



エル・サルヴァドルでの砂防技術協力 その2

長井義樹*

1. はじめに

2001年1月13日午前11時（日本時間1月14日午前2時）エル・サルヴァドル南のサンミゲル市の南西約105kmの太平洋沖合を震源とするマグニチュード7.6の地震が発生しました。この地震による被害は、エル・サルヴァドル全土におよび国家非常事態対策本部（COEN）によると1月17日までに死者726人、負傷者4,440人、倒壊家屋78,396軒、損傷家屋118,357軒、地すべり142箇所が確認されています。その後、今回の調査団派遣中の2月13日午前8時（日本時間2月13日午後11時）にサン・サルヴァドル東南東約20kmのサン・ヴィセンテ県を震源とするマグニチュード6.1の地震が発生しました。この2回目の地震の被害は、震源に近いサン・ヴィセンテ県とクスカトラン県を中心に発生し、2月15日までの新聞報道で死者283人となっていました。さらに2月17日にもマグニチュード5.1の地震があり3回の地震による被害は、死者1200人以上、負傷者約7000人、家屋の損壊等による被災者は約130万人といわれており、1986年のサン・サルヴァドル地震や1998年のハリケーン・ミ



写真-1 サン・ヴィセンテ市の倒壊した家屋（2月15日）

ッチの被害を大きく上回っています。

今回の派遣は、1月13日の地震の被害状況、エル・サルヴァドルの震災対策の状況を把握し、エル・サルヴァドルに対する震災復興、防災対策に関する具体的な協力案件を形成するための調査団で、私は砂防地すべり分野の一員として2月12日～25日の2週間首都サン・サルヴァドルに滞在し、調査をおこないました。（写真-1、2）



エル・サルヴァドル共和国全国図

* 国土交通省河川局砂防部保全課課長補佐

2. 調査団の活動内容

(1) 調査団の構成、日程

調査団総勢10人で、団長他7人多くのメンバーが2月12日に出発し、その後各分野ごとに派遣日数が異なったため最後のメンバーが帰国したのは3月26日となっています。

調査団の構成は、以下の通りです。(私以外。所属等は当時のもの。)

| | | | |
|----------|---------------|------|-----------|
| 団長 | 外務省 | 米谷光司 | 2/12～2/18 |
| 砂防・地滑り | 土木研究所 | 寺田秀樹 | 2/12～2/25 |
| 保健衛生 | 国立国際医療センター | 安田直史 | 2/23～3/26 |
| 防災計画 | JICA | 大井英臣 | 2/12～2/23 |
| 協力計画 | JICA | 河内正浩 | 2/12～2/23 |
| 建造物危険度診断 | システム科学コンサルタンツ | 谷 和明 | 2/17～3/26 |
| 建造物危険度診断 | システム科学コンサルタンツ | 赤堀正和 | 2/17～3/26 |
| 通訳 | JICE | 前山真吾 | 2/12～3/26 |
| 通訳 | JICE | 樋口安紀 | 2/12～2/25 |

砂防・地滑り分野は以下のような日程で行動しました。

| | |
|------|---|
| 2/12 | 成田発 サン・サルヴァドル着 |
| 2/13 | 訪問：外務省、JICA駐在員事務所、 日本大使館訪問 聞き取り調査：公共事業省、農牧省、住宅庁、 サン・サルヴァドル首都圏 計画局 |
| 2/14 | ヘリコプターによる現地調査 聞き取り調査：公共事業省、農牧省、住宅庁、 環境省 |
| 2/15 | 現地調査（国際空港高速道路） |
| 2/16 | 現地調査（ラス・コリナス、ロス・チョロス） |
| 2/17 | 現地調査（サン・ヴィセンテ周辺） |
| 2/18 | 現地調査（リオ レンバ） |
| 2/19 | 現地調査（ラ・リベルタ） |
| 2/20 | 報告書作成 |
| 2/21 | 関係者への調査報告会、公共事業省地質工学 研究所訪問 |
| 2/22 | 現地調査（セロベルデ、コアテベケ周辺） |
| 2/23 | サン・サルヴァドル発 ヒューストン着、ヒューストン泊 |
| 2/24 | ヒューストン発 |
| 2/25 | 成田着 |



写真-2 2月13日の地震の震源にサン・ヴィセンテ県内の集落
(2月14日)

(2) 聞き取り調査

調査は、関係機関からの聞き取り調査から始めました。外務省を訪問し被害の状況、各国の援助の状況を聞いた後、大使館で大使より被害状況、日本からの援助の概要を聞いています。

次に市内ホテルの会議室で住宅庁、公共事業省道路局、農牧省再生可能天然資源局、サン・サルヴァドル首都圏計画局、環境省からそれぞれの対応状況の聞き取りを行いました。出席した各機関の役割は、おおまかには以下の通りです。

| | |
|---------------------|-----------------------|
| 住 宅 庁 | 被災民のための住宅建設 |
| 公 共 事 業 省 | 都市部の対策 |
| 農 牧 省 | 農村部、山間部の対策 |
| 環 境 省 | 各省の調整 |
| サン・サルヴァドル 首都圏計画局 | サン・サルヴァドル 首都圏の都市計画 |

各機関からの聞き取りの状況は以下の通りです。
住宅庁

地震後、危険地の避難民を居住させるための住宅を19地区それぞれに19000人分の住宅を用意しているところである。

危険地の判定は、都市計画建築法の基準をもとに判定している。

公共事業省道路局

全国舗装道路2400kmのうち600kmが被害を受けている。今回の地震で道路法面が崩れているが、エル・サルヴァドルには、法面処理技術がない。

農牧省再生可能天然資源局

灌漑施設、農道が地すべりやがけ崩れで被災している。砂防が必要であり、堆積土砂の処理と砂防構造物がほしい。



サン・サルヴァドル首都圏計画局

首都圏14市の市町会の事務局的なところ。現在、各市から要請のある住宅再建築、インフラ再整備、公共建物再建築等の調整を実施している。

環境省

今回の地震で142箇所が地すべりが発生しており、これらの調査を実施し、そのうち24箇所が2次災害のおそれがあり優先的に対策をおこなうところ



写真-3 サン・サルヴァドル郊外の住宅開発 (2月14日)



写真-4 サン・ヴィセンテ火山山腹の地震による崩壊 (2月14日)



写真-5 2月13日の地震による崩壊箇所からあがる白い土砂煙 (2月14日)

としている。ただし、環境省は調整機関なので対策の実施は、公共事業省、農牧省、軍である。

エル・サルヴァドルでの住宅は、ラ・デリーヨという赤レンガを積み上げて建てられた住宅が一般的ですが、地方や貧困層はアドベといわれる日干しレンガで建てた家や木や竹のスティックを組んだものに土壁を塗りつけたパーレケといわれる家に住んでおり、今回の地震では、地方や貧困層のアドベやパーレケ住宅が大きな被害を受けています。

これらの聞き取りを踏まえ、まずヘリコプターで上空から地震被害の調査を行い、その後、各機関の担当者とともにいくつかのポイントを決めて地上での調査をおこないました。(写真-1、2)

(3) ヘリコプター調査

サン・サルヴァドル周辺は、シラス地帯で、住宅開発が行われているのが多く見られた。また、2回目の地震の震源に近いサン・ヴィセンテ火山では山腹に大規模な崩壊が数箇所起こっており、崩壊土砂が溪床にあるため雨季に下流の集落へ流出するおそれがある。(写真-3、4、5)

(4) 地上での現地調査

①国際空港高速道路 (写真-6、7)

首都サン・サルヴァドルと太平洋岸近くにあるエル・サルヴァドル国際空港を結ぶ高速道路の盛土の一部が崩壊し、道路に亀裂が入り危険な状態となっていた。

道路は、4車線のうち亀裂の入った2車線を通行止めにして、残り2車線で対面交互通行としている。公共事業省はボーリングですべり面や盛土の土質等を調査している。

②ラ・レオナ (写真-8、9)

パン・アメリカン道路はグアテマラからエル・サルヴァドルを通りホンジュラスへ通ずる国際幹線道路で国内でも重要な輸送路となっている。1回目の地震によりサン・ヴィセンテ県ラ・レオナ付近のパン・アメリカン道路で大規模な斜面崩壊が発生し(崩壊土量約150万 m^3)交通が寸断された。2回目の地震でも新たに崩壊が発生しており、今後この道路の復旧は、ルートの大幅な変更も視野に入れた検討が必要である。



写真-6 地震による道路脇の亀裂 (2月15日)



写真-8 1月13日の地震による崩壊 (2月14日)

写真-7 道路の亀裂と写真右上が採取したボーリングコア
(2月15日)

写真-9 2月13日の地震による崩壊 (2月14日)

③ラス・コリナス (写真-10、11、12、13)

日本でも地震の直後にテレビ等で報道された箇所です。サン・サルヴァドルの西サンタ・テクラのラス・コリナスで発生した斜面崩壊。

調査に行った時点では、崩壊土砂によって損壊した家屋等は取り除かれ、整地されていた。写真12にあるように家の壁に泥が飛び散ったような痕跡が残っていること、また崩壊直後に現場に駆けつけた警官が家屋は泥をかぶったような状態だったと話をしていることから、崩壊した土砂は水分を含んでいたため斜面下方を流れたのではないかとと思われる。崩壊斜面は、長さ約200m幅50m、崩壊土砂の到達距離は、約250mで勾配0°でとまっていた。このあたりの斜面は、水があるため上流階級の別荘も建っているところでも乾期にもかかわらず水が豊富にあったことが災いし、大きな被害をもたらしたのだと推測される。現在、この付近一帯は立入禁止となっている。崩壊の上部では、亀裂が多数あるため雨季に備え、モルタルの注入を行っていた。

④ロス・チョロス (写真-14、15)

パン・アメリカン道路がサン・サルヴァドルから西のサンタ・アナ方面に向かう途中は道路が谷筋を通っているため道路の両側が切土面で、各所で崖崩れが発生していた。

その中で乾期で雨が降っていないにもかかわらず土石流の発生した溪流が1箇所あった。ヘリコプターで調査したときに山腹の崩壊が下流に向かって流下したようなところがあり道路沿いにも土砂の流出しているところがあったのでのぼっていったところ、溪流の両岸に泥の乾いた跡が約2kmにわたって延々と上流側から続いており、途中滝となって登れなくなっていた。

土石流の発生源の崩壊地へ尾根の方からいってみると山頂から崩壊が起り下流へ流下している様子がよくわかった。ここは崩壊土砂が周辺の地下水等の影響で土石流となったところで、現地の人たちは、道路への土砂流出の出口溪流の幅が小さいのでちょっと崩れた土砂が道路へ出てきたのだろうぐらいに思っていたようで、溪流を歩き、発生源である崩壊



写真-10 崩壊全景 (2月14日)



写真-13 崩壊上部の尾根の亀裂をモルタルで埋めているところ (2月16日)



写真-11 崩壊上部 (2月14日)



写真-14 土石流の流下跡。写真の中央から左上に流下(2月14日)



写真-12 崩壊土砂が家屋に飛び散った跡 (2月15日)

地の上まで行ったときは、崩壊の大きさと土砂が流れ出したことに驚いていた。

⑤サン・ヴィセンテ周辺、イロバンゴ湖東 (写真-16、17、18、19)

2月13日の2回目の地震の震源に近いコフテベケ、カンデラリア、サン・ラモン、サン・エミグディオ、サン・ミゲル・テベソンテスを回った。2回目の地



写真-15 サン・サルヴァドルの南から西にあるバルサモ山脈の尾根部からの崩壊 (2月14日)

震は、この地域に被害が集中しており、コフテベケの中心街は、相当多くの建物が損壊してた。

ここからイロバンゴ湖の東側でヘリコプター調査で崩壊土砂により白い土砂煙があがっているあたりに行ってみると、川の両岸は軒並み崩れ、特に大きな川であるエル・デサグエ川とヒボア川では崩壊土砂で流れがせき止められ、橋が水没しそうだとか、



写真-16 イロバンゴ湖の東側。崩壊土砂の白い煙 (2月14日)



写真-18 2月13日の地震により損傷を受けた道路 (2月17日)



写真-17 舗装道路が道路法面の崩壊土砂で埋まった状態 (2月17日)



写真-19 2月13日の地震でこの付近は、のきなみ沿岸崩壊が発生 (2月17日)

イロバンゴ湖の水位が上がっているといった話が聞かれた。

この周辺は、山の上に集落が形成され、これら集落を結ぶ道路は法面が崩壊し、通行止めにしないと危険な箇所ばかりだったが、これらの道路を通行止めにするるとほとんどの集落は孤立状態になってしまうので、車の幅の分だけ道路を確保し通行していた。

⑥ラ・リベルタの海岸道路 (写真-20、21)

ここは、地震により道路法面の崖地から落石があり道路両側に除石した大きな石が積んであったが、崖地では亀裂がはいったり、浮き石状態となって危険なため、海岸道路沿いのレストラン組合が自分たちで費用を負担し、浮き石等の爆破を実施していた。

⑦セロ・ベルデ、コアテペケ周辺、アパネカ (写真-22)

この周辺は風光明媚な山岳地帯でコーヒーの栽培が盛んなところ。1月13日の1回目の地震のとき山腹、

道路の路肩が崩壊しているのが各所で見られた。住宅の被害は、目に付かなかった。

(5) 現地調査全般での課題 (写真-23)

これらの現地調査の後、関係機関を集め、調査報告会を開きました。その場で以下のような助言、提案をしています。

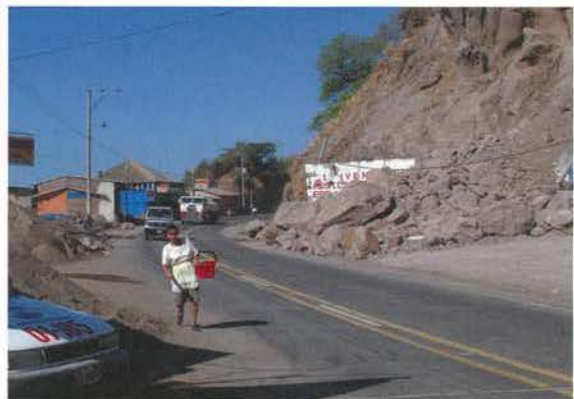


写真-20 1月13日の地震による落石 (2月19日)



写真-21 ダイナマイトを仕掛けているところ (2月19日)



写真-22 1月13日の地震で発生した崩壊地の下部で崩壊の拡大防止工を実施しているところ (2月22日)

- ・国際空港道路、パン・アメリカン道路など主要な道路は、危険な箇所があると通行止めになっているが、地方の山岳部の道路は生活ができなくなるので通行止めにはしていないが、雨季には危険になるので通行止め等の措置が必要。
- ・乾季のうちは崩壊土砂は堆積しているだけだが、雨季には水を含んで流動化し、特に溪流内の土砂は土石流となる可能性が高い。
- ・当面は避難を続けること。山腹斜面のクラック等の調査を続けること。
- ・集落に影響を及ぼすがけ崩れ、落石対策を所管する機関がない。
- ・地震により発生した地滑り、がけ崩れの箇所を関係機関が調査しているが、対策を実施する担当者レベルまで伝わっていない。

エル・サルヴァドルの雨季は、4月の第4週からはじまり、6、7、9月に雨が多くなります。ハード対策は、がけ崩れ、地すべり箇所があまりにも多いた



写真-23 関係機関への調査報告会 (2月21日)

め、時間と費用が相当かかることが予想されますので、まず土砂災害に関する警戒避難体制について技術協力することが必要であろうと考えています。

3. おわりに

私が10月にエル・サルヴァドルに派遣されたときに通訳についてくれたバレイロさんと話げできました。彼が住んでいたのは、大規模崩壊のあったラス・コリナスから300mほどしか離れていない地区のやはり山の斜面下部にあるきれいな住宅街ですが、斜面には亀裂が多数あり、住宅街も立入禁止となったため昼間しか家には入れない状態だと言うことでした。夜は姪の家に世話になっており、買ったばかりの新しい家だが家族で話し合いこの地区を離れることを決めたと言っていました。

彼のように仕事がある人はまだ恵まれています。地方を調査で回っているときは、給水車や食糧配給車に人々が群がっており、テント暮らしの人も多数いるようでした。

今回の調査団の報告を受けて、地震からの復興に対して1日も早い協力が開始されることを願っています。