



福和伸夫  
Nobuo Fukuwa  
名古屋大学  
減災連携研究センター  
センター長・教授

Summary

The history is a message for the future. First, through the investigation of the relationships between historical events and various natural disasters, it is pointed out that the natural disaster might be a trigger of historical change. Three major cities, Osaka, Tokyo and Nagoya were built around

1. はじめに

東日本大震災から1年あまりが経つ。筆者は、南海トラフ巨大地震の発生に備え、学内に減災連携研究センターを設立し終えたところであった。この震災では、南海トラフ巨大地震で必ず経験すると思っていたことの殆どを目の当たりにした。我々のすべきことは、東日本大震災の復旧・復興に全力を尽くすのに加え、東日本での経験を今後の震災軽減に最大限活かすことにある。本稿では、建築構造技術者の一人として、震災からまちや生活を守るために何をすべきか、今感じていることを書き留めてみたい。

2. 想定外・未曾有と云わない

震災後、想定外とか、未曾有という言葉をよく聞く。私も、当初、違和感は無かった。しかし、869年貞観地震、1611年慶長三陸地震、1896年明治三陸地震などについて学ぶと共に、歴史を学んでいない我が身の無知を恥じた。

震災後、最初に手にしたのは、仙台の市井の歴史家・飯沼勇義氏が著した「仙台平野の歴史津波」(宝文堂、1995)である。この著作から、貞観地震における多賀城での被災の様子や、「末の松山」や「沖の石」を詠んだ和歌(百人一首)の存在を知った。また、慶長三陸地震の後に、浪分不動や浪切不動が祀られ、仙台の城下や、貞山堀や奥州街道などが作られたことを知った。その後、現地を訪れ、今般の震災のことを見事に予言していることに驚いた。

これをきっかけに、日本三大実録に記された貞観地震の描写を解き明かした歴史地理学者・吉田東伍氏の「貞観十一年陸奥府城の震動洪溢」(歴史地理、8巻12号、1906)や、仙台平野の津波堆積物から貞観地震の存在を示した阿部壽氏らによる「仙台平野における貞観11年(869年)三陸津波の痕跡高の推定」(地震2輯、第43巻、1990)を学び、「想定外」とは決して言えないと知った。

表1に、貞観地震前後の主な災害と出来事を示す。表から浄土信仰が始まった時代の背景を推察できる。また、当

# 巨大地震への備え — 建築構造技術者に向けて —

Preparedness for Huge Earthquake

1600's when a lot of earthquakes were occurred.

Due to the slight difference of time of the construction of a castle, geographical features among three cities are much different. We should improve the aseismic design reflecting the hazard due to the geographical features and risk due to the concentration to the city.

時の地震の発生状況と現代との類似性にも気づく。首都直下地震や南海トラフ巨大地震の切迫性を改めて感じる。

明治三陸地震は、1891年濃尾地震、1894年庄内地震に引き続いて発生した。日清戦争に勝利した翌年の地震である。この地震での犠牲者は22,000人であり、今般の震災での死者・行方不明者19,000人より多い。当時の人口4,200万人を勘案すると、東日本大震災の3倍以上の災害に相当する。「未曾有」とは決して言えず、むしろ、東日本大震災では人的被害を大幅に減じたと言える。特に、岩手県の犠牲者は、明治の1/3に留まっている。

三陸地方は、明治三陸地震、昭和三陸地震、チリ地震津波を経験し、「津波てんでんこ」や犠牲者の死に様を克明に描いた「風俗画報」などを通して津波教訓を後世に残し、犠牲者を激減させた。このことは、我々が意識を変えれば、今後の災害被害を激減できることを示唆している。

3. 過去の被害地震に学ぶ

図1は、1854年安政東海地震のときに津波が来襲する様

表1 貞観地震前後の主な出来事  
Table 1 Historical events and earthquakes in Jyogon period

西暦	主な出来事
827	京都で地震 M 6.5~7.0
830	出羽で地震 M 7.0~7.5
841	伊豆で地震 M≒7.0
850	出羽で地震 M≒7.0
861	直方隕石が落下。
862	海賊が横行、京中の水が枯渇。
863	越中・越後地震。畿内に疫病が流行。神泉苑で御霊会。
864	富士山噴火、阿蘇山噴火。長雨により餓死者多数。
865	疫病退散を願う大般若心経会。佐比寺で疫神祭
866	応天門の変
867	阿蘇山噴火、疫病が蔓延。餓死者多数
868	播磨・山城地震 M≥7.0
869	貞観地震 M 8.3。新羅海賊。祇園で御霊会。肥後で大水害
871	鳥海山噴火
874	近畿大飢饉、開闢岳噴火
875	台風来襲。都は風害で大被害
878	相模・武蔵で地震 M 7.4
880	出雲で地震 M≒7.0
885	薩摩国、開闢岳大噴火
886	安房国で地震・雷など頻発
887	南海地震、東南海地震、東海地震 M 8.0~8.5

子をモジャエスキーが描いた絵である。彼は、下田港に停泊したロシア戦艦ディアナ号に乗船していた。津波が堤防を越えて船と共に滝のように落ちている様子は、私たちがテレビで見た映像と重なる。まさしく、「歴史は未来へのメッセージ」であり、過去の地震について学ぶことは、将来の災害を未然に防ぐことにつながる。

理科年表などによると、過去の南海トラフ巨大地震でも、1498年明応地震で41,000人、1707年宝永地震で20,000人の犠牲者があったとされている。これを現在の人口に換算すると、それぞれ50万人、10万人程度に相当する。南海トラフ巨大地震の被災地には、東日本大震災の被災地に比べ、人や物が10倍程度存在しており、三陸地方との地域性や災害発生環境（季節・時間）の違いを考えれば、この犠牲者の数もあり得ないわけではないと感じる。

表2に示すように、100年程度の間隔で発生する南海トラフ巨大地震では、前後に西日本内陸部で活断層による地震が頻発し、歴史の転換期にも重なっている。

1605年の慶長地震の前後は、安土桃山から江戸に移る戦乱の時期に当たり、大阪・江戸・名古屋のまちの形成時期と重なる。地震の続発の前に築城した大阪城は、東・西・北側を湿地帯に囲まれた上町台地の北端に構えた。天正地震と慶長の伊予・豊後・伏見の3地震の後に築城した江戸城は、武蔵野台地の東端に城を構え、西の台地に旗本を、日比谷の入江を埋めた東側の低地に大名を住まわせた。慶長東海地震の後に築城した名古屋城は、震災前高台移転とも言える清州城から名古屋城への「清州越し」により、熱田台地上に城下町を広げた。3都市の地勢は大きく異なる。

この結果、東京の大・丸・有地区では、1703年元禄関東地震、1855年安政江戸地震、1923年関東地震と、3度も震災の痛手を被っているのに対し、名古屋の熱田台地では、1707年宝永地震、1854年安政地震、1891年濃尾地震、1944年東南海地震での被害は大きくはない。

1707年宝永地震の前後には、三陸沖と房総沖で発生した延宝地震、元禄関東地震、富士の噴火などが続き、元禄時代の終焉の時期に重なる。その後、新井白石や徳川吉宗が江戸の復興に尽力することになる。

1854年安政地震は、幕末に重なる。弘化の大洪水以降の度重なる自然災害が、薩長の勃興や、開国派の台頭、討幕運動などへのトリガー役になったように感じられる。特に、ペリー来航以降、安政の大獄までの災害は著しい。

1944年・46年東南海・南海地震前後はまさしく開戦から敗戦の時期に重なる。濃尾地震以降、地震と戦争とが繰り返し、国内総生産の4割にも及ぶ経済被害を出した関東地震以降は、大地震の度に時代が悪化している。東南海地震では、名古屋の沖積低地に集中立地していた航空機産業が壊滅的な被害を受け、敗戦を確実に早めた。

表2 過去4回の南海トラフ巨大地震発生前後の出来事  
Table 2 Earthquakes and historical events during past active periods

西暦	主な災害等	西暦	主な災害等
1583	大阪築城	1828	三条地震
1586	天正地震	1830	京都地震
1592	文禄の役	1833	出羽・越後・佐渡地震
1596	伊予・豊後・伏見地震	1837	大塩平八郎の乱
1597	慶長の役	1841	天保の改革
1598	秀吉逝去	1843	十勝沖地震
1600	関ヶ原の戦い	1846	弘化の大洪水
1603	江戸開府	1847	善光寺地震
1605	慶長地震	1853	小田原地震
1610	名古屋築城	1853	ペリー来航
1611	慶長三陸地震	1854	日米和親条約
1677	延宝地震(三陸、房総沖)	1854	伊賀上野地震
1678	宮城県沖地震	1854	安政東海・南海地震
1686	遠江・三河地震	1854	豊予海峡地震
1687	生類憐れみの令	1855	陸前地震
1694	能代地震	1855	安政江戸地震
1702	赤穂浪士	1856	安政三陸沖地震
1703	元禄地震	1856	安政江戸暴風雨
1704	羽後陸奥地震	1857	伊予安芸地震
1707	宝永地震・宝永噴火	1858	飛越地震
1709	新井白石・正徳の治	1858	日米修好通商条約
1710	因伯美地震	1859	安政の大獄
1716	享保改革	1861	宮城県沖地震



図1 安政東海地震の際の下田(ロシア海軍博物館蔵)  
Fig.1 Picture drawn at Shimoda port in Ansei Tokai Earthquake

西暦	主な災害等	西暦	主な災害等
1889	大日本帝国憲法 東海道線開通	1933	三陸地震津波 M 8.1
1891	濃尾地震 M 8.0	1933	国際連盟脱退
1894	日清戦争	1936	2・26事件
1894	庄内地震 M 7.0	1937	日中戦争勃発
1896	三陸地震津波 M 8H	1938	福島県東方沖地震M 7.5
1896	陸羽地震 M 7.2	1939	男鹿地震 M 6.8
1904	日露戦争	1941	太平洋戦争
1905	芸予地震 M 7Q	1943	ガダルカナル島撤退
1909	姉川地震 M 6.8	1943	鳥取地震 M 7.2
1910	韓国併合	1944	マリアナ・レイテ沖海戦
1914	第一次世界大戦	1944	東南海地震 M 7.9
1923	関東大地震 M 7.9	1945	三河地震 M 6.8
1925	北但馬地震 M 6.8	1945	終戦
1927	北丹後地震 M 7.3	1946	南海地震 M 8.0
1927	金融恐慌	1948	福井地震 M 7.1
1930	北伊豆地震 M 7.3	1950	朝鮮戦争
1931	満州事変	1951	SF 講和条約
1931	西埼玉地震 M 6.9	1952	十勝沖地震 M 8.2
1932	5・15事件	1953	房総沖地震 M 7.4
1932		1956	国際連合加盟

#### 4. 東日本から想像する南海トラフ巨大地震の被害像

東日本大震災の被害は、死者16,278人、行方不明者2,994人、負傷者6,179人（平成24年3月15日現在）、避難者最大45万人、全壊家屋約13万棟、半壊約25万棟、経済損失約16.9兆円（原発関連を除く）である。一方、阪神・淡路大震災では、死者6,434名、行方不明者3名、負傷者43,792名、避難者数32万人、全壊家屋約10万棟、半壊約14万棟、経済被害約10兆円である。地震エネルギーは1000倍も異なるが、両震災の被害のオーダーは同程度である。これは、被災東北3県の人口と、兵庫県1県の人口が560万人程度とほぼ等しいことによる。

発生が懸念される南海トラフ巨大地震や首都直下地震での被災人口は、東日本の10倍オーダーになる。このことは、被害もその比率で大きくなることを想像させる。

南海トラフ巨大地震の震源域は、東北地方太平洋沖地震に比べ陸域に近い。揺れは強烈で、津波の到達時間は短い。地盤が軟弱な沿岸低地に都市が広がり、耐震性の劣る木造家屋密集地帯も残存している。湾岸の埋立地には、我が国社会を支える重要施設が集中立地している。まさしく、家屋倒壊の阪神・淡路大震災、地震火災の関東大震災、地震津波の東日本大震災のトリプルパンチが予想される。

東海地震対策強化地域と東南海・南海地震対策推進地域に居住する人口は、総人口の34%、製造品出荷額は49%、製油所は常圧蒸留40%、減圧蒸留45%にも及ぶ。少子高齢化と多大な債務の中、地震が発生すれば、我が国の存立も危ぶまれる。東日本の教訓を学び、備えるしかない。

このため、震災後、中央防災会議に「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」が設置され、昨年9月に最終報告がまとめられた。今後は、発生頻度は極めて低くても甚大な被害をもたらす最大クラスの地震と、発生頻度が高く大きな被害をもたらす地震の2つを考えると、前者にはソフト対策も含めて住民の生命を守ることを、後者にはハード対策により人命に加え生活社会の保護を行うことを目指すことになった。

さらに、防災対策推進検討会議が本年3月に中間報告をまとめ、「我が国の持続的発展のために、災害の発生による被害を最小限にする『減災』を進め、早期回復を図ることが防災対策の使命である」とし、南海トラフ巨大地震や首都直下地震に対する対応の必要性を指摘した。現在、これらを受けて、南海トラフの巨大地震モデル検討会や、南海トラフ巨大地震対策検討WGが設置され、震度・津波、被害予測などが鋭意行われている。

本年3月には、最大クラスの地震に対する震度・

津波予測が公表され、震度7の地区は10県153市町村、震度6強以上は21府県395市町村、震度6弱以上は24府県687市町村に広がった。20m以上の津波高さが予想されたのは6都県23市町村、2~3分で1m以上の津波が到達する地域もあり、関東から九州の太平洋沿岸の広い範囲に被災地が及んでいる。東日本大震災での震度7、6強以上、6弱以上の市町村数が、それぞれ1、38、110市町村だったことと比べると、極めて深刻な予測結果となっている。

南海トラフ巨大地震は、「西日本大震災」と言うよりは、「平成の大震災」とも言える、必ず経験することが分っている災害である。我が国の存立を左右する災害にどのように対処できるか、現代に生きる我々が試されている。

#### 5. 現代社会を点検しこれからを考える

わが国社会の現状を見ると、①地震活動期と気候温暖化に伴う災害危険度増加と低平な沖積低地利用に伴う外力の増大、②沿岸低地に立地するエネルギー・貯蔵・生産施設の安全性、③構造物規模の立・平面規模拡大に伴う揺れ・同時被災者の増大、④家屋の高層化・家具増大・ライフライン依存に伴う家庭災害危険度の増大、⑤都市社会の高機能・高密度化に伴う都市の脆弱度と被害波及の増大、⑥都市の平面規模拡大に伴う高速交通機関への依存と帰宅困難問題、⑦人口偏在による過密・過疎と人口減少・少子高齢

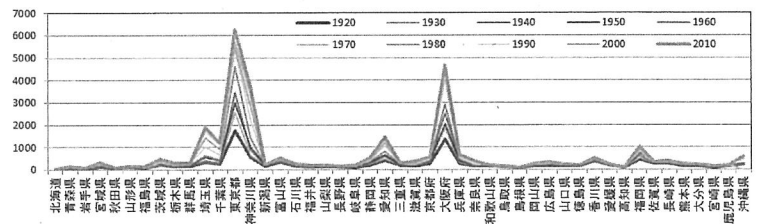


図2 1920年以降の人口密度（人/km2）の推移  
Fig.2 Change of population density after 1920

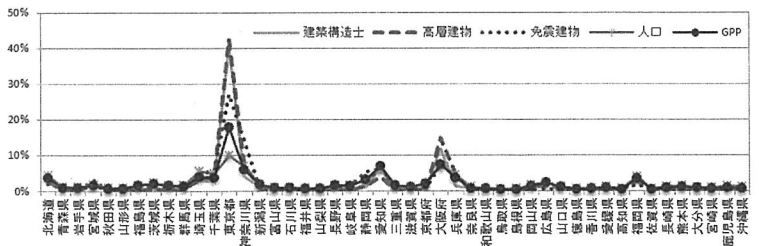


図3 人口、GPP、高層・免震建物、建築構造士の全国割合  
Fig.3 Percentage of population, GPP, numbers of high-rise buildings & base-isolated buildings and structural engineers

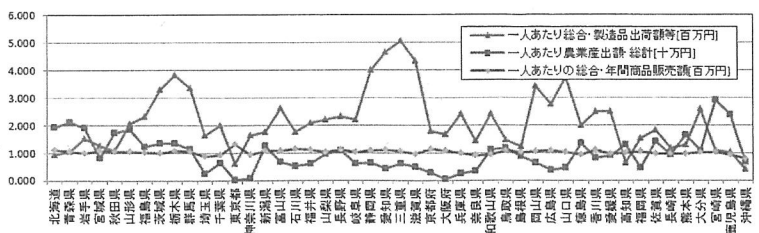


図4 一人当たりの製造品・農業出荷額と小売販売額  
Fig.4 Amount of products of manufacture, agriculture and retail sale



化・核家族化に伴う回復力低下と災害弱者増大、⑧人間・社会力の減退に伴う自助力・共助力の減少、⑨個人資産と国家債務の増大に伴う経済被害増大とハード的対策力・復旧力の減退、⑩社会的影響力の大きい初期の既存不適格人工物の放置、などの課題を抱えている。

これらの課題の中から、首都一極集中の是正、土地利用の見直し、大都市の防災力強化の必要性について、以下に記してみる。

図2は、過去90年間の都道府県別の人口密度の推移である。首都などの大都市への人口偏在が顕著であり、地方での人口変化は微小なことが分かる。また、図3は、人口、県内総生産（GPP）、高層・免震建物数、建築構造士数の全国割合を示している。東京への集中度は、人口に比べ、経済が顕著であり、さらに高層建物や専門技術者の集中度は人口のそれの4倍にもなっている。図4は、都道府県の製造業・農業・小売業の出荷額を示したものであるが、小売に偏した東京のアンバランスさが目立つ。首都圏への集中と他地域へのエネルギー・製造・農業依存は国として危うい。国家破たん回避という意味では、地産地消型の自律的な経済圏を分散的に配置する必要があり、国土のグランドデザインの見直しが急がれる。

大都市圏の危険度も高い。東京湾・大阪湾・伊勢湾などの湾岸には、火力発電所、ガス工場、タンク群、製油所、製鉄工場、国際空港などが集まっており、大量の漂流物を生み出すコンテナ基地や自動車輸出基地、貯木場などもある。津波危険度の高い沿岸低地は、水害危険度も高く、地盤が軟弱なため、揺れや液状化の危険度も高い。東日本大震災でも、関東地震時の激甚災害地区である横浜関内や九段下で強い揺れの動画が撮影されている。浦安市では市域の3/4が液状化被害を受けるなど、旧河道や埋立地で強い揺れや液状化被害を受けている。かつて、地名などを通して土地利用の大切さを世代間で受け継いでいたことを思い出したい。特に、災害時に重要な役割をする施設が津波危険度の高い場所にあることは問題である。土地利用の見直しや、災害危険度の高い地域の耐震性割増など、新たな施策作りが望まれる。

東京・大阪・名古屋では、沖積低地に街が広がり、家屋が密集し、高層ビルが林立している。大都市は大規模堆積平野に立地しており長周期地震動の問題も大きい。東日本大震災では、15都府県で207台のエレベータで閉じ込めがあり（国土交通省）、震源から770km離れた大阪府咲洲庁舎では、共振により、最上階で137cmの揺れが記録された。免震建物でも共振の影響があったとの報告もある。免・制震などの最新技術や設計用地震動の考え方も再点検が必要である。

また、515万人と推計される東日本大震災での帰宅困難者や、計画停電の問題も含め、鉄道・物流・ライフラインに頼る高機能化した大都市の被害連鎖も考える必要がある。大都市故の災害波及度に応じた都市係数と言った耐震性割増も議論をすべきと思われる。

今後、中央防災会議が示したレベル1・2の考え方に合わせて、耐震基準や地震力の在り方についての議論が必要である。大災害を前に、今こそ我が国社会の安全水準を本気で議論するときである。経済優先で作ってきたまちを、安全面から再点検する必要がある。個々人が災害を我がことと感じ、「自らの命は自ら守る」、「備えていないことは恥ずかしいこと」といった災害文化を育む必要がある。

その基本は災害時の想像力である。図5は、個々人の想像力を増すために描いた大都市の地震時の様子である。想像力がつけば、住民は自ずと、危うきは避け、危険度の高い地域は空地となり、公園や農地へと還元されていく。結果として、災害危険度が低いコンパクトなまちができ、農業自給率も改善され、再び世界から信頼される国となれる。

このためには、まずは、我々建築構造技術者が、地震時の想像力をしっかり持ち、今後の地震を本気に考えるようになり、減災活動の率先市民になりたい。さすれば、社会からも信頼され、安全に対する技術者倫理も醸成され、技術力を安易なVE提案に用いることもなくなる。

最後に、東京・青山の高層ビルでのBCJセミナー中に3.11の揺れを受けた時、受講中の構造設計者は誰も机の下に潜らなかったことを付記しておく。次回には当たり前のように机の下に潜れる技術者集団になりたい。

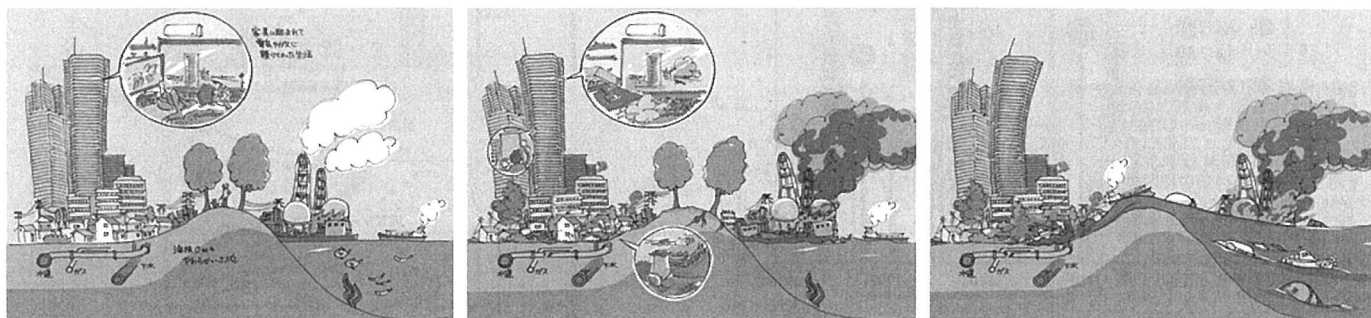


図5 大都市の地震災害をイメージする（左から平時・揺れの後・津波の襲来）  
Fig.5 Imagination of huge earthquake damage in metropolis