

地震から命を守り、 まちを守るために今やるべきこと

名古屋大学大学院環境学研究科都市環境学専攻 教授 福和 伸夫

1. はじめに

「地震から命を守るためになにをすべきか」という表題を頂いた。答えは単純である。「揺れにくい良い場所に住み、強い建物を建て、室内を安全にする」である。これを実践するには、地震の怖さを実感することが前提になる。住民が真に「気づき」そして「学ぶ」必要がある。

敵（＝地震の揺れ）が弱い場所は、地震危険度が小さく良好な地盤である。運悪く敵が強い場所に住んだとしても、敵に負けない強さ（＝建物・室内）があればよい。しかし、日本に住む限り、地震危険度は小さくはない。例えば、名古屋では、明治以降だけでも、1891年濃尾地震、1944年東南海地震、1945年三河地震を経験している。

従って、地震に負けない方策は、「良い地盤に、強い家を作り、室内の家具を留める」ことである。極めて単純である。しかし、自然を身近に感じなくなった現代人は、自然災害の驚異を実感しておらず、このことを忘れている。

これから作る家は強い揺れに必ず出会う。新たに土地を購入するなら、揺れにくい堅い地盤を選択すべきである。図書館で土地の歴史を調べると、その場所が過去何に使われていたかがすぐに分かる。人口が三千万人であった江戸時代以前には、災害危険度の小さな場所に家屋を構え、災害危険度の高い地域を「地名」を通して後世に伝えてきた。人口が一億二千万人を越え、都市部に人を集中させた現代は、まちを

軟弱な地盤に広げてしまった。

既に土地を所有している人は、地盤の良否に応じて家屋の耐震性を増す必要がある。阪神・淡路大震災での犠牲者の約9割は家屋や家具が原因していた。家は人を守ると同時に、凶器にもなる。二千年も前の建築家ウィトルウィルスは、建築十書の中で、「強無くして用無し、用無くして美無し」と書いている。使い勝手や格好良さよりも、耐震性を大事にするべきである。

現行の耐震基準は最低基準である。ここでは、震度6弱の上限程度の揺れに対して人命を守ることを規定している。決して震度7の揺れに対して安全性を保証しているわけではない。家の強さを倍にしても建築費用は余り変わらないのだから、必要に応じて家を強くするべきである。

既存の家を補強する費用は、失うものに比べれば遙かに安い。まずは、自分の家の耐震性を知り、耐震性が不足していたら補強するべきである。耐震診断や耐震補強への補助制度も整備されてきた。愛知県の実績では、木造家屋の耐震補強に要した費用は平均150万円程度である。



福和 伸夫

ふくわ のぶお

1981年名古屋大学大学院修了後、民間建設会社に勤務の後、1991年名古屋大学工学部助教授、1997年同先端技術共同研究センター教授、2001年同大学院環境学研究科教授。2003年日本建築学会賞、2007年文部科学大臣表彰科学技術賞。建築構造物や地盤の地震時挙動について研究する傍ら、地域の災害軽減のための啓発・育成を実践している。

家具留めについては、費用は殆どかからない。現在の私たちの居住空間は2～3階以上の高階にあり、家具で溢れている。ここは、地面に比べ遙かに強く揺れる。家具固定が当たり前の社会になる必要がある。

私たちは、今世紀前半に複数の巨大地震に出会い、国家予算を上回る被害を受ける可能性が高い。政府はこれを回避するために、一昨年、地震防災戦略を策定し、今後十年での被害半減を誓った。しかし、地震災害の切迫度や現代社会の脆さに気づいていない国民は多い。

このため国は、昨年「災害被害を軽減する国民運動の推進に関する基本方針」を策定した。そこで、本稿では、過去との比較を通して現代社会の脆さを再認識し、国民一人一人の減災行動の必要性を指摘したい。

2. 過去と今を比較する

西日本では南海トラフでの巨大地震（東海・東南海・南海地震）の前後に内陸で多くの地震が発生する。この十年、1995年兵庫県南部地震を皮切りに、2000年鳥取県西部地震、2004年新潟県中越地震、2005年福岡県西方沖地震、2007年能登半島地震などが発生した。前回も、1944年東南海地震と1946年南海地震の前後に、1925年北但馬地震、1927年北丹後地震、1930年北伊豆地震、1943年鳥取地震、1945年三河地震、1948年福井地震が続発した。これらの地震の被災者は未だ健在であり、体験談を聞くことも多い。しかし、当時と現在とは社会環境が異なるため、災害様相には差異がある。表1に、戦前と現代との社会環境を比較した結果を示す。表から、現代の災害脆弱性を実感できると思う。敵（揺れの強さ）は強くなったのに、己（耐震性・室内危険度）は弱体化し、神経回路（ライフライン・情報通信）が複雑化して、人間力（自助・共助の力）も衰えた。

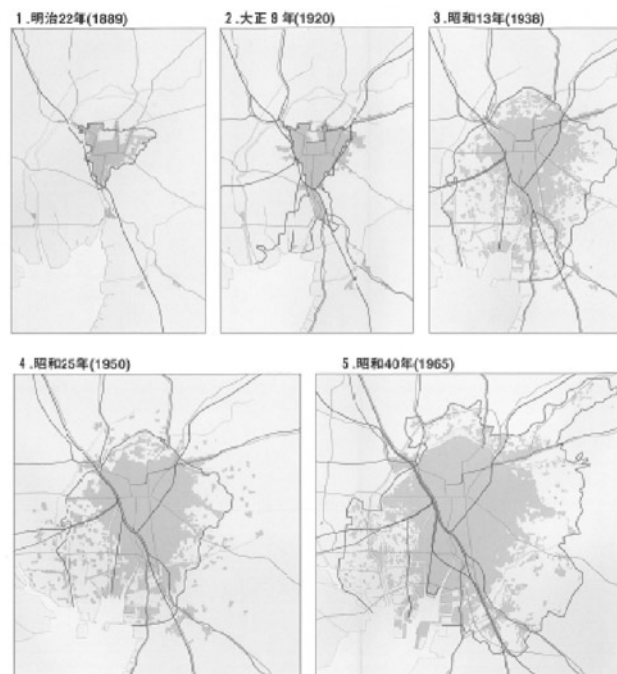
表1 過去と今の生活環境の違い

比較項目	戦 前	現 在	現在の危険度
まちの立地場所	良好な地盤	軟弱な地盤	強い揺れ、液状化危険度
住宅密集度	隣棟間隔が大きい	密集住宅地	高い延焼危険度
住宅の構造	平屋・草葺き・板葺き	2～3階建て・瓦葺き 中～超高層集合住宅	耐震的余力の減少 長周期地震動の懸念
寝室の場所	1階	2階以上	強い揺れ
家具	少ない家具	大量の家具	室内危険度の増大
建物規模	低・小	高・大	同時被災者の増大、救出困難性
ライフライン	ランプ・かまど 井戸・くみ取り便所	電気・ガス 上下水・EV	生活困難者の発生 高層住民の難民化
通勤・通学手段	徒歩、職住近接	鉄道・車、遠距離通勤	交通途絶で勤務困難
交通の場・速度	地上走行・遅い速度	高架・高速	強い揺れ、衝突・脱線危険度
放送・情報通信	ラジオのみ	ラジオ・TV・Internet 電話・携帯	高い情報依存
社会システム	自律分散的、下等生物的	中央集約的、高等生物的	高効率だが脆い社会
地域コミュニティ	自律的・地域内共助	希薄	行政への依頼心大 ボランティア頼み
家族の態様	大家族 家族内で弱者救済	核家族、独居老人 介護士・ヘルパー頼り	次世代への語り継ぎの不足 弱者世帯の急増
国民性	連帯的・自律的・自助 ハングリーさ、「生きる」	行政頼み・楽観的 贅沢・飽食、「楽しむ」	生きる力の減退 無関心・無責任・贅沢
子供の遊び方	集団での野外の遊び	一人でのゲーム遊び	生きる力の減退

3. まちの立地条件、地盤の良否と揺れ

かつて、まちや村落は、洪積台地や自然堤防などの良好な地盤に立地していた。一例として、図1に名古屋市市街地と、市域の変遷を示す。

1610年に名古屋城が熱田台地の北端にできた頃は、熱田台地の南端・熱田から南は海で、それ以降、明治時代までは、市街地は概ね熱田台地の上におさまっていた。名古屋の市域が沖積低地に拡大したのは大正の末、市街地が熱田



台地の西に広がったのは、戦後である。

図2に有史以前の陸地の変遷を示す。500万年前には、濃尾平野、伊勢平野、岡崎平野、伊勢湾全体が東海湖と呼ばれる広大な湖であり、1万年前の縄文海進期には濃尾平野全体が海であった。これらの時代に堆積した地層が名古屋の地盤を構成している。

前者は、高層建物の揺れやタンクのスロッシングに関わる長周期地震動を励起する。また、後者は沖積層を堆積させ、一般建物の周期域の揺れを増幅させる。1500年前には、熱田台地の西側には広く海が広がり、300年前まではJR



図1 名古屋市の明治以降の市街地の変遷（左）と市域の拡大（右）（名古屋市の資料による）

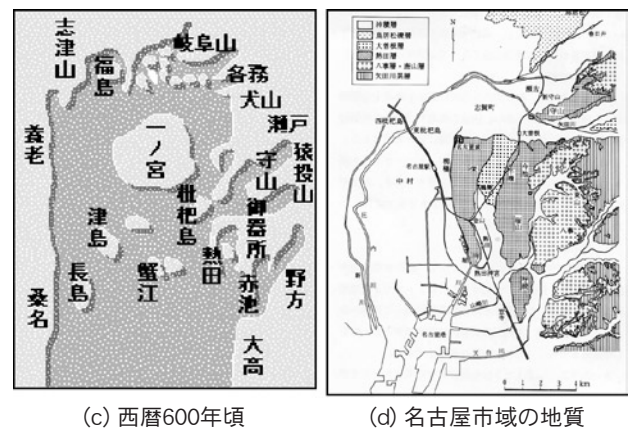
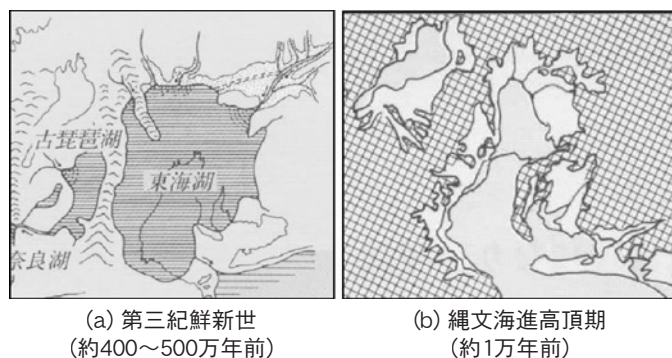


図2 名古屋周辺の有史以前の陸地と名古屋市域の地質
(土質工学会中部支部「最新名古屋地盤図」及び木曾川下流河川事務所のHPによる)

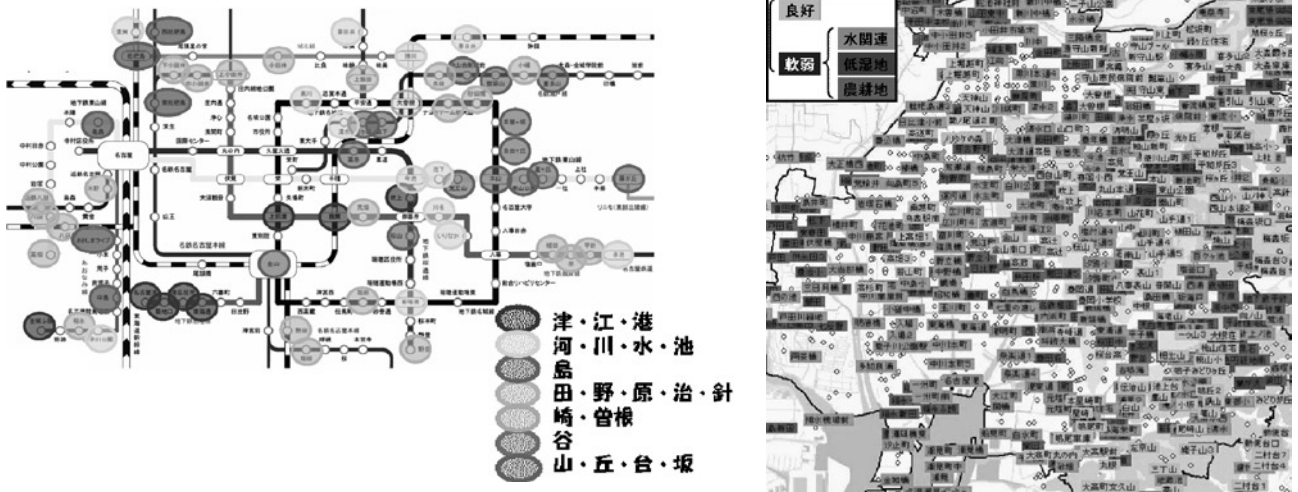


図3 地盤の良否を表す名古屋市の路線図の駅名（左）とバス停の名称（右）

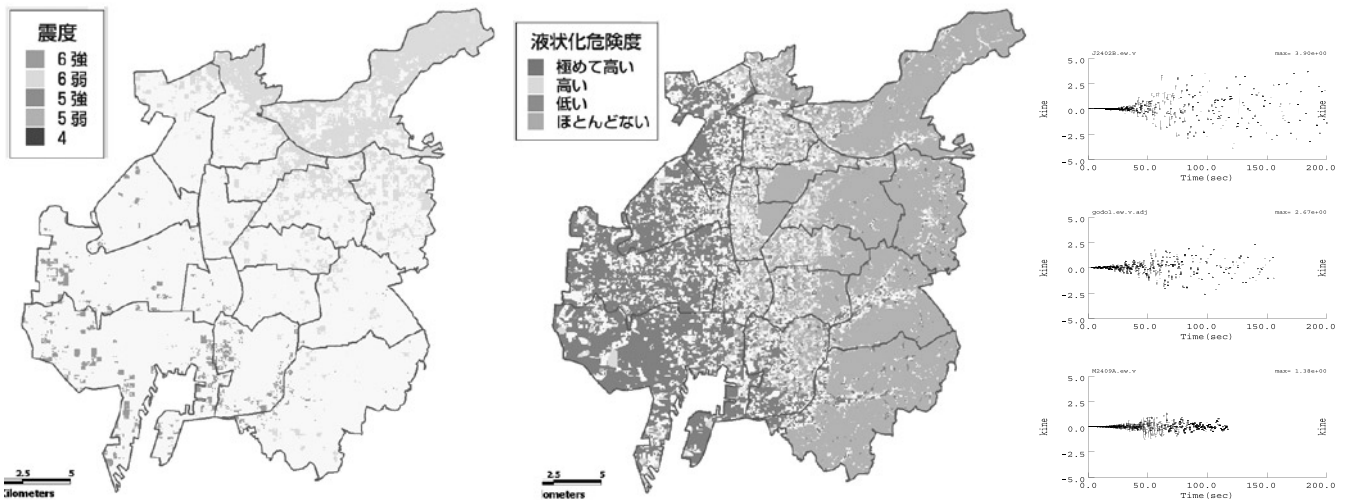


図4 東海・東南海地震に対する予測震度・液状化危険度（「あなたの街の地震マップ」より）と2004年東海道沖地震時の速度記録（上段より中川区、中区、守山区）

関西線の南が海であった。このため、濃尾平野内には「島」が付く地名が多い。

こういったことを念頭に名古屋の地質図（図2右）を見ると、地盤の良否の理由がよく分かる。熱田台地の西と南に沖積低地が広がり、熱田台地と御器所台地との間に新堀川が、さらに東部丘陵の間に山崎川が、東部丘陵の南に天白川が流れている。これらの川の周辺は沖積地盤になっている。

先人は、こういった地盤の良否の情報を地名に残してきた。戦後の区画整理や地名変更で多

くの地名が失われたが、駅名やバス停の名前には、かつての地名が残っている。

名古屋市を対象に、図3左に駅名を、図3右にバス停の名称を示す。駅名を見ると、熱田台地の周囲に港を示す「江・津・港」が、西には「島」が、西・北・南東に田畑・開墾地を示す「田・治・針」が、庄内川・矢田川・山崎川・天白川周辺には「川・河・橋」が、そして東部丘陵地には「山・丘・台・坂」などが含まれる駅名が分布している。

また、より高密度に存在するバス停の名称を

見ると、洪積台地の上には、良好な地名を表す地名が、沖積地盤には軟弱な地盤を示唆する地名が集まっている。

このように地名は、災害危険度に関する重要な情報を含んでいる。

図4に、名古屋市が策定した東海・東南海地震に対する予測震度・液状化危険度分布（「あなたの街の地震マップ」による）と、2004年東海道沖地震のときに観測された中川区・中区・守山区の速度波形を示す。図から、地盤の良否による揺れの違い、液状化危険度の違いを読みとることができる。軟弱な地盤は、揺れが強く、液状化の危険度も高い。昭和の東南海地震の時には、まちは揺れにくい「良い地盤」にあったので、犠牲者が千人に留まったのだと思われる。

4. 住宅と生活環境

戦前の家屋は、多くが平屋建てで、屋根は板葺きや草葺きのものが多く、室内には家具が殆ど無かった。平屋で屋根が軽ければ、家屋に作用する地震力は小さい。地震後も家が傾く程度でとどまった家屋も多く、これらは再び起こして再使用した。また、たとえ倒壊しても、屋根を除くことで、近隣の人間でも救出できた。

また、1階の揺れは地盤と同様であり、家具が少なければ、その下敷きになる人もいない。さらに、かつては、中心市街地を除けば、家屋は密集しておらず、火災の延焼危険度も小さい。

これに対し、現在は2～3階建ての戸建て住宅が軒を連ねて建っている。寝室や子供部屋の多くは2階以上にあり、家具が溢れている。大都市では中高層や超高層の集合住宅に居住する住民も多い。高層階は地面に比べ強く揺れる。多くの住民は、良く揺れる場所で、家具に囲まれた生活をしている。

図5は、兵庫県南部地震のときの集合住宅の



図5 集合住宅内での家具転倒状況の一例



図6 名古屋大学内の10階建建物の1階（黒）と屋階（灰）の加速度応答

高層階での家具転倒状況を模式的に示している。殆どの家具が転倒し、安全な空間が存在していない。図6に示すように、高層階の揺れは地面の揺れよりも遙かに強い。

耐震技術は、地震災害での教訓を学びながら発展してきた。このため、我が国の建物の耐震性能は、建設時期によって明確な差がある。1981年に導入された新耐震基準を満足しない既存不適格建物は、耐震性に問題が残る。

図7は、名古屋市内における全住宅に占める木造住宅の割合と、木造住宅に占める既存不適格建物の割合を、町丁目別に示したものである。市西部・北部に木造住宅が多く、市中心部に既存不適格建物が多く分布している。

図7と、図4に示した震度・液状化危険度から、地震危険度の地域差が分かる。図8は、「震災に強いまちづくり方針」の中に示されている建物の揺れやすさ・燃えやすさの危険度である。揺れが強く、耐震性の不足する建物が多い地域で危険度が大きくなっている。

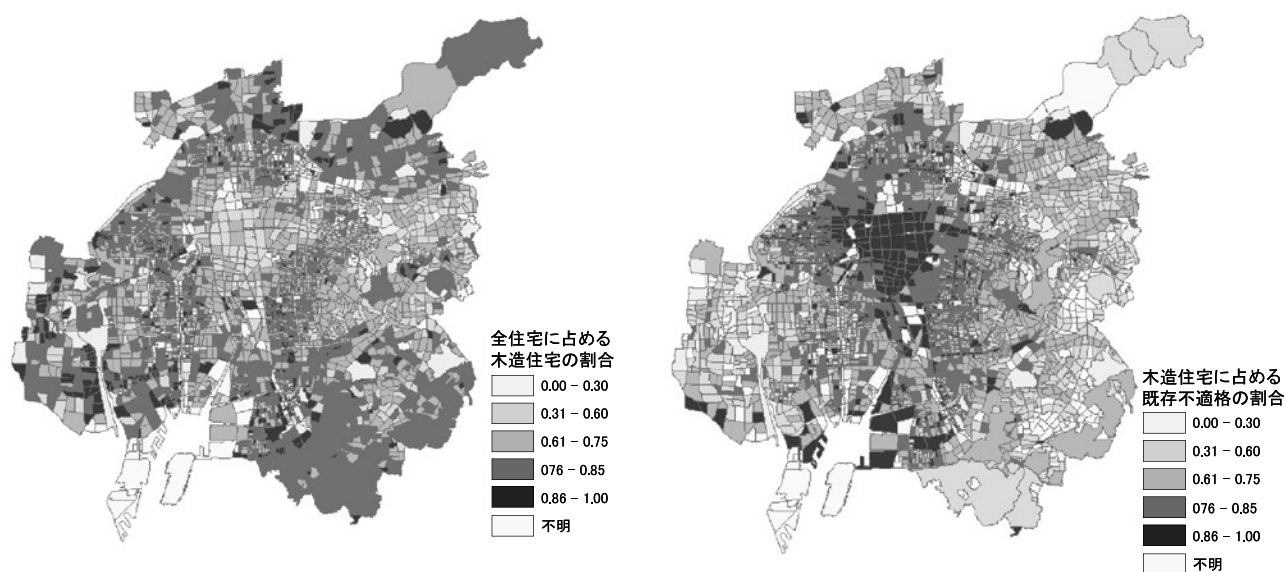


図7 名古屋市内における全住宅に占める木造住宅の割合（左）と木造住宅に占める既存不適格建物の割合（右）の町丁目別分布

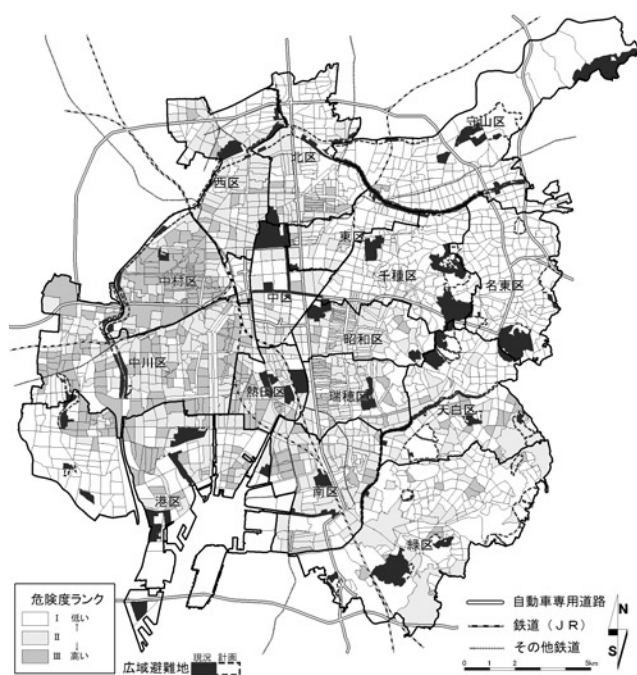


図8 建物の倒れやすさ・燃えやすさの危険度（震災に強いまちづくり方針）

5. 職場や学校の安全性

戦後の被害地震の殆どは、週末や休日、早朝や深夜に発生している。このため、職場や学校で死傷した会社員や生徒は少ない。これが職場

や学校の耐震改修を遅らせている一因でもある。

災害対応の拠点となる官公庁建物や、避難拠点である学校建物の耐震化も余り進んでいない。現行耐震基準相当の耐震性をもつ学校建物は約半数である。学校は広い敷地を必要とするため、田や池だったところを埋め立てて作った学校も多い。早期の耐震化が望まれる所以である。

また、2000年鳥取県西部地震や2004年東海道沖地震や新潟県中越地震の際に、震源から遠く離れた東京、大阪、名古屋の高層建物が強く揺れた。高層建物の揺れの特徴は、大きな変位を生じることにある。200m級の超高層ビルであれば、片振幅2mくらいの揺れになってもおかしくない。このような揺れを受けたら、室内はどのようなになるだろうか。距離4mを往復5秒で何度か走ってみると実感できる。大手企業の中には、高層階に首脳陣がいる企業も多い。地震災害への危機感の低さが現れている。

兵庫県南部地震後の強震動研究の進展から、それぞれの平野には固有の周期があり、巨大地震では、長周期成分が卓越した継続時間の長い揺れとなることが明らかになってきた。名古屋の場合、中心部は3～5秒程度の周期を有して

おり、西ほど周期が長い。この周期域は、高層建物や免震建物の固有周期に近接している。建物の固有周期と地震動の卓越周期が近接すれば、想定外の揺れになる恐れもある。既存ビルの安全性を早期にチェックし、必要に応じて対策を施すことが望まれる。

最近、免震建物や制震建物が増えてきた。地震の揺れを抑制する最新技術である。ちまたでは、免震や制震だから安全だという話を良く聞く。しかし、免震・制震を採用することにより地震力を低減し、躯体の断面を削っていたとしたら、安全性が向上したとは限らない。私たちは戦後、多くの技術を獲得して、かつては建設できなかったものを作れるようになった。しかし、安全性が向上したとは言いきれない。

蒸気機関車だった時代、人々は火と煙を嫌い、町から外れた場所に主要な駅を作った。東京駅、名古屋駅、大阪駅は、何れも軟弱な地盤に位置している。日本で初めての鉄道は、新橋から品川まで、当時の海岸線を走っていた。かつて海や湿地帯だったところが、今や交通至便な中心地となり、高層ビルが林立している。1923年関東地震のときに東京で強く揺れた場所は、何れも河川や堀・池を埋め立てた場所である。そこは今、日本で最も重要なビジネス街である。

軟弱な地盤に広がったまちは、強い揺れや液状化に見舞われる。また、重要な社会基盤を、軟弱な地盤に作ってきた。図9は、昭和東南海地震の時の被害甚大地域の分布図に、発電所や自動車工場の立地点をプロットしたものである。戦後、強い揺れや津波に襲われる地域に、重要施設が建設されてきたことが分かる。

液状化すれば、ライフラインが寸断され、道路が通行できなくなる。消防・救助隊や救援物資の運搬も困難である。非常用発電装置を備えていても、燃料が届かなければ役に立たない。本来、地震危険度の大きい場所には、重要施設の立地を控えるか、十分な対策が必要である。

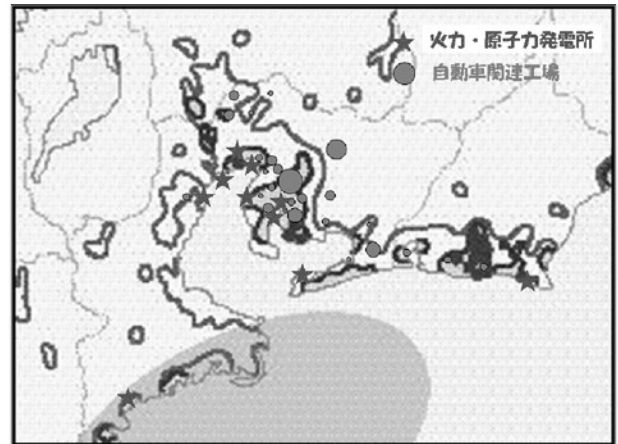


図9 昭和東南海地震時の被害甚大地域と重要施設の立地点

6. ライフライン・エレベータ・放送・通信

戦前は、明かりをとるために電気を使い、竈、井戸水、汲み取り便所を利用していた。また、食料はそれぞれの地域でほぼ自給できていた。これに対して、今は、電化製品が溢れ、電気・ガス・上下水道に頼りきっている。

南海トラフでの地震では、発電施設も被害を受ける可能性がある。被害は広域にわたり、被災者も数千万人に達する。このため、被災地外からの応援は期待できない。被災した事業者による自力復旧になれば、復旧に多大の時間がかかる。ライフラインに頼りきっている現代人は、これらが長期間途絶えたら生きられない。ライフラインの耐震性向上のために十分な投資をすることの国民的な合意が必要である。

高層建物は、ライフラインやエレベータが停止するとその基盤を失う。炊事や用便も困難になる。身体的に不自由な住民は高層難民化する恐れがある。エレベータの閉じこめの問題もある。現在、東海4県にあるエレベータは6万基以上、保守人員は千人程度である。

放送・通信についても、かつては、ラジオのみで、多くの場合、連絡には人間が直接出向い

て連絡していた。現在は、テレビ・ラジオに加え、携帯電話・PHS・インターネットなどの情報通信インフラに頼りきっている。これらが災害時にも利用可能で有れば、強力な武器になる。しかし、情報インフラへの過度な依存は、途絶時には危険要素でもある。これに加え、広域被災時のメディアの報道力不足も懸念される。

交通の問題も大きい。かつては、職住近接で、災害後も職場復帰を速やかにできた。鉄道や道路は、地上を走っており、速度も遅かった。一方、現代は遠距離通勤である。道路・鉄道が軟弱な地盤に高架で建設されることも多い。高架であれば、地面に比べ揺れも増幅される。ここを、高速で走っている。兵庫県南部地震では、多くの列車が脱線転覆した。高速での脱線の怖さはJR宝塚線の事故で学んだ。緊急地震速報の活用や脱線防止策が必要である。

7. 家族と地域社会の態様

先人は、自然の怖さを理解し、「生きる」ために生活をしていた。大家族で、災害に弱い人間を家庭内で守っていた。年寄りも家庭で孫に過去の災害経験を伝承していた。地域社会は、地域共同体としての共助の仕組みを持ち、自立していた。これに対し、現代人は、「楽しむ」ことを優先し、楽観的で、個人主義、無関心・無責任になった。また、行政に過度に依存し、批判的でもある。かつてと比べ、人間力・社会力・家族力・地域力が減退している。

行政の力には限界がある。災害時に重要となる自衛官、消防士の人数は、それぞれ、約25万人（内、陸上自衛隊15万人）、16万人である。交代勤務であることを勘案すると、消防は、二～三千人に一人程度の実働である。ちなみに、名古屋市の場合、人口220万人に対して、消防職員は2300人強、タンク車106台、救急車40台である。住民一人一人が、災害危険度を正し

く認識し、適切な防災行動を始める必要がある。

戦前は、木造・平屋家屋が多かったので、倒壊した家屋からの救出や家屋の処理は、各地域で対処ができた。現在は、重機や大型車両がなければ救出や処理が難しい。大災害時には、重機の不足は明らかである。また、廃棄物の一次処理場所と仮設住宅の建設場所との空地の取り合いも発生する。

犠牲者に対する棺と火葬の問題もある。棺の備蓄にも限りがある。かつては、土葬であり、各地域で弔うことができた。各地の火葬場の耐震化は余り進んでいない。火葬の熱源の問題もある。都市ガスを利用している地域も多く、ライフライン途絶時の問題もある。

8. 地震災害の軽減のための基礎力の強化

戦前は、災害危険度が小さい場所に居住し、個々に災害対応力を持った自律社会になっていた。効率は悪かったが下等生物的な遅しさがあった。これに対し、現代は効率重視の高等生物的なひ弱で脆い社会となった。

大災害を経験していない大人たちは、戦前に比べ現代社会の方が地震に対して強いと誤解している。今の子供たちにとって、戦前のような生活をするのは難しい。であれば、今の社会を守り抜くために、地震で壊れないまちにするしかない。大人はそのことを自覚し、子供たちに災害に負けない力を授ける必要がある。

子どもたちが災害に負けないようにするには、家庭で人間力を、学校で学力・体力を、地域で社会力を育て、総体として「生きる力」を獲得させていく必要がある。

地震に対する地域防災の基本は、日頃の備えにある。良い地盤に、強い家を作り、室内を安全にすることが基本となる。被災者を減らせば、助ける人数を増やし、助けられる人数を減らせ

る。地域での耐震化対策を促進して被害軽減すると共に、互いに助け合う力を育む必要がある。

地域の力は、日常時の備えの促進と災害の伝承、発災時の救命・救急、初期消火、炊きだし、復旧・復興時のまち作り、などの源泉である。

地域防災の主役は住民である。地域防災活動の仕組み作りや自主防災会や消防団など組織作りも必要である。そして、地域での備えの実践と、必要な資金の獲得も必要となる。これらをバランス良く行う必要がある（図10左）。

家屋の耐震化と家具固定を促進するには、住民の意識が最も重要である。耐震化を促進する法制度や仕組み、安価な耐震化工法、耐震診断・改修の補助制度などは、随分整ってきた。最大のハードルは住民の心にある（図10中）。

住民の意識を変えるには教育・啓発が必要である。命を守る智慧、自然科学の智慧、備えや物作りの智慧、そして社会に関する智慧を学び、これらを総合して、「生きる力」を獲得し、実践へと繋げる必要がある（図10右）。

防災行動を始めるには、地震災害への真の「気づき」が出発点となる。気づけば、真剣に「学び」、災害発生の原因を理解し、回避の方法を考える。そうすれば、「実践」が始まる。後はPDCA（Plan, Do, Check, Act）のサイクルを回せば良い（図11）。

防災の主役である地域や個人の行動を促すには、応援団や道具も必要になる。今、愛知県では、全国に先駆けて、意識啓発の担い手の「あ

いち防災リーダー」、地域のまち作りの相談役の「防災まち作りアドバイザー」、耐震診断や改修の相談役の「耐震化アドバイザー」、災害時の応援役の「災害ボランティアコーディネータ」が育成されている。皆、ボランティア精神豊かに地域を応援しようとしている。

私たち研究者も、応援道具として、耐震実験教材「ぶるる」や、「地域防災力向上シミュレータ」などを開発してきた。

本年には、「あいち防災協働社会形成推進協議会」が設置され、地震災害軽減のために地域が一致協力して立ち向かう体制ができつつある。

是非これらを活用し、皆が、災害を我がことと思い、協働して安全な地域を作っていきたい。

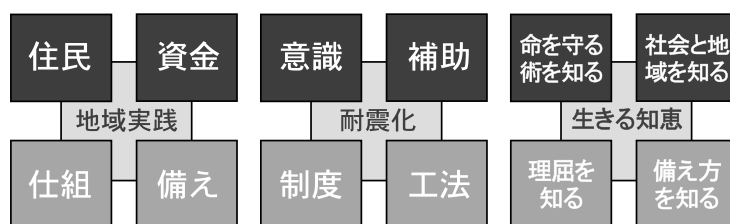


図10 ヒト・コト・モノ・カネから見た減災対策の基本

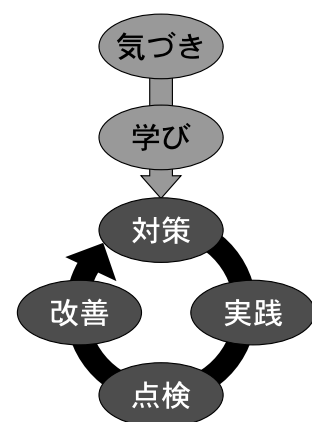


図11 気づきと学びから始める減災