



2022年1月26日

森林で沿岸域を守る

ー防災・減災技術の開発に向けてー

海岸林の 防災効果と 限界

Disaster prevention effects of
coastal trees and its limit

東北学院大学 柳澤 英明

Tohoku Gakuin Univ. Hideaki Yanagisawa

目次 contents

（１） マングローブ林の防災効果と限界 ～2004年インド洋大津波を事例として

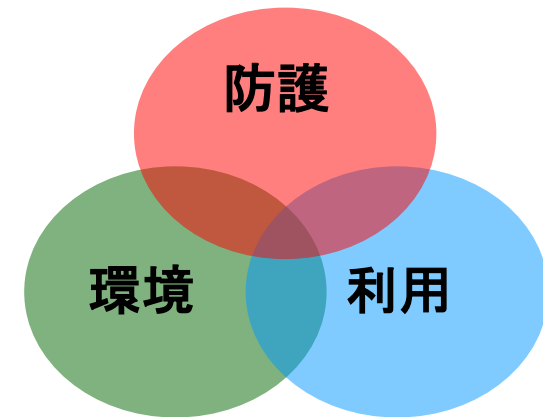
Disaster prevention effects of mangrove forest and its limit ～ Case study of the 2004 Indian Ocean tsunami

（２） 最近の研究紹介 ～マングローブ防災効果の評価精度向上に向けて

Recent study for estimation of disaster prevention effect of coastal tree

社会的な背景

海岸整備



グリーンインフラ (Green Infra)

自然の機能を積極的に利用した基盤整備
infrastructure development using natural function

グレーインフラ (Gray Infra)

コンクリート構造物を基本した基盤整備
infrastructure development using concrete construction

◆ 東日本大震災後...(After the 2011 tsunami)



**もう一度、グリーンインフラの
必要性を見直すことが必要！**
It is important to reconsider the
bnefits of green Infra



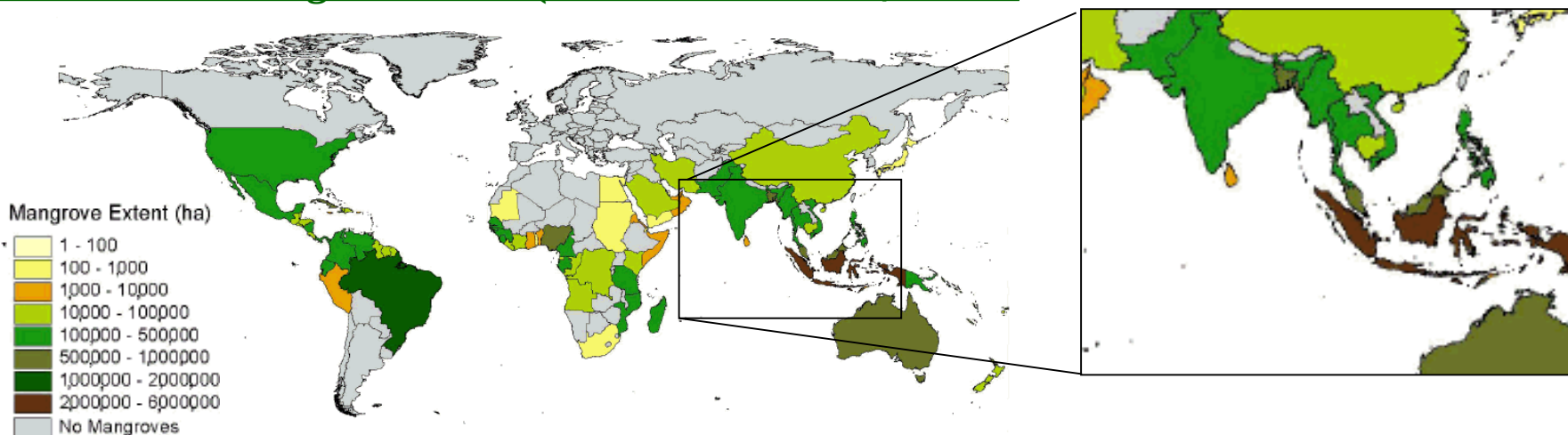
マングローブ林の価値

マングローブ林 mangrove forest

- 生態系の形成 Conserving ecosystem
- 木材などの林産資源の生産 Production of forest resources
- 高波・高潮・津波の減衰 Disaster prevention など



Distribution of mangrove forest (Wilkie & Serena , 2003)

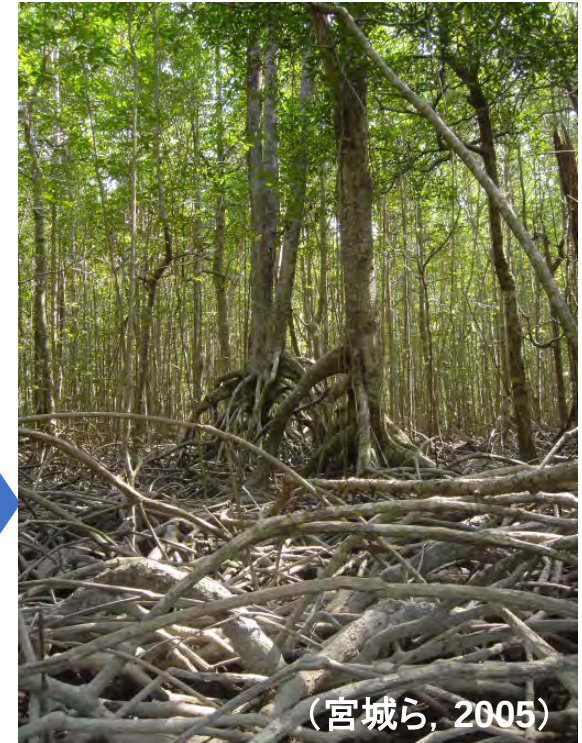


マングローブ林の防災効果

Mitigation effect of mangroves
(Danielsen, 2005など).

2004 Indian Ocean Tsunami

- M9以上の地震
Earthquake of Magnitude 9
- 人的被害: 22万人以上 0.22 million casualties



海岸林の効果 (例えば, 石川, 1992)

① 漂流物の移動阻止

Stop floating debris

② 破壊力の低減

Wave reduction

③ 緊急避難場所

Emergency escape place
など

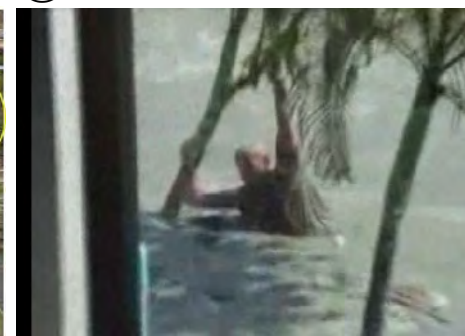
①



②

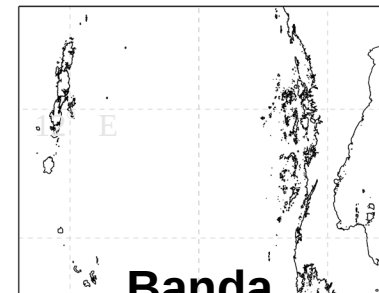


③



近年の森林面積が縮小

乱開発 : エビなど養殖池の造成
overdevelopment **木材や薪炭材の利用**



【インドネシア・スマトラ島北部・バンダアチェ】

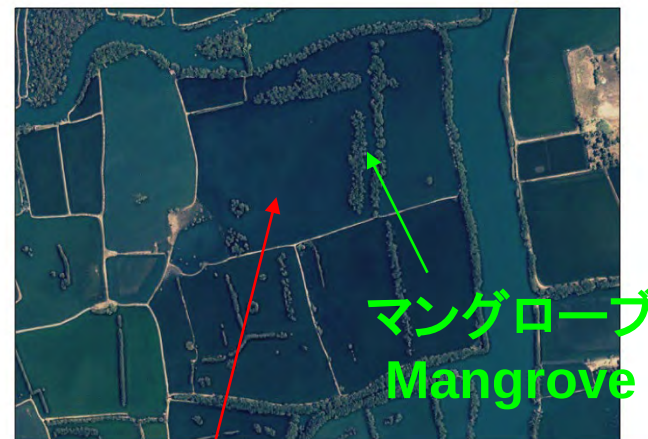
2004年インド洋大津波: tsunami damage

津波高: tsunami height 3.5 – 12 m

人的被害: Casualties 70,000人以上

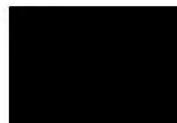
KH-7 / Gambit(1967年)

衛星画像



**マングローブ林が保全・管理されていたならば、
津波の被害が軽減されていたのでしょうか？**

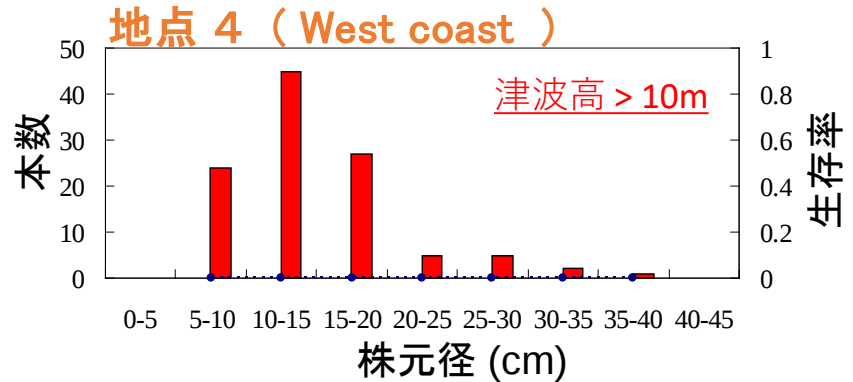
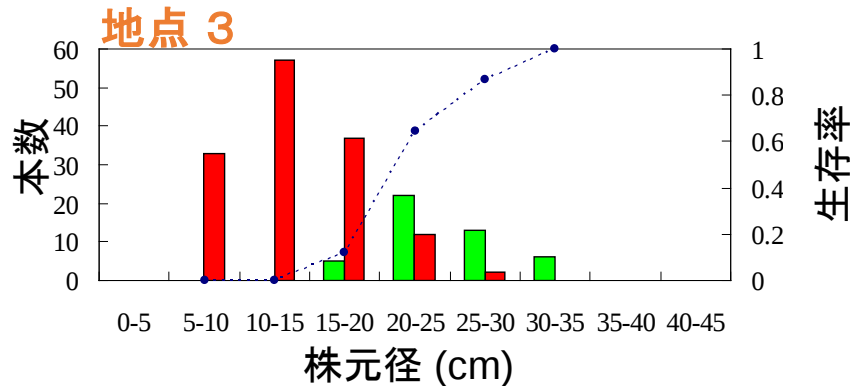
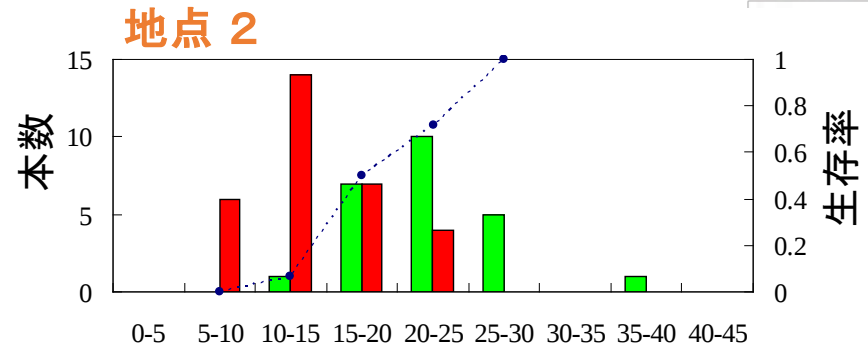
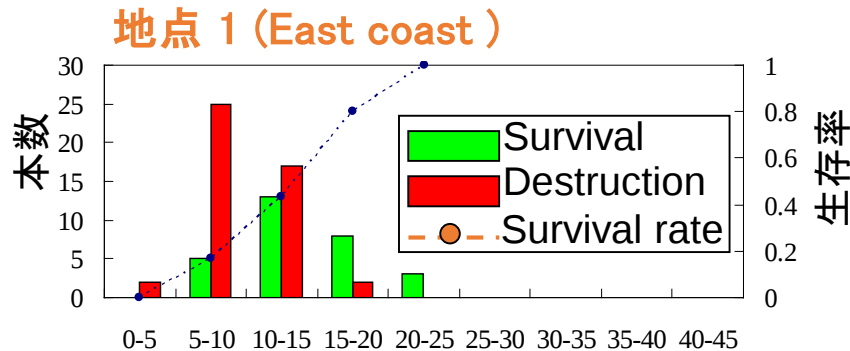
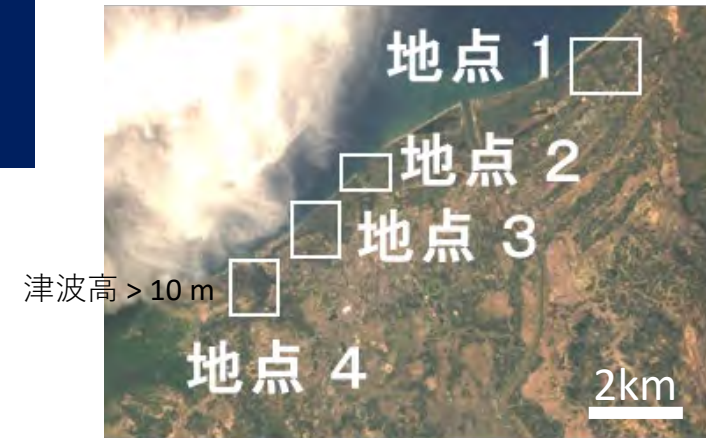
**If mangroves had reserved and controlled,
Could they reduce tsunami disaster?**



現地調査（バンダアチェ）

マングローブの倒木条件

Destruction condition of mangrove trees



樹径15cm以上ならば、ある程度の津波高さに耐え切れる

Mangroves with 15cm diameter can survive against a moderate tsunami.

ただし、海拔10m以上の津波には耐え切れない

But mangroves completely destroyed by more than 10 meter tsunami

倒木率を考慮した津波シミュレーションモデル

津波時における倒木限界 Condition of tree destruction

マングローブの被害調査

Field survey of mangrove damage

被害(破壊状態)
樹木の大きさ(直径)



再現計算(インド洋津波)

Numerical simulation

マングローブ林に襲来した津波の外力評価

津波の数値解析

Numerical simulation

マングローブ林を考慮したシミュレーション

被害 vs 津波外力

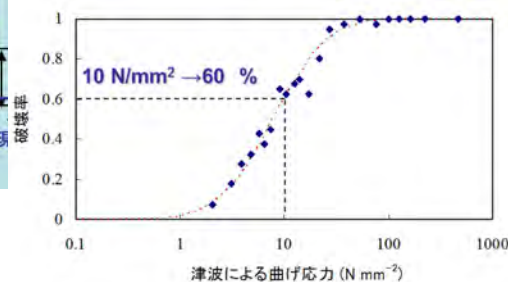
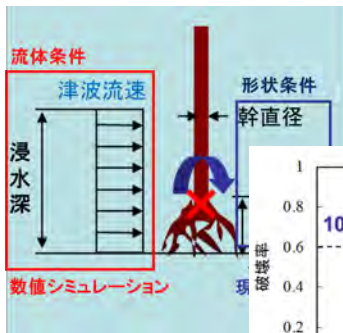
津波外力に対する倒木率



倒木率 + マングローブの抵抗則
Damage Resistance law

津波減災効果の定量化

Quantitative estimation of tsunami disaster prevention effect

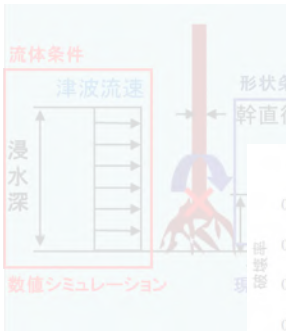


倒木率を考慮した津波シミュレーションモデル

**マングローブ林が保全・管理されていたならば、
津波の被害が軽減されていたのでしょうか？**

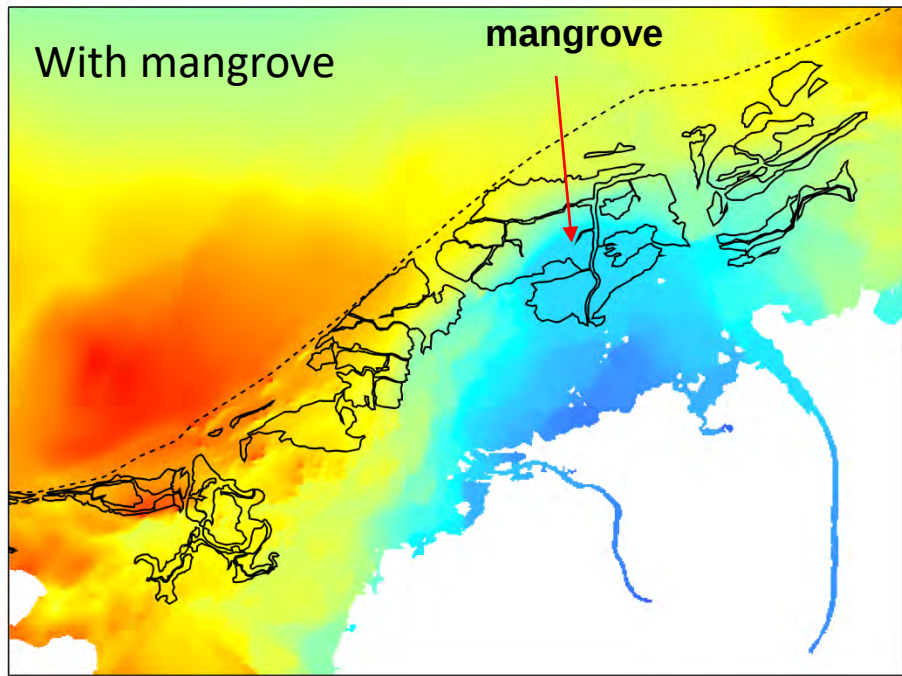
**If mangroves had reserved and controlled,
Could they reduce tsunami disaster?**

過去バンダアチェに存在しえた
マングローブ林の範囲 (Miyagi ら, 2007)
Potential mangrove area



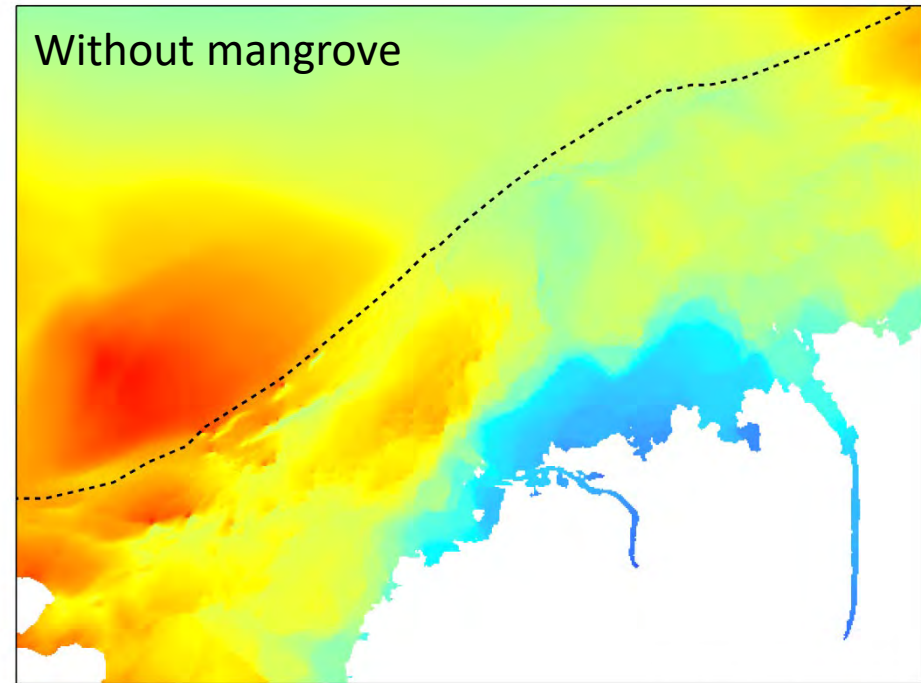
マングローブ林の津波減災効果

マングローブ林を想定した場合
(樹齢40年生の森)



Maximum tsunami height (m)
0 13

マングローブ林を想定しない場合



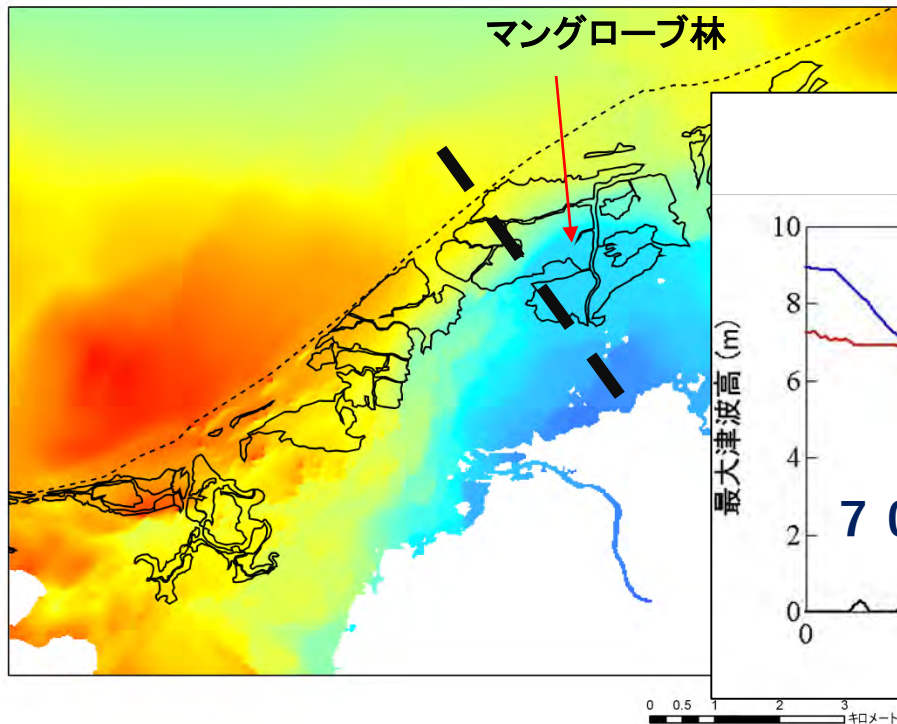
Maximum tsunami height (m)
0 13

浸水域は減らせないが、津波高さを大きく減少させた

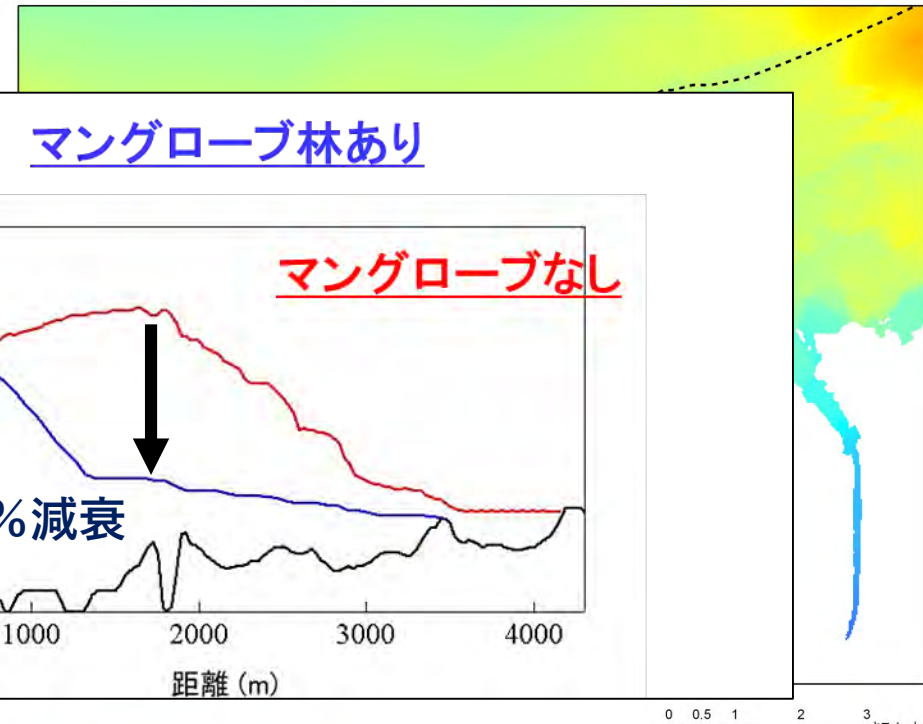
マングローブ林の津波減災効果

マングローブ林を想定した場合
(樹齢40年生の森)

マングローブ林を想定しない場合



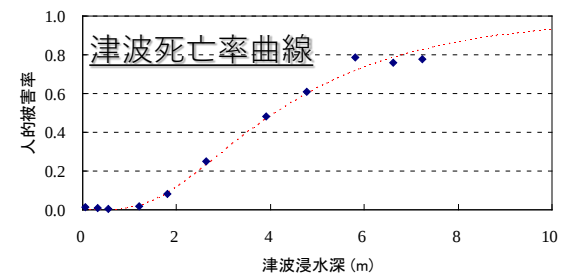
Maximum tsunami height (m)
0 13



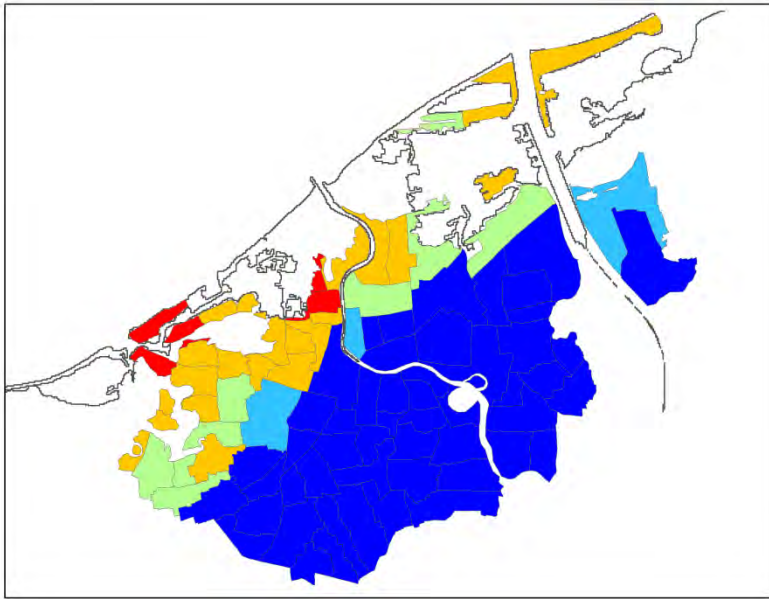
Maximum tsunami height (m)
0 13

浸水域は減らせないが、津波高さを大きく減少させた

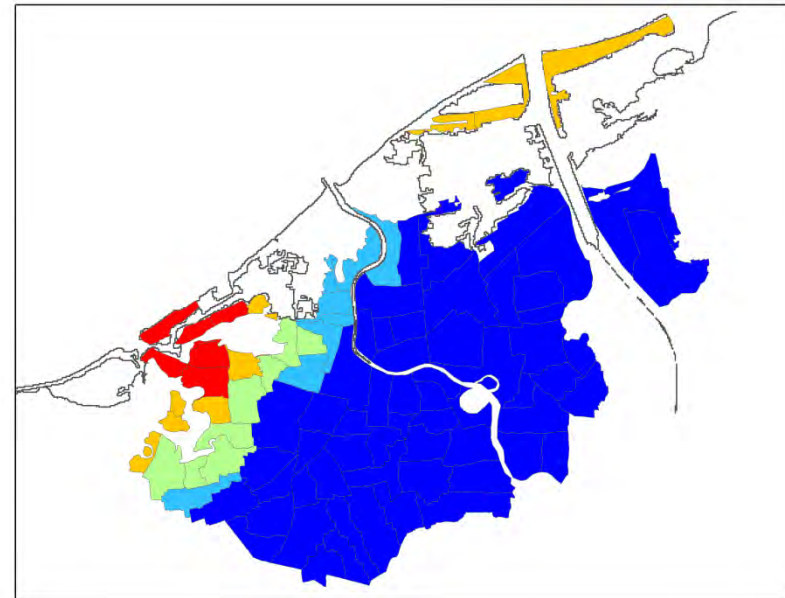
マングローブ林の津波減災効果



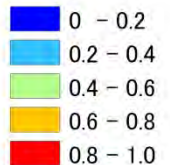
マングローブ林を想定しない場合



マングローブ林を想定した場合



死亡率



人的被害をバンダアチェ市全体で**44%軽減可能（3万人）**

**マングローブ林が保全・管理されていたならば、
津波の被害が軽減されていた可能性を示唆**

目次 contents

（１） マングローブ林の防災効果と限界 ～2004年インド洋大津波を事例として

Disaster prevention effects of mangrove forest and its limit ～ Case study of the 2004 Indian Ocean tsunami

（２） 最近の研究紹介 ～マングローブ防災効果の評価精度向上に向けて

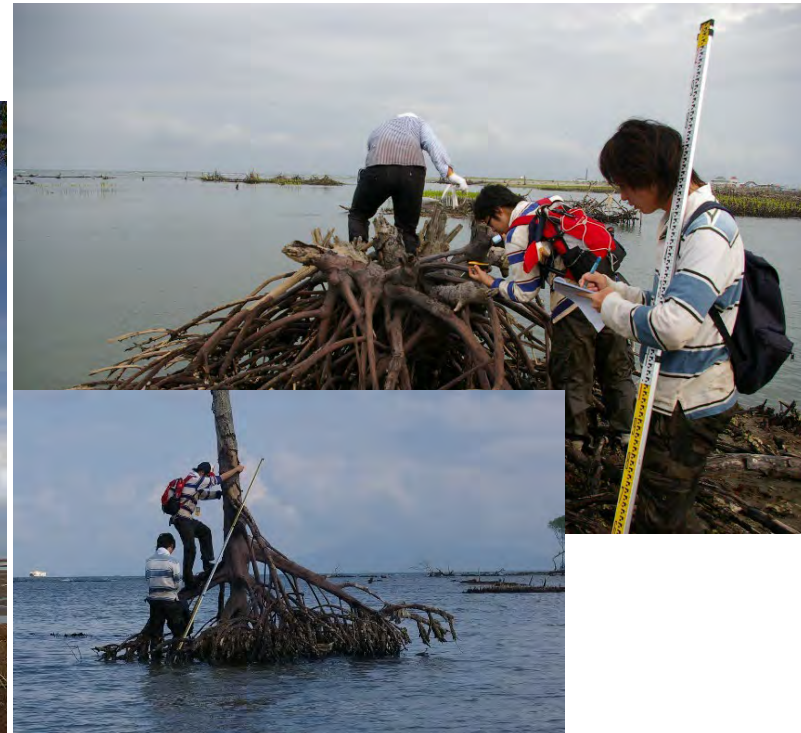
Recent study for estimation of disaster prevention effect of coastal tree

防災効果の定量化精度の向上

複雑な支柱根の形状測量



毎木調査の効率化

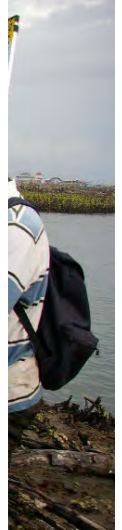
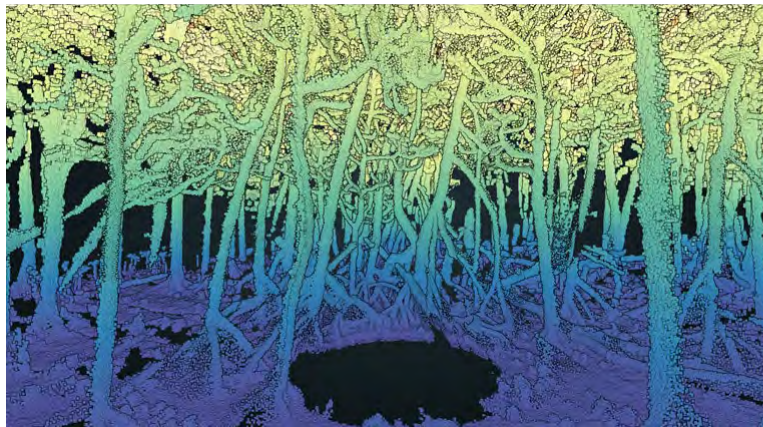
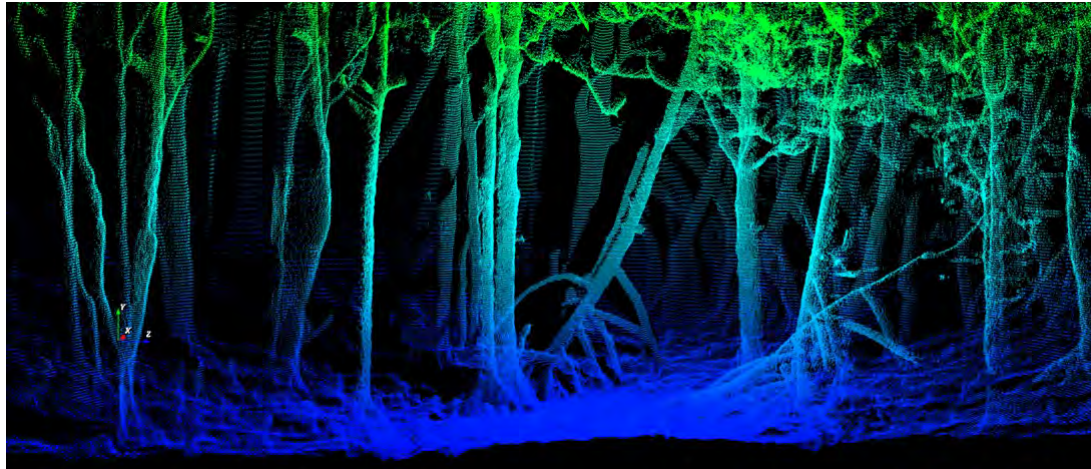


- ・ マングローブ形状の正確な測定
- ・ より多くの場所での毎木調査

防災効果の定量化精度の向上

複雑

非接触型測量 3Dスキャナの利用・開発



より多くの場所での母木調査

低価格 3Dスキャナー開発キット

3Dスキャナは高額
数百万円～

- ◆ 高度な専門知識を必要としないレベルで自作
- ◆ 森林計測の精度として利用可能なレベルへ

中性能タイプ

360度カメラ
(シータSC)

4万円

角度計
(Witmotion)

1.5万円

スティックPC
(Compute Stick)

4万円

Lidarセンサー
(RPLidar A3)

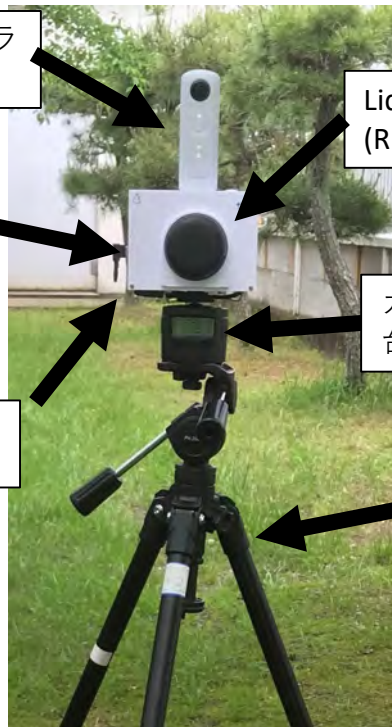
6.5万円

カメラ自動雲
台(TurnsPro)

1万円

三脚

1万円



高性能タイプ

360度カメラ
(シータZ1)

10万円

角度計
(Witmotion)

1.5万円

Lidarセンサー
(UTM-30LX-EW
もしくは VLP-60)

45～70万円

タブレットPC
(Surface GOなど)

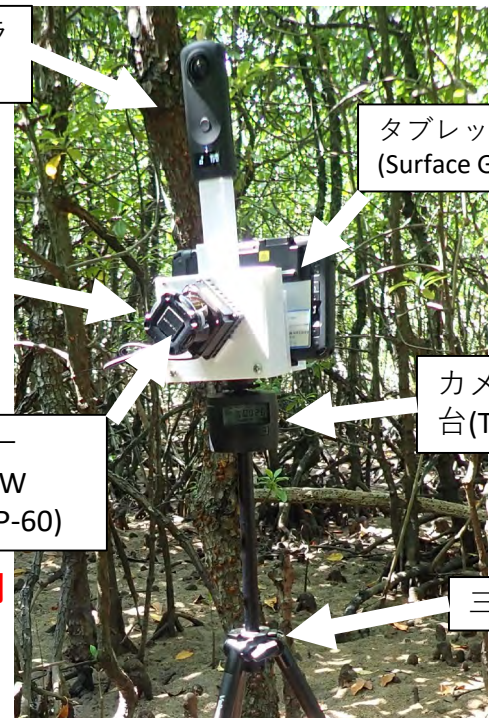
6万円～

カメラ自動雲
台(TurnsPro)

1万円

三脚

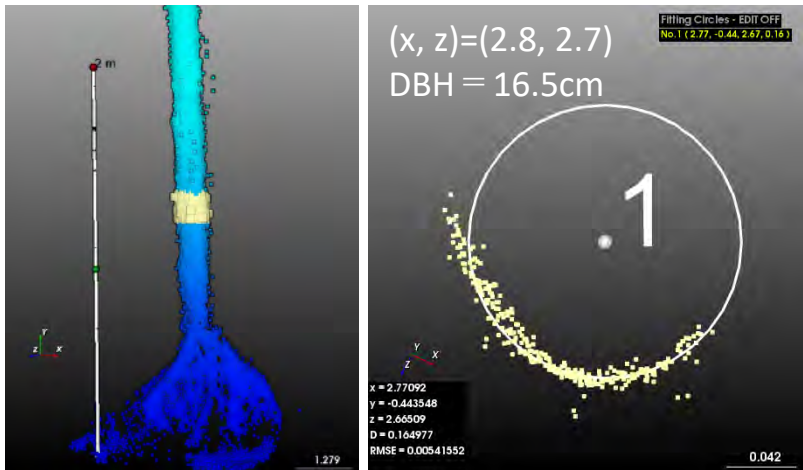
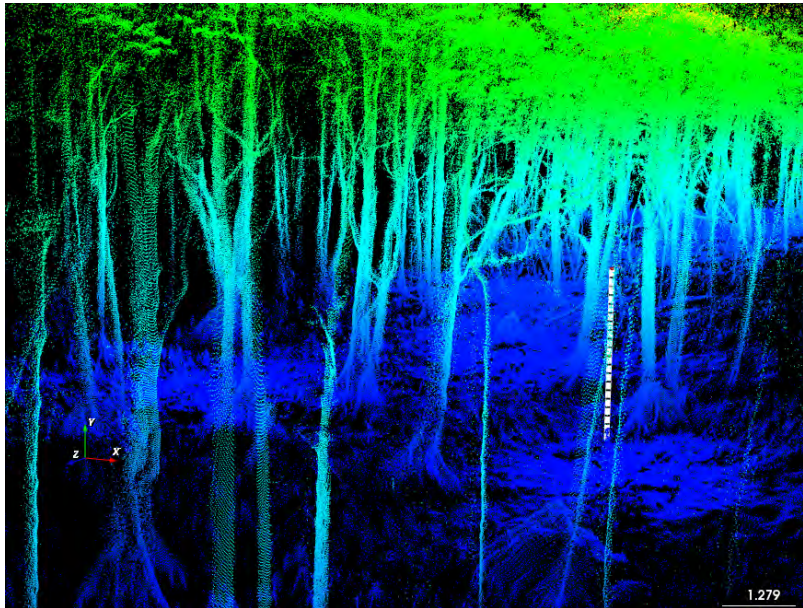
1万円



▶ 20万円以下の予算で開発可能

▶ 100万円以下の予算で開発可能

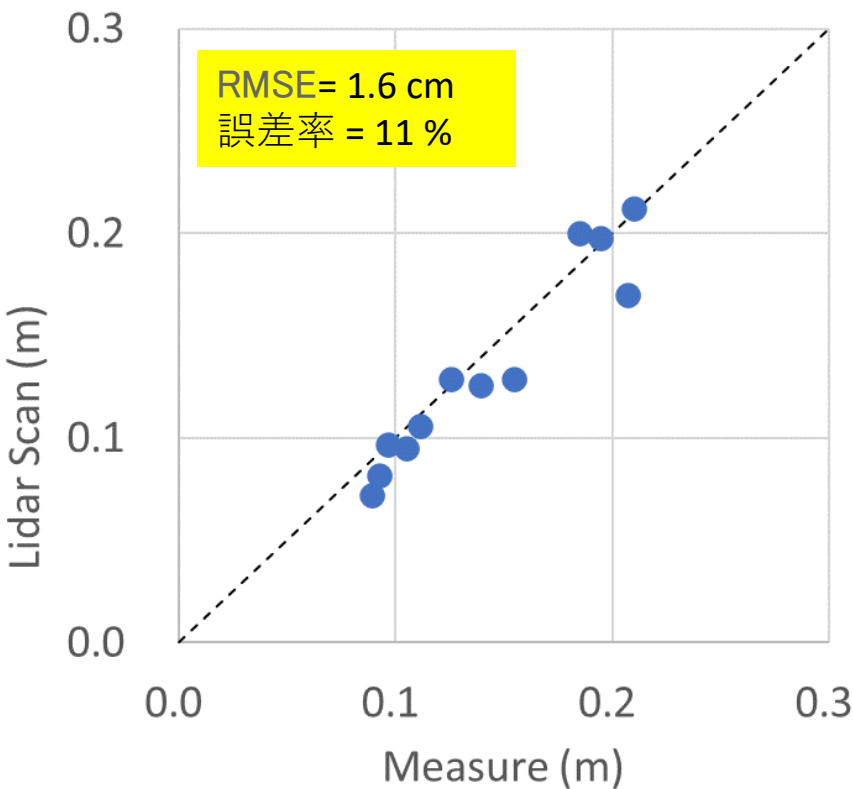
RPLidar A3による測定結果



中性能タイプ°

20万円以下

樹径の評価結果



マングローブ森林調査への適用と精度検証

中性能タイプ



20万円以下

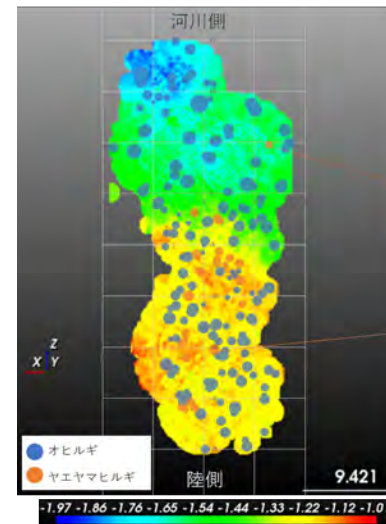
■ 地形・樹種・樹径分布のマッピング（8地点を結合）

地形・樹種・樹径分布図（50m×15m）

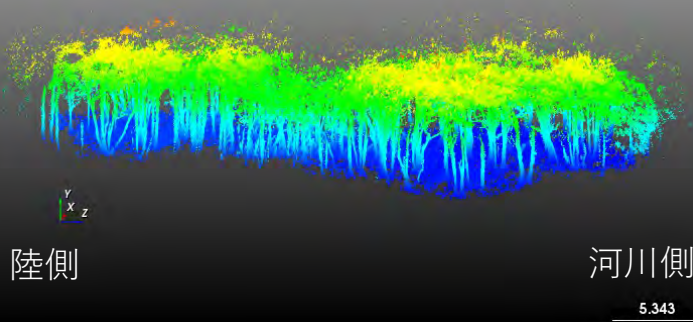
オヒルギとヤエヤマヒルギの
樹径分布と地形起伏

オヒルギに囲まれ”もやし林”
のようなヤエヤマヒルギ

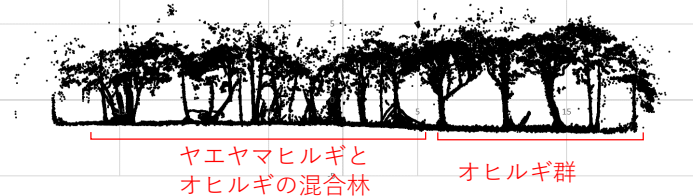
オヒルギの根に囲まれて、枯
れ始めているヤエヤマヒルギ



オヒルギ=160本
ヤエヤマヒルギ=26本



断面図



現場作業（一人で実施）：1地点5分（準備含む）×8地点=40分程度

毎木調査の効率化

今後の予定

低価格 3Dスキャナの開発

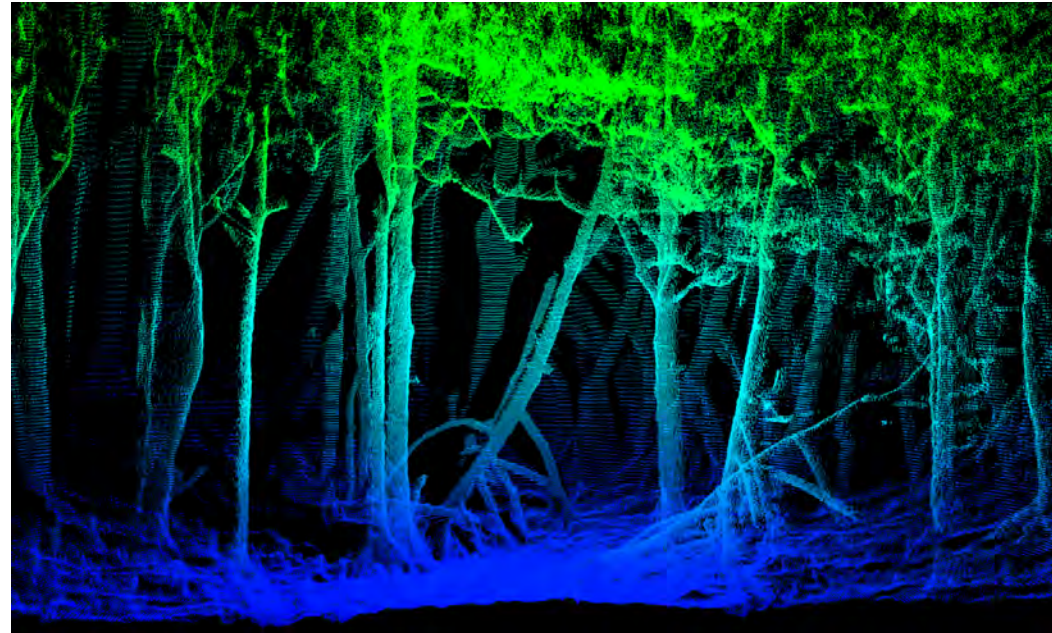


マングローブ森林環境
の3Dデジタルトラン
スフォーメーション
DXの整備



津波減災効果の評価に
関する高精度化へ

低価格 3Dスキャナ・TG3DMakerの活用



まとめ

【1】 マングローブ林の効果と限界

- ① 2004年インド洋津波で効果を実証

【2】 最近の研究状況

- ① 低価格 3Dスキャナによる形状測定
- ② マングローブ森林環境のDX化



マングローブ林による減災効果定量化の高精度化へ