

## 京都大学 遠田晋次准教授の講演会と意見交換会報告

- 1 日 時：平成 24 年 2 月 18 日 14 時～17 時
- 2 場 所：読売新聞大阪本社 「ギャラリーよみうり」
- 3 講 師：遠田晋次 京都大学防災研究所 准教授
- 4 演 題：東日本大震災の発生予測とその後
- 5 主 催：NPO 法人都市災害に備える技術者の会
- 6 出席者：31 名
- 7 配布資料：1) パワーポイント資料  
2) 東北地方太平洋沖地震による地震発生場の変化（科学：11 年 10 月）  
3) 首都直下に潜むプレートの断片と地震発生における重要性  
（科学：09 年 3 月）
- 8 第一部 講演概要の解説：注）片括弧の数字は P P の資料番号にほぼ連動している
- 1) 地震動予測地図と太平洋沖地震の震度——地震調査研究推進本部（2009）では、福島県沖（M7.4 前後、30 年確率 7% 予測、震度 7 以下（気象庁予測））  
（石川注：宮城県沖 M7.5 前後、30 年確率 99%）
- 2) 内陸活断層地震は過去数万年、海溝型地震は過去数 100 年？——両者は周期異なる。
- 3) 内陸地震は過去数万年、海溝型は過去数 100 年が考慮されてきた——しかし、海溝型地震の多様性・スーパーサイクル有り。
- 4) 全世界の巨大地震は当初の予想より数多く発生——地震数頻度と地震マグニチュードの関係は、巨大地震程想定より多い。
- 5) 東北沖 M9：「常識」にとらわれて過ぎていた我々（地震学者達）——大地震はプレート収斂速度が速く、年代が若い沈み込み帯で発生。（マグニチュード 9 の位置に注意。～収斂速度が、沈み込みプレート年代 50（百万年）で 50～60mm/年となっている）
- 6) 東北沖 M9：「常識」にとらわれ過ぎていた我々——×「巨大地震は収斂速度が速く、年代が若い沈み込み帯で発生の常識」
- 7) 東北沖 M9：「常識」にとらわれて過ぎていた我々（2）——×「M9 地震には 1000 km 以上の破壊域が必要の常識」
- 8) 「大地震が繰り返し発生する場所は決まっている」——アスペリティと非地震性すべり域と空白域の関係？
- 9) 「大地震が繰り返し発生する場所は決まっている」——固有地震モデルとアスペリティモデルとの関係は？
- 10) 「大地震が繰り返し発生する場所は決まっている」——地震調査研究推進本部（1999、2005）の作製図は合致しない？
- 11) 地震調査研究推進本部（1999、2005）の図とすべり欠損図と本地震動とは合わない。？  
～「大地震が繰り返し発生する場所は決まっている」とは合わない。

- 12) 約 50m も変動した日本海溝近傍の海底面の観測結果の関連の意味は？
- 13) 東日本を東西に引っ張る巨大地震が必要だった。——地質学的歪率（数万～200 万年）と測地学的歪率（数ヶ月～100 年）には 1 桁以上の矛盾があった。それが、M9 による東西引張（約 3 分）によって解消された。
- 14) 上下変動の謎——今回の地震で牡鹿半島では最大 1.4m 沈下。
- 15) 普段（1960～2010 年観測）も沈降、M7（1978 宮城沖地震）でも沈降—5. cm 沈降～5cm 隆起、M9 でも 10～20cm 沈降。
- 16) 普段も沈降——三陸海岸のリヤス式断崖形成
- 17) しかし、12.5 万年前の汀線は北部三陸と福島で標高数 10m まで隆起。さらに古い海成段丘はさらに高標高に。つまり、長期的には隆起傾向の地域もある。
- 18) 東北地方太平洋沖地震後の地震活動を考える～起こった事の「解釈」は可能だが、事前の予測は難しい。（例：1896・6・15 明治三陸（M8・1/4）の 2 ヶ月後、陸羽地震発生（1896・8・31. M7.2）
- 19) 震源断層以外でも発生し、被害をもたらした「広義の余震」「誘発地震」（または、伏在活断層の活動？）～本震後約 80 日間の震源分布表示。（M6.0 以上 73 回発生）
- 20) 震災後にどの地域の地震活動が活発化したか。～茨城県、千葉県、中部地方で発生。
- 21) 震災後にどの地域の地震活動の変化を可視化すると——クーロンの応力解析。東北・関東・中部地方の一部で地震活動の活発化箇所あり。
- 22) 23) 24) 上記の更なる表示図。
- 25) 地震（断層運動）が起こったらどのように応力が伝播するかをコンピュータで再現～今後、地震が起きやすく場所を計算予測。
- 26) 断層相互作用評価の指標：クーロン破壊応力変化の表示。
- 27) 断層相互作用評価の指標：クーロン応力変化の表示図（せん断応力変化+摩擦係数×法線応力変化）。（横ずれ断層による逆断層への影響評価）
- 28) オフフォールト余震：広義の余震活動の事であり、1946 年南海地震（M8.0）の震源域は紀伊半島や四国東半分周辺に広がっていたが、本震の 15 分後から九州中部でも地震活動が始まり、翌日には M5 の地震が起きた。東北地方太平洋沖地震の後も、東北地方全域から関東地方、中部地方にかけて、余震活動が起きた。
- 29) 余震の分布：本震を引起した断層の周辺でも起きた例～兵庫県野島断層の例を表示。
- 30) 余震の分布：本震を引起した例の応力変化分布解析例（応力増加部と対応）。
- 31) 余震の分布：本震を引起した断層の周辺でも起きる～2000 年鳥取県西部地震（横ずれ断層・M7.3）、2007 年能登半島地震（逆断層・M6.9）
- 32) 余震の分布：本震を引起した断層の周辺でも起きる～2000 年鳥取西部地震、2007 年能登半島地震のクーロン応力変化の表示。
- 33) 大地震の続発：トルコ北アナトリア断層帯（1999 年イズミット地震・デュズジェ地震）
- 34) 2004 年スマトラ沖地震と 3 ヶ月後の最大「余震」例：

- 35) 東南海（東海）・南海地震は双子地震の典型：南海・東海地方の地震活動履歴表示.
- 36) M7.3（3月9日発生）は「前震」？それとも、M9.0はM7.3の「余震」？～3月9日の地震後から3月11日発生前までの震央分布表示.
- 37) M7.3（3月9日発生）は「前震」？それとも、M9.0はM7.3の「余震」？～トレンチパラレルの経時変化の表示.
- 38) 「余震」が「本震」よりも大きい：後付で「前震」「本震」となる. ～他地区の事例表示.
- 39) 本地震の主要活断層・プレート境界へのクーロン応力変化を計算する. ～サブダクションセグメント、スラスト断層との関係表示.
- 40) 本地震の主要活断層・プレート境界へのクーロン応力変化を計算する. ～ $\Delta CFF = \Delta \tau + \mu \Delta \sigma$
- 41) 過去の中規模地震のメカニズム解を地域代表の断層構造として $\Delta CFF$ を解く.  
(20～100kmが震源破壊域と対応)
- 42) 過去のメカニズム解への $\Delta CFF$ ：地震活動全体の予測への有用性の表示.
- 43) 震災前後でのメカニズムと発生場の応力変化～M9地震前（逆断層型）.
- 44) 震災前後でのメカニズムと発生場の応力変化～M9地震後（正断層型が見られる）
- 45) 東北沖地震によって誘発された「正断層型地震」：M9後に正断層型の応力変化.
- 46) 太平洋沖地震によって誘発された4月11日M7いわき地震（内陸型活断層の発生）
- 47) 同地震で発正した斜面地の地表地震断層のずれ写真
- 48) 同・家屋倒壊写真
- 49) 同・道路部の2m近い断層変位状況
- 50) 応力場が反転した事によって誘発された正断層型地震の模式図：アウターライズ地震・スラブ型地震・内陸地殻内地震、最大50mズレの表示図.
- 51) 今後を総合的にどう判断するか～①東北内陸部—主要活断層と地震活動域の場所・メカニズムの不一致→「脇役の活動」「主役は静穏化か？」②中部内陸—主要活断層と地震活動域の場所、メカニズムの一致→大地震確率の増加.
- 52) 応力変化の影響を地震発生確率に取り入れる～地震数頻度とマグニチュードのイベント前とイベント後の地震のサイズ分布（地震生産性の一時的な向上）の変化の関係（「応力伝播の短期効果」の判断）
- 53) 小～中規模地震急増中に発生した4月11日いわき地震（M7.0）の図（クーロン応力変化解析による）
- 54) 牛伏寺断層における30年地震発生確率の変化～活動間隔・最新活動からの経過率・BPT関数等による.
- 55) 糸静線周辺の微小～中規模地震の反応の検討.
- 56) 東北沖地震前333日と地震後333日の地震活動の比較.
- 57) 近畿地方の地震活動の地震前後の比較図（地域によって変化状況異なる）

- 58) 震災前と比較した地震発生率 (3 日後～32 日後までと 32 日後～316 日まで) の変化 (深さ 20km 以浅,  $M > 1.0$ )
- 59) 2012・1・23 日の読売新聞記事：首都直下型地震 4 年内 70% 確率 (地震活発切迫度増す).
- 60) 実は分かっている関東直下の地震の仕組み～地震調査委員会の公表結果は、関東地方は  $M > 6.7$  地震確率 70%、南関東地域は  $M > 7.9$  地震確率 0.0～0.8%.
- 61) 日本の首都は複雑な構造環境の上にある～ユーラシアプレートとフィリピン海プレート・太平洋プレートの位置関係 (北米プレートは存在するのか?)
- 62) 中央防災会議の想定する首都圏直下型地震～従来のモデルと関東地震帯活動による震度分布と死者数の表示.
- 63) 震災後に活発化した関東地方の地震活動：震災前 171 日間と震災後 171 日間の比較 (首都直下の震源が 30 km 以上の深さで震災後は地震活動が活発化している)
- 64) 震災後に活発化した関東地方の地震活動：震災後の地震活動の活発部は基盤 (PHC 深さとフラグメント (地表面深さ) 地下構造と対応).
- 65) 首都直下の断層群を刺激した M9 本震と M7.7 余震 ( $\Delta CCF$  増加部)
- 66) 徐々に減衰しているが、依然震災前の 2 倍の発生率～マグニチュード 3 以上の累積地震数は本地震後著しく増加 (元に戻るのには 4 年かかる)
- 67) 余震活動減衰の大森公式：兵庫県南部地震の例～大森の余震公式 ( $N = K/t + C$ ) が適用される.
- 68) 首都直下の誘発地震の“ゆっくりとした”減衰～1 日当りの地震数は震災からの経過日数は直線的に減少する.
- 69) 首都直下の地震の大きさ分布～地震数とマグニチュードの関係.
- 70) b 値と評価対象マグニチュードによる確率の変動～
- 71) “首都直下”地震確率：東大地震研究所との遠田の試算の違いの比較～
- 72) 1855 年安政江戸地震の推定震度分布と震央の図
- 73) 1855 年安政江戸地震と 2005 年 M6 の震度分布の類似性
- 74) 震源断層周辺に拡がる余効すべり領域：本震後約 80 日間の余効すべり. 地震後の変移量と本震からの経過時間の関係  
 ・「余効すべり」とは？比較的大きな地震の後に、本震発生後、そのずれた部分が、主として深い方向にゆっくりと広がるような現象. (cf: 前兆すべり)
- 75) 今後のシナリオ：銚子沖地震活動と余効変動の意味：今後の解明. 前兆現象として使えるか?
- 76) 結論 東北地方太平洋沖地震とその後：①これまでの「地震学の常識」を変える地震であった. (固有地震・アスぺリティモデル、地震のスケール則、プレート境界の浅い部分の固着、歪の長期的蓄積解放、歴史地震を超越) (①過去の空白域は地震を起こさないのか、クーロンの応力解析法による地震活動の予知は可能か? (石川)) →海溝型

地震にも数千年の履歴と多様性を考慮すべき（まだ、不明な点が多い。謎を謎のまま無視しない）

・M9により東日本は東西圧縮から東西引張へ、東北は地震の発生場とメカニズムが変化、関東・中部では応力増（危険度増）、近畿以西は短期的にはほぼ影響なし。

・余効変動により震災後の地震活動傾向は数年～数10年は続く。首都圏は今後3年程度が正念場。

・用語説明：

①海溝型地震：海溝付近（主にプレート間地震で、海洋プレート内地震を含む）

-例：宮城県沖、三陸から房総沖、千島海溝沿い、日本海東縁部、南西諸島沿い

②アスペリティ：震源断層の上の何処でも同じようなずれは起こらず、ズレの量の大きなところと小さなところもある。ズレの特別大きな所をアスペリティと称する。

③固有地震：同一の断層において同一のズレで繰り返し発生する地震群。また、繰り返し時間間隔がおおよそ一定という条件も含む。

④ スラブ型地震：沈み込むプレートの内部（＝スラブ）で起きる地震。

⑤ 内陸型（地殻内）地震：陸側プレート浅部で起きる地震。

⑥ 海洋プレート地震：沈み込んでいる海洋性プレート内部の地震。

⑦ アウターライズ地震（outer-rise earthquake）：海溝の陸から見て外側（アウター）にある盛り上がった地形（プレートが下方方向に曲がろうとして盛り上がった箇所）で発生する地震。事例：1933年昭和三陸地震（正断層型）の震源。

（記録：石川浩次）



講演する遠田晋次准教授



熱心に講演を聴く受講者

## 9 第二部 質疑応答・意見交換

### 【事前質問】

質問の（）内は質問者名を示す。敬称略。

Q-1 東北地方太平洋沖地震発生後の歪分布変化で、東北地方内陸地震や東海地震の発生確率は如何に変わったか。

A-1 東日本大震災の本震と余震との関係を見たが、確率を計算するまでもなく、海溝型地震とトラフ型地震の連動性は考えにくい。

Q-2 東北地方太平洋沖地震による①中小地震活動への影響、②主要プレート境界と活断層への応力変化、③内陸地震・プレート境界への影響、④内陸地震活動への影響、⑤クーロンの応力変化とは。

A-2 個々には答えずに、例として北海道十勝付近での事例を示して説明を行った。

Q-3 首都直下地震が4年以内に発生する確率が70%(東大地震研平田教授)という報道がありました。その試算方法と予測精度についての解説

A-3 一番重要なのは、5年確率である。違いはデータの取り方による。

Q-4 東北地方太平洋沖地震による静的応力変化に伴う地震活動解析結果から、西日本の地震活動の変化はどのように変化したか。

A-4 南海トラフ沿いの活動に直接連動していないと考えられる。超低周波振動による影響が気付きである。一方、火山の噴火が予想される。ただし、直ちにとということではなく、3～4年後という感じである。



質問をする受講者



質問をする受講者

事前質問は以上で、以下会場からの質疑に移る。

Q-5 東海・東南海地震に関して、海溝型地震よりも中央構造線に関係あるのではと素人判断しますがそのご見解をご示唆いただきたい。

A-5 東日本大震災に対して、以前から海溝型地震が内陸型地震を誘発するのではという考えはあった。今回の東日本大震災以後の長野の地震に対しては明確な因果関係を認めにくい。南海・東南海地震の発生の際には太平洋側の中央構造線は関係するであろうと考えられている。

Q-6 古くからある沼などにおける地質調査は地震の発生年代を特定する方法として有効と考えますが如何でしょうか。

A-6 私も、以前、産業総合研究所に所属して、東北地方の「津波堆積物調査」を実施してきた。今回の津波で、貞観地震（869年）に襲来した津波堆積物の侵入箇所まで津波が押し寄せていた。従って、津波堆積物調査は津波予測に有効な手法と考えます。

Q-7 関東地方の直下型地震に関して、3次元的にとらえると固まりと言うか巣のようなものがあるとのことにご示唆に大きな興味を持ちました。

ところで、新聞等による解説図には北米プレートが入込が表示されていますが、どのような関係があるのでしょうか。

A-7 北米プレートは日本付近では明瞭なプレートとして認めにくい。北米プレートの関わりはあまり考えなくてよいのではないかと。



質問する受講者

Q-8 東日本大震災で太平洋プレートが今回解放された後、フィリピン海プレートが入り込んでくる可能性はあるのでしょうか。

A-8 難しい質問ですが、これまで分担して来たということでは、あるのでしょうか。

Q-9 プレートというものはどのような性質のイメージを持てばよいのでしょうか。

A-9 プレート境界の特性を見ると、脆性ではずるずる滑るものもあり、応力の変化をみても必ずしも均質なものとは言えない。一言では言いにくいと思います。



質問する受講者

Q-10 南海・東南海地震の際、大阪湾ではどの程度のものを想定すればよいのでしょうか

A-10 南海トラフでの同時多数箇所の地震発生が考えられ、今言えることは、最大のものを考えるべきだと思います。



質問する受講者

(記録：貴志義昭)