

史上最大の地震

The biggest one

ROFF SMITH 2010年5月6日号 Vol. 465 (24-25)

これまで観測された史上最大の地震が、1960年5月に発生した「1960年チリ地震」だ。チリ地震から50周年を迎えた今、私たちが再認識しなければならないのは、この巨大地震が地震学にもたらした革命についてである。

1960年5月のある土曜日の早朝、巨大地震がチリの南部を揺さぶった。このとき、瓦礫の下からはい出すことのできた幸運な住民たちは、自分たちは自然界がもたらす最悪の災害に見舞われた、と考えたはずだ。実際、彼らの村を倒壊させた地震の大きさは、のちにマグニチュード8.1と見積もられた。これは、過去1年余りの間に地球が引き起こした揺れの中で最大規模のものだった。

首都サンティアゴの当局は、急遽、被災地に救援隊を派遣した。しかし、これほど大きな地震さえも、さらに巨大な地震の前震にすぎないことを予見するのは不可能だった。本震は、翌5月22日の午後に発生した。激しい揺れはまさに地球全体を振動させ、その振動は数日にわたって続いたのだった。

以来数十年間、地震学者は、チリ地震がいかに巨大であったかを理解すべく、当時のさまざまな情報やデータを精査してきた。彼らは地震の規模を測定する全く新しい方法を考え出し、1960年のチリ地震には、対数目盛を用いたマグニチュードで9.5という数値を与えた。これは、今日までに記録された地震の中で最も大きな数値である。

広島を壊滅させた原爆の2万倍以上のエネルギーをもつこの地震は、チリ国内で少なくとも1500人の犠牲者を出し、高さ25メートルの津波を発生させて沿岸の村々を流し去り、港に停泊していた船を1キロメートル以上も内陸に打ち上げた。津波は太平洋に波及してハ

ワイのヒロで61人の命を奪い、さらに日本に押し寄せた。震央から1万7000キロメートルも離れた日本では、この地震による津波を警戒する人はなく、死者は142人に上った。

「南米で発生した地震が、遠く日本で犠牲者を出したのです」と、南カリフォルニア地震センター(米国ロサンゼルス)のTom Jordan 所長はいう。「まさに、地球規模のモンスター地震でした」。

2010年1月にハイチを襲った巨大地震をはじめ、チリ地震より多くの死者を出した地震はいくつもある。しかし、発生から半世紀が経過してもなお、このモンスター地震は研究者を魅了し、その好奇心をかき立て続けている。2010年5月、米国地球物理学連合(AGU)は、チリ地震から50周年の節目の年に当たり、チリのバルパライソで巨大地震と津波に関する会議を開いた。多くの代表者が被災地を訪問し、地震がこの地の景観に残した傷跡や、津波が置いていった堆積物に、改めて驚嘆したのだった。

この会議の主催者である米国地質調査所(ワシントン州シアトル)地震災害予測チームのBrian Atwaterは、「チリ地震は、近代地震史における最大級の地震として、地震の規模を評価するための基準になっています」という。

チリ地震を境に、地震学は大きく様変わりした。この巨大地震は地震学者に、地球自由振動に関する最初の明確な証拠をもたらした。この振動は、鐘をつくとその全体が振動するように、大地震の発



生後、地球全体が調和振動する現象のことだ。それから今日まで、研究者たちはこうした自由振動をCTスキャンのように利用して、地球の内部構造を理解する方法を学んできた。

地震が残していったもの

1960年のチリ地震と1964年に発生したマグニチュード9.2のアラスカ地震は、プレートが別のプレートの下に潜り込む場所で発生する「沈み込み帯地震」の典型的な例だ。これらは、1960年代の革命的なプレートテクトニクス理論発展の基礎となった。

チリ地震は、地球に関する基本的な知識をもたらしただけではない。1960年代に太平洋沿岸諸国で国際的な津波警報システムが設置されるきっかけとなり、結果として多くの人命を救うことになった。また、地質学者は、津波が残していった堆積物を調べることで、巨大地震を引



1960年の巨大地震から数日後の
カストロ（チリ）のようす。

き起こすおそれのある場所を特定するためのモデルを構築することができた。その一例が、北米大陸の西海岸のカスカディア沈み込み帯である。

とはいえ、チリのモンスター地震の発生時期は、多くの意味で早過ぎた。地球科学の技術的・理論的な革命は、まだ始まったばかりだったからだ。ノースウェスタン大学（米国イリノイ州エヴァンストン）の地震学者 Seth Stein は、「この地震の発生時期があと 10 年遅かったら、はるかに多くのことが明らかになっていたでしょう」と語る。チリ地震が発生した 1960 年には、まだプレートテクトニクス概念が確立していなかったため、当時の研究者たちは、この地震を地球物理学の関連から考察することができなかった。また、非常に多くの情報をもたらしたに違いない「地震計の広域ネットワーク」が設置されたのは、この地震の 3 年後のことだった。

1960年の地震は、チリの海岸線に沿って走る断層帯が長さ約 1000 キロメートルにわたって破壊されて発生した（下地図参照）。断層の両側のプレートが互いに 20～30 メートルも滑った結果、数世紀にわたって蓄積されてきたエネルギーが、恐怖の数分間で解放されたのだ。

チリ地震は、単なる史上最大の地震ではない。マグニチュード 9.5 という数値は、地球が 1 回の地震で解放するエネルギーの上限に近いと考えられているのだ。ニューメキシコ鉱業技術研究所（米国ソコロ）の地球物理学者であり、米国地震学会の会長である Richard Aster はいう。「将来、チリ地震より大きい地震が起こる可能性はないといっているわけではありません。可能性としてはありますが、ただし、チリ地震の規模を大幅に上回るようなことはないでしょう。地震の規模は、断層の大きさと強度から決まってくるからです」。

この地震の規模を示すために、Aster は 20 世紀に世界中で発生したすべての地震のエネルギーを合計してみた。これには、チリの巨大地震のほかに、1952 年のカムチャツカ地震、1964 年のアラスカ地震など、マグニチュード 9 以上の地震が含まれている。次に彼は、このエネルギーのすべてが 1 回の地震で解放されたらどうなるか予想してみた。

2004年に発生したマグニチュード 9.2 のスマトラ島地震を基準にすると、それはマグニチュード 9.95 相当の地震になった。「マグニチュード 10 にはならないです」と Aster はいう。

注目すべきは、100 年余りの間に地球が解放してきた膨大な地震エネルギーの合計の、実に 4 分の 1 が、チリ南部カニエテ付近を震源とするたった 1 回のチリ地震で解放されたことだ。観測史上第 2 位の地震は 1964 年のアラスカ地震だが、1960 年チリ地震はその 2 倍もあった。

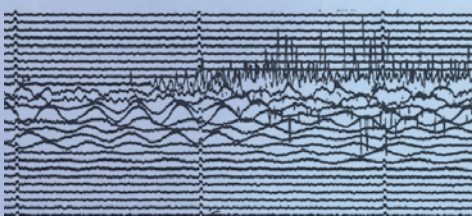
類例のない揺れ

バルディビアで開かれたチリ地震 50 周年記念式典には、巨大地震の規模を正確に測定できるモーメント・マグニチュードというスケールの考案にかかわったカリフォルニア工科大学（米国パサディナ）の金森博雄かなもりひろおも出席した。地震学の第一人者として知られる彼は、この 1 年、50 年前のチリ地震のデータの再調査に取り組んできた。チリ地震のとてつもない規模だけでなく、その独特な振る舞いにも興味をもっていたからだ。

最初に発生した前震の大きさを計算し直した金森は、「マグニチュード 8.1 の地震が前震にすぎないなんて、いったい誰が想像できたでしょう？ けれどもそれは、驚くべき前震系列の始まりにすぎ

1960年5月22日にチリで発生した巨大地震

マグニチュード 9.5 を記録したこの地震は、太平洋の海底の一部（ナスカプレート）が南米プレートの下に潜り込む「沈み込み帯」に沿って発生した。2つのプレートは 1 世紀に約 8 メートルのペースで収束しており、1575 年には同じ地域でマグニチュード 8.5 と推測される地震が発生した。



1960年のチリ地震の際に米国カリフォルニア州パークレーの地震計が記録した揺れ。



なかったのです」という。彼によると、本震に当たる巨大地震が発生する33時間前から、マグニチュード6以上と推定される大きな地震が6回ほど起き、わずか15分前にはマグニチュード7.8の地震が起きたという。「私が知るかぎり、このような前震系列はほかにはありません」。

金森によると、さらに興味深いのは、本震まで15分を切ったときに、パサディナの地震計が奇妙な長周期振動を記録したことだという。この記録は、本震に当たる巨大地震の前に、地中の深いところで強い「ゆっくり地震」が発生していたことを示唆する。この点こそが、チリ地震を単なる巨大地震とは異なる、類例のない地震にしているのだ。このような「ゆっくり地震」は、1944年に日本で発生した南海地震などでも、事前に起きていたようだが、大きな被害につながる揺れは生じなかった。断片的な証拠だけでは、事実を明らかにするよりも、新たな謎を呼び込んでしまうことが多い。

残念ながら、前震の激しい揺れが、当時稼働していたほかの数台の高性能地震計の記録を不明瞭に^{めいりょう}してしまった。そのため、パサディナの地震計が記録した興味深い揺れを裏付ける独立の証拠は存在

しない。しかし、チリでの目撃証言も、マグニチュード9.5の本震の前に異常な現象が起きていたことを示している。当時、震央から200キロメートルほど離れたコンセプションにいた2人の地球物理学者が、「チリ地震は穏やかに揺さぶられるような感覚から始まった」と証言しているのだ。これは、典型的な巨大地震が突然の激しい揺れから始まるのとは対照的だ。

「彼らの1人は、道に停まっていた自動車が大きく横揺れしているのを目撃しています」と金森はいう。「巨大地震の始まりとしては極めて異例の報告ですが、訓練された地震学者がこう証言している以上、真剣に受け止めなければなりません」。

1960年のチリ地震の前に、地中の深いところで「ゆっくり地震」が本当に発生していたとすれば、ほかの地域の地震と関連付けることができる。「多くの科学者が、カスカディアプレート境界に沿って巨大な沈み込み帯地震が発生するだろうと考えているのですが、予想されている地震の始まりのようすが、これと非常によく似ているのです」と金森はいう。この地域では約14か月ごとに「ゆっくり地震」が発生しているため、一部の

研究者は、カスカディア沈み込み帯はチリ沖のプレートに似ているのではないかと考えている。

太平洋北西部で巨大地震が発生したとする文書記録は皆無だが、Atwaterやほかの地球科学者は、この地域はマグニチュード9レベルの地震に何度も見舞われてきたと確信するようになっている。Atwaterらは、1960年のチリ地震による津波が残っていた砂質堆積物を調べることで、何世紀も前にカスカディアで発生した巨大地震による津波が、北米西部や日本の海岸を襲った痕跡を発見することができた。

このクラスの巨大地震は、300年に1度か、あるいはもっと低い頻度でしか発生しないため、研究者が研究対象とするのは困難だ。しかし、現在は地球上の数百か所に高感度地震計がくまなく設置されており、いつでも使えるようになっている。それゆえ、次のモンスター地震がいつ、どこで発生しても、「1960年のチリ地震より、はるかによく理解することができるのです」と金森はいう。 ■

(翻訳：三枝小夜子)

Roff Smith は英国ヘースティングズに拠点を置くフリーランスのライター。