

## 緊急地震速報における上下動加速度記録を利用した主要動波形の即時予測手法の提案

### A method of real-time prediction of main ground motions using vertical motions for the Earthquake Early Warning System

倉橋 奨<sup>1\*</sup>, 入倉 孝次郎<sup>1</sup>

Susumu Kurahashi<sup>1\*</sup>, Kojiro Irikura<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 愛知工業大学

<sup>1</sup> Aichi Institute of Technology

2011年東北地方太平洋沖地震では、震源(破壊開始点)に近い宮城や福島では、観測震度と予想震度が概ね一致したものの、震源から離れた関東では、震度階で1~2程度予想震度が過小評価となった。この原因は、緊急地震速報は基本的に点震源により震度が計算されるためであり、問題解決には、巨大地震時の断層破壊の広がりやいち早く捉え、かつ、破壊の広がりを考慮した予想震度を計算する必要がある。

筆者らは、簡便に破壊の広がりを推定する方法として、主要動の最大値までに観測された上下動加速度記録を用いた推定法を提案している。この方法は、震源近傍の記録でみられる上下動最大加速度の距離減衰の頭打ちの部分(飽和域)が、断層破壊域と整合的であったことを利用したものであり、その飽和域を観測記録から捉えることで、リアルタイムで断層破壊の広がりを推定する方法である。東北地震などの記録を利用した検討では、観測震度が概ね再現されている。しかしながら、上記で利用された記録は、地表記録でありサイトの影響が考慮されていない。より精度よく飽和域を推定するためには、基盤における飽和域の推定が必要と考えられ、特に、周波数依存のサイト特性を評価することが必要といえる。

他方、即時情報として、震度のみならず震動自体を推定する方法として、干場(2012)は、近接する2観測点間において、S波震動から任意の点のS波震動を予測する方法を提案し、その有効性を検証している。また、入倉・倉橋(2013)は、P波震動からS波震動を予測する方法を提案している。震動自体が推定されれば、震度のみならず、振幅特性や周期特性を考慮した予測が可能となる。

この2つの方法で必要となるは、上下動サイト特性である。特に、即時情報という観点から、リアルタイムで補正でき、かつ周波数依存が考慮されたサイト特性の抽出が必要がある。本研究では、即時情報として提供する震度および震動の予測に必要な周期依存の上下動サイト特性を評価するとともに、両手法を利用した手法を考える。

上下動サイト特性を計算する際、即時情報という点から観測記録から逐次計算できる形が必要となる。このことから、ここでは、干場(2012)の方法にならぬ上下動サイト特性をIIRフィルタにより表現することを考える。その計算手順を以下に示す。

1) 岩盤地点の観測記録から、対象地震の地震モーメントとコーナー周波数を推定し、震源スペクトルを計算する。上下動成分の地表記録から震源スペクトルと伝播経路特性を除くことで、上下動サイト特性を計算する。このサイト特性は、岩盤から地表までの増幅度であり、周波数依存であらわされる。

2) 上記で得られたサイト特性をターゲットとして、IIRフィルタを構成する周波数のパラメータを決定する。

上記の方法で、IIRフィルタによる上下動サイト特性をあらかじめ求めておけば、断層の広がりを利用した震度の提供やP波震動を利用したS波震動の推定が可能となる。

キーワード: リアルタイム地震情報, 上下動加速度, S波震動予測

Keywords: real-time information, vertical acceleration, predicted S wave motions

## 緊急地震速報処理のための東南海 OBS の設置方位推定

### Installation azimuth of Tonankai OBS estimated from air-gun data, and application to the single-station method of EEW

林元 直樹<sup>1\*</sup>, 干場 充之<sup>1</sup>

Naoki Hayashimoto<sup>1\*</sup>, Mitsuyuki Hoshiba<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 気象研究所

<sup>1</sup> Meteorological Research Institute

#### 1. はじめに

ケーブル式海底地震計は、海域で発生する地震の前線観測点として緊急地震速報の迅速化のために重要なツールである。ただし、陸域との設置環境の違いが緊急地震速報の処理に与える影響を考慮する必要がある。地震計の設置方位の不確かさもその1つであり、OBSは陸上の観測点のように水平成分を実方位に合わせて設置することができない。気象庁が設置した東南海 OBS も、地震計の水平はジンバルにより保たれているが、設置方位は実方位を示しておらず、無人潜水艇 (ROV) で測定したユニットの方位が存在するのみである。緊急地震速報の単独観測点処理では、1観測点での波の到来方向から震央方位を推定するため、地震計の設置方位を正しく把握しておく必要がある。中野・他 (2012) は、DONET の設置方位を地震波形記録より推定し、ROV の推定値と最大 50 度近い差異があることを示した。林元・干場 (2012) では、東南海 OBS と DONET のデータに単独観測点処理を適用したが、東南海 OBS では水平動方位の補正に ROV の測定値を利用しており、設置方位の不確かさが結果に含まれている可能性がある。本報告では、波形記録を用いて東南海 OBS の地震計設置方位を推定した結果を報告する。また、得られた設置方位で東南海 OBS の水平動方位補正を行った上で緊急地震速報の単独観測点処理を適用した震央方位推定結果を示す。

#### 2. データおよび手法

本報告では、中野・他 (2012) が DONET に対して用いた手法のうち、海域構造探査時のエアガン発震記録の振動方向から地震計の設置方位を推定する手法を用いた。データは、東海 - 東南海沖で実施された 2011 年の KR11-09 航海および 2012 年の KR12-12 航海のエアガン発震位置・発震時刻を利用して、東南海 OBS の加速度計と速度計それぞれの波形を切り出し、5-20Hz のバンドパスフィルタをかけ、水中直達波の理論到達時刻から 5 秒間の波形の振動方向から地震波の到来方向を算出した。振動方向の推定には最小二乗法による直線近似ではなく、主成分分析により推定した第一主成分の方位を用いた。得られた振動方向を振幅や第一主成分の寄与率等によって選別し、各地震計の設置方位を推定した。なお、手法の妥当性を確認するため、同様の手法を DONET の観測点にも適用した。

#### 3. 結果

推定した東南海 OBS の設置方位は、1つの観測点で ROV の測定結果より約 50 度のずれがみられたほか、その他の点でも数度から 10 数度のずれが検出され、OBS における波形記録を用いた方位推定の重要性を示す結果となった。速度計と加速度計の記録で推定方位は一致しており、標準偏差はいずれも 5 度程度である。なお、本手法で得られた DONET の設置方位は、中野・他 (2012) が推定した設置方位と良く一致している。

#### 4. 主成分分析法への地震計設置方位補正の適用

得られた東南海 OBS の設置方位で水平動記録を回転補正し、緊急地震速報の単独観測点処理の震央方位推定手法 (主成分分析法, 気象研究所, 1985) を周辺で発生した地震に適用した結果、概ね良好な方位を得られたが、推定した震央方位は陸上の観測点と比較してやや誤差が大きくなった。OBS では観測点直下の堆積層の影響で観測点への P 波の入射角が小さくなることから、方位推定誤差の要因に挙げられる。

謝辞: 本報告では、気象庁の波形データのほか、JAMSTEC より気象庁に提供いただいている DONET のデータを使用しました。また、構造探査のエアガン発震位置と発震時刻 (KR11-09 および KR12-12)、および地震波速度構造 (KR98-06) は、IFREE/JAMSTEC 「地殻構造探査データベース」を利用しました。記して感謝いたします。

キーワード: 東南海 OBS, 設置方位推定, 緊急地震速報

Keywords: Tonankai OBS, Installation azimuth, Earthquake Early Warning

## 早期地震警報システムに海底地震計を利用するための基礎検討 A basic study for application of ocean-bottom seismographs to the EEW system

宮腰 寛之<sup>1\*</sup>, 津野 靖士<sup>1</sup>, 岩田 直泰<sup>1</sup>, 山本 俊六<sup>1</sup>, 酒井 慎一<sup>2</sup>, 篠原 雅尚<sup>2</sup>

Hiroyuki Miyakoshi<sup>1\*</sup>, TSUNO, Seiji<sup>1</sup>, IWATA, Naoyasu<sup>1</sup>, YAMAMOTO, Shunroku<sup>1</sup>, SAKAI, Shin'ichi<sup>2</sup>, SHINOHARA, Masanao<sup>2</sup>

<sup>1</sup> 公益財団法人鉄道総合技術研究所, <sup>2</sup> 東京大学地震研究所

<sup>1</sup>Railway Technical Research Institute, <sup>2</sup>Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

### 1. はじめに

鉄道分野においては、大地震発生時に地震波の振幅や地震波から推定された地震震源に基づいて速やかに警報を出力する早期地震警報システムを従来より活用している。現在、このシステムの地震計は鉄道沿線および線路から離れた海岸や内陸に数多く存在するが、今後、海域で発生する地震に対してより早く警報を出力するために海底地震計を利用することが重要と考える。

一方、海底地震計と既存の地上地震計とでは設置環境が大きく異なるため、現行の警報手法に海底地震計を適用するに当たっては、事前に海底で観測される地震波の特性を把握する必要がある。

以上を背景に本研究では、三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムと K-NET および KiK-net の観測記録を用いて、海底と陸上で観測される地震波の相違に関する基礎検討を実施した。

### 2. 使用したデータ

三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムの海底地震計は岩手県釜石市沖に3台設置されており、それぞれ海岸から約46km, 88km, 110kmの位置にある。これらの海底地震計で2000年から2011年3月11日までに観測された地震のうち、震央距離やマグニチュード等に幅を持たせるよう考慮して抽出した71地震の213の観測記録を用いた。はじめに、各記録は重力加速度のx,y,z成分およびケーブル方向から上下, 南北, 東西成分を求める関係式(海洋研究開発機構, 2008)を用いて方位の修正を行った。次に、父島近海を震源とする遠地地震の記録を用いて、陸上観測記録(ここではKiK-net 山田)との相関係数を最大とする方法(加藤他, 2001)から設置方位を推定し、ケーブル方向のずれを微修正した。また、比較対象として上述の71地震で観測されたK-NETおよびKiK-net(地中地震計は除く)の23796の観測記録を扱った。

### 3. 海底と陸上における地震波の比較

海底と陸上で観測される地震波の違いを検証するために、陸上の観測記録から求められた最大加速度の距離減衰式(是永他, 2012)を用いて、海底および陸上の観測値と距離減衰式による予測値の差を比較した。その結果、震源距離によらず海底の最大加速度の値は陸上の値に比べ3倍程度大きくなることが確認された。次に、KiK-net 山田に対する海底地震計の最大加速度の比を求め、海底の値が陸上に比べて平均で3.7倍程度大きいことを確認した。

さらに、周波数特性の違いを確認するため、陸上の参照観測点よりも海底の最大加速度が大きいいくつかの地震についてS波のフーリエ振幅スペクトルを比較した結果、5Hz以下の長周期成分では海底における振幅が10倍程度大きいに対し、5Hz以上の短周期成分では陸上より有意に小さいことを確認した。海底地震計の長周期成分が増幅されるのは、海底堆積物によるものと推察される。

今後、陸上の参照観測点を増やしてさらなる検討を進める必要があるが、海底地震計で記録された地震波は、陸上の地震計で記録されたものと特性がやや異なることが確認された。海底地震計データの活用にあたって、海底の地盤増幅率や周波数特性などを十分考慮する必要がある。

### 4. 謝辞

本研究では、東京大学地震研究所の三陸沖光ケーブル式海底地震・津波観測システムおよび、防災科学技術研究所のK-NET, KiK-netの観測記録を使用させていただきました。記して感謝いたします。

キーワード: 海底地震計, 早期地震警報, 最大加速度, 三陸沖

Keywords: ocean-bottom seismograph (OBS), earthquake early warning (EEW), peak acceleration, off Sanriku

## Developments in the Earthquake Early Warning System for Istanbul, NW Turkey Developments in the Earthquake Early Warning System for Istanbul, NW Turkey

Ali Pinar<sup>1\*</sup>, Mustafa Erdik<sup>1</sup>, Hakan Alcik<sup>1</sup>, Can Zulfikar<sup>1</sup>, Aydin Mert<sup>1</sup>, Ahmet Korkmaz<sup>1</sup>  
Ali Pinar<sup>1\*</sup>, Mustafa Erdik<sup>1</sup>, Hakan Alcik<sup>1</sup>, Can Zulfikar<sup>1</sup>, Aydin Mert<sup>1</sup>, Ahmet Korkmaz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>KOERI, Bogazici University, Turkey

<sup>1</sup>KOERI, Bogazici University, Turkey

The implementation of the earthquake early warning system (EEWS) in Istanbul commenced in 2001 following the devastating 1999 Izmit (Mw=7.5) and Duzce (Mw=7.2) earthquakes. At present the EEWS network consists of 10 inland and 5 OBS strong motion stations located as close as possible to the Great Marmara Fault zone. At the beginning data transmission was provided with Spread Spectrum Radio Modem; now, a satellite based and fiber optic data transmission system is used for communication between the remote stations and the base station at KOERI. The continuous on-line data from these stations is used to provide real time warning for emerging potentially disastrous earthquakes. A simulation of Early warning times for 280 earthquakes portrays a lead time between 0-30 seconds for Istanbul metropolitan area. The fiber optic lines provide high data transmission speed (2-4 milliseconds) from the remote stations to the KOERI data center, i.e. no latency exists taking into account the 100 sps sampling interval of the data. Redundancy of communication system is essential which we supply using a satellite data transmission system.

Considering the complexity of fault rupture and the short fault distances, a simple and robust Early Warning algorithm, based on the exceedance of specific threshold time domain amplitude levels (band-pass filtered accelerations and the cumulative absolute velocity) named as CAV is implemented. Onsite and regional early warning algorithms based on translation of the early P-wave waveform characteristics to final source parameters of the earthquakes are to be implemented as well.

The early warning signal (consisting three alarm levels) is to be communicated to the appropriate servo shut-down systems of the receipt facilities, which will automatically decide proper action based on the alarm level. Among the prospective end users of the EEW signal are the facilities such as Fast Train and Tube Tunnel, Istanbul Gas Distribution Corporation (IGDAS), Recently constructed tall buildings, electric power plants and so on.

The continuous upgrade of the EEWS network, the software and the hardware is going on. In addition to the present strong motion stations additional ones are to be deployed along the southern coastline of the Marmara sea. The improved station coverage will enable regional warning technique be implemented along with the present on-site warning algorithm.

キーワード: early warning, rapid response, algorithms, fiber optic line, Marmara Sea, Turkey

Keywords: early warning, rapid response, algorithms, fiber optic line, Marmara Sea, Turkey



## 新しい強震モニタの提供実験

### A social experiment of a new strong-motion monitoring system (Kyoshin Monitor) with earthquake early warning

中村 洋光<sup>1\*</sup>, 青井 真<sup>1</sup>, 功刀 卓<sup>1</sup>, 鈴木 亘<sup>1</sup>, 内藤 昌平<sup>1</sup>, 東 宏樹<sup>1</sup>, 藤原 広行<sup>1</sup>

Hiromitsu Nakamura<sup>1\*</sup>, Shin Aoi<sup>1</sup>, Takashi Kunugi<sup>1</sup>, Wataru Suzuki<sup>1</sup>, Shohei Naito<sup>1</sup>, Hiroki Azuma<sup>1</sup>, Hiroyuki Fujiwara<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 防災科学技術研究所

<sup>1</sup>NIED

防災科研では、強震観測網の一部リアルタイム観測化に伴い2008年8月より「強震モニタ」といわれる全国の揺れを地図上に実況中継するWEBサービスを開始した(青井・他, 2011年地震学会秋季大会)。2011年3月東北地方太平洋沖地震以降、この強震モニタへのアクセスが急増し、緊急地震速報が発表された際の揺れの広がり確認や、地震が発生していない状態でも揺れていると感じる地震酔いと言われる症状の対策に利用される等、専門家だけではなく、非専門家からの関心も高まった(東他, 2011年地感連合大会)。また、東北地方太平洋沖地震における緊急地震速報では、マグニチュードの過小評価等により十分な領域に警報を発することが出来なかったことから、緊急地震速報のような震源の推定情報とは独立して、観測された揺れの分布から巨大地震を検知する手法の検討もなされている(中村・他, 2012年地感連合大会)。このように地震発生直後における災害軽減に資する情報として、直近の予測としての緊急地震速報と、観測情報としての強震モニタを組み合わせることが重要であるという観点から、それらを組み合わせ提供可能とした新しい強震モニタを開発した(青井・他, 2012年地震学会秋季大会、以下「試用版強震モニタ」とよぶ)。本研究では、一般の方を対象にした試用版強震モニタの提供実験を実施し、強震モニタの利用に至る動機やいきさつ、利用したバージョン、利用状況、使い勝手等に関する意見や要望に関するアンケート調査を実施し、今後の強震観測情報の配信や活用におけるニーズを得ることとする。

提供実験は、ユーザ登録した実験参加者に対して試用版強震モニタを、インターネットを介して限定的に公開することで実施した。参加募集は、提供実験のホームページ(<http://www.kmoniexp.bosai.go.jp/>)を通じて2012年9月から10月にかけて一般の方を対象に3回行い、合計約4000名の参加者を得た。参加者の地域分布を見てみると、東日本からの参加が多く、東北地方太平洋沖地震の影響を大きく受けた地域で関心が高い傾向が見られた。更に詳しい利用状況を調査するために、実験実施期間中にアンケート調査を行った。第1回のアンケート調査では30程度設問に対し、2640名の方から回答を得ることができた。実験に参加した理由については「地震の発生を早く知りたい」「地震対策に役立ちそう」という回答を多く得た。また、利用の頻度については、「ほぼ常時」36%、「日に1回以上」19%で回答した半数以上の方がかなり高い頻度で強震モニタを利用していたことが分かった。強震モニタの導入による防災に対する意識の変化について聞いたところ、約76%の方から「上がった」あるいは「少し上がった」という回答が得られ、その理由については「普段から地震のことを気にするようになった」や「大きく揺れ出すまでに対応行動がとれると思うようになった」という回答が多く、常時揺れの状況を表示することやそれとあわせて予報を含めた緊急地震速報による情報を表示することで普段からの防災意識の向上に役立っていることが明らかになった。また、自由意見で最も多く寄せられたものとしては、「ログインをなくして、誰でも見られるようにして欲しい」という趣旨の意見であった。利用者を限定せずこのような高頻度に更新されるリアルタイム地震情報を広く提供するという事は、ネットワークや計算機のリソースの観点から多くの課題があるため、情報提供のあり方を今後検討していく必要がある。本講演ではその他のアンケート調査結果も含めて紹介したい。

謝辞：提供実験に参加して頂いた方々に感謝の意を表します。

キーワード: 強震モニタ, 緊急地震速報, 強震動, 提供実験

Keywords: kyoshin monitor, earthquake early warning, strong ground motion, social experiment

## パーティクルフィルタを利用した自動震源決定 Automatic Hypocenter Determination using Particle Filter Method

溜淵 功史<sup>1\*</sup>

Koji Tamaribuchi<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> 気象庁地震火山部

<sup>1</sup>JMA

東北地方太平洋沖地震の余震活動のように、広域で地震が多発すると、従来の手法ではトリガ検知ができなかったり、複数の地震のP相、S相などが混在したりするために、実際の震源とは大きく異なる場所に偽りの震源を決定することがある。その対策としてLiu, 山田 (2011) は、震源を適切に識別するために、パーティクルフィルタを用いることを提案した。パーティクルフィルタは、確率密度関数を多数のサンプル(パーティクル)で近似し、それぞれのサンプルの尤度を現時点で得られている観測データから求めることによって、新たな確率密度関数を逐次推定・更新する手法である。Liu, 山田 (2011) は、ある観測点で地震波を検知すると、観測点周辺の5次元空間(時間、緯度、経度、深さ及びマグニチュード)に多数のパーティクル(仮想震源)を一様乱数でばらまき、各パーティクルから期待される振幅と、実際に観測されている振幅値に近いほど、その仮定した震源の尤度が大きくなるように尤度関数を設定した。振幅情報のみを用いたこの手法は、規模が比較的大きな地震に対しては有効であると考えられる。本研究では、さらに規模が小さな地震に対しても適用するために、振幅情報以外にP相、S相の検測結果を取り込んだ尤度関数を適用した。

尤度関数は基本的に(1) 真の震源周辺で尤度が最大となること、(2) 異常値に対してロバストであること、の2つの条件を満たせばよい。ある震源 $m(t, lat, lon, dep)$ を仮定したとき、各観測点( $i=1, \dots, N$ )における理論走時と観測走時の走時残差は正規分布( $f(t_i^{obs} | m, s_i)$ )で与えられる( $s_i$ は走時残差の分散)。同様に、ある震源 $m(t, lat, lon, dep)$ を仮定したとき、振幅から各観測点におけるマグニチュードを計算することができ、そのばらつきも正規分布( $g(M_i^{obs} | m, s_M)$ )で与えられる( $s_M$ はマグニチュード残差の分散)。したがって、ある震源 $m(t, lat, lon, dep)$ を仮定したときの尤度関数は、

$$lik(x|m,s)=\text{Product}_{i=1}^N[f(t_i^{obs}|m,s_i)*g(M_i^{obs}|m,s_M)],$$

として計算することができる(Productは各項の積の意味)。

また、震源決定を開始する最初の確率密度関数(パーティクルの初期ばらまき)は、一様分布によっても与えることができるが、(1) トリガ観測点以外の観測点と比較して十分に近い位置にのみパーティクルをばらまくこと(テリトリー法の考え方)、(2) 過去の震源分布を考慮すること、によって効率化を図った。

一元化震源に利用している全国の観測点に対して適用したところ、一元化震源と比較して、内陸の浅い地震については概ねM1以上で90%以上決定できた。また、沿岸から離れた地震や島嶼部の地震についても60~70%程度の決定率であり、従来の自動処理に比べて高い決定率を得ることができた。

キーワード: 自動処理, パーティクルフィルタ

Keywords: automatic hypocenter determination, particle filter

## 震源過程自動解析システムの開発 Development of an automated source inversion system

鈴木 亘<sup>1\*</sup>, 青井 真<sup>1</sup>, 功刀 卓<sup>1</sup>  
Wataru Suzuki<sup>1\*</sup>, Shin Aoi<sup>1</sup>, Takashi Kunugi<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 防災科学技術研究所

<sup>1</sup>National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

被害地震の震源破壊過程は、その地震の特性を把握し地震被害を理解する上で基本的かつ重要な情報である。防災科研では2003年5月に発生した宮城県沖の地震(Mw7.0)以降、K-NETおよびKiK-netの強震記録を用いて大地震や被害地震の震源破壊過程を推定し、速報的結果をできるだけ迅速にウェブページにて公開を行ってきた。さらに詳細な解析が進めばウェブページを更新したり論文として発表を行っている。これまで結果第一報の公開までには早くとも地震発生後丸一日要してきたが、地震発生直後に利用可能な情報を基に自動的に解析を実行し、研究者の手を介する解析の参考となる結果が地震後一時間程度で推定可能となれば、第一報公表までの時間短縮のために非常に有効である。震源過程の自動解析は既往の研究でも試みられているが(例えばKuge, 2003)、強震データ回収時間の大幅な短縮、強震計の精度向上、AQUAシステム(松村・他, 2006)を初めとする震源位置・震源メカニズム解自動推定システムの発展、計算機の高速度化などにより、実用的かつ高速な震源過程自動解析システムの構築がより現実的となってきた。我々は日本で発生した大地震に対して、防災科研の地震観測網のデータを利用して震源破壊過程の自動推定を行うシステムの開発を行い、近年発生した被害地震を例に検証を行った。

解析システムはK-NET、KiK-netで閾値を超える震度が観測されると自動解析を開始する。強震観測網サーバからK-NET、KiK-netでトリガされた強震データを受信するとともに、F-netサーバから速度型強震計のデータを取得する。震源位置情報はHi-netデータを用いてリアルタイム地震情報システム(Horiuchi et al., 2005; Nakamura et al., 2009)により地震直後に自動推定される情報を、震源メカニズム情報はF-netおよびHi-netデータを用いてAQUAシステムにより地震発生後数分で自動推定される情報を利用する。これらの震源情報から、2つの節面について、地震規模および震源深さに応じた大きさ・形状を持つ断層面を設定する。なお、破壊伝播の指向性を考慮するため、破壊開始点の相対位置を変えた複数通りの断層面モデルを構築する。解析に利用する観測点は、森川・他(2007)による経験的サイト増幅特性を考慮した上で、震央距離および方位角分布が可能な限り均等となるように16点を選択する。KiK-net観測点についてはデータに異常があると判定されない限り地中記録を利用する。震源過程解析手法はマルチタイムウィンドウ線型波形インバージョン法を用いるSekiguchi et al. (2000, 2002)に従っており、構築した断層面モデルそれぞれについて第一タイムウィンドウトリガリング速度および平滑化強さを変えて解析を実行し、平滑化強さはABICを用いて評価する。

2008年岩手・宮城内陸地震でのデータを用いて自動解析アルゴリズムの検証を行った。但し、過去の地震であるため、強震データおよび震源情報を手動で解析サーバに配置することにより自動解析を開始させた。震源過程解析において重要な要素である観測点分布については、震源から東方の領域では北上山地の観測点を多く選択し、南方については震源距離の近い仙台平野内の観測点ではなくF-net観測点を選択するなど、断層面を囲みつつ地盤条件の良好な観測点を採用する分布となった。2枚の節面について4通りの破壊開始点相対位置を設定した計8通りの断層面モデルの解析のうち、残差を最小とした解析は北西傾斜で破壊開始点が断層面の中央よりやや北に位置する断層面モデルを用いたものであり、Suzuki et al. (2010)による解析結果と整合的である。すべり量や地震モーメントはやや大きいものの、すべり分布や破壊伝播過程はSuzuki et al. (2010)と大局的には類似する結果を得た。また2007年能登半島地震のデータを用いた検証では、南東傾斜の断層面モデルですべりは破壊開始点の周囲で比較的大きいというAsano and Iwata (2011)による解析と整合的な結果が得られた。今後、定常的にシステムを稼働して実地震時の挙動を検証していくとともに、パラメータチューニングを行いシステムの改良を図っていく予定である。

キーワード: 震源過程解析, リアルタイム地震情報, 強震記録, 自動解析

Keywords: Source inversion analysis, Real-time earthquake information, Strong-motion data, Automatic analysis



## 緊急地震速報等の利活用状況調査結果について The questionnaire survey on the Earthquake Early Warning

武田清史<sup>1</sup>, 松井正人<sup>1</sup>, 中村 雅基<sup>1\*</sup>, 山田安之<sup>1</sup>

TAKEDA, Kiyoshi<sup>1</sup>, MATSUI, Masato<sup>1</sup>, Masaki Nakamura<sup>1\*</sup>, YAMADA, Yasuyuki<sup>1</sup>

<sup>1</sup> 気象庁地震火山部

<sup>1</sup>JMA

気象庁では、緊急地震速報の内容、提供方法等の改善に活かすため、その利用者である国民を対象としたアンケート調査を平成13年度から実施し、利用者の評価、利活用状況や改善要望等を把握している。平成24年度の調査では、提供開始から5年が経過した緊急地震速報について、インターネットを活用した全国的なアンケート調査を実施し、緊急地震速報に対する国民の認知度とその評価、情報の入手手段や携帯電話等の活用状況、情報を見聞きした際の行動等、訓練への参加状況について調査を行った。また、緊急地震速報に接した時にとる行動と、その方々の意識・経験との関連について分析を行った。

アンケート調査から得られた主な結果は以下のとおりである。緊急地震速報がどんな情報かを知っている人の割合は77%であった。平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震とその後の活発な余震活動の影響もあり、東北・関東地方の認知度が高かった。現在の発表基準や情報の有益性は肯定的に受け止められており、揺れの予測も概ね信用されている。予測精度については、空振りよりも見逃しに厳格となる傾向が認められた。

情報は、テレビ・ラジオ、携帯電話等を通して利用されているが、時間帯などの状況に応じて変化する。今後の入手手段も多くはこれらが希望されているが、一部で複数の手段を活用した情報入手が望まれている。なお、携帯電話等で入手可能なことや専用の報知音があることを知らない人は3~4割で、これらには明瞭な地域差が認められる。

緊急地震速報を見聞きした人の72%は何らかの行動をとった経験があり、行動の内容は、身の安全確保を中心に様々で、情報収集など危険回避以外の行動も見られた。緊急地震速報を見聞きした際の行動の有無については、見聞きした際に強い揺れがくると思うなどの速報への信頼や、避難方法等を家族で話し合っているなどの地震への備え、さらに、過去の経験などが影響しているように見られた。

緊急地震速報に関する訓練の必要性は85%の人が認めており、22%の人に訓練の参加経験があった。また、訓練を経験している人の方が実際に行動できている割合が高かった。「勤務先の訓練参加」をきっかけに訓練に参加した人、「訓練実施のお知らせが来なかったから」訓練に参加していない人がそれぞれ多かった。

本アンケート調査の詳細については気象庁ホームページ

<http://www.jma.go.jp/jma/press/1212/14b/manzokudo241214.html>

に掲載されているので参照いただきたい。

キーワード: 緊急地震速報, アンケート調査, 気象庁

Keywords: EEW, questionnaire survey, JMA