

地震と津波の発生を一元的に扱うことで研究が進歩した

——最初に、地震学における位置づけを含めて、先生のご研究の特徴を、ご紹介いただければと思います。

古村——地震の研究というと、地震の予知や前兆をとらえるというのが一般的なイメージかもしれませんが、なぜ大きな地震が起きるのか、なぜ人口が過密する平野が大きな揺れに見舞われるのか、なぜ今回のように大きな津波ができるのか。そういった原因を明らかにし、次の地震防災に役立てるということも地震防災に向けた研究として重要です。そのために、大きな地震が起きた場合、高密度の地震観測網を使い、揺れを確実に記録する。沿岸の驗潮所だけでなく、震源域に近い沖合でも津波を記録する。そしてそれを分析して、どのような地震津波が発生したのか、そのメカニズムを調べ、次に役立てていくというステップを取ります。

しかし、他の分野と違って地震は発生間隔が長いので、同じ地震の再来を待っているわけにはいきません。また、過去のデータを調べるといっても、地震計を用いた近代地震観測が始まって110年余り、高密度の地震計などを使った観測は、阪神・淡路大震災後なので10数年分しかデータがありません。そこで私は、コンピュータを使って過去に起きた大地震の再現や、津波予測

古村

FURUMURA
Takashi

孝志

さん

に伺いました

地震と津波データ解析から明らかにになった、巨大津波の発生メカニズムと、今後われわれが備えるべきことを伺った。

などのシミュレーションを行っています。

以前、私はもっぱら地震動の研究を中心に行っていました。断層が動くことよって発生する点で地震動と津波は同じであるにもかかわらず、研究分野が細分化されてしまい、両者の研究者が一堂に会して検討を進めることがありませんでした。それを改める契機となったのが2004年のスマトラ沖地震です。既往の地震断層モデルでは巨大津波の発生理由が半分も説明できませんでしたが、津波の研究者らとそれぞれの研究成果を持ち寄ることで、巨大地震の複雑な断層運動について実に多くのことがわかり、研究の方向性が見えてきました。これが現在の研究につながり、地震動と津波のシミュレーションの高度化に取り組んでいます。

今回の地震は地震学の常識を大きく覆した

——今回の東北地方太平洋沖地震で、津波被害が大きかった理由はどこにあるのでしょうか。

古村——釜石沖で津波を記録した海底ケーブル津波計のデータを分析してみると、津波の最初の部分で2mくらい海面が盛り上がっています。これはM9クラスの地震でよく見られる一般的な沖合の津波高であり、押し引きの周期が1時間くらいの長波長の津波です。しかし、今回はそれだけでなく、その後、短時間に急激に5mまで海面が盛り上がっていました。沖合80kmで5mですから、沿岸では増幅されて、15〜20mにもなりうる、とんでもない津波が生まれ



たことがわかります。

海溝型の地震は、海のプレートに引きずり込まれた陸のプレートが急激にズレ動いて元に戻るにより発生します。このとき、大きなプレートのズレ動きは、地下10kmより深い部分で発生し、これより浅い海溝付近ではプレート同士が密着していないため、そこでは大きな地震は起きないと考えられていました。ところが、観測された地震波形や津波波形を分析したところ、プレート境界の深い部分だけでなく、さらに

海溝付近の浅いプレート境界が50m以上も大きくズレ動いた結果、海底面が10m近く大きく盛り上がり、巨大津波が発生したことがわかりました。

これまで、海溝付近の浅いプレート境界部分にはひずみが蓄えられないと考えられていました。ところが今回の地震で動いたのです。しかも、M9クラスの地震の平均量の倍以上も多く動いたというところで、大きなシヨックを受けました。この部分は、普段はプレートのズレ動きを吸収

して、地震の拡大を止める働きを持つところでしたが、そこが急激に押され、こらえ切れずにバネが延びるような、オーバーシュート(過剰ズレ動き)が起きたと考えています。

海溝型地震と津波地震の大連動もあり得る

——今回の大地震により、どのようなことがわかったのでしょうか。

古村——今回大きな津波を起こした海溝付近の浅いプレート境界では、過去に強い揺れを起こさずに津波だけを起こす「津波地震」と呼ばれるタイプの地震が起きていました。

震源域の北側では1896年に明治三陸地震の津波地震が発生し、2万人以上の犠牲者が発生しました。また、その南側では1677年の延宝の時代に房総沖で津波地震が発生して、数百名の犠牲者がでています。

今回の地震は、海溝型地震が連動して岩手県沖から茨城県沖にまで広がっただけでなく、さらに津波地震が起きる場所にまで震源域が大きく拡大して、強い揺れと大きな津波が発生したのです。こうした、通常海溝型地震の連動と津波地震のいわゆる「大連動」の可能性は、今回の地震が起きるまでまったく考えられていませんでした。

今まで考えていた最悪のシナリオというのは、やや深いプレート境界で起きる海溝型の地震の連動でした。しかし、今回わかったことは、+αで



津波地震も同時に連動することもあるということ。また、海溝付近は、ひずみが蓄えられていないわけではなく、数百年の間、ゆつくりとひずみを蓄え、なにかの拍子に大きな地震を起こすところだということもわかりました。しかも、この部分はいろいろな顔つきをしていて、自身が単体でゆつくり滑って、強い揺れを伴わない津波地震になることもあるし、海溝型地震と

連動して高速に大きくズレ動いて、強い揺れと巨大津波をつくる場合もあります。

今までの研究では、大地震が起きないはずの海溝付近には関心が払われてきませんでしたので、観測もほとんど行われていませんでした。今後はこの付近を重点的に観測し、普段はプレートがどう沈み込んでいっているのか、そして歪みを蓄えるのか、海底地震計や地殻変動の観測装置を置いて調べる必要があると考えています。

南海トラフでも大連動への警戒が必要

——こうした大連動の地震は、今回の東北地方太平洋沖だけでなく、東海・東南海・南海地震が起きる南海トラフでも起こる可能性があるのでしょうか。

古村——十分あり得ます。1707年に発生した宝永地震は、東海・東南海・南海地震の3つが連動したのですが、これまでは宝永3連動地震が南海トラフで起きる最大級の地震と考えられていました。しかし、3連動だけではなく、さらに津波地震との大連動の可能性も考える必要があります。南海トラフで起きた津波地震、すなわち宝永地震の約百年前に起きた、1605年慶長地震との同時発生の可能性も考える必要があります。

宝永地震と慶長地震の大連動による津波をコンピュータシミュレーションにより再現してみました。暫定的な結果ですが、3連動+慶長地震

の大連動による津波高は、3連動地震である宝永地震の1.5〜2倍の高さになることがわかりました。こうした巨大地震により生じる津波の波長は長く、瀬戸内海や湾内へと容易に進入し、さらに川を遡って内陸に浸水する可能性もあります。これまで津波被害を想定していなかった地域では特に注意が必要です。

今回の地震では時間差はありませんでしたが、複数の地震が大連動すると、その組み合わせの順番にいろいろな時間差が生まれる可能性が考えられます。たとえば、慶長地震のような津波地震が最初にきて、そこに宝永クラスの地震が来るといったパターンもありますし、宝永地震のような深部プレート境界のズレ動きが最初にきて、それが広がって浅部プレート境界がズレ動き、慶長地震が起きるかもしれません。

津波で怖いのは10〜15分の時間差で地震が連動することです。その時間に津波は100〜200kmくらい進みますので、たとえば南海地震が最初に起きて、津波が高知や静岡の方向に向かっていくときに、10〜15分遅れて南海地震や東海地震が発生すると、二つの津波が重なり合って波高が1.5〜2倍高くなる地域がでてくるのです。

古文書も総動員して地震の痕跡を調べる

——地震学では過去の記録をどのように位置づけるようになってきたのでしょうか。

1963年生まれ。北海道大学大学院理学研究科修了。博士(理学)。東京大学地震研究所地震火山災害部門准教授を経て、2008年より東京大学大学院情報学環総合防災情報研究センター(CIDIR)教授、および東京大学地震研究所災害科学系研究部門教授(兼務)。大地震とその揺れの可視化とコンピュータシミュレーションを専門にしている。

ふるむら・たかし さん
プロフィール

古村——現在、これまで伝承されてきたような巨大地震が過去に本当に起きたのかどうかということが調査されています。たとえば、JAMSTEC(海洋研究開発機構)の深海掘削船「ちきゅう」が熊野灘の海溝(トラフ)軸付近を掘ったところ、プレート境界の地層が数百℃くらいの温度になった痕跡が見つかりました。それは過去にプレート境界が高速にズレ動いて地震が起きた証拠です。まさにオーバーシュートのような現象が起きた可能性が見つかったのです。

また、これまで南海トラフの最大級と考えられてきた、宝永3連動地震の津波をはるかに上まわる、巨大津波の痕跡も見つかりました。たとえば、四国の土佐湾や徳島では、高知大学の調査により、今から2000年前のものと思われる、50cmもの厚い津波堆積物が発見されています。その厚さは宝永地震のもの5倍以上もあり、20mを超える巨大津波により運ばれた可能性があります。

四国だけではなく、九州の東岸でも1300年前の天武時代の巨大津波の発生を示唆する厚い津波堆積物が発見されています。今後調査が進めば、西日本の他の場所でも見つかるかもしれません。海溝型地震の連動と、津波地震の大連動というのは、身近なところで意外に頻繁に起きているのかもしれない。

それらの周期やパターンを調べるためには、津波堆積物だけでなく、遺跡物の調査、石碑、古文書、和歌、絵図などいろいろな資料を総動員

して、地震の歴史を調べる必要があります。そのために、地震研究では、古文書を専門にする考古学者をはじめ、さまざまな専門領域の人たちと一緒に研究を進めています。

過去の経験のみから「学ばず」、総合力で被害を減らす

——今回の地震により防災の考え方も見直されてくるのでしょうか。

古村——地震津波の事前想定限界を考えると、これからは、想定を一つに絞るのではなく、高い頻度で起きると考えられる地震津波の「平均規模」と、頻度は低いが起きうる「最大規模」の、二段階の考え方が必要です。この二つの規模を、仮に「レベル1」、「レベル2」といった呼び方で区別すると、発生頻度の高い、レベル1の津波に対しては、防波堤・防潮堤で100%防ぎ、人命と財産を守る防災戦略を立てる。ただし、たとえば1000年に一度起きるような、より高いレベル2の津波では浸水は100%防げない。しかし、防潮堤を津波が乗り越えたとしても、その威力を弱め、浸水を遅らせることで、避難の時間を稼いで人命を守る、そういった防災戦略を考えることも重要です。

また、今回の地震では地震の規模の割には木造家屋の被害があまりありませんでしたが、これは、今回の地震はたまたま木造家屋に大きく影響する、周期1〜2秒付近の揺れの成分が弱かったからであって、東海・東南海・南海など

次の地震にも当てはまるとは限りません。津波は怖い家が強くなった結果、その問題は解決したと思っただけいけないのです。今回の震災からはたくさん学ばなければいけないことがある一方で、表面上だけで学んではいけないこともあるのです。

大地震がいつどこで起きるかを直前に予測することは、残念ながら今の科学水準では一般に非常に困難です。しかし、地震発生を予測できなくとも、地震により津波が発生したらすぐに検出して警報につなげることは可能です。現在の津波警報のしくみに加えて、さらに震源域の真上で津波を捕らえて、沿岸各地に到来する津波の高さと到達時刻、そして浸水の範囲を、スーパーコンピュータでリアルタイムに予測する技術開発が進められています。そして、東南海・南海地震の震源域となる紀伊半島沖には、海底地震津波観測網の整備もJAMSTECにより急ピッチで進められています。

こうした日本が世界に誇る地球観測技術と高速コンピュータ技術を結集し、そして考古学や地質学、地震学などあらゆる科学的知見を集めて、次の巨大地震に備えていくことが求められているのです。

一方、精度が向上した情報を伝達するだけで被害を防げるものではありません。情報に基づいて実際に適切な避難行動をとれるようにするために、防災教育や災害リテラシーの向上、地域防災リーダーの養成も並行して取り組まなければなりません。