

8-3 洪水

8-3-1 はじめに

洪水ハザードマップの作成について概要をとりまとめた。洪水ハザードマップに関しては、ニカラグア国西部の Maravilla 川を対象とし、マップの作成技術の移転を主要な目的としている。

8-3-2 地域概要

検討対象河川は Maravilla 川である。当該河川の位置及び諸元を以下に記す。



- 流域面積：64.91km²
- 流路長：29.8km
- 最高標高：800m

図 8-7 Maravilla 川の位置図 図 8-8 Maravilla 川流域概要

表 8-2 再帰期間ごとの降雨量

| Return Period (year) 1/(1-P) | X |
|---------------------------------|-------|
| 2 | 159.8 |
| 3 | 182.5 |
| 4 | 196.7 |
| 5 | 207.1 |
| 8 | 227.8 |
| 10 | 237.2 |
| 15 | 253.8 |
| 20 | 265.2 |
| 25 | 274.1 |
| 30 | 281.2 |
| 40 | 292.3 |
| 50 | 300.8 |
| 60 | 307.8 |
| 80 | 318.8 |
| 100 | 327.2 |
| 150 | 342.5 |
| 200 | 353.4 |
| 250 | 361.7 |
| 300 | 368.6 |
| 400 | 379.4 |
| 500 | 387.8 |

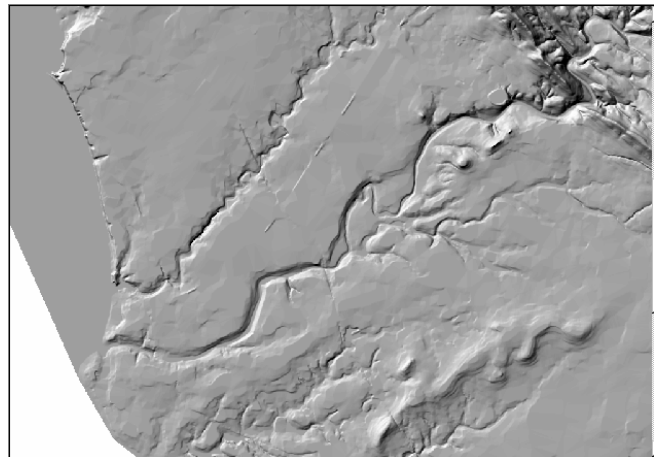


図 8-9 Maravilla 川下流域の陰影図

上流域は第四期の火山噴出物からなり、火山麓地特有の幼年期の開析地形を呈し、尾根の上部の高さがよくそろい太平洋側（西側）に緩やかに傾斜する地形を呈する。谷は深く森林に覆われており、土地利用は少ない。中流域から下流にかけては第三紀層（始新世 Eocene～中新世 Miocene）が分布し、ケスタ地形

を呈する。下流域はなだらかな丘陵地形を呈し、各河川は台地を下刻して西流する。下流域の丘陵地はほとんどがサトウキビ畑であり、背高く生育している時期には現地で微地形を識別することは著しく困難である。Masachapa 市街は河口部に位置し、川に接して人家が密集している。1/5,000 地形図を用いて作成した地形モデル（後述）から作成した陰影図を示した。

8-3-3 洪水シミュレーション

(1) 計画降雨(design rainfall)と水文解析

計画降雨の再現期間(return period)は、ニカラグア国における状況を加味し、25年、50年、100年、200年の4ケースとした。

解析に用いる水文観測所は時間雨量がそろっている 680032 JulioBuitrago とした。対数正規確率紙(lognormal probability paper)を用いてトーマスプロット(Thomas plotting method)により再現期間(return period)別の日雨量を求めた。

表 8-3 ハイドログラフ

| return period hour | 25 | 50 | 100 | 200 |
|-----------------------|-------|-------|-------|-------|
| 1 | 152.0 | 167.2 | 182.1 | 197.0 |
| 2 | 152.0 | 167.2 | 182.1 | 197.0 |
| 3 | 152.0 | 167.2 | 182.1 | 197.0 |
| 4 | 454.4 | 499.7 | 544.4 | 588.7 |
| 5 | 454.4 | 499.7 | 544.4 | 588.7 |
| 6 | 454.4 | 499.7 | 544.4 | 588.7 |
| 7 | 297.0 | 326.7 | 355.9 | 384.9 |
| 8 | 297.0 | 326.7 | 355.9 | 384.9 |
| 9 | 297.0 | 326.7 | 355.9 | 384.9 |
| 10 | 27.9 | 30.7 | 33.5 | 36.2 |
| 11 | 27.9 | 30.7 | 33.5 | 36.2 |
| 12 | 27.9 | 30.7 | 33.5 | 36.2 |
| 13 | 4.9 | 5.4 | 5.9 | 6.4 |
| 14 | 4.9 | 5.4 | 5.9 | 6.4 |
| 15 | 4.9 | 5.4 | 5.9 | 6.4 |
| 16 | 3.3 | 3.6 | 3.9 | 4.3 |
| 17 | 3.3 | 3.6 | 3.9 | 4.3 |
| 18 | 3.3 | 3.6 | 3.9 | 4.3 |
| 19 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.1 |
| 20 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.1 |
| 21 | 1.6 | 1.8 | 2.0 | 2.1 |
| 22 | 188.2 | 206.9 | 225.5 | 243.8 |
| 23 | 188.2 | 206.9 | 225.5 | 243.8 |
| 24 | 188.2 | 206.9 | 225.5 | 243.8 |

計画降雨(design rainfall)のハイドログラフは、2000年9月29日5時から30日4時にかけての雨量パターンをもとに、実績降雨の日雨量と各計画規模の日雨量の比で各時間降雨を引き延ばすことにより設定した。

洪水の流出量は合理式(rational formula)により求めた。

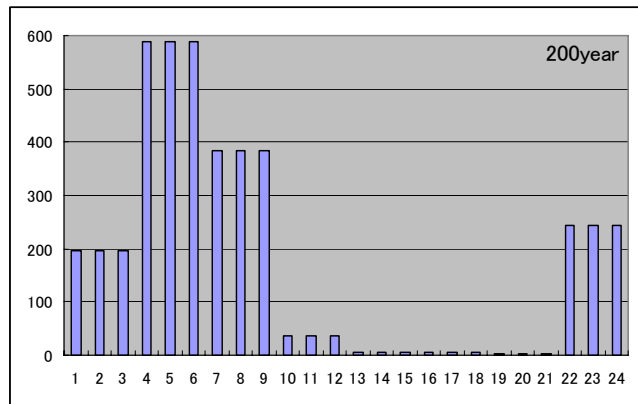


図 8-10 再帰期間200年

(2) 地形モデル

氾濫原及び河道の地形モデルは観光局 (El Instituto Nicaragüense De Turismo, INTUR) が保有する海岸部分の 1/5,000 地形図を用いて作成した。等高線のデータを基に TIN を作成し、さらに TIN から 5m グリッドの DEM を作成した。5m メッシュの DEM から 25m メッシュの地形モデルを作成し、プログラム用のデータファイルを作成した。地形モデルは効率的に計算が行えるよう原点と範囲を河道の方向や地形特性を加味して設定した。これらの一連の作業は GIS を用い、メッシュ発生ツールを使って行った。

(3) シミュレーション計算

洪水流のシミュレーション計算は 2 次元不定流(unsteady varied flow)計算によるものとし、市販の関連図書に紹介されているものを基に、日本での適用をふまえた改良を加えて独自に開発した。言語は FORTRAN77 である。コンパイラは汎用性と入手の容易さを考慮して WATCOM FORTRAN を採用した。計算ケースはハイドログラフ 4 ケース (25 年、50 年、100 年、200 年) である。地形モデル、及び、流入地点などの他の条件は全て同じである。

(4) 計算結果

計算の結果、再現期間 200 年の豪雨でも大きく氾濫することはなく、洪水流は河道周辺に限られることがわかった。これは、Maravilla 川の地形が、深い谷地形をなしているためである。これらの計算結果は水深、流向、流速などが 1 時間毎にファイルに出力される。その中から最大水深を GIS に取り込み、オルソフォトなどと重ねて表現した。最大水深となる結果を図 8-11 に示した。

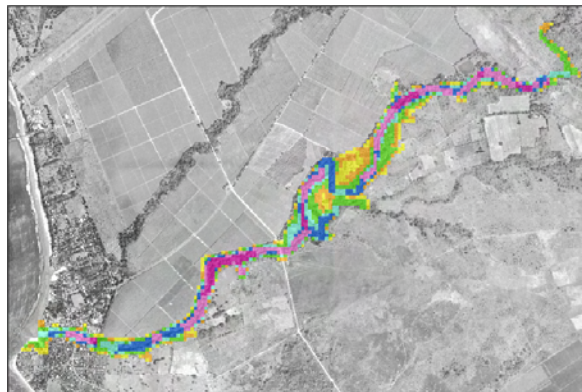


図 8-11 再現期間 200 年のハイドログラフ

8-3-4 洪水ハザードマップの作成

ハザードマップ原案をもとにカウンターパートと説明協議と修正を繰り返し、ハザードマップ案を決定した。

(1) コンセプト

洪水ハザードマップ (以下、マップと記す) のコンセプトは「防災担当者が防災対策に活用できるように浸水想定範囲と関連する情報を記載した地図」とし、中央、及び、地域の防災担当者の利用を想定したものとした。防災担当者は警察や消防などの部局も含まれ、必ずしも水文学や河川工学の知識があるとは限らないため、わかりやすい内容と表現とし、専門的な記載をしないよう配慮することとした。また、地域住民に周知できるよう工夫したものも作成すること

とした。

(2) コンテンツ及び表現

上記コンセプトに基づき、マップの仕様は次のようなものとした。

1) 大きさ

次の2種類を作成した。

+ タイプ G (A1 サイズ) : 防災対策に利用するためには多人数が同時に利用し広域を概観する必要があるため、大判のマップが必要である。

+ タイプ P (レターサイズ) : 地域住民に配布できるものとして、ニカラグア国で一般的な文書のサイズであり、パソコンのプリンターやコピーを使って簡単に複製が作れるようにレターサイズとした。

2) 浸水想定区域の表現

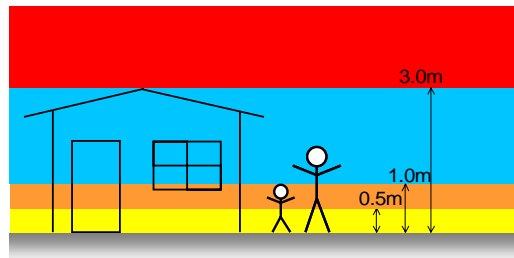


図 8-12 水深区分のイメージ図

浸水想定区域の計算結果は計画規模4種類毎に時間を追って出力されるが、マップに表現するものは最大の範囲と水深を示す200年規模の1ケースに限ることとした。水深の区分はニカラグア国の家屋の実情に合わせ0~0.5m、0.5~1.0、1.0~3.0、3.0~の4区分とした。

3) ベースマップ

浸水想定区域を表示するベースマップは、当プロジェクトで作成したオルソフォトを透過率50%に設定し、陰影図の上に重ねたものを用いた。陰影図は地形モデルの作成に用いた地形図の等高線から作成した。縮尺はマップ上に設定したメインの図郭に入る大きさに合わせ、浸水範囲の表現がもっとも大きくなるように1/7,000に設定した。

4) 説明文

マップの説明文として、目的、対象者、条件などを記した。これらの説明文は調査団が作成した文案を基にカウンターパート内で議論を重ねてスペイン語で作成した。

5) その他

非専門家の利用を想定し、水深のイメージ図、及び、豪雨の強さのイメージをイラストとして掲載した。

8-3-5 ハザードマップ案

最終成果としてのハザードマップはGIS（ArcGIS）により作成し、タイプGはプロッタ出力、タイプPはプリンタ出力によりそれぞれ50部作成することとした。また、GISデータ、及びマップレイアウトデータを提供すると共に、pdf形式のファイルも提供することとした。決定したハザードマップ案を図に示す。

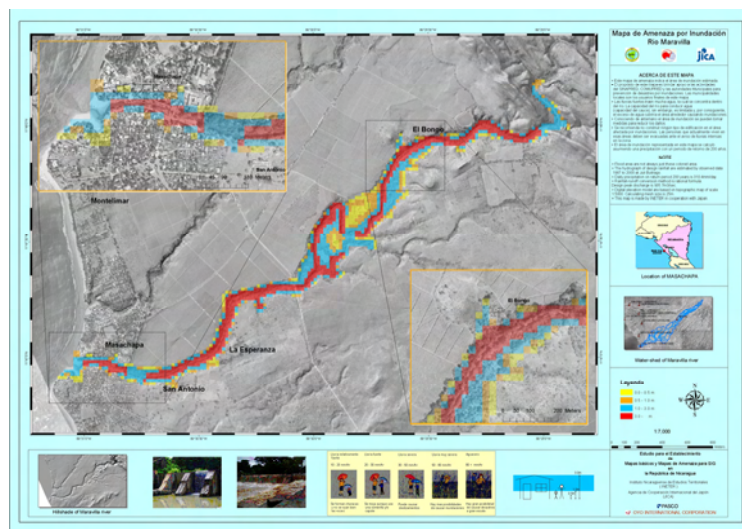


図 8-13 ハザードマップ案 (タイプG)

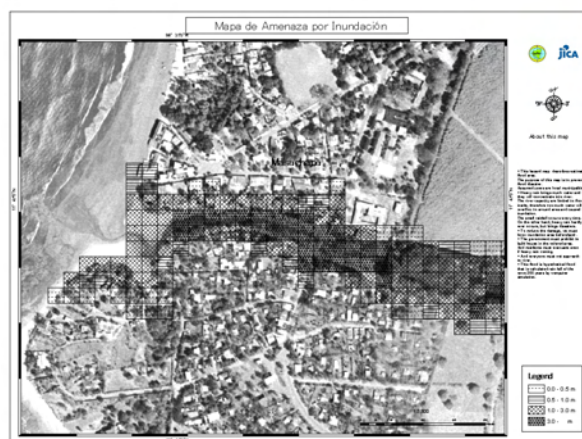


図 8-14 ハザードマップ案 (タイプP)

8-4 津波

収集した津波の履歴、既存の調査結果などのデータを元に、シナリオ津波を設定した。地形データを取りまとめ、地形モデルを作成した。津波シミュレーションを実施し、その結果を観測値との較正を行い、計算手法と入力パラメータが過去の津波を再現できるか確かめた。さらに他のケースでもシミュレーションを実施し、計算結果は浸水域を示すのに用いられる。

8-4-1 シミュレーションの手法

(1) シナリオ津波の設定

ニカラグアの太平洋岸沿いの津波の歴史は限られており、記録の大半は海岸に人口が定住し始めた 19 世紀後半のものである。その中でも、1992 年ニカラグア津波は規模も最大で、ニカラグア海岸に対して最悪の位置関係にある。このため、本調査では基本的に 1992 年ニカラグア津波をシナリオ津波とした (Model S8)。さらに、サンファンデルスールは 1992 年津波の断層の南側に位置するので、1992 年津波の断層と同じ大きさの領域をサンファンデルスールの近くに配置させた場合を、サンファンデルスールに対する最悪のケースとして考えた (図 8-15)。

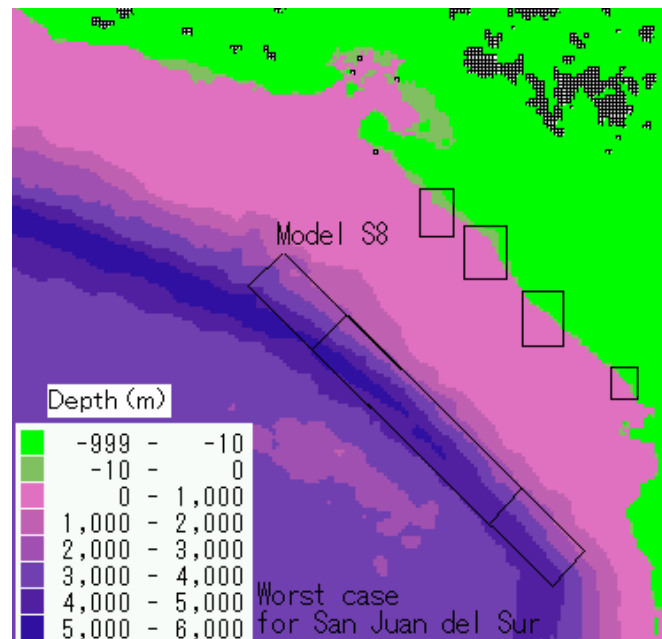


図 8-15 断層モデルの位置

(2) パラメータの設定

津波の震源パラメータは Satake (1995) に拠った。変位とライズタイムは 1992 年ニカラグア津波で観察された浸水深さの分布をよく再現できるように表 8-4 に示すようなモデルで試行錯誤を行った。1992 年津波はほぼ満潮時に発生しており、計算でも最悪の場合を考えるため、海水位は満潮に設定した。その結果、モデル S8 が 1992 年ニカラグア津波の浸水域分布を最も良く再現できることがわかり、コリント、プエルトサンディーノ、マサチャパに対しての最悪のケースと考えた。サンファンデルスールに対しては、正面近くに断層を配置し

たモデルを最悪のケースと考えた。計算のための時間ステップは、数値計算での津波の速度が、物理的な津波の速度を上回るよう、2秒に設定した。

表 8-4 断層モデルのパラメータ

| | | モデル No. | | | | |
|------------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| | | S5 | S6 | S7 | S8 | S9 |
| 長さ (km) | | 250 | 250 | 250 | 250 | 250 |
| 幅 (km) | | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 |
| 変位 (m) | | 6 | 8 | 8 | 10 | 12 |
| ライズタイム (秒) | | 300 | 300 | 300 | 300 | 300 |
| 走向 (度) | | 315 | 315 | 315 | 315 | 315 |
| 傾斜 (度) | | 15 | 15 | 15 | 15 | 15 |
| すべり角 (度) | | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |
| 上端深さ (km) | | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 原点 | 緯度 (N) | 10.0626 | 10.0626 | 10.2880 | 10.2880 | 10.2880 |
| | 経度 (W) | 86.5712 | 86.5712 | 86.8073 | 86.8073 | 86.8073 |

(3) 地形モデルの作成

シミュレーションのプログラムは、運動方程式を差分法で解くものである。計算のためには海底と沿岸陸上部の地形はグリッドとして表現され、複数の大きさのグリッドが解析に適用される。計算は順に海洋部の大きいグリッドから陸域の小さいグリッドへ向けてグリッド毎に行われる。

数値粘性項と数値分散項を防ぐための検討から、図 8-16 に示すように、津波の波源を含む海洋部は 2700m の大きさのグリッドを、陸方向に向かって順に 900m, 300m, 100m の大きさのグリッドを用いることにした。地形データには複数の出典があるので、同じ地域で複数のデータがある場合は、より高精度な出典のデータを採用した。

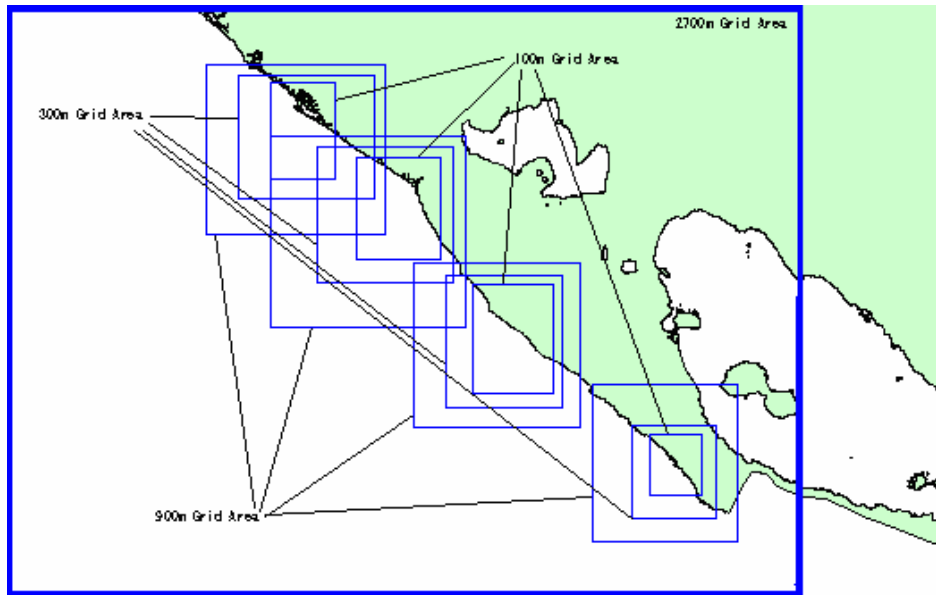


図 8-16 解析に用いたグリッド

(4) 計算結果

シミュレーションの出力は、固定点での水位の時間変動、調査地域での水位変動のアニメーション、および海岸での最大浸水深さの分布図である。100m グリッドでの最大浸水深さを GIS により図 8-17 のように図化した。

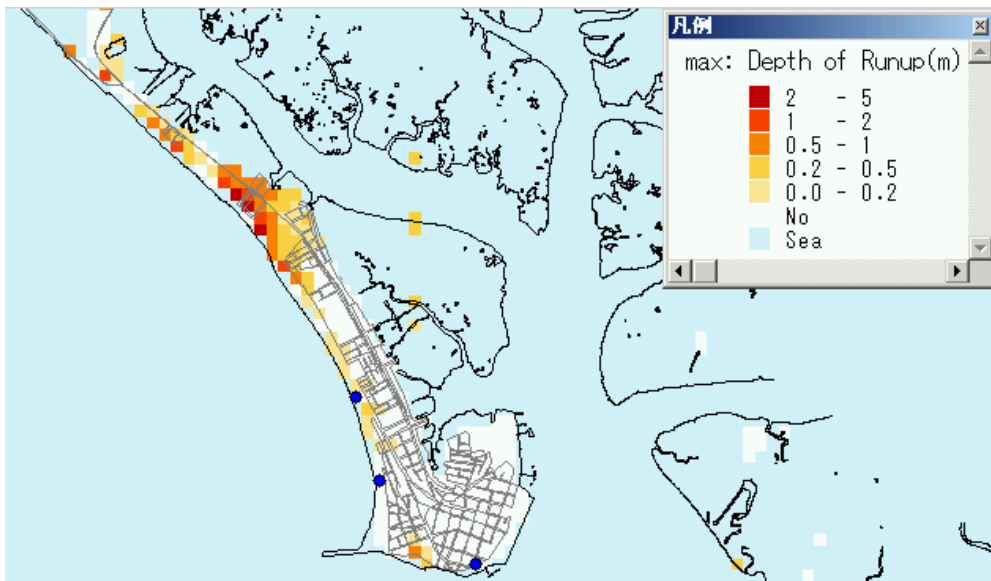


図 8-17 最大浸水深さの例 (コリント)

8-4-2 結果と解釈

1992 年ニカラグア津波による太平洋岸の遡上高さの分布(Abe et. al., 1993)と、モデル S8 による遡上高さの分布を図 8-18 に示して比較した。詳細な海底地形データや断層の破壊に関する詳細な情報がないため、観測点毎の個別の比較は難しいが、モデル S8 の計算による遡上高さ分布の全体の形状は、実測値と良

く一致した。

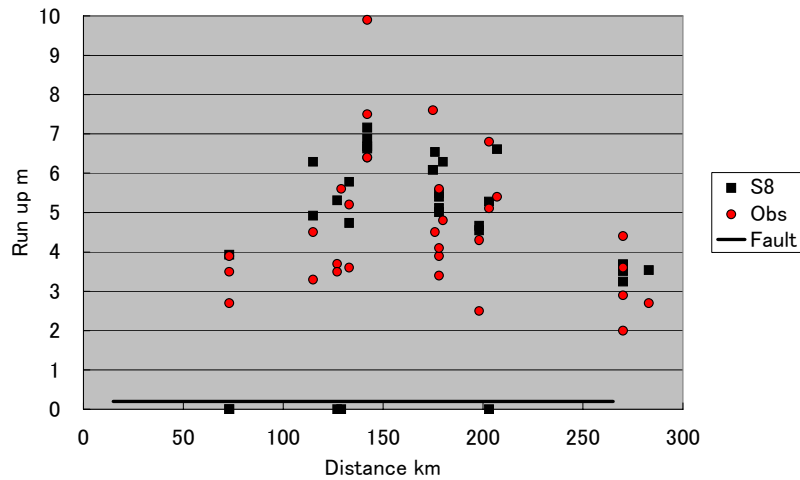


図 8-18 観測された遡上高さ（赤）分布と計算結果（黒）との比較

8-4-3 マサチャパでの深淺測量

予備調査は2月9日に実施した。最終調査は2月11日に開始し、3月7日に完了した。

(1) 潮位測定の結果

海拔からの潮位観測値は、補正後プエルトサンディーノでの予測潮位と比較した。データは、コスタリカのプンタレナスでの低低潮レベル (-1.168m) に基づいている。図 8-18 は2月11日のデータを示している。マサチャパでの潮位は、プエルトサンディーノと酷似している。しかし、最低、最高潮位は10から15分程度プエルトサンディーノより早く発生している。サンファンデルスールでは、最低、最高潮位はプエルトサンディーノより約1時間20分観測されると予想される。このため、調査団はマサチャパ沖での深淺測量を2年次に実施した。

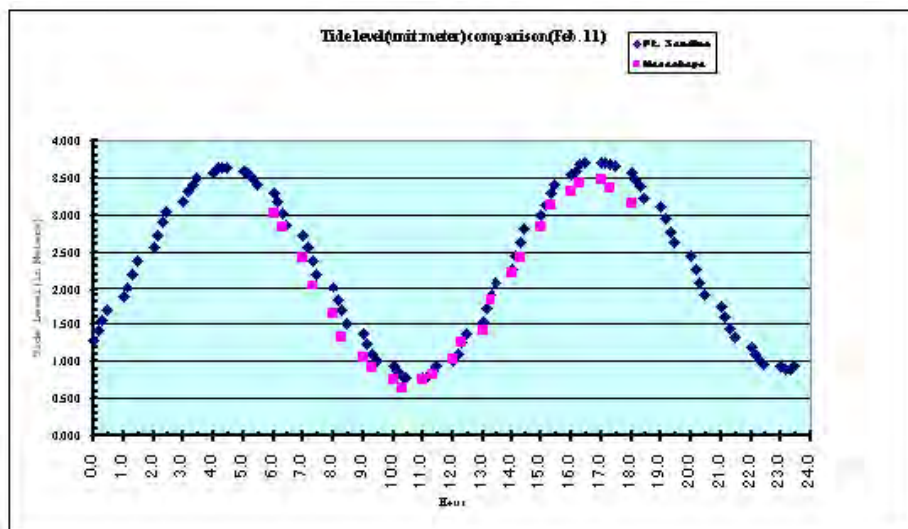


図 8-19 マサチャパでの潮位観測値とプエルトサンディーノでの予測値

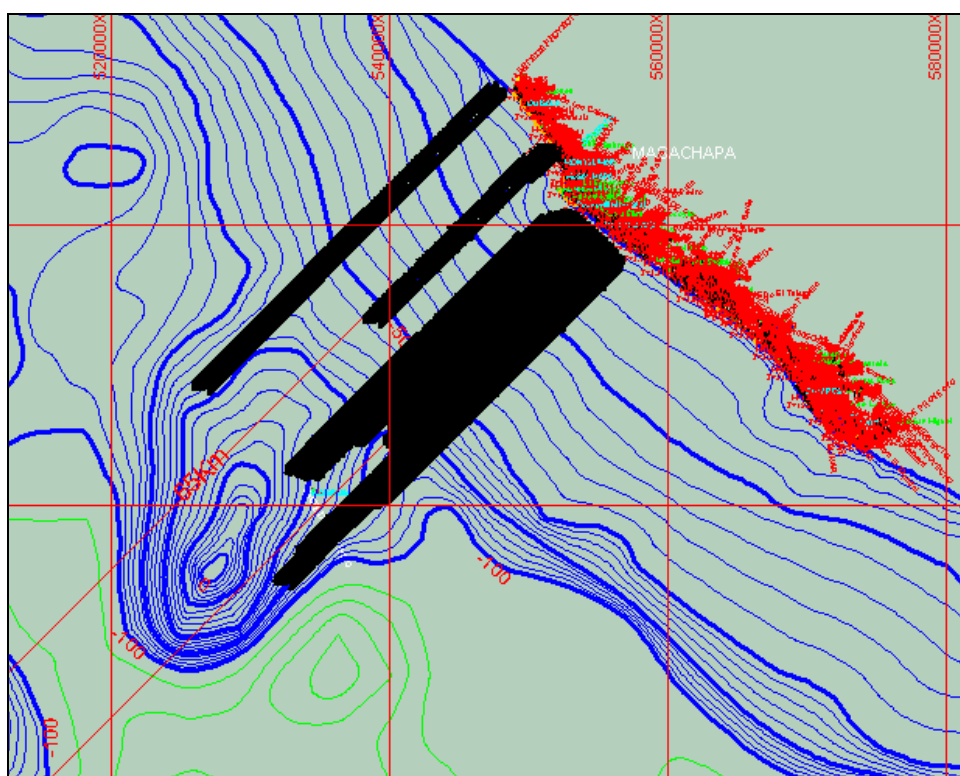


図 8-20 2005年3月6日実施した観測地域

(2) 調査結果最終フォーマット

カウンターパートである国土調査院水文部に提供するデータは、XYZ03（緯度、経度、海拔）と同じフォーマットであり、マサチャバでの時系での潮位観測値を基にして補正したものである。2005年3月6日に可能であった深淺測量ライン数は図 8-19 に示すとおり 50 である。

-

9 提言

9-1 INETERへの提言

9-1-1 基本図・地理情報の利用

- 高い精度でデータを相互に重ね合わせることができるよう、今後は全ての事業で WGS84 準拠楕円体を用いることとし、全ての地図関連データを同一の仕様・基準で管理すべきである。また、既存情報も全て同一の仕様に基づき更新すべきである。
- 今回の調査ではニカラグアの太平洋側をカバーしたのみであるので、今後は国土の他の地域でも同様に基盤地図情報の作成を推進すべきである。
- 現在、ニカラグアには高さの変動をモニタリングするために必要な水準原点が設置されていないので、これを設置すべきである。
- 調査員間の写真判読の差異を低減するために、判読キーを更新すべきである。
- 現地調査で収集した情報から地名集を作成すべきである。
- GIS 技術を利用した種々の新規製品やサービスの開発を行うとともに、INETER 自身がそれらを容易に販売するための販売戦略を練り、それを実行すべきである。
- 地震、火山、斜面安定性をモニタリングするために、地殻変動観測システムを設置すべきである。
- 職員間で知識を共有するため、本調査で研修を受けたスタッフが作成したテキストを使って人材育成プログラムを実施すべきである。

9-1-2 ハザードマップの作成

ここにまとめた提言は、おもに日本人調査団員に対して実施したアンケートを分析してまとめたものである。

(1) 地震ハザード

〈組織および観測システムについて〉

- 地震観測網を整備することにより震源位置特定の精度を向上させることが必要である。
- 標準処理フォーマットを用いた、常時稼働の強震観測網の増設を継続して図ること。
- 過去の地震被害のデータを収集し、地震動と被害の関係を解析して経験的な被害関数を設定すること。これにより、地震による被害を定量的に予測することができるようになる。
- 表層地盤および地震基盤の地質構造に関する地球物理学的、および、構造地質学的データを収集すべきである。そのためにはボーリング機材、物理探査機材、不攪乱土壌サンプラー、サンプルの物理試験装置を相当量設備した組織が必要である。
- 本調査と同様なシミュレーションをニカラグアの他地域で実施できるように、必要なデータを取得する計画を国が策定すべきである。
- 他地域で実施するの当たっては、マナグア地区に比してデータの質、量ともに劣っていることを考慮しなければならない。

- INETER 職員の能力や知識の偏在が解消できるように、職員の教育計画や配置計画を改善していかなければならない。現状では、外国の援助プロジェクトで得た知識は、担当職員の個人レベルにとどまっている。

＜マナグア市地震ハザードマップの精度向上のための取り組み＞

- 地震観測拠点で得られた過去の強震記録をデータベース化する必要がある。
- 歴史地震の震度記録の信頼度を高め、データベース化すること。
- マナグア市内各所で、表層増幅特性を決定するために常時微動測定が実施され、種々の方法で解析されているが、これをデジタル化し整理すること。
- 活断層に関する地質調査データを収集、整理すること。
- 表層地盤と地震基盤の地質構造、地盤区分、静的特性、動的特性に関する地質調査、物理探査データを収集すること。

(2) 火山ハザード

- 当該分野の INETER 職員の火山地質の調査能力を向上させるために、空中写真判読および現地調査の設備を整備するべきである。
- 現地の実情を反映した実用的なハザードマップを作成するために、ハザードマップ作成の基本的なコンセプトについて、ユーザーとより深い議論を実施するべきである。
- 空中写真判読や現地踏査などの実務面に注力した研修プログラムを開発実施することによって、INETER の火山地質学研究的質を向上させるべきである。
- 理論と実践の両面についての研修を行って、火山の現地調査を実施する能力のある人材を育成するべきである。
- 体系的なデータ収集、整理、評価、分析を行って基礎データの収集と作成を行うべきである。特に GIS は有効なツールであるから積極的に活用すべきである。
- 同じ地球物理部内の地震観測班と緊密に連携し、互いの利益を図ることが必要である。

(3) 洪水ハザード

- ハザードマップの基本となる浸水区域想定ができる人材を育成するため、OJT で用いた洪水シミュレーションマニュアルと提供したプログラム類を用いて、INETER 自らが他の河川でハザードマップを作成するべきである
- 水文データを将来も継続的に収集し、包括的な水文データベースを構築するべきである。
- 過去の洪水から重要な情報を収集・整理し「洪水カタログ」を準備する必要がある。さらに、将来にわたり継続的にデータを蓄積し、「洪水カタログ」を充実させる仕組みを構築すべきである。
- すべての河川でハザードマップを作成するための、長期的な基本計画を策定する必要がある。計画は河川の優先順位、資金供給源の他に、現実的な職員の実施体制が反映されたものとするべきである。同時に、他の研究機関や地方自治体との積極的な協働作業を考慮に入れたものでなくてはならない。
- 上記の事項を実行するために洪水ハザードマッピングを専門とする「プロジェクトチーム」の設立が望まれる。
- このプロジェクトチームにより、適切な解析方法、メッシュサイズ、シミュレーションプログラム、パラメータの選定基準、ハザードマップの内容とその利用者などを研究し、ニカラグア国に適したマニュアルに改訂する

とともに、前述の計画に従いハザードマップ作成を実施することが望まれる。

- より効果的に洪水の被害を防ぐため、既存の洪水予警報システムと洪水解析技術やハザードマップとを組み合わせた、より効果的な洪水予警報システムを整備する必要がある。

(4) 津波ハザード

- 地球物理部と水文部の緊密な協力関係を確立すべきである。
- 沿岸エリアの深浅測量データはシミュレーションモデルを改良する鍵になる重要な要素であるから、新規の良質なデータが必要である。
- 1992年の津波の際は主に外国の研究者によって現地調査が実施されたが、将来の津波に対してはニカラグアの職員自らの手で調査が可能になるように、現地調査トレーニングプログラムを実施する必要がある。
- INETERの関心がどちらかというシミュレーションの実施に偏っているため、防災関連部局との協力体制を確立することにより防災への利活用を推進する必要がある。
- 現在津波調査に専任で割り当てられた職員はおらず、また今回の研修での人数も限定されていたため、より多くの職員の研修が必要である。
- 津波は頻繁に起こる現象ではないため、津波現象をより良く理解するには諸外国の事例からも学ぶべきである。

9-1-3 GIS技術の開発と利用

- 本調査で整備した基本地理情報を政府機関の間で最大限共有することにより、業務を効率化し初期投資を軽減する。
- 意思決定や情報分析に用いるため、CD、DVD、印刷図などのさまざまなメディアを利用して効果的なデータ配布と利用を行う。
- SINAPREDが災害の事前、事中、事後に災害軽減、緊急対応などの活動を行うに際して必要になる、様々な場所における特定のニーズに即した地図や情報の提供を行う。
- GISを活用した業務システムを構築するために、GISの構造などシステム設計や開発に関する専門的な検証を行う。
- INETER内各部門のGIS利用環境やレベルを統合し、経験、知識、活用技術の共有化を推進する。
- INETERが作成する製品のマーケティング分析を行って販売戦略を定める。それにより、利用者のニーズや趣向がわかり、市場の需要に対応した製品の開発が可能になる。
- 組織強化、人材育成、組織間の効率的な利用と情報交換のための仕組みを確立し、GISシステムという有用なツールが有効に使われないまま無駄なる可能性を軽減する。

9-1-4 ジオリスクGISシステム

INETERの地球物理部が中心となり、他の部門や海外の援助機関と協同で開発しているジオリスクGISシステムと呼ばれるGISデータベースは、技術的に有効なシステムである。中米では最も高度なシステムで、既にニカラグアのハザード、脆弱性、およびリスクに関する情報がインプットされつつある。INETERの各部門はLANを通してこの地理的情報システムにアクセスでき、

また INETER はインターネットを通じて、地図情報としてこれらを公開している。このシステムを有効に活用するため以下の提言を行う。

- 本調査で得られたシミュレーションの結果を、このシステムにインプットし、データベースとハザードマップがアップグレードできるようにする。また、このサーバによって地図を公開できるようにする。
- 本調査で作成した地形図、航空写真、DEM データをこのシステムに統合し、ハザードマップ作成や、防災計画作成に寄与できるようにする。
- INETER の各部門は独自の GIS データベースを所有しているが、すべての部門がこのシステムに常時アクセスできるようにする。同時に測地地図部と地球物理部が協力して、関係部所の職員を教育する。
- SINAPRED がこのシステムを有効に利用し、防災計画が迅速に、かつ安価に作成できるようにする。

9-2 その他機関への提言

9-2-1 ハザードマップの利用

ここにまとめた提言はニカラグアの 50 以上の公共機関、民間、市民組織の代表に実施した 350 以上のアンケートを分析した結果に基づくものである。ハザードマップの利用に関する提言は、1) 災害対策への調査成果の利用、2) 防災情報の周知啓蒙の 2 つに大別することができる。

(1) 災害対策への調査成果の利用

- 緊急対応マニュアルの作成、早期警告システムの設計、危険地域のゾーニングのために国勢調査結果とハザードマップを融合させるべきである。
- わかりやすく、使いやすいハザードマップを作ることによって地域住民とリーダーに対してリスクを啓蒙するとともに、市や政府が策定している緊急対応計画の見直しに活用することで、地域に密着した防災計画を策定すべきである。
- 災害リスク管理のための規制や立法措置をふまえた地域計画の策定に用いるべきである。ハザードマップに基づき土地利用や都市計画は見直されるべきである。
- ハザードマップに基づき、既存の防災政策、条例を修正し、あるいは新たに制定し、包括的な防災政策を策定する必要がある。

(2) 防災情報の周知啓蒙

- 地方自治体と地元の緊急対応委員会はコミュニティのリーダーと共働し、これらの結果を広めるべきである。
- コミュニティに正確な情報を効果的に伝達する専門家を育成するための研修プログラムを設けて、メディアとのコラボレーションを図るべきである。
- コミュニティを対象としたプロジェクト調査結果を適宜説明したパンフレットを準備し、一般大衆のために公共の場所で広く配布するべきである。
- コミュニティーセンター、図書館、学校、教会、病院、公共建築物のような公共の場所にハザードマップを普及させるとともに、コミュニティと地元の住民組織のために定期的にセミナーとワークショップを実施するべきである。

- 大学などにおける学生教育による新人専門家育成、専門家の組織（エンジニア、建築家、都市計画者）、大学、建設業界や他の関連した団体へのセミナー実施などを通じて周知啓蒙と組織間の情報交換を図るべきである。
- INETER の情報提供の仕組みを改良し、末端ユーザーや関連組織が容易に調査結果へアクセスできるように、総合広報プロモーション活動を実施するべきである。

9-2-2 災害対策の強化

地方自治体や関連機関の防災に関する責任者との一連の論議とインタビューの結果をふまえて、災害対策の強化に関する提言を 1) 災害対策の制度化、2) 今後の活動、そして 3) 災害対策へのコミュニティの参画 の三項目にまとめた。

(1) 災害対策の制度化

- 現在の中央政府へ強く依存した災害対策を地方分権化するための法律上の枠組を整備すべきである。
- 本プロジェクトの成果をより効果的にするために、他国からの援助をも有効に活用しつつ、ムダのないよう各プロジェクトの内容を十分に調整する必要がある。
- 研究機関である INETER、大学、研究所の専門団体間と防災機関である SINAPRED とのより良いコミュニケーションとコラボレーションを推進するべきである。また、地方自治体とコミュニティのリーダーのようなエンドユーザとの対話も改善されるべきである。
- 「防災情報センター」（仮称）を設立し、既存及び新規の情報を一貫して収集・処理・蓄積するとともに、関連ユーザーに配信すべきである。
- 他国からの援助がいかにあろうとも災害対策の主体は地方自治体であるので、地元の実施体制の確立が重要である。そのためには地方分権による自治体の地位向上が必須である。
- 民間セクターの財源や技術資源の取り込み、災害リスク軽減目的の市債発行、保険セクターの役割などを検討し、財政の安定化を図るべきである。
- 災害対策に関する情報伝達において、地方自治体の果たすべき役割を改善すべき。
- 自治体や民間ですでに個別に行われている災害対策活動を相互に調整すべきである。
- 社会のすべての部門（公共、民間、住民組織）の、災害対策への積極的な参加を促す仕組みの開発をはかるべきである。
- 達成されたことと不足しているものを識別することにより、ニカラグアでの災害対策の現状分析と評価する必要がある。この評価により、既に達成されたものの上に何を構築するかを定義すべきである。
- 本調査を含めいろいろな国際協力によって導入された機材の、プロジェクト終了後の維持管理をうまく行うために、技術的・財務的な仕組み作りが必要である。

(2) 実施すべき今後の活動

- 継続的に新しい情報を集め、その品質と有用性を分析し取捨選択するシステムを構築する。それにより利用可能なデータの品質を常に最新最良のものにできる。
- 市や関連する防災組織のために、適切な災害リスク軽減計画と緊急対応計画を新規策定、または、既存の計画の修正を行う。

- 災害対策のプロセスの定期的評価と見直しを行うことのできるような、災害対策の進捗をモニターするツールと仕組みを開発する。
- 有効なリスク軽減技術と適切な設計・施工法について専門家を訓練するための、建設会社、専門家組織、建設業界の共同訓練プログラムを実行する。
- 災害対策の研究によって得られる結果と情報のエンドユーザである地方自治体職員のための研修プログラムの確立する。
- 本調査から得られた技術や経験を活用し、ニカラグア全土を対象に作業を継続する。
- 本調査の成果を広く発展させるため、近隣国での同類調査を関係機関間で調整する。

(3) 災害対策へのコミュニティの参画

- 災害対策の実施に際して、社会の全ての分野の主体的な参画を推進する。
- 本調査や類似調査の結果を利用し、コミュニティでの防災訓練の体系的な実施を推進する。
- 文部省を通じ、学校での防災教育プログラムを策定する。
- コミュニティにおける既存リスクの認知やリスク軽減のための啓蒙活動プログラムを実施する。
- 防災に関する特別な日を設立し、リスク軽減をコミュニティの生活の一部にすることを推進する。例えば、コリントでは 1992 年の津波の被害を忘れないため、9 月 1 日を津波の日と制定し、コミュニティの防災に関する意識向上を図っている。