

南海トラフの巨大地震モデル検討会（第3回）

議事録

内閣府政策統括官（防災担当）

南海トラフの巨大地震モデル検討会（第3回） 議事次第

日 時：平成 23 年 10 月 25 日（火） 9：58～12：04
場 所：中央合同庁舎 5 号館 防災 A 会議室

1. 開 会

2. 議 事

- ・南海トラフの連動の考え方について
古村委員発表
- ・南海トラフの地下構造の研究状況について
金田委員発表
- ・その他

3. 閉 会

○若林（事務局） それでは、ほぼ定刻となりましたので、ただいまから「南海トラフの巨大地震モデル検討会」の第3回会合を開催いたします。

委員の皆様には御多忙の中、御出席いただき誠にありがとうございます。どうぞよろしくお願いいたします。

それでは、会議の開催に当たりまして、原田統括官からごあいさつ申し上げます。

○原田政策統括官 おはようございます。政策統括官の原田でございます。

開会に当たりまして、一言ごあいさつをさせていただきたいと思っております。本日もお忙しい中、委員の皆様方には御出席をいただきまして、誠にありがとうございました。

せっかくの機会でございますので、最近の動きについて1つだけお話をさせていただきたいと思っております。総理が会長でございますが、去る10月11日に中央防災会議が開催されまして、阿部座長にも御出席をいただきましたけれども、そこで先般、9月28日に出されました地震・津波対策の専門調査会の最終報告書を報告させていただきました。併せて、その中央防災会議で防災対策推進検討会議という関係閣僚と有識者から構成されます検討会議を設置するということが決まりました。

この検討会議は、先般の最終報告書でもいろいろ今後の地震津波対策の方向性あるいは今後の課題についていろいろ御指摘をいただいておりますけれども、その中で更に検討を深めなければいけない事項、例えば災害対策法制の在り方でありますとか、自然災害への対応する体制の在り方、今後発生が懸念される大規模広域災害への対応の在り方等々、政府全体で更に検討を深めなければいけない事項について検討しようということでございます。

併せて、この検討会もそうでございますが、各省で今後の防災対策ということでいろんな検討会あるいは委員会を立ち上げていろんな検討が進められておりますので、それらを政府全体として束ねて全体の方向付けをしていこうという役割も担っているものでございます。これは今週の28日夕方でございますけれども、この検討会議に阿部座長にも御参加をいただくことになっております。

本南海トラフの検討会とまたいろんな形で防災対策推進検討会議、関わりが出てくると思いますが、適宜またいろんな状況等について御報告をさせていただきたいと思っておりますので、よろしくお願いを申し上げます。

以上、簡単ですが、最近の動きについてお話をさせていただきまして、あいさつに代えさせていただきます。本日もよろしくお願いをいたします。

○若林（事務局） どうもありがとうございました。本日は、今村委員、佐竹委員、平原委員、福和委員、翠川委員は御都合により御欠席となります。

それでは、お手元に配付しております本日の資料を確認させていただきます。

議事次第が1枚、配席図が1枚、委員名簿が1枚、次回の開催予定が1枚でございます。

金田委員提供資料が1部。

参考資料、第2回の議事概要が1部。

非公開資料が 1、2、3、4 でございます。

あと委員の方々のみ先ほど統括官の御説明でございましたけれども、今月の 11 日に開催されました中央防災会議に提出いたしました、今後の防災対策に関する各府省庁の取り組み状況について配付させていただいております。

資料はよろしいでしょうか。

それでは、以下の進行は阿部座長にお願いしたいと思います。阿部座長、よろしくお願いいたします。申し訳ございませんが、報道関係の方はここで退室をお願いいたします。

○まず議事に入ります前に、議事要旨、議事録及び配付資料の公開について申し上げます。これまでと同様に、議事要旨は速やかに作成し、発言者を伏せた形で公表することといたしますが、詳細な議事録につきましては、検討会終了後 1 年を経過した後、発言者を伏せた形で公表することとしたいと思います。よろしいでしょうか。

(「はい」と声あり)

○また、本日の資料につきましては、非公開資料を除き公開とさせていただきます。なお、本日の会議終了後に私から記者ブリーフィングをさせていただきます。

それでは、議事に入りたいと思います。今回の議題は「南海トラフの連動の考え方について」を御議論いただきたいと思います。まず、●●委員に御説明をお願いいたします。よろしくお願いいたします。

○●●です。よろしくお願いいたします。非公開資料 1 に沿ってお話をします。

今日お話しするのは、10 月 13 日に静岡で行われた日本地震学会で発表した内容に少し追加をしたものです。お話しする内容としては、まず今回の地震は海溝寄りの浅部プレート境界が大きく滑ったことによって大きな津波が生まれた、そういう特別なメカニズムだったということ。それと同じことが今後南海トラフで起きると仮定した場合にどのように津波の高さは変わるのか、沿岸、湾内はどうなるのか、地震動はどうなるのか、そういう話を話題提供したいと思います。

2 ページの左側は、今回の地震、東日本大震災のプレート境界のずれ動きの量を推定したもので、これの下になっているのは、TM1、TM2 の海底津波計、釜石沖のケーブル津波計のデータを基にしたものです。

特徴的なのは日本海溝付近のプレートが沈み込み始めてすぐのところは五十何 m も滑っていた。普通の地震ならばもっと深い海底から 10km とか 40km ぐらいのところが大きく固着して地震を起こしますが、それだけではなくこの海溝の浅い部分が大きく滑ったというのが大きな津波をつくった原因として一般的に議論されています。

その証拠として、右側の図のところにある GPS の波浪計の記録、その下は津波シミュレーションで、深い部分だけの滑りだと赤いところになって、2 m ぐらいしか盛り上がりがない。でも、それに浅い部分も一緒に滑らせてやると、更に 2 段階の高まりで 7 m くらいになって観測をうまく説明するというので、こういう海底観測津波計によってこれは明らかかなことかと思えます。

3 ページ、このように海底の浅い部分がプレート境界が大きく滑ったらどういふ海底地殻変動が表れるか、それが津波にどう影響するかということを確認してみました。左側の下の図は、簡単にプレートの沈み込みのところで海溝付近が 10 度の角度で沈み込んで a のところで、赤いところは 20 度の角度で沈み込むという、簡単にプレートの形状を表しています。

滑り量は両方とも例えば 22m、22mとしてやると、左側の上のところにある海底地殻変動と書いてあるところの図がそうなんです、その薄いブルーの a と赤い b というところが海底面のプレート境界の滑りによる海底の変動、つまり初期津波の波形と違ってくだされば結構です。深い部分が大きく非常に広い範囲で動けば、非常に長い 100~150km ぐらいの海底変動が表れてこれが津波となりますが、浅い部分は非常に狭い範囲だということと海底がすぐそばだということで、海底変動が非常に狭い範囲でしか表れないのです。だから、短波長の津波が生まれるという特徴を示します。

同じ滑り量だと浅いところは 10 度と角度が浅いので、なかなか鉛直変動にならずに、余り津波の高さは高くなりません。海底変動も高くなりません。a と b の中くらいと見ていただければ結構なんです、つまり大きく海底変動をつくる、大きな津波をつくるためには、この浅い部分が滑るというだけではなくて、その滑り量が大きいということ、上の a' が 55m の滑りにしてやるとこれだけ大きくなりますから、ここで重要なのは浅い部分が滑ったというだけではなくて、更にその滑り量が極端に大きかったということが今回の津波を大きくつくっている原因だと考えられます。

4 ページ、もう一つ重要なのは、ここはこういう浅い部分、短波長の狭い範囲で海底変動が表れますと、左下のムービーをクリックしてください。海底がこうやって隆起して海底変動が出て水が押し上げられて津波になりますが、この海底変動によって海面がどう盛り上がるかということ流体の式を計算で解いた結果なんです、この辺だと深海で水深が何千 m もありますから、そういうところでは余りにもゆっくりと海底変動が起きると、海面が上がる間に津波が既に流れてしまいますから、海面がそんなに盛り上がりません。上の図は、例えば狭い範囲が 120 秒かけて持ち上がった場合と 300 秒、600 秒かけてのずれ動き時間と津波の沿岸での津波波形を比較していますが、割と短い 2 分程度で海底が盛り上がりれば大きな津波になりますが、これが 5 分とか 10 分ぐらいかけてゆっくりと変動した場合には津波の高さは高くなりません。これは水深が深いということと、狭い範囲の変動、短波長の津波だということが関係しています。ですから、こういう浅い部分で大きな津波をつくるためには、大きな変動とそれが非常に高速にずれ動かなければならないということが肝心かと思えます。

5 ページ、そう考えると、今回考えなければならない地震には、幾つかのタイプがある。これを例えばタイプ A、B、C と分けると、まずタイプ A というのは今まで考えてきた海溝型地震、割と深いプレート境界で起きる地震が単独で起きたり、あるいはそれが連動し

て大きくなるような地震、つまり東海・東南海・南海のようなタイプとか、日本海溝で言うところの貞観地震のようなタイプです。

もう一つのタイプ B は、津波自身が単独発生する、津波地震が起きるのはこの海溝付近のごく浅いプレートが沈み込み初めてすぐのところ。ただ、これは余り急速に地震性滑りを起こすと地震動も出ますから、割とゆっくり 1 分とか 2 分ぐらいかけて変動する。でも、それよりもゆっくりと 5 分や 10 分かけてずるずると動けば、今度は津波すら出なくなるので、ほどほどのスピードでプレートがずれ動く、津波地震のタイプ B。

タイプ C は一番影響の大きい東日本大震災のように、タイプ A の海溝型地震が連動して広がるだけでなく、津波地震も一緒に大きく動いてしまうということ。ただし、その場合は津波地震の起きるようなプレートのずれ動きではなくて、滑り速度は地震性滑り並みに早くなる。それよりも津波地震が単独で起きるとき以上に大きくなる、震度が 2 倍ぐらい大きくなるということがあるので、このタイプ C の場合は、タイプ A と B を足したよりも津波に対する影響が大きくなる心配があると思います。

今回の大きくずれ動いた範囲の北側には 1933 年明治三陸地震、1896 年の津波地震の震源域があり、左側には 1667 年の延宝の房総沖の津波地震の震源域がある。これはよくわかりませんが、あると考えれば、今回はその 2 つ目の明治三陸、延宝房総沖の間の津波地震の空白域のところと一緒に大きく連動したと考えることができるかと思っています。

6 ページ、そうすると、今度は南海トラフで同じように津波地震が起きた例がある、唯一考えられているのが 1605 年慶長地震です。この時の津波の高さ、慶長の南海トラフでの津波地震についてもおさらいしてみますと、これは連動性評価研究で去年行った研究成果を持ってきたものですが、慶長地震が起きたのは 1605 年で、その 102 年後に宝永地震が起きていますから、南海トラフの地震サイクルの中では異質なものです。宝永地震のような大きな地震が起きる、例えば 100 年前にこういう慶長があるというので前から疑問になっていましたが、この慶長は南海トラフの地震の通常サイクルから外れて、津波地震の別のサイクルの、もう一つ別の表をつくる方がいいかと思っています。

この津波高ですが、実はよくわかっていません。いろいろ資料を探しても、以前中央防災会議の事務局が調査された資料以上のものは私も見つかりませんでした。1707 年の宝永地震のときには、九州から伊豆にかけて詳しく津波の高さはわかっていますが、慶長地震のときでわかっているのは右下にある表の程度。ただ、このときも九十九里、千葉の房総半島とか、八丈島での津波の高さというのはどうも違うのではないかという意見もありました。

では、こういう津波地震と通常の地震が連動することが過去にあり得るのかどうかというのは 7 ページをごらんください。

既に●●先生らが調査されて、ここでも詳しく報告がありました。徳島とか高知、大分には宝永地震の 3 連動をはるかに上回る津波が近年の前後、2000 年ぐらい前にあったのではないかという調査結果があります。

宝永地震と同じクラスの津波が康和とか天武、紀元の 300~600 年ごろの動きだという、3 回に一度くらいは大きな津波がくるということは 3 連動によって説明できそうですが、それをはるかに上回る津波を説明するためには別のメカニズムも考えなければいけない。例えば東日本大震災と同じように深い部分の連動、つまり宝永地震と浅い津波地震、慶長地震のところは連動して同時に起きて、その場合に津波地震単独よりも大きく滑るということを見ると、高知、大分、徳島で観測されている大きな津波高を説明することはできるかもしれません。

この後、●●先生のところからも御紹介があるかと思いますが、海洋研究開発機構の掘削船「ちきゅう」で熊野灘沖を掘削したところ、プレートの沈み込みを始めてすぐのトラフ軸付近で大きな地震性滑りがあったのではないかという証拠が、詳細な名前を忘れましたが、その生物化石を調べることによって、温度が数百度が上がっていたらしいことがわかっていますから、そうすると、単に津波地震のようにゆっくりと滑るだけではなく、地震性滑りがここで起きたのかもしれない、そういう証拠も地震の前からわかっていたから、こういう傍証を集めてみると、連動して地震性滑りが起きた可能性が考えられるかもしれません。

8 ページ、そう考えて、仮に南海トラフの 3 連動、宝永地震クラスと慶長地震が同時に起きた、ここは用語としては正しいかどうかわかりませんが、仮に 4 連動と名前をここで付けて、その震源モデルを考えて津波を評価してみました。

その震源モデルの考え方としては、まず宝永地震の基本モデルとしては、Furumura, Imai & Maeda (2011) モデル、これは南海連動性評価研究の中でお示した、宝永地震のときには今まで考えていた駿河湾から足摺岬までではなく、日向灘の一部まで壊れていたのではないかという左側にある図です。そう考えると、いろいろ地殻変動、九州の龍神池の津波が説明できるという成果です。

これを基本モデルとして右側のようなモデルを考えます。津波ではよく何枚かに分けた板で表現することがありますが、後で地震動を評価することも考えて、フィリピン海プレート上面にフィットさせる。これは中央防災会議の 2005 年のときに提唱されたモデルに合わせてあります。そういうプレートの上面にフィットした形に修正する。

慶長のセグメントとしては、宝永セグメントの N1~N5 セグメントのところの上端から南海トラフ軸のところまでの開いているところ、およそ幅 20km ぐらいありますが、そこを慶長地震のセグメントと考えると、4 番目、慶長セグメントの滑り量としては同時に宝永地震と一緒に起きる場合には深い部分の 2 倍とする。深い部分の宝永は 5.6m から 9.2m、場所によって滑り量が違いますが、それをそのまま 2 倍したものを浅いところに持つてくるという作業モデルをつくって、それによって津波を評価していました。

9 ページ、左下にあるムービーをクリックしてください。このように駿河湾から日向灘の一部まで滑らせて、それを深部から浅いところまで滑らせて、沿岸の津波の高さを九州から房総半島にかけて計ったものが右の上のグラフです。赤い部分が宝永地震が単独で起

きたときの津波の高さで、例えば土佐湾では 12m くらい、紀伊半島の辺りでは最大で 8 ~ 10m、東海では 6 ~ 7 m ぐらいの高さになります。

それに対して宝永地震と今のつくった慶長のモデルを滑らせて慶長のところは 2 倍大きくしてやると、津波の高さは全体的に 1.5 から 2 倍ぐらい高くなって、土佐湾では 20m ぐらいにはなりそうで、東海の辺りでは 15m ぐらいという高さになります。この 20m があれば、蟹が池の津波の堆積物が説明できるのかどうか、これはよくわかりませんが、宝永のときよりも 2 倍ぐらい高い津波が出てくるので、より津波の浸水深が高まると考えられます。

10 ページ、このように深い部分の滑りだけでなく、浅い部分の滑りも起きると考えると、いろんな多様性が出てきます。多様性というのは、例えば深い部分が先に滑って、何分か遅れてから浅い部分が滑る、あるいは逆のパターンもあると思います。以前から議論されているように、東南海地震のセグメントが壊れて、連動して一緒に東海地震が壊れる代わりに、例えば間に何十分か時間差があったらどうなるか。

津波の場合はそういう時間差があると津波の重なりが起こるとい現象が起きます。津波の伝わる速度は早いとは言っても 100km、200km 伝わるのには 5 分、10 分かかりますから、そうやって 5 分、10 分経った後にちょうど波がやってきたところに、もう一度その下で津波が起きると津波の重なりという現象が起きます。

これはその 1 つのモデルですが、東南海地震のセグメントが先に壊れて、それから 3 分遅れで浅い部分が壊れて、次に 15 分遅れで東海が起きるようなことを考えますと、この破壊の遅れている方向に進んで、この右の青い線を書いてあるところ、津波の高さが 1.5 倍ぐらい高くなるが出てきます。逆に東南海地震が先に起きて南海が後から遅れるようなことがあれば、これと逆のことが起きて内側で津波の高さが高くなるということがありますから、こういう遅れ破壊という多様性ですが、こういう震源が幾つも増えてくることの影響を新たに考える必要が出てくると思います。

11 ページ、このように浅い部分も一緒に滑った場合に津波がどうなるか。今、議論していたのは沿岸の津波ですが、湾内の浸水はまた状況が変わってきます。というのは、例えばそもそも南海トラフの震源域というのは駿河湾から日向灘までの横に長い伸びた震源域なので 700km の幅が百何十 km ぐらいしかありませんから、フランスパンのような形をしていますので、長軸側と短軸側では津波の伝わり方、波長が全然違います。浅い部分だけが滑ると非常に長い蛇のような震源域という特殊な震源域になりますから、そこからは非常に短波長の津波が出てきますので、そういう短波長の津波が湾内、長周期の固有振動の周期の長い湾内に入る影響があるかどうか。あるいはみんな沿岸へ浸水が起きるかどうかというのは別途考える必要があります。ここでいろいろ示してあるのは、左側が大阪湾への津波の浸水、右側が東京湾で、その 2 つの違いは、大阪湾は短波長の津波、震源域の短軸方向の延長にありますから短波長の津波の影響。東京湾は長軸方向にあるので、長波長の津波がいくという影響。そのエンドメンバーとして 2 つを表しています。

どちらの湾も振動の周期としては1時間とか2時間とか非常に長い固有周期を持っていますので、そういう周期の地震・津波がそもそも波源域から出ているかどうか重要です。

大阪湾を見てみますと、今度は赤が下から紀伊水道から湾の奥にかけての津波の変化で、赤のところは宝永地震、青のところは慶長の部分だけの津波を表していますが、湾奥に入っていくと宝永地震のところの波源域のものはだんだん長波長が湾に強震を起こしてどんどん増幅されていきますが、慶長の部分はこちらの大阪湾方向には短軸方向で短波長の部分しか入っていきませんので、もともとの短波長が強く、長波長成分が余りないので、湾の中にどんどん入っていても余り増幅されないような気がします。

ですから、この宝永と慶長を足し合わせても高さはほとんど変わらない、宝永だけで大きく決まってしまう。大連動が起きても大阪湾は余り影響を受けないかもしれません。逆に東京湾は長軸方向ですから、慶長の部分の青い線自体に長波長成分が非常に含まれていますので、これが湾の奥に入っていくとどんどん増幅が起きて、宝永の部分よりは小さいのですが、2つの足し合わせ効果も出てくる可能性はあります。

そう考えると、例えば伊勢湾も大阪湾と同じような考え方、瀬戸内海の大阪湾や伊勢湾と同じような考え方でもいいのかもしれませんが、東京湾とか日向灘あるいは鹿児島湾については注意が必要かもしれません。

12 ページ、次は地震動の評価です。同じような震源モデルをつかって、地震動の変化を評価していました。ただ、ここは差分法で計算して、海洋研究開発機構 (JAMSTEC)、大大特のときの地下構造モデル、プレートモデルを使って地震動の計算をしています。ただ、これは差分法で余り短周期まで計算はできないので、1 Hz ぐらいまでの計算した暫定的なものとお考えください。

13 ページ、まず地震動の変化として、宝永地震モデル、つまり震度が大きく滑ったときのモデルが一番左上の (a) で、浅い部分だけが滑った場合のモデルが真ん中の (b) で、その浅い部分がゆっくりと滑った、津波地震的な慶長地震、この滑り速度を遅くした場合の分布が下です。

そうすると、宝永地震モデルが一番揺れが大きくて、浅い部分が滑ってもそれなりに揺れは出ますが震源域が狭くて小さいということとか、陸から離れているので余り大きくはない。そこよりは更にゆっくり滑ると、今度は地震動としてはほとんど地動速度としてはほとんど出てこないということで、例えば地震波形で代表的なもので京都について見てみますと、宝永だと5弱程度、30cm/s が浅い部分だと震度4。だけれども、ゆっくり滑らせると慶長のときのタイプになると震度2程度、無感になるのではないかな。

これを基に、14 ページのところにある下が宝永地震、これは先ほどのものです。その宝永と浅い部分が地震性滑り、高速に滑るとどうなるか足し合わせた結果ですが、これは新宿について見てみますと、当然地震動は大きくなります。そのレベルは2つが連動して大連動になったとしても2倍までいかないのではないかな。ただ、継続時間は長くなります。これは震源域が広がる効果です。

注意しなければいけないのは、地震動が大きくなるけれども、津波ほどはそんなに影響はないかもしれない。ただ、地震動による揺れの継続時間が長くなるので、その影響はまた別途に考えなければいけないのではないかと考えております。

15～16 ページでまとめますと、まず課題としては通常地震と津波地震の連動であったということはあります。そのために沿岸の津波高は 1.5～2 倍ですが、湾については東京湾では 1.5 倍程度ぐらい、大阪湾とか伊勢湾についてはそんなに高くない可能性があります。

この震源域が 2 つあることによって時間差発生についていろんな破壊の多様性についても別途検討が必要になってきて、その場合には更に 1.5 倍ぐらいの考える余裕を持たなければいけないかもしれません。ただ、地震動についてはそんなに大きくはならない、継続時間は増大するという事です。

非常に気になるのは、こういう地震で非常に大きく寄与している津波地震はまだまだよくわかっていないということです。例えば上の方でも今回の地震の上にある明治三陸地震、その上の今から 400 年前の慶長三陸地震の波源域としては、これも津波地震と考えられていて、明治三陸のところに重ねていろいろ評価されることがありますが、こんなに高頻度で同じ場所で津波地震が繰り返して起きているのかどうか。

一方で、例えば慶長三陸はここで起きた津波地震ではなくて、北海道で起きた 500 年地震と周期も合うので、それを見ていたのではないかという考えも議論されていますので、検討が必要だと思います。

更によくわからないのが、南海トラフでの津波地震の履歴です。2000 年前に高知と徳島で津波が高くなったという●●先生の調査を合わせて考えると、徳島と高知に津波だけを高くすると考えると、そんなに広い範囲は大きく動いたのではなくて、ここで点線で囲んであるところの範囲、ここについて目分量ですが、ここだけはつられて動いたと考えて、1300 年前の天武の時代に九州で大きくなったということも考えると、南の方だけが動いたのではないか。慶長地震のときに一体どこまでここが動いていたのかよくわかりませんが、これが重ならないとするとこちらがずれてくる。逆に空白域があるのかもしれない、こういうことも何とか検討しなければいけないと思います。

16 ページ、こう考えると、今ここで想定として考えるモデルとしては、従来のモデル、仮にレベル 1 とすると、3 連動の宝永地震モデルをベースとして、規模最大の波源を評価するモデル、ただそのときは宝永より以前、安政東海の時以前、例えば明応地震だとか、ほかの地震についても津波高を評価して、全体を説明するようにもう少し波源域を拡大した一般的なモデルを考える必要があるのではないか。

時間差発生、これは破壊開始点が日向灘から進むか東海から進むかということとかです。から、間に 10 分とか 15 分の破壊遅れが起きることによる増幅についても評価しなければならない。でも、例えば東海地震が単独で起きたとか、東南海とか南海地震が単独で起きる、あるいはその組み合わせ等、何通りあるのでしょうか。それら全てを評価するという

必要は恐らくないと思います。最大を考えればよくて、例えば高知にとっては東海地震が単独で起きた場合とか、東南海、いろんな組み合わせの中でも多分南海を想定すればいいでしょうし、逆に静岡の辺りでは東海を考えればいいというので、全体を網羅したようなモデルを1個考えればいいのではないかと思います。余り複雑にせずになるべくシナリオを単純にする。

それの上をいくレベルを2モデルとして、今回の東日本大震災のようなレベル1と浅部プレート境界滑りが同時に起きるようなことを考えると、それについての対応性とか個別に考えるか、崩落するものを考えるべきかというのはこの前と同じような考え方だと思います。

あと残る課題としては、今後浅い部分が滑るときに、つられて深い部分も一緒に滑る可能性も考える必要がないのかどうか。そういう場合に津波には影響しないかもしれませんが、より深い部分に例えば高知県だけではなく、愛媛県とか徳島の辺りの奥の方まで、瀬戸内海近くのところまで滑るということが仮にあるとすると、地震動が強くなり、断層滑り量が多くなりますから、結果的に津波の高さが高くなるような影響もあるのでこれは検討が必要ですし、宝永地震のときには日向灘の一部まで壊れていたとしても、これよりも先のもっと日向灘の南の方にも一緒に連動する可能性がだって今の時点では捨てきれないので、それについてはまた別途検討が必要かと思います。

以上です。

○どうもありがとうございました。前、専門調査会で組み合わせを考えたときは全部で6通りありますね。それでは、御質問をお受けいたします。お願いいたします。

●●委員、どうぞ。

○多分いろんなところで聞かれていると思うんですが、今回の東北沖地震のモデルで浅部を10度と計算されていますね。splay fault みたいなものでやって変位を抑えるということでも同じような効果が出るのではないかと考えるんですけども、その辺りかがなんでしょうか。

○例えばこれは浅い部分なので角度は10度のところなのでかなり大きく滑らせてやらないと海底面の鉛直変動は出ないということなので、ここを例えば分岐断層で急に立ち上がるようなものを考えてやれば滑り量を減らしてもこういう高い津波は勿論説明できると思います。ただ、そういう分岐断層が一体調査で見えているかといったら見えていない。沖合での観測量を見ても変動はかなり大きいので、やはりここはプレート境界に沿って大きく滑ったと考えるのが適当ではないかと考えています。

○日本海溝沿いは今の説明でよろしいかと思うんですけども、南海トラフ沿いというのは分岐断層が非常に発達していますね。

○そうですね。

○だから、慶長を考えるのか、分岐断層を考えるのかというので考え方が分かれるような気もするんです。

○分岐断層は南海トラフの代名詞のように、むしろそちらの方が本家本元ですが、分岐断層のところに出てくるとしたら、それは例えば7ページの右上のところに **Mega splay Fault** という JAMSTEC の図ですが、こちらの分岐断層が動くのか、それともその横のゆるく動いている **Plate boundary fault** というところが動くのかというのは重要だと思うんですが、ゆっくりと滑って津波を出してということを考えるとどちらなのでしょう。

この分岐断層のところも大きくなっていますが、むしろ通常の深い地震、東海・東南海・南海地震が起きるときには、いかにして分岐断層のところを滑って地表までいく。でも、その後この **Plate boundary fault** の浅い緩やかなプレート境界のところはずっと残っていて、そこが津波地震としてずるずると動く、あるいは深い部分がつられて一緒に動くというように、津波地震を起こすのはむしろ緩やかにトラフ軸近傍まで伸びているそちらの方ではないのか。それで普通の地震と津波地震とが分かれて存在するのではないかと私は考えているんですが、むしろこれは後で●●先生の方から詳しい説明が必要だと思いますので、補足説明していただけたらと思います。

○南海トラフ沿いを考えるときに、やはり日本海溝と構造的に少し違うところがあって、例えば付加体が発達しているとか、していないとかありますね。分岐断層あるなしで、南海トラフ沿いにゆっくりとした津波地震を起こす必要はどこから出てくるのでしょうか。

○確かに日本海溝と明らかに違い、プレートの沈み込み角度も違いますし、こちらは付加体が発達しているし、日本海溝は浸食で削り取って中に巻き込んでいくという明らかな違いがあるので、その日本海溝と同じことをここで当てはめられるかどうか重要だと思います。このプレート境界の幅も違いますし、浅い部分がかなり広くある日本海溝と余り幅がない慶長のところを無理やり考えても **20km** ぐらいしか幅が取れないというので、それは慎重に考えないといけないと思うんです。

まず慶長のときに地殻変動がそもそも表れていない。慶長地震が起きたときに地殻変動が表れないですし、非常に敏感な東郷温泉とか湯の峰温泉などでも温泉が枯れたり湧いたりということもない、地震動が全く観測されていないということを考えると、陸から遠く離れているところの変動も考えてやらなければならない。

少なくとも慶長地震は宝永と同じようなところ、あるいは宝永の一部の分岐断層のところは単独というよりは、そこから遠く離れたトラフ軸付近と考えるのが自然ではないかと思えます。そうすると、これにつられて動くのも宝永と慶長のところが一緒につられて動くというのは考えてもいいのではないかと思えます。

○●●委員、どうぞ。

○今回の津波のモデルは釜石のパルスはよく出てくるんですけども、こういうものはほかにもこういう波高計はあると思うんですけども、どこでも見られるものかということが1つ。

貞観のモデルですけども、これは貞観がこうだったということではなくて、貞観そのものは今回と同じ可能性も十分あるということで、今回のものは非常にまれにしか起こら

ないというわけではないことですね。

南海は今、●●先生がおっしゃったんですけれども、やはり慶長の細長いモデル、余り固くなさそうなところが一斉に一樣に滑るというのはすごく不自然な気がしますし、そこは海山が沈み込んだ後とか、付加体の中に地形を見ても大きなセグメントが分けられるような構造がありますので、全体が滑るというのは非常に不自然な気がします。

○お答えしますと、まずこういうパルス状の津波を津波計で観測できるかということですが、これは沖合でないと観測できません。沿岸にやってくると津波が最初の緩やかな立ち上がりのところと急激なところがもう一緒になって1つの津波になってしまう。追いついて一緒になってしまいますから、験潮記録とか陸上の観測網だけではわからない。これがわかったのは沖合の、釜石沖の海底ケーブル津波計とかGPS波浪計があったために、この逆側にあるDARTと呼ばれる海溝軸の向こう側にある世界中での観測網などでも近いところでは観測されています。これは海底ケーブルが沖合の観測があったからこそこれがわかって、こういうメカニズムがわかったんだと思います。これは海底観測のお陰だと思えます。

貞観のときの震源域、これは勿論私もよくわからなくて、例えば5ページのところの点線で手で書きましたが8.4くらいで広い範囲から貞観のときに今回の地震と同じように浅い部分も一緒に動いたのか、それとも深部の宮城県沖地震だけではなくて三陸はるか沖の一部と福島県沖のところの深い部分が連動して動いたのか、その区別は今の段階ではできないのではないかと思います。この可能性はまだ残っていると思います。

慶長地震のときの横長の蛇のような長い領域が一斉に動くというのは、私も確かにそれは起こりにくいと思います。15ページのところの図で、例えば今回の地震でも海溝軸付近の日本海溝付近のところの広い範囲が全部動いたわけではなくて、明治三陸のときには恐らく北の方の3分の1が動いて、延宝房総のときも恐らく南の3分の1ぐらいが動いて間が残っていたというように、ここは何回かで分かれて動くのではないか。この浅い部分の不安定なところが一気にずるっと全部広い範囲が単独で動くというのはなかなか起きにくいのではないかと思います。

そう考えると、慶長についても全部考えるよりは、例えば2000年前に津波が高かったところは四国沖で、1300年前に津波が高かったということは九州側というように部分部分が動いて、慶長のときもそれから見ると千何百年しか経っていませんから間はありませんから、全部ではなく大きな津波が観測されている、例えば徳島とか和歌山の辺りとか、御説明するように南の辺りだけが動いてどこかが残っていると、単独で起きるときはその一部がばらばらに起きるのではないかと考えています。

○どうぞ。

○宝永のときに浅い方まで一遍に滑っていないということは確認できるんですか。

○それもよくわかりません。少なくとも今の宝永の波源モデル、震源モデルで沿岸の津波あるいは地震動が説明できるように滑り量が置かれてこのモデルがつくられていますので、

仮に宝永のときに浅い部分まで滑っていたとしたら、もう少し滑り量を減らして波高を説明できるモデルも当然できると思います。そこは津波の波源、波高、片側の波形だけから決めることも限界ではないかと思います。

あと宝永のときに地殻変動があったということも、この浅い部分があろうがなかろうが地殻変動は出てきますから、それだけでは解を絞り込めないと思います。

○●●委員、どうぞ。

○後で●●先生が御説明になるかもしれませんが、堆積物が付加体に付加していくというモデル実験などがよく見られるんですけども、そういうのを見ると、例えば **splay fault** が発達するにしても、その段階で一番弱いというか滑りやすいところが滑るような再現がされているんですね。だから、何を言いたいかというと、深部の滑りは1か所のプレート境界に集積するとしても、そこから浅いところにどうその滑りが伝播していくというのは、ある場合には付加体で、ある場合にはひょっとしたらプレート境界ということもあり得るのではないかと思うんです。その辺の滑りに関するようなデータがあるととてもありがたいんだけど、その辺り●●さんのお考えをお聞かせください。

○私はそのデータを持ち合せておりませんが、確かに実験でもいろんな形からいっても、**splay fault** の方への分岐というのは確かに起きやすい。だからここで頻繁に大きな深部の地震が起きるときには、浅い部分に行かずに **splay fault** に行って全体のひずみを解消しているのではないかと思います。

なので、逆に言い換えると、なぜ津波地震がそんなに高頻度に起きないのかということにも裏返せばつながるのではないかと思います。

○●●委員、どうぞ。

○今までの議論にも関係するのですが、我々もこの後お話しする資料とダブりますけれども、今、●●委員の方の6ページの慶長の記録がありますね。これは限定されているので必ずしもこれはファイナルとは思っていないんですが、かなり限定されているとしても非常に局所的なものがあって、余り広域的な津波のイメージはないですね。それと15ページの先ほどから出ています、例えば別にこれは●●さんの方で正しいという意味で書いたとは思いますが、慶長があそこにありますね。そうだとするとこういう被害は余り整合性がないような気がするので、そうすると、1つは慶長は皆さん今までも議論していましたが、慶長そのものは南海トラフの地震だったのかということも少し検討した方がいいのかなと最近思っているんです。

○例えば遠地地震とか。

○特に八丈が異常に大きかったりしますね。これが結果としてどこまで正しいのかということも含めて検討した方がいいのかなということと、それに関連して多分●●委員の方で御質問があったと思いますが、宝永と安政の地震動は安政の方がかなり大きいというような評価になっていますね。そうすると、何となく安政がやや陸側に、破壊のメカニズム、プロセスが違えば勿論違うんですが、やや陸側に特化したようなところで、宝永はややそ

れも含んで沖合まで壊れるようなことも考えると、慶長が先ほど●●先生の方からもありましたが、100年ぐらいの差でこの辺が2回ぐらい壊れるというのは、結構滑りも含めて検討しなければいけないかなと思っているところなんです。

○まず慶長のときの津波、6ページのところですが、これは本当に時代が時代、宝永から100年前でこれだけ差があるくらいという時代が時代で、慶長はなにせ関ヶ原が終わったばかりで、まだ大名が自分のところの陣地に着いていないような状態、高知は山内一豊はもう着任していましたが、ほかのところはまだまだ、ひょっとしたらまだ戦をやっていたかもしれないような時代です。宝永になると、もう寺子屋が1700年代ぐらいになってみんな字を書くようになりましたからいろんな庄屋さんとか昔の豪農に行けば記録はありますが、慶長はそれも期待できないとなると、そこのデータがない。しかもちょうど時代が途絶えている時代だということも1つ考えないといけないと思います。

八丈島の10~20というのは明らかに間違いで、2週間ぐらい前に私は八丈に行って来ましたが、八丈実記に書かれていることをそのまま丹念にそこを歩いて見ても、八丈島には宝永地震のときには津波が押し寄せて蔵が流されてということになっているのに、その八丈実記には宝永地震のときにはある村の下までしか来ていないということが書いてあるので、どこかでその記録を後に継承していく段階で数字が間違ったか別の津波とごっちゃになったのかと思うので、ここの八丈島の10~20mというのは消して、6mとか8mぐらいに下がるのではないかと思います。

そう考えると、これは非常に広域ではなくて部分的に動いた可能性もありますし、勿論、地震動もないということで遠地地震の可能性も捨てきれない。例えば慶長三陸地震、1611年も遠地かもしれないということと同じように、津波地震も全部が全部近くて揺れなかったのではなく、遠地だから揺れなかったと考えるのも当然必要になってくると思いますので、そこは先入観を持たずに見ていく必要があると思います。

宝永と安政のときに滑っている場所が近いのか遠いのか。この可能性は勿論地震動の上ではあると思いますが、地震動以上に地殻変動は近いか遠いかの距離の影響が大きく出ますから、そう考えると安政のときも宝永のときも地殻変動が出ているところは1m、2mの沈降がありますから、そう考えると同じような場所で起きたものであって、滑り量も違うというぐらいの違いではないかと思います。

○●●委員、どうぞ。

○幾つか話題になっていることがあるんですけども、1つは1605年の慶長の地震ですけども、これは元の記録をちゃんと見ていただいて改めて検討していただかないといけないんだと思います。記録としては、確かに時代は時代ですけども、現地の記録でほとんど同時代だと思われる幾つかのいい記録がありますので、それを重視すべきだと思います。

西の端の方から言うと、室戸の東と足摺の西にあります。これは比較的いい記録で、あとは被害から津波の高さをどう見積もるか、そこの不確定性です。例えばある村では男女

153 人が死亡したなどという記録がありますけれども、これから津波の高さをどうするかというところで物すごい不確定性が入るということです。

伊良湖にもいい記録がありますし、決して狭い範囲ではなくて、南海地震として見れば非常に適当だと思われる範囲に幾つかのいい記録がありますので、一応ちゃんと現記録に戻って議論していただいた方がよろしいかと思えます。

房総とかあちらは別の問題なので、これは省きます。基本的に津波の被害記録から津波をどう評価するかというところに物すごい大きな不確実性があって、これまで浸水あるいは湖上高が多いと思うんですけども、それと浸水域のデータはほとんど歴史的にはない場合が多いので、そこら辺からどういう津波像にするかということが物すごい難しい。時間的にも恐らく2時間ぐらいの差は当時の精度からいって狭められませんので、1つの地震なのか2つの地震なのかということについても常に議論があるという状況なので、そういったことをよく考えて議論しないと、簡単な議論はできるけれども、本当にどこまで正しいのかという信頼度に関してはかなり問題があるので。

もう一つ、昔の地震は震度と津波と2つしかないわけです。津波地震というのは震度がなくて津波が大きいわけで、先ほど議論がありましたけれども、●●さん言われているように例えば宝永の場合も、本当に津波地震的なものが入っていたかどうかという判断は物すごく難しい。単に津波の高さが大きいということではなくて、震度の方からは恐らく議論ができないと思えます。

今回の地震もマグニチュード9と言うけれども、震度はマグニチュード9ではないわけです。私はそれは津波地震が入っているせいだと思っていますけれども、そういう意味で非常に難しい。特に明治三陸などは明らかに津波地震だというのはわかっていますが、過去のもので津波地震として得られているものはまだいいけれども、普通の地震として得られているものに関して津波地震が加わっているかどうかの議論が物すごく難しいので、それほど簡単ではないと思えます。

津波に関して言うと、やはり地形のレスポンスというのは物すごく大きくて、どういう周期の波が入ってくるかということは今日見せていただきましたし、前に●●さんもシミュレーションの結果を示されていたとおりで、今日は更に1つの地震か2つの地震かも歴史地震についてはわからないので、2つの地震が実際は時間差を置いて連動している場合もあったかもしれないわけで、それは今非常に難しいわけです。

1つの例として、今日、●●さん面白い例を見せていただきましたけれども、実際こういうことがあると、単に一旦盛り上がった海域が更に盛り上がるというわけではなくて、陸というか海域のレスポンスに合うような、要するに地震動と同じです。ちょうどいい周期のものが来るとそれによって共鳴現象が起こるということがあるので、今回の大阪の方で70分ぐらいのものが大きくなるというのがありましたけれども、結局70分を置いて津波が2回発生すれば更に大きくなるわけです。そういうことがあって、まだ津波学というか海底から陸上にかけて、あるいは陸の中もあるかもしれませんが、その地形とそこにど

ういう津波が来たときに一番高くなるかというような、それを更に歴史的な記録に対してどう当てはめるのかというところが全然抜けているので、そういったところまで考えると、まだまだ我々は地震動などに比べても非常にプリミティブな段階にあると思う。そこで判断するということがたくさん不確実性があるということを考えていけないと思います。

特に昔の地震を議論するときは、津波マグニチュードあるいは震動のマグニチュードなのか、そういう区別も必要ですし、津波マグニチュードは本当に1つで津波マグニチュードがわかるのか、浸水域みたいな波長が関係しているものが出てくると、単一のマグニチュードで本当は表せないかもしれないです。だから、そこら辺もありますので、よけいなことかもしれませんが、余り割り切った議論をされると本当にそれでいいのかなという気がします。

○●●先生が言われるようにあれもこれも考えると何もわからなくなってきてしまうということにもなってしまいますが、●●さん、何かレスポンスはありますか。

○ごもつとも、そのとおりで、確かに時間差の場合の重なるというだけでは見かけ上の波長が長くなるという効果とか、いろんなことが出てくるので、勿論、それは不確定性の中に取り入れるか、あるいは地域でこれを基に更に、それは地域ごとにシナリオは変わってきますので、それを決めるようにここで考えないのかも含めていろいろ検討材料はたくさんあると思います。

○●●さんのシミュレーションはなかなか面白いんですけども、瀬戸内海が揺れていないのは計算領域の外なんですか。

○地震動ですか。

○津波の方です。

○モデルがまだ粗いということもありますが、勿論、粗くても水深はありますが、なかなか入っていきません。

○時間が物すごいかかるのですか。

○時間もかかりますし、そもそもこの瀬戸内海に入れるためには、波源域が大きく伸びて紀伊水道と豊後水道のところから直接津波が入力しないと中まで入って行かないですし、意外に瀬戸内海というのは入らないものだなという状況であって。

○実際には津波の被害記録とか高さの記録も残っていますから、もったいないような気がします。だから、これからの防災を考える上でも、瀬戸内海、大阪湾を含めて無視できないというのも更に重要な要素になると思うので。

○時間が経って瀬戸内海に入って、しかもそれで西側から来る、東から来る、重なるという効果もありますし、その間に潮位も変わったり、長時間の間にいろんな要素が入ってきますが、瀬戸内海に余り入らない津波にまだ何か見落としがあるのかもしれないです。現実には過去に大きな津波があったという事実を表せない何か。

○ありがとうございました。ちょうど時間となりましたので、続けて●●先生に地下構造

についてお話ししたいと思っています。

よろしく申し上げます。

○それでは、これまでの構造のレビューという形で少しお話をさせていただきます。後で追加でお配りしていただいているのは最後の方のもので、パワーポイントで解釈図が入っていなかったものがあつたので、入れていただきました。

1 ページは、これまでこんな調査がやられていたということで、かなり稠密な測線には見えますが、いろいろなスケールを考えたときに、必ずしもまだまだ十分でないという考え方もございます。

今日は2 ページのように、南海トラフ地震発生帯の構造の特徴ということで、滑り分布、破壊域と構造の関係という観点で、滑り域の条件、巨大地震のセグメント化、下限と深部低周波地震との関係、そして●●先生の方から銭洲も含めたやや東側の話もということなので、それも付け加えてございます。

3 ページが今までの構造、特に屈折に基づく深部の構造のイメージングをまとめたものでございます。室戸岬沖、熊野灘沖、東海沖の結果を示してございます。左下には実際には昭和の東南海・南海のときの津波インバージョンによって、いわゆる波源域的なものの解析をしてございます。これはブルーが東南海の解析結果で、赤が南海側の解析結果で、これは同時に解析したわけではございませんが、別々に解析して重ね合わせると、ちょうど潮岬の辺りに緑の境界がありますけれども、オーバーラップせずに住み分けができてございます。

後でも触れますが、全体の構造を見ていただきますと、この図面でいきますと右側からフィリピン海プレートが左側に沈み込むわけでありますが、海山があつたり、いろいろな構造要因はあるのですけれども、3.11 以前の評価というか考え方にに基づきますと、先ほどもありましたやや黄色とか赤っぽいところが付加体でございます。その下にあるやや緑っぽいところが、付加体に接している緑がやや古い付加体だと考えていただきますと、およそ各海域での震源域があくまで3.11 前の議論でございまして、古い付加体に接している辺りから、どうもこれまでの震源域があるだろう。つまり古い付加体、島弧の上部近くのところと相当しますが、その部分が沈み込むプレートと接している部分、矢印で書いてございますけれども、そういうところと大まかに言うと、これまで推定されている震源域というのが対応しているのかなと思っております。

4 ページ、更に大きく見ていただきます。済みません、英語バージョンとか日本語バージョンとかいろいろ混じってございまして、見にくくて申し訳ございません。

更に拡大していきますと、ここにあります東南海・南海のところに、2 つぐらい重要なポイントがございまして。

1 つはこれまでも出ておりましたが、分岐断層。これはどちらかというと東南海、東海側に分岐断層が発達しているということで、特に熊野灘の沖合は非常に分岐断層が発達しているということが、右下の図でございまして。ちょっと見にくいですが、**Splay fault** と書

いてあるところがございます。実際にこういうような分布ができているということと、今、申し上げましたように古い付加体との接触面、キャタピラの跡みたいなところに少し線を入れてあります。そうしますと、大体津波の波源域に若干東南海側はオーバーラップしますが、昭和の 1946 年の津波の波源域と、古い付加体と沈み込むプレートが接しているところが、大体整合性がとれているかなということがございます。

もう一つ、ここに **DSR** と書いてございます。これは **deep strong reflector** といって、プレート境界より少し上なのですが、もともと実際にどんだんプレートが下から押し上げられて、だんだん上のものが陸に上がってくるようなプロセスがあるのですけれども、その 1 つとして **DSR** という非常に反射面の強いところ。勿論、沖合の左下の図で **Decollement** と書いてありますが、そこもそこそこ反射面は大きいのですけれども、その 2 つの非常に反射係数の大きいところ、ここが非常に特徴的でございます。

そして南海地震の 1946 年の波源域だけ見ますと、**DSR** の部分が動いていない。これはあくまで 1 つの結果でございますが、つまり、このところが余り滑っていなかったということになる。ですから、先ほどの例えば●●さんの絵の中で、徳島とか四国側に逆に大きな津波が押し寄せる場合に、こういうところが何百年間隔で滑るとすると、そういう津波も起こし得るのかなということも検討すべき課題かなと思ってございます。

5 ページをめくっていただきます。資料が多いので少しずつ端折っていきますので、少し分岐断層は見にくいので簡単にお話しますが、これは熊野灘で行った調査の結果でございまして、実際にはフィリピン海プレートが上の図のように沈み込んでいて、**Young Accreted Sediments** という若い付加体があるということなのですが、分岐断層が黒い線で左下の方に明示されております。やや斜めに出ているところ。鮮明でないので余り議論したくないところがあるのですが、その分岐断層の上に低速度体があるとか、その下にも低速度ゾーンがあるということが少しずつわかってきました。

これは南海、熊野灘の破壊過程を考えるとときにずるずると滑る、あるいはプレートバウンダリーに従ってトラフ軸まで滑るといふところの考え方を整理するための 1 つの情報になるかもしれません。こういうようなことが全体としてあるわけでございます。

6 ページを見ていただきますと、同じようなタイトルがどんどん出てきますが、まず我々滑り面の上限というところを考えたときに、古い付加体とのコンタクト境界というのが 1 つのこれまでの通常考えられていた南海トラフ巨大地震という意味では、上限に対応している可能性が高いかなと 3.11 の前までは思っていました。

分岐断層の発達域というのは、特に熊野灘の外縁部に対応していて、これがある意味で●●さんの方でも御紹介いただきましたが、掘削によってこの分岐断層の周辺で非常に温度履歴というか、高い温度が過去に発生したということがあるので、1 つの考えですが、通常はこの分岐断層を介して東南海地震は最終的に海底近くまでの破壊を伝えた可能性がある。その何百年に一度という観点では、プレート境界に沿ってトラフ軸の先端部まで破壊が生じた可能性があるということとは言えるのかなと。後でもまた御説明いたします。そ

うということが1つございます。

もう一つ、次をめくっていただきますと7ページ。これはまた少し見方が違って、いろんな構造要因という観点で、どういうものがこれまで見えてきたかという御紹介です。

まず紀伊半島の潮岬沖合には、左下に緑の頭のようなものが海底面すれすれに出てございますが、これが非常に速度的にも周りから比べて速いということと、密度的にも非常に重いということがあって、ある意味で壊れにくい、もしかするとある意味でのアスペリティ的な役割を果たすということも、現在検討してございます。

もう一つ、四国沖、室戸岬には先ほども少し議論がありましたが、左上の海山が沈み込んでいる。つまり真ん中の赤と青の色の中で抜けていた青側のところの黒い楕円形で示したところが、海山が沈み込んだ辺りです。つまり、その周辺では、特に海山の西側では津波の波源域からすると白っぽくなってございますので、本来1946年の南海地震の震源というのは潮岬の沖合になるわけですが、そこから破壊が西に伝播したとした場合に、海山がある意味でのバリア的な働きをしたという解釈もできてございます。

いずれにしても、この海山の存在とDSRあるいはDecollementも含めた非常に常時我々が安定的に滑っている、あるいは滑りやすいといった領域が抜けていることも、この構造要因としてはあるわけでございます。

熊野灘に関しますと、先ほど●●先生の方で紹介もいただきましたが、分岐断層で掘削した資料はCに当たります。ちょうど図の右の真ん中ぐらいにあります。Dに当たるところがまさにプレート境界の先端部に当たるところで、少し見にくいのですが、点々がちりばめられたような断面図がありますが、これはビトリナイト反射率といって、反射率の強度に応じて温度履歴を評価することになるのですけれども、これが実際に少し右にふくらんでいる。両者とも大ききの規模は違いますが、右にふくらんでいる。分岐断層Cに相当する部分の方がやや大きいですけれども、Dに相当する部分は図が小さくて、後で古村さんの資料を見ていただいた方がわかりやすいかもしれませんが、右にふくらんでいる。つまり温度履歴があったということです。温度の高い履歴があったことを示してございます。

こういうことが先ほどの議論で先端まで壊れた可能性がある。つまりこれがどこまでの高速破壊になるかはわかりませんが、少なくとも高温を生じたようなすべりがあったということは、過去のこの分析から明らかになっているわけでございます。

東海に関しますと右上の図でございます。これもちょっと見にくい測線で、後でまた少し御紹介いたしますが、これは銭洲海嶺のような、銭洲海嶺は沈み込んでおりませんが、その前の海嶺が幾つかもう繰り返し沈み込んでいる。つまり、想定されている東海の震源域に沈み込んでいるということが、大きな意味での構造要因としてわかったわけでございます。

8ページ、これはある意味で非常に簡単な初期のモデルですけれども、潮岬の非常に重くてかたい岩体を左上に黄色い丸で書いてございます。あるいは白い楕円形で書いてございますのが、いわゆる海嶺と呼ばれる非常に山脈状の構造をしたものが沈み込んでいると

いう非常にシンプルなモデルでシミュレーションをしても、いろんな繰り返しの発生パターンの多様性というのがこれまで見えてきたというのが、構造とシミュレーションとの関係で言えば、こういうことがわかってきたということでございます。

9 ページ、先ほど●●さんの資料にもありましたように、大分県佐伯市の龍神池で●●先生のグループが津波堆積物を発見したということで、これも繰り返しになりますが、もしここがこれまでの想定のように足摺岬を西の端だとしたときに、津波を起こしてもなかなか龍神池には津波が押し寄せることは難しいということで、これも重複いたしますので簡単に説明すると、それは日向灘まで破壊、つまり津波の波源域が広がったということであれば、十分その事実を説明することができるということになるわけです。

それと同時並行に 10 ページを見ていただきますと、我々は日向灘の連動性評価ということを含めて構造調査をしてまいりました。これもちょっとわかりにくい図なので簡単にお示ししますと、大きな意味で勿論フィリピン海プレートが沈み込んでいるということのイメージができるわけですが、10 ページの右下の非常に大きな断面図、申し上げませんが、カラーはP波速度の違いでございます、赤、黄色が比較的毎秒3～5 km ぐらい、緑が6 km 程度、水色が更にそれより早いというイメージを考えていただければと思います。

例えばこれは九州側から見た断面でございます、九州パラオ海嶺の近くというのが少しふくらんでございます。こういうものが明らかに沈み込んでいるということと、ややこの図でいくと左側、つまり四国側に行きますと、途中少し近くが薄くなっていて、四国の本体に行きますと我々が通常想定していた、あるいはイメージされていた海洋地殻の厚さになるのです。つまり、これまでの我々が今、思っている南海トラフの通常海洋性地殻が九州パラオ海嶺の前で少し薄くなって、九州パラオ海嶺のところで厚くなっている。こういうイメージができるのですが、それと地震とはどういう関係があるのかという御質問があると思います。

11 ページは 1968 年の日向灘沖の地震と、1662 年の日向灘の地震でございます。1662 年につきましてはいろいろと皆さんも成果をお持ちだと思いますが、大きな津波を伴っていることがございます。

これと先ほどの九州パラオ海嶺との関係で見ますと、ここに黒い線がございます。この黒い線のやや下側というか、左側が九州パラオ海嶺で、海底地形から見ていただくのですが、この海底地形の九州パラオ海嶺と、実際に深部の近くで想定される九州パラオ海嶺は少しずれているのです。そういうずれがあるということと、実際には transition zone と我々は呼んでいますが、非常に海洋性地殻が薄くなっている部分、これが緑で少し見えています。

更にこれで四国側に行けば、通常我々が想定している海洋性地殻になるわけですが、こういうような地殻の厚さだけでも不均一性があるということと、少し地震波を使った散乱の強度みたいな解析もしてございます。それが 11 ページ右下の Random inhomogeneities

と書いてございますが、測線は左上の測線に沿った形でございまして、赤いところが非常に散乱強度の強いところでございます。そうしますと、ほぼ九州パラオ海嶺も含めたその周辺が、かなり散乱強度が高いということが言えると思います。この測線から更に東に行くとやや黄色いところが広がりますが、これは散乱強度が低い。ある意味でかたいとか固着しているというような解釈に置き換えられるかなということで、今、その議論もしてございます。

それと同時に 1968 年、1662 年のいわゆる過去の地震との対応でいきますと、1968 年はいわゆる transition zone で起こっている。1662 年は恐らく特に反射強度の楕円が陸に寄り過ぎていますが、もう少し沖合にずれているのだと思いますけれども、1662 年は散乱強度の比較的強い部分に相当するようところで起こっていると考えてございます。

こういうことが日向灘での構造としてある程度現在解釈しているところでございますが、つまり宝永のときにもし日向灘まで破壊が進展したとすると、今の解析上では実際には半分ぐらい、日向灘の東半分と言ったらいいのでしょうか、北半分と言ったらいいのでしょうか、そのようところが壊れれば龍神池の津波を説明できるということでございます。

一方、1662 年というのが宝永地震の約 40 年ぐらい前でございますので、仮にここで破壊が起こったとすると、宝永のときには必ずしも全体が壊れたというふうにはならないだろう。ただし、次の南海トラフということ考えた場合には、1662 年の震源域も含めた日向灘全体の破壊も、検討すべきだろうと考えてございます。

少し戻っていただきまして、7 ページに先ほどお話した潮岬の沖合にある非常にかたくて重い岩体がございます。これも潮岬あるいは熊野灘の岩体と言われておりますが、これの 1 個手前の測線を今日はお見せしていませんが、少し詳しくお話させていただきますと、図が小さいのですが、左下の図の紫のところがございます。この紫と水色というのが若干区別つかないのですが、ちょうど大きな岩体の下に抜けているところもございます。

紫というのがいわゆる上部マントル、紫と水色の境界がいわゆるモホ面と我々は考えてございまして、実際にはちょうどモホ面の部分が岩体の下でなくなっている。つまり、切れている。これは恐らく水が入り込むことによって速度から見るとモホの本来 7.8 とか、そういうような高速度化がされていないということを考えますと、ここが 1 つの仮説でございますが、水が入っている。水によって速度が低下した結果、あたかもそういうことに見えている。つまり、水が入った要因というのがある意味でここが断裂している可能性があるということも、付け加えておきます。

13 ページに進ませていただきます。先ほども深部の構造をどう評価するかというのが 1 つの議論になっていると思いますので、我々東京大学を始め、地震研究所始め、ほかの機関と、ほかの大学と一緒に海陸統合調査というのをやってございます。過去 4 測線ぐらいやってございます。

一番大規模であったのが東海沖で、後で御紹介させていただきますが、それ以外にも紀伊半島、四国というところで実際にやってございます。

実際に全体のイメージングというのはこういう形で、特に 14 ページを見ていただきますと、Nakanishi et al でプレートが沈み込んでいる。これは実際に四国のところで見ていただきますと、赤い点々がまさに深部低周波微動域の震源に当たるところでございます。それを深さ方向に落していくと、フィリピン海プレートが沈み込んで、マントルに接するような辺りがいわゆる深部低周波微動が発生しているところだと、構造から見ると解釈できるわけでございます。つまり、マントルの中まで破壊するかどうかという議論と、震源域の下限はどこまでかという、1つの考え方としてまさにここの境界が、1つの下限の境界の可能性があるということでございます。

15 ページは記録的なものでございます。

16 ページは四国の東部でやった実験でございます。下の図面は全体の構造要因でカラーでないでトーンが違ってございますが、上の方は広域の反射法のイメージングを屈折波のデータを使って、広角の反射のデータを使ってやったのですが、大体表示が何となく裏返っていますが、これはプロットの方法が違っているのであえて裏返しにして合わせてございます。実際にちゃんと読むと L1 とか L2 とか L3 となっているのですが、その部分にややピンクの矢印が、見にくいですが、あります。ここが恐らくマントルの部分に相当するところで、そこをまさに赤い低周波微動の領域というのがある意味で合致しているようなところになります。

ちょっと見にくいですが、図面の反射のイメージのやや右のところに青い四角がございます。青い四角のグレーの星印 2 つが L1、L2 に相当するところでございます。実際に赤い丸の位置が非常にややこしくて申し訳ございませんが、記録断面上にやや薄くオレンジだかピンクっぽく見えますけれども、そういうようなところに相当するところでございます。つまり、申し上げたいのは恐らくここが先ほど同様、マントルに接しているところに相当するところで、低周波微動が起こっているということになると思います。

同様に、今度は紀伊半島のところでやってございます。紀伊半島でも同様に簡単に御説明しますと、構造のイメージングと、実際に下のカラーのところ赤い丸がちょうど下の横軸で見ますと、230 ぐらいのところに何点か赤丸がございます。この赤丸がまさに深部低周波微動のところでございます。これも同様に陸側のモホよりもやや深いところに出ているということで、マントルと接しているところに存在していることになるわけです。

つまり、ここがやはり可能性としては震源域の下限というふうに考えるのが、1つの仮説でございます。

こういうことが東海でもございまして、18 ページ、これは大きな意味の構造要因でございますが、同様に実際の 2001 年ぐらいのときに起こっていた東海の深部のスロースリップに相当するところは、後でも御紹介いたしますが、同様にこのようなところで滑っている可能性があるということでございます。

20 ページにいきますと、だんだん西から東に場所を移してございます。20 ページは東海も含めた銭洲辺りの構造でございます。実際に赤い線に沿って沖合から A、B、C とい

うことで、右側に反射断面を示してございます。解釈も入れていますので少し見づらいですが、見ていただきますとAという領域に深いところから断層的なイメージがあって、ただし、海底までは達していない。Bも同様で、Cに関しても比較的浅いところまでいきますが、明らかに堆積物を切っているかどうかとなると、切っている可能性は余りないのかなというところもございます。いずれにしても、この測線に関しますと深部から断層が発達しているということが見てとれます。

21 ページを見ていただきますと、少し測線が変わります。やや東に行きます。銭洲海嶺を先に御紹介するのが忘れまして。AとBの間に少し山脈状のものがあります。これが銭洲海嶺でございます。銭洲海嶺のAは南側、Bは北側というか、前と後ろということで、Cは更に東海の震源域まで入っているというイメージでございます。

これまでも見ていただきますと、やはり同様に断層面は発達しているものの、深いところから発達した断層が浅部を切っているようには見えていないということがございます。

それが 22 ページになりますと、これがもう少し落ち着いてA、B、Cともに余り断層というものが見えていないということになるわけでございます。こういうことが過去の反射法から得られた結果でございます。

23 ページも同様のものでございますが、少し横ずれ断層的なものはそうは言っても存在するというところでございます。これはまた長くなるので端折りますが、ただし、23 ページで少し間違えていて、銭洲海嶺片側に北東－南西方向の横ずれ断層と書いてございますが、これは北西－南東の間違いで、黄色いイメージを見ていただきますと、明らかに北西－南東方向の横ずれ断層と考えていただければと思います。

24 ページを見ていただきますと、これは海底地形からいろいろと推察されている部分でございますが、東海の震源域に関しましては小台場断層あるいは東海の断層というような位置づけがございます。これがちょうど図面の中央にあるところでございます。こういうものが実際にある。

少し御紹介させていただきますと、先ほど追加でお配りした 27 ページのところでございます。これは非常にちかちかして見にくいと思います。これは日仏共同で、この海域で非常に小規模な三次元の反射法探査をやったときの論文の結果なのですが、フランス人の Operto さんの解釈でございます。

事前にお配りしたところは解釈が入ってございませぬので、それとうまく比較していただくと、どんなような解釈をしているかというのも逆に見えてくるところでございます。こういうものを少しごらんいただきますと、実際には非常にいろんな断層等が発達しているということが見えてくるわけでございます。こういうところになりますと、これは先ほど銭洲の前後の構造を見ていただきますと、いろんな断層が発達しているということと、実際には沈み込んだ側もかなりいろんな断層があるということと、沈み込む前の実際のプレートも非常に複雑というか、断層が発達しているということで、よく我々はもめているとか、ぐさぐさになっているというようなことを言いますが、そういうようなイメージが

特に銭洲も含めた東海側というのが、少なくとも東南海側あるいは南海側の比較的非常にきれいな、シンプルなプレートの沈み込み構造とは大分様相が違っていると考えてございます。

そういう観点で 26 ページ、これも同様に前回お見せした図の繰り返しでございますが、26 ページの下が構造探査によって得られた銭洲から、銭洲というのはちょうど横の数字でいきますと 400 ぐらいのところにあります。これはまだ沈み込む前ですが、それから、もう沈み込んでしまった海嶺というのが矢印で 2 本出てございます。これは 2 本だけではなくて、あと 1 つ 2 つありそうなこととございますが、それと同様にこれは詳細な波形解析をいたしますと、深部で非常に反射強度の強い部分が 2 箇所ございます。プレート境界面とややそこから 10km ぐらい上のところとございます。

恐らくスロースリップ的なエリアはまさにこの部分の深いところの緑の線、つまりプレート境界に沿ったところでスロースリップが生じていたのだろうと考えてございますが、もう一方、更に分岐断層的な位置づけだと思いますが、反射強度の大きいところはオレンジの点でございます。こういうことが構造要因として見えてきたということになるわけとございます。

少しまとめてみますと、全く同じことをずっと書いてあるわけとございますが、南海トラフの地震発生帯の構造の特徴ということで、まず滑り分布と構造との関係ということでまとめてみますと、**Updip** 側、つまり浅い方の側は南海地震の震源域の東側から東南海にかけては、非常に古い付加体とプレート境界とのコンタクトの境界の部分は、かなり上限を規定しているようなことが、少なくとも繰り返しですが、3.11 以前の見解ではあった。

もう一つは分岐断層というのが当然、熊野灘外縁に特に集中的に発達している部分もあるわけですが、この部分が通常はある程度それを介して破壊を伝えた可能性と、もう一つは先ほどの●●さんの資料も含めてですが、実際にはプレート境界に沿ってトラフ軸の近くまで破壊をした。いわゆる今回の東北の大きな滑りのようなプロセスもあったかなということも、今回の結果から推察されるということとあります。

また、巨大地震のセグメント化ということで、海山の沈み込み、海嶺の沈み込み、非常に重い巨大な岩体、ドーム状の岩体というものの存在等があって、これらが互いに関係し合うことによって時間差連動というものは恐らく現実的には起こっていて、特に東南海・南海地震の時間差という観点でいきますと、紀伊半島の巨大な岩体が、ある意味で時間差連動というものを結果としてコントロールしているような役割を果たしている可能性が高いというふうに我々は今、見解として持っているわけとございます。

こういうことが実際にあるということと、もう一つ、東南海地震の震源域と東海地震のいわゆる震源域では、4 ページを見ていただきますと、非常に大きな絵とございます。**Splay fault** というのは左の方を指していて、長い楕円が沈み込んだ海嶺をイメージしてございます。そうしますと東海・東南海地震の境界というのが非常に難しいところとございますが、少なくとも昭和の東南海地震の津波解析の結果から見ますと、**Splay fault** が邪魔

ですけれども、海嶺を外した形で陸側に限定された形で大きな破壊が、これは●●さんの結果ですが、出ている。つまり東海側のいろいろな繰り返しの海嶺の沈み込み構造が、東南海側にも影響しているということになるわけでございます。これは1つだけではなくて複数個あるわけで、目玉の部分が前の海嶺に対応している可能性もあるという議論も実際はあるわけでございます。

こういうような構造要因が非常にあるということで、少し整理をしますと、東海側は非常に不定形というかでこぼこしたような形、なおかつ、もともと沈み込むプレートそのものが、かなり断層等が発達している部分がある。逆に沈み込まれる側の陸側のいわゆるプレートも同様に、断層等も含めて非常に複雑な構造をしているということが挙げられるわけでございます。

東南海側に関しましては、**Splay fault** の存在があるわけでございますが、比較的通常我々がイメージしている海洋性地殻にやや近いような、勿論そういうことがいろんな複雑な多様性はあるにしても、そういうことが言える。

南海側に関しますと、海山という沈み込みという大きな構造要因はあるものの、全体としては非常にわかりやすい構造ではあるのですが、先ほど申し上げましたように **DSR** (**deep strong reflector**) というものを始めとして、これの位置づけあるいはデコルマ面が実際に東北の今回の大きな滑りを生じさせたような役割を、どこまで果たすのかという議論をもう少しやらなくてはいけないということで、浅部に関しましては更に浅い部分の詳細な構造だけではないですが、調査解析というのが必要だと考えてございますし、深部、これは●●さんも言われていましたが、深いところがどこまで進展するのだろうかという議論に関しましては、海陸統合の測線というのは現在4本、5本とやっております。特に今後東海を含めた、九州も含めたところでの何本かの海陸統合の構造調査も必要になってくるかなと考えてございます。

今後の課題としては、今、申し上げましたように浅部での詳細な高分解度の反射、あるいは掘削も含めた過去の滑り履歴をどう評価していくか。深部に関しましてはなかなか構造のイメージが難しいのですが、大規模な海陸統合等の構造要因によって深部の下限を突きとめるというところをきちんとする。最終的にはそれを3次元のモデル化にすることによって、津波並びに地震動の被害想定に資するモデルをつくるというふうに考えてございます。

以上でございます。

○20分の予定のところを40分ぐらい講義していただきました。

御質問をお受けいたします。

○幾つかあります。

まず分岐断層ですけれども、これは熊野トラフの沖合なのですが、この断層の変位速度。私はこの解釈には疑問があって、この構造をぱっと見て、ほとんどの滑りはトラフ沿いに行っていると思うのです。分岐断層の変位速度は非常に遅いという気がするのですけれど

も、それを何か定量的に見ておられるかということと、DSRは何なのかということとはなかなかわからないと思いますが、日本海溝でもプレート境界面上に反射強度の強いところ、弱いところがあるという話があったと思うのですけれども、それが今回の地震の滑りとどう対応しているとか、そういうことが何かわかっているのかどうかということがあれば、参考になるのかなと思います。

あとちょっと細かい質問ですけれども、例えば 22 ページに錢洲の断面があって、Aというところで断層がないとおっしゃったと思うのですが、私はすごく立派な断層が 4,400 の少し右側にある。海底に段差があるところです。上の地層が一様に曲がっていますから、これは非常に活発な断層だと私は思うのです。錢洲には私が見る限りは結構活発な断層があって、例えば慶長というのは、これは以前から言われていると思いますけれども、そういう可能性があると思います。

とりあえず以上です。

○分岐断層の変位速度に関しましては、多分これが全部動くことによって滑りの収支が全部おさまると思っていないくて、定量的な話はまだちゃんとやっていないのですが、プレート境界に沿った滑りがないと多分説明できないし、第 1 回目のときにその話をしたときに、たしか●●委員からも私が話したときに、陸側のいろんなことも全部含めないといかんというお話があって、分岐断層だけですべて収支ができるとは思っていないです。

ただ、温度履歴が先ほどもお話があったように上がっているということは、どこかで動いているというのも事実なので、その部分は何回かに 1 回がどちらなのかは別ですが、その両方をそれぞれ分担して動いている可能性があるのかなと思っています。

DSR に関しては非常にわかりづらいのですが、いわゆるアンダープレートの結果によってできた構造というか、反射面だろうというふうに皆さん多分思われていると思いますが、そこは恐らく強反射ということは流体の存在も含めて、比較的滑りやすいということがあると思います。

もう一つ東北との関係でいくと、我々はビフォー・アフターで宮城沖の反射の記録をとって比較をすると、反射強度的には微妙なのですが、微妙なところはともかく、余り強いところだけが滑ったというイメージが余りないのです。ですから、これも少し議論をしていかなければいけないのですが、そこはもう少し東北の方は振幅の解析をしながらやっていますので、ちょっと待ってください。

錢洲の話は、これは一応論文になったものなので、それに従って、私も当初は●●さんの言うように、錢洲の南側もある程度慶長に相当するような滑りがあるということで、もう一回見直して議論したのですが、一応これに従えないということになってはいますが、今、●●さんが言われるように 22 ページでいくと、確かに海底が変化したところに何かありそうだというのは、立派な断層が引けることはあり得るかなと。多分それは場所は違いますが、Cと同じようなイメージで、それに従っていくとAも引けるかなというのがありますけれども、これは我々のグループではありますが、過去の論文のものなので余り言

及できませんけれども、いずれにしても私も当初は錢洲の前後も含めていろいろ活発であるとは思っていました。

私の今の話と今までの話と若干矛盾しますが、この断層、特に東側ではなくて西側の2本も含めていくと、一応深部からの断層のところで逆断層の地震というのは比較的起きているのです。ということは、プレート運動の収支を錢洲の北側と南側でも少し受け持っている可能性があるなということと、更に東海断層あるいは小台場断層といったような断層とプレート境界を考えると、かなりこれからきちんと終始の計算というのは必要になってくると思いますが、GPS 的なことからその辺がということは、●●さんの方から何かコメントいただければと思いますけれども、かなりいろんなところから収支を満たすというか、動いている部分というのはかなりあるのかなと。

もう一つはプレートの構造の観点からいきますと、構造自体が非常にもめているというか、西側のプレートあるいは陸側のプレートに比べると非常に複雑だということは、ある意味でプレート自体のプレート境界も含めた強度というのは、かなり弱いということもある可能性はあるかなと思っているのです。それは沈み込んだ海嶺自体は強いにしても、その前後のプレート境界というのは、固着も含めてその評価をもう一度見直さないといけなかなと考えてございます。

○●●委員、どうぞ。

○先ほどの●●さんの議論でも津波断層の活動痕といいますか、7ページの図の小さいものなのですが、温度が上昇したゾーンがあるというのはわかるのですが、この温度あるいはその幅とか、そういったパラメータからそのときの速度というのはわかりますか。滑りの速度。

○これは掘削のグループのワークショップに私は出ていなくて、今、●●先生が言われた議論はあったのですが、例えば滑りの速度を固定すると滑り量はどのくらいとか、いろいろあります。速度に関しましては非常にゆっくりだという仮定でやると非常に長く、滑り量を大きくしなければいけないので、その辺のトレードオフがあるので、多分なかなかすぐにはお答えができません。

ただ、紀伊半島の串本の産総研の研究成果で、橋杭岩の周辺に散らばっている岩が津波で運ばれたという紹介もさせていただきましたが、あれのときの津波の速度という意味でいくと、毎秒8 m ぐらいあると石が動くというような結果もたしか出ていたと思うので、そういうようなことと、この滑りの速度とはもう少し整合性はまだとれませんが、そういう情報もございます。

○ポイントは、先ほど●●さんのときにかかなり高速だという言い方をされたのだけれども、それはいかにも定性的な議論なので、我々は定性的な議論をよくするのですが、かなり危険な場合があるので、本当に地震波が出るぐらいなのか、津波地震のように震度としてほとんど無視できるぐらいの速度なのかというのは、重要なポイントだと思いますので、もし更に御検討できればと思います。

○多分ある仮定をどこかで固定した場合にというところしかないと思うのですが、ただ、言えているのは場所が違うので必ずしも媒質も違うので1対1対応できませんけれども、温度の履歴の大きさからすると、やはり分岐断層の方が大きいのです。Cの方がDよりも大きいということがございますので、単純に考えるとDの方が比較的速度は緩やかだった可能性は高いと思います。

○●●委員、どうぞ。

○先ほど話がありましたが、多分、銭洲の話は、あの界限は伊豆諸島も含めてGPSを説明するためには、幾つか断層をいれなくてはいけないといういろんなモデルが出ているので、多分そのことだろうと思います。

いろいろな要素が出て混乱しているのですが、1つだけお尋ねしたいのですけれども、11ページの散乱の図と1662年の波源域という議論がありましたが、1662年の波源域、上の散乱の図と上の地殻の厚さの図を比べると、波源域と称する楕円はちょうど散乱のデータがないところに来るように見えるのですけれども、それと散乱が強いというところは不均質が強いということなので、そういう強い地震波を出すような物性を持つのかなというのは疑問なのですが、その辺どういうふうにお考えになられているのか。

○まず最初にずれている。私もこれを見て抜けているところで起こっているなど思ったのです。たしか歴史地震の論文で2003年に松浦さんたちがやられたところの震源域はもう少し沖合に出ていて、沖合に出ると少しそこにかぶるかなというのが1つあります。そこはそれこそ徹底的な話になってしまいますが、そこはもう一回検討させてください。

散乱帯という意味では、基本的に散乱の解析は振幅を使うわけです。その強いというところはある意味で共振幅のところに対応しています。ですから、その部分でいくと不均質が強いという言い方もそうなのですが、インピーダンスが大きいということにもなります。ということは解釈ですが、固着が強いようなイメージがここにはあるのかなと考えています。

○ほかの領域ではこういう散乱は解析されていないのでしょうか。例えば7ページで海山とかDSRとかSplay faultとかありますけれども、こういったところでは散乱はどういうイメージングがされるのですか。

○結局、自然地震をどのくらい観測するかにかかっている、今、南海の連動性評価で少し長期的な地震観測をしまして、その波形を今、順次やっている最中でございます。早めに熊野灘が終わったのでこういう解析結果が出たということでございます。

○それでは、ちょうど時間となりましたので、ここまでといたします。

続きまして、最後に事務局から南海トラフの巨大地震モデルの構築の考え方(案)について説明をお願いします。

○(事務局) それでは、非公開資料2、非公開資料3、非公開資料4で説明させていただきます。それから、これまでの整理の中で机上に置いていますファイルの中、第1回の資料4-1の11~13ページ辺りを少し照らし合わせてながら、簡単な説明をしたいと思

ます。

今までの議論にありましたように、まだまだ学問的にも検討がされている。そういう中で防災対応の想定地震を決めるというある種難しい作業が入る。そういう中で過去もどうしていたかというので、非公開資料2で見ていただきますと、上の方に水色で囲ったところがございますけれども、これまでの東南海・南海等の地震モデルにおける古文書等の扱いということでございますが、過去資料、古文書等の資料を調査して、このときは基本的には宝永以降の資料をベースにして検討していく。ただ、過去の地震を見ますと東南海・南海あるいは宝永、安政など震源域、規模がそれぞれ異なり、多様性があるのではないかと。防災対策の検討のため、これらを全部重ね合わせた形で最大のものを評価するという形をとってございました。

地殻変動の痕跡等の調査についても、論文等から整理をして、一応特に大きな問題がないかどうかという評価をしてきたのが従来でございます。勿論、この時点では津波堆積物等の調査結果はほとんど活用してございません。資料がなかったため活用はしていないということでございます。

今回でございますが、1つは古文書等の調査についても真ん中で囲んだ黄色い部分ですが、左上になります。古文書調査についても更にその後の調査が進んでいるということで、基本的にはあらゆる地震を対象にして資料をもう一度整理をしておこうということ。

津波堆積物がまだ不十分なところがございますが、いろんなところで調査がされておりますので、津波対策調査から判明したそれぞれの地点の津波、それぞれの場所に津波が来た、そういうことを整理して活用していこうではないかと。

あとは地殻変動等の痕跡についても、それらを利用する。

もう一つは今、議論されているようなことも踏まえながら科学的な知見、他の地域で発生した津波地震とか、連動性の観点も踏まえながら資料を用意して検討していこう。

そして、そこに書いてございますが、新たな地震モデルの構築という概念のところ、具体的な手順としまして3つの手順で検討を進めたいと思っております。

1つ目は比較的古文書データが豊富な宝永地震以降の地震に対して、古文書調査、津波堆積物等調査、地殻変動の痕跡調査の最新の研究成果を踏まえて、検討するというところでございます。

資料3と資料4に最近の資料の部分を、まだ整理途中ではございますが、簡単にまとめてございます。

非公開資料3は前回第2回でも紹介させていただきましたが、新たなデータを含めて調査をしている、その調査過程のものを重ね合わせて整理をしている分でございます。1498明応、慶長等どんな地震かという議論がございますが、こういう資料がある。それから、1907年以降の資料について津波高さのものを今、整理しているところでございます。

ただ、これらのデータの中にまだまだ信頼性が必要性ではないか、十分な検討が必要ではないかという資料もございますので、そういう資料の点検をすることと加えて、新たな

資料をこれに追加していく。文科省の方で調査している資料結果についても、これに付け加えていく準備をしているということでございます。

同じくその資料の8ページ以降に地殻変動で、これまでのデータ、論文等のものを整理してございます。抜けとか、あるいは新たな資料があるということがあれば、また教えていただければと思います。

非公開資料4には前回、津波堆積物で調査をいただいた南海トラフ沿いのものについて、3ページ以降に場所ごとの資料の整理を始めております。例えば3ページで見ますと調査ポイントがどこかということで、それぞれの場所の地盤の標高あるいはその前にある浜堤の高さ、海岸からの距離などを整理しているところでございます。このようなデータでいかどうかということの整理を含めながら、資料として活用できるようにしたいと思っております。

それらを年代ごとにまとめたのが1ページでございます。横の方に区間をとってございますが、九州から東海にかけて。縦軸に年代を書いております。これは新しいところを拡大したものが2ページ目に書いてございます。まだ全部の場所のところのデータは、これからもう少し整理をして、抜けがあるかどうかの確認とか、そういうことをしながら整理したいと思っておりますが、おおむね宝永までのときの場所を見ると、多くのところのものはそれぞれの場所での堆積物が少し見つかっているようであるということでございますので、資料の豊富な宝永以降のもので一度整理をしておこうというのが1番目の整理です。

前の資料でいきますと、机上資料の第1回の13ページは宝永以降の津波を整理したものでございますが、もう少し震源域を広げたりいろいろしながら、このような形での点検をする。そして、2番目の手順としまして、それ以前のデータについてもそれぞれの場所ごとでどのような津波が確認されているのか。そういうことを整理しながらモデルを整理し直す。1番目と2番目の手順を踏まえながら、最近の知見、3番目の手順でございますが、新たな科学的な知見を踏まえてどういうことを加えて想定する地震像あるいは津波像をつくっていくのかということで考えたいと思っております。

今後の整理の中で、特に将来の地震モデルのさらなる高度化に向けた津波対策調査に期待と書いてございますが、さまざまな議論をするにおきましても、そういう事実として津波堆積物の整理が必要であろう。また、堆積層の厚さと浸水域の高さについてはもう少し議論が必要なところもあるので、そういうことも整理しながら使えるものは使っていきたい。

今後更にそういう調査が推進されることを期待するというので、文科の方でいろいろ調整をしてもらいながら、より調査が進むことを期待しているということで下に書いてございます。基本的な考え方として3つのような手順で行いたいということで説明させていただきました。

以上です。

○ただいまの事務局の説明について、御質問、御意見ありましたらお願いいたします。

この検討会も3回を数えて、12月末に中間まとめをする予定にしていますが、あと開けるのが4回だそうですねけれども、この方向に向けて事務局としてはこのようなことを念頭に進めていきたいということでございます。

よろしいでしょうか。特にないようでございますが、もし後ほど気がつかれたことや、新しい意見とかありましたら、事務局の方へメール等で御連絡いただければ大変ありがたいと思います。

○ちょっといいですか。今、御説明いただいた非公開資料2で、新たな震源モデルの構築ということが書かれているのですが、これはいろんなものを考慮してつくり出すということは、そうなると思うのですが、やはり一番情報があるのは私は歴史地震だと思うのです。

だから宝永がどんな地震だったかというのは1つつくって、それがレファレンスになって、津波堆積物というのは非常に断片的な情報しかないけれども、ただ、ある場所では非常に長い期間データがあって、その中で宝永より大きいものがあるかないかということがわかるわけですから、やはり宝永が1つの比較の対象になると思うので、そこをちゃんとつくることが非常に重要なのではないかと思います。

もう一つ気になるのは明応です。明応が宝永より津波が高いという話が結構あるので、明応についてもできるだけそういう情報を集めて、モデルをつくっていただくことができれば、何か見えてくるのかなというふうに思います。

○（事務局）これまで5つの地震を安政も含めて全部足し合わせておりましたが、宝永が駿河湾に入っていないのではないかと話もありますので、全部を足すときに宝永を1つ取り出して、きちんと整理をしてみるという手順も踏まえて検討してまいりたいと思います。

○前はやや安政の方に力を入れて、資料が豊富だということで、それから、想定東海地震が安政のとき動いたということもあって、かなり安政に力を込めたようなところがありますけれども、一応、津波の場合でも全部足し合わせて一番高い津波高を出すモデルをつくったわけで、特に安政を意識したというよりは、宝永も含まれていると言えるかと思います。

では、特にないようでございますので、これにて本日の議事を終了したいと思います。活発な御議論ありがとうございました。

事務局から連絡事項がありましたら、お願いいたします。

○越智（事務局） 阿部座長、どうもありがとうございました。

座長にはこの後、記者ブリーフィングをお願いいたしますので、よろしくをお願いいたします。

それから、次回は配付しております次回開催予定に記載しております。11月15日火曜日の1時半から3時半。会場は今日と同じ場所でございます。どうぞよろしくお願いいたします。

資料の送付をされる方は、机の上に置いて帰っていただければと思います。

なお、本日は衆議院の災害対策特別委員会が午後にあります、午前中にも参議院の理事会などがあって、内閣防災のメンバーがたくさん出席できませんで、大変申し訳ありませんでした。

本日はどうも大変ありがとうございました。