

東海豪雨災害と都市水害

井上和也・戸田圭一・川池健司*

* 京都大学大学院 工学研究科

要 旨

本報では、2000年9月11日午後から12日午前にかけて愛知県を中心とする東海地方で発生した東海豪雨災害において、おもに名古屋市とその周辺の都市域でみられた被害および着目すべき諸事象を、項目ごとにまとめて報告する。また、そこから得られる知見として、都市水害の特徴について考察を加えるとともに、ハード・ソフトの両面から都市水害対策の現状のまとめと若干の考察を行う。

キーワード：東海豪雨災害、都市水害、水害対策、破堤氾濫、内水氾濫

1. はじめに

2000年（平成12年）9月11日午後から12日午前にかけて、愛知県を中心とする東海地方で降り始めた雨は名古屋地方気象台で最大時間雨量93mm、総雨量567mmに達する集中豪雨となった。その結果、同市の北部および西部を囲むようにして流れている一級河川の庄内川、小牧市や春日井市を集水区にもちかつ庄内川の放水路の機能も有する新川、名古屋市の東部および南部を集水区にもつ天白川などにおいて大きな洪水が生じた。新川では破堤のため広範囲な外水氾濫が発生し、天白川流域では雨水が排水しきれず大規模な内水氾濫が生じた。

この水害は東海豪雨災害とよばれている。名古屋市という高度に発達した大都市を直撃し、広範囲、大規模かつ多様な被害をもたらした点において、つまり典型的な都市水害として多くの強い関心を集めた。1999年6月にも福岡市で、やはり集中豪雨のため、JR博多駅周辺で内水氾濫が生ずるとともに、市内河川（御笠川）の洪水が越水氾濫した結果、地下室内で1名の水死者が発生しており、都市における水害の危険性および対策の重要性が指摘されていたところであった。

本報では、東海豪雨災害について、名古屋市とその周

辺で発生した事象や被害をまとめるとともに、都市水害の特徴や対策について考えることにする。

なお、この水害では矢作川上流部などでも土砂災害や氾濫災害が発生しているが、それらについては割愛する。

2. 東海豪雨災害

2.1 降雨

2000年9月3日にマリアナ諸島付近で発生した台風14号は、12日午前3時には那覇市の東南東にあり、中心付近の気圧935hPaと非常に大きな勢力を保ちながらゆっくりとした速度で西に進んでいた。この台風14号の影響により、暖かく湿った空気が東海地方に流れ込み、本州付近に停滞していた秋雨前線の活動が活発になった。このため、11日から12日にかけて断続的に、東海地方を中心に関東甲信地方から四国南部の広い範囲で激しい雨となった。11日から12日の2日間の総雨量は、名古屋市周辺の他、三重県南部、愛知県西部の3箇所でいずれも600mm前後に達した。名古屋市における11日の日雨量は428mmで、これまでの観測記録（1896年9月9日、240mm）を大きく更新した。庄内川・新川流域では、11日未明から記録的な豪雨となり、名古

屋地方気象台では11日午後6時から7時までで最大時間雨量93mmを記録し、11日未明から12日までの総雨量は、年間降水量約1,500mmの3分の1に及ぶ567mmとなった。今回の降雨は、河川や下水道で想定している規模をはるかに超えていた。降雨の空間分布および時間分布の一例がFig.1およびFig.2である。

現在のところ、名古屋市における日雨量は200年に1回以下の低い確率であったと考えられている。

2.2 洪水

名古屋市内の各河川水位は軒並み計画高水位を超過した。Fig.3に名古屋市周辺の河川網を示す。

庄内川では、Fig.4のように、枇杷島地点（河口から約15km）で11日午後8時20分に警戒水位（T.P. 5.70m）を超え、同午後9時に出動水位（T.P. 6.40m）、12日午前2時20分に計画高水位（T.P. 9.18m）、同午前4時30分には過去の最高水位を2m近く上回るT.P. 9.46mを記録した。JR関西本線から国道19号線勝川橋付近までの約15kmの長い区間で計画高水位を超過する

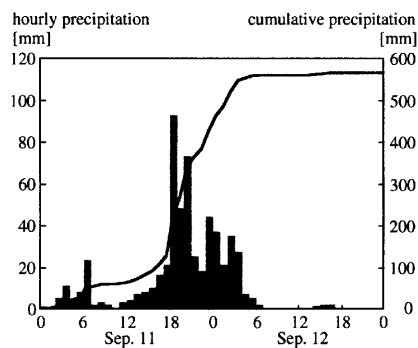


Fig.1 Spatial distribution of cumulative precipitation

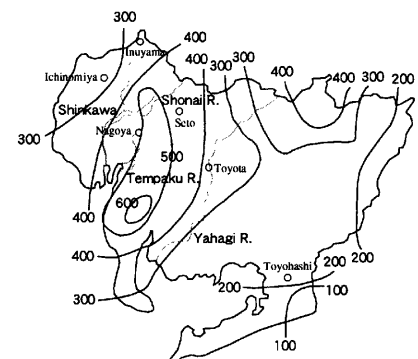


Fig.2 Hourly and cumulative precipitation at Nagoya

など、非常に危険な状態が続いた。また、河口より4.3kmから4.5km（国道1号線一色大橋）の下流右岸側では堤防を超える溢水が12日午前4時半頃から同午前6時過ぎまでの約2時間弱続いた。まさに、破堤寸前の危機一髪の状態であった。

一方、新川では、Fig.5のように、久地野地点（河口から約21km）で、11日午後5時50分に警戒水位（T.P. 4.50m）、同午後6時30分に出動水位（T.P. 5.40m）、同午後7時40分に計画高水位（T.P. 6.57m）を次々に超過、同午後9時には過去の最高水位 T.P. 6.60mを上回る第1ピーク（T.P. 6.90m）に達した。その後、一時低下傾向を示したが、午後9時から午後10時の間に始まった洗堰（庄内川の洪水の一部を新川へ放流する施設）を越流した庄内川からの洪水が加わって再び上昇に転じ、久地野地点では11日午後7時40分から12日午前8時30分まで約13時間にわたって計画高水位を超過し続けた。また、計画高水位を超えた区間は、砂子橋付近から上流の全川12kmに及んだ。

天白川では、Fig.6のように、天白水位観測所（河口より約7km）において、計画高水位（T.P. 8.66m）を、11日午後7時50分から12日午前5時20分の9時間半にわたって上回り、11日午後9時20分には最高水位となり、堤防天端高 T.P. 10.34m よりわずか15cm低い T.P. 10.19m にまで達した。

2.3 破堤氾濫

新川の河口より16km地点において、12日午前3時30分頃、名古屋市西区地内の左岸堤防が約100mにわたって破堤した。それまで新川では、自己流域からの流出で計画高水位（T.P. 6.57m）を上回り、雨水の浸透も加え堤体が湿潤状態になったところに、庄内川から洗堰を通して最大 $270\text{m}^3/\text{s}$ の分派を受け、長期にわたり計画高水位を上回る水位が続き、本格的な破堤に至った。

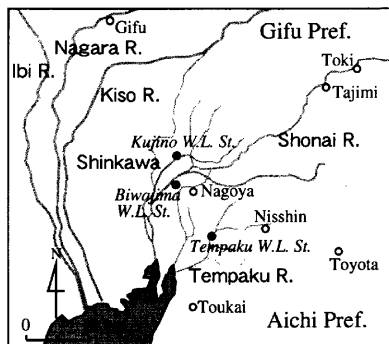


Fig.3 River network around Nagoya City

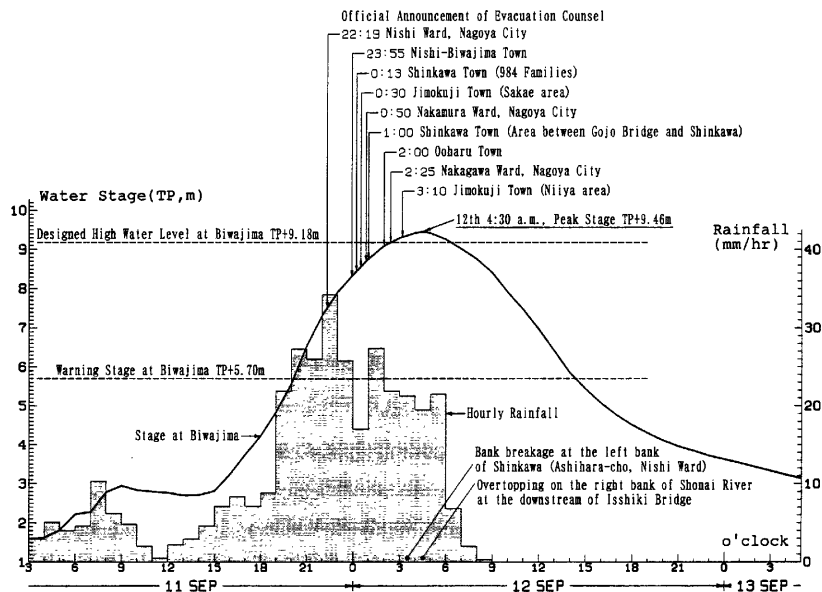


Fig.4 Averaged hourly rainfall of Shonai River basin and temporal change of water stage at Biwajima

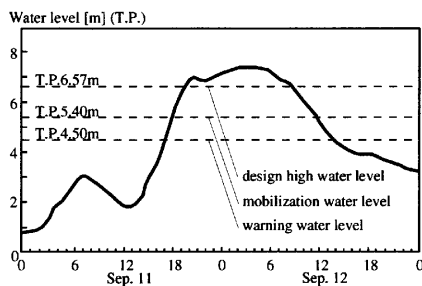


Fig.5 Temporal change of water stage at Kujino

氾濫流は、庄内川と新川に囲まれた名古屋市西区と西枇杷島町一帯を襲い、一部では2mを越える浸水深に達し、甚大な浸水被害となった。

その他、庄内川・新川水系、境川水系、矢作川水系の愛知県内の計10箇所で破堤氾濫が発生した。

2.4 内水

想定規模を上回るきわめて激しい降雨のため、東海地方では各都市で内水氾濫が生じた。

とくに天白川は、河床が堤内地盤より高い天井川である上、4km地点より上流は河川改修が十分には進んでいなかったこともあり、周辺では内水氾濫のため浸水深が2m以上に達する地域が広がった。とくに野並地区で

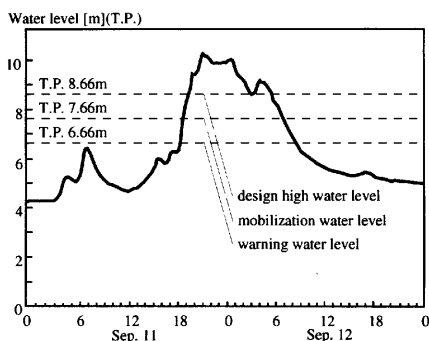


Fig.6 Temporal change of water stage at Tempaku

は、天白川の水位上昇により、支川である藤川やそのまた支川である郷下川が堰上げ背水の影響を受けて、野並地区へ溢水氾濫を起こしていた。さらに、野並地区の東部に展開する都市化した丘陵地からの大量の内水が郷下川を越えて地盤の低い野並地区に集中し浸水を一層大きくし、最大浸水深は2.4mに達した。加えるに、野並ポンプ場内の燃料供給ポンプが浸水したためポンプ場が一時停止し排水機能が失われたことも、浸水を大きくした一因ではないかと思われる。野並ポンプ場近辺の浸水がおきたのは、13日午前6時以降である。

また新川流域でも、ポンプの排水能力を上回る雨水流

出が生じていた上に、新川本川の破堤を防ぐために一部のポンプでは運転調節・停止が行われたため、広範囲な内水氾濫が発生した。

2.5 地下浸水

名古屋市内の浸水の影響で、名古屋市営地下鉄のいくつかの駅では氾濫水が駅構内から地下鉄の軌道に流入し、運行に支障が生じた。桜通線野並駅、鶴舞線塩釜口駅、名城線平安通駅で11日午後7時から9時にかけて地下鉄軌道への浸水が起り、また鶴舞線小田井駅では新川の破堤による氾濫水の流下のため、12日午前6時頃駅構内が浸水した。この影響で、11日午後8時から午後9時30分にかけて各路線で運休区間が生じた。桜通線、鶴舞線が全線復旧したのは、それぞれ12日午後6時、12日午後6時30分、名城線が全線復旧したのはそれより1日たった13日午後3時で、市民の足に大きな影響を及ぼした。

野並駅、塩釜口駅はそれぞれ天白川の支川の郷下川、植田川沿いの低地に位置しており、地上部の氾濫水が駅構内につながる出入口から駅構内に流入し、そこを経て地下鉄軌道まで流下した。野並駅ではあらかじめ設けられている高さ40cmの止水板が作動されたが、地上部の浸水深が止水板の高さ以上となり、止水板を越流して流入した。一部ではゴミなどが戸溝に詰まったため止水板が完全に閉鎖されず、そこからも浸水した。また、塩釜口駅では高さ20cmの木製の止水板を何枚も重ねて流入を防ごうとしたが、隙間などからの氾濫水の流入は止めようがなかったといわれる。平安通駅では地下鉄駅に隣接する工事現場が水没し、その水の一部が排水口より軌道内に流入したもようである。

2.6 交通

11日午後から鉄道網は大混乱した。JR新幹線、JR在来線、名鉄線、近鉄線、名古屋市営地下鉄線の各線は相次いで、冠水した区間で運休した。JRおよび近鉄名古屋駅、名鉄新名古屋駅では、約7,000人がホームに停車している列車やコンコースで一夜を明かさざるを得なかった。JR東海道新幹線は11日午後から12日午後にかけてほぼ24時間運休し、74本が立ち往生するなど、5万人以上の乗客が車内で一夜を明かすことを余儀なくされた。JR在来線の大府—岡崎間を最後に、14日午後4時半ごろ鉄道は全面復旧した。この4日間に約110万人の利用者に影響が及んだとみられている。

また、道路では、大量の故障車両、放置車両が道路をふさぎ交通渋滞を引き起こしただけでなく、緊急車両やごみ収集車両の通行を妨げた。

2.7 ライフライン

水道：被害は9県にまたがり、約3,390戸が断水した。断水中の世帯は、井戸水・谷水の利用、給水タンク・給水車などにより対応し、19日に復旧した。

電気：中部電力管内で約334,400戸が被災した。随時復旧され、16日に完全供給されるに至った。

ガス：12日午前6時40分から西枇杷島町の北部・名古屋市西区の一部の約3,480戸で、12日午前9時から名古屋市北部の一部の約2,220戸で供給が停止された。随時復旧され、前者の区域は17日、後者は14日午後10時をもって完全供給された。

通信：愛知県東部で土砂崩れによるケーブル断線で、1,500世帯が不通、14日午後5時30分頃に完全復旧した。また携帯電話等の基地局が停波したが、22日をもって全回線が復旧した。

2.8 避難・情報の伝達

東海豪雨災害では、愛知、岐阜、三重の3県で約22万世帯、約58万人に避難勧告が出された。しかし、河川情報、気象情報はそれぞれの自治体に伝わっていたものの、避難勧告発令の判断ができず、多くの自治体で発令のタイミングが遅れた。しかも発令されたのは多くはFig.4のように深夜から未明にかけてであり、その段階ではすでに内水や河川の溢水により道路が冠水、浸水していたため、広報車などの想定していた伝達手段が利用できないという地域が少なくなかった。

例えば、西枇杷島町では、発電機が浸水し電話が不通となり、消防団が「避難勧告」を車で広報したが、雨音で十分に伝わっていなかった。名古屋市緑区では、人命救助と避難所への誘導を優先することで広報まで手が回らなかったため、避難勧告を伝えたのは区の広報車と消防署のワゴン車の計2台だけであった。同天白区では、住民が外に出ればかえって危険との判断から大きな被害が出たのにもかかわらず避難勧告を見送っており、住民は自主的に避難を行っていた（中日新聞）。

住民の側は、まだ浸水していないもしくは浸水深が浅かった段階では浸水被害に対する危険を認知することができなかった上に、電話および携帯電話は、回線の輻輳のため情報収集・伝達の有効な手段とはなりにくかった。住民が避難の必要性を実際に感じた時点ですでに避難できるような状況にはなく、自宅での待避を余儀なくされたり、数時間後に自衛隊などによって救助されたという住民も多く存在した。

避難所では、浸水により避難所が孤立化し、飲料水、食料などの救援物資の緊急調達がうまくいかなかったことに加え、非常用の食料や物資の備蓄倉庫が1階にあったために浸水によりそれが利用できなくなってしまうところもあり、とくに食糧の不足は深刻であった。「食べ物、水の支給は1日1回、食べ物は乾パン1枚だけ」、

「人数分の食料がなく、子供と老人だけに配布した」という避難所もあった。また、避難住民に対する水害状況や生活資材提供などの情報を十分に提供することが困難であった（建設省、2000；片田、2000）。

2.9 災害時要援護者

避難の際に、多くの高齢者が、冠水した道路を避難できずに、水に浸かった家屋に取り残された。とくに一人暮らしの高齢者には、耳が遠かったり、近所付き合いがほとんどなかったために避難の情報や援助が得られなかった人も多くみられた。

また、一人暮らしの高齢者に関して災害後の生活再建をどう支援していくかということも問題とされた。

2.10 人身事故

全国の死者10名のうちの4名は、河川や側溝などに転落し流されて死亡している。

11日午後10時頃、消防団長からの出動要請を受け、自転車で水防警戒のための集合場所へ向かっていた消防団班長が、豪雨による増水で一部のふたが跳ね上がっていた用水路の暗渠部分に誤って転落したとみられている。また、岐阜県上矢作町の男性が川に流され、静岡県内の子児童が水深10cm程度の側溝に転落し流され、三重県四日市市の男性が道路脇の水路に流されてそれぞれ死亡した。

また、名古屋市内ではマンホールのふたが約70箇所では浮上・飛散したが、幸い転落者はなかった（建設省、2000）。

2.11 被害額の特徴

東海豪雨災害による被害総額は8,500億円と試算されている。このうち、愛知県についてみると、家庭・家屋用品の被害が3,400億円、事業所資産の被害が3,300億円、営業停止の損失が750億円、農林水産業の被害が64億円であり、これらを合わせた被害（一般資産等の被害）が全体の96.4%を占めている。これに対して、愛知県における公共土木施設の被害は全体の3.6%に過ぎない。

1998年の全国被害では、一般資産等の被害と公共土木施設の被害はそれぞれ全体の52%、48%であった。つまり、1998年では一般資産等の被害と公共土木施設の被害とはほぼ同程度であったのが、東海豪雨災害では一般資産等の被害の方が圧倒的に大きくなっている。一般資産等の被害のうち、事業所資産の被害および営業停止の損失を家庭・家屋用品の被害との比でみると、1998年ではそれぞれ1/6および1/50程度であったが、東海豪雨災害ではそれぞれ1および1/4.5程度である。すなわち、東海豪雨災害の被害では、事業所資産の被害および

営業停止の損失が大きな比率を占めているといえ、都市における水害の一つの特徴といえそうである。

2.12 災害ゴミ

27,000棟に上る床上浸水家屋からは、家具、電化製品、畳などの大量の災害ゴミが排出され、その処理が問題となった。愛知県内からは81,000tのゴミが排出され、とくに全家屋のおよそ6割が床上浸水を受けた西枇杷島町からは、1年間に排出される量の約5倍のゴミが排出された。これらのゴミは公園等の臨時集積場に集められ、それらを全て収集するのに、県内の他の市町からも応援を得ておよそ1ヶ月を要した。さらにその処理には半年の時間を要した。また、今回の水害では集められたゴミの衛生問題や、不法投棄、便乗投棄の問題も浮上した。

2.13 救援

愛知県知事は、11日午後9時50分、陸上自衛隊第10師団長に対して災害派遣要請を出した。おもにヘリによる状況偵察、輸送支援、ボート等による住民避難支援、水防活動（土のう積み）、住民への生活支援、防疫活動、塵埃輸送などが行われた（国土庁、2000）。また、全国各地から集まったボランティアは、清掃活動の支援を中心に活動した。

2.14 復旧

新川左岸の堤防決壊地点では、13日午前中に計画高水位の高さまで締め切り、14日深夜には計画堤防高までの仮堤防工事を完了し、引き続き、今後の出水に備えての補強工事を実施した。愛知県は、排水ポンプ車の出動を要請し、中部地建および近畿、中国、四国各地建から派遣された排水ポンプ車合計20台（総排水能力23m³/s）と照明車などを、新川町・西枇杷島町および名古屋市区の浸水地域に出動させた。ポンプ車による排水を開始したのは12日午前9時頃で、14日午前6時50分にはおおむね終了した。この間の総排水量は約80万m³に上った。

3. 都市水害

3.1 わが国の都市における水害

わが国の多くの大都市が河川河口部の沖積平野に位置していて、もともと水害を受けやすい宿命を負っている。

河川によって流送された土砂が堆積して発達した氾濫原（必ずしも河口部とは限らない）に都市が立地しており、活発な土砂生産により河川の河床が堤内地より高くなっていることが少なくない。その極端な例が天井川

である。その結果、例えば大阪市のように、市内を横断してみると、最も高いのが淀川や大和川の洪水位、その次が市内河川である寝屋川や平野川の洪水位であり、市街地は一番低くなっていることが珍しくない。このような地形の特徴から、ひとたび破堤が生じた場合には大規模な外水氾濫が生ずる危険性があるとともに、雨水を市内河川や淀川などへ排水するのがむずかしくなることによって生ずる内水氾濫の危険性も多くなっていることが知られる。また、都市の地形が低平である場合には、氾濫は蔓延的に広い範囲に及びがちである。

さらに、沿岸域に位置していることから、高潮や津波といった海性の氾濫災害の危険性も高い。都市の沿岸部では地盤沈下などによりいわゆるゼロメートル地帯が広がっていることも少なくないから、そのような地域では海性の水害はとくに重視されなければならない。

また、河口部に位置する都市では河川の洪水は海の影響、端的には河口潮位の影響を受けている。一般的に言えば、災害水象は河川と沿岸海域との相互作用の結果として現れているのである。台風は豪雨と高潮を引き起こすから、これらの都市ではある場合には両者の重畳も考えに入れておかなければならないといえる。さらに、わが国では沿岸域において埋立開発が相行われているから、それらによる地形変化の影響が相互作用に重なっていることにも注目するべきである。

3.2 都市水害の特徴

都市における水害が都市水害として際だってきたのは、わが国が高度経済成長する1960年頃から後のことである。それには二つの面がある。ひとつは災害を引き起こす水文・水理事象であり、もうひとつは被害の現れ方である。

前者については、都市化に伴う流出の変化、中小河川の氾濫および内水氾濫があり、後者については都市における集中した複雑多様な構成と機能の被災がある。以下にこの二つの面からみて都市水害の特徴を挙げてみよう。

(1) 都市化による洪水の変化

大きい河川における治水施策が進んだ結果、1960年頃以降では、戦後間もなくの頃のように利根川や淀川が破堤することは激減した（ただしあくまでも、これまでは、という注釈をつけて）。しかし、経済成長にしたがって流域の都市化が進行した影響は重大である。高橋（1990）は、都市人口が増加するに従い宅地開発が進むことは豪雨の流出率を増加させ都市河川への負担を大きくさせるとともに、宅地開発が川沿いの低平地に進出すれば水害の危険性は一層増加すると指摘している。

一般に、都市化すれば、洪水の流出は速くなることもピーク流量は増加し洪水はより尖鋭化し、洪水として

はより危険になるといわれている。とくに都市を貫流する中小河川流域では、都市化が著しく進行し洪水氾濫の危険度が潜在的に増していることが少なくない。例えば、中小河川とはいえないが、鶴見川（神奈川県）（建設省、1996）では、市街化率は1958年には10%であったのに対し、1990年には90%にまで増大しており、試算によればこの都市化に伴い基準点の洪水流量は約 $600\text{m}^3/\text{s}$ から約 $1300\text{m}^3/\text{s}$ に倍増している。

一方でまた、都市化は氾濫が生じた場合には大被害を引き起こす。つまり、都市化は潜在的な被害を増加させる。このように、都市化の進行は二重の意味で氾濫災害の危険性を高めている。

(2) 中小河川の氾濫

大都市の近郊ではベッドタウンや衛星都市が発達して、都市化の進行が著しい。このような近郊都市を通過して大都市を貫流する中小河川では、上記のように都市化により洪水流出が増大しかつ急速になっている。とくに、下流部に都市がすでに発達していて、その上流部が新たに都市開発された場合、都市化によって増大した上流からの流量を疏通させる能力を下流部がもっていないことが少なくない。都市化はその箇所だけでなく下流側にも大きな負担をかける。このような場合には中小河川の流域にわたって氾濫の危険性が高くなっているといえる。

中小河川の整備率は大河川のそれよりさらに低い。神田川、目黒川（いずれも東京）や新湊川（神戸市）での越水氾濫、1999年の福岡水害における御笠川の同様の氾濫、あるいは東海豪雨災害における新川の破堤氾濫が大きな都市水害を発生させている。

(3) 下水道整備と内水氾濫

現在、多くの都市ではおおむね時間雨量 50mm の降雨に対応できるように、下水道や内水排除ポンプなどの排水施設の整備が進められている。しかし、その整備率は氾濫防御に必要な面積の約52%（河川便覧、2000）といわれており、いまだ不十分といわざるをえない。その上、近年では時間雨量が 50mm 以上の猛烈な豪雨がかなり頻繁に発生している。先に述べた都市の地形的特徴からとくに低平地では、都市の雨水排水能力を越えたための内水氾濫が頻発している。地域住民にとって鬱陶しく腹立たしい災いであり、都市水害において内水氾濫の占める重要性はとくに高い。

内水氾濫による浸水は外水氾濫と比べて一般に小さいと考えられているが、地形によっては周辺の内水が一番低い箇所に集中することがあり、その場合には相当大きな浸水深となることは東海豪雨災害時の野並地区の例でも明らかである。

(4) 複雑な氾濫現象

都市においては街路がネットワーク状に発達してい

る。また、街路の両側にはビル、商店、住宅などが連なり、建造物が密集している。それらのうちには、地下室などのように地下空間を利用している建物が少なくない。また、規模の大きな都市の中心部では、地下街や地下鉄、あるいは地下の倉庫や駐車場などの地下空間が発達しており、それらの多くは多層構造になっている。さらに、堤防や鉄道・道路の盛土のように、氾濫した場合の流れに大きな影響を与える構造物が、長い延長にわたって数多く存在する。堤防には水害が予想されるときは閉鎖されるはずの陸開や防潮扉が設けられていることがある。下水道の雨水排除機能はもちろん重要であるが、一方では下水道からの逆流溢水も考えなければならない。流末のポンプ場は内水排除施設として大きく期待されているが、排水先が河川である場合には河川の洪水の状態によって排水停止・調節が要請され、内水と外水の板ばさみが生ずる。都市の氾濫を考えるための基礎である氾濫流は、こうした複雑な場と状況で発生するからその挙動もまた複雑である。

水の流れとしての氾濫流は、微細な地形（具体的に標高のわずかな違い）の影響を大きく受ける。しかし、都市においてはそのような地形に対する意識は低いことが多く、日常からは思いもしない箇所に氾濫水が現れたり集中したりする結果をもたらしている。

都市における水害では、地形および上に述べたような多様な土地利用状況の影響を受け、不意を打つかのような浸水が生ずることが少なくない。

(5) 都市の高い集中度

先に述べたように、わが国の多くの都市は氾濫原に立地しており、その都市に人口や住宅、および各種の行政的、経済的および社会的な中枢機関が集中している。過去に氾濫したことのある区域あるいは氾濫が想定される区域（両者をあわせて氾濫区域とよぶ）の面積は、わが国では国土の10%を占めるが、その氾濫区域にわが国の人口の50%、資産の75%が集中している（建設省、1992）のである（1985年現在、現在では集中がさらに進行している）。ちなみに、アメリカ合衆国では、氾濫区域の面積は7%、そこに住む人口は9%といわれる。

このように密集度が高いことから、用地取得の困難さのため大規模な新たな治水事業がきわめてむずかしくなるといふ問題と、水害が発生したときには多様な被害が人的にも資産的にも発生するという問題が生じている。

(6) 被害の多様さ

前に述べたように、都市の構造は面的にも鉛直的にも稠密であり、氾濫は複雑な様相を呈すると考えられる上、そこに多くの人口、資産、機能が集中しているから、被害の現れ方は多様である。その具体的な相は2.でまとめたとおりである。都市においては、多くの施設や機能が相互に密な連関をもっているから当然のことである

うが、大きな特徴は、ひとつの事象が他に波及してゆき被害連鎖が生まれることであろう。

例えば、ある道路が冠水した場合、それにより交通渋滞が発生しそれが他の道路にも波及して都市交通全体の麻痺に至ることが起こりうる。また、ビルディングの地下にある給電設備が浸水により被災した場合、照明が失われることによる混乱（とくに地下街など）、それに伴う避難行動の制約、通信（電話やファクシミリなど）の途絶、コンピュータの停止、など局所的にみても多くの障害が生じ、そこからさらに鉄道や道路交通の制御不能による不通・渋滞、取引などの停止・遅滞による経済的損失、さらには直接的な被害にとどまらず営業停止・廃業などの間接的な被害へと拡大的に波及するおそれがある。

被害についてさらにつけ加えておくべきは地下水害である（井上、2001）。個人住宅やビルディングの地下室はいうまでもないが、一般に地下空間の容量は地表の氾濫水量に比べてそれほど大きくはなく、浸水が始まれば水位の上昇は思いのほか速いことに注意を要する。程度の差はあれ多くの都市で、地下街や地下鉄が発達している多くの人に利用されているから、地下水害は都市における水害の重要な一面として考えなければならない。

日常的な生活の利便性向上とそれへの慣れの裏で、都市はたとえわずかな浸水によっても連鎖的な被害を受けやすくなっており、水害に対する脆弱性は増しているといえよう。

(7) 稀薄な地域社会

災害対策として、最近ではハード的な方策と並んで、ソフト的な方策の重要性が強調されている。水害対策も例外ではなく、予・警報体制と避難システム、水防活動などがソフトの方策として挙げられる。

テレビなどから伝えられる気象情報や河川情報は、人々の心準備や自主的な避難判断に相当の役割を果たしている。しかし、都市においては、経験がないことなどから水害への関心が高くない人も多く、それらの情報はややもすれば他人事になりがちである（堤防整備などの治水施策が充実するほど、水害への危険認識や関心が一層低くなるように感じられるのは皮肉なことである）。避難行動や水防活動では地域での共同作業が重要であるが、都市では一般に地域の連帯感稀薄なことは否めず、いざというときにそれらが機能しないおそれがある。

4. 氾濫災害の防御

4.1 河川や下水道の整備

最も基本的な要件は、氾濫が生じないように治水対策を推進させ、河川や下水道の整備を図ることにより都市水害対策をさらに充実させることである。

河川に関しては長期的には、河川の重要度に応じて次の年超過確率をもつ計画降雨を設定して、河川の洪水防御計画がたてられている（建設省，1997）。

- A級……200年以上のリターンベリオド
- B級……100～200年のリターンベリオド
- C級……50～100年のリターンベリオド
- D級……10～50年のリターンベリオド
- E級……10年以下のリターンベリオド

ここで、河川の重要度は、河川の大さき、対象地域の社会的経済的重要性、被害の量と質、過去の災害履歴などを考慮して定められ、一般に1級河川の主要区間ではA級～B級、1級河川のその他の区間や2級河川のうち、都市河川ではC級、それ以外では重要度に応じてD級あるいはE級が採用されることが多いという。

下水道整備は、汚水処理だけでなく、雨水を排除し内水災害防止を図る都市基盤整備としてきわめて重要である。雨水排除計画で一般に想定される先述の時間雨量50mmは、超過確率にすると5～10年程度に相当することが多い。

ここで気付くのは、河川と下水道とで計画基準の超過確率がかなり異なることである。この相違は、外水氾濫と内水氾濫とでは想定される被害規模に相当の差があることに基づくと考えなければならない。

もう一つ現実的な問題は、さきに触れたように、ポンプの排水先が河川である場合、河川が洪水ですでに危険な状態になっているため、やむを得ず下水道からの排水を規制しなければならず、ポンプの苦しい排水操作がしばしば強いられることである。根本的には、上記の超過確率の差とともに、河川計画と下水道計画の整合の問題である。このような問題点については関係機関の間での調整が必要であるとともに、その結果に対して住民の理解を得ることも不可欠である。

確率的な考え方をする場合につけ加えなければならないのは、豪雨や台風は自然現象であるから、計画規模を超過するものが起こりうることである。さらに現実には、河川や下水道の整備率は、その計画規模の基準に照らしても、まだまだ低いことを考えておかなければならない。

以上のような整備を進めるに当たってもう一つ重要なことは、沿川自治体の相互協力である。河川が自然物として多くの市町村を通過するものである以上、上下流および左右岸の利害対立をどのように解消・緩和するかは避けておれない課題である。

河川整備だけでなく、下水道計画や流域対策としての雨水貯留施設の整備などにおいても、さらには平時からの水害に関する情報交換や水害発生時の避難・救援活動においても、広域的な協力関係がきわめて重要である。

4.2 ハード的対策

氾濫災害を防御するハード的な方策を挙げると次のようである。

- 河道整備……法線改良、築堤、堤防拡幅、河床掘削、堤防嵩上げ、堤防強化（破堤しにくい堤防）、護岸、水制
- 放水路……洪水のバイパス
- 貯留施設……遊水池、ダム貯水池
- 流出抑制……多目的遊水池、防災調整池、雨水貯留施設、雨水浸透施設、浸透性舗装
- 内水排除……雨水排除下水道の整備、側溝やマンホールでの事故防止
- 地下河川……密集市街地の雨水排除能力の向上
- 施設の耐水化……防災拠点、避難所、ポンプ場、ライフライン、ビロティ式家屋、地下浸水防止

これらのハード的対策については、施設そのものと並んで、運用操作ルールをどのようにするかが重要なことはいうまでもない。

以上の他に、超過洪水対策としてスーパー堤防（越水が生じても破堤はしないように堤防幅を相当大きくした堤防）や、流域対策としての小規模貯留施設や地下貯留施設などが考えられる。

さらに進んで、二線堤による氾濫流の制御、あるいは宅地嵩上げや輪中堤などの低地対策などが、氾濫許容型の災害防御方策として考えられるようになっている。つまり、豪雨やその結果の洪水を、河川だけで負担するのには限界があり、流域においても面的に負担する流域治水が今後展開されてゆくべきであろう。

4.3 ソフト的対策

ハード的対策の多くは、完成までに多くの経費と長い時間を要するから、その点からこれを補う方策が欠かせない。また、計画規模以上の超過洪水に対する方策も考えておかなければならない。これらのためのソフト的対策として、具体的には次のようなことが考えられる。

- 土地利用のあり方……開発の規制、移転
- 水害危険度の周知、認知……浸水実績図、洪水氾濫危険区域図、ハザードマップ
- 水害情報、予・警報……気象情報や河川情報の収集、事象の予測、水防機関・住民への情報提供
- 情報伝達の方法……伝達手段の確保、防災無線、広報車、電話、情報伝達ネットワーク
- 避難計画……避難情報の内容・時期・伝達、避難先、避難方法、避難経路、避難所支援
- 地域水防災活動……水防組織、災害ボランティア
- 保険

このうち、開発の規制などは、洪水に関して河川への負担をこれ以上に増やさないようする努力である。

水害危険度の周知・認知に関しては、過去に浸水のあった箇所を示した浸水実績図や、洪水氾濫シミュレーションによる洪水氾濫危険区域図（建設省，1993）が公表されている。その目指すところは、i) 氾濫災害を受けるおそれの認識，ii) 水防への関心を促すことや避難活動への利用，iii) 水害に強い生活様式の工夫，などである。さらに、これらと氾濫時の避難地や避難経路などを組み合わせた洪水ハザードマップもいくつかの沿川都市で作成され、住民に配布されている。

東海豪雨災害から得られる大きな教訓のひとつは、災害への対処に関して、行政に依存し他人頼みになるだけではなく、一人ひとりが災害を知り地域が連携することの重要性ではないだろうか。そのためには、まず「災害はない」という思いこみをなくすることが必要であり、次いで自分の住んでいる場所の地形（どのくらいの高さにあるか、河川や海からどのくらいの距離にあるか、など）を知り、文字どおり足もとを見つめ直すとともに、周辺の災害履歴や過去に災害がどのように受けとめられてきたかを学ぶことが必要とされよう。住民のそのような要求に応えるためにも、ハザードマップなどの情報が事前にふだんから提供されているべきである。

5. おわりに

わが国の都市の多くは、これまで述べてきたように自然的にも社会的にも水害を受けやすい宿命をもっている。したがって、水害対策を推進することは最も重要な都市基盤整備のひとつでなければならない。先人の営々とした努力により河川や下水道などの整備が進捗した一方で、危機意識が薄らぎ、その不意を打たれるかのように、また見落としをつかれるかのように、都市が水害に襲われている。それぞれの都市の成り立ちをよく考えた水害対策をハードおよびソフトの両面から立てておく

ことが重要であるのはもちろんであるが、それとともに住民一人ひとりがわが街の耐水程度とその向上に意識を向けること、そしてそれに応えられるように情報・助言の提供や経済的・技術的支援を行政的に充実させることが望まれる。

謝 辞

東海豪雨災害のとりまとめに関して、廣瀬昌由氏（国土交通省河川局，当時は同省中部地方整備局）に多くの資料提供とご助言をいただいた。また、資料整理には大学院学生 滝沢正徳氏（現大成建設）のご助力を得た。記して両氏に深甚の謝意を表します。

参考文献

- 井上和也（2001）：地下空間での水害 — 福岡水害から学ぶ —，中川 一編：21世紀の水防災研究を考える，京都大学防災研究所研究集会（特定）報告書，12S-2，pp.5-10．
- 河川便覧（2000），日本河川協会監修，国土開発調査会刊，p.61．
- 片田敏孝（2000）：災害関連情報と住民避難の状況，京都大学防災研究所 2000 年 9 月東海豪雨調査速報会資料．
- 建設省（1992）：今後の河川計画はいかにあるべきか，日本河川協会，p.33．
- 建設省（1993）：洪水氾濫危険区域図．
- 建設省（1997）：河川砂防技術基準（案），計画編（改訂新版），日本河川協会，p.9．
- 建設省（2000）：第 2 回都市型水害緊急検討委員会資料．
- 国土庁（2000）：平成 12 年秋雨前線と台風第 14 号に伴う大雨による被害状況について．
- 高橋 裕（1990）：河川工学，東京大学出版会，p.125．
- 中日新聞（2000）：9 月 15 日付朝刊，21 日付夕刊．

Heavy rainfall disaster in Tokai district and urban flood disaster

Kazuya INOUE, Keiichi TODA and Kenji KAWAIKE*

* Graduate School of Engineering, Kyoto University

Synopsis

From 11th to 12th of September 2000, a heavy rainfall and resulting flood attacked Tokai District, especially Aichi Prefecture and Nagoya City. This report describes the damages and remarkable features caused by this flood. The characteristics of urban flood disasters are discussed, on the basis of the knowledge obtained from this flood disaster. The structural and non-structural countermeasures against urban flood disaster are also summarized, with the emphasis on the public involvement.

Keywords : Heavy rainfall disaster in Tokai district; Urban flood; countermeasures against flood disaster; Inundation due to bank breakage; Inundation due to heavy rainfall