

ホンジュラス共和国  
首都圏地すべり防止計画

準備調査報告書

平成22年12月  
(2010年)

独立行政法人国際協力機構  
(JICA)

セントラルコンサルタント株式会社  
株式会社 地球システム科学

## 序 文

独立行政法人国際協力機構は、ホンジュラス共和国の首都圏地すべり防止計画にかかる協力準備調査を実施することを決定し、平成20年4月から平成22年12月まで、セントラルコンサルタント株式会社の嶋津晃臣氏を総括とし、セントラルコンサルタント株式会社及び株式会社地球システム科学から構成される調査団を組織しました。

調査団は、ホンジュラスの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踏査を実施し、帰国後の国内作業を経て、ここに本報告書完成の運びとなりました。

この報告書が、本計画の推進に寄与するとともに、両国の友好親善の一層の発展に役立つことを願うものです。

終わりに、調査にご協力とご支援をいただいた関係各位に対し、心より感謝申し上げます。

平成22年12月

独立行政法人国際協力機構

地球環境部

部長 江島 真也

# 要 約

## (1) 国の概要

ホンジュラス共和国（以下「ホ」国）は、中米地域のほぼ中央に位置し、西はグアテマラ共和国、東はニカラグア共和国、南はエルサルバドル共和国と国境を接し、南は一部太平洋のフォンセカ湾に面し、北はカリブ海に面している。国土面積は 112,492km<sup>2</sup> で、中米諸国の中で 2 番目に広い国であり、総人口は 746 万人（2009 年、出典:外務省 HP）である。

地形は、北部海岸低地域（カリブ海側）、中央部山岳（高原）地域、及び南部海岸低地域（太平洋側）に区分される。気候は、国土の大半が熱帯気候に属しており、雨期（5～10 月）と乾期（11～4 月）に分かれ、年中高温であり、年間平均降雨量は 1,340mm である。

本プロジェクト対象地域であるテグシガルパ市は、「ホ」国内陸部の中央部山岳（高原）地域に属し、周囲を標高 1,200～1,800m の丘陵に囲まれている。年平均気温は 24℃で月の変動は少なく、年間平均降雨量は 800～1,000mm であり、降雨は雨季に集中している。

「ホ」国は、中南米において最も開発の遅れた国の一つであり、特に 1998 年に中米地域を襲ったハリケーン・ミッチは、中米の中でも「ホ」国に最も大きな被害を及ぼし、国家経済に約 36 億ドルという未曾有の損害をもたらした。被災後直ちに「国家再建計画（PMRTN）」を策定し、復興と経済構造の改革を図り、復興プロセスは終了したものの、依然国際社会からの経済支援が必要となっている。経済成長率は、2007 年は 6.3%であったが、2008 年には 4.0%、2009 年には -2.1%にまで落ち込んだ。物価上昇率は、8.9%（2007 年）、10.8%（2008 年）と比較的安定していたが、2009 年には 3.0%に落ち込んでいる。また、GDP は 143 億ドル（2009 年）であり、一人当たり GDP は 1,818 ドル（2009 年）であり、依然として停滞している。

## (2) 要請プロジェクトの背景、経緯及び概要

1998 年にハリケーン・ミッチが中米地域を襲い、「ホ」国でも未曾有の人的・物的災害を与え、「ホ」国全土における死者/行方不明者は 13,000 人を超え、「ホ」国経済も深刻な打撃を受けた。「ホ」国の首都テグシガルパでも、ハリケーン・ミッチにより大きな被害を受け、死者/行方不明者は 1,000 人を超え、一時的に首都機能が完全に麻痺するという状況に陥った。

元来、傾斜地の多い盆地に発展した都市であるテグシガルパは、降雨等による洪水・地すべり等の自然災害による被害を受けやすく、従来からこれらの自然災害に悩まされてきた。さらに、テグシガルパと周辺地域は、近年、地方からの人口流入が顕著となっており、これらの流入者は、地形的にも極めて危険な地域に居住せざるを得ず、また、自然災害への対策のためのインフラ整備が進んでいないことから、首都圏のいくつかの地域では小規模な降雨に際しても洪水や地すべりの発生が見られるようになっている。「ホ」国政府およびテグシガルパ市は、自然災害に対する首都圏の脆弱性は十分

に理解しているものの、十分な予算確保もできず、河川の清掃等の小規模な対策を講じる程度で、大規模なインフラ整備による災害対策を進めることができていない。

そのような中、我が国はハリケーン・ミッチによる甚大な被害を被った「ホ」国の災害復興支援の一環として、2001年～2002年に開発調査「首都圏洪水・地すべり対策計画調査」を実施し、ハリケーン後のテグシガルパの防災対策にかかるマスタープランを作成した。また、同開発調査において、優先プロジェクトとして特に洪水や地すべりの危険性が高い地域が特定され、早急に対応策を講じるよう提言がなされている。

上記開発調査を受けて、「ホ」国政府はテグシガルパにおいて特に地すべりの危険性の高いとされたエル・ベリンチェ、エル・レパルト、エル・バンブー地区の3つの地域について、早急な地策を講じる必要があることから、その対策工事に係る無償資金協力を我が国に要請した。

これに対して、JICAは2007年11月に予備調査団を派遣し、上記要請の背景や目的、プロジェクト対象地の状況について確認した。

### (3) 調査結果の概要とプロジェクトの内容

上記の結果を踏まえ、地すべり防止計画を策定するため、JICAは基本設計調査の実施を決定し、2008年4月9日から6月16日まで、基本設計調査団（現地調査Ⅰ）を「ホ」国に派遣した。現地調査Ⅰでは、要請の背景・内容を再度確認するとともに、関係機関の役割と分担、対象サイトの土地利用現況、対象サイトの自然条件（地形・地質・水文）等を調査した。また地すべり機構の解明のため現地委託にてモニタリング（孔内傾斜計による地中変位観測、地下水位観測、移動杭観測）を実施した。

帰国後、現地からのモニタリングデータ解析においてエル・バンブー地区での地すべり活動が活発化していることが判明し、調査団より「ホ」国政府並びにテグシガルパ市に対して、エル・バンブー地区における警戒避難体制構築の勧告（6月24日）、同地区のハザードマップ（暫定）の提示（8月20日）、同地区の警戒雨量（暫定案）の提示（9月8日）等を行った。さらにエル・バンブー地区の地すべり変位の急拡大の解析情報から10月17日に警戒避難の緊急提言を行った。これを受けて同日テグシガルパ市長は関係住民への避難勧告を発出した。同地区は10月20日の強雨を契機に地すべり活動が活発化し10月24日に大きな崩落、10月28日末端部に位置する教会の崩壊、11月1日にさらなる崩落が発生した。幸い住民避難がなされていたため死傷者は出ていない。

現地調査Ⅰにおけるモニタリングの結果を受け、JICAは地すべり防止施設の基本設計調査のため、2008年10月21日から12月16日まで、協力準備調査団（現地調査Ⅱ）を「ホ」国に派遣した。現地調査Ⅱでは、基本設計のための現地調査（対象地域精査、積算資料の収集等）を行うとともに、地すべり機構確認のための追加ボーリング調査（エル・ベリンチェ地区）、電気探査及び詳細測量（エル・レパルト地区）を行うと共に、地すべり活動が活発化したエル・バンブー地区の応急対策検討支援を行った。

なお調査の結果、エル・バンブー地区の地すべり活動活発化により、当該地区の恒久的な対策工を実施できなくなったことから、仮設的な応急対策を迅速に講じることが妥当と判断され、本件無償資金協力による施設整備対象から除外し、調査団からは必要な応急対策の概略を示すに留め、その実施はテグシガルパ市が行うことで「ホ」国政府と合意した。

帰国後の国内解析で、調査団は本計画の妥当性を検証するとともに、地すべり防止計画の水準・範囲・施設整備方法について検討を加え、現地追加調査やモニタリング結果よりすべり面の想定、安定計算の実施、地すべり防止施設の基本設計、施設工事数量の算出、施工計画及び概算事業費の算出を行った。さらにモニタリング施設整備方針及びソフトコンポーネント計画を策定した。

2009年7月に結果概要を説明する調査団を派遣する予定であったが、2009年6月末に発生した「ホ」国の政変により、日本国政府が「ホ」国に対する新規援助の停止措置を決定したことを受け、本件は中断していた。

2010年6月に新規援助の再開が決定されたことから、2009年度に作成した施設計画及び事業費積算を見直すことを主な目的とする現地調査を再度2010年7月から行い、その結果を踏まえて、協力準備調査報告書(案)を取りまとめ、その内容について「ホ」政府関係機関に説明し協議を行うため、協力準備調査報告書説明調査団を2010年10月17日から10月23日までの日程で派遣し、その内容について「ホ」国政府関係機関から基本的同意を得た。

要請プロジェクトと協力対象事業との関係は図-1に示す通りである。

協力対象事業は本プロジェクトの内、エル・ベリンチェ及びエル・レパルト地区を対象に、構造物対策を行うとともに、非構造物対策として地すべりモニタリング計器の整備及び警戒避難基準・体制整備の支援を行うこととする。

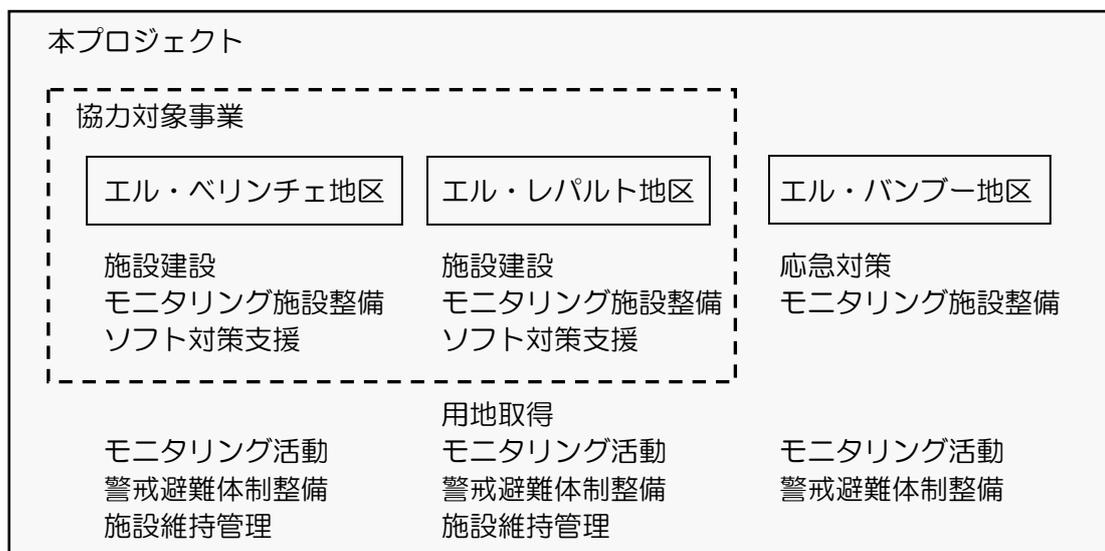


図-1 協力対象事業の位置付け

提案された計画概要は以下のとおりである。

表-1 協力対象事業の計画概要

	対 策	工 種	数 量
構造物対策	地すべり防止施設建設 (エル・ベリンチェ地区)	集水井	8 基
		集水ボーリング工	6,500 m
		横ボーリング工	250 m
		排水ボーリング工	692 m
		水路工	3,379 m
		排土工	16,199 m <sup>3</sup>
		盛土工	16,699 m <sup>3</sup>
	地すべり防止施設建設 (エル・レパルト地区)	集水井	2 基
		集水ボーリング工	3,200 m
		排水ボーリング工	147 m
		水路工	1,951 m
		排土工	3,736 m <sup>3</sup>
非構造物対策	モニタリング施設整備	雨量計設置	1 基(B)、1 基(R)
		伸縮計設置	4 箇所(B)、2 箇所(R)
		孔内傾斜測定管設置	1 箇所(B)、1 箇所(R)
		自記水位計設置	3 箇所(B)、1 箇所(R)
	ソフト対策支援	施設維持管理体制	
		モニタリング活動体制	
		警戒避難体制	

注) B:エル・ベリンチェ地区、R:エル・レパルト地区

#### (4) プロジェクトの工期及び概算事業費

本計画を日本の無償資金協力で実施する場合、概算事業費は約 11.15 億円（日本側負担分は 11.10 億円、「ホ」国側負担分は 452 万円）と見積られる。また、本計画の全体工期は、入札工程を含め約 28 ヶ月（詳細設計：5 ヶ月、施工：23 ヶ月）が必要とされる。

#### (5) プロジェクトの妥当性の検証

##### 1) 妥当性

テグシガルパ市は傾斜地の多い盆地に発達した都市であり、自然災害に対する脆弱性を抱えている。本プロジェクトは首都圏における地すべり危険の軽減を目的としている。本プロジェクトの対象サイトは、2002 年に JICA が実施した開発調査「ホンジュラス国首都圏洪水・地滑り対策計画調査」において対策の優先度が高い地区とされており、地すべりが発生した場合にはエル・ベリンチェ地区については Cholteca 川の閉塞による広範囲の冠水被害、エル・レパルト地区については住宅密集地への多大な影響が懸念されており、きわめて緊急性が高い。

河川沿いの低平地や地すべり傾斜地には貧困層住民が多く居住している。地すべり危険の放置による生産性の高い地域の不安定性は、生命財産の損失や社会経済活動に大きな負の影響を及ぼすことになる。本プロジェクトの実施は他にも同様の地すべり危険地域に対する対策実施の先駆をなすものであり国民経済上、重要性、緊急性がある。また貧困削減にも寄与する。

地すべり防止技術については、「ホ」国はもとより、中米各国でも独自の技術は育っておらず、有効な対策を講ずることが出来ていない。最近の気候変動の影響による国土の脆弱性に対処するため、「ホ」国では2010年に「気候変動国家戦略」を策定しており、自然災害対策は重点分野のひとつに位置付けられている。有効な地すべり対策を行うためには、地すべり対策先進国である日本の技術及び経験の導入が極めて有効である。なお本プロジェクト実施後の施設維持管理等は「ホ」国政府が通常技術で実施可能な計画となっており、実施に伴う負の環境影響は発生しない。また、本プロジェクトの運営・維持管理についての相手国側体制は、人員・資金ともに十分である。

以上のように重要性、裨益対象の広さ、緊急性から本プロジェクトを我が国の無償資金協力で実施することの妥当性が確認された。

## 2) 有効性

本プロジェクトの実施による効果を以下に記す。

### i) 定量的効果

指標名	基準値(2010年実績値)	目標値(2013年)
災害リスク	不安定(安全率 1.00)	安定化(安全率 1.10~1.15)
地すべり警戒・避難体制	判断基準なし	判断基準整備済み

構造物対策及び非構造物対策によりエル・ベリンチェ地区及びエル・レパルト地区の地すべり災害リスクが軽減される。構造物対策によりエル・ベリンチェ地区の安全率<sup>1</sup>は現在の 1.00 から 1.10、エル・レパルト地区のそれは 1.15 に上昇する。

これにより、エル・ベリンチェ地区は、地すべりが発生した場合の Cholteca 川の閉塞による広範囲の冠水等の二次災害が発生するリスクが軽減される。また、エル・レパルト地区は地すべりが発生した場合に周辺家屋の災害リスクが軽減される。

### ii) 定性的効果

- ① モニタリング実施による地すべり挙動の観測を通して、地すべり現象の理解が促進され、観測ノウハウが蓄積されることに寄与する。

<sup>1</sup> 「安全率」とは、滑動力と抵抗力の比を表す。一般的な地すべり防止工事としては、現在の滑動状況に応じて現況安全率を 0.95~1.00 に仮定し、地すべり発生・運動機構や保全対象の重要度、想定される被害の程度等を総合的に考慮して計画安全率を 1.10~1.20 に設定する。

- ② 施設維持管理の実施による地下水の挙動(排水量の変化等)や地すべり現象の理解が促進され、維持管理ノウハウが蓄積されることに寄与する。
- ③ 地すべり警戒・避難の判断基準が整備されることに寄与する。
- ④ 地すべり現象や防災に関して、行政担当者、学校、関係住民等の啓発が図られる。
- ⑤ 首都圏の他の地すべり危険地区に対する地すべり災害リスクの軽減に対して、モデルケースとしての先導的役割が期待される。

### 3) 結 論

以上の内容により、本プロジェクトの妥当性は高く、また有効性が見込まれると判断される。本プロジェクトの実現は、日本・「ホ」両国の友好関係の発展に大きく寄与するものと考えられる。

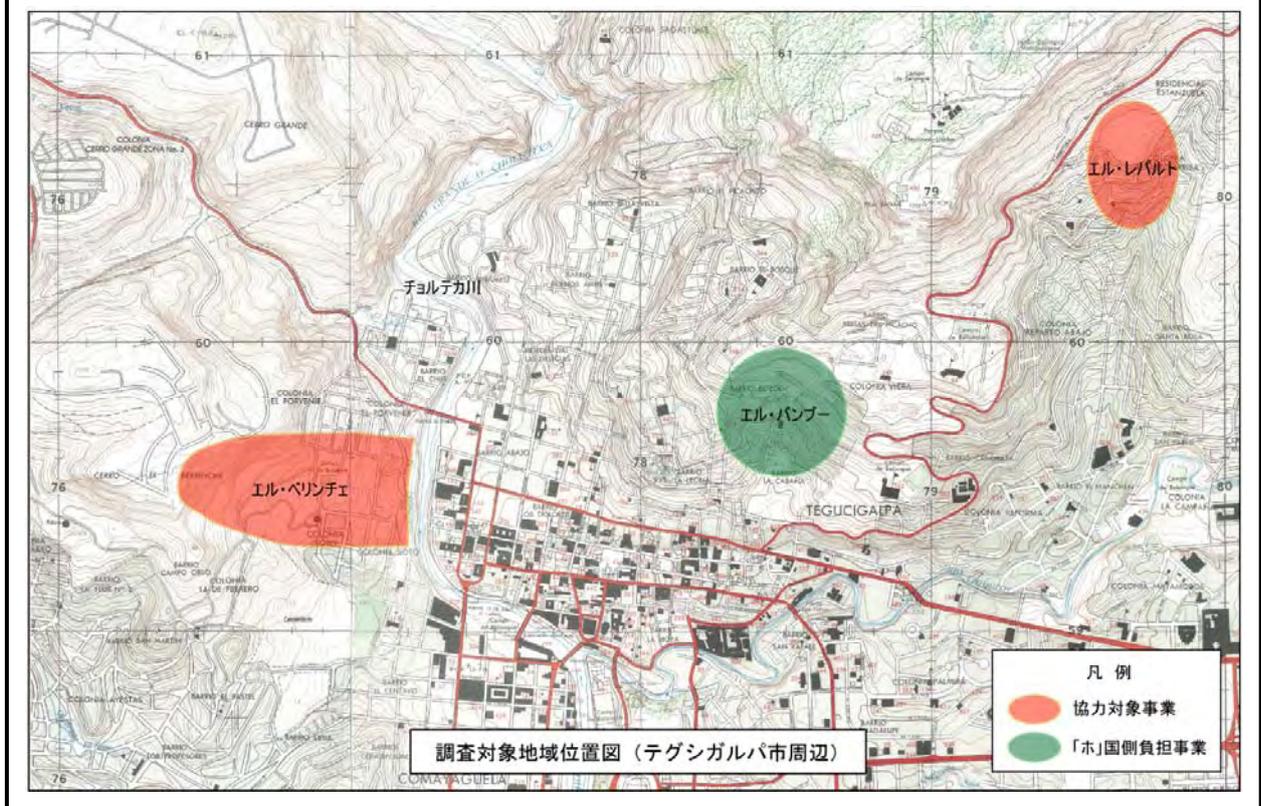
# 目 次

序 文	
要 約	
目 次	
位置図／完成予想図／写真	
図表リスト／略語集	
<b>第 1 章 プロジェクトの背景・経緯</b>	<b>1</b>
1-1 当該セクターの現状と課題	1
1-1-1 現状と課題	1
1-1-2 開発計画	2
1-1-3 社会経済状況	2
1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要	2
1-3 我が国の援助動向	4
1-4 他ドナーの援助動向	4
<b>第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況</b>	<b>5</b>
2-1 プロジェクトの実施体制	5
2-1-1 組織・人員	5
2-1-2 財政・予算	6
2-1-3 技術水準	7
2-1-4 既存施設・機材	7
2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況	7
2-2-1 関連インフラの整備状況	7
2-2-2 自然条件	7
2-2-3 環境社会配慮	15
2-3 その他（グローバルイシュー等）	22
<b>第 3 章 プロジェクトの内容</b>	<b>23</b>
3-1 プロジェクトの概要	23
3-1-1 上位目標とプロジェクト目標	23
3-1-2 プロジェクトの概要	23
3-1-2-1 プロジェクトの概要	23
3-1-2-2 協力対象事業の位置付け	24
3-2 協力対象事業の概略設計	24
3-2-1 設計方針	24
3-2-1-1 基本方針	24
3-2-1-2 自然環境条件に対する方針	26

3-2-1-3	社会経済条件に対する方針 .....	26
3-2-1-4	建設事情に対する方針 .....	27
3-2-1-5	現地業者の活用に係る方針 .....	28
3-2-1-6	実施機関の運営・維持管理能力に対する対応方針 .....	28
3-2-1-7	施設のグレードの設定に係る方針 .....	28
3-2-1-8	工法・工期に係る方針 .....	29
3-2-2	基本計画 .....	29
3-2-2-1	計画安全率の設定 .....	29
3-2-2-2	すべり面の想定と安定計算 .....	30
3-2-2-3	施設計画 .....	41
3-2-2-4	モニタリング計画 .....	51
3-2-3	概略設計図 .....	52
3-2-4	施工計画 .....	69
3-2-4-1	施工方針 .....	69
3-2-4-2	施工上の留意事項 .....	69
3-2-4-3	施工区分 .....	70
3-2-4-4	施工監理計画 .....	70
3-2-4-5	品質管理計画 .....	72
3-2-4-6	資機材等調達計画 .....	73
3-2-4-7	ソフトコンポーネント計画 .....	75
3-2-4-8	実施工程 .....	77
3-3	相手国側負担事業の概要 .....	78
3-3-1	我が国の無償資金協力事業における一般事項 .....	78
3-3-2	本計画固有の事項 .....	78
3-4	プロジェクトの運営・維持管理計画 .....	79
3-5	プロジェクトの概略事業費 .....	79
3-5-1	協力対象事業の概略事業費 .....	79
3-5-1-1	概略事業費 .....	79
3-5-1-2	ホンジュラス国側負担経費 .....	80
3-5-1-3	積算条件 .....	80
3-5-2	運営・維持管理費 .....	80
3-6	協力対象事業実施に当たっての留意事項 .....	81
<b>第 4 章 プロジェクトの評価 .....</b>		<b>83</b>
4-1	プロジェクトの前提条件 .....	83
4-1-1	事業実施のための前提条件 .....	83
4-1-2	プロジェクト全体計画達成のための前提条件・外部条件 .....	83
4-2	プロジェクトの評価 .....	84
4-2-1	妥当性 .....	84
4-2-2	有効性 .....	85
4-2-3	結 論 .....	85

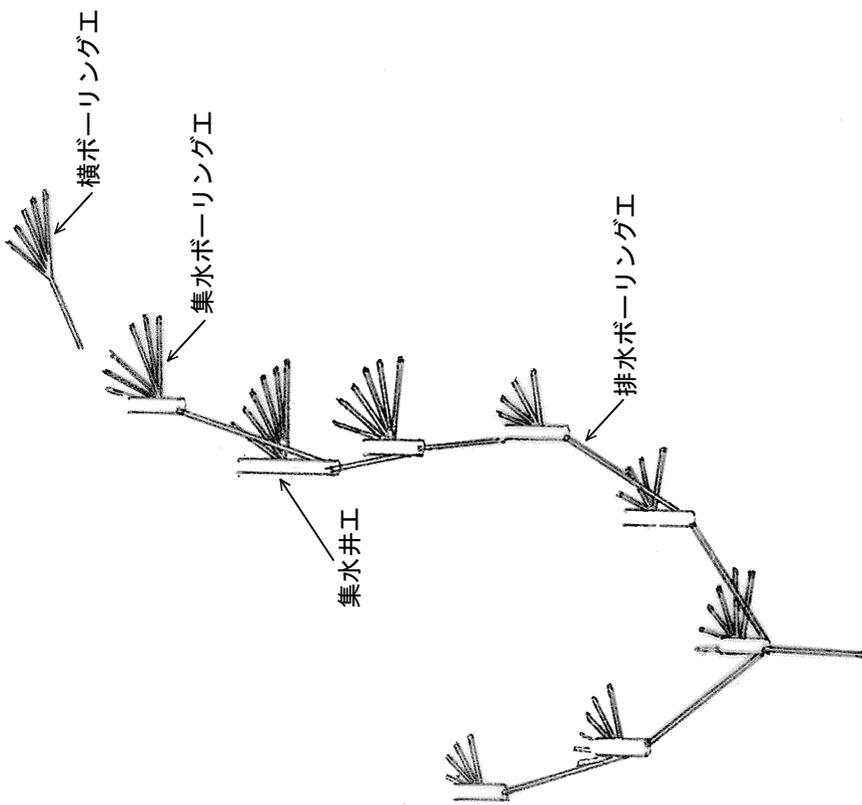
## [資料]

資料-1	調査団員氏名・所属 .....	A-1
資料-2	調査行程 .....	A-5
資料-3	関係者（面会者）リスト .....	A-11
資料-4	協議議事録（M/D）2008年4月16日 .....	A-17
資料-5	協議議事録（M/D）2008年12月9日 .....	A-47
資料-6	協議議事録（M/D）2010年10月22日 .....	A-67
資料-7	ソフトコンポーネント計画書 .....	A-87
資料-8	エル・バンブー地区地すべり応急対策検討報告書(2008年12月).....	A-103
資料-9	Landslide Management Measurement in El Bambu Ward.....	A-117
資料-10	Good Practice .....	A-127
資料-11	環境チェックリスト .....	A-141
資料-12	資料収集リスト .....	A-147



プロジェクト位置図

地 部 分





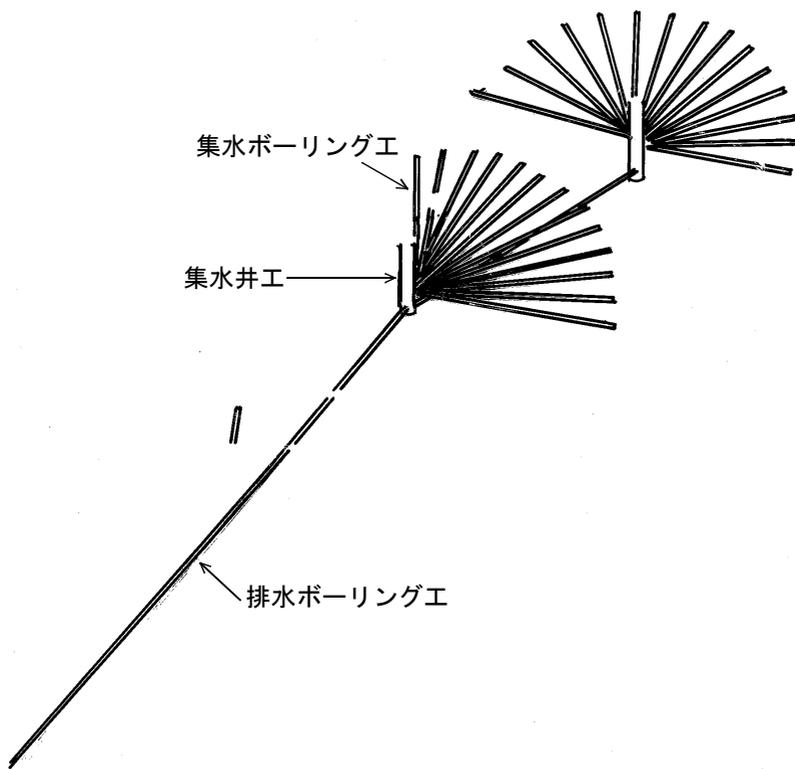
排水工

集水井頭部

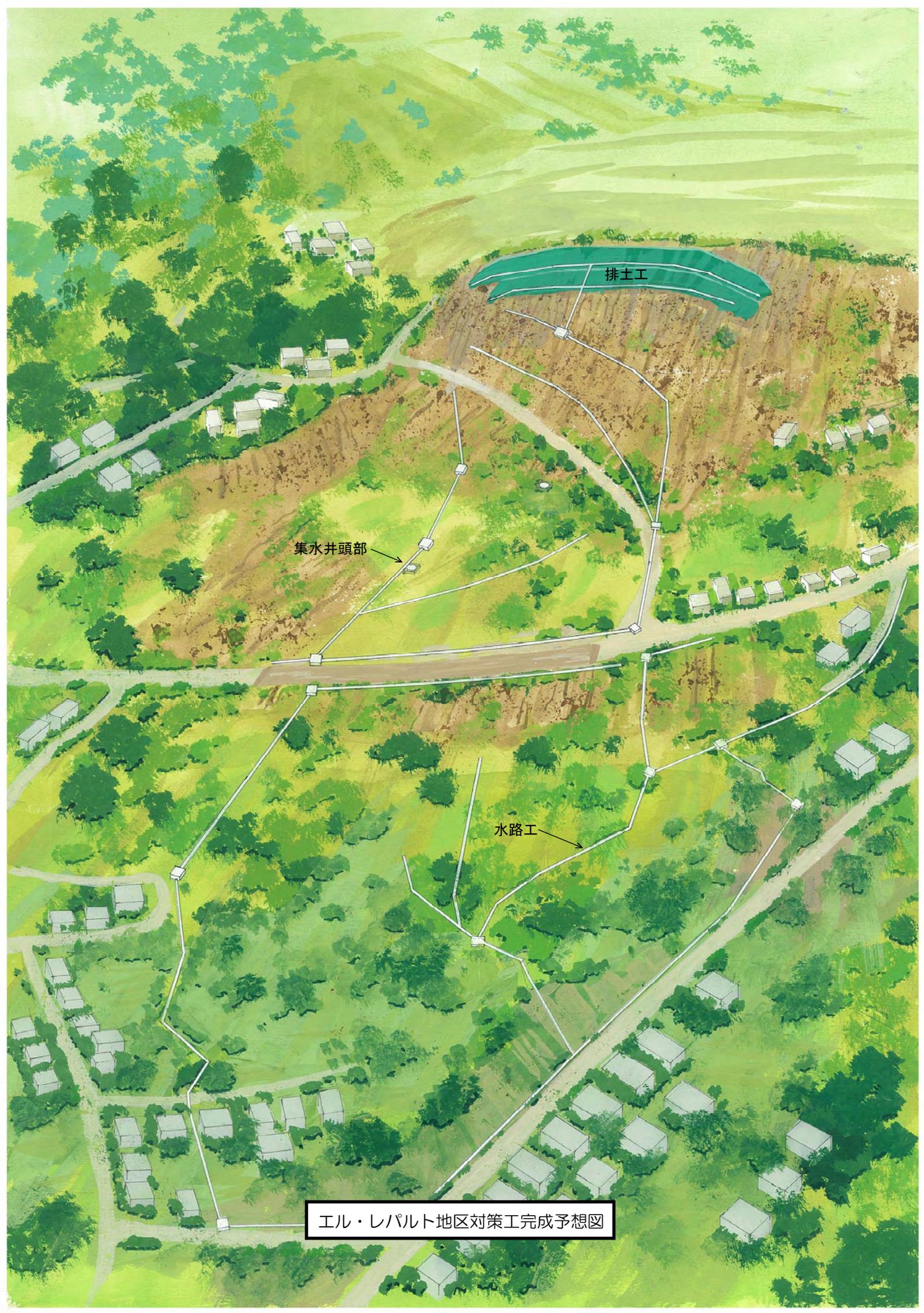
水路工

盛土工

エル・ベリンチエ地区対策工完成予想図



地 中 部 分



排土工

集水井頭部

水路工

エル・レパルト地区対策工完成予想図



【写真-1】エル・ベリンチェ地区地すべり全景。 Cholteca川沿いにある麓の集落(左後方)を右上方から押し流し川を閉塞し、上流部地域(左側)の広い範囲を冠水させた。



【写真-2】エル・レパルト地区地すべり全景。右側上方斜面から崩落し、中段斜面上の集落を押し流した。



【写真-3】1998年10月ハリケーン・ミッチ時の地すべりによるエル・ベリンチェ地区ソト集落の崩壊状況。



【写真-4】エル・レパルト地すべりの上方主滑落崖



【写真-5】ボーリングによる地質調査状況(エル・レパルト地区)



【写真-6】地すべりモニタリングに関する住民説明会(エル・レパルト地区)



【写真-7】事例写真：集水井の外観(地上部分)  
直径 3.5m、外側には侵入防止のためのフェンスを配置する。



【写真-8】事例写真：施工中の集水井内部。  
底部に見えるのは集水ボーリングマシン。



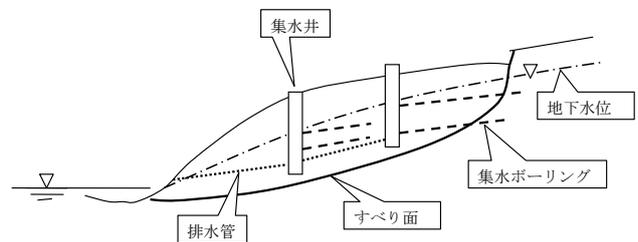
【写真-9】事例写真：集水管より集水井への集水状況。  
集水された水は排水管を通して次の段の集水井または水路を通して川へ排水される。



【写真-10】事例写真：水路



【写真-11】事例写真：明暗渠工(2 階建て水路)の暗渠部分(1 階部分)の排水管の設置工事状況



【対策工説明図】地すべりは斜面全体がすべりやすい地層に沿ってすべり落ちる現象で、本プロジェクトでは地すべり対策として誘引である地下水を集水井を設置することにより下げる方法を採用している。

## 表 目 次

表 1-1	我が国の技術協力・有償資金協力の実績（防災分野）	4
表 1-2	他のドナー国・機関による援助動向（防災分野）（単位：千 US\$）	4
表 2-1	テグシガルパ市（AMDC）の予算推移	6
表 2-2	テグシガルパ市の気温(°C)及び降雨量(mm)	7
表 2-3	テグシガルパ市における連続雨量	13
表 2-4	スコーピングの結果	17
表 2-5	プロジェクトの環境管理計画（緩和策）（エル・ベリンチェ地区）	20
表 2-6	プロジェクトの環境管理計画（緩和策）（エル・レパルト地区）	21
表 2-7	環境項目と緩和策/モニタリング手法	21
表 3-1	代表的大規模地すべり地における計画安全率	30
表 3-2	テグシガルパ市地域の地質層序表	31
表 3-3	エル・ベリンチェ地すべりのすべり面標高一覧表	34
表 3-4	エル・レパルト地すべりのすべり面標高一覧表	38
表 3-5	最大鉛直層厚と粘着力の関係	40
表 3-6	すべり面の土質定数	40
表 3-7	安定計算結果	40
表 3-8	地すべり防止施設の概要	41
表 3-9	エル・ベリンチェ地区の主要施設の数量	48
表 3-10	エル・レパルト地区の主要施設の数量	48
表 3-11	エル・ベリンチェ地区集水井工・横ボーリング工数量一覧表	48
表 3-12	エル・ベリンチェ地区幹線水路の計画高水流量計算結果	49
表 3-13	エル・ベリンチェ地区幹線水路の計画高水位計算結果	49
表 3-14	エル・レパルト地区集水井工数量一覧表	49
表 3-15	エル・レパルト地区幹線水路の計画高水流量計算結果	50
表 3-16	エル・レパルト地区幹線水路の計画高水位計算結果	50
表 3-17	排土盛土量一覧表	50
表 3-18	モニタリング計器一覧	51
表 3-19	日本およびホンジュラス国政府それぞれの負担事項	70
表 3-20	品質管理項目一覧表	72
表 3-21	主要建設資材の可能調達先	73
表 3-22	主要建設機械の調達	74
表 3-23	ソフトコンポーネントの実施工程	77
表 3-24	事業実施工程表	78
表 3-25	地すべり防止施設の維持管理計画	79
表 3-26	概略総事業費	79
表 3-27	ホンジュラス国側負担経費	80
表 3-28	主な維持管理項目と費用	80

表 4-1	事業実施のための前提条件 .....	83
表 4-2	プロジェクト全体計画達成のための前提条件・外部条件.....	84

## 目 次

図 2-1	テグシガルパ市(AMDC)及び防災委員会(CODEM)の組織図	6
図 2-2	年間降雨量 (テグシガルパ市)	8
図 2-3	年別最大日降雨量 (テグシガルパ市)	8
図 2-4	各年の月別降雨量 (テグシガルパ市) (1)	9
図 2-5	各年の月別降雨量 (テグシガルパ市) (2)	10
図 2-6	各年の月別降雨量 (テグシガルパ市) (3)	11
図 2-7	各年の月別降雨量 (テグシガルパ市) (4)	12
図 2-8	雨量解析図 (1998年10月ハリケーン・ミッチ)	14
図 2-9	雨量解析図 (2003年5月)	14
図 2-10	IEE調査のフロー	16
図 3-1	協力対象事業の位置付け	24
図 3-2	エル・ベリンチェ地すべりのブロック区分	33
図 3-3	エル・ベリンチェ地すべりの安定解析測線(A-A')の断面図	35
図 3-4	エル・ベリンチェ地すべりの安定解析測線(B-B')の断面図	35
図 3-5	エル・ベリンチェ地すべりの Line1 測線の断面図	35
図 3-6	エル・レパルト地すべりのブロック区分	37
図 3-7	エル・レパルト地すべりの安定解析測線(A-A')の断面図	38
図 3-8	分割法の模式図	39
図 3-9	集水井工平面配置図 (エル・ベリンチェ)	53
図 3-10	集水井工配置断面図 (エル・ベリンチェ)	54
図 3-11	No.2 集・排水ボーリング孔口部詳細図 (エル・ベリンチェ)	55
図 3-12	No.2 井 構造図 (エル・ベリンチェ)	56
図 3-13	横ボーリング工流末処理工詳細図 (エル・ベリンチェ)	57
図 3-14	水路工規格区分図 (エル・ベリンチェ)	58
図 3-15	水路工標準断面図 (エル・ベリンチェ)	59
図 3-16	集水井工平面配置図 (エル・レパルト)	60
図 3-17	集水井工配置断面図 (エル・レパルト)	60
図 3-18	No.1 集・排水ボーリング工孔口部詳細図 (エル・レパルト)	61
図 3-19	No.1 井 構造図 (エル・レパルト)	62
図 3-20	水路工規格区分図 (エル・レパルト)	63
図 3-21	水路工標準断面図 (エル・レパルト)	64
図 3-22	工事用道路平面図 (エル・ベリンチェ)	65
図 3-23	工事用道路平面図 (エル・レパルト)	66
図 3-24	床固工標準図	67
図 3-25	水路護岸工標準図	67
図 3-26	エル・ベリンチェにおける床固工(フトンカゴ工)及び水路護岸工の位置	68
図 3-27	エル・レパルトにおける床固工(フトンガゴ工)の位置	68

## 略 語 集

AASHTO	: American Association of State Highway and Transportation Officials (米国道路・運輸技術者協会)
AMDC	: Alcaldia Municipal del Distrito Central (テグシガルパ市)
ASTM	: American Standard for Testing and Materials (アメリカ合衆国材料・試験規格)
B/D	: Basic Design Study (基本設計調査)
BID (IDB)	: Banco Inter-americano de Desarrollo (米州開発銀行)
BM (WB)	: Banco Mundial (World Bank) (世界銀行)
BOSAI	: Project on Capacity Development for Disaster Risk Management in Central America (中米広域防災能力向上プロジェクト)
CCIT	: Camara de Comercio e Industria de Tegucigalpa (テグシガルパ市商工会議所)
CODEM-DC	: Comité de Emergencia Municipal (テグシガルパ市防災委員会)
COPECO	: Comisión Permanente de Contingencias (国家防災委員会)
EIA	: Environmental Impact Assessment (環境影響評価)
E/N	: Exchange of Note (交換公文)
GDP	: Gross Domestic Product (国内総生産)
GH	: Ground Height (地盤高)
JICA	: Japan International Cooperation Agency (独立行政法人国際協力機構)
M/D	: Minutes of Discussion (協議議事録)
ODA	: Official Development Aid (政府開発援助)
PMDN	: Proyecto de Mitigación de Desastres Naturales (自然災害軽減プロジェクト)
SANAA	: Servicio Autónomo Nacional de Acueductos y Alcantarillados (上下水道公団)
SEPLAN	: Secretaría Técnica de Planificación y Cooperación Externa (国家計画・国際協力省)
SERNA	: Secretaría de Recursos Naturales y Ambiente (天然資源環境省)
SOPTRAVI	: Secretaría de Obras Públicas, Transporte y Vivienda (公共事業・運輸・住宅省)
UGA	: Unidad de Gestión ambiental (環境ユニット)

## 第1章

### プロジェクトの背景・経緯

# 第 1 章 プロジェクトの背景・経緯

## 1-1 当該セクターの現状と課題

### 1-1-1 現状と課題

#### (1) 国の概要

ホンジュラス共和国（以下「ホ」国）は、中米地域のほぼ中央に位置し、西はグアテマラ共和国、東はニカラグア共和国、南はエルサルバドル共和国と国境を接し、南は一部太平洋のフォンセカ湾に面し、北はカリブ海に面している。国土面積は 112,492 km<sup>2</sup>で、中米諸国の中で 2 番目に広い国であり、総人口は 746 万人（2009 年、出典：外務省 HP）である。

地形は、北部海岸低地域（カリブ海側）、中央部山岳（高原）地域、及び南部海岸低地域（太平洋側）に区分される。気候は、国土の大半が熱帯気候に属しており、雨期（5～10 月）と乾期（11～4 月）に分かれ、年中高温であり、年間平均降雨量は 1,340mm である。

本プロジェクト対象地域であるテグシガルパ市は、「ホ」国内陸部の中央部山岳（高原）地域に属し、周囲を標高 1,200～1,800m の丘陵に囲まれている。年平均気温は 24℃で月の変動は少なく、年間平均降雨量は 800～1,000mm であり、降雨は雨季に集中している。

毎年、8～10 月頃、東方のカリブ海で発生したハリケーンが発達しながら移動することが多く、このハリケーンにより土砂災害や洪水被害が多く発生する。なお、1998 年 10 月に中米を襲ったハリケーン・ミッチは、「ホ」国において大きな被害をもたらし、国土のほぼ全域に渡り道路網が寸断されるなど、社会基盤に甚大な被害を及ぼした。

#### (2) 防災に関する現状と課題

自然災害に対する危機管理の任に当たる組織として、大統領府直轄の国家防災委員会が常設されている。また自治体レベルでは自治体防災委員会（CODEM）が組織され、国家防災委員会と連携している。防災に関連する個別プロジェクトは、公共事業・交通・住宅省、天然資源環境省、上下水道公社、ホンジュラス森林開発公社等の中央政府およびテグシガルパ市（AMDC）をはじめとする各自治体を実施している。

現在実施されている世銀や JICA による技術協力では、活動は洪水、土砂災害、森林火災、早魃等の災害予防、緊急対応に渡っており、早期警戒システムの構築や組織間連絡体制の構築、避難所設立、ロジスティックスの活用等に重点を置いている。また各自治体防災委員会の担当者に対する研修や防災訓練等を実施している。ただし、各組織とも本件で対象とする地すべり防災については未だ経験はなく、知識も蓄えられていない。

「ホ」国の首都圏における地すべり危険地域では、以前から各所で地すべり被害を経験してきたが、特にハリケーン・ミッチ襲来時には要請地区であるエル・ベリンチェ地区では全壊家屋約 100 戸、行方不明者 7 名に加え、同地区の南側に位置する Cholteca 川閉塞による広範囲の冠水の被害を受け、エル・レパルト地区では全壊家屋 100 戸以上の被害を受けている。しかしながら、現在も適切な地すべり抑止工や抑制工は施されておらず地すべりの起こりうる危険な状況が続いている。また、「ホ」国においては地すべりに関する正確な認識が行政機関、研究機関ともに浸透していないのが現

状であり、住民に対して的確な情報を発信し、被害を事前に防ぐための基本となる行政機関担当職員  
の地すべりに関する知識の向上が必要である。

### 1-1-2 開発計画

「ホ」国政府はハリケーン・ミッチの最大の被害国として、国内及び域内における自然災害対策や  
気候変動対策への取組・連携に力を入れてきた。しかしながら、これまで、防災に関しては系統だっ  
た長期計画は策定されておらず、個別には 1-3 及び 1-4 に述べる開発調査、技術協力プロジェクト及  
び世銀による「自然災害軽減プロジェクト(PMDN)」などによるコミュニティ防災を主体としたプロ  
ジェクトが実施されてきた。本プロジェクトのような地すべり対策施設の建設はこれまでも実施され  
ておらず「ホ」国においては初めての事案となる。

なお、2009 年 11 月に発足したロボ・ソーサ政権において長期的国家計画である「国家計画  
2010-2022」が策定された。この中で「気候変動の緩和及び適応」を戦略目標の 1 つとしているほか、  
同計画のセクター戦略計画である「気候変動国家戦略」を 2010 年に策定した。その中で①水資源、  
②沿岸域保全、③保険医療、④土壌保全・農業、⑤森林保全と生物多様性、⑥エネルギー・運輸及び  
⑦自然災害の 7 分野を重点分野としている。本プロジェクトは自然災害対策としてこれら重点分野の  
ひとつに位置付けられている。

### 1-1-3 社会経済状況

「ホ」国は、中南米において開発の遅れた国の一つであり、特にハリケーン・ミッチは、中米の中  
でも「ホ」国に最も大きな被害を及ぼし、国家経済に約 36 億ドル (98 年の GDP 比 68%) という  
未曾有の損害をもたらした。被災後直ちに「国家再建計画 (PMRTN)」を策定し、復興と経済構造  
の改革を図り、復興プロセスは一応終了したものの、依然国際社会からの経済支援が必要となってい  
る。

経済成長率は、2007 年は 6.3%であったが、2008 年には 4.0%、2009 年には -2.1%にまで落ち込  
んだ。物価上昇率は、8.9% (2007 年)、10.8% (2008 年) と比較的安定していたが、2009 年には  
3.0%に落ち込んでいる。また、GDP は 143 億ドル (2009 年) であり、一人当たり GDP は 1,818  
ドル(2009 年)となっている。その産業別内訳は第 1 次産業が GDP の 13.6%、第 2 次産業が 31.0%、  
第 3 次産業が 55.4%であり、貿易赤字は約 10.2 億ドル (2003 年) から 40.5 億ドル (2008 年) と  
拡大傾向にある。最近は、観光業や繊維産業が成長しているが、貿易赤字を埋めるまでには至って  
おらず、新たな産業の育成が課題となっている。(出典：経済成長率及び物価上昇率は外務省 HP、GDP  
及び貿易収支はホンジュラス中央銀行、GDP の産業別内訳は世銀による)

## 1-2 無償資金協力の背景・経緯及び概要

1998 年にハリケーン・ミッチが中米地域を襲い、「ホ」国でも未曾有の人的・物的災害を与え、「ホ」  
国全土における死者/行方不明者は 13,000 人を超え、「ホ」国経済も深刻な打撃を受けた。「ホ」国の  
首都テグシガルパでも、ハリケーン・ミッチにより大きな被害を受け、死者/行方不明者は 1,000 人  
を超え、一時的に首都機能が完全に麻痺するという状況に陥った。

元来、傾斜地の多い盆地に発展した都市であるテグシガルパは、降雨等による洪水・地すべり等の

自然災害による被害を受けやすく、従来からこれらの自然災害に悩まされてきた。さらに、テグシガルパと周辺地域は、近年、地方からの人口流入が顕著となっており、これらの流入者は、地形的にも極めて危険な地域に居住せざるを得ず、また、自然災害への対策のためのインフラ整備が進んでいないことから、首都圏のいくつかの地域では小規模な降雨に際しても洪水や地すべりの発生が見られるようになっている。「ホ」国政府およびテグシガルパ市は、自然災害に対する首都圏の脆弱性は十分に理解しているものの、十分な予算確保もできず、河川の清掃等の小規模な対策を講じる以外に、大規模なインフラ整備による災害対策を進めていない。

そのような中、我が国はハリケーン・ミッチによる甚大な被害を被った「ホ」国の災害復興支援の一環として、2001年～2002年に開発調査「首都圏洪水・地滑り対策計画調査」を実施し、ハリケーン後のテグシガルパの防災対策にかかるマスタープランを作成した。また、同開発調査において、優先プロジェクトとして特に洪水や地すべりの危険性が高い地域が特定され、早急に対応策を講じるよう提言がなされている。

上記開発調査を受けて、「ホ」国政府はテグシガルパにおいて特に地すべりの危険性の高いとされたエル・ベリンチェ、エル・レパルト、エル・バンブー地区の3つの地域について、早急な地策を講じる必要があることから、その対策工事に係る無償資金協力を我が国に要請した。

これに対して、JICAは2007年11月に予備調査団を派遣し、上記要請の背景や目的、プロジェクト対象地の状況について確認した。

上記の結果を踏まえ、地すべり防止計画を策定するため、JICAは基本設計調査の実施を決定し、2008年4月9日から6月16日まで、基本設計調査団（現地調査Ⅰ）を「ホ」国に派遣した。現地調査Ⅰでは、要請の背景・内容を再度確認するとともに、関係機関の役割と分担、対象サイトの土地利用現況、対象サイトの自然条件（地形・地質・水文）等を調査した。また地すべり機構の解明のため現地委託にてモニタリング（孔内傾斜計による地中変位観測、地下水位観測、移動杭観測）を実施した。

帰国後、現地からのモニタリングデータ解析においてエル・バンブー地区での地すべり活動が活発化していることが判明し、調査団より「ホ」国政府並びにテグシガルパ市に対して、エル・バンブー地区における警戒避難体制構築の勧告（6月24日）、同地区のハザードマップ（暫定）の提示（8月20日）、同地区の警戒雨量（暫定案）の提示（9月8日）等を行った。さらにエル・バンブー地区の地すべり変位の急拡大の解析情報から10月17日に警戒避難の緊急提言を行った。これを受けて同日テグシガルパ市長は関係住民への避難勧告を発出した。同地区は10月20日の強雨を契機に地すべり活動が活発化し10月24日に大きな崩落、10月28日末端部に位置する教会の崩壊、11月1日にさらなる崩落が発生した。幸い住民避難がなされていたため死傷者は出ていない。

現地調査Ⅰにおけるモニタリングの結果を受け、JICAは地すべり防止施設の基本設計調査のため、2008年10月21日から12月16日まで、協力準備調査団（地調査Ⅱ）を「ホ」国に派遣した。現地調査Ⅱでは、基本設計のための現地調査（対象地域精査、積算資料の収集等）を行うとともに、地すべり機構確認のための追加ボーリング調査（エル・ベリンチェ地区）、電気探査及び詳細測量（エル・レパルト地区）を行うと共に、地すべり活動が活発化したエル・バンブー地区の応急対策検討支援を行った。

なお、調査の結果、エル・バンブー地区の地すべり活動活発化により、当該地区の恒久的な対策工を実施できなくなったことから、仮設的な応急対策を迅速に講じることが妥当と判断され、本件無償

資金協力による施設整備対象から除外し、調査団からは必要な応急対策の概略を示すに留め、その実施はテグシガルパ市が行うことで「ホ」国政府と合意した。

帰国後の国内解析で、調査団は本計画の妥当性を検証するとともに、地すべり防止計画の水準・範囲・施設整備方法について検討を加え、現地追加調査やモニタリング結果よりすべり面の想定、安定計算の実施、地すべり防止施設の基本設計、施設工事数量の算出、施工計画及び概算事業費の算出を行った。さらにモニタリング施設整備方針及びソフトコンポーネント計画を策定した。

2009年7月に結果概要を説明する調査団を派遣する予定であったが、2009年6月末に発生した「ホ」国の政変により、日本国政府が「ホ」国に対する新規援助の停止措置を決定したことを受け、本件は中断していた。

2010年6月に新規援助の再開が決定されたことから、2009年度に作成した施設計画及び事業費積算を見直すことを主な目的とする現地調査を再度2010年7月から行い、その結果を踏まえて、協力準備調査報告書(案)を取りまとめ、その内容について「ホ」政府関係機関に説明し協議を行うため、協力準備調査報告書説明調査団を2010年10月17日から10月23日までの日程で派遣し、その内容について「ホ」国政府関係機関から基本的同意を得た。

要請プロジェクトと協力対象事業との関係は図3-1に示す通りである。

### 1-3 我が国の援助動向

防災分野における我が国の援助実績としては下表に示す技術協力がある。

表 1-1 我が国の技術協力・有償資金協力の実績（防災分野）

援助形態	実施年度	案件名	概要
開発調査	2001~2002	首都圏洪水・地滑り対策計画調査	テグシガルパ地域の防災対策(洪水、地滑り)にかかるマスタープラン策定プロジェクト
技術協力プロジェクト	2007~2011 (実施中)	中米広域防災能力向上プロジェクト(BOSAI)	災害に強い社会を目指し、地方自治体、コミュニティーレベルでの防災能力の強化のための技術協力プロジェクト

### 1-4 他ドナーの援助動向

防災関連プロジェクトとしては、世銀が国家防災委員会(COPECO)に対して資金援助している「自然災害軽減プロジェクト(PMDN)」(対象:土砂災害、洪水、森林火災、旱魃)があり、既に第1期(2001年2月~2007年9月)は終了し、現在第2期(2007年11月~)が実施中である。

表 1-2 他のドナー国・機関による援助動向（防災分野）（単位：千 US\$）

援助形態	実施年度	機関名	案件名	金額	概要
有償	2001~2007	世銀	自然災害軽減プロジェクト第I期	10,820	テグシガルパ市を除く、全国61コミュニティ対象。リスク調査、対策工設計等
	2007~	世銀	自然災害軽減プロジェクト第II期	9,000	上記の中、46コミュニティの対策工実施等
無償	2002~2007	世銀	自然災害軽減プロジェクト第I期	1,800	テグシガルパ市における69コミュニティ対象。緊急対策計画策定、研修等

## 第2章

### プロジェクトを取り巻く状況

## 第 2 章 プロジェクトを取り巻く状況

### 2-1 プロジェクトの実施体制

#### 2-1-1 組織・人員

##### (1) 関係機関

本プロジェクトの運営管理は、実施機関であるテグシガルパ市（AMDC）に加え、関係機関である国家計画・国際協力省（SEPLAN）、公共事業・運輸・住宅省（SOPTRAVI）、天然資源環境省（SERNA）及び国家防災委員会（COPECO）から構成される合同調整委員会（議長はテグシガルパ市長）により進められる。各機関の役割分担については、テグシガルパ市がハード対策（施設管理）及びソフト対策を実施する一方、公共事業・運輸・住宅省及び天然資源環境省は関連技術面からの連携、国家防災委員会は住民啓発の面から連携する。

##### (2) 実施機関

「ホ」国の本プロジェクトの実施機関はテグシガルパ市（AMDC）である。市は 2418 名の職員を擁しており、大半は一般職であるが、道路・橋梁、住宅、都市整備等のインフラを直接計画できる技師を各部署に配置し、インフラ開発関係に携わる技師は 57 名を有している。また防災の面では、世銀による「自然災害軽減プロジェクト」や JICA による「中米広域防災能力向上プロジェクト（BOSAI）」の実施経験があることから、本プロジェクトの実施に際しても特段問題はないものと考えられる。

また、市の中で担当部局となる市防災委員会（CODEM-DC）は、市長直轄組織であり、職員は 33 名を擁する。小規模防災インフラ（排水工、擁壁等）の整備と維持管理、避難所補強拡充、危険箇所地図整備、住民調査、防災啓発研修等を進めている。

テグシガルパ市及び市防災委員会の組織図を図 2-1 に示す。

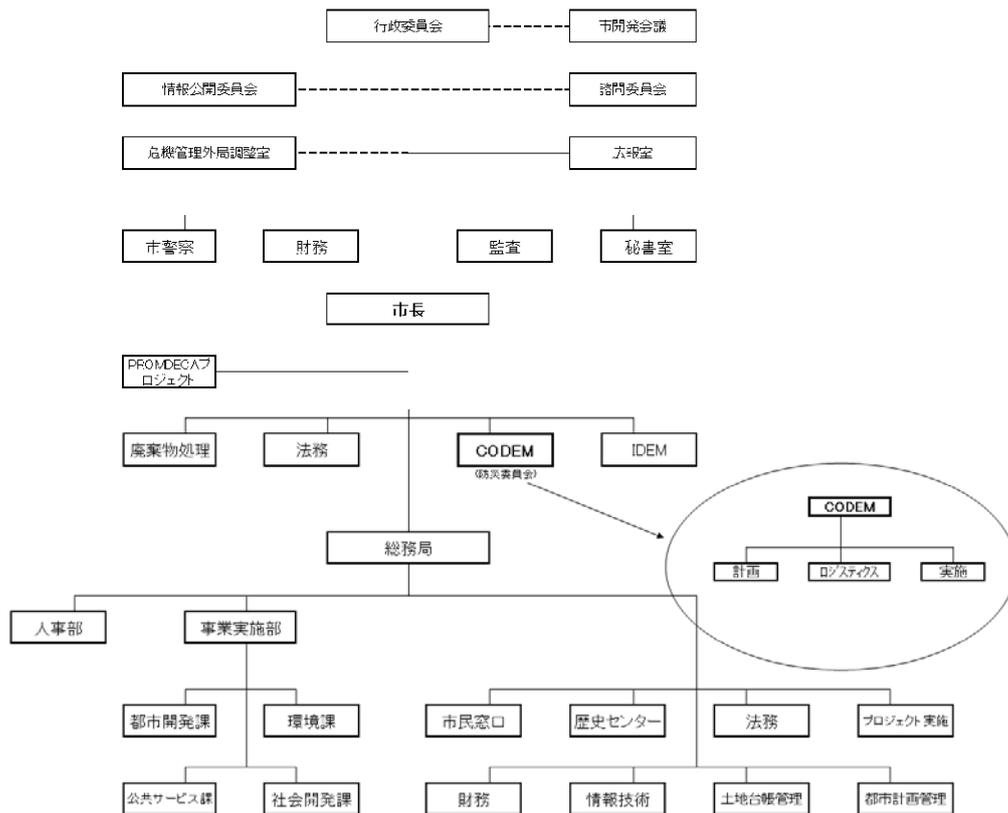


図 2-1 テグシガルパ市(AMDC)及び防災委員会(CODEM)の組織図

### 2-1-2 財政・予算

テグシガルパ市についての財務状況は表 2-1 に示す通りである。2009 年度の全体予算実施額は約 21.1 億レンピーラであり、内約 2 割に当たる 4.2 億レンピーラが公共投資額であり、中でも道路・橋梁の改良・補修の占める割合が多い。市の活動は多岐に渡っており防災面を担当する市防災委員会には約 25 百万レンピーラの定常予算が配分されている。担当部署である市防災委員会が、本プロジェクトにおけるソフト対策を実施するについては同委員会の定常活動の一環となるのでこの定常予算内で特に支障は生じないと判断される。

表 2-1 テグシガルパ市 (AMDC) の予算推移

	2008 年		2009 年		2010 年
	当初予算	実施額	当初予算	実施額	当初予算
人件費	608.9	608.1	919.2	692.8	621.6
管理費	53.3	51.6	80.6	28.2	42.7
資機材費	47.5	45.3	33.7	14.9	19.3
公共投資額	633.7	75.7	1,254.5	423.1	732.4
交付金	31.1	30.6	64.6	60.3	45.9
公債費	340.2	507.5	503.8	887.3	634.0
繰延金	11.3	0			271.0
合計	1,726.0	1,618.8	2,856.4	2,106.8	2,367.0

(1 US\$=18.89 レンピーラ)

出典：AMDC

### 2-1-3 技術水準

テグシガルパ市は首都圏のインフラ整備を直接担当する事業実施部に大学卒業の技師 57 名の大半を配置しており、実務（調査・計画・入札事務等）を行っている。市予算の 1/3 がインフラ、中でも道路・橋梁の整備に多く当てられていることから一定の技術水準を有していると判断できる。また、2-1-1(2)に述べたように、防災面においても世銀や JICA のコミュニティ防災の指導を受けてきている。本プロジェクトのカウンターパートとしての対応実績からも計画実施には特段の問題はない。

### 2-1-4 既存施設・機材

地すべり防止プロジェクトに関して、既存施設・機材はない。

## 2-2 プロジェクトサイト及び周辺の状況

### 2-2-1 関連インフラの整備状況

プロジェクトサイトは市街地にあり、道路、電気、水道、下水道等のインフラは整備済である。アプローチとしての道路は幅員がせまく、急勾配の箇所があり、大型車による資材搬入は困難な場合があるので、積み替え等の工夫が必要となる。水についてはサイトで大量に必要な場合はタンク車による水の供給を受ける必要がある。電気の供給については電力会社（ENE）との契約を行えば可能であり特段の問題はない。ただし、停電が多いのでバックアップのための発電機を常備する計画となっている。

### 2-2-2 自然条件

#### (1) 気象状況一般

テグシガルパ市の気象状況を下表に示す。テグシガルパ市は低平部の中心地は標高 930m 程度に位置し、周りを標高 1,200m～1,800m の丘陵に囲まれている。プロジェクトサイトは市街地の中にあり、エル・ベリンチェ地区は標高 920m～1,060m、エル・レパルト地区は標高 1,060m～1,160m である。気温は比較的安定しており 15℃～30℃、年間降雨量は 600mm～1200mm である。

表 2-2 テグシガルパ市の気温(℃)及び降雨量(mm)

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
最高気温	26	27	30	30	30	29	28	29	29	27	26	26
最低気温	14	15	16	17	18	18	18	18	18	18	16	15
月平均雨量	5	3	13	37	144	147	80	109	142	161	35	8
月最高雨量	16	14	54	174	279	287	129	241	236	499	113	28
月最低雨量	0	0	0	0	28	11	36	20	76	58	8	0

出典：DGWH/SERNA(1996～2007)

#### (2) 地形・地質

地形・地質については 3-2-2 項に述べる。

### (3) 降雨量

テグシガルパにおける雨量データとして、テグシガルパ市東端部に位置するホンジュラス国立自治大学（UNAH）構内における1979年～2007年の日雨量データを収集した。

年間降雨量を図2-2に、年別最大日降雨量を図2-3に示す。また、各年の月別降雨量を図2-4～図2-7に示す。

地すべり被害に係るものとして連続雨量に着目する。日本においても土砂災害警戒の指標として連続雨量が一般的である。連続雨量の定義は機関によって異なるが、道路の通行規制においては3時間無降雨の場合をもって一区切りとしている。日雨量データであるのでここでは日10mmが連続する場合は一連の雨量ととらえて連続雨量を整理した。表2-3の通りである。なお、降雨量の多い時期については時間雨量のデータを入手したので、日本の事例に基づいて時間雨量ベースの連続雨量を整理した。表中に記している。

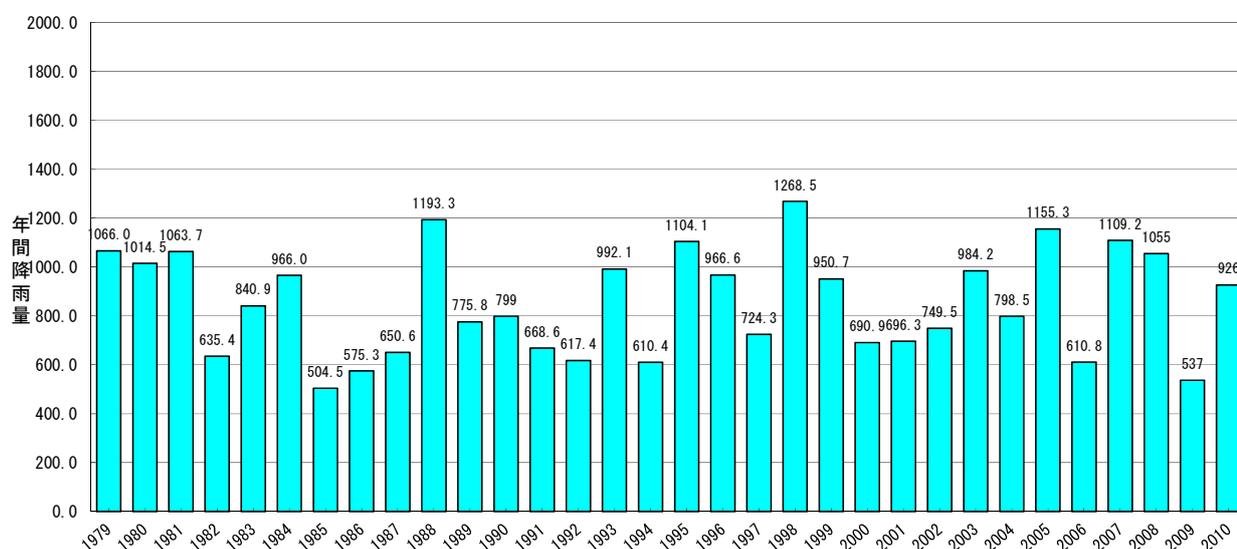


図 2-2 年間降雨量（テグシガルパ市）

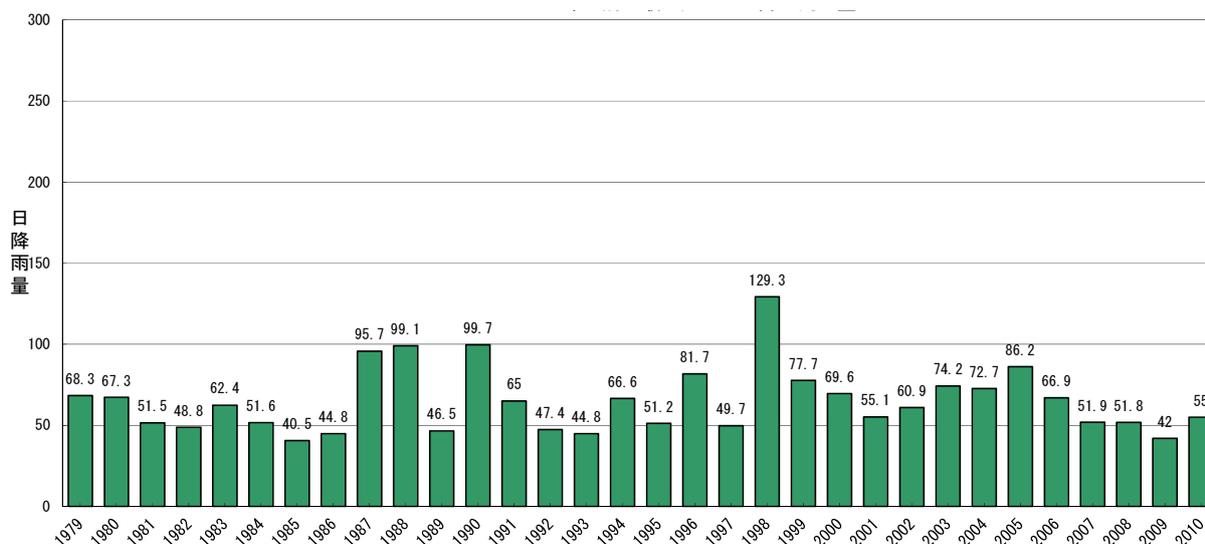


図 2-3 年別最大日降雨量（テグシガルパ市）

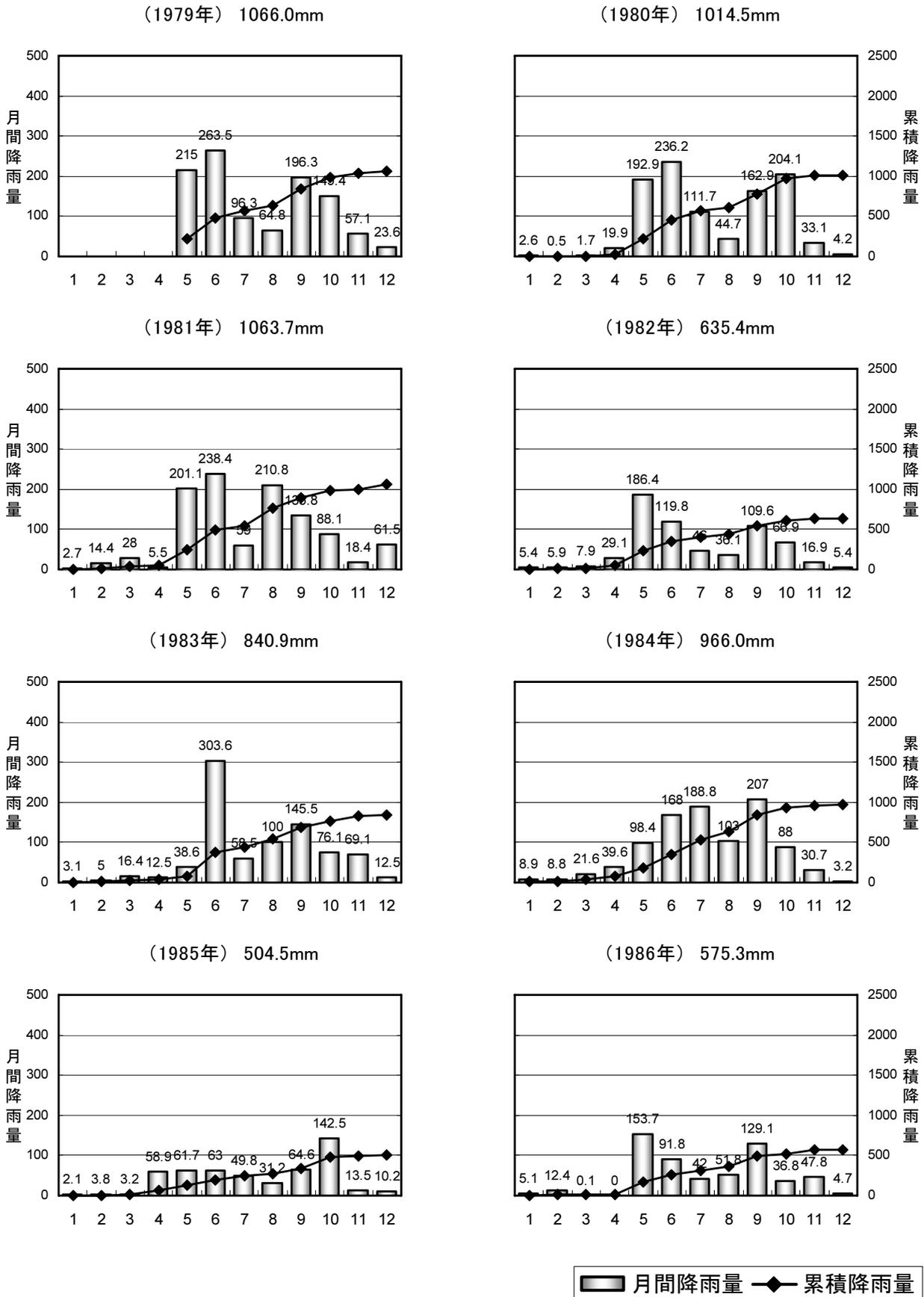
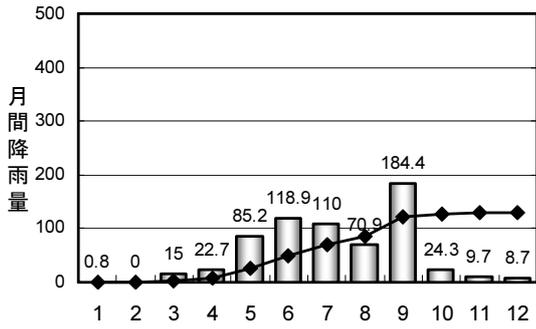
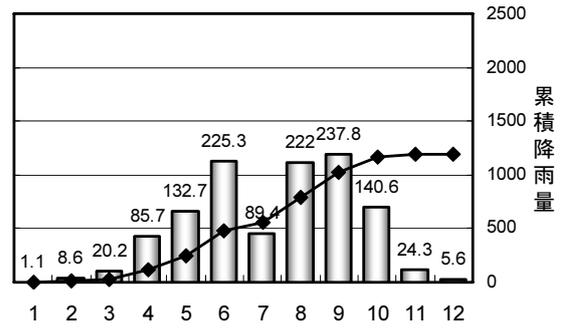


図 2-4 各年の月別降雨量 (テグシガルパ市) (1)

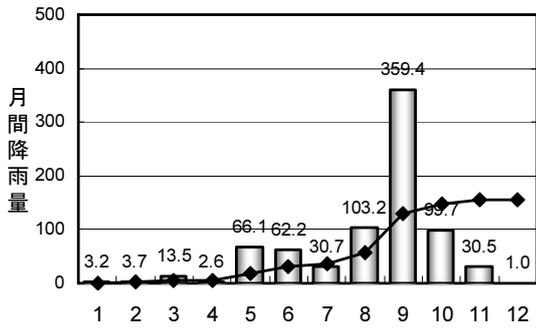
(1987年) 650.6mm



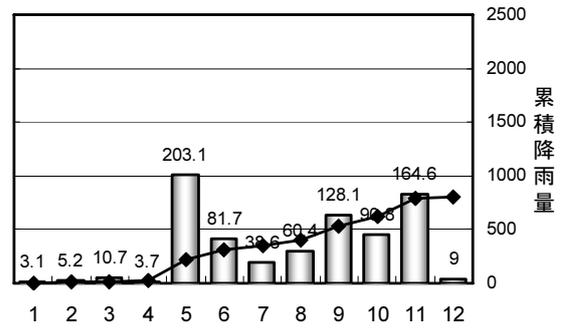
(1988年) 1193.3mm



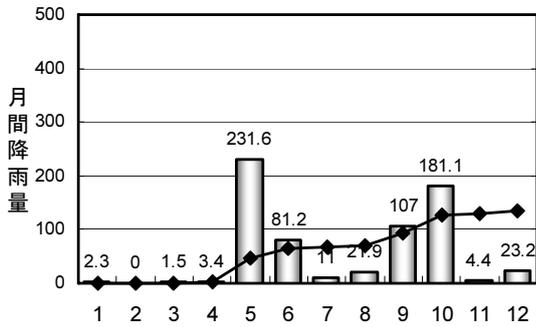
(1989年) 775.8mm



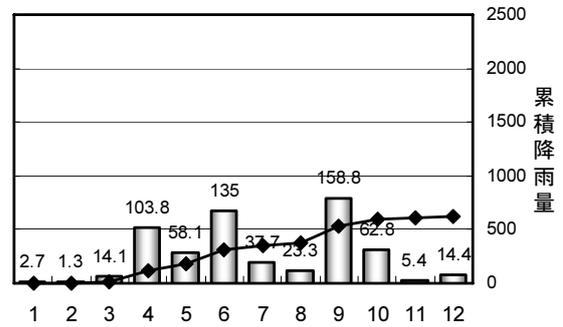
(1990年) 799.0mm



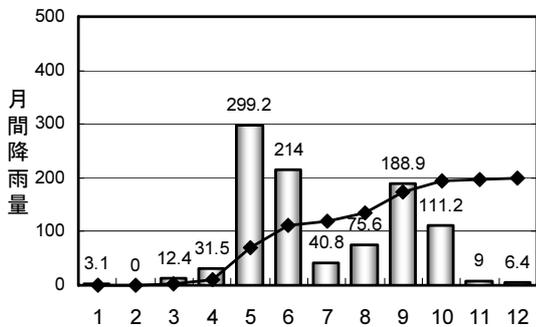
(1991年) 668.6mm



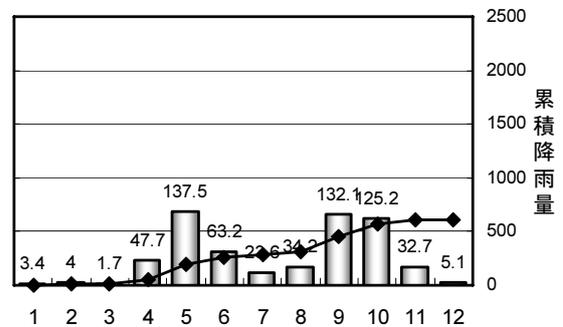
(1992年) 617.4mm



(1993年) 992.1mm



(1994年) 610.4mm



月間降雨量
  累積降雨量

図 2-5 各年の月別降雨量 (テグシガルパ市) (2)

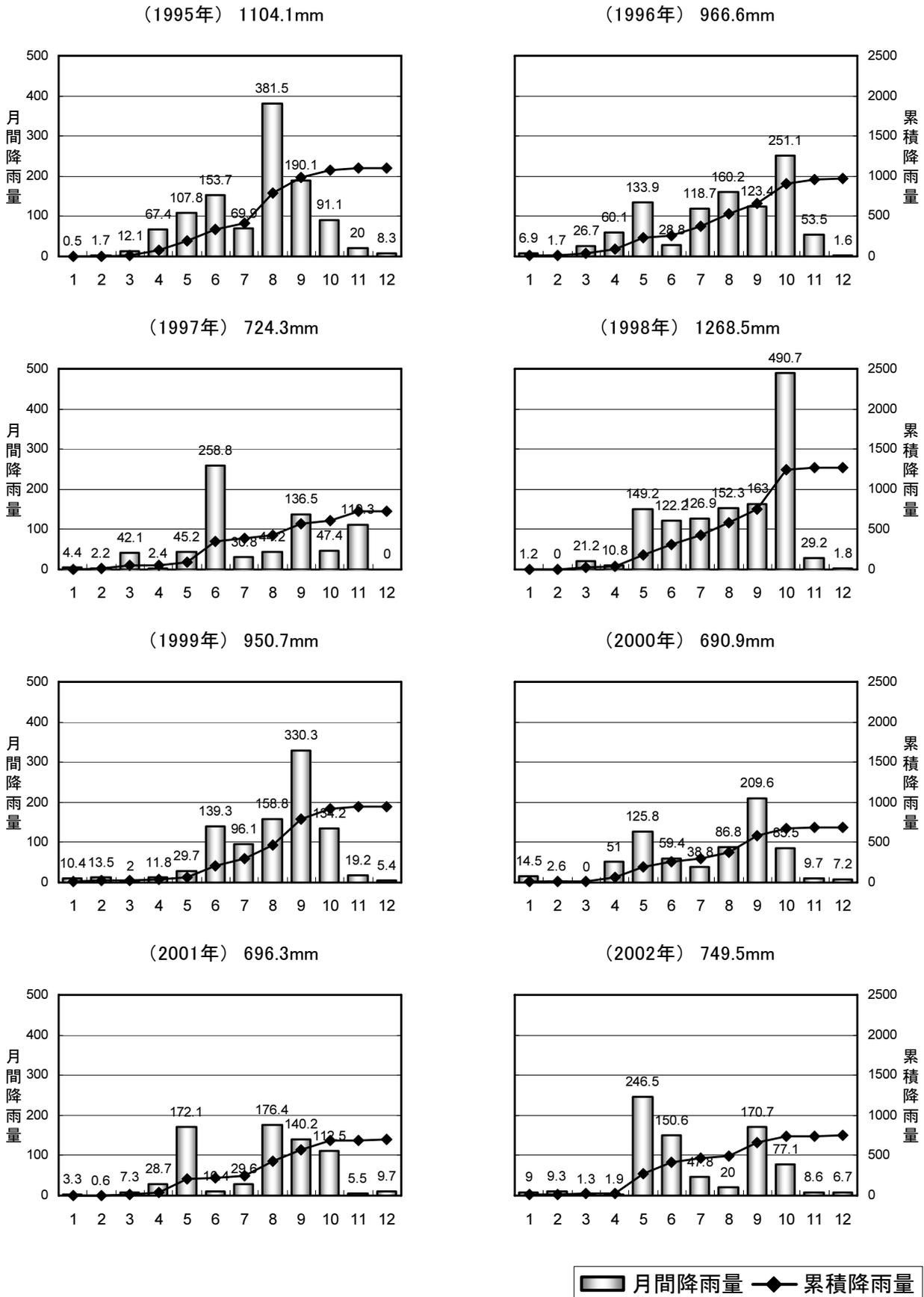
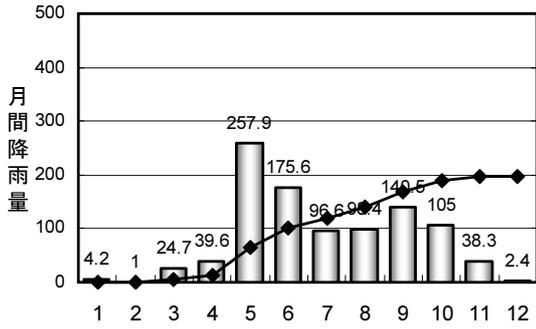
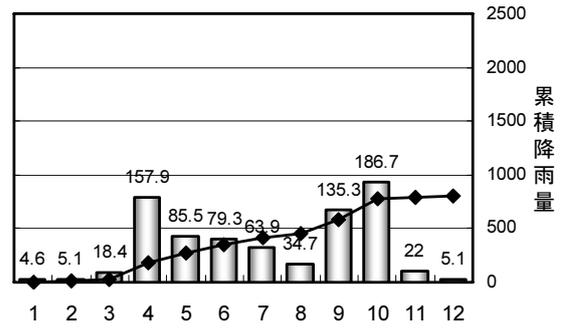


図 2-6 各年の月別降雨量 (テグシガルパ市) (3)

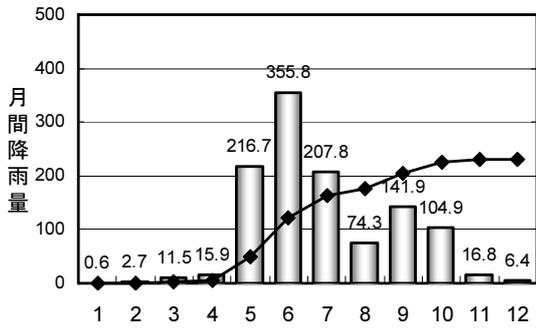
(2003年) 984.2mm



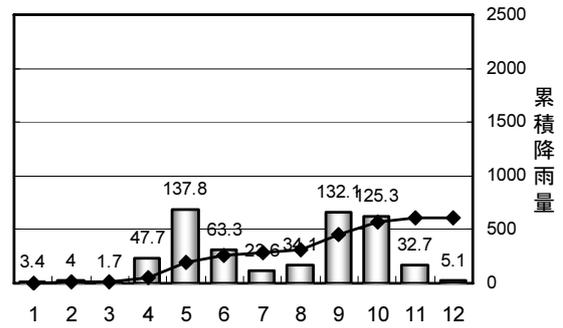
(2004年) 798.5mm



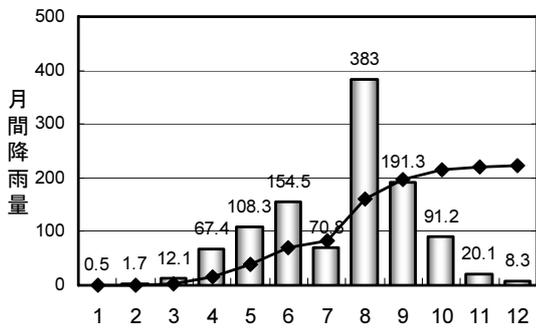
(2005年) 1155.3mm



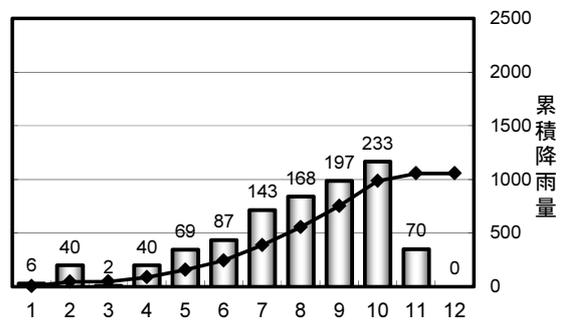
(2006年) 610.8mm



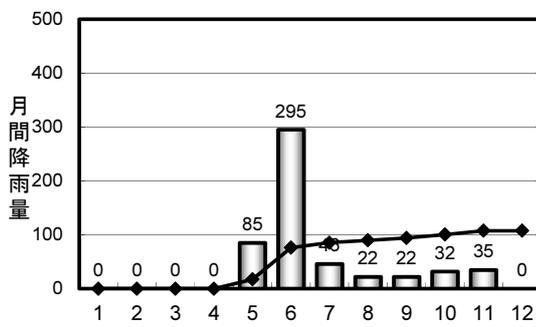
(2007年) 1109.2mm



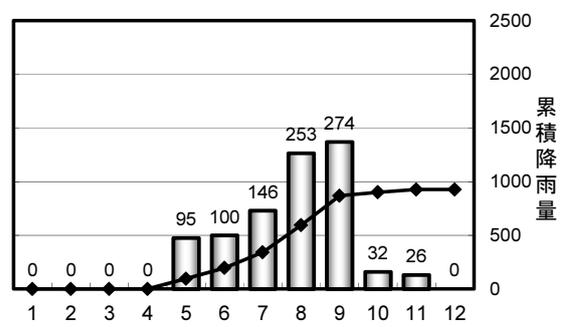
(2008年) 1055mm



(2009年) 537mm



(2010年) 926mm



■ 月間降雨量 ◆ 累積降雨量

図 2-7 各年の月別降雨量 (テグシガルパ市) (4)

表 2-3 テグシガルパ市における連続雨量

テグシガルパ連続雨量の実績(日雨量データ)

(100mm以上の実績)

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE HONDURAS  
DEPARTAMENTO DE FISICA  
ESTACION METEOROLOGICA EXPERIMENTAL  
北緯14°05'13" 西経87°09'46" 標高1063.32 msnm  
mm

連続雨量: 日雨量10mm以上が連続する日群とした  
時間雨量データのあるものは6時間無降雨でリセットした

年	月	始	終	日雨量	日雨量	日雨量	日雨量	日雨量	日雨量	連続雨量	最大日雨量	2日間雨量	連続雨量(時間へス)	最大時間雨量	最大月雨量	年間雨量
1979	5	7	9	58.4	33.9	15.3				108	58.4	92.3			264	>1066
1980	10	2	3	47.5	67.3					115	67.3	114.8			236	1015
1981	8	31	32	19.6	42.6					62	42.6	62.2			238	1064
1982	5	23	25	26.9	39.4	14.8				81	39.4	66.3			186	635
1983	6	18	20	19.4	62.4	23.1				105	62.4	85.5			304	841
1984	7	29	31	40.7	51.6	17.9				110	51.6	92.3			207	966
1985	5	12	12	40.5						41	40.5	41.4			143	505
1986	5	14	15	18.3	37.2					56	37.2	55.5			154	575
1987	9	20	20	95.7						96	95.7	103.8			184	651
1988	9	14	15	17.4	99.1					117	99.1	116.5			238	1193
1989	9	25	28	40.4	29.0	15.0	28.5			113	40.4	69.4			359	776
1990	5	22	22	73.9						74	73.9	78.7			203	
1990	11	4	6	31.3	99.7	13.7				145	99.7	131.0			165	799
1991	5	17	19	65.0	21.0	30.3				116	65.0	86.0			232	
1991	10	10	14	24.4	40.7	12.4	35.7	13.1		126	40.7	65.1			181	669
1992	9	24	26	18.3	26.5	24.8				70	26.5	51.3			159	617
1993	5	27	31	13.9	36.8	11.6	25.3	44.8		132	44.8	70.1			299	992
1994	5	17	18	66.6	38.7					105	66.6	105.3			138	610
1995	8	23	26	41.3	18.4	22.2	19.8			102	41.3	59.7				
1995	8	28	32	31.0	22.2	19.2	51.2	27.4		151	51.2	78.6			382	1104
1996	10	16	16	81.7						82	81.7	82.6			251	967
1997	6	12	12	49.7						50	49.7	49.8			259	724
1998	5	28	30	29.3	45.9	31.7				107	45.9	77.6			149	
1998	10	27	31	17.2	13.7	33.4	129.3	89.7		283	129.3	219.0	263	19.0	491	1269
1999	9	20	23	28.5	19.3	15.5	77.7			141	77.7	93.2			330	951
2000	5	13	15	11.3	23.1	69.6				104	69.6	92.7			210	691
2001	5	22	25	10.3	27.6	29.6	25.7			93	29.6	57.2			176	696
2002	5	24	29	26.9	30.2	26.9	12.7	60.9	18.9	177	60.9	79.8			247	750
2003	5	24	30	20.6	13.0	17.3	28.8	26.0	74.2	206	74.2	100.2	82	30.2	258	984
2004	4	27	28	72.7	10.8					84	72.7	83.5	72	24.2	158	
2004	10	9	11	22.7	12.7	34.2				70	34.2	46.9	24	14.0	187	799
2005	5	19	20	35.0	86.2					121	86.2	121.2			217	
2005	6	6	8	28.8	37.6	37.2				104	37.6	74.8	39	21.6		
2005	6	22	24	29.3	84.3	19.8				133	84.3	113.6	85	25.3	356	1155
2006	5	17	18	66.9	38.7					106	66.9	106.0			138	611
2007	8	23	26	41.5	18.4	22.4	19.8			102	41.5	59.9				
2007	8	28	32	31.1	22.3	19.2	51.9	27.5		152	51.9	79.4			383	1109

備考: 1979年の年間雨量は5月分から12月分の集計  
1995年8/27(中日)は8.3mm、2007年8/27(中日)は8.3mm

時間雨量をもとに、1998年10月ハリケーン・ミッチ時および2003年5月について雨量解析を行った。図2-8および図2-9に示すように、前者が長時間にわたって継続する降雨パターンであるのに対して、後者は短期集中パターンである。避難警戒の面からは前者は警戒雨量に達しても避難のゆとりがあるが、後者のパターンでは警戒雨量に達したあとの避難時間にゆとりがなく、時間雨量強度のファクターを取り込む等の課題がある。

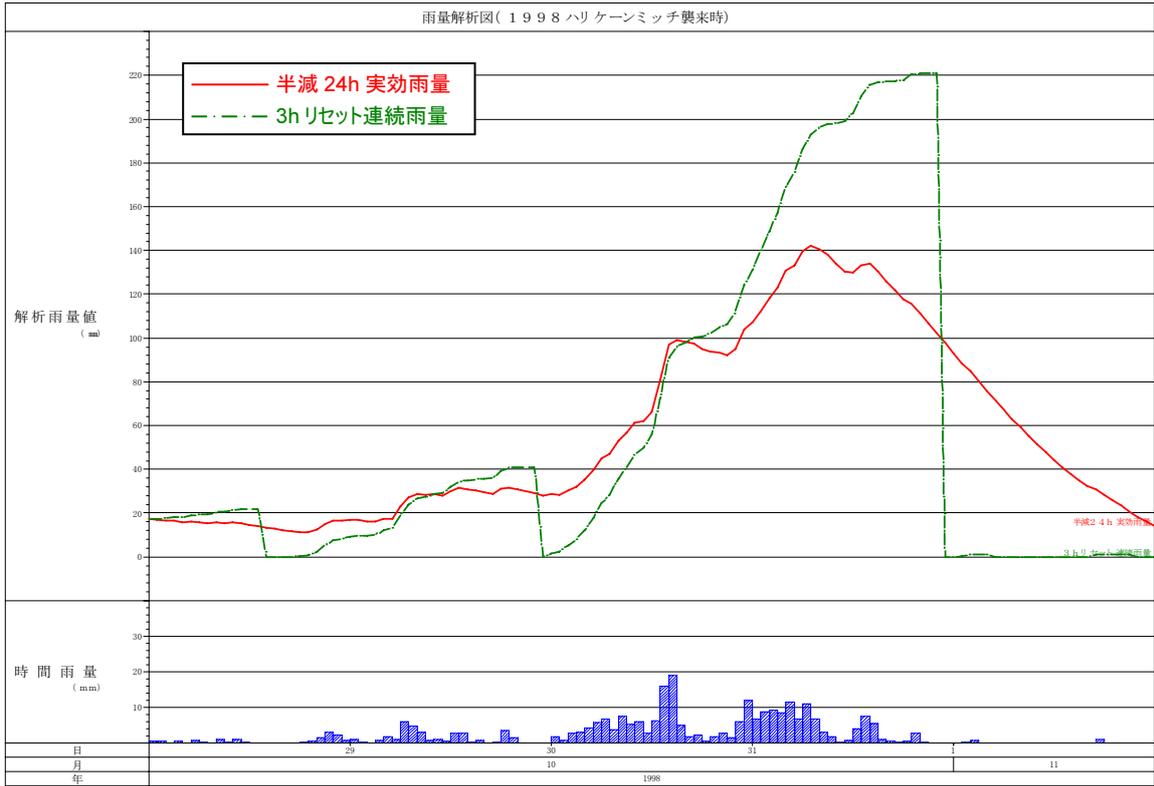


図 2-8 雨量解析図 (1998年10月ハリケーン・ミッチ)

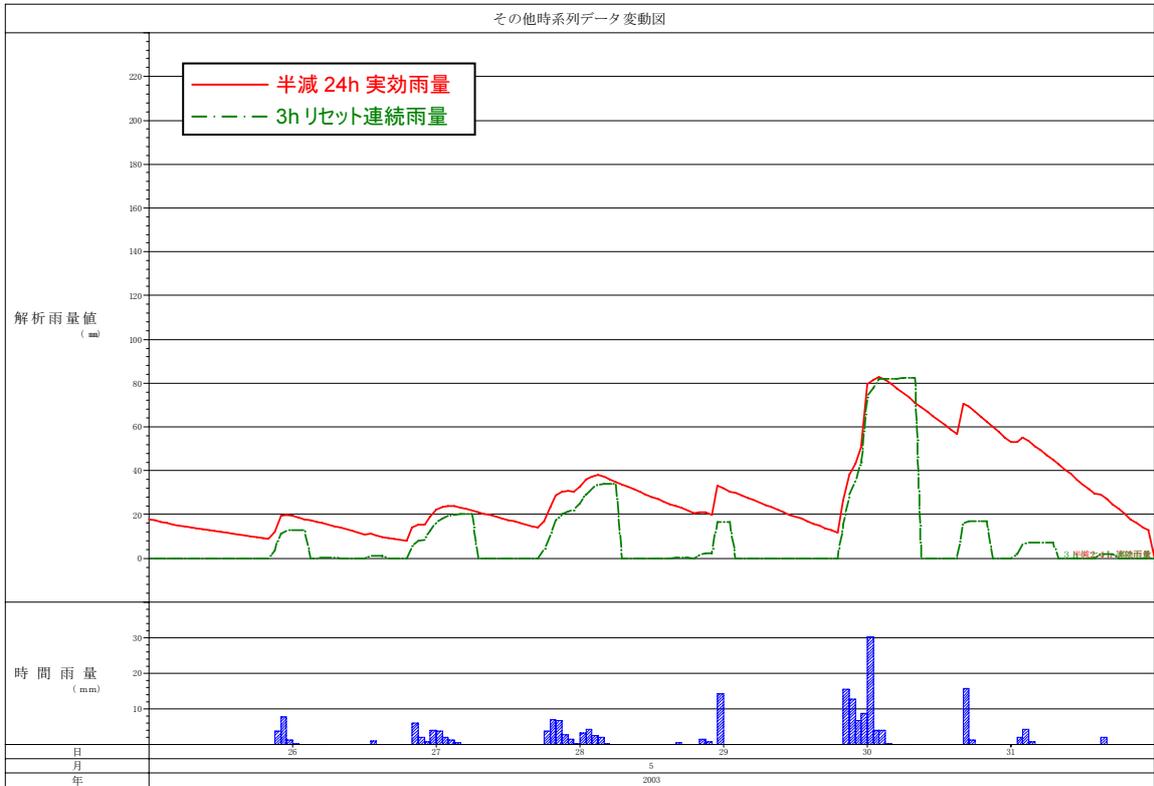


図 2-9 雨量解析図 (2003年5月)

## 警戒雨量の設定

バンブー地区の地すべり危険度の判断については、現時点ではモニタリングデータ等の蓄積がなく明確な指標を示すことはまだ出来ない。しかしながら、現在地すべり危険に関する判断指標が全くないことから、警戒の目安となる判断材料を提供するのが適当であると考え、巻末資料-0 に示すように、地すべり現象の一般的解説と共に警戒雨量（暫定）を勧告した。

警戒雨量については以下を根拠に総合的に想定した。

- ① 過去のテグシガルパの雨量データ（1979～2007）の分析によると、1998年のハリケーン・ミッチの突出値（連続雨量 263mm）を除いて、他の年では連続雨量の最大値は日雨量データをもとにすると 100mm～150mm、時間雨量データによると 80mm 程度である（無降雨 6 時間でリセット）。雨量と被害の関係は被害記録が明確でないので定かではないが、ミッチの時を除いて大きな被害は報告されていない。しかし連続雨量が 100mm に達すると経験的にみて被害が発生する恐れがある。
- ② 日本では地すべり危険度の判断基準は一般に伸縮計による移動観測モニターによっているが、雨量計を指標とする場合もあり連続雨量 100mm 程度を採用する事例がある。
- ③ 日本では自治体の土砂災害に対する警戒雨量として 100mm～150mm とする例が多い。また、山岳部の国道においては連続雨量を通行規制の管理基準としており、地域や道路状況により異なるが一般に 150mm～250mm が採用されている。

本プロジェクトにおいて、現在 AMDC と SOPTRAVI に設置している自記雨量計は 7 日用の記録紙を用いたペンレコーダ式であり、時間雨量の読み取りは記録紙交換後に 1 週間分をまとめて行っているのが現状である。したがってリアルタイムでの時間雨量のモニターを行うには、通常の勤務体制では困難をとまなうことが予想される。そこで特に顕著な降雨が予想される場合には、簡易雨量計の併用も考慮の上、雨量計のモニタリングのための要員を配置して時間雨量を観測する体制をとった上で、連続雨量が 100mm に達した時点で警報の発令を行うものとする。

## **2-2-3 環境社会配慮**

### **2-2-3-1 環境社会配慮の方法**

“環境社会配慮調査”とは、プロジェクトが環境や地域社会に及ぼす又は及ぼす恐れのある影響について、現況調査、予測及び負の影響を評価し、その影響を回避・低減させるための計画を提示することをいう。

当該プロジェクトであるエル・ベリンチェ地区及びエル・レパルト地区における防災プロジェクトは、表 2-4 に示すとおり環境社会配慮カテゴリー分類で“B～C”に区分される環境項目があることから、プロジェクトサイトにおける“初期環境評価（IEE）レベル”での環境社会配慮調査を実施する。

IEE 調査の手順を図 2-10 に示すが、本件調査においては、「ホンジュラス国首都圏地すべり防止予備調査報告書」（JICA、2008 年 2 月）における当該プロジェクトの計画内容及び現地状況の把握、スクリーニング、スコーピングの内容を確認するとともに、現地状況調査を実施し、影響予測、影響評価、必要な環境保全計画及びモニタリング計画を策定した。

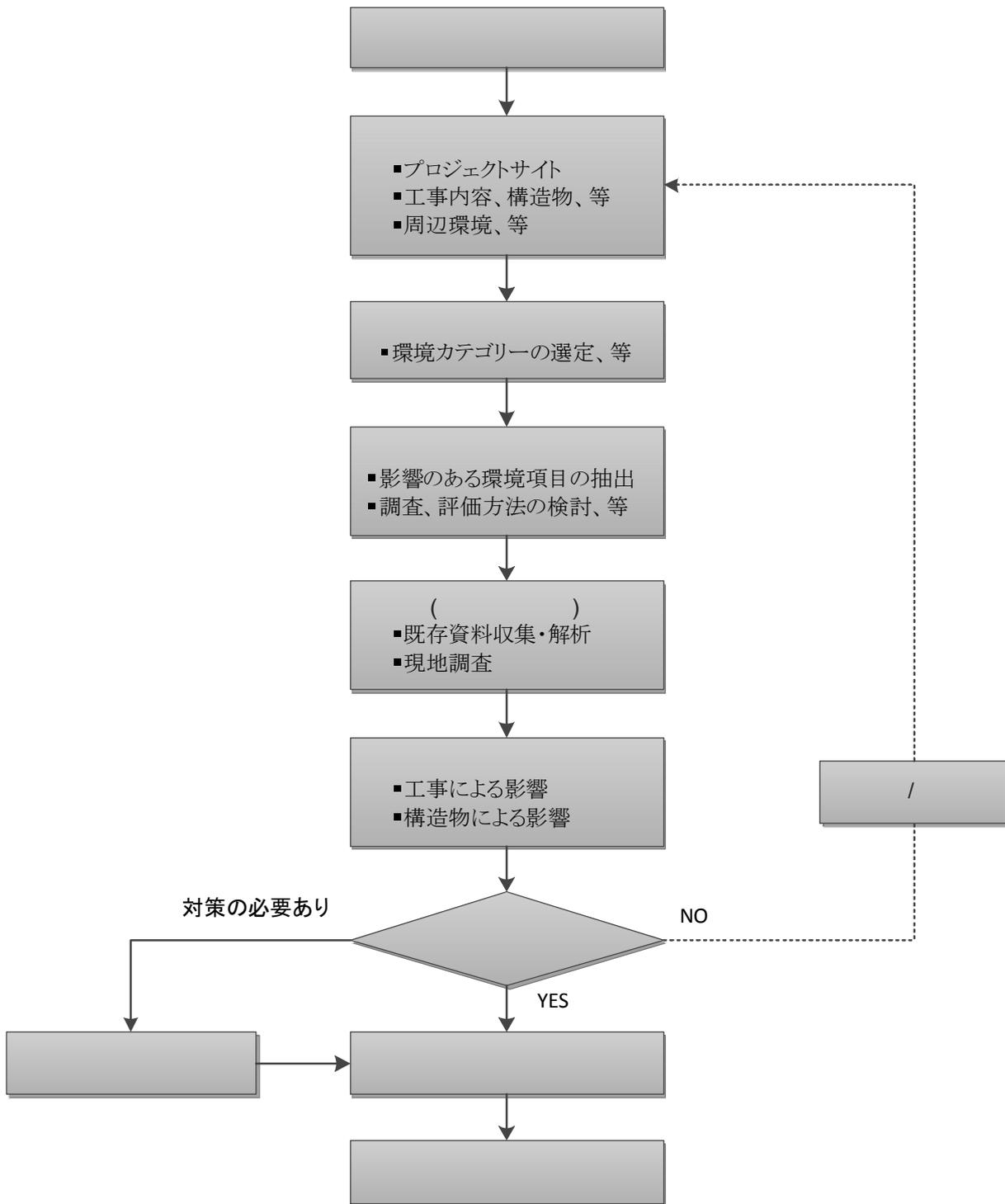


図 2-10 IEE 調査のフロー

### 2-2-3-2 スコーピング

スコーピングは、プロジェクトによる環境への影響のある環境項目の抽出及び環境調査、予測及び評価法の検討を行い、その方法を明らかとすることにある。スコーピングは予備調査報告書(前述)において実施されており、その結果を表 2-4 に示す。

表 2-4 スコーピングの結果

環境項目	評価	備考(根拠)
1 住民移転	B	工事により移転の必要な家屋数は現段階で確定できないが、各地区で0~10軒の範囲で移転が必要になる可能性あり。ただし、移転については政府側が移転地を準備する予定で、また危険地であり、移転者からの反対はないと予測される。
2 経済活動	D	特に生産的な土地利用はなく、経済的なマイナスはない。
3 交通・生活施設	D	現在周辺住民の生活用道路として使われているが、工事中も工事後にも通行可能。また、必要ならバイパスルートもある。
4 地域分断	D	現在、不法家屋等点在している地区もあるが、基本的に法的には居住地ではない。また地域分断するような構造物はない。
5 遺跡・文化財	D	対象地区にはなし。ベリンチェ地区の Cholteca 川対岸は、歴史的な価値がある地区であるが、影響は無い。
6 水利権・入会権	D	対象となる権利なし。
7 保健衛生	D	現状より改善される。工事中も規模的に問題になるようなレベルではない。
8 廃棄物	B	掘削残土の処理がでる。運搬によって処分可能な土地はあるが、適切な処分管理が必要。
9 災害・事故(リスク)	C	地盤の安定化対策の工事である。工事は規模的に大きなものではなく、また危険を伴う工種とはいえない。しかし、工事中は、安全管理を怠ると、事故等の発生がないとは言えない。
10 地形・地質	D	価値のある地形地質ではない。
11 土壌浸食	D	工事によって現状より表土侵食と流出は減少する。
12 地下水	D	地下水水位は工事によって低下するが、斜面の安定化につながるプラス効果がある。
13 湖沼・河川流況	D	悪影響のある工事はない。むしろ、各地区内または地区に面する河川または溪流の流況は安定化する。
14 海岸・海域	D	内陸地域であり、対象とされない項目。
15 動植物	D	保全すべき動植物は存在しない。現状は価値のある植生地区でもなく、雑草で荒廃している。
16 気象	D	影響を与えるような規模の工事ではない。
17 景観	C	現状は景観的に価値の高い地区ではなく、景観はプロジェクトによって全体としては改善される。また、各地区から眺望できる景観が良い点は工事後も同じである。しかし、工事完成直後には裸地が残る点などで景観上望ましくない部分がある可能性がある。
18 大気汚染	D	工事規模や内容から、大気汚染は発生しない。多少の粉塵は発生しても部分的であり、居住地区までの影響はない。
19 水質汚濁	C	各地区に隣接又は下流側に位置する河川は、人間活動や取水には利用されていない。また、工事規模及び内容から、水質汚濁は発生しない可能性が高い。しかし、工事によって発生する土砂等の流出抑制の管理を怠ると、河川の生態系に多少の影響を与える可能性はある。
20 土壌汚染	D	土壌汚染が発生するような工事はない。
21 騒音・振動	B	工事中に多少の騒音は発生するが、周辺住民に大きな問題となるレベルにはならない。夜間工事は避けるなどで、軽減も可能。
22 地盤沈下	D	地盤の安定化対策の工事であり、沈下は発生しない。
23 悪臭	D	悪臭が発生するような工事はない。

注) 評価 A : 重大なインパクトが見込まれる。

評価 B : 多少のインパクトが見込まれる。

評価 C : 不明。

評価 D : 殆どインパクトは考えられないため、IEE あるいは EIA の対象としない。

スコーピングの結果、住民移転、廃棄物及び騒音・振動の 3 項目が“B”(多少のインパクトが見込まれる)に評価、災害・事故(リスク)、景観及び水質汚濁の 3 項目が“C”(不明)に評価され、その他の項目は“D”(殆どインパクトは考えられない)であった。したがって、エル・ベリンチェ地区及びエル・レパルト地区において“B”及び“C”に評価された 6 環境項目について検討する。

### 2-2-3-3 環境社会配慮調査結果

#### (1) エル・ベリンチェ地区

エル・ベリンチェ地区における環境社会配慮調査結果に基づき、6-1-1 で述べた 6 環境項目において予測される影響を以下に示す。

##### 1) 住民移転

地すべり対策工事を実施する区域内は国有地であり、すでに住居及び民間の地権者がいないことから、住民移転の必要性は無い。また、地すべり管理地からチョルテカ川への排水路は既存排水路に沿って設置する計画であり、既存水路中心から両岸共幅 7.5m は国有地となっていることから、水路についても用地取得は必要ない。

##### 2) 廃棄物

対策工事により掘削残土が発生する。

##### 3) 騒音・振動

工事中における重機械等からの騒音・振動が発生するが、重機械等の数量が限定されていることから騒音・振動は軽微であると予想される。また、施設の運用段階では、騒音・振動を発生させる構造物はないことから騒音・振動は発生しない。

##### 4) 災害・事故（リスク）

対策工事は元来地盤の安定化対策であるが、異常気象条件によっては地盤が現状よりも不安定化する恐れがある。また、集水井工事においては斜面部での深い井戸掘削があり、作業員ばかりでなく、万一立ち入った付近住民等に対して転落事故や酸欠事故の恐れがある。

##### 5) 景 観

本地区は台地末端の斜面部に位置し、市中心街からも見通せる景観地である。対策工事は大部分が地下の工事であり景観に与える影響はほとんどないが、工事による裸地等の残留等は景観上望ましくない。

##### 6) 水質汚濁

集水ボーリング工事中に濁水の発生が予想される。また、工事中に使用する重機械等からの油類の流出の可能性もある。

#### (2) エル・レパルト地区

エル・レパルト地区における環境社会配慮調査結果に基づき、6-1-1 で述べた 6 環境項目において予測される影響を以下に示す。

##### 1) 住民移転

区域内に住居はないため住民移転の必要は無いが、土地登記上の私有地が存在し、地すべり対策工事の実施には用地取得が必要。

##### 2) 廃棄物

対策工事により掘削残土が発生する。

### 3) 騒音・振動

工事中における重機械等からの騒音・振動が発生するが、重機械等の数量が限定されていることから騒音・振動は軽微であると予想される。また、施設の運用段階では、騒音・振動を発生させる構造物はないことから騒音・振動は発生しない。

### 4) 災害・事故（リスク）

対策工事は元来地盤の安定化対策であるが、異常気象条件によっては地盤が現状よりも不安定化する恐れがある。また、集水井工事においては斜面部での深い井戸掘削があり、作業員ばかりでなく、万一立ち入った付近住民等に対して転落事故や酸欠事故の恐れがある。

### 5) 景 観

本地区は斜面部に位置し、住宅街に隣接している。対策工事は大部分が地下の工事であり景観に与える影響はほとんどないが、工事による裸地等の残留等は景観上望ましくない。

### 6) 水質汚濁

集水ボーリング工事中に濁水の発生が予想される。また、工事中に使用する重機械等からの油類の流出の可能性もある。

## 2-2-3-4 主な環境社会影響に対する回避・緩和策

前項の環境社会配慮調査に基づいて、環境影響を低減するために必要な環境管理計画の内容を表 2-5 及び表 2-6 に示す。評定 B 及び C の環境項目が環境管理の対象項目である。

### (1) エル・ペリンチェ地区

#### 1) 住民移転

- 住民移転は発生しない。

#### 2) 廃棄物

- 掘削残土は場内再利用(盛土)し、余剰土は場外処分場へ搬出することから、廃棄物は適切な処理が行われる。

#### 3) 騒音・振動

- 周辺に住居があることから、夜間の工事は避ける。

#### 4) 災害・事故（リスク）

- 異常気象による地盤不安定化に備えて地すべりモニタリングを実施し、警戒・避難の判断に資する。
- 集水井工事では転落防止等の安全策を実施する必要がある。

#### 5) 景 観

- 工事による裸地は速やかに緑化させる必要がある。

#### 6) 水質汚濁

- 集水ボーリング工事中に濁水の発生が予想されることから、濁水が直接河川に流出しないよう防止する必要がある。
- 工事中の重機械等からの油類の流出を防止する必要がある。

## (2) エル・レパルト地区

### 1) 住民移転

- 地すべり対策工事対象地は空き地であるが、地権者が存在するため、テグシガルパ市による用地取得が必要。

### 2) 廃棄物

- 掘削残土は場内再利用（盛土）し、余剰土は場外処分場へ搬出することから、廃棄物の発生はない。

### 3) 騒音・振動

- 工事中における騒音の影響は比較的軽微であるが、工事中の騒音については低騒音型機械を使用、夜間工事の回避などの留意を行う。
- 周辺に住居があることから、夜間の工事は避ける。

### 4) 災害・事故（リスク）

- 異常気象による地盤不安定化に備えて地すべりモニタリングを実施し、警戒・避難の判断に資する。
- 集水井工事では転落防止等の安全策を実施する必要がある。

### 5) 景 観

- 工事による裸地は速やかに緑化させる必要がある。

### 6) 水質汚濁

- 集水ボーリング工事中に濁水の発生が予想されることから、濁水が直接河川に流出しないよう防止する必要がある。
- 工事中の重機械等からの油類の流出を防止する必要がある。

表 2-5 プロジェクトの環境管理計画（緩和策）（エル・ベリンチェ地区）

No.	環 境 項 目	環境管理計画（緩和策）
1	住民移転 （又は地権者の存在）	•住民移転は発生しない。用地取得の必要は無い。
2	廃棄物	•掘削残土は場内再利用及び場外処分場への搬出を行うことから、廃棄物は適切な処理が行われる。
3	騒音・振動	•夜間の工事は避ける。
4	災害・事故(リスク)	•地すべりモニタリングを実施し、警戒・避難の判断に資する。 •集水井工事での転落防止柵等の安全策を実施する必要がある。
5	景観	•工事による裸地は速やかに緑化させる。
6	水質汚濁	•濁水や油類の流出防止を行う。沈殿池及び濁水処理プラント等による放流水質の保全

表 2-6 プロジェクトの環境管理計画（緩和策）（エル・レパルト地区）

No.	環境項目	環境管理計画(緩和策)
1	住民移転 (又は地権者の存在)	・住民移転は発生しない。テグシガルパ市による用地取得済である(：現況は空き地)。
2	廃棄物	・掘削残土は場内再利用及び場外処分場への搬出を行うことから、廃棄物は適切な処理が行われる。
3	騒音・振動	・周辺住民が近隣に位置していることから、工事中の騒音については十分留意する。例として、低騒音型機器の使用等。 ・夜間の工事は避ける。
4	災害・事故(リスク)	・地すべりモニタリングを実施し、警戒・避難の判断に資する。 ・集水井工事での転落防止柵等の安全策を実施する必要がある。
5	景観	・工事による裸地は速やかに緑化させる。
6	水質汚濁	・濁水や油類の流出防止を行う。沈殿池及び濁水処理プラント等による放流水質の保全

### 2-2-3-5 モニタリング計画

SERNA より SOPTRAVI に発行された環境許可書の条件にモニタリング項目の記載がないことから、本件調査で必要と考えられるモニタリング計画を以下に示す。前項の環境社会配慮の評価に基づいて、環境影響の低減を持続させるために必要なモニタリング計画の内容は表 2-7 に示す通りである（エル・ベリンチェ地区、エル・レパルト地区共通）。

表 2-7 環境項目と緩和策/モニタリング手法

環境項目	影響内容	緩和策	モニタリング手法
住民移転(又は地権者の存在)	住民移転は発生しない。ただし、工事区域内への不法占拠住居がないように監視する必要がある。	テグシガルパ市による定期的な監視および進入防止のための柵等の設置。	テグシガルパ市から JICA 事務所への定期的な報告
廃棄物	対策工事により掘削残土が発生する。	掘削残土は場内再利用及び場外処分場への搬出を行う。	施工計画の確認及び実施状況の確認(月報による定期報告)
騒音・振動	工事による騒音・振動の発生	早朝及び夜間工事の回避。低騒音型機器の使用。	施工計画の確認及び実施状況の確認(月報による定期報告)
災害・事故(リスク)	異常気象による地盤の不安定化の恐れがある。 集水井掘削工事での転落事故発生 の恐れがある	・地すべりモニタリングを実施し、警戒・避難の判断に資する。 ・集水井工事での転落防止柵等の安全策を実施する。	施工計画の確認及び実施状況の確認(月報による定期報告)
景観	工事による裸地等の残留等は景観上望ましくない	工事による裸地は速やかに緑化させる。	施工計画の確認及び実施状況の確認(月報による定期報告)
水質汚濁	工事による水質汚濁の発生、油脂類の漏洩	沈殿池及び濁水処理プラント等による放流水質の保全	施工計画の確認及び実施状況の確認。SS 濃度の測定。(月報による定期報告)

工事仕様書にはこれらの遵守項目を記載し、工事期間中は、施工業者にそれらの項目を遵守させるべくコンサルタントによる施工監理を行い、経過は月報にて報告する。

なお、本計画における環境チェックリストを別添-5 に示す。

### 2-3 その他（グローバルイシュー等）

本プロジェクトは自然災害対策を目的とするものであり、計画に当たって、いわゆるグローバルイシュー（ジェンダー、人間の安全保障、貧困削減、援助の潮流等）を直接的に対象とするものではないが、プロジェクトの実施により貧困層を含む多くの人命・財産の保全、地すべり危険やコミュニティ防災に関する啓発に資するものである。

## 第3章

### プロジェクトの内容

## 第 3 章 プロジェクトの内容

### 3-1 プロジェクトの概要

#### 3-1-1 上位目標とプロジェクト目標

本プロジェクトは 1-2 に記述した要請を受けて実施するものであり、上位目標及びプロジェクト目標は次の通りである。

- ◆ 上位目標：首都圏における地すべり対策の促進
- ◆ プロジェクト目標：構造物対策及び非構造物対策によりエル・ベリンチェ、エル・レパルト及びエル・バンブー地区の地すべり災害リスクが軽減されること。

#### 3-1-2 プロジェクトの概要

##### 3-1-2-1 プロジェクトの概要

本プロジェクトは上記目標を達成するために、エル・ベリンチェ、エル・レパルト及びエル・バンブー地区において、構造物対策として地すべり防止施設の建設を行うとともに、非構造物対策として地すべりモニタリング活動及び警戒避難体制整備を行うこととしている。

すなわち、プロジェクトは次の要素より構成される。

- ①投入：地すべり防止施設の建設（集水井工、集・排水ボーリング工、横ボーリング工、水路工、排土工、盛土工、護岸工）及び地すべりモニタリング施設整備（雨量計、伸縮計、水位計、孔内傾斜計、移動杭）
- ②活動：地すべりモニタリング活動及び警戒避難体制整備

地すべり災害防止対策はホンジュラスにとって初めての取り組みとなり、本プロジェクトは首都圏の他の地すべり地区への対策取り組みへのモデルとしての効果が期待される。

プロジェクト目標を達成するために期待されている成果として次の事項が挙げられる。

- ◆ 構造物対策（ハード対策）による地すべり発生リスクの軽減
  - ・ 直接的効果としてエル・ベリンチェ、エル・レパルト及びエル・バンブー地区の地すべり発生リスクが減少する。
- ◆ 非構造物対策（ソフト対策）による地すべり災害リスクの軽減
  - ・ 地すべりモニタリングにより地すべり災害リスクが減少する。
  - ・ 警戒避難体制の整備により地すべり災害リスクが減少する。
- ◆ 施設維持管理の実施による地すべり現象の理解
  - ・ 維持管理及び施設点検の経験を通して、地下水の挙動(排水量の変化等)や地すべり現象の理解が促進され維持管理ノウハウが蓄積される。
- ◆ モニタリング実施による地すべり現象の理解
  - ・ モニタリング計器の配置による工事中および工事後の地すべり挙動の観測を通して、地すべり現象の理解が促進され、観測ノウハウが蓄積される。

### 3-1-2-2 協力対象事業の位置付け

協力対象事業は上記プロジェクトの内、エル・ベリンチェ及びエル・レパルト地区を対象に、構造物対策を行うとともに、非構造物対策として地すべりモニタリング計器の整備及び警戒避難基準・体制整備の支援を行うこととする（図 3-1 参照）。

なお、当初要請に含まれていたエル・バンブー地区については 2008 年の雨期に地すべり活動が活発となり、引き続き極めて不安定な状態にあるため、協力対象事業で実施するような大規模工事は不可能と判断され、ホンジュラス側負担事業として応急対策を実施することとなった（2008 年 12 月 9 日 ミニッツ記載）。

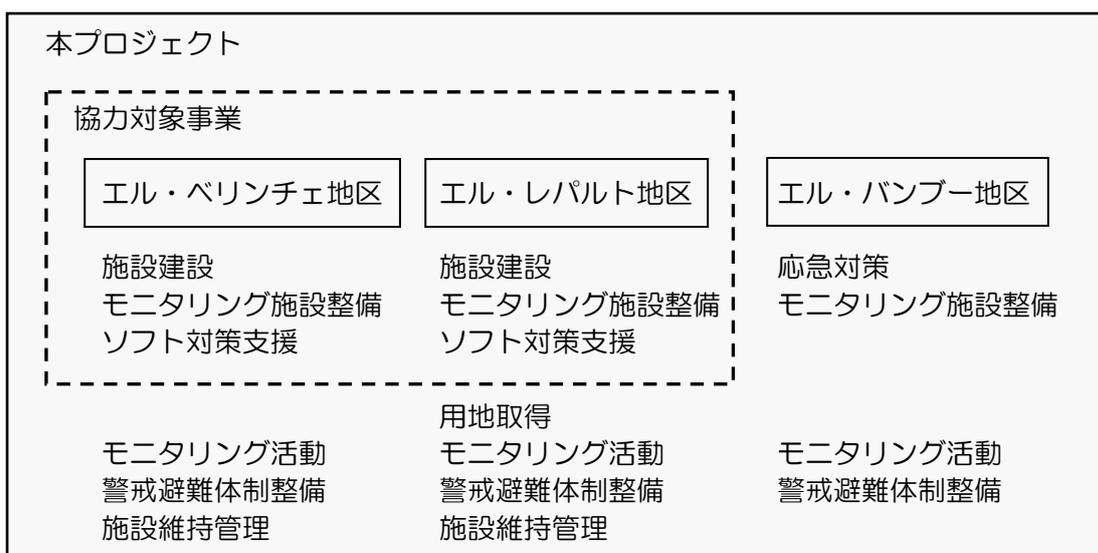


図 3-1 協力対象事業の位置付け

## 3-2 協力対象事業の概略設計

### 3-2-1 設計方針

#### 3-2-1-1 基本方針

##### (1) 対策の基本的考え方

費用対効果の観点から、構造物対策のみで地すべり災害リスクをコントロールするのではなく、構造物対策及び非構造物対策を組み合わせることで総合的に地すべり災害リスクを軽減する。

- (i) **構造物対策**：経済性を考慮し、膨大な投資を必要とする抑止工は用いず抑制工を採用し、日本で標準的に採用されている国土交通省監修「河川砂防技術基準」に定める計画安全率の範囲を満たす水準とする。

なお、本基準においては、現況安全率  $FS=1.00$ （運動状況に応じて  $FS=0.95\sim 1.00$ ）とした場合、計画安全率  $PFS=1.10\sim 1.20$ （多数の人命、家屋、道路、構造物等公共施設に重大な影響を及ぼす場合）、あるいは  $PFS=1.05\sim 1.10$ （規模が広大で人家、公共施設等に影響の少ないもの）と定めている。

- (ii) **非構造物対策**：施設の維持管理体制、及び雨期におけるモニタリング体制を整備する。施設の機能維持のための定期的な維持管理（排水路の清掃、集水管の目詰まり点検等）を実施するとともに、地すべりモニタリング（雨量測定、地下水位測定、伸縮計・移動杭による地表面変位測定あるいは孔内傾斜計による地中変位測定等）により警戒避難基準を定め、警戒避難体制を整備する。また、警戒避難体制を有効に機能させるために、政府関係者の地すべり現象の理解促進とモニタリング技術の向上を図るとともに、住民への地すべり災害防止に係る啓発活動を行う。

## (2) 構造物対策

### 1) 準拠する設計基準

ホンジュラス国には地すべり防止施設設計に関する基準が存在しないことから適用実施事例の豊富な日本における国土交通省監修「河川砂防技術基準」（1997）を用いることとする。

### 2) 採用工法の方針

抑制工として集水井工、集排水ボーリング工、横ボーリング工、水路工、排土工、盛土工を採用し、計画安全率を満たす最も経済的な組み合わせ及び配置とする。なお Cholteca 川に接するエル・ベリンチェ地区の地すべり末端部の保護については現況で侵食抵抗力の弱い箇所について護岸工を施すこととする。当該護岸工については施設の維持管理計画に組み入れて補修等の対象とする方針である。

## (3) 非構造物対策

### 1) モニタリング施設の整備及びモニタリングの実施

協力対象事業により地すべり活動が完全に停止するとは限らないので、工事中及び維持管理段階において地すべり活動の状況を監視していく必要がある。施設計画に含めるかたちで、モニタリング施設の整備を行う。モニタリング情報を活用し、テグシガルパ市防災委員会（CODEM-DC）の警戒避難活動を支援する。モニタリング施設は工事中の安全管理にも併用する。

### 2) ソフトコンポーネントの活用による地すべり防災の啓発

ホンジュラスにおいて初めての建設となる本件地すべり防止施設をモデルケースとして活用し、中米広域防災能力向上プロジェクトとも連携しつつ、土砂災害対策担当官、住民、学校、その他ステークホルダーを対象に以下の活動を行う。

- ◆ ワークショップ開催による地すべり防災の啓発
- ◆ モニタリングデータの解釈の現地指導
- ◆ 警戒避難体制・連絡方法の指導
- ◆ 建設中の施設及びモニタリング作業見学会

## (4) 工事コストの変動要因に関する検討

地すべり対策工施設は地下構造物を伴うため、地下の構造や地下水の賦存状況等に応じてボーリング孔の長さ、集水井の深さなど数量変更が必要となる可能性が高い。これは限られたボーリング調査等によりすべり面の位置、地盤の地質や硬軟及び地下水の賦存状況を想定していることによる。

変動要因としては、

- ◆ すべり面位置の変動（集水井の深さに影響）
- ◆ 地質硬軟の変動（集水ボーリング、排水ボーリングの施工効率に影響）
- ◆ 水脈の不均一性（集水ボーリングの長さ・配置に影響）
- ◆ 障害物（玉石混合等の地質的要因による排水ボーリングの施工効率に影響）
- ◆ 雨期施工における作業可能日数（施工効率に影響）
- ◆ 労務者の技術・熟練度（施工効率に影響）

等がある。

積算に当たっては、工種別の歩掛（地質硬軟に対応する作業効率）において上記の変動の有無および変動幅を検討することで各種条件の変動に対処することとする。なお、変動幅については現地調査結果をもとに日本国内における変動幅を参考にして設定する。

### 3-2-1-2 自然環境条件に対する方針

地すべりの防止や被害軽減のためには、主たる原因である降雨への対処がポイントとなる。協力対象事業では地表面排水路の整備により降雨の地中への浸透を軽減することや集水井の設置により浸透した地下水の排水を行う。すなわち、施設そのものが自然条件に対応するためのものである。施設の設計に当たっては降雨強度や周辺地からの水の流入を反映したものとす他、施工計画においては比較的長い雨期（5月～10月）を考慮した工期の設定を行う方針である。なお、対象が地すべり危険地であり、地質や気象における想定外の事象に備えて、工事期間中において地すべりモニタリングを実施し工事の一時中止、復旧、あるいは工程の組替え等の適切な処置を行う。

### 3-2-1-3 社会経済条件に対する方針

#### (1) 一般

協力対象事業で実施する構造物対策は地すべり危険指定地内での工事であり、危険指定地内には居住者がいないことに加え、協力対象事業が周辺居住地の社会生活等に及ぼす負の影響はほとんど想定されない。工事期間中に必要となる施工ヤードは指定地内であり問題は生じない。なお、工事廃棄物の処理、工事騒音・振動、水質汚濁等の対策は施工計画に盛り込むこととする。

#### (2) 住民移転及び用地取得問題

住民移転問題については、協力対象事業による施設整備対象地区のエル・ベリンチェ及びエル・レパルト地区においては施設配置予定位置に住居が存在しないことが確認されたことにより住民移転は発生しない。これら地すべり地内は危険地に指定されており、建築不許可であることから、今後新たに住居が建設されることはないが、行政当局による強力な監視が必要である（2008年4月16日ミニッツに記載）。

用地取得については、エル・ベリンチェは既に国有地であり問題ない。一方、エル・レパルト地区においては地すべり防止施設配置予定箇所は空き地となっているが、空き地の一部に土地台帳上では地権者が存在することが判明した。テグシガルパ市はこれら用地を条例によって市所有とする手続きをとり、2009年5月28日付けにて条例を發布した。その後工事区域の土地登記簿上の地権者は1名であることが判明し、2010年10月末にその地権者からの用地取得が終了した。また、工事区域

内に 2009 年頃から不法侵入住居が 10 軒程確認されたが、これについても 2010 年 10 月末に市と当該住民との間で移転合意がなされた。今後、工事区域内に不法占拠者が侵入しないよう市による監視や柵等の設置が必要である（2010 年 10 月 22 日ミニッツに記載）。

### **(3) 建設許可手続き**

本件は、JICA の環境社会配慮ガイドライン（2002 年 4 月制定）に基づくカテゴリ B 案件として区分されている。「ホ」国の法令（「環境影響評価規則」）によれば、ホ国のカテゴリ 2（環境への中程度の影響が見込まれる事業）に該当し、建設の規模からは初期環境調査（IEE）を行い、その結果を天然資源環境省（SERNA）に提出し、SERNA による環境審査と環境許可の交付を受ける必要がある。通常の手続きをとれば基本設計終了後より環境審査及び建設許可までは 6 ヶ月程度を要する。しかしながら、本件は災害対策の工事であり、緊急性を要することを関係機関（テグシガルパ市（AMDC）、公共事業・運輸・住宅省（SOPTRAVI）、SERNA）の担当部署及び長に説明し、優先的に処理することが約束された。その後、SERNA は現場での事前環境審査を終了し、UGA（SOPTRAVI の環境管理室）は予備調査の結果をもとに初期環境調査報告書を SERNA に提出し、それを受けて 2009 年 6 月 16 日付けで SERNA より SOPTRAVI に対して環境許可証が発行された。なお 2010 年 10 月に事業実施機関が SOPTRAVI からテグシガルパ市に移行したが環境許可はそのまま有効であり、それに基づき建設許可はテグシガルパ市が発行することになっている。

#### **3-2-1-4 建設事情に対する方針**

協力対象事業は集水井掘削の特殊な土工事が中心となっており、事例の多い建物や道路・橋梁と異なり「ホ」国でこれまでに経験のない工事であるため、資機材や労働力の調達に当たっては施設の特殊性を考慮する必要がある。

#### **(1) 労働力**

「ホ」国には、これまで無償資金協力による橋梁工事で経験を積んだ建設会社・技術者・労務者がいる。盛土、排土、水路、護岸等の一般土工においてはこれまでの経験からその能力に問題はないことから現地労働力を活用する方針とする。しかしながら、集水井施工は経験がなく特に深い掘削、ライナープレート組み込み、水平ボーリング等は高度の技術や安全上の配慮を要することから、日本から技術者・オペレーターの派遣は必須である。その上で現地業者を指導する方針とする。

#### **(2) 資材調達**

セメント、砂、砕石等の一般土石材料は「ホ」国内での調達に問題はない。鉄筋は橋梁案件の事例から第三国調達が可能である。集水井関連の資材（ライナープレート、補強リング、保孔管等）は第三国調達では特注となり規格・品質・納期の面が確認できないことから日本からの調達とする。

#### **(3) 建設機械**

一般土工部におけるブルドーザ、ダンプトラック、コンプレッサー等の汎用機はリースで取り扱う業者が存在し「ホ」国において調達は可能である。しかしながら、斜面部で多用する小型のバックホウや集水井掘削に用いるクレーン、クラムシェル、横ボーリングマシン、グラウトポンプ等は「ホ」国では取り扱っていない。これら機械は第三国あるいは日本からの調達とする。