

総論 雨に強い都市

都市型水害の減災と防災 —都市型水害の実態と減災対策—

いしがき たいすけ
石垣 泰輔

関西大学
環境都市工学部・教授



1 はじめに

近年、気象庁から発表される1時間に100mm前後の記録的短時間大雨情報の回数が増加しており、2011年も100回に及んだ。わが国の多くの都市は、河口部や沿岸に発達した国土の約10%の平野に位置し、そこに約50%の人口、約75%の資産が集中している。その多くの都市は、河川水が溢れる外水氾濫、雨水排水施設から溢れる内水氾濫、さらには、台風時の高潮や地震に伴う津波による氾濫が引き起こす水災害に対して脆弱である。ここでは、都市型水害の実態について概説した後、自助・共助・公助という観点から減災と防災について考える。なお、都市型水害の特徴と対策については、本誌2011年3月号の特集記事¹⁾の中で、共同研究者である京都大学防災研究所の戸田圭一教授により解説されているため、本稿では、なるべく内容が重複しないこととしたので、そちらも参照されたい。

2 都市型水害の実態

1999年と2003年の福岡豪雨、

2000年の東海豪雨、2008年の岡崎豪雨など、都市型水害が頻発し、写真-1のように都市の機能が麻痺する。これらの水害については多くの論文・報告書等で紹介されていることから、ここでは、関西大学と京都大学の都市型水害に関する研究グループが調査・解析の対象としてきた地区で約30年ぶりに発生した2011年8月の内水災害を取り上げ、これまでに得られた成果^{2) 3) 4) 5)}に基づいて都市型水害の実態と問題点について述べる。

大阪管区気象台の気象速報によると、8月27日、大阪府で昼過ぎから夕方にかけて非常に激しい雨が降り、大阪市中心部では16時8分までの1時間に観測史上1位タイとなる77.5mmを記録し、10分間雨量でも最大22.5mmの雨が観測された。総降雨量は3時間

20分で88mmに達した。また、16時54分に記録的短時間大雨情報が発表された東大阪市付近では約100mmの猛烈な雨が観測され、床上浸水87棟、床下浸水234件、道路冠水9ヶ所などの被害が発生した（同月29日11時現在：大阪府調べ）と報告されている。

都市における雨水排水は下水道施設が担い、1時間雨量で50mm前後の排水能力を目標に整備されてきているが、8月27日豪雨のように計画規模を超える雨では、路上浸水が交通障害や店舗への浸水被害を発生させると



写真-1 都市型水害の実態（2000年東海豪雨災害、著者撮影）

もに、地下街等へ雨水が流れ込んで地下浸水被害を引き起こす。対象とした地区は、大阪市北区の高密度商業地域で交通の要所でもあり、多数の人々や車が往来する。雨水排水能力の60mmを超えた今回の豪雨では、地上浸水のみではなく地下街、地下駅、ビル地下室、地下駐車場などへの地下浸水に関する問題など、その実態は多くの課題を示唆している。

路上の浸水は、下水管が満杯になり、排水ポンプの能力を超えた時点からマンホール等から溢水から始まるため、降雨のピークと浸水のピークには時間差が生じる。この豪雨でも、その時差は1時間程度であったことが現地調査および再現計算結果で確認されている。他の豪雨を対象とした解析結果によると、約12時間継続した東海豪雨（最大1時間雨量97mm、総雨量567mm）よりも約3時間に集中した岡崎豪雨（最大1時間雨量146.5mm、総雨量242mm）による浸水被害が大きくなることが分かっている。これは、短時間に集中する降雨に対する対策が重要であることを示唆している。また、浸水は多地点で分散して発生したが、これは、局所的に低いなどの微地形、道路施設や敷地境界の塀の存在に起因している。すなわち、道路が路上に溢れた雨水の排水路となり、地盤の低い箇所に湛水することで浸水被害が発生しており、本豪雨では乗用車が水没して脱出不可能になり救助される事態が発生した。このような被害を軽減する一つの方策として、一次貯留を目的とした施設を設置することにより局所的に浸水深を減少させる減災対策が有効と考えられる。

一方、地下空間への浸水については、地下街・地下駐車場などの管理者が対応する場合には、土のうを積むなどの対策により浸水被害が軽減されている

が（28日読売新聞大阪版）、民間ビルの地下階にある店舗では対応がなされていないことから浸水被害が発生した。この地区では、地下階を有するビルの9割弱は、床面積が1,000m²以下の小規模であり、流入開始から数分以内にドアにかかる水圧のために開けることができなくなり、最悪の場合には犠牲者がでる可能性があった。

今回の豪雨時には、地上および地下店舗の従業員が豪雨初期の漏水や排水不良による排水口やトイレからの逆流溢水への対応に追われ、豪雨が継続した場合に発生する危険性などの状況判断ができなかった。また、管理者等からの情報伝達もなされていなかった。このような状況は、避難行動に遅れが生じることとなることから、雨量情報や想定される状況など、早期の対応が可能となる詳細な情報提供が必要である。この豪雨に対する解析モデルの検証の結果、10cmオーダーの浸水深の推定が可能なが示されたことから、ローカルでパーソナルな情報提供の可能性が高まったと言える。

以上のように、ゲリラ豪雨による浸水は短時間に浸水深が増加することから、その対応には時間的余裕がなくなり、危険を回避する行動へと結びつかない可能性がある。この問題を解決するには、雨水排水施設の規模拡大が考えられるが、そのためには膨大な時間と経費が必要であることから、早期の実現が困難な状況である。したがって、対応への時間的余裕を確保するには、情報提供などの非構造物対応（ソフト的対策）と一次貯留施設の設置などの構造物対応（ハード的対策）の両面からの減災対策が必要である。

3 自助・共助・公助による減災対策

都市型水害に対する総合治水対策

については本誌2011年3月号の特集記事¹⁾で概説されている。ここでは、自助・共助・公助に必要な減災情報という観点より減災対策について、これまでに得られた都市水害時の安全避難に関する成果^{6) 7) 8) 9) 10) 11)}に基づいて概説する。

3.1 自助・共助(住民)による減災対策

自助・共助、すなわち、住民に必要な減災情報は、水害の危険性と避難時の安全性に関する情報である。水害の危険性については、過去の水害記録や行政が提供する水害ハザードマップが役に立つが、減災のためには、いつ・どこで・何が起きるのか、という時間経過を考慮したローカルでパーソナルな情報が必要である。そのためには、微地形や構造物を考慮できる汎用解析モデルの構築と、そのモデルを用いた種々の条件下での検討が必要である。一方、避難時の安全性に関する情報としては、歩行避難時の安全度指標、地下室からの避難限界、水没車からの避難限界、水没車が流される条件などが必要である。水没車が流される条件以外については成果として得られており、以下に説明を加える。

浸水発生前の避難が最善策であるが、前章でも述べたように浸水深が短時間に増加する場合には、浸水状態の道路や階段および通路を歩行する状況が生ずる。そのような状況での避難の安全性について、関西大学および京都大学防災研究所に設置された実物大の通路や階段模型による避難体験実験結果から図-1に示す結果が得られている。図に示すように浸水時歩行の安全性は、浸水の深さ（水深）と流れの速さ（流速）に係る。図は、その組み合わせで、安全な避難ができる限界と自力での安全避難が困難となる限界を示している。避難困難の状態では、