

マングローブによる津波・波浪の軽減効果を定量化

—自然を活かした沿岸防災対策—

概要

マングローブ林は波のエネルギーを弱めることで効果的な沿岸防災機能を持ち、沿岸域における津波や高波に対する減災効果や気候変動に対応する適応策の有効なツールとして注目されています（図1）。図2に示すように、マングローブは支柱根と呼ばれる複雑な根の構造を持つ特徴がありますが、その複雑な形状を考慮した波の減衰の効果の定量化が困難な課題とされていました。

京都大学防災研究所森信人教授、Yu-Lin Tsai 特任助教（研究当時、現：台湾国立陽明交通大学助教）、Che-Wei Chang 特定助教（研究当時、現：米国ロードアイランド大学助教）の研究グループは、代表的なマングローブ種の *Rhizophora* 種を対象に、根の形状を正確に考慮し、水深や波の高さによるマングローブによる波の減衰を考慮可能な数値モデルを開発し、マングローブによる波の減衰を評価しました（図3）。波の減衰は垂直方向の根の形状と水深に大きく変化し、また減衰量の推定には 20-50%のばらつきが生じることを明らかにしました。

本研究成果は、2026年3月5日にアメリカ合衆国の国際学術誌「*Journal of Geophysical Research-Oceans*」にオンライン掲載されました。

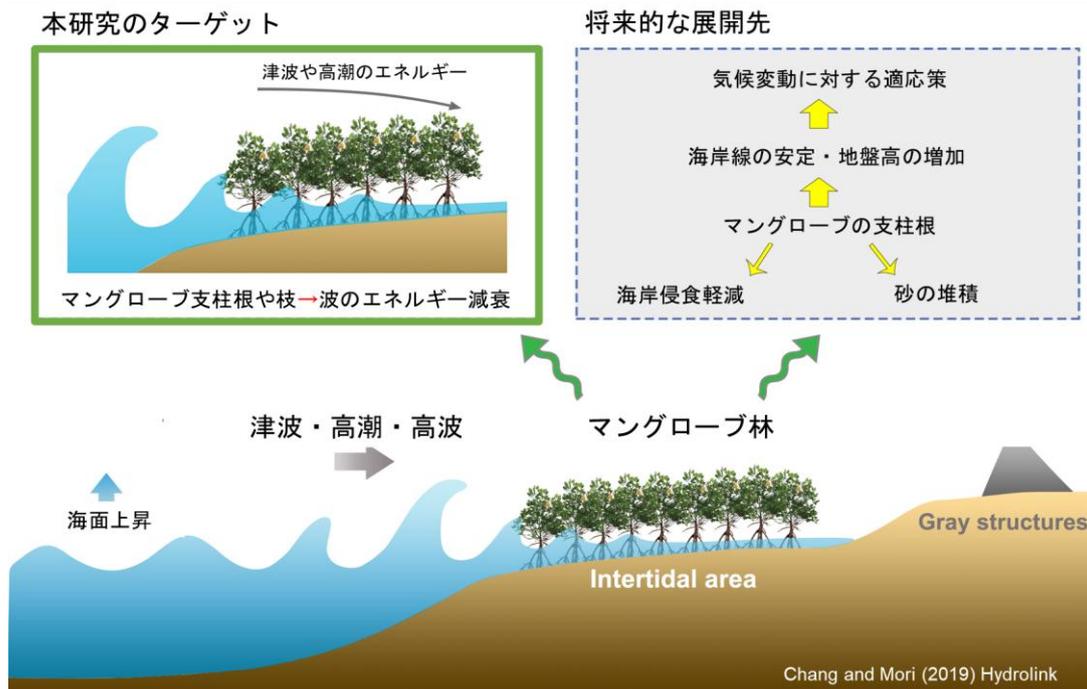


図1：マングローブ減災効果の概念図

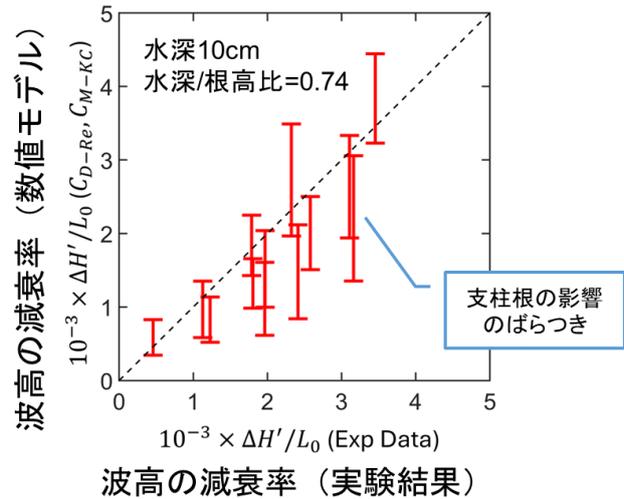
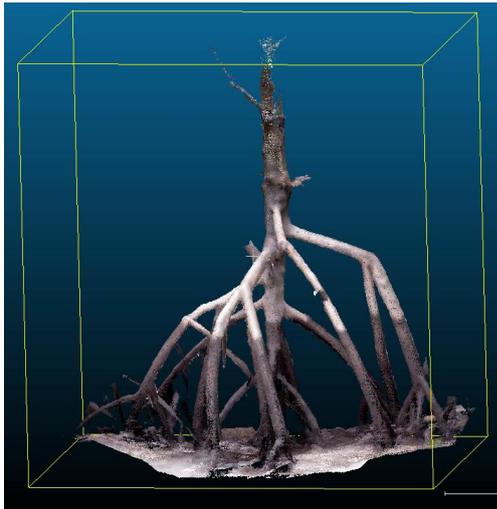


図2：評価対象としたマングローブの根の形状 図3：得られた波高の減衰率の結果の例（横軸：実験結果、縦軸：数値モデルによる評価結果）

1. 背景

沿岸地域は、津波や海洋環境の変化や台風の来襲による高波によるリスクの高まりに直面しています。沿岸災害リスクを低減し、持続可能な防災戦略の有望なアプローチの一つが、自然を活用した解決策（Nature-based Solutions）や自然を生かした災害リスク軽減（Eco-DRR）と呼ばれ、これは自然インフラを活用して、環境に優しい方法で沿岸のレジリエンスを強化するものです。Nature-based Solutions は、波のエネルギーや浸水を軽減するだけでなく、地形の安定性、生態系の回復や炭素固定といった副次的便益ももたらすものです（図1）。マングローブ林は、沖縄や東南アジアなどの熱帯および亜熱帯地域において、沿岸防災の重要な構成要素で、2004年のインド洋津波の直後に効果が実証されています。

このように、マングローブによる防災機能の重要性は強く認識されていますが、図2に示すように、複雑な根の形状を持つため、その有効性を推定することは困難でした。

2. 研究手法・成果

今回、研究グループでは、代表的なマングローブの *Rhizophora* 種を対象に、フィールドで根の3D形状を正確に計測し、その結果をもとに行った水槽実験結果を対象に、水深や波の高さによるマングローブによる波の減衰を考慮可能な植生モジュールを開発し、数値モデルで波の減衰を評価しました。数値モデルは、ブシネスク型波浪モデル¹を用い、これにマングローブによる水の運動量の減衰を評価する抗力²と慣性力³を考慮しました。波がマングローブ林を通過する際の波エネルギーの損失を予測した結果、根の水没度合いで波浪減衰の効果が変化することを明らかにしました。また、波の減衰量の推定には20-50%のばらつきが生じることを明らかにしました（図3）。

3. 波及効果、今後の予定

今回得られた成果は、これまで得られている簡略化されたマングローブの形状をもとにした知見に対して、マングローブの現実的な根の形態と水没状況を考慮することの重要性を明らかにしました。開発された数値モデルや得られた経験式は、今後のマングローブを考慮した沿岸防災計画において有用なツールになると考えて

います。また、一連の成果については、今後、東南アジアにおけるマングローブを用いた防災戦略に役立つように、マニュアル化を進める予定です。

4. 研究プロジェクトについて

本研究は、科学技術振興機構（JST）および独立行政法人国際協力機構（JICA）による地球規模課題対応国際科学技術協力プログラム（SATREPS）「沿岸でのレジリエント社会構築のための新しい持続性システム」（JPMJSA2110）の支援を受けて行われました。

<用語解説>

- 1 ブシネスク型波浪モデル：浅い水深における海の波の変形を評価する方程式
- 2 抗力：水中に物体があることにより、水が受ける反作用
- 3 慣性力：水の加速度運動による慣性の影響

<研究者のコメント>

マングローブ林により波のエネルギーを弱め自然を生かした沿岸防災を進める Nature-based Solutions（自然を活用した解決策）についての研究は、世界的に進められつつあるホットな話題で、私たちは2017年からこの研究を進めてきました。今回の成果は、これまでの現地の樹形調査、水槽実験結果を組み合わせ、数値モデル開発と自然が持つ防災機能の揺らぎを評価するものです。マングローブの植林等へ活用されるように、今後も研究を展開していきたいと思えます。

<論文タイトルと著者>

タイトル：Investigation of Wave Attenuation by *Rhizophora apiculata* Mangroves: Coupled Laboratory Experiments and Boussinesq Modeling (*Rhizophora apiculata* (フタバナヒルギ) による波浪減衰の評価：室内実験とブシネスク型波浪モデルの統合)

著者：Yu-Lin Tsai, Che-Wei Chang, Nobuhito Mori

掲載誌： *Journal of Geophysical Research-Oceans*

DOI： <http://dx.doi.org/10.1029/2025JC022836>