

ハリケーンカトリーナ災害の教訓

名古屋大学大学院工学研究科

教授 辻 本 哲 郎

2005年8月末米国東南部を襲ったハリケーンカトリーナ(最盛期でカテゴリー5、上陸時カテゴリー3。カテゴリーはハリケーンの強さを気圧、風速で分類したもの)では、高潮によってニューオリンズの街が水没、48万人に避難命令が出て市民が逃げまどい、ほかにも東部海岸沿いで高潮と強風によって建造物が軒並み破壊され、1,200名以上の死者、200億ドル以上の損害を出した。わが国もこの災害を他人事といえない。カトリーナ災害の実態を紹介し、わが国もカトリーナクラスの脅威にさらされる可能性のあることをふまえ、それが現実化したらという視点で、話を進めたい。

カトリーナによるニューオリンズの水没 (図1参照)

ニューオリンズは、東部がメキシコ湾と直結したボーン湖、北部が比較的閉鎖的なポンシャトレイン湖に接した海拔ゼロメートル以下のいわゆるゼロメートル地帯で、さらに市街地の南側をミシシッピー川が流れる。ミシシッピー川の堤防は比較的高くまた地形的にも自然堤防を形成しており、

ミシシッピーの市街地もミシシッピー川に近い部分の比高は高い。そこからポンシャトレイン湖にむけて、中央に微高地はあるが、低平地が広がる。ポンシャトレイン湖側へは、湿地を埋め立てて都市を拡大してきた。俗にスプー皿地形といわれ、都市化の推移との関連で、その中央にポンプ場が建設され、ポンシャトレイン湖に水路(canal)で雨水が排水されている。また市街の東側にはポンシャトレイン湖とミシシッピー川を結び、さらに東のボーン湖を経てメキシコ湾とつないだ運河(InnerHarborNavigationCanal, 工業運河)が存在する。ミシシッピー河口からニューオリンズに遡るには砂嘴状地形のために遠距離を航行せねばならないもののショートカットである。このように、ポンシャトレイン湖、ミシシッピー川及びこれらの水路に沿って堤防あるいは壁(floodwall)が築かれ、ニューオリンズ市街はさながら城壁都市であり、またいくつかの排水区の集合ということになっていて、それぞれの安全度は排水区を囲む堤防と(ふだんの漏水と雨水排除のための)排水機場とに依存している。ミシシッピー川堤防以外は、盛土の上に

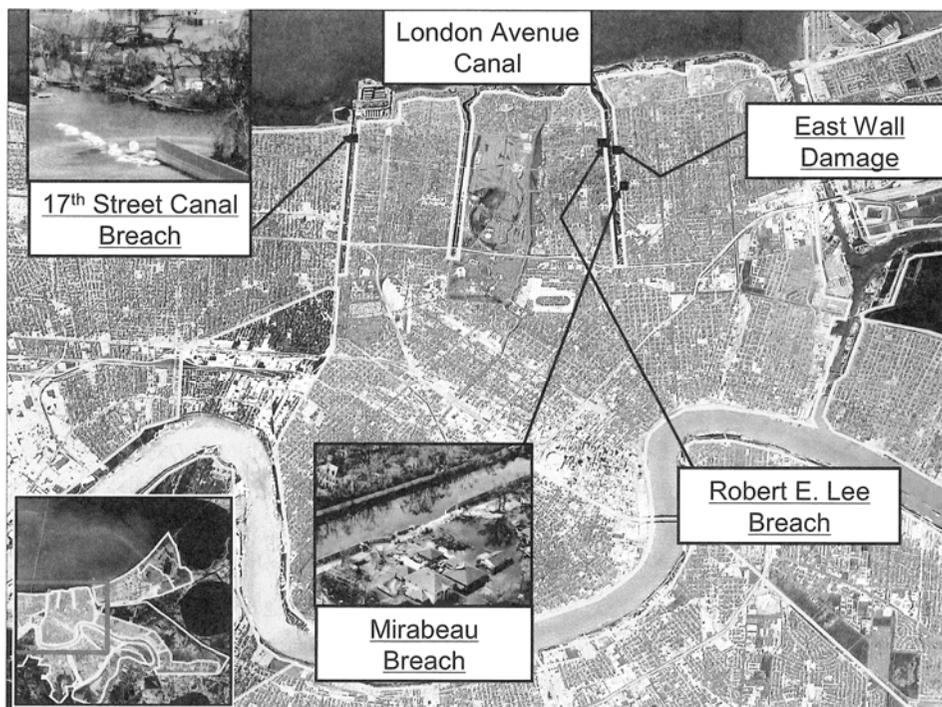


図1 カトリーナ災害時の主な破堤と浸水被害

floodwall と呼ばれる多くはコンクリート製の壁 (floodwall) が堤防とその基盤への矢板基礎に連結して築かれている。災害後の調査で指摘されることになるが、巨大なハリケーンに伴う高潮に対して十分な高さがあったか、水位上昇時の耐力が十分であったかという点で弱点をもっていた。

ハリケーンカトリーナはきわめて強い低気圧と風によって、大きな高潮をもたらした。ニューオーリンズをまもる堤防・floodwall はこれまでの経験にもとじて整備されていたはずである。しかしながら、カトリーナによる高潮来襲時、排水運河で

ある 17thStreetCanal、LondonAvenueCanal で複数箇所且 floodwall の転倒、破損とそれに伴う破堤が生じ、これらによっていくつかの排水区単位で浸水した。

ポンシャトレイン湖側での高潮偏差は 3m 程度で floodwall を越流していなかったが、干拓前の湿地樹木根の残骸やその土壌化したものと細砂層の互層に十分配慮されてなく、十分な支持力のない floodwall という防災インフラは弱点を抱えていた。それが今回の高潮であらわになった。排水機場が歴史的に市街中心に位置し、ポンシャトレイン湖と排水水路で連結せざるを得ない構

造も、潜在的な危険を有するゼロメートル基盤上の都市構造としては脆弱であったことも指摘される。ただし、市街がFloodwallによって分画されていたため破堤がなかった排水区(たとえば東 Jefferson 排水区)が浸水を免れた。わが国のように外郭堤防 1 枚で守られた市街では、部分的な決壊によって、浸水区域がゼロメートル地帯全体に及ぶことに注意したい。

一方、工業運河はメキシコ湾に開口し、こちらからの高潮・高波が侵入、水位は 5m 以上上昇し、floodwall を超えて越流した。越流水はfloodwall 直下を洗掘し、破堤した。計画を超える水位上昇による破堤ということができる。工業運河の東側 9 番街区は、港湾域から大型バージが侵入、強風による漂流は建造物を蹂躙し、この地区は完璧に破壊され犠牲者もおびただしい数に上った。こうした大型重量漂流物は、場合によっては floodwall に衝突して破堤を引き起こすことも考えられ、危険性を抱えたエリアであったといつてよい。わが国でも、高潮来襲時に港湾地区では大量のコンテナなどが浮遊漂流して凶器化することが心配されるが、半世紀前の伊勢湾台風時に貯木場の大量の木材が多くの家屋を破壊して人命を奪った事実も想起しなければならない。危険物は形を変えて現在も存在している。

破堤がもたらした災害の程度の甚大さからいって、ここでは防災インフラの弱点は大きなポイントとなった。破堤水準の外力にいたっていない場合の設計・施工の難点はもちろんのことだが、壊滅的被害が想定される地域で防災インフラの水準がどうあるべきかについて議論が必要だ(計画では

カテゴリ 3 レベルで、それがまだ整備途上であったと推定されている)。

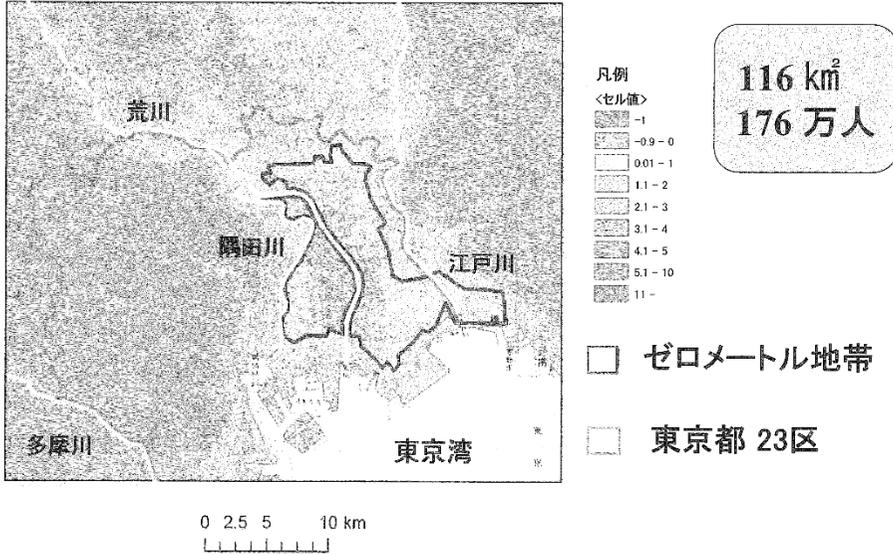
浸水域では、石油精製場からのオイル流出のほか、危険物流出への配慮が十分でなく、災害対応の課題の一つになった。米国流の個人生活では、ガソリン、ペイントなど流出が環境上よくないもの、災害ゴミの視点では大型の冷蔵庫(フロンガス)とその内容物(腐りやすい)の元になるものが、市街に大量に分布していることも、脆弱性をもたらししているといつてよい。

なお、東部沿岸域は、防災インフラ整備というよりも水害保険での対応の対象地区であったが、ここでもその想定(カテゴリ 3 レベル)での減災を考えていた(高床式住居の基準や、避難のための予警報システムなど)。地球規模気候変動の中で、計画で想定された水準を超過したときの対応にまだ弱さがあつたといえる。

カトリーナ災害は他人事でない

カトリーナによる大災害の状況はわが国にとって決して他人ごとではない。まず、ハリケーンカトリーナという「外力」は、防災インフラを計画するときの「想定」を上回るが、わが国が半世紀前に経験した伊勢湾台風と比較すれば、規模、強さ(最低気圧、最大風速、暴風圏の大きさ)ともわずかに上回るだけである。また、ニューオーリンズのようなゼロメートル地帯(400k m²に 66 万人)は、東京湾(116k m²に 176 万人)、大阪湾(124k m²に 138 万人)、伊勢湾域(336k m²に 90 万人)に現に有しているのである(図 2 参照)。

東京都 ゼロメートル地帯



伊勢湾 ゼロメートル地帯

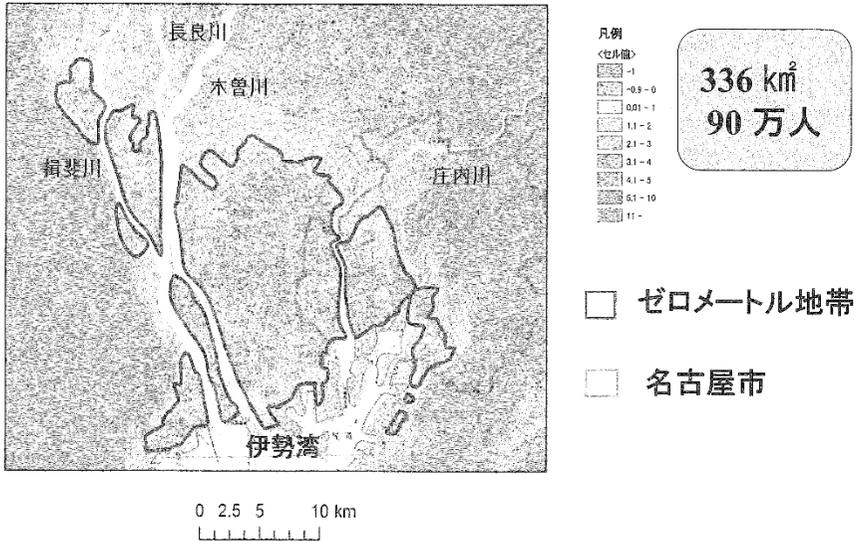


図2 東京湾・伊勢湾域のゼロメートル地帯

わが国の三大湾域で、カトリーナ規模の高潮が来襲したらどうであろうか?わが国の外郭堤防(高潮堤防)は、伊勢湾台風クラスを想定して概成している。特殊堤といわれる「壁」部分も、ニューオリンズで指摘されたような脆弱な基礎構造では決してないが、老朽化や地盤沈下による機能低下、さらには新しい水準での耐震対策に問題を抱えており万全とはいえない。また、さまざまな部分に実は緊急時に閉鎖しなければならない「陸間」などの開口部を有しており、有事にそれらが完璧に閉鎖されるかについては心配する向きがある。地震が直前に来襲した場合などはとくに弱点を有したまま高潮に直面する可能性もあり、破堤が皆無とは断定できない。また防災インフラの性格上、想定外の外力来襲もないわけではない。わが国は中小河川、排水路などは湾岸線上に高潮水門・排水機場を設置、陸域に堤防が食い込んでいるところはすくない。一方先述したように排水区で分画されていないがゆえ、破堤時には浸水はゼロメートル地域全体にわたる。

ハリケーンカトリーナでは、高潮が氾濫要因であったが、伊勢湾台風のようにそのあと大河川の洪水が継続すれば、さらに氾濫域が拡大することも注意したい。

わが国が想定外高潮・洪水災害に見舞われたら…

ハリケーンカトリーナ災害では、氾濫が起きた時点からの対応面でも大きな課題を露呈した。すなわち、避難・救援の段階での課題だ。社会的にさまざまな階層・人種から

構城されていることによる困難さや観光客の扱いなどをどう克服するかについて十分な準備ができていなかった。避難や被災時対応などには FEMA(Federal Emergency Management Agency)に統括された組織・体制があたった。FEMAの活動についての評価はさまざまであったが、わが国ではまずこれに対応するものがない。たとえば、高潮や破堤の危険性がせまったとき、わが国では市町村の防災部局が避難勧告などを出すような仕組みになっているが、三大湾域で、巨大高潮時の破堤発生に当たっては、一気に広域が氾濫域となり、そこからの避難が必要だ。ニューオリンズでは、あのゼロメートル地帯からの48万人に対し強制的な避難命令が出て、避難の車列をTV報道で見た人も多いただろう。混乱したとはいいながらあれでもある程度の想定と訓練があつての実施である。わが国では考えてもいない有様だ。広域避難の指定はどのような指令系統でどのように誘導が行われるだろうか。避難勧告のタイミングは数時間前になりそうだから、氾濫区域を脱出できないし、避難しようとしめない人も多く、もし巨大災害が現実化すれば、近隣や高層部に避難した人々の再避難への救援などもおおきな課題となる。

避難段階の混乱はなかなか避けられず、災害発生直後の対応についてはカトリーナ災害時のFEMAの対応も厳しく批判され、長官の更迭騒ぎもあった。8月末にカトリーナが来襲して被災したあと1ヶ月ばかりたつて、小生らは中部地区の防災エキスパートとともにニューオリンズに入って現地調査した。その時期、ニューオリンズのFEMA現

地本部はきびきび機能していると評価できた。FEMAは陸軍工兵隊、環境省、赤十字ほか国や州・町のあらゆる機関を束ねて、災害時対応を指揮していた。この時期の、重要な要素は、SWEAT

(Security, Water, Energy, Access, Telecom)の回復。これが、復旧のポイントで、逆に言えば、これらのダメージが大きいか小さいかで、復旧さらには復興の速度が違う。とくに、高潮災害では、破堤部の応急締め切り、排水がどれぐらいすみやかに実施できるかが鍵である。現実にはこのほか、被災者の個々への対応(one-stop service)、公共機能の仮施設、住宅の応急復旧(ブルーシートなどの配布により避難先からの回帰を促す)、災害ゴミの撤去などが復旧へのステップとしてとくにこの時期重要な役割であると実感させられた。

上述したように、この時期、われわれが学ぶべきものを見出し、比較的高く評価したFEMAの機能も、その後の復旧・復興に結びついたとはいえない。後期復旧から復興へはさらにじっくり、普段から議論しておくことが必要だ。すみやかな復旧と復興の可能性を担保するのは、既述のSWEAT機能が壊滅的被害を受けないような都市構造である。またその地域の社会・経済活動が壊滅的ダメージを受けない工夫を普段からしておくことも重要だ。本稿では、紙数の都合もあってこの部分については詳しくは触れない。復興に至る途中段階、さし当たっての対応の議論だけでも、本稿での指摘(図3にまとめた)を踏まえて、さまざまな場でセルフチェックしながら検討を積み重ねたい。

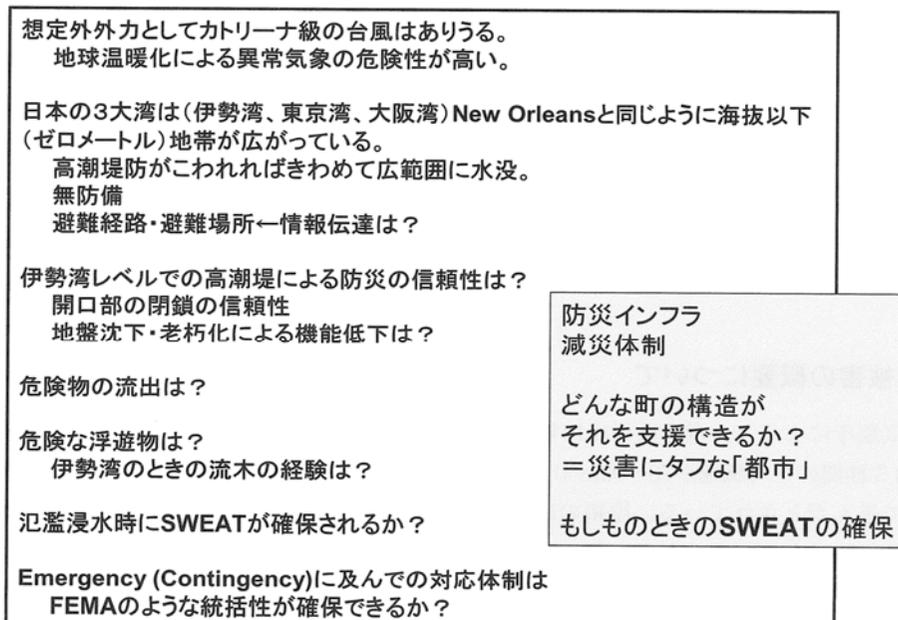


図3 カトリーナ災害の教訓として伝えたいこと