



砂漠の国エジプトと水資源

Egypt, a desert dominant country and her water resources

畑 明彦

HATA Akihiko

株式会社三祐コンサルタンツ
海外事業本部/企画推進部
カイロ連絡事務所



1. ナイル川の恵み

エジプトは古代文明発祥の地であり、古代王朝時代から大規模な事業が行われてきた。ギザの大ピラミッドはその象徴的なモニュメントであり、ルクソールのカルナック神殿やアスワンのアブシンベル神殿等数多くの驚異的な建造物が残されている。

近・現代に入ってからエジプトを舞台とする大規模なプロジェクトは目立つ存在である。1869年に開通したスエズ運河、1970年完成のアスワンハイダム、またそのダム湖であるナセル湖から直接取水するトシュカ(ニューバレー)等がある。さらにシナイ半島北部では、16.8万haの砂漠を農地に変えるプロジェクトが進行中である。砂漠の大規模開拓事業には日本の企業も参入しており、膨大な灌漑用水送水のために日本の高い技術が活用されている。

近年、エジプトの年GDP成長率は6%前後と高く、日本を含む海外からの投資を盛んに呼び込んで幅広い産業分野で大規模なプロジェクトが進行している。ムバラク大統領は、シナイ半島等新規開拓地への300万人移住計画や1,000箇所の工場建設などを先の選挙公約で掲

げており、砂漠地帯での工業団地の開発も急ピッチで進められている。カイロ西部の砂漠との境界地にはIT産業を集積するスマートビレッジが建設されており、ピラミッド型をしたビルが敷地内に整然と建ち並ぶ様は、現代における古王朝の復活を思わせる。カイロ首都圏の人口は1,000万人を優に超え、ナイル川東岸の砂漠は、ニューカイロと称され新たな街づくりが進められている。

このように、エジプトの開発は砂漠の開拓と共に進行中であるが、開拓を継続するための水の手当は不可欠な要素であることは言うまでもない。特にエジプトの基幹産業の一つである農業を進展させていくには、雨水の落ちることのない砂漠に作物を支える大量の灌漑用水を供給することが必要となる。古代ギリシャの歴史家ヘロドトスが著作『歴史』において、「エジプトはナイル河の賜物」と記した言葉は有名であるが、まさにエジプトを支えているのはナイル川の恵みである。

2. エジプトの水資源とその活用

エジプトの国土面積はおよそ100万km²、日本の約2.6倍の大きさである。しかし国土の96%が砂漠であり、居



■図1 一国を南北に縦断するナイル川と河口デルタに沿って緑が分布する。残りの国土はほぼ砂漠である。大まかにカイロより北を下エジプト、南を上エジプトと称するが、ここではカイロからアスワンまでの北部半分程を中エジプトと称する。大規模な砂漠開拓地として、南部のトシュカ、北部の北シナイがある

住可能地は国を縦断するナイル川沿いのナイル渓谷と河口のデルタ地域、そしてオアシスに限られる。そこに約7,300万人が居住しており、世界でも有数の人口過密地域を形成している。近年でも人口増加率は年2%あり、2017年には総人口は8,300万人に達すると予測されている。

エジプト国民を支える水資源を考える際の特徴は、国全体の水源が唯一ナイル川であり、海岸部で得られる少量の降雨を除き、ナイル川の表流水の他、その伏流水により涵養される地下水を合わせた水需要の97%をナイル川に依存していることである。アスワンハイダムが着工される前年の1959年、スーダンとエジプトの間で国際水利協定が結ばれ、アスワンハイダムから年間555億m³の水量割当が合意された。この水量が一国の水収支を考える上での基準となっている。

ナイル渓谷とデルタ地帯の人口圧力の緩和と農業開発を目指して、1950年代から政府は水平拡大政策と称

する農地開拓を進めているが、砂漠を開拓するにも水を確保出来なければ実現は不可能である。エジプト水資源灌漑省が策定した水資源計画では、2017年の水需要が2000年時点の20%増となることを予測し、既耕地での灌漑効率向上や排水の再利用、地下水開発、水質汚染の防止等を推進する他、ナイル協定割当量の増大についてもその可能性を探ることが示唆されている。

水需要の80%を占める農業はエジプトの基幹産業であり、労働人口の30%がこれに従事している。降雨のほとんどないエジプトは、その分日照時間が長いという作物栽培に有利な条件を持ち、肥沃な土壌と灌漑用水に支えられ高い単位収量と作付率を実現してきた。しかしながら戸当たり農地は狭小であり、水平拡大政策と共に既耕地の生産性の維持・増大も喫緊の課題となっている。このためにより効率的な灌漑農業の実現が求められている。

3. 水資源・灌漑開発プロジェクトの紹介

(1) 上エジプトの命綱ーフローティングポンプ

アスワンからルクソールに至るナイル川の観光クルーズ船に乗ると、日の丸とエジプト国旗が並んで描かれた青い建物が河岸付近に浮かんでいるのを眺めることが出来る。これが1991年以来日本の無償資金協力によって改修を進めているフローティングポンプ場である。川に浮かんだポンプ場は、水位の下がる冬季や水位の高くなる夏季に、水位に合わせて機軸が上下して常時ナイル川から取水できる仕組みである。また、アスワンハイダムで発電された電力によってポンプ場が運用されており、CO₂が発生せず自然に負荷がかからない構造となっている。

フローティングポンプ場は上エジプト地域に45箇所(固定式も含めると103箇所)があるが、設置後40年以上経過しているものが多く、老朽化による機能低下が著し



■写真1 宅地開発が進むカイロ近郊の砂漠

■写真2 ナイル川西岸。カイロ市街地が途切れる砂漠との境界点にギザの3大ピラミッドが聳えている



■写真3 ナイル川に浮かぶポンプ場
(出典：独立行政法人国際協力機構 第4次上エジプト灌漑施設改修計画基本設計調査報告書2006年)

■写真4、5 一バハルヨセフ灌漑水路に架かる取水堰。左が約100年前に建設されたレンガ積み旧堰(ダハブ堰)。手でゲート開閉を行う。右は改修後の近代化された堰(サコーラ堰)。遠隔操作によるゲート操作を行う

く灌漑効率の低下や用水不足をきたしていた。これまでに26箇所が日本の協力により改修されてきており、7.5万人、約1万haの耕地(1箇所平均380ha程度)が裨益し、さらに8箇所が改修される予定である。改修された地区では、効率的な灌漑用水供給により夏冬季を通じた作付率が拡大しており、上エジプト地域農民の所得向上に寄与している。

(2) 中エジプトの大動脈 — パハルヨセフ灌漑用水路

パハルヨセフ灌漑用水路は、エジプト領内のナイル中流に築かれたアシュート堰から取水し、下流80kmに位置するダイリュート堰により分水される中エジプトの大用水路であり、カイロ首都圏近くまで流下しその全長は312kmにおよぶ。利根川の幹川(中心となる流れ)延長が322kmであるからそれに匹敵する長さである。中エジプト地域の農業を支えるパハルヨセフ灌漑用水路には、ナイル協定に基づく555億 m^3 の9%に当たる年間50億 m^3 が配水されており、灌漑面積は37.1万haにおよぶ。水路には4箇所の取水堰が配置され、配下の受益農地に灌漑用水を供給してきた。しかしながらレンガ造りの堰は完成後100年前後を経過しており、老朽化が著しく漏水も激しい。また手動によるゲート操作は長時間を要して非効率であり灌漑用水供給が不安定な状態となっていた。

日本の無償資金協力により、下流部から順に堰の改修が開始され、2007年現在でラフーン堰(1997年)、マゾーラ堰(2002年)、サコーラ堰(2006年)の3堰で、ゲートの遠隔操作が可能な近代的な堰が建設された。歴史あるエジプトの灌漑施設の近代化には、日本の協力が大きく関与している。現在水路内最上流に位置するダハブ堰の改修のため、基本設計調査が進められている。

アスワンハイダムの完成によって、下流の幹線水路ではナイル川の洪水の脅威から開放され、堰に洪水調節機能を持たせる必要性がなくなった。パハルヨセフ灌漑用水路に設置されている堰にはいずれも洪水吐がなく、その分経済的な設計が可能となっている。

(3) 北シナイ開拓事業 — 砂漠を緑の農地に

1979年、北シナイへ水を送るエルサラーム水路の工事が開始された北シナイ開拓事業は、水平拡大政策の目玉の一つである。シナイ半島北部には、ナイル川ダムエッタ支線から直接取水したナイル河川水と、デルタ地域で一度利用された水を排水路から再度汲み上げ、ナイル河川水と1:1の割合で混合された水が、スエズ運河をサイホンで潜り抜けてシナイの砂漠地帯へ日々送水されている。1990年、取水口からスエズ運河までの87kmのエルサラーム水路が完成し、1997年にはスエズ運河を横断する4連のサイホントンネルを抜けてシナイ半島に上陸した。水路はここで資金源であるクウェート皇太子の名にちなむシェイクギャベルエルサバー水路と名を変え、さらに東進する。スエズサイホンは最大通水量が毎秒160 m^3 でシナイに水を送る。

北シナイに送られる水は、イスラエル国境にも近い最東端の開拓工区である第11工区(El Sir & El Kawareer

地区)に至るまでに7箇所の揚水機場によりポンプアップされる。全受益面積が16.8万haであり、最末端の第11工区は5.7万haを擁している。第11工区に至るまでの地形は比較的平坦であり、第6揚水機場までの揚程は10m前後であるが、第11工区に送水する第7揚水機場は総揚程が120mあり、高台の第11工区に毎秒53 m^3 の水を揚げる計画である。

2007年現在、幹線水路はスエズ運河を基点に86km(スエズ西岸を含めると総計173km)完成しており、揚水機場は第6機場までが完成している。残りは47kmの幹線水路と第7機場を残すのみとなっている。第6機場までは、エジプトの自国予算を中心にクウェートファンドの融資も得て完成にこぎつけた。第7機場は、他の機場と較べてもことのほか規模が大きく、世界でも最大級と目されている。第7機場と第11工区に掛かる調査計画は、日本の技術協力により実施された。

しかしながら第6機場までの工区ではいまだ入植が完了していない。特に砂漠で農地を開拓するには塩害対策が不可欠であり、第5、第6揚水機場掛りの開拓農地では、現在水を湛水して除塩する作業(リーチング)が進行中で、作物の栽培が可能になるには4年の歳月を要するという。シナイ半島北部が衛生画像に緑色となって現れるにはまだまだ時間が掛かりそうである。

(4) 末端水管理 — 隠された水源

トシュカや北シナイといったメガプロジェクトが進行し、水需要の顕著な増大が予想される中、既耕地においてはいかに灌漑効率を高めて節水するかが国家としての大きな課題となっている。

世界的にも新規水源開発のポテンシャルがなくなってきているおり、水利用の効率を高める努力が各国でなされている。エジプトにおいても、最も水を使う灌漑用水の効率改善が標的とされている。中エジプトの事業で触れたように、幹線施設の近代化により灌漑効率の向上が期待される。ただ灌漑効率向上のポテンシャルが最も高いのは末端施設にあることから、末端施設の安価で可能なライニングにより搬送効率を高めることや水利用者の水の使い方を工夫することが必要である。しかしこのためには、水利用者の水管理へのコミットメントが必要となる。広大な農業地帯に網の目のように広がる末端水利施設と農地、ここでの節水が隠された水源として横たわっているのである。

エジプトでは末端灌漑水路の効率化が1990年代から本格的に着手され、エジプト水資源灌漑省でも最優先

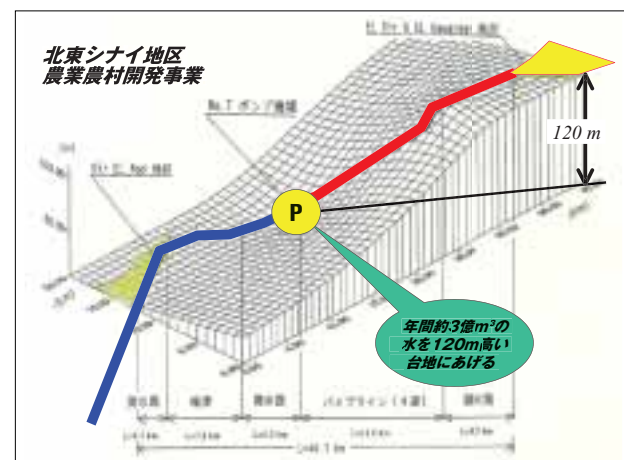
の事業となっている。この分野には世界銀行、オランダ、ドイツ、USAID(米国国際開発庁)、CIDA(カナダ国際開発庁)、そして日本も支援に関与している。

しかしエジプトは、実はすでに世界でもトップクラスの灌漑効率を誇る国なのである。エジプトの末端灌漑で特徴的なのは、水路の水位が圃場面より低くなっていることにある。通常は圃場面より水位は高く設定され、重力によって圃場に水を引き入れるのだが、エジプトでは水位が圃場より低いため、農民は圃場に水を入れるために揚水しなければならない。昔はサキアと呼ばれる役牛を動力とする水車があり、これでメスカと呼ばれる最末端の水路から農民は各々の圃場へ揚水を行っていた。現在の灌漑施設網は16~18世紀の建機のない時代に人力で造られたこともありこのようなシステムが出来上がったのだが、結果農民は揚水という手間から必要以上の取水を行わず、上下流間でも公平に水を行渡らせることが可能であった。

近年、小型ポンプを農民が個人で所有するようになり揚水能力が格段に向上したため、過剰取水による下流への水不足が顕著に発生するようになってきた。このため末端水路毎に水利組合を組織し、個別揚水を止めて末端水路の取水地点1箇所に小型ポンプを設置し、パイプライン化されたメスカを通して各圃場に配水するシステムの導入が試みられている。このシステムでは灌漑コストの軽減も図れることが農民へのインセンティブとなっている。このシステムは農民組織自身で管理していくものであり、行政によるハード面のみならずソフト面での支援が重要となってきている。

4. ナイルを溯って

ナイル川は全長6,700kmにおよぶ世界最長の国際河川であり、その水源流域から最下流のエジプトに至るまでに10カ国が関与している。関係国の水資源管轄大臣による協議会が1992年に結成され、1999年にナイル・ベイスン・イニシアティブ(NBI)が公式に設立された。共通のビジョンとポリシーの下、NBI国のみならず欧米諸国や国際機関が支援を行い様々な取り組みがなされている。ナイル川最下流に位置するエジプトがナイルの恩恵をこれからも得ていくためには、このイニシアティブが重要な枠組みとなっていくであろう。



■図2—第7揚水機場設置地点の概念図。砂漠の丘を120m揚水する



■写真6—北シナイへ送水するシェイクギャベルエルサバー水路 ■写真7—第6揚水機場の先で中断している水路



■写真8—デルタに日本の協力で新しく設置された末端パイプライン水路