

図表リスト

図 3-1	SANAA 首都圏局の組織図	3-3
図 3-2	SERNA 組織図	3-8
図 3-3	SOPTRAVI 組織図	3-10
図 7-1	グアセリケ川実測流量に基づく流出解析図	7-11
図 10-1	住民移転の実施フローと概略実施機関	10-13
図 10-2	環境ライセンス発行までの一般的な流れ	10-17
図 13-1	配水システム復旧計画位置図	13-3
図 13-2	オホホナ～コンセプトン転流計画位置図	13-9
図 13-3	ピカチョ水源取水施設及び導水路概要図	13-12
図 13-4	送水管網図	13-29
表 7-1	ホンジュラスにおける高さ 30 m 以上のダム	7-9
表 9-1	概略積算（開発調査との比較）	9-7
表 13-1	配水システム復旧計画概要	13-5
表 13-2	前回の無償資金協力と今回要請対象施設の関係	13-6
表 13-3	配水ブロック概要表	13-28
表 13-4	貸借対照表	13-43
表 13-5	損益計算表	13-43
表 13-6	水道料金表	13-44
表 13-7	SANAA の案件形成から実施までの一般的な流れ	13-45

略語一覧(1/2)

略語	英語	西語
【機構・組織・団体】		
JICA (国際協力機構)	Japan International Cooperation Agency	Agencia de Cooperación Internacional del Japón
SANAA (上下水道公社)	National Autonomous Service of Water and Sewerage	Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados
SERNA (天然資源環境省)	Secretariat of Natural Resources and Environment	Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente
DECA (SERNA 環境評価・管理局)	Directorate of Environmental Evaluation and Control	Dirección de Evaluación y Control Ambiental
SOPTRAVI (公共事業運輸住宅省)	Secretariat of Public Works, Transportation and Housing	Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda
COHDFOR (森林開発公社)	Honduran Forestry Development Corporation	Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal
SETCO (国際協力庁)	Technical Secretariat of International Cooperation	Secretaría Técnica de Cooperación Internacional
ENEE (電力公社)	National Electricity Enterprise	Empresa Nacional de Energía Eléctrica
UNDP (国連開発計画)	United Nations Development Program	Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo
EU (欧州連合)	European Union	Unión Europea
BID 又は IDB (米州開発銀行)	Inter-American Development Bank	Banco Interamericano de Desarrollo
IBRD (国際復興開発銀行)	International Bank for Reconstruction and Development	Banco Internacional para la Reconstrucción y el Desarrollo
BCIE (中米経済統合銀行)	Central American Bank for Economic Integration	Banco Centroamericano de Integración Económica
U.N.A.H. (ホンジュラス国立大学)	National Autonomous University of Honduras	Universidad Nacional Autónoma Honduras
AECI (スペイン国際協力庁)	Spanish International Cooperation Agency	La Agencia Española de Cooperación Internacional
SNV (オランダ開発機関)	Netherlands Development Organization	Stichting Nederlandse Vrijwilligers
ACDI (CIDA) (カナダ国際開発庁)	Canadian International Development Agency	Agencia Canadiense de Desarrollo Internacional
USAID (米国国際開発庁)	The U.S. Agency for International Development	La Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional
GTZ (ドイツ技術協力公社)	German Agency for Technical Cooperation	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
OPS (パンアメリカン保健機構)	Pan American Health Organization	Organización Panamericana de la Salud
EC (欧州共同体)	European Community	Comunidad Europea
Cuerpo de Paz (アメリカ平和部隊)	Peace Corps	Cuerpo de Paz
PAS/BM (国連水と衛生のプログラム)	WORLD BANK Water and Sanitation Program	Programa Agua y Saneamiento del Banco Mundial
UNICEF (国連児童基金)	United Nations Children's Fund	Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia
COSUDE (スイス開発協力公社)	Swiss Cooperation Agency for Development	Agencia Suiza para el Desarrollo y la Cooperación
PRODEMHN (地方自治強化及び開発プログラム)	Municipal Strengthening and Local Development Program in Honduras	El Programa de Fortalecimiento Municipal y Desarrollo Local en Honduras

略語一覧(2/2)

略語	英語	西語
【用語 他】		
IMF (国際通貨基金)	Internatinal Monetary Fund	Fondo Monetario Internacional
M/P (基本計画調査)	Master Plan	Plan Maestro
F/S (フィジビリティ調査)	Feasibility Study	Estudio de Factibilidad
FIRR (財務的内部収益率)	Finacial Internal Rate of Return	Tasa de Rendimiento Interno Financiero
EIRR (経済的内部収益率)	Economic Internal Rate of Return	Tasa de Rendimiento Interno Económico
EIA (環境影響評価調査)	Environment Impact Assessment	Estudio de Impacto Ambiental
IEE (初期環境影響評価調査)	Initial Environment Examination	Evaluación Ambiental Inicial
M/M (協議議事録)	Minutes of Meetings	Minuta de Reuniones
WTP (浄水場)	Water Treatment Plant	Planta de Tratamiento de Agua
NWTP (新浄水場)	New Water Treatment Plant	Nueva planta de tratamiento de agua
STP (下水処理場)	Sewage Treatment Plant	Planta de Tratamiento de Agua
BOD (生物化学的酸素要求量)	Biochemical Oxygen Demand	Demanda Bioquímica de Oxígeno
COD (化学的酸素要求量)	Chemical Oxygen Demand	Demanda Química de Oxígeno
SS (浮遊物質)	Suspended Solids	Sólidos Suspendidos
T-N (全窒素)	Total Nitrogen	Nitrógeno Total
T-P (全磷)	Total Phosphorus	Fósforo Total
PVC (塩化ビニル管)	Polyvinyl Chloride Pipe	Tubería Cloruro Polivinílico
HWL (高水位)	High Water Level	Nivel de agua alto
SWL (サーチャージ水位)	Surcharge Water Level	Nivel de maximo deseno que puede alcanzar el agua en el embalse
NWL (常時満水位)	Normal Water Level	Nivel de maximo de regulacion
LWL (低水位)	Low Water Level	Nivel de minimo de regulacion
ℓ/s (リッター/秒)	Liter per second	Litro por segundo
m ³ /d (立方メートル/日)	Cubic meter per day	Metro cúbico por día

要約

要 約

ホンジュラス共和国（以下ホ国）は、人口 714 万人（2004 年）、面積 11.2 万 km²、一人当たり GDP 1,085 ドル（2005 年）の中南米における最貧国のひとつである。主要産業は農林水産業であり、主な輸出品はコーヒー、バナナ、エビであるが、貿易赤字は拡大傾向にある。経済は長期に渡り停滞しており、世銀・IMF は重債務貧困国（HIPC）イニシアティブ、貧困削減戦略ペーパー（PRSP）作成、貧困削減・成長ファシリティー（PRGF）等の支援を進めている。

首都のテグシガルパ市はホ国中央部の盆地に位置する行政の中心地である。同市の水道事業は上下水道公社（SANAA。職員数約 1,700 人）の首都圏局が担当しており、給水人口 98.6 万人（2005 年）、普及率 90%を達成しているが、サービスレベルは低く、特に時間給水が全ての配水区で生じているなど、水源の不足が大きな課題となっている。我が国はハリケーン・ミッチの被害の復旧を目的とする無償資金協力「テグシガルパ市上水道整備計画」（1999～03 年）を実施し、さらに開発調査「テグシガルパ市水供給計画調査」（2000～01 年）によって 2015 年を目標年次とするマスタープランを策定するとともに、優先プロジェクトのフィージビリティスタディを実施した。

同開発調査によると、水需要予測に基づく 2006 年の必要生産量は 26.7 万 m³/日であるのに対し、生産能力は 17.5 万 m³/日に過ぎず、9.2 万 m³/日が不足する。マスタープランでは、同市水道事業が設定すべき目標として、10 年に 1 回の渇水に対する安全度を確保した安定的水供給と 24 時間給水の実現を達成することを提案し、そのために必要な水源を確保するため、7 つの候補プロジェクトの比較検討を行っている。その結果、マスタープラン対象プロジェクトとして、単価が安く必要な開発水量を満たすロスラウレレス II プロジェクトとキエブラモンテスダムプロジェクトを選定するとともに、単価は高いものの貴重な水資源を節約し浄水コストを無駄にしないために漏水管理プロジェクト（漏水監視・修理能力の向上）を提案している。

また、優先性、重要性、工期、技術的適合性、経済性、環境の各観点から比較検討した結果、キエブラモンテスダムが開発水量の点から最も重要であるが、事業費が大きく工期が長くなるため、開発水量は小さいもののロスラウレレス II プロジェクトを先行させて水不足を緩和させるべきであるとして、後者を優先プロジェクトとして選定している。フィージビリティスタディの結果、早期に実施すべきであるとの提案が出されたため、これを受けてホ国政府は、同プロジェクトの実施に係る無償資金協力を我が国に要請してきたものである。

本要請は、1) グアセリケ川におけるダムの建設、2) ロスラウレレス浄水場の拡張（8,760m³/日）、3) ロスラウレレス貯水池の堆砂掘削（50 万 m³）から成る。中心となるロスラウレレス II ダムは計画ダム高 31m、総貯水容量 400 万 m³ という大型ダムであり、住民移転が必要になるなど慎重な環境社会配慮が求められるため、案件の必要性、緊急性、妥当性を確認し、無償資金協力事業において対応可能な規模の事業かどうか、適切な環境社会配慮がなされる見通しがあるかどうか、慎重に検討する必要があると判断された。そのため、独立行政法人国際協力機構（JICA）は概略積算・環境社会配慮調査を実施することとし、2005 年 8 月 17 日から 9 月 15 日までフェーズ 1 調査団を現地に派遣した。フェーズ 1 調査では、ホンジュラス政府関係者と協議を行うとともに、計画対象地域における現地調査を実施した。帰国後の国内作業において要請内容について検討し、調査報告書案を作成した後、2006 年 2 月 28 日から 3 月 27 日までフェーズ 2 現地調査を

実施し、フェーズ1調査の結果について協議するとともに、補足調査を行った。

フェーズ1調査の結果は、以下のとおりである。

- (1) テグシガルパ市では、1998年に襲来したハリケーン・ミッチの被害の復旧が終わり、新たな水源の増強も進行中である。しかし、同市の水供給は依然として需要を満たすものとはなっておらず、恒常的に厳しい給水制限が行われていることを確認した。同市の水道水源を新規に開発する必要性は極めて高い。
- (2) 大統領府、国際協力庁（SETCO）、国家上下水道公社（SANAA）において、日本の支援に対するホンジュラス側の高い期待とプライオリティを確認した。
- (3) 環境社会配慮実施能力については、経験と実績のあるローカルコンサルタントが存在し、SANAA自身も住民移転を実施した経験がある。ただし、開発調査の際に実施された環境社会影響に係る調査は概略に止まっており、改めてスクリーニング・スコーピングをやり直してEIAを実施する必要がある。住民移転について先方実施機関が昨年調査を行い、移転が必要な家屋数として把握されている最新の数字は57軒（家屋や土地の所有者43人）であることを確認した。ただしこの調査は測量によって厳密に水没範囲や標高を確定した上で実施されたものではない。住民に対して計画の存在は知らされていないが、公聴会や補償交渉は始まっていない。
- (4) 新規の水源開発として380リットル/秒という大量の地下水開発の工事が進行中であり、その60%（227リットル/秒）がロスラウレスIIダムの集水域で計画されていることが判明した。また、SANAAは引き続き地下水開発を進める計画を有している。本計画は、井戸1本当たりの揚水量が多すぎるという問題があり、地下水位の低下、周辺水環境への悪影響が懸念される。地下水開発の妥当性を確認するためには、基礎資料の収集が必要である。
- (5) 開発調査のマスタープランでは、本件無償要請の対象であるロスラウレスIIダムの上流により大型のキエブラモンテスダムを計画している。キエブラモンテスダム建設計画については、資金源確保の努力が継続されているが、見通しが立っていないことを確認した。このことは、同一流域の下流に位置するロスラウレスIIダムの堆砂対策について、再検討が必要であることを意味する。なぜならば、開発調査ではロスラウレスIIダムの集水域（グアセリケ川流域）から流出する土砂のうち66%が上流のキエブラモンテスダムで捕捉され、ロスラウレスIIダムには流入しないという想定で計画しているためである。開発調査提案のダム規模を維持した場合17年で設計堆砂容量が埋まる計算となる。一方、開発調査が想定している50年分の堆砂容量を確保するためには、ダムの高さを5.6m高くする必要があり、水没家屋数が3倍程度以上に増加すると見られる。これにより、環境社会影響が大きくなる。
- (6) 開発調査ではダム計画（4案）、漏水対策計画（2案）、既存ダム浚渫計画（1案）の合計7つの代替案を比較検討しているが、費用便益分析のみとなっており、環境社会影響については比較がなされていない。また、予備調査では、上記の案の他に多数の水源開発のオプションが構想され、地下水開発等の一部のオプションは実施に移されていることを確認した。このことは、ロスラウレスIIダムの選定に至った代替案比較のプロセスが、その後の状況の変化によって見直しを必要としていることを意味する。

- (7) 以上より、必要性和先方政府のプライオリティについては問題がなく、事業規模、環境社会配慮実施能力についても現時点では重大な障害であるとは断定できない。しかしながら、要請されているロスラウレス II ダム建設計画は、開発水量は比較的小さいにも拘らず、実現に向けて越えなければならない技術的な課題が多い。具体的には、以下のとおりである。
- (ア) 開発調査において前提とされている上流のキエブラモンテスダム建設の見通しが立っていないことから、堆砂のリスクに対する実現可能で確実な対策が確保される必要がある。
 - (イ) JICA 環境社会配慮ガイドラインの改訂(2004年4月)もあり、環境社会影響を加味した幅広い代替案比較において優位性が確認される必要がある。その上で、適切な内容の EIA が行なわれ、環境許可が取得される必要があり、移転住民との合意が形成され、補償と用地買収が問題なく完了する必要がある。日本側の手続きとしては、JICA 環境社会配慮審査会に諮り、答申を受けて、その要求事項に適切に対応する必要がある。
- (8) テグシガルパ市の給水事情は深刻であり、協力を継続する必要がある。特に水源からの送水量が不足しており、水源開発が望まれている。しかし、現時点のホンジュラス政府の資金調達能力の制約を考慮すると、大型ダムの建設による抜本的な解決を図ることは難しく、当面は小規模の水源開発を積み重ねていくアプローチを取る必要がある。様々な対策を積み上げることによって一定の効果を確保していくことが現実的である。
- (9) マスタープランは 2015 年を目標年次とする抜本解決を命題としていたが、上記のアプローチを採用するのであれば、マスタープランで検討されていない代替案が少なからず存在し、その中には重大な環境社会影響を伴わず比較的短期間に実現できると推定されるプロジェクトもある。ロスラウレス II ダムがテグシガルパ市に残された唯一のオプションである場合や、その効果が大きい場合には、上記の課題をひとつずつクリアしていくことが考慮されるべきである。しかし、ロスラウレス II ダムの開発水量 130 リットル/秒は全体の不足量に比べれば小さく、同程度の開発水量を持つ他のプロジェクトが国家上下水道公社 (SANAA) によって進められていることを考慮すると、環境社会影響が小さく、技術的な困難のない代替案を進める方が、かえってより早期にロスラウレス II ダムと同等の効果を発現することになる可能性が高い。それらを優先的に検討することが妥当である。

以上の調査、検討の結果をフェーズ 2 調査においてホ国関係者に説明した。SANAA は日本側の結論を了承した上で、代替プロジェクトとして以下の 5 項目を要請した。

- (1) テグシガルパの配水システム復旧計画
- (2) 給水車による貧困地区への給水計画
- (3) オホホナ川取水堰からコンセプションダムへの開水路による転流拡張計画
- (4) ピカチョシステムのサンファンシト導水路改善及びピカチョ浄水場拡張改修計画
- (5) 堆砂管理、情報管理、水源開発計画等へのアドバイスを行う専門家派遣、及び必要に応じてカウンターパートの日本における研修

各代替プロジェクトに関する主な内容は以下のとおりである。

(1) テグシガルパの配水システム復旧計画

1999 年～2003 年度に「テグシガルパ市上水道復旧整備計画」(無償資金協力) によって配水池整備、送・配水管交換、漏水対策機材調達への協力を実施済みであるが、まだニーズが残っているため、これに対応するものである。SANAA からは、配水池 8 ヶ所、送水管 9 路線、送水ポンプ 2 ヶ所、配水本管 3 路線、配水管網 3 地区、合計 25 件の更新・新設候補施設が具体的に挙げられた。いずれも、施設の老朽化、施設の容量不足による地区ごとの配水の不均衡、慢性的な漏水といった問題を解決し、配水の改善と漏水の削減を達成することを目的とするものである。

(2) 給水車による貧困地区への給水計画

首都に流入する人口が、配水管網整備が困難な標高の高い地区に居住区を広げているため、SANAA はこれらの地区に対して給水車による給水を実施している。その体制を強化するため、給水車 30 台の調達と給水ステーション 4 ヶ所の建設を行うものである。

(3) オホホナ川取水堰からコンセプションダムへの開水路による転流拡張計画

コンセプションダムの南にあるオホホナ川の取水堰からコンセプションダムに導水を行い、同ダムの貯水容量を有効活用することによって水源開発を行う計画である。既に 230 リットル / 秒の導水を行うための取水堰と管路 (延長 4～5 km) が建設されており、本計画は取水堰の嵩上げと新規水路の建設により、導水量を増加させるものである。

(4) ピカチョシステムのサンファンシト導水路改善及びピカチョ浄水場拡張改修計画

溪流取水であるピカチョシステムの改善により給水量の増強を図る計画である。ピカチョ浄水場の現有能力は 900 リットル / 秒であるが、凝集沈殿池の能力増強によりこれを 200 リットル / 秒増やし、併せて流量計、塩素混和池、薬品注入設備など老朽化や故障などの問題を抱える設備の更新を行う。また、水源取水施設と導水路について調査を行い、取水量増大の可能性がある場合には拡張、新設を行う。

(5) 水源開発計画、堆砂管理、情報管理等へのアドバイスを行う専門家派遣、及び必要に応じてカウンターパートの日本における研修

水源開発マスタープラン作成、計画策定能力向上のための指導、情報管理システム構築のための指導、土砂流出抑制対策に係る流域管理計画策定の指導を行うことを目的とするものである。

首都テグシガルパ市の給水事情は深刻であり改善のニーズは大きいこと、及びホンジュラス政府関係者の日本の協力に対する期待は極めて高いものがあることから、上記 5 項目の要請をベースに今後の協力方針を定め、迅速性を旨として、プログラムとしての支援を継続することが望まれる。

目次

目次

ページ

序文	
伝達状	
位置図	
写真	
図表リスト	
略語	
要約	
目次	
第1部：フェーズ1 調査結果	
第1章 調査の背景、目的、範囲等	1-1
1.1 要請と今回調査の背景・経緯	1-1
1.2 要請内容の確認と調査プロジェクトの概要	1-2
1.3 調査の目的と範囲	1-3
1.4 調査における基本方針と留意事項	1-5
第2章 開発調査の結果概要	2-1
2.1 開発調査の背景と目的	2-1
2.2 マスタープランで提案されたプロジェクト概要	2-1
2.3 フィージビリティ調査で提案された優先プロジェクト概要	2-4
第3章 「ホ」国側実施機関・関連機関の実施体制	3-1
3.1 実施機関 SANAA の実施体制・活動状況	3-1
3.1.1 SANAA の組織	3-1
3.1.2 SANAA の活動状況	3-4
3.1.3 SANAA の経験・能力	3-5
3.2 関連機関の実施体制・活動状況	3-6
3.2.1 天然資源環境省（SERNA）の実施体制・活動状況	3-6
3.2.2 公共事業運輸住宅省（SOPTRAVI）の実施体制・活動状況	3-7
3.2.3 その他の関連機関	3-9
第4章 開発調査後の上水道整備事業とドナー国・機関の援助動向	4-1
4.1 上水道整備に係わる援助国・機関の動向	4-1

4.2	2030年を目標とした水源開発	4-9
第5章	給水現況	5-1
5.1	現在の給水状況	5-1
5.2	既存給水システム概要	5-2
5.3	導水施設と浄水施設	5-2
5.4	送水施設	5-6
5.5	配水施設	5-7
第6章	水需要予測と水生産量	6-1
6.1	水需要予測	6-1
6.1.1	給水地域	6-1
6.1.2	給水人口	6-1
6.1.3	水需要予測	6-2
6.2	水生産量	6-6
6.2.1	水生産量の検討について	6-6
6.2.2	既存システムの浄水生産量の検討	6-6
6.2.3	その他水資源開発計画	6-8
6.2.4	今後の必要開発量	6-9
6.3	浄水場増強計画	6-10
6.3.1	マスタープランにおける浄水場増強計画	6-10
6.3.2	ロスラウレレス ダム開発における浄水場の必要性検討	6-11
第7章	水源開発(ダム)計画のレビュー	7-1
7.1	水源開発の現状と課題	7-1
7.1.1	既存システムの水源施設の状況	7-1
7.1.2	既存ダム洪水吐のゲート設置による嵩上げ	7-2
7.1.3	SANAAの水源開発構想	7-3
7.2	水源開発計画に係わる基礎資料	7-3
7.2.1	水文・水質資料	7-3
7.2.2	ハリケーンミッチ時の降雨と洪水量	7-6
7.2.3	グアセリケ川の水利権	7-8
7.2.4	「ホ」国での既存ダムに関する情報	7-8
7.3	「開発調査」ロスラウレレス ダム開発計画の概略レビュー	7-10
7.3.1	一般	7-10
7.3.2	設計洪水流量	7-11

7.3.3	設計堆砂量	7-13
7.3.4	開発水量（有効貯水量）	7-18
7.3.5	貯水容量	7-20
7.3.6	ダム位置とダムタイプ	7-20
7.3.7	洪水吐	7-21
7.3.8	取水施設	7-22
7.3.9	貯砂ダム	7-23
7.3.10	転流工	7-23
7.3.11	水収支計算	7-23
7.3.12	開発レビュー結果のまとめ	7-26
7.4	水源開発計画代替案	7-28
7.4.1	代替計画（見直し）の必要性	7-28
7.4.2	代替案 - 1（開発調査案 600 m ³ /km ² /年の場合）	7-28
7.4.3	代替案 - 2（土砂軽減対策導入の場合）	7-30
7.4.4	代替案 - 3（ゲートレス洪水吐を導入する場合）	7-32
7.4.5	代替案の比較検討結果	7-34
第8章 ダムサイトおよび流域の地質状況		8-1
8.1	流域の地質状況	8-1
8.1.1	広域地質	8-1
8.1.2	流域および貯水池周辺の地質	8-2
8.1.3	流域管理の概要	8-3
8.2	ダムサイトの地質	8-4
8.2.1	地質概要	8-4
8.2.2	基礎岩盤の強度	8-6
8.2.3	基礎岩盤の透水性	8-6
8.2.4	岩盤の基礎処理・止水処理	8-7
8.3	今後の課題と調査方針	8-10
8.3.1	今後の課題	8-10
8.3.2	B/D および D/D における調査計画	8-12
8.4	地下水	8-13
8.4.1	SANAA の地下水利用	8-13
8.4.2	進行中の地下水開発計画	8-15
第9章 施工計画及び積算のレビュー		9-1
9.1	開発調査の施工計画及び積算の概要	9-1

9.1.1	開発調査の施工計画概要	9-1
9.1.2	開発調査の積算結果概要	9-1
9.2	開発調査の施工計画及び積算のレビュー	9-3
9.2.1	レビューの目的と方法	9-3
9.2.2	施工計画	9-3
9.2.3	概略積算	9-5
第 10 章	環境社会配慮に係わる調査のレビュー	10-1
10.1	環境社会配慮に係わる法制度	10-1
10.2	開発調査の環境影響評価調査のレビュー	10-4
10.3	環境社会配慮の重要項目の現状と「ホ」国側の対応状況	10-8
10.4	EIA 調査を行う現地コンサルタント	10-14
10.5	環境社会配慮関連の今後の課題と提案	10-18
第 11 章	無償資金協力実施の必要性和妥当性に係る検討結果	11-1
11.1	要請された事業内容への対応	11-1
11.2	開発調査で提案された優先プロジェクトの必要性和妥当性	11-1
11.3	今後の協力についての提案	11-13
第 2 部：フェーズ 2 調査結果		
第 12 章	フェーズ 1 調査結果の説明・協議	12-1
12.1	ホンジュラス側関係機関との協議結果	12-1
12.2	現地の日本側関係機関との協議	12-1
第 13 章	代替プロジェクトに関する補足調査	13-1
13.1	代替プロジェクトの選定	13-1
13.2	代替プロジェクトの概要	13-2
13.3	代替プロジェクトに関する補足調査	13-17
13.4	水資源開発に関する情報	13-18
13.5	取水から浄水場までの拡張・改修に関する情報	13-22
13.6	送水・配水・給水システムに関する情報	13-25
13.7	専門家派遣に関する情報	13-33
13.8	実施体制に関する情報	13-39

付属資料

(フェーズ1)

付属資料 A	現地調査で収集した資料のリスト (フェーズ1)	A-1
付属資料 B	現地政府への質問票と回答 (フェーズ1)	B-1
付属資料 C	調査関係者リスト (フェーズ1)	C-1
付属資料 D	フェーズ1 調査協議議事録 (2005年8月30日) (スペイン語オリジナル及び和文仮訳)	D-1
付属資料 E	会議 / 協議議事録 (フェーズ1)	E-1
付属資料 F	フェーズ1 調査の現地調査日程	F-1

(フェーズ2)

付属資料 G	現地調査で収集した資料のリスト (フェーズ2)	G-1
付属資料 H	現地政府への質問票 (フェーズ2)	H-1
付属資料 I	調査関係者リスト (フェーズ2)	I-1
付属資料 J	フェーズ2 調査協議議事録 (2006年3月10日) (スペイン語オリジナル及び和文仮訳)	J-1
付属資料 K	会議 / 協議議事録 (フェーズ2)	K-1
付属資料 L	フェーズ2 調査の現地調査日程	L-1

第1部：フェーズ1調査結果

1章 調査の背景、目的、範囲等

1.1 要請と今回調査の背景・経緯

首都テグシガルパ市の水道事業は、上下水道公社（SANAA）の首都圏局が担当しており、普及率は90%を達成している。しかしながら、全ての配水区で時間給水が生じており、水源の不足が大きな課題となっている。特に、乾期における水不足は深刻な状況にある。

このような状況に対して、国際機関、欧米諸国及び日本は、各種の援助をしており、現在も続いている。日本国政府の場合は、テグシガルパ市の上水道状況改善に関して、次のような援助を実施してきた。

- 無償資金協力「テグシガルパ市周辺地域給水計画」（1994-95）：9.87 億円、テグシガルパ市周辺コミュニティの井戸、送水管、配水池等の建設と関連資材の調達
- 無償資金協力「テグシガルパ市上水道整備計画（1999～03）」：31.95 億円、テグシガルパ市内の配水管および配水池の整備
- 「テグシガルパ市水供給計画調査（2000～01）」（以下「開発調査」という）：2015年を目標年度とするM/Pの策定と優先プロジェクトのフィージビリティスタディ

「開発調査」の結果によると、その当時の水需要予測に基づく2015年の必要生産量（日平均）は26.7万 m^3 /日であるのに対し、2000年当時の生産能力は17.8万 m^3 /日（99%信頼度）に過ぎず、8.9万 m^3 /日（約33%）が不足すると予測されている。そのような状況に対して、優先性、重要性、工期、技術的適合性、経済性および環境面を検討した結果、ロスラウレスIIダムの整備が優先プロジェクトとして選定され、フィージビリティスタディが実施された。

これを受けて「ホ」国政府は、2003年7月に、2001年及び2002年に要請したが採択されなかった内容を一部修正した、「テグシガルパ緊急給水計画」に係る無償資金協力をわが国に再度要請してきた。これに対して、本要請の実施には住民の移転等を含み慎重な環境社会配慮が求められること、並びに事業規模が大きく無償資金協力で対応できるかどうかを見極める必要があることから、日本国政府は独立行政法人国際協力機構（JICA）に対して、本予備調査の実施を指示した。

この予備調査団の派遣は2004年9月に予定されたが、「ホ」国側から上記「開発調査」の優先プロジェクトではなく「グアセリケIIダム」を要請したいとの情報があったため、見送ることになった。しかしその後、「ホ」国側の要請内容の再確認を行った結果、最終的に「ロスラウレスIIダム」を要請することが確認されたため、今回2005年8月～9月に予備調査団が派遣されることになったものである。

予備調査団は、JICA本部団員（団長を含めて3名）とコンサルタント団員（5名）から構成された。予備調査団は、国内事前準備作業の後、出発の8月17日から帰国の9月15日までの30

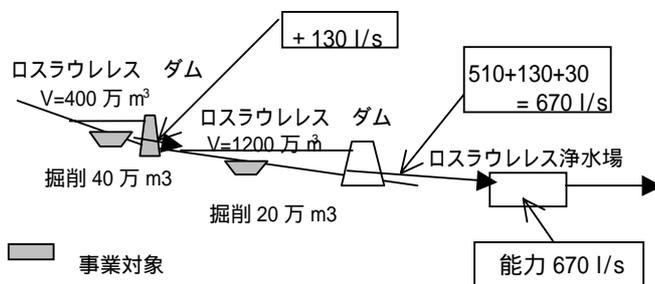
日間現地に派遣されて、現地関係機関と協議をし、情報・資料の収集をし、現地踏査を実施した。但し、JICA 本部からの調査団員は、8月22日から帰国の9月2日までの派遣であった。帰国後、現地調査で得た情報資料を基に約1ヶ月間の国内解析を行い、その結果をまとめたのが、この報告書である。

1.2 要請内容の確認と調査プロジェクトの概要

「開発調査」でフィージビリティスタディが実施されているロスラウレス II プロジェクトは、次のようなものであった。

- a) ロスラウレス II ダムの建設（重力式コンクリートダム：貯水容量 400 万 m³、ダム高 31m、ダム延長 103m）
- b) 既存ロスラウレス貯水池の堆砂掘削（20 万 m³）と新設ダム貯水池河床の掘削（40 万 m³）

上記が実施された場合、計画の目標レベルとした 10 年に 1 回の渇水時に対応できる取水量は、ロスラウレス II ダム建設で 130ℓ/秒、掘削で 30ℓ/秒の開発となり、合計 160ℓ/秒増大する。従って、既存のロスラウレスダムによる取水可能量 510ℓ/秒を加え、グアセリケ川全体の水資源開発量は合計 670ℓ/秒となる。計画の概要を下図に示す。



要請事業を実施した場合の概略図

これに対し、「ホ」国政府から日本国政府に対する無償資金協力の要請内容は、以下のような変遷を辿っている。

2001 年 9 月の要請書

プロジェクト名：ロスラウレス II ダム建設計画及びロスラウレスダム浚渫工事計画

- a) 400 万 m³ 程度の貯水量を持つコンクリートダム「ロスラウレス II ダム」の建設
- b) 50 万 m³ 程度の貯水量増加を目指した貯水池浚渫工事

2002 年 3 月の要請書

プロジェクト名：ロスラウレス II ダム建設計画

- a) ロスラウレス II 貯水池（コンクリートダム、堤高 31m、貯水量 400 万 m³）

- b) 既存ロスラウレレス貯水池浚渫（浚渫量 50 万 m³）

2003 年 7 月の要請書

プロジェクト名：（テグシガルバ緊急給水計画）

- a) ロスラウレレス II ダム（重力ダム）
- b) ロスラウレレス浄水場の拡張(8,760m³/日),
- c) ロスラウレレス貯水池の浚渫（50 万 m³）

今回の予備調査は、上記の 2003 年 7 月の要請書に対応したものである。但し、ロスラウレレス浄水場の拡張の必要性が不明確であることと、貯水池の浚渫（掘削）の数字が「開発調査」数字と差があることについては、「ホ」国側との協議で確認することになった。

1.3 調査の目的と範囲

（1）調査の目的

本件要請の内容、「ホ」国政府の意向を十分に確認し、事業規模、事業の必要性と妥当性、及び環境社会影響を検討して、我が国の無償資金協力実施に資するかどうか（基本設計調査実施の可否）を確認することを目的とする。

本要請の実施には住民の移転等を含み慎重な環境社会配慮が求められること、並びに事業規模が大きいことから、基本設計調査実施の可否について予備調査団は慎重に検討を行う。可と判断する場合には、基本設計調査までに「ホ」国政府が対応すべき事項について協議する。

（2）調査対象地域

調査対象地域は SANAA の給水対象地域となるテグシガルバ市及び周辺の水源地域となる。特に、主たる対象地域は、ロスラウレレス II ダムサイト及びグアセリケ川流域（既存ロスラウレレスダムサイト地点での集水面積約 194km²）である。

（3）調査名

今回の調査は、コンサルタント業務に関しては、名称を「テグシガルバ緊急給水計画 概略積算・環境社会配慮調査」としたが、「ホ」側に対しては、これまでの流れを踏まえて、調査の目的や意義を理解しやすくするために、「テグシガルバ緊急給水計画 予備調査」として説明するものとした。

（4）調査のフェーズ区分

フェーズ 1（2005 年 7 月から 10 月）

①国内準備作業

日本国内での準備作業において開発調査のレビュー（積算見直しを含む）、「ホ」国側による初期 EIA 調査の分析、現地調査方針の検討を行い、インセプション・レポートを作成する。

②現地調査

現地調査において最新の水道整備及び水資源開発の動向確認、サイト状況確認、「ホ」国側環境社会配慮実施能力の確認、積算調査等を行う。

③国内解析

フェーズ1 現地調査の結果を日本国内で整理した上で、調査報告書案を取りまとめる。同報告書案を元に、日本側関係者の協議を行い、次のような視点から無償資金協力実施の可能性と妥当性を判断する。

無償資金協力実施の可能性はあるか？

- ・ 必要性、緊急性、裨益効果
- ・ 事業規模、工期、調査や設計に必要な投入
- ・ 無償資金協力制度での対応可能性

「ホ」国側負担事項の条件（EIA 実施、用地買収、補償等）さえ整えば、日本が無償資金協力をを行う妥当性があると言えるか？

- ・ 新規ダム建設というアプローチの妥当性
- ・ 計画内容の妥当性
- ・ 適切な環境社会配慮が実施される見通し

上記の調査団による検討と日本側関係者の協議の結果、基本設計調査実施の可能性が判断される。またその結果によって、フェーズ2以降にホ国側及び日本側が対応すべき事項についても検討と協議が行われることになる。

フェーズ2（2006年1月から2006年2月に変更）

フェーズ2は、予備調査開始時には2005年12月（現地協議）から2006年1月（報告書提出）の間に行われる予定であったが、2005年11月の大統領選挙による新政権業務の安定期間が必要と判断されて、延期されることになった。

①現地協議

フェーズ1での検討結果により、想定された次の2ケースのうち、ケース1と判断され、「ホ」側への説明と協議が行われた。

ケース1：基本設計調査実施の可能性があると判断される

- ・ 「ホ」国側が対応すべき事項と日本側支援の必要性等を検討する。
- ・ 「ホ」国側が負担すべき事項について、「ホ」国政府関係機関と協議する。
- ・ 環境調査のTORに関して協議する。

ケース2：基本設計調査実施が困難であると判断される

- ・ 「ホ」国側が無償資金協力の実施は困難である旨を通知する。
- ・ 可能であれば概略の代替案を検討の上、提案する。

この場合は、次のような状況が想定される。

- ・ 他のプロジェクトにより既に必要性が薄れている
- ・ 事業規模が大きすぎて無償資金協力で対応可能な範囲を超える
- ・ 新規にダムを建設する以前に漏水対策等実施すべき対策がある

- 費用に比べて効果が乏しい
- 計画に技術的な問題がある
- 適切な環境社会配慮が行われる見通しが無い

②国内での報告書作成

国内において、現地協議の結果を踏まえて報告書案の一部修正を行い、調査報告書を作成する。

1.4 調査における基本方針と留意事項

調査基本方針

予備調査団は、「開発調査」が提案しているロスラウレス II プロジェクトと最新の要請書である 2003 年 7 月の要請書をベースに調査を行うこととする。しかし、国内事前準備段階での日本側関係者協議によって、主たる施設であるロスラウレス II ダムの建設を中心として調査を行い、ロスラウレス浄水場の拡張とロスラウレス貯水池の掘削については、参考程度の情報収集及び検討に留めるものとなった。

「ホ」国側が要請しているダムは「開発調査」で提案されているロスラウレス II ダムであることが確認されているが、ロスラウレス浄水場の拡張は「開発調査」の提言に含まれておらず、ロスラウレス貯水池の掘削については「開発調査」では 60 万 m³になっている。これらの差異については、その経緯や理由を確認する。

調査における留意事項 及び調査方法概要

予備調査における主要な留意事項及びそれらの事項に伴う調査方法の概要は次のようになる。

(1) 必要性の吟味

水道水源の不足及び水源開発についての必要性を確認した上で、要請されたプロジェクトによる水源開発が必要であるかの吟味を行う。

「開発調査」の水資源開発計画案とその際に比較検討された代替案を把握の上、「開発調査」後の SANAA の水道施設改善整備実施状況と今後の実施計画、社会状況の変化、及び他ドナーの援助動向を調査して、水資源開発計画に係わる現状把握をする。その上で、次のような検討を行う。

- 要請されたプロジェクト（ロスラウレス II ダム）が、その他の水源開発代替案と比較検討して優位性があるかを吟味する。
- 本要請プロジェクトが全体の水道施設の拡張・改善事業と整合しているかどうかについても評価する。
- ロスラウレス浄水場の能力増強については、対象プロジェクトに含めない可能性が高いが、参考として、その必要性についても吟味する。

(2) 事業規模の見極め

本件は計画ダム高 31m のダム建設を主たる事業としており、詳細設計及び建設工事に要する期間や費用が通常の無償資金協力案件に比して大きくなる可能性がある。また、「開発調査」では、

基本的には国際競争入札価格を前提とした積算を行っており、無償資金協力を想定した積算方法を適用すると事業費が大きくなる可能性がある。さらに、ダムの基礎地盤条件の予見の難しさに伴い、工事開始後に、追加基礎処理工事によって事業費が増大するケースが生じる可能性があることにも注意が必要である。

本調査では、「開発調査」における事業費積算のレビュー及びアップデートを行うが、無償資金協力による実施を前提とし、物価変動を加味するとともに、事業費に影響を与える不確定要因も可能な限り抽出して、事業規模の面からみた実施の適正度と可能性を見極める。具体的には以下の内容の調査・検討を行う。

- ① 無償資金協力事業を前提として、国内事前準備段階で、物価変動も加味して「開発調査」の事業費積算を概略レビューする。
- ② 国内事前準備段階で、現地において収集すべき必要な情報や単価を抽出して整理する。その際、事業費に影響を与える不確定要因も可能な限り抽出する。施工計画についても、現地で確認すべき条件を整理する。
- ③ 現地調査段階で、上記①と②に関して、情報・資料収集をすると共に、現地踏査をして実状を把握する。
- ④ 国内解析において、ロスラウレレス II ダム建設の施工計画を重要点について見直すと共に、事業費を概略積算して、無償資金協力で対応できるかどうか見極める。
- ⑤ 事業が実施される可能性が高い場合、基本設計、詳細設計及び建設に要する期間を検討する。

(3) 環境社会配慮

「開発調査」のフィージビリティスタディ段階で環境影響評価(EIA)が行われている。この調査は、現地コンサルタントへの再委託によって実施した予備的（又は事前）環境影響評価（Preliminary EIA）がベースになっている。「開発調査」の報告書には、EIA 調査と記述されているものの、報告書の内容は比較的概略なレベルである。また一方、再委託による報告書は、予備的環境影響評価調査となっているが、内容の適正は別にして、EIA 調査に相当するような範囲の検討が行われている。いずれにせよ、2000 年に実施された環境影響評価に係わる調査の結果を概略レビューする。

ダム建設に伴う主な環境社会影響としては、住民（主として農家）の移転（2000 年の開発調査実施時は 22 戸、2004 年に行った JICA の質問票に対する SANAA の回答では 90 戸）、動植物への影響、河川水質悪化、工事による騒音、塵埃、振動などによる影響、コンクリート等工事で発生する廃棄物による影響、道路の移設に伴う交通障害などが特定されている。これらに関して、約 5 年間を経た現地の実状を把握する。特に、貯水池区域における住宅・人口等の変化、土地所有の実態に関する情報入手が重要である。なお、マテオ市住宅開発プロジェクトは中止されたとの情報があるが、その実状を確認する。

また、「ホ」国側による環境社会配慮の実施能力に係る確認のために、次のような点についても

調査する。

- 実施機関（EIA 調査を実施するコンサルタントを含む）の過去の実績や能力に関する情報を入手して、本件に係る適切な環境社会配慮がなされる見通しがあるかどうか評価する。
- 本件事業が実施される場合には、事前に環境影響評価を実施して天然資源環境省（SERNA）の環境ライセンスの取得が必要であり、それに関しても関連規則や基準について確認する。
- 住民移転に関して、実施機関による過去の実績と本件での取り組み方についても把握する。
- 2004年4月に改訂された「JICA 環境社会配慮ガイドライン」についても、実施機関による認識を計る。

(4) 計画・設計の技術面での概略レビュー

「開発調査」で提案された計画・設計は、期間的には約1年間の調査で内容の割に短期間という厳しさはあったが、M/M的には少なくはなかったと考える。また、本件のために設置された JICA 監理委員会から承認されていることもあり、基本的には最適で妥当な計画であったと想定する必要がある。

しかし、その後4～5年間経過して、その時に設定した各種条件が変わってきている可能性もある。従って、国内事前準備段階で、ロスラウレレス II ダムの基本的に重要な部分の計画・設計の概略レビューをして、問題点・課題点について認識して整理する。現地調査では、それらの課題点に関しての情報・資料を収集して状況把握をする。その後国内解析において、技術的観点からその妥当性を検証して、計画・設計の重要部分で変更・修正した方が妥当と判断される場合は、概略検討した上で、代替の概略参考修正案を提案する。次のようなポイントの検討(主として、基本的に妥当であるか、あるいは問題点がないかの概略確認程度)が必要となると思われる。

- ダムの位置、規模、タイプ
- ダムの基礎、基礎処理
- 貯水池、流域斜面の安定性
- 土砂流出とダムの堆砂
- 洪水吐、取水施設の設計
- ダム貯水池の水収支、貯水池運用計画
- 上流側の水利権、既存水利用

今回の予備調査の期間では、詳細なレビューや代替案との比較検討は困難である。上記に関しては、詳細検討は行わず、本案件実施の可能性と方向性が決まった後で、必要があれば、別途の調査で実施することになる。

但し、本プロジェクトの実施の可能性に係わる問題については、判断出来る程度の検討は行う。例えば、貯水池への堆砂問題は、ダムがいつまで機能するかという重要点であり、総合的な見地

から検討する必要がある。

(5) その他の留意点

- ① 本案件の実施機関は上下水道公社（SANAA）であるが、水源開発、住民移転問題を含む環境社会配慮、ダム施設建設などに関して、上下水道公社（SANAA）、天然資源環境省（SERNA）、公共事業運輸住宅省（SOPTRAVI）、地方自治体など関係機関・関連セクターとの連携と調整が必要であるかに留意する。
- ② わが国は1994年以降、「ホ」国において無償資金協力により2件のテグシガルパ市周辺における給水施設整備関連の協力を実施するとともに、「テグシガルパ市水供給計画」に係る開発調査を実施している。これら案件の実施を通じて得た留意点・課題の反映を参考として本件調査に反映させる。
- ③ 「ホ」国における給水分野の援助は、わが国に加え世銀、IDB、USAID、スペイン、イタリア、フランス、スイス、カナダの他NGO等多種多様なドナーによって実施されている。これら各ドナー機関によって実施されているプロジェクトの進行状態・動向を把握して、本プロジェクトとの整合性が保てるように留意する。
- ④ 調査対象地域は比較的治安情勢が安定しているが、「ホ」国全体で最近は治安の悪化傾向がある。現地調査の実施にあたっては「ホ」国関係各機関、日本国大使館、JICA事務所との情報交換を緊密に行い、治安状況を的確に把握して、安全対策に配慮する。

2章 開発調査の結果概要

2.1 開発調査の背景と目的

JICA 開発調査は、テグシガルパ市の上水供給不足を改善するために、ホ国からの協力要請に応じて実施したものである。2000年1月のインセプションレポート作成から始まって、約1年後の2001年1月に最終報告書が提出された。

調査を実施したのは、パシフィック コンサルタンツ インターナショナル (PCI) であり、水資源開発関連調査としては、他の案件に比べて短い、14人の専門家が投入されていて M/M としては、少なくなかったようである。ホ側のカウンターパート機関は、SANAA であり、今回の予備調査でも変わっていない。SANAA を議長機関として、ステアリング コミッティーが設置され、メンバーとして、SERNA、SOPTRAVI 及びテグシガルパ市が入っていた。また、JICA 側としても、作業監理委員会が組織され、3名の委員が PCI による調査の助言や指導を行った。

JICA 開発調査の目的は、次のようになっていた。

- 2015年を目標としたテグシガルパ市への給水マスタープランの作成
- マスタープランで提案される優先プロジェクト（グアセリケ川流域及び（又は）サバクアンテ川流域の水資源開発計画を含む）の F/S の実施。
- カウンターパートへの技術移転

調査対象区域としては、給水対象区域としてはテグシガルパ市の市街地であり、水源調査対象区域としては、同市の周辺流域内に限定された。報告書にある対象区域図から、具体的には次のような流域に限定されていた。

- グアセリケ川（既設ロスラウレレスダムがあり、ロスラウレレス浄水場の水源となっている川）
- リオグランデ川（既設コンセプションダムがあり、コンセプション浄水場の水源となっている川）
- サバクアンテ川・タツンブラ川（既設ミラフロレス浄水場の水源となっている川）
- リオチキト川（既設ピカチョ浄水場の水源の一部となっている川）

2.2 マスタープランで提案されたプロジェクト概要

マスタープランでは、2015年を目標として、給水人口 1,376,822 人を対象とした水需要量(必要生産量、日平均) 267,494m³/日を 99%の信頼度で 24 時間給水出来るような計画を設定した。

比較検討対象としては、次の4つのプロジェクトが選ばれている。但し、どのようにして、その4つに絞られたかについては、検討過程が不明確な面がある。また、ロスラウレレス II ダムプロジェクト以外は、1980年代に欧米のコンサルタントが調査して計画した案を、ほぼそのまま

採用しているようである。

- ロスラウレレス II ダムプロジェクト
- キエブラモンテスダムプロジェクト
- サバクアンテダムプロジェクト
- タツンブラダムプロジェクト

これらの、4つのプロジェクトについて、主として、開発可能単位水量に対するコスト（単価）を比較して、マスタープランとして、次のような3つのコンポーネントからなる計画が提案された。環境社会配慮面の優位性については、少なくとも表面上は判断材料になっていない。さらに、絶対的な水源不足から、開発規模が大きい方が望ましいと思うが、その点の優位性についても判断材料になっていないようである。

コンポーネント1：ロスラウレレス II ダムプロジェクト

グアセリケ川の既設ロスラウレレスダム・貯水池の直上流にダムを建設して、既設ダムと新設ダムの貯水池内掘削を含んで、160 l/秒の開発を可能としている。新規に開発された水量は、既設ロスラウレレス浄水場の余剰能力と送水・配水システムを利用して給水することとしている。

コンポーネント2：キエブラモンテスダムプロジェクト

グアセリケ川の上流域にキエブラモンテスダムを建設し、1,040 l/秒の開発を可能としている。ダムの他に、キエブラモンテス浄水場新設及び送水・配水システムの新設・増設を実施して、全体システムの最適化を行うこととしている。

コンポーネント3：漏水管理プロジェクト

漏水削減計画策定に必要な基礎情報収集を目的として、主要施設及び末端消費者の水量を把握するために、流量計、量水器を取り付けることとしている。

上記の各コンポーネントの施設計画は次のようになっている。

コンポーネント1：ロスラウレレス II ダムプロジェクト

施設・工事項目	施設諸元
ロスラウレレス II ダム	形式：重力式コンクリートダム
	ダム高さ：31 m
	ダム堤頂長：103 m
	貯水池総容量：405万m ³
	貯水池有効容量：205万m ³
	貯水池HWL：1053 m
	貯水池LWL：設定不明（但し、堆砂レベルは1048m、取水最低水位は1040mとしている）
開発水量：130 l/秒（99%信頼度）	

	流域面積：187 km ²
貯水池内掘削	掘削量 計 60万m ³
	開発水量：30 l/秒 (99%信頼度)

注：99%信頼度とは、一般的な表現・やり方ではないと思われるが、ホ国の実施済み開発計画調査で、欧州のコンサルタントが使っていたので、そのやり方を適用したようである。具体的には、月単位のデータで、水収支計算をして、100ヶ月に1回平均程度の不足が生じるケースを99%信頼度と言っている。

コンポーネント2：キエブラモンテスダムプロジェクト

施設・工事項目	施設諸元
キエブラモンテスダム	形式：ロックフィルダム
	ダム高さ：66m
	ダム堤頂長：959m
	貯水池総容量：5300万m ³
	貯水池有効容量：4900万m ³
	貯水池HWL：1147m
	貯水池LWL：1113m
	開発水量：1040 l/秒 (99%信頼度)
	流域面積：125 km ²
導水施設	1,200 mm x 1 km
キエブラモンテス浄水場	形式：急速ろ過方式
	処理能力：日最大 108,000 m ³ /日 (1,250 l/秒)
送水システム再編成	ポンプ場：新設5ヶ所、増設2ヶ所
	送水管の新設・更新：23.3 km
配水システム再編成	配水槽新設：12ヶ所
	配水管の新設・更新：300 km
	タンクローリー用給水タンク新設：4ヶ所
	タンクローリー：204台
ロスラウレレス浄水場とキエブラモンテス浄水場の連携運用	ロスラウレレス浄水場内上水タンク増設：900m ³

コンポーネント3：漏水管理プロジェクト

施設・工事項目	施設・工事諸元
水量測定	既存施設（浄水場、配水槽）の水量計設置

	量水器の設置：48,500 個
漏水修理機材の補強	検出器、修理工具、車両の整備

上記各プロジェクトの事業費は、次のように算定された。

プロジェクト	事業費 *
ロスラウレレス II ダム	US 25,722 千ドル
キエブラモンテスダム	US 353,625 千ドル
漏水管理	US 16,550 千ドル
計	US 395,897 千ドル

注：* 建設時：完成後の維持管理費は含まず

また、プロジェクト全体の財務分析（FIRR）の結果は 6.0%となったが、この計算条件として、水道料金を 3.62 倍に値上げ出来るということの他、水源施設建設費は 30%が補助金で賄われるという想定が前提となっている。

なお、事業実施スケジュールとしては、次のように計画されていた。

ロスラウレレス II ダムプロジェクト

- 準備・設計期間：2001年から2002年
- 工事期間：2003年から2006年（完工）

キエブラモンテスダムプロジェクト

- 準備・設計期間：2001年から2003年
- 工事期間：2004年から2007年（完工）

漏水管理プロジェクト

- 実施期間：2002年から2007年

次のセクションで述べる優先プロジェクトは、ロスラウレレス II ダムプロジェクトとなったが、実施スケジュールで見ると、3つのプロジェクトが、ほぼ同時並行して実施される計画になっている点に注意が必要である。

2.3 フィージビリティ調査で提案された優先プロジェクト概要

マスタープランで提案されたプロジェクトの中で、ロスラウレレス II ダムプロジェクトが優先プロジェクトとして選定され、フィージビリティスタディーが行われた。その結果、EIRR が 14.7%、FIRR が 10.7%となり、経済的かつ財務的に実施可能と判断された他、環境社会配慮面においても、軽減策によって重大な影響を及ぼすことはない判断された。但し、乾期の水量確保のための上流側での河川からの取水規制と、水質汚濁対策として開発が中断しているシウダマテオ住宅開発計画の凍結が必要であるという提言が行われている。

ロスラウレス II ダムプロジェクトは、次の2つのコンポーネントから構成されている。

- ロスラウレス II ダムの建設（開発水量：130 l/秒）
- 既存ロスラウレスダムの貯水池内堆積土砂及び新設ロスラウレス II ダム貯水池予定河道の掘削（計60万m³、貯水池容量の増大のため）（開発水量：30 l/秒）

施設及び掘削工事の内容と数量は、マスタープランで示したのと同じであるが、ロスラウレス II ダムと貯水池の諸元については、より詳細に示しておくものとする。

貯水池	サーチャージ水位 (SWL): 1053.5m
	常時満水位 (HWL): 1053.0m
	最低水位 (LWL): 1048.0m
	HWLにおける貯水池面積: 490,000 m ²
	LWLにおける貯水池面積: 315,000 m ²
	貯水池総容量: 400万m ³
	貯水池有効容量: 200万m ³
	堆砂容量: 200万m ³ (50年間を想定)
	年間平均堆砂量: 4万m ³ /年
流域面積	流域面積: 187 km ²
ダム	形式: 重力式コンクリートダム (ゲート付)
	天端標高: 1055m
	河床標高: 1033m
	基礎岩盤標高: 1024m
	ダム高さ: 31m
	ダム堤頂長: 103m
	ダム天端幅: 5m
洪水吐	形式: ゲート式
	ゲート形式: ローラーゲート (遠隔制御)
	ゲート規模: 高さ9m×幅8.6m、4セット
	設計容量: 1,700 m ³ /秒 (ダム設計洪水量)
	洪水吐水路幅: 50m (標準部)
	洪水吐堤体天端 (ゲート底部) 標高: 1045.5m
補助洪水吐	形式: ゲートなし、正面自由越流
	越流部標高: 1053m
	規模: 幅10m×2ヶ所
	容量: 12.0 m ³ /秒 (1053.5m)

放流工（取水工）	形式：コーンバルブ付管路（直径：0.8m）
	容量：6.8 m ³ /秒(HWL) 4.0 m ³ /秒(LWL)
	取水口標高（中央）：1 0 4 0 m（1 0 3 8 m * *）
洪水吐橋梁	幅 5 m × 長さ 8.6m、4 本
	幅 5 m × 長さ 10m、2 本
ダム工事数量	ダムコンクリート量：27,000 m ³
	付帯施設を含む合計コンクリート量：42,000 m ³
	掘削量（岩、土合計）：65,000 m ³
貯水池上流部土砂溜工	形式：コンクリート基礎蛇籠積み堰
	天端標高：1 0 5 0 m
	蛇籠部規模：高さ 5.5 m、天端幅 3 m、基礎幅 9 m
	堰延長：233 m
	蛇籠工事数量：1,671 m ³
	コンクリート工事数量：650 m ³

* * : 報告書に示された図面によって、標高が異なる。

優先プロジェクトの事業費は、次のように算定された。

項目	費用*
工事費	US 18,622 千ドル
設計・施工管理等技術サービス費	US 1,862 千ドル
予備費	US 1,862 千ドル
用地取得費（補償費含む）**	US 2,445 千ドル
事業管理費**	US 931 千ドル
計	US 25,722 千ドル

* : 建設時：完成後の維持管理費は含まず

** : ホ国側の負担費用

なお、事業実施スケジュールとしては、ロスラウレレス II ダムプロジェクトの建設は、次のように計画されていた。

- 2003年後半：入札及び契約
- 2004年始め：工事開始
- 2006年中頃：工事完了

3章 「水」国側実施機関・関連機関の実施体制

3.1 実施機関SANAAの実施体制・活動状況

3.1.1 SANAA の組織

(1) SANAA の本部組織

SANAA は、1961 年以前の上下水道システムの所管は各市町村であったが、給水と下水道の分野を 1 つの統合した組織とするために、1961 年 4 月 26 日政令 N0.91 によって確立された機関である。政令では給水に関連した全ての施設とサービスを定め、また、国の下水道も SANAA に譲渡されなければならないとしている。更に SANAA は調査と水資源計画（建設と運転と施設のメンテナンス）を含む給水と下水道サービスのために必要な機能（料金体系の設定）を有している。

現在の SANAA のシステムは 1961 年委譲されたものが、基本的に現在 SANAA が所管するシステムとなっている。現在の本部組織は、理事会、総裁室の下に、管理部門として、法律顧問室、財務管理局、人事局、広報室があり、技術部門には技術協力調査局、計画局、技術局および開発局より構成されている。

この内 SANAA の実務分野の役割を担う 4 つの局は、計画、技術、開発、財務管理局である。開発局は、プロセスの向上と長期投資プロジェクトの開発を担当し、また理事執務室とともに SANAA の改革プロセスと近代化に責任を持っている。計画局は、1998 年に設立された新しい局である。ハリケーン・ミッチ後に設立され、新規プロジェクトの計画立案等を行っている。この局が、JICA 調査に対する SANAA 側の代表カウンターパート局であり、今後も、少なくとも建設段階前までは、この局が窓口となる。また、技術局は、顧客に対し SANAA 全体に求められる品質基準をクリアするサービスを提供するため、特に生産プロセスの品質（水質等）とその開発（水源開発等）を目的とした業務を担当している。

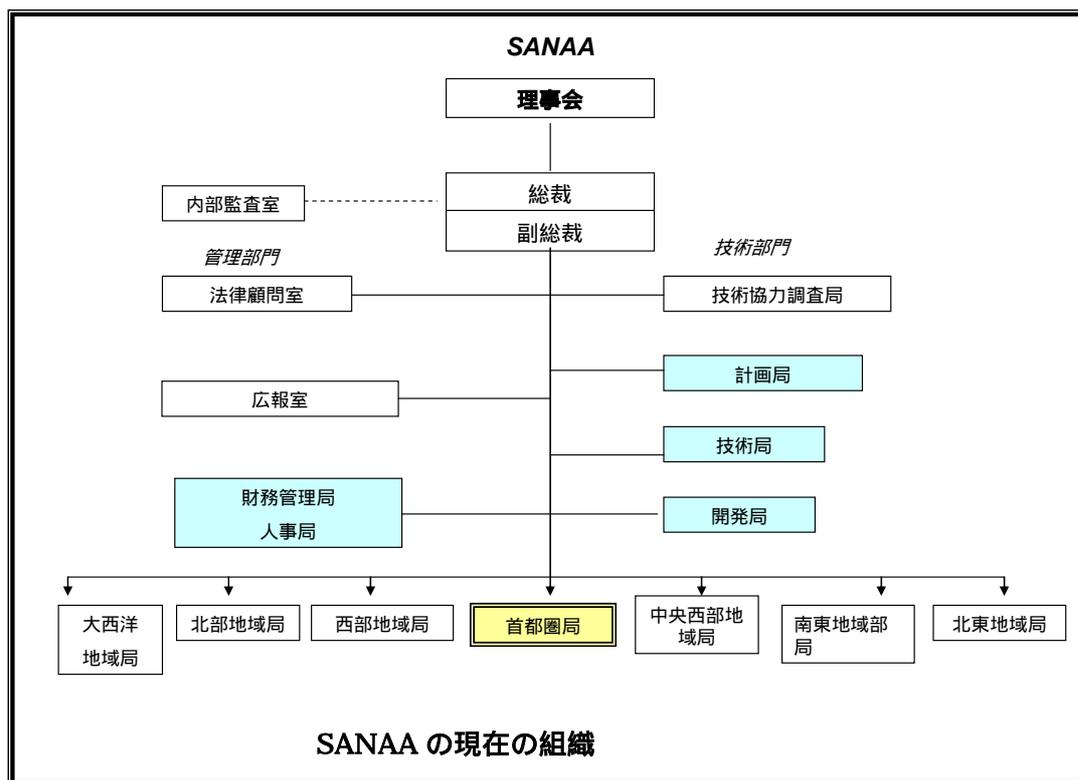
更に全国を 7 つの地域に分割し、本計画の対象地域であるテグシガルパ首都圏の水道は、首都圏局が運営・維持管理を行っている（図 3-1 SANAA 組織図参照）。

(2) 職員数

改善計画の前に SANAA は、およそ 2,100 人のスタッフを雇用していた。そして、その時の処置として全職員の 30%を減らそうとした。2000 年 4 月現在、SANAA は、1,788 人のスタッフを雇用している。そして、2,100 人のスタッフから 15%削減を意味する。また、今回の調査において 2003 年の SANAA の職員数は 1683 人となり、当初目標の 30%には及ばないが、20%の削減に成功している。

現在の SANAA が有する職員数は以下に示すとおりである。

種別	人数
技術部門	307
運営管理部門	508
支援スタッフ	868
計	1,683



2002

(3) 首都圏局

テグシガルパ市の上下水道を管轄する局であり、「ホ」国からの要請書によると次ページの首都圏局組織図に示すように、首都圏局長室の下に法務室、広報活動および技術者等の情報を管理する情報室、人事全般を管理する人事室等が設置されている。実務組織は大きく7つの部に分かれている。首都圏局は地方分権化に備え、1994年に企画、技術開発、財政課を有する首都圏部として他の6つの地方部門と共に設置された。

しかしながら、この7つの地域の部門の中で、首都圏部門だけには、財務部、マール部門がなく、開発調査が実施された2000年も同様の状態であった。開発調査報告書によると、これは、「本部 SANAA の主な財源であるテグシガルパから収益を得るために、権限を保つことを意味する。それは、財政的に弱い地域を支援するために現実的な解決であったかもしれない。しかし、それは明らかに分散原則に反している。」と報告されている。しかしながら、要請書に添付されている2003年現在のSANAA首都圏局の組織には「財務部」、「マール部」が含まれている。

なお、今回の予備調査では、実施機関及び関連機関に関する情報・資料は十分には収集していないので、既存の報告書や資料を参照している面がある。

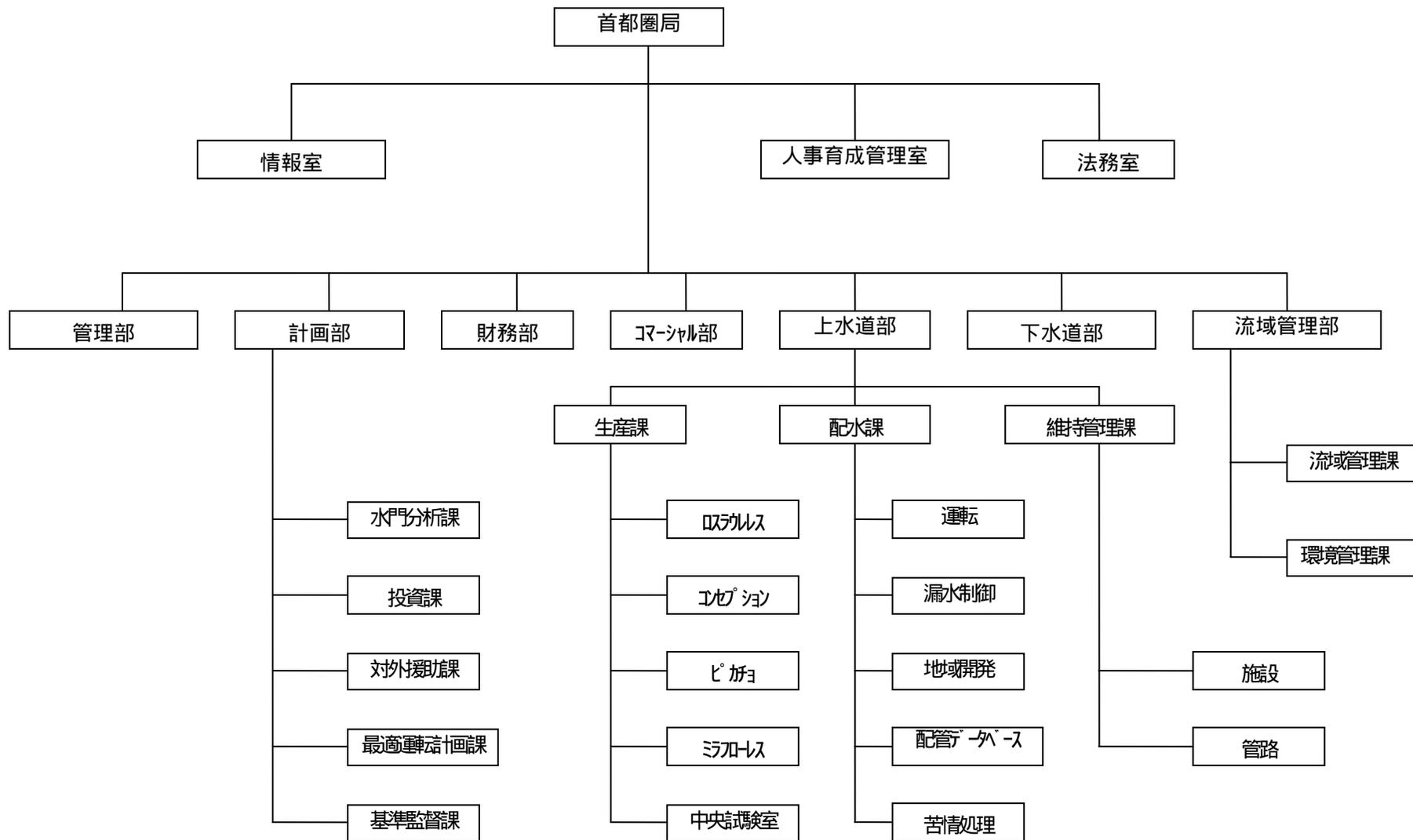


図 3-1 SANAA 首都圏局の組織図

首都圏局の各部門の機能は以下に示すとおりである。

- 管理部	: 入札文書の準備、商品の貯蔵、供給および資産管理
- 計画部	: 新規プロジェクトの調査、計画および既存施設の最適化に係る調査、計画
- 財務部	: 会計および予算管理等
- コーシャル部	: 水使用量の検針、領収書の発行、消費者への給水サービス
- 上水道部（生産課）	: 浄水の生産および水質管理
- 上水道部（配水課）	: 水源から配水地までのまでの給水施設の運転。地域開発および給水に対する最適化
- 上水道部（維持管理課）	: 施設の維持管理。施設に関連した修理、および予防的維持管理全般
- 下水道部	: 下水設備の運転。現時点では、一部下水処理を行っているのみで汚水の多くは、処置なしで隣接した川に放出されている
- 流域管理部	: 流域保護、環境評価および水文分析
- 人事育成管理室	: 人事管理、および職員のトレーニング
- 特別なプロジェクト部門	: コンサルテーション、監督。および、新しく都市化された地域の給水システムと下水道システムの承認。新しく都市化域に関連するのと同様この部門は、計画機能を有する

3.1.2 SANAA の活動状況

SANAA は同国北部に位置するサンペドロスーラ市といくつかの自治体を除く「ホ」国全土の水道行政全般を担っている。SANAA は、給水と下水道分野の、権限を統合するための一つの組織として政府法令 N0.91 によって設立された。そして現在、給水と下水道サービス分野に必要な機能全てを SANAA が管理することとし活動を行っている。具体的に活動は以下に示すとおりである。

- 1 上水道施設計画の調査、立案、計画
- 2 水源流域に対する管理、調査、計画
- 3 上水道施設整備の実施
- 4 給水に関連した全ての施設とサービス
- 5 施設の維持管理
- 6 建設と運転と施設のメンテナンス
- 7 上水生産および生産に係る運転管理

メキシコ首都圏では、1940 年頃から上水道の整備を開始し、現在では表流水を資源とする取水施設が市周辺 4 ヶ所整備され、送配水管総延長も 1800km におよぶ。また、日本の無償資金協力などによって地下水も開発されている。SANAA は現在これらの施設を全て統括し運営、管理

を行っており、その面積は 2005 年現在テグシガルパ市 12,588ha、給水人口およそ 98.6 万人である。

3.1.3 SANAA の経験・能力

1994 年に SANAA の政策及び役割が改正された。主要な改正点としては、全国 7 地区の SANAA を地方分権化し、それぞれが企画、運営管理及び財政に関する自治権を有するものとなった。また、企画、技術開発、財政課が設置された。特にテグシガルパにおける上下水道システム対応のため、首都圏部が設置された。

現在の組織の骨格は、1994 年 7 月に作られたもので、SANAA の組織の効率化の必要性は、30 年来 SANAA に融資してきた IDB（米州開発銀行）により強く指摘されていた。SANAA は、IDB の認識を受け入れて、SANAA の戦略の見直し及び組織の効率化に着手している。この経緯は以下に述べるとおりである。

水供給と下水道セクターの組織の改善は、1990 年代にホンジュラスと国際的機関（世界銀行、IDN 等）の間で検討されていた。特に IDB は、強いイニシアチブを取りセクターの分散を強調した。その基本戦略は以下のとおりである。

- SANAA は自治体に給水および下水道システムの運営を譲渡する。
- 譲渡を通して給水および下水道サービスの機能を民営化する。
- 戦略的な計画機能を国の政府組織に割り当てる。
- 独立した監査機関をつくる。

これを受けて SANAA は 1994 年に改善計画を開始し、IDB と意見交換を行うと共に、1995 年に、ホンジュラス政府、世銀、IDB、そして SANAA は、これらの方針を検討するためにセミナーを開催し以下の同意に達した。

- SANAA を 7 つの地域の部門に分割する。地域部門は、計画、運転、そして、財政的な面で自治権を有する。
- SANAA の地域分割は、地域状況を考慮し慎重に、緩やかな、そして整然とした方法で進める。
- テグシガルパにおける SANAA の分割実現には、退職手当のための基金が、提供されなければならない。

以上の同意のもと、SANAA の 7 地域への分割は、1995 年に達成された。

SANAA 経営陣も、職員の数減らすことに着手し、改善計画実施前の SANAA の当時の職員数 2,100 人を整理して 30%減らすことを決定した。2000 年 8 月時点で、SANAA は全体で 1,788 人の職員数となっていたので、それは、約 15%の削減を達成したことを意味する。またさらに、2003 年には 20%の人員削減が達成されているという情報を得ている。

このように、SANAA は組織改革を通じて経費節減を図ると共に技術面においても着実に成果を向上させている。またこの間、ハリケーンミッチーが 1998 年襲来し、テグシガルパ首都圏の給

水網は大きな被害を与えたが、現在は全て復旧も終了し、新規水源開発に取り組んでいる。

さらに、SANAA は過去ロスラウレスダムおよびコンセプションダムという大規模水源開発 2 件の実績もあり、特に、コンセプションダムは 1991 年に完成していることから、現在の SANAA の職員の中にも多くの経験者が在籍しており、ロスラウレス II ダム建設に対する実施機関としての経験、能力は有していると思われる。

しかしながら、開発調査報告書出で提案されているように各機能の強化をする必要はあると思われる。開発調査では以下の機能強化が提案されている。

運営・維持管理部の再編成	運転と給水サービスの維持管理に関する既存の組織を 1 つの部（すなわち給水部）に統合
情報機能の強化	情報収集機能不足の改善・強化
計画立案機能の強化	計画部の既存分析能力の強化、サービス改善に対する必要措置の、 運転最適化機能の強化
商業機能の強化	地理的情報と請求書準備機能で顧客データベースによって組み立てられる商用システムの確立 ユーザーへのマイクロメートルの設備

3.2 関連機関の実施体制・活動状況

3.2.1 天然資源環境省(SERNA)の実施体制・活動状況

本件プロジェクトの実施のためには、環境社会配慮面での対応が重要である。環境関連の政府機関としては、一般に次のようなものがある。

天然資源環境省(SERNA)、公衆衛生省（SSP） 内務司法省（SGJ）
水道公社（SANAA）、電力公社（ENEE）、農地改革庁（INA）
森林開発公社（AFE-COHDEFOR）、環境特別検察官、
地方自治体（本件の場合はテグシガルパ市及び周辺の自治体）
農業畜産省（SAG）、公共教育省（SEP）、公共事業運輸省（SOPTRAVI）

これらの機関の中で、SERNA は中心的な役割を果たしており、環境保全・管理は、各機関が SERNA に従って推進することが法的に義務づけられている。つまり、SERNA は、環境の保全、保護、復元、持続的管理に係わる国家の責任機関であり、また、環境調査や公害抑制のための各種協力や調整も行っている。

SERNA の主たる責務と活動範囲は次のようになっている。

- 環境保護及び天然資源の分配と持続的な利用のための、政策や目標、目的、戦力の策定、調整の実施
- 環境関連法の適用状況の監視
- 災害防止・管理及びその他環境に係わる緊急事態の防止への協力

- 産業・商業活動の実施許可に際し、環境面からの意見の提出
- 環境と天然資源の保護・保全に対する意識向上の促進
- 再生エネルギーの開発促進
- 環境情報及び環境政策、行動計画、プログラムやプロジェクトの策定と定期的な更新
- 環境及び開発に関する中央アメリカ引火委の動向、方針、環境合意に関する状況把握
- 国際協力による環境資金管理及びその優先度の決定に関与する
- 国家環境影響評価制度（SINEIA）の運用
- 環境管理における計画、組織化、調整、統制、管理及び評価に必要な能力の強化
- 政府予算と投資の優先度を決定し、SERNA と他の政府組織によるプログラムの公立と効果の評価
- オゾン層破壊物質の管理と政策構築のための国家プログラムの策定

SERNA の組織図は、図 3-2 SERNA 組織図に示す。一般管理部門を別にすると、環境管理局（Sub Secretariat of Environment）と天然資源エネルギー局（Sub Secretariat of Natural Resources and Energy）に分かれている。天然資源エネルギー局は、鉱業開発、エネルギー開発、気候変動などの分野を担当している。

環境管理局は、主として次の 5 つの部から構成される。

環境管理部：環境管理の調整・促進

生物多様性部：AFECO HDEFOR などと協力して、生物多様性の保全を図る。

生化学部

環境評価管理部(DECA)：環境影響評価の国家システム(SINEIA)の組織化、調整、管理と規制を担当

公害要因の調査及び抑制センター(CESCO)：環境教育、環境管理、科学的調査研究、公害発生源となるような機関・会社に対する環境会計などの活動を通して、公害などの環境インパクト抑制

SERNA の部署の中で、本件プロジェクトの実施に直接係わってくるのは、国家環境影響評価制度（SINERA）の調整機関である環境評価管理部(DECA)である。つまり、各プロジェクトの実施に際しては、DECA を窓口として、事業申請をして、環境ライセンスを取得することになる。DECA の主たる役割である、環境ライセンスのための手続き等は 10 章にて説明するのでここでは省略する。DECA が、環境影響評価調査の結果をどの程度分析出来る能力があるかについては分からないが、少なくとも実績は持っている。

3.2.2 公共事業運輸住宅省(SOPTRAVI) の実施体制・活動状況

SOPTRAVI は、人的開発への効率的で実際的な貢献と国家の競争力を改善する持続的プロセスを達成するために、公共事業、輸送、住宅分野の計画、調整、投資、品質管理などで、政府を代表する機関である。

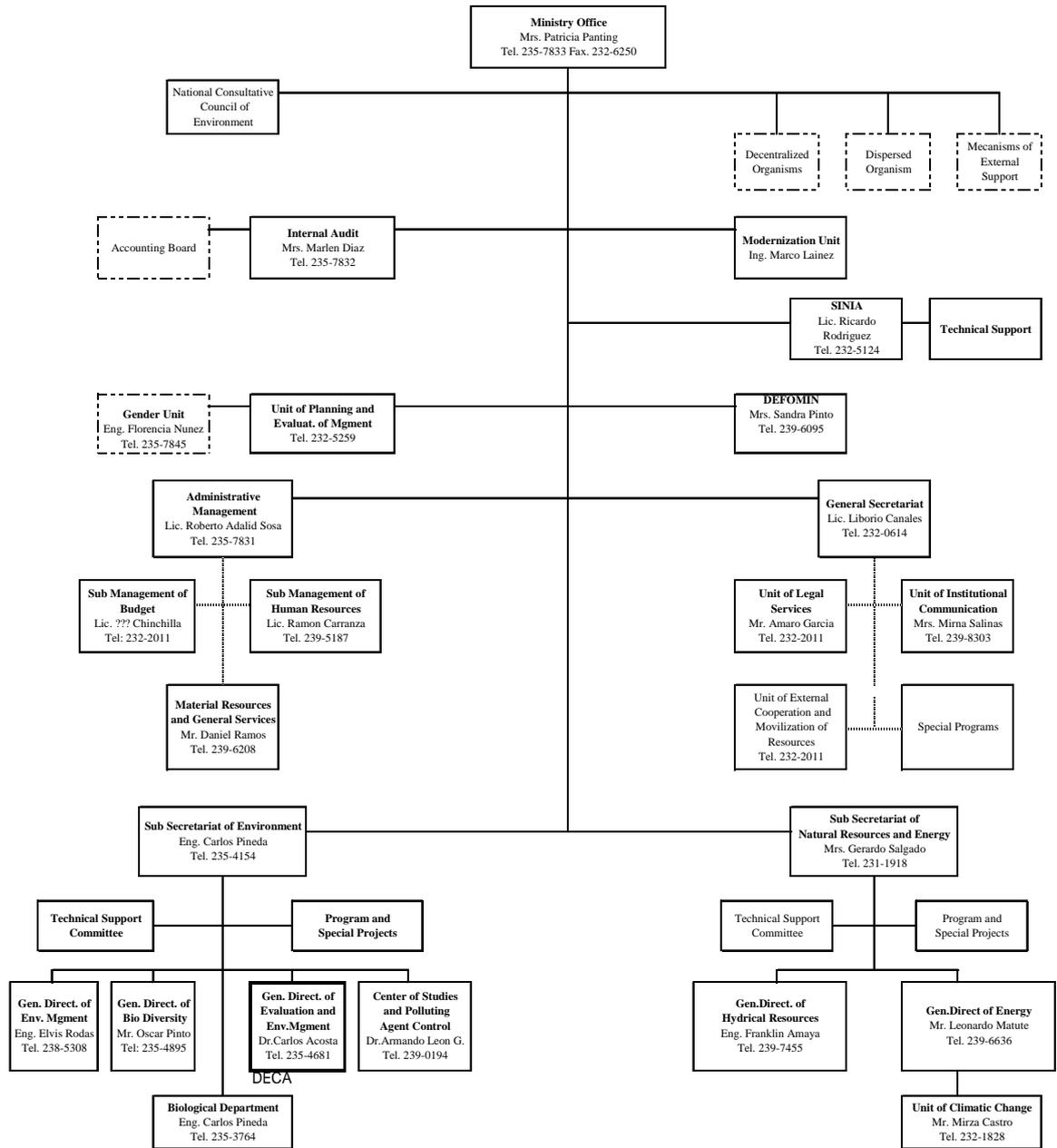


图 3-2 SERNA 組織圖

SOPTRAVI には、環境関連調査に実績のある環境ユニット（UGA）があり、EIA 調査の実施や環境ライセンスの取得の窓口として積極的な活動を行っている。調査実績が豊富で、情報・資料も整備されている。また住民移転に係わる調査や活動の実績も多い。しかし、SOPTRAVI は、SANAA が上下水道関係の実施機関であると同様に、主として道路や住宅関係のプロジェクトの実施機関として、実績が多いということであって、本件の場合は、取り付け道路などの関係で係わる可能性がある他は、特に直接の関わりは必要ないとする。

SOPTRAVI の詳細については、今回は調査していないが、組織図を図 3-3 SOPTRAVI 組織図に示しておく。

3.2.3 その他の関連機関

上記の機関の他に、本件事業の実施において関係する機関としては、まずホ国の開発援助要請の意向確認や調整窓口となっている次の 2 機関がある。

- 国際開発援助庁（SETCO）
- 大統領府

SANAA との M/M のサインは、SETCO 会議室で行い、大臣がウイットネスとして参加した。また、大統領府は、ホ国の政治経済の方向性に影響を与える中枢的な組織である。本件の我が国からの援助に関して、ホ国として必要度と優先度が高いと考えているとの感触を得ており、大統領府と協議することで、その確認が出来る。11 月に大統領選挙があり、その後大幅な組織変更が予測されるので、大統領府の意向の変化の把握については留意が必要となる。

また、調査活動の情報入手については、上記 3 機関の他に、必要に応じて、次のような機関に接する必要性も生じる可能性がある。しかし、これらについては、直接に訪問したりしなくても、SANAA に相談して必要性を確認したり、SANAA を通して情報・資料入手することが出来ると考える。少なくとも、予備調査期間には、これらの機関を訪問する必要はなかった。

- テグシガルバ市
- 調査対象流域内の自治体
- 電力公社（ENEE）
- 森林開発公社（AFE-COHDEFOR）
- 農業畜産省（SAG）

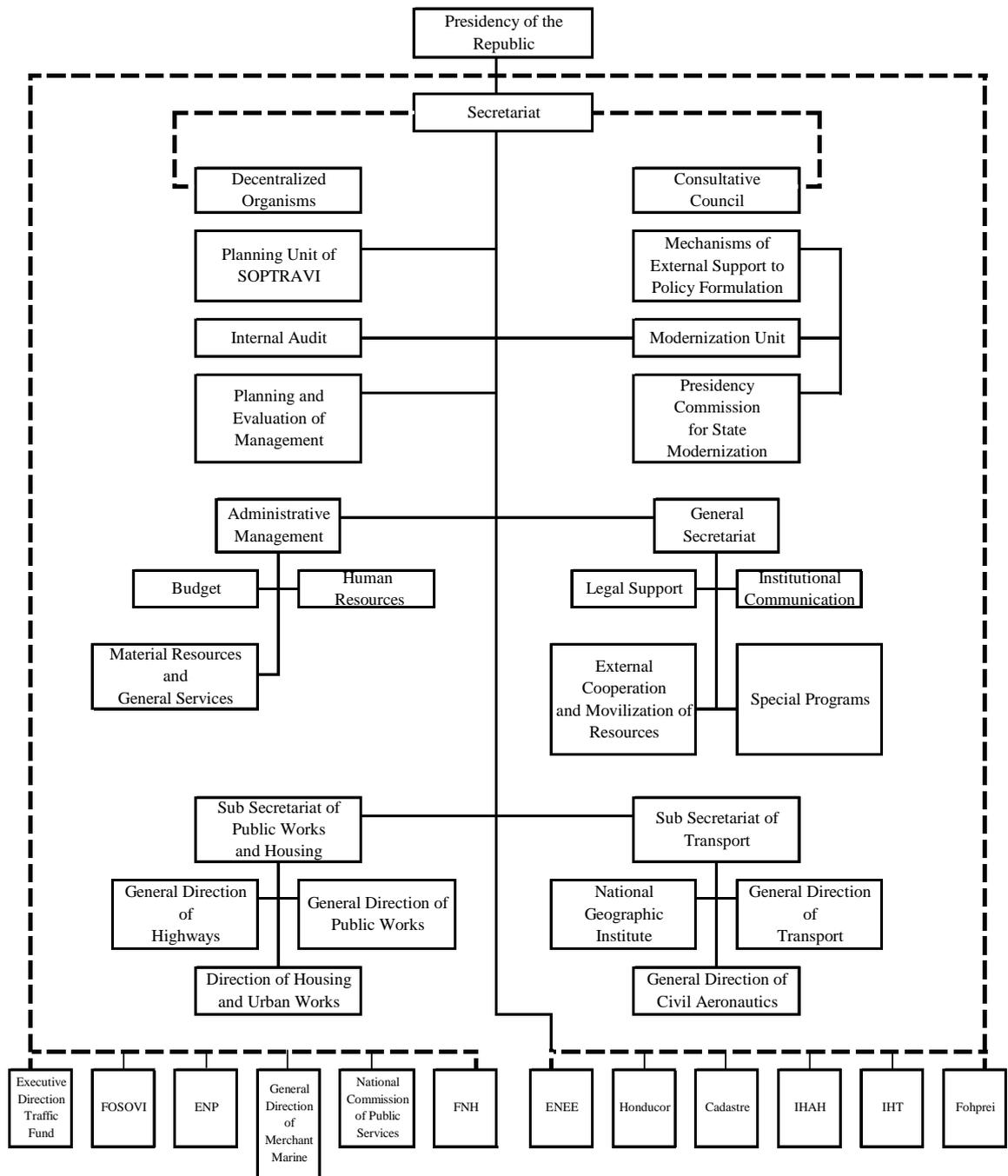


图 3-3 SOPTRAVI 組織图

4章 開発調査後の上水道整備事業とドナー国・機関の援助動向

4.1 上水道整備に係わる援助国・機関の動向

(1) 「ホ」国の水セクターへのドナー

ホ国において、上水道整備を含む水セクターへの援助国・機関は、定期的（月例）ドナー会議を開いている。但し、情報交換が主体であり、ドナー間の援助や活動の調整などは行っていない。JICA ホンジュラス事務所によると、会議のメンバーとしては16機関・国があるとのことで、下記のリストの通りである。但し、同じ国や機関から、複数の参加者が出ている場合もある。また日本大使館も参加している。

AECI	SNV	ACDI	BCIE
USAID	GTZ	OPS	EC
PNUD	JICA	Cuerpo de Paz	PAS/BM
UNICEF	COSUDE	USAIDE/SANAA	AECI / PRODEMHN

水セクターの主たるドナーの援助状況をまとめた資料（JICA ホンジュラス事務所から入手）の内容を次の表にまとめる。但し、全てのドナーに関する情報ではなく、スペイン、イタリア、フランス、ドイツなどは下記のリストには含まれていない。

機関名	主な分野区分、内容	援助開始年と当面の終了年	援助形態
UNICEF	水衛生、主として地方政府支援	1987年開始	技術支援及び財政支援（無償）
USAID	水衛生、灌漑、水質保全、流域管理、水環境管理、エコツーリズムなど	1980年開始 2009年終了予定	技術支援（無償）
UNDP	水資源の総合的調整（GIRH）	2003年開始 2007年終了予定	技術支援及び財政支援（無償）
Sweden Agency for International Cooperation	水衛生、水管理の地方分権化支援	1999年開始 2007年終了予定	技術支援及び財政支援（無償）
OPS/OMS-Honduras	水衛生、水質保全、水処理施設改善、環境ラボの認定（SANAA, CESCO など）、下水・排水の集水、処理、利用など、水関連観光、	1950年開始	緊急性のあるインフラ整備、法的な手段による開発の制度的強化、人的資源の開発
AGUASAN Honduras	水衛生、地方の能力強化、地方分権化支援、	1978年開始 2007年終了予定	インフラ、地方の能力強化のための管理モデルの制

	水資源の総合的調整、地下水調査と情報整備		度的強化（分野別政策支援）
Program for Water and Sanitation (PAS)	水衛生	2003 年開始 2006 終了予定	技術移転の制度的強化、公開討論支援、民間セクター分野への技術支援など
Embassy of Japan Japan International Cooperation Agency (JICA)	水衛生、給水整備、水とリスク、水の脆弱性、水資源などに関する国家計画や地方分権化に基づく参加型協力	1970 年開始、 終了年は、支援タイプや日本及びホ国のプログラムによって設定する。	インフラ整備、調査の制度的強化
Holland Service for Development Cooperation (SNV)	水衛生、水資源の総合的調整、地方分権化支援、参加型推進の支援、会計の公正化支援、環境サービスへの支払いに関する協議など。	2003 年開始	制度的強化

（２）上水道事業に係わる実施済み又は実施中のプロジェクト(主にドナー区分でのまとめ)

収集した関連資料及び SANAA から下記のような情報を入手した。実施時期・期間、現状など、一部の情報で不十分な点があるが、この約 5 年間で各種の工事が行われていることが分かった。

「開発調査」終了時点で実施中だったプロジェクト

JICA により実施された「テグシガルバ市水供給計画調査」が終了した 2001 年 1 月は、1998 年中南米に襲来したハリケーンミッチーの被害に対する復旧段階にあり、多くのプロジェクトが進行中であった。水源地域からの導水管路および市内の給水管網の整備を主体とする以下のプロジェクトであった。

- BID/1029 プロジェクト：米州開発銀行（以下 BID と称す）は再建設（導水路、配水路、ポンプ機場およびその他改修すべき施設）のために新しい資金を割り当てた。プロジェクトの規模：1000 万 US ドル(90%by IDB and 10%by local funds)
- 世銀プロジェクト：世界銀行は、主に導水管路と幹線配水路等の再建設作業に融資した。プロジェクトの規模：500 万 US ドル
- フランス政府によるプロジェクト：ピカチョ・サブシステムの San Juancito 導水管の拡張（延長 20km、口径 400mm から 600mm への交換、ダクタイル鋳鉄管。プロジェクトの規模：800 万 US ドル。
- 日本政府による無償資金協力プロジェクト：テグシガルバおよびコマヤグエラ首都圏における給配水システムの改修（配水池 8 基の新設、14 地区における管路の更新口径

100mm から 400mm : 管路延長 39.45km、路線管の更新 : 7 路線 200mm から 600mm : 管路延長 15.08km、3 次管路および給水接続管の復旧 : 3 次管 70.96km : 給水管接続 5560 ヶ所) および資機材調達 (給水メーター5700 個、ホ国側実施工事資材の調達 3 次配水管 83.12km : 給水管接続 8590 ヶ所、漏水制御調査用機材 1 式)。プロジェクトの規模 : 日本円 34 億。

- ヨーロッパ・コミュニティプロジェクト : 給水システムのリハビリと拡張、都市の北西に位置する貧しい地域への水供給インフラ整備。それは導水路の建設、ポンプアップラインと 1890m³、850m³の容量を有する 2 つのタンクを含んでいる。Project はまだ準備段階にある。実施予定期間 : 2001 - 2002。規模 : 270 万ユーロ。

SANAA がホ国の自主ファンドで実施したというプロジェクト

SANAA から次のような資料を得た。

プロジェクト名	目的	スコープ	事業費 (百万 レピラ)
ジニクアレ - コンセプション (Jinicuare-Concepcion) 転 流計画	雨期にコンセプション ダム貯水池に 3.5 百万 m ³ を導水して、貯水池 の乾期の水利用量を増 大させる。	ダム建設と導水管 設置	77.00
ミラフロレス浄水場改修及び 給水システムの改善 *	50 lts/s の増強	浄水場施設の再建 設と運転	14.80
テグシガルパの開発地区の住 民への給水改善 * *	貧困層を対象とした飲 料水給水、開発地区への 上水給水	a) 30 ヶ所の飲料水 配水センター (配水 管設置と公共給水 栓を含む)、 b) 一 ヶ所の給水所建設、 c) 給水車 1 台	17.00

* : スペイン政府支援のプロジェクトと同じであるが、SANAA としては自己資金で
実施した部分があるので、リストに含めてきたものとする。

* * : 具体的な場所など詳細については、確認されていない。

SANAA から入手した実施中プロジェクトリスト

テグシガルパの上水道事業に係わる実施中のプロジェクトとして、SANAA から入手した資料は 2
種類あり、はじめの資料では次の通りである。

プロジェクト名	目的	スコープ	事業費(百万 レピラ)	建設期間	資金源
ロスラウレス 浄水場及びダム 取水施設の改 修・設置(塩素吸 入タワー、フロー ティングタイプ 取水設備)*	取水及び浄水の 水質改善	事故防止のため の塩素シリ ンダーとガス の貯蔵のため の土木工事、 貯水池取水設 備改善工事	0.54	2 カ月間	スペイン政府
ACTIFLOC 技術に よる浄水場の改 修**	75 Lts/s の増強	浄水場の土木 工事、設備工 事、運転	17.22	1 年間	スペイン政府
地下水開発緊急 プロジェクト	380 Lts/s の開発	井戸開発によ る新たな水源 開発と既存給 水システムへ の送配水工事 (請負業者と の契約)	245.00	2 年間	BCIE

* : 工事は一部完了していない部分があるので、実施中とした。

** : どの浄水場なのか確認出来なかった。

また、上記とは別に、上水及び下水事業で建設中の代表的なプロジェクトについて、SANAA から提供されたプロジェクトの概要は次のようになっている。

プロジェクト名：テグシガルパの上水及び下水の建設及び改修プロジェクト (Project for Reconstruction and Improvement of Tegucigalpa Potable Water and Sewer System) (イタリア政府)

状況：ローン契約は、2000年にサインされているが、現在各コンポーネントでの建設が進められている。各々、建設に関しては、ほぼ完成しているか、完成まで数ヶ月という感じの状況である。但し、ホ側への引き渡しは、各種試運転・テストとオペレーターの訓練などを経てから行われる。一般的に1年間程度のものである。

場所：テグシガルパ及びコマヤゲラ

コンポーネント：

コンポーネント 1:

コンセプションダムの洪水吐自動ゲート(1.8 x 20 m) 4門の設計、設備供給、及び設置

事業費：国内資金：L. 19.37 million, 外国資金:1,186,800 euros

コンポーネント 2:

コンセプション浄水場 (Roberto Mairena Water Treatment Plant) の 300 Lts/s 増強のための設計、設備供給、及び建設・設置

事業費：外国資金 1,985,000 euros (ターンキー契約)

補足説明：コンセプション浄水場は、当初 1,500 Lts/s の能力で設計されたが、フェーズ1としては、1,200 Lts/s の施設能力で建設された。その後、人口増加に伴って、フェーズ2の建設が必要になり、300 Lts/s の新たな施設が増設されることになった。

コンポーネント 3:

100 Lts/s の下水処理場の設計、設備供給、及び建設 と 下水管路の建設

事業費：国内資金：L. 16,543,360, 外国資金：L. 197,921,830

補足説明：テグシガルパには、中心市街地区に下水管は設置されているが、老朽化している部分も多く、処理はされずに垂れ流しで河川に放流されている。

- 現在建設中の施設はフェーズ1であり、処理能力は、100 l/秒である。
- 融資額は、12 百万ユーロ (フェーズ1)
- フェーズ1の主要施設は、ほぼ完工している。2005年10月中旬から約1年間試運転とオペレーターの訓練をしてから、ホ側に引き渡す。
- フェーズ1の建設で、フェーズ2の主要施設も同時に建設済みなので、フェーズ2では、多少の追加工事のみで、追加の100 l/秒処理施設が出来る。つまり、処理場全体の土地整備の他、生化学反応タンクや最終沈殿池はフェーズ2までの施設が建設済みで、初期沈殿地など部分的な工事が残されているだけである。汚泥は、乾燥させた後で、遠方へ運んで投棄すること。

コンポーネント 4:

市内の Cholteca 川と San Jose 川流域に下水管を設置するための設計、資機材供給、及び建設

事業費：外国資金：800,000 euros (契約額)

プロジェクト名：テグシガルパ貧困地区上水及び下水整備プロジェクト (Project for aqueducts and sewer system in marginal (poor) districts of Tegucigalpa) (EU 融資)

場所：テグシガルパ及びコマヤゲラ

コンポーネント：

- 上水整備

- 下水整備（下水処理場含む）

事業費：国内資金：L. 15 百万， 外国資金： L. 26.7 百万 euros

(3) 上水道事業に係わる実施済み及び実施中のプロジェクト(主にシステム区分でのまとめ)

上記(2)では、主としてドナー別のプロジェクトをまとめたが、ここでは、「開発調査」後に建設された又は建設中の施設整備状況を、給水システムの区分毎にまとめる。次表のようになる。

開発調査終了後実施または完成した施設

システム名	施設の整備内容	融資先
ピカチョ・サブシステム	・San Juancito 導水管路復旧:20km	フランス
	・浄水場内マニホール(配水池への流入および配水管路の統合のための管路)の整備	BID
	・浄水場内配水タンクの建設: 1基(3,700m ³)	日本
ロスラウレレス・サブシステム	・浚渫船の導入	スペイン
	・フローティング取入口の設置	
	・WTPの改修(670ℓ/s→750ℓ/s)	BID
	・ユニット式 WTP の設置 (25ℓ/s×4ユニット=100ℓ/s)	スペイン
ミラフローレス・サブシステム	・導水管路内の堆積土砂の撤去、清掃	スペイン
	・ユニット式 WTP の設置 (25ℓ/s×2ユニット=50ℓ/s)	
	・サバクアンテ、外ウンブラ導水管路の部分復旧 250～350 mm : 1.7km. ・取付道路(取水施設)の整備	世銀
コンセプション・サブシステム	・浄水場の拡張(1200ℓ/s→1500ℓ/s)	イタリア
	・転倒ゲートの設置	イタリア
	・浄水場内配水タンクの建設: 1基(5,000 m ³)	日本
配水タンクの整備	配水池5ヶ所における配水タンクの建設 ・ エステキリン (6200 m ³) ・ セログランテ (1000 m ³) ・ 14 デマルソ (3000 m ³) ・ フィルトロス (32 m ³) ・ オリンポ II (2000 m ³)	日本
管路埋設	都市周辺地域に供給する配水タンクの建設 ・ ウジョア(1890 m ³) ・ ビンジャフランカ(850 m ³)	EU

	<ul style="list-style-type: none"> ・ 幹線送配水路の再配置と敷設換え (φ200~600) 15.08km ・ 14 コローニア地区内の管路の再配置 (φ100~400) 39.45km ・ 3次配管給水接続管復旧 管路埋設 70.96km 給水管接続 5,560ヶ所 ・ ホ側実施(材料供与) 埋設管路 83.12km 接続管材 8,590ヶ所 	日本
井戸建設	<ul style="list-style-type: none"> ・ グアセリケ川流域を含むテグシガルパ周辺の4地域での地下水開発 ・ 井戸による開発水量:380ℓ/s ・ 送水管 <p>(注:現在開発中で、グアセリケ川流域での井戸開発は完了している)</p>	BCIE

(4) テグシガルパの給水能力増強のための今後のプロジェクト

SANAA から提供された、テグシガルパの給水能力増強に関して今後予定されている(計画中)プロジェクトは次のようになっている。ドナーとの交渉中案件ともいえる。

プロジェクト名	目的	スコープ	事業費 (百万レ ビラ)	建設期 間	資金源
テグシガルパの地下水給水計画増強フェーズ1	95 Lts/s の地下水開発(増量)	現在開発中の 380 Lts/s に加えて、新たに 95 Lts/s を開発する。(契約は、380 Lts/s 開発中の 2 社、Energy Solutions S. A. 及び Hidrosoluciones S. A., に 現契約額の 25% で請け負わせる予定)	64.60	1 年	BCIE とネゴ中
テグシガルパの地下水給水計画増強フェーズ2	420 Lts/s の地下水開発	テグシガルパの(現在開発済み地域の)他の地域での新たな井戸開発	285.00	1 年	BCIE への申請のために、SEFIN からの承認を準備中
国家レベルの給水及び衛生に係わる調査、設計、リハビリ、	給水システム及びテグシガルパ市内のチ	- 給水配水システムの リハビリ - 下水システムのリハ	7.54	6 ヶ月	ホ国政府予算の予定で、資金源

及び建設	ヨルテカ川水質汚濁改善計画（排水・下水対策による）の調査	ビリの調査と詳細設計（11調査）			の交渉中
市街地給水管のマイクロメーターの設置	マイクロメーターの設置による水消費量の計量・把握	- 2～5社に対しての国際入札（35,000個のマイクロメーター供給と設置） - マイクロメーター設置に関する住民への設置協力キャンペーン	50.06	1年	BCIE 優先プロジェクトとしての書類（Priority letter）を受けている。
国家レベルの給水及び衛生に係わる拡張用管路と付帯設備設置、リハビリ、及び建設	給水システム及びテグシガルパ市内のチヨルテカ川水質汚濁改善計画（排水・下水対策による）の実施	サブコレクター建設のための計 19,608 m の管路設置	128.36	2年	BCIE 優先プロジェクトとしての書類（Priority letter）を受けている。
ロスラウレス - コンセプション転流計画	ロスラウレスダムに入ってくる雨期の余剰水（現在下流側へ放流されている）を（貯水容量で余裕のある年が多い）コンセプションダム貯水池へ揚水して貯水し乾期に有効利用する。	下記の施設の設計と建設： - ロスラウレス貯水池からコンセプション貯水池への導水路（ポンプ場を含む） - 上記導水路の途中からロスラウレスのタンクまでの導水路 - コンセプション浄水場から上記導水路の途中までの導水路 - ロスラウレスのタンクから配水管とエスチキリン及びレオ	161.50	2年間	BCIE 優先プロジェクトとしての申請のネゴ中

		ナ タンクへの送水管. - エスチキリンタンクからの配水管.			
テグシガルパの開発地区の住民への給水	貧困住民への飲料水供給 開発地区への給水栓を含む配水タンクと配水管の設置,	配水センターの設置と配水管建設による上水施設の運営管理システムの構築, コミュニティが組織する水管理委員会による適正運営、また次のような施設・設備が建設・供与される: a) 34ヶ所の公共用給水栓センターを設置 b) ブロック毎の給水ステーション建設 c) 4台の給水車購入 (16 and 19 m ³).	20.00	8ヶ月	ホ国政府予算の予定で、資金源の交渉中
計			717.06		

4.2 2030年を目標とした水源開発

SANAA では、2030年を目標とした水源開発計画を想定している。但し、具体的なマスタープランスタディを実施したわけではなく、具体的な水収支分析をしていないし、事業実施スケジュールも立てていない。将来の開発の候補を示した程度と理解した。計画に含まれているプロジェクトは、1980年代からこれまでの実施された各種調査計画で提案されたものが主体となっている。次のようなプロジェクトである。

ラグナエルペスカドダム プロジェクト

- ・ F/S 及び設計 (2004)
- ・ ダムタイプ: 表面遮水壁 アースダム (堤防?)
- ・ 貯水池面積: 34.68 Ha.
- ・ 最大流量: 176.71 m³/s (100年確率)
- ・ 貯水量: 1,500,000 m³

サンファンシト (トンネル 11) プロジェクト

- ・ Pre-F/S(2002)
- ・ 流量: 18 Lts/s
- ・ 導水管直径: 6"
- ・ ポンプ場: 30 HP

アギラダム プロジェクト

- ・ Pre-F/S(2003)
- ・ 流域: 33.04 km²
- ・ ダムタイプ: ロックフィル I
- ・ ダム高さ: 36 m
- ・ 貯水量: 1,900,000 m³
- ・ 平均流量: 0.3 m³/s

サバクアンテダム プロジェクト

- ・ 1982 年の Lahmeyer-Conash による F/S, 1989 年の BECOM による計画調査, 2001 年の JICA による M/P 調査
- ・ サバクアンテ川
- ・ タイプ: 重力コンクリート
- ・ ダム高さ: 76.5 m
- ・ 貯水量: 13,000,000 m³
- ・ ダムクレスト長: 300 m
- ・ 安定流量: 0.250 m³/s

サバクアンテ 小規模ダム プロジェクト

- ・ Pre-F/S(2003)
- ・ サバクアンテ川
- ・ タイプ: ロックフィル
- ・ ダム高さ: 45 m
- ・ 貯水量: 2,600,000 m³
- ・ ダムクレスト長: 150 m
- ・ 安定流量: 0.20 m³/s

リオ オホホナ ダム プロジェクト

- ・ Pre-F/S (2 0 0 2)
- ・ 詳細情報提供なし。

キエブラモンテス ダム プロジェクト

- ・ 1989 年の BECOM による計画調査、2001 年の JICA による M/P 調査
- ・ グアセリケ川
- ・ 流域: 125 km²

- ・ ダムタイプ: 中央遮水壁ロックフィル
- ・ ダム高さ: 66 m
- ・ ダムクレスト長: 959 m
- ・ 有効貯水量: 49,000,000 m³
- ・ 平均流量: 1.0 m³/s

リオ オンブレダム (7案) プロジェクト

- ・ 1989年のBECOMによる計画調査、2004年のSOGREAHによる調査
- ・ リオグランデ川
- ・ 流域: 342 km²
- ・ ダムタイプ: 中央遮水壁ロックフィル
- ・ ダム高さ: 85 m
- ・ ダムクレスト長: 615 m
- ・ 貯水量: 104,000,000 m³

サンフェルナンド ダム プロジェクト

- ・ 1987年の日本工営-CINSAによる計画調査(詳細設計済み)
- ・ 灌漑を主目的にした多目的ダム
- ・ テグシガルパ市の北2.5 km
- ・ 流域: 1,640 km²
- ・ ダムタイプ: フィルタイプ
- ・ ダム高さ: 95 m
- ・ ダムクレスト長: 615 m
- ・ 貯水量: 476,000,000 m³

SANAAによると、上記のうち、のラグナエルペスカドダム プロジェクトは、実施を中止したとのこと。1年前であったなら、グアセリケ II ダムが最優先でリストに入っていたと思われる。従って、上記のプロジェクトは、暫定的な参考計画案であると考え。

5章 給水現況

5.1 現在の給水状況

テグシガルパ市における 2005 年の水需要は、244,586m³/日 (2,831ℓ/s) である。これに対し浄水生産量は 160,576 m³/日 (1,859ℓ/s) と 84,010 m³/日が不足しておりこの不足量は需要量のおよそ 34.3%にあたり需要量の 3分の2の供給がなされているにすぎない。

テグシガルパ首都圏は 507 のコロニア (地区) により構成され、昨年 2004 年の給水実績によると、雨期においても、全コロニアのわずか 11%にあたる 58 コロニアにおいて 24 時間給水が行われているにすぎず、残りの 449 のコロニアで給水制限が行われている。そして全コロニアの 52%は 1 日当たりわずか 8 時間以下の給水しか行われていない。乾期の給水事情は更に悪く、1～5 月には全コロニアの 93.5%が 1 日 8 時間以下の給水しか受けていない。また、11～12 月においてもおよそ 90%のコロニアが給水時間 8 時間以下となっており、極めて厳しい状況にある (次表参照)。

2004 年における給水時間

給水時間	1～5月		6～10月		11～12月	
	コロニア数	給水時間 ×コロニア数	コロニア数	給水時間 ×コロニア数	コロニア数	給水時間 ×コロニア数
24	1 (0.2%)	24	58 (11.4%)	1392	—	—
23	—	—	—	—	—	—
22	—	—	—	—	—	—
21	—	—	—	—	—	—
20	—	—	8 (1.6%)	160	—	—
19	—	—	1 (0.2%)	19	—	—
18	—	—	—	—	—	—
17	—	—	—	—	—	—
16	5 (1.0%)	80	26 (5.1%)	416	—	—
15	—	—	42 (8.3%)	630	—	—
14	8 (1.6%)	112	20 (3.9%)	280	—	—
13	—	—	10 (2.0%)	130	—	—
12	8 (1.6%)	96	42 (8.3%)	504	42 (8.3%)	504
11	—	—	9 (1.8%)	99	—	—
10	11 (2.2%)	110	10 (2.0%)	100	8 (1.6%)	80
9	—	—	16 (3.2%)	144	7 (1.4%)	63
8	155 (30.6%)	1240	105 (20.7%)	840	69 (13.6%)	552
7	118 (23.3%)	826	24 (4.7%)	168	89 (17.6%)	623
6	35 (6.9%)	210	35 (6.9%)	210	96 (18.9%)	576
5	9 (1.8%)	45	4 (0.8%)	20	49 (9.7%)	245
4	44 (8.7%)	176	36 (7.1%)	144	50 (9.9%)	200
3	41 (8.1%)	123	36 (7.1%)	108	42 (8.3%)	126
2	63 (12.4%)	126	24 (4.7%)	48	52 (10.3%)	104
1	9 (1.8%)	9	1 (0.2%)	1	3 (0.6%)	3
Total	507 (100%)	3177	507 (100%)	5413	507 (100%)	3076
	給水時間率	26.1%	給水時間率	44.5%	給水時間率	25.3%

このため、多くの家庭は屋根に貯水タンクを設置したり容器を準備して水を蓄えたりして生活用水の確保に努力している。

この給水制限時間は、前述した用水の不足量（34.3%）と比較してかなり大きい。これは、都市拡大に伴い配水管網が増設されてきており、通水能力が不足している配水管が多く存在し、これにより給水制限を余儀なくされている面もあるものと思われる。

5.2 既存給水システムの概要

現在の水道システムは、4つのサブシステム（ピカチョ、ロスラウレレス、ミラフローレスおよびコンセプション）から構成されている。ロスラウレレス・サブシステムとコンセプション・サブシステムは、グアセリケ（Guacerique）川およびグランデ（Grande）川にそれぞれ建設されたダム貯水池から取水するシステムで、ピカチョ・サブシステムおよびミラフローレス・サブシステムはいくつかの表流水からの取水である。各システムの取水能力は乾期と雨季で大きく異なり、貯水能力を持っていないピカチョとミラフローレスではその差が大きい。

各サブシステムは浄水場を有し、配水システムはテグシガルパの地形を反映してかなり複雑である。全配水システムにはおよそ36ヶ所に配水池があり、それぞれの配水池は、独自の配水地域を有している。浄水場から配水池へは、基本的には重力式によって配水出来るシステムとなっている。ピカチョ浄水場は、4つの浄水場の中で最も標高の高い地点に水処理施設があり、標高の高い配水地域をカバーすることが出来る。他方、ロスラウレレス浄水場は最も標高が低い地点にあり、主として標高の低い地域をカバーしている。コンセプション浄水場は前記2つの浄水場の中間標高に位置し、最も大きな供給能力を有し、その水は、最も大きな区域をカバーしている。ミラフローレス・サブシステムは従来よりコンセプション・サブシステムの配水基地として運転しているが、独自の水源を有している。

ピカチョ浄水場からの水量は季節変動が大きく、用水が不足する乾期には、コンセプション浄水場とロスラウレレス浄水場からピカチョ浄水場が受け持つ配水池へポンプアップ出来るよう計画されている。

さらに用水がパイプラインによって供給されず、タンクローリーで供給する地域も存在する。またパイプラインにより給水される地域でも、水不足が深刻なときには、補助的にタンクローリーによって供給される地域もある。

5.3 導水施設と浄水施設

（1） 全体概要

SANAAによって使用されている水源（表流水）は、現在4つのシステムが存在し、2000年に実施された開発調査においても、これら4システムの水源の評価が行われている。開発調査が行われた2000年当時、1998年に「ホ」国を襲ったハリケーンミッチにより大きな被害を受けた給水・

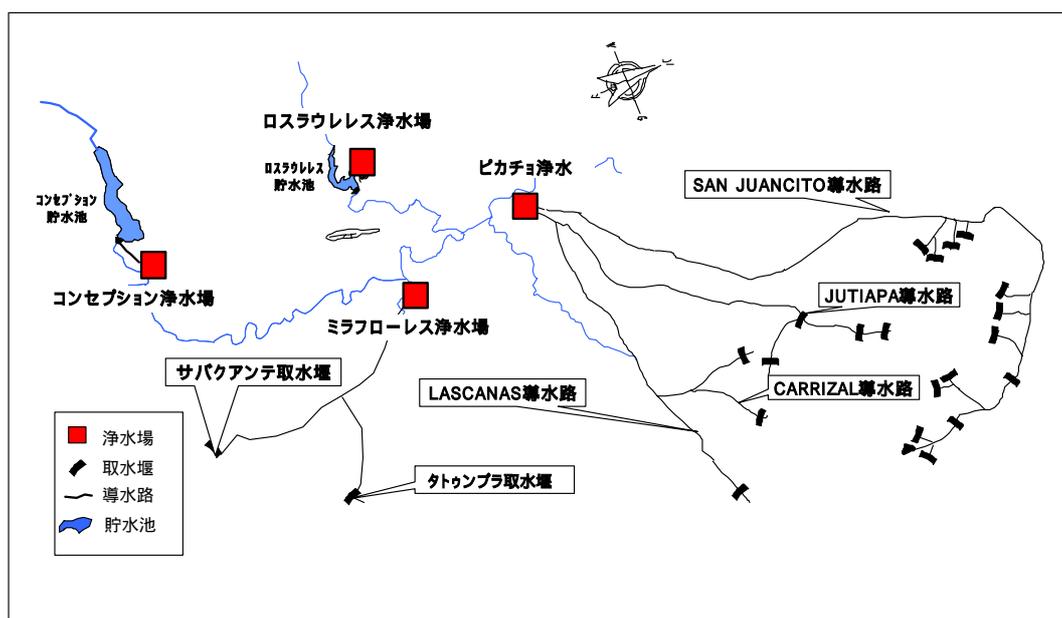
水源施設の修復が行われていた。水源施設ではピカチヨ導水路（サン・ファンシート導水路）およびミラフローレスの導水路が復旧中のため、全システムの有する全開発量は、日平均 1740ℓ/s であった。現在はハリケーンにより被害を受けた施設はほぼ修復され、ハリケーン前の状態に戻っているが、水源からの送水量は特に変わらず、依然として深刻な水不足状態である。

テグシガルパ首都圏の4つの給水源は次表および次図に示すとおりである。

テグシガルパ首都圏の給水源

サブシステム名	水源	開発調査時 (2000年) の取水量 (ℓ/s)	水源施設のタイプ
ピカチヨ	ティグラ山系の溪流	200	取水堰
ロスラウレス	グアセリケ川	540	ダム
コンセプション	グランデ川	1000	ダム
ミラフローレス	サバクアンテ川、 タトゥンブラ川	0	取水堰
合計		1,740	

Source: 2000年マスタープラン



テグシガルパ首都圏の給水源

(2) ピカチヨ給水システム

a. 導水施設

ピカチヨ・サブシステムは貯水能力を持たない。いくつかの溪流に建設された小さな堰から水を取り、4つのメイン導水路(San Juancito、Jutiapa、Jucuares、Carrizal)を通してピカチヨ浄水場に水供給している。これらの水源はテグシガルパ市の北に位置する国立公園ティグラ山系に源を発し、4つのサブシステムの中で水質は最も良い。

ピカチヨ浄水場への導水路のうち最も大きな供給量を有するSan Junacitoは、開発調査時ハリケーンミッチによって導水路が破壊され修復中であったが、今回の調査では既に導水路の修復は終了し、従来どおり4つの導水路より用水が供給されている。

水源流量は、200～1407ℓ/sと季節変動が大きく、また、導水管から途中の村々に分水しているため、浄水場に到達する水量は一定でない。乾期には、水源水量が雨期の20%以下となるため、乾期の水不足が深刻化している。下表に近年(何年かは不明)の乾期及び雨期の平均取水量を示す。

ピカチヨ導水路の取水量 (2004年)

単位:ℓ/s

導水路名	導水管路口径	乾期	雨期
サ・フアンシト導水路	400－600mm	95	650
ファイバ導水路	250－350mm	0	120
フアレス導水路	300－400mm	25	200
カリサル導水路	100－400mm	80	500
合計		200	1470

注：SANAAからの情報であるが、数字に疑問もあり再確認必要。

b. 浄水施設

ピカチヨ浄水場は4つの浄水場の中で最も古く1920年代に建設された。導水路からの水は標高およそ1300mのピカチヨの高台に建設された配水池に集められ、無処理のままテグシガルパ市街地に配水していたが、BIDの財政支援のもと、1997年に沈殿ろ過機能を持った施設として全面的に改修された。浄水場の計画処理能力は900 ℓ/sで、エアレーション、薬品混和、フロック形成、沈殿、ろ過、塩素滅菌のプロセスからなる。1997年に整備された浄水場での処理能力は900 ℓ/sであったが、取水量は平均350 ℓ/s(注)と処理能力に対し半分にも満たなかった。その後導水管の改修により通水能力が改善され、2003年に 652 ℓ/s、 2004年 717 ℓ/sと取水量も増加している。

(3) ロスラウレレス給水システム

a. 導水施設

ロスラウレレス・ダムは、フランスの支援のもと1974－1976年に水道用ダムとして建設された。水源はチョルテカ河の支流グアセリケ川であり、ロスラウレレス貯水池より取水している。取水口は従来貯水池の低部であったため、水質の悪化および導水路への土砂流入等の問題が発生していた。この状態を改善するために、SANAAは2002年2月に取水方式をフローティングタイプに変更した。貯水池表面からの取水に変わったため、その後は水質が改善されている。

ロスラウレレス浄水場への導水路は口径1000mmのダクタイル鋳鉄管である。貯水池の最高水位(HWL)が1033mであるのに対し、浄水場エアレーターの吐出し口の標高が1029.5mと標高差が少ないため、乾期の導水にはブースターポンプが使用されている。ブースターポンプは口径600mm、25HP、

吐出し量 $26.4 \text{ m}^3/\text{min}$ ($440\ell/\text{s}$) が 3 台設置され、通常は 2 台 (1 台は予備) のポンプで浄水場へ送水している。ブースターポンプの運転時における導水能力は $880\ell/\text{s}$ である。

ロスラウレス貯水池は土砂の流入が激しく、開発水量は年々減少する傾向にある。開発可能量は開発調査において $540\ell/\text{s}$ と推計されているが、堆積土砂により年間 $406 \text{ m}^3/\text{日}$ ($4.7\ell/\text{s}$) 貯水池での生産量が減少すると見積もられている。したがって、2005年現在のロスラウレス・サブシステムで生産される水量は $516.5\ell/\text{s}$ ($540\ell/\text{s} - 4.7 \times 5\text{年}$) と推定される。

b. 浄水施設

ロスラウレス浄水場はロスラウレス・ダム貯水池の下流約800mに位置している。施設の標高は1,015mと既存浄水場の中で最も低い。

ロスラウレス浄水場の 1 日あたりの処理能力は $670\ell/\text{s}$ であるが、2000年末BIDの融資により浄水場の改良が行われ、処理能力は現在まではまだ $710 \text{ l}/\text{s}$ 程度までしか実績がないが、SANAAの説明では $750\ell/\text{s}$ までアップしている。また、スペインの融資により新たに $25\ell/\text{s}$ の浄水能力を有するユニット式浄水施設が 4 基据付けられ、これが完成すれば、更に $100\ell/\text{s}$ の原水処理が可能となり合計 $850\ell/\text{s}$ の処理能力を有することとなる。

SANAAは、この新規ユニット式浄水プラントは雨期の豊富な水を処理するためのものと位置づけている。

(4) コンセプション給水システム

a. 導水施設

コンセプション・サブシステムは、1991年イタリア政府の資金融資により完成したものである。貯水容量は 3300 万 m^3 を有し年平均開発量はおおよそ $1000 \ell/\text{s}$ であるが、施設の導水能力は $1500 \ell/\text{s}$ 、浄水能力は、 $1200 \ell/\text{s}$ である。ダムの流入水は毎年変動するので、それに伴って貯水池の水位と導水量も変動している。渇水年には、雨期のはじめに満水にならない。このため、水資源の有効利用により厳しい水不足を少しでも緩和させる目的で、ダムの洪水吐に幅20m、高さ1.8mの転倒ゲート 4 門を設置する工事がイタリア政府の融資により進められている。これが完成すると、満水時の貯水量が 300 万 m^3 増加し平均 $100\ell/\text{s}$ の開発量増が可能となる。また、南側に隣接する河川からの転流工 (パイプ) も完成している。

b. 浄水施設

コンセプション浄水場はテグシガルパ市の南西部に位置するコンセプションダムの下流約1.8kmに位置し、標高1,099mの高さに建設されている。施設の処理能力は、既存プラント中で最も大きい。

浄水能力は $1200\ell/\text{s}$ であり、過去10年間の平均処理量 ($967\ell/\text{s}$) は比較的安定しており、雨期 (6～11月) と乾期 (12～5月) の差も他の浄水場に比べて少ない。コンセプションダム洪水吐への転倒ゲート設置と同じプロジェクトの一つのコンポーネントとして、現在浄水場の拡張 ($300\ell/\text{s}$)

も実施されている。

(5) ミラフローレス給水システム

a. 導水施設

ミラフローレス・サブシステムも、ピカチョ・サブシステムと同様に、貯水能力を有さない堰から取水しているシステムである。取水堰はサバクアンテ川及びタトゥンプラ川に設置され、ミラフローレス浄水場へ管路により導水されている。この導水路はハリケーンミッチにより破損し、開発調査時は復旧中であったため、その間はコンセプション浄水場から受水し配水池として利用されていた。現在も取水量は少ないが、導水路の修復も完了し、サブシステムとして機能している。

b. 浄水施設

ミラフローレス浄水場は、コロニア・ミラフローレス内にあり、標高1,024mである。開発調査時の浄水場の処理能力は250/sであったが、2003年7月スペインの融資によりユニット式浄水プラント2基（1基の処理能力250/s）が設置され、ミラフローレス浄水場の現在の処理能力は750/s（注：701/sという説明もあり）に増強されている。但し、施設改修後の実際の浄水生産量は日平均430/s程度であり、水源からの供給不足の影響が出ている。

5.4 送水施設

(1) 概要

送水システムは浄水場から配水池までの送水路からなり、送水系統は、主要水源別にピカチョ、ロスラウレスおよびコンセプションの3つの系統に分かれ、地区内36ヶ所の配水池に送水している。送水は重力式により送水することを原則としているが、複雑な地形条件のため重力式送水が困難な部分もあり、地区内22ヶ所に加圧ポンプを設置し送水している。

(2) 送水施設

ピカチョ浄水場は、殆どの地域へ重力式で送水可能である。水源からの水質も良好であるが、水源量が少なく、特に乾期は雨期の半分以下となり配水区域は市の北側に限定されている。

ロスラウレス浄水場は、1015mと標高の低い位置にあり、当初市中心部の配水低区ならびに市西部に立地する住宅地に送配水していた。近年市郊外の高台に大規模住宅団地が建設され、郊外地区で急速に水需要が増加したため、フィルロス、ファナライネス配水池を除き市中心部の送水を取りやめている。かわりにセロ・グランデ、セントロアメリカ、オリンポ等の市東側に位置する配水池を中心に送水するようになった。これらの地区に対しては、ロスラウレス浄水場からの送水路の途中にポンプ場を設け、数段にわたってポンプ圧送している。もし、ピカチョ浄水場の生産量に十分な余裕があれば、セログランデを通して、これらの配水区に自然流下で送水が可能となり、大きな電力費の節減につながる。

コンセプション浄水場は標高約1100mの高台に建設されているため、市の大半の地域は、自然流

下で送水が可能である。同浄水場からの送水管は北部の高台および西部の一部を除く市内の主要配水池に接続されて送水しており、安定した送配水システムが構築されている。市内の55%の配水量は、このコンセプション系統に依存している。

上記については、下図に概要を示す。



既存給水システム

5.5 配水施設

(1) 全体概要

配水システムは配水池と配水管網からなり、配水ブロックを形成している。テグシガルパ市の配

水ブロックは、19地区に分割され、配水池はこれら各配水ブロック内の独立した丘や標高の高い場所に設けられ、配水管網によって上水道利用者に送水されている。配水管は1次配水管、2次配水管が主であり、各戸への引き込みは3次配管から接続されるのが基本であるが、2次配管から直接分岐されている場合が多い。

(2) 配水池

配水池は市内36ヶ所に建設されているが、水の需要量増に伴い配水池の増設が行われ、配水タンクの数も53基にのぼる。配水池の総容量は現在88,453 m³で、2005年需要水量（管路配水量）242,987 m³/日の36.4%に相当し、SANAA基準値の35%をほぼ満足している。各配水池の管理は運転管理部配水課が実施している。同課の主な業務は配水量のコントロールと施設の維持管理である。配水池の構造は統一されておらず、付属機器も様々である。流量計、流量制御弁が設置されているのは比較的近年に建設もしくは拡張された配水池で、多くは流入管、流出管、オーバーフロー管だけの単純な配管となっている。

浄水場の立地条件から考えて最もエネルギー効率の良い配水形態は、市内を標高別に分け、高区をピカチョ浄水場、中区をコンセプト浄水場、低区をラウレス浄水場が分担するのが好ましい。しかし、現在のところ、水量不足、施設能力不足、送水管ルートの不備等の理由で、必ずしもこのようなシステムにはなっていない。

(3) 配水管網

配水池を起点に各配水地域に配水管網が延びており、首都圏内の総延長は約1,800kmにも及ぶ。布設年度が古いため老朽化している管が多く、漏水量の多さが問題となっている。漏水は量的損失であるばかりか、高い浄水費用をかけているため経済的損失も大きく、SANNAでは緊急に市内配管の整備を行い、漏水の抑制を図りたいとしている。また、テグシガルパ市域内では、渇水期の水源量不足、都市拡大にマッチしない配水管網の増設、および漏水等無効水量の影響により給水制限が市のいたるところで行われており、計画通りの給水が出来ない状況にある。

(4) 給水施設

給水施設とは配水管から分岐した後の給水契約者への接続分岐管以降の施設を言い、接続管、バルブ、水道メータ等の給水装置と家屋内の給水設備等である。各戸接続管の口径はほとんどがφ13mmであるが、それ以上に増径された管路が大口径需要者及び公共施設用に使用されている。新規開発地域ではφ50mmのPVC管を利用した3次管から給水管を分岐しているが、多くの地区では2次配水管から直接分岐しているのが現状である。給水配管の布設位置については、宅地の敷地内横断、雨水側溝下部の並列配管、雨水側溝内等の露出配管、雨水入孔内貫通配管、道路内のジグザグ配管等で劣悪な埋設状況下にある。

(5) 漏水状況

テグシガルパの現在の給水システムには大きい漏水問題がある。SANAA 漏水管理部からの聞き込み調査によると開発調査時の漏水率は、40%とのことであった。従来 SANAA は漏水のためのパトロールと市民からの情報によって漏水箇所を見つけ修理を行ってきており、1998 年と 1999 年の修理ヶ所は、5000－6000 ヶ所におよぶ。

1999 年 SANAA が作成した漏水修理記録によると、漏水の 70%が PVC パイプで 21%が鋼管で発生している。しかし埋設されている管路の 90%以上が PVC であり、一概に管路の種類が漏水発生に影響を与えているとは限らない。記録によると、漏水はφ100mm 未満の口径を有する管路で 90%以上が発生している。

市内管路の改修はハリケーン・ミッチによる被害修復のため、多くの国際援助機関により実施されてきたが、最も大規模な管路改修事業は日本の無償資金協力により実施された「テグシガルパ市上水道復旧整備計画」である。このプロジェクトにおいて市内送配水管路 208.6km の改修が行われ、2003 年 3 月に完成している。この改修内容は老朽化の激しい管路、特に漏水の激しいアスベスト管 36km の布設換え、最も漏水の大きい 3 次管路 (154km) の布設換えおよび量水計の取り付け (11,260 ヶ所) 等が実施され、漏水量は大きく減少したといわれている。

本調査において、調査団が SANAA 側に要求した、2000 年以降の漏水問題に対する活動および改善状況に係る質問票の回答では、2000 年のテグシガルパ市首都圏全ての漏水率は 40%であった。その後「テグシガルパ市上水道復旧整備計画」において市内管路 208km が改修され、およそ 10%漏水率が改善され、更に、同プロジェクトにおいて調達された漏水防止用機材を用いることにより、漏水管理部の作業効率が向上し 2005 年現在漏水率は 6%減少し、現在テグシガルパ首都圏の漏水率は 24% (40%－16%) と見積もっている。

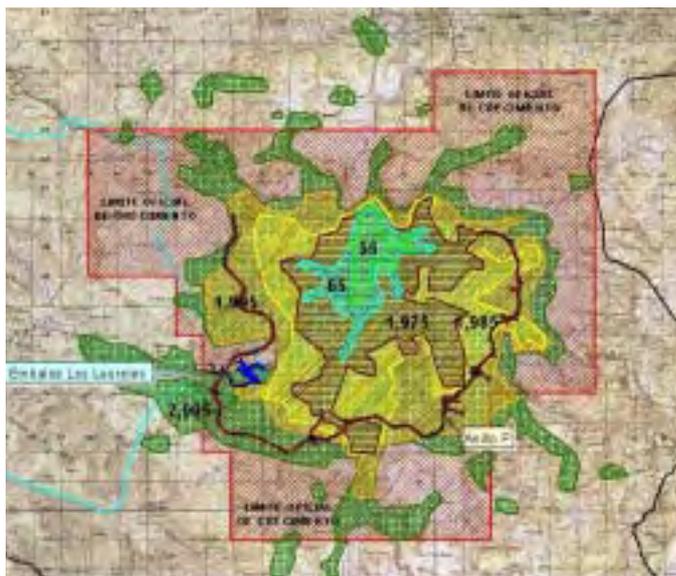
しかしながら、首都圏の送配水管延長は 1800km におよび 208.6km (全管路延長の 11.5%) の改修で 10%漏水率が改善され、更に、僅か 3 年間 (漏水機材引渡し後) で漏水率が 6%減少したとの報告は過大評価している可能性がある。一方、2000 年に実施した開発調査では、2000 年の漏水率を 30%と仮定し、マスタープランの目標年次 2015 年までに一定割合で漏水率が減少して、25%になると想定している。

6章 水需要予測と水生産量

6.1 水需要予測

6.1.1 給水地域

テグシガルパ市首都圏の居住面積は過去驚異的な拡大を示し、1995年 7595ha の面積が 10年後の 2005年には 66%増加し 12,588ha に達している（下図参照）。この首都圏拡大は、複雑な地形状況に加え、水源不足により給水事情を更に深刻化している。



年	面積(ha)
1955	289
1965	744
1975	2,878
1985	4,950
1995	7,595
2005	12,588

テグシガルパ市首都圏の拡大状況図

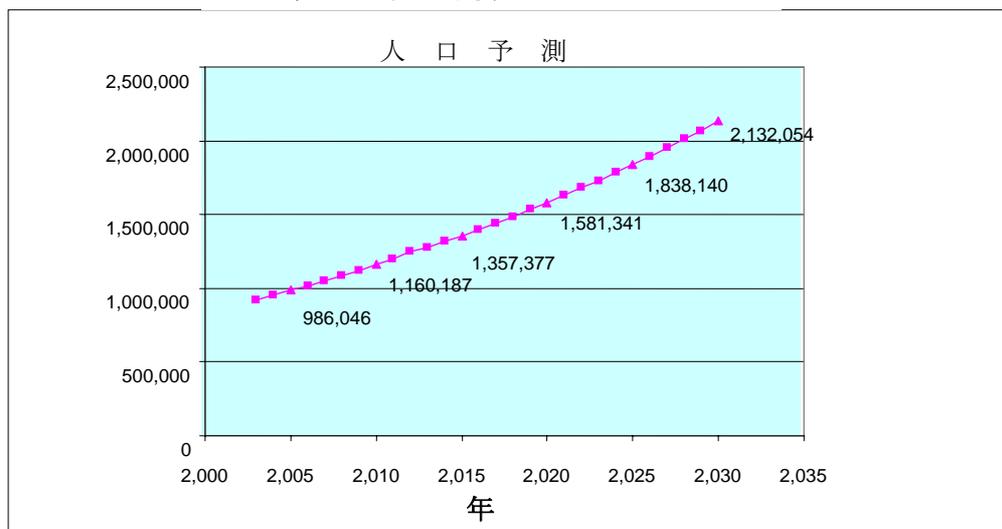
6.1.2 給水人口

SANAA は 2005 年現在の給水人口を 986,046 人と推定している。一方 2000 年に日本政府により実施された開発調査において 2005 年の首都圏給水人口を 1,080,466 人と推定しており、今回 SANAA から提示された首都圏給水人口とおおよそ 94,000 人の開きがある。2000 年に実施した開発調査においては、1974 および 1988 年に実施された人口センサスをもとに人口予測を行ったものである。しかしながら開発調査終了の翌年 2001 年に人口センサスが実施されており、2005 年に SANAA が提示した給水人口は、2001 年の人口センサスが反映されている。従って今回の調査においては、水需要予測は 2005 年の SANAA の予測人口を使用することとする。次の表及び図に示すとおりである。

開発調査時と 2005 年の SANAA 予測人口の比較

予測機関	2005	2010	2015
2005 年 SANAA の予測	986,046	1,160,184	1,357,377
開発調査による人口予測	1,080,466	1,228,645	1,376,822
人口予測の差	-94,420	-68,461	-19,445

2030年までの人口予測



出典：SANAA 2005年

上記予測人口を基に、開発調査にて策定されたマスタープランで設定した各項目別人口比率を用いて階層別人口等を算定した。算定結果を下表に示す。(社会階層区分については、6.1.3を参照)

マスタープラン目標年次までの階層別人口

単位：人

年	Sクラス	Aクラス	Mクラス	Cクラス	Bクラス	Pクラス	Tクラス	小計	タンクローリー 給水	井戸に よる給水	合計
2005	12,025	24,747	82,390	17,065	61,659	189,747	571,872	959,505	15,073	11,469	986,046
2006	12,449	25,621	85,300	17,668	63,837	196,449	592,071	993,395	15,605	11,874	1,020,874
2007	12,874	26,495	88,210	18,271	66,015	203,151	612,269	1,027,285	16,137	12,279	1,055,701
2008	13,299	27,369	91,120	18,873	68,193	209,853	632,468	1,061,175	16,670	12,684	1,090,529
2009	13,723	28,243	94,030	19,476	70,370	216,555	652,667	1,095,065	17,202	13,089	1,125,356
2010	14,148	29,117	96,941	20,079	72,548	223,257	672,866	1,128,955	17,734	13,494	1,160,184
2011	14,629	30,107	100,236	20,761	75,014	230,846	695,739	1,167,332	18,337	13,953	1,199,623
2012	15,110	31,097	103,531	21,444	77,481	238,435	718,612	1,205,709	18,940	14,412	1,239,061
2013	15,591	32,086	106,827	22,126	79,947	246,025	741,485	1,244,086	19,543	14,870	1,278,500
2014	16,072	33,076	110,122	22,809	82,413	253,614	764,358	1,282,463	20,146	15,329	1,317,938
2015	16,553	34,066	113,417	23,491	84,879	261,203	787,231	1,320,841	20,749	15,788	1,357,377

6.1.3 水需要予測

(1) 必要用水量算定に対する基本条件

a. 給水原単位

給水原単位は、開発調査でも採用した SANAA が設定している次表の基準を使用することとする。

SANAA が設定している給水原単位

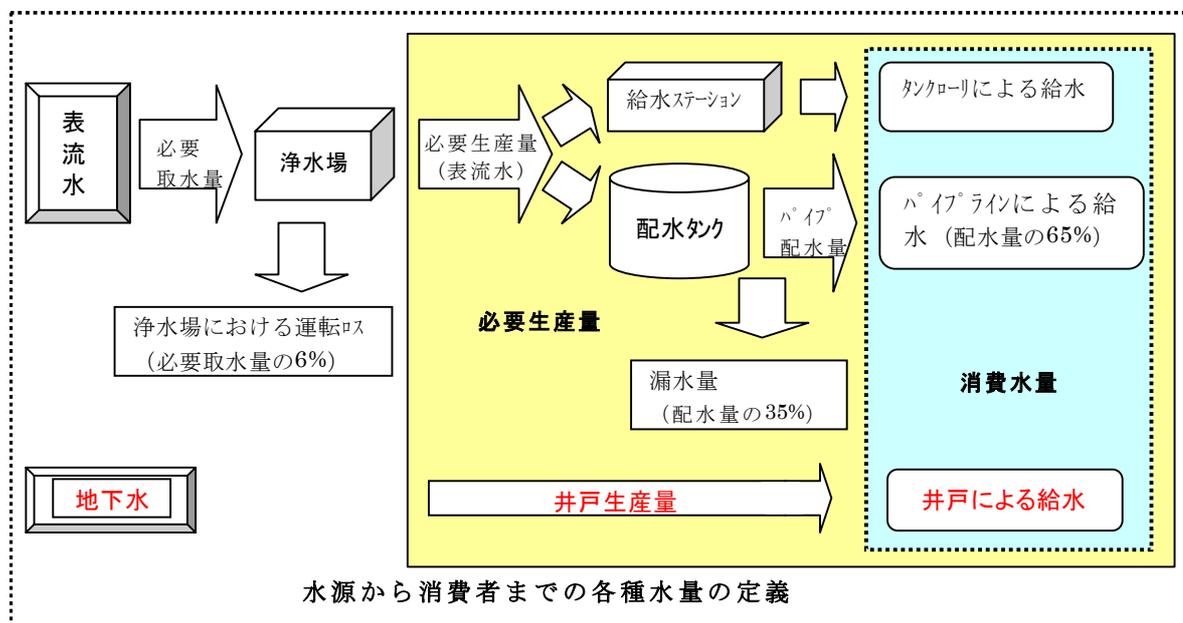
社会階層			給水原単位 ℓ/人/日
S:	超高級居住区	Superior	300
A:	高級居住区	Hight	230
M:	中級居住区	Middle	180
C:	商業地区	Central Area	150
B:	低所得層居住区	Low	150
P:	計画開発地区	Programd Uebemization	150
T:	貧困層居住区	Developing Community	100
W:	井戸給水地区		100
L:	タンクローリー給水地区		30

b. 漏水率および浄水場における運転ロス

水源から取水された用水（表流水）は、処理場を経て配水タンクまたは給水ステーションより各消費者に給水される。この供給過程において、開発調査では、浄水場での運転ロスを6%見込み、配水タンクから先のパイプラインによる配水ロス（漏水率）を30～25%（2000年の漏水率を30%と設定し目標年次である2015年まで一定比率で漏水率が25%に改善される）と設定している。地下水については、井戸により生産された用水を直接消費者に給水しており、漏水率および浄水場における運転ロスとの関係はない。

しかしながら、本調査において SANAA より入手した水需要予測によると 2004 年の日平均水需要量は 243,996m³であり、開発調査で設定された漏水率により推定した需要量 20 万 m³/日とはおよそ 20%以上の差が生じている。更にタンクローリーによる給水も、「開発調査」では 2005 年に 150 台の給水車が稼動する計画であったが、現在 SANAA が実際に保有している給水車は 18 台のみである。従って本予備調査において水需要予測の基本条件の見直しを行った。検討の結果 2005 年のタンクローリーによる給水を 450m³/日とし漏水率を 35%とするとほぼ SANAA が予測している予測曲線に近い結果が得られた。

上記を図で説明すると次のようになる。



以上より、水需要予測は次表の基本条件に従って行うものとする。

必要生産量算定にあたっての基本条件

a. 人口	本調査(2005年)に SANAA から提示された予測人口
b. 漏水率	漏水率を 35%と設定し目標年次である 2015 年まで一定とする。
c. タンクローリによる給水	2005 の給水量を 450m ³ /d(18 台 × 10m ³ × 2.5 回)
d. 浄水場での生産ロス	開発調査で使用している 6%
e. 日最大係数	日最大係数は開発調査で採用している 1.2 を使用する。
f. 給水原単位	SANAA の基準(開発調査でも SANAA の基準を使用している)

また、各用水量は以下の式により求められる。

必要開発量 = 必要取水量 (表流水) + 井戸生産量 (地下水)

必要取水量 (表流水) = 必要生産量 (表流水) + 浄水場における運転ロス

注：今回は取水から浄水場までのロスは考慮しないものとする。

必要生産量 = 配水タンクからの配水量 + タンクローリによる給水量
+ 井戸による給水量

配水タンクからの配水量 = パイプラインによる給水量 (パイプ配水量) + 漏水量

(2) 消費水量

消費水量は消費者が直接利用する水の量で、パイプラインによる給水量 (パイプ配水量)、タンクローリによる給水および井戸による給水の合計値であり、以下の式により算定される。

消費水量＝パイプラインによる給水（パイプ配水量）＋タンクローリーによる給水＋井戸による給水

算定結果は次表に示すとおりマスタープランでの目標年次の2015年には219,622m³/日と算定される。

2015年までの消費水量

単位:m³/日

年	パイプラインによる給水(パイプ配水量)				タンクローリーによる給水	井戸による給水	合計
	家庭用水	商業用水	工業用水	公共用水			
2005	121,587	15,806	4,742	15,806	452	1,147	159,541
2006	125,882	16,365	4,909	16,365	468	1,187	165,176
2007	130,176	16,923	5,077	16,923	484	1,228	170,811
2008	134,471	17,481	5,244	17,481	500	1,268	176,446
2009	138,765	18,039	5,412	18,039	516	1,309	182,081
2010	143,060	18,598	5,579	18,598	532	1,349	187,716
2011	147,923	19,230	5,769	19,230	550	1,395	194,097
2012	152,786	19,862	5,959	19,862	568	1,441	200,478
2013	157,649	20,494	6,148	20,494	586	1,487	206,859
2014	162,512	21,127	6,338	21,127	604	1,533	213,241
2015	167,375	21,759	6,528	21,759	622	1,579	219,622

(3) 必要生産量

必要生産量は上記消費水量に漏水量を加算したものである。算定結果は次表に示すとおりである。

各種必要用水量の推定

単位:m³/日

年	配水タンクからの配水量				タンクローリーによる給水	井戸による給水	日平均生産量		浄水場における運転ロス 6.00%	日平均必要取水量	
	パイプ配水量	漏水量		計			m ³ /日	l/s		m ³ /日	l/s
		比率	量								
2005	157,942	35.00%	85,046	242,987	452	1,147	244,586	2,831	15,612	260,198	3,012
2006	163,520	35.00%	88,049	251,570	468	1,187	253,225	2,931	16,163	269,389	3,118
2007	169,099	35.00%	91,053	260,152	484	1,228	261,864	3,031	16,715	278,579	3,224
2008	174,678	35.00%	94,057	268,735	500	1,268	270,503	3,131	17,266	287,769	3,331
2009	180,256	35.00%	97,061	277,317	516	1,309	279,142	3,231	17,818	296,960	3,437
2010	185,835	35.00%	100,065	285,900	532	1,349	287,781	3,331	18,369	306,150	3,543
2011	192,152	35.00%	103,466	295,618	550	1,395	297,564	3,444	18,993	316,557	3,664
2012	198,469	35.00%	106,868	305,337	568	1,441	307,346	3,557	19,618	326,964	3,784
2013	204,786	35.00%	110,269	315,056	586	1,487	317,129	3,670	20,242	337,371	3,905
2014	211,103	35.00%	113,671	324,774	604	1,533	326,912	3,784	20,867	347,778	4,025
2015	217,420	35.00%	117,073	334,493	622	1,579	336,694	3,897	21,491	358,185	4,146

年	日平均生産量		日最大生産量		日最大補正係数
	m ³ /日	l/s	m ³ /日	l/s	
2005	244,586	2,831	276,495	3,200	1.1305
2006	253,225	2,931	286,261	3,313	1.1305
2007	261,864	3,031	296,026	3,426	1.1305
2008	270,503	3,131	305,792	3,539	1.1305
2009	279,142	3,231	315,558	3,652	1.1305
2010	287,781	3,331	325,324	3,765	1.1305
2011	297,564	3,444	336,383	3,893	1.1305
2012	307,346	3,557	347,442	4,021	1.1305
2013	317,129	3,670	358,501	4,149	1.1305
2014	326,912	3,784	369,560	4,277	1.1305
2015	336,694	3,897	380,619	4,405	1.1305

日平均生産量＝パイプ配水量＋漏水量＋タンクローリーによる給水＋井戸による給水
 日最大生産量＝(パイプ配水量＋タンクローリーによる給水＋井戸による給水)×日最大係数(1.2)＋漏水量

6.2 水生産量

6.2.1 水生産量の検討について

テグシガルパはホンデュラスの首都であり、現在の水道普及率は90%以上である。これに鑑み、開発調査においては、渇水に対して、99%の安全度（10年に1回相当の渇水に対応）を確保する安定的な水供給および十分な質と量を保ち、かつ24時間給水の実現を目標としている。また、用水生産量は、開発調査で検討されている既存の各水源について、99%の安全度を確保できる水量の分析を行っている。従って、本調査においても開発調査に従い検討を行うこととする。

6.2.2 既存システムの浄水生産量の検討

開発調査において各サブシステムにおける浄水生産量が評価されている。開発調査が実施された2000年はハリケーンミッチにより被害を受けた給配水施設の復旧および既存施設の改修等のプロジェクトが進行中で、実施中プロジェクト完成後の浄水生産量を2,060ℓ/sと見積もっていた（下表参照）。しかしながら、その後施設改修内容に変更があったり、いまだ改修が完了していないシステムもある。以下に開発調査終了後の各サブ・システム改修および浄水生産の現状について述べる。

開発調査終了時に推定した実施中プロジェクト完成後の浄水生産量（2000年）

単位:ℓ/s

サブ・システム	設計取水量	99%信頼度を確保する生産能力		設計取水量に対する生産量の比率 (%)
	ℓ/s	m ³ /s	ℓ/s	
ピカチョ	350	24,689	286	81.65%
*ロス・ラウレス	540	43,856	508	94.00%
コンセプション	1,500	105,824	1,225	81.65%
ミラフローレス	50	3,527	41	81.65%
合計	2,440	177,896	2,060	-

*2000年における生産量。毎年406m³/日（4.7ℓ/s）減少している。

99%信頼度を確保する生産能力は設計取水量の81.65%である。

(1) ピカチョ・サブシステム

ピカチョ・サブシステムは4系統の取水導水路があるが、この内最も取水量の大きいサン・ファンシート導水路はハリケーンミッチにより大きな被害を受け、導水不能の状態であった。管路の修復はフランスの援助により実施されたが、従来埋設されていた口径400mmの管路は新たに口径600mmに布設換えされ、導水能力が増大した。当初の予定では、改修後の取水量は全体で350ℓ/sと予想していたが、通水断面の増大に伴い実際の取水量は大幅に増加し、管路改修後の日平均浄水量は管路改修前のおよそ1.9倍に相当する669ℓ/sの浄水処理が行われている。しかしながら本システムは貯水施設を持たないため、導水管路の復旧後も浄水生産が286ℓ/s以下の月がわずかに2年7ヶ月の間に2回発生している。従って上表に示されるピカチョ・サブシステムの生産能力は修正を行わず、開発調査で設定された生産能力を採用することとする。次表に開発調査終了後のピカチョにおける浄水生産量を示す。

開発調査終了後の浄水生産量（ピカチョ・サブシステム）

単位：ℓ/s

月	2001	2002	2003	2004	2005	平均	管路改修後の平均
1	297	436	666	742	824	593	744
2	264	397	592	615	393	452	534
3	168	346	348	642	319	365	436
4	201	239	274	626	221	312	374
5	318	258	371	750	551	449	557
6	299	616	768	786	793	652	782
7	325	646	744	817	738	654	766
8	456	589	783	618	0	612	701
9	573	508	818	626	0	631	722
10	610	544	818	842	0	704	830
11	598	584	818	819	0	705	819
12	452	504	818	720	0	624	769
平均	380	472	652	717	548	563	669

内が導水管路修復後の浄水生産量

(2) ロス・ラウレス・サブシステム

ロス・ラウレス・サブシステムは貯水池からの直接取水を行っている。上表に示すロスラウレスの生産能力 508ℓ/s は 2000 年における取水量 540ℓ/s の 94%である。これは浄水場での運転ロス 6%を減じたことを意味している。ただし、貯水池は土砂流入が多く水源開発量は年間 406m³/日 (4.7ℓ/s) ずつ減少している。したがって、2005 年現在のロスラウレス・サブシステムで開発される水量は 517ℓ/s (540ℓ/s - 4.7 × 5 年) と推定される。

取水方法は、従来貯水池の底から取水していたため、水質の悪化、および導水路への土砂流入等の問題が発生しており、SANAAは、これに対処するため2002年2月フローティングポンプを設置し、貯水池表面からの取水方法へ変更している。

ロスラウレス浄水場の1日あたりの処理能力は、670ℓ/sであるが、2000年末BIDの融資により浄水場の改良が行われ、処理能力は750ℓ/sまでアップしている。また、スペインの融資により新たに25ℓ/sの浄水能力を有するユニット式浄水施設が4基据付けられて、これが完成すれば、更に100ℓ/sの原水処理が可能となり合計850ℓ/sの処理能力を有することとなる。しかしながら、水源量は年々減少傾向にあり、これら施設の改修は、水源量の豊富な雨期の余剰水利用を目的としており根本的水不足の解決には貢献していない。

(3) コンセプション・サブシステム

現在のコンセプション・サブシステムにおける水源生産能力は 1200ℓ/s であり浄水生産能力も 1200ℓ/s である。しかしながら、現在、イタリア政府の融資にて 2005 年 9 月の竣工を目指しイタリアの施工業者によりダム之余水吐けに幅 20m、高さ 1.8m の転倒ゲート 4 門を設置する工事が進められている。これが完成すると、満水時の貯水量を 300 万 m³ 増やすことが出来、

これにより貯水池での水源生産能力は 1000ℓ/s 増加し取水量は、13000ℓ/s となる。一方、浄水場においても処理能力 3000ℓ/s の拡張工事が進められており、完成後の浄水処理量は 15000ℓ/s となる。

(4) ミラフローレス・サブシステム

ミラフローレスサブシステムは従来ピカチョーミラフローレス・サブシステムとして取り扱われてきた。ミラフローレスサブシステムも独自の浄水処理施設を有し、その処理能力は 2000 年当時 250ℓ/s であった。当時はハリケーンミッチにより導水路が破損し、浄水処理が行われていなかったが、2000 年 8 月に導水路の復旧が完了し浄水処理が開始されている。その後スペイン政府の協力により 250ℓ/s の浄水能力を持つユニット式浄水プラント 2 基（合計処理量 500ℓ/s）が設置され、現在 750ℓ/s の処理能力を有している。しかしながら、水源は貯水施設を有しておらず、季節により大きな変動があり、取水量は平均 500ℓ/s 程度と想定されている。

以上述べたとおり、各サブシステムにおける既存浄水場の取水量及び日生産能力は下表に示すとおりとなる。

既存浄水場の生産量（2005 年）

単位：ℓ/s

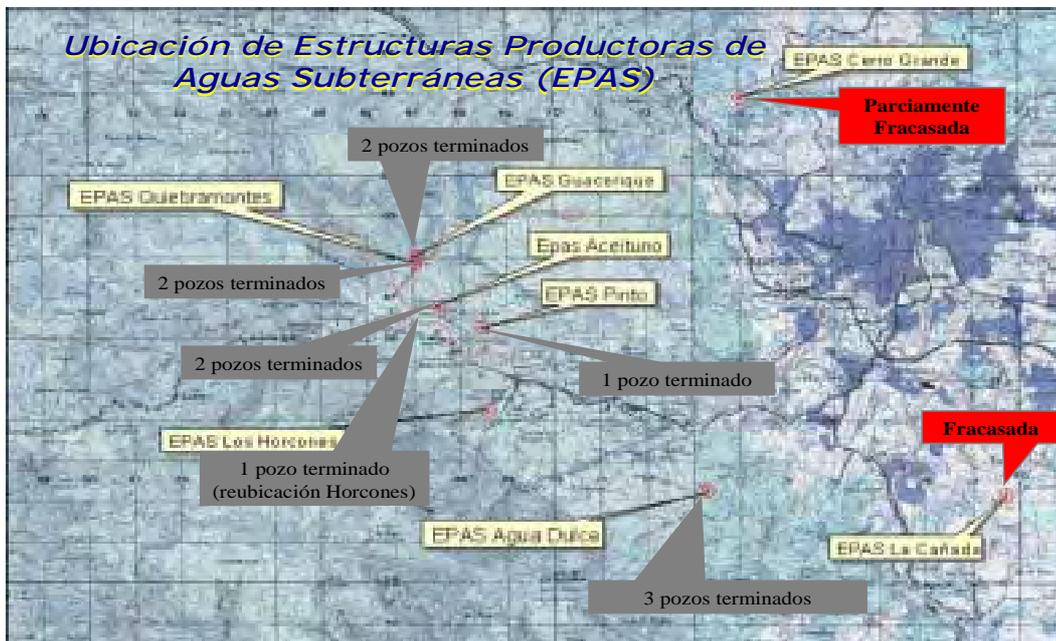
サブ・システム	設計容量		日平均生産能力
	取水量	浄水量	
ピカチョ	350	900	286
ロス・ラウレレス	517	750 (100)	486
コンセプション	1200 (1300)	1200 (1500)	979 (1061)
ミラフローレス	50	75	41
合計	2117 (2217)	2925 (3325)	1792 (1874)

() 内は現在建設中の改修工事完了後の数値である。

6.2.3 その他水資源開発計画

(1) 地下水開発計画

テグシガルパ盆地内で 3800ℓ/s の地下水開発が現在行われている。本件は井戸掘削と既設配水池までの導水管建設により構成され、工事はプロポーザル方式で、民間企業に開発水量やコストに関する提案書を提出させ、SANAA がそれを評価し、スペインの民間企業 2 社を選定し工事を実施している。民間企業は、提案した開発水量が確保できるまで掘削を継続し、さらに供用開始後 20 年間水量確保も責任を持つ契約になっている。計画されている井戸掘削サイトは下図に示すとおりである。



新規井戸掘削地域位置図

井戸掘削地域はグアセリケ川流域で 2270/s、その他の地域において 1530/s である。この内グアセリケ川流域の 2270/s については既に井戸の掘削は完了し、計画通りの水量が確保されているとのことである。導水管の工事が終了した後の 2006 年初めに供用開始が予定されている。

6.2.4 今後の必要開発量

以上述べたように、2006 年には新規水源としてコンセプションダムの 1000/s と井戸開発による 3800/s の合計 4800/s の生産が開始される。従って、今後もロスラウレスダムにこれまでと同様の堆砂があると仮定すると、2006 年の浄水生産可能量は、2,316 l/s (200, 111m³/日) となる。一方、「6.1.3 水需要予測」で述べたとおり、日平均生産量に井戸による消費水量を加えた日平均生産量(需要量)は 2005 年に 2,8310/s、2015 年に 3,8970/s となり、必要量に対する不足量は下表に示すとおりとなる。

目標年次(2015年)までの浄水生産量の予測

単位: l/s

年	ピカチヨ	ロスラウレス	コンセプション	ミラフローレス	既存井戸	井戸	浄水生産可能量	需要量	不足量	不足率
2005	286	486	979	41	67	0	1,859	2,831	972	34.3%
2006	286	481	1061	41	67	380	2,316	2,931	615	21.0%
2007	286	477	1061	41	67	380	2,312	3,031	719	23.7%
2008	286	472	1061	41	67	380	2,307	3,131	824	26.3%

2009	286	468	1061	41	67	380	2,303	3,231	928	28.7%
2010	286	468	1061	41	67	380	2,303	3,331	1,028	30.9%
2011	286	468	1061	41	67	380	2,303	3,444	1,141	33.1%
2012	286	468	1061	41	67	380	2,303	3,557	1,254	35.3%
2013	286	468	1061	41	67	380	2,303	3,670	1,368	37.3%
2014	286	468	1061	41	67	380	2,303	3,784	1,481	39.1%
2015	286	468	1061	41	67	380	2,303	3,897	1,594	40.9%

注：ロスラウレス II ダムが 2009 年に完成し、2010 年より既存ロスラウレス貯水池の堆砂に用水の生産減が無くなることを仮定

この表に示されるとおり、現在実施中のプロジェクトが完成し新規に水源開発が開始されると、2006 年の不足量は 615 0/s となる。これは必要生産量 2931 0/s の 21.0%に相当する。しかしながら、開発調査の目標年である 2015 年には 15940/s (42.4%) が不足することとなる。

6.3 浄水場増強計画

6.3.1 マスタープランにおける浄水場増強計画

ロスラウレス貯水池の開発量は堆砂によって年々貯水容量が減少し、2000 年の開発水量は、平均 5400/s になっていると推定されている。一方、開発調査においてはロスラウレス II プロジェクトは 2005 年に完成する計画であり、この開発水量は、ロスラウレス II プロジェクト完成翌年の 2006 年までには約 5100/s まで減少すると予想している。

2000 年当時の既存ロスラウレス浄水場の処理能力は 6700/s であり、一方、開発調査で策定されたロスラウレス II プロジェクトで生産される新規開発水源量は、1300/s と設定している。これに 2000 年から 2005 年の 5 年間に堆砂により減少した 300/s 分を掘削・浚渫により貯水容量を増やし、合計 1600/s の開発量とすることにより、既存浄水場の有する処理能力 6700/s (510+160) を 100%利用する計画である。下表のようになる。

ロスラウレス II ダムにおける水源開発量と既存浄水場の処理能力

単位：0/s

年	既存 WTP の 処理能力	水源開発量	ロスラウレス II ダム		処理余剰量
			生産量	浚渫よる増分	
2000	670	540			130
2001	670	535			135
2002	670	530			140
2003	670	525			145
2004	670	520			150
2005	670	515			155
2006	670	510	130	30	0

しかしながら、この処理量は日平均値として算定したものである。「開発調査」でも日最大値と日平均値（浄水場の処理能力）の差の施設能力が必要として、1010/sの浄水施設増強が必要としている。1010/sの算定根拠は以下に示すとおりである。

$$\text{浄水場の拡張容量} = \text{日最大値 (771)} - \text{浄水場の処理能力 (670)} = 1010/s$$

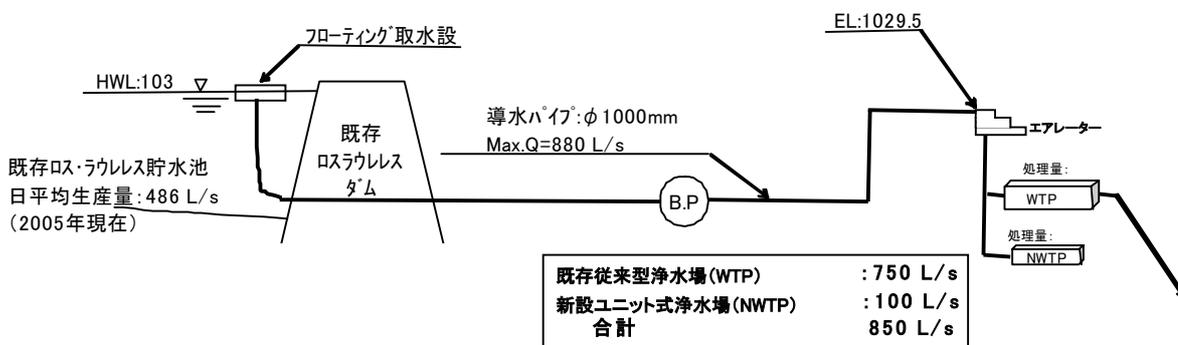
$$\text{日最大値} = \text{浄水場での処理量 (510+130+30)} \times \text{日最大補正係数 (1.1512)} = 7710/s$$

但し、「開発調査」では、マスタープランで提案されたキエブラモンテスダム プロジェクトを含めた全体計画として策定されており、必要な増強分は、新設される計画のキエブラモンテスの浄水場に送水して負担させる方が経済的であるとしている。しかし、SANAA としては、キエブラモンテス プロジェクトの見込みがないため、ロスラウレス浄水場の増強が必要であろうと考えて今回の要請に含めてきた。

6.3.2 ロスラウレスⅡダム開発における浄水場の必要性検討

(1) 既存浄水場の処理能力

前項で述べたように、2000年におけるロスラウレス浄水場の処理能力は6700/sであった。既存浄水場はその後 2000 年末 BID の融資により浄水場の改良が行われ、現在処理能力は7500/s（注：2005年9月現在の実績では7100/s程度、改善処理が終わっていないからとの説明を受けている）、までアップしている。また、スペインの融資により250/sの浄水能力を持つユニット式処理プラント4基が備え付けられており、これが完成すれば、さらに1000/sの浄水能力の増強となり、既存ロスラウレス浄水場の合計処理能力は8500/sとなる。一方、導水路はφ1000mmのダクタイル鋳鉄管が埋設され、途中ブースターポンプ2台（3基：1基は予備）により送水している。ポンプの容量はφ600mm 吐出し水量26.4m³/minで、送水能力8800/sを有しており導水管通水能力面からも問題はない。上記を分かりやすく示したのが下図である。



ロスラウレス既存浄水場の処理能力

(2) 既存浄水場が有する開発処理能力（余剰処理能力）

第7章で述べるとおり、ロスラウレス II プロジェクトが完成するのを 2009 年と仮定すると 2010 年より貯水が開始されることとなる。2000 年における既存ロスラウレス貯水池の開発量は 540ℓ/s (46,656m³/日) であるが、堆砂により開発量が年間 406m³/日減少するので、下表で示したように、2009 年には 43,002m³/日 (498ℓ/s) となる。

既存ロスラウレス貯水池の開発量

年次	既存ロスラウレス貯水池の開発量		堆砂による生産量の減少量 (年間 406m ³ /日減少)
	ℓ/s	m ³ /日	
2000	540	46,656	406m ³ /日 × 9 年間
2009	498	43,002	= 3654m ³ /日 (42ℓ/s)

2010 年より貯水開始となるが、浄水場での処理量は日平均であり、SANAA は浄水場での処理能力を日最大に対応した能力としている。

従って、2010 年における浄水場の余剰浄水能力は、以下の式で算定される。

$$\text{浄水場の余剰処理能力} = (\text{浄水場の処理能力} - \text{既存ロスラウレス貯水池開発量}) \div \text{日最大補正係数 (1.1305)}$$

従来使用してきた既存浄水プラント (750ℓ/s) のみの余剰処理能力

$$= (750\ell/s - 498\ell/s) \div 1.1305 = 223\ell/s$$

新たに設置されたユニット式浄水プラント (100ℓ/s) を含め 850ℓ/s での余剰浄水処理能力

$$= (850\ell/s - 498\ell/s) \div 1.1305 = 311\ell/s$$

となり、311ℓ/s まで新たに処理可能となり、「ホ」国からの要請されたロスラウレス II ダムの開発量 130ℓ/s は十分既存の浄水場で処理可能である。

7章 水源開発(ダム)計画のレビュー

7.1 水源開発の現状と課題

7.1.1 既存システムの水源地の状況

テグシガルパ市の都市給水システムは、大きく4つのサブシステムに分けられ、2005年時点の各サブシステムの水源地及び浄水処理能力は下表のとおりである。

テグシガルパ市水道のサブシステムの概要

No.	サブシステム	水源地			浄水場 処理能力 (L/s)	乾期 不足量 (L/s)
		形式	施設規模	日平均生産 量 (L/s)		
1	コンセプション	ダム	ダム高=68m 総貯水量=34,500,000m ³	979 (52.7%)	1,200 (40.1%)	221
2	ロスラウレス	ダム	ダム高=55m 総貯水量=12,000,000m ³	486 (26.1%)	750 (25.1%)	264
3	ピカチヨ	溪流取水工 (16ヶ所)	Jucuaras 水系: 3ヶ所 San Juancito 水系: 7ヶ所 El Carrizal 水系: 6ヶ所	286 (15.4%)	900 (30.1%)	614
4	ミラフローレス	溪流取水工 (2ヶ所)	Sabacuante 水系: 1ヶ所 Tatumbra 水系: 1ヶ所	41 (2.2%)	75 (2.5%)	34
5	地下水			67 (3.6%)	67 (2.2%)	
合計				1,859 (100%)	2,992 (100%)	

出典: SANAA

このような状況に関する主な問題点は次の通りである。

- 2005年人口に対する需要量 2,831 L/s に対して、2005年浄水処理能力は 2,992L/s (井戸の生産量を含む) で 161L/s の余裕がある。
- 2005年浄水処理能力 2,992L/s に対する水源地の日平均生産量は 1,859L/s で施設能力に対し 62.1%の水源地が開発が行われているにすぎない。
- ロスラウレスの日平均生産量は浄水処理能力の 65%でコンセプションの 82%に比べて低い。



ミラフローレス浄水場の水源地であるし Sabacuante 溪流取水工。ミッチ被災後修復されている。

このような状況に対して、今後の課題としては次のような点がある。

- 乾期の河川水量が低下するため、乾期の水不足が深刻である。抜本的な解決策としては、雨期の余剰水を貯水して乾期に使用するダム建設が第一である。
- ロスラウレスシステムの水不足の緊急対策として、ロスラウレス II ダムの建

設は急がれるべきである。

- ピカチュウ及びミラフローレスシステムの既存水源施設の大半は老朽化した溪流取水工で災害に対し、脆弱な構造である。抜本的な対策としては、2000年のJICA開発調査で提案された Sabacuante ダムと Tatumbla ダムの建設が有望である。
- SANAA の地下水開発については、緊急対策的に事業が進められている。持続的な開発を図るために、本格的な地下水開発調査が必要と思われる。

7.1.2 既存ダム洪水吐のゲート設置による嵩上げ

(1) Los Laureles ダム

SANAA は乾期の水不足を解消するため、Los Laureles ダムの洪水吐に仮設的に木製ゲートを設置して、貯水量を増やしていたが、1995年に BID の援助により、洪水吐に高 3.5m x 幅 63m のラバーゲートを設置している。この工事では、堤体コア部の嵩上げとグラウティングも行っており、実質的に常時満水位を 1,030m から 1,033m に上げている。これにより貯水量は 3 百万 m³ 増加している。設計転倒水位は 1.2m となっているが、ハリケーンミッチの時は、下流人家への影響を配慮し SANAA はゲートを転倒させていない。このため、右岸アバットの低部から越流するという非常に危険な状況に遭遇している。



Los Laureles ダム洪水吐に設置されたラバーゲート

(2) Concepcion ダム

Concepcion ダムにおいても、イタリア政府の援助により、2005年9月の完成を目標に洪水吐に高 1.8m x 幅 20.0m x 4 門の鋼製自動転倒ゲートの設置工事が行われていた。これにより、3 百万 m³ の貯水量が増加する。



Concepcion ダム洪水吐に建設中の鋼製自動転倒ゲート

このような状況に対して、今後の課題としては次のような点が考えられる。

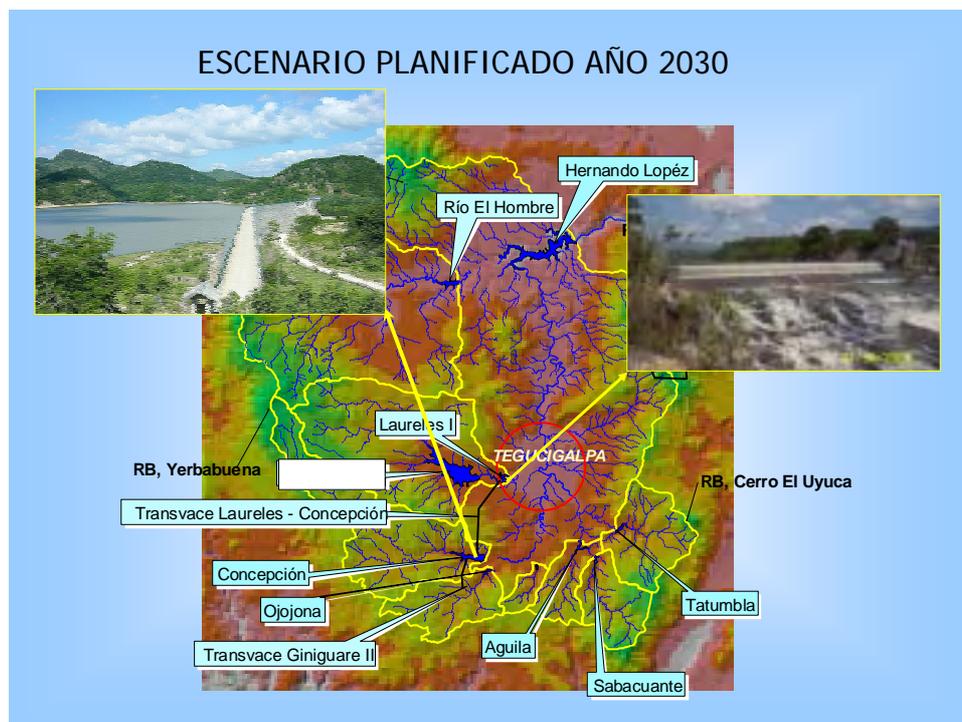
- 両ダムとも、堤体天端高は、そのままであるため、余裕高が不足することになる。ダムの安全性から日本ではとても考えられない対策である。
- Los Laureles ダムの右岸アバットは堤体天端高(1037m)より低い 1035m の鞍部が存在している。ダムの安全性の観点から早急に 1,037m まで嵩上げする必要がある。

7.1.3 SANAA の水源開発構想

SANAA の 2030 年を目標とした水源開発構想を入手した。これによると 2000 年 JICA 開発調査の中で提案されている 4 ダムの他に、Aguila ダム、Rio El Hombre ダム、Hernando Lopez ダム、Ojojona ダムの 4 つが挙げられている。入手できたダム諸元は次表のとおりである。

SANAA の計画しているダム

No.	ダム名	河川名	流域面積 (km ²)	施設概要
1	Aguila	Aguila	33.0	ロックフィルダム、堤高 36m、貯水量 1,900,000m ³ (130L/s)
2	Rio El Hombre	El Hombre	343.1	貯水量 104,000,000m ³ (2,000L/s)
3	Ojojona	Ojojona	50.7	貯水量 3,000,000m ³ (135L/s)



SANAA の長期水源開発構想 (SANAA からの資料)

7.2 水源開発計画に係わる基礎資料

7.2.1 水文・水質資料

(1) 降雨データ

予備調査で収集した降雨データは次表に示すとおりである。

降雨観測所一覧表

No.	観測所	位置(UTM)		標高	観測期間	年数
		経度	緯度			
1	Toncontin	476308	1554124	1,000	1951-2004	54
2	Batallon	472275	1555105	1,040	1992-2004	13
3	Quiebra Montes	467217	1557371	1,210	1992-2004	13
4	Concepcion	471171	1546172	1,140	1990-2004	15

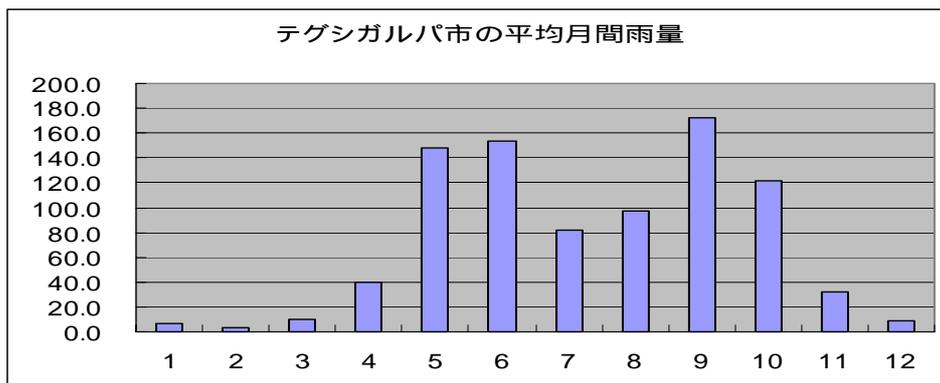
出典：SANAA

各観測所の月平均降雨量は次表及び次図に示すとおりである。雨期は5月から10月、乾期は11月から4月である。

月平均降雨量 (mm)

観測所	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	合計
Toncontin	6.4	3.8	9.7	39.6	148.3	154.0	81.5	97.7	172.7	121.0	31.8	9.4	876.0
Batallon	3.2	2.8	8.5	40.4	150.9	135.4	89.6	135.2	179.7	112.9	26.1	7.0	891.6
Q. Montes	4.5	5.4	15.1	56.4	161.3	169.9	101.9	146.2	197.2	150.3	25.8	5.3	1039.4
Concepcion	2.4	1.6	14.1	34.0	165.7	144.7	65.7	112.2	170.1	156.9	25.4	6.4	899.3

出典：SANAA



日最大雨量、2日連続最大雨量、3日連続最大雨量は次表に示すとおりである。

日最大雨量、2日連続最大雨量、3日連続最大雨量

観測所	日最大	2日連続	3日連続	摘要
Toncontin	122.6	240.7	256.3	ハリケーンミッチ
Batallon	107.4	124.0	130.3	ハリケーンミッチ時は欠測
Quiebra Montes	215.0	232.8	247.5	ハリケーンミッチ
Concepcion	220.3	289.3	316.3	ハリケーンミッチ

出典：JICA 予備調査団

(2) 流量データ

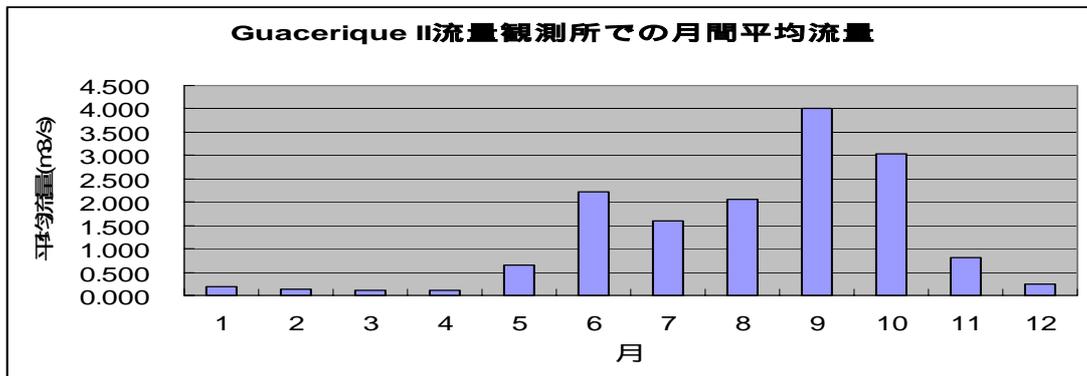
予備調査で収集した流量データは次表に示すとおりである。

流量観測所一覧表

No.	観測所	位置 (UTM)		標高	観測期間	年数
		経度	緯度			
1	Guacerique II (旧)	467696	1556386	1,070	1982-1998	16
2	Guacerique II (新)	467669	1556413	1,109	1999-2004	6
3	Quiebra Montes	466595	1557283	1,100	1996-2002	4
4	Concepcion	466996	1547374	1,196	2002-2004	3

出典：SANAA

ダム予定地点から約6km²上流に位置している Guacerique II 流量観測所 (流域面積=148km²) の平均流量は下図のとおりである。年間平均流出量は 40.5 百万 m³ (1,268 L/s) である。ハリケーンミッチ時は測水施設が流出したため、既往最大流量は 1983 年 6 月 20 日の Q_{max}=217.0m³/s である。ダム予定地点 (流域面積=190km²) の流量を流域面積比で求めると年間平均流出量は 52 百万 m³ (1,627L/s) である。既往最大流量は 1983 年 6 月 20 日の 278.6m³/s である。グアセリケ II 観測所の月平均流量の変化の状況を下図に示す。



グアセリケ II 観測所とロスラウレレス II ダムサイトの各年の月別平均流量は、次のようになる。

月平均流量 (m³/s)

地点	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	平均
グアセリケ II 観測所	0.179	0.133	0.107	0.107	0.642	2.222	1.612	2.062	4.001	3.023	0.826	0.254	1.268
ロスラウレレス II ダム	0.230	0.171	0.137	0.138	0.824	2.852	2.070	2.647	5.137	3.881	1.060	0.326	1.627

注：ロスラウレレス II ダムサイトの流量は、流域面積比で換算

また、既存の Los Laureles ダム洪水吐からの越流量は次表に示すとおりである。

Los Laureles ダム洪水吐からの年間越流量

年度	越流量 (m3)	摘要
1995	30,739,000	ラバーゲート設置前
1996	34,051,000	ラバーゲート設置前
1998 - 2002	欠測	
2003	31,501,048	ラバーゲート設置後
2004	7,098,100	ラバーゲート設置後

出典：SANAA

Los Laureles ダム洪水吐からの年間越流量とは、利用されずに放流された量ということになるが、一方で、今後開発出来る量ということにもなる。

(3) 水質データ

グアセリケ川流域においては、既存のロスラウレレスダム貯水池内を含めて水質モニタリングが行われている。詳細な分析はしていないが、いくつかのデータをチェックした範囲では、水道水源の水質として、特に問題はない。SANAA 側でも、そのように評価している。

但し、ロスラウレレスダム貯水池では、現在のフローティングタイプによる取水に変える以前は、取水口が貯水池の下部にあったため、取水した水質が悪化していたとのこと。河川水の汚濁化防止と貯水池内の水質汚濁化対策については、現状では問題となっていないが今後留意すべき課題である。

7.2.2 ハリケーンミッチ時の降雨と洪水量

(1) 日最大雨量、2日連続最大雨量、3日連続最大雨量

1998年10月のハリケーンミッチ時における降雨実測記録は下表に示すとおりである。日雨量、2日連続雨量、3日連続雨量の最大値は、いずれも Concepcion 観測所で、それぞれ 220.3mm、289.3mm、316.3mm となっている。

ハリケーンミッチ時における降雨実測記録

日時	Toncontin	Batallon	Quiebra Montes	Concepcion
10月28日	10.7	欠測	14.7	19.7
10月29日	15.6	欠測	17.8	27.0
10月30日	120.4	欠測	215.0	220.3
10月31日	120.3	欠測	0.0	69.0
11月1日	0.2	欠測	0.0	0.4
日最大	120.4		215.0	220.3
2日連続	240.7		232.8	289.3
3日連続	256.3		247.5	316.3

出典：JICA 予備調査団

観測期間の長い Toncontin 観測所(54年間)における日最大雨量、2日連続最大雨量、3日連続最大雨量について、確率計算を行った。計算結果は下表に示すとおりである。実測値は日最大雨量(120.4mm)が50年確率、2日連続最大雨量(240.7mm)が500年確率以上、3日連続最大雨量

(256.3mm)も500年確率以上の値となっている。

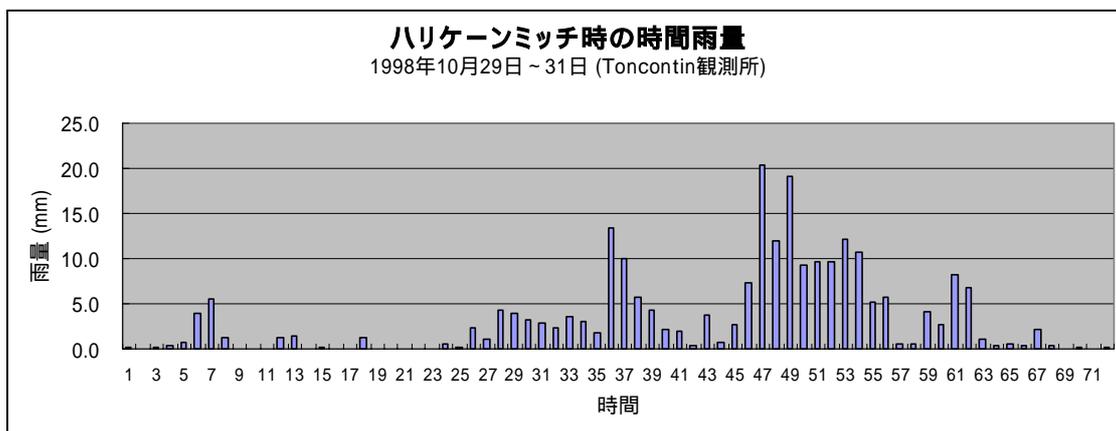
確率最大日雨量

確率年	計算法	日最大雨量	2日連続最大雨量	3日連続最大雨量
2年	ガンベル法	60.4	79.7	91.9
	岩井法	60.4	80.0	92.5
5年	ガンベル法	78.7	106.5	121.2
	岩井法	79.3	103.5	119.3
10年	ガンベル法	90.8	124.2	140.6
	岩井法	91.5	118.8	136.6
20年	ガンベル法	102.4	141.2	159.2
	岩井法	103.1	133.5	152.8
50年	ガンベル法	117.4	163.3	183.2
	岩井法	118.0	152.4	173.6
100年	ガンベル法	128.7	179.7	201.2
	岩井法	129.2	166.6	189.1
200年	ガンベル法	139.9	196.2	219.2
	岩井法	140.4	180.9	204.6
500年	ガンベル法	154.7	217.9	242.9
	岩井法	155.3	200.0	225.1

出典：JICA 予備調査団

(2) 時間雨量

ハリケーンミッチ時(1998年10月29日～31日)におけるToncontin 観測所における時間雨量は下図に示すとおりである。最大時間雨量は10月30日の22時から23時までの20.4mmである。



(3) 既存ダム地点におけるピーク流量

ハリケーンミッチ被災後、BID の援助で実施された診断報告書(Diagnostico de Las Obras de Captacion del Sistema de Abastecimiento Hidrico de Tegucigalpa)によると既存ダムにおけるハリケーンミッチ時のピーク流量は下表に示すとおりである。500年から1,000年確率に相当する洪水と推定されている。

ハリケーンミッチ時におけるピーク流量

ダム	設計洪水流量 (m^3/s)	ピーク流量 (m^3/s)		摘要
		流入	流出	
ロスラウレス ($A=194\text{km}^2$)	920 (1000年相当)	830 ($4.278\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)	710 ($3.660\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)	開発調査推定値 $1250\text{m}^3/\text{s}$
コンセプション ($A=140\text{km}^2$)	923 (1000年相当)	1,050 ($7.500\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)	840 ($6.000\text{m}^3/\text{s}/\text{km}^2$)	

7.2.3 グアセリケ川の水利権

グアセリケ川の水利権は SERNA が管轄している。しかし、日本のように取水時期、取水量等が管理されていない。

永久構造物としての取水施設はロスラウレス II ダム予定地点直上流右岸での軍 (Primer Batallon de Infanteria: 歩兵第一基地) のポンプ場があるのみである。軍のポンプ場では通常は午前 5 時から午後 9 時まで取水されている。取水量についての情報は収集出来なかった。灌漑目的の頭首工、堰はなく、大半が汎用タイプの小型ポンプによる季節的な揚水である。これらの小規模ポンプ灌漑の実態は把握されていないが相当な数と推測される。

民間企業が正式にグアセリケ川から取水する場合は、SERNA に申請し、認可を受ける必要がある。これら民間企業の取水状況に関する情報は収集出来なかった。



グアセリケ川から取水している軍のポンプ場



季節的な農業目的のポンプ揚水

7.2.4 「ホ」国での既存ダムに関する情報

「ホ」国には独自のダム設計基準等は定められておらず、援助国の基準に準拠しているとのことであった。今後のダム計画の参考資料を得るため、高さ 30m 以上のダムについて計画諸元等を収集した。収集結果を整理した表を表 7-1 に示す。

表 7-1 ホンジュラスにおける高さ 30m 以上のダム

項目		単位	Los LaurelesII	Los Laureles	Concepcion	Guacerique II	El Cajon	Nacaome	Coyolar
州名			Tegucigalpa	Tegucigalpa	Tegucigalpa	Tegucigalpa	Sta. Cyuz Yoja	Valle	Comayagua
河川名			Guacerique	Guacerique	Grande	Guacerique	Humuya	Nacaome	San Jose
竣工年度			Plan	1974-76	1989-92	Plan (1983)	1980-85		1956-65
利水目的			水道	水道	水道	水道	発電	灌漑・発電・水道	灌漑・発電
流域面積		km ²	190	194	140	189	8,220	2,650	192
設計堆砂量		m ³	2,000,000 (50年)		1,350,000 (50年)	4,000,000 (50年)		20,000,000 (50年)	
比堆砂量		m ³ /km ² /year	211		193	423		150	
ダム	形式		重力式コンクリート	ロックフィル	重力式コンクリート (RCC)	ロックフィル	アーチ式コンクリート	重力式コンクリート (RCC)	重力式コンクリート
	ダム高	m	31.00	55.00	68.00	70.50	238.00	54.00	60.00
貯水位 Level	サーチャージ水位 (S.W.L)	m	1,053.50	1,034.20	1,158.20	1,095.50	-		-
	常時満水位 (N.W.L)	m	1,053.00	1,033.00	1,155.00	1,091.25	285.00		807.00
	低水位 (L.W.L)	m	1,040.00		1,114.00	1,058.00	220.00		775.00
貯水量	総貯水量	m ³	4,050,000	12,000,000	34,500,000	102,900,000	7,500,000,000	29,300,000	13,380,000
	有効貯水量	m ³	2,050,000	10,250,000	33,000,000	78,200,000	4,400,000,000		12,600,000
	死水量	m ³	2,000,000	1,750,000	1,500,000	4,300,000	3,100,000,000		780,000
洪水吐	形式		ゲート式	ゲート式	シュート式	シュート式	シュート式	シュート式	シュート式
	設計洪水流量	m ³ /s	1,700	920	923	725	8,000		700
	同上発生確率年	年	500	1000	1000	10,000			200
	比流量	m ³ /s/km ²	8.947	4.742	4.758	3.836			3.646
転流工	形式		堤内仮排水路	仮排水トンネル	仮排水トンネル	仮排水トンネル	仮排水トンネル		

7.3 「開発調査」ロスラウレス II ダム開発計画の概略レビュー

7.3.1 一般

2000 年の JICA 開発調査以降の計画・設計条件に係わる経年変化及び現地で新たに確認された情報を基に、開発調査におけるダム計画内容をレビューした。レビューに際しては、下記の点に留意した。

- 開発調査 F/S 案の施設規模を全て踏襲した場合、経年変化項目に対応できるかどうかチェックする。
- 経年変化項目を加味し、開発調査 F/S 案より合理的かつ経済的な代替案を検討する。

検討結果は以下のとおりである。

7.3.2 設計洪水流量

開発調査 F/S 案の検討では、Toncontin 降雨観測所の降雨データを基に貯留関数法を用いて流出解析が行われている。従って、確率洪水流量は、流量データでなく確率降雨量をベースにしたものである。代表的な発生確率年における洪水流量は下表のとおりである。

開発調査における洪水解析結果 (ロスラウレス II ダム地点)

確率年	洪水流量 (m ³ /s)	参考値 (m ³ /s)	摘要
2 年	558	62	実測流量を基にした確率計算結果(参考値)の約 9 倍、既往最大流量 278.6m ³ /s(1983 年)の約 2 倍となっている。
5 年	762	145	実測流量を基にした確率計算結果(参考値)の約 5 倍となっている。
10 年	900	250	実測流量を基にした確率計算結果(参考値)の 3.6 倍となっている。
20 年	1,034	400	実測流量を基にした確率計算結果(参考値)の 2.6 倍となっている。
ハケーンミツ時 (50~60 年)	1,250	700	実測流量を基にした確率計算結果(参考値)の 1.8 倍となっている。BID 推定値 830m ³ /s の 1.5 倍となっている。
200 年	1,497	800	実測流量を基にした確率計算結果(参考値)の 1.9 倍となっている。
500 年	1,686	-	開発調査 F/S 案の設計洪水流量の根拠となっている。

注) 参考値はグアセリケ II 流量観測所の実測値(ハケーンミツの 1998 年は BID の推定値)を基にした確率流量。図 7-1 参照。

開発調査の洪水解析結果は、グアセリケ川の実測流量を基にした確率洪水流量に較べると 2 倍以上の安全側の数値となっている。

【対数正規確率紙】

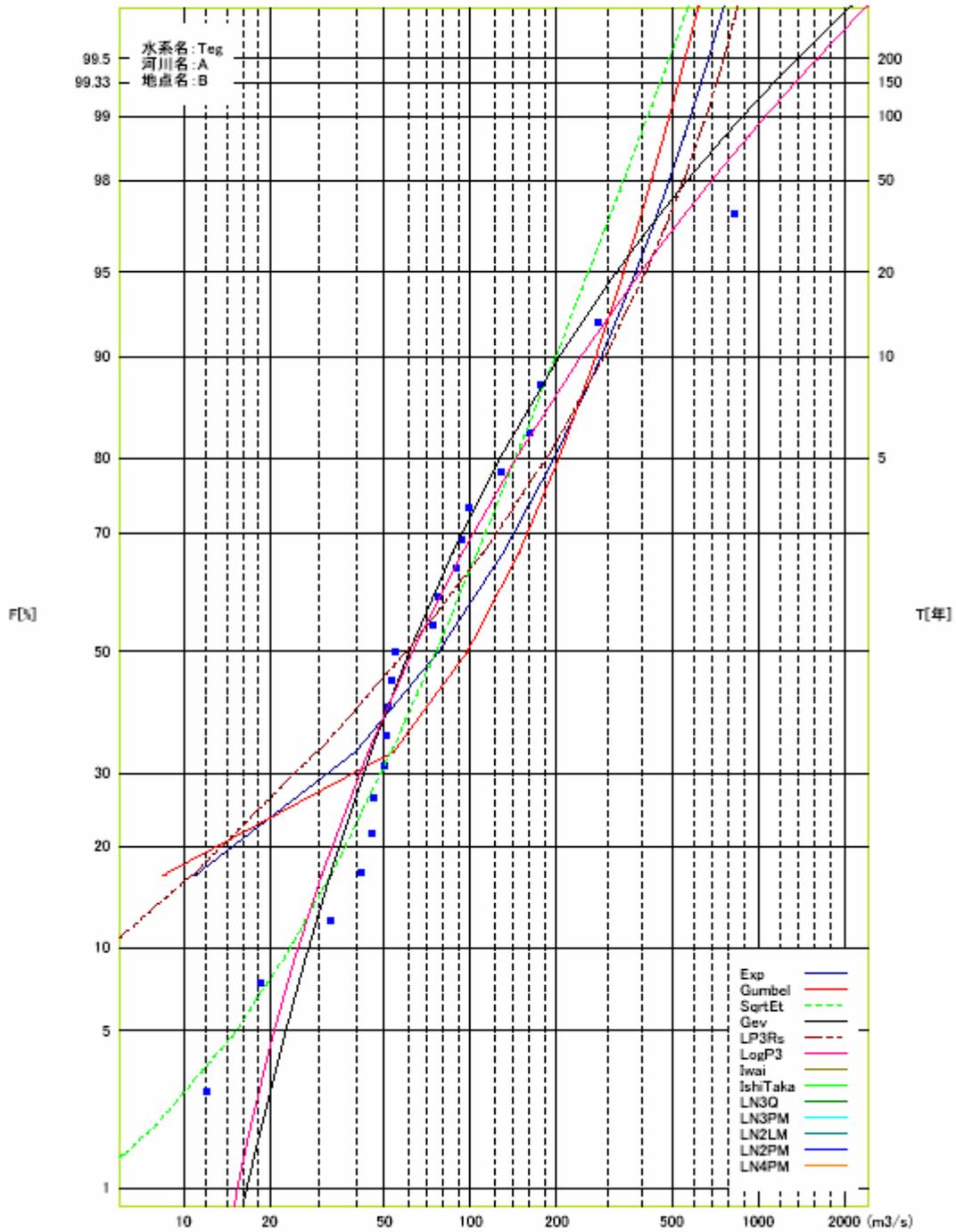


図 7-1 グアセリケ川実測流量に基づく流出解析図

Exp: 指数分布、SqrtEt: 平方根指数型最大値分布、Gev: 一般化極値分布、LP3Rs: 対数ピアソン III 型分布(実数空間法)、LogP3: 対数ピアソン III 型分布(対数空間法)、IshiTaka: 石原・高瀬法、LN3Q: 対数正規分布 3 母数クオンタイル法、LN3PM: 対数正規分布 3 母数(SIadeII)、LN2LM: 対数正規分布 2 母数(SIadeI, L 積率法)、LN2PM: 対数正規分布 2 母数(SIadeI, 積率法)、LN4PM: 対数正規分布 4 母数(SIadeIV, 積率法)

また、開発調査 F/S 案におけるロスラウレス II ダムの設計洪水流量と周辺既存ダムと過去に計画されたダムの設計洪水流量を対比させると次表に示すとおりである。

ロスラウレス II 及び他ダムの設計洪水流量

ダム名	河川名	流域面積 (km ²)	設計洪水流量 (m ³ /s)	比流量 (m ³ /s/km ²)	摘要
ロスラウレス II	グアセリケ	190	1,700	8.947	開発調査より
ロスラウレス	“	194	920	4.742	
グアセリケ II	“	189	725	3.836	廃案となった計画
コンセプト	グランド	140	923	6.593	

出典：JICA 予備調査団

設計洪水流量はダム計画の基本的条件であるだけに、開発調査で JICA が一度承認したものを小さくすることに異論もあろうが、今後の実施に向けて計画が進む場合、以下の理由から基本設計において設計洪水流量は再検討されることを提案する。

- 同一水系のダムに較べて約 2 倍の比流量の値となっており、かなり安全側である。
- 直下流の既存ダムの設計洪水流量(920m³/s)の 1.85 倍の設計洪水流量を採用することは過大と思われる。バランスからも既存ダムと同量程度が妥当と思われる。
- グアセリケ II 流量観測所での既往最大流量 210m³/s の 8 倍の値となっている。
- ハリケーンミッチ時のロスラウレスダムでのピーク流量 830m³/s (1000 年確率相当)の 2 倍の値となっている。

予備調査における設計洪水流量の再検討

日本の設計基準では、コンクリートダムの場合、以下の洪水量のうち大きい流量が設計洪水流量に採用されている。

- (A) 確率的に 200 年に 1 回起こると推定される 200 年確率洪水流量 (A 項流量)
- (B) 観測あるいは洪水痕跡等から推定される既往最大洪水流量 (B 項流量)
- (C) 気象条件の類似する近傍流域の最大洪水流量 (C 項流量)

A 項流量

A 項流量は合理式により求める。

$$Q_p = 0.2778 \cdot re \cdot A$$

ここに、 Q_p : 洪水ピーク流量 (m³/s)

re : 洪水到達時間内の平均降雨強度 (mm/hr)

A : 流域面積 (km²)

洪水到達時間は、開発調査サポーティングレポート F-38 頁より

$$t_c = 1.67 \times 10^{-3} \times (L/S^{0.5})^{0.7}$$

$$= 1.67 \times 10^{-3} \times (24000/(670/24000)^{0.5})^{0.7} = 6.8 \text{ hrs}$$

ここに、
 t_c : 洪水到達時間 (hr)
 L : 流域最遠点までの距離: 24,000 m
 S : 勾配: $670/24000 = 1/36$

洪水到達時間内の平均降雨強度は、次表のようにハリケーンミッチ時の時間雨量のピーク 7 時間(10月30日22時～31日05時)の平均時間雨量 13.17mm/hr (注: 豪雨としては、時間雨量が小さすぎるが、実際の記録である)を採用する。

ハリケーンミッチ時の時間雨量

時間	1	2	3	4	5	6	7	平均 (re)
	22-23	23-24	24-01	01-02	02-03	03-04	04-05	
降雨強度 (mm/hr)	20.4	11.9	19.1	9.3	9.7	9.7	12.1	13.17

出典: SANAA 注)ハリケーンミッチ時の降雨は 2 日連続雨量で 500 年確率以上の降雨である。

A 項流量(Q_a): $Q_a = 0.2778 \times 13.17 \times 190 = 695.1 \text{ m}^3/\text{s}$ となる。

B 項流量

グアセリケ川の実測最大流量は $278.6 \text{ m}^3/\text{s}$ であるが、1998 年のハリケーンミッチ時は測水所が被害を受け欠測となっている。このため、B 項流量は、BID 調査におけるハリケーンミッチ時の推定洪水流量 $Q_b = 830 \text{ m}^3/\text{s}$ を採用する。

C 項流量

C 項流量は、ロスラウレスダム設計洪水流量 $Q_c = 920 \text{ m}^3/\text{s}$ を採用する。

以上から、ロスラウレス II ダムの設計洪水流量として A 項、B 項、C 項流量のうち最も大きい $920 \text{ m}^3/\text{s}$ を採用することを提案する。この値が採用されれば、洪水吐ゲートは開発調査 F/S 案の高 9.00m x 幅 8.60m x 4 門から高 9.00m x 幅 8.60m x 2 門にすることやゲートレスの自然越流式洪水吐の導入が可能である。

7.3.3 設計堆砂量

開発調査のダム計画では、ロスラウレス II ダム完成の 1 年後にダム上流にキエブラモンテスダムが完成するものとして、完成後はキエブラモンテスダム流域を除いた残流域から堆砂のみを考慮して以下のとおりに設計堆砂量が算定されている。

- 1) 比堆砂量: $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$
- 2) 堆砂量算定対象期間: 50 年間
- 3) ロスラウレス II ダムの流域面積: 190 km^2
- 4) キエブラモンテスダムの流域面積: 125 km^2
- 5) 設計堆砂量 = $600 \times 190 \times 1 \text{ 年} + 600 \times (190-125) \times 49 = 2,025,000$ (約 $2,000,000 \text{ m}^3$)

今回の予備調査で以下の点が確認されたため、設計堆砂量は見直しする必要があると考える。

- キエブラモンテスダム建設については資金調達の見途がたっていないため、確実な排砂対策が講じられない場合にはキエブラモンテスダムでカットされる堆砂量(年間 $600 \times 125 = 75,000\text{m}^3$)を上乗せする必要がある。この場合の設計堆砂量は $600 \times 190 \times 50 = 5,700,000\text{m}^3$ と総貯水量 $4,000,000\text{m}^3$ を上回る値となる。
- 開発調査で採用された比堆砂量は、2000年のロスラウレスダムの Reservoir Survey に基づいて推定された堆砂量 3 百万 m^3 を根拠に決められている。

$$\text{比堆砂量} = 3,000,000\text{m}^3 \div 26 \text{年} \div 194\text{km}^2 = 600\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$$

しかし、SANAA は 2002 年上記調査で推定された堆砂量 3 百万 m^3 、有効貯水量 9 百万 m^3 を根拠にした水収支計算では実態に合わないとして、試算の結果、堆砂量を 1.75 百万 m^3 、有効貯水量を 10.25 百万 m^3 に修正し、2002 年以降の給水計画ではこの値が採用されている。2002 年の推定堆砂量(1.75 百万 m^3)を基に比堆砂量を求めると次のとおりである。

$$\text{比堆砂量} = 1,750,000\text{m}^3 \div 28 \text{年} \div 194 \text{km}^2 = 325 \text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$$

- ハリケーンミッチ後、コンセプションダムで実測された堆砂量は $250,000\text{m}^3$ で比堆砂量 $= 250,000\text{m}^3 \div 8 \text{年} \div 140 \text{km}^2 = 223 \text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ である。また、設計堆砂量は 1.35 百万 m^3 で、比堆砂量 $= 1,350,000\text{m}^3 \div 50 \text{年} \div 140 \text{km}^2 = 193 \text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ となっている。コンセプションダムの流域はロスラウレスダムの流域に隣接しており地質・植生状況はほぼ同じと考えられるので、ロスラウレスダムの新たに想定した $325 \text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ の比堆砂量は妥当な値であるという一つの裏付けになる。

堆砂量の検討 (参考比較案)

以上から堆砂量は、2002 年の SANAA 調査結果に基づく比堆砂量 $325 \text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ に基づき算定されるのが妥当と考えられるが、SANAA 調査結果を詳細に検証できる基礎資料は予備調査では入手できなかった。従って、設計堆砂量については、参考比較のために以下の 4 ケースを示しておく、7 章の後半で行う代替案の検討においても参照するものとする。

1) Case-A: 比堆砂量 $600\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ とし、50 年間分を計上する場合)

$$\text{設計堆砂量}(V_a) = 600\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年} \times 190\text{km}^2 \times 50 \text{年} = 5,700,000 \text{m}^3$$

2) Case-B: 比堆砂量 $325\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ とし、50 年間分を計上する場合)

$$\text{設計堆砂量}(V_b) = 325\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年} \times 190\text{km}^2 \times 50 \text{年} = 3,100,000 \text{m}^3$$

3) Case-C: 比堆砂量 $600\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ とし、SANAA の排砂作業が期待出来る場合)

- キエブラモンテスダム流域から流入する年間堆砂量(V_{sq})
 $V_{sq} = 600 \times 125 = 75,000 \text{m}^3$

- ダム上流地点での年間排砂量(Vsc): Vsq の 60%を計上
 $V_{sc} = 75,000 \times 0.6 = 45,000 \text{ m}^3$
- キエブラモンテスダム流域からロスラウレレス II ダムへ流入する年間堆砂量(Vsm)
 $V_{sm} = V_{sq} - V_{sc} = 75,000 - 45,000 = 30,000 \text{ m}^3$
- 残流域からロスラウレレス II ダムへ流入する年間堆砂量(Vso)
 $V_{so} = 600 \times (190 - 125) = 39,000 \text{ m}^3$
- 設計堆砂量(Vc)
 $V_c = (V_{sm} + V_{so}) \times 50 \text{ 年} = (30,000 + 39,000) \times 50 = 3,450,000 \text{ m}^3$

4) Case-D: 比堆砂量 325m³/km²/年とし、SANAA の排砂作業が期待出来る場合)

- キエブラモンテスダム流域から流入する年間堆砂量(Vsq)
 $V_{sq} = 325 \times 125 = 40,625 \text{ m}^3$
- ダム上流地点での年間排砂量(Vsc): Vsq の 60%を計上
 $V_{sc} = 40,625 \times 0.6 = 24,375 \text{ m}^3$
- キエブラモンテスダム流域からロスラウレレス II ダムへ流入する年間堆砂量(Vsm)
 $V_{sm} = V_{sq} - V_{sc} = 40,625 - 24,375 = 16,250 \text{ m}^3$
- 残流域からロスラウレレス II ダムへ流入する年間堆砂量(Vso)
 $V_{so} = 325 \times (190 - 125) = 21,125 \text{ m}^3$
- 設計堆砂量(Vd)
 $V_d = (V_{sm} + V_{so}) \times 50 \text{ 年} = (16,250 + 21,125) \times 50 = 1,868,750 = 2,000,000 \text{ m}^3$

排砂作業の費用概算(参考)

SANAA 排砂作業の年間事業費

項目	単位	開発調査案	SANAA 見直し案	摘要
1) 比堆砂量	m ³ /km ² /年	600	325	
2) QM ダムの流域面積	km ²	125	125	
3) QM ダムからの年間流入砂量	m ³	75,000	40,625	
4) SANAA の年間排砂量	m ³	45,000	24,375	3)の 60%を計上
5) 1m ³ 当りの排砂コスト	円/m ³	1,059	1,059	
6) 年間事業費	百万円	47.7	25.8	

出典: JICA 予備調査団

注) SANAA は 2004 年にロスラウレレスダムにおいて、45,000m³ の堆砂除去作業を実施した経験を持っている。排砂計画導入の余地は十分にあると考えられる。

新ダム完成年度における既存ダムの貯水量と堆砂量（参考）

ロスラウレス II ダム完成時(2011年)における既存ダムの貯水量と堆砂量

項目		単位	JICA 開発調査案	SANAA 見直し案
解析年度の ダム諸元	年度	年	2000	2002
	有効貯水量	m ³	9,000,000	10,250,000
	堆砂量	m ³	3,000,000	1,750,000
	総貯水量	m ³	12,000,000	12,000,000
解析年度から ダム完成年度 までの堆砂量	比堆砂量	m ³ /km ² /年	600	325
	年間堆砂量	m ³	116,400	63,050
	年数	年	11	9
	堆砂量	m ³	1,280,400	567,450
完成年度の ダム諸元	有効貯水量	m ³	7,719,600	9,682,550
	堆砂量	m ³	4,280,400	2,317,450
	総貯水量	m ³	12,000,000	12,000,000

出典：JICA 予備調査団

堆砂量に関する補足説明

堆砂量問題は、本件ダムプロジェクトの実施の是非を判断するための代表的な技術的課題であるために、極力幅広い側面から検討しておくことが望ましい。以下に検討の参考としての補足説明をしておく。

① 堆砂量の推定と実際について

堆砂量の推定の精度を上げるような調査・検討をすることに加えて、推定に比べて実際の量が増加した場合の影響と対策に配慮した計画である必要がある。参考として下記を説明しておく。

- ・ 堆砂量の推定では、各種の方法が提案されているが、精度の良い方法はないというのが実状である。
- ・ 日本での既存ダムでの調査では、計画で推定された堆砂量に対する実測の堆砂量は、ほぼ (1/3~1/4) ~ (3~4) 倍の範囲にある。つまり、推定した計画量は、大きな誤差を含む可能性が高いという点に配慮しておく必要がある。
- ・ 計画堆砂量が、総貯水量に占める割合は重要な点である。例えば、推定と実際に3倍の誤差があったとしても、計画堆砂量が総貯水量の5%ならば、有効貯水量の10%が少なくなるにすぎないが、35%以上ならば有効貯水量は100%失われてしまう計算になる。開発調査における計画では、ロスラウレス II ダムの計画堆砂量が総貯水量の50%となっている点に留意が必要である。世界的に貯水量が小さい日本ダムでも、7割以上が20%以下である。

② コンセプションダム他の堆積土砂量との比較

上記したように、堆積土砂量の各種の推定法の精度は一般的に悪いことは、実証されている。その中で、近傍流域での実測値をベースにすることが比較的精度が高いと言われている。隣接流域にあるコンセプションダムは、流域面積も7割程度であり、既存ロスラウレ

レスダムを別にして、最も類似していると考え。このコンセプトダムについては、ハリケーンミッチの洪水の後の実測調査から、建設後8年間の堆積土砂量が算定されている。これによると、 $223\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ と(設計では $193\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$)となっている。流入土砂量は、洪水時に急激に増加することから、大洪水時の流入土砂量を含んだ調査結果は、平均値としては安全側の数値となる可能性が大きい。この点は、ロスラウレスダムについても同じである。

他に、近傍での実績資料はないが、参考としてテグシガルパの南方50kmほどに位置するナカオメダムは、流域面積は10倍以上あるものの最近の計画検討結果例として参考になる。ナカオメダムでは、 $150\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ となっている。

これらの他の例と比べた場合、あくまで参考程度とすべきであるが、ロスラウレスIIダムでの修正案の $325\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ と比べても小さいことがわかる。

③ 堆積土砂軽減策について

堆積土砂軽減策には各種の方策があるが、ロスラウレスIIダムで有効なのは、次のようなものであると考える。

- ・ 植林や土地利用規制等による流域保全
- ・ 貯水池周辺法面の安定化
- ・ 上流域での貯砂ダム・堰
- ・ 堆積土砂の掘削・浚渫

これらの中で、はじめの3つの方策については、SANAAとして、積極的に取り組むべきであるが、具体的な軽減量を設定しにくいので、この段階では明確な記述を省略する。4つ目の「堆積土砂の掘削・浚渫」については、明確数量計画と実施の確認も出来る。ロスラウレスIIダム建設の条件として入れたのはこの方策である。但し、浚渫については、将来必要になる可能性もあるが、費用が高くなるので、基本的には掘削のみでの対応を想定している。

数量的には、SANAAが毎年 $45,000\text{m}^3$ を掘削除去することを想定している。この量は、SANAAとしては、毎年となると負担が大きいが、当面は5年間の実施を確約することを求めている。実際には、建設業者に採石・採砂許可を与えることにより、SANAAが負担するのは、アクセス道路の建設と管理に係わる費用のみとなることも可能と思われる。有料に出来ればプラスの収支も期待出来る。場所的には、市内から近くてアクセス的に好条件である。貯水池の上流端付近での砂貯め区域から採ることになるが、このサンドマイニングについては、毎年採石・砂計画を立案して実施すると共に、管理も徹底することが必要である。特に重要なのは、掘削した土砂の搬出先であり、業者による建設資材としての利用の場合は問題が少ないが、SANAA自身によって実施する場合は、大量の土砂の処分先の計画を明確にしておくことが必要となる。

なお、適切な採石・砂計画を立案するためには、定期的なモニタリングの実施が必要である。貯水池内に加えて、上流河道での形状変化を把握する必要がある。

④ 堆砂量計画年数について

日本では、一般に 100 年間の堆砂量を想定して、有効貯水量の計画を立てている。しかし、ホ国では、明確な基準はないものの、実績としてほとんどのダム計画で、50 年間で想定している。ダムの構造物としての実際の寿命は 50 年以上と考えるが、ホ国で建設されるダムであることから、ホ国での一般例に従っていいのではないかと考える。

⑤ 堆砂量推定の仮定について

開発調査では、上流のキエブラモンテスダムは、ロスラウレス II ダムとほぼ同時期に平行して建設され、規模が大きいキエブラモンテスダムもロスラウレス II ダムの 1 年後には完成しているという条件設定をしている。従って、上流側のキエブラモンテスダムが流砂を捕捉するので、ロスラウレス II ダムでは、2 年後からは、比堆砂量が大きく減少するという仮定を使っている。当時は、キエブラモンテスダムの建設の可能性が高かったものと思うが、本来は実施されない場合にも十分に対応出来る計画としておくことが必要である。上流の砂貯め工は、その対応策と思われるが、明確には説明されていなかった。

7.3.4 開発水量 (有効貯水量)

開発調査 F/S 案における開発水量は、次のようになっている。

ロスラウレス浄水場の浄水処理能力:	670L/s
既存ロスラウレスダムの開発水量:	540L/s
不足水量:	130L/s

開発調査の F/S 案は、結果として、この浄水場の能力の平均的な余剰分の 130L/s と一致した開発量となっている。また、既存ダムの開発推量が堆砂により年間 4.7L/s 減少することを見込んで、ロスラウレス II ダムプロジェクト完成までの間の減少分を補うために、堆砂部分の掘削(池敷掘削 60 万 m³)も含めて、プロジェクトとしては計 160L/s の開発水量としている。

開発水量レビューのための参考検討

開発調査 F/S 時に較べて、下記 3 点について条件を変えて、開発水量の再試算を行う。この試算は、現段階ではあくまで今後の検討のための参考である。

- ロスラウレス浄水場の処理能力が 670L/s から 750L/s に改善されている。現在設置中の 100L/s の浄水プラントが完成すると 850L/s となる。
- ダム完成年度が違うため、完成年度までの既存ダムの堆砂による開発水量の低減量が違ってくる。
- 比堆砂量が 600m³/km²/年から 325m³/km²/年への修正を提案。

上記に加えて、下記の計算条件を設定した。

- 2000年における既存ダムにおける開発水量は540L/sとする。(開発調査案を踏襲)
- ダム完成は2011年と想定し、完成時の既存ダム開発水量は毎年堆砂により173m³/日相当分(325m³/km²/年 x 194km² ÷ 365日)が減少するものとし518L/sとする。
- 浄水場での損失は6%を計上
- 浄水場の必要最大処理能力は平均処理量の15%増とする。

上記条件の基に、下表に示す浄水場の能力による3ケースについて、浄水場を最大限に利用するための開発水量を求めた。その結果は、次表に示すとおりであるが、実際の処理は、乾期と雨期、月、または年によって相当に変動するものなので、平均値で計算するのは、実際的でない面がある。しかし、検討のための目安として示しておくものとする。

ロ斯拉ウレス II ダム完成時における開発水量

Case	開発コンセプト	既存ロ斯拉ウレスダム		ロ斯拉ウレス II ダム		合計		所要最大処理能力 (L/s)
		開発水量 (L/s)	処理量 (L/s)	開発水量 (L/s)	処理量 (L/s)	開発水量 (L/s)	処理量 (L/s)	
1	開調査を踏襲する場合	518	487	130	122	648	609	701
2	浄水場最大処理能力 750L/s を通年確保する場合	518	487	175	164	693	651	750
3	浄水場最大処理能力 850L/s を通年確保する場合(増設分考慮)	518	487	267.5	251	786	738	850

開発水量(L/s)に対応する必要有効貯水量を水収支計算により求めると下表のとおりである。水収支計算結果は7.3.11を参照。

ロ斯拉ウレス II ダムの開発水量(L/s)と有効貯水量の関係

開発コンセプト	開発水量 (L/s)	有効貯水量 (m ³)
1. 現況処理能力(750L/s)を通年確保する場合	175	2,000,000
2. 増設中の浄水プラント(100L/s)を通年確保する場合	267.5	2,750,000

出典：JICA 予備調査団

開発水量(有効貯水量)については、開発調査 F/S 案の 2,000,000m³ で現況のロ斯拉ウレス浄水場の浄水能力(750L/s)を通年確保できる。現在増設中の浄水プラント(100L/s)を加えた浄水能力(850L/s)を通年確保するには、2,750,000m³ の有効貯水量が必要である。予備調査においては、両ケースのダム規模について検討し、事業費、環境社会配慮等を加味し代替案を提案するものとする。

7.3.5 貯水容量

開発水量と堆砂量を組合せてロスラウレス II ダムの貯水容量を求めると次表に示すとおりである。

ロスラウレス II ダムの貯水容量

Case	比堆砂量 ($\text{m}^3/\text{km}^2/\text{年}$)	堆砂量 (m^3)	有効貯水量 (m^3)	総貯水量 (m^3)	常時満水位 (m)	摘 要
A.1	600	5,700,000	2,000,000	7,700,000	1,058.6	排砂対策無しの場合
A.2	“	“	2,750,000	8,450,000	1,059.8	
B.1	325	3,100,000	2,000,000	5,100,000	1,055.0	
B.2	“	“	2,750,000	5,850,000	1,056.0	
C.1	600	3,450,000	2,000,000	5,450,000	1,055.6	ダム上流で SANAA が排砂 対策を実施する 場合
C.2	“	“	2,750,000	6,200,000	1,056.5	
D.1	325	2,000,000	2,000,000	4,000,000	1,053.0	
D.2	“	“	2,750,000	4,750,000	1,054.2	

出典: JICA 予備調査団

(排砂対策無しの場合)

- ダムサイトの地形及び水没農家の移転対策等を考慮すると、ダム最高水位(サーチャージ水位)は El 1,059m が上限であるため、開発調査 F/S 案の比堆砂量 $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ を踏襲する場合、Case-A.1 の総貯水量 $7,700,000 \text{ m}^3$ が代替案候補として考えられる。
- 2002 年 SANAA 調査結果の比堆砂量 $325 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ の場合、Case-B.1、B.2 のいずれも代替案候補として考えられる。
- Case-A.1、A.2、B.1、及び B.2 の 4 案全ての最高水位は、環境社会配慮面(住民移転対策)のクリティカルライン 1,055m を超える。

(排砂対策を実施する場合)

- 比堆砂量 $600 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ の場合及び $325 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ のいずれの場合も代替案候補として考えられる。
- 比堆砂量 $325 \text{ m}^3/\text{km}^2/\text{年}$ の Case-D.1 及び D.2 の 2 案は最高水位を環境社会配慮面(住民移転対策)のクリティカルライン 1,055m 以下に押さえることが可能である。

7.3.6 ダム位置とダムタイプ

JICA 開発調査 F/S で選定されたダム位置およびダムタイプは、地形・地質的に妥当であり、予備調査案も開発調査案を踏襲するものとする。ただし、ダムサイトは以下の問題点を抱えているため、実施(基本設計)に際しては十分注意する必要がある。

- ダムサイト直上流左岸側に小規模な滝を有する支流が流入している。仮設計画、施工計画等に際して慎重な対策が必要である。
- 雨期には、ダムサイトは既存のロスラウレスダム（満水位 1,033m）の影響を受ける。ロスラウレス II ダムの掘削底面標高は 1,024m であるため、水面より 9m も低くなる。特に技術的な問題はないが、下流側仮締切ダム、排水対策等下流ダムの貯水の影響を考慮して検討する必要がある。



雨期は既存ダムの影響を受け湛水しているダムサイト

- 右岸アバットの大半は軍 (Primer Batallon de Infanteria: 歩兵第一基地) の用地となっている。なるべく早い段階で SANAA は軍側と基本設計調査での立入許可、用地問題、軍ポンプ施設の移転問題等を詰めておく必要がある。

7.3.7 洪水吐

開発調査 F/S 案の洪水吐形式は、ゲート式である。ゲートはローラーゲートで高 9.0m x 幅 8.6m x 4 門と大型であるため、以下の問題点を抱えている。基本設計段階において、洪水吐形式はゲートレスも含んで再検討されるべきである。

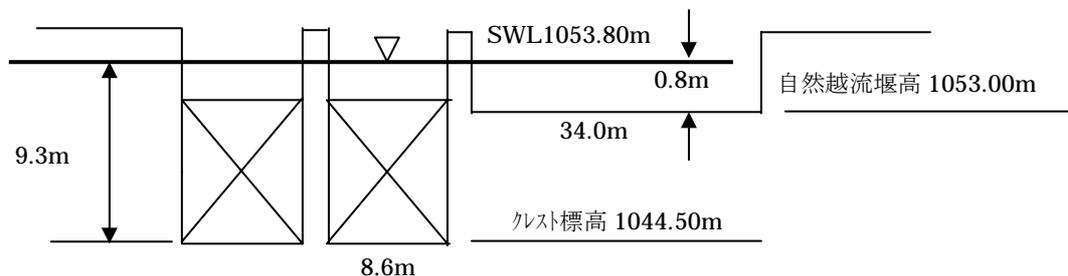
- 大型ゲートのため、人力で操作できる規模ではない。電力事情の悪い「ホ」国では非常用の発電設備が不可欠である。
- ホ国の既存ダムにおいては、全てゲートレスの自然越流式洪水吐で計画されている。ゲート操作・維持管理や放流規定等に係る SANAA 要員の教育が肝要である。
- 開発調査 F/S 案の設計洪水流量 (1,700m³/s) は、下流の既存ダム (920m³/s) に較べ安全側に設定されている。

複合式洪水吐およびゲートレス洪水吐について、洪水吐規模を試算しておくことと次表に示すとおりである。

複合式及びゲートレス洪水吐の規模

形式	開発調査案	修正案-1 (複合式)	修正案-2 (ゲートレス式)
設計洪水流量	1,700 m ³ /s	920 m ³ /s	920 m ³ /s
越流水頭	9.0m	9.3m	3.0m
ゲート式	9.0m x 8.6m x 2 門 越流量=1,766m ³ /s	9.0m x 8.6m x 2 門 越流量=869m ³ /s	
自然越流式	無し	堰長=34m 越流量=51m ³ /s	堰長=85m 越流量=920m ³ /s
摘要	ゲート費用が割高	開発調査案に比べサージ水位が 0.3m 高くなる	開発調査案に比べサージ水位が 3.0m 高くなる

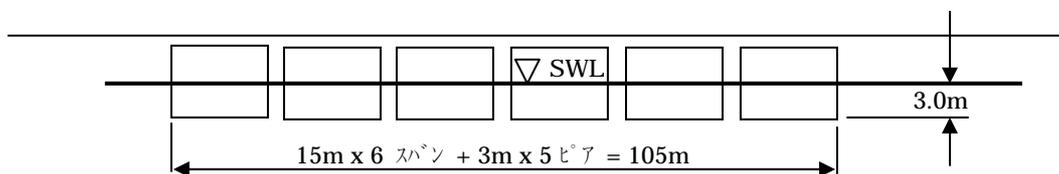
出典：JICA 予備調査団



修正案-1: 複合式洪水吐模式図 (総貯水量 4 百万 m³ の場合)



修正案-2.1: ゲートレス洪水吐模式図 (橋梁無)



修正案-2.2: ゲートレス洪水吐模式図 (橋梁付)

7.3.8 取水施設

開発調査報告書においては取水施設に係る記載が少ないため、十分なレビュー・検討は出来なかった。設計担当者からのヒヤリングによれば、緊急放流設備も兼ねるため7日間で有効貯水量200万m³を放流することを可能とすることを条件に放流ゲートの口径を800mmと定めている。開発調査案の場合、低水位(LWL1044.5m)と洪水吐クレスト標高が同じであるため、洪水吐ゲートの1門を上げることで緊急放流を行うことは十分可能である。基本設計においては、ゲート口径・形式の再検討に加え、操作室、操作室へのアプローチ等の設計再検討を行うことが望ましい。また、新設するロスラウレスⅡダムからの直接取水はないが、濁水対策として下流ダムと同様にフローティングタイプ式取水施設導入の検討も必要に応じて行われるべきである。

7.3.9 貯砂ダム

開発調査 F/S 案では、継続的な排砂作業を行うために、下記のような貯砂ダムを計画している。

- 1) 位置: ダムサイト 3.8km 上流
- 2) ダム形式: ガビオンダム(フトンカゴ)
- 3) ダム高: 5.5m
- 4) 堤長: 233m
- 5) 年間排砂量: 10,000m³

既存ダムでの堆砂実績(2004 年度に 45,000m³)の状況(右写真)を見ると、あえて貯砂ダムを設置しなくても進入道路の建設だけで十分排砂作業を行うことは可能である。このため、貯砂ダムの建設計画の削除を含めた再検討をすることが望ましい。



7.3.10 転流工

開発調査 F/S 案における転流工の内容は、報告書には詳細な説明がないが、下記のとおりである。

- | | |
|-------------|-------------------------------------|
| 転流方式: | 半川縮切り、堤内仮排水路方式 |
| 設計仮排水量: | 不明(コンクリートダムの場合、年 1,2 回の越流を許容) |
| 堤内仮排水路断面: | 幅 B=6.00m, 高さ H=7.00m |
| 堤内仮排水路縦断勾配: | 水平(呑口部敷高 1,030.00m、吐口部敷高 1,030.00m) |
| 上流側仮縮切ダム: | 高さ 10.00m、堤長 54.00m |
| 下流側仮縮切ダム: | 高さ 5.00m、堤長 45.00m |

雨期のダムサイトの水位は、既存ダムの貯水の影響を受け 1,033m と常時湛水している状況である。湛水深は約 2m である。このため、堤内仮排水路の流況は下流水位の影響を受けやすい。現設計案では水平の縦断勾配であるが、多少勾配を持たせる水理設計が望ましいと思われる。

7.3.11 水収支計算

今回の予備調査では、開発調査時に使用したデータ以降の数年間の追加水文データを収集した。従って、プロジェクトにとって基本的に重要な水収支計算を、概略レビューした。但し、開発調査で行った計算条件、計算方法など詳細は分からないのと、入手したとしても、実際に計算した担当者から具体的な説明を聞きながらレビューしなければ理解が難しいと思われるので、時間的にも無理がある。今回は、別途、計算条件や方法を設定して行った。開発調査の結果と

そのまま比較することは難しい。あくまで、浄水場への送水が不足なく供給できるか確認するためと、貯水池水位がどのように変動するかを知るために計算しておくものとする。

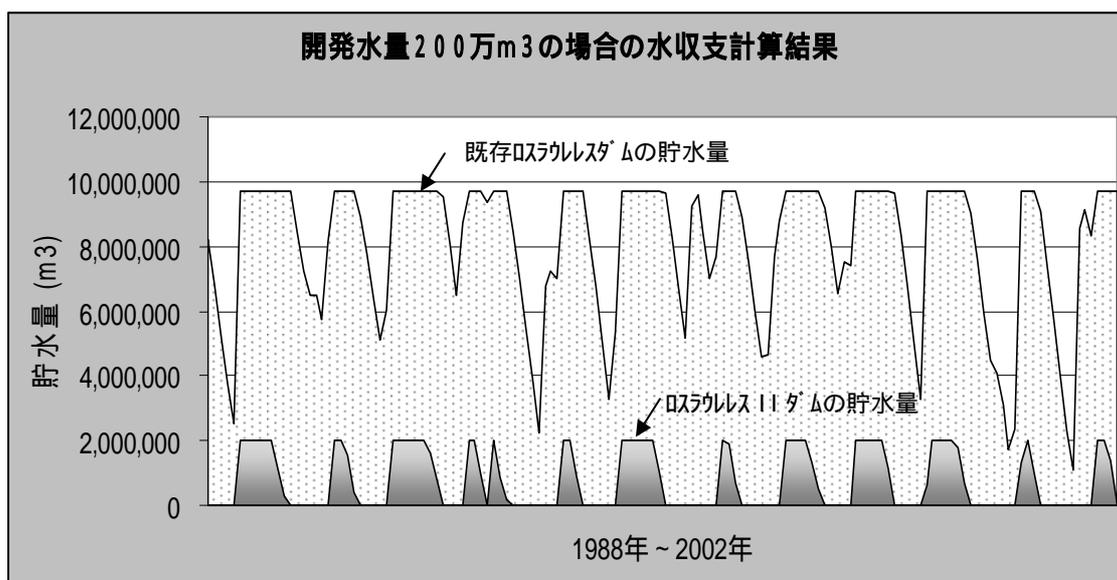
水収支計算は次表のような3ケースについて行った。

Case	新ダム開発水量 (m ³)	浄水場への 送水量(L/s)	摘要
1	2,000,000	693	浄水処理能力 750L/s の通年確保のチェック
2	2,750,000	693	浄水処理能力 750L/s の通年確保のチェック
3	2,750,000	786	浄水処理能力 850L/s の通年確保のチェック

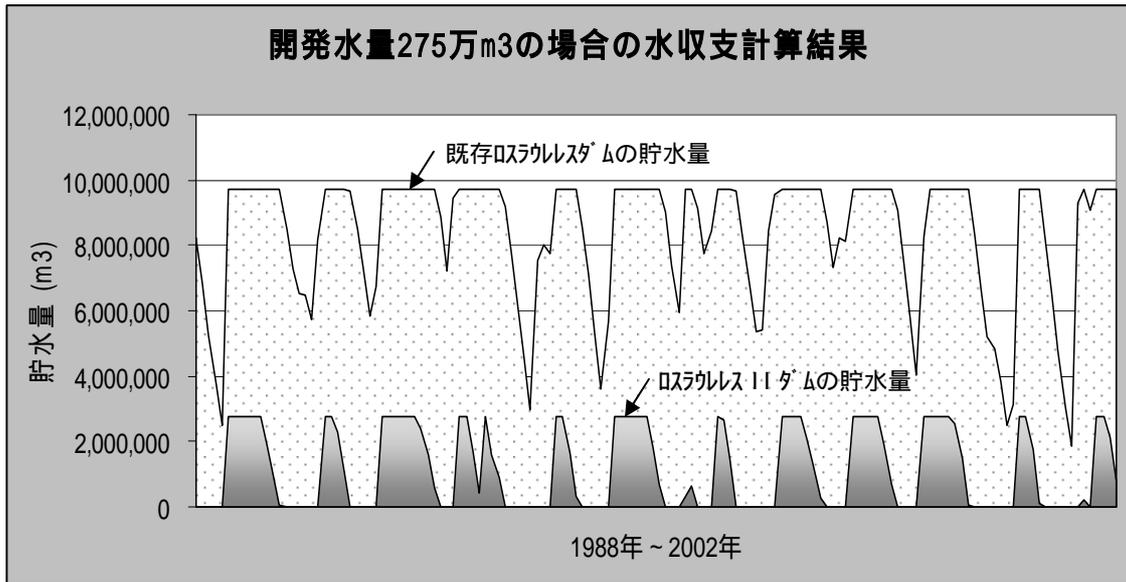
計算条件は下記のとおりとした。

- ロスラウレス II ダムへの流入量はグアセリケ II 流量観測所の実測値を流域面積比 (190km²/148km²) でダム地点流量に換算する。
- ゲート操作損失及び湖面蒸発損失として、上記流入量の 10%を計上する。
- 既存ダムから浄水場への送水量は既存ダムと新ダムの開発水量の合計である 693L/s とした。
- 水収支計算の検討期間は 1988 年から 2002 年とする。なお、1998 年から 2000 年は欠測期間である。
- 計算は月単位とする。
- 計算開始時点(1988 年 1 月)における既存ロスラウレスダムの貯水量は満水状態 (9,700,000m³)、ロスラウレス II ダムの貯水量は空(0m³)とする。
- 2001 年 1 月の両ダムの貯水量は 1998 年 12 月末の値を引き継ぐものとする。
- 浄水場への経済的な導水(ポンプ送水をさける)を図るため、常に既存ダムの満水状態を維持することを優先する。

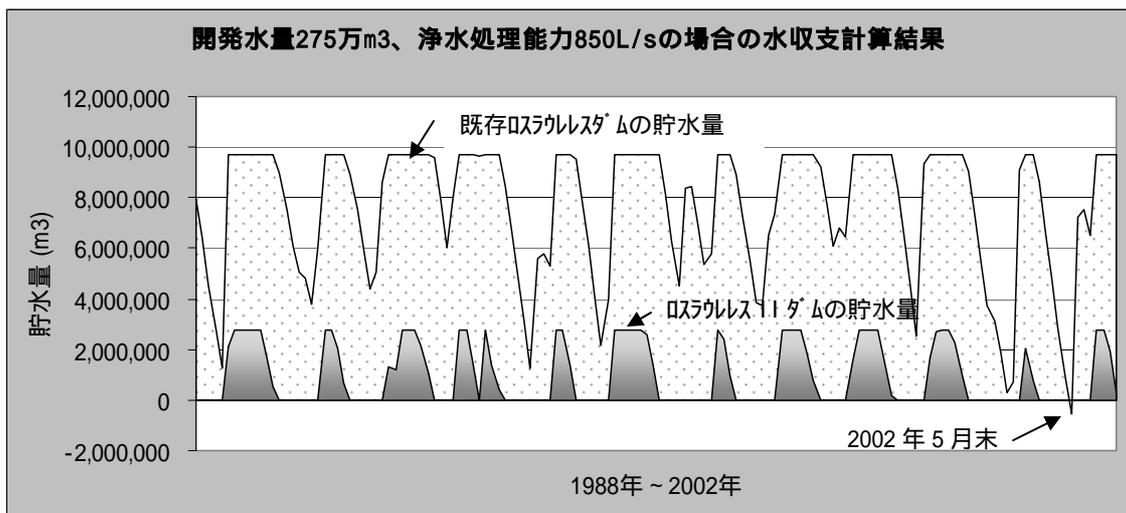
各水収支計算結果は、新旧ダムの貯水量で表すと以下のとおりである。



Case-1: 有効貯水量 200 万 m³ で浄水処理能力 750L/s を確保する場合のダム貯水量



Case-2: 有効貯水量 275 万 m³ で浄水処理能力 750L/s を確保する場合のダム貯水量



Case-3: 有効貯水量 275 万 m³ で浄水処理能力 850L/s を確保する場合のダム貯水量

検討結果についての考察し、以下の点が判明した。

- Case-1: 新ダムの有効貯水量を 200 万 m³(開発調査案と同じ)とし、既存浄水場処理容量 750L/s を通年確保できるかどうか検討するケースである。水収支計算の結果、既存ダムの最低貯水量は 2002 年 5 月末の 110 万 m³である。つまり、開発調査案でも既存浄水場の最大処理容量(750L/s)を通年保証できる結果となっている。この結果は、要請にある 60 万 m³ の貯水池掘削は不要ということである。
- Case-2: 新ダムの有効貯水量が 275 万 m³ で、既存浄水場処理容量 750L/s を通年確保できるかどうか検討するケースである。水収支計算の結果、既存ダムの最低貯水量は 2002 年

5月末の185万m³である。当然、既存浄水場の最大処理容量(750L/s)を年間保証できる結果となっている。

Case-3: 新ダムの有効貯水量が275万m³で、増設中の浄水プラントを加えた既存浄水場処理容量850L/sを年間確保できるかどうか検討するケースである。水収支計算の結果、既存ダムの貯水量は2002年5月のみ57万m³不足するが、その他の期間は既存浄水場の最大処理容量(750L/s)を年間保証できる結果となっている。

前述したように、計算結果は概算レベルの精度であるため、後日基本設計の実施等で調査が行われる際は、精度を向上させた条件設定による水収支計算を行うことが必要と考える。

7.3.12 開発調査レビュー結果のまとめ

開発調査F/S案におけるロスラウレスIIダムの設計基本条件をレビューした結果、今後の基本設計において変更・修正されるべき項目を開発調査案と対比させると下表の通りである。

レビュー結果総括表

項目	開発調査案	予備調査での検討事項	摘要
1. 設計洪水流量	1,700m ³ /s	開発調査案は安全側すぎるので、920m ³ /sに修正することを提案する。	7.3.2章参照
2. 比堆砂量	600m ³ /km ² /年	600m ³ /km ² /年あるいは325m ³ /km ² /年 コンプレッションダムでの実測値、現在のSANAA給水計画との整合性を考慮し、325m ³ /km ² /年に修正することを提案する。	7.3.3章参照
3. 設計堆砂量	200万m ³	200万m ³ ～570万m ³ 。 比堆砂量及び排砂計画を組み入れるかどうかで違ってくる。	7.3.3章参照
4. 開発水量 (有効貯水量)	200万m ³	200万m ³ ～420万m ³ 。 既存ロスラウレス浄水場の処理能力の考え方により違ってくる。	7.3.4章参照
5. 総貯水量	400万m ³	400万m ³ ～770万m ³ 。 設計堆砂量、開発水量の組合せで違ってくる。	7.3.5章参照
6. 常時満水位	1,053.00m	1,053.00m～1,058.60m。 設計堆砂量、開発水量の組合せで違ってくる。	7.3.5章参照
7. サージ水位	1,053.50m	1,053.50m～1,059.10m。 設計堆砂量、開発水量の組合せで違ってくる。	
8. 用地買収標高	1,054.50m 以下	1,054.50m～1,060.00m。 設計堆砂量、開発水量の組合せで違ってくる。	サージ水位+ 1m
9. ダムサイト	既存ロスラウレスダムの3km上流の狭窄部(流域面積=190km ²)	変更なし	7.3.6章参照
9. ダムタイプ	重力式コンクリートダム	変更なし	7.3.6章参照
10. 洪水吐形式	ゲート式	維持管理、経済性の面からゲートレス洪水吐が望ましい。基本設計段階で、複合式洪水吐(ゲート+自然越流式)あるいは自然越流式洪水吐の導入を検討することを提案する。	7.3.7章参照
11. 基礎処理	カーテン及びコンソリデーショングラウチング(5,000m)	カーテン及びコンソリデーショングラウチング(4,075m)	

12. 取水施設	800mm 放流ゲート (ハウエルハンガーハールブ)	基本設計段階で、最適なゲート口径・形式が選定される。	7.3.8 章参照
13. 貯砂ダム	ガビオンダム	排砂作業には特に必要ないため、基本設計段階で削除を含めた再検討を提案する。	7.3.9 章参照
13. 転流工方式	堤内仮排水路方式	変更なし	7.3.10 章参照

出典: JICA 予備調査団

基本設計時に検討すべき技術的事項の補足説明

ロスラウレス II ダムの建設が認められる場合、後日基本設計及び詳細設計が行われる。その際には、基本設計の調査期間を通常よりも長くする必要があると考える。何故なら、開発調査の計画案についてレビューして、必要な修正を行うことが望ましいと考えられるからである。上記した今回の予備調査段階でのレビュー結果が参考となるが、下記の点について参考補足説明を追加しておく。

- ・ 設計洪水量：開発調査では、 $1700\text{m}^3/\text{s}$ となっているが、他の事例などから過大な可能性もあり、別の検討をして小さく出来れば、洪水吐容量を減らすことが出来、またサーチャージ水位も下げられるのでコスト減につながる。
- ・ ゲートの設置：洪水吐に比較的規模の大きいゲート（ $9\text{m} \times 8.6\text{m}$ ）が 4 門設置される計画になっているが、ホ国では実績・経験がない。安全面と維持管理面から好ましくないという考えもあり、またコスト面でも見直して確認が必要ではないかという意見もある。ゲートなし案、ゲート数減少案、小型ゲート案などを含めて、最適な計画を再検討することが望ましい。
- ・ 取水施設：取水口の高さは、貯水池の低い位置にある。堆積土砂の影響や運転維持管理に関して問題がないか確認することが望ましい。緊急放流設備としての機能を兼ねているようであるが、口径についても妥当であるか確認することが望ましい。
- ・ 仮締切り・転流工：開発調査での工事中の転流については、詳細な説明がないが、半川締切りと堤内仮排水路の組み合わせを想定しているようである。ダムサイトは、下流側の既存ダムの貯水池内に位置していることや河川幅が狭いこともあり、工事中の安全とコスト面から、仮排水トンネルなど他の代替案を含めて再度検討して、最適な計画であることを確認することが望ましい。
- ・ ダム貯水池の開発水量は、水収支計算によって $1301/\text{s}$ と設定されている。基本的に重要な数値であるので、これについては、最近の水文データや上流の取水状況変化を含めて、レビューすることが望ましい。
- ・ 実測に基づく河川流量とダムからの放流量と取水量の間で、次のような関係があることが分かった。

既存ロスラウレレスダム地点での流量バランスチェック（年間平均）

年	①ダム地点の 河川流量*	②ダムからの 下流放流量	③ダムからの 取水量**	④=②+③	差 ⑤=①-④
1996	2.04	1.08	0.52	1.60	0.44
2003	2.02	1.00	0.53	1.53	0.49
2004	1.08	0.23	0.60	0.83	0.25

（単位：M³/s）

データは、上記3カ年分のみで、①、②、③の数字が得られた。

*：グアセリケ II 観測所の流量で、流域比換算（148/194）

**：浄水処理量（取水量データがないために使用したが、参考計算のため送水などの損失量を無視している。）

上記の参考計算を何故やってみたかという、本来差（⑤）の数字は、小さくなる（例えば10%未満）のが一般的である。しかし、この場合は、河川流量に対して、21%、24%、23%となっており、比較的大きい。この原因としては、測定誤差、貯水池蒸発量、貯水池やダムからの浸透量、ダム流入前の取水、送水中の損失量、浄水場での損失量などが考えられる。開発調査では、このような点について、分析はしていないが、本来はこの数字の差について分析して、開発水量を含むダム計画の検討にも反映させることが必要と思われる。

7.4 水源開発計画代替案

7.4.1 代替計画(見直し)の必要性

本計画は2000年2月から11月にかけて行われた現地調査結果に基づいて検討された「テグシガルパ市水供給計画調査」の中でF/S案として提案されたロスラウレレス II ダムの建設である。本計画の緊急性からF/S案のダム計画を踏襲すること基本としているが、前述したように設計堆砂量の変更が避けられないため、F/S原案のままB/D段階へ進むことは難しい。

このため、事業費の制約、環境社会配慮等を考慮して、無償資金協力案件として妥当な代替計画を検討する必要がある。

7.4.2 代替案-1 (開発調査の比堆砂量 600m³/km²/年を踏襲する場合)

代替案-1は開発調査案の比堆砂量 600m³/km²/年を踏襲し、設計洪水流量は予備調査で見直した920m³/sを採用している。主要ダム諸元をF/S原案と対比させると次表のとおりである。最も開発調査案に近い計画であるが、下記の難点を抱えている。

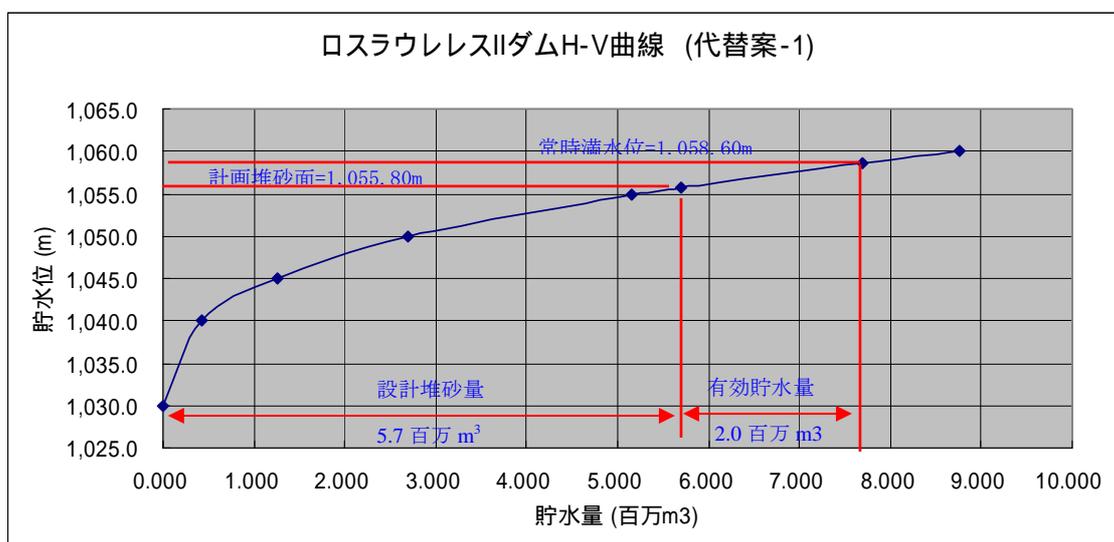
- ダム規模が大きくなる分事業費が増加する。
- サーチャージ水位が1,059.10mと開発調査案に比べ5.6m高くなり、付替道路の延長が増加するとともにマテオ橋の嵩上げ(架替え)が必要となる。

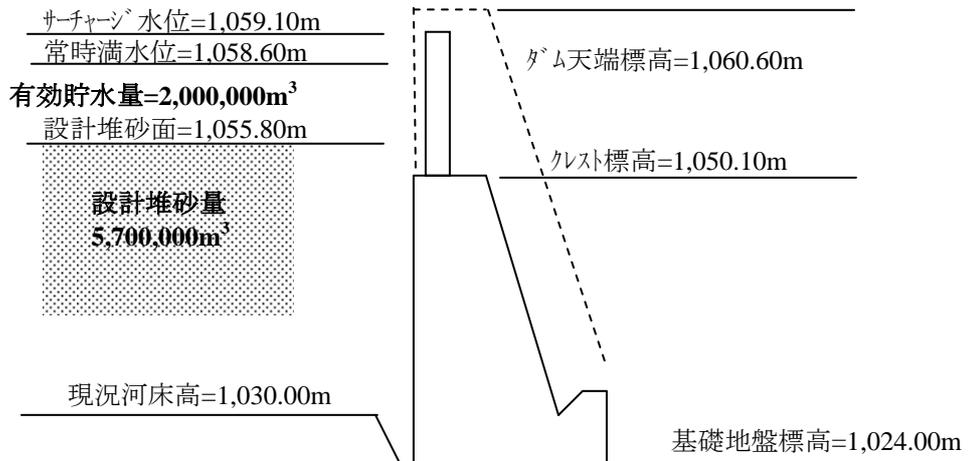
- 水没移転農家数が開発調査案に比べ2～3倍に増え、環境社会配慮面の影響が大きくなる。

代替案-1のダム諸元

項目	単位	開調 F/S 案	代替案-1	摘要
1. 設計洪水流量	m ³ /s	1,700	920	予備調査で再検討
2. 比堆砂量	m ³ /km ² /年	600	600	開調案を踏襲
3. 設計堆砂量	m ³	2,000,000	5,700,000	予備調査で再検討
4. 総貯水量	m ³	4,000,000	7,700,000	
5. 有効貯水量	m ³	2,000,000	2,000,000	開調案を踏襲
6. 死水量	m ³	2,000,000	5,700,000	
7. ダム高	m	31.00	36.60	
8. ダム天端標高	m	1,055.00	1,060.60	
9. サーチャージ水位	m	1,053.50	1,059.10	
10. 常時満水位	m	1,053.00	1,058.60	
11. 低水位	m	1,040.00	1,045.00	
12. 計画河床高	m	1,024.00	1,024.00	
13. 用地買収標高	m	1,054.50	1,060.10	サーチャージ水位+1.0m
14. 洪水吐形式		ゲート式	ゲート式	開調案を踏襲
15. 洪水吐幅	m	ゲート式=34.4m	ゲート式=18.4m	“
16. 洪水吐ゲート	m	9.0Hx8.6Bx4門	9.0Hx9.2Bx2門	“

出典：JICA 予備調査団





代替案-1 の模式断面図

7.4.3 代替案-2 (流入堆積土砂軽減対策を導入する場合)

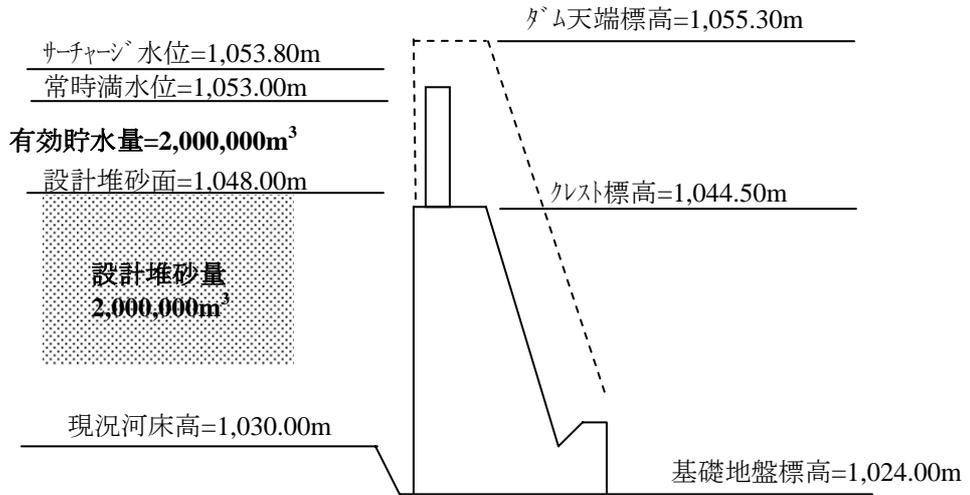
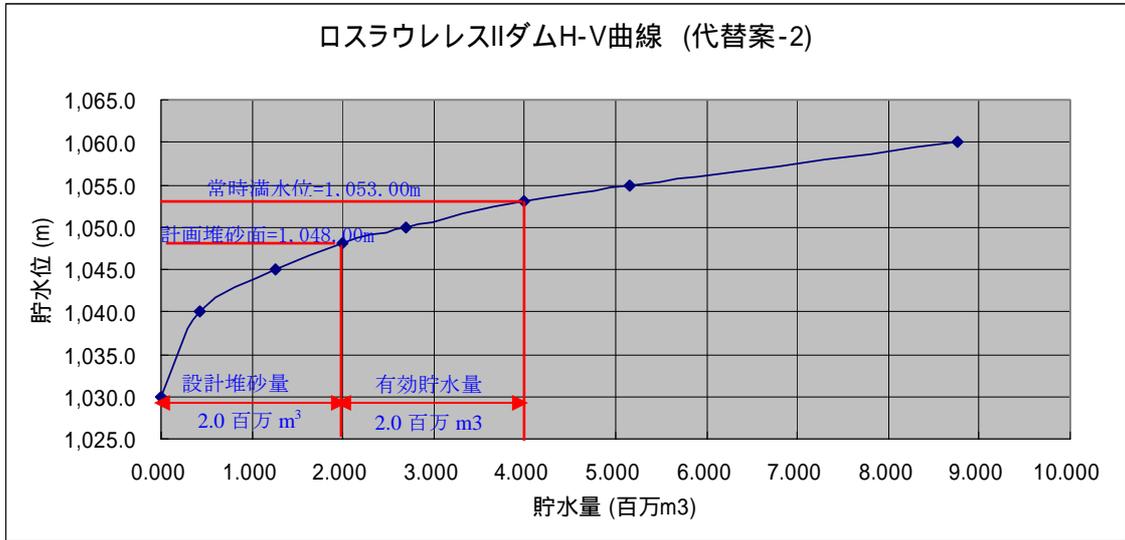
環境社会配慮面(移転農家対策)のクリティカルラインは標高 1,055m である。代替案-2 は、用地買収地域を 1,055m(サーチャージ水位+ 1m)以下と考えた場合の計画である。比堆砂量は 325m³/km²/年を採用するとともに、流入堆積土砂軽減対策(SANAA による排砂作業)を組み入れている。サーチャージ水位を 1,054m に制限されるため、ゲートレスの洪水吐は難しいが、コスト縮減と維持管理面を考慮し、ゲート式と自然越流式を組合わせた複合式洪水吐を導入している。主要ダム諸元を F/S 原案と対比させると次表のとおりである。代替案-2 の場合、最高水位(サーチャージ水位)がほとんど変わらないので、移転家屋数は開発調査案とほぼ同じと考える。

代替案-2 のダム諸元

項目	単位	開調 F/S 案	代替案-2	摘要
1. 設計洪水流量	m ³ /s	1,700	920	予備調査で再検討
2. 比堆砂量	m ³ /km ² /年	600	325	予備調査で再検討
3. 設計堆砂量	m ³	2,000,000	2,000,000	排砂対策導入
4. 総貯水量	m ³	4,000,000	4,000,000	
5. 有効貯水量	m ³	2,000,000	2,000,000	
6. 死水量	m ³	2,000,000	2,000,000	
7. ダム高	m	31.00	31.30	
8. ダム天端標高	m	1,055.00	1,055.30	
9. サーチャージ水位	m	1,053.50	1,053.80	
10. 常時満水位	m	1,053.00	1,053.00	
11. 低水位	m	1,040.00	1,040.00	
12. 計画河床高	m	1,024.00	1,024.00	
13. 用地買収標高	m	1,054.50	1,054.80	サーチャージ水位+1.0m
14. 洪水吐形式		ゲート式	複合式	予備調査で再検討
15. 洪水吐幅	m	ゲート式=34.4m	ゲート式=17.2m	

			越流式=34.0m	
16. 洪水吐ゲート	m	9.0Hx8.6Bx4門	9.0Hx8.6Bx2門	

出典：JICA 予備調査団



SANAA による流入堆積土砂軽減対策

代替案-2 の設計堆砂量は、比堆砂量を 325m³/km²/年、SANAA の年間排砂量を 45,000m³と想定して算定されている。比堆砂量、年間排砂量が想定と違った場合や開始年度が遅れる場合について検証すると次表のとおりである。

SANAA による流入堆積土砂軽減対策

Case	流入堆積土砂軽減対策				設計堆砂容量が満杯になるまでの年数	有効貯水量が満杯になるまでの年数
	比堆砂量 (m ³ /km ² /年)	年間排砂量 (m ³)	開始年度	年間流入量 (m ³)		
1	325	排砂対策が行われない場合		61,750	32.5	64.8
2	325	10,000	10年後	51,750	36.7	75.4
3	325	20,000	10年後	41,750	43.1	91.0
4	325	28,000	10年後	33,750	50.9	110.2
5	600	排砂対策が行われない場合		114,000	17.5	35.1
6	600	30,000	5年後	84,000	22.0	45.8
7	600	45,000	5年後	69,000	25.7	54.7
8	600	82,500	5年後	31,500	50.4	113.9

出典：JICA 予備調査団

- SANAA による流入堆積土砂軽減対策が行われなかった場合、設計堆砂容量が満杯になる年数は、比堆砂量が 325m³/km²/年規模で 32.5 年、600m³/km²/年規模で 17.5 年である。ロスラウレレス II ダム完成後 15 年以内にキエブラモンテスダム建設が実現する場合、流入堆積土砂軽減対策は不要である。
- 流入堆積土砂軽減対策はダム完成後から直ちに行う必要はない。完成後 5～10 年間実際の堆砂状況を確認してからでも十分間に合う。
- 比堆砂量が想定どおりの 325m³/km²/年規模である場合は、完成後 11 年目から年間 28,000m³の排砂作業を行えば、ダムは計画どおりの機能を保持できる。この場合の年間排砂事業費は約 3 千万円である。SANAA は 2004 年度にロスラウレレスダムにおいて 45,000m³の排砂作業を実施した経験を有しており、十分実施可能と思われる。
- 比堆砂量が想定より多く、600m³/km²/年規模である場合は、完成後 11 年目から年間 82,500m³の排砂作業を行えば、ダムは計画どおりの機能を保持できる。この場合の年間排砂事業費は約 9 千万円である。

代替案 2 の特徴

- ダム高が F/S 案と同じなため、土工量は同じで若干コンクリート量が増加する。
- 複合式洪水吐を導入することにより、洪水吐ゲートが 4 門から 2 門に減り、F/S 原案に比べ大幅にコスト縮減を図ることが可能である。
- SANAA はキエブラモンテスダム建設をあきらめておらず、資金調達先を探している。ロスラウレレス II ダム完成後 15 年以内にキエブラモンテスダム建設の目途がたつ場合は流入堆積土砂軽減対策は不要である。
- 上流マテオ橋の架替は不要で、水没農家数も最小限にすることが可能である。

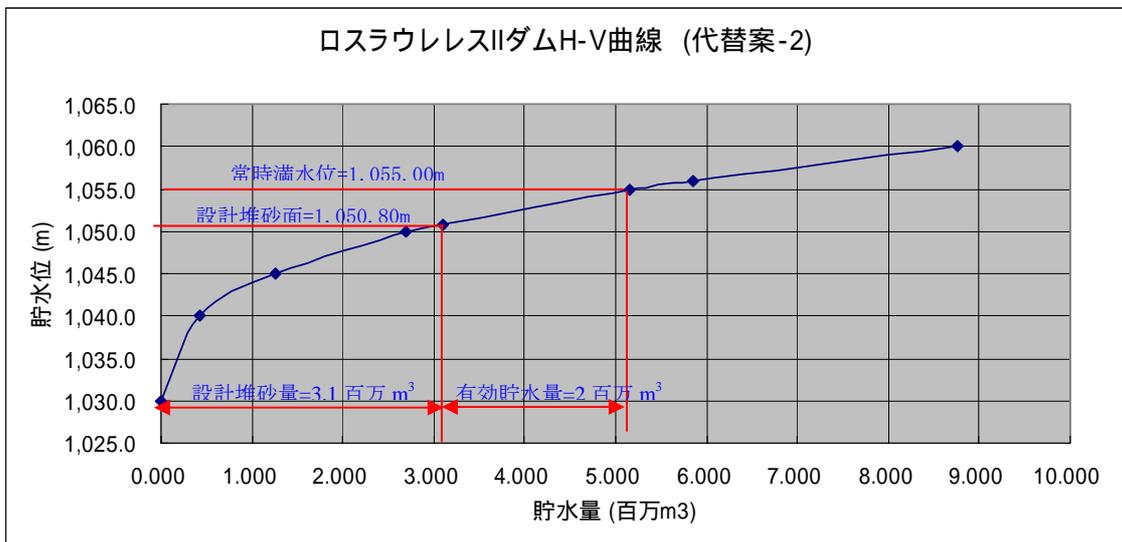
7.4.4 代替案-3 (ゲートレス洪水吐を導入する場合)

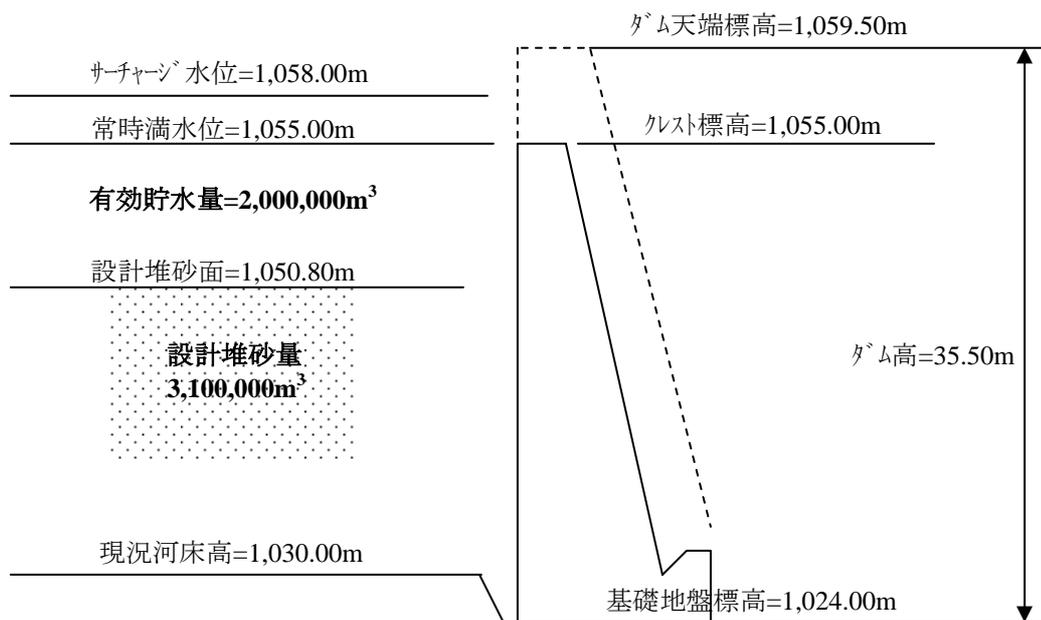
代替案-3 は、維持管理が容易で洪水時の安全性が高いゲートレス洪水吐を導入する場合の計画である。サーチャージ水位の制限を 1,059m まで上げることにより、設計堆砂量を 50 年分計上できるとともに、ゲートレス洪水吐の導入によりコスト縮減が可能となる。主要ダム諸元を F/S 原案と対比させると次表のとおりである。

代替案3のダム諸元

項目	単位	開調 F/S 案	代替案-3	摘要
1. 設計洪水流量	m ³ /s	1,700	920	予備調査で再検討
2. 比堆砂量	m ³ /km ² /年	600	325	予備調査で再検討
3. 設計堆砂量	m ³	2,000,000	3,100,000	50年分計上
4. 総貯水量	m ³	4,000,000	5,100,000	
5. 有効貯水量	m ³	2,000,000	2,000,000	
6. 死水量	m ³	2,000,000	3,100,000	
7. ダム高	m	31.00	35.50	
8. ダム天端標高	m	1,055.00	1059.50	
9. サーチャージ水位	m	1,053.00	1,058.00	
10. 常時満水位	m	1,053.00	1,055.00	
11. 低水位	m	1,040.00	1,040.00	
12. 計画河床高	m	1,024.00	1,024.00	
13. 用地買収標高	m	1,054.50	1,060.00	サーチャージ水位+1.0m
14. 洪水吐形式		ゲート式	自然越流式	
15. 洪水吐幅	m	ゲート式=34.4m	85.0m	
16. 洪水吐ゲート	m	9.0Hx8.6Bx4門	ゲート無し	

出典：JICA 予備調査団





代替案-2 の模式断面図

代替案 3 の特徴

- 設計堆砂量は年間堆砂量 (325 x 190 = 61,750m³)の 50 年分を計上しており、キエブラモンテスダムの建設が中止になっても支障はない。代替案-2 に較べて無理のない堆砂計画となっている。
- 現況ロスラウレス浄水場の最大浄水能力 750L/s を通年保障することができる。
- ダム規模は開発調査 F/S 原案に較べ大きくなるが、ゲートレス洪水吐の導入により事業費は縮減できる可能性がある。
- F/S 案に較べダム高は 5.5m 高くなるが、ゲートがなくなるため堤体下流側の勾配を急 (1:0.8 程度)にすることが可能となる。これによりダム高アップ分のコンクリート増加量を軽減させることができる程度可能である。
- 自然越流式洪水吐はゲート式洪水吐に較べ、安全面かつ維持管理面において有利である。
- 上流マテオ橋の路面高が EL1,056.3m で常時満水位(1,056.0m)とほぼ同じなるため、橋の架替又は撤去が必要となる。
- 水没農家数が代替案-2 に較べて大幅に増える。

7.4.5 代替案の比較検討結果

以上、予備調査において提案した 3 つの代替案を比較すると次表のとおりである。

代替案比較検討結果一覧表

項目	代替案-1	代替案-2	代替案-3
比堆砂量	600m ³ /km ² /年	325m ³ /km ² /年	325m ³ /km ² /年
設計堆砂量	570 万 m ³	200 万 m ³ (排砂対策考慮)	310 万 m ³
有効貯水量	200 万 m ³	200 万 m ³	200 万 m ³
総貯水量	770 万 m ³	400 万 m ³	510 万 m ³
常時満水位	1,058.60m	1,053.00m	1,055.00m
サーチャージ水位	1,059.10m	1,053.80m	1,058.00m
用地買収標高	1,060.10m	1,054.80m	1,059.00m
ダム高	36.60m	31.30m	35.50m
設計洪水流量	920m ³ /s	920m ³ /s	920m ³ /s
洪水吐形式	ゲート式	複合式 (ゲート+自然越流式)	自然越流式 (ゲートレス)
洪水吐越水量水深	9.50m	9.80m	3.00m
洪水吐堰幅	ゲート式=18.4m	ゲート式=17.2m 越流式=34.0m	15.0m x 6=90m
洪水吐ゲート寸法	9.0Hx9.2Bx2 門	9.0Hx8.6Bx2 門	ゲート無し
事業費	△	◎	◎
環境社会配慮	△	◎	○
堆砂変動に対する安全性	◎	○	○
洪水時の安全性	△	○	◎
ダムの維持管理	△	△	◎

出典: JICA 予備調査団

◎、○、△は、代表的な観点からの参考としての評価（◎：望ましい（問題の少ない）案、○：望ましいとは言えないが対応可能（問題処理可能）な案、△：困難な問題が出る可能性がある案）

比較検討結果を要約すると以下のとおりである。

- 無償資金協力事業としての実施を考える場合、事業費及び環境社会配慮対策の観点から代替案-1は厳しいと思われる。
- 事業費及び環境社会配慮対策の観点からは代替案-2が最も有望である。
- 代替案-2の難点は流入堆積土砂軽減対策を導入しており維持管理面で不安が残ることであるが、7.4.3章で記載したように実現可能性は十分あると思われる。
- 現在 SANAA は水没移転農家数、買収用地の対象を 1,055m 以下と 1,060m 以下の 2 つケースで調査を進めている。SANAA 側の 1,060m 以下の補償対策が十分実現可能である場合、SANAA の排砂対策が不用でゲートレス洪水吐の導入で安全性に優れる代替案-3も考えられる。

以上から、代替案-2を本命案とし、代替案-3を次案として今後の基本設計の中で最終案を選定することを提案する。

8章 ダムサイトおよび流域の地質状況

8.1 流域の地質状況

8.1.1 広域地質

調査対象地域は、主に赤紫色の礫岩から構成される白亜紀の Valle de Angeles 層群が基盤をなす。この上位に、第三紀中新世から鮮新世の Padre Miguel 層群の火山岩類が分布し主に流紋岩質火山砕屑岩と熔結凝灰岩から構成されている。これらを覆って高標高部には帽子を被せるように第四紀の玄武岩溶岩が分布する。

北西 - 南東性が主な線構造をなし、それに交差する北東 - 南西性の弱い線構造が形成されている。これらは、地下深部に至る断裂ではなく火山性陥没による断層あるいは節理の卓越方向に一致したもので活断層ではない。また文献で見える限り、地震活動を伴う活断層は報告されていない。

地震

調査対象地は日本と同じ環太平洋火山・地震帯に位置し、ここに建設される大規模あるいは重要構造物は地震災害に対する耐震設計が要求される。

1990年から1996年の地震資料によると、ココスプレートがカリブプレートに沈み込むグアテマラ海溝に近接する太平洋沿岸地帯に多くの地震が発生している。地震活動は活発なものその規模は小さく、テグシガルパ周辺の内陸性地震は少なく、あっても規模は小さく Magnitude は 4.5 以下なので大きな問題とはならない。

U.N.A.H. (Universidad Nacional Autonoma Honduras) Geophysical Section の 1999 年の研究によると、ホンジュラス国の主要都市における地震加速度は次表のように纏められている。

地盤最大加速度の予測

(単位: m/sec²)

都市名	緯度	経度	確率年 (年)				
			100	200	500	1000	5000
テグシガルパ	14,084	87,157	0.753	0.926	1.184	1.455	2.276
サンタ ロサ デ コロン	14,750	88,720	1.150	1.456	1.956	2.516	4.114
サンタ パーバ	14,900	88,250	0.939	1.160	1.491	1.848	2.877
チヨルテカ	13,300	87,270	1.329	1.644	2.145	2.667	4.110
トルヒーヨ	15,920	85,950	0.829	1.131	1.627	2.245	4.310
サン ペドロ スーラ	15,481	88,040	1.144	1.549	2.265	3.040	5.518
ラ セイバ	15,667	86,833	0.912	1.245	1.826	2.531	4.865
プエルト コルテツ	15,850	88,000	1.262	1.782	2.710	3.724	7.128
アマハラ	13,310	87,620	2.300	2.931	3.891	4.957	7.984
エル カホン	14,950	87,750	1.051	1.360	1.875	2.469	4.075
ロアタン	16,330	86,504	1.276	1.813	2.764	3.800	7.242

出典: La Amenaza Sismica de 11 Lugares Importantes en Honduras by U.N.A.H.

8.1.2 流域および貯水池周辺の地質

(1) 地質概要

調査対象地周辺は、第三紀の Padre Miguel 層群、Matagalpa 累層 および白亜紀の Valle de Angeles 層群および最も古い地層として Cacaguapa 片岩から構成されている。第4紀初期の玄武岩がこれらの古期岩石を覆って分布している。これらの岩盤は、第4紀の未固結段丘堆積物、崖錐堆積物、河床・氾濫原堆積物に覆われている。

調査地周辺の地質構成

代	紀	世	記号	地質名、地層名	土相、岩相		
新生代	第四紀	沖積世 更新世	Qal	河川・氾濫原堆積物	粘土混じり砂、礫		
			Qc	崖錐堆積物	粘土、砂、礫		
			Qt	段丘堆積物	粘土混じり砂、礫		
			Qb	玄武岩	玄武岩溶岩		
	第三紀	鮮新世 中新世 漸新世	<i>Gracias</i> 層				
			Padre Miguel 層群				
			Tpmy	新規火山岩類	流紋岩質熔結凝灰岩		
			Tep	Periodista 部層	礫混じり凝灰岩質砂岩		
			Tpmt	Tenampua 部層	局所的堆積物。火山灰		
			Tpmi	熔結凝灰岩	ガラス質熔結凝灰岩		
			Tpmn	Nueva Aldea 部層	軽石混じり凝灰岩		
			Tpmp	Puerta de Golpe 部層	凝灰岩質頁岩、石灰質頁岩、石灰岩		
			Tcg	Cerro Grande 部層	熔結凝灰岩		
			65	始新世 暁新世	Matagalpa 累層		
	Tm				熱変質安山岩		
中生代	白亜紀	セノニアン世	Valle de Angeles 層群				
			Krc	Rio Chiquito 累層	赤褐色砂岩、シルト岩、一部石灰岩レンズを挟む泥岩		
			Kvac	詳細不明	詳細不明		
	143	Kvn	Villa Nueva 累層	礫岩			
	ジュラ紀	リアス世	Ky	Yojoa 層群	石灰岩、泥岩		
			Jkhg	Honduras 層群	頁岩、砂岩、一部火山岩を挟む		
古生代			Pzm	Cacaguapa 片岩	雲母片岩、大理石、変輝緑岩		

出典: Geological map of Tegucigalpa, Lepaterique, and San Vuenabentura (1/50,000)

Note: イタリック体の地層は、調査地に露出しない。

247*: 地質年代 x 10⁶

ダム計画地点周辺は、第三紀中新世から鮮新世の Padre Miguel 層群の火山岩類が分布し主に流紋岩質火山砕屑岩と熔結凝灰岩から構成されている。これらを覆って高標高部には帽子を被せるように第四紀の玄武岩溶岩が分布する。

ダム計画地点は峡谷上をなし、その上流側には氾濫源が広がり効率の良い貯水池となっている。貯水池内周辺は熔結凝灰岩が分布し、氾濫源は河床砂礫に覆われている。大きな断層はない。既存の報告書で記載されている Las Tapias 右岸地すべり地は、地山は緩むもののハリケーン「ミッチ」の豪雨でも安定を保っていたことから、計画ダムの湛水によっても斜面が不安定化することは無いと推察される。

火山岩地帯に建設されたダムでは、溶岩や火砕流堆積物に覆われた旧河川の砂礫層を通して貯水池の水が他流域へ漏水する例もある（山梨県塩川ダム）。開発調査でも、この懸念は無いとしているが、今回の調査でも新たな事実は発見出来なかった。

(2) 建設材料

コンクリート用粗骨材は、ダムサイト近傍に分布する玄武岩および軟石量が 10%程度と推測されているダムサイト上流 800m から 1300m にかけて広がる河床堆積物および氾濫原堆積物が候補となる。細骨材は同じ河床堆積物および氾濫原堆積物が利用可能と推測される。いずれも貯水池内および周辺に分布している。なお、堤体積が小さいのでコンクリート骨材の購入あるいは生コンクリートの購入も可能性もある。

8.1.3 流域管理の概要

本調査対象流域面積は、188.23km²、計画されている Los Laureles II ダムの湛水面積は 60km² である。流域の上流は水源保護を目的とした森林に覆われているが、貯水池周辺に限ると農業に利用され草地で覆われた面積が多い。

2001 年以降の経年変化

流域管理を目的として、2004 年に調査が実施されその結果は GIS データベース化¹されている。調査対象地の地質は不変で、2000 年の JICA 開発調査以降大規模な地形改変を伴う農業開発、住宅開発は実施されていない。次表に示したように 2001 年以降は山火事によって森林面積が 13 km² 減少し草地が増加したものの植生は大きな変化が無い。

¹ “Estudio de Rehabilitacion Ambiental en las Cinco Subcuencas Hidrograficas Sistema de Bastecimiento de Agua Potable para Tegucigalpa”, 25 Agost 2005 by SANAA. BID/1073/SF-HO.

植生・土地利用状況 (2004 年衛星画像解析)

分類	面積 (km ²)	割合 (%)
森林	128.44	68.2
広葉樹	29.52	
針葉樹	88.81	
混合林	10.11	
灌木類	17.41	9.2
草地	23.51	12.5
草地	5.35	
牧草地	18.16	
耕地	14.47	7.8
河川・湖沼	0.42	0.2
住宅地	3.84	2.0
未分類	0.14	0.1
合計	188.23	100.0

また、次表で示したように若干の植林計画が進んでおり 2000 年に較べて堆砂条件に大きな変化は認められず、開発調査時の堆砂量の設定は有効である。

Los Laureles Dam 流域内の山火事と植林

年	山火事		植林		
	件数	面積 (ha)	植林地区	面積 (ha)	実施年度
1999	15	50	Upare	80	' 80-90
2000	36	1950	La Galera	5	' 91
2001	23	326	Quiscamote	1	' 92
2002	19	609	Los Laureles	10	' 93-05
2003	14	276	El Empedrado	0.9	' 94
2004	7	64	R. Dolores, San Matias, El Llano,	1	' 00-05
2005	17	49	La Empedrado, La Calera	0.25	' 02-05
合計	131	3324	合計	98.15	
' 01 以降	80	1324			

出典：Plan de Proteccion Forestal para las Sub Cuencas Guacerique y la Concepcion

SANAA 流域管理局は COHDFOR (Corporacion Honduras de Desarrollo Forestal) と協力して水源保護の為に森林の維持・管理を進めており、前述した植林事業とともに山火事の防止にも努めている。Guacerique 流域内では 5 箇所の森林監視所と 4 箇所で延焼防止帯が建設されている。

8.2 ダムサイトの地質

8.2.1 地質概要

ダムサイト予定地は火山岩地帯特有の硬軟の地層が交互に分布する地質構造区に位置する。ダムサイトには比較的堅硬なイグニンプライト (熔結凝灰岩：熔結した火砕流堆積物) およびその下に凝灰岩が分布し、合計 8 本のボーリングがダム設計に必要な位置に配置され、ルジオン試験 (ボーリング内透水試験) が実施され、室内岩石試験用の試料を採取している。

開発調査時(2000年)の地質調査数量

ボーリング No.	位置	深度 (m)	ルジオン 試験	標準貫 入試験	室内岩 石試験
Bg-1	左岸ダム軸延長部	60	11	5	
Bg-2	左岸天端	60	11		5
Bg-3	河床	40	7		5
Bg-4	右岸天端	60	11		
Bg-5	右岸	60	11		
Bg-6	河床下流堤祉部	30	5		
Bg-7	河床上流堤祉部	30	5		
Bg-8	左岸余水吐	40	7		
Bg-9	貯水池内地すべり地	30	5	4	
Bg-10	貯水池内地すべり地	30	5	5	
		440	78	14	10
弾性波探査	ダムサイト	4側線 合計 420m			

(1) 弾性波探査

弾性波探査は計画ダム軸を中心に実施されている。

弾性波探査結果

速度層	縦波速度 (m/s)	平均値 (m/s)	深度 (m)	対応する地質
第1層 左岸	501- 654	578	0.1-8.0	表土、崖錐堆積物
第1層 右岸	455-521	488	1.0-4.0	風化岩
第2層	1875-2188	1988	-	新鮮な熔結凝灰岩

ダムサイト左岸側では、地表から深度8mまでは未固結堆積物および風化岩で、右岸側は岩盤が露出しており風化岩の深度は最大で4mである。これらの部分はコンクリートダムの基礎岩盤としては不適である。付帯構造物の基礎としては、適切な処理で利用できる。

第三紀漸新世から中新世の同種岩石の縦波速度は1700 m/秒 ~ 2600 m/秒 なので、本調査地の熔結凝灰岩も妥当な調査結果である。

(2) 岩石試験結果

岩盤分類でダムの基礎岩盤として想定されるCM級に属す熔結凝灰岩の試験結果を次表に示す。

室内岩石試験結果

項目	試料数	単位	結果	平均値*1
比重	10	-	2.01-2.07	2.05
吸水率	10	%	14.1-18.3	16.0
単位体積重量 (湿潤)	10	g/cm ³	1.76-1.79	1.78
一軸圧縮強度	10	kgf/cm ²	128.6-193.5	163.1
超音波伝播速度	10	m/s	1400-2500	2250

*1: 異常値は平均値から除外している

石英主体の岩石なので比重は軽いが一軸圧縮強度は平均で 163kgf/cm² あり、過去に数多く建設されたダムの基礎岩盤の岩石と比較しても適切な強度を有している。これらの値は、第三紀漸新世から中新世の同種の岩石としては、概ね妥当な範囲に入っている。

8.2.2 基礎岩盤の強度

ダムの基礎岩盤の強度は、岩石固有の強度の他に、風化の度合い、割目の多さ・割目の状態の組み合わせで決まる。開発調査では、次のような岩盤分類基準を定めている。

岩盤分類基準

Class	Description
A	Very fresh and very hard, no weathering and alteration, joints are extremely tight.
B	Fresh and hard, mineral and grain are partly weathered or altered. Joints are tight.
CH	Solid, mineral and grain are partly weathered or altered except quartz. The cohesion of joints is slightly decreased with limonite
CM	Comparatively solid. Mineral and grain are somewhat softened by weathering except quartz. The cohesion of joints is slightly decreased with limonite and clay.
CL	Soft. Rock pieces are broken by the soft hammer blow.
D	Very soft. Clayey. Rock pieces are easily broken by the soft hammer blow.

この基準をもとに、ダムサイトの岩盤が分類されダム軸岩盤分類図として纏められている。

ダムを直接支える基礎岩盤は熔結凝灰岩で岩盤剪断試験は実施されていないが、弾性波探査および室内岩石試験の結果から CM 級岩盤の強度は $\sigma_0=80-120\text{ t/m}^2$ と推定され、高さ 30m 級のダムに対して十分な純剪断強度を有している。

ダムサイトに分布する各岩盤の推定強度を以下に示す。

熔結凝灰岩：	$\sigma_0=80-120\text{ t/m}^2$ (CM 級)
火砕流堆積物：	$\sigma_0=60-80\text{ t/m}^2$ (CL 級)
凝灰岩：	$\sigma_0=60\text{ t/m}^2$ (CL 級)
風化岩、シルト岩、砂岩：	$\sigma_0<60\text{ t/m}^2$ (D 級)

8.2.3 基礎岩盤の透水性

開発調査時におけるルジオン試験の結果は以下のように纏められている。

ルジオン試験結果

孔番	深度 位置	試験区間(m) とルジオン値										
		5-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	45-50	50-55	55-60
BG-1	左岸高位部	6	18	1	11	0	0	33	23	2	11	8
		(3.4)	-	(5.5)	-	-	-	-	-	(5.5)	(3.5)	-
BG-2	左岸天端	3	19	4	1	0	1	1	0	0	0	0
		(5.6)	-	-	-	-	(7.8)	-	-	(8.1)	-	-

BG-3	河床	0	0	0	0	0	0	0				
		-	-	-	-	-	-	-				
BG-4	右岸天端	17	4	12	14	1	4	0	2	0	2	24
		-	(6.0)	-	(3.8)	-	(7.8)	(7.7)	(5.6)	(3.5)	(7.6)	-
BG-5	右岸高位部	27	15	22	24	21	23	0	3	14	22	23
		-	-	-	-	-	-	(9.5)	-	-	-	-
BG-6	河床下流堤祉	-	0	0	0	1						
		-	-	-	-	-						
BG-7	河床上流堤祉	-	5	3	0	1						
		-	-	(3.1)	-	-						
BG-8	左岸余水吐	17	7	0	18	19	15	1				
		-	(5.3)	(7.1)	-	-	-	(7.1)				

この結果をもとに、ダム軸ルジオン図が作成されている。

地表部付近の風化・緩みがある部分の深度約 10mまでを除くと、透水性は全般に低く特定の開口性割目の分布する場所で 20 ルジオン以上の高透水性部となっている。地表の割目の形成状況、ボーリングコア写真から推定してこれらの開口性割目は急傾斜をなす。この中で、右岸高位部の BG-5 孔は殆どの区間で 20 ルジオン以上の高透水性をなすが、このボーリングが大きな急傾斜割目に遭遇していることが原因と推測される。

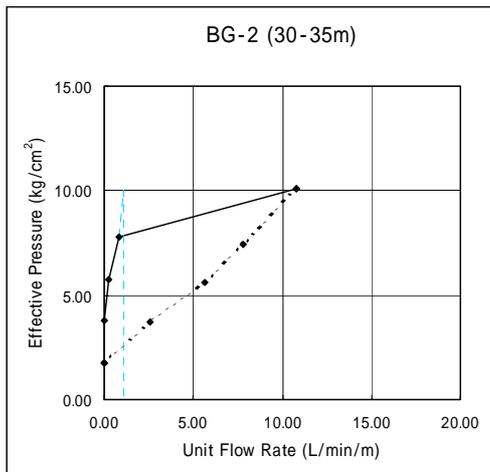
8.2.4 岩盤の基礎処理・止水処理

(1) 開発調査（2000 年）における基礎処理計画

施工計画図が無く、施工範囲（堤頂長の延長方向、深度）、孔間隔等の詳細は不明であるが、ヒヤリングおよび積算資料によると下記の仕様である。

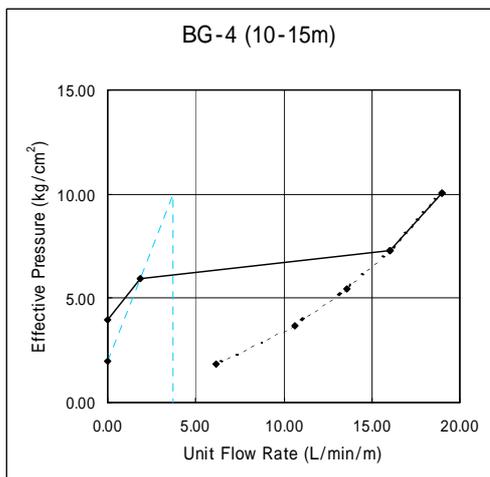
- ✓ カーテン・コンソリデーショングラウチングの総延長：5,000m
- ✓ カーテングラウチング堤頂長範囲：ダム高と同じ 30m
- ✓ カーテングラウチングの深度：ダム高と同じ 30m
- ✓ カーテングラウチングの列、孔間隔：不明
- ✓ コンソリデーショングラウチングの施工範囲：ダム敷全面
- ✓ コンソリデーショングラウチング孔間隔と深度：不明
- ✓ グラウチングの予想セメント注入量：45kg/m

火山岩を基礎とするダムで問題となっているのが、高透水性となる開口性割れ目の遮水処理である。本ダム基礎岩盤のような「軟岩」の場合には、岩盤強度が低いのでグラウチング時のセメントミルク注入圧力を高くすると岩盤が破壊する。岩盤の破壊は、岩盤の浮き上がり、セメントミルクの流出による浪費をもたらすのでグラウチング時には注入圧力・注入量管理が重要となる。



左図はボーリングBG-2 (計画ダム軸 左岸天端付近)のルジオン試験のP-Q曲線の例で、岩盤を破壊する限界(注水)圧力を示している。実線が昇圧時で破線が減圧時である。4ステップ目で、注水量が急に大きくなっている点が限界圧力である。この場合の限界圧力は7.78kgf/cm²である。

このパターンは、圧力を下げていくと注水量は0 L/min/mに近づいていくので割れ目に粘土等の狭雑物は挟まず注水時に岩盤を変位させているだけである。



左図は、ボーリングBG-4 (計画ダム軸 右岸天端付近)の例である。岩盤を破壊した後減圧しても注水量は大きく減少せず、割れ目に粘土等の狭雑物を挟みそれが洗い流された状況を示している。

カーテングラウチングは、遮水処理を目的とするものなので岩盤を破壊してまでセメントミルクを注入する必要は無い。したがって、グラウチング計画ではこの限界注入圧力の管理と、岩盤を破壊しないで割目の狭雑物に充填できるセメントの種類を選別することが肝要となる。大きな開口性割目の注入材料は注入初期にモルタルを使用しある程度割目が狭くなってから通常のセメントミルクに切り替えたり、割目が小さく粘土等の狭雑物を挟んでいる場合には粒子の細かいセメントを選定している。またグラウチング時に岩盤変位を測定しながらグラウチングを管理する。F/S時点では、グラウチング試験が実施されていないので注入圧力、セメントミルク濃度の切替等の詳細は言及していない。

(2) 事例研究と提言

SANAA が管理する近傍で既設の Los Laureles ダム、Concepcion ダムのグラウチング記録が開示されていないので、日本の火山岩地帯におけるグラウチング時のセメントミルク注入実績例参考に検討する。

日本の火山岩地帯に建設されたダムのグラウチング実績例

ダム名*1	基礎岩盤	強度*2	工種*3	孔数	総掘削長	セメント 注入量	ルジオン 値*4
	(H:ダム高)	(Kgf/cm ²)		(本)	(m)	(Kg/m)	(l/min/m)
御所ダム	H=52.5m		総計	2,829	63,829.80	40.76	
G	集塊岩	=267	コンソリ	772	5,774.3	3.93	全般に高い
			カーテン	152	3,682.4	11.38	
R 岩手県	凝灰角礫岩	=215	ブランケット	365	6,281.5	62.59	20Lu 以上 30%
			補助カーテン	470	17,859.3	70.07	
			主カーテン	483	26,729.05	31.25	
			リム	587	3,503.25	16.32	
玉川ダム	H=100.0m						
G	熔結凝灰岩	>350	コンソリ	-	34,710	27.64	Ba: 高い Wt: 1-5Lu
秋田県	玄武岩	>150	カーテン	-	34,237	32.69	
七ヶ宿ダム	H=90.0m						
R	石英安山岩	=867	ブランケット	-	20,735	63.86	Lu>5
宮城県	凝灰岩	=60	コンタクト	-	7,146	9.00	
			カーテン	-	60,575	10.56	
カッサダム	H=90.0m						
R	火山泥流	$\sigma_c=7$	総計		71,700	153	全般に高い Lu>10
栃木県	石英安山岩	$\sigma_c=10$					
深山ダム	H=75.5m						
Asphalt, R	凝灰角礫岩	-	ブランケット	1,282	8,163	24.26	全般に高い
栃木県			カーテン	1,050	38,270	31.54	
刀利ダム	H=101.0m		総計	2,373	24,610	11.39	
A	安山岩		コンタクト	1255	6,282	5	2-7 一部 15
富山県			コンソリ	789	7,693	13	
			カーテン	329	10,635	14	
耶馬溪ダム			総計	-	53,927	20.59	
G	凝灰角礫岩		コンソリ	-	8,225	17.62	2-10
大分県	安山岩溶岩		カーテン	-	45,702	21.12	Lu>10

資料： Engineering Geology of Dam in Japan. By Japan Society of Engineering Geology
「ダム技術」No.205, No.206, 2003年

*1： R=Rock fill dam, G=Concrete gravity dam, A=Concrete arch dam

*2： = 一軸圧縮強度、 σ_c = 純剪断強度

*3： カーテン；カーテングラウチング、コンソリ：コンソリレーショングラウチング

*4： Ba；玄武岩、 Wt；熔結凝灰岩、 Lu；ルジオン値

本ダムの基礎岩盤は、熔結凝灰岩および各種の凝灰岩より構成されており、同様な基礎岩盤を有する既存ダムのグラウチング管理やセメントミルク注入量の目安となる。

地層が乱れ、割目の多い岩盤ではカーテングラウチングのセメントミルク注入量は 20-30 Kg/m と注入され、特に緩みやすい岩盤のコンソリデーショングラウチングあるいはブランケットグラウチングは 70 Kg/m に達する場合もある。本ダムの熔結凝灰岩は掘削時も緩み難く、また火山岩地帯としては全般に透水性は低く大きな割目以外はセメントミルク注入量は少ないと予測される。

開発調査実施後の 2003 年に日本のグラウチング技術指針が改定され、合理化施工の一環としてルジオン値が 2 以下の部分にはセメントミルクを無理に注入する必要がなくなり、開口性割れ目があるルジオン値の高い部分のみ集中処理することになった。また、改良指針も今までは、ダム高程度の深さまでは一律に 2 ルジオン以下とされていたが、新しい技術指針では次の改良指針が設定された。

ルジオン値改良指針(2003 年)

カーテングラウチング : H/2 の深度まで ; 2-5 Lu、H の深度まで ; 5-10 Lu

コンソリデーショングラウチング : 5 Lu 以下 (弱部は 10 Lu 以下)

ただし H はダム高

提言

開発調査では、単位注入長さ (m) におけるセメント注入量を 45kg/m と設定している。ただし新しい日本の技術指針を参考として、基本設計調査時にグラウチングの範囲、改良目標を見直すことを提案する。この見直しによって、日本で進んでいる合理化施工と同様に、本ダム計画でもセメント注入量は減少する可能性がある。

8.2.5 掘削土の性状と利用計画

開発調査によると、工事に伴う掘削土砂は 13,850m³、掘削岩は 51,150m³、合計 65,000m³ 発生する。これらはダムサイト直上流左岸の土捨て場予定地に運ばれる計画であるが、この掘削残土を運搬距離が長くなるものの貯水池最上流右岸の水没予定地に客土して水没家屋・畑を少なくするか、貯水池に近接する緩傾斜に客土して平坦化し住居あるいは耕作地に利用することも検討すべきである。

8.3 今後の課題と調査方針

8.3.1 今後の課題

(1) 岩盤強度

岩盤の強度面の検討に際しては、火山岩地帯の層序的特徴である次の点に留意する。

- ・ 熔結凝灰岩の均質性：堆積・熔結時の冷却速度の差による熔結度・固結度の差異：例えば中心部は高熔結度で堅硬、上部および下部は急速冷却による割目の多発と固結度不足
- ・ 火砕流の流出・堆積過程における異質物の混入および火砕流に覆われた旧地表の地質状況：例えば旧河床堆積物、旧崖錐堆積物、旧風化軟弱部。

(2) 基礎処理 - 特に止水に関する

貯水池からの漏水の原因となる火砕流に被覆された旧河川(砂礫層)の分布を再度検討する必要がある。本ダムの基礎岩盤は特定の割目のみ高透水性を示すので、B/D以降にボーリング・ルジオン試験を実施して、より詳細に岩盤内の割目の分布・方向・性状を検討すべきである。その結果をもって、より詳細なルジオン図を作成し合理的な基礎処理・止水処理計画を策定する必要がある。

(3) 貯水池内の斜面の安定性

計画ダム軸より上流約600mの右岸は地すべり地とされている。2本のボーリング調査結果では地山はかなり緩んでいるが、ハリケーン「ミッチ」でも不安定化しない状況から湛水によっても危険度は低いとされている。それ以外の斜面の安定性についても、開発調査以降の状況変化を検討して判定を下す。

(4) 堆砂に係るダム計画流域内の調査

2004年の調査で流域内の実態はかなり明らかになり、GISデータベースも構築されていた。今後は、建設までの経年変化を空中写真と現地踏査で検討する。貯水池周辺は、草地で覆われており、流域の上流は森林に覆われている。堆砂に関しては今後の土地利用・植生の変化を調査し、また業者による土砂採掘実態、植林・砂防事業の進展をモニタリングする。

(5) 建設材料に係る調査

ダム建設に必要な建設材料は、分布量の調査は行われておらず、材料試験も河床材料しか実施されていないため今後の精査が待たれる。コンクリート用粗骨材は、ダムサイト近傍に分布する玄武岩あるいは計画ダムサイトの上流800mから1300mにかけて広がる河床氾濫原にかなりの量の砂礫層が分布すると予測され、軟石量が10%程度と推測されている河床堆積物および氾濫原堆積物が候補となる。細骨材は同じ河床堆積物および氾濫原堆積物が利用可能と推測される。いずれも貯水池内および周辺に分布している。

ダムコンクリート打設量が少ないので、購入も検討対象に入る。開発調査では、業者はいるものの適切な時期に適切な量を供給できる体制にはなかった。今回の調査では、設備容量600m³/日、生コン車(7.5-8m³/台)8台所有の業者もあり、毎日150-200m³の供給が可能である。B/D時には生コンクリート業者の実態調査も行う必要がある。

8.3.2 B/DおよびD/Dにおける調査計画

本案件プロジェクトがB/Dへ進むと想定して、その際の参考として、地形・地質関係で必要になると思われる調査について示しておく。原則としては、地質調査は大半をB/D時に終了させD/D時には、設計・施工計画・積算の精度を上げるような方針が望ましいものの、全体のスケジュールによってはダムサイトおよび貯水池内の地質調査をB/D時に完了し、材料試験をD/D時に実施することも可能である。

(1) 地形測量・地形図作成

1) 開発調査で実施した地形測量

F/S時に実施した地形測量

工種	縮尺	範囲	備考
ダムサイト平面図	1/500	4 ha	200 x 200
貯水池平面図	1/5,000	60 ha	
河川縦断図	1/1,000	3 km	
河川横断図	1/200	7.5km, 15 断面	200m間隔、500m/断面

2) 追加測量

- ・ ダムサイト平面図：縮尺 1/500、追加範囲；270m（横断方向）x220m（縦断方向）
開発調査と併せた合計平面図作成範囲；470m x 420m
- ・ ダムサイト横断測量：縮尺 1/500、合計 5 測線

(2) ダムサイト地質調査

地表地質踏査：縮尺 1/500、範囲；470m x 420m

ボーリング：3 孔、深度 50m（既存孔の間に）

ルジオン試験：9 回/孔 x 3 孔=27 回

室内岩石試験・原位置剪断試験・グラウチング試験：不要

孔内載荷試験：各孔 3 回、合計 9 回(熔結凝灰岩 CL 級 3 回、CM 級 3 回、凝灰岩 3 回)

現地コンサルタントは能力不足なので、日本から機材持参して実施

(3) 貯水池内地質調査

目的：斜面の安定性、漏水

空中写真判読：範囲；流域内全域

地表地質踏査：縮尺 1/5,000、範囲；(F/S 時 1/10,000 の範囲と同一)

ボーリング：3 本、深度 50m、旧河床堆積物が貯水池内で発見された場合に実施。

(4) 建設材料調査（購入の場合不要）

1) 粗骨材

調査対象地：ダムサイト左岸高位部に分布する玄武岩

ボーリング：3孔、深度30m。

室内岩石試験：10 試料。項目；比重・吸水、単位堆積重量、一軸圧縮、磨り減り減量、安定性試験

コンクリート試験：5 試料

2) 細骨材：

調査対象地：貯水池内のダムサイト上流 800mから 1300mにかけて分布する河床氾濫原堆積物

ボーリング：5 孔、深度 20m。

テストピット：5 箇所。仕様：L x W x D=2m x 2m x 2m。

現場篩分試験：5 箇所

室内試験：10 試料。項目；粒度、比重・吸水、単位堆積重量、

コンクリート試験：10 試料

(5) 調査工程

堤体設計にはまずダムサイト地質調査と材料調査の結果が要求され、その為にはダムサイト地形測量と貯水池地質調査の結果が前段階作業として必要となり、結局各項目の関連性と効率性を考慮するとすべてを B/D 時に実施して、D/D 時には補足作業を実施することが望ましい。

調査工程

段階	B/D							D/D				
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	
ダムサイト地形測量	■											
ダムサイト地質調査			■									
貯水池地質調査		■										
材料調査			■									
解析						■						
補足調査								■				

8.4 地下水

8.4.1 SANAA の地下水利用

SANAA はこれまで維持管理の難しい分散システムとなる地下水開発に積極的ではなく、配水管の設置が困難な地区に給水車による給水を減らすために井戸を配置するのみである。

(1) 現在の地下水生産量

SANAA は、現時点で 12 本の井戸を所有し、このうち 8 本の井戸が中央システムに組み入れられて 67 l/秒を利用している。さらに 2005 年中には、準備中の 4 本を追加して 117 l/秒 の地下水を利用する計画である。

SANAA の所有する井戸

番号	位置	揚水ポンプ (HP)	揚水量 (l/sec)	備考
1	Colonia Satellite 1	15	5	使用中
2	Colonia Satellite 2	15	5	使用中
3	Colonia Satellite 3	15	5	使用中
4	Colonia Satellite 4	15	5	準備中
5	Colonia Satellite 5	15	5	準備中
6	Hospital Escuela	60	25	準備中
7	Universidad Pedagogica	15	15	準備中
8	Los Almendros	25	22	使用中
9	Colonial 21 de Octubre	20	12	使用中
10	La Travesia	15	3.78	使用中
11	El Pani	20	8	使用中
12	Hospital Mario Mendoza	15	6.25	使用中
	設備容量		117.03	
	現在の利用水量		67.03	
	単純平均揚水量		9.75 (l/s/well)	

これらの井戸は、管理の容易さからいずれも市中に分布しグアセリケ川流域にはない。

(2) テグシガルバの給水源としての帯水層の検討

テグシガルバ周辺の帯水層

- ✓ 沖積砂礫層
- ✓ 旧河床砂礫層
- ✓ 岩盤（溶岩）の割目あるいは空洞

(3) 推定可能揚水量

SANAA が過去に所有した生産井戸 14 本のうち異常値を除外した 12 本の生産井戸の平均揚水量は約 4 リットル/秒で、平均から除外した 2 本の井戸は約 20 リットル/秒である。また現在使用中の井戸の単純平均揚水量は約 10 リットル/秒である。

SANAA の過去に管理した井戸の諸元（2000 年時点）

井戸本数	66 本	
平均井戸深度	90m	例外：250m、196m
平均揚水量		12 井戸の平均
中新世の Padre Miguel 層群	3.3 l/sec	20 l/sec の井戸 2 本は除く
白亜紀の Valle de Angeles 層群	6.0 l/sec	

(4) 課題

水源調査

岩盤の裂隙水が主な水源となっているが、溶岩の空洞を含めて水理地質調査で帯水層を発見することが難しく、井戸の成功率は低くなる。また硬い溶岩、火砕流堆積物、泥流堆積物の下位に帯

水層となる旧河川砂礫層が分布する場合、このような構造は電気探査等の物理探査によって帯水層の調査することが比較的難しい。

水質管理

給水水源としては分散システムとなるため、維持管理、定期的な水質管理が難しくなる。下水施設が未整備のため水質汚染が懸念される。

8.4.2 進行中の地下水開発計画

現在、380 l/秒の地下水開発が下記の地域で進められている。

新規地下水開発プロジェクト

流域	開発地域	開発水量 (l/sec)	開発水量 (m ³ /日)	利用配水池	配水池 容量 (m ³)
Guacerique		227	19,613	Los Laureles	3,593
	Pinto	68			
	Aceituno	51			
	Quebra Montes	33			
	Hacienda Guacerique	24			
	Horcones	51			
Cerro Grande	Cerro Grande	51	4,406	C. Grande	2,124
Agua Dulce	Agua Dulce	51	4,406	Las Uvas	不明
Sabaquante	La Cañada	51	4,406	Las Mesitas	中止。水無
Total		380	32,832		
事業費：US\$13,600,000-、資金源：BCIE（中米経済統合銀行）					
施工：Tahal-Geoconsult ACI 共同企業体					

地下水開発の位置図は、ここでは省略するが、6章に示したので参照する必要がある。地下水開発計画の実施は、無償資金協力の実施の判断に係る事項であり、入手した情報と資料を基に、説明とコメントをしておく。

(1) 事業概要

所定の地下水を開発し SANAA の送水管まで送水する契約であり、水理地質調査、井戸建設、各種孔内検層、電気設備建設、送水管敷設から構成され、完成した時点ですべての施設は SANAA に移管される。ただし井戸の運営・維持・管理は民間業者に委託する。

2005年8月時点で11本の井戸が完成し270 l/secが開発済みである。そのうち、グアセリケ川の調査対象流域内では、8本の井戸で243 l/秒 (19,613m³/日)の地下水が開発済みである。

La Canada 地区は各試掘井戸の揚水量が少なく開発は中止され、現在他の地下水開発可能地域を調査中である。因みに、Guacerique 川流域では井戸の成功率は90%、その他の地域では30%と報告されている。

(2) 井戸仕様

井戸建設の場所を選定する電気探査等の水理地質調査、地質柱状図、水理地質常数を検討する為の孔内物理検層、揚水試験、水質試験の詳細は不明である。現地調査より帰国後の2005年9月

21日時点で入手出来たグアセリケ川流域における井戸の仕様を次表に示す。ただし、静水位測定の結果は入手出来なかった。

調査対象地域内の新規開発井戸の揚水量

地域	井戸番号	深度(m)	スクリーン長(m)	DWL (GL-m)	ポンプ深度(GL-m)	Qs (l/秒)	Qd (m ³ /日)
Quebramontes	No.1	253	110	70	114	34	2448
	No.2	200	110	80	114	29	2088
Hacienda Guacerique	No.1	200	110	90	114	22	1584
	No.2	200	80	55	84	30	2160
Aceituno	No.1	204	110	80	114	34	2448
Aceituno	No.2	144	104	80	108	39	2808
Horcones	No.1	200	98	75	92	25	1800
Pinto	No.3	140	125	110	126	30	2160
						243	17496

注) DWL: 運転水位 (GL-m; 地表からの深さ)

ポンプ深度 : (GL-m; 地表からの深さ)

Qs: 毎秒当りの揚水量、Qd: 1日(仕様では20時間)当りの揚水量

(3) 水理地質概要

帯水層は岩盤の裂隙水(割目、断層、溶岩空洞に溜まった地下水)を対象とし、揚水量は最小で22(l/秒)、最大で39(l/秒)、単純平均で30(l/秒)である。岩盤の裂隙水としては、SANAAが現在所有する井戸の揚水量に比較して非常に良好である。SANAAが現在所有する井戸12本の単純平均揚水量は約10 l/sec、最大値が25 l/sec、最小値が3.8 l/secで、12本の内8本は4から8 l/sec以内にある。

(4) 水収支の試算

地下水を持続的に開発するためには、対象とする帯水層への地下水涵養量以内で利用する安全揚水量を規定する必要がある。降雨の地下水に対する涵養率は、気候、地形、地質、土地利用/植生に左右される。本調査では、概略検討のために他の事例を参考とする。

不圧帯水層の長期雨量に対する自然涵養率

- ・ 湿潤寒冷気候区 : 50%
- ・ 湿潤温暖気候区 : 8-14% (岩盤、森林)
- ・ 寒冷ステップ気候 : 8 - 14% (JICA Study, Mongolia, 岩盤露出)
- ・ 寒冷乾燥地 : 2-3% (Dr. Marinov, Russia; Mongolia Gobi Desert)
- ・ 乾燥温暖気候区 : 1%以下(降水量が200mm/年以下)
- ・ 地中海性気候帯地域 : 10-20%

本調査地域は、地下深部の被圧帯水層と地表に近い不圧帯水層をともに揚水する計画であると推察される。被圧帯水層の地下水涵養率の特定が難しいことから、前述の不圧帯水層の涵養率の安全側を採用する。

本調査地域は森林被覆率 68%、気候区、降雨量等の諸条件を考慮すると湿潤温暖気候区あるいは地中海性気候区の地下水涵養率の安全側である 10%を採用出来る。

本来であれば、次式から観測で把握できる降雨量、蒸発散量、表面流出（河川流量）を求め地下水浸透量を算出すべきであるが、信頼できる調査データがないので、本調査では単に他事例を参照して地下水涵養率のみで流域内の地下水涵養量を試算する。

$$\text{降雨量} = \text{蒸発散量} + \text{表面流出} + \text{地下浸透（飽和} + \text{地下水涵養）}$$

本調査での試算式：地下水涵養量 = 年間降雨量 × 地下水涵養率 10% × 面積

水収支の条件設定

降雨量：ロスラウレスダム地点；945mm、Quebra Montes；1064mm

地下水涵養量：長期雨量に対する 10%。

参考として開発調査から得られた河川の流域面積と流量を次表に示す。

流域面積と河川流量

河川あるいは地点名	流域面積 (Km ²)	流量 (m ³ /s)
Guacerique 上流	102	
Quebra Montes 川との合流地点	125	0.566 (1991-1997 年)
Guacerique II 地点	148	
Mateo 橋地点	174	
Los Laureles II ダム地点（全流域）	190	1.393 (1982-1996 年)
Los Laureles ダム地点	194	

1) 全流域における地下水涵養量

$$\text{地下水涵養量} = 1000\text{mm} \times 10\% \times 190\text{km}^2 = 19,000,000 \text{ m}^3/\text{年} = 602.5 \text{ l/sec}$$

2) Quebra Montes および Hacienda Guacerique 地下水開発地域の地下水涵養量

後背地である Quebra Montes 川流域が最小涵養対象地域となりその面積は 23km² である。

$$\text{地下水涵養量} = 1064\text{mm} \times 10\% \times 23\text{km}^2 = 2,447,200 \text{ m}^3/\text{年} = 77.6 \text{ l/sec}$$

3) Pinto、Aceituno および Horcones 地下水開発地域の地下水涵養量

マテオ橋での流域面積 174km²が涵養対象となる

$$\text{地下水涵養量} = 1064\text{mm} \times 10\% \times 174\text{km}^2 = 18,513,600\text{m}^3/\text{年} = 587.1 \text{ l/sec}$$

なおマテオ橋の流域面積は Quebra Montes 川流域を含むので、ここでの地下水揚水量 77.6 l/sec を除いて涵養量は 509.5 l/sec となる。

(5) 新規地下水開発に対する評価

Quebra Montes および Hacienda Guacerique 地下水開発地域の合計揚水量は 115 l/sec であり、地下水涵養量 77.6 l/sec に対して過剰な揚水量である。

Pinto および Aceituno 地下水開発地域、Horcones 地下水開発地域の合計開発量は、128 l/sec であり、地下水の涵養量 509.5 l/sec 以下の揚水量なので、これら 2 箇所の地下水開発は帯水層に対して安全である。

(6) 本地下水開発計画の課題

本計画の問題は井戸 1 本当たりの揚水量が大きすぎることにある。同様な地層の岩盤の裂隙水を対象とした SANAA が所有し現在稼働している井戸（単純平均揚水量：約 10 l/sec）に比較して大きすぎる。

本計画井戸で現在判明している揚水量は、最小が 22 l/sec、最大が 39 l/sec で単純平均は 30(l/sec) である。帯水層の状況が不明確であるが、溶岩の空洞を流れる地下水をあるいは細粒分の少ない粒度分布の悪い礫層を流れる地下水であれば、このような高い揚水量は可能である。しかし、本調査地域内に分布する玄武岩溶岩は、地表で観察する限り空洞は少ない。また、透水性が高く粒度分布の悪い礫層は旧河川堆積物²である限り本調査地域内に存在しない。もちろん石灰岩にも空洞は出来るが、本調査地域内では新生代第三紀 Padre Miguel 層群 Puerta de Golpe 層および、中生代ジュラ紀の Valle de Angeles 層群 Yojoa 層の一部に石灰岩が分布する。仮に、すべての井戸がこの石灰岩の空洞を流れる地下水を揚水するとしても、運転時の水位低下が 50m 以上と想定されるのでこの仮説も否定できる。

揚水時の設計運転水位が地表面下 55m から 110m で、静水位記録は入手出来なかったが静水位を数 m あるいは 10 数 m と設定しても、大半の井戸の設計水位降下が 50m 以上あるのは確実である。Quebra Montes および Hacienda Guacerique 地域の井戸の設計揚水量は推定地下水涵養量以上なので、持続的地下水開発は不可能である。また、他地域の井戸は地下水涵養量の範囲内の設計揚水量が設定されているが、このような大きな水位降下は周辺の水環境に悪影響を及ぼし、特に乾季に大きな影響が出るが地表付近の不圧帯水層ひいては地表水を枯渇させる原因となる。

さらに大きな動水勾配、流速は、スクリーンの目詰まり、ポンプの砂の吸入等井戸施設を急速に劣化させるので望ましくない。

² 参考：粒度分布が良い；細砂、中砂、粗砂および各種粒径の礫から構成される。透水性は粒度分布の悪い単純礫層に比べて透水性は劣る。

(7) 結論と今後の調査方針

基礎資料が不十分なので断定は出来ないが、揚水時の水位低下が過大であること、それに伴う急な動水勾配および大きな地下水流速が引き起こす本計画の地下水開発は自然環境を破壊するばかりか持続的地下水開発が不可能と推定される。

持続的地下水開発を可能とするためには、十分な調査と1井戸当りの揚水量を低く抑えて井戸本数を多くすることが望ましい。

もし、基礎資料がすべて揃い本地下水開発に妥当性があると結論されるなら、テグシガルバ市の水資源開発の代替案として有望である。

今後の調査として、電気探査等の水理地質調査、地質柱状図、水理地質常数を検討する為の孔内物理検層・揚水試験、静水位の資料を集めて検討を進め、代替水源の可能性を検討する必要がある。さらに、深層地下水は地表の涵養から帯水層に移動するまでの時間が長く(数年以上)、地下での滞留時間が長いので溶存成分が多くなり硬度が高くなるのが一般的である。水質試験も重要な要素となる。

(8) 地下水開発のロスラウレレス II ダムによる水源開発との参考比較(参考資料)

地下水開発が、ロスラウレレス II ダムによる水源開発に比べて優位性があるか、または代替案となるかについて、今後の検討材料として以下のように検討した。

地下水開発の優位性

- 380 L/s の地下水開発緊急プロジェクトが開発中で、グアセリケ川流域では、すでに予定した 227 L/s が開発済みになっていて、送水・配水施設が完成すれば供給を開始出来る状態になっている。これに関して、ロスラウレレス II ダムによる開発水量は、130 L/s (貯水池内掘削は外される見込みになっているが、もし実施する場合は計 160 L/s) で、しかも地下水が1年中利用出来るのに対して、ロスラウレレス II ダムでは、基本的に乾期のみ利用となっている。さらに、地下水開発の事業費(約 13 百万ドル)は、本案件に比べて半額以下と見込まれる。例えば半額としても、単純に計算すれば、単位生産水量当たりの単価は、5 分の 1 以下(ロスラウレレス II は雨期の生産には寄与しないと想定すると、単純な計算は難しいが、さらに差がでることになる)になってしまう。
- ダム開発には、住民移転・土地収用や水源地保全などで、ホ国側での補償費等の負担が相当額必要になるのに対して、地下水開発でのホ国側予算は、比較的少なくてすむ。
- 地下水開発には大規模構造物がないので、過剰汲み上げによる影響が出る可能性もあるが、環境社会配慮上重大な問題点が発生する可能性は少ない。
- 地下水開発は、比較的短期間で完了する。ダム開発が3年間はかかるのに対して、SANAA では地下水開発プロジェクトの実施を1年間程度と想定している。

地下水開発が有利とは言えない点

- 地下水開発には長期的な安定供給に不安があり、将来の枯渇や大幅減少の可能性もある。涵養量に対応した開発水量であるべきで、それに関する確認調査の結果をベースにした開発とはいえない面がある。
- 地下水開発が予定した水量を長期に渡って確保出来るという条件であれば、コスト的に大きな有利性を持っている。しかし、地下水開発（井戸）のライフタイムは、通常 25 年程度を想定しており、ダムが 50～100 年であるのに対して短い。このライフタイムを考慮すれば、地下水のコスト上の優位性は小さくなるものと考ええる。
- 前述したように、地下水は涵養量及び帯水層の地質構造にあった開発をすべきである。現在の新規地下水開発では、1 本当たりの井戸の揚水量が大きすぎる可能性もある。安定的で長期的な揚水量が確保出来るかという問題の他、設備（スクリーンやポンプ）の劣化が早まる可能性も大きい。本来は調査によって涵養量を把握した上で、適正な配置と揚水量を設定すべきである。現在実施しているコントラクター任せにした開発は、時間的にも費用的にも有利であるが、将来的に支障がでるリスクに対して望ましいやり方かどうか疑問である。

地下水開発に関する、その他の配慮すべき状況

- まだ実施が決まったわけではないが、またそれだけの量が開発出来るかどうかについては、十分な根拠がないものと思われるが、SANAA としては、380 L/s の開発に引き続いて、95 L/s 及びその後の 420 L/s の地下水開発計画を予定して、BCIE から融資を受ける準備作業を進めている。
- SANAA の開発でなくまた管理も把握していない地下水が、グアセリケ川流域ですでに多く利用されている。グアセリケ川流域内の井戸については、浅井戸なのか、深井戸なのか実態資料は無いが、少なくとも流域内の生活用水や商工業用水の大部分が井戸からの取水に頼っている。灌漑用水については、表流水からポンプ取水しているものと思われるが、井戸からの取水もあると考えられる。つまり、SANAA の開発水量とは別に、すでに開発されている地下水があるという実態も認識しておくべきであろう。
- SANAA としては、地下水開発を進める一方で、ロスラウレレス II ダムを建設してほしいと要望しており、表流水開発と地下水開発とは別に考えて進めたいという意向があるものと考ええる。

9章 施工計画及び積算のレビュー

9.1 開発調査の施工計画及び積算の概要

9.1.1 開発調査の施工計画概要

施工方法

全体工事費に占める割合の大きい掘削工及びコンクリート工については下記のとりの施工法を設定している。

掘削工：地山掘削については21t級ブルドーザー及び1.0m³バックホウでの掘削積込み。岩掘削については大型油圧ブレーカー（1300kg級）を併用。残土運搬に関しては3km以内に位置する借地を想定し、10tダンプトラックでの運搬としている。

コンクリート工：生コンクリートの調達方法については、市場購入との経済比較のうえ、骨材プラント並びにコンクリートプラントによるダムサイトでの製造としている。打設については5t×40m定置式タワークレーンを想定。

なお、輸送梱包計画等の共通仮設工事については、直接工事費に対する率で計上するものとして特に計画立案していない。

調達計画

労務、資材、及び工事機械の各々について、市場での調達状況を加味して、積算における内貨と外貨の区分に反映できる計画を立てている。例として、ホンジュラスには製鉄所がないため、大規模工事における鉄筋等はすべて輸入を想定している。

設計・施工監理計画

設計施工監理に関しては、工事費に対する率で計上するものとして特に計画立案していない。

工程計画

現地における休祝日、雨天日実績等を調査のうえ、施工可能日数を算定し工程計画を策定している。また工事入札から完成まで4年間としている。

9.1.2 開発調査の積算結果概要

積算基準

- ・建設省土木工事積算基準及びダム工事積算資料
- ・建設機械等損料算定表

使用単価

労務費、資材費、機材費に関して、「ホ」国建設物価（2000/2月）をベースに市場調査結果を踏

まえて決定している。

外貨為替レート

1.0 U S Dollar = 107.9YEN = 14.87Lempiras (2000 年 7 月)

事業費目

- 1) 工事費 直接工事費及び間接工事費 (直接工事費に関する割合)
- 2) エンジニアリング費 工事費の 10%
- 3) 予備費 工事費の 10%
- 4) 事業管理費 工事費の 5%
- 5) 用地取得費 用地費、家屋移転費等

事業費算定の結果を下表に示す。優先プロジェクトの総事業費は 25.7 百万ドル (既存ダム堆砂掘削及び用地取得費等含む) となっている。

ロスラウレレス プロジェクト事業費 (開発調査)

項目	単位	数量	内貨分 (USD)	外貨分 (USD)	合計 (USD)
準備・後片付け	1.s.	1	532,945	685,314	1,218,259
掘削	m ³	65,000	752,846	969,405	1,722,251
コンクリート	m ³	42,100	3,224,516	2,502,389	5,726,905
カーテングラウト	m	5,000	472,066	747,558	1,219,624
クレストゲート	1.s.	1	300,000	2,700,000	3,000,000
クレスト橋梁	1.s.	1	178,860	146,340	325,200
放流設備	1.s.	1	36,000	324,000	360,000
上流仮締切	1.s.	1	105,895	79,943	185,838
下流仮締切	1.s.	1	30,820	25,782	56,601
仮排水路	1.s.	1	69,942	59,899	129,842
ダム本体小計		(1)	5,703,890	8,240,630	13,944,520
堆砂掘削・捨土	m ³	600,000	1,748,016	2,036,826	3,784,842
管理事務所	1.s.	1	18,000	0	18,000
道路付け替え	1.s.	1	160,310	147,442	307,752
貯砂ダム	1.s.	1	116,226	50,610	166,836
河川直接浄化施設	1.s.	1	400,000	0	400,000
ダム関連施設小計		(2)	2,442,552	2,234,878	4,677,430
エンジニアリング費 ((1)+(2) の 10%)			814,644	1,047,551	1,862,195
予備費 ((1)+(2) の 10%)			814,644	1,047,551	1,862,195
エンジニアリング費等合計		(3)	1,629,288	2,095,102	3,724,390
合計 ((1)+(2)+(3))		(1)+(2)+(3)	9,775,730	12,570,609	22,346,340
事業管理費			931,097	0	931,097

用地取得費		2,444,570	0	2,444,570
管理費等合計	(4)	3,375,667	0	3,375,667
総計	(1)+(2)+(3) +(4)	13,151,398	12,570,609	25,722,007

9.2 開発調査の施工計画及び積算のレビュー

9.2.1 レビューの目的と方法

ロスラウレレス ダム建設が日本の無償資金協力事業に資するかどうか判断するうえで、事業規模の見極めは重要検討項目のひとつとなっているため、開発調査における事業費積算に対してレビューを行った。

“レビュー“という言葉を使っているが、実際には現時点での条件を反映した再積算を実施している。特に前回の開発調査では無償資金協力を想定していないため、今回は我が国の無償資金協力を想定した概略積算を実施した。

なお、今回は予備調査であることから基本設計段階での積算方法よりも簡易な手法で行って良いこととなっていたが、一方で高い積算精度が求められたため、可能な限りB/Dにおける積算手法を用いて積算を実施した。

施工計画及び積算にあたって特に留意が必要と考えたのは下記事項である。

- 特に転流工等の一式計上項目について概略図面の作成及び概略数量の算出を行い、精度を上げる必要がある。
- 掘削工、コンクリート工、基礎処理工及び関連する仮設備に対する施工計画を再確認し、関連する積算項目の見直しが必要。
- 濁水処理設備等、開発調査で未計上の工事費目の追加が必要。
- 単価に関する物価上昇を加味する必要がある。特に鋼製ゲートについては工事費全体に占める割合も大きいことから十分な確認が必要である。
- 経費率等、無償積算を想定した積算体系にする必要がある。

なお、堆砂掘削に関しては無償資金協力対象工事から外すという想定があったため、今回調査対象外として考え概略積算の項目から除外している。

9.2.2 施工計画

(1) 施工方法

基本条件（施工可能日数、作業時間）

土日祝日、降雨制限、気温制限を考慮し施工可能日数を設定した。

月平均稼働日数 = 22日/月

また、骨材運搬、コンクリート製造・打設・締固及びクレーン運転、基礎処理工については作業時間を2交代制として考えた。

転流工

転流方式は半川締切り、堤内仮排水路方式とした。

掘削、転流の順序は以下のとおり。

本体基礎掘削工

土石掘削は32t級ブルドーザにより行いそれぞれの箇所で積み運搬する。積みは、作業スペースを考慮し1.2m³級バックホウにて行うこととした。運搬は10tダンプトラックにて行う。

岩盤掘削においてはベンチカット工法による発破掘削とした。

また掘削計画線より50cm以内を仕上掘削とし岩盤清掃等とともに計上した。

基礎処理工

コンソリデーショングラウチングについては、ダム本体コンクリートが3m以上打ち上がった後に行うカバーコンクリート方式で行うものとし、グラウチングの施工順序は、1次孔 2次孔の順で施工する中央内挿法とする。

カーテングラウチングについても中央内挿法にて行うものとし、注入方法は孔口から孔底に向かって施工する多段式ステージグラウチング方式とした。

施工設備は分散プラント方式とし、ボーリング機械についてはロータリーボーリングマシンを使用するものとした。

骨材製造設備

骨材製造に関しては、現場での賦存量、物性を考慮し購入骨材を使用する計画とした。

コンクリート工

コンクリートの打設設備は6.5tタワークレーン（作業半径75m）とした。

コンクリート製造設備は所要能力、クレーン、バケット（2.0m³）との組み合わせを考慮して、2軸強制式、1.0m³×1台とした。

コンクリートの打設工法は縦継ぎ目のないブロックレヤ工法とした。

濁水処理設備

濁水処理設備は機械処理脱水方式とし、処理量は60m³/hとした。

給水・排水・水替え設備

積算基準

- ・ダム工事積算の解説及び国土交通省土木工事積算基準
- ・建設機械等損料算定表

使用単価

労務費、資材費、機材費に関する現地ヒアリング並びに「ホ」国建設物価（2005/6月）等をベースに市場調査結果を踏まえて決定。

外貨為替レート

1.0 US Dollar = 109.01 YEN = 18.83 Lempiras（2005年8月）

なお、今回の予備調査段階では無償資金協力事業の規模を把握することを目的としており、維持管理費については算定していない。積算結果を下表に示す。

建設費	土木	直設工事費	14,706,229
		間接工事費	8,438,212
		外注工事費	6,091,185
		一般管理費	1,804,284
	建築		14,188
設計監理費			2,900,000
合計			US\$ 33,954,098

合計金額には、既存貯水池掘削及び用地取得費は含まない

既存貯水池掘削及び用地取得費を除く事業費（無償資金協力事業対象）は開発調査時点に比べ、約1.9倍の増加となった。増加の原因は下記の点があると考えられる。

- ・ コンクリート工の増加：セメント単価の上昇に加え、仮設備運転費（コンクリート製造設備及び打設設備）の積上げによる増加
- ・ 転流工の増加：施工計画の見直し（上下流仮締め切り及び仮排水路等の数量積上げ）による増加
- ・ 費目追加による増加：濁水処理プラント工、法面保護工、直接仮設費等の新規追加項目による増加。金額的には直接仮設費（給排水設備、仮設備基礎工及び組立・解体等）の増加分が大きい。
- ・ 間接工事費の増加：共通仮設費の積上げによる増加。特に機械輸送費の増加が大きい。
- ・ 外注工事費の増加：ゲート設備、放流設備等の外注工事分の増加。

概算事業費内訳及び開発調査時の積算結果との比較を表9-1に示す。

10 章 環境社会配慮に係わる調査のレビュー

10.1 環境社会配慮に係わる法制度

本件プロジェクト実施において、環境社会配慮に係わる主な法令・規則・基準について、以下に概要を示す。

国家水開発法及び水一般法

国家水開発法は、1927年に制定され、次のような内容・条項が含まれている。

- ・ 水源から河口までが私有地にある小河川を除いて、河川管理は国家が行う。
- ・ 警察機関の規則に従う限り、上水、家畜飲料水、洗濯、水浴等、河川の利用は自由である。しかし、利用に当たっては、河川両岸状態を悪化させてはならず、流量を減らしてはならず、また河川の浄化機能以上に水質汚濁させてはならない。
- ・ 井戸などによる開発や水利用に関しては、公共の利用または私的な既得水利権に資する河川の水量、水質などに悪影響を及ぼす可能性があってはならず、そのような場合にはその開発を中止させる。
- ・ 河川の水利用に関する開発には、灌漑利用など他の目的よりも上水給水目的に優先権がある。

この法律の趣旨は、現在も生かされているが、すでに70数年経過しているもので、実用的でない面や、最近の環境保全強化に対して不十分な面が出てきている。そのために、近年(2000年)になって国家水開発法の改訂版的意義がある水一般法が制定されている。この新しい法律では、SANAA、SERNA、ENEE、SAG、CIELなどによる水管理委員会が設置された他、生態系保全のための流水(河川維持用水)確保についても規定された。

環境一般法(Environmental General Law)

1993年に制定された環境一般法には、あくまで一般的な条文であるが、次のような条項・内容が含まれている。

- ・ 環境、天然資源、文化的・歴史的遺産にネガティブな影響を及ぼす可能性のあるプロジェクトの実施には、EIAを実施する。
- ・ 住民の飲料水水源区域において、住宅地、軍用地、工業設備他の、ネガティブな影響を及ぼすタイプとなる開発や利用を禁止する。
- ・ 国民の給水のための水源の汚染防止と保全に関する法的な適用を行うのは、地方自治体である。
- ・ 流域の湖沼の管理、保護、保全を行うのは、国家と地方自治体である。
- ・ 住民への飲料水水源となる流域に対しては、特別の保護と管理を行う。
- ・ 家庭、工場、農業などの活動から発生する固形廃棄物は、土壌、河川、湖沼などを変質させないように技術的に処理する。
- ・ 環境保全に有効な一部の施設・設備に対しては、税金免除の特典を与える。
- ・ 水質汚濁をもたらした工場や廃棄物を不法投棄した者に対しては、罰金を課す。

環境影響評価制度 (SINEIA)

1994年にSERNAによって制定され、2003年に改訂された、環境影響評価に関する規則(Regulations of the National Evaluation System of Environmental Impact)である。EIAの実施に関しては、この規則に準拠することが必要である。まず、全体の構成は、次のようになっている。

- 1章：方針と目的
- 2章：定義と概念
- 3章：SINEIAの運営(DECA、プロジェクトの提案者とプロジェクト、環境管理共同体、公共性とNGO、科学委員会、環境の会計)
- 4章：運営手順(環境ライセンス取得ステップ、環境ライセンスの登録と申請、プロジェクトのカテゴリー区分、EIAの実施、EIAの改訂、環境ライセンスの授与)

この中で、特に参考とすべき点は、次のようなことである。

EIA 報告書の内容

目次と索引、要約、プロジェクト紹介、環境インパクトの特定
インパクトの予測、代替案の検討、軽減策とモニタリング計画
住民参加とNGOの参加、参考資料、付録(資料)

EIA調査が必要なプロジェクト

つぎのような点に影響を及ぼす活動

人の健康、直接又は間接の人口グループ(少数民族、住民移転、土地収用など)、
地域又は国家の文化的で歴史的な価値のあるもの、
地域又は国家の生物多様性、保護地域、湿地帯
海岸地帯、絶滅の危機がある種

または、次の分野のプロジェクト

鉱山、観光、大規模都市化、大規模工業開発、大規模な灌漑排水
大規模な農産・畜産、ダムと貯水池開発、有害物質使用
水生及び海洋性製品の生産工業、大規模送電、大規模な森林開発
輸送施設(道路、空港、鉄道、水路など)、火力及び水力発電開発

プロジェクトは、環境への影響度から判断されて、4つのカテゴリーの1つに分類される。このカテゴリーの説明については、手続き方法や報告書の内容と共に、後のEIA調査の項目で示す。

森林法

1972年に制定された森林法には、水源を保全するための条項も含まれている。例えば、次のようなものである。

- 上水給水や灌漑用水供給の水源区域においては、住民居住、軍用地、工業施設設置などは禁止する。これらについては、各自治体は例え処理された場合でも廃棄物(排水)が汚濁源とならないように監視するものとする。
- 湧水水源から250m以内及び河川の両岸及び湖沼の岸区域は、「保護森林ゾーン」として守る。

- 国家は、公有地となっている森林区域を、森林管理局の事前承認なしに私企業・私人に譲与してはならない。
- 流域の生態系に大きな影響を及ぼす可能性がある、ダム・貯水池の建設、河川・湖沼の横断施設などの事業の実施については、COHDEFOR の合意が必要となる。

グアセリケ川流域 (210.63 km²) は、1971 年に保護森林ゾーンとして公表されている。SANAA の調査結果に基づいて、テグシガルパの水源を保全するのが目的である。この法令によって、公有の森林区域での新たな土地利用ばかりか、私有地でも森林管理局からの許可がない限り森林区域の開発は認められなくなっている。なお、同じく 1971 年に、テグシガルパの別の水源流域となるタツンプラ川流域 (62.29 km²)、サバクアンテ川流域 (49.65 km²)、及びコンセプションダムのあるリオグランデ川流域も同様に保護森林ゾーンとして公表されている。その他のテグシガルパ周辺流域については、入手した資料のみでは確認出来なかった。

なお、この法令は、1972 年に制定されて、すでに 30 年間以上経つが、どの程度守られていて、どの程度の保全効果があったのかについては不明である。

水質基準

ホ国では、飲料水の水質基準はもちろん、排水基準も制定されている。排水基準については、一般の水域に対する排水と、下水処理システムへの排水に区分されている。例えば一般水域への代表的パラメターの基準は次のようになっている。

- 流量：受水域の流量の 10% 未満
- SS：100 mg/l
- BOD：50 mg/l
- COD：200 mg/l
- Total-N：30 mg/l
- Total-P：5 mg/l

一方、下水システムへの排水基準では、上記のようなパラメターではなく、主として有害重金属や農薬などの制限量を設定している。

住民移転に係わる法令

1959 年に制定された土地収用法がある。しかし、これ以外に、民法、会計基本法、地方自治体条例なども必要に応じて適用される。また、SANAA によると、住民移転交渉当たっては、事前に大統領令を發布して、国家事業として移転が必要なことを明確にすることも一案として考えているとのこと。

その他

その他の法令・規則としては、動植物保全法、森林庁法、土地登録法、殺虫剤に関する規則、漁業法、文化遺産保護法などがあるが、詳細は省略する。

10.2 開発調査の環境影響評価調査のレビュー

(1) 開発調査で実施した環境影響調査の内容と結果

「開発調査」では、再委託調査によって環境影響評価調査を実施した。「ホ」国のコンサルタント会社である CINSA(Consultores en Ingenieria)が、2000年7月24日から9月30日までの50日間で調査を実施し、10月に「テグシガルバ緊急給水計画 予備環境影響評価(EIA)調査 最終報告書」が作成された。調査対象としたのは、JICA 開発調査で提案される見込みであった次の2つのプロジェクトである。

01. ロス・ラウレレス II サイトのダム建設
02. ロス・ラウレレス貯水池サイトの掘削

同報告書の目次は、次のような構成(名称は、理解しやすいように多少変えている)となっている。

01. プロジェクトの目的と必要性
02. 環境影響調査の方法
03. プロジェクト代替案(開発調査で比較検討されたダム計画)
04. 調査区域の環境の現況概説
05. プロジェクトの概要
06. グアセリケ川流域内での開発活動が及ぼす一般的な環境への影響
07. 環境影響評価で分析したシナリオと評価分析結果概要
08. 環境影響軽減策及び補償対策
09. 不慮の事態への対応計画概要
10. 環境管理計画概要
11. 住民及び NGO 参加
12. 調査コンサルタントチームの紹介
13. 関連する環境法令・基準
14. 結論及び勧告
15. 参考文献

CINSA による予備 EIA 調査の結果に関して要点をまとめる。

環境影響を受ける主要項目

- グアセリケ川の河床変動
- 工事中の景観悪化
- 労働災害の発生
- 建設用運搬による煤塵、排気ガス、交通障害、住民への迷惑
- 水没地、採石場、土砂捨(保管)場などでの、緑地・植生被覆地の喪失
- 住民移転に係わる影響
- 土砂・固形廃棄物の処理・保管場所での浸出水による土壌汚染
- 浄水場への濁水増加による、処理費用の増大
- ダムサイト・河道の生態系へのダメージ

環境影響を受ける主要項目（建設後の運転維持段階）

- 流域内での新規住宅開発（の活発化）による各種影響
- 商工業活動の増加による影響
- 水使用・水資源に係わる紛争の増加
- 樹木・森林伐採や火災の増加
- 廃棄物の増加と河川への投棄（焼却物も含む）の増加
- 下水排水システムの増加と河川への直接放流の増加
- 環境変化による新種水生生物の出現と繁殖
- 貯水池の観光レクリエーション用開発による経済活動の活性化
- コミュニティ（1ヶ所）の（吊り橋撤去による）孤立化
- 新たな景観（ダムによる眺望）
- テグシガルパ市内を含む下流域の洪水リスクの軽減

環境影響を受ける主要項目（シウダ・マテオ新興住宅）

シウダ・マテオ新興住宅については、計 10915 戸（約 6 万人）の建設が計画されていたが、この調査段階ですでに計画は中断されたと想定しているようである。従って、すでに建設された 2650 戸（約 14,600 人相当）に、入居がある場合とない場合の 2 つのシナリオを想定している。入居がある場合の影響として、次のような項目が挙げられている。

- 新規雇用及び収入源の増大
- 廃棄物の増大による各種悪影響
- 周辺にその他の住宅開発が誘引されることによる（プラスとマイナスの）影響
- （インフラ整備などの影響で）他の地域からのこの住宅地への移住発生による影響
- テグシガルパ市内の住宅不足問題の減少
- 水使用に関する競合や紛争の発生
- 新たな医療センターの設置や交通量増大対策の必要性が高まる

提言された環境対策（建設期間）

- 環境技術対策仕様書の作成とそれに準拠した活動
 - 業者による偶発事故対応プラン実施の義務化
 - 移転住民への移転地整備提供、賠償・補償、就職支援など
 - 建設中の廃棄物・汚水流出対策
 - 廃棄物（土砂含む）処理・保管場における汚泥処理、浸出水対策工
- （注：これらの対策に必要な初期費用は、7.3 百万ドル）

提言された環境対策（建設後の運転維持期間）

- 偶発事対処プランの継続的实施
- グアセリケ川流域森林管理計画（1991 年）のアップデートと実施
- グアセリケ流域内で、都市部開発区域境界（標高 950m）の設定と法的規制

- グアセリケ流域内での生活・産業・その他の活動に対する環境管理プログラムの作成と其中で示される汚染対策の規制徹底。

提言された環境対策（シウダ・マテオ新興住宅の入居がある場合）

- 既設雨水排水システムの撤去と標準的排水システム整備
- 下水道（下水処理を含む）システムの整備
- 住民への環境プログラムの実施
- 貯水池の汚濁に影響のある経済活動の規制
- 河川の汚水流入規制のための導流壁の設置

（注：これらの対策に必要な費用は、43.7 百万ドル）

提言された環境対策（シウダ・マテオ新興住宅撤去・撤収の場合）

- 川筋に平行した保護壁（1.5km）の設置
- 雨水排水路及び処理施設の建設
- 開発区域の緑化と森林再生
- 同区域の代替え利用計画策定
- 既設住宅の撤去
- 区域内の石壁工、ギャビオン工など整備

（注：これらの対策に必要な費用は、19.7 百万ドル）

コンサルタントチーム

土木環境専門家を調査コーディネーターとして、環境、土木地質、土木水文、社会学、生物学、森林工学、経済学の計 9 名の専門家がコンサルタントチームを構成して調査した。但し、JICA チーム及び SANAA の代表スタッフが、調査開始前（最終書作成前）及び結果報告の協議に参加している。

法的枠組み

グアセリケ流域は、1973 年 4 月 5 日に公布された閣議決定により、森林保護地帯となったが、その後規制が無視されて人的な介入が進展してきた。

環境関連法として、環境一般法、環境一般法規則、環境影響評価システム規則、保健法、地方自治体法、環境保険一般法規、水域利用法、飲料水水質技術基準、放流水域 / 衛生下水道への下水放流技術基準、森林法（制令第 85 号）、森林一般法、労働法の参考部分が紹介されている。

（2）開発調査で実施した EIA 調査に対するレビュー

CINSA の EIA 調査報告書の内容を概略レビューした結果として、「開発調査」の内容との関連も含めて、以下の点が指摘できる。

- 調査の範囲・内容に関しては、軽減策や環境管理計画も含まれているので、EIA レベルであったと考える。つまり、プロジェクト実施に対する環境ライセンスを取得するのに必要なレベルに近い内容であったと考える。但し、一般的な記述がほとんどで、詳細で具体的な内容が欠けている。

- 「開発調査」では、シウダ・マテオ新興住宅計画が実施されることになっているという条件で、ダム高規制など受けたようであるが、EIA 調査報告書によると、少なくとも計画の中断は決まっていたようであり、すでに建設済みに住宅も撤去するか、既設分のみ入居させるかの2つのシナリオに絞られていたようである。従って、もし撤去のケースを想定したなら、マテオ橋の撤去や移設案も含めてダム高さの比較検討(開発調査ではやっていない)が必要であったと考える。
- 報告書は、内容的に多岐に渡り、多くの検討項目が示されているが、次のような点で分かりにくく、またその結果を明確に判断しにくいと考える。
 - ✓ 結論の章には上記リストアップしたような環境への影響を与える項目が整理されているが、その選定の根拠となった評価マトリックスが評点になっているのは分かりやすいものの、基準(影響の強さ、範囲、継続域間、復元の可能性、発生確率)による点数の加重配分根拠や各基準での採点(1~10)方法が不明確である。また、違うレベルの基準を平均的に扱っていて、正当な評価にはならない可能性が高い。
 - ✓ 結果としての10点満点の評価点がついているが、最終的に選ばれた環境への影響を与える項目が、この内どのようにして、選ばれているのか説明がない。
 - ✓ 環境影響評価は、一般的にプロジェクトの実施により与える悪影響について行うものであるが、好影響も混在して評価し、また、プロジェクトに対して影響を与える項目やプロジェクトと直接関係のない流域でのその他の開発や活動が与える影響なども含まれていて、理解の混乱を生んでいる。
 - ✓ 環境影響についても、プロジェクトの内容を十分に理解していない面もあるのか、本件と条件の違う他事例を想定して評価したり軽減策を提案したりしている面もみられる。理解しにくい一部の例を参考として次に示しておく。
 - 河床変化が最も点数の高い影響項目になっているが、どのような変化でどのような悪影響を及ぼすのか十分な説明がない。
 - 水没などによる植生被覆の喪失が悪影響とされているが、何故なのかの説明がない。
 - 貯水池上流部の河道から掘削される堆積土砂の処分場で浸出水による土壤汚染が発生する可能性があり、そのための対策施設などが必要となっている。下水汚泥などと異なり、掘削された土砂から有害な浸出水が発生することは一般には考えられないため、具体的にどのような汚染を想定しているのか不明である。
 - 水生及び陸生の生態系へのダメージという項目があるが、何がどこでどのような影響を受けるのかという説明が不足している。絶滅の危機に瀕する動物が25種も存在しているという文もあるが、それらはどこに生息していて、ダムが出来るとどうなるのか説明がない。市街地に近く狭い区域であるプロジェクトサイトに、貴重種がそれほど多く生息しているとは一般的に考え難いため、「ホ」国全体あるいは流域全体の状況と混同している可能性がある。

- 環境影響を受ける可能性のある項目は多くリストアップしているが、全体的に、結論へ至るまでの一貫した論旨の流れが十分に整理されていない。つまり、各検討段階で、前の段階からのつながりが不明瞭である。例えば、軽減策について、環境の悪影響を受けるとされた各項目に対してどのような軽減策となるのかという整理でなく、いくつかの軽減策は出ているものの、それがどの影響項目に対応しているのか、またどの影響項目に対しても軽減策を提案しているのか分からない。さらに、本文の軽減策と、特定環境技術仕様のガイドライン（注：ロスラウレレスダム建設に対する環境影響を軽減するための仕様書案。EIA 最終報告書の添付資料 No.11 参照。）で示された軽減策がどのように対応しているのか分からない。
- 環境項目の影響度が、どのようにレベル分けされたのか整理されていないので、重要項目・優先項目がはっきりしない。本文中に環境影響の評価マトリックスの点数をベースにした区分がない。
- 影響を受ける可能性がある項目に対して、軽減策は可能であるか、また軽減策を取った場合は、どの程度軽減が可能なのかについて検討していない。また、軽減策に対する費用を見積もってあることは参考になるが、高額な対策は予算上実施が困難であることを想定して費用のかからない代替案についても示しておくことが望ましい。
- 環境影響項目で、最も重要なのは、住民移転と土地収用である可能性が高いが、住民移転問題が特に重点的に扱われてはならず、マトリックス評価の点数も特に高くはない。補償対策の項目で比較的詳細な提案はあるものの、その前の段階では、軽減策の項目にも入っていない部分もあり、扱いが一定していない。また、移転と同時に、土地所有者からの土地収用も重要であるが、不在地主についての情報が不足している。
- 移転対象の家屋調査結果のバックデータが記載されていない。どのような条件と方法で行ったのかも明確な説明がない。なお、移転対象家屋の戸数が、「開発調査」の報告書の数字と違っている点も混乱を招く。
- この調査は、JICA 及び SANAA から依頼されて実施し、調査開始前と調査完了後に両事務所と協議しているため、上記のような問題点については、調査したコンサルタントばかりの問題とはいえない面がある。次回、実施前に再度 EIA 調査が行われる場合は、前回の不備を改善するように、実施機関（SANAA）などによる十分な指示と事前協議と調査中のフォローアップが必要と考える。
- 「開発調査」の報告書では、環境調査の章の内容は Cinsa の調査結果をベースに一部を抜粋してまとめた形になっているが、予備 EIA でなく EIA という表現となっている。

10.3 環境社会配慮の重要項目の現状と「水」国側の対応状況

プロジェクトの実施に大きな条件を与える可能性がある、「住民移転・土地収用」と「シウダドマテオ住宅開発計画」に関して、現在までの状況を説明する。

(1) 住民移転・土地収用

これまでに実施された、ロスレウレレス II ダムの住民移転土地収用調査と、関連情報として入手したコンセプションダム建設による移転の実態について、以下に説明する。

2000年にJICA開発調査で実施した調査

「開発調査」の主報告書には、必要な移転家屋は22戸と書かれているが、どのような条件と方法で調査したのかについては、その根拠が説明されていない。サポーティングレポートを見てもバックデータは見あらず、工事完成後に20戸の移転が必要と書かれている（主報告書とサポーティングレポートで数字に違いがある）。

一方、開発調査時に、再委託調査で現地コンサルタントが、予備的環境影響評価調査を実施している。この報告書によると、標高1055mでは35世帯（戸）、1060mでは58世帯（戸）の移転が必要と書かれている。開発調査の報告書にある戸数（22戸又は20戸）とは数字に違いがあるので、再委託調査の結果でなく別途調査した可能性があるが不明確である。

2004年11月から2005年1月にかけての調査

IDB融資のプロジェクトでテグシガルバの流域（タツンブラ、サバクアンテ、コンセプション、グアセリケ、及びラ・テイグラ）の環境調査を実施したが（2003-2004）、途中でラ・テイグラをキャンセルしたので、残った予算で、同じイタリアのコンサルタントがロスラウレレスII計画を含むグアセリケ流域の住民移転に関する調査（家屋と土地の資産調査）を実施した。SANAAはコンサルタントを監理する立場として調査に携わっている。各家屋の家族の実態や意識調査は実施していない。ロスラウレレスIIに関しては、移転対象となる標高が1055mと1060mの2ケースで行ったとのことであるが、1060mのケースについては、1055mのケースに比べて概略調査であった。1055mのケースで、家屋数は54戸、家屋と土地の所有者としては35人であり、そのうち、土地だけの所有者も4人含まれているという説明を受けた。

開発調査時の22戸との差について、SANAAは「調査は同じ条件や方法でやったわけではなく、また全く別のグループが行っていることから、数え方によって数字が変わってくるので、単純に比較は出来ない」と説明している。例えば、一家族で数軒持っている場合どう数えるかで違ってくる。

また、参考として、グアセリケIIダムの水没区域の調査に関して、次のような情報を得た。

調査の結果を基に試算したグアセリケIIダムの住民移転等の補償費（168 million US\$）は、建設費（130 million US\$）より大幅に高いことが分かった。フランス政府（及び北欧援助機関）から融資を断られたこともあったが、同ダムの建設をあきらめた主たる理由である。

2005年9月の補足調査

イタリアのコンサルタントが実施した調査結果では、内容的に補償額の算定根拠となる資産（特に家屋）の数量と仕様の調査であり、所有と賃貸の区別、居住家族の人数、移転に対する意志などが不明であったため、予備調査の現地調査期間中にSANAAに補足調査を依頼した。その際同時に、開発調査時以降入居してきた家族がどの程度いるかについても概略調査することを依頼した。

その結果、開発調査後に入居してきた家族は10戸くらいあったという報告を受けた。しかし、これらが、全く外部の人なのか、以前からの居住者の家族や親類かどうか、また以前いた家族で入れ替わって出ていった人たちはいるのかなどについては不明である。また、今回の聞き込みで、新たな情報

として借家の家族も少なくないことがわかった。

SANAA 側が、簡単な補足調査も行って整理した状況は、次のようになる。上記 のイタリアのコンサルタントの調査結果とは、一部数字の異なるところがある。

ロスラウレレス II ダム建設による
水没対象の家屋と土地（2005年9月現在）

項目	標高 1055m まで	標高 1055m～1060m	標高 1060m まで
土地のみの所有者*	8人	不明	不明
家屋と土地の所有者*	35人	不明	不明
所有者（計）	43人	85人	128人
家屋数**	57軒	不明	不明

* : 所有者名はすべて調査済みであるが、土地の所有権があるかどうかについては未調査。

** : 複数の家屋（最大 13 軒）を持っている所有者が数人いる。従って、同じ所有者の家屋でも、住んでいるのは家族・親戚の場合と、他人の場合がある。また、57 軒のうち、15 軒が借家である。

また、関連事項として次のような情報も得た。

- ・ ダム直上流右岸側は軍用地であるとの情報を得たが、SANAA のこれまでの調査では、土地のみの所有者も含まれているのに、軍用地は水没対象の家屋と土地の調査リストに入っていない。（注記：軍用地は、一部水没しても問題ないのか確認が必要。ダムの 0.5km 程上流での、固定式ポンプによる取水への影響も調査・確認が必要）
- ・ 標高 1055m 及び 1060m を境界として調査を行っているが、現地で測量して標高を確認したわけではなく、詳細な地形図も利用していない。現地で GPS を使って標高を調べている。GPS の計器の誤差は、プラスマイナス 10m くらいある可能性があるとのことだが、実際の調査ではダム計画での貯水池区域図などを参照しているので、調査対象区域には、それほどおおきな誤差はないものと SANAA は判断している。（注：移転対象家屋の多いマテオ橋近くは、地形的に緩い斜面なので、2～3m の誤差があると影響が大きい可能性がある。）
- ・ 移転対象家屋の土地の所有者は、法的にも正式な所有者なのか確認が必要である。河川から一定の距離(150m)の幅は、国有地（公有地）であるという法令があるが、実際の所有権については、書類を提出してもらわないと分からない。まだ、そのような調査はしていない。多くが、無許可又は借用・利用許可を得て家を建てている可能性もある。（注：国有地の場合、移転に際して基本的には補償費は払わなくてよいはずと SANAA は説明しているが、それはあくまで法律上のことであり、実際には、不法居住であったとしても、適切な配慮が必要であるというスタンスを取る必要があるという考えは持っている。）

- ・ これまでの調査では、住民への意識調査は実施していないが、訪問した際の会話から、ほとんどが移転に異論はない。1軒のみ多少ネガティブな意見があったが、現在の生活条件に満足しているため、出来れば移りたくないという程度とのことである。
- ・ ほとんどが、一般的なレベルの家であるが、1軒だけ高級住宅があり軍の元高官所有となっている。そこは土地の一部が冠水する程度であるが、敷地内へ入りにくいこともあり、調査はほとんど行っていない。

コンセプションダムプロジェクトの例

SANAA が建設した2つのダムのうち、ロスラウレスダムは1970年代であり住民移転に関する情報は残っていない。一方、コンセプションダムが完成したのは1992年であり最近とはいえないが、水没地の住民移転があったのでSANAAが対応した実例として参考になる。移転は、次のように行われた。

- ・ ダムの建設は、1989年から1992年に行われたが、移転は、1991年に実施された。
- ・ 貯水池の水没地の中に、農業で生計を立てていた36戸（約300人）の集落があり、集落には教会、学校、広場なども整備されていた。
- ・ 移転は戸別でなく集落単位で実施することになり、集落の代表者達との協議を得て合意後、今の移転地（ダムの下流側の山麓に位置する）を造成して移転させた。
- ・ 基本的には、移転先の居住地区は、移転前と同じような施設を建て、以前と同じような居住環境を築くようにした。つまり、教会とその前の広場を中心に道路や学校を整備して、一戸あたり、約500m²の土地に家屋を建てた。なお、移転前はなかった、上水、下水、及び電気設備も供給した。但し、上水は、井戸を水源とし、下水には集落用の浄化槽を設置した。
- ・ 一方、農地については、周辺にまとまった土地が十分にはなく、不足する分はかなりの遠隔地も含めて与えられた。

この移転地の集落は、その後周囲に移ってきた人たちや家族数の増加によって、現在約80戸になっている。この移転については、当時もその後も大きなトラブルは発生していないが、移転住民にとって次のような問題点が発生している。

- ・ 井戸を水源としている上水については、その後改良工事も行われたが、以前として、水量が十分でなく、水質も良好とは言えない。塩分濃度が高いとのことである。
- ・ 以前は、自然の河川から無料で良質の水が確保できたが、今は水道料金を支払うようになっている。
- ・ 農地の広さが各戸によって異なる他、場所も異なり、行くのに1時間位かかる所もある。また、全体的に土壌条件が悪い。灌漑用水はなく天水に頼るしかない。以前は、近くの川の水を灌漑として使え、農業だけで生活していたが、移転してからは、農業のみでの生計は一般的に困難な状況である。
- ・ 市内へは、バスで約40分なので、多くの住民が、テグシガルパに出て働いている。SANAAにも4人ほど雇用されている。

- 若い年代の住民は、一般に移転地での生活条件に満足している。しかし、年輩の住民にとっては、以前の生活の方が良かったという人も少なくない。

住民移転対応フローと期間

SANAA に対して、住民移転を実施する場合の一般的なフローと所要期間の検討を依頼したところ、状況によって変わってくるとのことだが、図 10-1 に示したような情報を得た。標準的には、移転が完了するまで 10 ヶ月程度かかる見込みとのことである。但し、その後 3 ヶ月程度は、モニタリングを実施して、必要なフォローアップをしていくとのことである。

(2) シウダドマテオ住宅開発計画

シウダドマテオ住宅開発計画は、グアセリケ川のロスラウレレス II ダム貯水池の直上流の左岸の山麓斜面に位置する大規模住宅開発計画である。当初の計画では、約 10,915 戸になっているが、完成すると周辺の区域も開発されるので、さらに大きな集落が出来ることが予測される。建設工事は、すでに一部完了して、約 2,650 戸の住宅と道路、水道、電気などが整備済みである。

しかし、この開発計画は、2000年に JICA 開発調査が行われていた時にはすでに中断しており、その後も新設や入居は行われていない。

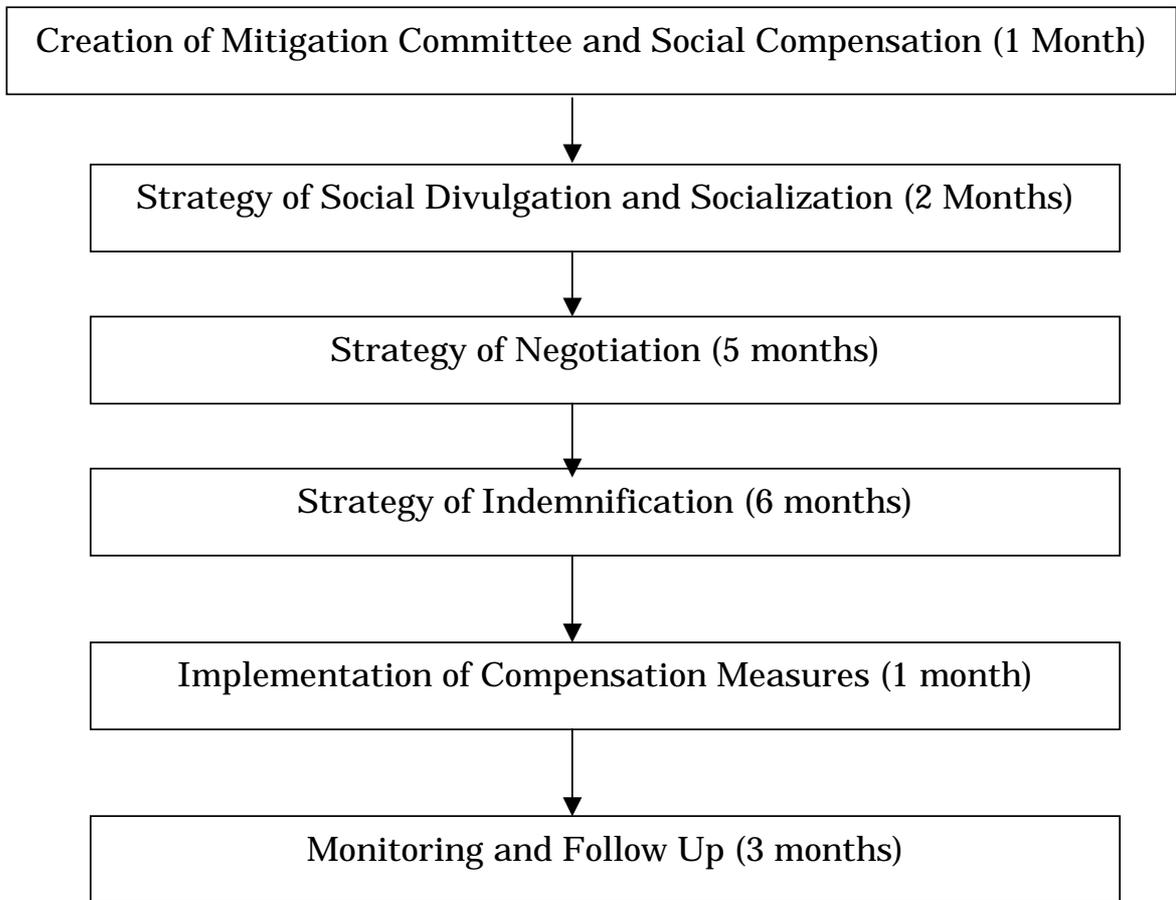


DIAGRAM OF SOCIAL PROCESS
INDEMNIFICATION OF PROPERTIES

Sentence	ACTIVITY	MONTHS											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
A	Creation of Mitigation Committee and Social Compensation	█											
B	Strategy of Divulcation and Socialization		█	█	█								
C	Negotiation Strategy				█	█	█	█	█	█			
D	Indemnification Strategy					█	█	█	█	█	█		
E	Implementation of Compensation measures									█	█	█	█
F	Monitoring and Follow up			█	█	█	█	█	█	█	█	█	█

図 10-1 住民移転の実施フローと概略実施期間

中断の原因は実施機関(年金事業団のような機関)と建設業者との間で支払い条件などから軋轢が生じた結果とのことである。また、この計画の現状は中断であり正式に中止になったわけではないが、当面再開の見込みはついていない。すでに完成済みの家屋は、多少の修復や整備をすれば、すぐにも住める状態にあるが、すでに5年近くたって老朽化してきている。

グアセリケ II ダムプロジェクトの実施に可能性が出てきた時に、シウダドマテオの完成済み家屋の多くが水没するので撤去すべきという話と、貯水池の水質汚濁を引き起こす可能性があるので計画そのものを中止すべきという話が進んでいたという。ロスラウレレス II ダムの建設が決まれば、撤去・中断するかどうかは別にして、シウダドマテオ住宅開発計画に対する水質保全対策(計画の中止、下水排水処理施設の整備など)が行われるものと想定してよいと考える。

10.4 EIA 調査を行う現地コンサルタント

EIA 調査は、通常実施機関が直接行うことはなく、現地コンサルタントに外注している。SERNA では、EIA 調査を委託しても良いコンサルタントの認定を行っており、実施機関は、これらのコンサルタントから選定して契約を結ぶことになる。現在認定されているコンサルタント会社は、43 社あり、一方個人コンサルタントも約 110 人が会社とは別に認定されている。

SANAA に、テグシガルパで代表的な 3 社を選んでもらい、各々を訪問して経験能力などの状況を調査した。3 社とも特に環境調査を専門とするわけではなく、多くの分野やプロジェクトの中で環境影響評価調査も行っている。また、3 社とも過去にテグシガルパの給水に係わる調査の実績があった。これら 3 社の概略は以下のとおりである。

CONASH 社

1966 年設立で、1982 年に、ドイツのラ・メイヤー社と一緒に、テグシガルパの給水計画マスタープランを作成したことがある。EIA 調査の実績として、今年 8 月に作成されたばかりの報告書を見せてくれた。IDB 融資で、ヤグアラ川流域の多目的ダム計画(高さ 45m の RCC タイプダム)で、水文解析及び設計の他に、EIA も担当したとのことであった。

TECNISA 社

フランスの SOGREA 社と一緒に、2003 年にテグシガルパの給水のための環境調査(リオ オンブレ、グアセリケ II、サバクアンテ、ナカオメの各ダム計画)を実施したとのこと。その中で、EIA 調査は TECNISA 社の担当だった。

CINSA 社

道路と建築分野を得意とするが、水資源分野や環境調査も行っている。2000 年の JICA 開発調査で、再委託によって環境予備調査を行った会社でもある。当時の担当責任者はあいにくサンペドロスーラ事務所に勤務とのことであったが、必要なら担当者に質問があれば返信させるとのことであった。ダム調査の実績として、1988 年に日本工営が実施したチョルテカ川農業開発プロ

プロジェクトに参加したとのことである。サンフェルナンドダムからテグシガルパへの送水計画（約 1 m³/秒）も含まれていて、詳細設計図面など見せてくれたが、残念ながら実施は中断している。

ホ国でも、コンサルタント業務に必要な専門家は、自社の専門家ばかりでなく外部からも集めるのが一般的であるため、会社としての経験と能力ばかりに注目して判断するのは必ずしも正しいとは限らないが、少なくとも今回訪問した 3 社のように、ホ国では比較的規模の大きい会社は少なくとも主たる専門家は自社から出せるようで、その点で結果に対しての信頼感が高まるものと思われる。

3 社とも、SERNA からの環境ライセンスを取得することに対しては問題なく実施できるものと考えられる。しかし、2, 3 の EIA 報告書の概要を見たところ、ホ国では EIA 調査が比較的形式的に行われている可能性がないかどうか注意が必要であると思われる。例えばどんな悪影響を及ぼすのかという点や、軽減策をどのようにとるかという点や、モニタリングや環境管理をどのように行っていくかという点については、一般的な例や想定をベースに報告書をまとめてしまい、現地での詳細調査に基づく具体的な検討が十分に行われない可能性もある

（2）環境影響評価調査（EIA）と環境ライセンスの取得

すでに述べたように、ホ国には環境影響評価の規則として SERNA によって制定された SINEIA あり、EIA 調査の必要性、調査内容、カテゴリー分類、各カテゴリーでの許認可の手順などが示されている。ホ国の環境ライセンスの取得に関しては、SINEIA に準拠して、また環境一般法（第 5 条と第 78 条）の改定に伴って 2002 年に SERNA の DECA が作成した「環境の評価と管理」という書類がある。法令の文に比べて、実用的にまとめられている。

まず重要な点は、各プロジェクト又は事業は、次に示す 4 つのカテゴリーの一つに分類されることである。

カテゴリー 1：低いまたは軽度な悪影響しか見込まれないもので、環境影響調査は必要ない。事業者からの申請書類提出後、SERNA によって審査され、1~2 週間程度で、環境登録証明書(Proof of Evidence Environmental Registration)が発行される。

カテゴリー 2：中程度以上の影響が見込まれるものであるが、十分に予測できる内容なので、一般的な軽減策で対応出来るものである。申請書には、IEE レベルに相当する定性環境診断報告書 (Diagnostico Ambiental Cualitativo) を添付する必要がある。申請後、5 ~ 6 週間で環境許可が出される。

カテゴリー 3：重大な悪影響を及ぼす可能性があるもので、環境ライセンス (Environmental License) の取得が義務づけられている。但し、カテゴリー 3 は、2 区分されていて、カテゴリー 3-II は、EIA 調査報告書が必要となるが、カテゴリー 3-I の場合は、カテゴリー 2 と同等レベルの環境診断報告書の提出でよい。

カテゴリ 4：ホ国の政策上、法令上、又は国土計画上、国内で実施してはならないものである。

カテゴリ 4 は例外的な分類なので、一般的にはカテゴリ 1 ~ 3 のどれかに区分されることになる。SERNA への環境に関する許可などの申請については、カテゴリ 1 では事業者が直接行ってよいが、カテゴリ 2 と 3 については、法的に認められた代理人を通して行うことになっている。この代理人というのは、SERNA に登録されたコンサルタントということになる。

プロジェクトがどのカテゴリに分類されるかについては、基本的には、環境カテゴリ表があり、それでチェック出来る。本案件の場合は、インフラストラクチャー分野にある「ダムと貯水池」のプロジェクトにあたり、貯水池容量から次のように分類されている。

- カテゴリ 1 : 500 m³ 以上、2,000m³ 未満
- カテゴリ 2 : 2,000 m³ 以上、50,000m³ 未満
- カテゴリ 3 : 50,000 m³ 以上

本件のダム貯水池容量は、開発調査の計画案で 4,000,000 m³ なので、明らかにカテゴリ 3 となる。

カテゴリ 3 (3-II) の場合の申請から環境ライセンスの発行までの一般的な流れは、図 10-2 に示したようになる。EIA の報告書を提出した後、SERNA の承認を得るまでは 1 ヶ月間である。

その他、EIA 調査の実施と環境ライセンスの取得に関して、DECA 及び SANAA から得た情報は以下のとおりである。

住民移転に関しては、住民の生活がどのように変わるのか配慮する必要があり、移転地は必要に応じて準備することになるが、今回の場合は、村単位というわけではないので、基本的には戸別の補償で対応する可能性が高い。SERNA は、住民移転に関しては、あまり関係していない。「ホ」国の政府機関の中で住民移転対応の経験が多いのは SOPTRAVI (公共事業交通住宅省) であるが、本件の場合は、SANAA が対応することになる。つまり、SANAA が必要に応じてコンサルタントなど雇用して実施することになる。

- 移転の補償額に関する基準は特になく、各々のケースで交渉することになる。移転住民が十分に合意しない場合があっても、SERNA が係わる問題ではなく、SANAA とそのコンサルタントが対応すべき問題である。移転に関して世銀のガイドラインなどが参考になると思われるがそれを使う義務はない。

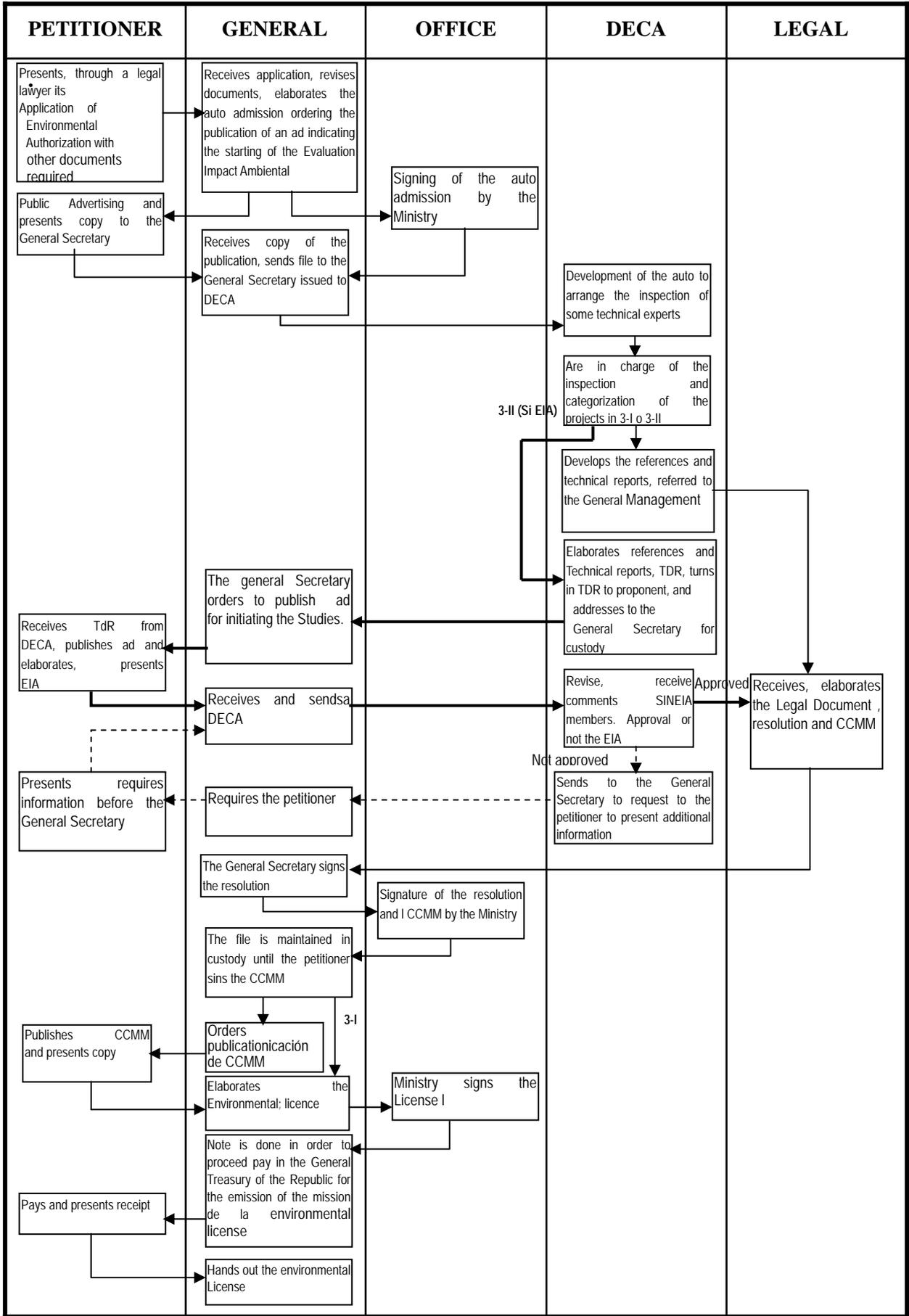


図 10-2 環境ライセンス発行までの一般的な流れ

SERNA の場合、環境という用語から、住民移転など社会配慮に係わる項目よりも、自然環境をイメージしている傾向がある。

- ・ SERNA の承認後（事業実施後）の事後評価も行っている。事業規模や内容にもよって、提出の必要性や頻度は違うが、実施機関から定期的な（例えば3ヶ月毎）報告書を出させている。
- ・ これまで EIA によって中止になった（承認されなかった）プロジェクトは、自然環境保護区域に入っていたものだけである。

10.5 環境社会配慮関連の今後の課題と提案

（1）住民移転・土地収用

住民移転・土地収用は、環境社会配慮の最重要課題となっている。今後次のような点に留意していく必要がある。

- ・ 住民及び土地所有者の調査は実施されているが、不十分な面があり、再度詳細な調査を行う必要がある。
- ・ これまでの調査では、正確な標高の確認が行われていない。標高を求めるための測量を実施する必要がある。
- ・ これまでは、標高 1055m と 1060m のケースで、暫定的な調査が行われているが、補償・収用すべき範囲の条件を明確に設定する必要がある。
- ・ 標高については、洪水時の波浪や背水の影響を考慮して、安全側で設定すると共に、地形、地質、土地利用の形態などの条件によって、移転・収用すべき土地の範囲を決める必要がある。
- ・ 一部の標高が低くても、盛土や堤防によって移転が必要なくなる場合も考えられる。各地区、各地点において、最適で安全で経済的な代替案対策を検討する必要がある。
- ・ 土地の所有権が不明確なので、証書によって確認する必要がある。
- ・ 補償すべき資産調査と共に、住民と土地所有者の意識調査を実施する必要がある。
- ・ 住民と土地所有者には、極力事前に早めの情報を提供すると共に、説明会や協議を積極的に行う必要がある。
- ・ 住民と土地所有者の要望には、優先的な配慮が必要だが、無理のある又は利己主義的な要望に対しては、その理由を明確に説明して理解を求める必要がある。
- ・ 移転と土地収用に必要な補償費に関しては、住民側の各種の障害や影響に十分配慮した合理的な算定をして、移転することによって生活に支障が出るような不利益を与えないようにする必要がある。
- ・ 補償費の予算を十分確保する。予算確保について十分な事前準備・対応をして、確認しておく必要がある。

(2) 環境影響評価調査 (EIA) と環境ライセンスの取得

EIA の実施は、「ホ」国の環境ライセンスを取得するために必要である。この実施については、現地のローカルコンサルタントに経験と実績があるので特に問題はなく、SERNA からのライセンスも比較的問題なく発行されるものと予測される。問題があるとすれば、これまでの EIA 調査及びその結果の審査が形式的に行われている面がないかどうかという点である。この点については、EIA 調査の内容に対して日本側も適切な助言を与えていく必要があると思われる。

また、セクション 10.2 で、前回 (2000 年) の開発調査で実施した EIA 調査に対する概略レビューをしているが、内容的に十分でないところがある。それらの点も含めて改善すべき点を確認し、次回の EIA 調査に反映させる必要がある。

EIA 調査に関しては、JICA 側が承認出来るレベルと内容であるかどうか、課題になる可能性がある。JICA から専門家を派遣して、指導と確認をさせることも一案である。

なお、環境影響評価 (EIA) は、基本的にスクリーニングとスコーピングを再度やり直して、EIA の調査対象項目を明確に特定する必要がある。そのためには、プロジェクトの特質と周辺環境を総合的かつ具体的に把握して、絞り込んでいく必要がある。その場合、調査・計画・設計段階、施工段階、維持管理段階、そして将来の機能終焉段階の各段階を想定すると共に、直接的な影響ばかりでなく間接的な影響についても十分に検討する必要がある。環境影響評価は、EIA の手法を良く知っていると同時にダム開発について技術的な知見が豊富な技術者 (専門家) が対応すべきで、片方だけの知識や経験では不十分である。また、ダムによる水源開発でこれまでにどのような悪影響が出たかという他の事例も参照すべきである。予想し難い影響もあるので、関係者による協議も必要であろう。例えば、次のような点も検討すべき項目に含めるべきである。

- ・ 住民移転の場合、移転する住民ばかりを考えてしまうが、移転しなくてすんだ住民への影響も考えるべきであろう。例えば、地域の分断、周辺住民減少、交通条件の変化などによる影響が考えられる。
- ・ 貯水池の上流端付近には、土石が堆積しやすい。そのために、洪水時の水位が以前よりも上昇する可能性がある。つまり、洪水時の安全度への影響である。
- ・ 現在のダム計画では大きなゲートが 3 門設置されている。一般的には正常な操作が出来ると想定されるが、「ホ」国の場合は、大きなゲート操作の実績がないこともあり、洪水時の誤操作や操作の遅れがあった場合、洪水流が下流のロスラウレスダム及びその下流の市街地河川にどのような影響を与えるかというリスクについても予備検討することが望ましい。
- ・ 貯水池の水位変動によって、不安定になる斜面がないか調査確認しておくことが望ましい。不安定斜面が崩壊した場合は、安全面と貯水池容量への影響が出る。
- ・ 貯水池の堆積土砂を掘削または浚渫によって除去する場合、環境面ではその搬出先が問題となる。骨材や盛土に有効利用が難しい場合の処理方法について、具体的に調査検討しておく必要がある。

- ・ 新たなダムが築造されることによって、現在よりさらに、土砂が捕捉されて、下流河川への土砂供給が減少する。下流河床低下の可能性とその影響についても調査検討が必要であろう。
- ・ 貯水池の水質汚濁は、主として上流側からの汚濁水の流入によって発生するので、その点ではダム建設が直接起こす影響とは言えないが、水質汚濁によって上水水源の水質悪化となる点で影響項目として扱う必要がある。特に、開発調査の設計による取水口は貯水池の下部に設置されていることにも配慮が必要であろう。

上記はあくまで例として示したものであるが、与える影響とその程度について極力明確にする必要がある。なお、軽減策及びモニタリングを含めた環境管理(EMP)については、形式的または一般的すぎる記述にならないように留意すべきと考える。

(3) JICA 環境社会配慮審査委員会への対応

開発調査のマスタープラン策定後の 2004 年 4 月に JICA 環境社会配慮ガイドラインが改訂され、環境社会配慮審査会の設置等、JICA プロジェクトに対する審査体制が格段に強化されている。

特に、開発調査が行われた 2000 年頃には必ずしも必要なかった検討が義務づけられ、改訂されたガイドラインでは、ステークホルダーの参加や情報公開と並んで、幅広い環境社会影響への配慮、マスタープランにおける戦略的環境アセスメントの考え方の導入や代替案比較の強化による早い段階からの環境社会配慮等を基本方針の重要事項としている。特にダムに関しては、現実的に比較的厳しい審査が行われるようになってきている。

開発調査では、現在審査委員会から求められるような各種検討や対応が行われていなかった。従って、代替案の検討など不十分な面が多く、JICA 環境審査委員会から承認を得るには、追加調査を行う必要が出てくるのは確かで、実施しても承認を得るのは困難となる可能性がある。

なお、ダム建設については、環境への影響や非自発的住民移転を伴う事例が多いことから、近年は世界的に厳しい目が注がれるようになってきていることに注意が必要である。2000 年には世界銀行と NGO である世界自然保護連合が主導し、世界中の有識者、援助機関、NGO 等の参画を得て世界ダム委員会 (World Commission on Dams) の最終報告書が取りまとめられた。同報告書作成の過程では、多数のケーススタディや地域協議、テーマ別レビューが行われ、報告書にはダム計画において留意すべきクライテリアやガイドライン (注 : 世界ダム委員会 (World Commission on Dams : WCD)) は、高まる大型ダム反対の声にこたえるため、世界銀行と国際自然保護連合 (IUCN) によって 1998 年 5 月に設立された。委員会は、政府機関、NGO、ダム運用者、草の根市民運動、企業、学界、業界団体、コンサルタントなど大型ダムにおける幅広い利害関係者を代表するメンバーで構成され、「大型ダム開発の有効性の検討、水資源とエネルギー開発の代替案の調査」及び「ダムの計画立案、設計、評価、建設、運用、モニタリングとダムの撤去のために、国際的に受け入れ可能な標準、基準、ガイドラインの作成」に係わる権限が与えられた。2 年半をかけた調査や公聴会などを行い、そ

の結果として、2000年11月に最終報告書「ダムと開発：意思決定のための新しい枠組み」を公表した。)が詳細に提言されている。また、個別のダムプロジェクトや個別の河川流域においてダム計画の監視や反対運動を行なっている NGO も多い。これらのダムを取り巻く厳しい状況や、ダムの計画、建設に際しては細心の注意と配慮が必要であるという事実に、十分留意しておかなければならない。

この章では、上記の参考概説に留めるが、11章の結論と勧告において、結論の判断要素として重要事項であるこの問題についてより詳細に記述するものとする。

11 章 無償資金協力実施の必要性と妥当性に係る検討結果

11.1 要請された事業内容への対応

要請された内容は、ダム、浄水場の拡張、及び貯水池区域内の掘削の3点である。このうち、浄水場の拡張と貯水池区域内の掘削については、以下のとおり考えられる。

- 浄水場の拡張については、SANAA の要請書に入っていたのは、「開発調査」で提案されたものと理解したからとのことであった。今回拡張の必要性について、現状を踏まえてレビューした。5章に示した通りである。その結果、拡張は必要ないものと判断した。
- 貯水池区域内の掘削については、次のような理由により無償資金協力の対象としてはなじまないと考えられる。
 - 無償資金協力の対象としては、協力の成果が両国の国民の目に明らかであるよう、有形のものが一般的である。
 - 貯水池内掘削は、既存施設の維持管理作業の一環として、SANAA が自費にて実施可能なものである。

上記により、無償資金協力案件のプロジェクトとしては、基本的には、開発調査で提案されたロスラウレレス II ダムの建設を想定して、実施の妥当性を検討するものとする。基本設計調査に進む場合には、設計洪水量、洪水吐ゲートなどについて現在の設計をレビューして必要に応じて部分的な修正を行うものとするが、基本的には現在の計画案をベースにした次の諸元となる。

- ダムタイプ：重力式
- ダム高さ：31m (31.3m)
- 常時満水位：EL 1053 m
- 総貯水量：400 万 m³
- 有効貯水量：200 万 m³
- 堆砂容量：200 万 m³

11.2 開発調査で提案された優先プロジェクトの必要性と妥当性

(1) 提案されたプロジェクトの必要性と妥当性の検討方法

開発調査で提案された優先プロジェクトの必要性と妥当性については、次のような項目について検討して、総合的な判断をするものとする。各項目が、プロジェクトの必要性と妥当性を確認するための条件となる。

- 条件 1：水需給バランス上の必要性があること
- 条件 2：ホ国の優先案件であること
- 条件 3：代替案との比較からの優先度が高いこと
- 条件 4：無償資金協力を想定した場合の事業規模が適当なこと
- 条件 5：「ホ」国側のプロジェクト実施体制・能力が十分高いこと
- 条件 6：環境社会影響調査に基づく環境ライセンスが取得されること
- 条件 7：住民移転と土地収用が確実かつ円滑に実施されること

条件 8 : SANAA 側の費用負担能力があること

条件 9 : 堆積土砂により貯水池機能が早期に失われないこと

条件 10 : JICA 環境社会配慮審査会の承認を得られること

以下、各項目について、検討結果を示し、総合的な判断をする。なお、各条件について、理解するのに必要と思われる項目については、比較的詳細な説明を行うものとする。

(2) 条件 1 : 水需給バランス上の必要性があること

条件 1 の説明と検討内容

水需給バランス上、水源開発の必要性は高い。以下に、その理由を説明する。

- テグシガルパの水需給状態は、6章の「水需給予測と水生産量」で説明したように、需要に対して明らかな供給能力不足である。
- 水の生産施設（浄水場と井戸）に関しては、将来は拡張が必要であるが、全体能力としては、現状では少々不足という程度である（注：水生産需要平均 3,077 l/s に対して、施設生産能力約 2,942 l/s）。但し、各浄水場の配水・給水区域は基本的に区分されていることもあり、区域によっては現状の施設能力を増加させることが望ましい。特に雨期には水源からの余剰水があり、施設拡張によって、生産量を増加させることが可能である。現在、コンセプト浄水場とロスラウレレス浄水場では、各々 300 l/s 及び 100 l/s の拡張工事が実施中又は完了しており、また開発中の地下水 380 l/s もあるので、受け渡しが終われば、3,722 l/s (=2,942 l/s + 300 l/s + 100 l/s + 380 l/s) 程度の生産能力を持つことになる。従って、全体の施設能力上は、現在の必要生産能力に対して、平均的には 2 割程度の余裕ができることになる。但し、水需要は、年平均 3~3.4% 伸びていくものと予測されているので、数年すれば、施設能力も不足してくるものと考えられる。
- 施設能力に比べて、水源の水供給能力には、大きな不足がある。特に乾期においては深刻であり、現在の乾期における平均生産量は、1,642 l/s しかない。つまり、施設能力及び必要な生産量の 5 割強程度しか水源からの供給が出来ないという状況である。現在開発中の水源としては、上記の地下水開発(380 l/s)の他、コンセプトダム洪水吐のゲート設置による貯水池容量増加による水源開発(100 l/s)がある。しかし、これらが完成すれば数字上は、7 割程度の供給量になるが、依然として現状でも 3 割が不足する。さらに、今後の需要量増加には対応出来ない。

条件 1 の結論

上記の検討結果から、条件 1 に関しては、実施への障害とならないことを確認した。

(3) 条件 2 : 水国の優先案件であることと

条件 2 の説明と検討内容

本件プロジェクトは、ホ国の優先案件の一つとして位置づけられていると考える。以下にその理由を説明する。

- 本件プロジェクトは、ホ国内の水道施設整備事業計画のなかで、一つの重要案件として認識されている。SANAA の実施予定案件に入っており、大統領府や SETCO との協議でも実施の要望を確認している。
- 実施機関である SANAA は、これまで JICA 本部などからの何度もの問い合わせに対して毎回きちんとした回答を準備してきた。また、今回の予備調査の現地派遣期間にも、カウンターパートチームを準備して、積極的に対応して要求された情報・資料の提供に努力した。休日の現地踏査にも協力的であった。SANAA としてぜひ実施してほしいという期待の表れであると思う。

条件 2 の結論

上記の検討結果から、条件 2 に関しては、実施への障害とならないことを確認した。

(4) 条件 3 : 代替案との比較からの優先度が高いこと

条件 3 の説明と検討内容

ロスラウレレス II ダム建設による開発プロジェクトが必要であるかどうかについては、他の代替案と比較検討して優位性を吟味する必要があるが、単純に比較して判断するのは難しい面がある。開発調査では、次のような点で、代替案との比較が不十分であった。

- 費用対効果のみを比較しており、環境影響、社会影響に関する比較検討がなされていない。
- 2015 年を目標年次として水需要に合う供給を確保するというマスタープランの目標が与件となっていたため、代替案として比較されている開発オプションの数が少ない。

従って、開発調査の結果のみでは、多くの代替案に比べて優先度があるかという検討は困難である。

開発調査では、地下水開発についてはある程度の調査検討を行っている。そして検討の結果として、地下水開発の調査はすべきとは言っているものの、公共用水道のための大規模開発のポテンシャルは低い可能性があるかと判断している。

しかし、その後の地下水開発に関しては、開発調査の検討結果と多少違う方向で進んでいる。SANAA が現在進めていて、さらに今後も拡張していこうとしている比較的大きな開発は、地下水開発である。つまり、地下水開発は、開発調査時には代替案としては具体的に想定されなかったものの、実際には進行中のプロジェクトであり今後も有望視されている

従って地下水開発は、代替案として検討すべき案の一つになるという位置づけになるが、現状では特に有望な代替案となる可能性が高いものと考え。本件ロスラウレレス II ダムプロジェクトを、地下水開発と比較した場合の概略検討をし、その要点は 8 章に参考として示した。概略検

討で明確な結論を判断するのは難しいが、地下水開発については、有望な代替案として詳細調査をして、安定的な一定量の開発が可能かどうかを確認することが望ましいと考えた。短期的な実績ではあるが、すでに相当量の開発が可能になっており、しかもコスト的にもロスラウレレス II ダムに比べて優位性を持っているからである。但し、地下水開発については、すでに他ドナーが協力しているという条件に配慮していく必要がある。

一方 SANAA では、将来計画（2030 年を目標）としては多くの水源開発代替案を持っているが、全体の代替案を総合的に比較して優位性を明確にしたような調査検討は行われていない。いくつかの代替案に限った調査は行われているが、総合的な代替案比較検討としては、不十分に思える。例えば、2004 年に SOGREAH 社によって作成された「テグシガルパ給水環境プロジェクト」については、エルオンブレダム、サバクアンテダム、及びナカオメダムを代替案として検討しているが、グアセリケ II ダムの計画設計調査のなかで、参考としていくつかの代替案についても検討したという感じである。そして、このグアセリケ II ダムは、その調査時点までは最有力かつ優先プロジェクトであり、現地事務所の建物さえ準備されたが、その後数ヶ月で、実現が困難と判断され、現在では、将来計画からも基本的には外されている。

さらに、本来は代替案として、例えば漏水対策、水管理システムの改善、既存給水施設改修など、水源開発以外での代替案も含めた、総合的な調査が行われるべきであるが、これまでは、個別の調査が行われているに過ぎない。そのことを裏付けるものとして、SANAA では、まず総合的な調査検討が出来る体制作りが必要と考えている。フェーズ I の現地調査後得た情報で詳細は不明確であるが、SANAA の組織内に CONASA の技術諮問組織として、テグシガルパの水問題を対象としたマスタープラン事務所を設立するという提案が検討されている。

条件 3 の結論

上記の検討結果から、本件プロジェクトが代替案との比較からの優位性があるかどうかという点については、これまでの調査や資料からでは明確かつ具体的に判断するのは困難である。従って、条件 3 に関しては、現時点では実施への障害とならないということを確認できず、確認するためには、追加調査を実施して代替案の相互的な比較検討が行う必要があると判断した。

(5) 条件 4 : 無償資金協力を想定した場合の事業規模が適当なこと

条件 4 の説明と検討内容

スペイン、イタリア、フランスなど他国からの援助はどれも融資であるが、日本からの最近の援助では融資が出来ず、無償資金協力になっている。これは、ホ国が JBIC に対するすべての円借款債務および公的商業債務約 465 億円の債務救済措置の対象となっているためである。また、この約 465 億円分は、貧困削減基金に回って貧困対策に使われることになっているが、それをインフラ整備に使うのは難しいようである。そのことから、本件プロジェクト実施について、我が国が援助する手法は無償資金協力しかない。

今回の予備調査では、ロスラウレレス II ダムプロジェクトの事業費算定を再度実施している。

2000年の開発調査で行った積算は、すでに約5年間経過しているため、単価や積算条件の変化によるレビューを含めて可能な限り無償資金協力の基本設計調査で用いられる積算手法によって算定した。ただし、不確定要因が大きく、設計も概略に止まっており、種々の仮定に基づいて行なわれている算定であることに注意が必要である。事業規模からみた実現可能性の検討という目的に鑑みて、条件の仮定に際しては算定が安全側になるよう配慮した。これは、算定された事業費が大きめに出ている可能性があることを意味する。

算定の結果は、施工計画と共に、8章に示した通りである。事業費は、次のようになった。

項目	開発調査時 2000年	予備調査 2005年
1 建設費	18,622 (14,572)	31,054
2 設計監理費	1,862 (1,457)	2,900
3 予備費	1,862 (1,457)	(計上せず)
1～3小計	22,346 (17,486)	33,954
4 用地取得・補償費	2,445	再算定していない。
5 事業管理費	931	再算定していない。
4+5小計	3,376	
合計	25,722	

(単位：US千ドル)

注：開発調査時は貯水池掘削も含むが、予備調査ではダム建設のみの金額である。

開発調査時で貯水池掘削を含まないケースは、()内に示す。

無償資金協力を想定した積算は、開発調査の積算を上回っているが、この理由としては、5年間を経過した物価変動、コンクリート工、転流工、間接工事、外注工事などの費用増加や費目追加による増加がある。

条件4の結論

上記の検討結果から、条件4に関しては、現時点では実施への障害とならない可能性が高いと判断した。但し、金額の規模からみた実施可能性については、最終的には日本国政府の判断に委ねられることになる。

(6) 条件5：「ホ」国側のプロジェクト実施体制・能力が十分高いこと

条件5の説明と検討内容

ホ国側の実施機関は、SANAAとなる。SANAAは、ダムによる水源開発を含めて、上水道整備事業を行ってきた実績があり、また、我が国を含めたドナーの支援によるプロジェクトの実施にも経験があり、我が国が援助するプロジェクトのカウンターパート機関として、実績と能力に比較的優れているものとする。

条件5の結論

上記の検討結果から、条件5に関しては、実施への障害とならないと判断した。

但し、SANAAの過去の全ての事業計画や設計は、ドナー国又はホ国のコンサルタントが実施している点には配慮が必要と考える。

(7) 条件6：環境社会影響調査に基づく環境ライセンスの取得

条件6の説明と検討内容

環境影響調査(EIA)を実施して、環境社会配慮に関して悪影響が予測されないこと、または、ある程度予測されても十分に軽減出来る対策を講じることを確認する必要がある。その結果を基に、SERNAから環境ライセンスを取得することになる。なお、JICA環境社会配慮ガイドラインには、環境社会配慮の観点から相手国政府に求める要件が明記されており、JICAはその要件に基づいて相手国政府に取り組みを適宜確認するとともに、その結果を踏まえて意志決定を行うことと定められている。よって、EIAの実施に当たっては、JICA環境社会配慮ガイドラインに定められた要件に十分配慮することが求められる。

環境社会配慮は、開発調査実施時に比べて、関心度と重要度が高くなっている。今回の予備調査で行った環境社会配慮に係わる調査・検討の結果は次のようになった。

- 現地調査の結果、環境社会配慮においては、唯一重要な課題は、ダム建設に伴う住民移転・土地収用であると判断した。
- 但し、他に悪影響を及ぼすような項目はないということではない。9章にも示してあるが危惧される項目はいくつかある。これらについては、軽減策を講じることと適正な環境管理によって、重大なインパクトにはならないと思われる。
- 住民移転・土地収用に関する現状調査は、SANAAとしても進めていて、2004年11月から2005年1月にイタリアのコンサルタントによって行われた調査結果をベースに、部分的な追加調査を行っている。この結果(9章を参照)は、状況把握には十分に役立つが精度や信頼性において十分なものではなく、今後さらに信頼度を上げた調査が望まれる。
- SANAAとしては、この住民移転・土地収用は安易に考えてはいないが、十分に可能であると説明している。背景には、これまで特に明確な反対を言う住民はいない他、このような住民の生活に必然的な水の開発は、国家として優先する事業であるという認識があるようである。なお、貧困住民移転問題が解決せずに工事が中断しているテグシガルパ市内の他ドナーによる橋梁・道路プロジェクトがある。本件の状況と大きな違いがあるが、このような事実があることも認識して参考にする必要がある。
- 住民移転・土地収用を行なう場合には、住民からの合意と協力を得ることがポイントであるが、また同時に重要な課題は、住民移転・土地収用に十分な予算を確保出来るかという点である。SANAAとしては、住民移転・土地収用の手続きを始めた場合、完了するまでには10ヶ月くらいかかると想定している。
- 上記に関して、標高1055mまでを対象とした住民移転・土地収用については、所有者は計

43人（家屋数57軒）であるのに対して、標高1060mまでを対象とすると所有者は計128人に増加する。従って、標高1055m以上を対象とするようなダム規模の場合は、移転交渉のみだけでなく予算確保の面でも困難性が相当大きくなると考える。

- 同時に、このプロジェクトは、ホ国の環境法令で、カテゴリ-3に分類され、環境影響評価調査(EIA)を行って、実施に対する環境ライセンスを取得することが義務付けられている。
- EIAの実施は、ホ国でのライセンス取得に関しては、ローカルコンサルタントが十分に対応出来るものとする。但し、世界的に見てもJICAとしても、環境社会配慮に対する要求水準は高まってきており、報告書の質を高めるためには、ローカルコンサルタントに対する適切な支援がなされることが望ましい。

条件6の結論

環境社会配慮面での悪影響については、環境影響評価調査を実施してから出る結果であるが、上記の住民移転と土地収用以外は、軽減策によって重大な影響は出ないものと見込まれる。また、SERNAによるEIAの審査では一般的にこの（住民移転）問題が重視されて障害になることはほとんどない。住民移転と土地収用に関しては、SANAA側が実施計画を立てて責任を持って対応することを明確に示す限り、ライセンス承認の障害にはならない可能性が高い。

従って、EIA調査とライセンス取得については、SANAA側としての対応は難しくないと考えるが、内容的に十分に適切な調査であるかについて、JICA側として支援と確認が必要と思われる。従って、条件6に関しては、基本的には実施への障害とならないと判断した。

（8）条件7：住民移転と土地収用が確実に円滑に実施されること

条件7の説明と検討内容

上記の条件6に含まれる項目とも言えるが、環境ライセンスを取得出来たとしても、JICA側としては別途評価すべき重要事項となる。水没区域に多少の余裕高を加えた標高1055m（現地状況の必要に応じてさらに高いレベル）までの住民移転と土地収用を実施する必要がある。住民移転と土地収用に関するこれまでの調査結果と、コンセプションダム建設時に実施された事例、SANAAの想定している住民移転対応方法と期間などについては、10章に説明した通りである。また、上記条件6の環境社会配慮の検討のなかでも、環境項目の一つとして概説してある。

条件7の結論

住民移転と土地収用に関しては、SANAAとしては実施出来ると考えているが、「ホ」国及び他の諸国での事例を参照すると難航している案件は多く、住民との交渉や予算確保は容易と思われる。また、次の条件8の予算確保の問題も関係して障害となる可能性もある。つまり、現時点では実施可能と考えても、今後のリスクを含む条件と理解すべきである。

しかし、この条件7は、SANAA側が十分に対応できるという計画を明確にする限り、絶対的な障害とはしないものとし、現時点では判断が不明確な条件としておくものとする。

(9) 条件 8 : SANAA 側の費用負担能力があること

条件 8 の説明と検討内容

水没に伴う、道路、橋梁、水道などの関連インフラの移設・建設は、SANAA の負担として実施する。また、維持管理費がホンジュラス側で十分に負担出来る範囲であることが確認出来る必要がある。この維持管理費には、条件 9 で説明する、貯水池に流入してくる堆積土砂除去に対する長期的で継続的な費用負担も含まれる。

条件 8 の結論

関連インフラの移設・建設を、維持管理費を含めて SANAA (ホ国側) が負担するのは、JICA 側として、主要工事の建設費を無償協力資金で負担出来たととしても、予算確保が容易ではないと考える。但し、これについては、SANAA (ホ国側) として確実に負担できるということを明確に出来れば、大きな障害とはならないものとする。

(10) 条件 9 : 堆積土砂により貯水池機能が早期に失われないこと

条件 9 の説明と検討内容

堆積土砂問題が重要であることの説明

提案されているロスラウレレス II ダム計画の実施に関して最も問題になったのは、貯水池の堆砂量に係わる点である。つまり、開発調査で想定した上流のキエブラモンテスダムが建設される見込みが不明確となったことにより、ロスラウレレス II ダムへの流入土砂量が大幅に増加することになり、その場合は、計算上有効貯水量が想定した 50 年後よりもかなり早期に減ってしまうことになり、計画した機能が果たせなくなることになる。そして、そのような場合は、計画としての妥当性を欠くことになる。

堆砂量推定に関する解説

堆砂量の推定は重要事項であり、7 章でこの問題に関して検討が行われ、次のような結果を得ている。

開発調査で設定した、比堆砂量 $600\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ は、当時の調査結果からは、妥当であったと考える。

しかし SANAA は、開発調査で作成した既存ロスラウレレスダム貯水池 H ~ V 曲線では取水のオペレーション計画と実際の貯水池変動との間で誤差が生じるとのことで、2001 年に修正曲線を作成し、以後それを使っている。SANAA の修正曲線を使うと比堆砂量は、 $325\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ になる。

上記の推定量に関しては、比較検討した結果、次の理由で、 $600\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ を採用するものとする。

JICA 開発調査では、ダム建設直後(1974 年)に作成された貯水池容量曲線と、2000 年に実施した測量結果に基づく貯水池容量曲線との差を、その間(36 年間)の堆積土砂量として、 $600\text{m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ が得られている。開発調査での測量方法については、貯水池

水面以下を深浅測量して、水面以上は既存の空中写真を図化して、両者を合体して貯水池区域地形図を作成したとのことであった。1974年の貯水池容量曲線及び開発調査での測量にどの程度の精度があるかについては確認が困難であるが、手法としては一般的なものであり、 $600 \text{ m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ を採用するのは妥当と考える。

一方、SANAAの修正曲線については、JICA側からの質問に対してSANAAから返答説明があったが、修正曲線の信頼性を確認することは出来なかった。主として次のような点が理由である。

SANAAの修正曲線には流入量や蒸発量などのロスを考慮していないとことで、精度的に不十分と考えられる。例えば流入量に関しては、平均的な流量の場合、貯水池曲線の検証を行った11月から6月はじめまでの8ヶ月間の平均流量は $0.34 \text{ m}^3/\text{s}$ あり、累計500万 m^3 を越える。但し、SANAAの言うように、実際にはこの間流入量がほとんど無かったという場合は、既存貯水池からの蒸発量とダムと基礎からの漏水量がどのくらいあったかということになる。また、流入量がほとんど無かったというのは、軍隊からの取水や農業用取水があるので、ある期間はあり得ると考えるが、8ヶ月間そうであったとは考えにくい。いずれにせよ、水収支には流入量やロスを含めて計算する必要があるので、SANAAの水収支計算には誤差が小さくない可能性がある。しかし、それを定量的に検証するのは既存資料のみでは難しいと考える。

なお、 $600 \text{ m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ では、計算上約17年後に計画堆積量が満杯になるが、 $325 \text{ m}^3/\text{年}/\text{km}^2$ の場合でも、約32年後に遅れるというだけで、いづれにしても、計画上の50年までもたない点についても理解しておく必要がある。

SANAAによる堆積土砂除去作業を前提としてよいかという点の解説

これについては、基本的には技術面と財政面と環境面から考える必要がある。

技術面としては、堆積土砂除去が主として貯水池上流端付近で掘削により行われることから、作業上の困難は特にはないものと考えられる。しかし、堆積土砂除去作業を前提として成り立つような貯水池計画は、技術的に認められるのは困難である。主として次の理由がある。

開発調査では、貯水池上流端に貯砂工を計画している。しかし、この貯砂工に堆積する土砂量や排除される量については、流入土砂量が軽減されるものとして計上していない。あくまで、想定以上の流入土砂がある場合の安全対策として考えている。

実際の流入土砂の量は毎年一定しているものではなく変動する。一般に洪水時に大きく、また上流の開発行為や土砂崩れにも影響される。従って、毎年一定の排除をしても、十分に有効とならない可能性も低くない。

日本の河川砂防技術基準（計画編）の最新版（2005年）には、「堆砂容量は、100年間の推定堆砂量をとることを標準とするが、洪水吐きより土砂を流下させる構造としたもの、貯水池への流入土砂を計画的に排除するもの等、特別の対策を講じたものについては、計画堆砂量を減ずることができるものとする。」と書かれている。特別の対策というのは、土砂の排除が確実にかつ的確に出来る対策という意味であるが、土砂吐きゲート、土砂吐きトンネルなど半恒久的な対策である。つまり、掘削や浚渫を条件にして計画堆砂容量を設定することは一般的に認められていない。さらに、特別な対策工については、運転維持管理面においても、日本のような先進国でも容易でないという実績があることから、発展途上国においてはさらに困難があると想定すべきである。

上流側に流砂を補足する砂防ダムを建設する案もあるが、現時点でその有効性と実現性を確認できない。適したサイトがあるかどうかを含めて、別途調査をして検討する必要がある。なお、堆砂量軽減のために、上流域での土地利用規制・管理、砂防対策工事、植林などについて、積極的な対応を図ることも考えられるが、これらについては、補助的な対策として位置づけるべきと考える。

財政面と環境面については、あくまで技術的な妥当性がある対策がある場合に検討すべきであるが、参考として、掘削による排砂が技術的に認められると仮定して検討しても、特に財政面では困難な障害となる可能性が高い。次のような考えからである。

貯水池内掘削による排砂作業の SANAA での実績コストの例では、1 m³当たり約 50 レピラ（約 300 円）であり、必要な排砂量にもよるが、目安として例えば年間 45,000 m³の除去場合約 225 万レピラ（約 1,350 万円）程度になる。もちろん想定が違えばこの額は変わってくるのだが、SANAA として 50 年間継続して負担する価値がある作業と考えたとしても、小さくない負担であり確実に実施するのは難しいと考える。また、想定量より増大する可能性もあり、その場合は、経済的にも財務的にもさらなる負担が大きくなる。さらに、発展途上国では政治的にも不安定要素があり長期的な予算確保を条件にするのは困難である。

河床から排出する土砂については、環境面での調査も必要である。排砂作業による自然生態への影響、運搬が及ぼす安全や交通障害などの問題、土捨て場確保と環境影響など、悪影響を及ぼさないことを確認しておく必要がある。

条件 9 の結論

上記したように、堆積土砂除去は、基本的には安全側の対策として実施すべきで、土砂除去を条件として成り立つような計画は望ましくない。特に、ロスラウレレス II ダムは規模が小さいことによって、堆積土砂の想定と実際の誤差による影響が、他の一般的なダムと比べて大きすぎるという点にも着目すべきである。

つまり、条件9については、総合的視点から判断して、重要な障害とせざるを得ないとした。

(11) 条件10：JICA 環境社会配慮審査会の承認が得られること

条件10の説明と検討内容

JICA は、2004年4月に改訂された JICA 環境社会配慮ガイドラインに従い、JICA 環境社会配慮審査会を第三者的な審査諮問機関として設置した。同審査会は、JICA からの諮問に対応して支援の是非について答申するほか、環境社会配慮の面での助言を行う役割を有している。JICA は、同審査会の答申において要求される事項に対応しなければならない。この中には、上記条件3で示した、代替案比較において優位性が確認されることが求められる点を含んでいる。審査会では、特に環境社会配慮を加味した幅広い検討が求められる。

開発調査のマスタープラン策定後の2004年4月に JICA 環境社会配慮ガイドラインが改訂され、環境社会配慮審査会の設置等、審査体制が格段に強化されている。改訂されたガイドラインでは、ステークホルダーの参加や情報公開と並んで、幅広い環境社会影響への配慮、マスタープランにおける戦略的環境アセスメントの考え方の導入や代替案比較の強化による早い段階からの環境社会配慮等を基本方針の重要事項としている。このような考え方に従い、類似案件(開発調査「アユンダム関連事業及びデンパサール首都圏給水事業」に対する環境社会配慮審査会の答申)の事例では、JICA 環境社会配慮審査会からは、以下のような答申が出されている。

- ・ 漏水管理、水の再利用、節水技術導入、水使用量抑制のための啓発活動などの水需要抑制対策について検討し、費用効果の点で有効であるならば代替案の中に含めること。
- ・ 河川取水だけでなく、湧水や地下水、その他についても記述すること。
- ・ プロジェクトを実施しないというゼロ代替案及び環境影響がより少ない代替案も設定し、ダム建設の妥当性と代替案の有効性を検討すること。
- ・ 代替案の水コストの比較において、事業で想定される環境対策と周辺整備に係るコストを加えた場合の結果を示すこと。
- ・ 建設費、運転維持管理費、環境影響及び社会影響についても選択条件に含めて記述すること。

このような厳しい審査に対して、開発調査のマスタープランの代替案比較は、現時点で JICA 環境社会配慮ガイドラインに照らした場合、以下の点において必ずしも十分なものとはなっていない。

- ・ 比較している代替案が少なく、SANAA が考えている代替案を網羅したものではない。
- ・ 建設費に関する費用効果分析のみを行っており、環境社会影響の比較評価が行われていない。維持管理費についても分析されていない。
- ・ 代替案選定のプロセス、選定理由が記載されていない。
- ・ 多くの代替案は既存資料の数字を参照していると思われるが、算定の根拠が詳細に記載されていない。

上記に関連して、ホンジュラス側の開発調査後の 5 年間の動きは、マスタープランに沿ったものとはなっておらず、マスタープランにおいて検討されていなかった新たな代替案が少なからず想定されており、しかもその一部は実施に移されている点がある。

条件 10 の結論

代替案との比較については、今後実施してみないと結果を想定するのは難しい面があるが、少なくとも現段階でロスラウレス II ダムの優位性を確認するのは難しい。開発規模の割に事業費が高い可能性があることや環境社会配慮面で住民移転があることなどから、現時点では、本案件の優位性は低くなってしまいう可能性の方が高いと考える。また、もし、この代替案との比較検討調査が必要になる場合は、短期間の簡易調査では対応出来ず、開発調査のマスタープランのやり直しと同レベル以上の調査が必要になるものとする。

以上より JICA の環境社会配慮審査会の了解を得るには、かなりの難題をクリアしていかなければならない可能性があり、期間も要する。特に、ダム開発に関しては、厳しい審査が行われることを覚悟する必要がある。従って、条件 10 については、総合的視点から判断して、重要な障害とせざるを得ないとした。

(12) 要請案件の実施に対する検討結果総括

上記の条件についての検討結果を整理すると、次表ようになる。但し、下表の、
、
、
×の判断は、総合的な視点から行ったものであり、各項目の判断材料となる検討内容については、上記の(2)～(11)を参照する必要がある。

条件番号	条件の内容	検討結果の評価
1	水需給バランス上の必要性	
2	ホ国の優先案件	
3	代替案との比較からの優先度	×
4	無償資金協力を想定した場合の事業規模	
5	「ホ」国側のプロジェクト実施体制・能力	
6	環境社会影響評価調査と環境ライセンス取得	
7	住民移転と土地収用	
8	SANAA 側の費用負担	
9	堆積土砂による貯水池機能への障害	×
10	JICA 環境社会配慮審査会の承認	×

- ： 条件を満足する。または特に支障にならない。
- △： 条件を満足するかどうか、現時点では不明または不確定
- ×： 現時点での情報では条件を満足すると判断するのは困難

上記の各種分析と検討に基づいて、総合的な評価と判断を行った結果、要請された案件、つまり

ロスラウレレス II ダムの建設を無償資金協力で実施するのは、現時点では無理があると判断した。上表において、基本的にはすべてに、または少なくとも×がないという結果とならないと、実施に妥当性が不足しているということになる。従って、総合的に考えて現時点では最優先で実施すべきプロジェクトであるとは断定できないことが分かる。

また、上記の条件には入れなかったが、次のような点にも配慮しておく必要がある。

開発調査において、上流のキエブラモンテスダムが建設されるものと想定して計画された案であるが、現時点では見込みがたっていない。また、もし将来キエブラモンテスダムが建設される場合は、開発調査以降に他の水源開発も行われていることから、開発規模が小さい「ロスラウレレス II ダム建設」の必要性は小さくなってしまいう可能性が高い。

以上より、不確定要素はあるものの、現時点で全ての条件をクリアしていると判断することは困難であり、上記のような困難が予想される条件に十分な対応が可能であるという仮定をしてプロジェクトの実施を図ることは、妥当ではないと判断した。今後の追加調査や対応によっては、上記の判定が変わってくる可能性はあるが、そのことを確認するには、相当の期間を要することもあり、現時点としては、不明確な条件を問題ないと想定することは出来ない。

11.3 今後の協力についての提案

(1) 今後の協力に対する基本的なオプション

上記したように、要請案件である「ロスラウレレス II ダムプロジェクト」の実施については、当面見送らざるを得ない今後の課題とする案件と判断されるが、テグシガルバ市の給水事情改善の緊急性、必要性に鑑み、異なる手法による改善に対して、日本政府が引き続き協力を行っていくことが求められる。その場合、下記のように2つのケースが考えられる。

オプション A：総合的な水源開発・給水計画マスタープランと優先プロジェクトの F/S オプション B：無償資金協力による事業実施と、案件形成のための技術協力

結論を先に述べると、上記のオプション B を選択することを提案するが、各オプションの内容説明及び選定の理由について、以下に示すものとする。但し、最終的に採用することを勧告されるオプション B に関して、より詳細な検討を示す。ここに示したオプションは予備調査団の提案であり、詳細について今後両国政府間の協議によって検討されるべきものである。

(2) オプション A：総合的な水源開発・給水計画調査に関する説明

この場合、開発調査の結果に縛られずに、水源の範囲を限定せず、また、基本的には地下水開発を含めて総合的に調査する。JICA 開発調査では、貯水池内掘削と漏水対策は別にして、ロスラウレレス II ダム、キエブラモンテスダム、サバクアンテダム、及びタトゥンブラダムの4つの代替案を比較して、ロスラウレレス II ダムの開発を最も優先すべきという結論となった。しかし、その他にある表流水開発案(上記以外のダム、転流工など)については、検討の対象から外

されている。地下水開発についてもポテンシャルが低いと判定され検討の対象から外されている。また、調査範囲や比較対象プロジェクトを選んだ経緯が必ずしも明らかでない。

SANAA が、ロスラウレレス II ダム以外で将来の水源開発（表流水）のために計画または想定している案については3章で説明したが、それらを含めて、例えば次のようなプロジェクトがリストアップされる。

- ・ キエブラモンテスダムプロジェクト（高さ66m、有効貯水量4,900万 m^3 ）
- ・ アギラダムプロジェクト（高さ36m、貯水量190万 m^3 ）
- ・ サバクアンテダムプロジェクト（高さ76m、貯水量1,300万 m^3 ）
- ・ サバクアンテダムプロジェクト（高さ45m、貯水量260万 m^3 ）
- ・ リオ・オンブレ7ダム（高さ85m、貯水量10,400万 m^3 ）
- ・ サンフェルナンドダム（高さ95m、貯水量41,000万 m^3 ）
- ・ リオ・オホホナダム（又は池）（基本諸元など不明）
- ・ サンフアンシト流域からのポンプ取水
- ・ ロスラウレレスダムからコンセプション貯水池への転流工
- ・ ラグナ・デル・ペスカドダム（高さ66m、貯水量190万 m^3 ）
- ・ タトゥンブラダム
- ・ 地下水開発

上記のようなプロジェクトは、その程度は各々異なるが、過去において調査・検討されたプロジェクトである。しかし、これらの開発計画案は、総合的なマスタープランレベルとはいえず、現在各種の案が錯綜している。現段階での、プロジェクト実施の優先度順位なども不明確である。例えば、2000年の開発調査以降、2004年まではグアセリケ II ダムプロジェクトが最優先となっていたが、すでに候補案から外されてしまっている。これも、総合的な調査検討が不足していたことが原因の可能性が高い。このような状況については、SANAA としても認識しており、総合的なマスタープランを立案した上で、実施計画を進めることが基本と考えている。そのために、現在、SANAA の内部にマスタープラン策定のための特別室を設置して他の関連機関と協力して運営していくという計画があり、実施に移す準備が進められている。

なお、オプション2の一つとして、「開発調査をレビューする形で、水源開発・給水計画マスタープランと優先プロジェクトのF/Sの見直し修正案作成」という案も考えられたが、上記のオプションには含めなかった。しかし、今後の参考として、この案についても説明しておく。

開発調査レビュー案の調査内容

水源としては、開発調査で取り上げられた4つのダム案がベースになる。開発調査では、このうち3つのダム計画（キエブラモンテスダム、サバクアンテダム、及びタトゥンブラダム）について、1980年代の計画をほぼそのまま流用している面がみられる。また、ロスラウレレス II ダムでは、規模的な比較検討は行われていない。通常の同種のJICA調査に比べて調査期間が約1年間と大幅に短かったためと思われる。しかし、既存の計画は、

各々1980年代に立てられたこともあり、自然条件や社会条件が変わってきているのでそれらの変化を反映させる他、それらの計画が妥当であるかのレビューも必要と思われる。なお、このオプションが採用される場合には、ダムサイトとダム規模を含めてレビューすると共に、水収支も最近のデータを含めて、月単位でなく、旬単位レベルで計算することが必要と考える。

開発調査レビュー案を比較検討のオプションから外した理由

水源開発調査で最初から4つのダムに絞ってしまうのでは、結局なぜその4つの代替案なのかという問いに答えられない。その他のダム開発案の他、水需要抑制策（漏水管理、再利用、節水、啓発活動等）、水利用用途の転換、湧水や地下水等の別の水源も含めて広く代替案比較を行なうことが求められるからである。

(3) オプションB：「無償資金協力による事業実施と、案件形成のための技術協力」の説明
日本の無償資金協力として適正な給水改善計画を調査して計画立案する調査である。このオプションBが採用される場合は、特に、プロジェクト実施までの迅速性が重要である。そのためには、今後の協力案件を次のように区分して進めることを提案する。

短期対応（目安として5年以内に実施）：

形成済みの案件に対する協力（無償資金協力）

- ・ 首都圏貧困地区に対する給水施設整備

比較的短期間に形成が可能と考えられる案件に対する協力（無償資金協力）

- ・ 漏水対策、配水管容量不足改善などのための配水管交換

案件形成、水資源開発計画策定に対する協力（技術協力）

- ・ SANAA に対する専門家派遣
- ・ 日本の無償資金協りに適した規模の案件の形成と代替案比較のためのローカルコンサルタント等による調査

中期対応（目安として7年以内に実施）：

市内送配水施設整備、既存施設の有効利用による給水改善（必要に応じて開発調査 無償）

- ・ 導水管、送配水管通水能力、配水池の容量や配置の確認 改修、増設
- ・ 既存水源施設の有効利用（ピカチョ・サブシステムの拡張等）
- ・ オペレーションの改善（技術協力）

SANAA が準備中の水源開発計画（必要に応じて開発調査 無償資金協力）

- ・ ロスラウレスダムからコンセプトダムへの導水
- ・ 地下水開発

上記に関して、次のような点を補足説明しておく。

形成済みの案件に対する協力（無償資金協力）について

貧困地区の給水施設改善計画については、状況に関する調査はしていないが、SANAA として優先

的に実施したい案件のひとつである。テグシガルパ市の市街地は拡張しており、郊外から流入した貧困層の多くが、給水施設が不備な地区に住んでいるものと思われる。これら貧困層への優先的な給水計画は、無償資金協力案件として受け入れやすい。

比較的短期間に形成が可能と考えられる案件に対する協力（無償資金協力）について「漏水対策、配水管容量不足改善などのための配水管交換整備」が、比較的短期間に形成が可能な案件と考える。

2000年に実施された開発調査では2000年時点の漏水量を30%と設定し、開発調査目標年次の2015年に25%まで改善されるとしている。また、本予備調査においてSANAAより入手した資料によると2001年から2004年にかけて日本の無償資金協力により実施された「テグシガルパ市水道復旧整備計画」において送配水管および3次管路が整備され、これによって漏水率は10%改善され、またSANAAの漏水制御部により漏水に対する調査および改修が行われ2005年には漏水率が6%削減され、2005年時点で漏水率は24%に改善されたとしている。このことは、SANAAが2000年の漏水率を40%と推定していることを意味する。

しかしながら、このSANAAから提示された漏水率24%を使用し需要予測を行うと、SANAAが設定している需要予測と大きく異なる。そこで5章に述べたとおり、基本条件の見直しを行い、漏水率を35%とすると、SANAAが予測している予測曲線に近い結果が得られる。

2000年における漏水率40%が正しいと仮定した場合、2005年における漏水率が35%であるので漏水率は5%改善されたことになり、この改善は前述した「テグシガルパ市水道復旧整備計画」の実施によるものと推定される（SANAA漏水制御部による漏水に対する改善工事もこの5%に含まれるため明確にする必要がある）。

したがって、日本の無償資金協力により実施された「テグシガルパ市水道復旧整備計画」と同程度の規模の管路改修工事および機材調達を実施すれば、漏水率が5%程度削減される可能性がある。また、2005年を例に取り漏水率が5%削減された場合の漏水量を算定すると、漏水量は17,356m³/日（201ℓ/s）改善されることとなり、201ℓ/sの水源開発を行ったものと同様の効果がある。下表に示す通りである。

単位：m³/日

年	配水タックからの配水量			計
	ハ°イフ° 配水量	漏水量 比率	量	
2005	157,942	35.00%	85,046	242,987
	157,942	30.00%	67,689	225,631
		削減量	17,356 (201ℓ/s)	

また、浄水場からの給水能力が不足している以上に、消費者末端での時間給水の実態が厳しいということから、配水管の容量不足やシステムの不適正があることが予測される。

これらの状況の詳細について、SANAA がどの程度把握して情報と資料が整理され分析されているかによって、次の調査の内容と期間が変わってくる。漏水管理計画は、すでに SANAA によってもある程度実施中であるが、さらなる改善に対して支援できるかどうか探り、修正計画を立案するものである。漏水量削減は、水源開発と同じような効果が期待出来る。

案件形成、水資源開発計画策定に対する協力（技術協力）

専門家派遣について

SANAA に長期連続又は断続的に専門家を派遣して、SANAA の今後の案件形成を支援するものである。今後、我が国の無償資金協力支援を継続していくためにも、専門家による調整は効果的と考える。SANAA が現在検討している、マスタープランを作成して順次実施していくための特別室が出来る場合も、有効に支援が出来ると思う。専門家としては、水資源開発管理及び水道開発管理に係わる総合的な経験と能力を有することが必要であろう。

短期対応の「無償資金協力による事業実施と、案件形成のための技術協力」について

この短期対応のアプローチにおいて検討されるべき代替案の中には、中小規模のダムの建設も含まれる。サイトの候補地が複数あるため、それらの計画を検討対象に含めることが可能であり、開発調査が必要である。ロスラウレス II ダムについても、その中で改めて優位性の有無を確認するべきである。

中小規模ダム開発については、次のような案が想定される。

- ・ キエブラモンテス中規模ダム開発計画
- ・ サバクアンテ中規模ダム開発計画
- ・ タトゥンブラ中規模ダム開発計画
- ・ その他貯水池計画

開発調査で検討された3つのダムサイト（キエブラモンテスダム、サバクアンテダム、タトゥンブラダム）について、多少のコメントをしておく。このうち、キエブラモンテスダムサイトは、開発調査案の大規模開発でなく、中小規模として計画する場合を措定している。これらのダムサイトは、地形と地質の優位性は現段階で評価出来ないものの、次のような点で優位性が期待出来る。

- 計画堆積土砂量が比較的小さく出来ると共に、そのことによって経済的な有利性が期待できる。その理由には、次の2点がある。
 - ・ これらのダムサイトにおける流域は、ロスラウレス II ダムの平均的な流域と比べて、土地利用が進んでおらず、森林に被覆され荒廃していない面積の割合が大きいので、比流出土砂量は小さく想定出来る可能性がある。
 - ・ これらの3つのダムサイトにおける流域面積は、ロスラウレス II ダムの流域面積

に比べて、65%、44%、34%となり小さい。例えば、分かりやすく比較するために、ロスラウレレス II ダムと同じ有効貯水量(200万 m^3)及び計画流入土砂量と一致する仮定した計画堆積土砂容量(ロスラウレレス II ダムの場合、200万 m^3)を確保する場合と同じ機能を持たせるものとして、小流域のサイトで計画した場合は、流域面積が50%ならば、比流出土砂量を同じとした場合でも、計画流入土砂量は50%(100万 m^3)になり、全貯水量が、3/4の規模(300万 m^3)のダムでよいことになる。また同じダム規模(全貯水量400万 m^3)ならば、5割増しの有効貯水量(300万 m^3)を確保出来ることになる。

- ロスラウレレス II ダムサイトに比べて、上流域なので、水質状況が比較的良好なことが予測される。水質が良ければ、浄水コストなどが軽減される。
- ロスラウレレス II ダムサイトでは、水没対象区域での土地収用や家屋移転問題が深刻になる可能性が高いが、これらの3ダムサイトでは、その問題がほとんど発生しない可能性が高い。

開発調査では、これらのサイトでの開発コストが割高であり、ロスラウレレス II ダムが最優先と選定された経緯があるので、浄水場の新設の必要性を含めて、コスト的に不利な面があるのかも知れないが、比較検討が概略であり、再調査・検討する価値はあるものとする。例えば次のような点がある。

- 開発調査では、ロスラウレレス II ダム以外の計画は、1980年代に立案された計画を流用して使っており、その後の各種条件や状況の変化に基づいたレビューが不足している。例えば、各ダム計画での位置や規模の代替案の検討をしていないし、土地利用や流量の変化についてもレビュー不足である。
- 各ダム計画における単位開発水量に対する建設単価で比較しているが、ダム規模が大きく異なるので、単純に単価の比較のみで判断するのは一般的でない。例えば、水不足が深刻な状況においては、単価が多少大きくなる場合でも水源開発量がより大きい代替案の方を採用する可能性もある。
- コスト面での総合的な比較の不十分さに加えて、技術的な難易度、環境社会配慮、実施までの難易度など多角的な視点からの検討が必要であるが、総合的な比較検討が不十分である。

市内送配水施設整備、既存施設の有効利用による給水改善について
目安として7年以内の中期で実施していくものである。これについては、必要に応じて開発調査を行ってから、無償資金協力案件へ進むことになる。次のような案件が想定される。

- ・ 導水管、送配水管通水能力、配水池の容量や配置の確認 改修、増設
- ・ 既存水源施設の有効利用(ピカチヨ・サブシステムの拡張等)
- ・ オペレーションの改善(技術協力)

市内送配水施設整備、既存施設の有効利用による給水改善などについては、配水管の取り替えを比較的短期で実施するのに対して、給水・配水システムの改善に対して中期的に対応していくものである。現状調査及び改善計画策定調査を通して実施に移されるものである。既存給水施設改善計画（浄水場、配水池、ポンプ場、送水・給水・配水管など）については、送配水にあたってネックとなっている施設がある場合に、その拡張、改善を図るものである。雨期には水源からの供給量不足問題は少なく、また浄水施設も現状では需要に対して全体としては必要な生産能力を有しているにも係わらず、時間給水制限が広い地区で行われている実態から、送水・配水・給水システムに改善の余地があるものと考えられる。

ピカチョ水源開発改善計画については、現在のピカチョサブシステムは、浄水場が高い位置にあって配水に有利であり、浄水場の処理能力は 900 l/s であるが、水源からの送水量が限られているために、現状の実際の処理量に対して能力的に余裕がある。水源は貯水機能のない取水工であり、水源施設や送水施設の改善によって浄水場への送水量を増加させられないか調査検討することが望ましい。ピカチョサブシステムでは、現に 2002 年にフランスの援助によって送水管の口径を 400mm から 600mm に拡大したことにより、それ以前の年間平均浄水量 300 l/s 台が 600-700 l/s へと大幅に増加している。同様の改善を行なう余地が残されている可能性がある。

水管理オペレーションの改善については、基本的には技術協力で行うものであるが、必要があれば施設の改善や補強も含まれる可能性はある。現在の水源施設や給水施設の運転維持管理が適切に行われているかチェックして、必要ならば改善計画を立てるという支援である。たとえば、過去の実績浄水量と河川流量を見ると、水収支からはもっと浄水が生産できる可能性がある。限られた水資源と施設を効率的に利用するために、有効と考える。それには、まず現状において、水管理オペレーションがどの程度効率的に行われているか把握することが必要になる。

SANAA が準備中の水源開発計画について

例として、次の案件を示したが、これらについては、現在他のドナーによる協力案件である。

- ・ ロスラウレスダムからコンセプションダムへの導水
- ・ 地下水開発

地下水調査／開発計画は、すでに BCIE の支援によって 380 l/s が開発中であり、今後も BCIE の支援を予定していることから、日本側の協力の余地は限られている。しかし、第 7 章で述べたとおり持続的な開発を行なうためには十分な調査を行うことが望ましい。調査の結果、有望な帯水層が特定され、環境に配慮した開発が可能であるならば、少ない事業費で開発が可能であるという点で魅力的な選択肢となる。今後の地下水開発について開発についても BCIE の支援申請に向けて準備中であるため、資金の目処が立たなかった場合に限られる。

また、ロスラウレスダムからコンセプションダムへの導水計画については、SANAA が持っている計画であるが、レビューした上で、有望ならば詳細計画を立てて支援することも考えられる。しかし、BCIE からの支援が想定されているので、現状では日本側が支援する余地はないと考え

られる。

従って、上記に関する案件形成と実施への協力については、基本的に他のドナーに協力申請していない案件、または申請交渉を中断した案件に限られる。

その他の参考補足説明

プロジェクト形成調査の実施について

通常案件では、プロジェクト形成調査を実施して、調査対象とするプロジェクトの候補案を選定して、絞り込みを図るのが一般的である。しかし、前述したように、プロジェクト実施への迅速性を優先かつ重視することを条件とするので、案件によって次のように区分される。

- ・ SANAA がすでに有望候補案件を検討してある程度の調査を実施済みの場合などは、予備調査・事前調査を実施して、調査のスコープを決める。
- ・ 特に水源開発調査の場合のように、そのまま基本設計段階に進むことが難しいプロジェクトに対しては、開発調査（M/P と F/S 又は F/S）を行う。現地踏査と既存資料から候補案を選定した上で、測量、水文調査などを実施し、各候補の基本計画案を作成し、比較検討した上で、最有力案を選定・確定する。

なお、案件の F/S レベルの調査結果または資料が得られた後には、必要な追加現地調査を含む基本設計調査を行う。そして、その後、日本の無償資金協力によって建設、設備増強などを行う。また、複数の案件を並行して進める可能性もあるので、案件によって、柔軟に対応出来るプログラムを作成するものとする。

ダムによる水源開発を対象にする場合の注意点

中小規模のダムサイトの候補地が複数あるため、それらの計画を検討対象に含めることも可能である。ただし、以下の点に注意が必要であると考えられる。

- ・ 中小規模であってもダム建設であり、事業費が無償資金協力の規模に収まるかどうかの問題となる。
- ・ 代替案比較や環境社会影響調査を含む本格的な開発調査から始める必要があり、リードタイムが長くなるとともに、日本側の投入規模も大きくなる。
- ・ 環境社会影響に対する慎重な配慮が必要であり、同影響も比較条件に加えた上で代替案比較を行い、優位性が確認される必要がある。
- ・ JICA 環境社会配慮審査会の審査を経る必要があり、ダム案件であるということから、詳細な調査や検討、十分な緩和策や補償の実施が求められる可能性が高い。
- ・ その他貯水池計画については、これまで提案されたサイト以外に適地がないのか確認することが望ましい。
- ・ 現在 SANAA が持っている長期的な水源開発計画を含めて、将来の水源開発計画について錯綜している情報と資料を整理して、将来の調査計画に役立てることも有効と考える。但し、調査結果については、大規模開発の場合は、少なくとも現状では無償資金協力で

の実施が出来ないことに留意しておく必要がある。

(4) オプション B を選定する理由

オプション A、B の 2 案を説明したが、比較検討の結果、オプション B を優先とすることを提案する。主たる理由は、次の通りである。

本来は、総合的な対応となるオプション A が望ましいが、調査に時間を要し、計画を立案しても円借款による大規模な資金の供与ができない現在の状況を考慮すると、選定された優先プロジェクトの実現に対して協力ができない可能性が高い。

オプション B は、日本の無償資金協力を予め念頭において案件を選定、形成していくものであり、プロジェクトの実現可能性が高い。また、建設の実施時期についても、今回の要請案件であるロスラウレレス II ダム建設に進む場合に比べて、それほど変わらない可能性がある。ロスラウレレス II ダムの場合は、例え実施の方向性が出たとしても、EIA、住民合意形成、移転・補償に関する交渉、設計段階での詳細な技術的検討等を必要とし、通常の案件に比べて準備期間が長くなると考えられる。