

プロジェクトの実施内容と成果の概要

2011年3月11日の東日本大震災で起きた巨大津波により、太平洋には数百万トンもの漂流物が流れ込んだ。環境省の拠出金による本 PICES(北太平洋海洋科学機構)プロジェクトの全体目標は、この津波漂流物(JTMD: Japanese Tsunami Marine Debris(東日本大震災による洋上漂流物))、特に漂流物に生息していた非在来生物種(NIS: Non-Indigenous Species)が北米太平洋沿岸やハワイの生態系とその機能、沿岸部やコミュニティにもたらす影響を評価ならびに予測し、影響を緩和するための調査と管理手法を提案することであった。

ADRIFT(Assessing the Debris-Related Impact From Tsunami: 東日本大震災起因海洋漂着物影響評価)と名付けられた本プロジェクトでは、(1)北太平洋にある津波漂流物の挙動モデリング、(2)津波漂流物の漂着と蓄積状況の観測とモニタリング、ならびに(3)津波漂流物に係わる非在来種が北米太平洋の沿岸生態系にもたらす潜在的な影響調査の主に3つの研究分野に重点を置いた。

モデリンググループは、一般的な循環モデルを用いて、2011年の巨大津波で生じた洋上漂流物の動きをシミュレーションした。同グループは入手可能な漂流物の発見報告に基づいてモデルの開発、改良、校正を行い、津波漂流物の分布と北米太平洋岸やハワイへの漂着時期を予測した。これらの結果では、様々な種類の津波漂流物がそれぞれどのように漂流したかが示された。軽量の漂流物または浮遊する漂流物(ポリスチレンなど)はすぐに移動し、津波から1年以内に洋上から無くなる可能性がある一方で、重い漂流物、または沈下/半分以上に水中に浸かっている漂流物は洋上にかなり長期にわたって留まることがあり、北太平洋の大洋渦(いわゆるゴミベルト)に取り込まれる可能性があることが示された。シミュレーション上でワシントン州やオレゴン州の沿岸に漂着するとされた粒子は、はっきりした季節的な周期を有することが示された。このモデルは、個々の津波漂流物の考えられる漂流経路を計算することにより漂着物が蓄積しやすい場所を見つけ出すと共に、津波漂流物が通過した海域の水温、塩分、クロロフィルといった想定される海洋学的な状態も推定し、非在来種のリスク評価を進めるために用いられた。

観測とモニタリングのチームは、北米とハワイにおける津波漂流物の漂着に時空間的な変動について検討し、2011年の巨大津波による漂流物であると報告されたものとの関係性を示した。ハワイの主要な島々とカナダのブリティッシュコロンビア州の縁辺沿岸線の空中写真撮影を行った。モニタリングデータの分析によると、2012年5月初旬に漂流物漂着の急激な増加がみられており、飲料水容器やその他の消費財などの指標物は津波発生前の記録の10倍増となった。海岸ごとに特異的な漂流物の漂着と再流出状況を追跡し、沿岸部海岸における漂流物の経時的な挙動を詳細に把握するため、2015年2月にオレゴン州のある場所にウェブカメラシステムを設置した。

非在来種チームは、津波漂流物に係わる種の侵入の可能性について、1)漂着した津波漂流物に係わる生物多様性(種類)のリスト作成、2)生物種のリスクの公式的な評価と非在来種の運び屋としての津波漂流物の包括的な評価、ならびに3)北米太平洋岸とハワイにおける非在

来種の調査により検討した。本プロジェクトの実施を通じて、650 個の津波漂流物が捕捉、採取されたが、その中から 380 種以上の海藻、無脊椎動物や魚が特定された。時間とともに、生きのまま漂着する種は減っているが、2017 年春になっても北米とハワイで津波漂流物に付着した日本の種の漂着が記録されている。

各生物種のリスクは公式な手法で評価され、漂流物が到着した北米太平洋岸やハワイのそれぞれの生態区分(相似した海洋学的・地理的な特性により、隣接する生態系とは区別される比較的均一な生物種組成を有する生物地理区)ごとに、より高リスクの生物種のリストが作成された。これらの種の一部は、ムラサキガイ(*Mytilus galloprovincialis*)、ホヤ(*Didemnum vexillum*)、アカフジツボ(*Megabalanus rosa*)、ならびにワカメ(*Undaria pinnatifida*)といった世界的な侵入種としてよく知られているものである。中間リスクが最大となるのは、すでに貝の養殖や商船輸送などの従来の運び屋から多くの非在来種を迎え入れている北カリフォルニアであった。ハワイでは、ハワイの島々でこれまでに観られなかった非在来種について、最も多い種類数が津波漂流物から見つかっている。非在来種を見付けるための現場調査は、アラスカ州、カルフォルニア州からハワイ州に至るまで津波漂流物が漂着した各生態区分で行われた。付着生物捕集用のパネルの設置、ムラサキガイへの寄生生物選別と、津波漂流物に係わる無脊椎動物と海藻類の定着を確認するための目視調査が行われた。これまで 60 か所以上で行われた調査では、津波漂流物に係わる非在来種の定着を示すケースはまったく観られなかったが、非在来種の移入は見付かるまで数十年かかることもあるため、今後のモニタリングを行う上での重要な基本データとなった。おそらく、津波漂流物から見付かった日本の生物種であるイシダイ(*Oplegnathus fasciatus*)は例外の 1 つで、オレゴン州とワシントン州の沿岸部沿いの海洋漂流物とは別の所で生息していることが観察されたが、個体群が定着した証拠は見つからなかった。

以上の目覚ましい研究活動に基づき、2011 年の巨大津波による洋上漂流物の影響について数多くの結論を導くことができる。2011 年の巨大津波に直接起因すると考えられた、おびただしい量の洋上漂流物が 2012 年から 2017 年までに北米やハワイの沿岸部に周期的に漂着した。その割合は不明であるが津波漂流物は北太平洋を浮遊したままであり、今後数年間にわたって漂着し続ける可能性がある。漂流物の種類は異なるが、この震災起因の漂流物の元々の量は、震災以外の起源から海洋に一年単位で流れ込んでいるのと同等の規模である。

津波漂流物に係わる日本の沿岸部の種の生物種は多岐にわたり、回収された漂流物ごとに記録されている。これは、種の特定に 65 人以上の分類学者が関与した、1つの運び屋に係わる種群について最も集中して精査されたケースとなっている。全体的にみて、津波漂流物はおそらく潜在的な侵入種の運び屋としての役割を果たすであろうことに疑いの余地はない。しかし、その他の前述したような従来と現在の運び屋と比較すると、津波漂流物は比較的低リスクが低い。津波漂流物は、商船輸送などの継続して運行されている運び屋と比較して、非在来種の独特の運び屋の典型である。

ADRIFT プロジェクトは、数多くの出版物と遺産(レガシー)を生み出した。2 つの学術誌で特別号が作成中であり(2017 年後期に発刊予定)、津波漂流物に係わる生物種の分類学に焦点を

プロジェクトの実施内容と成果の概要

絞った論文は『Aquatic Invasions』誌に、モデリング、観測、モニタリング、生態学ならびに種のリスクに関する論文は『Marine Pollution Bulletin』誌に、それぞれ発表される予定である。他に本プロジェクトから生み出された以下のような成果(レガシー)が利用出来る。1)スミソニアン協会オンラインポータルサイト NEMESIS (National Exotic Marine and Estuarine Species Information System: <http://invasions.si.edu/nemesis/jtmd/index.jsp>「海洋と河口域における外来種に係わる国立情報システム」)にある PICES 津波漂流物に係わる種を収集したデータベース、2)ロイヤルブリティッシュコロンビア博物館にある津波漂流物から収集された生物標本(無脊椎動物)の収集保管物、3)ブリティッシュコロンビア州政府よりオンライン入手可能な同州の海岸総延長 1,500 km 以上におよぶ外縁沿岸部の空中写真と漂着物蓄積度合いを区分けしたオンライン地図ポータルサイト

(<http://www.arcgis.com/home/webmap/viewer.html?webmap=3c5fb88b7f3f4d97974615acad67af3e>、4)幾何補正されたハワイの8つの主要な島々の空中写真と ArcGIS ストーリーマップ (<http://arcg.is/29tjSgk>)とハワイ州計画サービスによる web 地図

(http://geodata.hawaii.gov/arcgis/rest/services/SoH_Imagery/Coastal_2015/ImageServer)、5)津波漂流物に係わる非在来種の海藻同定用の一般市民ならびに研究者向けの神戸大学による野外ガイド(<http://www.research.kobe-u.ac.jp/rcis-kurcis/KURCIS/FieldGuide2017may14LR.pdf>)と、オレゴン州立大学のオンライン・ライブラリー (<https://ir.library.oregonstate.edu/>); 2017 年 6 月掲載予定)を通じて閲覧可能な津波漂流物に係わる底生(付着性)海藻に関する記載である。