

ワークショップ「南海トラフ地震の予測に必要な観測・研究は何か」

講演要旨集

日時 | 平成 29 年 2 月 1 日 (水) 10 時 00 分～17 時 00 分

会場 | 静岡県立大学 谷田キャンパス 一般教育棟 3 階 2309 講義室

主催 | 静岡県立大学グローバル地域センター

共催 | 静岡大学防災総合センター、東海大学海洋研究所

南海トラフ地震の予測へ向けた研究力の向上が重要であるとの共通理解を構築するために、ワークショップ「南海トラフ地震の予測に必要な観測・研究は何か」を開催する。最近の観測研究により、プレート間の固着域周辺での多様な地震・地殻変動が検出され、切迫性の高まる南海トラフ地震の予測可能性が議論されている。その結果、国の中央防災会議によれば、地震の規模や発生時期を高い確度で予測することは、現状では困難であると言う。一方、静岡県第4次地震被害想定では、地震が予知されて事前の避難等が実施された場合、被害軽減効果は大きく、その実現が望まれる。そこで、このような状況を踏まえ、南海トラフ地震の予測へ向けてどんな観測・研究が必要か、どんな地震予測情報が社会から求められているか、もう一度足元から見直し、研究力向上を共通認識とするためのワークショップを開催する。また、南海トラフ地震は津波を引き起こし、活火山が連動して噴火することも想定されるので、静岡県における活火山や津波のリスク評価の現状も併せて議論したい。

プログラム

◆開場（9時30分）

◆開会挨拶（10時00分）

鬼頭 宏 | 静岡県立大学長

◆来賓挨拶

外岡 達朗 | 静岡県危機管理監兼危機管理部長

◆招待講演 1

平田 直 | 東京大学地震研究所地震予知研究センター長・教授

◆招待講演 2

末廣 潔 | 海洋研究開発機構地震津波海域観測研究開発センター上席研究員

◆特別講演 1

岩田 孝仁 | 静岡大学防災総合センター教授

◆特別講演 2

長尾 年恭 | 東海大学海洋研究所長・教授

◆パネルディスカッション

パネリスト

平田 直 | 東京大学地震研究所地震予知研究センター長・教授

末廣 潔 | 海洋研究開発機構地震津波海域観測研究開発センター上席研究員

岩田 孝仁 | 静岡大学防災総合センター教授

長尾 年恭 | 東海大学海洋研究所長・教授

コーディネーター

楠城 一嘉 | 静岡県立大学グローバル地域センター地震予知部門総括・特任准教授

◆休憩（12時30分～13時20分）

◆研究講演 1

北村 晃寿 | 静岡大学理学部地球科学科教授

◆研究講演 2

小山 真人 | 静岡大学防災総合センター副センター長・同大学教育学部教授

◆研究講演 3

織原 義明 | 東京学芸大学専門研究員

◆研究講演 4

鎌谷 紀子 | 気象庁地震火山部地震予知情報課評価解析官

◆総合討論

◆休憩（15時00分～15時10分）

◆研究講演 5

I. S. サックス | 米国カーネギー研究所名誉研究員

◆研究講演 6

生田 領野 | 静岡大学理学部地球科学科准教授

◆研究講演 7

吉田 明夫 | 静岡大学防災総合センター客員教授

◆研究講演 8

楠城 一嘉 | 静岡県立大学グローバル地域センター地震予知部門総括・特任准教授

◆総合討論

◆閉会挨拶

長尾 年恭 | 東海大学海洋研究所長・教授

◆閉会（17時00分）

◆招待講演 1

平田 直 | 東京大学地震研究所地震予知研究センター長・教授

南海トラフ巨大地震の予測のために

南海トラフでは巨大地震が発生する可能性が高い。もし、この地震が発生すると、最大 32 万人の犠牲・行方不明者が発生すると予測されている。建物の耐震化や津波早期避難の実現などの事前の対策を完全に行えば、犠牲者を 5 分の 1 程度に減らすことができるが、それでも 6 万人以上が犠牲になる。現状では、地震発生を決定論的に予測することは難しい。しかし、犠牲者数を減らすためには、「地震発生の可能性が高くなった」という情報を的確に活用して、津波から避難するなど、確実に地震に対応する必要がある。「犠牲者を減らすための地震発生予測情報とは何か」を考えて、発生予測を実現する努力が必要である。そのための戦略について議論する。

メモ

◆招待講演 2

末廣 潔 | 海洋研究開発機構地震津波海域観測研究開発センター上席研究員

大地震発生直前の状態を知る科学的手法

東海地震の到来の可能性が論じられて 40 余年経過している。この間、地震・測地観測網は進化し、プレートテクトニクスの枠組みと断層すべりの科学的理解は飛躍的に進んだ。しかし、およそ 3 日程度の猶予で大地震の発生を知るとは、依然容易ではない。地震発生直前の過程がよくわかっていないからだ。現在有力視されているプレサイスミックスリップモデルは、実験室と計算機の中のモデルである。一方、過去の前兆異常報告例（たとえば 1995 年兵庫県南部地震）は、プレスリップとは異なる流体の介在による挙動を示唆している。また、よく知られる地震活動のマグニチュードと発生頻度の関係に大地震前に変化があらわれたケースが複数ある。これは大地震発生場の特性に事前の変化があるということであり、大地震発生との因果関係を検証すべきである。これを説明するモデルは地震発生場に応力の高まりとともに微小亀裂が発生、分布することを導入したもので流体の関与と結びつけられる。東海地震の起きるシナリオについては、広い観点から現在のリスクを科学的に考えることが重要であり、あたらしい観測とデータのあたらしい解析も必要である。

メモ

◆特別講演 1

岩田 孝仁 | 静岡大学防災総合センター教授

大規模地震対策と地震予知情報

1. 地域社会がおかれた現状…複雑化、多様化、少子・高齢化する地域社会の中で、災害に対する脆弱性と想像力の欠如が大きな課題である。
2. 大震法の意義と課題…地震の直前警報と地震防災応急対応の規定だけでなく、予防対策として耐震化や津波・山崩れ対策など地震対策が図られてきた。一方で、遅れている東海地域の地震予知研究や観測網充実が課題である。
3. 大規模地震の被害と対策の現状…静岡県が約 40 年にわたってハード、ソフト両面から地震対策に取り組んできたが、まだ道半ばである。
4. 今後の検討に向けて…混乱なく受け止められる予知情報と対応のためには、様々なデータや情報を平時からリアルタイムで発信することが重要。市民との平時からの情報共有が混乱を最小限にする近道である。

メモ

◆特別講演 2

長尾 年恭 | 東海大学海洋研究所長・教授

地震予知・火山津波研究部門長

<http://www.sems-tokaiuniv.jp/EPRCJ/>

地震予知研究の海外での動向と内閣府委員会でのコンセンサス

短期・直前予知について、悲観的なコメントが地震学界等からだされるようになってから久しい。確かに現在の“想定東海地震”では、『前兆すべり』のみをその判断根拠としている。確かにこれまで明瞭な前兆すべりは、他の地震でも観測されていないが、複数のシミュレーションの結果、東北沖より南海トラフ沿いの巨大地震は明らかに前兆すべりが出やすいとのコンセンサスが上記委員会メンバーで得られている。さらに 1946 年の南海地震の前には否定しがたい地殻変動も報告されている。

また短期・直前予知を実現するためには、地震学や測地学といった従来の研究分野だけでなく、新しい分野の研究者の参画が必要である。国際的には統計物理学（臨界現象の物理学）や地球化学、さらにはトライボロジーといった固体表面の物理学の研究者が多く参画し、人工衛星の各種データ（電離層電子密度等）の活用も行われている。静岡県には予知以外では救えない命が多数あり、今こそ多方面からの新しいコンセプトに基づく予知研究を推進すべきと考えている。

メモ

◆研究講演 1

北村 晃寿 | 静岡大学理学部地球科学科教授

静岡県におけるレベル 1.5 地震・津波の発生について

東北地方太平洋沖地震に伴う巨大津波のもたらした甚大な被害を教訓に、国は南海トラフの海溝型地震の被害想定を変更し、これまで防災対策の対象としてきた「東海地震、東南海地震、南海地震とそれらが連動するマグニチュード 8 程度のクラスの地震・津波」を「レベル 1 の地震・津波」とし、「あらゆる可能性を考慮した最大クラスの巨大な地震・津波」を「レベル 2 の地震・津波」としたのだ。レベル 2 の地震・津波が発生すれば、津波高 10 m 以上の巨大な津波が駿河トラフ・南海トラフ沿岸を襲い、国難と言える巨大災害になる。この想定を受け、講演者は共同研究者とともに、静岡県下田市・南伊豆町沿岸、清水平野、静岡平野、焼津平野で津波堆積物の調査を行った。それらの結果と他の研究者の調査結果と総括し、静岡県沿岸地域では、過去 4000 年間に、レベル 2 の津波の発生を示す地質学的証拠がないことを明らかにした。一方、レベル 1 と 2 の中間規模(レベル 1.5)の地震・津波の痕跡が複数検出された。だが、それらの実態は不明なので防災・減災対象になっていない。したがって、レベル 1.5 の地震・津波の実態解明は、静岡県の防災にとって、重要な課題である。

メモ

◆研究講演 2

小山 真人 | 静岡大学防災総合センター副センター長・同大学教育学部教授

南海トラフ地震と連動する火山噴火の可能性と定量的評価

南海トラフ地震には、近隣の火山噴火を誘発するケースがある。1707年宝永地震の49日後に発生し16日間続いた富士山宝永噴火が有名であるが、684年白鳳地震が発生した当日の出来事として「是夕、有鳴聲如鼓、聞于東方。有人曰、伊豆嶋西北二面、自然増益、三百餘丈。更爲一嶋。則如鼓音者、神造是嶋響也」と日本書紀に記録された事件（伊豆諸島の火山噴火？）も興味深い。ここでは、こうした地震・火山の連動性の研究はどこまで進んでいるのか、さらに富士山・箱根山・伊豆東部火山群など周辺地域の火山噴火史や噴火シナリオの定量的な研究・リスク評価はどこまでなされているのか等の現状を紹介したい。

メモ

◆研究講演 3

織原 義明 | 東京学芸大学専門研究員

不確実な地震前兆の情報で住民の事前避難は可能なのか？

発表者は 2016 年 2 月に高知県内沿岸市町村の防災担当部署に対し、100%でなくとも何らかの（地震発生の前兆に関する情報から、事前に避難行動を取るか等についてのアンケート調査を実施した。結果、不確実な地震前兆の情報で住民に避難を促すことには否定的な市町村が 8 割となった。一方、どのような対応をとるべきかの指示が県からあればそれに従うとした市町村が半数あった。このことから、不確実な地震前兆の情報を事前避難などの防災にいかすには、どの段階でどのように行動すべきかといったガイドラインのようなものが示されることが望ましいと考えられた。したがって、南海トラフ地震の予測研究では、その先行現象の不確実さがどの程度なのかを示すことが求められる。また、それと平行して、情報を受け取る側の行政や住民の理解を深めるための活動も重要である。

メモ

◆研究講演 4

鎌谷 紀子 | 気象庁地震火山部地震予知情報課評価解析官

気象庁の東海地震監視の現状について

気象庁は大規模地震対策特別措置法に基づき、地震防災対策強化地域として指定されている東海地域において、関係機関の協力を得て地震や地殻変動等の観測網を構築し、24時間体制で監視を行っている。

東海地域では東海地震の発生が予想されており、東海地震の前には、プレート境界で前兆すべりが発生する可能性があると考えられている。気象庁は、ひずみ計で有意な変化を観測した場合や、プレート境界のすべりによると考えられる顕著な地震活動を観測した場合などにおいて東海地震との関連性の検討が必要と認められる場合には、東海地震に関連する情報を発表することとしている。

東海地域に整備されているひずみ計によって、東海地震が発生するプレート境界の延長部にあたる、浜名湖周辺下のプレート境界での長期的ゆっくりすべりや愛知県～長野県下のプレート境界での短期的ゆっくりすべりが、実際に検知されている。

観測網で検知可能な規模の前兆すべりが発生した場合は、東海地震の発生前に情報を発表することができるが、前兆すべりが急激に進んだ場合や前兆すべりの規模が検知できないほど小さい場合は、直前予知ができない場合があることから、いつ地震が発生してもしっかりと対応できるよう、日頃から備えておくことが大切である。

メモ

◆研究講演 5

I. S. サックス | 米国カーネギー研究所名誉研究員

地震予測・予知：なぜ失敗するのか？

Earthquakes forecasting and prediction: Why have we failed?

これまで地震予知に成功したことはほぼ無い。その理由の一つは、我々の研究の方向性そのものが間違っていたのかもしれない。本講演では、現状を分析し、従来の枠に捉われないアイデアを提案したい。

本講演で強調したいことは二つある。一つは、(1) 南海トラフ地震の長期評価の再考である。つまり南海・東南海トラフと連動せずに、駿河トラフが単独で動き、地震を発生させる可能性があることを提案する。これは、多くの日本の地震学者が考えるシナリオとは異なり、東海地震を今まで以上に注視する必要性を示す。もう一つは、(2) 地下の水の動きに関連するモニタリングである。日本や中国等で、大地震前の動物の異常行動や、温泉や井戸の枯渇が報告されている。地震の力学モデルに基づくと、それらは偶然ではなく、2週間以内程度で大地震が発生する可能性を示す指標となり得る。水の動きに直接連動した垂直方向の歪み変化をモニタリングする必要がある。カーネギー研究所が垂直成分を持つ歪み計の小型化に成功しているので、それを活用できるはずである。

南海トラフ地震(東海地震)の予知へ向けた研究の方向性を足元から見直しつつ、研究力の強化が必要である。

メモ

◆研究講演 6

生田 領野 | 静岡大学理学部地球科学科准教授

「地殻変動／地震波速度を用いた 南海トラフ巨大地震の準備課程の複合モニタリング」

静岡県中西部は南海トラフにおけるフィリピン海プレートの沈み込みを受け、北西-南東方向に 100km の距離が 1cm 縮む程度の圧縮を受けている。圧縮された地殻は力を高め、将来巨大地震を起こすことでこのひずみを解消する。

私たちは、地面のひずみと地震の波の伝わり方の変化から、この力や地殻の強度の経時変化を知ることができている。

本日は静岡県森町に設置した人工震源装置を用いて、その信号の時間変化をモニタリングした結果を紹介する。我々は森町に設置された震源装置から、24 時間 365 日、微弱な震動を発生し続け、この信号を防災科学技術研究所が設置した高感度地震計で観測している。この信号の中から地中を S 波（横波）として伝わる主要な部分の時間変化を調べると、年々徐々に速まっている（～1 ミリ秒/年 = 0.0 数%/年）ことが明らかになった。またこの変化は、波の伝搬する方向毎に異なり、静岡県下の地質構造の異方性に一致する。

このような方向依存性と一定の傾向をもった変化は、原因がテクトニックなものであることを示唆している。今後、変化の原因の特定を進めると共に、南海トラフ地震の準備課程としての力の高まりに伴う変化に注視したい。

メモ

◆研究講演 7

吉田 明夫 | 静岡大学防災総合センター客員教授

南海トラフ地震の予測と防災に向けた提言

稠密な地殻変動及び地震観測網が展開されている中で南海トラフ地震の発生を迎えるのは初めてである。東北地方太平洋沖地震の発生前には、地震活動の静穏化や b 値の低下、東北日本の地殻短縮速度の減少、地震発生の潮汐応答の敏感化等、震源域におけるプレート間カップリングの変化を示す現象が見られたことが報告されている。南海トラフ地震が発生する前にもプレート間カップリングのステージの変化を示す様々な現象が捉えられる可能性が高いと考えられる。ただし、フィリピン海プレートが沈み込む南海トラフ沿いと太平洋プレートが沈み込む日本海溝沿いでは、カップリングの様相に明瞭な違いがみられるので、東北地方太平洋沖地震の際に観測された“前兆”が、南海トラフ地震の場合にも同じように観測されるとは限らないだろう。

巨大地震の発生メカニズムに関しては、いまだ理解が十分でないことを鑑みて、“前兆”捕捉にあたっては、過去の東南海地震や南海地震の前例も考慮しながら虚心に取り組む必要がある。一方で、短期的な確実な予測は将来においても極めて困難であると考えられることから、予測的な防災情報のあり方については、情報の出し手と受け手側の双方が、それを踏まえた形でコンセンサスをつくって行く必要がある。

メモ

◆研究講演 8

楠城 一嘉 | 静岡県立大学グローバル地域センター地震予知部門総括・特任准教授

南海トラフ海域の先行現象を検知するためのモニタリング

南海トラフ沿いのプレート間の固着状態の変化を捉えることは、南海トラフ地震の長期的予測にとって重要である。それを知る方法として、地殻変動データ解析によるバックスリップ蓄積レートの変化や、長期的ゆっくり滑り領域の拡大、そして、短期的ゆっくり滑りの頻発の検知が挙げられる。今後も固着状態を把握するモニタリングを継続すべきである。一方で、全く別の指標を用いて、南海トラフ地震の切迫性を評価できないだろうか。つまり、複数の指標で評価出来れば、その切迫性の信頼性が向上するはずである。本講演では、地震発生場の応力状態を反映していると推定される、グーテンベルグ・リヒター則の b 値（地震の規模別頻度分布を特徴付ける指標）に注目して議論する。マグニチュード (M) 9 クラスの東北地方太平洋沖地震やスマトラ地震が発生した後に b 値を用いて事後解析した結果、それらの地震に先行現象があったことがわかっている。従って、 $M9$ クラスと予想される南海トラフ地震の先行現象を検知するために、事前に b 値を試す価値はある。

メモ