

緊急地震速報が神奈川県に出たら・・・

明田川保 (神奈川県温泉地学研究所)

はじめに

気象庁の緊急地震速報は、平成 19 年 10 月 1 日から一般に向けた運用が始まり、この数年間でいくつかの大地震の情報を提供して来ました。緊急地震速報は失敗もありましたが、安全の確保という観点からはこれまでにない画期的な成果も残しています。人々の関心も高く、この数年間で緊急地震速報の仕組みについての理解が進んでいます。また、実際の地震時に警報を見聞きし、実体験を通して理解された方もいらっしゃると思います。しかし、予知と混同されている方がまだまだ多いのも実情でしょう。

緊急地震速報は新しい技術です。不完全な面もあり、もちろん気象庁の改善努力が必要ですが、この技術を役立てるためには私たち受け手側の正しい理解が重要です。そこで、ここでは緊急地震速報の仕組みなどをご紹介します。神奈川県に係る地震が発生した場合を想定してお話ししたいと思います。

緊急地震速報は 2 種類

緊急地震速報には「予報」と「警報」の 2 種類があることをご存知でしょうか。「予報」と「警報」の違いを簡単に述べましょう。「予報」は交通機関や集客施設などへオンラインで送る情報です。コンピュータ等による自動制御をおこなうため、ひとつの地震に対して概ね 10 回程度の情報が発表されます。「予報」

はオンライン処理を前提としているため、最初是不確かでもとにかく早く情報を出し、その後は、データが増えるたびに精度を上げながら連続的に出していこうという考え方で運用されています。要するに受け手が機械なので、秒単位での連続処理を想定しています。例えば、鉄道などの交通機関であれば、一刻も早く情報を与えて電車を減速させたほうがより安全につながるはずですが、間違えたらすぐに訂正して通常の運行に戻れば良いので、危険を察知したらとにかく早く減速を始めるべきだという考え方です。一方、「警報」は、TV やラジオ、携帯電話などを通じて一般向けに報じられるもので、情報発表は原則として 1 回です。それは受け手が人間だからです。人間に対しては、1 回の情報で「まもなく強く揺れますよ!」と伝えることが精いっぱいです。短時間における複数の情報は混乱を招くだけでしょう。このような違いを踏まえて、「警報」と「予報」はそれぞれ情報発表基準や運用方法が異なっています。ここでは「警報」について主にお話するつもりですが、緊急地震速報には 2 種類あると覚えておいてください。

ちなみに、ケーブルテレビ会社などと契約して家庭に緊急地震速報の受信機を置かれている方がいらっしゃると思いますが、それは「予報」を受信して、その情報をもとにお住まいのある場所の震度を予測するシ

ステムです。これは「警報」ではありません。「警報」はあくまでも公共の通信網を通じて一般に伝えられるものです。

緊急地震速報の仕組み

これについて、ここで長々と説明しません。気象庁のホームページを見ていただくのが最善でしょう。とはいえ、気象庁の説明は少々難しいです。仕組みをご存じない方にこの先を読んでいただきたいので、簡単に説明します。緊急地震速報の原理・仕組みは、「警報」も「予報」も同じです。緊急地震速報は以下の 2 点を理解すれば良いのです。

「緊急地震速報は予知ではない」

緊急地震速報は、地震を予知するものではありません。地震が発生し、震源に近い地震計が地震を感知したら、そのデータが気象庁へ送られ、必要な処理が施されてから出される情報です。つまり、地震が起こった後に出される情報です。地面を揺らす地震波は非常に早い速度で地中を伝わりますが、現代の情報伝達はそれよりもずっと速くほぼ光速に近いこと、そしてコンピュータの処理速度が桁違いに早くなったことから可能となった技術です。身近なところで例えば、稲妻が光ったあとと雷が鳴るのと似ています。稲妻が地震計から送られるデータや緊急地震速報で、雷が地震波と言えればわかりやすいでしょうか。

「地震波には都合のよい性質がある」

いくら情報が早くても、地震波を検知した地震計のある場所には緊急地震速報を出しても意味がないと思いませんか。そこにはもう地震波が来ているのですから……。しかし、このような場所にも緊急地震速報が役立つ可能性は残っています。それには、地震波が持つ性質が関わっています。地震が発生すると震源から地震波が四方、八方へと広がります。この地震波には縦波と横波があって、実は、縦波が横波より2倍弱速いのです。また、建物を壊したりする大きな揺れのほとんどは、遅れて来る横波もしくはそれよりも後の波です。つまり、すでに地震波(縦波)が到達した場所でも、強い揺れ(横波)が来るまでには少し時間の猶予があります。また、当然ながら、縦波と横波の到達する時間差は、震源から離れれば離れるほど大きくなります。

原理的な考え方は上の2点を理解すれば十分です。簡単なマンガを図1に示しました。気象庁の説明よりも簡単を主眼に置いたので、地震波を検知した地震計が1つしかない(本来は2つ以上)など正確性に欠ける部分がありますが、要は地震波の伝わる速さと情報伝送の速さとの競争です。

さて、ここまでで皆さんの中には気づいた方がいらっしゃるかもしれませんが、緊急地震速報は海域で発生した地震のほうが扱いやすい面があります。海域で発生した地震の場合、地震計のある陸地までは距離があります。つまり、震源から最も近い地震計に地震波が到達するまでに既にある程度の時間が経っており、縦波と横波にはある程度大きな時間差があるはずで、強く揺れるまでには猶予があります。それに比べると

- ① 地震発生
- ② 縦波が地震計に検知されます
- ③ データが気象庁に送られます
- ④ 緊急地震速報が発表されます
- ⑤ テレビなどで報じられます

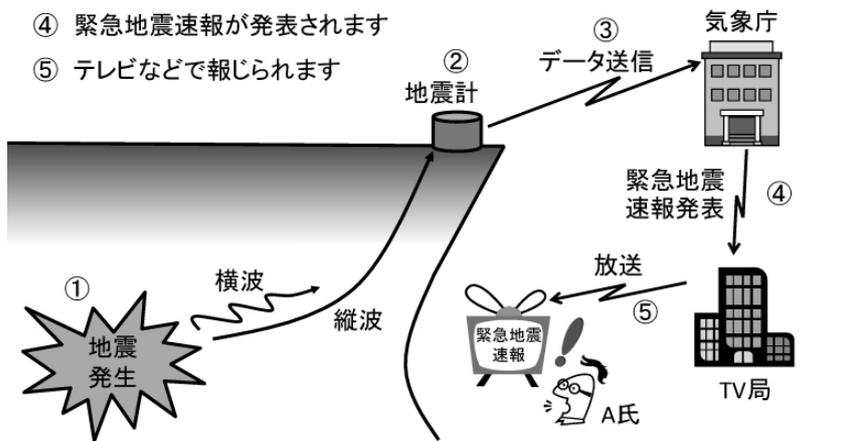


図1 緊急地震速報の簡単な概念図

内陸の地震は、最も近い地震計までの距離が短いので地震の発生をより早く検知できるのですが、地震発生からの時間が短い分、縦波と横波の時間差はほとんどありません。気象庁が緊急地震速報は間に合わないことがありますと言うのはこのように原理的なもので、技術が劣るからではないのです(ただし、改善の余地はたくさんあります)。

地震が検知されたあと、気象庁は数少ない地震計により得た情報から震源の位置(緯度、経度、深さ)、規模(マグニチュード)を直ちに推定し、その地震によって予測される揺れ大きさを予測計算します。これは時間との勝負であり、地震波データをいかに早く処理するかという技術的な話はたいへん面白いのですが、数十ページにもなってしまうのでここではしません。気象庁のホームページには、緊急地震速報の技術的な検討結果なども載っていますので興味のある方はご覧になると良いでしょう。

「警報」と「予報」の違い

「警報」と「予報」の原理は同じ

だと述べました。では、運用はどう違うのか、簡単に述べておきましょう。これらの大きな違いは、先にも述べたように、「予報」は機械向け、「警報」は人間向けということで、それぞれに応じた発表基準になっています。

「予報」は、最大震度3以上またはマグニチュード3.5以上と予想されたときに発表されます。実はこれ以外の基準もあるのですが、ここでは省略します。機械向けなので、小さな揺れの地震についても情報が出ることを理解してください。これには受け手の利用者に、使い方がある程度自由に設定させるという意図があります。では、「警報」はどうでしょうか。こちらは、最大震度5弱以上の揺れが予想されたときに、強い揺れが予想される地域(震度4以上が予想される地域)に対して発表されます。つまり、こちらは強く揺れると予想される人たちに特定して発表されます。

他にも重要な違いがあります。「予報」は地震波が1点の地震計に検知されれば発表されます。それに対し、

「警報」は2点以上の地震計に検知されなければ出されません。なぜこのような違いがあるかは、緊急地震速報には2種類あると説明したところで述べました。とにかく早いほうがいいのか、間違いのないようにすべきなのか、その違いです。「警報」を1点のデータで出さない理由は、例えば落雷などによって電気的なノイズが地震と誤って検知される可能性があるからです。そのようなノイズは他の地震計には検知されないはずで、つまり、複数の地震計でほぼ同時か短い時間差のうちに波動が検知されれば、それは地震にほぼ間違いありません。この考え方は間違いを減らしますが、一方で警報を出す時間を遅らせてしまいます。既に地震を検知しているのに次の地震計が検知するまで待たないといけないからです。この時間差は地震にもよりますが、せいぜい数秒以内です。しかし、その時間が実は大切なので、気象庁は地震の判別手法の改善や精度向上に取り組んでいます。

神奈川県に影響する地震が起きたら？

神奈川県に大きな影響を与える地震を考えてみましょう。過去の事例で見れば「関東地震」、「県西部地震（小田原地震）」などが挙げられるでしょう。そのほか、「東京湾北部地震（首都直下の地震）」など神奈川県外で発生する恐れのある地震でも被害が予想されています。これらの地震が発生したとき、緊急地震速報はどのようなタイミングでだされるのでしょうか。以下は、モデル計算ですから不確かさを多く含み、実際を保証するものでないということを理解したうえでご覧いただきたいと思います。

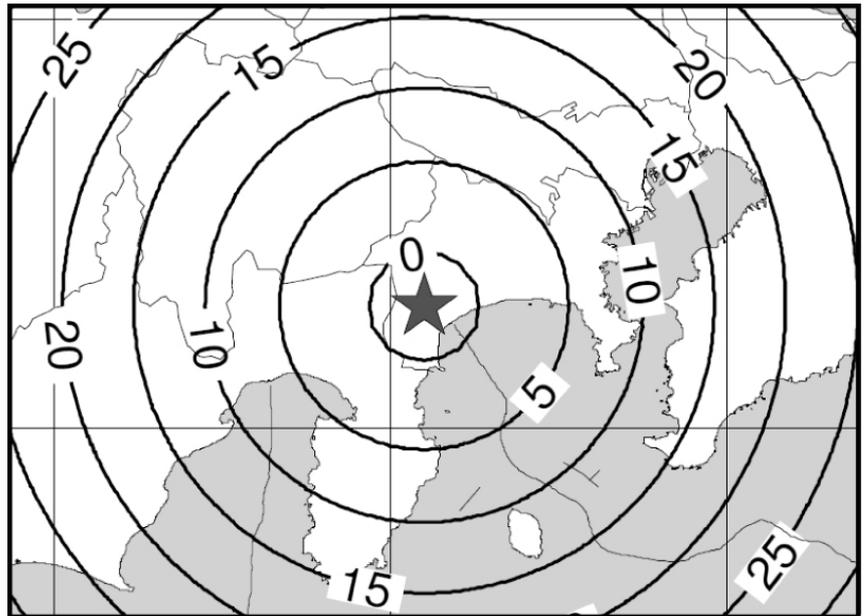


図2 「関東地震」発生時における緊急地震速報の発表から「強い揺れ」到達までの推定猶予時間（秒）

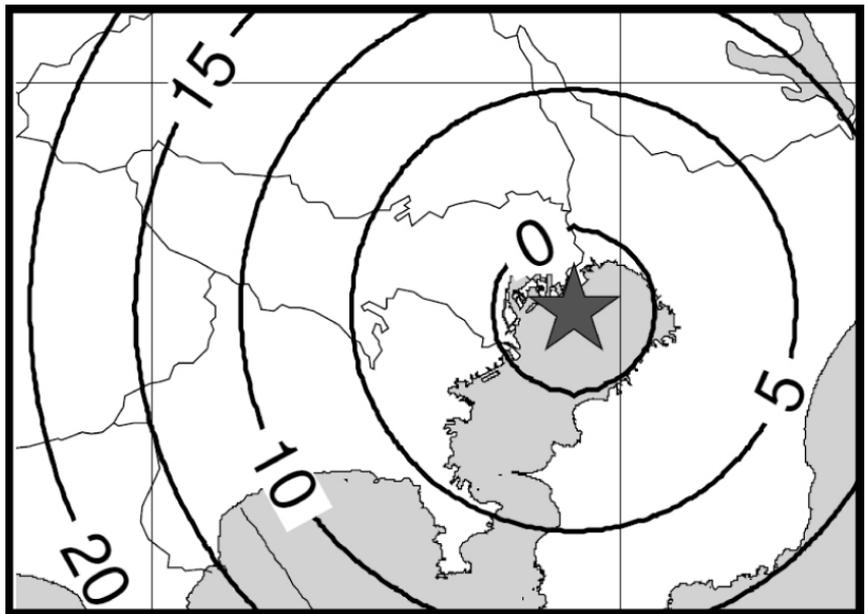


図3 「東京湾北部地震」発生時における緊急地震速報の発表から「強い揺れ」到達までの推定猶予時間（秒）

「関東地震」

関東地震は、国の地震調査研究推進本部の評価では200年から400年程度の間隔で発生するとされています。前回は1923年の大正関東地震ですから、次の関東地震は当分先のことと考えられています。もしかすると次の関東地震が発生するころには地震を予知できるようになっていて、緊急地震速報は不要になるか

も・・・などと淡い期待を持ちたくもなりません。

大正関東地震は、小田原に近いところを震源（破壊開始点）として、三浦半島や房総半島に至る広い領域を一気に破壊しました。断層破壊域の長さは100km程度、幅も50km程度と考えられています。話が若干外れますが、このような大きな破壊域を持つM8級の地震に対して、緊

急地震速報は弱点を持っています。それは、地震発生後の極めて短い時間をもって M8 級の地震の震度を予測するには、上記の破壊域が広大すぎることに関係します。緊急地震速報は、地震の発生場所を破壊開始点（いわゆる震源）としてそこからの距離で震度を計算します。実際にはある程度の破壊域の大きさを加味して計算しますが、M8 級のような広大なものは想定外なのです。関東地震では、震源は小田原付近だったとしても、例えば三浦半島の直下でも断層破壊がありました。つまり三浦半島にも震源があるのと同じです。緊急地震速報は、破壊開始点からの距離に応じて震度が小さくなるような式で震度を計算しますから、小田原から離れている三浦では実際よりも過小な評価しかできない可能性があります。

もうひとつ問題があります。それは M8 級の断層破壊の完了には相当の時間がかかるということです。断層破壊はおおよそ毎秒 2km 程度で進行します。つまり 100km の長さの断層が一方の端から壊れ始めれば、もう一方の端まで壊れるのに 1 分近くが必要です。これは何を意味しているかというと、緊急地震速報のように地震を検知してすぐに情報を出す処理の場合、破壊の一部の情報しか使えないということです。情報が出るときにはまだ破壊が続いていると考えられます。つまり、早い段階で巨大な地震であると判定できないかもしれないのです。このような M8 級の大地震に対する問題は気象庁でも認識されており、予測手法の検討が進められています。

図 2 は、関東地震が小田原付近を震源として発生し、緊急地震速報が発表されたとき想定したときの「強い揺れの到着（横波の到着）」までの猶予時間を表したものです。すな

わち、緊急地震速報が TV 等で報じられてから、強く揺れ始めるまでの時間です。小田原付近では間に合いませんが、横浜など神奈川県東部では 10 秒程度の猶予があります。先に述べたように、地震の規模や各地の震度を正しく予測できるかはわかりませんが、今の技術でも大きな地震が起きたことを伝えることは可能だろうと思いますので、有益な情報になることは十分に期待できます。

なお、関東地震は、次も小田原付近を破壊開始点とする保証はありません。その場所が例えば横浜の直下あたりになれば図 2 は全く違ってくるでしょう。その場合、横浜付近は間に合わず、小田原方面の猶予時間が増えるということも十分あり得ます。

「県西部地震（小田原地震）」

県西部地震は、震源を小田原直下と考えれば関東地震とほぼ同じような結果になるでしょう。図は省略しますが、M7 級なので関東地震より強い揺れの範囲はずっと小さくなり、小田原など、大きな被害が想定される地域に対しては情報が間に合わない可能性が大きいと考えられます。

「東京湾北部地震」

この地震は、現在でも発生する場所がはっきりと特定できていません。ここでは、首都直下の浅いところで発生したとの想定で図 3 を作成しました。首都直下で発生した地震に対して、横浜など県東部ではほんの 3 秒程度の猶予しかありません。しかし、考えてみてください。たった数秒でも「強く揺れるぞ！」と前もって教えてもらえたら、まったく事情が異なると思いませんか？地震が怖いのは不意を突かれるからです。防災訓練で起震車に乗っても怖くないですね。でも、知らずに乗

せられていたら・・・きっと生きた心地はしないでしょう。

おわりに

今回示したものは、あくまでもひとつの想定で、こうなるというものではありません。しかし、事前にどうなるかということイメージしておくことは大切です。また、これは実際によく聞くことですが、初めて緊急地震速報を見聞きしたとき、大抵の人はどうしたらいいかわからなかったと言います。しかし、2 回目以降は結構落ち着いて対応できたと聞きます。つまり、大事なものは訓練です。これは大層なことを考える必要はなく、緊急地震速報を見聞きしたら、こうしようと、イメージしておくだけでも有効だろうと思います。

最後に、気象庁があまり言わないことをあえて言っておきましょう。気象庁は、緊急地震速報は間に合わないことがありますと言っています。これは、違った言い方をすると、緊急地震速報が出ていないのに、いつもより強めの揺れを感じた時は、「危ない」かもしれないということです。結局、緊急地震速報は非常に有効であるけれども、一番大切なのは、揺れを感じたらとにかくテーブルの下などに隠れて身の安全を図ることなのです。

緊急地震速報を有意義なものにできるかどうかは、皆さんの心構えが大切です。きちんと理解し、いざというときに役立てていただきたいと思います。

謝辞

本稿の図 2、3 の作成にあたっては、気象庁 地震火山部 地震津波監視課 下山利浩氏に多大なご協力を賜りました。記してお礼申し上げます。