

## 【2-1712】 グリーンインフラを用いた気候変動に伴う沿岸災害の減災評価手法の開発 (H29～H31)

研究代表者 森 信人（京都大学）

### 1. 研究開発目的

気候変動に伴う沿岸災害減災のため、マングローブのグリーンインフラの効果を考慮した、台風から高潮・高波の遡上までを考慮した統合評価モデルを開発する。気候変動の台風への影響を気候学的に矛盾が無いよう取り込み、グリーンインフラの科学的に最適な場所・配置を考慮した適応策の実装手法を構築する。研究要素は、6つのサブテーマを組み合わせ、以下3項目に大別される（図1）。

- (1) コア技術開発：温暖化による台風増加と沿岸ハザード評価（サブテーマ1、2）
- (2) 要素技術開発：マングローブ防災効果の定量化（サブテーマ3、4）
- (3) 社会技術開発：グリーン・グレーインフラの最適な組み合わせ（サブテーマ5、6）

項目(1)では、気候変動の影響を考慮して台風発達から沿岸数kmまでの高潮・高波ハザードを評価可能な大気・海洋（高潮）・波浪結合モデルを開発する。さらに極浅海におけるマングローブの効果を評価可能な空間解像度0(10m)の高解像度波動モデルを開発する。2つのモデルを高速化した後に統合し、沖合から氾濫まで対応可能なハザード・適応策評価のモデルを構築する。項目(2)では、マングローブに関し、数値モデルに必要なとされる樹形等の物理的特性および成長率等の生物的特性を把握し、項目(1)に必要な物理的・生物的諸量のパラメタリゼーションを行う。また、気候変動に伴う環境変化が生育へ与える影響も検証する。項目(3)では、項目(1)(2)の評価をもとに対象エリアを絞込み、気候変動を考慮したグリーンインフラによる減災効果をモデル化する。更にグレーインフラを併用した場合のコスト・ベネフィット関係の評価も行う仕組みを構築する。

### 2. 研究の進捗状況

#### サブテーマ（1）温暖化による台風増加と沿岸ハザード評価

CMIP5 データをもとに、気候変動に伴う台風特性の変化と数値モデルに必要な大気・海洋の温度等の将来変化についてとりまとめた。大気・海洋・波浪結合モデルを構築し、2013年台風Haiyanを対象に再現実験を実施した。さらに、マングローブの効果を考慮した位相解像型の波動モデルの開発を進めた。

#### サブテーマ（2）HPC 技術適用によるシミュレーションモデルの高度化

大気・海洋・波浪結合モデルの高速化を行い、地球シミュレータ上での実行性能を3倍まで高めた。高速化された結合モデルを用いて、水平解像度1kmで台風Haiyanの再現実験を実施した。地球シミュレータ512ノード（2048プロセス）を使用し、現実的な時間内にシミュレーションをすることを可能とした。

#### サブテーマ（3）マングローブ分布と機能評価に関する研究

フィリピン沿岸部の地形類型化およびマングローブ生態系の分布情報整備として、海岸線データの整備、地形類型マップ作成、生態系分布GISデータの整備を予定通りに進めた。また、気温がマングローブ植物の生育に及ぼす影響を評価するために、フィリピンにおける主要な植林樹種であるヤエヤマヒルギとオヒルギの栽培実験を行った。今後も計画通りに地図情報整備と栽培実験を進めて行く。

#### サブテーマ（4）マングローブ波浪低減効果の把握

ベトナムにおける現地調査により、2年代のマングローブの3Dモデル化と3Dプリンターによる再現を確認した。またベトナムにおける現地調査から、マングローブ林の成長曲線も作成することができた。概ね、当初の研究計画通りの成果が得られており、順調に研究が進んでいる。

### サブテーマ（5）グリーンインフラによる減災効果

フィリピンにおける海面上昇等の浸水影響、グレー・グリーンインフラの防護費用データベース構築、防護効果と費用便益を提示し、一連の分析枠組みが確立された。マングローブを用いた適用費用と効果についての試算を行った。計画通りの成果が得られている。

### サブテーマ（6）ライフサイクルを考慮した最適な組合せ

これまで検討例がなかった、実樹木を忠実に再現した3次元モデルを用いたグリーンインフラへの作用外力および背後地へ作用する波高や流速のデータを収集した。並行してグレーインフラの効果と費用についての知見を収集した。

## **3. 環境政策への貢献(研究代表者による記述)**

本課題は、重点課題⑦「気候変動への適応策に係る研究・技術開発」および⑤「低炭素で気候変動に柔軟に対応する持続可能なシナリオづくり」、行政ニーズ（2-2）「低途上国における国際資金アクセス向上のための気候変動対策効果の検証に関する研究」に関連する。

この課題の中で扱う沿岸災害の軽減策として、マングローブによる減災効果である「グリーンインフラ」の価値は注目されているが、多様なハザード・地域性に応じた軽減効果、ライフサイクルやトータルコスト等に関して、科学的・定量的な知見が十分ではない。これらの一連の成果をパッケージングすることにより、2つの重点課題「気候変動への適応策に係る研究・技術開発」および「低炭素で気候変動に柔軟に対応する持続可能なシナリオづくり」への科学的な支援が可能となる。

2015年11月に閣議決定された「気候変動の影響への適応計画」、同年3月の国連防災世界会議「仙台防災協力イニシアティブ」等を踏まえ、適応技術の研究開発普及、途上国に対する適応計画策定・対策実施支援が掲げられている。更にCOP16の結果をもとに気候変動対策支援のための新たな多国間基金である「緑の気候基金（Green Climate Fund; GCF）」が設立され、途上国に対する優れた環境技術展開促進への活用が期待されている。本課題では、テストケースとしてフィリピンを対象とし、一連の成果は、発展途上国における温暖化適応技術としてのマングローブを用いたEco-DRRの研究開発、途上国に対する適応計画策定に直接貢献できる。これは行政ニーズ（2-2）「低途上国における国際資金アクセス向上のための気候変動対策効果の検証に関する研究」対応したものである。

また、科学論文を通じてIPCC第6次評価報告書にも積極的に貢献できるよう、主執筆者等に積極的に研究成果のアピールを行う。

## **4. 委員の指摘及び提言概要**

政策にどのように研究成果を取り入れていくかの道筋が明らかでない。また、社会実装が重要な研究課題であるため、その方策も含めるべきである。実験計画に研究資源をより集中することによって、サブテーマ（1）・（2）の数値シミュレーションとの整合性がより高くなると思われる。大規模台風の将来予測については、予測モデルの検証方法を検討してほしい。マングローブの植林については、無暗に植林しても育たない地域もあることや、生態系への影響も考慮すべきである。グリーンインフラの定量化を課題としているが、モデルの検証がどこまでできるか不明である。ライフサイクルコストの評価は改善が望まれる。

## **5. 評点**

総合評点：A