

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 28 年 4 月 15 日現在

機関番号：16401

研究種目：挑戦的萌芽研究

研究期間：2014～2015

課題番号：26560147

研究課題名(和文)土佐湾海底遺構調査による南海トラフ地震の地震性地殻変動と災害状況の究明

研究課題名(英文) Estimation of subsidence records and earthquake damages of Nankai earthquakes from the investigation of structures and objects on the seafloor along the Kochi coastline.

研究代表者

徳山 英一 (Tokuyama, Hidekazu)

高知大学・大学共同利用機関等の部局等・教授

研究者番号：10107451

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,300,000円

研究成果の概要(和文)：高知県内各地では684年に発生した南海地震の被害を伝える水没集落伝承(黒田郡)が残されており、実際に沿岸部海底において人工構造物を確認した情報もある。そこで本研究では、南海地震との関係を明らかにするために海底遺構調査を実施した。

海底地形・潜水調査の結果、5地点において海底構造物を確認することができた。爪白沖、野見湾の構造物は人工物の痕跡を示す証拠が認められたが、柏島、南国市十一沖、志和沖の構造物は天然物である可能性を示唆する。さらに、爪白海底の石柱は陸上爪白地区の石造物が流された可能性があり、野見湾海底で確認された平たんな台地は、かつての住居地が地震により沈降した可能性を示唆している。

研究成果の概要(英文)：The fate of Kuroda-gori, a coastal village that was submerged under seawater due to subsidence after the Hakuho Earthquake in 684 AD, is widely known in Kochi Prefecture. In addition, structures presumed to be the remnants of historical villages have been observed on the seafloor along the Kochi coastline. This study was conducted to investigate the origin and characteristics of the sub-bottom structures to understand the nature of the land subsidence and elucidate the size of the tsunamis that occurred in Kochi region.

We observed the structures at 5 sites on the seafloor near coastline. Our results suggest that structures at Tsumajiro and Nomi-bay areas are artificial, though the structures at Kashiwajima, To-chi, and off-Shiwa areas are probably natural. Stone pillars on the seafloor near Tsumajiro are probably carried by the flow of tsunami waves. Small terrace on the seafloor at Nomi bay area is habitable space and probably submerged due to subsidence after Nankai earthquakes.

研究分野：海洋地質学

キーワード：海底遺構 南海地震 黒田郡 水中考古学

## 1. 研究開始当初の背景

(1) 2013年8月に高知新聞で土佐湾沖の海底遺跡と白鳳地震に関連する特集記事が掲載された。その取材過程から、684年に発生した白鳳地震により「黒田郡」と呼ばれる村一帯が土佐湾に沈んだ伝承が高知県内各地で受け継がれており、土佐湾海底では井戸や石柱などの遺物・遺跡の目撃報告がたびたびあることがわかった。伝承をもとに過去にも海底調査が行われている。1980年代に、高知大学理学部や水中考古学研究所が須崎市野見湾を中心に海底調査を実施しており、南国市十市沖では一市民による海底調査が行われている。これまでの調査結果では村の痕跡や人工物を示唆する海底地形と海底遺物が確認されたと報告されている。しかし、海底遺構と地震による被害および地殻変動との関係について科学的に吟味されることはなかった。また、海底遺物を人工物だと評価するための科学的な分析も行われていない。

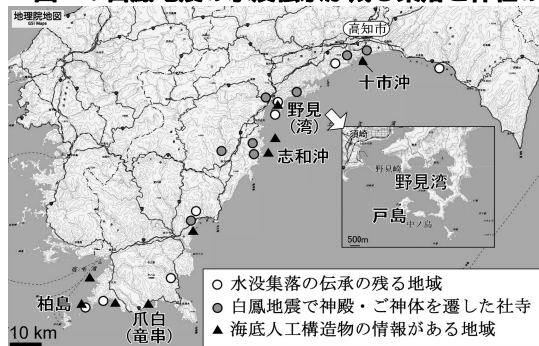
(2) 一方、研究代表者は、NPO法人「海底遺跡研究会」の理事を勤め、水中考古学の知見を深めてきた。海底遺構を対象とした最近の水中考古学研究として、小豆島大坂城石垣石切丁場跡水中遺構調査(同志社大学)や瀬戸内海底探査船美術館プロジェクト(水中考古学研究所)が行われているが、海底遺構を「地震災害遺構」として科学的に追及した研究は過去に前例がない。

## 2. 研究の目的

### (1) 目的

高知県沿岸部の海底遺構(図1)を対象にした海底遺物と海底堆積物の分析結果から、海底遺構と歴史南海地震の関係を明らかにする。さらに、南海トラフ地震に伴う土佐湾全域の地殻変動を明らかにし、南海トラフ地震の規模と津波被害の大きさの把握に努める。そして、そもそも「黒田郡」とは何なのかという本質的な疑問に決着をつける。

図1. 白鳳地震の水没伝承が残る集落と神社の



位置(地理院地図(電子国土web)を使用)

### (2) 目的達成のための副題

高知県沿岸部の海底遺構を対象に海底遺構の再調査を行ない、遺構周辺の海底地形の特徴を把握する。また、海底遺物と海底堆積物を採取し、遺物の作成された時代と海底堆

積物が海に沈降した年代を評価する。さらに、海底堆積物中の津波堆積物の認定と津波の発生日代を分析する。

## 3. 研究の方法

本研究では高知県沿岸部の5地点(南国市十一沖・須崎市野見湾・四万十町志和沖・土佐清水市爪白沖・幡多郡柏島)を対象に下記(1)~(3)の調査・分析を実施した。

### (1) 海底地形調査

高知大学所有の海洋調査船を用いてマルチビームソナー(Kongsberg社製EM2040C)による調査地域の海底地形調査を実施した。

### (2) 海底人工物・構造物調査

水中カメラつき小型ROV(SeaBotix社製LBV-200、openROV社製openROV2.7)による海底観察により海底の底質と人工物の有無を確認した。また、潜水土による水中探索により、海底に沈水している構造物の確認・記録を行い、分析用の試料採取を行った。

### (3) 海底遺物と陸上構造物・岩石の形状計測と物理化学分析

X線CTスキャナーを用いて、対象物の外形・表面および内部構造を観察および計測を行った。また、対象物の岩石物理的性質を評価するために間隙率と帯磁率測定を行った。また、対象物の鉱物組成を明らかにするためにXRD分析を行った。

## 4. 研究成果

5地点の海底地形調査と潜水調査の結果、いずれも過去の調査文献などで紹介されている海底構造物を確認することができた。各地点の研究成果を以下に記す。

### (1) 南国市十一沖

海底地形調査と水中カメラ観察から、過去に報告されている海底地形と同じ地形(周囲より10mほど高い地形)を確認することができた。過去の報告では海底地形の形状などからこの地点に神社・船着場跡があると推定していたが、高解像度の海底地形分析では人工構造物を示唆する構造は認められなかった。

### (2) 須崎市野見湾

海底地形調査の結果、戸島北東延長の海底に非常に平坦な台地を確認した。また、台地を外れると急激に水深が下がる急勾配の崖が発達していた(図2)。水中カメラ観察とピストン採泥の結果、台地は固い岩盤で形成されていて、台地周囲は厚い軟泥が堆積していることがわかった。海底の人工物は確認できなかったが、戸島に弥生時代の遺跡があること、および海底台地の特徴を踏まえると、台地はかつての居住地区であった可能性が高い。

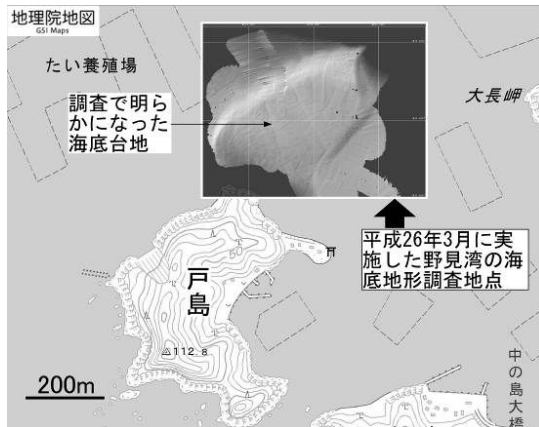


図2.野見湾内の海底地形(2014年に調査実施,地理院地図(電子国土web)を使用)X図1に位置を示す)

### (3) 四万十町志和沖

伝承や過去の調査記録では志和地区沖合の数 km 先の海底に海底遺構があるという報告がある。海底下構造物探査を行った結果、沖合 1km と 4km 地点に大きな岩礁を確認することができた。しかし人工構造物を示唆する証拠は得られなかった。

### (4) 土佐清水市爪白

水深 4 - 7.5m 地点の海底で 29 本の石柱を確認した(図 3 a)。石柱の大きさは高さ 44-162 cm、縦横の長さが 13 - 23cm で、およそ縦横 20cm の直方体の形状で代表される。本研究では 29 本のうち 4 本を回収して分析を行った。4 本とも砂質の堆積岩で、X 線 CT 画像解析により、表面 2ヶ所において整形痕と考えられる窪みが確認された。さらに、その窪みは石柱の長軸に対して時計回りに 60 度方向を向いていた。また、1 本の石柱については石柱中心部に石柱を貫通する 14mm 直径の穴の跡が確認され、その穴は CT 値の高い高密度の鉱物が充填していた。一方、陸上の調査により、爪白地区の覚夢寺と平野段地区の新旧日吉神社の階段、および爪白地区と浜益野地区の民家の基礎に海底と同じ形状をした石柱が確認された。また、整形痕も同じ特長を持っていた。爪白海岸近傍では、三崎層群竜串層が露出しており、風化による蜂の巣構造の穴が確認されるが、蜂の巣構造の穴の直径と深度の関係は海底石柱と異なる傾向を示した。

粉末 X 線解析の結果、穴の空いた石柱以外の海底の石柱については、主要鉱物は石英と長石を示し、カオリナイトの相対粘土鉱物量が多いことがわかった。さらに、この特長は竜串爪白海岸近傍の三崎層群竜串層砂岩と類似していた。一方、等温残留磁化の段階獲得実験の結果、飽和残留強度は、海底・陸上の岩石試料の間で明瞭な違いは見られなかったが、保磁力成分解析の結果、海底石柱は陸上の竜串層と類似する傾向が認められた。

以上の結果をまとめると、竜串爪白海底の石柱は三崎層群竜串層の砂岩から製作されていて、近くの集落で建築素材の一部(階段・土台)として使用されていた可能性が高いことがわかった。

### (5) 幡多郡柏島

海底地形調査と潜水調査を行った結果、大月町柏島北部沿岸付近に、北側に水深 2~5m に垂直に切り立った高さ 2m 弱の石積壁状の構造物が異なる水深で 2 列確認することができた(図 3 b)。これは、地域住民の間で『岡の土手』『沖の土手』と呼ばれ親しまれてきた構造物と一致する。その石積構造物はランダムに積み上げられた巨礫(直径数 10cm 以上)がセメント充填物で強固に膠結しており、海岸から近い海底石積構造物は、数 10m 海岸線に平行に延びていた。また、江戸時代に建造された陸上の防波堤(兼山堤)に対しても平行していることがわかった。

海底石積壁は人工的に建設された防波堤が南海地震により沈降したという仮説が提起できる。そこで白色膠結物の鉱物同定を行ったところ、水酸化カルシウムが含まれておらず、少なくとも明治時代以降に日本に導入されたコンクリートセメント材料ではないことがわかった。

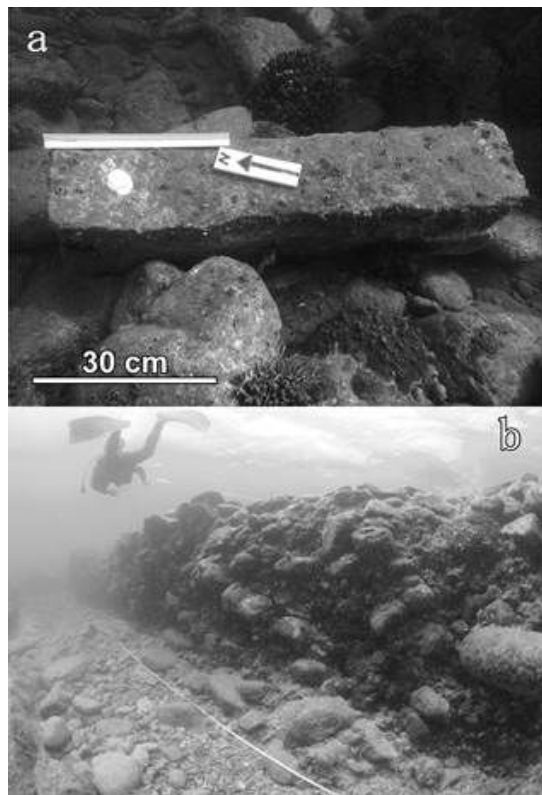


図3.高知県沿岸の海底構造物 a.土佐清水市爪白海底の石柱 b.柏島の海底石堤構造物(図1に爪白と柏島の位置)

### (6) 調査結果を踏まえた今後の展望

いくつかの地点では、人工物を示唆する構造・構造物が確認できた。しかし、歴史地震

との関連性、つまり 津波による陸上構造物の海への運搬、地震性沈降による水没、により形成された可能性の評価についてはほとんどできていない。海底沈水物の形成年代および水没年代の評価手法の確立と、津浪による構造物運搬過程のシミュレーションによる評価が研究を発展させるための鍵となる。

#### 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1件)

谷川 亘、浦本 豪一郎、徳山 英一、村山 雅史、山本 裕二、黒田郡水没伝承と海底遺構調査から歴史南海地震を紐解く：レビューと今後の展望、2016、歴史地震、査読有

[学会発表](計4件)

谷川 亘、徳山 英一、村山 雅史、山本 裕二、蛭原 周、南海トラフ地震の地震性変動評価と歴史地震災害規模の把握にむけた高知県沖の海底遺構調査、日本地球惑星科学連合2014年大会、2014/4/29、パシフィコ横浜(神奈川県横浜市)、ポスター

谷川 亘、山本 裕二、村山 雅史、徳山 英一、若木 重行、廣瀬 文洋、井尻 暁、星野 辰彦、歴史南海地震災害の理解に向けた高知県沿岸の海底構造物の形成過程、日本地球惑星科学連合2015年大会、2015/5/27、幕張メッセ(千葉県千葉市)、ポスター

谷川 亘、山本 裕二、浦本 豪一郎、濱田 洋平、井尻 暁、星野 辰彦、若木 重行、村山 雅史、廣瀬 文洋、林原 利明、徳山 英一、土佐清水市竜串海底の石柱群の歴史地震考古学的意義、日本地質学会第122年学術大会、2015/9/12、信州大学(長野県長野市)、口頭

谷川 亘、井尻 暁、廣瀬 文洋、星野 辰彦、若木 重行、浦本 豪一郎、濱田 洋平、山本 裕二、村山 雅史、徳山 英一、歴史南海地震の理解にむけた高知県西部海底構造物の地質学的研究、第32回 歴史地震研究会京丹後大会、2015/9/21、京丹後市峰山総合福祉センター(京都府京丹後市)、口頭

[その他]

報道関係情報

谷川 亘、廣瀬 文洋、村山 雅史、星野 辰彦、南海トラフ地震の海没地? 黒田郡伝説に迫る、高知新聞朝刊、2014/4/14

谷川 亘、村山 雅史、集落水没 調査で証明(わがまちの取り組み)、毎日新聞、2014/6/19

村山 雅史、谷川 亘、(黒田郡半年ぶり海洋調査)海底の堆積物採取、高知新聞朝刊、2014/9/5

谷川 亘、(防災対策 歴史ロマンも)地震で沈んだ集落を探せ、愛媛新聞、2014/9/28

谷川 亘、(防災対策 歴史ロマンも)地震で沈んだ集落を探せ、毎日新聞、2014/10/4

谷川 亘、村山 雅史、黒田郡調査 柏島沖海底に“石堤”、高知新聞朝刊、2014/11/1

谷川 亘、井尻 暁、徳山 英一、四国羅針盤「過去の地震に学べ～“歴史南海地震”研究最前線～」、NHK高知、2015/6/19

谷川 亘、井尻 暁、徳山 英一、目撃!日本列島「南海地震 海に沈んだ“幻の集落”」、NHK総合、2015/6/27

谷川 亘、山本 裕二、村山 雅史、黒田郡の謎 解明したい!、高知新聞夕刊、2015/11/7

谷川 亘、村山 雅史、海に沈んだ集落探る、中部経済新聞、2015/10/15

アウトリーチ活動情報

谷川 亘、江ノ口コミュニティセンター市民講座「土佐湾海底遺構調査 中間報告会」、2014/7/12、江ノ口コミュニティセンター(高知県高知市)

谷川 亘、小学生および一般市民向け講演「南海トラフ地震の実体解明にむけた海底遺構調査」、2014/5/25、須崎市立南小学校(高知県須崎市)

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者

徳山 英一(TOKUYAMA, Hidekazu)  
高知大学・海洋コア総合研究センター・特任教授  
研究者番号: 10107451

(2)研究分担者

村山 雅史(MURAYAMA, Masafumi)  
高知大学・海洋コア総合研究センター・教授  
研究者番号: 50261350

山本 裕二 (YAMAMOTO, Yuji)  
高知大学・海洋コア総合研究センター・准  
教授  
研究者番号：00452699

谷川 亘 (TANIKAWA, Wataru)  
海洋研究開発機構・高知コア研究所・主任  
研究員  
研究者番号：50261350

(3)連携研究者

廣瀬 丈洋 (HIROSE, Takehiro)  
海洋研究開発機構・高知コア研究所・グル  
ープリーダー代理  
研究者番号：40470124

井尻 暁 (IJIRI Akira)  
海洋研究開発機構・高知コア研究所・主任  
研究員  
研究者番号：70374212

星野 辰彦 (HOSHINO Tatsuhiko)  
海洋研究開発機構・高知コア研究所・主任  
研究員  
研究者番号：30386619