

# 静岡県磐田市鮫島海岸で見られた令和元年東日本台風の高潮による浸食・運搬・堆積過程

静岡県立磐田南高等学校  
地学部固体地球班 2年 市川舜 他6名

## 1 研究の背景

### (1) 先行研究

静岡県磐田市遠州灘鮫島海岸で見られた 2019 年後半の微地形の大きな変化は、気象観測記録や水準測量、ドローンによる空撮、粒度分析より、同年 10 月の令和元年東日本台風の高潮によるものであることを明らかにした (戸塚ほか, 2020)。

### (2) 令和元年東日本台風 (第 19 号・HAGIBIS) とは

2019 年 10 月 12 日 15 時に遠州灘鮫島海岸の東側を通過して、関東甲信越地方、東北地方で広い範囲で記録的な大雨、高潮が発生した (図 1)。図 2 のとおり、静岡県御前崎や石廊崎、神奈川県の小田原では観測史上最高潮位を記録した (気象庁, 2019)。

### (3) 遠州灘鮫島海岸の調査地点と地形

砂丘と汀線の間には標高 9 m の遊歩道が建設されている (図 3)。砂丘の海側斜面には海岸防災林が植林されている。砂丘の陸側には提間湿地が広がる。

### (4) 砂質イベント堆積物

陸側の海岸防災林には、砂質イベント堆積物が見られた (図 4)。本校は同地域の水準測量を定期的に行っていることから高潮前後の微地形の変化を追うことができる。

## 2 動機・目的

先行研究で 2019 年 10 月 17 日の調査で見られた磐田市遠州灘鮫島海岸 (図 1) の遊歩道の破壊や微地形の変化の原因は、令和元年東日本台風の高潮であることが明らかになった。そこで高潮により生じた砂質イベント堆積物の分布や堆積構造、粒子径、鉱物組成から読み取れる浸食・運搬・堆積過程について検討した。

## 3 方法と結果

### (1) 水準測量による地形断面の変化

汀線に対して直角な測線 (b-b') と平行な測線 (D-D') を設定して、オートレベルを用いて水準測量を実施した (図 5, 図 6)。台風前は、磐田市都市計画図 (2017 年測量) の水準測量地点の標高と等高線を読み取って地形断面図を作成した。

測線 (b-b') では、海側の遊歩道の浸食と破壊が顕著で、陸側には後浜から砂丘前面に砂質イベント堆積物が見られた (図 7)。測線 (D-D') では、後浜から砂丘前面にかけての凹地に砂質イベント堆積物が見られた (図 8)。

### (2) 砂質イベント堆積物の分布

砂質イベント堆積物が堆積している地点より海側の遊歩道は、高潮の波浪により破壊されて消失してい

る。その遊歩道を構成していた客土中の赤褐色砂礫が、前浜から後浜にかけて散乱している (図9)。

調査地点の砂質イベント堆積物に着目し、高潮の到達点を調査した。海岸防災林中には砂質イベント堆積物が、長さ70m、幅60mの後浜から砂丘前面の範囲で北北西方向に舌状に分布していた。海側から順に倒木密集領域、堆砂領域、葦が倒れた領域の3つに区分され、それらを取り囲むように海岸漂着物(デブリ)密集領域が分布していた(図10、図11)。

倒木密集領域では、海岸防災林の松が高潮のウォッシュオーバー(越波)によりなぎ倒され、幹を陸側に、根を海側に向けて多数散乱している(図12)。

堆砂領域では、砂質イベント堆積物中で最も広い面積を占め、表層は舌状に灰白色の中粒砂が海岸防災林を一面に覆っている(図13)。また、ビニール紐や流木などの海岸漂着物が、高さ1~2mの海岸防災林の枝に多数付着していた。このことから、高潮によるウォッシュオーバー(越波)の砕波が、この高さまで到達したことが推定される。さらに、堆砂領域の表面には、赤褐色の礫が点在する。これは遊歩道を構成する礫であることから、ウォッシュオーバー(越波)により浸食された礫が堆砂領域まで運搬されたことを示している。

葦が倒れた領域は、堆砂領域の陸側に分布し、葦などの単子葉植物が北北西~西北西方向になぎ倒されている(図14)。これはウォッシュオーバー(越波)の砕波の方向を示している。

海岸漂着物密集領域では、砂質イベント堆積物の周辺を取り囲むように、5~10mの幅でペットボトルや発泡スチロールなどの海岸漂着物が散乱している。これらの海岸漂着物は高潮時の海水の最大被覆範囲を示している(図15)。

以上から、分布や産状から、砂質イベント堆積物は高潮によるウォッシュオーバー堆積物と考えられる。

### (3) トレンチ掘削

鉛直方向の堆積構造から堆積過程を検討するために、汀線に直角と平行にL字型のトレンチ(幅1.5m、奥行1.5m、深さ0.7m)を掘削し、壁面の堆積構造を観察した(図16)。

図17と図18は西側断面図と北側断面図の壁面の堆積構造とそのスケッチである。2つの堆積構造は共通していた。最下層には海岸防災林土壌が見られる。腐食した暗褐色有機質土壌で現生の松の根が多数入っていて、その上面は台風前の地表面である。その上部には、約35cmのウォッシュオーバー堆積物が堆積していた。これを色調や包有物、堆積構造などからユニット1と2に識別した。ユニット1は淡褐色有機質の中~細粒砂で、松の葉や根の破片が混じっていて、下層の有機質土壌を削っている。ユニット2は上方細粒化した砂層の最上部に淡褐色シルトの薄層を含む堆積物が2層準見られる。このことからウォッシュオーバーの後、海水の停滞が2回あったことが推定される。

### (4) 検土杖・ハンドオーガーによる掘削

砂質イベント堆積物の厚さや分布を調べるために、検土杖により汀線に直角な3測線(それぞれa-a'、b-b'、c-c')で堆砂の深度を調べた。また、ハンドオーガーにより測線b-b'に沿って4点(陸側からB、C、D、E点)で掘削した(図19)。その後、採集した試料から柱状図を作成した(図20)。

図22は検土杖の掘削による汀線に直角な方向の堆砂基底面の深度変化である。中央測線(b-b')では中央部で厚いが、東西測線ではその傾向は見られない。3測線は共通して陸側に向かって砂質イベント堆積物が薄層化している。

図21は測線b-b'の4点の柱状図である。堆積物の様子はトレンチ掘削の堆積構造とよく似ていて、下層から海岸防災林の根を含む暗褐色土壌、海岸防災林の葉や根を含む淡褐色有機質砂層、シルトの薄層を伴う灰色砂層が見られる。測線b-b'について、堆砂領域のC点、D点の海岸防災林の根を含む褐色土壌は、B点、E点よりも深く凹地になっている。また、B点から陸側に向かうにつれて標高が高くなっているため、砂質イベント堆積物を含む波浪の運搬作用が斜面を遡上する際に弱まって、堆砂領域に大量の砂が堆積したと考えられる。

## (5) 粒径分析

砂質イベント堆積物の粒径の変化を検討するために、汀線に直角方向の1測線 (b-b') と平行な3測線 (C-C', D-D', E-E') の表層の砂を採集し、ふるいを用いて粒径を調べた (図 22, 図 23)。

測線 b-b' の砂質イベント堆積物の平均粒径は汀線から離れるに従い細粒化する傾向がみられる (図 24)。汀線に平行な砂質イベント堆積物の平均粒径は、3測線とも多少の増減はあるものの、大きな減少や増加の傾向は見られない (図 25)。このことから、粒径の小さい堆積物ほど遠くに運搬されるため、波浪が汀線に対して直角に進行したと考えられる。

## (6) 鉱物分析

汀線に直角な測線 b-b' に沿って、前浜と堆砂領域の砂質イベント堆積物の表層の砂を採集した (図 26)。採取した砂を双眼実体顕微鏡を用いて、1cm<sup>2</sup>あたり約 200 粒の鉱物の種類を同定した (図 27)。

前浜と砂質イベント堆積物中の砂の鉱物組成は、両者とも岩片>石英>長石>有色鉱物の順で、ほぼ同じ割合を示す (図 28)。このことから、砂質イベント堆積物は前浜から運ばれてきたことがわかる。

## 4 考察

以上の結果と、鮫島海岸より西側 6km にある静岡県竜洋観測点 (図 29) の波高計の記録 (2019) をもとに、砂質イベント堆積物の浸食・堆積過程を推定した (図 30)。波高が上昇し始める 10 時頃から波浪によって高さ 9m 遊歩道の浸食が進み、最大波高が 1,065cm になった 15 時に破壊され、ウォッシュオーバーが発生する。最大波高時間帯の 15~16 時にユニット 1 の堆積、その後、波高が減衰する 16~19 時にユニット 2 が堆積したと推定する。

## 5 結論

令和元年東日本台風の高潮による砂質イベント堆積物の浸食・堆積過程の復元が次のとおりである (図 31)。

### ①2019年10月12日 10:00~15:00

令和元年東日本台風は、大きな勢力のまま静岡県磐田市遠州灘鮫島海岸に接近し、波高 10m を越える高波浪により、遊歩道の浸食と破壊が進行した。

### ②2019年10月12日 15:00~16:00

遊歩道が消失して、ウォッシュオーバー (越波) が発生した。ウォッシュオーバーは海岸防砂林をなぎ倒し、後浜から砂丘前面にかけての長さ 70m、幅 60m の伸長した舌状に、巻き込んだ葉や根を含む淡褐色有機質砂層のウォッシュオーバー堆積物 (ユニット 1) が堆積した。砕波の先端では葦がなぎ倒された。これは、海から順に倒木密集領域、堆砂領域、葦がなぎ倒された領域の 3 つに区分され、それらを取り囲むように海岸漂着密集領域が分布する。一方、遊歩道の位置では、客土に含まれる礫が取り残された。

### ③2019年10月12日 16:00~19:00

ウォッシュオーバーとその後の海水の停滞の繰り返しにより前浜から運ばれた灰色砂層のウォッシュオーバー堆積物 (ユニット 2) が、後浜から砂丘前面にかけて舌状に堆積した。その際、ウォッシュオーバーによる斜交葉理の形成や、海水の停滞による上方細粒化などの堆積構造を形成した。さらに、その縁辺には海岸漂着物 (デブリ) が取り残された。

## 6 謝辞

本研究を進めるにあたり、多くの方々にご指導ご鞭撻を賜りました。静岡県立磐田南高等学校非常勤講師の青島晃先生、静岡大学防災総合センター原田賢治准教授、静岡県袋井土木事務所河川改良課の望月一弘様には改めてお礼申し上げます。

## 7 引用・参考文献

- ・千葉崇・西村裕一, 2018, 2015年台風23号に伴う高潮により北海道ホロカヤントウの砂州上に形成された砂質堆積物の堆積過程, 第四紀研究, 57(2), 53-63
- ・鎌田耕太郎, 2016, 芦崎バリアースピットの内湾側に分布するウォッシュオーバーファンの堆積学的特徴, 日本地質学会, 第123年学術大会講演要旨, R10-P-4
- ・気象庁ホームページ, <https://www.data.jma.go.jp/obd/stats/data/bosai/report/2019/20191012/20191012.html>
- ・重野聖之・七山太, 2016, 台風襲来時の高波と高潮の相互作用によって沿岸低地に生じた小規模な砂質イベント堆積物, 地学雑誌, 125(5), 747-762
- ・静岡県, 2019, 波高計観測記録, 竜洋観測地点
- ・戸塚ほか, 2020, 令和元年東日本台風の高潮による鮫島海岸の微地形の変化, 学生科学賞



図1.台風経路図(気象庁, 2019)

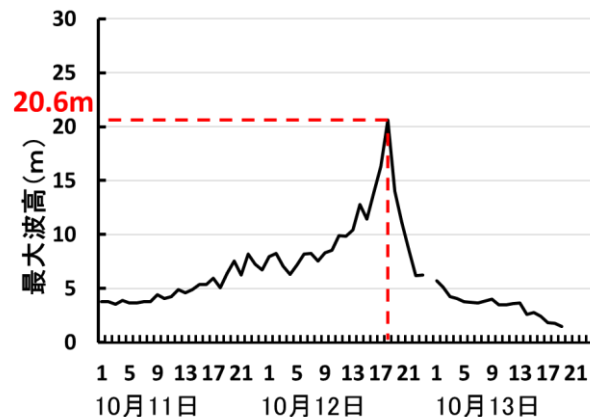


図2.石廊崎の最大波高(気象庁, 2019)

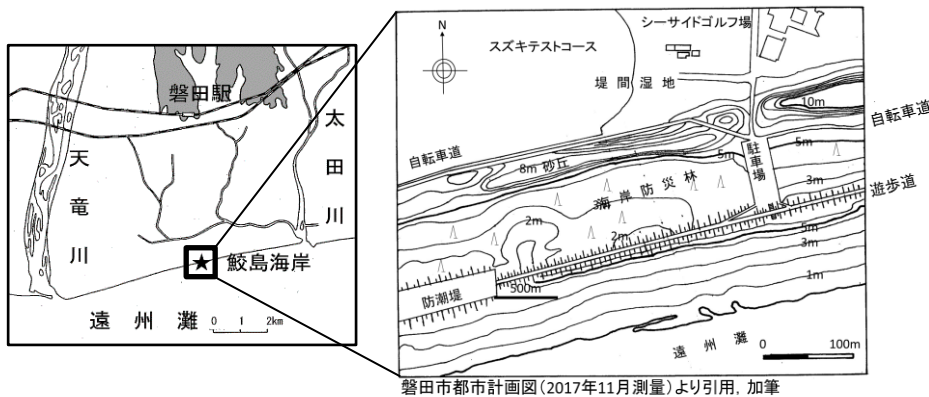


図3.遠州灘鮫島海岸の地形



図4.海岸防災林中に見られた砂質イベント堆積物



図5.オートレベルによる水準測量

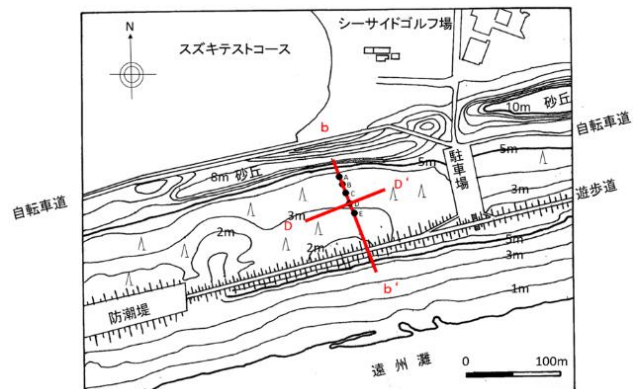


図6.水準測量の測線の位置(赤線)



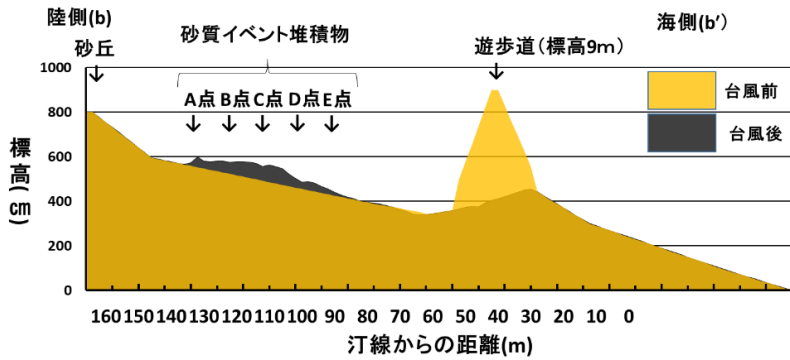


図7.地形断面図の変化(b-b')

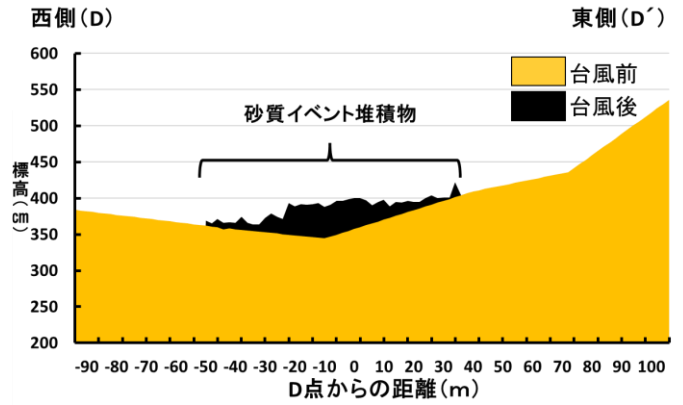


図8.地形断面図の変化(D-D')

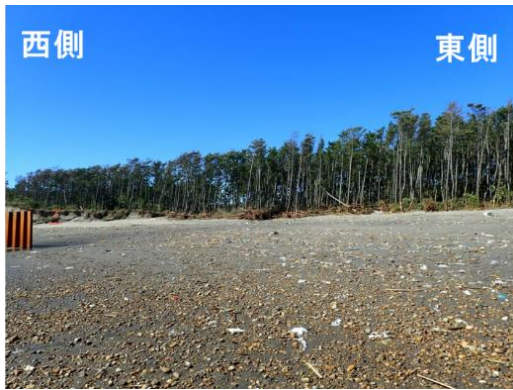


図9.遊歩道を構成していた客土中の赤褐色砂礫



磐田市都市計画図(2017年11月測量)より引用、加筆

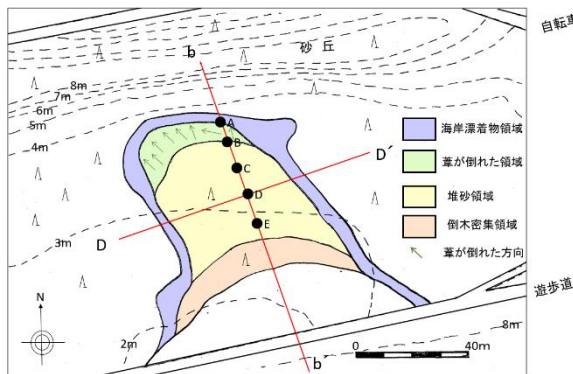


図10.砂質イベント堆積物の分布

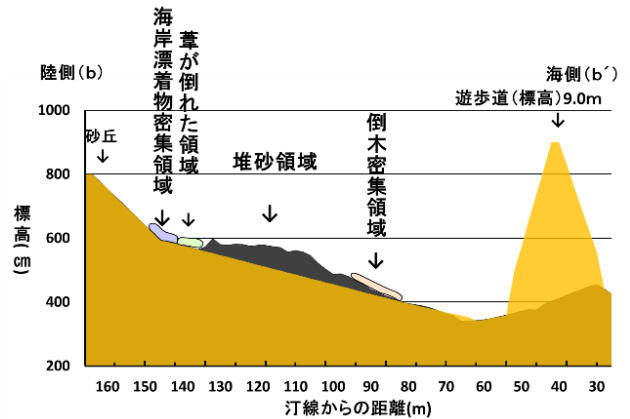


図11.砂質イベント堆積物の分布(断面)

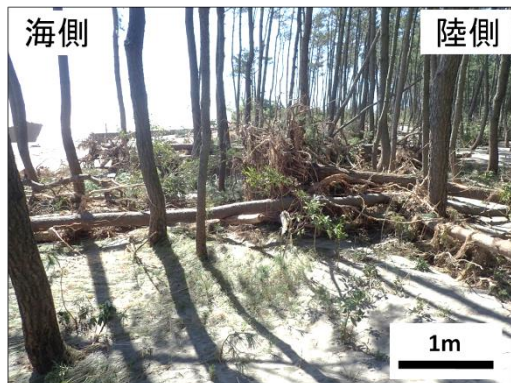


図12.倒木密集領域



図13.堆積砂領域



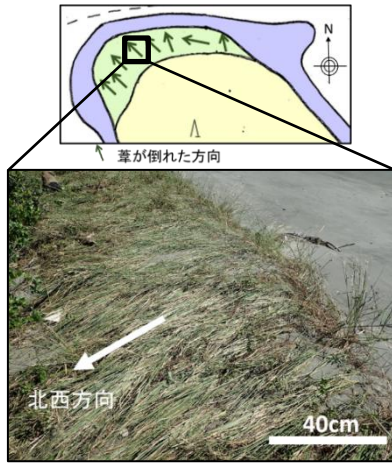


図 14.葦が倒れた領域



図 15.海岸漂着物密集領域

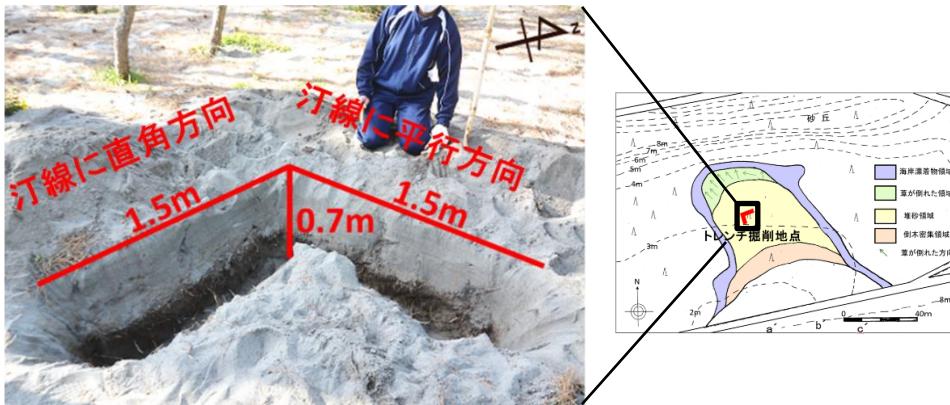


図 16.トレンチ調査地点

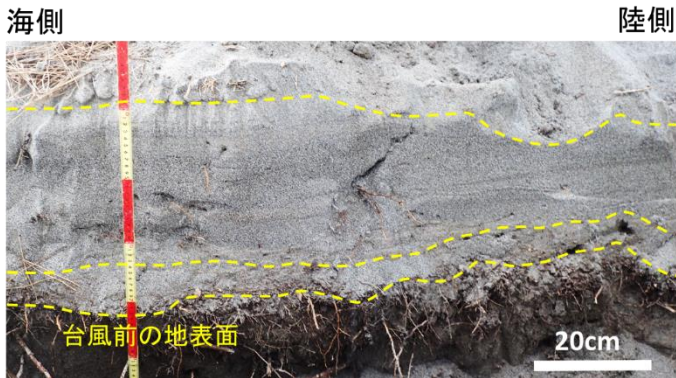


図 17.西側断面図(汀線に直角な断面)

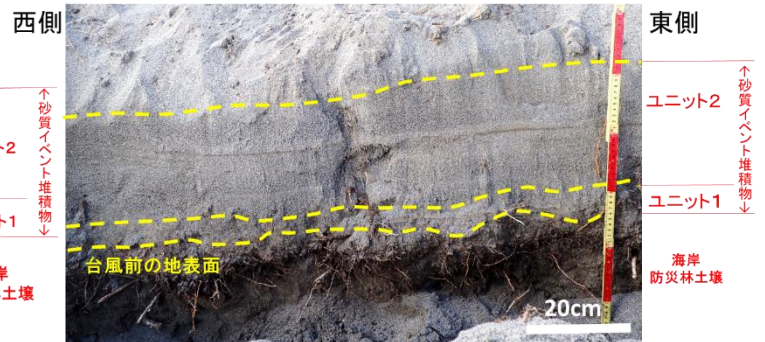


図 18.北側断面図(汀線に平行な断面)



図 19.ハンドオーガーによる掘削の様子

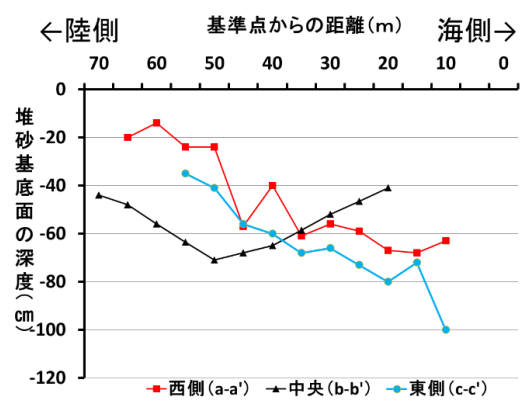
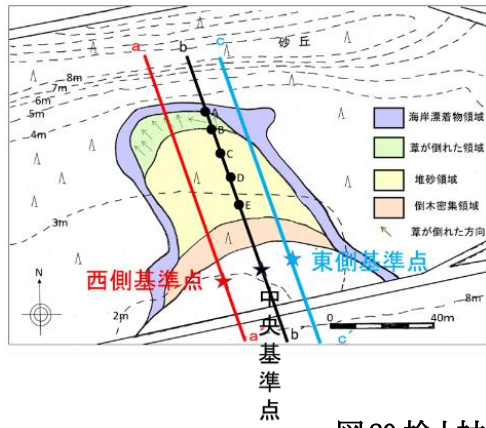


図20. 検土杖の掘削による堆砂基底面の深度分布

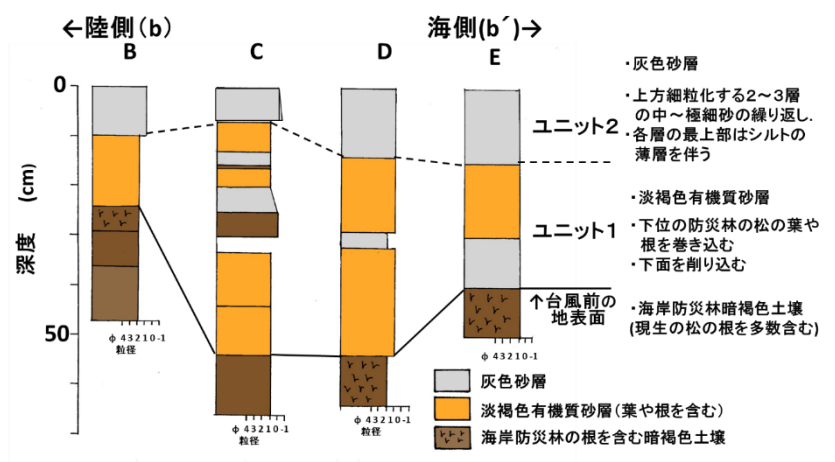
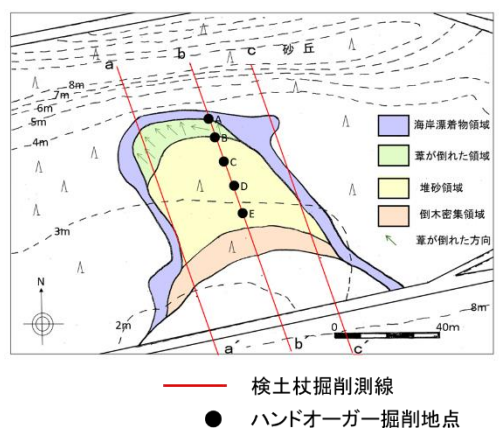


図21. 測線 b-b' (汀線に直角) の柱状図

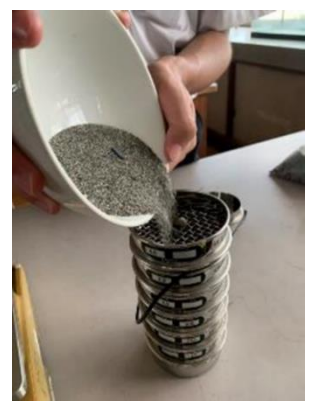


図22. ふるいによる粒径分析

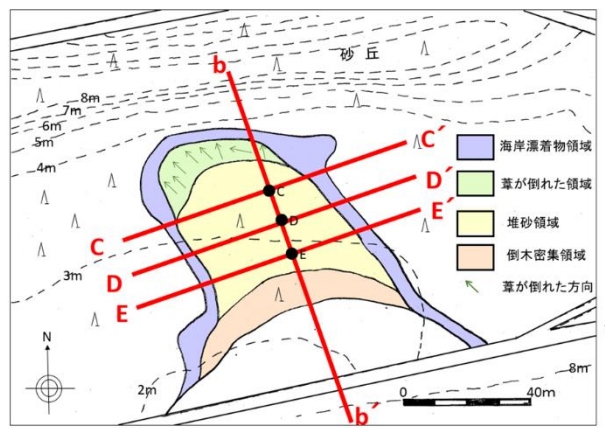


図23. 試料採集測線

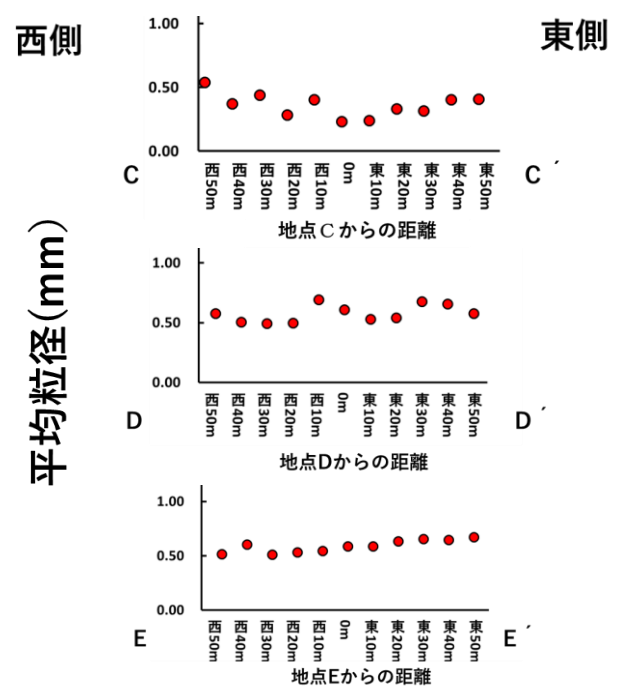


図24. 汀線に垂直な方向の砂の平均粒径



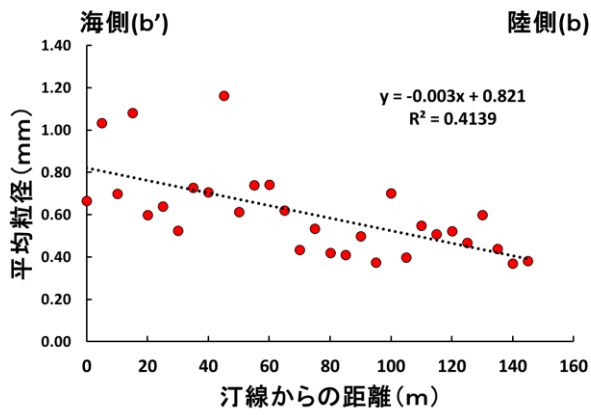


図 25.汀線に平行な方向の砂の平均粒径

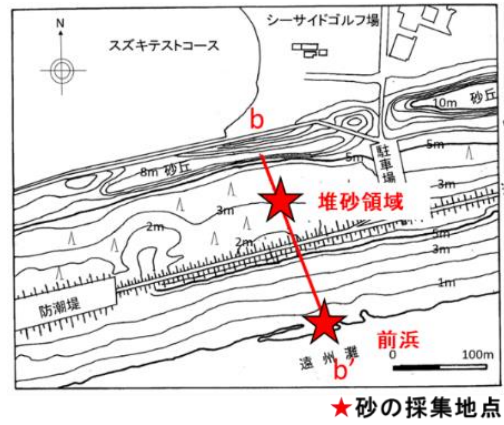


図 26.砂の採集地点

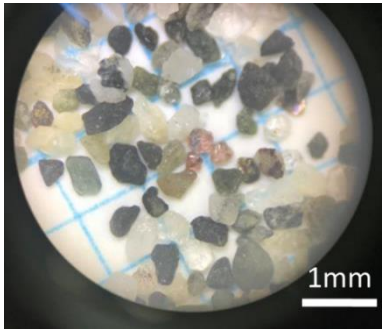


図 27.砂の双眼実体顕微鏡写真

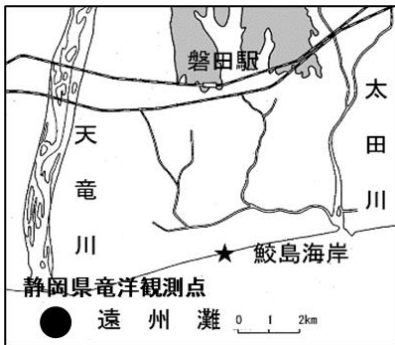


図 29.静岡県竜洋観測地点

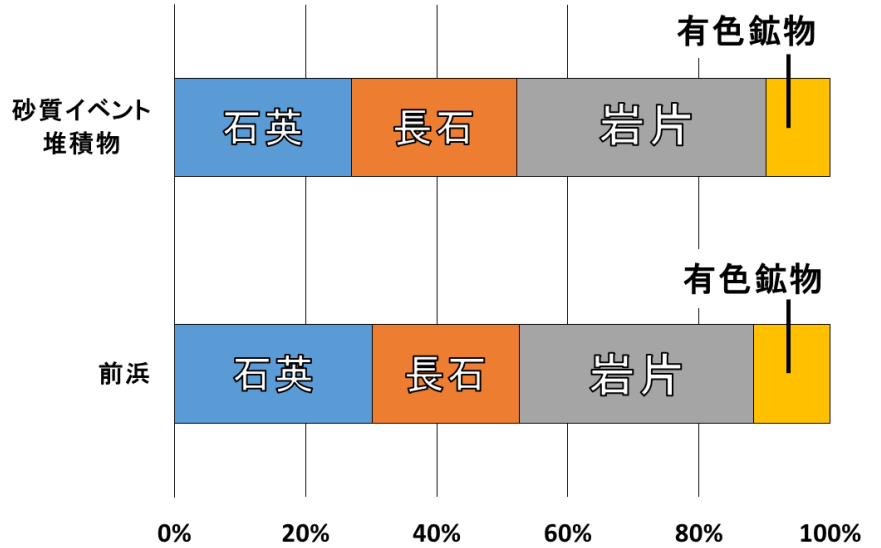


図 28.前浜と砂質イベント堆積物の砂の鉱物組成

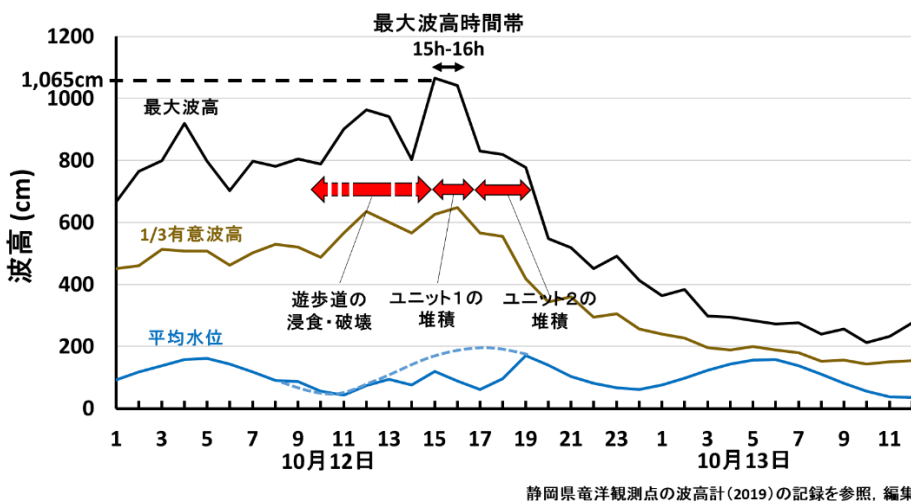


図 30.波高変化と浸食・堆積過程  
静岡県竜洋観測地点の波高計(2019)の記録を参照, 編集

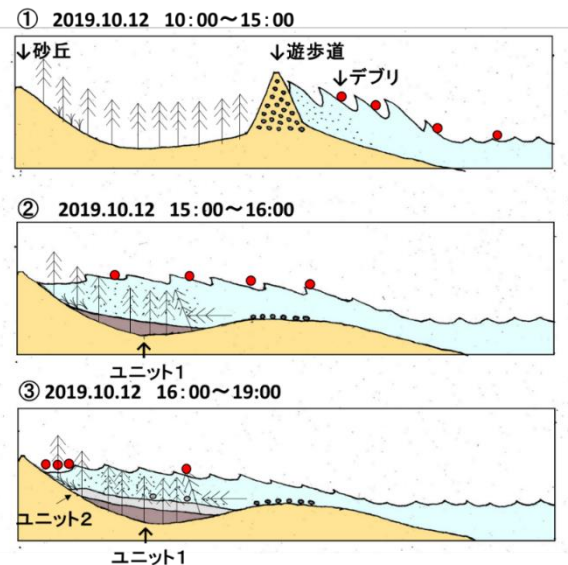


図 31.砂質イベント堆積物の浸食・堆積過程