

地震発生直後の速やかな初動体制構築支援

－緊急地震速報を活用した推定震度マップの紹介－

(株)ハレックス 代表取締役社長 越智 正昭

(株)ハレックス 気象海象課 スーパーバイザー 須東 博樹

(株)ハレックス 気象海象課 担当課長 北村 和彦

はじめに

わが国は、地球を構成する地殻のプレート境界に位置し、世界でも屈指の地震多発地帯である。このため、わが国は古より繰り返し大地震を経験し、平成 23 年に東北地方で甚大な惨禍を来した東日本大震災を契機に、研究者による地震発生メカニズムの解明が進んでいる。しかしながら地震は、いまだに自然現象のなかでも予測がきわめて困難な現象で、防災に適うリードタイムを持った予測に至らない状況にある。

気象庁では、平成 19 年 10 月から一刻でも早く震災から国民を守る術として、緊急地震速報の運用を開始している。本稿は、地震発生後の初動体制確立のために緊急地震速報を活用し、地震発生直後に震度をいち早く推定し、震度マップ作成の技術を紹介する。

1. 緊急地震速報 (Earthquake Early Warning) について

地震が発生すると、その揺れが地震波として周囲に伝播する。地震波には、初期微動と呼ばれる伝播速度の速い P 波 (縦波) と、主要動と呼ばれる大きな揺れを引き起こす S 波 (横波、表面波) がある。緊急地震速報は、P 波と S 波の伝播速度差を利用して地震発生後に震源付近の観測点における P 波の観測から、主要動である S 波の伝播を時系列的に予測し、震源からある程度離れた地域に対して、地震の到達前に地震の発生位置 (震源) と規模 (マグニチュード)、到達時間の予告を可能とするものである。緊急地震速報は、最も早く大地震の発生を知る唯一の手法であり、強い揺れの前に自らの身を守ったり、列車のスピードを落としたり、あるいは工場等で機械制御を行うなどの活用を期待して発表される。

(1) 緊急地震速報のしくみ

気象庁では、地震の発生時に個々の観測点で観測された地震波形を処理し、観測点から震央までの距離や最大振幅値などを算出する「単独観測点処理」を行う。結果は気象庁本庁に設置される処理中枢システムへ直ちに集約される。

処理中枢システムでは、単独観測点処理の結果が 1~2 地点集約された段階で「テリトリー法」、3~5 地点集約されると「グリッドサーチ法」と呼ぶ手法で地震の震源と規模 (マグニチュード) を算出する。気象庁は、特定した震源と規模から各地の震度や地震波の到達時間を計算し、緊急地震速報の発表要件に達した場合に発表する。緊急地震速報の発表概念を図 1 に示す。

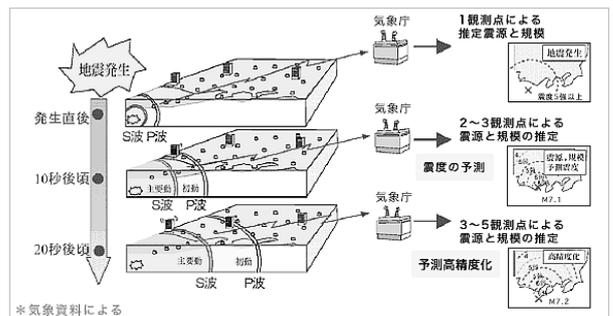


図 1 緊急地震速報の概念

(2) 地震情報（震度報）と緊急地震速報の違い

気象庁では、地震の発生時に個々の観測地点で測定された震度を地震情報（震度報）として発表する。通常地震情報では、個々の観測地点で計測された震度情報が集約されて発表されるのに対し、緊急地震速報では震源付近で地震を感知した段階で直ちに処理が行われるため、利用者は通常地震情報と比較して地震の発生を格段に早く認知することが可能である。図 2 に通常地震情報と、緊急地震速報の発表時刻を比較し示す。

通常地震情報では、震度 3 以上の地震が発生した場合に、地震速報として地震発生から約 1 分半後に発表が始まる。さらに、震源やマグニチュード、地点震度など詳細な状況の把握には地震発生から 3 分以上経過した時点となる。

一方、緊急地震速報は、第一報は地震発生から 10 秒以内に発せられ、観測情報が増え推定精度が向上するたびに情報を更新し、随時発表される。

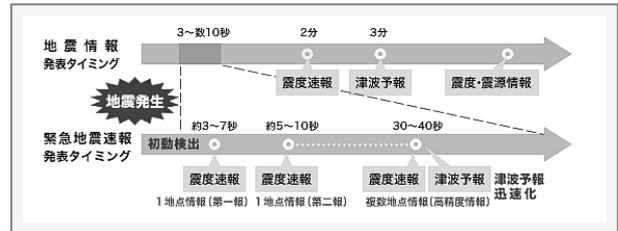


図 2 地震情報と緊急地震速報の比較

2. 推定震度マップについて

緊急地震速報は、従来の地震速報では得られない即時性が大きな特徴である。大地震の際に通信回線の輻輳等の影響も受けにくく、このため確実に一般の市民や災害対策に従事する意思決定者へ、地震情報を伝達する事が可能である。

本稿で紹介する推定震度マップは、この緊急地震速報の即時性を活用することで、地震発生直後に全国約 38 万ポイントの震度予測を行い、詳細な震度分布情報を提供するものである。

(1) 推定震度マップの概要

推定震度マップは、緊急地震速報の高度利用者報を原データとし、緊急地震速報発表時に実施する地点震度の推定手法に準拠した手法で、本邦の陸域約 38 万ポイントについて震度推定を行う。その結果は、GIS に準拠した地図に利用できる震度分布面に自動生成し提供される。主な仕様は表 1 の通りである。

表 1 提供する推定震度分布画像の仕様

事項	内容
・原データ	気象庁緊急地震速報高度利用者報（震源位置、マグニチュード、地盤乗数）
・提供情報	本邦の陸域約 38 万ポイント 1 メッシュ毎の推定震度(震度階 0~7) ※推定精度は、地震速報で発表される震度階に対して ± 1 階級以内 全国を、SW 端 N20.0,E120.0NE 端 N48.0,E150.0 とする緯度方向 0.5' 経度方向 0.75' で南北 3360×東西 2400 の格子 1km メッシュ情報(直行座標の PNG 分布図を提供)
・提供に要する時間	緊急地震速報の最終報受信後、1 分程度
・提供方法	当社システムより、インターネット回線 FTP により配信 ※インターネット回線の途絶を想定し、生成システムをクライアントサーバ側で運用することも可能

(2) 推定震度マップの表示イメージ

図3は、緊急地震速報を活用して生成した推定震度マップを、GISに準拠した地図基盤上で表示した例である。拡大図に示すとおり、緊急地震速報を活用することにより地震発生直後に震度報が発表される前の段階で、1kmメッシュの詳細な震度状況を把握することができる。また、山間部など観測地点の無い情報の空白域においても、推定震度マップから地震計の計測とほぼ同じ精度で震度情報を得ることが出来る。

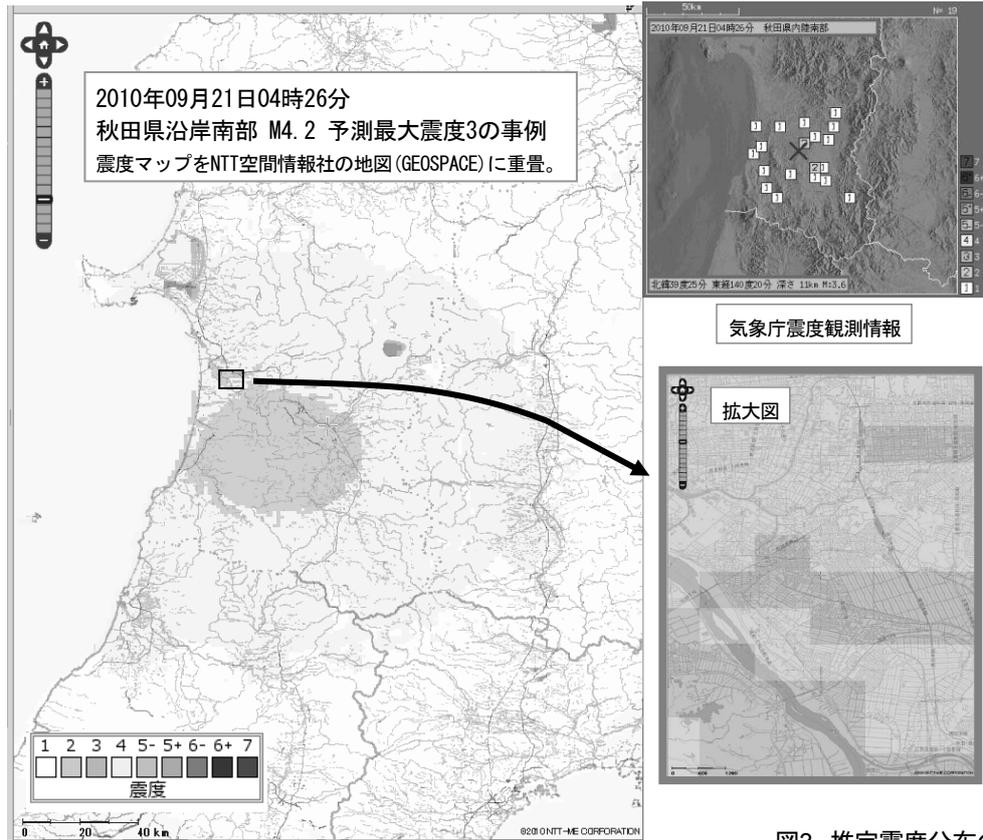


図3 推定震度分布の表示

(2) 推定震度マップの利用シーンについて

科学的地震予知が現状で困難な現状において、緊急地震速報が大地震に伴う大きな揺れの到来を事前に通知する唯一の情報であることは言うまでもない。ただ、その猶予はごく短く限定的である。

図4に、震災に対する対処や求められる情報を時系列に整理し示した。大地震時の遭難者生存率は、72時間を境に大幅な低下を招くとされている。救命のカギは、発災直後の一刻も早い事態掌握と的確な初動体制の確立が肝要である。

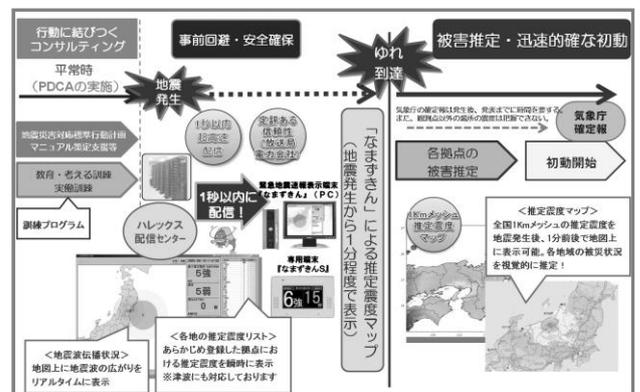


図4 震災を想定したにおける対応時系列

本稿で紹介する推定震度マップは、緊急地震速報の即時性に着眼し震度予測手法を活用することで、地震発生とほぼ同時に地震状況を認知できるこれまでにない情報である。従来の地震速報に比べ事態掌握を大幅に短縮でき、震災の初動を早めることが期待される。推定震度マップの活用は、運用される緊急地震速報の価値を一段と高めるものと考えられる。

3. まとめ

本稿で紹介した推定震度マップは、従来の緊急地震速報の利用目的に留まらない情報価値を創出した。人命にかかわる震災対応の適切で迅速な初動体制確立や市民への情報提供を可能とした。以下に、本稿で示した推定震度マップ利用の効果をまとめる。

- ① 気象庁の発表する緊急地震速報とその手法を準拠することにより、緊急地震速報と同等の予測精度で、地震発生直後に全国を網羅する約 38 万ポイント（1km メッシュ）の震度推定が実現可能となった。
- ② 災害対応に従事する意思決定者の判断・初動体制展開に欠かせない地震情報の取得において、緊急地震速報を活用することにより懸念される通信網の途絶や輻輳などリスクの軽減が実現可能となった。
- ③ 推定震度マップでは、デジタル地図に重畳できる震度分布画像の生成を自動化しており、利用者が特段の緊急地震速報処理設備を持たずに、GIS に準拠した災害対応支援システムや多様な情報共有ソリューションが容易に構築できる。
- ④ 被災地の住民と支援する市民に、被害掌握を支援する詳細な地震情報の共有が可能となった。

謝辞：推定震度マップの開発においては、元気象庁長官の山本 孝二 様に助言・指導を頂いた。
この発表に当たり、謝意を表します。

参考文献

- 1) 気象庁地震火山部：緊急地震速報の概要や処理手法に関する技術的参考資料、2007
- 2) 緊急地震速報検討委員会（気象庁地震火山部）：予報業務許可の技術基準について、2008
- 3) 河角 広：震度と震度階（続）、地震、15、pp5-12,1943
- 4) 宇津徳治：地震学、共立出版、1977
- 5) 宇津徳治：各種マグニチュードの間の関係、地震研究所彙報、Bull,Earthq.res,Inst,vol.57,pp465-497
- 6) 松岡昌志、翠川三郎：国土数値情報を利用した地盤の平均 S 波速度の推定,日本建築学会構造系論文報告集, [443] 65-71(1993)
- 7) 松岡昌志、翠川三郎：国土数値情報を利用した広域震度分布予測,日本建築学会構造系論文報告集, [447] 51-56 (1993)
- 8) 松岡昌志、翠川三郎：国土数値情報とサイスミックマイクロゾーニング,第 22 回地盤震動シンポジウム資料集, 23-34 (1994)
- 9) 童華南・山崎文雄：地震動強さ指標と新しい気象庁震度との対応関係, 生産研究,Vol.48 No.11, pp547-550, 1996.
- 10) 翠川三郎・藤本一雄・村松郁栄：計測震度と旧気象庁震度および地震動強さの指標との関係, 地域安全学会論文集, 51-56(1999)
- 11) 司宏俊・翠川三郎：断層タイプ及び地盤条件を考慮した最大加速度・最大速度の距離減衰式, 日本建築学会構造系論文報告集, [523] 63-70 (1999)