身近になった都市水害

Urban Flood Disaster Occurred in Daily Life Area

執筆者プロフィール

中根 和郎
Kazuro NAKANE

- ◎1973 年名古屋工大第二部電気工学科卒，同年旧国防防災センターに入所，水害，水文学，リモートセンシングなどの研究に 30 年以上従事，この間，旧建設省工事事務所にて 3 年間水文観測および洪水予報に従事
- ◎研究・専門テーマは，洪水災害研究で，リアルタイム浸水被害危険度予測に取り組んでいる
- ◎（独）防災科学技術研究所 水・土砂防災研究部 総括主任研究員
（〒305-0006 茨城県つくば市天王台 3-1 / E-mail : nakane@bosai.go.jp）

1. はじめに

798 ページの「時とともに変貌する水害」で述べたように，多くの都市は潜在的に水害に弱い低平地にあり，ダムや河川などの治水施設によって守られている．大河川は 100 ～ 200 年に 1 度の年超過確率の大雨でも安全に雨水を排水できるように計画・施工されているが，中小河川は，社会的経済的に重要な都市河川で 50 ～ 100 年，一般河川では 10 ～ 50 年に 1 度の年超過確率の大雨まで安全に排水できるように計画・施工されている．つまり，中小河川沿い低地は一生のうち 1 度以上は水害に遭遇する可能性が高いことになる．主要都市の下水道区域ではさらに状況が悪くなっている．図 1 に主要都市の下水道区域における計画雨水排水能力を示す．この図からもわかるように，主要都市でさえ，時間雨量 30 ～ 60mm 以上の豪雨が降ると内水

図 1 都市下水道雨水排水計画 降雨強度とその発生確率
〔国土交通省河川局資料（2005）より作成〕

氾濫が発生する恐れがある．しかも，それらは 3 ～ 15 年に 1 度の年超過確率で起こる．図 2 に，水害の誘引となる豪雨の発生状況を示した．アメダスの 1 300 箇所の雨量観測点で時間雨量 70mm を超えた豪雨の発生回数は年間 20 ～ 70 回に達している．年によっては 1999 年のように，時間雨量 100mm を超える記録的な豪雨が 10 回も起こっている．2008 年も，石川県金沢市（138mm），愛知県岡崎市（146.5mm），一宮市（120mm），千葉県我孫子市（105mm）などで時間雨量 100mm を超す豪雨が降り，中小河川が氾濫し，大きな浸水被害が発生した．潜在的に水害に弱い低平地に暮らす知恵として，浸水を想定した被害軽減策を立てておくことがますます大切になっている．ここでは史上最大の豪雨を記録した 1982 年 7 月の長崎豪雨災害で，長崎市内が 0.5 ～ 2.0m 浸水し，そこで何が起こったかを述べるとともに，近年起こっている都市水害から身近に潜む水害の危険性について述べる．また，降雨によって起こる浸水箇所を最先端のレーダ雨量情報を活用して，リアルタイムに予測し，直前の浸水対策に役立てる取り組みについて紹介する．

2. 長崎豪雨災害

1957 年 7 月の諫早水害に匹敵する豪雨災害が 1982 年 7 月に諫早市西側の長崎市で起こった．図 3 にそのときの日雨量分布を示す．西彼杵半島中央部から長崎市の狭い範囲（約 60km × 30km）に日雨量 400mm を超える大雨がもたらされた．長崎市北部の長与町では最大時間雨量 187mm という観測史上最大の豪雨を記録した⁽¹⁾⁽²⁾．長崎県下で山崩れ・崖崩れ 4 457 箇所，83 溪流で土石流が発生した．長崎市内や東長崎地区を流れる浦上川，中島川，八郎川などの中小河川は流域の大半が豪雨域に覆われ，川の水位が急上昇し，激しい洪水氾濫が起こった．河川沿いの谷底平野が濁流に襲われ，低い所は 2m 以上浸水した．氾濫流の流れの速い場所では多くの車が押し流された．被害は九州か

図 2 アメダス 1 300 地点における近年の豪雨発生回数
〔北本朝展（国立情報研究所）資料より作成〕

図3 長崎豪雨日雨量分布 (23日9時～24日9時)
〔荒尾公雄 (1982) より引用〕

図4 長崎豪雨時の長崎本線長与駅における10分間雨量の時間変化

図5 東長崎市矢上町国道において67人を乗せた大型バス2台の流出

流出した路線バス・自動車・流木、矢上町東公民館前、道路上約1.95m浸水。1982年7月24日撮影。〔提供：長崎新聞社〕

図6 長崎市浜の町アーケード街での車の流出

1982年7月24日長崎新聞夕刊、流れてきた乗用車に商店のショーケースが倒れ、付近には靴などの商品が散乱。まるで戦場のようなさんたんなる光景＝24日午前7時30分ごろ、長崎市浜町アーケード街で写す。〔提供：長崎新聞社〕

ら中国地方西部の広い範囲に及んだ。とくに、長崎県下に被害が集中し、同県で死者・行方不明者数は299人、家屋の流失・全壊半壊は1127棟に達した。死者の大半は土石流や山崩れ・崖崩れによるもので、家屋が流失、倒壊、埋没し、262人が死亡した。洪水氾濫による死者も37人に達し、そのうち、11人が車の水没や車の川への流失で亡くなった⁽²⁾⁽⁴⁾。図4に長崎市の長崎本線長与駅における豪雨時の10分間雨量の時間変化を示す。

23日19時ごろから豪雨となり、激しい雨は深夜まで続いた。長崎市内では19時ごろから浸水が起り始め、帰宅時間帯の道路は車で混雑していた。雨が滝のように降り出すと、車は路上に数珠つなぎになって立ち往生し始めた。普通車の排気口の高さは約25～30cmであり、ここから水が入るとエンジンが止まる。道路が40cm冠水しているところでの走行実験では、車のギアをローに入れ、排気口から水が入らないように空ぶかししゅっくり走行すれば通れないことはないようであるが、かなり運転技術がいる。車はドアステップ上約10～20cm（路面上40～50cm）冠水すると浮き始め、濁流に押し流されるようになる。さらにドアの半分まで（路面上80～90cm）冠水するとドアが

水圧で開きにくくなる⁽⁵⁾。やっかいなことに、車の電気系統が冠水するとバッテリーの機能低下やショートが起り、パワーウィンドの窓は動かせなくなる。当時、車に乗ったまま流された人は少なかったのではと思われる。

大型バスも道路が150cm以上冠水すると浮き始める。八郎川の氾濫で東長崎地区の矢上町の国道で立ち往生していた大型バス2台が乗客67人を乗せたまま流された（図5）。幸いバスは歩道橋に引っかかり止まった。その後、金づちで窓ガラスを割って、水を車内に引き入れ、バスの流失を防いだ。乗客を救助するため、近くの公民館のカーテンをはがして、つなぎ合わせてロープを作り、それを歩道橋からつるした。乗客はバスの屋根からこのロープを上って歩道橋に無事避難することができた。多くの地下室が浸水した。ビルや病院の多くは地下室に受電・配電設備、非常用自家発電機、空調、ボイラなどの重量な設備を置いている。それらが冠水し、ビルや病院の機能が麻痺した。浸水による停電で、非常用自家発電機が自動的に作動し、地下室が漏電状態になり、近づくのが危険になる事態も起こった。そのほか、水圧でドアが開かなくなる。停電が長引き、地下室に入った濁水を排水するのに時間がかかり、

図7 1999年6月29日福岡市博多東のビル
地下1階が水没し、女性従業員1名死亡
〔提供：朝日新聞社〕

図8 2004年11月12日静岡県浜松市のJR線を跨る道路
のアンダパスが冠水、女性（69歳）が乗った車が進入し
て死亡（2004年11月12日朝日新聞）。
〔提供：朝日新聞社〕

ビルや病院の機能回復が遅れるところもあった。

地表でもさまざまなことが起こった。マンホールの蓋が飛び、濁水が激しく噴出した。流れの速い道路では自動販売機や車などいろんなものが流れ、危険な状態になった(図6)⁽⁷⁾。水道やガス管が川を横断しているところで、折れ曲がったり、流失し、漏水やガス漏れが発生した。あちこちで人が水路に流され死亡した。郊外を走行するバスは孤立状態になった。バスは運行計画に従って走行することが義務づけられており、不安を感じた運転手は会社に連絡を取り、指示を得ようとするが電話線の切断や電話の輻輳で連絡が取れず、周囲の状況が全くわからず路上に待機した。中には待機しているバスに土石流が押し寄せるところもあった。市内電話も市外電話も輻輳した。23日20時ごろから浸水が激しくなり、帰宅途中の人から自宅への連絡、市民から119番や110番への被害通報、避難問い合わせ、救助要請などの電話が殺到し、市内電話はつながりにくくなり、輻輳した。こうなると、電話は役場、消防署、警察署などにも殺到するようになった。さらに、21時30分ごろからテレビやラジオで災害情報や安否情報が放送され始めると、安否の確認と救助の依頼が各放送局にも殺到し、市外電話も輻輳し始め、なかなかつながらなくなった。

3. 近年の都市水害

前項で述べたように都市下水道区域の計画排水能力を超える豪雨が毎年のように各地で降り、高知（1998年9月、126mm/h）、福岡（1999年6月、79.5mm/h）、名古屋（2000年9月、114mm/h）、福井（2004年7月、96mm/h）、東京（2005年9月、112mm/h）、金沢（2008年7月、138mm/h）、岡崎（2008年8月、146.5mm/h）などで市街地が浸水する被害が発生した。福岡や東京では地下室が水没し、2人が亡くなった（図7）。一般に住宅の地下室は容積が小さく、道路から氾濫水が流れ込むと十数分で天井まで冠水する非常に危険な場所となる。道路は網の目のように張り巡らされており、多くの谷を横断している。道路が湿潤な谷を横断する際に50～80cm盛り土されることが多い。このような谷地形のところに、排水能力を超える豪雨が降ると内水

氾濫が起き、盛り土道路の上流側が一時的に深く湛水する。そういう場所に、止水板取り付けなどの浸水対策を行っていない地下室や地下街の入り口があると氾濫水は容易に地下空間へ流れ込む。東京都新宿区で地下室が水没し死者が出た場所は盛り土道路の上流側にあった。

交通渋滞を緩和するため、主要道路や鉄道は多くの一般道路と立体交差するようになった。このような道路のアンダパス部は凹地になっており、浸水しやすく、排水ポンプや雨水排水管が敷設されている。しかし、排水能力を超える豪雨が降ると凹地は一時的に深く冠水し、多くの車が進入して水没する事故が起こっている。大部分の人は自力で避難したり、救助されたりして助かっているが、中には悪い条件が重なって、死亡する事故が福岡市（1999年6月）、浜松市（2004年11月、図8）、鹿沼市（2008年8月）で起こっている。

河川の上流にはダムがあり、普段は水が蓄えられるためその下流は水量が少なく、砂利の中州ができて、絶好のキャンプ場やつり場となっている。夏の行楽シーズンには川遊びで賑わうが、中には短い休暇を利用して、多少の悪天候でも、河原でのキャンプを続けるケースが見られる。そんなとき、突然の雷雨で川が増水し、ダムにためていた水を放流することがある。1999年8月、神奈川県の大倉川の中州でキャンプをしていた25人に、危険だから避難するようにと警告が伝えられたが18人はそれに従わなかった。早朝、中州が水没し、消防による救助が試みられたが川の流れが速く、救助は難航した。川の水位がさらに上昇し、18人が流され、13人が死亡する惨事が起きた。

かつて、都市河川は雨水を安全に速く海まで流す水路として認識されていたが、水質汚染で汚れ、周辺住民からは厄介者として扱われるようになってしまっていた。近年、下水道の整備とともに、下水処理場の処理水を使った都市河川の浄化が行われるようになり、子どもたちが水辺で川遊びができるような親水護岸や親水公園が都市近郊の河川にできてきた。しかし、豪雨時には、都市河川は雨水が一気に流れ出てくるため非常に危険な場所となる。2008年7月、神戸市の都賀川の親水護岸で児童18人と引率者3人が川遊びを楽しんでいるとき、雨が降ってきたので、一時

橋の下で雨宿りしていた。雨が強くなり、危険を感じて川から避難しようとしたそのときに、上流に降った豪雨が一気に川に流れ込み、鉄砲水となって川を流れ下ってきた。避難列の後ろにいた児童2人と引率者1人が濁流に押し流され、児童2人が溺死した。別の場所でも園児と付き添いの女性が流され死亡した。東京でも同年8月、上流に降った局地豪雨が一気に下水道に流れ込み、下水道の補修工事をしていた6人が流され、5人が死亡する事故が起きた。

排水規模を超える豪雨が各地で降っており、山間地河川や都市河川の川遊びの場所が突然危険になること、地下室の浸水、道路アンダパス部での車の水没など身近なところで死亡事故が起きていることに注意し、人身事故だけでも減らす努力が必要である。

4. リアルタイムの浸水被害危険度予測の取り組み

繰り返し述べてきたように、排水規模を超える豪雨が各地で降っており、低平な市街地が突然浸水することも想定しておく必要がある。そうした事態でも被害をできるだけ軽減できるように備えておくことが大切であり、その際、時々刻々変化する浸水予測情報は有用な情報となる⁽³⁾⁽⁶⁾。(独)防災科学技術研究所では最先端のMPレーダ雨量情報をリアルタイムに取得し、いつ、どこが、どの程度、浸水して危険になるのかを10分ごとに、1時間先まで、10m格子の高分解能で予測し、インターネットで情報提供するリアルタイム浸水危険度予測システムを開発し、現在、神奈川県藤沢市南部などで実用化試験を行っている。このシステムは図9に示すように①雨量データ処理、②雨水流出計算、③浸水被害危険度予測および④相互運用型Web-GISサーバからなっている。①はMPレーダ雨量情報をリアルタイムで取得し、10分ごとに、河川流域は50m格子、下水道区域は計算10m格子の実況の雨量と10分ごとの1時間先までの雨量情報を作成する。②は土地利用を考慮した分布型タンクモデルを用いて、解析領域上流端の河川流量と下水道網の主要なマンホール群への雨水流入量を計算する。③では道路、河川、下水道管渠、堰、ポンプなどの構造物を高速の水理計算ができるように単純化し、道路網と下水道網を一体化した一次元ネットワークモデルを構築した。水理計算にはリアルタイムの高速計算が可能で、国内外で多くの使用実績があるデンマーク水理環境研究所の総合都市下水道解析モデル(MOUSE)を用い、道路網および下水道管渠網の任意の地点における浸水標高と流速を10分ごとに計算する。また、道路上の推定浸水標高値と流速値を用いて、病院、学校、福祉施設など施設の被害発生危険度および歩いて避難する場合の危険度指標を計算するとともに、それらを組み合わせた総合危険度のランクづけを行う。④は計算した10m格子の浸水深および流速、浸水被害総合危険度ランクのマップを作成し、インターネットを通じて情報提供する。このサーバは利用者が持っている避難路地図や地域固有の防災マップを背景図として、その上に浸水深および流速、浸水被害総合危険度ランクのマップを重ねて表示できる相互運用型Web-GIS機能を持っている。また、計算結果を視覚的にわかりやすく見せるため、Google Earthに重ねて、アニメーション表示できるKMLファイルを作成する機能も備えている。現在、これらリアルタイムの浸水被害危険度情報を浸水想定箇所の早期の安全対策や要援護者の早期避難に役立てる試みを行っている。

図9 リアルタイム浸水被害危険度予測システムの概要

5. まとめ

時間雨量180mmを超える豪雨が市街地に降るとどのようなことが起こるかを長崎豪雨災害の事例で述べた。毎年のように都市下水道区域の排水能力を超える豪雨が降っており、地下室の浸水や道路凹地の冠水が起きている。休日の夜間に突然豪雨が降り、日常の生活空間が同時多発的に浸水して危険になることも想定される。そのような場合には浸水場所から自力で安全かつ迅速に避難することが必要となる。そのための方法を具体的にイメージし、危険を回避する知恵として身につけることが大切である。市町村が公表する防災マップや洪水ハザードマップに関心を持ち、それに自分なりの情報を加えて、周辺に潜む危険箇所を理解しておくことも必要である。また、気象予警報、雨量・河川水位情報などさまざまな防災情報から自分に必要な情報を選択取得して周辺で起こりそうな気象状況をイメージすることが重要であり、それによって日常モードから防災準備モードに切り替えられ、突然浸水に遭遇しても、慌てることなく、危険を回避する知恵を働かすことができると思う。ここでは早期の避難を支援する詳細な浸水被害危険度予測システムを紹介した。このような取り組みが地域に広がり、地域から身近な周辺防災情報が出せる日が来ることを期待している。

(2009年 7月16日)

●文 献

- (1) 荒尾公雄, 気象, 長崎学術調査団昭和57年7月長崎豪雨による災害の調査報告書(1982), 2-13.
- (2) 大八木規夫・中根和郎・福岡輝旗, 1982年7月(57.9豪雨)による長崎地区災害調査, 国立防災科学技術センター主要災害調査第21号, (1984), 133.
- (3) 関根正人, 集中豪雨に対して都市は本当に安全か?, 日本損害保険協会予防時報, 226(2006), 8-13.
- (4) 高橋 博・ほか, 豪雨・洪水防災, (1987), 138-172, 白亜書房.
- (5) 高橋和雄・高橋 裕, クルマ社会と水害—長崎豪雨災害は訴える—, (1987), 182, 九州大学出版会.
- (6) 戸田圭一, 短時間豪雨と都市水害, 日本損害保険協会予防時報, 237(2009), 22-27.
- (7) 7.23長崎大水害写真集, (1982), 128, 長崎新聞社.