

日本地震学会モノグラフ

Monograph of the Seismological Society of Japan No.5

2017年12月 第5号

地震発生予測と大震法および地震防災研究

(モノグラフ「地震発生予測と大震法および地震防災研究」編集委員会)

目 次

はじめに	古村孝志・津村 紀子・中川 和之・ 山野 誠・深畑 幸俊・酒井 慎一（モノグラフ編集委員会）	1
1. 招待論文		
	* シンポジウム講演順	
南海トラフ沿いの地震に関する新しい防災対策	平田 直	3
大震法の成立過程の問題点と大震法の弊害	泊 次郎	7
地震発生子測と大震法とのあるべき姿	松浦律子	15
地震発生子測研究の現状と展望	堀 高峰	20
地震リスクのインフォメーションとコミュニケーション	矢守克也	24
2. 投稿論文		
	* 執筆者名あいうえお順	
大震法を廃止し、地震防災関連特措法の一本化を	石橋克彦	29
大震法と関連組織を即時に廃止すべき	ゲラー・ロバート	33
社会の地震防災力向上のために地震予測をどう役立てるか	小泉尚嗣	35
地震警報の発表を望む	杉原英和	38
地震予知研究と「大震法」を活かそう	佃 為成	39
大規模地震の続発性に関する一考察	浜田信生・津村建四朗	42

理想的な大震法あるいは社会の状況とは? 深畑幸俊 46

防災と地震予測 山岡耕春 48

南海トラフ地震の予測と防災 吉田明夫 52

3. 資料

地震学会主催シンポジウム「地震発生予測と大震法および地震防災研究」:

パネルディスカッション報告 深畑幸俊 56

日本地震学会・災害情報学会共同勉強会「南海トラフ地震の発生予測と社会的課題」開催報告
. 古村孝志 64

*地震学会ニューズレター第 69 巻 6 号記事を再掲

「不確かな情報」をめぐるコミュニケーション・ギャップ

～日本地震学会・日本災害情報学会共同勉強会に参加して～ 鷺谷 威 72

はじめに

高度な観測網とデータ解析技術の着実な進歩により、大地震発生の原因に関わる地殻活動の変化を詳細に捉えることができるようになりつつある一方で、その後の推移予測と大地震発生につながるかどうかの判断は、研究者の経験と認識の限界からも、地震が有する不確実性の観点からも、依然として難しい課題です。

2016年9月より内閣府において南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性と防災対応の検討が行われ、社会的関心が一層高まる中、学会員からは「大震法（大規模地震対策特別措置法）」に定められた、地震予知情報に基づく防災対応シナリオはこのままで良いのか？といった問いかけや、「大震法が地震研究を歪めてきたのではないか」など、大震法に基づく大規模地震発生の予知と防災体制への批判の声があがりました。

2017年6月17日に開催した地震学会主催シンポジウム「地震発生予測と大震法および地震防災研究」では、地震研究者として避けて通ることのできない、「地震予知・予測」に対して、大震法と地震発生予測研究の現状・将来見込について事実関係と論点を整理するとともに、地震災害から人命を救うために地震研究者は何をすべきかを議論しました。シンポジウムには130名の参加があり、招待講演とパネルディスカッションを通じて、現状の地震発生予測の困難さと将来見通し、想定される東海地震や南海トラフ地震と大震法における課題、地震防災に向けた情報発信のありかたなど、活発な意見交換が行われました。

本モノグラフは、シンポジウムにおける議論や、大震法や地震発生予測ならびに地震防災に関する会員の意見を記録として残すものです。モノグラフ編集委員会では、シンポジウムの招待講演者に原稿を依頼するとともに、パネルディスカッション等で意見をいただいた方、並びに、シンポジウムに参加できなかった会員の方からも広く意見を求めました。地震学会ニューズレター第69巻4号～第70巻2号にかけて掲載された特集「大震法に関する意見・解説記事」に意見を寄せられた方にも、改めてモノグラフへの寄稿を依頼しました。著者の考えを尊重して原文をそのまま掲載することとし、編集委員会からは、書式の体裁や読みやすさの観点からの微修正を著者に依頼するに留めました。

巻末には、シンポジウムにおけるパネルディスカッションの開催報告とともに、2017年1月28日に開催された日本災害情報学会との共同勉強会「南海トラ

フ地震の発生予測と社会的課題」の開催報告と講演要旨を資料として掲載しました。

なお、本モノグラフ原稿の締め切り（9月29日）直前に、中央防災会議防災対策実行会議より「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応のあり方について」の報告が出され、南海トラフ沿いで異常な現象が観測された場合の防災対応の方向性や、発生する可能性がある現象の観測・評価体制のありかたが示されました。そして、同報告を受ける形で、気象庁では、従来の「東海地震に関連する情報」の発表に代わり、「南海トラフ地震に関連する情報」を暫定的に発表することとし、同情報が発表された場合の政府の当面の対応が定められるなど、大規模地震の発生予測と防災対応に関して急激な動きがありました。本モノグラフに寄せられた原稿は、こうした大きな変動の中で纏められものであることを申し添えます。

（公社）日本地震学会モノグラフ

「地震発生予測と大震法および地震防災研究」編集委員会

古村孝志・津村 紀子・中川 和之・山野 誠（地震学を社会に伝える連絡会議）

深畑幸俊・酒井慎一（シンポジウム・コンビーナ）

南海トラフ沿いの地震に関する新しい防災対策

東京大学地震研究所 平田直

1978年に制定された大規模地震対策特別措置法に基づく東海地震の予知を前提とした地震防災応急対策の妥当性等について議論が進み、2017年9月に中央防災会議 防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループが「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく 防災対応のあり方について（報告）」をまとめた。現状の地震発生予測の可能性・確度については、現時点では、大規模地震対策特別措置法に基づく現行の地震防災応急対策が前提としている確度の高い地震の予測はできないため、現行の地震防災応急対策は改める必要があるとされた。一方で、現在の科学的知見を防災対応に活かしていくという視点は引き続き重要であり、異常な現象を評価し、どのような防災対応を行うことが適切か、地方公共団体や企業等と合意形成を行いつつ検討していくことが必要であると報告された。

1. はじめに

1978年に東海地震の予知を前提とした大規模地震対策特別措置法（以下、大震法）が制定され、それに関連する計画等が整備されてきた。約40年を経た現在、法律制定当時と科学的認識、社会的環境が大きく変わった。2017年9月26日に中央防災会議 防災対策実行委員会のワーキンググループが新しい防災対応のあり方についての報告書をまとめ、それを受けて当面の国の方針が示された。これまでの地震学が関連する法制度の変遷と共に、大震法の背景と、法律などの意義と課題、新しい防災対応の方向について解説する。

2. 歴史的背景と法制度の変遷

日本の自然災害への防災対応の法的な制度は大きな災害の度に整備されてきた。災害や大火、飢饉などの救援制度は明治以前からあり、現行の災害救助法（1947）は、その文脈にある。

1923年の大正関東地震の後、1919年に施行されていた市街地建築物法を1924年に改正し、「設計震度」が導入されたのが、広義の地震学的知見を反映した最初の法制度と言える。

1959年伊勢湾台風を受けて、事後の救援に留まらず、事前予防、応急対策、復旧の災害対策全般を視野に入れた災害対策基本法（1961、略称、災対法）が制定された。災対法の規定に基づき、中央防災会議（1962）、防災基本計画（1962）が作られたが、この時点での事前防災対策は、主にハード対策が中心だった。

1978年の東海地震の発生の可能性の研究発表と一連の報道とともに、同年の伊豆大島近海地震を受け、大規模地震対策特別措置法（略称、大震法）が成立。大震法に基づいて、1979年に東海地震を想定した地震防災対策強化地域が指定され、東海地震の地震防災基本計画が策定された。これに伴って、気象庁に地震防災対策強化地域判定会（判定会）が設けられ、地震予知情報、警戒宣言などの枠組みも作られた。

1980年には地震防災対策強化地域における地

震対策緊急整備事業に係る国の財政上の特別措置に関する法律（略称、地震財特法）が制定され、強化地域の社会福祉施設や公立小中学校の改築等に補助が嵩上げされ、静岡県内などの地震防災のハード対策を進める財源となった。

一方、1978年宮城県沖地震による構造物の破壊の研究に基づいて、建築基準法が改正された（新耐震基準、1981）。その後、2000年に新耐震基準は、部分的に改正されているが、2016年熊本地震後も、その基準は維持される方向である。

1995年兵庫県南部地震を受け、地震防災対策特別措置法（1995）が制定された。地震学の視点からは地震調査研究推進本部の設置や地震調査委員会の根拠法であることが注目されるが、地震防災の観点からは全国どこでも起こりうる地震に対応するための防災対策を計画的に進めるための根拠法でもある。都道府県が「地震防災緊急事業五箇年計画」を策定することによって、公立社会福祉施設や小中学校の耐震化等に地震財特法とほぼ同様の補助率の嵩上げがされており、2016年度から第5次の計画が推進されている。

また、1995年には災対法の一部改正と共に、耐震改修促進法が制定され、私有財産である建築物の耐震化促進の根拠法となった。

2001年の省庁再編を受け、防災担当官庁が旧国土庁から、より権限が強い内閣府（防災担当）になり、形式的だった中央防災会議も実体化した。これに伴って、大震法だけだった地域指定に基づく地震に関する法律の見直し・制定が一気に進んだ。

2001年12月、「東海地震に関する専門調査会」が東海地震の想定震源域と強化地域の見直しを提言するとともに、東南海・南海地震対策の必要性を指摘。それに伴い、東南海・南海地震特別措置法（2002）が制定された。また、「東南海、南海地震等に関する専門調査会」の報告を受けて策定された東南海・南海地震対策大綱（2003）に、「今後10年程度経過した段階で東海地震が発生

していない場合には、東海地震対策と合わせて本大綱を見直す」と明記された。これが、2016年夏から始まった大震法を含む南海トラフの地震防災対策の見直しの検討にもつながっている。

また、国家的大規模地震災害に対する事前対策の必要性から、**日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震特別措置法**（2004）、**首都直下地震特別措置法**（2013）が制定され、地震学の知見に基づく被害想定を根拠にした地域指定が行われている。2014年には別々の対策大綱を一元化し、**大規模地震防災・減災対策大綱**が制定された。

また、地震学の知見を生かした緊急地震速報が、中央防災会議の決定を受けて2007年から導入され、気象庁が業務として運用を開始している。さらに、2011年東日本大震災を受け、津波対策の強化のために、**津波対策の推進に関する法律**（2011）、**津波防災地域づくりに関する法律**（2011）が制定された。

3. 大震法とそれに基づく体制の問題点

前述した通り、現在では様々な法的な制度が整備されて、地震防災施策が行われている。防災対策には、事前対策から事後対応、復興・復旧までを総合的に進める必要がある。国は、地震対策として、(1) 事前防災、(2) 地震予知に基づく地震防災応急対策、(3) 緊急地震速報に基づく緊急対応、(4) 災害応急対応、(5) 復旧・復興、を様々な法律を作って進めている。この中で、大震法だけは、(1) 事前防災に加えて、(2) 地震予知に基づく地震防災応急対策を対象としている。地震予知に基づく地震防災応急対策は異常現象が観測された場合の複線的な対応である。

災害対策基本法では、地震対策として、(2)の地震予知に基づく緊急対応を除く、(1)事前防災、(3)緊急対応、(4) 応急対応、(5) 復旧・復興対策を対象とし、地震財特法、地震防災対策特別措置法、南海トラフ地震特別措置法（東南海・南海地震特別措置法を2013年に改正）、日本海溝・千島海溝周辺海溝型地震特別措置法、首都直下地震特別措置法等はすべて耐震化の補助などの(1) 事前防災への対策である。

大震法では、まだ発生していない地震災害に対して直前予知に基づく防災対策を講じるというユニークな目的を持っている。なお、気象庁が気象業務法に基づいて発表している地震動警報「緊急地震速報（警報）」は、地震の最初のわずかな揺れから各地の揺れ（地震動）を予想し発表するもので、地震の発生予測は含まない。地震が発生したことを早期に検知して、揺れを予測するのである。

大震法とそれに基づく体制、判断基準に関して、以下の4つの問題が指摘された。(1) 現状の地震発生予測の可能性・確度が、防災対策に役立つレ

ベルなのか。(2) そもそも、東海地震だけを対象にしているのか。対象とする地域を南海トラフ全体に広げる必要はないのか。(3) どのような防災対策が行えるのか。(4) 評価の体制が適切なのか。南海トラフの巨大地震に関する情報が得られて、評価できるのか。

4. 新しい南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応の方向性

中央防災会議は、専門調査会「防災対策実行会議」の下に大規模地震の予測可能性について検討を行い、南海トラフ沿いの地震観測やその評価体制のあり方や観測・評価に基づく地震防災対応のあり方について検討を行うために「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ」を設置し、2016年9月の第1回の会議から2017年8月の第7回の会議を経て、2017年9月26日に最終報告が提出された(中央防災会議 防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく 防災対応検討ワーキンググループ, 2017)。

その中で、3章で述べた4つの課題について、以下のような方向性が示された。

(1) 現状の地震発生予測の可能性・確度については、現時点では、大震法に基づく現行の地震防災応急対策が前提としている確度の高い地震の予測はできないため、現行の地震防災応急対策は改める必要がある。一方で、現在の科学的知見を防災対応に活かしていくという視点は引き続き重要であり、異常な現象を評価し、どのような防災対応を行うことが適切か、地方公共団体や企業等と合意形成を行いつつ検討していくことが必要である。

(2) 東海地震だけを対象にしているのかという課題に対しては、南海トラフでは様々な現象が観測される可能性あり、そのような観測され得る異常な現象のうち、観測される可能性が高く、かつ大規模な地震につながる可能性があるとして社会が混乱するおそれがある「典型的な4つのケース」について、どのような評価が可能であるかが整理された。

ケース1：南海トラフの東側の領域で大規模地震が発生した場合。全世界で1900年以降に発生したM8.0以上の地震96事例のうち、10事例で3日以内に隣接領域で同程度の地震が発生。その後の発生頻度は時間とともに減少。これまで南海トラフでは、東側と西側の領域でほぼ同時又は続けて地震が発生したことがあることや、2年～3年後に発生した場合があることにも留意する必要がある(図1)。

ケース2：南海トラフ沿いでM7クラスの地震が発生した場合。全世界で1900年以降に発生したM7.0以上の地震1368事例のうち、24事例で

7日以内に同じ領域で同規模以上の地震が発生した。その後の発生頻度は時間とともに減少。
 ケース3: ゆっくりすべりや前震活動などの現象が多種目で観測されている場合。短期的に大規模地震の発生につながると直ちに判断できない。

ケース4: 東海地震予知情報の判定基準とされるようなプレート境界面での前駆すべりや、これまで観測されることがないような大きなゆっくりすべりが見られた場合。地震発生の可能性が相対的に高まっているといった評価はできるが、現時点において大規模地震の発生の可能性の程度を定量的に評価する手法や基準はない。

(3) どのような防災対策が行えるのかという課題に対しては、例えば、ケース1の南海トラフの東半分の地域が破壊される大地震が起こった場合など、南海トラフの西半分での地震発生の可能性が高いと認められる場合には、何らかの防災対応を行うことは意義があるとされた。防災対応の内容や期間は、可能性の高さだけでなく、防災対応によって得られる被害の軽減効果と防災対応に伴う損失のバランスをとる必要があり、地方公共団体や関係事業者等と社会的な合意をとる必要がある。今後の検討に資するための例として、津波避難の場合について具体的に整理された。

(4) 評価の体制については、迅速に現象を評価するために、海域の観測の強化が不可欠であり、特に西側の領域の強化が重要である。また、現象を緊急的に評価するために、迅速に対応できる学識経験者による評価体制の整備が必要。さらに、観測機関は、データのリアルタイム公開、平時からのデータの持つ意味の説明に努めるとともに、異常な現象の発生時の評価結果を連携して分かりやすく提供することが必要であるとされた。

5. 当面の暫定的防災体制

この報告を受け、南海トラフ地震に対する新たな防災対応が定められるまでの当面の間、気象庁は「南海トラフ地震に関連する情報」(表1)を発表することとし、当該情報が発表された場合の政府の対応が中央防災会議幹事会で定められた(中央防災会議幹事会, 2017)。

気象庁は、「南海トラフ地震に関連する情報」の運用開始に伴い、東海地震のみに着目した情報(東海地震に関連する情報)の発表は行わない。このため、南海トラフ全域を対象として地震発生の可能性を評価するにあたって、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」を開催する。この評価検討会は、従来の東海地域を対象とした地震防災対策強化地域判定会と一体となって検討を行う。

内閣府(防災担当)は、気象庁が南海トラフ沿

いの大規模な地震発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まった旨の「南海トラフ地震に関連する情報(臨時)」を発表した場合には、関係省庁の職員を招集し、**関係省庁災害警戒会議**を開催する。そのため、内閣府(防災担当)は、速やかに関係省庁災害警戒会議を開催できるよう、大規模地震との関連性について調査を開始した旨の「南海トラフ地震に関連する情報(臨時)」を受けた時点で、関係省庁に対する連絡等、所要の準備を始める。

南海トラフ沿いの大規模な地震発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まった旨の「南海トラフ地震に関連する情報(臨時)」が発表されたときは、関係省庁災害警戒会議で、関係省庁による今後の取組を確認するとともに、内閣府(防災担当)は、国民に対して、今後の備えについて呼びかけを行う。呼びかけは、南海トラフの大規模地震による被害が想定される地域の住民に対して日頃からの地震への備えの再確認を促すことを目的として行われる。呼びかける今後の備えの例として挙げられているのは、家具の固定、避難場所・避難経路の確認、家族との安否確認手段の取決め、家庭における備蓄の確認などである。これらの体制は、2017年11月1日から実施される。

表1. 南海トラフ地震に関連する情報

情報名	情報発表条件
南海トラフ地震に関連する情報(臨時)	<ul style="list-style-type: none"> ○南海トラフ沿いで異常な現象(※1)が観測され、その現象が南海トラフ沿いの大規模な地震と関連するかどうか調査を開始した場合、または調査を継続している場合 ○観測された現象を調査した結果、南海トラフ沿いの大規模な地震発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まったと評価された場合 ○南海トラフ沿いの大規模な地震発生の可能性が相対的に高まった状態ではなくなったと評価された場合
南海トラフ地震に関連する情報(定例)	<ul style="list-style-type: none"> ○「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」の定例会合において評価した調査結果を発表する場合

※1: 南海トラフ沿いでマグニチュード7以上の地震が発生した場合や東海地域に設置されたひずみ計に有意な変化を観測した場合などを想定

6. まとめと今後の課題

「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ」の報告書では、今後、具体的な防災対応を検討していくに当たって留意すべき4点が指摘された。1. 国は、異常な現象やそれに基づく防災対応の方向性等について、地方公共団体等へ周知と認識の共有を図る必要がある。2. 防災対応の策定のためのガイドラインの策定に資するよう、まずは、モデル地区で検討を行う必要がある。3. 国は今後の検討等を計画的に着実に実施する。4. 暫定的な防災体制を、国・地方公共団体はあらかじめ定めておく。2. のモデル地区での検討として、国は具体例として静岡県、高知県、中部経済界と協力して検討していくことを発表し、4. の暫定的な防災体制として、国は5章で議論された内容を実施することとした。

現在の科学の実力を活かし、社会全体で災害に備えるために、今後、国、地方公共団体、関係事業者、地域住民と丁寧な議論を進め、防災対策の内容について合意形成を行っていく必要がある。新しい防災体制に向かった議論が実りあるものとなることを期待したい。

参考文献

中央防災会議 防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく 防災対応検討ワーキンググループ, 2017, 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく 防災対応のあり方について (報告)

http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taio_wg/pdf/h290926honbun.pdf

中央防災会議幹事会, 2017, 「南海トラフ地震に関連する情報」が発表された際の政府の対応について (平成29年9月26日中央防災会議幹事会決定)

http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/pdf/nankai_taiou.pdf

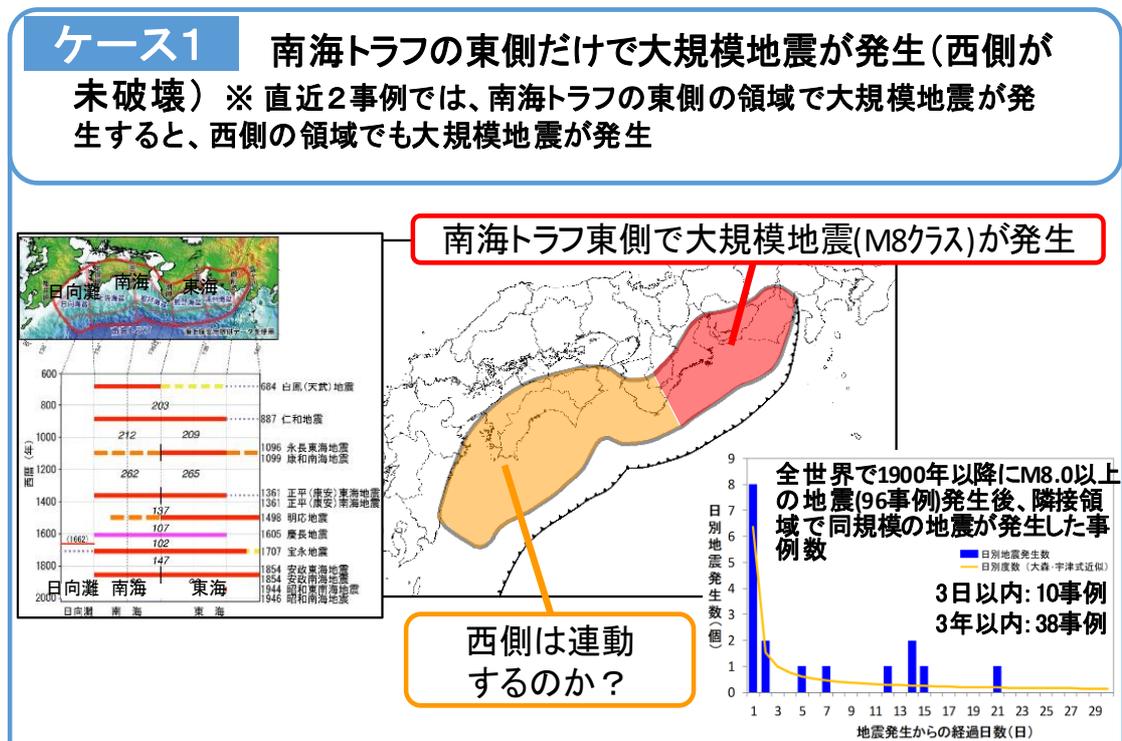


図1 南海トラフで考えられる対応を取るべきケース1(中央防災会議 防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ, 2017)。

大震法の成立過程の問題点と大震法の弊害

東京大学大気海洋研究所・元朝日新聞編集委員 泊 次郎

大震法は、多くの地震研究者が地震予知の実現について大きな期待を抱いていた時代に制定された。とはいえ当時も、大震法が前提とするような確度の高い地震予知ができると考える地震研究者は多くはなかった。大震法はこうした科学の実態を無視し、政治的・行政的な判断を優先した法律である。大震法は、地震学の発展にとっても、国の防災対策を進める上でも弊害の方が大きい。歴史的な役割を終えた大震法は廃止すべきである。

1. はじめに

最初に私と地震学、あるいは大震法とのかかわりについて簡単に紹介させていただきたいと思います。

私は1967年に東京大学理学部物理学科の地球物理コースを卒業しました。地球物理の必修科目の1つとして、地震学の講義を受けました。地震学演習では、当時社会をにぎわした松代地震の波形を記録紙から読み取り、自作したコンピュータ・プログラムで、その周波数などを解析したことを覚えています。大学卒業と同時に朝日新聞社に入り、前半は大阪で、後半は主に東京で勤務しました。1978年の大震法の国会審議時には大阪にいましたので、大震法成立時の報道にはタッチしませんでした。地震学会には、1974年に入会しています。

大震法に直接かかわったのは、大震法施行15年目の節目の年です。1993年3月に『朝日新聞』夕刊で「東海地震はいま」という8回の連載記事を書きました。大震法が想定しているような確実な地震予知が難しいことが明らかになってきたことを紹介した記事です。施行20年目に当たる1998年には『朝日新聞』の科学欄で、「東海地震はくるのか」という8回の連載記事を書きました。東海地震は今しばらく起きず、21世紀に入ってから次の南海地震と前後して起きる可能性が高いと考える地震研究者が増えている、という事実を紹介し、地震予知に偏重した東海地震対策を見直すべきでは、といった趣旨でした。

2003年に中央防災会議は、東海地震の震源域と防災基本計画を見直しました。直前予知中心から建物の耐震強化などの事前対策にも力を入れる方針へと転換しました。この時、観測情報や注意情報も導入されました。東海地震が確実に予知できるかどうか疑わしくなってきたことに対応したものでした。しかし、多くのマスコミはこの時、地震予知情報を3段階で発表できるようになったのは、地震予知研究が進んだからだ、と報道しました。

朝日新聞時代の2002年に東大の大学院の科学史・科学哲学コースに入学しました。地球科学の

歴史を研究するためです。そこでの博士論文をもとに2008年に『プレートテクトニクスの拒絶と受容』を出版しました。幸い好評を博し、今年5月には新装版という形で再刊されました。2008年からは地震予知研究の歴史を研究するため、東大地震研究所の研究生になりました。地震研に6年間通いましたので、地震学そのものについても、少しは知識を得たつもりです。6年間の研究の成果をまとめた『日本の地震予知研究130年史』という本を2015年に出版しました。この本の書評・紹介記事は『地学雑誌』『測地学雑誌』などには掲載されたのですが、地震学会のニューズレターには紹介されなかったのは、残念なことです。

以上に紹介しましたように、私は一度も地震学を生業としたことはありません。皆さんに比べて地震学の知識は乏しいと思います。しかし、何のしがらみもないので自由なものが言えます。これからの話は地震学の1ファンの立場からの話であることをお断りしておきます。

2. 石橋説の前からあった東海地震説

本題の大震法の成立過程の問題点に入ります。東海地震説というと石橋さんを連想する人が多いと思いますが、東海沖で大地震が発生する可能性が高まっている、という考え方は石橋説の前からありました。明治以降の三角測量の結果から、東海地域には水平歪の蓄積が大きいことが茂木清夫・東大教授によって明らかにされ、地震予知連絡会は1969年に東海地方を最初の特定観測地域に指定しました。予知連は1974年には東海地方を観測強化地域に格上げしています。

東大の助手だった石橋さんの「駿河湾地震説」が報道されたのは1976年8月です。石橋説の核心は、次の東海沖地震の震源域の中心は駿河湾になり、震源域が陸域にも及ぶので、静岡県などでは大きな被害が予想される、というものでした。石橋説は、『静岡新聞』の1面トップで報道されました。静岡県は9月補正予算に2億円の対策費を計上し、10月1日には地震対策班を発足させるなど、静岡では「明日起きても不思議ではない」などと大きな騒ぎになりました。

石橋さんは、10月に開かれた秋の地震学会では、駿河湾地震の切迫性や被害の甚大性と同時に、観測網を強化し、観測データをどこかに集中し、監視すれば、前兆を捕らえることが可能と主張しました。このころになると、全国紙でも大きく報道され、10月に開かれた臨時国会でもこの問題が大きな論点になりました。今から顧みると、当時は「地震予知のバブル」時代でした。地震予知に有力な武器としてショルツ理論がもてはやされ、1975年の中国の海城地震では直前予知の成功が伝えられ、地震予知に対する楽観的な見方が支配的でした。石橋さんの「予知可能」の主張には地震研究者の間でも異論はほとんどありませんでした。

一方、石橋さんが唱える発生時期や震源域に対しては、異論がたくさんありました。当時から、東海地震は21世紀まで起きないと考える研究者もかなりありました。その根拠として、安政地震（1854）の震源域は駿河湾まで及んだが、宝永地震（1707）の震源域は駿河湾まで及んでいない、御前崎の隆起速度は室戸岬の4分の1しかなく、駿河湾まで及ぶ地震は南海地震より少ない、駿河湾単独で震源域になった地震は古記録にはない、などがあげられました。また、震源域は駿河湾の南半分に留まる、あるいは富士川河口断層帯にも伸びるなどという説もありました。

石橋説へのこうした異論が報道されたものから、静岡県の山本敬三郎知事は、地震予知連絡会に会としての統一見解を出すように求めました。これに応じて予知連は1976年11月の定例会で、「東海地方で大地震が起きるとすれば、御前崎南方沖から駿河湾にかけて」「発生時期を推測できる前兆現象は見出されていない」などとする統一見解を発表しました。大筋では石橋説を認めたものですが、21世紀まで起きない可能性もおわせていました。この統一見解によって、それまでは東海道沖で起きる地震を東海地震と呼んでいたのに対し、これ以降は「駿河湾地震」を東海地震と呼ぶのが一般的になりました。

10月の臨時国会では、東海地方の観測網の強化や研究推進などが決議されました。これに応じて、紆余曲折はありましたが、東海地方の観測データの気象庁への集中化が実現しました。すると、こんどは観測データに異常が現れた場合、それが大地震の前兆であるかどうか、だれが判断するのか、という問題が浮上しました。地震研究者側には反対がありましたが、結局、地震専門家からなる判定組織が必要ということになり、1977年4月には、国土地理院に東海地域判定会が誕生しました。当時の建設省と運輸省の縄張り争いの結果、国土地理院に置かれているのに、その事務局は気象庁が務める、という変則的な組織でした。

判定会が誕生すると今度は、判定会が「大地震

が近い」と判定した場合、どうするかという問題が政治的・行政的な課題として浮上しました。災害対策基本法では、災害が迫っていると判断される場合は市町村長の権限で住民に避難を指示することが可能ですが、工場の操業を停止することはできません。工場の操業などを停止することも必要ではないか、そのためには特別法を作る必要がある、という声が静岡県やそれに動かされた全国知事会で高まりました。これに対して国会で特別措置法の必要性について質問を受けた気象庁や国土庁、科学技術庁、文部省の高官たちは「地震予知は研究段階であり、まだ実用段階にはない」などと、特別法を作ることに反対しました。

特別法作りをめぐる、静岡県1区選出の原田昇左右・衆議院議員と、山本・静岡県知事が競い合いました。原田試案は大規模地震予知対策特別措置法案と名付けられ、1977年11月に発表されました。山本知事が委員長を務める全国知事会の試案は、大地震対策特別緊急措置法案と名付けられ、1977年12月に発表されました。2つの試案は、地震警報（警戒宣言）の発令時に事業者が取るべき措置を法律で定める（全国知事会案）かどうか、判定会を法的に位置づける（原田試案）かなどの点で違いはありましたが、その後の大震法の骨格になったことは確かです。

全国知事会は、この試案に沿って特別法を制定するよう政府に申し入れました。これに対して、主管官庁であった国土庁は1978年1月10日、「大地震対策は災害対策基本法の改正で対応したい。今国会にその改正案を提出する」と文書で回答しました。この時点でも国土庁、そして他の省庁の官僚たちは、特別法は必要がない、という立場であったことは明らかです。

3. 与野党が対決した大震法の国会審議

ところが、その4日後の1月14日昼過ぎに起きた伊豆大島近海地震（M7.0、死者25人）によって、事態は急変しました。この地震の後、福田首相が閣議で特別措置法を策定するよう指示したからです。それには、いくつかの理由があげられます。

この地震では本震の前に活発な群発地震活動があり、気象庁が午前11時前に「今回の地震では被害を伴う怖れがある」などとの地震情報を出して、注意を呼びかけました。静岡県はこの情報を全市町村に流しましたが、特段の防災対応は指示しませんでした。ところが、本震が起きた後、この地震情報は地震を事前に予知した情報であるとの誤解が拡がり、何の防災対応も指示しなかった静岡県の対応に批判が集中しました。1月18日には、静岡県が「M6の余震もあり得る」との余震情報を出しました。この情報が元になって、「震度6の地震が起こる」「午後（PM）6時に大地震が起こる」などのデマ情報が流れ、一部の地

域ではパニック騒動にもなりました。

山本知事は国会で、こうした地震情報に関連する問題を紹介し、特別法が必要な理由にあげました。この地震では、体積ひずみ計の異常やラドン濃度の異常などいくつかの「前兆」が発見されたことも、大きく報道されました。また当時、防衛庁で進められていた有事法制の検討に積極的だった福田首相には、この特別立法を有事法制の突破口とする意図もあったようです。これは、大震法に自衛隊の事前出動条項を盛り込むという形で具体化しました。

大震法の策定には3カ月以上を要し、法案が閣議決定されたのは1978年4月4日です。大震法の内容は、判定会の判定により気象庁長官が「地震予知情報」を出すと、首相は閣議に諮って「警戒宣言」を発令する。「警戒宣言」が発令されると、地震防災対策強化地域（予め首相が指定）では、予め決められた地震防災基本計画に従って、新幹線、鉄道、高速道路をはじめ、学校、病院、銀行、商店、工場などは休業するほか、津波などの危険地域の住民は避難するというものです。指示に従わない住民には罰則が適用でき、警戒宣言を出したのに地震が起きなくても、国は休業などに伴う損失を補償しなくてもよい、との規定も盛り込まれています。判定会は法律上では何も規定されず、判定に伴う法的責任を免れることになりました。地震予知連絡会の会長だった萩原尊禮さんが抵抗した結果です。

国会に提出された大震法は、衆参とも災害対策特別委員会で審議されました。争点になったのは、大震法で想定しているような確実な予知ができるかという問題と、自衛隊の事前出動条項の2つでした。前者については参考人として出席を求められた予知連会長の萩原さんは「大震法をつくるかどうかは政治・行政的な判断であり、予知連の関知するところではない」として、再三の出席要請を拒否しました。代わりに答弁に立ったのは、気象庁、国土庁、科学技術庁、文部省の官僚たちです。彼らはここに来て、「地震予知は研究段階で実用段階にはない」といっていた従来の答弁を修正し、「M8の東海地震なら予知は可能」「これは地震学界のコンセンサスでもある」と答えたのです。

国会会議録を読んでいくと、萩原さんの代わりとして出席した予知連副会長の浅田敏・東大教授、鈴木次郎・東北大教授は、確度の高い予測情報を出すことは難しい、などと述べています。しかし、こんな答弁は気象庁の末広重二・参事官の「最終的には一発必中の地震情報が差し上げられるところまでもっていきたい」などとの答弁にかき消されてしまったように見えます。

自衛隊の事前出動条項をめぐる議論は省略します。当時の社会党や共産党は、これは有事立法

に突破口を開くものだと反対しましたが、大震法は同年6月、自民党などの賛成多数で可決、成立しました。社会党、共産党の中には、地震予知が確実にできるかどうかを疑問視する議員も多く、「地震予知ができるかどうか、日本学術会議でさらに調査し、議論をすべきである」などと主張していました。1995年の阪神淡路大震災以降に成立したさまざまな地震対策法は、いずれも全会一致で成立したのに対し、大震法は与野党が対決した法案であったことも忘れてはいけない点だと思います。

4. 大震法の功罪

次に大震法の功罪に入ります。

大震法は1978年12月から施行されました。警戒宣言の対象になる防災対策強化地域の線引きに際しては、神奈川県や東京都などやそれに関係する政治家から、南関東地域も強化地域に含めるよう強い要望がありました。強化地域に含まれると、避難道路や広場、津波防潮堤などの整備に伴う公共事業が期待されたからです。これに対して国は、首都圏直下で起きる地震は予知するのが難しいことを理由にあげ、南関東地域は強化地域に含めないことにしました。こうした経緯に基づけば、東海地域で起きる地震についても「確度の高い予測が困難」であるならば、東海地域は強化地域からはずされるべきです。

大震法が施行されたことによって、国の財政支援によって多くの土木事業が行われました。それが40年近くも続きましたから、この間に多くの既得権益集団が生まれました。東海地域の観測網や観測体制が強化され、気象庁や国土地理院、防災科研、それに大学の地震関係の研究者・職員は大幅に増えました。地震予知計画の継続を法的に支えることにもなりました。静岡県などでは地震防災対策も進みました。

一方、弊害もありました。東海地震、あるいは駿河湾地震の発生時期やその震源域などについて研究したり、自由に発表したりすることができにくくなりました。研究発表に対して、誰かが圧力を加えるというよりも、大震法があるために何となく自由な研究ができにくい雰囲気のできたのです。今はやりの言葉を使うと、研究者が付度する、付度しなければならなくなったのです。

大震法が施行された後は、地震予知計画も前兆の監視・発見に重点を置いた業務的なものになりました。この結果、研究者から報告された「前兆」の数は膨大な数にのぼりました。しかしながら、それらの「前兆」と地震発生との関係には規則性・法則性を見つけるのは難しい、ことが明らかになり、「前兆」発見に重点を置いた地震予知計画の見直しを求める声が地震研究者の中で強くなりました。

また、マスコミでは地震というと東海地震だけ

が取り上げられるために、世の中には「大地震は東海地方でしか起きない」あるいは「大きな地震なら予知が可能」という誤解が広まりました。この結果、地震予知頼りの防災対策、すなわち耐震性の強化などの事前対策をほとんど何もしないような防災対策が全国に広まりました。先程、静岡県の防災対策が進んだといましたが、その静岡県でも1995年の阪神・淡路大震災の前までは、小中学校の校舎は半分だけ耐震化すれば十分、という対策でした。東海地震は予知できるので、地震が起きても学校の生徒は全員避難しているので死傷者が出る心配はない。しかし、校舎が倒れると授業が再開できなくなる。校舎の半分が残れば、最悪の場合には2部授業をすることで、授業が再開できる、という理屈でした。

こうした状況が多少とも改善されたのは、1995年の阪神・淡路大震災によってです。東海地方と地震予知に偏重した地震防災対策に対して批判が起き、政治が動きました。大地震は全国どこでも起きることを想定し、建物の耐震化などに重点を置いた地震防災対策特別措置法が、超党派の国会議員によって提案され、全会一致で成立しました。この結果、地震学の成果を防災対策に活かすために地震調査研究推進本部が発足し、基盤的観測網が整備されました。1999年からは、それまでに比べると基礎研究に重点を置いた新地震予知計画が始まりました。

東海地震対策も、2003年には防災基本計画が見直され、予知だけでなく建造物の耐震化などの事前対策に重点を置いたものに改訂されました。想定震源域が拡大され、「注意報」が新設されたのも、この時のことです。

2011年の東日本大震災の後にも、見直しがありました。それまで既往の地震・津波を対象に国の防災対策を立てていた中央防災会議が、「今後は最大クラスの地震・津波を想定する」に方針を転換、南海トラフ巨大地震の想定震源域を拡大しました。これによって東海地震対策は南海トラフ地震対策と一体化することになりました。2002年につくられた東南海・南海地震防災対策特別措置法も2013年に廃止され、南海地震防災対策特別措置法に生まれ変わりました。この法律は、地震予知はできないことを前提としています。中央防災会議の調査部会が「南海トラフ地震の予知は困難」という報告書を出したからです。

この南海トラフ地震対策法によって、大震法は法的には無用の存在になったのだから、廃止すればすむ話だと私は思うのですが、大震法の存続を望む立場からは困った事態が生じました。大震法の強化地域と南海トラフ地震の対策推進地域が異なるという問題です。仮に確かな前兆が検出され、東海地域に警戒宣言が出された事態を考えてみましょう。西側、すなわち四国などは強化地域

ではないので、警戒宣言が適用できません。東海地震が起きると、同時あるいは、その直後にその西側が壊れる事態がこれまでに起きていますから、これではまずい、というわけです。

5. 不確かな情報もとに一律の防災対応は可能か

この問題をどうするかを検討するために2016年秋に発足したのが、中央防災会議の「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ」(以下WGと略称)です。平田さんが座長で、地震や災害情報、防災対策の専門家、関係自治体の長、関係官庁の代表者17人で構成されています。構成員のほとんどは大震法の既得権益集団の代表者です。

昨年9月からこれまでに5回の会合が開かれました。公開されているその議事録や配布資料から推察すると、確度の高い地震の予測は難しいことを前提にしているようです。最初の会合では事務局は「大震法の見直し、廃止も視野に入れて検討する」といっていましたが、最近では「大震法を検証しているわけではない」「不確かな情報を防災対応に活用するのが適切かどうかを検討している」と主張しています。「大震法の見直し」を口にしなくなったのは、新聞の社説などでは、「大震法は廃止を」という論調が圧倒的に多いので、これを配慮したのだと思います。

しかしながら、中央防災会議の事務局やWGの最終的な目標は、大震法を存続させ、対策強化地域を南海トラフ巨大地震対象地域の全域に広げることだと私は考えています。

大震法の存続、強化地域の拡大が必要な根拠として、配布資料ではいろいろな理由が挙げられています。まず第1は、南海トラフの東側が先に破壊した場合や、南海トラフで比較的大きな地震が発生した場合などでは、社会的混乱が起きることが予想される。混乱を防ぐためには政府が何らかの情報を出し、防災対応を指示する必要がある。そのためには、そのための法的な枠組み、すなわち大震法が必要である、という理屈です。

2番目は、南海トラフ地震に備えて各地で津波避難タワーの整備や建物の耐震化などの事前対策が進められていますが、まだ十分でない、という理由です。私に言わせれば、予知に頼ろうとするから、事前対策が進まないという面を無視した理屈だと思います。

3番目は、関係自治体の長が大震法の存続と強化地域の拡大を望んでいるという理由です。不確かな情報が出されても、自治体としてはどう対応してよいのか迷うし、対応がバラバラだと住民から批判も出る。国が情報を出すとともに、防災対応を指示して欲しい、というものです。災害対策基本法では、住民への避難指示などを出すのは市町村長の役目ですが、最近の国家主義的な風潮の蔓延もあり、こうした声が強いです。中央防

災会議の事務局では、これから地方でも次々に説明会などを開いて、こうした声をたくさん集めて、大震法存続、強化地域拡大の根拠にしていこうというようです。地方自治体の長は、現在の地震学の実力では、防災対応するのに有効な情報を出すのが難しいことを理解していませんから、地震学会としても声をあげて、こうした人々に地震科学の実情を知ってもらおう努力をすることが大切だと思います。また、観測網や地震研究を強化する必要があるといってもいます。

WG では、平田さんから紹介があったように、確度の高い予測情報は出すのは難しいが、不確かな注意情報的なものなら出せる、それをもとに防災対応がとれないかを検討しています。例えば、南海トラフの東側で大地震が起きた場合(ケース1)には、西側の領域で「直後の3日程度は、2~3年経過した時点を基準として、相対的な確率利得が100倍以上、以降1週間程度は50倍以上に高まっている、ただし、数年後に大地震が発生している例もある」というような情報は出せる。

また南海トラフでM7クラスの地震が起きた場合(ケース2)は、「南海トラフで7日以内に大地震が起こる可能性は2%、3年以内に4%程度ある」というような情報なら出せる。地震活動が静穏化、あるいは活発化するなど多種類のいわゆる前兆が観測された場合や、前兆すべりの可能性のあるすべりが観測された場合にも、情報を出すことができます。

こうした不確実な情報に基づいて、防災対応がとれないだろうか。今WGで検討されているのは、「切迫度」と「脆弱性」に応じて、対応をレベル化する考え方です(図1)。一見、大変もつともらしく映ります。

「切迫度」あるいは予想される被害の重大性と、「脆弱性」に応じて防災対応をレベル化するという考え方は、豪雨災害や火山災害にすでに先例があります。豪雨災害の場合には、皆さんもよくご存じのように大雨注意報、警報、特別警報の順で、とるべき防災行動のレベルは高くなっていきます。火山災害でも、火山噴火警戒レベル(活火山

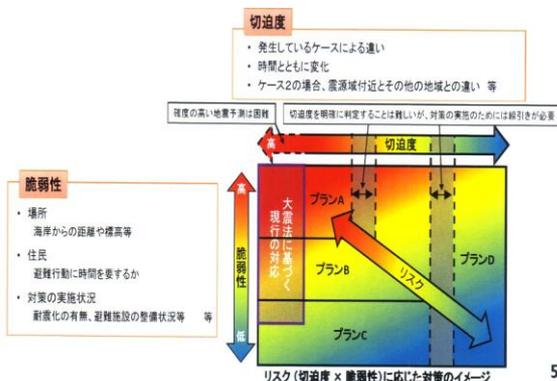


図1. 「切迫度」と「脆弱性」に応じた防災対応のレベル化の説明図(第5回WGの配布資料より)

であることに留意、火口立入規制、入山規制、避難準備、避難の5ランク) というものが導入されています。この2つのシステムに共通しているのは、注意報や警報の発令基準、あるいはレベル化の判定基準がある、すなわち「切迫性」を客観的に線引きすることが可能という点です。

南海トラフ地震の場合、何らかの前兆現象が観測されたとして、その「切迫性」を客観的に線引きできるでしょうか。図2も、WGの配布資料の一部です。ケース1:東側が先に破壊した場合の参考データとして付けられているものです。1900年から2016年6月までに全世界で起きたM8.0以上の地震92例について、震源から50~100km以内の領域で3年以内にM8.0±1の地震が起きた例は31例あるそうです。図2は、最初の地震から30日までの時間経過を示したもので、1日目に7個、2日目に2個、30日以内に全部で15個起きています。

この図を見ると、大森・宇津公式によくあてはまっているようにも見えます。一方、図3は3年間の経過を示したのですが、これを見ると、とても大森・宇津公式にあてはまっているようには見えません。30日以降3年以内に16個の地震が起きており、地震はランダムに起きているようにも見えます。30日が経過したからといって「もう安心」と言えるような状況にはないことは明らかです。

この図をもとに、無理やり「切迫性」を線引きして、防災対応をレベル化することは机の上では可能です。例えば、確率利得の大きさに応じて、

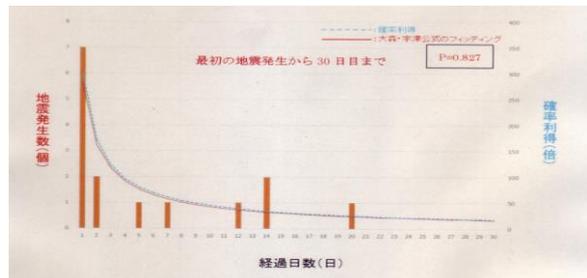


図2. M8以上の大地震が起きた後、隣接地域で30日以内に同規模以上の地震が起きた数(第5回WGの配布資料より)

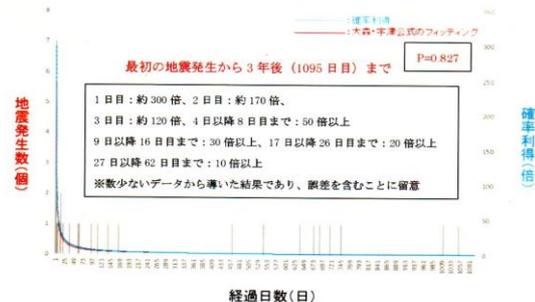


図3. M8以上の地震が起きた後、隣接地域で3年以内に同規模以上の地震が起きた数(第5回WGの配布資料より)

A から D までの 4 段階に分ける。A は、東側で地震が起きた後の 1～3 日目（確率利得が 300～120 倍）、B は 4～8 日目（同 50 倍以上）、C は 9～16 日目（同 30 倍以上）、D は 17 日目以降（30 倍以下）、それに応じて対応のレベルを変えろというものです。しかし、この「線引き」に科学的な根拠があるといえるでしょうか。この統計データは、パラメータがそれぞれ違うさまざまなプレート境界の地震を寄せ集めたもので、誘発地震だけではなく、余震も含まれています。大森・宇津曲線に乗っているととてもいえず、従って先に示した確率利得は極めて怪しいものです。17 日経ったから、もう大丈夫とはとてもいえないと思います。1944 年の東南海地震では 2 年後に南海地震が起きました。過去の統計データだけでなく、 ΔCFF や ETAS モデル、コンピューターでのシミュレーションも使われると思いますが、「確度の高い切迫性の判断は困難」だと私は思います。皆さん一人一人が線引きの判断を下さなければならぬ、という立場に立たされた場面を想像して見てください。「切迫性」の線引きの判断を下せるでしょうか。

中央防災会議の事務局や WG では、防災対応を「切迫性」と「脆弱性」をもとにレベル化すること基本に、大震法を存続させ、対策強化地域を南海トラフ沿岸地域全域に広げたいと考えているようですが、それに対して私は以下のような疑問・批判を抱いています。

まず第 1 は、「切迫性」を科学的に判別できないのに、対策のために無理やりに線引きしようとしていることです。「切迫性」をだれが判定するのでしょうか。基準があれば行政官でも対応できますが、判定するのは結局地震研究者に委ねられる可能性が大きいでしょう。

仮に、防災対策レベルが設定できたとして、それを解除するのは、もっと難問です。警報を解除した後で、大地震が起きたというイタリアのラクイラの地震の例を忘れてはいけません。

また、科学的な根拠に乏しい「不確かな情報」をもとに、国民に一律に行動制限を課すことが憲法上、許されるのかという問題もあります。「不確かな情報」は外れる可能性が高いわけですが、外れてもその損害は賠償しないというのも問題だと思ひます。さらにこれまでは「切迫性」だけを強調しましたが、震源の位置も規模についても確度の高い予測は困難である、という地震学の現状も忘れてはいけないと思ひます。

6. 大震法は有害で無用

もともと、大震法は地震災害による人命の損失を最小限にすることを目的につくられた法律です。人命の損失は、社会の耐震性の強化や津波避難対策を強化することによって防げます。南海トラフの東側が壊れた場合にも、事前対策が十分に

取られている場合には、西側でもそれほどの混乱は起きないと私は思ひます。

さらに、大震法が存続され、強化地域が西側にも拡大されれば、直前予知が可能であるという思ひ込みが広がることになるでしょう。その結果、個人・自治体の防災対策に対する主体性を失わせ、普段からの防災対策の手抜きにつながる怖れがあります。さらに、大地震の脅威にさらされているのは南海トラフだけではないのに、怖いのは南海トラフだけだという誤解も広がることでしょう。阪神大震災の前に起きたことの再現です。地震予知による防災は、発展途上国用の技術でもあります。

大震法は、確度が高い直前予知が可能という前提でつくられた法律です。その前提が崩れたことを認めるなら、いさぎよく廃止すべきです。注意情報的なもの、地震情報を出すことは現行の気象業務法でも可能です。仮に避難が必要と判断されるほどの根拠がある場合には、災害対策基本法によって住民の避難が可能で、直前予知に頼らなくても、建物や構造物の耐震化、避難対策の強化によって人命は救えます。以上の対策は、南海地震防災対策特別措置法や地震防災対策特別措置法によって可能です。不十分な点があれば、それを改正すればよいことです。

地震学コミュニティにとって、大震法の存続、対策強化地域の拡大によるプラス、マイナスを考へておくことも必要だと思ひます。まず、プラスとしてあげられるのは、地震・津波・地殻変動観測網の強化や観測体制の強化や、地震予知計画の継続が期待できることです。しかしながら、これらは大震法が廃止されたとしても、南海トラフ地震対策法は生き残るでしょうから、大震法の存続が必須の条件というわけではありません。

それに対して、マイナス面の方がずっと大きいと思ひます。かつて東海地震の研究や研究発表が自由にできなかったように、強化地域が拡大されれば、南海トラフ地震についての自由な研究発表が阻害される怖れがあります。一番の不幸を背負うことになるのは、将来の若い地震研究者です。地震学は、政治・行政の言い訳に都合よく利用されるからです。大地震が突然起きた時、「防災対応」の指示を国が出したのに地震が起きなかった時、「防災対応」を指示したが、被害が甚大に終わった時、「防災対応」を解除した後地震が起き、甚大な被害が出た時など、政治や行政は「地震学の実力不足」を真っ先にあげて、言い訳するでしょう。東日本大震災の後でも、地震学に対して社会の批判は目立たなかったのだから、そんな心配はない、と考へる人もあるかも知れませんが、これは社会の目が福島原発の事故の方に向けられた結果だということを忘れてはいけません。

また、「切迫性」の判断に関与した地震研究者

が刑事被告人になる可能性も考えておくべきでしょう。2009年に強制起訴という制度ができたからです。「防災対応」を解除した後に地震が起き、甚大な被害が出ることは十分考えられます。その場合に、「防災対応解除」に関与した関係者を検察庁が不起訴にしても、一般市民から構成される検察審査会が2度にわたって「起訴相当」の議決をしますと、その人は刑事被告人にされます。JR福知山線の脱線事故や福島原発事故で、JR西日本や東京電力の社長らが起訴されたのは、この強制起訴制度によるものでした。

大震法をなくしてどうするのか。「その時」ではなく、「それまで」が大切だという考え方を徹底することです。事前対策（避難対策・耐震化）を強化する。そして、大地震に耐える町づくり・国づくりを推進してゆくことです。エネルギー、運輸など過度のネットワーク化を是正し、地産地消社会を目指す、普段から、各個人、会社、自治体などで防災対策を進めてゆく。

気になる現象を観測した場合には、気象庁が情報を出し、個々の組織や個人がその情報をもとに判断し、対応する力を養っておく。観測データを公開し、誰でもアクセスできるようにする。そのためには市民の防災リテラシーの向上が不可欠です。誰かに指示してもらって行動するという行動パターンを捨てる必要があります。

地震学も防災に貢献できます。緊急地震速報や津波警報の高度化、耐震基準の強化、それに市民の防災リテラシーの向上などに努力してはどうでしょうか。

以上をまとめますと、確度の高い地震発生予測は困難である。注意情動的なものなら出せるかもしれないが、それにもとづいて国が防災対応を指示するほどの確度はない。特に観測された現象をもとに大地震発生の「切迫性」を線引きすることはほとんど不可能である。こうした地震科学の現状に沿って、大震法やその防災基本計画を見直すべきです。私は、確度の高い予測を前提にした大震法は歴史的な役割を終えたので、廃止すべきだと思います。大震法は、地震学の発展にとってマイナスでもあります。大震法を廃止して、大地震に耐える町づくり、国づくりに一層力を入れる方が、地震や津波災害の被害を少なくすることにつながると思います。

地震学会は、1978年の大震法の制定時も、1995年の地震防災対策特別措置法についても、何の発言もしませんでした。今回の大震法、防災基本計画の見直しに当たっては、地震学会として明確な意思表示をする必要があるのではないのでしょうか。

以上は、6月17日のシンポジウムでの講演直後にまとめた原稿です。中央防災会議の「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ」は8月25日、最終報告書

の案を公表しました。これについて、2, 3 コメントさせていただきます。

この報告書では、大震法の前提となっているような確度の高い地震予測は出来ないの、「大震法に基づく現行の地震防災応急対策は改める必要がある」と述べています。ここだけ読むと、大震法はもはや無用、といているようにも解釈できます。ところがその一方で、**ケース1**や**ケース2**では、避難を含む何らかの応急対策が望ましいとも述べ、各自治体などの防災対応を一斉に開始し、実施できるような仕組みをつくることを国に求めてもいるのです。一斉に避難を開始する仕組みといえ、大震法の警戒宣言をだれでもすぐに思い浮かべますから、この部分では大震法の枠組みの必要性を説いているようでもあります。結局、大震法をどうするかは、官僚や政治家たちの行政・政治判断に委ねた、ということなのでしょう。

このように中途半端な報告書になったのは、シンポジウムで大震法は廃止すべきだという意見も多かったために、大震法存続を明記することがためらわれたからかも知れません。

報告書では、**ケース1**や**ケース2**の具体的な避難の例を示しています。南海トラフ東側でM8以上の地震が発生（**ケース1**）してから3日間程度は、地震発生後5分以内に津波が到達する地域では、住民全員が安全な場所に避難する、南海トラフでM7クラスの地震が発生（**ケース2**）してから1週間程度は、地震発生後30分以内に津波が到達する地域では、高齢者等は安全な場所に避難する、などです。その根拠になっているのは、本論でも紹介した「10%~2%」というような極めて不確かな数字です。仮にこの数字が信頼できるものとしても、避難は空振りに終わる確率の方がはるかに高いのです。8月31日の『日本経済新聞』の社説は「不確かな情報をもとに避難指示を出すのが妥当か、研究者や市民を交えて慎重な議論が要る。むしろ、地震に不意打ちされても被害を減らす対策を考えるのが有識者会議の役目であるはずだ」と結んでいます。その通りだと思います。

本稿で使った図は、最終報告書の図とは若干異なっています。「切迫度」と「脆弱性」に応じて、防災対応をレベル化する考え方を説明した図1は、最終報告書では「切迫度」が消え、「地震発生の可能性」に代わっています。今回のシンポジウムで、「切迫度」を判断するのは困難だ、と多くの人が指摘したことが影響したのではないかと思います。また最終報告書では、1900年以降2016年6月までに全世界で発生したM8以上の地震の数が、92例から96例へと増えています。30日以内に隣接地域でそれと同規模以上の地震が起きた例も、15例から17例へと増えています。これに伴って、図2, 3も最終報告書では異なっ

た図になっていることをお断りしておきます。

※注： 本稿は9月21日（中央防災会議のWGの最終報告書の発表前）に投稿された。

参考文献

- 石橋克彦 2014 南海トラフ巨大地震 岩波書店
- 日本地震学会ニュースレター 2016, 2017 大震法に関するシンポジウム報告, 大震法に関する意見・解説記事, 2016年度4号, 5号, 6号
- 橋本学 2017 夢から醒める時 京都大学地球物理学教室同窓会（京大知球会）平成29年同窓会特別講演要旨
- 泊 次郎 2015 日本の地震予知研究 130年史 東京大学出版会
- 中央防災会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ 2016, 2017 各会合での配布資料
- 中央防災会議 南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会 2017 南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性について
- 吉田明夫 2017 みんなで考える地震予測—限界と活用法, 静岡新聞など主催「大震法シンポジウム」講演スライド

地震発生予測と大震法とのあるべき姿

(公財) 地震予知総合研究振興会 松浦律子

1978年の成立から40年近くを経て、大震法が現在持つ唯一の存在意義である警戒宣言発令は、解除規定のない現在の状態では、想定された地震がせいぜい「数日以内」に発生する危険性を、科学的に相当の確度で予測できる場合以外には使えない。しかし現在の巨大地震の発生予測は「数年以内」の発生可能性を地震活動度の相対的静穏化から判断するのが漸く精一杯という現状である。従って大震法の地域指定を解除して一旦棚上げする名誉ある撤退が科学的に正当である。一方地震学は、40年前の記述的定性的モデルから、物理に則った発生予測研究の道が、理論と観測双方の進展によって既に見通せるところまで到達している。少なくともプレート境界のM8以上の地震に関しては、歪みエネルギーの蓄積から解放に至る一連の過程：地震サイクルの物理的に妥当で定量的モデルが、現実の観測データと大筋合致することが既に確認されている。今度こそロードマップのある地震予測の戦略的研究を、地震サイクルの解明という純粋科学としても魅力的なテーマとして遂行し、学術としての社会的責任を正々堂々と果たすべき時である。大震法のくびきから自由になって、むしろ予測が困難である南海トラフにこだわらず、果敢な挑戦を多角的に展開できる幸せな時代が手に入るところに我々は居る。

1. はじめに

大震法ができた当時に学部生であり、専門家として国会で意見を述べた先生方の答弁に関する報道をリアルタイムで見聞きし、また直接ご本人たちから当時の発言に関する補足などを生で聞いた世代として、漸く大震法が見直されると聞いたことは大変感慨深い。私自身定量的な地震発生予測をテーマとしてきた、今や絶滅危惧種の地震活動の専門家の残党として、想定東海地震という未だ発生した事例がない地震の切迫性そのものに長年疑問をもってきた。また、富士川河口断層帯や南海トラフの長期評価には、大震法が存在するが故の難しさも見聞きした。1707年宝永地震の震源域が駿河湾内には及んでいない等、南海トラフの巨大地震の多様性の指摘 [e.g. 松浦・中村(2011)] は既に広く受け入れられ、今回の見直しに結びついたら、物故者となられた大勢のお師匠様たちに彼岸で合わせる顔がある。

現在は観測手法の進化と、稠密な観測網のもと、恵まれたデータを得られるだけでなく、プレート境界巨大地震の発生を、歪みエネルギーの蓄積と解放の循環(地震サイクル; 図1)の中のカタストロフィックな解放過程として扱える物理モデルが存在する [e.g. 松浦(2012)]. 警戒宣言に関わる極一部だけでなく全体を睨みながら魅力的な科学のテーマとしての研究が可能となっている。

大震法の制定時は日本の経済力の制約から、予知を前提とした巨大地震対策は行政にとって好都合であった。しかし1995年阪神淡路大震災以降、地震災害に限らない種々の災害関連の法整備が進んだ結果、現在他の法律でカバーできない、いわば大震法の存在価値は、唯一警戒宣言の発令にある。そこで本稿では、警戒宣言の発令に関連する事項を中心に、科学としての地震発生予測の現状と課題を論じる。

大震法の対象: M8超プレート境界地震

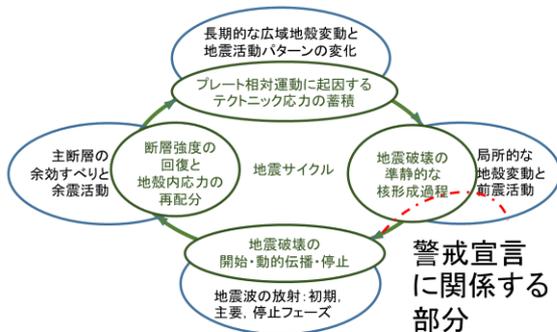


図1 巨大地震の地震サイクル
内側は物理現象、外側は観測される事象。破線はサイクル中で警戒宣言に生かせる僅かな部分。

2. 警戒宣言のための要件

現状の警戒宣言は一旦発令されると通常の世界・経済活動を著しく制限する。発令後は国中でひたすら地震発生を待つだけとなる。発令後実際に想定した地震が発生する期間として、社会の緊張と忍耐の持続が期待できるのはせいぜい数日間であろう。また、例えば、電離圏全電子数の正の異常現象の様に、M8地震に対して数分前、M9でも30分前 [Heki(2011)] という、恐らくは既に地震の高速破壊過程へのスイッチが入った段階を捉えているらしい直前の予測は、警戒宣言から始まる制度プロセスとは無縁である。従って警戒宣言が制度として意味を持つには、人間社会に都合がよい、半日から数日程度の時間スケールの間に想定されたプレート間巨大地震が発生することを、私権を制限できるほどの確実さで予測する科学的推定ロジックが存在する必要がある。

また、南海トラフの固有地震と称される直近二回のイベントに限っても、東海側の発生から南海側の発生まで安政では30時間 [e.g.石橋 (2012)], 昭和では2年間と、発生間隔が大きく異なっている。警戒宣言発令から社会の許容限度を超えてなお想定した地震が発生しない場合も有り得るので、必ず空振り時に備えた警報解除が警報発令とセットで存在する必要がある。

ここで思い出されるのは30年ほど前の1986年11月伊豆大島噴火の際の全島避難後の帰島判断である。大島ではその年11月15日にマグマ噴出が始まったが、専門家も「噴火は中央火口から」を全く疑っていなかった。地元にとっては御神火見物で観光客が見込める適度な噴火活動かという期待もあった。しかし21日多数の有感地震が発生した後の夕方、予期せぬ割れ目噴火が中央火口から外れて始まった。溶岩流が元町方面へ迫る中、波浮港から全島民の避難が当日の夜、急遽実施された。幸い噴火活動は長引かず、インフラ維持等に残った役場や電力等関係者も全員無事のうちにこの時の噴火活動は収束した。しかし避難した住民の帰還時期に関する判断は科学的には困難であった。科学者は帰島可能と言えないと見抜いた当時の鈴木都知事は、11月28日に現地を視察して、行政マンの勘でこの静けさは嵐の前の静けさではない、と帰島許可を行政的に決断した。これは結果論では英断であり、12月3日に一時帰島を実施するなどの積み重ねで12月20日から3日間で全島帰島が無事完了して、島民の避難生活は1ヶ月で済んだ。勿論この判断の裏には、不意打ちの夜間避難にも関わらず大きな混乱もなく迅速に避難できた島民への行政がよせる信頼も不可欠な要素ではあったろう。

翻って巨大地震に対する警戒宣言の場合、対象地域は桁違いに広く、人口も法人も数が多いだけで無く多様である。法整備当時は警戒を強いる主たる対象は静岡県民であり、ある程度の運命共同体の一体感も持ち得たであろうが、この40年間で社会の変容はあまりに大きかった。警戒発令は、事後の損害賠償請求を考えれば、科学的根拠の明示以外では不可能である。また、空振り時の警報解除のロジックも必須である。現在解除に関する規定が全くないことから、解除は警戒発令よりもさらにハードルが高いことは容易に判る。数日以内の発生予測よりも、数日後に想定地震が未発生の状態で解除を決める人こそ発令の何倍もの蛮勇が必要だ。これは、巷間種々ある占い風会員制地震予測情報配布でも、発生予測はあるが、ある期間ある場所には大地震は発生しない、という、本当は多くの人に実際に役に立つ類いの地震発生無し予測をするものが見当たらないこととも共通する。

発令後3日程度経て、警戒下の制約に社会の不

満が大きくなっていく状態で、躊躇なく警報解除できる科学的ロジックを我々は持っているだろうか。あるいは、もう一日待ってほしいと理由を説明できるであろうか。地震学会員に求められるのは科学的判断だけであり、地震学者は予言者ではない。私は、法律に機械的に「警戒宣言の有効期間は3日間」等、予め定めておき、自動解除する仕組み以外には解除規定の妙案を思いつかない。警戒宣言の制度が必要とする発生予測の要件が明確になったので、今度は、地震発生予測関連の現状を見てみよう。

3. 地震発生予測関連のトピックス

前述の Heki (2011) による GPS 衛星で計測できる電離圏の異常は、30分以内という勝負の早さと、超巨大地震直前に限られ、見逃す可能性が過去事例では無い、という利点を持つ点から、大震法には使えないが、超巨大地震以外の原因による異常との自動峻別ソフトウェアを開発する価値がありそうだ。特に新規の観測網の設置も必要ないので、過去データの病理解剖的悉皆調査をやる価値があるかと考える者が少数派なのは不思議である。

これ以外の会員制有料情報の根拠によく使われている電磁的シグナルの異常による予測は、予測領域が広く、予測期間が数週間から数ヶ月、予測対象が時に M6 未満の地震まで含んで規模のレンジも広い、等々、所謂占いが持つあいまいさに通じる点が多く、会員もパチンコで負けた時は忘れて勝ったことだけを覚えていられるタイプと想像される。有料で情報発信している以上、主催者は少なくとも数年ごとには客観的な成績を公表して、自己の科学的正当性を存分に主張すべきだと考える。このほか、予測の元となる観測値の種類は異なれど、年に何回も地震を予知していると称する類いのものは、大概常時変動している観測量を用いて、これまた広域で幅広い時間窓を持つ予測を出すという、占いの手口が用いられている。こういう占いの予測は、予測する必要のない地震に対しては頻々と予測的中を主張しているようだが、2011年東北地方太平洋沖地震や2016年熊本地震のように、最も予測すべき深刻な被害地震はいつも見逃している。

潮汐に対する地震活動の応答変化が大地震前に見られるという報告がある [e.g. Tanaka (2012)]. その解析には、地震活動の本質である時空間的続発性を含んでなお定量的に優位な変化であるかが示される必要がある。地震の続発性を含めて、リアルタイムで把握可能な変化であるかを、過去データでいいので、長期間のデータで確認すればいいだろう。

このほか、潮汐力や先行発生した地震による Δ CFF 等、震源域にとっては「外力」によるトリガー効果が地震発生に影響している、とする報告が

多数例ある。単純な弾性体ではない場での時間依存性が、根本の物理モデルに元々備わっていない場合は、予測として警戒宣言の判断に利用するのは難しい。こういう外力の影響は、あまりに多様であり得るので、ともすれば予測には発展できず、単なる記述にとどまってしまうがちである。徹底的な事例の列挙や分類による普遍性の検討が加われば予測への展開が見えるかもしれない。

最近リバイバルしている b 値の変化も、警報発令には使えない。 b 値が地震発生場の状態を表す指標たり得ることは、Mogi (1967) 以来論を待たない。しかし、予測という観点からは、前震と余震の b 値が異なるという特徴は全く無意味である。本震の破壊によって場の状態が変われば b 値が変化するのは至極当然だが、それは本震発生後にしか判らない後知指標である。本震前のある時期に b 値が変化したという報告が見ている現象は、実際は「地震発生数そのものの増減（多くは減少）」或いは「地震の規模別頻度分布の形状変化」であって、 b 値という単一スカラー量で代表させるべき現象ではそもそもない。 b 値は M の平均の逆数に比例する量であり、地震数が少ない場合や分布形状そのものが変化している場合には b 値の変化が物理的に何を表すかを云々するのは全くの無駄で、地震の時系列データを直接点過程解析すれば事足りる。40 年前に浅田敏先生は「 b 値で地震予知なんてできやしませんよ。」と仰っていたのは、 b 値の変化で判るほどの著しい状態変化が地震発生前数日では殆ど検知できないことを既に看破されていたからだ。

発生する地震規模の順番に特徴がないかに着目した Ogata *et al.* (1996) の方は、予測に結びつく。気象庁 M で 4.0 以上の地震の次に M が 0.5 以上大きい地震が発生する確率には地域性があり、日本全国の平均では 7% の確率であるという。確率は東日本の太平洋側で 10% など高い地域が多い。残念ながら南海トラフ周辺はここ半世紀ほどの地震活動が低調すぎるため、この確率も 0% に近く、この手法は警戒宣言には使えない。実際 2016 年 4 月 1 日に熊野灘で $M6.5$ の PHS プレートと陸とのプレート境界地震が発生したが、その後の熊本地震への社会的興味の集中によって特段の騒ぎも起こらず、幸いより大きい地震発生もなく既に 1 年半経過している。

前震の特徴としては、発生場所の集中度の高さや本震直前ほど発生例数が多い、などが言われるが、これらは多数の前震事例をスタックして漸く見える性質である。個々の事例の進行中に前震と判断できそうなのは、1945 年三河地震の前震のように、体感でも不安になるほどの活発な活動の場合に限られる。また、いくら活発でも松代地震のように最大地震は $M6$ 未満のまま群発地震活動で終わる事例もあって判断はまだ難しい。

4. 地震活動度の相対的静穏化

通常地震活動は ETAS モデルで普遍的に表現できる。尾形 (2015) のような時空間 ETAS モデルは、東日本の太平洋沖のように、ETAS 効果による地震が全体の半数近い地域では、 $M5\sim6$ 程度の大粒の地震発生率の予測としては優れた手法である。しかし、これは過去の大地震が発生した後の余震活動の重ね合わせが支配的である、通常状態に関する予測であり、飛び抜けて大きい「次の本震」の発生予測ではそもそもない。

現在 CSEP で行われている地震予測実験は、すべて日本では予測の必要性が低い通常状態に関する予測の成績比較である。国際的にはまだまだ $M6.5$ 未満の地震でも犠牲者が出る国が多い中での国際実験であり、地震発生頻度が高く、そもそもインフラの耐震性能が相当に高い現在の日本では、学術的な国際協力としての意義が大きい。ここで成績の良かったモデルであっても警報発令に必要な予測とは残念ながら無縁である。

現状で巨大地震の発生予測に最も関連しているのは、地震活動度の相対的静穏化、つまり通常状態からの差分を点過程解析によって定量的に監視する手法である。相対的静穏化研究の嚆矢は、大森-宇津公式という、通常状態が良く判っている余震活動からの差によって余震活動中の「次の本震」の発生を予測できるか、過去事例に関して病理解剖的に検討したもの [Matsu'ura (1986)] である。余震活動度を定量的に監視すれば、「次の本震」の前には地震活動度の相対的静穏化と回復が出現し、発生時刻の予想まではできないが、隣接域の大地震を警戒する必要性の判断には利用できることが判った。1995 年には準リアルタイムで兵庫県南部地震の翌日以降では最大の余震の発生を事前に検出できた [松浦ほか (1995)] ほか、2008 年四川地震の際には逆にその順調な余震活動から大余震の発生は無いと判断したが、実際四川地震後には大余震は発生しなかった。

この手法は大森-宇津公式:パラメーター3 個の式からの相対チェックであるため、計算も軽く、気象研究所では業務用に監視ソフトウェアも開発された。当時余震予測に気象庁は興味がなかったようで、実際には利用されなかった。現在でも大地震後の余震活動が支配的な時期の発生予測には、後述する ETAS モデルからの相対的静穏化よりも、リアルタイムで監視する際に速報震源の M の誤差の影響が小さいという利点はある。監視する M の下限を本震の $M-3.5$ 程度に押さえれば、ETAS モデルを用いなくても十分相対変化の監視が可能である。

Ogata (1988) はこれを拡張して百年近い東北地方太平洋側の海域の $M6$ 以上の地震カタログを用いて、得られる最尤 ETAS モデルからの、相対的な変化から、大地震の発生前には相対的な静

穏化が見られることを報告した。20年後の2007年、東北地方の太平洋側はこれまでに無いほど地震活動度が低下した。当時は1793年、1897年に牡鹿半島のやや沖合（南三陸沖）でM8程度の地震が発生した場所に110年間地震が発生しておらず、M8の再来が危惧されてよい時期であった。地学的に区分される東北沖の領域に関して、Ogata (1988) 同様にETASモデルからの相対的静穏化を検討したところ、2008年当時、125年間で最大の静穏化が検出された。これが2011年のM9の前の静穏化であったことは当時露ほども思わず、高々1793年程度の南三陸沖のM8地震が近々発生するという予測をした [Matsu'ura (2008), 松浦 (2011)]。

現在2007年当時の南三陸沖と同様に、北海道の根室沖等東部の広域で地震活動度が低下している [松浦 (2014)]。ETASモデルによる解析が不要なほど顕著な静穏化は現地では有感地震数の減少として体感でも認識されている。1611年慶長三陸津波の原因地震と同一と考えられる [e.g. 岡村・行谷 (2011), Matsu'ura *et al.* (2017b)], 北海道東部の広域に津波堆積物を17世紀に残し、300~500年に一度程度発生すると考えられる北海道東部の超巨大地震から既に400年が経過している [e.g. Nanayama *et al.* (2007)]。現在の静穏化がこの地震の再来につながる現象であるのか、今後注視する必要がある。

日本海側では、現在秋田沖の領域でも地震活動度が静穏化している。これは2011年の太平洋側の巨大地震からやや時間を置いて生じており、粘弾性緩和 [Hashima *et al.* (2014)] の影響が原因 [Matsu'ura *et al.* (2017a)] と考えられるが、近世以降大地震が発生していない秋田沖の領域であるから、こちらもやはり注視していくべき領域である。

ETASモデルや大森-宇津公式からの相対的静穏化の抽出は、定量的に大きい地震の中期的切迫性のフラグを立てられる、地震予測には有望な手法である。しかし、発生時期に関しては年単位など人間社会でそのまま活用するには曖昧すぎる。残念ながら警戒宣言には直接利用できない。そもそも「相対的静穏化」は、定常的な地震活動がある程度みられる場所でなければ定義できないので、南海トラフ周辺のように活動度が半世紀以上も低い領域には用いられない手段である。

地震活動度は所詮受動的情報であり、しかも静穏化は必ずしも準静的破壊核形成過程だけで出現するとは限らない。あくまで研究戦略上の注目領域の抽出と、中期的な地域への注意喚起とに利用可能な手段である。数日単位の発生警報のためには、相対的静穏化が見られる地域に対して、能動的に場の状態を随時把握する探査的研究が不可欠である。中期的な地震発生予測を役立てるた

めには、今後この分野での進展が期待される。

4. 結論

大震法の存在意義である警戒宣言発令の制度には、現在の地震予測の実力では貢献できない。警戒宣言の制度が存続するには、現在は見過ごされているが、警報解除の制度化も科学的見解に頼らない形で整備される必要が現代社会では必須である。また大震法の存在は、対象となった想定東海地震に対する自由闊達な議論をこれまで阻害してきたきらいがある。一旦は地域指定を解除して、今一度地震学者に自由に挑戦させて貰いたい。そのような環境に変われば、物理モデルと豊富なデータとを生かした新しい芽が生まれ、雨後の竹の子のような古い風地震予測は一掃されて、現在は「数年」程度の中期予測にとどまるプレート境界巨大地震の発生予測を、さらに絞り込む道が開けるであろうし、地震発生予測が21世紀の固体地球物理学の最も中心的テーマの座を勝ち取れるのではないだろうか。大きい視野で挑戦する若手の登場に期待しつつ、地域指定解除を望んでいる。

参考文献

- Hashima, A., Fukahata, Y., Hashimoto, C., and Matsu'ura, M., 2014, Quasi-static strain and stress fields due to a moment tensor in elastic-viscoelastic layered half-space, *Pure Appl. Geophys.*, **171**, 1669-1693, doi:10.1007/s00024-013-0728-0.
- Heki, K., 2011, Ionospheric electron enhancement preceding the 2011 Tohoku-Oki earthquake, *Geophys. Res. Lett.*, **38**, L17312, doi:10.1029/2011GL047908.
- 石橋克彦, 2012, 1854 安政東海南海地震, 日本歴史災害事典, 北原糸子ほか編, 吉川弘文館, 東京, 313-321.
- 松浦充宏, 2012, 東北沖超巨大地震とプレート沈み込み帯のマルチ地震サイクル, *地質学雑誌*, **118**, 313-322.
- Matsu'ura, R.S., 1986, Precursory quiescence and recovery of aftershock activities before some large aftershocks, *Bull. Earthq. Res. Inst.*, **61**, 1-65.
- Matsu'ura, R.S., 2008, On the recent relative quiescence in the area east off Tohoku district, northeastern Japan, *Proceeding ASC2008*, Y3-215, 337.
- 松浦律子, 2011, 2011年東日本震災に先行した東北沖地域での相対的地震活動度の静穏化とその回復, 日本地球惑星科学連合2011年大会, MIS036-P03.
- 松浦律子, 2014, 根室沖を含む北海道東部沖広域で継続中の大きな相対的地震活動度の静穏化について, 日本地震学会講演予稿集2014年度秋季大会, D21-03.
- 松浦律子・中村操, 2011, 1707年宝永地震の新地

- 震像（速報），歴史地震, **26**, 89-90.
- 松浦律子・平田直・ト部卓, 1995, 兵庫県南部地震の余震活動度の準リアルタイム監視—1月25日23時16分M4.7余震の事前予測—, 地震予知連絡会会報, **54**, 601-607.
- Matsu'ura, R.S., Ishibe, T., and Tsumura, K., 2017a, Significant decrease of seismicity in the northeastern margin of the Japan Sea after the mega thrust event on Mar. 11, 2011, JpGU-AGU Joint Meeting 2017, SSS05-10.
- Matsu'ura, R.S., Mitsunashi, Y., and Fukahata, Y., 2017b, A new approach to comprehend historical tsunami source, IAG-IASPEI 2017, S04-2-02.
- Mogi, K., 1967, Regional variations in magnitude-frequency relation of earthquakes, Bull. Earthq. Res. Inst., **45**, 313-325.
- Nanayama, F., Furukawa, R., Shigeno, K., Makino, A., Soeda, Y., Igarashi, A., 2007, Nine unusually large tsunami deposits from the past 4000 years at Kiritappu marsh along the southern Kuril Trench, Sedimentary Geol., **200**, 275-294.
- 岡村行信・行谷佑一, 2011, 17世紀に発生した千島海溝の連動型地震の再検討, 活断層・古地震研究, **11**, 15-20.
- Ogata, Y., 1988, Statistical models for earthquake occurrences and residual analysis for point processes, J. Am. Statis. Ass., **83**, 9-27.
- 尾形良彦, 2015, 統計モデルによる地震活動異常のモニタリング, 地震予知連絡会会報, **94**, 412-423.
- Ogata, Y., Utsu, T., and Katsura, K., 1996, Statistical discrimination of foreshocks from other earthquake clusters, Geophys. J. Int., **127**, 17-30.
- Tanaka, S., 2012, Tidal triggering of earthquakes prior to the 2011 Tohoku-Oki earthquake (Mw 9.1), Geophys. Res. Lett., **39**, L00G26, doi:10.1029/2012 GL051179.

地震発生予測研究の現状と展望

海洋研究開発機構 堀 高峰

直前予測が不可能との報告書を受け、従来の応急対策を見直すことが宣言され、その動きが始まりつつある。現象を科学的に評価するとともに、その評価を受けた大地震発生前の防災対応についても、事前に様々な時間スケール・多様なシナリオをもとに検討しておく必要がある。地震発生予測の研究は、現象の科学的な評価のために不可欠である。科学的な現状評価のためには、3次元不均質構造のモデル誤差まで考慮した、高度な解析にもとづくモニタリングと推移予測が必要であり、そのために、観測・解析・予測のループが閉じたモニタリングと予測システムの実現が今後の課題である。

1. はじめに

ここでは、筆者が2017年6月17日に開かれた(公社)日本地震学会主催シンポジウム「地震発生予測と大震法および地震防災研究」(以下、シンポジウム)において、表記のタイトルで発表した内容をベースとして、シンポジウム後に「南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会」(以下、調査部会)や「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ」(以下、WG)からの報告書、その後の著者自身の検討や周囲との議論を踏まえた内容について述べる。

2. 予測可能性と警戒宣言後の応急対策の見直し

調査部会の報告書(平成29年8月)は、「現時点においては、地震の発生時期や場所・規模を確度高く予測する科学的に確立した手法はなく、大規模地震対策特別措置法に基づく警戒宣言後に実施される現行の地震防災応急対策が前提としている確度の高い地震の予測はできないのが実情である。このことは、東海地域に限定した場合においても同じである。」とし、従来の「確度の高い予測は困難」というよりも踏み込んだ見解をまとめた。「現行の地震防災応急対策が前提としている確度の高い地震の予測」というのは、わ

かり易く言えば、「大地震発生の前2、3日以内に、起こることを確実に言い当てる」ことである。大地震前2、3日以内の前兆すべりの観測事例が世界的にもほとんど見られないこと、地震発生の数値シミュレーションで前兆すべりと類似した断層すべりの加速が起き始めても、それが途中で減速して地震に至らない場合があること等から、そのような予測はできないとされた。これを受けてWGの報告書(平成29年9月)では、「大震法に基づく現行の地震防災応急対策では、2、3日以内に東海地震が発生するおそれがある旨の地震予知情報を基に警戒宣言が発せられることを前提として、地震発生前の避難や各種規制措置等を講ずることとされているが、前述の現在の科学的知見から得られた大規模地震の予測可能性の現状を踏まえると、大震法に基づく現行の地震防災応急対策は改める必要がある。」とされた。シンポジウムの時点でも、地震学の現状に沿った方向に調査部会やWGの議論が進んでいることを指摘したが、現実との乖離が問題とされてきた応急対策の見直しが最終的に報告書に明記され、見直しに向けて動き始めたことは重要な一歩と考える。とはいえ、これはあくまで最初の一歩であり、重要なことはこれからどのように改善していくかである。

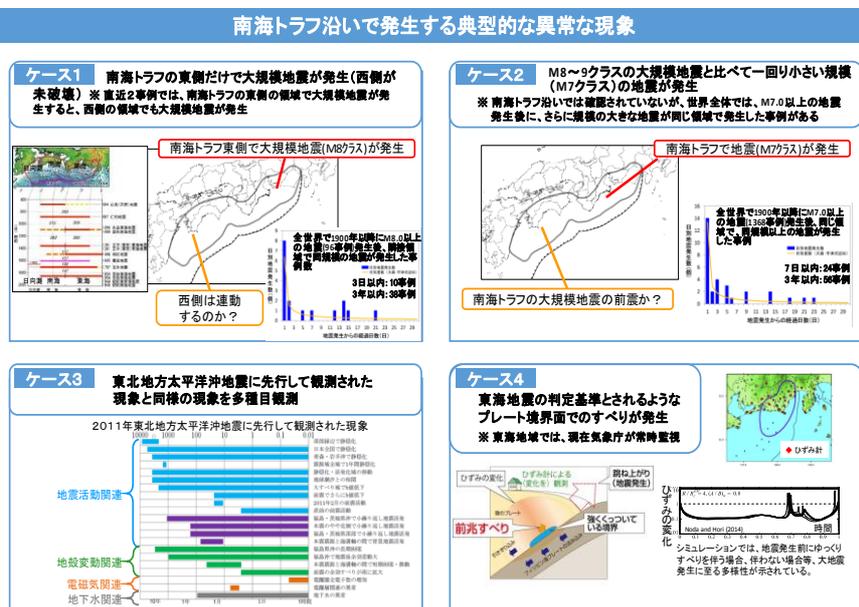


図1 地震発生前に想定される様々な現象として挙げられた例。これらはあくまで例であって、具体的には様々なシナリオを事前に考えておく必要がある。

3. 現象の評価と防災対応

従来は、現象の科学的な評価と警戒宣言を通しての応急対策実施が直結していた。しかも、現象としては前兆すべりのみを評価対象としていた。しかし、地震発生前に防災対応を取るべき状況は、調査部会・WGで検討された4ケース(図1)をはじめとして様々なものが想定される。

想定される現象には様々な時間スケール(数日、数週間、数ヶ月、数年、十数年)が考えられ、同じ時間スケールの中でもシナリオは様々(例えば、ケース1 南海トラフの一部でM8クラスの地震が起こる際に、震源域の広がりや東側とは限らず、西側、中央付近などもあり得、それによって対応の仕方は地域ごとに大きく異なる)。こうした様々な状況のもとでの防災対応を、網羅的に事前に検討しておくことが、いざ現象が起きた際の適切な防災対応に役立つと考える。

防災対応の内容は一律のものではなく、レベル分けが必要である。つまり、普段から行うべき事前対策から、よりコスト(色々な意味で)のかかる対策まで。この対策内容を今から検討しておくこと自体が、次の地震災害への備えにもなる。いざという時だけと置いていた対策でも、実は普段から備えられることも出てくるという意味で、事前対策のレベルアップにもつながる。WGやシンポジウムでは、短期的な防災対応に議論が絞られていたが、予測研究が一番貢献できることは、地道なリテラシー向上と事前対策のレベルアップと考えている。

現象の評価は科学の役割、防災対応の選択は行政の役割、その区別が重要である。同じような自然現象でも、いつ・どこで・どのような状況下でそれが起こるかによって社会的影響は異なるので、どのような対応をとるかの選択は政治的な判断が必要となる。従来も、科学的な評価をする判定会の結果を受けて、総理大臣が警戒宣言を出すかどうかという意味で政治的な判断をする段階が一応はあったが、対応の選択の幅はほとんど無かった。今後は、様々な状況に応じた様々な選択

肢の中から適切な対応を選択する方向に進む必要がある。WGの報告書でも、現象の評価を迅速に行うための組織に言及するとともに、防災対応の選択・判断について、原則として各自治体や企業等が判断するとしながらも、「防災対応を一斉に開始し実施できるような、また一斉に中止できるような仕組みについて、国が検討する必要がある」としている。その仕組みには、防災対応の開始や中止の社会的影響評価までを含んだ上で政治的判断をするための組織が必要であり、科学的な現象評価の組織とは別に、目的に沿った構成員で開かれる必要がある。

なお、どのようなシナリオ(複数の可能性)があり得るのか、それらに応じた防災対応の選択をするための材料(対応をとった結果の影響評価も含む)はほとんどないのが現状で、そこを地震学者・防災関係の専門家・報道関係者・国や地方行政・企業等で協力して基礎研究や検討を進める必要もある。

4. 予測研究の内容

防災・減災のための地震発生予測研究の内容は、地下で何が起きたのか、起きているのか、起きる可能性があるのか、起きた場合にどのような地震動・津波になるのかを科学的に示すことであり、2で述べた「現象の科学的な評価」に他ならない。

地震発生予測に入る前に、天気予報について振り返ってみる。天気予報は次の2つのプロセスで構成されている(図2)。

①原因となる現象のモニタリングと推移予測(数値予報)

②上記の現象を天気に翻訳するルール

①は、天気(雨や曇りなど)をもたらす原因となる現象に対する科学的知見にもとづく数理モデルを観測データに整合させる(データ同化)ことによる現状の把握と、モデルを時間発展させることによる推移予測。②は、数値予報の結果と天気を結びつける翻訳ルールであり、予測困難な非線形関係を、膨大な過去のデータから学習した知恵の塊と言える。

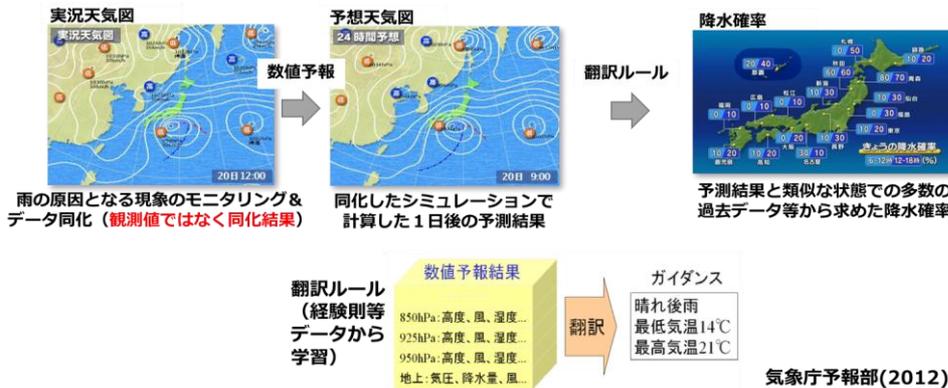


図2 天気予報における数値予報と翻訳ルール。この両方があって初めて予報が実現している。

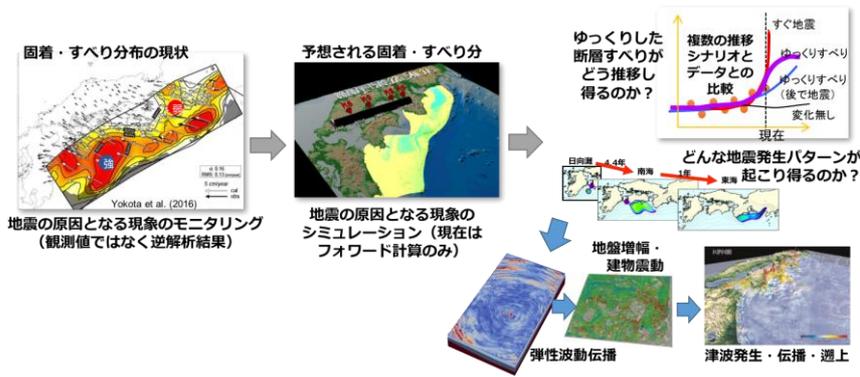


図3 地殻変動データによるモニタリングと推移予測，それらにもとづくハザード予測

地震の場合，①には大きく分けて2種類ある。
 (1)地震活動をデータとしたモニタリングと推移予測

厳密には，原因となる現象ではないが，CSEPの取り組みはこれにあたり，普通の地震活動度レベルを規定できる。モデルは，時空間 ETAS や G-R ポアソンなどであり，これらのモデルパラメータを過去の地震活動に合わせることで，その後の地震の確率評価が可能となる。

(2)地殻変動をデータとしたプレート境界での固着・すべりのモニタリングと推移予測

現状は固着・すべりのモニタリングが運動学的なモデルでの逆解析で，そこにダイナミクスを入れるデータ同化にするのが現在の課題である。地下で何が起きたのか，起きているのかのモニタリングを数理モデルの逆解析（データ同化）で実現できれば，「何が起きる可能性があるのか（推移予測）」，「起きた場合にどのような地震動・津波になるのか（ハザード予測）」は数理モデルでのシミュレーション結果の受け渡しで，ある程度実現可能である（図3）。

一方，地震の場合の②にあたるものは，広い意味では①で設定した「定常状態」に対して，そこからのズレ（異常）を様々な指標で評価し，それ

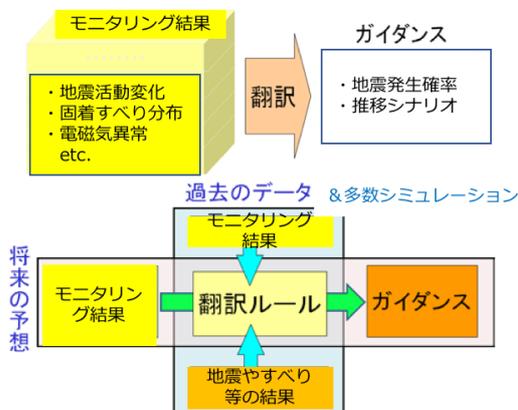


図4 地震の場合の翻訳ルール

ぞれの指標と大地震との関係を翻訳ルール化することで，人が知りたい現象の「予報」（大地震が発生する確率の評価等）につなげるということになる（図4）。

- ・地震活動：前震評価，相対的静穏化，b 値低下，潮汐相関等
- ・地殻変動：ゆっくりすべりの加減速，余効すべりの起こり方等

ここには，様々な先行現象を用いた予測評価（通常地震発生確率に対するゲインの算出など）がすべて含まれる。また，地震の場合は観測データに限られるので，海外の観測データの活用やシミュレーションで見られる「先行現象」（SSE や余効すべりの起こり方の違い等）を抽出し，それと大地震との関係を学習し，大地震の発生確率の評価につなげるといったことも不可欠である。

ただし，①や②の前提となるモニタリングが，現在十分できているかといえば，決してそうではない。2016年4月1日熊野灘（1944年東南海地震震源域内）で起きたM6クラスの地震で明らかになった課題として，海陸にまたがる複雑な構造を1次元や2.5次元に近似するために，震源位置の結果が近似構造次第で異なり，混乱を招いた。これは，陸域に整備されている基盤観測網のデータに加えて，近年，海域の観測データが得られるようになったことで，地形や3次元構造不均質を，データ解析のモデルに適切に取り入れる必要が出てきたことを示している。その際，構造不均質の推定にも誤差を伴うことから，構造のモデル誤差を考慮した上での震源決定や断層すべり解析の誤差評価も重要になってくる。幸い，計算科学・計算機科学研究の進展により，3次元不均質構造モデルを多数生成して，モデル誤差を考慮した上での断層すべり分布推定が実現している。

今後は，海陸それぞれでこれまで蓄積してきた構造探査データや海陸の基盤・準基盤観測網のデータ等をフルに活用し，日本列島とその周辺の3次元不均質構造モデルを構築し，誤差を考慮した震源決定・断層すべり解析等による地下のモニタリングシステムを構築することが，①と②の前提となる現象の科学的評価にとって不可欠である。

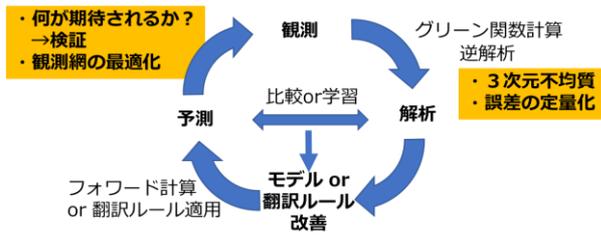


図5 観測・解析・予測のループ

これは、これまでとこれからの観測網への投資に見合った社会への還元の意味でも重要である。

それが実現すれば、海陸にまたがる豊富な観測データに見合った高詳細なモデルを用いた高度なデータ解析、対応するモデルでのシミュレーションによる①の意味での予測や②の意味での翻訳ルールの適用、それらの結果の観測による検証とモデルや翻訳ルールの改善、より最適な観測網の提案といった、観測・解析・予測+モデル・翻訳ルール改善のループができる(図5)。これにより着実に科学的知見が蓄積・発展すると期待され、現象の評価を通して、防災対応に活かされることになる。

5. 結論

「現行の地震防災応急対策が前提としている確度の高い地震の予測はできない」ということで、従来の応急対策を見直すことが宣言され、その動きが始まりつつある。今後は、より適切な見直しとなるように取り組む必要がある。

現象を科学的に評価するとともに、その評価を受けた大地震発生前の防災対応についても、事前に様々な時間スケール・多様なシナリオをもとに検討しておく必要がある。

地震発生予測の研究は、現象の科学的な評価のために不可欠である。科学的な現状評価のためには、3次元不均質構造のモデル誤差まで考慮した、高度な解析にもとづくモニタリングと推移予測が必要であり、そのために、観測・解析・予測のループが閉じたモニタリングと予測システムの実現が今後の課題である。

現象の科学的評価と防災対応を進める上では、あらゆる手を尽くすことが重要である。研究者・行政・企業・個人が、それぞれに大事だと考えること・得意なことに精一杯取り組み、それらをすべて有機的に「現象の評価と防災対応」につなげることができれば、防災・減災が着実に進むと期待する。なお、WGは南海トラフだけを対象としていたが、「現象の評価と防災対応」は、日本全国で実施すべきものであり、モニタリング・推移予測システムも、当然日本列島とその周辺全体を対象としたものを想定している。

参考文献

- 気象庁予報部, 平成 24 年度数値予報研修テキスト「数値予報の基礎知識と最新の数値予報システム」(数値予報課), 2012.
- 南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会, 南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性について, 2017.
- 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ, 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく 防災対応のあり方について (報告), 2017.

地震リスクのインフォメーションとコミュニケーション

京都大学防災研究所 矢守克也

地震に関する情報は、「人が自分の態度を事前に決めること」（金森博雄）に寄与しない情報（インフォメーション）にもなれば、それに貢献する情報（コミュニケーション）として伝わることもある。社会的にはむしろ後者の側面が重要であり、その立場に立つならば、インフォメーションの「当たり外れ」の改善（予知の精度向上）以上に、「人」（地方自治体や市民）の側の主体的な選択・行為の醸成を促すリスク・コミュニケーションのデザインが重要となる。それは、大震法の見直しに伴う議論で強調されている方向性とも合致する。筆者らが開発中の津波避難訓練支援アプリ「逃げトレ」は、そうしたコミュニケーションを試みた事例の一つである。

1. インフォメーションとコミュニケーション

『大津波 来たらば共に死んでやる 今日息
が言う 足萎え吾に』
『この命 落としはせぬと足萎えの 我は行き
たり 避難訓練』

これら2つの短歌はいずれも、南海トラフ地震が発生したとき、最悪の場合、全国一高い34メートルの大津波に襲われると想定された高知県黒潮町に暮らす方が、巨大想定に対するご自身の気持ちを歌ったものだ。しかし、両者には大きな違いがある。前者には、強大な津波の脅威に対する絶望とあきらめが、後者には、それでもそれに立ち向かっていこうとする強い気持ちが表現されている。2つの受けとめの間に見られる違いを、どのように理解したらよいだろうか。

災害の想定について考える上で、心しておくべき非常に大切なことがある。それは、想定には、性質がまったく異なる2つの想定が混在しているという事実である。第1の想定はハザード（自然現象）に関する想定であり、第2の想定は被害（社会現象）に関する想定である。狭義の地震発生子測はもちろん第1の想定に属するが、たとえば、大震法が一言でも「人的被害」や「経済被害」に言及したら、それは第2の想定に（も）関与したことになる。

このうち、第1の想定（自然現象の想定）については、私たちが想定を知ったことが実際に起こることに影響を及ぼす可能性はない。想定を知った今も、知らなかった数年前も、それとは無関係に南海トラフ付近の地殻運動は粛々と進んでいる。この意味で、第1の想定は、「当たるか当たらないか」、そのどちらかである。

他方で、第2の想定（社会現象の想定）については、想定を私たちが知ったことによって、この先何が起きるかが大きく変わる可能性がある。被害は、自然現象と違って、私たち人間の反応や社会の準備によって変化するためである。30メートルもの津波が来るだって、もうあきらめた、何もしない。このような反応を示す人が増えれば、最悪の被害想定よりもさらに悪い結末に至る恐

れもある。

逆に、大きな揺れを感じたらすぐ逃げようという意識をもつ人が増えれば、あるいは、家具固定や耐震化のとりくみが進めば、犠牲者数は大幅に減少する。なぜなら、犠牲者の想定数は、たとえば、「東日本大震災では×%の人が揺れの後20分以上避難しなかった」といった多くの前提——しかも、私たちの努力によって変更可能な前提——に基づいて計算されているからだ。

要するに、第2の想定については、「当たるか当たらないか」ではなく、人間・社会の側が「変わるか変わらないか」が問われている。被害想定は、一般市民、自治体、専門家を含めた私たち全員の、今からの対応次第で、いい方にも悪い方にもいくらかでも変わる。被害想定は、悲観的にせよ楽観的にせよ、「そのような未来が待ち受けているのですね」と政府や自治体の試算をそのまま受け入れるようなものではない。想定の数値は、私たちの力で、今から変えていくべきターゲットである。

冒頭で紹介した2つの短歌の違いは、まさに、この意味での「変わるか変わらないか」の分岐点を見事に表現している。津波そのものに関する想定、つまり、将来予想される自然現象に関するインフォメーションとしては同じ情報が提供されたとしても、予想される被害を伝えるリスク・コミュニケーションのありようによっては、まったく異なる客観的帰結を生む可能性がある。想定が人びとを「来たらば共に死んでやる」の方向に向けるのか、「我は行きたり避難訓練」の方向に向けるのかによって、来るべき南海トラフ巨大地震は、まったく別のシナリオを描くであろう。

ここで種明かしをしておきたい。2首の歌、実は、同じ80歳代の女性によって詠われたものである。作者は、黒潮町に暮らす秋澤香代子さん。この短歌がきっかけで、筆者自身も親交がある。当初、巨大な想定にあきらめの気持ちを隠せなかった秋澤さんだが、周囲の働きかけ、役場の防災へのとりくみによって、文字通り「変わった」のである。ご家族の話によると、「前の歌を書いて以降、気持ちに変化があった」とのこと、今で

は、「もう 80 代、先は見えておりますが、命は大切に守っていきます」と力強く語っておられる。2014 年 3 月におきた伊予灘地震の際も、真夜中 2 時過ぎの地震発生だったにもかかわらず、しっかり避難されたとのことである。

大震法をめぐる議論に限らず、災害やそれがもたらす被害の想定については、インフォメーションとしての正確性や妥当性にばかり目を奪われがちである。しかし、秋澤さんの 2 つの短歌は、それよりもむしろ、当該のインフォメーションが、どのようなリスク・コミュニケーションとして人びとのもとに運ばれるのか、そして受けとめられているのか。こちらがきわめて大切であることを私たちに教えてくれる。

2. 「人が自分の態度を事前に決められる情報」

とは言え、コミュニケーションは、インフォメーションと実体として異なるものではない。両者は、むしろ、同じコインの表裏のようなものである。たとえば、金森（2012）が、「地震研究堂々と進めよ」との論説の中で、「人が自分の態度を事前に決められる情報を提供することがポイントである」と主張するとき、同じコイン（地震研究の成果）が、人が自分の態度を事前に決めることに寄与しない情報（インフォメーション）にもなれば、そうではなく、それに貢献する情報（コミュニケーション）として伝わることもあること、この両方の可能性が示唆されている。だからこそ、後者こそが「ポイントである」との主張がなされている。なお、「人が自分の態度を事前に決められる」というとき、大震法の議論に即して特定すれば、ここでの「人」とは、具体的には地方自治体や市民ということになる。

ここで、決められること（「選択」可能であること）は、イコール、「選択」に伴う「責任」を有することにもなることを明記しておかねばならない。このことは、この度の「大震法」をめぐる議論でも繰り返し提示されてきた。たとえば、次のような認識である。

「大震法のポイントは、あらかじめそれぞれの主体がその責任において作成した計画にのっとり防災措置を実施するというシステムをとっている。これが大前提でございます」（「中央防災会議防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ」（第 5 回）議事録、平成 29 年 5 月）から引用、傍点は引用者）として、地震情報を踏まえた自治体や市民の主体的な選択・行為の重要性が強調される。その上で、「当時の法案の中でも、予知が空振りになったときに補償するのかということが一つの議論になっているわけですけども、こういった考え方のもとで計画を立て…幸いにして予知が空振りになったとしても、それは幸

い空振りになったことであって、本来自分が計画で定めた自分の財産、生命、身体を自分でお守りいただくことに対しての負担と言うことで理解をいただきたい」（同議事録、傍点は引用者）として、自治体や市民の主体的な選択・行為に伴う責任について言及されている。

3. 空振り

地震予知や想定をめぐる「選択（可能性）」と「責任」の同時性・双対性に関しては、いわゆる「空振り」について考えてみると、すぐに理解できる。

ひるがえって、そもそも「空振り」（「オオカミ少年」効果）とは何だろうか。たとえば、自動車運転保険について考えてみる。一年間無事故だったから保険金は空振りだったと、ふつう思うだろうか。筆者は、何十年と空振りを続けているが、当然、長年の無事故をむしろうれしく思っている。あるいは、人間ドックに行き、「特に悪いところなし」との通知をもらって、今年の検診は空振りだったと思う人もいないだろう。

考えて見れば、空振りの元祖、野球の空振りも、まったく無意味というわけではない。走者の盗塁を助けるため、狙い球を相手に悟られないためなど、相手側との駆け引きの中で意味をもつ空振りも多い。そもそも、何もせずに見逃してはだめで、実際にスイングすることではじめて相手投手の球筋をよく見極められる、という話を聞いたこともある。

保険や人間ドックの空振りと災害情報（地震予知・想定）をめぐる空振りとの違いは、どこにあるのか。それは、空振りした本人（当事者）が主体的に何かを選んだこと—まさに、「自分の態度を事前に決めた」こと—の結果としての空振りなのか、他人（たとえば、専門家や行政）に「お任せ」していた何か空振りに終わったのかの違いである。「当たり外れ」（だけ）が問題ではないのだ。その証拠に、保険だって無理に勧められて契約させられたものが無用に終わったら、「やっぱり入らなくてよかったんじゃないの」と空振り感が強く残るだろう。

このことから、地震予知・想定をめぐる空振りにおいても、専門家の側の「当たり外れ」の改善、つまり地震予測の精度向上以上に、先に述べたように、地方自治体や市民の側の主体的な選択・行為の醸成（それを促すコミュニケーション）が大切だとわかる。自らの主体的な選択・行為が可能だったときにはじめて、換言すれば、それが自らの主体的な選択・行為による結果として生じた場合にのみ、「用心のために避難してみてもよかった、地震は起こらなかったけど、それなりにいいこともあった」という受けとめが、想定を受け

手の側に生じる。大震法の今後を展望するとき、そのようなコミュニケーションとともに地震情報が提示されるような社会的仕組みを整備していくことが死活的に重要だと思われる。

それに対して、「当たり外れ」の枠組みに囚われた人たちが、訳知り顔に「今回、予知情報（人間ドック）が『空振り』に終わったわけですが、ご感想は？ 今後の対策は？」などつまらないことを言い出すから、空振りが「空振り問題」としてあり続けてしまう。その意味で、予知の「空振り」に伴うマイナス効果を克服する鍵は、予知（インフォメーション）の精度向上ではなく、予知のコミュニケーション・デザインの改善の方にある。

地震予知情報であれ何であれ、また程度の差こそあれ、将来のことは不確実である。だれも、100%正確に未来を予測することなどできない。だから、予測情報に百発百中のヒット率を求めることは危険である。つまり、繰り返しにはなるが、「当たり外れ」の改善だけで勝負することには限界がある。むしろ、空振りが現実発生してしまう可能性を正面から見つめ、その上で、「なんだ、空振りじゃないか」というフィーリングが芽生えるのを抑制するコミュニケーション・スタイルを模索する方が現実的かつ得策である。そして、その鍵は、地震予知・想定に伴う地方自治体や市民の側の主体的な選択・行為（その余地）をどのように確保するかという点にある。

さて、本節の最後に、これまでの議論から当然生じうる誤解を予め一つ解消しておきたい。それは、ここでの議論を、単純素朴な自己責任論（「自分の命は自分で守りましょう」風の自助論）だと考える誤解である。逆に言えば、地震予知・想定を提示した専門家の側の責任放棄論だとする誤解である。自己責任論（責任放棄論）とは、わかりやすくいえば、「私たち（地震研究者）としてはわかっている情報はすべてお伝えしました。よって、あと、それをどのように料理するかは、みなさん（地方自治体や市民）の自由（選択）です。したがって、どのような結果が出来しようと、それはみなさんの責任です」、このような主張である。

ここで筆者が提起していることは、むしろまったく正反対のことである。地震予知・想定に関わる情報は、好むと好まざるとにかかわらず、地方自治体や市民の側の主体的な選択・行為とは独立した中性的なインフォメーション（第1の想定）にはおさまりきれない。それは、好むと好まざるとにかかわらず、地方自治体や市民の側の主体的な選択・行為に深く関わりそれに影響を及ぼすコミュニケーション（第2の想定）として生じてしまうし、またそうあるべきだ（というのが、ここまでの議論であった）。よって、そのコミュニケ

ーションの結果に対する「責任」は、主体的な選択・行為を直接的になした地方自治体や市民の側にあるのはもちろんだが、同時に、そういうものとしてコミュニケーションを展開した専門家の側にも生じる。コミュニケーションとは、元来、「コミュ」（共同性）を作るという意味である。金森の言う「人が自分の態度を事前に決められる」情報の共同生成に、専門家（地震研究者）は、地方自治体や市民とともに関与してしまっている。だから、そこには、当然、（共同）責任が生じる。

4. 「逃げトレ」

それにしても、主体的な選択・行為を支援するコミュニケーションとはどのようなものか。今般の大震法の見直しをめぐって、それはどのような具体的な形をとるべきなのか。

「中央防災会議防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ」（第7回、平成29年8月）で示された報告書「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応のあり方について（案）」では、「主体」という言葉が多用され、本稿でこれまで述べてきたことが強調されている。

たとえば、「各主体における防災対応計画の策定・調整及び訓練等の充実…（中略）…大震法以降に制定された法律に基づくいずれの諸計画についても、そのような考えの下、調和を図りつつ各主体自らがあらかじめ計画を策定し、地震発生時等には自らの判断で計画に沿ってそれぞれの防災対応を実行することとされている…（中略）…国の各機関、地方公共団体、関係事業者等の各主体が主体的に検討することが必要であるが、国はここで示す基本的な考え方や、避難についての例、各ケースの際に想定される社会の状況や被害の状況、大規模地震が発生した場合に想定される被害の状況を丁寧に説明しながら、各主体における検討を促し、相互の連携が図られるように取り組む必要がある。」（傍点は筆者）

以上のような記述である。しかし、そのための具体的な方策については今後の検討に委ねられる形になっている。そして、ここで強調されている、多種多様な主体による主体的な選択・行為を醸成するために何がなされるべきか、その具体策を現時点で体系的に提示する力量は、筆者にもまったくない。

そこで、ここでは、筆者自身がこれまで関連分野で試みてきた取り組みを一つ紹介することで次善としたい。それは、筆者らが開発中の「逃げトレ」という名称のアプリ開発の事例である。「逃げトレ」（商標登録済）とは、内閣府のSIPプロジェクト（「戦略的イノベーション創造プログラム」）の支援を受けて、筆者らが開発中の津波避難訓練支援を目的としたスマートフォンのアプ

リである。「逃げトレ」は、避難訓練参加者（アプリのユーザー）が主体的に選択し、行為した個別の避難行動と、当該地域で想定される津波浸水状況の時間変化を、スマホ画面上で同時に動画として可視化するアプリである。

ユーザーは、訓練前に、地震発生から何分後に避難を開始する（できる）か、L1、L2といった津波レベルのちがいが（実装予定）を自身で選択（入力）できる。もちろん、どこからどこを通過どこまで避難するかも、ユーザー自身が選択する。また、訓練中には「現在位置まであと何分で津波が来るか」など刻々の状況を文字情報と動画情報を通して知ることができるほか、訓練後には、自らが選択し行為した避難行動の成否を確認できる。「あと10分早く家を出ていたら」といった別条件で避難した場合の成否についてもシミュレーション機能を用いてチェックできる。さらに、複数のユーザーの訓練結果を集団で避難した場合の状況として集合化して動画で再現することもできる。以上について詳細は、既刊のレポート（たとえば、孫ら、2017）を参照いただくとして、ここでは概要を集約した図1を示すだけにとどめる。



図1 「逃げトレ」の概要

ここでのポイントは、むしろ、「逃げトレ」がユーザーの主体的な選択・行為を促進し支援するツールとなりえていることにある。それを立証するために必要な概念を社会科学の領域からひと組だけ導入しておこう。

東（2007）は、ライトノベルや美少女ゲームなどのサブカルチャーの消費スタイルに、ポストモダンな現代社会を生きる人間の生一般の特徴を見た啓発的な論考として著名である。この中で、東は、アプリのユーザーが「逃げトレ」にしばしば与える形容でもある「ゲーム」（的なツール）について取りあげ、「キャラクター」と「プレイヤー」という注目すべき概念を提示している。

「キャラクター」とは、ゲームの中で実際に実

現した一つのシナリオに没入する方向のドライブと親和的で、シナリオ分岐型のゲームの中で、その分岐の一つを懸命に生きるキャラクター（それと一体化したプレイヤー）に由来する。これは、特定のシナリオ（予測・想定）に「コミットメント」（没入化・絶対化）するドライブである。

対照的に、「プレイヤー」とは、さまざまに分岐しうる多種多様なシナリオの総体を俯瞰する視点と親和的で、マルチストーリーゲームをプレーするプレイヤーはそのような視点へと自然に導かれるので、このように呼ばれる。これは、通常、「コンティンジェンシー」（偶有化・相対化）と呼ばれるドライブである。

5. 「キャラクター」と「プレイヤー」の相乗

「緊張感がある」、「あと何分で津波が来るかわかるので危機感をもつ」、「津波が迫ってきて臨場感や切迫感をもてた」、「結果がはっきりわかっていい」。以上は、「逃げトレ」の実証実験で、アンケートまたはインタビュー調査によってユーザーから得られた感想である。

これらの感想は、従来の避難訓練と比較して、「逃げトレ」を用いた訓練に対して、一より正確に表記するならば一当該のトライアルで設定した特定のシナリオ・条件のもとで展開された避難行動とその結果に対して、ユーザーがより強い「コミットメント」を示し、「キャラクター」としてそこにより強く没入したことを示唆している。だからこそその緊張感、臨場感、切迫感である。

他方で、従来の避難訓練は、多くの場合、津波がどの程度切迫しているか特定されず、避難行動や準備に要した時間も計測されず、したがって、その避難行動が結果として適切だったのかどうかについても判明しないままに実施されてきた。そのため、訓練参加者はそこに「キャラクター」として入り込むことができない。これでは、人びとは主体的な選択・行為をなしえず、その結果として、旧来のタイプの避難訓練が形骸化するのやむを得ない。

ただし、「逃げトレ」がユーザーに醸成した強い「キャラクター」性が無条件でポジティブな影響をもたらすとは限らない。そのことは、「逃げトレ」を、「場合によっては、人を殺すツールにもなりえる」と評したある研究者の言葉によく表現されている。特定の条件設定のもとで実施された1回限りのトライアルやその結果に強く「コミットメント」することは、それ以外のシナリオや可能性を度外視することでもある。「他の道を通っていけば」、「実際の津波がもっと小さかったら」、こういった無数の「if」を無視して、「逃げトレ」が提示した、当該のトライアルの結果だけにユーザーが一喜一憂するとすれば（そのような利用法をユーザーに強いてしまうとすれば）、先の懸命は現実のものとなろう。

しかし、「逃げトレ」は、次のような別の効果ももたらしている。これは、冒頭で紹介した黒潮町での実証実験での一コマである。「逃げトレ」で得られた動画を、訓練後、実際にアプリを使って訓練した本人だけでなく、その他の住民も参加した津波防災ワークショップで共同視聴したことがある。すると、「もう少し早く家を出ていたら…」、「このブロック塀が崩れたら…」といった意見がワークショップ参加者（訓練参加者本人も含む）から多数提示されたのである。

これは、「逃げトレ」を用いた訓練が、従来型の避難訓練と比較して、ある特定のシナリオや可能性（実際にその参加者が示したトライアル）を相対化し、そこから離脱する運動・作用、つまり、ユーザーに「プレーヤー」の視点を与え、その「コンティンジェンシー」を高めていることを示している。加えて、この事実は、「逃げトレ」が主体的な選択・行為（その可能なオプションの集合）に対するユーザーの想像力を高めている証左だと見なすこともできよう。

ただし、「キャラクター」性と同様、「プレーヤー」性も無条件でポジティブな影響をもたらすわけではない。そのことは、「ゲーム的な印象が強く、緊張感がなくなるかも」という別のユーザーの「逃げトレ」に対する感想によくあらわれている。述べてきたように、「逃げトレ」は、自在に条件設定を変えながら（たとえば、違う経路をとってみる、津波想定を変えてみるなど）、「うまく逃げ切れるか」をチェックすることをユーザーに促す。つまり、「プレーヤー」の視点へとユーザーを誘導する「ゲームっぽいづくり」になっている。上記の感想は、ゲームがもつ「やり直しがきく」という性質がネガティブに現れた場合に相当すると考えることができる。

以上のように、「逃げトレ」には、「キャラクター」（コミットメント）と「プレーヤー」（コンティンジェンシー）の両方のドライブを同時に生み出す力がある。たしかに、上で留保したように、両ドライブにはそれぞれメリットとともにデメリットもある。しかし、真に主体的な選択・行為を促し育てるためには、「キャラクター」と「プレーヤー」という反対方向を向いた2つのドライブを生産的な形で両立させる形で、情報（この場合、津波浸水想定情報）がコミュニケーションされる必要がある。つまり、まずは、「キャラクター」として特定のシナリオ・可能性へと人びとを主体的に強くコミットメントさせることが大切である。その上で、それを「プレーヤー」として鳥瞰的に相対化しそこから主体的に離脱を図ること、言い換えれば、コンティンジェンシーの運動が必要である。

「こんなになんばって逃げたのに、“避難失敗”という結果になった」と嘆くとき、ユーザーは強

くそこに「コミットメント」して（しまつて）いる。しかし、いったん強く「コミットメント」するからこそ、「そうか、5分早く避難を始めるだけで、こんなに状況が変わるのか」、「津波の大きさが変わると、こんなに世界が変わるのか」と、それを相対化し、多くの可能なシナリオの総体を鳥瞰的に見つめる「プレーヤー」の視点を印象深く体験することができる。

「逃げトレ」において、「キャラクター」（コミットメント）と「プレーヤー」（コンティンジェンシー）は互いに打ち消すのではなく、相互に強化し合いながら、ユーザーの主体的な選択・行為を支援し育成する。「逃げトレ」のユーザーは、無限のシナリオ・可能性を包含した、ありえる世界の総体へと漸近するプロセスの中で、自らの選択・行為が有する意味、それがもたらす帰結を主体的に探り、検証し、実感する。これこそ、政府が報告書で求めている「自らの判断で計画に沿ってそれぞれの防災対応を実行する」（4節）ことに他ならないように思われる。

参考文献

- 東浩紀, 2007, ゲーム的リアリズムの誕生, 講談社.
- 中央防災会議防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ, 2017, 同第5回議事録.
[http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taio_wg/pdf/h290526gijiroku.pdf]
- 中央防災会議防災対策実行会議 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ, 2017, 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応のあり方について（案）.
[http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taio_wg/pdf/h290825shiryo01.pdf]
- 金森博雄, 2012, 地震研究堂々と進めよ, 毎日新聞, 11月5日.
- 孫英英・矢守克也・鈴木進吾・李勇昕・杉山高志・千々和詩織・西野隆博・卜部兼慎, 2017, スマホ・アプリで津波避難の促進対策を考える: 「逃げトレ」の開発と実装の試み, 情報処理, 58(1), 1-10.

大震法廃止・地震関連法一本化と、発生予測の補助手段化を

神戸大学名誉教授 石橋克彦

2017年11月から大規模地震対策特別措置法(大震法)にもとづく東海地震の予知情報と警戒宣言が取り止めとなり、気象庁から「南海トラフ地震に関連する情報」が出されることになった。しかし、大震法による「予知型地震防災」の名残を引きずっている感があり、「南海トラフ偏重」の印象もあって、日本全国の地震防災にとっては必ずしもよいとは思えない。大震法を廃止し、複数の地震防災関連法を一本化して抜本的改善を図るべきだろう。その際、全国どこでも大地震が突発的に発生することを大前提にするべきである。だが同時に、発生予測研究自体は地震科学の必然であり、研究結果として、または地震活動の推移などから、大地震発生可能性が高いという予測が現実的になる状況は全国どこでも稀に起こりうるから、不確実な予測を減災に活かす道筋も補助的に用意しておくのがよい。

1. はじめに

今年(2017年)の秋、大地震の直前予知が可能であることを前提にした大規模地震対策特別措置法(1978年成立;以下、大震法)にもとづく防災対策が、大きく転換することになった。

9月26日に開かれた中央防災会議の防災対策実行会議(座長:菅義偉内閣官房長官)において、現在の科学的知見からは確度の高い地震の予測は難しく、そのことを前提として南海トラフ地震対応を考えることが重要であると確認された。そして、従来の対応を早急に見直し、最新の科学的知見を生かした新たな防災対応の構築を急ぐ必要があるとされたのである(内閣府, 2017a)。

これは、同日提出された「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ」(主査:平田直東京大学教授)の報告「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応のあり方について」(以下、WG報告;内閣府, 2017b)にもとづいている。そしてWG報告は、「南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会」(座長:山岡耕春名古屋大学教授)の8月25日の報告「南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性について」(以下、予測可能性報告;内閣府, 2017c)を踏まえている。

これらを受けて気象庁は、9月26日、新たな防災対応が定められるまでの暫定措置として、11月1日から「南海トラフ地震に関連する情報」(以下、南海トラフ地震情報)を発表することとした(気象庁, 2017)。これに伴い、東海地震のみに着目した「東海地震に関連する情報」(以下、東海地震情報)の発表は取り止めるとされた。

以上によって、大震法による東海地震対策の根幹部分—気象庁が異常現象を検知して東海地震発生のおそれありと判断すると、内閣総理大臣から警戒宣言が発せられ、事前計画にもとづいた強制的な地震防災応急対策が実施される—が実行されないことになったわけである。

大震法は、直前予知が困難だとわかってきたのに予知を大前提にしていることに対して、少なからぬ地震研究者から疑問が呈されてきた(例えば、

安藤, 2016; 鷺谷, 2016)。私も、後述のように1976年に「駿河湾地震」の直前予知をめざすべきだと主張したとき、地震発生が予測された場合の社会への情報伝達の仕組み等を整備すべきだと述べたが、地震の不意打ちも当然あると思っていたから、大震法には違和感をもって(例えば、石橋, 1997, p.48)。したがって、警戒宣言を核とする仕組みが停止することになったのは一つの改善といえるのだろう。

しかし、「予知型地震防災」の大震法が核心部分の適用を外して存続するのは不自然であるし、南海トラフ全域に拡大した「発生予測型」防災対応の強調は、社会に新たな誤解を生じかねないと危惧される。さらに、気象庁の南海トラフ地震情報に関して、その根拠ともいえるWG報告と予測可能性報告を含めて、いくつかの疑問がある。

2. 南海トラフ地震情報についての疑問

気象庁(2017)によれば、11月1日から運用が開始される南海トラフ地震情報は「(臨時)」と「(定例)」からなる。前者は、南海トラフ沿いで異常な現象が観測されて調査を開始した場合、調査を継続している場合、大規模地震発生の可能性が高まったと評価された場合、そうではなくなったと評価された場合、に出される。後者は、評価の助言のために新設される「南海トラフ沿いの地震に関する評価検討会」(以下、検討会)の定例会合の結果を発表するものである。

上記の「異常な現象」とは、南海トラフ沿いでM7以上の地震が発生した場合や東海地域のひずみ計で有意な変化を観測した場合などが想定されている。前者は、予測可能性報告に示された「ケース1」(南海トラフの東側だけでM8級地震が発生)と「ケース2」(南海トラフでM7級の地震が発生)に相当し、後者は同じく「ケース4」に相当するのだろう。

ケース1(西側が先の場合も含む)は実際ありうることで、隣接域の新たな大震災のほかに最初の被災地での大規模な二次災害が憂慮されるから、予測は非常に重要である。しかし、本震直後から

震源域内・上盤内・下盤内でM7超の余震・誘発地震の続発が予想され、気象庁は通常業務内で注意を喚起するだろう。しかも、トラフ西側のプレート間巨大地震も検討会が始まる前に発生するかもしれない。実際、トラフ全域の同時破壊とされている1707年宝永地震は東側と西側で時間差があったかもしれないが、史料から分離できないだけである(例えば、宇佐美・他,2013; 石橋,2014)。したがって、緊急的な注意喚起を、内容に十分注意しつつも、南海トラフ地震情報の枠組みに囚われずに一刻も早く発表したほうがよい。南海トラフ地震情報は、このケースでは初動において形式的すぎると思われる。なお、このケースについてWG報告は「短期的な地震発生の可能性を定量的に評価可能」としているが、全世界の統計データにもとづく定量評価(確率)にあまり意味があるとは思えない。

また、西側の巨大地震が発生しないまま2週間程度が経過し、「地震発生の可能性が特段に高い状態ではなくなった」と判断される場合の評価例が予測可能性報告の「別添資料」に示されているが、實際上どれほど有意義なのかかわからない評価になっている。

ケース2とケース4も、検討会での検討は重要だろうが、予測可能性報告が述べているように、現象をよりの確に分析・評価する基準や手法等はさらなる研究が必要である。石橋(1978)は、大震法の背景の楽観的地震予知論を批判したなかで、異常現象を捉えた場合の「判定」は、科学的理解がほとんどないために、地震科学の乏しい知識を総動員して「勘と経験で勝負する」ことになり、誤りを犯すおそれが強く、「その都度創造的判断を要求される高度に研究的なもの」だと指摘した。南海トラフ地震情報(臨時)のための「評価」も基本的に同じだろう。大震法はそのような「判定」を防災行政の中核に組み込んだわけだが、そのことが反省されている現在、大震法の轍を踏んでいるのではないかと懸念される。

私は、地震発生予測の努力と防災への活用の模索を否定するわけではない。しかし、予測可能性報告が、確度の高い地震発生予測は困難であることや、定量的な確率予測も不確実なことを強調しながら、4つのケースを取り上げて評価手法と評価例を示しているのは、行政主導のようにも感じられて違和感がある(4ケース以外の現象が起こる場合や突発的に地震が発生する場合もあると断わってはいるが)。報告中の一文「科学的知見の現状について、過度の期待や誤解がないよう、社会との間で共有することが不可欠である」を、南海トラフ地震情報についても社会に浸透させることが重要だろう。

なお、ケース1で隣の地震発生時期を見極めるのは一般的には困難だと思われるが、非常に運がよければ、本震の震源過程の準リアルタイム把握、

GNSSやひずみ計によるプレート間固着状態の変化の推定、中小地震の活動推移などによって予測できるかもしれない。これに関連しては、予測可能性報告が重視しているプレート間固着状態の変化の監視だけではなく、最初の地震直後のフィリピン海プレートの動きの直接観測のために、南海トラフの外側に東から西まで測位観測網を展開しておくことが非常に重要であろう。

3. 発生予測型対応と南海トラフ偏重への懸念

南海トラフ巨大地震が近い将来に発生する可能性は否定できないし、東日本大震災を上回る大災害をもたらす恐れもあるから、その対策が国家的課題であるのは確かである。しかし、(1)日本列島はどこでも大地震が起こるのであり、南海トラフ地震災害より先に別の地域で大震災が生ずる可能性が低くない、(2)南海トラフ巨大地震についての地震科学の知見がまだ十分とはいえない、(3)予測可能性報告とWG報告が述べているように南海トラフ地震が突発的に発生する場合もありうる、を総合的に考えると、実情以上の「発生予測型」地震対応と、ある種の「南海トラフ偏重」が進む傾向に、懸念を覚える。

(1)に関しては、私は日本列島の地震テクトニクスからみて、北海道から九州までの内陸や日本海沿岸で南海トラフ巨大地震に先行する大地震が起こりうると考えているので(例えば、石橋,2014)、それらの震災対策を軽視できない。1995年阪神・淡路大震災の際に、大震法が東海地震ばかりに社会の注目を集めたとして批判されたが、再び「日本の地震防災の焦点は南海トラフ」というような誤解を生まないように十分注意しなければならない。

(2)に関しては、南海トラフ巨大地震の原動力や発生機構から、震源断層面の形状、地震がもたらす諸現象に至るまで、防災に直接大きく役立つほどに解明されたとは言い難いだろう(例えば、石橋,2014)。原動力・発生機構に関しては、私は上盤の運動も無視できないと考えていて、それは南海トラフ巨大地震と内陸巨大地震(1586, 1596, 1891年など)との相互連関などにもつながると思うが、フィリピン海プレートの沈み込みだけという単純なパラダイムで物事が進んでいる。

震源断層面になると考えられているプレート境界面の形状も、完全に解明されたわけではなく、地表や海底の観測からプレート間固着の状態を推定するときには有意な誤差を与える。また、1707年宝永地震と1854年安政南海地震における出雲地方の震度6以上の揺れが強震動予測で再現できていない事実は、計算手法の問題だけではなく、私たちの自然の理解(震源過程や地下構造など)がまだ不十分であることを示しているだろう。

このような現状で、発生予測を強調した南海トラフ地震対策が「最新の科学的知見を生かした新

たな防災対応」として大々的に進められるのは、南海トラフ地域と全国の震災軽減にとって、望ましいことのように思えない。

なお、南海トラフ地震災害軽減のための地震科学の活用に関しては、本質的な限界があることを指摘しておきたい。それは、地震現象が、普遍的な法則性に従う物理現象であると同時に地域性・歴史性を有する地学現象でもあるから、地震科学が相当に進歩して物理的にかなり正確な予測ができるようになったとしても、実際には予測しえない現象が起こりうることである。具体的には、例えば沿岸海底下の隠れた枝分かれ断層がプレート境界主断層と同時に活動したり、海底地滑りが生じたりして、局所的に予測を超える激しい揺れや大津波をもたらしかねない。震災軽減は、「科学的予測」に頼り切ってはいけないと思う。

4. 大震法を廃止し地震関連法の一本化を

前2節で述べた疑問・懸念が生ずるのは、大震法の考え方が引きずられているためかもしれない。「予知(確度の高い予測)はできない」から始まったはずが、結局、「地震発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まった」というような地震発生予測が実用上可能とされたのだ。

すっきりさせるためには、思い切って大震法を廃止すべきであろう。直前予知にもとづく警戒宣言によって地震防災応急対策を実施するという仕組みが作動しないなら、安藤(2016)が言うように大震法は意味がないのである。

なお、私の「駿河湾地震説」(石橋, 1976, 1977, 2003)が大震法制定の背景にあるといわれる。たしかに私は、将来の東海地震の主要震源域が当時見落とされていた駿河湾だろうと指摘したとき、予想される被害が甚大で発生時期が近いかもしれないとして、直前予知をめざすべきだと訴えた(当時は世界的に地震予知を進める考えが強かった)。そして発生予測を社会に活かす仕組みを整備すべきだとも述べた。しかし、私の主張の本質は地震予知計画関係者に「地震予知実験」を提案したという性格であり、いきなり大震法のような法律に結びつくレベルではなかった。しかも私は、地震対策は、直前予知がなされる場合、不確実な予知情報が出る場合、不意に襲われる場合に分けて考えておくのが当然だと思っていたから、当初から大震法は変な法律だと思っていた(私は大震法の制定には関知していない)。大震法は政治的な産物だったともいわれるから(例えば、泊, 2017)、今の機会に廃止したほうがよい。

現在、日本の地震対策の法律には、大震法および関連する「地震財特法」(略称, 1980年)のほか、「地震防災対策特別措置法」(1995年)、「日本海溝・千島海溝地震特措法」(略称, 2004年)、「首都直下地震対策特別措置法」(2013年)、「南海トラフ地震特措法」(略称, 2013年)があるという(括

弧内は成立年; 平田, 2016)。

これらは、阪神・淡路大震災や東日本大震災の経験および「最新の科学的知見」を適時地震対策に活かそうとした結果かもしれないが、継ぎはぎ感・重複感が強い。法律の素人だが、大震法を廃止したうえで残りを一本化することを考えてはどうだろうか(各特措法にもとづく「対策大綱」はすでに一元化されているという)。

その際に重要なのは、全国どこでも地震は突発的に発生するという大前提を基本にすることである。しかし同時に、南海トラフ地震ばかりでなく、後述のように内陸の活断層などでも、異常な現象が観測されて大地震発生の可能性が高いと推測される事態が稀には生ずるかもしれないから、不確実な地震発生予測を防災に活かす最低限の道筋も盛り込んでおくのがよいと考える。

WG報告は「突発的に地震が発生することを前提として(中略)防災対策を着実に進めていくことが重要である」としたうえで、事前に異常な現象が観測される場合を検討した。地震対策の「主と従」をその通りにすればよいのである。

そもそも日本列島における地震防災の基本は、どこでも大地震が突然発生することを前提として、家屋や構造物を丈夫にし、延焼火災が起きないようにし、軟弱地盤や山地・丘陵などでの被害を減らすために無理な土地利用を抑制し、都市の過密化を避け、津波から避難できるようにしておくなど、既存の知識・技術を最大限に活用して国土・社会を地震に強くしておく(地震と共存できる体質にする)ことだろう。地震や強震動の予測が第一ではない。

とは言え、地震科学が自然科学として本質的に内包している「予測」の研究成果が、震災軽減に活かせる場合があると考えられるので、その点も考慮しておいたほうがよいというわけである。なお、地震対策の根本は突き詰めれば文明論になると思うが、それについては石橋(1994, 1997, 2014など)を参照されたい。

南海トラフ地震情報に関する報道では、臨時情報が出たときに住民や自治体がとるべき防災対応の指針を政府が早く示すべきだという論調が多い。だが、広域交通システムなどは別として、大地震が起こりそうなときにどうするかは基本的に個人や地域共同体が主体的に考えるべきことだろう(難しい問題も多いが)。社会全体の地震に関する常識を高めつつ、情報をできるだけ公開すべきではあるが、人々の情報依存や他力本願を助長しないことも非常に重要だろう。

5. おわりに

本モノグラフのキーワードの「地震発生予測」について、「予測」は自然科学研究において本質的な要素であることを再確認しておこう。したがって、地震現象を研究していれば自ずと地震発生

予測が結果することが起こりうるわけである。

それに関連して、大震法批判が高まるなかで「地震予知は不可能」ということばかりが強調されているが、そう簡単には片付けられないと思う。もちろん、「原則すべての大地震について場所と規模と発生時を2,3日程度から時間単位の直前までに確かな科学的理屈にもとづいて予測すること」は、ほとんど永久的に不可能だろう。しかし、石橋(1995, 1997)が述べた「大局的地震予測」と短期・直前の「応急的地震予知」は、ごく限られた地震に対してだが、まったく不可能とは言い切れない。大局的予測はいくつか実績があるし(駿河湾地震は失敗だったが)、1930年北伊豆地震(M7.3)の例(顕著な前震によって地元住民にも警戒され、中央気象台が神奈川・静岡両県知事に事前に注意喚起した)を思い出せば、内陸の顕著な活断層などにおいて将来応急的地震予知が(否応なしに)試みられ、運よく成功する可能性を否定はできないだろう。そのような場合に社会が混乱しないよう、発生予測ができるだけ震災軽減に活かされるよう、最低限の枠組みを考えておくべきことは前節で述べたとおりである。

地震発生予測および地震予知の研究は、基礎的なものから実践的なものまで、今後も積極的に追究するほうがよいと考える。その意味では今回の予測可能性報告とWG報告は、従来見られなかった有意義な検討結果として評価されるだろう。

最後に、石橋(2011, 2016)でふれたことだが、地震科学全体が震災軽減のための防災行政に直接的に組み込まれすぎているのではないか、知的探究としての地震研究をもっと主張してよいのではないか、ということ述べておきたい。

地震科学には災害科学としての側面があるし、強震動研究などは実学(工学)的性格も強いが、多くの地震研究は「人間が生かされている大自然の一部である地震と地球をよりよく知ろうとする知的営み」という自然科学である。ところが阪神・淡路大震災以降、そのような基礎研究にまで地震防災行政の過度の依存とコントロールが及び、地震科学の側も行政への直接的奉仕を強めてきたように思える(地震科学が、無理な国土利用や都市集中のための「用心棒」の一人にさせられている感もある)。

体制化された科学の宿命がますます強まるなか(橋本, 2015)、非常に深刻な問題だが、主体的研究意識を少しでも取り戻し、研究成果を人々に伝えることによって過酷な大自然と共存していきける社会の醸成(基礎体力の涵養)に貢献することを、学界全体でもっと考えるべきだろう。これはもちろん、前述の「震災軽減は地震科学に頼りすぎるな」という指摘と裏腹の関係にある。

参考文献

安藤雅孝, 2016, 大震法の廃止, 日本地球惑星科

学連合ニュースレター (JGL), 12, 13.

橋本学, 2015, 地震科学の未来, あるいは終焉, 日本地震学会講演予稿集2015年度秋季大会, 10.

平田直, 2016, 大規模地震対策特別措置法(大震法)とは何か?, 日本地震学会ニュースレター, 69, NL4, 11-13.

石橋克彦, 1976, 東海地方に予想される大地震の再検討—駿河湾大地震について—, 昭和51年度地震学会秋季大会講演予稿集, 30-34.

石橋克彦, 1977, 東海地方に予想される大地震の再検討—駿河湾地震の可能性—, 地震予知連絡会会報, 17, 126-132.

石橋克彦, 1978, 地震予知の実際的戦略と東海地震予知, 科学, 48, 529-536.

石橋克彦, 1994, 大地動乱の時代—地震学者は警告する—, 岩波新書, 240 pp.

石橋克彦, 1995, 科学的“地震予知”をめざして—新しい“地震災害軽減計画”の提案, 科学, 65, 573-581.

石橋克彦, 1997, 阪神・淡路大震災の教訓, 岩波ブックレット, 63 pp.

石橋克彦, 2003, 「駿河湾地震説」小史, 科学, 73, 1057-1064.

石橋克彦, 2011, 地震防災行政と自然科学, 科学, 81, No.10, 巻頭エッセイ.

石橋克彦, 2014, 南海トラフ巨大地震—歴史・科学・社会, 岩波書店, 262 pp.

石橋克彦, 2016, 東海地震説から40年, 地震ジャーナル, 62, エッセイ.

気象庁, 2017, 「南海トラフ地震に関連する情報」の発表について,

<http://www.jma.go.jp/jma/press/1709/26a/nankaijoho.html>.

内閣府, 2017a, 中央防災会議「防災対策実行会議」(第10回) 議事概要について,

<http://www.bousai.go.jp/kaigirep/chuobou/jikkoukaigi/10/pdf/gaiyou.pdf>.

内閣府, 2017b, 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ,

http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taio_wg/taio_wg.html.

内閣府, 2017c, 南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会(平成28年9月～平成29年7月),

http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/tyosabukai_wg/index.html.

鷲谷威, 2016, 「大震法について考える」集会報告, 日本地震学会ニュースレター, 69, NL4, 9-10.

泊次郎, 2017, 大震法は制定過程に問題があった, 日本地震学会ニュースレター, 69, NL5, 24-25.

宇佐美龍夫・石井寿・今村隆正・武村雅之・松浦律子, 2013, 日本被害地震総覧 599-2012, 東京大学出版会, 722 pp.

大震法と関連組織を即時に廃止すべき

東京大学大学院理学系研究科 ゲラー・ロバート

1978年に設定された大規模地震対策特別措置法（以下に大震法と略す）に基づいて、「東海地震」の実用的予知体制が設立された。観測データに基づいて「東海地震」が3日以内に発生する恐れがあると判定された場合、総理が警戒宣言を発令して、想定震源近くの6つの県にまたがる地域において強制的にほぼ全ての活動をストップすることになっている。この制度を担保するような予知は非現実的であるとの批判は当初よりあったが、これまで大幅な見直しは行われてこなかった。しかし、2017年9月に開かれた中央防災会議において、予知は困難であり、警戒宣言発令は実質的にやめ、その代わりに注意報情報を発表するとの方針変更を発表した。この対応は遅すぎではあるが、ある程度評価できる。一方で、大震法と関連組織を即時廃止しないことには大いなる矛盾がある。本稿では、結局、地道に耐震性の高いまちづくりを進めていくことが何よりも重要であるという当たり前の帰結を今一度確認したい。

1. はじめに

筆者は1994年の予知シンポジウムの発表をはじめとして(ゲラー, 1994), 和文(ゲラー, 2003, 2011, 2012, 2013, 2015, 2016) 及び英文(Geller, 1997, 2011, 2017)で大規模地震対策特別措置法(以下, 大震法と略す)の廃止の必要性を論じた。そのことに関しては既に何度も議論しているため、ここでは廃止すべき理由の要旨のみを述べる。

大震法は1978年に施行された。当時の状況に関し、事実関係については島村(1997)と芦田(1997)を参考にしたい。大震法に基づく政府が描いたシナリオは以下の通りである。気象庁等は“異常”とされたデータを観測した場合、6人の研究者からなる地震防災対策強化地域判定会(以下, 判定会と呼ぶ)を開催し、3日以内に東海地震発生の恐れがあるかどうかを審議する。

「有る」と判定した場合、気象庁長官は総理にこれを伝え、閣議を経て「警戒宣言」を発令することになる。警戒宣言は強い法的拘束力があるために、発令された場合、新幹線の運行をはじめ、静岡県などではほぼすべての経済活動および社会活動などが停止する。

2. 問題点を整理する

Geller (1997)が指摘したように1978年に設置された大震法に基づく予知体制は国内外を問わず前代未聞であった。すなわち、信ぴょう性が高い前兆現象の存在は当時(現在でも)確立されていなかったにもかかわらず、大震法はその存在を前提としたのである。

観測研究として巨大地震の前兆現象を捕えようとしたプロジェクトの評価はさておき、1978年の制定時において、どこの国においても科学的に信ぴょう性がある前兆現象は1度も観測されていなかったにもかかわらず、また、当時の地震学の知見に基づいても(当然現在の知見でも)、大震法とその関連組織がやろうとした実用的予知は明らかに理不尽だったと断言できる。

1970年代後半に故竹内均氏(当時、東京大学理学部教授)は大震法を公に批判した(1979年8月27日付、朝日新聞夕刊)。大震法及びそれに付随した体制の科学的根拠のなさは皆分かっていたはずなのに、現在に至るまでほとんどの主要な地震学研究者が、予知組織に参加し、消極的にその存在を黙認してきた。特に根拠のなさを分かっていたはずにもかかわらず、批判的発言を控え、歴代の判定会委員を引き受けた研究者の言動には首を傾げざるを得ない。関係者だけではなく、地震学者全員が、不作為を含めて、自分達の言動を反省すべきである。

3. 40年前の間違いを繰り返すな

中央防災会議(2017)は、今回新たに「南海トラフ地震に関連する情報(臨時)」の発信を可能にすることを提言した。情報発令条件は以下の通りである。

○南海トラフ沿いで異常な現象(※1)が観測され、その現象が南海トラフ沿いの大規模な地震と関連するかどうか調査を開始した場合、または調査を継続している場合

○観測された現象を調査した結果、南海トラフ沿いの大規模な地震発生の可能性が平常時と比べて相対的に高まったと評価された場合

○南海トラフ沿いの大規模な地震発生の可能性が相対的に高まった状態ではなくなったと評価された場合

※1: 南海トラフ沿いでマグニチュード7以上の地震が発生した場合や東海地域に設置されたひずみ計に有意な変化を観測した場合などを想定。

上記について考察する。(1)南海トラフ沿いでマグニチュード7以上の地震が発生した場合、数分以内に地震情報が発表される。気象庁は通常記者会見を開いて解説し、対応する、したがって、判定会は不要である。

より重要な問題は(2)「東海地域に設置された

ひずみ計に有意な変化を観測した場合」にある。責任をもって情報を公表するためには、一般的に以下の 2 つの科学的な条件が必要であろう。(a)国内外で確認され幅広く認められている大地震の発生に繋がったひずみ変化の観測事例が存在すること(例えば、5回以上、JGR, BSSAなどに掲載されたもの)、(b)観測されるひずみ変化が大地震の発生に繋がるか否か、確立された識別手法が存在すること(例えば、JGR, BSSAなどに掲載され、幅広く認められたもの)である。しかし、筆者が知る限り、(a)(b)両者を裏付ける研究成果は存在しない。そうであれば、いい加減な注意報を発令することは国民にとって利点はなく、控えるべきである。

4. 結論

大震法と関連組織を即時撤廃すべきである。

現在、予知(警戒宣言、注意情報)には科学的な根拠がなく、頼りにならないことを冷静に受け止め、どのように国民の生命と財産を震災から守るかとの問いに真正面から答えるべきである。地道に耐震性の高いまちづくりを進めていく以外に方法はない。

参考文献

- 芦田みどり, 1997, 欺瞞だらけの大震法は即刻廃止せよ, Ronza, 2月号, 50-55.
- 中央防災会議, 2017, 幹事会決定:「南海トラフ地震に関連する情報」が発表された際の政府の対応について, 9月26日.
<http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/>
- ゲラー・ロバート, 1994, 地震予知再考, 地震予知研究シンポジウム論文集, 131-140.
- ゲラー・ロバー, 2003, 大震法に科学的根拠はあるのか?, 科学, 73, 1038-1043.
- ゲラー・ロバート, 2011, 日本人は知らない「地震予知」の正体, 双葉社.
- ゲラー・ロバート, 2012, 防災対策と地震科学研究のあり方:リセットの時期, in 地震学の今を問う, 日本地震学会モノグラフ第1号, 5-8.
- ゲラー・ロバート, 2013, 避けて通れない出口戦略, in 「ブループリント」50周年—地震研究の歩みと今後, 日本地震学会モノグラフ第2号, 19-21.
- ゲラー・ロバート, 2015, 間違った学説に頼るな, in 地震調査研究推進本部 20年の資料集, 地震調査推進本部, 132-137.
<http://www.jishin.go.jp/20years/>
- ゲラー・ロバート, 2016, 揺らがない「地震予知村」, 学鑑, 113(3), 14-17.
- Geller, R.J., 1997, Earthquake prediction: a critical review, Geophysical Journal International, 131, 425-450.
- Geller, R.J., 2011, Shake-up time for Japanese

- seismology, Nature, 472, 407-409.
- Geller, R.J., 2017, Japan must admit it can't predict earthquakes, Nature, 545, 289.
- 島村英紀, 1997, 強引な官僚主導でゆがんだ地震予知体制, Ronza, 2月号, 46-49.

社会の地震防災力向上のために地震予測をどう役立てるか

滋賀県立大学環境科学部 小泉尚嗣

震災は、地震を契機として発生するが、震災の規模から考えると、地震そのものは複数の震災要因の1つに過ぎない。したがって、地震予測精度の向上（あるいは低下）は必ずしも震災の大小とは結びつかない。震災に影響するのは、むしろ、社会の側の防災力である。震災軽減のために生まれたのが地震学であり、現時点でも住民が地震学に最も望むのも震災軽減への貢献である。したがって、地震学者は、地震現象の正確な把握と、その反映としての地震予測への貢献に加え、得られた知識を社会の地震防災力向上に役立てることが求められている。

1. 地震は震災の要因の1つにすぎない

日本における地震の予知・予測研究に大きな転換点をもたらした東日本大震災（死者・行方不明者：約 18,000 人）の主な原因は、平成 23 年(2011 年)東北地方太平洋沖地震（マグニチュード 9.0）によって生じた津波である。沿岸部における津波の規模や到達時刻は、(同地震発生後の)観測によって、ほぼ的確に予測されていたが、住民への伝達がうまくいかずに大きな被害を生じたというのが実情である。さらに、片田(2012)によれば、釜石東中学校の生徒達は、津波に関する情報なしで、大きな揺れを感じた時点で自主的に高台への避難行動を開始し、その後の現場での津波の状況を見ることで、当初安全とされていた場所よりさらに高台に避難して、行動を共にした小学生や住民と共に助かっている。

以上の事実は、東北地方太平洋沖で、当初想定を遙かに越える地震が発生したものの、その後の津波情報が適切に伝達されていれば、あるいは、津波情報の伝達が無くても、住民の防災意識が高ければ、人的被害の点で震災は激減していたことを意味している。東日本大震災は、マグニチュード 9 という超巨大地震を契機として生じた災害だが、人的被害に対しては、決して「想定外の超巨大地震」が主因ではないことがわかる。津波生存者へのインタビューに基づき、津波からの避難の遅れの主な原因を、想定地震規模の過小評価や気象庁の津波情報伝達の不適切さとしていた Ando et al.(2011)も、その後の調査により、この2つは主な原因ではなく、住民の津波に対する認識不足と防波堤に対する過度の信頼が避難遅れにつながったとしている(Ishida and Ando, 2014)。片田(2012)も、想定外の規模の地震・津波だったから被害が拡大したのではなく、住民や自治体が想定にとらわれすぎたことが問題であったと主張している。

2. 災害科学の一部としての地震学

従来、国の事業として行われてきた地震や火山噴火の予知・予測を目指す研究は、災害科学の一部として計画をすすめるという方針転換がなされた(科学技術・学術審議会, 2013)。その災害

科学の教える所によれば、素因(社会が持っている災害に対する脆弱性)に誘因(地震や大雨などの自然現象)が働きかけて自然災害は生じる。自然現象である「誘因」の正確な予測は大雨といえども困難であり、災害軽減のためには、「素因」を把握して改善を図るのが基本である(例えば、牛山, 2012)。そのように考えた場合、地震学が震災軽減に貢献するためには、地震の予測精度(正しくは確度)を上げることに汲々とするのではなく(当たり外れを問題にするのではなく)、地震学から出される情報が、いかに社会の震災脆弱性を改善するかに重点をおいて考えるべきだろう。矢守(2017)も、地震予測の精度向上よりも、住民の主体的な避難行動を促すような情報伝達が重要であるという主旨の主張をしている。同じ内容であっても、地震に関する情報の伝え方によっては、「人が自分の態度を事前に決めること」に寄与する情報にもなれば、寄与しない情報にもなるという矢守(2017)の指摘は重い。地震予測情報の有効性を、地震学界(地震学者の社会)内部の議論で決めることの危うさを意味するからである。

3. 不確かな地震予測でも震災軽減への貢献は可能

小泉(2015)や小泉(2017)は、地震予測が不確かなものになる以上、それに基づいた防災対応の判断については、住民も分担するようなシステムを作ることが必要であると述べた(図 1)。これは、従来の日本の防災対応の考え方とは異なるものではあるが、地震防災のみならず、それ以外の自然災害全般の減災のためにも重要と考えられる。小泉(2015)や小泉(2017)は、単なるアイデアの提出だけにとどまっているが、堀(2017)は、地震学の現状を踏まえた上で、それをより肉付けしたものになっている。これらの主張は、方向性として、防災教育を専門とする片田(2012)や矢守(2017)と同じものと考えられ、地震に関する予測情報が不確かなものであっても、地震学界とそれ以外の分野が協力すれば(というか、協力して初めて)、地震に対する防災力をあげる(素因を改善する)ことができることを示している。川勝(2012)は、

地震予知・長期予測をトランスサイエンス的問題（科学に問うことはできるが、科学だけでは答えを出せない問題群）とした。考えてみれば、地震学創設時から期待されている震災軽減そのものが（例えばミルン、1884；寺田寅彦、1935）、社会との関わりなしには達成できないものなので、トランスサイエンス的問題ということになる。地震学とは、学問の中で閉じることを許されない学問ともいえる。

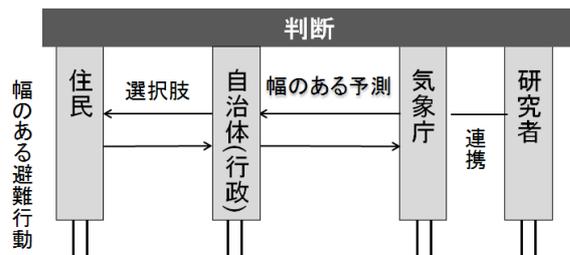


図1 不確かな予測に対する防災対応の模式図（小泉、2017）

4. 新たな震災対応システム構築に向けて

2017年9月26日に、中央防災会議の南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループは、「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応のあり方について」の報告書を提出した（南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ、2017）。それを受ける形で、政府の対応および気象庁の情報提供が2017年11月1日から変わる事についても報告があった（中央防災会議幹事会、2017；気象庁、2017）。

南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ（2017）が指し示す所は、確度の低い地震予測情報に基づく防災・減災対応への方向転換である。現時点では、気象庁の出す情報が、大震法の定めてきた確定的な情報（予知情報）から不確かな情報（評価）に変わること、観測（モニタリング）の継続と観測データや評価結果の公開の重要性を述べただけで、その後のことは、今後の検討事項となっている。国や自治体がある時点で判断を下すと、それに一方的に従って防災行動を住民が行うという従来の日本に於ける防災対応システムを覆す画期的な決定だが、それだけに、今後の紆余曲折が予想される。地震学界としては、「不確かであっても、科学的に正しい予測情報を出せばよい」と安心するのではなく、「科学的に正しい予測情報」であって、かつ、「自治体・住民の防災力を上げる」情報の伝え方に他分野と協力して貢献していかなくてはならない。地震学者も参加した上記ワーキンググループでうまれた報告書に基づく新たな防災対応が、「地震学者の責任放棄」と捉えら

れることのないように、新たなシステム構築にむけて、今後も、積極的に地震学界は貢献していくことが求められる。また、地震学者の多くが大学の教員であることを考えれば、地震防災力の高い人材を育成することも改めて取り組むべき課題であろう。

参考文献

Ando, M., M. Ishida, Y. Hayashi, and C. Mizuki, Interviews with survivors of Tohoku earthquake provide insights into fatality rate, EOS, 92, 46, 411-412.

中央防災会議幹事会, 2017, 「南海トラフ地震に関連する情報」が発表された際の政府の対応について, http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/pdf/nankai_taiou.pdf, 2017年9月29日確認。

堀高峰, 2017, 大震法についての議論を通じた将来の日本の減災力向上, 日本地震学会ニュースレター, 69, NL5, 37-38.

Ishida, M. and M. Ando, 2014, The most useful countermeasure against giant earthquakes and tsunamis - What we learned from interviews of 164 tsunami survivors, in “Earthquake Hazard, Risk and Disasters”, ed. by M. Wyss, Hazards and Disasters Series, Elsevier Waltham, 71-101.

科学技術・学術審議会, 2013, 災害の軽減に貢献するための地震火山観測研究計画の推進について（建議）, http://www.mext.go.jp/b_menu/shingi/gijyutu/gijyutu6/toushin/1341559.htm, 2017年9月29日確認。

片田敏孝, 2012, 子どもたちを守った「姿勢の防災教育」～大津波から生き抜いた釜石市の児童・生徒の主体的行動に学ぶ～, 災害情報, 10, 37-42.

川勝均, 2012, トランスサイエンスとしての地震予知・長期予測, 地震学会モノグラフ, 1, 53-54.

気象庁, 2017, 「南海トラフ地震に関連する情報」の発表について, http://www.jma.go.jp/jma/press/1709/26a/nankai_joh_o.html, 2017年9月28日確認。

小泉尚嗣, 大規模地震対策特別措置法（大震法）に関する総合討論, 静岡地震火山研究会報告書, 2015, http://wby04.cii.shizuoka.ac.jp/uploads/4/9/2/6/49268817/koizumi_matome.pdf, 2017年9月29日確認。

小泉尚嗣, 2017, 震災軽減のためのゴールを設定した上で地震予測の議論をしよう, 日本地震学会ニュースレター, 69, NL5, 35-36.

ジョン・ミルン, 1884, 地震学総論, 日本地震学会報告第一冊, 1-30.

南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ, 2017, 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応のあり方について,

http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taio_wg/pdf/h290926honbun.pdf, 2017年9月28日確認.

寺田寅彦, 1935, 東京大学地震研究所碑文.

牛山素行, 2012, 豪雨の災害情報学 (増補版), 古今書院, 191pp.

矢守克也, 2017, 地震リスクのインフォメーションとコミュニケーション, 地震学会モノグラフ, 5, 印刷中.

地震警報の発表を望む

神奈川県安全防災局安全防災部 杉原英和

大規模地震対策特別措置法の見直しや南海トラフ巨大地震の前兆現象と考えられる現象が観測された場合の対応について、これまでの東海地震予知情報や警戒宣言のような情報は出せないという方向で議論が進んでいる。結果的に、地震が発生しなくても現時点での知見を最大限に活用して、地震の警戒が必要であるという情報を発表すべきだと私は考える。

1. はじめに

私は、30年以上地方自治体の防災担当として地震や火山、風水害の対策の強化に尽くしてきた。その間、学識者の方や防災関係機関の方、自主防災組織やNPOの方々々と接してきた。その中で共通する思い、それは一人でも多くの命を守るということである。私は、この小文を私見ではあるが、この機会に書かないと、「思い」が伝わらないと思ひ、まとめた。

2. 地震警報の必要性

私が県に入ったのは、昭和56年であり、東海地震についても予知に疑問も無かった。「空振りはしても見逃しはしない」という言葉を信用していたし、したかったのだと思う。その後、空振りによる経済的影響が取りざたされて、判定会委員の先生には大きなプレッシャーが掛かったのではないかと感じていた。しかし、判定会はあくまで気象庁長官の私的諮問機関である。責任をとる必要はない。発生しなかったら発生しなくて良かったねと受け止められる社会であれば良かった。

この、30数年の年月には、他の自然災害の警報類はどんどん強化されてきた。土砂災害警戒情報は、それまでの大雨警報では伝え切れなかった崖崩れや土石流の発生危険性を伝え、市町村は影響範囲の住民を避難させるよう使っている。結果的に土砂災害が発生しなくても誰も文句は言わない。発生すれば確実に生命の危険があるから。

また、火山の噴火による危険範囲についても、現在は噴火警報・噴火警戒レベルによって情報が提供されているが、以前は「緊急火山情報」「臨時火山情報」という火山の活動に着目した情報の提供だったと記憶している。

確実に自然災害への危険性を住民に伝える情報は進化してきた。そんな中、なぜ地震だけが情報が伝える生命への切迫性を弱めるようなあり方にしようとしているのか。「地震予知」が不確実だからか？土砂災害や火山噴火だって必ず発生している訳ではない。でも、生命を守るためその情報を発表してもらうことを、多くの自治体は望んでいる。自分達が避難勧告、指示を出す根拠や判断基準となる情報が欲しいからである。

大学や各研究機関の地震、地殻変動、地磁気などの専門の方々には、地震予知は確実ではないとし

ている。確率的な事象であり出来ないとしている方もいるようである。専門家が出来ないなら、気象庁が出せば良い。気象業務法では地震については発生そのものを警報だせないことになっているが、出せるようにするべきである。

異常な観測データを把握したときに、情報公開だけで、多くの命を救うことはできない。経済が数百億円失うことになっても、何万人もの犠牲者を出すより良いという社会になる必要がある。

以前、私は中国遼寧省地震局を訪れた時に中国の地震予知事情をお聞きした(杉原ほか、2003)。現在の状況はホローしていないが、その時、お聞きした話では臨震予報は48時間の予報で、その時間が過ぎてしまうと、一旦白紙に戻ってしまうと聞いた。また、予報の成功率も30%だとも聞いた。中国の方式は学ぶところがあるのではないかと感じる。

日本の地震予知情報には解除の規定がないので、地震予知情報の有効期間を決めて、経過した時点で白紙に戻す。また、観測事実から切迫性があると考えれば情報を出し、期間が終わってから発生しても、それは突然発生する地震と同じ扱いとして考えればよいのではないかと考える。

3. 結論

社会的な規制の伴わない、行動を情報の受け手に委ねる地震予知情報の発表の仕方は賛成しかねる。気象警報の類は、災害対策基本法に基づき市町村長が避難指示、避難勧告する。大規模地震については、果たしてそれで良いのだろうか。やはり、影響範囲全体で規制を伴う情報の発信を望む。守れる命は守りたい。未熟な情報でも助けられる可能性があるのなら、ぜひ出していただきたい。出すべきである。

参考文献

- 杉原英和ほか、2003、中国・遼寧省地震局訪問記報告、神奈川県温泉地学研究所観測だより、53号、13-22。
- 杉原英和、2004、地方における地震予知の影響と期待、月刊地球、号外No.46.89-94

地震予知研究と「大震法」を活かそう

NPO 法人「地下からのサイン測ろうかい」 佃 為成

大地震の防災に関して、地震予知の効用や役割と大規模地震対策特別措置法（大震法）に代表される法律等の役割について考え、特に大震法の活用について提言する。大震法の「警戒宣言」という警報を発動するには、警報発令後、大地震発生に至らないと判断したとき、その解除の実施が可能でなければならない。地震予知情報の研究をさらに推進し、その情報を広く一般に公表しつつ、具体的で実用的な確率予測の道筋を準備しておくべきである。いずれ、大震法が活かされる日が訪れるであろう。

1. 問題提起

大地震災害への心構えや防災対策の備えについて、人々の意識を高め、行動を促す力とは何か、予知の効用や役割は何か。いわゆる「大震法」の役割は何か、これから進むべき道は何かを考える。

いろいろな問題において、前提や定義が曖昧のまま進むことが多い。すべての論理は、出発点（前提や仮定など）があり、そこから導かれる論理のそれぞれが正しくとも、出発点に依存する結論の多様性が生じる。本稿の論点の「出発点」（大前提）を以下にまず明らかにしておく。

2. 大前提

ここで大前提とは、数学における公理・公準あるいは仮定にあたる命題である。

（その1） 人間の性質として、分かっているつもりでも行動できないことが多い。防災についても、大地震がいつ来てもいいように様々な備えをせよと言われても、ほとんどの人々は行動を起こすことはない。人々を行動へ誘う何かが必要である。motivation（動機づけ）や incentive（行動を促すきっかけ）になるものが必要。

（その2） 「予知」の意味の基本について述べる。「地震予知」の言葉は、「いつ」、「どこで」、「どれくらいの規模」の3要素を予測ないし予言（prediction）することと、いつの間にか定義されている。この定義自体、科学的には極めて曖昧である。なぜなら、予測の幅について何の定義もない。

では、まず「予知」とは何か。この言葉は、江戸時代から使われていて、我国の庶民の間には予知というイメージが、ある程度定着している。危険予知、リスクの予知、病気の予知など。

「予知」のもっとも基本的な意味は、「予め考えて知る」である。「考えて」を挿入したのは、「知る」とは科学することであり、経験したり、資料を調べたり、観察や観測して、総合的に考察することを意味するが、それを強調したもの。

「予知ができるか、できないか」の問題設定は無意味。どこまでできるかの問題設定で済む。もちろん、「予知」の定義に依存するが、広い意味では「予め考えて知る」ということに尽きる。

（その3） 国の法律は、理想的なものはなかなか

策定できない。人間の思考にはいつも限界があって、時間が経つと、不具合が生じてくる。試行錯誤で改良していくしかない。また、関係法律を整備するに当たって、その中で中核ないし基盤となる法律が存在する。

3. 予知情報

防災への行動へ人々を導くためには、大前提**（その1）**によれば、それぞれが多くの実験を積むか、補助的な情報をつかむことが必要である。予知情報は、そのときに役立つ。大地震の発生する場の現在進行中の状態を知る情報を考える。地下で何が進行しているかを示す情報（地下からのサイン）が特に重要である。

地下の静的な情報としては、バックグラウンドの地下構造や地質、活断層など。時間変化に関するものは、地殻変動、微小地震活動、流体変動などがある。

大前提**（その2）**の「予知」は、これまでの「地震予知」という言葉の背後にあるものを、すっかり払い落として、純粹に元の意味「予め考えて知る」を頭に描いて研究を遂行し、情報発信すればよい。時間空間の情報に組み立てていくことが有効であるが、あとのモデリングという節で具体例を述べる。

どのような地震防災対策でも、過去の地震災害の記録や地形・地質学的な情報を基に考えられている。これらの情報は、すなわち「長期予知情報」である。

予知には時間変化の情報が重要であるが、直前の変化の有力な情報は、前震活動である。一定の条件を満たす地震群について、大地震の前震かどうかを判定する。地震活動のデータが豊富なので、信頼性が高い地震発生確率の値が得られている（例えば、前田・弘瀬, 2013）。確率値は1割ないし2割の高い値である。他の前兆現象では、おそらくこれより格段に低い値となる。そもそも、多くの前兆現象研究において、大地震が発生しない長い期間のデータの蓄積がない。

4. 大震法

社会的な防災活動がスムーズに行われるには、法治国家として種々の法律の整備が必要である。

「大規模地震対策特別措置法」（大震法）は、多くの科学者、政治家、官僚の並大抵ではない熱意と努力で作成された。科学的な点をかなりぼかして表現せざるを得ない事情は考慮すべきである。大前提（その3）にあるように、理論的整合性などの問題を抱えていても、1978年当時、よくどこまでたどり着いたものだと思う。成立経過の一端について、静岡放送の記者として当時の状況をつぶさに見てこられた川端信正氏の報告が参考になる（川端，2016）。この法律を手本として、1995年の「地震対策特別措置法」や2002年の「南海トラフ地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法」が制定された。

「大震法は予知を前提にしている。あるいは、予知ができることを前提にしている」と言われる方が多いが、法律を何回読んでも、そのようなことは書かれていない。「予知」という言葉が出現するのは第二条などに「地震予知情報」、科学技術の振興等を述べた第三十三条に「地震の発生を予知するため」の文言にでてくるくらいである。単独では「地震予知」という言葉は全く出てこない。第二条によれば、「地震予知情報」とは、気象業務法で決められることになっている。そして、その業務法第十一条の二には、「予知」も「地震予知情報」という言葉は一切出てこない。地震防災対策強化地域に係る地震に関する情報等にどんなものがあるかが書かれている。

大震法第三十三条に出てくる予知は、大前提（その2）の意味と考えればよい。自由な研究の中で、研究者がそれぞれ考えればよい。とにかく、「予知」という概念は遅くとも江戸時代末（その前からかは筆者は知らない）から定着している（例えば、佃，2011）のであって、広い意味で使って結構だと思う。

大震法は廃止せず、発展させるのがよい。この法律の一番の特徴は、事前にかなり強制的な防災手段を実施できることである。問題なのは、警戒宣言が発令される要件はかなり厳しく、現在の諸状況では、その発令は極めて困難である。かと言って、これを廃止すれば、将来、予知の能力がかなりレベルアップしたときに活用できなくなる。法律を一から作り直すことは、大震法作成時のことを振り返っても分かるように、ものすごい労力を伴うので、大震法を活かすように考える方がよい。

そして、地震学会を中心に、地震発生科学の研究、地震予知研究を発展させ、さらに地震発生の研究と地震予知の研究の連携を図り、確率予報の仕組み（佃，2007b; 2011）を整備していくことである。その中で、できる範囲で予測を試み、一般に公表していく。このような地道な学究を継続していけば、いずれ、大震法の警戒宣言の精神が活かされる日が訪れるであろう。

5. モデリング

地下の情報の提示の仕方について考えてみる。その際、モデリング手法が有効である。

情報として測定値の数値のグラフや統計量などを提示されても、自然の動きやその広がりへの理解がおぼつかない。そこで、地下の状態を、気象における天気図や雲、降雨、風などの空間分布のような、岩盤の歪場や応力分布、その時間変化などで示すことが考えられる。モデリングである。

しかし、気象の天気図にあたる分布が、そのままモデルとはいかない。地下の動きのモデルとして一つはスロー地震のモデルが提案されている。また、プレートの運動に関するモデルも考えられている。

ここで提案したいのは、もっと単純で基本的なもの、primitive（素朴）であってもprinciple（主要な位置をしめる）なモデルである。図1、図2にそれぞれSingle Shearing SourceとMultiple Shearing Sourcesについて地震発生場のモデルを示す。

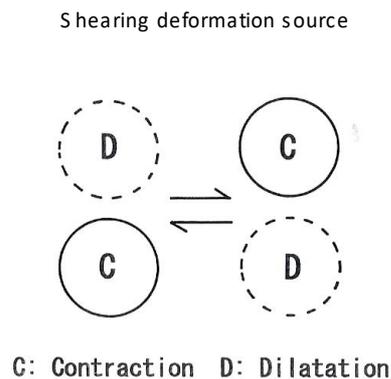


図1 地震発生場のモデル

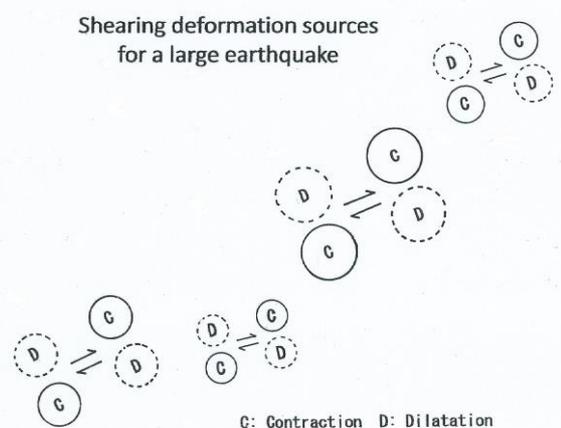


図2 大地震発生場のモデル

岩盤に不均等な応力がかかると、内部には剪断応力が働く。それに伴う剪断歪の集中域の周りには、収縮領域と膨張領域が生成される。その模様が覚えてくれば、大地震が発生しそうな地域を割り出すことができる。時間変化を追っかければ、切迫感を実感できる情報になる。

GPS (GNSS) 観測のデータはそのために活用できる。しかし、検出されるのは地表の動きであり、また、観測網の密度がまだ不足しているので、細かい模様は見えない。補助的な手段も活用すべきである。

その1つが地下水温の観測である。

6. 探検的試み

「予知」の意味を広い意味で用い(佃, 2007a; 2011), 地震の予知の研究をさらに発展させるべきである。その成果が、予知情報として活かされる。

基本的な観測は、地殻変動、微小地震などがまず挙げられるが、地下水温観測は、多くの観測項目の中で、もっとも簡単かつデータの内容も難しいものではない。しかし、ほとんどの研究者が取り組んでいない。筆者は、様々な調査研究、観測研究から、この観測の有効性を確信している。この観測の意義付けについては、佃 (2009) や Tsukuda *et al.* (2005), 観測の基礎をなす仮説の検証の1つについては、歪計との比較による検証(佃, 2012) をご覧いただきたい。

20 数年前から東京大学地震研究所でおこなっていた観測を数年前から NPO 法人「地下からのサイン測ろうかい」が引き継ぎ、さらに観測点の増強、観測従事者の増員も少しずつ行われている。

この NPO は 2015 年 11 月に発足し、2016 年には静岡県西部において地元高校生参加のもと 3 観測点を設置した。2017 年度は東京都内に観測点を設置する予定である。

昔、恩師故浅田敏先生ほかが発見した微小地震に関する本格的な研究は、探検的な観測研究からスタートした。東大大学院に入りたての頃、先輩である石橋克彦さんの修士論文研究のデータ取得の一環として静岡や丹沢方面の微小地震観測に同行させてもらったのが筆者の探検的観測研究の初体験(見習い)であった。その後、京大に就職し、今度は微小地震観測網の展開とテレメータ化、さらにミニコンピュータによる自動観測システム構築などの企画や建設という事業に参加した。

今、一般市民や高校生とともに、地下水温観測という分野で、再び探検的な研究を始めた。いずれ、大きな研究機関が担当する事業的な観測に発展することを願っている。

参考文献

- 川端信正, 2016, 東海地震説から東海地震対策へ - 40 年前の防災対策事始め -, 地下からのサイン測ろうかい会報 (コラボ) No.1, 3-4.
- 前田憲二・弘瀬冬樹, 2013, 前震の経験則に基づく地震発生予測 - 伊豆地域への適用 -, 日本地震学会講演予稿集 2013 年度 秋季大会, p.86.
- 佃 為成, 2007a, 地震予知の最新科学, サイエンス・アイ新書, ソフトバンククリエイティブ.
- 佃 為成, 2007b, 地震確率予報の実用化 - 長期・中期・短期・直前予報および警報発令・解除, 地震予知研究ノート No.1, 6-46.
- 佃 為成, 2009, 未来へ繋ぐ ~ たかが水温・されど水温, 地震予知研究ノート No.4, 81-89.
- 佃 為成, 2011, 東北地方太平洋沖地震は“予知”できなかったのか?, サイエンス・アイ新書, ソフトバンククリエイティブ.
- 佃 為成, 2012, 地下水温変化から地下深部の応力変化をさぐる, 日本地震学会講演予稿集 2012 年度 秋季大会, p.120.
- Tsukuda T., K. Gotoh and O. Sato, 2005, Deep groundwater discharge and ground surface phenomena, Bull. Earthq. Res. Inst., **80**, 105-131.

大規模地震の続発性に関する一考察

浜田信生

地震予知総合研究振興会 津村建四朗

南海トラフ地震対策として内閣府は、「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対策検討ワーキンググループ」を設け東海・南海地震の続発性に関する検討を行ってきた。その中で南海トラフ添いの大規模地震の予測可能性につき、防災対応を検討するケースの一つとして安政東海地震、昭和東南海地震のような地震が起きた後の大規模地震続発の可能性を取り上げ、世界の地震の統計データに基づく評価を行った。しかしその内容は、大規模地震の続発性の検討というよりは、一般的な余震発生に関する統計的性質を調査した結果に過ぎず、大森・宇津公式など従来の余震発生に関する知見を確認するにとどまっている。実際に類似する続発地震の例は、極めて限られることが分かった。

1. はじめに

1944年東南海地震、1854年東海地震のような地震が発生した場合、社会の混乱を防ぐためにどのような防災対応を取ることが可能かまた適切かは重要な問題である。内閣府の設けた南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対策検討ワーキンググループおよびその中に設けられた調査部会（以下、両方の組織を一括してWG・調査部会と略す）では上記の状況を「ケース1」として評価を行った（内閣府、2016）。「ケース1」は、WG・調査部会が評価の対象とした4つのケースの中では、過去に実際に起きた現象であり、今後も発生する可能性が高く、防災上最も重要な事態である。WG・調査部会では、類似の現象が、南海トラフ以外の地域でも存在するかどうか、世界のM8以上の地震について調査を行っている。本調査はWG・調査部会が行った調査とほぼ同一の資料、手順により検証を行った結果である。

2. 観測資料

調査には、ISCGEMカタログ（1900～2013年、Storchak et al.,2013）及びUSGSによる震源（2014年～2016年6月）の2つの地震カタログを用いた。またWG・調査部会と同様に「最初にM8.0以上の地震が発生した後、隣接領域（50～500km以内）で3年以内にその地震のM±1.0の地震が発生した事例」を評価の対象に取り上げた。なお調査対象のカタログのマグニチュードはいずれもMwであり、Mw8.0以上を対象とした。調査期間全体でMw8.0以上の地震の発生個数はISCGEMカタログのsupplementに含まれる3つのMw8.0以上の地震を含め総数は87個となった。

これら87個のMw8.0以上の地震の内、隣接領域（50～500km以内）で3年以内にその地震のM±1.0の地震が発生した事例は30例あり、その分布を図1に示す。これによれば、モンゴル北部（1905年Mw8.33）の事例を除けば、すべての事例が環太平洋のプレートの沈み込み帯に集中していることが分かる。

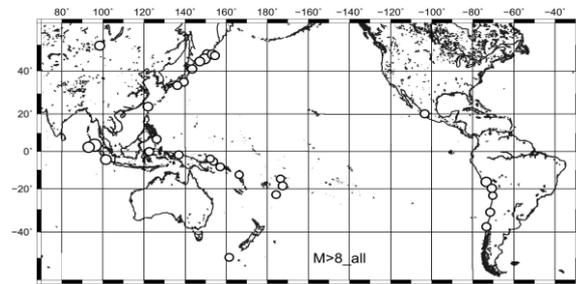


図1 Mw8.00以上の地震発生後、隣接領域にMw±1.0の地震が3年以内に発生した30事例

3. 余震と続発地震

選び出した30例には、色々なケースが含まれるものの、内容を検討すると大地震の本震余震系列というべき事例が大部分であることが分かる。

まず先行して発生した地震より、後続して発生した地震のMwが大きかったケースは、30例中1917年サモア（Mw8.00と8.10）、東南海と南海（Mw8.10と8.30）、1971年ソロモン海北部（Mw8.00と8.10）の3例を数えるのみである。なおモンゴル北部の地震（Mw8.33と7.95）は大矢(2006)によれば、地震断層の長さから後の地震の方が明らかに大きい。しかしこれらを別にするれば大部分は規模の小さな地震が続いて起こったということであり、M±1.0の地震を調査対象としたという表現は実態とはかけ離れている。

また先行地震と後の地震のMwの差が0.5以上の典型的な余震の発生状況を示すと考えられるケースは、15例と半数を占める。Mwの差が0.5以下であっても、1923年関東地震、1968年十勝沖地震の最大余震も事例に含まれ、先行した地震の震源域もしくはその隣接した地域に発生している場合は余震と見るべきであろう。これら30例全体を統計的に扱う限り、本震、余震系列の特徴を示すのは必然である。

図2には30例の内、30日以内に地震が発生した事例の日別地震発生頻度を示したものであるが、細部の違いはあるものの、WG・調査部会の

結果（内閣府，2017）と傾向は一致する．しかしその内訳を典型的な余震（黒）とそれ以外の続発的な特徴を持つ場合（白）に分けると，続発的な場合については，余震の減衰に関する統計式が当てはまるかどうかは，データ数少なく到底評価はできず，時間と共に地震の発生確率が下がるかどうかはこれだけでは分からない．

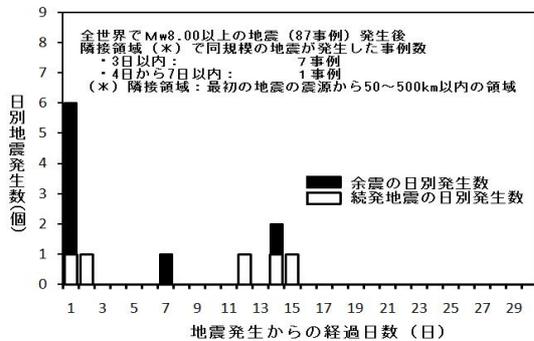


図2 Mw8.00以上の地震発生後，隣接領域に30日以内にMw±1.0の地震が発生した事例の頻度分布，縦軸は余震，続発地震両者の和を示す．WG調査部会資料では最初の3日以内に10事例，4日以降7日以内に2事例，8日以降30日以内に5事例となっているが，今回の調査ではそれぞれ7事例，1事例，4事例と若干少なくなっているが，全体の傾向は変わらない．なお30日以降で続発と考えられる例は3事例にとどまる．

4. 続発的性質を持つ事例の個別評価

典型的な本震，余震系列以外に，南海トラフの大規模地震の続発性を検討する上で参考になる事例が存在するか否かについて，Mの差にこだわらず個別の考察を行った15事例についての評価の結果を表1に示す．検討にあたって余震分布，メカニズム解はUSGSの資料を利用した．

○は続発の事例として評価出来そうなもの，△はテクトニクスなどの違いから参考にはならない可能性があるものの，続発としての特徴を有するもの，×は本震，余震など続発性の評価の対象外であったり，独立した事象と考えられる場合を示す．

その個別の評価は次に示す通りである．

1) 続発の事例として取り上げることが不適当な場合

1917年サモア諸島近海の地震(Mw8.00)は，後から発生した地震のMwが先行地震を上回る数少ない事例の一つであるが，地震間の距離が400km以上離れ，震源域が隣接するとは考えられず，独立した事象として扱うべき事例と考えられる．

1960年のチリ地震は本震がMw9.60と大きくM±1.0という続発性の調査基準を満たす余震が

無く，余震同士が調査対象の時空間選択基準をたまたま満たしたに過ぎず，続発性の評価の対象外とすべきものである．

1968年十勝沖地震(Mw8.20)には，最大余震以外にエトロフ島沖で，同規模の地震(Mw8.20)が発生した．しかし震源域が400km以上離れる上，間に十勝沖や根室沖の震源域を挟んでおり独立な活動と考えるのが妥当である．

2) 本震余震系列と考えられる場合

1920年台湾東方沖の地震(Mw8.23)については，震源がばらついているが，Mの差も大きく本震と余震の関係と見られる．1932年メキシコの地震(Mw8.10)はMの差は小さいが，余震が海岸線とは直交する方向に並んでおり，後の地震もその中に位置することから本震余震系列と見られる．

震源	地震Mw	続発地震Mw	時間差	距離	続発評価
1905年モンゴル北部	8.33	7.95	14日	140km	○
1917年サモア諸島近海	8.00	8.10	673日	416km	×
1918年千島列島中部	8.10	7.79	62日	227km	×
1920年台湾東方沖	8.23	7.59	818日	59km	×
1932年メキシコ	8.10	7.80	15日	123km	×
1944年東南海地震	8.10	8.30	743日	73km	○
1960年チリ地震余震	8.10	7.40	164日	163km	×
1968年十勝沖	8.20	8.20	452日	462km	×
1971年ソロモン海北部	8.00	8.10	12日	108km	○
1994年北海道東方沖	8.26	7.88	425日	189km	○
2000年ソロモン諸島近海	8.00	7.81	0日	164km	△
2004年スマトラ島沖	9.00	8.62	92日	191km	△
2006年千島列島中部	8.30	8.11	59日	100km	×
2012年スマトラ島沖合	8.58	8.25	0日	183km	○
2014年チリ地震	8.20	7.70	2日	110km	△

表1. 地震の続発性に関する評価

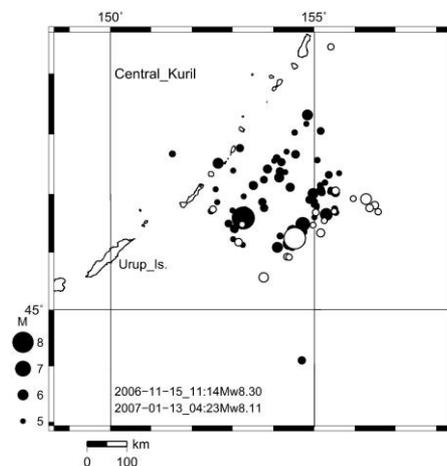


図3. 2006年千島中部地震(Mw8.30)と，2007年に入って発生した outer-rise の続発地震(Mw8.11)，黒丸は後の地震発生まで，白丸は発生後の地震活動を示す．(図4～7共通)

3) 逆断層型のプレート間地震と，海洋プレート内 outer-rise の正断層型地震の組み合わせ

2006年の千島中部の地震(Mw8.30，図3)は，

先に逆断層型のプレート間地震が海溝の陸側で、後から海溝の外側の outer-rise で正断層型地震が発生したもので、同様の組合せの地震発生は沈み込み帯のあちらこちらで報告されており、Beavan et al.(2010)によれば outer-rise の地震と海溝内側の地震がほぼ同時に発生する場合もあり、続発性の顕著な地震活動の一つの形態と考えられる。しかし、南海トラフの大地震の続発性とはメカニズムはまったく異なるものであり、参考にはなりそうにもない。1918年千島中部の地震(Mw8.10, 7.79)も2つの地震の位置関係から同様のケースである可能性が高いと考えられる。

4) 本震の震源域の縁で、後の地震が起きた場合

2004年スマトラ島沖の巨大地震(Mw9.0)の92日後に南東側に隣接した地域で Mw8.62 の地震が発生した。この地震は最大余震と考えられ

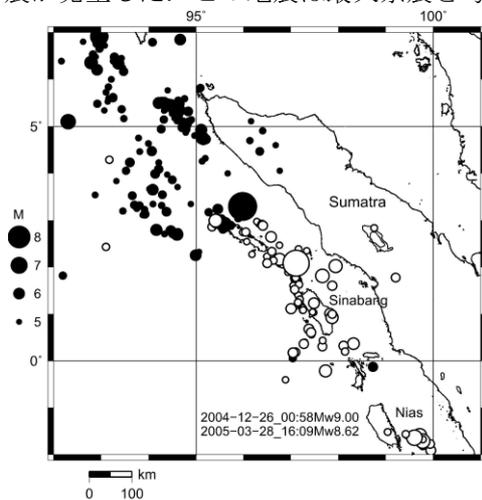


図4. 2004年スマトラ島沖地震(Mw9.0)と2005年に南東側で起きた続発地震(Mw8.62), 白丸は続発地震発生後の地震活動

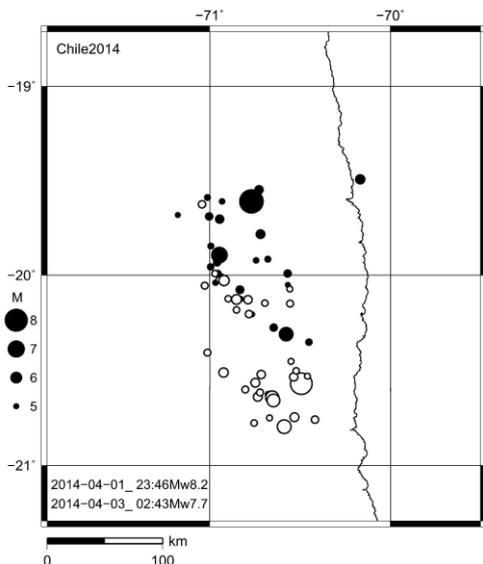


図5. 2014年チリ沖地震(Mw8.2)と南側で発生した Mw7.70 の余震

ているが、図4に示すように重ならない余震域を持ち、南海トラフの大地震の続発性を評価する上で参考になる可能性がある。2014年チリ地震

(Mw8.20)も最大余震の余震域は本震の余震域に隣接しており、共通の特徴を持っている。

5) まったく異なるテクトニクスのもとで起きたプレート内地震

1905年モンゴル北部の地震(Mw8.33)は、ユーラシアプレート内の地震帯で、2012年スマトラ島沖の地震(Mw8.58)はインド洋のトラフ軸から離れた海洋プレート内で発生したプレート内地震であり、南海トラフとはテクトニクスがまったく異なる環境で発生した地震である。

2012年スマトラ島沖の地震は、2004年スマトラ島沖の地震による海洋プレート内の応力状態の変化を反映した可能性も含めた続発性の検討も必要であろう。

6) 南海トラフの大地震の続発性と共通の特徴を持つと考えられる事例

1971年ソロモン海北部に発生した地震(Mw8.00)は、ソロモン海プレートが太平洋プレートやビスマルク海の下に沈み込む、沈み込み帯北部で発生し、後の地震(Mw8.10)とは余震域が東西に分離しており、トラフ軸が折れ曲がった部

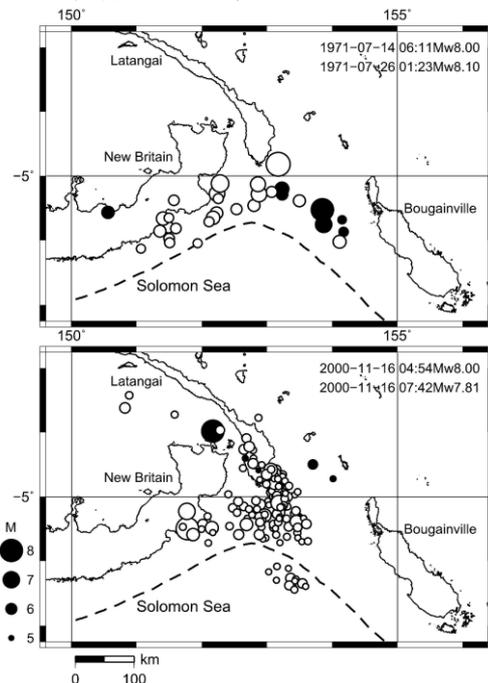


図6. 1971年(上)と2000年(下)にソロモン海北部で発生した続発地震とその余震活動、波線はトラフ軸を示す。

分で発生したということのを別にすれば、今回調査した事例の中では最も南海トラフの地震発生の状況に似通ったケースである。その一方、同じ地域で2000年に発生した地震(Mw8.00と7.80)の発生状況は大きく異なっている。2000年の場合はソロモン海のトラフから北に離れたビスマ

ルク海東部で南北圧縮の横ずれ型の地震が発生し、それがきっかけとなって、ソロモン海のトラフ沿いで逆断層型の地震活動が活発化した。ソロモン海のトラフ沿いでは、地震活動を誘発しやすい条件が整っていると考えられるが、1971年の活動と2000年の経過は続発といえどもこのように中味は異なっている。

1994年北海道東方沖地震(Mw8.26)から1年余り後、隣接した千島海溝沿いでMw7.88の地震が発生した(図7)。この2つの地震の余震域等は分離しており、南海トラフの続発地震の例に最も似通っている。しかし北海道東方沖地震は長他(1995)などに報告されているように、沈み込む海洋プレート内で発生した高角逆断層の地震であるのに対し、続発した地震は海溝沿いで通常見られるThrust型のプレート間地震である。先に発生した地震によって続発の地震の発生を促す応力場の変化が生まれたものと考えられるが、南海トラフで類似した状況が今後起こり得るかどうかを判断する材料は、今のところ見あたらないように思われる。

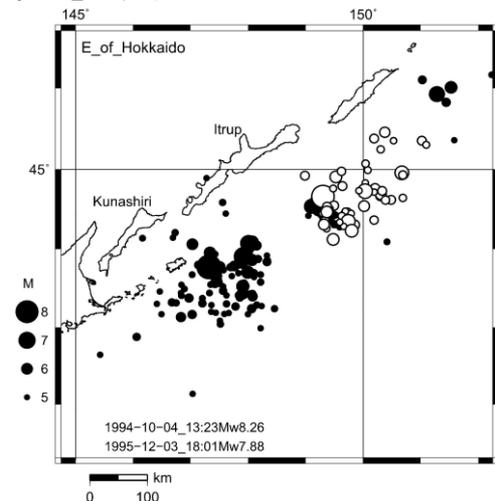


図7. 1994年北海道東方沖地震と1995年千島沖の地震とその余震活動

以上15の事例を個別に検討した結果、地震の続発性について南海トラフとの共通性が認められそうな事例は、1971年ソロモン海北部地震、1994年北海道東方沖地震と非常に少ないことが分かった。

5. まとめ

南海トラフで認められる大地震の続発性について、世界の地震活動の中から内閣府のWG・調査部会の行った評価とほぼ同様な手順でMw8クラスの地震の続発性を検証した結果、続発として選択した事例の大部分は、本震余震の時系列に属する地震活動であり、大森・宇津公式など余震に関するこれまでの知見を越える特徴は見いだせなかった。本震余震系列と見られる事例を除外すると、続発地震の発生確率を評価することは困

難であることが分かった。念のため内側の50km以内に発生した同じ条件の地震も調査したが、すべて本震余震系列に属する事例であった。

過去100年有余の期間に発生したMw8.0以上の地震の内、南海トラフで認められる大規模地震の続発性に類似した現象は、このように極めて限定されることが分かった。しかしテクトニクスなど環境の異なる事例についても、応力状態など続発性に関わる共通する特徴や情報が見いだせる可能性は否定できず、今後検討すべき課題の一つである。

なお作図にあたっては、Wessel and Smith(1998)によるGMTを使用しました。謝意を表します。

参考文献

- Beavan, J., Wang, X., Holden, C., Wilson, K., Power, W., Prasetya, G., Bevis, M., and Kautoke, R.: Near-simultaneous great earthquakes at Tongan megathrust and outer rise in September 2009, *Nature*, 466, 959-963, 2010.
- 長郁夫, 中西一郎, 今西和俊, 佐藤魂夫, 1995, 1994年北海道東方沖地震(M_{JMA}=8.1)のCMT解: 広帯域強震計データを用いたインバージョン, *地震*, 48, 353-364.
- 内閣府, 2016, 南海トラフの震源域で見られる現象と防災への活用を視野に入れたその評価, 南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会, 第2回資料5, http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/tyosabukai_wg/pdf/h281013shiryo05.pdf
- 内閣府, 2017, 南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性について(別添資料) 各検討ケースにおける評価手法と評価例, 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ, 第7回報告資料2, http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taio_wg/pdf/h290825houkokushiryo02.pdf#page=25
- 大矢暁, 2006, モンゴルに地震断層を追う, *地質ニュース*, 617, 24-40.
- Storchak, D.A., Di Giacomo, I., Bondar, E. R., Engdahl, J., Harris, W.H.K., Lee, A., Villasenor and P. Bormann, 2013, Public Release of the ISC-GEM Global Instrumental Earthquake Catalogue (1900-2009). *Seism. Res. Lett.*, 84, 5, 810-815, doi: 10.1785/0220130034.
- Wessel, P., Smith, W.H.F. Smith, 1998, New, Improved version of the generic mapping tools released. *EOS Trans. AGU* 79, 579. [http://refhub.elsevier.com/S1040-6182\(16\)31006-0/sref77](http://refhub.elsevier.com/S1040-6182(16)31006-0/sref77)

理想的な大震法あるいは社会の状況とは？

京都大学防災研究所 深畑幸俊

短期的な確度の高い地震発生予測，即ち「地震予知」が可能であることを前提として制定された大震法は様々な問題を孕んでいる。一方，短期的地震発生予測に関し，我々は全くの無知でもない。本論では，これまでの経緯やしがらみを忘れて理想的な社会状況に思いを巡らすことにより，大震法は廃止する一方，不確実な地震発生予測情報をどのようにしたら生かすことができるのか社会学的な研究を進めることを提案する。

1. はじめに

大震法について最悪の状況を想定すること（泊，2017）は大いに意味があるだろうが，理想的な状況を考えることもまた大切なことであろう。青臭い学者の議論ではあるが，我々は理想を知ることにより，適切に目標や方策を定めて，理想に近付いていくことができるからである。

2. 理想的な状況

大震法の問題点は具体的に色々と指摘されている（鷺谷，2017；松浦，2017 など）。現状は不可能である確度の高い地震予知を前提にしている，警報の解除の仕方が決まっていない，予測の不確実性と比べ強制力が強すぎるなどといったことである。一言で言えば，地震発生予測の実力と法律の規定との間のギャップが大き過ぎるのである。法律の制定時には研究が進むことによりそのギャップが狭まることも期待されたのだろうが，研究の進展はむしろそのギャップが埋め難いものであることを（少なくとも現在までのところ）明らかにしてきた。

それでは，仮に大震法を自由に改廃できるとしたら，どのようなものが理想的だろうか。大震法などは廃止した方がすっきりとして良いという考えはまずあるだろう。これは，一つの end-member であると同時に，少なくない会員が心に抱いている考えでもあると思う。2016 年秋以降の地震学会ニュースレター上での一連の議論でも，何人の方がそのような主張を展開されている（泊，2017 など）。上述のように大震法は問題点が多く，私も基本的に廃止すべきと考える。しかし，大震法を単に廃止するだけではなく，その後の社会の状況にも思いを巡らせたい。なぜなら，我々は地震の発生に関し，全くの無知ではないからである。

地震の発生は，一般に規則性と偶然性の両方に支配される。例えば，破壊の発生するタイミングや破壊の進展・停止については，偶然性の支配する要素が大きいと考えられる（Ide and Aochi, 2005 など）。一方，断層面における応力の蓄積は，プレート運動が原動力であるため大まかには一定の速度で進行する筈で，これが長期予測の根拠となっている。より難しい短期予測についても，

まず余震については意味のある推定ができることはコンセンサスとしてあるだろう（Ogata, 1998 など）。類似して，地震活動を基に確率的に有意な予測ができる例も示されている（Shebalin et al., 2004 など）。大地震と潮汐の関係についても新たな知見が得られつつあるし（Tanaka, 2014），南海トラフで発生する大地震が 1 年の約半分の期間（8 月～2 月）でのみ選択的に発生することも潮汐との関係を示唆している（理科年表，2016）。大地震の直前に電離圏全電子数（TEC）が必ず上昇するという現象（Heki, 2011）も大変興味深い。但し，これらの知見はおしなべて経験的なもので，“夕焼けの翌日は晴れ”と類似した観天望氣的（深畑，2012）なものである。このような観天望氣的地震予知ももちろん有用だが，成功率がさほど高くない段階で頭打ちにならざるを得ないだろう（TEC 異常については例外となる可能性はあるが）。一方，現在天気予報が行っているような数値モデルに基づく地震の発生予測も，少なくとも当分の間は不確実性が非常に大きい。シミュレーション結果と実際の地震の発生とを（少なくとも南海トラフでは）比較できないことが重大な問題である。結局，数値モデルに依るにしろ，観天望氣的なものに基づくにしろ，このように確度の低い予測を基に法律で取るべき行動を規定するのは基本的に無理があると考えられる。

しかしその一方，不確実性が大きいからと言ってそういった予測情報を捨ててしまう代わりに，どのように意味のある行動が取れるかは，研究に値することであると思う。地震学と社会学が共同して立ち向かうべきチャレンジングな課題ではないだろうか。もちろん，南海トラフの東側だけが破壊した場合にどうすべきか，といったことも重要な研究課題だ。そして，もしも有用な成果が得られたならば，法律としてかどうかはとも角，社会に実装すれば良い。大震法は，実力もないのに，まず社会に実装してしまったがために，様々な問題をはらむことになった。まずは研究をして有効性や有用性を示すことが先であり，その順序を違えるべきではない。

それでは，上述のチャレンジングな課題に取り組み，その成果を生かすためには，どのような環境が必要だろうか。まずは，気象庁等による観測

情報(固着・すべりの時空間変化など簡単な解析結果を含む)のリアルタイムな開示である。これはあらゆる予測の基盤であろう。次に、各研究者や団体は自由に予測を行うが、予測の方法やアルゴリズムは当然公開されていなければならない。また、個人や団体が発表する予測情報は玉石混濁となることが予想されるため、気象庁などの公的機関も予測を発表することは推奨されるが、他者の予測を禁止することは厳に避けるべきである。気象庁等が行う予測も不確実性が大きく、方法論的にも確定することは当分先と考えられるからである。但し、予測の発表による営利行為については禁止すべきだ。気象庁や国土地理院などの観測データが予測の基となっているからである。

不確実な情報の受け取り手の態度としては、降水確率に対するものが理想的とよく言われる。つまり、発表される予測に自分なりの判断を加えて行動を決定するということだ。「暖かい季節だし濡れても構わないや」と思えば降水確率50%でも傘を持たないことはあるだろうし、「赤ん坊を連れているので濡れてはまずい」と考えれば降水確率20%でも傘を持っていくだろう。このように予測を参考にしながらも、個々人の状況や好みに応じて自分で対応を決めることができるのが理想である(主体的な行動の重要性は、堀(2017)、吉田(2017)でも主張されている)。実際、発表される情報が非常に不確実であることから、大震法のような強制的な対応は実情に合わない。しかし、大規模な地震は降雨現象に比べ頻度が圧倒的に低いので、天気予報と同様に毎日地震の発生確率を発表したとしても、同様の効果を期待することは原理的に全く無理がある。それでは、発表される地震の発生確率の不確実性が非常に大きい状況で、“個々人の状況や好みに応じて自分で対応を決め”てもらうためにはどうしたら良いだろうか。私が考えるに、予測の内実をそれなりに理解することが鍵になると思う。予測の内実を理解すれば、例えば“地震の発生確率1%”という数値は参考にしつつも、その予測値に囚われずに行動することが可能となる。いわば、釜石の奇跡のような状況を期待し易くなるだろう。予測の内実を理解することはそう簡単なことではないが、例えばネット社会を生きていく上では情報に対するリテラシーが必要なと同様に、地震国日本に生きる我々にとって身に付けることが強く望まれる能力であると思う。

3. 結論

地震学の実力に合わない大震法は廃止する一方、不確実な情報に対する適切な対応については大いに研究を進める。様々な研究者が自由に予測を発表し、各人は自分の判断で対応する。そのような状況が理想ではないだろうか。そして、もしもそのような状況が理想であるならば、その方向

に歩を進めていくことが大切であろう。

※注：本稿は、2017年5月発行の地震学会ニュースレター(70巻1号)に掲載された文章を、本モノグラフの体裁に合わせてほぼそのまま転載したものである。

参考文献

- 深畑幸俊, 2012, 世紀の難問「地震予知」に挑む, 地震学の今を問う, 日本地震学会モノグラフ, **1**, 76-80.
- Heki, K., 2011, Ionospheric electron enhancement preceding the 2011 Tohoku-Oki earthquake, *Geophys. Res. Lett.*, **38**, L17312, doi:10.1029/2011GL047908.
- 堀高峰, 2017, 大震法についての議論を通じた将来の日本の減災力向上, 日本地震学会ニュースレター, **69**, NL-5, 37-39.
- Ide, S. and H. Aochi, 2005, Earthquakes as multiscale dynamic ruptures with heterogeneous fracture surface energy, *J. Geophys. Res.*, **110**, B11303, doi:10.1029/2004JB003591.
- 松浦律子, 2017, 大震法成立時にこの世界に入っ
て, 日本地震学会ニュースレター, **69**, NL-5, 36-37.
- Ogata, Y., 1998, Space-time point-process models for earthquake occurrences, *Ann. Inst. Statist. Math.*, **50**, 379-402, 1998.
- 理科年表, 2016, 国立天文台編, 丸善, 東京.
- 鷲谷威, 2017, 地震予知と災害情報～地震学は南海トラフ巨大地震の災害軽減に貢献できるか?～, 日本地震学会・日本災害情報学会共同勉強会, 東京大学地震研究所, 2017年1月28日.
- Shebalin, P., V. Keilis-Borok, I. Zaliapin, S. Uyeda, T. Nagao, and N. Tsybin, 2004, Advance short-term prediction of the large Tokachi-oki earthquake, September 25, 2003, M = 8.1 A case history, *Earth Planets Space*, **56**, 715-724.
- Tanaka, Y., 2014, An approximately 9-yr-period variation in seismicity and crustal deformation near the Japan Trench and a consideration of its origin, *Geophys. J. Int.*, **196**, 760-787.
- 泊次郎, 2017, 大震法見直しの“最悪”のシナリオ, 日本地震学会ニュースレター, **69**, NL-6, 23-25.
- 吉田明夫, 2017, 南海トラフ地震の前兆監視と防災(続), 日本地震学会ニュースレター, **69**, NL-6, 14-18.

防災と地震予測

名古屋大学大学院環境学研究科附属地震火山研究センター 山岡耕春

防災は、科学コミュニティと社会との協働ですすめることが望ましい。地震の予測にもとづいた防災についても、行政・住民・研究者が相互理解をすすめ、一緒になって知恵を絞り、その時点で科学が認識している予測の限界の範囲内で、最善の策を実施することが大事である。

1. はじめに

2017年9月26日に、中央防災会議防災対策実行会議のもとに組織された「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ」（以下WGと言う）の最終報告書が公表された（内閣府, 2017a）。このWGの議論は、すべて公開の場で行われたため、議論の経過についてはメディアの記者等が逐一モニタリングをしており、最終報告書もWGの議論の流れから事前の想定できる範囲内で、報道もセンセーショナルとならず落ち着いたとされている。筆者は、このWGに委員として参加するとともに、このWGのもとに組織された、「南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会」（以下調査部会と言う）の座長も務めた。ここでは、WGの委員としてどの様な考えを持って臨んだかを述べるとともに、調査部会の報告書に関する私的感想を述べたいと思う。

2. 科学者と防災

理学系の研究者の研究対象は純粋に自然現象であること多く、人間の社会活動を含むことは少ない。そのため人間の社会活動も対象とされる防災研究においても自然現象（ハザード）の研究が中心となる。これは当然のことであるし、大事なことであり、否定されるものではない。しかし、災害を軽減するという目的のためには自然現象を理解するだけでは不十分で、社会の応答に関する理解、さらに自然や社会に働きかけるといったデザインに関する研究や実践が必要となる。理学だけではなく工学や人文・社会科学の各分野、さらに行政や市民などのステークホルダーとの協力が必要となる。

このような考え方は、すでに Future Earth で述べられていて（例えば、日本学術会議, 2016）参考になる。Future Earth とは Future Earth のホームページによると「持続可能な地球社会の実現をめざす地球環境研究の国際的な研究プラットフォームです。地球環境と人間活動が相互に影響しあう複雑な地球環境システムを包括的に理解し、地球規模の課題を解決し、持続可能な社会に転換するための研究を、分野を超えて、社会のパートナーとともに推進します。」とある。これはいわゆる超学際的な取り組みであり、KAN（Knowledge Action Network）とも表現され、「研究コミュニテ

ィとステークホルダーが協働するネットワークで、研究と社会実践や政策の連携を強める」取り組みとされている（Future Earth Regional Centre for Asia, 2017）。

この取り組みの考え方は、社会の課題解決という共通点があることにおいて、地震防災にも適用可能である。すなわち、災害軽減を目的とし、研究者コミュニティと社会が協働することである。平たく言えば、研究者・行政・住民が、災害軽減という目的意識を共有し、相互理解を進めつつ、最善の解決法を探り、実行する、ということになるだろう。前出のWGでは、地震学・工学・人文科学・社会科学の研究者だけでなく、地方行政の責任者である静岡県と高知県の知事も加わり、さらに事務局も行政の担当者として議論に係わっている。研究者コミュニティと社会との協働の一形式である。このような取り組みは、国レベルだけでなく、都道府県・市町村などの地域レベルでも進めることが重要である。

地震防災においては、突発的な地震発生を前提とした対策が地震防災対策の王道であり、最も確実に災害を減らす方策である。全国で推進されている地震防災対策は突発的な地震発生を前提とした対策で、耐震化や海岸堤防・避難施設などのハード対策と防災教育・訓練やハザードマップの作成などのソフト対策が災害予防策として強力に進められている。地震の短期的予測を活かした防災対策は、このような突発的な地震発生を前提とした防災対策が行われていることを前提として実施すべきものであり、さらなる災害軽減の可能性のあるものとして実施すべきである。通常地震防災対策によって想定犠牲者数を減らし、その上で、地震発生を短期的予測を活かした災害軽減策によって、救える命を増やす努力をする事である。

WGでも、このような考え方にもとづいて、多くの防災対策の一つとして予測にもとづく対策を議論した。WGは、会議そのものも公開で行われ、事務局の説明や委員の発言は別室に映像と音声によってリアルタイム伝えられ、記者がモニターをしていた。このような会議は、通常非公開でおこなわれることが多く、そのような場合に会議終了後に記者からいろいろと質問を受けると、回答に窮することが多い。しかし、会議自体が公開であれば、会議後の記者からの質問については、

かなり自由に回答ができるので、委員としても楽である。また、議論には、当然のことながら様々な組織や立場による思惑が入ってくることは排除できない。しかし、この思惑も含めてメディア等にモニターされていることで、間違った勘ぐりや無意味なスクープが減ることも期待できる。また公開されたことで、メディアが議論の中身を理解する助けにもなり、メディアによる肯定・否定意見ともに議論内容をきちんと理解した報道になっていたと思われる。

本WGは、WG開催時点における地震予測に関する地震学の知見を前提とする必要があった。言い換えれば、普段の備えが間に合わないような近い未来を対象とした地震予測に関する、その時点での科学の限界を境界条件とし、その範囲内で最善の方策を探る必要があった。そのため、WGでは調査部会を組織し、地震の予測に関する知見の整理を行った。この調査部会と同名の調査部会は、南海トラフ巨大地震対策の検討時に、南海トラフにおける地震の予測可能性について知見を整理するため2012年に内閣府に組織され、2013年5月に報告書を出して解散している（内閣府、2013）。今回の調査部会は、それ以降の知見を整理するために全く同じ委員メンバーによって再組織され、2017年8月にWGに報告書を提出した（内閣府、2017b）。この報告内容は、WGの議論の境界条件を与えたものである。当然のことではあるが、この境界条件は現時点のものであり、地震予測に関する研究が進展すれば、この境界条件も変化していく。従って、今回行われたWGの結論も定期的に見直すことが望ましい。

3. 調査部会報告のエッセンスと私的コメント

筆者は調査部会の座長ではあったが、すでに報告書も公開されたので、ここでは、調査部会報告のエッセンスについて私的なまとめとコメントを述べておきたい。あくまで私見と感想なので、調査部会を代表したものではないことに留意して欲しい。

調査部会の最も重要な結論は「確度の高い予測は困難である」と言うことである。調査部会においてはできるだけ「予測」という表現を用いることにし、「予知」という言葉は避けることにした。これは立場によって様々な定義や意味に使われてしまっている「予知」を避けることにより、報告書全体の論理性を保つためである。予測という言葉に適切な修飾語をつければ十分であり、ある種の「予知」は「確度の高い予測」と言えば足りる。従って、「確度の高い予測は困難」という表現は「予知は困難」と解釈しても大きな間違いはない。このポリシーは、2度目の調査部会の報告における、「大規模地震対策特別措置法に基づく警戒宣言後に実施される現行の地震防災応急対策が前提としている確度の高い地震の予測はでき

ない」という表現にも表れている。困難な予測の内容を、さらに明確に表現したものである。なお、この表現は、最後の調査部会合で事務局案として提案されたもので、私もちょっとびっくりしたが、全委員が了承した。

もう一つの重要なポイントは、地震発生予測手法として現時点で使えるものは地震の統計的法則を用いた確率的予測であるとした。具体的には、余震の大森則的なもの（ETASも含む）とGutenberg-Richter則である。一つの地震が発生すると誘発されてその周辺に多くの地震が発生し、そのうちある確率で最初の地震よりも規模の大きな地震が発生することがあるというものである。そのような地震の発生確率は最初の地震発生直後がもっとも大きく、時間とともに減少していく。それでもかなり長い時間にわたって最初の地震発生前よりは地震の発生確率の高い状況が続くということである。これは、いままでの東海地震予知にもとづく情報の出し方からは大きな転換でもある。従来東海地震の予知関連情報は、調査情報、注意情報、予知情報と進み、警戒宣言が出されるというものであった。つまり、徐々に地震の切迫性が高まっていくイメージで捉えられてきた。しかし、大森則を用いることは、地震などの現象が起きた直後の切迫性が最も高く、時間とともに切迫性が減少していくというものである。従来のイメージとは時間の流れが逆になっていることにも注意して欲しい。

このことは、2度目の調査部会の報告書に書かれている4つのケースのうちケース1とケース2に関する評価に表れている。ケース1とは、歴史上多くの事例が知られているような、南海トラフの半分でM8クラスの地震が発生した場合の地震予測可能性の評価である。ケース2は、一回り小さいM7クラスの地震が発生した場合の地震予測可能性の評価である。いずれの場合も、より大きな地震を誘発する可能性が高まるとしつつ、その確率の時間変化は大森則に従うとした。地震発生直後の3日ないし1週間の警戒について記述されているのはそのためである。3日とか1週間で区切ることは、自然科学の観点からは意味はない。平均的には徐々に地震発生確率が減少していくからである。しかし、WGでは人間の側で耐えられる限界が1週間くらいであるという調査結果に基づき、その段階での態勢の解除を想定している。しかし、これは安全宣言ではない。応急対応から長期的な対応へと切り替えるタイミングを示しているだけと解釈すべきである。

ところでこの大森則については、提案されて100年以上経過していて、広い適用性が確認されているものの、物理的メカニズムについてはいまだ諸説ある。良く知られているところでは、Rate-and-State 摩擦則による説明がある（Dietrich,

1994). この説明では、地震による応力変化によって震源から離れた場所で地震が誘発される確率の時間変化もまた大森則に従うと考えられる。一方、対数関数に従うとされる岩石のヒーリング過程は、種々の時定数を持つ対数関数の重ね合わせで表現できるという研究もある (Snieder et al. 2017)。大森則はおおまかに言えば余震が時間の逆数に比例して減少する法則であり、それは対数関数の微分であることを考慮すれば、地震に伴う状態の変化の理論的及び実験的研究による知見と深い関係にあることは間違いないだろう。その意味で言えば、現在精力的に進められているシミュレーション手法による地震発生過程や予測の研究は、この大森則で知られている経験則を本質的に包含したものであるはずであり、統計則を用いた確率予測とシミュレーションによる予測は対立する概念ではない。

報告書中にケース3として挙げられたのは、東北地方太平洋沖地震で認められたように、地震に先立ってスロースリップや前震など、多くの異常が認められた場合の予測可能性についてである。作業部会は、このようなケースは数日から1週間程度の短期予測には役立たないとして、切り捨てている。ただし、これは現時点での評価であり、今後の研究の発展の可能性も見えている。例えばOgata(2017)は、予測に対する確率ゲインを持つ相互に独立な現象が同時に複数発生した場合には、予測の確率が高くなるという主張をし、先行研究として宇津(1977)の例もあげている。このような研究を進めていけば、ケース3の様な場合も短期的な予測に使えるようになるかもしれない。

ケース4は、現在の東海地震予知で想定しているような急激で規模の大きなスロースリップが発生した場合の予測可能性の評価である。調査部会では、シミュレーション計算においてさえも確実に地震に至るとは限らないことや、そもそも観測された前例がないことから、定量的な評価は出来ないとした。しかし、仮にケース4の様なことが起きれば、当然要注意であり、ほとんどの地震学者は固唾を飲んで推移を見守り、現象の解析・解釈に躍起になることになるだろう。調査部会の議論では、予測はできないにしても観測(モニタリング)と迅速な評価とともに、データやデータの即時解析結果の公開が必要であるとしている。

国民は、南海トラフに限らず、予知は不可能でも異常があったら知らせたいと思っている。メディアの方にお聞きしてもほとんどがこのような意見を持っている。一方で、異常があったという情報を出すだけでは混乱が心配である。何らかの異常があったときに、その情報だけが公表されると、メディアは必ず専門家の意見を聞く、10人の専門家に聞くとたいいてい10通りの答え

が返ってくるし、メディアの記者は必ずしも専門家の質を理解しているわけではなく、その結果社会が混乱することは目に見えている。そこで、まず国としての評価結果が公表されることが必要である。その評価結果に対して専門家が意見や異論を述べることは自由であるし、国の評価結果の信頼性を国民に見えるようにするとともに、無用な混乱を防ぐことにもつながる。

南海トラフでは、2016年4月1日に紀伊半島沖のプレート境界で発生したM6.5の地震の余震が極端に少ないことも気になる。通常地震ならば、せめてM4クラスの余震が起きても良いがそれも観測されていない。前出のDietrich(1994)の理論によれば、地震の滑りによりもたらされた周辺の応力変化が地震の活動度を変化させている。細かい地震が起きるような場であれば、大きめの余震が起きても良いのである。しかし、そうでないということは、細かい地震が起きないことを意味している可能性がある。つまり、自己相似性を持つマグニチュードの下限が大きいことを意味しているのかもしれない。このように、統計的予測という観点から見ても、南海トラフは良く分からないところも多く、モニタリングと評価が必要なゆえんである。

4. 防災対策と法律について

上記のWGでは、大規模地震特別措置法(大震法)についての議論をしなかった。これについては意見もあるだろう。しかし、このような法律は、まず「何をすべきか」という実行方針が決まった段階で、その実施を支援するために作るものだろう。まずは防災対策を具体化し、その上でどの法律を使うか、使う法律がなければ、法律を修正したり新たな法律を作るか、あるいは不要な法律を廃止するかを考えればよいと思う。

大震法にしても、第一のステークホルダー(当事者)は行政や国民であり、当事者の判断で改廃をするのがスジである。大震法が地震研究に悪影響を与えるから廃止すべきという主張もある。しかし、悪影響があったとしてもそれは悪影響を受けた研究者コミュニティ側の責任である。地震学コミュニティのために大震法を廃止すべきと社会から思われるような主張は避けるべきである。KANの考え方のように、まずは、研究者が地震現象・地震予測に関する現在の科学的知見や認識の限界を示し、社会との相互理解に基づきながら、その限界の中で最大限工夫をした災害軽減のための対策を一緒に考えることが大事である。その結果、大震法が不要ならば廃止を考えれば良い。

またWGでは、応急対策を取るべきかどうかを判断する際には国がトリガーになって欲しいという要望もあった。国のトリガーは、現在の警戒

宣言の様なものを考えているのかもしれないが、どの様な法律的裏付けが必要かについては様々な選択肢があると思う。個人的には少なくとも「警戒宣言」という表現は、大げさなのでやめた方が良いと思う。

5. 自然現象の予測は本来不確実である

自然現象の予測は不確実であり、統計的・確率的にしか評価できない。空振りも見逃しもある。予測にもとづく防災対策は、この認識からスタートする必要がある。確率を活かすためには、効果の期待値が最大になるような方策を実施することが必要である。そのためには、対象の数がたくさんである必要があり、また確率を定量的に見積もることが出来る必要がある。これは対象の数が多い行政の防災施策に役立つもので、実施することによって犠牲者数を減らし、経済的被害（対策にかかるコストも含め）を軽減することが出来る対策を考えるためのものである。例えば、何も対策をしない場合の犠牲者の予測が 10000 人であったものが対策を行う事によって 7000 人になることが期待されるのであれば、行政としては意味がある。しかし、実際に何が起きるかは起きた段階で確定するのであり、結果的にうまくいかなかったとしても責任を問うてはいけない。確率的現象に対する対策は、事前にどの様な対策を取っておくかが重要である。事前に十分に考えておかなかった場合には責任はあるが、対策が裏目に出ることも確率的にあり得るからである。

一方で、大地震を一生に一回くらいしか経験しない個人レベルでは確率は役立たない。短期的な予測に関する情報は、個人にとっては命を守るための情報で有り、命には生死の中間の状態はないからである。したがって、情報を受けてどの様に行動するかは結局は個人の判断であり、個人の自由である。たとえ、注意情報の解除後に地震が起きて、行政が事前に合理的に対策を検討して実施している限りにおいては、解除した行政の責任は問うてはいけない。国民としての我々は、確実な予測が出来ない自然の摂理をそのまま受け入れ、その限界の中で対策の工夫をすべきである。人間側の都合に合わせて自然を評価することが困難であることは、噴火警戒レベルの問題点としてすでに知られているところである。

調査部会の報告書には、「確度」という単語が多く使われている。多くは「確度の高い地震の予測は困難」というコンテキストで用いられているが、ただ一箇所、地味ではあるが、「地震発生予測の確度を高めるため」という表現を用いて、調査研究のあり方を記述した箇所がある。これは、もともとは「確度の高い地震発生予測の実現に向けて」という記述であった。しかし、研究者のできることは、地震発生予測の確度を少しでも高めるた

めの努力であるとして、表現の修正を施した。ここには、地震発生予測の確度を高めるための不断の研究に務め、使える知見、あるいは使うべき知見を災害軽減に活かしていくべきであるというメッセージを込めている。

参考文献

- Dietrich J, 1994 A constitutive law for rate of earthquake production and its application to earthquake clustering. *J. Geophys. Res.*, 99, 2601-2618.
- Future Earth Regional Centre for Asia, 2017 <http://www.futureearth.org/asiacentre/ja>, retrieved on 29 September, 2017.
- 内閣府 2013 南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会（報告）
<http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/yosoku/index.html>, retrieved on 29 September, 2017.
- 内閣府 2017a 南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応のあり方について（報告）
http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/taio_wg/taio_wg.html, retrieved on 29 September, 2017.
- 内閣府 2017b 南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性について（報告）
http://www.bousai.go.jp/jishin/nankai/tyosabukai_wg/index.html, retrieved on 29 September, 2017.
- 日本学術会議 2016 提言「持続可能な地球社会の実現をめざして -Future Earth（フューチャーアース）の推進 -」 pp. 29
- Ogata Y, 2017 Forecasting of a Large Earthquake: an overlook of the Research. *Seismological Research Letter*, 88, 1-10.
- Snieder R, Sens-Shoenfelder C, Wu R, 2017 The time dependence of rock healing as a universal relaxation process, a tutorial. *Geophys. J. Int.*, 208, 1-9.
- 宇津徳治, 1977 地震予知の的中率と予知率. *地震*, 30, 179-185.

南海トラフ地震の予測と防災

静岡大学防災総合センター 吉田明夫

南海トラフ地震の確定的な予知はできない。しかし、地震発生の蓋然性が高まっていることを示す“予兆的”現象が観測される可能性は高い。多くの地震研究者はそう考えているのではなかろうか。内閣府は、昨年、「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ」を発足させ、今年8月の会議において、南海トラフで観測され得る異常な現象のうち、大規模地震につながる可能性がある4つのケースをとりあげて、それぞれの場合について防災対応の基本的考えを示した。しかし、その考え方は“確定的な予知はできない”としつつ、短期的予測に則った対応となっており、本当に有効な防災対応と言えるのか、問題があるように思う。

1. はじめに

南海トラフ地震の確定的な短期予知はできない。しかし、地震発生の蓋然性が高まっていることを示す“予兆的”現象が観測される可能性は高い。これは筆者だけでなく、多くの地震研究者の考えでもあろう。そうした時、防災あるいは減災のために地震研究者に何ができるか。内閣府は、昨年9月に「南海トラフ沿いの地震観測・評価に基づく防災対応検討ワーキンググループ」(以下、WG)を発足させ、今年8月の第7回の会議で防災対応の方向性をとりまとめた。その中では、6名の地震研究者からなる「南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性に関する調査部会」(以下、調査部会)の報告書に基づき、南海トラフで観測され得る異常な現象のうち、観測される可能性が高く、かつ大規模地震につながる可能性があつて社会が混乱するおそれがあるとした4つのケースをとりあげて、それぞれのケースについて、防災対応の基本的な考え方を提示している。調査部会の報告書の各ケースの評価案は、過去の事例の統計やシミュレーション研究等についての一見丹念な調査に基づいているが、何かしっくりこないところがある。そうした違和感はどこから来るのか。“予兆的”な現象が観測された時、地震研究者に求められるものは何かという視点から、それぞれのケースで提示されている評価案文やそれに基づく防災対応を検討し、違和感の由来を考えてみる。

2. ケース1

ケース1は南海トラフの東側の領域で大規模地震が発生し、西側の領域でも大規模地震の発生が懸念される場合である。調査部会の評価は、規模や発生時期の確度の高い予測は困難であるとしながらも、1900年以降のマグニチュード(M)8以上の地震96事例のうち、隣接する領域における同規模(Mが±1.0以内)の地震発生は3日

以内に10事例、4日から7日以内に2事例あつて、地震発生の可能性は直後に高く、その後時間の経過とともに急激に減少するというものである。この評価に基づいて、WGでは防災対応のあり方として、短期的な地震発生の可能性の定量的な評価が可能であることから、通常より一定程度大規模地震の発生の可能性の高さが認められる期間内に、危機管理の視点から、避難を含む何らかの応急対策を講じる意義があるとしている。

筆者は、東側で大規模地震が発生した場合、西側で続発するおそれがあること、特に直後に発生の可能性が高いということについては同じ意見である。しかし、地震発生の可能性は余震と同じように急激に減少していくとみなして、一週間程度経過した以降は、地域の実情に応じ一部対応を継続するものの平時の備えをすることとしているのは、科学的な判断に基づく対応といえるのか、疑問に思う。浜田・津村(2017)によれば、96事例の大半は本震—余震の系列であつて、東南海地震と南海地震のように、後続の地震の規模が大きかった事例は他に2例のみである。筆者は、地震発生場の地学的背景の異なる事例を集めたデータ解析に基づくより、南海トラフでの過去の大地震の発生時系列に学ぶべきではないかと考える。

直近の昭和のシリーズでは東側が破壊されて2年後、また、1854年の安政のシリーズでは32時間後に西側が破壊している。その前の宝永地震の際は同時に壊れ、更に遡ると、確認の不十分なものもあるようだが、どのシリーズでも同時かもしくは数年以内に続発していると推定されている(地震調査委員会, 2013)。ここで、注目すべきは、ほとんどすべてのケースで、東側と西側の破壊が対で、もしくは同時に起きているとみられることである。このことは、東側で大規模な破壊が生じた場合には、直ぐに、あるいは数年以内に西側でも大規模な破壊が生じると考えるべきで

あることを示している。

これは、2週間経過すれば発生確率は下がるのではなく、以後は時間が経てば経つほどむしろ発生の可能性は高まるということを意味する。駿河湾地震が提唱された当初、いつ起きてもおかしくないと言われたが、まさにその状況に該当すると思われる。発生の可能性は時間経過とともに急速に減少するという調査部会の評価は、WGの言うところの“危機管理の視点から”も、間違った判断に導くのではないかと思う。

同時に発生した事例もあることを考慮すれば、直後の数日は、続発の可能性が極めて高いことは、その通りと思うが、しかし、このことは、最初の地震が発生した時点で、国が一斉の防災行動を指示することの根拠となるであろうか。西側に破壊が及ばなかった時には、いつ続発してもおかしくない状況になることを、事前に地域住民や地方自治体の防災担当者に十分周知しておけば良いのではなかろうか。むしろその方が、実際の防災の効果を上げるには有意義のように思われる。上述したように、1週間経てば地震の発生の可能性は低くなるというより、次第に高まると見るべきことから、国の指示で対応のレベルを上げ下げするのではなく（下げた時点で地震が発生した場合、誰が責任をとるのだろうか？）、いつ続発してもおかしくない状況になることをすべての住民に事前に十分理解していただいて、人的及び物的被害を抑えるために、その時に個人や自治体、各事業主体はどのような防災対策をとるのか、あらかじめ決めておくことこそが重要と思われる。

地震研究者は、このケース1の場合に何ができるか。東側だけが壊れた時点で、西側での大規模地震の切迫性を、どのような観測データを基にどのように判断するか、研究を進めておく必要がある。例えば、ゆっくりすべり領域の拡大や和歌山付近の活動の静穏化が観測され、短期的すべりの発生頻度等が加速していった場合には、気象庁あるいは地震調査委員会が、特別警報のようなものを発表する仕組みを作っておいてもいいかもしれない。切迫性についてのこうした研究は、最初の大規模地震発生の予測にも役立つと思われる。

また、過去の系列で、同時的な発生がどのくらいの割合であり、時間差を伴った例がどのくらいか、片側だけが壊れて他方が残った場合もあるのかを明らかにすることも重要な研究課題と思う。

3. ケース2

ケース2は南海トラフ沿いでM7クラスの地震が発生した場合である。調査部会の評価は、1900年以降の全世界のデータで、M7クラスの地震後に、同じ領域でより規模の大きな地震が7日

以内に発生したケースは24事例あり、その後の発生頻度は余震活動と同様に、時間の経過とともに急速に減少するというもので、この評価に基づいて、WGでは防災対応のあり方として、ケース1の場合と同様の短期的な防災対応をとっている。ただし、ケース1に比べると発生の可能性は低いので、例えば、津波避難の場合の直後1週間における対応は、ケース1の場合の4日から1週間の時と同じ程度とする考え方を示している。

筆者はケース2をケース1と同じように扱うことに違和感を持つ。ケース1と同様な防災対応をとるとするのは、M8クラスの大規模地震の発生を想定することである。同規模以上の地震が発生したとされる24事例の中に、M8クラスの大規模地震が発生した事例はどのくらい含まれるのか。あるいは、M8地震のうち、どのくらいの割合で、その前1週間以内にM7クラスの地震が発生しているのか。まず、それらを調べるべきではなかろうか。

M7クラスと、規模を限定していることも疑問である。2016年4月1日に三重県南東沖でM6.5の地震が発生し、メカニズム解は東南海地震のそれと似ていた。筆者は直後からたいへん気に懸かったが、このような地震は、Mが7未満だからとして考慮しないのであろうか。M6.8の地震だったらどうするのか。問題は、Mいくつで区切るかということではないのはもちろんである。その地震一つだけを取り上げると、上のように奇妙な議論になってしまう。真に評価すべきことは、一つのM6~7の地震の発生ではなく、どのような状況の中でその地震が発生したかであろう。メカニズム解はもちろん、前後の小地震の発生状況や、もし、静穏化が生じていたらどの範囲か、周辺の地震活動のb値はどうか、地殻変動は観測されているか等、様々な調査をした上で、M8クラスの大規模地震の発生の可能性を検討すべきである。その意味で、ケース2はケース1に準ずるべきでなく、むしろケース3の中にも含めるべきと、筆者は考える。更にケース1の場合と違って、ケース2では警戒すべき範囲が西側だけでなく、南海トラフ全域に及ぶことになることにも注意したい。調査部会が示している数値に基づくならば、7日以内に同等以上の規模の地震（大規模地震とは限らない）が発生する可能性は、50回に1度程度であり、このような低い確率で、その都度、広域で避難行動を指示したら、それこそ危機管理の上からも、却って問題が生じるのではなかろうか。

地震研究者が果たすべき役割は明瞭である。いまは、まだ、ほとんどわかっていない、どのよう

な状況の中で M6~7 の地震が発生した時、大規模地震につながると判断できるのか、その時に的確な情報発信ができるように、研究を進めていく必要がある。

4. ケース 3

ケース 3 は東北地方太平洋沖地震の際にみられたような種々の先行現象が観測された場合である。防災対応の方向性を示した WG の資料では、それらは長期的な観点から評価されるものが多く、短期的に大規模地震の発生につながると直ちに判断できないということになっている。要するにそうした先行現象が観測されても短期的な防災行動は指示しないということである。しかし、筆者は、このケース 3 の場合こそ、観測成果を防災に生かす上で要になると考えている。そもそも、WG を立ち上げたのは、冒頭書いたように、南海トラフ地震の確定的な予知はできないが、地震発生の蓋然性が高まっていることを示す“予兆的”現象が観測される可能性が高いことから、そうした現象が観測された時に、それをどのように防災に生かすかを検討することではなかったか。これらの先行現象が観測されたとして、大規模地震が 1 週間以内に起きる可能性はどのくらいあるかと問われれば、実際、速断はできないだろう。しかし、数年以内に起きる可能性はと問われれば、かなり高いと答えることができる場合もあるのではなからうか。

WG は、南海トラフ地震の短期的な確定的予測はできないと言いつつ、3 日以内とか 1 週間以内とかの短期的な発生の可能性の数値的評価にあまりに偏った防災対応を指定しているようにみえる。筆者は、そのような問題の立て方は根本的に間違っていると考える。ケース 1 の場合の数値的評価に大きな疑義があることは、浜田・津村 (2017) が明らかにしている。ケース 2 については、先に、M7 クラスの地震発生後に、同等規模以上の地震ではなく、M8 の大規模地震が発生した割合を求めべきことを指摘した。恐らく、その数値は 50 回に 1 度よりもさらに小さくなるのではなからうか。

東北地方太平洋沖地震の場合には、地震活動の静穏化や大すべり域における b 値の低下、プレート間カップリングの弱化等が観測された。南海トラフ沿いでは、この他に低周波地震活動の活発化、短期的スロースリップの頻発なども観測されるかもしれない。そうした複数の気に懸かる現象が観測された時に、数年以内に地震が発生する可能性が高まったと、どのようにして判断できるか。観測成果を防災に生かすことができるかどうかは、このことにかかっていると思う。

防災対応と結びつけることを考えるなら、現行の東海地震の、観測、注意、予知情報との類似で、先行現象と推定される現象が観測された、先行現象が生じているとほぼ確実に推定できる、先行現象の進行状況から地震は数年以内に発生する可能性が高いと考えられる等と、3 段階で、防災対応を促すことを考えても良いかもしれない。そうした判断において、地震研究者がなすべきことは多い。

5. ケース 4

ケース 4 は現行の東海地震予知情報の判定基準となっている前駆的すべりと同様のプレート間すべりが観測された場合である。ただし、必ずしも加速的すべりに限定されておらず、これまで観測されたことのないような大きなゆっくりすべりが見られた場合と、少し拡張した表現になっている。これは、筆者が、2016 年 2 月の地震防災対策強化地域判定会 (判定会) で想定東海地震の想定を見直すべきと提言した時に (吉田, 2016)、例えば、浜名湖下の長期的ゆっくりすべりが、想定固着域にまで大きく広がってきたときに、これはまだ予知情報基準のひずみ変化速度のレベルには達していないから、その範疇ではないと判定会長が判断・解説しても、それは一般に受け入れられるだろうかと問うた状況も考慮に入れるということであろうか。ちなみに、2 月の判定会では、東南海地震と“東海地震”を合わせた形で東側が壊れ、西側が割れ残った時に、判定会は、東海地震が発生しましたと公式に認めるだけでその任務を終えることになるだろうかという問題も投げかけた。これはまさにケース 1 の場合として、WG で取り上げられている。2016 年 2 月の判定会での筆者の講演は最終的な議事録から削除されて残念に思ったが、そこでの提言が WG における防災対応のあり方の検討に多少とも生かされていると思えば、それなりに意義があったと考えてもいいのかもしれない。

さて、WG によるケース 4 の評価と対応方針は、地震発生の可能性についての定量的な評価はできないので、社会全体で具体的な防災対応をとることは難しいが、行政機関は警戒態勢等をとる必要があると思われるとなっている。警戒態勢をとる必要があると言われるのは、3 日とか 1 週間以内とかの期日を限定したものであろう。しかし、浜名湖下の長期的スロースリップがしばしば数年にわたって継続することがあるように、たとえ広い範囲ですべりが生じたとしても、それでもって直ちに短期的な予測ができるものではない。そもそも、地震発生が高まっていることを示唆する現象というのは、その多くが中期的な意味あいの

ものである。ケース4も、ケース2と同様、ケース3に含めて良いと思われる。ただ、あえて付け加えるなら、東海地震の予知で想定しているような“加速的なすべり”が、例えば、紀伊半島沖で観測された時には、その可能性はあまり高くはないと思うが、筆者は緊張する。

6. おわりに

はじめにのところで、各ケースについての調査部会の評価案、及びそれを基にWGが提示している防災対応のあり方には、何かしっくりこないところがある。そうした違和感はどこから来るのかと述べたが、ケース1からケース4までのWGによる対応の方向性をいくらかいていねいに見てきて、その由来がわかったように思う。

それは、短期的な予知は困難であるとしつつ、短期的な“定量的”発生確率の評価に基づく即時的な対応に重きが置かれていることである。更には、はっきり言うなら、短期的な対応のみが前面に出て、そのために短期的な“定量的”評価ができない現象は、すべて当座の役には立たないものと、防災対策の対象外とされている。地震発生の可能性が高まっていることを示す現象は、そもそも基本的に短期的予知にはそのままでは結びつかないものである。そうした理解の上に立って、そのような現象を捕捉したときに、それをどのように防災に生かすか。これこそが、南海トラフ地震の災害軽減にとって極めて重要な課題であると、筆者は考えている。

少しうがった見方をするなら、現行の大震法の予知情報のような、国による一斉の防災対応指示が可能となるようなケースを苦心して選び出しているようにも見える。しかし、ケース1についても、ケース2についても、調査部会による地震発生“確率”の時間的推移についての評価は、大きな問題があることは先に述べた通りである。特にケース2では、M7クラスの地震発生（M6.5クラスだったらどうするかということもあるが）で機械的に短期的な予防態勢をとったとき、何度も空振りに終わる可能性が高い。それは現実的な方策とは思われない。筆者は、将来、研究が進んだ場合には、短期的に防災を呼び掛けることが可能になるかもしれない（通常の意味での確定的な短期地震予知が可能になるということではない）と期待しているが、そしてそのために地震研究者が果たすべきことはたくさんあるが、少なくとも現時点において、調査部会が報告しているような短期的な地震発生“確率”予測に基づいて、国が一斉の防災対応を指示するのは、却って混乱を招く事態になるのではないかと思う。

短期的な発生予測ではなく、発生の可能性が高

まっているというような中期的な見通しに関する予測情報を出すことは、調査部会の報告書にもあるように可能であると考えられる。そうした情報の防災への活用策をみんなで構築していきたいと思う。そのためには、普段から観測成果が広く公開されて、プレート間カップリングの状況についての地震研究者のていねいな解説が、誰もが閲覧できるような形で広報されていることが大切である。そうした中、地震発生の可能性が高まっているとみられる現象が観測された時には、しかるべき機関が注意を呼び掛けていけば良い。こうした地道な取り組みを続けていくことが、人々の防災に対する意識を高めることにつながり、実際の防災により有効なのではないかと思う。

なお、防災対応の方向性を提示したWGの資料の随所に「以下のように整理する」という言葉が現れることにも若干、違和感を持つ。当面、現在の地震学に則るのは当然としても、今後の方向性としては、研究すべき多くの課題が残っているという視点をもっと前面に出してほしかったと思う。観測データの収集と公開をしかるべき機関が担うとして、それをういた多様な研究が「整理され」、解析結果やその解釈についての創造性に富んだ研究の芽が摘みとれられることのないように願うものである。

また、「危機管理の視点から」という言葉も、住民目線でないように感じられる。筆者は、緊急対応的な防災から、じっくり対応的なものに切り替えていく必要があると考えているが、それには、社会の在り方自体も関わってくる。個人であれ、会社などの組織であれ、村、町の地方自治体であれ、生活する人々の目線で見た時に、地震に強いということは、地震による人的被害を極力抑えつつ、地震が起きても普段の生活を営んでいくことができるということであろう。そのためには、これまで、われわれが追い求めてきた、大量生産、大量流通、大量消費の、みかけの豊かさではない、それぞれの地域の風土に適った、地産地消の生活スタイルを築いていくことが大切なのではないかと思う。つつましくはあっても、そうした心豊かな地域共同体の絆を強めていくことが、真の防災につながるのではないかと、筆者は考えている。

参考文献

- 浜田信生・津村建四朗, 2017, 大規模地震の続発性に関する一考察, 本モノグラフ所収.
- 地震調査委員会, 2013, 南海トラフの地震活動の長期評価(第二版)について.
- 吉田明夫, 2016, 想定東海地震の想定を見直す時, 科学, 86, 1001-1005.

地震学会主催シンポジウム「地震発生予測と大震法および地震防災研究」：パネルディスカッション報告

京都大学防災研究所 深畑幸俊

2017年6月17日(土)に東京大学地震研究所で開催された、地震学会主催シンポジウム「地震発生予測と大震法および地震防災研究」の第一部における5人の招待講演を受けて、第二部では主として地震予知・予測と大震法をテーマにパネルディスカッションを行った。本パネルディスカッションにより、コンセンサスが得られる点と議論となるポイントを相当程度明らかにすることができたように思う。本稿では、その内容について報告する。

パネリストは、資料として添付した別紙のプログラムにある通り山岡耕春(名古屋大)、太田雄策(東北大)、加藤愛太郎(東大)、橋本学(京大)、岩田孝仁(静岡大)、馬場俊孝(徳島大)(敬称略)の6人で、スクリーンの前に着席し、議論して頂いた。年長の方だけでなく、若いパネリストからも積極的に発言があった。また、招待講演者や会場からも随時コメントを頂いた。なお、招待講演者からは本モノグラフにそれぞれご寄稿頂いている。パネルディスカッションでは、地震予測情報と社会との関わりについても議論を行う予定だったが、時間切れのため、その点については矢守さんにコメントを頂くに留まった。

参加者の自己紹介の後、まず馬場さんから徳島県の自治体の防災担当者や学生さんらに対するアンケートの結果が報告された(図1)。確度の高い予知は難しいことが概ね周知されていること(学生7割、自治体職員9割)、不確実な情報でも防災に生かせると考える人が自治体職員の半数近くいることなどが示された。

議論の最初のポイントは、地震の発生予測の実力についてである。まず非常に重要なこととして、短期的に地震の発生を高い確度で予測する、いわゆる「地震予知」について、現状では不可能ということ意見が一致した。これは東海地震も含めてである。

その一方、地震が普段よりも起きやすい状態にある、などといった曖昧な予測は可能であるということでも意見は一致した。但し、この曖昧さは幅が広く、参加者間でも相当に違ったイメージを持っていたかも知れない。

さらにその曖昧な予測情報を防災に活用できるか否かについては、意見が分かれた。地殻内で生じている現象のモニタリングの精度を上げていくこと、その観測情報を分かり易い形で発表することは当然として、まずは地震発生予測の難しさを社会に十分理解してもらうことや、科学者と社会との信頼関係の醸

成が先決であるといった意見が出された。

内閣府が作成した切迫度評価の図については、そもそも切迫度の定義がなされていないであるとか、切迫度の評価が現状では難しい、地震の切迫度と取るべき対策とは分けて考えるべきなどの批判があった。

大震法についての議論に移る前に、自治体の防災対応について岩田さんからお話頂いた(図2)。過去には、耐震補強等が進んでいないことの言い訳として地震予知に期待した時代はあったが、現在では予知を前提にした対策は行っていないとのことだった。

次いで、山岡さんから、地震発生予測以外において、地震観測研究は、地震防災に広範かつ様々な形で役立っていることを説明して頂いた(図3)。つまり、地震予知以外の点で、地震学は防災に相当程度貢献しているということである。

大震法自体の問題として、泊さんが講演で、大震法の成立により東海地震の発生時期や規模を予測する研究が事実上のタブーとなったことを指摘した。大震法が存在することにより、もしも地震学の発展を阻害することがあれば、それは重大である。この問題に関し、1995年兵庫県南部地震以前は確かにその指摘によく当てはまることがあったという証言が得られた。その一方で、現在はデータがオープンとなり、海外の研究者も使えるので、そのような心配は必要ないだろうという意見も説得力を持った。但し、福島原発事故に際してもSPEEDIの解析結果がしばらく公表されず問題となった。国家が科学にある種の関与をすることで、このような問題が生じ得るということは十分に留めておく必要があるだろう。

引き続いて、大震法の特に警戒宣言に関わる部分について議論した。現行の「新幹線を止める」に代表される拘束力の強い規制は行えないということでは意見が一致した。さらに進んで、警戒宣言の発令自体を廃止ないし

は中止すべきという意見も多くあったが、一方で、科学的な知見を防災に最大限生かすため、ある種の異常が観測された際に何らかの対応を取ることが必要であるという意見も強く出された。

おそらく、この問題に対する態度は、ある観測情報が得られた際に、社会にとってプラスとなる対応を取れると思うか否かにかかっている。観測情報をできる限り公開するという点ではコンセンサスがある。しかしながら、例えば、一時的に上昇した地震発生予測確率が経時的に低下することに対応して、高台への避難を中止するなど防災対応を縮小した後に、大地震が発生するという事は十分あり得る。そのため、現在の地震学の実力では場合によっては被害の拡大を引き起こす恐れもあるので防災対応に役立っているのは難しいと考える人は警戒宣言の枠組みの中止を主張する。一方、それでも意味のある対応を取れる筈だと考える人は、警戒宣言の発令に伴う規制の中身を大きく変えた上で存続させるべきだと主張する。

両者の意見の食い違いはそのような構図になっている。そのため、この構図は、大震法を南海トラフ全域に広げるか否かの主張の違いにそのまま対応している。これは、地震学的観測情報をトリガーとして、社会が意味のある防災対応を取れるか否かの問題であるので、実際のところ地震学はむしろ脇役と言える。いずれにしろ、地震学の側では日頃から観測情報を分かり易く提供するなど努力する一方、社会の側でも地震学の実情を理解し、その情報を的確に利用できるように準備を進めておく必要がある。

また、警戒宣言の発令の判断は、科学者ではなく行政が行うべきという点では意見が一致した。しかし、例えば、警戒宣言の発令は首相によってなされると規定されているが、現行では判定会の判断がそのまま直結してしまうように思われる。この、ミスマッチの解消も地震学的情報の的確な利用という点で上の問題と深く関わっている。

なお、矢守さんの講演では、避難に対する自主的な判断の重要性が強調されている。それに対応して、防災対応のトリガリング（警戒宣言の発令）という最も重大なポイントを他者（国）に委ねることへの疑義も提出された。一律的な対応の方が社会的混乱が抑えられるという考えがある一方、やらされ感が出てきてしまうという問題があり、注意深い検

討が必要であろう。

最後に矢守さんから、地震予測情報の発信について、見逃しも空振りもある上、クリティカルな判断には関わらず、損害も一切負いません、というのは確かに事実であろう。しかし、そのような言い方をすることの信じてもらえるだろうか？、という問題提起があった。事実ではあってもどう伝えるかは大切なことであり、前向きに言う必要がある。さらに、この問題には、誠実に立場を表明すると信じてもらえなくなるというジレンマがあり、心理学など人文系の人々と一緒に考えていくべき課題であるとコメント頂いた。

資 料

(公社) 日本地震学会主催シンポジウム

「地震発生予測と大震法および地震防災研究」

日本地震学会 地震学を社会に伝える連絡会議

コンビーナ：深畑幸俊・酒井慎一

趣旨： 高度な観測網と解析技術の着実な進歩により、地震活動の変化や地震発生の原因に関わる地殻変動を詳細に捉えることができるようになりつつあります。一方で、その後の推移予測や大地震の発生につながるかどうかの判断は、研究者の経験と認識からも、地震が有する不確実性の観点からも、大変難しい課題です。現在、南海トラフ沿いの大規模地震の発生予測可能性と防災対応の検討が進められる中、学会員からは「大震法に定められた、地震予知情報に基づく防災対応シナリオはこのままで良いのか？」との問いかけや、大震法への直接の批判の声があがっています。地震研究者として避けて通ることのできない、「地震予知・予測」という重要課題に対し、事実関係と論点を整理するとともに、地震災害軽減と人命を救う観点から、地震研究者は何をすべきかについて考えます。

日時： 2017年6月17日(土) 午後13時～17時55分(予定)

場所： 東京大学地震研究所1号館セミナー室

(定員80名：申し込み先着順)

* 6月9日まで参加申し込みをお済ませください。

定員超過の場合は隣室に中継予定です

対象： 日本地震学会会員・一般の方

☆ プログラム ☆

○ 開場・受付 12:30-

○ 開会 13:00

開会挨拶・趣旨説明 古村孝志(東京大学地震研究所) 13:00-13:05

○ 第1部：招待講演(13:05-15:50)

座長：酒井慎一(東京大学地震研究所)

平田 直(東京大学地震研究所) 13:05-13:35

「大規模地震対策特別措置法(大震法)とは何か？」

泊 次郎(元朝日新聞) 13:35-14:05

「大震法の成立過程の問題点と大震法の弊害」

— 休憩 14:05-14:20 —

松浦律子（地震予知総合研究振興会）14:20-14:50

「地震発生予測と大震法とのあるべき関係」

堀 高峰（海洋研究開発機構）14:50-15:20

「地震発生予測研究の現状と展望」

矢守克也（京都大学防災研究所）15:20-15:50

「地震リスクのインフォメーションとコミュニケーション」

— 休憩 15:50-16:10 —

○ 第2部：パネルディスカッション(16:10-17:45)

「地震発生予測と大震法および地震防災研究」

司会： 深畑幸俊（京都大学大防災研究所）

パネリスト：太田雄策（東北大）・加藤愛太郎（東大地震研）

・ 馬場俊孝（徳島大）・山岡耕春（名古屋大）

・ 橋本学（京大防災研）・岩田孝仁（静岡大）

○ 閉会挨拶 17:45- 17:55 山岡耕春（名古屋大学）

☆ 参加申込・問い合わせ先：

日本地震学会事務局（zisin@tokyo.email.ne.jp; 03-5803-9570）

地震予知に関する意識調査アンケート

馬場俊孝（徳島大学）

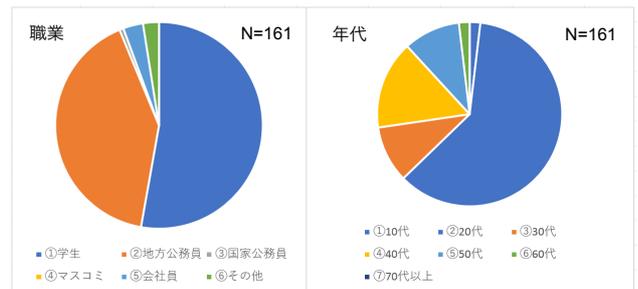
アンケート概要

- 対象：徳島県内自治体の防災担当者（62名）
四国防災危機管理プログラム受講者
（徳島大側：28名，香川大側71名）
- 実施期間：2017年5月
- 実施方法
自治体：アンケート用紙（電子データ）を担当
者経由で配布，後日回収
受講者：授業内でアンケート用紙に記入

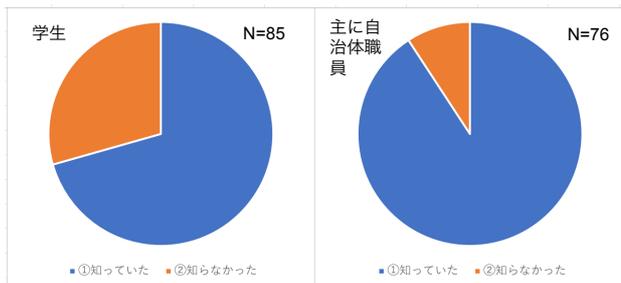
設問内容

- 地震発生の数日前から直前の間に地震の発生場所，規模，時刻を予測する地震予知は，現在の科学レベルにおいて不可能とされています。ご存知でしたか？
- 仮に南海トラフの海底で通常とは異なる地殻変動が観測されたとします。ただし，本当に地震が発生するかはわかりません。このような不確実な情報でも，防災対策において活用可能だと思いますか？
- 将来，精度の高い地震予知が実現することを期待しますか？
- 今後の地震予知の研究はどうすべきでしょうか？（強化すべきか否か）

属性



問4 地震発生の数日前から直前の間に地震の発生場所，規模，時刻を予測する地震予知は，現在の科学レベルにおいて不可能とされています。ご存知でしたか？



問5 仮に南海トラフの海底で通常とは異なる地殻変動が観測されたとします。ただし，本当に地震が発生するかはわかりません。このような不確実な情報でも，防災対策において活用可能だと思いますか？

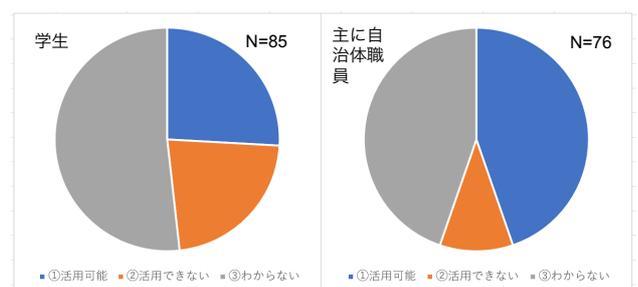


図1：地震予知に関する意識調査アンケート（馬場氏より）

問6 問5で「①活用可能である」とお答えした人にお伺いします。具体的にどのように活用可能ですか？（自由記述）

情報不確定であったとしても情報を開示することにより何らかの準備対応が可能と思われる。

地震時の避難場所を確認する。避難場所設置の準備（足りないものや配置の確認）
災害対応に当たる職員へ周知し、発生時にすぐに対応ができるような体制作りへの活用

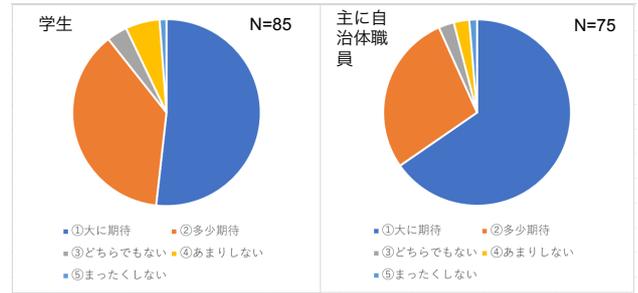
福祉施設や官公庁、消防、警察など災害時に対応が必要な機関に観測情報を伝達しそれらの機関が情報に応じた対応を取ることを促す。

警戒情報など拘束性の弱い（避難指示、避難勧告を伴わない）情報を発信して行政、一部の企業に危機感を持たせ、いつでも大規模地震に対応できるようにする。国民は混乱すると危険なので情報を発信しない。

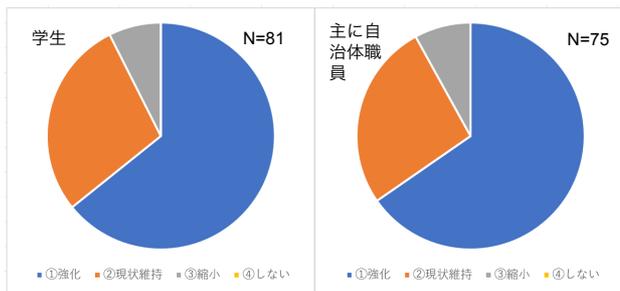
広く住民や防災関係機関に周知を行い、大規模災害の備えを行ってもらおう。但しパニック等の発生する懸念がある。

周知方法に慎重にならざるを得ないが、警戒及び準備態勢を取れることにより、初動体制及び発生時の迅速な対応が可能となる。地殻変動が観測されているにも関わらず、対応しないのも問題があると考えられる。不確定な情報により、不安要素を掻き立てることなく積極的な情報提供は必要と思います。

問7 将来、精度の高い地震予知が実現することを期待しますか？



問8 今後の地震予知の研究はどうすべきでしょうか？



問9 その他、地震予知についてご意見あればご記入ください。（自由記述）

地震予知は期待しているところですが、現状では予知と言うより予言的な情報が飛び交っています。災害対策等に活用できるレベルの情報ではないので大いに研究してほしい。

エビデンスとなるデータが絶対的に不足していると考えられる。長期に亘る地道なデータ収集とそれに基づくモデルの構築・検証が必要であると考えられる。住民生活を左右するような予知体制を構築するには数百年単位のデータ蓄積が必用。

災害対策に関わる組織としては地震予知が可能である事が望ましい。しかし精度の高い予知が出来るほどの情報量がないのも理解。危機意識の高い現在において予知よりも予兆現象の早期把握が必要。結果、地震の予知が出来なくても、予兆現象の把握があれば備えることが出来る。

期待は出来ないがもし出来たら多くの命が助かるだろう。

現在は予知が不可能かもしれないが研究を継続して、いろいろな事象における僅かな変化のデータ化と結果の累積により近い将来完全ではないにしても、地震発生への予測を出すことにより短時間でも地震発生までの時間を確保出来れば被害を軽減出来る可能性はあると思う。研究の継続による予知（予測）精度の向上を期待します。

不確かな状況で行われ、その情報に驚かされるよりも分からないと言われていた方が良く感じる。しかし、何らかの方法で可能であるという可能性があれば強化して頂けたらありがたい。

まとめ

- 現状の科学レベルでは確度の高い予知は難しいことを知っている（学生7割、自治体職員9割）
- 不確定な情報でも防災に活かせると考える人は学生の3割弱、自治体職員の4割強。
- その方策は主に災害に対する備えの確認（強制力は伴わない）
- 不確定な情報の伝え方には注意が必要
- 地震予知・予測の実現、それに向けた研究は期待されている。（9割程度が支持）

静岡県の地震防災行政の歩み

助走期 1976年8月～

- 東海地震説を受け1976年10月に地震対策班 対策を模索

第1ステージ（創成期）1977年5月～

- 地震対策を専任する地震対策課を設置
- 大震法の制定、耐震基準、自主防育成など地震対策事業を本格化 世界でも初めて 考え得るあらゆることに挑戦

第IIステージ（総点検）1995年～

- 阪神大震災の教訓 地震対策を全庁体制で総点検
- 可能な限り具体的なマニュアル作成
- 地震対策アクションプログラムで減災目標

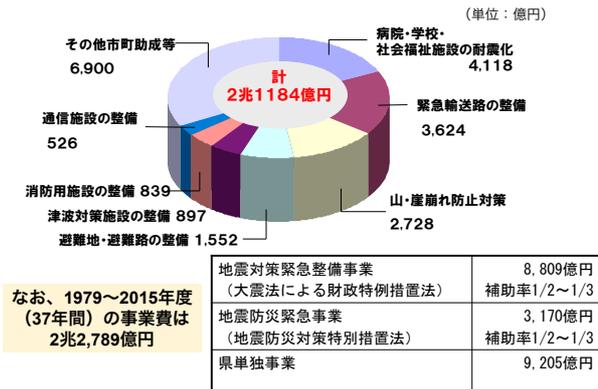
第IIIステージ（〇〇〇期）2011年～

- 東日本大震災の教訓 レベル2クラスの地震・津波も目標に

地震予知を前提とした対策で進んできたのか？
静岡県の防災対策を振り返ってみると

- 地震対策そのものは突発地震対応がベース、そこに警戒宣言時対応を付加
- 大震法制定の1978年当初は、警戒宣言発令対応の訓練が主...ただし発災対応は突発
- 1983年日本海中部地震を契機に防災計画上も突発地震対応を組み込む。
突発地震対応の地域防災訓練を毎年12月に実施
「地震だ！津波だ！すぐ避難！」の標語
- 1995年阪神・淡路大震災を契機に9月の総合防災訓練も突発中心にシフト

静岡県の地震対策事業費 総額2兆1184億円（1979～2012年度末）その内訳



“東海地震対策を始めて40年” 静岡県の地震対策の現状



- 県有建築物2,900棟の耐震化率 99.4% ⇨ 静岡は震度7対応
- 木造住宅 約90万棟の耐震化率 82.4%
- 学校・幼稚園施設の耐震化率 99.3%
- 津波防護施設（防潮堤、水門など）概ね9割が整備済み⇒見直し
- 津波避難ビル指定 従来の508棟
⇒3・11後の見直しで約1,300棟に倍増
- 自主防災組織 ほぼ100%、約5000組織結成
- 県民：住宅の家具固定 約7割が実施
- 県民：3日分の食料や水の備蓄率 約5割

出典：平成28年静岡県の地震・津波対策 ほか

大規模地震対策特別措置法 その意義と地震予知

- 学校・病院・社会福祉施設など公共施設の耐震化や津波・山崖崩れ対策施設の整備など、法的な位置付けを明確にした大規模地震への事前の備え

⇒地震予知を前提とした対策ではなく、
突発地震を想定した対策

- 地震予知情報に応じ、政府として「警戒宣言」を発し、津波・山崖崩れ危険地域の住民の事前避難、鉄道の停止、危険物施設の安全確保など、社会全体として緊急の地震防災応急措置を徹底し、被害の軽減を図る。

(特に人命の安全確保)

図2：自治体（静岡県）の防災対応（岩田氏より）

地震観測研究はどの様に地震防災に役立っているか？

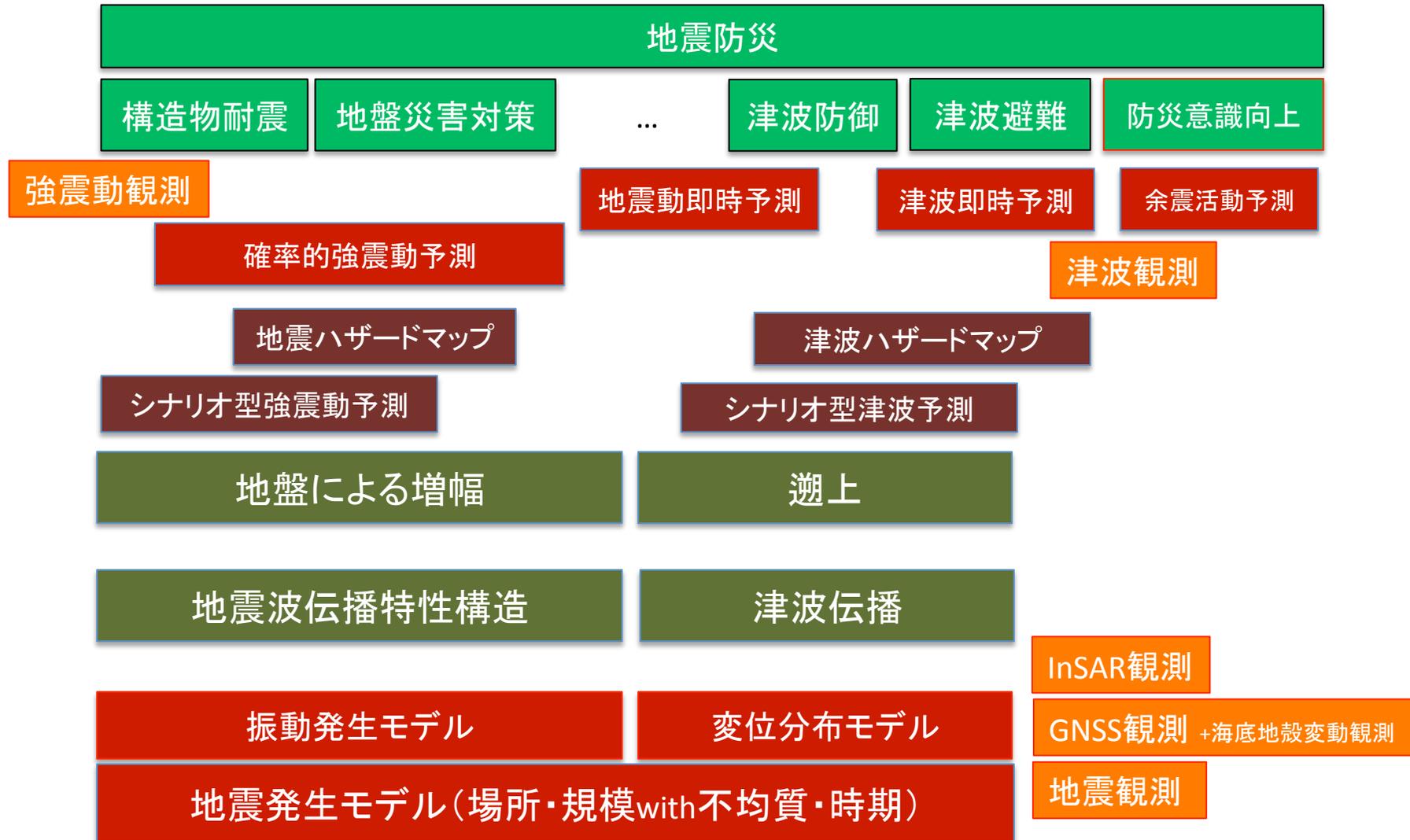


図3：地震防災に対する地震観測研究の貢献（山岡氏より）

日本地震学会・日本災害情報学会共同勉強会 「南海トラフ地震の発生予測と社会的課題」開催報告

地震学を社会に伝える連絡会議・古村孝志

日本地震学会と日本災害情報学会との共同勉強会「南海トラフ地震の発生予測と社会的課題」が、2017年1月28日（土）午後1時に東京大学地震研究所で開催されました。本勉強会では、内閣府において南海トラフ沿いの大規模地震の予測可能性と防災対応の検討が進められる中、地震発生予測に向けた観測研究の現状とその限界、将来の見込みを整理する目的で開催されました。そして、不確実性が大きい地震発生情報をどう防災に役立てることができるか、社会からはどのような地震防災情報が求められているかについて、情報を作る側の地震学会と、情報を受け防災に活かす側の災害情報学会での意見交換を行いました。勉強会には、両学会から100名を超える参加がありました。

共同勉強会では、冒頭に2名の講師による講演が行われました。まず、鷲谷威氏（名古屋大学大学院環境学研究科教授）より「地震予知と災害情報～地震学は南海トラフ地震の災害軽減に貢献できるか？～」と題し、日本の地震予知研究の経緯と現状、そして1944年東南海地震の前兆的地殻変動と考えられてきた、掛川水準測量の解釈への疑義、1970年代の地震学の急速な展開と地震予知への期待の中で生まれた大震法、依然として予知は非常に困難な状況の中、それに見合わない強い強制力を持つ大震法の問題点、大地震に先行する異常現象と観測可能性、事前に大地震発生と結びつけることの難しさについて、多くの具体的な事例をもとに説明がありました。地震学が提供できるのは、確かな観測結果と不確かな予測であり、短期的に利用可能な地震発生情報の提供には実例が非常に少なく、異常が見つかったも大地震に至る確率利得は小さいとの意見が述べられました。現時点で地震学者ができるのは、データの蓄積を待ちながら予測に向けてとにかく「試す」ことくらいであること、大震法における予知情報に基づく対応は廃止ないし実績ができるまで凍結すべきであること、南海トラフに限定せず全国を対象とした防災力向上に向けた対策がより重要であること、との意見が述べられました。

次に、吉井博明氏（東京経済大学名誉教授）より「地震発生予測情報の社会的側面～地震予測情報を活かすための社会システム～」と題し、大震法の制定過程における静岡県での行政対応と地震学者、政治家の慌ただしい動きと社会の反応、大震法の前兆として当時から議論されてきた、地震予知可能性と精度の問題、見逃しと空振りに対する住民の許容度、警戒宣言の解除と長期化に伴う社会・経済的問題、あいまいな情報の変容して作り出される社会混乱とこれを避けるための対応、地震発生予測情報を受けた際の影響規模に応じた緊急社会システムのあり方、について社会調査結果や国内外の実例をもとに解説されました。そ

して、あいまいな異常データを観測した場合の社会的対応のありかたと対応計画を事前に綿密に検討しておく必要があること、予知の空振り許容度はかなり高いことが住民調査から考えられ、特にM7級地震の発生など危険度認識が高い時ほどそうであること、見逃しは絶対に避ける覚悟で思い切った決断が必要であることが述べられました。また、大震法は南海トラフ巨大地震に拡大適用することが望ましいとの意見が出されました。

総合討論では、講演を受けて3つのテーマ：①「地震学は何をどこまで言えるか、情報の不確実性はどの程度か？」②「不確実な情報は、防災に役立つか」、③「どのような情報発信が求められているか」、についてプレゼンテーションにより論点整理がなされ、意見交換が行われました。

現在の観測では、いつもと違う異常は捉えられるが、その後どのように地震活動が推移するかは判断できず、経験もないこと。地震の予測は火山噴火や気象災害に比べ、異常が出てから状況が急激かつカオス的に推移するという特有の問題があるとの意見が出されました。こうした、あいまいな地震情報を社会に発信する前に、国の機関が精査して統一見解を出す必要があるが、現時点では難しく、しばらくは学会がその役割を担うしかないのではないか、との意見も出されました。土砂災害警戒情報に基づく避難勧告情報の正答率は高々4%だが、住民は危険な状態となったことを知りたいと望んでいる。だが、地震の確率利得はこれより一桁以上も低く、特に解除の判断が難しいという問題も提起されました。

地震情報が適切に受け取られ、防災対策に活用された事例として、西原村の防災担当者が、日奈久断層での6%という発生確率からその危険度を認識し、倒壊家屋からの救出など実践的な防災訓練をとってきたことで熊本地震の人的被害を大きく減らすことに繋がった、との聞き取り調査も紹介されました。

「不確実な情報」や「曖昧な情報」といった言葉は誤解を招くため使い方には注意が必要であること、観測情報は事実だが、その解釈としての推移予測に曖昧さや不確実性があるということ適切に伝えないといけないとの指摘もありました。

二方の講演者の主張は、「大震法は廃止すべき」と「大震法を南海トラフ全域に拡大適用すべき」という全く逆の意見であり、これが「理科」（地震研究者）と「社会」（社会科学研究者）の意識のギャップであること。予知は防災対策の一項目にすぎないが、地震研究者は完璧を求め、頑張りすぎているのではないかとの意見も出されました。意見のギャップは実はさほど深くなく、地震防災に向けた考え方は同じであり、大地震の前に何が観測され得るのか、どのような情報が出る可能性があるか、それに向けて何を準備しなければいけないかについて、一緒に議論する機会を今後も設け、認識の違いを埋めることが必要との意見が出されました。

資料

1. 講演及び質疑応答要約

講演①要旨「地震予知と災害情報～地震学は南海トラフ地震の災害軽減に貢献できるか？～（鷲谷威氏）」要約

日本では、繰り返し幾度となく起きた大震災を契機に、地震防災に向けた地震予知研究が発展してきた。1962年の地震予知研究計画「ブループリント」により、地震予知は国家プロジェクトに位置づけられた。阪神淡路大震災を経て予知から防災へ舵取られ、東日本大震災の教訓を経て、現在の「災害の軽減に資するための地震火山観測研究計画」へと進んだ。文科省科学技術・学術審議会の建議に基づく国策としての研究であり、「現象を解明する」、「予測を目指す」、「災害を軽減する」、「研究体制を整備する」の基礎研究を、主要大学と研究機関が進めている。

地震予知は、50年たっても実用化の見込みは立っていない。東海地震は直前予知できる可能性がある唯一の地震と一般に説明されているが、その根拠として引き合いに出される、1944年東南海地震直前の掛川周辺での前兆的地殻変動の解釈には疑義がある。当時の測量手帳を見直すと、測量誤差とみられる異常はこれ以外にもあった。震源域から200キロ離れた掛川に東南海地震の前兆が出たことも説明が難しい。ただ、掛川～御前崎間の測量手帳が見つかっておらず、これが見つかれば解決の糸口がつかめるかもしれないが、現存データから確定的ことを言うのは困難であ

る。

大震法の成立時点では、この水準異常の存在すら知られていなかった可能性が高い。そうであれば、前兆に基づく東海地震予知の根拠は、当時は非常に薄かったと言える。

大震法は、駿河湾地震説による東海地震の緊迫性の指摘を契機として1978年に成立した。地震予知を前提とした防災対策を定めた法律であり。甚大な被害が想定される地域を「地震防災対策強化地域」に指定して、地震防災基本計画・強化計画・応急対応計画を策定して対策を進める。そして地震の発生が近いことが分かった時点で警戒宣言を出すことになっている。

そこには、当時の地震学の急激な展開が時代背景にある。1960年代にプレートテクトニクスの基礎理論が完成。地震前兆現象の物理モデル（ダイラタンシーモデル）の成立など、地震学・地震発生論がめまぐるしく進展する中で、75年の中国海城地震の予知成功や78年の伊豆大島近海地震の際のラドンガスや地下水位の異常などが次々と観測された。その中で、前兆にもとづく地震予知ができるのではないかとの楽観視があったのではない。

我が国の数ある地震防災に関する法律体系（首都直下地震や日本海溝・千島海溝沿いの地震など）の中で、大震法だけは、地震予知に基づく防災対応を取っている点が特別である。気象庁では、ひずみ計で異常を観測して、前兆滑りが検出された時には注意情報が出され、判定会が招集され、地震予知情報、警戒宣言へと進む。予知情報が出されることで社会経済活動が停止する。時期、場所、規模の特定を含めた実用的な地震予知が不可能な状態で、薄弱な科学的根拠に対して見合わない強い強制力が定められていることに重大な問題がある。

繰り返すが、地震予知は現状不可能である。従来からの根拠（東南海地震の2～3日前に見つかった掛川での水準測量の異常）の疑義、同様の観測事例が海外でも見つからないこと、そもそも、地震研究者の多くが警報に繋げられる確度の高い地震予知を非常に困難と認識していること。異常が2～3日前に見つかれば避難につなげられるが、仮に2～3年の時定数を持つ異常現象であれば、結局、防災行動につなげられない。これまでは、緊迫性の高い想定東海地震だけが監視対象であったかもしれないが、監視対象が南海トラフ全域に拡大した今では、ますます前兆現象に基づく予知は困難となる。大震法の強制権や、財産権の制限、懲罰規定は、こうした科学的に薄弱な地震予知可能性と釣り合っていない。

警戒宣言が出されたとして、その解除の難しさの問題も大きい。警戒宣言は、大地震が起きるまで解除できず、宝永地震のような南海トラフ全域

が一度に壊れず、たとえば半分が割れ残った場合には、残りの地震が起きるまで数日間～数年間警戒を続けなければいけない。南海トラフの地震防災対応は、仮に大震法がなくとも、地震防災対策特別措置法などの他の法律でも十分対応できる。

地震学が提供できる地震発生予測情報は、過去の地震発生履歴に基づく将来の予測に限られる。だが、発生履歴が良く理解されていると言われる南海トラフ地震ですら理解の不確実性は大きく、発生確率は仮定によって大きく変わってくる、たとえば、地震発生間隔に「BPT 分布」の統計モデル当てはめると、今後 30 年間の発生確率は 20～30%程度であるが、昭和の地震は小規模だったことを考慮した「時間予測モデル」を導入したことで、世間に知られた 70%という高い発生確率となる。新しい見方として、南海トラフ全域が一度に破壊する「宝永地震」タイプと、時間差で東側と西側が壊れる「安政地震」タイプに分け、それぞれが 200 年以上の間隔で起きているという考えもある。そうであれば、現時点では南海トラフ地震はそれほど緊迫していないとも言える。すなわち、良く知られているとはいえ、南海トラフ地震の理解は現状この程度だ。

現在は、「CSEP Japan」プロジェクトなどにおいて、地震活動データに基づき、ある期間にどの程度の地震が起きるかを予測する研究が進められている。諸外国でも、大地震に先行して群発地震や静穏化があった事例もある。だが、こうした解釈は常に後追いであり、前震のたびに騒いでいても大地震は当たらないし、数年前から異常が出たとしても短期予知には繋がらない。3.11 地震の前にも静穏化があったが、数年単位の時間スケールの変化であり、警戒宣言のような短期予知は難しい。従って、異常が見つかったも、大地震に至る確率利得は小さい。しばしばプレート境界のゆっくりすべりが検出されるが、大地震に至るケースは少ない。想定東海地震の領域でスロースリップが起きたとしても、それが東海地震に至るのか、南海トラフ全域の地震に至るのか、地震の規模を含めてわからない。地震直前の電離層の変化や地下水の変化にも期待があるが、現時点ではなんとも言えない。

いずれにせよ、前兆と大地震発生の観測事例が少ないことが致命的である。確率利得が高くない限り、実際の避難行動への利用は難しい。では地震学者はどうしたら良いのか？ 予知は困難とあきらめるか？今は、データの蓄積を進め、新たな可能性が出てくるのを待ちながら、とにかく予知の可能性を試す位しかない。

南海トラフで各種の異常が観測された場合でも、研究者が出せる情報は、あくまでも観測結果と不確かな推移予測に過ぎない。大震法が規定する厳格な対応は、提供できる情報の精度に見合っ

ていない。現状では地震学の情報を社会に提供して活かすことは困難であり、予知情報に基づく対応は、廃止ないしは実績ができるまで凍結すべきである。南海トラフだけが特別ではない、全国を対象とした防災力向上に向けた対策の検討がより大切だ。

(質疑応答)

会場：地震発生予測の確率利得は小さいというが、確率利得をどのように定義するのか。

鷲谷：「スロースリップ」はよく観測されるが、大地震に繋がったことは少ない。10 回に 1 回として、平時に起きていない現象であれば 10%でも確率利得は高いと言えるかもしれないが、これで防災行動につなげられるかどうか。

会場：私は、熊本地震は 5 日前に場所を含めてほぼ当てた。地震予知情報をデータを含めて提供するが、受け取ってくれる機関はあるか。

鷲谷：社会に提供するとしたら、客観的に検証されていることが大事。第三者が行っても同じ結果ができること、場所や時期や規模が予測可能であることが客観的に認められるものでなければいけない。

会場：掛川での測量ミス判断について、どのような検討をしたのか。

鷲谷：測量は今村明恒が委託して行われたが、異常の可能性の指摘はずっと後の 1970 年に出された。依頼した今村本人にもその情報は伝わっていなかったらしい。1970 年以降に地理院の佐藤さんが分析し、最終的に茂木さんが 82 年に論文化した。地理院は公式的な見解は出していないはず。資料はいまでも地理院にある。私の調査では、700 m の水準測量の往復で 3 mm を超える差は、全部で 6 箇所出てくるが、半分ぐらいは地震と関係のない場所に出ていた。午前中は 2 区間続けて出ているが、測量の誤差と同様の原因で起きたことが否定できない。2 箇所連続は確率的には低いので、可能性は否定できないが。

会場：研究者と気象庁の出せる情報は観測結果と不確かな予測情報というが、気象庁が観測した体積ひずみ計の変化からソースを求めて、プレスリップが起きているとの考え方には、確からしさがあるのか。

鷲谷：プレート境界で起きた異常という仮定が妥当であれば、想定される滑り分布は、いまの地震学では信頼できる結果が得られる。問題は、そういう現象が、本当に観測可能な形で大地震の 2, 3 日前以内に観測されるかが地震学的な見解では言えないことだ。

会場：問題になっている内閣府の 4 つのケースについて、それぞれどのぐらいの確率利得があるのか。

山岡会長：この部会に出ているので私が代表して答えるが、大まかな感覚ではあるが、南海トラフの東か西かで大地震が起きたときに、残り1週間以内に起きる（ケース1）確率はせいぜい、2～3割。2つめのケース（M7クラスの前震と疑う地震が発生）では、2～3%、ケース3（東北地方太平洋沖地震と同じ先行現象を観測）は短期予測は難しい。ケース4（東海地震の判定基準と同様のプレスリップを観測）は実例がないので評価できない。

会場：地震の予知情報がデータに基づき出せたとしても、避難が長期化して社会経済的なマイナスになることも重要。東海が先に起きて、連動するはずの地震が起きないと、その地域の人は動けない。情報が社会的にマイナスになるということも合わせて議論をする必要があるのでは。

鷺谷 情報で社会がどう反応するか、どのような情報提供が結果としていいのかは、地震学者の議論の範疇を超えている。行政、マスコミ、地域住民に我々も加わり、とことん議論しないといけない。

講演② 「地震発生予測情報の社会的側面～地震予測情報を活かすための社会システム～(吉井博明氏)」要約

大震法は、1976年8月の地震予知連絡会での駿河湾地震説の発表と、新聞スクープ報道に端を発した連日の新聞報道のもとで、「明日起きても不思議はない」という強い緊迫感のもとで生まれた。当時の静岡県知事は、駿河湾地震説を「天の啓示」と受け止め、静岡の防災対策の推進に向け強力なリーダーシップを発揮して県政の中心に地震対策を据え全力を挙げることを決断した。想定される壊滅的な被害を抑えるための事前対策に国の財政的支援を得ようと特別立法化に全力を傾けた。国会の参考人として毎週のように招致された地震学者が東海地震の切迫性に関して慎重な意見を述べ、その判断や予知の可能性については観測強化の必要性を提言する中で、マスコミによる切れ目のない東海地震報道や、これをサポートする地震学者の発言が世論を形成し、国を動かす大きな役割を担った。

地震予知連絡会による東海地方の観測強化の必要性の見解を受け、測地学術審議会は東海地域の地震判定組織と地震予知計画の見直しを提言、内閣に76年に地震予知推進本部を設置（74年に設置した研究推進連絡会を格上げ）、当面の臨時措置として予知連の中に東海地域判定会（仮称）を設け、地震観測に急激な異常が出た場合は緊急に判定を行ない、気象庁が判定結果を報道機関に到達することとした。

判定結果を出すことは決まったが、これを誰が受け取り、社会がどういった対応をとるかの議論が進まないまま、特別立法化に向けた動きは急速に進んだ。78年伊豆大島近海地震の余震情報に関する流言でパンや缶詰の買い出しなどの過剰反応の混乱が社会問題となり、しっかりとした情報伝達体制の確立と、予知結果を活かして事前計画に基づく統一的対応をとる社会的な仕組みの必要性が社会に広く認識されたことも、その後押しとなった。あいまいな情報では、情報が変容して混乱が起きる。あやしい情報であっても、別ルートで複数入ると、それを真実と思い込み対応行動をとるという調査結果もある。

賛成する省庁がある一方、反対する省庁をねじ伏せる形で、当時の首相が関係省庁に直接指示、78年に大震法が制定されることになった。そこには、味方を増やし、敵を抑え、マスメディアや国民の動きを利用した、きわめて政治的な流れがあった。

大震法をめぐる第1の論点は、言うまでもなく地震予知は可能かということだ。応援する立場の県や気象庁、消防庁は「何割かの確率で当たるのでは」と言い、国土庁は「100回に1回から1000回に3回くらい」と本音を言い、専門家は「いつどこで起きるかと言った直前予知は難しい」との見方であった。予知結果に基づく応急対策を講ずる上で、時間的切迫性と情報の確からしさの目安として、数時間以内（後に、2～3日以内に修正）の発生が非常に確実な場合には警戒宣言を、時期は予測できないが、相当切迫している可能性がある場合には、強化地域指定することがエイヤと決まった。

第2の論点は、予知の精度の問題である。予知の空振りによる損害と補償の問題である。静岡と清水市での住民調査によると、空振りしても5～6割は「本当に起こらなくて良かった」と許容する結果が出た。住民調査でも、対策や心構えが事前に立てられるので、「外れる可能性があっても積極的に予知情報を出すべきだ」との考えが、「予知が外れた場合の社会的損失を心配して予知情報をむやみに出すべきではない」との考えを大きく上回っていた。こうしたデータをもとに、気象庁は国民は空振りを許容すると判断し、国会でもそう説明した。

賠償問題を考えるために、清水のコンビナートや鉄道、百貨店などにヒアリングした。企業の地震（予知）対策は国の強制で行うものではなく、企業防衛のために自ら自己責任で行うリスクマネジメントである。地震が来る可能性が高ければ当然自分たちで行うという意識が感じられた。

第3の論点は、誰が地震予知情報を出すかということだ。県が無理であれば、国。予知情報の精度が低いならば国土長官かとの議論の末、最終的

に総理大臣が警戒宣言を出すことになった。判定組織の法制化について科技庁は5つの案を検討し、中には防災庁を作り判定組織を置くといった案もあった。結局、議論は先送りとなるなかで気象庁長官が総理大臣に判定結果を報告することとなり、長官の私的諮問機関として判定会が置かれることになった。

第4の論点は、予知の効果を高め、社会的混乱を防止するための対応についてである。戒厳令のように総理大臣に非常大権を与えるのではなく、各事業所が作成する自主的な計画に基づく対応にまかせることになった。警戒宣言に対しては、自分で地震防災応急計画を定め、自分で行動しなさいということだ。

地震防災応急対策は、強化地域の内外で二分する。震度6以上の揺れが想定される強化地域指定167市町村は、地震準備フルモードとなり、都市機能が停止する。放送は特別放送となり、道路は強化地域への流入の制限や、鉄道の運行停止、デパートの営業停止や、学校の児童の保護者への引き渡しが行われる。震度5強程度が想定される周辺地域では、帰宅者が殺到して駅に溢れる滞留者問題が起きる。時差退社や徒歩帰宅などの帰宅困難者対策で混乱を防ぐ必要がある。流言を防ぐために、正確な情報を信頼される筋から出すことも大切だ。

第5の論点は、警戒宣言の発令の手順と情報公開のタイミングである。判定会開催が決まっても、メディアは30分間報道しないという協定も以前にはあった。判定会開催をテレビやラジオで知った住民は、警戒宣言のときと同じ行動をとろうとし、あるいは様々な規制が始まる前に銀行や交通機関に殺到し、混乱が起きる可能性がある。これを避けるために、自動化などで判定に要する時間の短縮が必要であろう。

第6の論点は、警戒宣言の解除のタイミングの問題である。警戒宣言の社会的・経済的影響は大きいので、起きない場合は最長でも3日程度が限界という意見や、解除をしやすいするために、白黒だけの判定でなく、グレイゾーンの際の警戒体制を規定する必要があるとの意見もあった。そうした結果、警戒宣言を出すことの議論が先であり、解除の議論は深まらないまま今日に至っている。

第7の論点は、微弱な異常を観測した場合の対応だ。警戒宣言にまでは至らない微弱な異常を観測した場合にどうするか。2004年には気象庁が「東海地震に関する注意情報「東海地震に関する調査情報（臨時）」を設定し、警戒宣言には至らないが、前兆現象である可能性が高まった場合や、通常とは異なる変化が観測された場合の情報の発表基準が定められた。ある機関の試算によると、警戒宣言の発出による経済活動は強化地域で100%、周辺地域で50%に落ち込むことで、空振

り損失は一日当たり8300億円、3日間で1兆円になると想定される。だが、実際のところ、その間が休日になるだけで、最終的にGDPが減るわけでない。溶鉱炉のようなハードは停止した後の復帰が大変だが、操業停止の損失コストは後で増産するなどで取り戻せる。間接的な機会損失の見積もりもかなり幅が出る。空振りコストの算出は実はとても難しい。

リスク情報には、発生確率と発生時の被害の深刻さの2つの次元がある。気象予報では、被害の深刻さに応じて、注意報、警報、特別警報という区分を設けているが、地震予知情報は、発生確率の大小で注意報と警報を区分している。起きた時の被害の深刻さを考えると、確率が小さいからといって安心にはならない。地震の注意報は、リスク情報としては気象予報と性質が異なったものとなる。

第8の論点は、予防対策のための財源だ。避難しないですむ、「まちづくり」が防災対策の基本であり、建物の耐震化や津波防潮堤等の防災関連施設整備がその王道となるが、費用がかかる。大震法の制定時には、どのような予防事業が必要か、そのための費用がいくらなのかの議論は詰められていなかった。2年後の80年に地震財特法が成立し、30年で9000億円(その多くはの国費)が静岡県地震対策緊急整備に投入された。

論点の議論をまとめると、予知情報は大きな効用をもたらす一方で、空振りや長期化に伴って深刻な社会経済的問題を引き起こす危険性がある。不確実な予知情報であっても効用を高め、問題を深刻にさせないためには、国民の合意と社会制度が必要だが、その不確実性の認識の違いが、合意形成を困難にしている。静岡県では、当時の知事が強力なリーダーシップを発揮したからこそ、不確実な予知情報を利用する制度を作ることができた。大震法がもたらした実利は財源、夢は地震予知である。

内閣府「予測可能性部会」の資料にある、南海トラフ地震の発生予測シナリオの4ケースを想定すると、ケース①(南海トラフの一部でM8地震が先行し、残りが壊れ残った場合)が最も深刻な問題である。それぞれのケースについて、発生時期と確からしさを総合的に評価し、事態の深刻度がわかれば、程度に応じた緊急社会システムを考えることになろう。ケース①とケース②(南海トラフで前震となり得るM7クラスが発生した場合)の場合は、実際に地震が起きていればビビリティが非常に高く、あいまいな予測情報でも説得力がある。地震危険度の認識が高いほど空振り許容度も大きくなる。地震学者の社会的信頼度が高ければなおさらである。85年のイタリアでの地震警報の発表についても、空振りだったが、8割近くの住民が良かったと評価した。

南海トラフ地震に関する予測情報や警報を誰が発表するのか。東海地震と同様に内閣総理大臣か、それとも気象庁長官がその役割を担うのか。当然、解除や長期化の悪影響の問題は深刻である。津波到達時間が短く避難が間に合わない地区は自宅に帰れない。三宅島噴火の時がそうだったように、長期的な人口減少に繋がる恐れもある。

地震予知情報を受けて、考えられる緊急社会システムとしては、想定される被害の大小に応じた対応モードとなろう。大きな被害を受ける地域は、地震発生を前提に必要な全ての対策を取るフルモード警戒が必要だが、都市機能を喪失するので長期間の継続は難しい。想定被害が小さい地区では、予測情報の変化に注意を払いつつ日常活動を継続する。中間的な地区では、交通規制も緩やかにして社会機能を維持しつつ、地震に備える対応を取る。

大震法は南海トラフ地震全域に拡大適用が望ましい。見逃しは絶対に避ける覚悟が必要であり、異常が見つかった場合は思い切った決断が必要である。把握した地震情報の公開は重要であり、その結果が空振りとなったとしても許容されるだろう。

(質疑応答)

会場：大震法ができる過程の政治的な問題や、先人の苦労がわかった。大震法には問題がいくつか指摘されているが、止めてしまえというのは簡単だが、できることもあるのではないか。

吉井：大震法は予知情報が前提ではない。できるかどうかは意見が分かれるのでそこは曖昧に書かれている。予知できた場合にどうするかが定められている。南海トラフ地震で想定されるケース①（半分が割れ残った場合）のレジリエンスは非常に高く、みんないつ起きても不思議がないとみんな思う中ではフルモード対応しなければいけない。これをどう法律に書き直すかの議論が必要だ。県民は、予知は難しいことを百も承知で過大な期待はしていないが、一縷の希望を持っていることを前提に議論してもよいと思う。

会場：強化地域は大震法に明記されていない。対象地域を広がる際には、何を定めることになるのか。

吉井：被害想定結果をベースにして、大規模災害の被害の要件を満たしているところを探すことになる。そのためには、災害対策防災基本計画を変えなければいけない。

会場：情報の不確定さの認識の違いが制度設計に向けた合意形成を困難にするというが、どう考えてもあいまいな情報しか出せない。どうすれば良いか。

吉井：空振り許容度を含め、共同でプロジェク

トを立ち上げ、体系的な調査が必要である。一般人は、あるいは事業所はどうか、情報を出す地震学者の自信あり・なしだけでなく、受け手があいまいな情報を活用できる仕組みを作れるかどうかにかかっている。そのためにはまず地震学的に考え得るシナリオ（理科シナリオ）を示すことが必要だ。

会場：南海トラフ地震シナリオとして、ケース①が最も社会的影響が高い状態というのが共通の認識だと思う。これを前提に調査ができるとう良い。

吉井：下手に情報だけ出すと過剰反応も生じる。データの異常を逐一社会に出し、危険度が高いならそれなりに対応する仕組みを作らないといけない。

会場：誰がそれを言うかで、変わってくる。危ないことを正しく相手に理解してもらえるリスクコミュニケーション能力を持つ人材を育てることが大事。

吉井：地震発生危険度とともに国や地域にどのような準備をして欲しいかというメッセージも伝える必要がある。理科シナリオに対して、社会シナリオを考えるのが学会の仕事だと思う。

会場：警戒宣言での防災行動は自主対応にゆだねられるというが、そうか？

吉井：行政は、明確にこうしなさいと命令はしない。補償が求められるからだ。基本方針を示し、後は自主的に行いなさいと言う、間接的な命令をしている。

会場：不確かな地震情報を受けて、「情報注意モード」や「部分的地震準備モード」のなど防災対応をとらない行政は批判の対象になるのか。

吉井：防災機関が備えをすることは当然であるが、こうした事態において、どういう準備が必要かは具体的に定まっていない。大震法の枠組みをどう使ってどう対応するかを考えることが重要だ。学会がリーダーシップを取ってこういう場合はどうするかの議論をしながら、大震法の見直しを進めるのが良い。

3. 総合討論、主な意見要約

論点①「現在の地震学では、何をどこまで言えるか？また、情報の不確かさはどの程度か？」

○ 地震活動を見ていると、いつもと違う現象が記録され、大地震の前兆ではないかと「ハラハラ・ドキドキ」する。だが、実際には大事に至らないことがほとんどだ。今の観測では、いつもと違う何か異常が起きていることはわかるが、その後どのように推移するかがわからないし、経験もない。

- 東日本大震災の2日前に起きた宮城県沖のM7.4の地震でも、これを前震と疑うことなく、想定宮城県沖地震の半分の歪みがこれで解消したと考えることはあっても、M9地震に推移するとは考えが及ばなかった。
- 火山には「ホームドクター」が居て、日々監視して首長に噴火の緊迫度を伝えるルートがある。傾斜計のデータを見て、首長自らが避難勧告を出すこともできる。だが、地震は異常が出てからカオス的に急激に推移する。経験もないし検証もできず制約が大きい。
- 異常は見つかり、いくつかの推移の可能性を研究者は考えることができるが、これを精査しとりまとめ、一定の統一見解を出さないかぎり社会に受け止められず混乱のもととなる。
- 地震情報の発信は地震調査委員会や気象庁などの国の機関が担う必要があるが、現状の法体系では難しいだろう。結局、学会がその役割を担う必要があるのではないか。
- いまでも判定会では毎月の記者会見で地震活動の変化やスロースリップの発生状況を報告し、東海地震の緊迫度との関連を伝えている。だが、社会はこうした情報が出されていることや、その内容を理解しているようには思えない。
- 海陸の地殻変動観測技術の進展により、プレート間の固着状態の日々モニタリングが可能になろうとしている。これを、天気予報のように毎日社会に伝え、たとえばスロースリップが始まったら注意を促すようになれば良い。こうした情報を理解して防災情報として受け取ることで、社会の受容力を高めることが必要である。

論点② 「不確実な情報は防災に役に立つか？」

- 現状の土砂災害警戒の避難勧告情報の正答率は4%。社会は不確実であっても情報は欲しい、危険な状態になったことがわかるだけでも効果はあると考える。ただし、防災機関がその意味を咀嚼して活用できるものでなければいけない。
- 地震情報が当たる確率はこれよりもずっと低い、せいぜい0.3%とかいった数値だろう。洪水情報については、雨が上がればだれでも解除に近いことは判断できる。だが、地震危険度の解除の判断は学者でもわからない。
- 熊本地震では、西原村において自治体の担当者が、布田川断層での6%という発生確率の重要性を認識し、実践的な防災訓練をしていたことで、倒壊家屋から9名を救出

できた自治体担当者から直接聞いた。対応力のある受け手は正しく受け取り防災行動に活かしていることも知るべきだ。

- 台風であれば、タイムラインを決め、24時間前、48時間前に何をするかを決め、合意形成をしている。地震情報への対応も同じではないか。
- そもそも、「不確実な情報」、「曖昧な情報」といった言葉は不適切であり、観測情報は事実であり、ただ解釈の推移予測や、その意見に不確実性がある、ということを適切に伝えないといけない。

論点③「どのような情報発信が求められているか」

- 国から出されているいくつかの地震シナリオについても、想定東海地震も南海トラフ巨大地震そのものも含めて地震の多様性の中の一つに過ぎないことを認識すべきであること、全く情報が出せないまま大地震が発生することも十分承知しておく必要がある。
- 二人の講演者の主張は、大震法は廃止すべきだ、と大震法を南海トラフ全域に拡大適用すべき、というまったく逆の意見であり、これが「理科」と「社会」との意識のギャップではないか。予知は防災対策のひとつの項目に過ぎないが、地震研究者は完璧をもとめ、頑張りすぎているのではないか。
- 大震法は最初から予知は難しいのを承知で作られた。大震法の枠組みがないと現場は動けないので、対処するための枠組みは残しておく必要がある。
- 理科と社会の考え方のギャップは、実はさほど深くない。事前に何が起きるのか、どのような情報が出る可能性があるのか、それに向けて何を準備しなければいけないのかを理科と社会で、(認識の違いを埋めるように)一緒に議論する場を今後も続けるべきである。

2. 共同勉強会プログラム

日本地震学会・日本災害情報学会共同勉強会
「南海トラフ地震の発生予測と社会的課題」

日時：2017年1月28日(土)

13時～17時20分

場所：東京大学地震研究所 第1会議室

話題提供：

鷺谷 威 (名古屋大学院環境学研究科教授)

吉井博明 (東京経済大学名誉教授)

13:00 開会・主催者趣旨説明

13:05 - 14:35 講演① 鷺谷 威「地震予知と災害情報～地震学は南海トラフ地震の災害軽減に貢献できるか?～」

(休憩)

14:45 - 16:05 講演② 吉井博明 「地震発生予測情報の社会的側面～地震予測情報を活かすための社会システム～」

(休憩)

16:15-17:20 総合討論

17:20 閉会

「不確かな情報」をめぐるコミュニケーション・ギャップ ～日本地震学会・日本災害情報学会共同勉強会に参加して～

名古屋大学減災連携研究センター・鷺谷 威

筆者は、2017年1月28日に東京大学地震研究所で開催された日本地震学会・日本災害情報学会共催による共同勉強会「南海トラフ地震の発生予測と社会的課題」において、日本地震学会の側から話題提供を行った。公式な報告は別途なされると思うが、講演した立場から感想と意見を述べる。

この勉強会全体を通して、「不確かな情報」がキーワードであった。私の講演の中では、地震予知が現状不可能であることを前提として、地震学から大地震の事前情報としてどのようなものが出せるのかについて考察した。事前情報を避難・警戒行動につなげるためには、将来起きる地震の場所・時間・規模の推定につながる情報が必要となるが、現状ではそのいずれもが大きな不確かさを持っており、確率利得の絶対値が低い。問題は「不確かさの程度」についてすら情報が無いことである。こうした状況において、地震研究者には「(事前情報の利用を)諦める」「(データの蓄積や新たな理論を)待つ」「とにかく試す」という3つの選択肢があることを指摘し、この中で最後の「とにかく試す」ことの必要性を述べた。この主張は、歴史的経緯から地震研究者の多くは地震予知の実現に対して責任を負っている、との考えに基づくもので、自分なりの悲壮な義務感の表明でもある。「とにかく試す」のは、「すぐに使えるものが何もない」ことの裏返しであり、試せばどうにかなるといった楽観的な見通しに基づくものではないことをお断りしておく。

災害情報学会からは東京経済大学の吉井博明名誉教授が講演した。吉井氏は大震法成立の経緯等を知る立場から話され、特に「A1-C3」という枠組みを強調されていた。これは、災害までの時間的切迫性(高い順にA, B, C)と情報の確からしさ(高い順に1, 2, 3)を組み合わせたものである。2つの尺度を3段階評価して得られる合計9通りの枠組みに応じた対応を検討すべき、と説明されていた。しかし、時間的切迫性の高まりとともにC3からA1へと情報の確からしさも増していくと想定(期待)していること、また、そもそも3段階の評価が可能という前提で話されていることには違和感を覚えた。私自身は、そもそも不確かさの程度すら定量化できていないことを強調したつもりだったのだが、考えてみれば、災害情報関係者の主たる関心は、専門家からもたら

された情報をどう処理するかということにあり、そうした科学情報の質を自分で判断する立場に無い。従って、地震に関する情報の品質管理の責は常に地震学の側にある。議論がどうも噛み合わなかった原因は、こうした問題の整理が十分なされていなかった点にあると感じた。

その後の総合討論では、情報の確からしさをどうすれば評価できるか、といった話題を中心に進められたが、どうにもちぐはぐな議論であった。地震研究者が様々な観測データを見て感じる「ハラハラ・ドキドキ」を(事前情報として)定量化できないか、といった議論も行われたが、正直に申し上げて、およそ学会と名のつく場で議論する内容とは思えなかった。

根本的な問題は、現在の地震学において、将来発生する地震に係わる事前情報は皆無ではないが、その情報が不確かなだけでなく、不確かさそのものの定量化ができていないことにある。不確かさの程度を与えることができなければ、どのような対応も不可能であり、その意味において、大震法のように事前情報に基づく対応は廃止ないし凍結すべきである。事前情報に基づく対応を試みるのであれば、不確かさの定量化は必要不可欠であり、そのためには現状の観測網をフルに活用して「とにかく試す」しかない。その場合でも不確かさの定量化という目的を達成するまでに気の遠くなるような年月を必要とするのではないだろうか。

今回の議論を通じて印象的であり不思議だったのは、災害情報関係者が、事前情報が利用可能であるという点について、どうしてこうも楽観的なのだろうか、という点であった。私がいくら「分からない」「不確かだ」と言っても、その問題意識がきちんと伝わっているようには思えなかった。もっとも、彼らの多くは地震研究者と長い付き合いがあり、彼らなりに地震学を良く理解しているはずである。そうした付き合いの中で、研究者の側から誤ったメッセージが伝わっていることは無いのだろうか。そんなことを考えていると、異分野間のコミュニケーションを困難にしている認識のギャップは、必ずしも彼らと我々の間にあるのではなく、地震学コミュニティそのものの中にあるのではないかと、思えてきた。

最後に貴重な週末に日本各地から勉強会に参加された学会員各位に感謝する。