生記録を整理し、再発防止策を講じる。 堤体に設置した侵入・転落防止柵の状況を定期的に確認し、必要に応じて補強・修復を行う。 | 地方行政機関 | MWRI | 行政費用 |

出典：JICA 調査団

(9) モニタリング計画

緩和策の実施状況について工事前/工事中、供用時の段階において表 7.14 に記載の環境管理・モニタリング計画を実施する。モニタリング項目に応じて実施機関は異なるが、監督機関は全て事業実施主体である MWRI とする。

表 7.14 環境管理・モニタリング計画（EMMP）

| 環境項目 | モニタリング項目 | 頻度 | 基準・指標 | 場所 | 実施者 |
|------------------------|---|------------------------|---------------------|--------------------|------|
| <工事前/工事中> | | | | | |
| 0.共通項目 | 苦情処理記録 | 週 1 回 | 苦情処理記録の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| | 機材の維持管理・点検記録 | 日常：毎日 1 回 定期的：任意 | 記録の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| 1.大気汚染 | 散水の実施状況 | 月 1 回 | 実施有/無 最低 1 日 2 回 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| | 目視による粉じんの発生状況 | 月 1 回 | 飛散の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| 2. 水質 7. 悪臭 | pH, SS, COD, BOD, 投棄 ゴミ | 着工前 1 回 月 1 回 | 記録の有/無 | 水路任意地点及びゲート前ゴミ堆積地点 | 施工業者 |
| 3.廃棄物 | 現場発生土の再利用状況 | 月 1 回 | 再利用の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| | 指定された処分場所におけるコンクリートガラ、型枠、廃油などの処理状況 | 月 1 回 | 適性処分の有/無 | 処理場 | 施工業者 |
| | 作業員に対するゴミや廃棄物処理に係る教育 | 実施月 1 回 | 実施の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| 4.土壌汚染 | ドリフトレイの利用状況 | 月 1 回 | 記録の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| 5. 騒音・振動 17.労働環境 | 安全教育の実施状況 | 実施月 | 実施記録の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| | 作業員に対するヘルメットや防護用ゴーグル、耳あてなどの配布状況 | 毎月 1 回 | 配布及び利用の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| | 応急処置設置（FAK）の配置状況 | 毎月 1 回 | 配置の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| | 事故緊急時対応マニュアルの作成、作業員への周知 | 配布月 1 回 | 作成及び周知記録の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| 6 地盤沈下 | 地下水位・地盤沈下の監視 | 月 1 回 | 記録の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| 10 水象 （地表水・地下水） | 地下水位・地盤沈下の監視 | 月 1 回 | 記録の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| 12 住民移転/ 用地取得 | （住民移転/用地取得は想定されないが、工事用仮設ヤードのため一時的な借地が想定される。） 賃貸料支払状況 | 月 1 回 | 記録の有/無 賃借料支払いの証憑 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| 13 生計・生活 | 工事地区周辺の交通事故数 | 月 1 回 | 記録の有/無 | プロジェクトサイト周辺 | 施工業者 |
| 14 文化遺産 | 目視による変化発生状況 | 月 1 回 | 記録の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |

| 環境項目 | モニタリング項目 | 頻度 | 基準・指標 | 場所 | 実施者 |
|------------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|--|--------|
| 15 景観 | 工事堀など修景状況 | 月 1 回 | 記録の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| 16 少数民族・先住民族 | 苦情処理記録 | 週 1 回 | 苦情処理記録の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| 18. 工事中の影響（事故） | 周辺地区への工事区間の事前通知状況 | 毎月 1 回 | 実施の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| | 工事箇所周辺及び見通しの悪い区間への看板及び誘導員の設置状況 | 毎月 1 回 | 設置の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| | 発生した事故の程度、回数、原因、今後の対策などを記した記録の確認 | 毎月 1 回 | 記録の有/無 | プロジェクトサイト | 施工業者 |
| <供用時> | | | | | |
| 2. 水質 7. 悪臭 19 越境・気候変動 | pH, SS, COD, BOD, 投棄ゴミ | 月 1 回 | 記録の有/無 | 水路任意地点及びゲート前ゴミ堆積地点及びナイル川における幹線排水路排水口下流の任意の地点 | MWRI |
| 10 水象（地表水・地下水） | 地下水位・地盤沈下の監視 | 月 1 回 | 記録の有/無 | プロジェクトサイト | MWRI |
| 13 生計・生活 | 二期作率 収入 番水状況 | 半年に 1 回 | 事業前ベースライン調査結果との比較 | 受益地域 | MWRI |
| 18. 事故 | 事故発生記録（今後の事故防止策を含む） | 年 1 回（供用開始後 2 年間） | 事故発生記録の有/無 | 交通警察、必要に応じて住民への聞き取り | 地方行政機関 |
| | 施設の侵入・転落防止柵の状況と補修を行った場合は補修履歴 | 年 1 回（供用開始後 2 年間） | 状況が良好か否か、また補修の有無 | 侵入・転落防止柵設置箇所 | MWRI |

出典：JICA 調査団

7.2.7 円借款事業案の経済性の予備的検討

円借款事業案の経済分析は、コンポーネントの実施により期待される効果を検討し、事業効果を貨幣価値に換算した便益と事業費を比較することにより円借款事業の経済性を評価する。

円借款事業の実施による効果は、直接的には上エジプトにおける二つの基幹水路の改修、優先サブ地域の灌漑施設や水路の改修等を行うことによって、より合理的な水管理が可能となり灌漑用水不足の軽減が期待される。このことにより、円借款事業の受益地域における農業生産性の向上が期待される。本円借款事業の効果は、作物の生産性向上を単収の増加で捉えて算定する。（農業生産性の向上による農業生産量の増大を円借款事業の貨幣的に換算可能な便益として算定し円借款事業の経済性を分析する。）

円借款事業の経済性の評価は、経済価格を用いた指標である経済的内部収益率（EIRR）、費用便益比（B/C）、及び純現在価値（NPV）により行う。

(1) 評価の前提条件

経済性の評価は、以下の前提条件のもとで実施する。

- (a) 経済的事業期間は 30 年とする。
- (b) 財、サービスや資機材等の価格は、2017 年 4 月末時点の価格とする。ただし、農産物の農家販売価格は、作期の関係から 2016 年データを基礎に、現状の市況や 2016 年 11 月の為替の自由化を踏まえて 2017 年価格を予測し、本評価に適用する。
- (c) 通貨の換算レートは、2017 年 12 月時点における US\$ 1=17.7194653=JPY 111.291 とする。
- (d) プロジェクト管理費（Administration cost）、税金、補助金、利子等の移転費用や物価上昇は経済価格に含めない。
- (e) 市場価格の経済価格への変換³³は、標準変換係数（Standard Conversion Factor: SCF）0.93 を適用して、国内市場価格を経済価格に変換する。農業労賃（未熟練労働賃金）の経済価格は潜在的失業率を考慮し市場価格の 0.63 とする。

(2) 計画の事業費

経済評価に用いる事業費は、工事費、維持管理費、コンサルティング・サービス費、予備費である。経済価格は、国内市場価格から SCF 0.93 を用いて変換された。

(3) 計画事業の便益

1) 円借款事業の便益

バハルヨセフ基幹水路及びイブラヒミア基幹水路の改修、それぞれの幹線・支線水路の部分改修（ライニング）と幹線・支線水路内の排水再利用ポンプの改修等により、灌漑用水の配水の適正度が改善され、幹線水路から支線水路への配水量の増加が見込まれる。配水の改善に伴い、農業の生産性の向上が期待される。農業の生産性の向上は作物の単位当たり収量の向上により算定する。

2) 便益の算定

円借款事業の便益は、農作物の生産性向上を単収の増加で捉えて算定するが、計画作付け体系及び計画増収率を基礎に、以下の点を考慮して便益を算定する。

- a) 本計画の受益地域の営農は、冬作の小麦及びクローバー、夏作のメイズが大半であり、これらの作物は主食穀物及び飼料作物として重要で、今後もこれらの作物が主要作物として作付けされていくことが予想される。市場の変化等により野菜等の作付けが増加することも考えられるが、野菜の灌漑必要水量は小麦、メイズとさほど変わらないこと、農業土地開拓省が担当する営農改善のコンポーネントは本計画では取り組まないことなどから、本

³³計画増収率は、「エジプト・アラブ共和国ダイリュート堰群改修事業準備調査 最終報告書」JICA、2010 年 10 月を参考に設定した。

計画の実施による効果としては、計画作付け体系は現況の作付け体系からの変更をせず、適切な灌漑用水の配水による作物の生産性の向上（単収の向上）を基本とする。

- b) また、受益地4県（ギザ、ベニスエフ、ファイユーム、ミニヤ）の耕地利用率は、現況でも既に182%と高い値を示しているため、計画の耕地利用率は、農業土地開拓省の農業統計書に基づいて整理した現況の数値を踏襲することとし、将来的な耕地利用率の伸びは考慮しないものとする。

表 7.15 受益県別代表作物別作付け割合

| Season | Crops | Giza | | Beni Suef | | Fayoum | | Minya | | Total | |
|------------------------|--------------------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|
| | | Area (fed) | Share (%) |
| Winter | Wheat | 46,278 | 9.7% | 143,990 | 25.4% | 225,753 | 28.5% | 262,943 | 29.9% | 678,964 | 25.0% |
| | Beseem | 40,615 | 8.5% | 29,753 | 5.2% | 86,372 | 10.9% | 79,881 | 9.1% | 236,621 | 8.7% |
| | Vegetables | 105,084 | 22.0% | 53,624 | 9.5% | 25,028 | 3.2% | 20,296 | 2.3% | 204,032 | 7.5% |
| | Others(majoram) | 17,203 | 3.6% | 46,673 | 8.2% | 70,653 | 8.9% | 38,696 | 4.4% | 173,225 | 6.4% |
| | total | 209,180 | 43.7% | 274,040 | 48.3% | 407,806 | 51.5% | 401,816 | 45.6% | 1,292,842 | 47.6% |
| Summer | Maize | 41,589 | 8.7% | 174,600 | 30.8% | 114,153 | 14.4% | 229,736 | 26.1% | 560,078 | 20.6% |
| | Sorghum | 1,778 | 0.4% | 5,013 | 0.9% | 117,650 | 14.9% | 14,548 | 1.7% | 138,989 | 5.1% |
| | Oil Crop (Peanuts) | 6,719 | 1.4% | 12,984 | 2.3% | 6,009 | 0.8% | 44,976 | 5.1% | 70,688 | 2.6% |
| | Vegetables | 88,092 | 18.4% | 39,520 | 7.0% | 56,887 | 7.2% | 84,547 | 9.6% | 269,046 | 9.9% |
| | total | 138,178 | 28.9% | 232,117 | 40.9% | 294,699 | 37.2% | 373,807 | 42.5% | 1,038,801 | 38.2% |
| Nile | Maize | 19,577 | 4.1% | 34,467 | 6.1% | 36,219 | 4.6% | 0 | 0.0% | 90,263 | 3.3% |
| | Vegetables | 38,307 | 8.0% | 6,703 | 1.2% | 21,309 | 2.7% | 29,868 | 3.4% | 96,187 | 3.5% |
| | total | 57,884 | 12.1% | 41,170 | 7.3% | 57,528 | 7.3% | 29,868 | 3.4% | 186,450 | 6.9% |
| Perennial | Suger cane | 1,623 | 0.3% | 106 | 0.0% | 464 | 0.1% | 36,098 | 4.1% | 38291 | 1.4% |
| | Fruit trees | 45,408 | 9.5% | 19,248 | 3.4% | 29,993 | 3.8% | 36,897 | 4.2% | 131,546 | 4.8% |
| | Date | 26,439 | 5.5% | 341 | 0.1% | 1,158 | 0.1% | 1,786 | 0.2% | 29,724 | 1.1% |
| | total | 73,470 | 15.3% | 19,695 | 3.5% | 31,615 | 4.0% | 74,781 | 8.5% | 199,561 | 7.3% |
| Total | | 478,712 | 100.0% | 567,022 | 100.0% | 791,648 | 100.0% | 880,272 | 100.0% | 2,717,654 | 100.0% |
| Witer vegetables | | Tomato | | Onion | | Tomato | | Tomato | | Tomato | |
| Summer vegetale | | Tomato | | Tomato | | Tomato | | Tomato | | Tomato | |
| Nile vegetables | | Tomato | | Tomato | | Tomato | | Potatoes | | Tomato | |
| Fruit trees | | Citrus | | Citrus | | Citrus | | Grape | | Citrus | |
| Cultivated Area (fed) | | 282,650 | | 294,035 | | 439,428 | | 476,597 | | 1,492,710 | |
| Cropping Intensity (%) | | 169% | | 193% | | 180% | | 185% | | 182% | |

出典：JICA 調査団作成

- c) 本計画事業の便益がおよぶ範囲（受益面積）については、灌漑システムへの寄与度を考慮して決定する。
- d) 計画の増収率は、基幹水路の改修に加えて、幹線・支線水路の小構造物の改修を行う場合と、それに加え、幹・支線水路のライニングを行う場合について類似計画³⁴で用いられている増収率を基礎に設定する。
- e) この分析結果から、水不足の頻度が1段階改善された場合の増収率は、メイズ（夏作）で9%、小麦（冬作）で4%としている。対象地域における現在の水不足の頻度は、表 5.18 に当てはめると頻度2にあり、基幹水路の改修及び優先サブ地域の灌漑施設改修のうち、幹・支線水路のライニングを除いた改修を実施した場合の増収率は、表 5.19 の2から3への水不足の改善が見込まれ、夏作9%、冬作4%が期待される。幹・支線水路のライニングを加えた改修を実施した場合の増収率は、頻度2から4への2段階の水不足が見込まれることから、増収率は、夏作18%、冬作8%が想定される。また、メスカ改良を実施した

³⁴計画増収率は、「エジプト・アラブ共和国ダイリュート堰群改修事業準備調査 最終報告書」JICA、2010年10月を参考に設定した。

場合についても、増収が期待でき、MWRI の資料³⁵に基づく、夏作で 24%、冬作で 4% としているが、本計画では、全体の改修でも増収を見込んでいることから、メスカ改良による増収は MWRI の資料の半分を加味することとする。

- f) 効果算定においては、MALR 農業統計資料に基づく標準的な作物別収支を基礎として算定する。ただし、同統計資料は 2016 年版のものであり、2016 年 11 月の為替の自由化後の農業資材価格や農産物農家販売価格の影響を加味するため、聞き取り調査を実施した結果から、農業資材価格は 50%の上昇、農産物販売価格は 40%の上昇がみられた。これらの影響を統計資料の作物別収支に反映させて、前掲の事業便益算定の諸元に基づき、便益を算定する。

3) 計画事業の経済性の分析

経済分析は、前述した経済価格と便益のフローに基づいて実施された。経済分析結果として以下の数値を算出した。

- a) 便益費用比 (B/C ratio) は、便益と費用を現在価値に基づいて比較したものである。割引率は 12%とした。
- b) 純現在価値 (NPV) は、12%の割引率を使用して増加便益額を現在価値として示したものである。NPV の数値は、プロジェクト優位性を示す。
- c) EIRR は、プロジェクトの経済的な実行可能を検証するために使用する。

4) 整備内容と効果が及ぶ範囲

期待される効果は、施設整備による用水配分の安定が図られると想定することによる作物生産量の増加とし、その効果が及ぶ範囲は、基幹水路の改修及び優先サブ地域の灌漑施設改修のうち、幹線水路のライニングを除いた改修を実施した場合は対象となるサブ地域面積の 25%、また、幹線水路のライニングを含めた場合は同面積の 50%を想定し、優先サブ地域の支線水路もすべてライニングする場合は同面積の 60%を想定する。なお、これらの範囲は便宜的に想定したもので、今後精査する中で見直される可能性がある。

また、基幹水路のボトルネックを改修する対策による効果は、灌漑面積の 20%に及ぶと想定する。整備内容と効果が及ぶ範囲を表 7.16 に示す。

表 7.16 整備内容と効果が及ぶ範囲

| 整備内容 | 改善点 | 期待される主な効果 | 効果発現対象範囲 |
|--------------------|--|---|-------------------------|
| 基幹水路の改修 | 水路の通水容量が増加 | 用水ピーク時 (7~8 月) の灌漑用水不足の大幅な解消 | 対象地域の灌漑面積の 20%の増収を見込む |
| 小規模施設の改修 | 対象サブ地域内の用水利用効率の改善 | 対象サブ地域内での用水利用可能量の増加 | 対象サブ地域の灌漑面積の 25%の増収を見込む |
| 小規模施設の改修及び幹線のライニング | 対象サブ地域内の幹線水路の搬送効率の改善及び支線水路への分水位確保を含む対象サブ地域 | 対象サブ地域内での搬送効率の改善による用水供給の安定及び支線水路レベルでの用水 | 対象サブ地域の灌漑面積の 50%の増収を見込む |

³⁵ Initial Feasibility Study of Irrigation Improvement Project in 50 Thousand Feddans in Fayoum Governorate, MWRI, 2015

| 整備内容 | 改善点 | 期待される主な効果 | 効果発現対象範囲 |
|----------------------|--|---|------------------------|
| | 内の用水利用効率の改善 | 配分損失の減少 | |
| 小規模施設の改修及び幹・支線のライニング | 対象サブ地域内の幹・支線水路の搬送効率の改善及びメスカへの分水位確保を含む対象サブ地域内の用水利用効率の改善 | 対象サブ地域内での搬送効率の改善による用水供給の安定及びメスカレベルでの用水配分損失の減少 | 対象サブ地域の灌漑面積の60%の増収を見込む |

注：効果発現対象範囲は、「エジプト・アラブ共和国ダイリュート堰群改修事業準備調査 最終報告書」p. 7-4、JICA、2010年10月を参考に設定した。

7.2.8 経済性評価の結果

協力事業案の経済評価の結果を表 7.17に示す。計画1は、経済性では計画2に比べ低いですが、事業実施により不十分ながら末端まで水が届くようになり、状況の改善が期待でき、経済性が見込める。計画2は計画1に加えてさらに施設機能が改善され、支線水路への分水位・分水量がより安定的に確保され、経済性が最も高いことから協力事業案として推奨される。計画3は、支線水路のライニングを含めることにより、水路末端のメスカに至るまでの全体的な送配水機能を十分に回復出来る。計画3の事業費は最も高いが、協力事業案として検討に値する。

表 7.17 協力事業案の経済性比較総括表（幹線水路のライニングの有無し）

| 整備水準 | 事業内容 | 対象面積 (ha) | 効果発現面積 (ha) | 事業費 (経済価格) (thousand US\$) | EIRR (%) | B/C | NPV (thousand US\$) |
|------|--------------------------------------|-----------|-------------|----------------------------|----------|------|---------------------|
| 計画 1 | 2 基幹水路の改修 | 601,110 | 120,222 | 127,790 | 14.4 | 1.16 | 31,435 |
| | サブ地域第1 優先地域の小規模構造物の改修 | 202,565 | 50,641 | 176,980 | | | |
| | 計 | 803,675 | 170,863 | 304,770 | | | |
| 計画 2 | 2 基幹水路の改修 | 601,110 | 120,222 | 127,790 | 20.7 | 1.62 | 198,850 |
| | サブ地域第1 優先地域の小規模構造物の改修 幹線水路ライニング | 202,565 | 101,283 | 388,921 | | | |
| | 計 | 803,675 | 221,505 | 516,711 | | | |
| 計画 3 | 2 基幹水路の改修 | 601,110 | 120,222 | 127,790 | 14.2 | 1.15 | 74,594 |
| | サブ地域第1 優先地域の小規模構造物の改修 幹・支線水路ライニング | 202,565 | 121,539 | 658,428 | | | |
| | 計 | 803,675 | 272,146 | 786,218 | | | |

注 1) 経済価格の事業費には、工事費、O&M、コンサルティング・サービス、予備費を含み、国内市場価格から SCF 0.93 を用いて変換された金額である。

2) 詳細設計 2 ヶ年、工事期間 5 ヶ年、年 O&M 費は工事費の 1%、コンサルティング・サービス費は工事費の 10%とする。

3) B/C は年 12%で割り引いた時の現在価値での数値。

4) プロジェクトライフは 30 年を想定。

5) プロジェクト管理費 (Administration cost)、税金、補助金、利子等の移転費用や物価上昇は経済価格に含めない。

出典：JICA 調査団作成

7.3 ソフト面の協力案

改善プログラムにおける灌漑施設整備に対応し、同整備と連携して効果発現を発揮する水管理の実施に向けた関係者への能力強化や仕組み作りをプロジェクトとして実施する。また、改善プログラムにおける灌漑施設整備に対応し、同整備の効果を高める施設機能の持続性を高めるための維持管理（アセットマネジメント）の実施を円滑かつ効果的に進める取組みを実施する。

7.3.1 水管理における日本の協力案

(1) 水管理改善の計画策定

CIWM 実現に向けた水管理の実践に対し、事業対象地域での水管理を把握してプロジェクト形成を行うことを目的に、準備的な実施調査を行う。特に、実施調査を通じて検討した水管理の仕組みづくりを試行的に導入するサブ地域（パイロット地域）を、F/S 段階で第 1 群として先行して工事を開始する地区から選定し、さらにパイロット地域の支線水路（2 路線程度を想定）を対象に水管理の運用・体制案を含め、MWRI 側と水管理計画について合意する。調査のタイミングについては、ハードとソフトが一体となった効率的な CIWM の実現に向け、F/S と同時期に水管理分野での計画策定を実施することが望ましい。

(2) 中核人材の育成

MWRI の関係部局職員に対し、長期的に水管理に関する技術指導を行うことができる中核人材の育成を図る。このため、水管理の理論・体系を習得するための学術的な場や先進地での意見交換を提供する。その際には、アセットマネジメントや施設維持管理に関する知見を提供することで、協力の効率化や効果を高めることも考慮する。また、現行の組織体制の強化につながる協力とするために、候補者を現行の組織内から選出することに留意する。具体的には、MWRI 関係部局（ID、IS、IIS 及び RGSB）の中央職員で、日本の協力の C/P 候補に対する協力を想定する。候補者の人選については、エジプト側と協議し、確定することとする。中核人材の育成に対して、日本の協力スキームとして、研修員受入事業及び留学プログラムを想定し、下表に素案を示す。

表 7.18 中核人材育成に関する協力案

| スキーム案 | 研修員受入事業 | 留学プログラム |
|-------|--|--|
| 実施期間 | 2019～2022（4 年間） | 2019～2022（4 年間のうち 2～3 年間） |
| 受入先 | 本邦招へい、本邦研修及び第三国研修 | 本邦大学の修士または博士課程 |
| 対象 | MWRI 関係部局（ID、IS、IIS 及び RGSB）の中央職員または地方事務所職員で、日本の協力の C/P 候補 | MWRI 関係部局（ID、IS、IIS 及び RGSB）の中央職員で、日本の協力の C/P 候補 |
| 人数 | 本邦招へい：各部局×1 名×4 年間の計 16 名程度 本邦研修：各部局×3 名×4 年間の計 48 名程度 第三国研修：各部局×3 名×4 年間の計 48 名程度 | 各部局×2 名の計 8 名程度 |

(3) 公平な水管理の構築

CIWM 実現に向けたサブ地域レベルの水管理の運用・体制をモデルとして示し、上流から末端レベルに至る公平な水管理を構築する。その際、MWRI 関係職員の能力強化を中心に据え、関係する BCWUA 及び WUA の能力強化を図る。CIWM の展開を進めるハード面の日本の協力は円借款事業を提案しているので、これに対応する水管理のソフト面の協力は、円借款事業の附帯技術協力プロジェクトとして、基幹水路レベルの水管理機器の運用への協力と併せて、実施することを想定する。タイミングとしては、パイロット地域の工事（サブ地域の地区内施設整備は約 2 年を想定）が完了する半年ほど前から、該当パイロット地域のモデルサイト（パイロット地域の支線水路から配水される地区から選定）の BCWUA、WUA の強化を開始し、工事が完了した段階で上流から下流までの水管理が実践できるよう仕組みの構築と活動の実施を図る。詳細については、別途詳細実施計画作成調査を実施し、エジプト側と協議し、決定されることとするが、同協力案の現時点での素案を表 7.19 に示す。

この際には、BCWUA 及び WUA に対する能力強化は、過去の日本の協力にて、研修教材やガイドラインが整備されていることから、日本の協力は、研修教材の更新・追加等既実施協力の成果を活用する。

表 7.19 附帯技術協力プロジェクトに関する PDM 案

プロジェクト名：エジプト国公平な水管理構築プロジェクト

実施期間：2019 - 2026（7年間）、対象地域：サブ地域（第1群）から選定されるモデルサイト地区

対象グループ：MWRI 関係部局職員、対象地域内の BCWUA 及び WUA メンバー

| 要約 | 指標 | 指標入手手段 | 外部条件 |
|--|---|---|--|
| 上位目標 衡平な灌漑用水管理が実現されることによって、NWRP の目標である“水利用効率の改善”が推進される。 | 20XX 年までに、NWRP の目標“水資源の効率的利用”の指標が達成される。 | 1. NWRP のアプレイザル・レポート 2. 本プロジェクト終了後実施される事後評価報告調査 | |
| プロジェクト目標 対象地域において、公平な水管理が実践され、その展開のための持続性のある実施体制と仕組みが構築される。 | 1. 各関係組織への水管理情報記録（項目、頻度など） 2. 基幹水路受益域における水不足発生の報告の比較 3. 水利施設の合意のない計画外操作の状況の変化 4. 水利組合が評価する MWRI 水管理・水利施設管理の満足度 5. MWRI が評価する水利組合の活動参加度等が、プロジェクト終了時には XX% 向上する。 | 1. 開始当初に実施されるベースライン調査 2. 各種報告書 3. 定期モニタリング・モニタリングシート | エジプトの政治・経済が混乱しない。 NWRP の目標の一つである“水利用効率の改善”の重要度が低下しない。 |
| 成果 1. 末端レベルを考慮した水管理が運用される。 2. MWRI の情報伝達等のシステムが改善する。 3. BCWUA 及び WUA の水管理に対する能力強化体制が強化される。 | 1. MWRI 関係部局の水管理機能が計画の実施に適合するように改善される。 2. 対象 BCWUA の水管理が MWRI の評価として XX% 向上する。 3. 対象 WUA の水管理が MWRI の評価として XX% 向上する。 | 1. 本プロジェクトのベースライン及びエンドラインに関する開取り調査 2. 本プロジェクトの進捗報告書 3. 統合水管理システム管理記録 4. MWRI 関係部局職員の研修結果 5. 対象 WUA の研修結果 6. 対象 BCWUA の研修結果 | 対象地域の施設整備が遅れと変更が生じない 統合水管理システムが計画通り導入される。 |
| 活動 | 投入 | | 外部条件 |
| プロジェクト活動 1.1 パイロット地域からモデルサイトを選定して、水管理の現状を調査する。 1.2 課題を踏まえ、水管理に関する適切な計画を策定する。 1.3 MWRI 関係部局と水管理計画を共有する。 1.4 MWRI と BCWUA 及び WUA と水管理計画を共有する。 1.5 MWRI と BCWUA 及び WUA が水管理計画を実践する。 2.1- 統合水管理システムの運用計画が策定される。 2.2 統合水管理システムが計画に基づいて実施運用される。 3.1 パイロット地域の水管理計画を確認（作成）する。 3.2 MWRI 関係部局に対し、キャパシティアセスメントを実施する。 3.3 MWRI 水管理担当者が用水計画の作成と運用を理解する。 3.4 WMT に向けた各組織の役割分担を確認し水管理の実施体制をつくる。 3.5 パイロット地域におけるフォーマル及びインフォーマルの水利組合の現況を把握して必要な活動を確認する。 3.6 水管理及び水利組合の実態を踏まえ、SWMT で作成された研修教材などを活用して研修方法を決定する。 3.7 WUA に対する研修を実施する。 3.8 BCWUA に対する研修を実施する。 なお、活動 1.4 と 1.5 は、活動 3 と関連させて実施する。 成果 2 に関する活動は、活動 1 と 3 で実施する。 | 投入 日本側 長期専門家 1) チーフアドバイザー／水管理システム運用：7年間 2) 総合水管理／用水計画策定：7年間 3) 参加型水管理／組合能力強化：5年間 4) 灌漑人材育成（分析／研修計画）：5年間 6) 業務調整／研修：7年間 短期専門家（必要に応じて） 1) 水管理実践 2) 灌漑施設 3) 灌漑・水管理計画 4) 水管理システム 5) キャパシティアセスメント 6) その他必要な専門家 | エジプト側 専門家 1) 日本人専門家に対応する C/P（必要な人数、必要な期間） | C/P 及び研修を受けた MWRI 職員が継続して業務に従事する。 |

| | | | |
|--|---|--|---|
| | 機材 1) 車：一式 2) 水管理関係機材：一式 3) 研修用機材：一式 4) 事務機器：一式 5) その他 サイトによっては、メスカ整備 | 機材 1) 活動事務所：本部内及びサイト付近 2) その他 | 前提条件 MWRI 本部及び地方事務所からプロジェクト実施の方法への理解が得られる。 |
| | 予算 1) エジプト国内でのプロジェクト活動に関する一部の支出 2) 本邦における C/P 研修費用 3) 第三国研修費用 | 予算 1) エジプト側 C/P の人件費 2) エジプト側関係者（C/P を含む）のプロジェクト作業実施に伴う国内移動の旅費 3) その他 | |

出典：JICA 調査団作成

7.3.2 施設の維持管理（アセットマネジメント手法の導入）における日本の協力案

(1) 一部施設の台帳整理

円借款事業の対象となる施設に対して、F/S のコンサルタントが実施する資料作成に併せて、アセットマネジメント手法（主に調査技術、データ整備）を活用する施設維持管理計画の改善を図る。具体的には、施設台帳様式の整備、施設の諸元、改修・補修等の記録を記載する台帳の整備及びそれらを説明する施設維持管理のセミナー、ワークショップ開催である。

(2) 中核人材の育成

MWRI の関係部局職員に対し、長期的にアセットマネジメント手法を活用する施設維持管理を行うことができる中核人材の育成を図る。このために、アセットマネジメントの理論・体系を習得するための学術的な場や先進地での意見交換を提供する。また、現行の組織体制の強化につながる協力とするために、候補者を現行の組織内から選出することに留意する。具体的には、MWRI 関係部局（ID、IS、IIS 及び RGSB）の中央職員で、日本の協力の C/P 候補に対する協力を想定する。候補者の人選については、エジプト側と協議し、確定することとする。中核人材の育成に対して、日本の協力スキームとして、研修員受入事業及び留学プログラムを想定し、下表に素案を示す。

表 7.20 中核人材育成に関する協力案

| スキーム案 | 研修員受入事業 | 留学プログラム |
|-------|--|--|
| 実施期間 | 2019～2026（8年間） | 2019～2026（8年間のうち数年間） |
| 受入先 | 本邦招へい、本邦研修及び第三国研修 | 本邦大学の修士または博士課程 |
| 対象 | MWRI 関係部局（ID、IS、IIS 及び RGSB）の中央職員または地方事務所職員で、日本の協力のカウンターパート候補 | MWRI 関係部局（ID、IS、IIS 及び RGSB）の中央職員で、日本の協力の C/P 候補 |
| 人数 | 本邦招へい：各部局×1名×8年間の計 32 名程度 本邦研修：各部局×3名×8年間の計 96 名程度 第三国研修：各部局×3名×8年間の計 96 名程度 | 各部局×2名の計 8 名程度 |

(3) アセットマネジメント手法の展開

施設の老朽化による機能劣化が問題となっている中、施設維持管理を効率的に進める活動の速やかな実施が求められている。ハード面の施設整備との関連でいえば、施設の改修後に適切な維持

管理が行われるためには、円借款事業によるハード面の施設整備が行われた段階で体制及び手法が構築されている必要がある。一方、アセットマネジメント手法を援用する維持管理の対象となる施設の多くを含むサブ地域内の施設改修はサブ地域ごとに段階的に実施されることから、前章及び前々章で示したように施設整備事業の実施に応じて活動が展開する協力を進めることが可能である。以上から、協力の核となる施設管理政策アドバイザーを専門家派遣して、アセットマネジメント手法の事業対象地域内での定着と展開の基盤作成を着実に実施する。このために、以下の枠組みでの協力を想定する（下表参照）。

表 7.21 施設管理政策アドバイザーの専門家派遣事業案

| 項目 | 内容 |
|------|---|
| 実施期間 | 2019～2026（8年間） |
| 目標 | 施設整備事業対象地域において、アセットマネジメント手法が定着し、面的拡大に向けた基盤が整備される。 |
| 成果 | 1. アセットマネジメントに対する MWRI 側理解が向上する。 2. 事業を実施したサブ地域の施設台帳が論理的に整理される。 3. アセットマネジメント手法の展開に向けた提案がされる。 |

(4) アセットマネジメント手法実践の試行

円借款事業による施設整備完了後、整備されたデータベースを有効に活用するために、専門家派遣（あるいは技術協力プロジェクト）を想定する。この部分の協力は、アセットマネジメント手法の活用促進と対象範囲の拡大に向け、以下の枠組みでの実施を想定する（下表参照）。

表 7.22 アセットマネジメント手法の試行に対する協力案

| 項目 | 内容 |
|------|---|
| 協力名 | エジプト国灌漑に関するアセットマネジメント手法の展開プロジェクト |
| 実施期間 | 2027～2037 の 11 年間のうち必要に応じ |
| 目標 | 施設維持管理においてアセットマネジメント手法が適用される。 |
| 成果 | 1. アセットマネジメント手法の展開に向けた体制と仕組みが整備される。 アセットマネジメント手法を適用する施設維持管理計画が策定される。 |
| 担当分野 | 施設維持管理計画、データベース構築、機能診断技術 |

7.4 MWRI 関係部局の省内調整

日本の協力を実施するスキームとしては、ハード面での F/S 及び円借款事業、ソフト面での水管理に関する実態調査、技術協力プロジェクト、研修員受入事業、留学プログラム、専門家派遣事業が想定される。ここで重要なのは、ハードとソフト両面の連携を適切に図り CIWM を実現すること、その効果を持続的に発展させ、効率的な灌漑水利用に貢献することである。そのためには、MWRI による適切な事業実施とそこで得られた知見の蓄積が必要であり、関係部局の役割分担、体制構築が重要である。

現在想定されている事業のコンポーネントごとの MWRI の関係部局は、ID、IS、IIS 及び RGSB である。協力の具体化に向け、省内調整は必須となる。