

マグニチュードは英語では、
ふつうに「大きさ」の意味で使
われる言葉で、特に地震に関連
しているわけではありません。
マントルも同様に「マント（外
套）」です。なぜか日本では片
仮名で書き、特別の意味を持っ
ています。マグニチュードは地
震の規模と訳されるために、誤
解される面があります。「地震
そのものの大きさ」と言い換え
ても、わかりにくいです。誤
解のもと、地震という言葉
が二つの意味、揺れと、震源（あ
るいは地震の波が発生する仕組
み）とを含んでいるためです。
揺れの大きさは震度で表され、
多くの人が震度を理解しています。
そこで、震源の大きさがマグニ
チュードである説明とすれば、
すっきりすることでしょう。も
ともとマグニチュードの概念は、
深発地震の発見などで有名な和
達清夫が考えだしました。そし

てアメリカの地震学者リヒター
によって実用化されました。米
国ではマグニチュードより「リ
ヒターさんの物差しで測って幾
つ」という言い方の方が多く使
われます。

マントルとは地球の地殻（ク
ラスト＝パン皮）の下にある層
です。一方、衣装や生物学では、
同じ言葉が外套あるいは外套膜
と訳されます。また、地球の中
心部コアは、核と訳されていて、
原子力関係の言葉のようです。
そこで訳語を変え、オリーブと
橄欖との混同を正して、かんら
ん石をオリーブ石と訳せば、地
球の構造の説明は次のようにな
るでしょう。「芯は、主に鉄と
ニッケルからなり、内芯は固体、
外芯は液体である。これを包む
外套部は下部と上部とに分かれ、
上部の主要構成鉱物であるオリ
ーブ石は下部では高圧によって
より緻密な鉱物となる。外套部

を覆うのが外皮で、外套部より
密度が低い。」このような訳語
をここで主張するつもりはあり
ませんが、今使われている学術
用語は不思議なものだと思います。
片仮名表記と言えば、最近は大
学入試で「クラストコア」と呼ばれる音楽のジ
ャンルがあり、ややこしいですね。



島崎 邦彦（しまざき・くにひろ）氏
地震調査研究推進本部地震調査委員
会委員（長期評価部会長、活断層評
価手法等検討分科会主査、地震活動
の予測的な評価手法検討小委員会主
査）。財団法人震災予防協会研究員、
国立大学法人東京大学名誉教授。専
門は地震学で、津波堆積物の調査、
活断層の評価手法や、地震活動予測
の研究の傍ら地震学の普及に努めている。

The Headquarters for Earthquake Research
Promotion News

地震本部 ニュース

「地震調査研究推進本部（本部長：文部科学大臣）」
（地震本部）は、政府の特別の機関で、我が国の
地震調査研究を一元的に推進しています。

3
2010

地震調査委員会 [第206回]

定例会（平成22年2月8日）

2010年1月の地震活動の評価

地震調査委員会

活断層の長期評価

福井平野東縁断層帯の長期評価の一部改訂

地震本部の成果発信の可能性

建築耐震設計における成果の活用

安全性の検証に予測地図の
基礎データや技術資料を有効利用

名古屋大学大学院環境学研究科 福和 伸夫

TOPICS

GPS／音響測距結合方式による海底地殻変動観測の最新結果

2005年宮城県沖の地震後の海底の動きと
2009年駿河湾の地震後の臨時観測結果

海上保安庁海洋情報部技術・国際課海洋研究室 佐藤 まりこ

座長リレー

第17回

マグニチュードとマントル

地震調査研究推進本部地震調査委員会長期評価部会長 島崎 邦彦

会議レポート

福井平野東縁断層帯の長期評価の
一部改訂に関する地元説明会の開催



福井平野東縁断層帯の長期評価の 一部改訂に関する地元説明会の開催



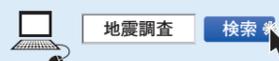
地元説明会の様子

地震調査研究推進本部地震調査委員会
では、福井平野東縁断層帯の評価を平成
16年12月8日に公表していましたが、そ
の後、平成19年度に産業技術総合研究所
によって行われた調査などにより活動履

歴などに関する新たな知見が得られたこ
とから、これを基に評価の見直しを行い、
一部改訂版として12月18日に公表しまし
た（評価の詳細については本誌4～5ペ
ージ参照）。これを受け、12月25日に福
井県庁で地元説明会を開催し、発生する
地震の規模、確率、地震が発生した場合
強い揺れに見舞われる地域など、評価の
概要について説明を行いました。

今回の地元説明会には、国の地方行政
機関、断層帯周辺の地方公共団体の防災
関係者等を中心に、60名程度の参加があ
りました。当日は、文部科学省、気象庁、
国土地理院の担当者より、断層帯主部の

最新活動を特定した根拠など評価の内容
や断層帯周辺での地震活動および地殻変
動に関する詳細な説明が行われました。
今回の評価改訂では、断層帯主部におい
て最新活動を含む過去の活動が明らかにな
ったことから、今後30年間の地震発生
確率がほぼ0%～0.07%とされましたが、
福井平野などでは揺れやすい表層地盤が
広く分布しているため、震源が予め特定
できない地震や南海トラフで発生する地
震で強い揺れに見舞われる可能性もある
ことから、引き続き適切な地震防災対策
を実施することの必要性が説明されました。



地震本部ニュース 平成22年3月号

編集・発行

地震調査研究推進本部事務局

（文部科学省研究開発局地震・防災研究課）

東京都千代田区霞が関3-2-2 TEL 03-5253-4111（代表）

本誌は資源保護のため再生紙を使用しています。

*本誌を無断で転載することを禁じます。

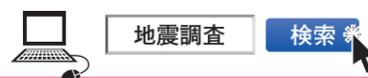
*本誌に掲載した論文等で、意見にわたる部分は、筆者の個人的意見であることをお断りします。

ご意見・ご要望はこちら

news@jishin.go.jp

本誌についてのご意見、ご要望、質問など
ありましたら、電子メールで地震調査研究
推進本部事務局までお寄せ下さい。

地震調査研究推進本部の公表した資料の詳細は
同本部のホームページ[<http://www.jishin.go.jp/>]で見ることができます。



1 主な地震活動

特に目立った活動はなかった。

2 各地方別の地震活動

北海道地方

- 1月15日に十勝支庁南部の深さ約50kmでマグニチュード(M) 5.0の地震が発生した。この地震の発震機構は北西-南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、太平洋プレートと陸のプレートの境界で発生した地震である。
- 1月16日に北海道東方沖でM5.1の地震が発生した。この地震の発震機構は西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。

東北地方

- 1月24日に青森県東方沖の深さ約15kmでM4.5の地震が発生した。
- 1月30日に宮城県北部の深さ約15kmでM4.0の地震が発生した。この地震の発震機構は、東西方向に圧力軸を持つ逆断層型で、地殻内で発生した地震である。
- 1月30日に宮城県南部の深さ約10kmでM4.1の地震が発生した。この地震の発震機構は、西北西-東南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、地殻内で発生した地震である。

関東・中部地方

- 1月21日に静岡県伊豆地方〔伊豆半島東方沖〕でM4.4の地震が発生した。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ型であった。
- 東海地方のGPS観測結果等には特段の変化は見られない。

近畿・中国・四国地方

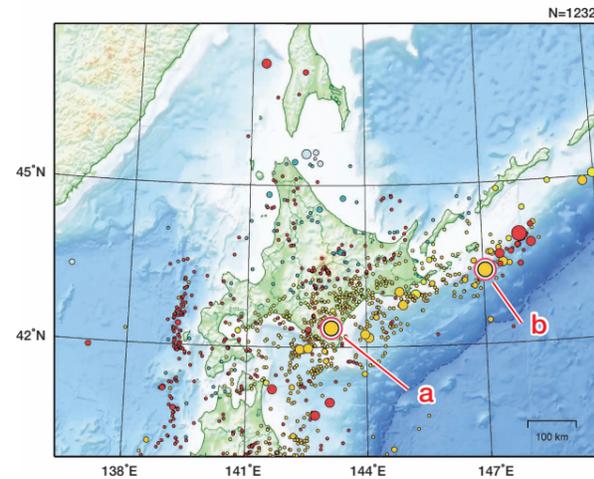
目立った活動はなかった。

九州・沖縄地方

- 1月7日に奄美大島近海でM4.8の地震が発生した。
- 1月25日に大隅半島東方沖の深さ約50kmでM5.4の地震が発生した。この地震の発震機構はフィリピン海プレートの沈み込む方向に張力軸を持つ型で、フィリピン海プレート内部で発生した地震と考えられる。
- 1月15日に沖縄本島北西沖の深さ約120kmでM5.6の地震が発生した。この地震はフィリピン海プレート内部で発生した地震である。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に圧力軸を持つ型であった。

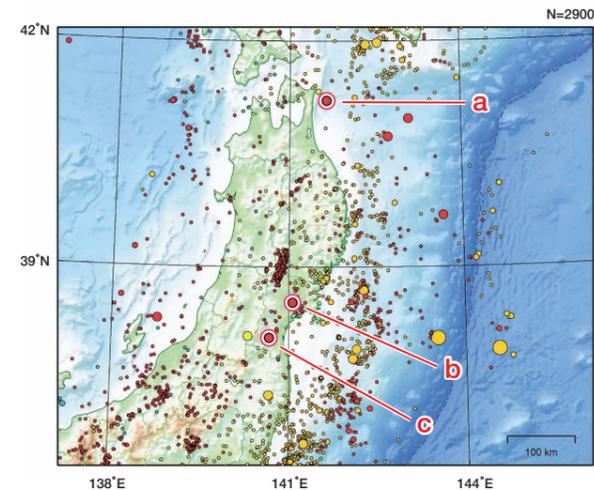
注：〔 〕内は気象庁が情報発表で用いた震央地域名である。

1 北海道地方



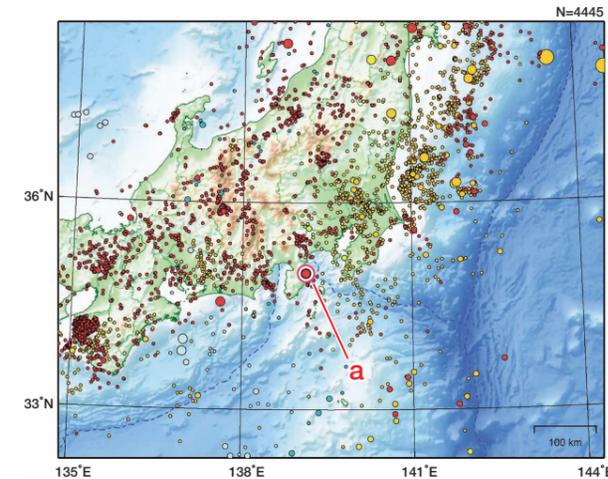
a) 1月15日に十勝支庁南部でM5.0の地震（最大震度3）が発生した。
b) 1月16日に北海道東方沖でM5.1の地震（最大震度4）が発生した。

2 東北地方



a) 1月24日に青森県東方沖でM4.5の地震（最大震度4）が発生した。
b) 1月30日に宮城県北部でM4.0の地震（最大震度4）が発生した。
c) 1月30日に宮城県南部でM4.1の地震（最大震度4）が発生した。

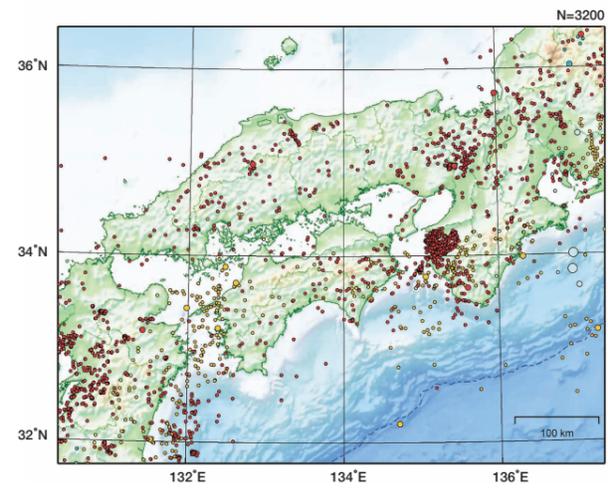
3 関東・中部地方



a) 1月21日に静岡県伊豆地方でM4.4の地震（最大震度4）が発生した。

気象庁はこの地震に対して〔伊豆半島東方沖〕で情報発表した。

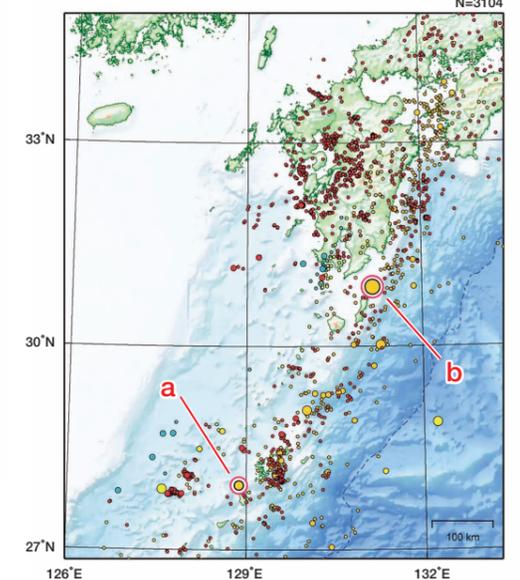
4 近畿・中国・四国地方



目立った活動はなかった。

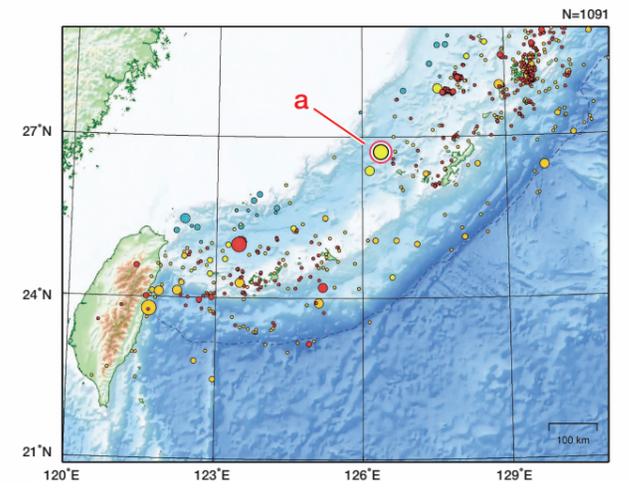
各地方別の地震活動図は気象庁・文部科学省提出資料を基に作成。また各地方の図に記載されたNは図中の地震の総数を表す。
注：この図の詳細は地震調査研究推進本部ホームページの毎月の地震活動に関する評価に掲載。地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2v2を使用。

5 九州地方



a) 1月7日に奄美大島近海でM4.8の地震（最大震度4）が発生した。
b) 1月25日に大隅半島東方沖でM5.4の地震（最大震度4）が発生した。

6 沖縄地方



a) 1月15日に沖縄本島北西沖でM5.6の地震（最大震度3）が発生した。

深さによる震源のマーク	Mによるマークの大きさ
● 30km 未満	○ M7.0以上
● 30km 以上 80km 未満	○ M6.0から6.9まで
● 80km 以上 150km 未満	○ M5.0から5.9まで
● 150km 以上 300km 未満	○ M4.0から4.9まで
● 300km 以上 700km 未満	○ M3.0から3.9まで
	○ M3.0未満とMが決まらなかった地震

各図の縮尺は異なる。そのため、凡例のMによるマークの大きさは目安で、図中のMのマークの大きさと同じではない。



point

福井平野東縁断層帯主部

今後30年以内に地震が発生する可能性： ほぼ0%—0.07%



図 福井平野東縁断層帯の位置図
 ●は断層帯の北端と南端
 ○は1948年福井地震の地表地震断層
 (基図は国土地理院発行数値地図 200000「金沢」「岐阜」を使用)

地震調査研究推進本部地震調査委員会は、「福井平野東縁断層帯の長期評価の一部改訂」をとりまとめ、平成21年12月18日に公表しました。ここではその概要を紹介します。

なお、福井平野東縁断層帯の評価は平成16年12月8日に公表されていますが、その後、最近の調査結果により、活動履歴などに関する新たな知見が得られたことから、これを基に評価の見直しを行い、一部改訂版としてとりまとめました。

位置及び形態

福井平野東縁断層帯は、福井平野東縁断層帯主部と福井平野東縁断層帯西部からなります。

福井平野東縁断層帯主部は、石川県加賀市沖合の海域から、福井県あわら市、坂井市(旧坂井郡丸岡町)及び吉田郡永平寺町(旧松岡町)を経て、福井市(旧足羽郡美山町)まで、概ね南北に延びる断層帯です。長さは約45kmで、左横ずれかつ東側隆起の逆断層です。

福井平野東縁断層帯西部は、1948年(昭和23年)福井地震の震源断層の主断層で、福井県坂井市(旧坂井郡三国町)沖合の海域から、あわら市、坂井市(旧坂井郡坂井町、丸岡町)を経て福井市まで、概ね北北西—南南東に延びる断層です。長さは約33kmで、左横ずれが卓越し、中部から北部では東側隆起成分、南部では西側隆起成分を伴います。

過去の活動

福井平野東縁断層帯の過去の活動は次のようであった可能性があります。

(1) 福井平野東縁断層帯主部

- 最新の活動
約3千4百年前以後、約2千9百年前以前
- 平均活動間隔
約6千3百—1万年
- 1回のずれの量
3—4m程度(左横ずれ成分および上下成分の総和)

- 1m程度(上下成分)
- (2) 福井平野東縁断層帯西部
 - 最新の活動
1948年(昭和23年)福井地震
 - 平均活動間隔
不明
 - 1回のずれの量
最大2m程度(左横ずれ成分)
最大0.9m程度(東側隆起成分)

将来の活動

(1) 福井平野東縁断層帯主部

福井平野東縁断層帯主部では、全体が1つの活動区間として活動する場合、マグニチュード(M)7.6程度の地震が発生する可能性があります。また、その際のずれの量は左横ずれ成分およ

び東側隆起の上下成分の総和で3—4m程度となる可能性があります。福井平野東縁断層帯主部の最新活動後の経過率及び将来このような地震が発生する長期確率は表に示すとおりです。

(2) 福井平野東縁断層帯西部

福井平野東縁断層帯西部では、全体が1つの活動区間として活動する場合、M7.1程度の地震が発生すると推定されます。また、その際の左横ずれの量は2m程度と推定されます。本断層帯では、平均活動間隔が不明であるため、将来このような地震が発生する長期確

表 将来の地震発生確率 (評価時点は2009年1月1日)

項目	福井平野東縁断層帯主部
地震後経過率	0.3—0.5
今後30年以内の発生確率	ほぼ0%—0.07%
今後50年以内の発生確率	ほぼ0%—0.1%
今後100年以内の発生確率	ほぼ0%—0.3%
今後300年以内の発生確率	ほぼ0%—1%
集積確率	ほぼ0%—0.6%

率を求めることはできません。ただし、本断層帯の最新活動が1948年の福井地震であったことを考慮すると、我が国の主な活断層の平均的な活動間隔と比べて非常に短い時間しか経過していないことから、本断層帯でごく近い将来に今回評価したような地震が発生する可能性は低いと考えられます。

参考 福井平野東縁断層帯主部の地震による予測震度分布図 地震調査研究推進本部 事務局

この度公表した本断層帯の長期評価の一部改訂では将来発生する地震の規模や可能性について述べています。この評価への理解を深めると共に、地震に対するイメージを持って頂くことを目的に、想定されている地震が発生した場合、どの程度の揺れに見舞われる可能性があるのかについて、計算を行いました。長期評価結果と併せて、防災対策の一助として頂ければ幸いです。

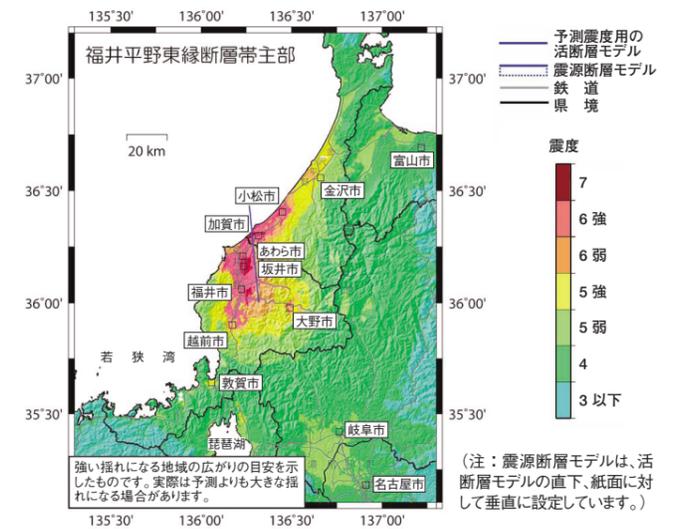
なお、個別地域の被害想定や防災対策の検討を行う場合は、より詳細な地震動評価を別途行う必要があります。

【解説】

右の図は福井平野東縁断層帯主部でマグニチュード(M)7.6の地震が発生した場合に予測される震度分布を示しています。活断層モデルは、本断層帯の長期評価に基づいて地表の断層を直線でモデル化したもので、震源断層モデルは、活断層モデルを地表トレースとする断層面上に設定した地震発生域を示します。

福井平野東縁断層帯主部が活動した場合は、福井県福井市や坂井市、あわら市、石川県加賀市の一部に震度7(濃赤色)の強い揺れが予測されています。福井平野を中心とした福井県越前市から石川県小松市にかけての平野部や、福井県大野市の一部では、震度6強(薄赤色)の強い揺れになるほか、福井平野周辺の山地や石川県金沢市の沿岸部の一部で、震度6弱(橙色)の揺れに見舞われます。震度5強(黄色)の揺れは、福井県北部から石川県西部にかけての範囲のほか、福井県敦賀市や琵琶湖北岸の一部にまで及び、さらに、平野や盆地は揺れやすいため、震度5弱(黄緑色)の揺れが、遠く濃尾平野・琵琶湖北岸・富山県の平野部の一部に及んでいます。

なお、実際の揺れは、予測されたものよりも1~2ランク程度大きくなる場合もあります。特に、活断層の近傍などでは、例えば震度6弱と予測されている場所においても震度6強以上の揺れになることがあります。また、例えば震度7と予測されている大変強い揺れの地域では、所によって地盤が強い揺れを伝えにくくなったり、液状化をおこしたりすることで、震度7にはならない可能性もあります。震度7の予測は他の震度とは推定精度が違うことに留意する必要があります。震度6弱~震度7の揺れの状況や、その揺れによる建物や地盤などの状況・液状化の被害などについては、平成21年3月に改訂された「気象庁震度階級関連解説表」を参考にしてください。



地震調査研究推進本部により提供されている様々な成果は、建築物の耐震設計において、有用な情報として活かされています。本稿では、建築物の耐震工学を教育・研究する立場で、建築耐震設計における成果の活用について考えてみることにします。

建築耐震設計における成果の活用 安全性の検証に予測地図の 基礎データや技術資料を有効利用

名古屋大学大学院環境学研究所副研究科長

福和 伸夫

建築設計における耐震設計と地震動の位置づけ

建築を志す学生が最初に学ぶ言葉の一つに「強・用・美」があります。この元は二千年前にローマ時代の建築家ウィトルウィウスが著した建築十書にある「強がなければ用は果たせない。強と用がなければ美は形だけのもの、そして、美がなければ建築とはいえない」という一文です。

この文章から分かるように、建築物の最も大事な役割は、その利用者と財産を守ることです。このための設計が構造設計です。構造設計では、自重・積載荷重・積雪荷重・風荷重など、建築物に作用する様々な荷重に対して検討をしますが、我が国では、横力については地震荷重が支配的になるため、耐震設計が重要な位置を占めています。

日本国内の建築物は、建築基準法を順守する必要があり、その第一条には、「この法律は、建築物の敷地、構造、設備及び用途に関する最低の基準を定めて、国民の生命、健康及び財産の保護を図り、もつて公共の福祉の増進に資することを目的とする。」と記されています。国民の生命、健康及び財産の保護を図ることは目的としつつも、構造に関する最低の基準を定めているにすぎません。決して絶対に安全な建築物を求めているわけではありません。

耐震安全性の検証には複数の方法が用いられています。高さ60mを下回る建築物では、通常、許容応力度等計算や限界耐力計算と呼ぶ検証法が用いられています。両方法ともに、法令に規定された地震荷重を静的に建築物に



福和 伸夫 (ふくわ・のぶお) 氏

名古屋大学大学院環境学研究所副研究科長。専門は建築構造・地震工学。名古屋大学大学院修了後、民間建設会社を経て、名古屋大学に異動。地盤—構造物の振動挙動に関する教育・研究を行う傍ら、地域での減災活動を実践。昨年、地域連携の減災活動に対し、地域の人たちと共に日本災害情報学会賞と日本耐震グランプリを受賞。

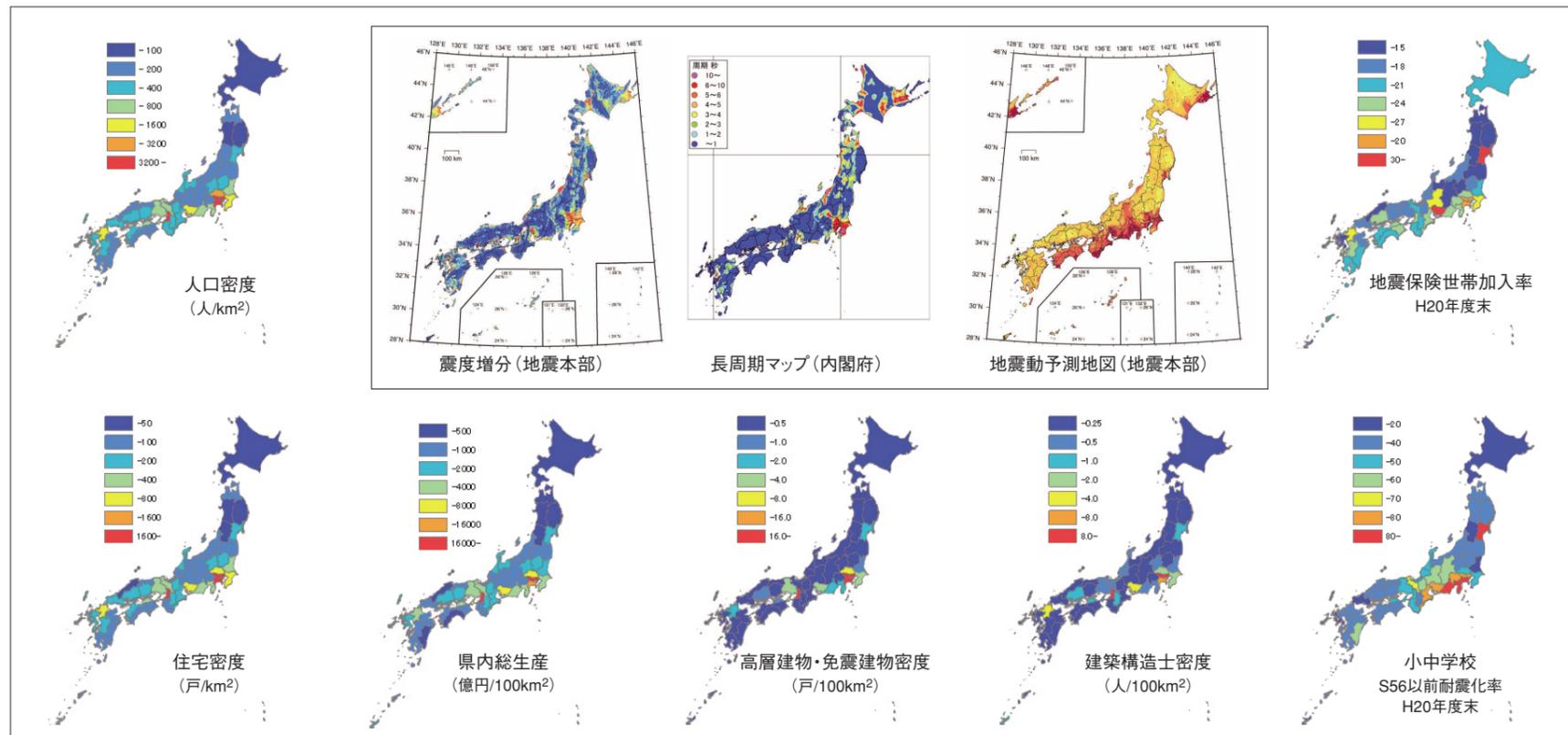


図1 震度増分・深部地盤の周期・地震動予測地図と各種の指標との関係

作用させて建築物の安全性を検証し、自治体や民間の建築確認検査機関の建築主事等の確認を受けます。

一方、60mを超える建築物の場合には、時刻歴計算に基づく特別な検証法（地震応答計算）により安全性の検証を行います。免震建物の多くも時刻歴計算を用いています。この場合には、(財)日本建築センターなどの指定性能評価機関において有識者が性能評価を行い、その結果を受けて国土交通大臣が認定（大臣認定）を行います。

ちなみに、我が国には、約5,000万戸の住宅と、350万棟程度の非住家建築物が存在すると言われています。住宅の約半数は共同住宅ですから、国内の建築物数は3,000万棟程度だと思われます。これに対し、高層建物は約2,500棟、時刻歴応答計算により設計された免震建物は約1,500棟です。すなわち、時刻歴計算を行った建物は、我が国の建物総数の1万分の1と言うことになります。

一年間に時刻歴計算で検証されている高層建物・免震建物は300棟程度です。年間の新築建物は40~50万棟だと思われれますので、時刻歴計算をしている新築建物は、全建物に対して0.1%、非住家建物に対して1%のオーダーとな

ります。地震動を直接設計に利用する建物は決して多くはありません。

時刻歴計算に基づく耐震安全性の検証と地震調査研究推進本部の活動成果

時刻歴計算に用いる地震動は、平成12年建設省告示第1461号に規定されています。告示には、減衰定数5%の加速度応答スペクトル（告示スペクトル）が定められていて、これに適合する模擬地震波（告示波）を作成します。ただし、「敷地の周辺における断層、震源からの距離その他地震動に対する影響及び建築物への効果を適切に考慮して定める場合においては、この限りでない」とも記されており、建設地の特性を考慮して作成した地震動（サイト波）の利用も許容されています。

性能評価は、各指定性能評価機関が定めた時刻歴応答解析建築物性能評価業務方法書に基づいて行われます。ここには、入力地震動として、3種類以上の模擬地震波と、3波の観測地震波を採用することが記されています。模擬地震波として告示波とサイト波のいずれを採用するかは設計者の判断とな

りますが、多くの場合、告示波3波が用いられています。

告示波の策定には、位相特性として乱数位相や、観測地震波の位相を用います。一般には、乱数位相と、遠距離と近距離の2つの地震の観測地震波の位相（例えば1968年十勝沖地震・八戸港湾のNS方向の記録と1995年兵庫県南部地震・神戸海洋気象台のNS方向の記録）が用いられています。告示スペクトルは、解放工学的基盤で規定されていますので、地盤の地震応答解析により表層の応答増幅効果を反映します。この際に、表層地盤の非線形性を考慮するのが一般的です。

観測地震波としては、1940年インペリアルバレー地震・エルセントロでのNS方向、1952年カーンカウンティ地震・タフトでのEW方向、1968年十勝沖地震・八戸港湾でのNS方向の3つの観測波の採用が慣例となっており、「極めて稀な地震動」の場合は、最大速度振幅を0.5m/sに基準化して用いています。これらの波は異なるスペクトル特性を持っていますので、3波を併用することで、幅広い周期範囲で山谷の少ないスペクトル特性の検討ができます。ただし、3波に共通して周期2秒前後にスペクトルの谷がある

ため、固有周期2秒前後の高層建物がよく作られた時期もあります。このことは、理想化したモデルで計算した谷の存在する理論地震動の扱いにくさとも関連します。

サイト波としては、国（中央防災会議など）や自治体（大阪府など）で作られた地震動や、地域の標準的な地震動（愛知県設計用入力地震動研究協議会など）を用いる場合と、建物毎に予測する場合があります。強震動予測には、震源破壊過程や距離減衰を踏まえた応答スペクトルを用いる方法、経験的グリーン関数法、統計的グリーン関数法、波数積分法、有限差分法などを単独あるいは組み合わせで用いています。まさしく、地震本部の成果が直接的に生かされる場です。

強震動予測に当たっては、設計で想定すべき地震の選定、震源のモデル化、伝播経路のモデル化、堆積平野の深部地下構造や表層地盤のモデル化、予測結果の検証などが必要になります。想定地震の選定の際には、地震の長期評価結果を参考に、地震発生確率と建物の供用期間・重要度を踏まえて判断します。震源のモデル化の際には、活断層調査結果などを調べたり、過去の地震の震源の諸元を参考にします。地盤

モデルは、堆積平野の地下構造調査や当該地盤の地盤調査結果などに基づいて作成します。その際に、K-NETやKiK-netの観測記録によりサイトの周期特性の確認を行うこともあります。とくに、建設地近傍に観測点があり、想定地震の震源域での中小地震の記録が存在する場合には、経験的グリーン関数法が有用になります。最後に、地震動の評価結果の検証には、地震動予測地図やハザードマップなどを参照します。このように、予測結果よりは、地震動予測地図の作成に用いた基礎データや技術資料が設計で役立てられています。

社会の現状と調査結果のより有効な活用

大規模な建築物の設計ができる一級建築士の登録者数は329,508人（2008年3月時点）です。このうち、一定規模以上の建築物の構造設計ができる構造設計一級建築士は8,263人（2009年11月時点）です。また、日本建築構造技術者協会が認定した建築構造士は2,688人（2009年9月時点）います。この中で、高層建物や免震建物などの耐震設計に携わっている技術者は数百人程度だと思われます。すなわち、地震動の直接の利用者は、建築士の千人

に一人程度だと言うことです。

我が国では、総人口12,700万人のうち、東京・大阪・名古屋の50キロ圏に、3,100万人・1,700万人・900万人が住んでおり、国土の5%程度の地域に国民の約半数が居住し、全てがここに集中しています。高層建物を例にすると、約2,500棟のうち約1,100棟が東京都内に建設され、高層建物の構造設計者も東京に集中しています。例えば、建築構造士約2,700人のうち約1,100人が東京に居ます。しかし、大都市圏は、大規模堆積平野に立地し、長周期で揺れやすく、沖積低地での表層地盤の地震動増幅も大きくなります。この様子を図示したのが図1です。

図中には、地震本部による確率論的地震動予測地図（今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率）、工学的基盤に対する地表の震度増分、中央防災会議の中部圏・近畿圏の内陸地震に関する検討による深部地盤の固有周期分布を示しています。これと対比して、都道府県別の人口密度、単位面積当たりの県内総生産、住宅数、建築構造士人数、昭和56年以前の公立小中学校建物の耐震化率、地震保険世帯加入率を示しています。また、図2には、各都道府県の、人口、県内総生産、高層建物、免震建物、構造設計一級建築士、建築構造士の全国割合を示しています。

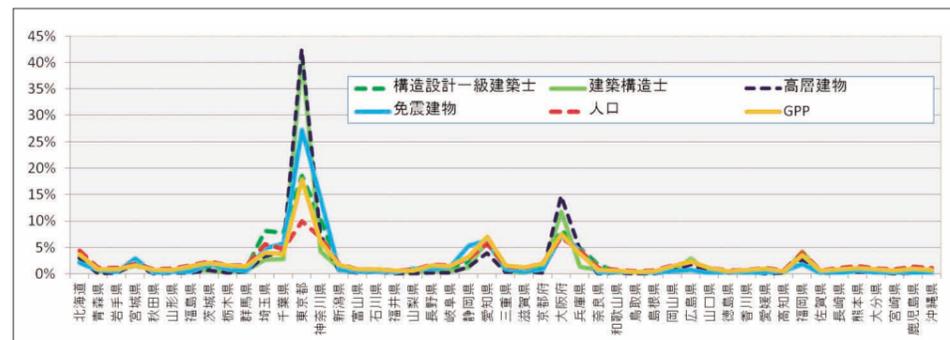


図2 人口・県内総生産・高層建物・免震建物・構造設計一級建築士・建築構造士の全国割合

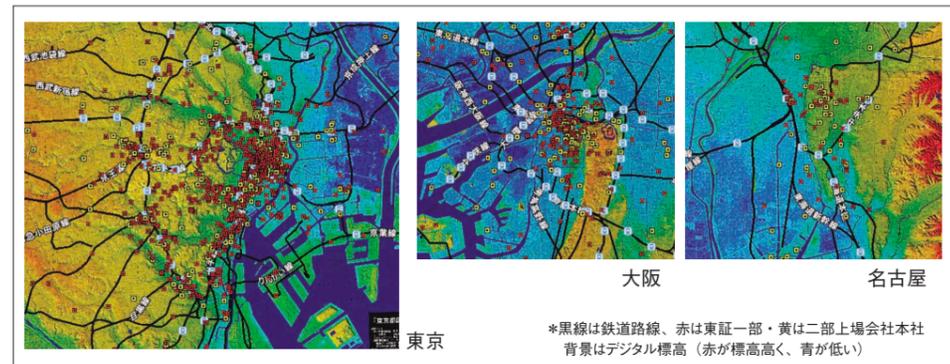


図3 デジタル標高と東証一部・二部上場会社本社位置、鉄道路線図

図から、三大都市圏、中でも首都圏への集中が良く分かります。県内総生産と構造設計一級建築士の分布はほぼ相似で、技術者数は経済規模によること、高層建物や免震建物はさらに大都市に集中し、高層建物分布と建築構造士分布は相似なことが分かります。また、地震動予測地図の確率分布と小中学校の耐震化率や地震保険契約数とがよく対応しており、地震本部の成果が一般市民の防災意識向上に極めて大きな役割を果たしてきたことが分かります。

図3は、デジタル標高地図の上に東証一部・二部上場会社の本社位置と鉄道路線図を示しています。図から、軟弱な地盤上に重要施設が集中して立地していること、鉄道の路線は明治期の市街地を避ける形で敷設されていることが分かります。これらのことから、大都市圏内の表層地盤の増幅特性や、やや長周期域の卓越周期の解像度の向上の重要性が良く分かります。

表層地盤の重要性を実感するために、150年前に広重が描いた江戸名所百景に着目し、図4に、日比谷を通る東西断面上に、浮世絵地点の写真・浮世絵・微動H/Vスペクトルを、東京都土木局の地質断面図・現在の地図・江戸切絵図・デジタル標高地図・武村氏により推定された関東地震の震度分布と一緒に示します。図から、地形変化や土地

地利用の変化、表層や地盤震動特性の局所的な変化と震度分布との対応などが見てとれます。このことは、都心部での局所的な表層地盤の変化の大きさと、生活圏に近い場所での地盤調査データの蓄積の必要性を示していると言えます。

すなわち、地震本部の成果を、工学や一般社会にさらに役立てるには、都市域の生活圏に近い位置での調査を重点的に進めること、調査結果の利用者である構造技術者の量と質の拡大を図ること、直接的な工学利用に加え国民や社会を防災行動に誘導するために社会の欲する形で情報を提供すること、などの重要性が指摘できます。今後のより素晴らしい成果の活用を期待します。

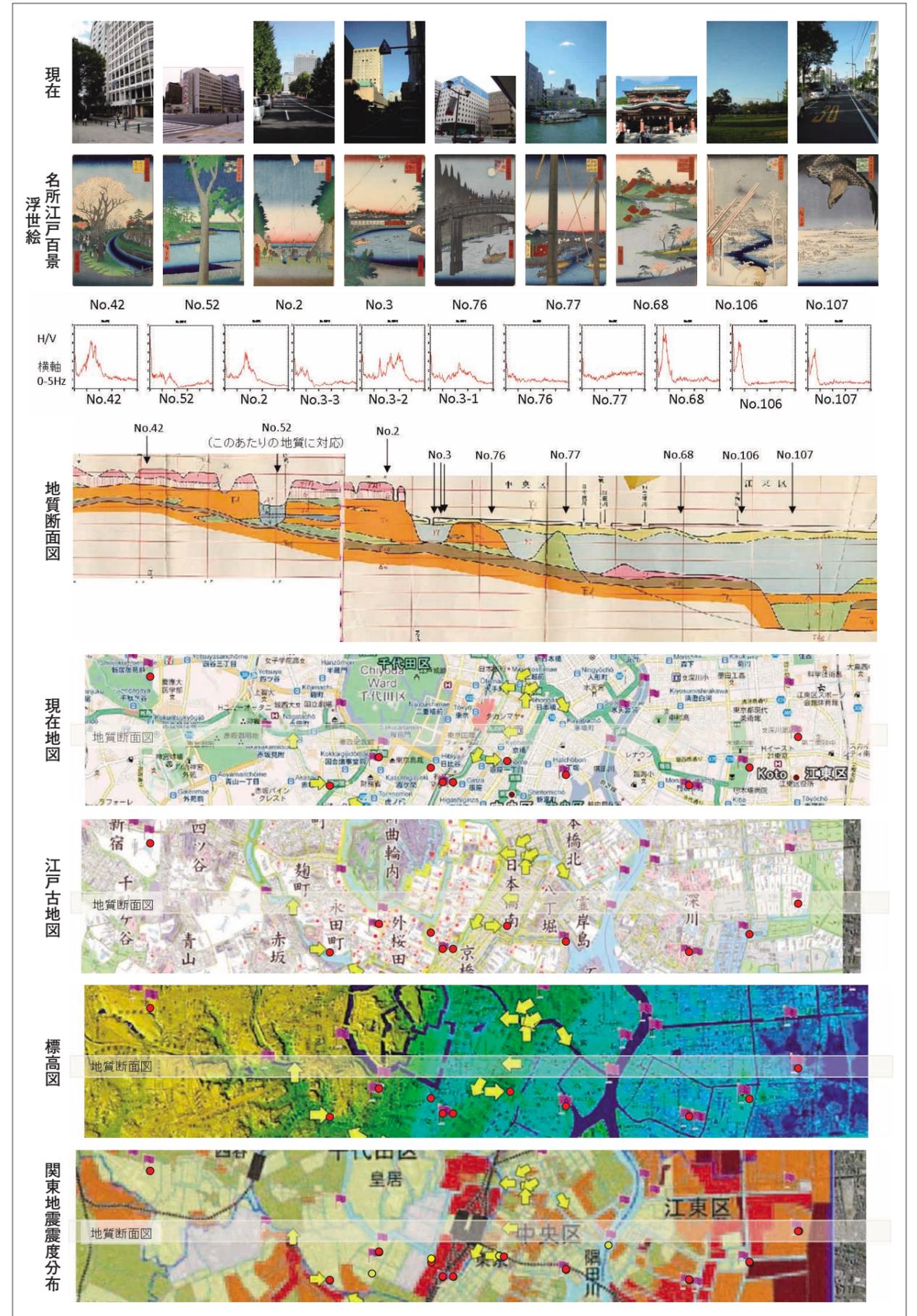


図4 日比谷を通る江戸名所百景描画地点東西断面の現在写真・浮世絵・H/Vスペクトルと地質断面・現在地図・江戸切絵図・デジタル標高・関東地震予測震度（微動H/Vスペクトルのピークは、地盤の卓越振動数を表現すると考えられています。）

GPS／音響測距結合方式による海底地殻変動観測の最新結果

2005年宮城県沖の地震後の海底の動きと 2009年駿河湾の地震後の臨時観測結果

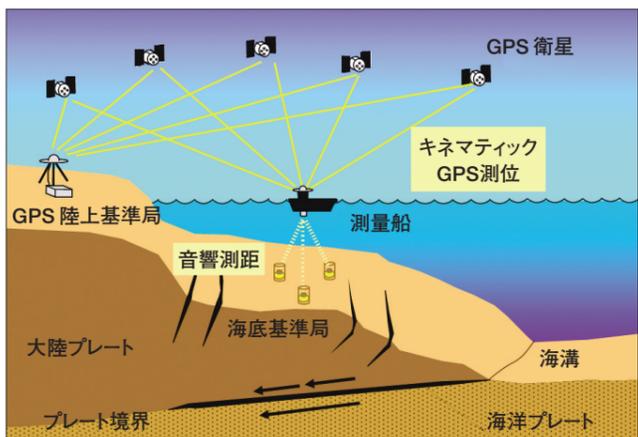


図1 海底地殻変動観測の概念図

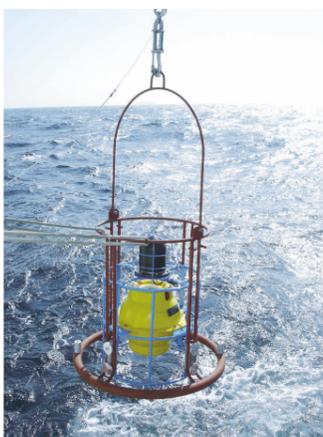


図2 海底基準局

はじめに

地震調査研究推進本部の地震調査委員会による海溝型地震の長期評価では、今後30年以内の地震の発生確率（平成21年1月1日現在）が、宮城県沖地震（M7.5前後）99%、東海地震（M8程度）87%（参考値）、南海地震（M8.4前後）60~70%、南海地震（M8.4前後）50~60%と推定されています。これらの地震の想定震源域の大部分は海域にあるので、将来発生する巨大地震の被害を低減するためには、より震源域に近い海域で地震や地殻変動のモニタリングを行うこ

とが重要です。

海上保安庁では、海溝型地震の震源域直上で地殻変動をモニターするため、東京大学生産技術研究所の技術協力の下、GPS／音響測距結合方式による海底地殻変動観測を行っています。ここでは、海底地殻変動観測で捉えた2005年8月16日の宮城県沖の地震（M7.2）後の海底の動きと2009年8月11日の駿河湾の地震（M6.5）後の臨時観測結果について報告します。

GPS/音響測距結合方式による海底地殻変動観測

海底地殻変動観測の概念図を図1に示します。海底地殻変動観測は、時々刻々と変化する船の位置を求める「キネマティックGPS（KGPS）観測」と、船と海底に設置した海底基準局（図2）との間の距離を音波で測る「音響測距観測」を組み合わせ、海底基準局の位置をセンチメートルの精度で測るといふ観測で、この観測を継続的に行うことにより海底の動きをモニターしています。

現在までに三陸沖から室戸岬にかけての太平洋側の海域に約100km間

隔で海底基準点を展開し、測量船による繰り返し観測を行っています。

2005年8月16日 宮城県沖の地震（M7.2）後の海底の動き

2005年8月16日、宮城県沖の海底でM7.2の地震が発生しました。この地震は、前回1978年に発生した宮城県沖地震（M7.4）の破壊域の南東側の一部が破壊したことによるもので、他の部分は現在もひずみを蓄積したまま残っていると考えられています。

海上保安庁では、宮城県沖に2つの観測点を設置し、海底地殻変動観測を行っています。金華山沖約120kmに位置する「宮城沖1」海底基準点と、金華山沖約70km、「宮城沖1」海底基準点の西方約50kmに位置する「宮城沖2」海底基準点です。2005年の宮城県沖の地震は、偶然にも「宮城沖2」海底基準点のすぐ近傍（西方約10km）で発生したため、同基準点で地震に伴う地殻変動を捉えることができました。

図3（中央）に、「宮城沖2」海底基準点の水平位置の時系列を示します。

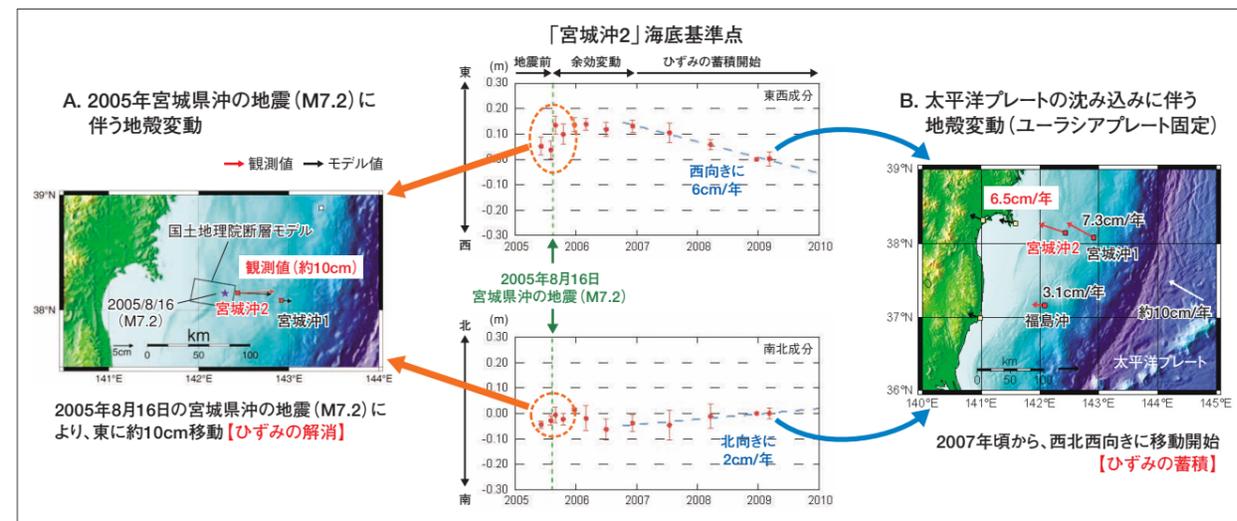


図3 「宮城沖2」海底基準点における海底地殻変動観測結果

時系列から「宮城沖2」海底基準点の動きとして次の3つの段階があることがわかります。

①2005年の宮城県の地震前後（図3-A）

2005年の地震の前後2回ずつの水平位置の平均の差から、「宮城沖2」海底基準点と同地震に伴って東向きに約10cm動いたことがわかりました（図3-A）。この動きは、地震によりそれまで蓄積されていたひずみが開放されたことを示しており、陸上のGPSから推定された国土地理院の断層モデルと方向、大きさとも大変調和的です。

②地震後～2006年末頃

図3の時系列から、地震後から2006年末頃までは特に目立った動きがなく、その後西向きに移動し始めたことがわかります。これは、2006年末頃までこの地震による余効変動が続き、2007年頃から再び太平洋プレートの沈み込

みによるひずみの蓄積が始まったことを示唆していると考えられます。2006年12月以降の水平位置座標から移動速度を求めると、ユーラシアプレートに対して西北西に年間約6.5cmという速度が得られました（図3-B）。

ひずみの解消から余効変動を経て、再びひずみの蓄積開始に至る一連の過程を海底の動きとして捉えたのは世界でも初めての事例です。

2009年8月11日 駿河湾の地震（M6.5）後の臨時観測結果

2009年8月11日午前5時7分、駿河湾でM6.5の地震が発生しました。

海上保安庁では、測量船の行動計画を一部変更し、同年8月17日に震源に最も近い「東海沖1」海底基準点（震央から約80km）において臨時に海底

地殻変動観測を行いました。

同地震の震央と「東海沖1」海底基準点の位置を図4に、臨時観測の結果を図5に示します。臨時観測の結果、地震によると考えられる顕著な地殻変動は検出されませんでした。

今回の臨時観測では、特段の動きは見られませんでした。この臨時観測にはもう一つ重要な意味があります。それは、観測データの取得から解析結果の導出までに要した日数が約10日間だったということです。今回のような臨時観測では、迅速に観測結果を導出し、報告する必要があります。そこで、今回はGPSの軌道情報として、3週間後に提供される「精密暦」ではなく17時間後に提供される「速報暦」を使用して海底基準局の位置を求めました。図5に示した結果は、速報暦による結果です。なお、その後、精密暦で再解析を行いました。速報暦と精密暦による海底基準局の位置の差は1mm未満でした。

このことは、海底地殻変動観測においても「速報暦」が暫定結果の導出に有効であることを意味しており、今後、機動的に観測する必要が生じた際にも、速報暦を使用することにより迅速に海域の地殻変動観測結果を地震調査委員会等に提出することができると期待されます。

海上保安庁では、今後も更なる観測技術の高度化を進めつつ、継続的に海底地殻変動観測を行い、将来発生するプレート境界地震のためのモニタリングに貢献していきます。

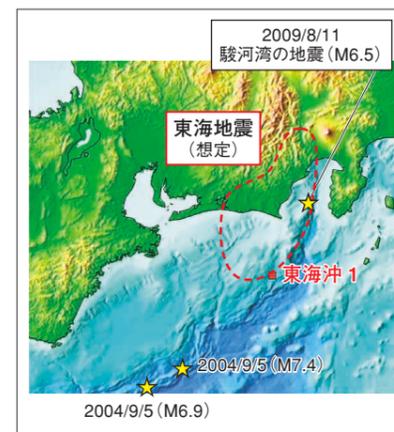


図4 2009年8月11日の駿河湾の地震（M6.5）の震央と「東海沖1」海底基準点の位置

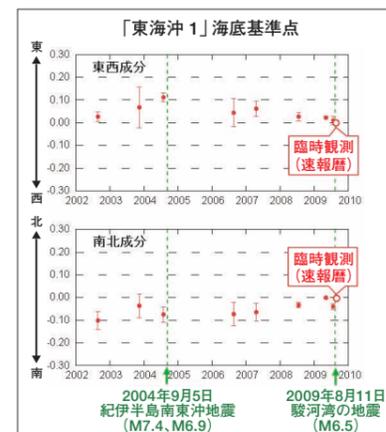


図5 「東海沖1」海底基準点における臨時観測結果（○は臨時観測結果を示す）