

（１）平成３１年度新規特別研究課題 事前評価

南海トラフ沿いの巨大地震発生に対応するための高精度な地殻活動把握手法の研究開発

○委員長

まず議事（１）の①南海トラフ沿いの巨大地震発生に対応するための高精度な地殻活動把握手法の研究開発について、国土地理院から御説明をお願いしたいと思います。よろしくお願いします。

○発表者

資料に基づいて説明いたします。14ページからになります。

14ページの下側のSlide 2 をご覧ください。これは、左が南海トラフでの海溝型巨大地震の過去の発生状況を示す図となっております。赤で囲まれた領域が南海トラフでの巨大地震の想定震源域となっておりますが、この領域では、下の図のように100年から150年程度の間隔で繰り返し海溝型巨大地震が発生してきたということが知られております。

前回の地震が1944年の昭和東南海地震、1946年の昭和南海地震で、それから既に70年以上が経過したという状況になっております。

右は、地震調査委員会による長期評価で、30年以内に南海トラフで大地震が発生する確率の時間推移を示す図となっております。縦軸は確率の数値、横軸が、前回の地震発生からの経過時間を示しています。

ご覧のように時間経過とともに確率の数値が上昇していることがわかります。実は今年2月に、今後30年以内の発生確率は、以前の70%程度から70～80%程度へ引き上げられていて、南海トラフの海溝型巨大地震の発生が切迫してきているという状況にあります。

Slide 3 をご覧ください。このような中、昨年8月に内閣府から「南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性について」という報告書が発表されました。その中では、地震発生の予測可能性について、「現行の地震防災応急対策が前提としている確度の高い地震の予測はできないのが実情」と取りまとめられております。

一方で、何らかの変化が観測された場合に、プレート間の固着状態の変化を示す現象と評価できれば、地震発生の可能性が相対的に高まっているという評価が可能としております。

その評価を行うためには、プレート間の固着状態の変化を常時モニタリングしておくこ

とが重要で、特に地殻変動と地震活動の重点的なモニタリングが重要と指摘しております。

Slide 4 をご覧ください。Slide 4 は、この内閣府の報告書で、南海トラフ沿いで発生する典型的な異常現象として 4 つのケースに整理されたものです。

ケース 1 は、想定震源域の東側だけで大規模地震が発生する場合、ケース 2 は、想定震源域で一回り小さい規模、マグニチュード 7 クラスの地震が発生する場合ですが、これらのケースでは、その後、残った震源域を破壊する大規模地震の発生につながるのかどうかという点が気になるわけですが、その評価のためには、地震直後の余効すべりの正確な把握が必要と考えられます。

この余効すべりという言葉を含めて、幾つか専門的な言葉が出てきますので、これらについて簡単に参考資料で説明したいと思います。申しわけありませんが、20 ページの Slide 14 をご覧ください。

余効変動ですが、巨大地震の発生後には、ゆっくりとした変動が観測されることが知られております。これは例として東北地方の断面図を示しておりますが、海溝型地震は、その陸側の地殻、かたい部分と、海側の海洋プレートの間、これは見づらいですが、緑の線で境界が描かれておりますが、そこで発生するものであります。

地震時には、この緑のところで大きくずれて、地表で大きな地殻変動が発生しますが、この地震後にもゆっくりとした地殻変動が続くことが知られております。これを余効変動と言っております。

右下に、その余効変動の例がありますが、地震前は特に変化がなかったところを、地震のときに飛びが生じて、その後ゆっくりと、なだらかに変化していくというようなものでございます。このなだらかに変化する部分を余効変動と言っています。

この余効変動のメカニズムは主に 2 種類考えられておりまして、余効すべりと粘性緩和がございまして。このうち余効すべりとは、地震後に地下の断層面でゆっくりとすべるといふものを示しています。

もう 1 つの粘性緩和ですが、地殻の下のマントルの部分は、通常のかたい弾性体ではなくて、粘性を持ってゆっくりと変形するという特徴がありますが、この特徴によって、ゆっくりと変化する、ゆっくりと変形していくという動きが生じます。これによって生じる地殻変動を粘性緩和による地殻変動と言っております。

続いて、Slide 15 をご覧ください。Slide 15 には地震発生後の余効すべりの把握はなぜ重要かについて少し紹介しています。左は 2003 年十勝沖地震の研究成果ですが、地震後にそ

の周辺で発生した余効すべりが東側の深い部分に進展して、2014年11月の釧路沖の地震の発生を促進したという研究成果でございます。

右側の図は、2011年東北地方太平洋沖地震に関する研究で、いわゆる3月9日の前震の後、余効すべりが南東側に進展して、本震の破壊領域に到達したというものでございます。

どちらも余効すべりが大きな地震のきっかけになっている可能性を示唆しておりまして、したがって、余効すべりが周辺に進展したり、加速したりしていないかどうかを迅速に把握することが重要と言えます。

さて、再びSlide 4にお戻りください。Slide 4のケース1、ケース2の場合、先ほど申し上げましたように、隣接する場所で大地震の発生につながるのかが懸念されるわけで、先ほど説明しました余効すべりの把握が重要となります。

次にケース3は、東北地方太平洋沖地震の前に観測されたように、地震活動や地殻変動などの変化が地震に先行して多種目観測されるケースを言っています。東北地方太平洋沖地震の場合は、変化が直前だけでなく10年以上前から観測されていることを考えると、短期的だけではなく長期的に詳細に地殻変動を把握することが必要になってきます。

もう1つ、ケース4は、プレート境界面で前兆すべりが発生する場合を示しています。この場合、その前兆すべりが加速して地震につながるのかが重要になるわけですが、それを評価するためには、この前兆すべりの正確な推移把握が必要になってきます。

これらのことから、これら4つのケースに対処するためには、南海トラフ沿いの広い範囲で、地殻変動とプレート間すべりの正確な把握が必要となります。

次にSlide 5をご覧ください。本研究開発の目的と目標を示しています。

まず目的ですが、本研究では、南海トラフ周辺の地殻活動をより正確に把握して、プレート間の固着状態の変化に関する正確な情報を提供することによって、南海トラフの巨大地震等の発生に備えることを目的とします。

また、目標ですが、この下に挙げた3つの小課題を通して南海トラフにおける地震発生の可能性の高まりの評価に資することを目標としております。

1つ目が、粘性緩和による変形を高い確度で予測できる地下構造モデルを構築し、余効すべりを正確に推定できるようにすること。これは先ほどのケース1とケース2に対応します。

2つ目が、短い時間スケールの現象を含めてプレート間固着変化を把握できるように、手法の高度化を行い、短期的ゆっくりすべり等のモニタリングに貢献すること。これはケ

ース4に対応します。

3つ目が、プレート内部変形を高精度に把握し、広域・長期的なプレート間固着変化を高精度に推定できるようにすること。これはケース3に対応します。

次に、研究開発の内容について説明いたします。Slide6をご覧ください。

本研究開発は、今説明したように3つの小課題を分けて実施いたします。まず、南海トラフ周辺の地下構造モデルの構築は、東北地方太平洋沖地震などの大地震の余効変動に基づいて、地下の粘性構造及び粘性率を推定し、地下構造モデルを構築いたします。

ここで、地下構造モデルという言葉は、地殻及びマントル上部の深さ数百kmまでの粘性構造をモデル化したものを言います。右の図に少し例を示しておりますが、やや分厚い球殻のような形状となります。この地下構造モデルをほかの2つの小課題でも活用します。

左下、短期間のプレート間すべり現象の把握手法の開発は、GNSSによって短期間のすべり現象を把握する手法の開発及び、これに気象庁などのひずみ計や傾斜計のデータを統合的に用いてプレート間すべりを推定する手法を開発します。

もう1つ、右下のプレート内部変形の詳細な把握は、長期的なプレート間固着推定を行う際にノイズとなるプレート内部変形について、干渉SAR時系列解析等によって詳細に把握すること及びそれに基づいてプレート間固着推定を行うというものでございます。

それぞれの小課題について少し詳細に説明してまいります。Slide7をご覧ください。

まず、地下構造モデルの構築についてです。東北地方太平洋沖地震は非常に大きな地震だったわけですが、この研究で、ある課題が見えてまいりました。先ほど説明したように、大きな地震が発生した場合に余効すべりが周辺に進展したりしていないかどうかを把握することは重要ですが、その余効すべりを正しく得るためには、粘性緩和の影響を除去することが必要でございます。

左に図が3枚ございますが、一番左が観測された余効変動を示しております。見づらくて申しわけありませんが、黒の矢印が余効変動を示しております。

この余効変動が全て余効すべりに起因するとして推定を行った場合が、その真ん中の図になります。黄色から赤になるほど、すべりが大きいことを示しております。非常に大きなすべりが推定されています。

ただ、一方で粘性緩和による変動を除去して余効すべりを推定すると、その右側の図のようになります。この2枚の図を比べると非常に大きく違うわけですが、このように粘性緩和の影響を無視すると、過大な余効すべりが推定されてしまいます。

この粘性緩和の影響ですが、やみくもに見積もればよいというものではございません。右の2枚の図は、この左側の図が地殻とマントルの水平な2層構造で計算を行った場合の地殻変動で、色が上下変動、矢印は水平変動を示しています。

右側の図は、東北地方のように海洋プレートが沈み込む構造を再現して、また、陸の下と海洋プレートの下とで異なる粘性率を与えた場合の地殻変動を示しています。ご覧のように、構造や粘性率が異なると、計算される変動が大きく異なることがわかります。

したがって、粘性緩和を見積もるには、地下構造や粘性率が大きく影響しますので、この余効すべりを正確に推定するためには、正確な地下構造モデルの構築が必要となります。

本小課題では、東北地方太平洋沖地震などの大地震の余効変動に基づいて、測地観測データを最もよく説明できる粘性率、地下構造を推定してまいります。

次にSlide 8をご覧ください。短期間のプレート間すべり現象の把握の小課題は、ケース4への対応を目指しております。この前兆すべりというものは、短期間で急激に変化すると予想されますが、そのために南海トラフ全域を対象として短期間のすべり現象を把握することが必要となります。

ただ、現状では、南海トラフ全域を対象とした場合には、GNSSによる半年～年単位での長期的ゆっくりすべりなどの把握にとどまっております。

短期間の現象を全域でGNSSを用いて把握するためには、GNSSの時系列データのノイズを低減する必要があります。

そこで、本小課題では、GNSSの時系列データのノイズ低減手法を開発して、GNSSによる短期間のプレート間すべり現象把握手法を開発します。

ここでは、時間分解能の向上のために、現在、実施中の特別研究課題の成果の活用も検討しております。

また、その下にあるように、GNSSだけではなくて、ひずみ計や傾斜計のデータを含めたプレート間すべりの推定手法の開発も行います。

次にSlide 9をご覧ください。プレート間固着の把握の課題ですが、広域でプレート間固着の推定を行う場合に、内陸のブロック運動、プレート内部変形がノイズ要因となることが明らかになってきています。

この左の2枚の図は、平成26年から平成28年にかけて実施していた特別研究の成果の1つですが、内陸のブロック運動を無視すると、推定されるプレート間固着にノイズが含まれてしまいますが、プレート内部変形を考慮すると、ノイズが含まれない、正しい固着が

推定されることがわかります。

また、「最近の環境の変化」として右下に示しておりますが、先進レーダ衛星（ALOS-4）が2020年度に打ち上げられる予定でありまして、これによって合成開口レーダによる観測頻度が格段に向上すること、また、現在実施中の特別研究によって干渉SARの時系列解析の環境整備が進んでいるということがあります。

このため、本研究課題では、これらを活用して、干渉SAR時系列解析によってプレート内部変形を詳細に把握すること、また、プレート内部変形を考慮したプレート間固着推定を行います。

Slide10をご覧ください。本研究は5年で実施する計画ですが、その全体の流れを示しております。説明の順序とは異なりますが、上からB. 短期間のプレート境界すべり現象把握手法の開発、その下にA. 地下構造モデルの構築、一番下にC. プレート内部変形の詳細把握の実施内容を示しています。

まず、真ん中のA. 地下構造モデルの構築では、モデル形状を作成した後、地下構造モデルを用いてモデル計算を行い、実際の余効変動との比較を行います。

これは、地下構造や粘性係数をさまざまに変えて計算して、それを観測された地殻変動と比較して、最もよくできる組み合わせを検討します。これを数多く繰り返し行って、最もよい組み合わせを選び出すということになります。

このモデル構築や計算負荷等を考慮して、これを3年程度で実施する必要があると見込んでおります。

ここで構築した地下構造モデルを、ほかの2つの小課題でも用います。

上のB. 短期間のプレート境界すべり現象把握手法の開発では、最初の3年間で時系列データのノイズ低減手法の開発や、時間依存インバージョンプログラムの改良を行って、残り2年間で、これを用いた自動解析の試行と、また、その粘性緩和を考慮した余効すべり推定手法の開発を行う計画です。

また、一番下のC. プレート内部変形の詳細把握では、最初の3年間で、現在運用中のALOS、ALOS-2のデータを用いた解析、残り2年間で先進レーダ衛星（ALOS-4）も含めた統合解析、また、地下構造を考慮したプレート間固着推定等を行う予定としております。

次にSlide11をご覧ください。本研究の実施体制等についてです。

実施方法については、実施期間は今御説明したように5年間で想定しております。

実施に当たって高度な専門性が必要な部分は、直営で実施する予定としております。

また、解析プログラムのユーザーインターフェース部分等は外注を想定しております。
本研究に関連する特別研究の成果も活用して効率的に実施する予定でございます。

また、実施体制ですが、3つの小課題に対してそれぞれの分野を専門とする研究官を1名ずつ主担当として、室長が全体を統括して研究を実施する予定でございます。

その各小課題間で関連する内容については、相互に連携して実施する予定でございます。
次にSlide12をご覧ください。想定される成果と活用方針についてです。

まず、想定される成果ですが、海溝型地震発生後の余効すべりの推移を正確に把握できるようになるということ。これはケース1とケース2の検討に対応することになります。

次に、短期的ゆっくりすべり等の短時間の現象まで含めたプレート間すべりのモニタリングが可能になること。これはケース4の前兆すべりの可能性の検討に対応しております。

次に、プレート間固着分布の正確な推定が可能になること。これはケース3のプレート間固着の中長期的な変化の検討に対応しております。

この成果の活用方針ですが、まず、南海トラフ沿いの地震に関する気象庁の評価検討会とか、地震調査委員会での評価に活用するというのが、まず第1にあります。

また、正確な地殻変動とその推移の把握が地下構造モデルを用いて可能になりますので、これを高精度な測地座標系の構築と維持にも活用することを考えております。

説明は以上でございます。

○委員長 どうもありがとうございました。

それでは、事前に測地分科会で議論されておりますので、主査から御説明をよろしくお願いします。

○委員 測地分科会は6月14日金曜日に14時から行われました。

まず、本研究課題全体としての印象ですが、非常に大きなテーマで、今、小課題という紹介がありましたが、実際には一つ一つの非常に大きなテーマが3つ並立しているということで、これまでの特別研究に比べて非常に大規模でチャレンジングな研究であるという印象を持ちました。

まずは、期間が5年ということと、伺ったところによると、予算規模も、単年度ベースで通常の特別研究の2倍程度ということです。

それから、最後にもありましたように、一つ一つの課題に対して主たる研究官を配置する等、地殻変動研究室全体で取り組むということで、通常の特別研究に対して非常に大きな研究であるということです。

まず、テーマが南海トラフ巨大地震への対応という、国土地理院だけではない、他機関にも共通する非常に大きなテーマなのですが、なかなかゴールが見えづらいところがあります。これまでやれば十分であるとか、これを開発したら終わりとかいうものではないということです。

ただ、それでも目標設定をしないわけにはいかないので、わかりやすい指標の設定は必要であると思います。

それから、5年と研究期間が非常に長いので、国土地理院の中も外も含めて、ひょっとしたらその間に、現在予想もされないような手法が出てくるかもしれない。そういうものをどんどん取り入れていくと、最後のほうは、今予想している、計画しているものとはかなり違った研究になる可能性もあるということです。

ですから、研究としては非常にチャレンジングなのですが、それだけ取り組み甲斐のある課題ではないかというような感じがします。

次に一つ一つの課題についてですが、まずA. 地下構造モデルの構築に対しては、ここでは東北地震を例にしたものが出てきているのですが、余効すべりのモニタリングには粘性構造の把握が必要である。ところが、その粘性構造を一意に決めることがいかに難しいかは、東北の例でもわかっているところです。

南海トラフに関しては、まだその粘性構造を決めるデータそのものがない。そして東北の例を南海トラフに当てはめても、それが本当によいのかどうかという確証はないわけですから、そこでまたいろいろ試行錯誤が必要であるということは、国土地理院側も認識されているとおりです。

2番目のB. プレート間すべり現象の把握に対しては、国土地理院のGEONETに加えて、防災科学技術研究所のHi-netとか気象庁ネットの活用も考慮されているということなので、委員からは、幅広い帯域にシームレスに対応できるシステムをつくってもらいたい、その中心として国土地理院があるべきであるというような意見が出ました。

3番目のC. プレート内部変形の詳細把握に対しては、SAR、特に先進レーダ衛星(ALOS-4)の活躍に非常に期待される場所ですが、観測頻度が向上するということで、時系列解析の精度向上に期待されるということです。

1つ出たことは、もし大規模な地震が起きたときに、これはプレート内部変形に限りませんが、今やっているようなGEONETの解析、リファレンスをどこに置くかという点が、大規模な地震になると、どこをリファレンスに置いてよいかわからなくなってしまうという

ことで、そういう対応も必要ではないかというような意見も出ました。

最終的に、非常に大きなテーマにチャレンジするわけですが、他機関も同じように取り組むのですが、とにかく地殻変動に関しては国土地理院が全部仕切るつもりで、院全体を挙げて全面的に取り組んでいただきたいということでした。以上です。

○委員長 どうもありがとうございます。やはり非常に大きなテーマであるということで、期待も大きい反面、なかなか絞り込みが難しいというところが分科会の御意見だったかと思いますが、それでは、ただいまの御発表と分科会からの御意見等を踏まえて、委員の先生方から御質問とか御意見等をお願いできればと思います。

○委員 他の委員の話にもありましたが、粘性構造のバリデーションが難しいということですね。この資料には書いていなかったのですが、2003年の紀伊半島沖地震はスラブ内地震だったので、余効すべりも余りないし、粘性緩和の信号は非常に強く出ているから、あれは実際に、もう国土地理院の研究者が論文を書いておられますが、あれを徹底的に解析するということは、多分非常に有効ではないかと思いました。

○発表者 ありがとうございます。実は、Slide 6 に挙げてあるモデルの図は、紀伊半島沖地震の余効変動の計算に用いたもので、実際これについても研究を継続しているところでございます。これをさらに進めてまいりたいと思います。

○委員 教えてもらいたいことで、基本となるデータで、粘性構造、粘性率を推定するデータはどんなデータですか。

○発表者 基本的には、地表の地殻変動のデータを用います。例えばGNSSで得られた地殻変動のデータとか、水準測量で得られた上下変動のデータ、そういったものが入力データとなると考えております。

○委員 その場合の精度は、やはり、当然超微量なので、GNSSの精度はミリ単位の中の、今、地震の後は割と数mmとか、数cmとかも動く可能性があり、メートルまで行くのですが、この粘性の余効変動は数mm程度ですよね。そんな感じですか。

○発表者 そうですね、余効変動としてのシグナルは非常に小さいので、そこは、かなり長期間のデータも用いて、地殻変動をきちんと捉えていくことが必要かと思っております。

○委員 その場合の、何かメカニズム、アルゴリズムとかは特別に1点の時系列変動メカニズムはあるだろうし、アルゴリズムもあるだろうけれども、空間的に、それこそビッグデータを解析するアルゴリズムが必要ではないかと思うのですが、どうなのですか。そこ

の現在の状況と、今回のこの研究で期待する、着眼するところは何かありますか。

○発表者 そうですね、現時点では、今行っているものの延長上で考えておりますが、確かにビッグデータとか、最近だとAIによる評価とかもありますので、そういう新しい技術も、もし用いることができれば、そういうものも検討していきたいと思います。

○委員長 私から、今の委員からの御質問で、例えばSlide 7の左上の3枚の図で、一番左側の東北太平洋沖地震で、地震が起きた後に公開された図だと思うのですが、これを観測された余効変動と一括して言うておられるのですが、このような地表の動きは、全てその余効変動として用いてよいのかどうかは疑問のような気もするのですが、このようによく地震が起きた後にGNSSで観測点がどれぐらい動いたかは常時出てきますが、これらを全てこの余効変動と捉えておられるのか、この中からいわゆる、今の御質問と重複するのですが、あるアルゴリズムか、何かのルールによって、この中の余効変動というものを抽出されているのか。この図は恐らく国土地理院がホームページなどで出している図面と一致しているのかなと思うのですが、それを全て余効変動としておられるのかどうか、そのあたりをお聞きしたい。

○発表者 この左側の図は、実は観測された変動そのものではなくて、少し計算を行っております。どういうものかといいますと、日本列島は、この東北沖地震の前には、ある一定の変形をしておりました。それを定常状態と見て、その地殻変動を除去しております。それで実際に余効変動の成分だけを取り出すという操作を行ったというものです。

○委員長 そうすると、単純にGNSSの水平移動をあらわしている絵ではないと認識してよろしいわけですか。

○発表者 そうですね、生の観測値ではないということです。

○委員 御説明どうもありがとうございました。Slide 5で、やはり3つの目標を掲げておられると。そして、非常に大きな規模の研究をされるということはよくわかったのですが、その中で、やはり短い時間スケールとか、長期的なという言葉を使っておられて、また広域という言葉を使っておられると。南海トラフの場合、非常に広い範囲でされていますよね。また、長い時間をかけて、いろいろなものが影響し合って、大きな災害が起きているわけですが、そういうところで短い時間スケールとか、長期的と言ったときに、まずはどれくらいの時間スケールとか空間スケールを想定されているのでしょうか。

○発表者 失礼いたしました。特にその定義を書かずに、そのまま用いてしまったのですが、ここでは、短い時間スケールというのは、できれば数時間からというところも考えた

いのですが、現状では数日から1週間程度というところを考えております。そして、長期的と言った場合ですが、これは数年よりも長いスケールを想定しております。

○委員 あと、広域と言うと、やはり南海トラフのこの該当している地区全てということでしょうか。

○発表者 広域は、南海トラフ全部を含むような広さ、全域というようなイメージでおります。

○委員 もう1点は、Slide10で、Bのプレート境界すべり現象把握手法の開発で、時間依存インバージョンプログラムとか自動解析を挙げておられますが、具体的にこの部分、私は存じ上げないので説明していただきたいことと、自動解析だと、先ほどの他の委員の御指摘にもあったのですが、どういうものを自動解析でしていかれるのか、AIはこれからもっと進歩するでしょうし、ビッグデータの扱いも、ハード面での進化もどんどんあると思うのですが、今の段階では実際にどういうものを想定しておられるのでしょうか。

○発表者 時間依存インバージョンプログラムとは、我々地殻変動研究室の研究官が開発しているものがあるのですが、これはGNSSデータを用いて、プレート間のすべりを、逐次の時間変化を推定していくというプログラムでございます。これを用いて、これを改良することによって、よりその短い時間の変化に対応していくことを考えております。

これを自動解析と言うのは、GNSSの変位データを自動的に取り込んで、自動的にプレート間すべりを推定していくような、それを自動的に行うものと考えております。

○委員 かなり莫大な、また多種類のデータを使われると思うので、人力でこの期間内にやっ払いこうとすると、かなり厳しいことになりますよね。そのあたりで、うまくAIとかが使えると、できることがもっとふえてくるのではないかとも思うところがあったので、ぜひどんどん、もうAIとかハード面も、数カ月単位で物すごく進化していますので、何かあったら使っていただけたらと思います。

○発表者 ありがとうございます。

○委員 ケース4で、短期間のプレート間すべり現象の把握手法ですが、この場合、数時間というGNSSで一番不得意な時間帯の変動を、これからどうやって確度を上げるかが一番肝心なような気がするのですが、あれは、何か衛星がどんどんふえていくと、勝手にどんどんよくなるのでしょうか。今まではそうでもなかったけれども。

○発表者 そのあたりは余り詳しくはないのですが、ある程度精度は上がるのではないかと思います。そのあたりは不勉強で申しわけありません。

○測地観測センター長 数時間帯において、マルチGNSSを使うことでどのぐらい効果があるかという御質問ですが、従来の我々の経験から言うと、数分とか数十分のところでは非常に大きな効果があると考えておりますが、数時間のところで系統的な誤差がとれるかということは、まだ今後の検討課題と考えておりますので、直ちにマルチGNSSを使えば数時間がよくなるとは考えておりませんので、そこは少し勉強していかなければいけないかなと思います。

○委員 素人の質問で大変申しわけありません。20ページのSlide14で御説明いただいた内容で、右下のグラフで、余効変動と通常の変動というのがわかりました。

それで、急に立ち上がっている部分と、少し寝ている部分が区別されていて、つまり、急に立ち上がっている部分が、余効すべりが主であるという意味ですか。「+粘性緩和」と、何か順番が違うだけで、両方とも足し算になっているけれども……。

○発表者 この意図はそのとおりです。前半は余効すべりが主で、粘性緩和がそれに加わっているという状態ですが、だんだんに粘性緩和が主になってくる、そして余効すべりが小さくなっていくというようなことを示しています。

○委員 その比率の変化などというものは、当然、正確には出ないのですね。

○発表者 そうですね、それは地震ごと、あるいはその地点ごとによっても違いますので、そこは一概に比率がこうと言うことは難しいと思います。

○委員 あと、タイムスケール的には、どうなるのですか、この余効すべりが数日間ということですか。

○発表者 数日間ということもありますが、数カ月、数年ということもあります。それはその地震の規模や、その起こる場所によっても変わってくることになります。

○委員 それから、こちらの図は東北地方のモデルですが、やはり太平洋プレートとフィリピン海プレートで物性も大分異なるのでしょうか。

○発表者 そうですね、プレートの厚さとか、かたさも違ってきますので、そういうものはいろいろその物性を変えながら検討していく必要があると考えております。

○委員 そのためのデータは、ある程度は蓄積されているのでしょうか。

○発表者 今、一般に、こういう形状であろうというようなモデルは幾つかございますので、そういうものを試しながら検討していくのかなと考えているところです。

○委員 そうすると、その粘性率なども、ある程度の数字が得られているのですか。

○発表者 ある程度、このぐらいの範囲かと言われているものはあるのですが、その中で

も、非常に均質なものではなくて、深さによって変化があったり、横方向、水平方向にもその不均質があったりというものがございますので、そのあたりはこれから検討していく必要があると考えております。

○委員 もう1点、何かひっついていいるところと動きやすいところがあるとかいう話を聞いたことがございますが、アスペリティーというものはここに入ってくるのですか。

○発表者 いわゆるアスペリティーと言われるものは、地震のときに大きくすべったところを指していますが、逆に、地震のときに大きくすべるということは、地震前には強く固着していたのだらうと考えることはできます。そういう意味では、例えばSlide 9の真ん中の図で青のコンターが幾つかありますが、こういう部分が強く固着していることを指しているのですが、こういう部分がアスペリティーに当たるかなと考えます。

○委員 済みません、もう1つ思い出してしまいました。このSlide 9の日本列島のブロック構造の例というのは、こういう例がいっぱいあるのですか。

○発表者 幾つか研究例がございまして、これはその1つを示しております。主に活断層を境界にして幾つかのブロックに分けて、それぞれのブロックがどのように動いているのか、あるいはそのブロックの境界部分は、断層に当たることが多いですが、そういう部分でどのような相対運動しているのかを推定するという研究が行われています。

○委員 Slide 8のB. 短期間のプレート間すべり現象の把握のところ、この図を見ると、短期的ゆっくりすべりが地下深部で起こると書いてありまして、文章のほうにもGNSSとか、ひずみ計、傾斜計と、全部陸上のデータですよね。ですから、この短期間のプレート間すべり現象が、例えば地震の前兆すべりが陸域の深部で起こるという前提のもとで書かれていると思うのですが、それで間違いはないですか。

○発表者 陸域のデータを用いるとして、南海トラフ沿いでは、短期的ゆっくりすべりの領域は陸域にかかっておりますので、それをGNSSで短期間の変化を捉えるということになります。

○委員 ただ、南海トラフ全域と考えたときに、やはり浅いほうから深いほうまで考えたときに、どうしても浅いほうは、陸上のデータでは分解能がないので、海底地殻変動のデータに依存しなければいけない。それは時間分解能がないので、当然、短期間のプレート間すべり現象を把握するためには使えないと思うのですが、長期間の、いわゆる定常状態でずっとモニターしていくというときに、海底地殻変動のデータが年に3回、4回しかないとしても、チェックに使えるわけですね。ですから、それを取り込んでいかないと、

全域の把握にはなかなか結びつかない。そして、全体がわからないと短期もわからないという気がするので、海底地殻変動のデータはどのように入れていくのかということが、今回ここに書かれていないので、それは何か国土地理院として予定はありますでしょうか。

○発表者 Slide 9 の C. プレート内部変形の詳細把握で、この中で海底地殻変動データを使うことも検討しております。もともと平成28年度まで実施しておりました特別研究で、海底地殻変動のデータも含めてプレート間固着を推定するというものを研究しておりますで、その成果をそのまま活用できるかと考えております。

○委員 地下構造のモデルが平成33年に一応構築されるという計画ですが、これが出た時点で、19ページに「地震調査委員会等での評価に活用」とあるのですが、これはできた時点で、すぐに地震調査委員会のほうに評価を利活用してもらおうという理解でよろしいのでしょうか、それとも5年たってからということではないですよ、モデルの改良をした後ということではなく、もうできた時点で、ほかの研究にも利活用してもらうために情報発信していくのかどうか、その点をお伺いできればと思います。

○発表者 この研究を進めていく中で、随時成果が得られてくるものがございます。そういうものについては得られ次第、地震調査委員会とか評価検討会に提供していくということとは考えております。

○委員長 ほかにございませんでしょうか。よろしいでしょうか。

では、一通りの先生からいただいたと思いますので、御説明についての質問についてはこれぐらいにしたいと思います。どうもありがとうございました。