



Epistula

えぴすら



国立研究開発法人建築研究所
Building Research Institute
Vol.85 発行：2021.7

特集 都市・建築物の水災害とその対策

はじめに

わが国ではこのところ台風や集中豪雨などにより、都市部においてもかつてない大きな洪水被害が、数多く発生しているように思われます。2015年の「平成27年9月関東・東北豪雨」による茨城県常総市、2018年の「平成30年7月豪雨」による岡山県倉敷市、2019年の「令和元年東日本台風」による首都圏を含む東日本各地、2020年の「令和2年7月豪雨」による熊本県人吉市等（写真1・2・3）での浸水被害などは、記憶に新しいところです。

住宅が洪水に遭遇すると、その程度により、住民が生命の危険に見舞われるおそれがあり、多くの場合、建物が浸水したり、家財が使えなくなるなど、財産に被害が発生します。何よりも電気・水道・下水道などのライフラインが停止する中で、水に浸かって汚れたり傷んだりした建物・家財の清掃、片付けや復旧などに取り組む住民には大きな負担がかかります（写真4）。超高層マンションの受変電設備が冠水して、エレベーターや給水設備等のライフラインが使用不能となった事態（写真5）も、多くの関心を集めました。

多発・激甚化する洪水被害の背景には、地球規模での気候変動の影響があるといわれています。ここ当分は人間活動により大気中の温室効果ガスの割合が増え続けることが避けられず、2015年のパリ協定の目標も、産業革命前と比べて世界の平均気温を1.5度以内の上昇に抑えることとなっています。従って、わたしたち社会が気候変動に適応して備えることも大事となります。

洪水被害を減らすためのこれまでの取り組みは、ダム・遊水池・堤防・放水路といった河川施設の整備、または雨水管・ポンプ場といった下水道施設の整備など、どちらかと言えば土木分野での課題だと考えられてきましたが、これからの気候変動を踏まえた「流域治水」の考え方の中では、浸水可能性の高い地域での住まい方の工夫や建築・土地利用の規制・誘導なども視野に入ってきています。

このように水害に強い建築・都市づくりが広く注目を集め、国の有識者検討会や学会等から関連した提言が次々に発表されるなか、国立研究開発法人建築研究所においても、都市・住宅・建築分野での水害対策に関する研究開発の取り組みを始めています。

本特集では、都市・建築物における水災害の被害実態とそのリスク、対策の考え方の概要を紹介します。



■写真1
令和2年7月豪雨による内水氾濫
(福岡県大牟田市内)

提供：福岡県大牟田市



■写真2
令和2年7月豪雨による球磨川の氾濫
(熊本県人吉市)

提供：国土交通省九州地方整備局



■写真3
令和2年7月豪雨での洪水により倒壊した家屋
(熊本県球磨村内)



■写真4
「平成27年9月関東・東北豪雨」での洪水により損壊した建物の修復工事
(茨城県常総市内)



■写真5
「令和元年東日本台風」による内水氾濫により浸水したマンションにおける水のかき出し
(川崎市中原区)

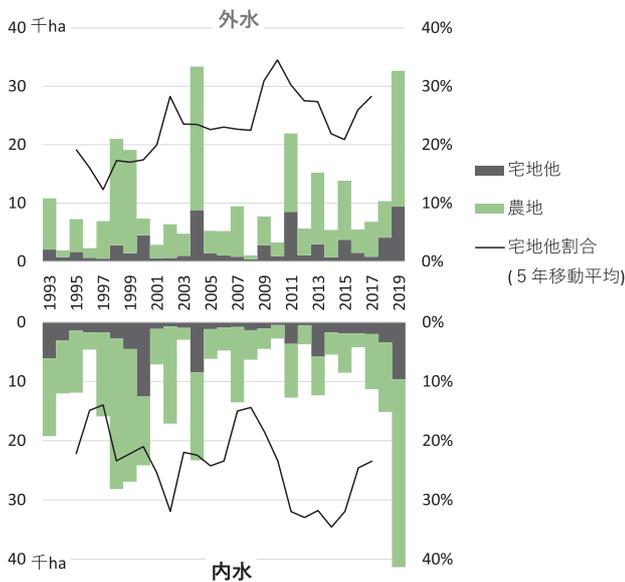
都市・建築物の浸水被害

わが国での洪水による建物被害はどのようなものなのか、四半世紀あまりの状況を一般統計である「水害統計調査」より確認します。

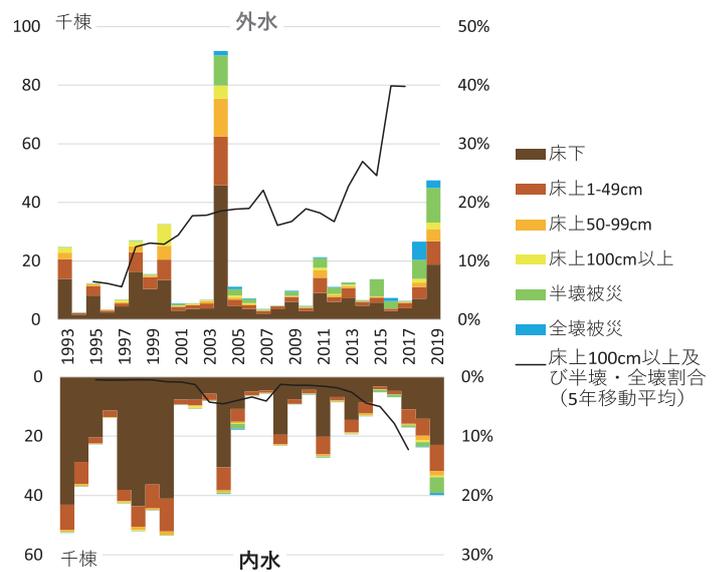
洪水は主に、川の水が外にあふれることによって生じる「外水氾濫」と、堤防で囲まれた地域内などでゲリラ豪雨などによる大量の雨水を排水できずにたまることで生じる「内水氾濫」に区分できます。一般的には、外水氾濫では、あふれる川の規模や水があふれ方、あふれる水の量などに応じて浸水する深さは大きくなり、また地形条件などによって建物に大きな力と損傷を及ぼすことがあります。内水氾濫では外水氾濫と比べてあまり浸水する深さは大きにならないものの、市街化の進んだ大都市で発生割合が高い傾向にあります。

極端な豪雨がばらつきをもちながらも多く発生する傾向にあるなかで、公共による治水事業の進展による効果などもあり、浸水が把握された水害区域の面積（図1）や被災が報告された家屋の棟数（図2）の長期的な増大は見られず、内水氾濫（グラフの下側）については2019年の令和元年東日本台風まで減少傾向にあります。しかしながら被害の内訳をみると外水氾濫と内水氾濫とも、水害区域面積に占める宅地他の割合や、被災家屋に占める床上100cm以上の浸水や半壊・全壊等の大規模損壊の割合が増える傾向がみられます。

これらより、長期的な気候変動影響に対して治水整備の効果が上回っているものの、洪水防御施設が耐えきれない場合の氾濫被害は甚大となっていますが、一方、被災家屋全体の大半は床上100cm未満の浸水にとどまっていることから、建築・敷地レベルでの水害対策により被害を軽減する余地も大きいと考えられます。



■ 図1 水害による浸水区域面積の推移（水害統計調査より）



■ 図2 水害による被災家屋棟数の推移（水害統計調査より）

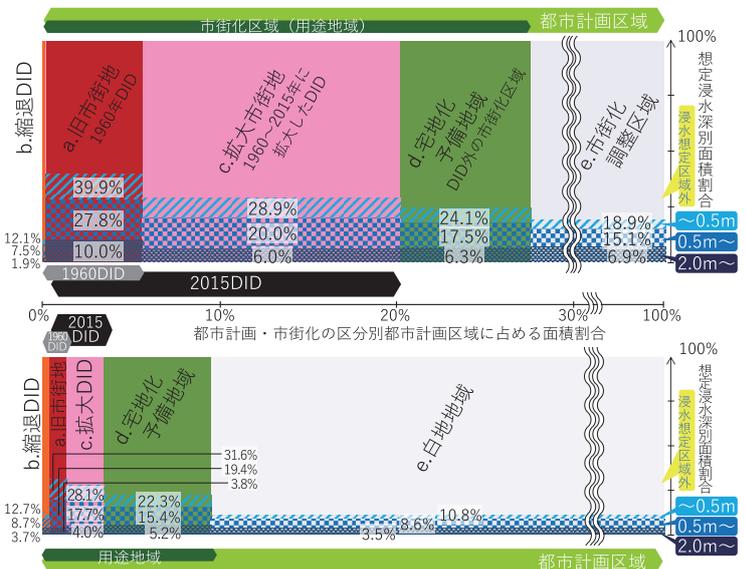
都市・建築物の浸水リスク

その場所の潜在的な脅威(リスク)の情報としては、水防法に基づく「洪水浸水想定区域図」があり、想定した降雨条件等の下で最大限予想される複数の浸水範囲を包絡した区域等が示されています。避難場所等と合わせて市町村がまとめた「ハザードマップ」が公開され、現在は不動産取引の際の重要事項説明情報として情報提供されています。「浸水想定区域には住んではいけない！」との主張もみられますが、その広がりはどうなのでしょうか。

洪水浸水想定区域図については、国土交通省の国土数値情報によりGIS(地理空間情報)データが提供されており、これを用いて浸水リスクのある地域に含まれる人口・面積などが分析できます。都市計画や市街地(国勢調査の人口集中地区(DID))との関係性を分析した結果、浸水想定区域の面積割合は、都市計画の用途地域の外側よりも内側が高く、また、コンパクトなまちづくりの観点から今後も都市機能や居住機能を誘導すべき地域と考えられる旧市街地(用途地域内で継続的に維持されている1960年DID)ではさらに高くなることわかりました(図3)。

わが国の市街地の多くは、地理的制約及び水田耕作の歴史的経緯などにより、氾濫原とほぼ重なる沖積平野に形成されていることから、水害リスクに対してレジリエント(強靱)な都市のあり方を追究する必要があります。

線引き都市計画区域内



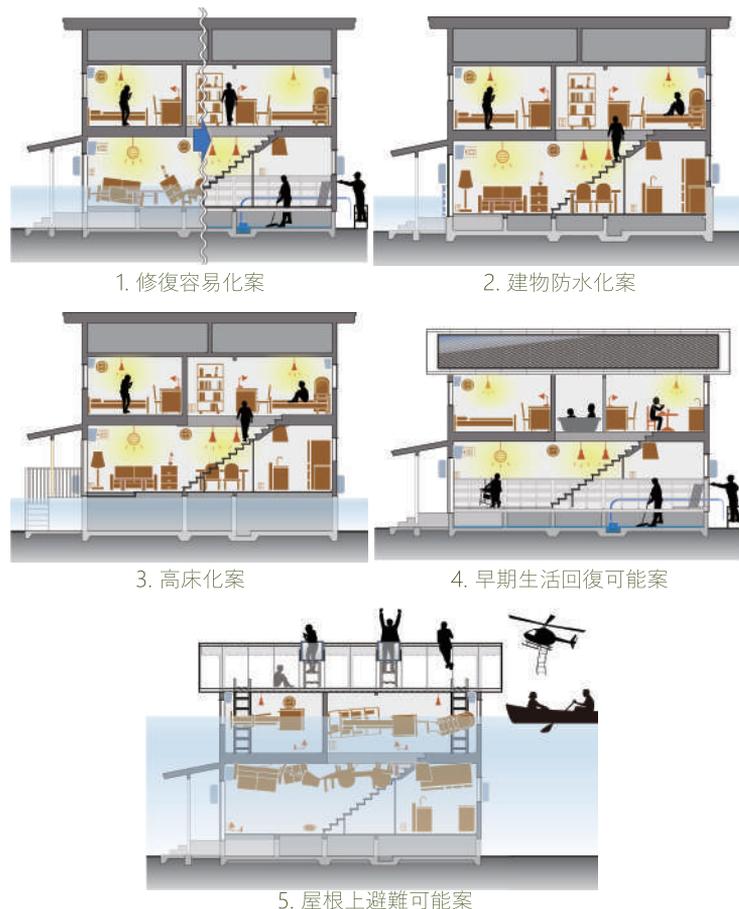
非線引き都市計画区域内

■ 図3 都市計画の区別にみた浸水想定区域(浸水深別)の面積割合(国土数値情報より作成)

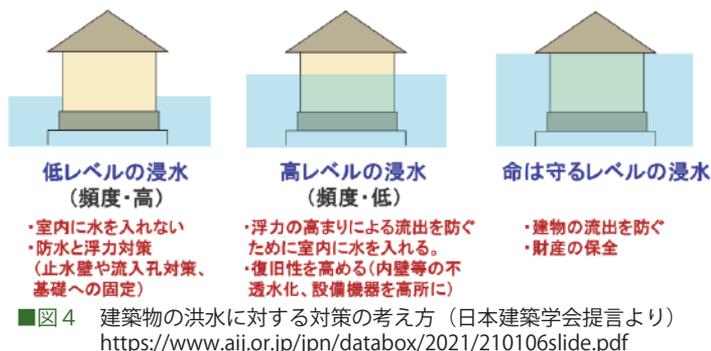
水害リスクに対してレジリエントな都市と建築のあり方

では、水害リスクに対してレジリエント（強靱）な都市を実現するには、河川施設や下水道治水事業による取り組みの強化の他にどのような方法があるのでしょうか。

集落を堤防で囲むことであふれた水から生活空間を守る「輪中堤」や、浸水リスクの高い場所から低い場所に生活空間を集団的に移転する「防災集団移転」はリスク自体を減らす抜本的な対策であり取り組みもみられますが、その実現には費用と時間がかかり、合意形成が容易であるなどの好条件に恵まれている場所に限られているのが実情です。そこで近年では、建築や住まい方の工夫による対策が着目されています。



■図5 水害リスクに対応した戸建て住宅の計画案の例



■図4 建築物の洪水に対する対策の考え方（日本建築学会提言より）
https://www.aij.or.jp/jpn/databox/2021/210106slide.pdf

欧米では、他の災害と比べて洪水による建物被害の割合が比較的高いことから、住宅等の敷地・建築レベルでの水害対策手法について、政府機関・研究所・民間団体等により多くの検討がなされ、住宅所有者や住民向けのガイドブックが発刊されています。

それに比べてわが国では、これまで住宅の災害対策は大地震とその後想定される火災対策などにもっぱら関心が向けられているくらいがありましたが、日本建築学会でも令和2年（2020年）に、戸建て住宅を中心に対策に関わる研究の進捗を促す提言をまとめ、設計手法・対策技術、建築構造技術、復旧性能等の観点からそのあり方を整理しています（図4）。

これらに共通する建築物の水害対策の考え方は、大きく、建物内部への浸水を許容しつつ被害を減らす“Wet Floodproofing”と、浸水を防止する“Dry Floodproofing”に分かれます。建築学会の提言ではこれをさらに発展させて、その場所における水害の発生頻度と浸水深・流速等の外力に応じて使い分ける考え方となっています。

国立研究開発法人建築研究所では、こうした考え方をもとに、木造戸建て住宅の水害対策について、5つの案の試設計を行い（図5）、その実現に要する費用と対策による水害の発生頻度を踏まえた被害軽減額を試算し、費用対効果を分析しました。そして各案の適用性及び技術開発上の課題、社会への普及上の課題等について検討した結果、建築場所のリスクに応じてこれらの方法を使い分けることが望ましい、という結論に至っています。また、既存の分譲マンションにおいて水害リスクが見込まれる場合に、水害対策の改修工事を行うことへの費用対効果について、同様の検討を行っています。

これらの結果は学会の研究論文のほか、3月の建築研究所講演会（[参考]参照）などで発表しており、こうした成果などをもとに、計画・部材設備・生産システムにわたる技術開発が進展し、都市レベルでの建築・土地利用の誘導策にも反映することが期待されます。

おわりに

水災害に備えた都市づくりや建築のあり方の検討は未だ緒についたばかりですが、国の施策における「流域治水」の重要な要素を占めると考えられます（図6）。

国立研究開発法人建築研究所においても引き続き、国土交通省や地方公共団体などと協力して、関連する都市・住宅・建築分野での研究開発を強力に進めていきます。

[参考] 木内望：都市における建築物の水害対策とその誘導策、令和2年度建築研究所講演会、2021年3月
https://www.kenken.go.jp/japanese/research/lecture/r02/index.html



■図6 「流域治水」の施策のイメージ（国土交通省・社会資本整備審議会資料より）

材料研究グループの研究紹介

床は、重力がある限り建築物使用者が常に触れ続ける唯一の建築部位です。そのため、床には快適性や安全性に関わる多様な性能が要求されます。その一つが“床のすべり”です。すべりやすい、あるいは極端にすべりにくい床は、転倒事故の誘因となります。厚生労働省がまとめる“人口動態統計”でも、スリップによる転倒を原因とした死亡事故事例が多く挙げられています。そのため、特に不特定多数が使用する空間を設計する際には、安全なすべり性能を有する床となるように床材を選択することが重要です。

しかし、設計時に参照される床材のすべり性能は、ほとんどの場合未使用状態での測定結果に基づくもののみであり、長期間の供用に伴うすべりの変化は十分に考慮されていません。例えば、図1に示すように、表面がザラザラとした床材はすべりにくいですが、不特定多数が歩行することで徐々に表面がツルツルになり、すべりやすくなり危険となる可能性があります。

そこで、材料研究グループでは研究課題の一つとして、すべりからみた床の耐久性を評価する手法について検討しています。具体的には、図2に示す、工藤らが開発した、人間の歩行による床への摩擦負荷を再現できる装置¹⁾を用いて、摩擦による床材の表面性状の変化傾向を把握する方法を試行しています。この手法が確立されれば、床のすべり性能が危険となるまでの期間を、建物利用者数などから事前に予測することが可能となり、長期的に安全な空間設計へ活用することが期待されます。

1) 工藤瑠美, 小野英哲: 摩擦による床のすべり抵抗の変化の即時推定方法に関する研究 その1,2, 日本建築学会構造系論文集, 第618,631号, 2007.8, 2008.9



図1 摩擦によるすべりの変化のイメージ



図2 摩擦促進試験機¹⁾

出版のご案内

■建築研究資料

- No.185 木造3階建て学校の火災安全～研究概要～ (2021.5)
- No.186 木造3階建て学校の火災安全～実大火災実験～ (2021.5)
- No.198 サステナブル建築物等先導事業(省CO2先導型)(平成27年度～29年度)における採択事例の評価分析 (2020.4)
- No.199 令和元年(2019年)房総半島台風および東日本台風による土木施設・建築物等災害調査報告 (2020.5)
- No.200 接着系あと施工アンカーを用いた構造部材の構造性能評価方法に関する検討 (2020.7)
- No.201 新設地域熱供給プラントの一次エネルギー換算係数に関する研究 (2020.11)
- No.202 省エネルギー建築のための設計ガイドライン (2021.3)

■建築研究報告

- No.149 内装材の燃焼拡大を含めた多層ゾーン建物内煙流動予測モデル (2021.2)

編集後記

『ファクトフルネス(10の思い込みを乗り越え、データを基に世界を正しく見る習慣)』(ハンス・ロスリング)が2019年1月に邦訳され話題となったり、国土交通省都市局で第1回「データ駆動型社会に対応したまちづくりに関する勉強会」が2020年11月20日に開催されたり、「データ駆動型」という語が目目されているが、データの重要性に加えて、アルゴリズムも重要と思われる。

地球・生物・人間は、情報・資源の出入りを許しながらバランスするシステムであり、開放系(非線形非平衡系)であるといわれている。人間は、五感等により周囲の環境を走査し情報・資源を入力し、脳が獲得したアルゴリズムに基づき感情表出・言語・認知・行動を出力するとともに一部を自己組織化し、系(システム)を保っている。このとき脳の古皮質は荒く速く「快・不快」と出力し、「快」であれば新皮質の遅い情報処理を活性化させる。松本元博士(まつもとげん。脳科学者。著書に『愛は脳を活性化する』など)はこれを35億年という進化の過程で脳が獲得した戦略だと評する。アルゴリズムによって例えば満腹感を感じて肥満を防ぐなどして系(システム)を保っている。

諸説有るが、人類出現は約500万年前だが、灌漑・農耕・穀物食・都市化は約1万年前、車の普及はTフォード(1908年)以降にすぎず、人類にとって治水・生活習慣病・自動車交通対策はアルゴリズム獲得の途上である。地球環境の恩恵に浴しながら、何をデータとしてサステナブルな社会を実現できるかどうかは、人類が獲得するアルゴリズム次第であり、われわれ科学者と政策企画立案担当者の役割は極めて重要と考えている。

建築研究所講演会動画公開のご案内

研究成果や調査活動の発表を通じて、住宅、建築及び都市の各分野における最新の技術情報を広く一般の方々に提供することを目的として、毎年3月に「建築研究所講演会」を開催しております。

令和3年3月5日(金)に有楽町朝日ホールにおいて開催を予定しておりました「令和2年度国立研究開発法人建築研究所講演会」につきましては、新型コロナウイルス感染拡大の状況を踏まえ、会場での実施を中止して、建築研究所HPに講演動画を公開することといたしました。どなたでもアクセスできますので、ぜひご覧ください。

■開催概要

URL: <https://www.kenken.go.jp/japanese/research/lecture/r02/index.html>

公開期間: 令和4年2月28日まで(予定)



特別講演
北海道大学名誉教授
越澤 明 氏

「都市計画法・建築基準法
制定100周年を記念して」

このバナーが目印です!



業者の皆様へ

「調達情報メールサービス」をご利用下さい!!

建築研究所では、一般競争や企画競争に関する情報のメール配信サービスを提供しています。ご登録いただきますと、新たな調達案件の公告(公示)開始と同時にメールが配信され、弊所のホームページを見ることなくタイムリーに情報を入手することができます。

是非ご利用下さい。詳しくは、建築研究所ホームページをご覧ください。(https://www.kenken.go.jp/cyoutatsu-ml/index.html)

このバナーが目印です!



●バックナンバーは、ホームページでご覧いただけます。
<https://www.kenken.go.jp/japanese/contents/publications/epistula.html>

●えびすつらに関するご意見、ご感想はこちらまで。
epistula@kenken.go.jp



第85号 令和3年7月発行
編集: えびすつら編集委員会
発行: 国立研究開発法人 建築研究所
〒305-0802 茨城県つくば市立原1
tel. 029-864-2151
fax. 029-879-0627