

先進国の大都市を初めて襲った ニューヨーク都市圏大水害からの教訓

(米国ハリケーン・サンディに関する現地調査結果の中間報告)

ハリケーン・サンディは、米国史上最大の大都市圏災害をもたらした。世界の社会経済活動の中心であるニューヨーク大都市圏においては、ハリケーンから人命・資産を守るハード対策が充実していなかったために、沿岸部の家屋は損壊を受け、地下空間への浸水による交通麻痺等に伴い都市機能、金融などの経済中枢機能に甚大な影響を及ぼした。一方で、ソフト対策を充実させることで、被害を最小限に食い止めようとする工夫が見られた。

具体的なソフト対策としては、次のような特徴が見られた。

- ① あらゆる規模のハリケーンによって高潮が発生することを前提として、平常時から科学的なリスク評価に基づいた災害対応プログラムを策定していた。
- ② 大規模な災害が発生するおそれがある段階から、行政トップが住民や防災機関等に対して災害準備を直接呼びかけることによって、災害対応プログラムの効果を発揮させた。
- ③ 災害発生前の段階から復旧の段階を通じて、連邦・州・地方自治体の政府による水平・垂直な連携体制を準備するとともに、現場対応にあたる連邦政府の実施機関等に権限と予算執行の責任を与えることで、迅速な意思決定に基づく災害応急対応がなされていた。

平常時の対応、災害準備、災害応急対応は、過去の災害において得られた経験や失敗の検証及び訓練によって充実させられていた。特に、災害対応の失敗を個人に帰するのではなく、それを将来の災害への教訓として災害対応プログラムの中に組み込む検証体制が導入されていた。

米国では、今回の災害対応を踏まえ、今後約 2 年間をかけてハード・ソフト対策全般を見直しすることとしている。日本においても、これを他山の石として、首都圏をはじめとする三大都市圏におけるハード・ソフトを戦略的に組み合わせた多重防御策を充実させる必要がある。

本調査に関する全体報告は、5 月 23 日（木）に行うこととする。

1. 現地調査団メンバー：

(役職は、調査当時)

【国土交通省等】

団長	国土技術政策総合研究所 所長	上総 周平
団員	大臣官房 技術調査課 課長補佐	青野 正志
〃	総合政策局 国際建設管理官	安田 吾郎
〃	水管理・国土保全局 河川計画課 水利技術調整官	井上 智夫
〃	国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 地震災害研究官	運上 茂樹
〃	国土技術政策総合研究所 河川研究部 海岸研究室長	諏訪 義雄
〃	国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 水害研究室長	伊藤 弘之
〃	国土技術政策総合研究所 危機管理技術研究センター 地震防災研究室 主任研究官	間淵 利明
〃	気象庁 予報部 予報課 予報官	高橋 賢一
〃	港湾空港技術研究所 海洋研究領域 波浪研究チーム 研究官	加島 寛章

【防災関連学会】

団長	関西大学 社会安全学部 社会安全研究センター長・教授	河田 恵昭
団員	京都大学 防災研究所 巨大災害研究センター 教授	林 春男
〃	京都大学 経営管理大学院 客員教授	関 克己
〃	関西大学 環境都市工学部 都市システム工学科 教授	石垣 泰輔
〃	新潟大学 危機管理本部 危機管理室 教授	田村 圭子
〃	名古屋工業大学 都市社会工学科 教授	渡辺 研司
〃	京都大学 防災研究所 気象・水象災害研究部門 助教	安田 誠宏
〃	環境・防災研究所(CeMI) 副所長	松尾 一郎

(以上 計 18 名)

注) 防災関連学会とは、土木学会、日本災害情報学会、地域安全学会、日本自然災害学会を指す。

2. 調査期間：

平成 25 年 2 月 25 日（月）～3 月 1 日（金）

注）2 月 25 日～3 月 1 日は調査団全体で、その前後は団員が個々に調査を実施

3. 調査対象機関：

連邦政府（陸軍工兵隊（USACE）、連邦危機管理庁（FEMA）、海洋大気庁（NOAA）、連邦道路庁（FHWA））、州政府（ニューヨーク州、ニュージャージー州）、ニューヨーク都市交通公社（MTA）、市町村（ニューヨーク市、リトル・フェリー市、トムズ・リバー町）、ニューヨーク市長基金、コミュニティ（オーシャン・ブリーズ住民自治組織、スタテン・コニー島・ブルックリン住民自治組織）、コロンビア大学、ニューヨーク大学、スタテン島大学、災害評価会社 EQECAT 計 17 機関

調査行程

月 日	内 容	対 象
2 月 2 2 日（金）	会合、現地視察 会合 会合	リトル・フェリー市（ニュージャージー州） ニュージャージー州警察危機管理局 ニュージャージー州環境保護局
2 月 2 3 日（土）	会合、現地視察	トムズ・リバー町
2 月 2 4 日（日）		
2 月 2 5 日（月）	会合 会合	海洋大気庁（NOAA） 連邦道路庁（FHWA）
2 月 2 6 日（火）	会合	陸軍工兵隊（USACE）
2 月 2 7 日（水）	会合 会合 会合	ニューヨーク大学 ニューヨーク州危機管理局 災害評価会社 EQECAT
2 月 2 8 日（木）	会合 現地視察	連邦危機管理庁（FEMA） ロッカウェイ地区（ニューヨーク市）
3 月 1 日（金）	会合 会合	ニューヨーク都市交通公社（MTA） ニューヨーク市長基金
3 月 2 日（土）	現地視察、会合 現地視察、会合	スタテン・コニー島・ブルックリン住民自治組織（ニューヨーク市） オーシャン・ブリーズ住民自治組織（ニューヨーク市）
3 月 3 日（日）		
3 月 4 日（月）	会合 会合	スタテン島大学 コロンビア大学

4. 現地調査によってわかったこと（事実分析）：

●平常時からの災害リスク評価

ハリケーンの来襲に備え、災害発生前の事前対応、災害発生時の災害応急対策に関して、あらゆる規模の災害が発生することを前提として、平常時から科学的なリスク評価に基づいた災害対応プログラムを策定していた。

ニューヨーク近郊に大規模な被害を及ぼすハリケーンは、1938年以來なかった。また、2011年に発生したハリケーン・アイリーンは、ニューヨーク近郊に來襲すると予想されたが、結果的には進路が逸れ、大きな被害をもたらすことはなかった。

しかし、連邦政府をはじめ、州政府・市政府は、協働・連携して、巨大なハリケーンが來襲することも想定し、徹底したリスク評価とそれに基づく緊急対応計画を策定していた。特に、ニューヨーク市政府は、ハリケーンの規模に応じた高潮による浸水域の想定に基づきゾーニングされた避難計画を策定・公表する等の対策を行ってきた。また、ニュージャージー州政府は、連邦政府の陸軍工兵隊（USACE）からリスク評価に係る技術的支援を得て、ハリケーン來襲時の対策を時系列で整理した災害対応プログラム（タイムライン）を2012年に用意していた。ニューヨーク州では、ハリケーンがニューヨークに襲来した場合の浸水被害について事前検討を行い、例えば、浸水したトンネルの排水に1トンネルあたり平均約5日必要との試算を行うとともに、将来取り得る対策方法を2011年に検討していた。

●都市機能への甚大な被害

ハリケーンに対する沿岸防衛・浸水対策等のハード対策を重視してきておらず、結果として、沿岸部からの高潮の侵入を防ぐことができず、都市機能に甚大な被害を生じさせた。

ハリケーン・サンディは、米国災害史上最大の大都市圏高潮災害となった。米国の災害対策は、災害を予防・軽減するための施設整備によるハード対策よりも、災害が発生することを前提としたソフト対策に重点的に取り組んできた経緯がある。ニューヨーク近郊を襲うハリケーンに対しても、リスク評価に基づく災害応急対策要領は事前に検討する一方で、連邦政府・州政府による沿岸の構造物整備等の高潮防衛対策の実施は、費用と沿岸利用や環境影響等の観点から見送られてきた。また、生活・経済にとって重要なライフラインに関する災害脆弱性の改善措置は十分でなかった。

このため、観測史上最大となった高潮による都市域への浸水は甚大な影響を及ぼした。居住地区への浸水に起因する溺死等による130名を超える人命損失（米国・カナダ計）のほか、地下空間への浸水、道路・地下鉄の地下トンネルへの浸水による交通麻痺および地下変電施設の浸水による停電等により、災害では27年ぶりとなるニューヨーク証券取引所の2日間の閉鎖など、金融活動を含む世界の社会経済活動の中枢に大きな影響を及ぼした。

被害総額は8兆円規模（ニューヨーク州：約4兆2千億円（うちニューヨーク市は約1兆5千億円）、ニュージャージー州：約3兆7千億円（1\$=100円換算））と発表されており、平成7年兵庫県南部地震（約9兆6千億円）と同レベル、東日本大震災（16兆9千億円）の約半分にも上り、大都市災害が持つ被害規模の巨大さを示している。今回のハリケーンを踏まえ、事後対策に重点を置いた方針への見直しが検討されている。

●行政トップのリスク・コミュニケーション

大規模な災害が発生するおそれがある段階から、行政トップが住民や防災機関等に対して災害準備を呼びかけるリスク・コミュニケーションが行われ、災害対応プログラムに沿った対応がなされる等、一定の効果があつた。

ニュージャージー州は、ハリケーン・サンディに係る気象予測に基づき、来襲すると予想される時刻から逆算して、クリティカルな事態に陥るまでに十分な対応を執れるよう、関係機関間で協議し、事前に準備された災害対応プログラム（タイムライン）に沿って万全の対策を行った。さらに、ニューヨーク州知事・ニュージャージー州知事・ニューヨーク市長は災害発生前の早い段階から、マスコミ等を通じて住民、事業者、関係機関に避難や応急対応の実施を求めた（ニュージャージー州知事においては、3日前より概ね1日2回のテレビ出演）。また、大統領が大災害が発生するおそれがある段階から非常事態宣言を発表することで、連邦政府機関がより効果的に連携できるように体制を整備していた。

災害が発生するおそれがある段階から行政トップが住民や防災関係機関にリスク・コミュニケーションすることで、次のとおり被害を軽減させた。

- ① 沿岸部に居住する者が、ハリケーンが来襲する前に時間的な余裕をもって安全な地域に避難することができた。
- ② 都市交通公社（MTA）は、ハリケーンの襲来予測に基づき、2日前にハリケーンプランを起動させ、風速の速さ（39mph以上）と高潮の高さ（4～8ft以上）に応じた対応を開始した。ハリケーン来襲1日前から鉄道を運休させ、その後順次、橋梁・トンネルを通行止めさせることで、交通施設内の人的被害は皆無であった。同時に、バス車両など施設や装備を安全地帯に移動させて保護し、ハリケーン後の早期の再開に備えた。
- ③ ハリケーン来襲時の防災対応者や防災・公共施設の操作員の生命保護の観点から出勤を停止させる、等の対応が可能となった。一方で、要援護者対応において医療機関等からの協力が得られない等、周知と理解が不十分で対策の効果が減じられた。

こうした州や市による事前と事後の災害対応に関しては、明確な法的な裏付けがなされている。ニューヨーク州では、州法 2-B 条「州と地方の自然災害と人為災害に対する準備（State and Local Natural and Man-made Disaster Preparedness）」において、同条 22 項には、州の災害準備計画（State Disaster Preparedness Plans）、同条 28 項には、州の災害緊急事態宣言（State Declaration of Disaster Emergency）が規定されている。上記に示したニューヨーク市長による事前避難命令や、ニューヨーク州知事による地下鉄の事前停止命令は、本州法に基づく行政執行命令（Executive Order）として発せられている。

●現場対応への権限と予算の委任

災害発生前の段階から復旧の段階を通じて、連邦・州・地方自治体の政府による水平・垂直な連携体制を準備するとともに、現場対応にあたる専門的な技術者を擁する連邦政府の実施機関に権限と予算執行の責任を与えることで、迅速な意思決定に基づく的確な災害応急対応がなされる体制が構築されていた。

ニューヨーク市近郊における被災による影響者数は 100 万人を超える事態となり、避難者も 10 万人を超え、災害対応現場では被害を最小化させる多様な取り組みが実施された。た

たとえば、次のような対応が挙げられる。

- ① トムズ・リバー町は、町内の氾濫抑制のため、陸軍工兵隊 (USACE) からの技術的助言を踏まえ、砂丘による仮防潮堤を緊急的に整備した。
- ② 都市交通公社 (MTA) は、海洋大気庁 (NOAA) からの気象予測情報を参考に、ハリケーン来襲 1 日前に地下鉄を運休し、地下空間内の設置機器を浸水前に取り外した (さらに、排水後、直ちに再設置し、運休日数を短縮させた)。
- ③ 陸軍工兵隊 (USACE) は、危機管理庁 (FEMA) と調整し、複数の関係機関 (都市交通公社 (MTA)、沿岸警備隊 (US CG)、海軍 (US Navy))、さらに民間会社 (Restani Construction 社、Donjon Marine 社) とともに連携しつつ、水没した道路地下トンネルからの排水にあたって排水ポンプを配備するとともに、指揮者を派遣し昼夜の作業を展開し早期復旧を図った。地下鉄は一部を除き、1 週間でほぼ回復させ、大規模な道路トンネルであるブルックリン・バッテリー・トンネル (長さ約 2.8km、年間交通量 16.8 百万台) は、1 週間で排水、2 週間後から一部サービスを開始させ、40 日後には全面開放した。
- ④ 危機管理庁 (FEMA) とニューヨーク州政府 (NYS) は、大都市には避難者を収容する避難場所 (シェルター) の能力が十分ではないことから、避難対象者数を削減すべく、住民、特に高層ビルの居住者の通常生活を可能とさせる水、電気および湯を含むセントラル・ヒーティングの早期復旧を優先的に実施した。
- ⑤ 運輸省 (DOT) は、100 万食分の食料やポンプ・発電機などの緊急物資・復旧資機材を全米から被災地に迅速に移送させるために 州の重量規制等の通行規制の緩和・調整を行うなど対応を指揮した。
- ⑥ 1 日 500 万人以上が利用するとされるニューヨークの地下鉄の停止による都市の社会経済活動への影響緩和のために、バスによる代替交通の運行 (MTA)、250 台以上のバスを被災地に輸送・投入 (DOT)、バス・地下鉄の無料開放 (NYS、MTA)、3 名以上の乗車の場合のみに中心部に乗り入れを認める渋滞緩和のための通行規制 (NYC)、ガソリン不足に対する購入規制 (NYC) などの対応策が実施された。

こうした事態への対処にあたっては、国家災害対応枠組 (NRF) に基づき、各連邦機関が緊急支援機能 (ESF) に明示された任務を果たすとともに、連邦政府 (FEMA) は、関連する他の連邦政府機関、ニューヨーク州政府 (NYS)、ニューヨーク市をはじめとする市・地方政府との共同現地事務所 (Joint Field Office) を設置し、対処方針の決まった対応については現場対応者に権限と資金活用の判断を委ね、幹部は専門家との協議を踏まえて新たな課題についてのみ対応する等の効果的な運営体制がとられた。すなわち、現場では、現在の状況を把握しつつ、定型化された防災対応は現場対応者が迅速かつ円滑な対応を執ることができるようにプログラム化するとともに、新しい課題については組織の幹部による専門性に基づく意思決定がなされるような体制が整備されていた。

●将来の災害対応のための検証

過去の災害において得られた経験や失敗を徹底的に分析し、災害対応の失敗を個人に帰するのではなく、それを将来の災害への教訓として災害対応のプログラムの中に組み込む検証体制が導入されていた。

連邦政府・州政府・市政府だけでなく、大学等の研究機関等も参加して、災害の検証が行われている。この検証においては、災害対応の失敗から個人の過失を追求するのではなく、教訓として将来に活かすことを重視している。過去の災害対応の実績等を踏まえ、定型化さ

れた防災対応はプログラム化して、将来の災害に備えるためのタイムラインに組み込むこととしている。そのため、災害直後に関係者から事実関係を収集・集約する機会を設けるとともに、徹底的なデータによる検証と国内外の有識者を交えた自由な議論が可能な場を構築しようとしている。

特に、ハリケーン・カトリーナによる激甚な災害後の対応として実施した「事後検証：AAR（After Action Review）」（大統領府、上院、下院、FEMA、USACE それぞれが実施）においては、繰り返し発生する災害対応課題については、経験から引き出された教訓を形式知化して「組織・制度としての記憶（Institutional Memory）」として積み重ね、将来の災害対応にタイムラインとして活かす、また、重要な課題については州法を見直すという形で取り組んできたことが、今回の対策の効果を上げた。このように、災害後に、その対応活動や教訓をレビューし、確実に次に生かしていくという考え方が徹底されている。

ハリケーン・カトリーナ後に策定された米国の危機管理の対応のためのガイドラインである「国家災害対応枠組（NRF、2008年1月）」には、計画（Plan）→組織・訓練・装備（Organize, Train & Equip）→実施（Exercise）→評価と改善（Evaluate & Improve）といういわゆるPDCAサイクルの重要性が示されるとともに、州によっては、事後検証レポート（After-Action Report）を災害後120日以内に公表し、関係機関に利用されるようにすることが州法として決められているところもある。

また、この取り組みは、被災経験のない地域に対するガイドラインとしての活用されている。なお、今回のハリケーン・サンディに関する総合的な検証と今後の対策の検討（ハード・ソフトの適切な組合せ、事後対応から事前予防への重視への転換等を含む）については、今後2年を目途に実施される予定である。

5. 現地調査から学ぶべきこと（教訓）：

経験したことの無い災害を想定して備えをするとともに、災害対応の経験・失敗を将来の災害対応に活かす検証を行う。

経験したことの無い種類や規模の災害に対しても、被害想定とリスク評価を行い、当該地域の抱える課題を抽出し、それらに基づいた全ての関係者の行動を時系列に記述した災害応急対策活動要領（タイムライン）を策定し、活用することが重要である。

さらに、国内外の有識者を交えた自由な議論に基づく徹底的な検証により、災害対応の教訓・失敗を災害応急対策活動要領（タイムライン）に組み込み、将来の災害対応に活かす社会の形成を促進させることが重要である。

- 東京、大阪、名古屋等の高潮に脆弱な大都市圏においてこれまで実施してきたハザード評価に加えて、地域の脆弱性も含めたリスク評価を実施するとともに、台風上陸前に避難行動・減災準備行動完了を目指すことも柱とする災害応急対策活動要領を策定する。なお、三大都市圏においては、これまでハード対策が実施されてきているが、施設の老朽化や気候変動による影響を踏まえるとハードの能力が過大評価されている可能性があることに留意する。
- 災害対応の教訓・失敗を将来の災害対応に活かすため、検証体制を強化する。今回の高潮・津波に限らず、洪水、土砂災害、火山噴火の際の災害対応にも適用する。

災害切迫・発生時に、行政トップがリードし、現場へ権限移譲をするとともに、専門家を活用する体制を平常時から構築する。

災害が切迫している状況の中で、行政トップが政府関係機関を総動員できるよう、平常時に災害応急対策活動要領に基づいたプログラム(タイムライン)を確立しておき、災害切迫・発生時にはそれを発動できる体制を構築しておくことが重要である。

また、災害発生時には、中央政府・地方自治体間の明確な役割分担に基づいて現地対策本部における連携した行動(①一次対応者に係る負担を軽減して全体として被害を最小化させる選択肢の採用、②専門家・技術者の分析を信頼した住民避難誘導と防災対応に関する意思決定と指示の遵守、③新しい課題に関する専門家による判断と指示された行動に関する実行の徹底、④現場対応にあたる実施機関に対する権限と予算執行の責任の付与)を実施することが重要である。

- プログラム化された災害応急対策活動要領(タイムライン)に基づき、行政トップがタイムリーな住民の避難誘導と関係機関の防災対応を促す権限委譲体制を構築する。
- 大規模水害対策に係る広域的な防災支援体制を含む現地対策本部の機能と意思決定に係る専門家の役割を踏まえた新たな体制を構築する。あわせて、防災に関わる人材育成と体制整備の強化を図る。

あらゆる規模の災害が発生することを前提として、大都市の住民の生命と経済基盤を防護するための対策を検討する。

大都市における大規模水害の特徴的な課題(①水害に対して無防備な地下空間の防御、高層空間の避難地としての活用と孤立避難者への対応、②広域電源喪失を生じさせない、あるいは、発生したならば迅速に対応が可能となるエネルギー供給、早期の交通障害の解消等、都市のライフラインのリジリエンス確保、③情報通信・金融経済機能といった大都市の特徴的な影響の回避)について、リスク評価に基づいて、都市施設・都市機能の両面から脆弱性を削減する対策を実施することが重要である。その際、地先によってまちまちであった防護対策を地域レベルで統一した考え方を導入し、災害には上限がないとの前提の下でのハードとソフト対策を組合せた多重防御策を追求することが重要である。

- 東京を含む三大都市圏においては、地震だけでなく大規模水害について、水災現象と被災形態を踏まえた対策を検討する。
- 公共施設だけでなく、住居、事業者・企業等の民間保有施設を含め、ハード・ソフト対策を戦略的に組み合わせた多重防御策を検討する。
- 大水害時に中枢都市機能を早期回復するために、これまで地方部局を中心に検討されてきた危機管理行動計画を、中央政府の支援行動も含めた計画に高める。