

プロフィールシート（事前評価）

研究課題名：南海トラフ地震の地震像とスロースリップの即時把握に関する研究

研究期間：令和3年度から5年間

研究代表者：干場充之 [地震津波研究部]

研究担当者数：6名（要求中） [地震津波研究部]

1. 研究の背景・意義

（社会的背景・意義）

地震調査研究推進本部は、平成25年に「南海トラフの地震活動の長期評価」の改訂版（第二版）を公表し、その中で次の南海トラフの大地震の規模をM8～9クラスとし、今後30年の発生確率を60～70%と推定した（令和2年時点では70～80%）。昭和53年には南海トラフ地震の一部である東海地震を念頭に、「大規模地震対策特別措置法」が制定され、地震の予知がされた場合の対策が制度化された。しかし、中央防災会議が平成29年9月にとりまとめた「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対策のあり方について（報告）」では、確度の高い地震の予測は現在の科学的知見では難しいことが指摘され、新たな防災対応が定められるまでの当面の対応として、平成29年11月から気象庁が「南海トラフ地震に関連する情報」の発表を開始するなど、不確実ではあるものの、大規模地震発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まっていると評価された際の防災対応へと方向性が大きく変わってきた。

内閣府が令和元年5月に一部改訂した「南海トラフ地震の多様な発生形態に備えた防災対応検討ガイドライン【第1版】」では、大規模地震の発生可能性が相対的に高まったと判断できるケースとして、「半割れケース」「一部割れケース」「ゆっくりすべり（スロースリップ）ケース」の3通りをあげ、それぞれのケースに対する防災対応を検討している。気象庁では、これらのケースが発生した場合、有識者からなる「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」を開催し、その評価結果に基づき「南海トラフ地震臨時情報（巨大地震警戒や巨大地震注意）」を発表し、一定期間警戒や注意を呼び掛け、その後も引き続き、地震活動や地殻変動の状況について「南海トラフ地震関連解説情報」を適宜発表することとした。これらの評価検討や情報発表のためには、発生した地震の地震像や余震活動、スロースリップの即時解析技術が必要となる。

（学術的背景・意義）

20年ほど前から、全国の陸域に高密度のGNSSや高感度地震計が展開され、南海トラフ沿いでは深部低周波微動・地震を伴うプレート境界の短期的スロースリップ、長期的スロースリップなどが観測され、それらの検知能力が向上してきた。一方、南海トラフの海域では、10年ほど前から地震・津波観測監視システム（DONET）が運用開始され、固着域浅部で発生する低周波微動や超低周波地震が報告されている

が、常時監視には至っていない。

2016年4月に発生した紀伊半島沖の地震について、破壊領域に関する各機関の解析結果が一致せず、見解の一致をみるまで時間がかかるといった事態が発生した。この原因は、海域における観測点の不足と海域の地震波速度構造の把握が不十分なことによる。1946年南海地震の破壊開始点付近の地震について、プレート境界の地震か否かを即時に判断できないという事実は、地震関係者に重く受け止められた。

10年ほど前から、光ファイバーケーブルを用いた振動計測 DAS (Distributed Acoustic Sensing ; 分散型音響センシング) 技術がパイプライン監視などセキュリティ分野で実用化されている。これは光ケーブルに光パルスを入射し、後方散乱光を観測するもので、長さ40から70 kmまで、数メートルおきの場所の振動を計測できる。2、3年前からは DAS を地震観測へ適用する試みも報告され始めている。地震観測への DAS の活用が可能になれば、点から線への観測となり、既存の海底光ケーブルの活用も期待され、海域における地震監視の強化につながる可能性がある。(気象業務での意義)

気象庁からの「南海トラフ地震臨時情報」発表のきっかけとなる「半割れケース」「一部割れケース」「ゆっくりすべり(スロースリップ)ケース」が発生した場合、大規模地震発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まっていると判断するためには、発生した地震の地震像やスロースリップの規模、広がり、時間発展などについての確に把握する必要がある。また、これらの現象発生後、大規模地震発生に至るまでの時間経過が不明なため、できる限り早く臨時情報を発表することが望ましく、解析の即時性も重要となる。このため、発生した地震の地震像を即時把握する技術の向上、大地震後の余効変動に隠れた新たなスロースリップをはじめ、各種スロースリップの把握精度向上は、「南海トラフ地震臨時情報」発表の迅速化、情報発表につながるスロースリップの監視強化のために不可欠な研究である。

また、気象庁からの要望の一つとして、南海トラフ付近での地震やスロースリップ発生がその後の巨大地震に結びつくか否かの予測がある。一つの方法として数値シミュレーションがあり、今後数年では信頼できる予測は困難ではあるものの、中長期的にモデルの改善を継続する必要がある。

2. 研究の目的

本研究では、南海トラフでの「半割れケース」「一部割れケース」「ゆっくりすべり(スロースリップ)ケース」の3通りのケースに対応し、気象庁が行う解析に貢献し、地震像を即時把握することで「南海トラフ地震臨時情報」の確実な早期発表と、情報発表につながるスロースリップの監視強化に寄与することを目的とする。

3. 研究の目標

発生した地震の規模、破壊領域など地震像を即時把握する手法を改善するとともに、把握精度を向上させる。また、多様なスロースリップの監視技術開発、把握精度向上を図る。さらに、地震観測活用のための光ファイバー振動計の検証、現在観測されているより小規模な現象を再現できるよう地震発生の数値モデルの改善を行う。

4. 研究計画・方法

(1) 光ファイバー振動計 (DAS) の検証

海域で発生した地震の地震像 (規模や破壊領域) をより正確に把握するためには、海域においてより稠密な地震観測が必要となる。先進技術である**光ファイバー振動計 (DAS) を用いた長期間の観測**を行い、振幅情報の再現性、位相や振幅の長期安定性などの評価を含め、地震計としての活用に関する検証を行う。

(2) 即時震源過程解析手法の開発

これまでに遠地地震波形を用いた即時震源過程解析手法を開発し、地震発生後 1 時間程度で破壊領域が得られるようになったが、より迅速かつ破壊領域を詳細に得るためには、観測点近傍で観測される近地地震波形を用いる必要がある。本研究では、**近地地震波形を用いた即時震源過程解析手法**を開発し、地震発生後 15 分程度でより高解像度な破壊領域が得られるようにする。

(3) 自動震源決定精度の改善

現在の自動震源決定手法による自動震源の、一元化震源への採用率は 7 割程度に留まっている。また、稠密な海底地震観測網の展開により、海底で多数観測される P 波、S 波以外の様々な波などのノイズ除去が課題となっている。P 波、S 波、ノイズの位相識別や、複数イベントや遠地地震の識別などに機械学習を利用し、**地震波形の識別能力を向上**させることで自動震源の震源精度を向上させる。

駿河湾では海底地震計による観測を行い、詳細な地震活動からプレート形状など地下構造を把握する。

(4) プレート境界スロースリップ推定手法の改良・開発

海底地震計網のデータなどを用いて、南海トラフ沿いの**浅部低周波微動や浅部超低周波地震の検出**、震源決定等、海域のスロースリップの監視手法を開発する。

ひずみ計、GNSS など地殻変動データを用いた短期的、長期的スロースリップ検出手法、変動源推定手法を高度化する。

(5) 大地震発生後のスロースリップ監視手法開発

大地震発生後の余効変動に隠れて新たなスロースリップが発生していないかを監視するため、地殻変動データについて、地震時の急激な変化と**余効変動を除去した監視手法**を開発する。

(6) 地震発生シミュレーション技術の改良

地震発生モデルで再現可能な現象の規模を、現在の M6 クラス (長期的スロースリップ相当) から M5 クラス (短期的スロースリップ相当) にするため、**メッシュ細分化、計算速度高速化**を行い、シミュレーション手法を高度化する。また、地震発生モデルに最新の知見を反映してモデルを改良するとともに、単独のスロースリップ発生後、および大地震発生後の隣接固着領域への影響について、用いるパラメータの不確実性を考慮し、発生する事象の可能性を検討する。

(他の研究課題との連携・役割分担)

地震津波分野では本研究課題とは別に、「地震津波の監視・予測に関する研究」

(R1-5) を実施している。その課題の中で、緊急地震速報については揺れから揺れを予測する手法の高度化、津波については沖合の観測値からの波源推定や沿岸域での後続波の予測精度向上が中心であるが、自動震源決定手法や地震像即時把握手法については連携して研究を進める。また、自動震源決定については、科研費研究「同時多発地震に対応した自動震源推定法による隠れた微小地震活動の解明」(R2-4)とも連携して研究を進める。

5. 研究年次計画（研究フロー図を添付）

中間評価時の到達目標（研究期間が5年以上の場合）

- ・光ファイバー振動計（DAS）の試験観測を行い、地震観測への適用を検討する。
- ・近地地震波形を使った震源過程解析の自動化手法を開発する。
- ・自動震源決定について、ノイズ除去手法を開発する。
- ・浅部低周波微動検出手法を開発する。
- ・余効変動の事例解析を行い、余効変動除去について検討する。
- ・地震発生シミュレーションについて、メッシュの細分化、計算速度の高速化を行う。

6. 研究の有効性（気象業務への貢献、学術的貢献、社会的貢献など）

本研究が目標とする成果は、気象庁が発表する「南海トラフ地震臨時情報」の発表迅速化と発表につながるスロースリップの監視強化に結びつく。数値シミュレーションは、現在発生している現象の発生条件などを解釈し、大地震との関連を評価することに結び付く。また、地震像即時把握手法、自動震源決定手法、スロースリップ即時把握手法は、南海トラフ沿いだけでなく全国において適用可能である。

光ケーブルを用いた DAS の地震観測への有効性が確認されると、従来よりも低コストの稠密な地震観測が可能となり、海域だけではなく火山周辺など多方面での活用が見込まれる。