

平成 16 年度文部科学省科学技術振興調整費緊急調査
スマトラ島沖大地震及びインド洋津波被害に関する緊急研究（速報）

平成 17 年 3 月

国土交通省国土技術政策総合研究所
沿岸海洋研究部沿岸防災研究室

1. スマトラ島沖地震津波の概要

（1）地震津波の規模等

スマトラ島沖地震は 2004 年 12 月 26 日に発生し、大きさはマグニチュード (M) 9.0、発生位置の水深は約 3,000m、震源域の大きさは長さ約 1,200km×幅約 150km である。海底地盤が鉛直方向に約 11m 変動し、震源域直上の海面が約 5m 隆起したとのことである (Moratuwa 大学資料より)。参考まで、スリランカ国の大きさは南北約 435km×東西約 230km であり、これと比較しても震源域の大きさを想像することができる。

過去約 50 年間に世界で発生した M9.0 以上の巨大地震は今回を含め 5 例あり、1952 年カムチャッカ地震 (M9.0)、1957 年アラスカ・アンドレアノフ諸島 (アリューシャン) 地震 (M9.1)、1960 年チリ地震 (M9.5)、1964 年アラスカ・プリンス・ウィリアム・サウンド地震 (M9.2) 及び 2004 年スマトラ島沖地震 (M9.0) である。今回のスマトラ島沖地震は 40 年ぶりに発生した非常に大規模な地震と言える。なお、1800 年以降で M9.0 以上の地震は 10 例あり、震源が太平洋以外であるのは今回の 1 例のみである。また、地震の規模が M8.0 から M9.0 になると、地震のエネルギーは約 30 倍、津波の高さは約 2 倍になる (地震調査研究推進本部資料及び港湾特別委員会資料より)。

津波の規模は、高さ 10m に達する津波が数回、インド洋沿岸に押し寄せている。特に、震源域に近いインドネシア国バンダアチェ西部海岸では 20m を超える津波の痕跡が 9 箇所見つかっており、うち 3 箇所は 30m を超えているとのことである。これまで確認されているなかで最大は 34.9m の痕跡が記録されており、その立地は緩やかな V 字谷の奥に位置していた (港湾特別委員会資料より)。

各国の犠牲者数は 2005 年 2 月 6 日現在で合計約 30 万人に達しており、その主な内訳はインドネシア 240,774 人、スリランカ 36,594 人、インド 16,389 人、アフリカ東部 150 人、モルジブ 83 人、ミャンマー 80 人、マレーシア 68 人等である (港湾特別委員会資料より)。

(2) スリランカ国における津波発生状況

スリランカ国は震源から約 1600km に位置する。地震波 (P 波) は地震発生後約 2 ～ 3 分後にスリランカ国に到達したが (図-1.1)、震源地から比較的遠いスリランカ国ではほとんど揺れを感知しなかったと考えられる。ただし、調査団の聞き取り結果によれば、コロンボ市において、高層 (例えば、20 階程度) の建物上層階において地震によるとみられる非常にゆっくりとした長周期の揺れが感じられたとの話もあった。

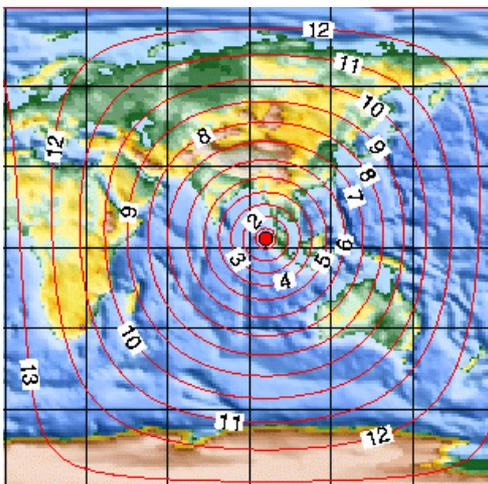


図-1.1 地震波 (P 波) の到達時間 (分)
(Moratuwa 大学資料)

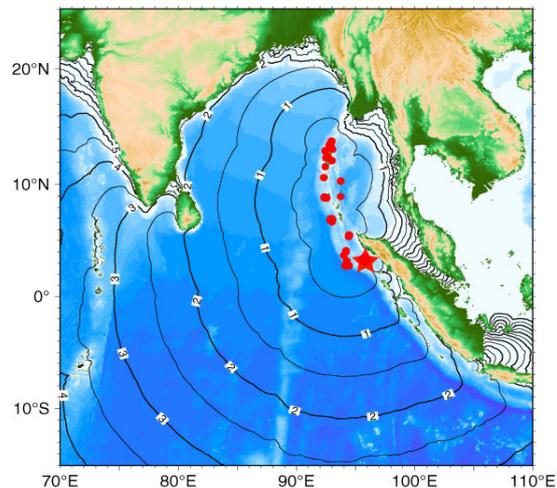


図-1.2 津波の到達時間 (時間)
(産業技術総合研究所資料)

津波は約 2 時間でスリランカ国に到達した (図-1.2)。Moratuwa 大学資料によると、東部地域においては震源域からの直接的な津波、南部地域においては沿岸域の地形にあわせて回折した津波、南西部地域においては回折した津波に加えインド東岸からの反射波等が重なり複雑な津波が来襲したと考えられる (図-1.3)。これにより、地域によっては第一波到達後に数時間～半日程度の長時間にわたって何度も津波が来襲したこと、地域によっては押波ではなく引波がまず観察されたこと等が発生したと考えられる。実際に、南西部のゴール港において、調査団による聞き取り結果によれば、まず港内の水が引いてしまい、次に 12/26 の 9:20 に津波の第一波が来襲し、同日 16:00 頃までに 5 回の津波が来襲したとのことである (ゴール港タグボート船船員の証言による)。

また、具体的な証言は得られていないが、地域によっては必ずしも第一波が最高潮位ではなかった可能性がある。

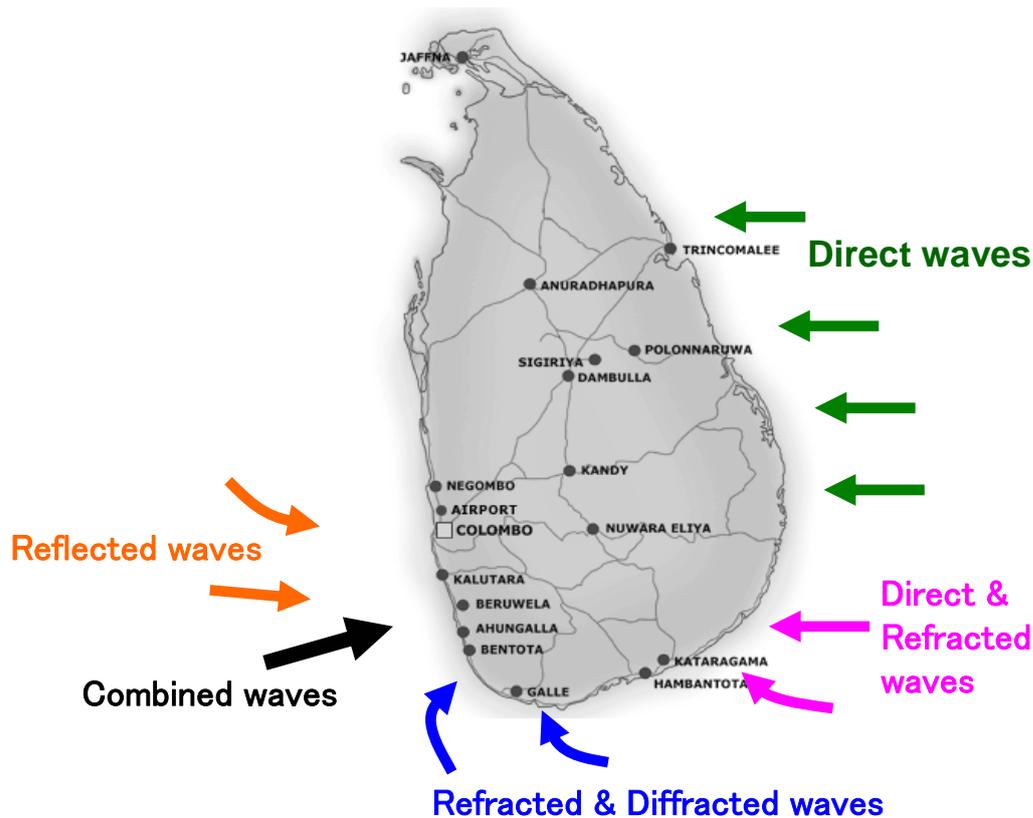


図-1.3 スリランカにおける高水位の推定発生要因 (Moratuwa 大学資料)

Moratuwa 大学より入手した、National Aquatic Resources Research and Development Agency (NARA)による Mutwall 漁港における潮位観測結果及び Lanka Hydraulic Instituteによる Colombo 港付近における潮位観測結果をそれぞれ図-1.4 及び図-1.5 に示す。これによれば、通常のアストロノミカル潮周期が約 12.4 時間のところ、約 20~30 分の周期の潮位変動が地震発生後長期間にわたり観測されている。

Moratuwa 大学資料によれば、津波の最大波高は、Jaffna、Trincomalee 等の北部~東部の海岸地域においては約 3~5m、Kataragama、Hambantota 等の南部海岸地域においては約 5~11m、Galle、Kalutara 等の南西部海岸地域においては約 4~10m、コロンボ港においては約 2m とのことである (図-1.6)。ただし、この値は今後、各種の現地調査結果と整合を図る必要がある。

また、津波第一波の到達時刻は、試算結果によれば、北部~東部海岸地域、南部海岸地域、南西部海岸地域及びコロンボ周辺地域でそれぞれ 12/26 の 8:40~9:20、9:20~9:40 (ただし南東部海岸地域の到達時刻は不明)、9:50~11:05 及び 10:10 である (図-1.7)。なお、これらの試算結果と現地における聞き取り結果 (例えば、既述のゴール港における証言) による到達時刻とは若干のずれがあるため、今後精査が必要である。

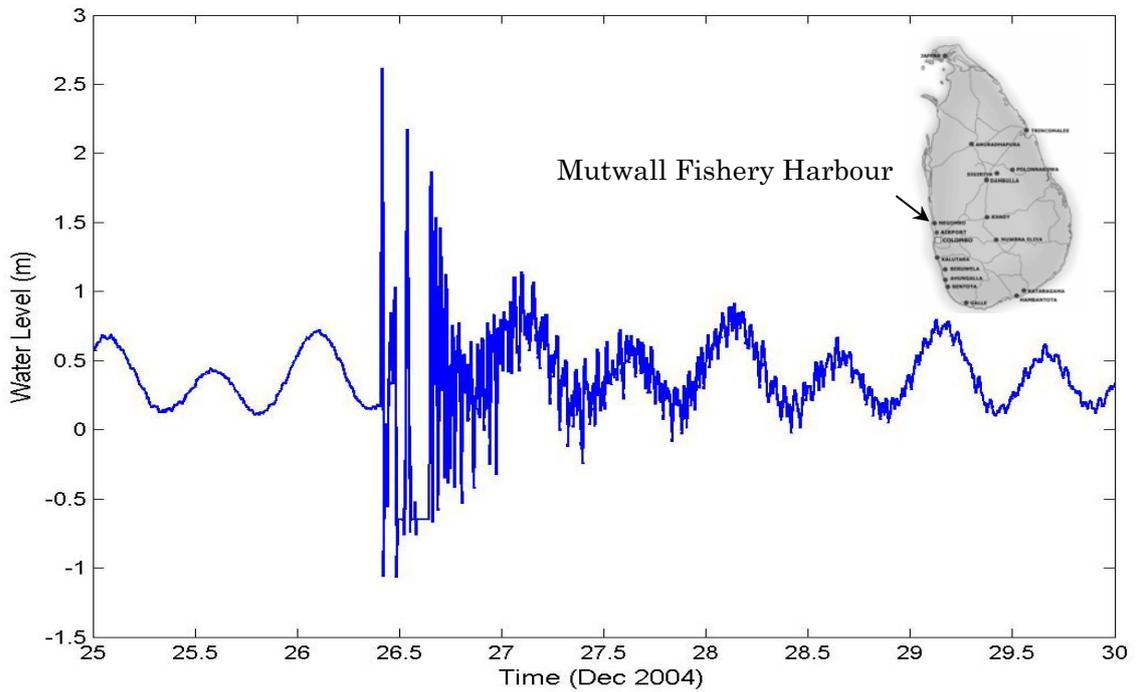


図-1.4 National Aquatic Resources Research and Development Agency (NARA)による Mutwall 漁港における潮位観測結果 (Moratuwa 大学資料より)

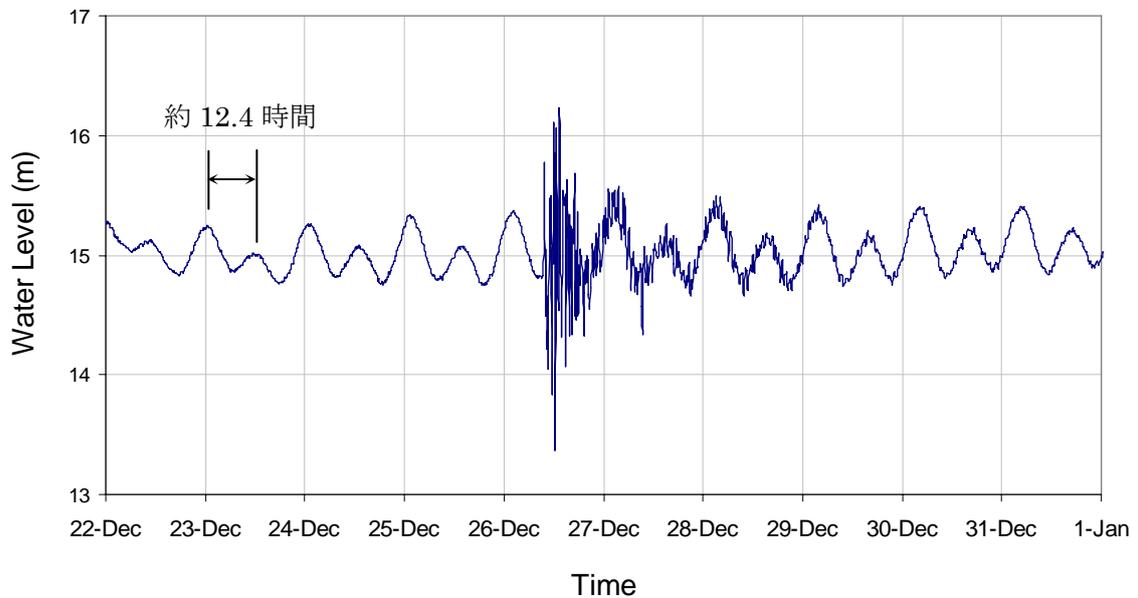


図-1.5 Lanka Hydraulic Institute による Colombo 港における潮位観測結果 (Moratuwa 大学資料より)

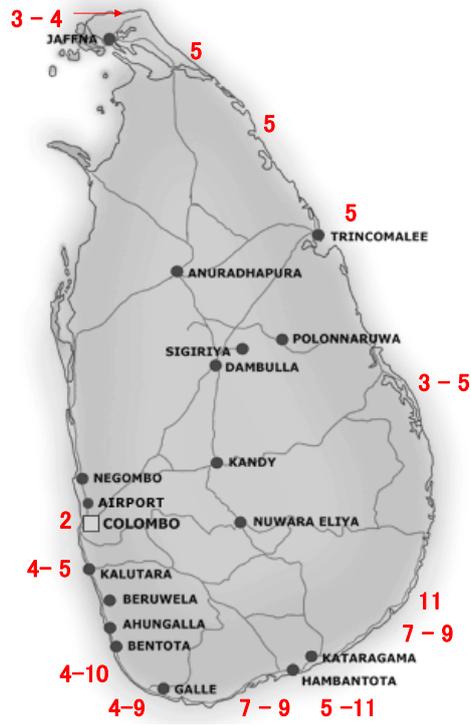


図-1.6 津波の最大波高 (Moratuwa 大学によるまとめ)

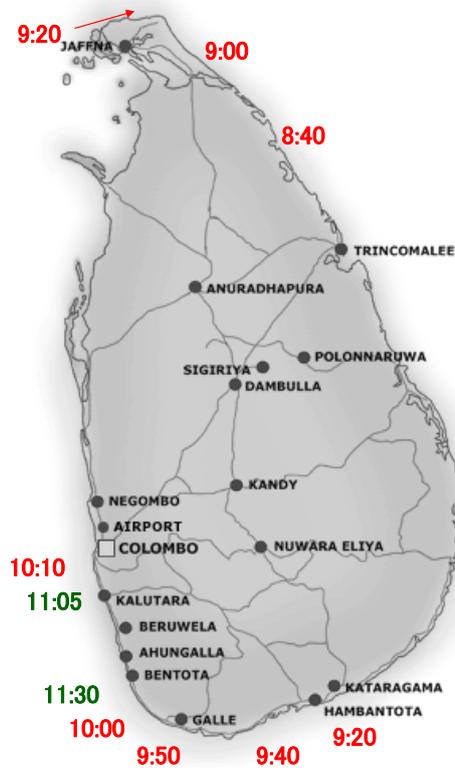


図-1.7 津波の到達時間 (Moratuwa 大学によるまとめ)

なお、津波の第一波が到達した時刻は、スリランカ国の南部海岸地域においてはほぼ干潮時であった。Moratuwa 大学からの聞き取り結果によれば、12/26 の 2:30 頃に満潮、8:30 頃に干潮、14:30 頃に満潮とのことであり、第一波が到達したと推定される 9:00 前後はほぼ干潮であったと考えられる。

参考として、2003 年 11 月のスリランカ南部の Tangall 漁港における天文潮の計算結果を、図-1.8 に示す (Moratuwa 大学資料)。これによれば、スリランカ国の南部海岸地域における干潮・満潮時の潮位差は約 70cm であり、津波の波高と比較すると小さいことから、今回程度の津波が仮に天文潮の満潮時刻に津波が来襲した場合でも、そのことによる影響は比較的小さい可能性がある。

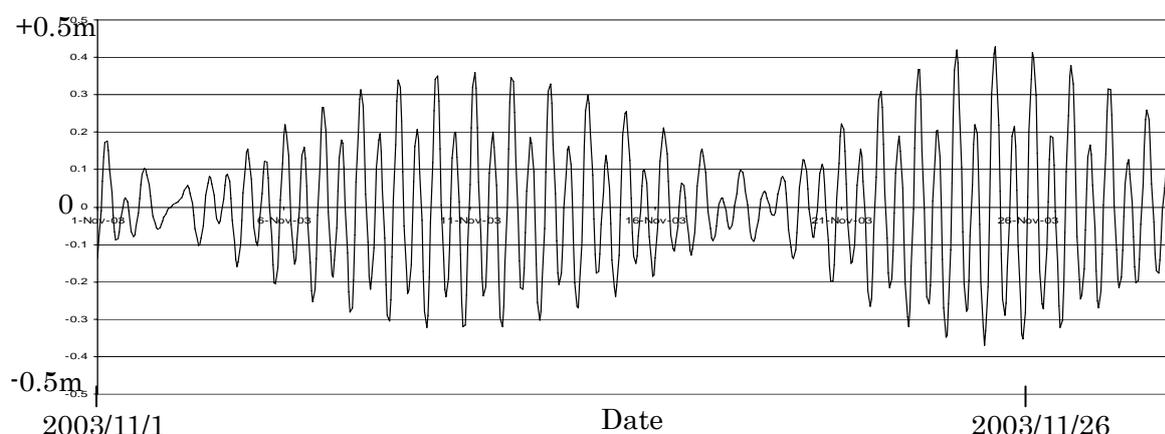


図-1.8 Tangall 漁港における天文潮の計算結果 (Moratuwa 大学資料より調査団作成)

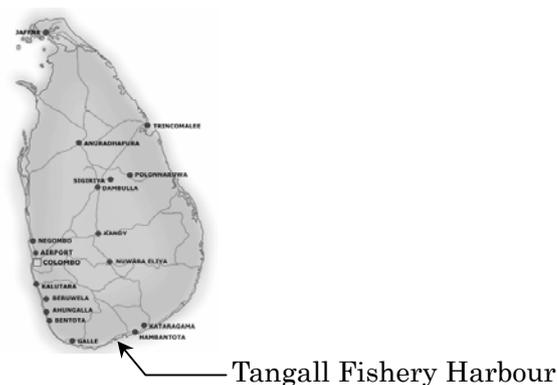


図-1.9 Tangall 漁港の位置

スリランカ国の被害の特色としては、海岸付近の船舶、鉄道、車両等が破壊・流出したこと、海岸付近に立地するコンクリート造の建築物により津波のエネルギーが減衰したこと、津波発生源からみて反対側にあたる島の南西岸においても回折、反射等により比較的波高の大きい津波が来襲したこと等が挙げられる (港湾特別委員会資料等より)。

2. スリランカの港湾

スリランカの港湾は我が国と比較して管理、自治等の面で非常に独立性が強く、例えば、Sri Lanka Port Authority (SLPA)の管轄下にあるコロンボ港及びゴール港では、スリランカ海軍によるゲート管理、持ち込み荷物の検査等が非常に厳重に実施されていた。調査団の聞き取り結果によれば、SLPAが管轄しているのはこの他に、ハンバントタ、トリンコマリ、カンケサントゥライ (Kankasanturai)、ポイント・ペドロ (Point Pedro)、オルビル (Olivil、港湾の建設を予定しているが現在のところ港湾施設はない)等の各港。

漁港については、漁業省 (Ministry of Fisheries and Aquatic Resources) が管轄しており、Ceylon Fishery Harbours Corporation が 2005 年 1 月時点で作成した被害報告書によると、漁港関連施設の津波被害は 34 港・1 億 4200 万 Rs. (スリランカルピー、2003 年 4 月現在で 1Rs.=約 1.25 円) にのぼるとのことである。

3. コロンボ港

(1) 概 説

コロンボ港の大きさは南北約 3km、東西約 1km であり、非常にコンパクトな大きさの港湾との印象である (図-3.1)。港内の主要な施設は、2カ所のコンテナターミナル (クイーン・エリザベスふ頭及びジャヤコンテナターミナル)、バルク貨物を中心に取り扱う岸壁 (バンダラナイケ・ターミナル、港内北部の岸壁 (名称不明) 等)、過去の英国支配時代に築造された防波堤及び防波護岸、ドライドック (造船所はなく修理が中心)、エネルギー関連施設、港内再奥部の海軍施設等がある。

調査団の聞き取り結果によれば、これらの港湾施設において、コンテナ、食料、肥料、セメント、鋼材、中古自動車等の幅広い品目を取り扱っている。日曜荷役も実施しているとのことである。コンテナの取扱量は年間約 200 万 TEU (現在精査中) であり、船長約 360m の比較的大型のコンテナ船も入港することがある。コンテナ以外の貨物も含めた全体取扱量は不明であるが、スリランカの取扱貨物量の 9 割以上をコロンボ港において取り扱っている。コロンボ港の港湾施設の津波による被災はほとんどなかった。

コロンボ港関係者によると、内航海運は目立った規模のものはなくまたトラック輸送費が非常に低価格なため、基本的に、コロンボ港から国内各地への輸送手段はトラックによる陸送とのことである。トラック輸送の具体的な単価は不明であるが、陸上交通費が非常に低価格な事例としては、路線バスコロンボ市周辺地域の路線バスは初乗り約 4～5 Rs. である。

このため、津波による他の港湾からコロンボ港への振り替えの荷役等の現象はほとんど発生していないとのことである。

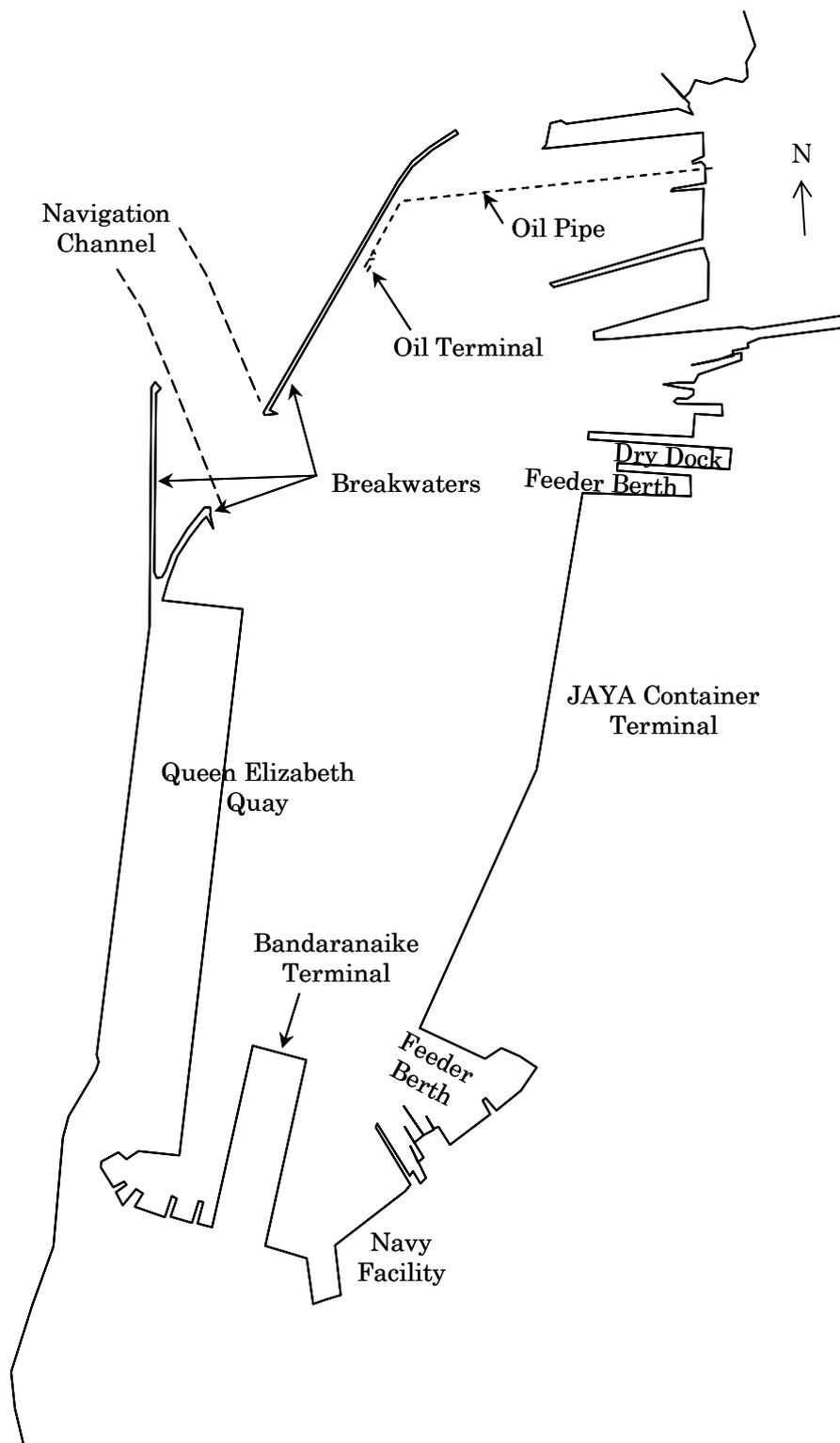


図-3.1 コロンボ港平面図

(2) クイーン・エリザベスふ頭 (Queen Elizabeth Quay)

現在、民間会社の SAGT 社 (オーストラリア資本) が 30 年間の長期リースをし、9

基のガントリークレーンが稼働しているコンテナターミナルである。法線直交方向の断面図を図-3.2 に示す。同岸壁の背後（港外側）は、岸壁天端上に高さ約 4m のコンクリート製直立護岸部分及びそれより後に築造されたかさ上げ護岸部分がある。これは英国支配時代に築造されたもので、7～8月頃の期間に、南西方向（南極からスリランカ国までの吹送距離は約 4,000km）から波長約 150m・周期数秒程度の大きなうねりが発生するため、特に高い護岸としているものである。なお、コロンボ港における潮位差は約 70cm である。

コロンボ港における津波の最大波高は約 2m であり、コロンボ港関係者の証言によれば、クイーン・エリザベスふ頭においては、港外側では少し天端を超える程度、また、港内側では天端高さとはほぼ同程度の津波が観察されたとのことである。

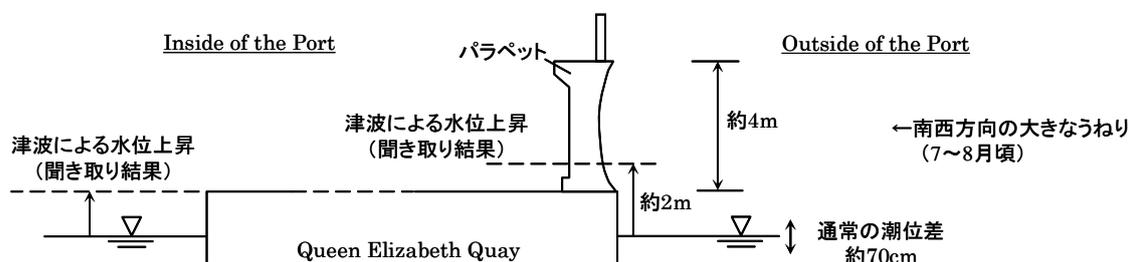


図-3.2 クイーン・エリザベスふ頭の法線直交方向断面図

(3) ジャヤ・コンテナ・ターミナル (JCT)

JCT の第3バース及び第4バースの延長は連続で約 700m。コロンボ港関係者によると、大型船の着岸のため第4バースを港内奥方向に 120m 程度延伸することも考えられるが、コロンボ港内最奥部にスリランカ海軍の使用部分があるなど、課題が複雑であるとのことである。

コンテナターミナル内のコンテナヤードでは、表層の路盤上に 50cm×50cm 程度のコンクリート板をいくつか置いて、その上にコンテナを蔵置していた。コロンボ港関係者によると、コンクリート板を置いている理由は、雨による浸水の防止及び表層の路盤が痛んでおり補強するためとのことである。

(4) その他

- ・主航路のコロンボ港入り口部分は幅約 200m と大変狭く、また、コロンボ港内の奥行きも比較的短い。しかし、コロンボ港関係者が把握している SLPA の見解は、「タグボート等により入出港を低速で運用すれば、当面の運用に支障はない」と考えている模様。

- ・コロンボ港内には 60MW の発電船が停泊していたが、発電コストは他と比較して高価であるとのこと。コロンボ市内の電力事情はあまりよくなく、時期により停電の発生することもあるとのこと。なお、これはゴール市内においてであるが、調査団滞在中の夜間、やや激しい降雨及び落雷があり、ホテル内が約 10 分停電していた。
- ・港内の維持浚渫（主航路は-15m）はグラブ船ではなく、底をさう方式で実施。
- ・あくまで非公式な感触ではあるが、一般に SLPA を始めとしたスリランカ政府関係者の間では「なぜこれ以上、高額を投じて港湾施設を増強する必要があるのか。国内の需要をとりあえず賄っている現状の施設で十分である」との空気が根強い。また、政治の意向（宗教、人種、出身地等）が行政の実施方針に大きく関与している国柄ということもあり、東部、南部、南西部等の地域のどこにインフラ整備を重点的に実施していくかについては、政治の動向に非常に大きく左右されるとのことである。

4. ゴール港

(1) 概要

ゴール港の平面図及び港湾施設等の配置状況を図-4.1 に示す。

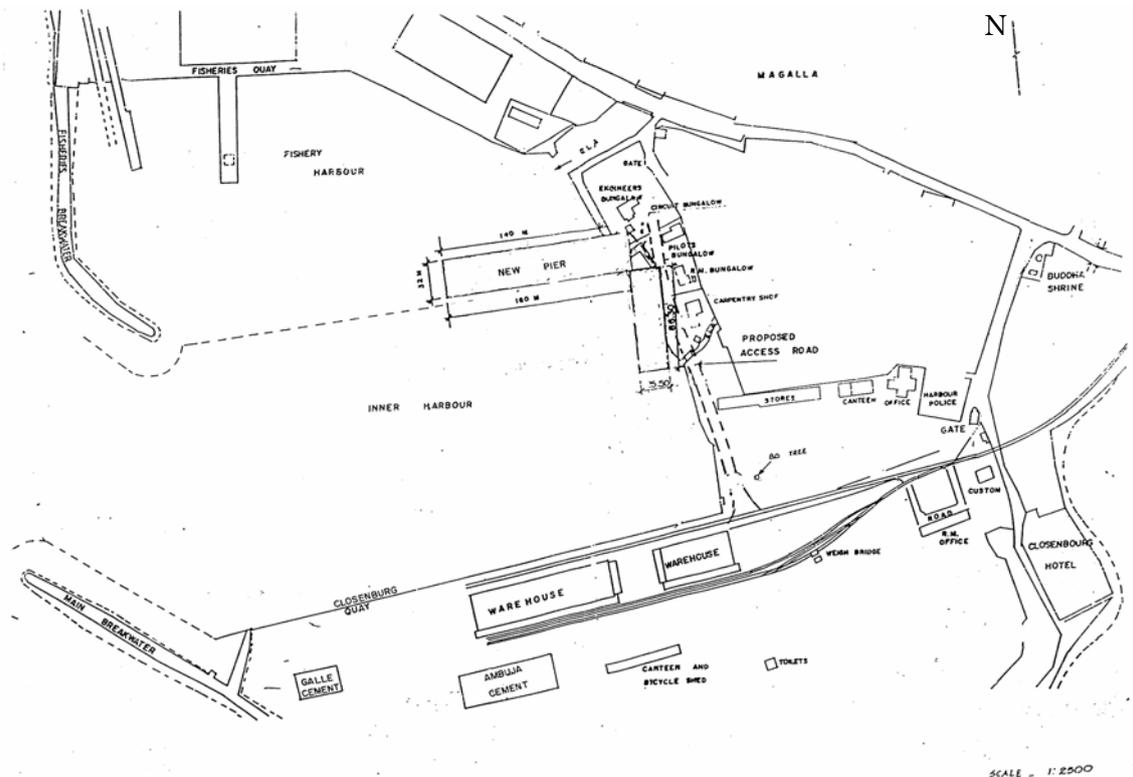


図-4.1 ゴール港等平面図（図中右側及び下側：ゴール港，左上側：ゴール漁港）

(2) ゴール港の取扱貨物量及び Clozenburg ふ頭の利用状況

ゴール港の近年の取扱貨物量を表-4.1に示す（ゴール港 SLPA 事務所長アヌーラ氏から調査団が聞き取り）。これより、クリンカー（セメントの原料）及びバルクセメントは2004年のゴール港における総取扱貨物量のそれぞれ43.6%及び54.1%となり、この2種の品目だけで97.7%に達している。なお、主な輸入相手国は、クリンカーはマレーシア及びインドネシア、バルクセメントはインドである。

ゴール港に揚げられたこの2種の品目の背後圏は特段なく、ふ頭背後に立地したセメント関連企業倉庫（Galle Cement社及びAmbuja Cement社）に輸送されている。

津波による公共上屋の一部破損（例えば、上屋の木製の扉が外れて庫内側に転倒、写真-4.2及び図-4.2）、港内航路の埋没等があったものの、津波による貨物取扱への影響は少ないとのことであった。むしろ、津波により被災した建築物復興のためのセメント需要が見込まれる可能性がある。Closenburgふ頭では、調査当日（3/8）もセメント船“CLARISSA”号が荷役を実施中であった（写真-4.2）。岸壁はかなり老朽化しているものの、津波による岸壁法線の出入り等は見られなかった（写真-4.3）。

また、同じセメント取扱岸壁では、港内奥側にLPG船等も係留していた（写真-4.4）。

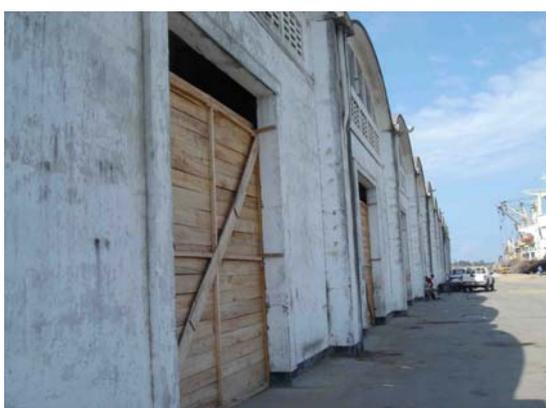


写真-4.1 破損した扉が修復されている公共上屋



写真-4.2 セメント船 CLARISSA 号荷役状況

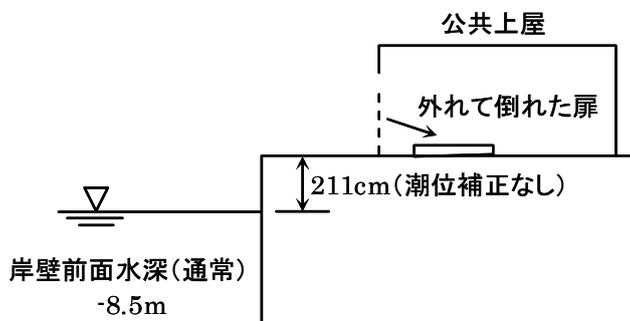


図-4.2 セメント取扱岸壁と公共上屋



写真-4.3 Closenburg ふ頭の老朽化状況



写真-4.4 LPG 船の係留状況

表-4.1 ゴール港の 2001～2004 年の取扱貨物量

単位：ton, カッコ内は各年度の総計に占める各品目の割合(%), U: unknown

品 目	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年
Clinker ※セメントの原料	229,875 (45.3)	241,501 (45.9)	205,589 (42.8)	251,818 (43.6)
Bulk Cement	326,997 (49.4)	269,793 (51.3)	259,938 (54.2)	312,024 (54.1)
Fuel	136 (-)	118 (-)	106 (-)	82 (-)
Gypsum ※石膏	U	U	U	459 (-)
Bag Cement	U	U	U	1,107 (0.2)
Fish	744 (-)	306 (-)	1,185 (0.2)	2,701 (0.5)
General Cargo	983 (0.1)	0 (0)	0 (0)	3,465 (0.6)
T/S ※トランシップ	U	U	U	459 (-)
Others	U	U	U	4,959 (0.9)
総 計	662,478	526,250	479,825	577,074 (100)

(調査団が在ゴール SLPA 事務所からの聞き取りにより作成)

(3) 船舶の入港状況

ゴール港の2001年～2004年の年間入港船舶数及び2005年3月10日までの入区船舶数を表-4.2に示す(ゴール港SLPA事務所長アヌーラ氏から調査団が聞き取り)。過去4年間では年間約100隻前後がゴール港に入港している。2005年の値は1/1～3/10の期間についてであるが、単純に365日に換算すると約111隻となり、季節による変動等を考慮する必要があるものの、ほぼ例年通りの入港隻数と考えられる。

なお、津波発生後の入出港の状況としては、2005年1月3日にインド海軍船舶2隻が津波発生後初めて入港し深浅測量を実施した。その後、1/8以降順次貨物船が入港している。2005年の入港船舶数を表-4.3に示す。

表-4.2 ゴール港の2001～2005年の入港船舶数(単位:隻)

	2001年	2002年	2003年	2004年	2005年
入港船舶隻数	136	118	106	82	21(※)

(調査団が在ゴールSLPA事務所からの聞き取りにより作成, ※2005年は3月10日時点)

表-4.3 2005年の各月の入港船舶数(単位:隻)

	1月	2月	3月
入港船舶隻数	6	11	4(※)

(調査団が在ゴールSLPA事務所からの聞き取りにより作成, ※3月は3月10日時点)

ゴール港に入港する旅客船としては、インド～モルディブ～スリランカ等を周遊する国際旅客船がある。就航は例年11月～4月であり、南西方向の波浪が大きくなる5月～10月はこれらの旅客船は運航していない。例年概ね6隻が入港しており、11月～4月の期間は月におよそ一度の割合で入港している状況である。それぞれの乗降客数は約70～80人、最も多いときで約200人とのことである。(ゴール港SLPA事務所長アヌーラ氏から調査団が聞き取り)。

また、国内主要都市間の移動手段はほとんど陸上交通であることから、ゴール港において国内主要都市間を結ぶ海上交通は存在していないとのことである。

なお、調査当日(3/8)は個人所有のクルーズ用小型船舶が2隻、港内に係留または停泊している様子がみられた。写真-4.5及び写真-4.6に示す。



写真-4.5 港内に係留する小型船舶



写真-4.6 港内に停泊する小型船舶

(4) 新ふ頭

新ふ頭において調査団がタグボート”VELSUMANA”号の船員に対し実施した聞き取りによると次のとおりである：「12月26日は9:20頃に津波の第一波が来た。その様子は、まず港内の海水が10分ほど引いてしまい、タグボートが港内で傾いて座礁してしまった。その後、海水が戻ってきて新ふ頭の上の約5mにまで津波高が達した。タグボートはエンジンを始動し港外に出ようとしたので被害はなかった。16:00頃までに合計5回津内が来襲した。」

新ふ頭天端の海面からの高さは、+2.18m（調査団調べ、潮位補正なし）なので、聞き取り結果であるのでかなりの誤差が見込まれるものの、新ふ頭においては約7mであった可能性がある。また、調査団の聞き取りにより、ゴールにおいては津波が引波からはじまったことが示唆された。ゴール近傍の小高い丘にある仏教寺院より最初の引波を目撃したとの情報もあるが、確認できていない。なお、富田調査団の報告（1/12）においては、ゴール港の津波痕跡高さは5～6mと記載されている。

新ふ頭の岸壁、照明施設等の津波による被害は調査時点ではみられなかった。



写真-4.7 新ふ頭に係留したタグボート



写真-4.8 新ふ頭における浸水状況イメージ

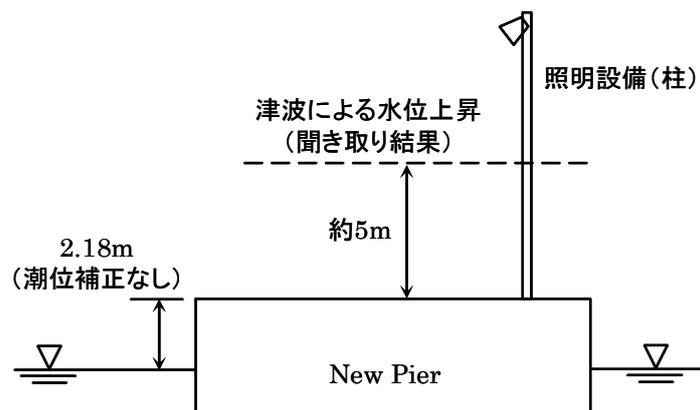


図-4.3 新ふ頭

(5) 背後が吸い出された護岸

セメント船等が現在使用している岸壁の奥部にある護岸は、背後がかなり広範に吸い出されて護岸法線だけが残りに、その背後は水域になっていた。その前面の水域は水深が小さくなった。コロombo港関係者によれば、今後、ヨットの係留場所とするため、津波後にバックホウで背後の砂を取っているとのことである。護岸のすぐ背後には仏像をまつた場所があり、津波後も残っていたが、上記の作業のためか、さらに港内の奥部に移設する作業を実施していた。



写真-4.9 背後が吸い出された護岸
(左：背後側，右：護岸前面側)



写真-4.10 破損・吸い出しの顕著な箇所
(左：護岸前面側，右：背後側)

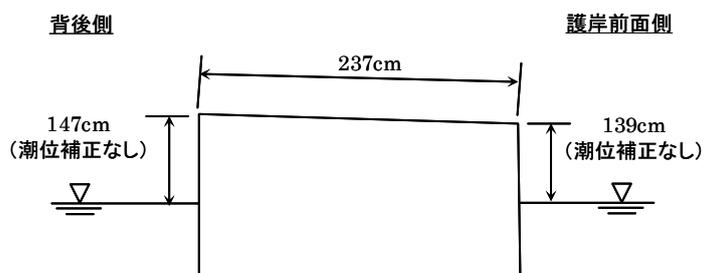


図-4.4 背後が吸い出された護岸



写真-4.11 護岸付近の様子（左：護岸前面側，右：背後側）

護岸背後の状況を写真-4.12 及び図-4.5 示す。ただし、現状が、津波による吸い出しだけが原因で発生したのか、水域拡張を目的とした津波後の作業により発生したのか不明である。

表層はアスファルト舗装がなされており、その厚さは約 14mm であった。



写真-4.12 護岸背後の状況

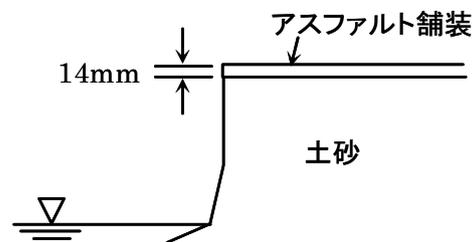


図-4.5 背後の舗装状況

（6）航路への土砂，ガレキ等の堆積状況

津波により、主航路の防波堤寄り（港内側から港外側にむかって主航路の左側）に陸上等から輸送されたとみられる砂が堆積し、もともと-7.3m の水深を確保していたが、津波後は最も浅い部分で-6.5m となった。そこで、そうした状況に対応した船舶オペレーションを実施しながら（既述のとおり津波後最初の貨物船入港は 1/8）、荷役を実施している。

なお、この他に、港内では津波後水深が深くなった部分（ゴール港内のうち、ゴー

ル漁港に近い水域及びゴール港漁港防波堤の外側の陸域に近い水域)も存在する。また、(5)の護岸の前面の水域も水深が小さくなった(ゴール港 SLPA 事務所長アヌーラ氏から調査団が聞き取り)。

津波発生前までゴール港の浚渫を実施していた浚渫船 DIYA-KOWULLA 号は岸壁に乗り上げた状態となっているので、それに代わり、コロンボ港より派遣された浚渫船”HANSAKAWA”号、及び、カプリア号(所属等不明)が港内規定水深の回復のための作業にあたっているとのことである。なお、DIYA-KOWULLA 号は調査当日(3/8)には吊り上げて水面へ移動するための船腹外側に艀装工を行っており、3/11に吊り上げ・移動工が実施されたとのことである(写真-4.13及び写真-4.14)。

図-4.6にゴール港 SLPA 事務所からの聞き取りより調査団が作成した津波直後の港内深浅図を示す。

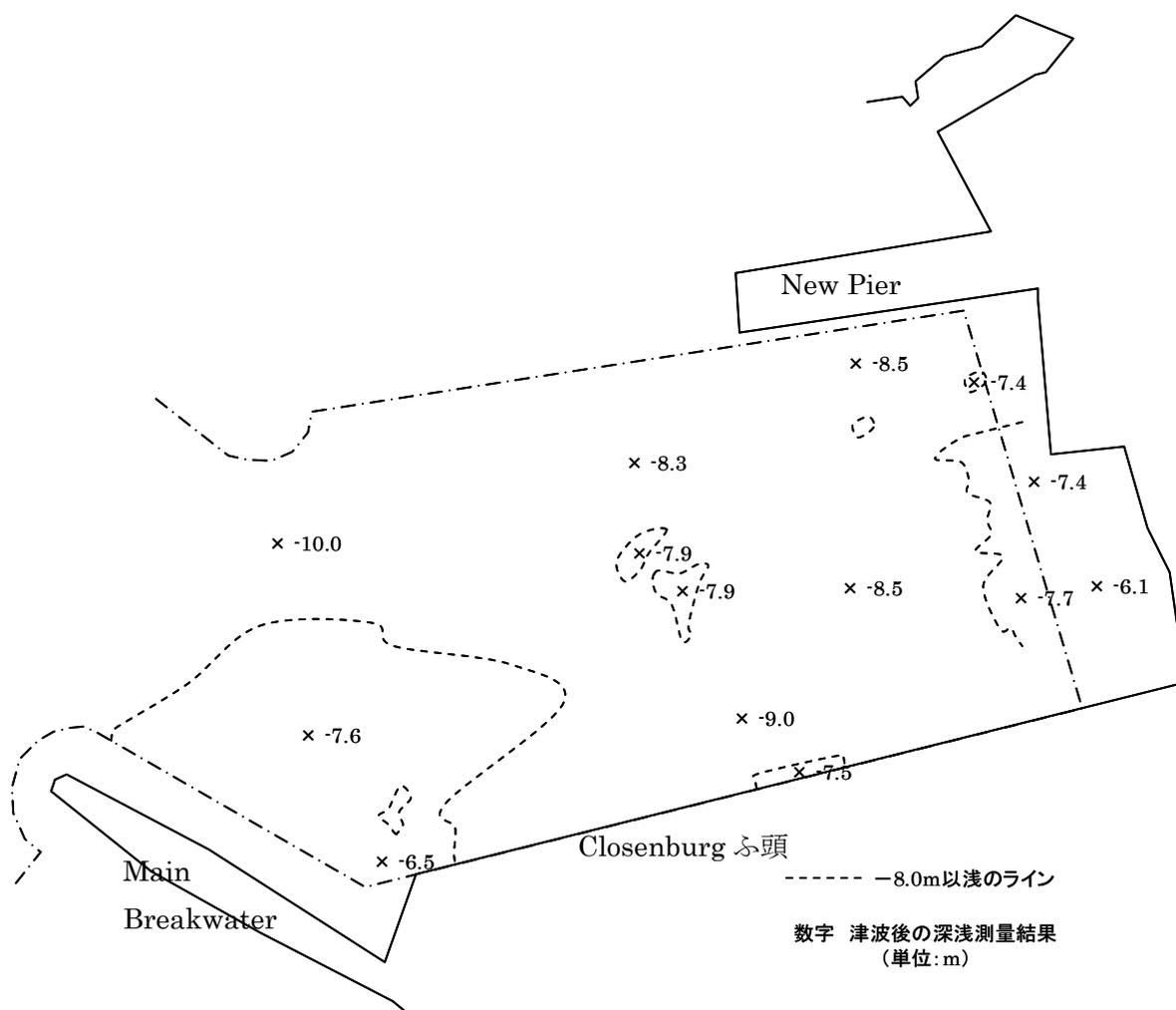


図-4.6 津波後のゴール港内深浅測量結果
(ゴール港 SLPA 事務所からの聞き取りより調査団が作成)



写真-4.13 岸壁に乗上げた DIYA-KOWULLA 号 写真-4.14 HANSAKAWA 号

(7) 主防波堤

第一線の防波堤は径が約 1~2m の岩石を用いた石積みとなっている。そもそも、天然の岩礁となっており水深が比較的小さいことに加え、内陸部において岩石を産出する等の理由により、このような構造となっているとのことである。

調査団が入手した写真資料及び聞き取り結果によれば、津波により主防波堤の石積みの一部の岩石が港内側に崩れた。崩れた岩石の大きさは、大きいもので約 1~2 m である (写真-4.15)。なお、調査当日 (3/8) はすでに崩れた岩石は復旧されていた。

また、防波堤は先端部に監視施設があり、そこまで車 1 台が通れる程度の簡易的な舗装路があるが、その一部は舗装が破損している状態であった。ただし、この破損が津波によるものか、老朽化によるものか確認できていない。



写真 4-15 被災直後の主防波堤の状況と移動した岩石 (矢印)
(左：港内側，右：港外側，日本港湾コンサルタント提供)



写真-4.16 主防波堤（左：港外側，右：港内側）
調査団による調査時点（3/8）



写真-4.17 主防波堤の舗装状況
調査団による調査時点（3/8）

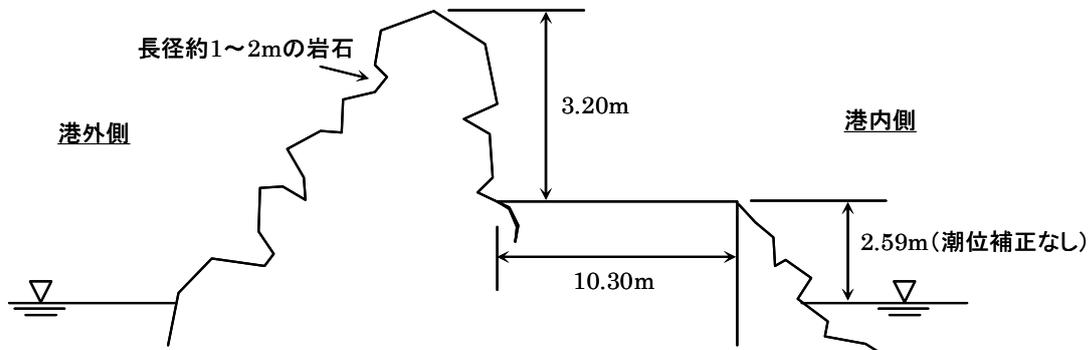


図-4.7 主防波堤の断面形状（概要）

（8）その他

聞き取りによれば、SLPA ゴール事務所の1階天井（または2階床）まで津波高が達したとのことである。

5. ゴール漁港

ゴール漁港を調査団が訪問し、ゴール漁港港長（Harbour Manager）・Sumudu Dahanayake 氏から聞き取りを実施した。内容は以下の通り：

- ・津波により失われた漁港設備は、Cool Room、オークションセンター、アイズプラント（2基）、Mechanical Workshop（＝作業場）、電源施設等である。実際に、調査当日（3/9）のゴール港管理棟は電気のない状態であった。
- ・被害額は約 1,000 万ルピーである。

- ・被災前は 359 隻の漁船があったが、110 隻が津波によるダメージを受けた。そのうち、27 隻は完全に破壊された。ただし、75 隻はすでに修復済みまたは修復中である。
- ・港内水深は通常-3.5m、場所により-4.0m の場所もある。津波により砂が堆積している部分があり、調査は CFHC(Ceylon Fishery Harbour Corporation) の Miss.GhajaWeddarachi*が把握しているのでそちらに必要があれば聞いて欲しい。

*Civil Engineer, Ceylon Fishery Harbour Corporation Tel: 011-2529391

- ・ゴール港を利用する漁船は、一般的には2タイプに別れ、ワンディタイプ（日帰り漁を行う）及びマルチディタイプ（3日間程度の漁を行う）がある。
- ・ゴール漁港における浸水痕跡は、ゴール漁港内の建築物壁面上で、地面（標高不明）からの高さは+375cm であった（写真-5.1、写真-5.2 及び図-5.1）。



写真-5.1 ゴール漁港における浸水痕跡



写真-5.2 ゴール漁港内

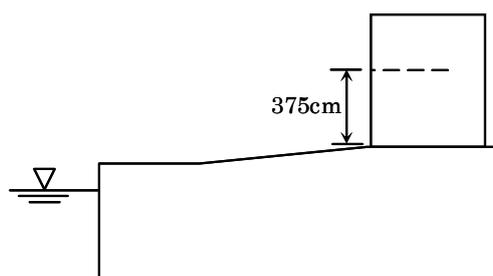


図-5.1 ゴール漁港における浸水痕跡

6. ゴール市街地の浸水状況

ゴール市市街地において、浸水範囲について現地踏査による調査を実施した。調査は、沿岸部から内陸に向かう道路沿いに移動し、浸水痕跡または住民等に対するヒアリングを実施した。また、ゴール市西部の沿岸にあるフォート（ポルトガル、イギリス等支配時代の城塞で、周囲を城壁に囲われており比較的地盤が高い）についても若干の浸水が

あったとの情報があり、詳細な調査を実施した。なお、五洋建設技術研究所において被災直後の2004年12月28日にゴール市街地の浸水状況について調査を実施しており、その情報を併せて記載する。

これによれば、浸水は概ねゴール市街地北部を横断する鉄道の線路付近まで達した。また、調査団の聞き取り結果によれば、ゴール市東部を流れる小河川（Moragoda川）及びゴール市西部を流れる小河川（Kepu川）においては、河川を経路として津波が遡上する可能性があり、両河川沿いでは、比較的上流の地点においても浸水があったとの住民による証言があった（**図-6.1**及び**表-6.1**）。

さらに、ゴール市西部のフォートでは西側、南側、東側の城壁を直接超えるような大規模な浸水は発生しなかったことが分かった。例えば、城壁を直接超えなかったと考えられる東側の城壁の高さは620cm（潮位補正なし）である（**写真-6.1**及び**図-6.3**）。ただし、調査団の踏査結果によれば、フォート東北部の一部城壁が周囲と比較して低くなっている場所（海面から約3mの地盤高）から、約1.5mの浸水高があったとの証言があった（**写真-6.4**）。また、フォート内北側のYMCA付近にある排水口から海水が噴き出していたとの証言があった（**写真-6.5**）。従って、外部とつながっている排水口等から浸水した可能性が示唆される。こうした排水口はフォート内に9箇所あるとのことである。

また、フォートの外であるが、フォートの東側付け根にあるゴール港副港長事務所では津波の浸水高さは529cm（潮位補正なし）であった。ほとんどの壁がなくなり、屋根と柱だけの状態であった（**写真-6.6**、**写真-6.7**及び**図-6.4**）。

在ゴールの地方行政を訪問し浸水範囲等について情報提供を求めたところ、現在調査しているが、まだ結果を取りまとめていないとのことである（取りまとめ予定時期は不明）。在ゴールの地方行政における浸水痕跡は約60cmであった（**写真-6.8**）。

その後、今回の調査団とは別に政府調査団が在ゴール地方行政を訪問し、浸水範囲の概要について地図上の平面的な位置を記入した資料を入手し、浸水範囲図を調査団が作成した（**図-6.2**）。それによれば、ゴール市街における浸水は鉄道の線路付近までであり、また、特に浸水が内陸まで及んだ地域としては、Moragoda川の周辺地域、Kepu川の左岸地域及びフォートとゴール港にはさまれた新市街地が挙げられる。これは、既に述べたように、河川を経路とした津波の浸水（Moragoda川の周辺地域及びKepu川の左岸地域）、沖合に岩礁や防波堤等の構造物がなく直接的に津波が作用して浸水（フォートとゴール港にはさまれた新市街地）等が原因として考えられる。なお、Kepu川左岸の東側の新市街地との間の部分は浸水範囲が小さくなっているが、これはこの部分の標高が比較的高いためである。

5章で既述のとおり、ゴール漁港における浸水痕跡は、ゴール漁港内の建築物壁面上で、地面（標高不明）からの高さ375cmであった。

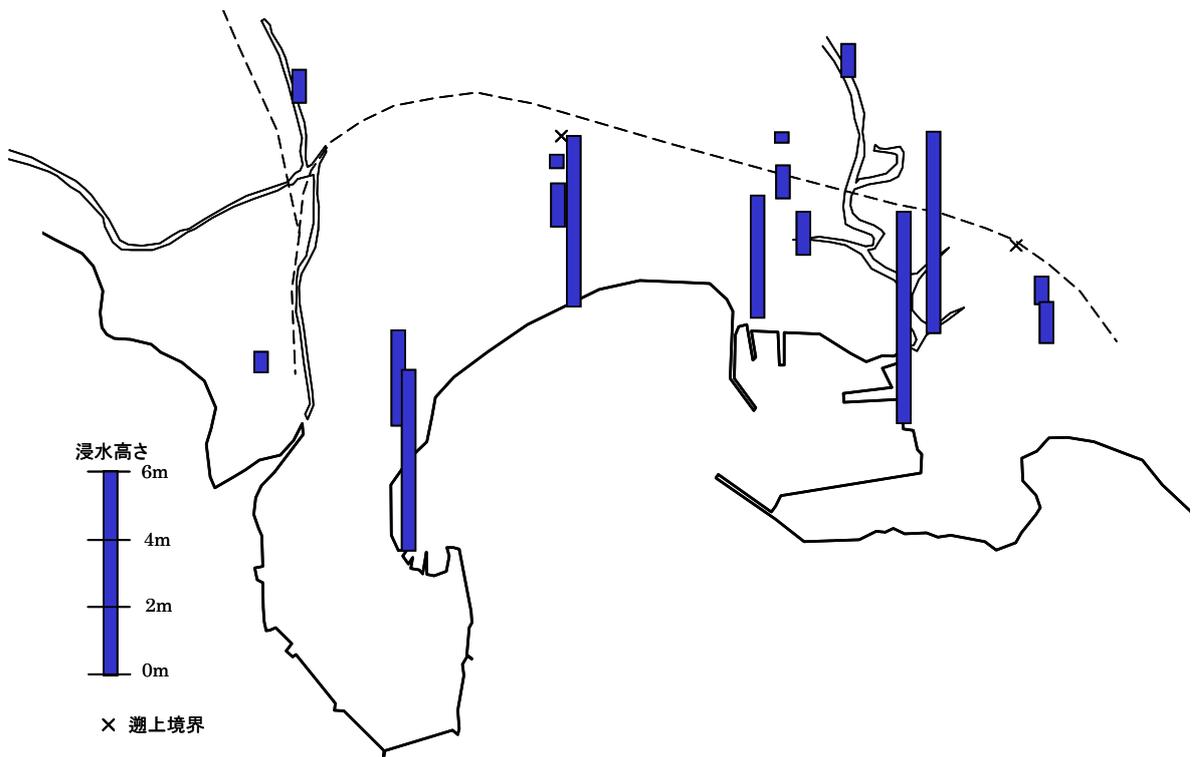


図-6.1 浸水高の分布（五洋建設資料及び調査団調査結果より調査団作成）

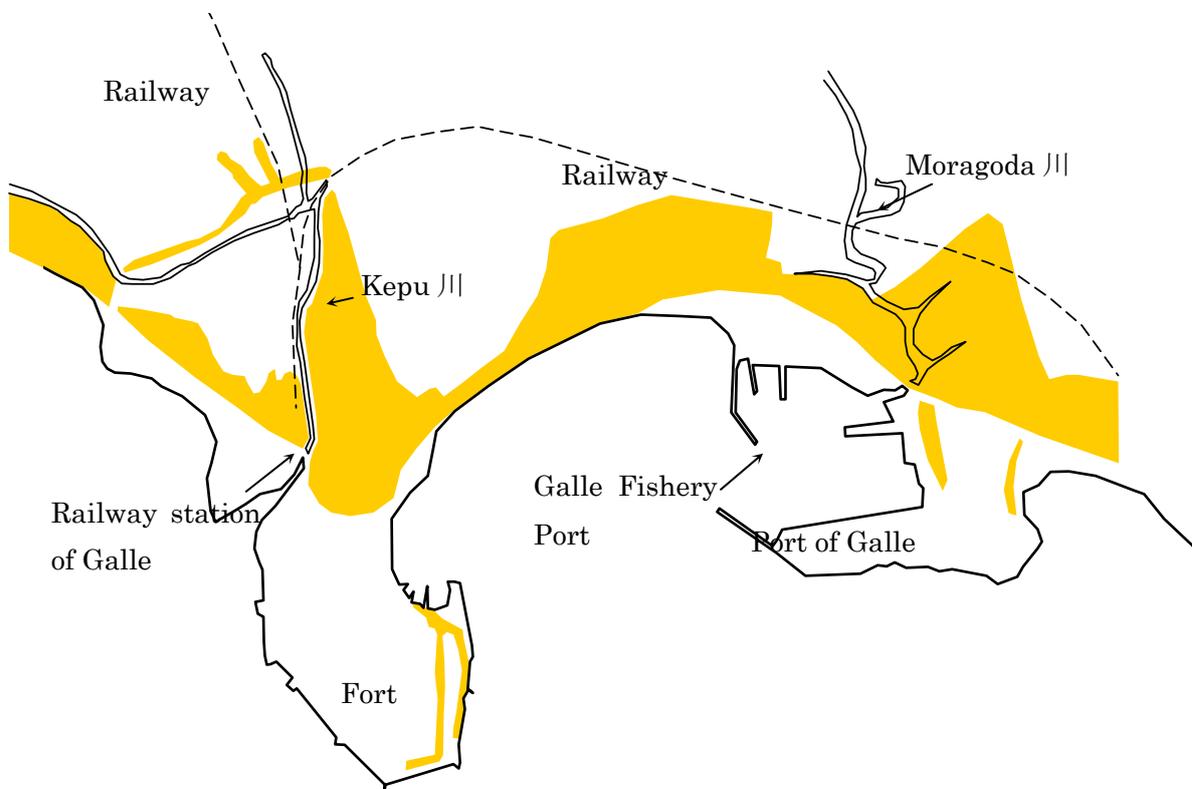


図-6.2 浸水範囲概要（在ゴール地方行政資料をもとに調査団作成，黄色が浸水範囲）

表-6.1 調査実施場所，位置，浸水高等（※五洋建設資料及び調査団調査結果から作成）

No.	場 所	緯 度	経 度	浸水高	調査者
1	バスターミナル	06° 01'58.2"	80° 12'59.5"	2.8m	五洋建設
2	Light House Hotel	06° 02'30.4"	80° 11'39.6"	14feet	〃
3	港中央石積	06° 02'09.5"	80° 13'19.1"	5m	〃
4	Moragoda 川河口	06° 02'09.7"	80° 13'56.3"	5.9m	〃
5	ふ頭	06° 02'00.6"	80° 13'55.3"	20feet	〃
6	家の壁	06° 01'56.0"	80° 14'29.9"	2.25m	〃
7	街中	06° 02'07.0"	80° 14'40.6"	遡上境界	〃
8	学校	06° 01'57.4"	80° 14'32.5"	1.1m	〃
9	家の門	06° 02'09.5"	80° 14'07.1"	1.2m	〃
10	家の壁	06° 02'13.5"	80° 14'06.4"	0.8m	〃
11	線路付近	06° 02'19.4"	80° 14'03.6"	遡上境界	〃
12	家の門	06° 02'23.0"	80° 13'39.8"	0.95m	〃
13	家の壁	06° 02'28.6"	80° 13'39.4"	0.3m	〃
14	家の柱	06° 02'17.4"	80° 13'42.2"	1.25m	〃
15	家の中	06° 02'09.8"	80° 13'10.1"	1.6m	〃
16	家の壁	06° 02'19.0"	80° 13'17.5"	1.25m	〃
17	家の壁	06° 02'25.0"	80° 13'17.1"	0.4m	〃
18	線路前	06° 02'25.0"	80° 13'17.5"	遡上境界	〃
19	Moragoda 川上流 部	06° 02'01.5"	80° 13'59.5"	95cm	調査団
20	Kepu 川上流部	06° 02'23.6"	80° 13'50.3"	95cm	〃
21	副港長事務所			529cm	〃
22	フォート	06° 01'33.3"	80° 13'12.6"	450cm	〃
23	地方行政庁舎			60cm	〃
24	ゴール漁港			357cm	〃



写真-6.1 フォート東側海岸の状況（ここからは浸水していない）

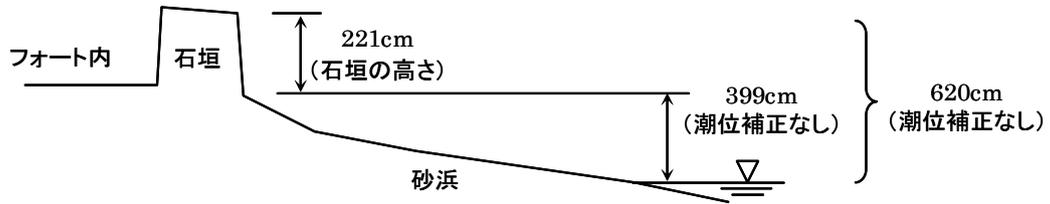


図-6.3 その縦断図（ここからは浸水していない）

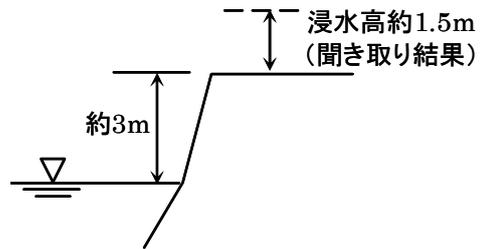


写真-6.4 フォート北東部の状況（周囲と比較して護岸高さが低い）



写真-6.5 フォート内北側の YMCA 付近にある排水口の状況



写真-6.6 副港長事務所の状況



写真-6.7 副港長事務所の浸水痕跡

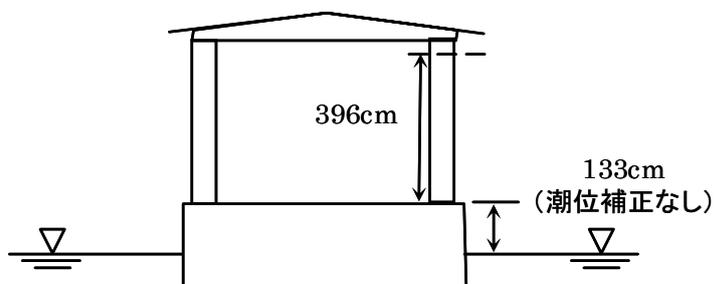


図-6.4 副港長事務所の浸水痕跡高さ



写真-6.8 ゴール地方行政庁舎における浸水痕跡

7. Mirissa 漁港（南部海岸地域）

ゴールより約 30km 東にある Matara 近郊の Mirissa 漁港では、調査時点（3/10）ではそれほど大きな被害はみられなかったが、漁船のエンジン故障等が多数発生したとのことであり、ベルギーの技術者が修復の指導にあたっていた。また、防波堤はゴール港と同様の石積み防波堤であるが、大きな被災は見られなかった（写真-7.1）。

Mirissa 漁港は外洋から入り込んだ内湾にあることから、津波による被害が比較的小さかったものと推察される。



写真-7.1 Mirissa 漁港の全景



図-7.1 Mirissa 漁港の位置



写真-7.2 Mirissa 漁港防波堤の状況

8. 調査日程及び訪問先

調査日程：

3月5日 (土)	成田 →コロンボ	成田よりコロンボへ空路移動 (UL455 便)
3月6日 (日)	コロンボ	Moratuwa 大との打合せ
3月7日 (月)	コロンボ →ゴール	Sri Lanka Ports Authority (SLPA)訪問 被災状況資料収集 ゴールへ陸路移動
3月8日 (火)	ゴール	ゴール港における現地調査 フォート地区における現地調査 ゴール市街地における現地調査
3月9日 (水)	ゴール	ゴール漁港における現地調査 ゴール地方行政庁舎訪問 ゴール市街地における現地調査
3月10日 (木)	ゴール →ミリッサ →コロンボ	ミリッサへ陸路移動 ミリッサ漁港における現地調査 コロンボへ陸路移動
3月11日 (金)	コロンボ →成田	被災状況資料収集 コロンボより成田へ空路移動 (UL454 便) (機中泊)
3月12日	成田	成田着, 帰国

(調査団メンバー)

小澤 敬二 国土交通省国土技術政策総合研究所港湾研究部港湾施設研究室主任研究官
熊谷兼太郎 国土交通省国土技術政策総合研究所沿岸海洋研究室沿岸防災研究室研究官



写真-8.1 Mr. Gunasena Hewavitharana



写真-8.2 Mr. K.A. Ansar



写真-8.3 Mr. Anura



写真-8.4 Mr. Sumudu Dahanayake

9. その他

ここにまとめた情報は現時点のものであり、今後詳細な検討がなされるに従って内容が修正されることがあります。

謝 辞

この調査の実施にあたって、在スリランカ日本国大使館・岩下幸司一等書記官, University of Moratuwa の Saman Samarawickrama 博士, District Secretariat of Galle の Gunasena Hewavitharana 氏, Sri Lanka Ports Authority の K.A. Ansar 氏, Sri Lanka Port Authority の Galle 港長 Anura 氏, Galle Fishery Harbour の Sumudu Dahanayake 氏をはじめとした皆様にご尽力頂きました。ありがとうございました。

(参考) スリランカ国において伝承されている約 2000 年前の津波について

調査団が収集した資料のなかに、スリランカ国において伝承されている約 2000 年前の津波について記述した資料があったので、抄訳をここに掲載する。

“Tidal Waves 2000 Years Ago” (抄訳)

2000 年以上前、スリランカの西部は Devanampiyatissa 王[※]により治められていた。王は、仏教僧を反逆行為の容疑で罰するという冒瀆行為を犯した。この残虐な行動は神を激怒させ、罰として、数々の波が無情な憤激のもとに土地を飲み込んだ。伝説では海岸線から 15 マイルもの長きにわたり海が上昇し飲み込まれた。

王は怒り狂う神をなだめるため、黄金の船を作り、生け贄として彼の長女を黄金の船に乗せ、あてどなく出港させた。そうすると、海は引いたので、船は島の南部に到着した。厳しい試練を生き抜いた幸運な王女は、当時その地域を治めていた Kavantissa 王の王妃となった。のちに Viharamahadevi として知られることになる彼女は、スリランカの偉大な支配者である Dutugemunu 王の母である。

※Kelaniya は彼の国の首都であったので、彼は Kelani Tissa とも呼ばれている。

絵は、Solis Mendis による寺院の美術品であり、Viharamahadevi が黄金の船に乗り込むところと、Kavantissa 王が彼女を Kirinda で迎えるところが描かれている。