

エクアドル共和国
防災分野基礎情報収集・確認調査
報告書

平成 26 年 11 月
(2014 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

環境
J R
16-073

エクアドル共和国
防災分野基礎情報収集・確認調査
報 告 書

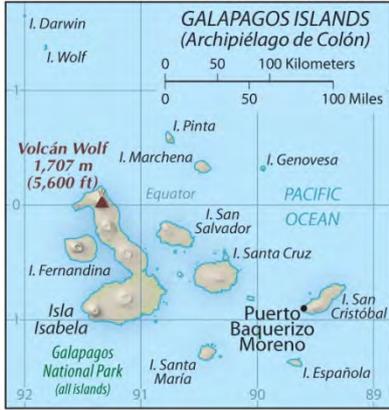
平成 26 年 11 月
(2014 年)

独立行政法人国際協力機構
地球環境部

目 次

目 次.....	i
位置図.....	ii
略語集.....	iii
図のリスト.....	iv
表のリスト.....	v
第1章 調査概要.....	1
1-1 調査目的.....	1
1-2 調査団員.....	1
1-3 調査スケジュール.....	1
1-4 面談者.....	3
第2章 エクアドル国の気候と自然災害.....	5
2-1 気候の特徴.....	5
2-2 自然災害.....	6
2-3 大雨をもたらす気象現象.....	11
第3章 エクアドル国の防災体制.....	15
3-1 防災政策、計画、法制度.....	15
3-2 自然災害に対する防災関連組織.....	15
3-2-1 防災管理組織.....	15
3-2-2 火山・地震・津波監視関連組織.....	19
3-2-3 気象監視関連組織.....	20
3-2-4 エクアドルの地方自治体の防災体制.....	29
3-3 エクアドルの津波防災体制.....	33
3-4 地域・コミュニティレベルでの防災対策（啓発、情報伝達、避難経路等）.....	34
第4章 防災セクターの協力量針検討.....	37
4-1 我が国の対エクアドル援助政策・方針.....	37
4-2 災害種別の協力の方向性（案）.....	37
4-2-1 気象.....	37
4-2-2 地震・津波.....	38
4-2-3 防災教育.....	38
[別添資料]	
1. 国別研修「津波コミュニティ防災能力強化」コンセプト資料	
2. 青年海外協力隊「防災教育」業務内容（案）	

エクアドル共和国



位置図

略語集

CGR	: Comité de Gestión de Riesgos	危機管理委員会
COE	: Comité de Operaciones de Emergencias	緊急運営委員会
GADs	: Gobiernos Autónomos Descentralizados	地方自治政府
IG-EPN	: Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional	地球物理学研究所
INAMHI	: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología	国立水文気象研究所
INOCAR	: Instituto Oceanográfico de la Armada	海軍海洋学研究所
NOAA	: National Oceanic and Atmospheric Administration	アメリカ海洋大気庁
SGR	: Secretaría de Gestión de Riesgos	危機管理庁
STGR	: Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos	危機管理技術庁
UGR	: Unidades de Gestión de Riesgos	危機管理ユニット
WIS	: World Meteorological Organization Information System	世界気象機関情報システム
WMO	: World Meteorological Organization	世界気象機関
WRF Model	: Weather Research and Forecasting Model	領域数値予報モデル

図のリスト

図 2-1	エクアドルの気候区分.....	5
図 2-2	エクアドルの年間降水量分布.....	5
図 2-3	エクアドルの雨季及び各地の平均気温・降水量.....	6
図 2-4	洪水の発生件数・被災者数・経済損失額の履歴（2000年～2014年）.....	7
図 2-5	地滑りの発生件数・被災者数・経済損失額の履歴（2000年～2014年）.....	7
図 2-6	暴風雨の発生件数・被災者数・経済損失額の履歴（2000年～2014年）.....	8
図 2-7	雷雨の発生件数・被災者数・経済損失額の履歴（2000年～2014年）.....	8
図 2-8	1900年以降にエクアドルで発生した津波.....	9
図 2-9	エルニーニョ・ラニーニャ現象時の降雨分布.....	11
図 2-10	エルニーニョ・ラニーニャ現象時の大雨のメカニズム.....	12
図 2-11	エクアドルの洪水発生地域.....	13
図 2-12	エクアドルの地滑り危険地域.....	13
図 3-1	エクアドル危機管理庁.....	18
図 3-2	現状の INAMHI 組織図.....	22
図 3-3	INAMHI の将来組織図（2011年に政府により承認され、現在移行中）.....	22
図 3-4	INAMHI の地上気象観測所.....	25
図 3-5	El Troje 気象レーダーシステムの画像.....	27
図 3-6	ガラパゴス諸島地図（San Cristobal 観測所位置）.....	28

表のリスト

表 2-1	地域毎の大雨時の降水量概要	6
表 2-2	エクアドルに降水をもたらす主な原因.....	6
表 2-3	1990年から2014年に発生した10大自然災害による経済的損失	9
表 2-4	災害影響者数でみた1990年から2014年に発生した10大自然災害	10
表 2-5	エクアドルの自然災害記録(1900-2013).....	10
表 2-6	エクアドルの地域社会の気候変動及び気象災害に対する脆弱性	14
表 3-1	SGRの部門別職員数の概要	16
表 3-2	SGRの年度別予算(USD)	17
表 3-3	SGRの人材開発計画実施内容	17
表 3-4	INAMHIの職員数	20
表 3-5	大学卒及び大学院卒以上の職員数(2014年現在)	21
表 3-6	INAMHIの年度別予算支出額	21
表 3-7	INAMHIが予報業務に使用している全球数値予報プロダクト	23
表 3-8	INAMHI予報業務チームの勤務体制.....	23
表 3-9	INAMHIが発表する予報.....	23
表 3-10	INAMHIが発表している数値予報.....	23
表 3-11	INAMHIが発表する注意報・警報の種類	23
表 3-12	INAMHIの気象情報配信状況	24
表 3-13	気象関連観測所の整備状況	25
表 3-14	既設シノプティック気象観測所の観測要素(マニュアル観測)	26
表 3-15	INAMHIが実施中の調査研究プロジェクト	29
表 3-16	国際協力プロジェクト.....	29
表 3-17	エクアドルが実施した防災活動	33
表 3-18	エクアドルに対する防災関連に関する国際協力	34
表 3-19	中央政府と地方自治体の災害対策に関する責任範囲.....	35

第1章 調査概要

1-1 調査目的

- (1) 本調査を通じ、①気象観測体制の現状と課題、②警報システムの整備状況（中央・地方）、③地方自治体における防災対策（主に津波）の現状・課題把握のために現地調査及び防災関係機関との協議を行う。
- (2) 関係機関の組織・人員体制の評価や機材・施設の整備状況につき確認を行う
- (3) 上記を踏まえ、将来的に支援が可能な分野の検討を行う。

1-2 調査団員

氏名	担当	所属
永石 雅史	総括	JICA 地球環境部 参事役
平野 潤一	協力計画	JICA 地球環境部防災G防災第2チーム 調査役
板坂 孝司	災害被害想定	静岡県危機管理部危機政策課 主査
鈴木 知陽	津波防災（ソフト対策）	静岡県危機管理部危機情報課 主査
松丸 亮	防災行政	東洋大学国際地域学部国際地域学科 教授
内田 善久	警報システム／気象関連災害	（一般財）日本気象協会
岩田 総司	気象観測体制	（一般財）日本気象協会
吉川 敦子	通訳（日-西）	（一般財）日本国際協力センター

1-3 調査スケジュール

次ページのとおり。

調査日程		永石 雅史	平野 潤一	板坂 幸司	鈴木 知陽	吉川 敦子	内田 善久	岩田 総司	松丸 亮
2014年		総括 JICA地球環境部 参事役	協力計画 JICA地球環境部 水資源・防災グループ 防災第二チーム	災害被害想定 静岡県危機管理部危機政策課 主査	津波防災（ソフト対策） 静岡県危機管理部危機情報課 主査	通訳 （一般財）日本国際協力センター	警報システム／気象関連災害 （一般財）日本気象協会	気象観測体制 （一般財）日本気象協会	防災行政 東洋大学国際地域学部 国際地域学科 教授
1	10月26日	日	羽田→ロサンゼルス→パナマ→グアヤキル JICAエクアドル支所と打合せ、資料準備						
2	10月27日	月	SGRとの協議、プレゼンテーション、INAMHIグアヤキル事務所調査	SGRとの協議、プレゼンテーション グアヤキル→サリナス サンタエレナ州／サリナス市との打合せ サリナス→グアヤキル			SGRとの協議、プレゼンテーション、INAMHIグアヤキル事務所調査		SGRとの協議、プレゼンテーション グアヤキル→サリナス サンタエレナ州／サリナス市との打合せ サリナス→グアヤキル
3	10月28日	火	グアヤキル→ガラバゴス INOCARガラバゴス支所との打ち合わせ、自治体との協議（防災対策実施状況の確認）、津波リスクエリア／津波警報システム・サイレン塔視察						
4	10月29日	水	サンタクルス市避難所（備蓄状況）及び避難訓練視察、津波防災セミナー（IG/INOCAR/SGR/JICA共催）				ガラバゴスINAMHIサントクリストバル観測所調査		サンタクルス市避難所（備蓄状況）及び避難訓練視察、津波防災セミナー（IG/INOCAR/SGR/JICA共催）
5	10月30日	木	ガラバゴス→グアヤキル SGRとの協議（現地調査簡易報告）						
6	10月31日	金	グアヤキル→エメラルダス エメラルダス市との協議、エメラルダス市内防災関連施設視察						
7	11月1日	土	エメラルダス市との協議、エメラルダス市消防署及び図書館、防災サイレン機材視察 エメラルダス→キト						
8	11月2日	日	団内協議、大使館との夕食会						
9	11月3日	月	INAMHI気象観測所視察						キト→ヒューストン
10	11月4日	火	INAMHIとの協議、団内協議（コンサルタントへの引き継ぎ）						ヒューストン→成田
11	11月5日	水	キト→ヒューストン→サンフランシスコ			INAMHIとの協議、気象セミナー			
12	11月6日	木	サンフランシスコ→成田			INAMHI気象観測所、農業気象観測所及び水文観測所視察			
13	11月7日	金				INAMHIとの協議 JICAエクアドル支所への報告			
14	11月8日	土				資料作成			
15	11月9日	日				資料作成			
16	11月10日	月				気象局報告、JICA事務所・大使館報告 キト→ヒューストン			
17	11月11日	火				ヒューストン→成田			

1 - 4 面談者

< 危機管理庁 (Secretaría de Gestión de Riesgos : SGR) >

Ms. María del Pilar Cornejo de Grunauer	Secretaría de Gestión de Riesgos
Mr. José Luis Ascencio	Vice-Minister
Mr. Dalton Andrade	Director of Monitoring of Adverse Events
Mr. Telmo de la Cuadra	Analista Técnico (Dirección de Análisis de Riesgos), Subsecretaría de Gestión de la Información y Análisis de Riesgos
Ms. Margarita Varela	Analista de Reducción de Riesgos, Subsecretaría de Reducción de Riesgos
Mr. Enrique Ponce	Coordinador Zonal 5
Ms. Grace Ramirez	Responsable Unidad Análisis de Riesgos, Coordinación Zonal 9

< 国立水文気象研究所 (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología : INAMHI) >

Mr. Carlos Hugo Naranjo Jacome	Director Ejecutivo
Mr. Marcelo Orlando Hidalgo	Director de Área (Dirección Meteorología)
Mr. Homero Arturo Jacome Enriquez	Coordinador de Predicción
Mr. Gonzalo Ildelbrando Ontaneda	Coordinador de E.I.M
Mr. Edison Cruz	Coordinador de OMRA
Mr. Manuel Ricardo Carvajal Ortiz	Coordinador de OMRM
Mr. Anibal Gilberto Vaca	Director de Área (Dirección Hidrología) Director Ejecutivo Subrogate
Ms. Ana Mercedes Arevalo V.	Director de Área (Dirección Planificación)
Mr. Carlos Julio Fajardo	Coordinador (Dirección Planificación)
Mr. Galo Montenegro Semanate	Director de Área (Dirección Jurídica)
Mr. Gabriel Freire	Director de Área (Dirección Financiera)
Mr. Concepción Villalba	Director de Área (Dirección RRHH)
Mr. Mario Andres Nuñez	Director de Área (Dirección Desarrollo Organizacional)
Mr. Alberto Carcelén	Technician
Mr. Francisco Paredes	Representative (Estación San Cristóbal)
Ms. Angela Uera	Scientific Technician (Estación San Cristóbal)
Mr. Jared Moscoso	Scientific Technician (Estación San Cristóbal)
Mr. Mario Agama	Retired Station Chief (Estación San Cristóbal)
Mr. Raúl Mejía	Coordinador (Proceso Desconcentrado Cuenca del Río Guayas)
Ms. Rorena Cobacango	Profesional de Innovación y Desarrollo Technico, Dirección Hidrología

<エクアドル海洋学研究所 (Instituto Oceanográfico de la Armada: INOCAR)>

Mr. Marco Montero	Lieutenant (INOCAR-GALAPAGOS)
Ms. Martha Zamora	Advisor
Mr. Md. Akram Hossain	Meteorological Assistant (Climate Division)
Mr. Debashish Chakraborty	Senior Observer (Climate Division)
Mr. Jorge Nath	Technician

<地球物理学研究所 (Instituto Geofísico de la Escuela Politécnica Nacional : IGEPN) >

Mr. Santiago Arrais	Technician
---------------------	------------

<サリナス市役所 (Municipio de Salinas) >

Mr. Denis Córdova	Councilor
Mr. Jorge Silvestre	Director of Risk Management Unit

<サンタクルス市役所ーガラパゴス (Municipio de Santa Cruz Island -Galapagos) >

Mr. Lenin Rojel	Lieutenant
Mr. Washington Ramos	Delegated by the Risk Management Unit

<エスメラルダス市役所 (Municipio de Esmeraldas) >

Mr. Max Cruz	Councilor and Director of Risk Committee
Mr. Renato Tambaco	Director of Environment Management
Mr. Betto Estupiñan	Specialist of Risk Management

第2章 エクアドル国の気候と自然災害

2-1 気候の特徴

エクアドル国（以下エクアドル）は、南米大陸北西部の赤道直下に位置する。その気候は、国土を南北に走るアンデス山脈により、太平洋に面したコスタ、山岳地帯のシエラ、アマゾン地域のオリエンテ、ガラパゴス諸島と4つの地域に区分され、地域によってその特徴が大きく異なる。



図 2-1 エクアドルの気候区分

(1) 太平洋沿岸地域（コスタ）

太平洋沿岸は、寒流のフンボルト海流と赤道暖流の影響を大きく受ける。暖流が強まる12月から5月が雨季、寒流が強まる6月から11月が乾季になる。年間降水量は500ミリ以下と比較的乾燥した地域が多いが、暖流の影響の強い北部は多雨で、3,000ミリを超える。平均気温は約25度と寒流の影響で温暖な気候に恵まれている。

(2) アンデス地域（シエラ）

標高1,000～6,000メートルの高山地帯。アンデス山脈は西部のオクシデンタル山脈、東部のオリエンタル山脈の2つの山系に分かれ、その間の盆地に首都キトなどの都市が発達している。雨季は、太平洋から湿った空気が入る2月から5月と、アマゾン川流域からの湿った空気の影響を受ける10月から11月と2回あり、6月から8月は晴天が続く。年間降水量は300～3,000ミリと地形により大きく異なる。標高が高いため涼しく、首都キトの平均気温は15度である。

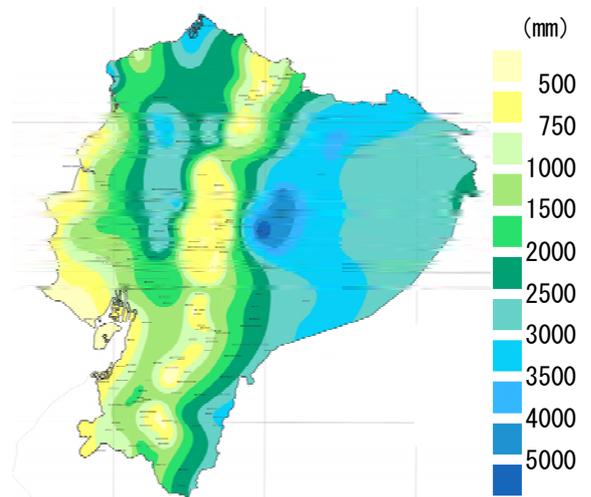


図 2-2 エクアドルの年間降水量分布
参考：Ecuadoran Institute for Meteorology and Hydrology

(3) アマゾン地域（オリエンテ）

アマゾン地域は熱帯雨林気候で1年を通じて雨が多く、年間降水量は3,000～6,000ミリに達する。平均気温は20～26度である。

(4) ガラパゴス諸島

ガラパゴス諸島の気候は、コスタと同じく海流の影響を大きく受ける。12月から5月が雨季、6月から1月が乾季で、平均気温は約24度である。

エクアドルの雨季、4つの地域の平均気温・降水量、地域毎の大雨時の降水量概要及び降水をもたらす主な原因を以下に示した。

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
海岸地域	←————→										←	—
山岳地域		←————→				←	←	←	←————→			

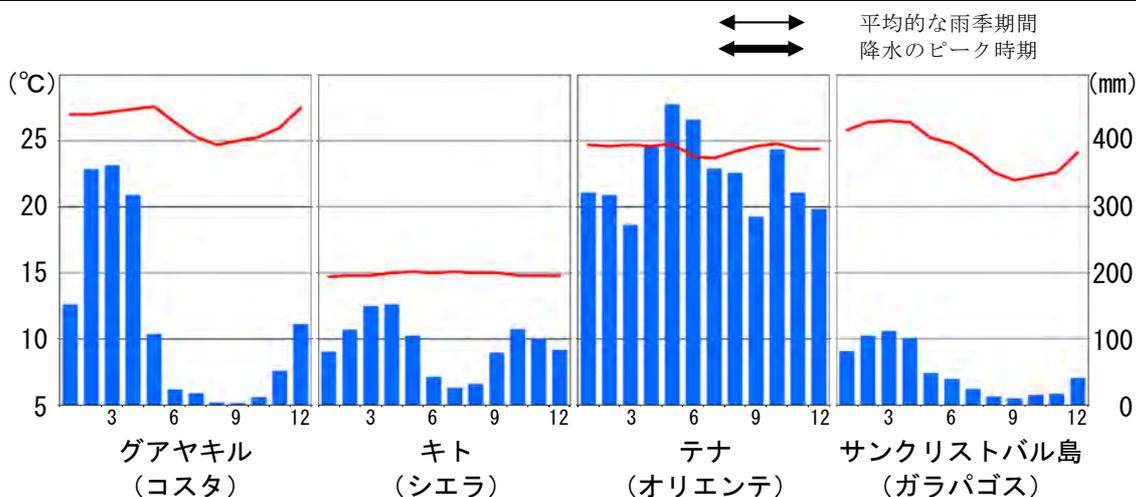


図 2-3 エクアドルの雨季及び各地の平均気温・

表 2-1 地域毎の大雨時の降水量概要

地域	日降水量
アンデス山脈の西斜面：エメラルダス県内陸、サントドミンゴ県、ロスリオス県	200mm (地形性降水による)
アンデス山脈	70～80mm
海岸地方	20～30mm

表 2-2 エクアドルに降水をもたらす主な原因

原因	主な影響地域
ITCZ (熱帯収束帯) の停滞	北部
アマゾン地域からの擾乱移流	全国
午後の不安定降水	全国
ペルー付近の低気圧から延びる気圧の谷の通過	南部
中緯度の低気圧から延びる寒冷前線の通過	南部

2-2 自然災害

エクアドルの自然災害は、地震、火山、洪水、干ばつ、疫病と多様であるが、最も発生頻度の高い災害は大雨による洪水である。エクアドルの大規模な洪水（1982～83年、1991～92年、1997～98年、2002年）はエルニーニョ現象と関連して発生している。2008年に発生した洪水はラニーニャ時に発生しているが、エクアドル近海ではエルニーニョ現象と同様の状態になっていたことが把握されている。火山活動も活発であり、急峻な地形が特徴的な山岳地帯を有することもあって土砂災害も頻繁に発生し、雨季には平野部で洪水被害も頻発するなど、自然災害に繰り返し悩まされてきた国である。

エクアドルの洪水多発地域は、グアヤス県、マナビ県、エスメラルダス県など太平洋沿岸地域の低地である。特に、エクアドル最大の都市グアヤキルを有するグアヤス県では、エルニーニョ

現象による大雨の度に、大きな被害が発生している。地滑りはアンデス地域に多く発生している。山岳地帯に都市が発達し人口が集中しているため、災害に脆弱な地域となっている。

2000年～2014年における洪水、地滑り、暴風雨及び雷雨の発生件数・被災者数・経済損失額の履歴を次に示す。

発生年	発生件数	死者	行方不明者	合計(人)	被害額(\$/USD)
2000	13	3	0	3	0
2001	19	10	0	10	0
2002	84	52	6	58	2,835,000
2003	24	1	0	1	0
2004	50	1	1	2	0
2005	1	0	0	0	0
2006	88	9	0	9	10,000
2007	91	3	2	5	0
2008	179	23	5	28	0
2009	92	10	2	12	0
2010	279	2	2	4	0
2011	257	1	3	4	0
2012	510	8	10	18	0
2013	367	6	0	6	0
2014	201	0	10	10	0

出典：DesInventer

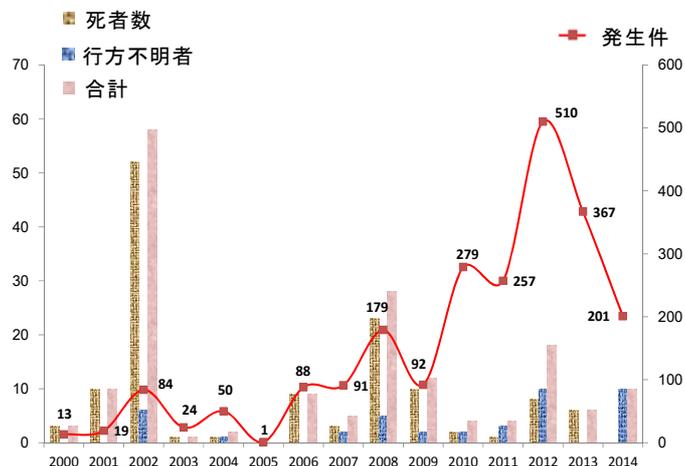


図 2-4 洪水の発生件数・被災者数・経済損失額の履歴（2000年～2014年）

発生年	発生件数	死者	行方不明者	合計(人)	被害額(\$/USD)
2000	35	61	14	75	0
2001	16	85	5	90	0
2002	57	31	66	97	0
2003	22	2	1	3	0
2004	41	15	12	27	0
2005	49	7	1	8	0
2006	50	11	0	11	35,000
2007	65	5	8	13	0
2008	250	24	7	31	2,500
2009	93	5	0	5	6,000
2010	197	37	0	37	0
2011	428	62	1	63	0
2012	557	39	0	39	0
2013	388	36	3	39	0
2014	515	15	8	23	0

出典：DesInventer

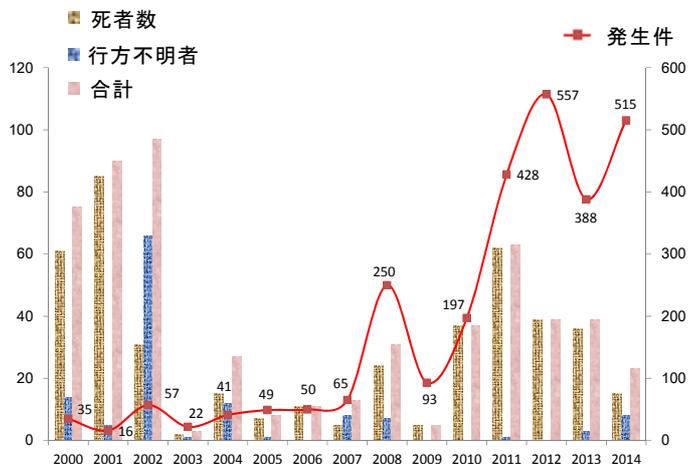


図 2-5 地滑りの発生件数・被災者数・経済損失額の履歴（2000年～2014年）

発生年	発生 件数	死者	行方 不明者	合計 (人)	被害額 (\$/USD)
2000	1	0	0	0	0
2001	5	0	0	0	0
2002	7	0	0	0	0
2003	3	1	0	1	0
2004	0	0	0	0	0
2005	5	1	0	1	0
2006	3	0	0	0	0
2007	5	5	0	5	0
2008	22	1	0	1	5,000
2009	5	0	0	0	0
2010	9	1	0	1	0
2011	1	2	0	2	0
2012	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	0

出典：DesInventer

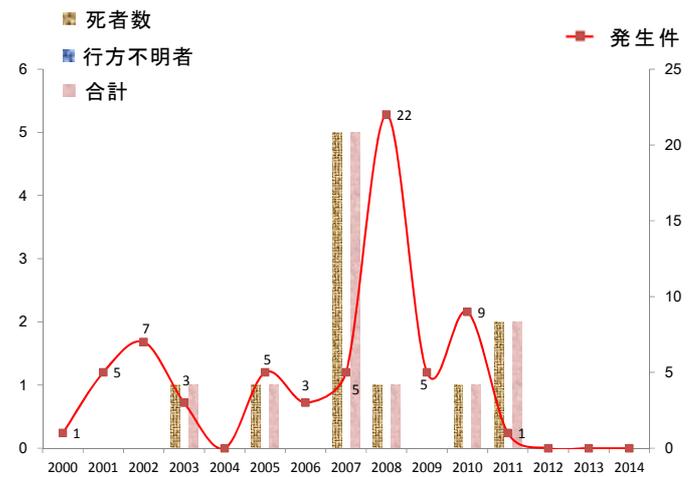


図 2-6 暴風雨の発生件数・被災者数・経済損失額の履歴（2000年～2014年）

発生年	発生 件数	死者	行方 不明者	合計 (人)	被害額 (\$/USD)
2000	0	0	0	0	0
2001	0	0	0	0	0
2002	2	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0
2005	6	1	1	2	0
2006	0	0	0	0	0
2007	1	0	0	0	0
2008	3	4	0	4	0
2009	2	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0
2012	1	1	0	1	0
2013	1	2	0	2	0
2014	0	0	0	0	0

出典：DesInventer

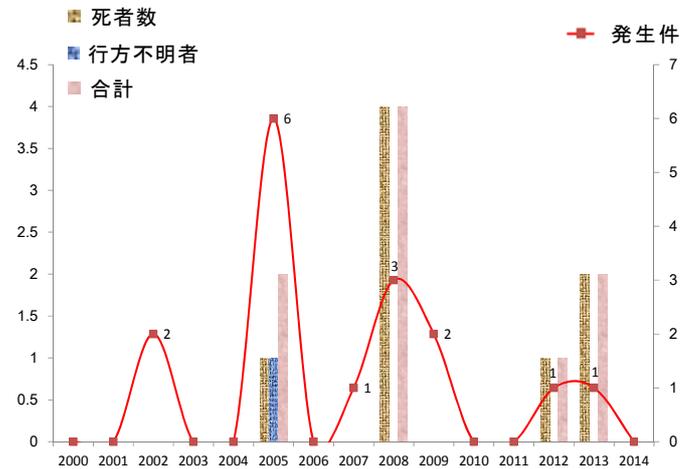
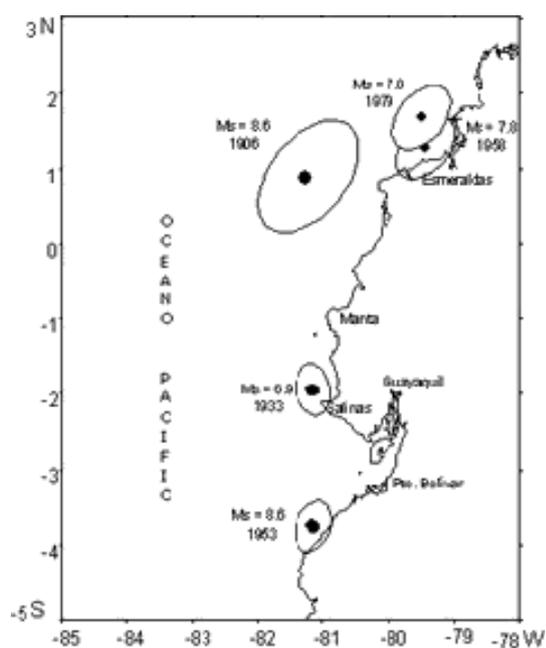


図 2-7 雷雨の発生件数・被災者数・経済損失額の履歴（2000年～2014年）

エクアドルはナスカプレートと南米プレートの沈み込み境界に位置することから地震活動が活発な地域にあたる。近年では 1987 年 3 月 5 日にマグニチュード 6.9 の直下型地震が発生し、死者 5,000 人の大きな被害があった。またエクアドルにはトングラワ火山、コトパクシ火山など現在も噴火を続ける活動的火山が多く存在し、周辺地域に火山灰や泥流などの被害をもたらしている。津波に関して言えば、1906 年、1933 年、1953 年、1958 年及び 1979 年に発生したことが確認されており、また 1906 年及び 1979 年にコロンビア国境付近で発生した津波の際に被害が生じたことが報告されている。1906 年の津波は広範な地域に浸水被害をもたらしたとされ、公式記録としては犠牲者数が 30 人とされているが、実際にはコロンビアとの国境付近に位置するエスメラルダス県にて 1,000 人から 1,500 人も犠牲者が出たとも伝えられている。また 1979 年の津波では、1,500 名が被災し、犠牲者は 30 名に上ったと記録されている。



Tsunamis o maremotos producidos cerca de las costas ecuatorianas

図 2-8 1900 年以降にエクアドルで発生した津波

出典：INOCAR

歴史的に見てもエクアドルは、地震や津波による災害をたびたび経験してきている。エクアドルで想定される津波とは、1) 発生から数十分で到達すると考えられる海溝型地震による津波（いわゆる近地津波）、2) 近地津波のうち、強い揺れを伴わない津波（明治三陸地震に代表される、いわゆる津波地震¹による津波）、3) 環太平洋の沈み込み帯で発生した地震による津波（いわゆる遠地津波）がある。

以下に 1990 年から 2014 年に発生した 10 大自然災害による経済的損失を示した。

表 2-3 1990 年から 2014 年に発生した 10 大自然災害による経済的損失

順位	災害	災害発生年月日	経済的損失額 (US\$百万)
1	地震	1987 年 3 月 5 日	1,500
2	洪水	2008 年 1 月 30 日	1,000
3	地滑り	1993 年 3 月 28 日	500
4	洪水	1997 年 10 月	271
5	洪水	1982 年 11 月	232
6	火山活動・噴火	2006 年 8 月 14 日	150
7	地震	1949 年 8 月 5 日	20
8	洪水	1992 年 3 月 24 日	20
9	洪水	1989 年 6 月	15
10	洪水	2002 年 3 月 6 日	13

出典：Database (EM-DAT): OFDA/CRED International Disaster Database

¹ 揺れの強さ（マグニチュード）と比較して高い津波を発生させる地震

表 2-4 災害影響者数でみた 1990 年から 2014 年に発生した 10 大自然災害

順位	災害	災害発生年月日	災害影響者数
1	洪水	1982 年 11 月	700,000
2	旱魃	1964 年 3 月	600,000
3	火山活動・噴火	2006 年 8 月 14 日	300,013
4	洪水	2008 年 1 月 30 日	289,122
5	洪水	1992 年 3 月 24 日	205,000
6	洪水	1983 年 8 月 4 日	200,000
7	地震（地震活動を含む）	1987 年 3 月 5 日	150,000
8	洪水	1970 年 4 月 8 日	140,500
9	火山活動・噴火	2002 年 11 月 3 日	128,150
10	旱魃	2009 年 11 月	107,500

出典：Database (EM-DAT): OFDA/CRED International Disaster Database

表 2-5 エクアドルの自然災害記録(1900-2013)

年	災害種類	死者（人）	負傷者（人）	被災者（人）	ホームレス（人）	被害総額（百万 US\$）
1904	地震	0	0	0	0	0
1906	地震	0	0	0	0	0
1924	地震	40	0	0	0	0
1931	地滑り（大雨による）	190	0	0	0	0
1942	地震	200	0	0	0	0
1949	地震	6,000	100,000	100,000	0	20
1950	洪水	50	0	0	0	0
1953	洪水	71	0	0	0	0
1964	旱魃	0	600,000	600,000	0	0
1965	洪水	0	50,000	50,000	0	4
1966	地滑り（大雨による）	50	0	0	0	0
1967	洪水	0	20,000	20,000	400	0.1
1970	地震	29	60,000	60,000	27,992	4
1970	洪水	20	150,600	150,600	0	0.52
1971	洪水	0	2,400	2,400	0	0.05
1971	地滑り（大雨による）	20	6	6	0	0
1973	洪水	0	0	0	30,000	0
1973	地滑り（大雨による）	25	0	0	0	0
1975	火山活動・噴火	0	0	0	0	0
1976	地震	20	0	0	20,000	4
1976	地滑り（大雨による）	60	0	0	0	0
1976	火山活動・噴火	1	20,000	20,000	5,000	0
1980	地震	8	0	0	0	0
1982	洪水	307	700,000	700,000	0	232
1983	洪水	0	200,000	200,000	0	0
1983	地滑り（大雨による）	100	0	0	0	0
1987	地震	5,002	0	0	150,000	1,500
1987	洪水	0	10,000	10,000	0	0
1987	地滑り（大雨による）	100	6,000	6,000	0	0
1989	洪水	35	30,000	30,000	0	15
1990	地震	4	6,500	6,500	0	0
1992	洪水	22	125,000	125,000	80,000	20
1993	地滑り（大雨による）	450	75,000	75,000	0	500

1995	地震	3	200	200	600	0
1996	地震	27	15,000	15,000	15,525	7
1997	旱魃	0	34,000	34,000	0	0
1997	洪水	245	46,907	46,907	2,009	271
1998	地震	3	1,250	1,250	750	0
1999	火山活動・噴火	0	22,000	22,000	2,200	0
2000	洪水	34	0	0	0	0
2000	地滑り（大雨による）	44	150	150	180	0
2001	洪水	58	9,500	9,500	0	0
2001	火山活動・噴火	0	22,770	22,770	0	10,975
2002	洪水	31	51,600	51,600	3,027	16
2002	地滑り	60	0	0	0	0
2002	火山活動・噴火	0	149,650	149,650	0	0
2003	洪水	0	7,905	7,905	0	0
2003	火山活動・噴火	0	25,000	25,000	0	0
2006	洪水	16	57,670	57,670	0	2.8
2006	火山活動・噴火	5	300,250	300,250	0	150
2008	洪水	41	275,000	275,000	14,122	1,000
2009	旱魃	0	107,500	107,500	0	1.7
2009	洪水	3	11,805	11,805	0	0
2010	洪水	14	6,440	6,440	500	0
2010	火山活動・噴火	0	2,500	2,500	0	0
2011	洪水	0	3,600	3,600	0	0
2011	地滑り（大雨による）	7	150	150	0	0
2012	洪水	29	71,790	71,790	0	0
2013	旱魃	0	3,165	3,165	0	0
2013	洪水	0	25,567	25,567	0	0
2013	地滑り（大雨による）	24	0	0	0	0

出典：EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database を参考に作成

2-3 大雨をもたらす気象現象

エクアドルに大雨を降らせる気象現象の特徴を把握し、その気象現象の前触れをいち早く捉えることが、被害を軽減する上で重要な鍵となる。エクアドルの代表的な気象現象であるエルニーニョ・ラニーニャ現象時の大雨について纏めた。

エルニーニョ現象は、太平洋赤道域の日付変更線付近から南米沿岸にかけての海水温が平年に比べて高くなる現象で、逆にこの海域の海水温が低くなるのがラニーニャ現象である。エルニーニョ現象時にはエクアドル近海で海水温が上昇することにより雨雲が発達し、エクアドルの太平洋沿岸地域に大雨をもたらす。

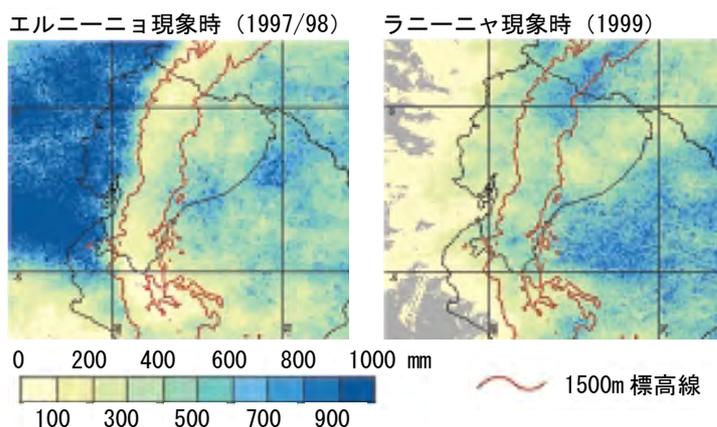


図 2-9 エルニーニョ・ラニーニャ現象時の降雨分布

出典：Bedix et al 2003. A case study of rainfall dynamics during El Niño/La Niña 1998/99 in Ecuador and surrounding areas as inferred from GOES-8 and TRMM-PR observations

一方、ラニーニャ現象時には東風の貿易風が強まり、アマゾン川流域で発生する雨雲の影響が強まるため、首都キトを含むアンデス地域で大雨が起こりやすくなる。エルニーニョ現象時の太平洋沿岸地域の大雨に比べるとその頻度は低いが、アンデス地域の大雨はしばしば地滑りを引き起こし、被害をもたらしている。

エルニーニョ現象時の大雨は海陸風の、ラニーニャ現象時の大雨は山谷風の影響を受ける。海陸風も山谷風も日変化するため、エルニーニョ現象時、ラニーニャ現象時とも雨の強さは日変化する。

<エルニーニョ現象時の大雨>

- ① エルニーニョ現象によってエクアドル近海の海水温が高くなることにより、雨雲の発達が強まる。
- ② 日中、陸と海の温度差が生じることにより海から陸に向かって海風が吹く。この海風によって、海上で発達した雨雲はエクアドルの太平洋沿岸地域に運ばれる。
- ③ 雨雲は、アンデス山脈の斜面で地形性上昇によって強化され、強い雨を降らせる。強雨のピークは夕方から早朝にかけてである。

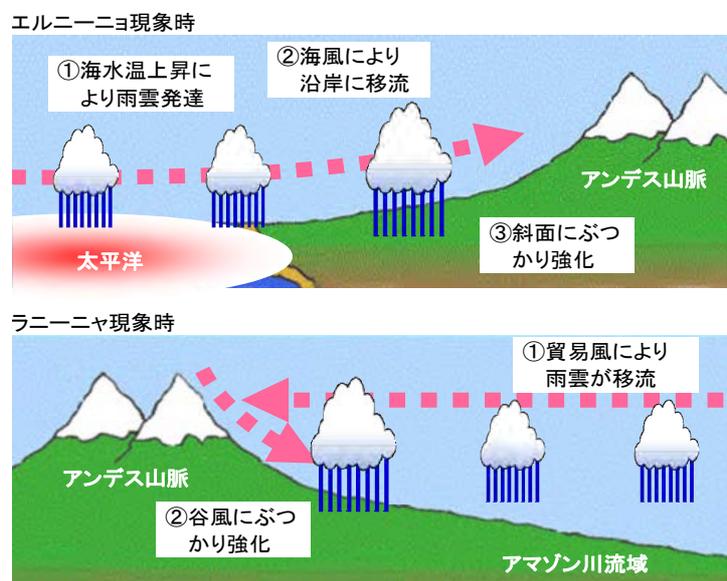


図 2-10 エルニーニョ・ラニーニャ現象時の大雨のメカニズム

<ラニーニャ現象時の大雨>

- ① ラニーニャ現象時には東風の貿易風が強まり、アマゾン川流域で発生した雨雲をエクアドルアンデス地域へ運ぶ。

- ② 夜間には、山の斜面を放射冷却で冷やされた空気が下降することにより山風が吹く。山風と貿易風が収束することで雨雲が発達する。

<エルニーニョ・ラニーニャ現象による大雨の特徴>

エルニーニョ・ラニーニャ現象による降雨は、数 10～数 100km のメソスケール現象である。降雨現象の時間スケールが半日～1 日と短いため、リアルタイムの観測が重要である一方、地上気象観測で捉えることが難しい。

エルニーニョ現象による大雨は、海上で発生した雨雲が沿岸に移動してもたらされるため、海上の雨雲を監視する必要がある。エクアドルの洪水多発地域は、グアヤス県、マナビ県、エスメラルダス県など太平洋沿岸地域の低地であるが、特にエクアドル最大の都市グアヤキル市を有す

るグアヤス県では、エルニーニョ現象による大雨の度に、大きな被害が発生している。またラニーニャ現象による大雨は、アンデス山脈の地形の影響を受けて、複雑な降雨分布を示す。

地滑りは、アンデス地域に多く発生している。山岳地帯に都市が発達し人口が集中しているため、この地域は災害に脆弱な地域となっている。首都キトを始め、クエンカ、アンバートなど主要都市の防災のため、大雨監視と INAMHI による迅速な早期警戒情報の発令及び SGR・自治体における災害への備えが減災には必要となる。

更に、エルニーニョ・ラニーニャ現象による大雨は、上記の日変化の他、赤道固有の波動の影響で7~10日の周期で強まることもわかっている。エルニーニョ・ラニーニャ現象による大雨は、数カ月と長期に渡ることにより、経済、インフラ、農業に大きな損失が出るほか、衛生状態の悪化によりコレラ・レプトスピラ症・マラリア・デング熱等の伝染病の流行を引き起こす。このような2次災害の被害軽減のためには、長期予報の技術向上、情報・知識の普及が重要である。また、人口の都市集中により、川沿いの低地や山岳の急傾斜地など洪水や地すべりの危険性の高い場所では住民が増加し脆弱性が高い。災害リスク評価を踏まえた都市計画・土地利用計画が、このような脆弱性を緩和するための重要課題である。

<気候変動の影響>

エクアドル近海は、寒流のフンボルト海流や、海洋深層から冷水が湧き上がることにより、赤道直下としては例外的に海水温の低い海域になっている。しかし今後、気候変動による温暖化が進むことにより、海流や海水温分布が変化し、エクアドル近海の海水温は高くなる可能性が高い。海水温の上昇により極端な降水が強化されて発生頻度も高くなり、災害のリスクも大きくなる恐れがある。気候変動による災害リスクの増大に備え、適切に緩和策・適応策の両面に対応するためにも、災害リスク評価、防災インフラへの投資、災害情報伝達手段の充実、平時からの防災訓練・防災教育の推進などハードとソフトを組み合わせた対策の検討が重要である。

2015年~2039年で気温は1.15度上昇し、太平洋沿岸地域(コスタ)において年間降水量が12%増加するものと INAMHI は予測している。以下に INAMHI が研究より得たエクアドルの地域社会の気候変動及び気象災害に対する脆弱性を示した。



図 2-11 エクアドルの洪水発生地域

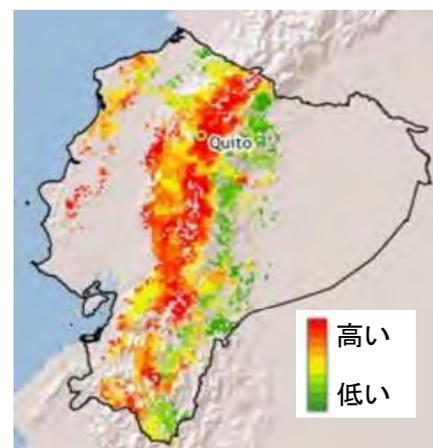


図 2-12 エクアドルの地滑り危険地域

表 2-6 エクアドルの地域社会の気候変動及び気象災害に対する脆弱性

主な脆弱性	脆弱性の原因					
	気候変動	海面上昇	干ばつ	洪水	暴風雨	熱帯低気圧
海の侵食による土地の消失						
洪水と浸水及び土地の沈下	○			○		
水不足と水質の悪化			○			
健康への被害の増加	○		○	○		
農作物被害	○		○	○		
生物、遺産及び土地価値の減少	○		○			
社会共有資産の被害	○		○	○		

第3章 エクアドル国の防災体制

3-1 防災政策、計画、法制度

2008年に採択されたエクアドル憲法においては、「国民が **Buen Vivir**（良き生活）を送ることができるよう、災害による被害軽減を図ることが重要」である旨が明記されている。また憲法第389条においては、「国は自然災害あるいは人為的災害の被害に直面する人、共同体及び自然を保護しなければならない」としており、第390条では、「リスクは地方分権に基づいて管理され、各種公共機関が自らの管轄地域内において直接的責任を負う」ことが明記されるとともに、もし、各種公共機関の能力が不足するときには、上部機関が必要な支援を行うべきことが記されている。

更に、上述の「**Buen Vivir**（良き生活）」を達成するための具体的な行動計画として国家開発計画（2013-2017）が定められており、その中で設定されている3つの軸と12の目標のうち2つ目の軸「良き生活を実現するための権利、能力、自由の保障」の「(3) 生活の質の向上」において、「自然災害の脅威・リスクの下での文化・自然遺産及び人間の保護」が、優先度の高い目標として設定されている。以上のことから、自然災害の脅威から国民を守ること、被害を可能な限り軽減することが国家目標として明示されており、国家計画においても最重要事項として位置付けられていることが分かる。

各市町村では、地域開発計画の中に危機管理の事項を盛り込むことが定められており（憲法340条）、その作成の支援を含む地方組織の危機管理能力強化に **SGR** の社会建設部門が関わっている。国、県及び市町村のそれぞれのレベルにおいて危機管理委員会（**Comité de Gestión de Riesgos : CGR**）が設立され、この **CGR** を中心として災害対応の準備がなされており、緊急事態が発生したときには、この **CGR** が緊急運営委員会（**Activación del Comité de Operaciones Emergencia : COE**）と名前を変え、対応に臨むこととなる。**COE**には7つの事務局があり1) 水、2) 衛生、3) インフラの復旧、4) 総合的対応、5) 総合的な安全、6) 生産と人命、7) 教育・文化遺産・環境、それぞれがその責務に応じて緊急事態に対応する。**SGR**は、国レベルの **CGR** あるいは **COE** を支援する機関として位置づけられている。

3-2 自然災害に対する防災関連組織

3-2-1 防災管理組織

<危機管理庁（**Secretaría de Gestión de Riesgos : SGR**）>

SGRの前身機関は、国家市民防衛局（**Dirección Nacional de Defensa Civil**）である。2008年4月26日付大統領令第1046-A（2008年5月26日付官報第345号掲載）をもって、安全保障調整省（**Ministerio Coordinador de Seguridad**）の管轄組織として危機管理技術庁（**Secretaría Técnica de Gestión de Riesgos : STGR**）が創設され、その後、2009年9月10日付大統領令第42号により国家危機管理庁（**Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos : SNGR**）に改称され、2013年8月、更に **SGR** に名称が改められた。治安調整省（**Ministerio de Coordinación de Seguridad**）の管轄下に置かれている組織であり、この危機管理庁長官は大臣級ポストとなっている。表 3-1 1

に示したように2014年現在の職員数は、629名である。

SGRには、① 危機情報分析事務次官室、② 危機軽減事務次官室、③ 災害対策準備事務次官室の3つの次官室の他、次官室レベルの国家緊急事態対応局が配置されている。SGRの任務は、災害等の危機的事態を特定・分析・予防・軽減するために政策・戦略・基準を策定し、自然・人的災害から住民・地域社会を守るべく防災体制を整備、運用することである。そのための戦略的な柱として、① 自然・人的災害の脅威に対するリスク・レベルの軽減、② 危機管理のための組織的・社会的能力の向上、③ 被災住民のニーズに対応する諸活動の効果の向上、④ 運営面の効率性の改善、⑤ 人材開発の促進、⑥ 効果的な予算活用を掲げている。

現在SGRは全国を9地区に分けて防災管理をすべく、地区長を設置して、モニタリング体制を強化している。災害後の緊急対応、復旧/復興から、発災前の予防、減災対策にシフトしており、特に市、小教区であるパロキアレベルへの技術支援を通じて、コミュニティレベルの防災対応能力強化を核とした防災政策を推進中である。

SGRの担う役割を具体的に記せば、それは、政策、規制と予防、緩和、準備、対応、復興、復旧と危機回避を含めた危機管理のための戦略的な指針の確立を行うこと、国と地方自治体のそれぞれのセクターが災害への対応計画を策定する支援を行うこと、危機管理計画の妥当性と実効性に関して訓練などを介して評価すること（訓練の企画・実施を含む）、被害軽減のための教育・啓発活動を実施すること、災害の発生が懸念されるときに警報を発信すること、災害発生に際しての危機管理、対応、リハビリテーション、復旧・復興を検討することなどである。



SGR 本庁のオペレーション室

表 3-1 SGR の部門別職員数の概要

部門	職員数 (2014年現在)
危機管理庁長官室	21
危機管理庁副長官室	5
財務調整局	84
法務局	3
運営戦略調整・計画局	27
危機管理地区調整部門	7
地方支援部門	112
内部監査局	4
社会交流部	5
危機軽減国際戦略部	4
災害モニタリング部	11
危機管理ゾーン部門	279
危機軽減・予防・緩和プログラム関連部門	10
危機・緊急管理地方分権全国システム関連部門	14
危機情報分析部門	11
災害対策準備部門	22
危機軽減部門	10
合計	629

SGR の年度別予算は、下表に示した通りである。

表 3-2 SGR の年度別予算 (USD)

予算	2011 年	2012 年	2013 年	2014 年	2015 年 (予定)
人件費	6,075,038.35	9,732,040.31	12,147,899.65	8,395,517.70	9,087,624.00
消耗品(事務用品)	318,996.16	171,542.59	173,405.86	278,904.09	235,712.18
光熱費	164,400.28	237,712.34	250,213.96	193,983.92	211,577.63
機材維持管理費	9,629.91	30,749.33	25,063.92	43,184.44	27,156.90
消耗品購入費	146,461.17	110,300.46	178,868.25	171,128.66	151,689.64
通信費	253,259.91	413,655.44	405,745.46	464,024.05	384,171.22
資本支出(長期資産)	333,367.77	212,426.00	144,638.16	19,776.54	177,552.12
合計	7,301,153.55	10,908,426.47	13,325,835.26	9,566,519.40	10,275,483.67

SGR の人材開発計画実施の内容は、下表に示した通りである。

表 3-3 SGR の人材開発計画実施内容

人材開発計画名	計画内容
各家庭の緊急事態計画	家庭の日常に悪影響を与えるリスクを減らし緊急事態に適切に対応できる準備をするため、家庭が行う活動全体
SGR の緊急事態計画	SGR の日常に悪影響を与えるリスクを減らし緊急事態に適切に対応できるよう準備をするため、SGR が行う活動全体
各種研修	危機管理の基本原則、危機管理委員会マニュアル、損害とニーズ評価
学校における避難訓練準備と実施のための研修	訓練実施のための学校への指導
危機軽減ためのアジェンダ作成	各地域での危機軽減に関する各県や市の能力強化プロセス

図 3-1 に SGR の組織図を添付した。

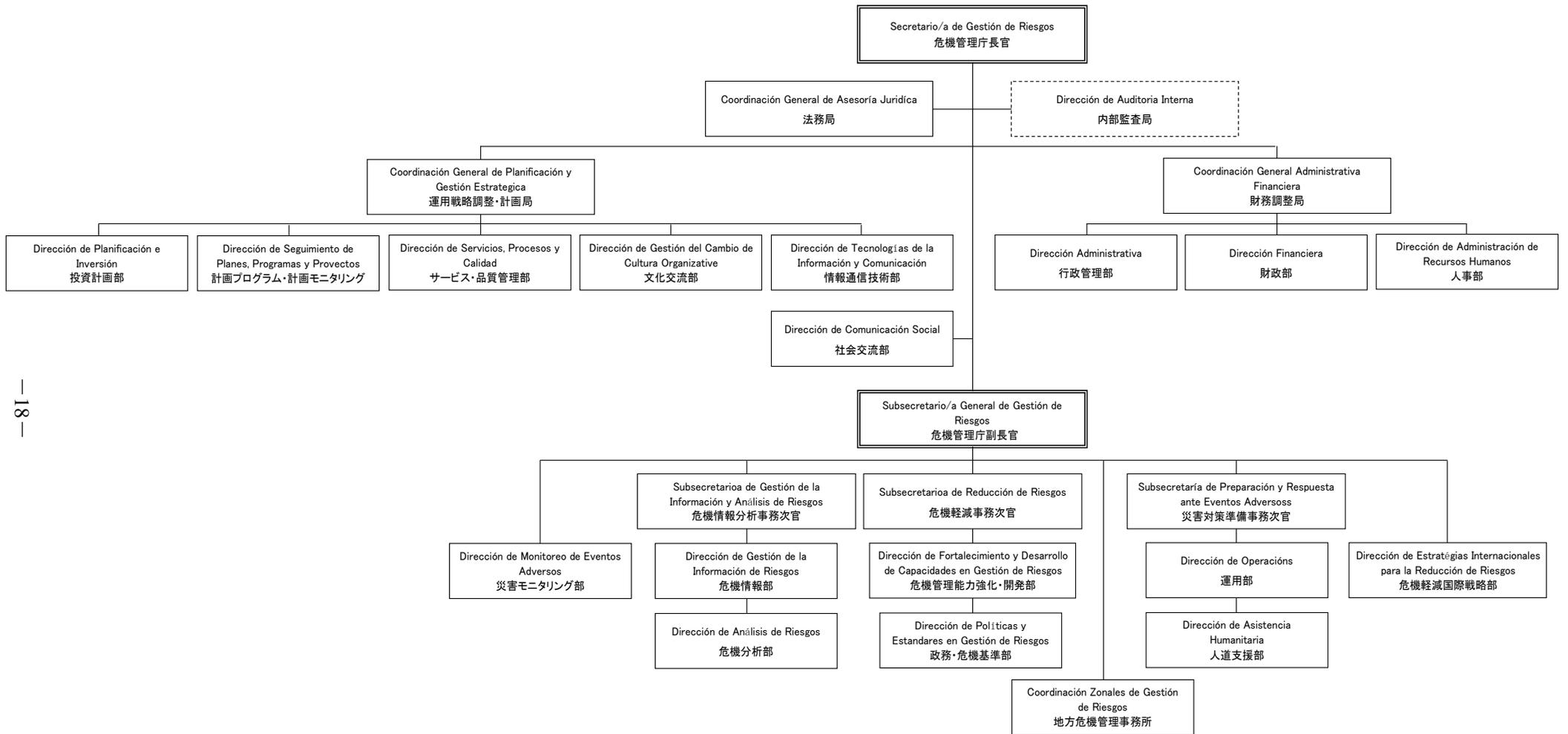


図 3-1 エクアドル危機管理庁

3-2-2 火山・地震・津波監視関連組織

<地球物理研究所 (Instituto Geofísico, Escuela Politécnica Nacional : IG-EPN)>

国立理工科大学 (Escuela Politécnica Nacional) ・地球物理研究所 (IG-EPN) は、エクアドルにおける地震及び火山活動の現状分析及び監視を目的として、1983年2月7日に創設された。2003年1月20日付大統領令第3593号をもって、エクアドル政府は、IG-EPN に対してエクアドル全土における地震及び火山の危険性に関する現状分析と監視を委任している。

同研究所は、地震局、火山局、技術局及び運営局の4つの専門局から成り、当該分野の経験豊富な教授・専門家グループを備えている他、海外の専門家との交流や外国の大学・専門機関との協力関係を維持・強化している。IG-EPN の任務は、自然状況の常時モニタリング、科学的調査、及び科学技術の実践を通じ地震・火山活動による住民及び社会インフラの被害を軽減することである。

<海洋学研究所 (Instituto Oceanográfico de la Armada : INOCAR) >

1972年7月18日付大統領令第642号(同年同月25日付官報第108号掲載)により、グアヤキル市を拠点とする海洋学研究所 (INOCAR) が創設された。その後、2011年11月16日付大統領令第940号(同年同月22日付官報第581号掲載)により、海軍海洋関連活動総局 (Dirección General de Intereses Marítimos) の管轄機関であった同研究所は国防省直属の機関となり、現在は、独立行政法人格の研究機関「海洋学研究所」として活動を実施している。INOCAR の主要な活動は、① 海洋学・地球物理学・海洋環境科学の分野の探査・調査の実施、② 海図作成・編纂に必要な水路・河川・海洋観測の実施、③ 灯台、ブイ、航路標識の設置・運営・維持管理、④ 航海の安全に必要な知識・技能の向上、⑤ 海洋学・水路学・航海・航海支援の全分野を代表するような公的な常設専門組織の確立、⑥ INOCAR の下部部署及び附属機関の運営の6点が挙げられる。

現在、INOCAR の津波警報センターでは、08:00~16:30の時間帯にはセンター職員3名が監視にあたり、夜間(16:30~08:00)は、当直チームの1名が監視センターに詰めて待機する(4時間ごとに交代; 16:30~20:30、20:30~24:30、24:30~04:30、04:30~08:00)という体制をとっている。なお、当直チームは、1チーム10人(すべて軍籍職員)で構成され、それを4チーム整備してシフトを組み常時監視に充てている。当直チームの構成員のうち各チーム最低1名は、津波警報センターの業務にかかわったことがある者となっており、そのスタッフが、津波発生に際して初動対応の中心的な存在となる。夜間に津波発生の可能性が伝えられた場合には、警報センターに詰めている担当が当直チーム全員と津波警報センター職員を呼び出すとともに、重大事態と判断された場合には、INOCAR の所長、副所長、海洋科学部長、広報担当、海軍ラジオ担当の5名の幹部に連絡を取ることとなっている。

3-2-3 気象監視関連組織

< 国立水文気象研究所 (Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología : INAMHI) >

エクアドルの気象・水文業務を行う唯一の政府機関である INAMHI は、SGR 同様に、安全保障調整省 (Ministerio Coordinador de Seguridad) 傘下の組織である。また将来的には、図 3-2 および図 3-3 に示した通り、2011 年にエクアドル政府により承認された組織図に従い、防災の活動上においては SGR 長官の指揮管理下となる計画である。INAMHI の本局は、首都のキトにある。気象及び水文業務を専門に実施する機関として、気象・水文情報を正確且つ迅速に国民へ伝達することで、国民の生命と財産の災害からの保護に責務を負っている。そのため精度の高い予警報を作成して各組織へ迅速に伝達する役割を有しており、INAMHI からの気象予警報は、SGR を含む各防災関連機関の初動のトリガーともなっており、災害管理体制の中核をなしている。また世界気象機関 (World Meteorological Organization : WMO) のエクアドルの代表でもある。



INAMHI 本局施設



INAMHI 本局の気象地上観測所

(自動気象観測システム及びマニュアル観測測器)

INAMHI からの気象予報、注意報及び警報は、INAMHI のホームページや電子メール、電話、携帯電話のショートメッセージ等により、SGR を含む各防災関連機関へ伝達され、この時点より各機関の災害対応の初動が開始される。SGR の場合は、INAMHI からの情報をもとに、全国 9 地区のゾーン長へ情報共有と対応指示が出される。また緊急時には、SGR 中央から県と市に直接連絡が行き、県知事及び市長より住民に対して避難指示が出される体制が構築されている。

全球気象通信システム (Global Telecommunication System : GTS) に関しては、専用線により米国ワシントンと繋がっているほか、IP-VPN による世界気象機関情報システム (World Meteorological Organization Information System : WIS) の導入を進めている。

以下に、INAMHI の職員数及び予算について年度別の動向を示した。

表 3-4 INAMHI の職員数

	2009 年		2010 年		2011 年		2012 年		2013 年	
	男性	女性								
正職員	98 名	32 名	99 名	34 名	92 名	33 名	87 名	32 名	70 名	21 名
契約職員	24 名	14 名	23 名	14 名	55 名	18 名	69 名	33 名	120 名	63 名
合計	168 名		170 名		198 名		211 名		274 名	
空席数	-		-		4 名空席		-		-	

表 3-5 大学卒及び大学院卒以上の職員数（2014年現在）

	正職員	契約職員
大学卒職員	35名	95名
大学院卒以上の職員	13名	4名
合計	48名	99名

INAMHI の予算は、下表に示したように年々増加する傾向を示している。エクアドルの予算年度は、1月1日～12月31日であり、予算要求申請は9月（年度末60日前までに国会へ提出する）である。

表 3-6 INAMHI の年度別予算支出額

年	経常費	投資	研究	独自資金	合計 (USドル)
2002	911,095.57	72,387.30	-	132,519.28	1,116,002.15
2003	1,134,360.71	297,533.97	-	79,943.92	1,511,838.60
2004	1,408,120.16	383,839.70	-	91,776.06	1,883,735.92
2005	1,455,271.06	512,767.21	-	116,824.02	2,084,862.29
2006	1,749,445.96	1,066,619.62	-	205,405.83	3,021,471.41
2007	1,994,294.10	977,627.72	-	151,777.52	3,123,699.34
2008	2,276,742.26	1,260,652.65	-	140,892.85	3,678,287.76
2009	2,416,909.22	1,065,521.53	-	300,774.05	3,783,204.80
2010	2,620,884.60	906,687.42	-	39,136.16	3,566,708.18
2011	2,438,488.45	2,655,215.35	-	117,478.22	5,221,182.02
2012	2,487,038.26	4,790,179.51	536,019.00	4,556.74	7,817,793.51
2013	2,376,615.12	6,485,417.40	1,577,080.91	30,125.08	10,469,238.51

以下に INAMHI の組織図を添付した。2011年にエクアドル政府により承認された組織図に従い、現在移行中である。

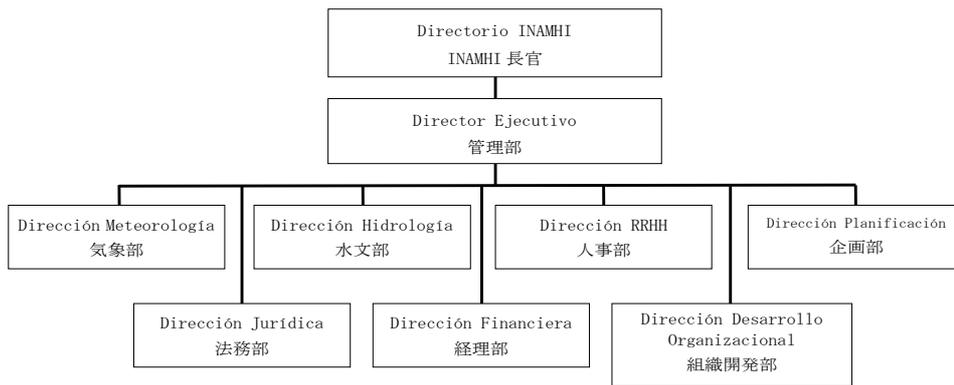


図 3-2 現状の INAMHI 組織図

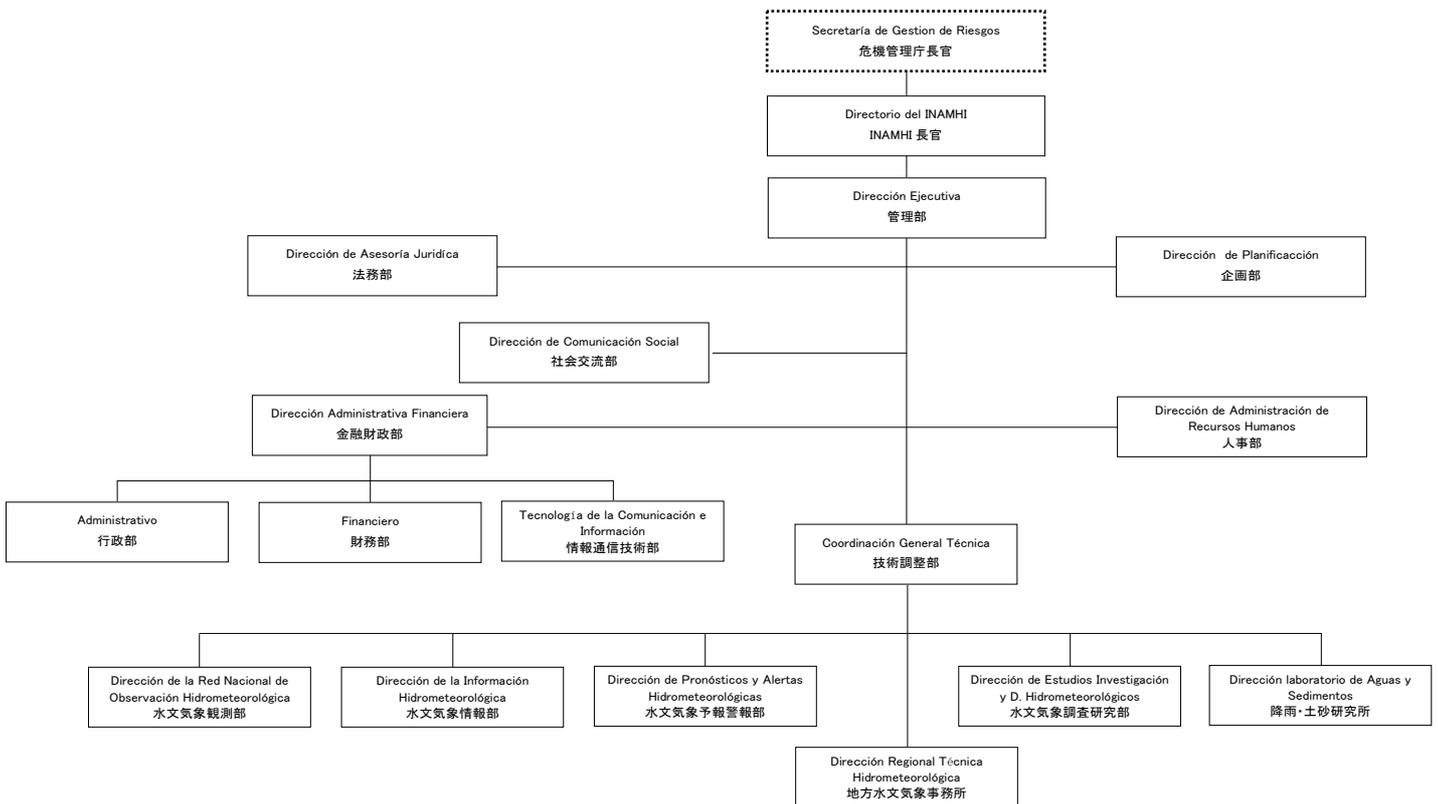


図 3-3 INAMHI の将来組織図 (2011 年に政府により承認され、現在移行中)

<気象予報業務>

INAMHI 本局の予報センターにおける活動は、以下の通りである。

表 3-7 INAMHI が予報業務に使用している全球数値予報プロダクト

予報業務に使用している数値予報プロダクト	入手方法	入手方法
GSM (Global Spectral Model)	日本 (気象庁)	インターネット
GFS (Global Forecast System)	アメリカ (NOAA)	
GME (Global Weather Forecast Model)	ドイツ	
NOGAPS (Navy Operational Global Atmospheric Prediction System)	アメリカ	
TXLAPS (Tropical Extended Area Prediction System)	オーストラリア	
GEM (Global Environmental Multiscale Model)	カナダ	
CPTEC (Center for Weather Forecasting and Climate Research Model)	ブラジル	

表 3-8 INAMHI 予報業務チームの勤務体制

シフト名	時間	勤務時間	職員数		
			気象予報官 (計: 5名)	気象予報補佐官 (計: 5名)	通信官 (計: 5名)
日勤 1 シフト	06:30-14:30	8	1	1	1
日勤 2 シフト	14:30-22:30	8	1	1	1
夜勤シフト	22:30-06:30	8	1	1	1
予報チーム数	5 チーム				
各チームの編成	1 チーム = 気象予報官: 1 + 気象予報補佐官: 1 + 通信官: 1				

表 3-9 INAMHI が発表する予報

発表時刻	予報期間	予報内容
06 時	07 時～翌日 07 時 (24 時間)	天気概況、最高・最低気温
13 時	13 時～翌日 07 時 (18 時間)	
19 時	翌日 07 時～19 時 (12 時間)	

補足説明 ・ 予報対象は、24 県の県庁所在地
 ・ 降水の量的予報は実施していない

表 3-10 INAMHI が発表している数値予報

	3 時間予報	6 時間予報	24 及び 72 時間予報
INAMHI 領域数値予報モデル値 (WRF) (降雨、気温、湿度、風向・風速)	全国 Pichincha Quito Paute	全国 Pichincha Quito Lojae	全国 - Quito Paute
	3 時間予報	6 時間予報	24 及び 72 時間予報
INAMHI 領域数値予報モデル値 (MM5) (降雨、気温、湿度、風向・風速)	全国 Guayaquil El Oro	全国 Guayaquil El Oro	全国 Guayaquil El Oro

表 3-11 INAMHI が発表する注意報・警報の種類

大雨、低温、強風、雷、霧

補足説明 ・ 事象発生の数時間前に、影響が予想される地域を明示して発表
 ・ 量的予報は無い
 ・ 発表基準は特に設けていない

INAMHI の気象情報配信状況は、下表に示した通りである。

表 3-12 INAMHI の気象情報配信状況

情報の種類	情報名	情報配信先	情報配信方法		
気象予報	<ul style="list-style-type: none"> ■ 一般天気予報 (24 時間) ■ 3 日間天気予報 (72 時間) ■ 全国気象現象速報 	<ul style="list-style-type: none"> • 危機管理庁 (SGR) • 危機管理ユニット (UGR) • 指定各県庁及び市役所 • 地球物理学研究所 (IGEPN) • 海軍海洋学研究所 (INOCAR) • 民間航空局 • Quito 首都圏消防 • 水資源省 • 電気再生エネルギー省 • 国防省 • 保健省 • マスメディア 	<ul style="list-style-type: none"> • ホームページ • E-mail • 音声無線 • TV • SMS 等 		
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 火山灰の流れに関する風予報 ■ Paute 用予報報告 ■ Quito 緊急センター (ECU 911) ■ Pichincha 県各市用天気予報 ■ Los Ríos S Domingo 県用天気予報 ■ Esmeraldas 県用天気予報 ■ Azuay 県用天気予報 ■ Cañar 県用天気予報 				
	<ul style="list-style-type: none"> ■ エルニーニョ及びラニーニャ監視情報 				
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 気候予報 			<ul style="list-style-type: none"> • 危機管理庁 (SGR) • 環境省 • 農業省 • 保健省 	<ul style="list-style-type: none"> • ホームページ • E-mail
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 気候フォーラム 			<ul style="list-style-type: none"> • 危機管理関係省庁 • 各地方自治政府 (GAD) 	<ul style="list-style-type: none"> • フォーラムへの参加 • ホームページ
気象情報	<ul style="list-style-type: none"> ■ シノプティック観測所の 24 時間降水量データ 	<ul style="list-style-type: none"> • 国内外ユーザー 	<ul style="list-style-type: none"> • E-mail 		
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 24 時間降水量及び最高・最低気温分布図 	<ul style="list-style-type: none"> • 国内外ユーザー 	<ul style="list-style-type: none"> • ホームページ • E-mail 		
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 気候証明 	<ul style="list-style-type: none"> • 官民ユーザー 	<ul style="list-style-type: none"> • ホームページ • E-mail • 発行 		
	<ul style="list-style-type: none"> ■ 気象・気候関連研修 ■ カンファレンス 	<ul style="list-style-type: none"> • 官民ユーザー 	<ul style="list-style-type: none"> • 研修への参加 • 対話/電話 • E-mail 		
気象警報	<ul style="list-style-type: none"> ■ 注意報 ■ 早期警報 	<ul style="list-style-type: none"> • 危機管理庁 (SGR) • 危機管理ユニット (UGR) • 指定各県庁及び市役所 • 地球物理学研究所 (IGEPN) • 海軍海洋学研究所 (INOCAR) • 民間航空局 • Quito 首都圏消防 • 水資源省 • 電気再生エネルギー省 • 国防省 • 保健省 • マスメディア 	<ul style="list-style-type: none"> • ホームページ • E-mail • 音声無線 • TV • SMS 等 		

<気象観測業務>

● 地上気象観測

次の表に示したように、現在、INAMHI はエクアドル全土に 397 カ所の地上気象観測所を有しており、内、20 カ所の観測所が機材の不具合等により観測が実施されていないものの、順次修理等を実施しており、観測所全体の 95% (2014 年 11 月現在) が良好に稼働している。また複数のマニュアル及び自動気象観測所の調査を行ったが、清掃及び維持管理が適切に実施されており、必要な維持管理技術を有しているものと判断される。397 カ所の地上気象観測所の内、シノプティック気象観測所が 21 カ所で、全てのシノプティック気象観測所に自

動気象観測システムが設置されている。自動気象観測システムが設置されている観測所は 35 カ所である。各シノプティック気象観測所の観測要素を次ページの表に示した。

表 3-13 気象関連観測所の整備状況

観測所の種類	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
気候観測所	99	99	118	122	111	111	124	150	154
農業気象観測所	13	13	13	13	13	13	12	12	13
気象地上観測所	128	128	139	140	133	133	147	213	224
雨量観測所	9	9	9	9	6	6	3	7	6
合計	249	249	279	284	263	263	286	382	397

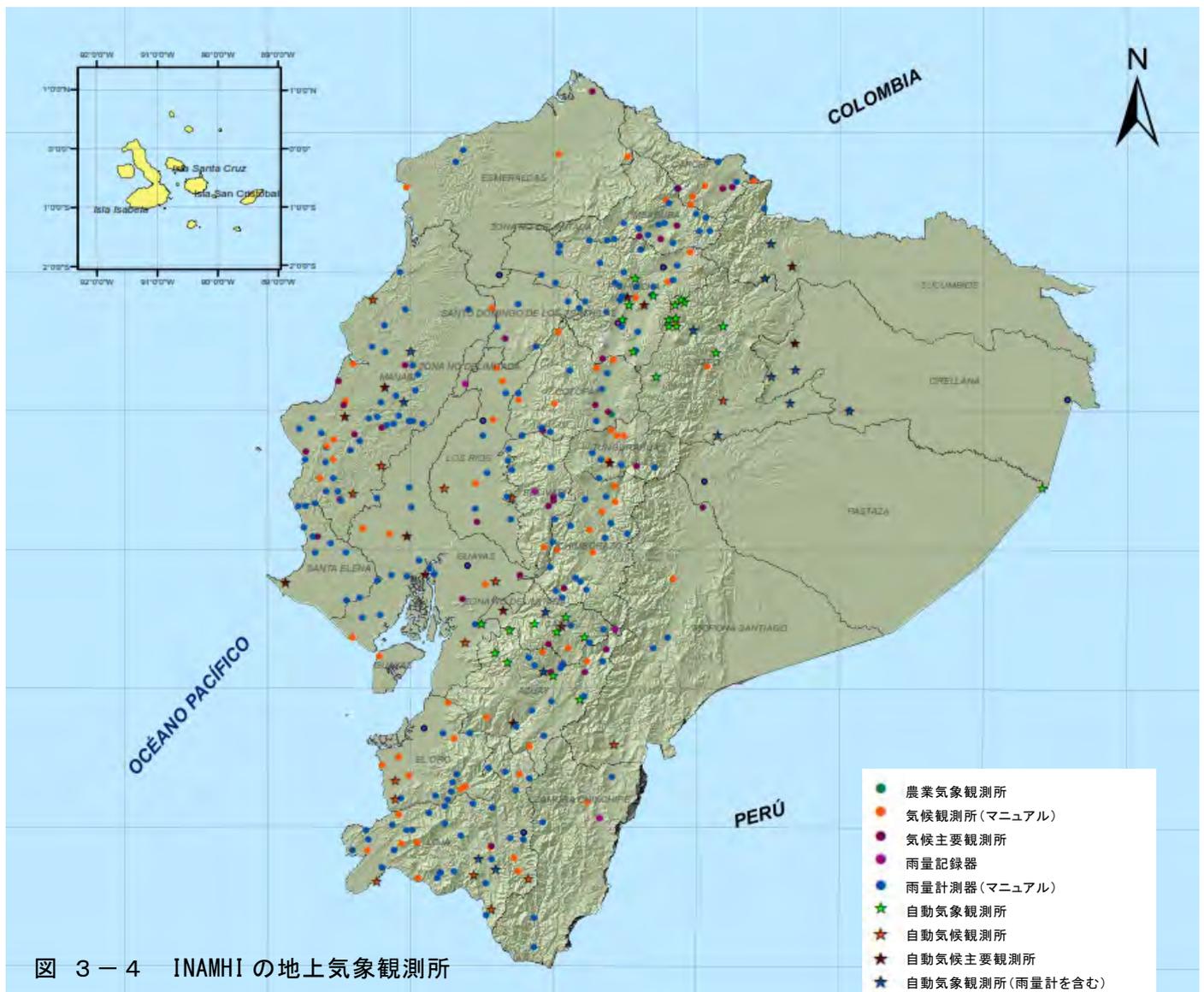


図 3-4 INAMHI の地上気象観測所

表 3-14 既設シノプティック気象観測所の観測要素（マニュアル観測）

観測所名	San Cristóbal	San Gabriel	Ibarra	La Concordia	Izobamba	Inguincho	Tomalón	Iñaquito	La Tola	Puerto ILA	Nuevo Rocafuerte	Portoviejo	Pichilingue	El Corazón	Rumipamba	Querochaca	ESPOCH	Puyo	Milagro	Cañar	Loja La Argelia
観測所地名	Isla San Cristóbal Galápagos	San Gabriel Carchi	Ibarra Imbabura	Santo Domingo Tsachilas	Cutuglahua Pichincha	Inguincho Imbabura	Tabacundo Pichincha	Quito Pichincha	Tumbaco Pichincha	Luz de America S.D. Tsachilas	Nuevo Rocafuerte Orellana	Portoviejo Manabí	Quevedo Los Ríos	El Corazón Cotopaxi	Salcedo Cotopaxi	Quero Tungurahua	Riobamba Chimborazo	Puyo Pastaza	Milagro Guayas	Cañar Cañar	Loja Loja
観測所コード番号	M0221	M0103	M1240	M0025	M0003	M0001	M1094	M0024	M0002	M0026	M0007	M0005	M0006	M0123	M0004	M0258	M0048	M0008	M0037	M0031	M0033
WMO 国際地点番号	84008	84036	84043	84050	84088	84045	84056	84072	84076	84105	84132	84132	84140	84142	84143	84160	84173	84179	84202	84226	84270
風向・風速	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
乾球温度	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
湿球温度	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
湿度	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
気圧	-	-	-	-	○	-	-	○	-	-	○	○	○	-	-	-	-	○	-	-	-
雨量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
蒸散（エバポレーション）	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
日照時間	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
日射量	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
地中温度	地表	-	-	-	○	-	-	○	-	-	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-
	30cm	-	-	-	○	○	-	○	○	-	-	-	○	-	○	○	○	○	○	-	○
	50cm	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	100cm	-	-	-	-	○	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
視程	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
気象現象	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
雲量	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
雲形	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
雲底高度	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
計算による算出値																					
観測所気圧	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
平均海面気圧	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
相対湿度	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
露点温度	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
飽和蒸気圧	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
観測時間／頻度	5 回／日（3 時間毎） 観測の開始時間：協定世界時 00:00 UTC																				
データ送信方法	SMS による観測データ送信																				

- 高層気象観測

高層気象観測に関しては、ガラパゴス諸島の San Cristobal 及び Guayaquil の 2 カ所の観測所においてラジオゾンデ（ラジオゾンデ：バイサラ RS92）による 1 日 1 回の観測（観測実施時間：協定世界時 12:00 UTC）が実施されている。高層気象観測用バルーンに使用しているガスは、以下の通りである。

- San Cristobal：水素ガス
- Guayaquil：ヘリウムガス（観測所が街中に位置しているため）

- 気象レーダー観測

現在、INAMHI は、首都 Quito の南の El Troje に X バンド気象レーダーシステムを設置して、人口が集中している首都地域の防災と研究目的のため雨量観測を行っている。



INAMHI の小型船舶レーダーシステム

X バンド気象レーダーシステムの観測範囲は、通常、半径 20~30km 程度であることから、山々に囲まれている Quito 地域の雨量観測には最適であるが、予算が十分に確保できなかったことから、日本製の小型船舶レーダーシステムを購入して使用

しており、適切に気象観測（降雨観測）が実施できていない状況である。船舶レーダーシステムのアンテナは、スロットアレイアンテナ（Slot-array Antenna）であるため、アンテナビームの形状が団扇ビーム（Fan Beam）である。そのためアンテナビーム幅が 10 度と極めて幅広いため、アンテナビームが地面に当たり、多くのグランドクラター²を受信している。

X バンド気象レーダーシステムは、降雨減衰が大きいいため、広域の大雨観測には適さないという特徴を有しており、将来的には、災害からの首都防衛の

El Subproceso de Predicción Meteorológica del INAMHI emite la siguiente alerta:

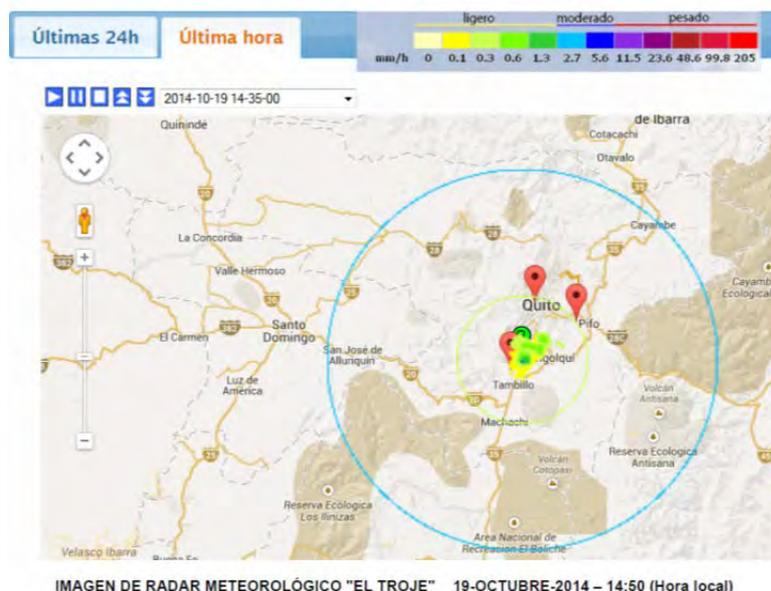


図 3-5 El Troje 気象レーダーシステムの画像

出典：INAMHI のホームページより

² グランドクラター：気象レーダーの受信電波に含まれる山や建物などによる反射の電波。山や建物などは、レーダーの電波を強く反射する性質を持っているため、それらの反射波が降水域と重なると正確な観測の妨げとなる。

ため、更に2基のXバンド気象レーダーシステムを Quito 近郊に設置して、相互に補完して観測を行う計画を INAMHI は有している。

<INAMHI Guayaquil 地域気象事務所>

エクアドルにおいて、一番、人口が集中している Guayaquil に地域気象事務所を置いている。Guayaquil 気象事務所では、独自に太平洋沿岸地域（コスタ）の予報及び警報を公表している。特に、洪水を引き起こす大雨に関する予報及び警報を防災関連機関やマスメディアに対して適時、提供している。また、前述した高層気象観測（1カ所）、地上気象観測（40カ所）及び Guayaquil に流入する河川の水文観測（25カ所）も担当している。



Guayaquil 地域気象事務所の予報室

<INAMHI San Cristobal 気象観測所>

ガラパゴス諸島の San Cristobal 気象観測所は、1967年に設立され、長い観測の歴史を持っている。職員は3名で、シノプティック気象観測所としても、WMO に登録されているほか、自動気象観測システムも1基設置されており、INAMHI 本局の Quito へ、インターネットにより5分毎に観測データが自動で送信されている。シノプティック気象観測は、5回/日実施されている（現地時間：06:00、09:00、12:00、15:00、18:00）。また前述したように、1回/日の高層気象観測も実施されており、世界の気象機関が観測情報を利用している。



図 3-6 ガラパゴス諸島地図
(San Cristobal 観測所位置)

国際機関との協力に関しては、アメリカ海洋大気庁（National Oceanic and Atmospheric Administration : NOAA）との共同によるオゾン観測が実施されている（2013年及び2014年に各1回ずつ実施）。

San Cristobal 気象観測所では NOAA による小型ウィンドプロファイラーによる高層気象観測（風向・風速）の研究が、1994年10月5日より実施されていたが、2007年4月18日に終了され、その後機材は撤去され米国へ送還された。この研究では、NOAA は観測



San Cristobal 気象観測所

データを INAMHI と共有していないため、観測内容及び研究の結果は、何ら知らされていない。

- 調査研究プロジェクト

INAMHI が実施している調査研究プロジェクトは、以下の通りである。

表 3-15 INAMHI が実施中の調査研究プロジェクト

番号	プロジェクト名	プロジェクト目標	プロジェクト額 (US ドル)	実施期間	履行期間(月)
1	降水量定量観測のためのプラットフォーム開発	気象レーダーシステムを用いた降水量の定量観測のためのプラットフォーム (モデル) の開発 (Quito)	2,032,446.00	2012 年～2014 年	33
2	太陽光の紫外線予報システムの開発	太陽紫外線パラメータの検証及び紫外線予報の確立	426,420.00	2012 年～2014 年	33
3	エクアドル全土の予測システムの開発 (数値モデリングと統計)	INAMHI で使用されている数値予報モデルと統計モデルのプロダクトの比較	2,131,152.00	2013 年～2014 年	16
4	海洋大気圧に係わる指標の開発 (ガラパゴス諸島とエクアドル太平洋沿岸域間及びリトリタル地域の降雨観測)	ガラパゴス諸島とエクアドル太平洋沿岸域間の領域の予報精度の向上	912,588.12	2013 年～2014 年	21

- 調査研究プロジェクト

エクアドル気象分野に対する国際協力は、以下の通りである。

表 3-16 国際協力プロジェクト

番号	プロジェクト名	プロジェクト目標	実施期間	プロジェクト額 (US ドル)	協力機関名
1	INAMHI - IDR プロジェクト	アマゾン河川流域及び太平洋沿岸河川における水文及び地球力学の実態調査	2011 年～2017 年	-	フランス政府 (フランス気象庁)
2	フィンランド気象研究所プロジェクト	自動気象観測システムによる観測ネットワークを構築し、観測データのデータベースの開発	2014 年完了予定	-	フィンランド政府 (フィンランド気象研究所)
3	スイス気象庁プロジェクト	気候変数アンティサナ氷河 (15 アルファ) の観測能力の向上	2012 年～2017 年	\$ 30,000	スイス政府 (スイス気象庁)

3-2-4 エクアドルの地方自治体の防災体制

地方自治体 (市レベル) の防災体制の現状を把握するため、3 市の視察を行った。

SGR は、各地方自治体に対し、防災担当ユニット (Unidades de Gestión de Riesgos : UGR) の設置を呼びかけているが、すべての地方自治体に設置されているわけではなく、設置されていても規模、組織上の位置づけは各地方自治体に委ねられていることから地域差が大きい。UGR が未設置または設置されていても規模が小さい場合は、アジェンダ (緊急対応計画) 等の策定ができていない場合があり、そのような地方自治体では早期の策定が求められる。

それぞれの視察地では地域特性に起因する課題を有しているが、いくつか共通した課題がみられる。例を示すと以下のとおり。

- 政権交代により担当者が交代しており、経験の乏しい職員が多いが、組織として経験知が引き継がれておらず、災害が多い印象と裏腹に災害経験が防災対策に活かされていない。
- SGR 等が作成したハザードマップや災害シナリオがそれぞれの市町村で十分に認識されておらず、「自分たちの地域のリスク評価」として受け止められていない。
- UGR の設置・運営については SGR が作成したマニュアルがあるが、最終的には各地方自治体の判断に委ねられていることから、規模や組織上の位置づけが自治体によって異なる。
- 他の市町村と比べて先進的な防災対策を推進している市町村もあるが、市町村間の連携が弱く、このことが周辺の市町村の参考となっていない。

< Santa Elena 県 Salinas 市 >

Salinas 市は Santa Elena 県に属し、住民 68,675 人（2010 年統計）を有する人口は、週末には観光客で 20 万人になる。この地域は太平洋に突き出した半島状の地形で、三方からの津波の襲来がありうるが、市域の大半が想定される津波浸水域である一方、津波からの避難が困難な地域とされる。主要産業は塩と観光業であり、市役所の職員は約 200 人が配置されている。防災担当ユニット（UGR）が 2012 年に危機管理部（職員 6 名）の下に設置されたが、政権交代に伴い担当者が代わり経験のない担当者が多く、技術支援を必要としている。特に防災教育にかかる教材が整備されていないため、学校の先生が児童に災害のメカニズムを説明する際、支障をきたしている。津波からの避難については、行政からの勧告に基づき行うものという認識があるようで、地震発生後に住民自身が自発的に避難を行うことについて批判的な意見が聞かれた。地震・津波については、末端まで情報を伝える情報伝達手段がなく、2 つあるパロキアと呼ばれる小教区には拡声器（市関係者は屋根裏の声と表現）を使って住民に情報を伝えている現状である。実情としては、SGR が INOCAR からの情報に基づき 10～15 分で県に津波警報を発出するが、同情報が住民に届くまでは非常に長い時間が必要とされ、情報伝達ツールがないことから、正確性に欠ける情報が住民に届き、混乱が生じるリスクがある。

実際に 2011 年 3 月 11 日の東日本大震災の際の避難の映像を見ると、市は交通局、警察を動員し住民の避難を実施したが、何時にどの程度の高さの津波が来るのか不明のまま避難オペレーションが実施され、戸惑う住民の姿が確認された。避難は日中に実施されたが、実際にサリナス市に 50 cm の津波が到達したのは深夜 0 時前後であった。死者は出なかったものの、係留方法に問題があった漁船の大半が引き潮により座礁し、住民の生計手段に大きな影響を与えた。

< Galapagos 県 Santa Cruz 市 >

Santa Cruz 市は Galapagos 県に属し、住民 15,393 人（2010 年統計）を有しており、主要産業は観光業である。市役所の職員は約 200 人が配置されている。防災担当ユニット（UGR）は技術部の下部に組織され担当部長 1 名、エンジニア 1 名、設計担当 1 名、秘書 1 名という体制である。政権交代により UGR には経験のない担当者が多い。

ガラパゴス諸島は遠地津波のリスクを抱える地域であり、INOCAR の支局を有するサンタクルス市はエクアドルの津波対策・観測の前線基地であるため、同地域の津波対策の強化は重要

である。重要な東日本大震災の際にはサンタクルス島は 1.5m の津波の被害を受けて、海洋研究所ガラパゴス支所や港湾施設、病院等が浸水した。全島民の避難を実施して死者は出なかったが、警報解除が困難であった。この被害により、約 100 万ドルの復興のための予算が必要となった。その後の 2014 年 4 月のチリ国イキケ地震では 50 cm の津波が計測されている。

同市が抱えるリスクとしては、海難事故、火災、外来種侵入、燃料事故、交通事故、潜水事故、道路寸断による孤立地区、水質汚染、火山、洪水、津波などがあげられる。津波については現在 3,029 名が津波リスクのある場所に居住している一方で、観光客が何人滞在しているのが把握できない状況であるため、津波発生時に観光客を守るためには観光局との連携が重要と認識している。避難誘導を円滑にするためにも、市街に設置されている避難誘導標識の多言語化等が求められる。また、垂直避難が可能となる建築物はあるものの、ホテル等の民有施設であることから避難場所にできないという課題がある。

津波のシミュレーションがエクアドル海軍海洋研究所 (Instituto Oceanográfico de la Armada: INOCAR) と SGR の協力で実施されており、エスメラルダスで地震が発生した場合、同市に津波が襲来する時間は 1 時間 33 分後、また 10m 以上の高台に避難をすることが必要と想定されている。市内には、トイレ、電灯、水の確保を考慮し、避難所が 2 カ所設置されている。防災教育については主に学校の先生を対象に避難訓練、応急処置、火災消火について市が指導を行っている。

津波警報プロトコールについては、県 SGR から入る津波警報に基づき、市長の命令により、サイレン親局が設置されている INOCAR ガラパゴス支所の職員がサイレンを鳴らす体制が取られている。またサイレンスピーカーは市役所港湾局の鉄塔に設置されており、マイクを使った情報の発信も可能である。加えて同市では、調査団滞在中に、生徒 105 名、教員 11 名、防災関係者約 30 名の参加を得て、避難訓練が実施された。COE の立ち上げから、避難指示、中学校 (1 校) から避難所への避難という総合訓練が実施され、避難訓練実施後の評価も行われており、近地津波のリスクは低いものの防災対策への意欲は高い。訓練実施後の評価で抽出された課題 (COE の施設整備や、立ち上げ手順の確認等) には重要なものが多く含まれているため、早期の課題解決が求められている。しかしながら、UGR の職員が少なく、担当職員の負担は大きい。

<Esmeraldas 県 Esmeraldas 市>

住民 189,504 人 (2010 年度統計) を有する Esmeraldas 市は Esmeraldas 県に属し、市の北にはビーチがあり、港湾、空港がある。中央部は商業・サービス施設が建設され、南部には陸上輸送ターミナル、石油精製施設を有する。エスメラルダ川はエスメラルダ流域に属している。市の西側には高台があるが、不法侵入の住居が存在し、地滑りのリスクを抱える。市の東側 20% の地域には住宅が建設されている。2011 年にオックスファム・インターナショナル (Oxfam International) の支援を受け、市役所環境管理局の下に UGR (5 人) が設置され、防災教育への対応も環境教育の一環で実施している。過去の災害履歴に関し、地震活動に関しては、1906 年 1 月 31 日 M8.8 の地震により 1,500 人が影響を受けた。また、1958 年 1 月 19 日に発生した M7.7 の地震では市の 30% が被害を受け、11 人死亡という被害の記録がある。

津波については、INOCAR が津波調査を実施しており、山口方式で計算を行っている。M8.8 の地震で行ったシミュレーションでは津波の高さは 5.5m、第一波は 15 分で到達すると予測されており、近地津波への対応が急務となっている。同市は津波緊急計画を有し対応に当たっているが、被害想定では市民約 19 万人のうち 30%が被災という結果が出ている。1906 年規模の地震による津波の浸水マップも作成済み（作成には INOCAR、SGR が支援）である。

津波警報システムを有し、県 SGR から COE の議長である市長（又は市長の代理人）に入る警報を受け、避難を決定した場合、避難指示にかかる市長の命令が消防局長に入り、消防局の親局からサイレンを鳴らす。警報サイレン子局が町の北と、中央に設置されており、直径 4 キロの伝達能力がある。サイレンの発動後は、COE の議長である（市長）30 秒サイレン、10 秒休止を繰り返す。この他、軍、消防、警察が所有する拡声器から危険を知らせる。近地津波の場合には、揺れたらサイレンが鳴らなくとも避難所に避難するという教育を推進している。なお、避難指示を出すのは市長かガバナドールである。津波警報は SGR 中央から県と市に直接連絡が行く、津波の避難指示が複数の市にまたがる場合には、ガバナドールが避難指示を出し、1 市の場合には、市長が指示を出す体制が確立されている。

また遠地津波に対しては、市長がマイクを使って市民に津波のリスクがあることを伝え、備えを促した後で、到達時間を加味してサイレンを鳴らすタイミングを検討している。浸水シミュレーションを実施、教育機関、コミュニティに対して普及するとともに、標識を作成し、避難ルートと安全地区を住民に周知している。また、同市には図書館（平日開館）に子供たち、脆弱性の高い人のための学習施設（リスク広場）があり、遊びながら楽しく学ぶという方針で防災知識の普及に努めている。市内外から毎月 200 人程度の訪問がある同施設は国際支援で整備がされたもので、国連難民高等弁務官事務所（UNHCR）、国際連合児童基金（UNICEF）、オックスファム・インターナショナル（Oxfam International）ワールドビジョン（World Vision）、赤十字社（Red Cross）等の支援を受けたものである。

津波に対するハザードマップも作成済みで、マップに従い、脆弱性のある住宅地に対しては、都市開発住宅相が移転を実施している。ハザードマップは市の防災研修等にも用いられているが、訓練に基づく避難地の認知率は 50%程度とされており、避難地の認知度を高めるためのハザードマップの周知、啓発が求められている。

2011 年 3 月の経験を基に、関係機関はシミュレーションを行っている。部分訓練、総合訓練、2013 年 2 月 6 日にコロンビアとの 2 国間訓練を実施。地震、津波のリスクを考慮し、県 COE 及び市 COE を安全な場所に移動（代替場所：津波緊急対応計画で規定）した。県 COE 県は学校の校庭に移動、市 COE 市は広場（海拔 18m）に移動した。最近では市では図上訓練と実動訓練を実施している。また、代替場所の COE には緊急時のコミュニケーション設備がなく、特に上記訓練実施時には県との情報伝達に支障をきたしたことが課題となった。加えて、サイレン装置のカバーエリアから外れる居住地があり、警報が住民に十分行き届かない地域もあり、さらには市民が市内に 16 カ所ある避難場所を十分理解していないことが課題として確認された。

3-3 エクアドルの津波防災体制

津波が懸念される事象の発生が明らかになったとき、INOCAR の津波警報センターより SGR と地方公共団体の双方にその情報が伝達されることになっている。SGR は、INOCAR から提供される情報をもとに、社会・経済的な脆弱性を勘案して対応シナリオを決定し警報が発表される。現在、警報は、全国一律に出されており（地区分けは、なされていない）、まず、SGR より 24 の県・郡レベルの地方公共団体に届けられ、県・郡レベルは、それぞれその情報をもとに被害発生の有無や程度などに関する判断を行い、対応の内容を決定することになっている。しかし、現行では、地方公共団体の判断能力は十分ではない状況にあるので、SGR として、その判断に資する情報を提供することを心がけているとのことである。警報は、県・郡レベルから傘下の 221 の市町村に届けられるが、そのレベルの地方公共団体の判断能力はさらに低い状態にあることから、SGR が支援情報を提供することとしている。

各市町村では、地域開発計画の中に危機管理の事項を盛り込むことが定められており（憲法 340 条）、その作成の支援を含む地方組織の危機管理能力強化に SGR の社会建設部門が関わっている。国、県および市町村のそれぞれのレベルにおいて危機管理委員会（CGR）が設立され、この CGR を中心として災害対応の準備がなされており、緊急事態が発生したときには、この CGR が緊急運営委員会（COE）と名前を変え、対応に臨むこととなる。COE には 7 つの事務局があり（1）水、2）衛生、3）インフラの復旧、4）総合的対応、5）総合的な安全、6）生産と人命、7）教育・文化遺産・環境）、それぞれがその責務に応じて緊急事態に対応する。SGR は、国レベルの CGR あるいは COE を支援する機関として位置づけられている。SGR では、避難訓練と組織の対応訓練の 2 種類の訓練を実施し、防災対応能力の向上に努めており、組織対応訓練については、SGR が県レベルの訓練を実施し、各県がその傘下の市町村の訓練を実施している。

以下に、ここ数年においてエクアドルが実施した防災活動の内容の概略を示した。

表 3-17 エクアドルが実施した防災活動

実施項目	実施内容
リスク低減計画	1,881 の学校のリスク低減計画の策定（2011 年 10 月～2013 年 6 月）
学校での避難訓練	902 教育機関による避難訓練の実施
家庭の緊急事態計画	2013 年 2 月から 2014 年 6 月に 145,636 人の学生の代表が家庭緊急計画を策定
学校へ緊急時用リュックサックの提供	594 の緊急時用リュック及び CO2 消火器 3 台と PQS:1 の供与
応急処置キットの提供	避難訓練に参加した幼稚園児に対し応急処置キット：2,299 を提供

以下にエクアドルに対する各国・他ドナー防災関連に関する国際協力を示した。

表 3-18 エクアドルに対する防災関連に関する国際協力

国際協力機関名	実施年	計画名	プロジェクト額	計画概要
DIPECHO-UNISDR	2013年～2014年	兵庫行動枠組みの優先課題の強化を通して南米地域の各国・地域レベルで防災能力強化	600,000 US ドル	南米地域における防災の重要性の認識や啓発を通じた各国やコミュニティの災害からの回復能力の強化
DIPECHO-UNESCO	2013年～2014年	チリ、コロンビア、エクアドル、ペルーにおける防災教育・科学	137,600.15 US ドル	教育、科学を通じて公的機関(危機管理機関、教育相、大学)の専門家や技術者の防災能力の強化
DIPECHO-PNUD	2013年～2014年	地域レベルにおける防災の効果的な行動の策定設計と脆弱性軽減のための研修及び研究	910,000 US ドル	防災につながる効果的なパイロット行動を適用するにあたり自治体政府やSGRへの支援
DIPECHO-CARE	2013年～2014年	Guayaquil 都市部危機管理総合システム	872,207.00 US ドル	Guayaquil 市の脆弱な地区の地質的、水文気象に起因する脅威に対して人命や物的損失のリスクや社会経済費用の削減
DIPECHO-FICR	2013年～2014年	効果的且つ公的に認可されたツールや方法を使ったリスク低減及び地域の回復力強化のための決定プロセス向上	648,879.29 ユーロ	需要に応じたツールのシステム化、啓発、技術研修を通して南米における都市部コミュニティの回復力、リスク軽減、準備に関する決定プロセスの強化

3-4 地域・コミュニティレベルでの防災対策（啓発、情報伝達、避難経路等）

SGR では、避難訓練と組織の対応訓練の2種類の訓練を実施し、防災対応能力の向上に努めており、組織対応訓練については、SGR が県レベルの訓練を実施し、各県がその傘下の市町村の訓練を実施している。

住民への情報伝達は、メディアを介したものの、携帯電話のSMSを活用したもののほかに、沿岸部にサイレンを展開し、その吹鳴によって伝達することも行われている。2010年に北部エスメラルダス県に導入されたサイレンのシステムは、マニュアルで操作し、必要な対応行動によって音を変える仕組みとなっている。現在実施されている訓練の概要は、以下の通り。

- SGR では、目的別に様々な訓練を実施している。例えば、県知事や市長クラスが、提示されたシナリオをもとに対応することで適切な状況判断能力を養うといったものもあれば、警察や消防、赤十字などの参加による救急対応の訓練、市民参加による津波などを想定した避難訓練などがある。
- 訓練のシナリオは、目的を明確にした上で、関係機関と協議のもと、SGR が作成している。例えば、エスメラルダス県での津波からの避難訓練にあたっては、IG-EPN や INOCAR などから提供された科学的な知見を基に被害の想定を行った（1906年に発生した津波を想定の基礎とした）。
- 津波からの避難訓練にあたっては、まず、技術部門が、どこが安全な場所か、避難経路はどこかといったことを明示した地図を作成し、それを基に社会建設部門のスタッフが現地にて教育・啓発活動を行うことにしている。3カ月程度の時間をかけて、津波とはどのようなものか、そのときにはどうすればよいか（強い揺れを感じたらすぐに逃げる等）を、地図を基に回を重ねて説明し、訓練に備えている。

中央政府と地方自治体の災害対策に関する責任範囲を下表に示した。

表 3-19 中央政府と地方自治体の災害対策に関する責任範囲

通常時及び災害発生前	
中央政府の責任範囲	地方自治体（県及び市）の責任範囲
<ul style="list-style-type: none"> 準備や対応のための標準や手順、手法の策定 脅威や災害の監視 災害対応の国家戦略の確立 災害に備えて訓練やシミュレーションの実施 防災キャンペーンの実施 脆弱性の低減対策の実施 	<ul style="list-style-type: none"> 災害対応のプロトコルの策定 災害に備えて訓練やシミュレーションの実施 地域組織の対応能力強化 コミュニティ能力強化 標識の作成と設置 安全地帯と集合場所の設定
災害時	
中央政府の責任範囲	地方自治体（県及び市）の責任範囲
<ul style="list-style-type: none"> 科学技術報告に基づいた警告基準の変更及び発令 イベントの展開を監視 地域の能力を超えた場合、リソースを用意 必要な場合、県や国レベルの COE の始動 地域の当局を支援するための投入準備 対応とコミュニケーションのプロトコルを発令 	<ul style="list-style-type: none"> 避難所のリストアップ 危険度の高い場所へのアクセス制限 各 COE の議長が公式スポークスマンの役割を担う 危険度の高い地域にいる市民の避難指示・実施 被災者や被害者への人道支援 市民の安全と総合ケアを保証するための活動を実施
災害後	
中央政府の責任範囲	地方自治体（県及び市）の責任範囲
<ul style="list-style-type: none"> 災害後復旧計画策定 被災者の心理社会的ケアのための全国戦略策定 災害時の遺体の取り扱いのプロトコルを発令 	<ul style="list-style-type: none"> 被災地域の構造物復旧の計画策定 被災者のケア 災害後の復興強化のための公的政策の実施

第4章 防災セクターの協力方針検討

4-1 我が国の対エクアドル援助政策・方針

エクアドルは、石油など豊富な鉱物資源を有しており、また多様かつ豊かな自然環境を背景とした農水産品の生産国であることから、これら資源・食料の我が国への供給国としての可能性を有している。我が国がエクアドルに対し、ODA 大綱の重点課題である「貧困削減」及び「地球規模の問題への取組」の観点から、ODA を通じた支援をしていくことは、同国の主要な開発課題の解決に貢献する上で有意義であり、こうした支援を通じて構築された二国間関係は、我が国の資源や食料の確保を含む二国間貿易の一層の発展にも資するものである。我が国は、「貧困削減と公平な社会に向けた格差是正」を開発援助の中核とし、エクアドルの均衡のとれた自立的・持続的な発展の促進に貢献していくことを援助の基本方針（大目標：格差是正と持続的発展）として掲げ、格差是正及び環境保全・防災の2つを重点分野（中目標）としている。

重点分野の「環境保全・防災」に関しては、ガラパゴス諸島、アンデス山脈、アマゾン河上流域の熱帯雨林などの森林破壊などは、国境を越えて広域的に自然環境に対して影響を及ぼす恐れがあることから、地球規模の課題への取り組みという視点も考慮して、これら豊かな自然環境の保全に取り組む同国への協力にも努める。また、自然災害が増加傾向にある中、防災分野への支援にも努めるとしている。

4-2 災害種別の協力の方向性（案）

4-2-1 気象

現在 INAMHI が運用している気象レーダーシステムは、降雨減衰が大きいため、広域の大雨観測には適さないというデメリットを有しているため、将来的には、更に2基のXバンド気象レーダーシステムをキト近郊に設置して、相互に補完して観測を行う計画を INAMHI は有している。

エクアドルの洪水多発地域は、グアヤス県、マナビ県、エスメラルダス県など太平洋沿岸地域の低地である。特に、エクアドル最大の都市グアヤキルを有するグアヤス県では、エルニーニョ現象による大雨の度に、大きな被害が発生している。エルニーニョ・ラニーニャ現象による大雨は、赤道固有の波動の影響で7~10日の周期で強まることもわかっていることから、このようなメカニズムを詳細に把握することが、大雨の予測精度を向上させるためには必要不可欠である。またエルニーニョ・ラニーニャ現象による降雨は、数10~数100kmのメソスケール現象であるため、地上気象観測で捉えることが難しく、加えて降雨現象の時間スケールが半日~1日と短いため、気象レーダーシステムによるリアルタイムの観測を実施することが、防災上、極めて効果的であり、信頼のおける予警報を各防災機関に対して迅速に提供することが求められている。

Sバンド気象ドップラーレーダーシステムは、“ロングレンジ”、“リアルタイム”を最大限に活かしたシステムである。他のバンド帯の気象レーダーシステムに比べ、容易に高出力な電波

を送受信でき、大気や降雨の減衰を受けることが最も少なく、広域にわたり定量的な雨量情報を得られるメリットを有している。そのため、エクアドルの太平洋沿岸中部地域に1基のSバンド気象ドップラーレーダーシステムを設置することにより、太平洋沿岸地域の低地全体を的確に観測できる可能性がある。

なお、具体的な案件形成に際しては次の点に留意し、更なる検討が必要である。

- エクアドルが中進国であることに鑑みると、何が適切な実施スキームか。
- INAMHIはSバンド気象ドップラーレーダーを運用した経験が無いことから、同レーダーを用いた観測、地上観測雨量に基づく較正、観測データの解析、レーダーの保守管理方法などをどのように修得していくのか。
- SGRやINOCAR等の各防災関係機関が必要としている気象情報を把握し、それに適した形で情報提供を行う仕組みが併せて導入されなければ、各機関での気象情報の活用は期待できない。

4-2-2 地震・津波

2014年度エクアドル側（SGR）から、国別研修「津波災害管理コミュニティ能力強化」の要請があり、要望調査において実施可否を検討中である。既存案件「津波を伴う地震のモニタリング能力向上プロジェクト」との高い相乗効果が期待できる国別研修である。本邦研修の前後にエクアドルで行う事前フェーズと事後フォローアップフェーズを設けることで、研修の成果が現地に根付くための計画を策定し、SGRから了解を得た。本邦研修にはSGR中央から2名、県防災関係部局から3名、市役所UGRから9名の計14名が参加予定。今後SGRが津波リスクの高い県を3つ選定し、それぞれから3市の候補地を選定予定。なお、上述のとおり比較的取り組みが進んでいる市とこれから強化が必要な地域の双方を敢て参加させることで、県やトップランナーが他の市の防災対策の強化にアドバイスができる環境を整備することが期待される。

他方で、上述のとおり、調査団が訪問したサリナス市においては、地震・津波警報サイレンシステムがなく、パロキア長の住宅に設置された拡声器を使って住民に警報を周知している状況であり、警報が住民に十分行き届かないリスクを抱えている。また、サイレンシステムが整備されているサンタクルス市、エスメラルダ市では、設置されているサイレンによりカバーできている地域が限定的で、リスクのある全ての住民に適時に警報が行き届く状況にはない。従って、草の根無償を活用したサイレン塔の供与はコミュニティの防災対応力の向上に大きく貢献できる有効な支援案である。

なお、カバーする必要のあるエリアに応じてサイレン塔（子局）の数を検討する必要がある。候補市の選定にあたっては、国別研修に参加する候補市のプロフィールを確認した上でサイレンシステムを有しない市を優先して検討が可能である。また、海岸線沿いに設置することで災害弱者である観光客の被害を最小限に押さえることが可能となることが期待される。

4-2-3 防災教育

国別研修の帰国研修員が作成したアクションプランの実施モニタリングや、供与されたサイ

レン塔を活用して実施する避難訓練、防災教育の推進を業務内容とした青年海外協力隊（市役所にて UGR を統括する部署）はプログラムアプローチの推進とパッケージ支援戦略において有効である。今回訪問した 3 市の助役・UGR 長との協議において必要性は確認され、防災教育にかかる隊員を歓迎する旨発言があった。本隊員は市の防災担当（UGR）と共にコミュニティ防災や学校での防災教育の推進に寄与すると期待される。

以上

別 添 資 料

1. 国別研修「津波コミュニティ防災能力強化」コンセプト資料
2. 青年海外協力隊「防災教育」業務内容（案）

Training Program in Japan

	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun
1 st week	Move to Japan	Arrive at Japan(Tokyo)	Briefing and Program orientation at JICA	Central Gov. CAO, JMA, MLIT, FDMA, Training Institute		DM center (Honjo)	Move to Shizuoka
2 nd week	Shizuoka Prefecture						
	Job report presentation (Public seminar)	Disaster management Plan of Prefecture	Observation of Drill	Disaster management Plan of City/Town	Observation of education program at school	Participate in evacuation drill	Move to ??
3 rd week	←—————→			Move to Shizuoka	Action Plan presentation	Leave for Ecuador	Arrival at Ecuador
		??			Evaluation JICA		

Duration of Municipality chief join

3-year Plan(tentative) for capacity development program

	1 st year (2015)				2 nd year (2016)				3 rd year (2017)				Follow up (2018)			
	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q	1 Q	2 Q	3 Q	4 Q
Tsunami Protocol Workshop		▲														
Preparation seminar			▲				▲					▲				
Top Executive Training			▲													
Local Official Training			▲				▲					▲				
Implementing the action plan																
Follow up & Feedback Seminar							▲					▲				▲
Monitoring mission from Japan		▲					▲					▲				▲
JOCV																
Grant Aid for grass-roots																

A1-2

Concept paper for capacity development concentrated on “country focused training program”.

1. Preparation Phase in Ecuador

(1) Tsunami Protocol Workshop(3 days).<Only first year>

1) Purpose:

- To explain current Tsunami warning/evacuation Protocol
- To discuss and consider weak point of current Tsunami protocol.

2) Participants:

- 2-4 from SGR(Central)
- 3 from Prefecture (1 person from 3 prefecture)
- 3 from UGR of Municipality (1 person from each 3 prefecture)
- IG and INOCAR

* This workshop can be done 1.5-2 month before the training program in Japan.

(2) Pre-departure seminar for the training program.<Every year>

1) Purpose:

- Setting goals for training program in Japan.
- Discussion for each responsibility (Central, Prefectural and Municipal) for countermeasure towards Tsunami

2) Participants (same as training Japan.):

- 2 from SGR(Central).
- 3 from Prefecture (1 person from 3 prefecture).
- 9 from UGR of Municipality (1 from each 9 municipality , 3 municipality can be selected from each 3 prefecture)

* This workshop can be done 1 month before the training program in Japan.

2. Country Focused Training Program in Japan(2-3 weeks)

1) Purpose

- To understand possible countermeasure toward Tsunami disaster at municipality level which has tsunami risk

2) Contents of the training

- Mechanism of Earthquake and Tsunami
- Damage simulation.
- Key issues for DRR at municipal level
- Community based disaster management toward Tsunami
 - >Role of volunteer based community management group

別添 1-2

- >Training plan (community and volunteer based community management group)
- Education program for DRR for Tsunami
 - >Drill Planning (staff, community and volunteer based community management group)
 - >Observation of disaster educational facility
 - >Observation of practical workshop for DRR
- Action Plan

3) Participants :

- 2 from SGR (Central).
- 3 from Prefecture (1 person from 3 prefecture).
- 9 from UGR of Municipality (1 from each 9 municipality , 3 municipality can be selected from each 3 prefecture)

*High level training from municipality can be implemented only for first year to get interest in DRR in order to promote smooth implementations of the action plan. And training for working level will be implemented one time/year for 3 years.

3. Follow up phase in Ecuador

1. Implementation of action plan<every year>

1) Purpose

- To reduce risk and vulnerability at each Municipality
- To grasp challenge to be solved through evaluation

2) Responsible person:

- 4 from SGR (Central)
- 6 from SGR (2 from each 3 prefectures), Prefecture.
- 18 UGR of Municipality (1-2 from each 9 prefectures, 3 municipality can be selected from each 3 prefecture)

*Participant can be ex-participants of the training in Japan and candidates for up-coming training in Japan.

2. Feedback seminar(2days)<Every year>

1) Purpose

- To share result of action plan and lesson from it.
- To discuss effective DRR activity toward Tsunami

2) Participants:

- 4 from SGR (Central)
- 6 from SGR (2 from each 3 prefectures), Prefecture.
- 18 UGR of Municipality (1-2 from each 9 prefectures, 3 municipality can be selected from each 3 prefecture)
- Other Municipality which has tsunami risk

*Participant can be ex-participants of the training in Japan and candidates for up-coming training in Japan.

end.

エクアドル「防災教育」隊員

職種：防災教育

配属機関：市役所にて UGR が所属する部局

配属先の規模・事業内容：

JICA は津波に対するコミュニティ防災に関する国別研修をエクアドルの 9 市を対象に 2015 年～2017 年に亘り実施し、我が国の津波防災の取り組みを共有、津波リスクの削減に向けたアクションプラン策定に関する支援を行っている。9 市には～市も対象となっていることから、同研修に参加した研修員が作成した同プランの作成支援とモニタリングが重要である。

要請理由・背景：

エクアドルはプレートの沈み込み境界に位置することから、地震活動が活発な地域に位置しており、地震による被害者数が多く、火山、津波のリスクも高い。更には、エル・ニーニョ現象の影響を受けやすく、急峻な地形が特徴的な山岳地帯を有することもあり、土砂災害も頻繁に発生し、雨季には平野部で洪水被害も頻発するなど、自然災害が人々の安全な暮らしを脅かしている。

エクアドルの太平洋岸では津波のリスクの高い地域が多く存在する。中でも～市においては地震発生から津波の襲来まで 15 分ほどしかなく、迅速な避難が必要とされる近地津波のリスクが高い地域である。

これに対して同市では、防災計画を策定し、被災後の対応開始ではなく、発災前の事前の備えを通じた減災対策の一環として、津波に対する市民への啓発、学校での防災教育の推進等取り組みを実施している。しかしながら、防災教育用教材の不足、低い避難場所の認知度、避難所にて適切な備蓄がなされていないなど、多くの課題が確認されており、津波から人命を守るためには継続的かつ効果的に取り組みが急務となっていることから本要請となった。

予定されている活動内容：

～市民、児童の津波に対する意識、知識の定着、避難率の向上を目的に、同僚と共に以下の取り組みを実施する。

- 1) 学校における防災教育支援
- 2) 住民への啓発活動支援
- 3) 防災教材の開発
- 4) 津波避難計画にかかる評価・アドバイス
- 5) 自主防災組織設立支援

ボランティアが使用する機材の機種名

事務机、イス、PC、プリンター、市役所の事務用品、カエルキャラバン等防災教育用教材

