

インド洋大津波の被害と教訓 —現地調査と映像から分かってきたこと

今村文彦¹

¹東北大学大学院工学研究科附属災害制御研究センター教授
(〒980-8579 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6-11)
E-mail: Imamura@tsunami2.civil.tohoku.ac.jp

2004年12月26日に発生したスマトラ沖地震・インド洋大津波は甚大な被害を出した。この時、残された衝撃的な映像が世界に発信され、予想を上回る実態を知ることが出来た。被災後、各地で現地調査も実施され、状況も整理されつつある。本文は、現地調査と映像から分かる津波の実態を被害を紹介し、我々の教訓となるであろう項目を整理した。

Key Words : *The 2004 Sumatora earthquake, Indian ocean tsunami, video and witness, field survey*

1. はじめに

スマトラ島沖地震津波による被害はインド洋全域にひろがり、犠牲者が30万人を超える史上最大の地震津波災害となった。スマトラ北部及び周辺地域での深刻な地震被害、インド洋沿岸ほぼ全域にわたる甚大な津波被害、国際的観光地での被災、その後、数百万人に及ぶ被災者への国際救援活動・復興活動、教育啓蒙活動の支援など、短期のみならず中長期にわたって総合的に対応・検討すべき多くの課題を抱えている。広域での甚大な被害のために、現地で起こった災害像の整理・明確化するための調査がいまでも継続している。また、津波災害の研究・検討にあたっては、単に津波外力の推定だけでなく、地域の防災体制、防災対応などとの比較が重要であり、今後どのように教訓を整理しそれを生かしながら、支援するかが肝心である。本文は、緊急に実施した現地調査と映像から判明しつつある被害像を紹介したい。

2. 緊急調査とその重要性

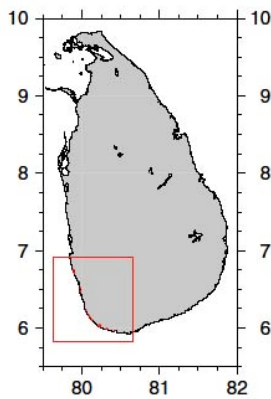
災害・事故発生直後に、状況把握、原因解明、被害拡大防止のための緊急調査は不可欠である。ただ

し、救命活動が行われている中、外国から例え専門家であっても現地調査を実施することは避けたい。従来、国際津波調査は災害発生から2週間を目処に現地連絡調整しながら実施している。ただし、今回は、被害の甚大さ、場所によって復旧作業の早い可能性があり、例外的に1週間を待たずに現地調査を実施した。我が国では、この半年間足らずの間に、政府の緊急調査団、文科省科研費突発災害調査、振興調整費緊急調査費、土木学会などの各種学会調査団などが現地に入っている。一般に調査チームの編成には、津波現象・災害の関連テーマに関心のあるメンバーの他、調査の経験のある人、社会学・心理学の専門家などから選考する必要がある。

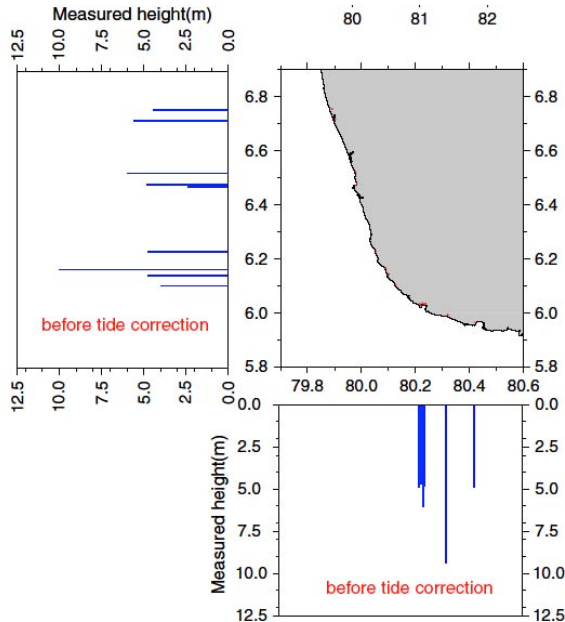
3. スリランカでの主な調査結果

津波来襲状況：津波の浸水高さについて調査した結果を図—1に示す。今回の調査では、浸水域が広大であったため、遡上地点まで把握することが難しく、ほとんどの測定値は途中の浸水高である。今回のコロomboからゴールまでの平均高さは、5m程度である事が示される。9-10mにも達した地点もあったが、建物、植生、や地形の影響を受けて、局所的な津波の増幅が見られた。この沿岸での地形は、

平坦であり、2-3mの標高を持つ地域が多かった。そのために、遡上してくる津波が斜面を駆け上がって大きくなる様子は見られない。沖合からほぼ3-5m程度の津波が来襲し、海面が上昇し、陸域へ流れ込み、そのまま内陸へ流入していったものと思われる。カハワのような地形は、海岸域で標高が高く、内陸に行くにつて若干低下する傾斜がある。このような場合では、内陸へ浸水してからの勾配を下がるにつて重力効果で加速され、流速が増加するものと考えられる。流れが強くなると流体力も増加する。そのため、内陸であっても大きな流れによる被害が生じていた原因の1つである。



図—1 (a) スリランカ島と調査実施地域



図—1 (b) 合同調査団による津波浸水高・遡上高

列車事故：今回、ゴール市北部のヒッカドア、カハワでは、9両の列車が被災し千名以上の犠牲を出した(写真1)。津波第一波が来襲した時に、この列車がたまたまこの付近を通過しており、第一波の来襲により停止した。この第一波は、陸上で僅かに浸

水した程度で被害を出すことはなかった。この周辺の住民も津波来襲の異変を見て、内陸側へ避難を開始している。その一部は、停車していた列車の内部へ逃げ込んでいった。列車の車両は、車などと比較して強固であり、高さもあるために、住民にとっては安全に見えたに違いない。しかし、3-40分後(証言によっては15分程度)に来襲した第2波により飲み込まれてしまった。第2波の痕跡は浸水高で5m前後、局所的に10mに達する場所もあった。車両は大きな破壊を受けることはなかったが、内部に浸水した海水により、ほとんどの乗客・住民は外ににげ出すことも出来ずに、水死してしまった。一瞬で来襲した津波による悲劇である。第一波で避難行動を開始したが、その場所が悪く被災したのである。津波の場合、遠い場所よりも高い場所への避難が原則となる。



写真1 地元新聞が報道した列車の被害

建物破壊：流体力は水深に比例し、さらに流速の2乗に比例する。さらに、物体に作用する力を考えると、流れの方向に対してそれが前後で対象かどうかに関係する。対称であると前後で同じ力がかかるのでバランスがとれ、実質的な力はゼロとなる。従って、ココナツの木など形状が一見倒れそうに見えるが、細い円柱であるため前後で流況を大きく変化することがない。その結果、作用流体力は小さく、周辺の建物は破壊されても、このような植生だけが立っているという光景が各地で見られた。そのため、1階が柱などで構成されているピロティー方式の建物(高床式住居も含む)は、被害を免れることが多い。この地域での煉瓦造りの家が多く、強度的にはコンクリートに劣る。水圧を受けただけでも倒壊しており、さらに、流れが加わると煉瓦の壁などは粉々に破壊された(写真2)。

侵食：沿岸部、建物周り、橋脚や鉄塔周り、で大規模な侵食または堆積が見られた。上部構造は大丈

夫であっても、基礎部での侵食のために傾斜し機能低下が起こっていた。このような砂移動は、押し波だけでなく引き波でも生じ、衝撃的な力の作用より一方向の流れの継続時間が長いと大きな規模の侵食が生じていた。写真3は一例である。狭い河口に侵入した津波が広い河道内に広がり、大きな渦を形成し、それが線路の基礎を大きく侵食させた。深さ2m、長さ200m以上、幅20m位の規模であった。なお、アスファルトやコンクリートで被覆していると侵食はない。



写真2 破壊された住宅



写真3 鉄道の基礎が侵食され大きな影響が生じた

港湾・漁港での被害：ベルワラ、ヒッカドアおよびでの漁港被害、ゴールでの港湾被害を視察した。前者の漁港には石積みの防波堤（入り口の絞られた）があり、漁港の護岸もしっかりしている。そのために港内と港外では、津波の浸水高さに差が生じ、内部での被害軽減に寄与したと思われる。ただし、防波堤そのものの破損し、港内の漁船が流出し座礁していた。津波の流れが強い場所では、石積みが破壊・移動し、大きな岩塊が何メートルも動いていた。ゴール港でも、津波浸水高は5m程度、護岸での侵食、大型作業船の陸上への打ち上げ、港湾建物の1階部浸水が見られた。漁港も港湾も破壊的な被害を受けていないが、機能は停止しており地域社会への影響は大きい。

4. 避難できない状況 —映像が残したもの

インド洋大津波による大災害で人的被害の拡大理由に、津波警報システムや津波に対する防災意識の欠如が挙げられている。今回、タイの観光地などで撮影された映像は衝撃的であった。来襲する津波の像を捉えただけでなく、海岸にいる観光客や住民の姿が記録に残されている。沖から迫り来る津波に気づいていないのか、多くが避難したり何か行動をおこす事はなかった。「津波」という災害を知らない、津波警報などが発令されていなかったという状況はあるが、なぜ、沿岸に打ち寄せる津波に気づかなかったのか？または、気づき難かったのか？避難しようという切迫性を感じなかったのか？検証する必要があると思われる。

まず、沖合に姿を見せる津波は、過去の津波体験者の証言として、ジェット機のような轟音、低い地鳴りのような音、地響き、強い風・突風のような特徴を持っていると報告されている。いずれも津波が侵入する際に生じる現象で、さまざまな来襲タイプにより大小はあるにせよ、共通している。音に関しては、地震または海震による音、浜辺での巻き波砕波の音、砕波の継続による音、強い引き波による流れの音、他の海岸に衝突した際の音、がある。さらに、段波状の津波が来襲すると、幅の広い壁が猛スピードで打ち寄せることになり、手前にある空気を一気に押し出し、強い風を生じさせる。明治三陸大津波では、この風により家屋が破壊されたという報告もある。これらは、人間の持つ五感の中で、聴覚や触覚を刺激することになる。

さらに、人間は、視覚や臭覚を有している。1998年パプアニューギニア地震津波の際には、津波の遡上と共に、強い臭いが報告されているが、他の事例での報告はなく、共通であるとは考え難い。一方、視覚は、誰でも異常な水位上昇や白波を立てて一直線状に来襲する状況は認識できるはずである。ただし、今回のビデオでは、人々は沖に見える津波の姿を見ている（視覚的に認識している）にも拘わらず、「異常さ」を認知せず、危険回避の行動がないのである（写真4）。ここで、沿岸を見る人の位置によって、この認知が大きく変わっている可能性がある。ホテルや高台から撮影した人々の多くは、津波の長い水平スケールに加え、先端後方にある巨大な海水の塊を確認しており、「異常さ」を感じている。一方、海岸やビーチに位置している人々は、津波先端が壁となっているためにその背後が見えない、さらに、沿岸域はパノラマの景色で遠くのもの小さく見える、また、横のスケートが大きいので鉛直方向の高さが小さく見える、また、最後に高さのスケールになるものが沖にないのでこの程度が分

からない（カオラックでは唯一巡視船がスケールになった）。このような状況であるので視覚情報を十分得ることが難しいと考えられる。



写真4 タイ・カオラックで撮影されたビデオの1シーン（タイ NATION 誌）

以上の考察が、今回のインド洋大津波の貴重な映像を通じて出来た。このような津波来襲に伴う「異常さ」を整理し評価できれば、津波情報などに取り入れて発信することが出来るのではと思われる。また、警報の内容・データが不十分であっても、危険を認知して自ら危険を回避できる行動が出来るのではないかと期待される。逆に、災害時の情報は、いくら正確で詳細なさまざまな情報を提供しても迅速な対応を期待することが出来ない。

今回の大災害を経験して、我が国の津波災害低減のための研究課題を整理した。現在は、衛星画像、航空写真、などが豊富に入手可能である。現地で得られたさまざまなデータをこれらの画像（地図）の上に、整理し今後の研究や防災対策の推進に用いられるようにしたい。

- 低頻度巨大地震および津波の発生機構の解明
- 津波による流れや流体力も考慮した被害推定
- がれきなどの漂流物による破壊力増加（船舶・鉄道・車両の流出）・防止策の検討
- 陸上や河川への遡上問題
- 土砂移動（侵食、堆積）により施設破壊や機能低下の防止
- 津波避難ビルの安全性確認のための評価方法
- 防災施設（防波堤・防潮堤）の詳細な効果の確認
- 情報作成、伝達、住民への理解、避難行動までの一連のソフト対応の見直し

謝辞；スリランカ調査は文科省突発災害調査、タイ調査は内閣府・振興調整費緊急調査研究費の補助を受けた。ここに記して謝意を表す。

5. 研究課題と教訓

(2005. 6. 26 受付)

The damage due to the 2004 Indian Ocean Tsunami and their lessons suggested by the field survey and records in video

Fumihiko Imamura

The 2004 Sumatora earthquake and following Indian ocean tsunami caused the devastating damage in the wide area. The many photos and videos to record the tsunami attack and damage are available, which let us understand wekk what happens in these area and what is the tsunami. The field surveys in many areas were also conducted to study the mechanims of generation, propagation, and resultant impact. The paper introduce what we see and learn from the those.