

国名 キューバ	地下帯水層への塩水侵入対策・地下水管理能力強化プロジェクト
------------	-------------------------------

I 案件概要

事業の背景	沿岸地域のマヤベケ県とアルテミサ県には、クエンカ・スルと呼ばれる300km ² にわたる地下水源地帯があり、地域の極めて重要な水源となっている。クエンカ・スルでは、気候変動の影響によって降水量の減少や平均海水面の上昇が生じており、これに伴い地下水への塩水侵入が進行していた。アルテミサ県では、農作物に影響を及ぼす水準の塩分濃度が複数の井戸で確認されていた。キューバ全土の利用水量全体に占める地下水の割合は2011年で33.3%であることから、適切な地下水管理を行わなければ、キューバ全土の沿岸部において地下水帯への塩水侵入が進行し、全国的に十分な給水量の確保に支障が生じることが予測されていた。しかし、塩水侵入が地下水帯に与える影響調査、地下水モデルによる塩水化実態の再現と将来予測、有効な対策手法の検討及び実施のための技術や人材等が不足していた。												
事業の目的	<p>本事業は、マヤベケ県及びアルテミサ県において、帯水層のモニタリング、地下水モデルの構築、地下水涵養・塩水侵入対策に関する研究、地下水管理計画の試験的運用を通じて、関係機関の地下水開発・管理能力の向上を図り、もって、同計画の他地域への普及・活用を目指した。</p> <p>1. 上位目標：本プロジェクトで構築された地下水管理計画策定の技術が、他の地域へ普及・活用される</p> <p>2. プロジェクト目標：本プロジェクトに参加する機関^{*1}の対象地域における塩水侵入の抑制を含めた地下水開発^{*2}・管理能力が向上する</p> <p>^{*1}) 土木コンサルティング公社（GEIPI）や水利公社（GEARH）は、本来業務としてそれぞれの傘下の地方機関や他の水関連機関に対する研修を実施しており、本事業の活動の一部には、ターゲットグループ（実施機関及び主管官庁）以外の機関も参加する計画となっていた。それらの機関も含め「本プロジェクトに参加する機関」と称する。</p> <p>^{*2}) 適切な地下水位の把握・管理を行うことで、新規地下水開発を実施することが可能となる。</p>												
実施内容	<p>1. 事業サイト：マヤベケ県及びアルテミサ県のクエンカ・スル流域</p> <p>2. 主な活動：帯水層のモニタリング、地下水モデルの構築、地下水涵養・塩水侵入対策に関する研究、地下水管理計画・実施要領の策定、等</p> <p>3. 投入実績</p> <table style="width: 100%; border: none;"> <tr> <td style="width: 50%;">日本側</td> <td style="width: 50%;">相手国側</td> </tr> <tr> <td>(1) 専門家派遣 11人</td> <td>(1) カウンターパート配置 57人</td> </tr> <tr> <td>(2) 研修員受入 10人</td> <td>(2) 施設・資機材の提供 執務スペース（ハバナ市、キビカン）等</td> </tr> <tr> <td>(3) 機材供与 井戸用水中モータポンプ、発電機、物理検層器、比抵抗探査器、車両等</td> <td>(3) 現地業務費 活動経費等</td> </tr> <tr> <td>(4) 現地業務費 傭人費、機材保守・管理費、借料損、等</td> <td></td> </tr> </table>			日本側	相手国側	(1) 専門家派遣 11人	(1) カウンターパート配置 57人	(2) 研修員受入 10人	(2) 施設・資機材の提供 執務スペース（ハバナ市、キビカン）等	(3) 機材供与 井戸用水中モータポンプ、発電機、物理検層器、比抵抗探査器、車両等	(3) 現地業務費 活動経費等	(4) 現地業務費 傭人費、機材保守・管理費、借料損、等	
日本側	相手国側												
(1) 専門家派遣 11人	(1) カウンターパート配置 57人												
(2) 研修員受入 10人	(2) 施設・資機材の提供 執務スペース（ハバナ市、キビカン）等												
(3) 機材供与 井戸用水中モータポンプ、発電機、物理検層器、比抵抗探査器、車両等	(3) 現地業務費 活動経費等												
(4) 現地業務費 傭人費、機材保守・管理費、借料損、等													
事業期間	2013年2月～2017年1月	事業費	（事前評価時）442百万円、（実績）445百万円										
相手国実施機関	国家水資源庁（INRH）												
日本側協力機関	国際航業株式会社												

II 評価結果

【留意点】

・新型コロナウイルスの流行を受け、本事後評価では質問票の送付・回収、関係者への電話でのインタビューによって得られた情報を分析し、評価判断を行った。事業対象地の踏査は行っていない。

1 妥当性

【事前評価時のキューバ政府の開発政策との整合性】

事前評価時、国家開発計画の中で水分野は食糧、交通、住宅等と並び優先順位が高く、キューバの計画経済を統括している経済計画省も、同様に水資源分野の優先順位は高かった。このように、本事業はキューバの開発政策に合致していた。

【事前評価時のキューバにおける開発ニーズとの整合性】

キューバでは、気候変動により干ばつや塩水化が深刻な問題であり、全国的に水道や農業用として利用可能な地下水量が減少することが予測されていた。マヤベケ県とアルテミサ県は重要な農業生産地帯であり、農業活動促進の点からも水資源の管理が必要であった。このように、本事業は事前評価時のキューバの開発ニーズに合致していた。

【事前評価時における日本の援助方針との整合性】

2000年10月、プロジェクト確認調査団とキューバ側との間で、環境保全、農業・漁業等が開発課題として認識されており、地下水開発・管理については、このうち環境保全に位置づけられていたように、本事業は事前評価時における日本の援助方針と整合していた¹。

【評価判断】

以上より、本事業の妥当性は高い。

2 有効性・インパクト

【プロジェクト目標の事業完了時における達成状況】

事業完了時までプロジェクト目標は達成された。2016年7月、GEIPIとGEARHの連名で地下水管理計画（案）がINRH

¹ 外務省「ODA国別データブック2013」。

に提出された。マヤベケ県及びアルテミサ県において、同案で提案された取水量管理が INRH と GEARH により開始された（指標 1）。本事業では、INRH を含む関係機関が、モニタリング技術や水質の調査手法、地下水位・塩水化の評価予測、図化能力等、地下水管理に係る様々な技術を向上させた。

【プロジェクト目標の事後評価時における継続状況】

事業完了後、事業効果は継続している。GEARH と GEIPI は INRH 直下の別々の公社グループであったが、2019 年に組織再編された、INRH 管轄の陸水統合管理分野の企業経営上級組織（OSDE-GIAT）の傘下に移った。業務内容や県下の公社との連携に変更はなく、引き続き地下水管理計画で提案された取水量管理を実施している。本事業で構築された地下水モデルは人員不足のため更新されていないが、作成された地下水管理計画は 2017 年 12 月に承認され、以降、毎年同じ時期に更新されている。

【上位目標の事後評価時における達成状況】

事後評価時点までに上位目標は達成された。INRH の文書の中で国益に最も重要な全国 10 流域の一つに位置付けられているアルテミサ県アリグアナボ流域において、地下水管理計画策定に向けた水文学プログラムの強化や水生産性指標の管理等の作業が進められている。事業完了後、本事業の経験を基に他地域でも地下水管理計画が策定されるよう、研修や経験共有が行われてきた。例えば、アルテミサ県水利公社は 2018 年、2019 年に計 75 人の農家や自治体職員を対象として地下水利用方法の研修を実施した。マヤベケ県水利公社も 2018 年、2020 年に計 52 人の水資源庁や農業省の県事務所職員や砂糖企業グループ社員を対象として、水収支管理に関する研修を実施した。GEIPI は 2017 年、2018 年に計 5 回、延べ 118 人の全県の土木コンサルティング公社やアルテミサ県とマヤベケ県の水利公社職員に対して、GIS、水文学、水文地質図の主題図作成、帯水層分析に関する研修を実施した。これらの研修の一部では INRH 傘下のビジャクララ研修所の協力も得た。

【事後評価時に確認されたその他のインパクト】

第一に、本事業で作成された地下水管理計画は事業完了後、マヤベケ県、アルテミサ県で本格的に運用が開始された。この結果、INRH によると、両県で農業用水が 2%増加し、マヤベケ県では、農牧公社が灌漑面積を拡大するなど、農業用水の確保につながる成果が見られた。両県での地下水管理計画の運用の経験は 2018 年、国家水政策に反映された。第二に、本事業でディケ・スル（アルテミサ県からマヤベケ県までの沿岸に 1991 年に建設された 51km の堤防）の機能の重要性が再認識されることになり、2017 年にその改修が行われた。これにより、堤防付近の井戸の水位が上昇し、淡水と海水のバランスが改善した。

本事業により供与された自記水位計 10 台のうち 8 台が盗難または破壊された。機器の目的や水位計測の重要性が地域住民に十分に理解されていなかったことが原因である。対策として、地下水モニタリングとその機器の維持管理の重要性に関して地域住民に説明を行い、観測井戸は施錠管理することになった。

自然環境への負のインパクトは発生していない。

【評価判断】

以上より、本事業の有効性・インパクトは高い。

プロジェクト目標の達成度

目標	指標	実績
（プロジェクト目標） 本プロジェクトに参加する機関の対象地域における塩水侵入の抑制を含めた地下水開発・管理能力が向上する	1. 地下水管理計画に基づく取水量管理が実施される	<u>達成状況：達成（継続）</u> （事業完了時） ・事業完了時までに INRH と GEARH は、地下水管理計画で提案された取水量管理をマヤベケ県及びアルテミサ県で実施し始めた。 （事後評価時） ・INRH と OSDE-GIAT は、地下水管理計画で提案された取水量管理を引き続き実施している。
（上位目標） 本プロジェクトで構築された地下水管理計画策定の技術が、他の地域へ普及・活用される	1. 本プロジェクト対象地域とは異なる一地域以上で、地下水管理計画の策定に向けた作業が開始される	<u>達成状況：達成</u> （事後評価時） ・アルテミサ県アリグアナボ流域において、地下水管理計画策定に向けた水文学プログラムの強化や水生産性指標の管理等の作業が進められている。

（出所）事業完了報告書、INRH および OSDE-GIAT からの質問票回答。

3 効率性

事業期間は計画どおりであったが、事業費がわずかに計画を超えた（計画比：それぞれ 100%、101%）。アウトプットは計画どおり産出された。したがって、本事業の効率性は中程度である。

4 持続性

【政策面】

「国家水政策」（2018 年）において、地下帯水層の水の合理的利用と水質のリスク管理・気象リスク管理の必要性が述べられている。別の政策「水の効率的・合理的利用」（2018 年～2030 年）及び「異常気象によるインパクトを緩和するための行動」（2018 年～2030 年）においても、地下水管理開発・管理強化が含まれている。

【制度・体制面】

上述のとおり、2019年の組織再編により、GEARH と GEIPI は共に INRH 直下の OSDE-GIAT の傘下に移った。INRH は両社の業績管理を行う行政機関となり、地下水開発・管理能力の向上を促進・普及していくための組織構造となっている。アルテミサ県とマヤベケ県の水利公社、ハバナ県の土木コンサルティング公社の全てにおいて、水文サービス、水収支等に関連する部門で人員が不足している。その原因としては、有資格者が少ないことが挙げられる。また、ハバナ県の土木コンサルティング公社では本事業に従事した 3 人のうち、継続して勤務しているのは 1 人のみで、その 1 人も定年退職間近である。これらの解決策として労務省、高等教育省との調整により、2020 年度の大学の卒業生から新たな人材確保が予定されている。地下水モニタリングの結果は、GIS データベースの形式でマヤベケ県とアルテミサ県の水利公社と共有され、INRH のクラウドサーバーにあるサイト（GIS Hidrocuba）経由でデータベースに反映される。他県の水利公社は Web 接続を経由して、それ以外の場合はオフラインで、INRH のデータベースにアクセス可能である。INRH、OSDE は、本事業で連携の体制を構築したホセアントニオエチェベリア大学だけでなく、他大学や研究機関とも共同研究の協定を結んでいる。また、水の有効利用や気候

変動対策に関する政策に関してINRHは農業省、革命軍事省、砂糖企業グループ、科学技術環境省と協働している。地下水管理・開発に関しては、これらの機関以外にも、通信省、産業省、ラジオテレビ協会、教育省、高等教育省との協力体制もある。

【技術面】

INRH は全国水文地質地図を作成し、各種情報と意思決定を統合させるためのプログラム（HidroCuba）を開発するなど、地下水開発・管理能力の向上の促進のために必要な情報管理・活用体制を維持している。OSDE-GIAT は、水文サービスや水収支、地下帯水層の水文地質学等に関するデータモニタリング・管理の能力向上の研修記録があり、サイト訪問の際にその記録を活用している。本事業で作成された地下水管理計画のガイドライン及びマニュアルは活用されている。また、本事業で供与された資機材のうち、一部は国内で修理業者が見つからず、また、米国による経済制裁等の影響によりスペアパーツが国内で調達できず、故障したままとなっているが、その他のものはよい状態で活用されている。本事業で作成された資機材購入先・連絡先リストが活用され、概ね国内で修理・調達ができている。

【財務面】

OSDE-GIATの地下水開発・管理能力の向上に特化した予算は入手できなかったが、全体の予算は表のとおり、増加していく見込みである。ただし、能力向上に関する予算は国内通貨で調達できるが、資機材やスペアパーツを海外から購入するために必要な兌換ペソ（CUC）²が十分に確保できないという大きな制約がある。INRHに関しては、2019年予算が709百万ペソ（キューバ・ペソ（CUP）かCUCかは不明）以上であり、地下水開発・管理能力の向上に特化した財務データは入手できなかったが、予算は十分とのことである。

OSDE-GIAT 予算案（兌換ペソ（CUC））

	2020	2021	2022	2023	2024
歳入	599,529.7	602,527.3	605,540.0	608,567.7	611,610.5
歳出	488,173.0	489,149.3	490,127.6	491,107.9	492,090.1

（出所）OSDE-GIAT 質問票回答。

【評価判断】

以上より、技術面、財務面に一部課題があり、本事業によって発現した効果の持続性は中程度である。

5 総合評価

プロジェクト目標は達成され、事業効果は継続している。地下水管理計画の策定・実施をはじめ、関係機関は地下水開発・管理能力を向上させた。対象地域では引き続き地下水関係計画が運用されている。上位目標のとおり、他地域でも地下水管理計画が開始された。持続性に関しては、一部の資機材が未修理のままとなっているが、関係機関との協働を含め組織体制は整備されている。効率性に関しては、事業費がわずかに計画を超えた。

以上より、総合的に判断すると、本事業の評価は高いといえる。

III 提言・教訓

実施機関への提言：

- ・成果の更なる効果的・持続的な普及
本事業により地下水管理能力が強化され、事業完了後も一定の成果が持続している。今後の更なる管理能力の発揮、インパクトの発現のために、策定された地下水管理計画を効果的に実施することを重視し、水利用者との調整、特に大口消費者である農牧省等の他省庁のステークホルダー（傘下の公社、自治体等）との協議・調整を強化していくことを INRH に提言する。関係機関との協力関係を強化することでプロジェクトの持続性をさらに確保ができる。
- ・中長期的な人材育成
省庁、国営企業グループ等の組織改編が進んでいることを踏まえ、世代や組織を超えて、地下水管理分野の人材育成に取り組むべきと考える。すでに取り組みが始まっている大学研究機関との連携・人材交流を一層進め、特に若い人材の育成を図ることを INRH に提言する。

JICA への教訓：

- ・経済制裁・外貨不足の現状を踏まえた機材調達
米国経済制裁下にあるキューバの厳しい経済環境下では、米国はもとよりその影響を受けて第三国からの輸入が難しく、その状況は流動的である。これに鑑み、供与機材の選定においては慎重に検討する必要がある。事業計画時に部品スペアパーツの追加輸入が困難であると想定される場合には、当初の供与機材の選定段階において、維持管理に必要な部品スペアパーツを的確に把握し、必要な部品を機材供与と合わせて供与しておくことも有効と考える。また、事業完了前には、調達プロセス（調達先リスト、手続き、予算確保の責任者・プロセス等）を明確にし、適切なタイミングで調達が可能となるよう準備をしておくことが必要である。

² キューバでは、国内で一般に流通する通貨のキューバペソ（CUP）と外貨と交換可能なペソ（CUC）が併存し（二重通貨制度）、市中の両替所におけるレートは 1USD=1CUC=24CUP で固定されている。しかし政府機関では、1USD=1CUC=1CUP、1CUP=10CUP など市中と異なるレートが用いられるため、CUC 立て予算の確保は不安定で不十分な状況である。2011 年の第 6 回共産党大会において二重通貨制度解消の方針を決定済みであるが、具体的な時期についてはまだ明らかになっていない。



稼働中の JICA 井戸 1 号 (アルテミサ県)



GPS 機材 (アルテミサ県水利公社)