

ハリケーン・サンディによる被害の特徴と教訓

2012年10月29日にニュージャージー州の沿岸に上陸したハリケーン・サンディ（以下「サンディ」）により、高潮による建物の損壊、大規模停電、都市の交通機関の麻痺、原子力発電施設の停止など多くの被害が発生した。これら被害の特徴とその原因を考察し、教訓と課題をまとめる。

1. ハリケーン・サンディの概況

(1) サンディの経路

サンディ (Sandy) は 2012 年に大西洋で発生した 10 番目のハリケーンである。2012 年 10 月 19 日にカリブ海で発生した低気圧は、弱い風速シア¹と高い海面温度により 22 日にトロピカル・ストームへと発達し、サンディと命名された。24 日にはハリケーンへと発達し、同日にカテゴリー1でジャマイカに上陸した後、25 日にはカテゴリー2でキューバに上陸した。その後、一時的に勢力が弱まるが、再発達してカテゴリー1の勢力で大西洋を北東に進んだ。29日には進路を北西に変えた後に温帯低気圧となるが、ハリケーン級の勢力を保ったままニュージャージー州のアトランティック市の沿岸に上陸した。



写真 1 ニュージャージー州沿岸部の被災地の様子 (AFP PHOTO/US COAST GUARD)

表 1 ハリケーン・カテゴリーの定義

米国			日本	
1分平均風速 (m/s)	Saffir-Simpson Category	呼び名	階級	10分平均風速 (m/s)
17	-	Tropical Storm	台風	17
33	1	Hurricane	強い台風	33
43	2			44
50	3		非常に強い台風	54
59	4			
70	5			

¹ 風速シアとは、大気中の鉛直方向または水平方向の異なる 2 点間で、風向や風速が大きく異なる現象を意味する。

(2) 被害が拡大した気象的な要因

サンディの上陸時の中心気圧は 946hPa であり、気圧が低いために起こる吸い上げ効果により、沿岸部において高潮 (Storm Surge) が発生した。更に、サンディの上陸と大潮期間の満潮時刻とが重なり、高潮による潮位が高くなった。また、サンディの上陸直前の直径は 950 miles (約 1,829km) に達し、大西洋上での観測史上最大規模の大きさであった。2003 年のハリケーン・イザベラは 575 miles (約 925km)、2005 年のハリケーン・カトリーナは 435 miles (約 700km)、2012 年のハリケーン・アイザックは 575 miles (約 724km) であり、これらと比較しても 2 倍以上の大きさとなっている。そのため、広範囲において強風が発生している。ただし、サンディの 카테고리は 5 段階のうちで最も弱い 1 であった。中心気圧は低いが 카테고리 1 であった理由は、ハリケーンの直径が大きかったためである。一般にハリケーンは等圧線の間隔が大きいほど、風速は弱くなる。サンディは中心気圧が低い、ハリケーン直径が大きかったために等圧線の間隔が大きくなり、風速が弱くなったと考えられている。

(3) 気候変動による影響

サンディの勢力や進路が気候変動によるものであるかは明らかになっていない。マサチューセッツ工科大学のエマニュエル教授は「気候変動とハリケーンの勢力の増大との間には、明らかな関係性がある。サンディの場合、気候変動が主要な役割を果たしていたかを解明するためには、より長い期間の研究が必要である。」と述べている。ただし、サンディはハリケーン・シーズンの終盤である 10 月 19 日に発生し、カリブ海から北上してきた。多くの専門家はこの現象は今年の異常な海面温度により勢力が維持されたためと考えている。また、世界の海面高さは過去 100 年で 20cm 上昇している。海面温度や海面高さの増加には気候変動の影響が含まれていることから、サンディを生み出した一因として気候変動の要素があった可能性がある。

2. 被害の特徴

(1) 被害総額

災害リスク評価会社や格付け会社等がサンディによる被害総額を公表している。表 2 に各社が公表したサンディによる被害総額と保険会社による支払保険金の推定を示す。通常、各社が推定する金額に大きな違いはないが、サンディの推定額の差異は大きい。サンディは被災地が広域であり、高潮で水に浸かっている地域や停電が解消していない地域では調査にも着手できていないことから、被害総額の把握には困難が伴っている。詳細はまだ分からないが、被害総額が 300～500 億ドルとの予測もあり、昨年のハリケーン・アイリーン (以下「アイリーン」) による被害総額が 200 億ドルであったため、サンディはアイリーンの金額を超える可能性があると思われる。表 2 の支払保険金の定義は各社で様々であり、大規模停電による事業中断や鉄道の運休による損失を含めるかなどに差異がある。

また、表 3 に保険会社による過去の支払保険金の上位 10 (1970～2010 年) の災害を示す。米国の保険加入率が高いことから、10 位の日本の台風を除き、すべて米国で発生した災害となっている。

いる。アイリーンや東日本大震災は昨年が発生した災害であるため、この集計には含まれていない。表3から、サンディの支払保険金が EQECAT 社や AIR Worldwide 社が予想した金額である場合、上位10に含まれる規模の災害となることが分かる。

表2 サンディによる被害総額と支払保険金の推定（11月5日時点）

会社名	推定被害総額	保険会社による推定支払保険金
EQECAT 社	300～500 億ドル	100～200 億ドル
AIR Worldwide 社	(公表なし)	70～150 億ドル
RMS 社	(公表なし)	45 億ドル
Barclays 社	300～500 億ドル	(公表なし)
S&P 社	(公表なし)	40～50 億ドル

表3 1970～2010年における世界の保険会社による支払保険金の上位10の災害
(出典 「The Insurance FACT BOOK 2012」)

年月日	災害名	保険会社による支払保険金 ²
2005年8月25日	ハリケーン・カトリーナ	723 億ドル
1992年8月23日	ハリケーン・アンドリュー	249 億ドル
2001年9月11日	同時多発テロ	231 億ドル
1994年1月17日	ノースリッジ地震	206 億ドル
2008年9月6日	ハリケーン・アイク	205 億ドル
2004年9月2日	ハリケーン・アイバン	149 億ドル
2005年10月19日	ハリケーン・ウィルマ	140 億ドル
2005年9月20日	ハリケーン・リタ	113 億ドル
2004年8月11日	ハリケーン・チャーリー	93 億ドル
1991年9月27日	台風19号(日本)	90 億ドル

(2) 建物の被害

サンディによる大きな被害が発生した要因として、高潮による浸水が挙げられる。28日午前、ブルームバーグ・ニューヨーク市長は市内にゾーンA～Cを設け、低平地であるゾーンAに住む375,000人のニューヨーク市民に対して、強制避難命令を発令している。このゾーンAでは多くの建物の被害が報告されている。また、サンディの高潮により、マンハッタンのダウンタウンでは浸水深4.2mを記録している。これは1960年のハリケーン・ドナにより記録した浸水深3.0mを上回り、過去最大となった。ハドソンリバーの傍に立地しているワールドトレードセンターの敷地では、地下に浸水し、浸水深が8.5mに達したと報告されている。隣接するグラウンドゼロ

² 2010年を基準とした物価上昇率の調整後の金額

にも浸水し、ポンプによる排水がなされたが、完全な排水には5日間を要している。ニュージャージー州の沿岸部の都市では、11月5日現在もまだ水に浸かった状態である。

(3) 大規模停電

サンディによりニューヨーク州やニュージャージー州を中心として大規模な停電が発生した。サンディによる停電は約850万世帯に達し、昨年アイリスンの約840万世帯を上回っている。世界経済の中心であるニューヨーク市も暗闇に包まれ、ニューヨーク証券取引所の金融取引は2日間停止した。これは1888年の暴風雪により停止して以来のことであった。ニュージャージー州は最も大きな被害を被った州であり、62%の世帯が停電した。その他の7つの州では20%程度の世帯が停電した。大規模停電の原因は原子力発電施設の停止、強風により各地の電線が切断したためと言われている。また、30日の夜、マンハッタンのイーストリバーにある変電所が爆発しており、電気の供給がより困難となったことも一因である。

この大規模停電によりガソリンスタンドにおける給油にも障害が発生している。高潮により港湾にある石油貯蔵施設が被害を受けており、ガソリンや灯油などの石油製品の供給が減少している。また、ガソリンスタンドが自動車に給油するためには電力が必要となる。11月5日現在、ニュージャージー州北部の約80%のガソリンスタンドで電力もしくはガソリンがない状態であり、給油できない状態となっている。ニュージャージー州のクリス・クリスティーン知事は11月1日から12郡にてガソリンの配給を指示した。この配給では「奇数-偶数」のシステムに基づいており、ナンバープレートの最後の数字が偶数であれば、偶数の日に購入できる。このシステムによりガソリンスタンドでの行列が緩和した。



写真2 ガソリンスタンドにおける自動車と人の行列 (Source: FEMA Photo Library)

(4) 交通機関

サンディによりニューヨーク州とニュージャージー州の多くの鉄道が運休した。マンハッタンの

地下鉄は高潮による海水が流れ込み、全面的に運休した。この地下鉄の代替手段としてバスの臨時便が用意された。しかし、マンハッタンの地下鉄は 550 万人が利用しているため、バスの停留所は長蛇の列となり、職場まで 4～5 時間を要したと一部では報道されている。ガソリンの不足から、車通勤者もバスを利用したことが、混雑の度合いを高めたと考えられる。マンハッタンの地下鉄はサンディが通過した 4 日後には部分的に再開し、11 月 5 日現在、地下鉄の約 80%が通常の状態に戻った。

ニュージャージー州の鉄道は平日早朝であれば、46,000 人をニューヨークのペン駅に輸送する能力があるが、11 月 5 日現在では 15,600 人に留まっていた。連邦緊急事態管理庁は 350 台のバスを確保し、ニュージャージー州からマンハッタンへの通勤を支援している。ニューヨーク郊外の鉄道は一日あたり 435,000 人が利用しているが、11 月 5 日現在は一部の復旧に留まり、260,000 人が利用できている状態である。ロングアイランド鉄道も 11 月 1 日に部分的に再開したものの、混雑を避けるために午後のラッシュアワーを避けて利用してほしいと要請している。これら鉄道の運休は機器の浸水、架線の断線、変圧器の損壊、飛来物などが原因であった。

(5) 原子力発電施設の停止

米国の東海岸には多くの原子力発電施設が立地していることから、サンディはこれら発電施設にも影響を及ぼした。10 月 30 日、ニュージャージー州の原子力発電施設 Oyster Creek は取水口の水位が一時上昇したため、レベル 2 の警戒を宣言した。この宣言は原子力規制委員会の 4 段階の緊急体制のうち下から 2 番目に相当する。Oyster Creek は燃料補給とメンテナンスのために運転は停止しており、ウラン燃料の冷却中であった。もしこの水位が更に上昇した場合、冷却水を循環させるポンプに影響を与えた可能性があったが、翌日の 31 日にはこの宣言は解除された。

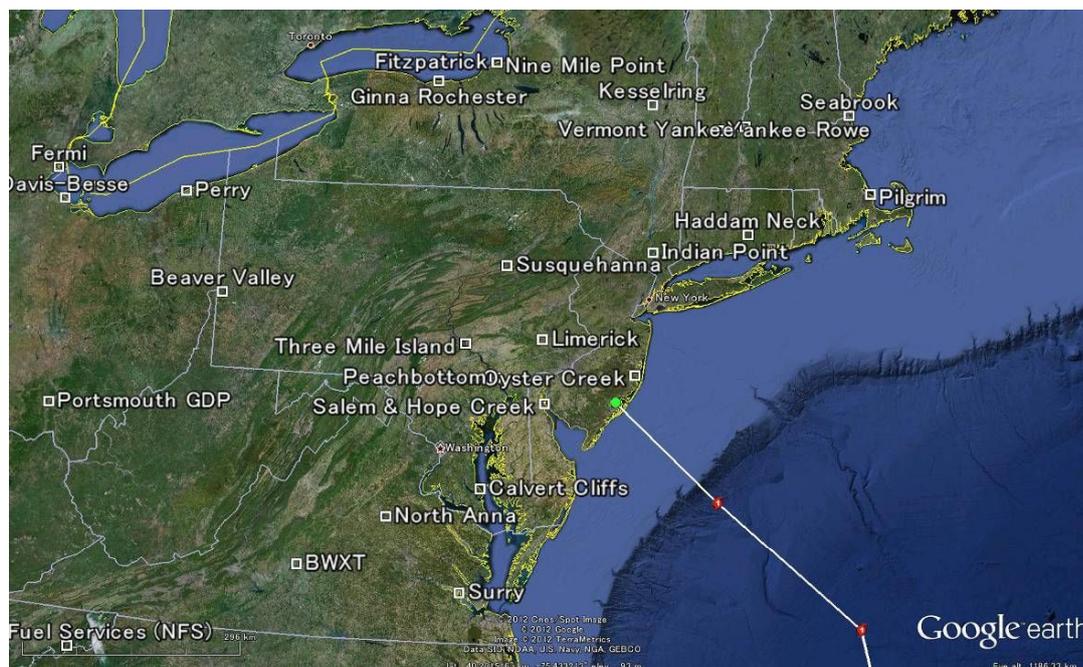


図 1 東海岸における原子力発電施設の所在地

Oyster Creek に加えて、サンディの接近により運転中であったニューヨーク州の Indian Point (3号機)、Nine Mile Point (1号機)、ニュージャージー州の Salem & Hope Creek (1号機) の3つの発電施設が停止している(図1)。原子力発電施設はハリケーンに相当する風速が到達するときや取水口の水位が一定に達した場合、運転を停止させる規則となっている。例えば、昨年アイリーンが通過した際も Oyster Creek を停止させている。また、サンディの接近によりコネティカット州の Millstone (3号機)、バーモント州の Vermont Yankee、ペンシルベニア州の Limerick の3つの原子力発電施設が安全のため、発電量を低下させている。

3. 教訓と課題

昨年アイリーンに続いて、東海岸の各地にて多くの被害が発生した。同じ被害を繰り返さないためにも、日頃から災害への意識を高め、有効な対策を施す必要がある。以下、今回の災害から得られた教訓と課題をまとめる。

(1) ウォルマートの災害活動

30日の夜、ハリケーンの上陸によりウォルマートは東海岸の267店を閉店させた。しかし、31日の午後には早くも大部分が再開し、閉店しているのは80店となった。そして、気象の専門家を含めた職員達が物流網の確保、災害物資や発電機用の燃料の供給に携わり、地域住民の災害対応に貢献している。ウォルマートは2005年のハリケーン・カトリーナの際も早期の物流網の復旧が評価されており、災害時の危機対応に学ぶべきものがある。ウォルマートは「1つの建物も大きな被害は受けておらず、ホリデーシーズンへの計画に変更はない。」と述べている。

(2) 交通機関

サンディによる教訓としては、大都市の通勤手段が挙げられる。地下鉄や鉄道が運休した場合、唯一の代替手段はバスとなるが、マンハッタンの地下鉄を利用している550万人を輸送するためのバスや運転手の確保は容易ではない。また、朝の通勤だけでなく、帰宅にも同様の困難が生じている。マンハッタンでは数万人が帰宅できない状態となったと報告されている。30日以降のニューヨーク市の気温は2~5℃であり、暖房用の燃料も不足している状態であった。大都市では、今回のようなケースを想定した通勤手段、帰宅難民への備えが今後の課題となる。

(3) ハリケーンへの備え

大西洋のハリケーンシーズンは6月1日から11月30日と言われているが、大半のハリケーンは8~10月に接近するため、災害時の対応も夏季をイメージしていることが多い。サンディ上陸後、ニューヨークでは氷点下に達した日もあり、ハリケーンへの備えとして、石油燃料や防寒具を余分に備蓄することなどが重要である。

4. 最後に

サンディは高潮や大規模停電などにより大きな被害を及ぼしたが、上陸直前のカテゴリーは最も弱い1であり、風速は比較的小さかった。もし風速も大きかった場合、甚大な被害となっていた可能性がある。過去、1938年にはカテゴリー3でロングアイランドに上陸し、強風の被害を及ぼしたハリケーンがある。そのため、少なくともカテゴリー3までは想定内とした対策が必要と考える。

日本においても、2003年の福岡水害による博多駅の浸水、2004年の豪雨による渋谷駅の浸水など地下鉄へ浸水する災害が発生しているが、多くの駅が同時に浸水する大規模水害は近年では発生してない。今回のマンハッタンの地下鉄への浸水は、日本の首都圏大規模水害に対する備えとして、参考とすべき点がある。特に、数mを超えるような浸水に対する防備には限界があることから、早期復旧に重点を置いた対策が重要になると考える。

(2012年11月13日発行)