

臨時
地震調査委員会

2009年8月11日駿河湾の地震に関して 第200回地震調査委員会（臨時会）を開催

8月11日5時7分頃に、駿河湾の深さ約25kmでマグニチュード6.5（暫定）の地震が発生し、静岡県焼津市、伊豆市、御前崎市、牧之原市で最大震度6弱の強い揺れを観測しました。

地震調査研究推進本部地震調査委員会は、地震発生当日の17時より第200回地震調査委員会（臨時会）を開催し、地震活動について総合的な評価を行い、下記の評価文を発表しました。

2009年8月11日駿河湾の地震活動の評価

- 8月11日05時07分頃に駿河湾の深さ約25kmでマグニチュード(M)6.5（暫定）の地震が発生した。この地震により静岡県で最大震度6弱を観測し、被害を伴った。また、御前崎市で0.4mなど、静岡県の太平洋沿岸で津波を観測した。
- 発震機構は北北東-南南西方向に圧力軸を持つ型であった。発震機構、余震分布及び震源の深さから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。
- 地震活動は本震-余震型で推移している。8月11日18時30分までの最大の余震は11日18時09分に発生したM4.3（速報値）の地震である。
- GPS観測の結果によると、本震の発生に伴って、焼津A観測点（静岡県）が約2cm西に移動するなど震源付近で地殻変動が観測されている。
- 今回の地震は、想定東海地震の想定震源域の近くで発生しているが、フィリピン海プレート内で発生した地震であり、想定東海地震とは異なるメカニズムで発生した地震である。なお、気象庁によると、想定東海地震に結びつくような地殻変動は認められていない。

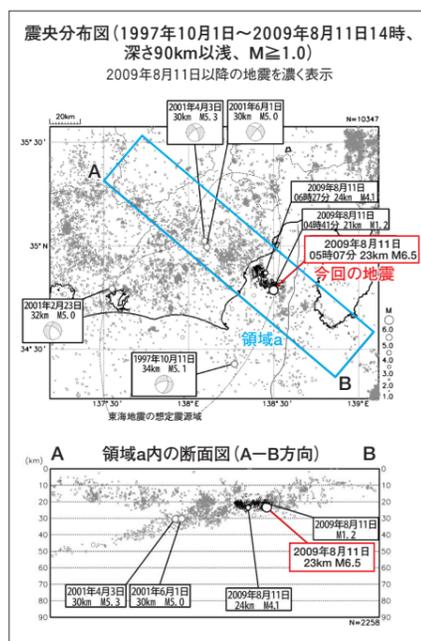


図 2009年8月11日駿河湾の地震の震央分布図（第200回地震調査委員会 気象庁提出資料）

議 レポート 六日町断層帯の長期評価に関する 地元説明会の開催

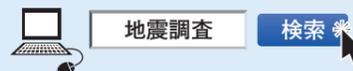
地震調査研究推進本部地震調査委員会では、六日町断層帯について、2004年10月23日に発生した平成16年（2004年）新潟県中越地震（マグニチュード6.8）を受

けて行われた調査をはじめ、平成17年度に産業技術総合研究所によって行われた調査など、これまで行われた調査研究成果を取りまとめて新たに評価を行い、その結果を2009年6月22日に公表しました（評価の詳細は8、9ページを参照）。これを受け、6月29日に南魚沼地域振興局（新潟県南魚沼市）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、新潟県の地方公共団体の防災関係者等を中心に約70名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、2004年新潟県中越地震と断層帯との関係など評価の内容や断層群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るとともに、地殻変動状況や地質構造などについて出席者による質疑応答が行われました。



地元説明会の様子



地震本部ニュース 平成21年9月号

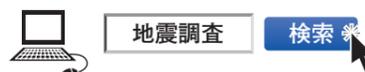
編集・発行
地震調査研究推進本部事務局
（文部科学省研究開発局地震・防災研究課）
東京都千代田区霞が関3-2-2 TEL 03-5253-4111（代表）

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。



The Headquarters for Earthquake Research
Promotion News

地震本部 ニュース

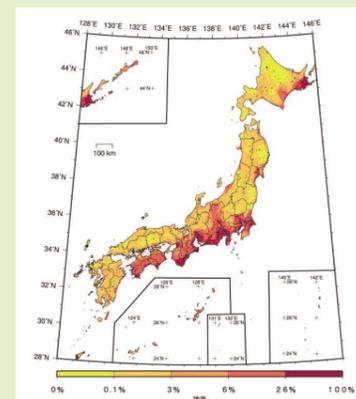
「地震調査研究推進本部（本部長：文部科学大臣）」（地震本部）は、政府の特別の機関で、我が国の地震調査研究を一元的に推進しています。

9
2009

地震調査委員会

全国地震動予測地図

— 地図を見て私のまちの揺れを知る —
250m四方メッシュで計算、
全国版のほか身近な地域の評価も公表



全国地震動予測地図公表（平成21年7月21日）

地震調査委員会 [第199回]

定例会（平成21年8月10日）

2009年7月の地震活動の評価

地震調査委員会

活断層の長期評価

六日町断層帯の長期評価

地震調査研究を加速させる革新的技術 <4>

航空機を使った重力探査システム 地球科学の盲点を突く

東京大学名誉教授 瀬川 爾朗



重力計を搭載したヘリコプター（上）と重力探査システム本体（下）（瀬川爾朗氏 提供）

臨時 地震調査委員会

2009年8月11日駿河湾の地震に関して
第200回地震調査委員会（臨時会）を開催

会議レポート

六日町断層帯の長期評価に関する
地元説明会の開催



地図を見て私のまちの揺れを知る 250m四方メッシュで計算、 全国版のほか身近な地域の 評価も公表

地震調査研究推進本部は、平成17年3月に「全国を概観した地震動予測地図」を公表し、毎年更新してきました。その後も引き続き、地震動予測地図の高度化に向けて、地震動予測手法や地下構造モデルなどの改良の検討を進めてきました。そして今回、これまでの一定の成果をとりまとめて、「全国地震動予測地図」を公表しました。

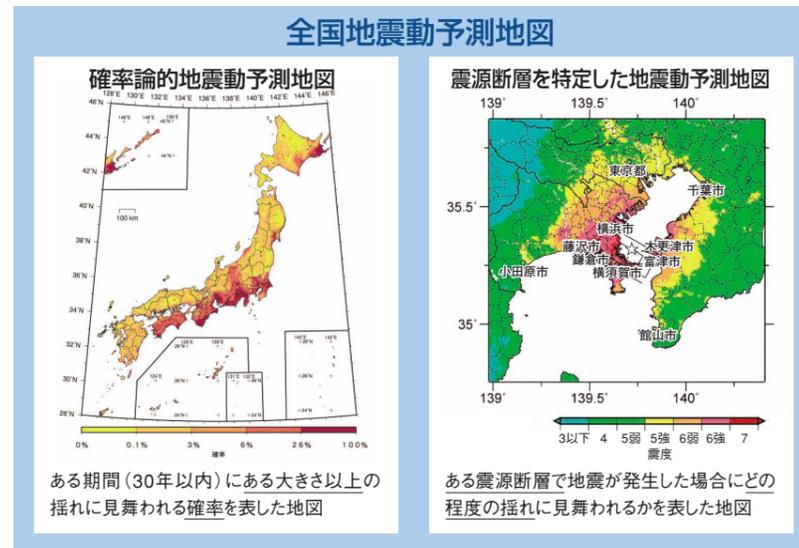


図1 全国地震動予測地図の構成

1 「全国地震動予測地図」とは

日本では、全国どこに住んでいても地震の揺れを経験せずすむ所はありません。毎日、いたるところで地震は発生しています。2008年は日本全国で、震度1以上を観測する地震が約1900回発生しました（気象庁2008）。では、地震の起こり方、大きな揺れに見舞われる可能性は、全国どこでも同じなのでしょうか。それらを示すため、地震本部では、地震に関する観測・調査・研究結果を取りまとめ、最新の知見を用いて「全国地震動予測地図」を作成しました。

「全国地震動予測地図」は、ある地

点において、ある一定の期間内にどのくらいの強さの揺れに見舞われる可能性があるのかを示した「確率論的地震動予測地図」と、ある特定の地震が発生した時に、ある地点がどのくらいの強さの揺れに見舞われるのかを示した「震源断層を特定した地震動予測地図」という、観点の異なる2種類の地図で構成されています。

2 「確率論的地震動予測地図」

ある地点において、地震により発生する揺れを考えたとき、影響のある地震が1つである地域は少なく、いろいろな震源の地震による揺れに見舞われ

る可能性があります。例えば、海溝沿いで発生する地震や、活断層で発生する地震、遠くで起きる地震や、すぐ近くで起きる地震など、様々な種類があります。ある地点に影響を与えるこれらの地震について、それぞれの地震が発生したときにその地点がどのくらいの強さの揺れに見舞われるかを求め、同時にこれらの地震の発生する確率を考慮して、その地点がある強さ以上の揺れに見舞われる確率を計算します。特に、発生確率の高い地震の震源が近い場所では、強い揺れに見舞われる確率も高くなります。全国のすべての地点においてその確率を計算し、地図上に示したものが、「確率論的地震動予測地図」です。

3 「震源断層を特定した地震動予測地図」

地震は断層が動くことによって発生すると考えられています。ある断層である特定の地震が発生した場合に想定される、各地点での強い揺れの分布を示したものが「震源断層を特定した地震動予測地図」です。日本全国には、主要な活断層帯が110あります。これらの活断層で発生する地震については、アスペリティ（断層面上ですべりが大きい主要な破壊領域）の配置や、断層面のすれ方、地震波の伝わり方から、発生する地震動を計算し、各地点の地盤の揺れやすさを基に震度を計算しています。それ以外の断層や、海溝型地震（プレート境界に沿って起こる大地震）については、発生する地震の規模と、距離による地震動の減衰、各地点の地盤の揺れやすさを基に震度を計算しています。

4 「確率論的地震動予測地図」の見方

図2は「確率論的地震動予測地図」の1つである、「今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率」を示した地図です。この図で表示されている色が黄色から赤色になるほど、今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率がより高いことを示しており、揺れの確率が26%以上の地点を赤で示してあります。四国から紀伊半島、愛知県から静岡県にかけての太平洋沿岸、伊勢湾の沿岸、関東地方南部、仙台平野、釧路から根室にかけて、特に確率の高い地域があります。これらの地域は、発生頻度の高い海溝型地震の震源域に近く、地盤の特性等から、これらの地震が発生したときに強い揺れに見舞われる可能性が高いことを示しています。また、長野県、新潟県にも揺れの確率の高い地域がありますが、これらの地域は、地震発生確率の高い活断層（糸魚川-静岡構造線断層帯）や、震源は特定されていないものの発生確率が高いとされている佐渡島北方沖の地震の影響を受けています。

この地図以外にも、何種類かの地図が公表されています。例えば、震度5弱以上の揺れに見舞われる確率を示した地図を見ると、日本全国のほとんどの地域で高い確率になっており、全国どこでも、強い揺れに見舞われる可能性が高いことがわかります。

また、図3は東京都の部分を拡大した「今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率」の地図です。今回公表した地図は約250m四方のメッシュ単位で計算し図示してありますので、例えば中小河川に沿って揺れの確率が高くなっているなど、自分の住んでいる家の周りの身近な地区での評価結果をきめ細かく読み取ることができるようになりました。

5 「震源断層を特定した地震動予測地図」の見方

図4は、立川断層帯において地震が生じた場合に、断層帯周辺がどのよう

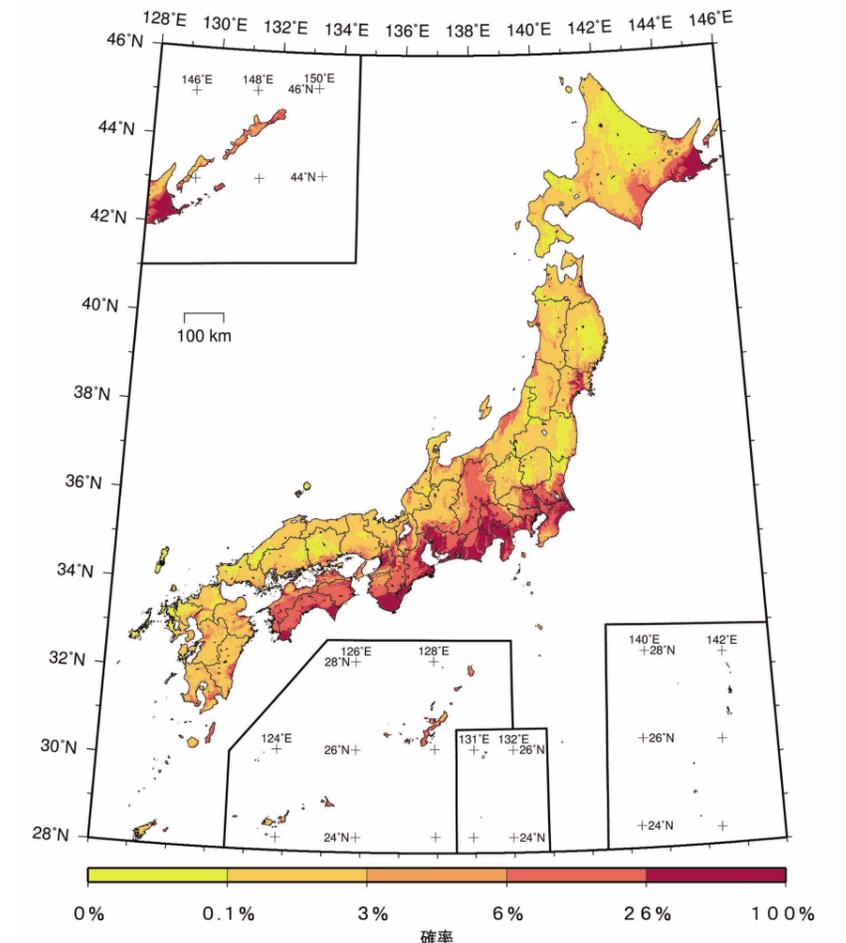


図2 今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率

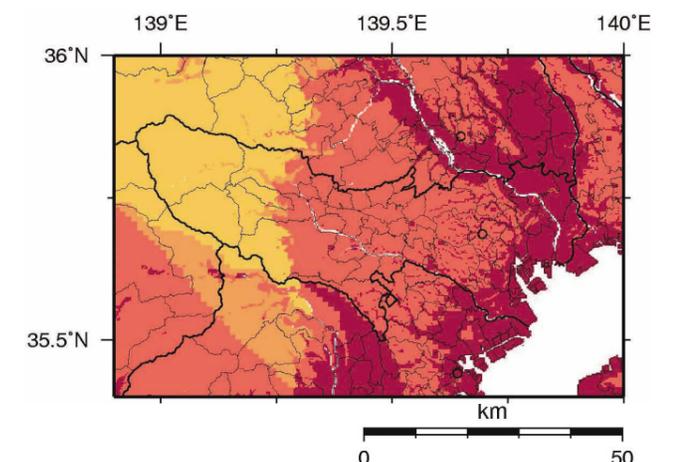


図3 今後30年間に震度6弱以上の揺れに見舞われる確率(東京都)

に揺れるかを計算して、その分布を示したものです。この例では、中央の星印の点から破壊が開始した場合を計算しています。破壊が開始した点の近くでは、主要な破壊領域があり、強い地

震動に見舞われることがわかります。また、やわらかい地層が厚く堆積している平野では、山地に比べて地震動の増幅の割合が大きく、断層の西側の関東山地に比べ、東側の関東平野では、

広い領域で強い揺れに見舞われることがわかります。さらに細かく見ると、河川沿いの低地や東京湾岸の低地では、周りに比べて揺れやすい領域があることもわかります。

6 今回の地図の特徴

地震本部では、平成17年に「全国を概観した地震動予測地図」を公表し、以降、毎年更新してきましたが、今回は、最新の知見に基づいた手法により地図を作成しました。主な改良点は以下の通りです。

a) 約250m四方毎に細分化された地図

計算の単位を従来の約1km四方から約250m四方に細分化したことにより、従来の地図と比べて、評価

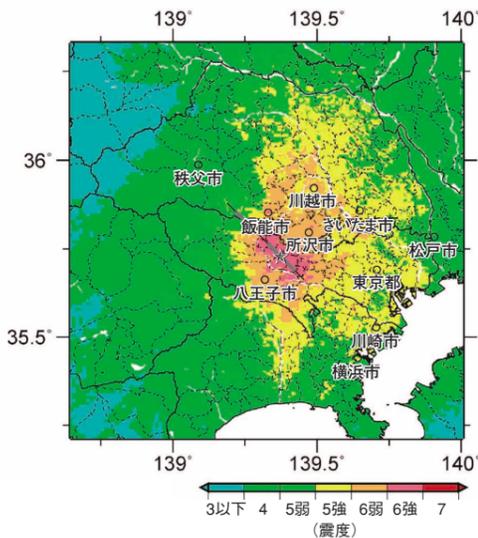


図4 立川断層帯における地震動予測地図

結果をよりきめ細かく読み取ることが可能となりました。

b) 地表面の分類および地表面での揺れの増幅率の見直し

地盤の軟らかいところ、硬いところを、より実態に近い条件で評価するために、地表面の地盤（地形）データについて約250m四方で評価を行い、地盤による揺れの増幅率も見直し、再評価を行いました。

c) 計算手法の改良

最近の被害地震で得られたデータ及び知見を踏まえ、断層のモデルから揺れを計算する式を更新し、震源に近い地域の揺れをより適切に評価できるようにしました。

d) 震度分布の地図に震度7を明示

従来、最大級の揺れに見舞われる地域はまとめて「震度6強以上」と

示していましたが、a)～c)を踏まえ、震度分布の地図に震度7も明示するようにしました。

e) 主要活断層帯の「震源断層を特定した地震動予測地図」を作成

全国各地の主要活断層帯で発生する地震について、「震源断層を特定した地震動予測地図」を作成し、主要活断層帯で地震が発生した際の揺れの分布を表示しました。

7 確率3%は高い？低い？

今後30年に6弱以上の揺れに見舞われる確率を示した地図を見て、その確率が3%であるとき、それは確率が高いと考えるのでしょうか。それとも、低いと考えるのでしょうか。この数値が3%であるということは、平均すれば1000年に1度は、それ以上（震度6弱以上）の揺れに見舞われるということを示します。このように書くと、一見、その可能性はとても低いように感じられます。では、他の災害や事故と比べてみましょう。図5にあるように、交通事故で死亡する30年確率は約0.2%、火事で罹災する30年確率は約2%です。これらと比較すると30年3%という数値は、決して低いとはいえないことがわかります。多くの方は、すぐに天気予報の降水確率の数字を思い浮かべて、単純に数字だけを比較して「低い」と感じてしまうかもしれませんが、「今後30年に6弱以上の揺れに見舞われる確率」としては、むしろ「高い」数字であることに注意する必要があります。

8 地震ハザードステーションJ-SHISについて

今回、約250mメッシュで地震動の予測を行ったことで、より身近な地域での確率等の値を読み取ることができるようになりました。防災科学技術研究所では、「全国地震動予測地図」を、よりわかりやすくウェブ上で閲覧することができるシステムとして、これまで運用してきた「地震ハザードステーションJ-SHIS」の大幅な機能アップを実現した新型のシステムを開発しました。新しく開発されたシステムでは、「確率的地震動予測地図」、「震源断層を特定した地震動予測地図」、それらの計算に用いた表層地盤増幅率や深い地盤構造モデル等を、背景地図と重ね合わせて表示する機能に加え、住所や郵便番号などによる検索機能を強化することにより、調べたい場所での地震ハザード情報を、簡単に閲覧することができるようになりました。また、より専門的なデータの利活用に資するため、地震動予測地図の地図データや計算に用いた断層モデル、地盤モデル等をダウンロードする機能も強化しました。

詳しくは防災科学技術研究所「地震ハザードステーションJ-SHIS (<http://www.j-shis.bosai.go.jp/>)」をご覧ください。

9 地震動予測地図の利用と今後の取り組みについて

地震動予測地図はこれまで、地域住民等の地震防災意識啓発のための基礎資料、重点的な調査観測の対象となる地震や地域の選定の検討材料、国や地方公共団体等の地震防災対策検討のための基礎資料として利用されてきました。今回、近年の調査・観測・研究の成果として、約250mメッシュという詳細な地図を公表しましたが、今後も、より一層の地震動評価手法と地図の高度化を目指していく必要があります。また、今回公表した地図には含ま

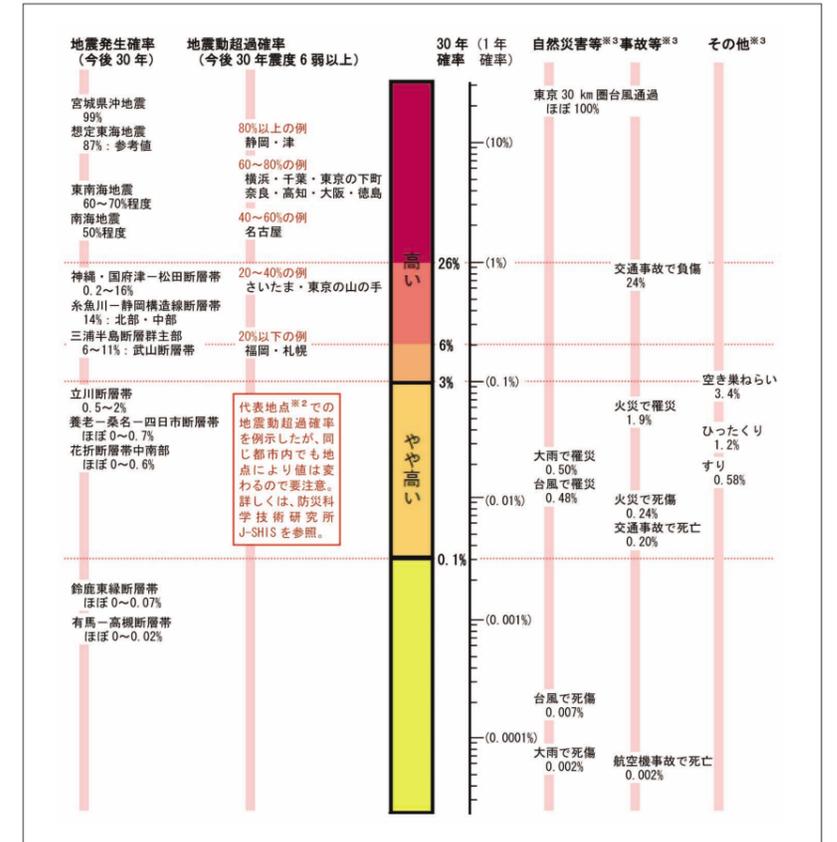


図5 確率の数値を説明する参考情報

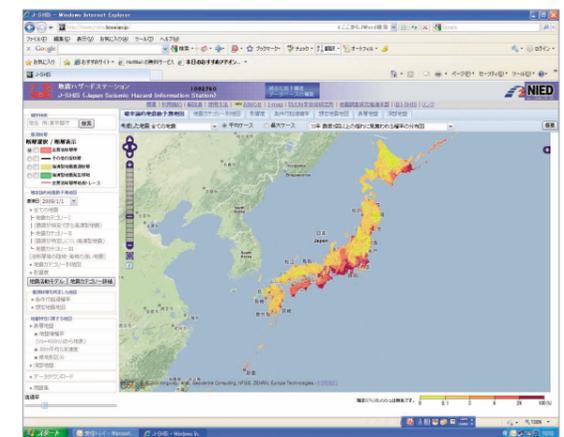


図6 防災科学技術研究所「地震ハザードステーションJ-SHIS」

れていない、長周期地震動の予測にも取り組んでいく必要があります。さらに、地震動予測地図の普及広報とともに、ニーズを把握して利活用へ橋渡しすることも重要です。「新たな地震調査研究の推進について—地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進につ

いての総合的かつ基本的な施策—」(平成21年4月公表)の下、今後も、最新の調査・観測・研究成果に基づいて諸検討を進め、その成果をわかりやすい形で広く提供し、安全・安心な社会の実現に役立てていきます。



1 主な地震活動

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

● 7月28日に松前沖〔北海道南西沖〕の深さ約10kmでマグニチュード (M) 4.0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型で、地殻内で発生した地震である。

東北地方

目立った活動はなかった。

関東・中部地方

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

● 7月22日に室戸岬沖〔四国沖〕でM4.6の地震が発生した。

九州・沖縄地方

● 7月14日に台湾付近でM6.5の地震が発生した。この地震の発震機構は南北方向に圧力軸を持つ逆断層型であった。

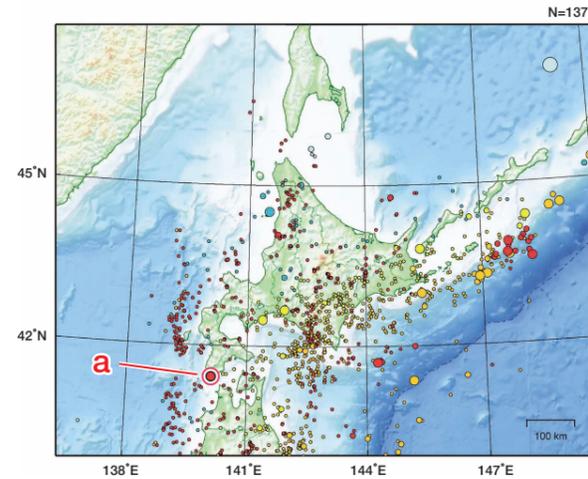
補足

- 8月3日に熊本県天草・芦北地方の深さ約10kmでM4.7の地震が発生した。この地震の発震機構は北北西-南南東方向に張力軸を持つ横ずれ断層型で、地殻内で発生した地震である。
- 8月5日に宮古島近海でM6.5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、フィリピン海プレートと陸のプレートの境界で発生した地震と考えられる。
- 8月5日に日向灘の深さ約35kmでM5.0の地震が発生した。この地震の発震機構は東北東-西南西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である。

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。

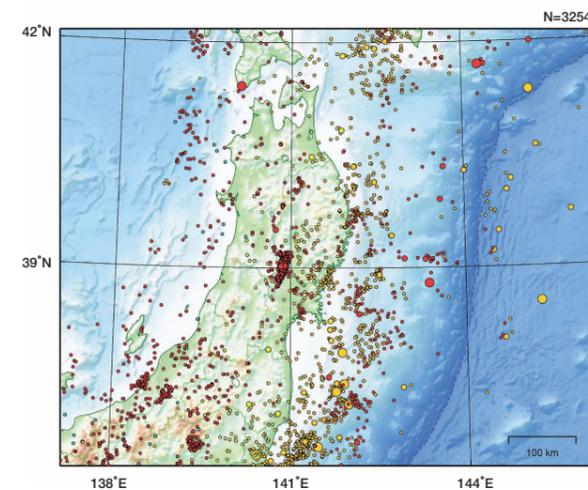
注：この図の詳細は地震調査研究推進本部ホームページの毎月の地震活動に関する評価に掲載。地形データは日本海洋データセンターのJ-EGG500、米国地質調査所のGTOPO30、及び米国国立地球物理データセンターのETOPO2v2を使用。

1 北海道地方



a) 7月28日に松前沖〔北海道南西沖〕でM4.0の地震（最大震度4）があった。

2 東北地方

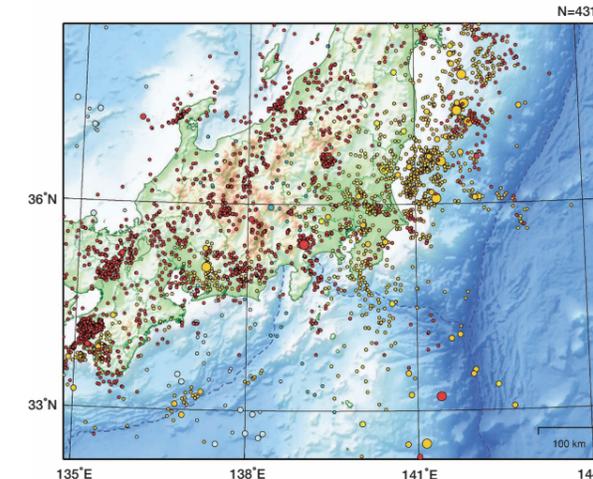


特に目立った活動はなかった。

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	○ M6.0から6.9まで	○ M5.0から5.9まで
● 30km 以上 80km 未満	○ M4.0から4.9まで	○ M3.0から3.9まで	○ M3.0未満とMが決まらなかった地震
● 80km 以上 150km 未満	○ M3.0未満とMが決まらなかった地震		
● 150km 以上 300km 未満			
● 300km 以上 700km 未満			

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。

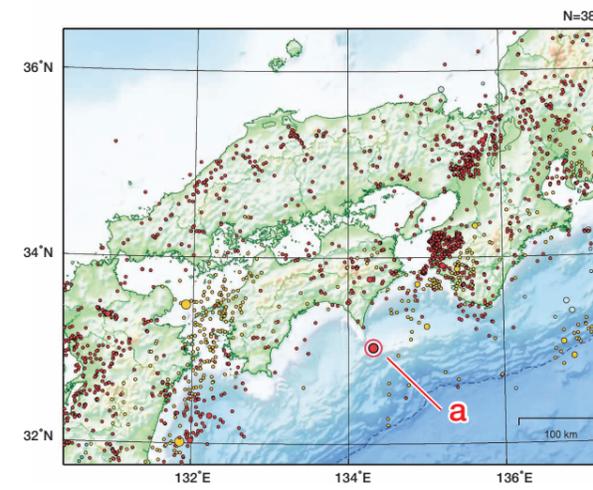
3 関東・中部地方



特に目立った活動はなかった。

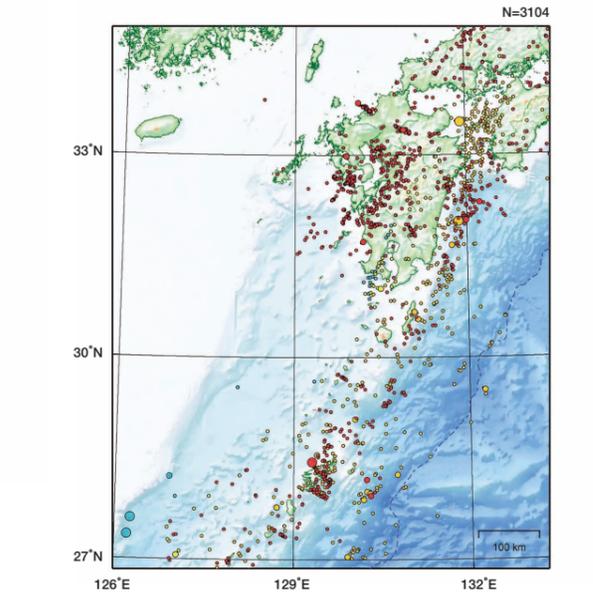
(上記期間外)
8月2日に新潟県下越沖でM4.9の地震（最大震度3）があった。

4 近畿・中国・四国地方



a) 7月22日に室戸岬沖〔四国沖〕でM4.6の地震（最大震度4）があった。

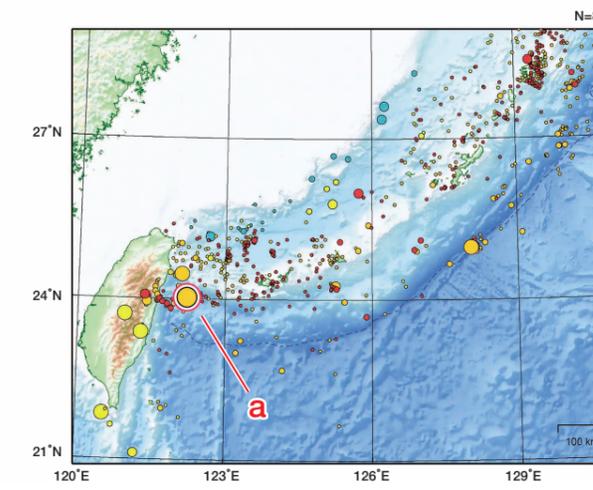
5 九州地方



特に目立った活動はなかった。

(上記期間外)
8月3日に熊本県天草・芦北地方でM4.7の地震（最大震度4）があった。
8月5日に日向灘でM5.0の地震（最大震度4）があった。

6 沖縄地方



a) 7月14日に台湾付近でM6.5の地震（最大震度3）があった。

(上記期間外)
8月5日に宮古島近海でM6.5の地震（最大震度4）があった。



point

六日町断層帯
新潟県中越地震の影響を考慮して2ケースを想定

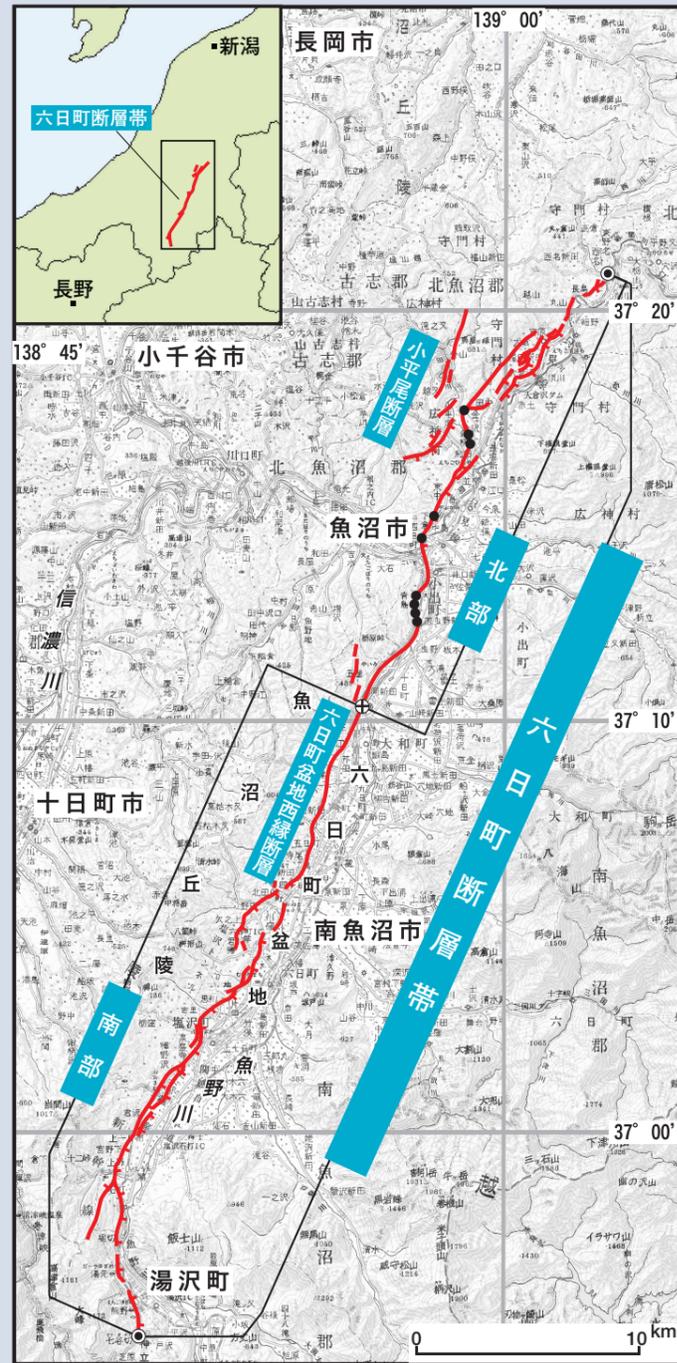


図 六日町断層帯の位置図
●は断層帯の北端と南端 ⊕は北部の南端・南部の北端
●は平成16年(2004年)新潟県中越地震の地表地震断層
(基図は国土地理院発行の数値地図200000「新潟」「日光」「長岡」「高田」を使用)

地震調査研究推進本部地震調査委員会は、「六日町断層帯の長期評価」をとりまとめ、平成21年6月22日に公表しました。ここではその概要を紹介いたします。

なお、六日町断層帯付近では平成16年(2004年)新潟県中越地震(以下、「中越地震」という)が発生しています。この地震活動と六日町断層帯北部との関係については2つの可能性が考えられるため、両論(ケース1、2)*を併記しました。

位置及び形態

六日町断層帯は、新潟県魚沼市から南魚沼市を経て南魚沼郡湯沢町に至る断層帯です。長さは約52kmで、概ね北北東-南南西方向に延びています。本断層帯は断層の西側が東側に対して相対的に隆起する逆断層です。六日町断層帯は過去の活動時期の違いから、魚沼市から南魚沼市浦佐付近に至る六日町断層帯北部と、南魚沼市浦佐付近から南魚沼郡湯沢町に至る六日町断層帯南部に区分されます。

断層帯の過去の活動

六日町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) 六日町断層帯北部

- ケース1
- 最新の活動
約4千9百年前後、16世紀以前
- 平均活動間隔
約3千2百-7千6百年
- 1回のすれの量
2m程度(上下成分)
- ケース2
- 最新の活動
2004年の中越地震
- 平均活動間隔
約3千2百-4千年もしくはそれ以下
- 1回のすれの量
2m程度(上下成分)

(2) 六日町断層帯南部

- 最新の活動
約2千9百年前後、約2千年前以前
- 平均活動間隔
約6千2百-7千2百年
- 一回のすれの量
3m程度(上下成分)

断層帯の将来の活動

六日町断層帯は、過去の活動と同様

に北部と南部の2つの区間に分かれて活動すると推定されますが、断層帯全体が1つの区間として同時に活動する可能性もあります。

六日町断層帯北部では、マグニチュード(M)7.1程度の地震が発生する可能性があり、その際には断層の西側が東側に対して相対的に2m程度高まる段差や撓みが生じる可能性があります。

六日町断層帯南部では、M7.3程度の地震が発生する可能性があり、その際には断層の西側が東側に対して相対的に3m以上高まる段差や撓みが生じる可能性があります。

北部及び南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。

■ケース1

六日町断層帯北部では、活動時期が十分特定できていないことから、通常の活断層評価とは異なる手法により地震発生率の長期確率を求めています。そのため信頼度は低いですが、将来このような地震が発生する確率は、表に示すとおりです。本断層帯北部は、今後

表 将来の地震発生確率(評価時点は2009年1月1日)

項目	北部		南部
	ケース1	ケース2	
地震後経過率	—	ほぼ0	0.3-0.5
今後30年以内の発生確率	0.4%-0.9%	ほぼ0%	ほぼ0%-0.01%
今後50年以内の発生確率	0.7%-2%	ほぼ0%	ほぼ0%-0.02%
今後100年以内の発生確率	1%-3%	ほぼ0%	ほぼ0%-0.05%
今後300年以内の発生確率	4%-9%	ほぼ0%	ほぼ0%-0.3%
集積確率	—	ほぼ0%	ほぼ0%-0.08%

30年の間に地震が発生する可能性が、我が国の主な活断層の中ではやや高いグループに属することになります。

六日町断層帯全体が同時に活動する場合には、M7.7程度の地震が発生すると推定されます。この場合の地震発生確率は、北部あるいは南部が単独で活動する場合の発生確率を超えないものと考えられます。

■ケース2

六日町断層帯全体が同時に活動する場合には、M7.7程度の地震が発生す

ると推定されます。この場合の地震発生確率は、北部あるいは南部が単独で活動する場合の発生確率を超えないものと考えられます。

なお、六日町断層帯北部については、本断層帯周辺のひずみが中越地震で完全に解放されたかどうかを判断できず、北部区間全体が活動する地震が発生する可能性がある(ケース1)ことから、このことを考慮して地震防災対策を進めることが適当と考えられます。

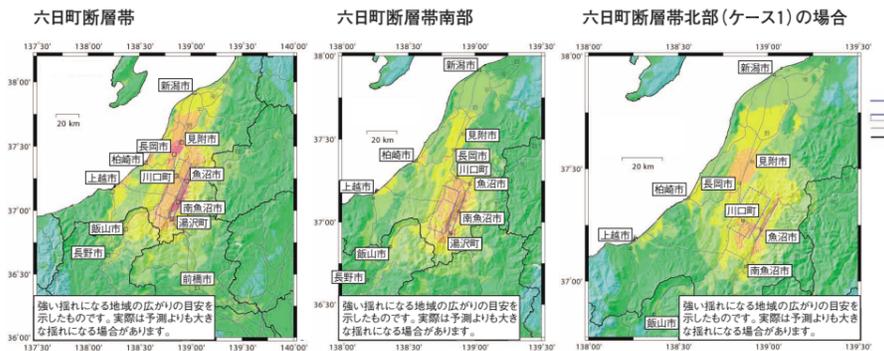
参考 六日町断層帯の地震による予測震度分布図 地震調査研究推進本部 事務局

この震度分布図は、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ために予測を行ったものです。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。

図は長期評価で想定された地震が発生した場合に予測される、震度分布の概要を示しています。

六日町断層帯が活動した場合には、断層帯周辺では震度6強以上(赤色)や震度6弱(黄色)の大変強い揺れに見舞われる可能性があります。

六日町断層帯全体が1つの区間として活動した地震の場合は、魚沼市から南魚沼郡湯沢町にかけての六日町盆地沿いや長岡市・見附市周辺で震度6強以上の揺れが予測されています。震度6弱の揺れは、新潟市南部から長野県北部にかけての広い範囲や、柏崎市・上越市の一部に、震度5強(黄色)の揺れは、新潟市北部から長野県北部にかけての広い範囲や、上越地方・群馬県北部・



福島県西部の一部にまで及びます。

六日町断層帯南部が活動した地震の場合は、南魚沼郡湯沢町の一部で震度6強以上の揺れが予測されています。震度6弱の揺れは、中越地方南部や長岡市・柏崎市の一部に、震度5強の揺れは、中越地方から長野県北部にかけての広い範囲や、上越市・長野市の一部にまで及びます。新潟市から群馬県北部・長野県北部にかけての広い範囲は震度5弱(黄緑色)の揺れに見舞われます。

六日町断層帯北部の活動(ケース1)に関しては、魚沼市の一部で震度6強以上の揺れが予測されています。震度6弱の揺れは、長岡市・見附市周辺や、北魚沼郡川口

町から魚沼市・南魚沼市にかけての一部に、震度5強の揺れは、新潟市南部から南魚沼郡湯沢町にかけての広い範囲や柏崎市・上越市の一部にまで及びます。新潟市から中越地方までの広い範囲や上越市・長野県北部・群馬県北部・福島県西部の一部は震度5弱の揺れに見舞われます。(なお、ケース2の場合、六日町断層帯北部による今後30年以内の地震の発生確率はほぼ0%となります。)

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があります。特に活断層の近傍などの震度6弱の場所においても、震度6強以上の揺れになることがあります。

地球科学、特に地震の調査研究にとって、陸海の境界域は極めて重要な場所です。しかし、そのような地域は、人々の生活や生産活動にとってもまた、極めて重要なところで、お互いに利害が対立する場合がありますので、沿岸域は研究活動にとって居心地の悪い場所であることが多々あります。地震は陸海境界域に発生する 경우가多く、その調査研究にとって、諸現象の陸から海底までの連続したプロフィールを知ることは大変に望ましいことです。私はそれを可能にするのは航空機であると考えています。本稿では航空機を使った重力探査により、陸上の活断層が海底に向けていかように延び、いかなる性状を有しているかを究明し、地震との関連性を明らかにすることの可能性を述べたいと思います。

航空機を使った重力探査システム 地球科学の盲点を突く

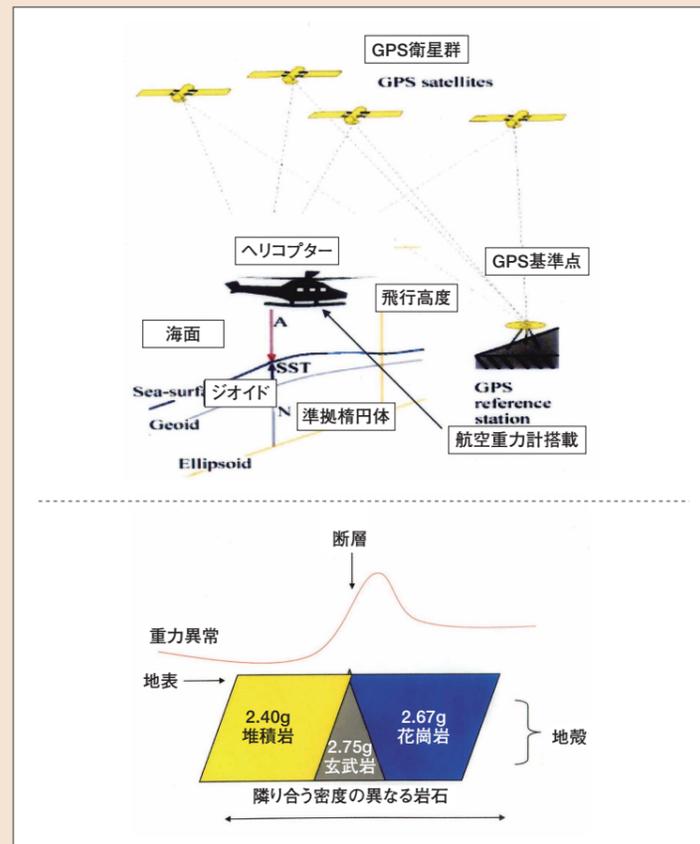


図1 航空重力測定の仕組み(上)と重力異常と断層構造との関係の例(下)



瀬川 爾朗 (せがわ・じろう) 氏

1961年 東京大学理学部物理学科地球物理学卒。東京大学名誉教授。これまでに海上重力計の開発、海底磁力計の開発、航空重力計の開発などを手がけた。日本地球電磁気惑星学会賞(田中館愛橘賞)を受賞。1996年に国際測地学協会シンポジウム「重力、ジオイドおよび海洋測地学」を東京大学で主催。1999年~2003年 日本測地学会会長。

地震調査と重力

17世紀のアイザック・ニュートン(Isaac Newton) 以来のテーマである重力も、その応用科学である地震研究にとっては、現在でも極めて新鮮なテーマです。人工衛星とは異なり、航空機は私たちの生活空間に密着しており、地震予測が期待する、距離で10~30km、時間で10年以内の情報を提供できる手段であると考えます。

筆者が航空機による重力測定に本格的に取り組んだのは1998年でしたが、その当時から日本の長大な海岸線沿いに幅20kmほどの重力無データ域(Gravity Void) が連なっています。その多くの場所が地震頻発帯です。陸上の活断層は比較的良く調べられていますが、海岸線より海側の情報は極めて少ないのです。

図1に航空重力探査システム(上)と、断層と重力異常との関係(下)を模式的に示しました。航空重力探査システムはヘリコプターに搭載された航空重力計とヘリコプターの位置をcmの精度で決めるGPSシステムより成り立ちます。重力測定は100万分の1G(Gは地球の重力の平均値)の精度で測る必要がありますが、航空機の動揺は10分の1Gのノイズを出します。このS/N(信号対雑音比)=1/100,000という悪環境の中で精密位置変化の時間の2階微分により加速度ノイズを評価し、それを徹底的に除去します。地震の源となる活断層は異質の岩盤の相接するところであり、多くの場合、岩盤の密度が異なります。図には密度2.40gの堆積岩、2.75gの玄武岩、2.67gの花崗岩が接する断層の例を示しますが、このような断層を横切ると、重力異常は10~50mgal程度の顕著な変化を示します。空中からこのような重力変化をたどることにより陸海を問わず断層を追跡できると考えます。図2に国産航空重力計Segawa/TKeiki(Tokimec) Airborne Gravimeter FGA-1を示します。重力センサーはサーボ型加速度計、鉛直保持は光ファイバージャイロで行います。今日までの実績として、精度1-3mgal、半波長分解能1.5kmが得られております。

重力計の精度の評価~データの再現性と海上重力

2000年4月に埼玉県川越から霞ヶ浦を経て鹿島灘に抜ける測線で、高度2000ft(フィート、609.6m)、片道

160kmの往復測定を4回行いました。そのトラックを図3の上部、測定結果のフリーエア重力異常(重力測定値を標高0mの面-ジオイド上の値に変換して正規重力値との差をとったもの)のプロフィールを下部に示します。第1回から第3回目までが東西の往復測定、第4回目が南西北東の往復測定です。図3はトラックが同じだと皆同じように見えてところがミソで、1-2mgalの差で往復の際のデータの再現性が証明されております。

この測定によるもう一つの成果は、海上重力の精度を客観的に評価したことです。航空重力のプロフィールの中に上向きの矢印があります。矢印が示す点の左側が陸上で、陸上データと航空データとが比較されており、これは良く一致しております(線が1本に見えること)。ところがその右側の鹿島灘の海上では、航空重力と海上重力とが2股に分かれております。上側のプロフィールは海上重力であり、下側は航空重力です。この差は10-20mgalもあります。航空重力が海岸線から突然値が小さくなる理由は考えにくいので、海上重力(これは1980年代の測定データですが)が何らかの理由で、プラスの誤差をもっていると考えられます。これが日本において海の重力の誤差を検証した最初の例なのです。

海底に断層が見えた?

2002年6月に遠州灘に4本の航空重力の測線(間隔5海里)をとりました(図4)。神津島を出発点とし、駿河トラフ(駿河湾口)を横切り、渥美半島までの往復測線です。この測線の狙いは次の通りです。天竜川断裂帯とその御前崎分岐帯が陸上測定の重力異常によって明瞭に見えている(図4のマップを参照し図5の赤い縞模様にご注目)ことを利用し、それらの海底への延長を重力でたどろうとする実験でした。最北測線(図5の緑線)に



図2 国産航空重力計

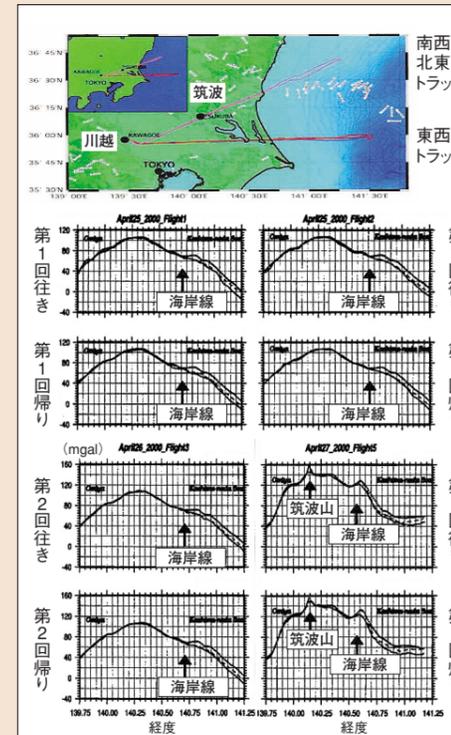


図3 2000年4月川越ヘリポートから鹿島灘に向けて4往復した際の、それぞれ往と復における空中重力(下線)と陸海重力(上点線)との比較。いずれも海岸線を境にして海上において船の測定値が空中の測定値より15-20mgal大きすぎる。

沿った重力フリーエア異常プロフィールは天竜川断裂帯と御前崎分岐帯の重力異常を明瞭に表し、双子谷(VV)の変化を示しています。南側の青及び赤の測線は深谷の形ですが、双子谷の姿は良く分かりません。しかし、さらに南側の黒の測線を良く見ると、最北測線と同じ双子谷が再び見えるではありませんか。天竜川の河口は海底谷を刻み、乱泥流によって海底が乱されていることが想像できますが、基盤の断層はしっかり存在していることが伺われます。ちなみに、最南端の測線は天竜川河口より約24km沖にあり、水深は約750m、海底地形からも双子谷の姿が読み取れます。この付近の天竜海底谷の傾斜は平均2°程度です。海底で

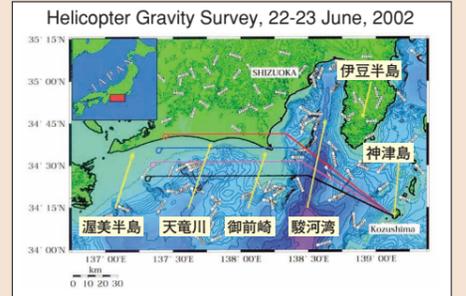


図4 遠州灘周辺の地形図と天竜川断裂帯及び御前崎分岐帯の海上延長部における重力異常調査での飛行コース。

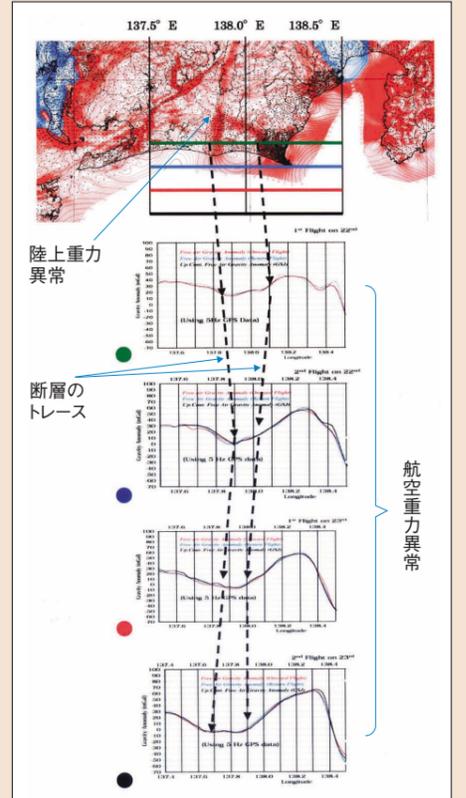


図5 天竜川断裂帯と御前崎分岐帯の海上延長部における重力異常。陸上部の重力異常コンター(赤)は志知龍一氏による。

の断層調査は音波探査や目視調査でもかなり困難です。重力ならではの結果かもしれません。

さらに高精度を目指して

航空重力測定の精度は低速低空測定では1-3mgal、高速高空測定では5-10mgalと言われております。しかし、地震調査などの目的を考えると、あと半桁の精度向上が望まれます。±0.5mgalが当面の目標です。重力計の安定度、ヘリコプターとのマッチング、測位精度、データ処理法の改善、などがポイントです。今後この目的に向かって体制を固めていくことが重要であると思います。