

水工学シリーズ 22-A-5

豪雨災害に備える「流域治水」から
複合災害に備える「流域防災」へ

東京都立大学 名誉教授
明治大学 復興・危機管理研究所 客員研究員

中林 一樹

土木学会
水工学委員会・海岸工学委員会

2022年9月

豪雨災害に備える「流域治水」から複合災害に備える「流域防災」へ

From “Flood Control in River Basin” against Heavy Rainfalls to “Multi Disasters Control in River Basin” against Compound Disasters of Earthquake and Meteorological Events

中 林 一 樹

Itsuki NAKABAYASHI

1. はじめに

20 世紀前半の日本は、関東地震(1923)をはじめ南海トラフ地震(東南海 1944, 南海 1946), 福井地震(1948)や荒川放水路(現荒川)造営のきっかけとなった東京大水害(1910)をはじめ, 大阪を直撃した室戸台風(1934), 枕崎台風(1945), キャスリン台風((1947)と地震災害と風水害が頻発した。ところが, 災害対策基本法のきっかけとなった伊勢湾台風(1959)以降, 日本の高度経済成長期は幸運にも大きな災害に見舞われることはなかった。しかし, 1980 年代には M7 クラスの首都直下地震, M8 クラスの東海地震をはじめ南海トラフ地震の発生が危惧される中, 阪神・淡路大震災(1995)が発生して首都直下地震対策, また想定していなかった東日本大震災(2011)の発生は M9 クラスの南海トラフ巨大地震への新たな対応を突き付けた。同時に, 21 世紀には, 最大震度 7 の地震が各地で頻発すると同時に, その間に全国で風水害が頻発してきて, 戦後に整備を継続してきた河川施設整備のみでは水害抑制は困難であると, 「流域治水」の取り組みが全国の主要な水系で取り組まれるようになった。21 世紀初頭の 20 年間は, 毎年のように地震災害と風水害が繰り返されて, 一つの災害から復旧する間もなく次の災害が発生するような複合災害の様相を呈している“荒ぶる 21 世紀”となっている。

本稿は, このような状況下である, 荒ぶる 21 世紀にあって, 流域治水の取り組みを拡大し, 風水害対応としてのみではなく, 地震対策にも同時に対応する“流域防災”の発想を提案し, 流域単位での自治体間連携に基づく風水害にも地震にも強い地域づくりの提案と可能性を検討することを目的としている。

2. 災害多発時代の日本の 21 世紀

太平洋戦争と大きな風水害・震災が連続した 20 世紀前半を経て戦後復興, とくに奇跡ともいわれてきた高度経済成長期を経て, 1980 年代頃から, 災害多発時代の到来が危惧されていた。阪神・淡路大震災を経て, 21 世紀初頭の 20 年間はまさにその様相を呈している(表-1)。

同時に, 21 世紀は 1940 年代後半生まれの団塊の世代が高齢化する時代であり, 高度経済成長期以降の少子化の傾向も顕著になってきて, 21 世紀はまさに世界のトップランナーとして日本は“超高齢社会”に向かっている。その高齢社会の災害における大きな課題となっていく災害犠牲者の高齢化問題は, 阪神・淡路大震災で初めて認定された災害関連死の大部分が, 高齢者であった。被災を生き延びたにもかかわらず避難生活期, 仮住まい期に命を落としてしまう災害関連死の問題は, 高齢社会化が進行する 21 世紀になると多発傾向にあり, 大きな課題となってきた(表-1)。

激化する災害が頻発する事態は, 災害被害の増加をもたらす。しかも災害の激化とは, 個々の災害の被害を増加させ被災者を増やすとともに, 個々の被害程度を激甚化させる。さらに, 発生した災害事態に対応して被害の拡大を止め, 復旧復興に向かうためのマンパワーと必要物資の需要増大をもたらす。

被災地域での災害対応の第一の担い手は基礎自治体であるが, 市町村は平成の大合併によって市町村数を半減させ, その結果, 基礎自治体の規模は拡大して財政は充実し職員構成も多様化して平時の行政運営での合理化は進んだといえるが, 区域面積が平均 2 倍に拡大した自治体では, 災害発生頻度は増大し, 対応する人口当たりや区域面

積当たりの職員数は合併前に比べると減少している。そのような状況下での災害多発であることは、災害対応の行政マンパワーが不足する事態を招くことになる。もう一つは高齢化が進展している中で被災者とくに被災高齢者が増える状況にあるが、その一人一人の被災者の災害対応の支援マンパワーの不足である。

こうした災害直後の対応支援の担い手を広義のボランティアと考えると、他自治体等からの支援職員という公的ボランティアと、被災者個々の災害対応活動を支援する民間ボランティアに区分できる。阪神・淡路大震災では、とくに後者の被災者支援における“ボランティア”の重要性と意義の大きさが認識され、以降の災害では、被災者支援の基盤としてボランティア支援が位置付けられてきた。

しかし、平成大合併以降の自治体職員の合理化による恒常的な職員不足と、地域社会の高齢化の進展は全国各地域において高齢者をはじめとする要支援者の増大をもたらし、各地域で支援の担い手不足が課題となるような社会事態に向かいつつある。

災害の多発とは、支援の需要を増大させるが、高齢化の進展と行政運営の合理化は公的にも民的にも支援の供給を縮小させているのである。そのミスマッチを防ぐには、高齢化による脆弱化が進展する社会であるからこそ、多発する災害に対応するマンパワーの不足をカバーする災害予防の取組、被害軽減他策の推進の重要性が高まっている。それが、災害多発の時代に、直接死のみならず関連死を減らすのである。

表-1 阪神・淡路大震災以降の主要な災害

発災日	災 害	M	震度	死者・不明者(関連死)	負傷者	全壊・全焼・流出	半壊・床上
1995.1.17	阪神・淡路大震災	7.3	7	5,516 人(921 人)	43,792 人	111,941 棟	144,274 棟
2004.9.4～8	平成 16 年台風 18 号	—	—	45 人	1,301 人	109 棟	1,446 棟
2004.9.20～21	平成 16 年台風 23 号	—	—	98 人	555 人	15,232 棟	7,776 棟
2004.10.23	新潟県中越地震	6.8	7	16 人(52 人)	4,805 人	909 棟	12,099 棟
2004.12～05.3	平成 17 年豪 雪*1	—	—	86 人	758 人	55 棟	129 棟
2007.7.16	新潟県中越沖地震	6.8	6 強	11 人(4 人)	2,346 人	1,331 棟	5,709 棟
2011.3.11	東日本大震災*2	9.0	7	18,523 人(3,789 人)	6,242 人	122,006 棟	284,650 棟
2011.9.3～5	平成 23 年台風 12 号*3	—	—	98 人(6 人)	113 人	380 棟	8,658 棟
2014.8.19～20	広島土砂災害*4	—	—	77 人(3 人)	68 人	179 棟	1,303 棟
2016.4.16	平成 28 年熊本地震*5	7.3	7(2)	50 人(226 人)	2,809 人	8,667 棟	34,833 棟
2016.8.30	平成 28 年台風 10 号*6	—	—	29 人(4 人)	14 人	518 棟	2,560 棟
2017.6.30～7.4	九州北部豪雨*7	—	—	44 人(1 人)	39 人	338 棟	1,323 棟
2018.6.18	大阪府北部の地震*8	6.1	6 弱	5 人(1 人)	462 人	21 棟	486 棟
2018.6.28 9	平成 30 年 7 月豪雨*9	—	—	271 人(15 人)	484 人	6,783 棟	18,328 棟
2018.9.4-5	平成 30 年台風 21 号*10	—	—	14 人(—)	980 人	68 棟	1,077 棟
2018.9.6	北海道胆振東部地震*11	6.7	7	41 人(2 人)	782 人	469 棟	1,660 棟
2019.10.12-13	令和元年台風 19 号*12	—	—	100 人(21 人)	388 人	3,263 棟	37,714 棟
2020.7.3～4	令和 2 年 7 月豪雨*13	—	—	86 人(2 人)	82 人	1,627 棟	6,276 棟

<資料出典> ★*1～*13 は総務省消防庁の災害情報。★平成 30 年 7 月豪雨までの関連死は朝日新聞 19.1.28

*1 今冬の雪の被害状況等 2005.3.23 *2 東日本大震災 2021.3.8 第 162 報 / 震災関連死者数等 2022.3(内閣府)

*3 平成 23 年台風 12 号 2017.8.29 最終報 *4 広島土砂災害 2016.6.24 第 47 報 *5 熊本地震 2019.4.13 第 121 報

*6 平成 28 年台風 10 号(岩泉)2017.11.8 第 43 報 *7 平成 29 年九州北部豪雨 2018.10.31 第 77 報 *8 大阪府北部の

地震 2019.8.20 第 32 報 *9 平成 30 年 7 月豪雨 2019.8.20 第 60 報 *10 平成 30 年台風 21 号 19.8.20 第 10 報 *11

北海道胆振東部地震 2019.8.20 第 35 報 *12 令和元年台風 19 号 2020.10.13 第 67 報 *13 令和 2 年 7 月豪雨(西日

本)2021.11.26 第 57 報

3. 日本は複合災害の時代となった

災害が多発する時代とは、同じ地域で災害が次々と重複して繰り返して被害がそのたびに激甚化してしまったり、一つの行政区域の中で別々の地域に災害が発生して同時並行的に災害対応を余儀なくされて、各々の災害対応に必要な行政職員やボランティアなどの人的資源が不足したり、被災者に必要な飲料水や食料、生活物資などの救援物

資や仮設トイレなどの緊急設備などの物的資源が不足するような事態を引き起こす可能性が高まっている時代なのである。このような一つの災害が発生し、その被害の拡大を食い止め緊急復旧する暇もなく、その途上に次の災害が発生して、被害が激甚化したり災害対応が適切に講じえなくなる被災事態の発生を「複合災害」と定義した(中林・小田切 2009)。複合災害には、二つに類型化でき、同じ場所で連続的に被災し被害が激甚化する「同時被災型複合災害」と、災害対応に取り組む一つの行政区域内で、別々の地域で災害が発生し、各々に同時対応する事態で、人的物的資源が不足して適切な災害対応が講じられなくなる「同時対応型複合災害」である。さらに、一つの災害が広域巨大災害の場合には被災地が広域化するために、被災地の一部地域で別に災害が発生して、広域の被災地でそれぞれの災害に同時対応するとともに一部の地域では同時被災して被害が激甚化する「同時被災・同時対応型複合災害(広域巨大災害)」の様相を呈する事態も発生する(図-1)。

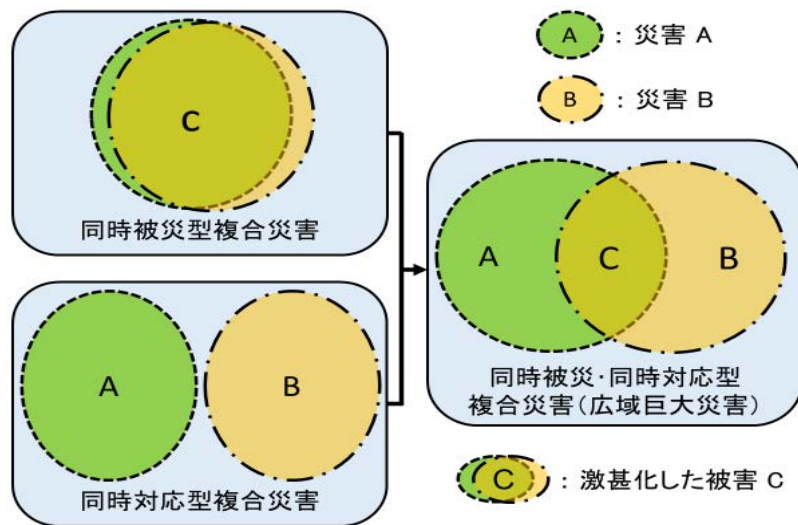


図-1 複合災害の被災空間パターン類型

(1) 同時被災型複合災害

災害が同じ地域で連続的に発生し、被災者数が増えるわけではないが、最初の災害で生じた被害程度が次に災害によって激甚化する。それが「同時被災型複合災害」で、被災地が大きく広がるわけではないが、被災者一人一人の被害程度が激甚化する。図-2は、同時被災による被害が激甚化していくイメージを図化したものである。

例えば、最初の地震では一部損壊程度の軽微な被害も、応急復旧する前に台風が上陸してきて屋根にかけていたブルーシートが吹き飛ばされ、暴風雨が痛んでいた屋根から激しい雨漏りとなって室内を水浸しにし、石膏ボードの不燃壁材と内部に詰めてあった断熱材にも、畳にも雨水が浸透し、柱や梁の骨組を残して全て被災してしまうような事態が発生する。このように被害程度が激甚化した結果、最初の一部損壊が準半壊相当に被害程度が再評価されれば、罹災証明の再発行を被災者から要請される。

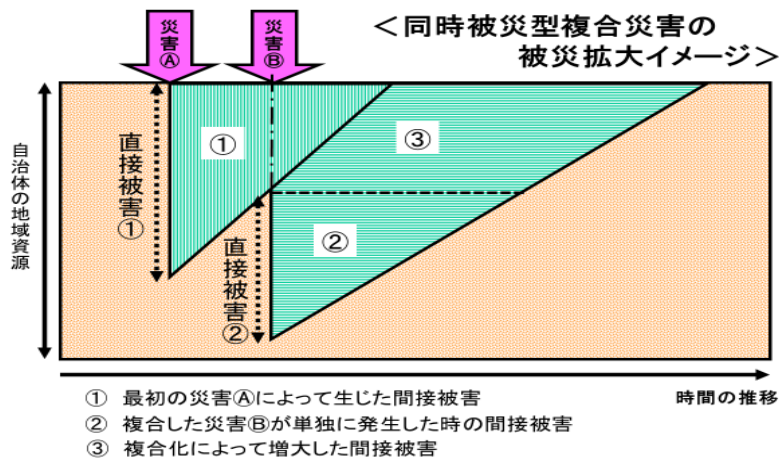


図-2 同時被災型複合災害の被害激甚化イメージ

災害救助法の「応急修理」支援で在宅避難が可能としていた被災者が、在宅避難が不可能となり避難所への避難生活に移行し、さらに復旧修理が職人不足から停滞して長期化するために、その間を「みなし仮設住宅（賃貸型仮設住宅）」で過ごすことになり、被災者が体調を崩して災害関連死してしまう可能性もあるのである。直接被害の激甚化により、被害からの復旧が遅れるとともに間接被害も拡大するのが同時被災型複合災害の被災様相なのである。

(2) 同時対応型複合災害

「同時対応型複合災害」とは、災害対応する自治体の行政区域で、別々の地域で異なる災害が発生し、各々の被災地域に同時に対応する事態となり、人的物的資源が不足し、災害対応が困窮して遅れてしまう事態である。図-3は、一つの災害が収束しない対応中に別に災害が発生して、続発した二つの被災地での災害対応業務に人的資源が不足して対応業務がおくれ、間接被害が拡大していくイメージを図化したものである。平成の大合併により広大な行政面積となった基礎自治体（市町村）では、都道府県とともに、同時対応型複合災害に遭遇する可能性が高まっている。一方中央政府は、多様な人的スタッフを擁して、毎年のように複数の災害に同時対応している。

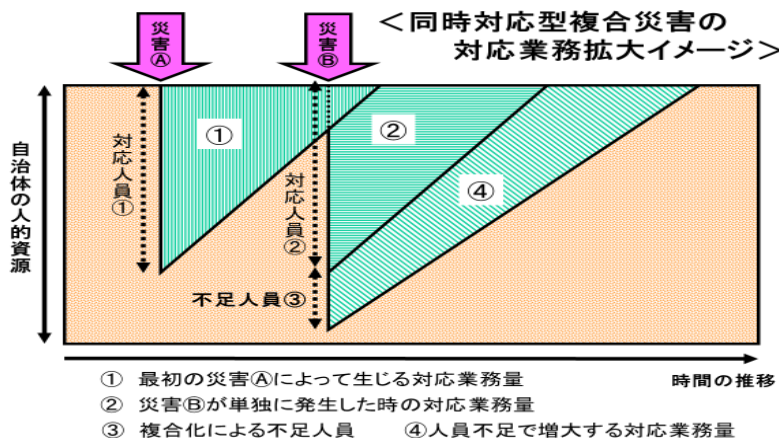


図-3 同時対応型複合災害の災害対応困窮イメージ

(3) 同時対応・同時被災型複合災害

このように複合災害とは、被害発生観点から見たのが「同時被災」で直接被害が激甚化し、その結果復旧復興の困難さが増して間接被害が拡大していく災害事象であるが、災害対応活動の観点からみると「同時対応」で人的資源や物的資源が制約され適切な対応が困難となって間接被害が拡大していく災害事象である。これらの複合災害は、一つひとつの災害が軽微でも複合化することで課題が顕在化する災害事象でもある。

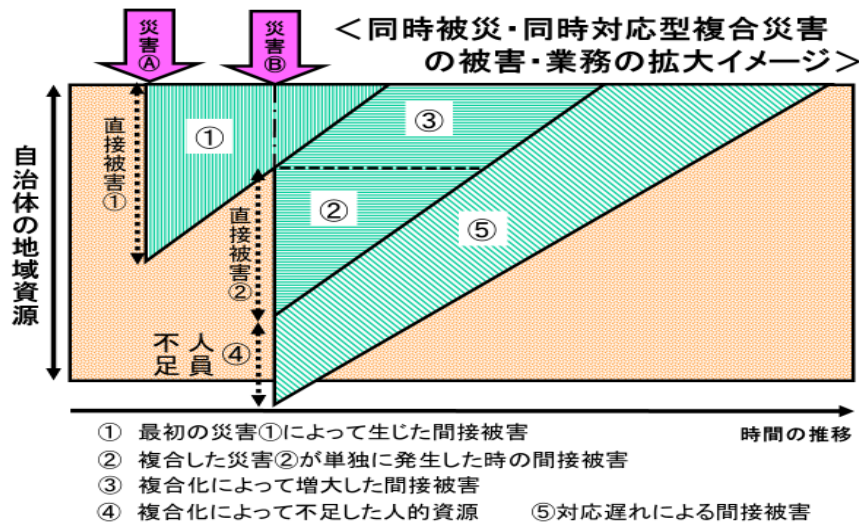


図-4 同時被災・同時対応型複合災害の概念モデル

(4) 戦後における複合災害の事例

① 福井地震(1948)—豪雨水害との複合災害化—

1948年6月28日夕刻に福井市近郊でM7.1の直下地震が発生した。3年前の空襲で灰燼に帰した福井市の市街地には多くの簡易住宅(バラック)が建てられていたが、一瞬の揺れで壊滅的に倒壊し、火災も発生した。福井平野では全壊率100%の農村集落が多数発生し、日本の震度階に最大震度7を創設することになった。被害は住家の全壊34,258棟、焼失4,054棟、死者5,331名であった。震央近傍の九頭竜川では、強烈な地震動により堤防高が最大3.5m沈下する等の被害が生じていた。

その一カ月後、7月23～25日にかけて、九頭竜川上流を中心に梅雨末期の前線豪雨は最大降水量350mmに達し、地震で沈下していた堤防からの越流により300mにわたり決壊して、4～6m/sの濁流が福井市北部の農村地帯から市街地にかけて最深2.4mの洪水となった。福井市内の浸水家屋は約7,000戸、被災人口約28,000人、浸水区域は水田地帯を含め約1,900haに達した。現在は、その浸水区域の全ての水田が埋め立てられ、全域が市街地となっている(中央防災会議2011)。

② 新潟県中越地震(2004)—豪雨・豪雪との複合災害化—

兵庫県の円山川を氾濫させ豊岡市に洪水を引き起こした台風23号が、2004年10月21日に新潟県中越地域に大雨を降らせて福島県に抜けていった2日後に、震度7の激震が中越を襲った。降雨を抱水していた山古志地域など震源近傍の山塊は至る所で崩落し、家屋を損壊させ、主要道路を寸断した。日本有数の豪雪地域である被災地では、道路なしで越冬は不可能として、旧山古志村は全村避難を余儀なくされた。年末から降り始めた雪は10年ぶりの豪雪災害となり、屋根雪下ろしする人がいない被災地では2mの積雪が、耐震性の高い克雪住宅で地震では軽微な被害と思われた家屋を押し潰し、住家の被害を拡大した。

新潟県は、2004年7月の七夕豪雨で下流地域が被災し、被災者の仮設住宅が完成した直後に中越地震が発生、そしてその2カ月後の豪雪と、3つの災害に同時対応する事態となり、検討には七夕水害対策本部、中越地震対策本部、豪雪対策本部を設置して、同時対応をしていた。また、積雪期の復旧工事の中断のため、仮設住宅期が2年9カ月と長期化し、中越地震では直接死16人に対し関連死52人となった。さらに3年後には新潟県中越沖地震が発生し、県は4つの災害に同時対応していたのである。

③ 東日本大震災(2011)—津波・原子力事故との複合災害化—

M9.0の東北地方太平洋沖地震は巨大津波を引き起こし、津波は18,000人を超える犠牲と12万棟もの建物を全損した。地震動と津波による被害に加え、福島原子力発電所の外部電力を喪失させ、メルトダウンを引き起こした。その結果、災害対策基本法による災害対応と原子力基本法と原子力規制委員会設置法による原子力対応の同時対応

災害となった。

寒冷下での津波からの緊急避難に加え、放射能汚染地域からの全員避難とその長期化は、震災関連死 3789 人のうち 2333 人が福島県であり、原子力事故との複合化を免れている他県とは異なり、その人数は行方不明者を含む直接死 1822 人よりも多い事態をもたらした（表-2）。

表-2 東日本大震災の災害関連死

	直接死	関連死	関連死の年齢比(%)	
			65歳以下	66歳以上
岩手県	5,785人	470人	13.8%	86.2%
宮城県	10,853人	930人	12.9%	87.1%
福島県	1,822人	2,333人	10.1%	89.9%
7都県	63人	56人	23.2%	76.8%
合計	18,523人	3,789人	11.5%	88.5%

原資料：復興庁(2022.6.30)「東日本大震災における災害関連死者数(2022.3.31現在)」

④ 平成28年熊本地震(2016)—震度7の連発による同時被災型複合災害—

2回の震度7に襲われた熊本地震では、4月14日21時29分の前震であった震度7の激震で9人が犠牲になった。翌日には余震も減っていった28時間後の16日午前0時29分に、本震とされた震度7の激震が被災地を再び襲い、多くの被災者が前夜からの疲れで仮眠していたと推測される状況で強い揺れに見舞われていた住家を激震し、新たに41人が犠牲になった。その後続発する余震に多くの被災者が在宅ではなく避難所での長期避難を余儀なくした。6月には梅雨前線豪雨で地震被災地では地震で揺すられていた裏山が降雨によって崩壊し、住家を押しつぶして5人が犠牲になった。それを含めて、長期化した避難生活の中で、直接死50人の4.5倍を超える226人の震災関連死が認定されている。

⑤ 大阪府北部地震(2018)—風水害による同時被災型複合災害化—

6月18日の出勤時間帯の発生したM6.1で最大震度6弱の地震は、住家被害としては全壊21棟、半壊454棟、一部損壊約4万棟の小規模地震災害であったが、ブロック塀の倒壊等で6人が犠牲になった。その10日後からの西日本豪雨災害の影響による降雨によって、一部損壊損の多くの家屋で雨漏りが発生した。さらに、9月の関西空港を高波で水没させ、タンカーが連絡橋に吹き寄せられて激突し空港閉鎖となった台風21号の強風は、地震被災地の被災家屋を覆っていたビニールシートを飛ばし、被災者が在宅していた住家に雨漏り水災が続発した。主たる地震被災地であった高槻市では、一部損壊に認定された建物は地震被災後の約4万棟から台風後には約5万6千棟に増大した。

4. 地球温暖化で気象災害が激化していく日本

(1) 日降水量200mmを越える豪雨の増加

21世紀における人類最大の課題は地球温暖化の防御である。さまざまに温暖化の影響は出ているが、東アジアモンスーン気候帯に位置する日本は海洋性気候であり、海水温の温暖化による大気中の水蒸気量の増大と、その結果として日本の降水量は増加し、降水強度も激化してきている。

図-5は、高度1500m付近(気圧850ヘクトパスカル)の大気中の水蒸気量(湿度)の、1981-2010年までの平均に対する時系列での変動である。最近の30年間という短期間の状況ではあるが、大気中の水蒸気量が増大傾向にあるのは明らかである。

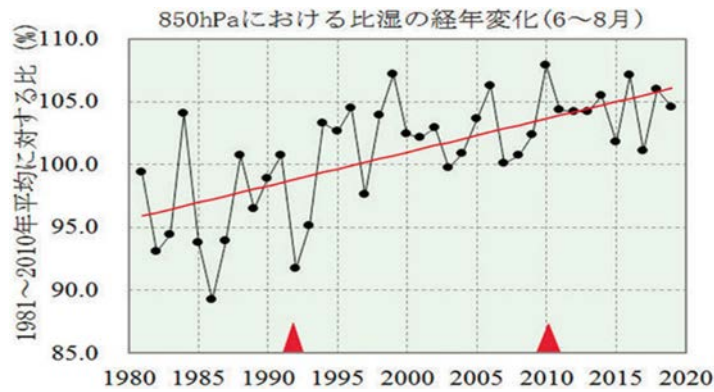


図-5 高度 1500m の大気における水蒸気量の変動（出典：気象庁 HP）

図-6 は、1900—2020 年の気象観測点 51 地点で日降水量 200mm 以上を観測した年間日数の変動である。棒グラフが各年の一地点あたりの日数、折れ線グラフが 5 年平均値の変動、そして直線が回帰線である。それによると、100 年で一地点平均 0.05 日の増加であるとしている。51 地点であるので、2.5 地点で 1 日の増加というイメージである。このような地球温暖化の影響による降水状況の変動が、土砂災害や洪水などの気象災害の発生頻度の高まりと激甚化をもたらしている。

さらに、図-7 は、気象庁による、20 世紀末の 20 年間の日降水量 200mm 以上の年間日数に対する、21 世紀末における地域別の降水量の動向の推計結果である。これによると、日本全体の平均として約 2.3 倍に増大するが、台風銀座と言われこれまでも日降水量 200mm の発生頻度が高かった西南諸島地域、西日本太平洋側では約 1.9 倍（年間 2 回／地点）、2.0 倍（1.2 回／地点）に、西日本日本海側、東日本太平洋側では約 2.6 倍（約 0.8 回／地点）、2.1 倍（約 0.6 回／地点）となり、その他の現在はほとんど発生していない東北地方日本海側や北日本でも、数年に 1 回程度は発生する可能性がある、としている。

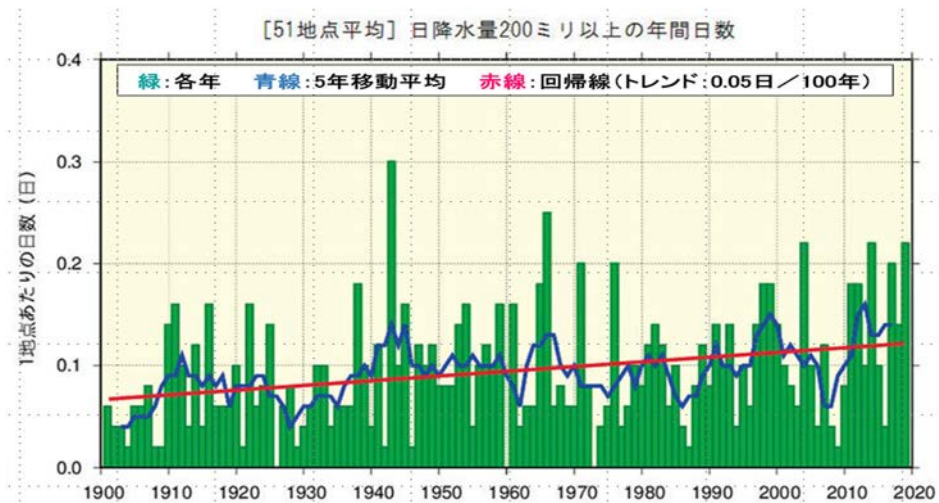


図-6 120 年間の日降水量 200mm 以上の年間平均日数の増加傾向（出典：気象庁 HP）

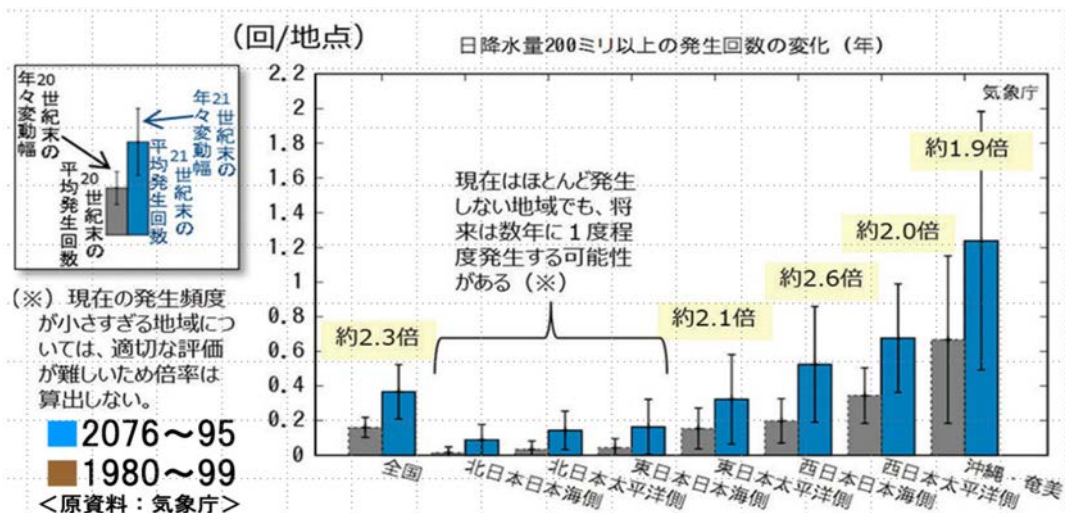


図-7 日降水量 200 mm以上の豪雨発生の 20 世紀と 21 世紀における地域別変動

このように、地球温暖化の進行により日本の降水リスクの高まり、とくに全国各地での激しい降雨の発生頻度の高まりは、間隔を狭めながら最大震度7の強い地震動災害が多発している状況下で、地震災害との複合災害化の可能性が高まっているのである。

（2）日本の三大都市圏とゼロメートル地帯

こうした気象災害の激化に対して、日本の経済活動の大部分と人口の過半が居住している3大都市圏には、20世紀前半の工業化の進展期から地下水のくみ上げにともなう地盤沈下ゾーン（ゼロメートル地帯）が存在している。その合計面積575km²に達し、居住人口400万人を超えている。（図-8）

大阪のゼロメートル地帯は、室戸台風(1934)により高波・高潮による犠牲者3000人を超える多大な被害を被って、その後に対策に取り組んできた。戦後の第二室戸台風(1961)では被災したが大きな被害の発生を防いできた。とくに高潮対策として水門の整備に取り組み、ゼロメートル地帯を堤防と水門での防御を目指した。しかし、強風が吹き寄せた台風21号では、強風による高波に見舞われている（中條・重松2019）。また、阪神・淡路大震災(1995)では、新淀川等の堤防に地震動と液状化（側方流動）とによる堤防高が最大3.5m沈下する被害を被っていた。その年は梅雨前線の豪雨や台風が地震被災地を襲う事態が発生したかったものの、福井地震時の九頭竜川の堤防沈下と同じ沈下量となっていたのである。現在、このゼロメートル地帯には138万人が居住している。

名古屋のゼロメートル地帯は、伊勢湾の湾奥に広大に広がっている。伊勢湾台風(195)は、湾奥で大潮の満潮と台風の低気圧が加わり最大3.55mの高潮が発生、それに強風が吹き寄せた最大波高8～10m（湾外：名古屋港外（湾内）で2.4m）もの高波により、防潮堤は破壊され、広域に湛水し、ゼロメートル地帯の地先に仮堤防を設置し、排水完了まで3カ月を要する被災となった。伊勢湾沿岸を中心に5000人を越える犠牲者となった。この時の約5.9mの高潮・高波の破堤が、以降の高潮対策の対策基準になった（中央防災会議2008）。農村集落が点在していたゼロメートル地帯は、現在では市街地化して居住人口90万人が生活している。

東京では、下町を2週間水没させた明治東京大水害(1910)をきっかけとする隅田川の水を東京湾に流す荒川放水路の掘削工事に関東地震(1923)が発生した。東京のゼロメートル地帯では、荒川放水路の掘削工事と帝都復興事業としての下町の工業化の進展とともに地盤沈下が始まった。以来、高度経済成長期の工場等制限法による、地下水と天然ガスのくみ上げを停止するまで、継続的に拡大して、観測点の中で最も沈下した江東区南砂二丁目で累積沈下量は約4.5mに達している。東京を襲ったキティ台風(1949)では、南砂二丁目の累積沈下量が2.5mほどで、東京湾岸地先に防潮施設も未整備状況であったが、江東地域のほぼ全域約7,000haが浸水した。多摩川下流の太田地域と併せて約8,100ha強が浸水、床上浸水家屋は73,800戸に達した。その後、高度経済成長気を通して、東京港の整

備とともに地先への埋め立てが急速に進んだ。とくに伊勢湾台風以降の埋立事業では高潮対策として荒川の堤防高踏まえて事業化が進み、今や内陸のゼロメートル地帯を防御している（図-8）。しかしながら湾内からの高氏・高波に対して、内陸からの降雨で発生する内水・外水氾濫のリスクは、ゼロメートル地帯に潜在している。

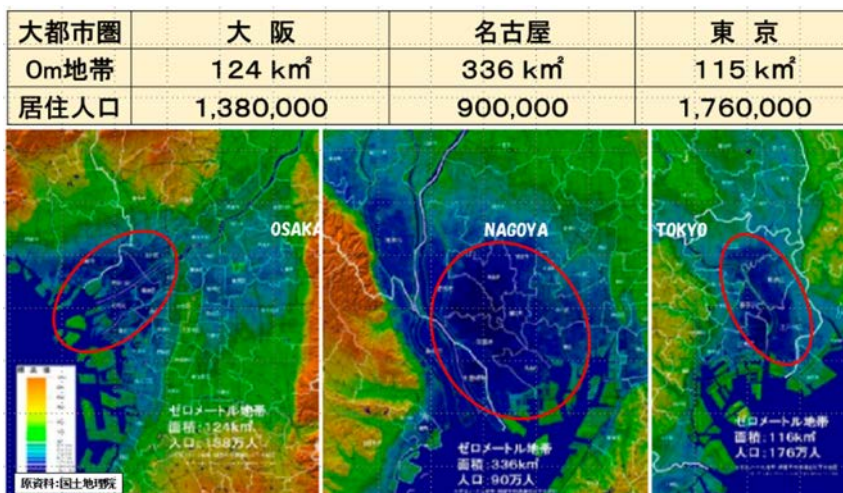


図-8 三大都市圏とゼロメートル地帯（出典：国土地理院）

（3） 荒川の洪水リスク

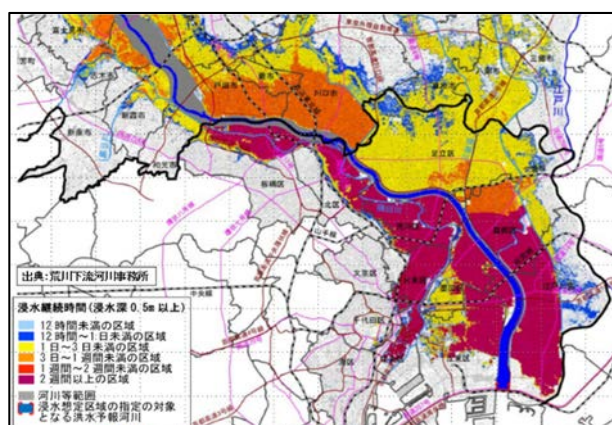
図-9 は、荒川下流域の最大級の氾濫として 1000 年確率で想定している洪水ハザードマップである。1960 年代以降の湾岸埋立ゾーンである JR 京葉線や湾岸高速道路以南の地域は水没しないが、内陸側のゼロメートル地帯を中心に、72 時間総降水量 632mm を想定した最大浸水深の分布である。最大は 10.0m～20.0m の区域が一部あるものの、河川の兩岸地域は 5.0m～10.0m の浸水が想定されている。

その湛水時間は、最大で 2 週間以上と想定しているが、これらの想定には、「3 日間の総降水量 632mm を超える場合や、高潮及び内水氾濫などは考慮していない」ので、想定以外の状況となる場合もあるとしている。

さらに、洪水発生前に地震と他の災害によって被災し、その被災状況下での複合災害時などを想定しているものではないのである。



（想定最大規模：荒川下流河川事務所 2016）



（想定最大規模：荒川下流河川事務所 2016）

図-9 荒川水系荒川 洪水浸水想定図：浸水深

図-10 荒川水系荒川 洪水浸水想定：浸水継続時間

5. 広域巨大水害に備える「流域治水」の取り組み

（1）「流域治水」の考え方

近年の気候変動の影響により降雨量の増大や水害の発生頻度が高まっていることや、今後さらに増加、頻発化が

懸念される。そのような気象災害から国民の生命、財産を守るには、従来から取り組んできた河川改修の枠組みのみでは不十分であるとして、2021年に「特定都市河川浸水対策法等の一部を改正する法律」（法律第31号、通称「流域治水関連法」）が全面施行され、流域治水関連9法が一体的に改正された。流域全域（河川区域のみならず集水域、浸水域を含むすべての関係自治体）で、ハード・ソフト対策を一体的に進めるとした。主要な121の水系を対象として、氾濫をできるだけ防ぐための対策、被害対象を減少させるための対策、被害の軽減・早期復旧・復興のための対策を明確にし、それらを一体的に推進するための体制の整備は規定された（表-3）。

1) 流域治水の対象水系

流域とは降水が集中して河川に流入して形成される自然地形である。大規模な河川では中上流で川が分離し支川が多数形成されており、それらが合流して一本の大河となる河川システムを「水系」という。支川ごとに小流域が形成されていくので、河川と同様に流域も階層的に形成されているが、流域治水の対象となる河川とは、基本的に源流から河口までの河川を包含する「水系」に対応する「流域」を対象とする。全国で国直轄管川の109水系と県管理河川の12水系である（図-11）。

表-3 流域治水関連法とその概要

流域治水関連法		主な取り組み
中核的法制	特定都市河川浸水被害対策法	<ul style="list-style-type: none"> ・特定都市河川と流域の指定／流域水害対策計画／流域協議会の設置 ・都市浸水想定を作成／浸水被害防止区域の制度 ・貯留機能保全区域／雨水貯留浸透施設整備の認定／補助／税制特例 ・他自治体の費用負担／地方自治体の管理協定／保全調整池の埋立届出等
氾濫の軽減と防止	河川法	<ul style="list-style-type: none"> ・河道・ダム等の洪水対策 ・利水ダムの事前放流を図る協議会
	下水道法	<ul style="list-style-type: none"> ・防止目標降雨 ・樋門等の操作協定 ・雨水貯留浸透施設整備の補助等
	都市緑地法	<ul style="list-style-type: none"> ・都市部の緑地を保全し雨水貯留浸透機能を有するグリーンインフラ化
被害対象の減少	都市計画法	<ul style="list-style-type: none"> ・開発許可：災害時の避難先となる拠点整備や地区の浸水対策の推進
	建築基準法	<ul style="list-style-type: none"> ・建築確認における特定都市河川法の適用
	防災集団移転特別措置法	<ul style="list-style-type: none"> ・防災集団移転事業のエリア要件に浸水被害防止区域を拡充
被害軽減と早期復旧・復興	土砂災害防止法	<ul style="list-style-type: none"> ・土砂災害警戒・特別警戒区域 ・要配慮者施設の避難計画・訓練の助言勧告
	水防法	<ul style="list-style-type: none"> ・浸水想定区域の設定 ・中小河川の洪水ハザードマップ作製・周知 ・要支援者施設の避難計画・訓練の助言勧告

流域治水に指定された水系は、首都圏に7水系、東海・近畿・山陽・四国・東九州に約53水系ある。国直轄河川の109水系のうち60水系は、30年以内の発生確率70%~80%ともいわれている首都直下地震特措法、南海トラフ巨大地震特措法の対策区域である。

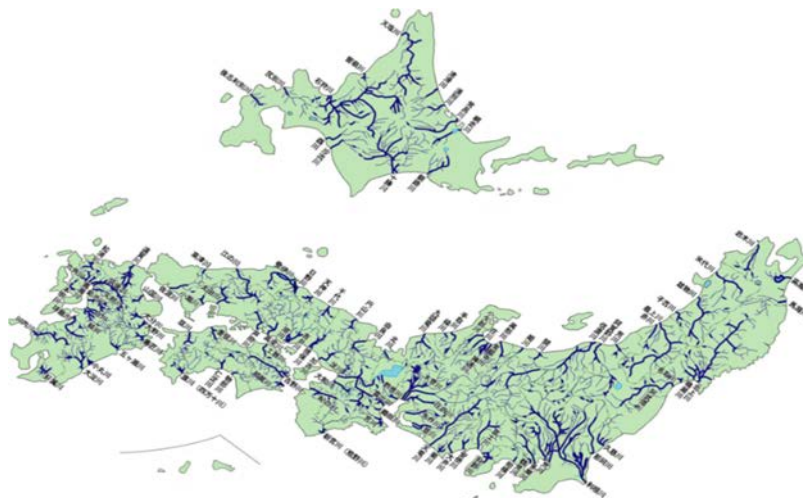


図-11 流域治水に取り組む109水系

2) 治水のための流域構成と二つの洪水防禦—外水氾濫と内水氾濫—

これらの流域は、流域治水対策では、上中流域が雨水を集め河川に排水する「集水域」、中下流域が洪水を起こす「氾濫域」、そして河川法の管理する「河川区域」に3区分している（図-12）。

流域構成と流域治水の概要 (出典:国土交通省HP)	流域構成	土地利用	施設等	治水機能										
				浸透	保水	貯留	遊水	調整	排水	耐水	避難	移転		
	集水域	山地	森林・原野	◎	◎								◇	
			ダム・溜池			●		●	▼					
		農地	畑地・草地	◎	◎									◇
			水田		◎	●								
	河川区域	河川	河道							▼			◇	
			河川敷							▼				
			堤防							▼			◇	
	氾濫域	都市	下水道							▼				
			公園・緑地	◎	◎	●	●	●					◇	
			市街地	◎	◎	●		●				◇	◇	

図-12 流域治水の構成要素とその機能分担（筆者作成）

流域治水の発想は、「流域全域に洪水リスクを分散して、災害発生を抑制し、又は災害が発生しても被災を緩和し被害を軽減する」取り組みで、流域治水では、外水氾濫と内水氾濫との防止・緩和に取り組むことになる。

河川からの氾濫による洪水「外水氾濫」に対しては、集中域では降雨の河川への排出を遅らせることで洪水リスクを低下させ、河川区域は河川に排水された雨水を安全に流下させて洪水を引き起こさないようにする総合的な治水対策の取り組みである。

もう一つは、市街地など堤内地に降った雨水が適切に河川等に排出できずに、市街地など堤内地で溢れてしまう内水氾濫に対しては、氾濫域およびその近傍の堤内の集水域における降雨が下水道の排水能力を超えなくても排水先の河川等の水位が上昇していて排出できない場合に、ただちに下水道などへの排出を止めて、堤内地（氾濫域及び浸水が想定されない市街地等集水域）に一時的に貯留することで内水氾濫を防御したり、排出先が確保されていても時間降雨量が下水道の排水能力を上回り内水氾濫が発生しないように下水道等排水システムを増強する等により、氾濫域および高台などの非氾濫域でも役割分担して、内水氾濫の発生を回避、軽減する治水対策である。

3) 流域治水が果たす9つの治水機能

図-12のように、流域治水の治水機能は9つに整理できる。①浸透・②保水は「氾濫の軽減（緩和）」を、③貯留・④遊水・⑤調整・⑥排水は「氾濫の防止（抑制）」を、⑦耐水・⑧避難は「被害の軽減と早期復旧・復興」を、そして⑨移転は「被害対象の減少」を流域にもたらす機能である。

①浸透：降雨を地中に浸みこませて河川への雨水の流入を抑制する機能である。流域上流域には、森林や草地の山地である。その自然土壌と土地利用を保全し確保することで、降った雨水を地中に浸透しやすい地域としていくことで、浸透機能を高めることは流域地策の基本である。浸透機能の確保は、集中域の自然的土地利用のみではなく、畑地や草地のような農地系、公園・緑地などの空地系、大規模施設や歩道の浸透舗装などの施設系、住宅の庭などに雨水浸透枳を設置するような住宅系など、河川区域の河川敷を含めて、流域の河道を除く全ての地域で取り組みが可能であり、外水氾濫、内水氾濫を軽減する。

- ②保水：森林や草地などの樹葉や草類も、降雨を受け止め「雫」として保持する保水機能をもつ。さらに、森林や草地などに落葉などが堆積して形成される腐葉土などの自然表土は、地中への浸透機能とともに表土に多量の雨水を保持させる保水機能をもち、河川への雨水の流出を送らせて急激な河川の水位上昇の緩和や、傾斜地崩壊などの土砂災害などの緩和を果たす。
- ③貯留：浸透や保水で処理しえなかった雨水を貯留することによって洪水発生を抑止するのが貯留機能である。もっとも大規模な施設はダム建設であるが、流域治水では地域に存在する農業用ため池の活用などによって貯留機能の向上を図ることは重要な流域治水の取り組みである。全国には、減反政策と就農人口の高齢化で遊休化している水田も少なくない。このような休耕田を含めて、水田を雨水貯留の場として活用する“田圃ダム”も注目を集めている。
- ④遊水：河川の水位が上昇し越流のそれが生じたときに、堤防高を低くした浸水想定エリアに外水を導水して堤内地への氾濫を抑止するのが「遊水地」である。河川堤防を二線堤として外水を緊急に貯留することでもあり、平時には遊水地は公園等として利活用している事例が多い。当初から遊水地として整備したり、公園緑地として利用していた土地を整備したり多様である。
- ⑤調整：大規模市街地を開発するにあたって、工事期間中の対策として洪水調整地が掘削される。その多くは、開発終了後も開発エリアの豪雨時の洪水調整機能が期待されて残置されている調整池は少なくない。一方、内水氾濫にそる市街地層の冠水を防御するために学校のグラウンドや公園等を掘り下げて、豪雨時にあふれる内水の制御に取り組むこともある。しかし、密集市街地では地上に大規模な調整池等を整備することは困難であり、大規模施設や幹線道路など都市施設の地下を活用した調整池の整備がなされる。なお、「神田川・環状7号線地下調整池」は神田川の遊水地機能をもつ“調整池”といえよう。
- ⑥排水（安全流下）：河川とは上流から降雨を安全に海洋に排水する装置である。河川は堤防・河川敷・河道で構成されており、流域の降水量の想定に対して安全に流下させるために河川改修に取り組んできた。堤防築造とともに河道開削と河川敷掘削によって流量の増大を図るが、河道の流量拡大に限界がある場合には、他の河川への放水がなされてきた。現在の荒川はそのような放水路として築造された河川であるが、市街地が拡大した首都圏では地上に放水路の整備は困難として、首都圏地下放水路が築造された。中川・綾瀬川流域の洪水対策としての地下放水路で、東側の隣接流域である江戸川に排水している。
- ⑦耐水：外水氾濫及び内水氾濫の浸水想定区域では、建物や施設・設備の耐水性能を確保することで、致命的被害を回避し、あらゆる被害を軽減する。発生頻度の低い激甚な洪水等を対象として、その「浸水深+50cmを水害対策の安全基準高＝耐水基準高」と設定して、優先的に被災を免れるべき物品や設備等を配備する建物やまちづくりの「耐水設計」を進める。葛飾区(2019)は『浸水対応型市街地構想』を策定し、避難所となる公立学校の建替にあたって同構想の「耐水対応型拠点建築物」と位置づけ、最大規模洪水想定浸水深を基準として機械室・職員室・体育館などを高層階に設置したり、「浸水対応型拠点高台」として工場跡地にマウンド型公園を整備するなど、耐水建物や耐水まちづくりの取り組みを始めている。
- ⑧避難：水害時の避難は発災前の事前避難となる。気象情報や河川情報に基づき自治体から避難情報が出される。それに対応して、所在地が避難対象地域になったときには、迅速に安全な場所・施設への避難が求められるため、要支援者施設には避難確保計画の策定・訓練が規定された。被災前の避難場所避難のみならず、被災後の避難生活の場としての避難所避難など近傍の安全な施設等を流域で共有し、業界を超えての利活用と運営する取り組みも、流域治水によって可能となろう。
- ⑨移転：居住地や産業施設、災害時にも不可欠な医療施設や避難による安全確保が容易ではない福祉施設などを安全な場所に事前に移転しておく施設づくりや地域づくりである。土砂災害特別警戒区域（レッドゾーン）の指定は、「特に危険が差し迫っている場合は、県知事が区域外への移転等を勧告することができる」制度で、現地での施設耐水化よりも移転による安全確保を誘導する制度である。さらに5戸以上の居住地などが安全な場所に事前に移転する防災集団移転事業も流域治水の重要な手法と位置付けられている。

(3) 流域治水の推進体制

流域治水とは、9つの関連法制度の一体的運営によって期待される成果がもたらされる取り組みである。つまり、流域治水とは、様々な行政分野、主体による治水対策を、流域の中で越境させて取り組むことを前提としている。従って、その推進体制とは様々な「壁」を越えた“越境体制”としての構築が不可欠となる。その越境体制こそ災害多発の時代にあつて「流域治水」を単なる治水対策にとどめるのではなく、流域の多様なハザードに対応する複眼的防災対策としての「流域防災」の取り組みに展開させることを可能にするものとなる。

1) 流域治水を推進させる“越境体制”

流域治水を実りあるものにするには、「治水機能」と「空間領域」と「実施主体」の壁を乗り越えた越境体制を「流域協議会」として構築する必要がある。

①「治水機能」の越境—行政分野の連携による総合行政—

第一の越境は、先の8つの治水機能の一体的運営のための行政分野の「壁」の越境である。

山林や農地草地の浸透機能や保水機能に関わる環境保持や営農継続には、林業・農業・環境・ボランティア・防災などの行政分野の連携と協働体制が重要となり、市街地での浸透機能や貯留機能、遊水機能、調整機能、排出機能、耐水機能、避難機能、移転機能に関わる取り組みには、公園・建設・都市整備・住宅・福祉・防災・環境などの行政分野の連携と協働体制が必要となる。

②「空間領域」の越境—流域での自治体連携を「自治体相互間地域防災計画」で—

従来の防災対応活動はその前提となる地域防災計画が市町村で策定されることから、市町村の空間領域内で完結していた。とくに災害時の避難等の対応活動は、隣接地の安全な施設が利用できればより迅速に避難できるにもかかわらず、自治体の空間領域内で対応することになっていた。しかし、流域治水では、その対策の空間領域は自治体を越えて流域内で執り行う発想になっているので、自治体間の連携と協働での防災活動の推進体制の構築が重要になってくる。そうした自治体の空間領域を越境する防災活動のために、災害対策基本法第には、第43条に「都道府県相互間地域防災計画」、第44条に「市町村相互間地域防災計画」を策定し、自治体が連携して広域での防災活動をするための計画枠組はすでに存在している。流域治水では、この自治体相互間地域防災計画を活用して、流域の上流部の自治体の下流部に自治体のために治水事業に取り組む協働体制の構築が重要なカギとなると考える。

③「実施主体」の越境—公・民・産の連携と協働—

河川治水事業は、基本的にすべてが公共事業であるが、流域治水事業は、河川区域での河川事業以外の多様な治水事業は、住民や民間企業との連携でしか事業は進捗しない。流域治水の取り組みは、むしろ国民や事業所などの主体的な取り組みを行政が支援していく事業が極めて多くなっている。治水事業が「公共の壁」を越境したのが、流域治水なのである。

2) 鶴見川流域の取り組みにみる流域治水を推進する2つの「鍵」

流域治水の先行モデルである鶴見川流域は、鶴見川全長42.5km、流域面積235km²の狭い流域であるが、上流が東京都町田市、中下流が神奈川県横浜市、川崎市で構成されている。親水で浸水を防止しようと、国・都県・3市からなる「鶴見川流域水協議会」を基幹組織として2004年に「鶴見川流域水マスタープラン」を策定して自治体間で目指す目標を共有するとともに、それを推進するために20名を超える各分野の専門家と構成する鶴見川流域水委員会を組織し、個別実施計画（アクションプラン）に関わる計画内容と事業の進捗管理を行うとともに、行政と市民の意見交換しつつ市民とともに取り組む「川づくり」のプロジェクトを継続して展開してきた。

第1の鍵は、流域を構成している自治体間のつながりである。それは、自治体間の相互信頼・役割分担・協働連携の関係づくりであるが、自治体相互間地域防災計画を策定して取り組んできたわけではない。しかし、鶴見川流域水マスタープランの策定と専門家との意見交換しながらの改定とアクションプランによる流域づくりに取り組んできたことを通して、自治体間での流域づくりの目標と価値観が共有されてきたのである。

つまり、鶴見川流域での水害に強い流域づくりのもっともおおきな特徴は、鶴見川流域水懇談会を通しての行政・住民・企業間の相互信頼・役割分担・協働連携の強化であろう。これが第2の鍵である。

6. 巨大震災の切迫とその複合災害化

(1) 確率論的地震動予測地図と地震災害が切迫している3大都市圏

阪神・淡路大震災をきっかけに、国民の防災意識の啓発と震災対策の自洗に資するために2001年から毎年公表されてきたのが「確率論的地震動分布図」である。最新の2020年版に重ねて、最初の震度7を記録した阪神・淡路大震災(1995)、9年後の新潟県中越地震(2004)、7年後の東日本大震災(2011)、5年後の熊本地震(2016)、そして2年半後の北海道胆振東部地震(2018)の被災地域をプロットしたのが図-13である。この間の5つの震度7の地震うち4つの地震は、全国に分散しており、しかも確率論的地震動予測が必ずしも高いエリアではない。

30年以内に70%以上の確率で発生すると評価されている首都直下地震と南海トラフ巨大地震の発生確率の高さが、首都圏から東海、近畿、四国にかけて、確率論的地震動予測の評価が高くしているのである。そして、日本の三大都市圏には巨大地震災害が迫っているのである。

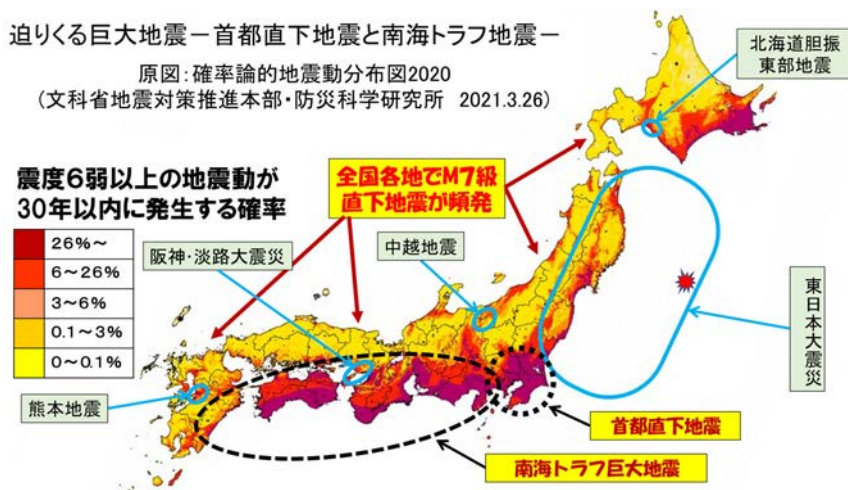


図-13 震度7の地震の発生と首都直下地震・南海トラフ巨大地震の切迫性

(2) 広域巨大災害となる首都直下地震と南海トラフ地震

筆者らは、広域巨大災害を「3県以上で同時に1000人以上の犠牲者を出した災害」と定義した(中林一樹他2009)。それは、関東地震(1923)と東日本大震災(2011)しかない。切迫する広域巨大災害は、30年以内の発生確率70~80%の南海トラフ巨大地震と首都直下地震であろう。

南海トラフ巨大地震の中央防災会議による新被害想定(2019年6月:東海地方が大きく被災するケースで冬深夜・風速8m/s)では、合計231,000人の犠牲で、16都府県で1000人を超えると想定された。建物被害では冬18時のケースが最大で、8府県で10万棟を超える全壊被害で、焼失、流失を加え、合計208万棟に達する。

首都直下地震の被害想定(2013)では、被害規模最大になる都心南部直下地震で、犠牲者最大23,000人、4都県で犠牲者が1000人を超え、10万棟を超える建物被害は2都県で合計61万棟が全損被害となる被害想定である。

(3) 二つの広域巨大災害とその複合災害化

図-14は、南海トラフ巨大地震の被災地に室戸台風あるいは伊勢湾台風の進路を重ねたものである。図-15は、都心南部直下地震の被災地に、狩野川台風や令和元年台風19号の進路を設定したものである。

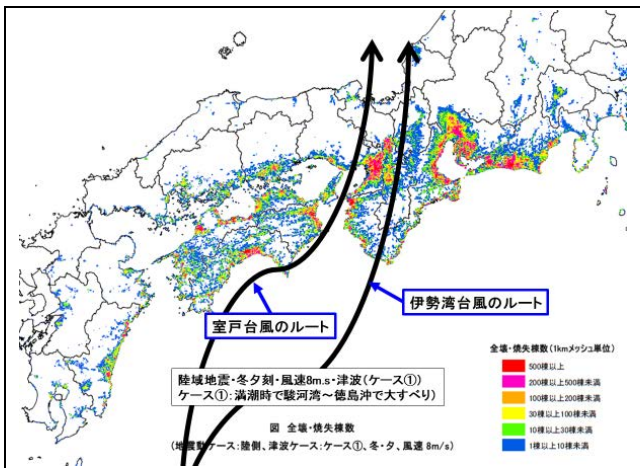


図-14 南海トラフ地震と巨大台風による複合災害化

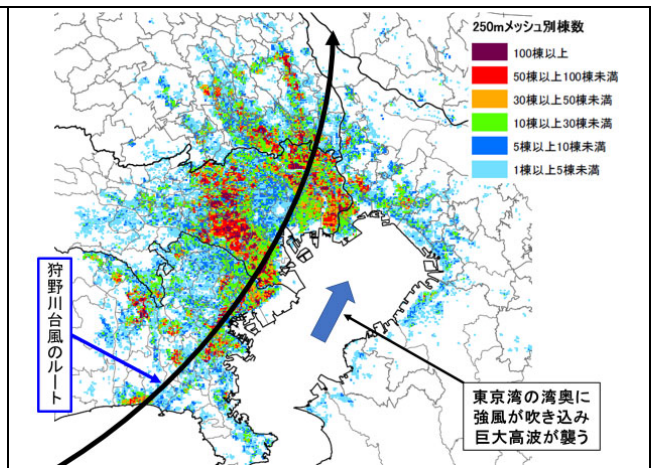


図-15 都心南部地震と巨大台風の広域複合災害化

そのような状況を想定すると、南海トラフ巨大地震(図-14)でも都心南部直下地震(図-15)でも、強風で半壊や一部損壊住家の被害が激甚化し、避難生活や仮住まい生活の困窮は深刻化し、大雨で住家の雨漏り被害を拡大するのみならず、福井地震(1948)のように地震動によって被災し沈下した河川堤防から越水して大規模な水害をもたらす。波高6mにも達する高波の来襲など、南海トラフ沿岸の津波被災地も再び水没してしまう。東京湾奥やゼロメートル地帯も水没するかもしれない。

3県にわたって1000人以上の犠牲者と想定されている広域巨大災害となる南海トラフ巨大地震と首都直下地震の被災後に、地球温暖化の下で超大型台風が被災地を直撃すると、まさにこのような「同時被災・同時応型複合災害」の被災様相を容易に想定できよう。

① 南海トラフ巨大地震と巨大台風との同時被災型複合災害のイメージ

南海トラフ巨大地震の被害想定における最大規模の被災地、建物の全壊・焼失・流出が238万棟の建物被害と最大32万人の犠牲者を出した被災地域の被害分布に、台風史上最大級の強風となった室戸台風あるいは人的被害が最大となった伊勢湾台風のルートを重ねたのが、図-14である。

148万棟の建物全壊、75万棟の地震火災による焼失、15万棟の津波による家屋流出した被災地を、猛烈な烈風が襲い、大阪湾奥あるいは伊勢湾奥に高潮と高波が押し寄せ、地震動で被災した半壊や一部損壊の建物も烈風に押し倒され、ガレキが宙に舞う。そこに火災が発生すれば、拡大して焼失建物を増やす。津波に襲われた被災地にも、台風による猛烈な高潮・高波が押し寄せ、浸水区域は再び浸水する。

名古屋、大阪の都市機能も経済機能も長期的に機能低下を招き、再び避難生活が長期化する中で、非被災地への広域的な避難を余儀なくされるであろう。「そのような複合災害は起こりうる」と想定しておかなければならない。人々は被災地を離れ、被災地の人口減少は急速に進む可能性がある。

② 都心南部直下地震の同時被災型複合災害のイメージ

図-15は、都心南部地震の発災後に巨大台風が来襲し、被災地域を強風が襲って建物の被害が拡大するとともに、強風による東京湾奥への吹き込みによって、高潮・高波が押し寄せる。

地震動で全壊、半壊した建物はもちろん、一部損壊程度の被災建物も、猛烈な強風にあおられると屋根は飛び散ってしまうかもしれない。さらに東京の下町低地に広がるゼロメートル地帯は、沈下した堤防から越流すれば激甚な水害を引き起こされよう。

さらに、その時に荒川や江戸川、中川、隅田川の堤防が、阪神・淡路大震災時の新淀川や福井地震時の九頭竜川の堤防のように、地震動と液状化による被災で堤防高が3.5mほど沈下しているならば、平時では押しとどめられる水位でも越流して外水氾濫の地震水害を引き起こす可能性が想定される。その東京の都心市街地への浸水が、地下街への浸水とともに、地下鉄への反乱水の浸水が進行すれば、首都機能は全く失われる可能性も想起される。首都直下地震と首都圏直撃の超巨大台風の来襲や、北関東での猛烈な豪雨による災害の複合化、そんな複合災害の発

生がイメージされる。

氾濫した水は、2週間以上も排出できず、地下鉄網は水没し、地下鉄車両も水没するような事態に至ると、長期的な首都機能のマヒは免れないであろう。それを回避するためにこそ、「タイムライン」による事前運休と非水没地域への搬出が不可避となる。

都心南部地震では、地震による建物全壊20万棟、その後3日間程度に断続する火災で焼失が41万棟、その1か月後に超大型台風が首都圏南部を直撃して荒川破堤の水害を引き起こすと、下町から広域避難を迫られるのは250万人にも達し、2週間以上下町5区は水没する。首都圏の機能は致命的に停滞してしまうのではないかと、その首都としての中枢機能の喪失は、日本全国のみならず世界にも波及していく可能性を否定できない。浸水の長期化は、災害対応策を停止し、地下鉄にも甚大な被害を発生させ、直下地震の被害想定をはるかに超える膨大な避難者を長期にわたって広域避難を余儀なくしよう。その避難先である区部の山の手台地上も地震の被災地域である。その被災状況は、これまでの地震被害想定でも、首都圏の水害の被災想定でも、想定していない複合災害の被災状況である。

我々が経験したことのない、このような巨大広域災害の複合災害化は、高齢社会では膨大な震災関連死を引き起こすことも想定しておかねばなるまい。まさに国難と言える事態が想定される。それにどう取り組むのか。国難を克服して粘り強く回復するレジリエントな地域・国土の事前形成こそが求められている。

7. 「流域治水」から複合災害に備える「流域防災」への発想

(1) 流域の地盤特性と災害リスク

災害多発時代に最も発生確率が高いのは、地震被災後に風水害が同時被災する複合災害である。第一にはそれに備えなければならない。流域とは、歴史的に人々の生活圏を形成してきた。その空間は、河川を経済の動線としても活用してきたので、都市は河川に沿って立地しており、その市街地もまた河川にそって形成されてきた。その地盤とは、河口はもちろん、盆地でも過去に洪水を繰り返してきた沖積地盤である。それは気象災害に対しては浸水被害の発生確率の高い地域となり、また地震時には、最も揺れやすく、液状化の発生確率の高い地盤である。

図-16は、鶴見川の下流部で、過去に大きな水害を引き起こしてきたエリアである。図-16-1は、鶴見川洪水ハザードマップ（最大規模）の浸水深の分布である。川沿いに最大浸水深5.0～10.0mの地区が想定され、大部分は3.0～5.0mの浸水区域と想定されている。図-16-2は、その洪水ハザードマップで浸水継続時間の想定で、川沿いの地区では1週間の継続としている。

一方、図-16-3は、横浜市が公表している地震の被害想定で横浜に大きな津波を引き起こした元禄関東地震(1703)モデルでの想定震度の分布で、震度6強が広く分布し、一部には震度7も想定されている。また図-16-4は、液状化のお発生可能性の想定で、やはり川沿いのリアに液状化リスクが高くなっているのが読み取れる。

このように、流域の地盤とは、市街地の立地する川沿いでは、水害時には浸水想定区域であり、地震時には揺れやすく液状化発生の可能性も高い地盤であることが分かる。

こうした地形と地盤の特性があるのが一般的な流域の地盤形状で、それは、地震の被害を受けやすく、水害の被害も被りやすいので、連続的に発生すれば複合災害化しやすいことを示している。

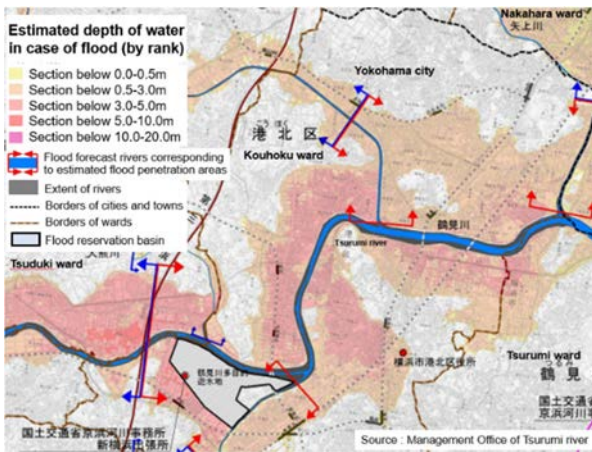


図-16-1 鶴見川流域の洪水想定（浸水深）

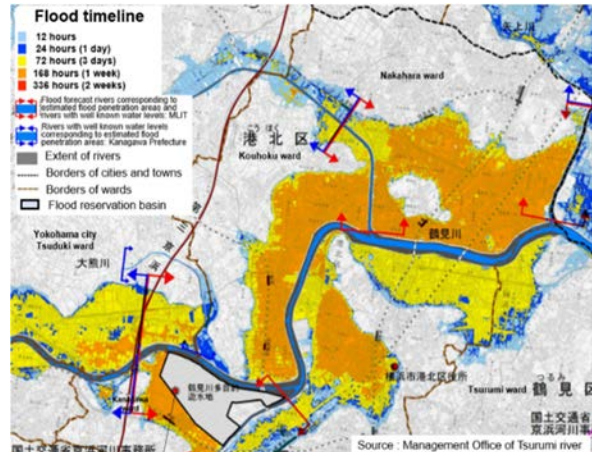


図-16-2 鶴見川流域の洪水想定（浸水継続時間）

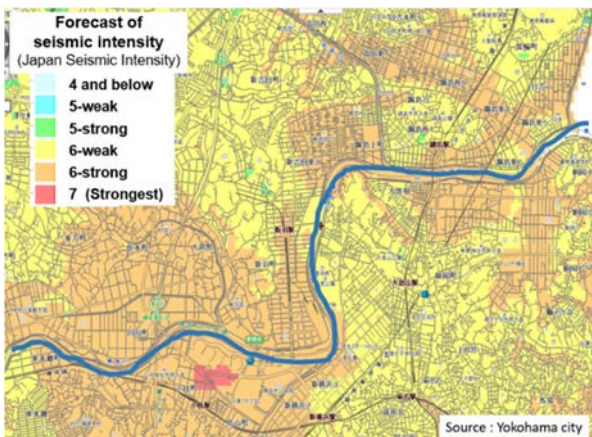


図-16-3 鶴見川流域の震度想定（元禄関東地震）

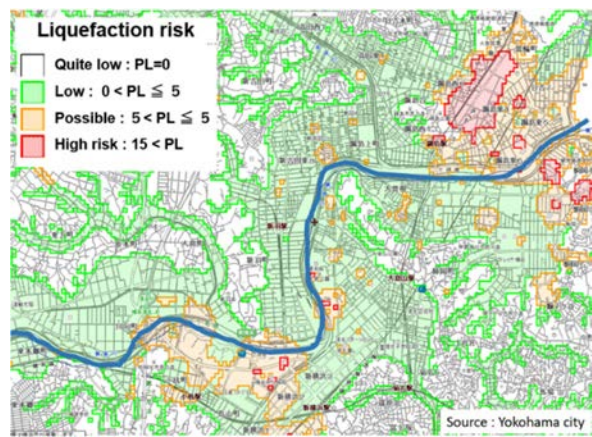


図-16-4 鶴見川流域の液状化想定（元禄関東地震）

図-16 鶴見川流域の洪水と地震のハザードマップの対比にみる複合災害化のリスク

（２）地震と風水害の「複眼的防災」の検討から「複合災害の備え」を

複合災害が地震と風水害との同時被災で発生するとすれば、それを防ぐのは、地震対策と風水害対策を複眼的に確認していくことである。それは、個人の家づくりや生活づくりに自助として取り組むことも、地域まちづくりとして地震に強いまちと同時に風水害にも強いまちの課題を双方の観点から把握し解決策を検討していく複眼的防災まちづくりに取り組むことも、同じ検討の枠組みでよい。さらに、行政の都市づくりや地域防災の取り組みでも、複眼的視角からの検討が必要になっている（表-4、表-5）。

つまり、一人一人の自助防災も、地域で取り組む共助防災も、行政が取り組む公助防災も、複眼的視角でチェックして進めることが、災害多発の時代の防災であろう。行政の防災トレンドとして「流域治水」が全国で展開され始めている。しかし、全国どこでも M7 クラスの内陸直下地震が発生する可能性がある日本では、流域という新しい領域空間と自治体の新たな連携体制のもとに取り組む防災が「治水」に厳冬されるべきではない。流域治水で自治体間が避難場所や避難所の融通しあうことが出来たら、それはそのまま地震時にも有効な枠組みとなる。流域での防災が、上流が下流のために浸透や保水機能の確保や高台への避難を行政境界近傍では隣接自治体の安全施設に供用するようなきっかけを作る機会とし、治水のみならず震災対策にも複眼的に展開すれば、そこに新しい地域ぐるみで誰一人も取り残さない「流域防災」の取り組みが展開できるはずである。さらに備蓄対策をはじめ、多くの防災対策には共通する取り組みが少なくない。表-4 は、そのような発想での流域防災の枠組みの整理である。

表-4 長期的に複合災害に備える複眼的防災による「流域防災」の枠組

	自助 (市民・企業：いえ)	共助 (コミュニティ：まち)	公助 (自治体：とし)
長期的震災対策	<ul style="list-style-type: none"> ・自宅の耐震化 ・自宅の耐火化 ・家具の固定 	<ul style="list-style-type: none"> ・細街路整備 ・防災公園・広場 ・避難支援体制 	<ul style="list-style-type: none"> ・防災都市づくり ・公共施設の耐震化 ・避難場所の不燃化
長期的水害対策	<ul style="list-style-type: none"> ・自宅の高台移転 ・敷地の盛土化 ・住宅の高基礎化 	<ul style="list-style-type: none"> ・防災集団移転 ・避難ビル ・避難支援体制 	<ul style="list-style-type: none"> ・高台の都市づくり ・公共施設の耐水化 ・避難場所の高台化
長期的津波対策	<ul style="list-style-type: none"> ・自宅の高台移転 ・敷地の盛土化 ・自宅の高基礎化 	<ul style="list-style-type: none"> ・防災集団移転 ・避難タワー・ビル ・避難支援体制 	<ul style="list-style-type: none"> ・高台の都市づくり ・公共施設の高所化 ・避難場所の高所化

表-5 短期的に複合災害に備える複眼的防災による「流域防災」の枠組

	自助 (市民・企業：いえ)	共助 (コミュニティ：まち)	公助 (自治体：とし)
短期的震災対策	<ul style="list-style-type: none"> ・地震大火時避難制 ・物資・トイレ備蓄 ・家具の固定 	<ul style="list-style-type: none"> ・地震大火時避難体制 ・安否確認 ・避難所運営支援 	<ul style="list-style-type: none"> ・避難場所整備 ・公共施設耐震改修 ・福祉避難所整備
短期的水害対策	<ul style="list-style-type: none"> ・タイムラインイ ・物資・トイレ備蓄 ・垂直避難計画 	<ul style="list-style-type: none"> ・避難場所運営 ・避難タワー・ビル協定 ・避難所運営支援 	<ul style="list-style-type: none"> ・避難タワー整備 ・公共施設耐水改修 ・福祉避難所運営
短期的津波対策	<ul style="list-style-type: none"> ・避難計画 ・物資・トイレ備蓄 ・避難体制・訓練 	<ul style="list-style-type: none"> ・避難場所運営 ・避難タワー・ビル協定 ・避難支援体制 	<ul style="list-style-type: none"> ・避難タワー整備 ・公共施設の耐浪改修 ・福祉避難所確保営

① 我が家における複合災害への複眼的防災の備え

自宅の耐震化・耐水化・耐風化の実践が、複合災害対策の基本であり、それが災害関連死を免れる「在宅避難」の可能性を高める。それには、一人ひとりの自助として自宅の耐震化・家具固定、屋根の軽量化、自宅の耐火化（出火防止・延焼阻止）など、地震強い家づくりの実践は複合災害対策の基礎である。

しかし、同時に水害対策として、洪水マザードマップで浸水危険度を把握し、2m未満の浸水深であれば2階建の戸建て住宅なら上階に備蓄などの避難生活機能を確保し、上階を活用する在宅避難を想定して住宅改造も検討し、屋根の耐風化や開口部に雨戸・シャッター設置による耐風対策も講じる。また、敷地内での降雨浸透とともに、天水尊など雨水貯留設備を備えれば、住宅の耐水化・他風化と同時に、地震時の生活用水の確保ともなって生活の耐震化をも、複眼的に取り組むことが出来よう。さらに、自宅の耐震化・耐水化・耐風化へのマルチ防災の実践が、複合災害時ののみならず災害関連死防止のための在宅避難と縁故避難の基本条件である。それは、自宅での全ての災害対応準備を失うことなく、有効に活用できる可能性を高める。

新規に自宅を取得する場合には、安全な場所の検討から始め、地震にも揺れやすい地盤である浸水想定区域を避け、地震と水害のマルチハザードの回避を念頭に置いた住宅地の選択が重要である。市民一人一人の自助としての防災意識と行動が、行政が目指す安全な市街地へ居住を誘導する立地適正化計画を絵空事ではなくし、長期的な街づくりの実現に展開する基礎となる。一人一人の取り組みが無ければ、事態は一步も変わらないのである。

② 複眼的防災のまちづくり・都市づくりー短期的取り組みと事前復興としての長期的目標像ー

複眼的防災まちづくりをどのように進めるのか。その手がかりを、水害に強いまちづくり・都市づくりに取り組もうとしている「流域治水」の取り組みをきっかけに、もう一步踏み出して、自市は強くなっているのかとの問いかけをすることで、複眼的防災まちづくり・都市づくりに発想を転換できる。その第一歩は、①風水害（土砂災害・内水氾濫・外水氾濫）と地震災害（地震動、液状化、木造密集市街地など）のハザードを共有する。②流域の複眼

的リスク評価で早急に（10年以内に）リスクを改善できる風水害整備メニューそして震災整備メニューを検討する。③短期的に（20年以内に）改善できる風水害と地震災害に共通する整備メニューを検討する。④長期的に（30年以内に）改善していく水害対策と地震対策の望ましい目標像を確認する。⑤まち・都市・流域で②③のメニューを優先的に実践する。⑥まち・都市・流域で④の目標像を整理し共有する。⑦流域の複眼的リスク評価で改めて共通課題・個別課題を整理する。→②へ繰り返す。

まちづくり・都市づくり・流域づくりにおいて、短期的の取り組める課題は「現状の改修」メニューとなろう。しかし同時に、長期的に（30年で）実現していく本来望ましい複眼的防災のまち・都市・流域の目標像を流域単位で検討し、「流域防災マスタープラン」として、自治体間、行政・企業・市民間で共有しておくことが必要である。それが、被災後に早期に復旧復興していくための「事前復興」の取り組みともなるからである。

8. おわりに

市民も行政も、地震対策と風水害対策をそれぞれ着実に実践しておくことが、複合災害対応の基本である。個別災害の対応策なくして複合災害対応はないのである。その対策を検討する時に二つの災害への対策を複眼的にみる視角を持つことが重要である。複合災害対策という特別の取り組みがあるわけではない。複眼的にみる想像力と取り組む応用力が求められているのである。そして、そこに描き地域で共有できたまち像・都市像は、被災後に災害復興でめざす復興目標像となっているはずである。

<文献>

- 1)中林一樹・小田切利栄(2009)「日本における複合災害および広域巨大災害への自治体対応の現状と課題」、地域安全学会論文集, No.11, pp.33-42.
- 2)中林一樹(2020a)「災害多発と新型コロナ蔓延下の複合災害対策」消防防災の科学, 2020 秋号(通巻 142 号) pp.42-47.
- 3)中央防災会議(2011)『1948 福井地震 報告書』災害教訓の継承に関する専門調査会, 247 頁.
- 4)中林一樹(2020a)「首都直下地震の複合災害化の可能性と様相」自治体危機管理研究 Vol.23, pp.17-36.
- 5)中條壯大・重松孝昌(2019)「2018 年台風 21 号による高潮・高波被害の現地調査～大阪湾奥部～」都市防災研究論文集, 第 6 巻, 大阪市立大学 都市科学・防災研究センター, pp.39-44.
- 6)中央防災会議(2008)『1959 伊勢湾台風 報告書』災害教訓の継承に関する専門調査会, 216 頁
- 7)京浜河川事務所(2016)『鶴見川水マスタープラン(改訂版)』179 頁.
- 8)葛飾区(2019)『浸水対応型市街地構想』22 頁.
- 9)中林一樹(2021)「都市防災空間としての公園緑地の多様性と流域防災の可能性」造園修景, No.145, 2021.06, pp.2-5.
- 10)木村美瑛子・中尾 毅・加藤孝明・中林一樹(2022)「流域治水から流域防災への展開—複合災害に備えた総合的な事前復興の必要性—」土木施工, Vol.63 No.2, pp.101-104.