

# 海浜トレンチ調査に基づく海浜過程の分析

1210068 小塚 海奈里

高知工科大学 システム工学群 建築・都市デザイン専攻

指導教員：佐藤 慎司

## 1. はじめに

海浜トレンチ調査(以下:トレンチ調査)は,海浜構造の分析を通じて海浜過程の理解に有効である(例えば,野口・諏訪(2014),佐藤ら(2020)).しかし既往の研究は,自然海浜を対象とした岸沖方向トレンチが多く,離岸堤背後の海岸で海浜の沿岸構造を対象とした調査は実施されていない.本研究では,海岸防護構造物の建設により安定化した砂礫浜海岸における三次元的な構造を解明するため,離岸堤背後の沿岸・岸沖両方向のトレンチ調査を実施し,これにより,海浜過程の分析を行うことを目的とした.

## 2. 研究対象領域

研究対象領域は,高知新港と高知龍馬空港の間に位置する高知海岸南国工区の測点 28-27~28-28 付近の砂礫浜海岸とする.当海岸では西から 1991 年に 39 号,1992 年に 38 号,1995 年に 37,36 号と離岸堤が建設され,約 25 年が経過している(図 1).



図 1. 研究対象領域

## 3. 研究方法

### (1) 空中写真の分析

国土地理院による空中写真閲覧サービスを利用し,離岸堤の建設前後 1992 年 4 月 20 日,1997 年 4 月 24 日の空中写真を用い,離岸堤建設による地形変化の比較を行った.

### (2) 1m メッシュ地形測量データの分析

国土交通省四国地方整備局高知河川国道事務所 NMB(Narrow Multi Beam)測量より,2005 年から 2019 年までの計 11 年分の 1m メッシュ地形測量データを用い,各年の地形変化の分析を行った.

### (3) 海浜トレンチ調査の RTK-UAV による観測データ,掘削断面の試料等

RTK-UAV(DJI Phantom4 RTK+D-RTK2)により,2020 年 9 月 5 日から 2020 年 12 月 2 日までの計 21 回の観測データを取得した.観測領域は沿岸方向に約 300m,岸沖方向に約 100m の海浜領域上を高度 44m で飛行させ,SfM/MVS 法により地形 DEM やオルソ画像を作成した.これらより,地形変化の推定やトレンチ調査掘削地の層序図の推定等を行い,実際にトレンチ調査で観測したデータや,国土交通省四国地方整備局高知河川国道事務所 海象データと比較をし,離岸堤建設による海浜過程への影響の関連性を分析した.

#### 4. 空中写真の分析

離岸堤建設前後の様子を比較すると、38号離岸堤建設前の1992年4月20日撮影の空中写真からは、トレンチ調査での掘削地が汀線付近に位置していることがわかる。現地海岸の汀線付近では、T.P.+1m~2mには礫が集積し、カスポが形成されていることが多い。したがって、トレンチ調査地点においても、底部には離岸堤建設当時の礫層やカスポの痕跡が確認できるのではないかと考えられる。続いて38号、37号離岸堤建設後の1997年4月24日に撮影された空中写真は、舌状砂州の発達を確認でき、離岸堤建設後から数年で海浜が回復し始めていることがわかる(図2)。2020年11月30日のRTK-UAVによる観測データによると、砂浜の回復はさらに進んでいるように見える(図3)。

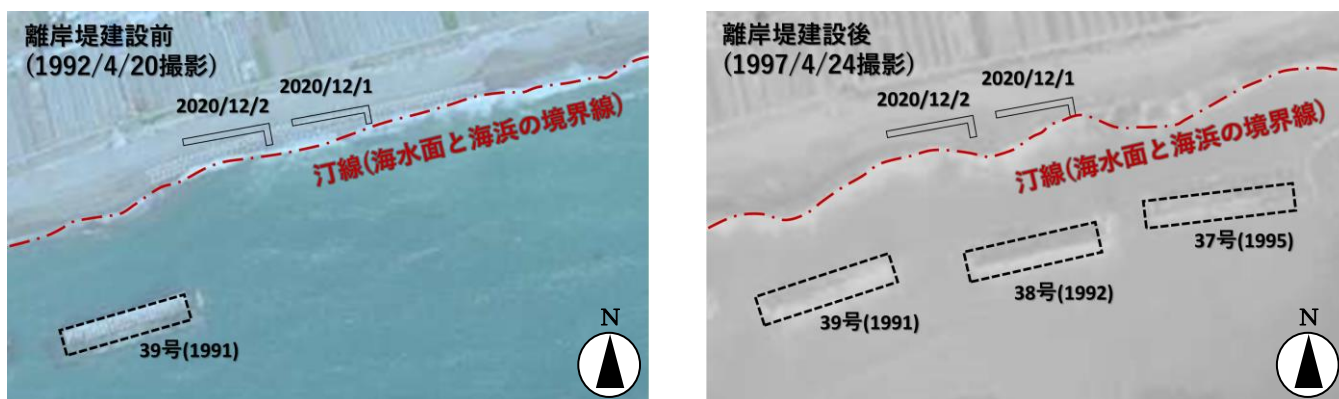


図2. 離岸堤建設当時の空中写真

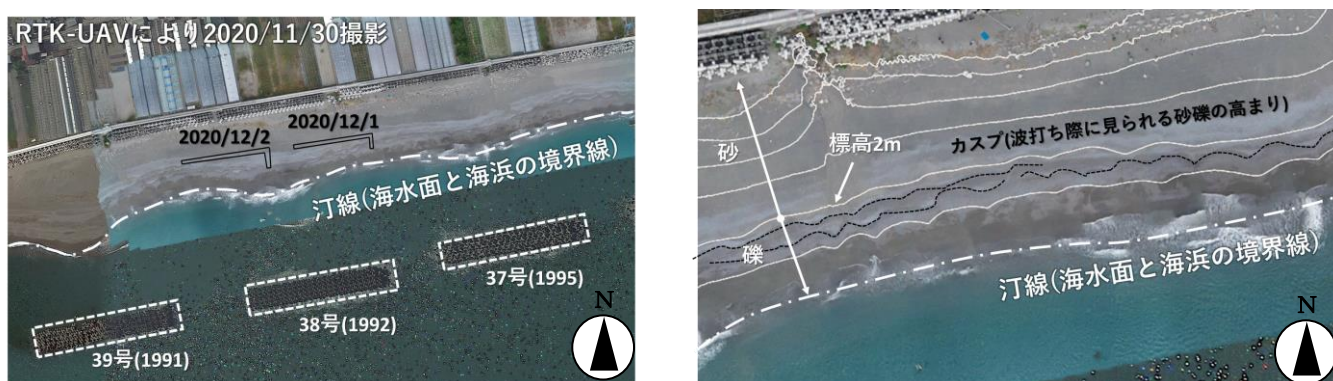


図3. 2020年11月30日の海浜の様子

#### 5. 1mメッシュ地形測量データの分析

2005年のデータから各年のデータの地形差分図を作成し、分析を進める。暖色域が堆積、寒色域が侵食を示す。2006年と2005年の差分では寒色域がみられるのに対して、2018年との差分では暖色域が大部分を占める。そのため、離岸堤の建設から10年経過しても堆積が継続しているといえる。しかし、2018年の高波浪により2019年には侵食域が増加している。ただし、トレンチ調査の掘削地まで完全に侵食されているわけではなく、離岸堤当時の地層は侵食されていないことが考えられる(図4)。

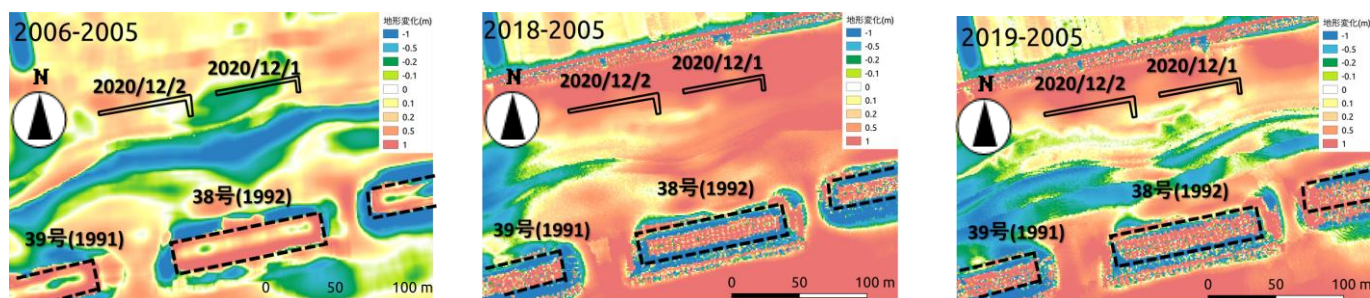


図4. 1mメッシュ地形測量データを用いた地形変化



## 6. 海浜トレンチ調査と UAV を用いた地形調査

### 6-1. RTK-UAV を用いた地形調査

トレンチ調査実施前に短期的な海浜過程を観測するため、2020年9月5日から12月2日までの約4か月間にRTK-UAVによる現地調査を行った。調査期間中の戸原観測所による高波浪は、台風10号と台風14号の計2回である(図5)。波向きは、台風10号は南南東、台風14号は南東からである。それぞれの台風を挟む調査日の地形を比較すると、離岸堤開口部からの波の進入方向に対応する形で、侵食域の位置が異なることがわかる。すなわち、離岸堤の影響により、波向きの違いで地形変化の様子が異なることが確認できた(図6)。

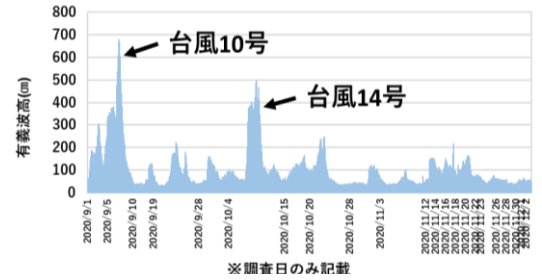


図5. 調査期間の有義波高

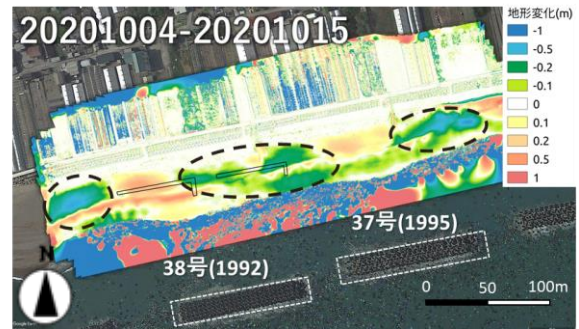
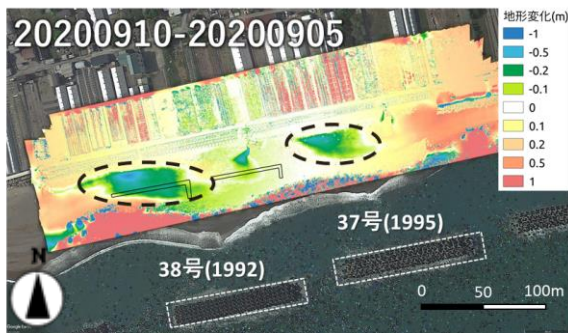


図6. RTK-UAV を用いた観測データによる地形変化

### 6-2. 層序図の推定

2020年12月1日、12月2日のトレンチ調査において、掘削した断面を分析した(図7)。観測データから海浜過程に影響した2020年9月10日、10月4日、10月15日、11月30日を抜粋し、1mメッシュ地形測量データと合わせ、断面の経年変化を推定した(図8)。最も新しい地層である11/30から順に、古い地層と標高を比較していく。標高が低くなると、その値を最小値として更新することを繰り返していき、層序図を作成した(図9)。層序図を詳細にみると、2005年、2006年以後の堆積・侵食状況が確認できるが、西トレンチと東トレンチで層序が大きく異なった。先述の波向きによる地形変化に対する影響の違いが、層序にも反映されていることが確認できる。

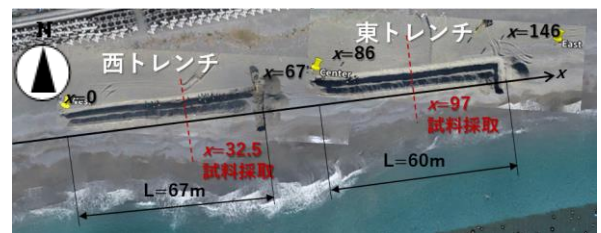


図7. トレンチ調査概要

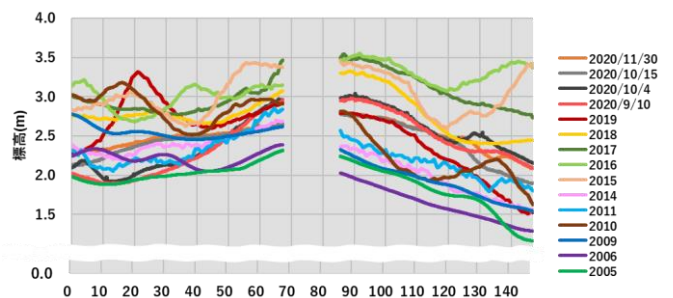


図8. トレンチ調査掘削地点の経年変化

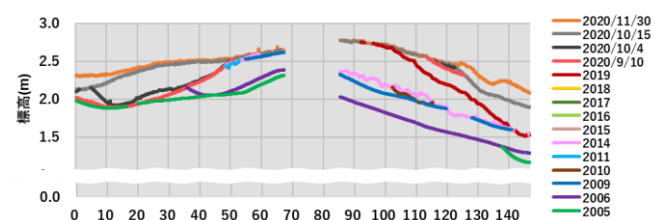


図9. トレンチ調査掘削地点の層序図

### 6-3. トレンチ面の層序構造

2020年12月2日トレンチ掘削断面のオルソ画像と、層序図と合わせ見ると、2005年の地層と標高がほぼ同じ高さに明瞭な地層の境界がみられた(図10)。佐藤ら(2020)により、2005年、2006年は波浪エネルギーが大きく、大規模な海岸侵食があったため、同時期に最も標高が低くなったことが確認できる。その際に、離岸堤建設当時の礫層が削られ、境界面が形成されたと考えられる。また、

掘削断面の試料採取を行い、粒径加積曲線を作成し、中央粒径を算出した。上部には砂層が多く、下部には褶曲した礫層が確認できた(図 11)。標高が低くなると中央粒径が大きくなり、特に境界面から急激に大きくなった。つまり、下部の礫層は離岸堤建設当時のもので、褶曲構造はカスプ地形だと推定できた。

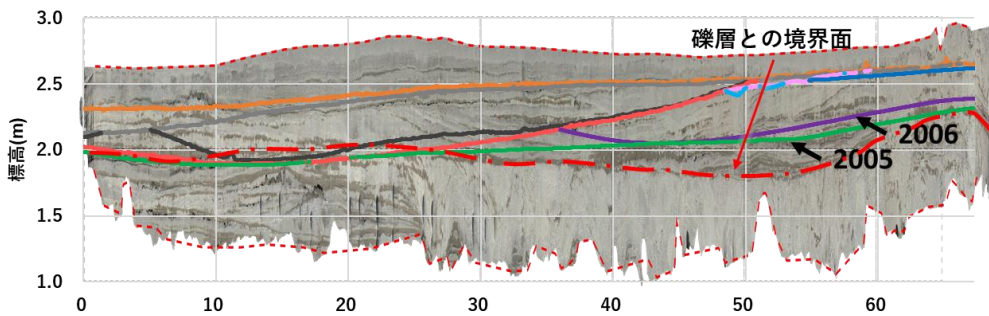


図 10. 掘削地点断面のオルソ画像と 2020/12/2 トレンチ層序図

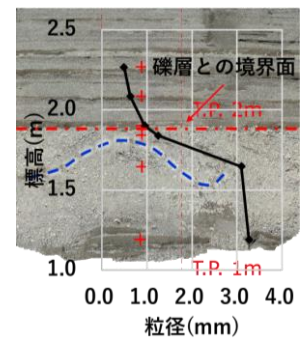


図 11. 中央粒径の分布

## 7. 結論

本研究では、1990 年代前半に離岸堤が建設された高知海岸南国工区を対象に、岸沖・沿岸両方向のトレンチ調査を実施した。さらに、RTK-UAV を用いて調査期間を挟む約 4 か月間の海浜地形を調査するとともに、1m メッシュの地形測量データを分析し、以下の結論を得た。

- (1) 離岸堤建設時には、トレンチ掘削位置がほぼ汀線であったことが確認された。汀線付近には礫が多く見られることから、建設時には、トレンチ掘削地点には礫が集積していたものと考えられる。
- (2) 離岸堤背後の海浜は、徐々に堆積傾向にある。離岸堤建設から 10 年以上経過しても堆積は継続している。
- (3) 高波浪の来襲により海浜は侵食される。近年では、来襲波浪エネルギーが大きかった 2005 年、2006 年頃に大きく侵食されている。しかしながら、離岸堤背後の侵食は、標高約 2m まででとどまっており、砂浜消失には至っていない。
- (4) トレンチ調査では、上部には砂層が多く、下部には褶曲した礫層が確認された。両者の境界は、標高約 2m であった。下部の礫層は、離岸堤建設時に集積したものであり、褶曲構造はカスプ地形が埋没したものと推定された。
- (5) 地形データから推定される層序面とトレンチ掘削で確認した層序面を重ね合わせることで、砂層と礫層の境界は、2005 年から 2006 年にかけて形成された侵食面であると推定できた。

以上より、砂礫海岸における離岸堤背後の海浜形成が 10 年以上の長期にわたって継続すること、形成された海浜の深部には礫の集積が見られることが明らかとなった。離岸堤による海浜安定には、波浪の制御だけでなく、礫の集積も大きな役割を果たしているものと推察される。

**謝辞:** 1m メッシュ地形測量データと海象データは国土交通省四国地方整備局高知河川国道事務所より提供を受けた。また、海浜トレンチ調査にあたり、株式会社 CTI 新土木には重機調達、測量、試料採取で協力を得た。ここに記して、謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 野口賢二, 諏訪義雄: 静岡・清水海岸でトレンチ掘削調査により得られた砂と礫の堆積構造, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 第 70 巻, pp. 681-685. (2014)
- 2) 佐藤慎司, 長崎由伽子, 小塚海奈里: RTK-UAV による砂礫海岸変動特性の解明, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 第 76 巻, pp. 577-582. (2020)
- 3) 佐藤慎司, 野口賢二, 山中悠資, 与那嶺瑞輝: 海浜トレンチ調査による砂礫海岸形成機構の解明, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), 第 76 巻, pp. 571-576. (2020)