

# 緊急地震速報（警報）の10年をふり返り今後の課題を考える

鷹野澄 東京大学情報学環総合防災情報研究センター／東京大学地震研究所地震火山情報センター

## 1. はじめに

2007年10月1日に一般向け緊急地震速報の提供が開始され、2007年12月1日に気象業務法が改正されて緊急地震速報（警報）（以下単に「警報」と記す）が出されるようになってから10年が経過した。この10年をふり返り今後の課題を考えてみたい。

## 2. 緊急地震速報（警報）の発表の現状

### (1) 警報の空振りと見逃しの現状

2017年10月6日までに186の地震に対して189件の警報が発表された。このうち最大震度5弱以上を観測した地震は100で、残り86の地震は最大震度4以下の空振りで、震度4が35、震度3が28、震度2が19、震度1が2、無感が2であった。空振りは2011年3月～5月や2016年4月などの余震等が頻発している時期に多く、特に同時に発生した地震の分離が難しい時に出ることが多い。2016年12月14日のIPF法の導入でこの点は改善されたが、2018年1月5日11時02分頃の地震（最大震度3）の警報のように、まだ改善の余地が残されている。一方この10年間に最大震度5弱以上を観測した地震は176で、警報が出なかった見逃しは、最大震度5弱が60、5強が15、6強が1の計76であった。見逃しも2011年3月～4月と2016年4月に多いが、それ以外にも単発的に時々見逃しが発生している。

### (2) 警報の発信時間の現状

図1は、警報が出されて最大震度5弱以上を観測した100の地震を使って、警報の発信時間（赤）とその初報の発信時間（青）をグラフにしたものである。初報は平均して5.4秒で出されており、6秒未満に86%の地震で初報が出ている。しかし、警報は平均して10.8秒で出されており、10秒未満に警報が出たのは69%に留まっている。このように、警報は出されているものの、その発信時間は地震検知からだいぶ遅くなって出されていることがわかる。

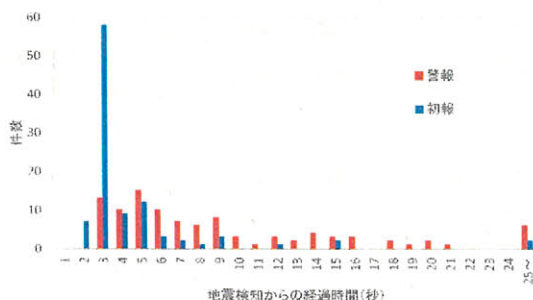


図1 警報とその初報の発信時間（最大震度5弱以上を観測した地震のみ、気象庁ホームページより作成）

### (3) 警報が発表された地域の中の現状

2007年10月から、最大震度が5弱以上と予想された場合に震度4以上が予想される地域(予報区)に警報が出されるようになった。震度5弱は、気象庁の震度階級では、被害発生の可能性の下限であるが、震度4の予報区にまで警報を出すようにしたことで、震度3以下しか揺れない場所にまで広く警報が出される結果となった（警報の大盤振る舞い状態）。こうして本来、震度5弱以上の場所に出されるべき警報が、この10年間、震度3以下の場所にまで広く出され続けた。

警報地域内では、震度5弱以上の場所よりもその周辺の震度3以下の場所の方が広いことがしばしばあるので、多くの人が震度3以下で警報を体験することになった。そして何度も警報を体験すると、震度5弱以上のときよりも震度3以下のときの方が頻度が高いため、警報が出ても「たいしたことない」と思う状況が生み出された。この状況は、空振りの状況と相まって、「警報の信頼性の低下」を招き、緊急対応にリスクを伴う利活用の現場では、大変利用しにくいものとなっている。

### (4) 巨大地震の警報発表の現状

M8クラスの巨大地震のときは、警報は地震検知から数秒から10秒ぐらいで、震度5弱以上が予想された時点で発表されるが、最初の警報発表後もまだ断層破壊が続き、概ね60秒以上かけて、地震の規模が巨大化していく。このため巨大地震の場合は、一度出した警報を改定して警報を何度も出しなおすことが必要である。しかし現在の「警報の続報の発表基準」では、巨大地震が発生してもこのような警報発表にはならず、通常の地震の警報と区別ができない。

## 3. 今後の課題とその改善の方向

以上の10年をふり返ってみると、空振りや見逃しが多い、出るが遅い（揺れた後に出る）、出てもたいしたことない、巨大地震の発生が伝わらない、などまだまだ課題が多いことがわかる。以下ではそれらの改善の方向について考えてみる。

### (1) 警報のより迅速・確実な提供に向けて

図2は熊本地震の前震(2016/4/14 21:26:34.4)の時に震度7を観測したKiK-net 益城の観測波形に、地震を検知した時刻[21:26:38.7]と警報を発した時刻[21:26:42.5]を重ねたものである。警報を発した時にはすでに震度7の主要動は到達しているが、その前に、地震を検知したP波の時点でも、強い揺れのS波の時



点でも警報は出せそうに思える。現在の警報は、震源決定してから出されるため、地震検知から3秒未満で警報が出ることはないが、P波から強い揺れを予測して迅速に警報を出す方法や、S波の強い揺れから確実に警報を出す方法を導入すれば、特に観測網の密な内陸で発生した地震に対しては、震源決定を待たずに迅速・確実に警報を出すことができ、さらに、震度5以上の地震の見逃しもなくすることができるのではないだろうか。わが国には世界に類を見ない密な地震観測網があり多くのデータがリアルタイムで利用可能である。気象庁観測点やHi-net観測点だけでなく、強震観測網や海底地震計など利用可能な観測データはすべて活用して、より迅速にそして確実に警報を出すことが必要ではないかと考えている。

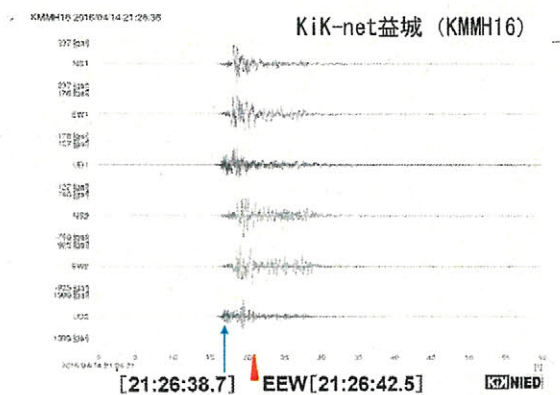


図2 KiK-net 益城観測点の観測波形と緊急地震速報の地震検知時刻・警報発信時刻 (防災科研のHPより加筆)

## (2) 警報発表基準の見直し

被害を防ぐ「警報」としての本来の姿としては、まず「(A) 震度5弱以上の地震が発生した場合に (B) 震度5弱以上の予報区のみで警報を出す」ことが基本であろう。警報の続報の発表基準も、「新たに (C) 震度5弱以上の予報区が追加された場合」とするのが自然である。その際の(A),(B),(C)の「震度5弱以上」の基準は、予測震度の誤差を  $E \pm \sigma$  とすると、(A)は  $4.5+E$  で、(B) (C)は  $4.5+E$  又は  $4.5+E-\sigma$  とするのが適切であろう。例えば、(西口他 2016)によれば、予測震度4.5以上の場合の予測震度の誤差は  $+0.37 \pm 0.55$  と求められているので、(A)は4.87で(B), (C)は、4.87か4.32となる。もし(B)を  $4.5+E-\sigma$ 、(C)を  $4.5+E$  とすれば、無用な警報の続報も抑制できるかもしれない。いずれにしても予測震度の誤差を考慮した「震度5弱以上」の基準で警報を発表することで、信頼性が高く巨大地震の発生を伝えられる警報になるのではと考えている。

## (3) 情報発表前の品質チェックとその強化

緊急地震速報の処理は迅速さが要求されるため完全な自動処理である。しかし多数の観測点の中には、ノ

イズや欠測、観測装置の故障など予期せぬ事態があるだろうし、余震が続く状況や、同時に地震が発生した場合には、P波やS波に、別の地震の揺れが重なることしばしばあるだろう。このように自動処理ではそもそも誤報や空振りが発生しやすい状況であることから、「情報を出す前に品質チェック」をすることが必要である。例えば、推定した震源から予想されるP波やS波、振幅、リアルタイム震度などが、震源近くの観測点の記録に出ているかを調べるなどが考えられる。ここでも、利用可能なあらゆる観測データを駆使して、推定した情報の確からしさをチェックすることが肝要となる。そうして疑わしい情報がそのまま出されることのないようにしなければならない。

また、「地震検知から数秒ではまだM8クラスの地震に成長することはない」などの地震学の知見をもとに、過大なマグニチュードが推定されたならその妥当性をチェックすることも必要であろう。もちろんこれらを人間が行っていたならとても間に合わないが、リアルタイムで多数の観測点からのデータが届いているので、そのような使えるデータはすべて駆使して、「情報を出す前の品質チェックの自動化プロセス」を組み込み改善していく必要があるだろう。品質チェックのプロセスは予期せぬ事態とのいたちごっこであるが、信頼性の高い警報の実現には欠かせないものである。

## 3. おわりに

ここでは、これまでの10年間をふり振り返り、今後解決すべき課題とその改善の方向を考えてみた。緊急地震速報がまだあまり周知されていないときは、誤報や空振りは許されていたが、この10年の間に、誤報、空振り、震度3以下までの警報の大盤振る舞いにより、多くの人が携帯電話等で過剰な警報を体験している。これらは警報の信頼性に疑義を持たせ、その活用を躊躇させているかもしれないことを危惧する。一方で、警報が出されるのが遅い(揺れてから出される)、強く揺れても警報が出ないことがある(見逃し)、巨大地震の発生がうまく伝わらないなどの課題はまだ残されたままである。今後の課題の改善の方向については、ここに述べたもの以外にもまだあるかもしれない。個々の課題の具体的な改善方法を検討し、着実に一步一步解決していくことが必要ではないかと考えている。

## 参考

- 1) 鷹野(2014, 2017)、緊急地震速報の更なる改善に向けて、地震学会
- 2) 鷹野(2017)、緊急地震速報(警報)の発表方法を考える、災害情報学会
- 3) 気象庁2017、「緊急地震速報(警報)発表状況」、
- 4) 西口他(2016)、緊急地震速報の震度予測精度の検証(2)、日本地震工学会大会2016、高知市