

協会創立60周年記念 特別企画

自然災害と戦う!

～災害の10年～

中部地質調査業協会 特別企画WG

まえがき

21世紀に入って20年余りが経過した今現在、今世紀は「災害の世紀」と呼ばれ始めています。これは先の20世紀が「戦争の世紀」と言われることに対して使われますが、人間同士の争いから、「自然災害と戦う」時代なのだと強く意識されるようになりました。さらには、その自然災害は人間の経済活動を原因とした気候変動により、激甚化していると言われています。本誌においても、過去の特集テーマで何度か自然災害が取り上げられてきましたが、21世紀の災害は、地球規模で深刻さを増しており、全世界の共通課題として取り組まなくては解決できないと考えられるようになっていきます。

協会創立60周年という節目に当たり、2011年から過去10年を振り返っただけでも、私たちは多くの自然災害と向き合ってきたことを思い知らされます。30年続いた平成が終わり、令和の新たな時代へと踏み出した今、時代が変わろうとも自然の脅威は毎年のように押し寄せ、その被害は激甚化していると感じています。

それは、この10年が2011.3.11の東日本大震災(東北地方太平洋沖地震)を始めとして、2016.4.16熊本地震、2018.9.6北海道胆振東部地震など各地を襲う地震災害、西日本を中心に毎年のように発生する豪雨・台風災害、それを誘発させていると考えられる気候変動による異常気象は、猛暑・豪雪・強風(竜巻)および異常乾燥による森林火災を発生させています。また、2014年には御岳山が突然に噴火して多くの犠牲者を出し、箱根・草津白根・桜島などの観光地でも、活発化した火山活動による入山規制がされるニュースを多く耳にしました。

また一方で、私たちが作り上げた様々な社会インフラに対する災害が顕在化した10年ともなりました。3.11(サン・イチ・イチ)の津波災害は、福島第一原発でのメルトダウン事故を引き起こし、その復旧には今後40年、50年の時間が必要と言われています。また、その翌年2012年には、中央道・笹子トンネルの天井板落下事故が発生して、全国のトンネル・橋梁点検が進められる契機となりましたし、2016年の博多駅前陥没事故、2020年の調布市道路陥没事故など、都市部直下でのトンネル工事に起因した災害からは、我々業界が担っている「地質リスクマネジメント」を押し進める契機にもなりました。さらにインフラ災害を深刻化させる問題は、1960年代の高度成長期に整備され始めた社会インフラの半数以上が今後10年の間に50年を経過して急速に老朽化が進行すること、2030年問題と言われるように、超高齢化社会による労働力不足がダブルパンチで迫っていることが明らかなことです。

本誌特別企画においては、過去10年の災害を、「気候変動・異常気象」「風水害」「地震災害」「火山噴火」「インフラ災害」の5分野に区分して年表に整理しました。科学的・工学的観点からは厳密な分類ではありませんが、大きく4つの自然災害と、インフラ構造物の被災や施工時に発生した災害に区分しています。また、単なる災害年表として事例を並べただけではなく、それに伴う社会情勢(法基準の改正等)も併記しています。この年表を踏まえて、それぞれの災害分野について、特別企画WGを立ち上げて以下のメンバーにより分筆しております。

◎気候変動・異常気象：基礎地盤コンサルタンツ株式会社

◎風水害：玉野総合コンサルタント株式会社

◎地震災害：応用地質株式会社

◎火山噴火：株式会社ダイヤコンサルタント

◎インフラ災害：(一社)静岡県地質調査業協会

災害の10年 2010～2020

災 害		異常気象・気候変動	風水害
2010	H22	猛暑 6月中旬～9月末まで、全国的に猛暑日が連続し各地で観測史上1位を記録した。一方で、顕著な記録の高温は無く、最高気温は多治見市の39.4℃であった。この猛暑により熱中症による死者数は戦後最悪を記録。	6月中旬～7月下旬：梅雨前線による大雨 梅雨前線が停滞し、九州から本州付近の範囲で大雨が発生。7/15には、多治見市・可見市で局所的な豪雨が発生し、可見川が破壊して死者・行方不明者3名、八百津町では土石流の発生により死者3名。 9.8～10：台風9号 北陸地方に上陸し東海地方～関東地方を横断して記録的な豪雨をもたらした。静岡県内の狩野川水系、神奈川県内の酒匂川でははん濫危険水位を超過。
2011	H23	12.31～1.2：平成23年豪雪 北陸地方・山陰地方において大雪。特急列車が30時間以上立ち往生し、Uターンラッシュにも影響。鳥取県の国道9号ではタンクローリーの事故により1,000台の車が立ち往生し、自衛隊が出動する災害となった。	9.2～4：台風12号(紀伊半島大水害) 西日本から北日本にかけて広い範囲に大雨を降らせた。特に紀伊半島の奈良県南部・和歌山県では、総降水量が広い範囲で1,000mmを超え、甚大な被害となった。奈良県で発生した大規模土砂崩壊は、「深層崩壊」として注目された。死者・不明者92人。
2012	H24	5.6：関東竜巻災害 茨城県などで大規模な竜巻が発生。多数の建物に被害。死者3人(内2人は落雷)、家屋全半壊1,200棟超。	7.11～14：九州豪雨災害 梅雨前線の停滞により九州北部を中心に大雨。気象庁は「これまでに経験したことのないような大雨」と発表。熊本県阿蘇市では観測史上1位の時間降雨量を記録。この大雨により、矢部川水系で3か所が破壊して浸水被害が拡大した。死者・行方不明32名。 8.13～14：近畿中部豪雨災害 近畿中部を中心に大雨。大阪府枚方市・京都府京田辺市で観測史上1位の時間雨量を記録。京都では宇治川支流が氾濫。死者・行方不明3名。
2013	H25	豪雪 3/2～3にかけて、北海道で猛吹雪による自動車の立ち往生(移動不能)が相次いだ。中標津町で、雪のため動けなくなった車内で4人が一酸化炭素中毒で死亡。湧別町などで立ち往生した車から降りた人が凍死するなど、北海道全体で9人死亡。 猛暑 8月上旬から中旬にかけて全国的に猛暑となり、高知県四万十市江川崎で当時国内観測史上最高となる最高気温41.0℃を観測した。各地で熱中症による救急搬送も多数あった。	6.21：災害対策基本法等の一部改正 8.30：気象庁・特別警報の運用を開始 9.16：台風18号災害(特別警報第一号) 豊橋市付近に上陸し中部・関東・東北を縦走した。京都・滋賀で特別警報が発表されたが、住民への周知・指示が十分に取れず課題を浮き彫りにした。三重県・津市では、安濃川のはん濫に車が巻き込まれて2名死亡。 10.16：台風26号災害(伊豆大島に土石流) 明け方に伊豆諸島北部を通過。伊豆大島にて記録的な大雨による土石流が発生。集落を飲み込み死者行方不明者39人。
2014	H26	豪雪 例年雪の少ない太平洋側でも大雪となり、首都圏ではスリップ事故が相次いだ。岐阜・山梨・長野県では孤立する集落や鉄道の立ち往生が相次ぎ、中央本線では丸2日以上止まっていた列車もあった。三重県南部では初の大雪警報が発表。	8.20：広島市土砂災害 広島市北部の安佐北区・安佐南区の複数箇所に大規模な土砂災害が発生。土石流などで死者74人、家屋の全半壊255軒。広島市内の地質(風化花崗岩)が被害を拡大させた。
2015	H27	9.27：国連持続可能な開発サミット ・SDGs(持続可能な開発のための2030アジェンダ)採択 12.12：COP21(パリ協定) ・国連気候変動枠組条約締約国会議・2017年にアメリカ離脱	1.18：土砂災害防止法の一部改正 ・基礎調査の公表を義務化 5.20：水防法の一部改正 ・ハザードマップの作成・活用の推進 9.9～11：関東・東北豪雨 温帯低気圧に変わった台風18号と太平洋上を接近していた台風17号により関東北部～東北地方を中心に線状降水帯が連続して発生し豪雨をもたらした。鬼怒川を始めとして、多くの河川で堤防の決壊・越水が発生し、死者20名。
2016	H28	豪雪 1/13～25に強い冬の気圧配置のために日本海側を中心に大雪となり、九州・太平洋側の平地でも積雪を記録。九州では大陸から流れ込んだ寒気により記録的な低温となり、各所で観測記録を更新。沖縄本島でも降雪を観測。	8.16～31：台風7号、11号、9号、10号 8月中旬～下旬に発生した台風及び北海道地方に停滞した前線による大雨・暴風により死者25名、住居倒壊や浸水などの水害、農作物への甚大な被害をもたらした。
2017	H29	盛り土A I 地質リスク  「九州地方整備局Photoアーカイブズ」より	6.19：水防法・土砂災害防止法の一部改正 ・要配慮者施設の避難計画作成・訓練実施を義務化 7.5～6：九州北部豪雨 福岡県と大分県で線状降水帯が連続して発生した集中豪雨。朝倉市で観測された9時間降水量778mmは観測史上最大級。複数の河川氾濫と土砂崩れにより、死者・行方不明者42人。
2018	H30	豪雪 年明け早々、日本海側に強い寒気が流れ込み、北陸地方の積雪量は平年の6倍を超え「昭和56年豪雪」以来の豪雪に。北陸自動車道が通行止めになり約1500台の車両が立ち往生。東京でも1月下旬に20センチ以上の積雪を記録し、首都圏はマヒ状態に。 猛暑 5年ぶりに40度超え、熊谷市で最高気温記録を更新する41.1℃を観測した。下呂市、美濃市でも41.0℃を観測した。他に都内の青梅市で40.8℃、名古屋で40.3℃、京都市で39.8℃を観測した。	7月上旬：西日本豪雨 広島県、岡山県、愛媛県などに甚大な被害をもたらした。死者は200人超え。水害による死者100人超えは平成に入ってから初、昭和期に比べても長崎豪雨以来である。 9.4：台風21号 「非常に強い」勢力で徳島に上陸し、神戸付近を通過して若狭湾に抜け、大阪府などに記録的な暴風をもたらした。大阪湾で第二室戸台風の時のを上回る3mを超える高潮を観測。関西国際空港では滑走路が浸水、連絡橋にタンカーが衝突して一時孤立状態に。
2019	H31/R1	世界規模で異常気象(森林火災も多発) 	8.26～29：九州北部豪雨 前線に伴う大雨が、九州北部を中心に発生。死者4名。 9.9：台風15号 関東に過去最強クラスの勢力で上陸。関東南部で暴風となり、特に千葉県に甚大な被害。死者3名の人的被害。大規模停電は2週間以上続き、停電による熱中症による災害関連死も相次いだ。 10.12：台風19号 15号を更に上回る勢力で伊豆半島～関東を直撃。関東甲信越・東北を中心に記録的な豪雨となり、多数の河川が氾濫・決壊した。長野県・千曲川では、堤防が約70mにわたり決壊し、長野新幹線車両センターが水没した。
2020	R2	1.15：NOAA・NASAの観測報告 ・2010年代は過去140年の観測史上最も高温と発表。	7.3～7.31：令和2年7月豪雨 熊本県を中心に九州・中部地方・東北地方の広範囲にわたり、長期間継続した集中豪雨による災害。全国で死者・行方不明者86名。被害が甚大であった熊本県では、球磨川水系で13箇所が氾濫・決壊し65名死亡。
新型コロナウイルス			

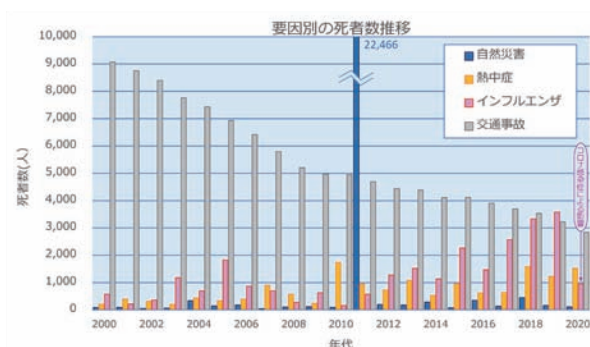
※ピクトグラム：モノクロは、平成28年3月22日にJIS制定された災害種別記号（JIS Z8210）、カラーは「外国人旅行者の安全確保のための災害時初動対応マニュアル（東京都、R1.6発行）」およびSDGs（目標11と13）より

地震災害  2.27：チリ地震（Mw8.8） チリ中部沿岸発生した地震により、1960年チリ地震津波（Mw9.5）と同じく翌日28日には日本に津波が襲来。気象庁は「津波警報（大津波）」を発表した。予想された津波よりは小さいものであったため、翌年の東日本大震災における津波からの避難遅れに繋がったと言われている。	火山噴火  ※VEI：火山爆発指数（火山噴出物量で噴火規模を表す指標。0～8に区分） 1.26：新燃岳噴火 [VEI=1] 2010年3月に小規模な噴火があり、それから約半年ぶりに噴火。溶岩噴出と共に広範囲に火山灰・軽石を拡散。4月中旬以降に一旦沈静化するが、その後も断続的な活動が続く。  国土交通省 九州地方整備局 宮崎河川国道事務所より	インフラ災害  「出典：東京電力ホールディングス」 
2.22：カンタベリー地震（グレイスター地震、Mw6.1） 被害の大きかったクライストチャーチで、大聖堂の塔やCTVビル（6階建・RC造）が崩壊し、入居する語学学校で115名死亡（内日本人28名）。 3.11：東北地方太平洋沖地震（東日本大震災、Mw9.0） 「国内観測史上最大の地震」最大震度7。東日本の太平洋沿岸部に大津波が襲来し多大な被害を与えた。福島第一原子力発電所事故も発生するなど、日本は戦後最大ともいえる国難に直面した。  奇跡の一本松（陸前高田市）	海上保安庁 海洋調査部 海城火山データベースより 	3.11：福島第一原発事故 東北地方太平洋沖地震による津波の影響により、東京電力の福島第一原子力発電所で発生した炉心溶融（メルトダウン）など一連の放射性物質の放出を伴った原子力事故により、大気中に放出された放射性物質の拡散により、広範囲に帰宅困難区域が発生し、10万人以上の住民が避難した。2014年4月以降、徐々に避難指示が解除されたが、大熊町と双葉町に一部残る区域では避難指示が続いている。 9.19：原子力規制委員会発足 環境省の外局として、傘下に「原子力規制庁」を設置。 12.2：笹子トンネル天井版落下事故 中央自動車道上り線笹子トンネルで天井版のコンクリート板が約130メートル[1]の区間にわたって落下し、走行中の車複数台が巻き込まれて9名が死亡した事故。これを受けて、翌年2013年に政府は「インフラメンテナンス元年」と位置づけて、インフラ長寿命化基本計画を策定した。
【災害の定義に「崖崩れ」・「土石流」・「地滑り」を付加】 【大雨・暴風・高潮・波浪・大雪・暴風雪】		6.12：水防法・河川法の一部改正 ・水防活動への河川管理者等の多様な主体の参画 ・河川管理施設等の維持・修繕基準の策定 ・民間の河川環境保全活動の推進 ・再生可能エネルギー（小水力発電）の推進
「国土交通省中部地方整備局 災害対策本部情報」より 	11.20：西之島の噴火 [VEI=2] 1973年以降の噴火により沖合に新島が出現。後に西之島と一体化する。2017年4月20日から再び噴火活動が活発化し、溶岩流が海岸に達して島の面積を拡大している。 9.27：御岳山噴火 [VEI=3] 屋簷の登山客が山頂に多数居る時間に突然噴火。多くの登山客が巻き込まれた。死者57人。	11.25：耐震改修促進法の一部改正 ・規制対象施設の耐震診断義務化 ・住宅耐震化目標：H32までに少なくとも95% 7.1：道路法施行規則の一部改正 トンネル・橋梁の点検・健全性診断を5年に1回実施 12.10：海岸法の一部改正 海岸保全施設の維持・修繕基準の策定・長寿命化計画
「九州地方整備局Photoアーカイブス」より 	6.30：箱根山の小規模噴火 [VEI=1] 5/6から活動が活発化。噴火レベル3に引き上げ。 5.29：口永良部島噴火 [VEI=3] 新岳から噴火。火砕流が発生し火口から全方向に広がり西～北西側の海岸に到達。気象庁は噴火警報を発表し、警戒レベルを3から5に引き上げた。同日中に全島民避難となったが被害者は出なかった。	1.31：原田橋落橋事故 天竜川右岸で発生した土砂崩れの影響で、架け替え作業中であった橋が崩落。監視中の浜松市職員2名が死亡。 10.14：横浜マンション杭打ち偽装事件 虚偽データに基づいた工事が行われ、複数の杭が地中の強固な地盤に届いておらず建物が傾いている不祥事が発覚。
4.14：熊本地震（前震Mw6.5、本震Mw7.3） 4/14に前震が発生、最大震度7を益城町で観測。その後4/16に本震が発生し、益城町で2回目、西原村でも震度7を観測したほか、熊本県と大分県の広範囲で震度6強～6弱を観測。なお、本震の際には大分県中部でも誘発地震が同時発生していた。 4.18：熊本県阿蘇地震（Mj5.8）・4.29大分県中部地震（Mj4.4） 熊本地震に誘発された地震。阿蘇～別府で震度5強を観測。	8.4：気象庁「噴火速報」の運用開始 10.8：阿蘇山噴火 [VEI=3] 中岳第1火口で36年ぶりの爆発的噴火発生。噴煙は11,000mに達し、九州外まで火山灰が拡散。噴火警戒レベルは2から3に引き上げ。4月に発生した熊本地震との関連が指摘される。  福岡市中央区ブロック崩壊地震事故調査委員会、調査報告書、H20.10より	4.1：国土強靱化基本法施行 大規模自然災害に対する脆弱性を評価した地域計画策定 11.8：博多駅前道路陥没事故 博多駅前2丁目交差点付近で発生した陥没事故。福岡市地下鉄7隈線のトンネル延伸工事により発生。縦橋約30m、深さ約15mの大規模な地盤崩落事故だったにも関わらず、犠牲者が1人も出なかった。
6.18：大阪北部地震（Mw5.5） 大阪北部を震源とする直下型地震。大阪北部で観測史上最大の震度6弱を観測した。倒壊した学校ブロック塀の下敷きになり通学中の学童1名死亡した外、1名が民家ブロック塀の倒壊により死亡。 9.6：北海道胆振東部地震（Mw6.6） 厚真町で震度7、札幌市東区や新千歳空港などで6弱を観測。震源に近い厚真町を中心に広い範囲で土砂崩壊が発生。崩壊面積は明治以降最大級となった。この土砂崩壊により36名が死亡。札幌市清田区では、宅地造成地盤で液状化が発生し、道路・宅地に大きな損壊が生じた。また、苫東厚真火力発電所の緊急停止から発生したブラックアウト（国内初の全域停電）により全道295万戸が停電となり、全ての電源回復に約1ヶ月を要した。	1.23：草津白根山噴火 [VEI=1] 本白根山の鏡池北火口から予兆なく噴火。噴石により1名死亡、11名重軽傷。噴火レベルを3に引き上げる。 国土交通省 北海道開発局70年史より 	福岡地下鉄七隈線延伸工事現場における道路陥没に関する検討委員会報告書、土木研究報告、2017.3より  東京外かく環状道路工事現場付近での地表面陥没事象等について、東日本高速道路株より 
国土交通省 第1回令和2年7月豪雨川豪雨復旧委員会説明資料より  球磨川、小川	2021.3.26：富士山ハザードマップの改訂 平成16年版から新たな知見と詳細データにより大幅改訂。想定噴火規模が拡大。	10.18：調布市道路陥没事故 東京外かく環状道路（外環道）のシールドトンネル建設ルート上の住宅地内市道で、縦6m、横5m、深さ約5m陥没。シールド機は約1月前に、約47mの深度を通過していた。

はじめに

～データで見る災害～

大切な人命や財産を奪ってしまう自然災害の発生頻度や規模は、どの様に変化してきたでしょうか。公表されているデータを用いて振り返ってみたいと思います。人的被害(死者数)に着目した統計資料から過去20年間の経時変化グラフを図-1に作成しました。ここで、「自然災害」は、防災白書(令和3年度版)にまとめられている「風水害」「地震・津波」「火山」「雪害」「その他」の合計であり、これに対比できる身近な事象として「熱中症」「インフルエンザ」「交通事故」の死者数を併記しています。



※熱中症・インフルエンザ：厚労省・人口動態統計より
※交通事故：警視庁統計資料より

図-1 災害要因別の死者数

これによると、意外なことに自然災害に比べて他の災害の死者数が多いことが判ります。自然災害による死者数は、2011年の東日本大震災で2万人を超える激甚災害でグラフをオーバーフローしていますが、それ以外の年では、最大でも500名未満であり、1000人～数1000人で推移している他の災害とは桁が違う低さです。また、他の災害は一定の増加(または減少)傾向が見られるようです。「熱中症」や「インフルエンザ」は、直近の10年で増加傾向が見られ2020年のインフルエンザの減少は、コロナ感染症対策による効果であると言われていますが、コロナ感染症による死者数を加算した「感染症」とした場合には、明らかに増加傾向を読み取ることができます。一方で「交通事故」は減少傾向であり、道交法・刑法の厳罰化や、道路環境整備や自動車性能の向上がこれに寄与していると考えられます。これらの傾向からは、災害発生がランダム(不規則・突発的)に起こるか、恒常的(または周期的)に起こるか、また発災要因がローカル(局所的)かグローバル(全国的)かによる違いであることを読み取ることができます。このように自然災害は、ランダムで局所的な現象であり、2011年の津波災害のように、私たちの

予測を超えて突発的な異常値を出す場合があることを改めて確認することができます。

次に自然災害の内訳を図-2にまとめています。これによると、被害者の多い年には、その年を代表する災害名が並びます。地震・津波災害と火山噴火は、ランダムに発生している様ですが、風水害と雪害については、毎年のように発生しており、死者数から読み取られる災害規模は、先の10年(2000～2009)と比較して、後の10年(2010～2020)で増加する傾向が見られます。気象現象に起因するこれらの災害が頻発・激甚化するようになったことから、気候変動に対する関心が大いに高まっています。

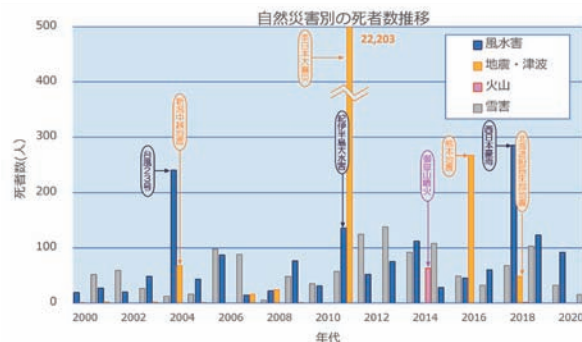


図-2 自然災害別の死者数

この文章執筆時点では、「コロナ感染症(covid-19)」が、地球規模のパンデミックとなり、変異を繰り返すウイルスに抜本的な対策が示せない災害となっています。本誌ではこのことに触れることはできませんが、このような災害が高齢者や基礎疾患患者などの災害弱者を標的にしている状況は、他の自然災害と変わらない事に留意しておく必要があると思います。

気候変動・異常気象

基礎地盤コンサルタンツ株式会社
中西 晃

気候変動(地球温暖化)の問題は、1988年に設立された「気候変動に関する政府間パネル(IPCC: Intergovernmental Panel on Climate Change)」による報告書により、世界に広く知られることとなりましたが、1990年の第1次報告書の時点では、その原因として温室効果ガスの影響について「可能性がある」との見解に留まっていました。この報告書は数年毎に新たな知見・観測データを加えて刷新されていき、2022年には第6次報告書がまとまる予定になっています。その間に、温室効果ガスの影響についての「可能性は極めて高い」と評価されるレベルになり、それまでこの議論に懐疑的(または反対の)立場にあった多くの知識人・政治家も沈黙することになりました。

また、その間には地球規模の環境問題に対処していくため、1995年から締約国会議(COP: Conference of the Parties)が毎年開催され、具体的な対策として「カーボンニュートラル」が議論されていますし、2015年に採択されたSDGsもその1つになります。

地球温暖化と異常気象の因果関係については、また別の様々な検証が行われていますが、主に気温(海水)温度の上昇により大気を含む地球システム全体が大きく狂い出したと考えられています。以下では、異常気象と激甚災害を結びつける様々な言説について、観測データを基に見ていきたいと思います。

《気温は本当に上昇しているのか?海面水位は上昇しているのか?》

IPCCの報告以来、「気候変動はフェイクニュースだ!」とする極端な反論も含めて、全世界で様々な言説が飛び交いました。しかし、新たな観測データが蓄積されるにつれて「疑いようのない観測事実」として受け止められるようになりました。気象庁による統計データからもそれを示す傾向が読み取られています。

全世界の海水温変化(図-1)と日本の気温変化(図-2)のグラフを見て下さい。海水温については、全球月平均海面水温の平年値を基準とした平年差の変化として示しており、船舶などによる海面水温の観測値から解析した格子点値をもとに、1991年～2020年の30年間の平均値として算出したものです。

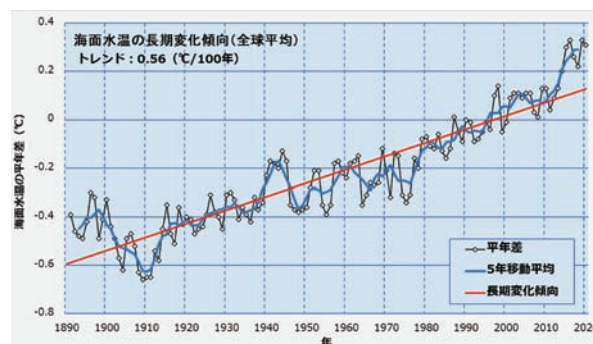


図-1 全世界の海面水温変動(平年差)

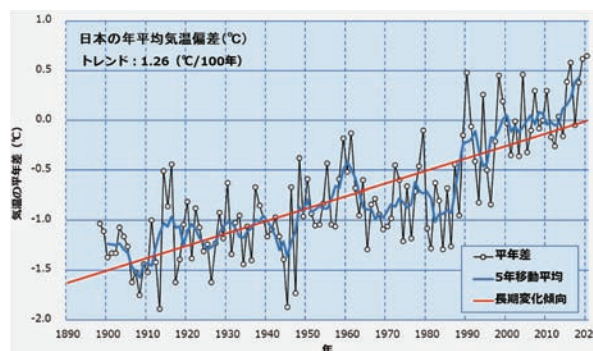


図-2 日本の気温変動(年平均偏差)

これによると、数年から数十年の周期で海洋・大気の変動とともに地球温暖化の影響が重なり合って変化していると考えられます。長期的な傾向は100年当り0.56°Cの上昇傾向が見られ、特に2010年からの1段階上昇傾向が上がっているように見受けられます。

また、日本の気温変化については、都市化の影響が少ない国内15地点の観測値を用いて、1991年～2020年の30年間の平均値を基準とした平年差を示しています。これによると、海水温の変化傾向と同様に短期周期を含みますが、長期的変化傾向は100年当り1.26°Cの上昇傾向が見られています。

気温上昇については、前述した熱中症死者数の上昇傾向も踏まえ、私たちの生活の中でも実感されていると思いますが、例えば夏期の猛暑日(日最高気温35°C以上)や熱帯夜(日最低気温25°C以上)の発生状況(全国の代表13地点の1地点たり平均)を示したのが図-3、4になります。これによると短期的には発生日数が上下しますが、期的な傾向では100年で1.9日のペースで長上昇傾向が読み取られます。猛暑日については、1994年以降から1段階上がっているようであり、熱帯夜については1920年以降から100年で18日のペースで着実に上昇していることが判ります。

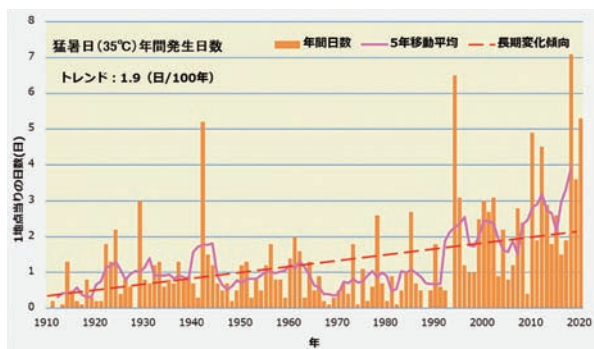


図-3 猛暑日の年間発生日数(1地点当り)

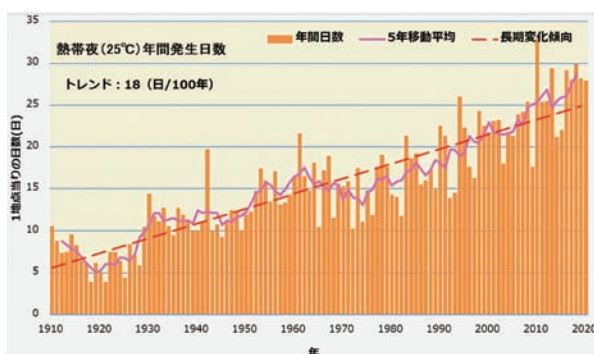


図-4 熱帯夜の年間発生日数(1地点当り)

海水温や気温の上昇傾向を観測データから読み取ることができましたが、それでは、海面上昇についてはどうでしょうか。IPCC海洋・雪氷圏特別報告書(2019)では世界平均海面水位は1901年～2018年間に約20cm上昇していると評価されています。図-5に気象庁による日本近海の海面水位変化を示しますが、これに対する評価は、十年程度の周期で変動があるものの海面上昇を明確には示してはいないとされています。しかし、1980年以降のデータは上昇傾向(1993～2010年の上昇率は+2.8[1.3～4.3]mm/年)が見られ、今後の観測データの蓄積によりその傾向が確定できるとされています。また、このグラフにはIPCCの評価においても引用されているChurch and White(2011)の世界平均海面水位データを併記しています。このデータにより、世界の海面水位は100年で約20cm上昇したとされており、1980以降の日本の海面水位の上昇傾向と類似していることが判ります。これを受けて、国土交通省では海岸への影響として、海岸浸食の進行や高潮災害リスクの増大に対する検討が始められています。また、今後は津波想定などにも影響してくると思われます。



図-5 世界と日本の海面水位変動

《降雨量は増えているのか?》

前述した災害年表に示したとおり、毎年のように豪雨災害が発生しています。また、「線状降水帯」や「ゲリラ豪雨(局地的大雨)」などの用語が一般化し、連続降雨量だけではなく一定時間に降る降雨量(降雨強度)が増加していることを私たちは実感として持っています。ここでは気象庁データ(全国1,300箇所のアメダスデータ1976～2020年)を用いて、日降雨量200mm以上の年間発生日数(図-6)と時間雨量50mm以上の年間発生日数(図-7)をグラフにしました。

これによると、日降雨量200mmは30～50年に1回程度の再来確率に当たり、異常気象を判定する基準値になります。ちなみに、東海豪雨の24時間雨量は428mmでした。また、時間雨量50mmは排水設備(下水管きよ等)の設計基準値となっており、「淹のように降る」と評されるように、見る見る内に側溝から水が溢れ出す状況がイメージされます。

このグラフからは、1976～2020年までの統計期間内で、周期的な起伏はありますが、10年あたりの変動は、日降水量200mm以上が26.1日の増加、時間雨量50mm以上の発生回数は29.2回の増加となっています。また、統計期間最初の10年(1976～1985年)と直近の10年(2011～2020年)の平均で比較した場合、前者が約1.7倍(272日/160日)、後者で約1.5倍(334回/226回)に増加していると評価されています。

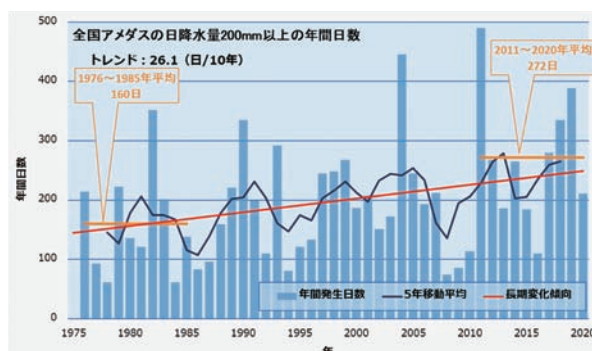


図-6 日降雨量200mm以上の年間日数

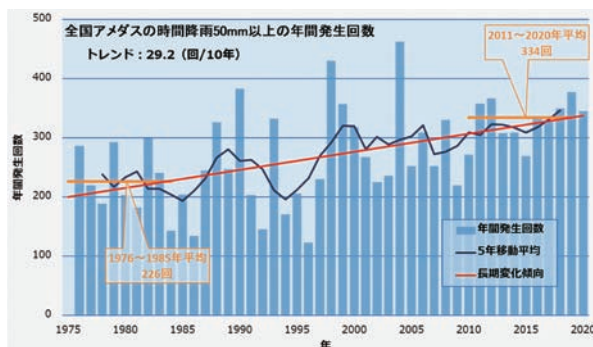


図-7 時間雨量50mm以上の年間発生回数

《台風の襲来は増えているのか?巨大化しているのか?》

前述したように世界の海水温上昇が明らかとなってきたことは日本周辺海域も例外では無く、海水温の上昇により台風が勢力を落とすことなく上陸するとの報道を良く聞くようになりました。そのため、台風の襲来(上陸・接近)回数や巨大台風が増加しているのではないかと考えがちなのですが、そのような傾向は統計上得られていません。気象庁の観測データ(1951～2020年)を用いて、図-8に台風発生状況をグラフにまとめました。ここには、台風発生数、接近数および上陸数を重ねて示していますが、短期的な変動はあるものの長期的な増加傾向は読み取ることができません。

平均値や最頻値を確認すると、発生数は23～26個程度、接近数は10～12個程度、上陸数は3個程度になっており、これが平年並みの目安値と言えます。ちなみに2020年は23個の台風が発生しましたが上陸数はゼロでした。

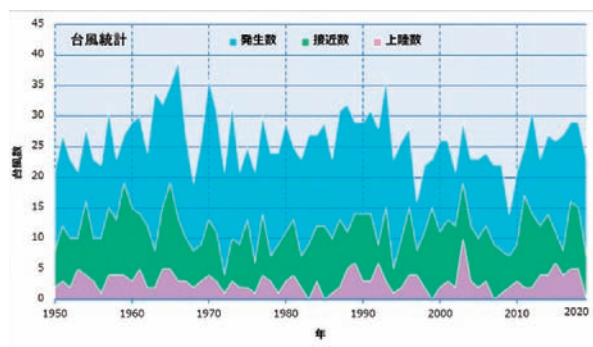


図-8 台風の発生状況(発生・接近・上陸)

また、図-9には1951～2019年までの上陸した台風のデータベースを用いて、勢力を示す「気圧(hPa)」と「風速(m/s)」のデータをプロットしました。これを見る限り近年に入って台風の勢力が増加している傾向を読み取ることはできません。

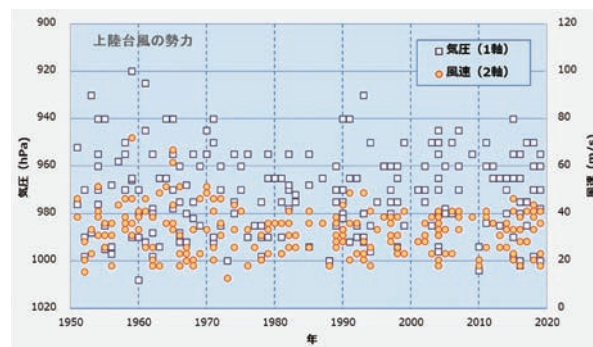
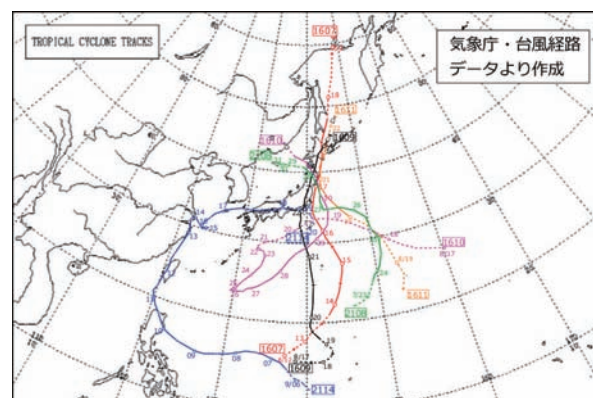


図-9 上陸台風の勢力(気圧・風速)

もう一つの視点として、台風経路に着目して見ます。これは、ジェット気流や偏西風の変化などに起因して、前例の無い台風経路を取る「迷走台風」も見られるようになったとする指摘がされており、この10年を振り返っても、「迷走」とまでは言えないにしても、以下の台風は、特異な経路を辿って観測史上初めての地域に上陸をして被害を与えました(図-10参照)。



- ◎平成28年(2016)台風7・11・9号の北海道上陸: 3個の台風が連続上陸は初観測
- ◎平成28年(2016)台風10号: 東北地方上陸初(岩手県大船渡)
- ◎令和3年(2021)台風8号: 宮城県上陸初
- ◎令和3年(2021)台風14号: 福岡県上陸は統計史上初

図-10 特異な経路を示す台風

この中で、3個の台風が連続して上陸をした平成28年8月の北海道豪雨災害では、従来降水量が少ない北海道においても連続的に豪雨が観測され激甚土砂災害のリスクが高まりました。図-11に示したとおり、国土交通省の予測した今世紀末の最大雨量は、北海道・東北で1.2倍程度の増加、関東以西では1.1倍程度となっており、台風の襲来や豪雨に対する対策が弱い地域の災害リスクが高くなっていると指摘されています。

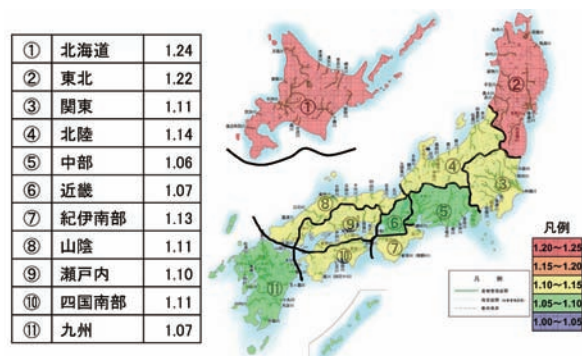


図-11 各調査地点の年最大日降水量の予測倍率※

(出典：国土交通省資料)

※前世紀末と今世紀末予測の比：(2080～2099年平均)／(1979～1998年平均)

《突風・竜巻などの風害、豪雪の発生は増加しているのか?》

図-12に示したとおり、竜巻やダウンバースト等の突風による風害については、気象庁により1961年から統計データがまとめられていますが、過去の調査精度(発生件数のカウント方法や観測技術の進化など)に違いがあり、経年変化を評価することができないとされています。グラフからは2007年以降に見掛け上増加傾向が見れるようですが、これは観測強化により確認数が増えたと考えられています。

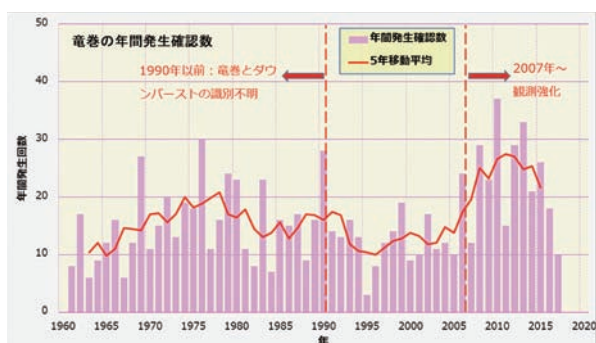
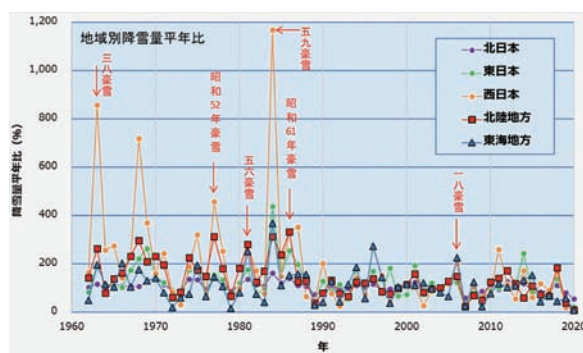


図-12 竜巻の年間発生確認数

豪雪による雪害については、気象庁により1962年からの積雪量平年比の統計データが示されています(図-13参照)。これによると、1990年以前には、数100%を超過する大きな変動が数年周期で発生し、これらは「〇〇豪雪」と命名される豪雪災害でしたが、1990年以降の平年比の変動は、数年周期で200%を超える年が現れるものの、変動幅は概ね収まっているように見受けられます。したがって、豪雪による災害の増加傾向は確認されておらず、むしろ平年比に満たない降雪量のためにスキー場等の観光産業にダメージを与えているニュースを耳にする年も多くなっている印象です。地球温暖化による長期予測でも、北海道の一部地域を除いて、今後の積雪量は減少(降雪期間は短縮)傾向に向かうと考えられています。



◎昭和38年1月豪雪(三八(さんぱち)豪雪)：死者・行方不明者231名
 ◎昭和52年豪雪：死者101名、負傷者834名
 ◎昭和56年豪雪(五六(ごうろく)豪雪)：死者・行方不明者152名
 ◎昭和59年豪雪(五九(ごうきゅう)豪雪)：死者131名、負傷者1,366名
 ◎昭和61年豪雪：死者88人
 ◎平成18年豪雪(一八(いちはち)豪雪)：死者152名、負傷者約2,100名

図-13 地域別の降雪量平年比

《異常気象により災害は激甚化しているのか?》

以上のデータを踏まえると、気候変動に起因して異常気象の発生リスクは高くなっていると言えます。また、降雨強度の増加や特異な経路を辿る台風襲来などにより、特にこれまで豪雨に見舞われてこなかった地域やインフラ整備の遅れた地域においては、局地的に災害が激甚化する可能性も高くなっていると言えます。「自然災害と戦う」のではなく、「グリーンインフラ」と呼ばれる考え方により、自然の力を借りて災害を乗り越えていくことも必要になっています。

私たちは今現在「人新世を生きている」との議論もされています。これは、人間の活動が地球規模の気候変動や生物多様性に与えた影響が、地質年代としても記録されるレベルに達したということです。その地層を確認するのは、次世代の地質技術者に託すことになります。

コラム1 カーボンニュートラル

カーボンニュートラルとは、温室効果ガスの排出量と吸収量を均衡させる(全体の排出を実質ゼロにする)ことを意味します。これは、人為的に作られた二酸化炭素をはじめとする温室効果ガスの「排出量」から、同じく人為的な植林、森林管理などによる「吸収量」を差し引いて、合計を実質的にゼロにすることであり、この取り組みは、SDGsと密接に関係し「目標7：エネルギーをみんなにそしてクリーンに」と「目標13：気候変動に具体的な対策を」が直接的に対応しています。

全世界で取り組むことになった背景は、IPCCによる第1次報告書を受けた1995年にベルリンで開かれた「気候変動枠組み条約第1回締約国会議(COP1)」から始められた議論であり、地球規模の課題である気候変動問題の解決に向けて、先進国の温室効果ガスの削減義務の強化が課題となりました。その後、毎年会議が重ねられ、1997年の京都議定書(COP3)を経て、2015年にパリ協定(COP21)が採択され、世界共通の長期目標として大きく以下の2点が合意されるに至り、この実現に向けて120以上の国と地域が「2050年カーボンニュートラル」という目標を掲げることになりました。

◎世界的な平均気温上昇を産業革命以前に比べて2℃より十分低く保つとともに、1.5℃に抑える努力を追求すること(2℃目標)

◎今世紀後半に温室効果ガスの人為的な発生源による排出量と吸収源による除去量との間の均衡を達成すること

我が国では、京都議定書の採択された翌年1998年に「地球温暖化対策の推進に関する法律(温対法)」、2018年には「気候変動適応法」が制定され、2020年10月に政府は「2050年までに温室効果ガスの排出を全体としてゼロにする」とするカーボンニュートラルを目指すことを宣言し、その中間目標として2030年に46%削減目標(2013年度比)を掲げています。また、その実現のため、環境省は全国自治体に「ゼロカーボンシティ」への参画を推進して、民間活力を導入しやすくすることで地方創生に結び付けたいと考えています。

また、民間へのインセンティブとしては、経済産業省・資源エネルギー庁が「産業政策“グリーン成長戦略”」を掲げて、グリーンイノベーション基金、税制優遇、ファンド設立による投資促進や助成金、規制緩和による新技術の導入促進などを進めています。また、EUでは既に導入されている「カーボンプレジット(炭素排出量取引制度)」の議論も始まっており、市場原理を導入した促進策も視野に入ってきました。

※環境省ホームページ参照

(https://ondankataisaku.env.go.jp/carbon_neutral/)

コラム2 SDGs (持続可能な開発目標)

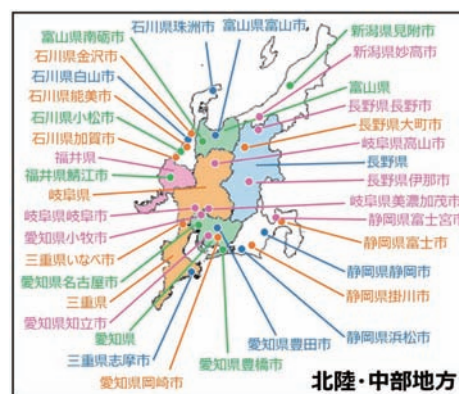
SDGsとは「Sustainable Development Goals(持続可能な開発目標)」の略称で、「エス・ディー・ジーズ」と発音します。平成27(2015)年9月の国連持続可能な開発サミットにおいて採択されたもので、持続可能な世界を実現するための共通課題として、国連加盟193か国が参加して、2016年から2030年の15年間で達成することを掲げた目標です。このSDGsには17のゴール(下図参照)、その下には169のターゲット、232の指標が定められており、わが国においても積極的な取組が進められています。またこの中には「目標11：住み続けられるまちづくりを」が掲げられており、このような観点からも、国土強化を図っていくことの重要性が高まっています。



国連ホームページより

(<https://www.un.org/sustainabledevelopment/>)

わが国では、内閣府主導のもとで持続可能なまちづくりや地域活性化の推進にSDGsの理念を活用した地域創生(地域創生SDGs)に取り組んでいます。この理念に沿って基本的・総合的取組を推進しようとする地方自治体の中から、特に、経済・社会・環境の三側面における新しい価値の創出を通して持続可能な開発を実現するポテンシャルが高い都市・地域を「SDGs未来都市」として選定し、その中から特に優れた取り組みを「自治体SDGsモデル事業」に選定・支援していくことで普及を促進しています。東海地区では、愛知・岐阜・三重県を含め多くの中核都市が選定されています(下図参照)。



内閣府ホームページより

(<https://www.chisou.go.jp/tiiki/kankyo/index.html>)

コラム3 グリーンインフラ

グリーンインフラ(Green Infrastructure)とは、豊かな自然環境を構築して、多様な生物がもたらす様々な資源・機能の活用を通じて、社会的課題の解決や持続的な社会を目指していく概念です。この中で、特に臨海部の砂浜・干潟・藻場などの保全に対してブルーインフラと呼んで区分される場合もあります。またこれらに対して、人工構造物をグレーインフラと呼んで対比させています。

グリーンインフラは、「緑=植物」を想起させるもので、豊かな自然を保全・構築することで、防災、都市環境問題および気候変動問題などの課題解決を図る概念です。そのため、自然環境を活かして持続可能で魅力のある国土づくりを進めるSDGsの目標達成にも資するものと注目され、緑地や湿地を整備し保全していくため、CO₂を効果的に吸収し地球温暖化防止にもつながるとともに、元ある自然を有効活用するため維持費が最小限に抑えられコスト削減も大いに期待できるため今後さらに推進されていくと考えられます。また防災上の観点からは、グレーインフラと適切に組み合わせることで機能を相互補完して国土強靱化を図っていくことも求められています。

グリーンインフラは、複数の機能を発揮する多機能性が特徴です。期待される主な機能として、(1)治水、(2)土砂災害防止、(3)地震・津波減災、(4)大災害時の避難網確保、(5)水源・地下水涵養、(6)水質浄化、(7)二酸化炭素固定、(8)局所気候の緩和、(9)地域のための自然エネルギー供給、(10)資源循環、(11)人と自然にやさしい交通路(グリーンストリート)、(12)害虫抑制・受粉、(13)食料生産、一次産業の高付加価値化、(14)土砂供給、(15)観光資源、(16)歴史文化機能の維持、(17)景観向上、(18)環境教育の場、(19)レクリエーションの場、(20)福祉の場、(21)健康増進・治療の場、(22)コミュニティ維持などが挙げられます。

このような多機能性を維持管理していくためには、おのずと多様な関係者の関わりを必要とします。なぜなら、これらの多様な機能の恩恵は多方面にもたらされ、より高い機能を引き出すためには多くの人々の知恵や技術が必要となるからです。そのため、行政・研究者や私たち専門家だけでなく、地域住民・団体など多様な関係者が関わることで、地域社会が中心となってグリーンインフラの社会基盤整備が推進されるとされています。

国土交通省では、平成27年度に閣議決定された「国土形成計画」において、国内でのグリーンインフラの取り組み強化を盛り込み、これにより「国土の適切な管理」「安全・安心で持続可能な国土」などの課題解決に一步を踏み出しました。また2020年3月に「グリーンインフラ官民連携プラットフォーム」(<https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/environment/>)を設置して、官民連携で情報発信・収集、資金調達・技術手法の研究を推進する環境整備を進めており、今後の普及が期待されています。

コラム4 人新世

私たちが生活している現在は、地質年代としては第四紀完新世(Holocene)の延長上にあると学んできました。しかし、ある高名な学者から、「実はそうではなく、人類が発展させてきた文明により新たな地質年代が生まれ、それは地層にまで痕跡を残している。これを「人新世(ひとしんせい・じんしんせい・Anthropoceneアントロポセン)」と命名する。」とする提言が2000年になされ、これを契機として特に人文系・社会科学系の分野で近年活発な議論がされ始めています。この発言をしたのが、ノーベル化学賞も受賞しているパウル・クルツェンという大気化学者で、この発言の経緯には、人間活動により顕在化した地球環境への影響(気候変動や生物多様性の崩壊等)に対する警鐘としての意図が大きかったと思われませんが、この言葉はクルツェン本人の予想を超えて瞬間に全世界に大きな反響を与えました。これを受けて、地質の専門家である層序学の分野においても、地質時代を承認する国際層序委員会・第四紀層序小委員会に2009年「人新世作業部会」が組織され、新たな地質時代として採用するか検討が始まっています。ここでの正式な結論は未だ出ていませんが、元々「人類の時代」と呼ばれ、人類の進化と共にあった第四紀の中に、新たな時代区分を設定することが議論されるのは、何ら不思議なことではありません。多くの地質年代も、地球46億年の歴史の中で繰り返し起こった生物絶滅を経て、地層に残るこれらの化石や過去の痕跡を鍵層として区分してからです。人新世の地質学的な議論においては、その始まりをどこに定めるかが課題となっています。参考までに、様々な研究者から提案されている候補を以下に示しておきます。

◎農耕の起源	:1.1万年前
◎大規模農耕の始まり	:8,000年前
◎稲作の始まり	:6,500年前
◎人為土壌	:3,000~500年前
◎新旧世界の衝突	:西暦1492~1800年頃
◎産業革命(石炭・焼却灰)	:西暦1760年頃
◎核兵器実験(放射性物質)	:西暦1945年
◎残存産業物質(プラスチック等)	:西暦1950年

これらの候補の中では、気候変動の議論とリンクする形で1950年にする考え方が主流となってきているようですが、他の提案にもそれぞれ一理ありそうです。

ところで、私たちが地質調査結果をまとめる際には、盛土・埋土等の地層を「人工地盤」として区分しています。このような地盤の形成は、古くは記録の残る歴史年代までは遡れますので、上記の「人為土壌」あたりに相当するでしょうか。また、「人工地盤」が識別される場合に作成される層序表には、第四紀完新世とは区分して、「現世(Recent)」と標記すること多いと思います。したがって、私たちは既に「人新世」を無意識に使用していたと言えるかも知れません。

風水害

玉野総合コンサルタント株式会社
深谷 雄二

1. 激甚化・頻発化する水害

ここ数年を見ても平成30年7月豪雨(西日本豪雨), 令和元年の東日本台風(台風19号), 令和2年7月豪雨など, 毎年のように豪雨災害による甚大な被害が発生している。また, 過去10年間に於いて全国の約97%以上の市町村で水害・土砂災害が発生している。

統計データからも, 豪雨災害を引き起こす大雨の発生頻度が増加している。地域気象観測システム(アメダス)の観測によれば, 1時間降水量50mm以上の短時間豪雨の発生頻度は, 統計を開始した1976年からの10年間に比べて, 2011年からの直近10年間は約1.4倍に増加している(図-1参照)。

また, 総雨量1,000mmを超える大雨としては, 平成26年台風第21号, 令和元年東日本台風などがあり, 平成30年西日本豪雨では総雨量1,800mm以上, 令和2年7月豪雨では総雨量2,000mm以上となった。

今後は気候変動の影響により, さらに大雨や短時間強雨の発生頻度や降水量などが増大することが予測されており, 水害の更なる頻発・激甚化が懸念されている。

気象庁によると, 温室効果ガスに対する現時点を超える政策的な緩和策を行わないことを想定(地球温暖化による影響が最も大きい場合を想定)した場合, 日降水量が200mm以上となるような大雨の年間発生回数は, 全国平均で2倍以上となると予測している。また, 滝のように降る雨(1時間降水量50mm以上の短時間強雨)の年間発生回数も, 全国平均で2倍以上となると予測している。

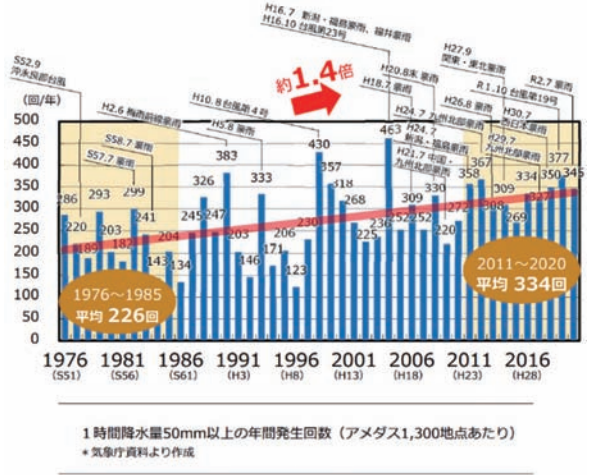


図-1 1時間降水量50mm以上の年間発生回数 (水害レポート2020, 国土交通省)

2. 都市化により高まる水害リスク

都市化が進み, 流域の多くが市街化し, 自然遊水地が減少したことにより, 短時間に多量の表流水が河川に流入するようになるため, 雨が降った際の河川の水位上昇が急激になっている。

また, 地下空間の利用が進んでいる大都市の駅前周辺等では, 地下施設への浸水被害が生じるなど, 水害リスクが高まっている。

3. 東海4県における豪雨災害

ここでは, 東海4県(愛知県・岐阜県・三重県・静岡県)における過去10年間の風水害について振り返る。

表-1 東海4県における過去10年間の主な豪雨災害 (国土交通省水害レポートをもとに作成)

発生年月日	名称等	死者	行方不明者	負傷者	住宅被害			床上浸水	床下浸水	災害の概況
					全壊	半壊	一部損壊			
2010 (平成22年)	7/10～7/16 梅雨前線による大雨	7名	5名	21名	43棟	91棟	219棟	1,844棟	6,086棟	本州付近に停滞した梅雨前線への湿った空気の流れ込みにより, 西日本から東日本にかけて大雨となった。総雨量は, 佐賀県佐賀市北山で600mmを超えたほか, 九州北部から東海地方の広い範囲で500mmを超え, 各地で浸水被害や土砂災害が発生した。24時間雨量では岐阜県加茂郡八百津町加茂で観測史上1位となる239.0mmを記録した。
2011 (平成23年)	8/30～9/5 台風第12号による大雨と暴風(紀伊半島大水害)	82名	16名	113名	379棟	3,159棟	480棟	5,500棟	16,594棟	大型の台風第12号は, 9月3日に高知県東部に上陸, その後の動きが遅かったため, 台風を取り巻く雨雲や湿った空気が長時間にわたり流れ込み, 西日本から北日本にかけて広い範囲で記録的な大雨となった。台風の東に位置した紀伊半島では総降水量が広い範囲で1,000mmを超えた。和歌山県や三重県では県南部を中心に深層崩壊や土石流などの土砂災害, 河川の氾濫が多数発生し, 甚大な被害が発生した。
	9/15～9/22 台風第15号による暴風・大雨	19名	1名	425名	34棟	1,524棟	3,665棟	2,270棟	6,297棟	台風15号は, 強い勢力を保ったまま静岡県浜松市付近に上陸し, 東海地方から関東地方, そして東北地方の北東を通過した。上陸後も強い勢力を保ちながら進んだため, 西日本から北日本にかけての広い範囲で, 暴風や記録的な大雨となった。この暴風と大雨により静岡県や愛知県などで死者, 行方不明者を多数出す被害となった。
2013 (平成25年)	9/15～9/16 台風第18号による大雨	6名	1名	143名	48棟	208棟	1,394棟	3,011棟	7,078棟	大型の台風18号は, 暴風域を伴ったまま愛知県豊橋市付近に上陸した。これにより三重県などで竜巻などの突風が発生した。また総雨量は三重県宮川で575.5mm, 東海地方を中心に400mmを超え, 各地で統計開始以来の観測史上1位を更新し, 愛知県セントレア空港では26.3m/sの最大風速を観測した。
2017 (平成29年)	10/21～10/23 台風第21号及び前線による大雨・暴風等	8名	0名	215名	5棟	15棟	630棟	2,456棟	3,426棟	台風21号は, 超大型で強い勢力のまま静岡県御前崎市付近に上陸し, 台風を取り巻く発達した雨雲や本州付近に停滞した前線の影響により, 西日本から東日本, 東北地方の広い範囲で大雨となった。これにより近畿地方や東海地方を中心に500mmを超える記録的な大雨となり, 広い範囲で河川の氾濫や浸水被害, 土砂災害などが発生した。
2018 (平成30年)	6/28～7/8 平成30年7月豪雨(前線及び台風第7号による大雨等)	224名	8名	459名	6,758棟	10,878棟	3,917棟	8,567棟	21,913棟	西日本に南下した前線が停滞し日本の南で発生した台風7号の影響により, 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。総降水量が東海地方で1,200mmを超えるところがあるなど, 7月の月降水量平年値の2～4倍となる大雨となったところがあるなど, 広い範囲における長時間の記録的な大雨となった。この影響で岐阜県などの1府10県に特別警戒を発表し, 最大限の警戒が呼びかけられた。
2020 (令和2年)	7/3～7/31 令和2年7月豪雨	84名	2名	77名	1,621棟	4,504棟	3,503棟	1,681棟	5,290棟	停滞した梅雨前線の活動が非常に活発で, 西日本や東日本で大雨となり, 特に九州と岐阜県では記録的な大雨となった。総降水量は, 長野県や高知県の多い所で2,000mmを超えた。この大雨により, 球磨川や筑後川, 飛騨川, 江の川, 最上川といった大河川での氾濫が相次いだほか, 土砂災害, 低地の浸水等により, 人的被害や物的被害が多く発生した。また, 広い範囲で大気の状態が非常に不安定となり, 埼玉県三郷市で竜巻が発生したほか, 各地で突風による被害が発生した。

(被害状況は, 気象庁; 災害をもたらした気象事例(平成元年～本年), 内閣府; 令和2年7月豪雨による被害状況等について, をもとに作成)

表-1に2011年から2020年における東海4県で発生した主な豪雨災害についてまとめた。

以下では被害の大きかった平成23年紀伊半島大水害と令和2年度7月豪雨の状況についてみていく。

①紀伊半島大水害(平成23年)

大型の台風12号が平成23年9月1日から5日朝にかけて、三重県南部や奈良県、和歌山県を中心に、長期間にわたって激しい雨をもたらし、各地で浸水被害や土砂災害が発生した。

三重県内では、防災関係機関の懸命の救助活動にもかかわらず、2名の方が犠牲となり、1名の方が行方不明となっているほか、住家被害が2,761棟におよぶ大災害となった。特に、熊野市、御浜町、紀宝町の被害が甚大であったため災害救助法を適用するとともに、熊野市、紀宝町では被災者生活再建支援法が適用された。

市町村別では熊野川支川の相野谷川で堤防越水が発生、高岡地区の輪中堤が倒壊して全17世帯が水没するなど甚大な被害を受けた。また、津市美杉地区や大台町岩井地区等では、土石流や山腹崩壊が発生し、民家が押し流されたり、土砂に埋没する住宅被害が発生した。さらに、国道42号のほか、県道七色峡線や鵜殿熊野線、小船紀宝線など多くの県道で路肩欠損等が生じ、熊野市大馬地区や紀宝町浅里地区で孤立地域が発生した。

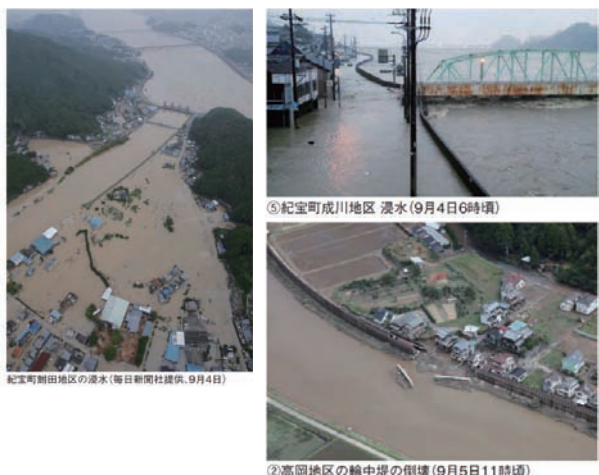


図-2 紀伊半島大水害時の三重県内の被災状況

(2011年紀伊半島大水害, 国土交通省近畿地方整備局 災害対応の記録)

②令和2年7月豪雨

令和2年7月7日から8日にかけて中濃から飛騨地方を中心に断続的に非常に激しい雨となり、飛騨市、高山市、下呂市、郡上市、中津川市、恵那市の6市に大雨特別警報が発表されたほか、降り始めからの降水量が県内11地点で1,000mmを超えるなど、記録的な大雨となった。

これにより、飛騨川を中心とする河川の氾濫や下呂市や高山市など13箇所において土砂災害が発生し、人家

等が被害を受けた。下流域の白川町では飛騨川に合流する白川でバックウォーター現象により水位が上昇し、浸水被害が発生した。また八百津町では、短時間の突風による損壊家屋が発生するなど、特定の地域でピンポイントに局所的な被害が発生した。

3市17地区で孤立状態が発生し、最大3,409人に影響が出たが、道路啓開を円滑に実施し、救援ルートを確認したことで、応急復旧が可能となり、2日間で孤立状態が解消された。

このような中、死者・行方不明者がなかったことは、治水、治山事業の成果と見られ、加えて、地元自治体、地域住民などが連携して避難誘導を実施した結果と考えられている。



図-3 令和2年7月豪雨時の岐阜県内の被災状況

(令和2年7月豪雨災害検証報告書, 岐阜県・清流の国ぎふ防災・減災センター)

4. 激甚化・頻発化する水災害等への防災対策

激甚化・頻発化する水災害等への抜本的な治水対策として、国は「流域治水」の考え方にに基づき、堤防整備、ダム建設・再生などの対策をより一層加速するとともに、集水域から氾濫域にわたる流域に関わる全員で水災害対策を推進する対応を示している。

これは、集水域と河川区域のみならず、氾濫域も含めて一つの流域として捉え、地域の特性に応じ、ハード・ソフトの両面から「流域治水」を推進している。



図-4 あらゆる関係者が協働して行う「流域治水」

(河川事業概要2021, 国土交通省)

流域治水では、河川、下水道、砂防、海岸等の各管理者が主体となって行う治水対策に加え、水田、校庭、民間施設、国有地等の機能連携を進めるなど、府省庁・官民が連携したあらゆる対策の充実を図ることとしている。また、近年の水災害による甚大な被害を受けて、施設能力を超過する洪水が発生することを前提に、社会全体で洪水に備える水防災意識社会の再構築を一歩進め、気候変動の影響や社会状況の変化などを踏まえ、あらゆる関

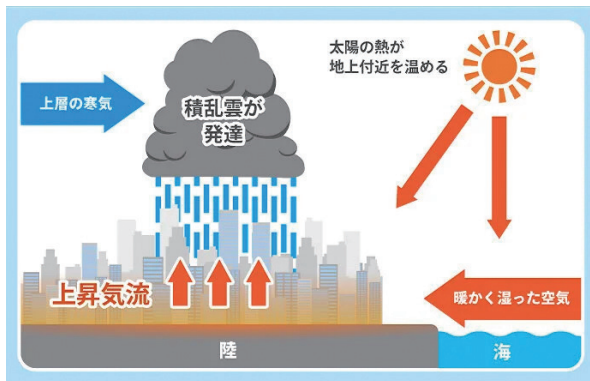
係者が協働して流域全体で行う、流域治水への転換を推進し、防災・減災が主流となる社会を目指すとしている。

この他に既往施設の中長期的な視野に立った維持管理、予防保全型の維持管理を積極的に取り入れていく方針や川の防災情報等を通じて住民、市町村、河川管理者等に防災情報の提供と活用を積極的に行っていくこととしている。

コラム1 ゲリラ豪雨

●ゲリラ豪雨のしくみ

上空の寒気の影響や、日差しで地面が温められて地表近くの空気の温度が上がることにより、大気の状態が不安定になる。特に夏の時期は、太陽の強い光によって地表付近の空気が温められて上昇気流が発生しやすく、大気の状態が不安定になりやすい。不安定な大気状態のとき、活発な対流が起こると、強い上昇気流に伴って発達した積乱雲が発生する。発達した積乱雲は、局地的に短時間で強い雨を降らせ、ゲリラ豪雨をもたらす。ゲリラ豪雨は、一時的なことが特徴なので、長くても1時間程度しか続かない。都市部のヒートアイランド現象がゲリラ豪雨を発生しやすくすることが指摘されている。



ゲリラ豪雨のしくみ（日本気象協会HP）

●ゲリラ豪雨の注意点

ゲリラ豪雨をもたらす発達した積乱雲は、ゲリラ豪雨のほか、竜巻やダウンバーストなどの突風や雷、ひょうなどの激しい気象現象を引き起こすことがある。

ゲリラ豪雨は短時間に大量の雨が降るので、中小河川の急な増水や氾濫、低地やアンダーパスの冠水、地下街の浸水などの水害が起きる。

また、河川の上流でゲリラ豪雨があった場合、自分がいる地域で雨が降っていなくても、川の水位が急激に上昇することがあるので、河原などで遊んでいる場合には注意が必要である。



発達した積乱雲がもたらす現象（日本気象協会HP）

●ゲリラ豪雨を知るには

ゲリラ豪雨によって、危険な状態になるのは、自分のいる所に雨雲がかかる場合だけではない。川の上流でゲリラ豪雨(局地的な大雨)が発生すると、雨が降っていない下流でも、被害が発生する恐れがある。

上流のゲリラ豪雨(局地的な大雨)を知るポイントは以下の通りである。

- ① 川の水かさが増えること
- ② 川の水が濁ること
- ③ 木の枝などが流されてくること

また、サイレンはダムを放流する合図なので、川のそばにいて、サイレンを聞いた場合も、必ず川から離れて必要がある。



上流でのゲリラ豪雨こんな時にはすぐ避難（日本気象協会HP）

コラム2 線状降水帯

線状降水帯の定義は、「次々と発生する発達した雨雲（積乱雲）が列をなした、組織化した積乱雲群によって、数時間にわたってほぼ同じ場所を通過または停滞することで作り出される、線状に伸びる長さ50～300km程度、幅20～50km程度の強い降水をともなう雨域。」とされている。

通常、積乱雲は雨を降らせると1時間程度で消滅してしまう。

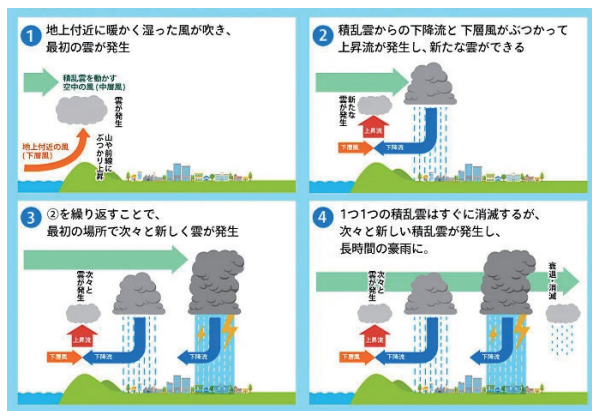
線状降水帯の場合でも同様で、1つ1つの積乱雲は雨を降らせるとたちまち消滅してしまうが次々と発生した積乱雲が、積乱雲群となって同じ場所を通過することで長時間の強雨をもたらす水害を発生させる。

線状降水帯は、その形成過程・構造によっていくつかの種類に分けられる。

ここではその中でも、長時間の大雨をもたらす災害に直結する恐れが特に高い「バックビルディング型」線状降水帯について説明する。

「バックビルディング型」線状降水帯の特徴として、地上付近の風（下層風）と上空の風（中層風）が同じ方向であることが挙げられる。

- ① 暖かく湿った下層風（地上付近の風）が、山地や寒気と衝突して上昇し、積乱雲が発生
 - ② ①で発生した積乱雲は上空の風に流され移動するが、その積乱雲からの下降流と下層風が衝突し、最初と同じ場所で再び積乱雲が発生
 - ③ ②を繰り返すことで、最初の場所で次々と積乱雲が発生
 - ④ 次々と発生した積乱雲は上空の風に流され、次々と同じ場所を通過していきながら衰退・消滅
- ①～④の結果、上空から見ると線状に連なる強い降水域が、同じ場所で停滞しているように映る。



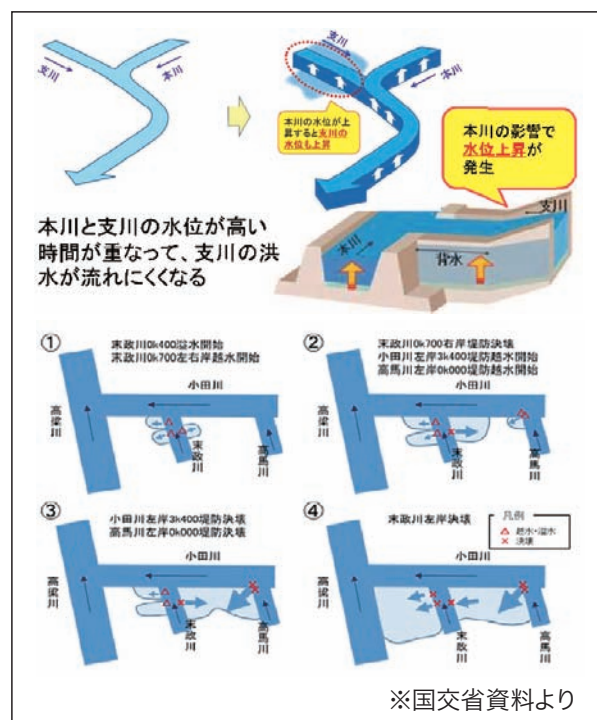
線状降水帯（バックビルディング型）のしくみ（日本気象協会HP）

コラム3 バックウォーター現象

バックウォーター現象とは、河川において、下流の水位が増水しているため流下することができずに逆流して、上流側の水位が上昇してしまうことを言います。

大雨により増水した本流の流れにせき止められる形で、支流の水位が急激に上がり、合流地点の上流側で支流の堤防の決壊などが引き起こされてしまいます。また、河川水位の上昇により堤内地からの雨水排水処理能力が限界を超え、「内水氾濫」を拡大させることになります。

「平成30年7月豪雨」では岡山県倉敷市真備町が大雨の後に、このバックウォーター現象が起こって堤防が決壊してしまう被害が起こりました。こちらがその時のバックウォーター現象を図で表したものです。



このように、本流の河川と支流の河川が合流する部分では、水位の上昇によりバックウォーター現象が起こる可能性があります。国土交通省では、この豪雨災害を受けて全国の河川に対する緊急点検を行い、約120河川について、合流部等の堤防協会対策や堤防嵩上げ等の緊急対策や、流下能力を高めるために堤外地の樹木伐採や堆積土砂の掘削等を実施して氾濫を防止する方針が示されました。

しかし、気候変動により頻発・激甚化する豪雨災害はどこにでも発生するリスクがあるため、本文で述べた「流域治水」の考え方を推進していくことが強く求められています。

地震災害

応用地質株式会社 地震防災事業部
太田 尚

1. 最近10年間の主な被害地震

日本の国土は、世界の中でも有数の地震多発地帯にあり、太古の昔から数多くの地震災害を経験してきました。最近の約10年間で(平成23年(2011年)以降)だけでも、主な被害地震として下表のような被害地震が発生しています。

表-1 平成23年～令和3年間の主な被害地震

発生年月日	震央地名・地震名	M	最大震度
平成23年(2011年) 3月11日	三陸沖 平成23年(2011年) 東北地方太平洋沖地震	9	7
平成28年(2016年) 4月14日～15日	熊本県熊本地方など 平成28年(2016年)熊本地震	7.3	7
平成30年(2018年) 6月18日	大阪府北部	6.1	6弱
平成30年(2018年) 9月6日	胆振地方中東部 平成30年北海道胆振東部地震	6.7	7

2. 被害地震各説

ここでは、前表に掲げた4つの主な被害地震について、その概要を記します。

(1) 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震

【地震の概要】

平成23年(2011年)3月11日14時46分、三陸沖の宮城県牡鹿半島の東南東約130km付近で、深さ約24kmを震源とするM9.0(モーメントマグニチュード)の地震が発生しました。これは、日本国内観測史上最大規模で、アメリカ地質調査所(USGS)の情報によれば、1900年以降、世界でも4番目の規模の地震でした。この地震で

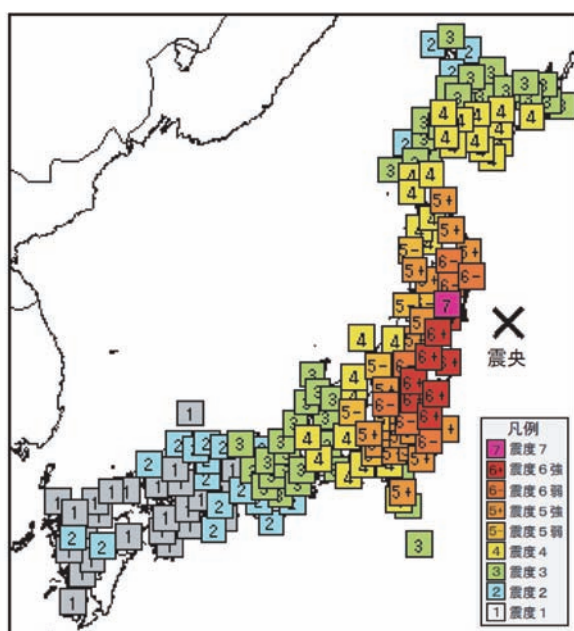


図-1 平成23年3月11日14時46分に発生した本震(M9.0)の地域ごとの震度分布¹⁾

宮城県栗原市で震度7を観測したほか、東北地方を中心に北海道から九州地方にかけての広い範囲で震度6強から1を観測しました(図-1参照)。

また、この地震では、北海道から沖縄の太平洋沿岸を中心に津波が観測され、福島県相馬で9.3m以上、岩手県宮古で8.5m以上、大船渡で8.0m以上、宮城県石巻市鮎川で7.6m以上の津波が観測(以上気象庁検潮所)されました(図-2、図-3参照)。また、遡上高では国内では観測史上最大となる40.5mが観測されました(全国津波合同調査グループ²⁾)。

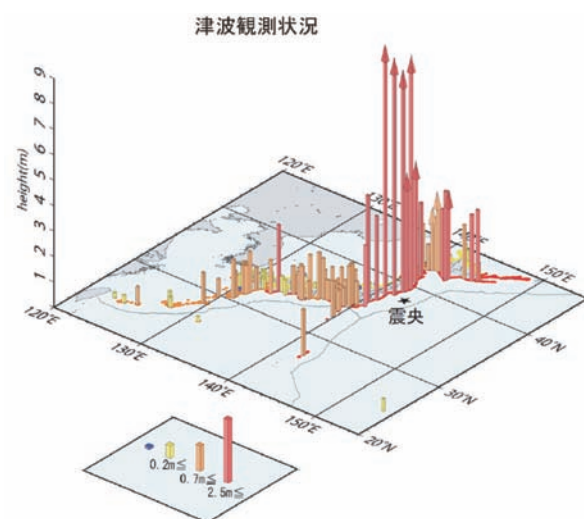


図-2 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震において津波観測施設で観測された津波の高さ(1)¹⁾

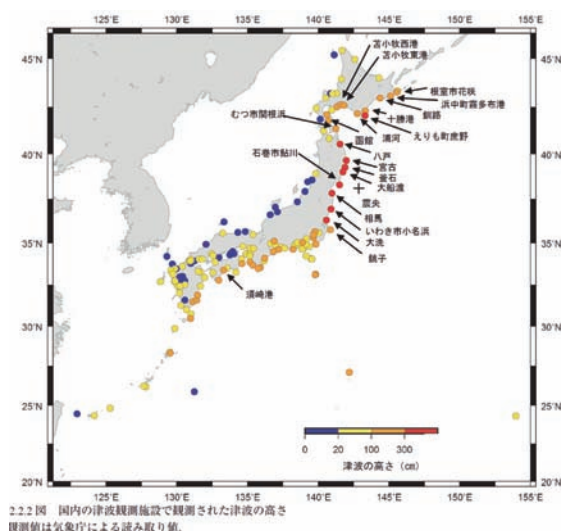


図-3 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震において国内の津波観測施設で観測された津波の高さ(2)¹⁾

【被害の概要】

この地震では、死者19,747人、行方不明者2,556人、負傷者6,242人(令和3年3月1日消防庁資料³⁾)と、非常に多くの方々が被害にあわれました。また、建物被害も、全壊103,981棟、半壊96,621棟、一部損壊371,258棟(以上内閣府資料²⁾)に達しています。写真-1は地震動による建物被害、写真-2は津波による建物被害の事例です。



写真-1 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の地震動で倒壊した建物(宮城県内 撮影：応用地質(株))



写真-2 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震の津波で破壊された建物(宮城県内 撮影：応用地質(株))

東北地方以外でも、震度5強が観測された首都圏では、交通機関が不通となったため、大量の帰宅困難者が発生し、徒歩で帰宅しようとする人々で歩道は大混雑し、帰宅できなかった人々が、勤務先や駅周辺の一時収容施設等で一夜を明かす事態となり、以降、地震災害時の事象として新たに認識されるようになりました。

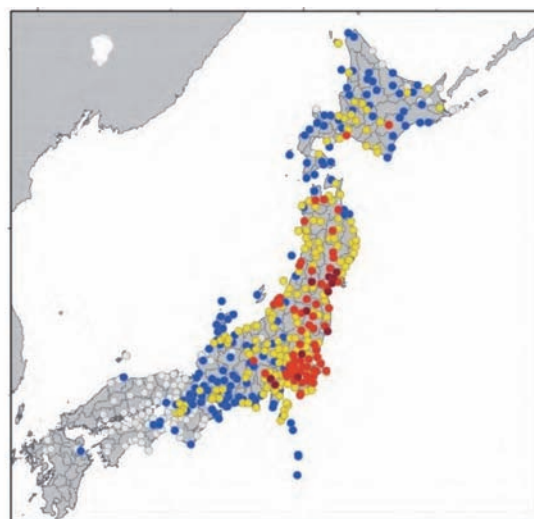
また、都内の高層ビルでも大きな揺れを観測し、しかも低層階に比べて高層階で大きな揺れとなりました。同様に、震源から約700km離れた大阪市(最大震度3)の高層ビルでエレベータ停止による閉じ込め事故、内装材や防火扉が破損するなどの被害が発生しました⁴⁾。これ

らは長周期地震動による被害であり、表-2に示す長周期地震動階級が制定されるきっかけとなりました。図-4は、平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震における長周期地震動階級の分布図になります⁶⁾。

表-2 長周期地震動階級関連解説表

高層ビルにおける人の体感・行動、室内の状況等⁵⁾

長周期地震動階級	人の体感・行動	室内の状況	備考
長周期地震動階級1	室内にいたほとんどの人が揺れを感じる。驚く人もいる。	ブラインドなど吊り下げものが大きく揺れる。	—
長周期地震動階級2	室内で大きな揺れを感じ、物につかまりたいと感じる。物につかまらなと歩くことが難しいなど、行動に支障を感じる。	キャスター付き什器がわずかに動く。棚にある食器類、書棚の本が落ちることがある。	—
長周期地震動階級3	立っていることが困難になる。	キャスター付き什器が大きく動く。固定していない家具が移動することがあり、不安定なものは倒れることがある。	同仕切壁などにひび割れ・亀裂が入ることがある。
長周期地震動階級4	立っていることができず、はわないと動くことができない。揺れにほんろうされる。	キャスター付き什器が大きく動き、転倒するものがある。固定していない家具の大半が移動し、倒れるものもある。	同仕切壁などにひび割れ・亀裂が多くなる。



長周期地震動階級の凡例: ■ 階級1 ■ 階級2 ■ 階級3 ■ 階級4

図-4 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震における各地の長周期地震動階級⁶⁾

(2)平成28年(2016年)熊本地震

【地震の概要】

平成28年(2016年)4月14日21時26分、熊本県熊本地方の深さ約10kmでマグニチュード(M)6.5の地震が発生し、熊本県益城町で震度7を観測しました。さらに、それから約28時間後、4月16日1時25分、同じく熊本県熊本地方の深さ約10kmで再びM7.3の地震が発生し、熊本県西原村と熊本県益城町で震度7を観測し、観測史上初めて2日間の内に同じ場所で2度も震度7を観測することになりました⁷⁾⁸⁾。

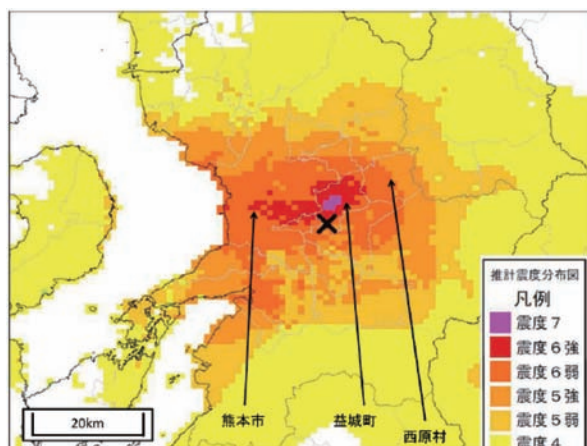


図-5 2016年4月14日21時26分に発生した地震の推計震度分布(×印は震央を示す)⁷⁾

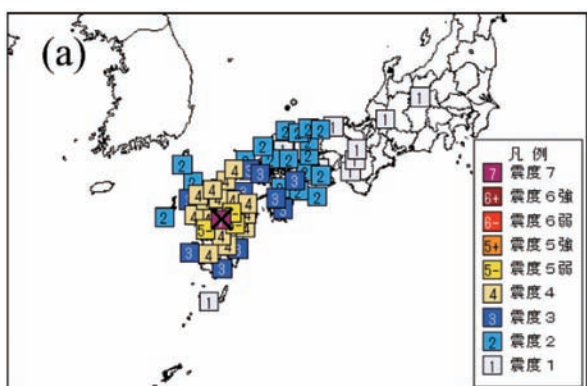


図-6 2016年4月14日21時26分に発生したM6.5の地震の地域ごとの震度分布(×印は震央を示す)⁷⁾

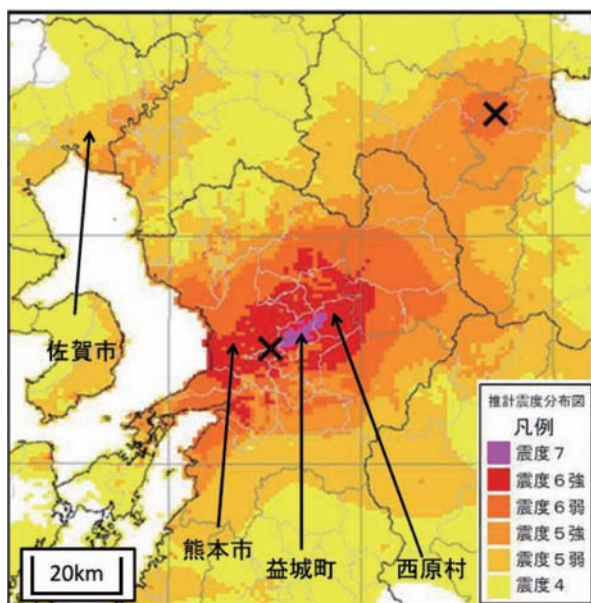


図-7 熊本地震の本震(4月16日1時25分発生)の推計震度分布(×印は震央)⁷⁾

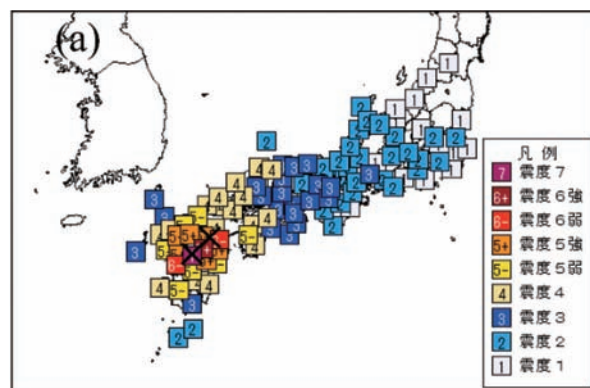


図-8 2016年4月16日1時25分に発生したM7.3の地震の地域ごとの震度分布(×印は震央を示す)⁷⁾

【活断層との関係】

4月14日のM6.5の地震の震源域付近には日奈久断層帯が存在し、この地震は、その高野-白旗区間の活動によると考えられています。

また、4月16日のM7.3の地震の震源域付近には布田川断層帯が存在し、この地震は主に布田川断層帯の布田川区間の活動によるものと考えられています⁸⁾。

現地調査の結果では、布田川断層帯の布田川区間沿いなどで長さ約28km、および、日奈久断層帯の高野-白旗区間沿いで長さ約6kmにわたって地表地震断層が見つかり、益城町堂園付近では最大約2.2mの右横ずれ変位が確認されています⁸⁾。

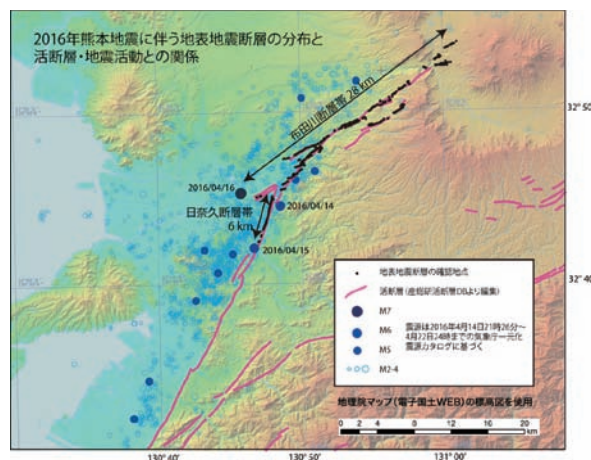


図-9 2016年熊本地震に伴う地表地震断層の分布活断層・地震活動との関係⁸⁾

【被害の概要】

この地震では、熊本県を中心に、福岡県、佐賀県、大分県、宮崎県で人的・物的被害が発生しました⁹⁾。

また、この地震では、複数の市町村で災害対策の拠点となる庁舎が被災したため、公民館や体育館等に庁舎機能を移して災害対応業務等を行わざるを得なくなり、災害時拠点となる施設の耐震化の重要性が浮き彫りになり

ました。

表-3 平成28年(2016年)熊本地震による
人的・物的被害(平成28年12月14日時点)⁹⁾

	人的被害		住家被害			火災 (件)
	死者 (人)	負傷者 (人)	全壊 (棟)	半壊 (棟)	一部損壊 (棟)	
福岡県		18		1	230	
佐賀県		13			1	
熊本県	161	2,620	8,360	32,261	138,224	15
大分県		33	9	214	7,903	
宮崎県		8		2	20	
全国計 [※]	161	2,692	8,369	32,478	146,382	15

(3)大阪府北部の地震

【地震の概要】

平成30年(2018年)6月18日7時58分に大阪府北部の深さ13kmで、M6.1の地震が発生しました。

この地震で大阪府大阪市北区、高槻市、枚方市、茨木市、箕面市で震度6弱、京都府京都市、亀岡市など18の市区町村で震度5強、大阪府、京都府、滋賀県、兵庫県、奈良県の27市区町で震度5弱を観測したほか、近畿地方を中心に関東地方から九州地方の一部にかけて震度4～1を観測しました。この地震は、地殻内で発生した地震で、周辺には東西方向に延びる有馬-高槻断層帯、および南北方向に延びる生駒断層帯と上町断層帯などが存在しています¹⁰⁾。

【被害の概要】

この地震では、死者4人、負傷者434人、住家全壊9棟、住家半壊87棟などの被害が生じました(7月5日時点、総務省消防庁¹¹⁾)。この地震で亡くなった方4人の内2人はブロック塀の崩落に巻き込まれて亡くなっており、1978年宮城県沖地震の教訓を改めて知らしめることとなりました。

また、室内で倒れてきた本棚の下敷きとなって亡くなった方も発生し、あらためて家具固定の重要性を認識することとなりました。

表-3 2018年6月18日の大阪府北部の地震による被害状況
(2018年7月5日18時00分 総務省消防庁による)⁷⁾

都道府県名	人的被害			住家被害			非住家被害	
	死者 人	負傷者		全壊 棟	半壊 棟	一部 破損 棟	公共 建物 棟	その他 棟
		重傷 人	軽傷 人					
三重県		1	1					
滋賀県			3					
京都府		1	21			2,434		
大阪府	4	9	351	9	87	24,631	675	11
兵庫県		4	38			4		
奈良県			4			27		
徳島県			1					
合 計	4	15	419	9	87	27,096	675	11

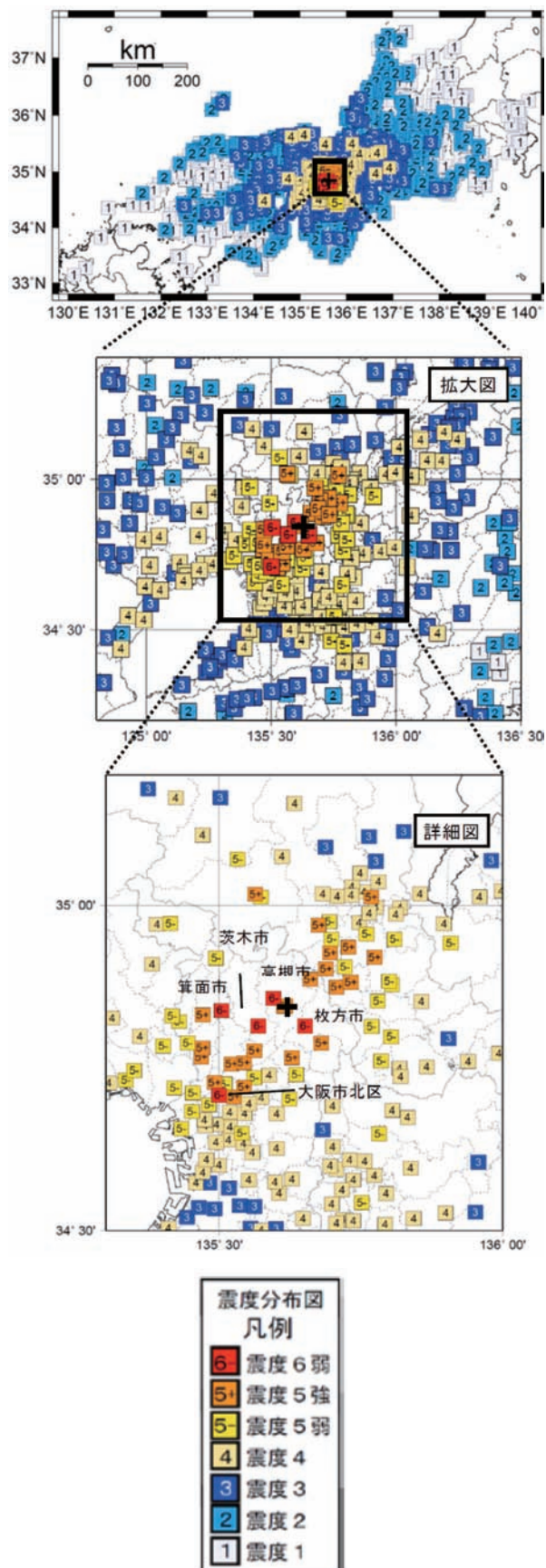


図-10 6月18日7時58分大阪府北部の地震の
震度分布図(+印は震央を示す)¹⁰⁾

(4)平成30年(2018年)北海道胆振東部地震

【地震の概要】

平成30年9月6日3時7分、北海道胆振地方中東部の深さ約35kmでM6.7の地震が発生しました。この地震により北海道厚真町で震度7、安平町、むかわ町で震度6強、札幌市東区、千歳市、日高町、平取町で震度6弱、札幌市清田区、白石区、手稲区、北区、苫小牧市、江別市、三笠市、恵庭市、長沼町、新ひだか町、新冠町で震度5強、札幌市厚別区、豊平区、西区、函館市、室蘭市、岩見沢市、登別市、伊達市、北広島市、石狩市、新篠津村、南幌町、由仁町、栗山町、白老町で震度5弱など、北海道内各地で震度5弱以上を観測しました¹²⁾¹³⁾。図-11に各地の震度分布を示します。

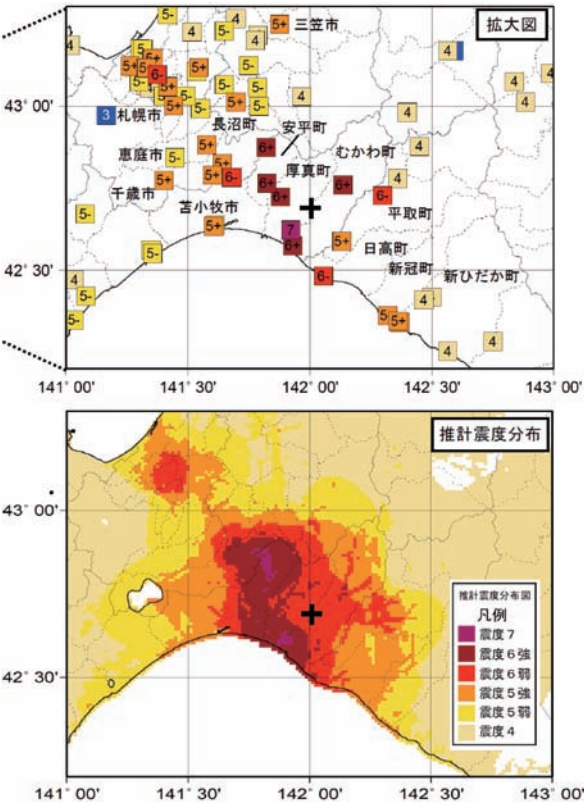


図-11 平成30年北海道胆振東部地震の震度分布図
及び推計震度分布図(+印は震央をしめす)¹²⁾

【被害の概要】

この地震により、死者41人、負傷者691人、住家全壊394棟、住家半壊1,016棟などの被害が生じました¹²⁾。
またこの地震では、道内の電力が一時期すべて失われる状況(ブラックアウト)となり、北本連系線の強化等、他地域からの電力供給における課題が浮き彫りになりました¹³⁾。

表-4 平成30年北海道胆振東部地震による被害状況
(2018年10月5日時点 総務省消防庁による)¹²⁾

都道府県名	人的被害			住家被害			非住家被害		火災 件
	死者	負傷者		全壊	半壊	一部 破損	公共 建物	その他	
	人	人	人	棟	棟	棟	棟	棟	
北海道	41	17	674	394	1,016	7,555		2,110	2
札幌市	1			57					
苫小牧市	2			1					
厚真町	36			1					
むかわ町	1			14					
新ひだか町	1			192					
新冠町				107					
安平町				22					

3. 中部地域の現況

中部地方は、この数十年間、幸いにも大きな被害地震を経験することなく過ごしています。しかし、歴史を紐解けば、1498年明応地震、1586年天正地震、1707年宝永地震、1854年安政東海地震、1891年濃尾地震、1944年昭和東南海地震、1945年三河地震のように、この地方でもこれまでに幾度となく地震で大きな被害を被っています。

なかでも、南海トラフ沿いで発生する地震は、これまでの研究調査の結果、90年から150年程度の間隔で繰り返し発生していることがわかってきました。その発生範囲は多様であり、平成23年東北地方太平洋沖地震と同じように、駿河湾から日向灘までの広い範囲が一度に動いてM9クラスの巨大地震が発生する場合や、東側でM8クラスの地震が発生した後、しばらく間をおいて西側でもM8クラスの地震が発生する、といった事例もあります。このように発生様式は多様ですが、直近の1944年昭和東南海地震からはすでに80年近く経過しているため「近い将来必ず起きる地震」として、備えを進めなくてはなりません¹⁴⁾。

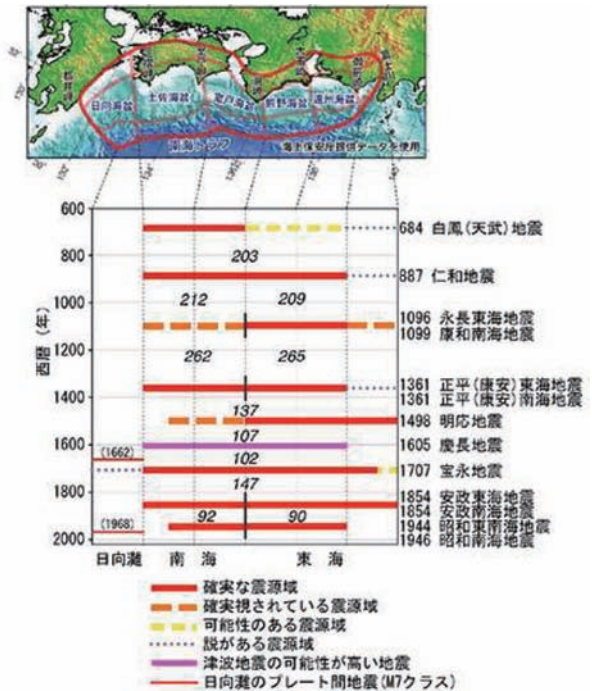


図-12 南海トラフでこれまでに発生した地震¹⁴⁾

そこで、地質調査業からは、地質の専門家としてこの地方の自治体や企業が、南海トラフ沿いで発生する地震をはじめとする巨大地震に対する備えを進めるための支援業務を続けています。

例えば、もし巨大地震が発生したら、この地方はどのくらい揺れるのか？液状化は？津波は？といったハザードを数値計算し、その結果どのような被害が発生するのかを予測し、そのうえで、減災するためには何をすべきかを提案しています。

ところで「どんな被害が発生するのか？」を推定するためには、実際にどんな事象が発生したのかを知ることが大切です。そのため、大きな地震被害が発生した際には、時期を見計らって自主調査に入り、被害状況を調べることも重要です。ハザードの予測は、数値シミュレーションですので、地震動にせよ津波にせよ、どのような被害事象が起きるのかを推定するためにも、実際に起きたことに学ぶことが大切です。

さらに「過去に学ぶ」ことも重要と考え、歴史記録から、過去に発生した地震や津波の被害を整理し、地域の災害履歴の見える化をすすめています。また地形の成り立ちにも着目し、盛土・切土・干拓・埋立といった人工的な地形改変の有無も調査して、ハザードの評価に生かすようにしています。

4. まとめ

突然襲ってくる地震への備えは、この10年間でだいぶ進んできましたが、まだまだ十分とはいえません。行政側で準備するだけでは不十分で、住民の皆さんにもわがこと感を持って備えていただくことが必要です。

そこで、地質調査業の立場からは、住民向けの啓発に役立つ情報を整理し提供することにも力を注いでいます。

もし、南海トラフ沿いで大規模な地震が発生したら、どのような揺れに見舞われ、津波はどのように押し寄せるのか？といった想定している事象を、専門的な知識がなくても理解しやすく提供することを目指し、視覚的にわかりやすい情報にすると工夫を凝らしています。

わが国では地震への備えは、おそらく終わりがありません。大規模な地震災害を被ってもなお持続可能な社会に、少しでも近づけるよう、今後とも精進してまいります。

参考文献

- 1) 気象庁：気象庁技術報告第133号 平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震調査報告, 479p.
- 2) 内閣府：平成23年度広報誌「ぼうさい」-防災情報のページ, 特集 東日本大震災
- 3) 消防庁：平成23年(2011年)東北地方太平洋沖地震(東日本大震災)第161報 別紙, 令和3年3月9日

- 4) 気象庁：気象庁ホームページ 長周期地震動による被害
https://www.data.jma.go.jp/svd/eqev/data/choshuki/choshuki_eq3.html
- 5) 気象庁：気象庁ホームページ 長周期地震動階級および長周期地震動階級解説表について
https://www.data.jma.go.jp/eew/data/ltpgm_explain/about_level.html
- 6) 気象庁：過去の地震における長周期地震動階級の事例, 平成28年3月10日, 11p.
- 7) 気象庁：気象庁技術報告第135号 平成28年(2016年)熊本地震調査報告, 307p.
- 8) 地震調査研究推進本部：平成28年(2016年)熊本地震の評価, 23p.
- 9) 中央防災会議：熊本地震を踏まえた応急対策・生活支援の在り方について(報告書)平成28年12月, 138p.
- 10) 地震調査研究推進本部：2018年6月18日大阪府北部の地震の評価, 11p.
- 11) 内閣府：大阪府北部を震源とする地震に係る被害状況等について, 平成30年7月5日 速報, 38p.
- 12) 地震調査研究推進本部：平成30年北海道胆振東部地震の評価, 12p.
- 13) 内閣府：平成30年北海道胆振東部地震に係る被害状況等について, 平成31年1月28日 速報, 83p.
- 14) 地震調査研究推進本部：南海トラフで発生する地震
https://jishin.go.jp/regional_seismicity/rs_kaiko/k_nankai/

火山噴火

株式会社ダイヤコンサルタント
富岡 伸芳

1. 日本における火山噴火と災害の概要

本稿では、2011年以後に日本で発生し、社会的な話題となった噴火活動について記述する(表-1, 図-1)。これらの噴火活動に伴う災害の内、気象庁が名称を定めた噴火災害は、「平成26年御嶽山噴火」と「平成27年口永良部島噴火」である。最近では、令和3年の福徳岡ノ場の噴火による軽石が海上を浮遊し、海運や沿岸漁業・観光等で被害が発生している。

なお、本稿では各火山の噴火状況について、気象庁発表のデータに基づいて記述した。

表-1 2011年以後の日本での主な火山噴火

噴火年	火山	火山No.
2011年 (平成23年)	霧島山新燃岳	1
2013年 (平成25年)	西之島	2
2014年 (平成26年)	阿蘇山中岳	3
	御嶽山	4
	口永良部島	5
2015年 (平成27年)	口永良部島	5
2016年 (平成28年)	阿蘇山中岳	3
2017年 (平成29年)	霧島山新燃岳	1
2018年 (令和元年)	草津白根山	6
	霧島山新燃岳	1
2019年 (令和2年)	浅間山	7
2021年 (令和3年)	阿蘇山中岳	3
	福徳岡ノ場	8

※本稿では気象庁による活火山名を用いる

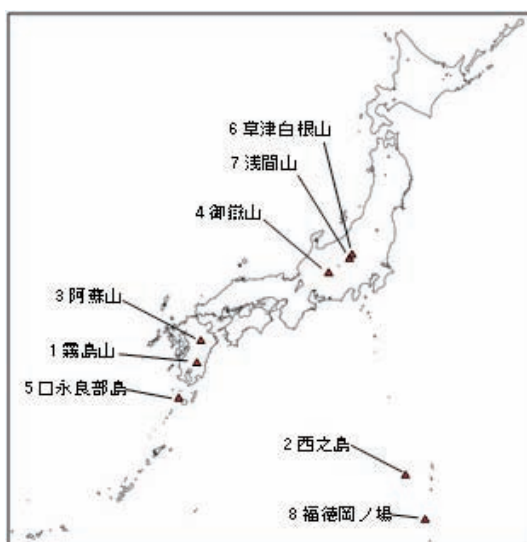


図-1 2011年以後に噴火した日本の火山

2. 噴火活動各説

(1) 霧島山新燃岳

霧島山は複数の火山体と火口からなる火山群の総称である。これらの火山体の内、主に御鉢での噴火が1923年まで断続したが、1959年以後には新燃岳での噴火が繰り返し発生している¹⁾。

2011年以後の噴火はいずれも新燃岳で発生しており、2011年、2017年および2018年に噴火が確認されている。

2011年には、1月19日にマグマ水蒸気爆発によると思われる小規模な噴火が発生したが、これは2010年5月6日以来、8か月ぶりの噴火である、1月26日からは本格的なマグマ噴火が始まり、1月27日には噴煙が火口縁上2500mに達する爆発的な噴火が発生した(図-2)。この噴火は2月7日まで継続し、噴煙は主に火口から南東方向に流れて周辺地域で噴石や降灰が見られた。なお、1月26日の噴火後、噴火警戒レベルは2(火口周辺規制)から3(入山規制)に引き上げられた。2月9日以後は噴火が断続的となり、9月8日以後には噴火が発生しなかった。噴火警戒レベルは、2013年10月22日に2へ、2017年5月26日に1(活火山であることに留意)へ引き下げられた。



図-2 霧島山(新燃岳)1月27日の噴火状況²⁾

2017年10月に入って噴煙の量が次第に増加し、10月11日に小規模な噴火が発生し、14日には灰白色の噴煙が火口縁上2300mに達する噴火が発生した。噴火警戒レベルは10月5日に2へ、10月11日に3へ引き上げられた。その後、2018年2月にかけては噴火の発生がない状況が続いた。

2018年3月1日に噴火が再開し、3月6日には爆発的な噴火が発生、4月5日の噴火では小規模な火砕流が発生し、噴煙は火口縁上8000mに達した。6月27日の噴火を最後に、これ以降噴火は発生せず、噴煙も弱まった。噴火警戒レベルは6月28日に2へ、2018年1月18日に1

へ引き下げられた。

(2)西之島

西之島は、旧島とその東南東で1973年～1974年に発生した噴火で形成された新島からなる。しかし、この噴火で形成された新島は、その後の波蝕でほとんど消失していた。

2013年11月20日に噴火が発生し、再び新島が形成された。その後、噴火が継続して溶岩流が流下して新島は拡大していき、12月26日には西之島と接続したことが確認された(図-3)。その後も溶岩の流出を伴う噴火が継続し、2015年11月17日の噴火まで、新島は拡大し続けた(図-4、図-5)。

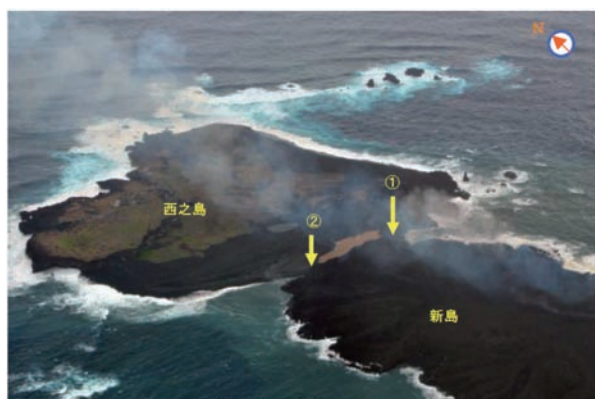


図-3 西之島 新島の接続状況³⁾



図-4 西之島の状況(2014.1.29)⁴⁾



図-5 西之島の状況(2015.12.22)⁵⁾

(3)阿蘇山中岳

阿蘇山では後カルデラ火山群での噴火活動があり、2008年12月23日以後には中岳第一火口での噴火活動が断続している。

2011年5月15日～6月9日には、ごく小規模な噴火が断続したが、降灰はごく少量であった。

2014年1月13日～2月19日にごく小規模な噴火が時々発生した後、火山活動は一旦低下した。その後、11月25日に噴火が発生し、26日以後には連続的に噴火が発生するようになり、27日の噴火では噴煙が火口縁上1500mまで達した(図-6)。この噴火活動は2015年5月21日まで継続した。2015年8月～10月にも噴煙を伴う噴火が確認され、一部は小規模な火砕流を伴う噴火であった。



図-6 阿蘇山中岳第一火口からの噴煙の状況⁶⁾

2016年には2月～5月にごく小規模～小規模な噴火が発生し、10月7日に5月1日以来となる噴火が発生した。10月8日には爆発的な噴火が発生し、噴煙は海拔高度11000mに達した。この爆発的な噴火による降灰は、岡山県でも確認された(図-7)。なお、この噴火を受けて、噴火警戒レベルは2から3へと引き上げられたが、10月8日以後の噴火は発生せず、噴火警戒レベルは2016年12月20日に2へ、2017年2月7日に1へ引き下げられた。

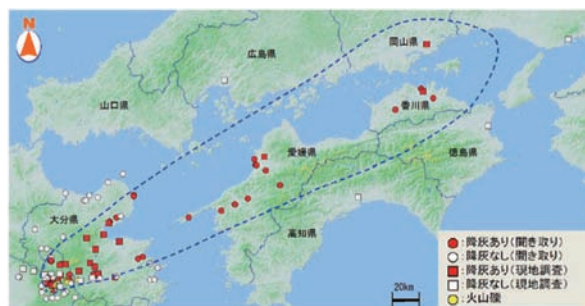


図-7 阿蘇山2016年10月7日、8日噴火による降灰量分布⁷⁾

2019年4月16日に再び噴火が発生し、火山活動が高まった状態で推移したが、2020年6月以後は低下した状態で推移した。

2021年10月13日に火山性微動の振幅が増大し、火山活動が高まった状態となったため、噴火警戒レベルが1から2に引き上げられた。10月20日には噴火が発生し、火砕流が火口から1km以上に達した(図-8)。この噴火により、噴火警戒レベルは2から3へ引き上げられたが、その後、噴火がなく、火山性微動の振幅が小さい状態が続いていることから、11月18日に噴火警戒レベルは3から2に引き下げられた。



図-8 阿蘇山2021年10月20日の噴火の状況⁹⁾

(4) 御嶽山

御嶽山では、有史以後、4回の噴火が確認されている⁹⁾。いずれも水蒸気噴火である。2007年3月後半には、ごく小規模な噴火が発生し、噴火口から200mの範囲に降灰が確認された。

2014年9月27日には、剣ヶ峰山頂南西側の北西-南東方向に伸びる火口列で噴火が発生し(図-9)、噴煙は火口縁上約7000mに達した。この噴火は水蒸気噴火であり、噴火により火砕流が発生し、大きな噴石が火口列から1kmの範囲に飛散した(図-10)。

この噴火では、噴火の11分前頃から連続した火山性微動が観測されたのみで、噴火を予測することは困難な状況であった。噴火は同日11:52頃に発生し、死者・行方不明者63名、負傷者69名(重傷29名、軽傷40名)にのぼる人的被害をもたらした¹⁰⁾、気象庁はこの噴火災害を「平成26年御嶽山噴火」と命名した。なお、噴火直後には、噴火警戒レベルは1から3に引き上げられた。

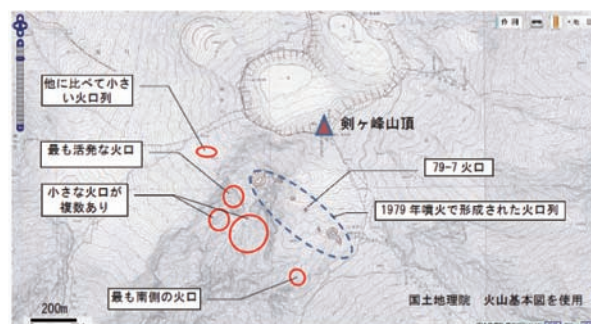


図-9 御嶽山2014年噴火の火口列⁹⁾



図-10 御嶽山で発生した火砕流(2014.9.27)⁹⁾

2014年10月の噴火以後、御嶽山では噴火が発生していないが、2014年噴火で形成された火口列の一部からの噴煙活動が消長を繰り返しながら継続している。噴火警戒レベルは2015年6月26日に2へ、2017年8月21日に1へ引き下げられた。

(5) 口永良部島

口永良部島では1980年の噴火以降、地震、火山性微動、噴気および地殻変動が観測されたが、噴火は発生しなかった¹¹⁾。2014年以後は、噴火活動が活発となり、断続的に噴火が発生している。

2014年8月3日に山頂火口で噴火が発生し、噴煙が火口縁上800m以上に達した。この噴火では、火口から数100mの範囲に大きな噴石が達し、低温の火砕流が発生した痕跡が確認された。この噴火により、噴火警戒レベルは1から3に引き上げられた(図-11)。

2015年5月29日には爆発的噴火が発生し、噴煙が火口縁上9000m以上に達した(図-12)。この噴火に伴い火砕流が発生し、山頂火口から北西側では火砕流が海岸に達した。噴火直後に、噴火警報が発表されて噴火警戒レベルは3から5(避難)に引き上げられ、屋久島町は発表から16分後に全島に対し島外への避難勧告を発令した。その5分後には避難勧告を避難指示へ切り替え、全島避難となった。全島避難となった火山災害は2000年の三

宅島噴火以来であり、気象庁はこの噴火災害を「平成27年口永良部島噴火」と命名した。



図-11 口永良部島の噴火警戒レベル¹²⁾

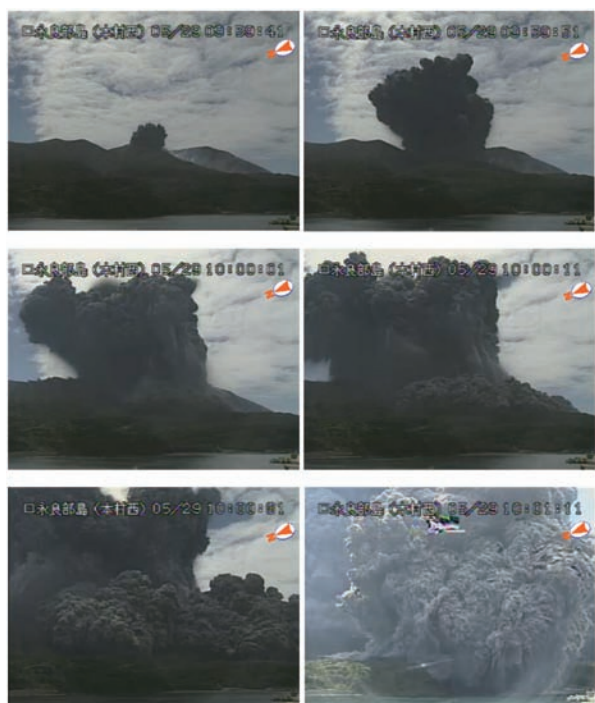


図-12 口永良部島 2015年5月29日の噴火の状況¹³⁾

2015年5月29日の噴火後には、同年6月19日に小規模な噴火が発生したもの、これ以後には噴火が認められない状況が続いた。気象庁は、同年10月21日に警戒区域を火口西側約2.5kmの範囲に切り替え、これを受けて同年12月25日には、口永良部島全域に出されていた避難指示が、一部地域を除いて解除された。さらに、噴火警戒レベルは2016年6月14日に5から3に引き下げられ、同年6月25日には全島で避難指示が解除された。

2017年も噴火は発生せず、2018年4月18日には、噴火警戒レベルが2に引き下げられたが、8月には火山性地震

及び火山ガス放出量が増加するなどの事象が観測され、噴火警戒レベルが4(避難準備)に引き上げられたが、活動の減少に伴い8月末には3に引き下げられた。

2018年10月21日はごく小規模な噴火が発生し、同程度の噴火が12月13日まで断続的に発生し、12月18日には火砕流や噴石を伴う噴火が発生した(図-13)。この噴火では噴煙が海拔高度5000mに達し、火砕流が火口から西側へ1000m流下し、火口から700mまで噴石が飛散した。その後、噴火はごく小規模な状態で12月20日まで続いた。



図-13 口永良部島2018年12月18日の噴火の状況¹⁴⁾

2019年1月17日には再び火砕流や噴石を伴う噴火が発生し、噴煙は火口縁上6000mに達した。火砕流は火口から北西側へ約1900m及び南西側へ約1600m流下し、火口から約1800mまで大きな噴石が飛散した(図-14)。その後、噴火は2月2日まで断続的に発生した。

2020年1月11日に再び噴火が発生し、12日まで噴火が続いた。2月3日には火砕流や噴石を伴う噴火が発生し、噴煙は火口縁上7000mに達した。火砕流は火口から南西側へ約1500m流下し、火口から約600mまで大きな噴石が飛散した。その後、ごく小規模な噴火が5月まで時々発生し、その後は8月29日のごく小規模な噴火を最後に発生していない。

2021年5月以後には火山性地震に減少傾向がみられ、その他の観測データにも明瞭な変化が見られないため、2021年7月5日には噴火警戒レベルが3から2へ引き下げられた。



図-14 口永良部島2019年1月17日の噴火で発生した火砕流の状況¹⁵⁾

(6) 草津白根山

草津白根山は、南北に並ぶ白根山・逢ノ峰・本白根山等の火砕丘群付近を最高所とし、これより東及び南方に溶岩等の噴出物が分布する非対称な成層火山である(図-15)。有史以来の噴火は主に北部の白根山周辺の火口群で発生していた¹⁷⁾。

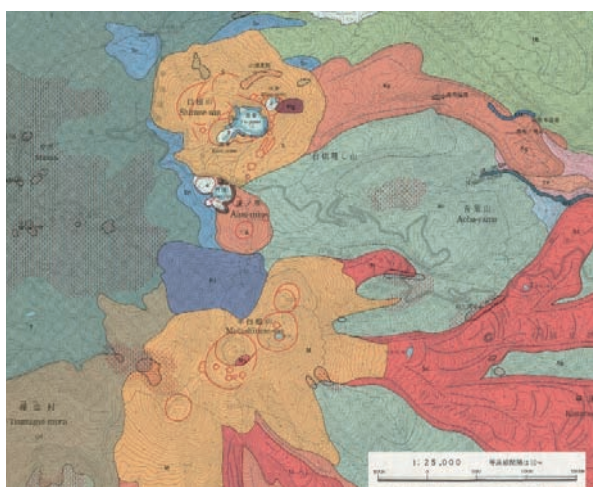


図-15 草津白根山の火山地質図(抜粋)¹⁶⁾

2018年1月23日には、1983年以来となる噴火が発生し、長径50cmの岩塊の最大水平飛距離は350m程度の水蒸気噴火であった。この噴火は、以前の噴火とは異なり、南部の白根山にある鏡池付近で発生した。この噴火では、死者1名、負傷者11名の人的被害があった。噴火の発生以後、火口付近のごく浅部で火山性微動が多発したが、翌日以後に減少し、その後、噴火は発生していない。

気象庁は、噴火以前の2007年から「草津白根山(白根山(湯釜付近))の噴火警戒レベル」を運用していたが、噴火後の2018年には「草津白根山(本白根山)の噴火警戒レベル」を新たに運用した。

(7) 浅間山

浅間山は爆発型(ブルカノ式)噴火が特徴で、噴火に際しては火砕流(熱雲)が発生しやすい傾向がある。

2015年6月16日と6月19日には、2009年以来となる、ごく小規模な噴火があった。

2019年8月7日と8月25日には、2015年以来の小規模な噴火があり、一時、噴火警戒レベルが1から3に引き上げられた。

(8) 福徳岡ノ場

伊豆・小笠原弧にある火山フロントの海底火山であり、南硫黄島の北東約5kmに位置する。1904年以後、2020年6月までに大別して7回の噴火が知られている¹⁸⁾。

2021年4月には、2020年6月以来となる海面の変色水域が確認され、8月13日には気象衛星ひまわりにより噴煙が観測され、海上保安庁による上空から観測でも噴煙が確認された(図-16)。噴煙は15日まで確認されたが、16日の気象衛星ひまわりによる観測では認められなかった。16日の上空からの観測では、長径約1kmの新島が確認された(図-17)。その後、噴火は確認されていないが、変色水域が確認されるなどの火山活動が継続している。



図-16 福徳岡ノ場2021年8月13日の噴火の状況¹⁹⁾



図-17 福徳岡ノ場2021年8月16日の状況¹⁹⁾

2021年8月13日の噴火に伴う噴出物は海上に浮遊し、8月22日には福岡ノ場の西北西約300km地点で確認された(図-18)。浮遊した噴出物は、10月に入ってから沖縄県の海岸に漂着し始め、海運や沿岸漁業・観光等に被害を与えた。

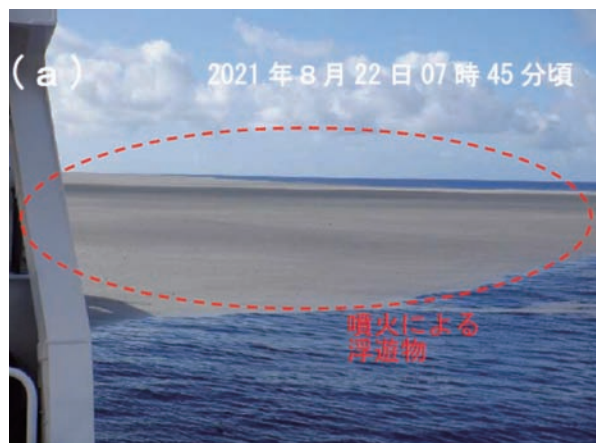


図-18 福岡ノ場海底噴火に伴う噴出物(浮遊物)
(2021.8.22)の状況¹⁹⁾

3. 噴火による防災への影響

火山噴火予知連絡会は、2009年6月に今後100年間程度の中長期的な噴火の可能性及び社会的影響を踏まえ、火山防災のために監視・観測体制の充実等の必要がある火山として47火山を選定した。この提言を受けて、各研究機関は選定された火山の観測・監視体制を強化すると共に、気象庁による噴火警戒レベルの公表・運用や自治体によるハザードマップの公表など、防災意識の高揚を目的とした情報提供がされてきた。

その後も、2014年9月に発生した御嶽山噴火による人的災害の発生を受けて、火山防災のために監視・観測体制の見直しが行われ、3火山が追加されると共に、噴火の前兆現象を捉えて的確に防災に生かす方法や関係機関の連絡体制の確立が求められた。また、気象庁では知見の蓄積を踏まえて火山毎の噴火警戒レベルを改定している。しかし、水蒸気噴火等の前兆現象を捉えることは困難であり、2018年の草津白根山噴火による人的被害の発生など、現在でも課題が多い状況である。

地質調査業では、上述した火山の監視・観測体制に直接関係することはないが、各火山で実施される深部ボーリングやハザードマップの整備事業等を通じて、今後も火山防災事業に一層貢献していくことが求められている。

参考文献

1) 気象庁：霧島山有史以降の火山活動

https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/fukuoka/505_Kirishimayama/505_history.html

2) 気象庁：平成23年(2011年)の霧島山の火山活動, 31p.

3) 気象庁：平成25年(2013年)の西之島の火山活動, 7p.

4) 気象庁：平成26年(2014年)の西之島の火山活動, 10p.

5) 気象庁：平成27年(2015年)の西之島の火山活動, 9p.

6) 気象庁：平成26年(2014年)の阿蘇山の火山活動, 21p.

7) 気象庁：平成28年(2016年)の阿蘇山の火山活動, 33p.

8) 気象庁：御嶽山有史以降の火山活動

https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/312_Ontakesan/312_history.html

9) 気象庁：平成26年(2014年)の御嶽山の火山活動, 29p.

10) 消防庁：御嶽山の火山活動に係る被害状況等について(第40報), 4p, 2015.

11) 気象庁：口永良部島有史以降の火山活動

https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/fukuoka/509_Kuchierabujima/509_history.html

12) 気象庁：口永良部島の噴火警戒レベル, 2007.

13) 気象庁：平成27年(2015年)の口永良部島の火山活動, 28p.

14) 気象庁：平成30年(2018年)の口永良部島の火山活動, 16p.

15) 気象庁：平成31年・令和元年(2019年)の口永良部島の火山活動, 18p.

16) 宇都浩三・早川由紀夫・荒牧重雄・小坂丈予：草津白根火山地質図(1/25,000), 地質調査所, 10p, 1983.

17) 気象庁：草津白根山 有史以降の火山活動

https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/305_Kusatsu-Shiranesan/305_history.html

18) 気象庁：福岡ノ場有史以降の火山活動

https://www.data.jma.go.jp/svd/vois/data/tokyo/331_Fukutoku-Oka-no-Ba/331_history.html

19) 気象庁：福岡ノ場の火山活動解説資料(令和3年8月), 9p.

インフラ災害

(一社)静岡県地質調査業協会
技術アドバイザー 柴田 達哉

インフラが受けた静岡での自然災害

1. はじめに

2012年中央自動車道「笹子トンネル」で発生した天井板落下事故発生以来、社会基盤施設（インフラ）の整備は高度成長期の建設ラッシュの時代からメンテナンスの時代へ移行した。老朽化したインフラが異常気象や大規模地震の増加外力をより受けた場合には、従来の保守等の考え方変化を与え、既存不適格問題が顕在化することが考えられる。新しい社会基盤施設を含め、防災・減災の観点を無視することはできない状況にある。静岡県内ではあるが、過去のインフラの災害事例に特化してアーカイブすることにより国土強靱化に期待される今後の社会資本整備のあり方が模索される。

2. インフラが被災した自然災害の事例

2-1. 大崩海岸道路¹⁾²⁾

大崩海岸には、静岡から焼津方面の西側への交通の要である県道静岡焼津線が走行している。かつては国道150号として1号線のパイプスの役割を担っていたが、急峻な海食崖が連続する地形特性などに起因した崩壊や崩落を繰り返していた。

1971年7月、静岡側海岸道路約500mの地点で先約7kmにわたって、大小の崩壊が発生した。山側約70°勾配の急斜面で高さ70～90mの高所から4,000m³以上の崩落があった。その直下であった第5洞門を約50m程度破壊埋没し、乗用車1台が下敷きになり、1名の命を失う災害が発生した。

この被災の誘因は降雨であるが、さほど豪雨ではなかったこと、誘因には結論づけられないが、当日早朝震度1の地震が発生していた点も留意される。



写真-1 現在も残される被災現場

2013年10月には、台風26号の通過により2日間降雨量120.5mmをもたらした。焼津側約6kmの地点で斜面長約70m、幅約50mに渡って地すべりが生じた。斜面勾配は頭部～道路部では45°でその下部では70～85°の急斜面であった。総合的な比較検討により山側にトンネルによる迂回ルートが採択された。



写真-2 被災直後の道路

大崩海岸は、急峻な海食崖であり、しばしば落石や崩壊が起り、交通の遮断や防災工事が行われてきた。大崩海岸全体の地質的素因に大きな要因があったことが示唆されるが、静岡糸魚川構造線に近く、この構造線に沿って新第三紀中新世に噴出して貫入したアルカリ質玄武岩が分布している。このアルカリ質玄武岩の割れ目には一様ではなく、いくつかの小断層などの不連続面を有し、湧水も点在する。数多くの対策工を実施してきているが、より強力な自然な営みである浸食や崩壊を繰り返し、現在に至ってもなお、不安定な斜面環境が継続されている。

2-2. 洗掘による橋梁崩落

静岡の河川は富士川、安倍川、大井川及び天竜川が代表するように他県のそれに比べ、急流であることが知られている。豪雨時に河川流量が増し、河川線形によっては流速の変化に転じる。時には想定外の流速が発生し、河床土砂の流出により橋脚などの洗掘による災害が発生することが多い。

2002年7月、台風6号によりもたらされた連続雨量469mmにおよぶ豪雨で一級河川安倍川が増水し、河床洗掘により河口から約19kmで川幅約600m「竜西橋」5基の橋脚が沈下・傾斜し、上部工も破壊された。また、他の橋脚にも変位応力が加わり、傾斜波及の被害も発生した。桁下には十分な余裕があったが、被災した竜西橋は河道屈曲部に位置するため、新橋梁は、流れが横断の中で一様な分布に近づく湾曲部の出口へ変更された³⁾。



写真-3 安倍川電西橋の崩落⁴⁾

2021年7月には、活発化した梅雨前線により県東部各所に甚大な被害が発生したが、被災日を含み5日間での降水量は445.5mm(三島測候所)に達した。全国的にも大きな災害であった熱海市伊豆山の土石流と同日の災害である。黄瀬川大橋は、沼津市と駿東郡清水町を結ぶ主要幹線で、伊豆半島を源とする狩野川の支流にあたり、市街地にも近いために交通量も多い。復旧の目処が立たない現在では、交通への障害が大きい。補修計画の際に社会的なリスクが大きな要所は防災観点からも評価することも要求されることになるだろう。



写真-4 旧橋と新橋の関係イメージ⁴⁾



写真-5 2021.7黄瀬川大橋の橋脚洗掘による崩落災害

2-3. 風化による斜面崩壊による吊り橋崩落事故

2015年1月、静岡県浜松市佐久間町の国道473号の天竜川を渡河する吊り橋である「原田橋」は新原田橋の建設中に斜面崩壊による衝撃で交通規制中の旧橋が崩れ落ちた災害である。この事例は、橋の老朽化による点検でケーブルの破断が見つかるのを契機に新橋の架橋に踏み切ったケースでの事故であった。原因となった右岸斜面崩壊箇所と共に新橋も被災したが、直前一週間の降水量が45.5mmで決して多くはない降雨で斜面は崩壊した。崩壊の誘因は言及されていないが、「風化層の存在」と考えられ、地震や豪雨以外の原因とされた。斜面地質は、静岡県内で極めて限定的な分布ではあるが花崗岩帯であり、モルタル吹付工で長年自立して安定的と認識していたと思われる。しかし、事故前には小石や砂がパラパラと落ちる予兆なるものも報告されていたようにあるので、点検の際は、構造体のみならず、周辺地質リスク評価も必要であることを示した事例と考えられる。



写真-6 2015.1原田橋の崩落事故

2-4. 駿河湾地震によるインフラ災害

2009年8月、駿河湾の深さ23kmでマグニチュード6.5の地震が発生した。この地震で、伊東市、焼津市、牧之原市、御前崎市で震度6弱が観測され、小規模ながら駿河湾で津波も観測した。お盆休みの交通量の多い時期であり、全国の経済活動に大きな影響を与えた。



写真-7 2009.8東名高速道路牧之原付近盛土のり面の崩壊復旧工事(東名高速道路4日間の通行止め)

また、重要路線における盛土崩壊に対するレベル2照査で、ニューマーク法による変位量算出を導入したのもこれが契機であったように思われる。

震度5弱を記録した静岡市内では、駿府城石垣が崩壊した。1854年の安政東海地震の際にも崩壊しているが、今回はそれを上回る箇所数の崩壊を起こした。



写真-8 2009.8駿府城石垣の崩壊

写真-9は、相良港エプロンであるが、岩壁背後の埋め立て部が側方流動し、クラックや沈下は発生した漁港施設の状況である。



写真-9 2009.相良港の変状

牧之原、御前崎などの沿岸部では、砂地盤が多いことより液状化による被害が懸念されたが、自然地盤での変形や沈下等の現象は見られず、御前崎港の埋立て地の休閑地で噴砂痕が点在する程度であったのみで、液状化災害は発生していない。

3. インフラが自然災害を免れた事例と免れるための整備【由比地すべり⁵⁾】

静岡市清水区由比の薩埵峠付近は、日本の大動脈といわれる国道1号、東名高速道路及びJR東海道本線という

重要な交通網が集中しており、この地域で地すべりが発生した場合には、東西を結ぶ交通網が寸断されることによって生じる社会経済被害は大きなものがある。



写真-10 2014.10JR東海本線山側斜面の崩壊
(手前は国道1号)

この地理的特異性を持つ由比地区は、かつてから台風をはじめとする豪雨や地震による多くの地すべり災害に見舞われ、鉄道や国道または民家などを襲ってきた。写真-10は、2014年10月台風14号にもたらされた降雨を原因にJR東海道線に隣接する斜面崩壊である。軌道内への土砂の流入はあったものの幸いにも大きな災害を免れた事例であり、現在の擁壁工だけではなく、今後の斜面対策工の拡張推進が望まれるものであります。

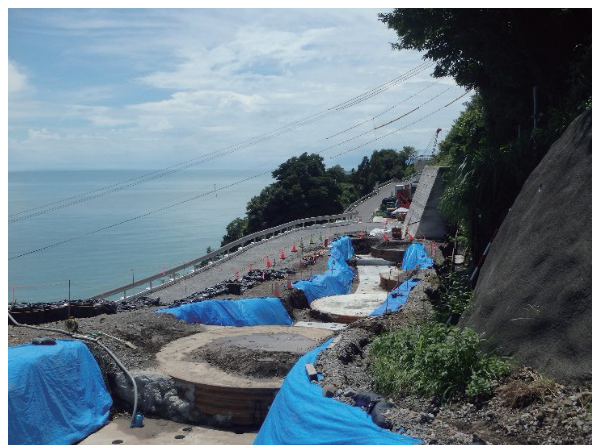


写真-11 大深度深礎杭による抑止工

自然災害を事前の対策で最小限として免れるインフラ整備の事例は、静岡市清水区由比地区で行われている「由比地すべり対策事業」である。大規模地すべりの地形が確認され、中央防災会議の東海地震想定震度発表（震度6強～震度7）を受け、平成17年度より地すべり発生を未然に防ぐための国土強靱化工事を行っている。工事箇所は南斜面を利用した果樹栽培斜面であるが、地すべり対策と地域産業の共存を図ることを考慮した事業実施が隠れた特徴といえる。

4. おわりに

国土強靱化計画は、少子高齢化社会やインフラ老朽化などの課題に加えた総合的なもので行われることに期待する。インフラと災害を振り返ることにより「地質リスク」を考慮した整備がより必要と感じる。また、災害とインフラ整備のみならず、住民の生活環境保全も視野に入れた社会資本施設であることも希望したい。

<参考文献>

- 1) 静岡市石部大崩海岸道路の大崩壊の実態・要因および防災上の問題：岩橋 徹料・木宮 一邦, 静岡大学地学研究報告「地学しずはた」巻3号, p13-29, 1972.
- 2) 国道150号線大崩海岸の崩落事故について：建設省土木研究所 渡正亮, 地すべりVol.8, No.1 (通巻第25号)
- 3) 豪雨による河川橋梁災害—その原因と対策：玉井信行(代表), p66, 技報堂
- 4) 静岡県静岡土木事務所資料(静岡市葵北道路整備課提供)
- 5) 国土交通省富士砂防事務所ホームページ
<https://www.cbr.milt.go.jp/fujisabo/yui/yui-gaiyo.html>