

地震被害軽減のため 研究と減災行動を繋ぐ



福和 伸夫*

1. はじめに

この一年間、4月14日・16日熊本地震、10月8日阿蘇山噴火、10月21日鳥取県中部地震、11月22日福島県沖の地震、12月28日茨城県北部の地震と地変が続いた。なかでも熊本地震では、前震・本震と2度の震度7の揺れにより、多くの家屋が倒壊し大規模土砂崩れも発生して、100人を超える犠牲者を出した。その被害様相は22年前の兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）と酷似している。内陸直下の活断層によるマグニチュード7.3の地震、震度7の揺れ、多くの人が就寝中の夜の地震、古い木造家屋や1階がピロティの集合住宅の被害、高齢者や大学生の犠牲者、損壊した市役所や病院、脱線・途絶した新幹線や高速道路、大規模な土砂崩れなど、いずれも共通する。

ただし、熊本地震による直接死は50人であり、兵庫県南部地震での約5,500人の110分の1であった。震災後の地震対策の成果だと言いたいのが、他の要因が大きいのと思われる。家屋被害は震度7の揺れになると顕著になるが、熊本地震で震度7だった益城町と西原村の人口は約4万人であり、兵庫県南部地震より一桁少ない。全壊家屋数が、兵庫県南部地震10万棟強に対し8千棟強だったことと符合する。全壊家屋数当たりの犠牲者数も、兵庫県南部地震の1/10程度である。前震以降の地震続発で、本震での全壊家屋の住民は多くが避難所や車中に宿泊していた。すなわち、兵庫県南部地震に比べ直接死が少なかった要因は、震度7暴露人口の少なさと連続地震による避難にあったと思われる。このことから、人口集中が著しい大都市を前触れ無く直下地震が襲えば、今なお甚大な被害が予想されることになる。

我が国で最も懸念されている地震は、南海トラフ地震と首都直下地震である。いずれも人口が稠密する大都市を直撃する。中でも南海トラフ地震は、政府地震調査委員会の長期評価では、今後30年間の発生確率が70%程度とされている。予想被災地には、岩手・宮城・福島の東北3県や兵庫県の10倍もの人が居住している。震源域は陸に近く、強い揺れと時間的猶予の無い高い津波が襲う。都市は沿岸低地に広がっており、耐震性が劣る家屋も多数残存している。

このため、予想被害は東日本大震災とはと比べ遙かに甚大である。中央防災会議の試算では、マグニチュード9クラスの地震が発生すれば、最悪、32万人の死者、300万棟弱の全壊家屋、国内総生産の4割に当たる220兆円の経済被害が生じると予想されている。

南海トラフ地震の発生前後は、地震の活動期となるため地震が頻発し社会が混乱する。このため、過去の地震活動期は歴史の転換期と重なる。例えば、過去4回は、戦国時代終焉（1605年慶長地震前後）、元禄時代終焉（1707年宝永地震前後）、幕末（1854年安政地震前後）、戦中戦後（1944・1994年

* 名古屋大学減災連携研究センター

昭和地震前後)の時代に当たる。

南海トラフ地震は、予め発生が予想されており、国難とも言える事態となることが分かっている。この災害を克服できなければ将来世代に対し申し訳が立たない。あらゆる手立てを講じ、社会の総力を挙げて災害を未然に防ぐ必要がある。筆者は、南海トラフ地震の予想被災地・名古屋に生まれ、地元の基幹大学・名古屋大学で耐震工学や地震工学の教育・研究に携わっている。このため、被害軽減のため、できる限りの努力をしたいと考えている。本稿では、このような観点で、防災研究を災害軽減に結びつけるために必要なことは何か考えてみたい。

2. 我が国社会の現状

我が国は、戦後、高度成長のため大都市に人口を集中させ、利便性と効率性を重視した国土作りを進めてきた。その結果、世界有数の経済国となり豊かな社会を作り上げた。しかし、都市への人口集中によって、大都市は軟弱な低地にまちを広げ、揺れ・液状化・浸水などのハザードを増大させた。人口集積度を上げるため建物を高層化・密集化させ、室内の揺れの増大による室内リスクや、家屋密集による火災リスクなどを増した。高速の交通機関に依存したスプロール状の都市は、帰宅困難者問題も抱えている。過度な効率化・高機能化によって、大都市は冗長性に欠けた災害脆弱度の高い場所となった。

NHK クローズアップ現代 20周年特設サイト (<http://www.nhk.or.jp/gendai/20th/>) に記されている1993年から2013年の20年間の社会変化を見ると、日本社会の体力低下がわかる。経済成長が停滞する中、借金が3倍になり、若者が2割減少し、昼間に地域や家庭を守る専業主婦が減った。コンビニエンスストアやファミリーレストランが急増し、地域や家庭の水や食料の備蓄が減少している。宅配便などの物流に頼りストックの少ない社会となった。家庭には電化製品が溢れ、携帯電話やインターネットへの依存度も増している。社会の便利さとは裏腹に、交通途絶や停電の影響が格段に大きくなっている。

また、図-1に示すように、人口集中の結果、まちが沖積低地に拡大した。火力発電所や製油所はハザードの高い湾岸埋立地に立地し、堤防に守られた軟弱な低地に家屋が密集し高層ビルが林立している。強い揺れによる電力設備や製油所の損壊、液状化によるガスや上下水道の途絶、堤防の決壊による長期湛水、家屋密集と消防力不足による地震火災、長周期長時間地震動による高層ビルの強い揺れなど、危険が増大している。

私たちの社会は、電気、水、燃料などが無ければ成り立たない。しかし、電気を作るには大量の水と燃料が、水を作り送るには電気と燃料が、燃料を作るには電気と水が必要であり、相互依存の関係にある。さらに、これらを道路と通信が支えている。

水の供給や道路の維持には複数の組織が関与する。水であれば、水資源機構、国土交通省、都道府県の企業庁、市町村の水道部局などが、道路であれば国土交通省、高速道路株式会社、都道府県、市町村などが関わる。しかし、縦割社会の我が国では、異なる組織間での連携は十分とは言えない。また、コ

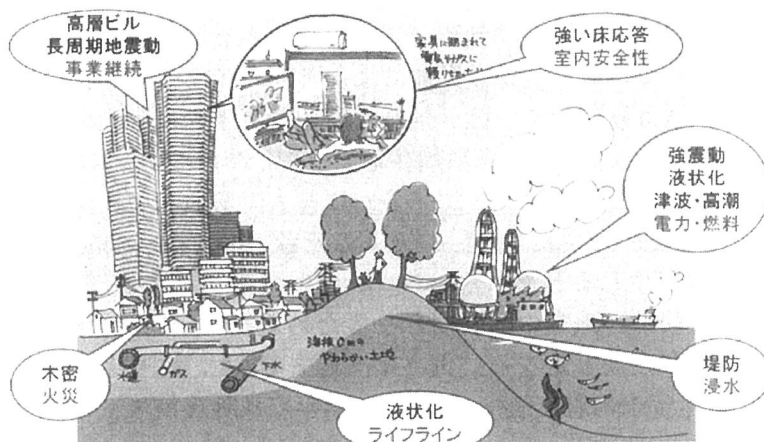


図-1 都市の地震災害脆弱度

ストを重視した電力，ガス，通信などの自由化は，安全重視の考え方と齟齬を来す懸念もある。道路，通信，電気，ガス，水，燃料など，社会維持に不可欠なインフラについては，「公」の力に頼るしかなく，社会的責任に基づく安全性向上を期待したい。

とはいえ，1,100兆円もの債務を抱える国で，インフラ全てを整備・維持することは困難である。元来，堤防は水を防ぐために作られたものであり，耐震性は十分ではない。強い揺れを受ければ損壊の可能性もある。三大都市圏に広がる海拔ゼロメートル地帯は，どこかが破堤すれば，津波来襲前に浸水する。液状化危険度も高いので地中埋設物の損壊や道路の変状も予想される。浸水場所を再利用するには，堤防の閉め切り，ポンプアップ，道路啓開，配電復旧，地中埋設物の復旧，清掃などのプロセスが必要である。南海トラフ地震のような広域大規模災害では，作業員や重機の不足で，復旧に多大な時間を要し長期湛水は避けられない。

このようなことは，自律力が高かったかつての農耕社会ではあり得なかったことである。江戸の幕藩体制下では各藩が地産地消を基本とし，住民は平屋の家に住み，田畑で食料を自給し，灯明，かまど，井戸，くみ取り便所で生活していた。まさに，自律・分散・協調型の社会である。最近になって，レジリエント社会の構築のため，国土強靱化や地域創生の大切さが叫ばれるようになった理由はここにある。

3. 研究と実装を繋げ社会の総力を結集

近い将来に確実に到来し，大きな被害を出すことが分かっている災害を前にして，被害軽減のためにあらゆる力を結集する必要がある。被害軽減のための特効薬はない。様々な対策を地道に積み重ね少しずつ被害を軽減するしかない。文化や慣習のように防災行動を日常化させていくことが肝要である。

図-2に，災害被害軽減を実現するための総力結集の立方体を示す。3つの軸は，理学・工学・社会科学の研究分野間連携，予測・予防・対応の総合化，学，官，産・民連携を示している。

地震災害に関わる研究分野には，①地震発生という自然現象を解明する地震学などの理学的研究，②地震に対して安全な構造物を作る土木・建築などの工学的研究，③地震に対して的確に対応する社会や人間を探求する社会科学的研究がある。これらを具体的な災害被害軽減に結びつけるには，目標とミッションを明確にして個別の研究を有機的に連携させることが重要となる。連携の形も，単なるパートナーシップから，強力なリーダーシップを基にしたコラボレーションへと姿を変えていく必要がある。

地震被害の軽減には，予測・予防・対応の3つのステップがある。①地震時に生じる様々な現象を観測しそれを物理モデルに置換して地震時挙動や被害を予測する研究，②予測される事象に対してインフラ整備や構造物の耐震化などにより被害を予防する研究，③発災時に被害情報を早期に把握し対応資源を有効活用すると共に，災害後速やかに復旧・復興を果たし社会を回復させる研究の3つである。これを途切れなく実施し災害軽減に繋げなければならない。

さらに，研究成果を災害被害の軽減に繋げるには，研究成果を一般化した基準や法律を通して施策に結びつけ，さらに，具体的な実践のため産業界や家庭での行動誘発しなければならない。すなわち，研

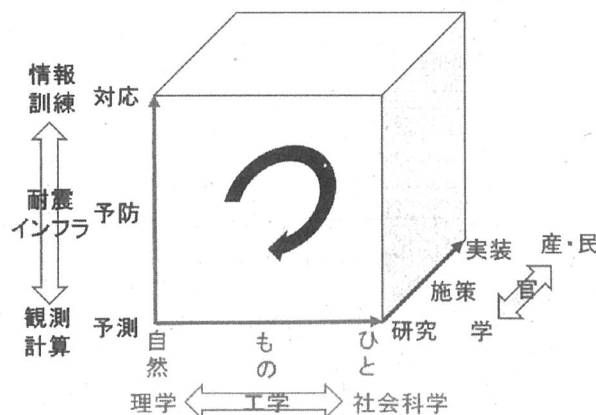


図-2 総力の結集

究、施策、実践といった学、官、産・民の連携が不可欠である。

地震災害軽減と言うような総合課題の解決には、俯瞰的に考え身近なところで実践をするという、「Think Globally, Act Locally」の視点が大切になる。細分化された分野や組織で個々に問題解決し、それを集積するやり方では、部分最適に留まり全体最適化ができない。

小さな災害では、災害後の対応力や回復力の役割が大きいが、巨大災害では被害量に比べ対応資源が不足する。このため、物的被害を対応力以下にする危険回避力と抵抗力の向上が欠かせない。これには、「公」の力と「私」の力を組み合わせる必要がある。災害危険度の低い土地利用を促す都市計画や、堤防・道路などのインフラ整備は「公」の役割であり、危険を回避する土地選びや住宅の耐震化・家具固定は「私」の役割である。

公助には、土地利用規制などの私権制約や、多大な公費投入を必要とする1,000兆円を超える債務を抱える現状を考えると、次世代への負担を増やす公助への過度な依存は避けたい。土地利用見直しとインフラ整備のバランス、公と私の負担割合、安全性の適正水準、インフラ整備の優先順位など、税の負担や適正利用も含め、世代や地域を超えた議論が必要である。

これに対し、自助は、個人が決断さえすれば、直ぐにでも実現できる。住民や企業の防災対策を進めるには、災害に対する自己責任の大切さを認識し、当事者意識を持って、自分や家族、社員を守ることから行動を始める必要がある。その基本は、家庭や職場での防災対策にあり、地域、学校、職場などからの行動誘発が欠かせない。

一方、被害波及を最小化する災害時対応力や、早期の復旧・復興のための回復力向上には、産・官・学・民の連携が不可欠である。発災時に被害量と対応資源を早期に把握し、この情報を産・官・学・民で共有化して対応業務に優先順位をつける必要がある。このためには、被害状況把握や情報共有のシステム作り、タイムラインを含む実践的な防災訓練など、平時から組織を超えた協働が必要である。また、早期の復旧・復興のためには、地域ぐるみの助け合いや、事業継続計画策定、組織や地域を超えて助け合う体制の整備などの事前準備が必要である。

さらに、社会の多様性を受け入れ、トップダウン的思考方にボトムアップ的な考え方を加え、国と地方の力を組み合わせ、公と私の力を結集する必要がある。すなわち、自助・共助・公助の全ての力を合わせなければならない。あわせて、各地域や各組織が、自律・分散した上で、被災していない地域や組織が、被災した地域や組織を助けるという協調の仕組みを作らなければならない。レジリエンス社会の基本は、自律・分散・協調型の共助社会にある。その実現のため、地震研究工学者としてどんな貢献ができるのか、日々考え実践していきたいと考えている。

その試みの一つとして実践してきたのが、名古屋大学減災連携研究センターの設立や名古屋大学減災館の建設である (<http://www.gensai.nagoya-u.ac.jp/>)。近い将来には、産・官・学・民が連携して減災に取り組む「あいち・なごや強靱化共創センター」を設立することを視野に入れている。