

第 11 章 まとめ

11.1 はじめに

平成 24 年 7 月に九州北部を襲った集中豪雨は各地に大きな被害をもたらした。我が国の防災基盤はまだ脆弱であることを如実に示した。今回の災害に限らず、近年の災害で被災した住民が異口同音に口にするのは、「こんな雨は初めてだった」、「水位の上昇が急でアツと言う間だった」であり、これまでの常識や経験が全く役に立たないような大きな災害に近年見舞われるようになってきている。

一方、我が国の河川整備率は主要河川でも 50% に満たない程度であり、またインフラの大部分は高度成長期に建設・整備されており、老朽化の危機に瀕している。政権が代わりインフラ整備に一定の理解が得られるようにはなっているが、世論の公共事業に対する視線は依然として厳しいものがあり、傷んだインフラの補修すらままならないのが実状である。しかしながらもう既に今は災害に対して待ったなしの状態であり、あまりコストをかけずに智慧を働かせ効率的に防災力を上げていくことが喫緊の課題となっている。

11.2 地球温暖化によると思われる災害外力の増大

今回の九州北部豪雨災害を始め近年、国の内外を問わず地球温暖化によると思われる豪雨、干ばつ、台風の強大化などの災害外力（災害を引き起こす力）の増大が実感されるようになってきた。今後も温暖化による様々な影響が水・土砂災害分野に最も顕著に現れてくるものと考えられる。増大する災害外力と社会の望む自然環境の保全に我々は同時に対応していかなければならない。

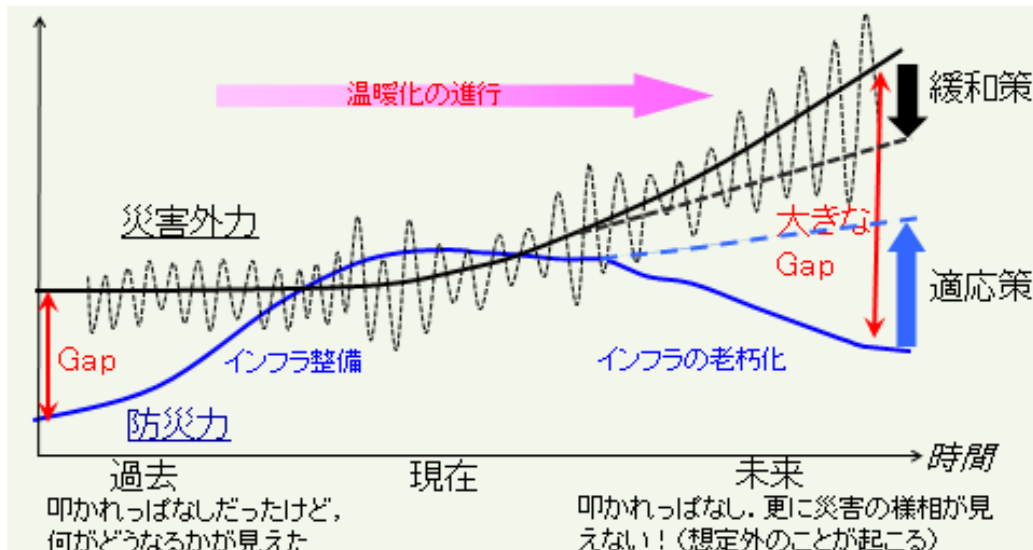


図 11.1 災害外力と防災力

災害外力と防災力の時系列関係を図 11.1 に示す。かつては防災基盤が貧弱であったため、災害外力と防災力に大きなギャップがあり、人々は自然災害に襲われてもほとんど抵抗する手段を持たず叩かれっ放しだったが、少なくとも何がどうなるという災害の実相は経験により理解できた、その後人々は営々と防災インフラの整備を進め、何とか災害外力と防災力が拮抗するところまでもってこることができた（勿論、大きな災害外力が働いたときは被害が発生するが）。しかしながら今後は、温暖化によ

と思われる急激な災害外力の増大により、また防災基盤の老朽化等による防災力の低下により、再び両者の間に大きなギャップが生じ、自然災害に襲われると必ずそこに大きな被害が発生するという状況が起ってくる。更に、災害外力の増大下ではこれまでの経験が役に立たず、何が起るか分からないため、想定外の大規模災害に発展する可能性が高い。災害外力の上昇は今我々が想像している以上に実は大変なことなのである。我々は今後叡智を結集して有効な緩和策・適応策を講じていかなければならない。

11.3 水・土砂災害の形態と様相の変化

今回の九州北部豪雨災害にも見られるように、近年の豪雨災害では時間雨量 100 mm 以上の降雨も珍しくない。これまでになかったような大量の雨が降ると、必ず土砂災害が引き起こされる。従来は、表層崩壊が多く、土砂災害発生箇所の下部が限定的に被災していた。しかしながら強くかつ大量の降雨は表層崩壊だけでなく深層崩壊をも引き起こし（図 11.2）、大量の土砂を生産する。この土砂は発生箇所直下に大規模災害をもたらす（ex.台湾高雄県小林村で一村が全滅するという大惨事）だけでなく、天然ダムを構築することが多い。天然ダム上流側では洪水流が貯留して水位が上昇し、越水と共に天然ダムの崩壊が起こり、下流を段波が襲うことになる。また河道に流れ込んだ土砂は全てが海まで流送される訳ではなく、河道に残って河床の大幅な上昇を引き起こす。天然ダムの崩壊と河床の上昇は、被害の時空間的な拡がりを生じさせ、従来の河川計画を無用なものとしてしまう。このような近い将来起こってくるとと思われる水・土砂災害に対し、我々はどう立ち向かっていけば良いのであろうか？

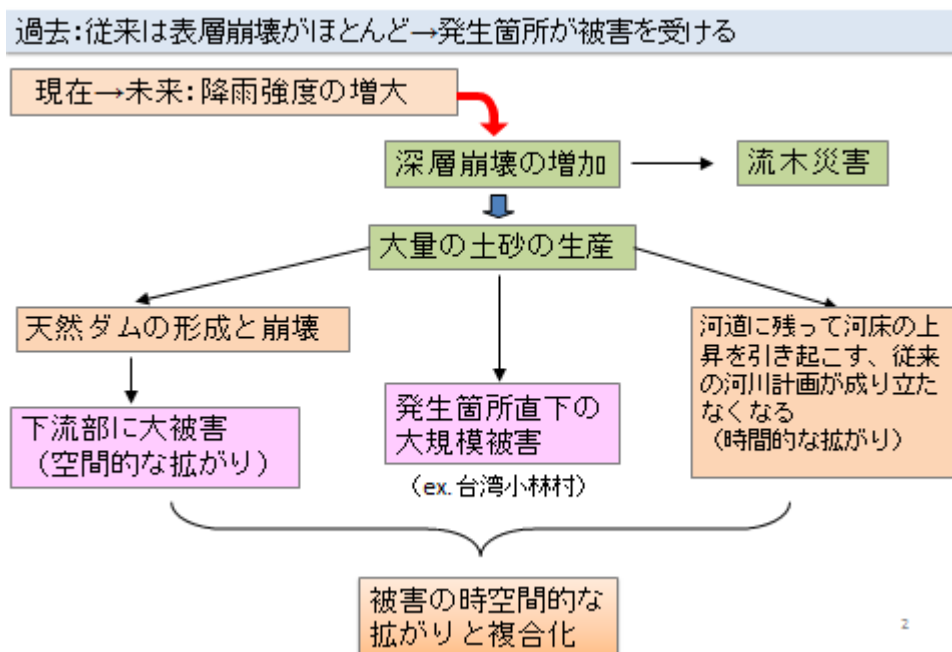


図 11.2 将来の水・土砂災害の形態と様相

11.4 平成 24 年九州北部豪雨災害の位置付け

11.4.1 本豪雨災害の特徴

本豪雨災害の特徴を以下に記す。

- (1) 圧倒的な降雨が短時間に集中した豪雨であり、洪水流量・水位の立ち上がりは極めて早かった。『浸

水は束の間の出来事だった。二時間くらいで水は引いた』(玉来川の洪水氾濫でご主人を亡くされた婦人の談)。全ての被災一級河川水系で既往最大もしくは観測史上2~3位の規模の出水が発生した。花月川では花月地点の整備計画流量が1,100 m³/s, 計画高水流量が1,200 m³/s, 基本高水流量が1,400 m³/sであるが、推定された氾濫流量を含まない発生ピーク流量は7月3日が1,300 m³/s, 7月14日が1,400 m³/sとなっていた。その他、矢部川(船小屋), 筑後川水系隈上川(西隈上), 菊池川水系合志川(佐野), 六角川水系牛津川(妙見橋), 大野川水系玉来川(拝田原)で計画高水位を超えていた。雨の降り方が変わってきており、従来の河川計画論を根底から覆すような大災害であった。

(2) 10日間に2度の既往最大規模流量が発生した(山国川・花月川)。

山国川と筑後川水系花月川では、7月3日に既往最大の出水が発生し大きな被害が出たが、その応急復旧作業や被災住宅などの後片付けが終了した直後である7月14日に同規模の2度目の洪水が発生した。特に、花月川は7月3日に2カ所で堤防の決壊が発生している。応急復旧が完了したのがそれぞれ7月11日8:30と7月13日12:00であり、直後の7月14日7:30には既往最大水位に達したことを考えるとまさに綱渡りの状態であったことが分かる。

(3) 多数の堤防決壊が発生した(矢部川・沖端川・花月川)。

7月14日に矢部川本川7k300右岸において約50m幅で堤防が決壊した。本川の堤防決壊であり、また越水が起こっていないにも拘らず湾曲部の内岸側が破堤したこともあり、国は8月に矢部川堤防調査委員会(委員長:秋山壽一郎九州工業大学教授)を立ち上げ、決壊メカニズムについての検証を行った。その結果、計画高水位を長時間にわたり超えたことにより、基礎地盤内の砂層に水が浸透し、最終的にパイピングが発生し決壊に至ったという結論が得られている。九州の国直轄河川では22年ぶりの堤防の決壊であった。花月川については、7月3日に国直轄区間の5k800左岸と6k200右岸の2カ所において決壊が発生した。現状では、水衝部に強い流れが当たり堤防前面基礎部分に洗堀が生じ決壊に至ったと考えられている。矢部川支川の沖端川(福岡県管理)では、現状では越水の発生により決壊したとみられている。

(4) 山腹崩壊や河岸の侵食に伴い発生した多量の流木が、主に橋梁に集積することにより流下能力を低下させ、氾濫を助長した箇所が多数の河川で見られた。『玉来川に架かる阿蔵新橋では、まず水位が上昇して橋桁に水がかかり始め(計画高水以上の流量による)、同時に左岸側に越水を始めた。その後流木が橋桁に引っかかり始め、一挙に水位が上昇した』(玉来川沿川の住民談)。また玉来川の沿川の稲荷神社の近くの稲荷橋が流出したが、『橋の流出後水位が急に下がった。流木の集積による堰上げがあった』(地元住民談)。これらの例や阿蔵新橋・玉来新橋、また花月川の夕田橋、山国川の耶馬溪橋、矢部川上流の多くの橋等のように、水位の上昇に伴い橋桁ならびに橋脚に流木が集積して洪水を堰上げし、その結果越水・氾濫して甚大な被害を堤内側にもたらした事例が数多く見られる。また固定堰や取水ダムなどの多くの河川横断構造物も洪水の流下阻害を引き起こしていた。

(5) 阿蘇地域では圧倒的な降雨量のため崩壊土砂が土石流化した。また矢部川上流域では、大量の流木が流出し、流木・土砂・水よりなる混相流の様相を呈し、破壊力を増して流下した。このような新しい現象が見られ始めている。ただ今回の災害全般を通じて表層崩壊が主で深層崩壊はあまり見られなかった。雨の降り方が短時間の集中豪雨型であったためと思われる。これらの崩壊により供給された土砂は河道に残り、堆積して河床の上昇を引き起こしたため河床掘削が必要となっている(矢部川上流部等)。

(6)本豪雨災害では多くの橋梁が超過洪水と流木により被災した.中には橋台が大幅に沈下するなど(阿蘇地方),新しい現象も発生している.

(7)九州電力管内で15箇所の水力発電所が被災し発電を停止する事態に至った.福島第一原発事故後の原子力発電所が再稼働できないという電力供給が切迫する状況下での発電停止であり,既存水力発電施設の災害脆弱性について再認識させられた.

11.4.2 本豪雨災害の位置付け

防災力を大幅に上回る災害外力が働いたため,至るところでなす術もなく被災した(図1.1).11.2節で述べたいわゆる叩かれっぱなしの状態に近づいている.超過外力に対する備えが十分でなかったことも災害の規模を助長した.今我々は,災害外力と防災力の差が大きくなり始めた時点に在ると言えよう(図11.1).災害外力の上昇を抑える緩和策と同時に防災力を上げて何とか減災につなげる『賢い適応策』を講じなければならない.すなわち,(1)災害の影響を出来るだけ局所化する.(2)人命の損失をなくし,災害から再び速やかに立ち直ることが出来るレジリエントな社会の構築を目指すこととなる.

11.5 今後の既往最大規模の河川災害への対応についての提言

今後超過洪水もしくは既往最大規模の河川災害の発生頻度は上がってくるものと思われる.今回の水・土砂災害から我々が学ぶべき教訓を以下に記す.

(1)玉来川下流部において発生した洪水氾濫の原因と特徴として,「これまでに経験のないような大雨」が短期間に降ったこと,それにより多数発生した斜面崩壊が大量の流木を生み出したこと,その流木が橋梁に集積して流水面積を減少させたこと,等が挙げられる.近年,地球温暖化によると思われる災害外力の増大下では,現存する取水ダム,橋梁,頭首工などの河川横断構造物が,洪水に対して水位を上昇させるだけでなく流木の集積と相俟って,極めて危険な状態を作り出すことが,近年の洪水災害から明らかになってきた.超過洪水に対する河川横断構造物のチェック・改善・撤去などの対策が急務であると共に新設の橋梁や堰等については計画高水を通すというだけでは不十分で,超過洪水に対してもこれらの横断構造物がネックとならないような配慮が必要である.また,気候変動下にある今日,超過洪水となるような豪雨の下では,どこであっても斜面崩壊が発生して土砂だけではなく多量の流木も生み出される.土砂だけでなく流木の影響も併せて考慮した河川計画・管理が不可欠である.

(2)同時多発的に大規模水害が発生した場合への備えとしての“事前防災・事前復興”が必要である.事前防災・事前復興とは,災害が発生した時のことを想定し,被害の最小化につながる都市計画やまちづくりを推進することと定義されている.今回の災害では交通が麻痺し,河川管理者による迅速な現場サポートができないような状況も発生した.また復旧のために必要な資材と供給できる資材との間にミスマッチなども見られた.大規模災害への適応が可能な総合的な計画の策定が求められる.

(3)充実した応急復旧体制の確保が必要である.応急復旧に必要な資材・重機類などの充実化を図り,迅速に適切な工法が選択できるようにする.そのためには,ある程度の範囲毎にそれらを集積させるなどの体制が必要であると考えられる.

(4) 河岸近辺の流木発生源への対策が必要である。河川上流域の河岸付近まで拡張・繁茂してきた樹林について整理し、水害時の流木発生をできるだけ抑制することが必要である。またダムは流木の捕捉に対し大きな機能を有しているため、国管理のダムだけでなく、自治体や電力会社管理のダムについても流木の捕捉を義務付けることを早急に検討する必要がある。

(5) 橋梁の設計において洪水氾濫防止の視点が必要である。道路計画の立場からはコスト面から川幅の狭い場所へ橋梁を架けることが多いが、今後は特に中小河川において河川計画との整合性をとりながら橋梁を設計すべきであると考えられる。流木の影響が今後益々大きくなっていくことが想定されるため、橋脚スパンや橋桁の高さの決定において計画高水流量を流せるというだけでは不十分であり、超過洪水等に備えて十分な余裕を見込むことが必要である。中小の橋は出来るだけワンスパンにして高くする。災害外力の上昇下では、橋などの横断構造物に対する国の設計基準を見直して変える必要がある（構造令や設計指針など）。なお、湾曲部の水衝部での架橋や橋台をせり出して構築するなどは決して許されない。

(6) 水位計、監視カメラの運用管理の強化が必要である。大野川水系玉来川では水位計が被災しデータが得られていなかったため、その後の検証が困難となった。また、近年監視カメラの運用が多点で行われているが、リアルタイムでの画像配信に重点が置かれており、記録データとしてはほとんど残されていない。少なくとも数日間分は記録し、洪水発生後に保存できるような運用方法をとることで、被災メカニズムの解明などへ利用できると期待される。水位や映像のデータは、原因究明の際は航空機のフライトレコーダー、ボイスレコーダーに匹敵するほど貴重なデータといえる。「欠測でした」では済まされない。担当部局の緊張感をもった対応をお願いしたい。

(7) 白川流域の事例から、河川災害リスクには都市開発を抑制する効果はほとんどないということが明らかとなった。危険地域の土地利用に対しては用途規制、建築規制などが必要である。

(8) 熊本市の白川の事例から、防災情報の重要性を改めて認識させられた。情報がリアルタイムで流れていたところでは対応できたが、情報伝達がうまくいかなかった隣接地では軒下まで水が来ても人々は動かなかった。水害情報の伝達体制の再構築が必要である。

(9) 今後必要な河積の確保のため河床掘削が行われる機会が増えてくると思われる。環境への影響を極力少なくしていくことが必要である。

(10) 自治体の防災担当者は、数時間で150～250 mmの雨が降るとどうということが起こるかという物理現象に対して想像・理解することが必要である。

(11) 大野川支流稲葉川の稲葉ダムは網場により多くの流木を捕捉したことが下流の災害を大幅に軽減した。今後増えてくると思われる流水型ダム（穴あきダム）にも流木捕捉機能をもたせるための技術開発が必要である（例えば玉来ダムなど）。

(12) 今回の水害で矢部川の堤防が越水以前に破堤したが、他の河川の堤防の中には材料に玉石等を使って被災した箇所も見られる。また決壊箇所周辺には多くの噴砂や漏水も見られた。堤防の信頼を

取り戻すためにも河川堤防の点検・補修・強化が急務である。

(13) 阿蘇市の水・土砂災害は深夜から早朝にかけて起こった。日中に起こって比較的人命の損失が少なかった 2010 年の奄美豪雨災害と好対照となっている。夜間は避難等が極めて困難となるので、夜間の災害に対する十分な配慮と備えが必要である。

(14) 超過外力に対する配慮が電力会社や道路関連部局にほとんど見られない。したがって、橋や取水ダムの防災策が遅れがちである。橋や電力会社管理の河川構造物の点検・見直しが急務である。このことは企業の BCP にも関わってくる。イギリスでは電力会社や公共交通機関に温暖化適応策を検討することを義務付けている。

(15) 近年の豪雨は短時間に集中して起こることが多い。したがって、計画雨量を日雨量だけでなく時間雨量でも考えていく必要がある。

(16) 被災現場の復旧工事のための重機や資材の運搬は、被災後の道路事情の悪さや渋滞のため困難となることが多い。白バイでの先導を依頼するなど警察との連携が重要である。

(17) ダム操作は計画洪水に対する操作だけで良いのか？昔は情報がなかったから仕方ないが、今は不十分なながらも降雨情報がある。状況に応じてダムの能力を十二分に引き出せるような柔軟な対応（例えば事前放流など）が必要である。そのためにもダム操作の瑕疵に対し刑事責任を問わないような法整備が必要である。将来降雨情報が更に高精度となってくることが期待されるが、そのときのためにダム堤体の低い部分にゲートを建設当初から設置しておくなどの先見性が必要である（図 11.3）。

(18) 『後悔しない戦略・対策』のためには、担当者は「考えたくないことは考えない」に陥ってはならない。

(19) 今後の最大の教訓は『先の甚大な災害から得られた多くの貴重な教訓を教訓として発出しているにも拘らず、これまで教訓として活かされていない。これを十分活かしていくための知恵・工夫・仕組みが必要である』であろう。

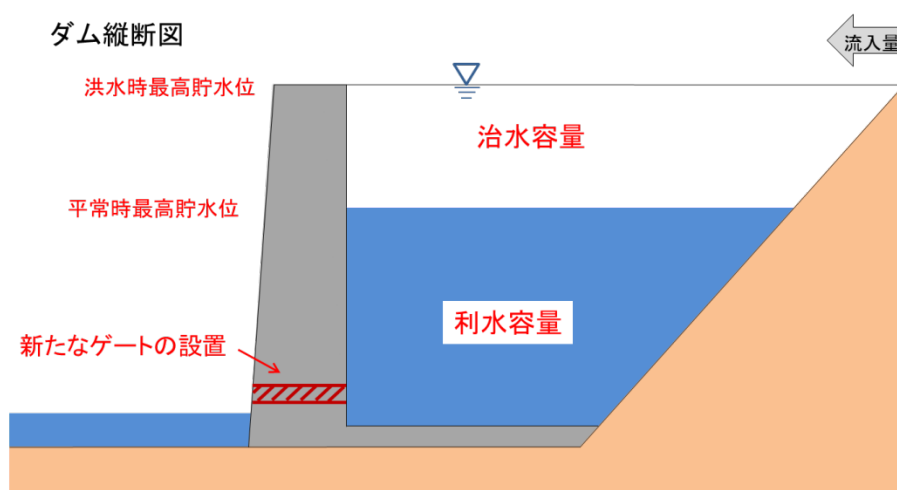


図 11.3 将来に備えての配慮

11.6 むすび

我々はこれから地球温暖化時代の真直中を生きていかなければならない。まさに我々にとっては未知との遭遇である。しっかりした技術と共に先を見通す想像力が求められる。

今後は災害との際どい闘いを強いられることとなる。これまでは防災面でも効率性を追求してきたが、災害外力の上昇下ではリダンダンシー（redundancy, 余裕・冗長・ムダの意）が重要になってくると思われる。超過洪水などに襲われたとき、ムダな部分が力を発揮する。財務省や会計検査院に納得してもらうのは容易ではないが、必要な生命線であることを上手に説明して、新規の事業に対しては是非とも少しでも盛り込んでいきたいものである。

なお、二度の洪水に襲われた花月川沿川の住民からは、復旧作業に当たる人たちに対し『貴方たちが復旧してくれなかったらまだあと五軒ほどは流されていた』、『真夜中に復旧作業の重機の音がした。普段だったらうるさいけど、このときは安心して寝られた。感謝したい！』などの意見が聞かれた。今後の励みとしたい。

（小松利光，矢野真一郎）

謝辞：

本調査団は、公益社団法人土木学会により組織された九州北部豪雨災害調査団による河川災害に対する調査の報告である。資金的な援助を頂いた、(財)河川環境管理財団、(社)九州地方計画協会、公益社団法人土木学会、同学会西部支部に感謝の意を表します。また、調査を行うにあたり、国土交通省九州地方整備局と各河川事務所、各地方自治体、九州電力株式会社、などの機関には資料提供、現地調査のサポートなど多くの面で協力頂いた。感謝の意を表します。

また特に、復旧作業で肉体的・精神的に疲労困ぱいされている中で快くヒアリングに応じて頂いた地元の被災住民の方々にも感謝申し上げます。

編集後記：

平成 24 年 7 月に九州北部 4 県で発生した豪雨災害を受けて、土木学会水工学委員会により組織された調査団において、統括幹事として約半年に亘り事務局を運営した。今回の災害は 1 級河川 8 水系という大変広い範囲で起こったため、調査団の組織方針として、各水系に責任者として幹事を配置し、個別グループ毎に調査を実施した。そのため、調査団メンバーが顔を付き合わせて打ち合わせや議論する場として全体会議を計 3 回実施し、意思の疎通を図った。その甲斐もあって、最終的に完成した報告書は半年という短い期間での調査にしては、完成度の高いものになったのではないかと勝手に自負している。なお、河川管理者の調査の進展具合などの関係から今回の報告書には報告を掲載できなかったメンバーや、報告書のページ数の制限で調査結果を十分には記載しきれなかったメンバーがいるが、論文化するなどの形での報告を期待したい。なお、平成 25 年 5 月 10 日に福岡市で地盤工学会の調査団と合同で最終報告会が開催されることが決まっている。

今回の河川災害は既往最大規模であったことや、災害復旧に向けた膨大な業務と重なったこともあり、通常の調査と比べると行政の対応が少し辛口であったと感じられた。このことは、このような規模の災害に対する調査を行うタイミングの難しさを物語るものである。とは言いながら、九州地方整備局をはじめ各自治体や九州電力株式会社などが献身的に協力頂いたことも事実である。改めて、御礼を申しあげたい。

最後に、拙い運営にも関わらず協力して頂いた調査団メンバーにも御礼を申し上げたい。ありがとうございました。

平成 25 年 2 月 20 日

土木学会九州北部豪雨災害調査団

統括幹事 矢野真一郎

(九州大学大学院工学研究院)