

台風 1330 号(Haiyan)によるフィリピン・レイテ島の人・建物被害の定量的評価*

東北大学工学部 加藤圭悟
東北大学災害科学国際研究所 呉 修一, 有働恵子, 真野 明

1. はじめに

2013 年 11 月 8 日 AM4:40 に台風 1330 号 (Haiyan) が強風や高潮を伴いフィリピンの東サマール島に上陸した。上陸時の勢力は中心気圧 895hPa, 最大風速 65m/s, 瞬間最大風速 90m/s という最大規模の台風であり死者・行方不明者が 7000 人以上, 建物被害も全壊が 55 万棟以上, 半壊も 55 万棟以上と人・建物の被害も甚大なものであった (吳ら, 2014)。本研究ではフィリピン内でも人的被害が大きかったレイテ島を対象とし, 人・建物被害を定量的に評価する。これにより, 各地域の人・建物被害の特徴, 地域差を明らかにすることで, 今後の減災に向けた課題を抽出することを目的とする。

2. 対象地域及び使用データ

今回対象とするレイテ島はフィリピン中部のビサヤ地域東部に位置する。本研究ではレイテ島でも特に被害が大きかったタクロバン市, パロ町, タナウアン町の三市町を対象とした。それらレイテ島と隣接するサマール島, 三市町の位置を図-1 に示す。図中における標高データは USGS (1993) の GTOPO30 データより得たものを用いた。

本研究で使用した高潮の浸水高のデータは, 土木学会・フィリピン土木学会合同台風 30 号高潮災害調査グループ (Tajima ら, 2014) の調査結果及び, フィリピン気象天文庁 (PAGASA), 2013 年フィリピン高潮合同調査, 吳ら (2014) の調査データを使用した。それらをレイテ島に関してまとめたものを図-2 に示す。また, 三市町の人口データは, フィリピン統計局 (National Statistics Office[NSO]) より提供された Census of Population and Housing 2000 データ (NSO, 2002) を用いており 2000 年の人口調査データ

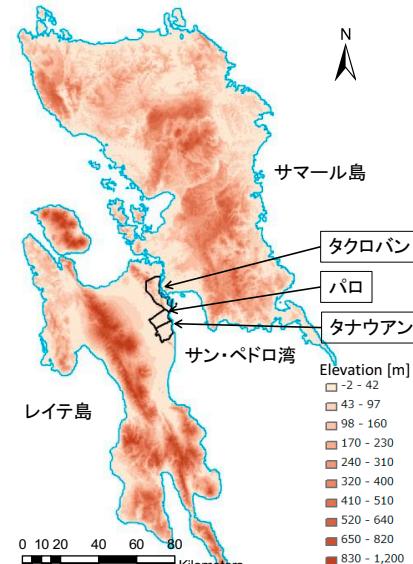


図-1 対象地域

* Quantitative evaluation of human and building damage in the Leyte island of the Philippines by typhoon No.1330 (Haiyan), Keigo Kato, School of Engineering, Tohoku University, and Akira Mano, Keiko Udo and Shuichi Kure, International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University

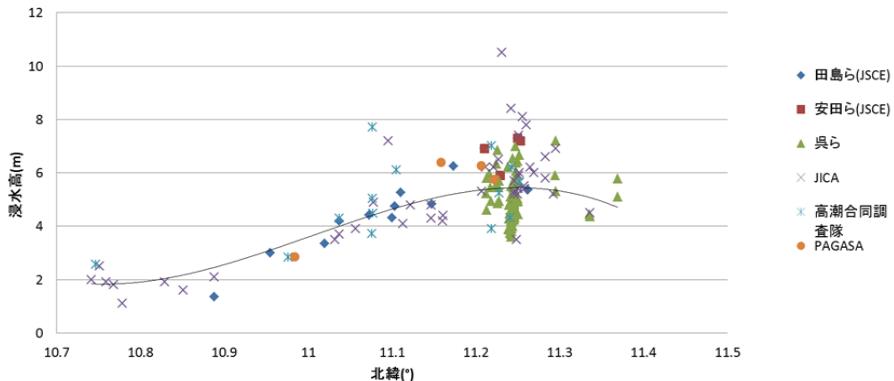


図-2 レイテ島北東部における緯度と浸水高の関係

に基づいている。死者・行方不明者のデータは2014年2月25日の時点で各市町で身元確認済みの数であり、各市町より提供された資料より算定したものを用いた。建物被害に関するデータはJICA フィリピン国台風ヨランダ緊急災害緊急復旧支援プロジェクトより提供されたデータを用いた。

3. 高潮被害と死者率の関係

図-2に示した高潮と緯度の関係より北部にあるサン・ペドロ湾奥に近づくほど高潮が大きくなっている傾向が見て取れる。しかし、北緯 11.25° にあるタクロバン市付近では浸水高の計測結果に大きなばらつきが見られた。この要因としては建物が密集している影響や高波の影響が混在している可能性等が考えられる。

図-3は三市町の浸水域内にある各村(バランガイ)ごとの浸水高と死者率の関係を示したものである。浸水域の策定は東北大より提供されたデータを用いた。

図-3より浸水高が大きくなると死者率も大きくなる傾向があることが見て取れる。しかし、浸水高が小さいが死者率が約20%と非常に高い地域や、浸水高が大きいにもかかわらず死者率が低い地域が存在するなど、ばらつきが存在することがわかる。

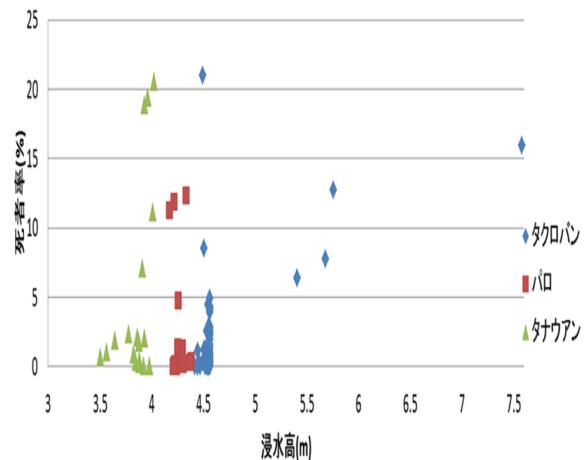


図-3 三市町における浸水高と死者率の関係

4. 過去の日本における水害被害との比較

図-4 に台風 1330 号と東北太平洋沖地震・津波の浸水高と死者率の関係を、図-5 に台風 1330 号と過去の日本の台風被害における平均浸水深と死者率の関係を示す。各村ごとの平均浸水高から平均標高を引くことで村一様の平均浸水深を求めた。算出に用いた標高データは JICA フィリピン国台風ヨランダ緊急災害緊急復旧支援プロジェクトより提供されたデータを用いた。また、比較する日本の二つの台風および台風 1330 号の規模や被害に関してまとめたものを表-1 に示す。東北太平洋沖地震・津波のデータは Suppasri ら(2012,2013)のものを、過去の日本の台風のデータは独立行政法人防災科学技術研究所自然災害情報室の防災基礎講座で公表されているデータを使用した。

表-1 各台風の規模と被害の概要

	ジェーン台風	伊勢湾台風	ハイエン
上陸日時	1950年9月3日	1959年9月26日	2013年11月8日
陸上の観測気圧(hPa)	940	930	938(計測不能)
最大風速(m/s)	36.5	45	53(計測不能)
瞬間最大風速(m/s)	46	60	53(計測不能)
死者、行方不明者(人)	539	5098	7354
全半壊(棟)	120923	153890	1140332
高潮最大潮位(m)	2.7	5.9	7

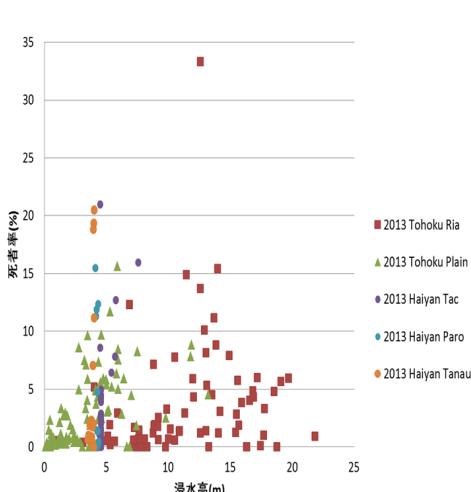


図-4 東北太平洋沖地震・津波との比較

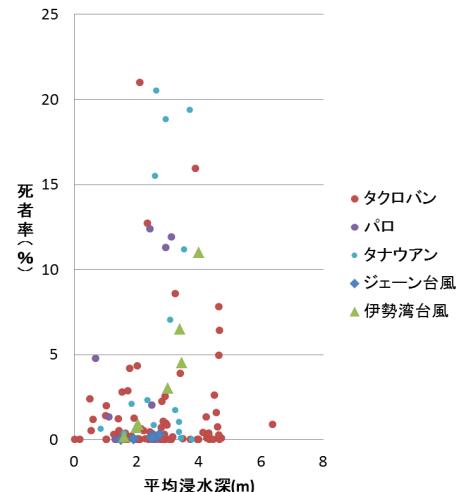


図-5 過去の台風被害との比較

図-4 より、東北太平洋沖地震・津波、特にリアス式海岸部と比べると浸水高が小さい地域が多いことが見て取れる。しかし、死者率が 15%以上である地域は台風 1330 号の方が多いことが明らかになった。

図-5より台風1330号の値に注目すると平均浸水深が約2.5mを超えた際に死者率も高くなる地域が増えたことが明らかになった。また日本の台風と比較すると、ジェーン台風とは全ての地域で、伊勢湾台風とも多くの地域で同じ浸水深でも台風1330号の方が死者率が高く、被害の規模が大きかったことがわかる。今回の比較から台風1330号の被害は過去の東北地方太平洋沖地震・津波、伊勢湾台風、ジェーン台風よりも人的被害率が大きいことが明らかになった。台風1330号に伴い発生した高潮の規模は、津波の浸水高よりも小さい。それにもかかわらず人的被害が大きくなった要因は、日本と比べて防潮堤などの沿岸部の水害対策が十分ではなかった事や、高潮に対する知識不足などが原因で事前避難が十分に行われなかつた可能性等が推測される。

5. 浸水高と建物被害の関係

図-6にレイテ島東部における建物全壊率の分布を示す。図より高潮の影響が大きかったレイテ島の南東部にあるパロ町やタナウアン町付近では全壊率も大きい傾向がある。しかし、浸水高がより大きい北東部のタクロバン市付近では全壊率が非常に低い地域が多いことが読み取れる。この要因はタクロバン市の建物の強固性にあるものと推測される。また高潮の影響が小さい内陸部において全壊率が大きい地域は、強風の影響と考えられる。

図-7は各村ごとの浸水高と建物損壊率の関係を示したものである。図より、タナウアン町とパロ町では全ての地域において90%以上という高い建物損壊率である一方、タクロバン市では比較的低い建物被害率の地域が多いことが見て取れる。この事よりタクロバン市における建物は、パロ町、タナウアン町に比して、強固であったと言える。実際に著者らが2014年11月20日に行った現地調査では、タクロバン市の建物(図-8)はコンクリート構造や二階建て以上と強固な建物が多く、パロ町やタナウアン町の沿岸部(図-9)では脆弱な建物が非常に多く見られた。

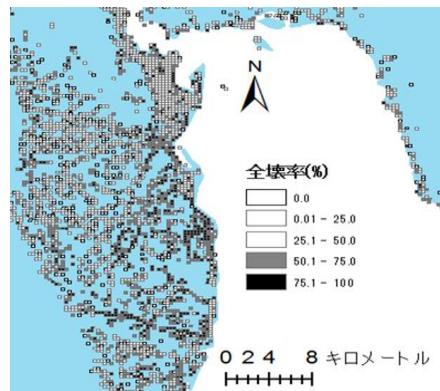


図-6 レイテ島における全壊率の分布

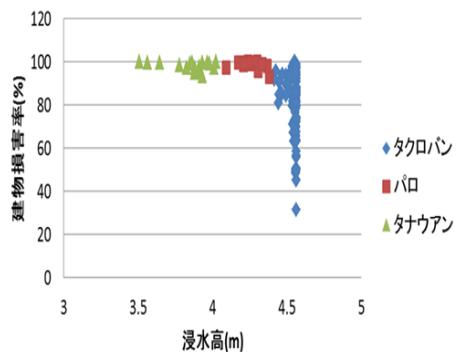


図-7 三市町における建物損害率



図-8 タクロバン市沿岸部の建物の様子



図-9 パロ町, タナウアン町の沿岸部の建物の様子

6. まとめ

本研究より、高潮の人的被害に関して、浸水高や浸水深の増加と共に死者率が増加する傾向にある一方、浸水高が大きいが死者率が低い地域や、浸水高が小さいのに死者率が高い地域が存在するなどのばらつきが存在する事が明らかとなった。また、過去に発生した東北地方太平洋沖地震・津波や伊勢湾・ジェーン台風の高潮被害よりも人的被害率が大きい事が明らかとなった。建物被害に関しては全壊率と一部損壊率の双方において南部のパロ町、タナウアン町と比べて、北部のタクロバン市では被害が小さい地域が多いことが明らかになった。

今回明らかとなった人的被害の地域差や被害拡大要因は、防潮堤などの災害対策の不足や、災害に対する知識が不十分なため各村で避難に差が生じた点、建物の強固性の違いなどが考えられる。今後はより正確な要因を定量的に考察するため、各村に対して実施したアンケート調査結果の解析や土地利用の相違などといった、より細かい観点からの解析を進めていく予定である。

謝辞: 本研究は、平成 26 年度東北大大学総長裁量経費および災害科学国際研究所平成 26 年度特定プロジェクト（代表：吳修一）の支援を受けて実施された。本論文で使用した高潮浸水高のデータは、土木学会・フィリピン土木学会合同台風 30 号高潮災害調査グループ、2013 年フィリピン高潮合同調査隊、PAGASA が測定したデータを使用している。また、各村（Barangay）の死者・行方不明者データは、タクロバン市、パロ町、タナウアン町より、人口データはフィリピン統計局に、建物被害に関するデータは JICA のフィリピン国台風ヨランダ災害緊急復旧復興支援プロジェクトより提供頂いたものである。ここに記して関係各位に謝意を表します。

参考文献

- 1) Tajima et al. (2014) :INITIAL REPORT OF JSCE-PICE JOINT SURVEY ON THE STORM SURGE DISASTER CAUSED BY TYPHOON HAIYAN, Coast. Eng. J. DOI: 10.1142/S0578563414500065.
- 2) Mori et al. (2014) :Local amplification of storm surge by Super Typhoon Haiyan in Leyte Gulf, Geophysical Research Letters, American Geophysical Union, 10.1002/2014GL060689.

- 3)JICA:フィリピン国台風ヨランダ災害緊急復旧復興支援プロジェクト.
- 4)呉ら(2014):台風ハイエンに伴うレイテ島沿岸部の人的被害状況, 土木学会論文集B2(海岸工学), Vol.70, No2, pp.I_1446-I_1450.
- 5)独立行政法人防災科学技術研究所自然災害情報室:防災基礎講座
<http://dil.bosai.go.jp/workshop/index.html>
- 6)Suppasri ら(2012) :Damage and reconstruction after the 2004 Indian Ocean tsunami and the 2011 Great East Japan tsunami, Journal of Natural Disaster Science, Vol. 34, No.1, pp.19-39.
- 7)Suppasri ら(2013): Lessons learned from the 2011 Great East Japan Tsunami: Performance of tsunami counter measure, coastal buildings, and tsunami evacuation in Japan, Pure and Applied Geophysics, Vol. 170, pp.993-1018.
- 8) National Statistics Office (2002): Census of Population and Housing 2000,
<http://www.census.gov.ph/statistics/census/population-and-housing/2000-CPH> 参照 2014-5-21.
- 9) U.S. Geological Survey (1993): Digital elevation models, data user guide 5, Reston, Virginia, pp.50.