

研究報告

自然災害死史観と装置インフラの変遷 —わが国を襲った自然災害とインフラ整備の歴史—



森田 康夫

技術・調達政策グループ

はじめに

平成19年8月に米国ミネソタ州の鋼トラス橋が供用中に突然崩壊し、多数の死傷者を出す重大事故が発生したことは記憶に新しい。一方、時を同じくして、同年6月と8月には、わが国においても、国土交通省が管理する複数の鋼トラス橋（国道23号木曾川大橋（三重県）及び国道7号本荘大橋（秋田県））において、斜材が腐食などによって相次いで破断に至り、重大事故につながりかねない損傷が発生した。比較的しっかりとした定期点検が行われていた米国とわが国・直轄管理国道でのこれらの事例は、補修・補強の遅れが致命的な事態を招く可能性があることを示すこととなった。

また、大型車交通が増加する中、平成18年10月に国道25号山添橋（名阪国道：奈良県）において、鋼桁に疲労を原因とする1mを超える亀裂の発生が確認されるなど、平成14年の疲労設計導入以前に設計された多くの道路橋の中には、疲労耐久性に懸念のある事例も報告されている。

日本の道路橋は、昭和30年代に始まる高度経済成長期を中心に大量に建設され、わが国の経済成長と国民生活の向上に大きな役割を果たしてきた。これらの道路橋は近々建設後40年～50年が経過することとなり、劣化損傷が多発する危険性が高まっている。一方で、道路橋に要求される性能は、

- 軟弱地盤上に立地する首都・東京を、今後30年以内に襲う可能性がある「大規模地震」を想定した耐震性強化（「長周期地震動」への対応を含む）、
- 積雪寒冷地域の凍結防止剤散布や沿岸地域の海水飛沫等による「塩害」への対応、
- 幹線道路、とりわけ環状道路のネットワークが整備されていないことによる交通集中や、物流効率化（車両の大型

化)のための設計自動車荷重引き上げに伴う「疲労」への対応

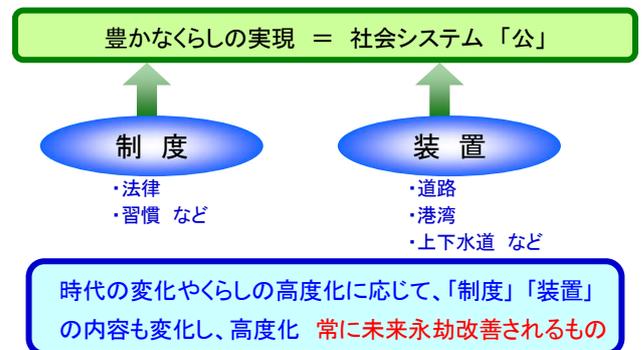
など、ますます高まるばかりである。

これらの課題に的確に対応しなければ、道路橋の安全性を確保できる期間が短くなるとともに、架け替え等に多額の投資を迫られることとなる。また、重大な損傷が生じ、万が一でも崩壊事故となれば、国民の生命・財産に危険が及び、復旧にも長期間を要するなど、堪大な社会的損失をもたらすことになる。

「荒廃する日本」としないためには、彼の国々に比して極めて厳しいわが国の自然条件・社会条件を克服していかなければならないのである。

一方で、社会システムを構成する「制度」インフラと「装置」インフラ、具体的には、法律に代表される制度インフラと、道路や橋、港湾、上下水道といった社会資本に代表される装置インフラは、いずれも「イノベーション」によって、つまり、時代の変化やくらしの高度化に応じて、それらの内容を変化・改善させ、われわれの暮らしを豊かにしてきた。

とりわけ、装置インフラは、技術革新により大きなイノベーションを起こし得る。産業革命期における蒸気機関の発明による鉄道建設や製鉄業の発達しかり、近年におけるインターネットや携帯電話などの情報インフラの普及しかり、これまでのイノベーションの積み重ねは、社会的に大きな変化をもたらし、しかも、イノベーションのサイクルは時代を追ってスピードを加速させてきたのである。



(大石久和『国土学再考「公」と新・日本人論』により作成)

図-1 制度インフラと装置インフラ

「道路橋の予防保全に向けた有識者会議」（座長：田崎忠行：(独)日本高速道路保有・債務返済機構理事）が平成20年5月16日にとりまとめた提言では、予防保全を実現するための5大方策の一つとして、「信頼性を高め、負担（労力、コスト）を軽減する技術開発を推進する」ことを取り上げ、具体的な取り組みとして以下の3点を指摘している。

- ① 道路橋の点検、診断、補修補強の各分野について、より良質かつより少ない負担で維持管理の実施を可能とする技術開発を国が中心となって推進する。
- ② 疲労や環境作用による劣化予測など、高度な技術力を要する分野の技術開発を特に推進するとともに、部材の性能が道路橋全体の健全性に与える影響を適切に評価できる手法に関する技術開発を推進する。
- ③ 点検、診断、補修補強において得られた知見を活用して、新設及び既設道路橋の補修補強における設計、施工、維持管理の品質管理に関する改善や技術開発を推進する。

また、「イノベーション25戦略会議」（座長：黒川清：内閣特別顧問）によってとりまとめられ、平成19年6月1日に閣議決定された長期戦略指針「イノベーション25」では、基本的な考え方として、

- 未来に向けての高い目標設定と挑戦
- グローバル化と情報化の進展への的確な対応
- 生活者の視点の重視
- 多様性を備えた変化と可能性に富む社会への変革
- 「出る杭」を伸ばす等人材育成が最重要

の5点を示し、とりわけ、「常識にとらわれることなく、高い目標を設定しそれに果敢に挑戦すること、チャレンジ精神の芽を摘み取らないことこそが、我が国を「イノベーションが絶え間なく起こる国」にする上で最も重要である。」、「変化の速い時代にあっては、世界を見据えた俯瞰的なものの見方に立った決断と実行のスピードがイノベーション創出のための大切な条件となっている。」とした上で、「イノベーションで拓く2025年の日本の姿」の一つに、以下のような姿を含む「安全・安心な社会」の実現を掲げている。

堅牢かつ自己修復機能を持った材料技術等で多くの建造物は長寿命化・高容積化されており、災害に強く住みやすい住宅づくり・街づくりが進んでいる。地震、津波・高潮、土砂崩れ・洪水、台風等の自然災害が起きる場合にも、高度な予測技術と災害情報ネットワークの高度化により被害は劇的に減少する。

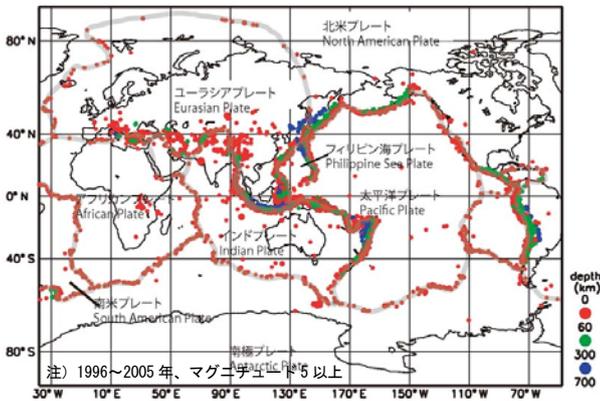
いずれにても、現代に暮らすわれわれの社会は、過酷な自然災害の歴史と、それを規定している厳しい国土条件を前提とし、また、その国土にたゆみなく働きかけることで実現した装置インフラ（社会資本）によって、大いなる恵みを受けてきた。また、この安全で安心できる豊かな社会を将来世代へ引き継いでいくため、われわれは、イノベーションのブレイクスルーとなる共通基盤を、これまでの世代以上にスピード感を持って構築していかなければならないと言える。

こうした問題認識のもと、本自主研究は、前半において、わが国を襲った自然災害の歴史を改めて整理するとともに、“国土学”の視点、自然災害死史観から、現在われわれが直面している時代背景と酷似している「幕末・明治維新の時代」を再考している。また、後半では、こうした国土学の視点、自然災害死史観に立って、装置インフラの歴史を、橋梁耐震対策の視点から整理するものである。

わが国を襲った自然災害の歴史

1 地震・噴火・津波

わが国は、国土面積では全世界の陸地面積のわずか0.25%にしからずもないが、大地震（マグニチュード6以上）の発生確率で見ると約23%を占める、世界でも有数の地震常襲国である。また可住地面積の4分の1が軟弱地盤上にあると同時に、このエリア内で高度な社会経済活動が営まれているため、大規模な地震が発生すると被害は深刻なものとなる。



図一2 全世界で発生している大規模地震⁴⁾

日本では、1960年以降に気象庁が正式に命名した地震が、現在約30個あるほか、それ以前にも多数の被害地震が発生している。『理科年表』（国立天文台編）によると、被害地震の最も古い記録は、推古天皇治世の599年に大和地方を襲った地震で、家屋の倒壊を招いたと『日本書紀』にある。次いで679年、天武天皇時代、筑紫地方で地割れ、地滑り、家屋倒壊の被害が出た。また、684年には、のちに白鳳地震と名付けられた大地震が起きて、山崩れ、河湧き、家屋社寺の倒潰、人畜の死傷多く、土佐では津波来襲して船多数沈没、田苑が12平方キロにもわたって沈下し、海となってしまった。わが国を襲った過去の被害地震（津波・火山災害を含む）のワースト20をみると、数千人～数万人以上の死者・行方不明者を出した巨大な被害地震が歴史上頻発していることがわかる。

日本の被害地震で最大のもののは1923年の関東地震（関東大震災）で、この地震では、10万人以上の死者・行方不明者を出し、首都東京を含む広い範囲に被害を与え、火災の被害も大きかった。以下、死者・行方不明者の多い順に、明応地震、鎌倉大地震、明治三陸地震津波、宝永地震、島原大変肥後迷惑などと続き、8位に挙げられている元禄地震までが、どれも1万人以上の犠牲者を出している。こうして見てくると、日本列島の歴史は、まさに地震との闘いの歴史だったと言える。

とりわけ、関東大震災は、被災者190万人以上、死者・行方不明者10万以上という直接的な被害だけでなく、首都・東京を襲った巨大地震であるが故に、わが国の経済、政治、社会の各方面に決定的な影響を与えた。震災復興により、(旧)特別都市計画法が公布、世界の都市計画上、例のない大規模な既存

市街地の改造が実施され、道路・河川・公園といったインフラの整備が進められた一方、震災手形問題や復興資材の輸入超過問題は、日本経済の閉塞感をいっそう深刻化させ、後の昭和恐慌の遠因となった。また、想像を絶した震災による国民の恐怖感・不安感は、警察と軍隊の情報網とあいまって、朝鮮人や中国人の虐殺等を引き起こすこととなり、社会不安が一層広がった。さらに、1918年の米騒動以来高揚を続けてきた大正デモクラシー運動は、普通選挙法と引き換えに成立した治安維持法によって失速。満州事変、五・一五事件を経て、政党政治は終焉を迎えることとなる。このような後の流れをみると、関東大震災は単なる自然災害ではなく、歴史の流れを変える決定的な転換点となる災害であった。

近年の被害地震では、1995年の兵庫県南部地震（阪神・淡路大震災）が記憶に新しいところであるが、この地震は都市部を襲った内陸直下型地震の典型例であり、関東地震（プレート型地震）の経験とあわせ、その後の耐震設計基準の見直しや防災意識の変化などに大きな影響を与えた。

また、最近でみても、新潟県中越地震、能登半島地震等の大規模地震が相次いで発生しており、更に、今後30年以内で、東海地震、東南海・南海地震、首都直下地震など大規模地震が高い確率で発生すると言われるなど、国民の間に災害への危機感が高まっている。

表一1 わが国を襲った被害地震と死者・行方不明者数^{5) 6)}

順位	災害名	年	死者・行方不明者数
1	関東大震災(関東地震)	1923	105,000
2	明応地震	1498	41,000
3	鎌倉大地震	1293	23,000
4	明治三陸地震津波	1896	22,000
5	宝永地震	1707	20,000
6	島原大変肥後迷惑	1792	15,000
7	八重山地震津波	1771	12,000
8	元禄地震	1703	10,000
9	善光寺地震	1847	8,174
10	安政江戸地震	1855	7,444
11	濃尾地震	1891	7,273
12	阪神・淡路大震災(兵庫県南部地震)	1995	6,437
13	福井地震	1948	3,769
14	会津大地震	1611	3,700
15	三陸地震津波	1933	3,064
16	北丹後地震	1927	2,925
17	三河地震	1945	2,306
18	三陸沿岸および北海道東岸	1611	2,000~5,000
19	安政東海地震	1854	2,000~3,000
20	安政南海地震	1854	数千

に数多く残されている。わが国を襲った過去の風水害のワースト 20 をみると、1,000 人以上の死者・行方不明者を出した風水害が歴史上頻発していることがわかる。

日本の風水害で最大ものものは 1856 年の「安政 3 年の大風災」で、猛烈な台風が江戸城のすぐ西を通り、江戸一帯を暴風と高潮が襲った。暴風雨中に火災が発生したこともあって、この大風災による死者は 10 万余名（『近世史略』）とされている。また、それより 30 年ほど前（1828 年）、九州に来襲した「シーボルト台風」では、有明海で高潮が発生し、佐賀藩だけで死者が約 1 万人に達する被害が出たと記録されている。以下、死者・行方不明者の多い順に、寛保の洪水、伊勢湾台風、枕崎台風、室戸台風、戊の満水（千曲川洪水）などと続き、20 位に挙げられている南紀豪雨までが、どれも 1,000 人以上の犠牲者を出している。

表-2 わが国を襲った豪雨災害と死者・行方不明者数⁹⁾

順位	災害名	年	死者・行方不明者数
1	安政3年の大風災(関東ほか台風)	1856	100,000 余名
2	シーボルト台風	1828	10,000 以上
3	寛保の洪水(関東・東山大暴雨)	1742	6,000
4	伊勢湾台風	1959	5,098
5	枕崎台風	1945	3,756
6	室戸台風	1934	3,036
7	戊の満水(千曲川洪水)	1742	2,800
8	大風雨・高潮(大坂湾)	1670	2,143
9	明治 17 年の風水害(岡山ほか台風)	1884	1,992
10	カスリーン台風	1947	1,930
11	洞爺丸台風	1954	1,761
12	明治 26 年の風水害(大分ほか台風)	1893	1,719
13	十津川大水害(台風)	1889	1,496
14	明治 43 年の洪水(関東大水害)	1910	1,357
15	東京湾台風	1917	1,324
16	暴風雨(島根)	1542	1,300
17	狩野川台風	1958	1,269
18	別子銅山を直撃した台風	1899	1,161
19	周防灘台風	1942	1,158
20	南紀豪雨	1953	1,124

近年は、気候の変動に伴い、年降水量が減少傾向にある一方で、集中豪雨が頻発している。時間雨量 50mm 以上の降雨の発生回数でみると、昭和 51~60 年(10 年間)で平均 209 回であったものが、昭和 61~平成 7 年で平均 234 回、平成 8~17 年で平均 288 回と明らかに増加傾向にある。また、時間雨量 100mm 以上の降雨の発生回数でも、その値は平均 2.2 回(昭和 51~60 年)、平均 2.2 回(昭和 61~平成 7 年)、平均 4.7 回(平成 8~17 年)と増加しているのである。

特に、平成 16 年度は、観測史上最多となる 10 個の台風（過去 30 年間の年平均上陸数：2.6 個）が上陸し、各地で甚大な被害が発生。わが国が台風の常襲地帯に存在していることをあらためて思い知らされた。

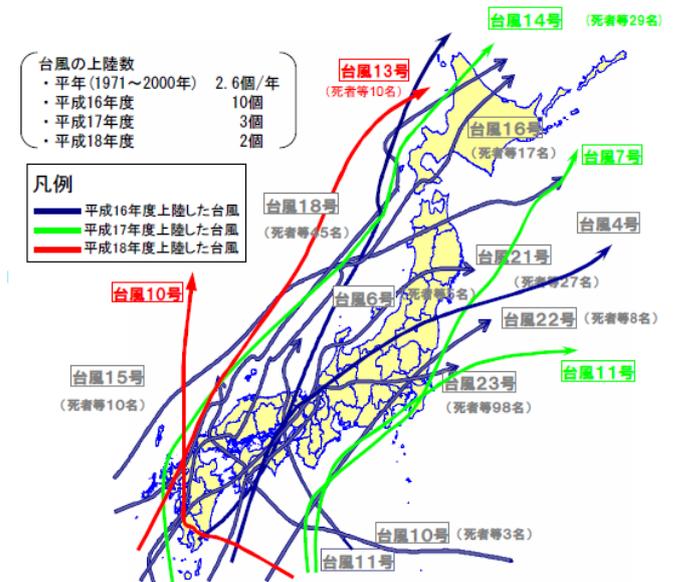


図-5 平成 16~18 年度に上陸した台風等⁸⁾

国土学の視点から見た幕末・明治維新

1 幕末を襲った地震・風水害

こうして、わが国を襲った歴史上の自然災害を振り返ってみると、あることに気づく。それは、江戸の幕末期（1840~50 年代）に、巨大な地震や台風が相次いで発生・襲来し、我々の国土に甚大な被害を与えていることである。以下では、徳川家康江戸入府以後の江戸の事件・風俗・社会事情などの広範な記事を年表形式にして纏めた『武江年表』により、幕末江戸の地震・風水害の記録を確認してみる。

表-3 に示すように、『武江年表』には、町名主であった斎藤月岑が、半ば公式的な記録として、その一方で市井の人々の目線で、幕末江戸の地震や台風による被害を詳細に書き記している。繰り返しになるが、利根川が氾濫し江戸一面水浸しにな

った「弘化3年の大水害」(1846年)に始まり、善光寺本尊の開帳に全国各地から訪れた参詣者が数多く被害にあった1847年の「善光寺地震」(M7.4、死者8,200人)、小田原が壊滅状態となった1853年の「小田原地震」(M6.7、死者24人)、翌1854年に立て続けに発生した「安政伊賀地震」(M7.25、死者1,500人余：『武江年表』に記述なし)、「安政東海地震」(M8.4、死者2,000~3,000人)、「安政南海地震」(M8.4、死者数千人)、そして1855年の「安政江戸地震」、1856年の「安政3年の大風災」と続く激甚災害の歴史。

「安政江戸地震」は、江戸開府以来の大地震で、震源は江戸湾直下でマグニチュード7.0~7.1と言われ、死者7,400人、倒壊家屋14,300戸という甚大な被害を及ぼした。被害は、江戸の下町、本所・深川・浅草・下谷・小川町・曲輪内で大きく、また、地震後30ヶ所余りから出火し、焼失面積は2.2平方キロメートルに及んだ。特に、新吉原では被害が著しく、ここだけで1,000人以上の死者・行方不明者を出した。なお、この地震の際、小石川にあった水戸藩江戸屋敷で藤田東湖が母をかばって落命したことは有名である。

一方、「安政3年の大風災」は、猛烈な台風が江戸城のすぐ西を通り、江戸一帯を暴風と高潮が襲ったもので、前年の安政江戸地震からようやく立ち上がった江戸の町を破壊しつくした。公の大きな被害としては、築地西本願寺の本堂の倒壊、高

潮によって押し上げられた八百石船による永代橋の破損があげられる程度であるが、深川・洲崎・本所から品川にかけて高潮で海ようになり、町方家財の流失破損はおびただしかった。暴風雨中に火災が発生したこともあって、この大風災による死者は10万余名とされているが、幕末の戯作者であり明治初期のジャーナリストでもある仮名垣魯文が風水害の惨状を実地踏査してとりまとめた『安政風聞集』では、その被害について、「家ごとの損失は地震のときの十倍にもなるが、幸いにして人の死亡は去年の十分の一もなかった。」と記録されている。

（「安政3年の大風災」の被害の大きさについては、このように諸説があるようである。）

この後、明治維新にかけては、疫病の蔓延が著しい。1857年（安政四年）にはインフルエンザが流行し、翌1858年（安政五年）にはコレラ（当時の俗称：コロリ）が猛威をふるった。死体が文字通り山積みして火葬場が処理しきれず、江戸はパニック状態となった。『武江年表』は、コレラによる死者数を、「八月朔日より九月末迄、武家市中社寺の男女、この病に終れるもの凡そ二万八千余人、内火葬九千九百余人なりしと云う。実に恐るべきの病也。」と記録している。また、1862年（文久二年）には、麻疹が蔓延し、これも『武江年表』によると、「七月より別けて盛にして、命を失ふ者幾千人なりや量るべからず。三味の寺院、去る午年暴瀉病流行の時に倍して、公

表-3 『武江年表』にみる幕末江戸の地震・風水害の記録

弘化三年 (1846)	「夏の半ばより雨繁くして晴るゝ事稀なり。六月下旬、大雨弥降り続き、洪水溢れ出て、下総羽生領利根川通り堤の辺九尺余りと聞きしが、二十八子上刻葛飾郡権現堂村より六里上、本川股村堤切れ洪水漲り出、千住辺家屋を浸し、小柄原の石地藏尊肩より上のみあらはる。箕輪の辺一時に水溢れ、床の上三尺ばかりに及ぶ。住居ならずして外へ逃退くとぞ。日本堤より見るに蒼海の如し。」 「六月十五日、山王御祭礼社頭御修復により、同月二十九日に延ぶる。此の節洪水未だ減ぜず。七月にいたり、弥大雨降る。七月八日より再び水増して、大川水勢さまじく、大川橋、新大橋、永代橋、損じて往来止り、両国橋のみ通行なれり。本所辺所によりて水軒端に付く。本所の土民夜中俄に江戸をさして逃げ来る人有り、其の混雑いはんかたなし。(略) 弘化3年の大水害
弘化四年 (1847)	「三月二十四日、信州大地震、人多く死す。江戸も此の夜少しの地震あり(略)夜四時頃俄に大地震ひ出し、立所に家屋を覆し、圧に打たれて即死するもの幾千人といふ事を知らず。善光寺近辺の旅店は参詣の輩泊り合はして、この禍に逢ふもの有り。(略)又雷鳴の如き音ありて、尚ゆり出し、夜明に及ぶ迄八十余度、四月五月にいたりても猶止む事なし。大地は裂けて泥砂湧出し、其の間へ人家墮ち入り、丹波島より二里川上、虚空蔵山二十丁程崩れ犀川へ落ち入り、洪水溢れ、丹波川水押し出し、左右湖のごとし。(略) 善光寺地震
嘉永二年 (1849)	「七月、大雨度々降り、常陸下総洪水溢し、人家溺る。」
嘉永五年 (1852)	「七月二十日、二十一日、二十二日、大雨。千住辺出水、三日湛えたり。」
嘉永六年 (1853)	「二月二日、巳下刻地震三度、水溜桶の水溢る。(此の日同刻、相州小田原の城下町々をはじめ、神戸、に至るまで、地震数度に及び、同夜子刻に至りて人家を覆し、火災起り死亡の輩あまたありしとぞ。)」 小田原地震
安政元年 (1854)	「十一月三日辰半刻、地震(市中の者は大路へかけ出す。翌五日深夜まで数度震る。小川町諸侯のやしきには願潰れ、其の外土蔵の壁等所に破損多く、長屋潰れて即死に及びけるもありし由なり。同刻伊豆国甚だしく震り、東海道筋これに垂げりと云ふ。)」 安政東海、東南海地震
安政二年 (1855)	「十月二日、細雨時々降る。夜に至りて雨なく天色朦朧たりしが、亥の二点大地俄に震ふ事甚だしく、須臾にして大屋高牆を顛倒し、倉庫を破壊せしめ、剩その類たる家々より火起り、熾に燃上りて黒煙天を翳め、多くの家屋資財を焼却す。(略)凡そこのたびの地震、江戸に於いては元禄十六年以来の大震なるべし。(略)此の度変死怪我人、市中の呈状には変死男女四千二百九十三人、怪我人二千七百五十九人とあり。寺院に葬ひし人数は、武家浪人僧尼神職町人百姓合はせて、六千六百四十一人と聞けり。(略) 安政江戸地震
安政三年 (1856)	「八月二十三日、微雨。二十四日、二十五日、続いて微雨。二十五日、暮れて次第に降りしきり、南風烈しく、戌の下刻より殊に甚だしく、近來稀なる大風雨にて、喬木を折り、家屋塙を損ふ。又海嘯により波浪漲りて、大小の船を覆し、或ひは岸に打上げ、石垣を損じ、洪波陸へいつ蓋して家屋を傷ふ。この間、水面にしばしば火光を現はす。此の時、水中に溺死怪我人算ふべからず。(略)翌二十六日朝より霽に属す(諸商人活業を休みこと数日なり。)人家所々潰れたる、数ふべからず。寅卯兩年の災に罹りし場所、家作の新らしきも潰れしあり。去冬の地震にいたみしは更なり。微塵になりしもの数を知らず。(略)ことに駭歎すべきは築地西本願寺の御堂なり。さしもの大屋なれども一時に潰れて、微塵とはなれり。此の辺、船松町、上柳原町、南本郷町、十軒町、南飯田町、南小田原町、深川洲崎、芝高縄、品川等の海岸は殊に風浪烈しく、人家を溺らし、或ひは波浪にさそはれて海中へ漂流し、資財雑具は見るが内に流れ失せたり。(略) 安政3年の大風災

験を以て日を約し、茶毘の烟とはなしぬ。故に寺院は葬式を行ふにいとまなく、日本橋上には一日棺の渡る事二百に至る日もありしとぞ。」という状況であった。

1846年の大水害から1862年の風疹蔓延まで、わずか十数年の間に、このように凄まじい数の死者を伴った自然災害と疫病が頻発していたのだ。



図-6 安政江戸地震と安政3年の大風災^{11) 19)}

2 幕末の政治・社会と自然災害死史観

一方、高校の歴史教科書では、幕末の歴史記述をみるに、このような自然災害や疫病に関する事項は皆無である。ペリー来航、日米和親条約、日米修好通商条約、安政の大獄、桜田門外の変、薩英戦争、禁門の変、と続き、最後は大政奉還、王政復古の号令で明治維新となる。日本の歴史において、幕末・維新とは、開国と尊王攘夷運動、そして幕府の滅亡でしかない。そして倒幕運動の展開の1コマとして、「開国にともなう物価上昇や政局をめぐる抗争は、社会不安を増大させ世相を陰悪にした。国学の尊王思想は農村にも広がり、農民の一揆でも世直しがさげばれ（世直し一揆）、長州征討の最中に大阪や江戸で起こった打ちこわしには、政治権力への不信がはっきりと示さ

れていた。また、大和に天理教、備前に黒住教、備中に金光教など、のちに教派神道とよばれる民衆宗教がすでにうまれていたが、このころ急激に普及して、伊勢神宮へのお蔭参りの流行とともに、時代の転換期のゆきづまった世相から救われたいという民衆の願いにこたえていた。慶應三年（1867年）、東海・畿内一帯の民衆の間では、熱狂的な「ええじゃないか」の集団乱舞が発生し、この「世直し」を期待した民衆運動は幕府の支配秩序を一時混乱におとし入れた。」とのみ、市井の人々への影響をまとめている。（『詳説日本史』2004年3月 山川出版社）

が、既に述べたように、幕末の史実はこれだけではなかった。これらの社会史・政治史とあわせて、大規模地震や甚大な風水害、そしてコレラや麻疹の歴史があった。そしてこれらの自然災害や疫病は、幕末・維新に大きな影響を与えたはずである。歴史家の野口武彦氏は、彼の著書『安政江戸地震―災害と政治権力』（ちくま新書）の中で、「歴史書の多くには、安政二年（一八五五）の地震その他の災害があったとしてもなかったとしても、民衆が狂躁しようとしなかりと、幕末維新は当然進行したかのように記述されている。これはどうもおかしい。地震は政治ドラマの舞台装置、風水害は照明・音響効果、疫病は群衆場面、「ええじゃないか」はバック・コーラスの乱舞……要するに背景扱いなのである。歴史はこういうものだろうか。またたとえば、民衆が歴史の主役だとでもいえば画面は変わるのだろうか。物性と人性とはどこか深い所で連動し、たがいに食い入っている。」とまとめている。まさにそのとおりかと思う。

安政江戸地震をはじめとする幕末の地震・風水害・疫病の歴史は、250年間戦争の起きることのなかった平和な時代（江戸幕府）を崩壊に追い込み、1923年の関東大震災は大正デモクラシーや大衆文化に彩られた当時の日本を大不況に陥れ、戦争への道に引きずりこんだ。このように見てくると、天変地異というのは、歴史の流れを捻じ曲げるような働きをしているのである。とすると、江戸時代と並び、世界的にも例を見ない平和な時代「平安王朝」の終焉は、歴史教科書が示す「武士の台頭」「平氏の専制政治に対する不満」「源平の争乱」だけで説明できるものであろうか？ 源頼朝の挙兵（1180年）、平清盛の

表一 幕末・維新の歴史（『詳説日本史』＋自然災害・疫病）

1846年 6月	弘化3年の大水害	1862年 8月	生麦事件
1847年 3月	善光寺地震	1862年	麻疹蔓延
1853年 2月	小田原地震	1863年 5月	長州藩、外国船砲撃
1853年 6月	ペリー来航	1863年 7月	薩英戦争
1853年 7月	プチャーチン来航	1863年 8月	八月十八日の政変 天誅組の変
1854年 3月	日米和親条約	1863年 10月	生野の変
1854年 6月	安政伊賀地震	1864年 6月	池田屋事件
1854年 11月	安政東海地震	1864年 7月	禁門の変
1854年 11月	安政南海地震	1864年 8月	長州征討（～12月） 四国艦隊、下関砲撃
1855年 10月	安政江戸地震	1865年 4月	長州再征発令
1856年 8月	安政3年の大風災	1865年 10月	条約勅許
1856年 7月	ハリス着任	1866年 1月	薩長連合
1858年 6月	日米修好通商条約	1866年 5月	改税約書調印
1858年～	コレラ大流行	1866年 6月	長州再征（～8月）
1858年 9月	安政の大獄（～59年）	1867年 5月	兵庫開港勅許
1860年 1月	遣米使節出発	1867年 8月	「ええじゃないか」おこる
1860年 3月	桜田門外の変	1867年 10月	大政奉還、討幕密勅
1860年 閏3月	五品江戸廻送令	1867年 12月	王政復古の大号令
1861年 10月	和宮、江戸にくだる		
1862年 1月	坂下門外の変		

※赤字は自然災害死史観を加味した史実

※月は陰暦で統一

死（1181年）、源義仲の入京・平氏都落ち（1183年）、一の谷の戦い（1184年）、屋島の戦い・壇ノ浦の戦い・平氏滅亡（1185年）、頼朝の奥州平定（1189年）、頼朝の征夷大將軍就任（1192年）と続く歴史の流れ。確かに、これらは平安時代から鎌倉時代へと大きく時代が変わっていく際の重要な政治史実であるが、よく調べてみると、平安王朝末期の1185年、壇ノ浦の戦いで平氏が滅亡した4ヶ月後、当時の首都・京都直下でマグネチュード7.4の大規模地震が発生していることは偶然であろうか。自然災害死史観でわが国の歴史を再考してみる、そのような視点が歴史教科書にあっても良いのではと思う。

3 自然災害死史観で見る幕末のインフラ・「公」・国土の条件

3-1 江戸庶民の幕末思想

先に述べたとおり、歴史教科書は、幕末江戸の世相を不安で陰悪なものとしてとらえている。確かに、「安政江戸地震」や「安政3年の大風災」が発生した当時、ペリー率いる黒船が来航し、政局にも混迷の雰囲気生まれていた。開国にともなう物価上昇は経済の混乱をもたらし、尊王攘夷を叫ぶ政治抗争は、社会不安を増大させ、治安も悪化させた。幕末後半には、農村で一揆が起き、大阪や江戸では「打ちこわし」が起きた。まさに、暗黒の時代ともいえる出来事のオンパレードであるが、江戸の市井の人々の心の中もそのような状態にあったので

あろうか？ また、「世直し一揆」は本当に「倒幕（＝世直し）」を図るための市民運動であったのだろうか？

幕末・維新の世相を江戸庶民の目線にとらえた『幕末・維新 江戸庶民の楽しみ』（青木宏一郎著 中公文庫）によると、1日26万人を集めた回向院の開帳、天下祭、縁日・花見・寄席・園芸・釣りなど、江戸庶民は幕末・維新の時代も、日々の生活に楽しみを見出していたようである。青木氏はその著書の中で、幕末に江戸を訪れたスイス遣日大使アンペールの日本観察記を材料に、「外国人の観察を見るとわかるが、江戸庶民の大半が三度の食事にも不自由し、生活にも困っていたにもかかわらず、何か精神的なゆとりが感じられるのである。が、残念ながら生きる喜びを忘れないこうした楽天的な庶民の性格について、歴史のなかではあまり触れられていない。」と指摘している。

確かに、『武江年表』で幕末の出来事を調べると、このような混沌としたカオスの時代であるのに、繰り返し何度も「開帳」という言葉が出てくる。「開帳」とは、寺院や神社で、普段参拝が許されていない秘仏を、一定期間開放して信者に結縁の機会を与える宗教行事のことであるが、開帳の期間中、多くの飲食店や遊技場、見世物小屋が立ったので、庶民には娯楽行事としても位置づけられていたようだ。とりわけ、本所の回向院は、地方の寺社が江戸にある他の寺社の境内を借りて行う「出開帳」のメッカであったため、年中を通して開帳が催され、大変な賑わいであった。具体的な数字を上げると、幕末の1854年（安政元年）～1867年（慶応三年）の14年間に76件の開帳があり、地震や風水害のあった安政年間においても開帳は盛んにおこなわれていた（安政元年5件、安政二年14件、安政三年8件、安政四年14件）。

また、江戸の二大祭（隔年開催）である神田明神の天王祭や山王権現の山王祭も、黒船が来航した1853年（嘉永六年）と江戸幕府最後の慶応年間を除き、毎年開催され、多くの江戸庶民で賑わっている。こうした信仰行事と結びついた「遊び」のスタイルが、できるだけ生活に楽しみを見出そうとする幕末江戸庶民の思想であり、日常であった。幕末の江戸庶民の行楽状況と現在のレジャー活動を対比してみると、当時の遊楽活動の内容や頻度がイメージできる。

表一五 幕末庶民の行楽状況¹⁶⁾

江戸時代の江戸町人が行った活動	現代のレジャー行動
非常に多くの江戸町人が行った活動 緑日は、大半の町人が再三でかける 参詣は、大半の町人が再三でかける 開帳は、半数以上の町人が複数回訪れる	参加率が50%以上のレジャー活動 外食(非日常的な)は、60%以上の人が参加 国内旅行は、外食に次ぐ参加率 ドライブは、再三行われる活動 カラオケは、半数以上の人が行っている
多くの江戸町人が行った活動 祭りは、半数近い町人が参加している 見世物は、半数に至らないが複数回訪れる 寄席は、半数に至らないが複数回訪れる サクラの花見は、幅広い層の人々が訪れる	参加率が25%以上のレジャー活動 動植物園、博物館等へ行く人は以外と多い ボーリングは、来訪頻度も比較的高い 遊園地は、家族連れだけに限定されていない ハイキング等の活動頻度は、非常に多い 園芸は、日常的なレジャー活動となっている
江戸町人が一般的に行つたと思われる活動 園芸は、比較的幅広い町人層が行っていた 船に乗る納涼は、そんなに多くない 芝居見物は、見物者が金持ちに限られている 釣りは、幅広い町人層が行っていた 紅葉狩りは、他の活動と共に行われている	参加率が5%以上のレジャー活動 釣りは参加率も高く、幅広く活動頻度も高い ゴルフは、高齢者の参加が多い サイクリングは幅広く、活動頻度も高い スキーは、若い層の参加が多い 観劇は女性が多く、幅広い年齢層が訪れる
良く知られているが多くは行っていない活動 潮干狩りは場所が限定され、さほど多くない 蛸狩りは、夜間なので限定された 相撲は興行回数、客席に制限があった 初日は、話題性はあるが、出かけた人は少ない 江戸島、成田等の参詣は一部の人に限定される	参加率が1%以上のレジャー活動 アイススケートは、若い層に比較的多い ダンスは少数だが、頻度は非常に多い 柔道などの武道は、男性に偏っている ゲートボールは、高齢者に多い 陶芸は、女性が比較的多い
極めて少数の江戸町人が行った活動 雪見は、金持ちでないといへない 虫間は、よほどの風流心がないと行かない 茶番は、マニアックな少数しかできない	参加率が1%以下のレジャー活動 パラグライダー等は、若い層に偏っている 乗馬は少数であるが、活動頻度は高い ヨット等の活動頻度は高いが、女性が少ない オートレースは、地域と男性に偏りがある

とは言え、1859年(安政六年)に外国との貿易を開始して以降、米価をはじめとする物価の高騰は著しかった。詳細は『幕末江戸社会の研究』(南和男著)にゆずるが、1859年(安政六年)から1867年(慶應三年)にいたる8年間に、米価が3.7倍に跳ね上がるなど、諸物価は軒並み3倍、4倍になった。そのうえ二度にわたる長州戦争に備えての幕府・諸藩の物資買付は、江戸をはじめとする大都市の物資不足をまねき、物価は更に急騰した。そして、生活困窮者を極限近くまで圧迫し、一揆や打ちこわし、貧窮民屯集運動へと駆り立てていった。が、こうした騒ぎは、御救小屋の設置、野宿者への焚出、御救金といった幕府の救済活動や、富福商人による町々への施金(今日の災害義捐金にあたる。)により、その多くが収まっている。市井の人々の「世直し」は、もともと厄払いの呪言で、雷が鳴った時の「桑原桑原」同様、地震が揺れると人々は「世直し世直し」と言ったのであり、「倒幕」といった攻撃的な思想では決してなく、現世の具体的な利益を求める消極的な概念であったのである。

3-2 瓦版・絵巻にみる地震報道とインフラ

新聞もラジオもテレビもインターネットも無かった幕末において、瓦版は世の中の情報を知る手段として、庶民の貴重な情

報源であった。読売、一枚摺、絵草紙とも呼ばれた瓦版は、大坂夏の陣の一枚摺から始まり、心中もの、敵討もの、災害もの、孝行美談もの、噂話ものと、その守備範囲を拡大していった。そして江戸中期以降、瓦版は、火事、噴火、飢饉、地震といった災害報道の中心的役割を担うことになる。中でも、幕末の弘化・嘉永・安政年間には、1847年の「善光寺地震」、1853年の「小田原地震」、1854年の「安政伊賀地震」「安政東海地震」「安政南海地震」、1855年の「安政江戸地震」と、立て続けに大規模地震が日本列島を揺らし、その衝撃は何百、何千と夥しい数の死者とあいまって、人々を驚愕せしめ、瓦版の大量出版を促した。ここで注目したいのは、この時期、江戸の災害が大坂で、大坂の災害が江戸で瓦版として売り出されたという事実である。

わが国新聞学研究所の開拓者である小野秀雄氏は、『かわら版物語-江戸時代マスコミの歴史-』(雄山閣出版)という著書のなかで、幕末になると「飛脚」は書状の運搬という任務のみでなく、当局の命令で火災のニュースを取材したり、仕事の便宜上自主的に出水洪水のニュースを取材したりするようになり、その結果、東海道の各宿駅に起った災害の情報は、江戸や大坂の飛脚問屋に敏速に伝達され、飛脚屋から情報を得た本屋が、それによって災害瓦版を発行するようになった。いわば飛脚が通信社と同様の仕事をするようになり、幕末の庶民は、こうした飛脚屋と本屋を良きニュース・ソースと考えるようになっていったと指摘している。とりわけ、「安政伊賀地震」「安政東海地震」「安政南海地震」と続く東海道一帯を襲った1854年の地震つなみの際は、東海道の各宿駅のみならず、飛脚連絡のある其他各地の情報をも蒐集したらしく、当時の瓦版には、東海道以外の各地の被害も記載されている。

江戸時代には、東海道(江戸~京都~大阪)と57の宿場町が幕府直轄により整備・管理され、各宿駅には100人・100疋の人馬が配置されていた。この装置インフラ(=東海道と宿駅)と制度インフラ(=飛脚)が、幕末期において、「飛脚屋の災害通信」⇒「本屋の災害瓦版発行」という新しい情報インフラ、報道ネットワークを生んだのである。そして、この報道ネットワークによって、「善光寺地震」も、「小田原地震」も、「安政伊賀地震」「安政東海地震」「安政南海地震」も、いずれ

の地震被害も速やかに江戸の市井の人々に伝えられ、その後江戸を直撃することとなる「安政江戸地震」及び「安政3年の大風災」の前哨戦となった。幕末の自然災害の歴史は、江戸の市井の人々の庶民の記憶の中に間違いなく蓄積されていったのである。



図一七 安政東南海地震¹¹⁾

1855年の「安政江戸地震」はこのような時代背景の下で発生したため、地震直後から、被害状況を記した瓦版やルポルタージュ的な本が世間に出回った。とりわけ特徴的なのは、客観的な地震・被害報道の外に、「鯰絵」と呼ばれる鯰をモデルにした木版多色刷りの錦絵が爆発的に流行したことである。地震当日から出回った鯰絵は、五日後には380種、十日後には400種に上ったとの記録もある。しかも、こうした瓦版類は地震発生一か月後には幕府の禁止するところとなったが、依然として新しい瓦版類が出版され続けたという。そこでは災害の被害状況を伝えるというより、民衆の潜在観念としての俗信や世相の風刺などが描かれているものが多かった。

日本には、「地震が起こるのは、地下の鯰が暴れ、地面が揺れるためである」という迷信があるが、こうした民間信仰の一つに、常陸国の鹿島神宮に要石が置かれ、鹿島大明神が地震の起こらないように地下の鯰を押さええているという言い伝えがある。「安政江戸地震」が起こったのは十月（太陰暦）で、神無月であったことから、日本中の神々が出雲大社に集合していたため、鯰を押さえる要石を司っていた鹿島大明神も鹿島を留守にしなくてはならず、その留守の間に地震が起こったというわけである。（コルネリウス・アウエハント著『鯰絵—民俗的想像力の世界』）

鯰絵には、鹿島大明神が地震鯰を叱責しているもの、地震で被害を受けた人々が地震鯰を殴りつけているものだけでなく、

震災復興景気をもたらした地震鯰を歓迎するものや、また地震によって「持丸」（金持ち）も私財を灰塵に帰して無一物になり、世の中が平均にされるから「世直し」になるなどというものもあった。こうした鯰絵から、江戸の市井の人々が単に震災に打ちひしがれていたわけではなく、復興を前向きに考えていたことがわかる。このことは、できるだけ生活に楽しみを見出そうとする幕末江戸庶民の「遊び」のスタイル（前述）と共通する何かを持っているように思える。

なお、災害史研究者の北原糸子氏は、その著書『安政大地震と民衆 地震の社会史』において、このような地震後の民衆感情（災害心理）を「災害ユートピア」と呼び、災害ユートピアを示唆するものとして、鯰絵のなかから以下の五つの要素を読み取っている。

- ① 我が身は助かったという安堵感
- ② 日常生活の全き中断
- ③ 公・私レベルの重層的な救済
- ④ 現実の非現実性
- ⑤ 復旧活動による活況



図一八 鯰絵（東京大学地震研究所蔵・小野秀雄コレクション）¹¹⁾

3-3 自然災害と幕末江戸の「公」

幕末・慶応年間の一揆や打ちこわし、貧窮民屯集運動といった生活困窮者の騒ぎを鎮めていったのは、幕府の救済活動（御救小屋の設置、野宿者への焚出、御救金）であり、富福商人による施行（施金）であったと既に述べた。こうした幕府の救済活動や町方施行は、飢餓、火災、風水害、疫病流行といった非常時において実施されていたようであり、安政江戸地震の際も大規模に行われている。『武江年表』では、「町会所より日々野宿の貧民へ握飯を与へられ、又御救の小屋を所々に建て養は

る。富人も又色々な施しを行へり。」「十一月より町会所に於いて、震災に罹りし貧民へ御救米を分ちあたへらる。」と記録されている。また、「安政3年の大風災」の際も、「町会所より市中野宿の貧民等へ御救米錢を分たる。又富商よりも施行多し。」と、幕府の救済活動と町方施行が大規模に実施されたことが確認できる。

さて、当時の江戸は既に人口130万人の大都市であったが、幕府の行政システムはその多くの機能を「町役人制度」に依存していた。例えば、町方60万人弱の治安は南北町奉行所に管轄されていたが、奉行所役人は与力と同心あわせて250~300人位しかいなかったのである。明治4年、新政府が3,000人の警察官を市中に配したのと比べると、江戸時代の政府（幕府）の規模がわかる。これを補っていたのが、町役人制度であり、町政は町役人の自治に委ねられていた。1853年（嘉永六年）の調べでは、市中全1,637町の行政は、町年寄3人、名主220人、地主約10,400人、家主約16,000人に委ねられており、二・三町~十数町を支配していた町名主が、今で言うところの町役場機能を果たしていた。そして町名主たちは「町番組」という組合を作って、江戸市中23区域を行政単位として治めていた。災害時の救済事業の拠点となった「町会所」も町番組が積立金を出して運営していたものであり、震災報告も救恤記録もこの町番組単位でまとめられた。（野口武彦『安政江戸地震—災害と政治権力』より）

前出の北原糸子氏は、その著書において、安政江戸地震時の幕府の救済活動や町方施行について、豊富な資料分析に基づき、次のような興味深い仮説と検証を行っている。

- 災害後に普遍的に見られた幕府の救済活動及び町方施行は、いずれも、その対象を被害者に限定しておらず、生活困窮者「其日稼之者」全体に施されるものであった。
- このため、安政江戸地震において、御救米の対象となった「其日稼之者」38万1,200人（江戸町方全体の約68%）にとって、自然災害と御救・施行は重ね合わせられたイメージで捉えられ、彼らは御救・施行が社会慣行として機能することを当然のこととして待ち望んだ。
- 従って、地震後の鯨絵が示す「世直し」は、単なる期待感のうちにある世直りを表現しているのではなく、世直りが

実現された後の至福感（金銭・米の施与があるという具体的現世利益）を表現していた。

- そして、鯨絵に頻出する「ありがたき御代」という奉謝の念はこの至福感を表現するものであり、それは「公」の御救や町人の施行に向けられたものであった。

いずれにしても、北原氏の説明には、この時代の自然災害観と「公」観を推し量るのには十分な内容がある。

また、野口武彦氏も、その著書において、当時の幕府は民生（町政）に介入する責任はなかったが、自然災害時には「公」として敏速に救済活動を行い、それが町方施行をも促すことになったため、これらのことが当時の江戸庶民に「御公儀の御仁恵、御仁政に感謝する。」という気持ちを生じさせたと言っている。このように、「公」は自然災害に伴い改めて市井の人々に認識され、そして市井の人々はこの「公」の出現を期待し、また感謝したのである。

神君家康公以来、政をあずかってきた徳川將軍家は、西欧の支配階級のように自らの富を蓄えることに専らすることなく、民に「公」を施し、そして代を重ねるごとに貧乏になっていったのであり、民はそのような將軍家・幕府を「御公儀」として尊敬し、感謝したのである。また、米国をはじめとする諸外国の圧力に、国体継続に関する危機感を感じ取った幕府が御上（朝廷）に伺いを立て、さらには將軍みずから大政を奉還するに至る歴史は、徳川の治政に「公」があったことを示しているのではないかと。そうでなければ、世界にも類を見ない250年もの平和な時代を築くことは出来なかったはずである。「安政江戸地震」に対する幕府の対応は、いかに小さな政府であっても、大規模な自然災害が発生した場合、ましてや一国の首都の危機にあつては、民心を安んじるために、政府が積極的に介入しなければならないことを改めて教えてくれるのである。

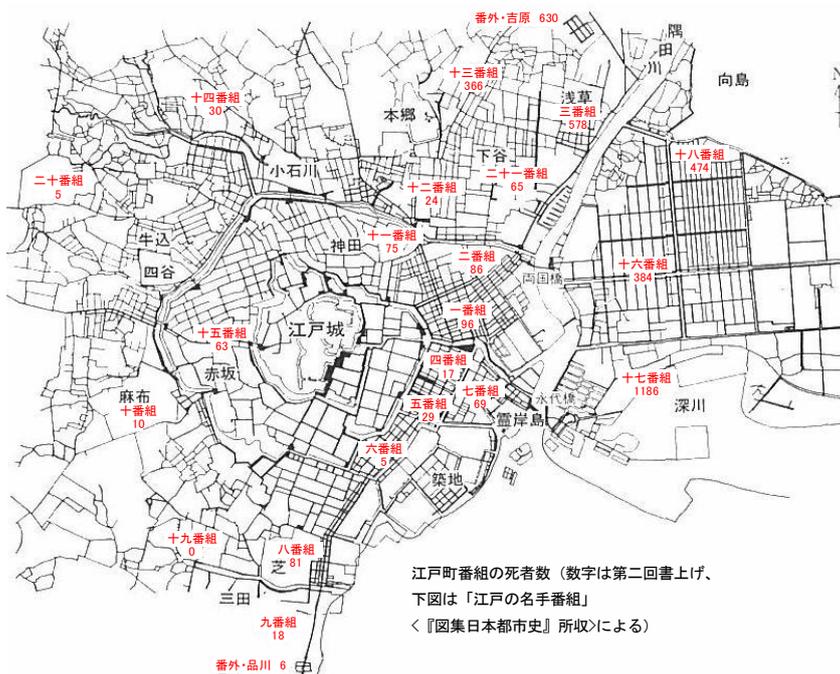
3-4 安政江戸地震と国土の条件

話は「安政江戸地震」に戻るが、その被害の程度・内容について整理してみると、改めて見えてくることがある。野口武彦氏の『安政江戸地震—災害と政治権力』に詳しいが、江戸の西郊、新宿、渋谷、目黒、麻布といった山手方面の被害は小さく、深川、本所、吉原、浅草といった低地部は被害甚大であつ

た。また、山手方面以外でも、日本橋、京橋、銀座といった江戸中心部の被害は少なかった。これらのことは、町番組ごとの被災者数（死者数）を比較すると、更に明確になる。

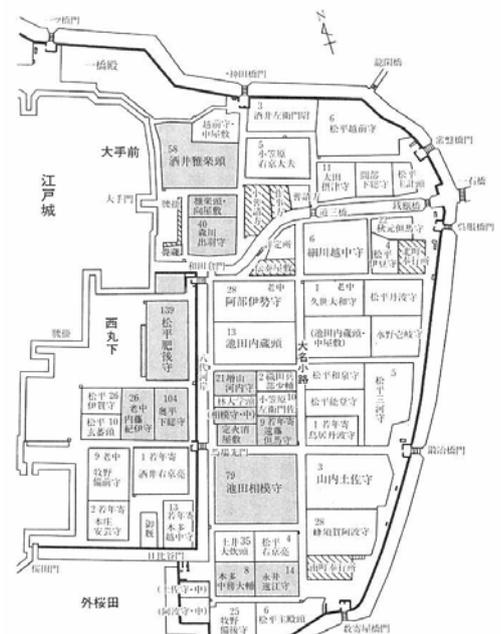
『武江年表』の筆者・斎藤月岑は十一番組（内神田辺）を束ねる町名主であったが、彼が別にまとめた公式町方記録『武江地動の記』第二回書上げによると、死者が多いのは、三番組（浅草）の578人、十三番組（湯島・下谷辺）の366人、十六番組（本所南部）の384人、十七番組（深川）の1,186人、十八番組（本所北部）の474人、番外・吉原の630人と、これらの地区では、他の地区に比べ被害は桁外れに大きい。いずれも、隅田川沿い、あるいは昔の沼沢の痕跡をとどめる低湿地である。一方、死者が少ないのは、四番組（日本橋南）17人、五番組（京橋北）29人、六番組（銀座辺）5人、九番組（芝白銀辺）18人、十番組（麻布辺）10人、十二番組（本郷辺）24人、十九番組（渋谷・目黒辺）0人、二十番組（新宿・高田辺）5人といった地区で、これらの地区は、武蔵野台地や江戸前島（日本橋台地）の上に位置していた。

被害の大小は、町人地だけでなく、武家地においても象徴的であった。御曲輪内、江戸城外郭の要的位置にあるこの地域



図一〇 江戸町番組の死者数¹³⁾

（現在の丸の内ビジネス街・皇居前広場一帯）には、老中・若年寄など幕閣クラスの譜代大名の屋敷が並んでいたが、大手前の西側、西丸下の東側、大名小路の西側といった江戸城内堀に沿った区画にあった、老中・阿部伊勢守邸、老中・内藤紀伊守邸、老中・牧野越前守邸、会津藩・松平肥後守邸などが壊滅的な被害を受けた。こうした区画は、家康公が入国したときの地勢では、日比谷入江の最奥部であり、入江に流れ込む平川の低湿地であったところである。安政江戸地震は、洪積台地と沖積低地、そして入江という、長く忘れられていた地層年代史をよみがえらせたのである。



図一〇 大手前・大名小路・西丸下の被災状況¹³⁾



図-11 江戸とその自然地形¹³⁾

欧州の大都市は、軟弱地盤の上に築かれていることはまずない。氷河期には氷に覆われていて、氷河が退行していったときに、表面の土が削られてできた洪積平野の上に立地している。つまり、足元の地盤は極めて強固である。これに対して、日本の大都市のほとんどは、脊梁山脈から急流が一気に海へ流れ込む沖積平野(=「軟弱地盤」)に存在している。また、欧州ではほとんど発生することの無い被害地震が、日本では歴史的にも頻発していることは既に述べたとおりである。これらが国土の条件の違いである。わが国は、巨大地震が頻発する上に、ほとんどの人が軟弱地盤の上に住んでいるのである。いずれにしても「安政江戸地震」は、わが国の国土の条件を象徴する出来事であった。

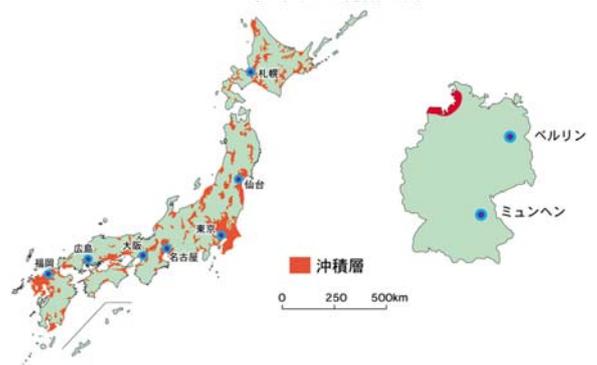


図-12 軟弱地盤上に立地する大都市（日本とドイツの沖積層の分布）

自然災害を克服してきたわが国の社会資本整備 (道路橋を例に)

1 耐震基準の変遷

こうした厳しい国土の条件を克服して、わが国の社会資本整備は進められてきた。例えば、「耐震」についてであるが、道路橋の設計において地震の影響を具体的に考慮するようになったのは、1923年(大正12年)の関東地震による被害を契機として翌1924年(大正13年)に内務省土木局が「橋台・橋脚等の耐震化の方法」として地震力に相当する水平力を設計の際に考慮するように通達した時に始まる。

関東地震における道路橋の被害は、東京、神奈川、静岡などで1,785橋に及び、震央に近い神奈川県では半数以上の橋が被災した。この当時は、まだ道路橋の設計では地震力が考慮されていないため、下部構造が倒壊して上部構造の落下に至るような甚大な被害が見られた。

関東地震以後の耐震設計に関する諸規定の変遷は、概ね以下に示す通りであり、地震被害の経験とともに、設計地震力と耐震設計法、落橋防止対策や液状化対策等の耐震設計上重要な規定が整備されてきた。平成2年には、関東大震災級の大規模地震に対して鉄筋コンクリート橋脚の非線形領域の耐力を照査するじん性設計法の導入がなされた。

こうした設計基準類の整備は、地震による被害橋数の減少につながっていったが、平成7年の兵庫県南部地震による落橋、

倒壊等の甚大な被害は、新たな耐震基準を要請することとなった。つまり、平成8年の道路橋示方書では、マグニチュード7級の inland 直下で発生する地震による地震動を考慮するとともに、このような強い地震動に対して必要な耐震性を確保するために、橋脚のみならず、基礎、支承などの主要構造部材に対して地震時保有水平耐力法による耐震設計を行うことを主な内容とする改訂が行われたのである。

表-6 橋梁耐震設計の変遷

1923年の「関東地震」を踏まえ	<ul style="list-style-type: none"> 大正15年 道路構造に関する細則案 → 耐震設計の導入(震度法) 昭和14年 鋼道路橋設計示方書案 昭和31年、昭和39年 鋼道路橋設計示方書
1964年の「新潟地震」を踏まえ	<ul style="list-style-type: none"> 昭和46年 道路橋耐震設計指 → 地域・地盤に応じた標準設計震度、液状化に対する設計 落橋防止構造(下部構造縁端距離S、連結装置)
1978年の「宮城県沖地震」を踏まえ	<ul style="list-style-type: none"> 昭和55年 道路橋示方書 → RC構造配筋細目、変形性能照査、 落橋防止構造(桁かかり長SE、連結装置等の具体的な設計法) 平成2年、6年 道路橋示方書 → 地震時保有水平耐力法(レベル1地震動、 レベル2地震動を考慮した設計)
1995年の「兵庫県南部地震」を踏まえ	<ul style="list-style-type: none"> 平成8年道路橋示方書 → レベル2地震として海洋型・内陸型地震の考慮 地震時保有水平耐力法(RC・鋼製橋脚、支承、基礎等) 平成14年現行道路橋示方書 → 性能規定型基準体系

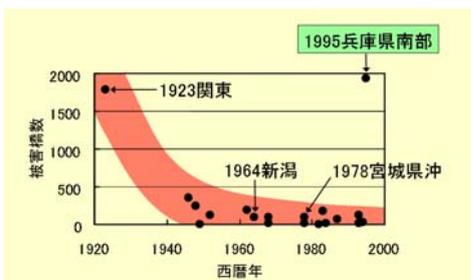


図-13 設計基準類の整備と地震による被害橋数の減少 (土研提供)

また一方で、兵庫県南部地震では、昭和55年より前の基準を適用した橋梁において、甚大な被害が発生したため、このような橋梁を対象として、兵庫県南部地震クラスの地震に対する橋梁の耐震補強工事を重点的に進めてきた。その甲斐あって、新潟県中越地震では、兵庫県南部地震と同規模の地震であったにもかかわらず、落橋等の大きな被害を受けることがなかった。

このように、わが国の道路橋の歴史は耐震設計・耐震対策の歴史であり、橋脚の太さや頑丈そうな容姿は、頻繁に発生する巨大地震から国土を守り、国民の安全を保障し、また国家の経

済活動を維持発展していくために必然的に生まれた姿に他ならない。

道路橋を設計する場合の水平震度(重力加速度に対する水平加速度の比を表わす地震係数)でみると、日本では隅から隅まで全部地震力を考慮しなければならない上に、その水平震度は平均して0.22ある。一方、ドイツでは全土で地震力を考慮なくていい。フランスの首都パリでも地震力を考慮する必要はない。フランス全土では、考慮すべき水平震度は平均で0.03、米国全土で平均0.08である。こうしたことから、フランス・パリ郊外の高架道路は、実に橋脚が細くてすっきりとしている。それに比して日本の高架道路の橋脚はずいぶん太い。このことは、外国のほうがデザイン的に洗練されているといった問題ではなく、国土の特徴が要請する必然の形なのである。



図-14 橋脚の耐震補強による効果⁸⁾

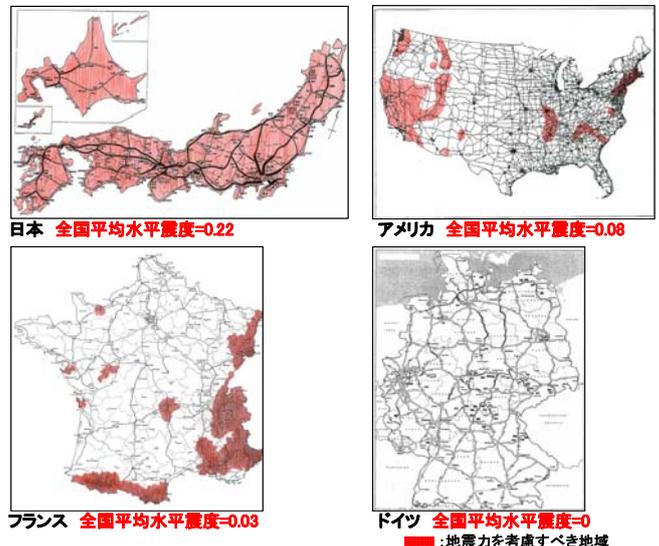


図-15 地震力の違い



図一16 阪神高速道路の橋脚とソウル・ド・ゴール空港のアクセス道路の橋脚³⁾

2 道路橋示方書における現行耐震基準

2-1 性能規定型の技術基準

道路橋示方書では、平成14年3月に国際化や多様な構造・工法等への柔軟な対応を可能とする性能規定型基準を目指した改訂が行われた。性能規定型基準は、構造物が有すべき性能（要求性能）及び設計された構造物が要求性能を満足することを確認するために照査する項目等を規定する基準であり、要求する事項とそれを満たす従来からの規定とを併記する書式が採用されている。例えば、荷重に対する構造物の応答値の算定方法や構造部材の仕様等については検証方法やみなし適合仕様として位置付けられ、性能の検証を前提として設計者等が新たな構造を提案することも可能な基準体系となっている。

2-2 耐震設計の基本理念

橋は、地震後における避難路や救助・救急・医療・消化活動及び被災地への緊急物資の輸送路として非常に重要な役割を担っている。このため、橋の耐震設計においては、地震時における橋の安全性の確保を念頭におくとともに、橋の重要度に応じて、地域社会に支障を与えるような機能の低下をできるだけ抑制することが重要となる。このような橋の役割の重要性を踏まえ、橋の耐震設計では、設計地震動のレベルと橋の重要度に応じて必要とされる耐震性能を確保することを基本とすることが規定されている。

また、橋の構造形式は、地形・地質・地盤条件、立地条件等を考慮して適切な耐震性を有するように選定することが重要で

ある。また、構造部材の強度を向上させると同時に変形性能を高めて橋全体系として地震に耐える構造系を目指す必要があるが規定されている。

2-3 耐震設計の原則

耐震設計の原則としては、①耐震設計で考慮する地震動、②橋の重要度、③橋の耐震性能、④耐震設計、⑤上部構造の落下に対するフェールセーフ、の5点が規定されている。

(1) 耐震設計で考慮する地震動

耐震設計で考慮する地震動としては、橋の供用期間中に発生する確率が高い地震動（レベル1地震動）及び橋の供用期間中に発生する確率は低いが大きな強度をもつ地震動（レベル2地震動）の2段階のレベルの設計地震動を考慮することとされている。ここで、レベル1地震動としては、比較的生じる可能性の高い中規模程度の地震による地震動とし、従来の耐震設計において震度法に用いる設計震度として規定されてきた地震力が踏襲されている。また、レベル2地震動としては、関東地震の際の東京周辺における地震動のように発生頻度が低いプレート境界型の大規模な地震による地震動（タイプIの地震動）と兵庫県南部地震のように発生頻度が極めて低い内陸直下で発生する地震による地震動（タイプIIの地震動）の2種類を考慮することとされている。これは、前者は大きな振幅が長時間繰返して作用する地震動であるのに対し、後者は継続時間は短いが大きな強度を有する地震動であり、その地震動の特性が異なることから、両方の地震動を耐震設計で考慮することとされている。

なお、適切に推定できる場合には建設地点の地震情報や地盤条件等を考慮して設計地震動を設定することとされている。設計地震動の設計に関しては、現段階では地震情報や深部地盤構造などの条件が十分に明らかにされている状況になく、また、地震動の推定法に関しても現在研究が進められているところであり、今後の調査研究の進展に応じて適切に対応していく必要があることが解説されている。

(2) 橋の重要度

橋の重要度は、耐震設計上の観点から評価される重要度であり、地震後における橋の社会的役割や防災上の位置付け、橋としての機能が失われることの影響度の大きさ等に鑑み、従来の道路橋の耐震設計の慣例に従い、道路種別や橋の機能・構造に応じて2種類の重要度の区分が設定されている。

表-7 橋の重要度の区分²¹⁾

橋の重要度の区分	対象となる橋
A種の橋	下記以外の橋
B種の橋	<ul style="list-style-type: none"> ・高速自動車国道、都市高速道路、指定都市高速道路、本州四国 連絡道路、一般国道の橋 ・都道府県道、市町村道のうち、複断面、跨線橋、跨道橋及び地域の防災計画上の位置付けや当該道路の利用状況等からとくに重要な橋

(3) 橋の耐震性能

橋の耐震性能としては、橋全体系の挙動を踏まえ、以下の3つの性能が定義されている。

① 耐震性能 1

地震によって橋としての健全性を損なわない性能

② 耐震性能 2

地震による損傷が限定的なものにとどまり、橋としての機能の回復が速やかにい行い得る性能

③ 耐震性能 3

地震による損傷が橋として致命的とならない性能

以上の橋の耐震設計で目標とする耐震性能は、耐震設計上の安全性、耐震設計上の供用性、耐震設計上の修復性の3つの観点から整理し直し、上記のように3段階のレベルが設定されている。ここで耐震設計上の安全性とは、地震による上部構造の落下によって人命を損なうことのないようにするための性能、耐震設計上の供用性とは、地震後において橋が本来有すべき通行機能や避難路や救助・救急・医療・消火活動及び緊急物資の輸送路としての機能を維持できる性能、耐震設計上の修復性とは、地震によって生じた損傷を修復できる性能として定義されている。

こうした3つの観点から、耐震性能1～3は、表-7に示すように整理されている。耐震性能1は、落橋に対する安全性を確保するのはもちろんのこと、地震直後においても機能回復の

ための修復をすることなく地震前と同じ橋としての機能が確保でき、また、長期的に必要な修復も軽微な修復で対応できることが考慮されている。耐震性能2は、落橋に対する安全性を確保するとともに、地震後において橋としての機能が応急修復程度で速やかに回復でき、また、長期的に必要な修復も比較的に容易に行うことができることが考慮されている。耐震性能3は、落橋に対する安全性を確保することが必要であり、耐震設計上の供用性や耐震設計上の修復性の観点から必要とされる性能は含まれないことになる。

なお、当然ながら、耐震性能1ならびに耐震性能2では、供用性や修復性の観点から求められる耐震性能を満足すれば、落橋に対する安全性は明らかに確保できるため、一般に耐震設計上支配的な要求項目とはならないことになる。

表-8 耐震性能の観点²¹⁾

橋の耐震性能	耐震設計上の安全性	耐震設計上の供用性	耐震設計上の修復性	
			短期的修復性	長期的修復性
耐震性能1: 地震によって橋としての健全性を損なわない性能	落橋に対する安全性を確保する	地震前と同じ橋としての機能を確保する	機能回復のための修復を必要としない	軽微な修復でよい
耐震性能2: 地震による損傷が限定的なものにとどまり、橋としての機能の回復が速やかにい行い得る性能	落橋に対する安全性を確保する	地震後橋としての機能を速やかに回復できる	機能回復のための修復が応急修復で対応できる	より容易に恒久復旧を行うことが可能である
耐震性能3: 地震による損傷が橋として致命的とならない性能	落橋に対する安全性を確保する	-	-	-

(4) 耐震設計

橋の耐震設計は、橋の重要度に応じて表-8に示した耐震性能を確保することを目標として行うこととされている。橋の重要度は道路種別と橋の構造・機能により分類され、重要度が標準的な橋（A種の橋）については、致命的な被害を防止すること（耐震性能3）を目標とし、また、高速道路、一般国道、緊急輸送道路等における特に重要度が高い橋（B種の橋）では、限定された損傷にとどめること（耐震性能2）が目標とされている。

表-9 設計地震動と橋の要求性能²¹⁾

設計地震動		A種の橋	B種の橋
レベル1地震動		地震によって橋としての健全性を損なわない性能（耐震性能1）	
レベル2地震動	タイプIの地震動 (プレート境界型の大規模な地震)	地震による損傷が限定的なものにとどまり、橋としての機能の回復が速やかにい行い得る性能（耐震性能2）	
	タイプIIの地震動 (兵庫県南部地震のような内陸直下型地震)	地震による損傷が橋として致命的とならない性能（耐震性能3）	

(5) フェールセーフ（落橋防止システム）

耐震設計で想定していない挙動や地盤の破壊等により予期できない構造系の破壊が生じて、耐震設計上の安全性の確保に努めることを目的として、落橋防止システムを設置する等、上部構造の落下を防止できるように配慮することが規定されている。

これは、耐震設計において、構造物に与えた影響という観点で現在までに観測された中では世界的にみても最も強い兵庫県南部地震による地震動を考慮したとしても、地震の発生メカニズムや断層等の不確定性等から、これを上回る地震動が将来発生する可能性は否定できないこと、また、周辺地盤の破壊や構造部材の予期しない複雑な振動によって、設計で想定していない作用や変位、変形が橋に生じる場合もあることから、このような事態に対しても、落橋に対する安全性をできる限り確保することが目標とされている。

また、未知のどのような地震動や極めて大きな断層変位に対して橋を安全に設計することが現状では制約があることも事実であり、このような地震に対しては、道路ネットワークのリダンダンシーを高めたり、早期に復旧できる体制整備や技術開発が重要であることが示されている。

[参考文献]

- 1) 道路橋の予防保全に向けた有識者会議 平成20年5月『道路橋の予防保全に向けた提言』
- 2) イノベーション25戦略会議 平成19年6月『長期戦略指針「イノベーション25」』
- 3) 大石久和 平成21年2月『国土学再考「公」と新・日本人論』毎日新聞社
- 4) 内閣府編 平成19年6月『平成19年版 防災白書』
- 5) 国立天文台編 平成17年11月『理科年表 平成18年度版』
- 6) 内閣府(防災)ホームページ
- 7) 児玉幸多・杉山博 昭和44年10月『東京都の歴史』県史シリーズ13 山川出版社
- 8) 国土交通省道路局ホームページ
- 9) 宮澤清治・日外アソシエーツ編 平成20年7月『台風・気象災害全史』
- 10) 斎藤月峯著、金子光晴校訂 平成16年9月『増訂 武江年表2』ワイド版東洋文庫(平凡社)
- 11) 小林秀雄 昭和63年5月『かわら版物語 -江戸時代マスコミの歴史-』雄山閣出版
- 12) 石井進・五味文彦・笹山晴生・高埜彦 平成16年3月『詳説日本史』山川出版社
- 13) 野口武彦 平成9年3月『安政江戸地震 - 災害と政治権力』ちくま新書
- 14) 岡田義光 平成18年9月『最新 日本の地震地図』東京書籍
- 15) 荒川秀俊編著・竹内均解説 昭和57年9月『実録・大江戸壊滅の日(安政見聞録・安政見聞誌・安政風聞集)』教育社
- 16) 青木宏一郎 平成12年7月『幕末・維新 江戸庶民の楽しみ』中公文庫
- 17) 南和男 昭和53年10月『幕末江戸社会の研究』吉川弘文館
- 18) 北原糸子 昭和58年9月『安政大地震と民衆 地震の社会史』三一書房
- 19) 木下直之・吉見俊哉編 平成11年11月『ニュースの誕生-かわら版と新聞錦絵の情報世界-』東京大学出版会
- 20) コルネリウス・アウエハント 昭和54年1月『鯨絵—民俗的想像力の世界』せりか書房
- 21) 日本道路協会 平成14年3月『道路橋示方書V耐震設計編』
- 22) 西川和廣 平成12年『道路橋示方書の改訂—性能規定化への取り組み—』道路講習会

