

2026年度（第61回） 水工学に関する夏期研修会講義集

A コース

Lecture Notes of the
61st Summer Seminar on Hydraulic Engineering, 2026
Course A

土木学会
水工学委員会・海岸工学委員会
Committee on Hydrosience and Hydraulic Engineering,
Coastal Engineering Committee,
JSCE

2026年8月
August 2026

2026年度（第61回）

水工学に関する夏期研修会講義集

Aコース（河川・水文コース）

総合テーマ

頻発・激甚化する流域・沿岸災害に関する
調査・解析と防災を考える

A-1	水災害予測を目的とした降雨流出・洪水氾濫の統合解析	京都大学 教授	佐山 敬洋 Takahiro SAYAMA
A-2	流域の特徴を俯瞰した流域治水に向けて	政策研究大学院大学 教授	知花 武佳 Takeyoshi CHIBANA
A-3	Social Sensingによる激甚水害時の氾濫流動実態解明 ～あらゆる関係者の協働によるモニタリングの萌芽～	東京理科大学 講師	柏田 仁 Jin KASHIWADA
A-4	都市域における浸水過程と車両および人の動きの数値解析	中部大学 教授	武田 誠 Makoto TAKEDA
A-5	海岸・海洋デジタルツインの開発と展望	東北大学 教授	越村 俊一 Shunichi KOSHIMURA
A-6	高潮・洪水による複合災害解析とその適用例	豊橋技術科学大学 准教授	豊田 将也 Masaya TOYOTA
A-7	流域治水の現状と課題 ～コンパクトシティや都市計画との融合に向けて～	富山県立大学 教授	呉 修一 Shuichi KURE
A-8	土木・建築連携による水害・土砂災害対策の取り組み	工学院大学 教授	久田 嘉章 Yoshiaki HISADA

水災害予測を目的とした降雨流出・洪水氾濫の統合解析

Integrated Analysis of Rainfall-Runoff and Flood Inundation for Water-Related Disaster Prediction

佐 山 敬 洋

Takahiro SAYAMA

1. はじめに

1.1 頻発・激甚化する豪雨災害

台風や前線性の豪雨による洪水災害が毎年のように生じている。なかでも、2015年関東・東北豪雨による鬼怒川水害、2018年西日本豪雨による小田川水害、2019年東日本台風による千曲川水害、2020年7月豪雨による球磨川水害など、2010年代以降、主要河川において堤防決壊を伴う甚大な洪水災害が相次いで発生した。また、2017年九州北部豪雨や2024年能登半島豪雨のように、集中豪雨により多数の中小河川が同時に氾濫し、集落の孤立や広域的な被害が発生した事例も報告されている。都市部では、下水道や排水系の処理能力を超える集中降雨によって、地下街や低地が浸水する内水氾濫も発生している。近年の気候変動の研究は、こうした極端降雨現象に対して、地球温暖化が既に影響を及ぼしている可能性を示唆している^{1), 2), 3)}。

このような豪雨災害では、堤防越水や破堤を伴う外水氾濫、都市域における内水氾濫、農地や交通インフラの浸水、長期間にわたる社会・経済活動の停滞など、多様な被害が複合して生じる。また、多数の中小河川が同時に氾濫する事例や、外水と内水が同時に氾濫する事例も報告されており、災害の様相はますます複雑化している。このため、特定の河道地点を対象とした洪水の解析だけでは、流域全体で進行する災害の実態を十分に把握することが難しい。そのため、降雨から流出、河道流下、氾濫拡大、さらには被害発生までを一体的に取り扱う統合的な水災害予測技術の重要性が高まっている。

1.2 水災害予測とは何か

従来の降雨流出解析は、主として河川計画や洪水予測を目的とし、どの程度の水が河川に流出するかを対象としてきた。一方、洪水氾濫解析では、想定された破堤地点や越水条件を与えた上で、氾濫原における浸水の挙動を高精度に解析することを主な目的として発展してきた。

近年求められているのは、どこで氾濫が発生し、どのように広がり、どのような被害をもたらすかを、事前に、もしくはリアルタイムで予測する技術である。降雨や気象条件を所与として、流域内における洪水氾濫の発生・拡大過程を時空間的に推定し、被害やリスクの評価につなげる一連の技術として水災害予測が求められている。その目的は多岐にわたり、リアルタイムの洪水予測や避難判断支援はもとより、気候変動下の水災害リスク評価、流域治水の計画、保険制度やリスクファイナンスの設計などにもつながっている。

水災害予測を実現するためには、降雨から流出、河道流下、越水・破堤、氾濫拡大に至る一連の過程を統合的に扱う必要がある（図-1）。その基盤となるのは、流出機構の理解に基づく降雨流出解析と、河川・氾濫原における流れを表現する洪水流下、氾濫解析である。これらの技術は長年にわたって独自に発展してきたが、近年では水災害予測を目的として統合された解析が行われるようになっている。

流域の特徴を俯瞰した流域治水に向けて

Toward “River Basin Disaster Resilience and Sustainability by All” Based on a Holistic View of Watershed Characteristics

知 花 武 佳
Takeyoshi CHIBANA

1. はじめに

現在、様々な流域において流域治水に関する取り組みが進められている中、流域治水に関わる施設や施策の提案および効果検証といった研究成果も蓄積されつつあり、活発な議論が続いている。そうした最新の研究成果は学会論文集を見ていただくとして、ここでは「流域治水」に関わる概念および歴史を整理しつつ、筆者が関わった土木学会の提言についても紹介することで、これからの流域治水、あるいはさらに利水や環境まで含めた流域総合水管理を進める上で、流域の特徴を俯瞰した方策を検討するための一助としたい。

2. 用語の意味について

2. 1. 流域に関わる用語

まず、「流域」に関わる用語の定義について確認しておく（図－1）。

流域（集水域）：流域あるいは集水域という言葉の定義としては、「川のある地点を流下する水のもととなる雨や雪の降下範囲」ということになり、その範囲の境界線が流域界または分水界と呼ばれる。この「ある地点」として特定の地点を指定しないときは河口で考え、「雨や雪がその河川に流れ込む範囲」が定義となる。なお「地下水流動系が生起する循環の場」を「地下水域」と呼び、涵養域、流動域、流出域からなる¹⁾が、この地下水域は表流水の流域とは必ずしも一致しない。

氾濫域（洪水氾濫域）：氾濫域というのは、「その川の氾濫水が到達する範囲」である。ある地点が複数流域にまたがることはないが、複数河川の氾濫域にまたがることは多々ある。

利水域（水利用域）：上述した流域と氾濫域の二つの概念が流域治水にとって特に重要ではある^{2),3)}が、後述する流域総合水管理を考える上で必要なのが利水域である³⁾。利水域は「その川の水を利用している範囲」という意味で使われることが多く、流域外の導水先や水道の配水区域も含めるという考え方である。

「水源域と利水域の交流」といった使われ方をすることも多い。一方で、「（その河川流域の外にあって）流域内の上水・工水・農水の給水元となる河川流域」が含まれることもある。例えば阿賀野川流域に属する猪苗代湖の流域は、安積疏水で郡山へ導水しているため、阿武隈川流域の利水域に含まれている^{3),4)}。

排水区域：下水道で使われる用語であり、「公共下水道により下水を排除することができる地域」（下水道法第2条第七号イ）のことをいう。排水区域は、排出先河川の流域外にも広がっていることがあり、環境面で水質等について考えたり、治水面で集まる雨水の量を考えたり、あるいは河川へ雨水が放流できないことに起因する内水氾濫について考えたりする上では重要になる。そのため、後述する特定都市河川浸水被害対策法においては、「特定都市河川の流域と特定都市下水道（当該特定都市河川に雨水を排除する下水道）の排水区域を合わせて特定都市河川流域として指定」することとなっている⁵⁾。逆に、当該特定都市河川の流域内にあっても、当該河川以外に排水する下水道の排水区域は特定都市河川流域から除外する⁵⁾。

（図－2）また、「流域」という名の付いた「流域下水道」という言葉が存在するが、これは「専ら地方公

Social Sensingによる激甚水害時の氾濫流動実態解明 ～あらゆる関係者の協働によるモニタリングの萌芽～

Elucidating Flow Dynamics during Extreme Floods through Social Sensing: A New Monitoring Framework through Collaboration among All Stakeholders

柏田 仁

Jin KASHIWADA

1. はじめに

近年、気候変動の影響により豪雨および洪水の外力は増大しており、水害の被害は甚大化・複雑化している。河川整備、ダム、遊水地、砂防施設等のハード対策は現在も治水の根幹であるが、河川管理者のみが水害対策を担う枠組みでは、外力の増大と氾濫域の多様化に十分に対応することが困難になりつつある。このような背景のもと、我が国では、河川管理者、自治体、企業、住民等のあらゆる関係者が協働し、流域全体で水害を軽減する「流域治水」が進められている^{1),2)}。流域治水を実効的に進め、人的被害や経済的被害を最小化するためには、施設整備や避難行動を論じる以前に激甚水害時にどのような現象が実際に生じたのかを精緻に把握することが出発点となる。洪水中に生じた水位変化、流速の時空間変化、土砂の堆積、流木の捕捉、流路の変遷等を時系列として理解することにより、効果的な施設構造や配置の検討、避難を促す情報を適切なタイミングで発信するための判断に繋がる。近年、危機管理型水位計や CCTV カメラの整備が進み、洪水時の基礎的な情報の蓄積は従来より進展しているが、相対的に観測網の整備が限定されている中山間地河川等では現象の時間的・空間的な変動が大きい土砂・洪水氾濫がしばしば発生している³⁾⁻⁸⁾。このような場では、水、土砂、流木、橋梁、建物、地形が相互に干渉し、短時間で状況が大きく変化する。例えば、流木が橋梁部に捕捉されて閉塞が進むと河道の流下能力が著しく低下し、堰上げによって上流側の水位上昇や流速分布の変化を引き起こす。同時に、掃流力の低下によって土砂堆積が進み河道が埋塞することで、さらに流動機構が変化し、土砂・流木の輸送経路も変化する。このように、土砂・洪水氾濫では、流動・流砂・流木が相互に作用しながら現象の時空間変化が生じるため、これを捉えることが重要となる。

しかしながら、激甚水害時の重大現象は既設観測網の外側や空白地帯で発生する 경우가少なくない。また、水位計や CCTV が存在する地点であっても、停電、通信障害、水没、流失、破損等によって観測が中断されることがある。さらに、氾濫域は河川管理者による常時モニタリングの対象には含まれていない。このため、堤内地を流下する氾濫流の水位、流速、流向、土砂や流木の輸送、建物周辺での局所的な流れ等の観測データは存在せず、洪水後の痕跡調査や断片的な証言に依存せざるを得ないことが多い。一方、近年の水害時の現場には、従来の水文観測機器とは異なる多数の観測・記録装置として、住民のスマートフォン、報道・救助機関のカメラ、監視カメラ、ドライブレコーダー、ヘリコプターやドローンの映像等が存在している。これらのカメラによる映像は水理量を計測する目的で撮影されたものではないが、機器の多くはセンサー、バッテリー、記録媒体を備え、災害発生時には撮影者の判断により重大な現象が生じている場所へ向けられる傾向にある。また、ドライブレコーダーの一部は車両の加速度や衝撃を検知した際に自動的に映像を録画する機能を持ち、突発的な被災場面を記録する例もある。このような重大現象への指向性は、従来の専

都市域における浸水過程と車両および人の動きの数値解析

Numerical Analysis of Inundation Flow, Vehicle Movement and Human Evacuation in Urban Areas

武 田 誠

Makoto TAKEDA

1. はじめに

近年、地球温暖化に伴う気候変動の影響により豪雨が頻発し、水害が激甚化している。2018年の平成30年7月豪雨では、岡山県倉敷市真備町をはじめ西日本各地で河川氾濫や土砂災害が発生し、200名を超える犠牲者が生じた。2019年の令和元年東日本台風では、長野県の千曲川や福島県の阿武隈川などで堤防決壊が相次ぎ、広範囲にわたる浸水被害が生じた。さらに、2020年の令和2年7月豪雨では、熊本県球磨川流域で大規模な氾濫が発生し、多くの人的・物的被害をもたらした。加えて、2021年の令和3年8月豪雨では佐賀県や広島県などで長期間の降雨により浸水や土砂災害が多発した。これらの事例から、流域規模での降雨集中や中小河川の氾濫、内水氾濫の増加が顕著であることが分かる。

このような状況を踏まえ、現在は「流域治水」が推進されている。これは従来のダムや堤防などの河川整備に加え、流域全体で豪雨や洪水を受け止める対策であり、遊水地や雨水貯留施設の整備、森林や農地の保水機能の活用、土地利用の規制や誘導、建物のかさ上げや止水対策の実施などが含まれる。また、ハザードマップの整備や避難、リアルタイムの降雨・水位情報の提供などソフト対策も強化されている。さらに、数値シミュレーションの活用により被害予測や避難計画の高度化が進められており、ハード・ソフトを組み合わせた総合的な防災・減災対策が重要となっている。

浸水対策の立案や災害の評価には、数値解析による都市浸水の再現と各種対策の効果検証が非常に重要となる。本報の第2章では、2019年千曲川破堤に伴う氾濫解析を示し、解析結果の精度検証と建物の影響を示す。第3章では、都市浸水解析の概要を紹介し、「雨水の移動の可視化」「内水氾濫と外水氾濫の可視化」を例に、T-SASの活用を紹介する。また、第4章では地下街における人の避難シミュレーションを示し、第5章では都市浸水時の自動車の流送に関わる検討を示す。著者は2019年の「水工学に関する夏期研修会」において「都市浸水に関する解析法とその活用¹⁾(前報とする)」として話題提供を行った。ここでは、内容が重複する第3章および第4章の一部は概要を説明するにとどめ、関係する数値解析の詳細は前報を参照いただきたいと考えている。本報では、「数値解析」を意識し、都市浸水に関するいくつかの解析事例を紹介する。

2. 千曲川破堤氾濫に関する浸水解析²⁾

2.1 研究概要

2019年10月13日に長野県長野市を流れる信濃川水系千曲川の58km地点左岸堤防が約70mにわたり破堤し、氾濫水が穂保地区に流入した。この水害では9.5km²の浸水域、4.3mの浸水深を記録し、甚大な人的被害、家屋被害、農業被害をもたらした³⁾。氾濫災害の評価や対策の検討には氾濫解析が有益なツールとなる。しかし、氾濫解析における建物の取り扱い、はまだ十分に確立していない⁴⁾。したがって、氾濫解析の精度評価と共に、氾濫解析における建物の影響評価は重要な検討課題である。

本研究では、2019年の台風第19号により発生した千曲川破堤氾濫を対象に氾濫解析モデルを用いた再現計算を行う。氾濫水全体の挙動を考察する広域における再現計算では、現地調査における痕跡水深⁵⁾との比較により解析

海岸・海洋デジタルツインの開発と展望

Digital Twin Paradigm for Coastal Disaster Risk Reduction and Resilience

越 村 俊 一

Shunichi KOSHIMURA

1. はじめに

近年の環境・社会動態のセンシング手法の高度化、モニタリングデータの大規模化とリアルタイム流通、計算機性能・シミュレーション手法の高度化、機械学習を核とするデータ駆動科学の進展を背景に、多様な分野で「デジタルツイン」の有効性が実証されている。デジタルツインとは、物理世界の情報・データのデジタルコピー（ツイン）を仮想空間上に作成し、仮想空間上でのデータ分析や将来予測などのシミュレーションを実行、その結果に基づく最適な政策、施策、方針、行動を物理世界にフィードバックすることで、社会の問題解決やビジネスを向上させる技術体系であり、先進的な分野では既に実用化されている。例えば機械系分野では、航空機エンジンのデータを仮想空間に展開して部品の劣化を予測し、トラブル発生前に先回りして整備を行うなど、産業界での実用化が見られる。社会基盤の分野では、シンガポールは国土全体を3Dバーチャルツイン化してリアルタイムで都市情報を可視化、我が国でも国土交通省がプロジェクト PLATEAUを先導し、東京都で「デジタルツイン実現プロジェクト」が開始されるなど、世界的にも新たな潮流が生まれている。

陸と海が相接する地帯としての「海岸」には、人口、財産、社会資本等が集積していると同時に、地震、津波、高潮、風浪等の厳しい自然条件に曝されている。海岸の諸問題は、高波、高潮、津波などの短期的なハザード予測・評価に加えて、海岸侵食、水質汚濁など長期的なモニタリングに基づく分析と対応・適応策の検討が必要であり、さらに気候変動による海面上昇や海水温、生態系の変化等が対策や適応策の不確実性を高めている。これら諸問題に対するリスク評価、対策、対応、適応の検討、政策決定という社会の課題に対して、共通の基盤となり得るのがデジタルツインの枠組みであり、分野横断的な協働によって海岸・海洋デジタルツインの基盤を構築する必要がある。

本稿では、沿岸環境を対象に物理世界と仮想世界（コンピュータ上）を連携させたサイバー・フィジカルシステム（Cyber-physical systems）を構築し、物理世界では時間的・コスト的に不可能といえるような様々な検討、設計、最適解探索を仮想世界で実行しそれを物理世界にフィードバックするという「デジタルツイン」のパラダイムを、海岸・海洋工学に導入することを目的として、2022年6月～2025年5月の期間で活動した土木学会海岸工学委員会「沿岸災害デジタルツイン研究小委員会」、2025年6月～2028年5月の期間で活動中の同「海岸・海洋デジタルツイン研究小委員会」での成果を報告するとともに、内閣府総合科学技術・イノベーション会議の戦略的イノベーション創造プログラム（SIP）第3期「スマート防災ネットワークの構築」（プログラムディレクター：楠浩一 東京大学教授、研究推進法人：国立研究開発法人防災科学技術研究所）で実施している「津波災害デジタルツインの構築とスマート・レジリエンスの実現」の研究開発と社会実装の展望について述べる。

高潮・洪水による複合災害解析とその適用例

Analysis of Compound Hazards Induced by Storm Surges and River Floods and Their Practical Applications

豊 田 将 也

Masaya TOYODA

1. はじめに

勢力の強い台風の襲来は高潮の河川遡上や河川の増水を発生させ、これらのハザードが同時または連続して発生することで、河口付近において大規模な複合氾濫を引き起こすことが懸念されている。現在、温暖化後の台風に伴う高潮および大雨に起因する洪水災害について事象毎に取り上げた研究事例は多数あるものの（例えばMori and Takemi 2016）、複合氾濫を対象に一体的かつ力学的に解く数値モデルの開発・研究・運用した事例は依然として限られている。これは、大気・海洋・河川の各イベントの時空間スケールが異なることや、各要素モデル間における境界条件の設定が複雑であること、そして複合氾濫を引き起こすような既往事例が少ないことに起因する。しかし、今後甚大化する台風災害の対策には、これら時空間スケールが異なるマルチハザードを包括的に考慮することが必要と考えられる。

高潮・洪水による複合氾濫の発生可能性は近年高まりつつある。それに呼応して、世界各国でも研究が進められるなど、研究トピックとしての機運も高まっている。本講では、まず複合氾濫に関する概要を紹介する（2節）。次いで、複合氾濫に関連する既往研究事例を整理しつつ、当該研究の現状を述べる（3節）。そして、著者がこれまでに実施した解析を元に適用例を紹介する（4節）。

2. 「複合氾濫」の概要

本講で述べる「高潮・洪水による複合氾濫」とは、大別すれば「複合災害」の一種と考えることができる。複合災害については多様な考え方・定義があるが、本講では国土交通省の「能登半島での地震・大雨を踏まえた水害・土砂災害対策検討会」における定義を引用し、「先発の自然災害の影響が残っている状態で、後発の自然災害が発生することで、単発の災害に比べて被害が拡大する事象」とする。この複合災害について簡潔に紹介する。日本において実際に発生した複合災害として、2024年1月に発生した能登半島地震および同年9月に発生した大雨災害が例として挙げられる場合が多い。この災害では、先発災害としてマグニチュード7.6、最大震度7を観測した大規模な地震、後発災害として同年9月20日から23日にかけて発生した観測史上最大の豪雨災害があげられる。先発災害による影響が残る状態で後発災害が発生したことで、先述した通り、国土交通省による検討会の中で「複合災害」として言及されている（https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/kentoukai/noto_kentoukai/index.htm, 2026年5月25日閲覧）。実際に、輪島市を流れる塚田川では、能登半島地震により山地部に流出した土砂や流木が、洪水により更に河川の下流まで流下し、被害が発生・拡大した。日本では、この災害よりも前に内閣府による「事前防災・複合災害ワーキンググループ提言」が発表されており（<https://www.bousai.go.jp/kaigirep/teigen/index.html>, 2026年5月25日閲覧）、その中では地震以外にも、スーパー台風による高潮への対策についても触れられている。上記のように複合災害に対しては、対策が急務となっているといえる。

「複合氾濫」については、気候変動に関する政府間パネル（Intergovernmental Panel on Climate Change; IPCC）

流域治水の現状と課題 ～コンパクトシティや都市計画との融合に向けて～

Current Status and Challenges of Integrated Basin Management for Flood Control: Toward Integration with Compact City Policies and Urban Planning

呉 修 一
Shuichi KURE

1. はじめに

昨今の地球温暖化の進展などに伴い、豪雨や洪水災害が日本全域で頻発している。富山では2023年6月には局所的な短時間強降雨により2級河川白岩川での氾濫被害や各地で内水氾濫被害が生じた。更に2023年7月に富山で初めて観測された線状降水帯により、小矢部川で既往最大水位を観測するとともに各地で内水氾濫被害が生じている。このように富山県では局所豪雨による内水被害などが頻発しており、地球温暖化に適応するための洪水対策が強く求められている。昨今日本ではこのような豪雨災害に対処するため、流域治水の推進が進められている¹⁾。「流域治水」とは、気候変動の影響による水災害の激甚化・頻発化等を踏まえ、堤防の整備、ダムの建設・再生などの対策をより一層加速するとともに、集水域（雨水が河川に流入する地域）から氾濫域（河川等の氾濫により浸水が想定される地域）にわたる流域に関わるあらゆる関係者が協働して水災害対策を行う考え方である²⁾。流域治水の対策（本研究では流域治水の要素技術と記述）のなかで、①氾濫をできるだけ防ぐ・減らすための対策では、「田んぼダム」などの雨水貯留浸透施設の整備が推進されており、②被害対象を減少させるための対策では、リスクの低いエリアへ誘導/住まい方の工夫として、土地利用規制や居住誘導、移転促進などが挙げられている。

この土地利用規制や居住誘導などと、都市の浸水対策を融合することが昨今重要と指摘されており、河川計画と都市計画が本気となって水害被害の軽減と街づくりを共同で議論する必要がある。特に今後の人口減少社会を想定した場合、コンパクトシティの重要性が再度注目されている。気候変動での水害の激甚化と地方の人口減少の両者に対応するため、コンパクトシティと浸水対策を融合させたい。よって、本研究ではコンパクトシティ施策を重点的に進めている富山市を一例として、コンパクトシティの現状と富山市の水害リスクを整理することで、今後の流域治水とコンパクトシティなどの都市計画の融合に向けた課題を整理し、その対策を提案することを目的とする。

2. 都市計画および流域治水関連法の概要

「都市計画」とは、都市の健全な発展と秩序ある整備を図るための土地利用、都市施設の整備及び市街地開発事業に関する計画である（都市計画法第4条）。都市計画区域マスタープラン、市町村マスタープランで、市町村の都市計画に関する基本的な方針を決定し、集住のための約束事として土地利用規制（市街化区域・市街化調整区域の線引き、用地地域など）が規定され、集住のための共同空間・共同施設の確保のために都市施設（交通施設、公共空地、供給・処理施設、水路など）が規定・確保され、計画実現方法の提示として市街地開発事業（土地区画整理事業、市街地再開発事業など）が示される。これらで水害防御に関係するものとしては、まず市街化区域の設定が挙げられ、災害の発生のおそれのある区域は含まないことが規定されている。また、都市施設では水路として河川が規定されており、団地が津波防御拠点、復興再生拠点、復興拠点として規定され、その他施設として防風、防火、防水、防雪、防砂若しくは防潮の施設も規定される。

土木・建築連携による水害・土砂災害対策の取り組み

Countermeasures against Floods and Debris Flow through Collaboration between Civil Engineering and Architectural Engineering

久 田 嘉 章

Yoshiaki HISADA

1. はじめに

近年の異常気象に伴う水害・土砂災害の激甚化に加えて、我が国は急速に少子高齢化による人口減社会を迎えている。さらに従来のシングルハザードを想定した土木・建築など分野別の取り組みから、今後は流域治水に代表されるように分野横断によるマルチハザード・複合災害に関する研究と対策の推進が必須となっている。建築分野では近年、耐震・耐火対策は近年では著しい進展を遂げており、従来の地震火災を想定した避難場所に「逃げる対策」から在宅避難など「逃げる必要のない対策」に移行しつつある。水害・土砂災害対策も同様であり、特に人口が集中する都市域での震災や水災など複合災害を想定した場合の逃げる必要のない対策が求められている。そのためには今後は土木分野と建築分野の連携が非常に重要になる。本報告では建築分野での耐震・耐火対策の進展、水害・土砂災害のL1/L2想定対策の限界、建築物の水害・土砂災害と対策、および、土木・建築の連携の取り組みの事例を交えて紹介する。

2. 近年における建築物の耐震・耐火性能の向上と「逃げる対策」から「逃げる必要のない対策」へ

近年、建築物の耐震・耐火性能は著しく向上し、特に大都市域では伝統的な地震火災を想定した「逃げる対策」から「逃げる必要のない対策」に大きく変化している。特に1981年の建築基準法の改正以降、鉄筋コンクリート造（RC造）や鉄骨造（S造）は高い耐震・耐火性能を示しているが、それ以降の震災でも被害が集中した木造住宅は2000年以降に著しく性能が向上した。加えて、近年、木造住宅は高い気密・断熱性能も求められおり、RC造の基礎や構造用合板、断熱材や2重サッシ、さらに太陽光パネルなどで重量も増大している。その結果、木造住宅は耐震・耐火性能に加えて、津波や氾濫流、土石流などによる水平荷重への耐力が向上し、さらには洗堀や河岸浸食、盛土崩壊や液状化、断層ずれなどの地盤変状被害に対する抵抗力も大いに向上している。

2-1. 建築基準法による耐震基準と品確法等による住宅の耐震性能の向上

建築基準法による耐震基準の改正の変遷と木造住宅の耐震性向上：図-1と図-2に建築基準法等による耐震基準の改正と木造住宅の耐震対策の進展を示す。建築基準法は1950年に建築物の最低基準を定め、公共の福祉の向上に寄与することを主な目的として制定された。その耐震基準は過去に幾度もの震災経験を経て改正されている。特に1981年6月に大きな改正があり、その基準以前の建物は「旧耐震基準」、それ以降は「新耐震基準」と呼ばれている。新耐震基準では数十年に1度程度の稀な中小地震動（震度5強程度：レベル1地震動）では修復可能であり、数百年に1度程度のごく稀な大地震動（震度6強～7程度：レベル2地震動）では倒壊・崩壊しないことを基準としている。さらに1995年阪神・淡路大震災では多数の木造住宅に倒壊したことから、2000年に木造建築物を対象として耐震基準が改正され、その基準による木造住宅は「2000年耐震基準」と呼ばれている。2000年耐震基準では、地耐力に応じた基礎の採用が求められ、硬質地盤を除き、RC造の基礎（べた基礎など）が義務化された。さらに転倒モーメントによる柱の引き抜き防止用の金具や、