

(案)

内陸で発生する地震の新たな調査観測について

令和6年〇月〇日

地震調査研究推進本部政策委員会

調査観測計画部会

1 はじめに

「地震調査研究の推進について―地震に関する観測、測量、調査及び研究の推進についての総合的かつ基本的な施策（第3期）―」（令和元年5月地震調査研究推進本部決定。以下「第3期総合基本施策」という。）において、「陸域を中心とした地震調査研究」の基本目標の一つとしている「内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化」のため、今後の調査観測の在り方等の検討を進める必要がある。

このことから、内陸で発生する地震の調査観測に関する検討ワーキンググループ（以下「WG」という。）では、当面の審議事項として、「内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化」のために取り組むべき調査観測についての基本的な考え方、求められる観点、必要な調査観測項目等について検討を行っている。

本報告では、WGでの検討の結果に基づき、当面推進すべき「内陸で発生する地震の新たな調査観測」について取りまとめるものである。

なお、本報告における「内陸で発生する地震」は、陸域に強い揺れや津波をもたらすような内陸及び沿岸海域の地殻内で発生する地震を指すこととする。

2 内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化に係る基本的な考え方

地震調査研究推進本部（以下「地震本部」という。）では、内陸で発生する地震の長期評価に関して、これまで「主要活断層帯の長期評価」、「活断層の地域評価」において地震の発生確率、規模、発生する強震動等を評価・公表し、一定の成果を上げてきた。これらの評価は基本的にその地域に存在する活断層が引き起こす地震を対象としており、かつ発生確率はその活断層が引き起こす想定最大規模の地震の発生確率を評価したものとなっている。

しかし、実際には、

- ・既知の活断層から離れた場所でも地震が発生することがある。

(案)

- ・主要活断層帯で発生する地震についても、想定最大規模よりも小さい規模の地震が発生する可能性がある。
 - ・一点目及び二点目に述べた地震の発生頻度は、その地域に存在する活断層が引き起こす想定最大規模の地震に比べて高い。
 - ・これらの地震が発生した場合においても、その地域に大きな被害をもたらす可能性がある（例：平成 20 年（2008 年）岩手・宮城内陸地震（最大震度 6 強）、平成 26 年（2014 年）長野県北部の地震（最大震度 6 弱）、平成 30 年（2018 年）大阪府北部の地震地震（最大震度 6 弱）等）。
- と考えられている。

そのため、調査観測を強化し、第 3 期総合基本施策において基本目標として掲げている「内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化」を推進することが必要である。科学的データと最新の科学的知見に基づいて内陸で発生する地震について評価を行うとともに、その成果を周知することで、低頻度の想定最大規模の地震に加えて、より頻度の高い一回り小さい地震にも備えるように、内陸で発生する地震に対する地方公共団体や個人における防災意識の向上と転換を促進する。

また、評価結果の普及のみならず、評価の過程で得られたデータ及び計算方法等の中間的な成果についても、専門家向けに使いやすく公表し、より広い成果の活用を推進することが必要である。

3 内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化に求められる観点と必要な調査観測項目

主に想定最大規模の地震の評価に有用な活断層調査のみでは、高頻度で被害を発生させる一回り小さい地震も含めた評価を行うことは困難である。そのため、これらの評価を行えるよう内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化が必要であり、そのためには、

- ① 地震観測網により得られた地震活動データ
- ② 歴史・考古資料の調査に基づく地震活動の履歴
- ③ 活断層で発生した地震の調査等の情報
- ④ 測地（GNSS 等）データ

(案)

といった情報を活用して評価を行うことが必要である。長期予測手法の高度化には、これらの調査観測の推進や、それぞれのデータや調査手法、評価手法を高度化するとともに、これらの情報を総合して評価する手法を検討する必要がある。

3-1 各情報を活用して長期評価を行うに当たっての必要な観点と必要な調査観測項目

上述の各情報を活用して長期評価を行うに当たっての必要な観点と必要な調査観測項目は以下の通りである。

3-1-1 地震観測網により得られた地震活動データ

データの説明・特徴

- ・ 明治時代に観測が開始されてから現在まで蓄積されている地震計データに基づいた、地震の震源分布の時空間変化を表すデータ。
- ・ 特に地震本部設置以降、基盤的調査観測計画等に基づき観測網の整備が進み、現在は、気象庁、防災科学技術研究所、海洋研究開発機構、大学等の観測網が陸域及び海底で約 1800 点設置されている。
- ・ データが明治時代以降に限られるため、活断層で発生する地震等、繰り返し間隔の長い地震についての地震記録は限られている。
 - ・ 人工知能 (AI) による地震イベント抽出や波形記録を活用する研究も行われている。
- ・ アナログ記録 (記象紙) の保全や活用が課題になっている。

データを活用して長期評価を行うに当たっての必要な観点

- ・ 現在活断層の地域評価で用いている手法や、背景地震活動を用いた手法等の適用を検討し、迅速に全国的な評価を進めることが必要。
(「今後の地震の長期評価等の進め方について (令和 6 年 2 月 19 日 第 89 回調査観測計画部会決定)」 (別紙) を参照)
- ・ 余震除去手法等の、現在地震本部の評価で用いている手法の妥当性等の再検討が必要。
- ・ 群発地震の取り扱い (群発地震で 1 つの大きな地震イベントと捉える等) の検討。

(案)

- ・ データは過去 100 年程度であり、発生間隔が長い地震についてはその一部の期間のデータしかないため、近年大きな地震が起こっていない場所では確率が過小評価になってしまう等の可能性があることに十分な留意が必要。

調査観測項目

- ・ 時空間的に均質な高感度・広帯域地震観測、地震動観測（強震観測）

3-1-2 歴史・考古資料の調査に基づく地震活動の履歴

データの説明・特徴

- ・ 文書記録の残る歴史時代に発生した地震を記録したもの。
- ・ 活断層から得られる情報に比べ、より小さい地震が記録されている可能性がある。
- ・ 文書記録の伝来状況によりデータに地域的・時間的な偏りがあるほか、詳細なデータは多くの文書記録が残る数百年前以降に限られる。人が記録したものであるため、定性的な表現であることや、地震の見逃し、不確かな伝聞情報が記載されているなど、情報の正確性や精度に課題がある可能性がある。
- ・ 調査の過程で地震以外の災害も含めて記録も整理することができる。地域の災害履歴を掘り起こし、それを活用した防災意識の向上が期待できる。

データを活用して長期評価を行うに当たっての必要な観点

- ・ 元データの精査を含めた歴史・考古地震のカタログの点検や修正、歴史資料データベースの作成。
- ・ 信頼度を付与した歴史・考古地震のカタログの整備。
- ・ 見逃しを防ぐため、M6.0 程度を下限とした全国を俯瞰した網羅的な調査。
- ・ モーメント開放レートの検証に資する調査、規模の大きい地震のマグニチュードの見積りの精査。
- ・ 定量的な評価に活用することが難しい情報であっても、「日本の地震活動」といった解説誌に記載し、広報することが重要。

調査観測項目

- ・ 地震・津波に関する歴史・考古資料の調査
（歴史・考古資料の収集・整理の促進、歴史学的視点及び地震学的視点による信頼性や合理性の評価が必要）

3-1-3 活断層で発生した地震の調査等の情報

データの説明・特徴

- ・ 地形調査やトレンチ調査等により、断層運動による地層のずれやその量、年代に関する情報を得たもの。
- ・ 数千年前から数万年前の地震の情報を得ることができ、他のデータに比べて古い地震イベントを特定することができる。
- ・ 想定最大クラス以外の一回り小さい地震等は、地層のずれが地表に出現しない場合があるため、被害をもたらす可能性のある規模の地震としては見落としがある可能性がある。

データを活用して長期評価を行うに当たっての必要な観点

- ・ 連動型地震の評価等、活断層評価の高度化の検討。
- ・ 地表に現れない断層の調査を行うため、地下構造探査等の調査研究も重要。
- ・ 海岸段丘の隆起量等を用いた活動度評価やその分布を明らかにすることも重要。

調査観測項目

- ・ 地域評価に資する活断層調査（主要活断層帯調査、沿岸海域活断層調査等）

3-1-4 測地（GNSS）データ

データの説明・特徴

- ・ 米国の GPS や日本の準天頂衛星等の測位衛星の観測データを解析することにより、地殻変動やひずみを把握するもの。
- ・ 国土地理院の GEONET の約 1,300 点のほか、国立研究開発法人や大学、民間等でデータが取得されている。
- ・ 測地（GNSS）データにより、ひずみの蓄積速度は分かるが、現時点でのひずみの蓄積量は分からない。

データを活用して長期評価を行うに当たっての必要な観点

- ・ 地震で解放されるひずみの地域依存性の検討。
- ・ 沈み込みプレート境界における海溝型地震によって解放されるひずみと内陸で発生する地震によって解放されるひずみの分離方法の検討。

(案)

- ・ GEONET に加え、国立研究開発法人や大学、民間等で取得されている GNSS データも組み合わせた統合的な解析が重要。
- ・ 離島や岩礁での観測点を増やし、沿岸地域のひずみ速度分布を推定できる地域を可能な限り広げることが望ましい。
- ・ 地震の発生による海岸の隆起や沈降といった情報を示すことも防災上重要。

調査観測項目

- ・ 陸域における GNSS 連続観測による地殻変動観測
- ・ 離島や岩礁等を含む海域での GNSS 観測に係る調査研究

3-2 横断的事項

内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化に当たり必要な、上述の各情報を横断する観点と調査観測項目は以下の通りである。

各情報を横断する観点

- ・ 基盤観測網のデータの活用が重要。
- ・ 沿岸域の調査観測については、地震観測、歴史・考古地震調査、活断層調査、測地観測のそれぞれでデータも調査観測の技術も不足しており、これらの調査観測の推進が横断的な課題。
- ・ 数値シミュレーションやモデルの高度化等の研究の推進も必要。

調査観測項目

- ・ 陸域海域の境界域に係る横断的な調査観測研究。
- ・ 地震データと測地データから推定される地震発生確率が異なる地域における、重点的な調査観測の実施。

3-3 情報を総合した評価

3-1、3-2 で述べたデータを総合した評価に当たっては、次の課題を踏まえて実施する必要がある。

データ管理に関する課題

(案)

- ・ 情報を総合した評価に資するデータベースの整備と、その品質の管理や検証が重要。

総合した評価を行う上での課題

- ・ 評価に用いる地震カタログ（地震観測網による地震活動分布、歴史・考古地震等）の使い分けや網羅性の検討。
- ・ 測地データや歴史・考古地震等の異なる分野の調査結果等を組み合わせ、定量的な長期評価を行うに当たっては、データを結合・統合するために必要な各種のパラメータの設定やその地域依存性等についての検討が必要。
- ・ 情報を総合して評価するに当たっては、それぞれのデータから得られた結果の重みづけの検討が重要。最大値や平均値をとるなどが考えられるが、防災上の観点からどのように表現するかという検討も必要。
- ・ 異なる分野の調査結果等のデータを結合・統合する場合や、総合した評価を行うに当たっては、各データの持つ精度や信頼性の評価を行った上で、それを踏まえた評価等を行うことが必要。
- ・ データが限られるため、算出される確率は過小評価になる等の可能性がある。そのため、発生確率の下限を設けることも検討する必要がある。
- ・ 同じデータの中で誤差を評価するだけでなく、異なる種類のデータを用いた評価結果の誤差の評価も意識的に行い、なぜ違いが出るのか、といった観点で比べることが、理学的にも防災上の観点からも重要。
- ・ 先行して地震本部において検討を進めている「今後の地震の長期評価等の進め方について（令和6年2月19日第89回調査観測計画部会決定）」（別紙）に基づいて整備するプロダクト等の成果を随時活用していくことが必要。

3-4 評価の公表

評価の公表に当たっては、以下の点について留意が必要である。

成果の公表、伝え方についての課題

- ・ 「活断層の地域評価」で採用している近年の地震活動から地域の地震の発生確率を求める手法を用いる場合、求められる確率値は対象とする領域の面積に大きく依存するため、領域の面積が各領域で大きく変わらないようにすることが必要。地域

(案)

の区分けの検討には時間を要するため、例えば等間隔グリッドを用いるなどシームレスな領域区分の検討が必要。

- ・ 地震の発生機構は面的なものという認識の下、点の情報である地震活動の分布データと、線や面の情報である活断層のデータや実際に起こっている地震現象の情報とを総合した表現の検討。
- ・ 評価結果が安心情報とならないように、成果の伝え方について十分留意が必要。
- ・ データを総合する手法について検討は進めつつも、迅速に全国的に評価・公表できる評価手法の検討も必要。
- ・ 公表できるものは順次迅速に公表していくことが必要。
- ・ データを総合して表示するだけでなく、個別のデータの表示やダウンロードなど、ユーザーがそれぞれの目的に沿った使い方ができるようなプラットフォームの構築が重要。

4 今後に向けて

我が国の内陸では、既知の活断層以外で発生した地震を含めて被害を発生させる地震が多く発生していることから、活断層以外で発生する地震も含めた内陸で発生する地震を総合的に評価することは、極めて重要な課題である。そのため、3で述べた調査観測項目を「内陸で発生する地震の新たな調査観測」として推進し、「内陸で発生する地震の長期予測手法の高度化」を実現する必要がある。

この取組により、地方公共団体や個人における地震に対する理解を促進し、災害軽減に向けた貢献が期待される。

(案)

令和6年2月19日 地震調査研究推進本部 政策委員会 調査観測計画部会 決定
--

今後の地震の長期評価等の進め方について

令和6年2月

- 地震調査研究推進本部では、これまで海溝型の地震や活断層で発生する地震などの発生確率等の長期評価を実施、公表してきたところ、本年1月1日の「令和6年能登半島地震」の発生を受け、速やかに防災対策にも活用できるよう、内陸で発生する地震及び海域活断層の長期評価について、以下の通り、公表可能な結果を早期に公表していくこととする。

(内陸で発生する地震の地域評価)

- 内陸で発生する地震については、これまで、個々の活断層の調査結果及び観測網により蓄積された近年(約100年間)の地震活動データを基に、一定の地域単位ごとに地震発生確率を算出する「地域評価」を実施しているが、多数の活断層の調査結果を個別に評価するため、多くの検討が必要となっている。

このため、地域評価が未実施の地域について、できるだけ速やかに情報提供を行う観点から、まず地震活動データのみを用いる簡易的な手法により、全ての地域の評価を進め、その結果を公表する。

(日本海側の海域活断層の長期評価)

- 海域活断層については、これまで、活断層の位置・形状や、そこで発生する地震の規模、発生確率等の評価を実施しているが、海域の活断層は直接観測が難しく、調査結果の整理・分析の段階から多くの検討が必要となっている。

現在、能登半島沖を含む近畿～北陸地方沖の海域活断層の長期評価を進めているところ、まず日本海側の海域活断層の位置・形状やそこで発生する地震の規模を決定し、進捗に応じて速やかに公表する。

なお、従来の長期評価は並行して進め、評価結果が確定次第、順次公表するとともに必要な情報提供を行っていく。また、その他の地域についても、海域を含め継続的に活断層等の調査を実施する。