

5. 鳥取県淀江(よどえ)漁港

5-1 漁港施設用地における地下海水の取水可能性の検討

試掘場所を図5-1に示す。



縮尺 1 : 25,000

「地理院地図 国土地理院 <http://maps.gsi.go.jp/>」より一部抜粋加筆

図5-1 調査位置図

(1) 地形概要

調査地付近は地形分類図（図5－2）によると南西から北東方向に延びる砂州・砂丘によって特徴付けられる。この砂州・砂丘は「弓ヶ浜」という大型の砂洲であり、美保湾に向かい緩やかに湾曲し、長さは18km、幅は3～3.5kmである。主に花崗岩質の砂からなり、広漠とした平野をなしているが、そのなかに比高2～5mの砂丘が点在している。

調査地は、弓ヶ浜の北東端に位置し、西日本旅客鉄道山陰本線「淀江駅」の北北西約0.9kmの漁港整備に伴う埋立て地であるが、図5－2に示す空中写真比較よりかつては海域であったことがわかる。

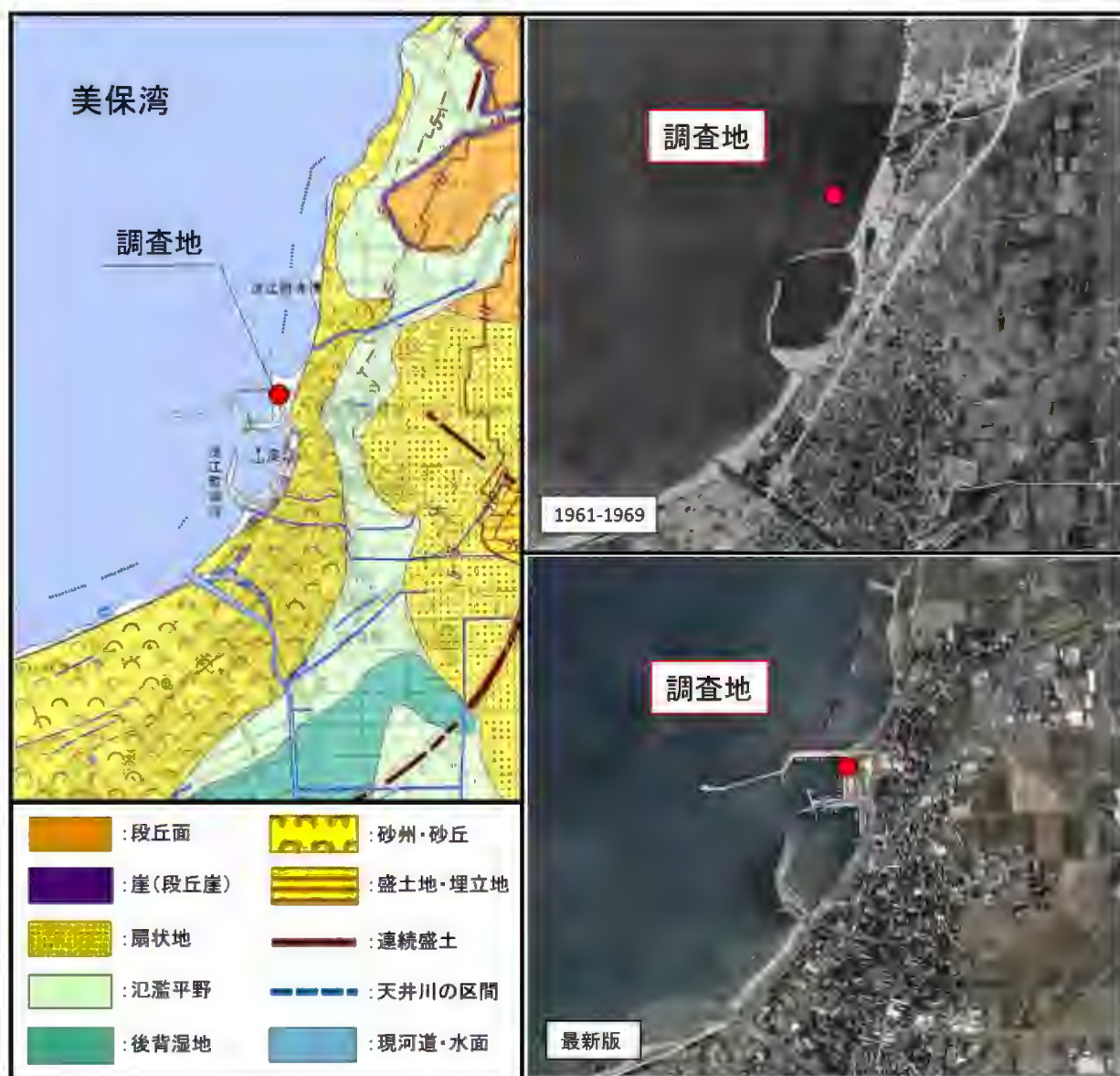


図5－2 地形分類図及び新旧空中写真比較³²

³² 「地理院地図 国土地理院 <http://maps.gsi.go.jp>」より一部抜粋加筆

(2) 地質概要

調査地は、「5 万分の 1 地質図 米子」(地質調査所 1962) においては海域とされているが、現在は漁港整備に伴い造成された埋立て地となっている。調査地南東には中国地方最高峰である「大山」があり、調査地背後の地質は大山の火山活動による噴出物が主に堆積している。

本調査では盛土の下位に玉石混じり砂礫、礫混じり砂、粘土、礫混じり砂、細砂、礫混じり砂、粘土を確認し、盛土以深は全て沖積層としてとりまとめた。



図 5 - 3 調査地付近地質図³³

³³ 「5 万分の 1 地質図 米子」(地質調査所 1962) より一部抜粋加筆

5-2 漁港施設用地における試掘等

試掘結果の概要を表5－1に示す

表5－1 試掘調査結果の概要

調査内容			単位	淀江町
機械ボーリング	φ86mm ※	粘土・シルト	m	1.85
		砂・砂質土		5.15
		礫混じり土砂		8.00
		合計		15.00
試掘井設置	仕上がり口径 φ50mm		箇所	1
簡易揚水試験	連続揚水試験（4h）		回	1
塩分・電気伝導率測定	地下水位以下深度0.5m毎測定 及び揚水時30分毎測定		式	1
仮設	平坦地足場（箇所）		箇所	1

※コアはφ66mmで採取した。

(1) 機械ボーリングと試掘井設置

機械ボーリングは、試掘井設置及び地質構成の確認を目的として実施した。

ボーリング装置は hidroリックフィード式ボーリング装置(図2-5参照)を使用し、掘削孔径φ86mmで実施した(コア採取はφ66mm)。ボーリング掘削に際しては、孔壁保護のためケーシング挿入を実施し、掘削能率の向上に努めた。

試掘井は、簡易揚水試験、塩分・電気伝導率測定を実施する為に試掘した。掘削口径はφ86mm仕上がりとした。

対象となる帯水層は、既往柱状図(淀江漁港水産物供給基盤機能保全工事「物揚場測量調査設計業務委託」報告書, 2020 図5-4)より推察すると上部の帯水層①(礫質土)及び下部の帯水層②(砂質土及び礫質土)の2層となる。帯水層①は、GL-0.45~8.80m程度まで分布するとみられる。地下水位がGL-1.10mに確認されていることから、帯水層としての層厚も十分に有しており、護岸の状況にもよるが直接取水に近い揚水量が得られると予想される。水質に関しては淡水の流入量が少ない場合には、海水と同程度の塩分が期待できる。ただし浅部の帯水層であるため、孔内水の水温は季節変動、気象変動等による影響を受けて変動すると推察される。

帯水層②はGL-10.00~12.60m程度まで分布すると推察される。帯水層①と比較して層厚が薄い、恒温性は②の方がある程度機能していると考えられる。塩分及び水質に関しては淡水の影響は小さいと考えられるが、帯水層①と性質が異なる可能性も有る。

なお、試掘作業並びに試掘井設置については、鳥取県から事業期間中の占用許可を得ていたが、『事業終了後の完全撤去』が許可の条件であった。

地元の淀江漁協は、地下海水であれば事業終了後の利用を希望していたが、後述の塩分測定で淡水であったことから試掘井の利用希望がなく、完全撤去の予算がないことから、試掘井の設置をせずに、夏季水質調査用の採水のみを行い、試掘口はすぐ埋め戻した。

土質ボーリング柱状図（標準貫入試験）

調査名 淀江漁港水産物供給基盤機能保全工事「物産場測量調査設計業務委託」

事業名 又は 工事名 淀江漁港水産物供給基盤機能保全工事「物産場測量調査設計業務委託」

調査目的及び調査対象 港湾 構造物基礎

ボーリング名	Bor. R1-1	調査位置	米子市淀江町淀江	北緯	35° 27' 49.602"
発注機関	鳥取県西部総合事務所	調査期間	2019年 12月 17日 ~ 2019年 12月 24日	東経	133° 25' 37.927"
調査業者名	株式会社エイト日本技術開発 電話 0857-26-2710	主任技師	今田 真治 登録番号 第16233号	調査員	今田 真治 登録番号 第16233号
ボーリング機	T.P. 1.30m	主軸機	今田 真治 登録番号 第16233号	ポンプ	丸山MS-331
掘削孔長	17.00m	試験機	YBM-05	エンジン	ヤンマーTF90

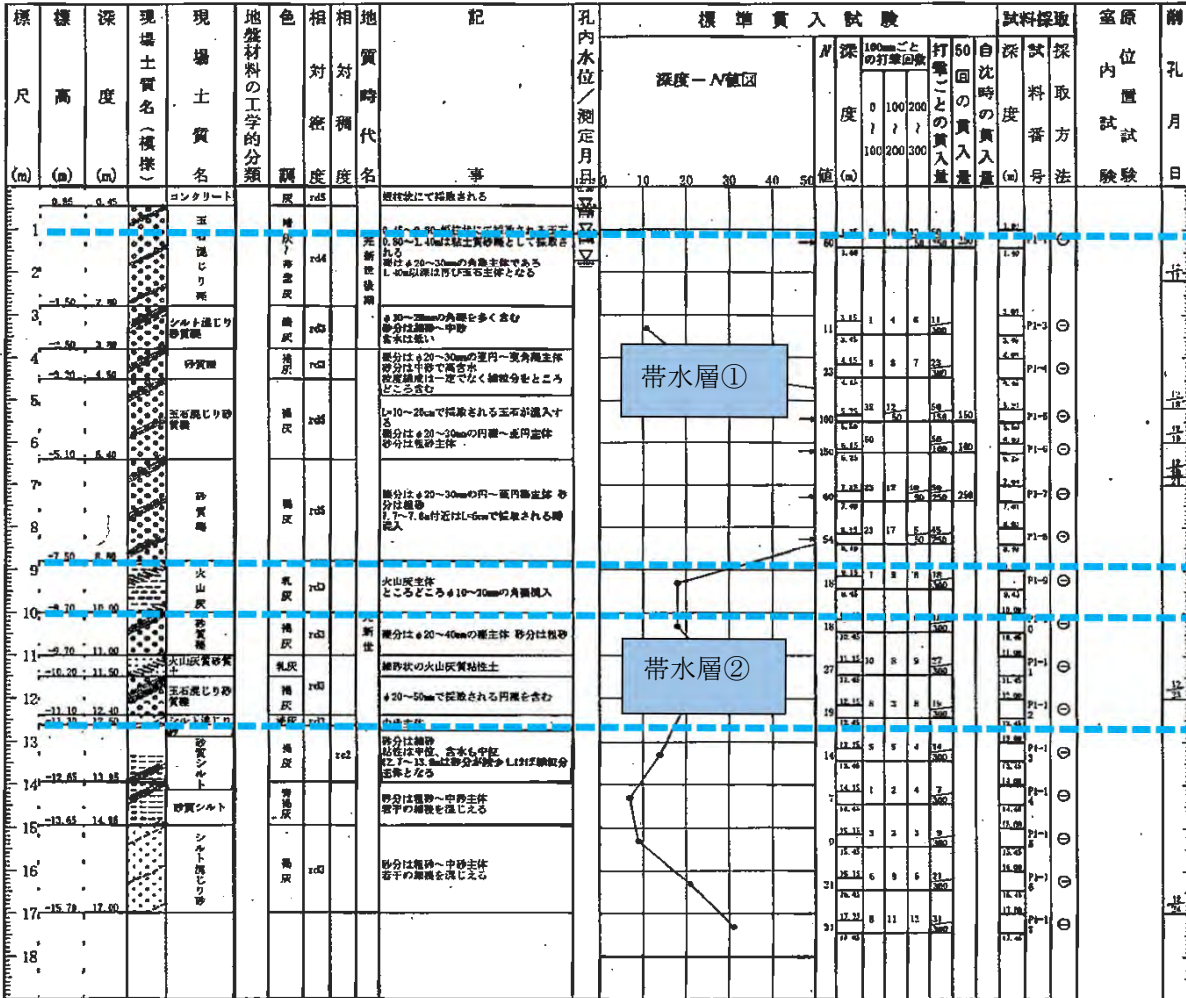


図 5 - 4 既往柱状図（淀江）

(2)簡易揚水試験と塩分・電気伝導率測定

簡易揚水試験は、揚水の塩分及び揚水に伴う孔内水位の低下量と経過時間の相関から透水係数を求め、これにより調査地の揚水量を試算する為に実施した。

揚水試験は通常、井戸の能力試験と帯水層試験に大別され、能力試験として段階揚水試験、帯水層試験として連続揚水試験及び回復試験を実施するが、本調査では段階揚水試験は行わず、単一の揚水量(L/min)で連続揚水試験及び回復試験を実施した。

揚水作業には家庭用ポンプ(カワエース(最大吐出量：36.1L/min))を使用し、孔内水の変動は絶対圧水位計(S&DLmini)を用いて測定した。

塩分・電気伝導率測定は対象となる地下水が海水と同等、もしくは近い塩分を持つ水であることを確認する為に実施した。測定にはポータブル電気伝導率計(CM-31P)を使用し、揚水開始前及び揚水後に孔内 0.5m 深毎の測定及び揚水作業中 30 分毎の測定を実施した。

(3) 機械ボーリング結果

機械ボーリングは、調査地点位置図（図 5－5）に示す 1 箇所で行った。

機械ボーリングの詳細は、調査地の地質構成を表 5－2 及びボーリング柱状図を図 5－6 にまとめた。

表 5－2 調査地の地質層序表

地質時代			地層名	地質名	記号	層厚 (m)	記事
新生代	第四紀	完新世	盛土	玉石混じり 砂礫	bn	2.60	礫径5～70mmの亜角～亜円礫を主体とし、くりぬきコア長30～110mmの玉石を含む。基質は細砂主体の粒径不均一な砂である。
			沖積層	玉石混じり 砂礫	ag	5.40	礫径2～70mmの亜角～円礫を主体とし、くりぬきコア長30～110mmの玉石を含む。基質は細砂主体の粒径不均一な砂である。
				礫混じり砂3	as4	1.15	細砂主体の粒径不均一な砂。礫径2～30mmの亜円～円礫を含む。
				粘土2	ac2	0.85	深度9.55～9.70m間、細砂を挟み、深度9.85m付近に木片を混入する。
				礫混じり砂2	as3	1.00	細砂主体の粒径不均一な砂。礫径2～10mmの亜円～円礫を含む。
				細砂	as2	1.75	細砂主体であり、深度11.2～11.3m及び11.75～12.0m間に粘土～砂質粘土を挟む。
				礫混じり砂1	as1	1.25	細砂主体の粒径不均一な砂。礫径2～30mmの亜円～円礫を含む。
				粘土1	ac1	1.00	部分的に砂質粘土となる。

平面図（全体配置） 縮尺 1 : 10,000



平面図（試掘井位置） 縮尺 1 : 2000

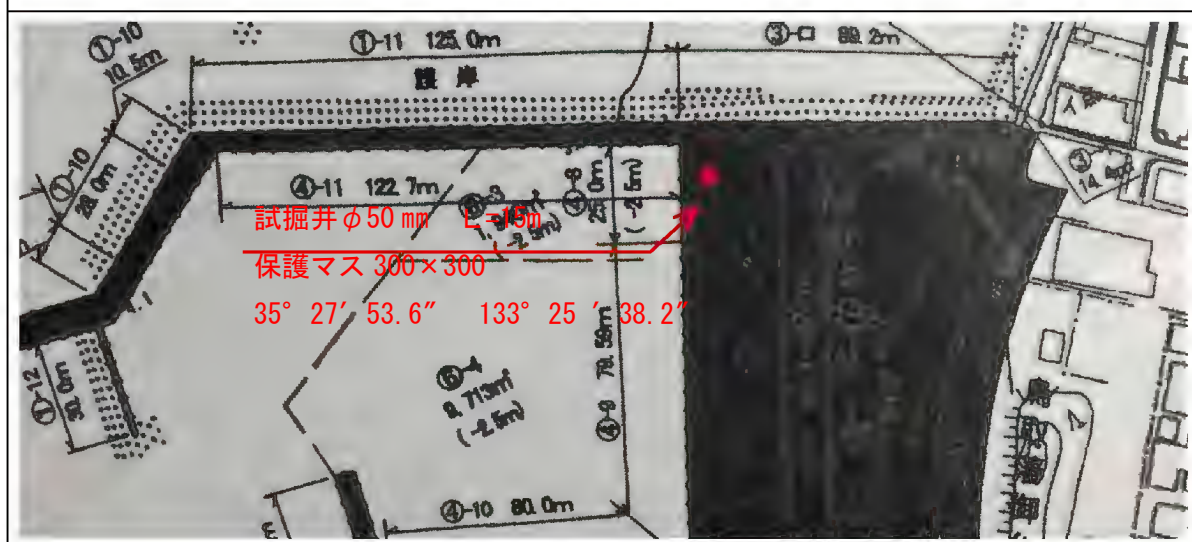


図5－5 調査位置図

ボーリング名 淀江B-1		調査位置 鳥取県米子市淀江町		北緯 35° 27' 53.6000"	
発注機関 水産庁水産試験場		調査期間 2020/ 8/31~2020/ 9/ 3		東経 133° 25' 38.2000"	
調査業者名 マリノフォーラム21 電話 03-6280-2792		主任技師 菊池 真		現場代理人 葛巻 圭吾	コ審定者 葛巻 圭吾
ボーリング責任者 坂口 昌士					
孔口標高 11=1.25m	角 180° 上 90° 下 0°	方 北 0° 西 90° 東 90° 南 180°	地盤勾配 0° 水平 0° 傾斜 90°	使用試験機 ハンマー 落下用具	エンジン ポンプ
総掘進長 15.00m					

標高	層深	柱状	土質	色相	相対	記	粒度試験による土質区分	標準貫入試験										原位置試験		試料採取		室内	進
								孔内水位／測定月日	深	10cm毎の打撃回数	N 値										深		
m	m	m	m	図	分	調	度	m	10	20	30	40	50	60	m		m	号	法	験	日		
1								8.31 0.84															
2																							
3																							
4																							
5																							
6																							
7																							
8																							
9																							
10																							
11																							
12																							
13																							
14																							
15																							
16																							
17																							
18																							
19																							
20																							



図5-6 ボーリング柱状図及びコア写真

1) 新生代第四紀完新世沖積層

沖積層は下位から、粘土 1 (ac1)、礫混じり砂 1 (as1)、細砂 (as2)、礫混じり砂 2 (as3)、粘土 2 (ac2)、礫混じり砂 3 (as4)、玉石混じり砂礫 (ag) に区分した。各層の特徴を以下に示す。

A 粘土 1 (ac1)

部分的に砂質粘土となる。色調は白色を呈する。

B 礫混じり砂 1 (as1)

深度 13.4～13.6m 間、赤褐色を呈する。深度 13.65～14.0m 間、細砂である。色調は黄灰色～淡褐色を呈する。

C 細砂 (as2)

深度 11.2～11.3m 及び 11.75～12.0m 間に粘土～砂質粘土を挟む。深度 11.3～11.5m 間で暗褐色、11.5～11.6m 間で黄褐色を呈する。深度 12.5～12.6m 間は砂礫である。色調は灰色を呈する。

D 礫混じり砂 2 (as3)

細砂主体の粒径不均一な砂で、礫径 2～10mm の亜円～円礫を含む。色調は灰色～暗褐色を呈する。

E 粘土 2 (ac2)

深度 9.55～9.70m 間、細砂を挟んで、深度 9.85m 付近に木片を混入する。色調は淡褐色を呈する。

F 礫混じり砂 (as4)

細砂主体の粒径不均一な砂で、礫径 2～30mm の亜円～円礫を含む。色調は淡灰色を呈する。

G 玉石混じり砂礫 (ag)

深度 2.6～3.0m、3.7～3.8m、4.6～5.0m 間は玉石が連続する。深度 3.3～3.7m、4.0～4.3m、5.45～5.70m 間は基質の割合が他深度と比較して増加する。色調は淡灰色～褐色～黄褐色を呈する。

2) 盛土 (bn)

礫径 5～70mm の亜角～亜円礫を主体とする玉石混じり砂礫からなる。くりぬきコア長 30～110mm の玉石を含み、深度 0～0.5m、1.7～2.2m 間は玉石が連続する。基質は細砂主体の粒径不均一な砂であり、深度 1.1～1.35m、1.45～1.70m 間は基質の割合が他深度と比較して増加する。深度 2.5～2.6m 間、赤褐色の粘土混じり砂礫である。色調は淡灰色を呈する。

掘進中の地下水位は以下のとおりである。

表 5－3 地下水位（孔内水位）一覧表

調査番号 (孔口標高)	測定日	水位種別	水位G. L-(m)	備考
B-1 (H=1.25m)	8月31日	初期無水	0.94	
		作業後水位	0.95	・掘進深度G. L-1.70m ・ケーシング先端深度G. L-1.40m
	9月1日	作業前水位	0.85	・掘進深度G. L-1.70m ・ケーシング先端深度G. L-1.40m
		作業後水位	0.68	・掘進深度G. L-7.00m ・ケーシング先端深度G. L-6.87m
	9月2日	作業前水位	0.76	・掘進深度G. L-7.00m ・ケーシング先端深度G. L-6.87m

(4) 塩分・電気伝導率測定結果

簡易揚水試験実施前、揚水試験後及び揚水試験中に実施した B-1 孔の塩分・電気伝導率の測定結果を以下に示す。なお、揚水前の測定は極力孔内水を攪乱しないように測定した。

測定期間；9月3日（連続揚水試験；10：02～13：58 回復試験；13：58～14：13）

観測機器；ポータブル電気伝導率計(CM-31P)

設置深度；G. L-12.17m

地下水位；G. L-0.42m

揚水管の吸い込み口；G. L-10.0m

表 5－4 深度 0.5m 毎の鉛直塩分変化（揚水開始前：9 月 3 日 PM9:00）

測定深度(GL-m)	塩分(%)	電気伝導率(s/m)	水温(°C)	地質
1.17	0.02	0.032	17.80	盛土 (玉石混じり砂礫)
1.67	0.02	0.031	17.80	
2.17	0.02	0.031	17.70	
2.67	0.02	0.031	17.70	
3.17	0.02	0.032	17.70	砂礫
3.67	0.02	0.031	17.70	
4.17	0.02	0.031	17.70	
4.67	0.02	0.031	17.70	
5.17	0.02	0.031	17.70	
5.67	0.02	0.031	17.70	
6.17	0.02	0.031	17.70	
6.67	0.02	0.031	17.70	
7.17	0.02	0.031	17.70	
7.67	0.01	0.031	17.70	
8.17	0.02	0.031	17.70	礫混じり砂
8.67	0.02	0.031	17.70	
9.17	0.02	0.031	17.70	粘土
9.67	0.02	0.032	17.70	
10.17	0.02	0.031	17.70	礫混じり砂
10.67	0.02	0.032	17.70	
11.17	0.02	0.032	17.70	細砂
11.67	0.02	0.032	17.70	
12.17	0.02	0.032	17.70	
12.67	0.02	0.032	17.70	
13.17	0.02	0.032	17.70	礫混じり砂
13.67	0.02	0.031	17.70	
14.17	0.01	0.030	17.80	粘土
14.67	0.01	0.030	17.80	
15.17	0.01	0.030	17.80	

表 5－5 深度 0.5m 毎の鉛直塩分変化（揚水終了後：9 月 3 日 PM2:30）

測定深度(GL-m)	塩分(%)	電気伝導率(s/m)	水温(°C)	地質
0.67	0.32	0.606	21.30	盛土 (玉石混じり砂礫)
1.17	0.30	0.561	19.80	
1.67	0.28	0.528	19.30	
2.17	0.23	0.450	18.90	
2.67	0.22	0.425	18.80	砂礫
3.17	0.21	0.406	18.70	
3.67	0.20	0.377	18.60	
4.17	0.18	0.346	18.60	
4.67	0.18	0.345	18.60	
5.17	0.18	0.344	18.60	
5.67	0.17	0.337	18.60	
6.17	0.17	0.340	18.60	
6.67	0.17	0.330	18.50	
7.17	0.17	0.325	18.50	
7.67	0.17	0.327	18.50	
8.17	0.16	0.313	18.50	礫混じり砂
8.67	0.16	0.323	18.50	
9.17	0.15	0.302	18.50	粘土
9.67	0.14	0.285	18.40	
10.17	0.14	0.275	18.40	礫混じり砂
10.67	0.13	0.209	18.20	
11.17	0.06	0.147	18.00	細砂
11.67	0.02	0.038	17.70	
12.17	0.02	0.032	17.60	
12.67	0.02	0.032	17.70	
13.17	0.02	0.031	17.70	礫混じり砂
13.67	0.02	0.031	17.70	
14.17	0.01	0.030	17.80	粘土
14.67	0.01	0.030	17.70	
15.17	0.01	0.029	17.70	

表 5－6 連続揚水試験中の揚水の塩分・電気伝導率及び揚水量（9月3日）

測定時刻	塩分(%)	電気伝導率(s/m)	揚水量(l/min)	水温(°C)
10:00	0.02	0.034	33.00	19.30
10:30	0.02	0.044	33.00	22.40
11:00	0.08	0.168	33.00	19.60
11:30	0.10	0.194	33.00	19.90
12:00	0.13	0.249	33.00	19.80
12:30	0.14	0.269	33.00	20.10
13:00	0.19	0.362	33.00	20.10
13:30	0.21	0.411	33.00	20.50
14:00	0.25	0.478	33.00	20.10

表 5－4 に示す揚水試験前の B-1 孔の孔内水の塩分は 0.01～0.02% であり、揚水終了後の孔内水の塩分は表 5－5 に示すように 0.01～0.32% となる。揚水試験中の塩分は 0.02～0.25% に変化している。また、揚水試験前及び揚水試験後の孔内 0.5m 毎の塩分分布を図 5－7 に、揚水試験中の塩分変化を図 5－8 に示す。図 5－7 より揚水することで孔内 0.5m 毎の孔内水の塩分は G. L-11. 17m 以浅で上昇し、浅部であるほどその上昇幅は大きくなるが最大値は 0.32% である。また図 5－8 より揚水試験中の塩分は 0.02～0.25% であり、このことより揚水試験時は主に淡水を揚水しているが、徐々に海水を引き込んできていると推察される。ただし揚水後の塩分測定時は大潮の満潮時の時間帯であり、その影響を受けている可能性もある。

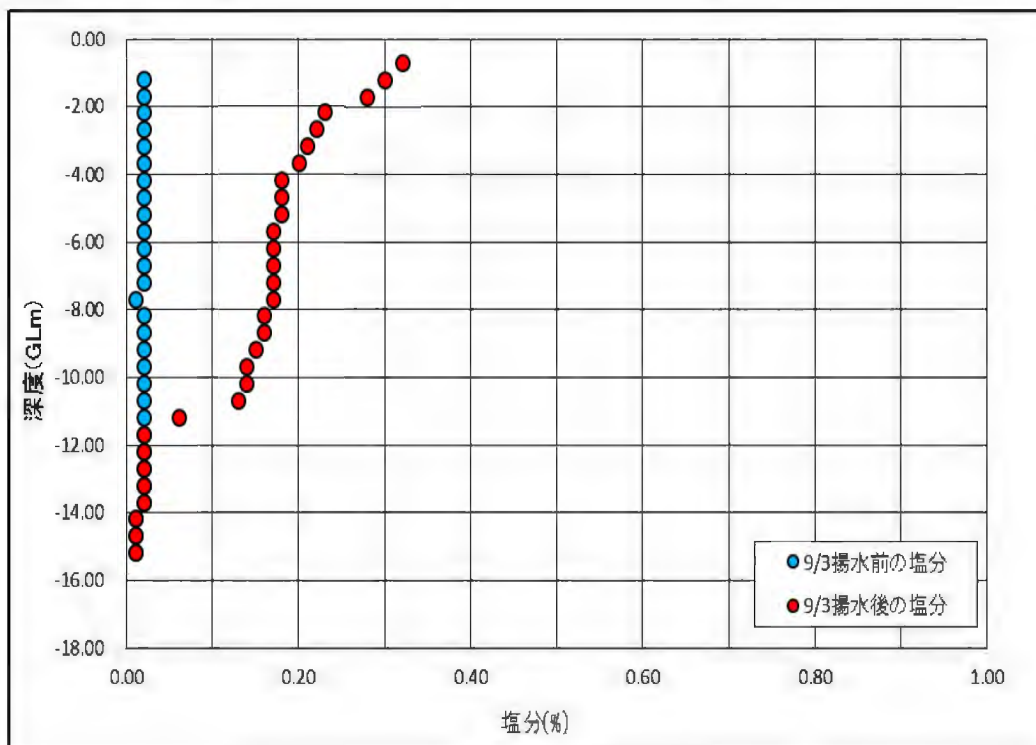


図 5 - 7 揚水試験前及び揚水試験後の孔内 0.5m 毎の塩分分布

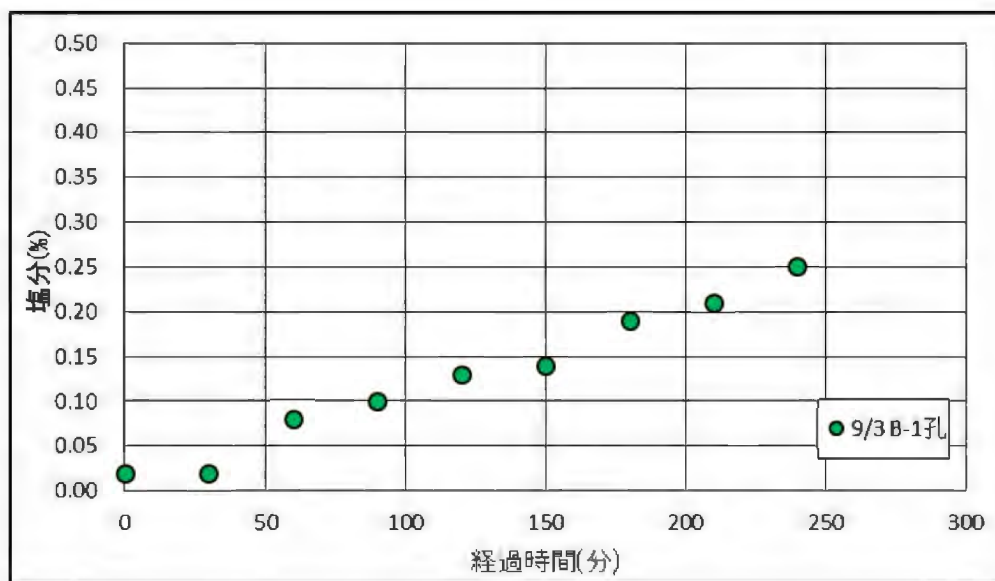


図 5 - 8 揚水試験中の塩分の変化