

## 巨大災害の軽減と災害につよいまちづくりに我々はどう取り組みべきか？

入倉孝次郎

### 1. はじめに

2011年3月11日、東北地方の太平洋沖に発生した Mw 9.0 の地震は、その強震動および津波により、東北から関東一円に大きな被害をもたらした。宮城県栗原市で震度7、宮城、栃木、福島、茨城の4県の36市町村と仙台市の1区の広域で震度6強が観測された。東北地方と関東地方の太平洋沿岸部は浸水高5~30mの津波に襲われた。遡上高では、場所によっては30m以上、最大40.1mにも上る大津波となり、世界一の津波対策を誇った地域が壊滅的被害を受けた。死者16,278人、行方不明者2,994人、全壊家屋129,198棟に及び、死者の90%以上が津波によるものと報告されている（消防庁、2012年3月）。また、地震による揺れと津波に加え、過酷事故対策の不備により引き起こされた福島第一原子力発電所の事故は深刻な放射能汚染と電力不足を引き起こし、被害を拡大するだけでなく、復旧・復興を困難にしている。

東日本大震災から、1年有余で、原発災害については、いまだ終息の見通しが立たない深刻な状況が続いているが、津波や強震動による被害に対する取り組みは、応急的措置から中・長期的で抜本的な対策に軸足が移りつつある。安全と安心をより重視したまちづくりが必要という認識が急速に広がっている。このような巨大地震の発生をどうして事前に予測できなかったか、たとえ予測そのものは科学的には困難であっても、地震の長期評価やそれに基づく強震動の強さ、津波高や遡上高などの評価により、地震災害を軽減するための手立ては可能であったのではないか、などの検証が必要とされている。

日本学術会議は、2011年3月11日以降、東日本大震災からの復旧・復興へのあらゆる努力に対する助言・協力を行うための活動を行っており、その活動の成果は国や地方の様々な政策的議論に反映されている。一方で、このような提言は、むしろ大震災に先だって発信されるべきではなかったかの疑問は残る。本論は、巨大災害やそれと密接に関連する地球環境問題にながく取り組んできた地球惑星科学の視点で、これまでどのような活動を行ってきたかを振り返り、問題点を明らかにするとともに、震災の経験を生かして日本がこれから進むべき道および国際的な貢献の在り方を考える。

## 2. 課題別委員会「地球規模の自然災害に対して安全・安心な社会基盤の構築」のとりくみ

日本学術会議は、これまでも自然災害の軽減や持続的社会的実現などの課題を検討するために、理工学、生命科学、人文科学分野等の研究者と実務者より構成される課題別委員会を設置して、国の政策や施策への提言や調査・研究促進に関する提言を行ってきた。中でも、2005年に課題別委員会として設置された「地球規模の自然災害に対して安全・安心な社会基盤の構築委員会」は東日本大震災のような巨大災害のリスクを正面から取り上げた。この課題については同時に国土交通大臣からの諮問も受けている。同委員会は1年間の審議を行って、自然災害に関するその時点での学術的知見と情報を集約し、将来の自然災害軽減の基本的な考え方と方策を国土交通大臣へ答申し、同時に対外報告として公表している<sup>1)</sup>。本委員会の検討の経過については、月刊「学術の動向」2007年11月号に特集「自然災害軽減に向けてパラダイムの変換を」にまとめられている。

低頻度大規模自然災害として、巨大地震・津波・噴火・隕石落下などの例を挙げ、これらの低頻度ではあるが、大きな災害を引き起こす可能性のある災害に対して、その認知・評価・周知の重要性が佐竹により指摘されている<sup>2)</sup>。その典型例の1つが2004年のスマトラ地震で、この地震によって生じた津波は、インドネシア、タイ、マレーシア、スリランカ、インド、などのほか、アフリカの東海岸まで被害をもたらした。この地震のマグニチュードは9.1であるが、インド洋でこのような巨大地震や津波が発生した例は歴史的に知られていなかった。19～20世紀に発生した過去の地震データに基づき、2004年スマトラ沖地震の震源域で起こる最大規模の地震はM8クラスであると考えられていた。

この2004年の巨大地震以降、地質学的な痕跡に基づいて古地震的調査の結果、スマトラ島の北部、タイ、アンダマン諸島、ミャンマー西海岸でも、2004年と同規模の地震が過去に発生した証拠が発見されている。日本でも、これまで知られていなかったタイプの巨大地震が過去に起きていたことが、古地震学的調査で明らかになってきた。将来の被害を減らすためにもっとも重要なことは科学的な知見の周知である。科学者の間では、スマトラ島や神戸における大地震の可能性は認識されていたが、一般には過去数十年程度の経験に基づき、インド洋では津波が発生しない、神戸には地震が来ない、など間違った知識が広まっていた。近い過去に経験がない自然災害への対策を立てるのは一般的には困難であるが、科学的な知識によって経験を増やすことができる。そのような知識を提供するのが科学者の役割であろう。

地球規模の自然災害として、1つは災害の要因となる自然現象そのものが地球規模の大きさを持つ場合、もう1つは自然現象自体は地域的であってもグローバル化により経済的被害などの影響が地球規模に及ぶ場合がある、と入倉は指摘する<sup>3)</sup>。日本は世界で最も自然災害が多発する国の1つであり、地球規模の自然災害軽減のための研究に日本が大きな役割を果たすことが期待されている。地震を例にとると、日本では、阪神・淡路大震災を受けて、地震調査推進本部が設置され、海溝型地震や活断層に発生する地震の長期評価とそ

れに基づく地震動予測を行っている。この地震動予測マップは、想定された地震が実際に発生したときに備えて防災対策を策定するために活用される。地震の発生確率が低い場合にどのような防災対策を行う必要があるかは、地震が起こった場合のリスク評価と合わせた検討が必要となる。

本課題別委員会は、2009年6月に地球規模の自然災害の増大に対する安全・安心社会の構築に向けて、提言をまとめている。政策・施策への提言の主要なものは以下である<sup>1)</sup>。

#### **安全・安心な社会の構築へのパラダイム変換：**

自然環境の変化と国土構造及び社会構造の脆弱化の状況の下で、将来の自然災害に対して、「短期的な経済効率重視の視点」から、「安全・安心な社会の構築」を最重要課題としたパラダイムの変換を図る。

#### **社会基盤整備の適正水準：**

自然災害軽減のための社会基盤整備に向けて、長期的で適正な税収の配分を図る必要がある。社会基盤整備の適正水準の設定には、人命・財産の損失はもとより、国力の低下、国土の荒廃、景観や文化の破壊および国民への心理的な打撃などを評価する必要がある。

#### **国土構造の再構築：**

将来の自然災害による被害を軽減するためには、人口・資産の分散によるリスク分散、将来の人口減を踏まえて災害脆弱地域における住民自らによるリスクを考慮した適正な居住地選択と土地利用の適正化、首都機能のバックアップ体制の確立及び復旧・復興活動のための交通網の整備が必要である。

#### **ハード対策とソフト対策の併用：**

巨大自然災害による被害軽減のため、防災社会基盤施設の整備等のハード面での対策を進める一方、防災教育、災害経験の伝承、避難・救急と復旧・復興体制の整備、災害時の情報システム及び医療システムの強化等、ソフト面での対策を促進する。また、早期の復興に向け、被害の範囲や程度を減少させ、復興を容易にするような施設について検討し、事前の対策を講じる。

そのほかに、「国・自治体の一元的な政策」、「災害認知社会」の構築、「防災教育の充実」など重要な政策提言がなされている。日本学術会議には、自然災害軽減に向けて、政策および研究の基本的方向性について積極的な提言の必要性を訴え、さらに世界の自然災害軽減のため、国際共同研究を推進して防災技術と知識の海外移転を図る、ことを求めている。

本委員会における審議内容やその提言が政策や施策に生かされていれば、今回の大震災や原発事故のリスクを減らすことに役立った可能性がある。

### **3. 東日本大震災前の地震防災の取り組み**

#### **地震調査推進本部による長期評価と全国地震動予測地図**

1995年兵庫県南部地震を契機として新たに地震調査研究推進本部（地震本部）が設置され、地震防災対策の見直しが進められてきた。地震本部は日本全国をカバーする基盤的観

測網の構築、全国の主要な活断層や海溝型地震の地震活動の調査、地下構造調査や地盤調査資料の収集を継続的実施してきた。活断層や海溝型地震の調査結果に基づいて、日本周辺地域の地震発生の長期評価と、震源断層のモデル化・地下構造・表層構造を考慮した地震動評価を結び付け、図1のような全国地震動予測地図を作成し公表している<sup>4)</sup>。

ここに示される確率論的地震動予測地図は、今後30年以内に震度6弱の揺れを受ける確率(2010年1月1日を起点)を示している。今回の地震の震源域にあたる三陸沖から房総沖にかけての領域での長期評価は、図に示されるように評価対象領域が、8領域に区分されそれぞれに領域ごとに過去400年間の地震活動を調査し、評価が実施されていた。それぞれの領域内では、過去に発生した地震活動のパターンを分析することにより、固有規模の地震の存在の有無を検討し、固有規模の地震が認められる領域に関しては、その地震規模と繰り返し間隔が評価されてきた。地震発生場所と繰り返し間隔について十分なデータが得られない場合には、領域内で特に発生場所を特定せず、ポアソン過程を用いて、その地震発生確率が算出された。たとえば、宮城沖の領域では、M $\sim$ 7.5の地震が1793年以来、平均間隔37年で6回起こっており、今後30年以内にM7.5前後の地震が99%の確率で発生すると計算された。その東の三陸沖南部海溝寄りの海域では、M7.7前後の地震が平均発生間隔105年程度で起こっており、今後30年以内の確率は80%~90%と評価された。1793年の地震はM8.0~M8.4で、宮城沖と三陸南部の領域が同時に動いたと考えられ、2つの領域が同時に動く可能性があるとして予測されていた。これらの領域の南隣りにある福島県沖では、M7.4前後の地震が400年以上の平均発生間隔なため、今後30年以内に7%程度以下、茨城県沖では、M6.7~M7.2の地震が平均発生間隔約21年で頻繁に起こっていることから今後30年以内に90%以上の確率で発生すると評価された。

東北地方太平洋沖地震の破壊の始まりは、長期評価で宮城県沖地震(30年確率99%)と三陸南部海溝寄り地震(30年確率70-80%)が連動するとされていた領域に位置している。したがって、長期評価は発生時期と地域に関してほぼ正しかったといえる。しかしながら、地震規模が過小評価されていたことは、結果として津波対策上致命的で、これからの長期評価やそれに基づく防災対策の在り方に反省を迫るものである。長期評価がデータの精度の高い過去400年の地震活動に限ってなされたことや貞観地震のような古い巨大地震の検討が遅れ評価に取り入れられなかったこと、などの問題点が指摘されている。

強震動の評価に関しても、東北地方太平洋沖地震の破壊の始りに近い宮城県の仙台平野およびその周辺地域では、今後30年以内の震度6弱に襲われる確率が高いが、福島県から茨城県北部地域では、予測されていた地震動の確率は、明らかに過小評価になっている。

一方で、三陸沖北部から房総沖にかけての日本海溝寄りの細長い領域で、津波地震(Mt 8.2程度)の発生確率はポアソン過程で20%程度と相対的には高く評価されていた。東電はこの領域の中で福島県沖にMt 8.2の津波地震を想定すると、福島原発が9.3~15.7mの津波に襲われる可能性があるという計算を行っていた<sup>5)</sup>。この評価に基づいて津波に対する安全対策が行われていたならば、原発事故は避けられた可能性が高い。このことは、地震調査

委員会の全国地震動予測地図は、地震防災対策に重要な情報を提供していたといえる。

### 三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価の見直し

東北地方太平洋沖地震では、三陸沖南部海溝寄り、三陸沖北部から房総沖の海溝寄りの一部で大きなすべり量が観測され、三陸沖中部、宮城県沖、福島県沖、茨城県沖の領域も震源域となった。今回の地震の前に得られていた869年貞観地震の調査結果、および津波堆積物などの古地震の調査研究による新たな知見を加えて、三陸沖から房総沖の海溝型地震に対する長期評価が見直された<sup>6)</sup>。

東北地方太平洋沖型の地震は、津波堆積物の調査から、15世紀、869年貞観地震、4-5世紀、紀元前3-4世紀、と過去2500年間に5回発生していたと確認され、これらの津波をもたらした地震が繰り返し発生したとするとその発生間隔は400年～800年程度で平均発生間隔は約600年となった。これらの考察から、東北地方太平洋沖型の地震を2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震の発生直前に確率を算出すると、今後30年以内の発生確率は10～20%と評価された。次の東北地方太平洋沖型の地震の発生確率は、現時点(2012年1月)および今後100年以内でもほぼ0%と評価されている。

今回の地震後に見直された長期評価で、東北地方太平洋沖型の地震は、2011年3月11日の東北地方太平洋沖地震の発生直前に確率を算出すると、今後30年以内の発生確率は10～20%で、60～70%と評価される南海トラフ地震に比べて、決して高くないというよりも、むしろ明らかに低いということに注意する必要がある。

これまでの防災対策に活用するために国民に提供されてきた情報は、発生確率の高い地震を中心とし、発生確率の低い地震は後回しにする傾向があった。今回の大震災から学ぶべき教訓の1つは、たとえ確率は小さくても、もし起こったら大きな被害を引き起こす地震、すなわち、災害リスクの大きい地震に対する防災対策を強化する必要があることである。

## 4. おわりに

2011年東北地方太平洋沖地震は、日本の観測史上最大のもので、それに伴う強力な津波により、未曾有の大災害を引き起こした。福島第一原発の事故は地震による災害を拡大し、震災からの復旧や復興を困難にしている。

課題別委員会「地球規模の自然災害に対して安全・安心な社会基盤の構築」の提言内容は今回の大震災のようなリスクを想定しそれに対する社会的な備えの重要性を指摘したものである。地震調査委員会の長期評価や地震動予測地図は、マグニチュード9の地震が事前に想定できなかったという問題はあるが、巨大地震の減災対策に重要な情報を提供するものであった。

2011年3月11日の大地震の発生とそれによる大震災を受けて、日本学術会議は、東日本大震災対策委員会を設置し、東日本大震災からの復旧・復興へのあらゆる努力に対する助言・協力を行うための活動を行ってきた。同委員会は、被災者救援と被災地域復興のた

めの総合的な体制の整備、震災廃棄物対策、男女共同参画の視点の重視等について、第1次から第7次までの緊急提言を発出した。さらに日本の今後のエネルギー政策のあり方について、国民的議論に資するための調査報告を社会に提示した。これが政府部内の様々な議論に貢献した。

これらの検討結果が、2012年4月には総括的な提言としてとりまとめられた。提言の第1は、「災害に強いまちづくりに関する提言」で、(1)災害に強い国土づくり、(2)持続可能な復興まちづくり、などが含まれる。学術からの提言は、東日本大震災からの復興の諸課題に対し、被災者および被災地の住民はじめ国民が必要とする知見を、学術の諸分野が結集して具体的に提供すること、今後の復興およびこれからの日本社会の在り方を検討する上で重要となる。

#### 参考文献

- 1) 日本学術会議地球規模の自然災害に対して安全・安心な社会基盤の構築委員会， 対外報告：地球規模の自然災害の増大に対する安全・安心社会の構築， 2007.
- 2) 佐竹健治：低頻度大規模自然災害， 学術の動向， 2007年11月号.
- 3) 入倉孝次郎：災害要因となる自然現象の解明と予測—地震災害軽減のための予測研究を例として—， 2007年11月号.
- 4) 地震調査研究推進本部：全国地震動予測地図， 2010.
- 5) 島崎邦彦：ねじ曲げられた科学， 岩波科学， 82-6， 591， 2012.
- 6) 地震調査研究推進本部：三陸沖から房総沖にかけての地震活動の長期評価（第二版）について， 2011.

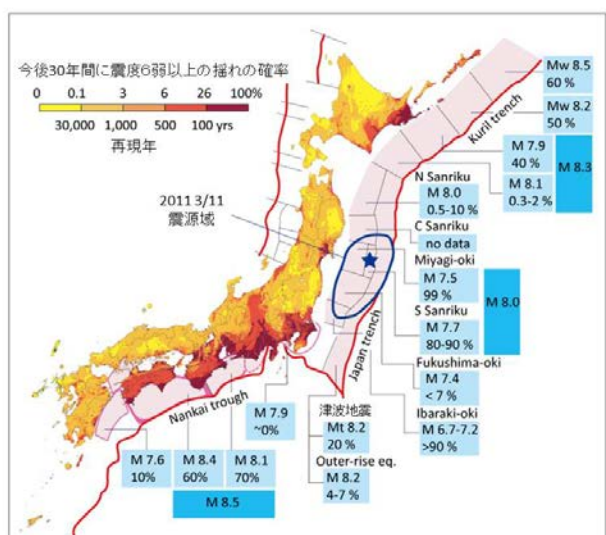


図1. 東北地方太平洋沖地震発生前に作成された全国地震動予測地図と予測されていたプレート境界地震のマグニチュード（地震調査推進本部，2010）