

ダイバーシティ事業 国際共同研究PI養成プログラム
報告書

報告日：2020年3月6日

派遣者所属名	内海域環境教育研究センター
派遣者氏名	林 美鶴
研究タイトル	極端自然現象に対して沿岸環境・生態系が持つリスクの評価 Risk Assessment of Coastal Environment and Ecosystem on Extreme Natural Event
研究目的	気候変動に伴い、世界的に極端自然現象が頻発している。本プログラムでは、津波や豪雨などの極端自然現象が自然環境に与える影響や、脆弱性、レジリエンシー能力の評価を、災害リスクの低減につなげることを目的とする。
研究報告	<p>1. 高潮の解析</p> <p>2018年9月4日に日本に上陸した台風21号（Jebi）により、大阪湾奥の沿岸で高潮が発生し、沿岸の多くの地域が浸水した。神戸大学深江キャンパス内にある港（ポンド）でも高潮が発生し、防潮堤外にある建物が浸水した。また、ポンドに隣接する高橋川の洪水により、流域で浸水が発生した。ポンドには検潮儀、水質計、気圧計などの機器が設置されており、常時計測を行っている。また、高潮時に写真と動画が断続的に撮影され、越波や越流の状況が克明に記録されていた。高潮後には、痕跡や被害状況の調査を行った。台風によるポンドでの高潮の実相を記録として残すため、これら数値・画像・測地データを整理した。また、年間最大潮位時に高潮が発生した場合の潜在的な高潮リスクの検討や、ハザードマップと実態との比較を行った。ポンドでは14:16に最高潮位305cmを記録し、これは予測潮位よりも254cm高く、南海トラフ地震による津波予測値よりも高かった。ポンドの防潮堤は最高潮位よりも高いため、高潮による越流は生じなかった。しかし、波浪と、防波堤への波浪の打ち込みが加わった高波が加わるにより、防波堤を断続的に越波した。年間最大潮位時に高潮が発生した場合、推定される潮位に対して防潮堤の余剰はほとんどなく、越流のリスクが高まると推測された。特に、今後の地球温暖化に伴う台風の強化により、上陸時の中心気圧がより下がると、リスクはより高くなると予想される。高橋川流域の浸水域は、行政が公表している洪水、内水氾濫、津波の予想浸水域の重ね合わせと概ね一致した。これらのことから、台風による高潮とこれによる水害は、津波よりも高リスクであることが示唆された。</p> <p>2. タイとインドネシアにおける自然災害</p> <p>過去にタイで発生した、海洋に関連する自然災害について文献を収集した。タイで発生する主な自然災害は豪雨による洪水で、内陸が中心である。台風や地震はほとんどないが、1997年に発生した台風による高潮、インド洋大津波については研究が行われていた。一方インドネシアは、日本と類似した自然災害環境にある。本プログラム実施中に、インドネシアのガジャマダ大学で開催</p>

	<p>されたサマーコース「GENDER & VULNERABILITY IN DISASTER RISK REDUCTION」の講師として参加した際に、Kemadang地区の防災拠点とBaronビーチを視察した。Kemadang地区は豪雨や津波による洪水、浸水、陥没など多くの災害に見舞われていることから、防災教育と災害対応の拠点が設けられている。この地区にあるBaronビーチは入江で、観光地であると同時に高波リスクが大きい構造であることから、監視施設が設置され、常時見張りが行われている。</p> <p>3. 船上観測データの補正</p> <p>極端自然現象を捉えるには自然環境の常時モニターが必要だが、洋上データは不足している。商船では観測が業務の一環として行われているが、測定データは一部しか集約されていない。これらを集約してビッグデータ化することは技術的には可能であるものの、船体影響を受ける可能性があるデータは補正が必要である。船体影響は船舶毎に異なる可能性があり、また比較対象となる真値のデータが得られない場合もあるため、補正に関する研究はほとんど行われてこなかった。しかし、船舶及びリファレンスとなる洋上定点で自動測定・収集が行われて、ビッグデータとして利用できれば、船舶毎の補正式を導出できる可能性がある。そこで、神戸大学所有の深江丸で実験を行い、補正式の導出について検討した。風向別の風向・風速を、船上風と洋上風とで比較を行い、船体構造に伴う風速の強化傾向を明らかにするとともに補正式を導出して、ビッグデータによる補正の可能性を示唆した。</p>
<p>今後の研究の見通し</p>	<p>ポンドで起こった高潮について、これを引き起こした要因毎の影響度を定量的に明らかにする。また、高潮や洪水による海洋環境への影響について、ポンドでの観測データを解析する。これらを、タイでの事例と比較する。インド洋大津波による東南アジア各国における海洋環境影響についてまとめられた報告書も入手したことから、これを東北地方太平洋沖地震に伴う津波による海洋環境影響や、派遣前に実施済みの南海トラフ地震に伴う津波による大阪湾での海洋環境影響予測と比較する。これらの比較から、脆弱性やレジリエンス能力の評価を行い、災害リスクの低減につなげる。</p>
<p>研究成果の発表予定</p>	<p>高潮実態の調査結果については、Transactions of Navigationに投稿済みであり、5月に開催されるAGU/JPGUで発表予定である。高潮を引き起こした要因毎の影響度を定量化については、Environmental Management of Enclosed Coastal Seas Conferenceでの発表と、Estuarine, Coastal and Shelf Scienceへの投稿を予定している。高潮や洪水による海洋環境への影響や東南アジアとの比較についても適宜国際学会で発表し、国際学術雑誌に投稿する。船上風の補正については、” Correction of Shipboard Wind Speed and Direction toward the Utilization of Big Data” の表題で、2020年3月にTransactions of NavigationのVol. 5, No. 1に掲載済みである。</p>

海外派遣終了後の研究の進捗状況（2021年3月現在）

Transactions of Navigationに、Storm Surge Disaster Caused by Typhoon Jebi, T1821, at Fukae Harbor in Japanが掲載された。

(https://doi.org/10.18949/jintransnavi.6.1_19)

この論文は、神戸大学深江キャンパス内の港（深江港）で2018年9月4日に発生した台風Jebi (T1821)による高潮の実相を、画像・数値・測地データにより明らかにするとともに、我々が管理する検潮井戸が溢れたために記録されなかった最高潮位の推定を行った。また、深江港に隣接する高橋川の流域も浸水したことから、浸水域とハザードマップとの比較、地球温暖化に伴う潜在的な高潮リスクの議論を行った。

風向が南寄りになって海水が一気に流れ込んだ事により高潮が発生し、14:16~14:18に最高潮位305cm、予測天文潮位との偏差254cmを記録した。約1時間岸壁が浸水したが、高潮による防潮堤の越流は発生しなかった。もし、2018年予測最高潮位時（9月11日）に高潮が発生した場合、潮位は54cm高いため、高潮による越流が発生していた可能性がある。また今回の高潮には、最高約70cm程度の波浪が重なり、これが防潮堤に打ち上げることで防波堤内に越波した。港外に面した最も天端高が高い防潮堤では1mを上回る打ち上げの発生が視認され、消波や波返しの構造がない直立防潮堤の問題点が明らかとなった。

神戸市は、この高潮以前に高潮ハザードマップを公開していなかったため、津波ハザードマップ、河川からの洪水による浸水想定区域、及び、排水能力を超えた内水氾濫による浸水想定区域と比較した所、これらのいずれかとおおむね一致した。兵庫県が高潮後に公開した高潮浸水想定区域図による最大規模の高潮は、南海トラフ地震による津波よりも高く想定されており、防潮堤等の施設では防ぐことのできない規模とされている。日本沿岸は台風が発生する夏～秋に平均潮位が高くなるため、潜在的な高潮リスクを持っており、地球温暖化による台風の強化はこれを高めている。行政は津波対策で高潮対策を兼ねる方向にあるが、台風に伴う高潮は津波よりも深刻で、津波対策では防げない可能性がある。