

続きまして静岡大学防災総合センター・准教授 林 能成先生より「地震のメカニズムと特性」についてご報告いただきます。

尚、林先生におかれましては四月より関西大学社会安全学部にて准教授としてご就任のご予定となっております。

林先生よろしくお願いいたします。

## 林 能成

ご紹介いただきました静岡大学防災総合センターの林と申します。明後日からこちらで働くことになっているので今日この場で話をさせていただくことになりました。

今、河田先生の方からこの災害の特徴についてお話がありましたが、そのきっかけとなった、全ての源となった地震のメカニズムと特性について簡単に解説をさせていただきたいと思います。

キーワードは今話がありましたように「マグニチュード9.0」。日本の地震観測史上最大の地震であった、この地震が起きてしまったことにあります。

まず、いかに広い範囲で災害になったのかを見るために、この地震の震度分布を見ていきたいと思います。阪神・淡路大震災以降、日本では非常に沢山の地震計とGPSによる地殻変動観測点が設置されました。今回の地震でも非常に多くの観測データがとられています。ここに示したものは、観測された各地の震度分布です。震度7、阪神・淡路大震災の時に「震災の帯」の中で観測された強さに匹敵する揺れが宮城県栗原市一箇所で観測されております。宮城県、福島県、茨城県、栃木県の4県28市町村では、震度6強の揺れが観測されています。

震度6強の揺れを絵で再現したのがこの図です。仙台市内では家具を固定していた大学の研究室でも、全ての家具が転倒してしまったような状況だと聞いております。この絵に近いような揺れが震源に近い宮城県のみならず、福島県、栃木県、茨

城県まで広がっていたことを想像する必要があります。

次に被害の広がりを見ていきます。これは東京新聞のホームページに掲載されていた図ですが、死者が100人を超える激しい被害に見舞われた場所は、北は岩手県の沿岸部宮古市（死者350人、不明者1,400人）から、南は福島県いわき市（死者265人）まで広がっています。これよりも南側の関東地方にも、人が亡くなる被害が出た市町村があります。宮古市からいわき市まで距離は約300キロです。300キロと言いますと、大阪から名古屋を越えて静岡市ぐらいいまでになります。大阪市から静岡市までの範囲が激甚な被害を受けるといふ、とんでもない広域災害になってしまいました。

この図でもそうですが、震源というのは宮城県沖に点で描かれます。一方、被害は説明したようにならかなり広範囲に及んでいます。震源から福島第一原発や宮古市まで200キロ以上の距離があるので、ずいぶん離れたところまで被害が出るんだなど不思議に思っている方もいるかもしれません。これがマグニチュード9の地震の特徴の1つです。地震は震源という「点」から全エネルギーが放出されるわけではなくて、そこで破壊が始まって、周囲に地震波を出しながらどんどん広がっていくという現象です。ここで示すアニメーションは筑波大学の八木先生の解析結果ですが、地震が起きてから120秒たってもまだ地震の波は放出され続けていることがわかります。140秒たった頃、南の福島県沖のところでかなり強く地震波が放出されていることがわかります。地震が発生してから2分以上たっていますが、まだ地震は終わっていないのです。

今回の地震は、最終的には長さ400キロから500キロぐらい、幅が200キロぐらいの範囲の岩盤が地震波を出しながら壊れました。そして、その壊れた面が最大で30メートルぐらいずれて断層となりました。断層が全部出来るまでにかかった時間は3分以上です。この広大な面積が海底で盛り上がるので、それによって津波が引き起こされて、この地震による被害を壊滅的なものにしました。

観測された地震波の記録でも、強い揺れの継続時間が3分以上にもなっているこ

とがわかります。この図は防災科学技術総合研究所のK-NETと呼ばれる地震計でとられた仙台市内のデータを使って1秒毎に震度の大きさを計算した例です。震度6弱以上で揺れていた時間が約120秒、2分間もの間、震度6弱以上で揺れています。阪神・淡路大震災の時には、神戸市内で強く揺れた時間は20秒ぐらい。今回はその6倍もの長い時間揺れ続けていたのです。震度5弱以上ならば、さらに長い3分以上も継続していたことがわかります。

次の図は日本列島周辺の海底地形を示したものです。良く知られているよう太平洋プレートが日本に向かって動いてきて、日本列島の沖合で列島下に沈み込んでいます。沈み込む場所になる海溝は北方領土から北海道襟裳岬まできて、そこで「く」の字形に曲がって三陸沖を通り、関東地方房総半島の沖合いを通過して南は伊豆諸島の方まで延びています。このくらいの図で見た限りでは同じように見えますが、この中がいくつかのsegmentに分かれていて、場所によって地震の起こり方が違うと地震学者は考えてきました。次の図は政府の地震調査推進本部が地震前に発表していた東北地方で起こりうると思われていた地震を示した資料です。宮城県沖にはマグニチュード7.5前後の地震が今後30年以内に99%の確率で起きる場所があります。それに対して備えようとは言われていましたが、これは今回の地震とはくらべものにならない小さな地震です。

今回の地震では、この場所にとどまらず、北側の三陸沖中部、南側の福島沖さらには茨城沖までの範囲へと破壊が広がり、最終的にマグニチュード9という巨大地震になってしまったものです。事前に予測されていたのとは、けた違いに大きな地震でした。福島沖、茨城沖では、歴史に残る明瞭な地震の記録がありませんでした。過去400年遡ってもマグニチュード8を超えるような地震はなく、この場所は大きな地震が起きない場所だとも考えられていました。

今回の地震の後で「貞観の津波」というものがあったという報道を耳にされた方もいると思います。西暦869年、非常に昔の事ですが、仙台郊外の多賀城で大津波と地震被害があったという記録が残っていました。しかし、資料は少なく、近年に

なって地質学的調査が進められて、これに対応する地層の痕跡は見つかってきましたが、これではあまりに証拠が少なすぎました。それゆえ、このことを想定した対策までは進められていませんでした。文献上、たった一地点の記録しかないのですから、その信ぴょう性を確認するのも困難です。

関西地方が影響を受ける、東海、東南海、南海地震では、江戸時代に1605年、1707年、1854年と3回の地震発生の記録があります。これらの地震については沢山の日記などが残されており、それを明治以降に掘り起こしてそこから地震学的な情報を読み解く研究がなされました。その結果、400年もさかのぼって地震像を知ることができるのです。そして、その具体的な地震のイメージを思い描いたうえで、地震災害対策を進めることができるようになりました。しかし東北地方では歴史に残された明瞭な巨大地震がなかったため、今回のマグニチュード9の地震を予想することは難しかったです。歴史の中でほとんど例のない地震を想像し、対策を進めることは極めて難しいと思います。

さて、このマグニチュード9という巨大地震は世界でみるとどれくらい起きているのでしょうか。近代的な地震観測網が出来てマグニチュード9という地震を識別できるようになってから、世界で起きたマグニチュード9級の地震は以下に示すものです。1952年カムチャッカ地震、1957年アンドレアノフ地震、1960年チリ地震、1964年アラスカ地震と1950年代から60年代にかけて続けて4つ起きています。しかしその後は2004年スマトラ地震までの間、約40年間マグニチュード9を超える地震は地球上では起きていませんでした。そして2010年にチリ地震が起きて、今回の地震ということになります。全部で7つしかありません。日本でこのような地震が起きたのは初めてです。

今回の地震の最大の特徴は、想定していた範囲を超えて、とてつもなく広い範囲の岩盤を壊すような地震が起きたことです。そのため、余波として現在進行中で続いていることがあります。一つは余震が沢山続いていることです。例えば茨城県の沖では本震の後殆ど毎日、常時揺れっぱなしのような状態で余震が起きています。

岩手から福島にかけての震源域でも余震が続発しています。

また地震に伴って断層が最大30メートルもずれたため大きな地殻変動が起こり、太平洋岸の海岸線付近は1メートル近く沈降しています。これは地震による断層運動の当然の帰結ですが、この沈降しているところでは津波や高潮の被害をとてもうけやすくなっています。二次災害も心配しなくてはならない状況です。

そして東北日本全体が大きく移動したため、列島のそれ以外の場所にも影響を与え、周辺領域での地震の誘発が起きています。実際に長野県北部や静岡県富士山直下などでは最大震度6強を観測するようなやや規模の大きい地震が起きています。火山活動の活発化も懸念されています。

2004年のスマトラ沖地震の後、インドネシアのスマトラ島周辺ではかなり規模の大きな地震が続発してインドネシアの人達を非常に悩ませました。今でも大きな地震が起きています。大きな地震は広範囲で地震を誘発する傾向があります。では日本でも必ず同じような状況になるのかというと、我々は十分な知見を持ち合わせていないのでよくわからないというのが実情です。

1960年のチリ地震や今年のチリ地震では、このような地震活動が活発化したようには見えません。まだ我々が知らない未知のメカニズムがあって、隣接したところで続けざまに地震が誘発される場合もあれば、そうでない場合もあるのだと思います。しかしながら大きな地震が誘発されやすい環境になっていることは間違いありません。地震が誘発されるのを前提にして、対策を進めておくべきだと思います。以上で話を終わります。どうもありがとうございました。