

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 6 月 22 日現在

機関番号：32515

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2013～2015

課題番号：25830153

研究課題名(和文)津波による大規模攪乱後の樹木の分布に着目した森林再生ポテンシャルの空間的評価

研究課題名(英文)Evaluation of potential for forest regeneration focusing on spatial distribution of trees after large disturbance by tsunami

研究代表者

富田 瑞樹(Tomita, Mizuki)

東京情報大学・総合情報学部・准教授

研究者番号：00397093

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円

研究成果の概要(和文)：2011年の津波後に残存した森林の再生に資するために、2010年10月と2011年11月の衛星データから土地被覆分類図を作成し、空中写真と現地調査から浸水域に残存した森林の分布図と残存林に生育する木本種リストを作成した。土地被覆分類図によって海岸林の約9割が津波で倒壊したと推定された。大面積の残存林の多くが海岸林に由来し、クロマツやカスミザクラ、コナラなどが確認された。残存林を構成する樹種はその履歴に応じて異なるのみならず、津波後に定着した実生には林冠層に出現しない種も出現したことから、残存林の履歴や面積などの要因が津波後の種組成に影響していると考えられた。

研究成果の概要(英文)：The Great East Japan Earthquake and Tsunami of March 2011 resulted in unprecedented damage in the Sendai coastal region. In this research, land-cover classification maps derived from SPOT HRG-2 images before and after the disaster (October 2010 and November 2011) were combined with research on spatial distribution and tree species composition of remnant forest patches in an inundated area. The purpose was to clarify the extent of the damage to coastal forests and recovery process. The classifications showed that almost 90 percent of the coastal forest was destroyed. Almost all the large sized remnant patches originated from the coastal forests dominated by *Pinus thunbergii* and *P. densiflora*. Tree compositions in the canopy layer differed among patches. In some patches, seedlings of species other than those in the canopy layer were observed. These results indicate that differences in history, size and distance between the patches affect tree compositions after the tsunami.

研究分野：景観生態学，森林生態学

キーワード：海岸林 屋敷林 断片化 群集 大規模攪乱 更新

1. 研究開始当初の背景

仙台平野には、大小さまざまな面積の森林が空間的にパッチ状に分布している。これらの森林は、伊達政宗のころから沿岸部に造成・維持されてきたクロマツ・アカマツを主体とする海岸林、農耕地に点在する屋敷林や社寺林からなる。それぞれ、防潮、防風、生物への生息地の提供、生物資源の提供などの公益的機能があり、仙台平野部における農業・文化を古くから支えてきたと考えられている。

ところが、2011年3月11日に発生した東北地方沖太平洋地震に続いて生じた巨大津波によって仙台平野の約半分におよぶ範囲が浸水域となった。空間的にパッチ状に分布する大小さまざまな森林パッチ(海岸林・屋敷林)の多くは海水に曝され、特に、沿岸部の海岸林は大部分が物理的にも破壊された。沿岸部に連続的に成立していた海岸林の多くは壊滅的状况となり、残存した海岸林の分断化は著しく、仙台平野における森林パッチの分布は、震災前に比べると、より空間的に疎らな状態になった。

津波後の数度にわたる現地調査では、残存した森林において大量の海水に曝された樹木のうち、海岸林構成種であるアカマツや、

内陸部の屋敷林や社寺林に生育するスギなどの常緑針葉樹、ミズキ、ケヤキなどの落葉広葉樹、アカガシやシロダモなどの常緑広葉樹は、葉が褐色に変色するか、葉を落とすなど、海水による浸水の影響を強く受けていることが確認された。一方、これらの樹種の被害状況は、森林パッチごとに異なり、津波による浸水程度の違い、すなわち、海岸線からの距離や、標高のわずかな差に大きく影響されているように見受けられた。

したがって、まずそれぞれの森林パッチにおいて、津波後に生残した“林冠”構成樹種および“林床”構成樹種の在・不在を記録することで、津波で被災した森林の再生ポテンシャルを評価できると考えられる。次に、それぞれの森林パッチの面積や空間的配置、海岸線からの距離や標高などの環境要因と、出現樹種との関係を明らかにすることで、在来種を用いた森林再生に有用な基礎資料を得ることができる可能性がある。

また、分断化された生育地間における樹木の分布拡大過程を明らかにするためには、それぞれの森林パッチを構成する樹木をパッチごとに明らかにする必要がある。空間的に広い範囲への樹木の分布拡大はより遠くへの種子散布によってなされるが、数十km四方の空間スケールで種子散布の実態を把握することは困難である。例えば、樹木の種子散布についての研究は、多数のシードトラップを大面積調査区に設置し、種子散布量や種子散布範囲を検証したものや、DNAマーカーを用いて、散布後の種子の組織から種子親を特定し、散布距離や散布範囲を推定した例があげられる。しかし、これらの研究で

は、研究手法上の制約から空間的には数百m四方の範囲に留まっている。一方で、風散布や鳥散布による種の分布拡大は空間的により広い範囲で生じていることは明らかであり、これは種子散布の数理モデルからも示唆されている。

本研究では今回得られる調査結果を用いて、数十km四方という空間的に広いメソスケールでの、樹木の移動・分散の推定を検討することとした。

2. 研究の目的

東日本大震災で生じた津波によって広大な面積の森林、特に海岸林や平野部の屋敷林が消失する、あるいは、冠水するなどの被害を受けた。これらの森林の被害状況および再生過程を空間的に把握し、森林の再生ポテンシャルを空間的に評価するために、仙台平野を対象に以下の課題に取り組む：高分解能衛星画像を用いた、津波による森林分断化状況の評価(森林パッチの空間分布図作成)、

森林パッチにおいて生残した“林冠”および“林床”構成樹種の把握、地理情報システム(GIS)を用いた、樹木の移動・分散経路の推定可能性の検討。

これらは、津波で被災した仙台平野における種多様性および生態系機能の高い森林再生に向けた基礎資料としても有用である。

3. 研究の方法

仙台平野沿岸部の津波浸水域のうち、南北方向については名取川から七北田川まで(約9km)を、東西方向については貞山堀から仙台東部道路まで(約2~3km)を研究対象範囲とした。

研究対象範囲における震災前後の森林域の変化を推定するために、2010年10月2日と2011年11月2日のSPOT HRG-2衛星データを使用した。衛星データの空間分解能は10m、観測波長のバンド構成は可視域の緑から短波長赤外までの4バンド(緑:0.50~0.59 μm 、赤:0.61~0.68 μm 、近赤外:0.78~0.89 μm 、中間赤外:1.58~1.75 μm)である。これらの衛星データを用いて研究対象範囲の土地被覆を分類した。分類では、森林、草地・低木、水田、市街地、水域、裸地の6クラスを設けたうえで、教師付き分類である最尤法を用いた。これらの解析にはERDAS IMAGINE 2011を用いた。ArcGISを用いて震災前後の2時期の差分析やインターセクトなどの空間処理によって分類項目に倒壊林、被災水田、被災市街地を追加した。ここで、被災水田は、水田が津波で浸水し、その後、耕作されずにイヌビエなどが優占する雑草群落になった場所である。被災市街地は、市街地が津波で被災し、ほとんどの建造物が倒壊した場所である。

衛星データを分類して得られる土地被覆分類図から森林の抽出を試みたが、高精度の土地被覆分類を実施しても、分類手法の限界

があるために全ての森林パッチを抽出できない。そこで、研究対象範囲における津波から残存した森林の正確な分布を明らかにするために、国土地理院によって無償で提供されている空中写真(2011年5月撮影)と、同じく有償の空中写真(2013年9月撮影)を、それぞれ入手した。ArcGISを用いてこれらの空中写真を幾何補正したうえで地理空間上に配置し現地に持参した。空中写真を参照しながら全ての森林パッチを目視で識別し、森林パッチの位置とその林冠層の範囲を、地理情報システムを用いてデータベース化した。

森林パッチに出現する樹木群集のうち、特に林冠層ならびに林床に出現する樹木群集の種組成を明らかにするために、全ての森林パッチにおいて森林パッチの林冠層を構成する樹木と、林床に出現した樹木(樹高1.0m)の種名を記録した。また、森林パッチ間の樹木の移動の有無を明らかにするために、林床に出現した樹木のうち津波後に定着した実生については、芽鱗痕を数えることでその樹齢も記録した。

津波による攪乱後の森林パッチの林冠層ならびに林床を構成する樹木群集の種組成に影響する要因を推定するために、それぞれの森林パッチにおける環境要因として、林床の植被率と優占種、津波による攪乱前の土地被覆、研究対象範囲の標高を調べた。林床の植被率と優占種については、それぞれの森林パッチの林冠下における草本層を定義したうえで、林床の植被率と優占種を記録した。津波による攪乱前の土地被覆については“しおかぜ自然環境ログ”にて提供されている“震災前植生図”を、標高については2006年に取得された5mメッシュDEMを用いた。

4. 研究成果

衛星データを用いた震災前の土地被覆分類結果から、研究対象範囲の沿岸部には汀線に平行に幅200m程の海岸林が存在し、その

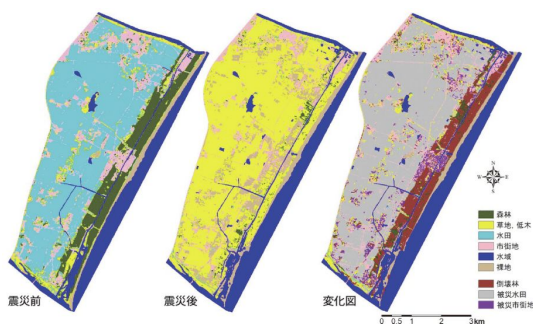


図1. 震災発生前後の土地被覆分類結果とその変化。

後背地には水田が広がるなかに、屋敷林などからなる森林と、市街地が散在している状況が把握できた(図1)。一方、震災後は、津波によって海岸林と水田の面積が大きく減少していた。震災前後の土地被覆タイプごとの

面積割合の内訳をみると、森林(4.2 km²(12.3%)から0.5 km²(1.6%))と水田(15.8 km²(46.7%)から0.1 km²(5.4%))が最も減少した。その次に減少したのは草地・低木と市街地で、それぞれ2.7 km²(8.0%)から1.8 km²(5.4%), 4.8 km²(14.1%)から3.4 km²(9.9%)に減少した。砂浜における地盤沈下によって、裸地は1.4 km²(4.0%)から1.2 km²(3.3%)にわずかに減少した。仙台市の津波浸水域における、津波による攪乱前後の土地被覆とその面積の変化を高精度で推定することができた。

森林パッチのサイズは、単木の林冠木から構成される小面積のものから、多数の林冠木から構成される大面積のものまで大きくばらつき、大面積の森林パッチのほぼ全てが海岸林由来のものだった。また、海岸林由来の森林パッチと、屋敷林や社寺林などに由来する森林パッチとでは林冠層を構成する樹種が異なる傾向があった。前者ではクロマツやアカマツの他にカスミザクラ、コナラなどが、後者ではケヤキやエノキ、シロダモ、ハンノキなどが確認された。それぞれの森林パッチの林床に出現した高木性樹木の稚樹や実生には、同じ森林パッチの林冠層に存在しない樹種がしばしば確認され、こうした実生は鳥などに散布された種子が発芽し、定着したと推察された。芽鱗痕を数えたところ、津波以降に定着した実生としてクロマツ、シロダモ、カスミザクラ、ケヤキ、コナラ、エノキ、オニグルミ、タラノキなどが確認された。林冠木のみならず、津波後に定着した実生においても調査地全域で確認できる種と、海岸林由来の森林パッチ、屋敷林や社寺林などに由来する森林パッチに偏って出現する種が確認された。したがって、林冠木については森林パッチの履歴が、津波後に定着した実生については林冠層の種組成の他に種子散布様式や森林パッチの面積やパッチ間距離などが強く影響していると考えられた。本研究の結果、仙台市の津波浸水域における在来種を用いた森林再生の際に有効な樹種のリストを作成することができた。また、大規模攪乱によって分断化された森林パッチからなる景観構造が将来の種組成に影響している可能性が示唆されたため、今後、詳細な調査・解析を進めたい。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 5件)

富田瑞樹・平吹喜彦・菅野洋・原慶太郎. 2014. 低頻度大規模攪乱が海岸林の樹木群集に与えた影響. 保全生態学研究. 19(2): 163-176. 査読有.

<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009892612>

遠座なつみ・石田糸絵・富田瑞樹・原慶太郎・平吹喜彦・西廣淳. 2014. 津波を受け

た海岸林における環境不均質性と植物の種多様性. 保全生態学研究. 19(2): 177-188. 査読有.

<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009892613>

富田瑞樹・平吹喜彦・菅野洋・原慶太郎. 2013. 海岸林の津波攪乱跡地における生物的遺産の分布と堆砂状況. 自然環境復元研究. 6: 51-60. 査読有.

趙憶・富田瑞樹・原慶太郎. 2013. SPOT衛星データを用いた仙台沿岸域における震災前後の景観変化の解析. 自然環境復元研究. 6: 43-49. 査読有.

〔学会発表〕(計 26 件)

富田瑞樹・菅野洋・平吹喜彦・原慶太郎. 分断化景観における樹木群集の組成に履歴が与える影響. 第 63 回日本生態学会大会. 2016 年 3 月 24 日. 仙台国際センター(宮城県・仙台市)

Tomita, M. Kanno, H. Hirabuki, Y. Hara, K. Distribution of remnant forests and tree communities in the 2011 tsunami-inundated area, Sendai Japan. IALE2015. 6th June 2015. Portland (US).

富田瑞樹・菅野洋・平吹喜彦・原慶太郎. 津波による攪乱後の樹木群集に攪乱前の履歴が与える影響 仙台平野を例に. 日本景観生態学会第 25 回全国大会. 2015 年 6 月 6 日. 九州工業大学(福岡県・北九州市)

富田瑞樹・菅野洋・平吹喜彦・原慶太郎. 仙台市の津波浸水域における残存林の分布と樹木群集. 第 62 回日本生態学会大会. 2015 年 3 月 21 日. 鹿児島大学(鹿児島県・鹿児島市).

富田瑞樹・菅野洋・平吹喜彦・原慶太郎. 津波から残存した森林の分布とその構成樹種の把握 仙台平野の事例. 日本景観生態学会第 24 回大会. 2014 年 6 月 28 日. 石川県金沢市地場産業振興センター(石川県・金沢市).

Tomita, M. Kanno, H. Hirabuki, Y. Hara, K. Effects of tsunami disturbance on the vegetation of coastal forest habitats in northeastern Japan. IAVS2014. 4th September 2014. Perth (Australia).

富田瑞樹・平吹喜彦・菅野洋・原慶太郎. 津波による大規模攪乱が海岸林の物理的構造に与えた影響. 第 61 回日本生態学会大会. 2014 年 3 月 15 日. 広島国際会議場(広島県・広島市).

富田瑞樹・平吹喜彦・原慶太郎. 津波被災地の倒壊林と残存林における震災前後の地盤校の比較 南蒲生モニタリングサイトの事例. 日本景観生態学会第 23 回盛岡大会. 2013 年 6 月 29 日. 岩手大学(岩手県・盛

岡市).

Tomita, M. Hirabuki, Y. Kanno, H. Hara, K. Ecological impacts of large and infrequent disturbance: footprints of the 2011 Tsunami on coastal forest and landforms in Sendai, Japan. The 11th INTECOL. 19th Augst 2013. London (England).

富田瑞樹・平吹喜彦・原慶太郎・南蒲生/砂浜海岸エコトーンモニタリングネットワーク. 海岸エコトーンモニタリングから見てきた海岸林生態系の自己再生. 植生学会第 18 回大会公開シンポジウム「自然の再生力とふるさとの海岸林復興」. 2013 年 10 月 12 日. 仙台市戦災復興記念館記念ホール(宮城県・仙台市).

〔図書〕(計 1 件)

日本生態学会東北地区会, 文一総合出版, 生態学が語る東日本大震災 自然界に何が起きたのか, 130-136.

〔その他〕

朝日新聞全国版 2015 年 6 月 21 日朝刊 35 ページ. 「科学の扉 津波と生態系」に研究成果の図が掲載された.

6. 研究組織

(1) 研究代表者

富田瑞樹 (TOMITA, Mizuki)

東京情報大学・総合情報学部・准教授

研究者番号: 00397093

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし

(4) 研究協力者

菅野洋 (KANNO, Hiroshi)

趙憶 (ZHAO, Yi)