

47. インド洋津波の被害調査と今後の沿岸域の環境研究協力

DISASTER SURVEY OF INDIAN OCEAN TSUNAMI AND FUTURE COOPERATION OF ENVIRONMENTAL STUDY

柴山 知也*・岡安 章夫**・佐々木 淳***・鈴木 崇之****
Tomoya SHIBAYAMA*, Akio OKAYASU**, Jun SASAKI***, Takayuki SUZUKI****

ABSTRACT; Surveys were performed on disasters caused by Indian Ocean tsunami which occurred in December 26, 2004. Surveys were done in Sri Lanka and in Indonesia. Cooperative works with professors of domestic universities, who graduated from Japanese universities were the core of the survey works. From the survey results, varieties of disaster mechanisms were found. Local natural conditions and social conditions give big influences on the mechanism. In order to promote an appropriate post tsunami rehabilitation and environmental restoration process, cooperative works with local professors and engineers are essential.

KEYWORDS; tsunami, disaster, environmental study

1 はじめに

この 20 年ほどの間に日本の大学で博士や修士の学位を取得し、それぞれの母国を基盤にして国際的な活躍をしている研究者の数が増加している。土木工学の分野だけでも、既に 400 人を超えている。日本留学経験者の増加は、多数の途上国における基幹的人材の育成を促進しただけでなく、日本の大学を中核とした恒常的な研究者ネットワークの形成にも寄与した。横浜国立大学では本年 1 月から 2 月にかけて、昨年 12 月 26 日に発生したスマトラ沖地震の津波調査を行ったが、この調査においても元留学生ネットワークがきわめて有効に機能した。調査チームの一員であるスリランカ南部・ルフナ大学のニマル・ウィジャヤラトナ上級講師とインドネシア・アチェのシアクアラ大学のマシミン講師は、ともに筆者らの研究室の元留学生である。調査の全過程に現地研究者が参加することにより、当事者の視点からの被災時の状況把握に基づいた貴重なデータを収集することができた。

当事者の視点から調査を進めた結果、津波の高さで一概に被害が決まるわけではなく、自然的・社会的な条件から被害の発現の仕方が多様であることがわかった。例えば、スリランカ南部のハンバントータでの津波痕跡高は 10.6m であったが、ポルヘナの海岸はさんご礁に守られていたため津波高は低かった。それ故、家屋は残っていたものの、屋内で溺死した人が多かった。また、インドネシアのアチェ市内では、津波被害が平面的に内陸部に広がっており、西部のレプングでは、海岸から 800m にわたって泥の荒野が広がっていた。隣のリティグでは、半島の丘の上を津波が乗り越えており、津波痕跡高は 48.9m と今回の津波での最大の痕跡高を計測した。今回の津波は、インド洋沿岸域の環境に劇的な変化を与えており、今後は、日本留学経験を持つ現地研究者が調査を続け、それぞれの地域にあった防災、環境対策を立てていく予定である。彼らを継続的に支援していくのが日本の役割である。

* 横浜国立大学大学院工学研究院	Yokohama National University
** 東京海洋大学海洋科学部	Tokyo University of Marine Science and Technology
*** 横浜国立大学大学院工学研究院	Yokohama National University
**** (独)港湾空港技術研究所	Port and Airport Research Institute

2 インドネシア バンダアチェの被害調査

スマトラ沖地震津波で甚大な被害を被ったスマトラ島北部、Banda Aceh 周辺における津波痕跡高及び海岸侵食被害の調査を行った。調査結果を基に、局所的な地形条件による痕跡高やその被害を考察し、各地域に適した防災対策を進める上での有用な知見の提供を目的とした。また、著者らが別途行ったスリランカ南部調査とも比較し、2つの異なる地域の津波被害を対照した検討も行った。

スリランカ南部では海岸線より内陸へ 300m 程度にとどまっていた被害が Banda Aceh では押し寄せた津波のエネルギーレベルが遙かに大きく、被害は平面的に広く発生していた。Banda Aceh 西の Rhiting では、半島の2つの丘の鞍部を津波が乗り越え(図1参照)、津波痕跡高は 48.9m に達した。この丘の反対側にあったリゾート地ではほとんど時間差なく2方向から津波(丘を越えた波と回折により半島の南側から来た波)が押し寄せたと考えられる。Lepung では、海岸線から約 900m に位置する崖の斜面で 18.6m の津波痕跡高を計測した。また、斜面に当たった津波が反射し、進行波と反射波が重合した地点での痕跡高は 17.5m, 21.4m であった。この村は津波により壊滅し、8000 人の住民のうち僅か 400 人のみ生存しているとのことだった。津波発生から 40 日が経過しても、荒涼たる泥の海の中に廃材と遺体の埋葬跡が続いていた。また、スリランカ南部とは異なり椰子の木のほとんどが根元から流失しており、これは枝のある上部にまで水が達し水流による抵抗を受けたためと考えられる。筆者らが過去に海岸侵食の調査をしていた Banda Aceh 北部海岸 Syiah Kuala 遺跡(丘)周辺ではこれまでも侵食対策が行われていたが、津波により 50m~100m 程度の汀線位置の後退が観測された。津波により高さ 3m の丘の上にあった石堀は崩壊し、Syiah Kuala の墓(石造)も崩壊していた。この他、Aceh 市沿岸部では広範に湛水した地域が見られたが、これは海岸構造物や路盤その他の状況から地盤沈下が原因ではなく、津波により砂質地盤が流出したことによるものと考えられる。砂質地盤の低下についても代表的な地点で測量を試みた。このように今回の津波でスマトラ島北部とスリランカ南部の両地域は共に大きな人的被害を受けたが、津波のエネルギーはスマトラ島の方が大きく、被害の様相は大きく異なっていた。津波の痕跡を見ると、スリランカ南部では 10m 程度であったものがスマトラ島北西部海岸の多くでは 20m を越えており、先に述べた Rhiting のような特異な地形では 50m 程度に達した。

スマトラ島北西部海岸に押し寄せたような津波が来襲した場合、建物等の被災を海岸構造物で守るには限界があり、早期警報による高地避難以外の対応を取ることは極めて難しかったと思われる。また、スリランカ南部では地震発生から津波到達まで約 1.5 時間であったが、スマトラ島北部の場合には 30 分ほどで第一波が来襲し、時間的余裕もなかった。現在、日本の海岸では津波ハザードマップの作成を進めているが、スマトラ島北西部とスリランカ南部でその被害状況が異なるように、地域によってどのような津波(地震)を想定すれば良いのかは異なる。また、同一の地域でも数十年に一回動く断層運動に基づく津波予測図と 400 年、1000 年に一回の地震による津波予測図とは異なり、幾通りかの浸水予測図が作成されることになる。これらの予測図をどのように活用するかは地域、状況、個人によって本来変わってくるものと考えられる。今後は提供される資料を基に、地域をどのくらいリスクに対してどのように守っていくのか、住民が行政との協力の下、自らの問題として考え、対応していく必要がある。その際、リスクの定量化という問題が今後の重要課題である。

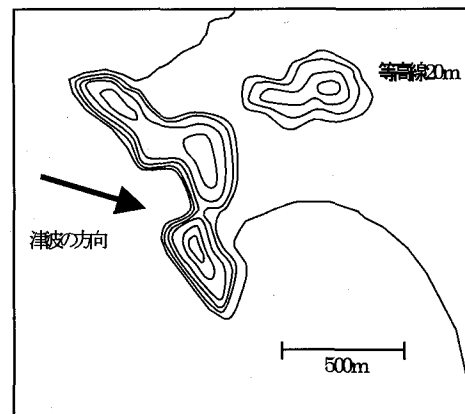


図1: Rhiting の平面図

3 スリランカ南部の被害調査

Colombo から南西部の Galle までの被害調査を実施した先発隊の後を引き継ぎ、津波発生から間もない時期の Galle から南東部の Kirinda までのスリランカ南部において、津波高さ、人的物的被害等の状況調査を実施した。

その結果を基に被害の全体像を把握すると共に、被害の発現状況が地域によって異なる要因を地形条件や土地利用条件から考察し、現地の視点に立ちそれぞれの地域に合った防災対策を進める上での有用な知見を導いた。

調査期間は2005年1月7日から9日までで、各調査地点ではオートレベルによる海水面を基準とした地盤高の測定と津波痕跡高の計測、およびヒアリングを含む被害状況調査を実施した。主要な調査点の被害状況を要約すると次の通りとなった。

1) Kirinda 漁港 スリランカ東南に位置する Kirinda 漁港は日本の ODA で建設された漁港で、津波前までは堆砂が深刻な問題となっていた。津波波源に面した位置にあることと、漁港背後が小高い地形となっているため、9.3mの津波高を記録した。また、津波の引き波によって港内に堆積していた砂のほとんどが排出されていた。

2) Hambantota 東部の住宅密集地は地盤が低く背後が湖のため、津波が大きな運動エネルギーで人や家屋を湖に押し流し、大きな被害を出した(図2)。一方、西部の漁港地区では海岸の丘を津波が駆け上がり、10.6mの遡上高を残した。この津波高さはColomboからKirindaの海岸ではほぼ最高値と考えられる。

3) Polhena 珊瑚礁の背後にあるこの地は国内向けのリゾートとして賑わう住宅密集地であったが、津波によって壊滅的被害を受け、この地域だけで4,000名もの人命が失われたと考えられている。海岸前面にはリーフが発達していたために津波のエネルギーが反射され、痕跡高は2.1~2.6mと低かった。しかし、この地域は平らな低地であったこともあり、水位の上昇によって家の中で溺死した人が多かった。

4) Galle の Gin 川下流域 Galle を流れる Gin 川を津波が遡上し、下流域の一部で氾濫した。しかし元々雨期の氾濫原が形成されていたこともあり、大きな被害とはならなかった。地元民へのヒアリングから、周辺地域での津波来襲時刻の約2時間後にも遡上波があったことが判明した。これは流下した津波によって低下した水位が急激に回復する際に発生した段波によるものと推定された。

筆頭著者の研究室で学位を取得した元留学生で被災地の大学に勤務する研究者との共同調査を実施することにより、より津波被害当事者の視点に近づいた正確なインタビューと状況把握による調査が実施できた。各地の調査結果の比較から、被害は津波の高さで決まるものではなく、被害の発現の仕方は多様であるということが分かった。Hambantota では10.6mに達する津波痕跡高が記録され、特に街の東部で甚大な被害を被った。その前面の海底は1/7の急勾配となっており、また、湾状の地形が津波エネルギーを集中させた結果であると考えられる。一方、Polhena はリーフに囲まれた地形のため津波高さは最大でも2.6m程度と小さく、家屋は残存していたが、非常に多くの住民が浸水によって溺死した。こういった局所的な地形条件や土地利用の相違、あるいは住民の意識の違いによる津波被害の発現の相違について、当事者に近い視点から考察を行い、それぞれの地域の実情に合った防災対策を進める上で有用な知見を得る事ができた。

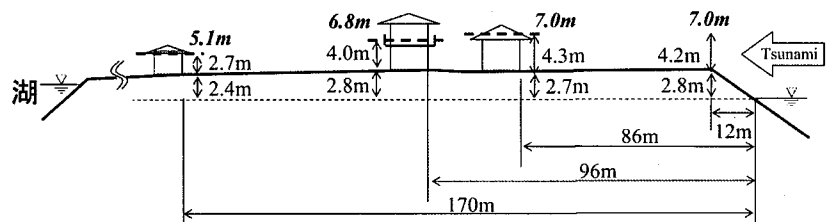


図2: Hambantota の浸水状況の断面図

参考文献

- 柴山知也・岡安章夫・Nimal Wijayaratna・佐々木淳・鈴木崇之・Ravindra Jayaratne (2005): 2004年スマトラ沖地震津波のスリランカ南部被害調査, 海岸工学論文集, 第52巻, 印刷中。
- 柴山知也・岡安章夫・佐々木淳・鈴木崇之・松丸亮・Masimin・Zourawaty A. (2005): 2004年スマトラ沖地震津波のインドネシア・アチエ被害調査, 海岸工学論文集, 第52巻, 印刷中。
- Tsuji, Y., Namegaya, Y. and Ito, J.: Astronomical tide levels along the coasts of the Indian Ocean (オンライン), <http://www.eri.u-tokyo.ac.jp/namegaya/sumatera/tide/index.htm>, 参照2005-5-12。
- インド洋地震津波災害調査研究グループ: 2004年12月26日インド洋地震津波 (オンライン), <http://www-drs.dpri.kyoto-u.ac.jp/sumatra/index-j.html>, 参照2005-5-12。