Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS23-01 会場:201A 時間:5 月 24 日 14:15-14:30

# 気象庁における緊急地震速報の改善に向けて　～中期的改善計画～
# The medium-term improvement plan of the JMA EEW system

中村 雅基 [1*], 山田安之 [1], 平野和幸 [1], 菊田晴之 [1]
Masaki Nakamura[1*], YAMADA, Yasuyuki[1], HIRANO, Kazuyuki[1], KIKUTA, Haruyuki[1]

[1] 気象庁地震火山部
[1]JMA

気象庁では、緊急地震速報の改善のために改修等を行ってきており報告しているところであるが、本処理は、地震活動等総合監視システム (EPOS) の一部として組み込まれているため、その 24 時間運用を行いながらの改修は限定的とならざるを得ない。換言すれば、EPOS システムの更新タイミングは、例えば緊急地震速報処理の根本的な見直しを行うには最も適切な機会ととらえることができる。本発表では、このような機会を利用して気象庁が行おうとしている緊急地震速報の中期的な改善計画について述べたい。

気象庁の緊急地震速報処理は、比較的少ない観測点で現地の観測点処理結果を利用して行う処理を基本としている。観測点側の処理（「単独観測点処理」）項目の追加・高度化により緊急地震速報処理システム全体の効率化を行っている。

例えば、従来の「トリガ送信モード」(トリガがかかり検測に成功した時のみ処理結果を送信) に加え「連続送信モード」を追加した。これにより、連続的な強震動監視・予測処理のための基礎データが、トリガの有無に関わらず常に確保でき、全ての観測点の現在の状況を把握できることになる。これらは、同時発生した地震の分離や推定された震源の妥当性の評価等に利用することができる。

また、功刀・他 (2008) により提案された逐次震度 (厳密にはパラメータ等微細な差異はあるが以下、「功刀逐次震度」と記す) を導入した。これにより、1. 強震動域の広がりをリアルタイムに監視、2. より直接的な震度相当データからの震度予測処理を模索、3. 同一地震判定や決定された震源要素の妥当性評価として活用することができる。

気象庁の緊急地震速報処理では、現地観測点の処理結果である検測値が入電する度、地震のグルーピングを行う必要がある。現在の処理は、ある検測値は唯一イベントにのみ所属し、一旦処理が終了するまではその所属を変更することはできない仕様としており、そのため比較的緩い (同一グループとなりやすい) 判定基準で運用していた。時空間的に近接して複数の地震が発生した場合などに、より適切な緊急地震速報が発表できるよう、ある検測値は複数イベントに所属できるようにし、またより厳格な判定基準で運用することを考えている。さらに、これまでの処理は検測時刻のみを用いて判定を行っているが、これに加え振幅等の情報も用いようとしている。

また、気象庁の緊急地震速報処理では、防災科学技術研究所開発の着未着法や従来型の STA/LTA トリガ・AR-AIC 処理等に基づく震源自動決定法によって得られた震源要素を必要に応じて取り込んでいるが、パーティクルフィルタを用いた処理 (溜渕@本学会) を併せて利用することを考えている。これら震源要素を取り込む際も、より厳格な判定基準で運用することを考えている。

平成 23 年 (2011 年) 東北地方太平洋沖地震のような巨大地震や、その余震活動の活発化等による地震同時多発時には、現在の震源要素を元にした緊急地震速報では適切な情報が発表できない事例が幾つかあった。このような状況を踏まえ、従来から行っている震源要素を元にした手法に、功刀 (2008) によって提案された逐次震度の常時モニタを加えた手法を考えている。手法の概要は以下の通りである。

1. 信頼できる震源要素が得られた場合のみ、従来から行っている各震度観測点における震度予測を行う。
2. 例えば、各震度観測点の近隣 30km 以内の観測点における最大功刀逐次震度を、地盤増幅度や観測点増幅度を加味した上で、その地点における予測震度とする。
3. 1 と 2 で得られた予測震度の大きい方を、その震度観測点の予測震度とする。

この手法により、従来から行っている震源要素を元にした手法の長所である、
・決定された震源要素を津波予報等に利用できる。
・比較的猶予時間が長い。
を生かしつつ、短所である、
・震源域が広域である巨大地震に対応できない。
・地震同時多発時など、震源要素が適切に決定できないと処理が破綻する。
に対処できるようになると考えている。

繰り返しになるが、気象庁の緊急地震速報処理は、比較的少ない観測点で現地の観測点処理結果を利用して行う処理を基本としている。この処理を行う観測点は、現在東南海 OBS ５観測点を含む全国 220 観測点であるが、既に 50 観測点の増設を行っており、順次緊急地震速報処理に取り込む予定である。また、防災科学技術研究所が所有する南関東周辺の KiK-net の大深度地震計 30 観測点、および海洋研究開発機構が所有する DONET の 20 海底地震観測点の観測データを取り込み・処理する装置の整備を行っており、順次緊急地震速報処理に取り込む予定である。なお、気象庁震度計 400 観測点については、ある閾値を超えた現地の観測点処理結果である功刀逐次震度のみではあるものの、次期システムか

©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.



ら利用する予定である。

キーワード: 緊急地震速報, 気象庁, 震度, 震源決定
Keywords: EEW, JMA, seismic intensity, hypocenter determination

Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS23-02 会場:201A 時間:5 月 24 日 14:30-14:45

# 震度のリアルタイム演算法とその応用
# A real-time calculation of seismic intensity and its applications

功刀 卓[1*], 青井 真[1], 中村 洋光[1], 鈴木 亘[1], 森川 信之[1], 藤原 広行[1]
Takashi Kunugi[1*], Shin Aoi[1], Hiromitsu Nakamura[1], Wataru Suzuki[1], Nobuyuki Morikawa[1], Hiroyuki Fujiwara[1]

[1] 防災科学技術研究所
[1]NIED

現在提案されている早期地震警報のほとんどは、対象地点の震度を予測することを目的としているが、その精度は十分とは言えないのが現状である。当面の対策としては、いちはやく実際に観測された震度を知り、警報を補正・訂正することが有効である。しかしながら、気象庁告示に基づく震度演算は周波数領域のフィルタ処理を必要とすることから、リアルタイムに実行することができない。これを解決するため、功刀・他（2008, 地震 2, 第 60 巻,243-252）では、周波数領域でのフィルタ演算を時間領域の近似フィルタで代用することによる、震度のリアルタイム演算法を提案した。この演算法は、計測震度の高精度な近似値をリアルタイムで得ることを可能にする。さらには、功刀・他（2013, 地震 2, 第 65 巻,223-230）に於いて、99 %のデータに対して誤差が 0.1 以内となる高精度な演算法を提案し、この提案方法が計算精度に関して最良に近いものであることも示した。現在、防災科学技術研究所（防災科研）では、K-NET・KiK-net 強震計に震度のリアルタイム演算機能を組み込んで運用しており、その演算結果は、「強震モニタ」等を通じて広く一般に公開されている（中村・他、本大会）。

このように、震度のリアルタイム演算に関する問題は実用上ほぼ解決されたと言える。本講演では、震度のリアルタイム演算法の概要を紹介するとともに、地震早期警報の分野でのいくつかの応用（可能性も含む）についても述べる。応用の例としては、揺れのリアルタイム可視化（強震モニタ）、実測震度に基づく実況型警報、既存型緊急地震速報の訂正・補正、大深度地下で計測した震度に基づく直前警報、観測震度値の瞬時集計による超巨大地震発生の早期検知、等が挙げられる。

キーワード: 震度, リアルタイム処理, 緊急地震速報, 強震モニタ, 強震動
Keywords: seismic intensity, real-time processing, earthquake early warning, kyoshin monitor, strong ground motion

Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS23-03 会場:201A 時間:5 月 24 日 14:45-15:00

# 実時間地震動予測　―データ同化手法の適用による実況波動場の把握強化―
# Real-time prediction of earthquake ground motion :application of data assimilation technique for estimation of wavefield

干場 充之 [1*]
Mitsuyuki Hoshiba[1*]

[1] 気象研究所
[1]Meteorological Research Institute

緊急地震速報における迅速化と震度予測の精度を高めることを目指して、新しい処理手法を考察している。今回は，データ同化手法の適用による実況の把握強化について発表する。

現在の緊急地震速報では、まず、一旦、震源位置とマグニチュード（M）を決め、それらをもとに地震の揺れ（震度）の予測を行っている。いわば、現象の原因を特定し、それによる結果を推定する方法である。このような震源と M に依存する方法では、震源域の広がりの効果を取り入れるのは容易ではなく、震源や M 推定の誤差が震度予測の誤差に直結し、震源が決まらないと震度予測の段階に入れない弱点がある。また、東北地方太平洋沖地震（M 9.0）の余震で経験したように、同時に複数の地震が発生した場合には、震源決定は容易ではない。さらに、この方法では震度予測の精度向上には限界があることが分かってきた。これらの課題に対処するため、震源や M を介さずに（「原因」を特定せずに）、リアルタイムで観測された波動場（実況値）を利用して、境界積分方程式法（Kirchhoff 積分）を用いて時間発展的に予測する手法を構築している。今回は，実況値の把握に有効なデータ同化ついて触れる。

提案する予測手法では、詳細な揺れの実況分布の把握が重要であり、よって、密な観測網によるリアルタイムモニタリングが必要である。さらに，詳細な実況分布を得るために，データ同化の手法を応用する。データ同化は、時間発展型の予測手法などにおいて、疑似的に観測点密度を増やす技法で気象の数値予報や海洋の分野で広く用いられている。現時点での波動場（実況値）を推定するために、現時点での実際の観測値ばかりでなく、１ステップ過去に推定された波動場から予測された分布も用いる。これを、逐次、連続的に行うことにより、過去のすべての観測値を使い，実況値を把握することにつながる。地震が多発している場合や，震源域に広がりがある場合についてシミュレーションを行い，このような場合でも波動場の推定に有効であることを確かめた。

境界積分方程式法（Kirchhoff 積分）と，リアルタイムでの地盤増幅特性の補正と合わせて，実時間地震動予測手法の構築を目指す。

キーワード: 緊急地震速報, 実時間地震動予測, データ同化
Keywords: Earthquake Early Warning, Real-time prediction of ground motion, data assimilation

Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS23-04 会場:201A 時間:5 月 24 日 15:00-15:15

# コーダ規格化法により推定した気象庁震度観測点のサイト増幅率を用いたリアルタイムサイト補正の試み
# Real-time correction of site amplification factors estimated by the coda normalization method

青木 重樹 [1*], 干場 充之 [1]
Shigeki Aoki[1*], Mitsuyuki Hoshiba[1]

[1] 気象庁気象研究所
[1]Meteorological Research Institute

## １．はじめに

干場 (2011 地震学会) は震源や M の推定を介さずに，波動場のモニタリングを用いて地震動を予測する手法を提案している．その手法で用いるサイト補正はリアルタイム処理が可能であることが求められる．岩切・干場 (2011JpGU) は，スカラー量としての経験的サイト増幅率である平均震度差よりも，周波数依存する増幅率を補正に用いた方が震度予測誤差が小さくなることを示した．そのため，干場 (2012 地震学会) は周波数依存する増幅率を振幅特性としてもつような漸化式デジタルフィルターを設計し，これを時間軸上で逐次データに適用するというリアルタイム処理可能なサイト補正手法を構築した．本研究では，コーダ規格化法により系統的に導出した全国の気象庁震度観測点の周波数依存したサイト増幅率 [青木・干場，2012 地震工学会] と同様の振幅特性をもつフィルターを設計し，サイト特性の補正実験を行ったので報告する．

## ２．サイト増幅率

青木・干場（2012）では，1996-2010 年の強震観測報告に掲載された気象庁震度観測点の波形記録を用い，Takemoto et al.(2012BSSA) と同様な手法で中心周波数が 0.75 から 15.0Hz の 11 個の帯域の相対的なサイト増幅率を推定した．この手法は，各帯域でのコーダ波部分の三成分合成の RMS 振幅をデータとして，震源と波動伝播に関する項と全観測点の相対的サイト増幅率を同時に最小自乗法で推定する．本解析では，時間窓（幅 5 秒）は震源時の 60 秒後から 2.5 秒ずつ移動しながら 15 個設定した．このとき，S 波走時の 2 倍以上経過していないデータや，S/N が 2 以下のデータは利用しなかった．利用した地震は，日本およびその周辺の深さ 90km 以浅で発生したマグニチュード 4.0～7.4 の範囲にある計 370 個で，震央距離 200km 以内の観測点のデータのみを用いることとした．このとき，同一経過時間の時間窓で 8 個以上振幅データがない地震は推定に利用しなかった．以上の解析により 544-566 観測点の相対的サイト増幅率が得られた．

これらの増幅率は，0.75～2Hz の低周波数側では，堆積層が厚い平野部などで増幅率が大きくなる特徴があり，より高周波数側では地域的なコントラストが弱くなることがわかった．また，高周波数側 (10Hz 以上) を除いて，微地形区分による増幅率や平均震度残差から推定された増幅率 [気象庁，2012] と正の相関があることがわかった．

## ３．サイト補正実験

干場（2012）のフィルターは，複数の 1 次と 2 次のアナログフィルターの結合で表現され，それらのフィルターのパラメタは，振幅特性がサイト増幅率と一致するように非線形最小自乗法で推定される．所要の漸化式デジタルフィルターは，このアナログフィルターに双一次変換とプリワーピングを適用することにより設計される．なお，これはサイト特性を付加するフィルター（コンボリューションフィルター）であるが，サイト特性を取り除くフィルター（デコンボリューションフィルター）についても，アナログフィルターの分母と分子を入れ替えれば，同様に設計可能である．本研究では，コーダ規格化法で求めた増幅率から上記の漸化式フィルターを設計するが，その際，対象の周波数帯域外については，0.75Hz あるいは 15Hz と同じ増幅率を持つものと仮定した．

サイト補正実験では，全観測点で共通のサイト特性をもつ波形を作成するために，補正対象の観測点に，その観測点のサイト特性をもつデコンボリューションフィルターを適用し，その後，共通の基準観測点のサイト特性をもつコンボリューションフィルターを適用した．また，補正前後の波形に功刀・他（2008 地震 2）のフィルターを施し，震度計算を実施した．補正の効果を確認するため，いくつかの地震に対し，補正前後の震度分布を比較した．その結果，補正前の分布に見られる近接観測点間の大きな震度差（外れ値）が，補正後は小さくなり，外れ値が解消される傾向があることがわかった．これは，このサイト補正がうまく機能していることを示している．

謝辞
本報告では,「強震観測報告」に掲載されている気象庁の震度観測点の記録を利用しました．

キーワード: サイト増幅率, コーダ規格化法, リアルタイム処理, 気象庁震度観測点, 地震動予測
Keywords: Site amplification factor, Coda normalization method, Real-time processing, JMA seismic intensity station, Prediction of ground motion

Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS23-05 会場:201A 時間:5 月 24 日 15:15-15:30

# リアルタイム地震被害推定システム J-RISQ の試作
# Construction of real-time earthquake damage-estimation system J-RISQ

青井 真[1*], 中村 洋光[1], 功刀 卓[1], 鈴木 亘[1], 藤原 広行[1]
Shin Aoi[1*], Hiromitsu Nakamura[1], Takashi Kunugi[1], Wataru Suzuki[1], Hiroyuki Fujiwara[1]

[1] 防災科学技術研究所
[1]National Research Institute for Earth Science and Disaster Prevention

強震観測で得られるデータを活用し、より適切な初動体制確立の意志決定に役立てるためには、震度のような単なる地震動情報だけでなく、暴露人口や震動被害など社会状況を加味した情報を発信する必要がある。このような問題意識のもと、リアルタイム地震被害推定システム（J-RISQ）を構築し、現在外部には非公開での試験運用を行っている。このシステムは、地震ハザードステーション（J-SHIS）の開発にあたり蓄積してきた表層地盤の増幅特性データや人口・建物に関する情報等の基本情報や建物のフラジリティー評価手法と、K-NET や KiK-net から得られるリアルタイム強震データ等の観測データを組み合わせることで実現したものである。

緊急地震速報のように震源推定誤差の影響を受けることのないよう、被害推定のための外力に関する情報としては、実際に観測された地震動（計測震度）情報のみを用いている。震度データは地震が発生した後、同時に送られてくるのではなく、地震動が広がるのにつれて順次トリガーした観測点から時間的にばらばらに送信されてくる。本システムでは、一定の時間範囲に、算出された震度 2.5 以上のデータの個数が閾値を超過した場合に推定状態に遷移し、推定を開始する。これによりノイズによる誤動作を避けながら地震発生の直後に推定処理を開始することが可能となる。また、時間的にばらばらに送られてくる震度データに対して、その時点で入手したデータを用いて推定を行い、逐次的に「報」を重ね、情報を更新していくことで情報の迅速性を確保している。第 1 報は地震発生後初めに震度データを受信してから 30 秒程度で出され、10 分程度の間に数度にわたり「報」が更新される。地震動の推定は、地表で観測された震度データから、経験式を用いて最大速度に変換し、各観測点における地盤増幅率を考慮して工学的基盤の最大速度を推定し、それに対して内挿処理を行うことで面的な分布を求め、再度増幅率を乗じて 250m メッシュで面的な推定を行っている。人口データは、国勢調査の 500m メッシュデータを 250m メッシュに細分化して用い、昼間／夜間でそれぞれ別に推定を行う。全国で約 6000 万棟存在する建物データについては、構造別（木造／ S 造／ RC 造）、耐震基準別（旧／新耐震）に予め 250m メッシュに割り付けている。そして、推定された地震動から構造別、耐震基準別、被害レベル別（全壊／全半壊）の被害関数を用いて被害率を算出し、メッシュ内棟数に乗じることでそれぞれの被害棟数を推定している。このように推定は 250m メッシュを基本単位として行うとともに、これらを元に市町村や都道府県毎の集計値も計算される。推定した面的な地震動や震度暴露人口、建物被害分布は WebGIS システムにより PC 上の Web ブラウザで閲覧できるだけでなく、携帯メール端末へ情報配信され、ユーザは携帯端末ブラウザ用 Web サイトから推定結果の地図等も閲覧可能である。

本システムは 2010 年から試験的に運用されており、2012 年末までに 600 以上の実際に発生した地震に対してリアルタイムでの推定を行っている。最初に震度情報を受信してから携帯情報端末へ第 1 報メールを配信するまでの経過時間の頻度分布は 30 秒程度をピークとし、対象地震の 75 %のケースについて 1 分以内に第 1 報を送信しており、地震発生直後の情報提供としては、十分な即時性を有している。暴露人口の推定に関しては比較的精度が高いと考えられるが、建物被害に関しては被害関数（震度と被害率の関係）を用いていることから被害が発生し始める前後の地震動のわずかな推定結果の違いが推定被害率に大きく影響するなど、推定精度に限界があるのも事実である。今後、推定の基礎となる人口・建物データの整備及び推定手法の高度化するとともに本システムによる推定精度の検証を行うだけでなく、推定情報の提供手法や利活用の方法の検討を進めていくことが重要である。

キーワード: 地震被害推定システム, リアルタイム地震情報, 緊急地震速報, J-RISQ, K-NET, KiK-net
Keywords: earthquake damage-estimation system, real-time earthquake information, earthquake early warning, J-RISQ, K-NET, KiK-net

Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS23-06 会場:201A 時間:5 月 24 日 15:30-15:45

# 新しいGEONET リアルタイム解析システムの開発
# Development of new GEONET real-time processing system

川元 智司[1*], 宮川康平[1], 山口和典[1], 西村 卓也[1], 宮原 伐折羅[1], 古屋 智秋[1], 酒井 和紀[1], 畑中雄樹[1], 根本悟[1], 辻宏道[1], 太田 雄策[2], 日野 亮太[2], 木戸 元之[2], 飯沼 卓史[2], 藤本 博己[2], 三浦 哲[3]
Satoshi Kawamoto[1*], MIYAGAWA, Kohei[1], YAMAGUCHI, Kazunori[1], Takuya NISHIMURA[1], Basara Miyahara[1], Tomoaki Furuya[1], Kazuki Sakai[1], HATANAKA, Yuki[1], NEMOTO, Satoru[1], TSUJI, Hiromichi[1], Yusaku Ohta[2], Ryota Hino[2], Motoyuki Kido[2], Takeshi Iinuma[2], Hiromi Fujimoto[2], Satoshi Miura[3]

[1] 国土交通省国土地理院, [2] 東北大学, [3] 東京大学地震研究所
[1]Geospatial Information Authority of Japan, [2]Graduate School of Science, Tohoku University, [3]Earthquake Research Institute, The University of Tokyo

国土地理院が運用している GEONET は，1240 点の電子基準点からなる GNSS 連続観測網である．電子基準点からはリアルタイムでのデータ取得が行われ，GEONET 中央局において処理が行われている．GNSS リアルタイム解析の防災利用については，短周期地震計では即時計測が不可能な巨大地震のマグニチュード算出に寄与することが指摘されている．例えば，2004 年スマトラ島沖地震の場合，GPS 解析を用いて地震発生から 15 分以内に正確な Mw（モーメントマグニチュード）決定が可能で，津波警報初期値として利用可能であることが分かっている（Blewitt et al., 2006）．特に平成 23 年東北地方太平洋沖地震後には地震調査推進本部調査観測計画部会においても指摘を受け，大きくその期待が高まることとなった．

国土地理院では、GEONET 観測網データのリアルタイム解析（以下「GEONET リアルタイム解析」）を平成 14 年度に導入し，その後、細かな改造を実施してきた．しかし，解析可能な観測点数の制限，100km を超える長基線における解の不安定，地殻変動の自動検知機能の欠如などの欠点があり、地殻変動を日本全国広域にわたってリアルタイムで監視をするためには、解決すべき課題が多く残されていた．

これらの課題の解決を目指し，東北大学と東京海洋大学で開発された解析手法を用いて，平成 23 年度から国土地理院は東北大学との連携の下，新しい GEONET リアルタイム解析のプロトタイプを開発している．

新しい GEONET リアルタイム解析は，地震等により発生した変位場を即時に得るとともに，可能な限り早く地震のモーメントマグニチュードを求め，情報発信することを主眼としている．現在実装されている主な機能を挙げる．解析エンジンには RTKLIB 2.4.1（Takasu, 2011）を組み込み，これまでの GEONET リアルタイム解析戦略を抜本的に変更した．さらに，地震発生に伴う変位は RAPiD アルゴリズム（Ohta et al., 2012）又は緊急地震速報（Kamigaichi et al., 2009）により検知され，矩形断層モデルの即時自動計算が実行される．RAPiD アルゴリズムは，小林他（2012）による複数の観測点を用いて相互チェックするアルゴリズムを簡略化したものを組み合わせて実装している．このようにして得られたマグニチュード推定結果等は，職員にメールで通知される．プロトタイプは平成 24 年 4 月 6 日から東北地方の 143 観測点において試験運用を開始し，現在連続稼働中である．

今回は，プロトタイプ試験運用で得られた課題と，今後のシステムの全国対応についての計画を報告する．

キーワード: GEONET, リアルタイムキネマティック GPS, リアルタイム
Keywords: GEONET, RTK-GPS, real-time

Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS23-P01 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 16:15-17:30

# 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[1*], 入倉 孝次郎[1]
Susumu Kurahashi[1*], Kojiro Irikura[1]

[1] 愛知工業大学
[1]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をいち早く捉え、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) の方法にならい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することで、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

Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS23-P02 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 16:15-17:30

# 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 [1*], 干場 充之 [1]
Naoki Hayashimoto[1*], Mitsuyuki Hoshiba[1]

[1] 気象研究所
[1]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が，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

Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS23-P03 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 16:15-17:30

# 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[1*], 津野　靖士[1], 岩田　直泰[1], 山本　俊六[1], 酒井　慎一[2], 篠原　雅尚[2]
Hiroyuki Miyakoshi[1*], TSUNO, Seiji[1], IWATA, Naoyasu[1], YAMAMOTO, Shunroku[1], SAKAI, Shin'ichi[2], SHINOHARA, Masanao[2]

[1] 公益財団法人鉄道総合技術研究所, [2] 東京大学地震研究所
[1]Railway Technical Research Institue, [2]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諸元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 倍程度大きいのに対し，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当たって，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

Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS23-P04 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 16:15-17:30

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

Ali Pinar[1*], Mustafa Erdik[1], Hakan Alcik[1], Can Zulfikar[1], Aydin Mert[1], Ahmet Korkmaz[1]
Ali Pinar[1*], Mustafa Erdik[1], Hakan Alcik[1], Can Zulfikar[1], Aydin Mert[1], Ahmet Korkmaz[1]

[1]KOERI, Bogazici University, Turkey
[1]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 miliseconds) 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 charactersitics to final source parameters of the earthquakes are to be implemented as well.

The early warning sygnal (consisting three alarm levels) is to be communicated to the appropriate servo shut-down systems of the receipent facilities, which will automatically decide proper action based on the alarm level. Among the prospective end users of the EEW sygnal 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

Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS23-P05 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 16:15-17:30

# 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 [1*], 青井 真 [1], 功刀 卓 [1], 鈴木 亘 [1], 内藤 昌平 [1], 東 宏樹 [1], 藤原 広行 [1]
Hiromitsu Nakamura[1*], Shin Aoi[1], Takashi Kunugi[1], Wataru Suzuki[1], Shohei Naito[1], Hiroki Azuma[1], Hiroyuki Fujiwara[1]

[1] 防災科学技術研究所
[1]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の確認や、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 年地惑連合大会）。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 年地惑連合大会）。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て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利活用おけるニーズを得ること目的とする。

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ことは、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

Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS23-P06 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 16:15-17:30

# 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

溜渕 功史[1*]
Koji Tamaribuchi[1*]

[1] 気象庁地震火山部
[1]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が近いほど，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,…,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，

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

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) トリガ観測点が他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

Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS23-P07 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 16:15-17:30

# 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 [1*], 青井 真 [1], 功刀 卓 [1]
Wataru Suzuki[1*], Shin Aoi[1], Takashi Kunugi[1]

[1] 防災科学技術研究所
[1]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、パラメーター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

Japan Geoscience Union Meeting 2013
(May 19-24 2013 at Makuhari, Chiba, Japan)
©2013. Japan Geoscience Union. All Rights Reserved.

SSS23-P08 会場:コンベンションホール 時間:5 月 24 日 16:15-17:30

# 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 [1], 松井正人 [1], 中村 雅基 [1*], 山田安之 [1]
TAKEDA, Kiyoshi[1], MATSUI, Masato[1], Masaki Nakamura[1*], YAMADA, Yasuyuki[1]

[1] 気象庁地震火山部
[1]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