

2019 年台風 19 号による大里海岸での松林被害の発生過程について

徳島大学	正会員	山中亮一	基礎建設コンサルタント	正会員	桶川博教	
基礎建設コンサルタント	正会員	中川頌将		大阪府庁	非会員	安田真哉
徳島大学	学生会員	○板東尚吾		徳島大学大学院	学生会員	瀧野萌
徳島大学	正会員	上月康則		徳島大学	正会員	松重摩耶

1. 序論

本研究の対象地域である大里海岸は、徳島県海部郡海陽町に位置（図 1）し、約 4 km に及ぶ砂浜・砂礫海岸である。背後地には松林を主体とした海岸林があり、前岡ら¹⁾によると前線部をクロマツ、後方を広葉樹が占めている。しかし、2019 年 10 月 6 日に発生した台風第 19 号²⁾により松林が大量に枯死する被害が見られた³⁾。既往研究から小野ら⁴⁾は、他の地域の事例ではあるが、地下水面の相対的な上昇とそれに起因する根圏土壌の水没が、松の根腐れを引き起こす原因と推察している。また、前岡ら¹⁾によると、大里海岸では飛塩による影響は小さい一方で、海水浸漬から降雨がほぼなく除塩が進まなかったことが松林枯死の原因としている。しかしながら、いずれの先行研究もその発生要因の指摘に留まっている。そこで本研究では、2019 年台風 19 号による大里海岸での松林被害の発生過程についての検討を目的とする。

2. 研究方法

2.1 被害発生時の状況の整理

2019 年台風 19 号通過時の気象・海象データを収集した。気象データは気象庁より、海象データは国土交通省のナウファス波浪観測データを用いた。また、松林の被害状況を把握するために、台風通過直後の状況をよく知る当時の集落長にヒアリング調査を行った。それらの結果を時系列にまとめ、状況を整理した。

2.2 数値解析

台風通過時の海象を把握するため、数値解析を行なった。波浪や海浜変形、地下水の解析が可能な XBeach⁵⁾を用いた。計算領域と境界条件を図 2 に、設定条件を表 1 に示す。一意に定めることが困難な 3 種類のパラメータ（表 2）については、値をそれぞれ変化させた 27 種類のシナリオを用意し、最も計算精度の高いシナリオの結果を解析対象とした。海浜変形モデルによる再現性は Brier Skill Scores（以下、BSS と呼ぶ）を用いて定量的に評価した。

3. 結果と考察

2019 年台風 19 号は、東京湾を通過する経路をたどり大里海岸は暴風圏外であったが、当地には台風により生じた長周期の波浪が来襲し、松林への越流が認められた。その状況をヒアリングにより整理したのが図 3 である。この図より、松林の広範囲に浸水があり、同時に砂礫の侵入も見られた場所があることが分かった。浸入した海水は長くても 1 日程度で地下浸透し、表層土壌に長く海水が留まる状況ではなかったようである。また、表層土壌に海水が留まらなかったエリアにおいても松枯れが生じていたことが分かった。なお、マツクイムシによる大規模な被害は生じておらず、浸水範囲と松枯れの範囲が一致していることから、台風時の浸水との関連が高いことが改めて確認できた。次に、松枯れの発生過程について数値解析により考察する。

数値解析については、BSS と越流範囲による評価により、最も再現性が高い計算ケースを選択し解析対象とした。具体的には、碎波に関する補正值（ γ と γ_2 ）を 1.0 と 0.5 とし、歪度の補正值（ $f_{Ac}S_k$ ）を 0.5 としたケースで最も高い評価が得られた。本ケースの海浜変形と浸水域の結果を図 4 に示す。海浜変形では、海岸両端では浸食傾向、海岸中間あたりでは堆積傾向となり、実際の海岸変形の傾向と定性的に一致した。また、浸水範囲の結果を図 5 に示す。解析結果の浸水範囲とヒアリングによる波の打ち込み範囲（図 3）を比較すると、海岸両端では過大評価となっており、海岸の北半分では浸水範囲が計算結果において狭い傾向であったものの、波浪による越流が見られた点については再現できており、今回の検討では本結果を対象に解析を行う

こととした。図6に、地下水位の計算開始時と終了時の差分図を示す。これによると、松林内の地下水位が約2.5m上昇した可能性があることが分かった。このことを一般的なクロマツの地下茎の状況と照らし合わせて考察すると、図7よりマツの地下茎の存在する深度まで地下水位が上昇することで、地下茎が塩性化した地下水に水没する状況が生じたと考えられた。クロマツは、沖田らによると冠水区は非冠水区に比べて水没時間の長短に関わらず枯死率が高く、24時間の水没で100%だった⁶⁾。以上より、松枯れの発生過程として、表層土壌の過湿のみならず、地下水位の広域的な上昇が生じ、それが一定の期間にわたり継続したことが挙げられる。なお、本計算で用いた土壌の間隙率(0.4)より、浸入した水塊のみの高さは約1mと推算されるため、その後の降雨状況によって速やかに除塩される状況ではなかったとも言える。本海岸で同様の被害を生じさせないためには、海水浸入に対する防護策が重要であり、また地下水の動態についても評価・検討していく必要がある。

謝辞：本研究を進めるにあたり、大里部落元集落長の斎藤正氏には調査にあたって様々な便宜を図って頂きました。ここに記して感謝の意を示します。また、本研究はJSPS 科研費 18K04659、JSPS 科研費 22K04335 の助成を受けたものです。

参考文献

- 1) 前岡夏槻、岡浩平、山中亮一、鎌田磨人、吉崎真司：高潮による海水浸漬を受けた海岸林における樹種別の応答の比較，日本緑化学会誌，47（1），pp.111-116，2021.
- 2) 気象庁：令和元年東日本台風（台風第19号）による大雨，暴風等 2019年10月10日～10月13日，（2023/02/19 確認）
- 3) 徳島新聞：大里松原（海陽）高潮で松枯れ，（2023/01/06 掲載）
- 4) 小野賢二，中村克典，田中永晴，古澤仁美，平井敬三：東北地方太平洋沖地震による大津波の襲来を受けた東北太平洋沿岸の海岸マツ林の土壌環境—津波浸漬7か月後の現地調査から—，森林総合研究所研究報告，12（1），pp.49-66，2013.
- 5) XBeach Documentation Release XBeach BOI Vol.23.5387，<https://xbeach.readthedocs.io/en/latest/>，（2023/02/02 確認）
- 6) 沖田総一郎，半澤綾菜，坂口未紗，井上美那，山本福壽，山中典和，岩永史子：模擬海水に水没後の土壌の冠水環境がヌマヌギとクロマツ苗木の生存と成長に及ぼす影響，日本緑化学会誌，41（1），pp.67-72，2015.



図1 研究対象図

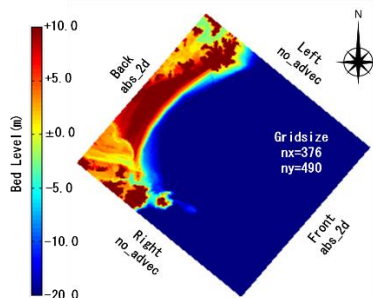


図2 計算領域と標高分布

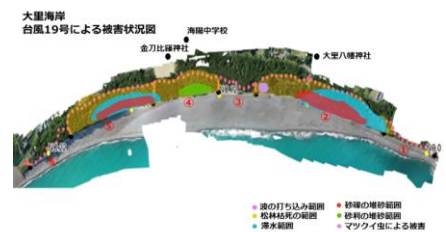


図3 ヒアリング結果

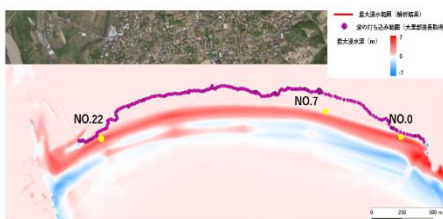


図4 海浜変形の計算結果



図5 浸水分布（計算結果と実測の比較）

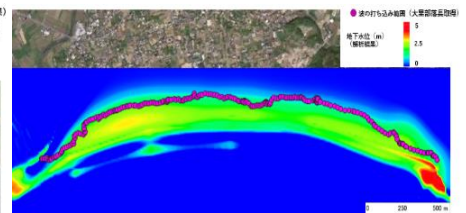


図6 地下水位上昇量（計算結果）

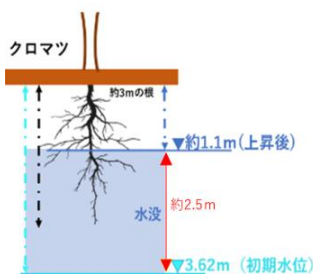


図7 地下水位と根の関係

表1 数値解析の設定条件

条件	設定内容
計算1mm単位	CFL:1として可変
計算範囲(JIT)	2019年10月11日21:00~2019年10月12日8:00
網格子数	nx=376, ny=490 (格子幅:約10m)
左右両側境界条件	no_advect境界(移流項のみ考慮)
波浪モデル	Surfbeat mode
入射波モデル	JONSWAP型
波浪形状モデル	Vanthiel
碎波モデル	Roelvink_daly
底層摩擦モデル	manning model
塩分モデル	bone_averaged
運砂モデル	Soulby-Van Rijn
波浪境界条件	Nanophas室戸湾沖の沖波からエネルギー平衡方程式により大里松原海岸沖の波浪を推算
潮位境界条件	気象庁室戸岬観測所における実測値
地形情報	(河内砂州) 高麗地図情報ダウンロードサービス5mメッシュデータ(前掲) 令和元年8月2日実測、定期更新測量結果(外洋) 中央気象台提供10mメッシュ地形データ

表2 検討したパラメータの値

パラメータ名	Range	検討ケース	
gamma	碎波発生時の補正值	0.4-1.0	0.4, 0.7, 1.0
gamma2	碎波終了時の補正值	0.0-0.5	0.0, 0.25, 0.50
facSk	波の歪度に関する補正值	0.0-1.0	0.0, 0.5, 1.0