

特集

1

東日本大震災―がんばろう日本―



千葉大学大学院
工学研究科教授
やまざき ふみお
山崎 文雄

東日本大震災

―地震・津波の概況と復興・防災対策―

はじめに

東日本大震災は発生から2カ月余りを過ぎた現時点でも、被害の全体像が掴めない災害である。消防に関連した国の対応や、被害統計などをまとめた総務省消防庁の概況資料は、5月13日時点で既に第122報となり、1日で2報の割合で新たな状況の進展があったことになる。この地震は、我が国の長い地震経験のなかでも、初めてと云っていい規模であり、発生当初からなかなか実態が掴めなかった。地震のマグニチュードは、気象庁によつて3月11日のうちに7・9、8・4、8・8と3回も更新された。

さらに3月13日には、国際的な指標であるモーメント・マグニチュード9・0へと改められた。死者・行方不明に関しては、現在、2万4000人を超えたところであるが、い

つになつたら確定するか分からない。地震の名称にしても、気象庁が名付けた東北地方太平洋沖地震は長すぎてあまり使われず、マスコミが使用した東北・関東大震災と東日本大震災のうち、政府が後者を公式災害名として採用するに至つた。

海外の研究機関では主に「東北地震」と呼ばれており、私にはこれが最もいいように思えるが、太平洋岸を表す言葉が入っていない。交通機関の応急復旧はほぼ完了したが、地域の復興に関しては、やつと議論が始まったところであろう。地震の全体についてまとめるのは筆者にはやや荷が重い、主として科学技術的な観点から、地震・津波と特徴と、今後の復興・防災対策の課題を論じてみたい。

地震そのものの正体

地震そのものについては、次第に実態が明

らかなりつつある。米国地質調査所の公表資料によれば、M9・0というマグニチュードは、100年以内の世界の巨大地震の中でも第4番目の大きさであり、1960年のチリ地震、1964年のアラスカ地震、2004年のスマトラ島沖地震の後に続くものである。このような巨大地震が日本近海で起こると予測した人は、日本はもちろん、世界の地震学者でも殆どいなかったであろう。

では、今回の南北に約500キロメートル、東西に約200キロメートルの震源域付近に対して、我が国ではどのような海溝型地震の発生が想定されていたのであろうか。地震調査推進本部の長期評価結果では、北から順に三陸沖北部、宮城県沖、福島県沖、茨城県沖の震源域が想定されていたが、M(マグニチュード)はせいぜい8程度であった。また、その東側の日本海溝近くには、「三陸沖

から房総沖の海溝寄り」の範囲での震源も想定されてはいたが、M8・2であり、何よりもこれらの地震は個別に起こると考えられており、連動するとはまさに「想定外」であった。

一方、連動が考えられていた地震が無いわけではなく、今後数十年のうちに、西日本の太平洋岸で起こるであろう東海・東南海・南海地震は、まさに連動が危惧されていた。また北海道では、根室沖と十勝沖の地震が約500年間隔で連動し、巨大地震・津波を引き起こすことが知られていた。しかし、東日本の太平洋岸に関しては、このような連動に関する証拠は捉えられていなかった。

地震のあと「貞観地震」が有名になった。この地震は869年に東北地方の太平洋岸で起きたもので、仙台平野や石巻平野で海岸から数キロまで津波が遡上した証拠の堆積物が見つかっていた。しかし、福島県や茨城県の平野部では堆積物は見つかっておらず、今回の地震の発生を想定するまでには至らなかった。私も「足跡だけから雪男の正体を見破るのは難しい」と思う。我が国といえども、過去の記録に乏しい地震が起こりうることを誰もが思い知らされた。

巨大津波による被害

今回の地震において、被害の最大の原因と

なったのは、地震が引き起こした巨大津波である。M9という規模ではあるが、揺れによる被害は予想より限定的であった。これは地震波の振動成分に短周期が卓越したため、建物などへの影響が少なかったこと、および我が国の構造物の耐震性が高かったことなどによると考えられる。

地震による津波は、海底面の急激な上昇によって海水が広い範囲で持ち上げられ、それが周期の長い波となって伝わる現象である。今回の津波は日本が歴史上経験したなかで、



写真1：宮城県名取市の津波被害状況（撮影・筆者）

間違いなく最大級のものである。

津波が遡上した範囲は、国土地理院が発表した航空写真と衛星画像からの判読結果では、青森県から千葉県に至る沿岸部の計561平方キロメートルに及び、これは東京23区の面積の約9割にも達する。とくに宮城県と福島県の沿岸平野部では、海岸線から最大6キロメートル程度まで浸水し、極めて広範囲となった。例として、仙台平野に位置する名取市においては、津波は海岸線より約3〜5キロメートルの地点まで押し寄せ、ようやく仙台東部道路の盛土により浸入が止められた。仙台空港は名取市と岩沼市に跨って位置するが、津波が空港に押し寄せる映像はテレビ等で繰り返し流された。写真1は名取市の水田地帯であるが、一面、津波で流されてきた住宅などの瓦礫で覆われていた。近年の日本において、大都市近郊の住宅・農耕地が、このように大津波に襲われた例は今回が初めてであろう。

津波の遡上した高さとその破壊力に関しても驚かされた。宮城県女川町を襲った津波は、今回の巨大津波の中でも最大級のもので、海岸線の近くで約15メートルに達した（写真2参照）。さらに、谷筋に沿って内陸の奥深くまで遡上した津波の最高到達点は、海拔30メートルを超えていた。写真の右上には、海岸線から約150メートル離れた女川



町立病院が写っている。病院は山を削って造成された海拔約16メートルの高台にあるが、1階床上まで津波が到達した。写真中ほどに高台に通じる津波避難階段が見えるが、避難場所まで津波が襲来したことになる。津波の破壊力も予想をはるかに越えるもので、写真にも写っているが、鉄筋コンクリート造の建物も数棟が津波によって引き倒された。

津波は福島第一原子力発電所の非常用電源設備を故障させ、大規模な原子力災害の原因となったが、この他の産業施設にも多大な被



写真2: 宮城県女川町の津波被害状況

害を与えた。仙台市宮城野区にある仙台港の臨海工業施設や荷役施設は、地震による強い揺れと7メートルを超える高さの津波に襲われ、甚大な被害を被った。写真のJX日鉱日石エネルギーの仙台製油所では、陸上出荷設備付近で地震当日の20時頃火災が発生し、爆発・炎上した(写真3参照)。4日後には鎮火したが、被災した施設の稼働再開は2012年夏頃になるという。この施設の操業停止は、地震後の東北地方の石油製品不足の大きな原因の一つとなった。このほか、東北地方



写真3: 仙台港のタンク火災

東京都市に隣接する浦安市は、江戸時代からの小さな漁師町が、1960年代からの埋立によって拡大し、住宅地やテーマパークへと発展した街である。今回の地震では、とくに60年代後半から70年代に埋め立てられた住宅地で、大規模な液状化が発生した。写真4

から茨城県の太平洋岸の産業施設が多数、津波による被害を被っている。

東京湾岸の液状化

今回の地震は東北地方や北関東地域のみならず、首都圏にもさまざまな被害を与えた。被害の大きなものとしては、東京湾岸の埋立地や利根川の下流で広く発生した液状化現象が挙げられる。液状化は地震の揺れによって、ゆるく堆積した砂地盤の粒子のかみ合わせが外れ、水中に浮いたような状態になる現象である。

1964年の新潟地震を契機に注目され始め、橋や建物などの最近の耐震設計には考慮されていた。重要な構造物では、地盤を締め固めて液状化発生を抑制したり、基礎杭を打って影響を阻止したりすることができる。しかし、一般の住宅、道路や河川堤防などについてはあまり対策が取られておらず、地震で大きな被害を受けた。液状化が震源から遠い地域においても発生したのは、強い揺れが数分間も続いたためと考えられる。

東京都に隣接する浦安市は、江戸時代からの小さな漁師町が、1960年代からの埋立によって拡大し、住宅地やテーマパークへと発展した街である。今回の地震では、とくに60年代後半から70年代に埋め立てられた住宅地で、大規模な液状化が発生した。写真4

特集 東日本大震災—がんばろう日本—



写真4: 千葉県浦安市の液状化

は鉄筋コンクリートの小学校校舎であるが、杭で支えられた建物はそのまま残っているのに対し、周囲の地盤は液状化によって沈下し、大きな段差が生じている。浦安市では液状化によって、多数の木造住宅が傾斜したほか、水道、ガス、下水道などの地中埋設管も被害を受けた。断水は一部では20日間も続き、住民は大きな困難を強いられた。

液状化は、巨大地震でなくとも起こりうる現象である。軟弱地盤に住宅を建てたり埋設管を設置する場合には、液状化対策が必要と

なる。また、行政による地盤ハザードマップの整備・公開が今後の課題といえよう。

首都圏の帰宅困難者と 首都直下地震

今後30年以内にM7クラスの「首都直下地震」が発生する確率は70%と極めて高いことが、地震調査推進本部によって指摘されている。ただし、これは南関東において起こりうるさまざまなタイプの地震の発生確率を合わせたものであり、最大被害を起こす恐れのある「東京湾北部地震」が高い確率で起こる訳ではない。しかし、首都圏は日本の経済活動の中心であるし、Mの小さい地震であっても、阪神・淡路大震災のような都市型大災害となるのが危惧される。

東日本大震災において首都圏は被災地とは呼べないが、さまざまな機能的被害を被った。直後の交通機関のほぼ全面停止によって、多数の市民が帰宅困難者となった。あるアンケート調査結果によると、当日都内から自宅に帰れなかった人は、約300万人と推定されている。正確な数字を得るのは困難であるが、オーダーは押さえていると思う。私は自宅から約10キロの出先に居たので、2時間かけて徒歩で帰ることができた。当日は深夜になっても、大きな道路を徒歩で自宅に向かう人の列が見られた。また、約10万人が臨

時の避難所となった公共施設等で夜を明かしたという。

しかし、今回は地震の発生した時間帯が良かった。午後2時46分には、大半の勤め人は職場に居たと考えられる。また、都内でも大きな揺れは経験したが被害は殆どなく、電話は通じないものの停電はなく、テレビ・ラジオから情報を入力することができた。このような状況下で、長距離を無理して徒歩帰宅する理由はなく、一番多かったのは職場で夜を明かした人ではないかと思う。誤解を招くのは、今回の地震は首都圏の住民にとっては、首都直下地震の防災訓練的な役割を果たしたともいえよう。

しかし、もし首都直下地震が起きた場合は、これとは条件が異なる可能性が高い。まず、首都圏も被災地となるから、揺れによるけが人やエレベーターの閉じ込めが多数発生するであろう。停電も起こるであろうし、テレビからの情報は得られなくなる可能性が高い。しかし、ワンセグ、携帯メール、携帯ラジオは役立ちそうなので、これらは必携といえる。最悪の条件は、地震が通勤時間帯に起こること、電車が長時間閉じ込められるかもしれない。このように考えると、自分の居場所にに応じてどうするのが最適なのか考え、出来る範囲の準備をするしかなさそう。

この他にも、原発事故に起因する計画停電

や放射能汚染の風評被害等、さまざまな影響を首都圏も受けたが、被災地に比べるととても困難とは呼べないと思う。

今後の復興と減災対策

東日本大震災は、現在やっと復興に向かい始めたところである。原発問題はまだ終息の目途が立たないので議論するのは早いかもしれないが、原子力以外の復興について、まじめに代えて論じたい。

今回の巨大地震は、間違いなく稀な現象であり、地震そのものの発生を予測できなかったことは、誰をも責められないであろう。しかし、震源域が幾つも連動して巨大地震が発生することを知った以上、数十年後に西日本を襲うであろう巨大地震の際に、想定外は許されない。我々はまず、今回の地震が引き起こしたさまざまな出来事を十分に記録し、分析して、その上で今後の作戦を立てねばならない。

この100年間に我が国を襲った大地震は、いずれも異なる特徴を持っている。関東大震災は火災による被害が何よりも大きかった。阪神・淡路大震災は木造住宅の倒壊が死因の大半を占めた。そして東日本大震災は、想定を越えた巨大津波だった。想定を越える事象に対しては、最悪の事態は避けるような減災を考えるしかないであろう。

漁業者は海から離れることはできないし、沿岸平野部における居住や農業も、今後とも続けていくしかない。復興計画では、津波避難ビルなどを適切に配置して最悪の事態にも備え、大きな揺れが来たらすぐに逃げるとい

った防災の基本を、全国民が守り続けるしかない。その上で、地球環境にも配慮した、健康的でより良い地域復興を進めることが、大災害を経験した全ての日本人に課された課題といえよう。