

キューバ国  
統合水資源管理のための  
能力強化プロジェクト

詳細計画策定調査  
報告書

2022年10月

独立行政法人国際協力機構  
地球環境部

環境
JR
23-009



**キューバ国  
統合水資源管理のための  
能力強化プロジェクト**

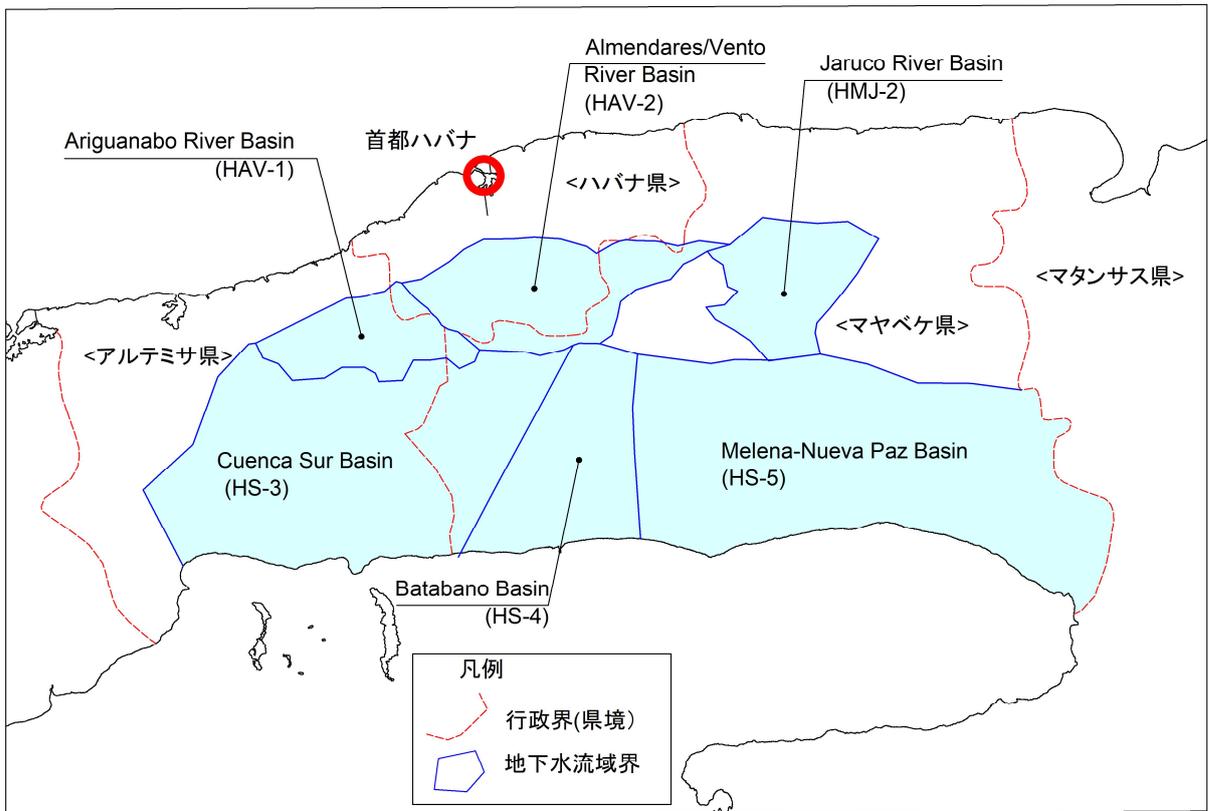
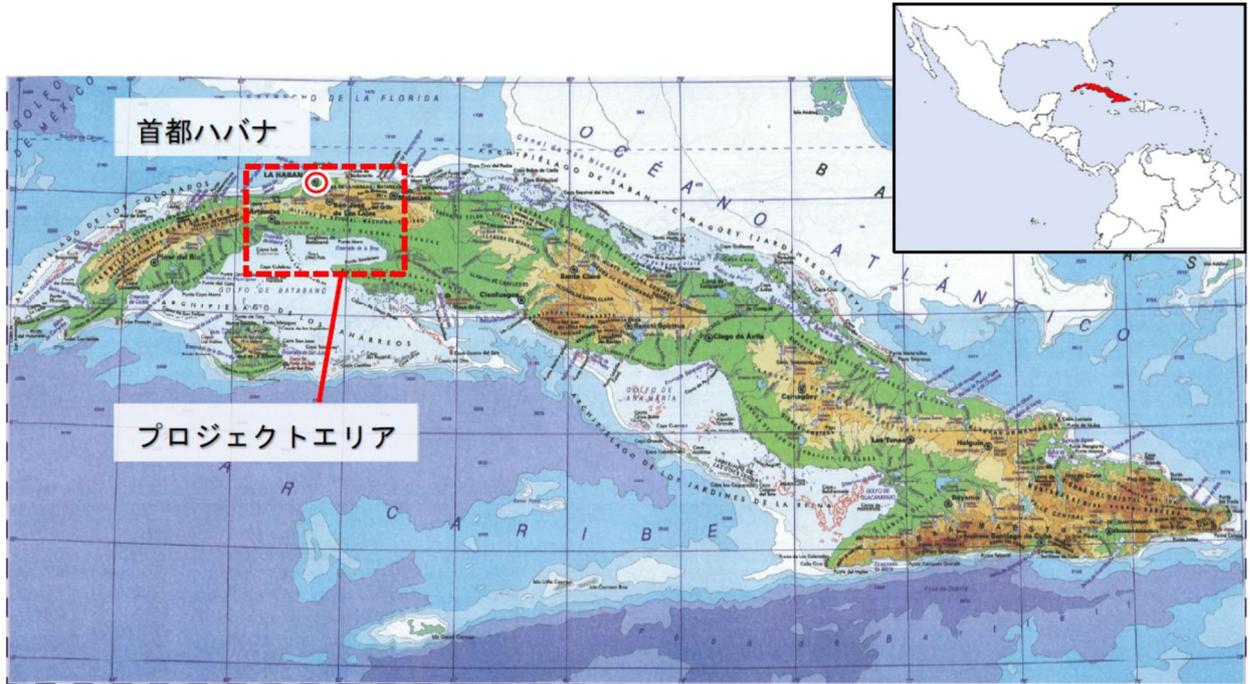
**詳細計画策定調査  
報告書**

2022年10月

**独立行政法人国際協力機構  
地球環境部**



## 調査対象位置図



### プロジェクトエリア内の地下水流域

対象流域 : Ariguanabo River Basin, Almendares/Vento River Basin, Jaruco River Basin  
Cuenca Sur Basin, Batabano Basin, Melena-Nueva Paz Basin

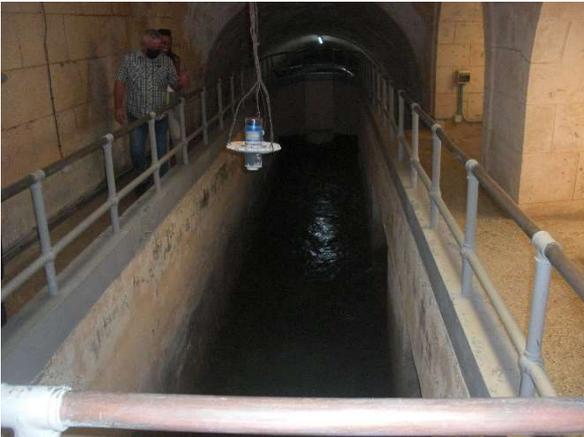
## 現地写真



アルメンダレス・ベント湧水の貯水池(下流側)



アルメンダレス・ベント湧水の貯水池(上流側)



アルメンダレス・ベント湧水が川の左岸側に渡るための地下水位路



アルメンダレス・ベント湧水とクエンカスールからの地下水送水が合流する地点



Paso Sequito 遊水地にある  
自動計測モニタリング地点



Ejecito Rebelde 貯水池



Paso Sequite 湧水池



マタンサス-アルテミサ灌漑導水路



マタンサス-アルテミサ灌漑導水路の  
ハルコダム貯水池変分水路



ハルコダム貯水池



ハルコダム貯水池の雨量計



手計用の地下水位観測器(ハルコダム貯水池)



マタンサス-アルテミサ灌漑導水路の第2ポンプ場



マタンサス市の中央貯水池



マタンサス市の給水車



マタンサス市のバイヤー井戸群



クエンカスールの堤体とコンクリート洪水吐



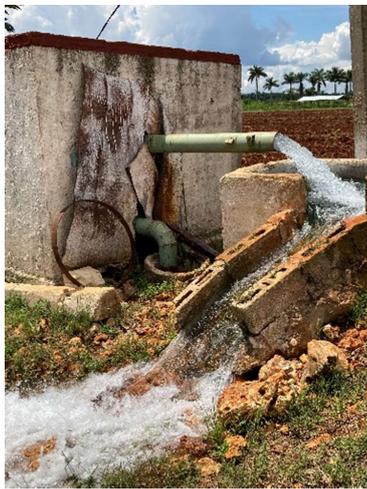
EIPHH の所有する土質調査マシン



アルテミサ県 農業地帯全景



アルテミサ県 農家:重力灌漑(畝間灌漑)を採用(水源は地下水)



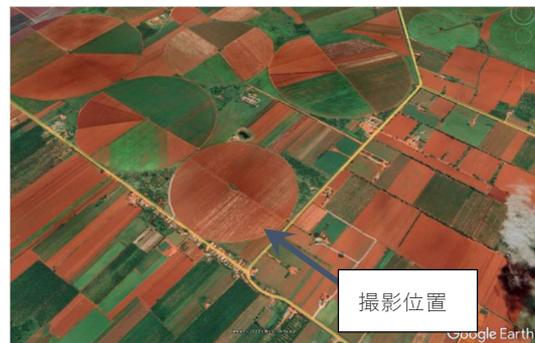
アルテミサ県、個人所有井戸  
(畝間灌漑に使用、井戸は登録済)



アルテミサ県 農家所有のソ連製トラクター  
(計3台所有)



アルテミサ県  
センターピボット灌漑を行っている農場



左写真の撮影位置(センターピボット灌漑により  
円形の農場が形成される。)  
(出典: Google earth)



マヤベケ県 企業が所有するバナナプランテーション  
(重力灌漑を採用)



マヤベケ県 レベリングマシン(農家は井戸4本、  
トラクター2台所有、センターピット灌漑を実施)



マヤベケ県の農家 井戸からの揚水量を計測する  
ための計器(UNDP プログラムに参加した農家で  
節水灌漑の取り組みとして設置されたもの)



流量計(流量計を設置して井戸の揚水量  
を測定している農家はほとんどない)



INRH 本部



OSDE-GIAT 本部



マヤベケ EAH



ワークショップ実施風景(9月15日於 INRH)



聞き取り調査(マヤベケ)



MM 協議

## 略 語 表

略語	西語（上段） 英語（下段） *一部該当の西語、英語が無い略語もある	日本語
ACOPIO	State Procurement and Distribution Agency	農産物集荷公団
ANAP	Asociación Nacional de Agricultores Pequeños National Association of Small Farmers	小規模農家国家アソシエーション
AyS	Grupo Empresarial de Agua y Saneamiento Water and Sanitation Business Group	水と衛生ビジネスグループ
AZCUBA	Grupo Empresarial Azucarero Sugar Business Group	砂糖企業グループ
CCS	Cooperativa de Crédito y Servicios Credit and Service Cooperative	信用サービス協同組合
CITMA	Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente Ministry of Science, Technology and the Environment	科学技術環境省
CNCH	Consejo Nacional de Cuencas Hidrográficas National River Basin Committee	国家流域委員会
CPA	Cooperativa de Producción Agropecuaria Agricultural Production Cooperative	農業生産協同組合
CUP	Peso Cubano Cuban Peso	キューバペソ
DPRH	Delegación Provincial de Recursos Hidráulicos Provincial Delegation of the Water Resources Institute	水資源庁県事務所
EAA	Empresas de Acueducto y Alcantarillado Aqueduct and Sewerage Enterprise	県水道公社
EAAL	Empresa de Acueducto y Alcantarillado Aqueduct and Sewerage Enterprise	県上下水道公社
EAH	Empresa de Aprovechamiento Hidráulico Water Management Enterprise	県水利公社
EIPH	Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos Hydraulic Projects and Research Enterprise	水利調査・プロジェクト公社
EIPHH	Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos La Habana Hydraulic Projects and Research Enterprise Habana	ハバナ水利調査・プロジェクト公社
EIPI	Empresa de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería Research, Projects and Engineering Enterprise	県土木コンサルティング公社 (マタンサス)
ENPC	Empresa Nacional de Perforación y Construcciones National Drilling and Construction Works Enterprise	井戸掘削・建設公社
GEARH	Grupo Empresarial de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos	水利公社
GEEAL	Grupo Empresarial de Acueductos y Alcantarillados	上下水道公社
GEILH	Grupo Empresarial de Ingeniería y Logística Hidráulica	水利技術供給公社
GEIPI	Grupo Empresarial de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería	土木コンサルティング公社
GIAT	Gestión de las Aguas Terrestres Terrestrial Water Management Business Group	水管理ビジネスグループ
GIS	Geographic Information System	地理情報システム
GPS	Sistema de Posicionamiento Global	全地球測位システム

略語	西語（上段） 英語（下段） * 一部該当の西語、英語が無い略語もある	日本語
IAgric	Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola Agricultural Engineering Research Institute	農業工学研究所
INICA	Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar Sugarcane Research Institute	サトウキビ研究所
INRH	Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos National Institute of Hydraulic Resources	水資源庁
JICA	Agencia de Cooperación Internacional del Japón Japan International Cooperation Agency	独立行政法人 国際協力機構
MINAG	Ministerio de la Agricultura Ministry of Agriculture	農業省
ONEI	Oficina Nacional de Estadísticas e Información	統計情報局
OSDE	Organización Superior de Dirección Empresarial Superior Organization of Enterprises	企業経営組織
OSDE- GIAT	Organización Superior de Dirección Empresarial - Gestión de las Aguas Terrestres Superior Organization of Enterprises- Terrestrial Water Management Business Group	企業経営組織－水管理ビジネスグループ
PDM	Project Design Matrix	プロジェクトデザインマトリックス
PNCH	Consejo Provincial de Cuencas Hidrográficas Provincial Council of River Basin	県流域委員会
PO	Plan de Operaciones Plan of Operation	活動計画表
R/D	Record of Discussions	技術協力プロジェクト合意文書
SGIA	Sistema de Gestión de la Información del Agua Water Information Management System	水情報管理システム
UBPC	Unidad Básica de Producción Cooperativa Basic Unit of Cooperative Production	協同組合型生産基本単位

# 目 次

調査対象位置図 .....	i
現地写真 .....	ii
略語表 .....	viii
目 次 .....	x
第1章 調査の概要 .....	1
1-1 調査の背景と目的 .....	1
1-2 調査団の構成 .....	1
1-3 調査日程 .....	2
1-4 調査結果の概要 .....	3
1-4-1 プロジェクト名称の変更 .....	3
1-4-2 プロジェクト目標、成果の検討 .....	3
1-4-3 上位目標の先に目指すキューバ全体でのビジョンの検討 .....	4
1-4-4 プロジェクト対象地域の確定 .....	5
1-4-5 各成果の主な技術移転先となる機関、活動対象地域 .....	5
1-4-6 本プロジェクトにおける上水セクターの位置付け .....	5
1-4-7 先行技術協力の成果、教訓の活用 .....	6
1-4-8 機材調達 .....	6
第2章 プロジェクト実施の背景 .....	8
2-1 キューバの基本情報 .....	8
2-1-1 社会・経済の概況 .....	8
2-1-2 自然条件 .....	11
2-2 水セクターの概要 .....	13
2-2-1 キューバの水セクターの概況と優先課題 .....	13
2-2-2 上位計画 .....	15
2-2-3 水セクターの組織体制と責務 .....	19
2-2-4 他のドナー等との協力実績・動向 .....	26
2-3 プロジェクト対象地域の状況 .....	28
2-3-1 地域の概況 .....	28
2-3-2 水資源（地下水、表流水、その他）の開発・管理・利用 .....	34
2-3-3 灌漑分野 .....	48
2-3-4 上水分野 .....	73
2-4 行政やセクター、関係機関の連携メカニズム .....	78
2-4-1 地域開発計画策定プロセス .....	78
2-4-2 水収支及び水配分計画の策定と実施管理 .....	80
2-4-3 流域委員会 .....	88
2-5 カウンターパートに関する情報 .....	93
2-5-1 INRH .....	93

2-5-2 OSDE-GIAT.....	94
2-6 ワークショップの概要.....	97
第3章 プロジェクトの概要.....	100
3-1 基本事項.....	100
3-1-1 実施機関及び関係機関.....	100
3-1-2 対象地域.....	100
3-1-3 実施期間.....	100
3-1-4 受益者（ターゲットグループ）.....	101
3-2 プロジェクトデザイン.....	101
3-2-1 ビジョン.....	101
3-2-2 プロジェクト目標.....	101
3-2-3 上位目標.....	101
3-2-4 成果.....	101
3-2-5 活動.....	101
3-2-6 投入.....	103
3-2-7 実施体制.....	103
3-2-8 実施スケジュール.....	104
3-2-9 前提条件と外部条件.....	104
3-2-10 実施上の留意点.....	105
第4章 事前評価.....	106
4-1 妥当性.....	106
4-1-1 キューバ国政策との整合性.....	106
4-1-2 ターゲットグループのニーズとの整合性.....	106
4-1-3 手段としての適切性.....	107
4-2 整合性.....	107
4-2-1 日本の援助政策との整合性.....	107
4-2-2 日本及び他の開発協力機関による事業との連携・相互補完性.....	107
4-3 有効性.....	108
4-3-1 計画の論理性.....	108
4-3-2 プロジェクト目標・成果の達成見込み.....	108
4-3-3 プロジェクト実施にかかる外部条件及び主なリスク.....	109
4-4 効率性.....	109
4-4-1 人的投入.....	109
4-4-2 物的投入.....	109
4-4-3 本邦研修・第三国研修.....	110
4-5 インパクト.....	110
4-5-1 上位目標達成の見込み.....	110
4-5-2 その他に期待される正の波及効果.....	110
4-5-3 負のインパクト.....	111

4-6 持続性 .....	111
4-6-1 政策面 .....	111
4-6-2 組織面 .....	111
4-6-3 技術面 .....	111
4-6-4 財政面 .....	112
第5章 実施に係る提言 .....	113
5-1 成果1 .....	113
5-1-1 キューバの水資源管理体制に合致したアプローチの採用 .....	113
5-1-2 アルテミサ県とマヤベケ県における地方分権化の試行経験の活用 .....	114
5-1-3 CITMA の経験の参照 .....	114
5-2 成果2 及び3 .....	114
5-2-1 気候変動等、将来の不確実性に順応できる水資源管理体制の構築 .....	114
5-2-2 キューバ側の技術レベルを十分踏まえた能力強化支援 .....	114
5-3 成果4 .....	115
5-3-1 水使用量の把握を通じた農業分野と水資源セクターの連携強化 .....	115
5-4 その他 .....	117
第6章 団長所感 .....	118

付属資料

1. Minutes of Meeting、Record of Discussions 案
2. PDM 案
3. PO 案
4. 面談者リスト
5. 面談記録

※本調査を踏まえ、プロジェクト名を修正した。そのため、一部の付属資料には、修正前のプロジェクト名「アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト」が残っている

## 図表一覧

### 1. 表一覧

表 1-2-1	調査団の構成.....	2
表 1-3-1	調査日程.....	2
表 1-4-1	プロジェクト対象地域.....	5
表 1-4-2	各成果の主な技術移転先となる機関、活動対象地域.....	5
表 2-1-1	キューバの長期人口趨勢.....	8
表 2-1-2	キューバの2020年の年齢グループ別人口構成.....	9
表 2-1-3	キューバの人口変化の自然要因と社会的要因.....	10
表 2-1-4	キューバのGDP.....	10
表 2-1-5	市場価格によるセクター別GDP.....	11
表 2-2-1	国家水政策の指導原則と内容.....	17
表 2-2-2	水資源開発・管理・利用における中央政府の役割分担(○が実務担当、●が管理・承認).....	22
表 2-2-3	EIPHの水資源開発に関わる業務内容.....	23
表 2-2-4	農業分野における他ドナーの支援.....	26
表 2-2-5	UNDPプログラム内容.....	27
表 2-3-1	キューバ及び調査対象地域の人口.....	29
表 2-3-2	調査対象地域の経済的側面.....	30
表 2-3-3	帯水層の区分.....	32
表 2-3-4	気候変動による影響予測.....	45
表 2-3-5	63の施策の一例(施策20 農業生産におけるアクションプラン).....	50
表 2-3-6	農業省の責務.....	51
表 2-3-7	農業省関連組織の特徴・責務.....	53
表 2-3-8	各農業生産主体の特徴.....	55
表 2-3-9	農業生産主体毎の土地所有状況.....	56
表 2-3-10	キューバの作付時期.....	57
表 2-3-11	農業生産量の推移.....	57
表 2-3-12	単位収穫量の推移.....	58
表 2-3-13	キューバの農業機械輸入金額.....	61
表 2-3-14	灌漑面積が総栽培面積に占める割合(灌漑率).....	62
表 2-3-15	作物別耕作面積の推移.....	63
表 2-3-16	土壌の農業生産性分類.....	65
表 2-3-17	産業別就業人口.....	66
表 2-3-18	政府及び事業体の業種別平均月間賃金.....	67
表 2-3-19	用途別取水量.....	71
表 2-3-20	作物別の水消費量指標.....	73
表 2-3-21	ハバナ市の給水人口.....	75
表 2-3-22	ハバナ市の給水時間.....	75
表 2-3-23	ハバナ市の給水サービスとSDG6.1.1指標との関係.....	75

表 2-3-24	ハバナ市の給水区、給水人口及び水源.....	76
表 2-4-1	プロジェクト対象地域の水配分量.....	80
表 2-4-2	決議 17 号の定める製造業・サービス業の水利用原単位の例.....	82
表 2-4-3	決議 17 号の定めるアルテミサとマヤベケの灌漑用水原単位の例.....	83
表 2-4-4	未補修の上水施設の場合の水利用原単位.....	83
表 2-4-5	プロジェクト対象地域での水資源管理における課題と流域員会で調整すべき課題.....	92
表 2-4-6	調査対象地域の特定流域の課題.....	93
表 2-5-1	INRH 支出実績（単位：キューバペソ）.....	94
表 2-5-2	アルテミサ EAH 部署及び職員数.....	94
表 2-5-3	マヤベケ EAH 部署及び職員数.....	95
表 2-5-4	マタンサス EAH 部署及び職員数.....	95
表 2-5-5	EIPH ハバナ部署及び職員数.....	96
表 2-5-6	マタンサス EIPH 部署及び職員数.....	96
表 3-1-1	プロジェクトの対象流域と対象流域委員会.....	100
表 3-2-1	カウンターパート組織と成果の関係（イメージ）.....	104
表 3-2-2	主たる成果物と完成予定時期.....	104
表 3-2-3	外部条件充足の可能性.....	105
表 4-6-1	INRH での研修実績（主要研修抜粋）.....	112
表 5-3-1	水量計測と節水の効果.....	116

## 2. 図一覧

図 2-1-1	キューバの長期人口趨勢.....	8
図 2-1-2	キューバの 2020 年の年齢グループ別人口構成.....	9
図 2-1-3	他国の人口ピラミッドの例.....	9
図 2-1-4	ハバナ市の降雨量と気温.....	12
図 2-1-5	キューバの地形.....	12
図 2-1-6	キューバの地質.....	13
図 2-2-1	PNDES2030 のテーマ軸.....	15
図 2-2-2	Tarea Vida の構成.....	16
図 2-2-3	INRH 本部組織.....	20
図 2-2-4	INRH の全体組織図.....	20
図 2-2-5	OSDE-GIAT 本部組織.....	21
図 2-2-6	OSDE-GIAT の全体組織.....	21
図 2-2-7	2010 年のアルテミサ県・マヤベケ県のハバナ県からの独立に伴う 県流域委員会の体制とその後の変革.....	25
図 2-3-1	調査対象地域の南北方向地形断面.....	31
図 2-3-2	調査対象地域の流域(帯水層)区分.....	32
図 2-3-3	アルメンダレス・ベントの地下水位の変化(2000 年～2022 年).....	33
図 2-3-4	アリグアナボ No.7 井戸の水位低下(2017 年～2022 年).....	33
図 2-3-5	マヤベケ流域.....	35

図 2-3-6	マヤベケ川水系における灌漑用水の導水システム	36
図 2-3-7	大規模用水路のルート	37
図 2-3-8	South Dike の概要	38
図 2-3-9	クエンカスールの海水侵入状況	41
図 2-3-10	地下水バランスグラフの例	43
図 2-3-11	2100 年の海水準の予測	46
図 2-3-12	食料品輸入額の推移 (1995 年－2021 年)	49
図 2-3-13	農業省 (MINAG) 本部の組織図	52
図 2-3-14	農業省の関連組織図	53
図 2-3-15	直近 5 カ年の主要農産物の民間農業生産主体の生産量の割合	56
図 2-3-16	主要作物の生産量推移	58
図 2-3-17	単位収穫量の推移	59
図 2-3-18	主要作物の生産量推移 (1990 年～2020 年)	59
図 2-3-19	畜産生産物の生産量推移 (1990 年～2020 年)	60
図 2-3-20	肥料消費量の推移 (1961 年－2020 年)	61
図 2-3-21	トラクターの台数の推移(1961 年－2007 年)	62
図 2-3-22	サトウキビの耕作面積、生産量、単収の推移	64
図 2-3-23	耕作地面積の推移 (1980 年～2019 年)	64
図 2-3-24	産業別就業人口の推移 (1991 年－2020 年)	66
図 2-3-25	農業用水の用水量申請・承認の模式図	72
図 2-3-26	ハバナ市の給水区、水源、帯水層の関係図	76
図 2-4-1	水配分計画の調整機能	85



# 第1章 調査の概要

## 1-1 調査の背景と目的

キューバ共和国（以下キューバという）では、関連施設が整備済みで利用可能な水資源量は約140億 $m^3$ と推定され、そのうち67%が表流水、33%が地下水である（キューバ National Environmental Strategy 2016/2020）。また、年間の水利用量のうち約65%が農業用水、約24%が生活用水である（FAO, 2018）。約1人当たり1年間に利用できる水資源量は、10,000 $m^3$ /年/人で水ストレスなし、1,700 $m^3$ /年/人以下はやや水ストレス有、1,000 $m^3$ /年/人以下で高い水ストレス有とされる。キューバの約1人当たり1年間に利用できる水資源量は1,245 $m^3$ /人/年と水ストレスがやや高い状態であり、水資源の状況は繰り返し発生する深刻な干ばつや水資源の不適切な利用により悪化している（キューバ National Environmental Strategy 2016/2020）。

水源のうち表流水と地下水が占める割合は地域によって異なるが、本プロジェクトの対象地域となるアルテミサ県東部からマヤベケ県では、水利用の9割近くが地下水に依存していると言われている。同地域はハバナ首都圏向けの野菜等の生産地であり、地下水は灌漑用水として使われるとともに、ハバナや各県の都市部への上水の重要な供給源になっており、飲料水用の井戸が集中している地域での局所的な塩水化や、一部流域において長期的に徐々に水位が低下している傾向が見られる。

キューバにおける水資源管理の責任機関は、水資源庁（National Institute of Hydraulic Resources、以下 INRH という）である。INRH は、地表水法 124 号や国家水戦略（2012 年）、流域委員会の設置・機能に関する法改正（2017 年）等に基づき、限られた水資源の合理的、持続的な利用を推進している。近年は、多様なステークホルダーの調整を図り、水利用計画を効率的に進めるため、流域委員会の機能強化に力を入れているが、その機能が形式的に留まることや関連機関間の連携不足、活動実施の遅延等の課題が挙げられている。また、県レベルでは、INRH 傘下の県水利公社（Water Management Enterprise、以下 EAH という）がモニタリングや水資源バランスの把握、水配分計画の作成等の実務を行っているが、能力不足や関連機関との連携不足等により、適切な水資源管理を推進できない状態である。

これらの状況を踏まえ、キューバ政府は、統合水資源管理の実践のための能力に関し、わが国に技術協力支援を要請した。これを受けて JICA は 2022 年 9 月、協力枠組についての協議と合意、本格協力の実施に必要な関連情報の収集と整理、本格協力の実施方法と留意事項等について確認し、案件計画を策定することを目的とする詳細計画策定調査を実施した。

## 1-2 調査団の構成

調査団の構成は以下のとおり。

表 1-2-1 調査団の構成

担当	氏名	所属、職位	現地調査期間
団長	加治貴	地球環境部水資源グループ 水資源第2チーム 企画役	2022年9月13日～28日 (16日間)
統合水資源管理	永田謙二	JICA 国際協力専門員	同上
地下水管理	佐々木洋介	JICA インハウスコンサルタント	同上
協力企画	羽鳥篤子	JICA キューバ事務所	2022年9月3日～28日 (26日間)
評価分析	十津川淳	佐野総合企画	同上
統合水資源管理 (法規制/組織/社会)	山根春夫	レックス・インターナショナル	2022年9月3日～26日 (24日間)
統合水資源管理 (地下水・表流水管理/上水)	中村浩	八千代エンジニアリング	2022年9月3日～28日 (26日間)
統合水資源管理 (灌漑)	石田新太	三祐コンサルタント	同上

1-3 調査日程

表 1-3-1 調査日程

Date	Activity
3 Sat	Departure from Japan
4 Sun	Arrival at Havana
5 Mon	(AM) JICA office, INRH (Overall schedule arrangement) (PM) INRH (Presidency INRH, International Relations Division, Project Leaders, Secretariat of the National River Basins Committee, Executives of GIAT, AyS, MINAG, AZCUBA and CITMA)
6 Tue	<Central Government> (AM) GIAT (Business Group of Terrestrial Waters Management) (Technological Divisions of Project and Investment, Water Exploitation), AyS (Water and Sanitation Business Group) (Management GEEAL, Aguas de la Habana) (PM) EIPH, MINAG, AZCUBA (Sugar Business Group)
7 Wed	<Central Government> (AM) CITMA, CNCH (National River Basins Committee) DOPI INRH <Habana Province> (PM) Habana Provincial Government, Provincial delegation in water management (DPRH, EAH, EAA, EIPH), Agua de la Habana, Provincial Agriculture Delegation (DPAGRI, AZUCUBA, ANAP), Provincial CITMA Delegation
8 Thu	Presentation in Aguas de la Habana Site visits in Havana: Aguas de la Habana, Paso Sequito Dam, Ejército Rebelde Dam, Hidroplast Pipe Factory, Observation wells and rain gauges
9 Fri	<Matanzas Province> Provincial delegation in water management (DPRH, EAH, EAA, EIPH), Provincial Delegation in agriculture (DPAGRI, AZUCUBA, ANAP), Provincial Delegation in environment (CITMA), CPCH (Territorial Council of River Basins), Water service companies
10 Sat	-
11 Sun	-
12 Mon	Site visits in Matanzas: Matanzas Aqueduct, Tasa Bello, Cuanavaco Dam, San Agustin 2 Pumping Stations, Water transfer Canal, Observation wells and rain gauges INRH (Mr. Osvaldo, Fermin and Totsukawa)
13 Tue	<Artemisa Province> Provincial delegation in water management (DPRH, EAH, EAA, EIPH), Provincial delegation in agriculture (DPAGRI, AZUCUBA, ANAP), Provincial delegation in environment (CITMA), CPCH (Territorial Council of River Basins), Water service companies
14 Wed	Site visits in Artemisa: South Aqueduct, Observation wells and rain gauges, Local government to propose farms to visit where gravity irrigation systems in red ferrallitic soils and central pivot irrigation machines are in place, South dike (1st section)
15 Thu	WORKSHOP (10:00-13:00) Meeting with EIPH, Meeting with AZCUBA and MINGA, Meeting with Osvaldo (Agua de la Habana) and Fermin (INRH) about Global Water Partnership
16 Fri	<Mayabeque Province> Provincial delegation in water management (DPRH, EAH, EAA, EIPH), Provincial delegation in agriculture (DPAGRI, AZUCUBA, ANAP), Provincial delegation in environment (CITMA), CPCH (Territorial Council of River Basins), Water service companies, Site visits in Mayabeque: Agrarian University of Havana, El Mulato Farm
17 Sat	-
18 Sun	-
19 Mon	Site visits in Mayabeque: El Gato Aqueduct, Pedroso bypass, Pedroso-Guira Rinconada Canal, Observation wells and rain gauges, Local government to propose farms to visit, Farms linked to Regantes Community, farms having central pivot irrigation in place INRH Fermin (Mr. Nagata, Mr. Kaji and Mr. Totsukawa)
20 Tue	Meeting with Osvaldo (INRH) and Amauri (INRH La Habana) about the project supported by France, Meeting with IAGRI about irrigation, Meeting with EIPH about simulation model @EIPH Meeting with universities: Technological University of Havana (CUJAE, CIH), University of Havana (InsTEC)
21 Wed	Meeting with INRH about water allocation, INRH (MM discussion)
22 Thu	INRH (MM discussion)
23 Fri	INRH (MM discussion), EIPHH (checking rig condition), ENPC
24 Sat	-
25 Sun	-
26 Mon	Sing on MM, Departure from Habana
27 Tue	-
28 Wed	Arrival in Japan

## 1-4 調査結果の概要

本格協力の実施に必要な関連情報の収集・整理を行い、協力の枠組について実施機関等と協議、合意した。調査内容は第2章、プロジェクトの概要は第3章に詳述している。それら以外の調査結果を中心に以下にまとめる。

### 1-4-1 プロジェクト名称の変更

調査及び協議内容を踏まえプロジェクト名称を以下のように変更した。

要請書での名称 : The Project for the Strengthening of the Capacities for Integrated Management of Water Resources in Artemisa-Matanzas Region (アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト)

変更後の名称 : The Project for Enhancement of Capacities for Integrated Water Resources Management (統合水資源管理のための能力強化プロジェクト)

### 1-4-2 プロジェクト目標、成果の検討

調査及び協議内容を踏まえ、プロジェクト目標を以下のように設定した。

プロジェクト目標 : Capacities of National Institute of Hydraulic Resources and Basin Councils are enhanced to strengthen Integrated Water Resources Management. (統合水資源管理を強化するための水資源庁と流域委員会の能力が向上する)

調査及び協議内容を踏まえ、成果は以下の4つとした。成果1では、関連機関の調整、連携を推進するための流域委員会の強化を行う。成果2では、県レベルで水資源管理の実務を行っている INRH 傘下の県水利公社 (EAH) の能力強化 (モニタリングや水資源バランスの把握、水配分計画の改善等) を図る。成果3では、成果2も活用し、本プロジェクト対象地域全体で水資源を融通するための Regional Scheme of Water Resources (広域水資源管理計画) の作成能力強化を図る。成果4では、農業分野のパイロット活動を通し、INRH/関連機関と農業省 (Ministry of Agriculture、以下 MINAG という) /農業関連機関のさらなる連携強化を支援する。成果2~4に関する活動は、成果1で支援する流域委員会を通し関連機関の調整を行う

Output 1: Institutional systems and capacities of Basin Councils are strengthened for their better operation.

主な活動 : 3つの流域委員会 (Ariguanabo Basin Council、Cuenca Sur Basin Council、Mayabeque Basin Council) に対し能力強化を行う。13のサブプログラムに基づき各責任機関が各サブプログラム実施のためのアクションプランを作成・実施し、流域委員会でその進捗モニタリングと成果の評価を行い、国家流域委員会 (National Basin Council) への報告、活動改善の提言を行う (13のサブプログラムについては2-4-3参照)。成果2~4において、各流域委員会で関連活動のセクター間の調整や進捗確認を行う。これらのプロジェクト活動を通し、流域委員会の運営ガイドラインを作成するとともに、流域委員会の体制・ガバナンスについて提言を行い、キューバ国内に普及する

**Output 2:** The basin/aquifer-wise monitoring system of surface water, groundwater (including extraction volume), and rainfall for Integrated Water Resources Management, and related technical operations such as analyzing/utilizing collected data are strengthened.

主な活動：EAHの最も重要な業務の一つが、県における毎年の水需要を把握し、水資源ポテンシャルとの比較に基づき、水配分計画を立てることである。成果2では、その業務改善を支援する。具体的には、プロジェクト対象地域となる6つの帯水層区分において、モニタリング（地下水揚水量を含む）や水資源ポテンシャルの把握改善、データベースの充実化等を支援する。水資源ポテンシャルの把握改善のためにキューバ側が持続的に利用可能なシミュレーションモデル構築を支援し、シミュレーション結果とモニタリングデータとの比較により、より確度の高い水配分計画を策定できるよう支援を行う。

**Output 3:** The Regional Scheme of Water Resources is updated.

主な活動：本プロジェクト対象地域では、ハバナへの上水供給を第一優先としつつ、灌漑用水と飲料水が流域/帯水層の区分や行政界を超えて送水されており、地域全体で水資源を融通している。このようなプロジェクト対象地域全体を一つの大きなエリアとして見た **Regional Scheme of Water Resources**（広域水資源管理計画）が1992年に作成されており、成果2の内容を活用しつつ、本プロジェクトでその更新を支援する。**Regional Scheme of Water Resources**の作成は法律で規定されており、他の地域でも作成される可能性がある。プロジェクト活動を通して、INRHが**Regional Scheme of Water Resources**の作成能力を身に付けることを狙う。

**Output 4:** Coordination between agricultural sector and water sector is strengthened.

主な活動：パイロット活動を通して、中央レベルから県レベルそれぞれにおいて、INRH/関連機関とMINAG/農業関連機関のさらなる連携強化を支援する。パイロット活動はアルテミサ県とマヤベケ県、各1件を想定するが、具体的な内容、規模は本プロジェクト開始後、現地の問題分析を踏まえて検討する。

#### 1-4-3 上位目標の先に目指すキューバ全体でのビジョンの検討

グローバルアジェンダ・クラスター戦略についてINRHへ説明した後、上記の上位目標とプロジェクト目標を踏まえ、上位目標の先に目指すキューバ全体でのビジョン（プロジェクト終了後、10～20年）を以下のように設定し、RD案に記載して合意した。このビジョンは、キューバ側にも分かりやすいよう、Law No. 124に記載されているビジョンを流用することとした。

#### Vision in Cuba 10 to 20 Years After the Project

The vision in Cuba 10 to 20 Years After the Project is ‘through practicing the Integrated Water Resources Management supported by the institutional systems and functions established in the Project, economy and social welfare, without compromising health and conservation of vital ecosystem, are being improved (on the trajectory toward achieving the vision articulated in Article 1.2, Law No. 124).’

上記ビジョンを踏まえ、その達成に向けての本プロジェクトの位置付けや必要な活動、他ドナーの支援等、大きな絵を INRH と共有した。本プロジェクトを通して中長期的に目指していく目標を示し、何のために協働するのかという意識の共通化を図った。

#### 1-4-4 プロジェクト対象地域の確定

キューバ側との議論では、表流水の流域界（河川集水域）と水理地質的に見た帯水層境界が混在していたが、帯水層の区分を基準（図 2-3-2 参照）としてプロジェクト対象地域を整理した。その結果、下表で示すように、プロジェクト対象地域はアルテミサ県とマタンサス県、ハバナ県から選定した 6 つの帯水層区分とした。

表 1-4-1 プロジェクト対象地域

No.	River Basins/Aquifers	Province	Basin Council Targeted in the Project
1	Ariguanabo River Basin (National Interest) (HAV-1)	Habana, Artemisa, Mayabeque	Ariguanabo Basin Council
2	Almendares/Vento River Basin (National Interest) (HAV-2)	Habana, Artemisa	-
3	Jaruco River Basin (HMJ-2)	Mayabeque	Mayabeque Basin Council
4	Batabano Basin (HS-4)		
5	Melena-Nueva Paz Basin (HS-5)		
6	Cuenca Sur Basin (National Interest) (HS-3)	Artemisa, Mayabeque	Cuenca Sur Basin Council

※括弧内は帯水層区分の名称

※National Interest とは国が指定した重要流域で、キューバ全体で計 12 ある。基本、複数県にまたがる流域

※No.1~3 については帯水層境界と流域界が合致している部分が多いため、「River Basin」という表記を使う

#### 1-4-5 各成果の主な技術移転先となる機関、活動対象地域

成果及びプロジェクト対象地域を踏まえ、各成果で対象とする技術移転先や地域を以下のように明確化した。

表 1-4-2 各成果の主な技術移転先となる機関、活動対象地域

成果	主な技術移転先	活動対象地域
1	Ariguanabo Basin Council、Mayabeque Basin Council、Cuenca Sur Basin Council	Ariguanabo Basin、Jaruco River Basin、Batabano Basin、Melena-Nueva Paz Basin、Cuenca Sur Basin
2	アルテミサ EAH、マヤベケ EAH、ハバナ EAH	プロジェクト対象地域全体
3	INRH	プロジェクト対象地域全体
4	INRH/関連機関、MINAG/農業関連機関	パイロット活動をアルテミサ県とマヤベケ県で各 1 件想定

#### 1-4-6 本プロジェクトにおける上水セクターの位置付け

上水サービスの管理は INRH の管轄である。INRH の傘下に上下水公社（Water and Sanitation group、以下 AyS という）があり、ハバナの給水サービスを行う官民合弁会社 Aguas de le Habana を管理している。ハバナ市の無収水は約 72%と推定され、INRH は大量の漏水が問題であるこ

とを認識している。しかし、管材等の調達が十分できず、漏水対策が進んでいない。また、INRH は、水道料金が低すぎるため節水へのインセンティブが働かないことも認識している。

一方、ハバナ市での飲料水の確保は、INRH の水資源管理における第一優先事項であり、大量の漏水が問題であることを把握しながらも、ハバナ市への大量の送水を続けなければいけない状況である。このような課題に対しては、Aguas de le Habana の経営改善（適切な水道料金の設定を含む）や施設への投資が必要であるが、本プロジェクトでは対応が困難である。

そのため、本プロジェクトでは上水セクターへの直接的な支援活動は行わず、AyS や Aguas de le Habana へのプロジェクト活動の情報共有や、活動に必要なデータ提供の依頼等を通して連携していくこととする。

#### 1-4-7 先行技術協力の成果、教訓の活用

「キューバ国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」（2013～2017年）での成果については、持続性に課題が多いことが分かった。主に以下の点が課題であり、その教訓を踏まえて本プロジェクトの活動を計画した。

- 設置したモニタリング用の自記水位計機器は、故障や盗難によりすべて機能していない → 本プロジェクトでは基本、自記水位計機器は導入しないことを想定する。必要なモニタリング機器の調達は、本プロジェクト開始後にモニタリング体制の課題分析を行い、その結果を踏まえつつ必要最低限の内容を検討する
- 構築した地下水塩水化のシミュレーションモデルはキューバ側にとっては高度すぎ、現在は活用されていない → 本プロジェクトで活用する地下水モデルは、キューバ側が開発した AQUIMPE と呼ばれるモデルを活用する。表流水のモデルについては、公開されている基本的なモデル（SWAT や SHETRAM 等）を活用する
- 策定した地下水管理計画には大まかな管理方針が掲げられているだけで、具体的なアクションの提案がなかった。結果、地下水管理計画は活用されていない → 本プロジェクトでは、JICA 案件で作成することの多い水収支に基づく水資源管理計画は作成しない。その代わりに、成果 1 において、サブプログラム 2021-2025 に基づき CP が日々の業務で改善すべきこと、短期的に取り組むべきことを明確にしたアクションプランを作成し、その実践を支援する

「キューバ国気候変動対策のための地下水開発・管理能力向上プロジェクト」（2008～2012年）では、物理探査等、地下水開発の技術移転を行った。本プロジェクト期間中に新たな観測井の設置が必要かはまだ確定していないが、もし井戸掘削を行う場合はキューバ側が実施する。その際には、同プロジェクトで移転した技術が活用できる見込みである。

#### 1-4-8 機材調達

モニタリング機器については、プロジェクト開始後、現在のモニタリング体制についての問題を詳細に把握し、機器の調達が必要かどうか、判断を行う。調達する場合でも、必要最低限

にしつつ、スペアパーツ等の調達可能性も踏まえて、キューバ側で持続的に管理、利用できることを前提とする。

キューバ側から、井戸掘削リグのスペアパーツについて要望があった。これについても、まずプロジェクト対象地域で新たな観測井の掘削が必要かどうかを判断することが第一のステップとなる。掘削が必要と判断した場合、掘削自体はキューバ側が実施するが、そのために必要なリグの現在の状態や必要なスペアパーツを検討する。しかし、プロジェクト対象地域には既に 300 本近い観測井があり、現時点では、新たな掘削が必要とは思えないが、プロジェクト開始後、改めて検討を行う。

本プロジェクトにおいて、モニタリング機器国産化の可能性検討（設計やプロトタイプ制作支援、国内生産・組み立て・材料や部品調達の可能性）をしてほしいと要望があった。しかし、調達やマーケティングの可能性検討や、民間の個別技術が含まれるような設計技術の移転は困難と判断したが、一方で、あくまでキューバ側が自分たちで製品開発をすることを前提に、その過程で出てきた課題等に対して、日本の事例や公開情報を基に情報提供を行う支援内容とした。また、国別研修の際には機器メーカーへの訪問等も検討することとした。

## 第2章 プロジェクト実施の背景

### 2-1 キューバの基本情報

#### 2-1-1 社会・経済の概況

##### (1) 社会条件

###### 人口

キューバにおける水資源管理に大きな影響を与える社会条件は人口動態である。キューバの人口は、社会の高齢化と海外移住による全体人口の停滞と減少により特徴付けられる。多くの発展途上国の場合は、人口増加に伴う水需要の増加にいかに対応するかが、水資源管理上大きな課題となるが、キューバの場合は当てはまらない。1950年以降10年ごとのキューバの総人口を示したのが、表 2-1-1 と図 2-1-1 である。

表 2-1-1 キューバの長期人口趨勢

Year	Population in thousand	Annual Average Growth Rate (%/year) <small>(注)</small>
実績		
1950	5,876	3.00
1960	7,077	1.88
1970	8,603	1.97
1980	9,693	1.20
1990	10,662	0.96
2000	11,146	0.44
2010	11,167	0.02
2020	11,182	0.01
予測		
2025	11,227	0.08
2030	11,179	-0.09
2035	11,098	-0.15

出所：Annual Statistics of Cuba for 2020, 2021 Edition, National Office of Statistics and Information

(注) 1950年の年平均成長率は1943-1950年の7年間の平均値

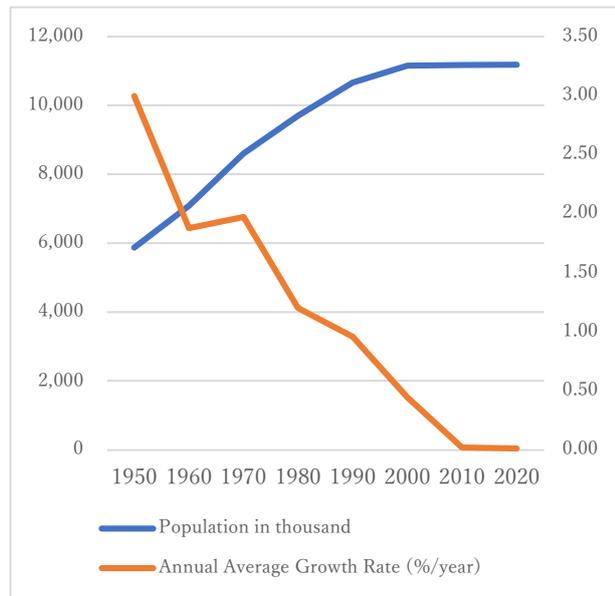


図 2-1-1 キューバの長期人口趨勢

1950年から2000年頃までは、増加率の減少傾向は見られるもののキューバの人口は増加を続けていた。しかしながら、2000年以降はほぼ横ばい状態である。統計局は、2030年以降、人口が減少し始めると予測している。出生数の減少と海外移住が人口停滞・減少の要因として指摘されている。

キューバの年齢別人口構成を示したのが、表 2-1-2 と図 2-1-2 である。年齢グループ分けの最低年齢グループが0-5歳と他のグループと違い5歳刻（他は10歳刻み）なので、この部分を約2倍にして全体の傾向を見る必要がある。図 2-1-3 は、参考までに日本、タイ、スーダンなど他国の人口ピラミッドを示したものである。

表 2-1-2 キューバの 2020 年の年齢  
グループ別人口構成

Age Group	Population in thousand
0-4	660
5-14	1,199
15-24	1,338
25-34	1,515
35-44	1,337
45-54	1,913
55-64	1,561
65-74	994
75-84	558
85-	193

出所：Annual Statistics of Cuba for 2020, 2021 Edition, National Office of Statistics and Information

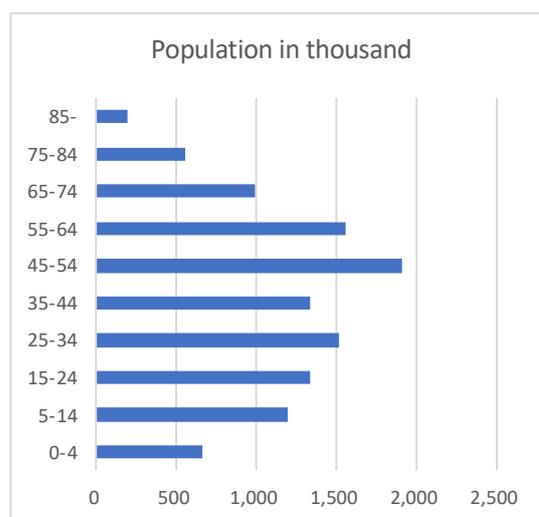
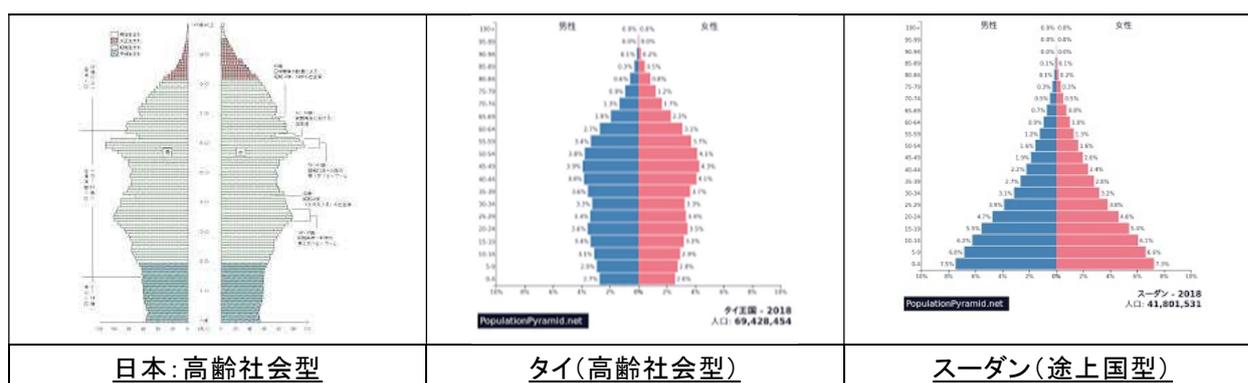


図 2-1-2 キューバの 2020 年の年齢  
グループ別人口構成



出所：(日本) <https://www.stat.go.jp/data/jinsui/2008np/index.html>  
(タイ、スーダン) <https://www.populationpyramid.net/ja>

図 2-1-3 他国の人口ピラミッドの例

キューバは明らかに高齢社会型の人口ピラミッドとなっている。25 歳から 65 歳までの働き盛りの世代に比べて若年層になるほど人口が少なくなっており、高齢化が進行しつつあると言える。

表 2-1-3 は、キューバの人口変化の背景にある自然要因と社会的要因を示す。2018 年と 2019 年は自然要因により人口がわずかに増加したが、2020 年には死亡者数が出生数を上回り自然要因による人口変化はマイナスとなった。統計年鑑には合計特殊出生率のデータは示されていないが、2.0 を切り始めている可能性が高いものと推測できる。海外移住者数は、2020 年はおそらく COVID の影響で激減したと思われるが、2015 年-2019 年の間は、1 万 6 千人から 2 万 6 千人の間を上下しており、対人口比では 0.2% 程度影響している。INRH の情報によると、その結果、2021 年の人口は、1,111 万人と前年に比べて 0.7% 減少した。

表 2-1-3 キューバの人口変化の自然要因と社会的要因

年	自然要因				社会的要因	
	死亡者数	出生数	差	対人口比(%)	海外移住者数	対人口比(%)
2018	106,196	116,333	10,137	0.090	21,564	0.192
2019	109,080	109,716	636	0.006	16,794	0.150
2020	112,439	105,038	-7,401	-0.066	4,474	0.040

出所: Annual Statistics of Cuba for 2020, 2021 Edition, National Office of Statistics and Information

### その他の社会的条件

キューバの平均就学期間は 11.8 年と高い教育水準を示す。医療保健面においても、ホームドクター制の普及、バイオ薬品の開発など水準が高く、医療サービス輸出は重要な外貨収入源となっている。これらの社会サービスは無償もしくは低価格で提供されており、社会主義体制下それが当然のことであると人々から認識されている。

また、キューバは移民によって成立した国で、スペイン系、アフリカ系の国民が混在し、独特の文化、宗教、価値観が存在すると言われている。こういった社会的背景が水資源管理に影響を与えているか否かについては、現時点では断言し難い。本体案件を遂行する過程で、必要であれば勘案すべきであろう。

### (2) 経済概況

生産統計については、国内総生産 (GDP) が国家レベルで算出されているが、域内総生産、県総生産など地方レベルでは算出されていない。表 2-1-4 に示すように、キューバの GDP は 2016 年から 2018 年にかけて 0.5%/年～2.2%/年で成長したが、2019 年に-0.2%/年減少し、2020 年には-10.9%/年と大幅に縮小した。JICA 作成の「キューバ共和国 JICA 国別分析ペーパー JICA Country Analysis Paper」(2022 年 3 月) では、2020 年の大幅な経済縮小は「慢性的・構造的な経済停滞に新型コロナウイルスの感染拡大が追い打ちをかけており…」と説明されている。重要な収入源である観光業においては、2020 年の海外からの観光客数が 108 万人と 2019 年 428 万人の 25%まで落ち込み、GDP 減少の一大要因であったと推察できる。

表 2-1-4 キューバの GDP

Year	Gross Domestic Product in 1997 Price (Million Pesos)	Annual Growth Rate (%/year)
2016	54,780	0.5
2017	55,771	1.8
2018	57,025	2.2
2019	56,931	-0.2
2020	50,698	-10.9

Source: Annual Statistics of Cuba for 2020, 2021 Edition, National Office of Statistics and Information

2016 年から 2020 年にかけての市場価格 GDP をセクター分類したのが表 2-1-5 である。2020 年時点における主要セクターは、保健衛生・社会福祉 (22.6%)、商業 (16.6%)、製造業 (10.6%)、建設 (10.1%)、教育 (9.7%) などである。キューバ社会主義の特徴を反映して、

教育及び保健衛生・社会福祉の水準はわが国に比べてかなり高い（わが国は、教育が 3.6% と保健衛生・社会福祉が 8.3%）。

2020 年の経済の大幅な縮小は、農業、牧畜、林業、水産業、鉱業・採石などの第一次産業において特に大きかったことが窺われる。

表 2-1-5 市場価格によるセクター別 GDP

Gross Domestic Product of Cuba in Market Prices										
Sector	Values in million pesos					Proportion in %				
	2016	2017	2018	2019	2020	2016	2017	2018	2019	2020
1. Agriculture, livestock, forestry	3,477	3,559	3,655	3,575	2,845	3.8	3.7	3.7	3.5	2.7
2. Fishery	122	122	130	115	120	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3. Mining and quarry	466	500	495	473	477	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4
4. Sugar industry	559	793	304	742	683	0.6	0.8	0.3	0.7	0.6
5. Manufacturing industry (excluding sugar)	12,096	12,282	12,516	12,165	11,337	13.2	12.7	12.5	11.8	10.6
6. Electricity, gas and water	1,435	1,484	1,536	1,629	1,406	1.6	1.5	1.5	1.6	1.3
7. Construction	6,407	8,530	10,040	10,381	10,808	7.0	8.8	10.0	10.0	10.1
8. Commerce: repair and personal property	18,116	19,486	20,092	19,507	17,777	19.8	20.1	20.1	18.9	16.6
9. Hotel and restaurant	4,294	4,809	4,677	4,968	3,970	4.7	5.0	4.7	4.8	3.7
10. Transportation, memory and communication	8,445	8,819	9,004	8,679	7,288	9.2	9.1	9.0	8.4	6.8
11. Financial intermediation	1,248	1,306	1,346	1,379	1,367	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3
12. Company services, real estate, rent	2,373	2,545	2,599	2,865	2,845	2.6	2.6	2.6	2.8	2.7
13. Public administration, defense, social security	3,459	3,399	3,472	3,897	4,580	3.8	3.5	3.5	3.8	4.3
14. Science and technological innovation	284	293	321	385	387	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4
15. Education	5,957	5,983	5,828	7,165	10,369	6.5	6.2	5.8	6.9	9.7
16. Public health and social assistance	16,661	16,851	17,578	18,149	24,238	18.2	17.4	17.6	17.5	22.6
17. Culture and sports	2,746	2,884	2,999	3,325	3,513	3.0	3.0	3.0	3.2	3.3
18. Other activities of community service, association and personal	2,248	2,272	2,333	2,500	2,580	2.5	2.3	2.3	2.4	2.4
19. Import tax	978	994	1,126	1,528	762	1.1	1.0	1.1	1.5	0.7
<b>Gross Domestic Product</b>	<b>91,371</b>	<b>96,911</b>	<b>100,051</b>	<b>103,427</b>	<b>107,352</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>
<b>Summary</b>										
Primary (1.-3.)	4,065	4,181	4,280	4,163	3,442	4.4	4.3	4.3	4.0	3.2
Secondary (4.-7.)	20,497	23,089	24,396	24,917	24,234	22.4	23.8	24.4	24.1	22.6
Tertiary (8.-19.)	66,809	69,641	71,375	74,347	79,676	73.1	71.9	71.3	71.9	74.2
<b>Gross Domestic Product</b>	<b>91,371</b>	<b>96,911</b>	<b>100,051</b>	<b>103,427</b>	<b>107,352</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>	<b>100.0</b>

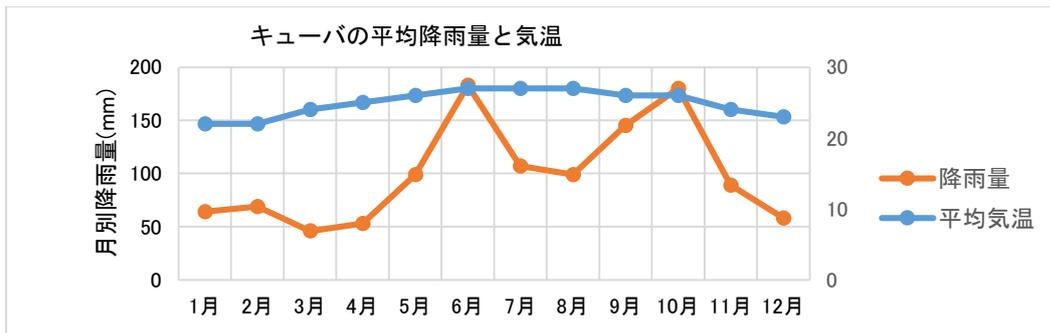
Source: Annual Statistics of Cuba for 2020, 2021 Edition, National Office of Statistics and Information

一人当たり GDP は、2021 年 1 月の二重通貨制度の廃止以降の為替レートで換算すると 2020 年で 400 ドル/人である。

## 2-1-2 自然条件

### (1) 気象

キューバの気象は熱帯湿潤気候であり、雨季と乾季に区分される（図 2-1-4 参照）。乾季（冬季）は 11 月～4 月、雨季（夏）は 5 月～10 月である。最低気温は西部地域では 8.5 度程度、東部地域では 12.5 度程度である。最高気温は全国的に 36 度～38 度である。西部と中央地域は東部地域に比べ低温で降雨量が大きい傾向がある。例外的に東部地域の Guantánamo 県を流れる Toa 川流域は年間降平均雨量が 3,000mm に及ぶ。全国の年間平均降雨量は 1,200mm であり、その 30%は乾季に、70%は雨季に発生し、西部地域は東部地域より降雨量が大きい。



出所：INRH 資料より調査団作成

図 2-1-4 ハバナ市の降雨量と気温

(2) 地形

キューバの国土はカリブ海に東西方向に細長く延びている（図 2-1-5 参照）。国土の面積は 110,900km<sup>2</sup>であり（日本の本州の面積の約半分）キューバの西端から東端までが約 1,225km、南北の距離は平均 80km（最大 250km から最小 35km）であり東西に細長い形状をしている。国土の 3/4 が平野、1/4 が山地である。東部、中央部及び西部の限られた地域に、それぞれ孤立している山岳地帯があるが、東部のマエストラ山脈が最も高く、1,000m から 2,000m、中央部のトリニダド山脈は 1,000m 級、西部の山岳地帯ロスオルガノス山脈は 600m 級の東西に細長い山脈である。山岳地を除けば、島の大部分は 200m 以下のなだらかな起伏の丘陵地や平野となっている。国土の幅が狭く、かつ山系が主に東西に走っているため、水系は南北方向に延び流域面積は小さい。最長の川はキューバ国と東端部マエストロ山地に源を発するカウト川であり全長 241km である。

本調査の対象地域であるキューバ国の西部地域は国土の幅は特に狭く 35km～58km に過ぎない。西部～中央部の南岸にはシエナガデサパータの沼沢地帯が広大に広がっている。



出所：INRH

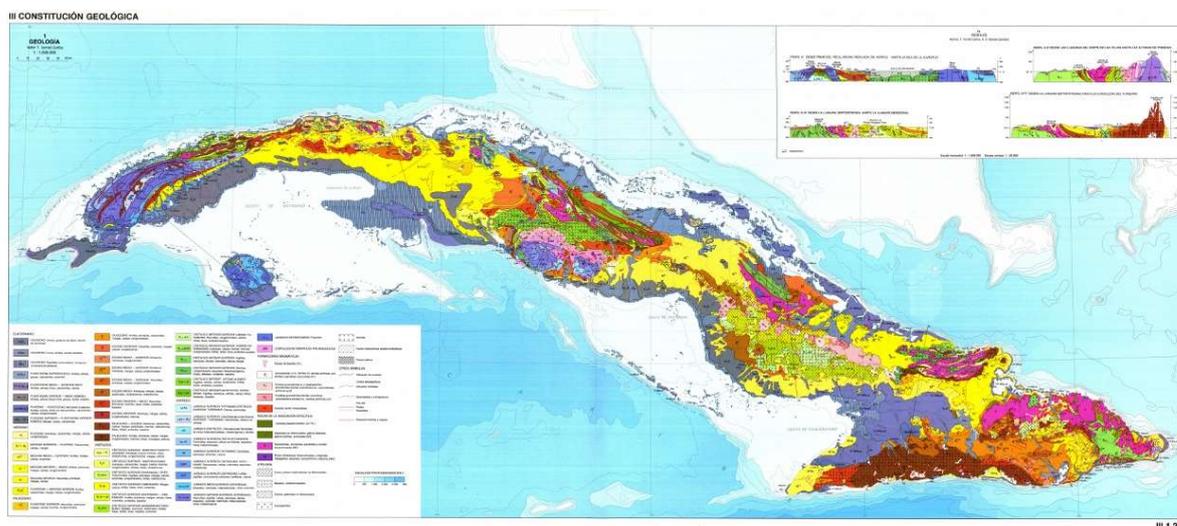
図 2-1-5 キューバの地形

### (3) 地質

キューバの地質は第三紀前期より古い地層と以降の地層に2分できる（図 2-1-6 参照）。

白亜紀後期～第三紀前期の造山帯によってキューバの地質の骨格が形成された。キューバの最も古い地層は中部ジュラ紀のもので頁岩、砂岩、変成岩、大理石、石灰岩等で構成される。引き続き白亜紀の地層は、頁岩、チャート、凝灰質砂岩、火山角礫岩、溶岩などからなる厚い堆積岩で薄層の石灰岩を挟む。これらの堆積物は、白亜紀末の造山運動により褶曲し現在の山地及び丘陵地を形成している。本プロジェクト対象地域に分布する非帯水層はこれらの地層から成る。

上記に引き続いて第三紀始新世には広範な海進が起こり、大部分の地域で浅海性の石灰岩が堆積した。中新世に変動があり現在の島の中心部分が隆起した。そして、島の周縁やいくつかの堆積盆で浅海性の石灰岩が堆積した。このようにして、後期中新世から鮮新世にかけて、広範囲にわたって石灰岩からなる平原が形成された。本プロジェクト対象地域に分布する帯水層はこれらの石灰岩層から成る。



出所：INRH

図 2-1-6 キューバの地質

## 2-2 水セクターの概要

### 2-2-1 キューバの水セクターの概況と優先課題

キューバはカリブ海に浮かぶ東西に延びた狭小な島嶼国である。河川の流域は小さいため、河川水を使った大規模な水資源開発は不可能であり、小規模な表流水開発と地下水開発を組み合わせ生活用水、農業用水、工業用水に広く利用している。東西に延びた国土の西部から東部にかけて水資源に関わる自然状況が変化する。首都ハバナが位置する西部地域では、国土の幅が最も狭く、表流水の開発に大きな制約がある反面、石灰岩からなる帯水層が大量の地下水を供給している。東部に向かって国土は南北方向の厚みを増し山地の占める割合が増加するとともに、水資源の中心は地下水から表流水に移っていく。キューバの年間降雨量は 1,300mm 程度であり決して豊富でない降雨量と、狭小な国土という不利な自然条件ではあるものの、キュー

バ国民の 95%が良質な水資源にアクセス可能である。また国土の 3/4 は平野でありそこには農作地が隙間なく広がり農業生産が活発であり多量の灌漑水を消費している。

社会構造、政治体制の観点から水資源管理に大きな影響を与えているのが、キューバにおける社会主義に基づく計画経済体制である。財・サービスの生産計画を国が作成し、生産のために必要な投入財の一つとして水が位置付けられ、国がその利用を厳正に管理する、というのがキューバの水資源管理の基本である。計画経済体制ではなく、自由主義経済体制を採用している多くの国では、水は通常の財・サービスのように市場原理による取引を基本としながら、水の社会性を勘案し社会サービスの要素を加えるというサービス形態が多い。通常の財・サービスの購入量を個人が自由に決めるのと同様に、水利用量は個人が決めるのが原則である。個人の自由であるが故に、如何にして水利用総量を持続的水準に抑制するかが課題となり、社会的なコンセンサス作りを目指すために流域委員会、水資源管理委員会などが重要な役割を果たすことになる。キューバにおいては、行政側が末端まで水利用を厳密にコントロールするという体制が出来上がっている。計画経済体制のもと、多くの人的資源が行政側に配置されていることで、膨大な事務作業をこなすことができ、それにより細かい水資源管理が可能となっている。

キューバにおいて水資源の開発・管理を担当しているのは水資源庁（INRH）である。水資源庁は水管理を担当する水管理ビジネスグループ（Terrestrial Water Management Business Group、以下 OSDE-GIAT という）及び上下水を担当する OSDE-AyS の 2 つのグループからなる国営企業体を傘下に持ち、社会主義体制における中央集権的な計画経済を背景とし中央及び地方レベルで、生活用水、農業用水、工業用水の配分と供給を一元的に行っている。水配分においては、個々の水使用者の水使用を毎年の許可制としました実際の水使用量を監視・抑制するという他に例のない制度によって水利秩序を保っている。INRH の水資源行政を補完する目的でキューバには流域委員会が存在し、流域管理の実施による持続的な水資源の利用を目指している。流域委員会は各県・市に組織されている他に、キューバ国において経済的、社会的、環境的な重要性に基づいて優先順位の高い 12 の流域を特定し特別流域委員会が設立されている。これらの特別流域は、国土の 15%強を占め、人口の約 40%に水を供給し、経済活動の 60%に寄与している。このうち 3 つの特別流域委員会は首都ハバナの水源地となっている。しかし現況では流域委員会の活動が定着し水資源管理の向上に貢献しているとは言い難い。

上述のごとく、キューバは水資源開発・管理における国家の介入を強固なものとすることによって狭小な島嶼国という不利な自然条件から生じる水資源賦存におけるハンデキャップを克服し水資源の活用による国民経済の発展を目指している。その一方で、キューバの水セクターは将来に向けて多くの課題に直面している。老朽化した水供給施設や灌漑用水路の維持管理の問題が深刻である。その中でも特に懸念されるのが上水道施設の老朽化である。特に首都ハバナの水道は 60%以上の漏水を抱え施設の更新が喫緊の課題となっているが資金不足のため進展がない。経済の不況に加え近年のアメリカによる経済制裁が水セクターの施設整備の足枷となっている。漏水修繕のための水道管の不足からモニタリング用の水位計の不足までその影響は広範囲に及んでいる。加えて、島嶼国であるため海岸部の帯水層への海水侵入により地下水の塩水化が進行している。気候変動の影響により海水準が上昇し塩水化が悪化する懸念がある。また、現行の水配分制度は現在の水需要の停滞の中で成り立ってはいるものの、将来社会経済

状況が好転し水需要が大きく増大するような場合は、変化に対応しやすいより柔軟な水資源管理体制が必要となるだろう。その意味で、現在の流域委員会のメカニズムを、縦軸調整と横軸調整のよりバランスのとれた水資源管理体制として強化していく必要がある。

また、現地調査での聞き取りの中で、キューバには「culture of wasting water」といった文化があるという指摘を何回か耳にした。だからと言って、水の無駄使いを是認しているわけではなく、配水網の漏水削減、家庭内の漏水削減、灌漑水路の漏水防止など、水の合理的利用促進に対する行政の意識は高い。社会に根付いた無駄使い文化と言うよりは、そもそも地下水資源の豊富な地域なので、今までそれほど水の希少性を意識してこなかったという程度の話として理解しておけばよいと思われる。

## 2-2-2 上位計画

### (1) 2030 国家社会経済計画 (PNDES 2030: National Economic and Social Development Plan)

経済計画省は、2019 年 12 月に UNDP の支援を受けて 2030 国家社会経済計画 (PNDES 2030: National Economic and Social Development Plan) を策定した。

図 2-2-1 に示すように、9 のテーマ軸が想定されている：「政府、防衛、祖国の安全保障」、「試算面、技術面、人のポテンシャル」、「財政」、「対外関係」、「インフラ」、「人口」、「領域」、「社会・文化」、「環境・天然資源」。

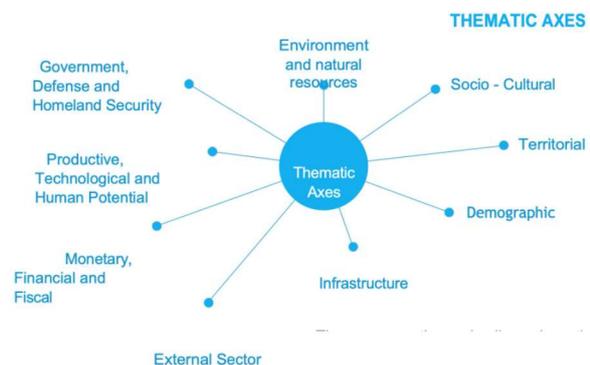


図 2-2-1 PNDES2030 のテーマ軸

そして、以下の 6 つの戦略軸を提示している。

- 社会主義政府と機能的・効率的な社会的統合
- 生産性の向上と国際市場への参入
- インフラ
- 人のポテンシャル、科学・技術・技術革新
- 天然資源と環境
- 人的開発、公平性、社会正義

天然資源・環境戦略軸の一環で、水に関わる以下の提案を行なっている。

- 持続的な消費・生産形態、Cleaner Production、資源の効率的な利用、特に観光、食料生産・消費、建設、廃棄物処理において、一般市民の生活様式を改善するための教育、情報伝達戦略
- 環境汚染の汚染源での防止と管理
- 統合的な汚染源管理、特に化学物質、有害ゴミなどについて

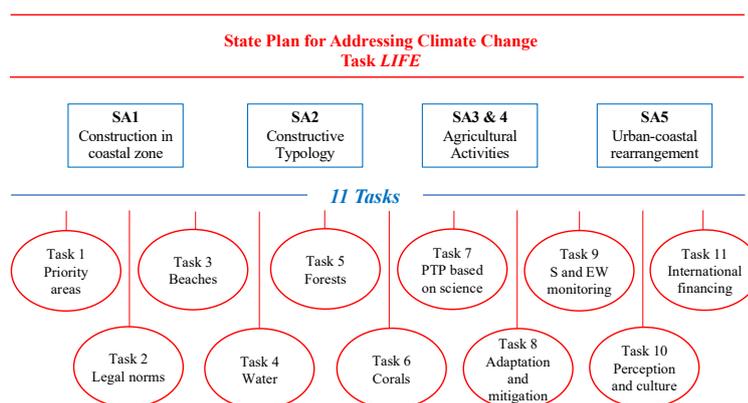
- 水質汚染の抑止・改善と利用可能水量の増大-水源の保全、維持、十分な管理、持続的な配分バランス、再利用・効率的利用、規制・管理、水節約文化の推奨などを通して

2020年2月に作成された「Agenda 2030 for Sustainable Development」は、PNDES2030の実現と2030年を目標とするSGDsを関連づけて、SDGs指標のモニタリング体制の整備・強化と解決策の実施に関わる提案を示している。この作業を通して、色々な国で試みられているのと同じように、SDGsの実施状況を報告するためのNational Voluntary Report 第二版を作成することを提言し、適切なSDGs指標モニタリングを可能とするために、統計情報の収集・集約メカニズムの構築と共に参加型による関係者の参画を推奨している。

また、SDGs指標のモニタリングに留まらず、市・県開発戦略(2-4-1で詳述)と連携する形で問題解決策を策定し指標の達成を目指すという方向性を示している。本体案件において、流域委員会の活動を水分野におけるSDGs指標及び市・県開発戦略と関連づけて計画し実行することで、地域全体の開発の視点から流域委員会の強化を図るという可能性を示唆していると言える。

(2) 「気候変動に意欲的に取り組むための任務」 “Tarea Vida: Ambitious Plan to Address Climate Change”

科学技術環境省 (Ministry of Science, Technology and the Environment、以下 CITMA という) は、2019年9月23日に国連で開催が予定されていた気候変動サミットに備えて、キューバ政府としての気候変動への対応と対策を“Tarea Vida (キューバでは「Task: Life」と認識されている)”としてとりまとめた。下図に示すように、5つの戦略的行動と11のタスクから構成されている。4番目のタスクとして水を取り上げている。



Note: SA: strategic actions / PTP: physical territorial planning / S: surveillance / EW: early warning

図 2-2-2 Tarea Vida の構成

Tarea Vida では海面水位の上昇、早魃などが気候変動の影響として想定されており、調査対象地域をみるとクエンカスール流域の地下水塩水化への影響があり得ると思われる。Tarea Vida では、自然の保全を重視しており、沿岸地域の保全、森林保全、湿地保全により帯水層を維持し、流域全体の保全に貢献すると指摘されている。塩水化抑制のために進めら

れている堤防建設事業について、将来の海面上昇の影響と対策を検討した上で事業を継続していく必要があるだろう。

農業面では、持続的な土地利用、土壌利用計画と保全、水の面では灌漑用水及び上水供給の効率性向上が提案されている。

### (3) 国家水政策 (National Water Policy)

国家水政策は、2012年に策定された、キューバの水資源管理の方向性を示す基本文書である。同書は、以下の4点を戦略的優先項目として位置付けている。

- 利用可能な水の合理的かつ生産的な利用
- 既存インフラ施設の有効利用
- 水質に関わるリスクの管理
- 気候事象に関わるリスクの管理

「運営組織レベル」、「経済・運営レベル」、「環境レベル」、「法律、文化、組織レベル」の4つの分類のもと、全部で22点の指導原則 (Guiding Principles) を示している。表 2-2-1 に、指導原則と内容を示す。

本案件の成果1との関係では、指導原則15で「各分野で必要な水が流域委員会を通して確保される」と示している点、同22で「水に関わるセクター間調整と水利用者団体の参加促進において県・市・特別流域委員会は今以上に機能を強化させる必要がある」と示している2点が注目に値する。INRHを軸とする主に縦方向の意思決定が主流である現状に対して、横方向の合意形成において流域委員会が今以上に積極的な役割を果たすべきであると解釈することができる。本案件で成果1を遂行する上での基本認識とすべきであろう。

表 2-2-1 国家水政策の指導原則と内容

指導原則	内容
運営組織レベル	
1. 水の再生可能性、希少性、脆弱性の認識	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水文循環観測網の近代化</li> <li>• 貯水池、地下水の実際の貯水容量の改定</li> <li>• 水資源管理に関わる管理の強化</li> </ul>
2. 飲料水及び衛生サービスの公平な利用と共通の権利	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 全ての都市・農村人口の基本的飲料水・衛生サービスへのアクセスの確保</li> <li>• 給水網の整備と修復、家内部での漏水の削減、衛生的トイレへの移行</li> <li>• 財源の確保と研究</li> <li>• 電源の確保</li> </ul>
3. 洪水・渇水への対応義務	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 洪水リスクの最小化と危険地域の土地利用管理</li> <li>• 洪水・排水施設の設計と実施</li> <li>• 規制と危機計画の改定</li> </ul>
経済・運営レベル	
4. 開発のために不可欠な水	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 環境面及び人間の基本的ニーズだけでなく、輸入代替促進に資する戦略的作物・製品の考慮及び水輸出</li> <li>• 再生可能エネルギー（水力発電、その他）によるエネルギーの節約</li> <li>• 外国投資の活用</li> </ul>
5. 水施設の効率的な利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 既存施設の活用と効率性の向上</li> <li>• 合理的水利用の促進、衛生、国家安全保障に資する長期投資、持</li> </ul>

指導原則	内容
	<p>持続的発展のための新規投資</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 利用度の低いダム下流かんがい施設の完成</li> <li>• 管、付属機器などの国内生産能力増強による輸入の抑制</li> </ul>
6. 水の経済価値と利用・権利に伴う支払い義務	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水供給及び衛生サービスの受益者の支払い義務</li> <li>• 水利用者の支払い能力に応じた料金設定と国は補助金を出さないこと</li> <li>• 非効率的利用に対する罰金の賦課による水利用抑制の促進</li> <li>• 水利用権及び排水権に対する課税</li> </ul>
7. 水セクターによる収入の同セクター内への還元	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水サービス及び水輸出から得られた財源の水セクターへの還元</li> <li>• 再生可能エネルギーの活用によるエネルギー支出削減分の水セクターへの還元</li> <li>• 水利用権及び排水権に対する課税収入の水セクターへの還元</li> </ul>
8. 水管理に伴う国家補助金	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 基本的飲料水供給、衛生、社会目的、危機的状況などの水サービス、モニタリング、土地利用計画、情報システム、危機調査に対する国の補助金</li> <li>• 技術的条件が満たされた場合のコンセッション契約による水供給サービスにおける国家補助金（すべての費用が水利用者に転嫁されることを防止するため）</li> </ul>
9. 水の多目性と優先順位	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 優先順位：人間と動物、農業灌漑と農産加工、その他の製造業、貯水池における養殖、レクリエーションと環境</li> </ul>
10. 水の計画・管理単位	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水計画及び管理における適切な単位としての河川流域及び帯水層</li> </ul>
11. 水の合理的利用と下水の再利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 生産工程の改善による回収水利用、高い飲料水消費量の抑制、都市下水・工場排水の再利用、灌漑効率の向上</li> <li>• 将来の可能性としての雨水利用、汽水・塩水の淡水化</li> </ul>
12. 分権的管理によるサービスの質の確保	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水供給・衛生サービスの質の向上ため、国の組織を基本としながら、水利用者団体、民間による管理を促進する形で極力分権化を進めること</li> </ul>
13. 能力強化によるより良い管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 適切な水管理を実現するためのすべてのレベルにおける人的能力の強化</li> <li>• 総合的な視点からの案件形成と評価を可能とするための訓練テーマの調整と拡大</li> <li>• 個人的能力強化による組織能力の強化</li> </ul>
環境レベル	
14. 環境管理と整合した明確な水管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水政策と環境政策の整合性</li> <li>• 水管理の計画、実施、評価段階での環境面の考慮</li> <li>• 水組織と環境組織の協力による環境基準、戦略的環境評価、リスク・影響評価、環境監査</li> <li>• 水プロジェクトにおける気候変動の考慮</li> </ul>
15. 地域管理と整合した明確な水管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 流域委員会を通して、地域で行われる様々な活動のために必要な水を量・質の面で十分に供給すること</li> <li>• 水セクターが、地域管理に積極的に参加し、水資源の観点から望ましい土地利用の実現に貢献すること</li> </ul>
16. 水汚染の防止と抑制の義務	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水質保全と汚染源削減のための包括的戦略の策定</li> <li>• 排出権に関わる規則の改定</li> <li>• Clean technology 投資の推奨</li> </ul>
法律、文化、組織レベル	
17. 許可、契約、権利による水へのアクセス	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水収支計算に基づく水利用権の付与</li> <li>• 社会・経済・環境を考慮した再配分</li> </ul>
18. 国による水源の規制	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 国による表流水・地下水の利用制限</li> </ul>
19. 成果のモニタリングのための水情報	<ul style="list-style-type: none"> <li>• すべての国民のための、水資源のモニタリング、評価、運営、利用、保護、水資源管理に関わる情報へのアクセスの確保</li> </ul>
20. 基準による水文化の促進と発展	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 浪費への罰金の賦課と料金体系による合理的・生産的な水利用の促進</li> </ul>

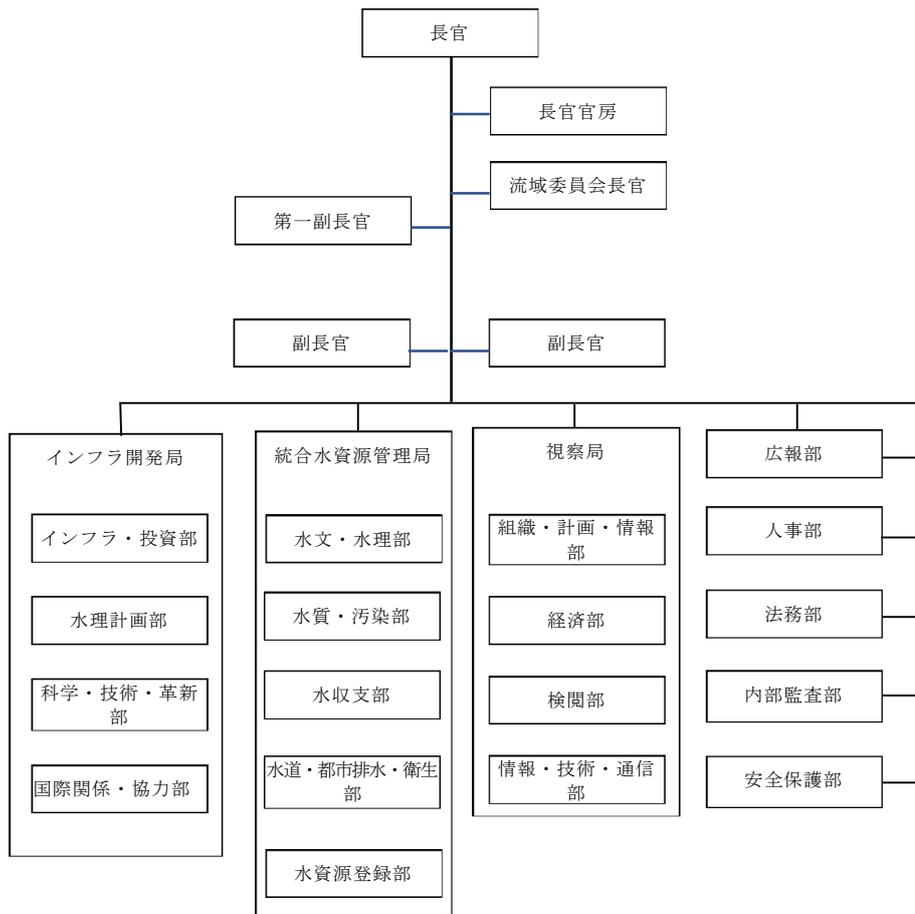
指導原則	内容
21. 合理的水利用文化の必要性	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水に関わる新しい行動と姿勢を促すための啓発活動</li> <li>• 水資源管理における国、水関連機関、教育機関、コミュニティの参加</li> </ul>
22. 水開発のための関係機関の役割	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 政府：政策策定、資源評価、計画、運営、経済資源の配分</li> <li>• INRH：水を管理する唯一の政府機関</li> <li>• 国家流域委員会：流域土地利用計画の諸側面に対応するための階層性、構成、機能の改定</li> <li>• 県・市・特別流域委員会：水利用に関わるセクター間調整と水利用者団体の促進のために今以上に機能的な主体となること</li> <li>• 地方自治体・コミュニティ団体：水資源管理への関与度を高めること</li> </ul>

出所：INRH

### 2-2-3 水セクターの組織体制と責務

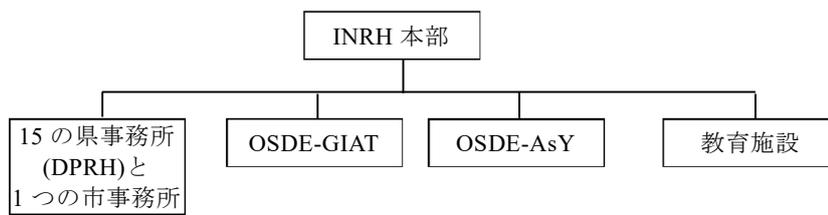
#### (1) 水資源管理体制

キューバにおける水資源の開発・管理・利用は水資源庁（INRH）が行う。以前は INRH の下に 4 つの公社が配置されていた。すなわち、水利公社（Grupo Empresarial de Aprovechamiento de Recursos Hidráulicos、以下 GEARH という）、土木コンサルティング公社（Grupo Empresarial de Investigaciones, Proyectos e Ingeniería、以下 GEIPI という）、上下水道公社（Grupo Empresarial de Acueductos y Alcantarillados、以下 GEEAL という）、水利技術供給公社（Grupo Empresarial de Ingeniería y Logística Hidráulica、以下 GEILH という）が存在した。その後ではこれらの 4 つの公社が再編成され現在では、水資源の開発・管理を担当する OSDE-GIAT と、上下水道を担当する OSDE-AyS となっている。INRH の本部組織を図 2-2-3、INRH の全体組織を図 2-2-4、OSDE-GIAT の本部組織を図 2-2-5、OSDE-GIAT の全体組織を図 2-2-6 に示す。



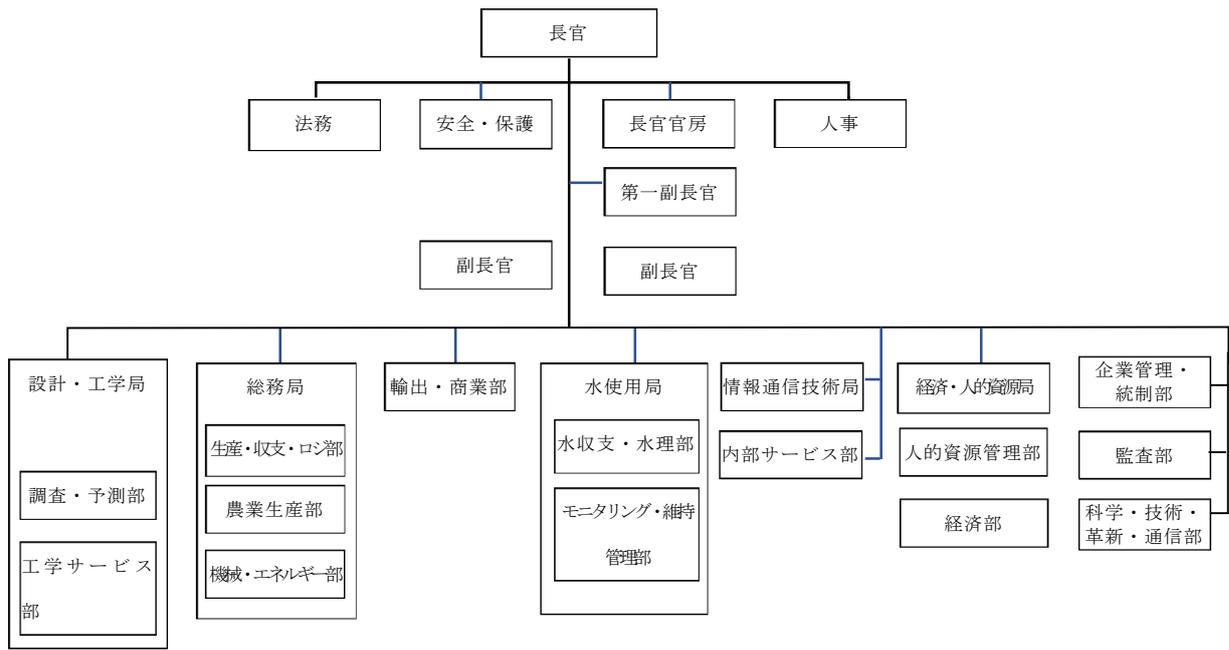
出所：INRH

図 2-2-3 INRH 本部組織



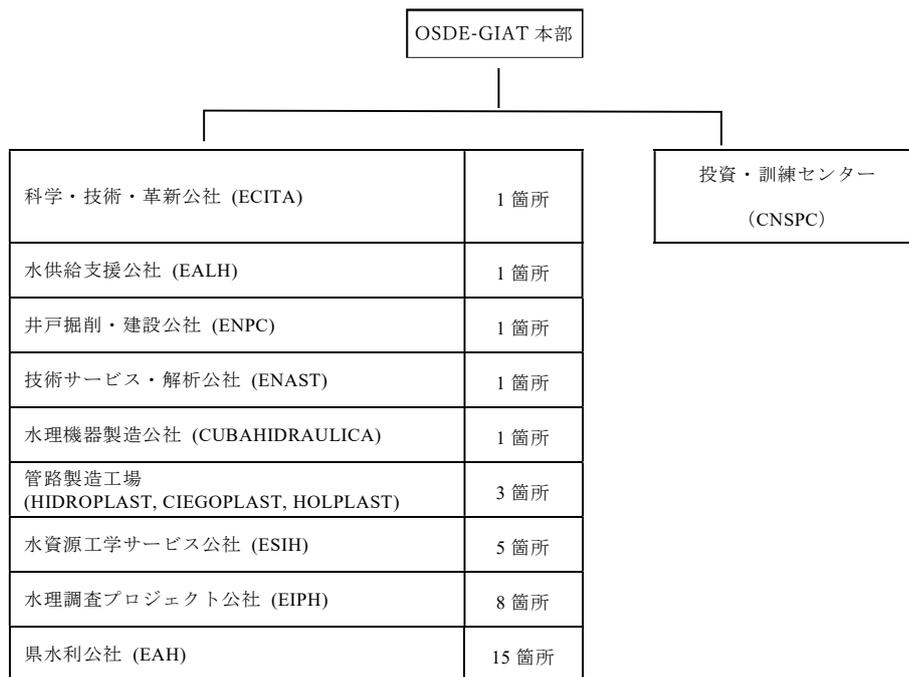
出所：INRH

図 2-2-4 INRH の全体組織図



出所：INRH

図 2-2-5 OSDE-GIAT 本部組織



出所：INRH

図 2-2-6 OSDE-GIAT の全体組織

表 2-2-2 に、水資源開発・管理・利用における中央政府の役割分担を組織改編の前後を対比して示す。

表 2-2-2 水資源開発・管理・利用における中央政府の役割分担(○が実務担当、●が管理・承認)

組織改編前	INRH	GEIPI	GEARH	GEILH	GEEAL
組織改編後	INRH	OSDE- GIAT		OSDE-AyS	
水資源のモニタリング	●		○		
水資源賦存量の解析		○			
水配分 (water use adjustment)	●	○	○		
水供給 (生活用水)					○
水供給 (農業及び工業用水)			○		
水利用施設の設計と建設					
(調査と設計)		○			
(施設建設の管理)		○	●		
(施設建設)			●	○	
(水道管の製造)				●	○

出所：INRH

#### 水資源の開発・管理

水資源（地下水・表流水）の開発・管理に関して以前は GEARH が担当していた業務を OSDE-GIAT が引き継いでいる。GEARH の県組織とし EAH（県水利事務所）が全国 15 県に事務所を持っていたが、組織改編により現在は OSDE - GIAT の傘下の組織となり全国 15 事務所業務を継続している。調査対象地域では以下に示す各県の EAH が水資源の管理を担当している。

- ハバナ県：EAHHAB
- アルテムサ県：EAHART
- マヤベケ県：EAHMAY
- マタンサス県：EAHMTZ

EAH の主な活動は以下のとおりである。

- 水資源配分計画の策定
- 水資源賦存量（地下水・表流水）の観測
- ダム、分水工、幹線路等の運営・維持管理
- 水質管理

EAH の主要な役割として水資源配分計画の策定がある。具体的には、年度ごとに、全ての水利用（上水道、農業）に対する水配分を決定しその後の水利用状況を監視する。その方法としては、EAH が所有する水資源モニタリング網（気象・地下水）から得られたデータを使って水資源賦存量（地下水・表流水）を算出する。同時に水使用者からの水需要の申請を受ける。両者を比較し翌年度の水配分を決定し申請者に通知する。引き続き、モニタリン

グ網から得られた観測データを使って残存水資源量を監視しつつ水使用量を管理・制限する。

EAH はプロジェクト対象地域の全ての帯水層と河川を管理する。また、以下の水資源開発・利用・管理施設を運営・管理する。

- 水文モニタリング網（地下水、水質）
- 気象観測所
- 貯水池（灌漑用、上水道用、洪水防御用、リクリエーション用）
- 灌漑用水路・分水工
- ポンプ場
- South Dike（クエンカスール南岸の堤防）

水資源庁県事務所（DPRH: Provincial Delegation of the Water Resources Institute）

DPRH は INRH 傘下の地方組織として、全国に 15 組織がある。プロジェクト対象地域ではハバナ、アルテミサ、マヤベケ、マタンサス県に存在する。INRH の地方組織として、本部の方針に従って、県レベルにおける水資源管理と水資源利用を管理している。DPRH は以下の 3 つの目標を掲げている。①県レベルの水資源管理計画の実現と水資源施設の整備、②水利用の最適化による水資源・環境保全と効率的な水利用、③水ガバナンスの向上のための DPRH の業務内容の効率性の改善。

水資源の開発のための調査・設計

水資源（地下水・表流水）の開発のための調査・設計に関して、以前は GEIPI が担当していた業務を OSDE-GIAT が引き継いでいる。以前は GEIPI の傘下にあった EIPH が県レベルで業務を実施していたが、組織改編の後では、EIPH は OSDE-GIAT の傘下に入り業務を継続している。EIPH が行う水資源開発に関わる調査、設計業務の内容を表 2-2-3 に示す。EIPH ハバナはハバナ県とアルテミサ県、EIPH マタンサスはマタンサス県とマヤベケ県の業務を担当している。

表 2-2-3 EIPH の水資源開発に関わる業務内容

区分	詳細	
調査業務	測地、測量	
	地質調査、土質調査	
	水文調査、水理地質調査、物理探査	
	水質調査	
設計業務	水源開発	ダム貯水池、水路
	上水道	上水道ネットワーク、浄水場、脱塩施設、ポンプ場
	下水道	下水道ネットワーク、下水処理施設及び酸化池、都市雨水排水、ポンプ場

出所：EIPHH の資料より調査団作成

## 地下水開発

キューバにおける井戸掘削は井戸掘削公社（National Drilling and Construction Works Enterprise、以下 ENPC という）が実施している。キューバの全ての井戸は ENPC によって掘削されている。ENPC では旧式のケーブルパーカッションタイプの井戸掘削機が主流であり、井戸掘削速度が極めて遅い。その例として、前回の JICA プロジェクトではクエンカスール地域の 60m の深度の井戸掘削に 3 カ月を要した。ENPC は旧式の井戸掘削機が主流ではあるものの、最新式の掘削速度が早いダウンザホールハンマータイプの井戸掘削機を 4 台所有している。ENPC は旧式の井戸掘削機を最新式の掘削機に置き換えていくことを希望している。また最新式の 4 台とも故障中であり、修理のためのスペアパーツが必要である。

## 水資源の利用

水資源の利用は上水道に関しては OSDE-AyS が担当するが、農業用水に関しては OSDE-GIAT が担当している。

### <上水道>

上水道事業は組織改編の以前においては中央政府の上下水道公社（GEAAL）が担当していたが、組織改編により現在は OSDE-AyS が上下水道事業を引き継いでいる。GEAAL の県組織として県水道公社（EAA）及び県上下水道公社（EAAL）が全国の県レベルで活動していたが、組織改編により現在は EAA が OSDE-AyS の傘下となり水道事業を継続している。一方、ハバナ県では民間企業である Aguas de la Habana が水道事業を担当している。Aguas de la Habana は 2000 年に INRH と 25 年間のコンセッション契約を締結しハバナの水道事業を開始した。EAA は OSDE-AyS 傘下の国営企業であるのに対して Aguas de la Habana は民間企業である点で両者は異なる。両者とも以下の内容の事業を実施している。

- 水道供給、水道施設の維持管理
- 下水（汚水・雨水）処理、施設の維持管理

### <灌漑用水>

灌漑用水の供給の場合は水源が地下水と表流水で以下のとおり担当機関が分かれる。

- 地下水による灌漑の場合は、農家が個人で井戸を所有し地下水を揚水している。農家は EAH に地下水揚水量を申請し許可を得る。すなわち EAH は灌漑用水を供給するのではなく灌漑農家の地下水使用を許可し管理する役割を持つ。
- 表流水による灌漑の場合は、EAH は幹線用水路までの水を供給している。幹線用水路から農場までは灌漑農家の団体・個人が送水している。灌漑農家は EAH に水使用量を申請し許可を得る。

流域委員会については、2-4-3 参照。

## (2) 地方分権の状況

地方分権化はキューバ政府の方針になっている。2021 年 4 月 16 日に公布された条例 (Decree) No.33 「地域開発の戦略的管理」は、地方分権促進を目的に県レベルと市レベルの

開発計画と開発プロジェクトの作成・実施の進め方を示している。条例 33 については、2-4-1 で詳述する。

今回の現地調査において、水資源管理分野での地方分権について、以下の情報が得られた。

- CITMA の活動概要の説明の中で、無収水の削減、水質汚染の削減、植林などにおいて地元住民のエンパワーメントの必要性が指摘された。現在は中央集権的な水資源管理の性格が強いが、条例 33 が示すような地方分権の流れがあり、CITMA は重視している。CITMA はローカルレベルに支所があることが強みである。プロジェクトの実施を通して、地元住民が参加できる機会を作ることで住民のエンパワーメントにつなげられるものと期待する。
- 2010 年のアルテミサ県とマヤベケ県のハバナ県からの独立を契機に、流域委員会の管理が県主体の体制となったことは地方分権化の表れと言える。下図に示すように、当初は、県流域委員会の 2 つの副議長ポストの一つを県副知事が占め、県レベルの水管理部署が支える体制を採用した。しかしながら、約 10 年の経験ののち、いずれの県においても他県と同様に INRH の出先機関である DPRH が県副知事に代わり副議長となり、より INRH が主導する水資源管理体制に移行することが決定された（アルテミサは移行済み、マヤベケは 2023 年 1 月から移行の予定）。地方分権化の取り組みで、県レベルの異なる部署間の協力関係が強まったというプラス面はあったものの、複数分野の競合の中で水資源管理のために十分な予算を確保することができなかったというマイナス面も存在したというのがマヤベケ県関係者の説明であった。他県と同様の体制に移行するとはいうものの、10 年間の経験は貴重で、本案件の中で地方分権時の教訓を生かして、流域委員会の強化に向けて新しい統合水資源管理モデルが創出されるよう支援を行うべきであろう。

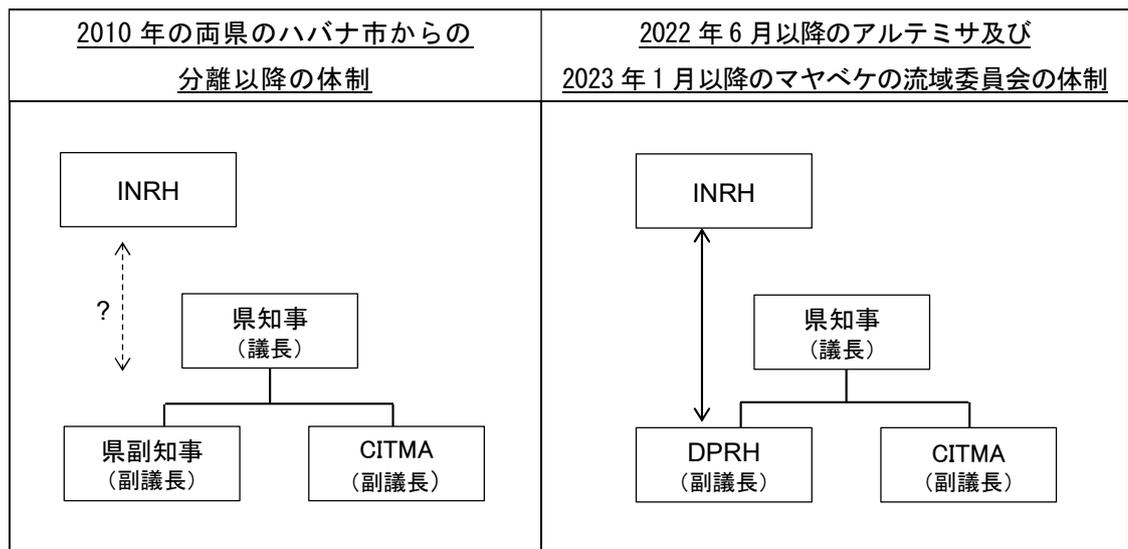


図 2-2-7 2010 年のアルテミサ県・マヤベケ県のハバナ県からの独立に伴う  
県流域委員会の体制とその後の変革

## 2-2-4 他のドナー等との協力実績・動向

2017年に、INRHはフランスのAdour Garonne Water Agency（技術サービスの提供）及びInternational Office for Water（援助窓口）との間で、三者協力のためのMOUに署名した。この協力事業は、水統治及び水資源管理の観点から以下を目的とする。

- (a) 国家流域委員会の組織的支援
- (b) Almendas-Vento Basin Council 及び事務局機能の強化（流域調整事務所の創設を含む）
- (c) Almendas-Vento 流域の状況の明確化（水資源管理の有効性を測る道具としての観測ネットワークの近代化）
- (d) Almendas-Vento 流域の水資源開発・管理計画の作成（参加型手法、気候変動へのアプローチ）
- (e) Almendas-Vento 流域における統合水資源管理のための情報システムの構築（観測所の設置、水質モニタリングのための機器の近代化、水質に関わる決定の管理と公表）

以下の活動を通して、これらの目的を達成する。

- (a) 流域委員会、参加型管理、環境教育に関する情報と経験の共有
- (b) キューバとフランスにおける研修ツアーと技術ミッションの派遣
- (c) 訓練コース・セミナーの共同開催
- (d) 水の環境が健康指標に与える影響の研究
- (e) Almendas-Vento 流域における水資源管理の持続的な近代化を可能とする技術的手段・技術の提供
- (f) その他

地下水観測所の整備、機器の導入、コンピュータ2台の供与などが行われた。協力は2022年までの予定だったが、COVIDの影響で遅れたため、延長される予定である。

農業分野における最近の協力実績には表2-2-4に示すものがある。

表 2-2-4 農業分野における他ドナーの支援

年	プログラム	援助機関	金額
2008～2024	キューバの砂漠化と干ばつに対処するための国家行動計画（CPP-OP15）を支援する持続可能な土地管理のための国別連合計画	国連開発計画（UNDP）、国連食糧農業機関（FAO）	1,000万ドル
2009～2011	キューバの農業近代化地域支援プログラム（PALMA）	UNDP、欧州連合（EU）	1,170万ユーロ
2018～	ヒヨコ豆生産支援（播種資材、トラクター、播種機、収穫機、灌漑設備の供与）	トルコ	—
2019～2025	キューバ、持続可能な食料安全保障を支援するプログラム	UNDP FAO	1995万ユーロ

「キューバの砂漠化と干ばつに対処するための国家行動計画を支援する持続可能な土地管理のための国別連合計画（CPP-OP15）（2008～2024年）」は、キューバが持続可能な開発と食料安全保証の向上という目標を達成できるようにするための土地管理（劣化削減）の取り組みであり、表 2-2-5 に示す 5 つのプログラムで構成されている。プロジェクト 2 における具体の取り組みとして「マヤベケ県における水資源の統合管理の支援」があり、モデル農家において節水灌漑の取り組みが行われた。

表 2-2-5 UNDP プログラム内容

プロジェクト名、期間	目的
プロジェクト 1: 劣化した生態系における計画、意思決定、規制システム強化（2008年～2015年）	生産的な農業生態系の開発に関与する地方及び制度レベルの関係者間の統合と協力のための能力と枠組み強化を目的とした取り組み
プロジェクト 2: 水資源管理に問題がある地域における情報と監視の調整能力の強化（2015年～2021年）	水資源管理に重点を置いた持続可能な土地管理に関する情報への適切なアクセスを確保する能力開発を目的とする。
プロジェクト 3: 森林地域と畜産生態系における持続可能な金融メカニズムのための能力開発（2019年～2023年）	畜産及び林業分野における経済的インセンティブと持続可能なマイクロ金融メカニズムの生成
プロジェクト 4: ランドスケープスケールでの SLM モデルの検証（2020年～2024年）	3 つのプロジェクトでローカルレベルで実証された SLM モデルのランドスケープレベルでのスケールアップと検証を行う
プロジェクト 5: CPP-OP15 の調整、監視、評価（2008年～2024年）	キューバにおける CPP のフォローアップのための監視、評価システムを作成する。

「キューバの農業近代化地域支援プログラム（PALMA）」は、キューバの協同組合、個人農家、関連農村団体への支援を通じて農業生産を増加させ、同国の輸入食料への依存度を減少させることを目的とした支援である。EU 及び UNDP の資金援助を受けて 2009 年に運用が開始された。持続可能な農業生態学的生産と、水の効率的な利用など気候変動への適応策に重点が置かれている。キューバの 4 つの州（ピナル・デル・リオ、サンクティ・スピリタス、グランマ、グアタナモ）と 27 の自治体において、協同組合、個人農家、分散型食品生産管理に焦点を当て、経済的に持続可能な方法で地元の食品生産と食品へのアクセスを増加させる取り組みを行うものである。

トルコが実施する「ヒヨコ豆生産支援プログラム」は、キューバにおけるひよこ豆栽培は病害虫の影響を受け生産量が減少している状況を鑑み、国内の生産向上（特にサンクティ・スピリトゥス州の島）を目指して新たな品種の種子や機材の供与、技術支援を行うものである。ひよこ豆は、大豆のように肉の増量剤となるほか、小麦粉の代替として、あるいは小麦粉と組み合わせ、パン製造に使用するなどの用途がある。

「キューバ、持続可能な食料安全保障を支援するプログラム」は、地域の需要に応える多様で健康的な食品の生産を増やし、弾力的で持続可能な食糧システムの開発を支援するものであり、6つの自治体と中央レベルが参加する。プロジェクトは目標達成のために以下の取り組みを行い、自治体の自給自足に貢献する。

- 持続可能で健康的な食料の地域的自給の強化
- 意思決定プロセスと政策形成のための管理能力強化
- 同国の食料安全保障のための統合知識管理システム

## 2-3 プロジェクト対象地域の状況

### 2-3-1 地域の概況

#### (1) 地域開発計画

2-4-1 に作成プロセスを示すように、2021年4月公布の条例33は、各県や市が **Provincial Strategy** や **Municipal Strategy** 及び **Regional Development Project** を形成することを規定している。

マヤベケ県での現場調査から、2030年を目標とする同県の開発戦略が作成されているという情報があった。

#### (2) 社会経済の概況

##### 人口

キューバの人口動態は、減少もしくは非常に緩やかな増加と特徴づけられる。キューバ及び調査対象地域3県の人口動向を表2-3-1に示す。

キューバ全体の人口は、2012年から2021年にかけて1%減少した。この間、調査対象地域全体では、298万人から302万人へと2%増加した。年率では0.17%の増加に相当する。この結果、調査対象地域人口の全キューバ人口に占める比率が26.6%から27.2%へとわずかに上昇した。県ごとに見ると、アルテミサの人口増加率が0.37%/年と最も高く、マヤベケ県が0.15%/年、ハバナ県が0.13%/年と続いた。

表 2-3-1 キューバ及び調査対象地域の人口

Year	Cuba	Study Area				
		Habana Province	Artemisa Province	Mayabeque Province	合計	
2012	11,173,151	2,105,291	495,126	376,836	2,977,253	
(%)	100.0	18.8	4.4	3.4	26.6	
2013	11,210,064	2,117,343	498,439	378,382	2,994,164	
2014	11,238,317	2,121,871	501,300	379,942	3,003,113	
2015	11,239,004	2,125,320	503,353	381,012	3,009,685	
2016	11,239,224	2,130,081	506,203	381,689	3,017,973	
2017	11,221,060	2,129,553	508,491	382,459	3,020,503	
2018	11,209,628	2,131,480	511,079	383,403	3,025,962	
2019	11,193,470	2,132,394	513,141	383,869	3,029,404	
2020	11,181,595	2,132,183	514,332	384,389	3,030,904	
2021	11,113,215	2,129,561	511,773	381,900	3,023,234	
(%)	100.0	19.2	4.6	3.4	27.2	
2021/ 2012	Proportion	0.99	1.01	1.03	1.01	1.02
	%/year	-0.06	0.13	0.37	0.15	0.17

Source: INRH

## 経済

調査対象地域の経済面における特徴を把握しようと試み、2020年版統計年鑑の内容を確認したが大部分の情報が国全体について整理されているため、県別の状況を体系的に把握することは現時点では難しい。しかしながら、いくつかヒントとなる情報を得られたので、断片的ではあるが以下に紹介する。

まず、農業面について、表 2-3-2 から調査対象地域が農業の盛んな地域であることが窺われる。総面積に対する農地の比率及び耕作地の農地に対する比率において、いずれも全国平均を上回っている（63.1%対 58.3%、53.5%対 48.8%）。

建設投資額は、調査対象地域におけるものが全体の 73%を占め、人口比率 27%よりかなり高くなっている。特に、ハバナが全体の 61.8%を占めており、製造業、サービス業、観光業など第二次及び第三次産業の集積地としてのハバナの立場の大きさが窺われる。

表 2-3-2 調査対象地域の経済的側面

Item	Unit	Cuba	Study Area			
			La Habana	Artemisa	Mayabeque	Total
1. Agriculture land (2020)						
1.1 Total Agriculture land area	thousnd ha	10,988.4	72.8	400.3	374.4	847.5
1.2 Agriculture Land	thousnd ha	6,400.8	27.4	250.8	256.6	534.8
	% (1.2/1.1)	58.3	37.6	62.7	68.5	63.1
1.3 Cultivated Land	thousnd ha	3,120.9	16.6	131.0	138.7	286.3
	% (1.3/1.2)	48.8	60.6	52.2	54.1	53.5
2. Construction Investment (2020)						
2.1 Construction investment	10 <sup>6</sup> pesos	6,348.7	660.1	3,925.5	53.9	4,639.5
	% (to Cuba)	100.0	10.4	61.8	0.8	73.1
2.2 Population	10 <sup>3</sup> persons	11,181	2,132	514	384	3,030
	% (to Cuba)	100.0	19.1	4.6	3.4	27.1
2. Retail sales (2020)						
2.1 Retail sales	10 <sup>6</sup> pesos	25,562.0	6,678.9	940.8	877.6	8,497.3
	% (to Cuba)	100.0	26.1	3.7	3.4	33.2

Source: Annual Statistics of Cuba for 2020, 2021 Edition, National Office of Statistics and Information

小売額においては、調査対象地域のほうが人口比率よりは高いが（33.2%対 27.1%）、建設投資額ほどの大きな格差は見られない。都市的な消費が多い分調査対象地域（特にハバナ）の小売額を押し上げてはいるものの、小売業は人口に応じて全国に分散しており、比較的満遍なく発生していると言える。

### (3) 自然概況：気象、水文・水理地質

#### 気象

調査対象地域は亜熱帯気候に属する。ケッペンの気候区分ではサバナ気候（Aw）と熱帯モンスーン気候（Am）の境にある。年間降水量は北部地域で 1,000mm 前後であるが中央山嶺に向かって 1,600mm 程度まで増加する。中央山嶺から南部海岸に向かって 800mm 程度まで減少する。5 月～10 月が雨季であり 6 月と 9 月が降雨のピークとなる。年間降雨量の 80% はこの時期に降る。年間平均気温は 21℃～27℃で、可能蒸発量は 1,800mm である。キューバはハリケーンの通り道にあたり直近の 2022 年 9 月にもハリケーン Ian の直撃による大きな被害を受けた。ハリケーンの低気圧によって、対象地域の南部・北部の海岸の海水位が上昇し海岸部が氾濫することがある。南部海岸地域では海水位が上昇し内陸に侵入する。北部海岸では波浪によって海水が内陸に侵入する。

#### 地形

対象地域は大略 140km(東西)×55km(南北)の長方形の形をしている。北側と中央部に東西方向に延びる山嶺が走っている。南北方向の地形断面を図 2-3-1 に示す。

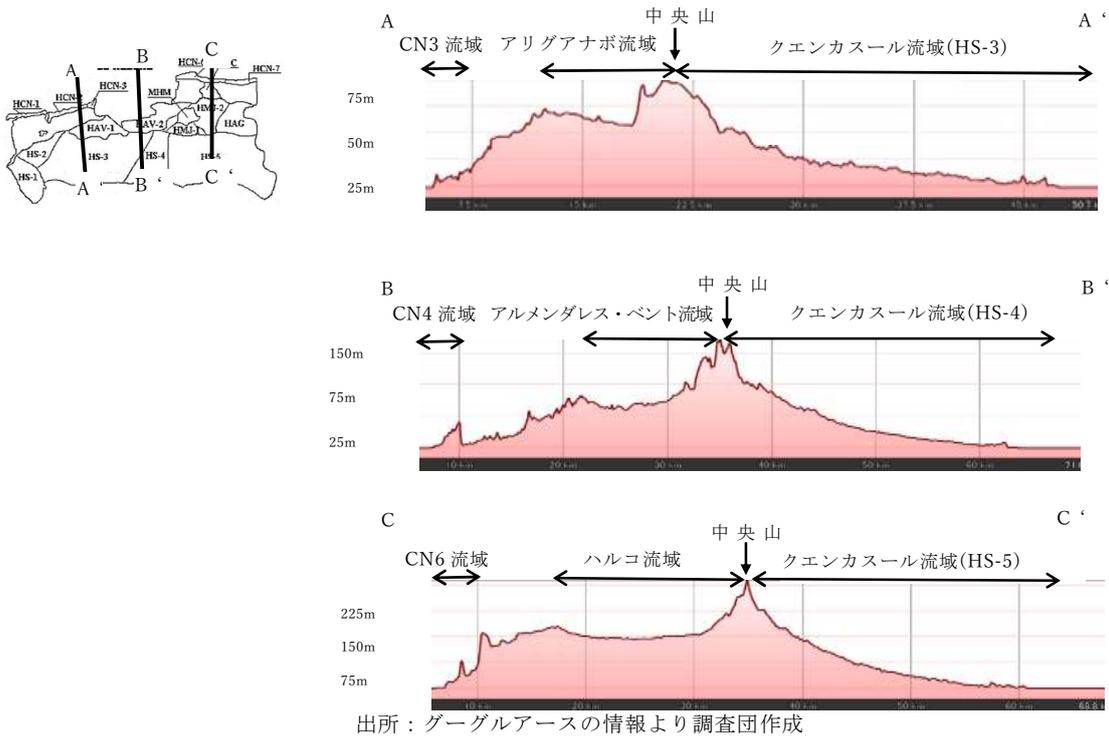


図 2-3-1 調査対象地域の南北方向地形断面

図 2-3-1 に示す様に、東西に延びる中央山嶺の地形は南北方向に非対称となっている。北側斜面は傾斜が急で地形は起伏に富んでいる。北側斜面の特徴として、中央山嶺の他に、北側の海岸線に沿って東西に延びる標高の低い山嶺が存在し、この二つの山嶺に挟まれた盆地（アリグアナボ、アルメンダレス・ベント、ハルコ、マンポストン他）が存在する。一方、中央山嶺の南側は緩傾斜となって広大な平野（クエンカスール）が存在し地形の変化に乏しい。

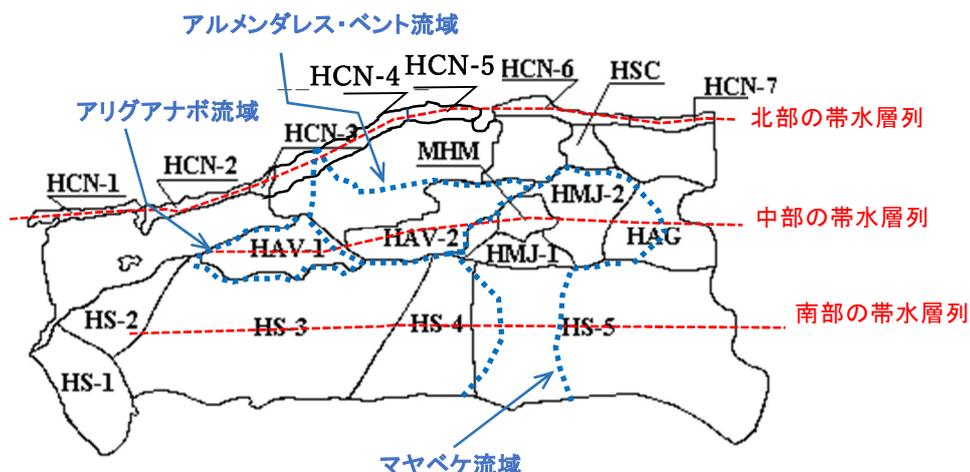
#### 水文・水理地質

調査対象地域は白亜紀～古第三紀の地層を基盤として、これを覆っている新第三期以降の石灰岩の地層で構成されている。白亜紀～古第三紀の地層は山地・丘陵地を形成する。すなわち、プロジェクト対象地域の北側の海岸に沿って東西方向に延びる標高の低い山嶺と、プロジェクト対象地域の中央部で東西に延びる標高の高い中央山嶺を形成する。これらの山嶺は不透水性の岩盤からなり非帯水層となっている。一方、標高の低い丘陵地と平地は新第三紀以降の石灰岩からなる地層であり、帯水層となっている。

#### 流域区分

対象地域は独特の流域区分（帯水層区分）がなされている。この流域（帯水層）区分は以下に述べる方法で行われている。

- ① 石灰岩からなる地層のみを流域（帯水層）とする。石灰岩以外の地層は非帯水層とする。
- ② 石灰岩の地層の中において地表水系に沿って流域（帯水層）境界を設け、流域（帯水層）ごとに個々の名称を付ける（図 2-3-2、表 2-3-3 参照）。



出所：INRH の資料より調査団作成

図 2-3-2 調査対象地域の流域(帯水層)区分

上記①と②によって流域(帯水層)を定義している。ただし、南部海岸に面した広大な石灰岩帯水層(クエンカスール)は地形的起伏が少なく、また、河川が地下に伏没するカルスト地形であるため地表水系に基づく明確な流域境界を設定することが困難であるため行政境界その他の要素を加味した人為的な流域境界(HS-3、4、5)となっている。石灰岩からなる流域(帯水層)は、東西方向に延びる3列の流域(帯水層)に区分できる。

表 2-3-3 帯水層の区分

流域の地形		流域(帯水層)
①	北部海岸に沿って東西方向に延びる狭小な海岸平野	HCN-1、2、3、4、5、6、7
②	北部山嶺と中央山嶺に挟まれた盆地	HAV-1(アリグアナボ)、HAV-2(アルメンダレス・ベント)、HMJ-1(マンポストン)、HMJ-2(ハルコ)、HAG(アグアカテ)
③	南部の海岸に面した平野	HS-3、HS-4、HS-5(クエンカスール)

出所:調査団作成

帯水層である石灰岩と非帯水層である山嶺との境界が東西方向に延びているため、流域の境界も東西方向に延びている。一方、河川は南北方向に延びており地層の境界と直交する。結果として流域は長方形の形を呈することが多い。

#### 水資源開発

調査対象地域の水資源開発は地下水と表流水を水源としている。水資源使用量としては表流水(361×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/年)と比べて地下水(1550×10<sup>6</sup>m<sup>3</sup>/年)の比率が高い(GEARH資料)。その理由は以下のとおりである。

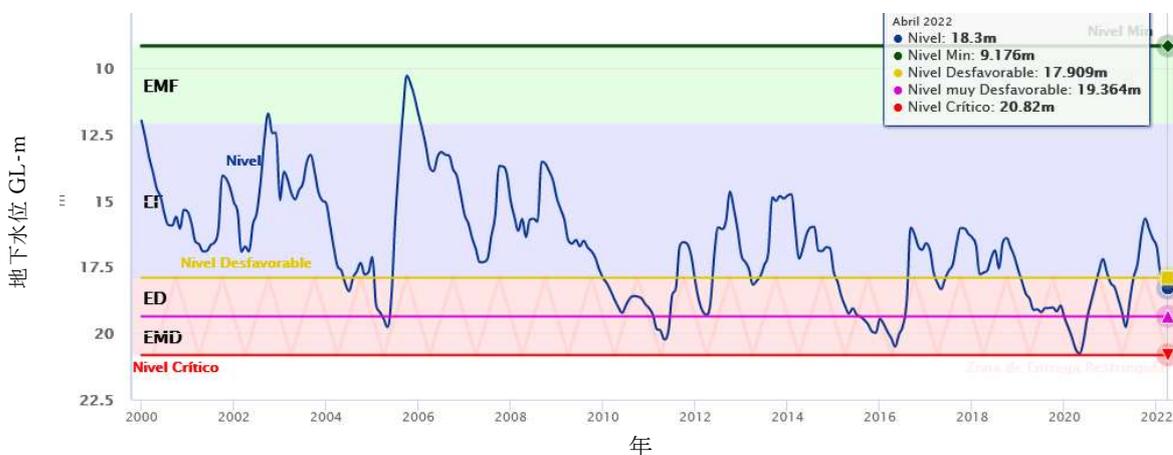
- 透水性の高い石灰岩が対象地域のほぼ全域に分布している。
- 対象地域は東西に延びる狭小な島弧であり、河川の流域面積が小さいため河川の流量が少ない。また、流域は中央山嶺に源を發し南北海岸に向かって流れるが、その途中

にある平野部は石灰岩のカルスト地形を示し河川水が地下に伏脱し地下水に転嫁してしまうため海岸に到達する河川流量は少ない。

以上の結果、対象地域では地下水が豊富で河川水が乏しい結果となる。

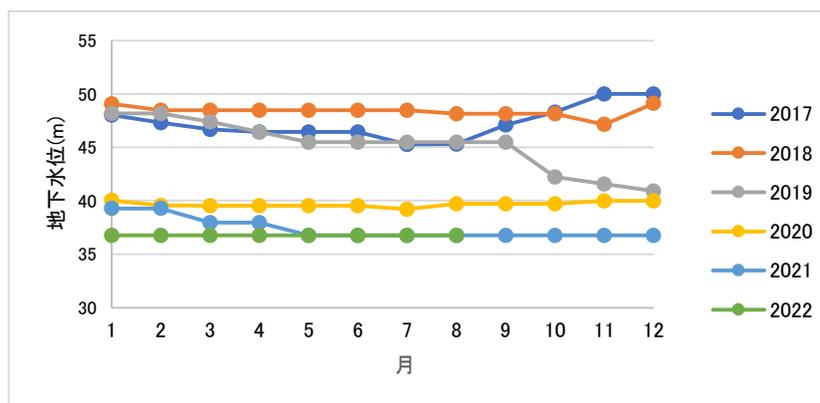
### 帯水層の地下水位の長期的な動向

EIPHH によると、対象地域の長年月における地下水位の動向に関しては、クエンカスールは一定、アルメンダレス・ベントは 10 年前までは低下傾向であったが現在は安定している（図 2-3-3 参照）。アリグアナボ帯水層は地下水位が低下傾向にある（図 2-3-4 参照）。ただし、地下水位の長期的な動向に関しては、担当機関・技師ごとに解釈が微妙に異なるため、本プロジェクトの中で実際のモニタリングデータをプロットしその傾向（低下、一定、上昇）を客観的に評価する必要がある。



出所：Agua de la Habana の資料

図 2-3-3 アルメンダレス・ベントの地下水位の変化(2000年～2022年)



出所：Agua de la Habana の資料

図 2-3-4 アリグアナボ No. 7 井戸の水位低下(2017年～2022年)

## 2-3-2 水資源（地下水、表流水、その他）の開発・管理・利用

### (1) 水資源開発・管理・利用の関連施設の概況

管理についての組織体制については2-3-4 参照。

プロジェクト対象地域では地下水と表流水の両者が使用されている。その概況を以下に記載する。

#### 地下水

- プロジェクト対象地域において地下水は生活用水・農業用水・工業用水として広く使用されている。ハバナ市では生活用水としての水利用が大部分でありその 95%が地下水を水源としている。アルテミサ、マヤベケ、マタンサス県では灌漑用水としての水利用が大きくその 80%程度が地下水を水源としている。
- 井戸は対象地域の石灰岩帯水層に広く分布している。ハバナ市の水源として、北部帯水層 (HCN-3)、アリグアナボ帯水層 (HAV-1)、アルメンダレス・ベント帯水層 (HAV-2)、クエンカスール帯水層 (HS-4)、ハルコ帯水層 (HMJ-2) に設置された井戸群から地下水が揚水されハバナ市に送水されている (2-3-4 参照)。井戸群を分散させることによって広域から地下水を集水し局所的な地下水位の低下を防いでいる。
- クエンカスール地域には広大な農地が広がり、無数の井戸から大量の地下水が揚水されている。この場合も井戸の間隔を十分に保つことによって地下水の低下を防いでいる。
- プロジェクト対象地域の井戸の深度は 6m~100m、井戸径は 20~88cm である。海岸に接近している井戸は、海水の侵入を防ぐため井戸を浅くしている。地下水の帯水層は石灰岩であり、揚水量は井戸 1 本あたり 5,000m<sup>3</sup>/日~20,000m<sup>3</sup>/日が普通である。透水量係数は 5,000m<sup>3</sup>/日~8,000m<sup>2</sup>/日でありこれを透水係数に換算すると 100m/日 (0.1cm/s)~160m/日 (0.2cm/s)程度となる。この透水性を、一般的な土質に例えた場合は「砂礫層」の透水性に相当し透水性は高いと言える。ハバナの都市給水の水源の一つであるマヤベケ県の EL Gato 井戸群では直線上に配置された 17 本の井戸から合計 280,000m<sup>3</sup>/日の地下水が揚水されているが井戸群の地下水位低下量は 20cm 程度と極めて小さく石灰岩帯水層の透水性の高さが伺われる。同様に今回視察したアルテミサ、マヤベケ県のクエンカスール地域における灌漑井戸も同様に高い透水性を示している。
- 対象地域のクエンカスールでは、海水の帯水層への侵入が問題となっている。その対策として、海岸に沿って堤防 (South Dike) を建設し海水の侵入を防いでいる。また、海岸付近では灌漑用水の水源として地下水ではなく表流水を使い地下水位の低下を防ぐことによって海水の侵入を防いでいる。

#### 地下水管理上の問題

地下水管理上の問題としてキューバ側から以下が指摘されている。

- ① 帯水層のパタメータ (地下水位、水質など) の情報が古くなっており更新されていない。
- ② モニタリングのキャパシティ (技術能力、モニタリング箇所、計測器) が不足している。

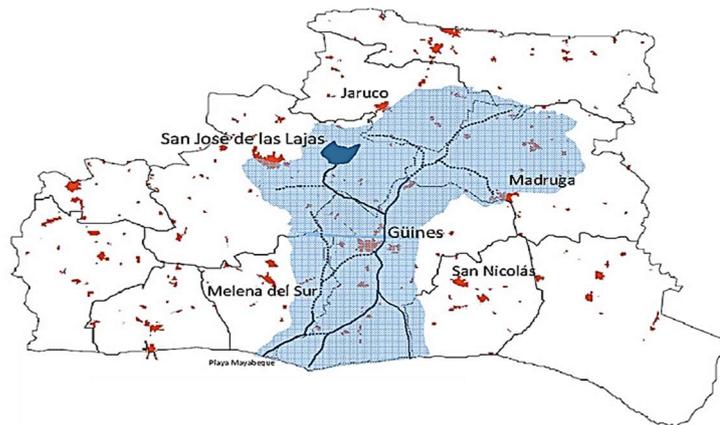
- ③ 過剰揚水によって地下水資源が連続的に減少している。
- ④ 揚水量と水質の管理が不十分である。

しかしながら、本調査を踏まえ、上記の4つの指摘に対して、①に関しては、定期的に観測が行われており、情報が更新されていないとの指摘は適切ではないと思われる。また、②に関しては、モニタリング箇所数は十分にあるが手計式水位計の数が少ない、③に関しては、関係者によって解釈が異なるため、観測結果を収集・分析し客観的に評価する必要がある、④について農業用水に関しては、揚水量の管理が十分には行われていないと考えられる。

現地調査の中で開催されたワークショップでは、地下水の水質問題として海水侵入による塩水化と同様に、工場排水、家庭排水、農業排水による地下水汚染が指摘されている。石灰岩地帯のカルスト特有のシンクホール（溶食による自然の立て坑）、ドリーネ（溶食による漏斗状の深い窪地）を通じての汚染水の帯水層への高い浸透性は地下水涵養だけでなく汚染も促進している。都市化の影響で地下水汚染が急速に広がっている。また、多くの住民は汚染水を地下に浸透させれば汚染水を処理できたものと誤解しており、これが地下水汚染を拡大しているとの発言があった。上記の可能性はあるものの、一方では地下水汚染の拡大を否定する見解もあり長期的な水位・水質モニタリング結果を分析しなければその真偽は判断できないため今後の調査における課題となる。

### 表流水

プロジェクト対象地域の水系はプロジェクト対象地域の北部地域及び東半部で発達している。プロジェクト対象地域における各河川の流域面積は小さいため、表流水の利用は比較的規模が大きな流域に限られている。以下に代表的な流域における水利用の状況を記載する。



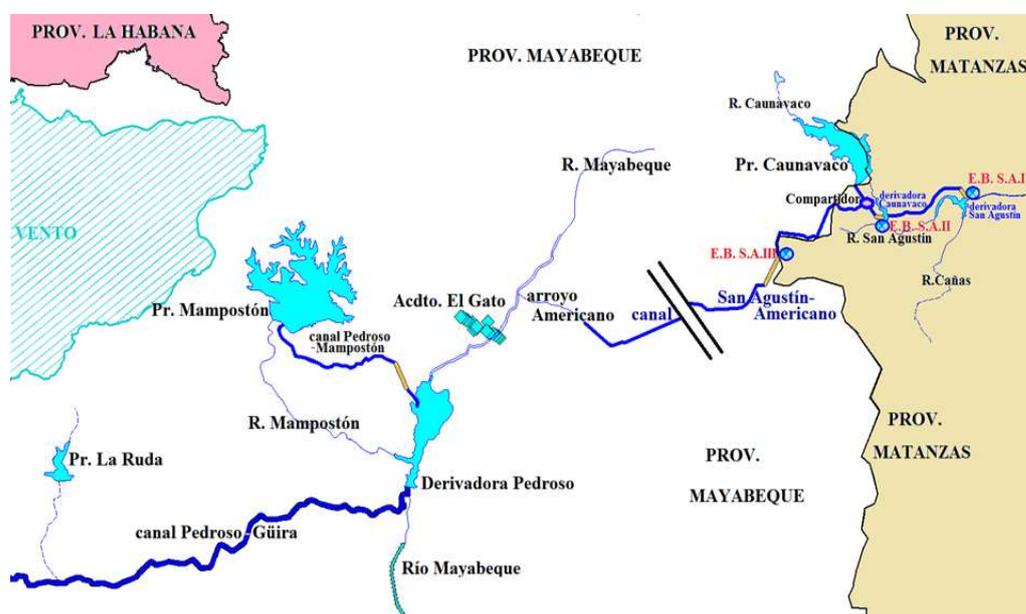
出所：INRH

図 2-3-5 マヤベケ流域

### マヤベケ川水系

マヤベケ川水系（図 2-3-5 参照）は対象地域で最大の流域（890km<sup>2</sup>）でありマヤベケ県の面積の76%を占める。マヤベケ川水系は、マンポストン流域（HMJ-1）、ハルコ流域（HMJ-2）、アグアカテ流域（HAG）の一部、クエンカスール流域（HS-5）の一部を含む。マヤベケ

川流域の主要な水源施設はペドロッサダム貯水池とマンポストンダム貯水池である（図 2-3-6 参照）。



出所：INRH

図 2-3-6 マヤベケ川水系における灌漑用水の導水システム

- ペドロッサ貯水池にはマヤベケ川とアメリカーノ川が流入している。マヤベケ川は HMJ-2 流域（帯水層）に源を発し、またアメリカーノ川は HAG 流域（帯水層）に源を発している。乾季にはマンポストン貯水池から重力によってペドロッサダムに水が供給されている。一方、雨季には逆に余剰となったペドロッサ貯水池の水を 50m の高度差を揚水しマンポストン貯水池に供給している。ペドロッサ貯水池の水は用水路を通じてマヤベケ県及びアルテミサ県に灌漑用水として導水されている。ペドロッサ貯水池の水量は豊富ではなく乾季の末期にはほぼ貯水量がゼロとなる。乾季には貯水量と水需要を比較し水不足が起こらないようにゲートからの放水量とアルテミサ県への用水路への流入量をコントロールしている。灌漑用水が不足する場合は地下水で補給する。

#### マタンサス-アルテミサ間の大規模導水（図 2-3-6、図 2-3-7 参照）

マタンサス州北部において東流する San Agustín 川（M I 流域）の水はカリブ海に流出している。この河川水をポンプで揚水し流域界（ハルコ流域）を超えてペドロッサ貯水池に導水している。ポンプ場は 3 箇所あり河川から揚水（合計揚程は 120m 程度）し近傍の高所まで管路で送りそこから次のポンプ場まで用水路で送っている。第 2 及び第 3 ポンプ場の途中に分水堰があり、余剰の水は Caunavaco ダム貯水池（M I 流域）に送られ第 2 ポンプ場から再び揚水される。用水路は最終的にアメリカーノ川（ハルコ流域）に合流しペドロッサ貯水池に流入する。この用水路の計画導水量は  $3\text{m}^3/\text{s}$  である。



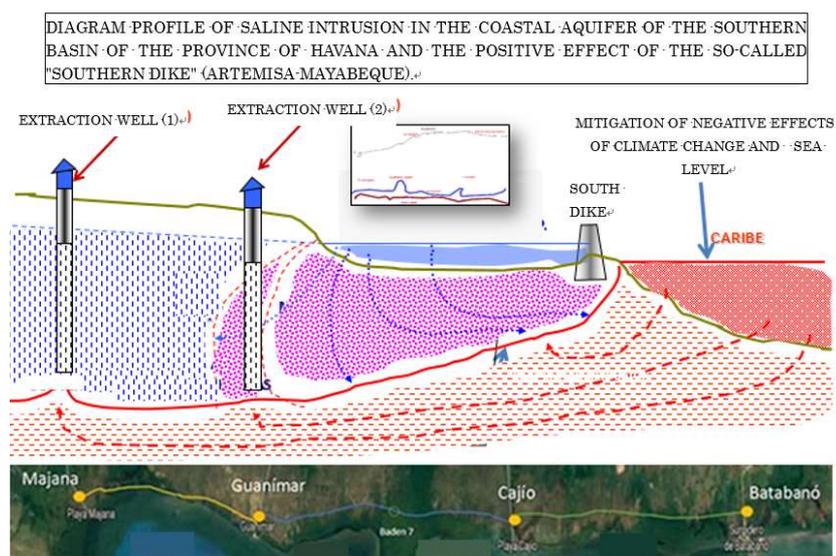
池が存在するが、その大部分は洪水防御、地下水涵養、リクリエーションを目的としている。アルメンダレス・ベント流域に位置する Ejercito Rebelde ダムは洪水防御を目的とする貯水池であるがその直下にある Paso Sequito 貯水池は平時においては貯水はなく湿地帯となっている。Ejercito Rebelde ダムからの放流時に Paso Sequito 貯水池からの地下浸透水は地下水涵養源として周辺井戸へ補給源としての機能を持っている。例外的にアルメンダレス流域の3つの小規模貯水池（La Cooa、La Zarza、Baouranao）はハバナ市の給水に使われている。

### クエンカスール南岸の堤防（South Dike）

South Dike は全長 50km 程度であり、クエンカスール南海岸に沿って設置されている。もともこの地域は湿地帯であり、湿地土壌の上に盛土し低い堤体を海岸線に沿って建設した。この堤体によって上流側（北側）の湿地帯の淡水位を上昇させることによって淡水と海水の境界ゾーンを海側に押し戻す（図 2-3-8 参照）。近年、地下水の塩水化は安定しており South Dike の効果が大きく、以前は海水がクエンカスール地域の内陸部 14km 付近まで侵入していたが現在 7km 付近まで後退したとされている。

洪水時の堤体越流による堤体の破壊を防ぐために一定間隔でコンクリート製のスピルウェイ（洪水吐）を設置している。堤体の表面は舗装されており車両で通行可能である。今回視察したアルテミサ県の堤体部分は幅 3m 程度で、堤頂と湿地帯との比高は 0.5m 程度であった。South Dike は3年前に堤体とスピルウェイを嵩上げし湿地帯の水位のさらなる上昇が可能となった。その結果、海水侵入の抑制効果が増大したとされている。

South Dike は現在アルテミサ県とマヤベケ県に跨っている、今後マタンサス県に延長する計画があり既に FS は終了している。この延長によってマタンサス県の MIII-1 帯水層への海水侵入を抑制するのが目的である。



出所：INRH

図 2-3-8 South Dike の概要

## (2) 水資源の管理状況：モニタリング体制、モニタリング結果

### 地下水モニタリング体制

モニタリングは各県の EAH が担当している。モニタリングの内容として、降雨量、地下水位、水質がある。

地下水位観測に関してはアルテミサ県で 92 地点、マヤベケ県で 132 地点で地下水位を観測している。降雨量に関してはマヤベケ県の 120 箇所を観測している。地下水位の観測は原則として 6 カ月に 1 回であるが、帯水層の残存地下水量が水需要の 180 日分を下回った場合は、月 1 回さらには週 1 回とし観測体制を強化する。地下水位・降雨量の観測地点の数は各県とも十分であり、また過去のデータも十分に蓄積されている。地下水の水質観測は、6 カ月に 1 度の頻度で塩分濃度などが分析されている。

一方、現行の地下水位モニタリングの観測精度の低さが EAH 自身から指摘されている。その理由として、手計観測によるモニタリング機器の不備と機器の不足が挙げられている。現在、調査対象地域の EAH 全体として正規の手計り用の水位計が 2 台しかなくケーブルの品質が悪く伸び縮みがある。また、モニタリング地点の選定に問題があり、地下水盆の地下水状況を適切に反映したモニタリング地点の選定が必要とされている。観測地点として、既存の生産井戸の近傍は避けるなどの配慮を行い、異常値が検出された観測地点は除外するなどの工夫をしている。

現在、自記水位計はアルメンダレス・ベント流域に 3 箇所設置（フランスの支援による）されている。観測結果は電送式で INRH 本部に送られる。一方、前回の JICA 技プロでクエンカスール（HS-4）に 10 台の自記水位計が設置されたが、現在稼働しているものはない。6 台（マヤベケ県）は盗難にあい、4 台（アルテミサ県）は故障したままである。

地下水揚水量のモニタリングに関しては、生活用水の地下水使用量は水道公社が測定し正確に把握されている。一方、農業揚水に関しては実質的には測定されていない。灌漑揚水量は以下の 3 種類の方法で測定できる。

- 井戸に設置された流量メーターで測定する
- 水中ポンプの運転時間を記録しこれとポンプの揚水能力から揚水量を算定する
- 水中ポンプの動力使用量（kW）から揚水量を推定する

しかし、メーターが設置された井戸以外では灌漑揚水量は測定されていないのが現実である。全ての井戸の揚水可能量は EAH から指定されている一方で大部分の灌漑井戸は実際の地下水使用量を EAH に報告していない。現地を訪ねたある農園主によると、「水使用量としての毎年の申請水量分を EAH に支払っている。実際には申請水量より少ない地下水量を揚水しており使用した以上の水料金を支払っており、流量メーターを設置して水料金を下げたい」という。流量メーターの設置は灌漑農家・EAH の両者にとってメリットがあると両者ともに認識している。

INRH はモニタリングの改善によって水配分を現在よりも効率的に行うことを希望している。自動計測による地下水位、雨量、揚水量のモニタリング結果とこれを処理する数理モ

デルを組み合わせることによって、①水配分計画の精度と、②水使用量と残存水資源量とのバランスを常時チェックするシステム、③手作業によるモニタリング方法を精度・時間面で改善することを考えている。

### 河川流量観測

調査対象地域において、河川流量観測は一般的に行われていないが、アリグアナボ帯水層で2地点（貯水池と河川）の河川モニタリング地点がある。また、マヤベケ川の表流水のモニタリングは1960～1980年代に行われていたがその後行っていない。EAHは表流水のモニタリングを再開することを希望している。前回JICA調査の対象地域（クエンカスール）は河川が石灰岩のカルスト中に消え去り河川流出量がゼロに近く、河川流量のモニタリングを省略することができた。しかし、今後、マヤベケ川やハルコ川を含む地域で活動する場合は河川流出を無視することはできないため河川モニタリングを適切に行う必要がある。

### GIS データベース・SGIA

GIS データベースは前回の JICA 技プロで作成されたものを EIPHH が引継ぎ使用している。また、INRH は水資源の賦存量や施設の状況に関して時間とともに変化する情報を刻々と関係者に伝達する水情報管理システム（Water Information Management System、以下 SGIA という）を構築している。SGIA を通じてプロジェクト対象地域の井戸水位や貯水池の水位の最新の変化が過去の時刻歴データとともに表示可能である。プロジェクト対象地域ではアルメンダレス・ベント流域に設置された3箇所地下水位の自動計測箇所が含まれている。INRH のデータセンターではプロジェクト対象地域を含むキューバ全土の以下に示す水資源の状況が6つの大型ディスプレイで表示される。

- 地下水モニタリング地点と地下水位
- 河川流量モニタリング地点と流量
- 気象観測地点と降雨量
- ダム貯水地と水位、貯水量、放流量
- 水質観測地点と観測結果

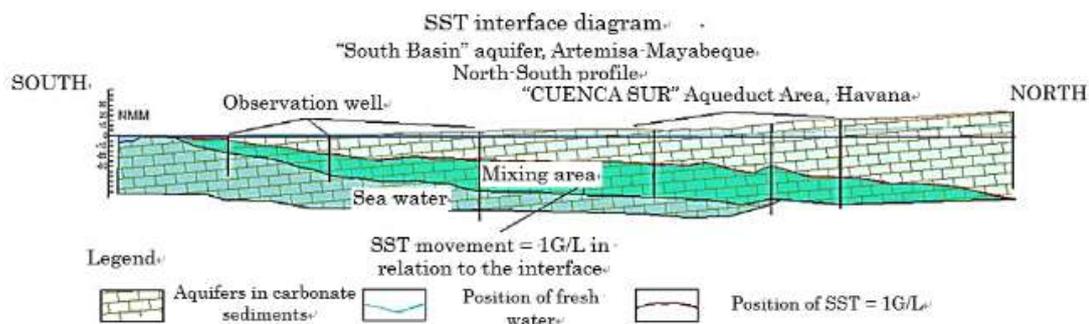
以上の他に、SGIA で給水関連施設、下水関連施設に関する情報を全国レベルで管理している。

### 塩水化の状況

クエンカスール帯水層（HS-3、4、5）の石灰岩層は直接海に連続しており海水侵入が発生する。一方、内陸の閉鎖型の石灰岩帯水層であるアリグアナボ（HAV-1）、アルメンダレス・ベント（HAV-2）、マンポストン（HMJ-1）、ハルコ（HMJ-2）、HAG（アグアカテ）帯水層は塩水侵入の可能性はない。

現在、クエンカスールの地下水の塩水化（図 2-3-9 参照）は安定しており、South Dike の効果が大きい。South Dike は3年前に大規模な改修を行い堤防の嵩上げし毎月 Dike のメンテをしている。各種の対策によってクエンカスール帯水層の地下水の塩分濃度は低下し現時点では安定している。しかし過剰揚水の井戸周辺では依然として地下水の塩分濃度が高

い。結論として、クエンカスール帯水層の全般では塩分濃度の問題ないが過剰な灌漑揚水を行っている地域では局部的に塩分濃度が高いと言える。



出所：INRH

図 2-3-9 クエンカスールの海水侵入状況

クエンカスールの塩水化の特徴として、淡水と海水の境界（混合）領域の広さが指摘されているがその理由は明確ではない。海水侵入の対策として前回 JICA 調査で地下ダム建設が検討された。この検討結果を受けてキューバ東部地域で地下ダムの計画と設計が行われたが資金不足のため実施はされていない。一方、調査対象地域では、地質的な原因で地下ダムの建設は不可能とされた。

### (3) シミュレーションモデル

#### 地下水シミュレーションモデル

EIPHH はハバナ技術大学のマルチネス教授によって開発された AQUIMPE という名の地下水解析プログラムを所有している。AQUIMPE の特徴は次のとおりである。

- AQUIMPE は有限要素法による解析プログラムであり、平面二次元の帯水層 1 層構造を解析する。また定常・非定常解析が可能である。
- WINDOW のプリプロセッサを使ってデータを入力する。解析結果の出力は空間表示ソフトである Sufer を使って三次元的に表示する。
- AQUIMPE のモデル作成上の課題として、モデルの領域が大きくなると要素の数が増えるため、モデルを作る作業が増大する。この対策として自動メッシュ作成ソフトがハバナ技術大学によって開発されている。
- ハバナ技術大学の Dr. Domigüey の研究グループが断面 2 次元の塩水侵入モデルを開発中である。塩水解析に関しては AQUIMPE でも初期的な解析は可能であるが、正確な解析を行うためには研究グループが開発中の塩水モデルの使用が必要である。対象領域の全体は AQUIMPE を使って解析し、塩水化が問題となるクエンカスール地域に関しては塩水モデルを使って解析するのが望ましい。

EIPHH はアリグアナゴ帯水層を 50～60 要素で表現したモデルを既に作成しキャリブレーションを実施している。アルメンダレス・ベント帯水層に関してはモデル化を開始した。AQUIMPE は 1980 年代に開発され過去に全国レベルのモデルを作り解析したことがあるが見直しが必要とのことである。本プロジェクトでは対象帯水層に適用できるモデル作成が

必要だが、地質分布、揚水量、地下水涵養量の分布などをモデルに入力する必要がある、ハバナ技術大学の情報処理・GIS グループからの協力を得ることになる。

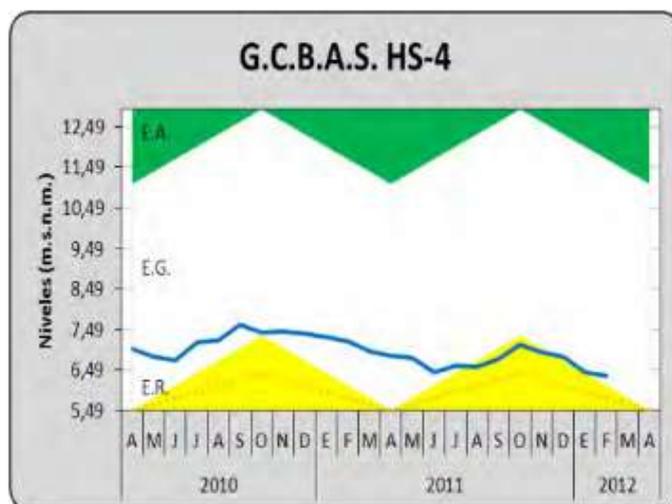
#### 河川のシミュレーションモデル

前回の JICA プロジェクトの対象地域（クエンカスール）は河川が石灰岩のカルスト平野の中に消え去るため水収支上において河川を無視できた。しかし、本案件は、マヤベケ川やハルコ川を含み河川流出が存在するためこれを無視することはできない。適切な降雨－流出解析によって、降雨－河川流出－地下水流出の関連を解析する必要がある。その一方で INRH の傘下の組織の中で実務的な目的で河川流出解析を行っている機関は存在しない。EAH は流出計算として Excel のワークシートで計算する程度の非常に単純な計算を行っている。大学の研究者が研究目的で実施しているのみである。また、降雨－流出解析モデルを作成した場合でも、モデルをキャリブレーションするための河川流量の実測データ（マヤベケ川、ハルコ川）がない。この2つの課題を解決する必要がある。本プロジェクトにおいては降雨量データを用いて適切な雨量－流出量解析ソフトによって河川流出量を算出し、また、算出結果のキャリブレーションのために代表的な地点を選び流量観測を実測すべきである。

#### 水配分に関わるツール

EAH は水配分を行っている（詳細は 2-4-2 参照）。水配分に先立つ水資源の使用可能量の解析にあたって、EAH は各地下水盆ごとに降雨量の月別平均値を使って Schosinsky 法によって表流水・地下水賦存量を月ベースで算出する。この方法は降雨量－河川流出－蒸発量－地下水涵養量を月ベースで算出するものであり、アメリカ農務省（SCS）の CN 法に類似した方法である。

地下水の賦存量の解析結果に基づき Binderman 法を使って地下水の使用可能量を算出する。Binderman 法は 1972 年に Binderman（ロシア人）氏が考案したものである。この方法はまず地下水バランスグラフを作成し（図 2-3-10 参照）、この中に地下水位の観測値をプロット（図 2-3-10 の青線）することによって実施される。地下水バランスグラフには地下水賦存量の上限値と下限値（図 2-3-10 の白い範囲の上限と下限）が示され、この領域内で地下水使用量を管理することとなる。EAH によると上限値と下限を算出する計算過程は複雑である。



出所：EAH アルテミサ

図 2-3-10 地下水バランスグラフの例

#### 地下水ポテンシャルの評価

EAH は長年にわたって上記の Binderman 法を使って水資源のポテンシャルを評価している。この方法は簡単であり既に定着しており、その意味で権威がある方法である。一方帯水層のシミュレーションモデルはより理論的に地下水ポテンシャルを解析できるがキューバにおいて使用実績は少ない。地下水ポテンシャルの評価精度の向上を目的として、既存の方法とモデルによるポテンシャルの評価方法を同時に実施し、両者を比較しその得失を検討し改善点を明らかにすれば、ポテンシャル評価の精度を向上させることができる。

#### 水収支・揚水管理手法の向上

現行の地下水バランスグラフへの観測結果のプロットを用いた揚水量管理は上記の地下水ポテンシャルの評価の場合と同様に長年にわたって EAH に使われてきた方法であるが、帯水層モデルを使った揚水管理も可能であり、両者を同時に使い比較することによって水収支評価・揚水管理の精度を向上させることができる。具体的には、現行では地下水バランスグラフの上に地下水位の観測値をプロットしているが、帯水層モデルを使ってより精度の高い地下水バランスグラフを作成可能である。また現行では一つの流域（帯水層）につき1つの地下水バランスグラフで評価しているが、地下水モデルによって地下水バランスグラフを作った場合は、多くのポイントにおいて地下水の収支バランスを評価できるため、現行よりきめの細かな揚水管理が可能となる。

#### 広域水資源管理計画 (Regional Scheme of Water Resources)

1992 年に INRH は「ハバナ州及びハバナ市における水・農業資源の統合的利用のための広域水資源管理計画」を立案した。その内容は以下のとおりである。

## 第1章 各州の水文地質学的特徴

## 第2章 水文地質学的地域区分と地下水盆地への区分

## 第3章 探索資源に関するこれまでの評価のまとめ

## 第4章 地下水資源評価手法の論証

## 第5章 地下水盆地の水文地質条件、開発可能量

### 5.1 アリグアナボ及びアルメンダレスーベント帯水層

### 5.2 マンポストン及びハルコ帯水層

### 5.3 アグアカテ帯水層

### 5.4 サンタクルーズ帯水層

### 5.5 北部沿岸帯水層

### 5.6 南部沿岸帯水層(クエンカスール)

## 第6章 結論と提言

この内容からわかるように、この計画は、本プロジェクト対象地域とほぼ一致する地域（ハバナ県、アルテミサ県、マヤベケ県）の帯水層分布と構造・特性を明らかにするとともに地下水涵養量を評価し、帯水層ごとの地下水開発可能量を明らかにし、対象地域の水供給（生活用水・農業用水）を計画している。現在までこの計画に沿って地下水開発が進められたものと考えられる。しかし計画作成後既に30年を経過しており、INRHはこの計画の更新を希望している。本プロジェクト対象地域では、県や流域をまたいだ水資源の融通が行われており、広域の視点に立ち、最も効果的な水資源の管理、利用を推進するためにも、このような広域開発計画が必要となる。

### 水利権・井戸登録

#### （水利権）

キューバでは表流水と地下水は個人の所有物ではなく国家の所有物（公水）と法律第124号で定められている。水利権とは公水を利用する権利であり、日本の場合は古くから灌漑用水を中心として慣行によって認められてきた慣行水利権と河川法によって定められた許可水利権がある。キューバでは慣行水利権といった概念はなく、生活用水・灌漑用水のすべてが許可水利権である。実質的には、INRHが毎年行う水配分によって許可水利権が毎年施行されかつ更新されていると解釈できる。キューバでは許可水量は長期間にわたって固定されたものではなく毎年更新され、水資源の使用可能量を勘案したうえで申請された水需要に応じて与えられる（2-4-2 参照）。

水利用における優先度は、①生活用水、②畜産用水、③衛生用水、④農業灌漑及び食料生産、⑤その他産業、⑥貯水池や池での養殖、エビ養殖、⑦環境用水、⑧レクリエーションであり、水不足の時はこの優先度にしたがって水配分が調整される。

#### （井戸登録）

INRHの水配分に関連して、地下水の許可使用量と使用する水源井戸施設が個々に指定されるため、その前提として全ての井戸はINRHに登録されている。登録する内容は井戸の位

置、深度、使用目的、揚水量などである。登録された井戸は一定間隔で INRH の監視を受ける。

(4) 水資源に対する気候変動の短期・長期の影響と適応策

2017年4月に CITMA が国家気候変動アクションプラン「Tarea Vida」を発表した。この中で短期(2020年)－中期(2030年)－長期(2050年)－超長期(2100年)をそれぞれ視野に入れた計画を提案した。計画は大きく以下に示す4つの分野がある。

- ① 沿岸部における建設
- ② 建設の種類
- ③ 農漁業
- ④ 都市海岸部の再開

4分野の下に11のタスクがある。11のタスクのうち4番目のタスクが「水の効率的利用」であり、その実現のために、①科学技術を適用した水の効率的利用、②インフラの充実、③ローカルニーズの充足等が示されている。このタスクを主導する組織として INRH が挙げられており、参加組織としては MINAG、CITMA、AZUCUBA 等の9組織が示されている。CITMA としては、この他に地元住民のエンパワーメントも重要と考えている。

CO<sub>2</sub>削減目標 (NDC)

キューバ政府は、CO<sub>2</sub>削減の手段として、①24%の発電を再生可能エネルギーで賄う、②エネルギー使用を効率化し節電する、③化石燃料の消費が少ない交通・輸送手段を普及する、④森林面積を国土の33%まで増加する、④養豚業におけるCO<sub>2</sub>の排出削減する、などの政策を掲げて、2013～2030年の期間において209×10<sup>6</sup>のCO<sub>2</sub>削減を目標に掲げている。

気候変動の影響の予測

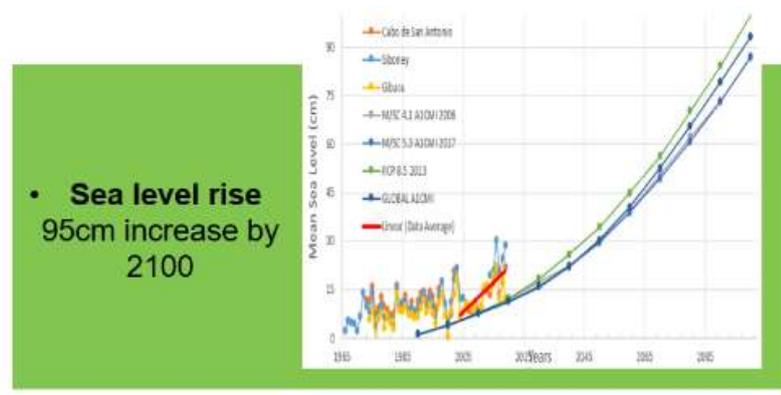
CITMA と INRH によって気候変動による影響が予測された(2022年)。その結果を表 2-3-4 に示す。

表 2-3-4 気候変動による影響予測

項目	予測内容
海水準の上昇	2100年までに95cm上昇する。
気温の上昇	過去60年間で最高気温は1°C、最低気温は2°C上昇した。このペースで今後も上昇すると予測している。
海岸部の洪水	2100年までに21の海岸コミュニティが消失する。
海岸浸食	1.2m/年の速度で河岸浸食が発生する。
海水侵入	現在544,300haが影響を受けており、2100年までに2,600,000haが影響を受ける

出所：Cuba: a future Resilient to climate change (CITMA, 2022)から調査団作成

2000年～2100年におけるキューバの海水準の上昇の予測を図 2-3-11 に示す。



出所：Cuba: a future Resilient to climate change (CITMA, 2022)

図 2-3-11 2100 年の海水準の予測

INRH は海面上昇への対策として以下を計画している。

a) 海面上昇に対する水資源保全

- 帯水層や沿岸低地・湿地への海水侵入をコントロールすることによって水資源を保全する。季節の変化や海水準の変化に応じて淡水と海水の境界域が内陸への侵入・後退と上昇・下降を繰り返す。深度ごとの地下水の定期的なサンプリングシステムを確立し塩分濃度を観測しその結果を図にプロットし GIS に取り込み関係者間で共有し井戸の揚水量の管理に役立てる。
- 森林再生によって長期的に降雨量を維持または増加させる。
- マングローブを開発し海岸浸食を避け、海岸土壌の蓄積を助ける。

b) 沿岸部の浸水防止

- 浸水の危険がある低平な沿岸地域に、適切に設計された防潮堤を建設する。
- 沿岸部で浸水の危険がある地域のコミュニティを高台に移動させる。

c) 海水の浸入防止

淡水と海水の境界の内陸側への移動を最小とすることが可能な地下水の揚水法を用いる。例えば、地下水位の低下を抑える揚水方法として、横井戸、集水暗渠、修水開渠を利用する。

d) その他

ハバナにおける活動内容として無収水の削減、汚染の削減がある。

(5) 技術協力プロジェクト「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」で作成した地下水管理計画の実施状況、その他成果の活用状況

地下水管理計画の活用状況

前回の JICA 技術協力では、地下水管理計画を作成した。地下水管理計画では、クエンカスールの過剰揚水と海水侵入の問題への対策に焦点を当てて、地下水シミュレーションモデルを作成し、塩水化に影響を持つ 3 つの要素、①地下水の涵養量、②地下水の揚水量、③海水面の上昇に対する 16 通りのシナリオを作成し、各シナリオに対して地下水位の変化と海水侵入の程度を解析した。この結果から、①及び②が支配的な影響を持つことを証明し、

これに対する対策を立案した。この計画の活用状況に関して調査した。キューバ側から以下の指摘があった。

- 地下水管理計画で提案されたモニタリング（地下水位・水質）を継続している。また揚水量を管理するための大口地下水使用者に対する流量計の設置を行っている。しかし、モニタリング以外の活動、例えば節水や地下水涵養の促進を行っているわけではない。
- 地下水管理計画には多くの活動提案があり細かい項目を見落とすことがある。計画は形式的な内容になっており、個々の活動には多くのステークホルダーが関与しその責務が重複して複雑でわかりづらい。ステークホルダーの連携と調整が必要だが連携はされていない。結果として提案活動を実施することは難しい。ステークホルダー・水使用者にとってより簡素で統合された方法で直接的に訴える提案方法が望ましい。今後対策を実施に移すにあたって日本人専門家がどの対策を優先的に実施すべきか提案してもらいたい。

以上に示すとおり、関係者からの聞き取りで受けた印象として、地下水管理計画の大部分は実施されていない。その理由は、管理計画とはいうものの、現実には活動内容の断片的な羅列であり、アクションプランとして整理されていないことにある。

#### <その他の成果>

前回の JICA プロジェクトでは、GEIPI が主要な CP 機関として技術移転を受けた。しかし、前回の JICA 調査の終了後に離職した GEIPI 職員が多く、前回調査で得た技術が蓄積されているとは言い難い。今回のプロジェクトでは、大学生と経験ある専門家を組み合わせて能力向上を行い、技術の定着を図ることを INRH は期待している。

#### 物理探査、井戸掘削

前回の JICA 調査の後で比抵抗物理探査（VES）が実施された。その結果に基づき、調査対象地域で 6 本の生産井戸が建設された。一方、電気探査機は故障しキューバ国内では修理不能であるため現在は使用されていない。また電気検層器は技術移転がなされていなかったため前回の JICA 調査の終了後には使用されていない。検層器自体は保存されている。

#### シミュレーションモデルの活用

前回 JICA 調査で使用したシミュレーションモデル（USGS の Modflow で作成）は現在使用できない。ソフトを動かすライセンスが有効期限を過ぎたためである。また海水侵入モデル（ソフト名は seawater）も同様である。Modflow は広く利用されているプログラムであるがキューバ側の一部の技師でなければ操作できないためその技師が退職した場合その他の技師では対応できない。また海水侵入モデルは山形大学の柴崎教授に指導を頂いたがキューバ側には技術水準が高すぎたとの印象であり能力向上の成果が残っていない。

#### 海水侵入対策

海水侵入の対策として前回 JICA 調査で地下ダムの建設が検討された。この成果を受けてキューバ東部地域で地下ダムの計画と設計が行われた。資金がないため実施はされていない。一方、調査対象地域では、地質的な原因で地下ダムの建設は不可能とされた。また同様

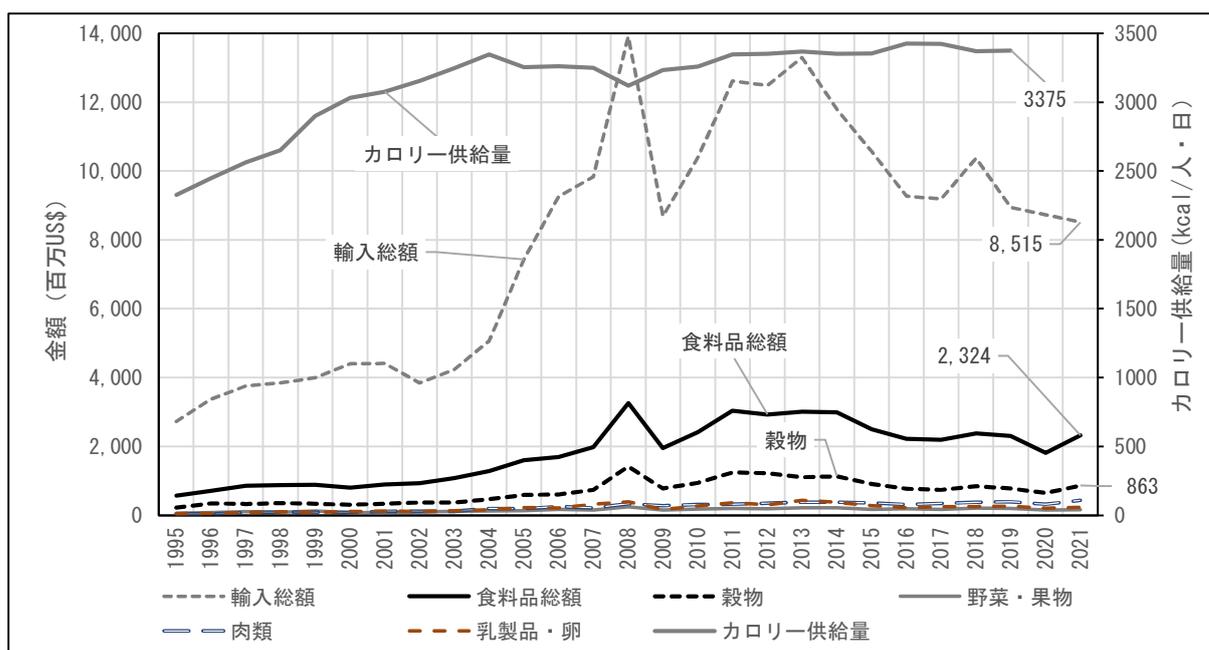
に、海水侵入の対策とし雨水涵養が検討された。その知見を踏まえ、アルメンダレス・ベント流域では、INRHによって、地下水涵養の促進のための保全地区が指定され、雨水浸透を促進するための植生の調整や建造物の制限が行われている。

### 2-3-3 灌漑分野

#### (1) 主要な開発方針、課題

1990年以降、現在は消滅したソ連との関係が失われた結果、キューバの農業生産は深刻な状態に陥った。1990年代まで食料生産モデルは国が所有する大規模な農畜産物企業に基づくものであったが、次第に国営企業はさまざまな形態の協同組合に分かれ、非国営の農業生産主体が国の食料生産者として重要な役割を果たすようになった。ただし食料生産量は安定せず、今日に至るまで輸入食料に頼ってきたのが実情である。図 2-3-12 に示すキューバの食料輸入額を見ると、1995年以降増加傾向が見られる。2021年は輸入総額(85億ドル)のうち、食料品が25%(23億ドル)を占める。主食となる穀物は食料品の37%(8.6億ドル)を占める。また、統計上のカロリー供給量は2000年以降3000kcal/人・日以上を示すが、食料生産が安定した結果ではなく、輸入食料への依存によるものである。食料生産食料自給を達成していない発展途上地域では、食料生産の不振により食料輸入が増大し貿易収支を圧迫するケースがあるが、キューバはこれに該当する。食料主権とは、外部の力に依存することなく自力での食料生産を保証することであり、食料安全保障とは質の高い食料へのアクセスを保証することであるが、この両者の観点からキューバは非常に脆弱な状態といえる。キューバ政府は農業生産強化の一環として、耕作地面積の増大を図るために未利用地の分配に関する政令第259号(2009年)と第300号(2012年)を承認するなどの施策を実施しているが、抜本的な改善には至っていない。2017年に政府が策定した2030年を目指した「国家経済社会開発計画」において、次の目標を掲げており、食料主権、食料安全保障を意識していることがうかがえる。

- 農業生産チェーンの生産性と持続可能性の向上、農林水産業と食品産業、サービス業間の連携強化を通して輸入代替を進め、食糧安全保障に貢献する。(項目：生産変革と国際的参入)
- 土壌改善を含む持続可能な農業を実現し、食料安全保障と主権の達成に貢献する。(項目：天然資源と自然環境)



出所: UNCTAD、FAO データより作図

図 2-3-12 食料品輸入額の推移 (1995 年 - 2021 年)

2019 年より「キューバにおける持続可能な食料安全保障のための戦略的プログラム」が開始された。国際連合食糧農業機関 (FAO)、国連開発計画 (UNDP) の支援を受け、地域の需要に応える多様で健康的な食品の生産を増やし、弾力的で持続可能な食糧システムの開発により食料の持続的な増産、自治体の自給を目指す取り組みである。

2021 年には、農業生産の強化のために「63 の施策」が策定された。掲げられた 63 の施策に対して、それを実現するために取り組むべき 658 の具体的な活動が記載されている。国や企業の組織構造の改善 (地方への権限委譲)、財務 (農業開発銀行の設立、融資拡大)、農業生産促進、協同組合の組織改善、農業部門の人材育成などの施策が含まれる。たとえば施策 20 は、地域住民が消費する農産物供給に関する施策として、「食料自給のため、都市、郊外、家庭農業、畜産を含む地方レベルでの食料生産を統合する。」との達成目標が掲げられている。これに対する活動計画を表 2-3-5 に示す。各活動には、数値目標、担当者、遵守時期が規定されており、国、地方自治体、企業など多数のセクターが関わり目標達成に向けて取り組むことになる。

2022 年に整備された「食料主権と食料・栄養安全保障法」は、食料主権の達成と、食料と栄養の安全保障強化のため、地域主権で持続可能な食料システムを確立・管理することを規定した。また、食料の生産のみならず、食品の品質と安全性、食品ロスや廃棄物の予防と削減、食品・栄養教育に言及しており、農業省を含む 13 の中央省庁<sup>1</sup>の他、地方自治体、食料関連セクターなど多くの機関の義務を定義している。

<sup>1</sup> 国の機関として 13 省庁が関わる。農業省、科学技術環境省、公衆衛生省、教育省、高等教育省、国内通商省、食品産業省、通信省、対外貿易・外国投資省、産業省、運輸省、経済企画省、水資源庁

「食料主権と食料・栄養安全保障法」と「63の施策」を含む近年の政府の施策を見ると、農業生産強化のために地域主権を進める方針である点が共通している。このことから、キューバの農業政策が重視するのは自治体の自給力向上であり、地域資源を活用した生産・流通・消費（フードバリューチェーン）の強化を継続的に実施することが予想される。

表 2-3-5 63の施策の一例（施策20 農業生産におけるアクションプラン）

No.	活動	目標・指標	担当者・関係機関	遵守時期
103	キャッサバ、プランテン、サツマイモ、マランガのストックを完成させる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>バナナ 15 万 ha 栽培</li> <li>キャッサバ 15 万 ha 栽培</li> <li>人口 1,000 につき 3ha のサツマイモ畑の確保</li> <li>2ha のマランガの確保</li> <li>2024 年までに 1 人当たり 1 カ月 15 ポンドの食料を保証する。</li> </ul>	農業局長／県・市農業代表団、企業管理組織 (OSDE) 社長、会社社長、協同組合理事長、県・市政府。	2024
104	野菜の植え付けやストックを保証する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>200 万トンの野菜を生産し、販売すること。</li> <li>2025 年までに、国民 1 人当たり 1 カ月 10 ポンドの野菜を保証する。</li> </ul>	農業局長／県・市農業代表団、OSDE 会長、会社役員、協同組合理事長、県・市政府。	2025
105	穀物栽培と在庫を保証する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>生産・販売量 400 千トン</li> <li>2025 年までに、国民 1 人当たり 1 カ月 10 ポンドの米を保証する。</li> </ul> (原文の誤植と思われる)	農業局長／県・市農業代表団、OSDE 会長、会社役員、協同組合理事長、県・市政府。	2025
106	果樹生産の 354 の協同組合を統合し、グァバ、パパイア、パイナップルの在庫を確保する。 a) 各協同組合で平均 20 種類の果樹を維持する。 b) 協同組合がジュエーサーを 1 台配置する。 c) 各自治体で平均 100 種の果樹の植物園を組織し、果樹栽培を拡大する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>人口 1,000 人あたり 0.4ha (4,493ha) のパパイア畑を確保する。</li> <li>人口 1,000 人あたり 0.5ha (5,617ha) のパイナップル畑を確保する。</li> <li>2025 年までに、国民 1 人当たり 1 カ月に 3 キロの果物を保証すること。</li> </ul>	農業局長／県・市農業代表団、OSDE 社長、会社社長、協同組合社長、県・市政府、都市農家。	2025
107	各生産拠点の畜産機能・設備を完成させる。	<ul style="list-style-type: none"> <li>各生産拠点に畜産機能・設備を設置</li> <li>2025 年までに鶏肉、豚肉、小型家畜、養殖を含む動物性タンパク質を一人当たり月 2kg 保証する。</li> </ul>	畜産局長／県・市農業代表団、OSDE 社長、会社社長、協同組合社長、州・市政府、都市農場。	2025
108	国民の栄養要求量の充足。	<ul style="list-style-type: none"> <li>2025 年までに鶏肉、豚肉、小型家畜、養殖を含む動物性タンパク質を一人当たり月 2kg 保証する。</li> </ul>	畜産局長／県・市農業代表団、OSDE 社長、会社社長、協同組合社長、州・市政府、都市農場。	2025

No.	活動	目標・指標	担当者・関係機関	遵守時期
110	都市部、郊外、家族経営の農業において、地域レベルでの食料生産を集約する。	<ul style="list-style-type: none"> <li>・都市・郊外・家族農業プログラムにおいて、住民一人当たり 10 m<sup>2</sup> を確保する。</li> <li>・半保護栽培で年間 15kg/m<sup>2</sup>、有機栽培で 12kg/m<sup>2</sup>、集約型果樹園で 10kg/m<sup>2</sup>、技術導入圃場で 6kg/m<sup>2</sup>、素朴な栽培ハウスで 12kg/m<sup>2</sup> を生産する。</li> <li>・2025 年までに、AUSUF 運動により 100 万～30 万トンの野菜を確保する。</li> </ul>	農業部長／都市・郊外・家族農業部長、州・市農業代表団、OSDE 社長、会社社長、協同組合社長、州・市政府、都市農場。	2025

出典：63 の施策

(2) 農業・灌漑セクターを管理する行政機関と主な関連機関・組織（農業省や農業公社、農業組合等）、その責務等

農業省（MINAG）は、国の中央行政機関として、土地の利用や保有、農林業生産に関する国の政策の提案、承認後の指導、実行、統制を担当する。その責務の詳細は表 2-3-6 に示すとおりであるが、灌漑に関して「水の供給や管理」については規定されていない。法律第 124 号第 64 条において、水域の保護に関する権限に従い、水資源の権利と管理を担当する責務は水資源庁（INRH）にあることが規定されている。このことから、農業用水の供給・管理の責任・権限は INRH にあり、水源から農業用施設（灌漑用水路など）に至るまでの区間の用水の供給、施設管理の責任は INRH もしくはその下部組織である県水利公社（EAH）にある。農業用施設から農場までの区間の用水や施設の管理は、農業生産主体（水利用者）の責任となる。MINAG は農業生産主体である協同組合を管理する責務を負うものの、農業用水の供給や管理については権限・責務を有していないと判断される。

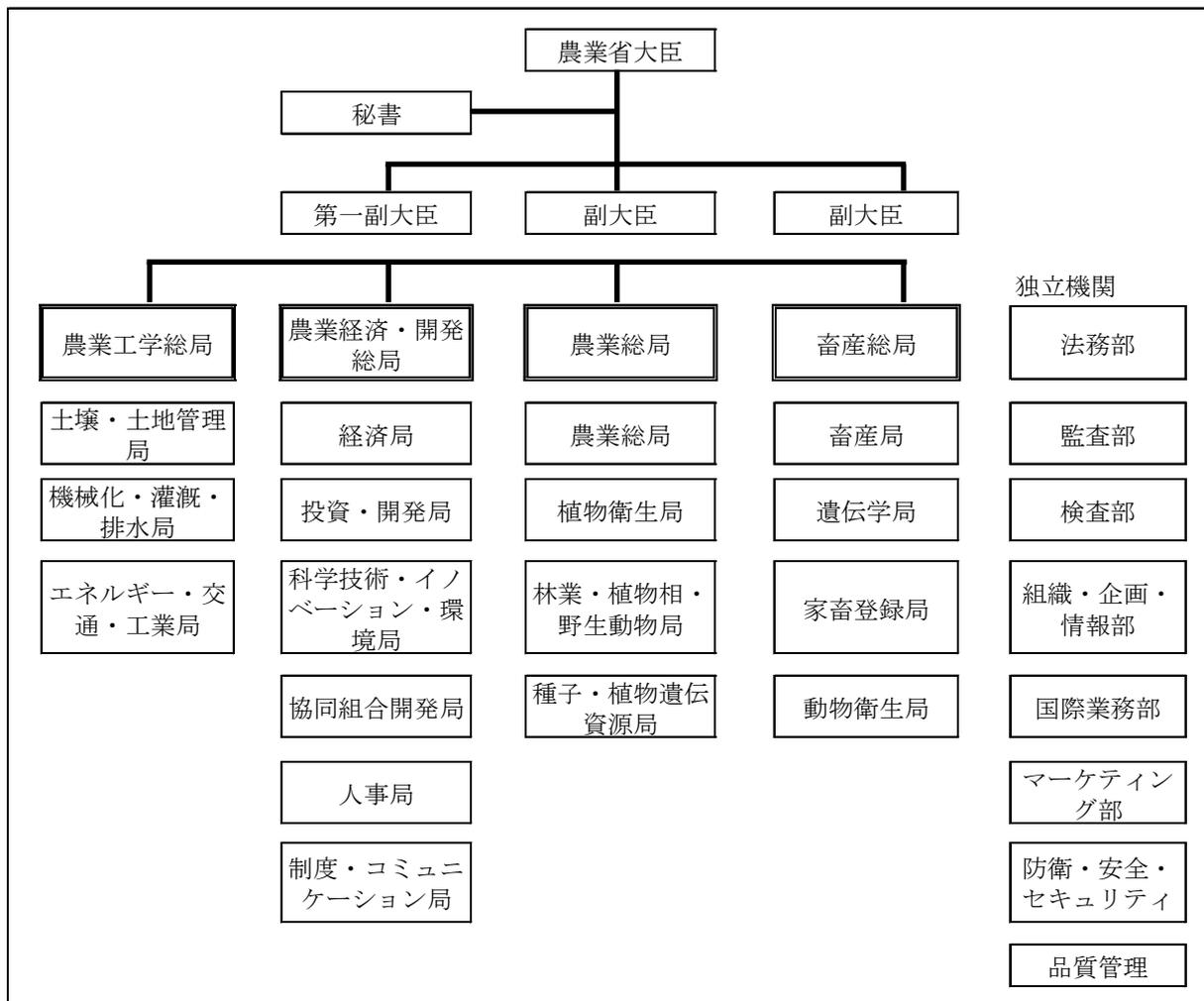
表 2-3-6 農業省の責務

<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 国の農業政策を政府に提案し、承認された後に実行に移すこと。</li> <li>2. 人口、産業、輸出の食糧需要を満たすために、農林業生産に関する国や政府の政策を指示・統制すること。</li> <li>3. 土地、トラクター、自走式農業機械の所有権及び占有権の登録を実行し、国の農地資金とその管轄権を管理する。</li> <li>4. 土壌の保全、改良、持続可能な管理、及び肥料の使用を管理する。</li> <li>5. 化学農薬、生物農薬、天然農薬の使用を登録し管理することにより、国内の植物検疫状態を満足させるため、害虫や植物病の侵入と拡散から国土を保護することを実施すること。</li> <li>6. 動物由来の疾病の侵入から国土を保護し、国内の動物衛生の満足な状態を達成するよう指導し、これらの目的のための原料、製品及び副産物並びに獣医学的使用のための医薬品の使用を登録及び管理すること。</li> <li>7. 国の家畜遺産を管理し、家畜、純血種とその交雑種、異なる種の形態的標準を登録すること。</li> <li>8. 遺伝子開発、家畜・野生動物種の遺伝子保存を実施すること。</li> </ol>
--

9. 果樹を含むアグロフォレストリー遺産の開発と利用、国有林基金の管理と保全の管理。
10. 機械化、灌漑、農業排水システムの開発を促進し、新技術の導入とその効率的な活用を検証し、その技術支援のための規則を制定する。
11. 国内における植物遺伝資源と種子の探索、保存、導入、維持、文書化、利用の政策の実施を指揮する。
12. 農業、林業、砂糖部門における協同組合運動の促進、発展、統合のプロセスに関する政策を実行、執行する。

出所：MINAG ホームページ <https://www.minag.gob.cu/funciones-y-estructura/>

MINAG の本部は、3 人の副大臣、4 つの総局と独立部局で構成され、農業生産、土地保有と利用、土壌、植物衛生、動物衛生、動物遺伝学、家畜登録、機械化、灌漑排水、林業、種子、農業協同組合開発の国家管理を含む 12 の公共機能を担う。図 2-3-13 に MINAG 組織図を示す。

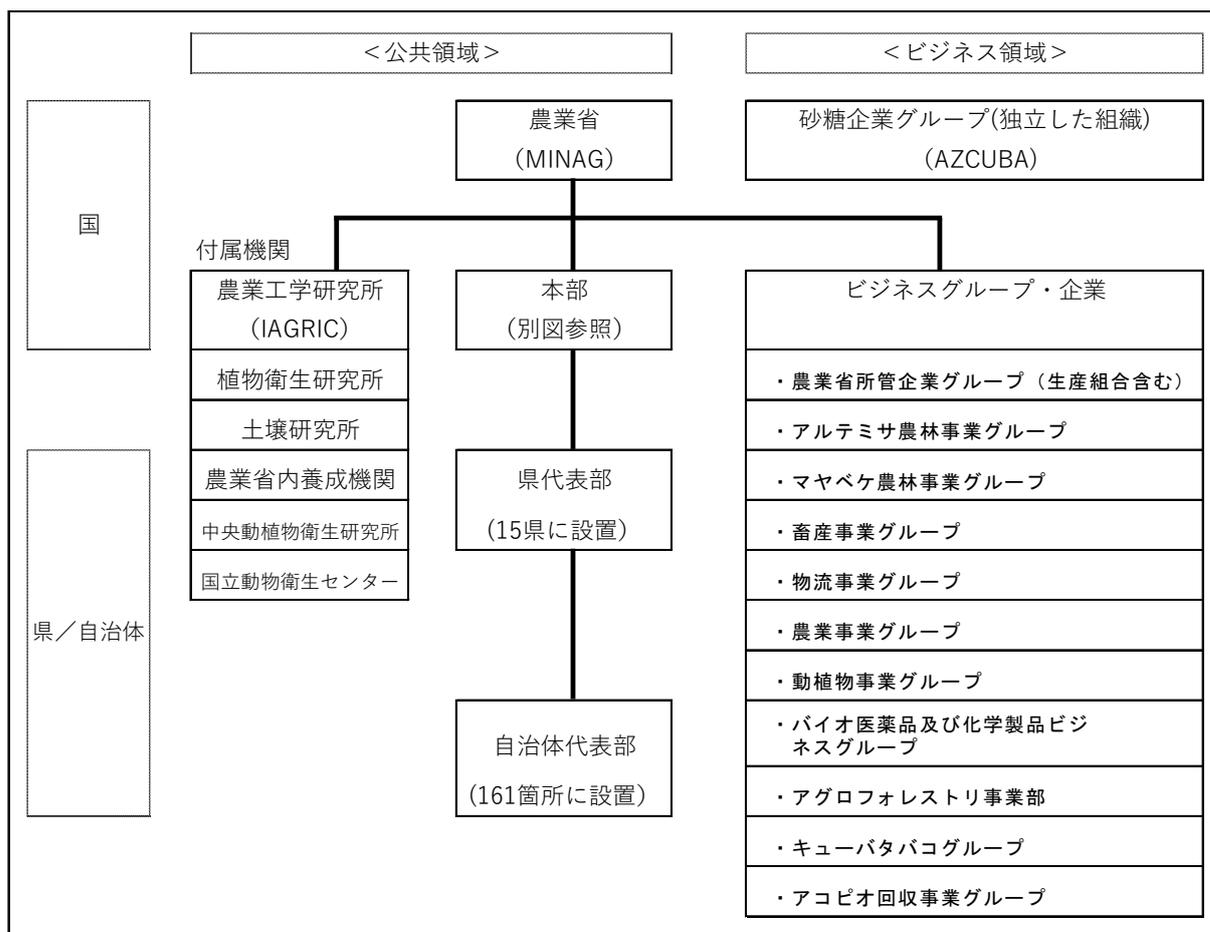


出典：MINAG ホームページ(<https://www.minag.gob.cu/funciones-y-estructura/>)より作図

図 2-3-13 農業省 (MINAG) 本部の組織図

また、図 2-3-14 に MINAG の関連組織図を示す。MINAG の組織体制は、公共とビジネスの 2 つの領域に分けられる。公共の領域には、MINAG 本部の下部組織として、15 県の代表部、161 の自治体代表部、6 つの付属機関がある。ビジネスの領域には、農業省所管の企業グループのほか、10 のグループがある。砂糖生産の事業を管轄する砂糖企業グループ (Sugar Business Group、以下 AZCUBA という) は MINAG の傘下ではないが、農業政策に関して MINAG と協同する場面が多く関わりが深い。

表 2-3-7 に MINAG 関連組織の特徴・責務を整理する。



出所：キューバ統計年鑑、聞取調査より調査団にて作図

図 2-3-14 農業省の関連組織図

表 2-3-7 農業省関連組織の特徴・責務

組織	特徴・責務
農業工学研究所 (IAgric)	農業工学研究所 (Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola、以下 IAgric という) は 2010 年に農業機械化研究所 (IIMA) と灌漑排水研究所 (IIRD) が統合された組織である。国の食糧安全保障に貢献するために、灌漑や排水、機械化、エネルギー、ポストハーベスト、環境保全など農業工学全般にわたって研究・指導を行う機関である。 作物栽培に欠かせない水消費量指標の改訂にも取り組んでいる。

組織	特徴・責務
砂糖企業グループ (AZCUBA)	国の主要な輸出品である砂糖に関する生産・管理を行う組織であり、多数の砂糖産業企業（砂糖工場や精製所）のほか、アルコール蒸留所、バイオマス発電所、研究機関、サトウキビ生産組合などの関係機関を有する。
県・自治体の代表部	農業省の本部と同様の責務を有する。ただし、生産現場に近い代表部の特徴として、県や政府の政策に準拠しつつ、県または自治体の農業・砂糖部門における協同組合運動の推進と発展に関与するとともに、協同組合を管理する立場である。
農業企業グループ (生産関連)	増大する社会の食糧需要を満たすための食料生産を行う企業の集合。生産性の向上のため、企業間の連携強化、研究・開発、労働者の能力開発やトレーニングに取り組む。グループ内に生産ユニットとして多くの生産組合を有する。
企業グループ (ACOPIO)	農業生産者からの農産物の買取、流通を担う企業。各生産主体の農産物は、一定の割合で農産物集荷公団 (State Procurement and Distribution Agency、以下 ACOPIO という) を通じて国に買い付けられる。

キューバにおける農業生産は、農業ビジネスグループと協同組合型生産基本単位 (Basic Unit of Cooperative Production、以下 UBPC という)、農業生産協同組合 (Agricultural Production Cooperative、以下 CPA という)、信用サービス協同組合 (Credit and Service Cooperative、以下 CCS という)、個人生産者からなる協同組合が生産の大半を担っている。これに国営農場が加わる形となる。

信用サービス協同組合 (CCS) は 1960 年に設立された組合であり、土地や生産手段の所有権または用益権を有する小規模農民の自発的な連合体である。灌漑、施設、サービス、その他の手段を共同で利用するなど集团的性質の主要組織であるが、各農場、設備、生産物の所有権は私有である。協同組合の組織運営は総会と理事会による民主的な意思決定に基づく。CCS の組合員に対する支援は、技術支援、融資、種子、肥料、殺虫剤、農薬、機械、農機具などの適正価格での供給、収穫物の保険など多岐にわたる。また組合員の家族に対しても医療、子供の教育の提供も行う。

農業生産協同組合 (CPA) は 1975 年に設立された組織であり、これまでの農業より高度な生産方式へ移行を目指した組合である。CCS と同様の組織であるが、CCS とは異なり農民は自分の資源 (土地、生産財) を協同組合に売却することで対価を受け取り、集団の労働者と所有者となったものである。このため、車輛や生産財は組合の所有物となる。UBPC や国営農場より国からの自立性が高い状態で運営されている。

協同組合型生産基本単位 (UBPCs) は、1993 年に国営農場であるサトウキビ農場 735 戸とその他農場 835 戸で創設された生産基本単位である。国営農場の非効率性を改善し、民主的な組織運営により、生産量を増やすことが期待された。一方で、生産物の一定割合を低い価格で ACOPIO に販売することが義務づけられていること、生産資源を国に依存している

ことなどから、農産物の種類、生産量、販売価格、投資価値などを決定する自由度は CPA、CCS に比べて低い。

各生産主体の特徴を表 2-3-8 に示す。

表 2-3-8 各農業生産主体の特徴

特徴	個人農場	信用サービス 協同組合農場 (CCS)	農業生産農場 (CPA)	協同組合型生産 基本単位 (UBPCs) (旧 国営農場)	国営農場 (State Farm)
土地所有者	個人	個人（土地の集 団利用は実施）	集団（組織）：個 人から組合に供出	国（土地使用権の 無償提供）	国
設備と生産 の所有権	個人	個人	集団（組織）	集団（組織）	国
収入源	自営	生産高の分配	生産高の分配 （法律により、利 益の 70% までを 分配）	生産高の分配 （利益の最大 50%、3 年以上利 益を出している場 合は最大 70% を 分配）	賃金
生産決定	自己決定	割当（交渉）＋ $\alpha^1$	割当（交渉）	国家が主要生産ラ インを計画する。 余剰分は UBPC が管理する。	国家計画
融資・投入	協同組合からの 支援の可能性あ り	国家による支援	国家による支援	国家による支援	国家計画
投資判断	自己決定	組合の投資ファ ンド	組合の投資ファン ド	集団投資（投資フ ァンド）	国家計画
運営・経営	所有者	選出された会員	選出された会員	選出された会員	国
協会	多くは小農協会 (ANAP) <sup>2)</sup> のメ ンバー	ANAP	ANAP	労働組合	労働組合

注) 1) 農家への聞き取り調査により、割当生産量以外の生産については、農家に生産及び販売の自由がある。割当量は国家の生産計画に基づくものである。

2) 小農協会（以下 ANAP という）は、CPA（農業生産協同組合）及び CCS（信用サービス協同組合）などに属する小農のための全国的な組合組織である。個人農場の多くは ANAP に参加している。

出典：現地聞き取り結果をもとに [https://en.wikipedia.org/wiki/CPA\\_\(agriculture\)](https://en.wikipedia.org/wiki/CPA_(agriculture)) を編集した。

表 2-3-9 は農業生産主体毎の土地所有面積を示したものである。国内の農地面積（630 万ヘクタール）のうち、国は 32%、民間は 68% を所有する。ただし、耕作面積の割合は、国が 20%、民間が 80% である。（UBPC の土地は政府から土地使用権を与えられたものであるが、公式統計では、UBPC は非国家セクターの民間生産者とともに位置づけられる。）図 2-3-15 は、主要な農産物について国内全体の生産量に占める民間部門の生産量の割合を示したものである。民間部門は国内生産量の 75~90% を占めており、農業生産に大きく貢献している。

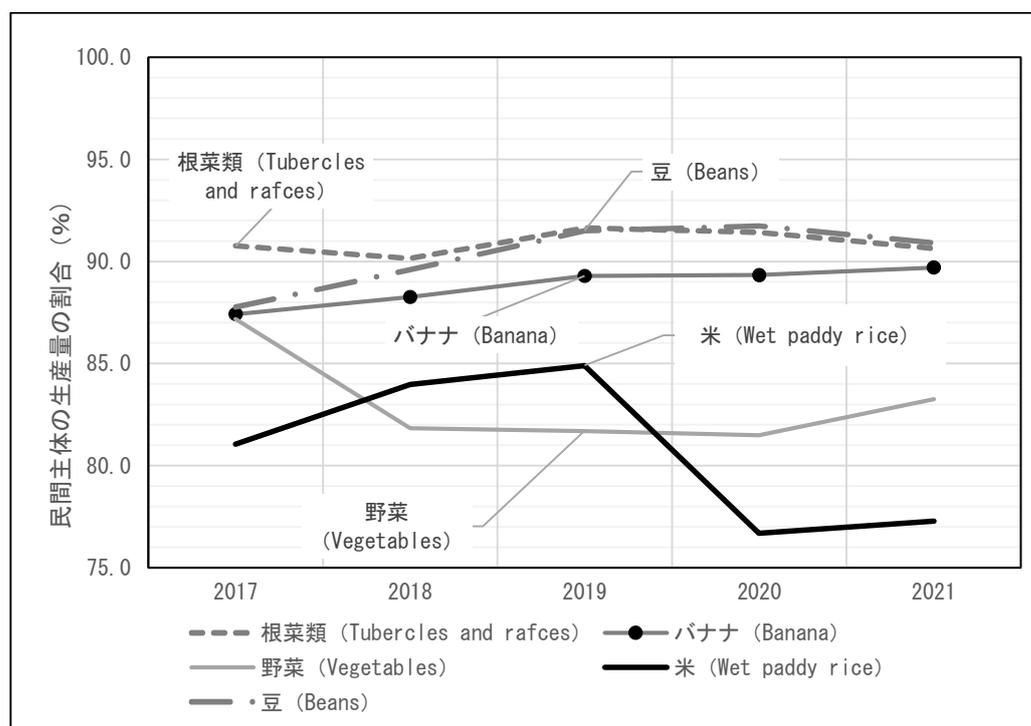
表 2-3-9 農業生産主体毎の土地所有状況

単位 1,000ha

土地所有者	国	民間				土地面積	
		Total	UBPC	CPA	CCS 及び 私有地		
土地面積	6,168.8	4,819.6	1,722.8	513.2	2,583.6	10,988.4	
農業用地	面積	2,029.6	4,270.6	1,477.5	505.5	2,287.6	6,300.2
	割合 (%)	32.2	67.8	23.5	8.0	36.3	100.0
耕作済み	面積	551.1	2,214.1	835.6	271.5	1,107.0	2,765.2
	割合 (%)	19.9	80.1	30.2	9.8	40.0	100.0
土地面積 (非農業)	4,139.2	549.0	245.3	7.7	296.0	4,688.2	

出典：キューバ統計年鑑2021 (ANUARIO ESTADÍSTICO DE CUBA 2021Territorio Edición 2022)

表9.1を参照・編集



出所：キューバ統計年鑑 2021 より作図

図 2-3-15 直近 5 カ年の主要農産物の民間農業生産主体の生産量の割合

### (3) 農業・灌漑の概況

#### 主な栽培作物

キューバの栽培時期は冬と春に分けられ、冬は9月～1月、春は3月～8月を指す。表 2-3-10 に示すように気候上の雨季、乾季とは若干ずれている。冬の主な作物には、ジャガイモ、豆、バナナ（調理用及びフルーツ）、タロイモ（Malanga）、サツマイモ、かぼちゃ、トマト、タマネギ、ニンニク、キャベツがある。春の主な作物には、マンゴー、グアバ、パパイヤ、アボカド、米、トウモロコシ、大豆、バナナ（フルーツ）、かぼちゃがある。

表 2-3-10 キューバの作付時期

項目 \ 月	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
栽培期間（冬）	↔								↔				
栽培期間（春）			↔										
気候の乾季	↔										↔		
気候の雨季					↔								

生産量と生産性

キューバにおける主要農産物の生産量について、表 2-3-11、図 2-3-16 に最近 5 カ年の農業生産量を示す。食料全体の生産量は 2017 年の 729 万トンから 2021 年の 517 万トンに 3 割減少した。特に主食である米は 2017 年の 40 万トンから 2021 年には 22 万トンと生産量が 4 割減少した。図 2-3-16 を見ると、主要な作物の生産量はいずれも減少傾向がみられる。

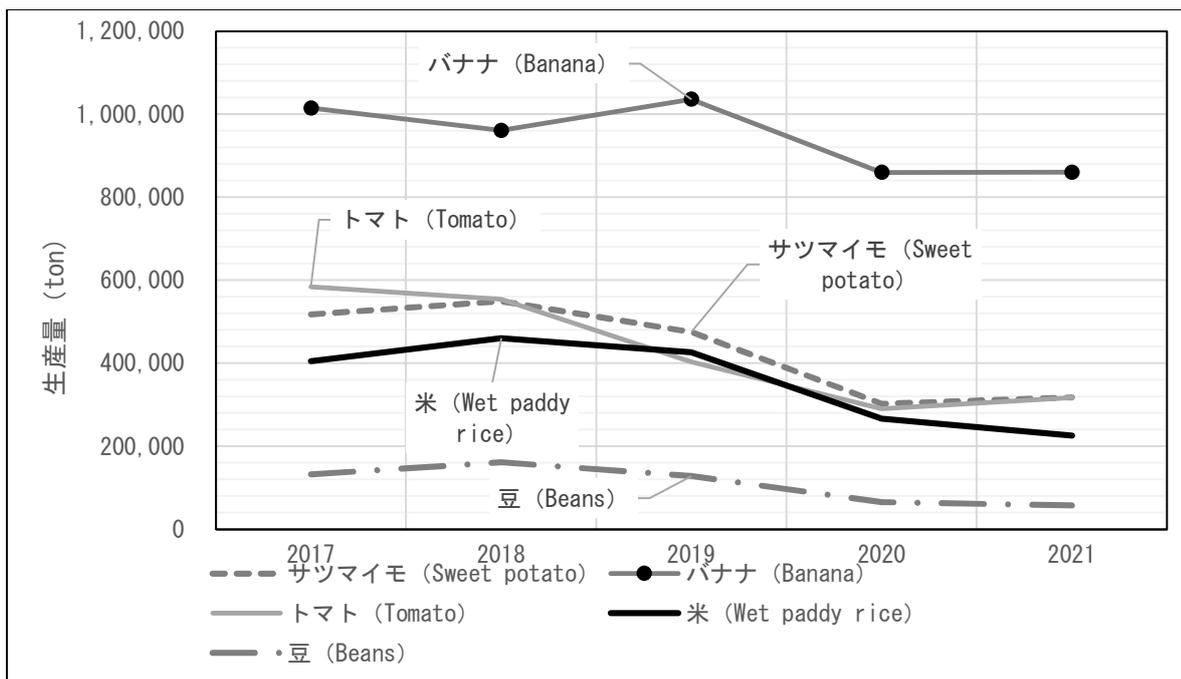
表 2-3-12、図 2-3-17 に単位収穫量（1 ヘクタール当たりの収量）の推移を示す。米に関しては単収の変化はないが、バナナや野菜（タマネギやピーマン）は単収の低下が目立つ。

これらのデータより、近年の農業生産は全体的に減少傾向が確認された。

表 2-3-11 農業生産量の推移

		単位 トン				
年度		2017	2018	2019	2020	2021
1	根菜類 (Tubercles and rafces)	1,828,943	1,801,041	1,701,772	1,269,235	1,250,492
	ジャガイモ (Pope)	147,044	135,147	131,176	115,385	97,292
	サツマイモ (Sweet potato)	517,618	549,512	475,937	302,581	317,951
	芋 (Malanga)	174,150	192,938	167,202	101,620	81,766
2	バナナ (Banana)	1,014,918	961,242	1,036,176	859,829	860,542
	Fruit	295,526	271,923	283,950	263,405	241,977
	Vianda(食用、調理用)	719,391	689,319	752,226	596,424	618,565
3	野菜 (Vegetables)	2,483,664	2,454,018	2,183,288	1,698,074	1,713,323
	トマト (Tomato)	584,072	553,906	403,143	290,801	317,232
	タマネギ (Onion)	111,257	89,535	71,557	58,473	55,486
	ピーマン (Bell pepper)	100,331	78,679	74,983	59,309	62,090
4	穀物 (Cereals)	778,603	806,779	702,147	523,913	464,507
	米 (Wet paddy rice)	404,733	460,870	426,228	266,596	225,786
	メイズ (Maize)	373,870	345,909	275,919	257,317	238,721
5	豆類 (Legumes )	132,174	161,513	128,399	65,779	57,642
	豆 (Beans)	132,174	161,513	128,399	65,779	57,642
6	タバコ (Tobacco)	30,800	30,000	28,584	25,780	21,927
7	柑橘類 (Citrus)	98,761	71,479	70,787	43,352	37,078
	オレンジ (Sweet orange)	30,552	21,327	19,841	9,988	8,705
	グレープフルーツ (Grapefruit)	42,332	24,420	22,987	11,315	6,809
	レモン (Lemon)	9,533	6,111	4,729	4,167	4,324
8	その他フルーツ (Other fruits)	926,219	861,286	1,094,367	863,310	770,082
	マンゴー (Mango)	292,441	237,531	435,435	262,230	246,886
	グアバ (Guava)	139,989	153,580	143,267	138,395	136,587
	パパイヤ (Fruit bomb)	189,086	176,630	187,821	158,898	82,203
9	カカオ (Cocoa)	245	1,011	1,799	1,577	1,472
合計		7,294,327	7,148,369	6,947,319	5,350,849	5,177,065

出所：キューバ統計年鑑 2021（ANUARIO ESTADÍSTICO DE CUBA 2021 Territorio Edición 2022）  
年鑑の表 9.10 に加筆している。合計値は 1～9 の種類の合計を示す。



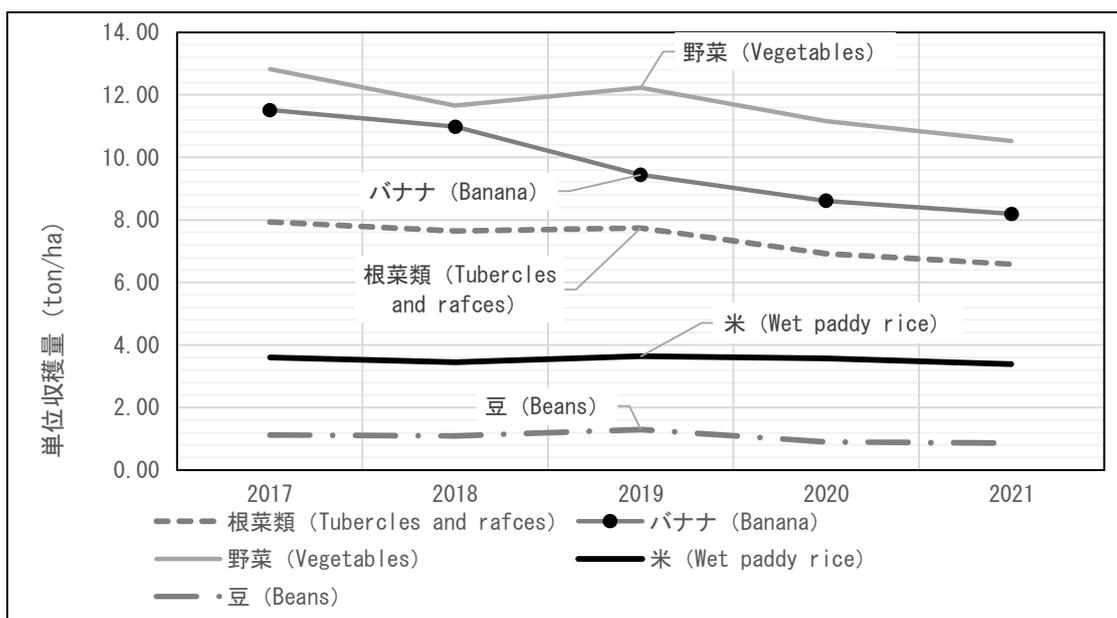
出所：キューバ統計年鑑 2021 より作図

図 2-3-16 主要作物の生産量推移

表 2-3-12 単位収穫量の推移

年度	2017	2018	2019	2020	2021
単位 トン/ha					
食料 (Viandas)	8.92	8.54	8.30	7.51	7.16
根菜類 (Tubercles and rafces)	7.93	7.64	7.74	6.92	6.58
ジャガイモ (Pope)	21.74	21.93	20.76	20.71	19.75
サツマイモ (Sweet potato)	10.87	9.98	11.18	9.04	8.58
芋 (Malanga)	15.28	13.86	14.78	14.62	13.87
バナナ (Banana)	11.51	10.98	9.44	8.61	8.19
Fruit	12.29	11.04	7.13	7.30	6.84
Vianda(食用、調理用)	11.22	10.95	10.75	9.35	8.88
野菜 (Vegetables)	12.82	11.66	12.23	11.16	10.52
トマト (Tomato)	11.99	11.94	10.81	11.60	11.02
タマネギ (Onion)	12.95	12.52	9.60	8.81	8.37
ピーマン (Bell pepper)	11.60	10.81	8.38	7.78	7.45
穀物 (Cereals)	2.88	2.90	2.86	2.58	2.43
米 (Wet paddy rice)	3.60	3.45	3.64	3.57	3.39
メイズ (Maize)	2.37	2.39	2.15	2.00	1.89
豆類 (Legumes)	1.12	1.09	1.30	0.90	0.86
豆 (Beans)	1.12	1.09	1.30	0.90	0.86
タバコ (Tobacco)	1.59	1.60	1.80	1.67	1.59
柑橘類 (Citrus)	6.92	6.45	4.99	4.28	3.81
オレンジ (Sweet orange)	4.87	4.62	3.43	2.63	2.30
グレープフルーツ (Grapefruit)	8.27	7.27	4.98	4.36	3.16
レモン (Lemon)	7.88	10.16	7.13	7.01	6.66
その他フルーツ (Other fruits)	11.55	12.17	9.06	7.15	6.80
マンゴー (Mango)	8.86	10.30	8.92	8.14	7.76
グアバ (Guava)	15.74	14.63	9.57	8.89	8.32
パパイヤ (Fruit bomb)	27.98	29.57	18.27	19.34	18.74
カカオ (Cocoa)	0.10	0.42	0.56	0.57	0.55

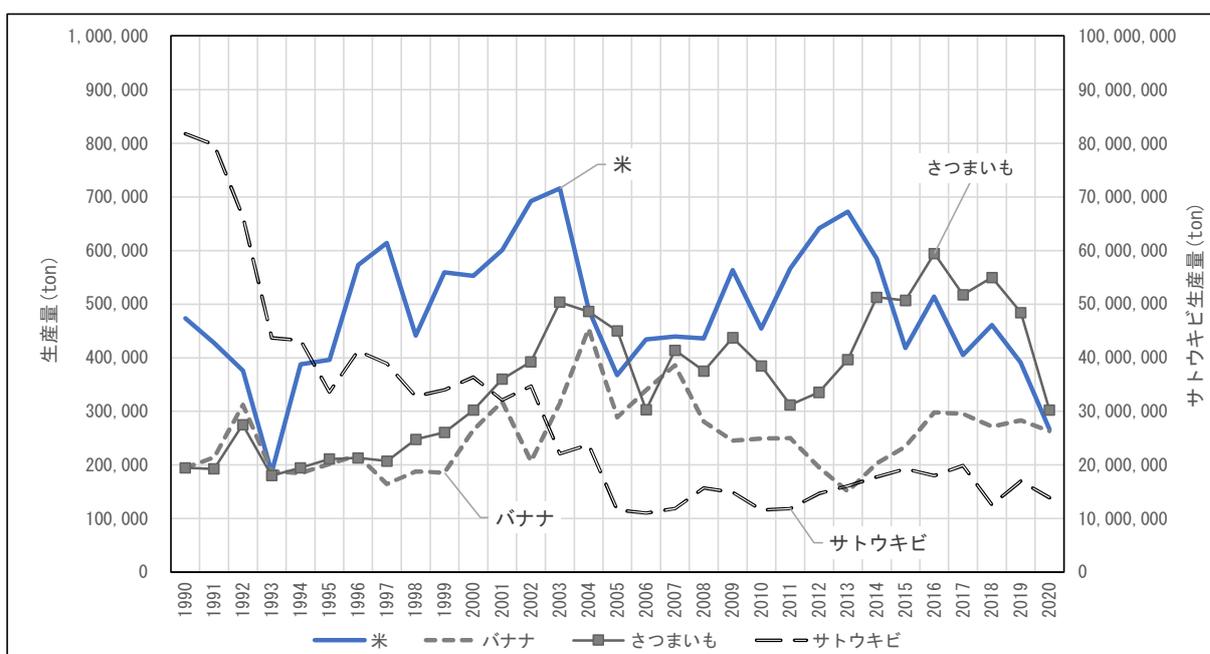
出所：キューバ統計年鑑 2021 (ANUARIO ESTADÍSTICO DE CUBA 2021 Territorio Edición 2022) 年鑑の表 9.13 を編集している。



出所：キューバ統計年鑑 2021、年鑑の表 9.13 より作図

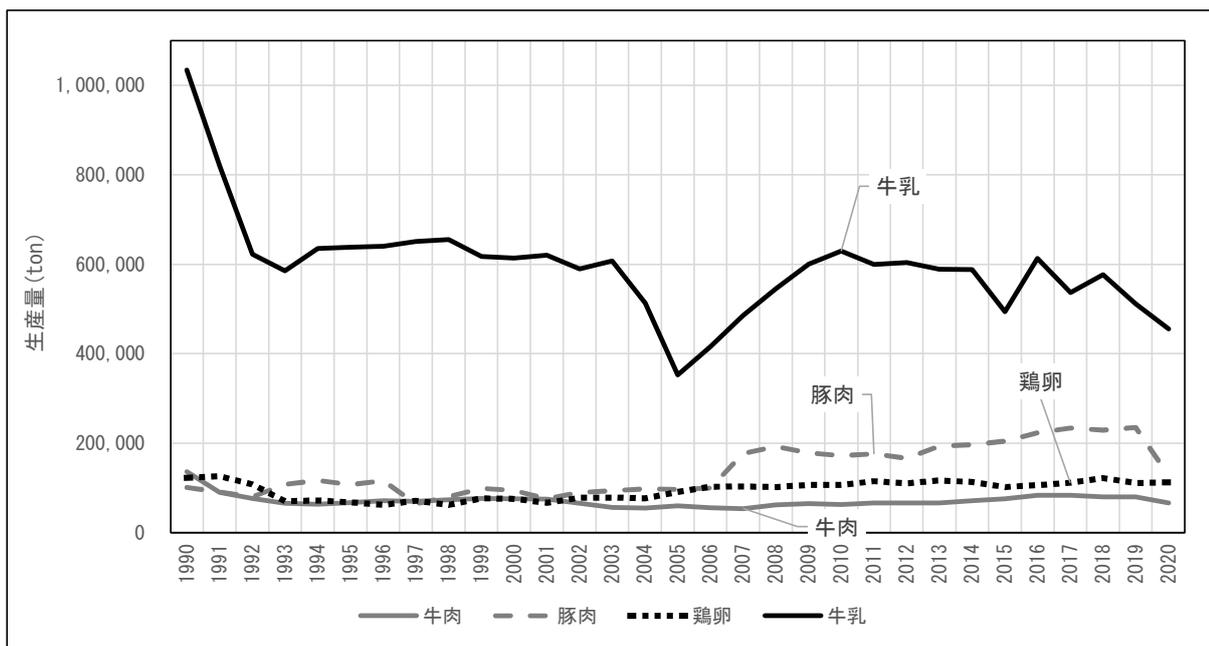
図 2-3-17 単位収穫量の推移

長期的な食料生産の傾向をつかむため、1990年以降の生産量について、図 2-3-18 に主要作物、図 2-3-19 に畜産生産物を示す。1990年以降の農業・畜産において共通するのは、生産量が安定しておらず、2020年時点の生産量は、1990年時点とほとんど変わらないレベルにある。米の生産は2002年頃まで増加傾向にあったが、その後は減少傾向となっている。サトウキビの生産量は、30年前の20%未満に減少した。豚肉は2007年以降増産傾向にあったが、2020年に激減している。



出所：FAO (Food and Agriculture Organization)

図 2-3-18 主要作物の生産量推移 (1990年~2020年)



出所：FAO (Food and Agriculture Organization)

図 2-3-19 畜産生産物の生産量推移 (1990年～2020年)

上記の結果を受け、近年の農業生産性の低下傾向について、農業工学研究所 (IAgric) が挙げた理由は以下のとおりである。

- ① 農業の担い手不足
  - 若者が都市部へ移動し、農村部の人口が低下する傾向にある。
  - 現在の農業従事者の高齢化が進んでいる
- ② 農業生産資源の不足
  - 肥料の輸入制限により、化学肥料の入手が困難である。
  - 国内で生産する肥料 (オーガニック材料) では農業生産に対して絶対量が不足している。
  - 農業機械の入手が難しい。
- ③ 気候変動
  - 気候変動により、降水量の傾向が変化した。天水農業の割合が高い (サトウキビ、飼料作物など) 作物に影響がでる。
  - 気温の変化が見られ、従来の作付時期にずれが生じている。(1月に作付してきたものが2月に作付を遅らせるなど)
- ④ 灌漑技術
  - 従来の重力式灌漑にかわる効率のよい灌漑技術に転換できていない。

農業人口の変化は最近5カ年では1%～2%と小さいため、農業生産量の減少の要因としては考えにくい。肥料不足との指摘については、使用量の推移について図 2-3-20 に示すように1990年以降は海外からの援助がなく、米国の制裁もあり輸入が制限されたことで、入手

困難な状況が継続している。現場の農家への聞き取りでは、化学肥料の自由な輸入が困難な状況にあり、化学肥料は大量に使用できないため作物に応じて使用する優先度を決定しているとのことである。残りの肥料は農家が生物資源（農林水産物、稲わら、もみ殻、食品廃棄物、家畜排泄物、木くずなど）を利用したバイオ肥料を作り、化学肥料の代替としている。肥料は農業生産性に影響するものであるが、特に近年の生産性の変化の根拠になるか疑問符がつく。

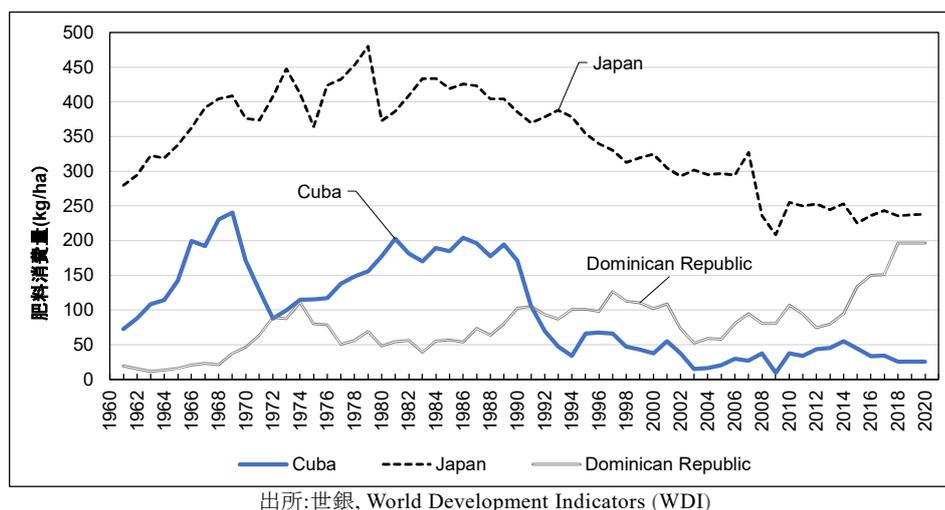


図 2-3-20 肥料消費量の推移 (1961年-2020年)

農業機械の入手に関しては、トラクターの台数を図 2-3-21 に示す。1990 年以降はトラクター台数が増加していない。キューバジャーナルの記事「キューバの建設及び農業機械セクター (Cuba's Construction and Agricultural Machinery Sectors)」(2016 年 4 月 19 日<sup>2</sup>)によれば、キューバの農業機械の輸入額は、表 2-3-13 に示すように推移しており、ブラジル、スペイン、イタリアが主要な輸入先である。また、2013 年時点でのトラクター 66,128 台の稼働年数を調査した結果では、5 年未満が約 1%、6~30 年が 12%、30 年以上が 87%である。米国による制裁があるものの、米国以外の国からの輸入は継続しており、輸入によりトラクター総台数は 1990 年以降は微減の状態が続いている。

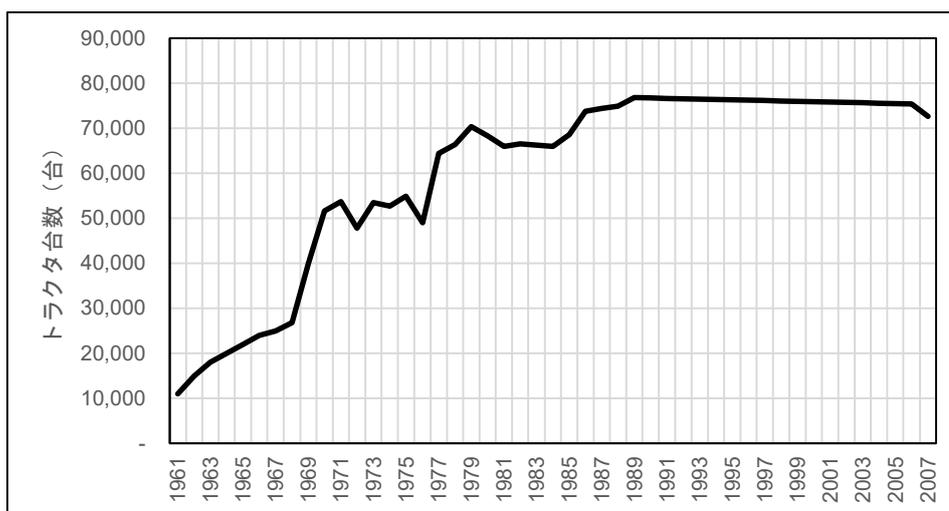
トラクターの総台数が増加していない状況から、農業機械を用いた生産性の高い農業への転換が図られていないことが予想される。ただし、肥料と同様に近年見られる傾向ではなく、1990 年以降継続しているものである。従って、近年の生産性の低下を説明できる根拠になっていない。

表 2-3-13 キューバの農業機械輸入金額

年	輸入額
2005	1,140万ドル
2013	9,280万ドル
2014	5,750万ドル

出所：キューバジャーナル記事

<sup>2</sup> <http://cubajournal.co/cubas-construction-and-agricultural-machinery-sectors/>



出所：世銀, World Development Indicators (WDI)より作図

図 2-3-21 トラクターの台数の推移(1961年－2007年)

気候変動による生産量への影響については、天水農業の割合が高いサトウキビの生産や飼料作物などは大きな影響があると考えられる。ただし、他の作物の生産量についても気候変動が理由になるのか現時点では判断できない。

#### 耕作面積、灌漑率

灌漑の目的は、作物が生育するために必要な水量、すなわち蒸発散量と降水量との差を、農業用水として補うことにある。キューバの乾季（11月～4月）の月降水量は平均60mm程度であり、雨季（5月～10月）の月降水量の平均150mm程度と比べると差が大きい。このため、冬の作物栽培において降雨の量的不足の補完や用水の全量供給のために灌漑の必要性が高くなる。

農業工学研究所（IAgric）への聞き取りでは、サトウキビ、牧草地、飼料作物の灌漑率は7%との回答があったが、その他の作物に関する灌漑率に関する情報はキューバの統計年鑑、FAOや世銀にデータがないため不明である。表 2-3-14 によれば、中米は31%の数値があり、これが参考になると考えられる。

表 2-3-15 に耕作面積の推移を示す。耕作面積の合計は、2017年の101万haに対して2021年は85万haであり、84%に減少している。バナナ、フルーツ類は大きな減少は見られないが、主食である米は面積の減少が大きく、2021年の面積は2017年比で58%である。

表 2-3-14 灌漑面積が総栽培面積に占める割合（灌漑率）

	灌漑率 (%)
東アジア	35
東南アジア	17
南アジア	36
西アジア	47
オセアニア	12
太平洋諸島	0
北ヨーロッパ	16
西ヨーロッパ	13
南ヨーロッパ	32
東ヨーロッパ	14
旧ソ連（ヨーロッパ）	10
旧ソ連（アジア）	51
北アフリカ	30
東アフリカ	6
西アフリカ	1
中央アフリカ	1
南アフリカ	13
北米	18
中米	31
南米	10
世界平均	23

出所：川島博之「世界の食料生産とバイオマスエネルギー」（2008年、東京大学出版会）P.196

図 2-3-22 はサトウキビの耕作面積、生産量、単収について、1985 年からの推移を示している。1990 年以降は耕作面積の減少が続き、2019 年の面積は 1990 年比で 24%であり、減少量が他の作物と比べて突出している。

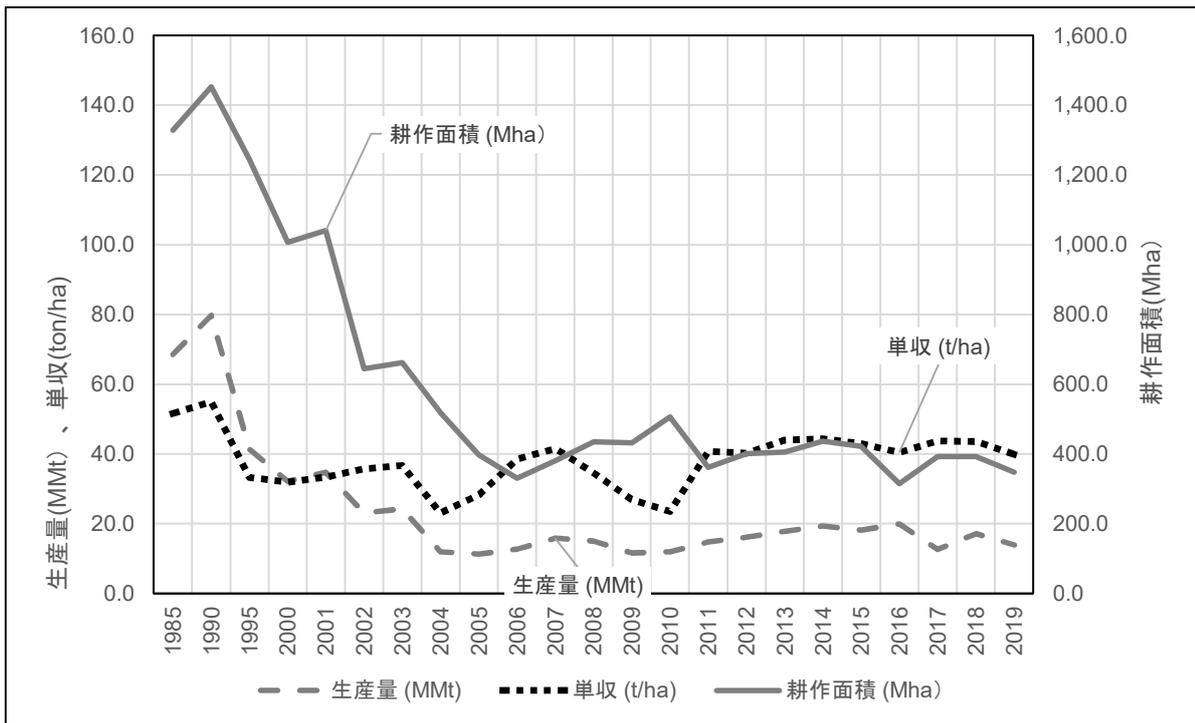
図 2-3-23 に示すように、耕作面積全体の長期的な変化を見ると、耕作地（単年作物が収穫される土地の面積）は、2002 年頃までは増加傾向にあったが、その後低下し 2019 年には 1980 年のレベルまで後退した。一方、植樹園（永年作物を栽培・収穫している土地の面積）は 2019 年には 1980 年比で 1.9 倍に増加しており、耕作地の面積減少は単年作物の土地の減少に起因している。耕作面積の減少は、単位収穫量が増えない限り農産物の生産量に影響が出ることは確実であり、近年の農業生産の不振の一因は耕作面積の減少にある可能性がある。ただし、本調査においては、耕作面積の減少の原因については解明できていない。

表 2-3-16 にキューバの土壌を農業生産性について分類した結果を示す。生産性が非常に高い、または高い土壌は全体の 33%（面積では 290 万 ha）であり、生産性の低い土壌は 46% 存在する。農地開発は、条件の良い適地から優先的に開発されることが多く、現時点の国内の総耕作面積が 300 万 ha であるため、生産性が高い好条件の土壌の多くはすでに開発されている可能性が高い。今後農地を拡大する開発を行う際には生産性の低い土壌に改良を施して、土壌環境を変化させて生産性を上げる取り組みが必要になると考えられる。

表 2-3-15 作物別耕作面積の推移

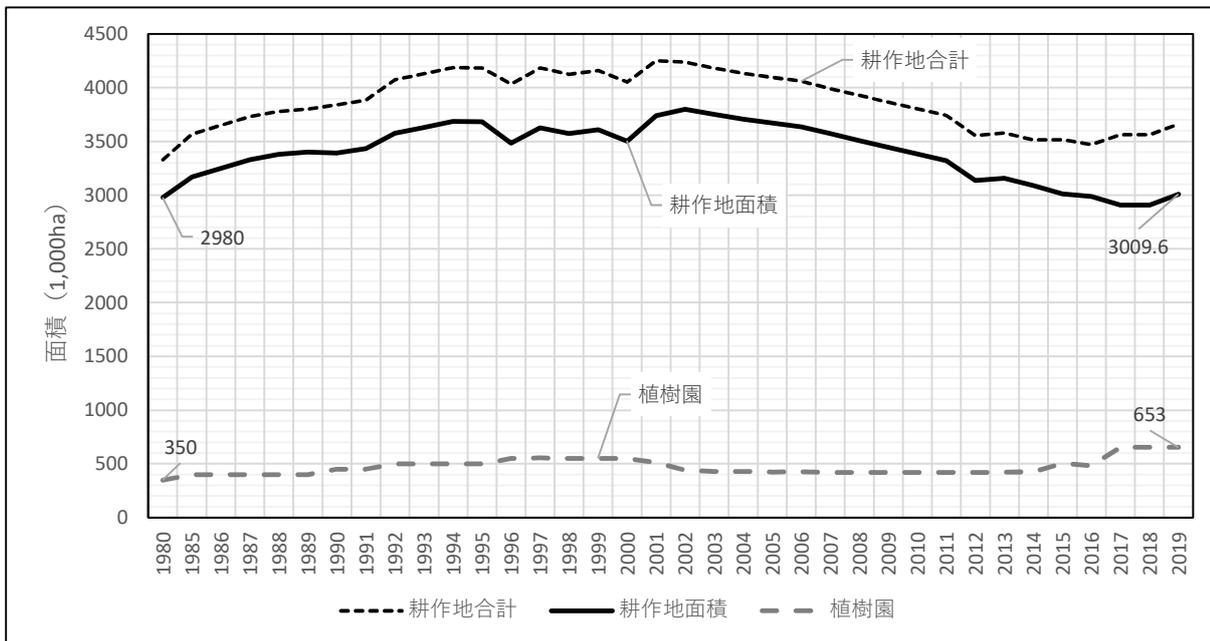
		単位 ヘクタール				
年度		2017	2018	2019	2020	2021
1	根菜類 (Tubercles and rafces)	230,577	235,696	219,991	183,474	189,962
	ジャガイモ (Pope)	6,765	6,162	6,319	5,570	4,925
	サツマイモ (Sweet potato)	47,617	55,040	42,575	33,453	37,046
	芋 (Malanga)	11,401	13,920	11,313	6,951	5,895
2	バナナ (Banana)	88,150	87,569	109,791	99,905	105,010
	Fruit	24,047	24,635	39,841	36,095	35,378
	Vianda(食用、調理用)	64,103	62,934	69,949	63,811	69,631
3	野菜 (Vegetables)	193,799	210,424	178,516	152,189	162,860
	トマト (Tomato)	48,713	46,395	37,283	25,079	28,785
	タマネギ (Onion)	8,593		7,454	6,636	6,631
	ピーマン (Bell pepper)	8,650	7,277	8,951	7,622	8,338
4	穀物 (Cereals)	270,169	257,420	245,374	203,200	191,392
	米 (Wet paddy rice)	112,356	133,716	117,109	74,596	66,518
	メイズ (Maize)	157,813	144,704	128,265	128,604	126,035
5	豆類 (Legumes )	118,410	147,560	98,839	73,096	67,319
	豆 (Beans)	118,410	147,560	98,839	73,096	67,319
6	タバコ (Tobacco)	19,423	18,767	15,868	15,427	13,811
7	柑橘類 (Citrus)	14,267	11,079	14,182	10,137	9,726
	オレンジ (Sweet orange)	6,272	4,620	5,784	3,804	3,790
	グレープフルーツ (Grapefruit)	5,119	3,358	4,611	2,594	2,152
	レモン (Lemon)	1,209	601	664	594	649
8	その他フルーツ (Other fruits)	80,166	70,746	120,780	120,660	113,203
	マンゴー (Mango)	33,012	23,058	48,833	32,212	31,812
	グアバ (Guava)	8,893	10,500	14,978	15,576	16,425
	パパイヤ (Fruit bomb)	6,759	5,973	10,281	8,217	4,388
9	カカオ (Cocoa)	2,535	2,434	3,230	2,749	2,656
合計		1,017,496	1,041,695	1,006,571	860,837	855,939

出所：キューバ統計年鑑 2021 (ANUARIO ESTADÍSTICO DE CUBA 2021 Territorio Edición 2022) "年鑑の表 9.7 を編集している。合計値は 1~9 の種類の合計を示す。



出所：キューバ統計年鑑 2021、表 9.5 を編集し作図

図 2-3-22 サトウキビの耕作面積、生産量、単収の推移



耕作地：単年作物が収穫される土地の面積、植樹園面積：永年作物を栽培・収穫している土地の面積  
出典：FAO データより作図

図 2-3-23 耕作地面積の推移 (1980年～2019年)

表 2-3-16 土壌の農業生産性分類

単位：1,000ha

県	生産性				合計
	非常に高い	高い	中程度	低い	
Pinar del Río	45	173	233	303	753
Artemis	51	69	151	53	323
Havana	5	11	8	5	29
Mayabeque	71	53	77	71	272
Matanzas	214	106	123	311	753
Villa Clara	102	113	143	390	749
Cienfuegos	88	81	68	155	392
Sancti Spíritus	113	111	99	222	545
Ciego de Avila	203	65	81	158	508
Camagüey	224	201	281	404	1,109
Las Tunas	108	109	114	260	591
Holguín	13	112	191	548	863
Granma	66	70	113	306	555
Santiago de Cuba	75	118	86	310	589
Guantanamo	47	35	26	466	574
Isle of Youth	15	25	17	47	104
合計	1,437	1,454	1,812	4,008	8,709
割合 (%)	16	17	21	46	100

出典：キューバ統計年鑑 2021 表 2.23 を編集

### 農業人口

キューバの統計年鑑によれば、表 2-3-17 に示すように農林業人口は 2021 年時点で 77.4 万人であり、就業人口全体の約 17%を占める。2017 年から 2021 年までの短期的な人口変化はほとんどないと考えられる。

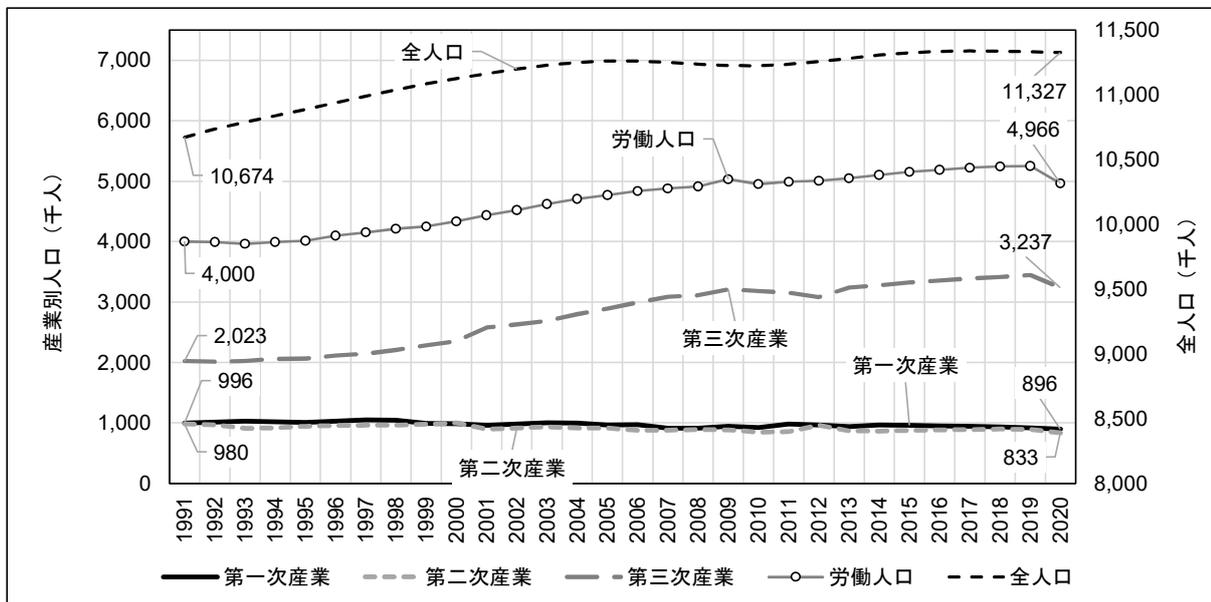
図 2-3-24 は産業別人口（世銀、ILO データ）の推移を示すものであり、1991 から 2020 年までに第一次産業は 10 万人減、第二次産業は 15 万減となっているのに対して第三次産業は 121 万人増加している。全体の就業人口は 96 万人増加しているため、第一次、第二次産業から第三次産業への流動があったことになる。このことから、長期的には農業人口は長期的には緩やかな減少傾向にあると考えられる。さらに、IAgric への聞き取りによれば、農業従事者の高齢化が進んでいる実態があるため、現在の担い手が引退することにより、将来的に農業人口減少が進むと予想される。

表 2-3-17 産業別就業人口

単位：千人

年	2017	2018	2019	2020	2021
農業、畜産業、狩猟、林業	782.9	783.6	792.4	802.5	774.5
就業人口に占める農林業の割合	17.5	17.5	17.3	17.3	16.8
漁業	23.8	22.6	26.0	26.3	32.2
鉱業・採石業	21.8	21.5	22.0	22.3	21.9
砂糖産業	50.4	47.3	47.6	48.2	47.8
製造業（製糖業を除く）	361.1	356.6	351.4	355.9	351.5
電気・ガス・水道	83.1	83.4	94.1	95.3	93.4
建設業	262.3	255.9	261.1	264.4	249.4
貿易；身の回り品の修理	465.4	465.3	480.7	486.8	486.4
ホテル・レストラン	287.9	273.0	267.2	270.6	264.2
運輸・倉庫・通信業	295.9	315.6	322.1	326.2	297.8
金融仲介	35.4	34.7	31.7	32.1	31.9
ビジネスサービス、不動産、賃貸、リース	60.4	66.0	72.8	73.7	97.8
行政、防衛、社会保障	297.2	282.1	295.7	299.5	316.5
科学技術イノベーション	22.4	26.4	29.6	30.0	30.5
教育	484.3	463.3	475.6	481.7	487.0
公衆衛生・社会福祉	483.1	478.0	506.8	513.3	536.5
文化・スポーツ	167.7	155.0	157.9	159.9	150.9
その他のサービス業	289.7	352.4	350.5	355.0	348.9
合計	4474.8	4,482.7	4,585.2	4,643.7	4619.1

出所：キューバ統計年鑑 2021（ANUARIO ESTADÍSTICO DE CUBA 2021Territorio Edición 2022） 表 7.3 を編集している



出所：世銀、ILO データ

図 2-3-24 産業別就業人口の推移（1991年－2020年）

## 農家の収入

農家の収入は土地所有、加入している組合の種類により様々であり、一概に平均を出せないためケースに分ける。なお、土地を所有する個人農家については、収入の入手が困難なため省略する。

### ① 政府、公社における賃金

農業従事者が国営農場や公社等に所属する場合は賃金が支払われるが、この参考金額を表 2-3-18 に示す。

表中の農業、畜産業、狩猟、林業の項目の金額を適用するものとし、

農業従事者の給与は、 3,352 ペソ/月

が参考金額となる。

2020 年 12 月 10 日に二重通貨制度の廃止が発表され、2021 年 1 月 1 日から適用された。キューバでは 1994 年から 1 ドル=1 ペソの交換レートを持つ「兌換ペソ (CUC)」と、一般の労働者が受け取る賃金、公共料金や配給物資の支払いに使われる外貨交換できない「非兌換ペソ (CUP)」の 2 種類の通貨が流通していた。制度廃止に伴い、非兌換ペソの CUP 1 通貨に統一された。2021 年の賃金が数倍に上昇しているのは、通貨制度変更の影響による物価上昇に備えて公的部門労働者の賃金を上昇させたことが原因である。

表 2-3-18 政府及び事業体の業種別平均月間賃金

業種	年				
	2017	2018	2019	2020	2021
農業、畜産業、狩猟、林業	1,027	921	887	1,043	3,352
漁業	850	958	843	1,121	4,201
鉱業・採石業	1,219	1,423	1,481	1,983	7,698
砂糖産業	1,236	990	1,062	1,553	3,679
製造業（製糖業を除く）	1,037	862	936	1,145	3,728
電気・ガス・水道	800	884	1,016	1,199	4,532
建設業	971	1,539	1,597	1,853	3,930
貿易；身の回り品の修理	722	689	655	857	3,513
ホテル・レストラン	546	516	529	722	3,696
運輸・倉庫・通信業	828	882	868	1,094	4,286
金融仲介	1,048	1,199	1,206	1,567	3,990
ビジネスサービス、不動産、賃貸、リース	730	847	961	1,235	4,224
行政、防衛、社会保障	549	527	800	1,336	4,228
科学技術イノベーション	987	981	1,036	1,403	4,548
教育	533	538	783	1,242	4,111
公衆衛生・社会福祉	833	808	965	1,281	4,054
文化・スポーツ	531	503	751	1,132	3,992
その他のサービス業	532	665	692	997	3,330
平均値	832	874	948	1,265	4,172

出所：キューバ統計年鑑 2021 (ANUARIO ESTADÍSTICO DE CUBA 2021 Territorio Edición 2022)

表 7.4 を参照、編集している

## ② 企業での期間労働

砂糖企業グループ（AZCUBA）の関連企業（サトウキビ栽培）において雇用する期間労働者（栽培、収穫）の賃金の一例は、以下のとおりである。

- 労働者日給：200～300 ペソ/日  
（ただし、収穫時期については、単価の増額がある。）
- 収穫量に伴うボーナス：50,000 ペソ  
（収穫量が多い場合に支払いが発生する）

## 農家の経費

営農時の経費には、揚水ポンプ用の電気代、農業機械の燃料費、水使用量に対する水価、施設のメンテナンス費用がある。

ある農家への聞き取りでは、水価は月額で 800 ペソに対して電気代が 20,000 ペソであり、水価は安く抑えられている一方で、電気代の負担が大きいとの回答があった。最近では、電気代の単価が上昇しており、さらに負担が増している。また、別の農家では経費のうち農地の均平化作業に係る費用が最も負担が大きいとの回答があり、レベリングマシンの燃料費が負担となっている。

## 主な市場等

キューバでの農産物の販売は、農産物の出所に応じて、販売形態や価格が様々である。一般消費者向けの小売市場としては、主に以下のものがある。

- 国営の農業市場：国が供給量に規制をかけ、コントロールする市場。ハバナのような大都市では毎日開催される。
- 国の管理下にあり場所を賃貸する市場：協同組合や個人農場が場所をレンタルすることができる。値段設定は各出品者による。
- 農業市場：価格は需要と供給の関係で決定される。
- 協同組合や農業生産者自営業者に営業場所が貸与される市場
- EJT マーケット（青年労働軍（EJT）<sup>3</sup>の生産物を取り扱う市場）

これ以外には、道路沿い等でワゴン販売を行うなど小規模な小売形態がある。2021 年に農産物の商業化に関する政令 35 号（GOC-2021-437-O49）により、農産物の卸売、小売販売に関するルールが改正された。農家や協同組合が直接市場に販売することが許可されることになった。このルール改正の目的は、農産物の流通における機能不全により生産者、販売者、消費者に不利益を及ぼしており、これを改善することにある。また、多岐にわたる関係者が農産物の流通/販売に関わり、新たな市場を作ること、農業生産量の増加につながることも期待される。

---

<sup>3</sup> 1973 年に創設された EJT は地上部隊の一部であり、キューバ経済と社会に貢献する生産的な活動（農業、住宅建設、線路補修、コミュニティサービス）を行う組織。活動として、コーヒーの収穫、ハリケーンの後始末、国有施設の建設、さらには砂糖の収穫、高速道路の整備、ダムの工事などがある。

政令 35 号ではホテルやレストランなどの観光関連企業への農産物の供給は農産物卸売市場を通しておこなわれるとされていたが、2022 年の政令 34 号（GOC-2022-305-O34）では農業生産者及び関係者（企業、農業協同組合、土地所有者、用益権所有者、その他の農業生産者）は、一部製品を除き、農業生産物を観光関連企業に直接販売することが可能となった。関係者への聞き取りによれば、これらの施策により、国営の市場と民間の市場との価格差が小さくなったとの指摘もある。

#### (4) 農業水利施設の状況

##### 農業水利施設や農地の所有者

国営農場や協同組合型生産基本単位（UBPC）に所属する農地及び農業水利施設は、国の所有物となる。ただし、UBPC は土地を無償で貸与されている状況である。

農業生産協同組合（CPA）に所属する農家は、農地や水路、ポンプ、農業機械等の資本財を組合に提供しており、これらは組合の所有物となる。

信用サービス協同組合（Credit and Service Cooperative、以下 CCS という）に所属する農家は、土地及び資本財の所有権は個人に帰属する。

##### 運用・維持管理の状況・管理者・体制・能力

水路やポンプ、農業機械など、農業資本財に関する維持管理は所有者が行うことが原則である。砂糖企業グループ（AZCUBA）のように大規模な組織では、施設の維持管理の担当が配置されるが、個人農家では雇用者数人のケースが多く、施設の維持管理の役割が明確になっていない。

訪問した個人農家では、問題が生じたときに施設を直すなど、事後保全を行う状態であり、定期的な水路のメンテナンス等は実施していない。

##### 運用・維持管理に係る経費・予算

AZCUBA では、農業機械や灌漑施設などの運用、維持管理に係る必要経費を予算化している。個人農家では、特に維持管理のための予算を準備していない。費用の確保については、CCS のように協同組合に所属している場合、融資を受けることができる。

##### 電力事情等

キューバは、総発電量の 95%<sup>4</sup>を石油・天然ガスを燃料とした火力発電で供給している。キューバ統計年鑑 2021（表 10.14）によると、総発電量の約 19%を送配電により損失しており、日本の送配電ロス率 5%未満<sup>5</sup>に比べると損失が大きい。

灌漑用水の水源に地下水を利用する農家では、揚水用のポンプ稼働するために電気を必要とする。アルテミサ県の農家の事例では、水価 800 ペソ/月に対して電気代が 20,000 ペソ

<sup>4</sup> 米国エネルギー情報局（EIA）データより。残りの発電比率は、太陽光、バイオマス、水力などの再生可能エネルギー発電が 5%である。

<sup>5</sup> 東京電力ホームページ <https://www.tepco.co.jp/corporateinfo/illustrated/electricity-supply/transmission-distribution-loss-j.html>

1月であり、電気代は灌漑用水の水価より高額で、電気代は値上がり傾向にある。農家によれば、6時間の電力供給と6時間の停電を繰り返すなど、頻繁に停電が生じている。灌漑用水の汲み上げを予定通りに行えない、農作業の効率が下がるなど、支障が生じることがある。

キューバの火力発電所は1970～1980年代に多く建設されたこともあり、「40～45年以上経過していること、定期的なメンテナンスや投資が行われていないこと、硫黄含有量の高いキューバ産原油を使用していること」で設備が故障することが停電の原因との指摘<sup>6</sup>もある。

このような事情から予備動力源としてポンプ稼働用の発電機を備えている農家もある。



写真 2-3-1 ポンプ用発電機

## (5) 水源と灌漑用水管理の状況

### 水源及び取水方法

本プロジェクト対象地域ではトランスファーシステムと呼ばれる長大送水システムが整備されており、水資源の豊富なマタンサス県からマヤベケ県、アルテミサ県及び首都ハバナへの送水が行われている。このため、プロジェクトエリアであるアルテミサ県やマヤベケ県の農家では、灌漑用水の水源として、トランスファーシステムにより運ばれた表流水を水源として利用するケース、農場付近の地下水を水源とするケースもある。

地下水を利用する場合、農家は個人所有（または協同組合所有）の灌漑用井戸を使用するが、すべての井戸は政府への井戸登録が義務づけられている。また、井戸の新規掘削については許可が必要となる。

井戸からの揚水量を計測する責務は水供給者である EAH にあり、流量計の設置を行う必要があるが、予算不足から灌漑用井戸への計器設置は進んでいないのが実態である。国連開発計画 (UNDP) の支援プロジェクト<sup>7</sup>における水資源管理の実証実験として、マヤベケ県のモデル農家による節水灌漑を取り入れた農業生産が行われた事例がある。EAH が灌漑井戸に流量メーターを設置し、農家は井戸揚水量を毎日計量し、自らの使用水量を記録したが、メーター設置は UNDP の資金援助によるものである。一方で、現地調査においては、一般的な農家で灌漑用井戸でメーターを設置した事例は確認できなかった。灌漑用井戸にはメーターが設置されていないため、灌漑用井戸では取水量のモニタリングは行われていないものの電動ポンプで揚水している場合は、ポンプ稼働に係る電気量、稼働時間、ポンプの能力から揚水量を推定することは可能とのことである。

<sup>6</sup> ニュース記事 (<https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-62187814>) による

<sup>7</sup> 節水灌漑の実証実験を行ったのは「マヤベケにおける水資源の統合管理の支援にかかるプロジェクト」（期間 2015 年～2021 年）である。これは、UNDP プログラム「キューバの砂漠化と干ばつに対処するための国家行動計画を支援する持続可能な土地管理のための国別連合計画 (CPP-OP15) (2008～2024 年)」のプロジェクトの一つである。

一方で表流水についても、水供給者側はダムなどの供給施設における放流量を把握していても、灌漑用水利用者側での水使用量の計測は行われていないため、正確な水使用量の把握は困難な状況である。

農家が使用する灌漑用水の水量は国が定めた許可水量（上限値）に基づくため、それ以上の水の使用はできない。その一方で農家は自分が使用している水量を把握できていないため、本当に作物に必要な適量を与えているかの確認ができない。これは水供給者側にとっても大きな課題である。INRHは、定期的に作物に必要な水使用量の基準値の改定の責務を負うことから、作物の単位水量の妥当性を検証するために、正確な灌漑用水量を把握することが必要となる。

### 灌漑用水量とその分配

法律第124号第46条には、キューバ国内の水使用に係る優先順位が示されており、①生活用水、②畜産用水、③衛生用水、④農業灌漑及び食料生産、⑤その他産業、⑥貯水池や池での養殖、エビ養殖、⑦環境用水、⑧レクリエーションの順序となる。ただし、この優先順位は、長期の干ばつ、水質への影響、生態系の保護、環境影響などの理由で修正される。

灌漑用水量については表 2-3-19 より、水総使用量の 50%程度を使用しており、使用用途の中で最も多い。

表 2-3-19 用途別取水量

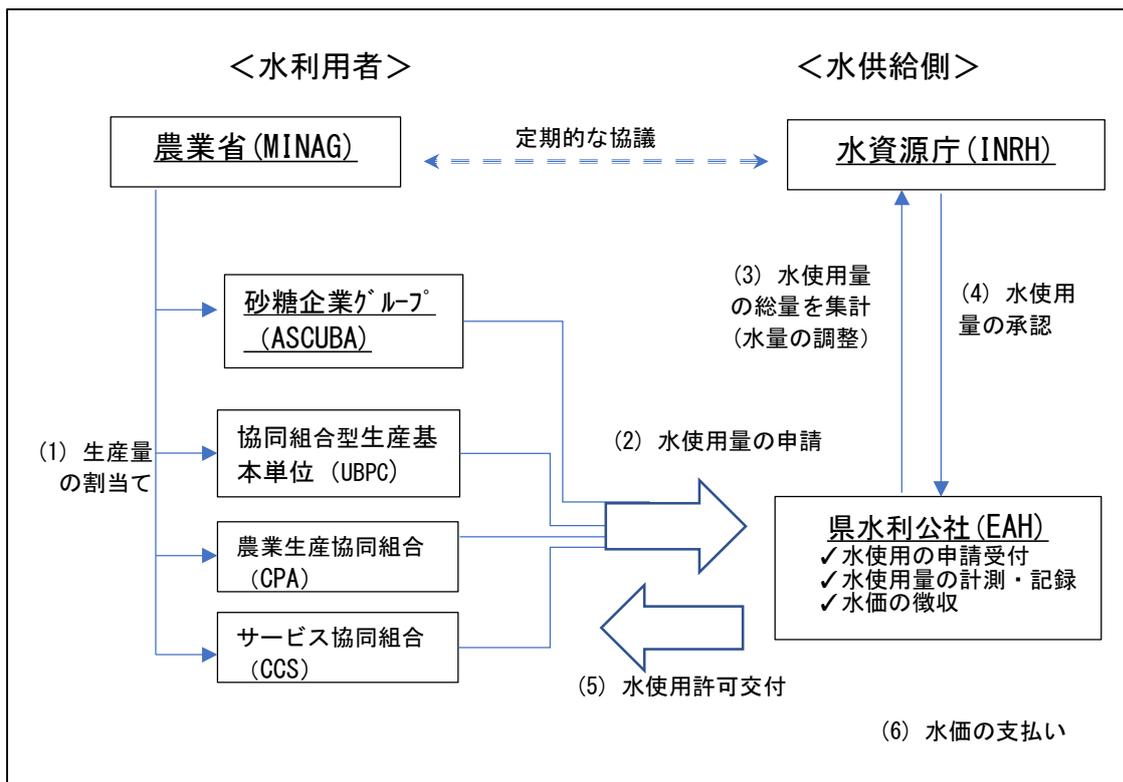
		単位 百万m3				
年度		2017	2018	2019	2020	2021
1	表流水取水量	3,877	4,411	4,303	4,296	3,866
2	地下水取水量	2,784	2,973	2,773	2,372	2,578
3	合計取水量	6,661	7,384	7,076	6,668	6,444
	取水量の内訳(3の内訳)					
	水供給企業 (ISIC 36)	1,605	1,614	1,587	1,525	1,557
	農業、家畜、森林、漁業 (ISIC 01-03)	3,420	4,108	3,755	3,539	3,093
	内訳：灌漑用水	3,204	2,858	2,549	2,403	2,355
	電気、ガス、蒸気、空気清浄の供給 (ISIC 35)			5	5	
	内訳：電気事業			5	5	
	その他経済活動	1,547	1,575	1,653	1,527	1,718
4	利用可能水量	6,705	7,428	7,120	6,715	6,490
5	水輸送中の損失量	1,079	1,093	1,195	1,132	921
6	水の総使用量 (6= 4-5)	5,626	6,335	5,925	5,583	5,569
	使用量の内訳					
	家庭 (飲料水、生活用水)	435	533	499	507	511
	農業、家畜、森林、漁業 (ISIC 01-03)	3,185	3,777	3,532	3,322	3,477
	内訳：灌漑用水	2,971	3,150	2,946	2,771	2,886
	総使用量に占める割合 (%)	53	50	50	50	52
	工業		103			
	電気、ガス、蒸気、空気清浄の供給 (ISIC 35)					
	内訳：電気事業					28
	その他経済活動	1,874	1,864	1,744	1,637	1,431

出所：キューバ統計年鑑 2021 (ANUARIO ESTADÍSTICO DE CUBA 2021 Territorio Edición 2022) 表 2.17 を参照、編集している。上表内の取水量の数値は年鑑のとおりである。

農家は作物栽培の灌漑揚水を利用するためには、国に対する使用許可申請が必要である。申請手続きの流れを図 2-3-25 に示す。毎年の農産物の生産目標は農業省 (MINAG) が立案し、各生産主体に生産量を割り当てる。これに対して各生産主体は使用水量を決定し、個々の農家または農家が所属する協同組合から INRH 所管の県水利公社 (EAH) に対して使用量

を申請する。EAH はすべての水利用主体（飲料水、農業、工業などすべての用途を含む）、からの要求量を集計した上で、必要に応じて水量の調整を行う。水使用量の最終的な決定は EAH の上位機関である INRH が承認（承認作業は毎年 10 月～11 月）し、次年度の使用量が確定する。

EAH から許可交付により、各生産主体は許可された水量の範囲内で水を使用する。許可水量に対して、実際の使用量がこれを下回る場合には農業省から水利用者に対して褒賞がある一方、使用量を超える場合には罰則がある。



出所：調査団で作図

図 2-3-25 農業用水の用水量申請・承認の模式図

表 2-3-20 は作物毎の水消費量指標であり、作物栽培に使用する水量を決定する基準となる数値である。各県毎に定められた数値が異なるため、数値に幅がある。また、灌漑の方法には、重力灌漑、パイプ灌漑、スプリンクラー、点滴灌漑など様々な方法があるが、方法毎に効率係数が定められている。水消費指標と効率係数、耕作面積を用いて使用水量が決定される。

農業用水は、人間の生活用水より優先度が低いものの、INRH への聞き取りでは、近年申請した要求水量に対して、水量を減じて許可される事例はないとのことであり、灌漑用水は要求量が確保されている状況である。

表 2-3-20 作物別の水消費量指標

作物	水消費量指標 (m <sup>3</sup> /ha)
米	7,858～11,849
さとうきび	2,930～7,820
タバコ	1,300～2,100
コーヒー (平地)	2,406～8,531
コーヒー (山)	2,113～6,020
トマト	3,700～4,700
とうもろこし	4,800～6,400
豆	2,800～3,300
レモン	6,118～9,152
オレンジ	4,392～6,739

出所：GOC-2020-557-061 INRH 決議 17/2020 より編集

#### 農業用水の水利権制度について

日本では、河川は公共用物であり、流水は私権の目的となることができないことが河川法第 2 条で定められている。このため流水の使用権は河川管理者の管理の下に置かれることになる。ただし、水利用の長期継続という事実（慣行）をもとに社会的に承認された権利として慣行水利権がある。これは旧河川法（明治 29 年公布）施行以前からの取水実態があつて、現行河川法による許可を受けたものとみなされている。従つて、日本において流水を継続的・排他的に使用するためには、「慣行水利権」か、河川管理者からの流水占用の許可を受ける「許可水利権」のいずれかが必要となる。

一方で、地下水については、「水循環基本法」第 3 条第 2 項において、「水が国民共有の貴重な財産であり、公共性の高いものである」とされており、地下水を流水と同列に扱えと解することができる。また同 3 条第 3 項では「水の利用に当たっては、水循環に及ぼす影響が回避され又は最小となり、健全な水循環が維持されるよう配慮されなければならない。」とされており、これが維持されない地下水の利用は認められないとの準則が見いだせる一方で、流水の管理を定めた河川法にあたる法律がないため、地下水の扱い（権利）については曖昧さが残る。

これに対して、キューバにおいては、法律第 124 号第 3 条において水資源は国に帰属することが示されている。このため水の分配や管理は国の責務であり、一元的に管理されるものである。毎年の国内の水使用量は、国が策定する水利用（配分）計画に基づく。このことから、農業用水について日本のような慣行水利権は認められておらず、全てが許可水利権による用水確保となる。

#### 2-3-4 上水分野

##### (1) 主要な開発方針、課題

ハバナ市の水道の開発方針・課題は以下のとおりである。

- 配水池からの配水量 523 百万 m<sup>3</sup> に対して 303 百万 m<sup>3</sup> は漏水による無効水と言われている。したがって、漏水率は 60%程度と見積もられる。これをハバナ市の給水人口

で割った場合は、1人当たりの給水量は103ℓ/人日となり決して十分な給水量とは言えない。

- 国家の中長期計画に漏水対策や給水時間の延長が盛り込まれている。ハバナ市の将来的な水源の拡張に関し、INRHとAgua de la Habanaはハバナ市の水道管路の延長やリハビリを計画しているが、新規の水源開発は計画していない。水源の新規開発の代わりに60%以上と言われている漏水の改善と水利用の効率化によって水源開発を行わずに将来の水需要の増加に対応する方針である。実際、過去4年間のハバナ市の給水量は減少傾向である。
- 2000年までは漏水した水道管の布設替のための水道管をヨーロッパから輸入していた。水道管の輸入代替を進め国内生産に移行したところ、原料の高密ポリエチレンの輸入が必要となった。パイプ価格は日本の4~5倍であり、アメリカから原料が輸入できれば価格は下がる。2017-18年はある程度漏水の修復が進んだが、2019年以降アメリカの制裁で原材料の輸入が止まり漏水修復が難しくなっている。
- 漏水は家庭内でも発生している（蛇口、つなぎ目など）。これらの機器の価格が高い一方で水道料金水準が低く設定されているので、漏水を防ぐよりも漏水を続ける方が安上がりとの側面もある。一般家庭への水道メーター設置によって節水する方法もあるが現況の給水メーターの導入率は低い。水道メーターの一般家庭への導入は経済制裁による資金面で困難である。

## (2) ハバナ県・首都圏及びプロジェクト対象地域での給水サービスの管轄機関・責務、水道事業体の形態・責務

プロジェクト対象地域の水道事業はINRH及びOSDE-AySが担当している。ハバナ市に関してはコンセッション契約によってAgua de la Habanaが水道事業を運営している。契約の形態として、水道施設の運転、水の供給、料金の徴収による経費回収、水道施設の小規模な維持管理の実施である。大規模な施設整備のように高額な投資を必要とする事業はINRHが担当する。Agua de la Habanaは2021年以前は2重料金制度をとっていた。すなわち、水道料金はペソとUS\$の2本立てであり料金に大きな格差があった。一般市民からはペソで定額制料金を徴収し、US\$の収入があるホテル・企業・事務所などの大口使用者からはUS\$による従量制で徴収していた。2021年に料金制度も変更され、全てペソで徴収されることとなったが、定額制と従量制の2重料金体系の枠組みが残ったままであり、大口水使用者からの高額な水道料金から得た利益を一般市民の水道料金に補充することによってAgua de la Habanaの水道事業が成り立っている。

ハバナ市以外の地域では、INRHの地方水道局（EAA、EAAL）が水道事業を担当している。事業の形態として、水道施設の運転、水の供給、料金の徴収による経費回収、水道施設の維持・管理と施設整備である。水道事業の実態としてマヤベケ市で聞き取ったところ、平均給水量は40ℓ/人である（生活+工業用水+病院）。一般家庭は定額制でありメーターの設置率は低い。工業用水・事務所・商業揚水の87%にはメーターが設置されており従量制である。従量制の場合の水道料金は累進制であり使用量が増えるにしたがって単価は増加する。料金支払いは生活用水も工業・商業用水もすべてペソによる。水道料金の単価・算定方法は全国共通である。

(3) ハバナ県・首都圏及びプロジェクト対象地域での給水サービスの概況

ハバナ市の水道サービスの概要を表 2-3-21、表 2-3-22、表 2-3-23 に示す。表に示された数値から、ハバナの給水率は高いものの時間給水が多く、市民に十分な水が届いていないことが伺われる。給水区ごとの給水レベルに格差があり、東部給水区は優れており、中央と南部は中程度、西部給水区は遅れている。利用は不明であるが漏水の程度に影響されている可能性がある。

表 2-3-21 ハバナ市の給水人口

給水区	給水人口	共同水栓	各戸給水人口
中央給水区	683,073	4,544	682,135
西部給水区	458,574	7,759	446,749
南部給水区	405,334	12,262	387,717
東部給水区	585,413	10,705	564,870
全体	2,132,394	35,270	2,081,471

出所：DPRH ハバナの資料より調査団作成

表 2-3-22 ハバナ市の給水時間

給水区	給水時間							水道メーターあり、8時間以下の給水(人)
	24時間給水(人)	毎日		隔日		平均給水時間(時間)	3～10日毎の給水	
		12時間以上(人)	12時間以下(人)	8時間以上(人)	2日毎～8時間給水(人)		3日毎の給水(人)	
中央給水区	0	82,120	312,980	4,185	282,849	7.26	0	180,365
西部給水区	6,493	27,217	25,264	36,835	350,939	5.77	0	
南部給水区	51,226	71,882	43,824	5,035	80,303	8.86	135,446	
東部給水区	50,527	83,056	19,509	36,292	375,487	8.10	0	
全体	108,246	264,274	401,577	82,347	1,089,581	7.47	135,446	

出所：DPRH ハバナの資料より調査団作成

表 2-3-23 ハバナ市の給水サービスと SDG6.1.1 指標との関係

給水区	SDG6.1.1 を満たす給水人口	給水区の人口に対する比率(%)	SDG6.1.1 を満たす比率(%)
中央給水区	399,285	58%	70
西部給水区	95,810	21%	
南部給水区	252,271	62%	
東部給水区	564,870	96%	
全体	1,492,601		

出所：DPRH ハバナの資料より調査団作成

(4) ハバナ県・首都圏及びプロジェクト対象地域での給水施設の概況、運営維持管理、水源及び各水源からの送水量等

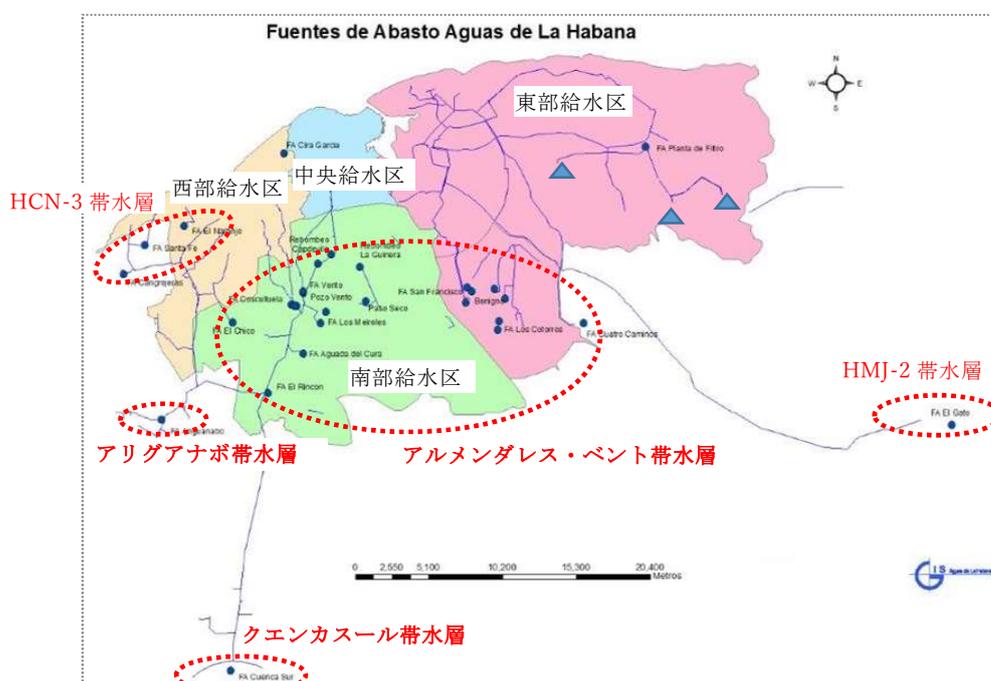
ハバナ市の都市水道システム

ハバナ市上水道は4つの給水区（西部、中央、南部、東部）に区分される。各給水区、給水人口、水源を表 2-3-24 と図 2-3-26 に示す。

表 2-3-24 ハバナ市の給水区、給水人口及び水源

給水区	給水人口	水源
中央	683,073	アルメンダレス・ベント帯水層 (HAV-2) 及びクエンカスール (HS-3、4) 帯水層の地下水を水源とする。アルメンダレス・ベント帯水層に位置する 5 カ所の湧水池、クエンカスールに位置する 13 本の井戸から送水管によってハバナ市のパナチネ貯水地に送水している。地下水を塩素処理のみで給水している。
西部	458,574	アリグアナボ帯水層 (HAV-1) と HCN-3 帯水層の地下水を水源としている。アリグアナボ帯水層に位置する 15 本の井戸と HCN-3 帯水層に位置する 7 本の井戸の地下水を塩素処理のみで給水している。
東部	585,413	ハルコ帯水層 (HMJ-2) 地下水と表流水を水源とする。地下水は Al Gate 井戸群 (17 本) から送水し塩素処理のみで給水している。表流水源はハバナ市東部の帯水層として区分されていない地域に位置する 3 つの貯水池 (La Cooa、La Zarza、Baouranao) を水源とし 1 箇所の浄水場で処理後に送水している。
南部	405,334	アルメンダレス・ベント帯水層の地下水を水源としている。Ejercite Rebelde 貯水池の下流に配置された井戸群 (10 本) から取水し配水している。地下水を塩素処理のみで給水している。
合計	2,132,394	-

出所：調査団作成



出所：調査団作成

図 2-3-26 ハバナ市の給水区、水源、帯水層の関係図

図 2-3-26 に示すとおり、ハバナ市の水道は以下に示すプロジェクト対象地域に分布している主要な帯水層の地下水を広範囲から送水し供給している。

- アルメンダレス・ベント (HAV-2)
- アリグアナボ (HAV-1)
- クエンカスール (HS-4)
- HCN-3
- HMJ-2

ハバナ市の水道の 95%は地下水、5%が表流水を水源としている。地下水の場合は、多くの井戸を狭い範囲に高密度で掘削し揚水した場合、井戸の干渉効果によって地下水位の低下が増幅されるため、1つ井戸群の規模を小さくして井戸群を広域的に分散することが原則であり、ハバナ市の場合はこの原則に沿って井戸水源を分散させている。

#### 水源の動向

アルメンダレス・ベント帯水層は近年地下水位が一定しているがアリグアナボ帯水層の地下水位が連続的に低下しているとの指摘がある。帯水層からの取水量が涵養量を超えているのが原因と考えられる。地下水位の長期的な動向に関しては、2-3-1 でも述べたとおり、担当機関・技師ごとに解釈が微妙に異なるためその傾向（低下、一定、上昇）を客観的に評価する必要がある。例えば、各地点の井戸の水位データを比較・検討するとともに観測地点の周辺にある生産井戸の有無やその運転状況、降雨量の経年変化などを総合的に判断し地下水位の長期的傾向を判断すべきである。当面は帯水層のモニタリング網を増強して帯水層の水位を監視しつつ取水量を管理する必要がある。

#### 水質

ハバナの水源はその 95%が地下水を水源とし、塩素の注入のみで水質処理を行っている。井戸水源の近傍で塩素を注入しハバナ市まで送水している。井戸水源からハバナに至る途中で配水・給水するケースがあるため水源井戸の近傍で消毒を行っている。ハバナ市の東部給水区の一部では表流水を水源としており浄水場で処理している。石灰岩の帯水層の地下水を使っているため、炭酸カルシウム (CaCO<sub>3</sub>) 濃度が高いが現在までのところハバナの水道の水質に関する問題はない。

#### ハバナ以外の水道水源

ハバナ市以外の水道施設としてマタンサス市の都市水道を視察した。マタンサス市の都市水道はマタンサス市の水道公社が運用している。マタンサス市には 4 カ所の水源がありすべて流域（帯水層）MI に所属する。MI 流域は、HAG 流域の東側に位置する流域であり HAG 流域と連続している。マタンサス市には 4 カ所の水源がありこのうちの最大水源であるベイヤー井戸群を視察した。計画揚水量は 60,800m<sup>3</sup>/日であるが、現在 31,200m<sup>3</sup>/日で運転している。水源井戸群の 10 本の井戸のうち 4 本が現在運転している。他の 6 本の井戸は電力不足が原因で現在は運転していない。井戸群の地下水位は地表付近にあり井戸の深さは 60～80m、井戸径は 20～30cm である。24 時間 365 日運転している。井戸群から高架水槽に送りそこからマタンサス市の中央貯水池まで重力式で送水している。他の 3 箇所の水源で

は井戸群から井戸の水中ポンプで直接マタンサス市の中央タンクに送水している。この水源井戸で地下水に塩素ガスを注入している。市の中央タンクでは塩素の注入はない。他の3箇所の水源でもそれぞれ塩素を注入してから送水している。4つの水源からの合計送水量は52,000m<sup>3</sup>/日である。

## 2-4 行政やセクター、関係機関の連携メカニズム

### 2-4-1 地域開発計画策定プロセス

#### (1) 条例 No. 33 「地域開発の戦略的管理」

##### 条例 No. 33 の概要

条例 (Decree) No33 「地域開発の戦略的管理」が、2021年4月16日に公布された。地方分権促進の考え方にに基づき、地域の資源と可能性を活用することにより地域開発を進めることを目的として、県レベルと市レベルの開発計画と開発プロジェクトの作成・実施の進め方を示している。

地域開発は以下の原則に従い促進されなければならないとしている。

- 地場資源の動員
- 社会正義、公平性、平等、人々の参加、人々の権利、満たされた状態 (wellbeing)、個人的・集团的繁栄の尊重
- 地方自治
- 国家、セクター、地域の利害の調和
- 進歩する可能性を有する関係者のネットワーク
- 政府、大学、科学・技術改革の推進者、予算権限者、コミュニティの戦略的連携
- 人的資源、科学、革新、適正技術の促進
- 地域開発を支える物理的計画
- SDGs その他の国際的合意のローカル版

##### 県・市開発戦略の作成

市開発戦略は、市行政委員会が策定・実施・評価・改訂の責任を負い、市議会に対して報告する。県開発戦略は、県知事が策定・実施・評価・改訂の責任を負い、県議会に対して報告責任を有する。

市・県開発戦略は、以下の項目を含む。

- 地域開発・都市開発計画
- 経済計画
- 予算
- その他

### 地域開発プロジェクト

市・県開発計画の実現のために、対応する地域開発プロジェクトを形成する。実施促進者は、市・県開発戦略の実施を目的として市行政委員会及び県知事が設置する担当部署に対して申請書を提出する。申請書は以下の項目を示さなければならない。

- 地域開発プロジェクトの一般的情報
- 解決すべき問題状況の分析
- 提案内容の正当性
- 目的、結果、期待される便益
- 工程
- コストと財源
- 経済面、社会面、環境面の妥当性

申請書は、市行政委員会または県知事が承認する。承認基準は以下である。

- 市・県開発戦略で提示した優先順位と調和している
- 住民の生活水準の向上に資する
- 2つもしくはそれ以上実施主体の参加（実施主体が一つの場合を妨げるものではない）
- 地場資源の活用
- 地元住民の雇用促進

地域開発プロジェクトのタイプとして、経済・生産、社会文化、環境、組織強化、研究・技術革新などが想定される。

### 地域開発プロジェクトの財源

以下の財源オプションが想定されている。

- 地元からの寄付
- 地域開発プロジェクト用資金
- 県議会承認予算
- 国家環境基金
- 国家森林基金
- 科学・技術革新基金
- 地域科学技術革新プログラム基金（該当地域限定で承認された場合）
- 国際協力
- 地元関係者の財源
- 国家予算
- 他の海外財源
- その他

地域開発プロジェクト促進のため、様々な優遇措置が準備されている。

## 開発状況のモニタリング

経済計画省は、物理的計画研究所（Institute of Physical Planning）総裁と調整の上、地域開発指標を設定する。国家統計情報局は、地域開発指標による計測を可能とするために、市レベルの情報を収集・統合するシステムを構築する。

経済計画省は、本条例の公布後 180 日以内に、分野ごとに徐々に進める地方分権化プロセスのための初期水準について、閣議に提案を行う。

### (2) 県開発戦略の例

マヤベケ県での現地調査の際に、県側関係者から 2030 年対応の県開発戦略が策定されているという情報が得られた。

## 2-4-2 水収支及び水配分計画の策定と実施管理

### (1) 調査対象地域における水配分の状況

セクター間の水配分は毎年 EAH が実施し INRH が承認する。プロジェクト対象地域の最近 4 年間の水配分計画の内容を表 2-4-1 に示す。

表 2-4-1 プロジェクト対象地域の水配分量

地域	用途	年度ごと使用量(×10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> )		
		2019 年	2020 年	2022 年
ハバナ	給水	545	538	524
	農業	22	20	19
	工業・事務所	23	21	19
	その他	7	7	7
アルテミサ	給水	85	85	89
	農業	198	320	283
	工業・事務所	30	31	30
	その他	142	265	269
マヤベケ	給水	80	77	79
	農業	408	374	344
	工業・事務所	25	22	21
	その他	172	184	190
マタンサス	給水	158	156	174
	農業	429	418	373
	工業お・事務所	14	14	12
	その他	5	6	6

出所：EAH の水配分計画の資料より調査団作成

表に示すとおり、生活用水が全水使用に占める割合は、ハバナ（92%）、アルテミサ（15%）、マヤベケ（13%）、マタンサス（28%）である。農業用水が全水使用に占める割合は、ハバナ（3%）、アルテミサ（46%）、マヤベケ（64%）、マタンサス（70%）である。ハバナでは生活用水が水使用の大部分を占めているが、他の 3 県では農業用水が大部分を占める。また過去 4 年間の水使用の推移でみると、生活用水の使用量はほぼ横ばいであり、ハバナでは若干減少傾向を示している。農業用水に関しては、マヤベケ、マタンサス両県が減少傾向であるのに対し、アルテミサ県は増加傾向にある。

## (2) キューバにおける水配分計画の策定プロセス（法律 124）

キューバにおける水利用計画策定の大枠は法律 124 に規定されている。以下にその概要を示す。

国家水計画（National Water Plan）は、社会経済開発計画（Economic and Social Development Plan）の一部として位置付けられる。INRH は、他の中央省庁及び県議会の参加を得て国家水計画を策定し、経済計画省に提出する。閣議で承認されると 5 年間有効となる。承認後、INRH は国家水計画を各県と共有する。

今回の現地調査では、5 年を計画期間とする国家水計画の存在は確認できなかったが、2-2-1 で紹介した「国家水政策（National Water Policy）」が該当する可能性がある。本体案件で確認が必要だが、そうだとすると、国家水計画は中長期的観点から国全体の水管理に関わる課題と整備の方向性を示すという定性的な文書として位置づけられる一方で、毎年の水配分計画は、国家水計画の枠の中で、短期的な視点から毎年の水配分を定めるという定量的な文書として位置付けられる。

毎年の水配分計画プロセスは、「水収支の計算」、「配分計画の作成」、「実施管理」からなる。水収支の計算は、水利用者による水需要と供給元での供給可能水量の関係を明らかにするために行う。供給可能量は、水文・経済指標、降雨状況、供給施設等の要因を勘案し決定する。水需要は、水利用者がまず生産活動計画を作成し、それに伴う水利用（製造業、サービス、農業など）量を後述する基準に従い四半期ごとに推計・申請し、生活用水需要と合わせて総水需要量が算定される。水収支の計算結果に応じて、供給源ごとの各セクターに対する水配分が検討され提案される。

水配分計画は水源及び供給施設の運営の基礎となる。INRH 及び関連省庁は、配分計画の実施を管理し、水使用量の検証及び供給先、生産性、計画との整合などの確認を行う。

## (3) 水資源賦存量の算出（供給サイド）

毎年 8 月頃に、その年の 1 月～8 月までの降雨量を用いて翌年度の水資源使用可能量の第一案を作成する（水資源資料可能量等の確認方法は、2-3-2（2）参照）。その後 9 月から 12 月の降雨量を使って第一案を修正し 12 月に最終化する。

## (4) 水需要の算定（需要サイド）

### 水利用原単位の規定（決議 17 号）

水利用者からの申請を集計し水需要が算定され、それに基づき INRH が水収支計算を行い、水利用計画を作成するが、水利用者が申請を行う際には INRH の定めた水使用原単位基準を用いて水利用量を申請することになる。計画経済のキューバでは、諸々の財・サービスの生産についても計画が策定される。その生産目標を達成するために必要な水量を各水利用者が基準に基づいて算定し申請する。

表 2-4-2 は、2020 年の決議 17 号の中のサービス業及び製造業の品目別水利用原単位のサンプルを示す。ここでは一部の紹介に留めるが、大元の決議 17 号では、観光セクターが 7 項目、公衆衛生が 28 項目、エネルギー/鉱業が 17 項目、教育が 8 項目、文化が 4 項目、バ

イオテクノロジーが 18 項目、機器整備が 7 項目、砂糖生産が 7 項目、食料が 32 項目、建設が 80 項目、製造業が 33 項目、その他が 35 項目の合計 276 項目について水利用原単位が示されている。キューバにおける水資源管理が水利用者の末端まで行き届いていることを示している。

表 2-4-2 決議 17 号の定める製造業・サービス業の水利用原単位の例

Hotel		
5 star hotel	0.70	m <sup>3</sup> /room/day
4-star hotel	0.65	
3, 2, 1 star hotel	0.51	
Others	0.28	
Lanudry	0.00520	m <sup>3</sup> /kg
Public Health		
Surgical clinical hospital withb laundry	0.85	m <sup>3</sup> /bed/day
Maternity and nursing homes with laundry facilities	0.35	m <sup>3</sup> /bed/day
Energy/Mining		
Power generation (Russian technology)	480,000	m <sup>3</sup> /GWh
Power generation (Japanese technology)	340,000	
Education		
Kindergarten	0.050	m <sup>3</sup> /child/day
Educational institutions students interns*	0.100	m <sup>3</sup> /student/day
Culture		
Cinemas and thaters	0.004	m <sup>3</sup> /spectotar/day
Museums and cultural centers	0.003	m <sup>3</sup> /visitor/day
Sugar		
Raw sugar production	0.500	m <sup>3</sup> /ton of sugar cane
Refined sugar production	0.150	m <sup>3</sup> /ton
Food Production		
Yogurt	6,000	m <sup>3</sup> /ton
Pasta	3,000	
Construction		
Cement	1,300	m <sup>3</sup> /ton
Aqueduct pipes	5,770	m <sup>3</sup> /km
Manufacturing		
Tissue paper	100,000	m <sup>3</sup> /ton
Anmonium nitrate	7,120	m <sup>3</sup> /ton
*include all levels		
Source: INRH		

表 2-4-3 は、農業セクターについて、アルテミサとマヤベケの灌漑用水量のサンプルを示したものである。両県については、全ての作物、パターンについて同じ数値が設定されている。決議 17 号の元データでは、キューバの全 15 県について作物別の灌漑水量を示している。米が 11 パターン、柑橘類・果物が 12 作物、タバコ・コーヒーが 3 作物、飼料作物が 3 作物、食用作物が 9 作物、園芸作物が 15 作物、穀類が 7 作物の合計 60 のパターン・作物別の灌漑用水量基準を示している。自然条件等を勘案し、県により異なる数値が設定されている。

表 2-4-4 は、修復の行われていない上水施設による上水供給原単位を示している。145～470 リッター/人/日の間で設定され、都市の人口規模が大きくなるほど使用量が増加するという想定になっている。供給元の数値で、漏水等による損失を 15-20%含む数値と説明され

ている。ハバナの漏水率が60%という情報もあるので、実際の需要が表 2-4-4 に示す数値よりも大きくなる可能性が大きいものと推察される。

表 2-4-3 決議 17 号の定めるアルテミサと マヤベケの灌漑用水原単位の例      表 2-4-4 未補修の上水施設の場合の 水利用原単位

Crop	Water Consumption (m <sup>3</sup> /1,000m <sup>2</sup> )
Rice, cold dry season/sowing in dry season	11,286
Rice, spring dry season/sowing dry season	7,858
Lemon	6,630
Orange	6,150
Pineapple	635
Papaya	2,875
Tobacco	2,100
Potato 70 days	3,600
Taro	13,200
Tomato 100 days	4,100
Garlic	3,600
Pepper	2,300
Soybeans	2,800
Maize (tender)	4,800

Source: INRH

Population Size (thousand)	Water Consumption (liter/capita/day)
-2.0	145
2.0-10.0	330
10.0-100.0	410
100.0-250.0	440
250.0-500.0	460
500.0 +	470

Note: The values include loss in distribution at 15-20%  
Source: INRH

#### 地下水需要量の申請

翌年度の水需要は前年の3月～6月に間に全ての利用者（上水・農業）から必要水量と必要期間（日数）が提出され EAH が集計する。水需要の要請は、①各団体（政府機関、民間団体）がまとめて EAH に提出する場合と、②各水使用者が個々に EAH に提出するケースの二つに分かれる。水使用の管理においても、①の場合は EAH が団体を通じて水使用量を管理するが②の場合は EAH が水使用者（井戸使用者）を直接管理する。その場合は EAH の作業量が膨大となる。

#### (5) 水収支計算及び配分計画の作成と調整

##### 水収支計算の方法

水収支計算の内容は以下のように定められている。（法律 124 号、76.1 条）

- (a) 水収支は、四半期ごとに生産計画に応じた水需要を基礎に、水利用原単位、効率性、承認された生産性を勘案の上、算定される
- (b) 水利用者が申請する水利用量は定められた基準以下でなければならない
- (c) 申請者は、水利用申請と共に、登録証明書を提出しなければならない
- (d) 水収支を算定する上で以下が考慮される
  - 異なる社会経済分野間の利益の調整
  - 本法で定める部門間優先順位
  - 水源ごとの最大可能供給量

- 活動に応じた供給の保証
- (e) 水収支計算は、国家経済計画の作成スケジュールと合致するように、INRH の定めるスケジュールに従って行われる
- (f) 水関係省庁（中央）または県の水関係組織（中央出先）は、必要に応じて、県議会代表もしくは関連中央省庁及びその出先機関と調整を行う
- (g) INRH は、各県から要請を受領した後分析を行い、関連中央省庁と調整を行った上で、経済計画省に提出する
- (h) 水収支計算は以下に分類される
  - 県及び special municipality of Isla de la Juventud
  - 河川流域
  - 表流水または地下水源
  - 水利用者
  - 水利用の目的
  - 申請水量の四半期配分

水利用者とは、生産・サービス活動のために自前の取水手段を有するものと、公共水サービスを受けるものを含む。

#### 水配分の決定

EAH が水資源の使用可能量と申請された水需要を比較検討し、水使用許可量を INRH が決定し各申請者に対し通知する。水使用の優先度に応じて上位の優先度を持つグループから順次水使用許可量が決定される。原則としてすべての申請者に水が配分されるが、水資源の使用可能量が不足している場合はその保証はない。

#### 水利用計画の調整

策定された水配分計画の調整について、以下のように規定されている。（法律 124 号、82.1 条）

- (a) 水利用者に配分された水量の修正申請について、年間配分量を上回る場合は、中央省庁の長、県議会の長から INRH に対して申請が提出される。
- (b) INRH は申請受領後 15 稼働日以内に、申請と検討結果を経済計画省に提出する
- (c) 年間配分量を上回らない範囲で分配を修正する場合は、INRH が承認した上で、経済計画省に提出する
- (d) 修正申請は、以下の条件に合致する場合に、水利用主体が地域水官庁（territorial water authority）または県の水資源管理組織を通して、INRH に提出する
  - 四半期間の配分の変更
  - 供給地点の変更
  - 水源の変更
- (e) 水利用者間の配分修正の場合は、水利用者の属する国家主体が INRH に申請を提出する
- (f) INRH は以下の理由により必要水量が承認水量よりも少ない場合に水利用計画を修正する

- 生産活動の減少
- 水の再利用
- 水利用効率・生産性の向上をもたらす生産工程の導入

水配分計画の調整を垂直方向と水平方向に整理してみると、下図 2-4-1 のような仕組みと理解できる。

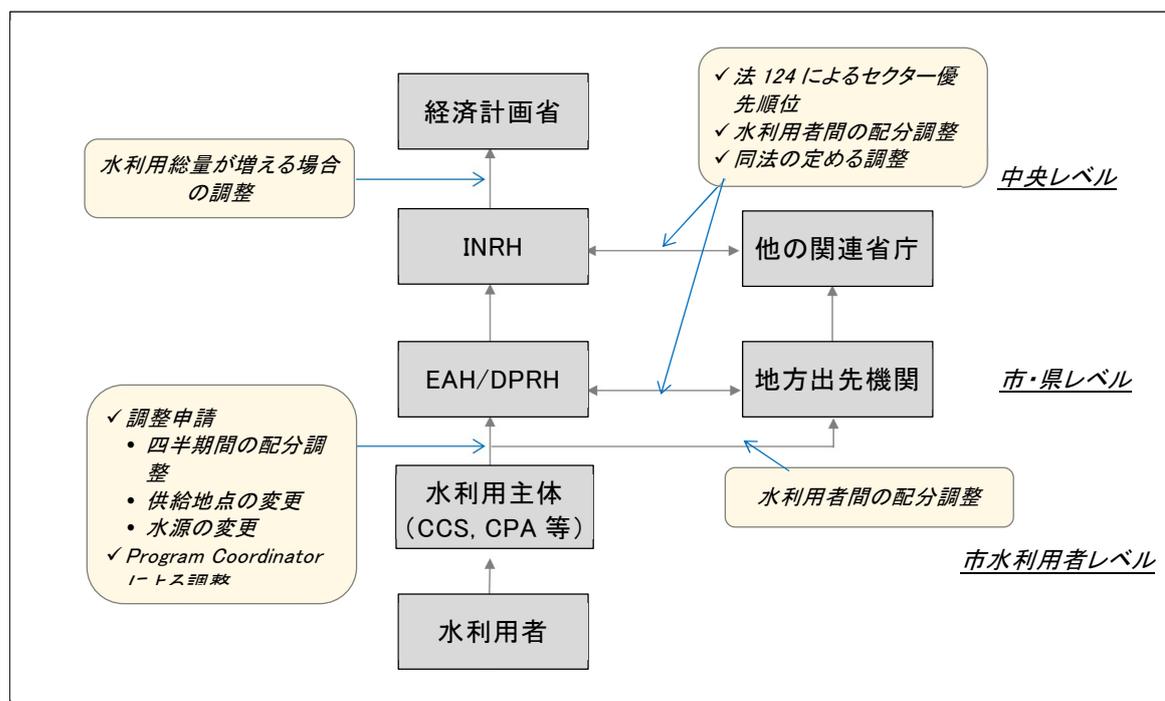


図 2-4-1 水配分計画の調整機能

以下に主な特徴を整理する。

- 基本的に、水配分計画の調整においては INRH 及び水資源庁県事務所 (DPRH)、EAH が中心的役割を果たし、流域委員会の役割は限定的である。後述する流域委員会が行う 13 のサブプログラムの 5 番目は流域ごとの水収支計算 (INRH 担当) なので、建前上は一定の役割を果たすことになっているが、実態は異なるようである。他の非社会主義国であれば、限られた行政資源を補いながら公平なセクター間水分配を担保するために流域委員会のようなセクター間調整機能が重要となる。その一方で、キューバの場合は、計画経済体制のもと INRH を軸に水利用者の末端まで管理する水資源体制が構築されていて、調整と言っても協議に基づく合意形成というよりは、微調整のレベルに留まり、その分流域委員会の果たす役割が限定されている。
- セクター間の水平方向の調整は、法律 124 号が定める以下のセクター優先順位に従って行われる (法律 124 号 46.1 条)。中央レベル及び地方レベルの両方でこのような水平方向の調整が行われているものと思われる。
  - 生活用水
  - 畜産用水
  - 衛生用水

- 農業灌漑及び食料生産
- その他の製造業
- 貯水や池での養殖、エビ養殖
- 環境用水
- レクリエーション

ただし、以下のような状況の場合は優先順位を変えることもあり得る。(47.1 条)

- 旱魃が長引いた場合、ただし人間用、動物用供給は除く
- 水質の影響
- 生態系保全の必要性
- 国家経済上の必要性
- その他の例外的な状況

優先順位の変更は、INRH が提案し閣議 (Council of Ministers) で承認する。

水配分の原則によると、水資源の利用可能量が水需要を下回った場合は、水使用の優先度に応じて再調整することになっている。水資源の利用可能量は地下水バランスグラフ (図 2-3-10 参照) に地下水位の観測結果をプロットすることによって評価している。地下水位が地下水バランスグラフに示された地下水賦存量の下限値に達した場合は、地下水の使用を制限することになっている。キューバにおけるこの方法の使用実績は長く現在に至るまでこの方法の運用において問題はなかった。この方法は安全率が高く設定されており、地下水バランスグラフ上の地下水賦存量の下限は、キューバ側の担当技師によると現実の賦存量の下限より高く設定されている。すなわち、観測結果の地下水位が地下水バランス図の下限に達した場合でも実際には地下水賦存量にはまだ十分余裕があり危機的な状況ではないとのことである。課題としてこの方法の精度・信頼性に関する検証はないまま長年月にわたって使用されており精度の高いレベルのモニタリングによって水資源量の正確な評価が必要との指摘がある。

また、INRH の水配分の担当者によると実績として水配分量の約 86% が実際に使用されている水量とのことである。すなわち、水使用者が希望した水量 100 に対して実際には 86 の水量しか使わなかったとの意味である。これは水使用者が「必要量+余裕分」の申請を行っており、水不足発生が生じないように水使用者の側も安全側の配慮をしていると考えられる。

垂直方向の調整は、いくつかのレベルで行われる。水配分計画原案の水利用総量を上回る調整が必要な場合は、INRH が検討を行った上で経済計画省に判断を委ねる。原案の総量を上回らない範囲での調整については、INRH が承認した上で経済計画省に報告する。

地方レベルでは、四半期間の配分調整、供給地点の変更、水源の変更について CCS、CPA 等の水利用主体が EAH/DPRH に調整申請を行い、INRH が最終的判断を下す。水利用者間の調整が必要な場合は、水利用主体 (例: CCS、CPA 等) が地方機関 (例: MINAG の県出先) に対して申請を行い、MINAG 中央が INRH に申請する。県及び市レベルで Program

Coordinator が配置されていて、現場の視点から水利用者、水利用主体、EAH/DPRH の間の調整を行う。

#### (6) 水配分計画の実施管理

##### 情報の収集体制

INRH は以下を通して水配分計画の実施を管理する。(法律 124 号、87 条)

- (a) 水供給計測システムの完成管理、同システム利用の管理、適切な設計と運営
- (b) 以下に関する一次記録の作成
  - 直接取水の場合の水源ごとの水供給量
  - 水供給サービス組織ごとの水供給量
  - 各水利用者の生産性
- (c) 以下を目的とする補助統計情報システム (Complementary Statistical Information System) の構築
  - 直接取水の場合の揚水量
  - 地域水官庁 (territorial water authority) による水利用概況

##### 地下水バランスグラフによる地下水使用量の監視

水配分計画を策定した翌年の 1 月から水配分計画に従って水給水の運用を開始する。運用にあたっては地下水盆ごとの地下水位の観測値の平均値を使って地下水バランスグラフ (図 2-3-10 参照) の地下水賦存量曲線の上限と下限の間に地下水位の観測結果をプロットし地下水の使用量を監視する。地下水位観測曲線が下限曲線に接近した場合は残存している地下水賦存量が少ないと判断し、地下水位のモニタリング頻度を増やし、また、水需要の優先度に応じて地下水の揚水量を制限する。各地下水盆ごとに地下水バランスグラフが存在する。

#### (7) 現場における水配分計画の運営状況

今回の現地調査期間中に、県レベルの関係者及び農家から水配分計画について意見を聞く機会があった。以下に指摘のあった点を紹介する。

- (a) 水使用量の管理は、水利用者→市 (municipality) →県 (province) という流れで行われる。市と県レベルに program coordinator がいて、水利用者の水利用に関する意見を聞いて計画に反映させる。現地調査では、「敷地を通過して管が設置される場合、土地利用者の意見を聞く」という例が説明された。水利用量の配分についても意見聴取を行うかどうかまでは確認できなかったもので、本体案件の中で確認のうえ、流域委員会強化策の中での program coordinator の果たし得る役割を検討すべきであろう。
- (b) 水利用者の水利用希望量を EAH がとりまとめ、INRH に報告し INRH が承認する。需要が供給を上回る場合は、法律 124 号で定めた優先順位に応じて配分する。(実際に今までそういうことはなかったという事後情報があった)。表流水の希望に対して地下水を勧めるといった交渉はある。(以上、マヤベケ県関係者)
- (c) INRH は、MINAG が作物ごとの必要水量について正確な数値を把握していないので、

本プロジェクトを通して、コメ、タロ、バナナを中心に作物ごとの単位水量の改正を目指したい、という意向をもっている。現在の作物ごとの必要水量基準値が過剰に設定されていると INRH が認識しているものと思われる

- (d) 水利用量申請は、最終決定の一年前に県知事に対して行う。その後気象条件などを勘案して 12 月に INRH がとりまとめ国会に提出し法制化される。(Agua de Habana)
- (e) 水配分計画を作成する段階で、ハバナの水需要を算定しその結果をアルテミサとマヤベケの県知事に提出し了承を得た後、INRH に戻り国会に提出される。
- (f) 農家ごとの水利用申請は農協を通すというオプションと直接 EAH に提出するという二つのオプションがある。CCS, CPA 等の組織を通すと手数料を取られるので、直接 EAH に申請している。(マヤベケ農家)

### 2-4-3 流域委員会

#### 経緯

キューバにおける流域委員会の仕組みは、1997 年にカストロ首相の肝煎で始まった。当初は国家流域委員会と 8 重要流域を対象とする国益流域委員会が設立された。同年の Environmental Act No81.で強化され、当初、CITMA が代表を務め主導権を握っていたが、2005 年の CITMA 議長死去に伴い、INRH 総裁が委員会議長を務めることとなった。その後、2017 年 11 月 16 日に交付された法律 124 で INRH を中心とする現在の形が定まった。以下に、法律 124 の内容を中心に流域委員会の仕組みの概要を紹介する。

#### 流域委員会の仕組み (法律 124 から)

以下の 4 段階の流域委員会の設置が定められている (11.1 条)

- 国家流域委員会 (National Watershed Council)
- 県流域委員会 (Provincial Watershed Council)
- 市流域委員会 (Municipal Watershed Council)
- 特別流域委員会 (Specific Basin Council)

本件の要請書によると、この 4 分類ごとの流域委員会の数は以下のとおりである。

区分	委員会数	本プロジェクトの対象地域内にある流域委員会
国家流域委員会 (CNCH)	1	-
県流域委員会 (PNCH)	15	ハバナ、アルテミサ、マヤベケ、マタンサ
市流域委員会 (MNCH)	169	多数
特別流域委員会	12	アリグアナボ、アルメンダレス・ベント、クエンカスール

出所：要請書に基づき調査団が作成

県流域委員会及び市流域委員会はそれぞれの議会に対して報告義務があり、特別流域委員会は国家流域委員会に対して、更に国家流域委員会は国会に対して報告義務を有する。INRH の最高位者 (総裁) が国家流域委員会の議長を務める。国家流域委員会は、水の量及び質における保全を軸として、統合流域管理の管理、促進、実施を任務とする。また、他の 3 レベルの流域委員会の成果をモニターする。(12.1 条)

県流域委員会及び市流域委員会の代表は、地方議会の長又は地方議会が定める者が務める。流域管理に関わる中央省庁機関がこれらの委員会に参加する。(13.1条)

特別流域委員会は、地方自治体の意見を聞いた上で国家流域委員会が設定し、地方自治体の長が委員長を務める。流域が複数県・市にまたがる場合は、面積の大きいほうの自治体の長が委員長を務める。(14.1条)

国家流域委員会の担当業務は以下のように規定されている。(89条)

- (a) 特別流域委員会を承認する
- (b) 県流域委員会、市流域委員会、特別流域委員会を設置する
- (c) 3つの流域委員会を管理する
- (d) 3つの流域委員会の機能の改正と統合を提言する
- (e) 特に特別流域委員会対象の流域について、ecosystem approach の適用を調整する
- (f) 特別流域委員会により実施されるプログラムの提案、調整及び評価を行う
- (g) キューバの流域における流域管理の状況といくつかの指標について評価する
- (h) 河川流域と涵養地帯の保全に関わる施策と活動を評価する
- (i) 水路ネットワークの状況をモニター・評価する
- (j) 流域開発に関わる計画・プログラムの実施の関連で、適切なコミュニティとの情報共有の方法と参加について、提言、調整、評価を行う

県流域委員会、市流域委員会、特別流域委員会の任務は上述の(e)から(j)までと規定されている。(90条)

### 最近の動き

今回の現地調査を通して、INRH が各流域委員会（おそらく特別流域委員会）について、Basin Coordination Office (BCO) という新たな部署を設ける計画であることが判明した。目的は、流域委員会のメンバーが現業と流域委員会関連業務を兼務する形になっていることから、流域委員会業務のために十分な時間と労力を割けず、流域委員会の成果が十分に上がっていないという弱点を克服するために、専従職員を配置することで流域委員会の強化を図ることである。各流域委員会に3名の専従職員を配置し、流域委員会関係の業務と Center for Information、Center for Coordination and Research などの機能を持たせる。3名は地元出身の水関連専門家及び関連分野専門家を想定する。BCO の制度と予算は承認済であり、事務所の手配を進めている。給与はINRH が負担する予定である。本件の中でBCO の立ち上げを支援してほしいというのがキューバ側の要望である。

### 流域委員会の運営

現地調査では、中央、地方レベルの様々な関係者から流域委員会の運営実態について聞き取りを行った。以下に、主な内容を紹介する。

- (a) 2017-2021年の報告書によると、会議開催、実施状況、ワークショップ、現地視察の数など指標から国家流域委員会の活動は安定的であった。国家流域委員会の課題として、①Provincial、municipal、12の重要流域委員会の法律の遵守、体系的な協力が得

られていない、②法律の改定の必要性、③財政難が指摘された。

- (b) 上述のように、地方では3段階の流域委員会が設立されることになっていて、一つの県に複数流域が存在する場合、流域の数だけ委員会を設置して運営することが実際のオペレーション上可能なのかが疑問であった。アルメンダレス・ベント流域委員会メンバーとの聞き取りから、彼らの場合は話す内容はほぼ同じなので、一つの会議を設定しその中でアルメンダレス・ベント流域委員会とハバナ県流域委員会の二つを兼ねた会議とするということであった。アルテミサ県では、県流域委員会の説明の中に、対象流域としてアリグアナゴ流域とクエンカスール流域という二つの特別流域委員会（Special Watershed Council）が含まれていた。ハバナ県と同様に、アルテミサ県でも県流域委員会と特別流域委員会を一つの会議の中で扱うのが慣行となっているものと推察される。また、複数の県をまたぐ流域の場合、面積が大きい県がその流域管理の主責任を負い、流域委員会を運営することになる。
- (c) 事前に送付した質問表で、調査対象地域内の流域委員会のパフォーマンスを訪ねた。それに対して、3つの特別流域委員会について回答が得られた。アリグアナゴ流域委員会及びアルメンダレス・ベント流域委員会が「まあまあ」、クエンカスール流域委員会が「問題あり」という回答であった。後ほど理由を聞いたところ、前者2委員会は1997年に設立されて経験を積んできたのに対して、クエンカスール流域委員会は2019年設立と設立間もなくいろいろなことが未経験であるが故にパフォーマンスが悪い、という説明であった。
- (d) 2022年9月15日に開催したワークショップの中で、流域委員会のパフォーマンスについて聞いたところ、1点「よい」という意見があったが、「まあまあ」という評価が4点と多かった。ワークショップ及び聞き取りの中で示された流域委員会の問題点及び改善必要点を以下に要約する。ただし、これらの意見は必ずしも流域委員会の責務と照らし合わせたものでないことに注意が必要である。
- 管理が十分でないことによる、過剰揚水、水不足、水質問題などの発生
  - 灌漑に関する科学的な知識に基づく合理的水管理の支援と要求
  - 意思決定に関するモニタリングと監督
  - 水資源管理におけるすべての関係者の統合。水収支と利用計画が守られないことで、地下水の過剰揚水がおこっている。県流域委員会で関係者を統合して、この問題を解決する必要がある。
  - 規則に従わないこと/揚水規制に従わせること（地下水位低下の場合）
  - 水文面、環境面におけるすべての水利用者の緊密な協力
  - 流域委員会による保護規定の遵守とモニタリングにおける一貫性
  - 流域委員会のメンバーである中央省庁の関与の強化
  - 県がそれぞれ IWRM を行おうとしている。行政界をベースに水ストレスが算定されていて、ハバナはストレスが高く、アルテミサとマヤベケはストレスが低いという算定結果になっている。本来は流域と需要地を基本に算定されるべきである。

アルテミサ県及びマヤベケ県では、2010年のハバナ県からの分離以降、県が主導する形で水資源管理を行ってきたが、アルテミサ県では2021年7月に INRH 中心の運営形態へ移行済み

で、マヤベケ県では 2022 年中に移行する予定である。マヤベケの場合は、このような地方分権的な運営のもとで、水分野は他のセクターと競合の元予算を獲得する必要があったが、横並びの中で十分に予算が確保できなかった。プラス面としては、セクター間の協力が高まった点であった。今までは、県知事が議長を務め、県副知事と CITMA が流域委員会の副議長を務めていたが、今後は県知事はそのまま、副知事に代わり DPRH が副委員長を務めることになる。

法的には、2 県における水資源管理の権限を、Provincial Directorates of Hydraulic Resources of Artemisa and Mayabeque（県知事直属で水管理を担当する県政府の一部署と思われる。当時、INRH とどのような関係にあったかは明確ではないが、少なくとも予算措置面での支援は限られていたものと思われる）から INRH 直下の Provincial Delegation of the National Institute of Hydraulic Resources of Artemisa and Mayabeque に移管するという内容の決議 28 号が 2021 年 4 月 28 日に作成された。その後 90 日以内の経済計画大臣の署名及び統計情報事務所下の国家会社・予算主体登録への登録及び 60 日以内の 2 県の予算主体（Provincial Delegation of the national Institute of Hydraulic Resources of Artemisa and Mayabeque）の統計情報の報告をもって正式な決定とするというのが手続きの流れであったが、実際は上述のように Artemisa が 2021 年 7 月に移管済み、Mayabeque が対応中と遅れ気味である。一方、マヤベケ県では、DPRH の管理を INRH 直下とするか、県知事の下に置くかまだ検討が続いているという話も聞かれた。本プロジェクト開始後、最新の状況を確認する必要がある。

(e) 流域委員会において、IWRM に関わる議論がどこまで幅広く深く行われているのかについては、現時点では消極的な印象を持たざるを得ない。一つの判断の目安は、各流域委員会が取り組むことになっている 13 のサブプログラムに（"Proposal of New Subprograms of Work for the Five-Year Period of 2021 to 2025"）の実施状況である。以下が、13 のサブプログラムである。各末尾の組織名は主導する官庁を示す。

- 1) 流域ごとの土地利用計画の作成 (IPF)
- 2) 天然資源保全のための支出 (統計情報局 ONEI)
- 3) 水文サイクル及び水質観測網の近代化 (INRH)
- 4) 流域ごとの水収支の計算 (INRH)
- 5) 水質及び汚染源の統合流域管理 (INRH、CITMA)
- 6) 森林地域の拡大 (MINAG)
- 7) 土壌の保全、保護、改善 (MINAG)
- 8) 衛生・慢性的疾病状況の改善のための学際的、分野横断的、コミュニティによる持続的な行動 (MINSAP)
- 9) 生物多様性、保護地区、生態系保全 (CITMA)
- 10) 科学的かつ先進技術を用いた流域管理 (CITMA)
- 11) 鉱物資源の持続的な利用 (MINEM)
- 12) 天然資源、環境、火事の監視協力 (MININT-CGB)
- 13) 教育、啓発、コミュニティ参加による IWRM 促進 (流域委員会議長)

県流域委員会及び特別流域委員会の会議議事録の一部を確認したが、そもそも短いもので何がどのように議論されたかまでは分からない。取り上げられたテーマをみると、水質汚染と監視協力、汚染源の排除、土地利用、情報公開のあり方、大学・研究機関との交流、国家流域委員会への報告内容の確認、上水・下水ネットワークの対象地域の確認、アクションプランの作成などが取り上げられたことがわかる。熱心に議論が行われたどうかまでは判断し難いが、

現時点で流域委員会の機能は、形骸化傾向にあるものと推察される。実際、ある県では、県知事の流域委員会に対する評価は非常に低く、強化が必要という声も聞かれた。また、流域委員会は水配分計画の策定には関与しておらず、INRH と EAH 等、中央からの指揮系統によって水配分計画は策定されている。

- (f) 13 のサブプログラムに示されるように流域委員会が目指す流域管理は流域全体を通じて、水、土地、その他の自然条件及び社会構造に対する総合対策を立案・実施するものである。それぞれの流域の水資源の特性・水利用の特性に応じて流域管理において重点的に管理する項目が異なってくる。プロジェクト対象流域における水資源管理に関する特性とそれに関連して流域委員会で対応すべき課題を表 2-4-5 に要約する。

表 2-4-5 プロジェクト対象地域での水資源管理における課題と流域委員会で調整すべき課題

特性	内容	流域委員会で調整すべき課題	13 サブプログラムとの対応
水資源賦存量	<ul style="list-style-type: none"> <li>石灰岩帯水層が広く分布し地下水が非常に豊富である。</li> <li>河川水がカルスト地形の中に伏設し地下水となる。また河川流域が小さいため河川流出量が少ない。結果として地下水の賦存量が河川水の賦存量を大きく上回る。</li> <li>カルスト地形は汚染水の地下浸透を助長しているが大規模な地下水汚染はまだ顕在化していない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>モニタリングによって地下水位の低下を管理する。</li> <li>海水の帯水層への侵入を防ぐ。</li> <li>都市化による地下水の汚染を管理する。</li> </ul>	3) 水循環モニタリング網 5) 汚染負荷の低減
水利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>生活用水・灌漑用水として主に地下水を使用している。水源井戸を広範囲に分散させることによって地下水位の局所的な低下を防いでいる。地下水位の低下による障害は海水侵入であり地盤沈下の危険はない。</li> <li>生活用水の場合は INRH が水源井戸を所有し揚水量管理を行っている。一方、灌漑用水の場合は灌漑農家が井戸を所有し揚水しているため実質的に揚水量の管理がなされていない。</li> <li>表流水を使った大規模な灌漑施設（マタンサスーアルテミサ越境水）を使った導水によって地下水使用を補完している。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>灌漑井戸からの揚水量を把握し揚水量を管理することによって過剰揚水を防ぐ。</li> <li>灌漑水利用における地下水と表流水の使用比率を調整し、過剰揚水を防ぐ。</li> <li>灌漑用水路からの漏水を改善する。</li> <li>広域の水利用計画における、流域委員会間の調整。</li> </ul>	3) 水循環モニタリング網 4) 流域ごとの水収支計算
流域の土砂流出	<ul style="list-style-type: none"> <li>山地・丘陵地が少なくまた浸食されやすい地質ではないため土砂の流出量が少ない。</li> <li>対象地域は平野の比率が高く既に大部分の平野が耕作地化している。カルスト平野であり降雨が地下に浸透するため耕作地の浸食や土砂の流出が問題となることは少ない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>森林を保全する。（現状では問題は少ない）</li> </ul>	6) 森林面積の増加 7) 土壌の保全

出所：調査団作成

(g) 調査対象地域に位置する三つの特定流域の課題は下表のように整理できる。

表 2-4-6 調査対象地域の特定流域の課題

流域	流域委員会で対応すべき課題
アリグアナボ (HAV-1)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハバナ市の水源として井戸が多くあり、地下水の低下が懸念される。</li> <li>都市化の影響で汚水・下水の地下浸透により地下水汚染の可能性が高い</li> </ul>
アルメンダレス・ベント (HAV-2)	
クエンカスール (HS3、4)	<ul style="list-style-type: none"> <li>ハバナ市の給水の水源井戸群がある地域では局所的な地下水位の低下が発生し、海水の侵入が発生する危険性がある。</li> <li>灌漑井戸が多く過剰揚水の監視が必要である。</li> </ul>

出所：調査団作成

(h) 4番目のサブプログラムの水収支の計算は IWRM の根幹テーマであり、非社会主義国であれば流域委員会で取り上げるべき中心的テーマであろう。キューバでは、社会主義体制のもと、INRH を軸とする強固な水資源管理体制が出来上がっており、この縦軸の管理が極めて強く、流域委員会のような横軸調整の入り込む隙間が今のところ余りないというのが実態と思われる。その一方で、現場レベルでは、流域委員会が関係者を統合することで水収支計算と水利用計画がより現実的なものとなるようにすべき、という声があること、政策レベルでは、国家水政策で「流域委員会を通して、すべての水利用者が量・質の面で十分な水を得ることができるようにすること」と述べられているのも事実である。INRH による中央集権的運営と政策レベルの原則及び現場の運営の間を近づける必要がある。現場の観点及び政策実現の観点から、流域委員会の強化を支援することで、このような距離を縮小させていくことが重要な課題であろう。

## 2-5 カウンターパートに関する情報

本プロジェクトでは、水セクターから INRH 及び INRH 傘下の OSDE-GIAT、EAH、農業セクターから MINAG が主たるカウンターパートとして参加する。

なお、2019 年の組織再編において OSDE-GIAT が設立された。水資源にかかる政策策定を含む、司令塔としての役割を INRH 本体に残す一方、INRH 傘下にあった公社や国営企業は OSDE-GIAT の名の下に集約された形となっている。そのため、本プロジェクトに参加する、後述の EAH や EIPH は OSDE-GIAT に属する組織に位置付けられる。

以下に本プロジェクトに参加する主たるカウンターパート組織の概要を記す（農業セクターについては 2-3 を参照）。

### 2-5-1 INRH

キューバにおける水資源の開発、利用、維持管理にかかる政策や規制の策定、全体管理を司る司令塔としての役割を有する。

組織は大きく1) 管理部門、2) 供給・サービス部門、3) 研修学校、4) 地方事務所から成っており、職員の総計は926人（2022年8月）である。地方事務所は15県、1市、1特別市の17カ所に設けられている。

組織としての予算は下表のとおりである。

表 2-5-1 INRH 支出実績（単位：キューバペソ）

分類/年	2021 年	2022 年
経常支出	1,376,373,900	1,572,841,000
資本支出	2,532,198,000	2,703,998,100
計	3,908,571,900	4,276,839,100

注：2021 年実績値、2022 年は予算  
出所：詳細計画策定調査団の INRH 質問票回答による

なお、上表の 2022 年の総額をキューバペソの公式レート（USD=24 キューバペソでドル換算すると約 1.78 億 USD、市中の実態レート（USD=120 キューバペソ）では約 35 百万 USD となる。

#### 2-5-2 OSDE-GIAT

上述のとおり、2019 年の再編によって、INRH 傘下にあった公社や国営企業といった、「経営」機能を有した組織は OSDE-GIAT として集約された（他方、INRH 本体には「国家」機能を残したとされている）。

本プロジェクトに参加するカウンターパート組織としては、旧水利公社（GEARH）の流れを組む、県水利公社（EAH）、旧土木コンサルティング公社（GEIPI）の流れを組む、水利調査・プロジェクト公社（EIPH）が挙げられる。

##### (1) 県水利公社（EAH）

本プロジェクトには対象地域にある 3 県から各 EAH が参加する。組織の概要は以下のとおりである。

##### アルテミサ EAH

組織の構成は以下のとおり。

表 2-5-2 アルテミサ EAH 部署及び職員数

部署名	職員数（人）
所長室	3
人材部	5
財政・会計部	8
技術開発部	12
ロジスティクス部	6
ビジネス管理部	4
計	38

この他にビジネスユニットとして、東アルテミサ・ビジネスユニット（100人）、西アルテミサ・ビジネスユニット（93人）、農業・畜産ビジネスユニット（13人）が配置されている。

#### ハバナ EAH

ハバナ EAH も上記のアルテミサと同様の部署構成を有している（各部署の人数は不明）。この他、青年の島特別市を担当するビジネスユニットが設けられている。

#### マヤベケ EAH

マヤベケ EAH の構成及び職員数は以下のとおり。

表 2-5-3 マヤベケ EAH 部署及び職員数

部署名/ユニット		職員数 (人)
所長室		9
マネジメント・内部統制部		5
人材部		6
財政・会計部		6
技術部	バランス・インフラユニット	6
	水理サービスユニット	7
	ビジネス管理ユニット	13
ロジスティクス部		43
技術サービス部	マネジメント	4
	技術・特別サービス	8
	水インフラ	106
維持管理部		25
計		238

#### 【参考】

#### マタンサス EAH

マタンサス EAH の構成及び職員数は以下のとおり。マタンサス EAH の参加は詳細計画策定調査時点では想定されていない。

表 2-5-4 マタンサス EAH 部署及び職員数

部署名	職員数 (人)
所長室	10
人材部	5
財政・会計部	5
技術部	15
GIS	4

部署名	職員数（人）
ロジスティクス部	10
西ビジネスユニット	90
東ビジネスユニット	74
計	213

(2) 水利調査・プロジェクト公社（EIPH）

本プロジェクトの対象地に EIPH はハバナとマタンサスに設けられており、アルテミサとマヤベケには無い。ハバナがアルテミサの業務を兼務し、同様にマタンサスがマヤベケを兼務する。

EIPH ハバナ（EIPHH）

組織の構成は以下のとおり。下表の応用研究基礎ユニットは、更に研究ユニットと地理ユニットに分かれている。従前の JICA 技術協力プロジェクトにおいて地下水モデル開発のカウンターパートとなった組織であり、本プロジェクトにおいても同様の役割を果たすことが想定されている。

表 2-5-5 EIPH ハバナ部署及び職員数

部署名	職員数（人）
所長室	9
人材部	6
財政・会計部	5
技術部	7
ロジスティクス部	12
設計・エンジニアリング基礎ユニット	47
応用研究基礎ユニット	34
計	124

EIPH マタンサス（正式には EIPI マタンサスと呼称）

組織の構成は以下のとおり。マタンサスの EIPH では現場に近いビジネスユニットをマタンサスと県東部のコロンの地域別に分けて配置していることが特徴的である。

なお、詳細計画策定調査時点ではマタンサス県の実質的な参加は無い想定であるが、同 EIPH がマヤベケを管轄している点において、活動内容によっては参加する可能性もある。

表 2-5-6 マタンサス EIPH 部署及び職員数

部署名	職員数（人）
所長室	10
人材部	4
財政・会計部	7

部署名	職員数（人）
技術部	6
ロジスティクス部	11
調査・プロジェクト・エンジニアリングサービス（マタンサス）	24
調査・プロジェクト・エンジニアリングサービス（コロソ）	35
計	97

## 2-6 ワークショップの概要

本詳細計画策定調査において、プロジェクト対象地域の水資源管理に関わる人々を招致してワークショップを開催した。ワークショップの概要は以下のとおり。

### 【日時】

2022年9月15日（木） 10時 - 13時30分（INRH 会議場）

### 【目的】

対象地域において統合水資源管理を進めるにあたっての課題・解決策にかかる情報収集及び関係者間において意識共有を行なう。

### 【構成】

討議テーマに合わせて、二つのグループに分割してワークショップを実施した。

グループ1：流域委員会グループ

グループ2：技術系グループ

グループ1：流域委員会グループ

テーマ	議題
流域委員会	<ul style="list-style-type: none"> <li>流域委員会の現状をどう考えるか。</li> <li>機能を万全に果たせていない場合、それは何故か。</li> <li>水資源管理の改善に、流域委員会はどのように貢献できるか？</li> </ul>

グループ2：技術系グループ

大分類	テーマ	議題
地下水	地下水利用	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下水を利用するうえでの課題は何か。如何なる問題意識を持っているか。</li> </ul>
	地下水管理計画	<ul style="list-style-type: none"> <li>地下水管理計画として、どのような計画が望ましいか（どのような計画を本プロジェクトに求めるか）</li> <li>前プロジェクトによる地下水管理計画の活用状況</li> </ul>
農業	水量の把握	<ul style="list-style-type: none"> <li>上水、農業用水の使い方の現状と課題は何</li> </ul>

大分類	テーマ	議題
		<p>か。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 水量の計測方法の実例、課題は何か（使用水量が把握されているか。把握方法について課題があるか）</li> </ul>

#### 【参加者】

参加者は INRH 本部（水配分計画担当者や国際協力課）の他、GIAT、EAH アルテミサ、EAH マヤベケ、EIPHH、AZCUBA 傘下のサトウキビ研究所（Sugarcane Research Institute、以下 INICA という）、ハバナ大学から、計 15 名の参加があった（グループ 1 で 7 名、グループ 2 で 8 名が討議した）。

#### 【ワークショップ結果】

それぞれのグループにおいて提示された主要な意見（抜粋）は以下のとおり。

	テーマ	主要意見
1	流域委員会	<p>（流域委員会の現状課題・改善のために必要な活動）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 水資源管理では全ての人々が規則に従っているわけではない。規則の順守を更に徹底することが重要である。</li> <li>• 環境保全の観点から、水利用と保全の両方の観点から規則に従う必要がある。</li> <li>• 流域委員会メンバー及びステークホルダーはコミュニケーションを活発化させ、そのうえで各種提言を出来る能力を持つことが必要である。</li> <li>• 信頼できるデータベースが必要。</li> <li>• 科学的根拠に基づき、合理的な灌漑を実施するよう支援すべきである。</li> </ul> <p>☆流域委員会はまあまあ機能しているとの意見もあり。気候変動の影響や土壌の性質により排水が難しいなど、個別具体的な事象にかかる意見もあった。</p> <p>（水資源管理への貢献を実現するために必要なこと）</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 流域委員会の活動においてメンバー全員の更なるコミットメントが必要である。</li> <li>• モニタリングネットワークを強化することが必要。</li> <li>• 流域委員会のテクニカルコミッティーは地下水位の低下に対して、有効な手段を提示すべきである。</li> </ul> <p>☆全体として流域委員会は更に活発、能動的に活動することが必要との意見。</p>

	テーマ	主要意見
2	地下水利用	<p>(地下水利用における課題)</p> <p>1) 水質の問題がある</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 廃棄物（生活、産業）からの水質汚染</li> <li>• 廃棄物が適正に処理されていない</li> <li>• 住民の意識が低い</li> </ul> <p>2) モニタリングの課題がある</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• モニタリングポイントが適正か分からない（場所の選定の問題）</li> <li>• モニタリングの質を高めることが必要（但し、サイト数は既に十分）</li> <li>• 年間の天気予報の精度を向上させることが大切</li> <li>• 現行のモニタリングの正確性を検証したい</li> </ul> <p>☆背景として、水配分計画量の 86%しか実際には使用されていない（計画配分量が多いのではないかとの疑問あり。他方、肥料入手が難しい現状では、そもそも農業セクターの植え付けが減少しているのではないかとの議論もあった）。</p> <p>(期待する地下水管理計画とは)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 持続性を有する新技術の紹介</li> <li>• 県職員を含めた研修の実施</li> </ul> <p>上記のようなコンポーネントをプロジェクト活動に入れてほしい。</p>
	水量把握	<p>(使用水量を把握するうえでの課題)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 農家はメーターを設置したがない。</li> <li>• 国営会社では使用水量の過少申告をする。</li> <li>• 漏水が多く、実際の使用水量を把握することは難しい。</li> </ul>

各グループの討議結果はキューバ側カウンターパートの各代表によって発表され、一堂で内容を共有した。本情報は詳細計画策定調査における貴重な情報として利用するとともに、キューバ側関係者の共通理解を醸成する役割を果たしたものと総括できる。

## 第3章 プロジェクトの概要

### 3-1 基本事項

#### 3-1-1 実施機関及び関係機関

本プロジェクトにおける実施機関及び関係機関は以下のとおりである。

実施機関：

- 1) INRH
- 2) OSDE-GIAT（本部及び県レベルの EAH）
- 3) MINAG

関係機関：

- 1) CITMA、EIPHH、EIPH Matanzas、AZCUBA、IAgric、INICA、Ays、ENPC
- 2) 流域委員会に属する、他省庁のデリゲーション（農業、CITMA、環境、保健、教育等）

#### 3-1-2 対象地域

本プロジェクトにおける対象地域（流域）及び対象となる流域委員会は以下のとおりである。

表 3-1-1 プロジェクトの対象流域と対象流域委員会

対象流域	県			対象流域委員会
	ハバナ	アルテミサ	マヤベケ	
アリグアナボ (National Interest)	○	○	○	アリグアナボ流域委員会
アルメンダレス・ベント (National Interest)	○	○		—（アルメンダレス・ベント流域委員会は存在するが、フランスが支援しているため支援対象外）
ハルコ河 (Provincial Interest)			○	マヤベケ流域委員会
バタバノ (Provincial Interest)			○	
メレナーヌエバパス (Provincial Interest)			○	
クエンカスール (National Interest)		○	○	クエンカスール流域委員会

#### 3-1-3 実施期間

本プロジェクトの実施期間は5年間を計画しており、詳細計画策定調査時点では2023年初旬からの開始を見込んでいる。

### 3-1-4 受益者（ターゲットグループ）

本プロジェクトの直接受益者は 3-1-1 に挙げた、実施機関及び関係機関の職員となる。最終受益者は対象流域の水資源が持続的に管理されるとの視点から、流域内及びハバナ都市圏において給水を受ける住民、更には農業、工業をはじめとした生産・産業セクター従事者が該当する。

## 3-2 プロジェクトデザイン ※詳細計画策定調査時点

### 3-2-1 ビジョン

グローバルアジェンダ・クラスター戦略について INRH へ説明した後、上記の上位目標とプロジェクト目標を踏まえ、上位目標の先に目指すキューバ全体でのビジョン（プロジェクト終了後、10～20年）を設定した（1-4-3 参照）。

### 3-2-2 プロジェクト目標

- 統合水資源管理を推進するための INRH 及び流域委員会の体制と能力が強化される

### 3-2-3 上位目標

- 本プロジェクトで構築した統合水資源管理に関する体制や機能がキューバ内の他流域で展開される

### 3-2-4 成果

- 成果 1 : より良い運営のため流域委員会の体制と能力が強化される
- 成果 2 : 統合水資源管理に資する表流水、地下水（揚水量を含む）及び降雨量にかかる流域/帯水層でのモニタリングシステムが強化され、且つデータ分析/活用等の関連技術が強化される
- 成果 3 : **Regional Scheme of Water Resources** が改訂される
- 成果 4 : 農業セクターと水セクターの連携が強化される

### 3-2-5 活動

成果 1 の活動：

- 1-1 対象流域委員会の現状と課題を分析し、委員会の体制・能力強化計画を立案する
- 1-2 Basin Coordination Office の機能と能力を強化する
- 1-3 対象流域/帯水層で統合水資源管理を行なうにあたっての阻害要因を分析する
- 1-4 対象流域委員会において、サブプログラム 2021-2025 の各サブプログラムの活動計画を立案する
- 1-5 上記の活動計画を各責任主体が実施する（サブプログラム 4 は成果 2、サブプログラム 7 は成果 4 に関連付けて実施）
- 1-6 流域委員会において活動計画の進捗をモニタリング、評価する

- 1-7 流域委員会の運営ガイドラインを策定し、流域委員会の制度・ガバナンスについて（プロジェクト活動を反映したうえで）提言を行なう
- 1-8 流域委員会の運営を改善し、改善に向けた活動を継続する
- 1-9 流域委員会の運営から得られた教訓を取りまとめ、キューバ国内外に共有する

成果 2 の活動：

- 2-1 モニタリング体制と能力について現状を分析する
- 2-2 モニタリング計画（地下水位、表流水等）とその実施システムを改善する
- 2-3 モニタリング計画（揚水量）をとその実施システムを改善する
- 2-4 上記計画と実施システムに基づきモニタリングを実施する
- 2-5 SGIA（Water Information Management System）を更新し、データを関連ステークホルダーと共有する
- 2-6 水理地質情報の精度向上を支援する
- 2-7 簡易かつ使い勝手に優れたモデルを構築する
- 2-8 表流水と地下水ポテンシャルにかかる情報を更新し、水利用とのバランスを評価する
- 2-9 上記活動（2-1 から 2-8）を活用して、EAH アルテミサ、マヤベケ、ハバナの業務を改善する
- 2-10 流域委員会を通して成果 2 の活動を調整するとともに、成果・教訓を共有する
- 2-11 モニタリング機器開発に資するエンジニアリングの知見を向上する（プロジェクトはキューバ側が国内において機器開発をするにあたっての技術的な知見や情報を提供する）

成果 3 の活動：

- 3-1 現在の Regional Scheme of Water Resources をレビューする
- 3-2 気候変動の影響を踏まえた複数の開発シナリオを策定する
- 3-3 成果 2 を活用し、将来の水資源リスクを評価する
- 3-4 Regional Scheme of Water Resources を改訂する
- 3-5 関連する流域委員会の合同会議を開催し、成果 3 にかかる活動及び達成状況、教訓を共有する

成果 4 の活動：

- 4-1 農業生産性及び営農改善を図るための水利用に関する現状と課題を分析する
- 4-2 パイロット活動計画を策定し、その実施のための MINAG と INRH の協働実施体制を構築する
- 4-3 パイロット活動を実施する
- 4-4 パイロット活動の達成状況をレビューし、改善する
- 4-5 流域委員会において、成果 4 にかかる活動を調整するとともに、達成状況と教訓を共有する
- 4-6 教訓を抽出し、キューバ国内で共有する

### 3-2-6 投入

日本側：

- (a) 専門家
  - 1) 統合水資源管理
  - 2) 制度/ガバナンス
  - 3) 参加型開発
  - 4) 社会経済
  - 5) 地下水管理
  - 6) 表流水管理
  - 7) 上水管理
  - 8) モニタリング機材
  - 9) GIS
  - 10) 営農
- (b) 研修：本邦研修及び第三国研修（中南米を想定）
- (c) 機材
- (d) 車両 2 台
- (e) パイロット活動

キューバ側：

- (a) カウンターパート配置
  - プロジェクトダイレクター
  - プロジェクトマネジャー
  - カウンターパート
- (b) 施設
  - 1) 専門家執務室（EIPHH 内）
- (c) ローカルコスト
  - 1) カウンターパートの給与・日当旅費等
  - 2) プロジェクト事務所における設備、光熱費等

### 3-2-7 実施体制

本プロジェクトのプロジェクトダイレクター及びマネジャーとして、以下の職位の人員を配置する。

プロジェクトダイレクター：INRH 統合水資源管理総局 副総局長  
プロジェクトマネジャー：EAH マヤベケ 副所長

プロジェクトに参加するカウンターパート組織のそれぞれの関与を示した一覧が下表である。あくまでも関係性の概念表であるが、INRH 本部、EAH、流域委員会はほぼ全ての活動に関与することとなる。

表 3-2-1 カウンターパート組織と成果の関係（イメージ）

	中央レベル			県レベル			
	INRH	MINAG (IAgric) AZCUBA (INICA)	GIAT			流域委員会	
			本部	EAH	EIPHH	DPRH	その他 ステーク ホルダー
成果 1： 流域委員会	○			○	○	◎	◎
成果 2： モニタリング	◎		○	◎	◎		
成果 3： Regional Scheme	◎			○	◎	○	○
成果 4： 農業省との連 携強化	◎	◎		○		○	○

注 1：◎が最も関与する組織、○が次点。広義には流域委員会及び EAH はほぼ全ての活動に関与する。  
 注 2：その他ステークホルダーとは県デリゲーションの CITMA、MINAG、環境省、保健省、教育省など。  
 注 3：EAH、EIPHH も流域委員会のテクニカルグループとして参加する可能性あり。

### 3-2-8 実施スケジュール

本プロジェクトの実施スケジュールにおける特記事項としては、各種の成果物をプロジェクト中盤、もしくは遅くとも 4 年目までには完成させ、その成果物を活用する期間を置いていることが挙げられる。つまり、計画策定のみで終わることなく、実際にその成果物を活用、実践し、必要に応じて改善することも視野に入れたスケジュールとしている。

表 3-2-2 主たる成果物と完成予定時期

	主たる成果物	完成時期
成果 1	流域委員会ガイドライン	4 年目第三四半期
成果 2	地下水・表流水モデル	2 年目第二四半期
成果 3	Regional Scheme of Water Resources の改訂	4 年目
成果 4	農業省とのパイロット活動結果レビュー	3 年目終了時

### 3-2-9 前提条件と外部条件

本プロジェクトにかかる外部条件及び充足可能性は、下表のとおりである。なお、本プロジェクトにおいて特記に値する前提条件は無い。

表 3-2-3 外部条件充足の可能性

外部条件	条件内容	外部条件充足の可能性
プロジェクト 目標レベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 技術移転を受けた職員の離職や異動が発生しない(大人数の離職や異動が発生しない)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 従前 JICA プロジェクトでは、モデル開発にかかる技術移転を受けた職員が離職したため、モデルの更新及び継続利用に支障を来した。</li> <li>● 本プロジェクトでは上記反省を踏まえ、技術移転するカウンターパートの人数を可能な範囲で増員し、予期せぬ離職に対応することを計画している。また、エンジニア・グループを構築し、カウンターパートとして一体感を醸成するような工夫を取り入れることもキューバ側では構想されている。</li> <li>● 上記対応を以て、外部条件は一定程度充足される可能性があるかと判断できる。</li> </ul>
活動レベル	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 流域調整オフィス (BCO: Basin Coordination Office) の設置計画が頓挫しない。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● INRH によれば、流域調整オフィス設置について、既に予算と事務所スペースを確保済みとのことである。今後は人員の雇用を始める段階に来ている。</li> <li>● 以上から、本条件は充足される可能性が高い。</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 異常気象が発生しない</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 異常気象の発生については推測が困難である。</li> </ul>
前提条件		前提条件充足の可能性
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● キューバ側カウンターパートの交通手段が用意される</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● カウンターパート組織が有する保有車両は限定的である。カウンターパート組織が車両を必要とする他業務と本プロジェクトとの間で、調整を図る予定である。</li> </ul>

### 3-2-10 実施上の留意点

#### (1) ジェンダー

キューバ政府は女性への理解を深め、ジェンダー平等の推進を掲げた、「National Program for the Advanced Women」を2021年に発表した。このプログラムに合わせて、INRHもプログラム促進ワーキンググループを立ち上げており、職場における女性の参画推進を進めている。活動には女性の参画推進とともに、働きやすい環境づくりや女性の管理職登用促進への提言などが含まれている。

本プロジェクトにおいては、上記プログラムの意向と合わせ、カウンターパートにジェンダーの差異が無いよう配慮することが求められる。

## 第4章 事前評価

### 4-1 妥当性

#### 4-1-1 キューバ国政策との整合性

キューバ国家開発政策の根幹を為す「2030年国家経済社会開発計画」は、6つの優先分野を掲げている。そのうちのひとつである「自然資源と環境」分野において水資源管理の重要性が述べられており、「適正な水源管理を通して、国民に対して安定的に水を供給すること」を重要な目標のひとつとして示している。

また、同開発計画を5年単位に細分化した「経済社会政策指針(2021-2026)」は、合理的・生産的な水の使用計画の策定や灌漑・上下水道、河川流域の統合的な水管理を取り組むべき重点分野として挙げている。

更に、水セクターに特化した政策として「国家水政策」(2012年)が挙げられる。同政策は水資源の統合的管理を進めるために、①水資源管理に関わる職員の能力強化、②流域委員会の機能強化、③INRHが有するデータ・情報システムの強化の必要性を示す。

本プロジェクトはキューバ国の持続的な水資源管理に資することを目して、統合水資源管理に関わる職員の能力・体制強化や流域委員会の機能強化を目指す取り組みであり、上記のキューバ国の開発政策及びセクター政策の重点目標に合致した内容であり、整合性を確認出来る。

#### 4-1-2 ターゲットグループのニーズとの整合性

対象流域ではINRH及び県レベルの関係機関(DPRH、EAH、EIPH等)の取り組みによって、地下水モニタリング体制が徐々に整備されてきた。しかしながら、不十分なモニタリング体制や技術により、取得データの正確性にも度々疑問が呈される状況にある。そのため、モニタリングデータを基に水配分計画を作成するINRH及びEAHは、計画の妥当性及び正確性に自信を持ってないままである。

また、現場レベルでは流域委員会を軸として流域管理に関するサブプログラムの達成を目指しているものの、流域委員会が牽引組織としての機能を果たせておらず、サブプログラムの達成状況も芳しくない。更には、流域委員会の運営を管理指導するINRHも、流域委員会の活性化方法について具体的な対処方法を見つけれないままである。

このような現状に対して、本プロジェクトは流域委員会の機能強化を支援するとともに、モニタリング能力・体制の強化や他セクター(農業)との連携強化の支援を行なう。これらの活動はキューバ側のターゲットグループである、INRHをはじめとした関係機関のニーズに整合した取組みと判断できる。

#### 4-1-3 手段としての適切性

下記の観点から、本プロジェクトは手段としての適切性を十分に有しているものと考えられる。

##### (1) ターゲットグループの適切性

統合水資源管理関係者の能力強化を目指す本プロジェクトにおいては、ターゲットグループとは事実上カウンターパートと同意となる。

本プロジェクトでは、対象流域において統合水資源管理を進めるうえで重要且つ必須のステークホルダーが遺漏なく含まれており、その選定は適切である。

カウンターパートは中央の政策決定及び管理を担う INRH から、現場を担う EAH や EIPH の他、流域委員会の名の下に他セクター（県レベルの農業省や環境省、保健省等のデリゲーション）も含んでおり、本プロジェクトの活動を進めるのみならず、今後の持続性にも寄与する構成である。

##### (2) 日本の技術の優位性

日本には統合水資源管理にかかる経験と教訓が豊富に蓄積されている。それらは水資源管理に関する諸施設の運営や維持管理の技術的側面のみならず、関係組織間の意思決定メカニズムやコミュニケーション、計画-実施-評価-改善といった PDCA サイクルなど、統合水資源管理にかかる実施メカニズムの観点にも亘っている。本プロジェクトは、これら長年に亘って培った日本の知見を有効に活用することが可能である。

また、現在日本は統合水資源管理にかかる技術協力プロジェクトを複数の国で実施中である。これら技術移転での各種経験・教訓ならびに多岐に亘る研修コンテンツを、本プロジェクトでは有効に活用することが期待できる。

#### 4-2 整合性

##### 4-2-1 日本の援助政策との整合性

わが国の対キューバ国別開発協力方針（2018年9月）及び事業展開計画では、「持続可能な開発への支援」を大目標としながら、四つの重点分野のひとつとして「環境保全」を掲げている。同分野では「近年の気候変動の影響は一層深刻になっており、水資源管理などの気候変動対策も喫緊の課題となっている」ことが指摘され、そのため「水資源の統合管理能力強化への支援を通じ、都市環境汚染や気候変動対策に貢献する」ことが示されている。

以上から、キューバ国の水資源管理能力の向上に取り組む本プロジェクトは、同重点分野の方針に整合しているものと評価できる。

##### 4-2-2 日本及び他の開発協力機関による事業との連携・相互補完性

本プロジェクトとの間では、フランスの Adour Garonne Water Agency（技術サービスの提供）及び International Office for Water（援助窓口）による支援事業「Supporting Integrated Water Resources Management」との間での連携・相互補完性が期待できる。

同支援事業はアルメンダレス・ベント流域を支援対象とした活動であるが、大きくは水資源管理のための情報・モニタリングシステムの構築支援と流域委員会への支援から成る。そのため、本プロジェクトでは重複を避け、アルメンダレス・ベントの流域委員会支援は対象外とした。他方で連携効果として、特に以下の点が期待できる：1) 成果3に該当する **Regional Scheme of Water Resources** の作成に際して、フランス支援が収集するモニタリングデータを活用できる、2) 流域委員会に対する支援の経験、教訓を相互に共有し、改善を図ることが出来る。

以上の観点から、フランス事業の関係者とは定期的に情報交換を行なうとともに、JCC への招致も検討する予定である。

#### 4-3 有効性

##### 4-3-1 計画の論理性

本プロジェクトは「統合水資源管理を推進するための INRH 及び流域委員会の体制と能力の強化」をプロジェクト目標として掲げている。その目標達成に向けて、「流域委員会の体制と能力の強化（成果1）」、「モニタリング体制/能力の強化及びデータ活用にかかる能力強化（成果2）」、「(広域・長期的水資源計画に該当する) **Regional Scheme of Water Resources** の改訂（成果3）」及び「農業セクターと水セクターの連携強化（成果4）」をそれぞれ成果として位置づけ、プロジェクトをデザインしている。

統合水資源管理を推進するうえで中心的役割を果たすことが期待される流域委員会の強化を中心軸として置きながら（成果1）、並行してモニタリング体制の強化（成果2）とそのモニタリングデータに裏付けされた計画策定（成果3）を行なう構成である。また合わせて、統合水資源管理を推進するうえで欠かせない最大の水ユーザーである、農業省との連携強化を強める（成果4）ことも取り入れ、統合水資源管理の体制を更に強化する構成となっている。

つまり、各々の成果達成はプロジェクト目標である「統合水資源管理を推進するための INRH 及び流域委員会の体制と能力の強化」を促すものであり、同観点において、成果とプロジェクト目標の論理的な繋がりは担保されているものと評価できる。

##### 4-3-2 プロジェクト目標・成果の達成見込み

本プロジェクトは各成果のテーマに即して、それぞれの課題分析から開始し、そのうえで現場の実情に合わせながら改善に向けた活動に取り組む。つまり、資機材の不足などに直面しても、それらは付与の条件として捉え、その中で対応可能な最善の手法を探る取り組みとなる。そのため、資機材不足などの物理的な条件は達成の阻害要因には該当しない。

また、プロジェクトが取り組む各テーマは、カウンターパート機関の組織体制や能力の現状に鑑みながら、プロジェクトが目指すべき能力向上や体制強化の目標レベルを定めており、現実から乖離した過大な目標設定は行なっていない（顕著な例ではモデル開発）。

これら観点から、本プロジェクトの目標及び成果の達成は可能と判断できる。

#### 4-3-3 プロジェクト実施にかかる外部条件及び主なリスク

本プロジェクトにおける外部条件として、カウンターパートの離職、BCO の設置、異常気象の発生を挙げた。特にプロジェクトの実施及び持続性に影響を与える離職問題については、カウンターパートの門戸を広げるなどの事前対策を取って、問題に対処する予定である（それぞれの充足の可能性については、「3-2-9 前提条件と外部条件」参照）。

#### 4-4 効率性

##### 4-4-1 人的投入

###### (1) 日本側投入

本プロジェクトでは、成果 1 から成果 4 までの技術類型を網羅するために、統合水資源管理、制度/ガバナンス、参加型開発、社会経済、地下水管理、表流水管理、上水管理、モニタリング機材、GIS、営農の 10 分野の専門家を投入する。今後、全体の人的投入量と照合しながら、専門分野の一部統合や人月の調整を行なうことで、効率的な人的投入が計画される予定である。

###### (2) キューバ側投入

キューバ側は中央レベルと県レベルの双方から多様な組織のカウンターパートを投入する。具体的な参加組織の内訳は、上述 3-2-6 のとおりであるが、プロジェクト活動を担うべき組織が網羅された投入となっている。

また、キューバ側は従前の JICA プロジェクトで技術移転を受けたカウンターパートの一部が離職したことを受けて、本プロジェクトではカウンターパートの門戸を出来る限り広げ、若手職員とシニア職員を混合することを表明している。また、この際には「エンジニア・グループ」を作ることでカウンターパート内の結束を高める計画も示している。

以上から、キューバ側の人的投入は従前プロジェクトの反省も踏まえ、効率的かつ持続性の担保に繋がることが期待できる。

##### 4-4-2 物的投入

###### (1) 日本側投入

本プロジェクトにおける物的投入は、活動開始後の詳細な現状調査を経た後に決定することとした。キューバ側からはモニタリング機材をはじめ、コンピュータや車両などの要請が為されているが、現状把握を行ない、その必要性を確認するとともにスペアパーツの入手可能性などを含めた総合的な見地から、物的投入を決定する予定である。このようなプロセスを経ることで、効率的な物的投入が為されるものと考えられる。

###### (2) キューバ側投入

本プロジェクトでは専門家執務室の提供及び関連の光熱費等の他、カウンターパートの日当、宿泊、交通費をキューバ側が負担する。また、必要なデータ提供についても INRH 本部を通して提供される見込みである。

#### 4-4-3 本邦研修・第三国研修

本プロジェクトでは本邦研修及び中南米における第三国研修を実施する計画である。本邦研修では日本における統合水資源管理の実例を学ぶとともに、流量計などを製作するメーカー訪問を行ない、キューバ側が強く希望するメーターのキューバ国産化にアイデアを得られる機会とすることも計画している。

また、語学の障壁が無く、統合水資源管理を実施している中南米を訪問し、相互の経験を共有しあう、第三国研修も有効な投入として実施予定である。

#### 4-5 インパクト

##### 4-5-1 上位目標達成の見込み

上位目標	本プロジェクトで構築した統合水資源管理に関する制度や機能が他流域で展開される
指標	1. プロジェクトが提言した流域委員会の制度がキューバ内の他流域で導入されている 2. プロジェクトが取りまとめた教訓やガイドラインを基礎として、流域委員会の運営にかかる研修が INRH において実施されている

上位目標達成の可能性は十分に存する。

達成に向けた促進要因として、以下の二つの事項：1) INRH が本プロジェクトによる流域管理の手法を一つのモデルとして捉え、今後他地域に展開する意向を表明している点、2) INRH は研修体制を強固に築いており、プロジェクトの成果が OSDE-GIAT をはじめとした関係組織内に普及することが十分に見込まれる点が挙げられる。

本プロジェクトの各成果では、活動プロセスの振り返りや教訓の取りまとめを行なう。その際のマテリアルは他地域への普及や研修実施を促進する有効な素材として活用可能である。

キューバでは本プロジェクト対象地域以外にも、国が指定する重要流域（National Interest）があり、同流域などを第一候補として普及される可能性は十分にあるものと推測できる。

##### 4-5-2 その他に期待される正の波及効果

本プロジェクト実施による波及効果として、以下が想定できる。

##### 大学との連携強化

- 本プロジェクトではモデル開発の作業において、ハバナ工業大学などとの連携が生まれる可能性がある。既に EIPHH との間では良好な関係があるが、本プロジェクトを通して、更に強固になることが想定できる。また、ハバナ工業大学側にとっても、自らの研究成果のひとつとなり、大学側の能力強化に資することも期待できる。

統合水資源管理が網羅する裾野は非常に広く、本プロジェクトにおいても流域委員会を通して、その濃淡こそあれ、水資源のみならず廃棄物管理、森林回復、衛生、環境教育なども扱う

こととなる。そのため、仮に廃棄物管理において顕著な実績が生じても、本プロジェクトの計画フレームに入っているものと見なされるため、正の波及効果に該当しない。

この観点において、本プロジェクトが産出する効果は多様にあることが期待できるが、正の波及効果としての想定事例は現時点では数多くない。

#### 4-5-3 負のインパクト

現時点において負のインパクトは想定されない。

### 4-6 持続性

#### 4-6-1 政策面

キューバ政府の国家開発方針である「2030年国家経済社会開発計画」は、「適正な水源管理を通して、国民に対して安定的に水を供給すること」を重要な目標のひとつとして掲げている。今後もこの政策方針が維持される可能性は高いと推測できる。

#### 4-6-2 組織面

INRHをはじめとして、プロジェクトに参加するカウンターパート組織は部署としての過不足は見られない。GEARH及びGEIPIがOSDE-GIATとして集約された現在、県レベルのEAH、EIPHは組織名称や構成に対して独自に決定する権限を有するようになったが、組織構成自体はいずれも従前と同様である。

組織面における持続性の懸念事項としては離職の可能性が挙げられる。キューバ側によればシニア層の定着率は高いものの、若手職員の離職が一定程度見られるとのことであり、実際に前プロジェクトで数理モデルの技術移転を受けたカウンターパートは3名のうち2名が離職している状況にある。

本プロジェクトでは技術移転の対象者を可能な範囲で広く網羅することで、負の影響を軽減する計画であるが、離職をどこまで防げるかについては不透明である。

#### 4-6-3 技術面

技術面の持続性を支える研修体制は充実しており、高く評価できる。INRHが有する研修センターが同国中央部のヴィジャクララとグランマに在り、研修計画に基づいて職員は研修を受講する。研修にあたっては、前年に1)各組織での研修ニーズの聞き取り、2)人材部による取りまとめ、3)INRH本部での調整及び最終の研修計画決定のプロセスを経ており、安定した研修体制があるものと評価できる。

以上の観点からの技術面の持続性は概ね高く見込まれる。但し、上記のとおり、早期に技術移転の成果を組織内に広げなければ、離職に伴う損失が生まれる可能性も否定できない。

表 4-6-1 INRH での研修実績（主要研修抜粋）

年	研修名	参加者	研修場所	研修講師
2019	Integrated water resources management at the river basin level	89	National Training Center (Granma and Villa Clara 以下同)	INRH 及び GIAT
	National workshop on integration of water policy and SDGs.	193	National Training Center	INRH 及び GIAT
2020	Tailor-made course (Integral solution project to prevent flooding in Havana's waterfront".	29	National Training Center	INRH 及び GIAT
	National Workshop on Integration of Water Policy and SDGs	53	National Training Center	INRH 及び GIAT
2021	Fundamentals of national security, its expression in water security	29	National Training Center	INRH 及び GIAT
	Digitization of Integrated Water Resources Management	17	Branch School (Habana 以下同)	INRH 及び GIAT
	Cuba's environmental strategy in the water sector	27	Branch School	INRH 及び GIAT
	Wastewater drainage for small populations	27	Branch School	INRH 及び GIAT
	Land water balance and monitoring.	29	Branch School	INRH 及び GIAT
	Hydraulic planning	29	Branch School	INRH 及び GIAT
	Fundamentals of national security, its expression in water security.	35	Branch School	INRH 及び GIAT
	Green Climate Fund (ONLINE)	10	Branch School	INRH 及び GIAT
	CARIBSAN Project (ONLINE)	12	Branch School	INRH 及び GIAT

出所：調査団質問票回答

#### 4-6-4 財政面

INRH によれば、同庁の年間予算は安定的に推移しており、今後極端な減少が生じることはないとの見通しを示している。そのため、本プロジェクトが支援する各種の計画づくりや流域委員会の運営などにかかる知見を、国内において普及することは財政面からも概ね可能と考えられる。

他方、キューバにおいては外貨不足に起因して掘削やモニタリングの機材購入及びスペアパーツ購入が容易には出来ない。この点は、持続性を阻害する要因であり、現時点において改善に向けた、確固たる見通しは無い。

## 第5章 実施に係る提言

### 5-1 成果1

#### 5-1-1 キューバの水資源管理体制に合致したアプローチの採用

既に述べたとおり、キューバにおいては、INRH を軸とする垂直型の水資源管理体制が強固に構築されている。社会主義体制ならではの豊富な行政資源を投じて、水利用者の末端まで管理が行き届いている点は、行政資源の乏しさという弱点を補うために、流域委員会、水資源管理委員会を創設し水利用者の参加、関係者間の調整と協力を促す形で水資源を管理するという、他の多くの途上国で見られる状況と異なる点である。

成果1の流域協議会の強化というような組織に関わるソフト的なテーマは、ものを作る支援と違い現地側の積極的な関与があって初めて効果が表れるものである。その意味で、上述のような強固な水資源管理体制を敷いているキューバ側の状況を理解した上で、極力先方の要望に沿う形で支援を提供することが案件を成功させる重要な要件の一つであろう。

今回の現地調査でキューバ側から要望の出た「Basin Coordination Office (BCO)」の創設支援はその意味で適切な切り口と言える。BCO 立ち上げの支援を通して、流域委員会の活動状況、問題点、強化すべき点を明らかにし、徐々に全体的なメカニズムの強化に広げていくというのが現実的と思われる。参加型ありきの発想で最初から強調しすぎると、中央集権的な意思決定が支配的な社会主義キューバの価値観に合わずに反発を招いてしまい、技術協力が成立しなくなってしまう恐れがある。このような事態は避けるべきで、高い水準にあるキューバの水資源管理を十分に理解し、キューバの IWRM をよりよいものに高めるための手段として参加型を提案するといった現実的な取り組みが求められる。

一方で、実際は改善の余地が多々あると考えられ、INRH 担当者からは、制度の内容に関する説明が多くなされたが、現場の声を聞くと必ずしも決められたとおり全てが順調に進んでいるわけではないということが窺われる。アルテミサの関係者からは、水に関わる関係者の統合の必要性、それが不十分であるが故の地下水枯渇のリスク等が指摘された。

キューバの水資源管理が中央集権的トップダウン型である一方で、PNDES 2030、National Water Policy など色々な政策文書で「関係者間の調整」、「住民参加」の必要性が謳われている。水資源は特にその土地の自然条件に根差した自然資源なので、地元住民、行政官が状況をよく把握しており、ボトムアップ的な要素が盛り込まれることで水資源管理がより効果的になる可能性が高い。

このように、現場で起こっていること（ミクロ）と諸々の政策文書で打ち出されている方向性（マクロ）の両方の視点から、既存の垂直型意思決定メカニズムを補完する形で流域委員会のような水平型調整メカニズムの導入を支援していくことで、水資源管理の効果を高められるように誘導すべきであろう。

### 5-1-2 アルテミサ県とマヤベケ県における地方分権化の試行経験の活用

アルテミサ県とマヤベケ県の水資源管理体制が地方分権的体制から中央集権的体制に移行しつつあることは、地方分権の試みの挫折のようにも受け取ることができて残念なことではあるが、得られた教訓は最大限生かすべきであろう。マヤベケ県の関係者から、2010～2022年の間、県レベルの異なる部署間の連携が高まるというプラス面があったという指摘があった。このような水平方向の協力関係は、正に流域委員会で強化しようとしている側面であり、流域委員会の機能強化のうで参考にするべきであろう。本件を通して、縦軸と横軸の調整機能を合体させたハイブリッド型水資源管理モデルを構築し、アルテミサ・マヤベケから全国に広めていくような土台作りが望まれる。

### 5-1-3 CITMA の経験の参照

CITMA は環境分野を担当している立場上、住民参加、住民のエンパワーメント等の経験が INRH 以上に豊富なようである。各流域委員会の副議長は CITMA が務めているので、INRH の立場は尊重しながらも、CITMA の経験を活用しながら水平型調整機能を強化していくようなアプローチが有効と思われる。

## 5-2 成果 2 及び 3

### 5-2-1 気候変動等、将来の不確実性に順応できる水資源管理体制の構築

プロジェクト対象地域での配分の実態に関して多くの関係者と意見交換した結果として、現在までに水配分された水量は水使用者が希望した水需要を十分に満たすものであり、また水供給において水不足が発生し水供給に制約があったことはないほとんどないということであった。この背景としては、水需要が停滞していること、石灰岩という優れた帯水層が分布していること、現行の水配分における開発可能水量と水使用量を管理する際の基準としている水資源賦存量の下限値はともに安全側に設定されていること等が挙げられる。現在の水利用の状況を踏まえると問題がないように思えるが、将来の気候変動などにより水資源賦存が変化した場合、現行の手法でどこまで対処できるのか疑問が残る。

また、プロジェクト対象地域では地下水を多用している一方で、表流水の開発は遅れている。河川流域の狭が狭いこととカルストによる河川の消失が原因である。そのため表流水賦存量のモニタリング・解析すら満足には行われていない。表流水は水利用の対象として十分に調査・利用されているとは言い難く、マヤベケ川を除いては洪水防御とリクリエーションの対象として扱われている。水資源の不確実性を考えた場合は、地下水だけでなく表流水も十分に利用し地下水と表流水の連携利用・管理をより強固にする姿勢が求められる。

### 5-2-2 キューバ側の技術レベルを十分踏まえた能力強化支援

前回の JICA プロジェクトではクエンカスールの地下水解析に多くの時間と要員を投入したが、現時点においては地下水流動及び海水侵入モデルは両者とも活用されていない。その理由の一つとして、日本側が必要と考えた技術レベルとキューバ側が受け入れ可能な技術レベルに差があったと考えられる。このギャップを抱えたままで技術移転を繰り返しても形式的・表面

的な技術移転に終始し、プロジェクト終了後にその成果が消えてしまうことになる。キューバ側の受け入れ可能な技術レベルを見極め、その範囲内で適切な解析ツールを選び技術移転を行うことが重要である。

### 5-3 成果 4

#### 5-3-1 水使用量の把握を通じた農業分野と水資源セクターの連携強化

キューバの農業政策は、「食料主権の達成と食料安全保障」のために持続可能な農業による安定的な食料供給システムの構築を目指している。米国の制裁の影響から農業機械や肥料の輸入が進まない現状では、農業生産強化のために耕作面積の増加を想定している。

「63の施策」において、施策21の目標として、「各県において28,000haの農地の回復を行うこと」が掲げられており、米に関しては2022年までに157,000haの植栽を達成するとしている。また、施策20では、自治体の農業生産強化のために「確保すべき栽培面積」の具体的な目標数値（バナナ15万ha、キャッサバ15万ha、サツマイモ33,720ha、マラガ22,463ha）が挙げられている。

キューバでは気候変動により、気温や降水量の変化が生じており、この影響を受けて農業では平年より作付時期が遅くなることや収量への影響が懸念されている。従って、耕作面積を拡大する場合、天候の影響を受ける天水農業は安定した生産が期待できないこと、米の生産には大量の水が必要となることを考えると、灌漑を伴う農地開発が前提となる。

近年は灌漑用水が不足なく供給されているが、農地開発により耕地が拡大すれば灌漑用水の需要が増える。国内の水資源に関する以下の状況を鑑みると、農業用水の総量を増加させることは現実的ではないため、将来的には総量（パイ）からの農業用水の分配が議論される可能性がある。

- 国内全体の水使用可能量（賦存量）は経年的にあまり変化しない。
- 農業分野は国内全体の水使用量の50%を占める。
- 農業用水は生活用水に比べて水利用の優先度が低い。

同じパイの中で、新たな用水需要に応えるためには水利用者（農業生産主体）の水の使用方法を見直す必要に迫られる。しかしながら、実態として井戸の揚水量や表流水の流量計測が実施されておらず、農業生産主体は自らの水使用量を把握できていない。これは水の供給者側も同様で、農業生産者に水使用許可を交付する一方で、使用量の計測を行う責務を果たしていないため、農業分野の水使用量は推定となっている。

国連開発計画（UNDP）の支援による「マヤベケにおける水資源の統合管理の支援にかかるプロジェクト<sup>8</sup>」（期間2015年～2021年）においては、モデル農家は灌漑水量を計量し、スプリンクラー灌漑施設とPCとソフトウェアを組み合わせることで節水農業を実現している。ソフトウェアに毎日計測した降水量や蒸発量、天候、井戸揚水量の計測値などの情報を入力し、作物に必要な

<sup>8</sup> 本プロジェクトは、UNDPプログラム「キューバの砂漠化と干ばつに対処するための国家行動計画を支援する持続可能な土地管理のための国別連合計画（CPP-OP15）（2008～2024年）」のプロジェクトの一つである。

な用水量を算出し、作物栽培を実施している。水量は栽培の適量とすることにより、国の許可水使用量以下で作物生産が可能となる。この取り組みにより、15,000 ペソ/月の水価が 3,000 ペソ/月に低減することになる一方で、収量は向上している。なお、肥料は入手しにくい化学肥料のかわりにオーガニック材料で作った肥料を使用しており、収量向上は適時適量の灌水の効果といえよう。

節水農業の成功事例から得られる教訓として、水の使用量を正確に把握することと適量な水量で栽培することは、農家の収量向上と経費削減の2つの利点が生まれる。また、供給者側にとっても水量を正確に把握することは、将来的に作物の水使用量指標の改定や水資源の保全につながることからメリットが大きい。灌漑用水量を計測し、節水を図ることで生じる効果を表5-3-1に示す。

以上のことから、将来の水需要の増加と水資源の統合管理の視点から農業分野の役割を考えると、農業用水の使用量の計測とその記録の蓄積は、非常に大きな意味がある。この取り組みは水供給者側と水利用者（農業分野）が協力する必要があるが、農家へのインタビューでは、節水の取り組みのインセンティブが働きにくいとの意見がある。従って、水の使用量の把握と節水灌漑を組み合わせた取り組みにより、収量向上を実現することで農家にとってのメリットを実感してもらう必要がある。

表 5-3-1 水量計測と節水の効果

期待される効果	農業生産者 (水使用者)	供給者 (国、公社)
① 水量の軽減	・最近水単価が安くなったため、水価だけの節減だと節水のインセンティブは働きにくい。ただし、揚水にかかる電気代または燃料費を削減できるため、農業経営上のメリットが大きい。	・干害発生時の水資源の配分計画に役立つ ・水を有効に活用することで、水資源の保全になる。
② 収量の向上	・マヤベケ県の農家は、水量を低減する一方で収量を向上させている。	・農家の収入が増えることで、水価の確実な回収が見込める。
③ 作物の水使用量指標の改定（計測値が指標改定の基礎資料として使用される）	・指標の改定に伴い、使用水量が減少するが、収量は落とさずに水量を減らすことになり、経費削減につながる。	・指標改定後は、水の総使用量が削減されるため、水資源の保全につながる。

また、毎日の灌漑水量は降水量の有無、気温、湿度等の条件でも変わることがあるため、雨量計を設置して降水量の計測値も併せて記録することが望ましい。前述のマヤベケ県のモデル農家を使用した灌漑水量を算出するソフトは、IAgricが開発したものであり、IAgricは現地の条件に適した節水灌漑に協力した実績がある。このため、技術協力プロジェクトにおいて、農

業分野のパイロットプロジェクトを実施する際には、エリアや農地の選定についても各地の農業生産の実情、土壌分布、水源等を把握している IAgric の協力を仰ぐのが適切である。

#### 5-4 その他

プロジェクト実施時における留意事項として、カウンターパートの交通手段確保の問題が挙げられる。カウンターパート組織が保有する車両は数台程度と限定的であり、必要に応じて機動的に移動することは困難である。例えば、流域委員会が現地視察を計画しても、委員会メンバーの交通手段確保がままならず、結果として現地視察が延期されていたり、バイクの数が少ないためにモニタリングの頻度が制限を受けていたりするなど、既に現業も様々な影響を受けている。これらを勘案して、本プロジェクトにおいては JICA 専門家の車両に同乗するなど、現実に応じた対応が求められるものと考えられる。

詳細計画策定調査時における PDM Ver 0 の指標は、定性的な指標が多くを占めている。本プロジェクト単体で対象流域の水資源管理を定量的に改善させることは、野心的に過ぎると日本側、キューバ側双方が確認したためである。そのため、PDM Ver 0 ではカウンターパート自身の自己評価によって能力向上を判断するなどの指標が採用された。今後、プロジェクト実施期間中に、プロジェクトの介入によって生じる事象を定量的に計測できることが確認出来た際には、PDM 指標を柔軟に改定することが望ましい。

## 第6章 団長所感

現地調査の開始前はプロジェクト対象地域を含めて十分な情報がなく、どこまで細部を詰められるか不安であった。だが、現地においては会議や現地視察等に CP が非常に積極的に参加してくれ、多くの情報と共に有意義な意見交換を実施でき、非常に充実した調査となった。

成果1では流域委員会の強化に取り組むが、CPからも流域委員会は十分機能しておらず、成果が出ていないという声が聞かれた。CPとしてもその重要性は認識しているが、その運営はまだ手探りの印象を受けた。特にアルテミサ県とマヤベケ県では地方分権化の試行が行われ、一般的に失敗に終わったという評価であるものの、水資源管理分野においては引き続き地方分権化の在り方について検討が行われているようである。マヤベケ県の CPからは、地方分権化の試行で良かった点はセクター間の連携が促進されたこと、悪かった点は予算が十分配分されなくなったこと、という意見が聞かれた。本プロジェクトにおいては、このような地方分権化の動きも十分踏まえつつ、プロジェクト対象地域における流域委員会の制度設計や強化方策を考えていく必要がある。また、フランスやベトナムが他の流域において流域委員会の支援を行っている。その支援方針等とも可能な限り調和を図っていくことが望ましい。

成果2については、EAHの主業務の一つである水配分計画の改善を目的とし、そのためにモニタリング強化や水収支把握の向上に取り組む。INRHはSGIAと呼ばれる統合水管理データベースを構築済みであり、全国の観測井や揚水を行っている井戸（全国59,881本の井戸データ）、水質等のデータが統合されている。しかしながら、CPが何度も発言していたように、実際の揚水量データを十分把握できておらず、本プロジェクトでのモニタリング強化ではこの点に力を入れていくことになる。CPからはメーター設置に対する要望が聞かれたが、本プロジェクトでメーターを大量に購入することは現実的ではない。メーターがなくても揚水量を推定できる仕組みやデータを整備していくことも重要になる。機材調達についても議論になったが、CPの求めているのは機器そのものというよりも、維持管理のためのスペアパーツ、国内製造のためのノウハウであった。前者については、本調査においてCPが所有する機器の状況を詳細に把握できなかったため、本プロジェクト開始後改めて確認を行い、プロジェクトの目的や活動に照らし合わせ、本当に必要なものを精査する。後者については本プロジェクトでの支援は困難と判断したが、経済制裁等により機材調達が思うようにできない苦しい状況も理解できるところ、訪日研修における日本の製造メーカーでの研修など、できる範囲で支援を検討したい。

成果3は、要請書には明記されておらず、本調査の議論の中で出てきたものである。本プロジェクトの背景には、ハバナへの飲料水供給を軸にした本プロジェクト対象地域全体での水資源管理という考えがあり、そのための方策をRegional Scheme of Water Resourcesとしてまとめていくことは非常に有意義と考える。Regional Scheme of Water Resourcesが対象としている地域には4つの県、複数の流域があり、さらに当然ながら複数の水利用セクターが存在する。Regional Scheme of Water Resourcesの作成には、これらの地域スケールやセクタースケールを横断したマルチスケールの調整、協議が必要である。そのために流域委員会を活用するとともに、水資源管理者であるINRHの調整能力も強化できるよう支援を行っていく必要がある。

農業セクターとの連携強化については、当初の想定通り、成果4として一つの成果として掲げることができた。また、調整が難航すると考えていた農業セクターの巻き込みについても、農業セクター側が非常に積極的であり、本プロジェクトの実施機関として名を連ねることも実現できた。これは当初の想定に反して INRH と MINAG の連携が日常的に行われていたことに加え、水資源管理の視点からの働きかけ（water centric）ではなく、収穫量の増加や健全な営農を推進することを主目的とし MINAG へアプローチしたことが効果的だったためと考えられる。また、MINAG は各作物を耕作する際の水利用量原単位の更新に強い関心を示しており、本プロジェクトの活動がその更新にも活用でき、win-win の関係を提案できたこともよかったと思われる。MINAG との連携の見込みはある程度できたが、本プロジェクト開始後、パイロット活動を実際に現場で行うのは農家である。パイロット活動の計画、実施においては、農家の人たちの目線、思いを十分踏まえていく必要があると考える。

最後になるが、キューバ事務所には情報収集やスケジュール調整、通訳の手配等で多大なご支援を頂いた。改めて感謝を申し上げたい。



## 付 属 資 料

1. Minutes of Meeting、Record of Discussions 案
2. PDM 案
3. PO 案
4. 面談者リスト
5. 面談記録

**MINUTES OF MEETINGS  
BETWEEN  
JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY  
AND  
NATIONAL INSTITUTE OF HYDRAULIC RESOURCES OF THE  
REPUBLIC OF CUBA, GRUPO EMPRESARIAL DE GESTION DE  
AGUAS TERRESTRES, AND MINISTRY OF AGRICULTURE OF  
THE REPUBLIC OF CUBA**

**ON  
THE JAPANESE TECHNICAL COOPERATION  
FOR  
THE PROJECT FOR ENHANCEMENT OF CAPACITIES  
FOR INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT  
IN THE REPUBLIC OF CUBA**

The Detailed Planning Survey Team (hereinafter referred to as “the Team”) organized by Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), headed by Mr. Takashi KAJI conducted the Detailed Planning Survey of “the Project for Enhancement of Capacities for Integrated Water Resources Management in the Republic of Cuba” (hereinafter referred to as “the Project”).

In the course of the survey, the Team exchanged views and had a series of discussions about the project outline with the National Institute of Hydraulic Resources (hereinafter referred to as “INRH”) and organizations concerned. As a result of the discussions, both sides understood the matters referred to in the document attached hereto.

Habana, 26<sup>th</sup> September 2022



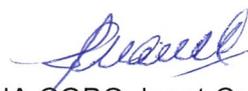
KAJI Takashi  
Leader, Detailed Planning Survey Team  
Japan International Cooperation Agency  
Japan



SARDUY QUINTANILLA Fermín E.  
Director of International Relations  
National Institute of Hydraulic Resources  
Republic of Cuba



TEJEDA MARRERO Victor  
General Director of IAgri, MINAG  
Republic of Cuba



TRIANA COBO Janet Caridad  
First Vicepresident of OSDE GIAT  
Republic of Cuba

## THE ATTACHED DOCUMENT

### 1. Draft Record of Discussions

As a result of the discussions, both sides agreed on the draft Record of Discussions (hereinafter referred to as "R/D") shown in Appendix.

The Team explained that there was a possibility to change the contents of the draft R/D through the approval process in the JICA Headquarters. The Cuban sides agreed on it.

### 2. Change of the Project Title

The Project title was changed from "the Project for the Strengthening of the Capacities for Integrated Management of Water Resources in Artemisa-Matanzas Region" to "the Project for Enhancement of Capacities for Integrated Water Resources Management in the Republic of Cuba" by reflecting the project design formulated through the Detailed Planning Survey.

(End)

Appendix: Draft Record of Discussions (R/D)

uf

FRQ

Ⓟ

<DRAFT>

**RECORD OF DISCUSSIONS**

**FOR**

**THE PROJECT FOR ENHANCEMENT OF CAPACITIES  
FOR INTEGRATED WATER RESOURCES MANAGEMENT  
IN THE REPUBLIC OF CUBA**

**AGREED UPON BETWEEN**

**NATIONAL INSTITUTE OF HYDRAULIC RESOURCES  
OF THE REPUBLIC OF CUBA**

**AND**

**GRUPO EMPRESARIAL DE GESTION DE AGUAS TERRESTRES**

**AND**

**MINISTRY OF AGRICULTURE  
OF THE REPUBLIC OF CUBA**

**AND**

**JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY**



**Dated Month xx 2022**





Based on the minutes of meetings on the Detailed Planning Survey for the Project for Enhancement of Capacities for Integrated Water Resources Management in the Republic of Cuba (hereinafter referred to as “the Project”) signed on 26<sup>th</sup> September 2022 among the National Institute of Hydraulic Resources of the Republic of Cuba (hereinafter referred to as “INRH”), Ministry of Agriculture of the Republic of Cuba (hereinafter referred to as “MINAG”), Grupo Empresarial de Gestion de Aguas Terrestres (hereinafter referred to as “OSDE GIAT”) (hereinafter referred to as “the Counterparts”), and the Japan International Cooperation Agency (hereinafter referred to as “JICA”), JICA held a series of discussions with the Counterparts and relevant organizations to develop a detailed plan of the Project.

The purpose of this record of discussions (hereinafter referred to as “the R/D”) is to establish a mutual agreement for its implementation by both parties and to agree on the detailed plan of the Project as described in the followings and Annex 1 and 2, which will be implemented within the framework of the Agreement on Technical Cooperation signed on 14<sup>th</sup> October 2009 (hereinafter referred to as “the Agreement”) and the Note Verbales exchanged on 19<sup>th</sup> May 2022 between the Government of Japan and the Government of Republic of Cuba.

The Counterparts will be responsible for the implementation of the Project in cooperation with JICA, coordinate with other relevant organizations and ensure that the self-reliant operation of the Project is sustained during and after the implementation period in order to contribute toward social and economic development of the Republic of Cuba.

Both parties also agreed that the Project will be implemented in accordance with the “Basic Principles for Technical Cooperation” published in December 2016 (hereinafter referred to as “the BP”), unless other arrangements are agreed in the R/D.

The R/D is delivered at Cuba as of the day and year first above written. The R/D, except Annex 3 to 7 may be amended by a minutes of meetings between both parties. The minutes of meetings will be signed by authorized persons of each side who may be different from the signers of the R/D.

Done in duplicate in English and Spanish languages, both are equally authentic. In case of any divergence of interpretation, the English text will prevail.



For  
Japan International Cooperation Agency

---

ASHIDA Tatsuya  
Chief Representative  
JICA Cuba Office

For  
Ministerio de la Agricultura

---

TEJEDA MARRERO Victor  
General Director of IAgric, MINAG  
Republic of Cuba

For  
Instituto Nacional de Recursos Hidraulicos



---

SARDUY QUINTANILLA Fermín E.  
Director of International Relations  
Instituto Nacional de Recursos Hidraulicos  
Republic of Cuba

For  
Grupo Empresarial de Gestion de Aguas  
Terrestres

---

MORALES PALACIOS Rigoberto  
Vice President of OSDE GIAT  
Republic of Cuba

- Annex 1 Project Description
- Annex 2 Main Points Discussed
- Annex 3 Project Design Matrix (PDM)
- Annex 4 Plan of Operation (PO)
- Annex 5 Implementation Structure
- Annex 6 List of Proposed Members of Joint Coordinating Committee
- Annex 7 Monitoring Sheet



## PROJECT DESCRIPTION

1. Title of the Project

The Project for Enhancement of Capacities for Integrated Water Resources Management in the Republic of Cuba

2. Overall Goal

Institutional systems and functions for Integrated Water Resources Management established in the Project are introduced in other basins in Cuba.

3. Project Purpose

Capacities of National Institute of Hydraulic Resources and Basin Councils are enhanced to strengthen Integrated Water Resources Management.

4. Period of the Project

Five (5) years

5. Implementing Agencies

- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (National Institute of Hydraulic Resources) (INRH);
- OSDE GIAT; and
- Ministerio de la Agricultura (Ministry of Agriculture) (MINAG).

Among the three implementing agencies, INRH is the leading agency having full responsibilities, including those described in the BP, to implement the Project.

6. Project Inputs (Japanese Side, any important inputs)

Major inputs by Japanese side are as follows:

- JICA Experts;
- Equipment;
- Vehicles (2); and
- Training for Counterparts.

Their details are determined after the commencement of the Project.

7. Environmental and Social Considerations: C (under the 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April 2010)')

## MAIN POINTS DISCUSSED

### 1. Annex

Both parties agreed on the contents of Annex 3 to 7, which is categorized as references of the R/D. Both parties further agreed that the contents of Annex 3 to 7 may be modified by mutual confirmation such as determination of monitoring sheets or minutes of meetings usually after the Joint Coordinating Committee (hereinafter referred to as "JCC").

### 2. Environmental and Social Considerations

With regard to the Section 10.1 of the BP, the Project is likely to have minimal adverse impact on the environment and society under the 'JICA Guidelines for Environmental and Social Considerations (April 2010)'.

### 3. Project Design Matrix

As a result of discussions, the Project Design Matrix (hereinafter referred to as "PDM") (Version 0., dated 26<sup>th</sup> September 2022) attached as Annex 3 was confirmed. PDM may be revised according to the progress and achievements of the Project, upon approval by JCC.

Outputs of the Project are as follows:

- Output 1: Institutional systems and capacities of Basin Councils are strengthened for their better operation.
- Output 2: The basin/aquifer-wise monitoring system of surface water, groundwater (including extraction volume), and rainfall for Integrated Water Resources Management, and related technical operations such as analyzing/utilizing collected data are strengthened.
- Output 3: The Regional Scheme of Water Resources is updated.
- Output 4: Coordination between agricultural sector and water sector is strengthened.

### 4. Project Sites

The project sites are the river basins and aquifers selected in Artemisa Province, Mayabeque Province, and Habana Province. They are as follows:

- Ariguanabo River Basin (National Interest) (HAV-1);
- Almendares/Vento River Basin (National Interest) (HAV-2);
- Jaruco River Basin (HMJ-2);
- Cuenca Sur Basin (National Interest) (HS-3);
- Batabano Basin (HS-4); and



- Melena-Nueva Paz Basin (HS-5).

5. Basin Councils Targeted in the Project

- Ariguanabo Basin Council;
- Cuenca Sur Basin Council; and
- Mayabeque Basin Council.

The table below shows relationship among the river basins/aquifers, provinces and Basin Councils.

River Basins/Aquifers	Province	Basin Council Targeted in the Project
Ariguanabo River Basin (National Interest) (HAV-1)	Habana, Artemisa, Mayabeque	Ariguanabo Basin Council
Almendares/Vento River Basin (National Interest) (HAV-2)	Habana, Artemisa	-
Jaruco River Basin (HMJ-2)	Mayabeque	Mayabeque Basin Council
Batabano Basin (HS-4)		
Melena-Nueva Paz Basin (HS-5)		
Cuenca Sur Basin (National Interest) (HS-3)	Artemisa, Mayabeque	Cuenca Sur Basin Council

6. Beneficiaries of the Project

The direct beneficiaries of the Project are staff members of INRH, OSDE GIAT, MINAG, and the members of the Basin Councils.

7. Plan of Operation

The Plan of Operation (hereinafter referred to as "PO") (Version-0) is shown in Annex 4. The Project will be officially commenced when the JICA Expert Team starts the project activities in Cuba.

8. Implementation Structure

Project Director and Project Manager are as follows:

- Project Director: Deputy Director of General Division of Integrated Water Management, INRH
  - Project Manager: Deputy Director of EAH of Mayabeque
- Implementation structure of the Project is shown in Annex 5.

9. Joint Coordinating Committee (JCC)

JCC is established to facilitate inter-organizational coordination for the Project. JCC is chaired by Vice President of OSDE GIAT, and held at least once a year and whenever

*Handwritten signature*  


*Handwritten signature*  




deemed necessary. A list of proposed members of JCC is shown in Annex 6.

## 10. Input by Cuban Side

Major inputs by the Cuban side are shown below:

- Counterpart persons;
- Suitable office space with necessary equipment and power supply for JICA Experts;
- Costs of custom clearance, Value Added Taxes, and appropriate use/storage of equipment provided by JICA;
- Data relevant to the project activities; and
- Facilities and equipment being used in daily work relevant to the project activities.

## 11. Monitoring of the Project

The Counterparts and the JICA Experts will monitor the progress of the Project with the monitoring sheet attached as Annex 7.

## 12. Points to be Noted in the Project Activities

### 12.1 Output 1: Institutional systems and capacities of Basin Councils are strengthened for their better operation.

- Targets of capacity enhancement are Ariguanabo Basin Council, Cuenca Sur Basin Council, and Mayabeque Basin Council. Ariguanabo Basin and Cuenca Sur Basin are the national interest river/aquifer basins. Mayabeque Basin is the provincial interest river basin.
- The Project will support the Basin Councils to have coordination capacity as well as advisory capacity for promoting the Integrated Water Resources Management. The Project will also strengthen capacities of the Basin Coordination Offices so that they can play a key role in management of the Basin Councils as a secretariat.
- One of the most important roles of Basin Council is to coordinate, monitor, and evaluate achievements of the Sub-Programs 2021-2025 (refer to the table below). In Output 1, each of responsible organization involved in the Sub-Programs 2021-2025 will prepare an action plan to fulfill its own Sub-Program under the coordination in the respective Basin Council. A set of the action plans will be an integrated action plan to promote the Integrated Water Resources Management under each Basin Council.
- Afterwards, each organization responsible for the action plan will implement it. The Project will mainly support INRH to implement the action plan of the Sub-Program 3 and 4 through Output 2 and 3, and support MINAG to implement the Sub-Program 7 through Output 4. Regarding other Sub-Programs, the Project will promote cooperation between INRH and related organizations from the perspective of the Integrated Water Resources Management.





- In the preparation of the action plans for the Sub-Programs 2021-2025 under Cuenca Sur Basin Council, the actions proposed in the Groundwater Management Plan prepared by the Project for Capacity Enhancement of Groundwater and Seawater Intrusion Management will be referred.
- The Project will disseminate lessons obtained in the activities in/out of Cuba through international networks such as the Global Water Partnership, etc.

#### Sub-Programs 2021-2025

No.	Summary of Sub-Program	Responsible Agency
1	Elaboration of territorial planning schemes by river basins	IPF
2	Investment for protection of natural resources and environment in river basins	ONEI
3	Modernization of hydrological cycle and water quality observation networks in river basins	INRH
4	Water balance by river basin as a planning tool and to implement evaluation of water productivity	INRH
5	Development of integrated watershed management of water quality and pollutant sources	INRH and CITMA
6	Increasing forested area, especially in hydro-regulating forest belts, infiltration areas, etc.	MINAG
7	Increasing conservation, protection and improvement of watershed soils	MINAG
8	Sustainability of interdisciplinary, sectoral and community actions aiming at improving hygienic-epidemiological conditions	MINSAP
9	Sustainable use of biological diversity, systems of protected areas, etc.	CITMA
10	Introduction of science and technological innovation in integrated management of water, etc.	CITMA
11	Sustainable use of mineral resources, industrial, ornamental or aggregate rocks in their close relationship with terrestrial water, etc.	MINEM
12	Cooperative surveillance of natural resources, environment, and firefighting in river basins	MININT-CGB
13	Education, awareness, dissemination, and citizen participation in integrated management of water, other natural resources, and environment at watershed level	Chairman of the Board

def

Ⓜ

FFQ

12.2 Output 2: The basin/aquifer-wise monitoring system of surface water, groundwater (including extraction volume), and rainfall for Integrated Water Resources Management, and related technical operations such as analyzing/utilizing collected data are strengthened.

- The river basins and aquifers where activities to improve the monitoring system will be conducted are described in 4. above.
- The main objective of Output 2 is to enhance capacities of the Water Management Enterprises (hereinafter referred to as "EAHs") to estimate the surface water and groundwater potentials, and evaluate balance between the potentials and water usages in each river basin and aquifer. To this end, the Project will support EAHs in improving monitoring systems for both surface water and groundwater, and capacities to utilize simulation models.
- The target organizations of capacity enhancement in Output 2 are EAHs of Artemisa Province, Mayabeque Province, and Habana Province. For EAHs of Artemisa Province and Mayabeque Province, all of the activities in Output 2 are planned. On the other hand, the Project currently will not plan to conduct activities of 2-1, 2-2, 2-4, and 2-5 for EAH of Habana Province to avoid overlapping of supports by the French International Water Office. However, after the Project starts, they will be reviewed in detail, and the Project activities will be re-considered, if needed.
- Regarding drillings of monitoring wells and exploration wells for obtaining hydro-geological information, the Cuban side will conduct them, if new installations are needed. In the monitoring activities, the Project plans to utilize existing monitoring wells including those developed in Cuenca Sur Basin in the Project for Capacity Enhancement of Groundwater and Seawater Intrusion Management.
- The issues with the monitoring system and current equipment will be studied in detail during the Project, and the necessary equipment and spare parts to improve monitoring activities will be identified. The Project will consider methods and availability to improve equipment and spare parts. In the case that equipment is necessary to be procured, the Project will consider an appropriate technical level that can be maintained sustainably with availability of spare parts by the Cuban side.
- INRH has already developed integrated database called SGIA (Water Information Management System). Monitoring data obtained in the Project will be incorporated into SGIA and shared by relevant organizations.
- The Project will support the EAHs in upgrading the current models to identify water resources' potential and balance to more reliable ones. To this end, cooperating with the Habana Technical University and the Empresa de Investigaciones, Proyectos Hidráulicos de La Habana (hereinafter referred to as "EIPHH"), the Project plans to use AQUIMPE for groundwater analysis. AQUIMPE is developed by the Habana

LCF  






Technical University, and it is feasible for the EAHs to utilize it in their daily work. Regarding surface water analysis, a simple and user-friendly model, e.g. SWAT or SHETRAN, will be introduced by the Project. EAHs and EIPHH will operate the models under technical supports from the JICA Experts.

- Regarding the transfer of technical knowledge to self-produce monitoring equipment in Cuba, the Project will provide technical information based on Japanese experiences and publicly available information to address technical issues raised in product development by the Cuban side, as requested by the Cuban side. The Project will consider to make opportunities for the Counterparts to visit Japanese manufacturers of measuring instruments during the training programs in Japan.

### 12.3 Output 3: The Regional Scheme of Water Resources is updated.

- The Regional Scheme of Water Resources was prepared in 1992. The Project will assist INRH in updating it, and INRH will learn the process and skills of its preparation.
- The target area of the Regional Scheme of Water Resources will cover the project site and the water extraction points for westward water transmission in the western part of Matanzas Province.
- Based on the water demand of each sector estimated by socioeconomic scenarios, as well as the water balance in each river basin and aquifer, the Regional Scheme of Water Resources will be planned and it will consider the most efficient water sharing systems across the river basins and aquifers, taking into account the impacts of climate change, energy cost for water transmission and pumping, etc.
- The Project will support EIPHH, OSDE GIAT, and Habana Technical University in developing a comprehensive model, from a mid- to long-view point, covering the whole target area of the Regional Scheme of Water Resources for better planning of water allocation and prediction.
- Main contents of the Regional Scheme of Water Resources are as follows:
  - Future water resources potential of the project sites, taking into account the impacts from climate change;
  - Projected water demands in the project site, including drinking water demand in Habana and irrigation demand in each river basin and aquifer; and
  - Proposal of most efficient water transfer systems to meet the projected water demands in the project site including Habana, with policies and implementation plan to realize the systems.

### 12.4 Output 4: Coordination between agricultural sector and water sector is strengthened.

- The agricultural sector is the largest sector in usage of water resources. It is also very important and influential in the water resources management. Therefore, close

let

⊗

⊗

collaboration between MINAG and INRH, as the responsible agency of the water resources management, is crucial in promoting the Integrate Water Resources Management. Through the coordination in/out of the Basin Councils, the Project will promote the sustainable use of water resources in the agricultural sector, and implement pilot activities that will contribute to proper water resources management, and improve farmers' livelihoods and agricultural production.

- The Project assumes one pilot activity in each of Artemisa and Mayabeque Provinces, cooperating with the Agricultural Research Institute (hereinafter referred to as "IAgric") and the Sugarcane Research Institute (hereinafter referred to as "INICA"). The details of the pilot activities, including their scales, contents, and necessary equipment for pilot activities, will be considered based on the analysis of issues identified during the Project.
- The pilot activities will be considered from the perspective of how water use can be improved aiming at increasing agricultural yields and promoting environmentally sound farming. For example, MINAG and INRH could collaborate to build and disseminate a farming model that can improve yields without increasing water use. To this end, MINAG provides knowledge on appropriate rates of irrigated water and irrigation technology, and INRH provides methods of measurement and management of water use to farmers.
- By utilizing the results of pilot activities as well as existing research results by the Cuban sides, the Project will support in validating and updating the National Standards for water requirements of crops.
- In addition to the consideration of specific activities described above, the Project will improve the cooperation mechanism among INRH/relevant agencies and MINAG/agriculture-related agencies at the central, provincial, and field levels to implement the pilot activities.
- The pilot activities will take into account reduction of energy consumption required to operate pumps through more efficient water use, contribution to mitigation measures to climate change, and contribution to the Sub-Program 7 of the Sub-Programs 2021-2025 (soil conservation) for which MINAG is the responsible agency.

### 13. Cooperation with Water Supply Sector

Grupo Empresarial de Agua y Saneamiento (hereinafter referred to as "AyS") will participate in the Project as a relevant agency. The Project will cooperate with AyS in the relevant project activities.

### 14. Creating Collective Impacts with Supports by French International Water Office

In the Almendares/Vento River Basin, the French International Water Office is providing

uf  






the supports. Their main activities are to strengthen governance, improve water resources monitoring to develop the Integrated Water Resources Management, and data management. Its implementation period is from 2017 to 2022, but the extension is envisaged.

The Project will review the details of the activities supported by the French International Water Office after the start of the Project, and collaborate with their supports to create collective impacts.

#### 15. Vision in Cuba 10 to 20 Years After the Project

The vision in Cuba 10 to 20 Years After the Project is 'through practicing the Integrated Water Resources Management supported by the institutional systems and functions established in the Project, economy and social welfare, without compromising health and conservation of vital ecosystem, are being improved (on the trajectory toward achieving the vision articulated in Article 1.2, Law No. 124).'

#### 16. Gender Equality and Women's Empowerment

Both parties confirmed that activities to promote gender equality and women's empowerment should be duly practiced, e.g. increasing the number of female staff members in the Project team, for the Project implementation.

#### 17. Mitigation and Adaptation to Climate Change

The Project contributes to adaptation through the enhancement of capacities and institutional systems for the water resources management, which can be more resilient and adaptive to impacts caused by climate change. The Project has a possibility to contribute to mitigate climate change through the pilot activities in Output 4 which is expected to reduce energy consumption in pumping groundwater.

(end)



**Project Design Matrix**

**Version 0**  
**Dated 26,September,2022**

Project Title : The Project for Enhancement of Capacities for Integrated Water Resources Management in the Republic of Cuba.

Implementing Agency: INRH, OSDE, GIAT, MINAG

Relevant stakeholder Agency: CITMA, EIPHH, EIPH Matanzas, AZCUBA, IAGRIC, INICA, AvS, ENPC

Period of Project : 2023-2028 (5 years)

Project Site: The river basins and aquifers targeted in the Project are selected in Artemisa Province, Mayabeque Province, and Habana Province.

1) Ariquebabo River Basin (National Interest) , 2) Almendares/Vento River Basin (National Interest) , 3) Jaruco River Basin (Provincial Interest), 4) Cuenca Sur Basin (National Interest), 5) Quivicán Basin (Provincial Interest), and 6) Melena-Nueva Paz Basin (Provincial Interest)

Target Basin Councils: 1) Ariquebabo Basin Council (National Interest River Basin), 2) Cuenca Sur Basin Council (National Interest River Basin), 3) Mayabeque Basin Council (Provincial Interest River Basin)

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption	Achievement	Remarks
<b>Overall Goal</b> Institutional systems and functions for Integrated Water Resources Management established in the Project are introduced in other basins in Cuba.	1. Institutional systems for Basin Councils proposed by the Project are introduced in other basins.  2. Training courses on Basin Councils are conducted in INRH, whose contents are based on the lessons accumulated and guidelines developed by the Project.	1. Interview with INRH  2. Training record of INRH			
<b>Project Purpose</b> Capacities of National Institute of Hydraulic Resources and Basin Councils are enhanced to strengthen Integrated Water Resources Management.	1. The Basin Councils conduct their planned activities, check their performances/results, and improve for the next cycle.  2. Guideline(s) for operation of Basin Councils is/are shared with other Basin Councils.  3. Potentials of surface water and groundwater are identified by use of the simulation model developed by the Project.  4. Monitoring data can be utilized for development of water allocation plan and evaluation of the plan's execution by INRH headquarter, EAH and the Basin Councils.  5. INRH starts to refer to the contents of the Regional Scheme of Water Resources for their policy making and planning.	From 1 to 5 Project record and interview with counterparts	1. Counterparts who received technical transfer do not leave the counterpart organizations (The number of counterparts leaving the job retains as minimum as possible).		
<b>Outputs</b> 1. Institutional systems and capacities of Basin Councils are strengthened for their better operation.	1-1 The Basin Coordination Offices play secretarial functions/roles effectively.  1-2 The evaluation indicators for Sub-Programs improve.  1-3 Activities and outcomes of the Basin Councils are presented to the public by internet and/or other devices.	1-1 Project record and interview with counterparts  1-2 Meeting record of the Basin Councils  1-3 Project record (Internet and/or other devices)			
2. The basin/aquifer-wise monitoring system of surface water, groundwater (including extraction volume), and rainfall for Integrated Water Resources Management, and related technical operations such as analyzing/utilizing collected data are strengthened.	2-1 Simulation model is developed, and multiple counterparts are able to utilize and to update the model.  2-2 The water allocation plan is evaluated taking into account monitoring data of actual extraction volume.  2-3 The Project is providing new data items and/or currently insufficient data items such as extraction volume to SGIA	2-1 Interview with counterparts  2-2 Interview with counterparts  2-3 Project record and SGIA			
3. The Regional Scheme of Water Resources is updated.	3-1 Potential risks of water resources in the future are shared among the Basin Councils in the target areas of Regional Scheme of Water Resources.  3-2 Regional Scheme of Water Resources updated by the Project is approved by INRH.  3-3 The contents of Regional Scheme of Water Resources are shared among the Basin Councils in the target areas of Regional Scheme of Water Resources.	3-1 Interview with the Basin Councils  3-2 Project record  3-3 Project record			
4. Coordination between agricultural sector and water sector is strengthened.	4-1 Outputs and lessons from the pilot activities are jointly analyzed and reported by MINAG and INRH.  4-2 Water management method and/or water use monitoring method tested by the pilot activities are considered to introduce to other areas and/or continued at the pilot site.	4-1 Project record and interview with counterparts  4-2 Project record and interview with counterparts			

Activities	Inputs		Important Assumption
	The Japanese Side	The Cuban Side	
1-1 To analyze the current situation of the targeted basin councils, and to develop their activity plans and plans for developing their institutional systems and capacities. 1-2 To strengthen the functions and capacities of the Basin Coordination Offices. 1-3o analyze the obstacles in implementation of Integrated Water Resources Management in the targeted river basins/aquifers  1-4o develop the action plan of each sub-program of the 2021-2025 sub-programs in each targeted Basin Council  1-5o implement the action plans by each responsible institution (The Project mainly support Sub-program 4 relevant to Output 2 and 3, and Sub-program 7 relevant to Output 4)	1. Dispatch of Japanese experts: 1) Integrated Water Resources Management 2) Institution/Governance 3) Participatory Development 4) Socio-Economy 5) Groundwater Management 6) Surface Water Management 7) Water Supply Management 8) Monitoring Equipment 9) GIS 10) Farming Practice  2. Training Training in Japan and the third country  3. Equipment  4. Pilot activities	1. Counterparts INRH at headquarters and provinces, OSDE-GIAT (EAH, EIPHH), MINAG, and Basin Councils composed of relevant stakeholder agencies and others  2. Facilities/equipment 1) Project office  3. Local expenses 1) Transportation and daily allowances for counterparts 2) Utilities cost for the Project office	1. Plan to install the Basin Coordination Office is not cancelled.  2. There are no extreme climatic conditions happened in the Project period.

*Handwritten signature/initials*

*Handwritten signature*

1-6o monitor the progress of action plans, and evaluate their achievements in the Basin Councils  
 1-7o develop the guideline for management of Basin Council, and recommendation for institutional systems and governance of Basin Council reflecting the project activities  
 1-8o improve the management of Basin Councils and operate them continuously  
 1-9o extract lessons learnt from the management of Basin Councils, and share them in/out of Cuba

2-1 To analyze the current situation of the monitoring system and related technical capacities  
 2-2 To improve the monitoring plan (groundwater level, surface water, etc.) and its implementation system  
 2-3 To improve the monitoring plan (extraction volume) and its implementation system  
 2-4 To implement monitoring based on the plans and systems above  
 2-5 To update SGIA (Water Information Management System), and share data with relevant stakeholders  
 2-6 To support in improving hydro-geological information.  
 2-7 To develop the simplified and user-friendly simulation models  
 2-8 To update the surface water and groundwater potentials, and evaluate the balance with water usage  
 2-9 To improve performance of EAHs of Artemisa Province, Mayabeque Province, and Habana Province by utilizing the activities of 2-1 to 2-8  
 2-10 To coordinate a series of activities in Output 2 through the Basin Councils, and to share achievements and lessons  
 2-11 To improve engineering knowledge for developing measuring equipment for monitoring (the Project provides technical knowledge and information while the Cuban sides develop equipment)

3-To review the current Regional Scheme of Water Resources  
 3-2o develop several development scenarios taking into account influence by climate change  
 3-3o evaluate risks of water resources in future by using Output 2  
 3-4 To update the Regional Scheme of Water Resources  
 3-5 To organize joint meetings in which relevant Basin Councils participate, and to coordinate a series of activities in Output 3, and share achievements and lessons

4-1 To analyze the current situation and challenges of water use to realize increase of productivity and farming practices  
 4-2 To develop the plans for pilot activities, and to establish the coordination mechanism between MINAG and INRH for their implementation  
 4-3 To implement pilot activities  
 4-4 To review the achievements of the pilot activities for their improvement  
 4-5 To coordinate a series of activities in Output 4 through the Basin Councils and share achievements and lessons  
 4-6 To extract lessons learnt, and share them in Cuba

Pre-Conditions
1. Transportation modes of Cuban counterparts are prepared.
↓
<issues and countermeasures>

INRH: Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos: National Water Resources Institute  
 OSDE GIAT: Organización Superior de Dirección Empresarial Gestión de las Aguas Terrestres: Terrestrial Water Management Business Group  
 MINAG: Ministry of Agriculture  
 CITMA: Ministry of Science, Technology and the Environment  
 AZCUBA: Sugar Business Group  
 EAH: Empresa de Aprovechamiento Hidráulico, Water Management Enterprise  
 EIPHH: Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos, Hydraulic Projects and Research Enterprise Habana  
 IAGRIC: Agricultural Research Institute  
 INICA: Sugarcane Research Institute  
 AyS: Water and Sanitation group

uf

FFD









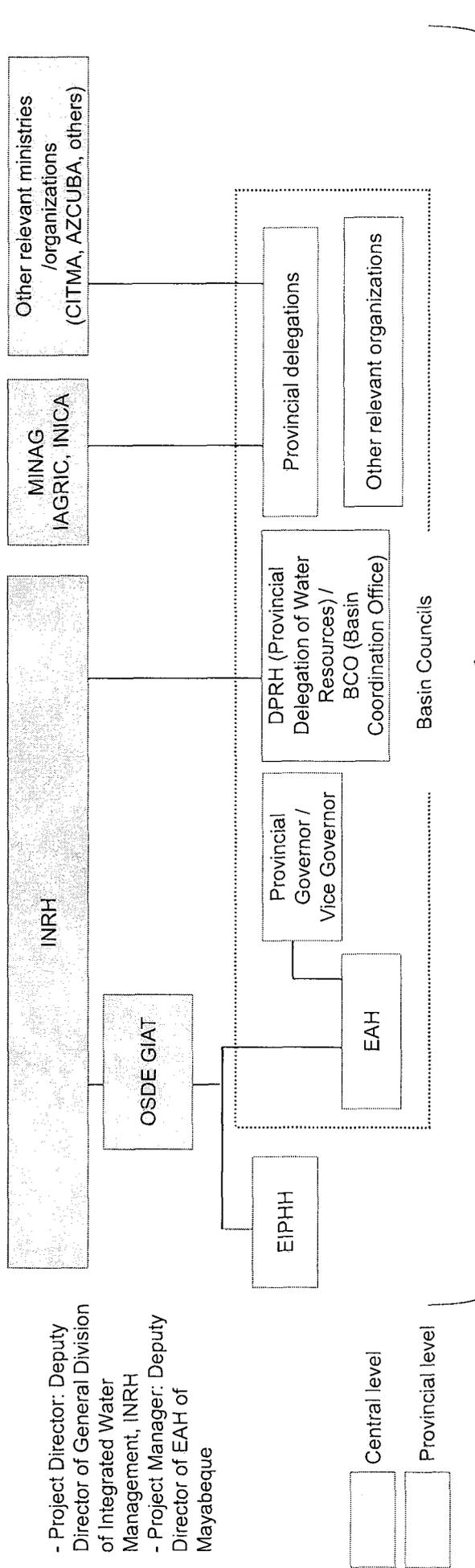
Handwritten signatures and initials.

Activity	Plan		Actual		Remarks	Issue	Solution
	Year	Quarter	Year	Quarter			
2-8 To update the surface water and groundwater potentials, and evaluate the balance with water usage							
2-9 To improve performance of EAHs of Artemisa Province, Mayaguez Province, and Habana Province by utilizing the activities of 2.1 to 2.8							
2-10 To coordinate a series of activities in Output 2 through the Basin Councils, and to share achievements and lessons							
2-11 To improve engineering knowledge for developing water resources management projects (e.g. technical studies develop equipment)							
<b>Output 3: The Regional Scheme of Water Resources is updated.</b>							
3-1 To review the current Regional Scheme of Water Resources							
3-2 To develop several development scenarios taking into account influence by climate change							
3-3 To evaluate risks of water resources in future by using Output 2							
3-4 To update the Regional Scheme of Water Resources							
3-5 To organize joint meetings in which relevant Basin Councils participate, and to coordinate a series of activities in Output 3, and share achievements and lessons							
<b>Output 4: Coordination between agricultural sector and water sector is strengthened.</b>							
4-1 To analyze the current situation and challenges of water use to realize increases of productivity and farming practices							
4-2 To develop the plans for pilot activities, and to establish the coordination mechanism between MINAG and INRH for their implementation							
4-3 To implement pilot activities							
4-4 To review the achievements of the pilot activities for their improvement							
4-5 To coordinate a series of activities in Output 4 through the Basin Councils and share achievements and lessons							
4-6 To extract lessons learnt, and share them in Cuba							
<b>Duration / Phasing</b>							
<b>Monitoring</b>	Year	1st Year	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year	
Joint Coordinating Committee	Plan						
Set-up the Detailed Plan of Operation	Actual						
Submission of Monitoring Sheet	Plan						
Monitoring Mission from Japan	Actual						
Joint Monitoring	Plan						
Post Monitoring	Actual						
<b>REPORTS/DOCUMENTS</b>	Year	1st Year	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year	
Project Completion Report	Plan						
<b>PUBLIC RELATIONS</b>	Year	1st Year	2nd Year	3rd Year	4th Year	5th Year	
	Plan						
	Actual						
	Plan						
	Actual						



**Annex 5**

**Implementation Structure**



- Project Director: Deputy Director of General Division of Integrated Water Management, INRH
- Project Manager: Deputy Director of EAH of Mayabeque

- Central level
- Provincial level


**List of Proposed Members of Joint Coordinating Committee**

- (1) Chair Person: Vice President of OSDE GIAT
- (2) Representatives of Project Team
  - 1) Project Director: Deputy Director of General Division of Integrated Water Management, INRH
  - 2) Project Manager: Deputy Director of EAH of Mayabeque
  - 3) Director of International Relations, INRH
  - 4) Director of Science and Innovation Division, OSDE GIAT
  - 5) General Director of IAgric, MINAG
  - 6) General Director, EIPHH
  - 7) Director of Irrigation of INICA, AZCUBA
  - 8) Technical Directors of EAHs
  - 9) Secretary of National Basin Council
  - 10) JICA Experts
  - 11) Others whom are to be agreed by the Counterparts and JICA
- (3) Other Members from Cuban Side
  - 1) Representatives from CITMA
  - 2) Representatives from AyS
  - 3) Representatives from MINAG
  - 4) Representatives from INICA
  - 5) Governor/Vice Governor of Artemisa Province
  - 6) Governor/Vice Governor of Mayabeque Province
  - 7) Representatives from Basin Coordination Offices
  - 8) Development partners
  - 9) Other persons that Cuban side might consider necessary
- (4) Other Members from Japanese Side
  - 1) Chief representative, representatives, and staff members of JICA Cuba Office
  - 2) Representatives from JICA Headquarters
  - 3) Representatives from the Embassy of Japan
  - 4) Other persons that Japanese side might consider necessary

let

G

RSQ

Annex 7

TO CR of JICA ●● OFFICE

Project Monitoring Sheet

Project Title : \_\_\_\_\_

Version of the Sheet: Ver.●● (Term: Month, Year - Month, Year) \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Title: Project Director \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Title: Chief Advisor \_\_\_\_\_

Submission Date: \_\_\_\_\_

I. Summary

- 1 Progress
  - 1-1 Progress of Inputs
  - 1-2 Progress of Activities
  - 1-3 Achievement of Output
  - 1-4 Achievement of the Project Purpose
  - 1-5 Changes of Risks and Actions for Mitigation
  - 1-6 Progress of Actions undertaken by JICA
  - 1-7 Progress of Actions undertaken by Gov. of ●●
  - 1-8 Progress of Environmental and Social Considerations (if applicable)
  - 1-9 Progress of Considerations on Gender/Peace Building/Poverty Reduction, disability, disease infection, social system, human wellbeing, human right, and gender equality (if applicable)
  - 1-10 Other remarkable/considerable issues related/affect to the project (such as other JICA's projects, activities of counterparts, other donors, private sectors, NGOs etc.)
- 2 Delay of Work Schedule and/or Problems (if any)
  - 2-1 Detail
  - 2-2 Cause
  - 2-3 Action to be taken
  - 2-4 Roles of Responsible Persons/Organization (JICA, Gov. of●●,etc.)
- 3 Modification of the Project Implementation Plan
  - 3-1 PO
  - 3-2 Other modifications on detailed implementation plan

*(Remarks: The amendment of R/D, Project Description, and PDM (title of the project, duration, project site(s), target group(s), implementation structure, overall goal, project purpose, outputs, activities, input , and change of Environmental category) should be authorized by JICA HDQs. If the project team deems it necessary to modify any part of R/D,Project Description, and PDM, the team may propose the draft.)*
- 4 Current Activities of Gov. of xx to Secure Project Sustainability after its Completion

II. Project Monitoring Sheet I & II as Attached



**ACTAS DE LAS REUNIONES  
ENTRE  
LA AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DE JAPÓN  
Y  
EL INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS DE  
LA REPÚBLICA DE CUBA, EL GRUPO EMPRESARIAL DE  
GESTIÓN DE AGUAS TERRESTRES Y EL MINISTERIO DE LA  
AGRICULTURA DE LA REPÚBLICA DE CUBA.  
  
SOBRE  
LA COOPERACIÓN TÉCNICA DE JAPÓN  
PARA  
EL PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE  
CAPACIDADES PARA LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS  
RECURSOS HIDRÁULICOS EN LA REPÚBLICA DE CUBA**

El Equipo de Estudio para la Planificación Detallada (en lo sucesivo denominado “el Equipo”), organizado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (en lo sucesivo denominado “JICA”) y dirigido por el Sr. Takashi KAJI, realizó el Estudio para la Planificación Detallada del “Proyecto para el fortalecimiento de capacidades para la gestión integrada de los recursos hidráulicos en la República de Cuba” (en lo sucesivo denominado “el Proyecto”).

En el transcurso del estudio, el Equipo intercambió sus opiniones y sostuvo una serie de discusiones sobre el esquema del proyecto con el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (en lo sucesivo denominado “INRH”) y las entidades pertinentes.

Como resultado de las discusiones, ambas partes pudieron comprender los asuntos que se mencionan en el documento adjunto.

La Habana, 26 de septiembre de 2022.



KAJI Takashi  
Líder, Equipo de Estudio para la  
Planificación Detallada  
Agencia de Cooperación Internacional de  
Japón



SARDUY QUINTANILLA Fermín E.  
Director de Relaciones Internacionales  
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos  
República de Cuba



TEJEDA MARRERO Víctor  
Director General del IAgri, MINAG  
República de Cuba



TRIANA COBO Janet Caridad  
First Vicepresident of OSDE-GIAT  
República de Cuba

## DOCUMENTO ADJUNTO

### 1. Borrador del Registro de Discusiones

Como resultado de las discusiones, ambas partes estuvieron de acuerdo con el borrador del Registro de Discusiones (en lo sucesivo denominado "R/D") que aparece en el anexo.

El Equipo explicó que existe la posibilidad de que ocurran modificaciones en el contenido del borrador del R/D durante el proceso de aprobación en la Casa Matriz de JICA. Las partes cubanas estuvieron de acuerdo con esta aclaración.

### 2. Modificación del título del proyecto.

Se modificó el título del proyecto, que pasó de ser "Proyecto para el fortalecimiento de capacidades para la gestión integrada de los recursos hidráulicos en la región de Artemisa-Matanzas" a "Proyecto para el fortalecimiento de capacidades para la gestión integrada de los recursos hidráulicos en la República de Cuba", el cual refleja el diseño del proyecto formulado mediante el Estudio para la Planificación Detallada.

(Fin)

Anexo: Borrador del Registro de Discusiones (R/D)

<BORRADOR>

**REGISTRO DE DISCUSIONES**

**PARA**

**EL PROYECTO PARA EL FORTALECIMIENTO DE CAPACIDADES PARA  
LA GESTIÓN INTEGRADA DE LOS RECURSOS HIDRÁULICOS EN LA  
REPÚBLICA DE CUBA**

**ACORDADO ENTRE**

**EL INSTITUTO NACIONAL DE RECURSOS HIDRÁULICOS DE LA  
REPÚBLICA DE CUBA**

**Y**

**EL GRUPO EMPRESARIAL DE GESTIÓN DE AGUAS TERRESTRES**

**Y**

**EL MINISTERIO DE LA AGRICULTURA  
DE LA REPÚBLICA DE CUBA**

**Y**

**LA AGENCIA DE COOPERACIÓN INTERNACIONAL DE JAPÓN**



**Con fecha del mes xx de 2022**



Tomando como base las actas de las reuniones sobre el Estudio para la Planificación Detallada del "Proyecto para el fortalecimiento de capacidades para la gestión integrada de los recursos hidráulicos en la República de Cuba" (en lo sucesivo denominado "el Proyecto"), que se firmaron el 26 de septiembre de 2022 entre el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos de la República de Cuba (en lo sucesivo denominado "INRH"), el Ministerio de la Agricultura de la República de Cuba (en lo sucesivo denominado "MINAG"), el Grupo Empresarial de Gestión de Aguas Terrestres (en lo sucesivo denominado "OSDE GIAT") (en lo sucesivo denominado "las Contrapartes") y la Agencia de Cooperación Internacional de Japón (en lo sucesivo denominado "JICA"), JICA sostuvo un conjunto de intercambios con las Contrapartes y las entidades pertinentes para desarrollar un plan detallado del Proyecto.

El propósito de este registro de discusiones (en lo sucesivo denominado "el R/D") es establecer un acuerdo mutuo para su implementación por ambas partes y acordar el plan detallado del Proyecto tal como se describe en los apartados siguientes y en los Anexos 1 y 2, que se implementará en el marco del Acuerdo de Cooperación Técnica firmado el 14 de octubre de 2009 (en lo sucesivo denominado "el Acuerdo") y la Nota Verbal intercambiada el 19 de mayo de 2022 entre el Gobierno de Japón y el Gobierno de la República de Cuba.

Las Contrapartes serán responsables de la implementación del Proyecto conjuntamente con JICA, realizarán las coordinaciones necesarias con otras entidades pertinentes y garantizarán que se mantenga el funcionamiento autónomo del Proyecto durante y después del periodo de implementación en aras de contribuir al desarrollo socioeconómico de la República de Cuba.

Ambas partes también acordaron que el Proyecto se ejecutará de acuerdo con los "Principios Básicos de Cooperación Técnica" publicados en diciembre de 2016 (en lo sucesivo denominado "los PB"), salvo que se acuerden otras disposiciones en el R/D.

El R/D se presentará en Cuba a partir del día, mes y año arriba indicados. El R/D, con excepción de los Anexos 3 al 7, podrá ser modificado mediante un acta de reunión entre ambas partes. El acta de la reunión se firmará por personas autorizadas de cada una de las partes, y tales personas podrán ser distintas a los signatarios del R/D.

Hecho en dos ejemplares, en idiomas inglés y español, y ambos textos son igualmente auténticos. En caso de cualquier divergencia de interpretación, prevalecerá la versión en inglés.





Por  
Agencia de Cooperación Internacional de  
Japón

---

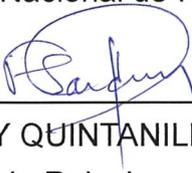
ASHIDA Tatsuya  
Representante Residente  
Oficina de JICA en Cuba

Por  
Ministerio de la Agricultura

---

TEJEDA MARRERO Víctor  
Director General del IAgri, MINAG  
República de Cuba

Por  
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos



---

SARDUY QUINTANILLA Fermín E.  
Director de Relaciones Internacionales  
Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos  
República de Cuba

Por  
Grupo Empresarial de Gestión de Aguas  
Terrestres

---

MORALES PALACIOS Rigoberto  
Vicepresidente del OSDE GIAT  
República de Cuba

- Anexo 1 Descripción del Proyecto
- Anexo 2 Principales Temas Discutidos
- Anexo 3 Matriz de Diseño del Proyecto (MDP)
- Anexo 4 Plan de Operaciones (PO)
- Anexo 5 Estructura de Implementación
- Anexo 6 Listado de Miembros Propuestos para el Comité de Coordinación Conjunta
- Anexo 7 Hoja de Monitoreo



## DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

1. Título del proyecto

“Proyecto para el fortalecimiento de capacidades para la gestión integrada de los recursos hidráulicos en la República de Cuba”.

2. Objetivo general

Incorporación en otras cuencas de Cuba de las funciones y los sistemas institucionales para la Gestión Integrada de los Recursos Hidráulicos establecidos en el marco del Proyecto.

3. Objetivo del proyecto

Fortalecimiento de las capacidades del Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos y de los Consejos de Cuencas para consolidar la Gestión Integrada de los Recursos Hidráulicos.

4. Periodo del proyecto

Cinco (5) años

5. Entidades ejecutoras

- Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH);
- OSDE GIAT; y
- Ministerio de la Agricultura (MINAG).

De las tres entidades ejecutoras, el INRH es el principal organismo que tiene todas las responsabilidades para ejecutar el Proyecto, incluidas las descritas en los PB.

6. Contribuciones al proyecto (por la parte japonesa, cualquier contribución importante)

Las principales contribuciones de la parte japonesa son las siguientes:

- Expertos de JICA;
- Equipamiento;
- Vehículos (2); y
- Capacitación para las Contrapartes.

Los detalles se determinan tras el inicio del proyecto.

7. Consideraciones medioambientales y sociales: C (según las “Directrices de JICA en materia de Consideraciones Ambientales y Sociales (abril de 2010)”).

lef  
Ⓢ

FRQ

## PRINCIPALES TEMAS DISCUTIDOS

### 1. Anexo

Ambas partes aceptaron el contenido de los Anexos 3 al 7, que se clasifican como referencias del R/D. Además, ambas partes acordaron que el contenido de los Anexos 3 al 7 puede ser modificado por confirmación mutua, por ejemplo, la determinación de las hojas de monitoreo o las actas de las reuniones, por lo general después de que sesione el Comité de Coordinación Conjunta (en lo sucesivo denominado “CCC”).

### 2. Consideraciones ambientales y sociales

Con respecto a la sección 10.1 del PB, es probable que el proyecto tenga un impacto adverso mínimo sobre el medio ambiente y la sociedad según las “Directrices de JICA en materia de consideraciones ambientales y sociales (abril de 2010)”.

### 3. Matriz de Diseño del Proyecto

Como resultado de las discusiones, se ratificó la Matriz de Diseño del Proyecto (en lo sucesivo denominado “MDP”) (Versión 0., con fecha 26 de septiembre de 2022) que se adjunta como el anexo 3. En función de los avances y logros del Proyecto, se podrá revisar y modificar la MDP, previa aprobación del CCC.

Las áreas de resultados clave del Proyecto son las siguientes:

- Área de resultado clave 1: Fortalecimiento de las capacidades y los sistemas institucionales de los consejos de cuencas para garantizar su mejor funcionamiento.
- Área de resultado clave 2: Fortalecimiento del sistema de monitoreo de las aguas superficiales, las aguas subterráneas (incluido el volumen de extracción) y las precipitaciones en las cuencas y los acuíferos para la Gestión Integrada de los Recursos Hidráulicos, y de las operaciones técnicas conexas, tales como el análisis y la utilización de los datos compilados.
- Área de resultado clave 3: Actualización del Esquema Regional de los Recursos Hidráulicos.
- Área de resultado clave 4: Fortalecimiento de la coordinación entre los sectores agrícola e hidráulico.

### 4. Área del Proyecto

El área del proyecto comprende las cuencas hidrográficas y los acuíferos seleccionados en las provincias de Artemisa, Mayabeque y La Habana, y son los siguientes:

- Cuenca hidrográfica “Ariguanabo” (interés nacional) (HAV-1);

- Cuenca hidrográfica "Almendares-Vento" (interés nacional) (HAV-2);
- Cuenca hidrográfica "Jaruco" (HMJ-2);
- Cuenca hidrográfica "Cuenca Sur" (interés nacional) (HS-3);
- Cuenca "Batabanó" (HS-4); y
- Cuenca "Melena-Nueva Paz" (HS-5).

5. Consejos de cuencas objetivo del Proyecto

- Consejo de Cuenca "Ariguanabo";
- Consejo de Cuenca "Cuenca Sur"; y
- Consejo de Cuenca "Mayabeque".

En la siguiente tabla aparecen las relaciones entre las cuencas hidrográficas y acuíferos, las provincias y los consejos de cuencas.

Cuenca hidrográfica/acuífero	Provincia	Consejo de cuenca objetivo del Proyecto
Cuenca hidrográfica "Ariguanabo" (interés nacional) (HAV-1)	La Habana, Artemisa, Mayabeque	Consejo de Cuenca "Ariguanabo"
Cuenca hidrográfica "Almendares-Vento" (interés nacional) (HAV-2)	La Habana, Artemisa	-
Cuenca hidrográfica "Jaruco" (HMJ-2)	Mayabeque	Consejo de Cuenca "Mayabeque"
Cuenca "Batabanó" (HS-4)		
Cuenca "Melena-Nueva Paz" (HS-5)		
Cuenca hidrográfica "Cuenca Sur" (interés nacional) (HS-3);	Artemisa, Mayabeque	Consejo de Cuenca "Cuenca Sur"

6. Beneficiarios del Proyecto

Los beneficiarios directos del proyecto son el personal del INRH, el OSDE GIAT, el MINAG y los miembros de los Consejos de Cuencas.

7. Plan de Operaciones

El Plan de Operaciones (en lo sucesivo denominado "PO") (Versión-0) aparece en el anexo 4. El Proyecto se iniciará oficialmente cuando el Equipo de Expertos de JICA comience las actividades del Proyecto en Cuba.

8. Estructura de Implementación

El Director y el Gestor del Proyecto son los siguientes:

- Director del Proyecto: Director Adjunto de la Dirección General de Gestión Integrada del Agua, INRH

- Gestor del Proyecto: Director Adjunto de la EAH Mayabeque

La estructura de implementación del proyecto aparece en el anexo 5.

#### 9. Comité de Coordinación Conjunta (CCC)

El CCC se crea para facilitar la coordinación interinstitucional del Proyecto. El CCC está presidido por el vicepresidente del OSDE GIAT y se reúne al menos una vez al año y cuando lo considere necesario. El listado de los miembros propuestos para el CCC aparece en el anexo 6.

#### 10. Contribuciones de la parte cubana

A continuación se detallan las principales contribuciones de la parte cubana:

- Personal asignado como contraparte;
- Oficina apropiada para los expertos de JICA, con el equipamiento necesario y suministro de energía;
- Costos de despacho de aduanas, de impuestos sobre el valor añadido y de uso y almacenamiento adecuado del equipamiento suministrado por JICA;
- Datos relevantes para las actividades del proyecto; e
- Instalaciones y equipamiento que se utilizarán en el trabajo diario relacionado con las actividades del proyecto.

#### 11. Monitoreo del Proyecto

Las contrapartes y los expertos de JICA controlarán los avances del proyecto con la hoja de monitoreo que se adjunta como anexo 7.

#### 12. Elementos que se deben tener en cuenta en las actividades del proyecto

##### 12.1 Área de resultado clave 1: Fortalecimiento de las capacidades y los sistemas institucionales de los consejos de cuencas para garantizar su mejor funcionamiento.

- El Consejo de Cuenca "Ariguanabo", el Consejo de Cuenca "Cuenca Sur" y el Consejo de Cuenca "Mayabeque" son objetivos del fortalecimiento de capacidades. La cuenca "Ariguanabo" y "Cuenca Sur" son cuencas hidrográficas y acuíferos de interés nacional. La cuenca "Mayabeque" es una cuenca hidrográfica de interés provincial.
- El Proyecto apoyará a los Consejos de Cuencas para que tengan capacidad de coordinación y asesoramiento para fomentar la Gestión Integrada de los Recursos Hidráulicos. El Proyecto también fortalecerá las capacidades de las Oficinas de Coordinación de Cuencas para que puedan desempeñar un papel clave como secretaría en la gestión de los Consejos de Cuenca.
- Una de las funciones más importantes del Consejo de Cuenca es coordinar,



monitorear y evaluar los avances de los subprogramas 2021-2025 (véase la siguiente tabla). En el área de resultado clave 1, cada una de las entidades responsables involucradas en los subprogramas 2021-2025 preparará un plan de acción para cumplir con su propio subprograma en coordinación con su respectivo Consejo de Cuenca. El conjunto de los planes de acción conformará un plan integrado de acción para fomentar la Gestión Integrada de los Recursos Hidráulicos en cada Consejo de Cuenca.

- Posteriormente, cada entidad ejecutará el plan de acción del cual es responsable. El Proyecto apoyará principalmente al INRH en la ejecución del plan de acción de los subprogramas 3 y 4 mediante las áreas de resultado clave 2 y 3, y apoyará al MINAG en la ejecución del subprograma 7 mediante el área de resultado clave 4. En cuanto a los demás subprogramas, el Proyecto promoverá la cooperación entre el INRH y las entidades conexas desde la perspectiva de la gestión integrada de los recursos hidráulicos.
- En la elaboración de los planes de acción de los subprogramas 2021-2025 en el marco del Consejo de Cuenca Sur, se utilizarán como referencia las acciones propuestas en el Plan de Gestión de las Aguas Subterráneas elaborado por el “Proyecto para el fortalecimiento de capacidades en la gestión de las aguas subterráneas y la intrusión salina”.
- El proyecto difundirá, dentro y fuera de Cuba, y mediante redes internacionales como la Asociación Mundial para el Agua (GWP), etc., las enseñanzas obtenidas en las actividades.

#### Subprogramas 2021-2025

No.	Resumen del subprograma	Entidad responsable
1	Elaboración de los esquemas de ordenamiento territorial por cuencas hidrográficas.	IPF
2	Gastos de inversiones y corrientes para la protección de los recursos naturales y el medio ambiente en las cuencas hidrográficas.	ONEI
3	Modernización de las redes de observación del ciclo hidrológico y de calidad del agua en las cuencas hidrográficas.	INRH
4	Balance de agua por cuenca hidrográfica como herramienta de planificación e instrumentar la evaluación de la productividad del agua.	INRH
5	Desarrollo de una gestión integrada por cuencas hidrográficas de la calidad del agua y las fuentes contaminantes.	INRH y CITMA
6	Incremento de la superficie boscosa, especialmente de las fajas	MINAG

	forestales hidrorreguladoras, zonas de infiltración, etc.	
7	Incremento de la conservación, protección y mejoramiento de los suelos de las cuencas hidrográficas.	MINAG
8	Sostenibilidad de las acciones interdisciplinarias, sectoriales y comunitarias dirigidas al mejoramiento de las condiciones higiénico-epidemiológicas.	MINSAP
9	Uso sostenible de la diversidad biológica, los sistemas de áreas protegidas, etc.	CITMA
10	Introducción de la ciencia y la innovación tecnológica en la gestión integrada del agua, etc.	CITMA
11	Uso sostenible de los recursos minerales; rocas industriales, ornamentales o áridos en su estrecha relación con el cuidado de las aguas terrestres, etc.	MINEM
12	Vigilancia cooperada de los recursos naturales, el medio ambiente, y lucha contra incendios en las cuencas hidrográficas.	MININT-CGB
13	Educación, concientización, divulgación y participación ciudadana en la gestión integrada del agua otros recursos naturales y el medio ambiente por cuencas hidrográficas.	Presidente del Consejo

12.2 Área de resultado clave 2: Fortalecimiento del sistema de monitoreo de las aguas superficiales, las aguas subterráneas (incluido el volumen de extracción) y las precipitaciones en las cuencas y los acuíferos para la Gestión Integrada de los Recursos Hidráulicos, y de las operaciones técnicas conexas, tales como el análisis y la utilización de los datos compilados.

- Las cuencas hidrográficas y los acuíferos en los que se llevarán a cabo las actividades de perfeccionamiento del sistema de monitoreo se detallan en la sección 4.
- El principal objetivo del área de resultado clave 2 es fortalecer las capacidades de las Empresas de Aprovechamiento Hidráulico (en lo sucesivo denominado "EAH") para estimar el potencial de las aguas superficiales y subterráneas, y evaluar el balance entre los potenciales y los usos del agua en cada cuenca hidrográfica y acuífero. Para ello, el proyecto apoyará a las EAH en el perfeccionamiento de los sistemas de monitoreo de las aguas superficiales y subterráneas, así como en la capacidad para utilizar modelos de simulación.
- Las entidades objetivo del fortalecimiento de capacidades en el área de resultado clave 2 son las EAH de la provincia de Artemisa, la provincia de Mayabeque y la provincia de La Habana. Para las EAH de la provincia de Artemisa y la provincia de Mayabeque, están previstas todas las actividades del área de resultado clave 2. Por

otro lado, en el caso de la EAH de la provincia de La Habana, actualmente el Proyecto no planea realizar las actividades de 2-1, 2-2, 2-4 y 2-5 para evitar la duplicación de la asistencia brindada por parte de la Oficina Internacional del Agua, de Francia. Sin embargo, una vez que se inicie el Proyecto, se revisarán en detalle las actividades del Proyecto y se evaluará su modificación, si es necesario.

- La parte cubana se encargará de la perforación de los pozos de monitoreo y de exploración para la obtención de información hidrogeológica, en caso de ser necesarias nuevas obras. En las actividades de monitoreo, el Proyecto planea utilizar los pozos de monitoreo existentes, incluidos los desarrollados en "Cuenca Sur" en el marco del proyecto para el "Fortalecimiento de capacidades en la gestión de las aguas subterráneas y la intrusión salina".
- Durante el Proyecto se estudiarán en detalle los problemas relacionados con el sistema de monitoreo y con el equipamiento actual, y se identificarán el equipamiento y los repuestos necesarios para perfeccionar las actividades de monitoreo. El Proyecto tomará en consideración los métodos y analizará la disponibilidad para las tareas de perfeccionamiento del equipamiento y las piezas de repuesto. En el caso de que sea necesario adquirir equipamiento, el Proyecto considerará un nivel técnico apropiado que pueda ser mantenido de forma sostenible de acuerdo a la disponibilidad de piezas de repuesto por la parte cubana.
- El INRH ha desarrollado una base de datos integrada llamada SGIA (Sistema de Gestión de Información del Agua). Los datos de monitoreo obtenidos en el proyecto se incorporarán al SGIA y las entidades pertinentes tendrán la responsabilidad de compartirlos.
- El Proyecto apoyará a las EAH en la actualización de los modelos actuales a otros más fiables para identificar el potencial y el balance de los recursos hidráulicos. Para ello, el Proyecto tiene previsto utilizar AQUIMPE para el análisis de las aguas subterráneas, en colaboración con la Universidad Tecnológica de La Habana y la Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de La Habana (en lo sucesivo denominado, "EIPHH"). AQUIMPE fue desarrollado por la Universidad Tecnológica de La Habana, y es factible que las EAH lo utilicen en su trabajo diario. En lo referente al análisis de las aguas superficiales, el proyecto empleará un modelo sencillo y de fácil utilización, por ejemplo SWAT o SHETRAN. Las EAH y la EIPHH utilizarán los modelos con el apoyo técnico de los expertos de JICA.
- En cuanto a la transferencia de conocimientos técnicos para la producción de equipos de monitoreo en Cuba, el Proyecto proporcionará información técnica basada en las experiencias japonesas y en la información pública disponible para dar solución a los problemas técnicos que surjan en el desarrollo de productos por la parte cubana, y según esta así lo solicite. El Proyecto considerará la posibilidad de que las





Contrapartes visiten a fabricantes japoneses de instrumentos de medición durante los programas de capacitación en Japón.

### 12.3 Área de resultado clave 3: Actualización del Esquema Regional de los Recursos Hidráulicos.

- El Esquema Regional de los Recursos Hidráulicos se elaboró en 1992. El proyecto asistirá al INRH en su actualización, y el INRH desarrollará habilidades y adquirirá conocimientos inherentes a su proceso de preparación.
- El área objetivo del Esquema Regional de los Recursos Hidráulicos cubrirá la zona del proyecto y los puntos de extracción de agua en la parte occidental de la provincia de Matanzas para el trasvase hacia el oeste.
- A partir de la demanda de agua de cada sector estimada de acuerdo a los escenarios socioeconómicos, así como del balance de agua en cada cuenca hidrográfica y acuífero, se planificará el Esquema Regional de los Recursos Hidráulicos, el cual incluirá los sistemas de distribución de agua más eficientes entre las cuencas hidrográficas y los acuíferos, teniendo en cuenta los impactos del cambio climático, el costo de la energía para la distribución y el bombeo del agua, etc.
- El proyecto apoyará a la EIPHH, al OSDE GIAT y a la Universidad Tecnológica de La Habana en el desarrollo de un modelo integral, con una perspectiva de mediano a largo plazo, que cubra toda el área objetivo del Esquema Regional de los Recursos Hidráulicos para una mejor planificación de la asignación y predicción de los recursos hidráulicos.
- Los principales contenidos del Esquema Regional de los Recursos Hidráulicos son los siguientes:
  - El potencial futuro de los recursos hidráulicos en el área del proyecto, teniendo en cuenta los impactos del cambio climático;
  - La demanda de agua prevista en el área del proyecto, incluida la demanda de agua potable en La Habana y la demanda de riego en cada cuenca hidrográfica y acuífero; y
  - La propuesta de los sistemas de trasvase de agua más eficientes para satisfacer las demandas de agua previstas en el área del proyecto, incluida La Habana, con políticas y planes de implementación para que los sistemas funcionen.

### 12.4 Área de resultado clave 4: Fortalecimiento de la coordinación entre los sectores agrícola e hidráulico.

- El sector agrícola es el que más recursos hidráulicos utiliza y también es muy importante e influyente en la gestión de estos recursos. Por lo tanto, la estrecha colaboración entre el MINAG y el INRH, como entidad responsable de la gestión de

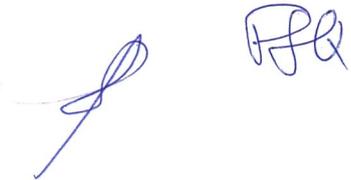
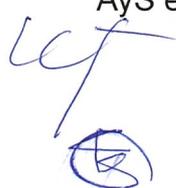


los recursos hidráulicos, es crucial para fomentar la Gestión Integrada de los Recursos Hidráulicos. Mediante la coordinación dentro y fuera de los Consejos de Cuencas, el Proyecto impulsará el uso sostenible de los recursos hidráulicos en el sector agrícola e implementará actividades piloto que contribuyan a una adecuada gestión de los recursos hidráulicos y a un mejoramiento de la producción agrícola y de los medios de vida de los agricultores.

- El Proyecto desarrollará una actividad piloto en cada una de las provincias de Artemisa y Mayabeque, en cooperación con el Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola (en lo sucesivo denominado "IAgric") y el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar (en lo sucesivo denominado "INICA"). Los detalles de las actividades piloto, incluidos sus contenidos, escalas y equipamiento necesario, serán analizados sobre la base de los problemas identificados durante el proyecto.
- Las actividades piloto se considerarán desde la perspectiva de cómo se puede mejorar el uso del agua con el fin de aumentar el rendimiento agrícola y promover una agricultura respetuosa con el medio ambiente. Por ejemplo, el MINAG y el INRH podrían colaborar en la creación y difusión de un modelo de agricultura que pueda mejorar el rendimiento sin aumentar el uso del agua. Para ello, el MINAG proporcionaría los conocimientos sobre los índices adecuados de riego y la tecnología de riego, y el INRH proporcionaría a los agricultores los métodos de medición y de gestión del uso del agua.
- El proyecto apoyará la validación y actualización de las normas nacionales de riego por cultivos mediante la utilización de los resultados de las actividades piloto y de las investigaciones realizadas por la parte cubana.
- Además de considerar las actividades específicas descritas anteriormente, el proyecto perfeccionará el mecanismo de cooperación entre el INRH y las entidades pertinentes, y el MINAG y las entidades relacionadas con la agricultura en el nivel central, provincial y de base para llevar a cabo las actividades piloto.
- Las actividades piloto tendrán en cuenta la reducción del consumo de energía necesario para el funcionamiento de las bombas mediante un uso más eficiente del agua, la contribución a las medidas de mitigación contra el cambio climático y la contribución al subprograma 7 de los subprogramas 2021-2025 (conservación del suelo), del cual el MINAG es el organismo responsable.

### 13. Cooperación con el sector del abasto de agua.

El Grupo Empresarial de Agua y Saneamiento (en lo sucesivo denominado "AyS") participará en el Proyecto como entidad relevante, por tanto el Proyecto cooperará con AyS en las actividades pertinentes.





14. Creación de impactos colectivos mediante el apoyo de la Oficina Internacional del Agua, de Francia.

La Oficina Internacional del Agua, de Francia, brinda su asistencia en la Cuenca Hidrográfica Almendares/Vento. Sus principales actividades están encaminadas a fortalecer la gobernanza, perfeccionar el monitoreo de los recursos hidráulicos para desarrollar la Gestión Integrada de los Recursos Hidráulicos, y la gestión de datos. Su periodo de ejecución se extiende desde 2017 hasta 2022, pero se espera que se prorrogue.

Una vez comenzado el Proyecto, se analizarán detenidamente los detalles de las actividades que reciben el apoyo de la Oficina Internacional del Agua y se colaborará para crear un impacto colectivo.

15. Visión de Cuba en un plazo de 10 a 20 años después del Proyecto.

La visión de Cuba en un plazo de 10 a 20 años después del Proyecto se basa “en la práctica de la Gestión Integrada de los Recursos Hidráulicos que se apoya en las funciones y sistemas institucionales establecidos en el Proyecto para maximizar el bienestar económico y social, sin comprometer la salud o conservación de los ecosistemas vitales (en la trayectoria hacia el logro de la visión que se relaciona con el artículo 1.2 de la Ley 124)”.

16. Igualdad de género y empoderamiento de la mujer.

Ambas partes confirmaron que las actividades para promover la igualdad de género y el empoderamiento de la mujer deben ponerse en práctica debidamente, por ejemplo, mediante el aumento del número de mujeres en el equipo del proyecto que participen en la ejecución del mismo.

17. Mitigación y adaptación al cambio climático

El proyecto contribuye a la adaptación mediante el fortalecimiento de las capacidades y de los sistemas institucionales para la gestión de los recursos hidráulicos, que pueden ser más resistentes y adaptables a los impactos que provoca el cambio climático. El proyecto tiene la posibilidad de contribuir a mitigar el cambio climático mediante las actividades piloto del área de resultado clave 4, que se prevé que reduzca el consumo de energía en el bombeo de aguas subterráneas.

(fin)



Matriz de Diseño del Proyecto

Versión 0

Con fecha 26 de septiembre de 2022

Título del proyecto: "Proyecto para el fortalecimiento de capacidades para la gestión integrada de los recursos hídricos en la República de Cuba".

Entidades ejecutoras: INRH, OSDE GIAT, MINAG

Entidades relevantes: CITMA, EIPHH, EIPH Matanzas AZCUBA, IAGRIC, INICA, AyS, ENPC

Periodo del Proyecto: 2023-2028 (5 años)

Área del Proyecto: El área del proyecto comprende las cuencas hidrográficas y los acuíferos seleccionados en las provincias de Artemisa, Mayabeque y La Habana.

1) Cuenca hidrográfica "Ariquibabo" (Interés nacional), 2) Cuenca hidrográfica "Almendares-Vento" (Interés nacional), 3) Cuenca hidrográfica "Jaruco" (Interés provincial), 4) Cuenca hidrográfica "Cuenca Sur" (Interés nacional), 5) Cuenca "Batabanó" (Interés provincial), y 6) Cuenca "Melena-Nueva Paz" (Interés provincial)

Consejos de cuencas objetivo: 1) Consejo de Cuenca "Ariquibabo" (cuenca hidrográfica de interés), 2) Consejo de Cuenca "Cuenca Sur" (cuenca hidrográfica de interés nacional), 3) Consejo de Cuenca "Mayabeque" (cuenca hidrográfica de interés provincial)

Resumen descriptivo	Indicadores objetivamente verificables	Métodos de verificación	Supuestos importantes	Logros	Observaciones
<b>Objetivo general:</b> Incorporación en otras cuencas de Cuba de las funciones y los sistemas institucionales para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos establecidos en el marco del Proyecto.	1. Se incorporan en otras cuencas los sistemas institucionales de los Consejos de Cuencas propuestos por el Proyecto.  2. Se imparten en el INRH cursos de capacitación sobre los Consejos de Cuencas, cuyos contenidos se basan en las enseñanzas acumuladas y en las directrices elaboradas por el Proyecto.	1. Entrevista con el INRH  2. Registro de capacitación del INRH			
<b>Objetivo del proyecto:</b> Fortalecimiento de las capacidades del Instituto Nacional de Recursos Hídricos y de los Consejos de Cuencas para consolidar la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos.	1. Los Consejos de Cuenca llevan a cabo las actividades previstas, comprueban sus resultados y se perfeccionan para el siguiente ciclo.  2. La(s) directriz(es) para el funcionamiento de los Consejos de Cuencas es/son compartida(s) con otros Consejos de Cuenca.  3. Se identifican los potenciales de las aguas superficiales y subterráneas mediante el uso del modelo de simulación desarrollado por el Proyecto.  4. Los datos de monitoreo pueden ser utilizados para el desarrollo del plan de asignación de agua y la evaluación de la ejecución del plan por el INRH, las EAH y los Consejos de Cuencas.  5. El INRH comienza a remitirse al contenido del Esquema Regional de los Recursos Hídricos para la elaboración de sus políticas y su planificación.	Del 1 al 5 mediante el registro de proyectos y entrevistas con las contrapartes	1. Las contrapartes que recibieron la transferencia técnica no abandonan las entidades correspondientes (el número de contrapartes que se marchan del puesto de trabajo se mantiene en el mínimo posible).		
<b>Áreas de resultados clave</b>					
1. Fortalecimiento de las capacidades y los sistemas institucionales de los consejos de cuencas para garantizar su mejor funcionamiento.	1-1 Las Oficinas de Coordinación de Cuencas desempeñan eficazmente las funciones de secretaría.  1-2 Mejoran los indicadores de evaluación de los subprogramas.  1-3 Las actividades y los resultados de los Consejos de Cuencas se exponen al público mediante Internet u otros dispositivos.	1-1 Registro del proyecto y entrevistas con las contrapartes.  1-2 Actas de las reuniones de los Consejos de Cuencas.  1-3 Registro del proyecto (Internet y/u otros dispositivos).			
2. Fortalecimiento del sistema de monitoreo de las aguas superficiales, las aguas subterráneas (incluido el volumen de extracción) y las precipitaciones en las cuencas y los acuíferos para la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos, y de las operaciones técnicas conexas, tales como el análisis y la utilización de los datos compilados.	2-1 Se desarrolla un modelo de simulación y varias contrapartes pueden utilizarlo y actualizarlo.  2-2 Se evalúa el plan de asignación de agua a partir de los datos de monitoreo del volumen real de extracción.  2-3 El proyecto proporciona al SGIA nueva información y/o datos que actualmente son insuficientes, como el volumen de extracción.	2-1 Entrevista con las contrapartes.  2-2 Entrevista con las contrapartes.  2-3 Registro del proyecto y SGIA.			
3. Actualización del Esquema Regional de los Recursos Hídricos.	3-1 Se comparten los riesgos potenciales de los recursos hídricos en el futuro entre los Consejos de Cuencas ubicados en las áreas objetivo del Esquema Regional de los Recursos Hídricos.  3-2 El INRH aprueba el Esquema Regional de los Recursos Hídricos actualizado por el Proyecto.  3-3 Se comparte el contenido del Esquema Regional de los Recursos Hídricos entre los Consejos de Cuencas de las áreas objetivo del Esquema Regional de los Recursos Hídricos.	3-1 Entrevista con los Consejos de Cuencas.  3-2 Registro del Proyecto  3-3 Registro del Proyecto			
4. Fortalecimiento de la coordinación entre los sectores agrícola e hídrico.	4-1 El MINAG y el INRH analizan y comunican conjuntamente los resultados y las enseñanzas de las actividades piloto.  4-2 Se valora la incorporación del método de gestión hídrica y/o del método de monitoreo del uso del agua validado por las actividades piloto en otras áreas y/o se continúa su utilización en el área piloto.	4-1 Registro del proyecto y entrevista con las contrapartes.  4-2 Registro del proyecto y entrevista con las contrapartes.			

Actividades	Contribuciones		Supuestos importantes
	De la parte japonesa	De la parte cubana	
1-1 Analizar la situación actual de los consejos de cuencas seleccionados y elaborar sus planes de actividad y de desarrollo de sus sistemas y capacidades institucionales. 1-2 Fortalecer las funciones y capacidades de las Oficinas de Coordinación de Cuencas. 1-3 Analizar los obstáculos en la implementación de la Gestión Integrada de los Recursos Hídricos en las cuencas/acuíferos seleccionados.  1-4 Desarrollar el plan de acción de cada uno de los subprogramas del 2021-2025 en cada uno de los consejos de cuencas seleccionados.  1-5 Implementar los planes de acción por parte de cada entidad responsable (el proyecto apoya principalmente el subprograma 4, correspondiente a las áreas de resultados clave 2 y 3, y el subprograma 7, correspondiente al área de resultado clave 4). 1-6 Monitorear el avance de los planes de acción y evaluar sus logros en los Consejos de Cuencas. 1-7 Desarrollar las directrices para la gestión de los Consejos de Cuencas y las recomendaciones para los sistemas institucionales y la gobernanza de los Consejos de Cuencas, que reflejen las actividades del proyecto. 1-8 Perfeccionar la gestión de los Consejos de Cuencas para garantizar su continuo funcionamiento. 1-9 Recoger las enseñanzas de la gestión de los Consejos de Cuencas, y compartirlas dentro y fuera de Cuba.	1. Envío de expertos japoneses: 1) Gestión integrada de los recursos hídricos 2) Institución/gobernanza 3) Desarrollo participativo 4) Socioeconomía 5) Gestión de las aguas subterráneas 6) Gestión de las aguas superficiales 7) Gestión del abasto de agua 8) Equipamiento para el monitoreo 9) SIG 10) Prácticas agrícolas  2. Capacitación. Capacitación en Japón y en un tercer país.  3. Equipamiento.  4. Actividades piloto.	1. Contrapartes Nivel central del INRH y delegaciones provinciales, OSDE-GIAT (EAH, EIPHH), MINAG, y consejos de cuencas integrados por las entidades competentes y otros.  2. Instalaciones/equipamiento 1) Oficina del proyecto  3. Gastos locales 1) Transporte y dietas para las contrapartes cubanas. 2) Costo de los servicios básicos de la oficina del proyecto	1. No se cancela el plan de creación de la Oficina de Coordinación de Cuenca.  2. No ocurren condiciones climáticas extremas en el periodo del proyecto.



2-1 Analizar la situación actual del sistema de monitoreo y de las capacidades técnicas consorsos.  
 2-2 Perfeccionar el plan de monitoreo (nivel de aguas subterráneas, aguas superficiales, etc.) y su sistema de implementación.  
 2-3 Perfeccionar el plan de monitoreo (volumen de extracción) y su sistema de implementación.  
 2-4 Implementar el monitoreo según los planes y sistemas mencionados anteriormente.  
 2-5 Actualizar el SGIA (Sistema de Gestión de la Información del Agua) y compartir los datos con las partes interesadas.  
 2-6 Apoyar el perfeccionamiento de la información hidrogeológica.  
 2-7 Desarrollar modelos de simulación sencillos y de fácil utilización.  
 2-8 Actualizar los potenciales de las aguas superficiales y subterráneas y evaluar el balance en función del uso del agua.  
 2-9 Perfeccionar el rendimiento de las EAH de las provincias de Artemisa, Mayabeque y La Habana mediante la utilización de las actividades de 2-1 a la 2-8.  
 2-10 Coordinar un conjunto de actividades del área de resultado clave 2 mediante los Consejos de Cuencas, y compartir los logros y las enseñanzas.

2-11 Perfeccionar los conocimientos de ingeniería para el desarrollo de equipos de medición para el monitoreo (el Proyecto proporciona conocimientos técnicos e información mientras las partes cubanas desarrollan los equipos).

3-1 Repasar el actual Esquema Regional de los Recursos Hidráulicos.  
 3-2 Desarrollar varios escenarios de desarrollo teniendo en cuenta la influencia del cambio climático.  
 3-3 Evaluar los riesgos de los recursos hidráulicos en el futuro mediante el área de resultado clave 2.  
 3-4 Actualizar el Esquema Regional de los Recursos Hidráulicos.  
 3-5 Organizar reuniones conjuntas en las que participen los Consejos de Cuencas pertinentes y coordinar un conjunto de actividades en el área de resultado clave 3, además de compartir los logros y las enseñanzas.

4-1 Analizar la situación actual y los desafíos en el uso del agua que impiden el aumento de la productividad y la aplicación de prácticas agrícolas.  
 4-2 Desarrollar los planes para las actividades piloto y establecer el mecanismo de coordinación entre el MINAG y el INRH para su implementación.  
 4-3 Implementar las actividades piloto.  
 4-4 Analizar los logros de las actividades piloto para su perfeccionamiento.  
 4-5 Coordinar un conjunto de actividades del área de resultado clave 4 mediante los Consejos de Cuencas y compartir los logros y las enseñanzas.  
 4-6 Recoger las enseñanzas aprendidas y compartirlas en Cuba.

INRH: Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos.  
 OSDE GIAT: Grupo Empresarial de Gestión de Aguas Terrestres.  
 MINAG: Ministerio de la Agricultura  
 CITMA: Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente  
 AZCUBA: Grupo Azucarero AZCUBA  
 EAH: Empresa de Aprovechamiento Hidráulico.  
 EIPH: Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos de La Habana.  
 IAGRIC: Instituto de Investigaciones de Ingeniería Agrícola.  
 INICA: Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar.  
 AyS: OSDE Agua y Saneamiento

Condiciones previas

1. Se aíslan los medios de transporte de las contrapartes cubanas.



<Problemas y contramedidas>

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*

*Handwritten signature*

*Handwritten mark*

Tentative Plan of Operation

Version 0  
 Dated 28, September, 2022  
 Monitoring

Project Title: The Project for Enhancement of Capacities for Integrated Water Resources Management in the Republic of Cuba	Year												Remarks	Issue	Solution											
	1st Year			2nd Year			3rd Year			4th Year						5th Year										
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III				I	II	III	Japan	Cuba						
<b>Inputs</b>	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual								
<b>Expert</b>	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual								
<b>Equipment</b>	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual								
<b>Training in Japan</b>	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual								
<b>In-country/Third country Training</b>	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual								
<b>Activities</b>	Year	I	II	III	IV	Year	I	II	III	IV	Year	I	II	III	IV	Year	I	II	III	IV	Year	I	II	III	IV	Issue & Countermeasures
<b>Sub-Activities</b>	Output 1: Institutional systems and capacities of Basin Councils are strengthened for their better operation.																									
1-1 To analyze the current situation of the targeted basin councils and to develop their activity plans and plans for developing their institutional systems and capacities	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Basin Council	
1-2 To strengthen the functions and capacities of the Basin Coordination Offices	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Basin Council	
1-3 To analyze the obstacles in implementation of Integrated Water Resources Management in the targeted river basins/capitales	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Basin Council	
1-4 To develop the action plan of each sub-program of the 2021-2025 sub-programs in each targeted Basin Council	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Basin Council	
1-5 To implement the action plans by each responsible institution (The Project mainly support Sub-program 4 (to Output 2 and 3, and Sub-program 7 (relevant to Output 4))	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Basin Council	
1-6 To monitor the progress of action plans, and evaluate their achievements in the Basin Councils	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Basin Council	
1-7 To develop the guideline for management of Basin Council, and recommendation for institutional systems and governance of Basin Council reflecting the project activities	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Basin Council	
1-8 To improve the management of Basin Councils and operate them continuously	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Basin Council	
1-9 To extract lessons learnt from the management of Basin Councils, and share them in/out of Cuba	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Basin Council	
<b>Output 2: The basin/capitales-wise monitoring system of surface water, groundwater (including extraction volume), and rainfall for Integrated Water Resources Management, and related technical operations such as analyzing/utilizing collected data are strengthened.</b>	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Basin Council	
2-1 To analyze the current situation of the monitoring system and related technical capacities	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	GIAT	
2-2 To improve the monitoring plan (groundwater level, surface water, etc.) and its implementation system	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	GIAT	
2-3 To improve the monitoring plan (extraction volume) and its implementation system	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	GIAT	
2-4 To implement monitoring based on the plans and systems above	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	GIAT	
2-5 To update SGIA (Water Information Management System), and share data with relevant stakeholders	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	INRH	
2-6 To support in improving hydro-geological information.	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	EIPHH	
2-7 To develop the simplified and user-friendly simulation models	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	Plan	Actual	Actual	EIPHH	



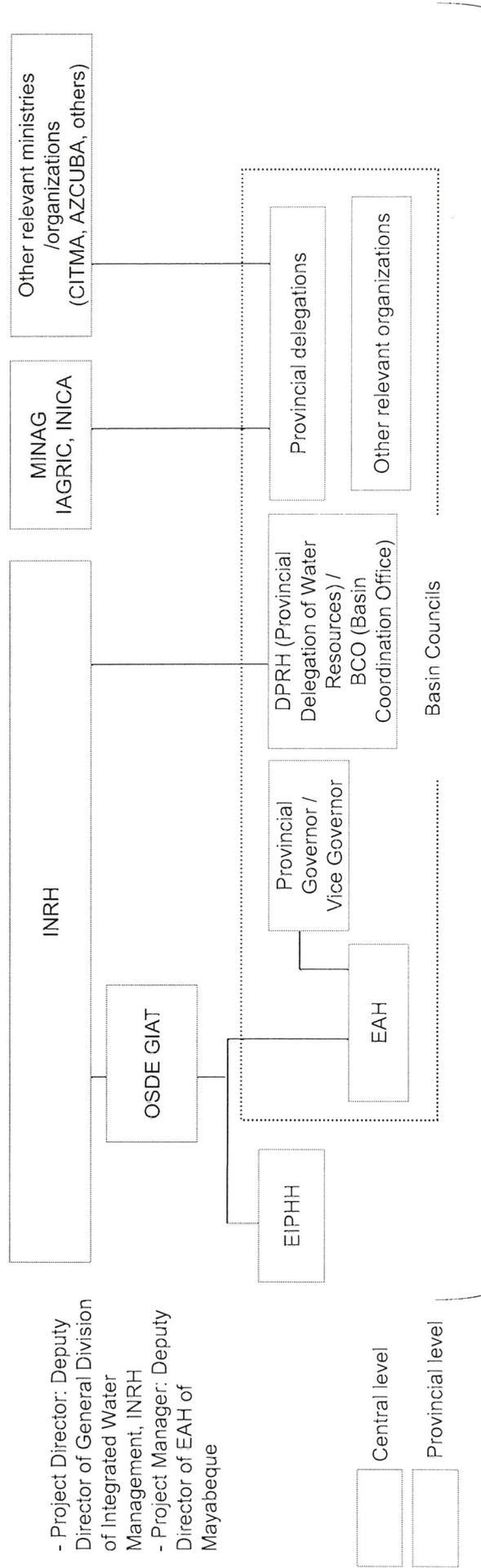
Activity	1st Year		2nd Year		3rd Year		4th Year		5th Year		Remarks	Issue	Solution
	Plan	Actual											
2-8 To update the surface water and groundwater potentials, and evaluate the balance with water usage													
2-9 To improve performance of EAHs of Artemisa Province, Mayabeque Province, and Habana Province by utilizing the activities of 2-1 to 2-8													
2-10 To coordinate a series of activities in Output 2 through the Basin Councils, and to share achievements and lessons													
2-11 To improve engineering knowledge for developing measuring equipment for monitoring (the Project provides technical knowledge and information while the Cuban sides develop equipment)													
<b>Output 3: The Regional Scheme of Water Resources is updated.</b>													
3-1 To review the current Regional Scheme of Water Resources													
3-2 To develop several development scenarios taking into account influence by climate change													
3-3 To evaluate risks of water resources in future by using Output 2													
3-4 To update the Regional Scheme of Water Resources													
3-5 To organize joint meetings in which relevant Basin Councils participate, and to coordinate a series of activities in Output 3, and share achievements and lessons													
<b>Output 4: Coordination between agricultural sector and water sector is strengthened.</b>													
4-1 To analyze the current situation and challenges of water use to realize increase of productivity and farming practices													
4-2 To develop the plans for pilot activities, and to establish the coordination mechanism between MINAG and INRH for their implementation													
4-3 To implement pilot activities													
4-4 To review the achievements of the pilot activities for their improvement													
4-5 To coordinate a series of activities in Output 4 through the Basin Councils and share achievements and lessons													
4-6 To extract lessons learnt, and share them in Cuba													

Activity	1st Year		2nd Year		3rd Year		4th Year		5th Year		Remarks	Issue	Solution
	Plan	Actual											
<b>Monitoring Plan</b>													
Joint Coordinating Committee													
Set-up the Detailed Plan of Operation													
Submission of Monitoring Sheet													
Monitoring Mission from Japan													
Joint Monitoring													
Post Monitoring													
<b>REPORTS/DOCUMENTS</b>													
Project Completion Report													
<b>PUBLIC MEETINGS</b>													



**Annex 5**

**Implementation Structure**



- Project Director: Deputy Director of General Division of Integrated Water Management, INRH
- Project Manager: Deputy Director of EAH of Mayabeque

- Central level
- Provincial level

*[Handwritten signatures and initials]*

**List of Proposed Members of Joint Coordinating Committee**

- (1) Chair Person: Vice President of OSDE GIAT
- (2) Representatives of Project Team
  - 1) Project Director: Deputy Director of General Division of Integrated Water Management, INRH
  - 2) Project Manager: Deputy Director of EAH of Mayabeque
  - 3) Director of International Relations, INRH
  - 4) Director of Science and Innovation Division, OSDE GIAT
  - 5) General Director of IAgriC, MINAG
  - 6) General Director, EIPHH
  - 7) Director of Irrigation of INICA, AZCUBA
  - 8) Technical Directors of EAHs
  - 9) Secretary of National Basin Council
  - 10) JICA Experts
  - 11) Others whom are to be agreed by the Counterparts and JICA
- (3) Other Members from Cuban Side
  - 1) Representatives from CITMA
  - 2) Representatives from AyS
  - 3) Representatives from MINAG
  - 4) Representatives from INICA
  - 5) Governor/Vice Governor of Artemisa Province
  - 6) Governor/Vice Governor of Mayabeque Province
  - 7) Representatives from Basin Coordination Offices
  - 8) Development partners
  - 9) Other persons that Cuban side might consider necessary
- (4) Other Members from Japanese Side
  - 1) Chief representative, representatives, and staff members of JICA Cuba Office
  - 2) Representatives from JICA Headquarters
  - 3) Representatives from the Embassy of Japan
  - 4) Other persons that Japanese side might consider necessary



Annex 7

TO CR of JICA ●● OFFICE

Project Monitoring Sheet

Project Title : \_\_\_\_\_

Version of the Sheet: Ver.●● (Term: Month, Year - Month, Year) \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Title: Project Director \_\_\_\_\_

Name: \_\_\_\_\_

Title: Chief Advisor \_\_\_\_\_

Submission Date: \_\_\_\_\_

I. Summary

- 1 Progress
  - 1-1 Progress of Inputs
  - 1-2 Progress of Activities
  - 1-3 Achievement of Output
  - 1-4 Achievement of the Project Purpose
  - 1-5 Changes of Risks and Actions for Mitigation
  - 1-6 Progress of Actions undertaken by JICA
  - 1-7 Progress of Actions undertaken by Gov. of ●●
  - 1-8 Progress of Environmental and Social Considerations (if applicable)
  - 1-9 Progress of Considerations on Gender/Peace Building/Poverty Reduction, disability, disease infection, social system, human wellbeing, human right, and gender equality (if applicable)
  - 1-10 Other remarkable/considerable issues related/affect to the project (such as other JICA's projects, activities of counterparts, other donors, private sectors, NGOs etc.)
- 2 Delay of Work Schedule and/or Problems (if any)
  - 2-1 Detail
  - 2-2 Cause
  - 2-3 Action to be taken
  - 2-4 Roles of Responsible Persons/Organization (JICA, Gov. of●●,etc.)
- 3 Modification of the Project Implementation Plan
  - 3-1 PO
  - 3-2 Other modifications on detailed implementation plan

*(Remarks: The amendment of R/D, Project Description, and PDM (title of the project, duration, project site(s), target group(s), implementation structure, overall goal, project purpose, outputs, activities, input, and change of Environmental category) should be authorized by JICA HDQs. If the project team deems it necessary to modify any part of R/D,Project Description, and PDM, the team may propose the draft.)*
- 4 Current Activities of Gov. of xx to Secure Project Sustainability after its Completion

II. Project Monitoring Sheet I & II as Attached



## 付属資料2

### Project Design Matrix

**Project Title : The Project for Enhancement of Capacities for Integrated Water Resources Management in the Republic of Cuba**

**Implementing Agency: INRH, OSDE GIAT, MINAG**

**Relevant stakeholder Agency: CITMA, EIPHH, AZCUBA, IAGRIC, INICA**

**Period of Project : 2023-2028 (5 years)**

**Project Site: The river basins and aquifers targeted in the Project are selected in Artemisa Province, Mayabeque Province, and Habana Province.**

**1) Ariguanabo River Basin (National Interest) , 2) Almendares/Vento River Basin (National Interest) , 3) Jaruco River Basin (Provincial Interest). 4) Cuenca Sur Basin (National Interest), 5) Quivicán Basin (Provincial Interest), and 6) Melena-Nueva Paz Basin (Provincial Interest)**

**Target Basin Councils: 1) Ariguanabo Basin Council (National Interest River Basin), 2) Cuenca Sur Basin Council (National Interest River Basin), 3) Mayabeque Basin Council (Provincial Interest River Basin)**

Version 0

Dated 26, September, 2022

Narrative Summary	Objectively Verifiable Indicators	Means of Verification	Important Assumption	Achievement	Remarks
<b>Overall Goal</b> Institutional systems and functions for Integrated Water Resources Management established in the Project are introduced in other basins in Cuba.	1. Institutional systems for Basin Councils proposed by the Project are introduced in other basins. 2. Training courses on Basin Councils are conducted in INRH, whose contents are based on the lessons accumulated and guidelines developed by the Project.	1. Interview with INRH 2. Training record of INRH			
<b>Project Purpose</b> Capacities of National Institute of Hydraulic Resources and Basin Councils are enhanced to strengthen Integrated Water Resources Management.	1. The Basin Councils conduct their planned activities, check their performances/results, and improve for the next cycle. 2. Guideline(s) for operation of Basin Councils is/are shared with other Basin Councils. 3. Potentials of surface water and groundwater are identified by use of the simulation model developed by the Project. 4. Monitoring data can be utilized for development of water allocation plan and evaluation of the plan's execution by INRH headquarter, EAH and the Basin Councils. 5. INRH starts to refer to the contents of the Regional Scheme of Water Resources for their policy making and planning.	From 1 to 5 Project record and interview with counterparts	1. Counterparts who received technical transfer do not leave the counterpart organizations (The number of counterparts leaving the job retains as minimum as possible).		

<b>Outputs</b>					
1. Institutional systems and capacities of Basin Councils are strengthened for their better operation.	<p>1-1 The Basin Coordination Offices play secretariat functions/roles effectively.</p> <p>1-2 The evaluation indicators for Sub-Programs improve.</p> <p>1-3 Activities and outcomes of the Basin Councils are presented to the public by internet and/or other devices.</p>	<p>1-1 Project record and interview with counterparts</p> <p>1-2 Meeting record of the Basin Councils</p> <p>1-3 Project record (Internet and/other devices)</p>			
2. The basin/aquifer-wise monitoring system of surface water, groundwater (including extraction volume), and rainfall for Integrated Water Resources Management, and related technical operations such as analyzing/utilizing collected data are strengthened.	<p>2-1 Simulation model is developed, and multiple counterparts are able to utilize and to update the model.</p> <p>2-2 The water allocation plan is evaluated taking into account monitoring data of actual extraction volume.</p> <p>2-3 The Project is providing new data items and/or currently insufficient data items such as extraction volume to SGIA</p>	<p>2-1 Interview with counterparts</p> <p>2-2 Interview with counterparts</p> <p>2-3 Project record and SGIA</p>			
3. The Regional Scheme of Water Resources is updated.	<p>3-1 Potential risks of water resources in the future are shared among the Basin Councils in the target areas of Regional Scheme of Water Resources.</p> <p>3-2 Regional Scheme of Water Resources updated by the Project is approved by INRH.</p> <p>3-3 The contents of Regional Scheme of Water Resources are shared among the Basin Councils in the target areas of Regional Scheme of Water Resources.</p>	<p>3-1 Interview with the Basin Councils</p> <p>3-2 Project record</p> <p>3-3 Project record</p>			
4. Coordination between agricultural sector and water sector is strengthened.	<p>4-1 Outputs and lessons from the pilot activities are jointly analyzed and reported by MINAG and INRH.</p> <p>4-2 Water management method and/or water use monitoring method tested by the pilot activities are considered to introduce to other areas and/or continued at the pilot site.</p>	<p>4-1 Project record and interview with counterparts</p> <p>4-2 Project record and interview with counterparts</p>			

Activities	Inputs		Important Assumption
	The Japanese Side	The Cuban Side	
<p>1-1 To analyze the current situation of the targeted basin councils, and to develop their activity plans and plans for developing their institutional systems and capacities.</p> <p>1-2 To strengthen the functions and capacities of the Basin Coordination Offices.</p> <p>1-3 To analyze the obstacles in implementation of Integrated Water Resources Management in the targeted river basins/aquifers</p> <p>1-4 To develop the action plan of each sub-program of the 2021-2025 sub-programs in each targeted Basin Council</p> <p>1-5 To implement the action plans by each responsible institution (The Project mainly support Sub-program 4 relevant to Output 2 and 3, and Sub-program 7 relevant to Output 4)</p> <p>1-6 To monitor the progress of action plans, and evaluate their achievements in the Basin Councils</p> <p>1-7 To develop the guideline for management of Basin Council, and recommendation for institutional systems and governance of Basin Council reflecting the project activities</p> <p>1-8 To improve the management of Basin Councils and operate them continuously</p> <p>1-9 To extract lessons learnt from the management of Basin Councils, and share them in/out of Cuba</p>	<p>1. Dispatch of Japanese experts:  1) Integrated Water Resources Management  2) Institution/Governance  3) Participatory Development  4) Socio-Economy  5) Groundwater Management  6) Surface Water Management  7) Water Supply Management  8) Monitoring Equipment  9) GIS  10) Farming Practice</p> <p>2. Training  Training in Japan and the third country</p> <p>3. Equipment</p> <p>4. Pilot activities</p>	<p>1. Counterparts  INRH at headquarters and provinces, OSDE-GIAT (EAH, EIPHH), MINAG, and Basin Councils composed of relevant stakeholder agencies and others</p> <p>2. Facilities/equipment  1) Project office</p> <p>3. Local expenses  1) Transportation and daily allowances for counterparts  2) Utilities cost for the Project office</p>	<p>1. Plan to install the Basin Coordination Office is not cancelled.</p> <p>2. There are no extreme climatic conditions happened in the Project period.</p>

<p>2-1 To analyze the current situation of the monitoring system and related technical capacities</p> <p>2-2 To improve the monitoring plan (groundwater level, surface water, etc.) and its implementation system</p> <p>2-3 To improve the monitoring plan (extraction volume) and its implementation system</p> <p>2-4 To implement monitoring based on the plans and systems above</p> <p>2-5 To update SGIA (Water Information Management System), and share data with relevant stakeholders</p> <p>2-6 To support in improving hydro-geological information.</p> <p>2-7 To develop the simplified and user-friendly simulation models</p> <p>2-8 To update the surface water and groundwater potentials, and evaluate the balance with water usage</p> <p>2-9 To improve performance of EAHs of Artemisa Province, Mayabeque Province, and Habana Province by utilizing the activities of 2-1 to 2-8</p> <p>2-10 To coordinate a series of activities in Output 2 through the Basin Councils, and to share achievements and lessons</p> <p>2-11 To improve engineering knowledge for developing measuring equipment for monitoring (the Project provides technical knowledge and information while the Cuban sides develop equipment)</p>			
---	--	--	--

<p>3-1 To review the current Regional Scheme of Water Resources  3-2 To develop several development scenarios taking into account influence by climate change  3-3 To evaluate risks of water resources in future by using Output 2  3-4 To update the Regional Scheme of Water Resources  3-5 To organize joint meetings in which relevant Basin Councils participate, and to coordinate a series of activities in Output 3, and share achievements and lessons</p>			<p style="text-align: center;"><b>Pre-Conditions</b></p> <p>1. Transportation modes of Cuban counterparts are prepared.</p> <p style="text-align: center;"></p> <p style="text-align: center;"><b>&lt;Issues and countermeasures&gt;</b></p>
<p>4-1 To analyze the current situation and challenges of water use to realize increase of productivity and farming practices  4-2 To develop the plans for pilot activities, and to establish the coordination mechanism between MINAG and INRH for their implementation  4-3 To implement pilot activities  4-4 To review the achievements of the pilot activities for their improvement  4-5 To coordinate a series of activities in Output 4 through the Basin Councils and share achievements and lessons  4-6 To extract lessons learnt, and share them in Cuba</p>			

INRH: Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos: National Water Resources Institute  
OSDE GIAT: Organización Superior de Dirección Empresarial Gestión de las Aguas Terrestres: Terrestrial Water Management Business Group  
MINAG: Ministry of Agriculture  
CITMA: Ministry of Science, Technology and the Environment  
AZCUBA: Sugar Business Group  
EAH: Empresa de Aprovechamiento Hidráulico, Water Management Enterprise  
EIPHH: Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos, Hydraulic Projects and Research Enterprise Habana  
IAGRIC: Agricultural Research Institute  
INICA: Sugarcane Research Institute  
AyS: Water and Sanitation group

## Project Design Matrix

プロジェクト名: キューバにおける統合水資源管理のための能力強化プロジェクト

実施機関: INRH, OSDE GIAT, MINAG

関係機関: CITMA, EIPHH, AZCUBA, IAGRIC, INICA

プロジェクト期間: 2023-2028年 (5年間)

プロジェクトサイト: ハバナ県、アルテミサ県、マヤベケ県の流域を対象とする

1) アリグアナボ流域 (National Interest), 2) アルメンダレス・ベント流域 (National Interest), 3) ハルコ河流域 (Provincial Interest), 4) クエンカスール流域 (National Interest), 5) バナバオ流域 (Provincial Interest), and 6) メレナーヌエバパス流域 (Provincial Interest)

対象流域委員会: 1) アリグアナボ流域委員会、2) クエンカスール流域委員会、3) マヤベケ流域委員会

Version 0

Dated 26, September, 2022

プロジェクトの要約	指標	入手手段	外部条件	Achievement	Remarks
<p><b>上位目標</b></p> <p>本プロジェクトで構築した統合水資源管理に関する体制や機能が他流域で展開される</p>	<p>1. プロジェクトが提言した流域委員会の運営手法が他流域で導入されている</p> <p>2. プロジェクトが取りまとめた教訓やガイドラインを基礎として、流域委員会の運営にかかる研修がINRHにおいて実施されている</p>	<p>1. INRHインタビュー</p> <p>2. INRH研修記録</p>			
<p><b>プロジェクト目標</b></p> <p>統合水資源管理を推進するためのINRHおよび流域委員会の体制と能力が強化される</p>	<p>1. 流域委員会自らが作成したアクションプランについて、実施、評価、改善活動を遂行している</p> <p>2. プロジェクトが取りまとめた流域委員会の運営にかかるガイドラインが他の流域委員会に共有されている</p> <p>3. シミュレーションモデルを活用し、表流水・地下水のポテンシャルが把握されている</p> <p>4. INRH本部、EAHおよび流域委員会の水配分計画、評価活動において、モニタリングデータを活用できる</p>	<p>1-5はプロジェクト記録およびインタビュー</p>	<p>1. 技術移転を受けた職員の離職や異動が発生しない (大人数の離職や異動が発生しない)</p>		

成果					
1. 流域委員会の体制と能力が強化される	<p>1-1 Basin Coordination Officeが流域委員会の事務局として適切に機能する</p> <p>1-2 サブプログラムの評価指標が改善する</p> <p>1-3 流域委員会の活動結果が対外的に発表されている（インターネットや他デバイス）</p>	<p>1-1 プロジェクト記録およびインタビュー</p> <p>1-2 流域委員会議事録</p> <p>1-3 プロジェクト記録およびインターネット等</p>			
2. 統合水資源管理に資する表流水、地下水（揚水量を含む）および降雨量にかかるモニタリング体制/能力が強化され、且つデータ分析/活用にかかる能力が強化される	<p>2-1 シミュレーションモデルが構築され、複数のカウンターパートが活用・更新できる。</p> <p>2-2 揚水量のモニタリングデータを踏まえて、水配分計画が評価される</p> <p>2-3 SGIAに対して揚水量など、新たなデータを提供している</p>	<p>2-1 カウンターパートインタビュー</p> <p>2-2 カウンターパートインタビュー</p> <p>2-3 プロジェクト記録および SGIA</p>			
3. Regional Scheme of Water Resourcesが改訂される	<p>3-1 将来の水資源リスクが流域委員会において共有される</p> <p>3-2 Regional Scheme of Water Resourcesが INRHによって承認される</p> <p>3-3 Regional Scheme of Water Resourcesの内容が各対象流域委員会で共有される</p>	<p>3-1 流域委員会インタビュー</p> <p>3-2 プロジェクト記録</p> <p>3-3 プロジェクト記録</p>			
4. 農業セクターと水資源セクターの連携が強化される	<p>4-1 パイロット活動の成果・教訓がMINAGと INRH共同作業によって取りまとめられる</p> <p>4-2 パイロット活動で試行した水利用方法やモニタリング方法がパイロット地域で継続、もしくは他地域で導入することが検討される</p>	<p>4-1 プロジェクト記録およびインタビュー</p> <p>4-2 プロジェクト記録およびインタビュー</p>			

活動	投入		外部条件
	日本側	キューバ側	
<p>1-1 対象流域委員会の現状と課題を分析し、委員会の体制・能力強化計画を立案する</p> <p>1-2 Basin Coordination Officeの機能と能力を強化する</p> <p>1-3 対象流域で統合水資源管理を行なうにあたっての阻害要因を分析する</p> <p>1-4 流域ごとにサブプログラム2021-2025に基づいた活動計画を立案する</p> <p>1-5 上記の活動計画を実施する（サブプログラム4は成果2、サブプログラム7は成果4として実施）</p> <p>1-6 流域委員会において活動計画の進捗をモニタリング、評価する</p> <p>1-7 流域委員会の運営・管理ガイドラインを策定し、委員会の体制・ガバナンスについて（プロジェクト活動の結果を反映したうえで）提言を行なう</p> <p>1-8 流域委員会の運営を改善し、改善に向けた活動を継続する</p> <p>1-9 流域委員会の運営から得られた教訓を取りまとめ、キューバ国内外に共有する</p>	<p>(a) 専門家</p> <p>1) 統合水資源管理</p> <p>2) 組織/ガバナンス</p> <p>3) 参加型開発</p> <p>4) 社会経済</p> <p>5) 地下水管理</p> <p>6) 表流水管理</p> <p>7) 上水管理</p> <p>8) モニタリング機材</p> <p>9) GIS</p> <p>10) 営農</p> <p>(b) 研修：本邦研修および第三国研修（中南米を想定）</p> <p>(c) 機材</p> <p>(d) 専門家の活動に係るローカルコスト（パイロット活動等）</p>	<p>(a) カウンターパート配置</p> <p>・プロジェクトダイレクター</p> <p>・プロジェクトマネージャー</p> <p>・カウンターパート (INRH, OSDE-GIATのEAH,EIPH, MINAG, 流域委員会構成メンバー等)</p> <p>(b) 施設</p> <p>1) 専門家執務室（EIPHH内）</p> <p>(c) ローカルコスト</p> <p>1) カウンターパートの給与・日当旅費等</p> <p>2) 設備のランニングコストに対する予算</p>	<p>1. 流域調整オフィス（Basin Coordination Office）の設置計画が頓挫しない。</p> <p>2. 異常気象が発生しない</p>

<p>2-1 モニタリング体制と能力について現状と課題を分析する</p> <p>2-2 モニタリング計画（地下水位、表流水等）を改善し、同計画を実施する</p> <p>2-3 モニタリング計画（揚水量）を改善し、同計画を実施する</p> <p>2-4 上記計画の実施状況についてモニタリングする</p> <p>2-5 SGIA（Water Information Management System）をアップデートし、ステークホルダーと共有する</p> <p>2-6 水理地質情報の精度向上を支援する</p> <p>2-7 簡易かつ使い勝手に優れたモデルを構築する</p> <p>2-8 表流水と地下水ポテンシャルにかかる情報をアップデートし、水利用とのバランスを評価する</p> <p>2-9 上記活動（2-1から2-8）を活用して、EAHアルテミサ、マヤベケ、ハバナの業務を改善する</p> <p>2-10 県流域委員会を通して上記成果2の一連の活動を調整するとともに、成果・教訓を共有する</p> <p>2-11 モニタリング機器開発に資するエンジニアリングの知見を蓄積する（プロジェクトはキューバ側が国内で機器開発をするための技術的な知見や情報を提供する）</p>			
--	--	--	--

<p>3-1 現在のRegional Scheme of Water Resourcesをレビューする</p> <p>3-2 気候変動の影響を踏まえた複数の開発シナリオを策定する</p> <p>3-3 成果2を活用し、将来の水資源リスクを評価する</p> <p>3-4 Regional Scheme of Water Resourcesを改定する</p> <p>3-5 流域委員会の合同会議を開催し、成果3にかかる活動および達成状況、教訓を共有する</p> <p>4-1 農業生産性および営農改善を図るに際して、現状と課題を分析する</p> <p>4-2 パイロット活動計画を策定し、MINAGとINRHの協同実施体制を構築する</p> <p>4-3 パイロット活動を実施する</p> <p>4-4 パイロット活動の達成状況をレビューし、改善する</p> <p>4-5 流域委員会の合同会議を開催し、成果4にかかる活動および達成状況、教訓を共有する</p> <p>4-6 教訓を抽出し、キューバ国内で共有する</p>			<p style="text-align: center;"><b>前提条件</b></p> <p>1. キューバ側カウンターパートの交通手段が用意される</p> <div style="text-align: center;">  </div> <p style="text-align: center;"><b>&lt;Issues and countermeasures&gt;</b></p>
---	--	--	---

INRH: Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos: National Water Resources Institute

OSDE GIAT: Organización Superior de Dirección Empresarial Gestión de las Aguas Terrestres: Terrestrial Water Management Business Group

MINAG: Ministry of Agriculture

CITMA: Ministry of Science, Technology and the Environment

AZCUBA: Sugar Business Group

EAH: Empresa de Aprovechamiento Hidráulico, Water Management Enterprise

EIPHH: Empresa de Investigaciones y Proyectos Hidráulicos, Hydraulic Projects and Research Enterprise Habana

IAGRIC: Agricultural Research Institute

INICA: Sugarcane Research Institute

AyS: Water and Sanitation group









## 付属資料 4

キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査

### 主要面談者リスト

中央

組織名	部署	ポジション	名前
INRH	International Relations and Cooperation	Director	Mr. Fermín E. Sarduy Quintanilla
	Integrated Water Resources Management Department	Deputy Director	Mr. Osvaldo Martínez Torres
	Water Balance	Director	Mr. Omar Pérez Bucareno
	National River Basins Council	Secretary	Mr. Carlos Alberto Luaces
		Specialist	Ms. Annia Llay Peralta
	Situation Center	Leader	Mr. Jorge Jacinto Alba
	Automation and Communication	Specialist	Mr. Elio Oscar Pacheco Rivero
	Planning and Information Department		Ms. Zaimi Gonzalez Brimal
GIAT		First Vicepresident	Ms. Janet Caridad Triana Cobo
		Director General	Mr. Eduardo Lóriga Mena
	Science, Innovation and Communication Department	Director	Ms. Rosemarie Ricardo Batista
	Hydrology Service and Water Quality Department	Head	Ms. Rene Infante Maestre
		Superior Specialist	Mr. Arturo Gonzalez Baez
AyS		Superior Specialist	Mr. Lisandro Garcia Pacheco
MINCEX	Asia and Oceania Department	Specialist	Ms. Carmen Rivera
ENPC		Principal Specialist	Mr. Manuel Suárez Arguelles
EIPH	Technical Department	Director	Ms. Neysis Sosa Purón
MINAG	Irrigation and Drainage		Mr Rafael Cuenca Osorio
IAgric		Director General	Mr. Victor Manuel Tejeda
AZCUBA	International Relations Department		Ms. Ileana Oliva
	International Relations Department		Ms. Madelyn Olivera

INICA	Agricultural Technology Department	Leader	Dr. Manuel Luciano Vidal Diaz
		Investigator	Mr. Jesus R. Fonseca Arteaga
	Irrigation Group	Leader	Mr. Juan P.Barros
CITMA	General Environment Department	Specialist	Ms. Adrienne Torres
	General Environment Department	Climate change specialist	Ms. Jesica
ハバナ大		Rector	Dra. Miriam Nicado
	INTEC	Head	Mr. Abel Fundora Cruz
ハバナ技術大		Professor	Prof. José B. Martinez
		Sub Director	Ms. Maray Garrido

地方

組織名	部署	ポジション	名前
ハバナ			
DPRH		Director, Technical	Mr. Amauri de la Peña Matos
	Development and Planning Department	Head	Mr. Luis Barinaga Quevedo
Aguas de la Habana		Director, Technical	Ms. Danays Hernandez
		Principal Specialist	Mr. José Sierra Landa
		Specialist	Mr. Rafael Osmany Perez
MINAG	Engineering Department	Head	Ms. Eledys Aviles Tamayo
CITMA	Environment Department	Sub delegation	Ms. Yesenia Ibañez
マヤベケ			
県政府	External Commerce and Collaboration	Director	Argelio Gonzalez Ramos
		Coordinator	Ms. Maria Dailis Guerra Moré
DPRH	Working Section	Head,	Mr. Luis Orlando Hernandez
EAH		Director	Mr. Isbel Rodríguez
		Deputy Director	Ms. Marisleydis Martín Fleitas
	Technical Department	Director	Ms. Danay Almarales Díaz
		Hydrologist	Mr. Humberto Garcia Acosta
EAA		Specialist	Mr. Yanivis Gonzalez Forte
MINAG		Deputy Director	Mr. Eduardo Alonso Rivero
		Irrigation	Mr. Osmany Campos Gonzalez

ANAP		Member	Mr. Dainis Fraga Acosta
AZCUBA		Specialist	Mr. Jorge L. Palenzuela Borgues
CITMA		Deputy Director	Ms. Suleidys Abreu Carnero
アルテミサ			
EAH		Director	Ms. Niurka Rodruiguez Cordero
	Technical Department	Director	Mr. Carlos M. Antila Acosta
CITMA			Ms. Nayelis Ortega Rodríguez
マタンサス			
DPRH		Superior Specialist	Ms. Dorka Danger Alvarez
EAH		Director	Mr. Vicente Rodríguez Alvarez
	Technical Department	Director	Ms. Sonia Farías Ruíz
		West UEB	Mr. Niroeldys del Toro Adaj
		Specialist	Mr. Ubalde Alberto Aballí Mociner
EIPI		Superior Specialist	Mr. Arturo J. Lorenzo Ferráz
MINAG		Specialist (Soil)	Mr. Luis Alberto Baya
CITMA	Environment Department	Deputy Director	Mr. Nelvis Gómez
AZCUBA			Mr. Isvet Muñoz

日本側関係者

JICA	所長	三田村 達宏
	所長	葦田 竜也
	企画調査員	羽鳥 篤子
	ナショナルスタッフ	Ms. Madelaine Pedroso Delgado



## 付属資料 5

### 議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月5日(月) 9:00~17:00	
場所	INRH	
出席者	訪問先	INRH
	相手先	INRH、AZCUBA、CITMA
	調査団	十津川、山根、中村、石田、三田村所長、羽鳥所員、Delgado 所員、ヨスメル通訳
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	なし

#### (午前の部)

スケジュール確認。

(成果1と成果2の対象地域に関して)。

成果1と成果2の活動の対象地域は、西部のゾーン1および東部のゾーン2の全体を対象とする。ゾーン1から活動を開始する。この地域は3つの重要な流域を含みまた山地部と北部・南部の灌漑地域を含んでいる。この地域の活動で得た知見・教訓を他地域に展開する。

#### (午後の部)

##### 1. 参加者の自己紹介

##### 2. CITMA、AZCUBA、National River Basin Council、SGIAの活動紹介

- **CITMA**: 任務は天然資源の管理。Act 81 Environment and Climate change が最近アップデートされた。水に関しては、Natural Environment Strategy の中で、汚染と水質・使用可能な水量について触れている。水利用の効率向上を推進している。
- **AZCUBA**: 砂糖キビ栽培は、殺虫剤、肥料を多く使うので最も汚染を起こしている産業である。
- **National River Basin Council**: (i) 1997年にカストロ首相の肝煎で発足。CITMAの管轄下にあったが、2018年のAct124でINRHの傘下に移った。(ii) INRH総裁が議長を務めている。中央省庁から17名のメンバーが参加していて、CITMAとINRHメンバーが副議長を務めている。(iii) 傘下にTechnical Groupが編成されている。(iv) 2018Actで地方に、provincial、municipal、specialの三つのカテゴリーの流域協議会を設置することが決められた。Provincial River Basin Councilは県議長が、Municipal River Basin Councilは市長が議長を務める。River Basin of National Interestの場合は、Special Councilを設ける。(v) NRBCは13のサブプログラムを実施する。(vi) Nationalレベルと地方レベルの協議会は上下関係にあるのではない。相互の協力が重要である。
- **SGIA**: DXの流れを受けてwater information management systemを構築。三つの方法で全国の観測所からデータ(降雨、地下水位)が送信され(メール、電話、自動伝送)、SGIAに集約される。集約したデータに基づき毎日報告を作成し、WEBで公開する。立ち上がった

たばかりのシステムで今後充実させて行きたい。

### 3. 質疑応答

3.1 回答のあった質問表(組織制度・社会)のなかに、三つの流域 (アルメンダレス・ベント、クエンカスール、アリグアナボ) を本件の対象とすると記されているが、その確認と理由の説明をお願いしたい (山根)。

→ (回答) この三つの流域は、上水および灌漑目的で首都圏及び周辺地域に水を供給していて重要である。他の流域は、この三つの流域の経験を踏襲すれば良い。(後ほど異なる見解が示された)

(5) 上記3流域と調査対象地域の関係について確認

→ (INRH の説明) 成果4 (流域協議会) について、①アリグアナボ流域 ②クエンカスール流域 ③Mayabeque Provincial River Basin Council を対象として欲しい。アンケート回答では、アルメンダレス・ベントを本件の対象流域に含めたが、フランスの支援で同様の活動を行っているので重複を避けるために除きたい。Mayabaque は river basin of national interest ではないが、多くの同様の協議会のモデルを作るために含めたい。首都圏への水供給上重要な帯水層であるという面もある。

→ 成果1と2については、要請書で示したゾーン1とゾーン2を対象として欲しい。(その一方で要請書と矛盾する以下の指摘もあり、確認が必要である) 優先地域を、①アリグアナボ ②アルメンダレス・ベント ③クエンカスール ④Northern Coast とする。

→ 成果3 (灌漑農家) については、サトウキビ栽培かんがい農家と種々の作物栽培かんがい農家が存在する Mayabeque の特定地域を想定している。本体プロジェクトの開始後新しい地域が見つければ加えたい。

(6) 上記の話の流れで

→(INRH から) 要請書で示した4つの成果の一つ成果を加えることを提案したい。成果5として「Use of renewable sources of energy for water supply」を提案する。水供給のためのエネルギー利用量はキューバで2番目に多い。燃料へのアクセスが危機的状況にあり、エネルギー源の独立性を高めるために必要である。優先順位は、①太陽光 ②風力 ③水力の順である。表流水・地下水両方を想定するが、対象地域での地下水利用の多さから地下水を優先したい。(当方から、団長に報告すると述べた。末尾に翌日のプレゼンのポイントを紹介)

3.4 National River Basin Council の予算、Technical Group、地域協議会との関係について

→ (説明) National River Basin Council の会議予算は INRH が拠出する。各省庁メンバーに関わるコストは各省庁が負担する。13のサブプログラムの予算、投資に関わる予算は、該当省庁が MEP (Ministry of Economy and Planning) に請求する。

→ National River Basin Council 事務局が Technical Group の議長を務める。本体と同じ省庁の17名のメンバーから構成される。必要に応じて、他のメンバーを召集することができる。活動内容は、National River Basin Council 会議のための情報を収集すること、13のサブプログラムに関する情報を集めることの二つである。

→ 地方レベルの協議会 (provincial、municipal、special) との関係は上下関係ではなく、方法

論的なものである。Best practice を紹介するなど、助言、推奨を行う。対象とする地域レベル協議会の抱えるテーマに応じて助言内容は変わってくる(水供給、水質汚染、未開発の Toa 流域の場合は保全など)。Decree337 が、これら水資源協議会のパフォーマンスに関する法令である。7 日の National River Basin Council 事務局との協議で法律面の詳細を聞くことが出来るだろう。

→ (回答アンケートで、3 流域の評価がなされていて、2 流域が「まあまあ機能している」、1 流域が「機能していない」と記述されている (Cuenca Sur) ことに対して)1997 年に 8 流域が national interest と設定されたが、Cuenca Sur は 2019 年に認定されてまだ経験が少ないせいだろう。

→ アンケートに未記入の情報については、各県を訪問した時に確認して欲しい (メンバーリスト、実際に開催された会議の回数、議事録の有無、評価理由など)。National River Basin Council はこれらの情報は持っていない。

### 3.5 流域区分と帯水層の区分はできているのか?

→ 全ての県で、河川域区分と地下水盆の区分がなされている。水理地質断面も作成されている。河川流域は対応する地下水盆(トラモと呼ばれている)を持っている。

### 3.6 地下水の問題として地下水位の低下と塩水化があるがモニタリングは続けているのか?

→地下水位と海水侵入のモニタリングを継続している。地下水位と塩水侵入は渇水の影響を大きく受ける。モニタリングネットワークがある。水利用セクターがこのモニタリングの担当者である。しかし、このモニタリングのネットワークは貧弱であり本プロジェクトで強化しなければならない。

### 3.7 前回の JICA 調査で地下水管理計画を作成したが、これが実施されているのか?

→ 地下水管理計画はモニタリングの継続を提案している。これに従って、現在、月ごとの地下水位のモニタリングと 6 カ月ごとの海水侵入のモニタリングを行っている。6 カ月より短い期間しか給水できない地域では毎週モニタリングを行っている。揚水量を減らすための方法を決めるために頻度の高いモニタリングを行っている。

### 3.8 モニタリング以外の、節水や地下水涵養の促進などの方法を実施しているのか?

→ 地下水管理計画で提案された活動を十分に行っているわけではない。大口水使用者に対する水道メーターの置を行っている。またマヤベケ県では地下水涵養井戸がある。

### 3.9 地下水管理計画の実施には農業省の参加が必要だが、農業省と連携しているのか?

→ INRH と農業省は毎週定期的な会合を持っている。毎週、INRH の総裁と農業省の大臣が協議し地下水位の低下を防ぎ灌漑を継続するための Action Plan の作成を検討している。

### 3.9 今回の調査には灌漑に関するパイロット活動が提案されているが、上水セクターはどの様に巻き込むのか?

→ 水公社傘下の組織は管理と供給(給水と衛生)を行うグループに分かれる。管理を行うのはここにいる GIAT グループである。毎週 2 つのグループは会合を持ち、干ばつや技術的な問題のある個所に関して緊密な情報交換を行い改善のために統合水資源管理の実施を目指している。

**3.10 本プロジェクト中で浄水セクターを対象としたパイロット活動などは考えていないか?**

→ パイロット活動としては、まずハバナ県の南部のアルテミサ県でパイロットプロジェクトを実施したい。ここは灌漑が最も集中的に実施されている地域であり。マヤベケ県も同様である。その後で、次のパイロットプロジェクトとして何を行うか検討したい。明日の会議で回答したい。

**(補足情報) 成果-5 の提案**

- ・ エネルギー危機。揚水のために多くの多量の電力が必要
- ・ 全国に 1,313 のポンプ場があり、調査対象地域には 84 ある
- ・ 太陽光パネルは設置、解体が簡単
- ・ 5kW/平米の発電が可能
- ・ 太陽光パネルと電力系統接続を組み合わせたハイブリッド型も想定
- ・ 14.9GW、46,679 million ペソ、ディーゼル 1,147 トンの節約が可能、3,705 トンの CO<sub>2</sub>削減効果
- ・ 総投資額は 14,600,422US\$。数の比率 (84/1,313) で計算すると 934 thousand US\$が調査対象地域での必要投資額。
- ・ 実施と技術面における JICA の支援を期待する。

(以上)

議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月6日(火) 9:00~17:30	
場所	INRH	
出席者	訪問先	INRH
	相手先	GIAT(GEIPi GEARH)、AyS、ENPC、MINAG、AZCUBA、UEB、INRA
	調査団	十津川、山根、中村、石田、羽鳥
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	各発表資料(PPT)

**(1) GIAT (GEIPi GEARH)との協議**

初めに、GIATの業務内容の説明があった。その後、後意見交換を行った。

(GIATの業務内容に関して)

GIATの主業務は、モニタリング、地下水管理の実施である。毎月地下水位と水質のモニタリング結果をINRHに提出し、水利用と管理に関わる意思決定を行う。観測(地下水、表流水、水質)は主にマニュアル式による。GIATはまた水利施設(ダムや水路)の建設と維持管理を行う。ハリケーンのあとの修復も行う。貯水池を通じての地下水涵養事業も行う。国内の資金を使って事業を行う。

(給水セクターに関する調査団からの質問表の回答が未回答なことに関して)

担当者が質問票に回答を記載し今後提出する。

(50%の都市給水の漏水と本件の活動に関して)

国家の中長期計画に漏水削減が盛り込まれている。供給時間の延長も含まれている。各県の水道局も漏水削減に取り組んでいる。漏水対策を本プロジェクトに含むか、別のJICA案件とし扱うか協議したい。今後各県の水道局と協議を通して決めたい。キューバではプラスチック製の管路を生産しておりその活用も検討したい。

(水道メーターの導入と本件の活動に関して)

現況の給水メーターの導入率は小さい。水道メーターの一般家庭への導入は経済制裁による資金面で困難である。しかしパイロット活動の対象として有効と考える。キューバ国内における水道メーターの生産もメーターの購入コストを下げる観点で重要である。給水メーターの家庭への導入は無駄な水使用の削減に効果がある。水道メーターの導入によって水消費量が大きく

削減した例がある。水道メーターの導入と水道価格の累進的増額に組み合わせで節水がすすむと期待する。

(現況のモニタリング方法(自記あるいは手計)に関して)

自記測定器による地下水位と水質のモニタリングは非常に少なく、大部分は手計によるものである。キューバ全体で7,000カ所のモニタリングサイトのうち自記記録計によるものは

70カ所にすぎない。地下水位と降雨量を測定している。今回の調査対象地域では自記測定器は4カ所にすぎない。前回 JICA 調査の対象域であるクエンカスールは0カ所である。この自記水位計は故障したり盗難にあったためである。現在、INRH は自動モニタリングサイトの設置を開始した。その詳細を本日の午後に説明する。対象地域のモニタリングサイトの分布図を調査団に提出する、本調査でモニタリングシステムを量・質ともに強化したい。

(海水侵入の現況に関して)

地下水位の変動に対応し、淡水と海水の境界部分が陸側・海側に前進・後退を繰り返している。この事実から地下水位の管理が重要であると結論できる。そのためのモニタリングシステムが本調査で最も重要な活動である。

(前回 JICA プロジェクトのシミュレーションのモデルの現在の活用方法に関して)

前回 JICA 調査で作成したシミュレーションモデルの操作に関する技術指導を受けた技師が現在マヤベケ県にいる。他の技師は配置転換となり不在となっている。塩水の侵入解析には新たにハバナ工業大学に依頼し「Intrusion」(2D モデル)という名の解析ソフトを使って新しいモデルを作成中である。

(前回 JICA プロジェクトで作成した地下水管理計画の活用に関して)

地下水位の低下、塩水化を防ぐために多くの対策とそれを実施する組織が地下水管理計画で提案されている。これからこれを実施に移す。日本人専門家がどの対策を優先的に実施すべきか提案してもらいたい。いくつかの計画は既に古くなっている。地下水管理計画では対策の項目と実施機関が詳細に記載されておりステークホルダーの連携と調整が必要だ。しかしこの計画は形式的な計画になっており実施されていない。対策によっては農業省との連携が謳われているが連携の実態はない。

(太陽光プロジェクトに関して)

漏水削減と水道メーター普及は節水に貢献するが、太陽光発電による揚水普及は、水使用を増大させる方向に進む。しかし、この対策は気候変動への緩和策としての効果があり、将来的な燃料不足に対する柔軟な対応をとの流れであれば有意義である。

## (2) Water research project of Habana (UEB)との協議

(UEB)の担当者から業務内容のプレゼンがあった。

(Water research project of Habana の業務内容)

Water research project Habana は GIAT の下部組織である。色々な水利用施設（井戸、ダム貯水池、上水場ポンプ場、水路、下水処理場など）に関する調査（測量・地質）、設計、施工管理の長い実績をもっている。また Water research project Habana は前回 JICA 調査の主 CP としての実績を持つ。

(Cuenaca Sur 地下水モデルの活用状況)

Water research project Habana の職員が前回 JICA 調査で水理解析や水収支解析を担当した。しかしその職員を含む前回の JICA プロジェクトで技術移転を受けた技術者の多くはすでに組織を離れた。今回の JICA プロジェクトではその教訓を踏まえ、より多くの技術者を対象とした技術移転を実施すべきである。その時の地下水モデルは PC にインストールされ使用

可能な状況であるが操作ができる技師はもういない。技師が転職するケースもあるため今回のプロジェクトで地下水モデルの操作が可能な技師を新たに多数養成してもらいたい。前回の JICA プロジェクトで技術指導を受けた他県の技師がその成果や進捗を発表する機会を持ちたい。

(海水侵入対策としての地下ダムの適用性や雨水浸透促進の進捗)

前回の JICA 調査で得た Water research project Habana の技師の技術的な蓄積は今回のプロジェクトで利用可能である。蓄積された技術は ZONE-1 の調査で活用できる。同様にマタンサの Water research project の職員を本調査(ZONE-2)に参加させるべきだ。前回の JICA 調査の後で、CP は雨水浸透の適用などを継続的に検討している。その成果をワークショップで発表する (9月15日午後3:00-5:00)。

**(3) ENPC(井戸掘削公社)との協議**

初めに井戸掘削公社の担当者から井戸掘削機のプレゼンがあった。その後意見交換を行った。

(井戸掘削機の概要)

キューバでは旧式のケーブルパーカッションタイプの井戸掘削機が主流であり、井戸掘削速度が極めて遅い。ダウンザホールハンマータイプの井戸掘削機の導入が期待される。今回の JICA プロジェクトで導入してもらいたい。掘削機、掘削ツール、クレーントラック、ケーシングなど一式合計で US\$2,513,500 であり、日本製を期待する。ケーシングはキューバで硬質プラスチック製を生産している。

(井戸掘削機導入の必要性に関して)

本プロジェクトにおける井戸掘削機の導入に関しては今後その必要性を明確にする。

**(4) INRH のデータベース部門との協議**

INRH の担当者から最新モニタリングシステムの紹介があった。

(モニタリング-データベース連携システムの概要)

水資源モニタリングの結果を telecommunication の形式で管理センターに送り、それをデータベースで一括管理するシステムを構築中である。水資源管理と給水に関するモニタリングを行っている自記観測所と手計観測所の両方に適用可能である。水利用施設に関しては井戸、降雨量、貯水池水位、用水路の水位の観測が対象となる。早期警戒警報にも役立てる。

(調査対象地域における現在の使用方法)

調査対象地域の、Almendares 流域の 3 箇所の自記水位計井戸がこのシステムに含まれている。3 地点の地下水位と降雨量を測定し管理センターにデータを送っている。観測結果は自動的に処理され図化・整理されネットを通じて関係者間で共有される。本プロジェクトの中で観測ポイントを増やし、試験的に拡張したい。流域管理委員会の 13 のサブプログラムのうち 3 つのサブプログラムでこのシステムを利用しているが今後拡大する。

(以上)

議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月7日(水) 9:00~12:30	
場所	INRH	
出席者	訪問先	INRH
	相手先	INRH(流域管理委員会事務局、DOPI) CITMA
	調査団	山根、中村、石田、十津川、羽鳥所員、Delgado 所員、ヨスメル通訳
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	プレゼンテーション資料(INRHおよびCITMA)

1. CNCH(全国河川流域協議会)の説明

- ・1997年にカストロ大統領の指示で流域協議会が設立。同年の Environmental Act No. 81 で強化された。当初は、CITMA が議長、INRH が副議長を務めた。2005年のCITMA 議長の死去に伴い代表が INRH に変わった。2018年の法 124 条により正式に INRH 議長が CNCH の議長となった。
- ・当初8流域が「国益となる流域」として認定されたが、後に12流域に増えた。Toa river basin はキューバ最大の流域で、Alexander Humbold 国立公園が含まれる。生物多様性維持のために重要な流域である。この他、Culto Basin、Sierra Sabata Basin、South Sasa Basin にも言及。
- ・常任メンバーは、INRH の局長、CITMA の副局長、INRH 事務局、技術グループ：農業(MINAG)、エネルギー・鉱業(MINEM)、教育(MINED)、文化(MINCUL)、高等教育(MES)、公衆衛生(MINSAP)などの各省代表者
- ・2019年のAct124は、県流域委員会がCNCHのメンバーとなることを認めている。その一方で、同年の新憲法は地方分権化政策を打ち出し、県政府、市役所の自治権強化を進めている。矛盾する方向性だが、県、市の流域委員会がCNCHのメンバーとなるよう推奨しており、進行中である。
- ・以下の12のサブプログラムが2022年3月まで進められていた。2022-2026年の5年間は13のプログラムが計画されている。
  - (1) 国益流域の環境保全のための投資とその実施
  - (2) 水循環観測網と飲料水・衛生のカバー率
  - (3) 水使用量
  - (4) 森林面積の増加
  - (5) 土壌の改良と保全
  - (6) 消火活動
  - (7) 自然資源保護の統合管理
  - (8) 汚染負荷の低減
  - (9) 生物多様性の持続可能な利用
  - (10) 環境教育、啓発、アウトリーチ
  - (11) 科学技術イノベーションの紹介

## (12) 流域の土地利用計画(EOT)

- ・ 上記 12 項目の中の、2、3、4、5、8 の 5 項目を対象に「simplified index of river basin management」を作成している。行われた対策の水準を示すものである。第一項目の環境保護は含まれていない。
- ・ 2010 年にハバナ県が、ハバナ県、Artemisa 県、Mayabeque 県の 3 県に分割された。新しい 2 県は、キューバの他県と異なるシステムをとっている(いた?)。ハバナ県では、水資源は INRH 支部の管轄だが、両県では知事の管轄となっていた。しかし、この試みが失敗したので、INRH 管轄に戻った。
- ・ キューバには、12 の国益流域委員会、15 の県流域委員会、169 の市流域委員会がある。
- ・ 124 法について説明：(i)国会に報告義務がある、INRH 総裁が議長を務める (ii)Provincial、municipal、12 重要流域の委員会の活動をモニターする (iii) 知事の提案に基づき新たな重要流域委員会の設置を承認する (iv) どの知事が Cauto 流域委員会の議長を務めるかを国会に提案する (v)CNCH の事務局が Technical Group の委員長を務める (vi)重要 12 流域委員会の「eco-system approach」を調整する (vii)12 重要流域委員会の予算の提案、指標による活動状況を評価、保護措置の管理など (viii)大都市の水文観測網の管理(水質、衛生) (ix)コミュニティへの情報提供、参加の最善策の検討 (x) CNCH の規則の承認、など
- ・ 2017-2021 報告書によると、会議開催、実施状況、ワークショップ、現地視察の数など指標から、CNCH の活動は安定的であった。

### 【質疑応答】

- ・ (山根：CNCH の課題は何か?) → 3 点ある：①Provincial, municipal, 12 重要流域委員会の法律の遵守、体系的な協力が得られていない ②法律の改定の必要性 ③財政難
- ・ (山根：JICA 案件で取り上げるべき流域として提案された 3 流域、Almendares Vento、Ariguanabo、Cuenca Sur の委員会の活動状況の評価は?) 質問表回答と同様の説明。Almendares Vento と Ariguanabo→B (まあまあ)、Cuenca Sur→C (よくない)。Cuenca Sur は 2019 年に重要流域となったので経験が少ない。

## 2. CITMA による国家気候変動アクションプランの説明

- 2017 年 4 月に CITMA による「国家気候変動アクションプラン “Tarea Vida”」を発表。Tarea Vida は Life のような意味。
- 短一中一長期をそれぞれ視野に入れた計画：1) 2017-2020 年、2) 2021-2030 年、3) 2030-2050 年、4) 2050-2100 年である。
- 計画は大きく 4 つの分野があり、その大分野の下に 11 の Tarea (タスク) がある。4 分野は以下のとおり：1) 沿岸部の建設、2) 建設の種類、3) 農漁業、4) 都市部の建設再考。
- 11 のタスクのうち、4 番目のタスクが「水の効率的利用」であり、その実現のために：① 科学技術を適用した水の効率的利用、②インフラの充実、③ローカルニーズの充足等が示されている。このタスクを主導する組織として INRH が挙げられており、参加組織としては MINAG、CITMA、AZUCUBA 等の 9 組織が示されている。
- 一例として、ハバナにおける活動内容として無収水の削減、汚染の削減、植林などが挙げ

られている。

- CITMA としては、この他に地元住民のエンパワーメントも重要と考えている。

#### 【質疑応答】

- (質問) 前プロジェクトではモデルを使った塩水化予測を行っていた。CITMA も同様にモデルを作成・利用した予測を行なっているのか。

(回答) CITMA 自体は行っていない。国内の Research Institute や大学は行なっている(だろう)。

- (質問、山根) 地元住民のエンパワーメントの必要性が指摘されたが、キューバの中央集権的な意思決定メカニズムとボトムアップアプローチがどのように両立するかに関心がある。

(回答) 現在キューバでは地方分権が進行中であり (Ley33)、地元のエンパワーメントそのものを重視する方向にある。CITMA はローカルレベルにも支所があることが強みである。

プロジェクトの実施を通して、地元住民が参加できる機会を作ることでエンパワーメントに繋げることが出来るのではないかと思う。

- (質問、山根) Provincial、Municipal、12 重要流域流域委員会は気候変動にどのように貢献できるか？

(INRH から回答) CNCH で INRH 及びメンバーが協力し、SDGs、2030 年国家計画の一環として気候変動対策を進める。

### 3. INRH の DOPI (Department of Organizational Planning and Information) の活動について

- 国家統計・情報室 (ONEI) とともに統計年鑑を作成している (印刷物およびインターネット)。
- 水関連では SDG6 Water for All に関連して、降水量、水使用量、漏水率 (量?) を公表している。データは 5 年間。
- UNEP からの質問表に答える形で「Cuba Water」をホームページに公開している。
- 調査団から行政界、流域界が分かる地図の提供を依頼→了解 (来週渡す)。

(以上)

議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月7日（水）14:30～17:30	
場所	Aguas de la Habana	
出席者	訪問先	Aguas de la Habana
	相手先	INRH Habana Delegation
	調査団	山根、中村、石田、十津川、三田村所長、羽鳥所員、Delgado 所員、ヨスマル通訳
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	なし

**1. INRH Habana Delegation の説明**

(1 人目)

- ・ INRH ハバナ支部の任務は、水政策の実施とモニター
- ・ 具体的には、①地方レベルの計画の実施、インフラ整備 ②水利用の状況把握 ③水供給と下水サービスの拡大 ④水の統治
- ・ IWRM アプローチが必要である。
- ・ 水供給状況：ハバナは上水供給が大部分、Artemisa と Mayabeque は農業用水が多い。いずれも工業用水は低い
- ・ 水配分計画の作成プロセス：水需要と供給能力を考慮したバランス計算→県知事への提出・承認（一年前）→毎年12月に国家水配分計画を国会に提出→承認、法制化
- ・ 上水供給が最優先される。水供給能力に応じて、農業用水、工業用水供給量が調整される。
- ・ CITMA ハバナは、INRH が水質基準を遵守しているかをモニターする。

(2 人目)

- ・ ハバナ県は、人口 213 万人、面積 228 平方キロ、人口密度 9,300 人/平方キロである。
- ・ もろもろ地下水の状況について説明。
- ・ 水道メーターの設置率は 40%程度。
- ・ ハバナへの水供給量は、8.8 立米/秒（278million 立米/年）である。
- ・ Armendares River が流れており、1974 年に途中で貯水池を建設した。そこから地下へ水が浸透し Almendares Vento 滞水層の涵養源となっている。その後、堆砂が進み涵養量が減った。以前は 1.8 立米/秒、2022 年 8 月 31 日は 1.6 立米/秒と判断されるが、正確な涵養量は分からない。揚水量は、許容レベルを上回っている。揚水量をコントロールするために強制力をもった文書が必要である。
- ・ 古い機器を使って地下水モニタリングを行っており、最新機器が必要である。

**【質疑応答】**

（山根）説明の中に、一人当たり水消費量が 507 立米/人/年とあったが、これは日換算だと 1.3 立米/人/日となり、他国と比較して非常に高い。上水を優先しながらこのような高い消費量を想定することは、水の浪費を前提とすることになり、他のセクターから見て配分が不公平と思

われても仕方ないのではないかと？

(説明、 INRH)

- ・ 水消費量が高いのは、キューバの文化的、環境的特徴である。インフラ施設の老朽化で漏水率が高いという問題がある。1990 年のソ連崩壊以降、財政難が続いてきた。2012 年 National Water Policy は、水消費の効率性向上を掲げている。2017-18 年はある程度改修が進んだが、2019 年以降 USA の制裁で修復が難しくなっている。まずは、漏水の削減により水消費量を下げることが必要である。
- ・ 日常的水利用に関する苦情受付システムがある。彼女の仕事の 70%は苦情受け付けである。
- ・ 2022 年と 2030 年の一人当たり水消費量は同じ水準が想定されている。
- ・ 漏水の多くは、家庭内で発生している（蛇口、つなぎ目など）。これらの機器の価格が高い一方で水道料金水準が低く設定されているので、漏水を防ぐよりも漏水を続ける方が安上がりである。
- ・ 漏水を減らせれば、その分他の用途に水を使えるので、virtual に供給量が増えることになる。
- ・ まずは漏水を減らし、次に水利用の効率化を図るとというのが方向性だろう。
- ・ 2000 年まではパイプをヨーロッパから輸入していた。パイプの輸入代替を進め国内生産に移行したところ、原料の高密ポリエチレンの輸入が必要となった。パイプ価格は日本の 4-5 倍であり、アメリカから原料が輸入できれば格差は無くなるだろう。
- ・ 財政難で、漏水対策としての施設全体の改修は無理で、部分的な改修しかできない。

(質問、山根) Almendares Vento 流域委員会の改善点は何か？

(説明)

- ・ 水量の正確な把握ができない。モニタリング機器が不足している。衛星画像、ドローンなどを活用すべき。農業用水は水量計で計測されていない。正確な観測結果に基づき、ポテンシャルを正しく計測する必要がある。
- ・ 正確なモニタリングで集められた情報を統合する必要がある。
- ・ 需要サイドは水の浪費を抑制すべきである。
- ・ 供給サイドは、既存施設の統合的な運用が必要である。

(MINAG Delegation に対して同じ質問: Almendares Vento 流域委員会の改善点は何か？)

- ・ 自分は、Agriculture Engineering 部に所属しているが委員会のメンバーではない。Forestry と Soil の部署代表が参加している。
- ・ 水収支の計算を監督しているので、流域委員会のメンバーであるべきと考える。Almendares Vento 流域の水の 33%は灌漑目的に使われている。
- ・ 自分の部署がメンバーになるべきかどうかということに関して議論が行われた否かは承知していない。

(INRH チームリーダーより)今後の会議では、流域委員会のメンバーを召集するよう部下に指示。

(質問、三田村所長)

Provincial、municipal、重要流域委員会相互の連携はあるか？例えば、Almedares Vento 流域

委員会とハバナ流域委員会との連携。

(説明)

- ・ 水配分計画を作成するプロセスで、ハバナの水需要算定結果を Artemisa と Mayabeque の 県知事に提出し了承を得た後、INRH に戻り国会に提出される。
- ・ 県がそれぞれ単独で IWRM を行おうとしている。行政界をベースに water stress が算定される。ハバナはストレスが高く、Artemisa と Mayabequ はストレスが低い算定結果となる。本来は流域と需要地を基本に算定されるべきである。

(以上)

議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月8日(木)	
場所	Agua de la Habana および水源の視察	
出席者	訪問先	Agua de la Habana
	相手先	Agua de la Habana、INRH
	調査団	十津川、山根、中村、石田、三田村所長、羽鳥所員、Delgado 所員、ヨスメル通訳
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	ハバナ市水道説明資料

1. ハバナ市の都市水道システム

ハバナ市の都市水道システムに関して以下の説明があった。

- ハバナ市上水道は4つの給水区に区分される。それは西部、中央、南部、東部給水区である。
  - 中央給水区：Almendares 帯水層および Cuenca Sur 帯水層を水源とする。両者とも地下水源である。水源からハバナ市内のパナチネ配水池まで一本の水路によって送水する。Almendares 帯水層の水位は継続的に低下している。
  - 西部給水区：2地区の井戸水源から取水し配水している。
  - 南部給水区：Ejercito Sequito 貯水池の下流に位置する井戸群から取水し配水している。
  - 東部給水区：地下水源と表流水を水源とする。表流水源は3つの貯水池を水源とし1箇所の浄水場に導水している。

ハバナ市の水道の95%は地下水、5%が表流水を水源としている。

- 給水量は配水池からの配水量 523 百万 m<sup>3</sup> に対して 303 百万 m<sup>3</sup> は漏水による無効水と言われている。したがって、漏水率は60%程度と見積もられる。

将来的な水源の拡張の有無に関して、INRH と Agua de la Habana はハバナ市の都市水道における管路の延長やリハビリを計画しているが、新規の水源開発は計画していない。水源の新規開発の代わりに、60%と言われている漏水の改善と水利用の効率化によって水源開発を行わずに給水量を増大する方針である。

(慣行水利権に関して)

- キューバでは灌漑に関する慣行水利権といった概念はなく、すべて許可水利権である。水利用における優先度は、①生活用水、②畜産用水、③灌漑用水、④工業用水、⑤環境用水であり、水不足の時はこの優先度にしたがって水配分が調整される。また地下水は個人の所有物ではなく国家の所有物と法律で定められている。

## 2. Almendares vent 水源

Almendares vent 水源はハバナの中央給水区の地下水源である。Almendares 川の中流域の河道に沿って複数の湧水地点が存在し、これを 2~3 カ所の大型湧水池に集めハバナ市に重力式で送水している。湧水地点は Almendares 川の右岸側に位置しているため、サイフォンで左岸側に送りパナチネ貯水池に送水している。サイフォンで左岸側におくられた湧水は Cuenca Sur からの送水管に合流し、両水源の水はハバナ市に送水される。合流点において塩素注入が行われている。

Almendares 帯水層の地下水位に関してはハバナ都市給水の水源とした重要な Almendares 帯水層の地下水位は経年的に低下している。帯水層からの取水量が涵養量を超えているのが原因と考えられる。帯水層のモニタリング網を増強して帯水層の水位を監視しつつ取水量を管理する必要がある。

## 3. 南部給水区の水源地

南部給水区は井戸を水源とする。井戸群はダム貯水池の下流域の Almendares 川に沿って分布している。一本のパイプラインに沿って水源井戸が配置され井戸からの揚水をパイプラインに圧入し送水している。Ejercito Rebelde ダム貯水池からの浸透水や、その下流域にある Paso Sequiti 貯水池からの浸透水が水源井戸に地下水を供給しているとされている。

## 4. Almendares 帯水層の観測井戸

Almenderas vent 流域に 3 箇所ある自記水位計観測所のうちの 1 箇所を視察した。この観測井戸では地下水位と降水量を 1 日 1 回の頻度で観測し INRH の本部のデータベースに送信している。この観測地点の管理者によると、INRH によって毎年決定された取水量をモニタリングデータに基づき監視しているとのことである。モニタリングの頻度は、帯水層の残存貯留量の規模に応じて決まる。帯水層からの取水量とモニタリングの結果による帯水層の残存貯水量が 180 日分を下回って場合は給水停止のリスクが高いとして観測頻度を増やし観測体制を強化するとのことである。

## 5. Ejercito Rebelde 貯水池と付属貯水池

Ejercito Rebelde 貯水池は Almendares 川の洪水防御を目的として建設された。降雨量が多く貯水池が満水となった時は Almenderas 川に放流し直下にある Paso Sequiti 貯水池に貯水する。付属貯水池は平時は貯水はなく湿地帯となっている。Ejercito Rebelde ダムの湖底からの地下浸透量はすくないが、Paso Sequiti 貯水池からの地下浸透量は大きいため、付属貯水池は水源井戸への地下水涵養源としての機能を持っている。

## 6. 強化プラスチック製造工場

この工場では、強化プラスチックをつかった水道管を製造している。井戸のケーシングにも使用可能である。水道管の製造の場合は INRH が発注者となる。水道管の新規敷設、延長、

大規模なリハビリの場合は INRH が水道管の費用を負担する。小規模なリハビリの場合は Agua de la Habana が負担するとのことである。ハバナの水道の漏水率は 60%と言われており、その対策としてのリハビリは大規模な工事となるため INRH が水道管の費用を負担することになる。

(以上)

議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月9日(金)	
場所	マタンサス県 Provincial 事務所	
出席者	訪問先	マタンサス県 Provincial 事務所
	相手先	マタンサス県 INHR で左記事務所その他
	調査団	十津川、山根、中村、石田
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	マタンサス県の水資源の概要

(調査対象地域にマタンサス県の西部の一部流域がプロジェクトエリアに選定された理由)  
マタンサス県とマヤベケ県の境界部分に MI および MIII-1 流域が位置しておりこの2流域が選定された理由は次の通りである。

- MI 流域の地下水がハバナ市都市給水とマタンサス県の灌漑用水として送水されている。
- MIII-1 流域はマヤベケ県の Cuenca Sur の帯水層と連続しており重要な地下水源である。また地下水源の保全のために Cuenca Sur の南海岸に沿って設置されている dike (防潮堤：海岸堤防) を MIII-1 流域に延長する計画があり、その観点からも重要である。

(マタンサス県の水資源の特徴)

マタンサス県の水資源賦存量は 3.043 百万 m<sup>3</sup> であり、内訳は地下水 52%、表流水 48% であり両者がほぼ等しい。他の3地域(ハバナ、マヤベケ、アルテミサ)と比べて、表流水の水資源量が大きいのが特徴である。マタンサス県の現在の水需要量に対して水資源賦存量が大きいため水需給バランスには余裕がある。その結果として、他3地域への越境送水が可能となっている。

(マタンサス州の給水効率)

マタンサス県の送水側(送り側)と給水装置側(受け手)に水道メーターが設置されているがいずれも 100% ではない。分析結果によると給水効率は 63% であり他は漏水とのことである。

(西部地域への大規模送水システム)

マタンサス県の MI 帯水層地域の水資源をハバナの都市給水とアルテミサ県の灌漑用水を目的として越境送水している。MI 帯水層とマヤベケ県の HAG 帯水層は連続しており、MI 帯水層から地表に流出した水を東流する水路に流し水路上の3地点で揚水してこれを2本の地中水路で西側へ導水している。うち1本は帯水層に地下水涵養を行い最終的に井戸から地下水を揚水しハバナ市東部給水区に送水している。もう1本は灌漑用水としてアルテミサ県に導水されている。水資源が豊富なマタンサス県ならではの越境導水と言える。

(水源の新規開発に関して)

西部地域への大規模送水システムに関しては今後新規に水源を開発する計画はなく、水需要側(ハバナ市、アルテミサ県)の給水効率の向上により供給水量を維持する方針するとのことである。

(効率的な水配分のための地下水管理システムの要望)

マタンサス県によると、水配分を現在よりも効率的に行うことを目的とした地下水管理システムを構築したいとの希望を持っている。自動計測による地下水位、雨量、揚水量のモニタリング結果とこれを処理する数理モデルを組み合わせることによって、①水配分の計画と、②現在水使用量と残存水資源量とのバランスを常時チェックするシステムの導入を希望する。現在のマニュアルによる方法を精度・時間面で改善したい。

(以上)

議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月12日(月)	
場所	マタサス県	
出席者	訪問先	マタンサス県
	相手先	マタンサス県 INRH、水道公社
	調査団	山根、中村、石田
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	説明資料

1. マタンサス県の水輸送システム

水輸送システムの説明を受け、現地を視察した。

このシステムは、用水路、3箇所のポンプ場、3つのダム貯水池で構成される。システムの東端にあるマタンサス県の San Juan 川の水が使用されないままカリブ海に放出されており、まずこの河川水を第1ポンプ場で揚水しコンクリート3面張り水路を通じて西流させ第2ポンプ場へ送る。第2ポンプ場ではこの水とマタンサス県のカナワコダム貯水池から放流された水を合流させて第3ポンプ場へ送る。この区間に1箇所の分水ゲートがあり不要な水をカナワコダムに還流する。第3ポンプ場で更に揚水しマヤベケ県のペデロッサダム貯水池に導水する。ここで、マッポストンダム貯水池からの導水と合流させ最終的にアルテミサ県に農業用水として導水する。第3ポンプ場とペデロッサダム貯水池の間の区間で3面張り水路のライニングが途絶え、この区間では用水路の水が水路底から地下に浸透するため、この浸透水を用水路のルート上に位置する El Gato 井戸群で揚水(井戸17本)しハバナ市の東部給水区に送水している。またペデロッサダム貯水池の水をポンプアップしマッポストンダム貯水池に還流させることが可能である。

このシステムは、水資源が豊富なマタンサス州のMI帯水層区域の水を水不足のアレテミ県に導水する大規模なものである。途中にあるカナワコダム貯水池など複数のダム貯水池を有効に使用し、また、水路からの地下水涵養をハバナの水源地井戸から揚水するなど水資源(地下水と表流水)の総合的利用(灌漑と水道)を行っている。視察時は雨季であり水不足はなかったため水路に水はなかった。

2. マタンサス市の都市給水源であるベイヤー井戸群の視察

マタンサス市の都市水道は水道公社(Aguadcto)が運用している。マタンサス市には4カ所の都市水道水源があり、すべて地下水源である。このベイヤー水源は最も重要な水源である。計画揚水量は7600l/sであるが、現在390l/sで運転している。水源井戸群の中の5本中の4本が現在運転している。他の5本の井戸があるが現在は運転していない。電力不足が原因である。水源の地下水位は地表付近にある。井戸の深さは60-80m、井戸径は8~12インチである。24時間365日運転している。ここから高架水槽に送りそこから市中央の貯水池まで重力式で

送水している。他の3箇所の水源は井戸群から井戸の水中ポンプで直接市の中央タンクに送水している。この水源地で地下水に塩素ガスを注入している。市の中央貯水池では塩素の注入はない。他の3つの水源でもそれぞれ塩素を注入してから送水している。4つの水源からの合計送水量は 650 l/s(56,000m<sup>3</sup>/日)である。

一般家庭でのメーターの設置率は低い。平均給水量は 40 l/人日である（生活＋工業用水＋病院）。一般家庭は定額制である。87%の工業用水・事務所・商業揚水はメーターが設置されており従量制である。水道料金は累進制であり使用量が増えるにしたがって単価は増加する。料金支払いは生活用水も工業・商業揚水もすべてペソによる。水道料金の単価・算定方法は全国共通である。

(以上)

議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月13日(火) 10:00~12:30	
場所	Artemisa 州政府	
出席者	訪問先	Artemisa 州政府
	相手先	Artemisa INRH ほか
	調査団	十津川、山根、中村、石田、Delgado 所員、ヨスミル通訳
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	なし

**\*\* 説明 \*\***

**1. 社会状況**

- Artemisa 県の面積は 4,003 平方キロで、81%が平坦、19%が山がち。
- 人口は、573,141 人。Artemisa 市の人口は 86,161 人。
- 386 の人口集積地があって、55 が urban、残りが rural。

**2. 水資源の状況**

Artemisa 県の水資源の問題点は以下。

- 時代遅れのパラメーター
- 限られたモニタリング
- 非効率的な水利用
- 地下水の過剰揚水と枯渇
- 取水、消費、水質の不十分な管理

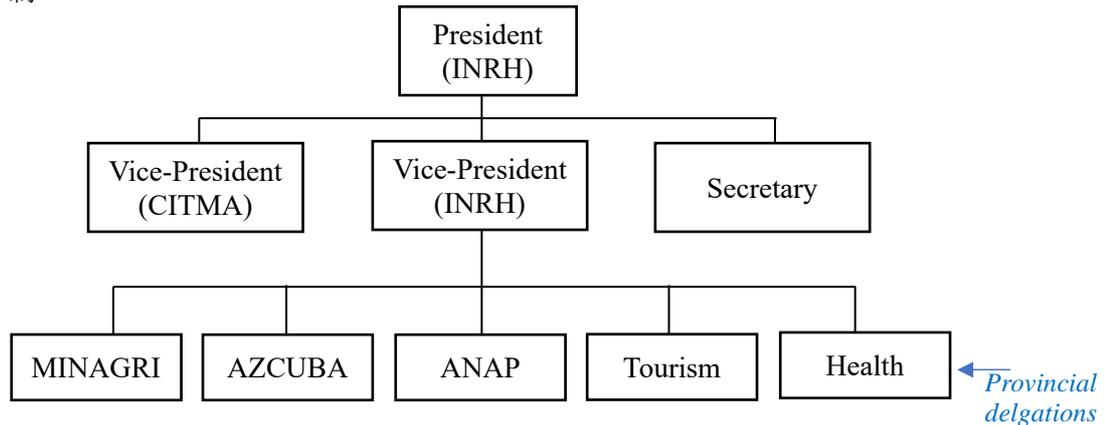
**3. 州水資源管理協議会**

(1) Artemisa Provincial River Basin Council の担当流域

番号	所属 Municipality	平均地下水位	?	位置付け		
				Municipal Interest	Provincial Interest	National Interest
HAV-1	Camnito, Bauta, SAB	18.58	49.86			✓
HS-3	GM, Alquizar	17.24	8,7			✓
HCN-1	Maniel, Camito, Bauta	19.17	3.93		✓	
HS-1	Artemisa	16.53	8.27	✓		
HS-2	Gay	32.50	31.60	✓		
P-II-6	San Ctbal, BH	25.99	3.95	✓		
P-II-7	Candelaria	14.72	4.58	✓		

注：HAV-1 が Ariguanabo 流域、HS-3 が Cuenca Sur 流域

(2) 組織体制



- 会議の頻度は年2回開催。
- 他のメンバーが呼ばれることもある。

(3)課題

- 州流域協議会の管理のもと、すべての関係者が統合される必要がある。
- 科学的な開発、サービス、研究が行われる必要がある。

**\*\* 流域管理委員会に関する質疑応答 \*\***

(1) 流域委員会の組織体制

(質問)組織体制の説明があったが、同じ組織体制で「Ariguanabos 流域」と「Cuenaca Sur 流域」についても別の流域委員会が設置されているのか？

(説明) 説明した組織体制は、Provincial River Basin Council のもので、この Council が上記二つの国益流域を含み7つの流域委員会を運営している。

(2) Municipal River Bains Council との関係

(質問) Municipal River Bains Council との関係は？

(説明) 水資源に関する市レベルの情報を送ってくる。(Provincial River Basin Council のメンバーではない)

(3) 関係者の統合

(質問) 関係者の統合が課題という説明があったが、説明して欲しい

(説明) Water balance と水配分計画が尊重されず守られない。そのため、地下水の過剰揚水が起こり地下水枯渇のリスクがある(後ほどの水問題に関する説明では、そこまでの危機的状況という認識はなかった)。県流域委員会で関係者を統合して、この問題を解決する必要がある。

(4) Artemisa と Mayabaque の水管理体制

(質問) 法律に、Habana 市から分離した Artemisa と Mayabeque は、他州とは異なる水管理体制を採用するとあるが説明して欲しい。

(説明) 分離と共に、Provincial Government に属する部署として Provincial Directorate of Water Resources が設立された。しかし、不十分な機器、交通手段の欠如、支援の不足などにより脆弱な運営体制であった。そこで、今年の7月に他州と同じように、Provincial Delgatoion of INRH を設置した。まず Ministry of Economy and Planning に諮った後 Council of Minister が承認した。

Resolution の番号は確認の上共有する。

(5) 関連文書

Artenisa Provincial River Basin Council の過去 3 年間の議事録と規則の提供を依頼した。

(6) Mayabeque Provincial River Basin Council との連携

(質問) Cuenca Sur Basin は Artenisa と Mayabeque の両州にまたがっている。両州の流域委員会の連携は取れているか？

(説明) 取れている。データを共有している。3 年前の危機的状況依頼、月二回の頻度で会議を行なっている。地下水位、水量計などの情報を共有している。Ariguanabo 流域を共有するハバナ県流域委員会とも同様である（説明ぶりから、*INRH delegation* 同士の連携のようにも受け取れる）

(7) 州流域委員会の機能

(質問) 州流域委員会の機能は何か？

(説明) 水資源（表流水、地下水）のモニター、利用規制、ポテンシャル評価を行い、水の量と質を確保すること。CNCH で設定した 13 の Sub-program について毎回必ず議論する。

(8) Basin Coordination Office について

(質問) 昨日の INRH との面談で、Basin Coordination Office について説明があったが、そのような期待を持っているか？

(説明) まだ構想段階のアイデアである。（*INRH* の話ほど現実的な計画とは認識していないように受け取れた。）

農業に関する質疑

(質問) 大規模な業者である ASCUBA は水の使用量を計測するためのメーターを有しているか？

(説明) Ariguanabo・Cuenaca Sur 流域では、サトウキビ以外の農業が盛んであり ASCUBA の使用する水の割合は 2% と低い。14 の砂糖工場があったが現在は 2 箇所である。メータの設置は行っていない。

(質問) 農業施設の維持管理の責任範囲は？

(説明) 農業用水ユーザーは農業用の水路やポンプ場のメンテナンスの責任を負うが、定期的なメンテナンスは実施されておらず、貧弱な管理体制である。たとえば EAH が井戸に吐出量 20 リットル/s のポンプ設置を要求しても、20 リットル/s のポンプを持っていない農業用水ユーザーが 40 リットル/s のポンプを設置することにより水の汲みすぎがおこるといような問題がある。

水資源に関する質疑

地下水の利用目的

57%が灌漑、32%が生活用水、2%がサトウキビ、9%がその他となっている。

### アルテミサ県の地下水問題

地下水の問題は以下のとおり。

- 1.帯水層のパラメータ(地下水位、水質など)がすでに古くなっている。
- 2.限定的なモニタリングのキャパシティ(モニタリング箇所、計測器)
- 3.水利用の非効率性
- 4.過剰揚水と地下水資源の連続的な減少
- 5.不十分な揚水、水使用、水質の管理

### 前回 JICA 調査の地下水管理計画の活用

前回 JICA 調査では短期、長中期の計画を実施している。短期(~2022年)として以下の項目が達成された。

- a) 計画の継続的な実施。GIAT は 6 カ月ごとに提案された管理計画の実施状況をモニタリングしている。EAAH アルテミサ技術部門は 1 カ月ごとに実施状況をモニターしている。
- b) 帯水層の効率的な管理
- c) 気象データの取得
- d) 水資源モニタリング・解析データ・帯水層のパラメータのシステムティックな報告。アリグアナボ盆地では活動が毎週報告されている。Cuenca Sur では月ベースで行われている。
- e) 井戸台帳の整理。結果は水収支計算や水使用効率の向上に用いる。
- f) 水利用の合理化、特に生活用水セクター。INRH が TV を通じた Awareness rising のキャンペーンを行っている。

中期的提言に関して現在下記の活動を実施中である。

- a) 水使用者との合意による水配分と協働による揚水管理、その成果としての海水侵入の防止
- b) 河川環境の維持を目的とした河川水位、流量の管理
- c) 水文的な指標の厳格・継続的な管理による河川、水路、水域の効率的な管理
- d) 灌漑水路からの漏水防止、灌漑揚水使用団体・個人による水路のメンテナンス

### 地下水ポテンシャルの意味

地下水ポテンシャルとは帯水層の貯水量を意味している。EAAH は毎週アリグアナボ帯水層の水位を測定し帯水層の貯水量を評価している。貯水量に降雨涵養が加わり、また逆に井戸からの揚水があり、結果として帯水層の水収支が毎日変化している。現在雨季であり帯水層の貯水量は増加している。

### 前回 JICA 地下水管理計画についての改善方法

地下水管理計画には多くの活動提案があり細かい項目を見落とすことがある。また個々の活動には多くのステークホルダーが関与しその責務が重複して複雑でわかりづらい。結果として提案活動を実施することは難しい。ステークホルダー・水使用者により簡素で統合された方法で直接的に訴える提案方法が望ましい。

### Cuenca Sur に自記水位計が現在使われていない理由

水位計は 5 年間稼働した後に電池切れとなった。現場の職員がタイムリーな維持管理を行うことができなかったのも理由だ。マヤベケの 6 つの水位計すべて盗難にあったがサルテミサの 4 つの水位計は故障が原因だ。アルテミサ側の水位計の 5 年間のモニタリング結果は使用できる。

### 地下水モニタリングサイトは何か所あるのか？

- ・ アリグアナゴ帯水層：20 カ所(水位、一部水質)
- ・ Cuenca Sur 帯水層：72 カ所
- ・ 表流水モニタリング(河川と貯水池)：2 箇所(アリグアナゴ帯水層地域)で河川水位の観測
- ・ 地下水揚水量のモニタリング：695 の水利用者は流量メーターを井戸に設置し(灌漑、給水、工業用水)毎月報告している。5 年間の揚水量データが蓄積されている。井戸の流量メーター数は毎年増加している。マニュアル観測データは 20~30 年分蓄積している。

### Cuenca Sur の状況

地下水の塩水化は安定している。South Dike の効果が大い。以前は海水は内陸部 14km 付近まで侵入していたが現在 7km 付近まで後退した。South Dike は 3 年前に大規模な改修を行った。毎月 Dike のメンテをしている。対策の実施により海岸付近の地下水位が上昇し、その結果として淡水/塩水の境界が海側に移動した。一方、アリグアナゴ帯水層は閉鎖帯水層であり塩水侵入の問題はない。地下水位の問題だけである。

### Cuenca Sur の井戸流量計

アルテミサ全体で 795 の井戸流量計(?)がある。灌漑井戸へのメーター設置率は不明である(50%以下)。現在設置されている流量計の 50%は灌漑井戸である。今後灌漑井戸の設置率を調査し調査団に報告する。生活用水井戸の多くに流量計が設置されているが灌漑井戸へのメーター設置は遅れている。これが水収支の把握が不十分であることの原因となっている。

### Cuenca Sur 帯水層の地下水塩水化の作物への影響

Cuenca Sur 帯水層の地下水の塩分濃度は低下してきた。しかし過剰揚水の井戸では依然として地下水の塩分濃度が高い。Cuenca Sur 帯水層の全般的には塩分濃度は問題ないが過剰な灌漑揚水を行っている地域では局部的に塩分濃度が高い。灌漑農家の中には、EAAH が推奨した適切な容量のポンプを持っていないために、より大きな容量のポンプを井戸に設置するケースがあり、結果とした過剰揚水となることがある。

### 灌漑井戸へのメーター設率は低い。揚水管理を行うにあたって、灌漑揚水管理はどのように行うのか

灌漑揚水量は推定による。例えば、前年度の揚水計画に基づき推定する。以前は揚水ポンプがない井戸では毎日水中ポンプの運転時間を記録しこれとポンプの揚水能力から揚水量を算定

した。個々の井戸の揚水可能量は EAAH から指定されている。灌漑井戸以外も同様であり EAAH アルテミサによって揚水量が記録されていた。しかし、現在はこの方法は実施されていない。結果として、メーターが設置された井戸以外の井戸では灌漑揚水量は管理されていない。アルテミサ県では 695 井戸がある。水中ポンプの動力使用量(KW)から揚水量の推定が可能。

#### アリグアナボ帯水層の水問題

アリグアナボ帯水層からの給水地区を減らすなどして過剰揚水を減らした結果、現時点ではアリグアナボ帯水層の地下水位の低下傾向は収まっている。地下水水質は地下水汚染の可能性はあるが、水質分析結果によると水質状の問題はない。

(以上)

議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月14日(火) 10:00~16:00	
場所	Artemisa 州	
出席者	訪問先	Artemisa 州 農場 3 箇所、South Dyke
	相手先	Artemisa INRH ほか
	調査団	山根、中村、十津川、石田、Delgado 所員、ヨスミル通訳
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	なし

【1】石田団員（灌漑担当）による記録

Site visits in Artemisa:

- South Aqueduct
- Observation wells and rain gauges (CCS 所属の農家)
- Local government to propose farms to visit where gravity irrigation systems in red ferralitic soils and central pivot irrigation machines are in place.
- South dike (1st section)

\*\* 説明 \*\*

(1) 農家 (CCS-Miceto Perez 所属)

- 雨量計の観測者 (ボランティア) 兼農業エキスパート、Obel Baez 氏の農場を訪問。
- 雨量計は No.349 (Provincial delegation water resources に所属)
- 雨量観測は毎朝 7 時に行っている。
- 雨量計は 1997 年に設置された。かつては湿度も観測するオートマチックの観測装置があったが壊れて現在の体制に至る。
- 2013 年のプロジェクトでデモンストレーションファームに選ばれる。
- 2018 年~2021 年まで municipality のプロジェクト agriculture extension に選ばれ、(weekly nothice, agriweather forecast) ソーシャルメディアを活用した early warning report を発行
- Early warning にはオゾン (農作物の汚染源) の情報も含まれる。洪水や大雨、干ばつに対する警戒の役割がある。
- 農場の広さ: 17ha
- 灌漑方法: 重力灌漑 (Furrow Irrigation) と Low Pressure スプリンクラー灌漑 (電気モータ) 電気代の単価は 1.82 ペソ/KWh
- 農業施設にかかる費用を尋ねたが金額の回答なし。

【質疑応答】

(質問) 水価 (Water bill) は?

(回答) 800 ペソ/月を EAH に支払っている。(通常は CCS に支払うが、彼は Legal person? だから EAH に支払うことが認められている)

(質問) 電気代は?

(回答) 23,000 ペソ/月であり、水価とは大きなギャップがある。電気代は値上がりの傾向に

ある。

(質問) 停電の頻度は？

(回答) 5時間の給電、5時間停電の繰り返し。または、電気の消費がピークになる正午頃にはポンプの稼働を止めることもある。12時間の給電と12時間の停電ということもある。

(質問) 作物への影響は？

(回答) ポンプ停止により水の供給が止まることで作物の生育に影響がある。たとえばバナナなどのプランテーションに影響する。

(質問) 井戸の数？

(回答) 1本、メーターは着いていない

(質問) 井戸の揚水量？ 、 時間？

(回答) 75リットル/s、 8時間稼働 、 揚水頻度は毎日ではない

(質問) 揚水の記録は？

(回答) 毎日ポンプ稼働の記録をつける。1本の井戸で複数の作物に供給しているため、記録は作物毎。

(質問) 水の分配方法は？

(回答) 150mのコンクリート水路と自然水路により複数の供給先に水を分配している。

(質問) 自然水路の延長？

(回答) 700m。

(質問) 水路下流側の灌漑方法は？

(回答) 畝間灌漑 (Furrow Irrigation) : 重力灌漑 対象面積は11ha

(質問) スプリンクラー灌漑の方法 (構成) は？

(回答) 井戸を利用し、パイプでスプリンクラーに送水、延長は250m、面積6ha

(質問) 生産主体 ANAP、CPA、CCS、UBPC の違いについて

(回答) ANAP は小規模農家のための組織、CPA は政府の土地で農業を実施している組織であり、生産の制約を受ける。CCS は独立した農家であり自分の土地を有する。CCS はクレジットのローンの融資を銀行から受けている。UBPC は政府が運営する生産主体であり、政府管轄の農地で生産を行う。ANAP は CPA, CCS の世話をする全国組織である。CPA はクレジットローンを扱っている。

(質問) 流量メーターをつけないことの問題はなにか。

(回答) 流量メーターの不足により設置していない。EAH はメーターの設置の責任を有するが、在庫がない。

(質問) 地下水位を計測しているのか？

(回答) 計測していない。

(質問) 地下水の availability ?

(回答) 10年は stable 状態

(質問) 地下水に異常値が出るか？

(回答) EAH は塩分の指標を含む月刊レポートを発行している。塩分については1年に2回乾季と雨季に公表している。

(質問) 海からどのくらい離れているか

(回答) 直線距離で 14~15km

(質問) 以前、塩水侵入の影響が 14km に及んでいたときいているが。

(回答) 以前はそのとおりだが、最近では 7km。

(回答) もちろん彼らはウォーターバランスを重視している。流域内の地下水位利用可能量と水要求量の調整を行う。作物によって水使用量は決まる。水使用量は EAH に要求され、EAH がウォーターバランスを図る。

(質問) 水が足りているのか、もっと水をほしいと思うか？

(回答) 水の分配に関しては問題ない。ただし、作物の時期、降雨量によっては、水が必要であることがある。

(質問) ただし、彼は分配量を変えることはできない。

(回答) システムの変更はできない。ただし、彼は割り当てられた水量より少なく使用している。また、帯水層の水量が一定である場合には、水量の取水は可能である。(ここの聞き取り不明)

(質問) INRH はさとうきびやタロイモの単位水量の低減を要望している。これについて現場ではどのように考えるか？

(回答) 多くの問題がある。帯水層の使用可能量の把握が困難。農家はメーターを設置していない。作物にどのくらいの水が必要なのか ( $m^3/ha$ ) を知ることが難しい。

(質問) 単位水量の数値の妥当性は？

(回答) それぞれの作物へ水のアロケーションは十分であり、数値は満足できる値。信頼の置ける作物への単位水量の計測方法がない(彼はメーターをもっていないので、実際の使用水量が作物の要求量より大きいのか小さいのかはわからない)

(質問) 水不足に直面していない。

(回答) この地域では水不足はない。

## (2) AGROPECUARIA GUIRA DE MELENA (MINAG)

(ア) Municipality 内には 900 の農場がある。5060ha の広さの灌漑が必要となる。冬季は 9 月~3 月にかけてウォーターバランスを考慮して総水使用量(要求量)は  $4.9Mm^3$  となる。

- センターピポット 44 箇所がある。
- 灌漑方法の割合は、重力灌漑 70%、センターピポット 29%、スプリンクラー 1% である。

【質疑応答】 質疑応答が十分聞き取れておりません。

(質問) 水使用量(ユニット量)について

(回答) Artemisa、Mayabeque は同じ Index (standard) を使用している。

(質問) DPAGRI は流域委員会のメンバーか？

(回答) DPAGRI はクエンカスール流域委員会のメンバーである。

(質問) 地下水における何か問題がないか？

(回答) 地下水位は一定である。

(質問) 将来の水使用量を削減するために灌漑方法を変更する考えがあるか？

(回答) この地域では、多数を占める重力灌漑(畝間)は小規模農場を対象としている。その他多数を占める面積の農場はセンターピボット方式を採用している。(すでに水消費量の削減に取り組んでいる)

将来は効果的に水を使用するための方法としてスプリンクラー灌漑(ホースリール付き)を導入したい考えがある。

### (3) 農場 (CCS 所属-センターピボット利用)

- センターピボット方式灌漑を実践している農場を訪問
- 70km の表流水の水路からポンプでセンターピボットに持ってきている。
- センターピボットの延長は 400m
- センターピボットに地下水利用しているが、(海岸から) 内陸側に 10km 以上離れた箇所  
で地下水利用としている。これは塩水侵入を防止するためである。
- センターピボット灌漑は、風の強さ等に応じて適切な水利用となるように、ノズル部分を  
専門技術者が適時交換しながら散水している。

#### 【質疑応答】

(質問) どのくらいの水を使用しているのか。

(回答) 平均すると、 $330\text{m}^3/\text{ha}$  (4~5 日間隔で散水)

(質問) 井戸にメーターが設置されているか

(回答) ない。

### (4) 農家 (CCS 所属)

- CCS に所属する農家(農場面積 20ha)、労働者は常時 8~10 人(収穫時は臨時に多くの人間を追加する)
- トラクター(ソ連製)を 3 台所有。
- 灌漑方法は重力灌漑(畝間)を採用し、水使用量は  $8\text{m}^3/\text{ha}$  (4~5 日間隔)。
- 井戸は 3 本有している。井戸の深さは 6m の浅井戸。(水位は GL-2m)
- ポンプは 45 馬力(77 リットル/s)、22 馬力を使用。ハイブリッドタイプのため、商用電力と停電時の発電機を備えている。
- トマトなどの苗を作る。
- 水の料金は CCS が水使用量に応じて各農家の割り当てを決める。
- South Dyke のおかげで地下水位は非常に高い。ただし、汲みすぎないように揚水量をコントロールし、地下水への塩水侵入を防止している。
- 日本のレタス栽培も行っている(タキタから種子を提供)。
- トラックを手配し、中間業者を挟まずにハバナ市への直接出荷を行ったりもしている。
- 生産量の割り当て分を達成すれば、それ以外の農産物を自由市場、都市、観光客?相手に販売することは可能である。値段は交渉。
- オーガニックマテリアルで作った肥料を土に混ぜることで、土の保水性が良くなる。混ぜ

る量にもよるが、混入量を5%~6%にした場合、4~5日間隔の水やりを8~10日間隔に減らすことが可能となるなどの効果あり。(ケミカルの肥料も使用と聞いた)

#### 【質疑応答】

(質問) ACOPIO (農産物の買い取り公社) に販売する割合・価格は決まっているのか。

(回答) 割合と価格は決まっている。トマト、胡椒、キュウリ、レタスなど種子の価格は政府により価格が決まっている。

(質問) 現在、水質問題はないか。

(回答) ない。土と水のサンプリング (1年に2回) を行っている。EAHは土と水の品質をモニタリングしている。

(質問) メーターを設置しているか

(回答) ない。

#### (5) South Dyke

- ・堤防の延長は51.9km、高さは1.5m、洪水吐部は0.6m、39の余水吐がある。
- ・堤防は土でできており、マングローブの上に土を締め固めて堤防としている。余水吐部のみはコンクリート製。
- ・堤防により上流側に大きな池 (水面) が形成されている。
- ・当日は、余水吐の水が多く、渡ることが困難であったため、South Dykeに関する詳細な説明はワークショップにおいて行ってもらうことになった。

#### 【2】中村団員 (地下水・表流水管理担当) による記録

##### 農業組合

重力灌漑 70%、セントラルピポット 30%である。灌漑方法を改善すれば灌漑効率が改善する。現時点では節水灌漑の必要性は感じないが、将来的には小規模農園の畝間灌漑のかわりにスプリクルロールマシン (ホースを使った小規模なスプリンクラー灌漑装置) を導入し灌漑効率を上げたい。地下水位は一定している。塩水化も問題となっていない。

##### 作物の単位水使用量は作物種ごとに全国統一であるのは不自然

作物の水使用量は、作物種、土壌、降雨量などのパラメーターによって変化する。全国統一の水要求量はあくまで標準的な数値であり、地域ごとの実情にあわせて調整している。マヤベケ県とアルテミサ県は同一の数値を使っている。

##### 小規模農園の視察

この農園は海岸から14kmほど離れている。畝間灌漑とスプリンクラー灌漑の2種類の異なるタイプの灌漑を行っている。水源井戸は1本である。井戸に流量計はついていないため、ポンプの運転時間を記録しこれをポンプに容量から日々の揚水量を計測できる。ポンプ運転時間は組合を通じてEAAHに報告している。将来的には流量計を設置したいが、EAAHの在庫がないため設置できない。毎年希望した水量をEAAHに申請し許可をもらっている。その結果として揚水不足を経験したことはほとんどない。EAAHの示す作物ごとの単位水量に問題は

なく必要な水量を使っている。地下水位の低下や塩水化を感じたことはない。水料金は安い(800 ペソ)が、電気代は高い(23,000 ペソ)。

#### 大規模センターピボットによる灌漑

大規模なセンターピボットによる灌漑地を見学した。この灌漑地は海岸から 10km 程度に位置しており、海水の帯水層への侵入の影響を受けやすい地域である。そのため、大規模な灌漑の場合は地下水ではなく、表流水を水源として灌漑を行っている。地下水による大規模な灌漑も行われているが、海水侵入を防ぐため海岸から 10km 以上離れた地域で行っている。表流水の水源としてマヤベケ県のペドロッサダム貯水池からの揚水を使っている。水路から付属貯水池に送水し、その後ポンプで揚水し地中のパイプで圃場まで送水している。水料金は共同使用者が組合を通じて EAAH に支払っている。

#### 海岸に近い農園

この農園は海岸から 3~4km ほどである。1 本の井戸を使って畝間灌漑を行っている。井戸の深さは 6m と非常に浅い。海岸に接近しているため、海水の侵入を防ぐため井戸を浅くしている。雑多の作物を栽培している。井戸に流量計は設置されていない。水中ポンプの運転時間を記録し組合を通じて EAAH に報告している。また電力量は記録されているので、これから揚水量に換算することも可能だ。1 週間に 4-5 日程度灌漑している。水は十分に足りており、過去 10 年間で水不足や塩水化の影響を感じたことはない。South Dike の効果がでていと思う。降雨量の多い年と少ない年で灌漑水量はことなるが、揚水量に大きな差はない。地下水の Ca 濃度は高い(pH=8)が特に対策をしているわけではない。塩分の濃度に関する水質分析は EAAH が年 2 回行っている。有機肥料をつかって土壌を改善し保水性を高める努力をしている。

#### South Dike

South Dike を視察した。South Dike は全長 50km 程度であり、Cuenca Sur の南海岸に沿って設置されている。もともとこの地域は湿地帯であり、湿地土壌の上に盛土し低い堤体を灌漑線に沿って建設した。この堤体によって上流側(北側)の湿地帯の水位を上昇させる。また洪水時の堤体越流による堤体の破壊を防ぐために一定間隔でコンクリート製のスピルウェイ(洪水吐)を設置している。堤体の表面は舗装されており車両で通行可能である。今回県の視察したアルテミサ県の堤体部分は幅 3m 程度で、湿地帯との比高差は 0.5m 程度であった。残念なことに、2 つのめスピルウェイの水深が大きく、車で横断できなかつたため、その地点で引き返さざるを得ないことになった。South Dike は 3 年前に堤体とスピルウェイを嵩上げし湿地帯の水位のさらなる上昇が可能となった。その結果、海水侵入の抑制効果が増大したとされている。

(以上)

議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月15日(木) 10:00-13:40	
場所	INRH 事務所	
出席者	訪問先	ワークショップ
	相手先	ワークショップ (INRH、アルテミサ、マヤベケからの出席)
	調査団	加治、永田、佐々木、十津川、山根、中村、石田
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	なし

ワークショップにおいて、キューバの水問題に関して参加者から以下の意見がだされた。

- 水問題として水質の問題が多く取り上げられた。海水侵入というより、工場排水、下水からの浸透、農業廃水による地下水汚染である。石灰岩地帯のカルスト特有のシンクホール(溶食による自然の立て坑)、ドリーネ(溶食による漏斗状の深い窪地)からの汚染水の帯水層への高い浸透能力は地下水涵養だけでなく汚染も促進している。都市化の影響で地下水汚染が急速に広がっている。
- また、多くの住民は汚染水を地下に浸透させれば汚染水を処理できたものと誤解しており、これが地下水汚染を拡大している。地下水は無限に存在しているとの誤解が過剰揚水につながっている。
- クエンカスールの海水侵入は、陸側の淡水と海側の海水の境界に形成される混合域が非常に幅がある。これを高精度で観測する機器が必要だ。
- モニタリング機器が不足している。モニタリングは量より質が問題だ。モニタリング地点の選定に問題があり、地下水盆の地下水状況を適切に反映したモニタリング地点の選定が必要だ。対象地域のモニタリング井戸はモニタリング専門の井戸であるが例えば、揚水井戸の近傍のモニタリング井戸は揚水の影響を受け地下水位が低下しており、これは自然状態を示しているとはいえない。(生産井戸の動水位も観測している。これは生産井戸の管理が目的である。)
- 水配分において、INRH と水使用者との間にコンフリクトがある。次年度の地下水可能量を3地点の地下水位から予想している。現在の方法はベストではないが受け入れ可能である。
- 水割り当て量の86%が実際に使用されている。(注:この発言の主旨が、希望する100に対して86しか使えなかったのかあるいは86で十分だったのか?確認要)。
- もっと高いレベルのモニタリングによって水資源量の正確な評価が必要だ。ハバナ大学で数値モデルを開発中である。地下水涵養量の推定も高い精度が必要だ。ライシメーターの導入が必要だ。

- メンバーの中で前回 JICA プロジェクトで作成された地下水管理計画の存在を知っている人は3名だけであった。
- 以下の問題点が指摘された。
  - ✓ 地下水涵養源の保全、カルスト特性へ配慮
  - ✓ 流量計の水源への設置による揚水量の把握の必要性。
  - ✓ 水配分におけるポテンシャル評価の改善の必要性。
  - ✓ メディアをつかった awareness raising、水使用の合理化キャンペーン実施の必要性。
  - ✓ 前回の地下水管理計画をより実際の(practical)な管理計画に改定することの必要性。

(以上)

## 議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月15日(木):14:00~15:00	
場所	EIPHH 事務所	
出席者	訪問先	EIPHH 事務所
	相手先	EIPHH 職員
	調査団	佐々木、中村
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	なし

### 職員の離職

前回の JICA 調査の後で離職した EIPHH 職員が多く、前回調査で得た技術が蓄積されているとは言い難い。今回の JICA 調査では、大学生、経験ある専門家を組み合わせて能力向上を行い、技術の定着を図りたい。

### 対象地域の地下水の動向

15本のモニタリング井戸の情報が EIPHH のデータベースに整理されている。対象地域の長年月における地下水位の動向に関しては、Cuenca Sur は一定、アルメンダレスは10年前までは低下傾向だが現在は安定、アリグアナボ帯水層では低下傾向にある。しかし、担当機関・技師ごとに長期的な地下水位の動向に対して解釈が微妙に異なるため、実際のモニタリングデータをプロットしその傾向（低下、一定、上昇）客観的に評価する必要がある。EAAH にデータを依頼中である。

### 物理探査、井戸掘削

前回の JICA 調査の後で比抵抗物理探査（VES）が実施された。その結果に基づき、調査対象地域のバニョス近郊で6本の生産井戸が建設された。一方、電気探査機（シスカル）は故障しキューバ国内では修理不能であるため現在は使用されていない。また電気検層器は技術移転がなされていなかった全開の JICA 調査の終了後には使用されていない。一方検層器自体は保存させている。

### 地下水涵養

東部水源から Cuenca Sur への導水区間で地下水涵養が行われている。

### 帯水層モデルの活用

前回 JICA 調査の作成したシミュレーションモデル（Processing Modflow で作成）は今は使用できない。ソフトを動かすキーが有効期限を過ぎたためモデル（seawater）も同様である。かわって EIPHH が平面二次元モデル（準三次元）モデルを作成している。また海水侵入 Cuenca

Sur、アルメンダレス、アリグアナボ帯水層の3つである。海水侵入解析ソフトに関しては、ハバナ工業大学が2次元断面解析ソフト開発し使用している。Modflowは利用価値の高いソフトであり、この活用に関する技術移転を期待する。

#### 地下水ポテンシャルの評価

EAAは長年にわたってBinderman法を使って水資源のポテンシャルを評価している。この方法は簡素であり既に定着しており、その意味で権威がある方法である。一方帯水層のシミュレーションモデルはより理論的に地下水ポテンシャルを解析できるが使用実績はすくない。地下水ポテンシャルの評価精度の向上を目的として、既存の水配分方法とシミュレーションモデルによるポテンシャルの評価方法を同時に実施し、両者を比較しその得失を検討し改善点を明らかにすれば、ポテンシャル評価の精度を向上させることができる。

#### 水収支・揚水管理手法の向上

EAAHはモニタリング結果をwater balance graphにプロットすることによって水配分された水量にしたがって水使用者が揚水を行っているか否かを監視している。この方法も長年にわたってEAAHに使われてきた方法であるが、配帯計画の場合と同様にシミュレーションモデルを使った揚水管理も可能であり、両者を同時に使い比較することによってその得失を検討し改善点を明らかにすれば、水収支評価・揚水監理の精度を向上させることができる。

#### 海水侵入対策

海水侵入の対策として前回調査で地下ダムの建設が検討された。この成果を受けてキューバ東部地域で地下ダムの計画と設計が行われた。資金がないため実施はされていない。一方、調査対象地域では、地質的な原因で地下ダムの建設は不可能とされた。また同様に、海水侵入の対策とし雨水涵養が検討された。その知見を踏まえ、アルメンダレス・ベント流域では、INRHによって、地下水涵養の促進のための保全地区が指定され、雨水浸透を促進するための植生の調整や建造物の制限が行われている。

(以上)

議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月15日(木) 15:30~17:30	
場所	EIPHH	
出席者	訪問先	EIPHH
	相手先	AZCUBA
	調査団	加治団長、永田、山根、十津川、石田、通訳
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	なし
<p>1. AZCUBA による灌漑システムに関する説明</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・重力、点滴、スプリンクラー等の灌漑システムに関する特徴・効果</li> </ul> <p>2. MINAG 担当者との面会</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>・水管理を担当する農業省の方をご紹介頂き、お会いできるように調整をお願いした。(日付は9月20を要望)</li> </ul> <p>【質疑応答】</p> <p>(質問) 農業生産は全体的に減少傾向にあるが、この原因はなにか？</p> <p>(回答) 生産量の減少はすべての作物ではなく、いくつかの作物は回復している。</p> <p>原因として、干ばつによる水制限、機械の状態(燃料消費量、スペアパーツの不足)、燃料不足、肥料不足、などがある</p> <p>(質問) 肥料不足や機械のパーツ不足があっても農業の持続は可能であり、水不足が農業生産減少の原因ではないか？</p> <p>(回答) 水不足そのものが最大の原因とはいえない。</p> <p>(質問) 水の確保は容易なのか。</p> <p>(回答) 水の availability は水源の意味であり、栽培の意味で考えれば、ポンプ、エネルギーの影響がある。Ministry of Sugarcane には 126000ha の灌漑システム付きの農場があるが、本当に機能しているのは 6,900ha であり、残りは故障中である。290,000ha の水の使用が可能となるシステムを持っていない。</p> <p>(質問) アリグアナボのみに地下水低下が見られる点について</p> <p>(回答) 2018年~2020年にかけて降雨量が少なかった。</p> <p>(質問) リール付きスプリンクラーシステムを選択する利点は？</p> <p>(回答) イレギュラーな形状の農地にフィットする。ただし、トラクターによるスプリンクラーの移動が必要であるため、システムにはトラクターの導入も必要となる。</p> <p>(質問) 水使用量指標 (Water Consumption Index) の決定について</p> <p>(回答) 研究機関が複数(西側、中央など)の箇所で灌漑試験を行い、これらを統合して作物の要求水量を決定する。大学や Research Institute が数値を決定する。</p> <p>(質問) 農作物についての水使用量指標が決定されるのにどのくらい時間がかかるか。</p>		

(回答) 作物の収穫サイクルを3~5回繰り返すことになるため、サトウキビや米では5年くらいの期間がかかる。

(質問) ASCUBA が支払う水価はいくらか？

(回答) Water Consumption Crop Index に基づくので単価は同じである。傘下の企業毎に水価を支払っている。ただし、全ての水の単価が同じではなく、Transfer System でマタンサスから運搬されてきた水の価格は異なるなど、価格が変わる要素がある。

(質問) 農業用水の使用量の許可申請手続きにおける省庁間の関係性

(回答) 農業省は、目標の生産量の確定と生産者への割り当てを行う。農業生産者は EAH に対して水使用量の申請を行う。EAH は全生産者の申請を収集する。INRH が最終的に農業用水の使用量を決定する。

(質問) 水使用量の各農家の手続き方法

(回答) 個人の農家は所属する組合を通して定められた様式を用いて EAH に水使用量の許可申請を行う。最終的に INRH が水量を決定する。2~3 月に次年度の水使用量の手続きを行い、承認される時期は 9 月~10 月である。

(質問) EAH と MINAG の連携（データの共有）は行われているのか？

(回答) ASCUBA グループのサトウキビ栽培に関して言えば、水使用量の情報を EAH に対して報告する義務がある。

EAH と MINAG のエンタープライズとの間では月当たりの水使用量の計画を EAH に提出し、表流水については 10 日毎に報告する。地下水にはこのルールが適用されない。

(以上)

議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月16日(金)	
場所	マヤベケ県事務所	
出席者	訪問先	マヤベケ県事務所(Provincial office)
	相手先	マヤベケ県職員、EAH 他
	調査団	加治、永田、佐々木、十津川、山根、石田、中村、羽鳥
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	説明資料

**水資源：**

流域区分に関して

本プロジェクトの対象流域に関して協議した。マヤベケ県に関わる流域は以下の通りである。

- マタンサ川流域:この流域の全体がマヤベケ県に所属している。
- クエンカスール(狭義)流域:マヤベケ県の西部とこれに接したアルテミサ県の東部の一部分がこれに所属している。ハバナの中央地区の井戸水源がこの流域に含まれている。
- アルメンダレス流域:アルメンダレス流域の南部がマヤベケ県に含まれる。
- アグアナボ流域:アリグアナボ流域の南端部分がマヤベケ県に含まれる。

マタンサ川にはペデロッサダム貯水池があり、ハナコ貯水池、マンポストン貯水池からの導水を貯水し下流域における灌漑に使用している。また、アルテミサ県に用水路で大規模に導水し灌漑に使用している。

- マヤベケ県の北部には3つの流域がある。カナシー、ハルコ、サンフアンである。
- 県の南部の Cuenc Sur (広義) 流域は3つに区分(HS-3、HS-4、HS-5)される。このうちクエンカスール(狭義)は National Interest 流域である。
- 県の北西部には、アリグアナボとアルメンダレス流域があり National interest 流域でありハナナ市が管理している。

マヤベケ川の水使用

地下水の過剰揚水は塩水化を起こすため、できるだけ地下水の揚水を抑え表流水を使用している。マヤベケ川流域は重要な流域であり、エルガト井戸群からハバナ市へ送水し、県内の南部クエンカスール地域に農業用水を供給して、さらに西部のアルテミサ県に導水している。マヤベケ川はアメリカノ川およびマンポストン貯水池と連結している。マヤベケ川流域は890km<sup>2</sup>であり県の面積の76%を占める。農地は585km<sup>2</sup>、森林率は24%である。マヤベケ川の上流部にはペデロッサダム貯水池があり降雨時のダムの運用は容易ではない。この貯水池からの用水路がアルテミサ県に伸びている。

### 地下水位モニタリング地点に関して

地下水位モニタリング井戸は、クエンカスール（狭義）流域に 8 カ所存在し毎月観測している。10 年以上の観測データが蓄積されている。しかしマヤベケ県の他の地域ではモニタリングの計画(132 カ所)はあるがまだ実施されていない。Cuenca Sur(広義)の海岸部には South Dike の延長が計画されておりこの計画に関連し地下水位・水質のデータが必要だ。マヤベケ川の河川水は灌漑に使用されており以前は 3 地点の河川流量モニタリングポイントがあったが破損し、流量のモニタリングは 1980 年代から実施されていない。県全体で 120 カ所の雨量観測場がある。1940 年代からの雨量データは EAAH の事務所に蓄積されている。

### マヤベケ県の水資源に関わる問題

マヤベケ県の水資源に関わる問題は以下の 7 項目である。

- a) ポンプシステムの不足
- b) 塩素投入施設の不足
- c) 鉄パイプと硬質プラスチックパイプとの接続管の不足
- d) 水位計、ライシメーター(土壌水分・地下水涵養量の大規模野外測定器)、雨量観測器、流量計、塩分濃度計の不足
- f) ペセロッサダムへのゲートの自動制御機器の修理・交換
- g) マンポストン・ペデロッサ貯水池を連結する揚水ポンプの必要性(1973 年に設置したが故障しており 8 のうち 4 つしか稼働していない)
- g) パソコン、プリンター、スキャナーなどの不足

### **水資源協議会：**

(先方説明)

- Mayabeque 県と Artemisa 県がハバナ市から分離して以降、県流域委員会は県知事が議長を務め、副知事と CITMA が副議長を務める体制を取ってきたが、現在この体制を改めつつある。他の県と同様に、INRH-Provincial Delegation が副議長を務めることになる。Technical Council はそのまま残る。
- Basin Coordination Office は INRH-Province の下に設置される予定だが、JICA の助言次第である。
- 今年の 3 月から体制変更を始めており、今年(2022 年)の 12 月までに法律を準備して新体制に移行する予定である。

(10 年あまりの実験後、他県と同様に INRH の下に入る形に流域協議会の体制を変更することだが、なにが上手くいかなかったのか?)

- 上手くいかなかったわけではない。より大きな権限を県に与える実験を行った。この実験は水セクターだけではなく、すべてのセクターが対象であった。
- プラスの面とマイナスの面があった。マイナス面は、予算確保。他のセクターと横並びの競争になり、十分な予算が確保できなかった。プラス面は、セクター間の協力が高ま

ったこと(CITMA)。

- 今後は、この経験をもとに、中央省庁の県出先機関と県庁の間の適切なバランスを探っていく。

(水利用者と政府の関係)

- 水利用者→Municipality→Province と水使用量が管理される。Municipality レベルと Province レベルに「Program Coordinator」がいて、水利用者の意見を聞き計画に反映させる（例：敷地を通して管が設置される場合、その土地の利用者の意見を聞く、苦情を聞く等）

(水配分計画・利用計画が流域委員会の13のサブプログラムに含まれているが、どのような活動を行っているか?)

- 3カ月ごとに会議を開いている。しかし、COVIDのため過去2年間は会議を開かなかった。2018～2020年の議事録を共有する。(規則はその場で入手)。
- 水利用者の水利用希望量をEAHがとりまとめ、INRHに報告しINRHが承認する。需要が供給可能量を上回る場合は、優先順位(①生活用水②畜産...)に応じて配分する(実際、今までにそういうことはなかったというのが事後情報)。表流水の希望に対して地下水を進めるといった交渉はある。

2030年対応のProvincial Strategic Planがある。

**ハバナ農業大学 (Agrarian University of Havana) :**

- マヤベケ県にある1976年創立の農業大学。農学部のほか、人文社会科学、経済学、体育学など合計7つの学部がある。6,000人の学生がおり、海外からの留学生も多数在籍している。
- 農業に関する技術革新を担う大学である。地方の農業開発、高度な農業技術の教育の2分野に関して中心的な役割を担っている。
- 大学には、9つの博士課程、13の修士課程がある。主要なものは、農業、畜産分野である。
- 大学は3つの研究所(National institute of Agriculture and Science, Institute of Animal Science, National Center of Agriculture health)と連携し、科学研究におけるハブの役割を果たしている。

(質問) 大学は政府や県との協同の取り組みを実施しているか?

(回答)

- 本大学では地方政府との結びつきがある。マヤベケ県政府の開発委員会のメンバーであり、社会開発の実施について貢献している。
- 政府によるマヤベケ県の開発プロジェクトにも参加している。
- GIATとの技術協力の契約も締結している。
- 政府は、政府と企業と大学の3者の結びつきを強くする意向を持っている。(調査、実施に関して大学や企業の強みを生かすという意味)
- 大学の学位についても、現在はGIATが支援して水衛生に係る学位が創設されるなど企

業との関わりがある。

(質問) 現在の塩水侵入の危険性は？

- 灌漑井戸の塩分濃度を調査した結果、灌漑や飲料水の基準値 (1g/リットル以下) を満足する結果が出ている。
- ただし、塩害リスクはあるため、井戸の揚水量をおさえることが考えられる。(1980年代の塩分濃度が高かったことを理由に政府が South Dyke を建設した経緯がある)

#### 節水灌漑に取り組む農家(EI Mulato Farm) (CCS 加入) の視察：

- マヤベケにおける水資源の統合管理の支援にかかるプロジェクト (期間 2015 年～2021 年、INRH、環境省が支援) に参加した。マヤベケ県において持続可能な方法で水資源を管理することを目的とした行動促進を支援するものである。他にも 15 箇所の農場 (内、マヤベケ県は 14 の農場) が参加している。統合管理に係るものであり、本農場は水資源の効率運用であるが、他にも土壌、森林などの取り組みが行われた。
- マヤベケ県のプロジェクトは、UNDP プログラム「キューバの砂漠化と干ばつに対処するための国家行動計画を支援する持続可能な土地管理のための国別連合計画 (CPP-OP15) (2008～2024 年)」のプログラム 2 (水資源管理に係る能力開発) に該当し、資金は UNDP から
- 水資源管理の取り組みの一環として本農場は、プロジェクトの実証農場として、節水灌漑による作物栽培を行っている。灌漑の使用水量をモニタリングするために 2018 年に井戸に流量計を設置した。(一般的にキューバにおける流量計設置は無料であり、本プロジェクトにおけるメーター設置についても県水利公社 (EAH) による無料の設置となる)
- 節水灌漑は、PC 及びソフトウェアの導入し、スプリンクラー灌漑における水供給量を調節することにより、水の総使用量を削減している。ソフトウェアには、天気予報 (降水量)、蒸発量、湿度、使用水量 (実績) などの情報を入力する。ソフトウェアは作物に必要な水量を提示するため、適切な水量を与えることができる。
- 井戸に設置した流量計のデータは毎日記録しているため、使用水量のチェックを行える。
- システムを導入する以前は、取水のための電気使用量が大きく、経済的な負担が大きかったが、ソフトウェアにより効率的な水量におさえることができたようになった。(実際の取水量を把握できなかったため、以前は余計な取水をしていたという意味)
- ソフトウェアは、ウォーターバランスソフトウェアは、農業工学研究所 (IAgric) が作成したものである。
- 本システム導入により使用水量は低下する一方で、単位収穫量は増加している。
- 実証農場の実際の使用水量は、国の許可水量を下回ったことから、国から褒賞されている。
- 農地は 14ha (8ha でスプリンクラー灌漑、6ha は森とフルーツ栽培)、6 名の労働者で農場を運営している。
- 井戸は直径 12inch (30cm)、深度 45m、現在の水位は GL-25m である。(井戸は当初は深

度 25m まで掘削したが、帯水層に届かず、45m までの追加掘削を行った結果揚水を行えるようになった。

- スプリンクラー施設は灌漑時期以外は取り外している（このため、農地の見学はできなかった）。送水管はソ連製、米国製の 2 種類を所有しているが、互いの管同士はコネクタの形状・仕組みが異なるので接続できない。
- 以前は、訪問した農家の水価は 15,000peso/月とされていたが、メーターをつけたことで実際の使用量がわかり支払い額は 3,000 ペソ/月に減らすことができた。ただし、最近の水価の単価が下がり支払い額は 150 ペソ/月となっている。（これより水価の単価は  $1/20$ （3,000 ペソが 150 ペソになった）になっており、以前の使用状況でも  $15,000 \times 1/20 = 750$  ペソとかなり安価である。）

(以上)

議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月19日(月):10:00~16:00	
場所	マヤベケ県	
出席者	訪問先	Al Gate 井戸群、マヤベケ県 EAAH 事務所、ペデロッサダム、郊外農園
	相手先	
	調査団	佐々木、山根、石田、中村、羽鳥
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	なし

Al Gate 井戸群

- AL Gate 井戸群はハバナ東部給水区に送水している。17本の井戸が50m間隔で直線上に配置されえている。井戸群の直線的な配置方向は地下水の流動方向と垂直に配置しているものと考えられる。井戸群の地下水位は西側に位置するマンポストン貯水池と連動している。
- $250\ell/s \times 17 \text{本} = 4250,000\text{m}^3/\text{日}$ の揚水量を持つ。揚水による井戸の水位低下量は20cm程度である。井戸の深さは80~100m 井戸径は35インチである。地下水位はGL-77~78mである。17本の井戸は4本の送水管で7~8km離れた高架貯水槽(5,000 $\text{m}^3$ )に送水されそこからハバナ市東部給水区まで重力式で送られている。
- 井戸地下水位の観測は井戸口元を覆っている鉄板の隙間(水中ポンプのケーブルの通道)から水位計を入れて手計方式で観測している。
- アメリカーノ川とハルコ貯水池からの用水路との合流部付近において、コンクリートの被覆がない用水路底から帯水層への漏水(地下水涵養)があり、その地下水をAl Gate 井戸群で揚水していると言われているがその効果の程度は把握されていない。
- この地域における地下水開発と表流水の開発(ハルコ貯水池—ペデロッサ貯水池—マンポストン貯水池を用水路で連結した表流水開発のこと)のコストを揚水ポンプの電気代と比較した場合は、地下水の方が安い。表流水の場合は浄水場の運転コストが更に加わりその差は広がる。しかし、地下水の塩水化のリスクを考え、表流水を地下水の代替水源として確保しておきたい。

マヤベケ県 EAAH 事務所

- 雨量観測地点は120地点あり、1950年代から観測している。
- 地下水位の観測井戸は132カ所あり、1980年代から月ベースで観測(水位/水質)している。帯水層の残存地下水量が今後180日の地下水使用に耐えない場合は、地下水の観測頻度は週ベースとし必要に応じて揚水規制を行う。
- ペデロッサダムからアルテミサ県に用水路で導水している他に、ペデロッサダム堤体に設

置された5つのゲートから県内のコミュニティ灌漑にパイプ(延長60km)で導水している。

- マヤベケ川の表流水のモニタリングは1960~1980年代まで行われていたが、その後行っていない。代わって降雨一流出解析を行い、ダム貯水池を含む流域の水収支を解析しダム貯水池の運用に役立てている。表流水のモニタリングを再開したいと考えている。気候変動の影響で、河川流出解析の精度が低下している。
- 現行の地下水位モニタリングの観測精度の信頼性が低い理由として、手計観測によることが原因である。信頼性の向上のための自記観測器に変更したい。

#### 灌漑農園-1(国営農園)の視察

この農園ではペデロッサ貯水池から送水された用水路から分水し管路で農場まで送水された水を使っている。用水路の傍らにマイクロ貯水池を設置しマイクロ貯水池への流入量を観測している。マクロ貯水池から各農園へのパイプ送水量は観測していない。この農園では、食料バナナを畝間灌漑で栽培している。農園敷地は2つ圃場に分かれており合計40haである片方ずつ灌漑する。農場の入り口にコンクリート柵(2m×2m×4m)を設置しここに送水パイプからの水を流入させ重力式で畝間に送っている。過去10年間で灌漑用水の不足を感じたことはない。この農園は国が経営しており水料金は国が支払っている。

#### 灌漑農園-2の視察

- この農園では2本の井戸から揚水し(1,600m<sup>3</sup>/日×2本)、2台のスプリンクラーをつかって灌漑を行っている。他に2本の井戸(8,000m<sup>3</sup>/日×2本)はあり畝間灌漑を行っている。また用水路からの水を水田に使っている。この農園は海岸から20km離れており、地下水の揚水による塩水化の影響はない。アルテミサ県では地下水位揚水による塩水化のリスクが高いが、マヤベケ県では帯水層の塩水化のリスクは小さい。
- この農園では地下水の使用量を計測していない。地下水使用量をEAAHに報告していない。水使用の毎年の申請分の水使用量を支払っている。実際には申請水量より少ない地下水量を揚水していると考えており、毎年使用した以上の水料金を支払っていると農園主は考えている。流量メーターを設置して水料金を下げたい。これは灌漑農家・EAAHの両者にとってメリットがある。過去10年間で灌漑水不足を感じたことはない。

#### ペデロッサダム貯水池

- マンポストーンダム貯水池とペデロッサダム貯水池は一本の水路でつながっており、乾季にはマンポストーンダムからペデロッサダムに重力式で導水され、逆に雨季には、ペデロッサダムのポンプ場で揚水しマンポストーンダムに導水している。水路のマンポストーン側は0勾配の水路であり、ペデロッサ側の水路は地中管路となっており、ペデロッサ側からこの管路部分にポンプで圧入することによってマンポストーン側に送水することができる。
- ペデロッサ貯水池は乾季の末期にはほぼ貯水量がゼロとなる。乾季には貯水量と雨季までの水需要を比較し水不足が起こらないようにゲートからの放水量とアルテミサ県への用水路への流入量をコントロールしている。灌漑用水が不足する場合は地下水で補給すると

のことである。

#### グイネス市街地におけるマヤベケ川の分水堰

ペデロッサダムの下流に位置するグイネス市街地におけるマヤベケ川の分水堰を視察した。この地点でマヤベケ川の河川を2本の用水路に分水している。右岸側の水路はグイネス市街を横切り郊外に送水しているが、市街地から固形廃棄物や家庭廃水が流れこみ汚染されている。近郊の灌漑に使用されている。(地図をもらった)。

(以上)

議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月20日(火)	
場所	EIPHH 事務所、ハバナ技術大学、ハバナ大学	
出席者	訪問先	EIPHH、ハバナ技術大学、ハバナ大学
	相手先	EIPHH、ハバナ技術大学、ハバナ大学
	調査団	佐々木、中村
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	説明資料

1. EIPHH での協議

AQUIMPE という名の地下水解析プログラムを所有している。コンピューターへの入力画面を使ってプログラムの説明を受けた。AQUIMPE の特徴は次の通りである。

- AQUIMPE は有限要素法による解析プログラムであり、平面二次元の帯水層一層構造を解析する。また定常・非定常解析が可能である。
- WINDOW のプリプロセッサを使ってデータを入力する。解析結果の出力は空間表示ソフトである Sufer を使って三次元的に図化する。
- 遺伝的アルゴリズムをつかったパラメーター（水理定数）のキャリブレーションの実施が可能である。
- EIPHH はアリグアナボ帯水層を 50~60 要素で表現したモデルを作成しキャリブレーションを実施している。アルメンダレス・ベント帯水層は一部分のモデル化を開始した。
- モデルは被圧帯水層の解析を行う。不圧帯水層の解析もできるように今後改良する予定である(次に訪問したハバナ工業大学のマルチネス教授によると不圧帯水層も解析も可能とのことであった)。

(AQUIMPE のモデル作成上の課題)

- 有限要素法は解析地域全体を無数の三角形の要素で覆って、解析領域の境界に沿って水理条件を与えて計算する。三角形の3つの頂点における地下水位を解として算出する。要素ごとに、透水係数、貯留係数、揚水量、地下水涵養量を与えることができる。しかし、モデルの領域が大きくなると要素の数が増えるため、モデルをつくる作業が増大する。この対策として自動メッシュ作成ソフトがハバナ工業大学によって開発されており、これを使用する。
- ハバナ工業大学の Dr. Domiguéy が断面 2 次元の塩水侵入モデルをハバナ大学の研究グループとともに作成中であり、本人からモデルの説明を受けた。1 年以内に完成の目途のことである。
- 表流水に関する降雨一流出解析モデルは EIPHH では使っていない。流出計算として Excell のワークシートで計算する程度の非常に単純な計算を行っている。

- HEC-HMS モデルを使って洪水解析を行っている大学の研究グループはあるが EAAH、EIPHH で実務的に流出解析モデルを使っているとの情報は無い。

## 2. ハバナ工業大学

AQUIMPE はハバナ工業大学のマルチィネス教授によって開発された。マルチィネス教授を含む研究者グループと協議を行った。

- AQUIMPE は 1984 年に開発された。過去に全国レベルのモデルを作り解析したことがある。この時に解析対象地域の地質構造に変化はないが気象条件、揚水条件が変わったため、見直しが必要である。JICA 調査の対象である、アリグアナボ、アルメンダレス、クエンカスールでも過去にモデルを作ったが見直しが必要である。EIPHH の技師 Mr.Sanihet がアリグアナボ盆地で AQUIMPE を使ってモデルを作成してキャリブレーションを行っている。
- 塩水解析に関しては AQUIMPE でも初期的な解析は可能であるが、正確な解析を行うためには Dr. Domiuguey のグループが構築中の断面 2 次元の塩水侵入モデルの使用が必要である。対象領域の全体は AQUIMPE を使って解析し、塩水化が問題となる Cuenca Sur の海岸地域の一部の地域に関しては断面 2 次元の塩水侵入モデルを使って解析するのが望ましい。
- モデルの作成において地質モデル、揚水量、地下水涵養量の分布など、多くの要素に値を入力する必要がある、ハバナ工科大学の情報処理・GIS グループの協力が必要であり協力可能である。
- 表流水解析モデル HEC-HMS を学生への指導、研修者の研究レベルで使用しているが、水資源管理の実務につかっていた例はない。

## 3. ハバナ大学

- 降雨量から地下水位などを予測する研究に関して説明を受けた。降雨量と地下水位の関係を、ニューラルネットワークと ARMA モデルで推定するものである。例えば、地下水位の欠測期間にその期間の降雨量を使って地下水を推定することが可能である。このモデルの応用範囲は広く、揚水量の予測や送水量の予測に適用可能とのことである。このモデルによる解析結果によるとアルメンダレス・ベントの湧水地点からの送水量の観測値は実際の送水量よりも低く評価されているとのことである。予測期間は 5 年以内にするるとよい推定結果が得られるようである。
- マヤベケ川の降雨流出解析に関しては、SWAT と Modflow を使って研究している学生がおり、SWAT をマヤベケ川の流出解析に使用することは可能であり協力できる。

(以上)

議事メモ

件名	キューバ国アルテミサ・マタンサ地域における水資源の統合管理のための能力強化プロジェクト詳細計画策定調査	
日時	2022年9月21日(木) 9:30~12:00	
場所	INRH	
出席者	訪問先	INRH
	相手先	INRH 水配分計画担当者他
	調査団	加治、永田、佐々木、十津川、山根、石田、中村、羽鳥
打合せ資料	提出資料	なし
	受領資料	説明資料

水配分計画と水使用量管理ツールに関して情報収集を行った。

地下水位観測の問題点

地下水位モニタリングの問題点として、水位計の数の不足と、水位計の機械的な精度の低さがある。現在、2台の水位計しかなく数の面で不足している。また、水位計のロープの材質も悪く伸び縮みがあり測定精度に影響する。観測地点として、既存の生産井戸の近傍は避けるなどの配慮を行い、異常値が検出された観測地点は除外するなどの工夫をしている。

水配分計画における水資源賦存量の算出

毎年8月頃に、1月~8月までの降雨量を用いて翌年度の地下水開発可能量の第一案を作成し、その後9月から12月の降雨量を使って第一案を改善していき、12月に最終化する。この解析にあたっては各地下水盆ごとに降雨量の月別平均値をつかって Schosinsky 法によって表流水・地下水賦存量を月ベースで算出する。この方法は降雨量—河川流出—蒸発量—地下水涵養量を月ベースで算出するものであり、アメリカ農務省 (SCS) の CN 法に類似した方法である。

地下水バランスグラフによる地下水使用量の監視

翌年の1月から配分された水の給水運用を開始する。運用にあたっては地下水盆ごとの地下水位の観測値の平均値を使って Binderman 法 (ロシア) による地下水賦存量曲線の上限と下限の間に観測結果をプロットし、地下水の使用量をコントロールする。地下水位観測曲線が下限曲線に接近した時に、地下水位のモニタリング頻度を増やし、また、水需要の優先度に応じて地下水の揚水量を制限する。各地下水盆ごとに地下水バランスグラフが存在する。

Binderman 法の課題

地下水の賦存量・使用可能量は Binderman 法によって算出する。Binderman 法は 1972 年に Binderman (ロシア人) 氏が考案したものである、これをアルツーロ氏がキューバに導入した。キューバでの使用実績は長く、現在に至るまで使用した結果に関して特に問題はなかった。こ

の方法は地下水バランスグラフによって実施される。賦存量の上限値と下限値が示され、この領域内で地下水使用を管理することとなる。上限値と下限を算出する計算過程は複雑であるとのこと。計算方法の説明資料の調査団への提供をアルツロー氏に依頼した。アルツロー氏によると、この方法は安全率が高く設定されており、グラフ上の賦存量の下限は現実の賦存量の下限より高く設定されているためである。同氏によるとこの手法の精度・信頼性に関する検証はないまま長年月にわたって使用されている。

#### 地下水需要量の申請

翌年度の水需要は前年の3月～6月に間に水利用者から提出され集計される。毎年の水需要の要請は、①各団体（政府機関、民間団体）がまとめてEAAHに提出する場合と、②各水使用者が個々にEAAHに提出するケースの二つに分かれる。農業団体がまとめて提出する場合は、各農家から手数料をとっている。水使用の管理においても①の場合はEAAHが団体を通じて揚水量を管理するが②の場合はEAAHが井戸使用者を直接管理する。その場合はEAAHの作業量が膨大となる。

#### 河川流出解析の必要性

前回JICA調査の対象地域（クエンカスール）は河川が石灰岩の洞窟の中に消え去り河川流出量がゼロに近く、水収支上は無視できた。しかし、次回のJICA調査は、マヤベケ川やハルコ川を含みこの地域では河川流出が存在するためこれを無視することはできない。適切な降雨－流出解析によって、降雨－河川流出－地下水流出の関連を解析する必要がある。INRHの傘下の組織の中で実務的な目的で河川流出解析を行っている機関は存在しない。大学の研究者が研究目的で実施しているのみである。また、降雨－流出解析モデルを作成した場合でも、モデルをキャリブレーションするための河川流量のデータがない（マヤベケ川、ハルコ川）。この2つの課題を解決する必要がある。

#### 水資源研究における大学の連携

各大学は、表流水・地下水に関するプログラムの研究・開発を行っているが連携はない。ハバナ大学はSAWT-MODFLOWをつかって表流水-地下水の連携解析を行っている。ハバナ工業大学はAQUIMPEを開発し地下水解析を行っている。現在、海水侵入解析のプログラムの開発を始めた。

(以上)