

## 熊本地震の前震活動における防災情報提供の課題

Some problems on disaster information of the foreshock  
sequence in 2016 Kumamoto earthquake

関西大学 社会安全学部

林 能 成

Faculty of Societal Safety Sciences,  
Kansai University

Yoshinari HAYASHI

### Abstract

The complex sequence of 2016 Kumamoto earthquake caused some problems on disaster information. The main earthquake occurred on 16 April with the magnitude 7.3. This earthquake involved significant foreshock that occurred 2days ago with M6.5. Because almost all the earthquake had the Mainshock-Aftershock sequence with no foreshock sequence, the government statement about this earthquake had a serious problem for the evacuation. We researched the background of this failed statement.

### Key Words

foreshock, earthquake prediction, probability, evacuation

### 1. はじめに

地震による被害を防止・軽減するうえで、地震予知への期待は大きい。これは日本に限らず地震多発国すべてに共通する傾向である。地震によって命を落とすプロセスが建物倒壊、津波、斜面崩壊など直接的因果関係が明瞭なものが多く、いずれも公園や空き地といった適切な空間に事前に避難すれば被害にあう可能性が無くなるのが明瞭だからであろう。しかし現実には、地震予知を確実にを行う技術は確立しておらず、実用性のある地震予知を継続的に成功させてい

る機関は存在しない。地震予知を科学的観測にもとづいて実現し、人々が避難することで被害をゼロにできるという状態は現地点では夢物語である。理性的判断から国策としての地震予知からは撤退した国もあるが、日本では地震防災の目標の1つとして現在でも研究プロジェクトが続けられている。

地震の中には前兆を伴うものがあるので、度重なる空振りを覚悟すれば、体系的な地震予知が未完成であっても、地震前に避難できる場合も存在する。その一例が前震である。

地震の前兆と言われるものは、精密で高感度

な観測機器でしかとらえられないものと、人間の五感で検知できるものとの2種類に分類できる。前者は地殻を構成する岩石の破壊に先行する微小な物理的・化学的变化を捉えることを目標としている。これは前兆がたとえ検知・識別できたとしても、それを伝える仕組みがなければ一般の市民は防災行動につなげる術がない。

一方、後者は動物の異常行動といった「宏観異常現象」と呼ばれるもので、地震との因果関係を証明するのが難しいものがほとんどである。現実的には、その多くは地震とは無関係なもので、偶然のタイミングの一致によって地震と関係しているように見えていることが多い。しかし、こちらは体感として異常を識別できるので、一般市民でも避難行動に結びつけることが容易である。

前震はこの両者の特徴をあわせもっており、体感で検知できるというわかりやすさを持ちながら、地下で進行する大地震の前兆として広く地震学者に認識されている現象である。過去に前震を伴った被害地震も多数発生している。

2016年4月に発生した熊本地震は前震を伴った被害地震であった。日本で近年に発生した地震の中で、これほど明瞭な前震を伴った地震はなく、その対応にいくつかの課題を残した。本稿では過去の前震を伴った地震事例をもとに、熊本地震の前震対応の課題を検討した。

## 2. 2016年熊本地震における前震と震度7

2016年熊本地震は4月16日1時25分に発生したマグニチュード7.3の地震で、日本の内陸で起こる地震としては規模が大きかった。熊本市近郊の都市圏で発生したため家屋倒壊などの被害が大きく、震度観測点が多数設置されていたこともあり、益城町と西原町の2観測点で震度7が観測された。

熊本地震が起きた「布田川断層」は発生前に

地震発生確率が高いことが活断層調査の結果から判明しており、その結果も公表されていた。また1889年にもこの地方では被害地震が発生し、同じく「熊本地震」と呼ばれていた。熊本平野周辺は、九州の中では地震活動度が高い地域に属している。

熊本地震では本震の28時間前に本震の震源に隣接した場所でマグニチュード6.5の地震が発生し、この地震でも益城町で震度7が観測されている。この地震の後、最大震度5弱以上を観測した地震が6回観測され、これらが後に顕著な前震活動があったと評価される地震群となる。

地震は隣接した地域で連続して発生する傾向がある。一連の地震の中で最も規模が大きかった地震を「本震」といい、その前に起きた地震を「前震」、後に起きた地震を「余震」と呼ぶ。多くの場合、前震は観測されずに、いきなり本震が起きて、その後、余震が続くという経過をたどる。このような地震発生パターンは「本震-余震系列」と呼ばれる。「地震は突然起こる」と多くの人が認識しているが、それはこの本震-余震系列で発生する被害地震が多いからである。

だが、体に感ぜられ、時に建物などに被害を及ぼすほどの揺れをもたらす前震が発生したあと、さらに規模の大きい本震が発生する場合もある。この時には必ず一定数の余震を伴うので、この地震発生パターンは「前震-本震-余震系列」と呼ばれる。このタイプの地震活動では、最初の前震の段階で屋外避難や建物補強などの対策を行うことで被害を減らすことが可能になる。一般の市民が期待する地震予知の典型的なシナリオと言えるかもしれない。特別な観測装置がなくてもわかる体感を感じる地震という明らかな異常現象が存在するため、事前の避難に結び付けて災害を劇的に軽減した例も知られている。

しかし現在の科学と技術では、前震を特別な地震として本震前に識別することはできない。

前震の判別は、一連の地震活動が終息して、地震がほとんど起きなくなっただけから行われ、ある地震が起きた直後に本震なのか前震なのかを識別することは難しい。前震識別のための方法として、地震直後の地震発生状況から「p 値」「b 値」と呼ばれるパラメータを計算し地震活動の特徴から前震を判別する方法が研究されている。しかし、これらの値が標準的な値であってもその後本震が起きる場合（見逃し）や、異常な値と判別されながらもさらに大きい本震が起きない事例（空振り）も少なくない<sup>[1]</sup>。実用的な防災として、社会を動かすレベルには到達していないのが現状である。

熊本地震で前震が注目された理由は2つある。1つは「震度7」が前震と本震の2度観測されたことである。震度7は日本で使われている震度階級の最大値であり特別な注目を集める。もう一つは、最初の地震が起きた直後に気象庁が「余震に注意という見解」を出したのにその後さらに大きい「本震」が起きたことである。

震度は震度計と呼ばれる地震計で計測される地表面の揺れの強さである。地震の揺れは表層の土質や地形によって場所により大きく変わるため、各地の正確な震度を知るためには多くの震度計を高密度に配置しなければならない。震度計は現在では市町村に一台以上が設置されており、それら観測記録は各自治体の初動体制判断に使われるとともに、気象庁に集められて全国の震度を一元的に把握するために使われている。震度は地震対応を決めるもっとも基本的な地震の観測データとして活用されている。

震度計が全国に高密度に展開されたのは1995年阪神・淡路大震災以降で、それ以前の時代には震度は気象台・測候所などの気象庁職員が24時間体制で勤務しているところで「体感」によって決められていた。そのため、この当時、震度観測点は標準的な面積の県で1-3箇所程度に

限られていた。これでは観測点数が少なく、局所的な強い震度が見逃されてしまう危険性や、自治体が初動体制を決めるためのデータを入手するのに時間がかかりすぎてしまう。このような問題点は昔から認識されており震度の機械計測化の研究が進められていた。阪神・淡路大震災を契機に震度計の仕様が定められ、気象庁に加えて、自治省消防庁の補助金で作られた自治体震度計、科学技術庁防災科学技術研究所の地震計ネットワークで後に震度計算機能が付加されるK-NETなど、震度観測に責任を持つ気象庁以外が管轄する分も含めて数年間のうちに並行的に多数の観測点が設置された。

このような経緯で、短期間のうちに震度観測網が整備されたため、震度計は都市部に集中し中山間部には少ない。都市部では100mほどしか離れていない場所に所管が異なる震度計が設置されている場合もあるが、山間部では隣接した震度計が20kmも先になる場合もある。熊本地震で観測された震度7はこのような観測網の偏りに大きく影響を受けている。特に前震で震度7を観測した場所は1地点のみで、周囲の観測点は震度6弱にとどまる。震度7の次の強さである震度6強は1箇所も観測されていない。つまり非常に強い揺れを観測した場所は狭く、熊本地震は稠密な震度観測網がある都市部で起きた地震であったためにその震度7を逃すことなく捉えたと考えられる。

それゆえ同じ程度の地震が起きても、中山間地であれば震度7は観測されず、観測点の配置状況によっては震度6強すら観測されない可能性もある。熊本地震が震度6弱を観測した前震と、震度7を観測した本震という組み合わせであったならば、熊本地震における前震への注目度はそれほど高まらなかった可能性が高い。震度7が連続して観測されたことは、この地震が特殊な地震であったと解釈すべきではなく、観

測網が整備された都市近郊で起きたからと認識すべきものである。熊本地震のような地震の連続発生は今後も起きうるが、その地震が中山間地域で起きれば日本の震度観測ネットワークの特性から震度7とはならない可能性が高い。

### 3. 地震活動の評価と防災

最初の地震が起きた直後に気象庁が「今後の余震に注意という見解」を出したのに、その後さらに大きい「本震」が起きたことも防災上の問題として注目された。こちらも震度観測網整備によって震度7が観測されやすくなっている状況と同じように、阪神・淡路大震災の影響が大きい。

阪神・淡路大震災は我が国の地震防災体制を一新し、震災後わずか5ヵ月で地震防災対策特別措置法が制定された。この法律にもとづき地震調査研究推進本部（設立時の本部長は科学技術庁長官、省庁再編後は文部科学大臣）が作られ、この組織が日本における地震の調査・研究に関する業務を一元的に担うようになった。主たる目的は調査・研究の成果を関係機関に提供し地震による被害の軽減を目指すことであるが、この実務を担っているのが地震調査研究推進本部の下に設置された「地震調査委員会」である。この委員会は大学教授や関係省庁の課長ら19人を委員として、定期・臨時に会合を開き見解を公表している。将来の地震発生確率を算定する「長期評価」、強い地震動の評価をする「強震動評価」、津波についての「津波評価」などの分科会を通じて地震や津波などの観測結果や標準的な評価手法を定期的に取りまとめるとともに、顕著な地震が発生したときには臨時の会合を開いてその地震についての評価を行っている。「余震の発生確率」はこの体制の中から生まれたもので、1998年に地震調査委員会が「余震確率評価手法」<sup>[2]</sup>をとりまとめ、同年9月の岩手県内陸

北部の地震から気象庁によって「今後の余震の見通し」がルーチンのように発表されるようになった。

大地震直後は今後の余震の見通しについての社会的ニーズが高まる。それは有感地震が頻繁に起こる中で直前の地震予知を期待することとほとんど同じ意味である。しかし地震についての現在の科学の実力では、多くの人が期待するような直前予知の実現可能性はない。だが、余震の発生数が時間とともに減少していく傾向は比較的簡単な式（大森公式、改良大森公式）で表せることが知られており、また大きい地震と小さい地震の発生数の比率も簡単な式（ゲーテンベルグ・リヒターの式）に従うことが過去の地震観測から経験的に知られている。そこで、これらの式を組み合わせ、地震後数時間程度の地震発生状況を観測すると、今後の余震発生状況を確率で示すことが可能となる。それを実用化したのが「今後の余震の見通し」であった。市民の期待する予測とは全く異質な数値であり、この余震発生確率にもとづいて防災対応を決定する例は皆無であったが、公的な権威ある機関である「地震調査研究推進本部地震調査委員会」が近未来の地震の発生についての見通しを発表することは世界的にも過去に例のない取り組みであった。

前震を伴う地震はこれまでも発生しており、様々な防災対応がとられている。1930年11月26日に起きた北伊豆地震は激しい前震活動のあとに本震が発生した。この時は地元の測候所が臨時の観測を展開したり、本震発生前に气象台と県知事が協議を進めていた（函南村、1933）<sup>[3]</sup>。住民の中には自主的に屋外に避難した人も多数いた。

1945年1月13日に発生した三河地震でも、本震の2日前に前震活動が始まり、これをきっかけに屋外に仮小屋を作って自主的に避難した住

民がいた（林・木村，2007）<sup>[4]</sup>。三河地震では本震2日前に前震が多発したが，翌日には小康状態になった。そのため2日前の夜は屋外の仮小屋に避難したが，地震当日の夜は自宅に戻り，そのために午前3時過ぎに発生した本震で家屋が倒壊し自宅の下敷きになった人もいる。

前震活動を大規模な住民避難行動に結びつけた例として，1975年2月4日に中国・遼寧省で発生した海城地震があげられる（尾池，1979）<sup>[5]</sup>。この地震が発生したのは文化大革命末期という特殊な時代であったため，諸外国にもたらされた情報は必ずしも事実ではなかったことが後の検証で明らかになっているが，前震を主たるよりどころとして大規模な避難指示が出され多くの命が救われた（Wang et al., 2006）<sup>[6]</sup>。

逆に公的機関の情報が住民の自主的避難の阻害要因となったのが2009年にイタリアで発生したラクイラ地震である。4月6日に発生した本震の約半年前から地震が多発するようになり，さらに約1週間前からは大きい地震が起きるようになった。その上，地震の専門家ではない研究者による地震予知情報も出されたことから，地域社会がさらに大きい地震を恐れてパニック状態になった。そのため，本震の1週間前に公的機関が会議を開き，メディアを通じて安全宣言を出した。その結果，一部の住民は屋外の自主避難から自宅に戻ったため被害にあい，その責任を問われて会議のメンバーであった科学者と行政官が裁判にかけられる事態になった。

#### 4. 防災情報の数値化と言語化

地震調査委員会では熊本地震直後から余震の確率評価手法の見直しにとりかかり，4か月後の8月19日に「大地震後の地震活動の見通しに関する情報のあり方」<sup>[1]</sup>を公表した。この報告書では以下の3つの点を熊本地震において明らかになった課題としている。

(1) 最初の大きな地震（M6.5）を本震とみなし余震確率を発表したが，翌々日には，より大きな地震（M7.3）が発生した。内陸地殻内で発生するM6.4以上の地震については，それを本震とみるとした平成10年の余震確率評価手法（地震調査委員会，1998）の本震－余震型の判定条件が妥当でなかった。

(2) 「余震」という言葉を用いたために，より大きな地震，あるいは，より強い揺れは発生しないというイメージを情報の受け手に与えた可能性がある。

(3) 余震確率の値（確率値）が，通常生活の感覚からすると，かなり低い確率であると受け取られ，安心情報であると受け取られた可能性がある。

そして，これを踏まえた様々な検討を行い，改善のための提言が出されている。それによると，地震直後1週間以内は余震確率を発表せず，過去事例や地域特性に基づいた見通しを述べ，最初の大地震と同程度の地震への注意を呼びかけることを基本とするようになった。そして1週間程度した後から余震確率に基づいた数値的見通しを付加する。

用語の使用にも防災上の配慮をし，地震学的に扱いやすいマグニチュードは極力避け，震度を用いることが推奨されている。さらに「余震」という言葉は，最初の地震よりも規模の大きな地震は発生しないという印象を与えるため，本震，余震を区別せずに「地震」という言葉で統一して見解を出すことになった。

この「改善」により熊本地震で顕在化した課題に抵触するような情報は出なくなり，一見，解決したように見えるが，それは本当の意味での解決であろうか？責任追及を避けるために，あたりさわりのない情報を出すことになっていないだろうか？

第2節で述べたように、地震の多くは最初の本震が起きて、その後に余震が続く「本震－余震系列」である。気象庁が発表していた「今後の余震の見通し」も、それを前提にして求められた数値であった。被害地震はそもそも発生頻度が低く、その中でも例外的な地震が起きたときに被害が大きくなる傾向になる。たとえば平常時の地震活動度が高いのは東日本であり、10万人を超える犠牲者を出した1923年関東大震災が起きたこともあって、阪神・淡路大震災が起きるまでは近畿地方で地震災害に注目する人は少なかった。近畿での地震は例外的、想定外の事象と多くの市民が考えていた。また古文書記録が多く残り、大規模な地震の記録漏れがないと考えられる江戸時代以降の400年間を見ると、東北地方の太平洋沖でM9クラスの地震が起きた例はなかった。それゆえ東日本大震災以前に、この地方で想定されていた防災計画のためのシナリオ地震の大きさはM7.5から8程度にとどまった。

このように限られた過去の事例からもっともありえそうなシナリオを採用し、それにもとづいて数値を計算して発表することは防災上悪い影響をもたらす可能性がある。地震をはじめとした地球の活動の繰り返し間隔は人間の寿命よりも長く、それゆえ過小に評価してしまう傾向にある。人類の持つ知識は不十分であり、歴史記録が残る時代の長さも短いことを考えれば、安易な数値化は慎むべきであろう。

しかし地震関連分野では数値化の圧力から逃げることは難しい。地震観測網や地震研究施設の構築には膨大な国費がかけられている。この分野では民間の資金や研究組織の存在感は限定的であり、地震研究者は国や国民から「役に立つ貢献」が常に求められている。そして地震の専門家以外の防災担当者が使えるようにするため、地震に関する不確実性の大きい情報を可能

な限り数字に落とし込むことも期待されている。

東日本大震災時に問題になった量的津波警報（東北地方太平洋沿岸に最上位の警報である「大津波警報」を出したが、その補足として数値シミュレーションに基づく津波高さ3m, 6mという過小数値を出した）も、その導入は1999年であり、余震の見通しとほぼ同じ時期、すなわち阪神・淡路大震災から4年がたった頃に導入されたものであった。量的津波警報の技術も短時間の観測から、もっとも起こりやすいシナリオを特定し、それにもとづいて計算して数値を出すという仕組みであり、余震の確率評価と同一の問題構造をもっていた。こちらも東日本大震災以後修正されており、熊本地震後の「大地震後の地震活動の見通しに関する情報のあり方」と同じようになっている。つまり、地震直後は感情に訴える言葉による表現を先行させ、その後数値の情報を出すことや、特定の言葉の使用を制限することである。

防災においては平常時と異常時の使い分けが重要である。災害は本質的に低確率であるため、平常時が続くと「数字を出せ」という社会的・組織的圧力が高まる。その結果、標準的なシナリオで数字を出して、例外的事例を想定の外に追いつけがちなためである。そして災害発生という異常時に問題が顕在化して、過度な数値化が後退して言語的記述が優勢となる。この繰り返しを避けるための取り組みが求められている。

#### 参考文献

- [1] 地震調査委員会 (2016).「大地震後の地震活動の見通しに関する情報のあり方」地震調査委員会 p.62.
- [2] 地震調査委員会 (1998).「余震の確率評価手法について」地震調査委員会 <http://www.jishin.go.jp/main/yoshin2/yoshin2.htm> (2017年1月31日確認)
- [3] 函南村編 (1933).「函南村震災誌. 昭和5年」函南村 p.188.

- [4] 林能成・木村玲欧(2007).「1945年三河地震における事前避難について」歴史地震 Vol.22 pp.117-126.
- [5] 尾池和夫(1979).「中国と地震」東方書店 p.261.
- [6] Kelin Wang, Qi-Fu Chen, Shihong Sun,

Andong Wang(2006). "Predicting the 1975 Haicheng Earthquake" Bull. Seismo. Soc. America Vol.96 pp.757-795.

(原稿受付日：2017年2月25日)

(掲載決定日：2017年2月25日)

