

技術協カプロジェクトによる支援 ～台風ヨランダ災害緊急復旧復興支援プロジェクト ～ (The Project on Rehabilitation and Recovery from Typhoon Yolanda

1. はじめに
2. 高潮ハザードマップの作成
3. ハード対策(防潮堤)
4. まちづくり復興計画の事例
5. このプロジェクトの成果と教訓

一財) 河川情報センター 藤堂正樹
 (当時 調査団メンバー)

1. はじめに

2013年11月8日早朝にレイテ島に上陸した台風ヨランダ(国際名: Haiyan)は、高潮と強風により、36の州において甚大な被害を及ぼした。死者・行方不明者は7千人を超え、経済的な損失は895億ペソにのぼった。レイテ湾の湾奥部では5mを超える異常な高潮(潮位偏差)が発生し、また強風による家屋・建物被害も甚大であり、農作物等の被害も大きかった。



1) JICA調査団の活動

- フィリピン国政府は発災後、国家非常宣言を発令し、緊急復興支援計画を発表した。フィ国政府は災害に強い社会と地域の形成に向け“Build Back Better”の方針を打出し、国際社会に対し緊急支援を求めた。
- 日本政府は独立行政法人国際協力機構(JICA)が国際緊急援助隊専門家チームを現地に派遣し、情報収集を行った。その結果、「フィリピン国台風ヨランダ災害緊急復旧復興支援プロジェクト」の実施が決定された。
- 筆者らは、プロジェクト調査団（株オリエンタルコンサルタンツグローバルはじめ5社JV）の専門家として参加し、包括的支援を実施するために、数多くの施設復旧等のプロジェクトを立ち上げ、早急の復旧・復興の支援を行った。



3

2) 被災状況



タクロバン市



タクロバン市



タナウアン町



ギアン町

4

ヤシ油工場のタンクの被災…タナウアン町



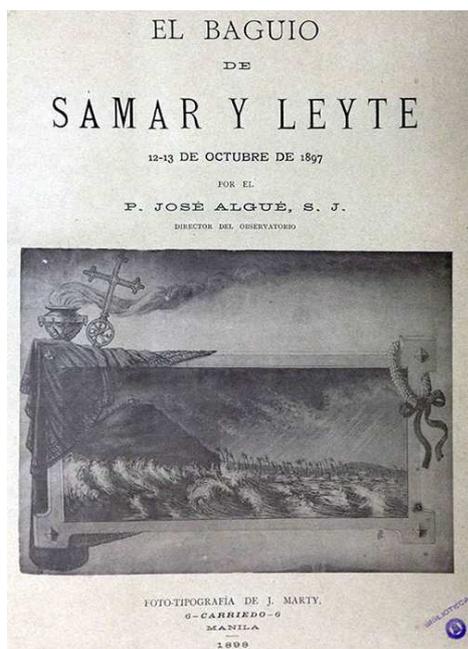
Photographs taken by Kumagai (Feb 2014), Leyte



【出典】
 1)HP「livedoor NEWS」より引用
 2)Google Earth より引用、一部加筆

3) 過去の記録...1897年 高潮

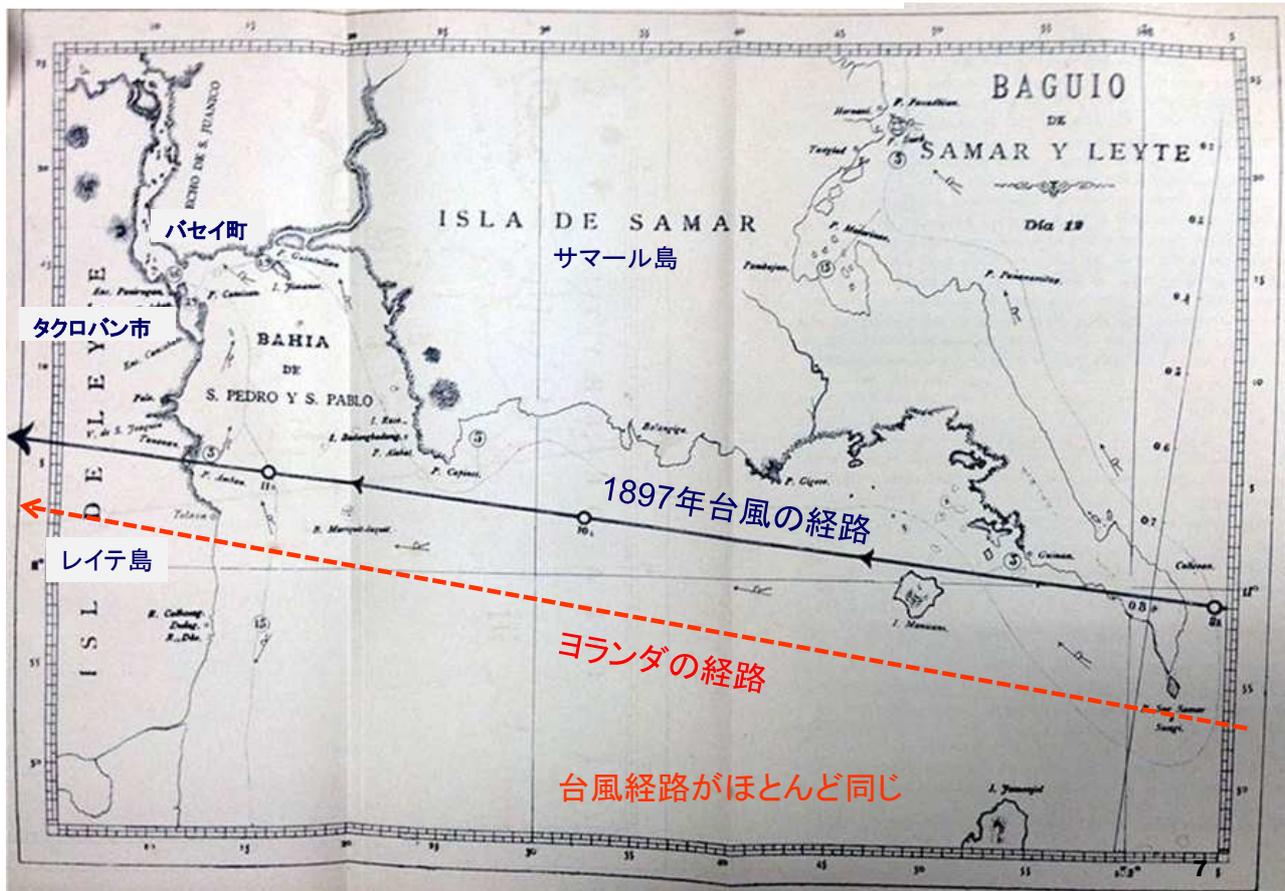
レイテ島、サマル島は、1897年にも巨大台風による大災害が記録されている。



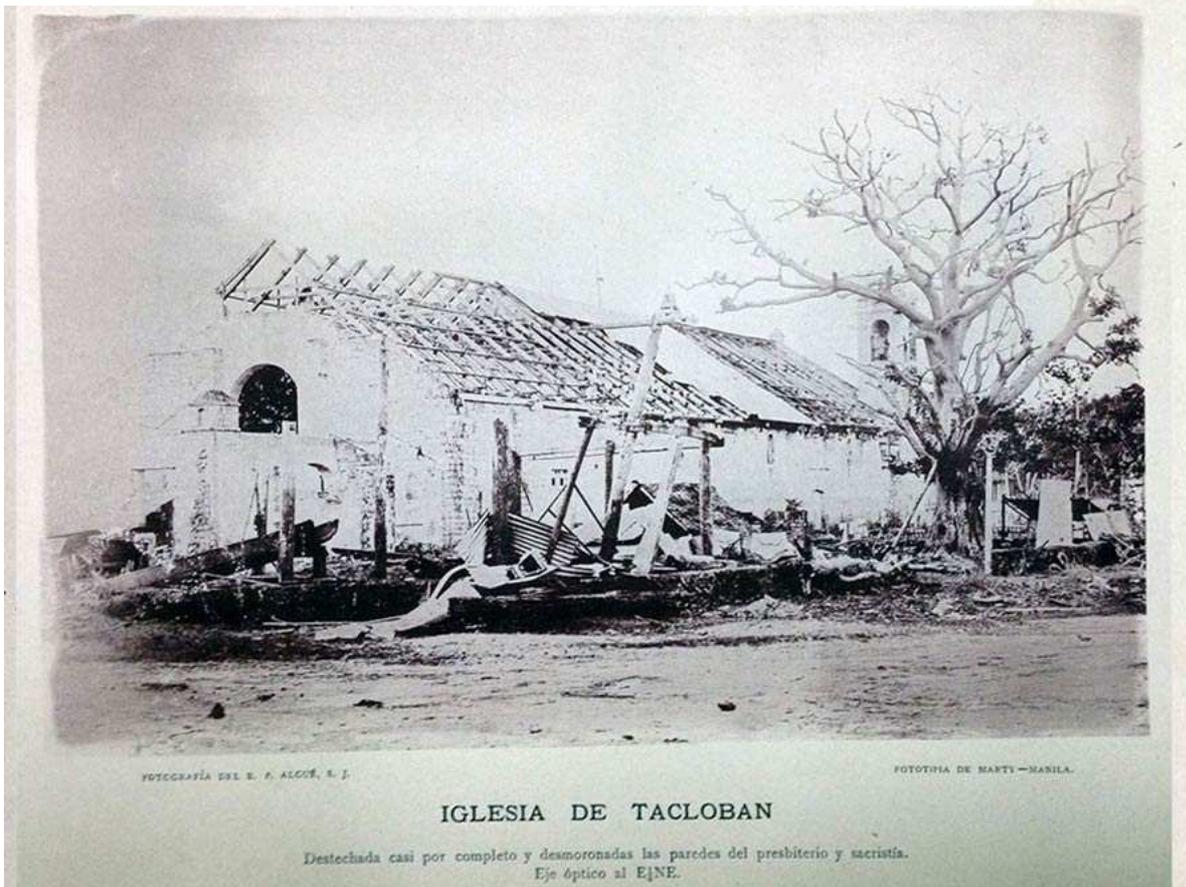
NÚMERO DE VÍCTIMAS DE LA OLA (1)	
ISLA DE SÁMAR (2)	
Población	Muertos
Quinapundan	12
Hernani.	166
Salcedo.	44
Mercedes	5
Guiuan	94
Balangiga	27
Vasey	500 (aproximadamente.)
ISLA DE LEYTE.	
Tacloban	200 (más bien más que menos.)
V. S. Joaquín.	11
En el resto de la Provincia..	240 (aproximadamente.)
Total	1299 (aproximadamente.)

Documented record of the 1897 Typhoon

1897年 台風の経路



1897年 高潮被害(レイト島タクロバン)



1897 年高潮災害(サマール島 バセイ)

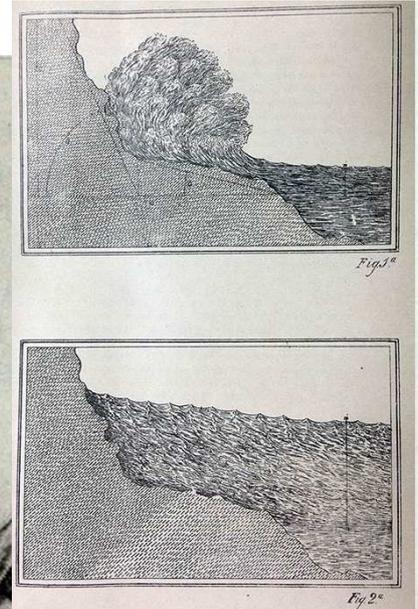


1897 高潮災害(レイテ島 ヘルナニ)



1897年 高潮の記録

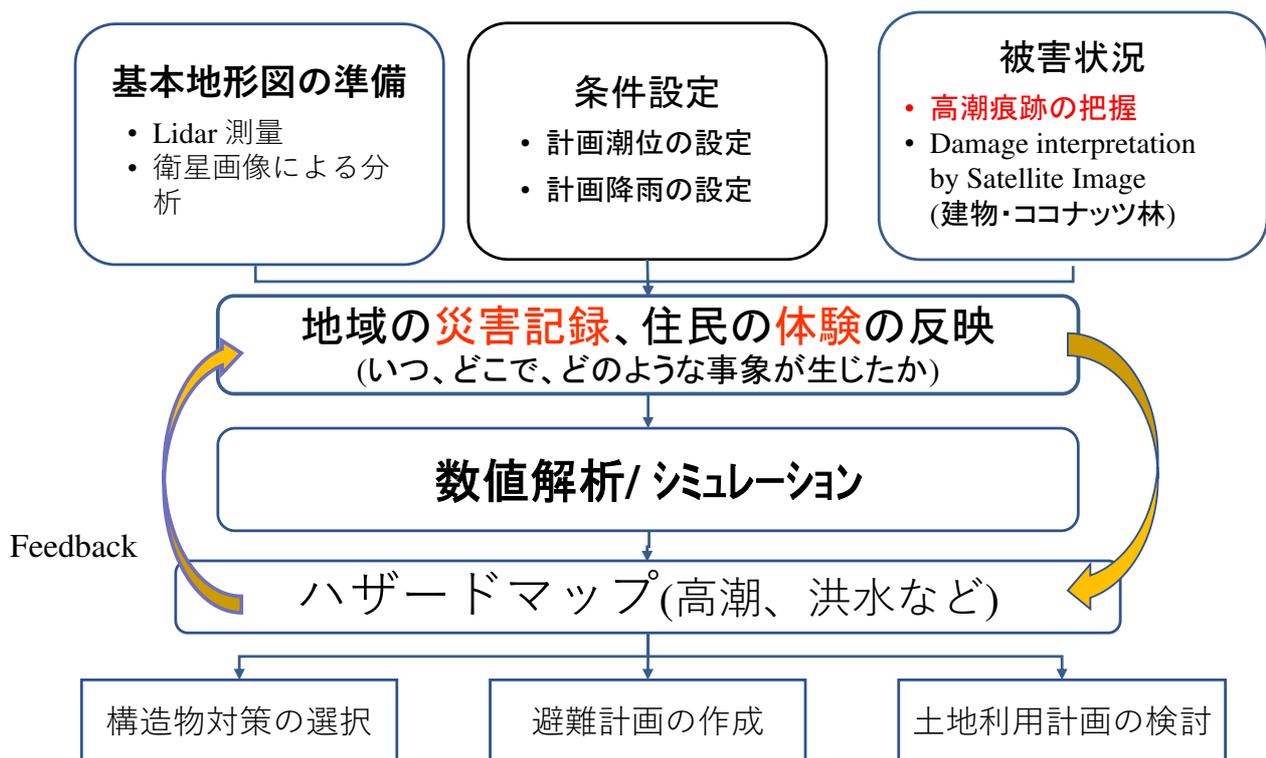
当時の人々も台風災害(高潮)の危険を皆に知らそうと努めた!



私たちは、ハザードマップとして伝える

2. 高潮(洪水)ハザードマップの作成

1) 作成プロセス 過去の**災害記録**、住民の**体験**を反映することが重要



2) 台風ヨランダの特性

- 1951年以降にレイテ湾付近の海域を通過した73台風のデータをもとに、最低中心気圧、移動速度、移動方向について統計分析を行った。
- 台風Yolandaの特性として、
 - ・ 中心気圧はこれまでで最も低い**895hpa**
 - ・ 移動速度も最も速く、**41km/h**
 - ・ 移動方向はやや西北西寄りの**280°**で、最も頻度の高いコースであった。
- ハザードマップ作成のための高潮再現計算では、**上記の特性を設定条件とした。**

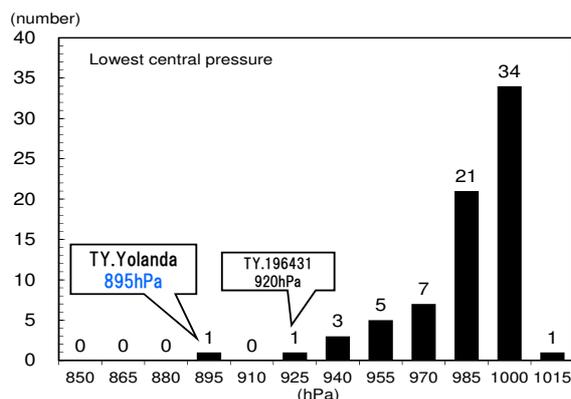


図-14 最低中心気圧の頻度分布¹⁾

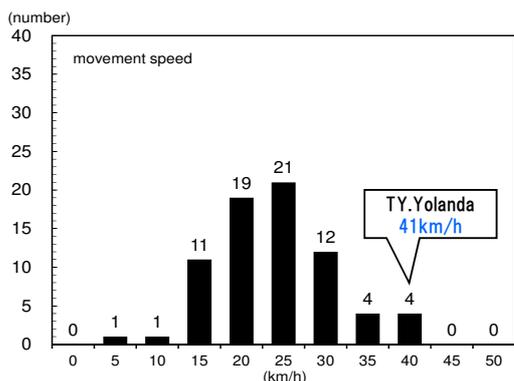


図-15 移動速度の頻度分布¹⁾

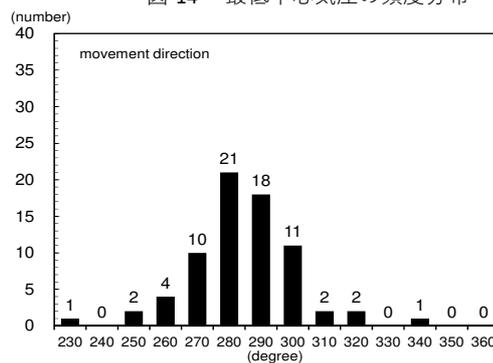


図-16 移動方向の頻度分布¹⁾

【出典】

1) JICAフィリピン国台風ヨランダ災害緊急復旧復興支援プロジェクト

調査団：熊谷健蔵氏（パシフィックコンサルタンツ（株））による分析

13

3) 高潮痕跡の調査

- 台風ヨランダによる高潮痕跡調査は、レイテ湾の海岸線に沿って実施された。
- 浸水高（海面からの標高）と浸水深さ（地面からの高さ）は、痕跡値と住民へのインタビュー証言に基づいて測定した。

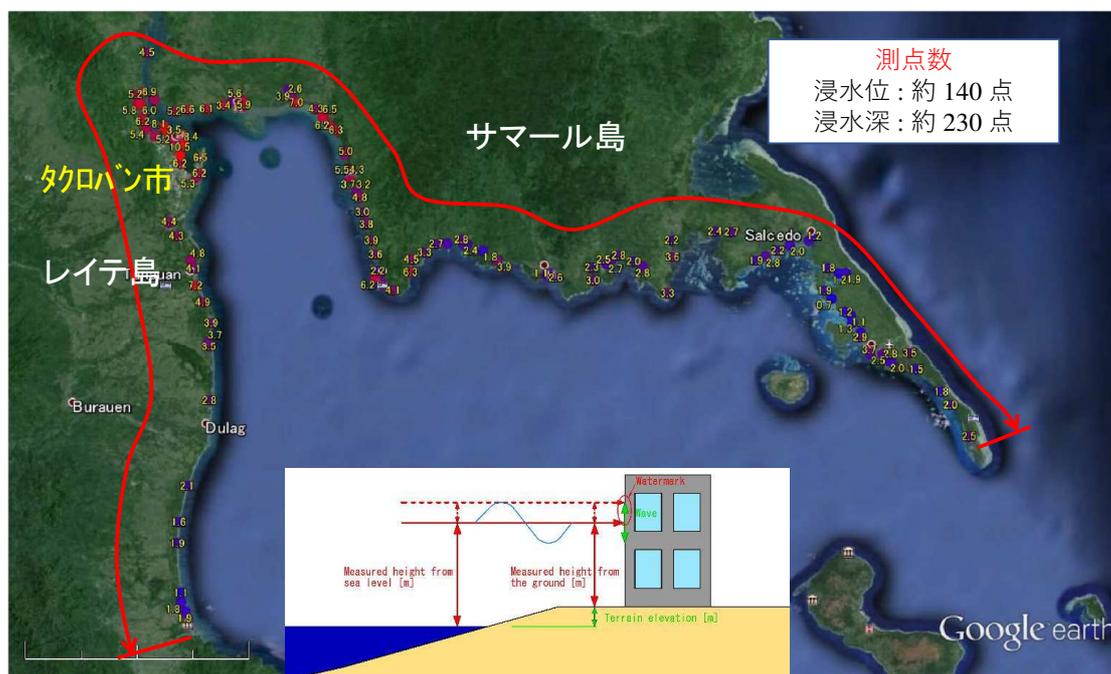


Fig.2-1 Distribution of inundation height along coastal line based on the site investigation

陸域の居住地などの高潮痕跡を得て、海岸での高潮高さ（潮位偏差）データに換算した。



①居住地区の高潮痕跡高調査



②中継地点での高さに換算



③海岸での高潮高（潮位偏差）に換算



居住地から海岸までの距離は長いところで2kmほど。
このようなデータを約200点収集した。

痕跡調査による浸水高の沿岸分布

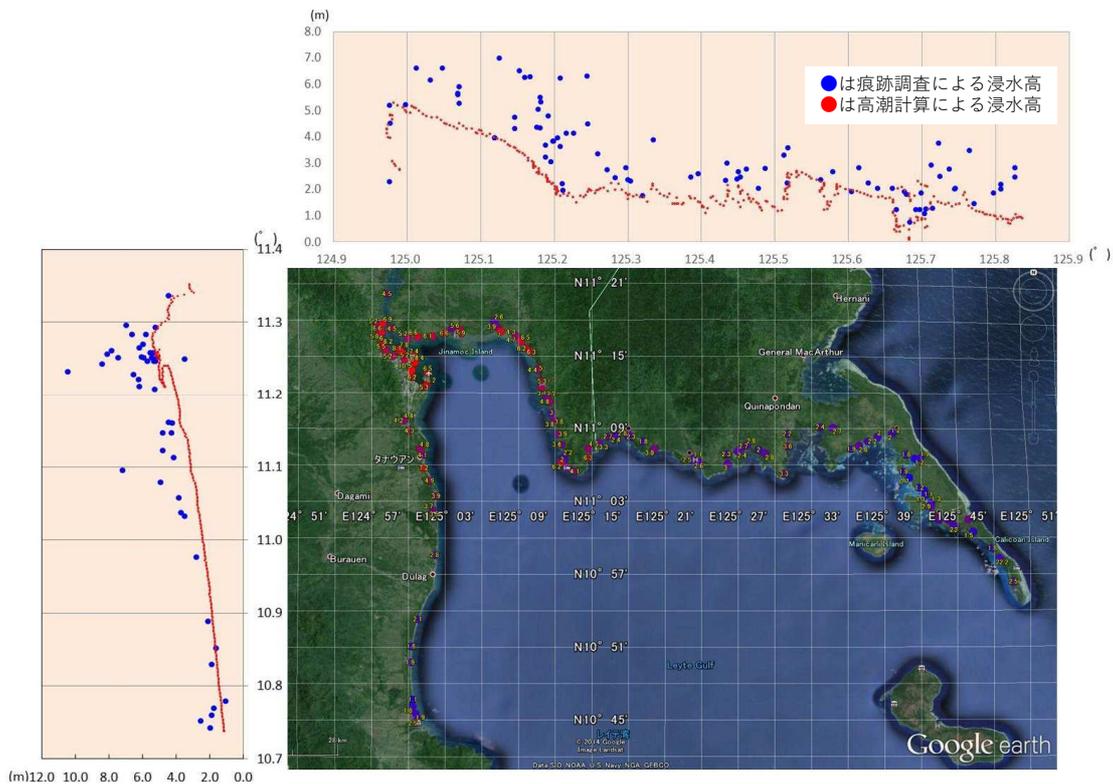


図-21 痕跡調査による高潮の沿岸分布¹⁾

【出典】
1) JICAフィリピン台風ヨランダ災害緊急復旧復興支援プロジェクト

調査団：熊谷健蔵氏（パシフィックコンサルタンツ（株））による分析

- Leyte湾沿岸部において高潮の痕跡調査を実施したが、明瞭な高潮の痕跡が確認できなかったため、高潮時に現地に残っていた人の証言をもとに浸水高を測量した。
- San Pedro and San Pablo湾では浸水高が非常に高くなっていることが確認できる。

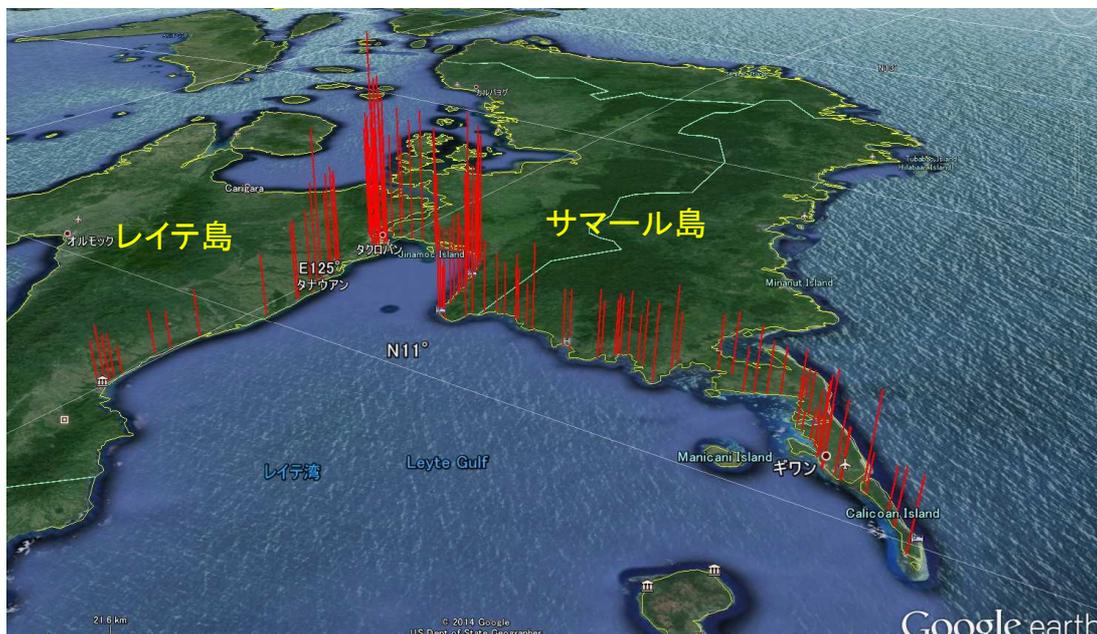
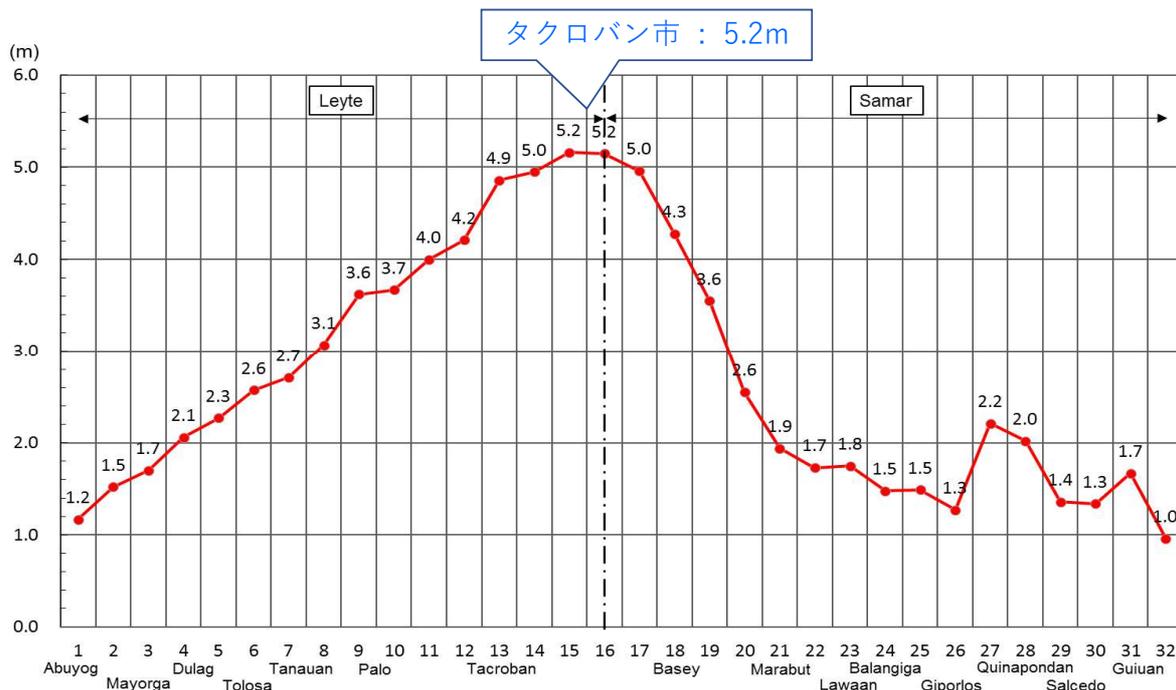


図-20 痕跡調査による浸水高の沿岸分布¹⁾

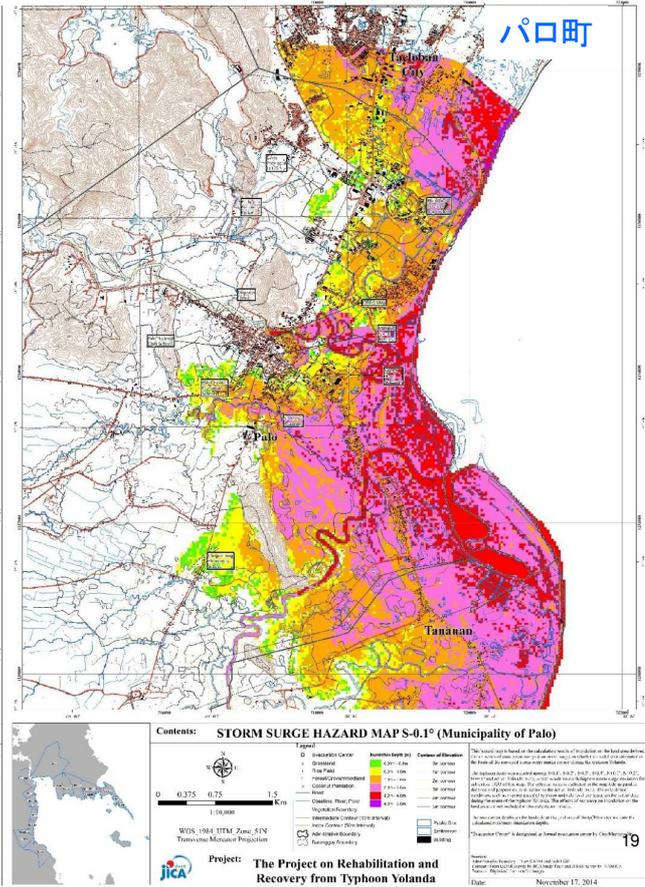
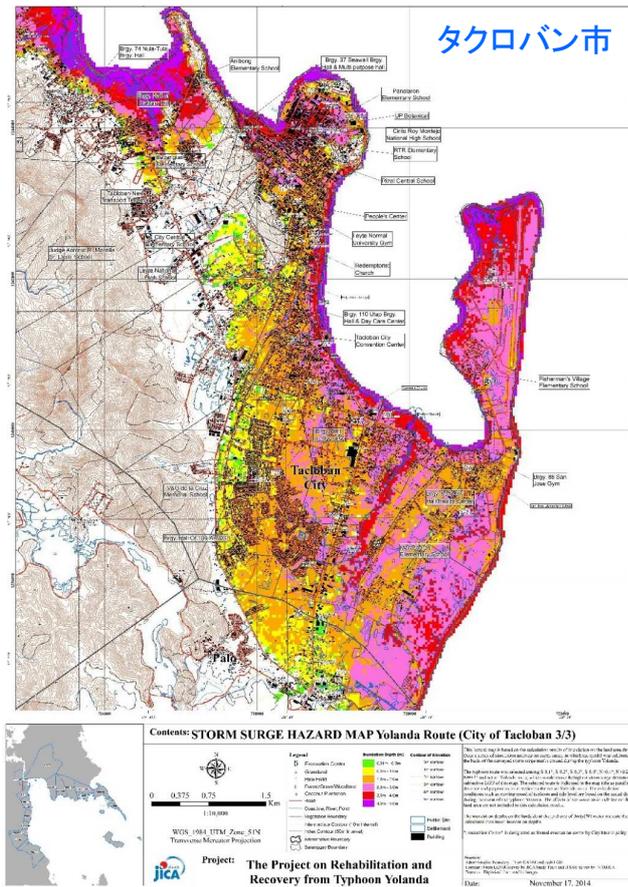
【出典】
1) JICAフィリピン国台風ヨランダ災害緊急復旧復興支援プロジェクト

4) 台風ヨランダによる海岸沿いの高潮高の再現計算

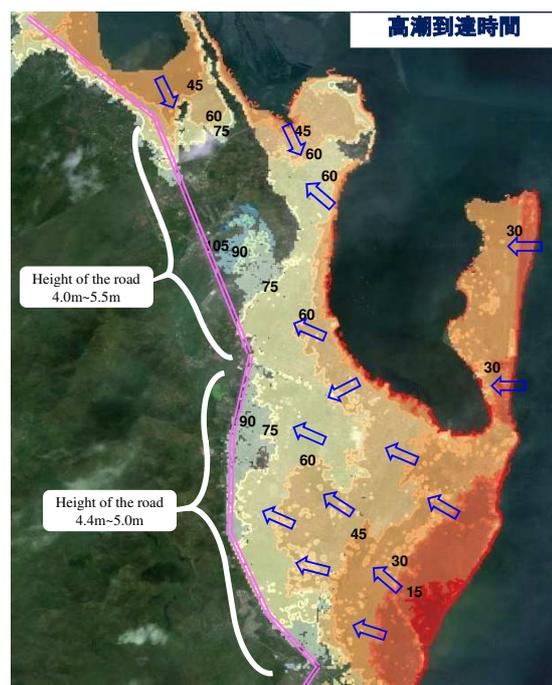
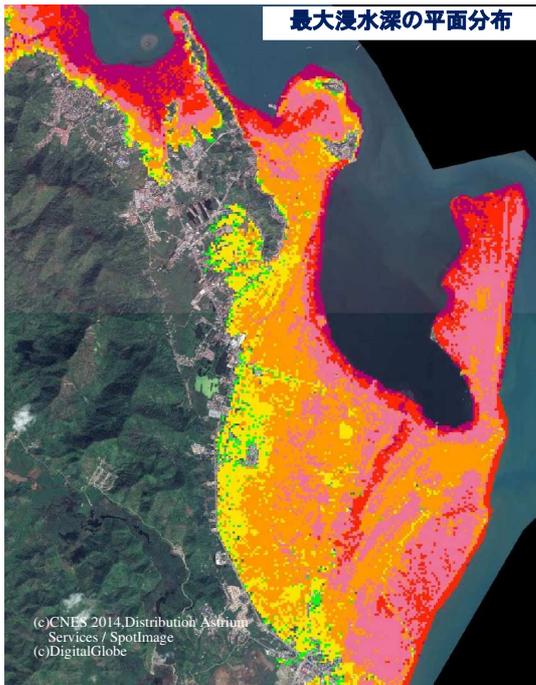
- サンペドロ湾とサンパブロ湾の内湾地域での通常潮位からの偏差は非常に大きかった。
- タクロバン市で最大5.2mの結果となった。



5) 高潮ハザードマップ (JICA調査団)

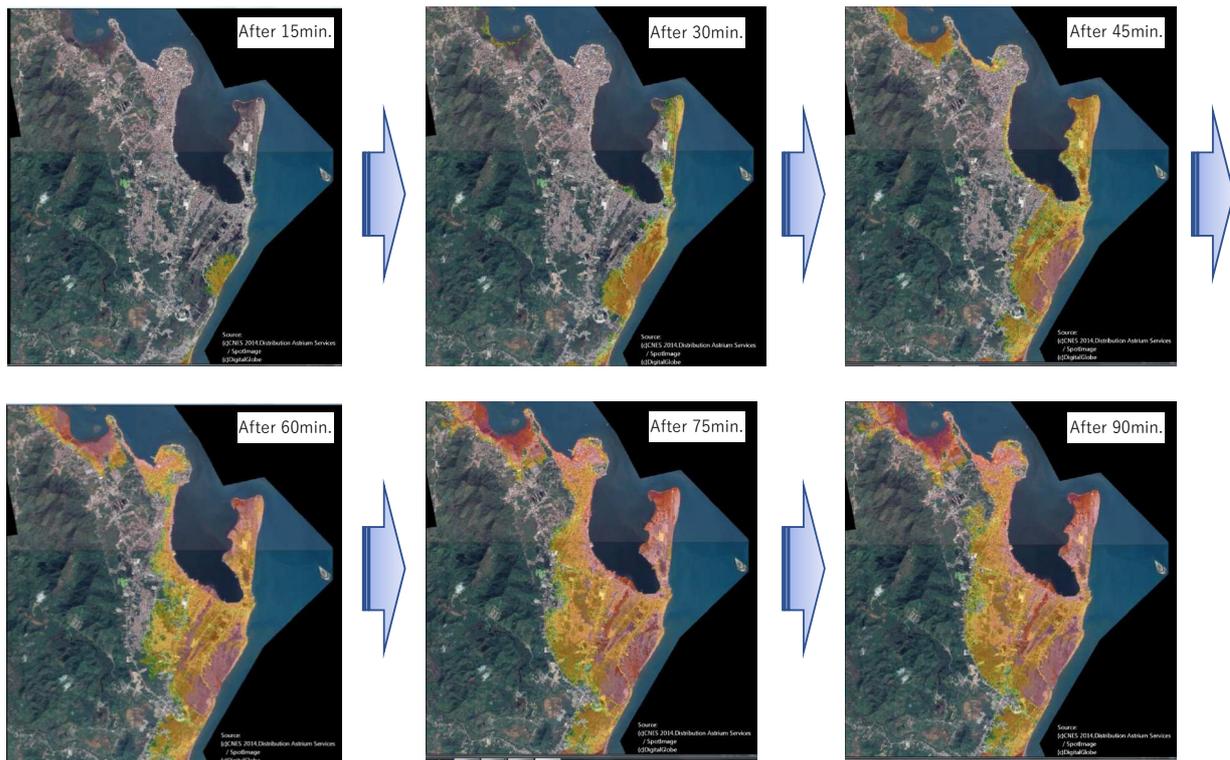


台風ヨランダ時の高潮による浸水の到達時間と最大浸水深



- 【Remark】
- less than 0.3m
 - more than 0.3m, less than 1m
 - more than 1m, less than 2m
 - more than 2m, less than 3m
 - more than 3m, less than 4m
 - more than 4m, less than 5m
 - more than 5m

【Remark】数値は、高潮浸水の予想到着時間を示す。各到着時刻は、午前7時に高潮の浸水が始まった時点から時間を示したものである。



6) 被害軽減策（Disaster Risk Reduction）を議論するワークショップ

タクロバン市はじめ5市町で開催したJICA ワークショップ

- 高潮ハザードマップ作成後、市町とのワークショップを通じて、どこが危険な場所か、高潮の到達経路など、ハザードに関する知識を共に学び、将来の災害の避難計画、建物の計画、人々の日常生活の回復、経済の回復について話し合った。



ワークショップは、被災当時の振返りに始まり、作成した高潮ハザードマップの浸水範囲、浸水深について市町職員の目によるチェック、修正を行った。災害当時、高潮の危険性が住民に適切に理解されていなかったことが判った。

◆ワークショップでの発言

- ・現地では、台風ヨランダが来襲する以前にも高潮ハザードマップが作成されていたが、対象とした台風の中心気圧は940hPa程度であり、浸水の予想範囲は台風ヨランダによる浸水範囲よりもかなり小さいものであった。
- ・高潮 (Storm Surge) の意味が分からず、市町職員が呼びかけても避難しない住民も多かったようだ。
「高潮ではなく、津波 (Tsunami) と言われれば逃げた」という声があった。

ワークショップでは、JICA調査団作成の高潮ハザードマップの内容、重要性が理解され、「高潮の危険」と「危険箇所の認識」を共有できた。次のステップとして、これを防止するための「ハード対策」「ソフト対策」の必要性が認識された。

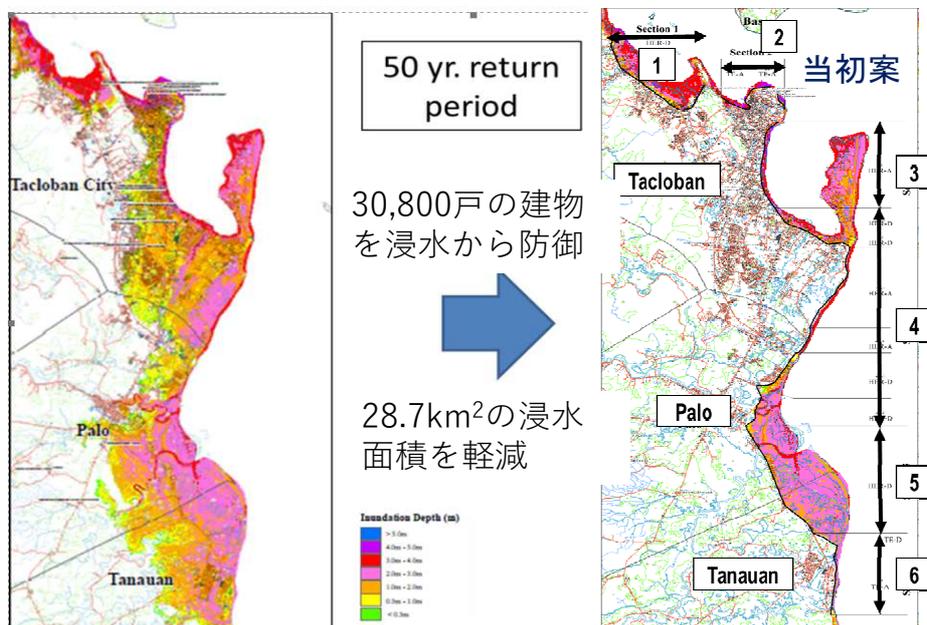
3. ハード対策 (防潮堤計画)

1) 防潮堤基本計画

- ・この災害を受けて、**構造物対策の必要性**がフィリピン側で強く意識されるようになった。
- ・各国ドナーが様々な提案を行う中、JICA調査団は、**防潮堤対策を提案した**。

防潮堤の天端高、構造物の断面等の設定は、日本の技術基準をもとに、50年確率の高潮解析によって、沿岸部の必要天端高を算定した。

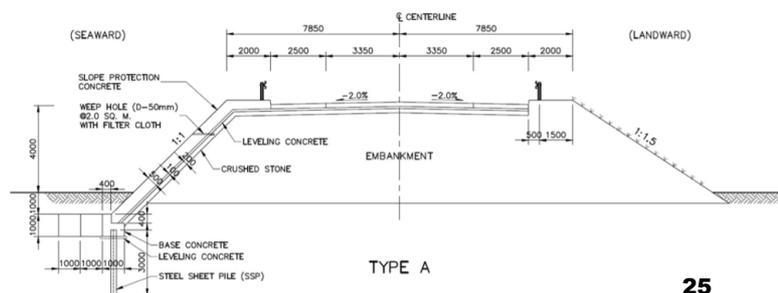
防潮堤建設は、DPWH (公共事業道路省) により実施されることとなった。



防潮堤構造 ...道路かさ上げ案(当初)



- 防潮堤の構造について、当初は用地確保の容易さと工費軽減のため、道路嵩上げ案も検討された。
- 道路嵩上げ案は、現地事情を考慮した有効な方法であった。一方で、道路よりも海側の居住者の移転が問題となった。
- 右図に示すように、海岸線付近に防潮堤を設置する計画案が進められることとなった。



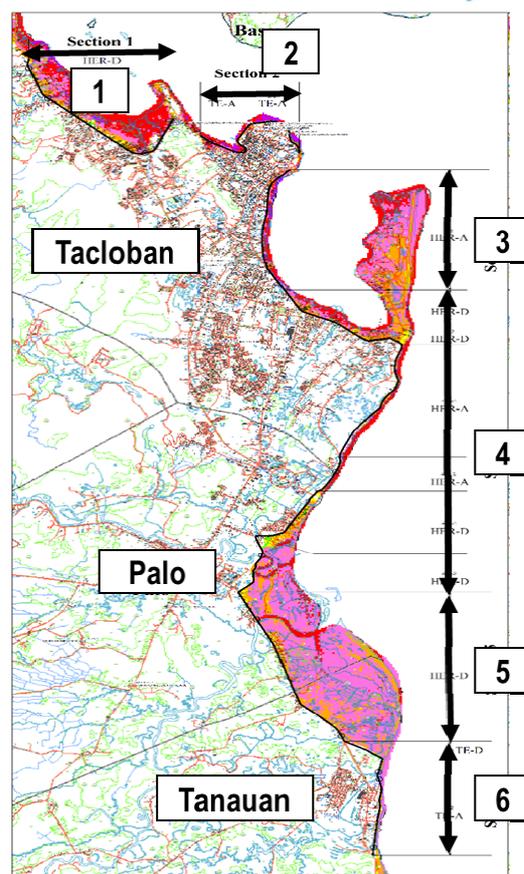
3. ハード対策の検討

2) 防潮堤の実施計画



- 防潮堤は全長約27km、計画線形は右図に示す通りである。天端高さにより6区間に区間分けした。
- 50年確率の潮位偏差（高潮高）の計算より、防潮堤天端高を以下と定めた。

区間	防潮堤天端高 (平均海面 + m)
1	4.5
2	4.0
3	3.5
4	3.0
5	3.0
6	2.8



3) 防潮堤建設の進捗...2018年時点



- DPWHによる防潮堤建設は、総延長27.3km、全6区間のうち、パロ町に相当するセクション4および5（延長7.3km）の建設が先行し、その一部はほぼ完成している。
- この区間の防潮堤高は、平均海面+3.0mである（調査団検討成果）。
- この区間が早期に完成できた理由には、**Right of Way**（計画用地）内の住民移転が少なく用地買収が比較的容易であったことが挙げられる。
- 加えて、当該パロ町長の強力なリーダーシップも見逃がせない。



パロ町の防潮堤
調査団 井上和則氏撮影、2018年7月

27

4. まちづくり復興計画の事例（パロ町のDream Plan）



1) 避難計画とタイムラインアクションプラン

- JICAプロジェクトで作成したハザードマップを基に、安全な避難所を確認し、誰が何処に避難するのかを市や町が主導して策定することを話しあった。
- 「いつどのように避難するのか」
「市や町は、災害時に誰がいつ何処で何をするか」を事前に関係機関が整理し合意する、
「タイムラインアクションプラン」の策定を支援した。
- この結果、避難所毎の避難者リストが準備され、それ等の計画に基づいた避難訓練も実施された。



2) まちづくり復興計画（パロ町のDream Plan） ～いかに町を守り、発展させるか

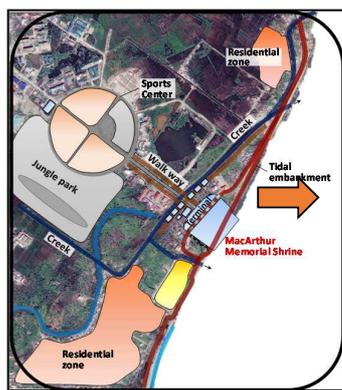
- 海岸エリアのバランガイ（コミュニティ）が大きな被害を受けたPalo町では、高潮からこれらのエリアを守るため、防潮堤計画を受け入れた。
- パロ町の海岸には、第二次世界大戦中に米軍のマッカーサー将軍が上陸した記念公園があり、町のシンボリック存在となっていたが、防潮堤がこの公園を分断する可能性があった。
- パロ町は、ペティリア町長主導で防災対策と同時にまちづくり復興（Build Back Better）を進めるための調整を、エリアマネジメント手法を取り入れて強力に推進した。



パロ町のDream Plan 作成ステップ

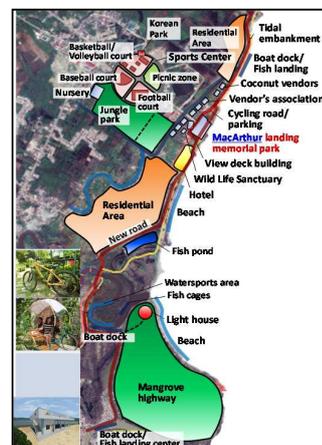


エリアの特性を把握する



防潮堤計画を前提として、
エリア内の計画や提案を
地図に落としていく

ターゲットエリアを広げ、広
域でプロジェクトを確認する



他計画との関係性を確認
しながら調整する。

パースを議論内
容結果に合わせて
変えていく



パロ町のDream Plan



- ・ **マッカーサー公園**を分断する案となっていた防潮堤線形は、公園の後ろを通る案に修正された。
- ・ 観光開発の目的から、防潮堤天端には**自転車道路**を設置することが提案された。自転車道路終点にはサイクリングの目標となる**灯台**の建設を計画した。
- ・ その周辺には観光客が散策するための**マングローブハイウェイ（遊歩道）**が計画された。



パロ町のDream Planは実現中！



パロ町のドリームプランは、防潮堤計画をベースとして一部が完成した段階である



5. この仕事の成果・得た教訓



- ・高潮を主な対象として、その特性を把握し、高潮ハザードマップに反映した。
- ・ハザードマップ作成後のハード対策とソフト対策の提案を行った。
その一部はすでに完成している。
- ・高潮解析、ハザードマップ作成で、日本流の緻密な手法は現地の理解と評価を得た。一方、復興対策は、現地の意向を聞き、移転負担の軽減・施工性・経済性を考慮することの重要性を痛感した。
- ・復興への提案は、他国ドナーとの競争という一面もある。コミュニケーションの重要性、スピード感ある対応の重要性を知った。



33

明るく前向きなフィリピンの人々



- ・フィリピンの中でも貧困なエリアとされるレイテ島で、BBB実現に向けた一歩が踏み出せた。
- ・自分たちも被災し、大事な家族や友人を失った方々も多い中、被災者の前向き姿勢、現場首長のリーダーシップが計画を推進した。
- ・常に明るく前向きなパワーに、こちらが励まされる毎日だった。

被災地のさらなる復興を祈ってやみません。



34

Thank You !



JICAの皆様の多大なご指導に感謝を申し上げます。