マグニチュード8.8の地震による津波で壊滅状態になったチリの沿岸地域。

チリ地震の津波予測と警報発令

Model response to Chile quake?

QUIRIN SCHIERMEIER 2010年3月4日号 Vol. 464 (14-15)
www.nature.com/news/2010/100302/full/464014a.html

津波警報発令担当者は、大地震発生時の津波予測モデルをどの程度考慮すべきか。

2010年2月27日、マグニチュード8.8の地震がチリを襲った。その直後、時速数百キロの速さで津波が太平洋上を横断し始めた。しかし研究者たちは、発生から2時間余りでチリ以外の沿岸地域に被害が及ぶ可能性は、おそらくほとんどないだろうと判断した。

それでも米国ハワイ州から日本に至る太平洋沿岸の国と地域では、広範囲にわたり避難勧告や避難指示、避難命令が出された。これについては、賢明な対応だったとする専門家が一方で、代償を伴う過剰反応だったと考え

る者もいる。南カリフォルニア大学（米国ロサンゼルス）の津波専門家 Costas Synolakis は、「津波警報システムは、予測の信頼性という点では問題なかったのですが、システムの運用に大きな盲点がありました」という。

死者が700人以上に上った地震の発生地チリでは、的確な津波警報の発令が重要であることが証明されている。今回、1900年以降で5番目に大きな地震だったにもかかわらず、津波警報の発令を担当するチリ海軍は、直ちに警報を出さなかった。地震発生から34分後、沿

海都市バルパライソを津波が襲い、建物や住民が押し流された。死傷者の数は明らかではないが、チリの防衛大臣 Francisco Vidal は、もし地元自治体や港湾管理者が独自に警報を出さなかったら、死者数はずっと増えていただろうと語っている。

津波の第一波がチリ沿岸を襲っているところ、津波研究者たちは、次に起こる事態の予測に奔走していた。太平洋海洋環境研究所（PMEL；米国ワシントン州シアトル）で津波のモデル研究を行っている Burak Uslu は、同じく PMEL 所属の Vasily Titov や前出の Synolakis と共同開発した「Method of Splitting Tsunami (MOST)」という数理モデルを用いて、太平洋各地域での津波の到達時間、高さ、浸水範囲を予測した。太平洋での大規模津波にモデルを適用するのは今回が初めてだった。

地震発生から約2時間後、太平洋上に点在する監視ブイを津波が通過した。そこで記録された波の高さは、2004年

津波の伝播

2 時間後
津波はチリ沿岸部を襲い、太平洋上を進み始めた。

14 時間後
津波がハワイ諸島に接近し、ハワイでは厳戒態勢が敷かれた。

22 時間後
日本では太平洋沿岸地域の数十万の人々に避難勧告や避難指示が出され、津波の襲来に備えた。

インド洋津波のときの4分の1だった。Uslu は、このブイ観測データを使って、さらに精度の高い予測モデルを作成した（上図「津波の伝播」参照）。その結果、津波のエネルギーがほとんど失われずに、タヒチ島からハワイ諸島、そして日本にまで伝わり、ハワイの海岸地域では1.2メートルの浸水という予測データが得られた。ところが、それとほぼ同時期に、米国ハワイ州のエワ海岸にある太平洋津波警報センター（PTWC）が、太平洋全域に津波警報を発令した。

Synolakis は、津波予測への対応についてはPTWC内でも意見が分かれた、と主張している。これに対して、PTWC所長の Charles McCreery は、この主張を否定し、「センター内で反対意見はありませんでした」と話す。ちなみに、記録に残っている最大の地震である1960年チリ地震（マグニチュード9.5）では、ハワイ州ヒロで津波により61人が命を落とし、日本でも三陸沿岸を中心に最大6メートルの津波が襲い、死者・行方不明者142人の惨事となった。

PTWC は、チリ以外での被害は比較的少ないと予測されているが、津波警報を発令すべきだという結論に達した。ハワイや日本の太平洋沿岸地域に住む数万人が海岸地帯や低地から避難し、米国カリフォルニア州の海水浴客や地域住民は避難待機させられた。「我々としては、人命を危険にさらすわけにはいかなかった

たのです」と McCreery は話す。彼は、ハワイが被害を受ける可能性は十分にあったと主張し、実際、南太平洋上のマルキーズ諸島では、4メートルの津波が観測されたと指摘する。

予測モデルが正しかったことは、その後、太平洋各沿岸地域で証明されていた。ハワイに到達した波は、平常時の波の高さをわずかに上回る程度だったが、地震の発生地から1万7000キロメートル離れた日本の太平洋沿岸地域では浸水が発生し、これがチリ以外での最大の被害となった。

今回の津波がインド洋津波よりも軽かったのは、すべりの起こった断層が比較的浅い海底下に位置しており、このため移動した海水の量がさほど多くなかったことによる、というのが研究者の見解だ。また、おそらくは、断層の形状と破壊のされ方も津波の規模を抑える方向に働いたと考えられる。「地層の破壊が、もう少し北方向に進んでいれば、ハワイで甚大な被害が生じていたと思います」と Synolakis はいう。

PTWC が予測モデルを十分に考慮していなかったことは McCreery も認めており、「この点は、今後数か月間、あるいはそれより長期にわたって、じっくりと検討し、どのように改善できるのかを見極めていきたいと思います」と話す。そして、モデルに対する信頼が高まれば、より早期に津波警報を解除できる体制を

とれるかもしれないと付言し、こう語る。「警報が発令されたのに大きな被害にならなかったという事態が続くと、人々は津波の脅威をだんだん心配しなくなるかもしれません。しかし、時々避難を体験することで、警報システムがしっかり機能していることに人々の信頼が実際には高まると考えられます」。

ドイツ地球科学研究センター（ポツダム）で、ドイツ・インドネシア津波早期警報システムを監督する Jörn Lauterjung も PTWC の判断は正しかったと考えている。Lauterjung は、もしインド洋地域で今回と同程度のマグニチュードの地震が起これば、当局は同じ対応をすべきだと話す。これに対して Synolakis は、津波予測の信頼性が高まれば、警報発令担当者が、本当に必要な時に避難命令を出すことができるようになる、と主張する。「担当当局は科学データを熟慮する必要があります。毎回度を越した警報が発令されれば、警報システムに対する全般的な信用が失われ、逆効果となってしまいます」。

（翻訳：菊川要）

（編集部註）

今回の津波により日本では大きな人的被害はなかったが、3月23日現在、カキやホヤの養殖を中心とする被害額が62億5800万円に達し、政府は3月29日、岩手・宮城両県に激甚災害法を適用する方針を固めた。