

□東日本大震災の教訓から今後の防災・減災を考える —不確定性下での取組や判断

東北大学災害科学国際研究所 今村文彦

1. はじめに

2011年3月11日午後2時46分、まだ冬の季節が残る東北地方に、巨大な地震による長くて強い揺れ、そして沿岸域に津波が来襲し甚大な被害を生じさせた。さらに、福島原発1号機も影響を受けたことにより過酷事故が発生し人類の経験がない複合的な災害になった。

来年3月11日で5年を迎える東日本大震災であるが、ここで改めて、地域での防災・減災を考えたい。そのために、地震・津波常襲地域と言われる三陸沿岸も含む東日本太平洋沖で、震災前からのどのような取り組みがあり、何が対応でき何ができなかったかを振り返る必要がある。また、その後の余震活動に加えて、2014年4月および2015年9月に発生したチリ沖地震津波の来襲、2015年9月の台風による関東・東北での大雨災害などが発生しており、従来の取り組みで対応できない自然や社会での環境の変化が見られるようになっている。最後に、そこに見える実態および課題を整理し、今後の対策のあり方を探りたい。

2. 震災前からの取り組み —過去50年の歴史

我が国に於ける津波対策の歴史は、三期に区分することが出来よう。明治や昭和初期での地震津波被害を受ける中で、第一期の津波対策は、経験の伝承（石碑の建立）や啓発など過去の経験や実

績に基づいて行われ、この期の終わり頃に、津波予報が開始された。1960年のチリ津波以降過去の実績に加え、科学技術が駆使されるようになってくる。この時期の主な対策手法は防災構造物であり、沿岸には高さ5m程度の防潮堤が建設され、津波だけではなく高潮や高波にも対応していった。第三期は、1987年に建設省・農水省水産庁とで合意を見た総合対策指針の採択に始まる。1997年には、関連7省庁で改めて一つの対策指針が合意された。これ以来、ハードな対策のみでなくソフトな対策が考えられるようになってきていた（首藤、2000）。

2000年（平成12年）11月に国の地震調査委員会から公表された「宮城県沖地震の長期評価」では、陸寄りと日本海溝寄りが連動した場合、過去に大津波が発生し注意が必要であると指摘されたほか、2003年の同委員会の発表によれば2023年までに88%という高い確率で宮城県沖を震源とする大地震が発生すると予想された。このことは各地域での対策と対応を大いに促していった。

例えば、宮城県では津波対策連絡協議会において津波対策の現状と課題を検討し、今後の沿岸市町の津波対策ガイドラインを策定していった（宮城県、2003）。さらに、宮城県は第3次被害想定の中で、宮城県沖の単独だけでなく連動タイプの地震も対象に津波の予想浸水マップを作成し沿岸各自治体に配布している。また、同時に各地で津波防災に関する活動が進められていた。さらに、気仙沼でのハザードマップを利用した地域ワーク



写真-1 津波浸水表示版（宮城県旧志津川町）



写真-2 津波誘導サイン（宮城県松島町）

ショップの開催、東松島市での地震・津波・洪水ハザードマップづくり、さらに南三陸町（旧志津川町）、松島町でのサインプロジェクトなどがあつた。いずれも先進的な取組であり多くの成果が得られたが、課題としては、参画（参加メンバー）が限られていたこと、他の地域への波及が難しかったなどが挙げられている。

さらに、先進技術による防災対策も進められた。東北地方整備局と東北大学は、東北地方を中心に、GPSを取り付けたブイ（波浪計）を沖合に設置し、地震による津波を早期に観測して住民避難に役立つ取組を行っている。2008年度までに太平洋側に5基が配置され、沖合での津波観測GPS波浪計の設置と浸水予測を検討していた。2011年1月には自治体担当者を対象に講習会を実施しリアルタイム観測に基づく陸上への浸水予測についても紹介していた。しかしながら、大震災の当日は、大変に残念ながら役場等での電源喪失でこのシステムは使われなかった。もし稼働していたならば、GPS波浪計のリアルタイム観測データに基づく浸水範囲を推定していたと思っている（阿部・今村、2012）

2010年チリ津波で初めての大海津波警報は発表され避難対応がとられた。週末の発表と言うこともあり、指定の避難場所への移動は全体で1割、しかも、警報が解除される前に自宅に戻った家族も多かったと報告されている。気象庁からの情報を

収集し、自治体（市町村長）は住民に避難勧告等（避難準備、勧告や指示）を発令（発表でなく法的に根拠ある発令）しなければならないが、適切なタイミングで発令出来ない、同じ地域であっても内容に統一が取れていない、発令されても住民が避難出来ないことが課題として上がっていた。そのため、2011年3月10日気象庁で津波防災シンポジウム「津波警報！そのときあなたは？」が開催されていた。

<http://www.jma.go.jp/jma/press/1102/08b/110310tsunami.html>

その翌日に、東日本大震災が発生し、関連死も含めると2万名を超える犠牲者を出し、物的被害、間接的被害は、未曾有の規模となった。死者の9割が津波を原因として報告されている。

3. 被害の概要

3.1 最悪の複合被害

地震による揺れ、津波浸水、原発事項による放射能の影響などの広域での複合災害となり、今回の被害は我が国での史上最大の規模になった。特に、津波の浸水に伴う、沿岸構造物、防潮林、家屋・建物、インフラへの被害、浸食・堆積による地形変化、破壊された瓦礫、沖合での養殖筏、船舶などの漂流、さらには、可燃物の流出と火災、道路・鉄道（車両も含む）など交通網への被害、

原子力・火力発電所など施設への影響など、現在想定される津波被害のほぼすべてのパターンが発生したと考えられる。

特に、沿岸での防潮堤などを始めとした保全施設が整備されていたが、巨大津波により施設も含めた悲惨な被害の状況は、社会を驚かせた。各地域で整備水準が違ったり整備中の箇所もあり、被害の程度は大きく違っていた。震災後には、レベル1の考えの下、同じ水準で施設整備が勧められたが、地域との合意形成が難しい場合もある。防災に加え、環境・利用、さらに維持・管理などの目的の総合的な議論が必用である。

この津波による影響は、従来から地震が多くリアス式海岸など複雑な形状地形を持ち、津波被害の大きかった三陸海岸地方（大船渡・陸前高田・気仙沼・女川）に及んだ。これに加えて、過去においては津波による大きな被害を受けていなかった地域である仙台湾周辺（石巻、東松島、仙台、名取）や福島沖福島沿岸なども含まれた。大規模浸水、沿岸構造物や建物などの被害メカニズム、漂流物（瓦礫、船舶、車両、タンクなど）による被害の拡大・複合化のプロセス、大規模火災の発生原因解明などの課題がある。



写真-3 複合災害（気仙沼市鹿折地区）

加えて、広い範囲に様々な被害が生じた。仙台市沿岸部では、伊達政宗の時代から植林されてきた防潮林による被害低減の効果が期待されたが、今回の津波の破壊力は大きく、ほとんどの場所で

根こそぎに倒されるなど大被害を受けた。

3.2 津波からの避難について 一人的被害軽減への課題

東日本大震災の教訓を将来に生かすためには、命を守るために何が対応できて、何が対応できなかったのか、課題をしっかりと整理する必要がある。当時、防災情報や避難対応や行動での問題点が多く報告されているが、丁寧に課題をまとめ対応していかなければならない。住民の避難への啓発・意識意外にも、震災直後、防災無線が壊れたり、携帯電話が通じなくなったりしたため、津波情報が十分に伝えられなかった状況もある。

震災ビックデータ（阿部ら、2014）による可視化により、初めて避難の実態を知ることができた。従来から生存者へのヒアリングによりその行動パターンを知ることができたが限定的であり、犠牲者や来訪者も含めて全体像を詳細に見ることが出来なかった。今回、地震の瞬間、浸水域には約60万人の方々があり、津波来襲までに、域外へ移動または滞留さらには、域内へ進入するという移動を可視化出来た。特に、浸水域に戻った方々には、ピックアップ行動（V字の奇跡）が見られ、救助という目的があったことが示唆されている。

人間は記憶にある地理的な情報（これは頭の中の地図であり認知マップと呼ばれる）に従って避難する習性があること、そもそも平時と緊急時では思考自体が変わってしまうことなどが指摘されている。従来、そうした避難行動の解明は直接的な聞き取り調査やヒアリングなどを通して行ってきたが断片的で限定的な状況しかわからなかった。大震災の当時、携帯やカーナビを利用した時々刻々の位置情報はビッグデータとして活用できる。これは、避難行動を科学的に捉とらえることを可能とし、我々がどのような判断で回避という行動をとるかを詳細にかつ具体的に知ることができると期待されている。

大震災後にも地震津波は継続的に発生している。

2014年および2015年に発生したチリ沖地震津波の来襲時には、遠地津波ということもあり約1日前から、気象庁での検討状況、自治体から避難準備情報などが出されていた。最終的には「津波注意報」が発表され、各地域には避難勧告・指示が発令された。東日本大震災の後では、津波の破壊力や当時の実態実態を鑑み、「避難指示」を求められている（内閣府）。避難所も開設されたが、避難された住民はごくわずかであった。ただし、この評価は数値だけでは出来ず、各地域での避難ルールに沿ったものであったかどうかが問われる。なお、せっかく避難された方の中には、避難解除を待たずに自宅等に戻った状況も合った。この点については、津波の継続性や最大波が第一波とは限らないことを周知し、自己判断で「戻らない」ことが肝要である。

さらに、2015年9月の台風による関東・東北での大雨災害などが発生しており、改めてタイムラインに沿った関係機関や自治体さらには住民側の行動が求められた。豪雨中での避難については「垂直避難」がより安全側の対応になるが、堤防の破堤箇所付近では、津波並の破壊力があるので、自宅に留まること自体が危険になる場合がある。将来、どの場所で決壊・破堤が起こるか推定が難しいため、堤防からの一定範囲の住宅については、



写真-4 津波避難所（仙台市荒浜小学校）、事前に避難訓練などを実施し、学校校舎に留まった住民は助かったが、自宅に留まる、または自動車避難された方々に多くの犠牲を出した。

基礎のかさ上げ、建物の強度を高める、さらには、宅地としての規制をかけるなどの対処が必要であると考えられる。

4. 今後の防災・減災の考え

東日本大震災の甚大な被害を受けて、改めて津波に対する総合的な対策の抜本的な見直しとその実践が問われている。総合的な対策の基本は、(1)ハード対策、(2)ソフト対応（防災体制）、(3)まちづくりであり、すでに、昭和8年の三陸大津波後にまとめられた注意書（1933）にまとめられている。戦後の我が国では、沿岸地域の移転などが難しいために、まず、ハード対策が検討され、それを補うソフト対策が位置づけられてきた。従って、まちづくりは、将来の防災対応であり、長期的な視点での課題としてあった。東日本大震災後には、抜本的な見直しがされ、まず、まちづくりの検討から始まった。高地移転などの対応や、多重防御などの多層的な検討が行われている。

総合的な対策を実施するためには、まずは対象津波の考えを整理する必要がある。さらに、津波などの(1)発生間隔・頻度および規模や(2)影響（被害）を考慮し、地域、集落ごとの個別の(3)生活条件・地形条件などから、安全レベルを設定し、減災への対策の(4)効果および費用を評価して、地域での減災レベルを合意形成する必要がある。(1)～(4)における個々の合理的な評価を下に、住民および行政の間で目標（レベル）を作り上げて行くかが、地域安全の確保のための第一歩である。

防災では、「安心」と「安全」が矛盾することがあり得る。住民が「安心」と思っていたために避難が遅れ、被災する場合である。つまり、住民が主観的に「安心」している安全性の水準と現実の客観的な安全性の水準にギャップがあるのである。明治三陸津波の記事で「経験者多く死す」というものがあるが、これも経験から認識していた

危険性の水準と現実の水準にギャップがあったということだろう。このようなことが起こるのは、リスクコミュニケーションの不足を表している。リスクコミュニケーションを推進し、住民の主観的な安全性の理解と現実の客観的な安全性を近づけるためには、現在判明されているまたは推定されているリスクの他、不確実性の中にある残余リスクを示していくことが必要であろう。

5. 最後に

東日本大震災の重要な教訓の1つが「我々が持つ当時の経験・知見は非常に断片的であり、将来も同様であると考えられる。今後の推定値などの不確実性（ばらつき、数値の幅）もゼロにはできず、むしろ多くなる傾向がある。このことを踏まえて、将来に備え・意志決定・判断しなければならない」と考えている。地震・津波、豪雨、土砂災害など、今後の自然災害については、事前の評

価やリアルタイムでの予測や防災情報などが提供されており、今後も充実していくと考える。しかし災害の発生後（以前に）、短時間に不確実な情報が、場合によっては誤った情報も含めて大量に提供されていく。どの場面でどの情報を根拠に判断し行動していくかが、地域と個人に求められている。

参考文献

- 阿部郁男・今村文彦、東北太平洋沖地震におけるGPS波浪計を利用したリアルタイム津波浸水予測の検証、土木学会論文集B2（海岸工学）、Vol. 68、No.2、pp.L376-L380、2012
- 阿部博史編、震災ビッグデーター可視化された3.11の事実、復興の鍵、次世代防災、NHK出版、2014
- 首藤伸夫、津波対策小史、東北大学津波工学研究報告、第17号、pp.1-20、2000
- 宮城県、「宮城県津波対策ガイドライン」、2003
<http://www.pref.miyagi.jp/soshiki/kikitaisaku/ks-tsunamigaidorain-top.html>,