

# 検証・「一般向け緊急地震速報」

～防災・減災の可能性と課題～

メディア研究部 福長秀彦

## 1. はじめに

テレビ・ラジオの視聴者などを対象にした、一般向けの「緊急地震速報」が去年10月にスタートしてから1年が経つ。一昨年からは自治体や病院のほか鉄道、電気、ガスと云った特定事業者への高度利用者向け速報が始まり、列車の緊急停止やエレベーターの閉じ込め防止、防災担当者の早期招集などに活用されている。

「緊急地震速報」は地震が起きた際にまず伝わる初期微動(P波)をキャッチして、数秒から数十秒後にやって来る主要動(S波)の到達範囲や揺れの大きさなどを予測する。地震の「予知」ではない。あくまでも地震が起きた直後の段階から機能するいわば「センサー」・「感知器」的な性格を持つ。

一般向け速報はマスメディアを通じて不特定多数の視聴者に強い揺れの到来を事前に知らせようという世界でも類例がない防災情報であるが、ハード・ソフト両面で制約や課題も多い。

本稿では「緊急地震速報」の仕組みや特徴

を概括し、一般向け速報がこれまでに起きた震度5弱以上の地震をどの様に伝えてきたか検証する。その上で減災・防災の情報システムとして定着してゆくための課題を論じる。

## 2. 緊急地震速報の仕組み

### 2 (1) P波とS波の速度差を利用

震源からダイレクトに伝わって来る地震波にはP波(Primary)・S波(Secondary)の2種類がある。P波は観測点に最初に到達する。進む方向に平行して揺れる。振幅が小さく周期が短いので人間には「小刻みな上下動」と感じられる。

一方、S波は進む方向に直角に揺れる。振幅が大きく周期が長いので人間の体感上は、ヨコに揺れる水平動と感じられる。建物に被害を及ぼすのは主にこのS波である(図1)(図2)。

S波とP波の速度は深さや地盤の硬さによって異なるが、岩盤中ではP波が毎秒5～7km、S波が毎秒3～4km位とされる。P波とS波の僅かな速度差を利用して、被害をもたらすS波の到来を事前に警告しようとする

図1 P波とS波(波形)

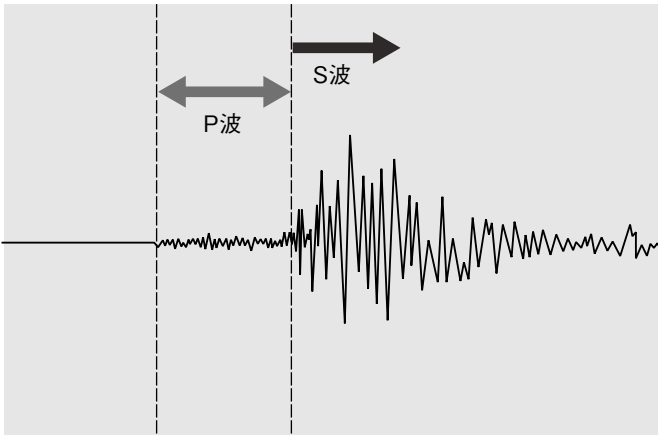


図2 P波とS波(振動)

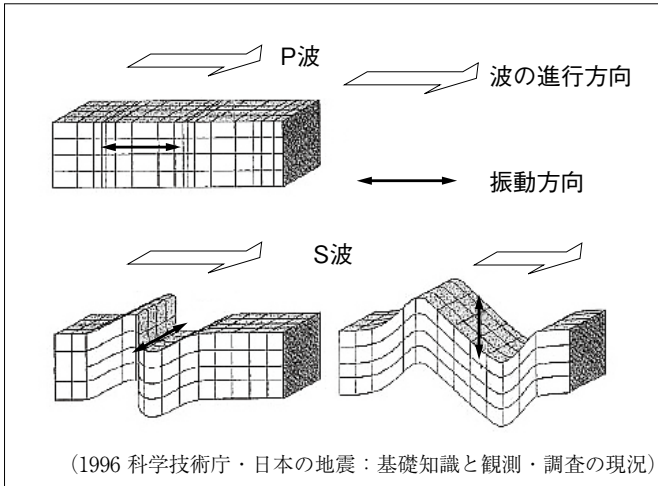
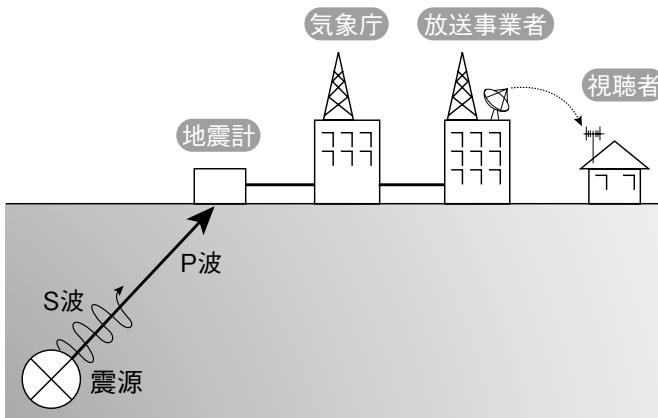


図3 一般向け速報イメージ



のが緊急地震速報である。

緊急地震速報に使われているのは気象庁が全国200の観測点に配備した多機能型地震計。防災科学技術研究所が800観測点に配備した高感度地震観測網も併用されている。

地震が起きると、以下の流れで速報される(図3)。

- (1) 震源近傍の地震計がP波をキャッチする。
- (2) 地震計はP波の方向や振幅から▽震源の位置▽マグニチュード▽S波による震度・到達時刻などを予測する。
- (3) 地震計の予測結果が気象庁のサーバーに送られる。
- (4) 気象庁のサーバーは誤報の可能性などをチェックし、問題がなければ配信する。
- (5) 一般向け速報データは放送事業者のサーバーへ(高度利用者向け速報データは特定事業者の専用受信端末へ)。
- (6) 放送事業者はデータ処理をしてテレビ・ラジオで放送する(NHKの場合は東京の放送センターでデータを自動的に作画・音声処理しチャイムつきで全国に放送)。

## 2 (2) 一般向け速報の発表条件・内容

気象庁が一般向け速報を出す際の条件と発表内容は以下の通りである。それらの理由と高度利用者向けとの比較を欄外に示す。

## 一般向け緊急地震速報

(発表条件)

- ④地震波が2つ以上の観測点で観測され、震度が5弱以上と推定された場合。

(内容)

- ⑥地震の発生時刻・震源の推定位置・震央(震源の真上)地名  
⑦強い揺れ(震度5弱以上)が推定される地域及び震度4が推定される地域名。  
☆具体的な推定震度やS波の到達時刻は発表しない。

- ①一般向け速報を発表する条件を震度5弱以上としたのは、震度5弱以上で顕著な被害が出るおそれがあるからである。誤報を出せば混乱のおそれもある。従って2点以上の観測点で地震波をキャッチしない限り速報を出さない。

(比較:高度利用者向けは震度3以上。1観測点でも可)

- ②具体的な推定震度やS波の到達時刻を発表しないのは、何度も情報を差し替えると混乱を招くおそれがあるから。  
③具体的な震度の代わりに「強い揺れ」と言う表現を用いている。

(比較:高度利用者向けには、具体的な推定震度やS波の到達時刻を発表。情報は第1報から次々と更新される。データの更新は利用者のサーバーによって瞬時に処理→列車停止などの機器が制御される)

### 3. 試算・一般向け速報の難しさ

一般向けの速報はP波とS波が到達する僅かな時間差を利用して、視聴者に咄嗟に身を守ってもらおうと云う狙いである。例えば家庭

にいる場合には▽頭を保護し、大きな家具からは離れ、丈夫な机の下などに隠れる、▽扉を開けて避難路を確保する、街にいる時は▽ブロック塀や自動販売機のそばから離れる…などの行動を気象庁は呼びかけている。

咄嗟の行動とは云え、余裕があるにこしたことがない。P波の速度を毎秒5km、S波を毎秒3kmとすると、震源から3kmの地点では、P波とS波とも1秒以内で到着してしまう。5kmの地点ではP波の0.67秒後にS波がやって来てしまう。

P波を観測してから放送まで0.67秒では速報は間に合わない。では震源からどの位の距離があれば速報が間に合うのか? シンプルな数式を使って試算してみたい。

震源からの距離をR、P波の速度をVp、S波の速度をVsとすると、

P波とS波がある地点へ到達するまでにかかった時間を示すtpとtsは、それぞれ

$$R / V_p = t_p \quad R / V_s = t_s$$

P波到達からS波到来までの時間差Δtは、

$$\Delta t = t_s - t_p$$

$$\Delta t = R / V_s - R / V_p$$

$$\Delta t = R (1 / V_s - 1 / V_p)$$

そこから震源からの距離Rを求めると

$$R = \Delta t \div (1 / V_s - 1 / V_p) \dots \textcircled{1}$$

…例えばPとSの2人のランナーがいて、Pの方が早いとすればSとの差は距離が長くなる程どんどん広がるだろう。ゴールが遠い程2人の到達タイムの差が広がる。ゴールにPが到着し、Sが来るまでの時間Δtの間に緊急地震速報を出さなければならない。そのためにゴールまでの距離がどの位必要か…と考える。

いま  $V_p$  が毎秒 5 km,  $V_s$  が毎秒 3 km とする。気象庁によると地震計が P 波のデータをキャッチ→解析してから配信するまでに 4 秒かかる。放送事業者が放送までに要する時間は事業者・波によって異なるが、NHK の地上アナログ波 (テレビ) の場合は 1 秒である。

そこで P 波キャッチから放送までの計 5 秒を①式の  $\Delta t$  に代入すると、 $R$  は 37.5 km となる。つまり一般向け速報は 37.5 km の地点で S 波と到着、速報が間に合うためには、それ以上遠くなければならない。

しかし、 $\Delta t$  が 5 と云うのは最速の部類である。一般向け速報は 2 点の観測点が地震波を観測するまで待たなければならない。そもそも地震計が直ちに震度 5 弱以上を予測できるとは限らない。

また放送に際しても地上デジタル波の場合には映像・音声の圧縮伝送に伴う遅延が 2 秒程度生じる。放送までの時間が長引くほど速報が間に合わない距離が広がって行く。

#### 4. 実例検証・震度 5 弱以上への対応

一般向け速報が運用を開始した去年 10 月から本稿執筆時点の 7 月末日までに震度 5 弱以上の地震が 7 回起きている (表 1)。

このうち①と⑤は震度 5 弱を震度 4 と推定したため一般向け速報発表には到らなかった。従って速報がなされたのは 7 回のうち 5 回である。気象庁では、震度の予測に  $\pm 1$  程度の誤差を見込んでいる。ごく短時間に収集したデータを基にしているので誤差を生じる可能性があるとしている。

表 1 震度 5 弱以上地震 (2007.10 ~ 2008.7)

	震央・名称 / 発生年月日 / 震源深さ	最大震度	マグニチュード	一般向け速報有無○× P 波検知からの秒数+	地震のタイプ
①	能登地方 / 2008.1.26 / 11km	5 弱	4.8	×	内陸断層・余震
②	茨城県沖 / 2008.5.8 / 51km	5 弱	7.0	○ + 58.3	プレート境界
③	岩手・宮城内陸地震 / 2008.6.14 / 8km	6 強	7.2	○ + 4.5	内陸断層
④	岩手・宮城内陸地震 / 2008.6.14 / 6km	5 弱	5.7	○ + 8.4	内陸断層・余震
⑤	茨城県沖 / 2008.7.5 / 50km	5 弱	5.2	×	プレート境界
⑥	沖縄本島近海 / 2008.7.8 / 45km	5 弱	6.1	○ + 13.9	プレート境界
⑦	岩手県沿岸北部 / 2008.7.24 / 108km	6 強	6.8	○ + 20.8	スラブ内型・やや深発

#### 4 (1) ②茨城県沖を震源とする地震 (プレート境界型地震)

②は太平洋プレートと北米プレートの境界で起きたプレート境界型地震である。最大震度が 5 弱でマグニチュードは 7.0、震源の深さは約 50 km と深い。

一般向け速報が出されたのは地震計が P 波をキャッチしてから実に 58.3 秒後であった。速報のタイミングが著しく遅れたために、かなり広範な地域で地震の揺れが速報より早く来てしまった。図 4 の円の数字は速報の後 S 波が来るまでの秒数を表す。0 秒では速報と S 波が同時。0 秒未満の円内は速報が間に合わない。

速報が遅くなったのは何故か。地震計は P 波が来た方向や波形、到達した時間から、震源の位置とマグニチュード、地震の発生時刻を求める。震源の位置とマグニチュード、地震の発生時刻から各地の震度と S 波の到達時刻を予測する。

この地震では当初 P 波の振幅が小さかった。このためマグニチュードの推定値は実際よりも低め、最大震度も 4 程度の推定が続いた。振幅が徐々に大きくなるに連れてマグニチュードと最大震度の推定値も上がり、1 分近く経ってようやく震度 5 弱以上の一般向け速報が出された。

図4 S波到達時間(茨城県沖)

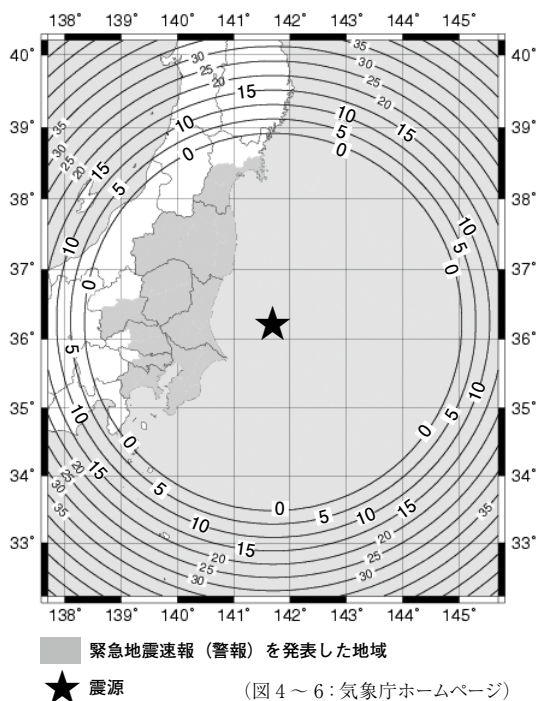
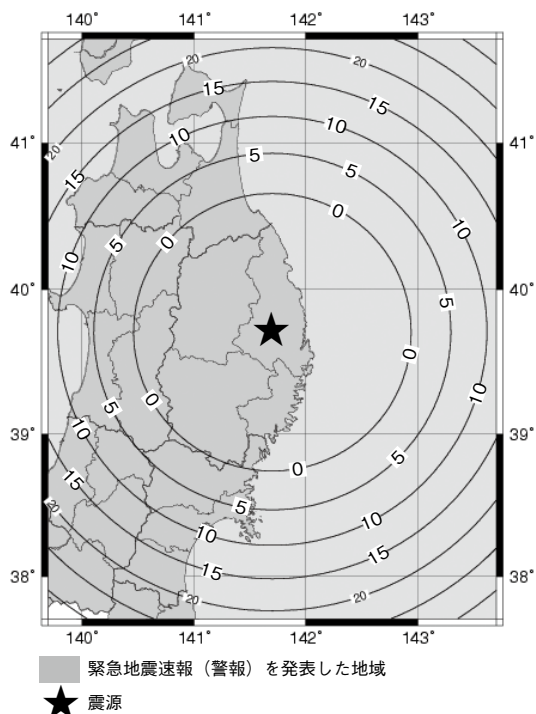


図5 S波到達時間(岩手県沿岸北部)



気象庁によると、P波と同様にS波も徐々に振幅が大きくなってゆく波形であった。原因は不明である。

#### 4 (2) ⑦岩手県沿岸北部を震源とする地震 (スラブ内型・やや深発地震)

⑦は東北地方の地下深くもぐり込んでいる太平洋プレート内部で起きた「スラブ内地震」と呼ばれるタイプ。最大震度は6強、マグニチュード6.8、震源の深さは108kmで「深発地震」の範疇に入る。P波が硬いプレート内部を伝播するので余り減衰しないで遠くまで強い揺れが伝わる。

各地の震度は、岩手県の洋野町で震度6強を観測した他、震度6弱が青森県の八戸市や五戸町など、震度5強が宮城県の気仙沼市や石巻市などで、北海道から東北・関東・新潟までの広い範囲で震度3以上の揺れが観測された。

この地震で死者1人、重軽傷207人、住宅の一部損壊210棟などの大きな被害が出た(内閣府調べ・2008年7月30日現在)。

地震計が最初にP波をキャッチしたのが午前0時26分35.2秒。その時のP波の振幅は小さく、マグニチュードは5.8、最大震度は4程度と推定され、4.1秒後に高度利用者向けの第1報が出された。しばらくしてP波の振幅が増し、推定値もマグニチュード6.9、最大震度5弱程度に修正された。20.8秒後によりやく一般向け速報が出された。このため岩手県の殆どの地域と八戸市(震度6弱)を含む青森県南部、秋田県東部では速報が間に合わなかった。それ以外の地域では間に合った(図5)。

気象庁では、震源の深さが100km以上もある「スラブ内地震」はデータが少なく予測が難しいとしている。

この地震は片側の岩盤がずり落ちた正断層

破壊と見られている。岩盤の1点から破壊が始まる通常のパターンではなく、複数箇所を起点に連続して破壊が進み、一つの断層面が形成されてゆく「マルチプルショック」の可能性も指摘されている。

#### 4 (3) ③岩手・宮城内陸地震（内陸断層型）

③は最大震度6強、マグニチュード7.2の内陸型「大地震」である。震源は岩手県南部、深さは8kmと浅い。片側の岩盤がのし上がる逆断層破壊である。

各地の震度は、震度6強が岩手県の奥州市・宮城県の栗原市、震度6弱が宮城県の大崎市、震度5強が岩手県の一関市・北上市、宮城県の仙台市（宮城野区若竹）・名取市、秋田県の湯沢市などであった。

この地震で死者13人、行方不明10人、重軽傷450人、住宅の損壊1,509棟、がけ崩れや土石流などの土砂災害48ヶ所など甚大な被害が出た（内閣府調べ2008年7月30日現在）。

地震計が最初にP波をキャッチしたのが午前8時43分50.7秒。その3.5秒後に高度利用者向け速報の第1報、4.5秒後に一般向け速報が出された。この1秒の差は2点の観測点で地震波が観測されるのを待つ一般向け速報が発表されたためである。一般向け速報が発表された当初の推定値は、震源が岩手県内陸南部で震源の深さ10km、最大震度は5強程度以上。マグニチュードの推定値は6.1であった。P波の振副が不規則に変化することはなく、早期にマグニチュード6以上の規模を予測できた。

3の試算やこれまでの事例検証で見えてきた通り、一般向け速報の4秒台の発表は

かなり早い部類に入るだろう。図6や表2には気象庁が速報を発表（配信）した時点からS波が来るまでの猶予時間が示されている。岩手県奥州市など震源近くでは速報が間に合わなかったが、震度5弱を観測した仙台市宮城野区五輪では15.32秒の猶予時間があった。

図6 S波到達時間（岩手・宮城内陸地震）

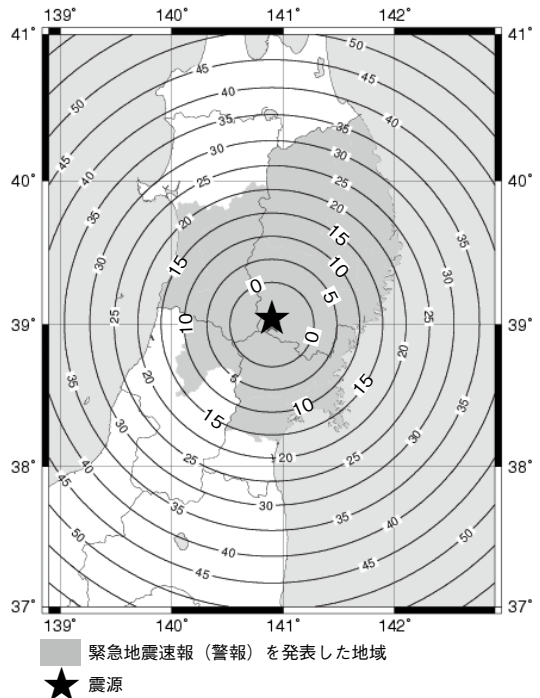


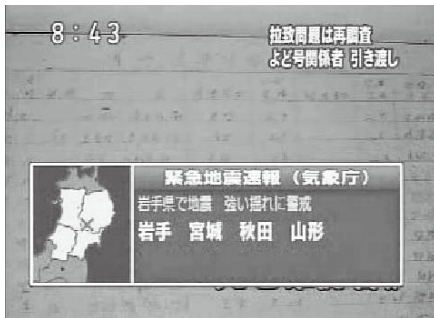
表2 S波到達までの猶予時間

観測された震度	地域名	観測点名	警報の猶予時間(秒)
6強	岩手県内陸南部	奥州市衣川区	-4.43
6強	宮城県北部	栗原市一迫	0.30
6弱	岩手県内陸南部	奥州市胆沢区	-3.72
6弱	宮城県北部	栗原市栗駒	-2.06
6弱	宮城県北部	栗原市築館	1.10
6弱	宮城県北部	栗原市高清水	3.17
6弱	宮城県北部	栗原市鶯沢	-1.88
6弱	宮城県北部	栗原市金成	-0.45
6弱	宮城県北部	栗原市志波姫	0.80
6弱	宮城県北部	栗原市花山	-1.51
6弱	宮城県北部	大崎市古川三日町	5.52
6弱	宮城県北部	大崎市鳴子	0.11
6弱	宮城県北部	大崎市古川北町	5.38
6弱	宮城県北部	大崎市田尻	5.33
5弱	宮城県中部	仙台宮城野区五輪	15.32
5弱	秋田県内陸南部	横手市中央町	2.60
4	宮城県中部	石巻市泉町	12.74

(気象庁資料)

NHKの地上アナログ波(テレビ)の場合は、速報発表(配信)から1秒後、ラジオは1.3秒後に放送しているので震度6弱の宮城県大崎市でも、揺れる4秒程前には速報できた。NHKの総合テレビが一般向け速報を放送した時は「週刊ニュース」を放送中であった。図7に放送画面を示す。

図7 NHKの放送画面(初報)



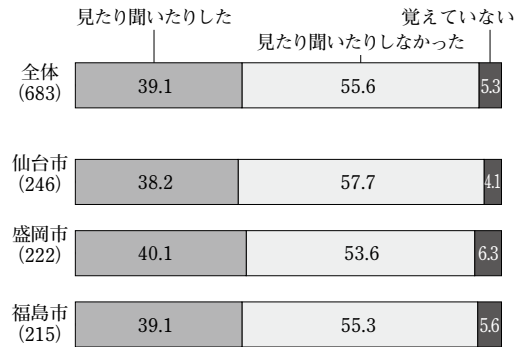
## 5. 住民の反応と行動

岩手・宮城内陸地震では震源近くを除いてかなり広い範囲で一般向け速報が間に合った。では、住民は一般向け速報をどの様に受けとめ、行動したのか。民間の調査会社「サーベイリサーチセンター」は地震後の6月末から仙台・盛岡・福島の3市の成人683人にインターネットを使ってアンケートを行った。各都市の震源地(震央)からの距離は約70kmから120km。速報発表からの凡その猶予時間は仙台市と盛岡市で15秒程度、福島市で30秒程度と見られている。震度は盛岡市が4、福島市が4から3であった。

### (a) 緊急地震速報の入手状況

速報を入手したかどうか尋ねたところ、「見たり聞いたりした」が39.1%、見たり聞いたりしなかった」が55.6%であった(図8)。速報

図8 緊急地震速報の入手状況



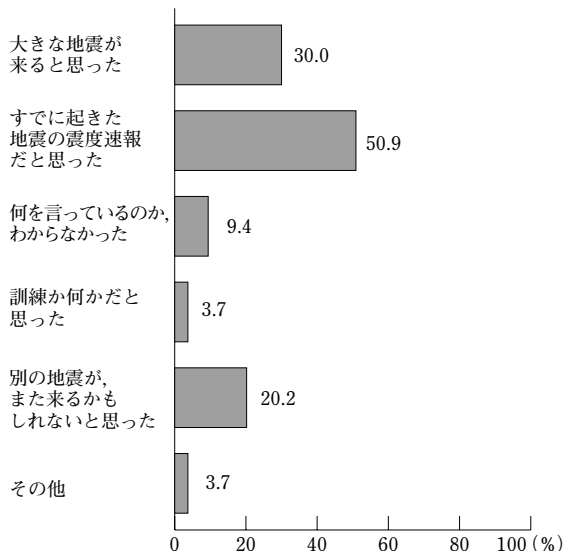
(図8～13:サーベイリサーチセンター「岩手・宮城内陸地震に関する調査」報告書)

を知ったメディアではテレビ(地上波)が圧倒的に多い。

### (b) 速報の受けとめ方

速報を「見たり聞いたりした」と回答した267人に「どの様に思ったか」を複数回答で聞いた。その結果、「すでに起きた地震の震度速報だと思った」が「大きな地震が来ると思った」を上回った(図9)。「すでに起きた地震の震度速報だと思った」と答えた人はどの媒体でも一番多かった。媒体別ではラジオ・携帯・テレビの順で多かった。

図9 緊急地震速報の受けとめ方

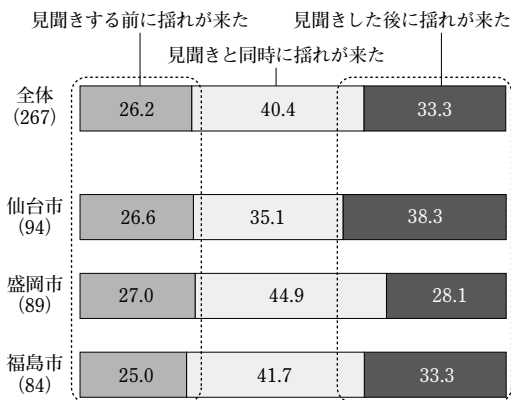


(c) 速報を見聞きしたタイミング

速報を「見たり聞いたりした」と回答した267人に、そのタイミングを尋ねた。結果は、速報の「見聞きと同時に揺れが来た」が全体の40.4%を占めて最も多く、次いで「見聞きした後に揺れが来た」が33.3%、「見聞きする前に揺れが来た」26.2%の順となっている。都市別に見ると、「見聞きした後に揺れが来た」とする回答は仙台で最も多くなっている(図10)。

各都市とも猶予時間があり速報が間に合っていた筈であるが、速報を「見聞きする前に揺れが来た」と云う人が結構いた。これは視聴者によって速報に気づいたタイミングに差があることなどによるものと見られる。

図10 見聞きしたタイミング



(d) 速報を見聞きした後の行動

速報を「見たり聞いたりした」人のうち、「見聞きした後に揺れが来た」と云う89人はどのような行動をとったのだろうか(複数回答)。一番多いのが「すぐにテレビやラジオで地震情報を知ろうとした」、次いで「様子を見た」、「戸、窓を開けた」、「家族や周りの人に声をかけて、地震が来ることを知らせた」、「火の始末をした」などの順となっている(図11)。

図11 見聞きした後の行動

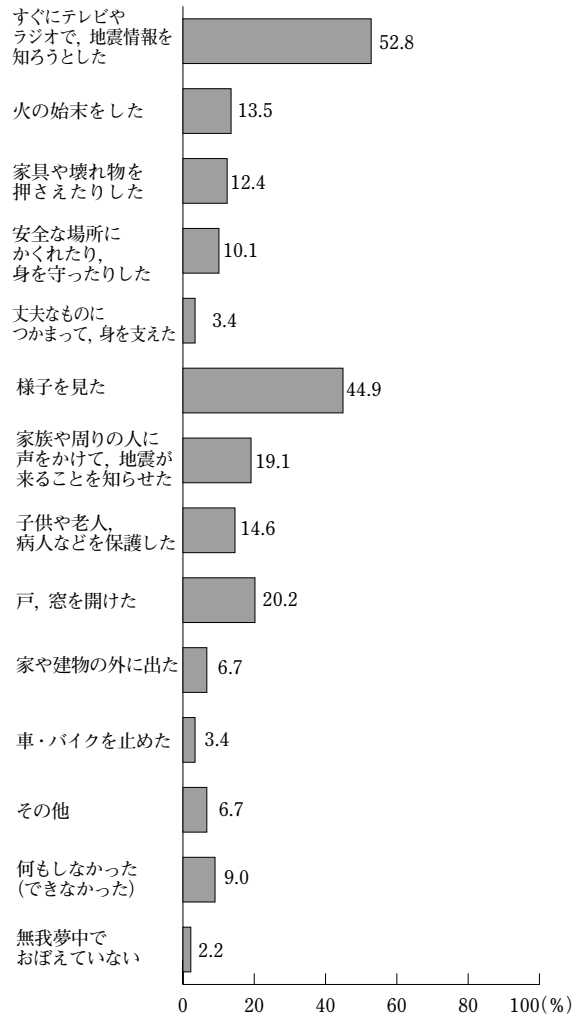
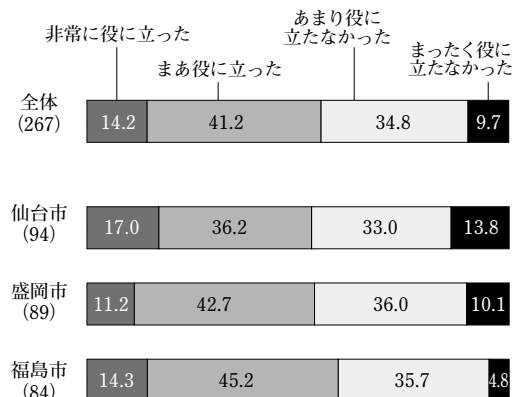


図12 役に立ったか





### (e) 役に立ったか

速報を「見たり聞いたりした」という267人に「役に立ったかどうか」を尋ねた。「まあ役に立った」が41.2%、「非常に役に立った」が14.2%で、両者を合わせると「役に立った」が過半数（図12）。

### (f) 猶予時間がある場合の行動

地震の揺れの前に速報を見聞きしていたら有効だったと回答した602人に「揺れる前に速報を見聞きしたらどうするか」を聞いた（複数回答）。一番多かったのが「火の始末をする」。続いて「安全な場所にかくれたり、身を守る」、「家族や周りの人に声をかけて、地震

が来ることを知らせる」「戸、窓を開ける」などの順となった。

今回の地震では(d)に示したように、「すぐにテレビやラジオで地震情報を知ろうとした」、「様子を見た」が多かったが、猶予時間があれば、次は火を消したり、身を守る行動をとろうと考えている人が多い（図13）。

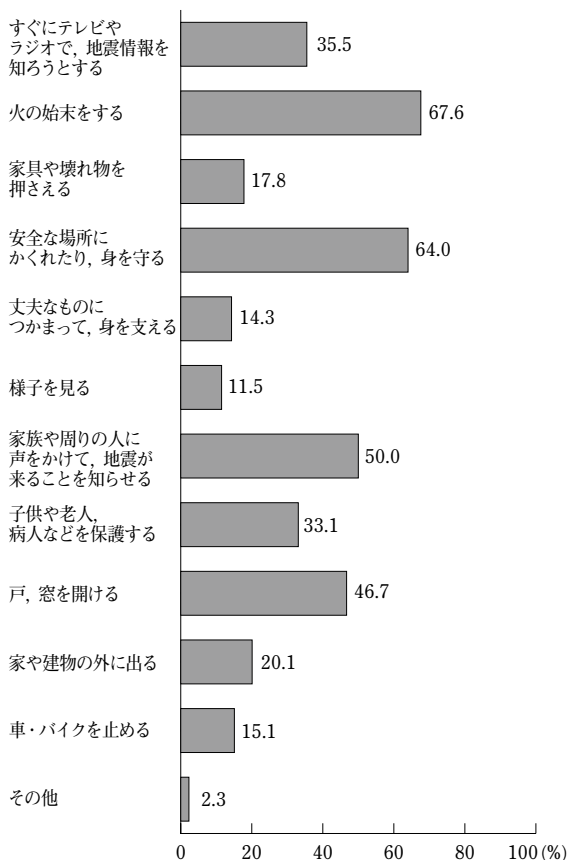
## 6. 課題と改善に向けた取り組み

一般向け速報の課題は、情報の送り手がとにかく「早く・正確に・分かりやすく」速報を出すことである。そのために気象庁はできるだけ早くP波をキャッチする必要がある。観測点を増やして地震計の配置を密にしてゆけば地震波を捉えるのが早くなる。観測点が増えれば震源の位置の特定もそれだけ容易になり、「震度5弱以上」の揺れかどうかの見極めにも役立つ。

気象庁では、東海地震や東南海地震の想定震源域である静岡県の南方沖から紀伊半島南東沖にかけての海底に緊急地震速報に対応した5台の海底地震計を敷設した。緊急地震速報に対応した海底地震計の設置はこれが初めてである。これらの海底地震計は長さ220キロの海底ケーブルでつなぐられ、震源が陸地から遠く離れている場合には、速報の発表が最大で10秒前後早くなると云う。

観測点を増やすことに加えて、解析ソフトのレベルアップも必要であろう。せっかくP波を早くキャッチしても、波形成分（振幅）などのデータの解析に手間取れば速報は遅れてしまう。ソフトの改善に向けて「スラブ内地震」などの知見も粘り強く集積してゆかなければならない。

図13 猶予時間がある場合の行動



放送事業者が放送までに要する時間を出来るだけ短縮することもハード面の課題である。放送事業者によっては気象庁から配信された速報データを自動ではなく手動で放送している場合もあり、その分放送までの時間に遅れが出てしまう。

前述したが、地上デジタル波(テレビ)の場合は画像・音声の圧縮伝送に伴う遅延が2秒程度生じる。ワンセグの場合には伝送の帯域が狭く圧縮の程度が大きくなるので、それより更に2秒程遅くなる。

NHK放送技術研究所では、ワンセグの機能を持つ携帯端末を使って、一般向け速報が出されたことをもっと早く知らせるシステムを研究中である。

仕組みは、気象庁から配信された震源や震度などの生のデータを画像・音声処理しないで、そのままワンセグ用の電波の一部を使って携帯に送る。これだと圧縮の手間を省ける。携帯は送られてきたデータを読み取って、速報が出たことを知らせる。気象庁の配信から2秒以下を目標にしている。

このシステムでは、携帯はワンセグの機能があれば「待ち受け」画面のままになっていても、速報が出たことを伝えられる。具体的な伝え方は研究中であるが、例えば、あらかじめ携帯のメモリーに緊急地震速報用の文字や音、光などを記憶させておき、これらを取り出して使うことが考えられる。

最後に「分かりやすく」伝えることについても課題がある。前項5のアンケート(図9)で紹介したように、緊急地震速報を「すでに起きた地震の震度速報だと思った」人が非常に多かった。

これについてアンケート調査に協力した東

洋大学社会学部の中村功教授や日本大学文学部の中森広道教授は、「放送メディアの伝え方・表現」が主な要因ではないかと分析している。

一般向け速報の伝え方・表現は放送事業者によって異なる。各事業者とも工夫を重ねているところではあるが、今後とも図やテロップの文字の位置、チャイムなども含めて通常の震度速報とすぐに区別できるよう改善への努力を続けてゆく必要がある。

## 7. 結語

一般向けの緊急地震速報は、科学・技術上の多くの制約や困難を背負いながらもスタートした。地震の規模を直ちに読み取れずに速報のタイミングが遅れ、ネガティブな批判を浴びることもあるが、大地震の岩手・宮城内陸地震では速報によって揺れが来る前に身を守る行動をした人もいた。速報が出た際の咄嗟の行動を、家庭や学校、職場・地域で考える機会も増えた。

放送は技術革新によって「防災・減災情報」の新たな芽を育む役割を担っている。

(ふくなが ひでひこ)