

緊急地震速報の有効性と限界

吉井博明

はじめに

古来、突然やってくる地震は怖いものの筆頭にあげられてきた。その怖さと被害を減らす最善の方法は建物や構造物の耐震化であるが、高度な技術と多額の費用を要するために簡単には進まない。耐震化がすぐには進まないという現実の中で、社会的期待を集めたのが地震予知（直前予知）であった。日本における地震予知研究の動きは戦争直後の1946年から始まり、1965年には政府による地震予知計画がスタートした。その後、1973年の根室半島沖地震の「予知」成功及び中国における直前予知の成功（1975年の海城地震等）を受けて、1976年以降は、東海地域を中心に地震予知のための大規模な観測・研究が続けられてきた（吉井、1996）。しかし、予想された東海地震が発生する前に、阪神・淡路大震災が発生し、地震予知に関する調査研究は活断層型地震を中心に据えた、長期確率評価（活断層型地震や海溝型地震の位置と規模を特定し、長期にわたる地震発生確率を評価すること）へと軸足を移すことになった。多くの国民が期待した地震予知（直前予知）は長年にわたる観測・研究にもかかわらず、東海地震についてのみ辛うじて可能な状態に留まっている。そして、技術的に難しいことが次第に明らかになった直前予知の代わりとして期待されているのが、本稿で取り上げる緊急地震速報である。

1. 緊急地震速報の開発と制度化

地震動の伝搬速度と電気の伝搬速度の違いを活用して地震警報を出そうというアイデアが提唱されたのは意外に古い。電信が実用化されて間もない1868年すでに、クーパーという人が震源付近での揺れを遠隔地に電信で伝えるというアイデアを San Francisco Daily Evening Bulletin で提案しているという（福和・新井、2007）。日本では1972年に東京大学地震研究所の伯野元彦らが「10秒前大地震警報システム」を提案している。これは海底地震計で揺れをキャッチし、都市に地震波が到達して揺れ出す前に地震情報を提供するというアイ

緊急地震速報の有効性と限界

デアである。しかし、このアイデアの実用化は予想外に難しく、国鉄鉄道技術研究所（現財団法人鉄道総合技術研究所）が新幹線の地震対策として開発を続け、1989年に実用化（ユレダスという名称）にこぎつけたのが最初と考えられる。その後、1992年にはユレダスが東海道新幹線で全面稼働している。海外では、メキシコ地震後の1991年にメキシコの太平洋岸に設置された地震計によりメキシコ市に警報を出すシステムが稼働を開始している。また、1995年にはカリフォルニア州において震源と規模をリアルタイムで推定するCUBEシステムが開発され、地震学を防災に活かすリアルタイム地震防災学の有効性が次第に再認識されるようになった。

日本においては、1995年の阪神・淡路大震災を契機に高感度地震観測網（Hi-net）の整備がなされ、この観測網と急激に発展してきたICT（情報通信技術）を結びつけた、新たな地震情報の提供が検討され始めた。そして、2003年に文部科学省、気象庁、防災科学技術研究所が共同で「高度即時的地震情報伝達網実用化プロジェクト」が開始された。このプロジェクトは別々に開発されてきた「リアルタイム地震情報（防災科学技術研究所）」と「ナウキャスト地震情報（気象庁）」を実用化に向けて統合し、地震情報を高速・高度化するとともに、迅速で正確な伝達手法の開発を目指すものであり、2004年2月には、両者を統合し、「緊急地震速報」として試験運用を開始した。その後、試験運用の対象範囲を拡大し、2005年6月に日本のほぼ全域が対象地域になった。さらに2006年8月には希望する企業などに対して、先行的な提供を開始し、2007年10月1日からは「一般向け」に緊急地震速報の提供が開始された。それを受けてテレビ局、ラジオ局、鉄道会社、百貨店、ゼネコン、小学校などでもこの速報の受信システムが導入され、視聴者や従業員、施設利用者などに伝達している。また、2007年12月には気象庁が気象業務法を改正し、緊急地震速報が予報および警報として位置づけられた。地震動警報は推定最大震度が5弱以上で発表され、強い揺れが予想される地域に対し、地震動により重大な災害が起こる恐れのある旨を警告する。また、地震動予報は、推定最大震度3以上または推定マグニチュード3.5以上で発表される。「一般向け」緊急地震速報は地震動警報に該当し、また、「高度利用者向け」でも「一般向け」の基準を満たすものが生じると、その一連の続報を含めて警報扱いである。気象庁以外は、原則として地震動警報を発表できず、地震動予報の業務を行うには気象庁長官の許可が必要である。

緊急地震速報は、①震源付近に設置した高感度地震計によりできる限り震源付近で地震波形を捉え、②そのデータを気象庁の高速コンピュータに伝送し、③地震の規模、各地の震度、主要動の到達時間を予測し、④その結果を住民や企業等に伝達し、⑤適切な防災行動をとってもらうことによって被害軽減に役立てることが目的である。この一連の対応には、当然一定の時間がかかるが、かかる時間が長ければ長いほど、緊急地震速報が間に合わない地域が増えてしまう。特に、揺れが大きい震源付近では緊急地震速報が間に合わなくなることが多

い。このような技術的限界はあるが、この限界をできるだけ小さくし防災効果を発揮するためには、以下のような条件を満たすことが必要である。各項目毎に条件の詳細と現状について説明する。

2. 緊急地震速報の発表の迅速性と正確性

第1の条件は地震の観測網の整備状況と観測結果の処理に要する時間である。震源付近に高感度地震計がないと地震波形をキャッチする時間が遅れ、大きな揺れの到達時間に間に合わない地域が増えてしまう。また、震源付近に高感度地震計が設置してあったとしても1地点だけの場合は、誤報が増えることも含め予測精度が悪い。この問題を解決するには、海域を含め高感度地震計の数を増やすことが必要となるが、コストがかかるという難点がある。観測点を増やさずに精度を上げようとするれば、複数の観測点に地震波が到達するまで判断を保留することになり、緊急地震速報が間に合わない地域が増えるというジレンマが起きる。現在、設置されている高感度地震計は日本全国で約1,000箇所にあぶが、海域に設置されているものは少ない。このため緊急地震速報がもっとも有効性を発揮すると考えられている海溝型地震、特に東海地震、東南海・南海地震の発生をキャッチするのにある程度の時間がかかることが懸念されている。

もうひとつの問題は、地震の規模が大きくなると、破壊開始から終了まで長い時間（たとえば、岩手・宮城内陸地震では10～15秒程度、中国四川大地震では2分半程度）かかるので、まだ破壊が完了していないうちに緊急地震速報（第1報、第2報、……）を出すことが求められる。このため第1報では地震の規模を過小評価し、小さな地震動を予想することが多いという問題もある。そのような技術的制約があることから、一般向け緊急地震速報は、2つ以上の観測点で観測され、最大震度が5弱以上と推定された場合に発表されることになっている。その他、震源が遠い地震や複数の地震が重なる場合も予測が難しく予測精度が落ちると言われている。これらの技術的課題はある程度は解決可能であるが、原理的に解決が難しい側面もあり、これらの弱点を容認しつつ使いこなすことが求められている。

実際に気象庁が発表した緊急地震速報は、2007年10月1日の開始以降、2009年3月31日までに9件あった（表1）。また、発表基準（最大震度5弱以上）に達したにもかかわらず、予想震度が低く緊急地震速報を発表しなかった地震が2つある。検知から予報第1報までの時間は3.5～9.3秒であるが、発表までの時間をみると4.5～58.3秒とバラツキが大きい。内陸の大きな地震の場合は早いですが、海域で起きた地震の場合は時間を要している。この間、もっとも大きな被害を出した岩手・宮城内陸地震の時は、4.5秒後に最大震度6強と発表しており、有効活用の可能性があったと評価できる（図1参照）。

逆に、実際には緊急地震速報（一般向け）の発表基準に達していたが、震度を小さく予測

緊急地震速報の有効性と限界

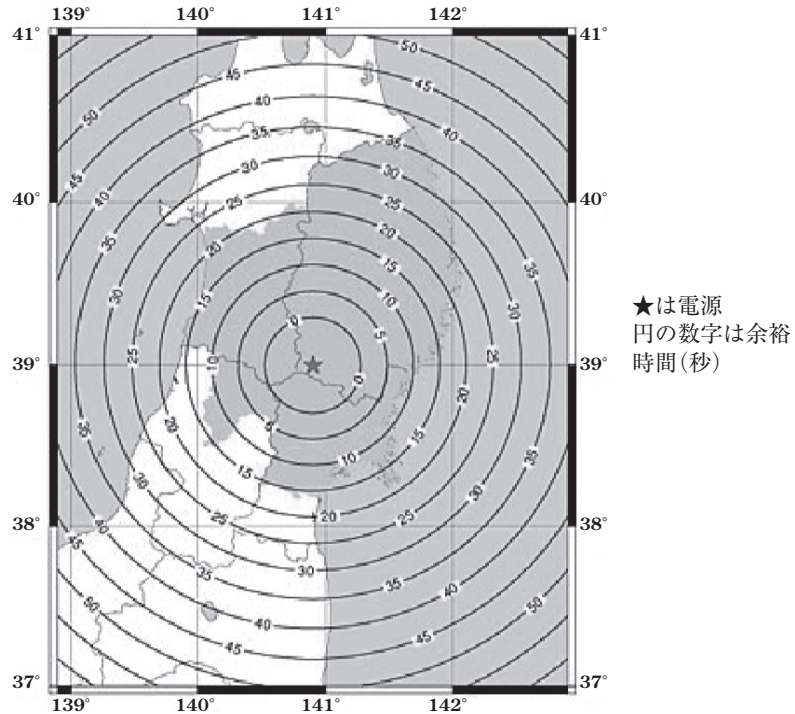


図1 岩手・宮城内陸地震時の緊急地震速報の余裕時間分布

表1 一般向け緊急地震速報を発表した地震及び基準に達したが発表しなかった地震

日時	震央等	M	最大震度	予測最大震度	予報第1報(検知から:秒)	警報を発表したタイミング*	発表までの時間(検知から:秒)	備考
2008/ 4/28 2:32	宮古島近海	5.2	4	5弱	4.6	第3報	10.6	
2008/ 5/ 8 1:45	茨城県沖	7.0	5弱	5弱	9.3	第9報	58.3	
2008/ 6/14 8:43	平成20年岩手・宮城内陸地震	7.2	6強	6強	3.5	第2報	4.5	第7報(22.4秒)で警報更新
2008/ 6/14 9:20	同 最大余震	5.7	5弱	5弱	3.6	第3報	8.4	
2008/ 6/14 12:27	同 余震	5.2	4	5弱	3.8	第7報	51.4	
2008/ 7/ 8 16:42	沖縄本島近海	6.1	5弱	5弱	4.8	第4報	13.9	
2008/ 7/24 0:26	岩手県沿岸北部	6.8	6弱	5弱	4.1	第6報	20.8	
2008/ 9/11 9:20	十勝沖	7.1	5弱	5強	7.8	第3報	9.7	
2008/11/22 0:44	根室半島南東沖	5.2	4	5弱	3.6	第5報	10.7	

(警報を発表しなかった地震)

2008/ 1/26 4:33	石川県能登地方	4.8	5弱	4	5.4	×		
2008/ 7/ 5 16:49	茨城県沖	5.2	5弱	4	4.2	×		

*警報と同じタイミングで発表した予報の番号

(出典) 気象庁 HP (<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/kensuu.pdf>)

したために発表しなかったケースも2つあった。しかし、いずれも実際の最大震度が5弱であり、高度利用者向けの緊急地震速報(予報)では発表されていることから大きな問題とは考えられない。因みに緊急地震速報(予報)は、この19ヶ月の間に誤報2件を含み892件(月平均47件)と非常に多く発表されている(気象庁HP)。

3. 緊急地震速報の正確かつ迅速な伝達

2番目の条件は、緊急地震速報の伝達にかかる時間に関してである。緊急地震速報は気象庁から以下のような多くのルートを通じて流され、一般住民や企業等に伝達される。

①マスメディア：緊急地震速報はテレビ・ラジオ局やCATV局を通じて一般住民や企業等に伝達される。NHKを始め多くの放送局では、放送対象地域内で震度5弱以上(ラジオ局の場合は5強以上が多い)が予想されたときに放送する。たとえば、岩手・宮城内陸地震の時、NHKは気象庁発表の1秒後に1回目の警報音(チャイム2回)を鳴らし、画面の下半分を使って、地震の震源と震度4以上が予想される県を黄色表示するとともに「緊急地震速報(気象庁)岩手県で地震、強い揺れに注意、岩手、宮城、秋田、山形」という文章を表示した。また、4秒後には自動音声で「緊急地震速報です」、7秒後には「強い揺れに注意してください」と放送した。9~12秒後に警報音と自動音声をくり返し、15秒後にアナウンサーによる肉声で「今、緊急地震速報が出ました。次の地域では強い揺れに警戒してください。岩手県、宮城県、秋田県、山形県。強い揺れが来るまでわずかな時間しかありません。身の安全を確保してください。倒れやすい家具などからは離れてください。テーブルや机の下に隠れてください。各地の震度は入り次第お伝えします。緊急地震速報が出ています」と伝えたという(田中2008)。ただ、デジタルテレビの場合、情報処理に時間を要することからアナログテレビより約2秒遅れることに注意する必要がある。民放各局もNHKに準じた対応をとっている。また、CATV局の場合は、有料で専用端末を設置した契約世帯向けにサービス地域の予想震度と余裕時間(何秒後に震度○の地震が来る)という情報を提供するケースが多い。

②市区町村：市区町村が住民や地域内施設等に向け直接情報を伝達する手段としては防災行政無線(同報系)がある。通常は担当者が原稿を用意し読み上げる方式であるが、緊急地震速報の場合は間に合わないため自動起動・放送のためのシステム整備が必要になる。総務省消防庁では、国民保護法の緊急事態対応を含め、全国一律の緊急情報伝達のため衛星経由で防災行政無線(同報系)を一斉に起動させ放送するJ-Alertというシステムを整備している。このJ-Alertを整備している市区町村はまだ少ないが、平成21年度中には全市区町村で整備が完了する予定である。J-Alertでは、震度5弱以上が予想される地域を対象に街頭に設置されているスピーカーもしくは屋内設置の戸別受信機等で「大(おお)地震です」もしくは

緊急地震速報の有効性と限界

「大（おお）地震が来ます」と放送される。気象庁から総務省消防庁経由で衛星通信により市区町村まで伝達される時間は1～2秒と短い、その先の市区町村防災行政無線（同報系）の起動と放送準備（すべての子局の起動確認など）にかかる時間が現状では5～23秒とかなりの時間を要する。このためJ-Alertによる緊急地震速報の伝達は大きな揺れの後になるケースが多いものと考えられ、有効性は限定される。

③携帯電話会社：携帯電話による緊急地震速報の伝達も始まっている。もっとも早かったのはNTTドコモで、2007年11月発売のFOMA905i以降の機種で利用が可能になった。エリアメール（特定エリアにいる利用者に警報音と画面の両方で一斉伝達する）サービスを使い、「一般向け」緊急地震速報を利用して、震度4以上の強い揺れが予想されている地域（全国を約200の地域に区分）の携帯電話に一斉配信している。auは2008年春から震源地周辺エリアの端末にCメール（専用受信ボックス）で一斉に知らせるサービスを開始した。ソフトバンクはやや遅れ、2009年5月発売の831N型機から緊急地震速報の伝達サービスを開始した。

④インターネット上でのサービス提供：インターネットを使った緊急地震速報の提供サービスも活発に利用されている。代表的なものがウェザーサービスによる提供である。ウェザーサービスでは会員（月額315円）サービスの一環として、地図画面に震源地、最大震度（予想）、到着まであと○秒、所在地の推定震度を表示するサービスを実施している。その他、多くの事業者がインターネット上で緊急地震速報を提供している。サービス利用者が企業や学校などの場合は、館内自動放送への接続や従業員安否連絡システムを介した情報伝達、マンションなどでのドアの自動開放などと連動させるサービスも提供されている。なお、個別の場所の揺れや到着時間を予測する情報提供サービスを行うには、気象庁長官による許可を受ける必要がある。

⑤学校・病院・百貨店・ゼネコン等：病院や学校、百貨店、地下街等では専用端末から緊急地震速報を受け自動的に館内放送や校内放送を起動させ、予想震度と到着時間をカウントダウンするシステムを構築しているところがある。たとえば、宮城県北部地震で大きな揺れを経験した仙台市立長町小学校では2004年6月から試験導入している。伊勢丹百貨店でも館内放送で顧客に知らせることにしている。ゼネコンでは全国各地の工事現場に緊急地震速報を伝達するシステムを整備しているところが増えている。

⑥マンション・一戸建て団地等：マンション管理業者や警備保障事業者などでは、緊急地震速報の音声や画像による提供だけでなく、ドアの自動開放やエレベータの自動停止などの連動サービスを行っているところがある。

⑦鉄道事業者：JRはユレダスという独自開発システムで新幹線の運転制御を行っているが、小田急や京急などの私鉄は緊急地震速報（高度利用者向け）を利用し、大きな揺れが予想されている地域を走行中の列車の減速または停止に役立てている。なお、乗客への緊急地

震速報の伝達は行っていない。

4. 緊急地震速報の認知, 受信, 対応行動

(1) 緊急地震速報の認知

緊急地震速報を活用するには、その意味を理解し受信環境を整え、いざ受信したときに迅速かつ的確な対応をとれるようにしなければならない。その第一歩が緊急地震速報について知ることである。そこでまず緊急地震速報が一般に提供される前後の周知状況をみてみよう。「『緊急地震速報』に関する生活者意識調査」(電通 2007, 対象者は全国の 20~69 歳のインターネット利用者, 2006 年 9 月実施)によると、緊急地震速報の「内容まで知っている」人は 12.2% に留まっているが、「名前だけ知っている」人が 55.9% もおり、内容はともかく名前だけの認知率は、2006 年段階でも 7 割近くに達していた。一方、東海地震による大きな被害が想定されている静岡県民の場合、2007 年 6 月段階で緊急地震速報の「名前も内容も知らなかった」人が 40.7% でもっとも多く、「名前は知っていたが内容は知らなかった」人が 29.1% で 2 番目に多く、合計で 69.8% が詳しくは知らない状態で、「名前も内容も知っていた」人は 15.8% に留まっている(静岡県 2007)。東南海・南海地震に伴う津波で大きな被害を受ける恐れがある地域の住民への意識調査(東京経済大学 2008, 三重県, 和歌山県, 徳島県, 高知県の津波危険地区居住の 20 歳以上の人が対象, 実施は 2007 年 11~12 月)によると、気象庁が緊急地震速報を提供するようになったことについて「よく知っている」人は 44.4%, 「何となく知っている」人が 40.8% であった。2006~2007 年段階では、緊急地震速報の名前まではかなり周知が進んでいたが、内容については詳しく知らない人の方が多かったものと考えられる。

次に最近の状況を見ることにしよう。2008 年 12 月に気象庁が行った調査(2009, 全国調査, ネットモニター調査)によると、緊急地震速報を「知っている」人が 66.1%, 「聞いたことがある」人が 30.5% であり、「知らない」人はわずか 3.4% に留まっている。また、緊急地震速報を「地震の初期微動を検知し、強い揺れが来ることを直前に知らせる」ものと正しく理解している人が 75.7% と多くなっており、正しく認知している人が増えているようである。また、緊急地震速報の満足度をみると、「満足」は 3.9% と非常に少ないが、「まあ満足」が 56.4% であり、合わせると約 6 割が満足している。これに対して「やや不満足」(28.8%) と「不満足」(7.0%) は合わせて 35.8% であった。しかし、岩手・宮城内陸地震を経験した両県に限ってみると、「満足」と「やや満足」の合計でも 42.0% に留まっており、実際に起きたときに使えなかったことに対する不満が大きいものと考えられる。

緊急地震速報の有効性と限界

(2) 受信と受け止め方

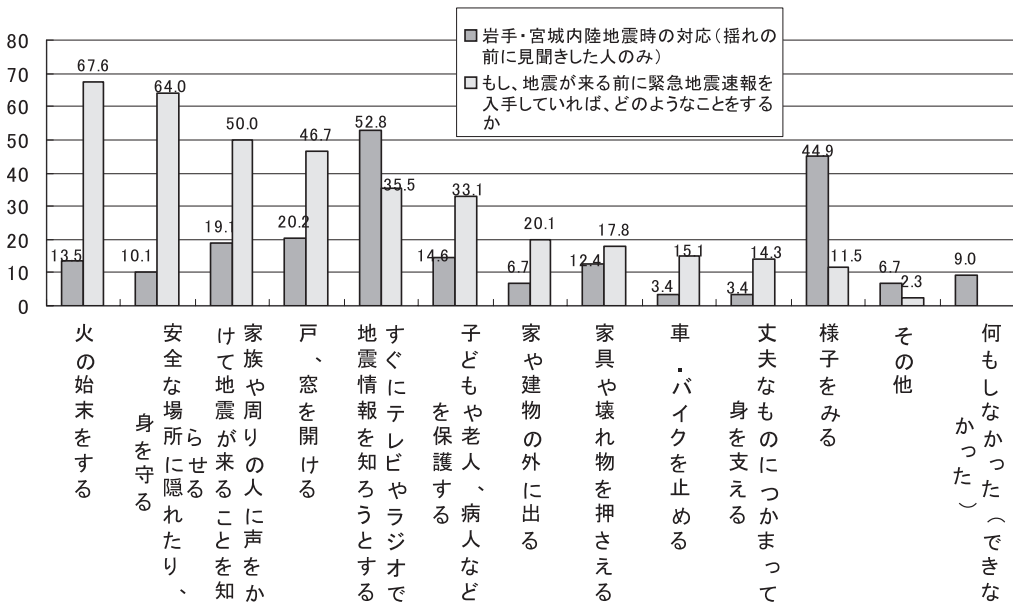
気象庁の調査（2009）によると、緊急地震速報を見聞きした経験がある人は、全国平均で17.2%であるが、地域性が高く、もっとも高いのが岩手・宮城両県の47.2%、次が北海道の36.7%、両県以外の東北地方の35.8%、北陸・長野県の22.5%、関東の19.2%が続いている。これらの「見聞きしたことがある」人に対して、入手方法を尋ねた結果、圧倒的に多かったのが「テレビやラジオ」（91.9%）で、「携帯電話（docomoのエリアメールやauのCメール機能による一斉通知）」（11.1%）、パソコンや携帯電話でのメール受信（9.1%）、緊急地震速報専用受信端末（専用ソフトによるパソコン受信を含む）（2.9%）、防災行政無線（2.6%）が続いている。テレビが圧倒的に多く、携帯電話がそれを補完している状況である。

岩手・宮城内陸地震に限定した調査（サーベイリサーチ2008、対象者は仙台市、盛岡市、福島市に居住する20歳以上の男女）によると、「本震の時、『緊急地震速報』を見たり聞いたりした」人は39.1%と4割近くもいた。地震発生が土曜日の午前8時43分頃だったので、起きて自宅にいた人が多かった（76.0%）ことを反映している。また、入手媒体は「テレビ（地上波）」が83.5%と圧倒的に多く、「NHK衛星テレビ」（7.1%）、「NHKラジオ」（6.7%）、「民放ラジオ」（6.0%）なども一定の割合を占めている。「NTTドコモのエリアメール」（6.7%）と「au携帯電話のメール」（1.9%）も実際に受信されていることが証明された。緊急地震速報を受信した人にその受け止め方を尋ねたところ、「とても緊迫感を感じた」人が36.3%、「多少緊迫感を感じた」人が45.3%で、約8割が緊迫感を感じたと回答している。しかし、受け取った緊急地震速報の理解の仕方は期待通りとはいかなかった。緊急地震速報を見たり聞いたりして「大きな地震が来ると思った」人は30.0%と3割に留まっており、「すでに起きた地震の震度速報だと思った」人が50.9%と半数もいたからである。これは「見聞きする前に揺れが来た」（26.2%）り、「見聞きすると同時に揺れが来た」（40.4%）ケースが多く、「見聞きした後に揺れが来た」のは33.3%に過ぎなかったからである。

(3) 対応行動

気象庁調査（2009）によると、実際に緊急地震速報を見聞きした人のうち「大きな揺れに間に合わなかった」という回答は5.5%と少ないが、それでも「すぐには何もできなかった」人が53.2%と半数を超えている。実際にとった行動としては、「テレビをつけた」（12.9%）、「台所等の火を消した」（12.2%）、「倒れてきたり落ちてきそうなものから離れた」（12.0%）がほぼ同じ割合であった。また、「ドアを開けた」（9.8%）、「テーブルの下に隠れた」（6.2%）、「車を運転中だったため速度を落とす」（4.5%）人もいた。

岩手・宮城内陸地震のときに「緊急地震速報を見聞きした後に揺れた」と回答した人、すなわち緊急地震速報が間に合った人の対応行動をみる（サーベイリサーチ2008）と、もっとも多かったのが「すぐにテレビやラジオで地震情報を知ろうとした」（52.8%）で約半数



(出典) サーベイリサーチ, 2008, 「岩手・宮城内陸地震に関する調査報告書」より作成

図2 緊急地震速報入手時の対応——心づもりと実際——

の人がテレビを見続けている。また、「様子を見た」人も44.9%と多く、身の安全を守る具体的な行動をしていない。対応行動としてもっとも多かったのは「戸、窓を開けた」(20.2%)という出口の確保であった。次が「家族や周りの人に声をかけて、地震が発生したことを知らせた」(19.1%)と「子どもや老人、病人などを保護した」(14.6%)りする、家族等の安全確保行動である。「火の始末をした」(13.5%),「家具や壊れ物を押さえた」(12.4%),「安全な場所に隠れたり、身を守ったりした」(10.1%)といった防災行動は1割程度に留まっている。また、「家や建物の外に出た」人は6.7%と少ない。

この結果を「もし、今後岩手・宮城内陸地震と同じような規模の地震が発生し、地震の揺れが来る前に緊急地震速報を入手できた場合、どのようなことをするか」(以下、期待行動と呼ぶ)を聞いた結果と比較したのが、図2である。期待行動でもっとも高いのが「火の始末をする」(67.6%)であるが、実際行った人は13.5%であり、大きな差があるが、緊急地震速報が発表されたときに火を使っていなければ必要ないので、この差は説明できる。2番目に多い期待行動は「安全な場所に隠れたり、身を守る」の64.0%であるが、実際は10.1%しか実施されていない。この差は、岩手・宮城内陸地震の緊急地震速報は予想外のことだったので、とっさにできなかったものと推察される。「戸、窓を開ける」は期待行動が46.7%であるのに対して、岩手・宮城内陸地震のときは20.2%で、期待の4割程度の実行率をみなすことができる。一方、「テレビやラジオで地震情報を知ろうとする」の場合は、逆に期待行動(35.5%)より岩手・宮城内陸地震のとき(52.8%)の方がかなり多くなって

緊急地震速報の有効性と限界

いる。また、「様子を見る」も期待行動（11.5%）に対して岩手・宮城内陸地震のときは44.9%と4倍近くになっている。突然、緊急地震速報に接すると、咄嗟にはどう対応してよいかかわからず、様子を見たり、テレビやラジオで確認しようとする傾向が強く、頭では「身の安全を守る」ことがもっとも重要だとは知っていても体が反応しないのではないかと考えられる。

気象庁の調査（2009）によると、全国の防災関係機関（都道府県、市町村、消防本部、ライフライン企業、報道機関：回答2,744）の中で実際に緊急地震速報を入手した経験があるところが11.7%で、そのうちの90.0%は「特に混乱はなかった」と回答している。「自動制御（エレベーター等）や自動放送が設定どおり作動しなかった」ところは0.3%、「建物の出口に人が殺到するなどパニック的になった」ところも0.3%とごくわずかであった。

学校や病院、企業などでの対応行動も事例が多数報告されている。以下にその事例を紹介する。

【新潟県中越沖地震（2007年7月）のとき（気象庁資料2007）】

- ・東京都足立区千寿本町小学校では揺れの約40秒前に緊急地震速報を知らせる警報音が流れ、体育館にいた子どもたちが訓練通りにガラスの落下危険がないところに集まった。

- ・戸田建設の松本市内の工事現場では揺れの約30秒前に警報を入手し、作業及び重機の停止を作業者に指示し、地震後安全の確認を行った。

- ・東京の帝国ホテルでは全エレベーターが直ちに最寄り階で自動停止し、エレベーター内への閉じ込めを防止した。60秒後に自動復帰した。

【岩手・宮城内陸地震（2008年6月）のとき（気象庁資料2008）】

- ・白石市立白石中学校では、21秒前に緊急地震速報を入手し、自動接続されていた校内放送から流れた。教室にいた約100名の生徒は机の下に入るなど身の安全を確保した。

- ・宮城県角田市の幼稚園では直ちに施設外へ避難し安全な場所に移動した。

- ・宮城県大衡村の工場では、工場内に避難放送が流れ従業員が避難した。

- ・仙台市商業ビルではエレベーターの自動停止が正常に機能した。

また、対応行動で心配されることは、不特定多数が集まるデパートや地下街、映画館やスポーツ施設、駅構内などで出口に殺到するなどして混乱が発生したり、車の急ブレーキによる交通事故の発生である。このような危険行動がどの程度起きるのかについては実証的な調査が少ないが、気象庁調査（2009）では緊急地震速報を見聞きした経験がある人に周囲で危険行動があったか否かを尋ねている。その結果、88.9%の人は「特に危ないと感じることはなかった」と回答しているが、「建物内で出口に人が殺到した」という回答が6.3%、「自動車運転者が急ブレーキをかけた」という回答が2.2%あった。割合としては少ないが、混乱発生の危険性は一定程度残っていると言えよう。

5. 将来の利用可能性

近い将来発生することが懸念されている地震の中で、緊急地震速報が威力を発揮する可能性が高い地震は、①規模が大きく破壊される断層面が長い、すなわち大きな揺れ（震度6以上）をもたらす被災地域が広く、緊急地震速報が間に合う地域があり、②想定震源付近に高感度地震計が稠密に設置されており、できれば③震源が人口の少ない地域にあること、すなわち断層面の端の人口が少ない地域で揺れが始まり、緊急地震速報が間に合う地域に多くの人が住んでいる、ような地震である。このような条件をもっとも多く満たす地震は、日本においては海溝型地震である。特に、東海地震や東南海・南海地震は大津波による被害も大きいいため緊急地震速報の有効性が相対的に高いと考えられている。また、海外では、2008年5月に発生し、9万人近くの犠牲者を出した中国四川大地震のような内陸で発生する地震であっても、震源域が広い巨大地震の場合は、被害軽減に有効性を発揮するものと考えられる。ここでは、来るべき東海地震と東南海・南海地震発生時の有効性を検討するとともに、中国四川大地震発生前に緊急地震速報提供システムが中国で実用化されていたとした場合の有効性についても考察する。

(1) 東海地震、東南海・南海地震時の有効性

東海地震が想定されている震源域の南端付近で発生した場合のシナリオ（阿部2007）によると、御前崎付近の高感度地震計で地震波を検知し、その約7秒後に緊急地震速報が発表され、発表から17秒後に静岡市で震度6強以上、32秒後に小田原市で震度6弱、さらに47秒後に東京で震度5強の揺れが到着するという。この余裕時間をうまく活用できれば、人的被害の軽減が期待できる。

東南海・南海地震の場合は、震源がどこになるかによって余裕時間が違ってくるが、2004年9月5日夜に発生した紀伊半島南東沖地震（M7.4）は、1944年の東南海地震の震源近くで発生したので、この地震の際の緊急地震速報（試験運用期間中）のデータが参考になる。この時の余裕時間は、徳島県南部の阿南市で37秒、徳島市と鳴門市で39秒、海部町で40秒と言われている（徳島新聞）。また、気象庁による試算（2007）によると、図3に示したように、宝永の東南海・南海地震と同じ震源で発生したとすると、串本市など震源に近い紀伊半島南端部では間に合わず、大きな被害を受ける可能性がある地域の多くは10～40秒の範囲に含まれている。

いずれの場合も、大きな津波被害を受ける恐れがある地域の多くや、人口が密集している都市部のほとんどで緊急地震速報が間に合うが、余裕時間は10～40秒程度と短いことがわかる。

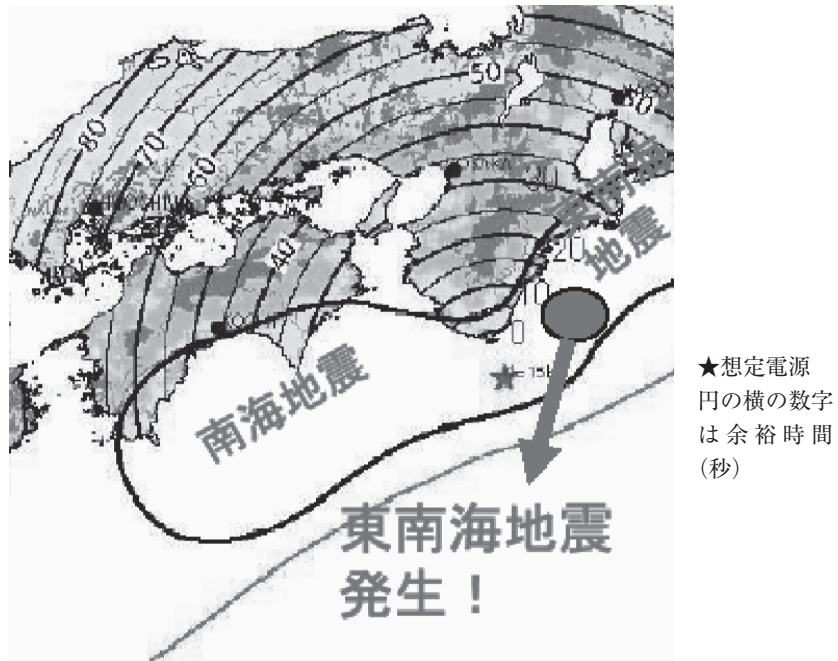


図3 東南海・南海地震時の緊急地震速報余裕時間

(2) 中国四川大地震と緊急地震速報

2008年5月12日(月)午後2時28分、中国・四川省汶川県(都江堰市の西)を震源とする、M8.0の巨大地震が発生した。断層の破壊は秒速約2kmのスピードで北東方面に進み、震源から300km近く離れた四川省青川県辺りで漸く止まった(石川2008)。これが断層沿いの幅数10kmにわたる地域に震度9~11(日本の気象庁震度階で6弱~7)の猛烈な揺れをもたらし、死者・行方不明者8万7千人、負傷者37万人、倒壊家屋22万棟、損壊家屋415万棟、学校被害7千余校、医療機関被害1万1千施設、避難者1,515万人、被災者4,616万人、直接被害8,438億元(14兆円)、間接被害5,000億元(8兆円)という、とてつもない被害を出したのである(胡2008)。

緊急地震速報は、このような内陸で発生するM8クラスの巨大地震による災害の軽減に役立つのであろうか。そこで、中国四川大地震発生時に日本と同程度のシステムが構築され、緊急地震速報が提供されていたとしたら、被害軽減が可能であったのかどうかを検討する。中国四川大地震を起こした断層帯は既知のもので、危険性が指摘されていたので事前に高感度地震計を震源近くに設置しておくことは可能であったはずである。もし、設置してあり、日本と同程度の情報処理・伝達システムが整備されていたとすれば、検知までの時間は5秒以内、その後の震源と規模の決定、各地の震度と余裕時間の推定に7秒程度、放送もしくは学校等の施設への伝達に2秒程度かかると推定される。放送局や施設から住民や生徒、顧客

等に伝えるのに早くても2~4秒程度かかる。合計で揺れ始めから18秒程度で緊急地震速報が伝達されるはずである。断層の破壊スピードを2km/秒とすれば、18秒で36km進むので、震源から36km以内のところは間に合わないが、この破壊断層の長さは300kmにも及んでいるので、多くの地域で緊急地震速報が間に合ったことになる。問題となる余裕時間は、破壊された断層のもっとも遠いところで132秒と2分を超える。

一方、建物にいる人が外に避難するまでにかかる時間は人数と建物の構造に依存するが、男子大学生を使った実験（酒井他2008）によると、階段にもっとも近い教室から10人が慌てずに建物から充分（20m）離れたところまで避難する時間を計測したところ、1階で44秒、2階で67秒、3階が82秒、4階が92秒もかかっている。したがって、緊急地震警報の入手と同時に避難したとしても大きな揺れが来る前に避難を完了できるのは

- ・1階にいる人の場合は、震源から124km以上離れたところ
- ・2階にいる人の場合は、震源から170km以上離れたところ
- ・3階にいる人の場合は、震源から200km以上離れたところ
- ・4階にいる人の場合は、震源から220km以上離れたところ

にいる人だけである。中国のように耐震性が小さい建物が多いところでは、建物から外の安全なところに避難する必要があるので、緊急地震速報は有効性が高いけれども間に合わないケースも少なくないということになる。

おわりに

以上述べてきたように、地震予知の代わりとして大きな期待をかけられている緊急地震速報は20年以上の歳月をかけ情報通信技術の飛躍的発展の成果を活かして実用化に漕ぎ着けることに成功した。しかし、実際にこの技術を社会に適用した場合、確実に有効性が認められるのは、エレベーターの制御や列車の自動停止などのシステム運動型の（人が介在しない）利用に限定され、その有効性が人の対応行動（避難等の安全確保行動）に依存する場合は、不確実性が高い。これは揺れで大きな被害が出る地域ほど余裕時間が短いという技術的限界に加えて、数秒から10数秒という短い時間の中で多くの人が適切な安全確保行動を完了させることが難しいことが原因である。このことを考えると、緊急地震速報の活用により人的被害を大幅に軽減するには、短い時間の中で確実に適切な対応がとれるように、日頃から訓練しておくことに加えて、そのようなことを可能にするような物理的環境（身近な場所、たとえば住宅やビル等の一角に安全な場所）を造っておくなどの対策が不可欠と言えよう。

参考・引用文献

- 阿部勝征, 2007, <http://wwwsoc.nii.ac.jp/gra/0712-kouen.pdf#search='東南海・南海地震%20緊急地震速報%20余裕時間'>
- 電通, 2007, <http://www.dentsu.co.jp/news/release/2006/pdf/2006094-1222.pdf#search='緊急地震速報%20認知率%20電通'> (2009.6.05 確認)
- 福和伸夫, 新井伸夫, 2007, 『緊急地震速報の本運用に当たって』「予防時報」231号, p 21
- 石川有三『四川大地震の起こり方と震度分布』「消防科学と情報」2008年秋号, pp 17-21 (2)
- 電通, 2007, 『『緊急地震速報』に関する生活者意識調査』 = <http://www.dentsu.co.jp/news/release/2006/pdf/2006094-1222.pdf#search='電通%20緊急地震速報に関する生活者意識調査'> (2009.6.05 現在)
- 気象庁, 2007, <http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/techmeeting6/shiryo3-1.pdf> (2009.6.05 現在)
- 気象庁資料, 2007, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kentokai8/20070920_shiryo_1_3.pdf#search='緊急地震速報%20活用%20新潟県中越沖地震'
- 気象庁資料, 2008, <http://www.jma.go.jp/jma/press/0811/28a/rikatuyoubessi1.pdf#search='岩手・宮城内陸地震%20緊急地震速報%20活用事例'>
- 気象庁 HP (<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/kensuu.pdf>) (2009.6.05 現在)
- 気象庁, 2009, http://www.jma.go.jp/jma/press/0903/11a/20manzokudo_gaiyou.pdf#search='気象庁%20地震及び火山に関する防災情報の満足度調査' (2009.6.05 現在)
- 日本地震学会 HP (http://wwwsoc.nii.ac.jp/ssj/for_member/NL/v18n5/11.html) (2009.6.05 現在)
- NTTドコモ HP (http://www.nttdocomo.co.jp/service/anshin/aremail/earthquake_warning/)
http://weathernews.jp/quake/html/urgentquake.html?fm=MWS_DOOR_quake
- 胡哲新『中国・四川大地震現地からの報告』「消防科学と情報」2008年秋号, pp 32-37
- 酒井久和, 山崎誠, 八木康夫, 伊津野和行, 土岐憲三「想定東南海地震に対する大学キャンパスでの緊急地震速報の利用に関する基礎的検討」日本地震工学会論文集, 第8巻, 第1号, pp 32-47
- 静岡県防災局防災情報室, 2007, 「平成19年度東海地震についての県民意識調査」p 102
- サーベイリサーチ, 2008, 「岩手・宮城内陸地震に関する調査報告書」
- 田中淳, 2008, 「一般向け緊急地震速報提供から1年」CIDIR Newsletter 第2号, p 2
- 徳島新聞 Web, <http://www.topics.or.jp/special/122545450739/2006/12/11661759761897.html> (2009.6.05 確認)
- 吉井博明, 1996, 「都市防災」講談社, pp 171-176

* 本稿は2007~2008年度学内個人研究助成費(2B08-05)の研究成果の一部をとりまとめたものである。