

緊急地震速報は、なぜ間違えるのか

明田川 保 (神奈川県温泉地学研究所)

はじめに

前号で、「緊急地震速報が神奈川県に出たら・・・」という題で、緊急地震速報の概要をご説明しました。前号の執筆を終えた後、2011年3月11日に東北地方太平洋沖地震が発生し、過去に類を見ない激しい余震活動が観測されました。余震活動にはマグニチュード (M) 7クラスのものもあり、数多くの緊急地震速報 (警報) が発表されましたが、その中に多くの誤報が含まれていたこと、皆さんもご記憶のことと思います。

緊急地震速報は気象庁の業務であり、温泉地学研究所は直接かかわってはいませんが、前号の続編という趣旨で、なぜ誤報が出されたのかについて、できるだけわかりやすく説明してみようと思います。

想定外

緊急地震速報の処理をするコンピュータ (以下、単にコンピュータと言います) が間違えた最大の理由は、「複数の地震がほぼ同時に発生した」ことです。これは、開発当初から懸念されていたことでした。しかし、これまでの経験から、その可能性は非常に小さいと考えられていました。通常よりはるかに多くの地震が短期間のうちに発生する大地震の余震活動においても、揺れを体を感じるような規模の大きな余震がほぼ同時に発生した事例は、過去にほとんどなかったからです。

しかし、東北地方太平洋沖地震は、長さ約 500km、幅約 200km という広大な破壊現象であり、余震活動域も同等あるいはそれ以上の広がりを持つ、まさに想定外のものでした。非常に可能性が小さいと思われていた事態が生じたのです。

震源位置の違い

コンピュータは、まず、地震計で得られたデータから地震の発生した位置 (震源) を求めます。緊急地震速報では、少ないデータで精度よく震源を求めることが要求されます。一つの地震でも、地震波が伝播するに従って、データの状況は刻々と変わっていきますので、震源を計算する方法は複数用意されており、その都度、適切な方法が選ばれます。ここでは、専門的、技術的解説を目的としませんので、それらの詳細は省かせていただき、複数の地震がほぼ同時に起こるとどういった間違いが起こるのかを簡単に説明します。

東北地方太平洋沖地震のような大きな M の地震は、広大な破壊域 (震源域) を形成しますが、どんなに広い破壊域を持つ地震でも、地震計には最初の破壊点である震源からの地震波がいち早く到達します。地震の波は震源から四方八方に同心円状に広がります。早く波が到達した地震計は震源に近く、遅いところは遠いはずですが、図 1 は、地震計のデータから震源を決める方法を、簡単なイメージで表現したものです。同心

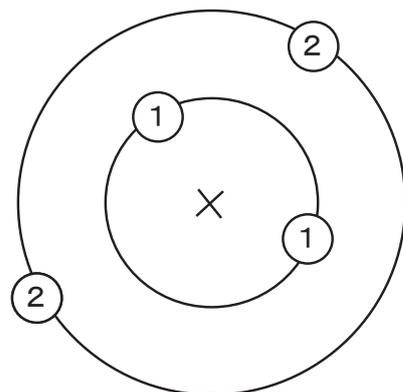


図 1 震源決定のイメージ。×印が震源。①②は地震計を表す。①は最初に地震波が到達した地震計。②は次に地震波が到達した地震計。わかりやすくするため、①と②を 2 点ずつとして表現した。

円の中心が震源 (図では震央ですが) です。かなり単純化していますので、あくまでもイメージとしてとらえてください。

では、地震が 2 つほぼ同時に発生したらどうなるのでしょうか。それを図 2 に示します。これもかなり単純化 (というより理想化?) しています。実際にはもっと複雑ですが、間違えるときの理屈はほぼ図 2 のような状態です。すなわち、同時に地震がおこると、コンピュータは二つの地震を区別できず、破線の同心円で描いたように、ひとつの地震にしてしまいます。これが、まず一つ目の間違いです。

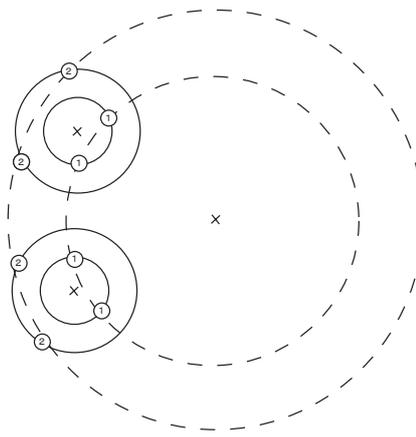


図2 複数の地震が同時に発生した場合の震源決定のイメージ。図の見かたは図1と同じ。実線の同心円の中心(×印)が実際の震源で、破線の同心円の中心はコンピュータが間違っただ震源とした場所を示す。

Mの間違い

震源が決まれば、次にMの推定をします。気象庁で用いているMの推定式には、P波(縦波)を用いたものとS波(横波)を用いたものがありますが、早い段階では先に到達するP波によるものが使われます。P波によるMの推定式は、地震計に記録されたP波の振幅(ゆれの大きさ)と震源からの距離との関係から導かれます。つまり、同じ振幅の地震波が記録されたとき、地震計と震源が近ければMは小さく、遠ければ大きいという関係を定量化したものです。図2の場合、コンピュータが推定した震源は、地震計との距離が大きいので、Mも大きいと判断されます。しかし、実際の2つの地震は、震源と地震計の距離がいずれも小さいことから、本当はMはもっと小さいはずで

す。これが二つ目の間違いです。結局、コンピュータは、実際には地震が発生していないところに、Mの大きな地震の発生を想定してしまったこととなります。

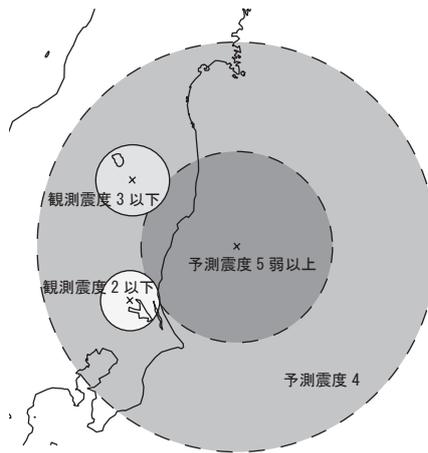


図3 コンピュータが予測した震度分布と実際に観測された震度のイメージ。

震度の間違い

緊急地震速報の目的は、強い揺れが到達する前に知らせることです。得られた震源とMの情報を使って、コンピュータは震度の計算をします。震度の計算には、震度はMに比例し、震源に近いほど大きく、遠ければ小さいということを定量化した経験式が使われます。図3は図2の状況において予測された震度と、観測された震度のイメージです。コンピュータは、最大で震度5弱以上を予測したとき、震度4以上が予想される地域に警報を發します。東北から関東の海岸線を重ねてみました。地震が発生した場所とは違うところに強い揺れが予測され、かつ、広域に警報がだされてしまう状況がお分かりいただけると思います。これが、例えば東北で発生した余震で首都圏まで警報が出されたのに、首都圏はまったく揺れなかった、などという場合に相当しています。ボタンのかけ違えと同様、緊急地震速報も最初の間違いが最後まで影響してしまうのです。

おわりに

気象庁は、同時多発的な地震に対する対策を講じ、2011年8月11日から運用しています。2011年8月10日付気象都庁報道資料によると、2011年3月16日以降8月1日までに適切に発表することができなかった38例のうち、2つの地震データをひとつの地震と誤認識した28例の、約半数にあたる13例について改善が図れたことを確認したとあります。2つの地震を1つの地震と間違えた以外の10例は、停電や地震計の損傷などハード的な理由もありますので、ある程度やむを得なかった事情がありますが、28例の半数以上は未だ改善できていないとも言えます。

誤りを防ぐ方法として、簡単に思いつくことがあります。それは、地震を観測していない地震計を利用することです。図2の場合、間違っただ震源に近い地震計は、地震波を観測していないはずで、それをうまく使えば、間違いだということの判定に使えるでしょう。実は、間違いを防ぐためのこのような方法は、既に気象庁の処理の中に数多く組み込まれています。震源を決める際に、地震波の到着している地震計と到着していない地震計の分布から震源を決める方法も取り入れられています。しかし、とにかく早く出すという制約の中では、間違いを100%防ぐことは難しいのです。

東北地方太平洋沖地震以降、緊急地震速報の評価にはいろいろと議論のあるところですが、この情報は津波警報の迅速化にも大きく貢献しています。まだまだ発展途上ということを理解したうえで、様々な視点から上手に活用して行きたい、そうしていただきたいと願っています。