

令和 5 年度

匝瑳市堀川浜簡易調査報告書

目次

1	調査目的	2
2	堀川浜海水浴場概要	2
3	調査項目・地点・方法	4
4	調査時の気象・海況	5
5	調査結果	8
6	考察	25
7	安全対策について	26
8	参考文献	27

1 調査目的

本調査は、匝瑳市堀川海岸において、平成 21 年度に海岸浸食の進行によって海水浴場を開設途中で閉鎖した事態を踏まえ、今年度（令和 5 年度）の海水浴場の開設可否を判断するための基礎資料を作成することを目的とし、気象・海況・地形などの自然条件等を簡易的に調査するものである。

尚、本調査は、新型コロナウイルスの感染拡大の影響から、令和元年度を最後に中止となっていた調査を、4 年ぶりに再開したものである。

2 堀川浜海水浴場概要

千葉県匝瑳市にある堀川浜海水浴場(図-1)は、平成 21 年度の閉鎖以前は夏期海水浴場開設期間中、延べ 3,000 人程度の海水浴客が訪れていた(写真 1)。またサーフィンに適した波があることから、首都圏を中心に年間を通して多くのサーファーが訪れている。¹⁾

地形的に見ると堀川浜海水浴場は、九十九里浜北部に位置して、九十九里浜中央部へと向かう南西向きの沿岸漂砂が卓越している海岸にある。しかし近年、屏風ヶ浦の海食崖の浸食対策が行われるとともに、沿岸漂砂の上手側にある飯岡漁港の防波堤が延ばされたため、海岸浸食が進んでいる。

■海水浴場閉鎖の経緯

平成 21 年度に、低気圧の通過に伴い、高波が押し寄せた結果、短期的な海岸浸食が一気に進んだ。そのため、市では安全を考慮して 7 月 31 日に海水浴場としては閉鎖した。(写真 2) 以後、継続的に調査を実施し、海水浴場再開を模索しているが、安全状況が改善されないため、市の判断により令和 4 年度まで再開には至っていない。

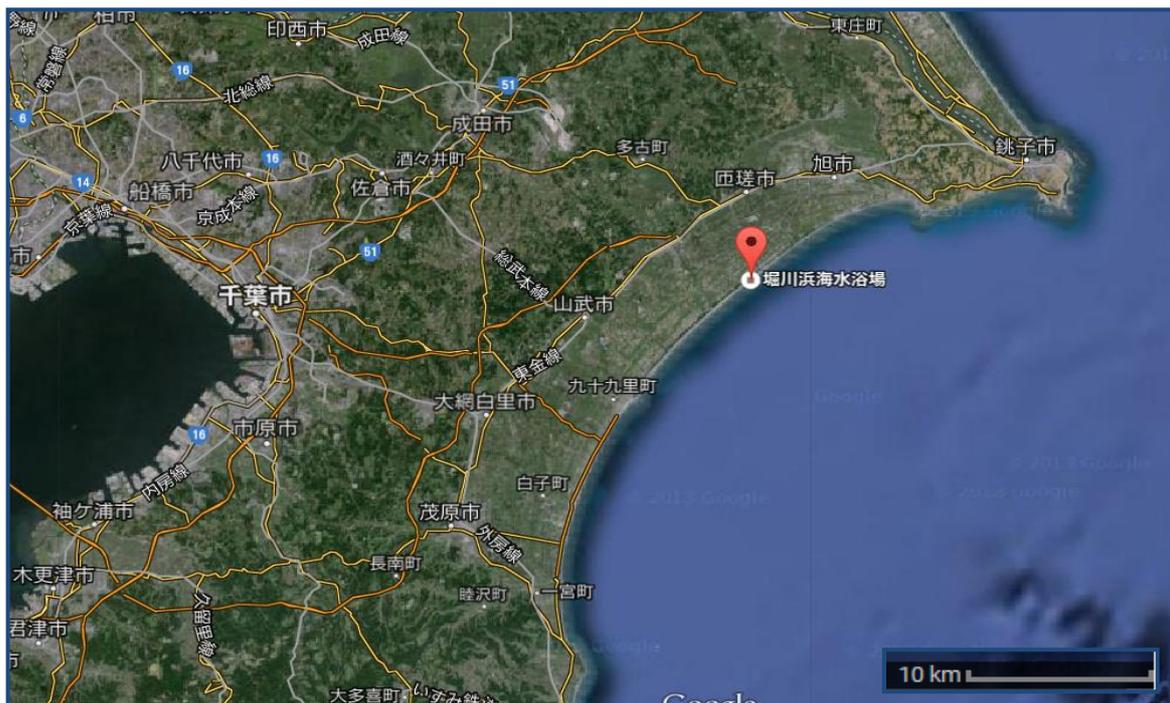


図 1 堀川浜海水浴場地点図



写真1 閉鎖前の堀川浜海水浴場



写真2 閉鎖時（平成21年）の堀川浜海水浴場

3 調査項目・地点・方法

調査項目は、①砂浜の状況、②水深、③海底の地形、④潮流、⑤流速、⑥波高、⑦波質の7項目とし、調査地点は、海水浴場予定エリア（以下エリア1）を9地点、エリア1と南側突堤の間の海域（以下エリア2）として、それぞれ目視及び海中踏査を実施した。過去に設置されていた海水浴場跡地を示す棒杭が、平成28年度に実施された護岸工事の際に撤去された為、平成29年度から新たに設置された防潮堤の端から端までの幅約100m（95m）を海水浴場予定地として調査を実施した。

調査方法は、海面が最も高く一般的に離岸流や沿岸流といった潮流が速くなる大潮の満潮時間帯と、海面が最も低くなり、一般的に海底地形が最も露出する大潮の干潮時間帯の異なる2つの時間帯に実施し、水深や波高の計測は、測量ポールを用い、距離についてはレーザー測定器を使用した。（図-2）



図2 調査地点図

4 調査時の気象・海況

以下に調査当日の潮汐（銚子漁港）、天気図、風向・風速を示す。

■1回目調査（4月18日15時）※大潮満潮時間帯

潮汐（潮位）：満潮 3:05 (122cm)、干潮 8:59 (47cm)、満潮 14:57(122cm)、干潮 21:13(35cm)

潮廻り：大潮

天候：曇り

気温：16.1℃

風速：2.0m/s

風向：東

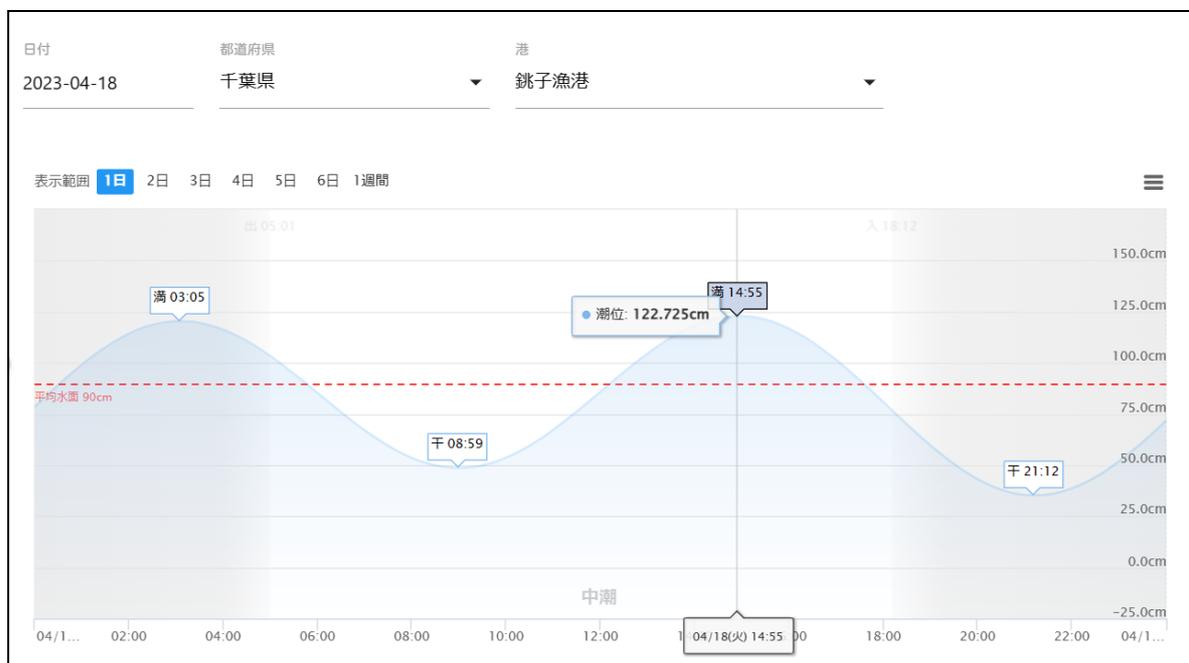


図3 1回目調査時（4月18日）の潮汐 参照：<https://tide736.net>

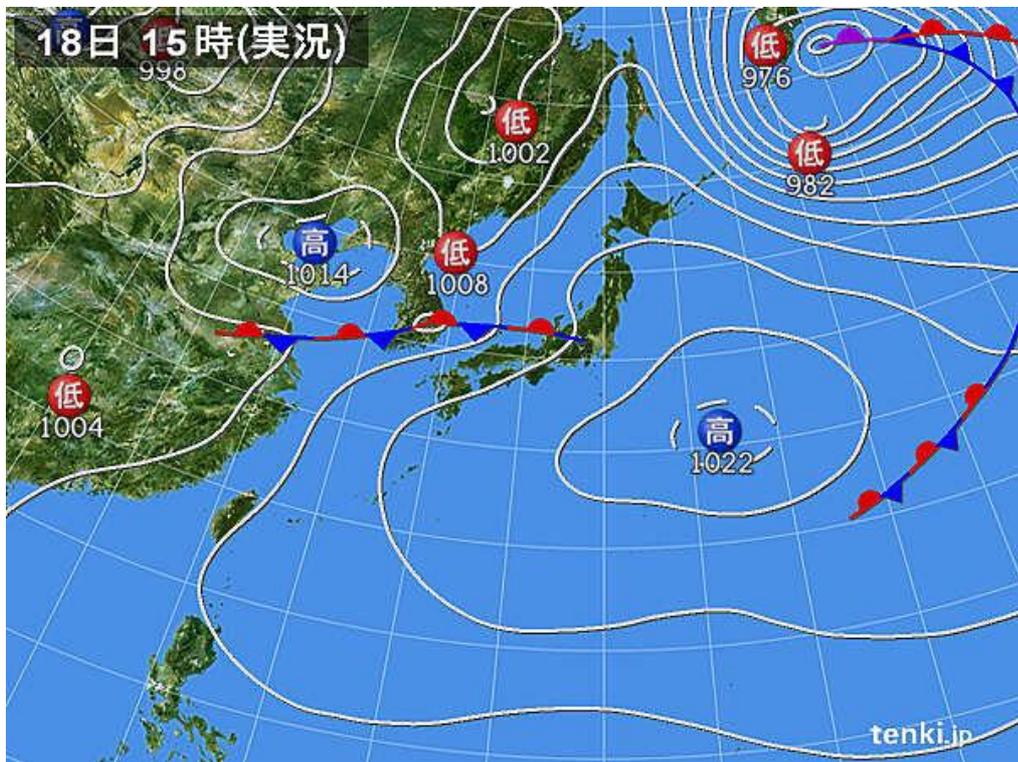


図4 1回目調査時（4月18日15時）の実況天気図 参照：日本気象協会



図5 1回目調査時（4月18日15時）のアメダス（風向・風速）参照：日本気象協会

日時		気温(°C)	降水量(mm)	風向(16方位)	風速(m/s)	日照時間(分)	積雪深(cm)
18日	24:00	12.4	0.0	北西	2.0	0	---
	23:00	12.6	0.0	西北西	1.2	0	---
	22:00	12.9	0.0	西北西	0.9	0	---
	21:00	13.5	0.0	北北西	1.2	0	---
	20:00	13.8	0.0	北	0.7	0	---
	19:00	13.8	0.0	静穏	0.1	0	---
	18:00	14.5	0.0	北北西	2.6	0	---
	17:00	15.7	0.0	北北西	2.8	0	---
	16:00	17.5	0.0	北北西	2.8	0	---
	15:00	17.5	0.0	東北東	0.8	0	---
	14:00	17.6	0.0	東北東	2.1	31	---
	13:00	18.1	0.0	東南東	2.4	2	---
	12:00	16.7	0.0	東南東	1.9	0	---
	11:00	16.9	0.0	東南東	2.6	39	---
	10:00	17.3	0.0	東南東	2.5	60	---
	09:00	15.9	0.0	東	1.4	41	---
	08:00	14.0	0.0	北北東	1.4	21	---
	07:00	11.9	0.0	北	1.2	0	---
	06:00	10.9	0.0	北	0.9	0	---
	05:00	10.2	0.0	北北西	0.9	0	---
	04:00	9.5	0.0	南西	0.4	0	---
	03:00	9.8	0.0	北北西	1.0	0	---
	02:00	9.8	0.0	静穏	0.2	0	---
	01:00	9.7	0.0	北西	0.8	0	---

表1 1回目調査時(4月18日)のアメダス60分観測値 ※塗りつぶしが調査時間帯
参照:日本気象協会

5 調査結果

【1回目】

- 1 当日は、3日前（15日）に降った雨の影響により、駐車場に水溜まりが形成されていた。（写真3、4）
- 2 海岸へ向かう階段には砂が堆積していた。（写真5、6）
- 3 調査時、生活排水が海に流入していた。排水口付近の砂は削られ、2m程度の浜崖が形成されていた。（写真7、8、9）
- 4 浸食対策の為、護岸（防潮堤）が整備されていた。（写真10）
- 5 砂浜の勾配が1/10程度（10m先が1m落ち込む）あり、非常に急な勾配であることが分かる。大潮満潮時において、海水浴場予定エリアの北端の起点から汀線までの距離は22mと狭く、遊泳客が休憩できる十分なスペースが確保できているとは言えない状況であった。（写真11）
- 6 砂は細砂、中砂で形成されていた。（写真12）
- 7 砂浜には前回調査でも散見されたコンクリート片が数多く見られた。（写真13、14）
- 8 海水浴場予定区域の南側ヘッドランド両端には永久型の離岸流が形成されていた。（写真15、16、17）
- 9 海水浴場予定区域外（エリア2）は、地形は比較的安定しているものの、ヘッドランド方向への横の流れ（サイドカレント）が発生しており、遊泳者が気付かないうちに、ヘッドランド方向へ流され、離岸流にはまり、沖合方向へ流される危険性があった。海匠土木事務所による、注意看板が設置されていた。（写真18、19、20）
- 10 地点①の砂浜の状況は、大潮満潮時ということもあり狭く（基点から汀線まで22m）、水深0.8m程度で海底の地形（砂地）は柔らかく流動的で不安定な状態であった。潮流は一宮方面から銚子方面に流れる真潮と呼ばれる流れとなっており、流速も1.0m/sと比較的早い流れとなっていた。波高は1.0m、波質は巻波と呼ばれる比較的破壊力が強く、危険度の高い波が押し寄せていた。（写真21）
- 11 地点②は、水深1.8~2.0m程度、波が来ると身長178cmの調査員でも海底に足がつかない状況であった。地点①と同様に海底の砂は柔らかく不安定であった。潮流も一宮方面から銚子方面の真潮であり、流速も1.5m/sの早くなっていた。地点①と異なり水深も深く、流れる水量も多いため、ライフセーバーである調査員でも身体の保持は困難であった。波高は1.5m、波質は巻波であった。（写真22）
- 12 地点③、⑥、⑨（いずれも汀線から75m付近）は、安全面を考慮し踏査を中止した。
- 13 地点④も、砂浜の状況は狭く、水深は0.4~0.6mであり、海底地形は不安定であった。（写真23）
- 14 地点⑤は地点②の数値とほぼ同様であったが、水深は1.5~1.8mと若干浅く、海底の砂は固く、地形は比較的安定していたものの、凹凸が多くあり、ところどころに深みが形成されていた。また潮流も1.0~1.2m/sと速く、波高も2.0mと高く、波質も危険な巻波であった。（写真24）
- 15 地点⑦は、離岸流の特徴でもある、貝殻が海底に集積しており、流速は1.0m程度と他の地点と同様で、波高は1.0m程度であり、波質はやや巻波であった。（写真25）
- 16 地点⑧の海底は、砂地が柔らかく不安定な状態であり、地点②、⑤と同様、水深も1.8~2.0mと深く、潮流も早いため、危険を感じる状況であった。（写真26）

地点① (北側 25m)	①狭い	地点④ (中央 25m)	①やや狭い	地点⑦ (南側 25m)	①普通
	②0.06~0.8m		②0.4~0.6m		②0.4~0.6m
	③砂が柔らかく不安定		③砂が柔らかく不安定		③貝殻の集積
	④一宮→銚子		④一宮→銚子		④一宮→銚子
	⑤1.0m/s		⑤0.8m/s		⑤1.0m/s
	⑥1.0m		⑥1.0m		⑥1.0m
	⑦巻波		⑦巻波		⑦やや巻波
地点② (北側 50m)	① -	地点⑤ (中央 50m)	① -	地点⑧ (南側 50m)	① -
	②1.8m~2.0m		②1.8~2.0m		②1.8~2.0m
	③不安定		③砂は固く、凹凸あり		③砂は柔らかく不安定
	④一宮→銚子		④一宮→銚子		④一宮→銚子
	⑤1.0~1.2 m / s		⑤1.0~1.2 m / s		⑤1.0m/s
	⑥1.5m		⑥2.0m		⑥1.5m
	⑦やや巻波		⑦やや巻波		⑦崩れ波
地点③ (北側 75m)	安全面を考慮し中止	地点⑥ (中央 75m)	安全面を考慮し中止	地点⑨ (南側 75m)	安全面を考慮し中止

※①砂浜の状況、②水深、③海底地形、④潮流、⑤流速、⑥波高、⑦波質

表2 1回目調査結果一覧



写真3 駐車場の状況①



写真4 駐車場の状況②



写真5 砂浜に向かう階段に堆積した砂の状況①



写真6 砂浜に向かう階段に堆積した砂の状況②



写真7 砂浜にある、排水口の状況



写真8 排水の流入によって形成されて浜崖



写真9 海へ流入する生活排水の状況



写真10 整備された護岸の状況



写真 11 砂浜の勾配



写真 12 砂の状況



写真 13 砂浜のコンクリート片①



写真 14 砂浜のコンクリート片②



写真 15 ヘッドランドの状況



写真 16 ヘッドランド北側の状況



写真17 ヘッドランド南側の状況



写真18 離岸流の周知看板（海匠土木事務所）



写真19 エリア2の状況①



写真20 エリア2の状況②



写真21 地点①（北側 25m付近）の状況



写真22 地点②（北側 50m付近）の状況



写真 23 地点④（中央 25m 付近）の状況



写真 24 地点⑤（中央 50m 付近）の状況



写真 25 地点⑦（南側 25m 付近）の状況



写真 26 地点⑧（南側 50m 付近）の状況



図3 1回目調査結果

■2回目調査(4月21日10時45分) ※大潮干潮時

潮汐・潮位 : 満潮 4:03 (132 cm)、干潮 10:44 (3 cm)、満潮 17:21 (126 cm)、干潮 22:46 (65 cm)

潮廻り : 大潮

天候 : 晴れ

気温 : 23.1°C

風速 : 6.2m/s

風向 : 南

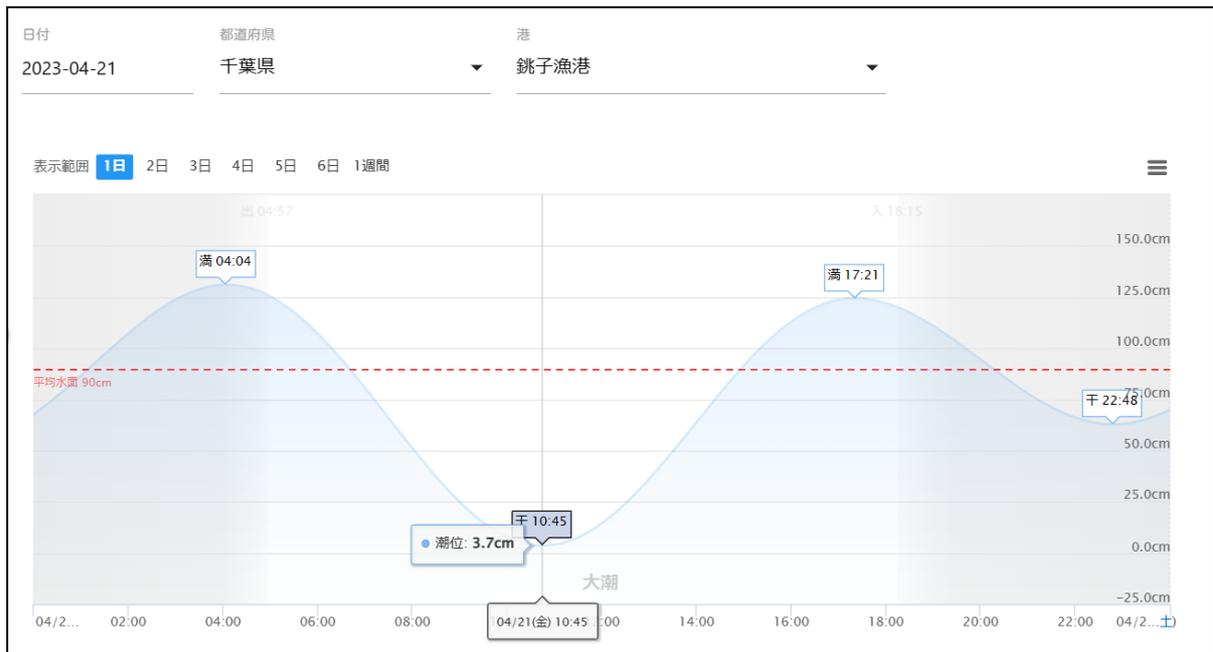


図6 2回目調査時(4月21日)の潮汐 参照: <https://tide736.net>

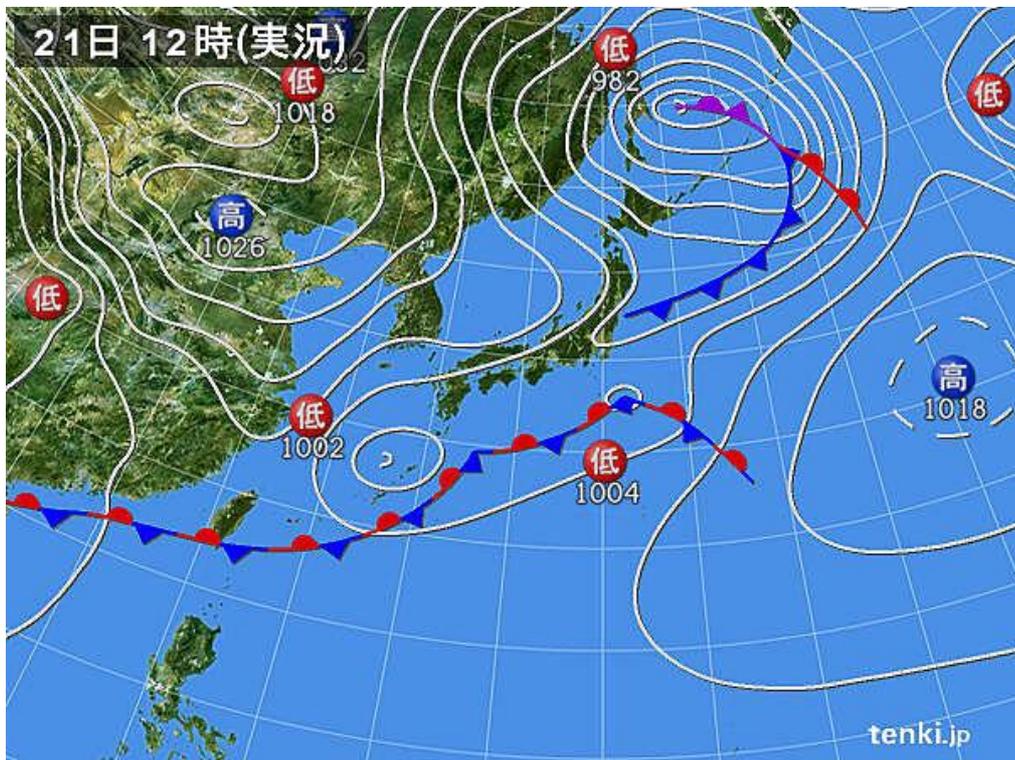


図7 2回目調査時(4月21日12時)の実況天気図 参照：日本気象協会



図8 2回目調査時(4月21日11時)のアメダス(風向・風速) 参照：日本気象協会

日時		気温(°C)	降水量(mm)	風向(16方位)	風速(m/s)	日照時間(分)	積雪深(cm)
21日	24:00	17.5	0.0	北北東	3.4	0	---
	23:00	17.3	0.0	北東	3.2	0	---
	22:00	18.0	0.0	北東	2.9	0	---
	21:00	18.9	0.0	北北東	1.0	0	---
	20:00	18.7	0.0	北東	1.2	0	---
	19:00	18.4	0.0	南南東	1.1	0	---
	18:00	19.3	0.0	南	2.0	0	---
	17:00	20.0	0.0	南	4.0	2	---
	16:00	21.3	0.0	南	3.5	55	---
	15:00	22.0	0.0	南	4.8	60	---
	14:00	22.3	0.0	南	6.1	60	---
	13:00	22.9	0.0	南	6.2	60	---
	12:00	23.1	0.0	南	6.6	60	---
	11:00	23.1	0.0	南	6.2	60	---
	10:00	23.2	0.0	南	5.1	60	---
	09:00	22.6	0.0	南南西	3.6	60	---
	08:00	21.2	0.0	南西	3.5	60	---
	07:00	19.3	0.0	南南西	3.0	29	---
	06:00	16.5	0.0	南南西	2.1	0	---
	05:00	15.3	0.0	南	1.6	0	---
	04:00	15.8	0.0	南南西	1.4	0	---
	03:00	16.9	0.0	南南西	3.0	0	---
	02:00	17.0	0.0	南南西	2.2	0	---
	01:00	17.4	0.0	南	1.7	0	---

表3 2回目調査時(4月21日)のアメダス60分観測値 参照:日本気象協会

【2回目】

- 1 当日の天候は晴れ、波は比較的穏やかであった。(写真 27)
- 2 今回も前回調査時と同様に、排水口から生活排水が、海水浴場予定エリアに流入していた。また排水口付近の砂は削られ、2m 程度の浜崖が形成されていた。(写真 28、29)
- 3 大潮干潮時の調査であり、海底の地形が露出していた。(写真 30、31)
- 4 砂浜は広く(基点から汀線まで 37m、前回調査時プラス 15m)、遊泳客が休憩する十分なスペースがあった。(写真 32)
- 5 砂浜の勾配が 1/10 程度あり、急な勾配であることが分かる。(写真 33、34、35)
- 6 海水浴場予定エリア中央付近の砂浜にも 0.6m 程度の浜崖と砂浜の急こう配が見られた。(写真 36)
- 7 地点①に向かって踏査を進めると、汀線から 15m 付近から水深が深くなり、地点①(汀線から 25m 地点)では、0.8m 程度となっていた。海底の地形は砂が柔らかく凹凸があり、不安定な状態であった。潮流は前回同様一宮方面から銚子方面に流れる真潮と呼ばれる流れとなっており、流速は 0.5~0.8m/s であり、前回と比較すると水量も少なく、やや弱かった。波高は 0.5m、波質は比較的安全と言われる崩れ波であった。(写真 37)
- 8 地点①から地点②に向かう途中で水深は更に深まり、1.0m 程度となり、汀線と並行してガターと呼ばれる溝が形成されていた。(写真 38)
- 9 地点②付近もガターが形成されており、水深は 1.2~1.5m 程度と深かった。一宮方面から銚子方面に 0.5m/s 程度の流れがあった。(写真 39、40、41)
- 10 地点②から地点③方向へ向かう途中には、サンドバンクと呼ばれる砂の堆積により、水深が急に浅くなり、0.4m 程度であった。(写真 42)
- 11 地点③も浅瀬が続き、水深は 0.6~0.8m 程度で流れは、0.5m 程度と比較的緩やかであった。(写真 43)
- 12 地点④正面の砂浜の状況も広く、干潮時には遊泳客が休憩できるスペースが確保されていた。汀線から 25m 付近で水深が、0.8~1.0m と深く、周辺の水深も 1.2~1.5m と更に深くなっていた。海底の状況も凹凸があり、随所に深みが形成されていた。(写真 45、46)
- 13 地点⑤ではサンドバンクにより水深が 0.2m と浅く、流れも 0.3m/s と弱かった。(写真 47) また地点⑥に移動する途中にはガターがあり、一度水深が 1.0m 程度と深くなり、地点⑥の水深は 0.5m 程度と浅かった。(写真 48、49)
- 14 地点⑦正面の砂浜のスペースは広く、地点⑦の水深は 0.1m と浅かった。(写真 50)
- 15 地点⑧も水深は浅く 0.4m 程度であり、地点⑨も水深 0.6~0.8m と浅く、海底地形は安定しており、波質も比較的安全と呼ばれる崩れ波であった。(写真 51、52)
- 16 干潮時、汀線付近には前回調査時に海底であった地形が露出しており、インショアホールと呼ばれる深みが形成されていた。(写真 53、54)
- 17 海水浴場予定区域外の南側にある、ヘッドランド両端には、前回と同様に永久型の離岸流が形成されていた。流れははっきりと視認できるものの、大潮干潮時であるため、前回調査時と比較し流れは若干緩やかであった。(写真 55、56)
- 18 調査当日の砂浜の状態は全体的に広く、護岸は整備されていた。(写真 61、62)

地点① (北側 25m)	①広い	地点④ (中央 25m)	①広い	地点⑦ (南側 25m)	①広い
	②0.6m		②0.8~1.0m		②0.1m
	③凹凸あり、不安定、手前に深みあり		③凹凸、深みあり		③平坦、砂が固い
	④一宮→銚子		④一宮→銚子		④一宮→銚子
	⑤0.5m/s		⑤0.8m/s		⑤0.3m/s
	⑥0.5m		⑥0.5m		⑥0.2m
	⑦崩れ波		⑦崩れ波		⑦崩れ波
地点② (北側 50m)	① -	地点⑤ (中央 50m)	① -	地点⑧ (南側 50m)	① -
	②1.2 ~1.5m		②0.2m		②0.4m
	③平坦		③平坦、安定している		③平坦で砂が柔らかい
	④一宮→銚子		④一宮→銚子		④一宮→銚子
	⑤0.5m/s		⑤0.3m/s		⑤0.3m/s
	⑥0.5m		⑥0.3m		⑥0.3m
	⑦崩れ波		⑦崩れ波		⑦崩れ波
地点③ (北側 75m)	① -	地点⑥ (中央 75m)	① -	地点⑨ (南側 75m)	① -
	②0.6~0.8m		②0.5m		②0.6~0.8m
	③平坦		③平坦		③平坦
	④一宮→銚子		④一宮→銚子		④一宮→銚子
	⑤0.8m/s		⑤0.5m/s		⑤0.3m/s
	⑥0.5m		⑥0.8m		⑥0.5m
	⑦崩れ波		⑦崩れ波		⑦崩れ波

※①砂浜の状況、②水深、③海底地形、④潮流、⑤流速、⑥波高、⑦波質

表4 2回目調査結果一覧



写真 27 堀川浜全景



写真 28 排水口付近の状況



写真 29 海水浴場予定エリアに流入する排水



写真 30 堀川浜南側の状況



写真 31 堀川浜北側の状況



写真 32 砂浜を汀線付近から望む



写真 33、34、35 砂浜の傾斜の状況



写真 36 海水浴場予定地中央付近の浜崖の状況



写真 37 地点①北側 25m 付近の状況



写真 38 地点①付近の海底の溝



写真 39 地点②北側 50m 付近の状況



写真 40 地点②付近の海底の溝



写真 41 地点②付近の海底の溝②



写真 42 溝（ガター）沖合の浅瀬



写真 43 地点③北側 75m 付近の状況



写真 44 地点④中央 25m 付近の状況



写真 45 地点④中央 25m付近の状況②



写真 46 地点④付近の海底の溝



写真 47 地点⑤中央 50m付近の状況



写真 48 地点⑤付近の海底の溝



写真 49 地点⑥中央 75m付近の状況



写真 50 地点⑦南側 25m付近の状況



写真 51 地点⑧50m付近の状況



写真 52 地点⑨75m付近の状況



写真 53、54 海底の窪み（インショアホール）の露出



写真 55、56 エリア 2 の状況



写真 57、58 ヘッドランド北側離岸流の状況



写真 59 ヘッドランド南側の離岸流の状況



写真 60 ヘッドランド南側の海岸の状況



写真 61 砂浜の状況



写真 62 護岸堤の整備状況



図4 2回目調査結果

6 考察

現在日本において海水浴場の開設における、自然条件（海象・地形など）に関する明確な安全基準はない。海水浴場の開設の判断は、自然条件として海水浴場に適しているという条件はもとより、地域の歴史的経緯や交通アクセス、背後地（民宿や海の家などの設置）条件によって設置されている場合が多い。近年、全国で人工ビーチの設置が行われているが、その基準書として国土交通省港湾局監修、（社）日本マリーナビーチ協会発行の「ビーチ計画・設計マニュアル」²⁾（以下マニュアル）がある。マニュアルでは参考条件として海象・地形などの自然条件が整理されている。自然ビーチと人工ビーチの違いはあるが、ここではその参考条件を一つの指標として、本調査結果を考察する。

(1)海浜形状：海浜幅としては30-60m程度を目安とする。（マニュアルの基準）

今回の調査では、海水浴場跡地に設置された防潮堤から汀線までの距離は満潮時22m、干潮時37mと比較的広範であった。しかし台風や低気圧通過時の高波時には、例年同様、波が防潮堤にかぶり砂浜が消失することが予測される。よって海浜形状に関しては、調査時、特に大潮干潮時において海水浴場として大きな問題はないが、大潮満潮時や台風、低気圧の影響により高波が訪れた際には、平成21年度同等またはそれ以上の危険なコンディションになることが予測される。

(2)海底地形：海底地形は時間的にも空間的にも急変しないことが望ましく、海底勾配は1/15-1/45程度が、いわゆる遠浅の砂浜となり海水浴場として適した地形となっている。（マニュアルの基準）

海岸形状については概ね適当であるといえるが、浸食が激しいため、近い将来不適当になる可能性が高いと考える。

今回の調査では、海底勾配が 1/10 と大変急であり、特に、大潮満潮時には汀線から比較的至近距離である、25m 付近においても小さな子供の遊泳には危険が伴い、50m 付近では、深いところで水深 2.0 m かつ強い沿岸流の影響から、成人でも遊泳に危険が伴い、75m 付近では波高も高まり、調査を中止した経緯からすると、遊泳は不可となる。また今回の調査でも、砂の堆積であるサンドバンク（浅瀬）と沿岸方向への溝であるガターが交互に繰り返されて徐々に深くなっていく、九十九里特有の地形が形成されていた。海底の地形については凹凸が多く、インショアホールと呼ばれる海底の窪みも複数箇所形成されており、小さな子供が深みにはまり溺水する危険性が見受けられた。よって海底形状については、海水浴場として厳しいものと判断される。

(3)流速：遊泳可能流速としては 0.2-0.3m/s 以下（マニュアルの基準）

今回の調査では、沿岸方向（銚子方面）に最大で 1.2m/s 程度、時折それ以上の流れが発生していた。成人男性でも身体の保持は困難であり、遊泳者が流れに逆らって泳ぐことは困難といえる。

またエリア 2 においてもヘッドランド（突堤）方向に向かう沿岸流とヘッドランド先端方向に向かう永久型の離岸流により、遊泳には不向き（非常に危険を伴う）な状況であるといえる。よって流速に関しては、海水浴場として厳しいコンディションであると推察される。

(4)波浪：遊泳可能波高としては 0.5m 以下（マニュアルの基準）

今回の調査では、特に 1 回目調査で波高 1.0m から 2.0m 程度と比較的高い状況であったが、波浪については九十九里海岸全般に言えることであり、堀川海岸特有の問題ではないが、海水浴場としては注意を要する。

7 総括

前述の調査結果から、海況・地形などの自然条件から見ると、今年度も特に満潮時や高波浪時には堀川浜は海水浴場として非常に危険なコンディションであることが推察される。現在の所、海浜形状や海底地形に関して、平成 21 年度の開設途中に閉鎖した状況と比較して改善は見られず、低気圧や台風の影響により、大きな波浪が押し寄せると、今回調査時以上に状況が悪化する事が予想される。また海水浴場予定地に流入する生活排水、砂浜に散見されるコンクリート片なども前回調査時と比較して改善は見られていない。

海水浴場背後地には、駐車場も整備されており、海の家や民宿なども立ち並んでいる。そのため海水浴場として開設しない場合も、訪れる海浜利用者は多いと思われる。海浜利用者の安全管理を行ううえでは、看板設置、見廻り巡回の実施等、遊泳については危険が伴うことを周知する必要がある。

堀川浜海水浴場は匝瑳市唯一の海水浴場として市民の海とのふれあいの場・憩いの場としてにぎわってきたところであるが、海水浴場の開設という視点で考えると引き続き検討が必要であると考えられる。

8 参考文献

- 1) 宇多高明・清野聡子・吉田哲朗・酒井英次・三波俊郎(2002)：九十九里浜野手海岸の変遷と海岸人工化要因の検討、海岸工学論文集、第49巻、pp. 541-545。
- 2) 国土交通省港湾局監修、(社)日本マリーナビーチ協会(2005)：「ビーチ計画・設計マニュアル」