

〈特集〉

東日本大震災調査研究報告との被害・復旧の比較調査

—— 米国ハリケーン・サンディ調査報告 ——

中 里 卓 治¹⁾, 早稲田 邦 夫²⁾, 齊 藤 晴 茂²⁾¹⁾(株)ティエスジー顧問, 環境システム計測制御学会名誉会員
(〒 840-8502 佐賀市本庄町 1 E-mail: nakazato@kpe.biglobe.ne.jp)²⁾(株)日立製作所 インフラシステム社
(〒 170-8466 東京都豊島区東池袋四丁目 5 番 2 号)

概 要

2012年10月29日夜, 米国東海岸を襲ったハリケーン・サンディは80年来の大規模な高潮被害を発生させた。この結果, ニュージャージー州, ニューヨーク州, ニューヨーク市等の広範囲の地域で停電が発生するとともに, 地盤の低い海岸付近の地域では海水による浸水が発生した。EICAは東日本大震災調査経験を活かし, 米国ハリケーン・サンディ被害に対する現地調査団を結成した。2013年9月, 現地調査団は現地調査を通じて, 下水処理場の被害実態や復旧状況を把握した。本報告では, 被害と復旧の共通点をまとめ, 学ぶべき点と暫定提言を示す。

キーワード: 東日本大震災, ハリケーン, サンディ, 浸水被害, 災害復旧
原稿受付 2013.12.24

EICA: 18(4) 18-22

1. はじめに

EICAは東日本大震災調査経験を活かし, 2013年春に米国ハリケーン・サンディによる下水処理場(以下処理場)被害に対する現地調査団を結成した。調査研究の第一の目的は, 現地調査を通じて事実を把握し, これらを比較分析することによって単独では発見できない現象や様相を見出すことである。第二の目的は, 高潮型の津波浸水被害が予想されている, 東京湾や伊勢湾, 大阪湾の沿岸にある処理場に対して, ニューヨーク市やニュージャージー州の下水処理場におけるハリケーン・サンディの高潮による被災状況や復旧状況を学ぶことである。第三の目的は, ニューヨーク市やニュージャージー州の下水処理場でも, 高潮による被害という深刻な状況が発生し, 総力を挙げて機能を復旧する努力をしていたということを知り, また, 東日本大震災で被災した下水処理場の復旧に日本中が全力を挙げて取り組んでいるというメッセージを現地に届けることにより, 災害に立ち向かう日米の連帯を築くということである。

日米が東日本大震災やハリケーン・サンディのような世紀の大災害に見舞われたことは不幸であったが, これを不幸のままに放置するのではなく, 復旧し再生する過程で多くのことを学び, 伝え, 対処していくことにより, 一層強靱(ロバスト)な処理場を構築していくことができれば幸いである。

ハリケーン・サンディは2012年10月29日夜に米

国東海岸を襲い, 折からの大潮とハリケーンによる南風の沿岸への吹き寄せ効果, それに低気圧による吸上げ効果, さらにハリケーンによる波浪により, 平均海面を14フィートも上回る80年来の大規模な高潮が発生した。この結果, ニュージャージー州, ニューヨーク州, ニューヨーク市等の広範囲の地域で大停電が発生するとともに, 地盤の低い海岸付近の地域では海水による浸水が発生し, ニューヨーク市マンハッタン島に通じるほとんどの自動車トンネルや地下鉄トンネルが水没し, 交通機能がマヒした。沿岸に立地するニューヨーク市には処理場は14カ所あり, このうちの6カ所は海水浸水被害をこうむり, 折からの大停電も加わり, 一定期間下水処理機能を喪失し, 未処理放流をせざるを得ない状況に追い込まれた。ハドソン河をはさんでニューヨーク市の西側にあるニュージャ



Photo 1 ハリケーンサンディ上陸時の状況

ジー州でも、沿岸にある多数の処理場が浸水して被害が発生した (Photo 1)。

このようなハリケーン・サンディ被害状況は、沿岸の処理場、発電所、コンビナートが字際して機能を喪失した2011年3月11日に東日本を襲った大津波を彷彿とさせる。

2. 調査団活動について

2.1 活動経緯

EICAは東日本大震災津波下水処理場被害の報告書を発行していた関係から現地調査をすることになった。するとたまたま、現地の環境コンサルタント企業HDR社に勤務している日本人技術者高松正嗣氏と知り合い、彼の支援で現地関係部門との接触など、具体的調査に見通しがついた。さらに、NJ水環境協会(NJWEA)からセミナーへの講演依頼が入った。そのため、調査団は渡米直前に仙台市南蒲生浄化センターと宮城県県南浄化センターの復旧状況を再度視察して情報収集した上で、調査活動を開始した。調査団委員はTable 1の12名で、米国被災処理場訪問先は、Fig. 1の通りである。本稿は訪問先4処理場のうちBRSA処理場について示す。

Table 1 調査団の構成

所属	氏名
EICA 名誉会員 (団長)	中里 卓治
日立製作所 (副団長)	早稲田 邦夫
東京大学	佐藤 弘泰
日本下水道協会	永吉 光一
東京都下水道サービス	久野 清人
東京都下水道サービス	依田 修
東芝	後藤 久明
日立製作所	斉藤 春茂
明電舎	豊岡 和宏
メタウォーター	田子 靖章
水ing	鮎川 正雄
米国 HDR/HydroQual	高松 正嗣

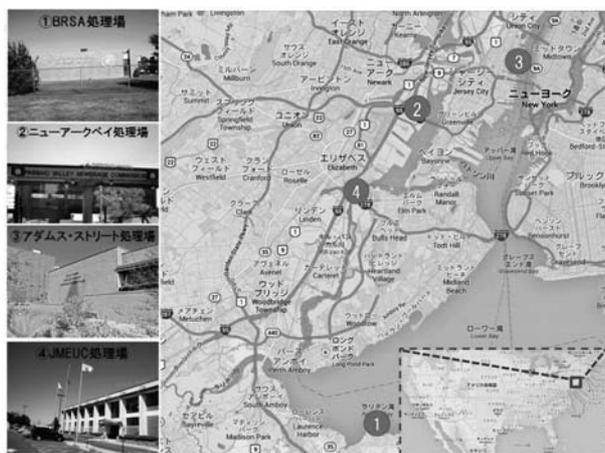


Fig. 1 米国訪問先マップ

2.2 活動目的

東日本大震災とハリケーン・サンディ被害の間には、Table 2に示すように、いろいろな類似点、相違点がある。東日本大震災では、地震とともに広域で停電が発生し、840万世帯が影響を受けたが、ハリケーン・サンディでも同規模の停電被害が発生した。被害額も16兆円と6.5兆円で同じ規模である。一方、相違点の一つは、準備期間の有無である。津波は準備期間がほとんどないが、ハリケーンは襲来まで1週間程度の準備期間があった。ニューヨーク市の地下鉄は1日前に運転を取りやめ、全車両を高台の車両基地に移動させた。そして、我々の最大の関心事は下水処理場の復旧までに要した期間である。日本の対応は、宮城県の県南浄化センターや仙塩浄化センターが復旧宣言まで約2年を要したのに対して米国はわずか1ヶ月で復旧宣言を行っている。本調査団は、こうした類似点、相違点調査を通じて事実を把握することにある。

Table 2 津波とハリケーンの類似点・相違点

	項目	津波 (東日本)	ハリケーン (サンディ)
類似点	停電世帯数	840万	800万
	被害額	16兆円	6.5兆円
	浸水時間	数時間	数時間
	処理場被害	海水浸水 漂流物	海水浸水
相違点	原因	大地震/津波	暴風雨/高潮
	準備期間	30~60分	1週間
	高級処理再開	24ヶ月後	1ヶ月後

2.3 活動 (ニュージャージー州水環境協会セミナー講演)

ニュージャージー州水環境協会 (NJWEA) のハリケーン・サンディ・セミナーにて EICA 調査団は報告講演を行う機会を得た。セミナーはニュージャージー州イートンタウンのシェラトンホテルで4日間開催され、サンディに関するセッションは初日に、160名もの関係者が参集して開催された。ここでは、「災害復旧に関するケーススタディと戦略」をテーマに、当調査団発表2件を含む、8件の発表が行われた。調査団は、最初に東京大学の佐藤弘泰准教授が「東日本大震災の下水処理場津波被害と復旧」の総論や概要を、その後 EICA 中里団長が被災事例や復旧状況の各論を講演した、二人の講演の間には、仙台市が作成した「3.11 記録と証言」の英文ティロップ入りビデオを上映した。

講演後のアンケートでは、「東日本大震災を初めて知った」、「ビデオに強い印象を受けた」、「両団体で情報共有を進めたい」、等の意見が寄せられた。セミナー終了後、NJWEAにより調査団歓迎のレセプション

ンを開催していただき、下水処理場管理者やコンサルタントの方々と米国現状や災害対策に関する有意義な意見交換が行えた。その上、NJWEA 代表のボブ・フィッシャー氏からメンバー一人ひとりに記念バッチと感謝状が贈呈され、EICA 宛にセミナー参加記念の豪華な楯を贈呈された (Photo 2)。



Photo 2 NJ 州水環境協会セミナーにて記念撮影

3. 下水処理場被害と復旧について

3.1 BRSA 処理場

(1) 処理場概要

BRSA (Bayshore Regional Sewerage Authority) 処理場はニュージャージー州中部のラリタン湾の南海岸に面するユニオンビーチに所在し、処理量6万トン/日の分流式下水処理場である (Photo 3, Table 3)。

流入下水の約95%は家庭排水で、残りは工業排水である。処理場面積は24エーカー(0.1km²)あり、海拔は10.5フィート(3.2m)である。ユニオンビーチは1.5マイル(2.4km)あり、岸に沿った地域に2,500世帯のコミュニティがある。ハリケーン・サン



Photo 3 BRSA 処理場全景

Table 3 BRSA 処理場概要

所在地	ニュージャージー州中部 ユニオンビーチ
処理量	6万トン/日
方式	分流式(汚水のみ)
水処理	標準活性汚泥法
汚泥処理	濃縮・脱水・焼却
設置年度	1971年
電気設備	12.7kV受電
非常用発電機	1,400kw×2 1,100kW

ディ襲来時には地域一帯が浸水し、処理場の全域も浸水被害を受けた (Photo 4)。



Photo 4 ユニオンビーチ地域一帯浸水

(2) 被害の状況

主ポンプ室は海拔10.0～3.0フィート(3.0m～-0.9m)と処理場内で最も低いため、最も被害が大きかった。このため、ポンプおよび電動機、コントロールセンターが浸水により壊滅的な被害を受けた。また、流域各所でマンホール蓋が外れて浸水したため、木片や大きなゴミ、海砂が下水管きょ内に入り、ポンプ詰まりが生じた。そのため、ポンプ復旧後もゴミのせいでポンプ稼働率は70%程度であったという。最終沈殿池はヘドロ混じりの海水が入り腐食したが、最終沈殿池電気室は数インチしか浸水しなかったため、被害は少なかった。なお、海から流れてきた木片が沈殿池や反応タンクの一部に滞留したため、清掃が困難であった。

ブロウ棟 No.1 (海拔10フィート) とブロウ棟 No.2 (海拔11.5フィート) は高さが異なるため、被害状況が異なった。No.1は29インチ(70～80cm)まで浸水したが、ブロウ棟 No.2は8インチ(20cm)であった (Photo 5)。

(3) 復旧の状況

ハリケーン・サンディ襲来2日後である10月31日には仮設ポンプによる排水活動を開始し、被災6日後には生物反応処理を開始した。12日後には水質基準(BOD<30mg/L)を満たし、復旧宣言をしている



Photo 5 プロア棟高さの違い



Photo 6 仮設排水状況

(Photo 6)。

早期復旧を実現した要因として、反応タンクへの海水浸水が少なく、活性汚泥中の微生物が死滅しなかったこと、各棟に個別に非常用発電機があり、浸水で被害を受けたが段階的な早期復旧を計画できたこと、処理場トップがリーダーシップを発揮したこと、コンサルタント企業との長期維持管理契約があり、事前から機能的な準備、調達が行えたことがあった (Photo 7)。



Photo 7 処理場トップが示した浸水高

4. ま と め

米国ハリケーン・サンディの処理場高潮被害における被害の共通点、復旧の問題点と学ぶ点を下記にまとめる。

4.1 被害の共通点

- (1) 管廊・地下室水没
- (2) 海水浸水で電気設備や機械設備が大被害
- (3) エアレーションタンクへの海水浸入防止
- (4) 長期間の簡易沈殿放流

4.2 復旧の問題点と学ぶ点

- (1) 長期間停電
- (2) 製油所の停止で燃料不足
- (3) 排水・排泥が困難
- (4) 事前対応プログラムの実行
- (5) 連邦政府の速やかな支援
- (6) コンサルタントや協力企業の組織的支援
- (7) 損害保険の適用

5. 提 言 (暫 定)

(1) 地区浸水対策

地下空間、電気室の浸水対策を確実なものにするために、地下室、管廊、電気室の防水、階段室、塔屋の防水、防水区画の設置を望む。

(2) 施設浸水対策

重要な施設・設備を浸水から守るために、反応タンク焼却炉の防水、非常用発電機の保護、高所避難、漂流物と浮力対策を望む。

(3) 緊急復旧

復旧を円滑に始めるために、非常用発電機強化、下水幹線排水用仮設配管設置、下水道使用制限の検討を望む。

(4) 機能回復

下水処理機能の回復時間を早めるために、排水シミュレーション、地下空間排水用配管設置、電動機再生方法、簡易処理水放流管、濃縮汚泥の船舶輸送の検討を望む。

(5) 組織力発揮

戦略的に復旧するために、現地対策本部の準備、事前対応プログラム、外部協力体制、災害保険制度、人材育成の検討を望む。

6. お わ り に

これまでほとんど知ることのなかった米国ハリケーン

ン・サンディの処理場高潮被害について現地調査をし、情報交換をすることができた。この成果を、日本国内にある多数の下水処理場に提供し、これから起こるであろう津波や高潮に対処できる人材の育成や施設の強化に貢献できることを望む。

参考文献

- 1) Robert C. Fischer : Disaster Recovery at the Bayshore Regional Sewerage Authority After Hurricane Sandy, NJWEA 2013 Technical Transfer Seminar (September 16, 2013)
- 2) Gary D. Fournier : Superstorm Sandy Update Impact, Recovery, Mitigation and Lessons Learned at the North Hudson Sewerage Authority, NJWEA 2013 Technical Transfer Seminar (September 16, 2013)
- 3) Michael DeFrancisci : Recovering from Infrastructure Damage Lessons Learned from Superstorm Sandy, NJWEA 2013 Technical Transfer Seminar (September 16, 2013)
- 4) 25th Anniversary, North Hudson Sewerage Authority, 1988-2013
- 5) JOINT MEETING OF ESSEX AND UNION COUNTIES Tour 2012
- 6) JOINT MEETING ANNUAL REPORT 2011
- 7) <http://www.bayshorersa.com/>
- 8) <http://www.nj.gov/pvsc/>
- 9) <http://www.nhudsonsa.com/>
- 10) <http://www.jmeuc.com/index.php>

EICA Report of the Great East Japan Earthquake Investigation

— Comparison of Hurricane Sandy in the U. S. 2013 —

Takuji Nakazato^{1)†}, Kunio Waseda²⁾ and Harushige Saito²⁾

¹⁾ TSG, Ltd. EICA emeritus member

²⁾ Infrastructure Systems Company, Hitachi, Ltd.

† Correspondence should be addressed to Takuji Nakazato :

(Power and Industrial Systems R&D Center, Toshiba Co.

E-mail : nakazato@kpe.biglobe.ne.jp)

Abstract

On October 29th, 2012, Hurricane Sandy, with storm surge, hit the east coast of the US and caused the severest damage in the decades. The storm cut power in wide area including New Jersey, New York State, and New York City and caused flooding followed by inundation of seawater near the coast with low ground. EICA made use of the research experience in the Great East Japan Earthquake, organize a team for survey of the damages caused by Hurricane Sandy. In September 2013, we assessed the damages and restoration situation of the sewage treatment plant through a field survey. In present report, we summarized the identical points between two disasters concerned with the damage and the recovery processes, and showed the lessons learned and the preliminary proposal.

Key words : the Great East Japan Earthquake, Hurricane Sandy, storm surge, restoration, mitigation