

インド洋津波によるタイ南部海岸の被災状況と今後の調査研究課題

A Perspective Study on Disaster Prevention Procedures Based on the Inspection of 2004 Indian Ocean
Tsunami-Devastated Sites in Thailand

宍戸達行*・北村道夫**・後藤克史***・祐保芳樹****・山本忠治*****

SHISHIDO Tatsuyuki, KITAMURA Michio, GOTOH Katsushi, SUKEYASU yoshiki and YAMAMOTO Chuji

* (財) 沿岸技術研究センター 専務理事

** (財) 沿岸技術研究センター 企画部 主任研究員

*** (株) 大本組 土木本部技術部 課長代理

**** 日立造船 (株) 海洋・防災エンジニアリング部 海洋セクション 係長

***** (財) 気象業務支援センター 振興部国際業務課 専任主任技師

Tsunami, which was exemplified by 2004 Indian Ocean tsunami, notified its threat to the world, exposing quite a few unresolved issues on tsunami studies. In order to acquire on-site information and detect clues to the unresolved issues, CDIT sent its own field survey teams to the tsunami-devastated sites of Thailand in March and April. This paper presented summaries of survey outcomes obtained in March field trip.

Key Words : tsunami , field survey , earthquake, disaster, Thailand

1. はじめに

沿岸域の防災に関する課題は(財)沿岸技術研究センターが取り組む主要課題のひとつで、これまで多くの調査研究を実施してきている。近年、東海地震、東南海南海地震、宮城沖地震等の発生の可能性が指摘される中で、特に津波に関する調査研究の重要性が増してきている。

2004年12月26日に発生したスマトラ沖地震に伴うインド洋津波は、津波の脅威とそれに対する備えの必要性を改めて認識させた。このインド洋津波の教訓を津波に関する当センターの調査研究に反映させることが重要であり、政府や土木学会の調査団報告等を收集整理することと併せ、2005年3月及び4月に当センター調査団が現地を訪れ被災状況等の調査を行った。本稿は3月に実施した第1次現地調査についてまとめたものである。

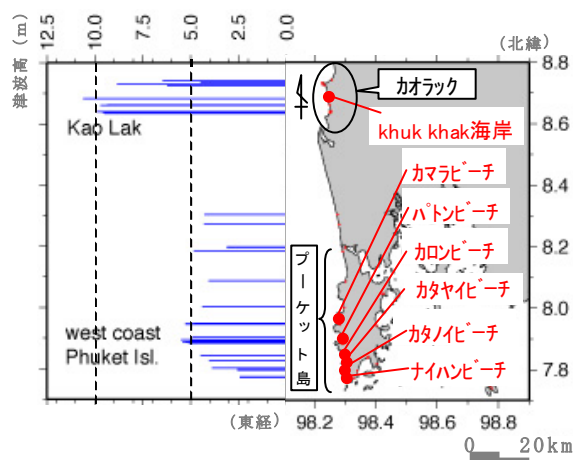
2. インド洋津波

2004年12月26日午前7時58分49秒(現地時間)にインドネシア国スマトラ島西岸沖を震源としてマグニチュード9.0の地震が発生した。震源域は800km以上に及びこの地震に伴う津波はインド洋沿岸の広い地域を襲い各地に大きな被害をもたらした。スマトラ島北部は地震と津波により壊滅的な被害を受け、タイ南部やスリランカにも地震発生後2時間で津波の第1波が到達した。更に10時間後には5000km離れたアフリカ東岸でも津波が観測された。スマトラ北部バンダアチェでは20箇所以上で20mを超える津波高が観測され、最大は34.9mとの報告がある。タイ南部については、カオラック海岸で10m

以上、プーケット島で5～6mの津波高が報告されている。約30万人の死者行方不明者という大惨事となったこの地震津波の被災地では世界各国による支援活動が展開されてきているが、被災後2ヶ月以上経過した時点においてもなお被災の爪あとを残す地域も多い。

3. 現地調査(第1次)

CDIT第1次インド洋津波現地調査団は宍戸達行、北村道夫、後藤克史、祐保芳樹及び山本忠治の5名の編成で、2004年3月13日及び14日にタイ南部のプーケット島及びカオラックの海岸を対象に被災状況等の調査を実施した(図-1)。



注：津波高の図は京都大学防災研究所ホームページより
(http://www.drs.dpri.kyoto-u.ac.jp/sumatra/thailand/phuket_survey.html)

図-1 現地調査海岸と津波高

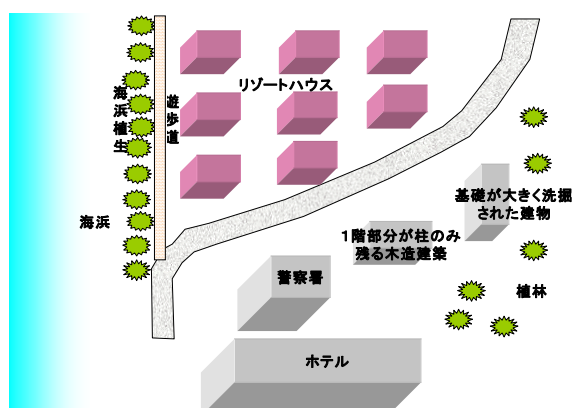
13日はプーケット島西岸のパトンビーチ、カマラビーチ、カロンビーチ、カタノイビーチ、カタヤイビーチ、ナイハンビーチを訪れ、海岸及び背後地域の被災・復旧状況の調査を行った。14日はカオラックのKHUK KHAK海岸において、独立行政法人港湾空港技術研究所、タイ国ソクラ大学の研究者と合流しこれら機関との共同調査の分担項目である植生密度調査を行うとともに、被災状況等を調査した。

4. 被災地の状況

津波襲来後ほぼ2ヶ月半が経過した時点での現地調査であったが、カマラビーチ及びカオラックのKHUK KHAK海岸では津波襲来時の被害の状況がほぼそのまま残されていた。

プーケット島カマラビーチ

カマラビーチはプーケット島中部に位置する延長約2000mの海浜で、この中央部海岸において被災状況の調査を行った。海浜幅は30～50m程度で海浜には松の植生が見られる。海浜と陸地には約1mの段差があり、陸地と海面の高低差は2m程度である。調査地点は海浜直背後にホテル、道路及び建物、遊歩道及びリゾートハウス群が立地している。その位置関係を図-2に示す。



注：施設間の位置関係を示すもので距離等は正確でない

図-2 カマラビーチ調査地点概念図

津波が直撃したリゾートハウスの所有者の話によると、第1波は腰程度の高さで逃げるのができたが、約15分後に来襲した波はハウスの屋根を越える大きなものであったとのことである。瓦礫の撤去や復旧工事の一部が進められていたが、津波による被害を残す建物も多く見られた。海岸に面する最前列の建物のほとんどは前壁が崩れ（図-3）、柱や基礎を残すのみであった。海岸から離れるに従い建物の破壊の程度は小さいが、この地区の更に内陸側の住居群は壊滅的な被害を受けたとのこと、津波はリゾートハウスの間を抜け強い勢いで内陸部に侵入したと考えられる。遊歩道はほぼ全ての箇所が損壊しているが、砂の吸出しによる歩道路面の陥没は、特に前面海



図-3 最前列部分が大きく破壊したリゾートハウス



図-4 吸出で損壊した遊歩道

浜に樹木がない箇所で著しい傾向を示していた（図-4）。

前面が海浜に開かれたホテルは大きな被害を受けた様子で、復旧工事が盛んに進められていた。ホテルの北側の海岸道路沿いにある警察署の建物はすぐ横に植えられた椰子の葉の変色から4～5m程度の津波が直撃したと考えられる。しかし、堅固な構造物であるこの建物は被害を受けた様子は見うけられなかった（図-5）。なお、さらに内陸側にある木造建物は、一階部分の柱のみが残されたり基礎が大きく洗掘されたりしており、津波は強い勢いでこの一帯を通過したと考えられる（図-6）。



図-5 堅固な構造の警察署の建物



図-6 一階部分が柱のみ残る木造建物

カオラックKHUK KHAK海岸

カオラック中部 KHUK KHAK 海岸のテプタロラグーンビーチリゾート周辺の被災状況について調査した。砂嘴状の海浜背後に形成されたラグーン奥に、水面を囲む形で、概ね幅 10m、奥行 15m、高さ 4m のコテージが点在している。コテージという性格上、比較的簡素な構造であったとも考えられるが、壁や鉄筋の入った柱等上部構造が床等の基礎部分と分断され消失したものや、残されているが破損したもの、建物全体が大きく傾斜あるいは倒壊したもの、ラグーンに水没したもの等全てのコテージが大きな被害を受けていた。ラグーン奥に位置するコテージの約半数が前面の壁は消失、柱は破損という状態であった。なお、海浜側のコテージは全壊または柱や壁の上部構造が消失するなど崩壊の程度が大きい。一方、海岸から離れた、他のコテージ背後の 2 棟は前壁が破損していたものの消失には至っていなかった。また、多くのコテージでフーチング基礎周辺に洗掘痕がみられた。なお、ラグーン水上のコテージの水中に打設した杭基礎構造は多くが残置していた。また、バルコニーの欄干柱の多くは、コテージ最前面に位置しているにもかかわらず被害を受けず残存していた。

この地区の内陸側の道路沿いでは、図-8 に示す通り、海に面した方向の壁が前面だけでなく後面も消失し、壁材料の 10cm 厚ブロックの瓦礫が周辺に散乱している建物が 2 棟見られた。更に内陸側にはつぶれた自動車が放置されており、津波がコテージの間隙を抜け、強い勢いでこの地域を通過したと考えられる。



図-8 海に面する方向の壁が崩壊した建物

カオラックKHUK KHAK海岸 (植樹密度調査)

カオラックオーキッドホテル周辺の植樹密度を調査した。図-9 にホテル南側の調査結果を示す。海岸にはリゾート開発前の植生である松の一部が残り、陸地の約 100m 幅の区域に概ね 10m 間隔で格子状に椰子が植林されている。椰子の幹周りは約 1m、樹高は 10m から 30m 程度で、海岸より 3 から 4 列のほとんどの樹木は 10 数m の高さまでの表皮が剥がれていた。なお、その高さは海岸から離れるに従い低くなる傾向を示していた。

ホテル北側にも同様の植樹帯があり、樹林内の海岸から 1km 程の場所に被災建物が残されていた。この程度の植樹密度の植樹帯は今回の津波を減衰するに十分な効果を持つものではないことを示していると考えられる。



図-7 コテージの崩壊状況

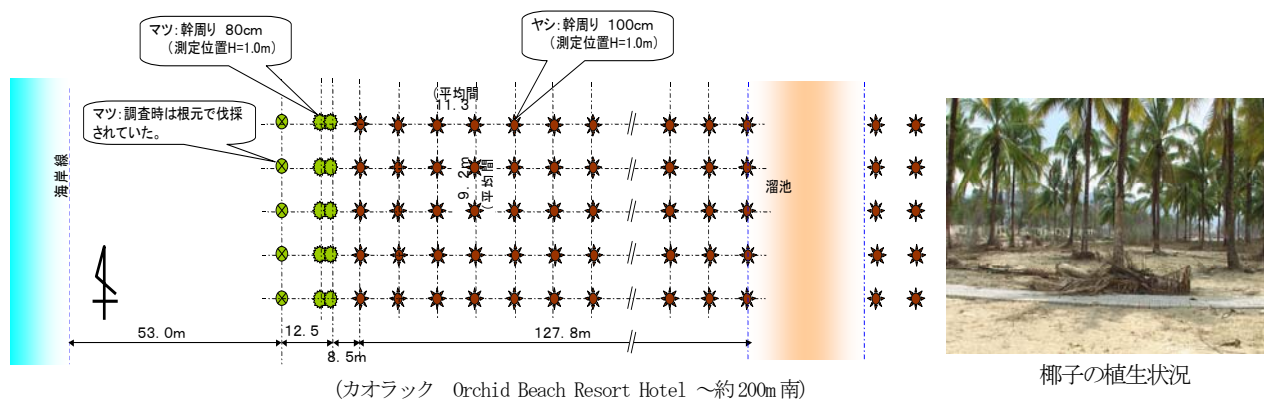


図-9 植樹密度調査結果

なお、樹木根により海浜の流出や地盤の崩壊が抑えられたと推察される場所が何箇所もあったが、類似の状況は他の調査海岸でも見られた。(図-10)

図-10 樹木根の洗掘



その他の海岸

パトンビーチは津波襲来時の状況が広く報道されたブーケット島西岸の代表的なビーチである。海浜駐車場の舗装被害、樹木や構造物の基部の洗掘、吸出しによる海岸施設の崩壊など津波被害跡と思われる箇所がいくつか見られた。しかし、ビーチは多くの観光客で賑わい、市街地の商店も通常通りに営業している様子で津波被災の影響はほとんど残っていなかった。

カロンビーチは海岸に高さ4～5m、幅約10mの砂堆が形成されており背後地域には津波被害が見られなかった。カタヤイビーチでは海岸道路沿の損壊したホテルの壁の復旧工事や砂の吸出しによる歩道路盤の陥没が、また、カタノイビーチでは流入小河川の護岸の破壊や海岸に積まれたブッシュ(ゴミ)などが津波痕跡として見られた。海面と陸の間に大きな高低差があるナイハンビーチは被害の痕跡はほとんど見られなかった。これらのビーチも観光客で賑わっていた。(図-11)

図-11 観光客で賑わうカタヤイビーチ



5. 考察

津波襲来時に生じる事態を適切に想定することは津波対策を検討するにあたり、最も基本的なことのひとつである。今回の現地調査地の状況から津波襲来時に現地で生じていた状況として次のことが推察される。

津波の水利に関連しては、

- ・大きな流体力を持って津波が襲来
- ・甚大な衝撃力を与え構造物等を破壊
- ・構造物や樹木等の間隙を強い勢いで通過
- ・地形条件・場所により津波の襲来・遡上現象は相違等があげられる。

構築物や植生等地上の状況については、

- ・海岸の最前列に立地する建物が壊滅的打撃
- ・壁構造建物では海岸に面する方向の壁の破壊
- ・柱構造等透過性の構造では津波は通過し少ない被害
- ・堅固な構造物は津波に耐え存置
- ・海岸に面する側の表皮が剥がされるが樹木は残存という状況であったと考えられる。

また地盤に関しては、

- ・構造物の基礎周辺等が大きく洗掘
- ・樹木根が海浜砂の流出・地盤の崩壊を抑制したと推察される。

津波襲来時の事態を想定する有効なツールにハザードマップがある。地形条件や土地利用等により津波の襲来や遡上が相違することは今回の現地調査場所の被災状況からも明らかで、より信頼性の高い情報を有するハザードマップを準備することの重要性が確認された。今後の調査研究課題として津波の流体力や衝撃力、構造物等の間隙通過、構造物の津波耐力の評価、海岸に面する施設の構造強化等に関する課題等があげられる。なお、海岸植生と津波との関係に関しては今回の調査では十分なデータが得られなかったが、調査研究課題として重要なもののひとつと考えられる。

6. おわりに

スマトラ沖地震及びインド洋津波では多くの貴重な人命が失われた。こうした悲惨な出来事を二度と生じさせないための備えの必要性を現地調査を通じ改めて認識した。本稿が津波をはじめ沿岸防災に関する当センターの今後の調査研究及びこの分野の関係者にとって参考となれば幸いである。なお、現地調査にあたり(独)港湾空港技術研究所波浪研究室平石哲也室長にご指導頂きました。ここに感謝申し上げます。

現地調査のより詳細な内容については、「インド洋津波現地調査(第1次)報告書」(平成17年5月、(財)沿岸技術研究センター)をご参照下さい。