

# 不適切な土地開発が拡大させた災害 —2019年台風15号・19号災害を中心に—

高橋 学<sup>1</sup>

**要旨** 2019年に日本の人口はおよそ1億2600万人であった。人口はやや減り始めたものの、東京を中心とする首都圏に人口が集中している。2019年は、エルニーニョ現象が終了し、太平洋の西側で海水温が高くなった。そのため、従来あまり台風の直撃を受けることのなかった関東地方に被害が集中した。台風15号では、千葉県を中心として停電が続いた。台地上には火山灰層が厚く堆積している。そこに大量の雨と強風が吹くことで電柱がたくさん倒れた。

関東平野は、標高が500mを超える山地がほとんどない。そのために、台風19号の雨は、長野県や群馬県に集中した。千曲川の流域では支流の扇状地帯が顕著に形成されており、限られた範囲で河川が氾濫した。特に、北陸新幹線の電車基地は土地が最も低い後背湿地であったために、多くの電車が水没した。これは、土地のことをよく理解していれば、電車を一時的に高台に移動させることで防げるものであった。多摩川流域では、人工堤防の築造されていない場所で水害が発生した。

また、多摩川の旧河道に造られたスポーツ施設が被災した。さらに、武蔵小杉周辺では、タワーマンションの地下に水が流れ込み、電気施設が故障したために、エレベーターや水道が使えなくなった。今回の被害のほとんどは、土地についての知識があれば十分に防ぐことができた。不適切な土地開発が災害を大きくした例といえよう。

**キーワード**：台風15号、台風19号、ジャスト イン システム、関東平野、不適切な土地開発

## I 視点

しばしば混乱して用いられることがあるが、「地震」と「震災」はまったく異なった概念である。「地震」は物理学的に地面が揺れることであり、これに対して「震災」は地震により人間が生命や財産を失うことである。たとえば、2011年3月11日に発生したのは東北地方太平洋沖地震であり、それにより東日本大震災が生じたのである。また「地震」の大きさは、必ずしも「震災」の大きさと一致するわけではない。1995年1月17日に発生した兵庫県南部地震が阪神淡路大震災と呼ばれるようになったのは、地震が神戸という大都市の人口密集地帯で、しかも震源の深さが16kmと浅かったことによる。地震の規模はMj7.3であり、観測時代の日本においては、5年に3回程度発生する地震であった。震度は7であるとされたが、当時、大倉山にあった神戸海洋気象台付近では地盤が良いために倒壊家屋は少なかった。厳密に言うならば、地盤、建物の構造、

1：立命館大学文学部、環太平洋文明研究センター

建物の建築年代などによって揺れや倒壊率は異なっていた。地震の大きさを示すマグニチュードと震度も一致するわけではない。マグニチュードが大きくても、震源が深かったり、遠くであったり、地盤が良ければ震度は小さくなる。

2011年3月11日に発生した東北地方太平洋沖地震は、Mw9.0、震度7、死者・行方不明者22,259人であった。この地震は、しばしば貞観11年5月26日（869年7月9日）の海溝型地震、Mw8.6以上、死者約1,000人と比較され1,000年に1度の地震といわれている。ところが、1896（明治29）年6月15日に発生した明治三陸地震とはあまり比較されない。この地震は、M8.2-8.5 死者・行方不明21,959人であり、東北地方太平洋沖地震による東日本大震災に匹敵する。東北地方太平洋沖地震はなぜ明治三陸地震と比較されないのでしょうか？不十分とはいえ科学的な観測が行われ、記憶も新しい115年前の明治三陸地震を取り上げず、記録もあいまいな1,000年前の地震を取り上げるのは不思議である。さらに、明治三陸地震の後の1933年3月3日には昭和三陸地震、M8.1、死者・行方者3,046人が発生した。昭和三陸地震は、明治三陸地震の影響で移動速度の増した太平洋プレートの先端が正断層型にちぎれて津波が発生したアウトターライズ型地震である。インド洋大津波を発生させた2004年のインドネシア地震では、2012年に2度のアウトターライズ型地震が発生している。現在、2011年東北地方太平洋沖地震から9年が経った。そして政治家やマスコミは地震や津波からの復興に関する話題を選んで公表している。しかし、明治三陸地震やインドネシア地震を意識すれば、東北地方太平洋沖地震は、まだ終わっておらず地震の最中といわなければならないのである。

現在、東北地方の太平洋沿岸では津波堤防の工事中である。ここにいくつかの大きな問題が存在する。津波堤防は、基本的に鉄筋コンクリートの構造物である。鉄筋コンクリートの構造物は、意外に弱く耐久年数は最長で約50年しかない。潮風や海水、水分にさらされると40年程度で大改修や新築しなおすことが必要である。すなわち、津波堤防の建築は40～50年ごとに造り続けなければならないのである。しかも海溝型地震とアウトターライズ型地震が生じる可能性を考慮すれば、現在建築中の津波堤防は、次の津波発生に間にあわないことになる。また、岩手県山田町田の浜地区では、高さ6mの津波堤防が完成したため、集中豪雨の時に集落側に降った雨を排水できず、集落が水没した。人工堤防を高くすればするだけ、堤外からの津波は入ってこないものの、集落側（堤内）の水も排水しにくくなるのである。2,000年に発生した東海豪雨の際にも、名古屋市天白区野並地区では人工堤防の集落側から降水を天白川に排水するポンプが機能せず、沖積平野に立地する集落が水没した。人工堤防は両刃の剣である点を忘れてはいけない。

## II 台風の勢力

令和元年房総半島台風と後に名づけられた台風15号(Faxai)は、三浦半島に接近したあと、東京湾をぬけて9月9日5時頃千葉市に上陸した。その時の中心気圧は960hPa、最大風速45m/秒の強い台風であった。これを1959年に紀伊半島から東海地方を襲った伊勢湾台風(昭和34年15号台風)と比較してみると、伊勢湾台風は9月23日~9月26日に最低気圧895~910hPa、最大風速60~75m/秒を記録した。9月26日18時潮岬西方に上陸した時には気圧929hPaとなっており勢力はピークを少し越えていた。また1934年9月21日室戸台風の上陸直前の中心気圧は911.6hPa、1945年9月17日枕崎台風(昭和20年16号台風)が916.3hPa、1961年9月16日の第2室戸台風(昭和36年18号台風)が925hPaであった。これらと比較して台風15号が飛び抜けて大きく強力であったわけではない。近年、気象現象をすぐに二酸化炭素の増加に伴う地球温

暖化に原因を求める傾向があるが、安易な結びつけることは慎む必要がある。少なくとも1930年~60年代には問題になるほどの二酸化炭素も排出されていなかったし、それによる気温や海水温も高温になっていたとは思えない。この時に台風は頻繁に日本を襲い、人工堤防などのインフラストラクチャーの未整備もあって大きな災害となっていたのである(図1・2)。

さて、今回の台風15号は、2019年の9月9日3時頃に三浦半島を通過して東京湾を北東に進み5時前に千葉市付近に上陸した。その時の中心気圧は960hPa、最大風速40m/秒の強い勢力を保ってい

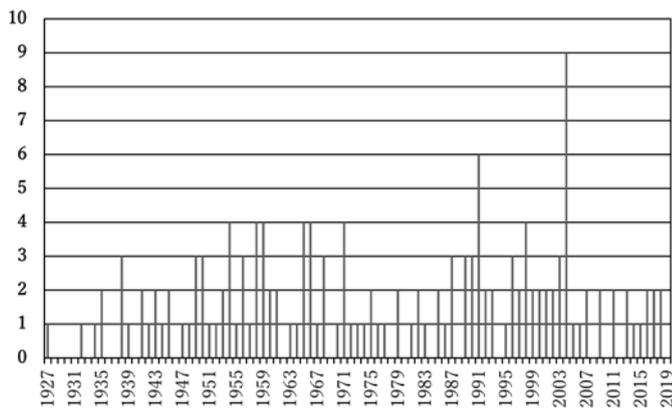


図1 日本付近を通過した台風 (理科年表：国立天文台)

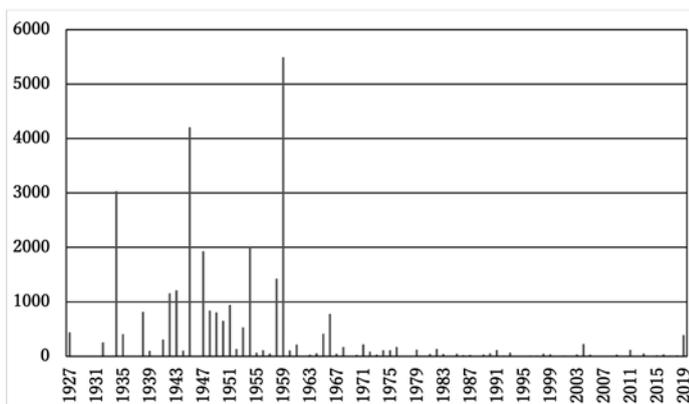


図2 台風による死亡・行方不明者 (理科年表：国立天文台より作図)

た。通常、台風は九州や西日本に上陸し、東日本に到達する時には勢力を落としていることが多い。ところが、この台風は九州や西日本に上陸することなく東京湾に達した点が従来と異なっていた。

### Ⅲ 半島の黒潮への影響と台風の勢力

北赤道海流は、太陽エネルギーを受けて太平洋の東から西に流れるうちに水温が上昇して熱帯低気圧を発生させる。そして、フィリピン近くでコースを北東に変え黒潮（日本海流）と呼ばれるようになった暖流は、対馬海流を分流させて本州南岸を北上する。これを詳しくみると、九州や紀伊半島が進路の障害になり黒潮は南に蛇行する。九州や紀伊半島の東側では黒潮の影響を受けにくく、海水が低温となっている。特に三重県沖、伊勢湾沖から伊豆半島までの範囲では相対的に低水温である（図3）。そして、黒潮は東京湾口や房総半島付近を通過するため、この付近の海域では水温が高くなる。さらに黒潮は、房総半島に沿って北上し犬吠埼付近で南下してきた親潮（千島海流）とぶつかり北太平洋海流となり東に方向を変える。台風は暖かい海からエネルギーと水分を補給されて発達するため、海水温の低い地域を通過したり、上陸したりすると勢力が衰えるのが一般的である。したがって、台風が関東地方を直撃した場合には、黒潮の影響で上陸直前まで勢力が増すことになる。このことは、関東地方に住む人々に意外と知られていない。気象庁の海水温のデータをみると、2019年9月には犬吠埼よりも北側に平年より高温の地域が認められる。

「令和元年房総台風（台風15号）」が襲った房総半島は、大きく3つの地形に区分することができる。すなわち丘陵、更新世段丘面、沖積平野面である。房総半島は関東造盆地運動の外縁にあたっており南部ほど隆起が著しく、古い地層が地表面を構成し、雑木林となっている（図4）。丘陵は、千葉市周辺ではゴルフ場として土地利用されているが南部に行くほど高度を増し、房総半島南端には縄文海進最盛期の7,300年前頃に当時の海水面付近で形成された沼サンゴ層が、標高20～30mに達している。更新世段丘面は東京の「山の手」にあたる地域であり、立川面、武蔵面、下末吉面の3段丘面と段丘崖に細分される。これらの更新世段丘面は雑木林や畑であったが、1970年頃からニュータウンなど

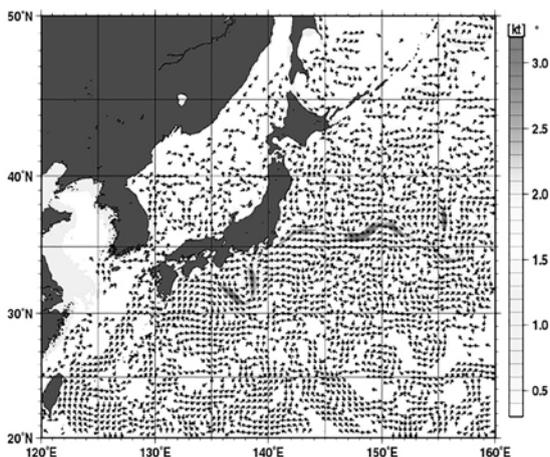


図3 2019年10月12日の黒潮（気象庁）

の住宅地となった。特に標高が低く、東京に近い地域ほど住宅地化が著しく進行する傾向があった。ここで注意が必要なのは、更新世段丘面の表層は、東京の山の手と同様に10m近くが富士山や箱根山などから噴出した火山灰層（地層を構成する粒径から関東ローム層と呼ばれる）に被覆されていることである。いいかえれば、段丘崖の大半は未固結の火山灰で構成されているのである。台風15号では2,000本以上の電柱が強風で倒れ、長時間にわたり停電が続く被害がでたことで注目された。通常、電柱は8~10m程度の長さであり、約1.5m掘削された穴に埋められていることが多い。すなわち、電柱の倒壊した地域は厚い未固結の火山灰層に被覆されており、そこに電柱を埋積するための穴が掘削されていたのである。台風により70mm/時を超える豪雨が降ったところに、最大瞬間風速60m/秒の強風が吹けば、電柱はまさに「糠に釘」のような状況になったと考えられる。筆者は、1959年の伊勢湾台風を濃尾平野で経験しているため、最大風速60m/秒を超える風のイメージがある。しかし、現在の自治体、警察、消防などの責任あるポジションにある50歳~60歳代の職員は、経験したことのない風の強さがイメージできなかつたと思われる。最大風速60m/秒を超えると瓦はヒラヒラとまるで紙飛行機のように飛び、住宅は建物ごと吹き飛ばされるのである。しかも、現在の住宅には雨戸がないところが多い。ガラス戸は全体にかかる圧力には強いが、瓦などが飛来して角があたると極めて弱い。1959年の伊勢湾台風以降大災害のなかったことが、災害対策にマイナスに働いているといえよう。特に関東地方では1953年の狩野川台風が唯一の体験であった。狩野川台風の状況を知っている人たちはすでに65歳を超えているのである。

台風通過によりその被害が明らかになるにしたがって、マスコミや住民から千葉県な



図4 関東平野 1m 等高線図

ど自治体の災害復旧対策が遅れたことに批判が集中した。しかし、ここで考えておかねばならないいくつかのことがある。まず、自動車工場やコンビニエンスストアで用いられている「ジャスト イン タイム システム」が、現在、様々な分野で普及していることである。すなわち、工場や店舗には在庫は持たず、必要な時に品物や部品を輸送して行くのである。今回の台風の場合、倒れた2,000本を超える電柱はどこにもストックされてはいない。当然、電線、絶縁のための<sup>がいし</sup>碍子、変電器などの部品も同様である。さらに、電柱を立てるために地面を掘るドリルや作業用のゴンドラを持った特殊自動車、電気工事のための技師も、どの電力会社も自分のところで必要な数しか用意していない。2018年に台風21号と胆振東部地震発生時に北海道全体が停電したのと比較すれば、本州ではいくつかの電力会社で電気そのものは融通ができるようになっていた。しかし、各地から応援を頼むとしても、それぞれの会社には電柱なども、特殊自動車も、技術者も自社で通常必要なだけしか存在していない。自衛隊に災害復旧を依頼しても、自衛隊に電気工事のできる技術者が大量にいるわけではない。どんなに急いでも資材や技師などの手配に10日以上、そして実際に工事に入ってから数か月以上かかるのである。首都圏は人口密度が高く、日本の他の地域より電線の地下埋設をする必要性が高い。電力会社が予算のかかることを理由に電線の地下埋設工事をなおざりにしていた責任は大きいと言わざるをえない。

1995年の兵庫県南部地震（阪神淡路大震災）の時には、被害がひどい震度7の地域は東西約14km、南北約2kmであった。東は尼崎市、西は明石市、北は六甲山地を超えた三田市になると被害が小さかったために、周辺から消防車や救急車などが神戸市に向か



図5 ブルーシートのかかった住宅

うことができた。2011年の東北地方太平洋沖地震（東日本大震災）は海溝型地震であったため、東北地方の太平洋岸から千葉県までの非常に広い範囲に津波を中心とする被害が及んだ。しかしながら東北地方の幹線交通路は内陸にあり、そこから枝を伸ばすように太平洋岸の被災地に行くことが可能であったのである。これらに対し、2018年の大阪府北部地震と台風21号台風による被災地では復旧には意外と長い時間が必要であった。屋根瓦が壊れて1年以上もブルーシートに覆われたままの景色が目についた(図5)。瓦の在庫がないこと、さらには屋根瓦を修理できる技術者がいないことが復旧工事の遅れた最大の理由であった。通常時に合理化を追求すればするだけ、災害発生時に復旧が困難になるのである。

他方、千葉県や東京山の手地区沖積平野は河川規模が小さく、更新世段丘面から流下することから、沖積平野の形成が悪い。しかし首都圏に近い地域ほど、沖積平野の宅地化が進んでしまっており、浸水しやすい状況となっている。

2019年の台風15号や台風19号（Hagibis）は、関東地方（特に首都圏）を直接襲った台風であることや上陸直前まで勢力が増したということが特徴的である。これまでの台風の多くは、関東地方に達したとしても、中部地方以西に上陸し勢力を衰えさせたものであった。関東地方を直接襲う台風は住民の人々にとってほとんど経験がない。しかも、台風エネルギーを供給する太平洋の海水温が27℃を超えており、上陸直前まで、勢力が衰えるどころか、勢力が強くなり続けた。沖縄、九州、四国、近畿などの「台風慣れをしている」地域と比較すると、関東地方に住む人々は「台風に慣れていない」ことが被害に密接に関係していると考えられる。たとえば、沖縄の伝統的な住宅は周囲を石垣で覆っているし、高さを低く、瓦も漆喰で飛ばないようにしっかりと固定されている。まさに台風に対応した住宅様式なのである。関東地方の住宅は、このような仕様になっていない。

さて、少し別の観点に立てば、心配されている首都圏直下地震、スーパー南海地震、2011年の東北地方太平洋沖地震の影響で太平洋プレートが裂けるアウターライズ型地震などが発生した場合には、令和元年房総台風（台風15号）と比較にならないほどの惨状が生じるのである。その時、救急車も消防車も病院も、通常、必要な数しか存在していない。救急隊員も消防署員も医療関係者もまるで足りないのである。このことは2020年のコロナウイルス騒動の時にもみられたことである。

#### IV 更新世段丘面と開析谷

さて、山の手地区や千葉県の高台である更新世段丘では、水害と無関係かというところではない。たとえば、東京山の手には神田川、目黒川、呑川、善福寺川などの小河川が多く複雑な形の谷を形成している（図6）。○○坂と呼ばれる場所が、その谷壁であ



図6 山の手を刻む小河谷

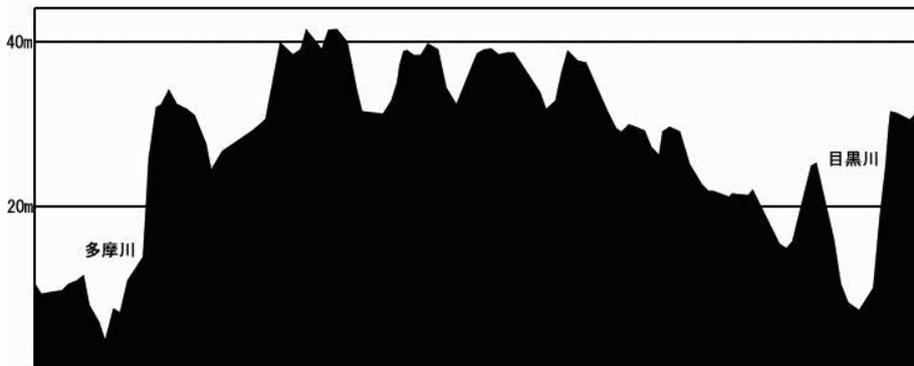


図7 山の手地形の断面 (多摩川-目黒川)

る。これらの谷の河川に直交する断面図を描くと逆二等辺三角形になる。これらの谷に降水があった場合でも、津波や高潮が下流側から流入した場合でも、断面積が小さいため急速に水位が上昇することになり、短時間で浸水しかねない。また、坂をなしている谷壁の大部分は未固結の火山灰層であり、大量に水分を含むと、2008年の岩手・宮城内陸地震や2018年の北海道胆振東部地震の時のように崖崩れ（斜面崩壊）が発生することになる。最近、千葉県内房や東京23区では地震が頻発するようになってきており、台風や集中豪雨に地震が加わると、崖崩れが顕在化する可能性が高い。普段、人工構造物に覆われており、谷壁が未固結火山灰層から構成されていることを忘れがちであるだけに注意が必要である（図7）。2020年2月5日の朝、神奈川県逗子市池子で市道脇の斜面が崩れ、歩道を通行中だった女子高校生が巻き込まれ死亡した。このような状況は各地で頻発することが考えられる。崖下で埋没するだけでなく、更新世段丘面上から崩れ落ちる住宅や人も出てくる可能性が高い。環状7号線付近の山の手には都市計画が間

に合わないままに住宅が建築されたところが目につく。ここでは老朽化した一戸建て住宅と入り組んだ細い道路とが特徴である。慢性的で非常にゆっくりとした地滑りの影響で住宅を取り囲むブロック塀は傾いている。このような住宅は1960年代～70年代に建設されたもので、現在、80歳を超えた高齢の女性の独り暮らしが多い。そのため、住宅の改築やブロック塀の補修なども手がつけられていない。火事や地震などの際には、住宅やブロック塀の倒壊で道路が閉鎖され、消防車も救急車も侵入できないだけでなく住民は逃げ出すこともできなくなる。

## V 台風19号と関東地方の地形

10月12日には令和元年東日本台風（台風19号）が伊豆半島に上陸した。この台風も関東、甲信、東北地方に極めて多くの雨をもたらし、死者・行方不明者94人におよぶ被害をだした。また、基本的な災害リスクマネジメントができていないことが明らかになった。

東北日本では北海道から中部地方は主として南北に長い山地や盆地・平野が卓越する。これに対して、西南日本の中部地方から九州北部にかけて山地や盆地・平野は東西に長い傾向がある。ここに台風がやってくると、標高500mを超える山地の影響を受け進路が影響されたり降水量に差がでたりすることが多い。西南日本では東西に延びる山地に、台風の湿潤な空気が反時計回りにぶつくと山地の南側に降水量が多くなる。これに対して、東北日本では南北に延びる山地の東側に降水が集中する。

### 1 千曲川の洪水

関東地方をみると、東京、埼玉などでは平野が大部分を占めており、標高500mを超える山地は、群馬県や長野県付近に存在する。そのため、台風の湿潤な空気は群馬県や長野県に大量の降水をもたらす。長野盆地に注目すると、南北に山地が延びている。したがって、その東側に大量の降水が生じやすい。長野盆地は西側や東側から傾斜の急な扇状地帯が支流によって形成されており、盆地の中央部を千曲川が北流する。大量の降水が長野盆地にもたらされた場合、千曲川が氾濫する範囲はかなり限定されている（図8）。千曲川の西岸には大規模自然堤防が形成されており、そこは古くからの集落かりんご畑に利用されてきた。詳細に観察すると、大規模自然堤防は上流側と下流側の2つに細分することが可能であることが解る（図9）。「長沼」は千曲川の自然堤防背後を流れる旧河道を指しており、その下流側にあたる「赤沼」もラテン語の「アクア」や仏教用語の「閼伽<sup>あか</sup>」につながる水に関連する地名である。そして今回の破堤地点は、千曲川の旧河道にあたっており、長野市役所の出張所、公民館、体育館が立地していた。現在一般に流布しているハザードマップにはいくつかの問題がある。なかでも、避難場所に指

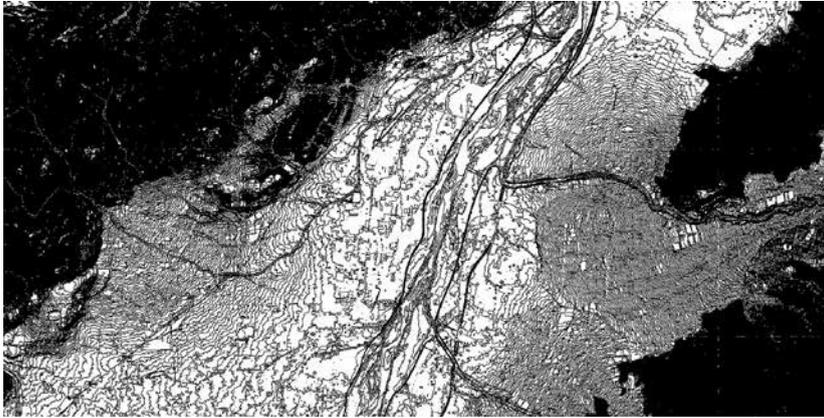


図8 長野市北東部の千曲川の河谷

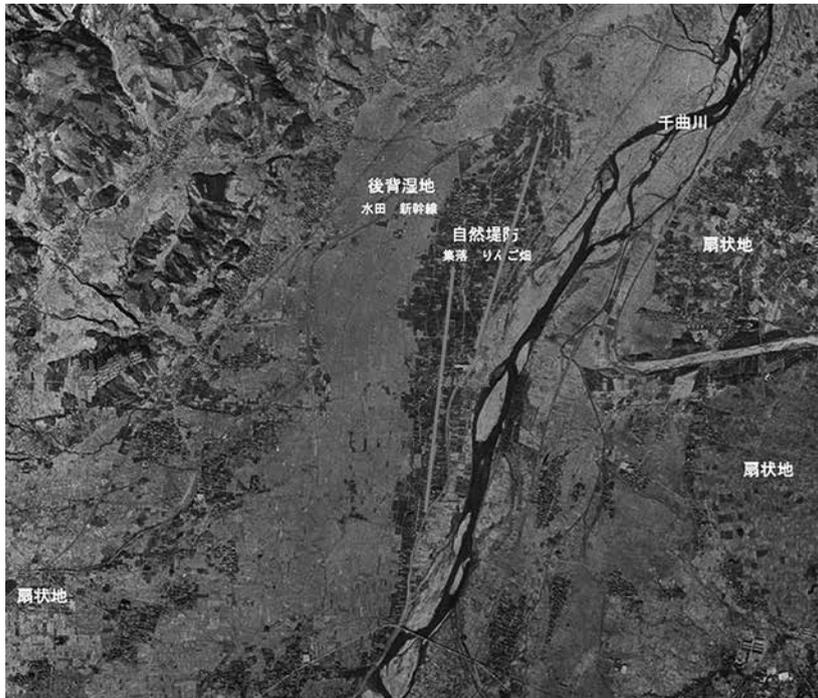


図9 千曲川の自然堤防と後背湿地

定されている場所の土地条件が悪く、避難することがかえって被害を大きくしたり、災害時に近づくことすらできなかつたりする場合が少なくないのである。人工堤防は旧河道を横切るように築造されている。しかし地下では水脈が連続しており、「押堀<sup>おっぼり</sup>」と同様に堤防が破堤しやすい地点なのである。

千曲川と犀川が合流する地点より上流側では完新世段丘面が顕著に発達している。ここでは上信越自動車道路や北陸新幹線の建設に伴い屋代条里遺跡などの調査が実施されており、完新世段丘面上にみられる条里型土地割と地形変化のかかわりが検討されてお

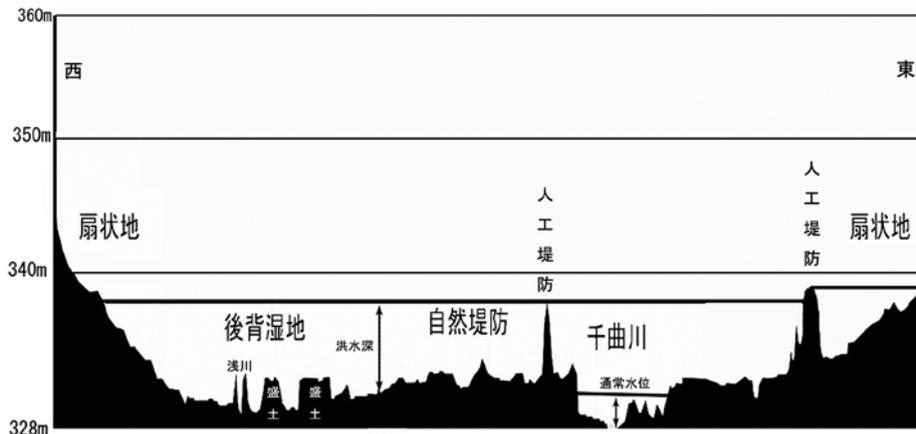


図 10 千曲川微地形横断面図

り、11世紀頃までは千曲川の洪水堆積がみられたことが知られている。これと同様な完新世段丘面は長野周辺にも確認できる。このことから、現在みられる大規模自然堤防は、完新世段丘面が段丘化した後に形成されたものと推測される。

さて、19号台風で千曲川の人工堤防が破堤した付近の地形断面図を描くと、(図10)のようになる。千曲川の流路から西方向にみると、人工堤防、大規模自然堤防、後背湿地、扇状地帯となる。後背湿地は主として水田として土地利用されており、最も低い部分に排水河川として浅川が流れている。また、後背湿地部分は集落がないために北陸新幹線が造られており、最も標高の低い部分には新幹線車両基地がある。そのため、千曲川の人工堤防が破堤した時、新幹線基地が水没し、そこに置かれていた8編成の新幹線すべてが廃棄されねばならなくなったのである。一般に、鉄道は集落を避けて建設される。住宅の立ち退きを少なくして、相対的に土地の値段が安いところを選ぶのである。なかでも車両基地は広い面積を必要とするために一番土地条件の悪い安価な土地に建設される。このことは新幹線に限らず、すべての鉄道に言える傾向である。現在各地で再開発が進んでいる貨物ヤードや駅も同様なことがいえる。駅の場合、旧来からの集落に隣接した地域につくられることから、いわゆる駅表と駅裏ができやすい。現在は、改札口を2階や地下に設け、駅裏の開発もしやすいようにされている場合が多い。しかし、災害という観点に立つならば、駅そのものが危険な場所であり、さらに駅裏はその傾向が強い。近年、全国チェーンのビジネスホテルが、駅に近いという理由で駅裏に建設される場合が目立っている。このようなビジネスホテルの立地する場所の土地条件の悪さや、究極まで簡素化された建物であることを忘れてはならないであろう。

さて、前述したように、現在50~60歳代の管理職は災害を知らない世代である。そのために、台風時における降水量の偏在や駅や車両基地の脆弱性についてほとんど無知である。新幹線の車両基地の災害脆弱性を理解していれば、車両を高架部分に移動させ

るだけで車両の水没被害は容易に防げたのである。

## 2 富士山頂レーダーとひまわり

1964年に富士山頂に気象レーダーが設置される以前は、いくつか太平洋に浮かぶ定点観測船の情報でしか台風を知ることができなかった。しかし、最も標高の高い富士山頂に気象レーダーが設置されると台風の姿を明確にとらえることができるようになった。さらに気象衛星ひまわりなどの整備により、台風などに関する情報は激増した。ところが、その情報を受け止める人材の養成に問題があった。しかし、今回気象庁は、これまでの前例にとらわれることなく、台風接近の3日前に台風に関する記者会見を行った。これは画期的なことといえる。しかも、避難について、ハザードマップの避難場所ばかりを考えずに周辺の堅固で高い建物を検討するようとの見解を発表した。すなわち、この段階で北陸新幹線の車両基地の責任者に基礎的な災害の知識があれば、車両の水没を回避できたのである。水没した車両基地に関しては、その後の対応にも問題がある。それは、車両水没被害を受けて、車両基地が水害に遭わないようにするために盛土が行われていることである。後背湿地に厚く盛土を施せば、車両基地は水没しなくなるかもしれないが、これまで水没を免れてきた大規模自然堤防や扇状地帯の相対的に低い場所が水没することになる可能性が高くなるのである。極めて自己本位の災害対策であるといえよう。

## 3 人工堤防と0m地帯

さて、台風や集中豪雨では、隅田川、荒川（放水路）、江戸川（人工付け替え前の利根川）などが流れる0m地帯が広がる下町地域の水害が懸念されている。これらの地域では、近世以降、人工堤防で洪水が発生しないようにしたことと、地下水の人工的な汲み上げや地層の圧密で地盤沈下が進行して標高が低くなっている。17世紀まで東京湾に流れ込んでいた利根川を犬吠崎へ人工的に流路を変更させたことは、江戸の町を守ると同時に下町地域の沖積平野の成長を止めてしまった。大阪平野（河内平野を含む）や濃尾平野と関東平野を比較すると、それらの近くには山地が存在するのに、関東平野には山地が近くになく河川が土砂を下流に運んできにくい。また、地殻変動による造盆地運動の沈下の中心が大阪平野や濃尾平野では、現在の大阪湾や伊勢湾にある。これに対して、関東平野では埼玉県春日部市や幸手市付近に位置している。その影響で約7,300年前（縄文時代早期）の気候温暖期には、群馬県館林市付近まで海が進入していたことが知られている。現在は海に面していない埼玉県や群馬県でも河川の氾濫による水はけが悪く、埼玉県や群馬県で沈水してしまう可能性がある。しかも、春日部市や幸手市付近は、近年、一戸建て住宅の開発が著しく進んでおり、さほど大規模でない河川の洪水でも「大水害」となる可能性がある。そのために国土交通省は首都圏外郭放水路や渡良瀬

川遊水地などを設置しているが、それで十分かは検討の余地がある。これまで遊水地として働いていた水田地域が宅地造成されることで、遊水池としての機能が失われるだけでなく、水害に遭う住宅が急増しているのである。

もう一点注意することがある。国が管理する一級河川は、現在、かなり強固で高い人工堤防が築造されており、それが破壊される可能性はさほど高くない。ところが、国の一級河川と強固で高い堤防で別けられた居住地域（堤内地）に降った雨などを排水するためにはポンプなどを用いて人工的に強制排水する必要がある。ポンプが故障したり、その排水能力を超えたりすると堤内地が浸水することになる。また、一級河川の水位が高くなるとそこに合流する中小河川に水が逆流してしまう。しかも、中小河川は強固で高い堤防が造られているわけではないので、そこで逆流した水が氾濫してしまうのである。2018年中国豪雨の時、岡山県倉敷市真備地区において、国の一級河川の高梁川は氾濫せず、そこに合流する小田川で氾濫が生じたことは記憶に新しい。ここでは、高梁川の下流側に山地が迫って峡谷をなしていたことも高梁川の水位を高くする原因であった。しかも最も水深の深くなる地域に岡山県立特別支援学校があり避難場所となっていたのである。

#### 4 高潮と津波

熱帯低気圧のうち10分間の最大風速が17.2m/秒に達したものを台風と呼ぶ。台風の近くでは気圧が低下している。1気圧は1,013hPaであるが、10hPa気圧が低下するごとに海面はおよそ10cm上昇する。すなわち、913hPaであれば約1m海面が上昇するのである。これを「吸い上げ効果」と呼ぶ。また、風によって海水が移動し高くなる「吹き寄せ効果」も生じる。湾口が広く、風が湾奥に吹き込み、湾奥の幅や水深が浅くなるほど吹き寄せ効果が大きくなる。伊勢湾や東京湾などは吹き寄せ効果が起きやすい。さらに月の引力の関係で、日2回の潮の干満が生じる。台風19号が東京湾へ侵入すると予測された時間は、12日夕刻でありちょうど東京港の満潮（16時31分）のピークにあたる。しかも14日が満月であり、12日でも海面は193cmの上昇が考えられている。これらの総計が高潮であり、5mを越える可能性がある。伊勢湾台風時には、伊勢湾奥で約6mの高潮が発生し、名古屋港にあった貯木場の材木が流出したこともあり5,000人を越える死者・行方不明者がでた。2018年21号台風では関西空港や神戸、西宮、尼崎などを高潮が襲い人工的埋立地の脆弱性が明らかになった。東京湾でも豊洲、お台場、東京ディズニーランド・ディズニーシーなどをはじめ東京オリンピック会場予定地などの人工埋立地が存在する。またJR東京駅、上野駅、品川駅、銀座、有楽町なども縄文時代の海域であった場所であり、浸水しやすい地域である。しかも、地下街や地下駐車場、地下鉄などがあり極めて高潮に弱い。地下鉄や地下駐車場に浸水した場合、高压電流が流れていたり、自動車にガソリンが積まれており、感電や火災が起きかねないので

ある。高層マンションの上層階では直接浸水することはないが、地下に設置されている変電施設や自家発電施設が水没すると電源が失われ、エレベーターや水道などが使用できなくなる。

## 5 関東地方の降水

さて、関東地方では山地が少ないために地形性の降水は少ない。関東地方周辺の長野県や群馬県などで大量に降水がみられる。その中で利根川水系の八ッ場<sup>やんば</sup>ダムに注目が集まった。このダムは政権が交代にともない建設中止されたり建設続行されたりしたいわくつきのダムであった。今回の台風では八ッ場ダムはまだ本格運用が始まっておらず、ダムの貯水量がほとんどなかったことが幸いし、かなりの水を一時的に貯水できた。しかし、現在は本格的な運用が開始しており、洪水対策だけに貯水することは不可能になることに注意が必要である。ダムや人工堤防だけに頼る治水方法には問題が多い。治水は、本来、治山とセットで考えるべきであり山地の植林や管理を視野に入れておく必要がある。また、水田は面積が広くその貯水能力は大きい。ここが宅地として造成されることによる貯水能力の減少に目を向けないわけにはいかない。さらに水田が宅地化することで、水害に遭いやすい住宅が増えるのである。

本来、千葉県関宿から江戸川方向に流れ東京湾に注いでいた利根川は、江戸を洪水から守ることや水運を目的に何度も流路を人工的に変更されて、現在は犬吠埼から太平洋に注いでいる。7,300年前の縄文海進最盛期には群馬県館林付近まで海が侵入していたことが知られている。また、関東平野は造盆地運動の沈降中心が埼玉県春日部や幸手付近にあるため、利根川の有力な支流のひとつである渡良瀬川には遊水地があり、さらに排水不良になりやすい中川、倉松川、大落古利根川、18号水路、幸松川を地下でつなぎ江戸川へ流す巨大な「首都圏外郭放水路」も設けられている。台風19号時には、これらの施設はほぼ能力の限界まで機能し、辛うじて東京の下町で人工堤防が破堤することを防ぐことができた。東京の下町のような沖積平野は、もともと構造的に地盤沈下する場所であり、さらに軟弱な地層が自重で圧密沈下する。そのため適度に上流から土砂が運ばれてこない、いずれ海面下に没してしまう。その沖積平野に人が住み着くと、河川を人工堤防で固定すると土砂の堆積がなくなってしまうという問題がある。人工的な地下水や天然ガスのくみ上げが行われなくとも地盤高が海面より低い0m地帯が徐々に広がってしまうのである。

千曲川の場合と同様に、河川の氾濫を防ごうと人工堤防を高くすればするほど、この問題の解決は困難になる。人工堤防を高くすればするほど本流の水位は高くなり支流は本流に合流できなくなり、堤防で囲まれた住宅地側にあたる堤内地の排水も難しくなる。人工的にポンプ排水するしか方法がなくなるのである。その場合、ポンプの排水能力以上の水は当然排水できないし、ポンプが故障すれば水没するしかない。まして本流の人



図 11 阿武隈川破堤地

工堤防が破堤した場合には人工堤防が低かった時代よりも浸水する水位は深くなる。国土交通省の管轄する国の一級河川の場合、人工堤防の高さは6m以上になる。それが破堤すれば、住宅の2階まで水没してしまうのである。また、国の一級河川が高く強固な人工堤防で固定されると本流の水位が高く流れの勢いがますます、自治体が管理する支流は本流に注ぎ難くなるだけでなく、本流が逆流して国の一級河川ほどでない支流の人工堤防が破堤することになる。2018年中国豪雨時における岡山県高梁川の支流小田川の場合と同様に、今回の台風19号で阿武隈川など破堤した地点のほとんどは、このような支流の人工堤防の破堤であった（図11）。

## 6 多摩川水害

東京都と神奈川県境を流れる多摩川で水害になった地点では土地利用上の問題が顕著にみられた。二子玉川駅周辺の場合、多摩川に支流の野川が合流するところであり野川の北東側には人工堤防があったが南西側には人工堤防はなかった。ここにはかつて「二子の渡し」があったところであり、人工堤防を拒否する景観論争もあった。人々は東急二子玉川駅に近いという利便性から多摩川の中洲に密集して住んでおり被災したのである（図12）。

また、多摩川の南西岸の神奈川県等々力緑地は、明白な多摩川の旧河道であるにもかかわらず保育園、市民ミュージアム、アリーナ、陸上競技場などに利用されており、広域避難場所や帰宅困難者滞在施設に指定されている。ここなどは、震災や水害などに最



図 12 二子玉川破堤地（野川と多摩川合流地点に人工堤防が築かれていない）



図 13 川崎市 等々力緑地（現氾濫原面にスポーツ施設などが造られている）

も弱い場所であり、災害発生時には近づくことすら難しいところであり、本来、「治水緑地」として置くべきところである。まったく本末転倒した土地利用といえる（図 13）。

さらに、南武線、東急東横線、横須賀線の集中する武蔵小杉駅周辺は、台風 19 号で被災する以前には週刊誌などの首都圏住みたい街の上位であった。たしかに通常の交通利便性は非常に高くタワーマンションが林立している地域である（図 14）。ところが、この地域は 7,300 年前の縄文海進時に海域であったところであり、地盤が低湿で極めて



図 14 二子玉川・等々力緑地・武蔵小杉と多摩川

軟弱である。その点で、個々には少ない分担金で、基礎工事に資金が使用できるタワーマンションは好都合であった。しかし、武蔵小杉では、人工堤防で固定された多摩川の水位が上昇すると下水に逆流し、タワーマンションの地下が水没したのである。そして地下に置かれていた電源施設は使えないようになってしまった。集合住宅、特にタワーマンションの場合、電気が使えなくなるとエレベータも水道も利用できなくなり、建物に住むことが不可能になる。タワーマンションだけでなく、病院でも地下には変電施設や自家発電施設、CT スキャン、MRI などの放射線を使うため重量のある機器も地下に置かれることが多い。さらに老人介護施設や自治体の建物などでも防災グッズは地下に置かれていることが多かった。そのため、水害や地震の時の液状化などで使えなくなる施設や機材や防災グッズなどは多いのである。

## VI おわりに

2019 年に関東地方を中心に大きな被害をもたらせた台風 15 号や 19 号をみると、これまで台風の影響を受けにくい地域を台風が襲ったことが被害を拡大させた原因と考えられる。また、1959 年の伊勢湾台風以降 1995 年の阪神淡路大震災までの間、大きな台風を経験しなかったために、現在、自治体などのリーダーとなっている 50 歳～60 歳代の人々が災害リスクについてよく理解していないために被害が拡大したといえる。ただし 1960 年代以降になると台風による死亡・行方不明者数はそれ以前と比較して激減している。これには治山治水事業などインフラ＝ストラクチャーの整備による効果が大き

いと思われる。しばしば、「地球温暖化」による台風の発生やそれが日本を襲った回数についてみると、決して数が増えているわけではないことに注意が必要であろう。

**参考文献**

国立天文台編 「理科年表プレミアム 1925-2020」丸善出版

気象庁 「日本近海の海水温」<http://www.data.jma.go.jp>

遠藤邦彦 2017「日本の沖積層」富山房インターナショナル

長野県埋蔵文化財センター 1998「更埴条里遺跡・屋代遺跡群」長野県埋蔵文化財センター発掘調査報告書 32

【2020年12月26日受理】

## **Disaster caused by inappropriate land development:**

Focusing on typhoon No. 15 and No. 19 disasters in 2019

**TAKAHASHI Manabu<sup>1</sup>**

**Abstract** : The population of Japan was approximately 126,000,000 in 2019. The population has begun to decrease little, but the population is concentrating at the metropolitan area where Tokyo is made the center. The population of Japan is increasing quadruple for about 150 years.

The El Nino phenomenon ended in 2019 and the seawater temperature became high on the Pacific west side. Damage of a typhoon concentrated at Kanto area. A blackout continued centering on Chiba by typhoon No.15 (Asian name Faxai) . A volcanic ash layer is thick and accumulated on the plateau of Tokyo and Chiba. Many telephone poles died of a gale's blowing with a great deal of rain there. The engineer to do electric construction and a special car as well as electric□telephone pole weren't enough to have taken time to restore that by” just in system”.

There are almost no mountain regions where an altitude exceeds 500m in Kanto area. Rain of typhoon No.19 (Asian name Hagibis) concentrated at Nagano and Gunma. An alluvial fan area in a tributary was formed conspicuously at a basin in the Chikuma River, and a river was flooded with a limited area. Many trains were submerged because land was the lowest back swamp electric car maintenance base of the Hokuriku Shinkansen. When understanding land well, it could be stopped by moving a train to a higher area temporarily. Flood damage occurred at the place where an artificial embankment isn't constructed at the Tama River basin. The sports facility made an old river course in the Tama River was injured. An elevator and water system couldn't be used because water flowed into underground in a tower apartment around Musashikosugi, and electrical plant broke down. When having knowledge about land, it was possible to stop most of this damage sufficiently. There can be an improper estate development with the example which made the accident big.

**Keywords** : Typhoon No.15, Typhoon No.19, Just in system, Kanto plains, Inappropriate land development

1 : College of Letters, Research Center for Pan-Pacific Civilizations, Ritsumeikan University