

更に大きな地震の発生は予測できるか？（その3）

Is it possible to forecast occurrence of a larger earthquake?

高山 博之[1], 吉田 明夫[2]

Hiroyuki Takayama[1], Akio Yoshida[2]

[1] 気象研究所, [2] 気象研

[1] M.R.I., [2] MRI

群発的な地震活動が発生し始めた時に、その後の推移、特に大きな地震が発生する可能性があるのかどうかはたいへん気になることである。宇津(1978)や山科(1981)は、一連の地震群の中の大きめの地震のM差、あるいはその発生順に着目した前震の識別手法を提案している。われわれは気象庁の日々の業務において地震活動を監視している際、群発的活動の中で次第にMの大きな地震が発生してきた場合は要注意という感触を持っているが、ここではそうした経験的直感が統計的に見ても妥当なものかどうか、その有意性の検討を行った。

一昨年、われわれは距離が10km以内で30日以内にM3以上の地震が3個以上起きた地震群を取り出し、それぞれの群中でのマグニチュードの推移を基にいくつかのタイプにクラス分けを行った。そうした地震群の中で、最初の地震より大きなマグニチュードの地震が起きているタイプの場合、約37%で更に大きいマグニチュードの地震が発生していることを示した。

しかし、この解析は、地震活動の予測という観点からは以下の点で不十分であった。それは2個の地震が続いて起き、2個目の地震の方がマグニチュードが大きくても、その後で基準を満たす地震が発生しない場合があることを考慮していなかったからである。もし、そのような事例がかなり多い場合には、上の確率はもっと小さな値になってしまう恐れがある。そこで昨年は、距離が10km以内で30日以内に2つ以上の地震が起きている群を取り出し、最初の地震より大きな地震が起きた場合、それより更に大きな地震が起きている割合がどうなっているか調べた。そして、最初の地震より大きな地震が起きている205個の事例中、更に大きな地震が起きた事例は35例で、距離が10km以内で30日以内に続いてM2.5以上の地震が起き、かつ最初の地震より後の地震が大きかった場合、それより更に大きな地震が起きている割合は約17%という結果を得た。

しかし、この解析についても、実はリンク法で地震群を取りだしているため、領域が最初の地震から10km以内に制限されずに、場合によってはその数倍に及んでしまうということもあり、時間も30日以上に及ぶ場合もあって、結果の有意性の判断に多少問題があった。さらに、ある地震がどの群に属するか選択する際に、その地震よりあとの地震によって属する群が違ってしまふようなアルゴリズムを用いていた。

そこで、リンク法で群を取り出すとき最初の地震からの距離と時間の上限を設けることとした。これにより、領域が最初の地震から一定の範囲内に制限できるようになった。さらに、ある地震がそれより前に起きた複数の群に属する地震とリンクの条件を満たしている場合、それぞれの群の最初の地震の起きた時間が早い方に属することとした。このようにして群を取り出すことにより、ある群の最初の地震より大きい地震が起きた場合、さらに大きい、例えば、M5以上の地震があらかじめ定めた空間、時間内にどの程度の確率で発生する可能性があるか、事前に評価することができるようになった。また、確率利得を用いてその情報の性能の評価を行うこともできる。

今回は、内陸で発生した場合小被害が生じ始めるM5以上の地震の予測に絞って、確率利得を調べてみた。用いた震源カタログは、1995~2000年の気象庁カタログで、M2.5以上を用いた。この間、M5以上の内陸の浅い地震は34個起きている。最初の地震からの上限を30km30日とし、リンク法の距離と時間を変えて（距離は5km刻み、時間は5日刻みで変えた）群を選び出し、最初の地震より大きい地震が起きた場合に最初の地震から30km以内30日以内の地震予測の情報を発表するとして確率利得を計算した。確率利得は最大で20.3となった。この時、群の選び出しに用いた距離と時間は、20kmと10日であった。このときの予測に成功したM5以上の地震数は、11個（32%）であった。なお、確率利得は、他の距離と時間の組み合わせにおいて最低でも10以上であった。上限を10km30日に変え、同様にリンク法の距離と時間を変えて（距離は2km刻み、時間は5日刻みで変えた）計算したところ、確率利得は最大で218.8となった。この時の選び出しの距離と時間は、6kmと5日であった。予測に成功した地震数は10個（29%）であった。この場合は最低でも確率利得は100以上であった。

この結果から、ある範囲内で地震が集中して起きた時、最初よりMが大きい地震が起きた場合、要注意であるということが裏付けられたといえる。