

# 克災(4)危険を回避して 災害を未然に防ぐ

特別寄稿



## はじめに

前回まで、災害被害を軽減するための方策について、理系的な視点(2013年9月号)、文系的な視点(2014年2月号)、総合的な視点(2014年6月号)で3回にわたって考えてきた。今回、引き続き、3回のシリーズの執筆をお引き受けすることになり、危険を避ける、抵抗力を増す、回復力を付ける、の3つの観点から、考えてみることにする。

まず第1回は、危険の回避について考えてみる。当たり前のことだが、怖いものに対しては「逃げるが勝ち」である。だから、自然に対する人間の弱さを自覚していた先人たちは、危険を回避し、自然とうまく折り合いをつける生活スタイルを日本文化として育み、比較的安全な場所に集落を作って生活してきた。その結果、堤防・ダムなどの建設技術や耐震技術が十分でなくても、世代を超えて社会をつないでいくことができた。

一方、現代社会では、科学技術や建設技術の進展により、人工空間の中で過ごすことが多くなり、小さな災害については概ね抑止することができるようになった。このため、普段の生活の中で自然の怖さを実感する機会が激減した。逆に言えば、危険を避けるという価値観が減退し、かつ、対応力を超える大災害に対しての社会や人間の耐力を低下させてしまったため、大規模災害に対しての危険が増したようにも感じられる。そこで、本稿では現代都市社会を中心に、危険を避けることの大切さについて再考してみたい。

## 地震時の危険

私たちの周辺には様々な危険がある。昔から、怖いものの代名詞は、地震・雷・火事・親父と言われる。親父については<sup>おおやまじ</sup>大山嵐との説もある。近年、親父は少し弱くなったが、地震、気象災害、火災の怖さは、今でも変わらない。怖いものの筆頭に地震が挙げられていることから分かるように、古来より、地震は最も怖いものだった。大地震が続発すれば、



名古屋大学  
減災連携研究センター教授  
福和伸夫  
民間建設会社に勤務の後、名古屋大学に異動。耐震工学・地震工学に関わる教育・研究の傍ら、行政の防災施策立案や地域の減災活動に従事。文部科学大臣表彰科学技術賞、日本建築学会賞他を受賞。

# 大きな地震が起こったら!?

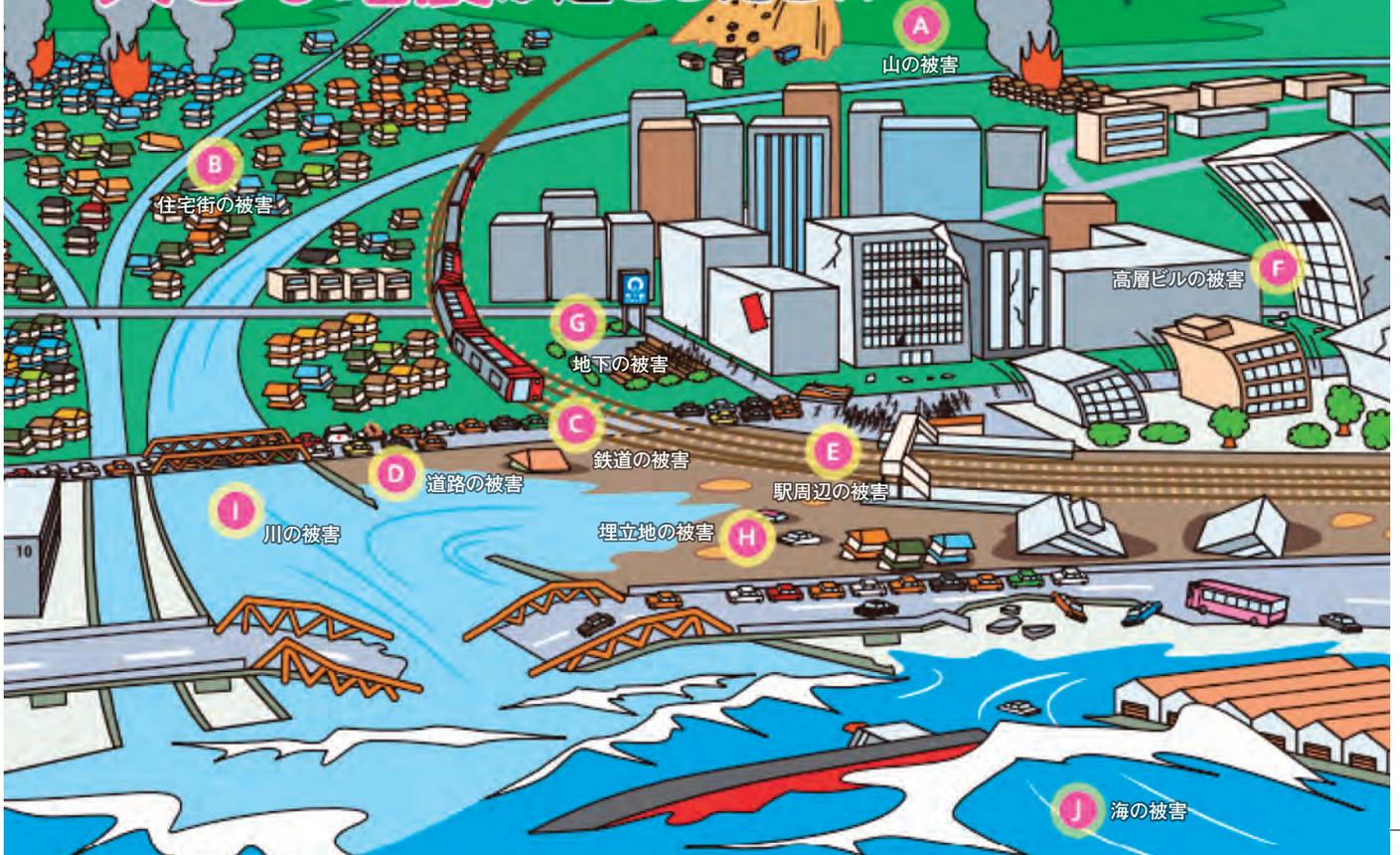


図1 地震による危険(愛知県防災局作成の「防災・減災備L(そなえる)ガイド」より)

社会が混乱し、歴史転換のトリガーにもなる。地震による危険には、図1に示すように、揺れ、液状化、土砂災害、津波、火災などがある。

以下、これらの危険について考えてみる。

## (1)地震を避ける

まず、当たり前のことだが、地震の危険を避けるには、地震の起きない場所に住むのが一番である。しかし、日本に住む限りは、地震からは逃げられない。南海トラフなどのプレート境界の近くや活断層の近くは震源域に近いので、要注意である。太平洋側に住む限り、プレート境界地震を避けることはできない。しかし、主要な活断層の位置は概ね調べられているので、活断層の直上は避けることができる。こういった情報は、活断層マップ、地震の長期評価、確率論的地震動予測地図などの形でまとめられており、政府・地震調査研究

推進本部のホームページ (<http://www.jishin.go.jp>) から容易に入手できる。

## (2)強い揺れを避ける

地震時の揺れの強さは、地盤の硬軟によって異なる。一般に地盤が軟弱なほど揺れは強い。新しく堆積した地盤は軟らかいので、沖積世と呼ぶ最新の地質時代に堆積した沖積地盤や、人工的に埋め立てた埋立地盤の揺れは強い。これらの地盤は一般に、水辺(海、河川、湖・池・沼、谷)の低地にある。このため、「さんずい」の付く地名には注意が必要である。

我が国の耐震基準は、最低限守るべきことが規定された最低基準なので、法的には地盤の硬軟に関わらず同じ強さの建物を造れば良い。したがって、揺れの強い場所の建物被害は当然大きくなる。また、建物が高くなれば、揺れ幅も大きくなる。したがって、固い地盤

に建つ低層建物と、軟らかい地盤に建つ高層建物では、建物の揺れは格段に違い、室内危険度は大きく異なる。強い揺れを避けるなら、固い地盤、低い建物が良い。

どんな地盤にも揺れやすい周期がある。地盤が軟らかく厚く堆積するほど揺れやすい中期は長周期になる。お皿の上にプリンを乗せて左右に揺すってみてほしい。特定の周期で揺すったときだけ、とても良く揺れる。次に、プリンの上の方だけ食べてプリンの厚さを薄くすると、揺れやすい周期は短くなる。少し硬めのババロアで同じことをやっても周期は短めだ。

建物にも揺れやすい周期がある。振り子を思い出してほしい。振り子の長さによって揺れやすい周期が異なる。振り子と同じように、高層の建物ほど長周期になる。万が一、地盤の周期と建物の周期が近接すると、共振現象によって揺れが大きく育つ。残念ながら、通常の建物の設計では、共振のことを考えた耐震設計はしていない。地盤の揺れやすい周期は、大都市ではある程度公表されている。一方、建物の揺れやすい周期は、概ね「建物階数×0.1秒」で略算できる。できるだけ地盤の揺れやすい周期の階数の建物は避けたい。

### (3)液状化を避ける

液状化は、地下水位面が浅く、砂が緩く堆積した地盤で発生しやすい。こういった地盤も、水辺の沖積地盤や埋立地盤に多い。地盤が液状化すると、重いものは沈み、軽いものは

浮かび上がる。重さに偏りがあれば傾く。このため、杭で支持されていない建物は沈下・傾斜し、マンホールなどの軽量埋設物は浮き上り、地中に埋設された水道管やガス管などが損傷する。杭基礎で支持された建物では建物周辺で地盤と段差ができ、地中配管の建物接続部が破断したりする。また、噴砂によって砂混じりの泥水が噴き出すと、車両の通行が困難になり、消防・救急活動が難しくなる。ただし、液体はP波は伝えるが、S波を伝えないので、液状化すると横揺れが小さくなる場合が多く、揺れの危険度は減少するので、液状化は悪いことばかりではない。

### (4)土砂災害を避ける

土砂災害には、急傾斜地での土砂崩れ、斜面を造成した切土・盛土境界部での地盤変状、谷を埋立造成した谷埋め盛土の地滑り、河川や溜池の土堰堤の沈下・崩壊、亜炭や研き砂の鉱山跡の陥没などがある。大規模な土砂災害には、1858年飛越地震での鳶山や1984年長野県西部地震での御嶽山などの山体崩壊もある。海拔ゼロメートル地帯を守る堤防が損壊した場合には、長期湛水の危険もあるので注意が必要だ。特に、雨が降り続いたあとの地震では、土砂災害が発生しやすいので要注意である。また、復旧が遅れた場合の風水害による複合災害も懸念される。

### (5)津波を避ける

地震津波は、一般に海底下で発生する地震によって引き起こされる。震源が浅く、地震



図2 東京の鳥瞰の変遷 (a)江戸一目図屏風(鍬形蕙斎、1809年)



(b)大日本東京全景之図(1907年)



写真1 錦町河岸周辺の様子

現代社会では、危険を避けるといふ価値観が減退し、かつ、大災害に対しての社会や人間の耐力が低下した。

規模が大きいほど津波の規模は大きい。また、震源域に近いほど、津波到達時間は短い。大きな地震では揺れの継続時間が長くなるので、震源域の近くでは、揺れが終了する前に津波が到達し、避難の時間を確保できない場合もある。津波の伝わる速度は水深が浅くなると遅くなる。このため、湾口が広く湾奥が浅く狭いリアス式海岸では、津波高さが急成長する。可能であれば、外洋に面した低地の土地利用を再考したいが、この問題については年代によって意見が分かれる場合が多い。なお、津波来襲前に揺れや液状化で堤防が損壊すれば、更なる津波被害の拡大が懸念される。海抜ゼロメートル地帯では、津波来襲前から浸水が始まる。津波こそ、逃げるが勝ちである。逃げるのが地震前なのが高台移転、地震直後なのが津波避難である。

#### (6)地震火災を避ける

地震による火災の主たる出火原因には、倒壊家屋などからの出火と津波火災とがあり、津波火災の原因には自動車や電気などがある。



(c)現在の東京(2013年)

耐震性の低い家屋の多いまちや、津波浸水域では出火危険度が高い。たとえ出火しても周辺に燃えるものがなければ燃え移らない。しかし、燃えやすい家屋が密集し、消防力が不足すると火災が延焼・拡大する。これらを避けるため、我が国では火災報知機の設置義務化、消火設備の準備、家屋の不燃化、焼け止まりのための道路の広幅員化や公園など空地確保を進めてきた。揺れが強く浸水危険度の高い沿岸低地の木造家屋密集地域の解消が望まれる。

以上に述べたような危険情報は、中央防災会議や地元自治体が公表しているハザードマップに詳細に記述されている。土地探しや住まい作りの際には、必ず点検しておきたい。

#### 首都にみる災害危険度の増大

危険だとは分かっている、便利さや楽しさを優先してしまうのが人間の性である。その象徴が首都・東京である。以下に、東京を例に、地域の危険度の変遷について考えてみる。

東京では、400年前の江戸開府以降、1703年元禄関東地震、1855年安政江戸地震、1923年関東地震と、3つの大震災を経験してきた。元禄関東地震のときの江戸での犠牲者は300~400人、安政江戸地震では約7,000人、大正関東地震は7万人弱と言われている。江戸時代の江戸の人口は100~200万人、関東地震のときは370万人程度と推定されている。したがって3つの震災で死亡率が一桁ずつ増えてきたことになる。

ちなみに、現在の東京の人口は1,300万人余

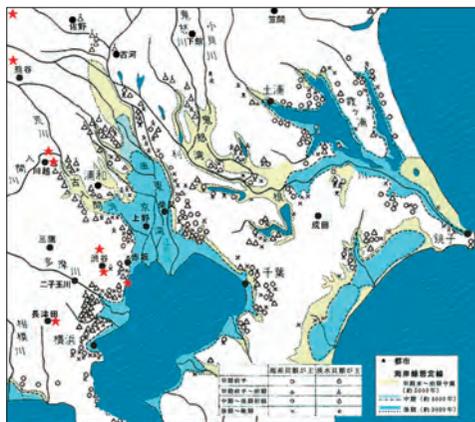
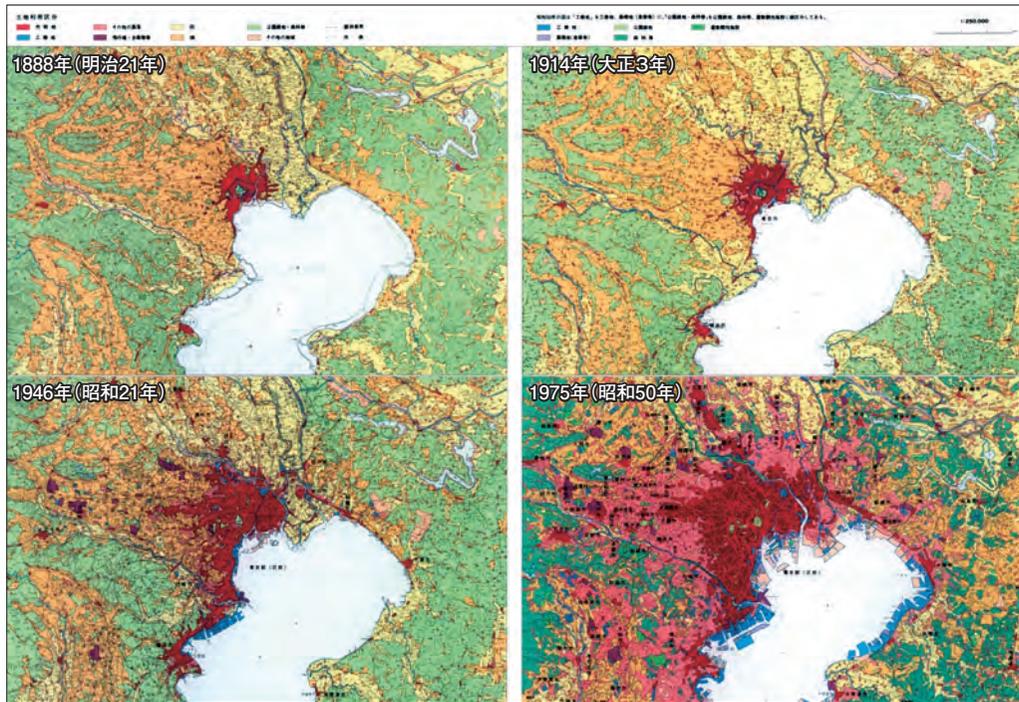


図3 東京の土地利用の変遷と縄文貝塚  
[http://www.gsi.go.jp/atlas/archive/j-atlas-kokudo-d\\_j\\_06.pdf](http://www.gsi.go.jp/atlas/archive/j-atlas-kokudo-d_j_06.pdf), [http://www.geocities.jp/maguma\\_info/kaisin.htm](http://www.geocities.jp/maguma_info/kaisin.htm)

太田道灌が15世紀中頃に築城した江戸城の跡地に城を築いた。1603年(慶長8年)の江戸開府以降、天下普請により、神田の山を削って日比谷の入江を埋立て、多数の運河を開削してまちを拡大した。1657年(明暦3年)明暦大火によりまちが焼失した後、1659年(万治2年)には両国橋を造り、まちを隅田川以東に広げた。安政江戸地震で大きな被害を出したのは、本所・深川など、江戸以降にまちを広げた沖積低地や埋立地である。

安政江戸地震の前後は、諸外国からの開国要求、将軍・家慶の死去、度重なる地震などで、社会が大きく混乱した。しかし、西郷隆盛と勝海舟による江戸城無血開城のお陰で、江戸は戦火にまみえることなく明治へと時代を変えた。そして、明治以降、東京の人口は急増し、それを吸収するため、家屋が密集化・高層化し、市街地が低地に拡大していった。

り、うち23区に900万人程度が住んでいる。耐震化や不燃化が進んだとはいえ、沖積低地や埋立地に町を拡大させ、家屋を高層化・密集化し、高速交通機関やライフラインに頼る現状は、相互依存度が高く災害を拡大する要因を多くはらんでいる。東日本大震災での首都圏の混乱を忘れないでおきたい。

東京は、1590年(天正18年)に江戸に転封された徳川家康がまちの骨格を造った。家康は、

図2に、1800年以降の100年ごとのまちなみの変遷を、鳥瞰図と写真で示す。(a)は、安政江戸地震の50年前に歙形蕙斎により描かれた江戸一目図屏風である。大きな敷地の大名屋敷に、大規模な建物や多くの木々が描かれており、空地面積も広い。これに対して、100年後に描かれた(b)大日本東京全景之図では風景が一変し、大名屋敷跡や隅田川周辺に膨大な家屋が密集している。こういった中で、大正関東地震を迎えた。この地震では、下町を中心に甚大な火災が発生し、安政江戸地震に比べ10倍の犠牲者を出すことになった。(c)は、東京スカイツリーから撮影した現在の写真である。不燃化は進んだように見えるものの、隙間なく中高層の建物が林立する様相は明らかに異常である。地震火災防御の基本は、空地と焼け止まりの確保のはずであるが、それを忘れてしまっている。

図3は、明治以降の市街地の拡大の様子を示している。縄文時代の海岸線と貝塚位置をプロットした図も示してある。当たり前であるが、縄文海進(海面の上昇のため陸地の上に海が広がること。)によって陸が減少した時代には、人間の住む場所は洪積台地の上に限られていた。これに対し、戦後、まちが広がった場所は、縄文海進で堆積した沖積低地に一致している。関東地震の時と比べ、明らかに災害危険度は増している。その中心に位置する

江東地区で予定されているのが2020年東京オリンピックである。

写真1は、皇居の北東の錦町河岸から見た竹橋～大手町の様子である。ここは、かつての平河の流路に位置し、東京でも最も災害危険度の高い場所である。写真手前には、日本橋川の上に首都高速環状線が通っており、その脇に、気象庁や東京消防庁と言った災害対応拠点、経団連やJAが入居する高層ビルが林立している。軟弱な河床の上にある老朽化した高架道路、消防吏員17,000人や消防用ポンプ車約670両を有する東京消防庁の本拠地、地震情報の集約拠点である地震・火山・津波監視現業室が入る気象庁、経済界や農業界の中核拠点が入る高層ビルが最も危険な所に集積している。

大手町・丸の内にある我が国随一のビジネス街は、かつての日比谷の入り江を埋め立てた場所にあたる。デジタル放送の発信拠点・東京スカイツリー周辺は、関東地震のとき、最も強く揺れた場所であり、火災危険度も極めて高い。こういった場所に毎日3万人もの観光客を招いている。

また、私たちの生活になくてはならない電気・ガス・燃料の生産場所も、災害危険度の高い東京湾岸の埋立地に集中立地している。こういった場所には「シーサイド○○マンション」とか「リバーサイド××マンション」と言っ



写真2 東京・新宿(左)と名古屋・栄(右)

た名前の高層マンションも多く建っている。地震危険度の高さを意識した耐震設計が行われていることを期待するが、万が一、経済性や便利さを優先し、自然に対する畏怖の念を忘れていたとすると心配である。

図4は、約6,000人の津波犠牲者を出した岩手県と、東京・大阪・愛知の3都府県の標高別人口を比較したものである。図から、大都市の低地利用の問題の大きさが分かる。標高10m以下の人口は、岩手県の4万人に対し、3都府県はいずれも数百万人に達する。

首都圏の場合、いわゆる海拔ゼロメートル地帯である朔望平均満潮位さくぼうちよう(朔望潮、大潮のこと。朔は陰暦の1日、望は陰暦の15日)以下の面積は116km<sup>2</sup>、人口は176万人にもなる。強い揺れなどで堤防が決壊したときのことを想像するとぞっとする。

人口減少時代を迎え、今こそ土地利用のあり方を見直すときである。人口問題研究所が公表した東京の将来人口によると、図5のように、災害危険度の高い地域での人口増が予想されている。軟弱地盤への都市の拡大と人口密度の高さは、災害増大の大きな要因となる。住居や職場の土地選びに、私たち自身の安全意識が問われている。

日本創成会議・人口減少問題検討分科会によるストップ少子化・地方元気戦略や、国

土強靱化基本計画、国土のグランドデザイン2050などで一様に指摘されているのが、東京一極集中の是正である。その理由は、東京の若者の未婚率や離婚率の高さ、出生率の低さにある。我が国最大の課題である人口減少問題と、レジリエントな(強靱で回復力のある)社会の構築のための解決策は共通である。

### 東京と名古屋の比較

土地利用の違いの一端を見るために、東京と名古屋について、標高マップ上に東証1部・2部上場会社の位置をプロットした図を図6

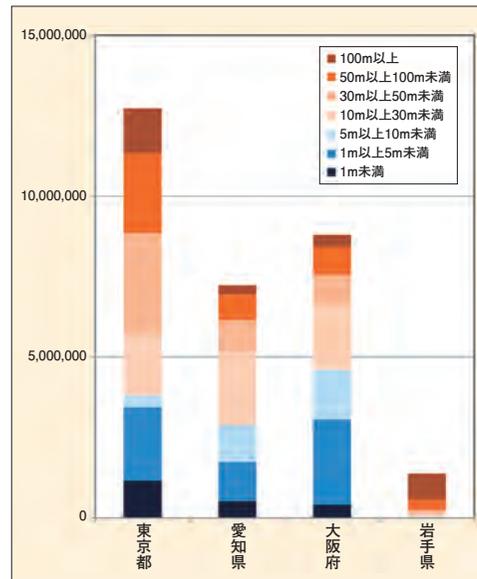


図4 岩手県と3都府県の土地利用

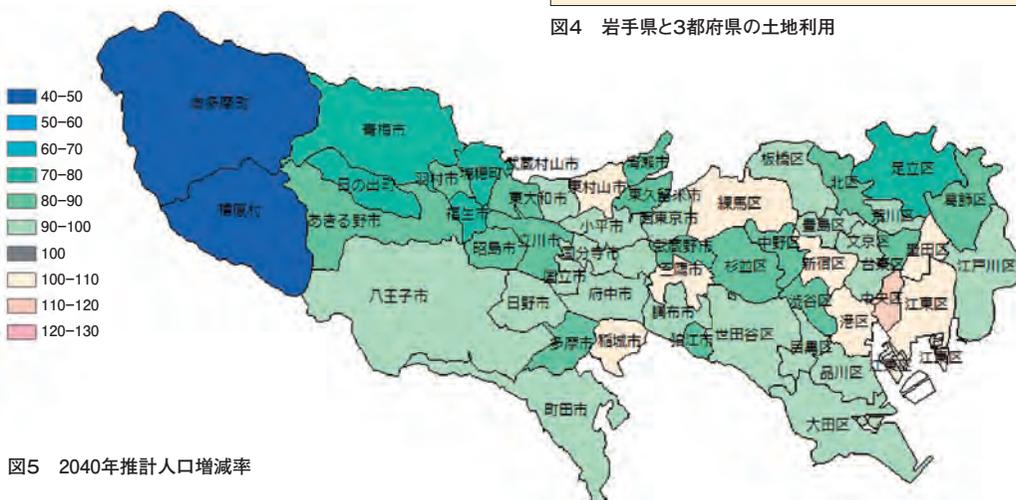


図5 2040年推計人口増減率

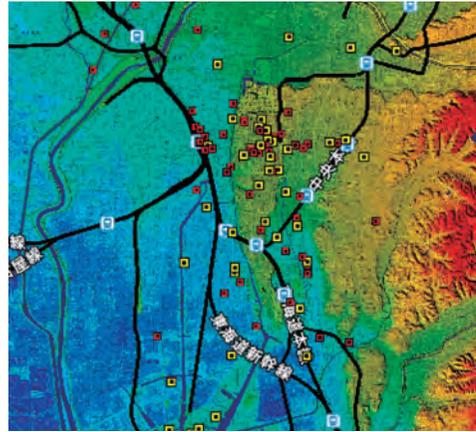
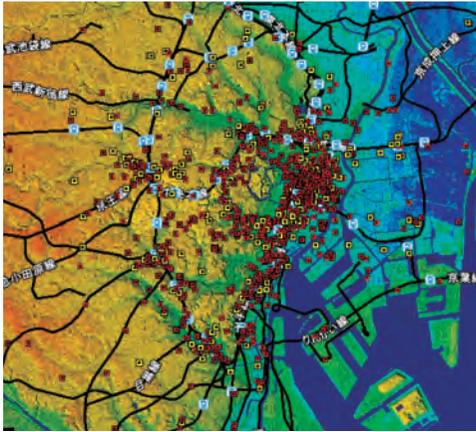


図6 東京(左)と名古屋(右)の標高、上場会社本社位置

に示す。また、東京と名古屋の中心市街地の様子を写真2に示す。図と写真から2つの都市の土地利用の違いは明らかである。東京では主要企業の本社が低地の大手町・丸の内地区に集中しているのに対し、名古屋では台地上の伏見・栄地区に位置する企業が多い。このことは、最近、スイスの再保険会社スイスリーが公表した地震リスクの違いとも関係する ([http://www.swissre.com/rethinking/climate\\_and\\_natural\\_disaster\\_risk/Mind\\_the\\_risk.html](http://www.swissre.com/rethinking/climate_and_natural_disaster_risk/Mind_the_risk.html))。東京・横浜地区は、ダントツの1位、大阪・神戸地区は5位、名古屋は7位と評価された。中心市街地の利用のされ方も大きく異なる。富士山を背景に超高層ビルが林立する東京・新宿の様子と、多くが中低層ビルでまちの真ん中に防災道路の百メートル道路が通っている名古屋・栄の様子の違いは、対照的である。地方都市に行くと、役所は城郭の中に、中心市街地は城郭近くの台地上に位置する場合が多い。ただし、鉄道を敷設するときに、蒸気機関車が迷惑ものだった故に、駅を劣悪な地盤に建設してしまった。このため、最近、地盤の軟弱な駅周辺に市街地が移動しつつあるのも事実である。名古屋の場合も台地上の栄から低地の名古屋駅に中心が移りつつある。

しかし、両都市の災害危険度には明らかに

差があるように感じられる。武村(武村雅之「1944年東南海地震の被害と教訓」日本地震工学会誌、第22号、pp.2-7、2014.4)は、地震規模、震源域からの距離、都市規模が大きく変わらない1923年関東地震での東京市(208万人)と1944年東南海地震での名古屋市(134万人)の死者数を比較している。それによると、東京約69,000人、名古屋121人である。元禄関東地震と大正関東地震の差と類似している。様々な原因があると思われるが、土地利用の違いを無視することはできない。

### おわりに

人間は身勝手な弱い生き物であり、日常の快適さや楽しさを優先する。水辺の低地は、平時は平らで移動しやすく、自然が感じられ、レジャー施設にも近く快適である。ついつい、100年先かもしれない地震のことより、今日明日を優先しがちである。しかし、先人たちは、自然災害の怖さを、世代を超えて伝え、住まい方の作法を災害文化として残し続けてくれた。これこそが防災の日常化でもある。人口減少の時代を迎え、地方回帰のUJIターンを指向する市民も増えている。今後は、安全な洪積台地にも空間のゆとりが生まれるはずである。是非、危険を避けることが当たり前だと感じられる社会にしていきたい。

今こそ土地利用のあり方を見直すときである。住居や職場の土地選びに、私たちの安全意識が問われている。