

1章 大規模な自然災害が多発する時代を迎えて

1.1 地球温暖化による豪雨災害の多発

イギリスで始まった産業革命は、人類に大いなる経済的発展をもたらしたが、人類に重くのしかかる極めて深刻な事態を引き起こしている。石炭、石油といった化石エネルギーの大量消費により、特に、炭酸ガス濃度の上昇は地球温暖化を招いている。太陽光がもたらす熱エネルギーの宇宙空間への放出を、炭酸ガスをはじめとした地球温暖化ガスが蓋をして熱エネルギーを閉じ込める働きをする。その結果、産業革命以降の地球の平均気温は、 1.5°C も上昇したと言われている。今、全世界で風や太陽光、地熱などの自然エネルギーへの転換を図っているが、当面、温暖化は止めようがない。今世紀末には、更に $1^{\circ}\text{C} \sim 2^{\circ}\text{C}$ もの平均気温が上がると予想されている。地球温暖化は進展し始めると加速化していく。永久凍土の融解によりメタンが排出される。また海底のメタンハイドレートが融けて、メタンが放出される。地球温暖化は、地球上の生命体や人類にとって極めて深刻な問題である。

地球温暖化は人類に様々な脅威をもたらす。例えば、南極やグリーンランド、その他、世界各地に広がる氷河の融解による海面上昇は、太平洋に浮かぶ島々の住民の生活を脅かしている。当然、日本でも高潮災害の危険性が増してくる。ヒマラヤ山脈などでの氷河湖の決壊に伴う大規模土石流は、ネパールやブータンなどの山岳国家に甚大な脅威となっている。また、海水温の上昇は海の生態系に既に甚大な影響を及ぼしてきている。今後、その影響は計り知れない。その他、熱帯や亜熱帯地域の感染症の日本への侵入やシベリアの永久凍土に閉じ込められている未知のウィルスの脅威なども深刻な問題となってくる。

日本にとって当面の課題は、海水温の上昇である。海水温の上昇は、海の生態系に深刻な影響を及ぼし、何よりも台風の大型化、豪雨の頻発、夏場の異常高温などの気象災害は、市民生活に多大な影響を及ぼす。海水温が上昇すると、台風がより日本に近いところで発生する。そうすれば日本に接近しやすくなり、結果として影響を与えやすくなる。それとともに、日本近海まで海水温が高ければ台風の勢力が維持されたまま、もしくは発達しながら日本に影響を与えることになる。900 ヘクトパスカルを下回るような強い台風が日本に上陸することも想定しなければならなくなる。

台風の大型化とともに、梅雨前線や秋雨前線の活動も活発となり、豪雨をもたらしやすくなる。これらの前線はオホーツク海高気圧の寒気団と小笠原高気圧の暖気団がぶつかりあって上昇気流を作り出し、この上昇気流が積乱雲を発生させることにより雨を降らせる。積乱雲が連続的につながると「線状降水帯」が発生しやすくなる。線状降水帯は、積乱雲が幅 $20 \sim 50\text{km}$ 、長さ $50 \sim 200\text{km}$ にわたって数時間同じところにどまり、大雨を降らせる。今後、地球温暖化の進展に伴って大規模気象災害は増加することはあっても、減少することはない。

まとめ

- ・地球温暖化は異常気象をもたらす。地球温暖化は、温暖化ガス濃度の上昇に起因している。温暖化ガスは産業革命により石炭や石油をエネルギーとして活用するところから始まった。令和7年の11月10~21日にかけてブラジルのベレンで国連気候変動枠組み条約第30回締約国会議(COP30)が開催予定である。温暖化ガス排出抑制に向けて全世界が一丸となって取り組む必要がある。
- ・豪雨により大規模な豪雨災害が頻発する。近年、日本では集中豪雨の発生頻度が増加傾向にある。海水温の上昇で水蒸気の蒸発が活発になり、異常豪雨を頻発させている。また海水温の上昇は台風の大型化を招いている。日本近海まで海水温が高く、日本に近付いても台風が弱らずに甚大な被害を発生させる。



平成16年の台風豪雨による新居浜市（愛媛県）での土石流災害
和泉層群の風化した斜面が崩壊して土石流化し、谷の出口に建つ家屋を襲った



平成29年7月九州北部豪雨災害による朝倉市（福岡県）の3連水車の被災状況

1.2 南海トラフ地震に向けて頻発する地震災害

日本は世界でも有数の地震多発国である。日本はプレートの沈み込み帯に位置しており、海溝型の大規模な地震だけでなく、陸地部での活断層に起因する直下地震も多発する。

東日本東方沖の太平洋底には、海岸線にほぼ並行して日本海溝が走っている。日本海溝は海洋プレートである太平洋プレートが北米プレートに潜り込んでいるところである。日本海溝では、マグニチュード 9.0 の東北地方太平洋沖地震や三陸沖地震、岩手県沖地震、宮城県沖地震、福島県沖地震などの大規模地震がたびたび発生している。

西日本南方沖の太平洋底には、駿河湾から九州沖にかけて水深 4,000m 級の深い溝が形成されている。ここは、フィリピン海プレートが大陸プレートに潜り込んでいるところである。この一帯では、南海地震、東南海地震、東海地震といった巨大地震が発生している。

松山市に影響する地震としては、南海トラフで発生する海溝型の地震である南海トラフ地震、それと活断層地震としては日本でも最大規模の中央構造線に起因する地震である。中央構造線は松山平野の南縁部を走っている。最大でマグニチュード 8.0 程度の大地震を引き起こす可能性がある。

南海トラフに起因する地震として直近のものは、次のようである。マグニチュード 8.0 の昭和南海地震が、昭和 26 年 12 月 21 日に発生した。死者・行方不明者は 1,443 人で、津波の高さは 6.5m を超えている。また昭和東南海地震は太平洋戦争中の昭和 19 年 12 月 7 日に発生した。マグニチュードは 7.9 で、死者・行方不明者 1,223 人であり、津波の高さは 9m(尾鷲市)にも達した。昭和南海地震から 79 年、昭和東南海地震から 81 年が経過している。今後 30 年以内における南海トラフ地震の発生確率は 80%程度である。いつ発生しても不思議ではない。

南海地震の発生間隔が 100 年とすれば、地震発生後 50 年間は平穏期であると言われている。活断層型の地震はほとんど発生しない。残りが 50 年を切ると地震の活動期に入る。実際、阪神・淡路大震災以降、平成 12 年 10 月 16 日には、鳥取県西部地震が、平成 28 年 4 月 14 日と 16 日には、震度 7 を立て続けに観測した熊本地震が発生している。今後も各地で活断層型の直下地震が起り、総仕上げとしての南海トラフ地震の発生へつながる。

平成 7 年 1 月 17 日に発生した阪神・淡路大震災以降、地震の活動期に入ったと指摘されている。今後、南海トラフ地震の発生を前にして活断層型の直下地震が発生する可能性が高い。南海トラフ地震は当然として、活断層型地震の発生にも気をつけなければならない。

まとめ

- ・阪神・淡路大震災以降、地震の活動期に入った。昭和南海地震以降、50 年間は地震の平穏期であったといえる。阪神・淡路大震災以降の南海地震が発生するまで

- の期間は地震の活動期に入り、活断層に起因する地震が頻発すると予想される。
- ・東日本大震災は、1,000 年に 1 度規模の地震災害である。東日本で大地震が起こったので、次は西日本で要注意である。東日本大震災が想定外の規模であり、結果として福島原発のメルトダウンを引き起こしたこともあり、政府は南海トラフ地震を考えうる限り最大規模のマグニチュード 9.0 と想定した。犠牲者 298,000 人、被害金額 292 兆円という天文学的な被害である。
 - ・南海トラフ地震の発生確率は、今後 30 年以内に 80% 程度である。日本を滅ぼしかねないほどの大地震の発生が秒読み段階に差し掛かっている。



平成 16 年 12 月 26 日にスマトラ沖で発生したマグニチュード 9.1~9.3 の大地震による津波被害

巨大な津波で 200,000 人を超える人が犠牲になった。被害は、スマトラ島、タイ、インド、スリランカなど広範囲に渡る

写真は、タイの観光地プーケット島での被災状況



平成 30 年 9 月 6 日に発生した北海道胆振東部地震による斜面崩壊の概要

火山灰が表層を覆っており、無数の斜面崩壊が発生した
胆振東部地震では、北海道電力最大の火力発電所が被災し、全道でブラックアウトが発生し、産業や道民の生活に多大な影響を与えた

1.3 建物倒壊が際立った阪神・淡路大震災

ここで、近年発生している大規模な自然災害の概要と教訓を簡単に示しておく。

阪神・淡路大震災は、平成7年1月17日の早朝5時47分に発生した。日本では昭和34年の伊勢湾台風を契機として災害対策基本法が制定され、防災対策に努めた結果、大規模な自然災害を抑え込んでいた。この日本の眠りを覚ましたのが、阪神・淡路大震災である。平成3年にバブルが崩壊して日本全体が落ち込んでいる中での予期しない大災害の発生であった。

地震のタイプは活断層型地震であり、長さ10kmの野島断層のずれにより発生した。マグニチュードは7.3である。断層は1~2mの横ずれと同時に0.5~1.2mの隆起を引き起こしている。野島断層の動きは、淡路島の北淡震災記念公園内の野島断層保存館に行けば見ることができる。阪神・淡路大震災は、震度7が初めて観測された地震である。震度7は昭和23年の福井地震を受けて昭和24年1月に気象庁の震度階の改定により新たに設けられたものである。死者・行方不明者は6,437人であり、犠牲者の9割近くが建物倒壊による圧死である。

なお、地震による死者として多いものは、倒壊建物の下敷きとなる圧死、地震火災による焼死、津波に呑み込まれる水死である。

日本を代表する港町である神戸で近代的なビルが倒壊し、阪神高速道路の高架橋が倒壊した。また、消防車が機能しない中、あちこちで火の手が上がった。被害情報が正確に伝えられなかつたこともあり、兵庫県知事から自衛隊への派遣要請が遅れた。派遣要請が遅れたことも犠牲者を増やした要因の一つである。これを教訓として派遣要請は都道府県知事のほか市町村長または警察署長などからも行えるように制度が改められた。

阪神・淡路大震災は、多くのボランティアが駆けつけてくれたことも特徴の一つである。ボランティア元年と呼ばれているが、3ヵ月間にわたり、117万人ものボランティアが全国各地から駆け付けてきた。これを受け、平成7年12月の閣議で「防災とボランティアの日」が制定された。なお、関東大震災が発生した9月1日は「防災の日」として定められている。

まとめ

- ・伊勢湾台風災害以来の安全神話が吹き飛んだ。
- ・南海トラフ地震発生に向けて西日本は、間違なく地震の活動期に入った。
- ・住宅の耐震補強は絶対に取り組まなければならない。阪神・淡路大震災での死者の大半は倒壊した家屋や家具の下敷きになったことによる。
- ・大規模地震災害では、「自助」と「共助」が求められる。発生件数があまりに多い上に、道路が寸断されていることもあり消防や警察などの公助は間に合わない。倒壊した家屋から助け出された大半の方は、隣近所の方の力による。

1.4 大規模津波に襲われた東日本大震災

平成 23 年 3 月 11 日 14 時 46 分、東日本三陸沖でマグニチュード 9.0 の巨大地震が発生し、三陸沿岸を巨大津波が襲った。巨大津波や建物倒壊、地震火災などで 22,325 人の犠牲者が出た。犠牲者の大半は、巨大津波による。なお、明治以降の地震による犠牲者数では関東大震災の 105,000 人あまりに次いで 2 番目の犠牲者数である。

東日本大震災の特徴として、①広域災害、②巨大津波、③原発災害が挙げられる。東日本大震災の震源域は、東北地方から関東地方にかけての太平洋沖の幅 200km、長さ 450km に渡っている。日本国内では観測史上最大の地震であり、世界的に見ても明治 33 年以降で 4 番目の規模の地震である。震源域が巨大であるので強い揺れが 3 分以上も続き、20m を超えるような巨大津波も発生した。地殻変動も凄まじく男鹿半島では水平方向に 5m 以上、鉛直方向に 1.07m の沈降を起こしている。原発事故も想定外の出来事であった。東京電力福島第一原子力発電所では津波と強い揺れにより全電源が喪失し、炉心溶融を引き起こした。この後の水素爆発により放射能がまき散らされ、多くの帰宅困難地域を発生させた。ただ、炉心溶融は比較的小規模で済んだ。核燃料冷却用の冷却水がすべて蒸発し、原子炉がメルトダウンを起こし始める中、海水を注入して暴走を最小限に食い止めた。水素爆発による放射能汚染があり、現場は孤立無援状態で、自衛隊や一部ゼネコンの助力などにより作業は進められた。

東日本大震災では、想定外という言葉が多く聞こえてきた。マグニチュード 9.0 という巨大地震の発生を想定していなかった。その結果、想定津波浸水域も実際の浸水地域よりかなり小さかった。そのため、既存の津波ハザードマップで安全と認識して避難しなかった人も犠牲者の中には多くいる。また原発の全電源喪失による炉心溶融は科学立国日本の信用を根底から覆してしまった。原発災害から 14 年が経過した今日でも多くの帰還困難者がいる。また、核燃料デブリの取り出しは、始まったばかりである。

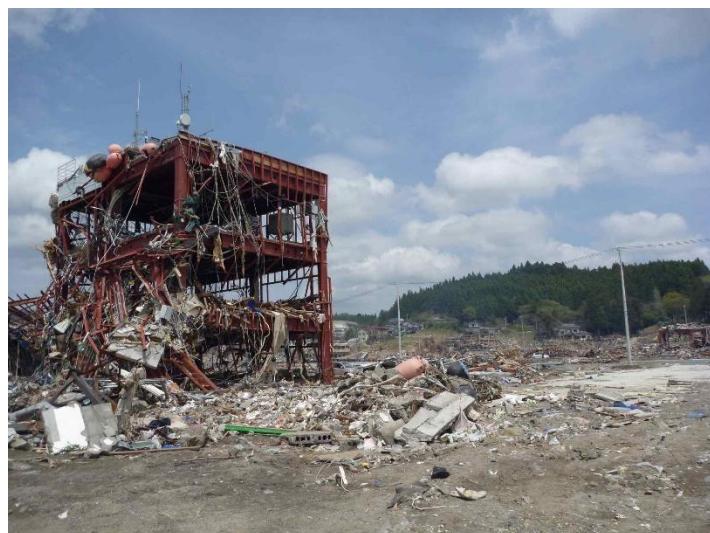
東日本大震災の発生を受けて、政府は南海トラフ域で発生する地震の規模を見直した。規模は最大でマグニチュード 9.0、犠牲者は 298,000 人、被害金額は 292 兆円と想定されている。少子高齢化で国力が弱っている日本を滅ぼしかねないほどの巨大な地震災害である。国を挙げて事前防災への取組に力を注がなければならぬ。

まとめ

- ・東日本大震災を引き起こした地震は 1,000 年に 1 度という規模のものである。想定をはるかに超えた規模の自然災害が起こることがあるということを肝に銘じておかなければならない。今から 1,100 年以上前の貞觀 11 年（869 年）に発生した貞觀地震は、東日本大震災クラスの地震であった。貞觀 6 年（864 年）には富士山が大噴火を起こし、大量の溶岩が流れ出た。現在、その溶岩流の上に青木ヶ原樹海が形成されている。
- ・原発事故の発生で日本の安全神話が吹き飛んだ。しっかりと想定していれば、全電源

喪失は防げた事故とも言える。炉心溶融した原発の廃炉は緒に就いたばかりで、今後、気が遠くなるような時間がかかる。今一度、科学の力を信じ、国を挙げて取り組まなければならない。

- ・巨大津波に対しては、いち早い高台避難が必須である。大川小学校では、学校の隣の山に避難すれば、全員の命を助けることができた。学校教員や要配慮者を抱える施設などにとって命を守るための防災知識は必須である。



南三陸町の防災庁舎

3階建ての屋上まで津波が襲った。多くの人が犠牲になった。現在は、震災遺構として保存されている。南三陸町は山裾まで見渡す限り津波に洗い流されている。



津波浸水により見渡す限り破壊尽くされた気仙沼の街並み

大型船が陸上に打ち上げられ、また火災で多くの燃料タンクや船が焼け焦げてしまった。港や川には津波による瓦礫が山積しており、海上からの救援や復旧を困難なものにした。

1.5 未曾有の豪雨に見舞われた平成 30 年 7 月豪雨災害

平成 30 年 6 月 28 日から 7 月 8 日にかけて、西日本一帯は台風 7 号と梅雨前線の影響による集中豪雨に見舞われた。大雨特別警報の発表は 11 府県に及ぶ。死者・行方不明者は 271 人である。この犠牲者の数は、昭和 57 年に 299 人の犠牲者を出した長崎水害以降、最悪の被害となった。

この集中豪雨により西日本で広く高速道路が通行止めとなり、物資の輸送がストップした。通行止めは 2,299km にも及ぶ。四国でも、7 月 7 日に高知道で上り線の立川橋梁が土石流で流出し、復旧に 1 年を要した。幸いにも、下り線の橋梁は被害がなかったので被災して 1 週間が経過した 7 月 13 日には対面での通行が再開された。高知自動車道は物流の大動脈である。上り線と下り線の橋梁が少し離れていたお陰で下り線が被害を免れた。対面通行であっても通行が再開されたことの効果は絶大であった。NEXCO 四国支社の再開に向けた取組には頭が下がる。もし高知自動車道が 1 年近くに渡って交通止めとなつていれば、その損失は計り知れない。

また、西日本の広域が豪雨に見舞われることにより、九州から近畿に至る物流網がストップした。特に、中国地方の高速道路の被害は甚大で復旧に長い時間を要した。九州から近畿、中部、関東への物流が影響を受けた。この時、九州から四国にフェリーで渡り、四国の高速道路を通じて明石海峡大橋を抜けて近畿へと繋がる交通路が活用された。九州は食料の生産基地であり、自動車部品などの産業生産基地でもある。九州と近畿、中部、関東以東、また中国地方と交通が寸断されると、その損失は天文学的数字となる。複数の交通路の確保は必須の課題と言える。

広島県では、まさ土の斜面崩壊と土石流により多数の犠牲者が出了。岡山県真備町では 51 人が犠牲になった。高梁川の増水により合流点で小田川の水がせき止められ、バックウォーター現象により越水が発生し、堤防が削られて破堤した。この洪水により逃げ遅れた多くの方が犠牲になった。

愛媛県西予市野村町では、野村ダムの緊急放流により犠牲者が出了。ダムが満水に近づいたため、マニュアルに基づいて放流操作を行ったものである。放流に先立つて避難指示の周知を図ったが、結果として避難が間に合わなかつた方が犠牲になつてゐる。常日頃の避難訓練の重要性が認識された災害である。それとともに、ダムの緊急放流のマニュアルの見直しもなされた。愛媛県宇和島市吉田町では土砂災害により 11 人が犠牲となつてゐる。愛媛県の南予地域では傾斜地を利用して、かんきつ栽培が盛んである。1 本でも多くのミカンの木を植えるために小段を設けずに園地が広がつてゐるところが多い。ミカンの木は地表面に沿つて根を張ることもあり、豪雨時に斜面が崩壊しやすい条件を備えている。今回の災害は傾斜地でのかんきつ栽培が被害を増した一因となつてゐる。

教訓

- ・ 地球温暖化の進展に伴い想像を絶する豪雨に見舞われる可能性がある。地球温暖

化はまだ始まったばかりである。今後、100年近くに渡って地球の気温は上昇し続ける。大規模な気象災害、氷河の融解・永久凍土の融解、海面の上昇、マラリヤ蚊の分布範囲の拡大、熱帯感染症の温帯地域への侵入など、人類にとって未曾有の危機と言える。

- ・洪水や土砂災害には早期避難が最大の防御である。ハザードマップを確認し、早期避難を心がけることが必須である。土砂災害による犠牲者の大半は、早期避難で命を守ることができたと思われる。
- ・異常な規模の災害が頻発し始めている。これらの災害に備えてリダンダンシーな仕組みを用意して備えることが求められる。近畿から四国、そして、九州へ繋がる第2国土軸の整備は急を要する。



平成30年7月豪雨災害による愛媛県宇和島市吉田町での土石流災害の状況
山腹より流れ下った土石流が海まで到達している。この地域では無数の土石流が発生し、多数の犠牲者が出た。



愛媛県西予市野村町での洪水災害。緑色の屋根は乙井会館。2階席の上部まで水没した。相撲の巡業先として有名である。左の城壁の家は屋根近くまで白壁がはげ落ちている。洪水の凄まじさを彷彿とさせられる。上流には野村ダムがあるが、貯留能力を越えた集中豪雨に見舞われた。

1.6 震度 7 の地震に立て続けに襲われた熊本地震

平成 28 年 4 月 14 日、熊本地方を震央とするマグニチュード 6.5 の地震が、その 28 時間後の 16 日にはマグニチュード 7.3 の地震が発生した。14 日の地震は日奈久断層帯、16 日の地震は布田川断層帯の活動による。隣接する 2 つの断層帯が連動して活動したタイプの地震である。

これらの地震で、益城町では震度 7 の揺れが連続して観測されている。震度 7 は阪神・淡路大震災で初めて観測されたが、連続して 2 回観測されたのは熊本地震が初めてである。犠牲者は 278 人(直接死 50 人、関連死 228 人)である。地震での直接の死者 50 人の内、37 人は家屋の倒壊による。家屋倒壊による死者 37 人の内、7 人が前震、30 人が本震で亡くなっている。前震で被害を受けた住宅から多くの方が避難していた。そのため、本震による犠牲者が比較的少なくて済んだと言われている。

益城町など阿蘇山の活動による火山灰が広く堆積している。そのため、地盤は脆弱である。そこを震度 7 の揺れが立て続けに襲ったので、多くの家屋が倒壊した。

また、熊本地方は地震の活動が比較的穏やかで、地震災害への住民の備えが少し弱い地域でもあった。それが避難所運営などに若干の支障をきたし、災害関連死者をもたらす一要因になったとも言われている。熊本地震に見られるように地震が立て続けに発生することもあるので注意が必要である。

この地震では文化財の被害も目立ち、特に、熊本城では石垣が崩壊した。石垣の復旧は元にあったところにそのまま一つずつ戻さなければならない。そのため、実に多くの手間を必要とすることから、石垣の完全復旧には 30 年以上を要し、令和 34 年までかかる見通しとなっている。他にも国的重要文化財に登録されている阿蘇神社の楼門が倒壊した。楼門に関しては、8 年がかりで復旧はすべて終わっている。

なお、隣接する活断層が連動して動く現象は、これまでにも起こっている。平成 16 年 10 月 23 日に新潟県中越地震が発生した。それから 2 年 9 か月が経過した平成 19 年 7 月 16 日に新潟県中越沖地震が発生した。中越地震の発生により、中越沖地震を起こした活断層にかかる圧力が変化し、中越沖地震を引き起こしたとも指摘されている。活断層が一つ動けば、それに隣接する活断層が連動して動くことがあるので注意が必要である。

また、安政元年(1854 年)11 月 4 日に安政東海地震が発生、それから約 31 時間後の 11 月 5 日に安政南海地震が発生している。

まとめ

- ・地震は立て続けに起こることがある。熊本地震では 28 時間で連動して地震が発生している。
- ・普段から地域で自然災害への備えに取り組んでおくことが重要である。地震災害が比較的少ない熊本地方では、地域としての災害への備えが比較的弱かった。そのことが、関連死者増の要因になっている可能性がある。避難所運営訓練など地

道な防災訓練が求められる。

- ・文化財を災害から守る取組をしておく必要がある。熊本城の石垣は地域の、そして国の宝である。被害を未然に防ぎ、被災すれば 1 日も早い復旧を可能とする計画が求められる。



熊本地震による熊本城の損壊。石垣が崩れ落ち、建物が傾いている。石垣は文化財であり、復旧には膨大な時間を要する。石垣の積み直しが完成するのは令和 34 年と言われている。熊本観光のシンボルである。これを機に文化財のいち早い復興計画に取り組んでおく必要がある。



益城町は阿蘇山の火山灰土壌からなる。建物の基礎地盤としては、少し弱い。そこに震度 7 の揺れが立て続けに襲った。比較的地震に強いと言われているプレハブ形式の建物も完全に崩壊したものが多い。震度 7 の揺れに立て続けに見舞われるところ、その破壊力は恐るべしである。

1.7 交通の不便な半島を襲った能登半島地震と奥能登豪雨災害

令和6年1月1日16時10分、能登半島でマグニチュード7.6の大地震が発生した。死者・行方不明者592人で、その内、災害関連死は364人である（令和7年5月13日現在）。この地震では、津波、土砂災害、液状化、火災、家屋の倒壊、道路網の寸断と大被害が発生した。

地殻変動にも特徴があり、最大で4mもの隆起と3mの水平移動が観測されている。津波は痕跡高さで最大4~5m程度である。なお、奥能登の北岸では地盤が隆起したので津波による浸水が確認されていない。

また、盛土損壊、斜面崩壊、土石流、地滑りなどの土砂災害が多発した。これは、能登半島の地質が第三期層の泥岩を主体に構成されており、極めて脆弱なことに起因している。能登半島に整備されている自動車専用道路では盛土部分が根こそぎ崩壊し、長距離の流動をしている箇所が多くあった。これは道路盛土の締固めが不足しているわけではなく、盛土に使用している土が膨張性の粘土鉱物を含んでいるために、せん断強度が弱く、地震の揺れにより、土中の間隙水圧が高くなつて、土の強度が低下するためである。四国の山は能登半島ほど弱い岩石で構成されているわけではない。しかし、四国の尾根部を形成している三波川結晶片岩など、潜在的に多くの弱面を有している岩石なので地すべり性の崩壊が多発すると想像される。山間地集落の孤立対策が重要である。

能登半島だけでなく、石川県、富山県、新潟県の沿岸部の砂地盤での液状化による被害が際立っていた。広範囲に及ぶ液状化現象により地下埋設管の損傷は激しく、水道や下水道の復旧に多大な時間を要する事態となっている。これは、もちろん半島という交通の便の悪さ、技術者の不足なども影響している。しかし、能登半島地震では、老朽化した地下埋設管の復旧は大きな課題となつた。

輪島の朝市の一帯が、火事で一晩中燃える光景も衝撃的であった。地震時には消防車が容易に近づけない。また消火用に使える水がなかった。もちろん消火栓には水が来ていない。普段であれば海に近い川の水が使えるが、地盤が隆起して川の水がない。そのため、消火が思うようにできなかつた。地震の時の火災は消火に大いに手間取る。

まとめ

- ・半島部という交通の便の悪さと脆弱な地質が復旧の足かせとなる。東日本大震災の場合は、三陸沿岸の道路は津波で完全に破壊されたが、奥羽山脈を抜ける道路は比較的健全であった。そのため、東北道から櫛の歯作戦と称して、各被災地に救援・復旧に駆けつけることができた。能登半島地震の場合、金沢と高岡から入る自動車道のいずれも損壊したことにより、被災地に行くまで多大な時間を要し、救援や復旧に手間取つた。
- ・広範囲に及ぶ液状化災害が、水道や下水道の復旧を阻む。ライフラインの復旧は災害関連死を防ぐ生命線である。電気、水道、下水道の復旧は生命線である。その何

れも大規模で広範囲な液状化災害により、今までの災害では見られないほどライフラインの復旧に手間取った。

- ・地震火災の消火には手間取る。消火栓から水が出ず、消防車がほとんど機能しない状況下では、消火作業ははかどらない。輪島市の朝市一帯を焼き尽くした地震火災は、手の施しようがなかった。また倒壊した建物の中に閉じ込められて焼死した方もいる。これが地震火災の怖さである。



能登地震による海岸の隆起。最大で 4m も隆起した。この海岸では、隆起により海底の白色の岩石が飛び出して、海岸線は遠くに後退している。漁港には海水がなく、港として機能していない。

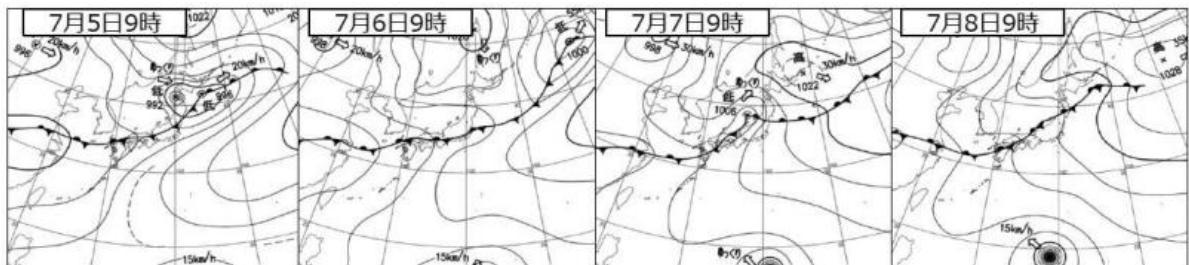


全国的に有名な輪島の朝市一帯が地震火災により完全に焼失してしまった。地震時には消火栓から消火用の水を取れない。その上、地盤の隆起で海面が下がり、川の水も取れなかった。地震火災の消火は難しい。

1.8 平成 30 年 7 月豪雨災害時の松山市の被災状況

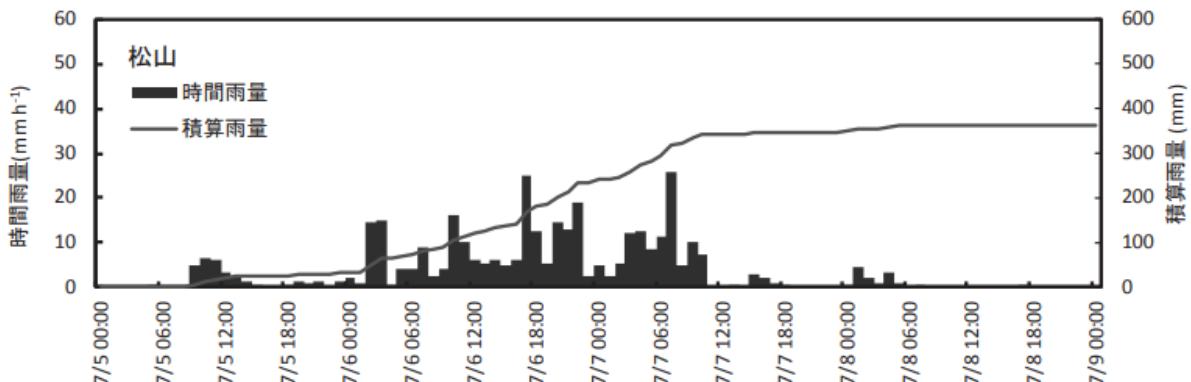
前線や台風の影響により、日本付近に暖かく非常に湿った空気が供給され続けるとともに、局地的には線状降水帯が形成されることで、西日本を中心に全国的に広い範囲で記録的な大雨となった。

気象庁は、岐阜県、京都府、兵庫県、岡山県、鳥取県、広島県、愛媛県（宇和島市・愛南町）、高知県、福岡県、佐賀県、長崎県の 1 府 10 県に大雨特別警報を発表し、最大級の警戒を呼びかけた。



平成 30 年 7 月 5 日から 8 日にかけての天気図

松山市でも、7 月 5 日から 8 日までの 4 日間の総降水量が 361.5 mm となり、7 月の月降水量平年値の 1.5 倍となる大雨となるほか、48、72 時間降水量の値が観測史上第 1 位となるなど、長時間の記録的な大雨となった。



平成 30 年 7 月 5 日から 8 日にかけての松山市における降水量

松山市内では、怒和島で発生した土石流などにより 4 名が犠牲になるとともに、災害関連死により 2 名が亡くなっている。また、市内各所で、土砂災害や小河川の氾濫などが発生し、全壊 13 棟、大規模半壊 12 棟、半壊 11 棟など、住家 431 棟、非住家 221 棟が被害を受けている。さらに、農地や農道、ため池など農業施設被害も多数発生したことから、松山市が算出した被害総額は、約 79 億 7,300 万円と、平成において最悪の被害を受けた大雨災害となっている。

各地区の被害状況



浅海地区



立岩地区



難波地区



高浜地区



生石地区



興居島

1.9 ハザードマップに見る想定される松山市の自然災害の概要

松山市では、令和7年7月現在、1冊で全てのリスクを把握できる総合防災マップを、市域を7つのエリアに分けて発行しているほか、個別の災害リスクを把握するため、河川ごとの洪水ハザードマップを9種、高潮ハザードマップ、内水ハザードマップを発行している。また、ため池ハザードマップを、市のホームページに掲載している。

【松山市が発行している防災マップ・ハザードマップの種類と概要】

総合防災マップ	洪水ハザードマップ	高潮ハザードマップ
令和4年3月発行 7つのエリアに分類	令和2年4月及び9月 令和7年3月発行 重信川版、石手川版など 9種類ある	令和3年4月発行

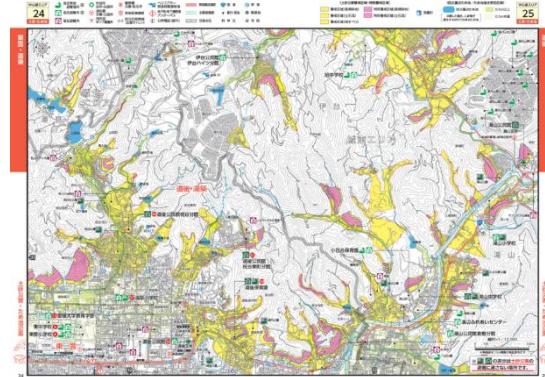
内水ハザードマップ	ため池ハザードマップ
令和3年4月発行	平成29年度～令和2年度 順次公表

1. 土砂災害

松山市域内には、1,431 か所の土砂災害警戒区域が指定されている。(急傾斜地 664 か所、土石流 753 か所、地すべり 14 か所)

愛媛県内全体での指定箇所が、16,337 か所であり、土砂災害警戒区域はその影響範囲の人家の有無により指定されることもあるが、実に約 10 分の 1 を占めることから、土砂災害のリスクの高さが伺える。

また、松山市地域防災計画には、「湯山の杉立から溝辺、松山城、大峰ヶ台、弁天山等を通り北吉田の忽那山、北は花崗岩地帯であるのに対し、これより南は和泉砂岩帯」と、本市の地質の特徴が示されているが、風化すると崩れやすいまさ土となる地質が多く分布しており、地形、地質ともに土砂災害のリスクは高いといえる。なお、土砂災害のリスクは、総合防災マップに掲載している。



総合防災マップ 土砂災害

2. 洪水

松山市は、一級河川である重信川があり、松山城から以南・以東には、石手川、小野川、内川、御坂川などその支川がある。一方、松山城から北には、宮前川、大川、久万川などがあるが、合流することなく、海に注ぐ河川が多い。北条地域にも、立岩川、河野川、栗井川などがあるが、これらも大きな河川を形成することなく、海まで流れている。

重信川は、日本でも有数の急流河川であり、源流標高が 1,223m、ここからわずか 36km を一気に水が駆け降りる急勾配な川である。また、計画高水位よりも低い位置に住宅地が位置しており、堤防の決壊などにより氾濫すると、浸水域は急速に広がる。

晴天が多く、降水量の少ない温暖な瀬戸内海式気候の松山市の中小河川は、川幅が狭いものが多く、流下能力が低いが、近年の地球温暖化が一因とされる雨の降り方の変化に、氾濫のリスクは高まっている。

これらのこと考慮すると、洪水についても松山市はリスクが高い。

国は、中小河川の氾濫による被害が多発していることを踏まえ、水防法など関連法令を改正し、概ね 1,000 年に一度の降雨を想定した洪水浸水想定区域図の作成を、河川管理者に義務づけており、松山市でも公表に合わせて隨時、洪水ハザードマップを作成している。



洪水ハザードマップ 重信川版

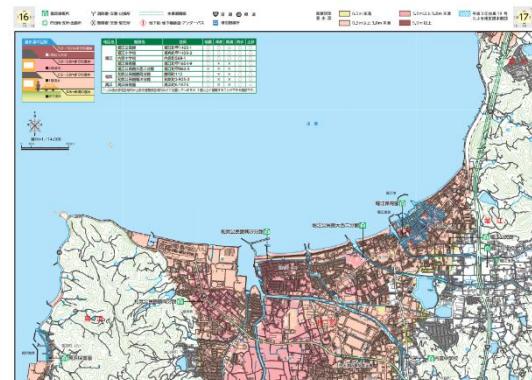
3. 高潮

松山市は、西側は瀬戸内海に面していることに加え、9つの有人島があり、高潮のリスクが潜在している。平成3年には、九州北部を通過した台風19号の影響により、松山港の潮位は2.75m (T.P.) を記録し、中島をはじめとする島しょ部や高浜地区は高潮による大きな被害を受けた。

地球温暖化を受け、今後は台風が強力化、大型化することに加え、海面上昇も避けられないことから、松山市の高潮被害のリスクは今後高まつくるといえる。

愛媛県の高潮浸水想定は、伊予灘の潮位が約1.9m (T.P.) のなか、室戸台風相当の900ヘクトパスカルの台風が、伊勢湾台風相当の73km/hで四国周辺を通過、もしくは、四国を横断する想定で作成されており、松山市では最大で、32.2 km²浸水するとされ、南海トラフ地震の津波浸水想定区域よりも広い。

高潮の浸水想定は、総合防災マップに範囲のみが記され、市域全体の浸水域、浸水深や浸水継続時間など、より詳しい情報は高潮ハザードマップに掲載している。



高潮ハザードマップ

4. 津波

今後30年以内に80%程度の確率で発生するとされている南海トラフ地震が発生した場合、松山市では波高1mの津波が1時間55分後に、波高2mの津波が3時間18分後に到達すると想定されている。また、最高津波水位は、松山港で3.8m (T.P.)、堀江港で3.3m (T.P.)、北条港で3.2m (T.P.)、中島港で3.1m (T.P.)、元怒和漁港で2.9m (T.P.)と想定されており、市内の最高は由良町の3.9m (T.P.)である。

この想定では、耐震性のない堤防は、津波が越波した時点ですべて破壊されるという条件で、陸地の浸水を想定しており、浸水深30cm以上の浸水面積は7.65 km²とされている。

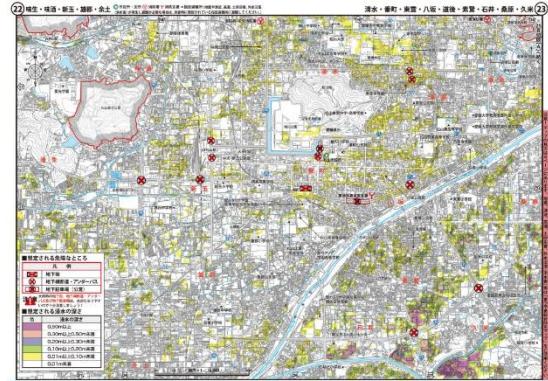
なお、津波の浸水想定は、総合防災マップに記されている。



総合防災マップ 津波

5. 内水氾濫

松山市では、短時間強雨による内水氾濫が、幾度となく発生している。平成13年の梅雨前線による影響で、 47 mm/h を記録し、被害の大きかった10地区を浸水対策事業の重点地区として指定し、雨水幹線や雨水排水ポンプ場の整備に取り組み、平成28年5月に完成している。また、平成29年2月には、 83.5 mm/h を想定した内水ハザードマップを作成している。令和6年11月では、内水ハザードマップの想定と同程度である、 78.5 mm/h の大雨が記録されており、地球温暖化による大雨のリスクは年々高まっていると言える。



内水ハザードマップ

6. ため池

近年、大雨により、ため池の堤体の破損による決壊や土砂の流入による氾濫なども発生している。

また、東日本大震災でも、ため池の決壊により、人的被害をはじめ、建物や農業被害なども発生している。これまで述べてきたように、地球温暖化による大雨のリスクは年々高まっていることに加え、南海トラフ地震でも多大な被害ができると予測されている。

そこで松山市では、ため池が万が一決壊した場合に備えるため、貯水量が 10 万m^3 以上ある大規模なため池27箇所と、貯水量が 10 万m^3 未満のため池のうち決壊時に人家等に浸水のおそれがあるものについて、決壊による浸水想定を行い、地区ごとのハザードマップとため池ごとのハザードマップを松山市のホームページで公表している。



ため池ハザードマップ