

インド洋大津波によるサンゴ被害予測モデルの検討

東北大学大学院 学生会員 川俣 秀樹
千葉工業大学 後藤 和久
東北大学大学院 正会員 今村 文彦

1. はじめに

2004年インド洋大津波は、生態学的、経済学的価値が高いとされている、環インド洋諸国のサンゴ礁生態系に甚大な被害をもたらした。しかし、現在まで津波によるサンゴ被害を定量的に評価する手法は無い。被害評価手法が確立されれば、被災後の被害調査計画、将来の保護計画の策定が迅速に行える。

本研究では、数値計算により推定したインド洋大津波来襲時のタイ・パンガ県, Surin諸島, Similan諸島周辺の流況と、津波後のサンゴ被害調査データを関連づけ、統計モデルに当てはめることで、津波によるサンゴ被害予測モデルを作成した。また、作成したモデルをタイ、モルディブに適用することで、モデルの妥当性を検証した。

2. サンゴ被害予測モデルの作成

(1) サンゴ被害データ

津波数値計算結果との関連性を検証するサンゴ被害データとして、Phuket Marine Biological Center (PMBC) (2005)を用いた。PMBC (2005)は、タイ西海岸全域でインド洋大津波によるサンゴ被害調査を行っており、その被害を[1] No impact, [2] Very low impact, [3] Low impact, [4] Medium impact, [5] High impact の5段階で記述している。

(2) 津波数値計算

まず、タイ・Surin諸島, Similan諸島, およびモルディブ諸島, 南北Male環礁周辺のインド洋大津波の流況を推定するための津波数値計算を行った。空間格子間隔を小さくしながら、タイでは計5領域(1分→462 m→154 m→51 m→17 m) について、モルディブでは計4領域(1分→618 m→205 m→68 m) についての接続計算を行った。支配方程式は、第1領域では地球座標系で定義した線形長波方程式を、それ以外の狭領域では直角座標系で定義した非線形長波方程式をそれぞれ用い、Leap-frog法によって差分化した。津波の初期水位分布はKoshimura et al. (2009)の断層パラメータより求めた。

(3) 結果の抽出

川俣ら(2009)によって、最大流速値の増大に伴いサンゴ被害の程度が増大することが示されているため、最大流速値を津波外力の代表値とし、図-1のように、PMBC(2005)のサンゴ調査測線(図-2, 第5領域)上の最大流速値を抽出した。

(4) 統計モデルへの適用

計算結果をOrdered Probit モデルに適用し、津波の最大流速値とサンゴ被害ランクを関連づけ、説明変数である流速の閾値、およびその閾値と被害ランクの妥当性の検定を行った。その結果、PMBC (2005)の被害ランクの[1]と[2]を統合し、以下に示すような、3つの閾値によって4つの被害ランクを予測するモデルが最適であることが示された。

1. No or very low damage $u_{max} < 2.04$ [m/s]

2. Low damage $2.04 \leq u_{max} < 3.46$ [m/s]

3. Medium damage $3.46 \leq u_{max} < 4.71$ [m/s]

4. High damage $4.71 \leq u_{max}$ [m/s]

(5) モデルの検証

作成したサンゴ被害予測モデルを、タイ・Similan諸島を調査したChavanich et al. (2008), モルディブ・南北Male環礁を調査したGoffredo et al. (2007), AusAID (2005)の調査地点に適用した。その結果、図-3のように、全てのデータとの比較において、最大流速値の増大に伴いサンゴ被害程度が増大する関係が確認できた。また、被害率や被害状況の記述と予測被害ランクの比較においても、おおむね一致していることが確認できた。

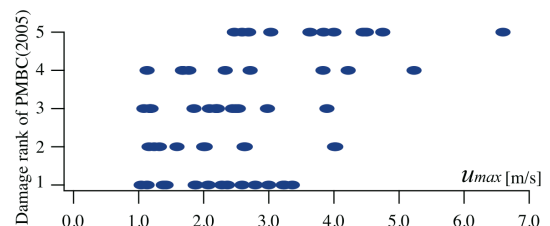


図-1 津波数値計算により求めたPMBC (2005)調査測線上の最大流速値と被害ランク。

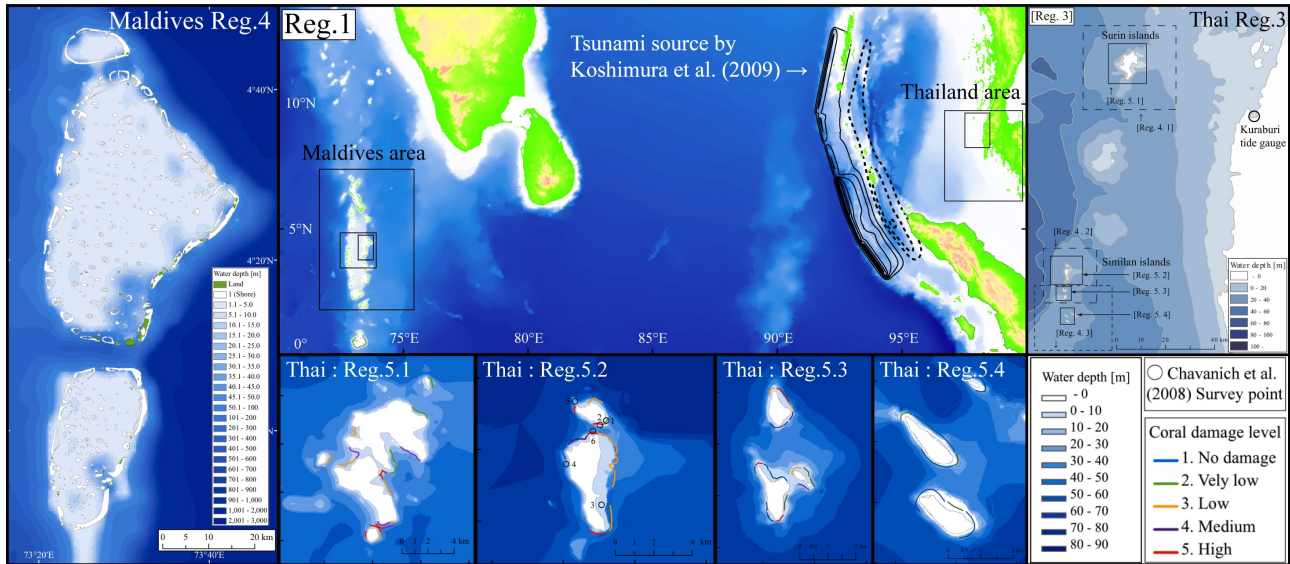


図-2 津波数値計算領域図。[タイ]4つの第5領域へそれぞれ接続した。[モルディブ]計4領域を接続した。計算第1領域では、1 m毎に、実線(水位上昇)、破線(減少)で津波の初期水位分布を示した。

以上から、本研究で作成した津波によるサンゴ被害予測モデルは、インド洋の広い領域のサンゴ被害を説明できるモデルであることと考えられる。

3. 結論

本研究では、津波数値計算とサンゴ被害データを用いた検証により、津波によるサンゴ被害予測モデルを作成し、その妥当性の検証を行った。本モデルは、従来の津波数値計算結果を用いてサンゴ被害を予測できる簡便なモデルであり、多くのサンゴ生態系の研究者や研究機関に使用されることを期待する。

参考文献

川俣秀樹, 後藤和久, 今村文彦 (2009) : 2004年インド洋大津波によるタイ・シミラン諸島でのサンゴ被害の数値的評価, 海岸工学論文集, 第65巻, pp.331-335.

Australian government mission. and Maldives marine research centre (2005) : An Assessment of damage to Maldivian coral reefs and baitfish populations from the Indian ocean tsunami.

Chavanich, S., Viyakarn, V., Sojisuporn, P., Siripong, A. and Menasveta, P. (2008) : Patterns of coral damage associated with the 2004 Indian Ocean tsunami at Mu Ko Similan Marine National Park, Thailand, Journal of Natural History, Vol. 42, Issue 3, pp.177-187.

Goffredo, S., Piccinetti, C. and Zaccanti, F. (2007) : Tsunami survey expedition : Preliminary investigation of Maldivian coral reefs two weeks after the event., Environmental Monitoring and Assessment, No.131, pp.95-105.

Koshimura, S., Oie, T., Yanagisawa, H. and Imamura, F. (2009) : Developing fragility functions for tsunami damage estimation using numerical model and post-tsunami data from Banda Aceh, Indonesia. Coastal Engineering Journal, Vol.51, Issue 3, pp.243-273.

Phuket Marine Biological Center (2005), Rapid assessment of the tsunami impact on marine resources in the Andaman Sea, Thailand. Department of marine and coastal resources ministry of natural resources and environment.

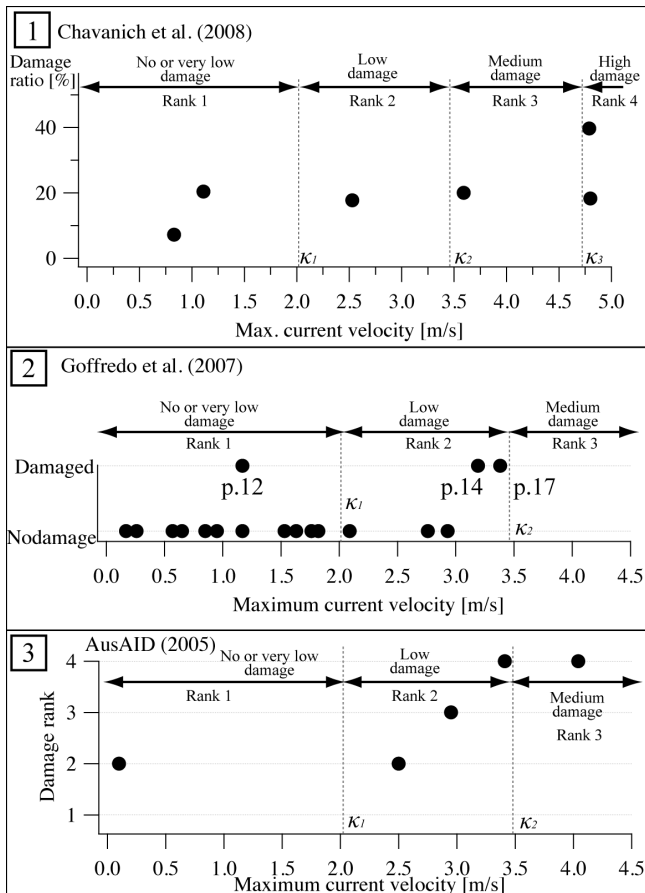


図-3 [1]Chavanich et al. (2008), [2]Goffredo et al. (2007), [3]AusAID (2005)の被害データと、津波の最大流速値、およびサンゴ被害予測モデルによる予測被害ランクの関係。