

令和 4 年 6 月 7 日現在

機関番号：80122

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2019～2021

課題番号：19K04976

研究課題名(和文) 海岸防災林の津波減災機能向上のための生物・物理モデルの開発と森林管理手法の評価

研究課題名(英文) Development of biological and physical model for improvement of tsunami mitigation function of coastal forest and evaluation of forest management method

研究代表者

鳥田 宏行(Torita, Hiroyuki)

地方独立行政法人北海道立総合研究機構・森林研究本部・研究参事

研究者番号：50414264

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,000,000円

研究成果の概要(和文)：津波に強い海岸林を構築して津波の防潮機能を向上させるため、森林施業がクロマツ林の津波抗性及び減衰効果に与える影響を森林の成長段階毎に流体モデルを用いてシミュレーションを行った。津波高5mでは、初期の成長段階を除き、森林被害は発生しなかった。津波高が15mを超えると、すべての成長段階において、根返りまたは幹折れ被害が発生した。また、本数密度が高い森林管理に対しては、立木は幹折れしやすい傾向があった。津波の減衰効果は、津波高が低い場合は、林帯幅が広く、本数密度が高い林帯において効果が高い事が示された。しかし、津波高が15mを超えると、林帯幅や本数密度の差異による減衰効果の違いは生じなかった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

東北地方太平洋沖地震津波による人的被害および経済的被害は甚大であり、津波発生の危険性が認識されるようになった。津波被害を軽減して海岸域を保全するためには、海岸林が防災機能を効果的に発揮することが期待される。本研究では、森林の管理手法と海岸林の津波抵抗性及び津波減衰効果の関係を定量的に評価した。その成果は、海岸林が防潮機能を発揮し、減災効果を発揮するための基礎的知見の一つとなる。

研究成果の概要(英文)：In order to increase the resistance of coastal forests to tsunamis and improve fluid force reduction effects, the influence of forest management on the tsunami resistance and fluid force reduction of Japanese black pine (*Pinus thunbergii* Parlat.) coastal forests were simulated using a numerical model for each growth stage of the forest. At the tsunami height of 5 m, no forest damage occurred except in the early growth stages. When the tsunami height exceeded 15 m, overturning or trunk-breakage occurred at all growth stages. The results also indicated that trees are prone to trunk breakage for forest management with a high stand density. At lower tsunami heights, the fluid force reduction was higher in forests with a wider forest width and a higher stand density. However, when the tsunami height exceeded 15 m, differences in forest width and stand density had little effect on the fluid force reduction.

研究分野：防災工学、森林科学、雪氷学、自然災害科学

キーワード：津波 流速 海岸林 被害 クロマツ

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

海岸林の防潮機能については、古くから注目されてきたが、2011年の東北地方太平洋沖地震津波以降、津波被害の実態および海岸林の効果に関する研究報告が行われ、津波対策の重要な一つとしてその効果が期待されている。一方、日本における海岸林は、クロマツを中心として飛砂防止機能を期待して造成管理されてきた歴史がある。そのため、樹冠を早期に鬱閉させて飛砂を防止する必要性から高密度で植栽されてきた。このため、本数密度が高い状態で成長した海岸林の立木は細長い樹形を有し、津波に対しての抵抗性が低くなる。津波の流体力に対して高い抵抗性を海岸林に付与するには、森林を構成する各立木が太い形状であることが望ましい。それには、適宜に間伐を実施して、本数密度を減少させて、各立木間の競争関係(光、水、養分などの争奪)を緩和する必要がある。しかしながら、本数密度の減少は、同時に海岸林の津波減衰効果に影響し、津波抵抗性を高めた結果、津波減衰効果の低下をまねくおそれがある。この二律背反する可能性を見極めるためには、海岸林の津波抵抗性と減衰効果の関係を明確にし、俯瞰的見地から検討をおこなう事が必須である。

### 2. 研究の目的

海岸林が防潮機能を高度に発揮するには、まず津波に対して頑強な林であり、かつ津波の減衰効果を効果的に発揮する事が重要である。そこで本研究では、海岸林の津波抵抗性と津波減衰効果の関係を明らかにし、森林管理計画立案に資することを目的とする。

### 3. 研究の方法

#### (1) 海岸防災林の津波抵抗性および林分構造の解明

海岸林の津波抵抗性を評価するため、材料力学・流体力学に基づいた力学モデルを用いて、被害が発生する時の流速を求める。また、同時に立木の被害形態(幹折れ、根返り)の判別を行い、林分構造との関係性を明らかにする。

#### (2) 海岸防災林の津波減衰効果予測

海岸林の津波減勢効果を林帯の成長段階および津波高毎(5m、10m、15m、20m、25m)に予測する。

#### (3) 海岸防災林の管理手法の検討

森林施業が海岸防災林の津波に対する抵抗性および減衰効果に与える影響を評価する。

### 4. 研究成果

#### 津波による海岸林の被害

クロマツ林を対象に、3つの森林管理シナリオ(密管理:無間伐、中庸管理:収量比数 0.8-0.9、疎管理:収量比数 0.6-0.7)を設定し、被害状況を林分の成長段階および津波高毎にシミュレーションを行った結果、幹折れは、密管理(無間伐)において発生しやすく(図1)、中庸管理(収量比数 0.8-0.9)と疎管理(収量比数 0.6-0.7)では、幹折れは発生せず、根返りとなった。幹折れおよび根返り時の水位と流速を比較すると、相対的に水位が高く遅い流れで幹折れが、水位が低く速い流れで根返りがそれぞれ発生する傾向があった。津波高が 15m 以上になると、無被害立木は存在せず、全ての管理パターンで成長段階を通して被害が発生した。

#### 津波の減勢効果

林帯幅 100m の場合と 200m の場合を比較すると、全ての管理パターンで成長段階を通して、林帯幅が広くなると、林帯の津波減勢効果が向上した。津波高が 5m および 10m のケースでは、密管理林分の津波減勢効果が他の管理シナリオより高いが、津波高が 15m 以上になると、管理シナリオによる差異はほとんど生じなかった。図2には、津波高 5m および 10m に対する密管理と疎管理の無次元流体力指標(流速の 2 乗×水深)を成長段階毎に計算した結果を例示した。ここで、縦軸の無次元流体力指標は、津波の勢いを示す指標であり、この値が小さいほど津波が減勢していることを示す。横軸には、林分の成長段階を林分の平均樹高で示した。

#### 海岸林の被害および減勢効果と管理手法

津波高が低い段階では、密管理林分は、高い津波減勢効果を発揮するが、津波高が高くなると、林分の津波被害が甚大になり、本数密度による減勢効果の差異が無くなることが示された。被害形態に着目すると、密管理は幹折れ被害が発生しやすく、幹折れ部分が流されて津波被害を拡大する危険性が高い事が示唆され、中庸または疎管理では、根返り被害が中心となり、幹折れ被害による 2 次被害の危険性が密管理よりも低い事が示唆された。したがって、低い津波に対しては津波減勢効果を、高い津波に対しては 2 次被害を軽減する事を目的に、管理手法を選択することが重要である。

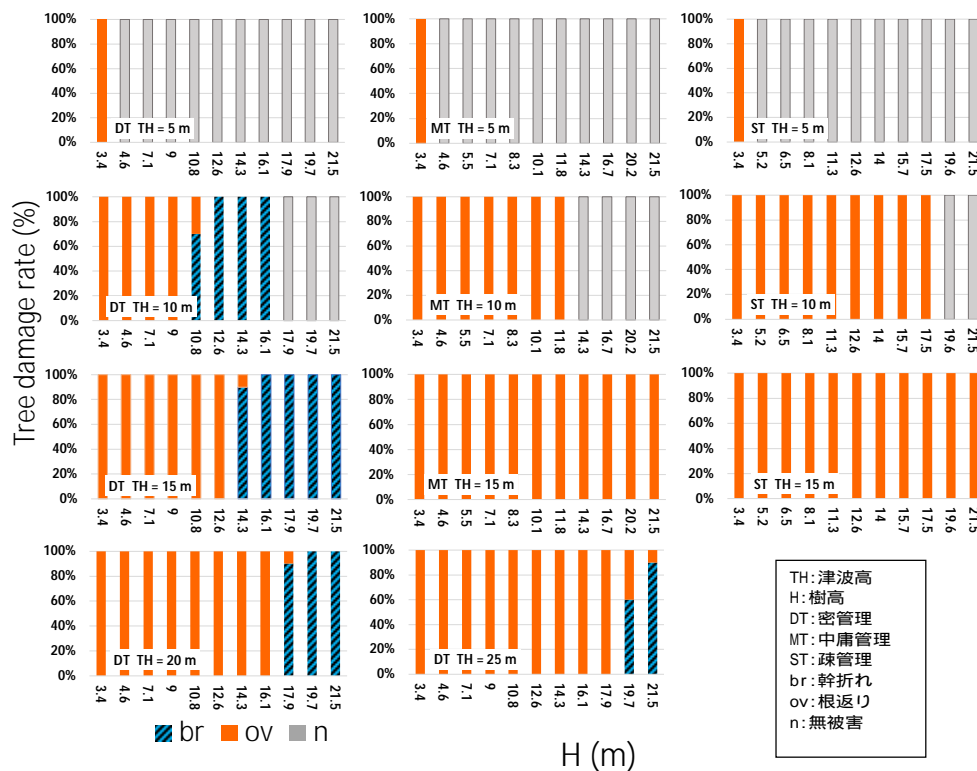


図1．津波による海岸林の成長段階毎の被害状況

津波高 (TH) 5m と 10m に対する密管理林帯 (林帯幅 100m) の被害形態は、津波高 5m では、根返りのみだが、津波高 10m では根返りと幹折れの両方が発生した。更に津波高が高くなると全ての成長段階で被害が生じ、相対的に樹高が低い段階では根返り、高くなると幹折れが発生する傾向があった (津波高 20m 以上の中庸および疎管理の被害状況は、津波高 15m と同様なので省略)。

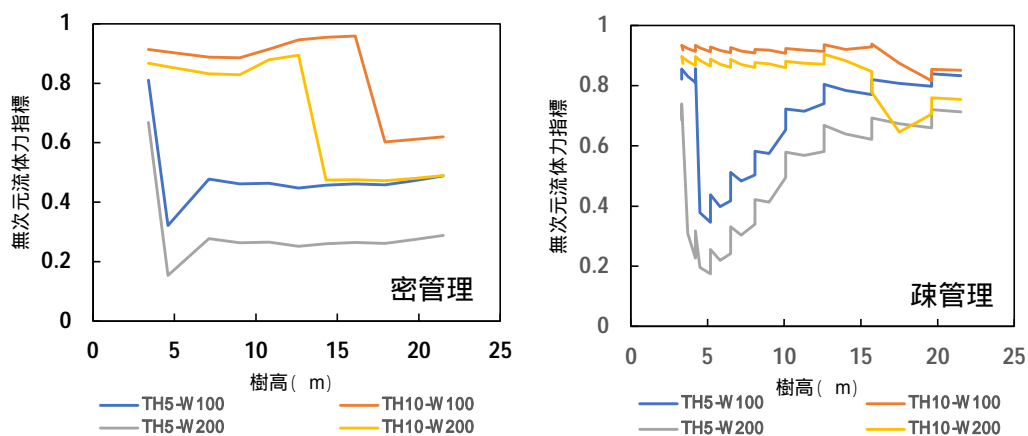


図2．密管理および疎管理林帯による津波減勢効果 (津波高 (TH) 5m と 10m の事例)

林帯幅 (W) 100m と 200m に対する海岸林の津波減勢効果を示す。減勢効果は、汀線から 750m における無次元流体力指標\* (林帯ありの最大流体力指標 / 林帯なしの最大流体力指標) で示した。密管理および疎管理の双方において、林帯幅が広くなると無次元流体力指標の値が小さくなり、減勢効果が高くなった。中庸管理でも同様の傾向を示した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計3件（うち査読付論文 3件／うち国際共著 0件／うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 Torita Hiroyuki, Igarashi Yoshiya, Tanaka Norio	4. 巻 311
2. 論文標題 Effective management of Japanese black pine ( <i>Pinus thunbergii</i> Parlat.) coastal forests considering tsunami mitigation	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Management	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jenvman.2022.114754	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Torita Hiroyuki et al.	4. 巻 284
2. 論文標題 Assessment of the effect of thinning on the resistance of <i>Pinus thunbergii</i> Parlat. trees in mature coastal forests to tsunami fluid forces	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Management	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jenvman.2021.111969	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

1. 著者名 Torita Hiroyuki, Masaka Kazuhiko	4. 巻 268
2. 論文標題 Influence of planting density and thinning on timber productivity and resistance to wind damage in Japanese larch ( <i>Larix kaempferi</i> ) forests	5. 発行年 2020年
3. 雑誌名 Journal of Environmental Management	6. 最初と最後の頁 -
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） 10.1016/j.jenvman.2020.110298	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計2件（うち招待講演 0件／うち国際学会 0件）

1. 発表者名 鳥田宏行
2. 発表標題 針葉樹の枝下高および枝下直径の推定
3. 学会等名 第131回日本森林学会大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 鳥田宏行
2. 発表標題 津波および強風に対するクロマツ海岸林の抵抗性
3. 学会等名 第69回北方森林学会大会
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究分担者	田中 規夫  (Tanaka Norio)  (80323377)	埼玉大学・理工学研究科・教授    (12401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------