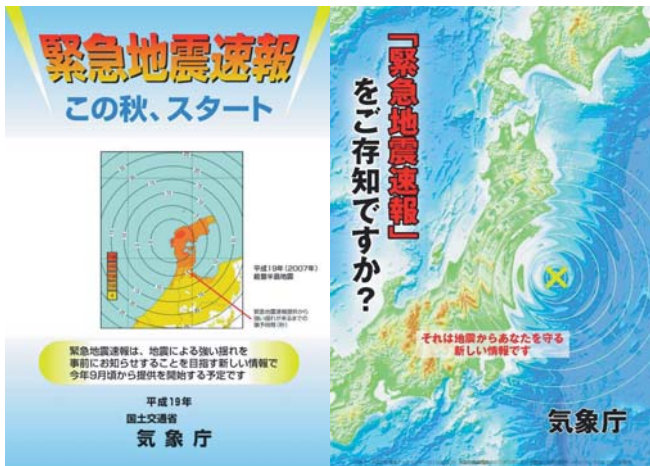


なみふる

「なみふる(ナイフル)」は「地震」の古語です。「なみ」は「大地」、「ふる」は「震動する」の意味です。



緊急地震速報のポスター。詳しくはp.2からの記事
「そのときあなたは どうする? 10月1日から緊急地震
速報の一般への提供が始まります」をご覧ください。

- p.2 そのときあなたは どうする?
10月1日から緊急地震速報の一般へ
の提供が始まります
- p.4 電離圏をゆるがす巨大地震
- p.5 地震のホヘト 第4回
「沈み込むプレートの行方」
- p.7 関東平野の地下深部に潜む巨大な凹み
- p.8 一般公開セミナー
「宮城県沖地震研究の最前線」

2007年6月～2007年7月のおもな地震活動

2007年6月～7月に震度4以上を観測した地震は18回でした。図の範囲の中でマグニチュード(M)3.0以上の地震は764回発生し、このうちM5.0以上の地震は15回でした。「M5.5以上」、「震度5弱以上」、「M5.0以上かつ震度4以上」の条件のいずれかに該当する地震の概要は下記のとおりです。

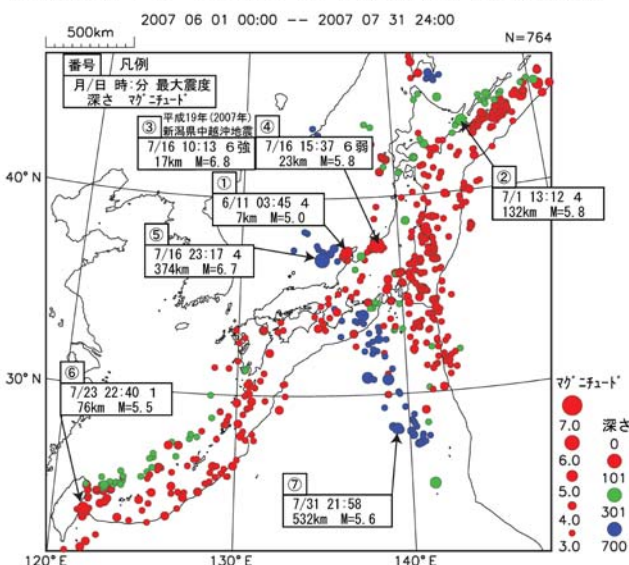
能登半島沖

「平成19年(2007年)能登半島地震」の余震で、石川県で震度4を観測したほか、石川県を中心に、富山県、福井県、岐阜県、長野県、新潟県、愛知県で震度3～1を観測しました。

根室支庁北部

太平洋プレートの内部で発生した地震で、北海道で震度4を観測したほか、北海道から青森県、岩手県、宮城県、秋田県にかけて震度3～

2007年6月1日～7月31日 M \geq 3.0 地震数=764(太枠内)



1を観測しました。

、「平成19年(2007年)新潟県中越沖地震」と最大余震

の地震により、新潟県柏崎市、刈羽村、長岡市、長野県飯綱町で震度6強、新潟県上越市、小千谷市、出雲崎町で震度6弱を観測したほか、北陸を中心に東北から近畿・中国地方にかけて震度5強～1を観測しました。この地震により、新潟県の柏崎と小木(いずれも国土地理院の検潮所)で0.3mの津波を観測しました。地殻内で発生した浅い地震で、地震活動は本震-余震型で推移しています。余震活動は比較的低調で次第に減衰しています。この地震により、死者11名、負傷者1,987名(うち重傷者177名)、全壊家屋1,109棟、半壊家屋3,026棟等の被害を生じました(8月8日10時30分現在、総務省消防庁による)。気象庁は この地震を「平成19年(2007年)新潟県中越沖地震」と命名しました。

京都府沖

太平洋プレートの内部で発生した地震で、北海道で震度4を観測したほか、北海道から関東地方にかけての太平洋側を中心に、北海道から近畿・中国地方にかけて震度3～1を観測しました。今回のようにプレートの深部で発生した地震の場合、プレート沿いに地震波が効率よく伝わるため、震央から遠く離れたところで震度が大きくなることもあり、この場合に震度が大きくなる領域を「異常震域」と呼びます。

台湾付近

この地震により、与那国島、石垣島等で震度1を観測しました。

小笠原諸島西方沖

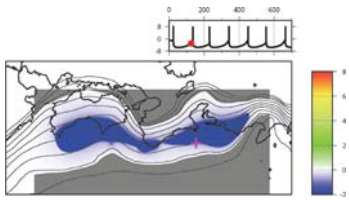
深いところまで沈み込んだ太平洋プレートの内部で発生した地震で、震度1以上を観測した地点はありませんでした。

世界の地震

この期間、M7.0以上あるいは死者50人以上の被害を伴った地震は発生しませんでした。

(気象庁地震津波監視課、文責:近藤さや)

図の見方は「なみふる」No.31 p.7をご覧ください。



そのときあなたは どうする？

10月1日から緊急地震速報の一般への提供が始まります

はじめに

みなさんがいつものようにご自宅でテレビを見ているときに、突然画面に警告音とともに「××地方で地震。強い揺れが予想される地域 地方」というようなテロップが流れたらどうしますか？あなたがもし地方にいたら、素早くテーブルの下に避難するなど、地震の揺れに対応した行動がとれるでしょうか？

平成19年10月1日から緊急地震速報の一般提供が開始されます。10月1日以降は、日本周辺で大きな地震が起きた場合には、上のような場面に皆さんが実際に遭遇することになります。

事後の情報から事前の情報へ

気象庁は全国に配置された地震計・震度計の観測網により、地震を観測し、地震情報、震度情報、津波予報などの情報を地震後、すみやかに提供しています。これらの情報は津波予報をのぞけば、“地震で各地がどれくらい揺れたか”などを示す事後の情報でした。

この秋から提供が始まる緊急地震速報では、震源に近い観測点で地震を検知し、直ちに震源位置やマグニチュードを推定し、大きな揺れが迫っていることを“事前にお知らせする”ことをめざしています(図1)。事前といっても、情報を発表してから大きな揺れが来るまでの猶予時間は、長くても数秒から数十秒と極めて短く、震源に近いところでは情報が間に合わないこともあります。しかしながら、この短い時間でも、事前にお知らせすることができれば災害を軽減させる効果があると考えています。

なお、緊急地震速報の具体的なしくみなどについては、「なるふる」34号の「気象庁のナウキャスト地震情報」に解説がありますのでご参照ください。

段階的な提供(先行提供)

気象庁では、緊急地震速報の導入を図るにあたり想定される様々な課題に対処するために、平成17年11月に学識者、関係機関からなる「緊急地震速報の本運用開始に係る検討会」(以下「検討会」)を発足させ、緊急地震速報の提供に向けた検討を進めてきました。検討会が平成18年5月にとりまとめた中間報告では、「広く国民への情報提供を直ちに開始した場合には混乱を生じるおそれがあることから、十分な周知・広報等を行った上で提供を開始する。一方、すぐにも適切な利活用を図ることが可能な利用者に対しては、地震被害を少しでも軽減するという観点から、先行的に提供を開始すべきである。」という提言がなされました。気象庁では、この提言を踏まえて、平成18年8月1日から、緊急地震速報の先行的な提供を開始しました。

先行的な提供の対象となるのは、鉄道やエレベーターなどの設備等の制御や工事現場等の訓練された作業員の安全確保など、現時点で緊急地震速報を提供しても混乱を生じないと考えられる分野が主です。平成19年5月末現在で、489の機関が先行的な提供を受けられる機関として登録されています。

一般への提供のための準備

一方で、テレビ・ラジオなどを通じた不特定多数の利用者への提供など、“緊急地震速報の一般への提供”については、周知・広報などの十分な準備が必要です。

平成19年3月にとりまとめられた検討会の報告書で、広く国民への情報提供開始までに約6ヶ月の間、緊急地震速報の特徴・限界及び利用の心得について、重点的な広報活動が必要とされました。

また、平成19年3月20日に行われた政府の中央防災会議において、会長である安倍総理大臣より、緊急

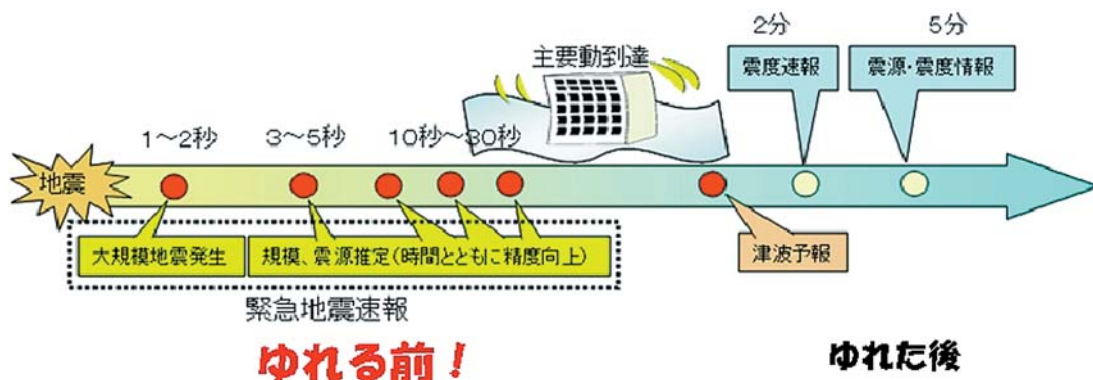


図1 事後の情報から事前の情報へ

地震速報の利活用方策についての検討及び政府一体となった国民への普及・啓発への取り組みについて指示がありました。

これらの動きを受けて、内閣府に「緊急地震速報の周知・広報及び利活用推進関係省庁連絡会議」が設置され、関係各省庁全体で緊急地震速報に関する周知・広報及び利活用の促進が図られています。

(http://www.bousai.go.jp/jishin/eew/eew_top.html)

一般向け緊急地震速報の提供条件

特定利用者向けの緊急地震速報では、震源に一番近い観測点で地震波を検知して第一報が発信されてから、検知する観測点が増えるに従い、何度も震源やマグニチュードが再計算され、新しい情報が発信されていきます。しかし一般向けには、短時間に何度も情報を発信すると、情報を受ける側が混乱する可能性があります。そこで、一般向けの情報では下記のような条件で、原則として1つの地震に対して1回だけ情報を発信することにしています。

(1) 発表条件

2点以上の観測点のデータを用いた解析で最大震度が5弱以上と推定された場合に発表します。

(2) 内容

地震発生時刻、震源要素、震央地名及び震度4以上と推定される地域を内容として発表します。

(3) 更新条件

一般向け緊急地震速報では、原則1回のみ情報発

表としていますが、震度3以下と推定されていた地域が情報発表後の解析により、震度5弱以上と推定された場合には続報を発表します。

(4) 取り消し条件

明らかに地震以外の現象を地震と誤認して発表されたことが判明した場合に取り消しを行います。

利用の心得

一般向け緊急地震速報を受ける方が留意しておかなければならない「利用の心得」というのは、「周囲の状況に応じてあわてずにまず身の安全を確保する」ということです。緊急地震速報が出てから大きな揺れが来るまで、長くても数秒から数十秒という短い時間です。この短時間で人が実行できることは限られています。したがって、それぞれの置かれている状況に応じて、あわてずに、安全確保の動作をとることが重要です。いろいろな場面で考えられる注意事項の例を図2に示しました。これらの場面に限らず、自分が身を置く可能性のある場面で、緊急地震速報を知った時にどのような行動をとるのが、事前に頭の中でシミュレーションしておくことができれば、いざというときにあわてないですみますね。

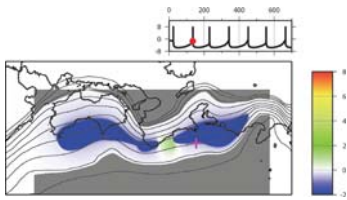
なお、緊急地震速報に関する各種の情報は下記の気象庁のURLでご参照いただけます。

<http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/EEW/kaisetsu/index.html>

(気象庁地震火山部 中村浩二)



図2 緊急地震速報「利用の心得」(気象庁のパンフレットより)



電離圏をゆるがす巨大地震

宇宙空間にまで達する地震波

大地震で生じた地震波は遠くまで伝わります。表面波は地球を何周も回り、実体波は中心核を貫いて地球の裏側の地震計を揺らせます。上空はどうでしょう。スペースシャトルが飛ぶ地球大気のとっぺんには地表の百万分の一以下の空気しかありません。そんな宇宙空間にまで地震波が達していることが最近のGPS観測でわかってきました。GPSとは、全地球測位システムのこと、GPS衛星から発信された電波を受けて、自分の位置を決めるシステムです。

地表の数百km上空では、気体分子の一部が太陽の紫外線等によって電離してプラズマ状になっています。GPS衛星はこの電離圏のさらに上空を飛んでいますが、衛星からの電波がプラズマを通過する際の時間遅れ（遅延）は位置決め誤差をもたらします。GPSが二つの異なる周波数の電波を用いるのは、この種の遅延が周波数に依存する性質を利用してその影響を除くためです。二つの電波の遅延の差からは、電波の通り道に沿って足し合わせた電子の数（TEC）がわかります。日本列島にはGPS連続観測網（GEONET）が整備されており、電離圏まで上ってきた地震波をTECの変化として観測することができます。

なぜ地震で電離圏がゆるめるのか？

TECが変化するのは、断層が動いた結果地表や海面が隆起（沈降）し、そこで生じた圧縮（膨張）した空気塊が音波として屈折しつつ上方に伝播し高度数百kmの電離圏で電子の濃淡をつくるからです（図1）。音波が電離圏に達するにはある程度の時間が必要で、TEC変化は地震後十数分たってから現れます。それらは4-5分の周期を持ち、逆断層の場合正の初動（TEC増加）で特徴づけられます（図2）。地磁気との関係で指向性が生じ、北半球中緯度では主に南向きに秒速約1km（電子が最も濃い高度300km付近での音速に相当）で伝播します。

1994年10月の北海道東方沖地震から2007年1月に千島弧で発生した地震にいたるまで、これまでにM7を超える地震の多くでTEC変化が観測されています（図2）。震源から直接空気中を伝播してきた音波だけでなく、表面波（レーリー波）の通過に伴って二次的に発生した音波がつくるTEC変化も知られています（図1）。こちらは、表面波が減衰しにくいので、震源から遠く離れたところでも観測されます。2004年のスマトラ・アンダマン地震の45分後には日本でも表面波起源のTEC変化が観測されましたし、2002年デナリ地震（アラスカ）の表面波がつくったTEC変化は南カリフォルニアでも観測されました。こちらは秒速4kmほどで伝播するので、先にのべた震源から直接くる音波による擾乱と区別できます。

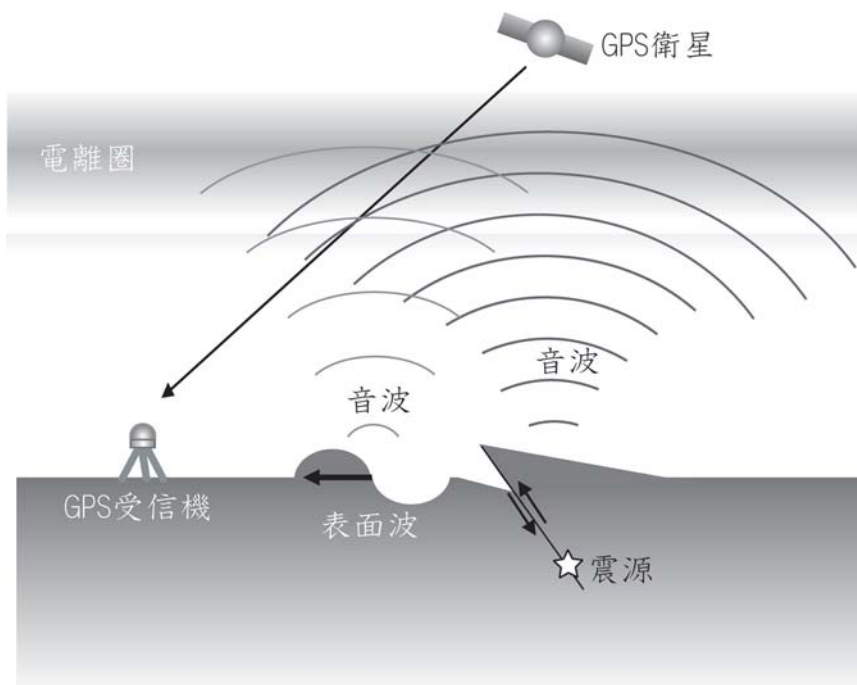
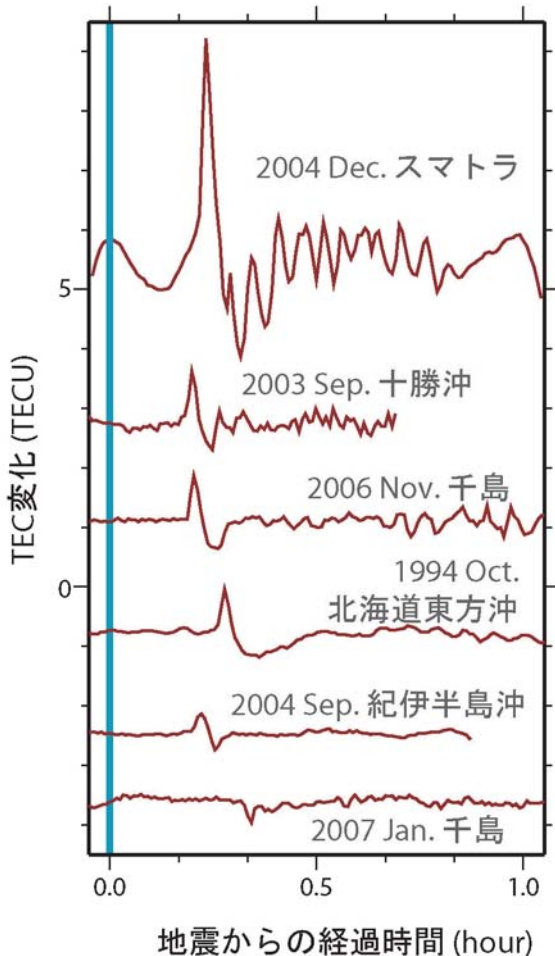


図1 地震にともなう様々な大気中の音波。それらが電離圏に達してつくった電子数の濃淡が、TEC変化としてGPSで観測されます。

電離圏から地震をみる

2004年スマトラ・アンダマン地震では、千kmを超える断層が何分もかけて南から北へ破壊してゆきました。この場合は断層に沿った線状の発生源から次々に生じた擾乱が重なって複雑なTEC変化を示します。それらの波形を読み解くことによって、断層の動きに関する情報を得ることができます。験潮儀で記録された津波や地震計の遠地実体波の記録を用いて、地震の発生機構を推定する手法がありますが、そのような手法の超高層大気版で



す。

地震ではありませんが、2004年9月の浅間火山の爆発に伴う擾乱や、太陽フレアに伴う電子の増加、上昇するH-IIAロケットの排気による電子の消失、オーロラ帯からやってくる超高層大気の津波（大規模伝搬性電離圏擾乱）等、様々なTECの変化がGEONETで観測されています。本来測位の道具であったGPSの新しい使い方として注目されています。

（北海道大学 白置幸介）

図2 GPSで観測された、様々な地震に伴うTEC変化の比較。上からそれぞれ2004年スマトラ地震（タイ、ブーケット局）、2003年十勝沖地震（滋賀県水口局）、2006年千島地震（北海道根室局）、1994年北海道東方沖地震（宮城県女川局）、2004年紀伊半島沖地震・前震（鹿児島県内之浦局）、2007年千島・アウターライズ地震（北海道根室局、この例だけ信号が小さいので縦軸を倍にしてプロット）。青い縦線は地震発生時刻を示します。正断層地震である2007年千島地震では初動が負になっています。

地震のホヘト 第4回 沈み込むプレートの行方

日本の下には太平洋プレートやフィリピン海プレートが沈み込んでいますが、これらのプレート（スラブと呼ぶ）はどこへ行ってしまうのでしょうか。スラブは地震を起こしながら沈み込んで行くため、地震の位置からスラブの場所を知ることができます。図1の点は日本をほぼ東西に切る断面に沿って起こる地震を示したものです。海溝から西に向かって深くなるように地震が並んでおり、海溝から沈み込んでいる太平洋スラブの様子がわかります。ところが地震は世界的に見ても深さ約650 kmより深い下部マントルでは発生していないので、この深さが震源で見えるスラブの限界です。

地震波トモグラフィーでスラブの行方を追う

スラブの行方を知る最も有効な手段として地震波トモグラフィーがあります。これは医療で人体の断面の写真を撮るCTスキャンと同じ原理を地球に応用したものです。地震波トモグラフィーで

はX線の代わりに地震波を使うことによって、地震波の伝わる速度の違いが得られます。図1の色はトモグラフィーの結果を表したものです。地球表面で冷やされて内部に沈み込んだスラブは周囲よりも低温の領域となり、トモグラフィーでは地震波速度が平均よりも速い領域としてイメージされます。

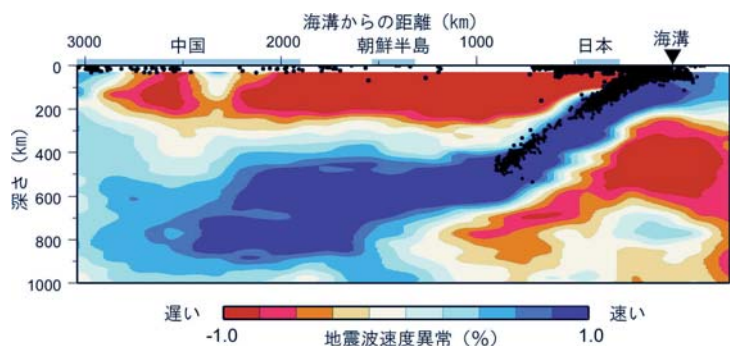
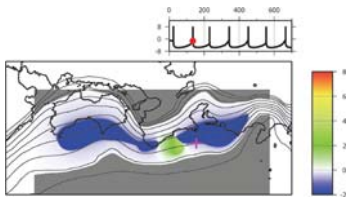


図1 日本を横切る断面（図3参照）。点は過去30年間に起きた地震の震源を表します。地震波トモグラフィーの結果を色で表し、青は地震波が速く伝わる領域です。日本海溝から沈み込んだスラブが高速度域としてイメージされています。



イメージされたスラブは深発地震面に沿って沈み込み、深さ500～700 kmの上部・下部マントル境界近くで折れ曲がりほぼ水平に伸びています。水平に伸びた部分では地震が起きていないので震源分布からは確認できず、トモグラフィーで初めて発見されて「スタグナント・スラブ（滞留スラブ）」と名づけられました。なぜスラブは折れ曲がってしまったのでしょうか？上部・下部マントル境界ではマントルをつくる鉱物の相転移が起きており、それが低温のスラブが下部マントルへと素直に沈み込むのを妨げているのがその理由だと考えられています（「なみふる」61号「コンピュータでメガリスを作る」参照）。

しかし、世界中のスラブが現在上部マントルの底で滞留しているのかというと、そうではありません。トモグラフィーの結果ではマリアナ、インドネシア、トンガ、南米で沈み込んでいるスラブはおよそ800～1000 km間に横たわっています（図2）。滞留したスラブは、縮んだり折れ曲がったりして厚くなるとその重さで上部・下部マントル境界面を突き抜けて下部マントルの中を落ちていき、最後にはマントルの底まで行きつきます。下部マントル中に横たわるスラブはまさに落下している瞬間にあるといえます。

トモグラフィーで見たジュラ紀プレートの残骸
マントルのほぼ中間、深さ1400 kmのトモグラフィ

（海洋研究開発機構 大林政行）

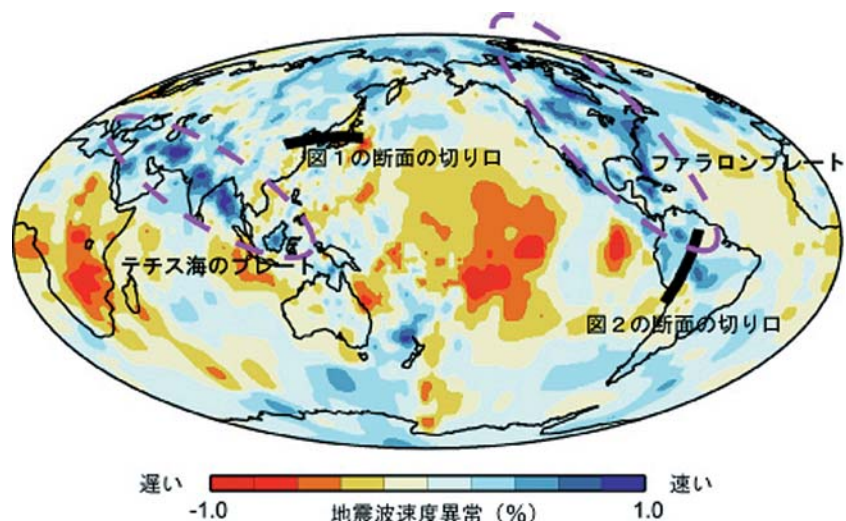


図3 深さ約1400kmの地震波速度。2つの帯状に連なる高速度域（点線で囲まれた部分）が見られます。

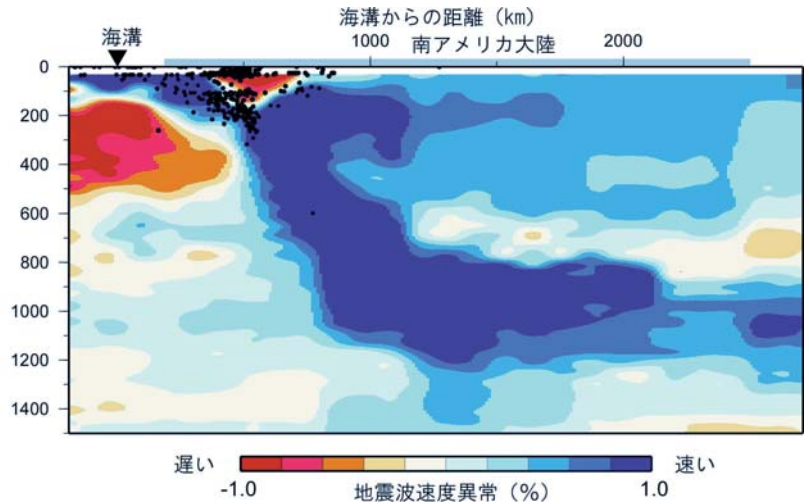


図2 南アメリカ大陸を横切る断面（図3参照）。

一像（図3）をみると2つの帯状に連なる大規模な高速度域が目につきます。これらは1～2億年前に沈み込んだスラブの残骸であると考えられています。恐竜が栄えたジュラ紀のころ、パンゲア大陸が分裂したゴンドワナとローラシア大陸の間の赤道沿いにテチス海が広がっていて、そのプレートが現在の地中海周辺から中央アジア・ヒマラヤ・東南アジアにまでいたる広範囲にわたって沈み込んでいたと考えられています。また、太平洋の東側にはファラロンプレートがあり現在のアメリカ大陸に沈み込んでいました。このようにトモグラフィーでマントル内部深くに沈み込んでしまったスラブを昔にさかのぼってみることが出来るのです。

関東平野の地下深部に潜む巨大な凹み

超高層ビルや長大橋梁、大型石油タンクなどの構造物の揺れに影響を与える長周期地震動は、堆積層が厚い平野や盆地で現れることがあります(「なるふる」60号)。日本の平野や盆地は数100万年前以降に沈降した基盤の凹みを、柔らかい堆積物が埋め尽くしてきた平坦面です。関東平野は日本で最も広い平野ですが、単に広いだけでなく基盤が非常に深く、形状が複雑であるという特徴があります。大地震の際に長周期の地震動がどこで増幅されるのかを数値計算により予測するためには、まずこのように複雑な基盤の構造を明らかにしなくてはなりません。

この複雑な基盤構造の成り立ちには秘密が隠されています。今からおよそ1900～1500万年前にかけて、日本海が拡大しました(図A)。このとき、関東平野は水平方向に強く引っ張られたため、基盤岩は正断層によって分断されつつ沈降していきました(図B1、B2)。そして、基盤岩には、両側を正断層で区切られた地溝や片側の正断層に沿って傾きつつ沈降する半地溝などの凹凸が形成されました。これらの凹みは堆積物に埋め尽くされるので、とくに半地溝では堆積層は正断層にむかって厚くなります(図Cのc4)。そして、日本海の拡大が終了したあとは関東地方はゆっくりと一様に沈降し、1500万年前以降の堆積層と300万年前以降の堆積層が広い範囲に堆積しました。このように、関東平野の堆積層は、三段重ねの構造になっていると考えられています。

この三段重ねの構造は、埼玉県の朝霞から鴻巣までの反射法地震探査断面(図D)にみることができます。鴻巣から南に傾いた基盤は地下数1000mにまで深くなりますが、川越付近で一気に浅くなり、そしてまた南に向かって深くなっていきます。つまり、この断面図は図Cの赤枠部分

に相当するわけです。したがって、基盤が一気に浅くなる部分には、基盤を分断する正断層が伏在しているはずです。

川越付近の浅い堆積層には断層運動によると思われる変形構造は認められませんので、この地下深部の正断層は現在は活動的ではないでしょう。ただし、この正断層を境に堆積層の厚さが急激に変化するため、長周期地震動が局所的に増幅される可能性が危惧されます。将来、川越周辺に超高層ビルを建造する場合には、地下深部の基盤構造による長周期地震動の影響を考慮した方がいいでしょう。

このように、関東平野のとくに西部には、日本海の拡大時期に形成された地溝や半地溝が地下深部に潜んでいます。その基盤構造によって増幅される長周期地震動は、固有周期の長い建造物に影響を与えます。ですから、超高層ビルが林立する首都圏の地震防災においては、地下深部の基盤構造の解明が緊急の課題といえるでしょう。

参考：別冊日経サイエンス

「地球大異変 巨大地震や超大型台風の脅威」

(産業技術総合研究所地質情報研究部門
高橋雅紀)

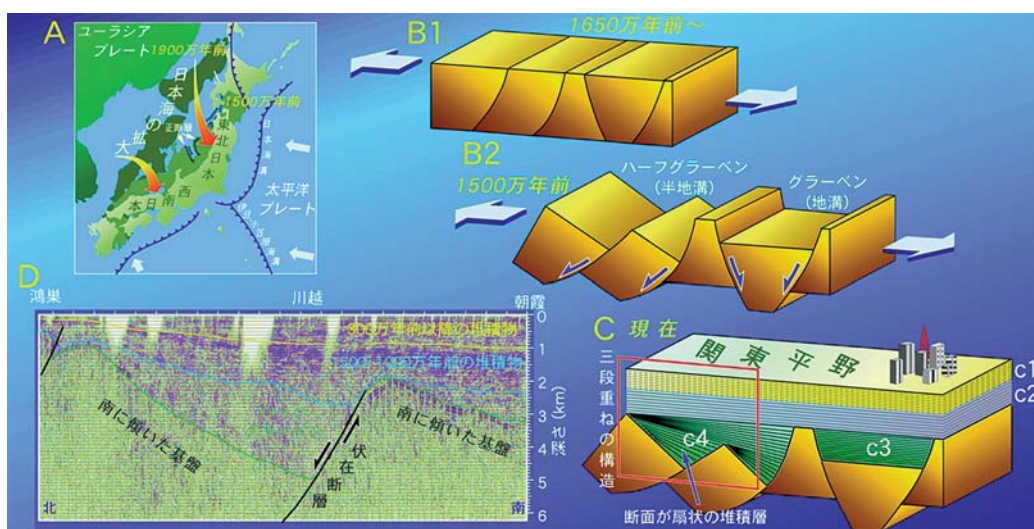
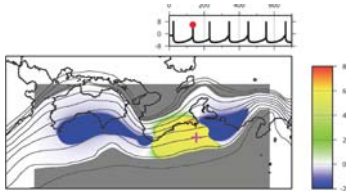


図 日本海の拡大(A)にともなって形成された地溝や半地溝(B1、B2)。関東平野の堆積層は、300万年前以降に堆積した地層(c1)や1500万年前以降に堆積した地層(c2)と、日本海の拡大時期に形成された地溝(c3)や半地溝(c4)を埋めた地層からなる三段重ねの構造になっています。埼玉県の朝霞から鴻巣までの反射法探査断面には、南に厚くなる2つの半地溝が認められます(D)。



一般公開セミナー「宮城県沖地震研究の最前線」

日本地震学会では、地震学の研究成果を社会に還元し、地震に関する知識を広く普及することを目的として一般公開セミナーを毎年実施しています。今回は、近い将来発生が予測されている宮城県沖地震を題材に採りあげ、下記の要領で講演会を開催いたします。

セミナー参加は無料ですが、事前申込が必要です。多くの皆様の参加をこころからお待ちしています。

開催日時：平成19年10月27日(土)

13時30分～16時30分

会場：仙台市情報・産業プラザ(JR仙台駅前)

仙台市青葉区中央1丁目3-1

TEL：022-724-1200

講演者と題目・講演要旨：

岡村行信(産業技術総合研究所)

「仙台平野の地層に記録された巨大津波の痕跡

西暦869年貞観津波の実像」

津波被害の少ない場所であると考えられている仙台平野にも西暦869年に巨大津波が襲ったという歴史記録が残っています。仙台平野の地下にはその津波の規模を記録する津波堆積物が残っています。地質学的な調査を通して明らかになった、1000年以上前に発生した巨大津波の実像を解説します。

長谷川昭(東北大学)

「想定宮城県沖地震の震源域で何が起きているか？」

宮城県沖のプレート境界で、2005年8月16日にM7.2の地震が発生しました。この地震の震源は想定震源域内でしたが、規模としては想定されていたM7.5程度に比べて一回り小さく、地震調査研究推進本部地震調査委員会は、想定している宮城県沖地震

ではないと評価しました。しかし、今回の地震が想定宮城県沖地震とどう関わるのかを理解することは極めて重要です。本講演では想定宮城県沖の震源域で現在何が起きているかについて、最新の研究成果を基に解説します。

参加申込方法：代表者氏名、住所、電話番号、Eメールアドレス、参加人数を記入のうえ下記まで郵送・FAX・Eメールのいずれかでお申し込みください。受付は先着350名になり次第締め切ります。

参加申込・問い合わせ先：

東北大学大学院理学研究科附属地震・噴火予知研究観測センター

矢部康男

〒980-8578 仙台市青葉区荒巻字青葉6-6

TEL：022-795-3893(直通)または
022-225-1950(代表)

FAX：022-264-3292

E-mail: yabe@aob.geophys.tohoku.ac.jp

(東北大学大学院理学研究科 三浦 哲)

広報紙「なみふる」購読申込のご案内

日本地震学会の広報紙「なみふる」は、隔月発行(年間6号)しております。「なみふる」の購読をご希望の方は、氏名、住所、電話番号を明記の上、年間購読料(日本地震学会会員：800円、非会員1200円、いずれも送料込)を郵便振替で振替口座00120-0-11918「日本地震学会」にお振り込みください(通信欄に「広報紙希望」とご記入ください)。なお、「なみふる」は日本地震学会ホームページ(<http://www.soc.nii.ac.jp/ssj/>)でもご覧になれば、pdfファイル版を無料でダウンロードして印刷することもできます。



日本地震学会広報紙「なみふる」 第63号 2007年9月1日発行 定価150円(郵送料別)

発行者 (社)日本地震学会/東京都文京区本郷6-26-12 東京RSビル8F(〒113-0033)

電話 03-5803-9570 FAX 03-5803-9577(執務日：月～金)

編集者 広報委員会/

八木勇治(委員長)、川方裕則(編集長)、五十嵐俊博、小泉尚嗣、末次大輔、武村雅之、田所敬一、西田 究、原田智史、兵藤 守、古村孝志

E-mail zisin-koho@tokyo.email.ne.jp

印刷 創文印刷工業(株) 本紙に掲載された記事等の著作権は日本地震学会に帰属します。