

2005年4月7日

## アンドAMAN諸島におけるスマトラ島沖地震の津波

弘前大学工学部地球環境科学科  
佐藤魂夫

### 目次

	頁
1. 引き潮で座礁した漁船の生還	2
2. 九死に一生を得た青年	5
3. 広域的な地殻の変動	8
4. 津波警報システム	11
5. 稲むらの火	14

## 1. 引き潮で座礁した漁船の生還

2004年12月26日6時29分頃（インド標準時）、インドネシア・スマトラ島沖を震源とするマグニチュード9.3の巨大地震が発生した。地震後、大津波が発生し、インドネシア、インド、ミャンマー（旧ビルマ）、タイ、およびスリランカなどインド洋周辺国で約27万人の尊い人命が犠牲となった。日本語の「津波」はそのまま世界で通用するが、今回の大津波は「津波」が日本だけのものではないことを世界に示した。私は地震から約3ヵ月後の3月下旬、震源域に近いアンダマン諸島を訪れ、地震や津波の被害を調査した。以下はその報告である。

3月20日、私はインド地球物理学研究所のライ博士とともに南アンダマン島の中心地、ポートブレアの空港に到着した。約1500キロメートル離れたインド東海岸のチェンナイ（旧マドラス）から空路2時間の旅である。約700の島々からなるアンダマン諸島はインド洋ベンガル湾西部の沖合に位置し、その北側の延長上にはミャンマー、南東側の延長上にはニコバー諸島、スマトラ半島が続く。インドネシア、タイ、スリランカおよびインド東岸における大津波の被害の状況は数多く報道されたが、アンダマン・ニコバー諸島に関しては、一部のメディアによって、島に住む未開の先住民が津波の来襲を事前に察知し森に避難していたため、犠牲者が少なかったと伝えられた程度だった。

ポートブレア空港にはライ博士が指導する大学院生のサントス君が出迎えていた。彼は余震の観測のために設置した地震観測点の保守のため、一足早くこの島に来ていた。空港からホテルまでの道のり、車窓から家並みを観察すると、どうも、地震の揺れによる建物の被害はほとんどないらしい。地震に弱そうな古い木造の住宅や電柱も倒れずに立っている。建物が倒れ、その後撤去されたような跡地も見つからない。その後、3日間ほど、島内の各所を回ったが、はっきりと地震による被害と確認できたものは、ロスアイランドへ向かう際、フェニックス港で見た波止場の被害だけである。どうもこの地域では地震の揺れは極端に強くはなかったらしい。

ホテルで一休みをした後、私たちは津波の高さを測定するため、西海岸にあるコリンプールビーチに向かった。途中、サントス君が保守する地震観測点に立ち寄り、2ヵ月分の地震記録が収録されている小型ハードディスクの交換を行った。ライ博士の話では百メートル先の森の向こうは先住民の居留区になっており、そこには特別な許可がなければ立ち入ることはできない。先住民は今でも裸のまま、文明社会からまったくかけ離れた暮らしをしているらしい。そんな話をしていると、近くのココヤシの木に村の若者がすると登りだし、高さ10数メートルもある頂上から実をもぎ取り、下の仲間に放り投げた。ココヤシのジュースはほんのりと甘く、ポカリスエットのような味がした。

コリンプールビーチに到着し、漁師から話を聞いた。当日の朝、その漁師は漁に出かけたが、津波の来襲の前に浜に戻っていた。津波は地震の揺れを感じた約5分後に押し波でやってきた。朝6時40分ごろのことと思われる。その後まもなく潮は引き始め、約7キロメートル沖まで海底の地盤が露出した。まだ沖で漁をしていた仲間3人が乗った小船は

海水が引いたあとの海底に座礁した。しかし、再び潮が満ち始め小船は海水に浮かんだ。第2波の押し波の来襲である。最初の押し波との時間差は約4分であった。遠くに岬のココヤシの林が津波で一気になぎ倒される瞬間が目撃された。と同時に砂埃がもうもうと舞い上がり空はかすんだ。引き潮のときは流しの水が配管を伝って流れ下るときのような音が聞こえた。押しと引きを何回か繰り返した後、津波は徐々に収まっていった。いつか、海底に座礁した小船に乗った仲間は幸いにも生還することができた。

渚から約50メートル離れた地点で、漁師から津波がここまで来たと示された高さを海面から測ると約3メートルあった。この後、南アンダマン島の6地点で津波の高さを測定することになるが、津波の高さはいずれも3メートルから4メートルであった。注目したのは大潮における満潮時の海面は地震前に比べ、地震後約1メートル上昇したという話である。これは地震後、地盤が1メートル沈降したことを意味する。漁師の話では、例年今頃の季節は熱帯樹林の葉が黄ばんでくるが、今年はまだ緑が濃いという。大規模な地殻変動によって地下水位が変化した可能性が高い。

#### 津波の状況を語る漁民



ココヤシの木に登る村の若者



## 2. 九死に一生を得た青年

ポートブレアから目と鼻の先にあるロスアイランドでの話である。フェニックス港を立つと7分ぐらいでロスアイランドの栈橋に着く。下船して上陸するとすぐ右側にかまぐらひの形に似た構造物に「Japanese Bunker」と書かれた文字が目につく。なんだろうと思いつつながらやり過ごし、先に進むと入島料を支払うゲートがある。その係員に津波のことを尋ねると、当日の朝、この場所で津波の一部始終を目撃した青年がいるという。青年の証言は驚くべきものであった。

ロスアイランドはインド海軍の管理下にある小島で、その青年はインド海軍に雑用係りとして雇われているらしい。地震の朝、青年は栈橋の付近で仕事をしていた。地震の揺れと同時に、栈橋付近の海面が周期1～2秒、振幅1メートル程度で振動した。やがて4～5分後に急に潮が引き始め、約700メートル沖まで海底が露出した。栈橋に係留していた小船が沖に流されそうになったのを見た青年は、その小船を引き戻そうと栈橋に近寄り、ロープを手繰り寄せた。ほっとしたのも束の間、押し波の第1波が襲ってきた。流されまいと栈橋の手すりにしがみついた。津波は青年の膝頭まで上ってきた。まもなく津波は再び引き始めたが、青年はその場から逃れることはできなかった。そうこうしているうちに、押し波の第2波が襲ってきた。今度、海水は青年の腰の付近まで上がってきた。第1波の押し波との間隔は約4分であった。再び潮は引き始めたが、青年は依然としてその場から逃れることはできず、再び押し波の第3波を向かえた。今度は青年の首まで津波は上がってきた。絶体絶命の危機と思われたが、幸い津波はそれ以上高くはならず、青年は栈橋の手すりにすがりながら九死に一生を得ることができた。小船が沖に流されそうになり、引き戻そうと栈橋に駆け寄ったとき、青年はさほど恐怖を感じなかったという。しかし、首まで海水に浸かったときは生きた心地がしなかったであろう。あれがその時に救った小船だと青年は陸揚げされていた小船を指差したが、津波があと少し高くなっていれば青年も小船も今ここに存在していなかったかもしれない。

栈橋近くで津波の高さを測定した後、青年の案内で島を歩いた。大英帝国は1789年からアンダマン・ニコバー諸島の植民地化をはかったが、過酷な自然環境により、1796年に撤退を余儀なくされた。しかし、1858年から再びより本格的な植民地支配をもくろみ、多くの役人や軍隊をこの島に送り込んだ。その際、異邦人の侵入を恐れた先住民との間に争いが起こったが、先住民は戦いに敗れ、森の奥に逃れて行った。ロスアイランドはこの大英帝国の植民地支配の時代、アンダマン・ニコバー諸島の首都であった。当時の教会、庁舎、プールなどの遺跡とともに、酒造のための大きな蒸留装置の遺物がひとときわ目を引いた。

今回の巨大地震が起こるまでは、アンダマン・ニコバー諸島と聞いてもどこにあるのか皆目見当がつかなかった人が多かったかもしれない。しかし、実は先の大戦中、1942年3月から1945年10月まで、日本はこの島を占領していた。年配の方でアンダマン・ニコバー諸島に兵士として行っていた人はいるかもしれない。ロスアイランドに上陸の際見た、「Japanese Bunker」と書いたかまぐらひの構造物は旧日本軍の掩蔽壕なのだそうだ。戦

後、アンダマン・ニコバー諸島は再び英国のものになったが、1948年、インドが英国から独立した際、インドの領土となった。

満潮時の水位差からやはりロスアイランドも地震後、約1メートル沈降したことがわかった。インド人が書いた旅行案内書にロスアイランドは地震によって島の所々が沈降しているという記述がある。その案内書が出版されたのは今回のスマトラ・アンダマン島沖地震のはるか前であるから、過去にもこの島は地震によって繰り返し沈降してきたものと考えられる。私のココヤシの林の隙間に赤く染まり始めた夕日を眺めながら、ロスアイランドをあとにした。ホテルに帰って尋ねると、今日の最高気温は摂氏37度まで上がっていた。

首まで浸かった津波の高さを示す青年



大英帝国の遺物、蒸留器



### 3. 広域的な地殻の変動

今回の南アンダマン島の調査から、地震後、この島が全体として約1メートル沈降したことがわかった。調査範囲数十キロ四方の広い範囲が沈降したのであるから、その原因は、地下の深い場所に求められる。地下水のくみ上げによる地盤沈下というような局所的な現象ではない。地震の時に北アンダマン島に居た人の話によれば、北アンダマン島では逆に約1メートルも隆起したらしい。アンダマン諸島全体で見ると、北側では隆起、南側では沈降というように地殻変動のパターンが地域的に異なっているらしい。

大津波を引き起こした巨大地震はスマトラ島北部の南西沖の海底下で始まった。その後、断層のすべりは北西方向に拡大し、途中から北方向に向きを変え、北アンダマン島の沖合まで達した。総延長約千二百キロメートルの大断層だ。断層が北西から北へ向きを変えたあたりはもはやスマトラ島沖ではなく、アンダマン諸島沖になる。1983年に発生した日本海中部地震の断層のすべりは秋田県の男鹿半島の沖合から始まり、その後北側に拡大し、青森県の津軽半島の沖合で停止した。断層の総延長は約百キロメートルである。地震の直後、秋田沖地震と呼ばれたが、断層がすべった範囲が青森県西方の日本海沖合にも及んでいることから、まもなく日本海中部地震と呼び名が改められた。そういった意味からいうと今回の地震はスマトラ島沖地震ではなく、スマトラ・アンダマン島沖地震と呼ばれるべきものだ。

日本では最近、西南日本の南海トラフ沿いの大地震の発生が話題になっている。四国の沖合で発生する地震は南海地震と呼ばれ、過去、100～150年の間隔で繰り返し発生している。この南海地震が起こるたびに、高知市周辺の地盤が1～2メートル沈下し海水が浸入した。一方、高知市から40キロメートルほど太平洋側に突き出た室戸岬では地震のたびに1～2メートル隆起した。実はある場所が沈降するか隆起するかは、その地点と地下の断層の位置関係および断層のすべりの向きによって決まる。地震のたびにいつも同じ沈降と隆起のパターンが繰り返されるということは、それらの地震がいつも同じ断層のすべりによって発生していることを示している。

このような理屈から、地盤の沈降や隆起などの地殻変動のパターンから逆に断層の位置やすべりの大きさおよび方向を割り出すことができる。いずれアンダマン・ニコバー諸島における地殻変動の全容がわかれば、それらのデータから地下の断層のすべりの全体像もわかってくる。今回の地震はインド・オーストラリアプレートとビルマプレートの境界に発生した地震である。アンダマン・ニコバー諸島付近のプレート境界を北方にたどると、ヒマラヤ山脈の衝突境界につながる。逆に、南東方向にたどっていくとスマトラ・ジャワ海溝の沈み込み境界につながる。アンダマン・ニコバー諸島付近のプレート境界はプレートの衝突境界から沈み込み境界に遷移する場所に位置し、そうした遷移地域の断層のすべりがどういった特徴を示すのか、今回の地震の調査によって明らかにされるはずである。

今回のような巨大地震や大津波は過去にも繰り返し発生していたと考えるのが、いまや地球科学の常識だ。問題はその繰り返しの間隔や地震や津波の規模がどのようなものであ

ったか、個々の地震について正確に知ることである。アンダマン・ニコバー諸島のように歴史が浅い地域では、文書の記録ではせいぜい 150 年前までしか遡ることはできない。最近、インドの研究グループはアンダマン諸島の各所をボーリングし、地層の中に、過去の津波によって運搬された堆積物の痕跡を探しはじめた。また、日本の研究グループは海岸に沿った珊瑚や貝の分布から、過去の地震に伴う地盤の隆起や沈降を調べようと計画している。

広域的な地殻変動が人々の生活に及ぼした影響は深刻である。沈降した地域の住宅は海水が侵入し、住めない状態になっている。多くの道路が水没し、通行不可能となった。土盛をして道路をかさ上げする改修作業はいたる所で今も続いている。海水が浸入した田畑はたとえ排水したとしても、その土地が耕作に使えるまでにはかなりの時間がかかるであろう。今は乾季なので海水の浸入を防ぐような対策が必要であるが、まもなく雨季を迎える。そのときには溜まった雨水を掃きだすことを考えなければならない。元通りの機能を取り戻すため、改修を必要とする港は多い。砂浜が消えたり、狭くなったりした海岸では観光客が減っている。地震前、急速に発展していたアンダマン諸島の観光産業は今回の地震で大きな痛手を受けた。

地盤沈下で浸水した住宅



海水が浸入して通行不能となった道路



#### 4. 津波警報システム

アンダマン諸島における調査を終えて、ポートブレアからインド本土のチェンナイに戻った。インド東海岸ではチェンナイから南のタミルナドゥ州の被害が大きく、1万人もの死者・行方不明者を出した。インド東海岸に津波が到達したのは地震が発生してから2時間半後である。もし、このような大津波の襲来が事前に知らされていれば、避難する時間は十分にあったはずである。

チェンナイから車で南に向かうと、30分ほどで左側に海岸が見えてくる。しばらくすると道路わきに整然と並んだ多数の茅葺きの建物が現れてきた。通り過ぎて数キロ先に行くとまた同じような茅葺きの建物の一群が見えてきた。これらは津波に被災して家を失った人たちの仮設住宅である。車を降りて浜辺の近くの村の被害の様子を見ると、海岸から百メートルほど離れた、比較的頑丈なモルタル造りの家の壁も津波によって破壊されていた。波打ち際から30メートルほどの離れた場所にコンクリート造り2階建ての住宅があった。壁に津波によって塗装がおちたと思われる痕跡があり、その高さをはかると5メートルもあった。

日本では1960年、地球の裏側で起こったチリ地震による津波が東北地方から北海道にかけての太平洋岸を襲い、139人の死者・行方不明者を出した。津波が到達したのは地震が発生してから22時間後のことであった。津波警報は出されたが、これは津波の第1波が到着してからであった。この津波による被害を契機として、遠地地震に対する津波警報システムができた。この時想定された遠地地震は環太平洋で発生する地震で、ハワイにある太平洋津波警報センターがその津波警報システムの中核を担った。今回のスマトラ・アンダマン島沖地震を契機に、同様な津波警報システムをインド洋と東南アジア地域にも導入する計画が進行している。これが完成すれば、インド洋においても遠地地震による津波災害は軽減されるだろう。

しかし、現在計画されているこの津波警報システムは世界各地に設置された地震計のデータを使った警報システムであり、あくまでも遠地地震対応のものだ。近くで発生した地震に対する警報システムとしては不十分である。スマトラ・アンダマン島沖地震の発生から3ヶ月たった3月28日、再びスマトラ島沖でマグニチュード8.5の大地震が発生した。日本の気象庁は日本国内で観測された地震波の記録から独自に、津波の恐れがあるとして地震の40分後にインド洋周辺11カ国に緊急の津波情報を出した。しかし、もうその時刻には震源域に近いニアス島やスマトラ島の沿岸には津波の第1波は到達している。震源域から遠い外国に設置された地震計のデータではなく、震源域に近い場所に設置された地震計のデータを使った津波警報システムでなければ、震源域近傍を襲う津波の第1波には間に合わない。このような近地地震に対応した早期警報システムの開発は、今後、インド洋および東南アジアの国々に残された課題である。

日本では1983年に日本海中部地震が発生し、震源域に近い深浦や男鹿半島では地震後7～9分後で津波の第1波がやってきた。そのため、気象庁はそれまで10分以上かかっ

た津波警報の発表を10分以内に行うことにした。さらに10年後の1993年には北海道南西沖地震が発生し、震源域に最も近い奥尻島に津波の第1波は3～5分後にやってきた。気象庁は津波警報を5分以内で発表できる観測・情報通信システムの整備を新たな目標に掲げた。現在では、ほぼ3分で津波警報が発表できる体制が整っている。3月28日に発生したスマトラ島沖のマグニチュード8.5の地震から4日後、インドネシアで全国に150の地震観測点を設置し、津波の早期警報システムを作る計画との新聞報道があった。すでにこのような警報システムを運用している日本が技術援助できる部分は大きい。

チェンナイで見た津波被災者の仮設住宅



5メートルの津波の高さを示す塗装の落ちた壁の痕跡



## 5. 稲むらの火

3月29日のスマトラ島沖の地震時における各国の対応が日本のテレビで報道されていた。その中で、タイのニュースキャスターが海岸で潮が引くのを見たら、津波の恐れがあるので避難するようと呼びかけていた。やっぱりと思ってしまった。津波は必ず引き波から始まるとは限らないのにそう思っている人が大勢いる。

1983年日本海中部地震の津波では震源域に近い秋田県、青森県および北海道渡島半島の南端部の海岸の第1波は引き波であった。しかし、秋田・山形県境より南側、および北海道積丹半島より北側の日本海沿岸では津波の第1波は押し波で始まっている。潮が引かずにいきなり海面が上昇するケースである。津波は海底の隆起および沈降によって発生するが、どこが隆起するか沈降するかは地下の断層の位置やすべりの方向によって決まる。ある地点から見て、沈降した領域が隆起した領域にくらべ近くにあれば、その地点での津波は引き波から始まる。隆起した領域がより近くにあれば、逆に押し波から始まる。ほかに、海底地形も関係するが、基本的には津波の第1波が引き波か押し波かはこのようにして決まる。

確かに、昨年暮れに発生した大津波の際、タイのプーケット島付近の海岸では津波は引き波で始まった。これはスマトラ・アンダマン島沖の巨大地震の断層によって生じた海底の地殻変動の沈降領域がタイ側に近かったからである。一方、インド洋をはさむインド本土東岸では津波は押し波で始まった。これは海底の地殻変動の隆起領域がインド本土側に近かったからである。もしも津波の発生がいつも同じ断層のすべりによって生じるならば、ある地点での津波の第1波の押し引きはいつも同じものになるであろう。しかし、いつも同じ断層が津波を引き起こすとは限らないのである。

戦中から戦後にかけての10年間、日本の小学校の教科書にのっていた「稲むらの火」が防災教育の教材として再び注目を集めている。インドでも少年少女向けの雑誌に最近掲載されていたと聞いて驚いた。これは、地震の後に海が引くのを見た庄屋の五兵衛が、大事な稲束に火を放ち、村人に津波の危険を知らせる物語である。五兵衛は先人からの言い伝えで、引き潮の後に津波が来ることを知っていた。私は研究室の学生と3年前、この物語を題材に紙芝居を作成し、毎年大学祭の折、集まった子供たちに見せている。その際、最後に必ず、この物語では最初潮が引いてから津波が押し寄せてきているが、引き波がなくいきなり押し波で始まる津波があることを付け加えている。あまりにこの物語の影響が強く、津波は必ず引き波から始まると誤解されるのを避けるためである。

紙芝居を見て、なぜ庄屋の五兵衛が大事な稲束に火をつけなければならなかったか、その理由がわからないと質問する子供がいた。五兵衛の家は村人の住む集落から少し離れた高台にあった。物語の舞台は150年も前のことである。携帯電話はない。一刻の猶予もならない事態に、五兵衛は稲束に火をつけて知らせようとした。村人が火事に気がつけば、その火事を消そうと高台に上ってくるに違いないと考えたからである。この物語は当時の村人相互の強い連帯意識の上に成立している。

1993年北海道南西沖地震では奥尻を中心に約200の方が津波の犠牲になった。地震後、被害が最もひどかった青苗地区の民宿のおかみさんがテレビのインタビューで次のように語っていたのを思い出す。1983年の日本海中部地震の時にも青苗には津波が来た。今回は揺れがずっと強く、きっと津波がやってくると思い、すぐに高台に避難した。高台にたどり着くや否や後ろで、ドーンという津波が町を襲う音が聞こえた。地震の揺れを感じてからその間たった4分後のことであった。

日本では現在、大津波の可能性があれば、地震後ほぼ3分程度で津波警報が発表されることになっている。しかし、それも必ずしも万全ではないことを頭のすみに入れておく必要がある。死者2万6千人を出した1896年明治三陸地震津波では地震の揺れはそれほど強くなく、地震後35分ほどして予想外に大きな津波が三陸沿岸を襲ってきた。「津波地震」と呼ばれるタイプの地震により発生した大津波であった。現在の津波警報システムでは、地震計で観測された揺れの大きさから地震の規模を推定し、津波の大きさを予測する。したがって、地震の揺れが小さければ、津波の予測値も小さくなる。ところが、地震の中にはまれに、断層のすべりの量は大きく、大きな地殻変動を引き起こすが、きわめてゆっくりとすべるため地震波はあまり出さないものがある。こうした地震に対する津波の予測は大きくはずれる可能性が高い。実はスマトラ・アンダマン島沖地震の断層すべりは、前半は普通の地震と同じような速いすべりであったが、後半はきわめてゆっくりとしたすべりであったことが地震計の記録から推定されている。今回の地震は「津波地震」のメカニズムの解明にも重要な地震である。

紙芝居「稲むらの火」：潮が引き津波の来襲を知る庄屋の五兵衛

