

調査報告書

安房小湊における海没誕生寺調査

令和3年2月1日

国立大学法人 東京海洋大学

1. 調査概要

1-1. 調査件名

安房小湊における海没誕生寺調査

1-2. 調査概要

中世から近世にかけての地震と津波で海没したという伝承がある安房小湊の誕生寺の痕跡を探るため、内浦湾内奥部の海底の音響データをサイドスキャンソナーにより取得したものである。

1-3. 調査箇所

安房小湊内浦湾内奥部（図1参照）

1-4. 調査期間

第1回 自 令和2年9月5日（土）
至 令和2年9月11日（金）

第2回 自 令和2年11月12日（木）
至 令和2年11月17日（火）

1-5. 調査内容

自律型無人海上ロボット（ASV）の下部に固定したサイドスキャンソナーによる海底音響画像取得

1-6. 調査実施機関

東京海洋大学

東京都江東区越中島2-1-6 〒138-8533

岩淵聡文（教授）：9月、11月

近藤逸人（教授）：9月、11月

赤松啓（岩淵研究室大学院生）：9月、11月
王易石（岩淵研究室大学院生）：11月
田代高嗣（近藤研究室学部生）：11月
荒川泰行（近藤研究室学部生）：9月、11月
野村享平（近藤研究室学部生）：9月

鴨川市建設経済部商工観光課

千葉県鴨川市横渚1450 〒296-8601



図1 安房小湊内浦湾

2. 調査実施方針

2-1. 調査準備・計画

1) 使用機器

・作業に使用する機器の点検を十分に行った。

2) 現地踏査

- ・潮汐表を再確認し、9月5日（中潮）～9月11日（小潮）、11月12日（中潮）～（大潮）～11月17日（中潮）に調査期間を設定した。

3) 調査計画

- ・既存の資料および平成元年度の調査に基づき、海底の音響データを取得する範囲を設定した。
- ・現地においてASVを組み立てる作業場として、鴨川市を通じて、安房小湊漁港を一角の無償提供を受けた（図2参照）。



図2 ASV組み立て作業

2-2. 調査届

- ・銚子海上保安部へ、7月27日および10月1日付けで作業届を東京海洋大学から提出した。銚子海上保安部から、勝浦海上保安署へも緊急時には連絡をとる旨の指示があった（参考資料：作業届）。また、いずれの回においても、作業終了時にその旨の電話連絡必要の要請があった。

3. 実施工程

令和2年9月

- ・9月5日(土)：ASV およびサイドスキャンソナー他の調査機器の東京海洋大学から安房小湊漁港への搬入
- ・9月6日(日)：ASV 組み立て作業。なお、台風10号の余波により、一両日中の海上での作業は困難と判断された。台風10号は、9月4日に最低気圧920hPaを記録し、9月6日の時点で朝鮮海峡付近を北上していた。
- ・9月7日(月)～9月8日(火)：ASVの調整作業
- ・9月9日(水)～9月10日(木)：ASVの試験走行およびサイドスキャンソナーによる試験音響データの取得
- ・9月11日(金)：音響データの取得および撤収作業

なお、ASVの海上航行の映像記録をドローンにより獲得した。しかしながら、支援船からASVへの動作電波とドローンのそれとが混信することが判明し、11月の調査の際には、ASVの作動中にドローンの飛行は行われないことになった。



図3 9月の調査

令和2年11月

- ・11月12日(木)：ASV およびサイドスキャンソナー他の調査機器の東京海洋大学から安房小湊漁港への搬入
- ・11月13日(金)：ASV 組み立て作業および調整作業
- ・11月14日(土)～11月16日(月)：ASV装着のサイドスキャンソナーによる試験音響データの取得
- ・11月17日(火)：音響データの取得および撤収作業



図4 11月の調査

9月と11月の調査の際には、支援船として小湊妙の浦遊覧船協業組合の「妙の浦丸（CB3-83053）」が使用された。船長は小湊妙の浦遊覧船協業組合に所属（図5参照）。



図5 妙の浦丸

4. 調査分析機器

1. サイドスキャンソナー：Blueprint Subsea (Blueprint Design Engineering Ltd.,)社製
StarFish 990F

ソナー・ヘッド仕様

全長×全幅×全高	378 mm×110 mm×97 mm
重量 (陸上)	約 2 kg
重量 (淡水中)	約 1 kg
本体素材	赤色常温硬化型ポリウレタンゴム
最大耐久深度	水深 50 m
トランスデューサ	傾き下方 30° 左右フィンにデュアル
垂直ビーム幅	60° (@ -3dB signal level)
アジマスビーム幅	0.3° (@ -3dB signal level)」
周波数・パルス	1000 kHz
レンジ	1 m～35 m (トータルで 70 m)
モード	線形周波数変調のパルス圧縮
パルス長	100 μ s
線源パワー・レベル	<210dB re 1Pa @ 1 m

トップボックス仕様

全長×全副×全高	166 mm×106 mm×34 mm
重量 (陸上)	約 0.4 kg
供給電圧 (AC)	0-264 V (47-63Hz)
供給電圧 (DC)	9 - 28 V
消費電力	2.4 W (200 mA @ 12 V) : 待機時 6 W (500 mA @ 12 V) : 稼働時
コネクタ (電源)	2.1 mm DC ジャック ソケット
コネクタ (データ)	USB Bタイプ コネクタ
コネクタ (音響)	9ピンメス Dタイプ ソケット
動作環境温度	-5° C から 40° C
IP 保護等級	IP50



図6 サイドスキャンソナー

2. データ処理ソフトウェア：Teledyne Caris 社製 HIPS & SIPS essential version 11

プロセッサ	最新マルチコア CPU
メモリ	16GB ラム
ストレージドライブ	7200rpm あるいは SSD (インストールに最低 1 GB 必要)
グラフィック	NVIDIA あるいは AMD のディスプレイアダプター。OpenGL 3.3 が使用可能な GPU 附属 (2 GB 以上のメモリが必要)
対応 OS	Windows10 por 64bit

本ソフトウェアで処理可能な項目：シングルビーム・バシメトリー、マルチビーム・バシメトリー、サイドスキャン・イメージ、マルチビーム・イメージ、キャリブレーション、統合伝播不確定性の計算 (本ソフトウェアは、個々の機器の不確実性値を事前に計測システムのデータベースに登録しておくことにより、測量データ毎に割り当てられる同値を一点毎に計算する) と統計的ノイズ処理、コンタリングと測深

3. ドローン：DJI 社製 Mavic Mini

カメラ搭載有無	標準	FPV	○
動画解像度	2720×1530	RAW 撮影	×
飛行時間	18 分	運用限界高度	3000m
操作可能距離	2000m	スマホ対応	○
対応 OS	iOS 10.0 以降ある いは Android 6.0 以 降	Wi-Fi 内蔵	○
障害物検知	×	自動追尾機能	×
自動帰還	○	ジェスチャーコント ロール	×
GPS	○	GLONASS	○
折りたたみ	○	スタビライズ機能	3 軸
全長×全幅×全高	160mm×202mm ×55mm	重量	199g (バッテリー とプロペラを含む)
カラー	ライトグレー	動作環境温度	0° C から 40° C



図7 ドローン

5. 調査報告

ASV の下部に固定したサイドスキャンソナーによる内浦湾海底の音響データには、まず HIPS & SIPS による処理が実施された。同ソフトは、マルチビーム測深データや LiDAR などの高密度点群計測データの後処理およびサイドスキャン画像処理のための、世界標準の強力なデータ処理ツールで、処理フローのモデル化、取得データの統計的ノイズ処理や AI を用いたノイズ処理を用いて、巨大なソナー・データの効率的かつ正確な処理が可能となっている。すなわち、ソナー・データの ping 処理からデータ編集、グリッド地形の作成、等深線図、地物生成などの測深データ処理、統合伝播不確定性に基づく測深データ品質の管理、サイドスキャンソナー等の後方散乱データを処理、高度なサイドスキャン画像補正処理によるモザイク画像の生成、グリッド図、サイドスキャンモザイクなどから等深線図や地物情報(海底の岩礁や構造物)の生成が可能である。内浦湾内奥部の海底の音響データについては、同ソフトによるマッピングを実施し、全体を Google Earth に重ね合わせたが、全球測位衛星システム (GNSS) や方位、速度センサの精度 (GNSS からの速度情報) が必ずしも正確には反映されておらず、例えば、Google Map のようにマクロからマイクロまで綺麗にズームが可能となる状態には至らなかった。したがって、ここでは HIPS & SIPS で作った航路図 (図 8) は、地球座標のどこにそれぞれのポイントが位置するのかを把握し、その周辺の海底地形を大きく確認するために使用する。ポイントとなる特徴的な部分の拡大図については、直線移動部分であることを前提にサイドスキャンソナーの記録ソフトで再生した音響データ画像をそのまま使用する (図 9~16)。



図 8 航路図

Sidescan Plotter

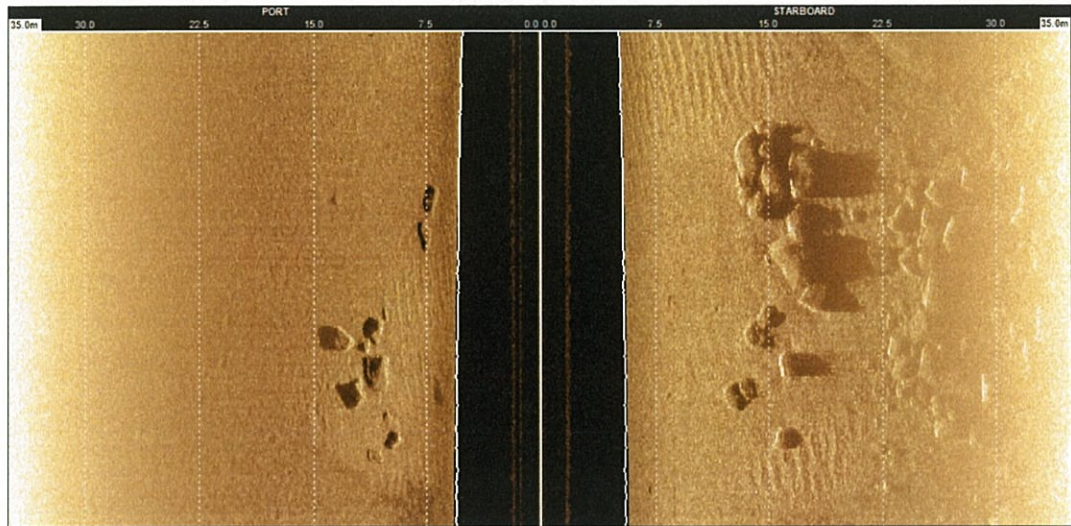


図9 音響データ①

Sidescan Plotter

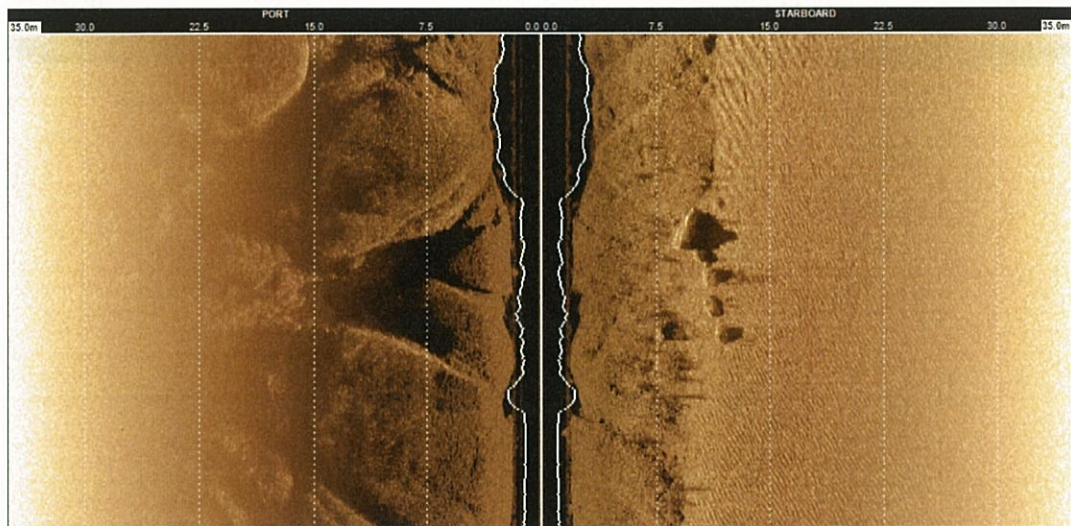


図10 音響データ②

図⑧の航路図上に赤で示した数字が、それぞれの音響データの○で囲われた数字と対応している。①と②は、いずれも海岸付近の磯（岩礁）が海底にまで伸びた先端部である。先端部の先の海底は、砂泥と思料される。内浦湾の内奥部が、地震により沈降したという可能性を仮定すると、これらの磯がかつては砂泥に覆われていて、その上に片海の漁村が分布していたという蓋然性は否定できない。その場合、沈降後に磯の上部の砂泥が流出して、今は海底に磯が残るのみであるが、現在の海底の磯と砂泥の海底下の周辺に遺物が埋蔵されているか否かを判断するには海底を試掘する必要がある。

Sidescan Plotter

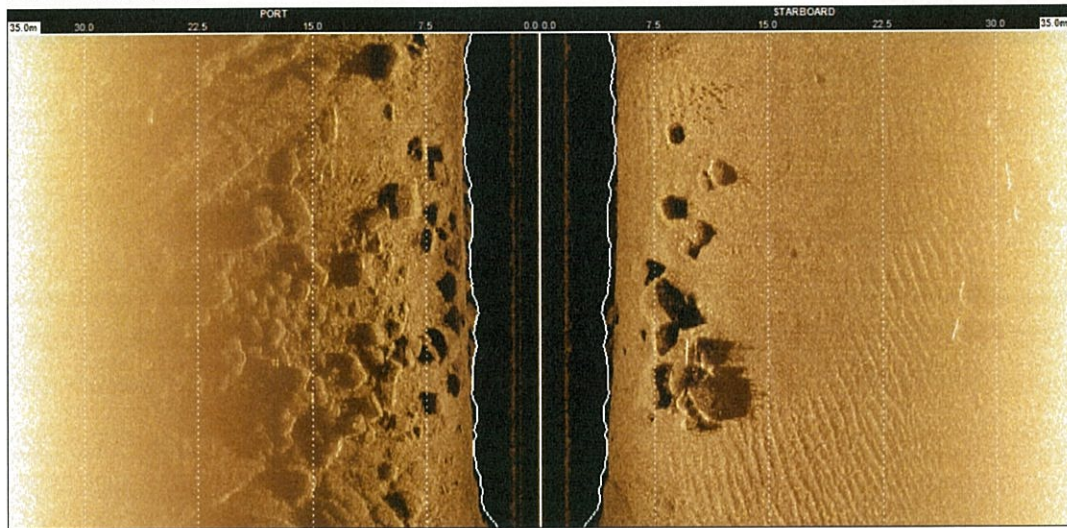


図 11 音響データ③

Sidescan Plotter

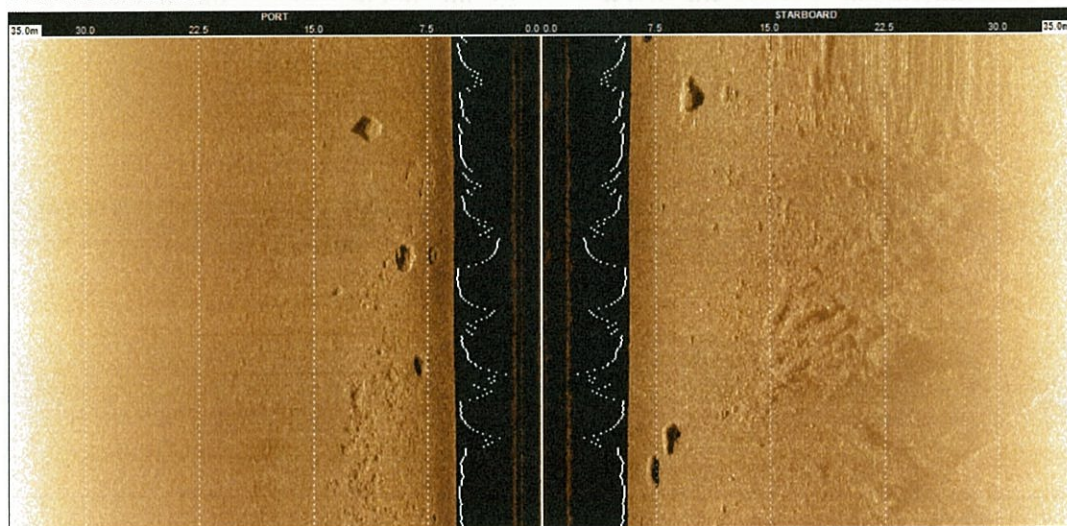


図 12 音響データ④

③は、①と②と同様に、陸から続く磯（岩礁）の先端部分である。サイドスキャンソーナーの音響データからのみ判断すると、すべて海底の岩礁であり、人工物が紛れている可能性は低い。ただし、陸上にあった人工物が流失して、その一部がこのような境界部に埋蔵されているという例は多く、発掘の際には有力な候補地の一つとなる。④は、先端部から離れて砂泥の海底部である。点在している突起部が独立した岩礁であるのか、あるいは何らかの人工物の一部であるのかの判定は、ダイバーによる潜水目視調査を待たなければならない。

Sidescan Plotter

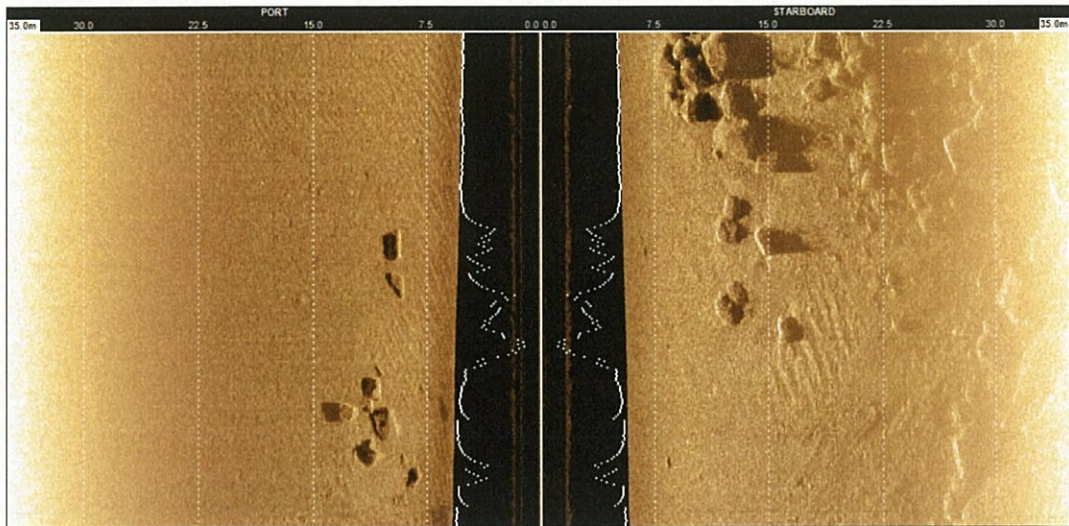


図 13 音響データ⑤

Sidescan Plotter

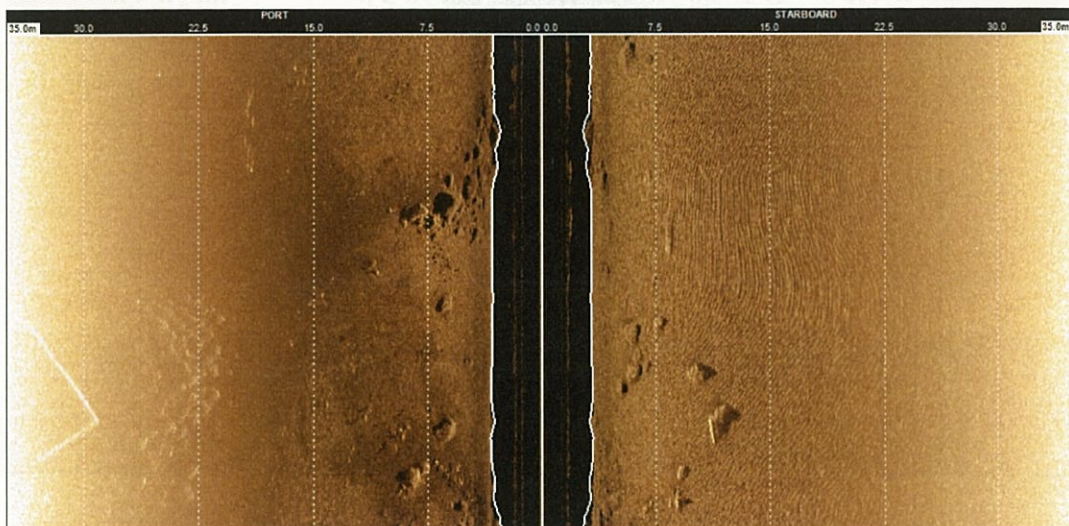


図 14 音響データ⑥

⑤は位置的には、③と④の中間地点となる。岩礁の反対側の海底からの突起部は、独立した岩礁である可能性が高いが、その形状と配置については潜水目視調査により再確認の必要がある。データ最上部の突起部については、その印影からある程度の高さが認められる。⑥は、海岸部にもっとも近接した浅海部で、海底に突起部が散在しているポイントである。左端の堆積物は、必ずしも明瞭ではないが、磯の埋め立ての際に使用された人為的に海底に投入された工事用の岩石群である可能性がある。

Sidescan Plotter

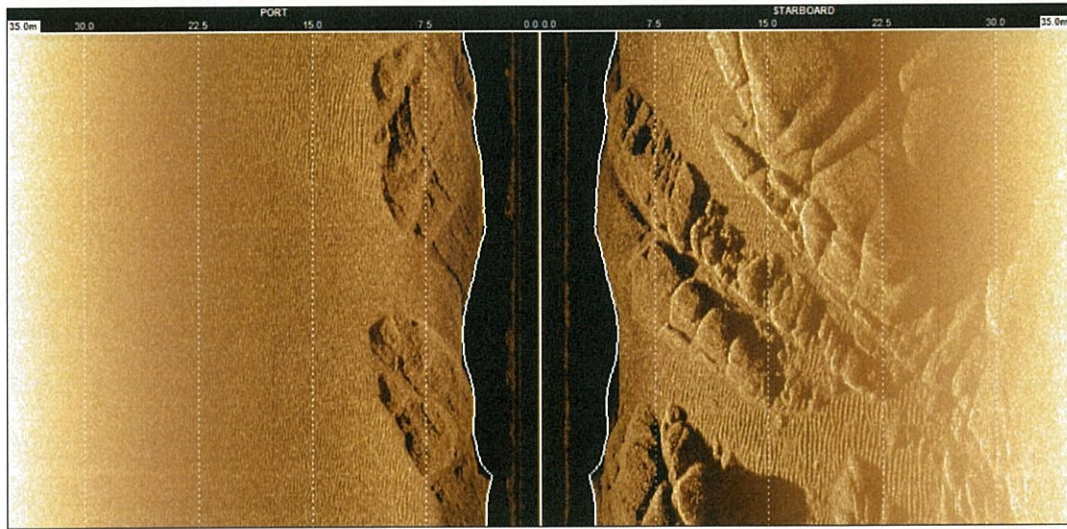


図 15 音響データ⑦

Sidescan Plotter

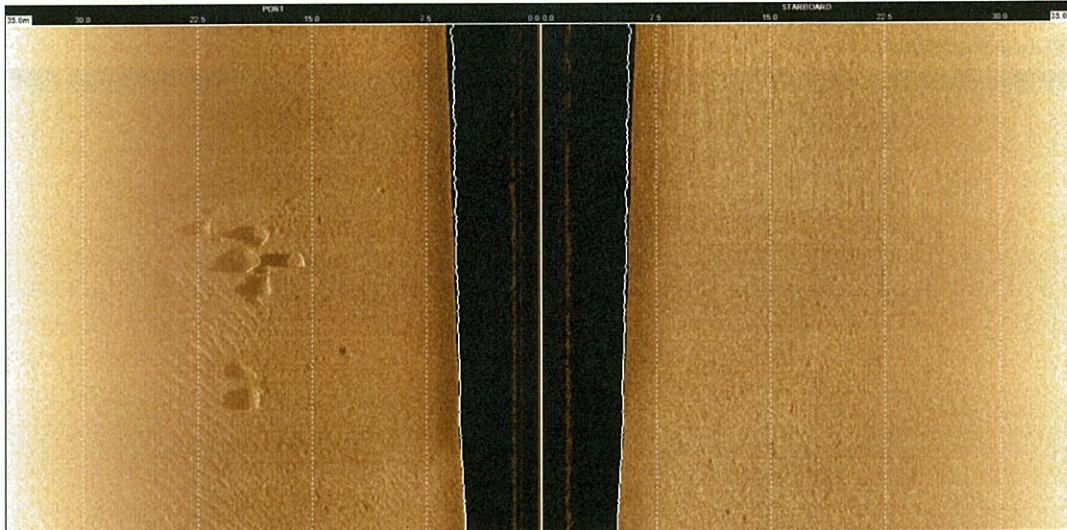


図 16 音響データ⑧

⑦は、内浦湾の西側の磯（岩礁）部である。大雑把に言えば、内浦湾の海底は東から岩礁が伸びており、中間地帯の底は砂泥、その西側にふたたび岩礁が陸まで連続しているという構成となっている。⑧は、東側の磯から若干沖合にある海底部分の突起部である。自然の岩礁である可能性が高いが、このように広範囲の平らな砂泥の海底上に何らかの物体が確認された場合、ダイバーによる潜水目視調査の前に、すべての可能性を排除することはできない。陸上の沈降した人工物の痕跡の可能性だけではなく、沈没した船舶やそこからの投機物などの残存という可能性も視野に入れておく必要がある。

6. 考察

令和元年度と令和2年度の2年計画で千葉県鴨川市は、安房小湊の内浦湾に海没して現在地に移転したという伝承のある日蓮宗誕生寺の調査を東京海洋大学に依頼した。これは、令和3年2月16日が日蓮上人生誕800年にあたることから、鴨川市がその記念行事の一つとして企画したものである。日蓮上人は1222年2月16日（旧暦）に、安房小湊付近の片海という漁村で生誕した。鎌倉時代後期あるいは南北朝時代に、片海にあった日蓮上人の実家あるいはその近隣に日蓮宗の初期的な宗教施設が作られたが、その初期誕生寺は地震と津波による被害を受けて海没してしまったという。すでに初期の宗教施設も現在地に作られていたのではないかという意見も一部にはある。しかし、現在地は片海ではない。また、どの地震によるものなのか、あるいは津波の規模については議論の余地はあるものの、内浦湾周辺の安房小湊や片海が地震と津波の被害を過去に受けてきたという史実の存在は間違いないところである。

令和元年度にはまず、立正大学などからの協力も仰ぎ、日蓮上人生誕関連史料の再評価を含む文献研究が実施された。本企画が公になったことから、日蓮正宗宗教学研鑽所などからの資料の提供も行われてきている。その結果、信頼がおけるもっとも古い史料は、誕生寺にある「日蓮坐像」の胎内納入文書（図17）であることが改めて確認された。この文書には、誕生寺第4世住職の日静が同坐像を安置する御影堂を1363年に建立した経緯、日蓮上人の生誕日と生誕地についての情報などが記されている。次に、地元において日蓮上人生誕地として信じられている誕生寺南側の太平洋に面した大弁天島小弁天島周辺の潮間帯において聞き取り調査と、ドローンを使用しての海岸地形の確認作業が2019年5月に実施された。この付近の海底からは、1702年に同地に建立され、1703年の元禄地震により海没してし



図17「日蓮坐像」の胎内納入文書および「日蓮上人御尊父貫名次郎重忠漂着地」の碑

まった「蓮華潭湧現」の宝塔が19世紀になって引き揚げられている。しかしながら、調査の結果、同地と片海を結びつけることは現時点では不可能であった。

中世の内浦湾周辺の漁村の分布状況を推定すると、むしろ片海は内浦湾の内奥部にあった蓋然性が高く、後世の建立ではあるが、「日蓮上人御尊父貫名次郎重忠漂着地」の碑（図18）も内奥部にある。これは、かなり最近に至るまで、地元の一部においては片海が同地であったという伝承が残存していたという可能性を示唆する。したがって、海底調査の主眼は海岸から内浦湾の水深10メートルまでに定められ、サイドスキャンソナーによる海底の音響画像の把握が2020年9月と11月に実施された。その結果については、「5. 調査報告」に記述した通りであるが、概要を復唱すれば以下となる。内浦湾の内奥部の海底は、まずは東から磯（岩礁）が広がっており、その次に砂泥の海底、そのさらに西側からふたたび磯（岩礁）地帯が広がっている。海岸部にあった中世の漁村が沈降したとすれば、以前は陸上にあった磯が砂泥に覆われており、その上に掘っ立て柱による作られた家屋が分布し、それが沈降と同時に、砂泥とともに流失したと考えるのがもっとも妥当である。したがって、今は海底にある磯（岩礁）の上にかつての漁村の痕跡が残っている可能性が低いと考えられるが、その流失物がちょうど海底の磯と砂泥の境界線付近の海底下に埋没している可能性はある。砂浜が沈降して、その砂が海へ流出した場合、基礎の岩盤が現在の汀線の磯へ変化するという事例は多く、内浦湾の内奥部でも片海が沈降した付近と考えられる沈降後の汀線にはいずれもある程度の面積がある磯が広がっている（図18～20参照）。

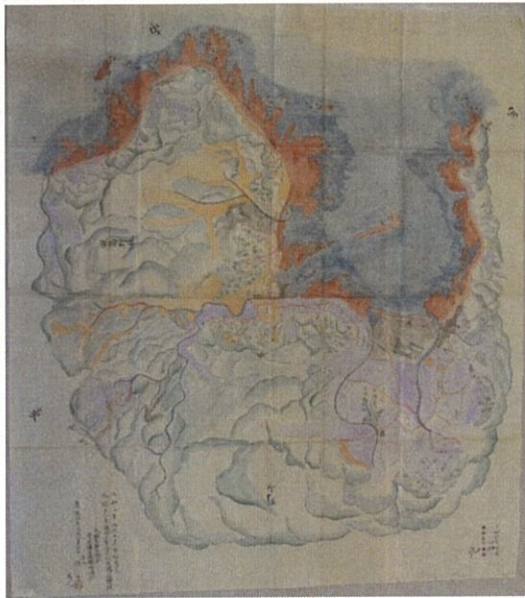


図18 1616年の内浦湾



図19 1853年の内浦湾



図 20 1966 年の内浦湾

内浦湾の内奥部の砂泥から成る海底には、いくつかのポイントにおいて海底からの突起部が観察される。これらはすべて、独立した岩礁である可能性が高いが、何らかの人工物の痕跡あるいは沈没船、海上からの投機物であるという可能性を排除することはできない。音響データにより判断するのは限界があり、最終的には水中考古学のダイバーによる潜水目視調査を実施する必要がある。海底下に埋没している人工物を特定するには、考古学の試掘作業をしなければならない。しかしながら、海底での発掘作業は物理的にも予算上もきわめてむずかしく、まずはサブボトムプロファイラーの投入が現実的である。サブボトムプロファイラーの原理は、サイドスキャンソナーと基本的には同一であるが、下に向けて発振される音響パルスに使用される周波数がサイドスキャンソナーで使用されるそれよりも低いいため、そのパルスが海底下まで貫入していくことができるものである。音響的な地層の変化に応じて反射してくるパルスを捉えることで、海底下の地層およびそこに埋没している人工物や沈没船の痕跡を把握することができるものである。浅海部におけるサブボトムプロファイラーの投入については、世界的にもまだ実績が少ないが、一部の海洋探査企業においては実用化に向けた試用も開始されている。

本調査の研究成果公開については、鴨川市と東京海洋大学（ユネスコ水中考古学大学連携ネットワーク）から行われるものに加えて、下記が予定されている。日本でほぼ唯一の水中考古学の学術団体である NPO 法人アジア水中考古学研究所からは、日本における注目すべき水中考古学調査の一つとして、ハードデータとソフトデータの両方で本調査の一般的な紹介が、2021 年 11 月 1 日～5 日に台湾の基隆で開催される第 4 回アジア太平洋地域水中文化遺産会議では、本調査の学術的な論文と口頭の発表が、岩淵聡文、近藤逸人、田代高嗣の連名で英語により実施される予定である。

