

能登半島地震から考える今後の大規模地震対策

名古屋大学名誉教授 あいち・なごや強靱化共創センター長 福和 伸夫

1 はじめに

昨年は、元日に Mj7.3（気象庁マグニチュード）の能登半島地震が発生し、さらに8月8日に Mj7.0の日向灘の地震が起き、初めての南海トラフ地震臨時情報が発表された。

能登半島地震では、強震と津波が半島先端を襲い、家屋倒壊や、土石流・がけ崩れ・地すべり、液状化、火災、津波など、多様な災害が複合化した。陸・海・空路の途絶により救援やライフライン復旧が遅れ、被災地が生活を取り戻すのに時間を要した。とくに約12万人が暮らす能登の被災6市町（輪島市・珠洲市・能登町・穴水町・志賀町・七尾市）は、高齢化した過疎地でもあり、被害が甚大だった。

能登の災害様相は、南海トラフ地震において想定される事態と重なる。南海トラフ地震の地震規模は最悪 M9.0と言われており、M7.6の能登半島地震と比べ、128倍の放出エネルギーになる。想定される被害は数百倍である。国家予算の数倍にも及ぶ被害を出せば、我が国は衰退する。南海トラフ地震の被災地には、奥能登と同様の孤立可能性が高い過疎地が多数存在する。西日本広域で国民の半数が被災すれば、奥能登のような手厚い支援は難しく、事前対策が鍵を握る。

過去3回の南海トラフ地震は、太平洋戦争終結の前後（1944年東南海地震・1946年南海地震）、江戸末期（1854年12月23日安政東海地震・24日南海地震）、元禄文化終焉（1707年宝永地震）の時期と重なる。南海トラフ沿いでは、震源域の東と西で2つの地震が続発することが多い。過去3回の地震も、2年、32時間、ほぼ同時に地震が起きている。

このため、2019年5月に導入されたのが南海トラフ地震臨時情報である。東西どちらかで大地震が起きた場合、他方での地震が切迫する。これを受け、プレート境界上で Mw8.0（モーメントマグニチュード）以上の地震が起きた場合に臨時情報「巨大地震警戒」が発表される。

また、2011年東日本大震災（Mw9.0）では2日前に Mj7.3の前震が、2016年熊本地震（Mj7.3）でも2日前に Mj6.5の前震が発生していた。このため、震源域周辺で Mw7.0以上の地震が起きた場合には「巨大地震注意」が発表される。日向灘の地震は Mw7.0だったので、「巨大地震注意」が発表された。馴染みのない情報に戸惑った人も多いと思われる。

石川県全県に占める奥能登の人口比は、日本全体に占める東京都の人口比にほぼ等しい。石川県のみでは奥能登への支援が不足だったことを考えると、東京都が首都直下地震で被災すれば、日本の国力では対応が不足することは明らかであり、東京一極集中の是正が必要なことが理解できる。本報告では、大規模地震対策に対する能登半島地震の教訓を考えてみる。

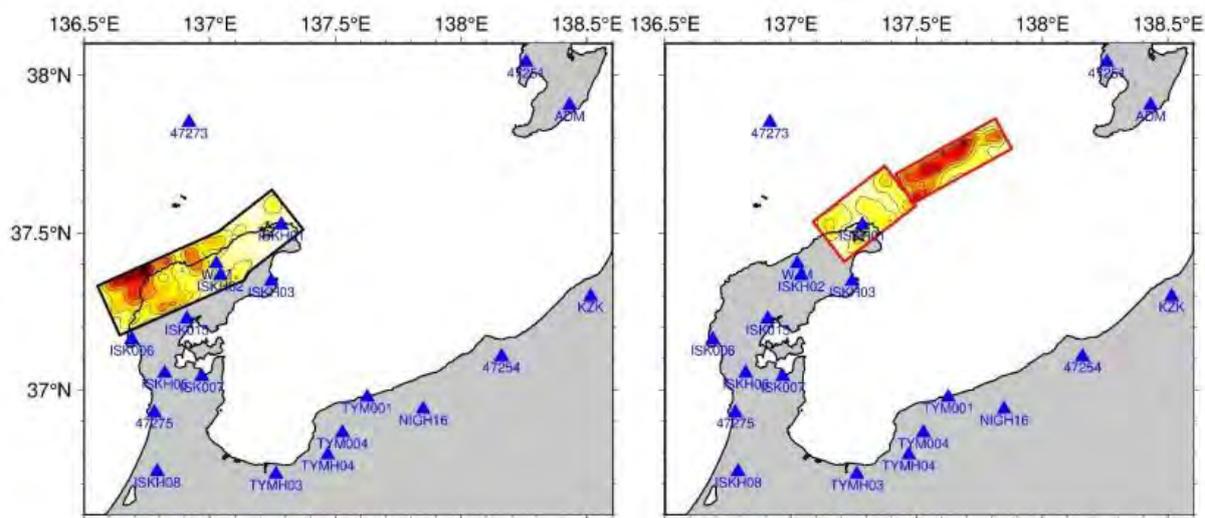
2 能登半島地震の概要

(1) 地震のメカニズム

2024年1月1日16時10分に発生した能登半島地震は、地震規模Mj7.6と、地殻内地震としては最大級の地震である。能登半島の北側に位置する海域活断層が活動し、能登半島の西から佐渡島近くまで約150kmの断層が破壊した(図1)。

南東に傾斜する逆断層であり、断層南側の能登半島側が隆起した。最初に、震源から西側が破壊し、13秒後に東側の海底下が破壊した。能登半島に強い揺れと地盤隆起を生じさせたのは前者、高い津波を発生させたのは后者である。2つの地震規模は各々M7.3相当であり、地震の続発により、揺れの継続時間が長くなった。なお、能登半島北東部では、地下深部から上昇する流体により、3年間にわたって群発地震が続いていた。

一昨年2023年5月5日にはM6.5の地震が発生し、最大震度6強が観測されていた。また、本震発生4分前にM5.5の、13秒前にM5.9の前震が発生し、能登地域に緊急地震速報が発表されていた。直下の地震では緊急地震速報は間に合わないが、2つの前震により、本震前に緊急地震速報が報じられ、震度5強の揺れを経験していた。これが、命を守る行動に繋がった可能性が考えられる。



▲：すべりの地表投影と解析に使用した強震観測点

図1 強震波形に基づく令和6年能登半島地震の震源過程(暫定)

(引用:京都大学,地域調査委員会提出資料)

(2) 日本海側での地震

日本海側では比較的多数の地震が発生している。過去100年の間にも、北側から、1940年積丹半島沖地震(M7.5)、1993年北海道南西沖地震(M7.8)、1983年日本海中部地震(M7.7)、2019年山形県沖地震(M6.7)、1964年新潟地震(M7.5)、2004年新潟県中越地震

(M6.8)、2007年新潟県中越沖地震 (M6.8)、2024年能登半島地震 (M7.6)、2007年能登半島沖地震 (M6.9)、1948年福井地震 (M7.0)、1927年北丹後地震 (M7.3)、1925年北但馬地震 (M6.8)、1943年鳥取地震 (M7.2)、2000年鳥取県西部地震 (M7.3)、2005年福岡県西方沖地震 (M7.0) などが発生してきた。海域活断層が活動する場合には、断層が陸の近くにあるため、津波の到達時間が短い。一方、陸域の断層が活動すると土砂崩れや液状化などの地盤災害が顕著となる。能登半島地震では両者が複合化することになった。

(3) 震度と長周期地震動階級

輪島市と志賀町で最大震度7、珠洲市、穴水町、能登町、七尾市で震度6強の揺れを観測した。震源から離れた場所でも、琵琶湖周辺、大阪平野、濃尾平野、旧利根川流域など、軟弱地盤が強く揺れた (図2)。

志賀町の揺れは短周期の揺れが卓越していたが、輪島市、珠洲市、穴水町の揺れには、古い木造家屋が被害を受けやすい周期1秒を超える揺れが卓越していた。揺れの継続時間が比較的長かったため、損傷が進行・拡大し甚大な家屋被害に繋がった。長周期地震動階級も、石川県能登で階級4を、新潟県上越・中越・下越、富山県東部・西部、石川県加賀、長野県中部で階級3を観測した。関東平野や濃尾平野西部、大阪平野南部でも階級2を記録し、中でも関東地方は、広域に強く揺れた (図3)。高層ビルや石油タンクなどの長周期地震動対策が望まれる。

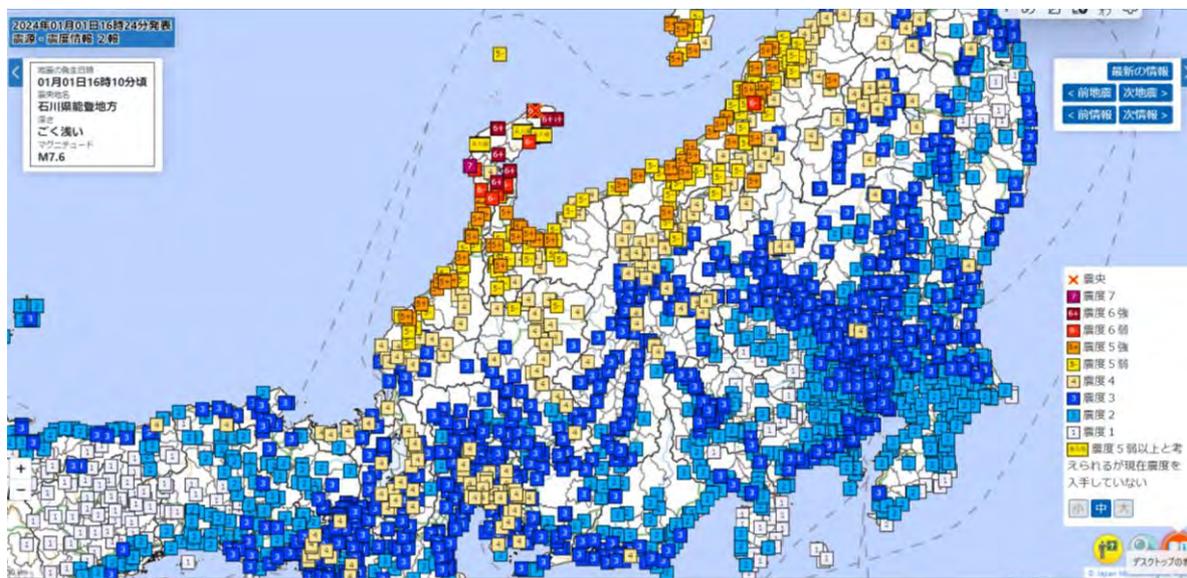


図2 令和6年能登半島地震における震度分布 (気象庁HPより)

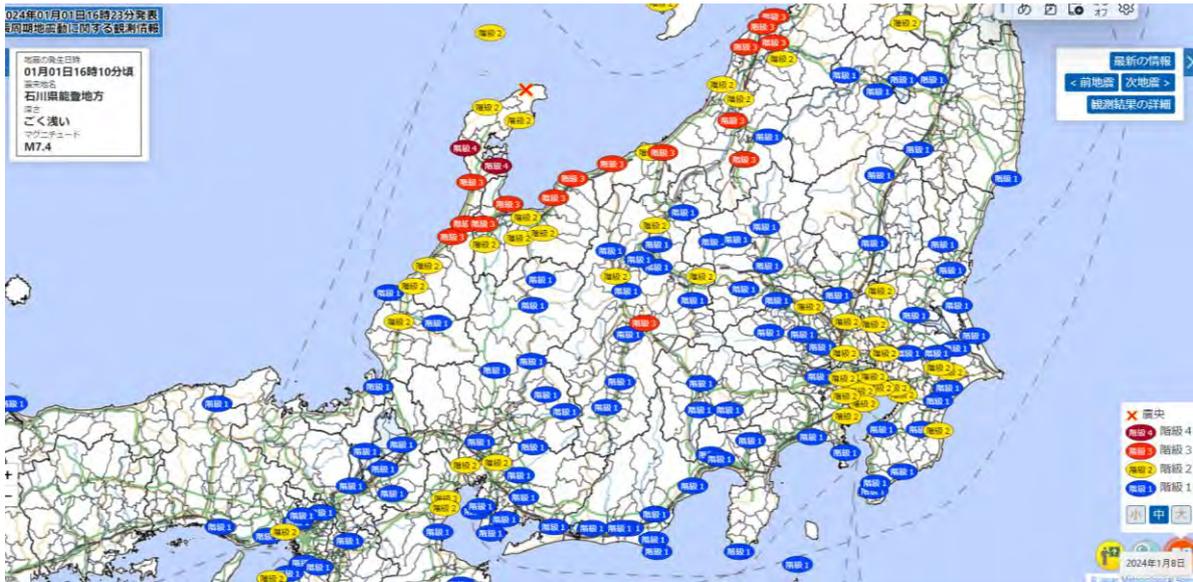


図3 令和6年能登半島地震における長周期地震動階級（気象庁HPより）

（4）津波

震源域が海底下に広がったため、地震直後に、高い津波が襲来した。地震発生2分後の16時12分に津波警報が、16時22分に大津波警報が発表された。能登半島北西部は4m程度の地盤隆起によって津波被害が抑制された。一方、半島東側の富山湾は、駿河湾、相模湾と並ぶ日本三大深湾で、海底地形により半島東部を回り込んだ津波が増幅した。

また、強い揺れにより海底斜面の地盤崩壊したため、富山県沿岸に津波が予想より早く到達した。しかし、住民の早期避難によって、津波犠牲者は微少に留まった。海底斜面崩壊による津波については、南海トラフ地震でも、駿河湾などで心配される。

（5）地盤災害と陸・海・空路の途絶

地盤災害も多様だった。地殻変動による地盤隆起、強震による地すべり、崖崩れ、土石流、液状化・側方流動、道路の亀裂・隆起・陥没などである。これにより半島を南北に縦断する幹線道路が寸断し、点在する集落を繋ぐ毛細血管のような道路も閉塞した。

このため、救助・救援が遅れ、多くの集落が孤立した。また、内灘町や射水市、氷見市、高岡市、新潟市など、震度5弱～5強の地域でも広域に液状化が発生した。液状化は緩く堆積した地下水位が浅い砂地盤で発生しやすい。内灘町や新潟市では砂丘の後背地の緩斜面で、側方流動を伴う液状化が発生した。強風が吹く日本海側は砂丘が発達しやすく、1964年新潟地震などでも甚大な液状化被害を受けてきた。一方、港湾は、津波被害に加え、海底隆起、岸壁の液状化や側方流動となどで痛手を受けた。また、能登空港も滑走路にできた亀裂により、離着陸ができなくなり、地震直後には陸・海・空路の全てを失うことになった。

3 地震被害の概要

(1) 耐震化の遅れと家屋被害

奥能登は高齢化率が50%を超え、過疎化が著しい。このため、家屋の建て替えや耐震改修が進まず、家屋の耐震化率は50%前後と、全国平均の87%に比べ耐震化が遅れていた。

住家全壊棟数は約6,400棟余に及び、能登の被災6市町で約5,800棟弱、うち輪島市と珠洲市で約4千棟余を占める（写真1）。両市の住家被害は約1万6千棟余、非住家被害は約1万8千棟弱であり、世帯数約1万5千を上回る。1960年に9万3千人だった両市の人口は、現在3万5千人程度で、人口が4割以下に減少しており、非住家の多くは空き家だった。

ちなみに、非住家被害は全壊数には含まれず、耐震化率では空き家は除かれている。石川県は、全国でも最も充実した耐震改修補助制度を整えていたが（最大150万円で工事費の100%補助）、利用は少なかったようだ。自治体の建築職員や工事業者の不足などが原因していそう。一昨年5月5日の地震で被災した住家の公費解体や応急修理も滞っていた。能登半島地震半年後の7月1日時点で、公費解体申請数約2万棟に対し、解体が完了したのは900棟強でしかなく、対応の遅れが目立った。



写真1 家屋倒壊の様子（珠洲市宝立町）

(2) 建物の沈下・傾斜と基礎

輪島市の中心市街地では、ビルや学校の多くが沈下したり傾斜したりした。なかでも7階建て建物の横転が注目された（写真2）。この地域は地盤が軟弱で、多くは杭基礎で支持されていた。元々、杭基礎は建物の沈下対策に用いられたものであり、耐震設計が義務付けられたのは2001年以降である。現在も中小地震動に対する検証のみで大地震動の検討は不要である。これは、現行の耐震基準が命を守る最低基準であり、杭基礎が

破損しても、命に関わるような倒壊・崩壊に至らないと考えられていたからである。横転したビルは、建物基礎と杭が離れ、杭を地盤の中に残した形で横倒しになった。軟弱地盤に立地する建築物の杭基礎の問題は大都市共通の課題である。



写真2 倒壊したビル（輪島市）

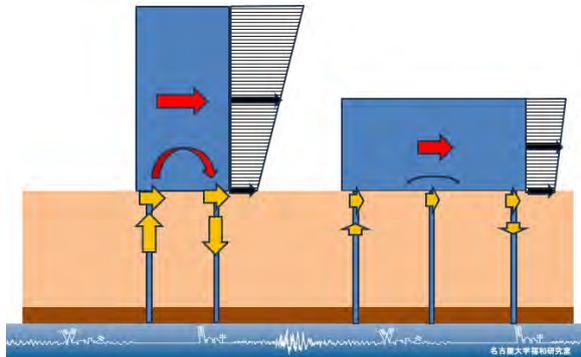


図4 建物の幅と高さによる杭の負担の違い

（3）輪島朝市の火災

輪島の観光名所・朝市通りで4万9千平米が焼失し、約240棟が焼損した（写真3）。電気起因の出火の可能性が考えられているが詳細は不明である。この火災では様々な不運が重なった。

古い木造家屋が密集していたこと、津波警報下で火災発見・通報、初期消火が遅れたこと、消防施設の被災や災害同時発生により消防力が低下したこと、断水や地盤隆起、津波で消火栓や自然水利が確保できなかったこと、道路の寸断で陸路での早期応援が困難だったこと、津波浸水想定地域内での消防活動だったことなどである。困難な状況の中、懸命の消防活動により、焼失拡大を防止できたと言われている。今後、津波浸水想定区域内に存在する木造密集地域の火災対策の在り方の検討が必要である。



写真3 朝市通りの火災跡（輪島市）

(4) 勤務時間外の災害

元日の日没前の地震だったため、職員参集が難しく、被害状況の把握や初動体制の確立が遅れた。一般に、行政機関や病院に職員が潤沢にいる時間帯は1年の2割程度ではない。時間外の災害発生を前提とした災害対応体制を考えておく必要がある。

東京など遠距離通勤者が多くを占める大都市では、時間外の参集は大きな課題である。自宅の被災や交通途絶で参集できない職員も多く、行政機関や医療・福祉施設の建物・設備が損壊すれば、機能がマヒする。元日故に多くの帰省者や観光客が被災地に滞在していたことで、避難所や備蓄品の不足なども起きた。災害は時と場所を選ばないことを忘れないでおきたい。

(5) 陸・海・空路の途絶と通信・放送の確保

陸・海・空路の途絶によって、周辺地域からの救援救助や支援などが遅れ、ボランティアの受け入れも限定的になった。また、中山間地故、電力不足によって通信・放送の中継局の復旧が遅れ、被害情報収集と情報共有に不可欠なデジタルシステムが機能不全に陥った。交通の寸断や通信の途絶は、災害対応の遅れの原因にもなる。県庁所在地から100キロ以上離れた半島先端に位置し、土砂災害を受けやすい幹線道路に依存する奥能登の地勢によるところが大きい。

(6) ライフライン被害と復旧の遅滞

能登半島地震では、被災地域は局所的だったが、過去の地震災害に比べてライフラインの途絶が長期にわたった。とくに上下水道の復旧に時間を要した。

断水は13万7千戸に及び、浄水場や基幹管路が被災したため、概ね断水が解消するのに約5か月を要した。管路の耐震化の遅れに加え、建設業不足や作業員の宿舍確保などが原因したものと思われる。また汚水処理施設の被災により下水道の復旧も遅れた。このため、深刻なトイレ問題が発生し、被災地復旧の大きな障害になった。幸い、2024年4月に上水道の監督官庁が厚労省から国交省に移管されることになっていたため、上下水道が協調した復旧が行われた。

一方、電気は約4万戸が停電したが、1か月で輪島市や珠洲市などの2,500戸までに解消した。復旧に時間を要した地域は道路が寸断した場所であり、これらの場所では通信途絶も長引いた。ガスについてはプロパンガスが主体だったこともあり、都市ガスの被害は軽微だった。

(7) 集落の孤立

奥能登の集落は点在し、毛細血管のような道路に結ばれている。南北に走る幹線道路に加え、集落に至る枝状の道路が寸断したことで、多くの集落が孤立した。孤立集落で

は、自衛隊ヘリなどで、広域避難や2次避難をした住民も多い。

一方で、自主避難所で孤立期間を凌いだ集落もある。これらの集落は、家屋被害さえ無ければ、プロパンガスの軒下備蓄、井戸や湧き水、浄化槽や汲取り便所、保存食の備蓄、田畑、農業用重機、納屋、住民同士の共助力など、自立力が高い。改めて、中山間地の強さを感じる。この自立力を活かすには、徹底的な事前対策が重要である。

(8) 医療・福祉・避難所

昨年12月10日時点での犠牲者数は、直接死228人、行方不明2人、関連死247人、計477人である。中でも輪島市と珠洲市が多く、直接死198人、行方不明2人、関連死122人、計322人を占める。残念ながら関連死は今でも増え続けている。

医療施設や福祉施設は、従業員の被災、ライフライン停止、医薬品・医療材料の不足などで、活動の維持が困難になった。また、避難所のTKB（トイレ・キッチン・ベッド）などの環境が悪化した。このため、関連死防止を目的に、要援護者を中心に広域避難や2次避難が実施された。

一方で、上下水道の復旧の遅れもあり、避難者の被災地への帰宅が遅れ、被災地の人口減少が課題となっている。

(9) 行政機関の連携と官民連携

能登半島地震では、国の現地対策本部、中部9県1市災害応援に関する協定、総務省が司る総括支援員派遣や対口支援制度、市町村同士の災害応援協定など、国や他自治体からの支援が行われた。一方で、相互調整などに課題もあったようだ。

全国からのボランティア支援の申し込みもあったが、当初は抑制的な支援になった。他からの支援を最大限に活かすには、受援体制の構築が不可欠である。受援側の組織内連携や支援側の組織間連携が肝心であり、情報共有に基づく対応資源の最適配分や優先順位付けが重要になる。

平時からの継続的な関係作りが大切であり、国と県と市町村との連携、各行政組織内の部局間連携、自治体間の連携、行政と民間との官民連携などが重要となる。

4 今後の大規模地震に備えて

(1) 住家の耐震化

2016年熊本地震では、能登半島地震に近い約8,700棟が全壊したが、震度6強以上の揺れを観測した市町村の人口は73万人であり、能登の約12万人の6倍である。人口当たりの全壊率は熊本の4.5倍にもなる。非住家の全壊は非公表だが、非住家も加えれば、熊本の10倍を超える恐れもある。これは、揺れの違いに加え耐震化率の低さや、空き家を含む非住家の多さに主な原因がある。

中日新聞のアンケート調査 (<https://www.chunichi.co.jp/article/856812>) によると、市町村の耐震化率の差は著しく、半島先端部や河川上流部には、奥能登よりも耐震化率が低い市町村が存在する。若者が少ない過疎地では、住家の建て替えが進まず、耐震改修への意欲も高くない。孤立しがちな過疎地こそ、家屋の耐震化が重要になる。若者を呼び込むため、耐震化した空き家を平時活用したり、デジタル化による都会住民の2拠点居住を推進したりするなど、関係人口や交流人口の拡大を図りたい。これは、2023年に策定された国土形成計画の方針にも合致する。

(2) 震災後の支援が困難な孤立予想地域の自立化

能登と熊本では地勢が大きく異なる。県庁所在地に近く、四方八方から支援が入りやすい平地の熊本の被災地に比べ、半島先端に位置し中山間地を縦断する1本の幹線道路に頼る能登の支援は厳しい。能登と同様の孤立予想地域は全国各地にある。とくに南海トラフ地震では、人口の多い都市部の救援・救助が優先される。人口が少ない孤立予想地に対しては、震災前に公費を投入して集落の自立化を進めることが必要である。自立力が強い特性を生かし、耐震化に加え、太陽光発電や蓄電池などの分散型エネルギー、衛星通信システムなどを配備することが望まれる。

(3) 人口集積地や産業集積地などでの高耐震化

能登の被災6市町の面積は概ね1700平方キロ、人口は約12万人、製造品出荷額は1900億円程度である。ほぼ同じ面積の地域に、自動車産業が集積する愛知県西三河地域がある。しかし、人口は約160万人、製造品出荷額は約25兆円に上る。昭和東南海地震のときには、1か月後に三河地震が発生している。人口集中する東京23区の面積は、約1/3の630平方キロ、ここに約1千万人が居住する。産業や人口が集積する地域は、ライフラインや高速交通への依存度が高い。

最低基準の建築基準法では、人口や産業の集積度による安全性の割り増しはない。南海トラフ地震や首都直下地震などで甚大な被害を出せば国家は衰退する。被災したら他地域に甚大な影響与える人口・産業集積地の耐震安全性向上が望まれる。

タワーマンションは縦に伸びた能登半島だとも言え、上層階はエレベータやライフラインに依存している。ゼロメートル地帯は、長期湛水すれば孤立の恐れがある。大都市の緊急輸送道路沿いの既存不適格建物の耐震化は芳しくない。本来、国民は普段利用している建物の安全性を知る権利がある。行政は既存不適格建物の耐震診断を行い、結果を公表する義務があると思われる。

改修に対する公費投入の是非については、耐震化の現状を知った上で国民が議論して決めるべきである。大規模地震による国難回避のため、民間建物の抜本的な耐震化施策が必要である。

(4) 命を守る耐震基準から生活・生業を守る耐震建築へ

地震対策の基本は、孫子の兵法にあるように「知彼知己百戦不殆。不知彼而知己一勝一負。不知彼不知己每戦必殆。」にある。危険地を避け、まちの耐震・耐火性能を高めるしかない。人口が集中すれば、災害危険度の高い場所にまちが広がり、高層の建物が密集する。

日本の耐震基準は、建築基準法第 1 条にあるように、最低の基準でしかない。1 回の大地震動に対して命は守るが、生活や生業の継続までは保証していない。地盤の硬軟、建物の高さなどに関わらず、概ね同等の建物の揺れに対して安全性を検証しており、大地震動に対しては構造的損傷を許容している。しかし、軟弱地盤や、背が高い壁の少ない建物は良く揺れる。大規模地震では揺れが長く続くため、損傷を許容した建物では損壊が拡大しやすい。また、杭基礎に関しては大地震動に関する検討は義務づけられていない。大都市の沖積低地や埋立地に建つマンションの生活維持などには課題が多い。

南海トラフ巨大地震のような超広域な災害では、災害後の建設力が圧倒的に不足する。耐震基準を上回る揺れが予想される地域も多い。地震後も社会機能を維持するために、建物の耐震性の在り方について再考するときだと思われる。静岡県建築基準条例のように、自治体レベルでの耐震性を上乘せした条例制定も一案だと思う。

(5) 人口が減少する高齢化社会におけるリソース不足と事前のハード・ソフト対策

高齢化と人口減少が進む中、災害対応力が弱体化している。とくに南海トラフ地震のような広域災害では、公助の力は圧倒的に不足する。公助の力を平時に活かし、耐震化などの事前対策を進め、被害量を抜本的に減らすしかない。一方で限られた公助の力を災害後に最大活用するには、業務の効率化が必要となる。例えば、家屋被害調査には、応急危険度判定、罹災証明のための住家被害認定調査、地震保険のための地震保険損害認定などがある。これらの調査を共有化し、仮設住宅、公費解体、生活再建支援、地震保険などの災害後対応を早める必要がある。

七尾市の恵寿総合病院では、免震化した本館が機能継続し、多くの命を救った。また、従来は急性期治療を担っていた災害派遣医療チーム DMAT が、災害医療コーディネータの役割を果たし災害関連死の防止まで役割を広げていた。防災上重要な施設については、機能維持のための免震化や、停電、断水、デジタル喪失などに備えた設備のハード対策に加え、弾力的な組織運用・連携体制の確立が必要となる。

(6) 新たな防災技術の開発と防災産業の育成

能登半島地震では、モバイルハウスやキャンピングカー、インスタントハウス、トレイレーラー（写真 4）や分散型水循環システムのシャワー、キッチンカー、医療コンテナ、移動浄化装置など、可搬型の施設・設備が活躍した。

災害多発国であることを逆手にとった防災産業の育成を考えていきたい。

また、ドローンを用いた被災状況把握、災害情報の共有化、スターリンクを利用した衛星インターネットなど、新たな情報活用手段も導入された。被害と対応資源の情報把握と共有化にはデジタルは欠かせない。現代社会は、情報・通信、レジ、電子決済、取材、観測など、デジタルに依存している。正確な情報が不足すれば、SNS が風評被害を生み出す。デジタル喪失に備えたシステムの多重化と、喪失時のアナログ対応も考えておきたい。



写真4 トイレトレーラー

5 おわりに

アジアモンスーン地帯のプレート境界に住まう日本人にとって、自然災害を避けることはできない。かつての日本人が育んだ災害文化とも言える自然と折り合いをつけていく日本文化を思い出し、次世代に豊かな社会をバトンタッチするため、「居安思危 思則有備 有備無患」¹と「転禍為福」²の態度で、必ず来る大規模地震に向かい合っていきたい。災害軽減のための日常活動は、人・組織・地域・時間を繋ぎ、より良い社会を生み出す。あかるく、たのしく、まえむきに、「頭（あ・た・ま）」を使って、未来を拓いていきたい。

孫氏の兵法より

¹ 「居安思危 思則有備 有備無患」

(きょあんしき) 常に将来の危険を思い起こすべきであり、(しそくゆうび) 警戒心があつてこそ準備することができ、(ゆうびむかん) 有事に備えて危機を避けることができる。

² 「転禍為福」 禍(わざわい) 転じて福と為(な)す、と訓読みされる

(てんかいふく) 自分にふりかかった災いを上手く利用して、逆に自分に有利になるよう工夫すること。