

1.1 海外における洪水被害軽減体制の強化支援に関する事例研究

研究予算：運営費交付金（一般勘定）

研究期間：平 18～平 20

担当チーム：水災害研究グループ（防災）

研究担当者：吉谷純一、竹本典道

【要旨】

本研究は、地域ごとの水害脆弱性の分析と実現可能な被害軽減体制強化方策を事例ごとにとりまとめるものである。平成 19 年度は、中米ホンジュラスを選定し、洪水の発生要因、洪水被害の実態、また、そのときの行政の対応を主に資料収集・整理し、要因分析を実施した。さらに平成 18 年度において資料の整理・分析を進めてきたフィリピンについて、インファンタ市の 2004 年台風災害に絞り込み、被害の発生・拡大要因及び被害軽減体制に関する対策の効果について、ヒアリング等でできる限り詳細な情報を収集した上で、災害カルテを試作した。また、災害カルテにもとづき被災要因の仮説を設定し、現地調査によって仮説を検証した。

キーワード：洪水、災害リスクマネジメント、要因分析、ホンジュラス、インファンタ

1. はじめに

水災害に対する被害を軽減するためには、災害発生後の災害緊急対応、復旧・復興、同じ規模の災害の予防・減災、事前準備の 4 つのフェーズからなる防災サイクルを機能させ、地域の防災力を向上させることが重要である。さらに、各フェーズで、一人一人が洪水時に適切な行動がとれる「自助」、コミュニティを形成する人々が助け合う「共助」、行政機関が被害の予防・最小化のために行う「公助」の 3 者すべてが適切に行動することが必要である。このような防災力の向上は被害発生の実態把握と根本要因の分析などを元に、その地域にとって有効・適切な施策が計画・実行され始めて防災力が強化される。

本研究は、災害に対して特に脆弱な海外の事例を対象に、対象地域の地域防災力を最大限に発揮する方策を事例的に提案しようとするものである。平成 19 年度は、ホンジュラス国とフィリピン国インファンタ市の 2004 年台風災害を対象として研究を実施した。

2. ホンジュラスにおける水災害に関する要因分析

2.1 水災害にかんする資料収集・整理

中米の国ホンジュラスでは、ハリケーンやそれに伴う風水害が毎年のように発生しており、ホンジュラスの経済に多大な影響を与えている。ホンジュラスの多くの河川では、上流で行われている焼き畑農業や放牧、森林伐採によって土壌の浸食が激しく、河川への土砂流入が著しい。そのため、河床堆積物が多く、流下能力の減少につながっている。豪雨時には河川への土砂流入による水

位上昇が原因で氾濫が起る。

近年の水災害の中で 1998 年 10～11 月に発生したハリケーン「ミッチ」による被害（死者数、被災者数、被害額）がもっとも甚大であった。それに次いで、1993 年 10～11 月、1994 年 10 月、1999 年 10 月、2005 年 1 月にそれぞれ 374 名、150 名、34 名、47 名が犠牲となっている。また、被災者の観点から見ると 1999 年 10 月の洪水による被災者数は 50 万人と比較的多い。

2.2 ホンジュラスにおける洪水対策の整理

ホンジュラスのほとんどの河川においてその整備が遅れている。都市周辺や経済的に重要な地域に限定した河川改修が実施されているが、その水準も低い。河川事業の主なものとしては、河道改修、河床浚渫、堤防建設、放水路建設、蛇籠による水制工の建設などである。河川改修事業の事業主体は、公共事業・運輸・住宅水工部、スーラ・バレー委員会(Comision Ejective Valle de Sula)、地方自治体、プランテーション企業である。

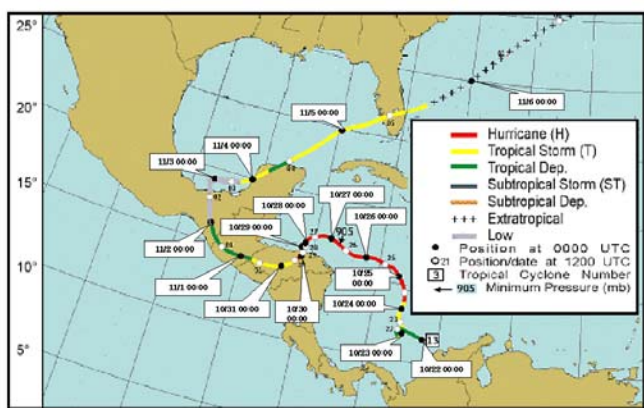
非構造物対策に関しては、非常事態常設委員会(Comision Permanente de Contingencias: COPECO)が重要な役割を果たしている。ハリケーン・ミッチ後、COPECO は国家危機管理に関する法制度の整備、国家非常事態対応計画(National Emergency Response Plan)の更新、地方防災組織の強化、緊急時用機材の整備などを進め、緊急時の情報伝達、捜索・救助・救援活動、防災に関する研修と教育啓蒙により、「防災文化」を定着させることが今後の重要な課題であると考えている。各市には市非常事態委員会(Comite de Emergencia

Municipal: CODEM)があり、各市の非常事態計画を定め、コミュニティレベルの非常事態委員会(Comites de Desarrollo Local: CODEL)を組織し、育成する役割を持つ。ハリケーン・ミッチ後、COPECO は全国に7つの地方組織(Comision de Emergencia Regional: CODER)を設立し、中央と市町村間および市間の連絡調整機能を強化しつつある。

現在、災害危険地域の開発を規制する法制度はない。防災意識が低いこともあり、ホンジュラスでは今でも危険地域で様々な開発行為が展開されている。天然資源・環境省は自然災害危険地域における開発行為をコントロールする法律を議会に提案している。この法律案では、開発禁止区域の設定とともに、経済的インセンティブにより土地利用を誘導すること等を規定している。

2.3 ハリケーン「ミッチ」による洪水被害の実態調査

ハリケーン・ミッチは図-1の軌跡で1998年10月～11月に中米を襲ったハリケーンである。ミッチの勢力は200年に1度の確率規模に相当し、1971年以来の超大型のハリケーンであった。通常ハリケーンは、9月～10月にかけて多発し、主にカリブ沿岸の地域に上陸する。しかしミッチは、10月26日～11月3日にかけて中米に襲来し、最大風速285km/h、気圧は906hPaの超大型で、特に、ホンジュラス、ニカラグア、エルサルバドルなどに甚大な被害を及ぼし、中米諸国で死者が1万人を超え、行方不明者9千人、避難民150万人という歴史的災害となった。



出典：GeoResource(HE31)
(日時は図内凡例をもとに記入)

図-1 ハリケーン・ミッチの軌跡

ホンジュラスでは、ミッチは10月26日～11月3日の間に中央高地および南部地域において、まれに見る激しい雨を降らせた。この豪雨により西部地域、中央高地地域および南部地域で河川や湖の水位が急上昇し、氾濫が起きた。また、洪水や土石流などが各地で発生したほ

か、激しい雨や暴風によって住宅が吹き飛ばされ、全土にわたって人的および物的(道路、橋梁、学校、コミュニティセンター、農業、水産業等)被害をもたらした。このハリケーン・ミッチによる総雨量は1,905mmと報告されており、死者・行方不明者が同国で1万人を超えていたとされている。

ハリケーン・ミッチは、水の汚染による感染症の発生や食料不足による飢餓などの2次被害を発生させた。ホンドルンでは2万人のコレラ患者、3万人以上のマラリア患者、21万人の重症下痢患者が発生し、多くの乳幼児に死をもたらした。さらに、蚊が媒介するデング熱に1千人以上が罹患した。

2.4 ハリケーン「ミッチ」からの教訓の分析

ハリケーン・ミッチは地方の貧しい農村部だけでなく、情報伝達手段が確保されている都市部においても大きな被害をもたらした。とりわけ農村部ではテレビやラジオなども限られていることから災害の警告が迅速に地域レベルに送られる仕組みを構築する必要がある。また、識字率の低い農村部へのわかりやすい警報の出し方や日頃からの訓練などを実践的に行っていくべきであろう。

ホンジュラス政府の財政上の制約と人員不足および救助活動に必要な知識や技術を備えた人材の不足、また緊急対応や救助活動に必要な資機材の不足から迅速な救援活動が行えなかった。さらに、食糧や飲料水などの救援物資の輸送も行えず、そのため被災者の体力が低下し、感染症への罹患が多発した。

首都テグシガルパでは災害直後から治安が悪化し、市街地では略奪グループによる犯罪が発生した。そのようなことから住民は略奪を恐れ避難施設への避難を躊躇したことも人的被害が拡大した要因とも考えられる。

2次被害を予防するためには、平時から予防注射や母子保健を実施すること、ゴミの処理対策を実施すること、災害発生の早い段階から飲料水・食糧などの緊急物資の配給を可能にすること、水道水は煮沸するなど安全な水の確保に努めること、避難所の衛生環境に配慮することが挙げられる。

3. フィリピン国インファンタ市の要因分析事例研究

3.1 事例研究の進め方

研究は、

- (1)被害の発生・拡大要因、
 - (2)被害軽減体制に関する取組・対策の効果
- を分析し、評価を試みた。分析・評価のためには、災害

の実態が明らかになる情報および諸データが不可欠なため、まずは文献調査を行い関連情報・諸データを収集・整理することにした。次いで、国内において専門家・関係者にヒアリングを実施した上で、さらに詳細な資料収集を行った。この文献調査及び国内ヒアリング調査に基づき、4つの災害カルテ（災害外力カルテ、地域特性カルテ、対策状況カルテ、被害状況カルテ）を試作するとともに、水害における被害の発生・拡大要因、被害軽減体制に関する取組・対策の効果に関する仮説を設定した。その上で、現地において未確認データの収集を試み、現地住民から体験談をインタビューし、災害カルテを更新・補完した。最後に、試作した災害カルテのデータと現地調査での確認結果から上記の仮説を検証することにした。

3.2 対象地域・災害の選定

フィリピンは世界でも最も自然災害の多い国の一つであり、災害形態は台風、暴風雨、洪水、火山噴火、地震、干ばつ、自然火災、斜面崩壊、津波、高潮など多岐にわたる。そのうち特に台風や暴風雨による被害が大きく、台風・暴風雨の犠牲者（死者、負傷者、その他被災者）は全災害の被災者数の6~7割を占めている。

本研究では、平成19年度の事例研究の対象をインファンタ市の2004年洪水とした。

2004年11月中旬から12月上旬にかけて、4つの台風(Unding, Violeta, Winnie, Yoyong)が立て続けにルソン島を襲い大規模な災害が起きた(図-2)。その中でも11月下旬発生した熱帯低気圧ウィニーによりインファンタ市では豪雨が続き、その影響で洪水や鉄砲水が発生した。インファンタ市の被害調査報告によると全人口(59,000人)の75%に相当する47,000人が被災し、インファンタ市のみで死傷者176人(死者112人、行方不明者53人、負傷者11人)、台風により破壊した5,087棟のうち2,047棟が全壊とされている。また、農業・漁業への影響も甚大であった。さらに、海が荒れていたため救援活動が停滞し、災害発生から4日間は救援物資や食糧、水、医薬品などがなかったことも被害を拡大させた。

この洪水被害を受け、インファンタ市ではコミュニティベースのリスク軽減対策が検討され、コミュニティ防災活動が進んでいる。また、バランガイ(集落)レベルで防災カウンスルが置かれ、国一州一市一バランガイの連携による防災対策が試みられている。

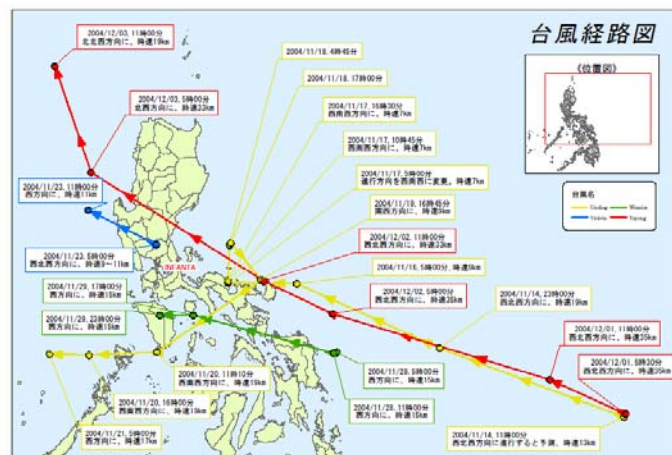


図-2 2004年の4台風経路
(Unding, Violeta, Winnie, Yoyong)

3.3 災害カルテの試作

文献調査・国内ヒアリング調査で収集した資料を基に、ケーススタディ対象のインファンタ市について表1のとおり、「災害外力カルテ」、「地域特性カルテ」、「対策状況カルテ」、「被害状況カルテ」の4つの災害カルテの整理を試みた。災害カルテは、後に行ったインファンタ市現地調査に基づいて更新・補完した。

3.4 仮説の設定

作成した4つの災害カルテによってインファンタ市における被災状況がある程度把握することができた。把握した情報に基づいて2004年台風ウィニーによるインファンタ市の被災状況に関して、「なぜ、犠牲になったのか?」、「なぜ、避難しなかったのか?できなかったのか?」、「構造物対策、流域対策はなされていたか?」、「特定の人たちが多く犠牲になったのか?」の4つの観点から表2に示す10の仮説を設定した。

設定した仮説を客観的に検証するためには、データや記録などの事実確認による裏付けが望ましいと考え、不足資料を現地調査によって入手することを想定していたが、現地調査では地図の入手、現地住民からの被災様相のヒアリング回答の資料入手にとどまった。

3.5 仮説の検証

作成した災害カルテのデータおよび現地調査で確認した事項から、設定した仮説の検証を行った。仮説の検証結果は表2のとおりであるが、このうち数値的に定量評価できたといえるものは仮説10のみである。

表-1 試作した災害カルテ（インファンタ市、2004 災害）

災害外力カルテ	2004年の11月中旬から12月初旬にかけて、フィリピンソロン島に3つの熱帯低気圧、1つの巨大台風が上陸した。平均的に年間20から30の台風がソロン島を通過するが、今回のように短い間に4つの低気圧が上陸するのは珍しい。この低気圧の襲来は異常な降雨をもたらした。特にウィニー（Winnie）は対象地域のインファンタ（Infanta）周辺で10時間で15日分の雨を降らした。その集中豪雨によって、インファンタの背面にそびえるシエラ・マドラ山で地すべりが発生し、土砂の堆積によって天然ダムが出来上がった。ダムが決壊することによって鉄砲水が発生した。また、河川の増水によって各地で洪水が発生した。Undingである程度の量の雨が、山麓に降ってきた。Winnieは400mm近くの雨をもたらした。それによってフラッシュフラッドが発生した。Yoyongは強く、早い風をまとらした。雨はたいしたものではなかった。UndingやVioletaの雨によって（土壌が）少し浸透していたと考えなければならない。Winnieがきたときは濡りやすい状況であった土砂災害が多かった。特にKanan川沿いはひどかった。Kanan川の勾配は急で、引っかけのような感じで崩壊が結構みられる。それに比べてKaliwa川（左側）の勾配は多少緩やかであるが（低地に集落がある）、ここでも報告されていないが土砂災害が発生した。DENRの試算によると、アゴス川からインファンタやGeneral Nakarに流出した土砂量は2,000万m ³ である。
地域特性カルテ	インファンタ市（Infanta）は、海と山脈に囲まれている地勢に位置しており、ケソン州における最も古い都市の一つで、ケソン州北部の行政機関が集中している。市の人口は約6万人であり、主要な産業は農業、漁業、貿易とサービス業である。また、無計画な森林伐採（※）がシエラ・マドレ（Sierra Madre）で行われており、今回の災害による被害を拡大させた要因としてインファンタ市ホームページにも紹介されている。Agos川からは、灌漑用水を取水しているが、2004年災害では灌漑地域も被害を受けている。この荒れた農地の管轄は、DPWHではないが、手付かず状態で、インファンタ市からマニラに人が流出してくる要因となっている。※本災害発生直後に違法伐採を防ぐための取締りが強化された。
対策状況カルテ	フィリピンは世界でも最も自然災害の多い国の一つであるが、リスク軽減対策の一環として、コミュニティベースの防災体制を強化するために、大統領令第1566号が1978年に交付された。この大統領令に基づいて、フィリピン国各地のバランガイ（集落）で独自の警報システムや防災体制のあり方が検討されることになっている。しかし、2004年災害が発生する以前にはインファンタ市では「防災」に予算が充てられていなかった。このことから警報システムや防災体制の機能が不十分であったようである。災害後、アゴス川は、2005年、2006年とDPWHが2か年事業でいわゆる低水護岸の事業を実施してきている。また防災教育・研修等のソフト対策も強化された。※災害が発生した2004年以降から「防災」に関する予算が確保され、行政担当者の防災訓練、地形・地質を考慮した技術的検討、観測精度の向上や住民意識の啓発等が行われるようになってきている。また、被害の拡大要因として挙げられた森林伐採は災害直後に規制された。
被害状況カルテ	インファンタ市での死者は158名（行方不明41名を含む）、負傷者は198名であり、ほとんどの死者は子供や高齢者である。このことから、突如土石流・洪水が押し寄せた地域住民はパニックに陥り逃げ出すものやとどめて、どうしても体力的に不利な子供や高齢者に死者が集中したものと推測される。このような土砂災害・洪水被害からの直接被害とともに、土砂災害によって主要道路の多くが通行止めとなり、また強風のために海・空からの救援・救助が不可能となったため、孤立地域では飲食物・飲料水・医薬品が不足するといった事態が発生した。このような孤立地域への救助困難な状況も、被災を拡大させた要因と考えられる。電力の供給、通信網の遮断などのインフラ網にも多大な被害が生じた。既存の213の避難施設の内40しか使えなかった。災害後人口の8割以上（6万人中約5万人）が救援物資を求めた。※主な被災地は、インファンタ（Infanta）市、リアル（Real）市、ジェネラルナカル（General Nakar）市で、死亡者の4割以上が集中した。台風ウィニーにより、リアル市では、多くの住民が避難していた建物が土砂に埋もれるなどの被害も発生した。

- (1)仮説1「洪水に飲み込まれて死亡」
市担当者からのヒアリングでは、**流木等が直撃して溺死した人が多かった**と言うことだった。
- (2)仮説2「土砂に埋もれて死亡」
上流溪谷部のクリークの多くで**土石流や土砂崩れ**が発生し死者が出ている。
- (3)仮説3「避難生活の悪条件により死亡」
市の衛生当局が水道水の塩素消毒を行い下痢等の発生を予防した。住民からも死者が出たとの証言はない。
- (4)仮説4「警報が行政から住民まで行き届かなかった」
市は正式な警報発令はしていなかった。バランガイの中には浸水前に住民に避難を呼びかけていたところもあり、対応がまちまちだった。

- (5)仮説5「行政担当者が避難の判断を下げなかった」
これまで未体験の大出水で想定外の早さで浸水し、市の防災体制も整っていなかった。
- (6)仮説6「地域住民の意識が低く、避難しなかった」
市民のほとんどが水害で大きな被害を被ったことがなく、住民の危機意識は低かった。
- (7)仮説7「アゴス川の堤防整備や土砂災害対策が不十分」
アゴス川には中小洪水対策としてごく一部にコンクリート擁壁があったが、2004洪水で破壊している。
- (8)仮説8「アゴス川の河川整備、流域整備が不十分」
国および地方レベルでアゴス川の河川整備や流域管理に係る計画は検討されていない。
- (9)仮説9「犠牲者の多くが女性・子供・高齢者」
市担当者の証言では、一般的に体力の弱い女性、子供、高齢者等の災害弱者が多く犠牲になったとのことである。
- (10)仮説10「犠牲者の多くが高リスク地域の住民」
上流溪谷部クリーク沿いおよびアゴス川隣接地区の高リスク地域の死者数・行方不明者数は146人にもものぼり、市全体の死者数・行方不明者数158人の92%に相当する。

表-2 仮説の検証結果

	No.	仮説	検証結果	備考
なぜ、犠牲者になったのか？	1	洪水（堤防の破堤による氾濫やフラッシュフラッド）に飲み込まれて死亡した。	●	市担当者の証言より（氾濫水だけでなく流木等のデブリが直撃したため）
	2	土砂（土石流、土砂崩れ）に埋もれて死亡した。	○	市担当者、住民の証言より
	3	避難生活時の悪条件（衛生状態が悪化、食糧・飲料水が不足）によって死亡した。	●	市担当者の証言より（消毒等によって下痢等を防止）
かのか、出避難しなかったのか？	4	警報が行政から地域住民まで行き届かなかった。	△	市担当者、住民の証言より（イログにより対応が異なっていた）
	5	行政担当者が適切に避難に関する判断を下すことが出来なかった。	○	市担当者の証言より
	6	地域住民の防災意識が低く、避難しなかった	○	市担当者、住民の証言より
た多特のく定か犠の？性人にならなかつた	7	アゴス川の堤防整備や土砂災害に対する構造対策が不十分であった。	○	現地調査より 市担当者の証言より
	8	アゴス川流域に着目した河川整備、流域整備が不十分であった。	○	市担当者の証言より
	9	犠牲者の多くが女性や子供、高齢者の災害弱者であった。	○	市担当者の証言より
	10	犠牲者の多くが高リスク地域（災害常襲地区）の住民であった。	○	数値を用いて定量的に検証

○：事実 仮説であった。
●：事実と仮説に相違があった。新たな事実が確認された。
△：証言により内 が異なり、明確に確認できなかった。

A CASE STUDY ON ASSISTANCE FOR STRENGTHENING FLOOD DAMAGE MITIGATION MEASURES

Abstract: This study project aims to analyze vulnerability to flood in several countries/regions, and propose feasible measures for strengthening coping capacity. In fiscal 2007, we chose the nation of Honduras in Central America and the 2004 typhoon damage in Infanta City, the Philippines as study objects. We did literature survey on the cause and characteristics of damage and the response of the government in Honduras and Infanta, and analyzed the findings. Followed by national scale analysis for the nation of the Philippines in 2004, we did interview survey on the cause of flood occurrence, the cause of expansion of damage and effectiveness of countermeasures for mitigation system, and drafted “Disaster Charts”. Hypothesis for the cause of disaster has been formulated, and verified by the interview survey.

Key words: Flood, Disaster Risk Management, Factor Analysis, Honduras, Infanta