

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 26 日現在

機関番号：13501

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2013～2014

課題番号：25630194

研究課題名(和文) 東日本大震災における課題構造の解明と実効性の高い順応的管理の体系化

研究課題名(英文) Problems in the overall actualized due to the 2011 Great East Japan Earthquake, and effective and feasible adaptive management system

研究代表者

秦 康範 (HADA, Yasunori)

山梨大学・総合研究部・准教授

研究者番号：70360849

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,900,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、順応的管理の概念を東日本大震災に適用することにより、巨大地震災害に適応した実効性の高い順応的管理を確立することを目的とする。東日本大震災後に提案された最大クラスの地震・津波の想定が、各分野にどのような影響を与えたのかについて考察した。その結果、非常に多岐にわたってその影響が波及し、様々な形で社会問題化していることを示した。

研究成果の概要(英文)：In this study, the purpose of this study is to build effective and feasible management system, through concept of adaptive management is applied to issues actualized due to the 2011 Great East Japan Earthquake, What kind of effect do Level 1 and/or Level 2 Tsunamis proposed have on several earthquake disaster mitigation fields? At the result, many effects have been propagated to those fields, and various problems raised were shown.

研究分野：土木工学、構造工学・地震工学・維持管理工学

キーワード：地震防災

1. 研究開始当初の背景

巨大地震災害とも呼ぶべき 2011 年東北地方太平洋沖地震では、従来想定されていなかった問題 (M9.0 の地震、巨大な津波、原子力発電所の事故、長期間にわたる停電、燃料不足による物流の麻痺、世界最大の液化化被害など) が多数発生するなど、想定外とされる事象が数多く発生した。大震災や巨大地震災害を対象に、各研究分野における研究関心から実施される類の研究は、これまでも現在も膨大な数の調査・研究が実施されている。しかしながら全体像を俯瞰し、社会システムの問題として検証を行う取り組みは大変乏しい。この理由としては、1 つには発生頻度が極めて低いため、その機会がそもそもあまりないこと、もう 1 つは、そもそも研究とは各分野の個別の問題意識・関心から対象を切り取る要素還元主義的な色合いが強いことが挙げられよう。従って、その解決には多分野の専門家の協力が不可欠であると考えた。

大震災の課題や影響の全体像を解明する研究で代表的なものとしては、亀田(1995)の研究があるが課題の構造化に主眼がおかれ、地震防災を管理・向上させるマネジメントとしての視点が欠如していた。それに対して近年、エコロジーの分野を中心として注目されている、不確実性の高い状況下における管理手法として順応的管理 (アダプティブマネジメント) (The U.S. Department of the Interior, 2010) がある。本研究では、順応的管理の概念を東日本大震災に適用することにより、巨大地震災害に適応した実効性の高い順応的管理を確立することを目的とする。

2. 研究の目的

本研究では、順応的管理の概念を東日本大震災に適用することにより、巨大地震災害に適応した実効性の高い順応的管理を確立することを目的とする。

東日本大震災における研究分野内・分野間の課題構造を解明し、「想定外」が発生した要因を地震防災全体の中での構造的背景を特定する。

3. 研究の方法

順応的管理を東日本大震災に適用するに当たり、東日本大震災という低頻度巨大災害で顕在化した課題と、その課題への社会的な対応について、代表者ならびに分担者でブレインストーミング実施した。実施に当たっては、図 1 に示される地震被害波及構造を踏まえた地震防災関連の 6 研究分野のそれぞれを、代表者ならびに分担者が担当し、各分野内の議論や施策への展開について資料を収集し、どのような課題が顕在化し、かつその課題に対してどのような対応を行ったのかについて考察することとした。

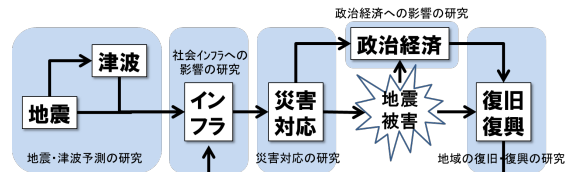


図 1 地震被害波及構造を踏まえた地震防災関連研究分野 (JST 資料を元に作成)

討議の結果、中央防災会議 (2011) において、最大クラスの巨大地震・津波を検討することが決定されたことを取り上げることとなった。本研究では、この最大クラスの地震・津波の想定 (津波のレベル化) が、各分野にどのような影響を波及させるとともに、どのような対応が行われ、現在どのような課題が発生しているのかについて考察することとした。

4. 研究成果

(1) 地震

東日本大震災を引き起こした東北地方太平洋沖地震では、発生した地震の規模や場所など、いくつかの観点から「想定外」であったと言われてきた。想定外となった最大の要因は、過去の歴史地震を考慮する期間を古文書資料が充実しはじめる江戸時代以降の 400 年に限っていたことである。ここでは想定外の中身を整理し、その状況が起きた背景を考察する。

政府の地震調査研究推進本部でも東北地方太平洋沖地震以前から「今後 30 年以内に 99% の確率で M7.5 前後の地震が発生する」と予想していた。M7.5 前後の地震が想定されている領域で連動して地震が発生した場合は、その地震の規模は急速に大きくなる。この複数断層の連動を適切に評価・予想していなかったことが、M9 という巨大地震を予想できなかった原因である。

しかし M9 の地震が起きる可能性を示唆する証拠はいくつかあがっていた。1 つは地質調査による津波堆積物の研究にもとづくものである。2004 年のスマトラ沖巨大地震は、これまで M9 クラスの地震の発生が全く予想されていなかったインド洋で発生し、それまでの地震学の常識に大きな変革が迫られた。

地震学的に M9 の地震が東北地方で起きることを「想定外」としてしまった最大の要因は、「江戸時代以降 400 年で地震の発生サイクルを網羅できている」と考えてしまったことにつきる。そして想定外の 2004 年スマトラ地震が起きたときに、もう一度、原点に戻って地震発生の可能性を検討する謙虚さに欠けたことも想定を狭めた要因である。日頃の地震活動が活発で、数年に一度は被害地震が起きる日本では、国内で起きる地震への対応や、地震調査委員会などの行政委員の役割などがあり、多くの学者が海外の地震へ目を向ける努力が足りなかったかもしれない。

東北地方太平洋沖地震で明らかになった

ことは400年では地震の発生サイクルを網羅することはできず、もっと長いタイムスパンで現象を把握する必要があったことである。そのためには日本列島各地の地震・津波記録をより古い時代までさかのぼって発掘すること、海外の事例に目を向けて、日本で起きうることを想像する能力を高めることであろう。

(2) 津波

平成23年4月27日の中央防災会議において、「東北地方太平洋沖地震を教訓とした地震・津波対策に関する専門調査会」の設置が決定された。

この専門調査会における中間とりまとめでは、東日本大震災の津波被害を検証するとともに、これからの想定津波の考え方として二つのレベルの津波を想定する必要があるとしている。なお、中間とりまとめならびに最終的な報告においては、レベル1津波、レベル2津波と言う表現は直接用いられていない。

基本的考え方では、発生頻度が比較的高い津波と発生頻度が極めて低い最大クラスの津波を想定する事としており、発生頻度の違いに着目しているものの、具体的にどの程度の発生頻度を想定するべきかについてはここでは示していない。また、対策の考え方においては、比較的頻度が高い津波に対しては一定程度の津波高に対して海岸保全施設の整備を進める事としており、これによって人命の保護に加えて、住民財産の保護、地域経済活動の安定化、効率的生産拠点の確保等を実現するとしている。頻度が高い津波に対する基本的な対策の考え方は、防潮堤に代表されるような海岸保全施設の整備により、一定程度の高さの津波の地域への侵入を防ぐ事で被害を生じさせないというものだ。一方、最大クラスの津波に対しては、住民の生命を守る事を最優先としており、海岸保全施設の設計高を越える高さの津波に対しても避難対策や土地利用の見直し等を組み合わせた総合的な対策により命を守る対策として実現するとしている。最大クラスの津波に対する基本的な対策の考え方は、住民避難を柱とした総合対策により住民の命を守る対策である。

国土交通省「海岸における津波対策検討委員会」では、中央防災会議専門調査会の中間報告提言を受けて、比較的頻度の高い一定程度の津波を海岸保全施設の設計を行うために定める設計津波について議論している。設計津波(レベル1)の水位の設定方法についての具体的な検討資料が提示されている。

被災した岩手県、宮城県、福島県では、岩手県津波防災技術専門委員会、宮城県沿岸域現地連絡調整会議、福島県海岸における津波対策等検討会がそれぞれ設置され、県レベルでの設計対象とする津波及び最大クラスの津波の想定、計画堤防高等について設定がな

された。

(3) インフラ

地震・津波災害メカニズムの中で、L1、L2津波の考え方の影響を受けるインフラ群の位置づけを検討した。様々なインフラ群のL1、L2津波対策の前提となる、海岸堤防や河川堤防、防波堤、防潮堤等の海岸保全施設の対策は現在、急ピッチで進められている。L1津波に対しては、これらの施設を形成する構造要素の耐津波設計が実施されている。震災前までは、想定される津波の波力に対してこれらの構造物に滑動と転倒が生じないように、構造物の形状と重量が設定されてきたが、L2津波に対しては、さらに、越流による背後法尻周辺部の洗掘や引き波の影響を排することによって「粘り強い構造」が求められるようになった。県レベルでの整備が求められる海岸堤防や河川堤防、港湾施設等においてはこのような津波対策のポリシーの変更に伴って、具体的にどのような「粘り強い」構造詳細とすればよいのか、様々な模索が続けられている。

次に、ライフライン施設の中では、システム構成の観点から海岸線近傍への立地が効率的な、特に、電力施設の発電所及び水処理系施設の下処理場に対して、同様に急ピッチで対策が進められている。発電所の中でも原子力発電所においては、L1津波相当の基準津波に対しては防波堤及び防潮堤で防護し耐津波設計を実施し、L2津波相当の津波に対しては越流した場合に対してもサイト内の建屋搬入扉の止水扉や取水ピット周辺の止水壁等で防護するとともに、フィルター付きベント装置の設置や非常用発電装置及び消防・放水貯水システムの高所配置等のシビアアクシデント対策(ソフト対策)によって、原子力安全に関わる深層防御の考え方が実装されつつある。下水処理場に対しては、同様に、L1津波に対しては防波堤及び防潮堤で防護し耐津波設計を実施し、L2津波に対しては越流によっても最低限の下水処理機能を保持できるようにソフト対策で補う方策が提案されている。民間企業によって管理されている電力や都市ガスの施設に対して、地方自治体をベースに管理・運営されている水処理系施設においては、想定津波によってはL2津波対策の現実的な遂行が困難な地域が多々あり、大きな課題となっている。

最後に、海岸線近傍に位置する交通インフラの中の道路については、先述した海岸保全施設の第2線堤あるいは第3線堤としての機能が考慮されつつある。L2津波による想定浸水深以上の比高を有する盛土構造によって津波氾濫流の陸域への侵襲を防護するとともに、緊急避難施設としての機能を併せもつものである。仙台平野海岸部の道路はこのような考え方のもとに、当該エリアの復興計画の中で位置づけられ、再整備が進められている。

(4) 災害対応

最大クラスの地震・津波を検討することが、災害対応分野にどのような影響を与えたのかについて、南海トラフの巨大地震モデル検討会(2012)の結果を踏まえた自治体の取り組みを中心に考察することとする。

東日本大震災後の南海トラフ地震の危機感の高まりを受けて、「東南海・南海地震に係る地震防災対策の推進に関する特別措置法の一部を改正する法律案」が2013年12月に施行され、「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」に従来の特別措置法の名称が変更された。災害対応に係る主なポイントとしては、自治体に対する推進計画の作成、医療施設や不特定多数の出入りする施設への対策計画の策定、市町村長は津波避難施設や避難場所、避難経路等の整備がそれぞれ義務づけられた。

高知県

高知県は、南海トラフの巨大地震モデル検討会(2012)の結果を受けて、まず2012年5月に50mメッシュの津波浸水予測を公表し、同年12月に10mメッシュの津波浸水予測を公表した。また、2013年6月に高知県南海トラフ地震対策行動計画を策定した。

L2津波から生命を守るための避難対策の指針として、2013年12月に高知県津波避難計画策定指針が公表された。各市町村津波避難計画の策定手順がまとめられている。特に、巨大な津波浸水想定がなされ、避難困難な地域をどのように抽出し、その解消の方法について解説がなされている。

黒潮町

黒潮町は、南海トラフの巨大地震モデル検討会(2012)において、全国最大の34.4mという津波高が想定された地域である。平地が多く逃げ場の少ない地形条件もあり、町の存続すら危ぶまれる想定に大きな混乱が生じた。

こうした国の想定を受けて、2012年4月に町長は、国の想定を受けた今後の黒潮町の津波対策についてと題する職員向けのメッセージにおいて、住民に過度の不安を与えないようにすること、町の営みを否定するような考え、発言はその一切を禁止すること、今後の課題解決に全力を注ぐことなどを打ち出した。

黒潮町のみならず、大きな津波浸水が想定されている沿岸地域で大きな課題となっていることを2つ挙げたい。1つは、あまりの巨大な津波浸水想定に対して、住民の一部に「逃げて助からない」と考える「避難放棄者」が出始めたことである。もう1つは、L1津波で有効な避難所や避難施設が、L2津波に対して有効でなくなるケースが出て来たことだ。津波防災地域づくり法では、最大クラスの津波を想定し、ハード・ソフト対策を総動員させることにより、被害の最小化を推進することが求められている。これを踏まえた自治体への各種財政措置は、最大クラスの津

波への対策が前提であるため、従来の津波防災対策と一部矛盾したり、連続性がなくなるなどが発生している。

黒潮町ではこうした課題に対して、各地域事に課題の細分化を行い、単純化・具体化を進めるとともに、地域のリスクコミュニケーションを推進し、個別カルテづくりを通して、実効性のある処方箋づくりを進めている。

電気火災

災害対応分野においては、最大クラスの地震・津波の検討に加えて、阪神・淡路大震災において問題が顕在化した電気火災に着目し、東日本大震災における電気火災の発生状況について検討した。電気火災が地震動に起因する火災の7割を占め、依然として出火原因の1位となっていること、感震ブレーカー等の需要家サイドにおける対策が必要である事を指摘した。

(5) 政治・経済

従来、自治体が整備してきた防潮堤は台風による高潮対策が中心で高さ5~6メートルのものが多かったが、L1津波へ対応するには防潮堤のかさ上げや耐震化が必要であり、その分費用もかかる。防潮堤整備の予算措置の方法としては、復興交付金の利用が挙げられる。復興交付金は東日本大震災によって著しい被害を受けた地域において、災害復旧だけでは対応が困難な市街地の復興地域づくりを、一つの事業計画の提出により一括で支援することを目的として交付され、復興地域づくりに必要な事業の幅広い一括化、自由度の高い効果促進事業、すべての地方負担への手当、基金による執行の弾力化等、既存の交付金等を超えた極めて柔軟な制度である。これによる地方負担の軽減の仕組みとしては、基幹事業に係る地方負担分の50%を追加的に国庫で補助し、加えて地方交付税の交付によりすべてを手当てするという仕組みである。

これにより全額国の負担となるが、2016年度以降は国だけでなく自治体にも負担を求める声が出てきている。そのため、復興が進んでいない地域には動揺が走っている。地方の負担を求める理由としては、市町村にも自立する強い意志を持ってほしいということが挙げられているが、その背景には国の厳しい財政事情がある。所得増税や消費増税が行われている状況でさらなる国民への負担は求めにくい。高台移転など被災者の住宅再建や原発事故の被災地復興は引き続き全額国が負担する考えであるが、防潮堤などの津波対策の予算は地方にも負担が求められることになる。

防潮堤予算は各地で増加傾向であり、防潮堤などの津波対策の2014年度予算は大震災前に組んだ予算に比べ、大幅に増加している。各地で防潮堤の建設計画が膨らんでいるのは、国が財源の多くを負担する制度を作ったためであるとも言われている。国土交通省は2012年度に防潮堤の耐震化などに使うこと

のできる、「防災・安全交付金」を新設している。自治体の大半はこのような交付金を前提に、防潮堤の建設計画を進めている。実際に、一部の防潮堤や橋の整備など予算規模に対して過大な事業が先行しており、国が負担する仕組みがモラルハザードを招いている可能性がある。国が全額負担することによって、地方が防潮堤を過剰に整備しようとしているということが言えるのではないだろうか。

(6) 復旧・復興

復興まちづくりにおける L1, L2 の問題について考察する。東日本大震災の防災対策は、その被害特性からして海岸構造物によるハザード対策レベルをどこに設定するかが最重要論点となった。一方、阪神・淡路大震災以降、土木構造物や建築構造物の地震に対する設計レベルを考える上では、L1 (利用期間中に遭遇する可能性の高い) 震動と L2 (極めて希に発生する) 震動の双方に応じた対策を求めている。今回の L1, L2 津波の設定問題は、これを津波という外力に適用させて議論されたのが話の出発点である。

平野(2013)は、海岸構造物設計として L1, L2 レベルの設定およびその計算結果と防御方法の妥当性を示しつつも、対策としての避難課題、事業性課題、まちづくり課題を挙げている。

本問題の最大の論点は、防御方法、すなわち災害への備え方について、地域計画との連動が、物理的構造物、特に土木構造物による計画のみの手法として考えられており、居住地域計画としての性格を全く織り込んでいない点であり、またその議論を行うことなく、法律制定、つまり事業手法化してしまっている点にある。

津波防災まちづくり法によるまちづくりの形は、居住部分である地域の土地利用規制や用途変更、景観変化をもたらす基準設定が、海岸構造物の基準から展開される構造となっている。場所によっては、L1 レベルの設定を行うが故に海岸環境および居住環境の激変を伴うこととなった。日常の居住環境性を制限する土地利用方策については、たとえ頻度の高い災害対策であっても先に述べたように慎重な適用がされてきたにも関わらず、である。

また、土地の災害リスクはだれがテイクするのかという問題も顕在化することとなった。今回の津波防災まちづくりの考え方は、土木整備により災害リスクを定量的にコントロールし、整備する枠組みも制度化し、そこに人が居住するという、いわば 20 世紀型の「公的ニュータウン建設」に近い。災害リスクを地域レベルに落とし、日常の活動レベルで内的向上を育むことを目指してきた近年の防災まちづくりの潮流とは正反対の整備方向であると言わざるを得ない。つまり、L1, L2 設定が自然外力の不確定性に備えた対

策であるという理念と、居住者に示すリスクや地域整備の方法論に矛盾が生じている。

しかしながら、L1, L2 の議論は社会的要請に基づいて設定されたものであり、被災した居住する住民、対策を行う市町村・県・国の双方がその時点望んだ結果としてできあがったものである。防潮堤の高さを決めなければ、後背地の安全レベルが決定せず整備が実行できない。一方、住民側は安全レベルが中途半端に示されても、今回の災害被害の経験がある故に、環境変化のリスクより防御レベルを過剰に期待する。両者とも再建に向けたスピードを求める。それ故、十分な議論を得ない状況下の制度設計という結果となったといえる。

この対策手法には、津波被害の広域性をもたらす現場レベルの多様性と、事業実施をする上での標準化・一律性との矛盾が存在し、さらに混乱に拍車をかけることとなる。地域の防災計画を考える上で、画一的な対策手法の課題と限界が指摘された 20 世紀後半の都市防災計画分野の繰り返しを懸念する事態となっている。

(7) まとめ

本研究では、巨大地震災害とも呼ぶべき 2011 年東北地方太平洋沖地震を対象に、東日本大震災という低頻度巨大災害で顕在化した課題と、その課題への社会的な対応について、想定外の地震と津波のレベル化を通して、各分野にどのような影響を波及させるとともに、どのような対応が行われ、現在どのような課題が発生しているのかについて考察した。

阪神・淡路大震災後に提案された L1, L2 地震動は、耐震設計における設計外力の規定として実用化されており、特段の社会的な問題は生じていない。一方、東日本大震災後に提案された L1, L2 津波については、インフラ設計における設計外力の規定に留まらず、災害対応、政治経済、復旧復興と非常に多岐にわたってその影響が波及するとともに、様々な形で社会問題化していることが示された。特に、L1 に対して防潮堤で防護するという考え方が広がった事や国の財政措置がそれを加速させたこと、最大クラスの想定は避難放棄者を生み、まちづくりにおける景観や土地利用などにおいて様々な矛盾が生じている。これらは、広域にわたる津波被害の現場レベルでの多様性と、そうした多様性を十分に考慮できない一律の基準作りの限界が示された。わが国の防災システムとしてのあり方について、今後も継続的に検討を進める所存である。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 1 件)

秦康範, 原田悠平: 2011 年東北地方太平洋沖地震における従来型火災の特徴, 土木学会論

文集 A1 (構造・地震工学), Vol. 70 , No. 4 ,
pp. I_1107-I_1117 , 2014

[その他]

ホームページ等

<http://www.ccn.yamanashi.ac.jp/~yhada/>

6 . 研究組織

(1)研究代表者

秦 康範 (HADA, Yasunori)

山梨大学・大学院総合研究部・准教授

研究者番号： 7 0 3 6 0 8 4 9

(2)研究分担者

越山健治 (KOSHIYAMA, Kenji)

関西大学・社会安全学部・准教授

研究者番号： 4 0 3 1 1 7 7 4

越山健治 (KOSHIYAMA, Kenji)

関西大学・社会安全学部・准教授

研究者番号： 4 0 3 1 1 7 7 4

原田賢治 (HARADA, Kenji)

静岡大学・防災総合センター・准教授

研究者番号： 4 0 3 7 8 9 2 2

宮崎毅 (MIYAZAKI, Takeshi)

九州大学・経済学研究科 (研究院) ・准教授

授

研究者番号： 4 0 4 5 8 4 8 5

庄司学 (SHOJI, Gaku)

筑波大学・システム情報工学研究科 (系) ・

准教授

研究者番号： 6 0 2 8 2 8 3 6

林能成 (HAYASHI, Yoshinari)

関西大学・社会安全学部・准教授

研究者番号： 9 0 3 6 2 3 0 0