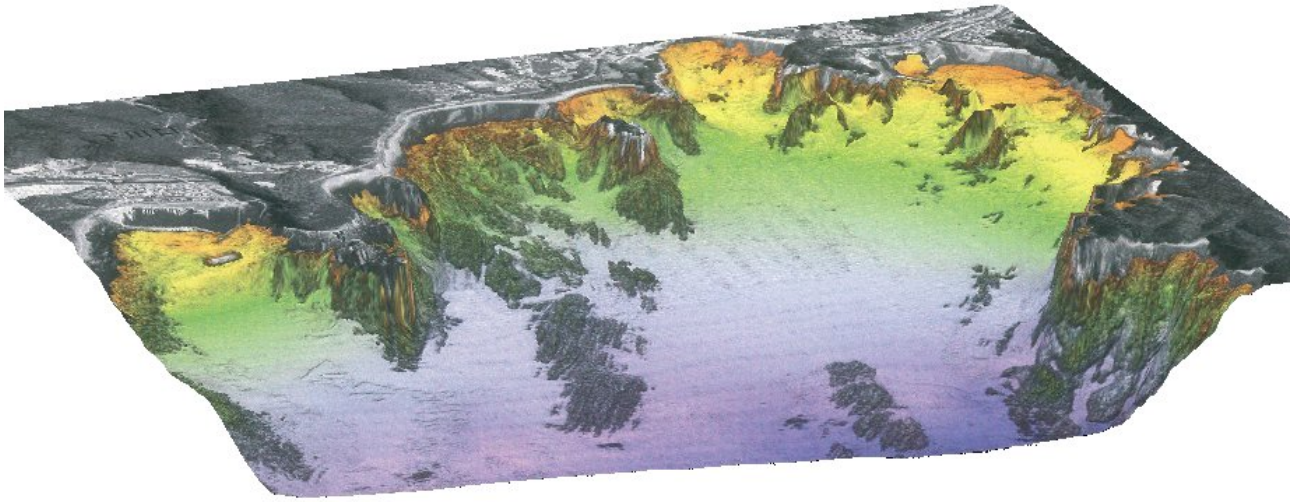
平成 16 年度竜串地区 自然再生推進計画調査

（海底堆積土等調査）業務

報　　告　　書



平成 16 年 11 月

環境省自然環境局山陽四国地区自然保護事務所

目　　次

１．　調査目的　---------- 1

２．　調査の概要

（１）　調査内容　---------- 1

（２）　調査位置　---------- 1

（３）　現地調査期間　---------- 1

（４）　実施工程表　---------- 1

３．　現地作業内容

（１）　海底土砂堆積状況の調査　---------- 3

（２）　海底地形状況の調査　---------- 8

（３）　海底面状況の調査　---------- １５

４．　調査結果及び考察

（１）　海底地形状況の調査　---------- １９

（２）　海底面状況の調査　---------- ２２

（３）　海底土砂堆積状況の調査　---------- ５２

５．　弁天島東側及び３号地周辺に堆積する泥土の発生源　-- ６０

６．　まとめ　---------- ６１

７．　今後の課題　---------- ６２

８．　参考文献　---------- ６２

９．　添付資料　---------- ６３

１．調査目的

竜串湾にて実施されたこれまでの調査により、2001 年に発生した集中豪雨により河川から流れ込み湾内に堆積した土砂がサンゴ群集を主体とする生態系に悪影響を与えていることが推察されている。

このことから、本調査では今後自然再生事業において湾内に堆積している泥土の除去を行なうことを想定し、そのために必要な情報を収集することを目的に、湾内の海底地形の詳細や海底面状況及び泥土の堆積状況等の調査を行ったものである。

２．調査の概要

（１）調査内容

本調査は底質探査装置による海底土砂堆積状況の調査、マルチビーム音響測深機による海底地形状況の調査、及びサイドスキャンソナーによる海底面探査を中心に実施したものである。

なお、海底土砂堆積状況の調査にて得た鉛直方向のデータと、海底面状況の調査における平面方向のデータにより、土砂の堆積厚さを 3 次元的に解析し、土砂堆積量を推定した。

（２）調査位置

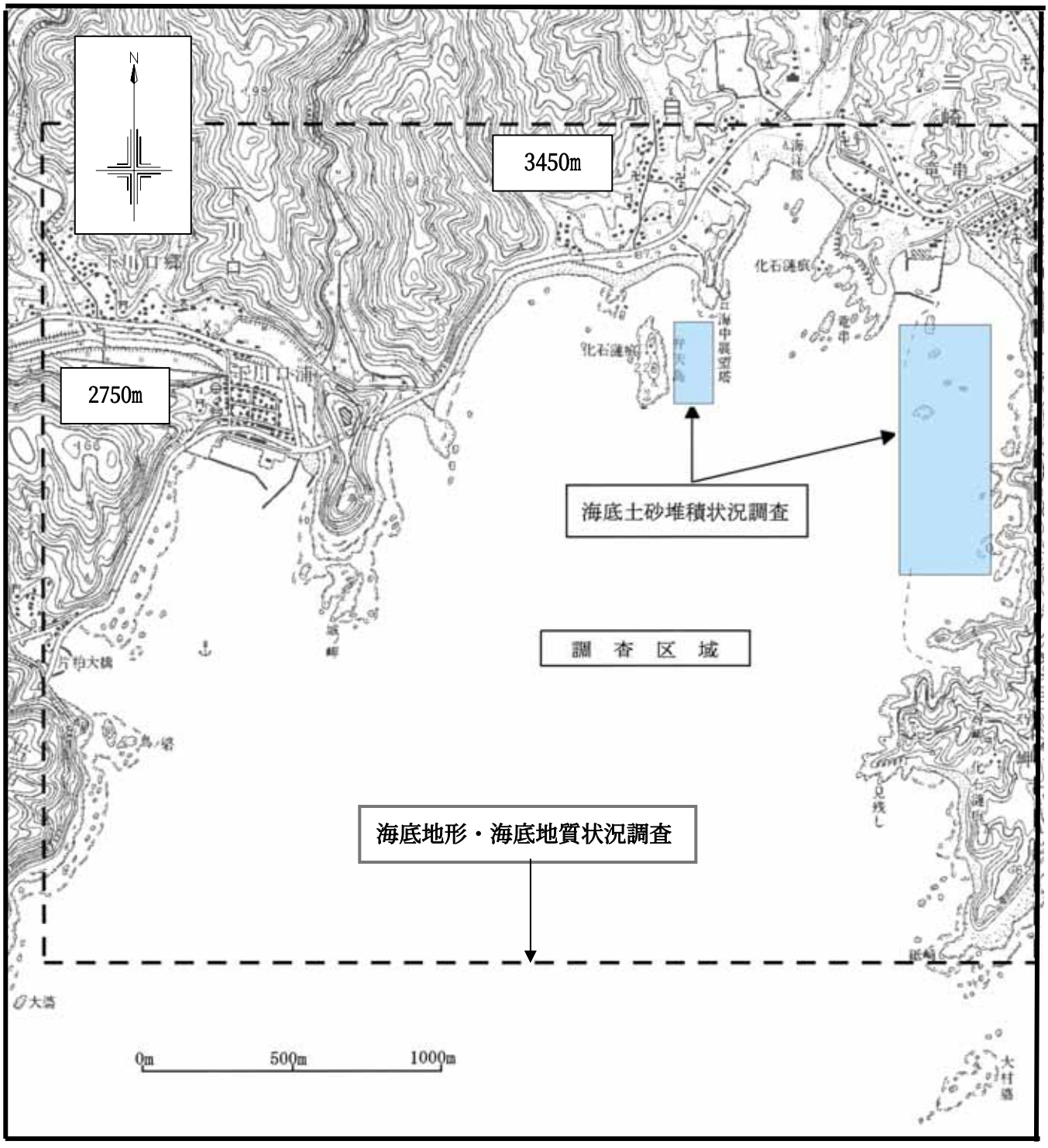
調査位置は、次ページ図－１に示す範囲である。

（３）現地調査期間

平成 16 年 9 月 13 日～平成 16 年 9 月 26 日

（４）実施工程表

現地調査工程は、添付資料－1 に示す通り。


N
3450m
2750m
下川口浦
化石漣痕
海中展望塔
海底土砂堆積状況調査
調　査　区　域
海底地形・海底地質状況調査
0m
500m
1000m

図－1　調査位置図

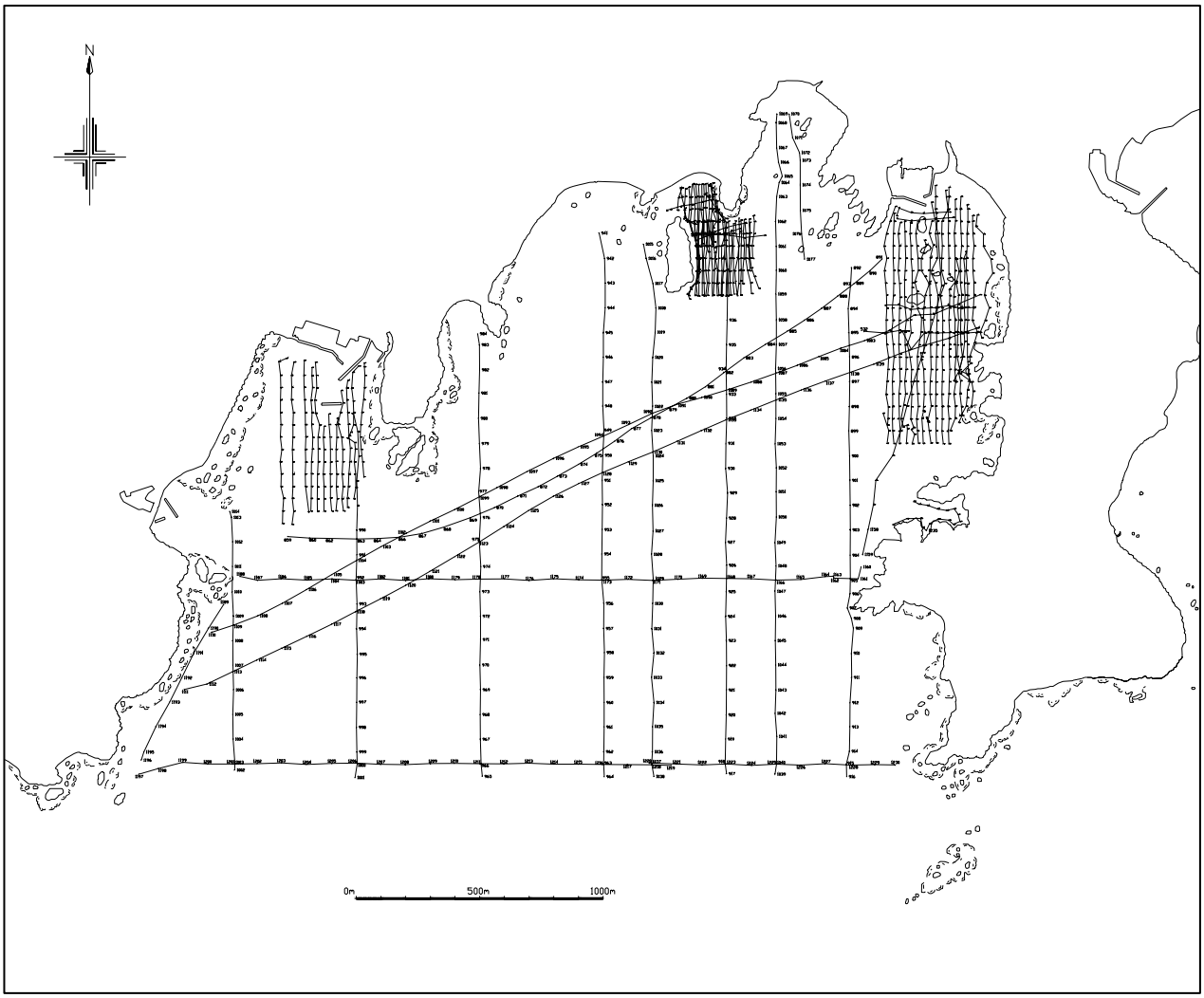
３．現地作業内容

（１）海底土砂堆積状況の調査

海底に堆積する土砂（細粒堆積物）量を把握するため、底質探査装置 SH-20 型音響測深機を用い、堆積層厚を測定した。

① 調査範囲

図－２に SH－20 の調査船の航跡図を示す。SH－20 は当初、図－１調査位置図に示す海底土砂堆積状況調査区域(水色の範囲)にて調査を実施する計画であった。しかしサイドスキャンソナー等による海底状況の調査実施に伴い、水色の範囲以外に泥土堆積等の可能性が確認された為、測線を増やし調査を実施した。

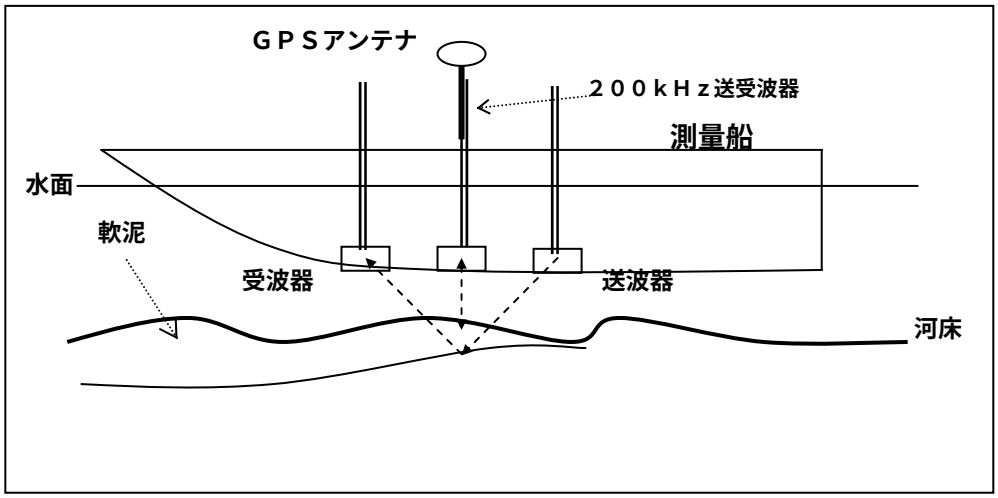


図－2　SH-20 航跡図

② 調査方法

底質探査装置 SH-20 型音響測深機（千本電機製）を測量船の舷側に艤装し、DGPS システムにより前項調査同様に調査船の測位・誘導を行う。艤装状況は図－３に示す。

また、底質探査装置にて調査を実施した区域のうち数地点にて、潜水士による海底土砂堆積状況の調査（貫入調査）を実施した。



図－3　　底質探査装置ＳＨ－20 艤装図

ⅰ 装置の特徴

底質探査装置 SH-20 音響測深機は，高周波（200kHz）および低周波(数 kHz)の音源を独立して送信し，海底および海底下の不連続面で反射して戻って来る音波を夫々受信することにより，高周波で海底水深，低周波で海底および海底面下部の軟泥相当層の厚さを測定（堆積土測定）することが可能な機器である。

ⅱ 機器仕様

調査で使用する機器を表－１に示す。

表－1　　底質探査装置ＳＨ－２０型音響測深機の諸元

項　　目	性　　能	項　　目	性　　能
最小可測深度	送受波器下 0.5m	記録精度	±(0.03+D/1000)m
測定範囲	1.0m～80m	記録紙速度	40,60,80,120mm/m
使用周波数・指向性	200kHz 6°（半減全角）	電源	AC 100V,3A
	低周波 50°（半減全角）	送波器重量	13.0kg
使用記録紙	放電破壊式 150mm 幅	受波器重量	16.0kg

ⅲ 記録解析

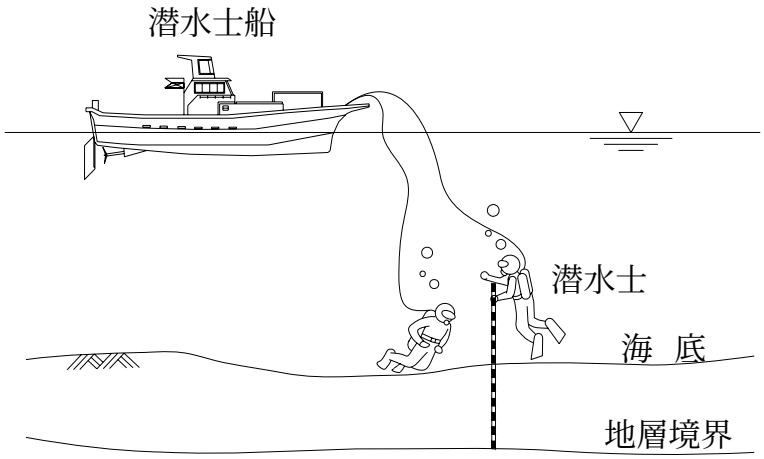
本調査で得られた海底面探査記録による流出土砂分布と SH-20 による層厚断面を併せて解析し、堆砂土砂量を算出する。

iv 潜水士による海底土砂堆積状況の調査方法

潜水士による海底土砂堆積状況の調査は、鉄筋棒等を海底堆積土砂に貫入させ、その貫入量を計測した。なお、潜水士による調査にて得たデータを用いて、SH-20 にて計測したデータの妥当性を検討した。

また、潜水調査の際、St.A～St.F の 6 点にて潜水士により堆積物を柱状サンプリングした。

潜水調査地点は、三崎側河口域及び弁天島東側周辺である。



図－4　　貫入調査状況図

③ 調査状況写真

i SH－20

SH－20 の作業状況等を写真－1～写真－6 に示す。

写真－1　SH－20 送受波器

写真－2　SH－20 艤装状況

写真－3　SH－20 調査状況

写真－4　データ出力状況

写真－5　GPS アンテナ

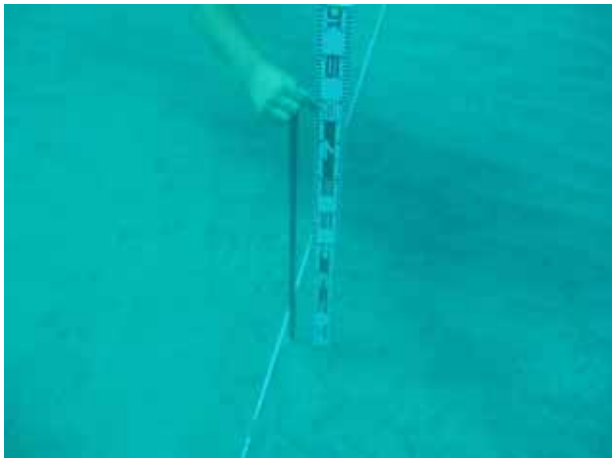
写真－6　GPS 本体

ii 潜水調査

潜水調査の作業状況等を写真－7～写真－14 に示す。

写真－7　ブイ投入状況

写真－8　調査ライン



写真－9　貫入調査状況

写真－10　堆積物の確認状況

写真－11　堆積物の確認状況

写真－12　堆積物の確認状況

写真－13　コアサンポル

写真－14　サンプル状況

（2）海底地形状況の調査

海底の地形状況を精密に把握する為、マルチビーム音響測深機を用いた深浅測量を実施した。

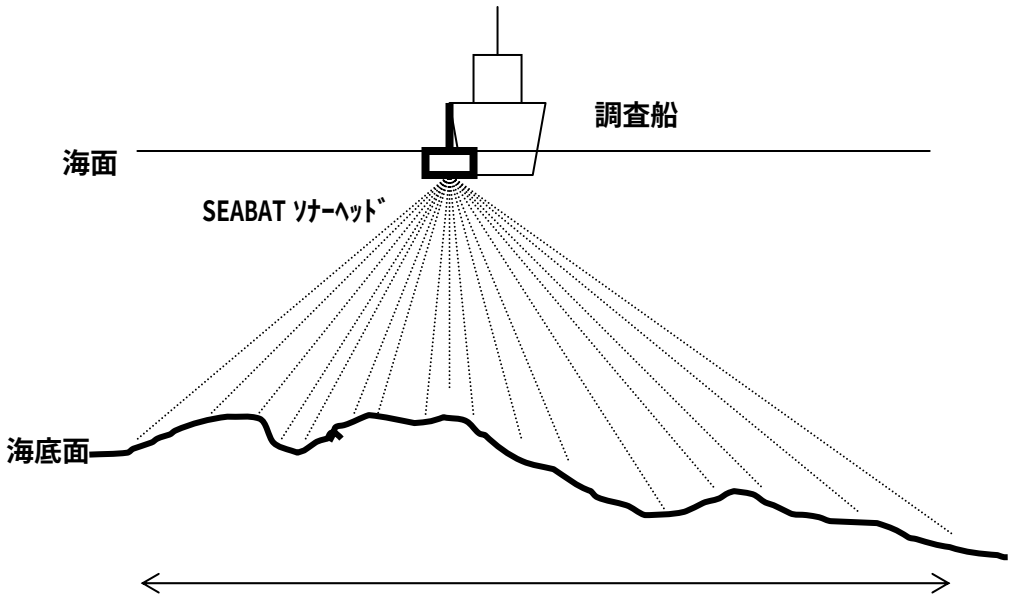
① 調査範囲

図－１調査位置図に示す区域の海域部(点線に囲まれる海域)にて調査を実施した。

② 調査方法

i 海底地形調査

海底地形を微地形に至るまで詳細な水深データを取得するもので、マルチビーム測深機のスワッス幅（測深可能幅）が隣接する調査測線のスワッス幅と 20～30%重複し、未測深部のないように調査を実施する。以下に測定方法および測深機の原理や調査の流れについて記す。

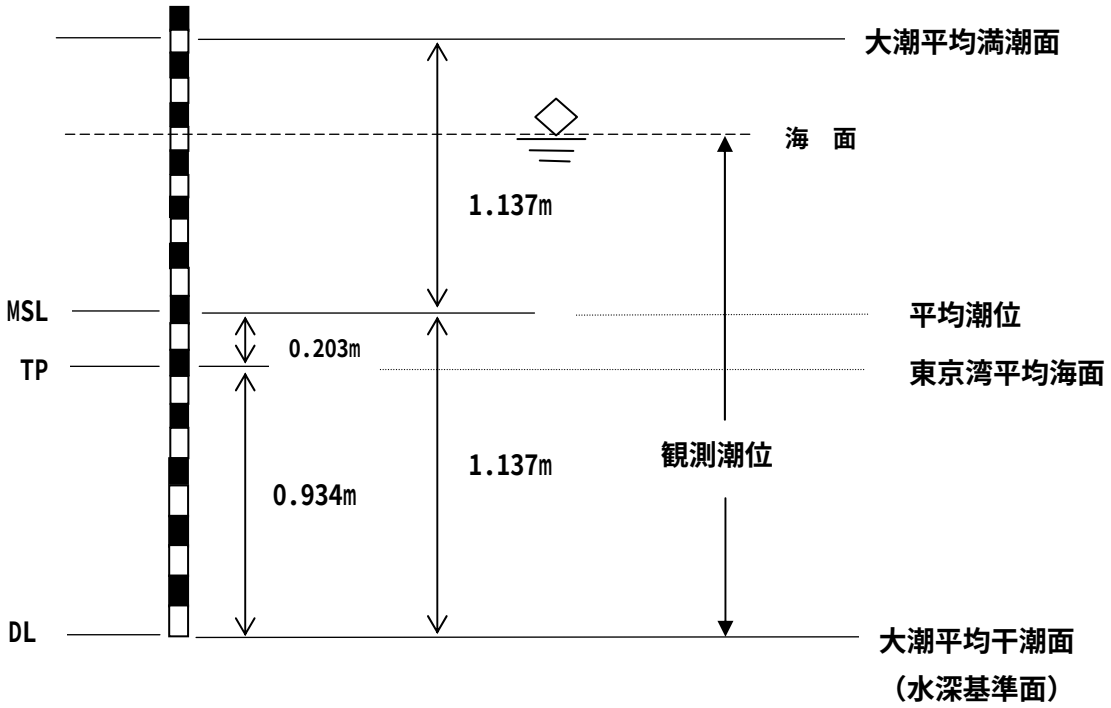


図－5　　マルチビーム測深概要図

ii 水深の基準

収録水深測定値を基準面からの深さに補正するために、時間と共に変化する潮位の観測データが必要となる。この潮位データは気象庁所管の土佐清水検潮所の観測値を使用して、決められた基準面からの水深ファイルを作成した。

土佐清水検潮所の潮位関係図を次頁、図－６に示した。



図－6　潮位関係図（気象庁資料より）

iii 測深の特徴

マルチビーム測深機（SEABAT８１２５型）は調査線に沿って水深の約3.5倍の幅を一度に測深でき（水深７ｍならば、約２４ｍスワッス幅の範囲）、調査海域の海底を面的に効率よく、　かつ高精度で測定することができる。

また、水深精度をより高めるために隣接する測線でのスワッスと約 20～30%の重複をもたせて測深計画をたてるため、本海域では水深７ｍを対象とした場合、測定水深にあわせて15～20m間隔を目安にして未測深部のない調査を行う。

マルチビーム測深で水深３～５ｍ付近までを測定し、それより浅く起伏の激しい海域については、１素子音響測深機により測定する。

マルチビーム音響測深機と、１素子音響測深機の仕様をそれぞれ表－２、表－３に示す。

表－2　　ﾏﾙﾁﾋﾞｰﾑ音響測深機仕様(SeaBat8125/RESON 社)

項　目	仕　　様
最大レンジ	１２０m
ﾚﾝｼﾞ分解能・周波数	６mm・４５５ｋＨｚ
ビーム数	２４０本
ビーム幅	１°　（前後方向）
	0.5°　（直交方向）
電源	115/230V 50/60Hz，350W 最大
温度範囲	０℃～＋40℃（動作）
	-30℃～+55℃（保存）
ｿﾅｰﾍｯﾄﾞの重量	35.2kg（空中）、20kg（水中）
ﾌﾟﾛｾｯｻｰの重量	20kg

表－3　１素子音響測深機 PDR-130 型仕様（千本電機製）

項　　目	仕　　様
測深範囲	送受波器下　0.4m～240m
使用周波数	200ｋHz
指向性	半減全角　６°
測深精度	±(0.03+水深/1000)m 以上
使用記録紙	幅 150㎜、長さ 20m、放電破壊式

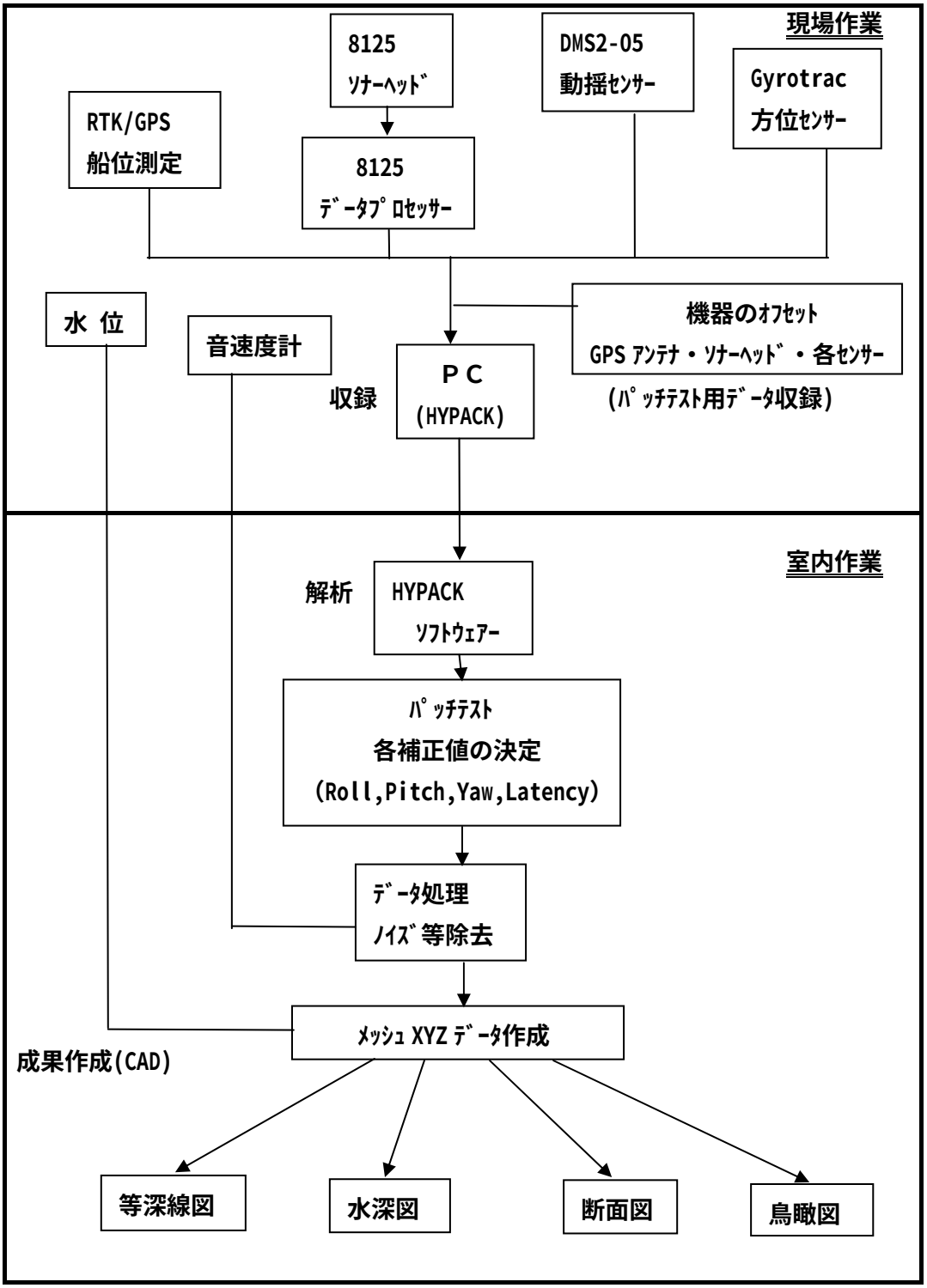
iv 測深の原理

SEABAT 8125 型はワイドスワッス、フォーキャストマルチビーム測深システムで、送波器は船と直交方向　１２０度を一度にカバーし、同時にフォーキャスティングする 240 本のビームを形成する。ＧＰＳの位置測定は、船体の動揺や方向についての補正（ﾛｰﾘﾝｸﾞ、ﾋﾟｯﾁﾝｸﾞ、ﾋｰﾋﾞﾝｸﾞ、ﾍﾃﾞｨﾝｸﾞ）は、各ｾﾝｻｰにより位置情報とリンクして連続して行われる。

次頁に示す作業の流れの中で、本システムのｷｬﾘﾌﾞﾚｰｼｮﾝとしてパッチテストを行って各センサー類（方位、動揺）、ソナーヘッド（送受波器）及びデータ処理の時間差等を数値化して決定する。この他に通常の深浅測量での補正と同様に潮位と水中音速度を補正することで、すべてディジタル処理されて最終水深値が位置データと共に算出される。

この水深・位置の三次元データを基に目的に即したファイルを作成し、成果品あるいは資料図として図化することとなる。

v マルチビーム測深の流れ



図－7　　マルチビーム測深調査のフロー

③ 船位測定

船位測定は、調査船に搭載したＤＧＰＳ（ﾃﾞｨﾌｧﾚﾝｼｬﾙ GPS）システムにより行う。本システムは、陸上固定局からのＧＰＳ測位の補正データを受信して、リアルタイムの海上高精度測位（±１～２m誤差）を実現するものである。

本調査では、陸上固定局に海上保安庁ﾃﾞｨﾌｧﾚﾝｼｬﾙ GPS ｾﾝﾀｰ管理の DGPS 局を利用して行う。基準局の緒元を表-４に示す。

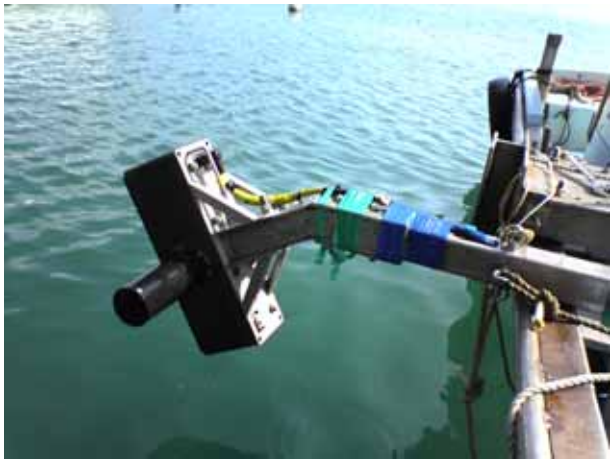
表－4　　DGPS 諸元

項　目	仕　　様
DGPS 局	各局位置と割当て送信周波数がある
有効範囲	DGPS 局から 200㎞ 以内の海上
伝送フォーマット	ITU-R M.823-1(RTCM SC-104)
伝送速度	200bps
メッセージタイプ	Type3，5，6，7，9，16

④ 調査状況写真

i マルチビーム測深調査

マルチビーム測深調査の作業状況等を写真－15～写真－22 に示す。



写真－15　ソナーヘッド
（斜測時；浅海部）

写真－16　ソナーヘッド
（通常時）

写真－17　ソナーヘッド艤装状況

写真－18　艤装状況

写真－19　GPS アンテナ

写真－20　データ収録及び誘導装置

写真－21　動揺センサー

写真－22　方位センサー

ii　１素子音響測深調査

１素子音響測深調査の作業状況等を写真－23～写真－24 に示す。

写真－23　１素子音響測深機
（PDR130 型）

写真－24　出力状況

（3）海底面状況の調査

海底面の状況を精密に把握するためサイドスキャンソナーによる海底面探査を実施した。海底面の状況は、岩・砂・泥等の低湿に分類する。

① 調査範囲

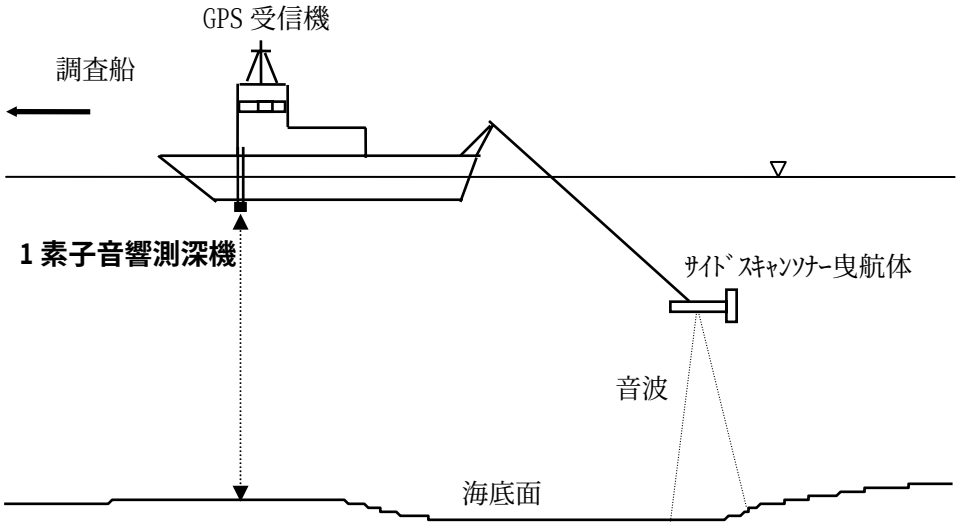
図－1 調査位置図に示す区域の海域部(点線に囲まれる海域)にて調査を実施した。

② 調査方法

海底面を音響画像化できるサイドスキャンソナーを用いて調査を行った。図－8 に、調査状況図を示す。サイドスキャンソナー曳航体から音波を発信させ、海底面で反射してきた音波を受信・処理することにより、海底面の音響画像が得られる。音響画像は受信された音波の強度に対応して濃淡表示されるので、その画像パターンから海底の底質状況あるいは人工物等の平面的分布状況が把握できる。調査船は、DGPS を用いて所定測線を航行するように誘導する。

なお、調査船には 1 素子音響測深機を装備し、サイドスキャンソナー曳航体深度調整・監視のために水深を記録する。

また、サイドスキャンソナーの調査時に特徴的な地形が認められた場合は、水中ビデオカメラにより地形状況を記録する。



図－8　海底面調査状況図

i 測線配置

サイドスキャンソナーでは、一度の航行により幅 200m 以上にわたる範囲の音響画像が得られる。本調査では、未測域が生じないように測線間隔は原則として 100m とする。

ii 使用機器

表－５にサイドスキャンソナーの仕様を示す。

表－5　　サイドスキャンソナーの仕様

項　　目		仕　　様
型　　式		SYSTEM 3000
製 作 所		KLEIN
仕様	発振周波数	100 KHz，500 KHz（２周波同時発振型）
	探査水深	3m～1000 m
	探査幅	25m～500m
	ビーム幅	0.2°(500 KHz)　1°(100 KHz)

iii 探査結果の検討

サイドスキャンソナーによる探査記録を解析図化した後、スワス測深による海底地形との整合をとり、底質分布を確定する。

iv 水中ビデオ調査

特徴的な地形箇所について水中ビデオカメラによる海底状況の確認を行う。広域にわたる調査区域のため、既存資料及び本調査の現場結果より、観測点を選点し、ビデオ撮影を行った。

また、水中ビデオ撮影を実施した地点の数箇所にて採泥器（スミスマッキンタイヤ）を用いて際で入を実施した。

表-６に水中テレビシステムの仕様を示す。

表－6　　水中テレビシステム EYE－BALL の仕様

項　　目		仕　　様
主要目	可潜水深	１００m
	動作温度	０℃～４０℃
	可法	φ２２０㎜
TVカメラ	撮像素子	ｲﾝﾀｰﾗｲﾝ転送方式
	レンズ	ｆ＝3.7㎜、F1.6 固定焦点
	解像度	４３０本以上
	画角（空中）	８２°（水平）　６６°（垂直）
	最低被写体照度	３LUX（F1.8）
	絞り	自動（遠隔操作）
	カメラ駆動角（ﾊﾟﾝﾁﾙﾄ角度）	水平３６０°　垂直２１０°
水中ﾗｲﾄ	形式	１００V、１５０W ﾊﾛｹﾞﾝﾗﾝﾌﾟ２灯
モニター	形式	６型カラーCRT
ケーブル長		５０m（標準）

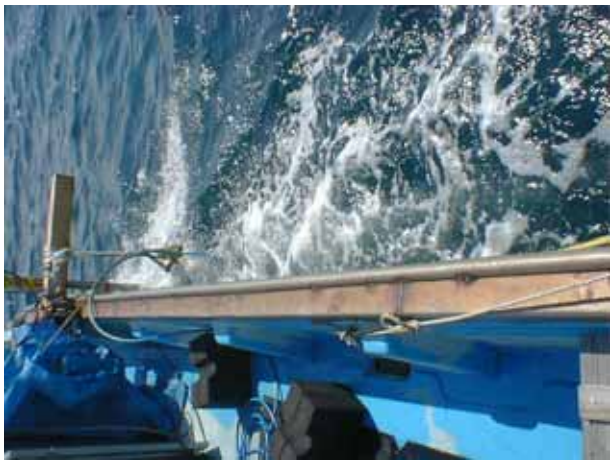
③ 調査状況写真

i サイドスキャンソナー

サイドスキャンソナーの作業状況等を写真－25～写真－30 に示す。

写真－25　サイドスキャンソナー
（曳航体）

写真－26　サイドスキャンソナー
（曳航体）



写真－27　曳航状況

写真－28　測深機

写真－29　収録機器

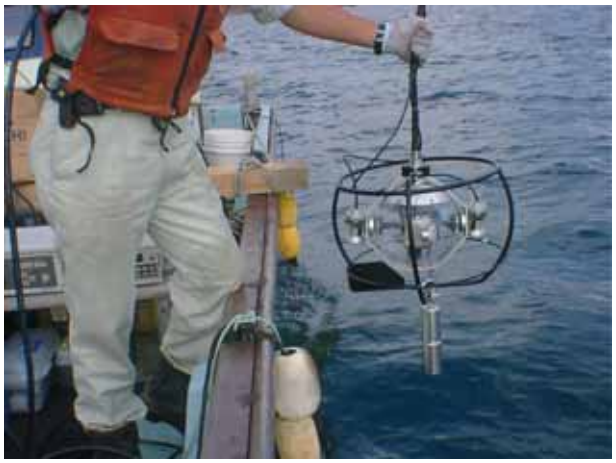
写真－30　収録画面

ii 水中ビデオ撮影及び採泥

水中ビデオ撮影及び採泥の作業状況等を写真－31～写真－22 に示す。

写真－31　水中ビデオカメラ
（EYE-BALL）

写真－32　出力画面



写真－33　水中ビデオカメラ投入
（EYE-BALL）

写真－34　スミスマッキンタイヤ

写真－35　採泥状況

写真－36　採泥サンプル

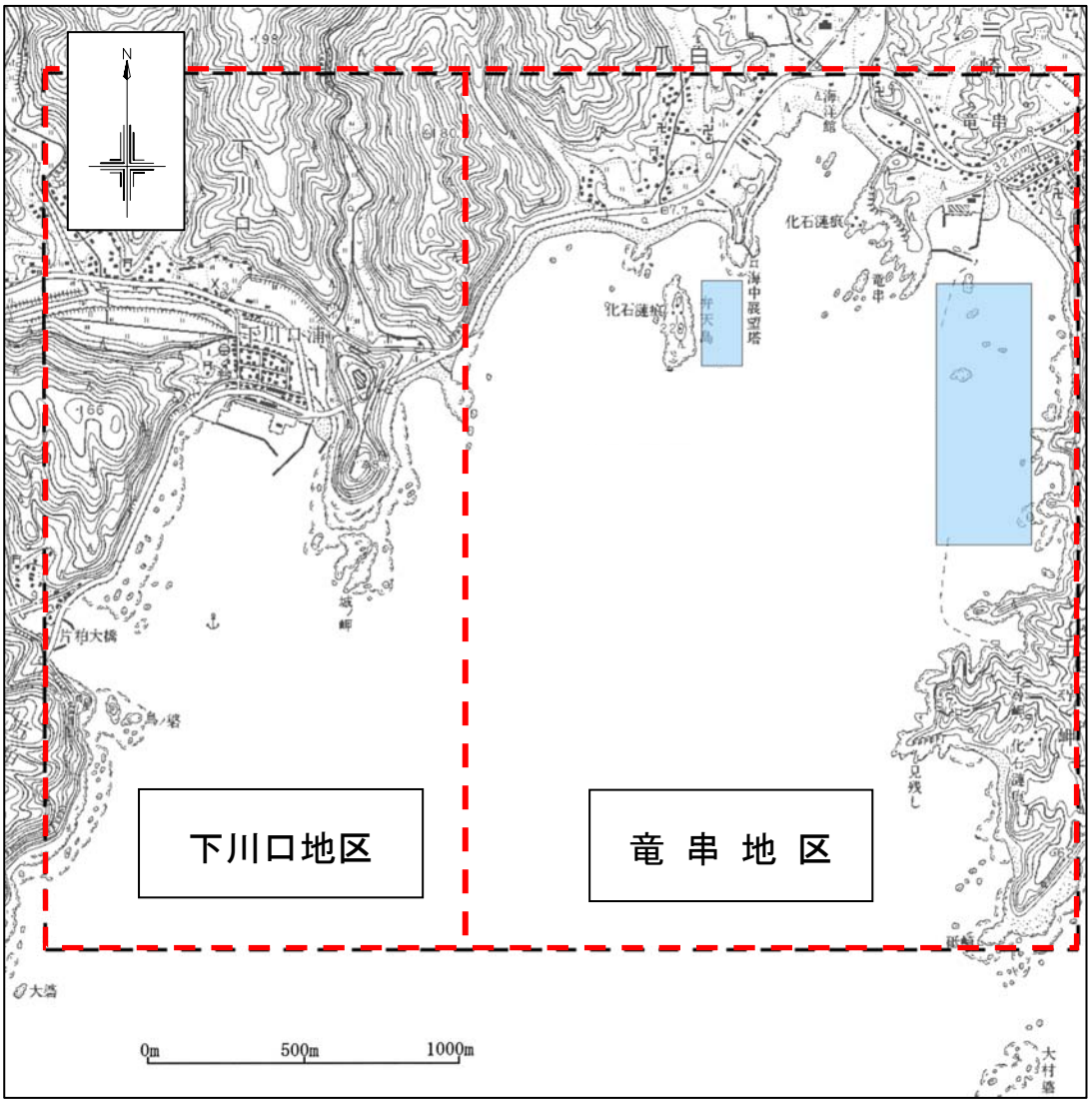
４．調査結果及び考察

今回実施した面的な海底地形及び海底面調査で竜串湾の海底状況が鯨瞰図（添付資料－7 参照）に示すように明瞭な形で表れてきた。以下に各調査結果とその結果に基づいて解析、図化した海底地形状況、海底面状況および海底土砂堆積状況等について述べる。

（１）海底地形状況の調査

マルチビーム音響測深機および１素子音響測深機による調査の結果、水深図（添付資料－2）、海底地形図（添付資料－3）に示すように精密な成果図が作成された。

海底地形図から窺える竜串湾海底地形状況について以下に示す。なお、調査区域が広いため竜串湾を図－9 の赤破線にて東西に分け、“竜串地区”と“下川口地区”に大別して記述した。



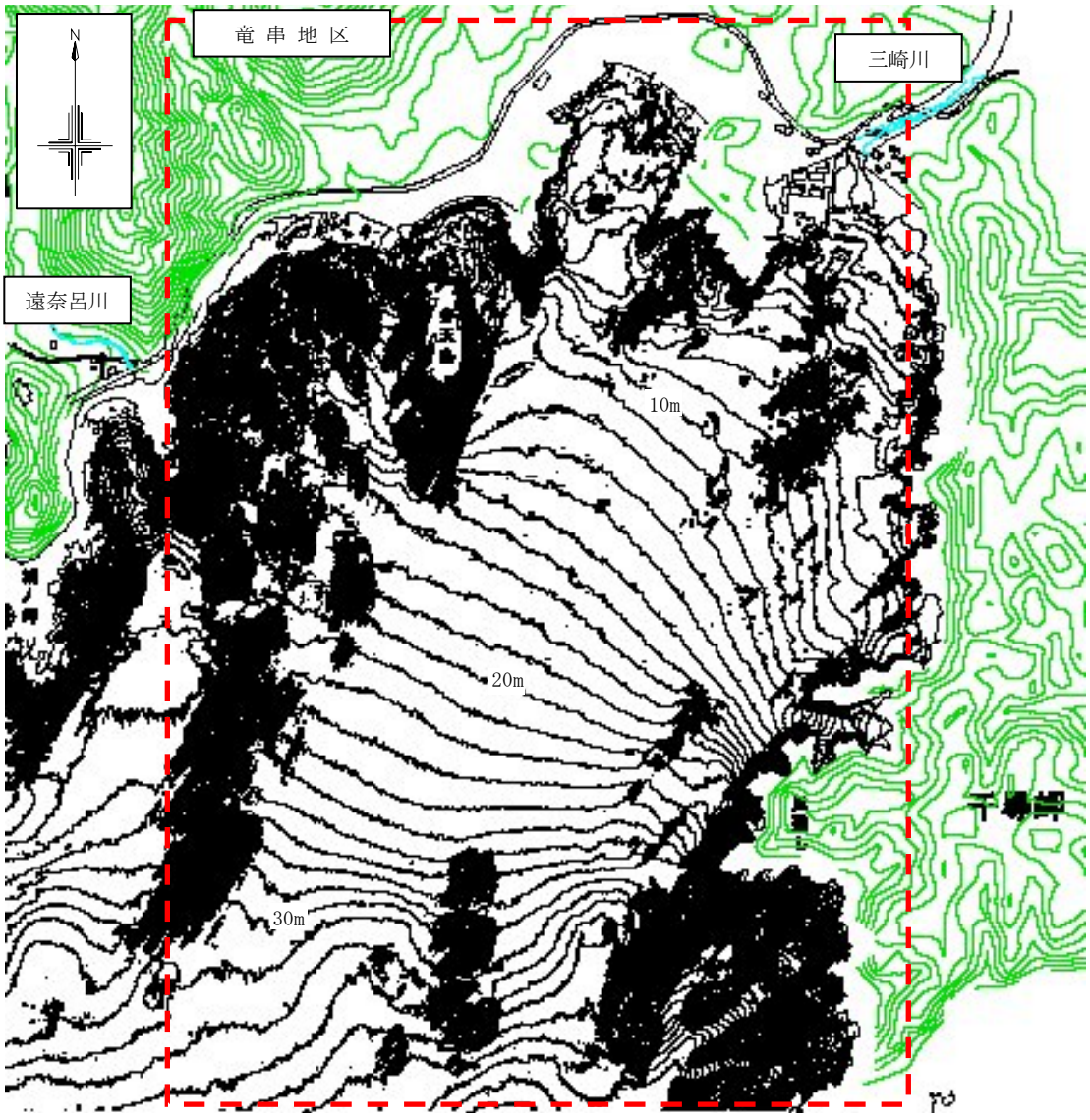
図－9　調査区域地区分割図

① 竜串地区

本地区は湾に流入する三崎川河口付近の砂浜と弁天島北側の礫浜以外の海岸線は広範囲にわたり岩盤地帯である。また三崎川河口から南西方向へ広がる湾を形成し、海底地形は水深０ｍ付近から千尋岬西の最深部３８ｍ付近までを示している。

竜串漁港西海岸や弁天島周辺で見られる“竜串”と呼ばれる砂泥互層は波浪により波浪浸食された波食台からなる岩石海岸地形である。この地質構造は海底地形にも連続して見られ、陸上寄りでは南南西、沖側で南西方向の走行を示している。また大碆をはじめとする独立した岩礁地形も明瞭に見られる。海底地形図に示す等深線が密に分布する箇所は、地形の起伏が激しく岩礁地形もしくは漁礁等の人工物が存在していると考えられる。

岩礁地形に囲まれた形で本地区中央に広がる堆積地形は、湾奥の三崎川河口から調査区域南端まで平均 2/100 程度の緩傾斜を形成している。地形の特徴としては、水深 20m 付近から等深線が沖側に張り出した扇状地形を示している。（図－10 参照）

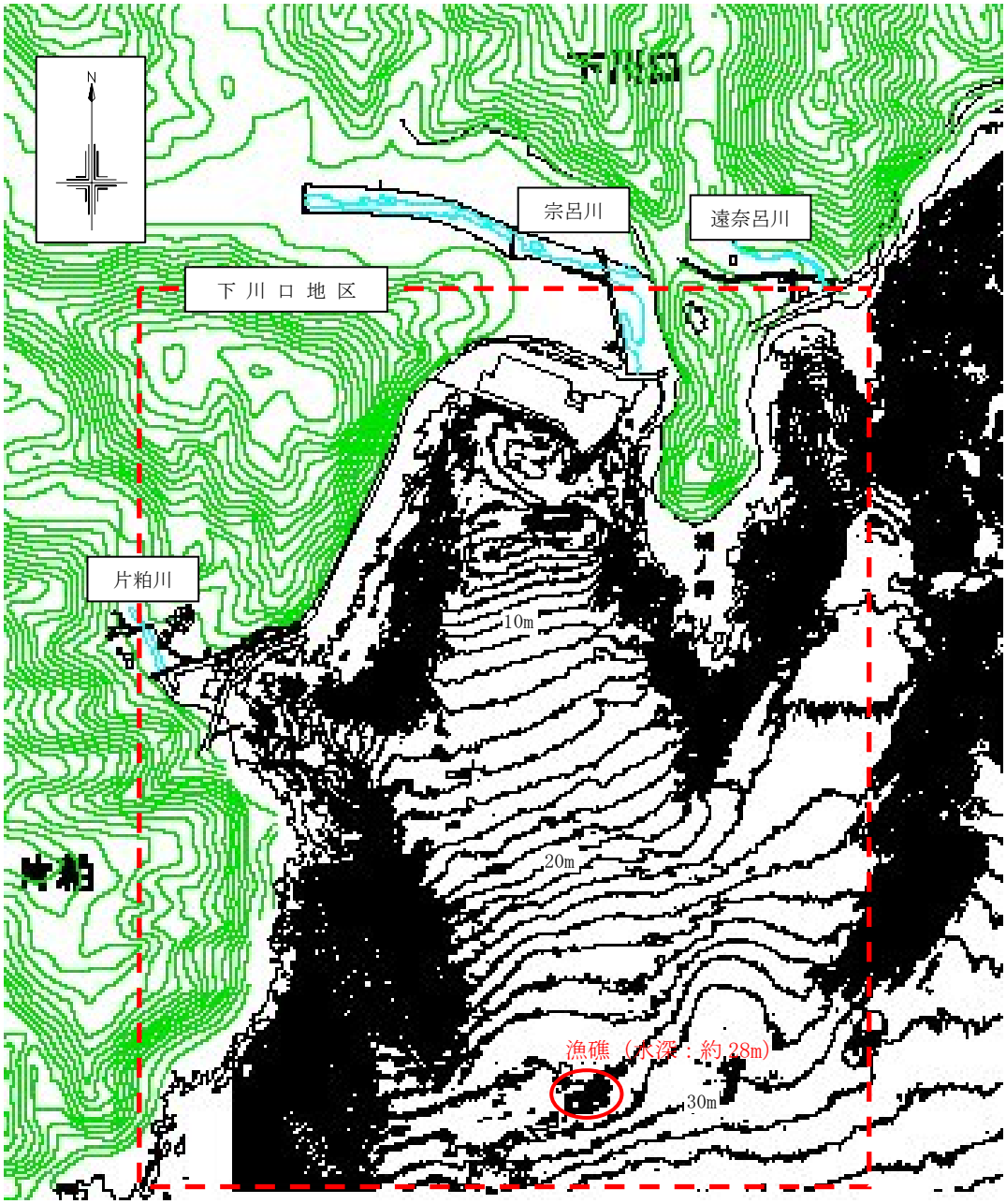


図－10　竜串地区海底地形概略図（添付資料－3 より）

② 下川口地区

本地区の東側は竜串地区から続く岩礁地形で、西の片粕側は、岩石海岸が広く張り出した地形となっている。海岸線は、これらの岩石海岸を刻むように片粕川と宗呂川及び遠奈呂川が本地区に流入している。

下川口漁港から南側に広がる堆積地形は、竜串側に比べてやや傾斜が強く 3～4/100 程の緩傾斜面を形成している。また、城ノ岬の東側は、竜串から延びる岩礁地形に挟まれて平坦な堆積地形を呈している。沖側の水深 28m 付近に設けられている魚礁周辺は、魚礁を頂点とした陸側の平坦面が顕著に表れている海底地形を呈している。（図－11 参照）



図－11　下川口地区海底地形概略図（添付資料－3 より）

（２）海底面状況の調査

底質分布等の海底面状況を把握する為、サイドスキャンソナーによる面的な海底探査を実施した。サイドスキャンソナーは海底面での音波の反射強度により海底面状況をモザイク図として映像化するものであり、海底面の反射の強弱により底質を判断した。但し、反射の強弱は海底面の堆積物だけでなく、水深、地形等にも影響を受けるため、底質分布はサイドスキャンソナーのデータを中心に前項に示したマルチビーム音響測深機のデータ、以下に示す底質のサンプリング、水中ビデオ撮影の結果等により総合的に判断した。

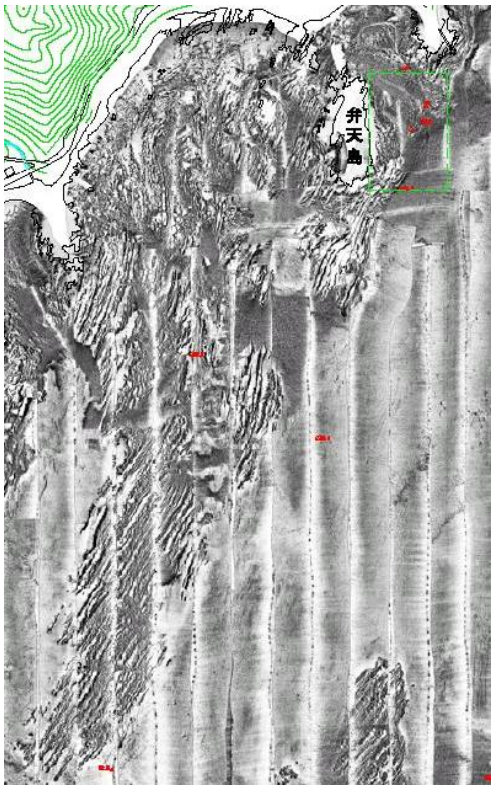
底質のサンプリング（採泥）、潜水士調査および水中ビデオ撮影は、サイドスキャンソナーの調査時に特徴的な地形が認められた場所および海底土砂堆積状況調査区域に指定されている弁天島東側、大瀞東側（3 号地周辺）において実施した。

以上の収集されたデータの解析結果からモザイク図（添付資料－4）及び底質分布図（添付資料－5）を作図した。以下に海底面状況調査結果について示す。

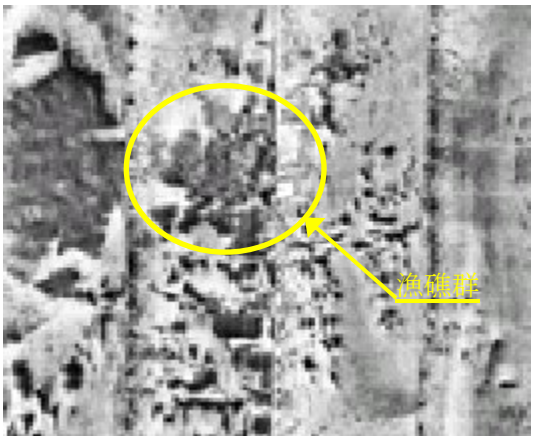
① サイドスキャンソナー探査結果（モザイク図）

サイドスキャンソナーの探査結果はモザイク図として表される。添付資料－4 のモザイク図の縮小図を次ページ図－15 に示す。また以下にモザイク図より確認される特徴的な海底面所状況について述べる。

海底地形図において岩礁地形もしくは漁礁等の人工物と考えられた箇所は、モザイク図にも現れている。竜串湾中央に弁天島西側から南西方向に分布する岩礁地形を図－12 に、また片粕沖に確認される漁礁群を図－13 に示す。

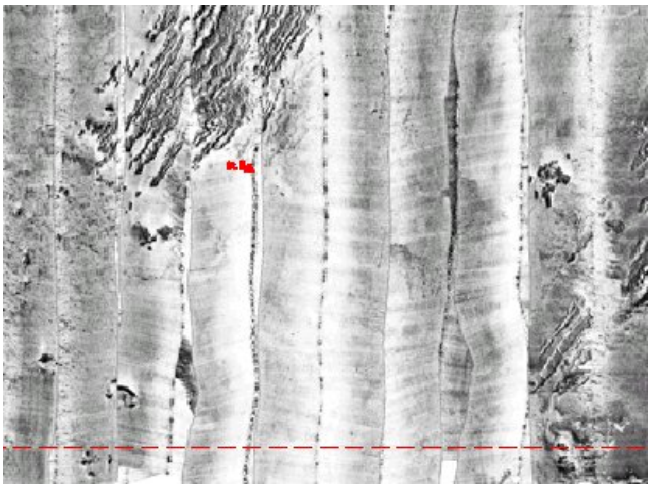


図－12　モザイク図（岩礁地形）



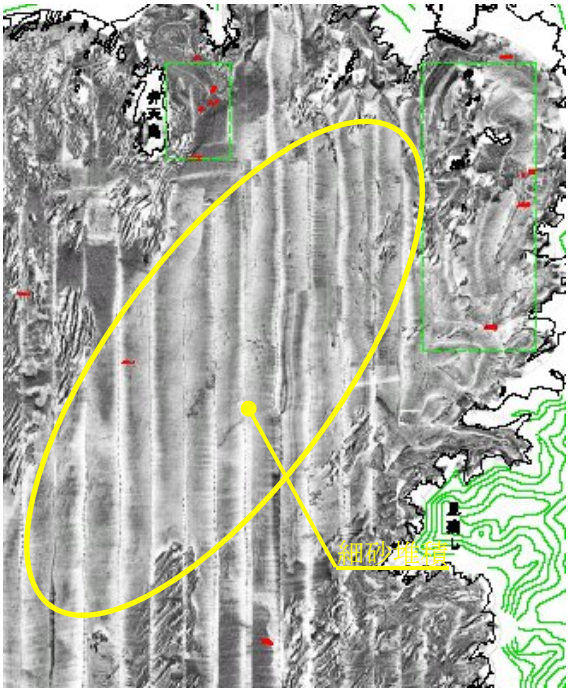
図－13　モザイク図（漁礁群）

また海底面に泥土、植物片等の軟弱な堆積物が確認される場合、モザイク図は竜串湾沖の中央付近に広がる部分（図－14）のように、白色を示し音波の反射強度が弱いと考えられる。底質サンプリング結果及び水中ビデオ調査結果からもこの海底面には泥土と思われる軟弱な堆積が確認されている。

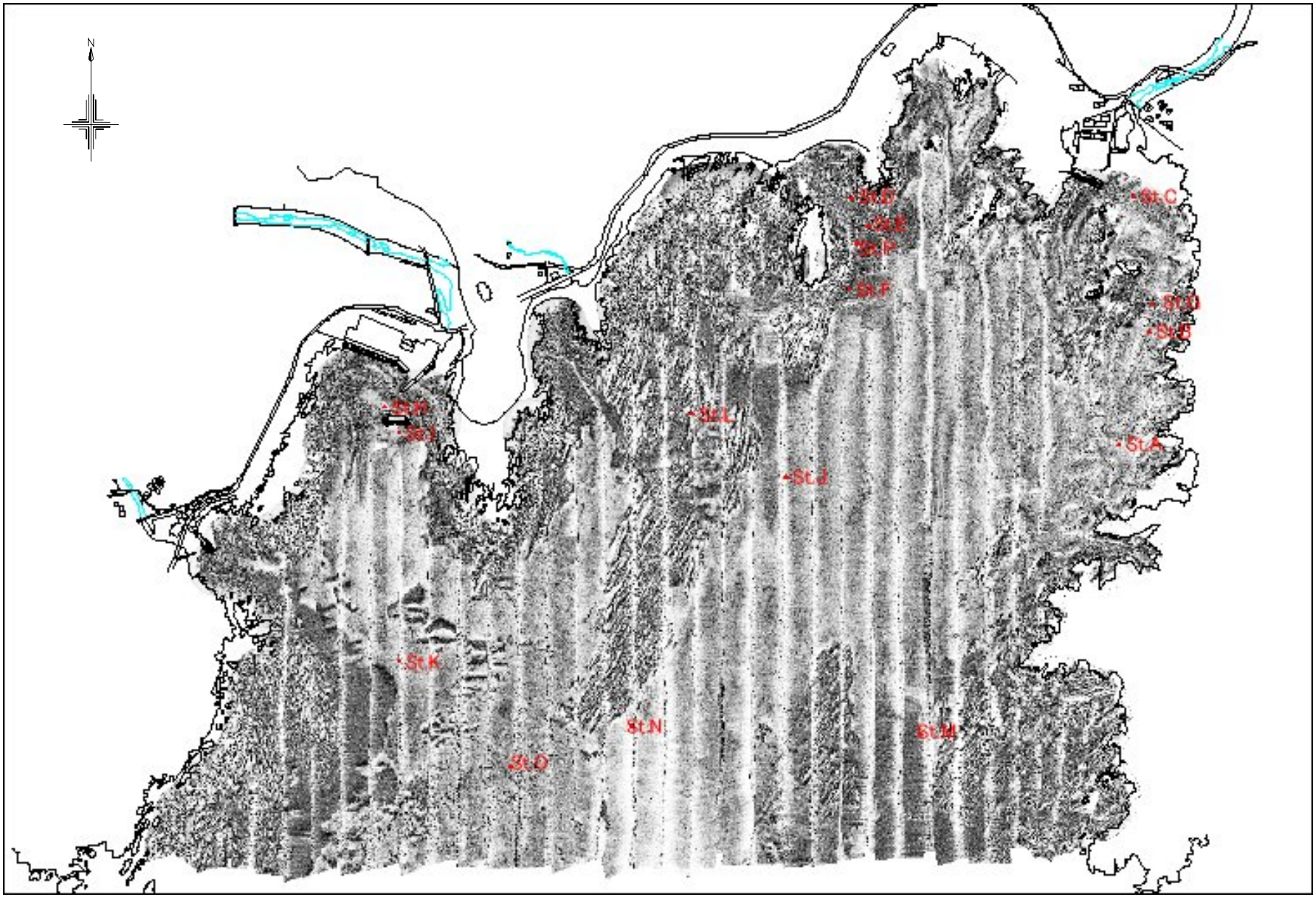


図－14　モザイク図（泥土堆積）

モザイク図の色調は図－14 に示した泥土など軟弱な堆積物から細砂、粗砂、礫または岩と音波の反射強度が強くなるに従いモザイク図には白色から黒色に近い色調にて表現される。図－15 は竜串湾奥の三崎川河口から南西に広がる堆積地形部分のモザイク図であり、その色調及び底質サンプリング結果等から主に細砂の堆積と考えられる。



図－15　モザイク図（細砂堆積）



図－16　モザイク図及び底質サンプリング地点

② 底質のサンプリング（採泥）結果

本調査中に底質のサンプリングを行った採泥地点は St.A～St .P の 16 点で、位置は図－16 に示す通りである。

採泥地点 St.A～St.F の 6 点は、海底土砂堆積状況調査にて実施した潜水調査の際、潜水士により底質を柱状コアサンプリングした地点である。また St.G～St.O の 9 点は、船上よりスミスマッキンタイヤー採泥器を用いサンプリングした地点である。但し St.P 地点は周囲に岩礁が多くスミスマッキンタイヤーによる採泥が困難であった為、潜水士により泥土を採取した。

採泥後、St.A～St.F（写真－37）のサンプリング試料については粒度分析を実施したが、St.G～St.P（写真－38、写真－39）については採泥の際、細粒分が採泥器等より流れ出た可能性があり、海底堆積時の粒度組成と相違があると判断し粒度分析は実施せず外観の観察のみ実施した。写真－40～写真－42 は、採泥器から受け皿にサンプルを移した状況写真である。泥土（細粒分）に粘性が少ない場合、写真－40、写真－41 に示すように採泥器内の海水と細粒分が懸濁し流れ出す場合がある。

以下に各サンプリング試料の観察および分析結果についてまとめる。

写真－37　サンプリング試料（St.A～St.F）

写真－38　サンプリング試料（St.G～St.P）

写真－39　サンプリング試料の拡大（St.G～St.P）

写真－40　サンプリング状況
（St.H）

写真－41　サンプリング状況
（St.K）

写真－42　サンプリング状況
（St.G）

ｉ 外観観察結果

St.A～St.P の外観写真を写真－43～写真－69 に、観察事項をまとめた表を表－7 に示す。

写真－43　St.A （全景）

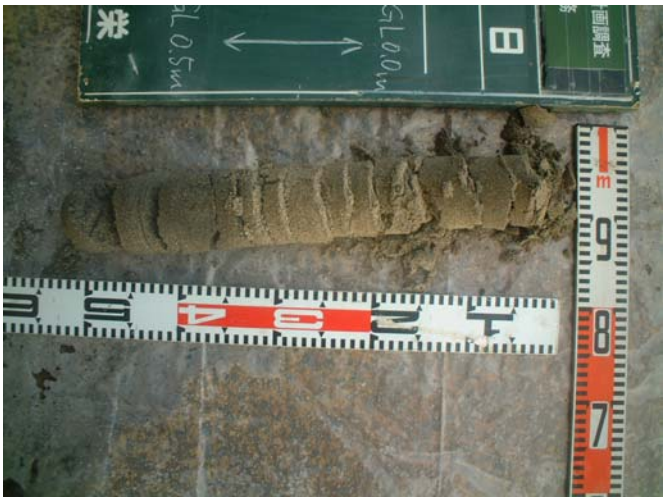
写真－44　St.A （拡大）

写真－45　St.B （全景）

写真－46　St.B （拡大）

写真－47　St.B （観察状況）

写真－48　St.C （全景）



写真－49　St.C （拡大）

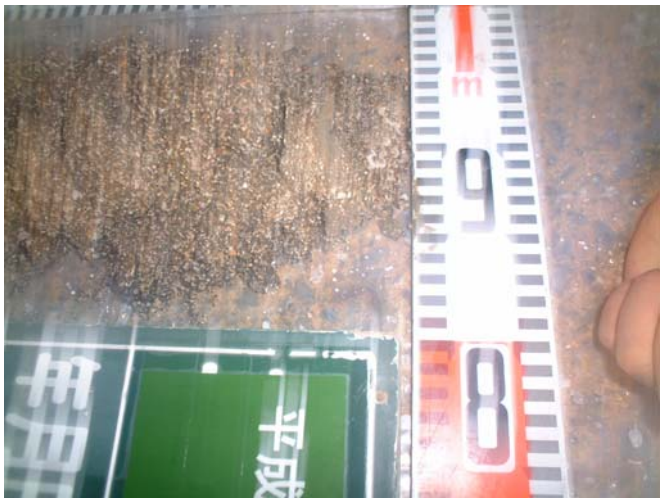
写真－50　St.C （観察状況）

写真－51　St.D （全景）

写真－52　St.D （拡大）

写真－53　St.D （礫取出し状況）

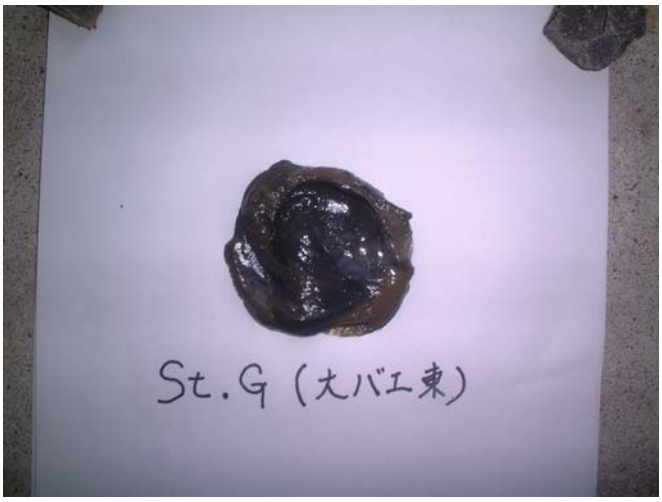
写真－54　St.E （全景）



写真－55　St.E （拡大）

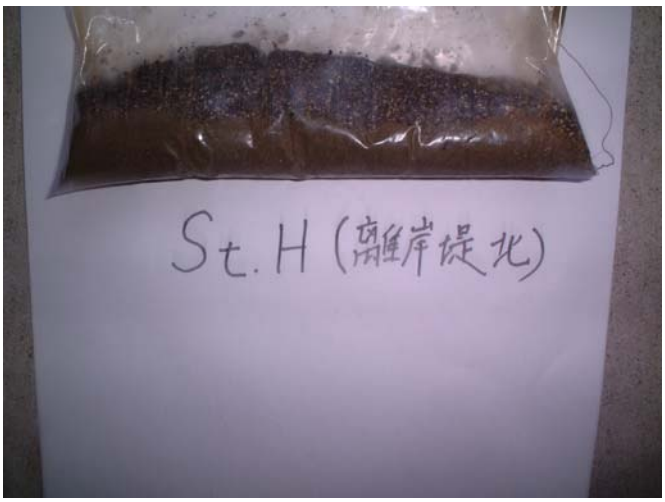
写真－56　St.F （全景）

写真－57　St.F （拡大）



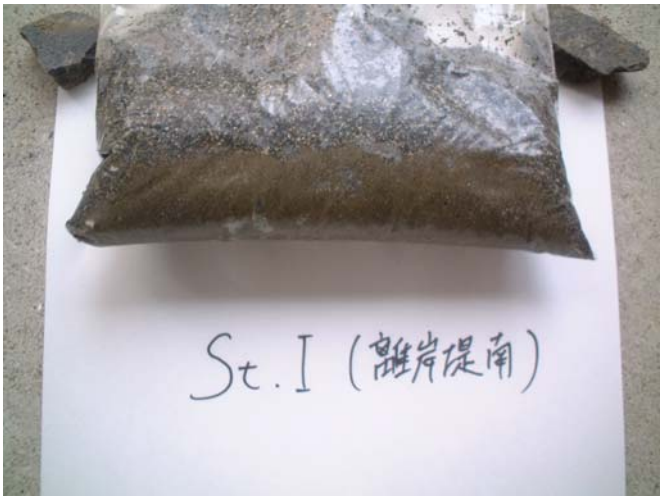
写真－58　St.G

写真－59　St.H



写真－60　St.H （サンプル袋）

写真－61　St.I



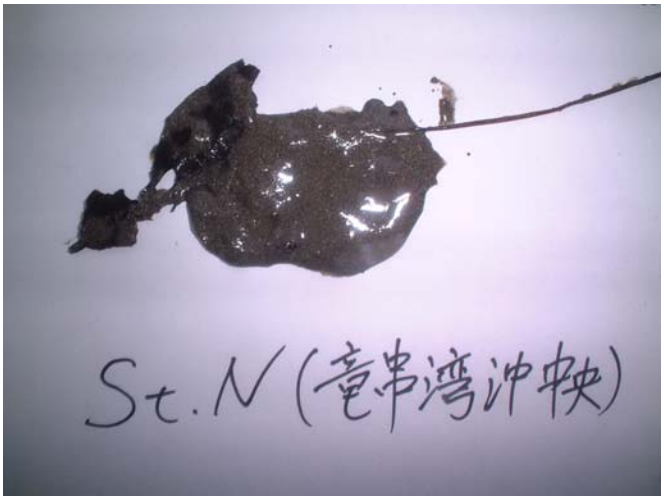
写真－62　St.I （サンプル袋）

写真－63　St.J

写真－64　St.K

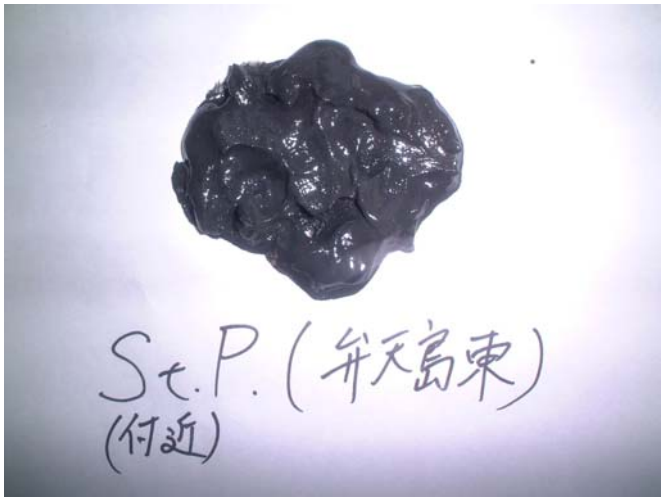
写真－65　St.L

写真－66　St.M



写真－67　St.N

写真－68　St.O



写真－69　St.P

表－７　採泥試料外観観察状況

地点名	地点概要	採泥方法	外観観察状況
St.A	見残し北側	柱状コアサンプリング	・コア長：0.5m ・主に砂、粘性あり（特にGL－10cm～－35cmに粘性あり）
St.B	3号地周辺 大バエ東側	柱状コアサンプリング	・コア長：0.6m ・表面細砂、深くなるに従い泥の割合が増す。最下端は固く締まった細砂 ・粘性あり
St.C	三崎川河口	柱状コアサンプリング	・コア長：0.5m ・St.A, Bに比べ粗い砂 ・粘性少ない
St.D	弁天島東側	柱状コアサンプリング	・コア長：0.03m ・礫（φ1cm～5cm程度の玉礫）と泥（粘性土）
St.E	弁天島東側	柱状コアサンプリング	・コア長：0.3m ・粗い砂、貝、サンゴの破片混じる ・表面に薄く（1mm以下）泥土あり
St.F	弁天島東側	柱状コアサンプリング	・コア長：0.15m ・GL－10cm程度まで泥(粘性土) ・下端はφ5mm程度の礫混じり
St.G	3号地周辺	スミスマッキンタイヤー	・泥（粘性土） ・木葉混入、植物の繊維質混入 ・粘性あり
St.H	下川口離岸堤北	スミスマッキンタイヤー	・主に砂、シルト混じり ・粘性少ない ・サンプル袋にてシルトと砂が分離
St.I	下川口離岸堤南	スミスマッキンタイヤー	・主に砂、シルト(少ない）混じり ・粘性少ない ・サンプル袋にてシルトと砂が分離
St.J	弁天島南側	スミスマッキンタイヤー	・砂
St.K	片粕沖	スミスマッキンタイヤー	・砂 ・貝殻の破片混じり
St.L	弁天島南西	スミスマッキンタイヤー	・砂
St.M	竜串湾沖東側	スミスマッキンタイヤー	・泥（粘性土） ・細砂少し混じり ・粘性あり
St.N	竜串湾沖中央	スミスマッキンタイヤー	・泥（粘性土） ・細砂少し混じり，枝、木葉混じり ・粘性あり
St.O	竜串湾沖西側	スミスマッキンタイヤー	・泥（粘性土） ・細砂少し混じり ・粘性あり
St.P	弁天島東側	スミスマッキンタイヤー	・泥（粘性土） ・木葉混入

ⅱ 粒度分析結果

St.A～St.F の地点にて柱状コアサンプリングした試料の粒度分析結果を以下に示す。各地点にてサンプリングした試料は目視にて性状の異なる部分にてコア割りし、粒度分析の試料とした。表－8 に粒度分析した試料名とその概要を示す。

また粒度分析結果一覧表を表－9 に、分析結果より得られる粒径加積曲線を図－17～図－23 に、試料毎の通過質量百分率の値を表－10、表－11 に示す。

表－8　粒度分析試料

地点名	試料名	概　要	備　考
St .A	St.A上	GL0.0～GL-0.1	
	St.A中	GL-0.1～GL-0.35	
	St.A下	GL-0.35～GL-0.5	
St .B	St.B上	GL0.0～GL-0.1	
	St.B中	GL-0.1～GL-0.35	
	St.B下	GL-0.35～GL-0.6	
St .C	St.C上	GL0.0～GL-0.1	
	St.C中	GL-0.1～GL-0.25	
	St.C下	GL-0.25～GL-0.5	
St .D	St. D泥	粘性土	
	St. D礫	礫	未分析:玉礫4ヶのみ分析必要なし
St .E	St.E上	表層粘性土	未分析:少量の為、分析不能
	St.E中	GL-0.0～GL-0.15	
	St.E下	GL-0.15～GL-0.30	
St .F	St. F上	GL-0.0～GL-0.10	
	St. F下	GL-0.10～GL-0.15	

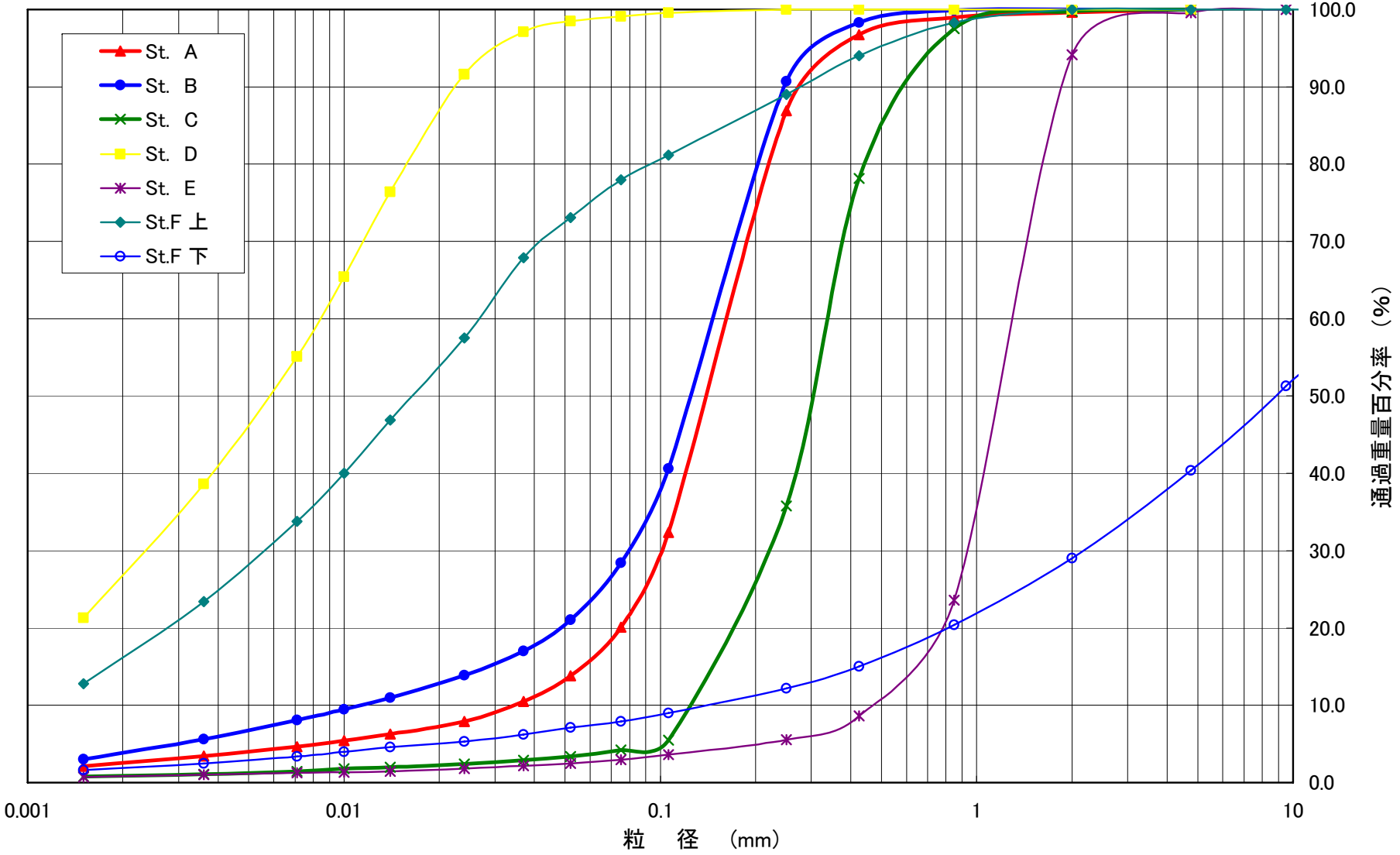
※性状の変化が無い場合、柱状コアした試料を等分にコア割りした。

表－9　粒度分析結果一覧表

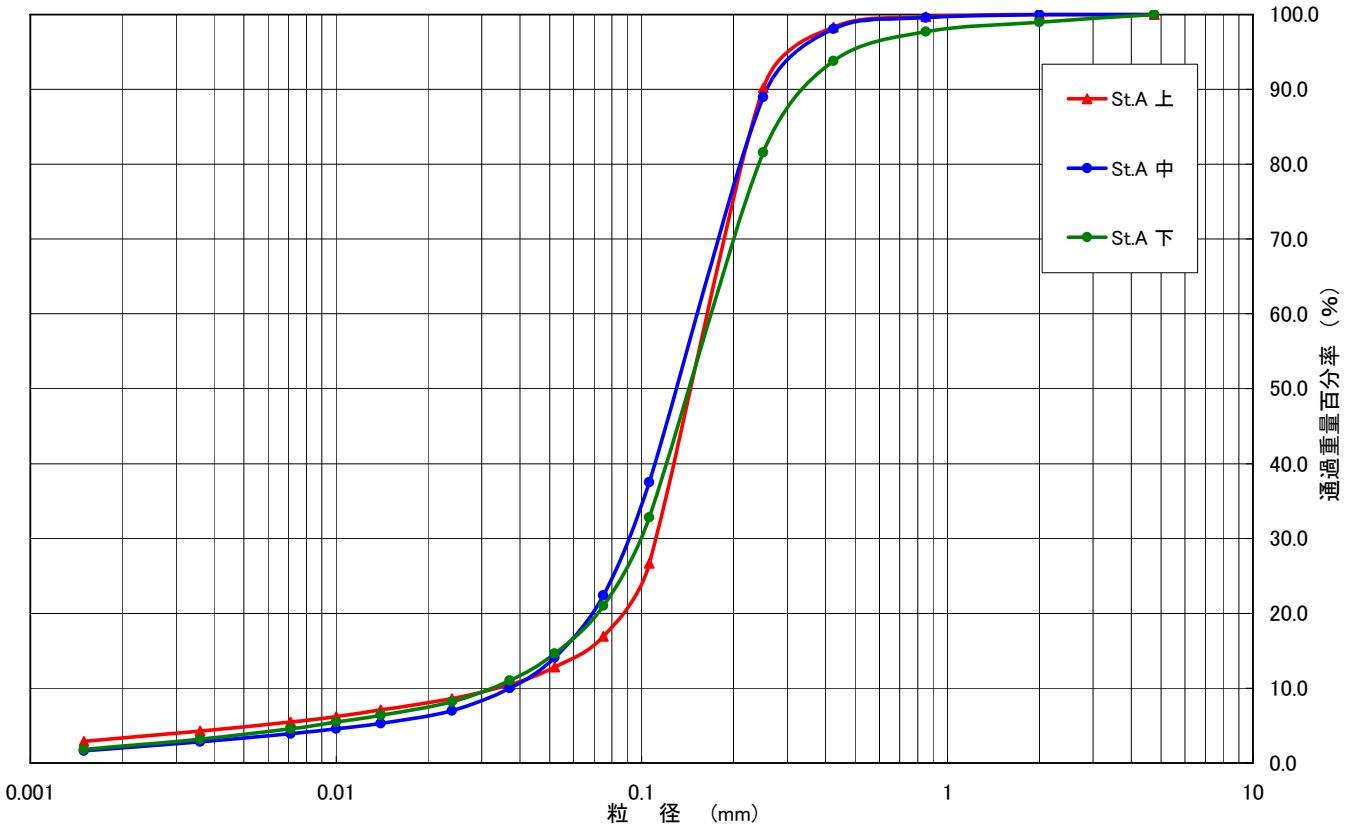
試料名				St.A 上	St.A 中	St.A 下	St.B 上	St.B 中	St.B 下
土粒子の密度		ρs	g/cm^3	2.729	2.723	2.722	2.730	2.734	2.750
粒度	石分	75㎜以上	(%)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	礫分	2～75㎜	(%)	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0
	砂分	0.075～2㎜	(%)	83.1	77.6	78.0	85.9	63.1	65.7
	シルト分	0,005～0.075㎜	(%)	12.0	19.0	17.1	9.9	31.0	23.8
	粘土分	0.005㎜未満	(%)	4.9	3.4	3.9	4.2	5.9	10.5
	最大粒径		(mm)	2.00	2.00	4.75	2.00	0.85	0.85
	均等係数	Uc		4.74	3.95	5.14	4.59	9.21	30.00
分類	地盤材料の分類名			粘性土質砂	粘性土質砂	粘性土質砂	粘性土まじり砂	粘性土質砂	粘性土質砂
	記号			SCs	SCs	SCs	S-Cs	SCs	SCs

試料名				St.C 上	St.C 中	St.C 下	St.D 泥		
土粒子の密度		ρs	g/cm^3	2.744	2.753	2.742	2.740		
粒度	石分	75㎜以上	(%)	0.0	0.0	0.0	0.0		
	礫分	2～75㎜	(%)	0.0	0.0	1.0	0.0		
	砂分	0.075～2㎜	(%)	97.0	94.3	95.3	0.9		
	シルト分	0,005～0.075㎜	(%)	1.8	3.6	3.3	51.1		
	粘土分	0.005㎜未満	(%)	1.2	1.3	1.4	48.0		
	最大粒径		(mm)	2.00	4.75	2.00	0.25		
	均等係数	Uc		2.01	2.45	1.94	—		
分類	地盤材料の分類名			分級された砂	分級された砂	分級された砂	粘性土		
	記号			SP	SP	SP	Cs		

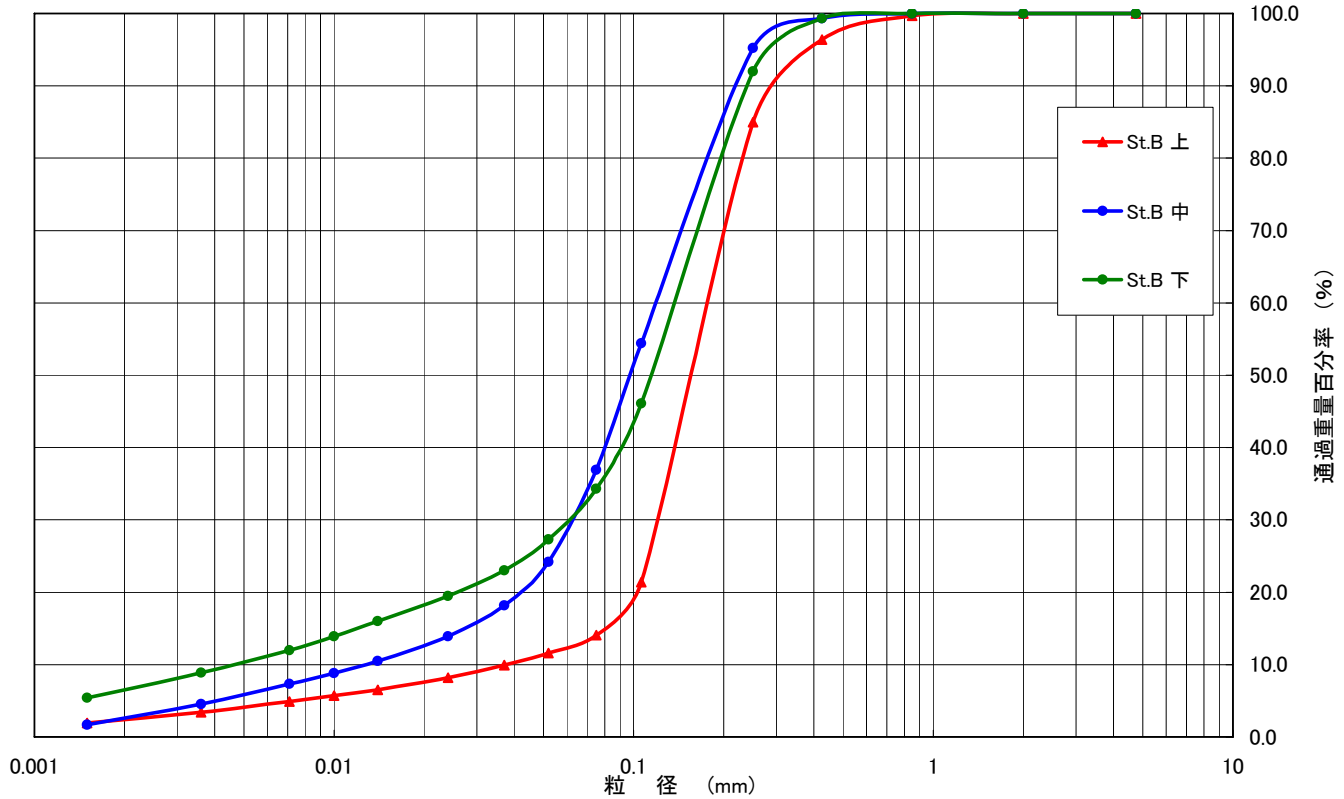
試料名				St.E 中	St.E 下		St.F 上	St.F 下	
土粒子の密度		ρs	g/cm^3	2.758	2.762		2.656	2.718	
粒度	石分	75㎜以上	(%)	0.0	0.0		0.0	0.0	
	礫分	2～75㎜	(%)	3.9	7.8		0.0	71.0	
	砂分	0.075～2㎜	(%)	92.9	89.5		22.0	21.1	
	シルト分	0,005～0.075㎜	(%)	2.0	1.6		49.2	4.9	
	粘土分	0.005㎜未満	(%)	1.2	1.1		28.8	3.0	
	最大粒径		(mm)	4.75	9.50		2.00	26.50	
	均等係数	Uc		2.92	2.30		21.30	109	
分類	地盤材料の分類名			分級された砂	分級された礫混じり砂		砂質粘性土	粘性土混じり砂質礫	
	記号			SP	SP-G		CsS	GS-Cs	



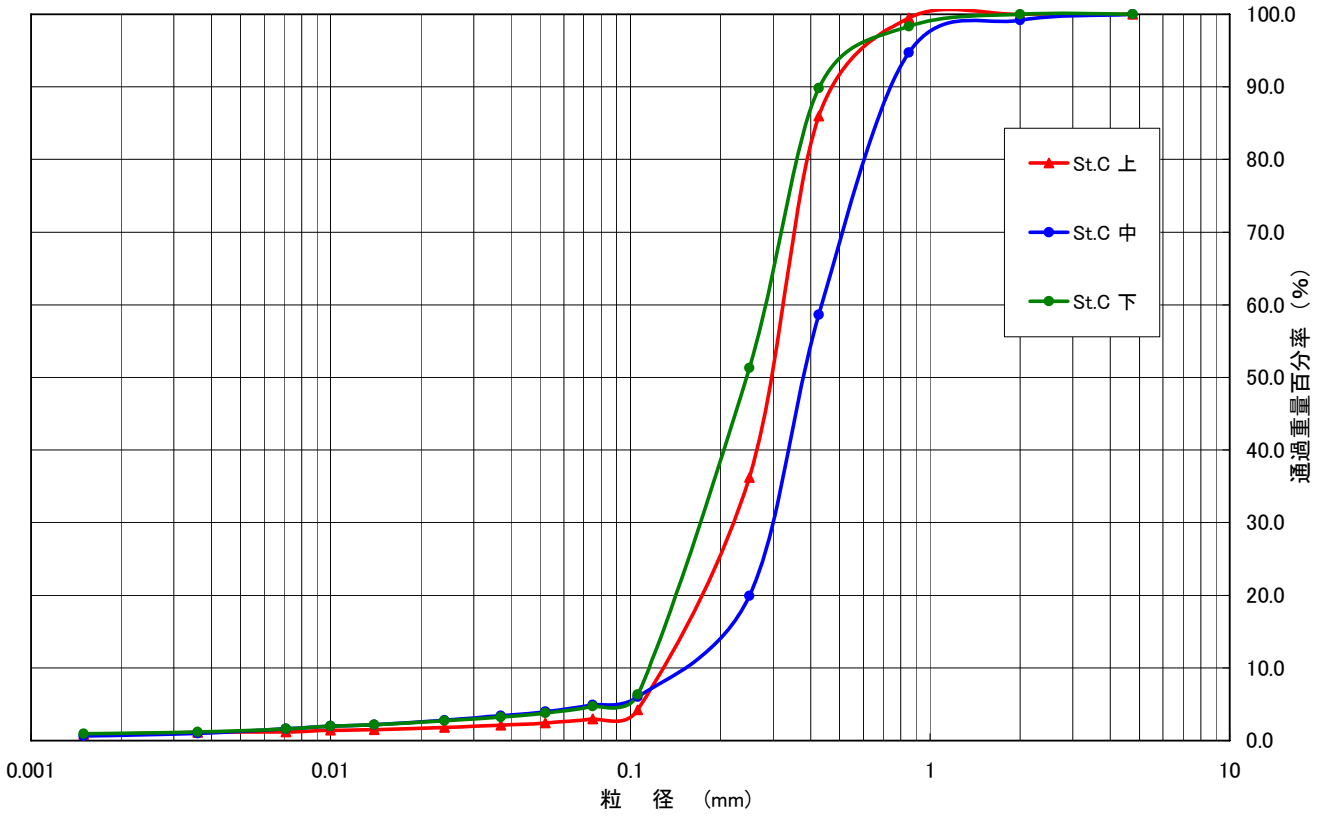
図－17　粒径加積曲線（各試料の平均値を使用）



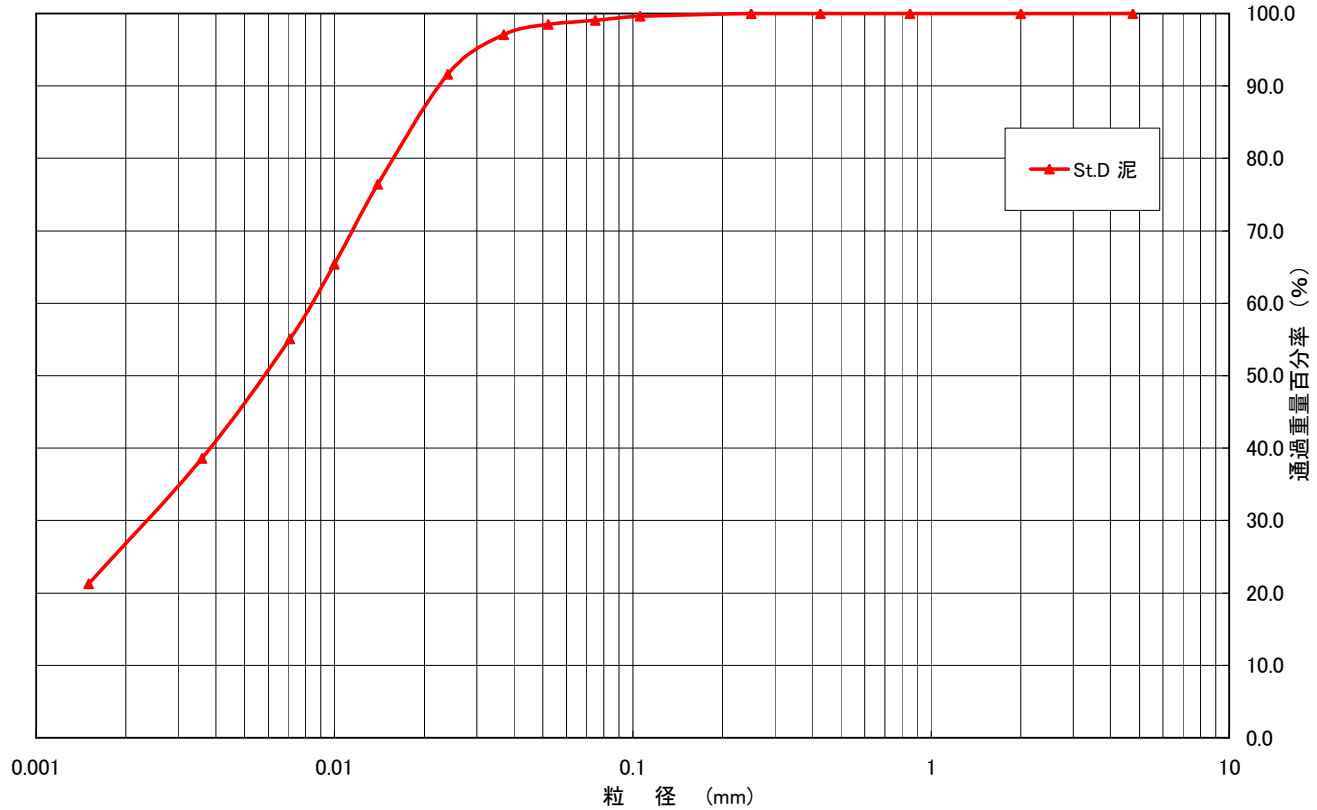
図－18　粒径加積曲線（St. A）



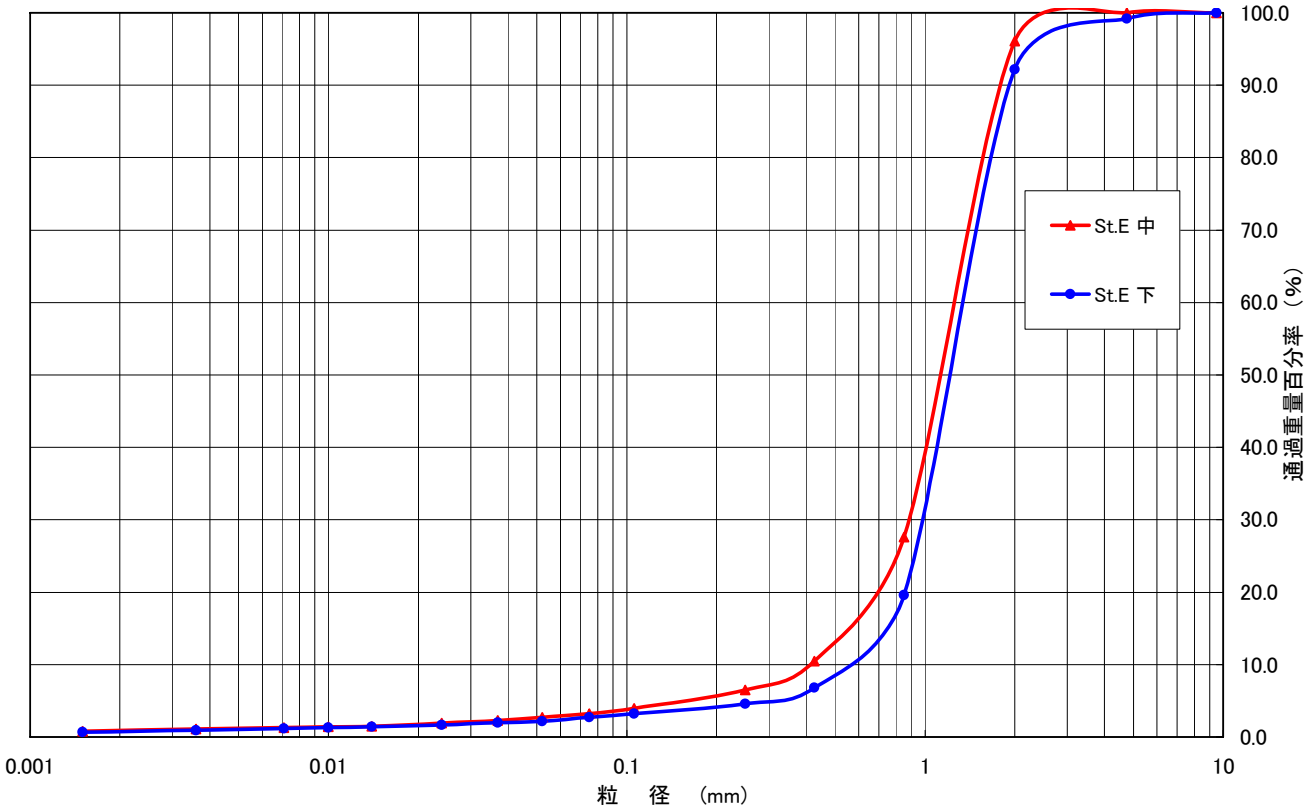
図－19　粒径加積曲線（St. B）



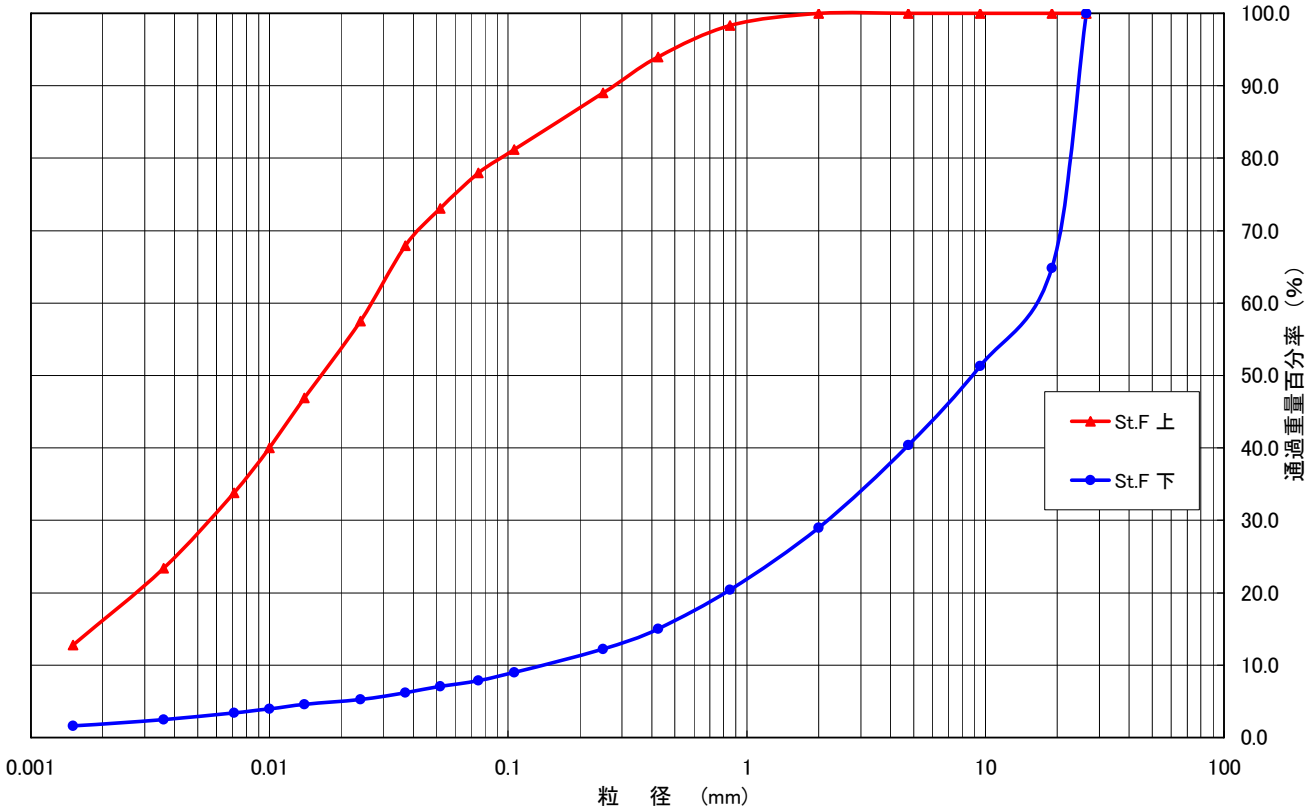
図－20　粒径加積曲線（St. C）



図－21　粒径加積曲線（St. D）



図－22　粒径加積曲線（St.E）



図－23　粒径加積曲線（St.F）

表－10　通過質量百分率（St.A～St.C）

St. A	沈降分析								ふるい分析						
	0.0015	0.0036	0.0071	0.01	0.014	0.024	0.037	0.052	0.075	0.106	0.250	0.425	0.850	2.000	4.750
St.A 上	2.9	4.3	5.5	6.2	7.1	8.6	10.5	12.8	16.9	26.7	90.2	98.3	99.7	100.0	100.0
St.A 中	1.6	2.8	3.9	4.6	5.3	7.0	10.0	14.1	22.4	37.5	89.0	98.1	99.6	100.0	100.0
St.A 下	1.8	3.2	4.6	5.5	6.4	8.2	11.0	14.6	21.0	32.8	81.6	93.8	97.7	99.0	100.0
平　均	2.1	3.4	4.7	5.4	6.3	7.9	10.5	13.8	20.1	32.3	86.9	96.7	99.0	99.7	100

St. B	沈降分析								ふるい分析						
	0.0015	0.0036	0.0071	0.01	0.014	0.024	0.037	0.052	0.075	0.106	0.250	0.425	0.850	2.000	4.750
St.B 上	1.9	3.4	4.9	5.7	6.5	8.2	9.9	11.6	14.1	21.4	85.0	96.4	99.7	100.0	100.0
St.B 中	1.7	4.5	7.3	8.8	10.5	13.9	18.2	24.2	36.9	54.4	95.2	99.3	100.0	100.0	100.0
St.B 下	5.4	8.9	12.0	13.9	16.0	19.5	23.0	27.3	34.3	46.1	92.0	99.3	100.0	100.0	100.0
平　均	3.0	5.6	8.1	9.5	11.0	13.9	17.0	21.0	28.4	40.6	90.7	98.3	99.9	100.0	100.0

St. C	沈降分析								ふるい分析						
	0.0015	0.0036	0.0071	0.01	0.014	0.024	0.037	0.052	0.075	0.106	0.250	0.425	0.850	2.000	4.750
St.C 上	0.8	1.1	1.2	1.4	1.5	1.8	2.1	2.4	3.0	4.2	36.2	86.0	99.5	100.0	100.0
St.C 中	0.6	1.0	1.6	2.0	2.2	2.8	3.4	4.0	4.9	6.0	19.9	58.6	94.7	99.2	100.0
St.C 下	0.9	1.2	1.6	2.0	2.2	2.7	3.2	3.8	4.7	6.3	51.3	89.8	98.3	100.0	100.0
平　均	0.8	1.1	1.5	1.8	2.0	2.4	2.9	3.4	4.2	5.5	35.8	78.1	97.5	99.7	100.0

表－11　通過質量百分率（St.D～St.F）

St. D	沈降分析								ふるい分析						
	0.0015	0.0036	0.0071	0.01	0.014	0.024	0.037	0.052	0.075	0.106	0.250	0.425	0.850	2.000	4.750
St.D 泥	21.3	38.6	55.1	65.4	76.4	91.6	97.1	98.5	99.1	99.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

St. E	沈降分析								ふるい分析							
	0.0015	0.0036	0.0071	0.01	0.014	0.024	0.037	0.052	0.075	0.106	0.250	0.425	0.850	2.000	4.750	9.500
St.E 中	0.8	1.1	1.3	1.4	1.5	1.9	2.3	2.7	3.2	4.0	6.5	10.5	27.6	96.1	100.0	100.0
St.E 下	0.7	0.9	1.2	1.3	1.4	1.7	2.0	2.2	2.7	3.2	4.6	6.8	19.6	92.2	99.2	100.0
平 均	0.8	1.0	1.3	1.4	1.5	1.8	2.2	2.5	3.0	3.6	5.6	8.7	23.6	94.2	99.6	100.0

St. F	沈降分析								ふるい分析									
	0.0015	0.0036	0.0071	0.01	0.014	0.024	0.037	0.052	0.075	0.106	0.250	0.425	0.850	2.000	4.750	9.500	19.000	26.500
St.F 上	12.8	23.4	33.8	40.0	46.9	57.5	67.9	73.1	78.0	81.2	89.0	94.0	98.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
St.F 下	1.6	2.5	3.4	4.0	4.6	5.3	6.2	7.1	7.9	9.0	12.2	15.0	20.4	29.0	40.4	51.3	64.8	100.0
平 均	7.2	13.0	18.6	22.0	25.8	31.4	37.1	40.1	43.0	45.1	50.6	54.5	59.4	64.5	70.2	75.7	82.4	100.0

iii 底質のサンプリング（採泥）結果のまとめ

St.A～St.P の底質サンプリング結果より主成分がシルト、粘土といった泥土の堆積を示した地点は、弁天島東側の St.D、St.F、St.P と大瀞東側の St.G 及び竜串湾沖の St.M、St.N、St.O であり、その他の地点は細粗の違いはあるものの砂を主成分とする堆積が主である。

但し St.A、St.B の 3 号地周辺や St.H、St.I の下川口漁港前面の離岸堤付近など河口域で洪水時等に泥土の供給の可能性のある場所または地形等により流れが停滞する場所には、泥土混じりの砂の堆積が認められる。粒度分析結果からも St.A、St.B の地盤の工学的分類は粘性土砂、粘性土混じり砂等である。

また、柱状コアサンプリングにて泥土の堆積が確認された St.D、St.F の弁天島東側では、表層が泥土で下端部が泥土混じりの礫であり、元々、礫地盤であった場所に泥土が堆積したと考えられる。図－16 に示す St.F 上と St.F 下の粒径加積曲線からも性状（粒径）が大きく異なる土が混在していることが伺える。

③ 潜水調査（潜水士による海底面の目視調査）結果

事項にて結果を示す海底土砂堆積状況調査にて実施した潜水調査の際、St.A～St.F の地点にて潜水士による海底面の目視観察を実施した。その観察結果を表－12 に海底の状況を撮影した水中写真を写真－70～写真－85 に示す。

表－12　水中観察状況

地点名	地点概要	水中観察状況
St.A	見残し北側	・平坦な砂底、細かい砂が一様に堆積、シルトが混ざる。
St.B	3号地周辺 大バエ東側	・St.Aに比べ表面の砂が細かく、一様に堆積している。 ・濁りの発生あり
St.C	三崎川河口	・St.A、St.Bに比べ表面の砂の粒子がやや大きい。 ・シルト分が少ない。
St.D	弁天島東側	・礫の堆積の上に薄く(1cm～3cm程度)泥土が覆うように堆積している。 ・堆積した礫の間隙にも泥が混ざっている。
St.E	弁天島東側	・平坦な砂底、シルトが混ざる。
St.F	弁天島東側	・水深10m以深に強いにごりあり。 ・St.Eと異なり、角礫と砂礫が混じった水底の表面にやわらかい泥土の層がある。 ・海中展望台から東側の沖に向かって泥が多い。特に海中展望台から沖に向かって延びる根(岩礁)の西側の際周辺に固くしまった泥の層がある。厚さは10cm～30cm程度。
St.P	弁天島東側	

写真－70　　St.A 付近の海底面状況
（細砂が一様に分布）

写真－71　　St.B 付近の海底面状況
（細砂が一様に分布、St.A より細かい）

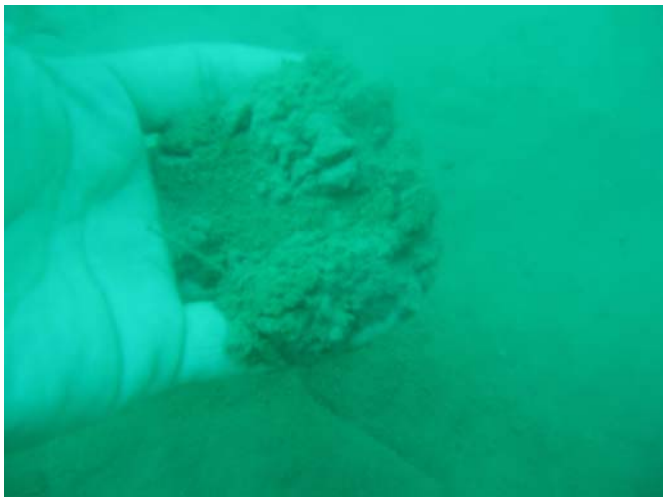
写真－72　　St.B 付近の海底面状況
（濁りが発生する）

写真－73　　St.B 付近の堆積物
（細砂に泥、植物片が混じる）

写真－74　　St.C 付近の海底面状況
（細砂が一様に分布）

写真－75　　St.C 付近の堆積物
（濁りなし）

写真－76　St.D 付近の海底面状況
（礫、石を泥が覆う）

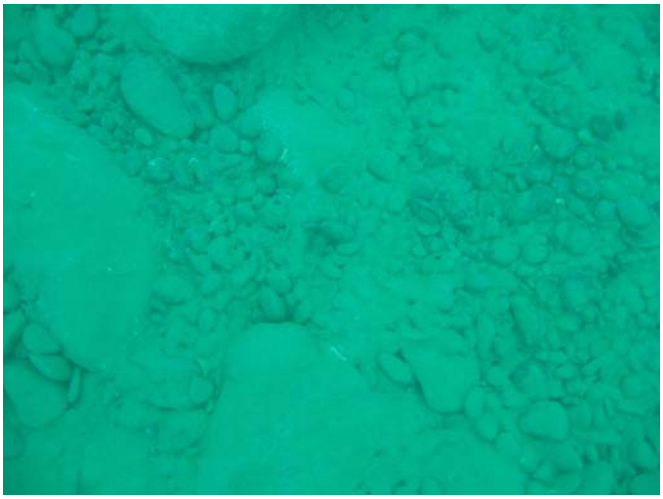


写真－77　St.D 付近の堆積物
（泥土、濁が発生する）

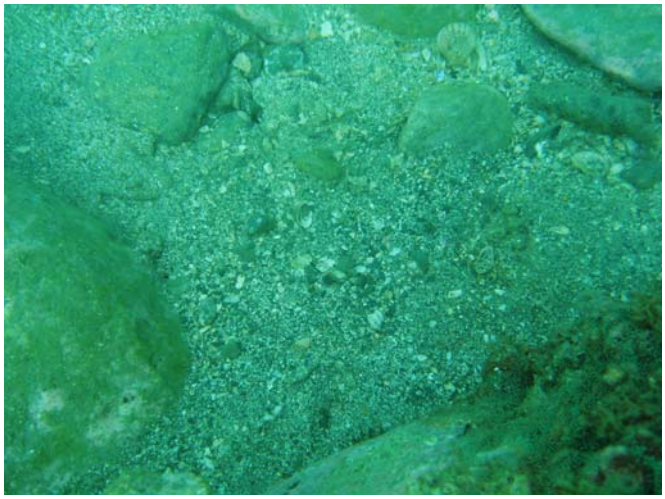
写真－78　St.D 付近の海底面状況
（礫を泥が覆う）

写真－79　St.D 付近の堆積物
（濁りが発生する）

写真－80　St.D 付近の海底面状況
（礫、石を泥が覆う）

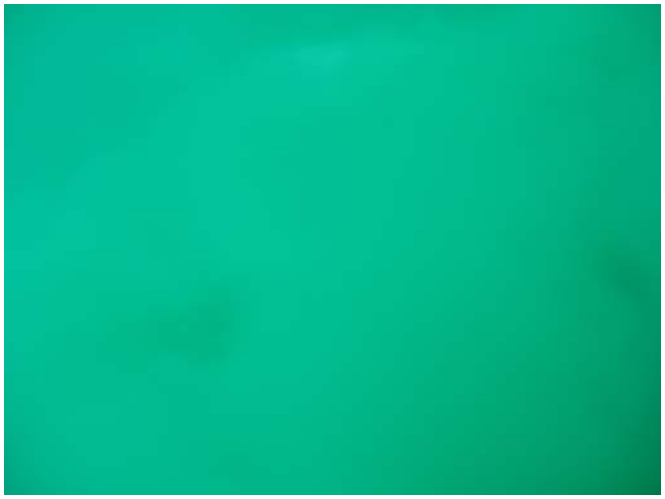


写真－81　St.D 付近の海底面状況
（礫、石を泥が覆う）

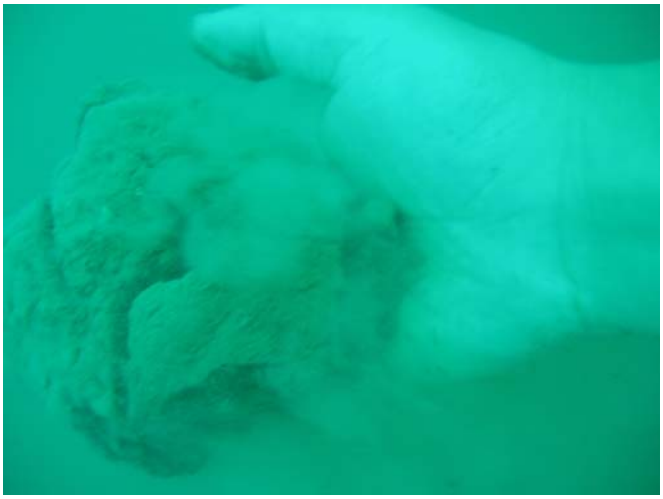


写真－82　　St.E 付近の海底面状況
（粗砂と礫、石が混じる）

写真－83　　St.E 付近の堆積物
（貝混じり砂、濁りが少し発生する）



写真－84　　St.F、St.P 付近の海底面状況
（強い濁りあり）



写真－85　　St.F、St.P 付近の海底面状況
（締まった泥の塊）

④ 水中ビデオ調査結果

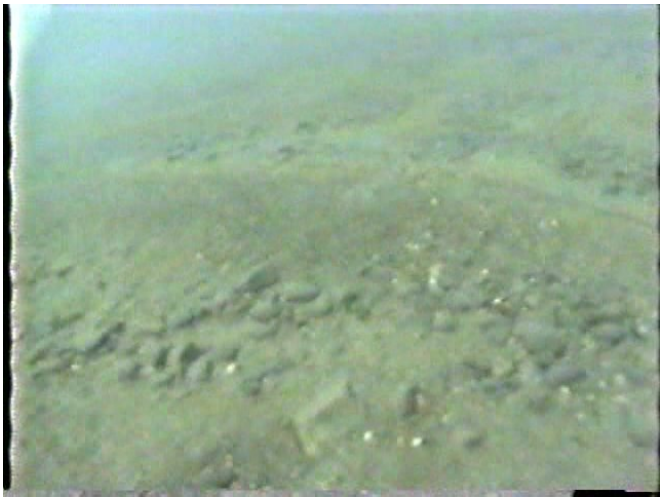
弁天島東側、3 号地周辺、下川口周辺及び竜串湾沖等にて水中ビデオの撮影を実施した。そのうち弁天島東側は、潜水士による海底面状況調査の結果と同様に砂、礫、石の底質に泥土が薄く覆う状況が確認された。礫等の硬質な底質上に薄く軟弱質が堆積している場所をサイドスキャンソナー等の音波探査にて確認することは難しい為、弁天島東側において水中ビデオ調査を重点的に実施した。

以下に水中ビデオ調査にて確認された特徴的な海底面状況写真をまとめる。

ｉ 弁天島東側

弁天島東側海域の陸より付近（St.D 周辺）に写真－86～写真―89 に示す砂・礫と混じった泥土の堆積が確認された。また潜水調査にて確認された砂礫の表面、間隙に堆積した泥土は写真－87 のように、にごりを発生させる。また写真－90、写真―91 に示すように、石、サンゴ等の周辺に覆うように薄く堆積する泥土も確認した。

潜水士による海底面状況の調査にて St.P で確認された、硬く締まった泥の層は写真－92、写真－93 にて確認された状況で、写真－93 においては波浪等の影響により一部削りとられたと考えられる。

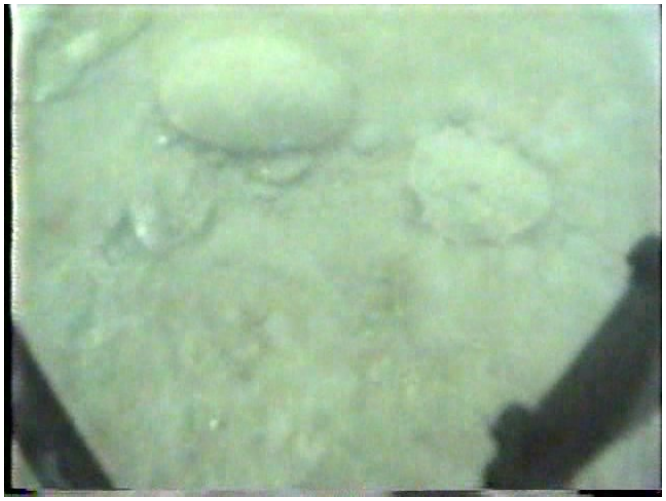


写真－86　弁天島東
（砂礫と混合した泥土）

写真－87　弁天島東
（濁りの発生）

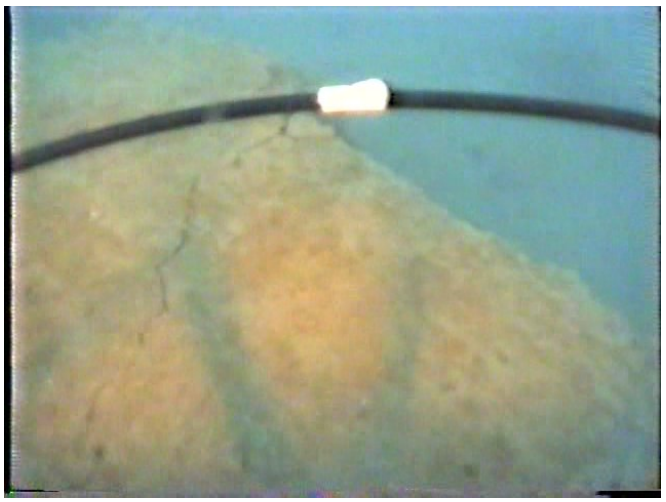
写真－88　弁天島東
（砂礫と混合した泥土）

写真－89　弁天島東
（砂礫と混合した泥土）



写真－90　弁天島東
（石の上に薄く覆った泥土）

写真－91　弁天島東
（サンゴ周辺に堆積した泥土）



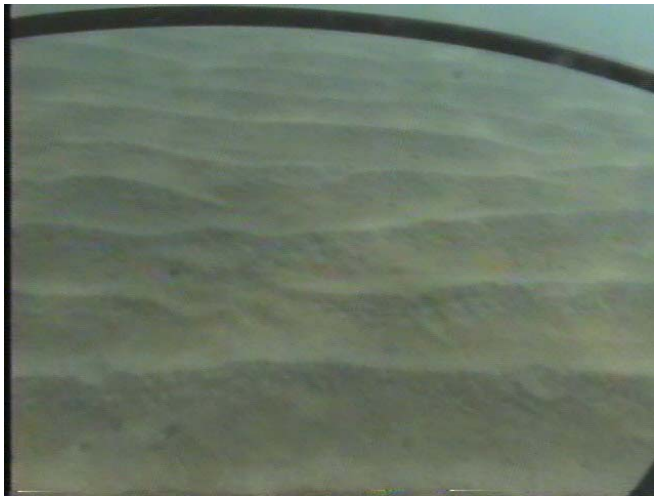
写真－92　弁天島東
（平坦に堆積した泥土）

写真－93　弁天島東
（削られた泥土の断面）

ii 3号地周辺

3 号地周辺（三崎川河口から見残しにかけて）において撮影した水中ビデオの静止画像は、写真－94 のように砂の堆積が確認される。また、底面とビデオカメラが接触すると写真－95 のように濁りが発生する場所もある。

写真－96 は大瀞の東側（St.G 付近）の映像であるが、強い濁りが発生している。



写真－94　3 号地周辺
（平坦に一様な砂の堆積）

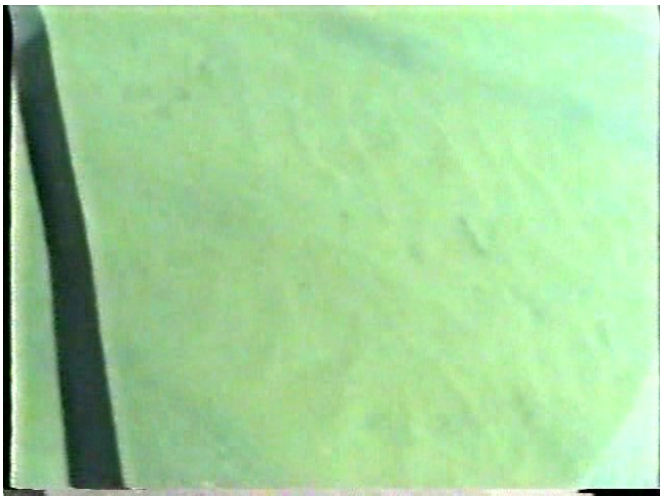
写真－95　3 号地周辺
（濁りの発生）

写真－96　3 号地周辺（大バエ東側）
（強い濁り）

iii 下川口周辺

下川口、宗呂川河口前面にある離岸堤周辺にて水中ビデオ撮影を実施した。その結果、離岸堤の北西側では一様に堆積している泥土を確認した。（写真－97）また、写真－98 は離岸堤の南西側の堆積状況である。サンドウェーブの谷の部分に泥土が堆積していることが伺える。水中ビデオカメラの錘を買い底面に接触させると濁りが発生する。（写真－99）

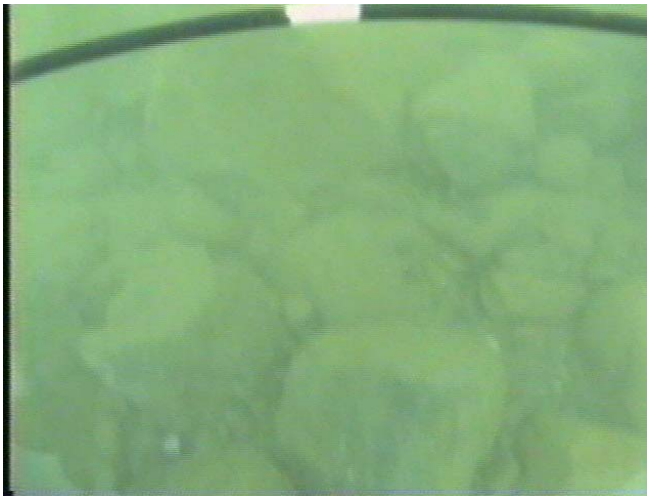
宗呂川河口に付近には、写真―100 に示すような石の表面に薄く泥土（シルト質）が堆積している。



写真－97　下川口（離岸堤北西）
（平坦に一様な泥土の堆積）

写真－98　下川口（離岸堤南西）
（サンドウェーブの谷に泥土堆積）

写真－99　下川口（離岸堤南西）
（濁りの発生）

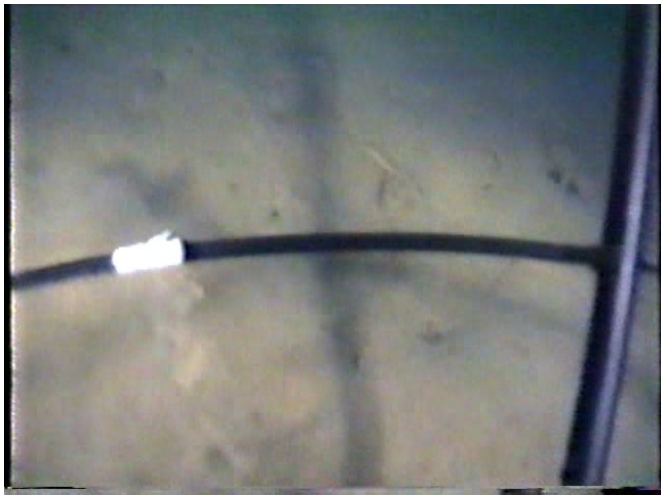


写真－100　下川口（宗呂川河口付近）

ⅳ 竜串湾沖側

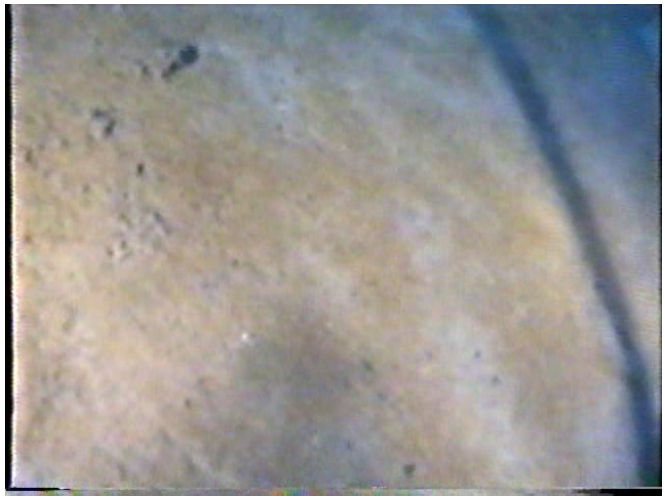
竜串湾沖側は水深 30m 程度の地点にて竜串湾東側、中央、西側の 3 点にて水中ビデオ撮影を行った。なお撮影を行った 3 地点はそれぞれ採泥を実施した St.M、St.N、St.O の周辺である。

採泥結果からも泥土の堆積が認められており、写真－101～写真－103 に示す各地点は泥土の堆積が確認される。また、東部（St.M）においては木葉、木枝も確認され堆積している泥土も陸域の起源の可能性が示唆される。



写真－101　竜串湾沖東側（St.M）
（一様に堆積した泥土、木葉確認）

写真－102　竜串湾沖中央（St.N）
（一様堆積した泥土）



写真－103　竜串湾沖西側（St.O）
（一様堆積した泥土）

⑤ 海底面状況

サイドスキャンソナーの解析結果を中心に②～④に示した海底面状況調査の結果よりデータを総合的に分析し底質分布図（添付資料－5）を作図した。添付資料－5 の底質分布図の縮小図を図－24 に示す。

ⅰ 泥の分布

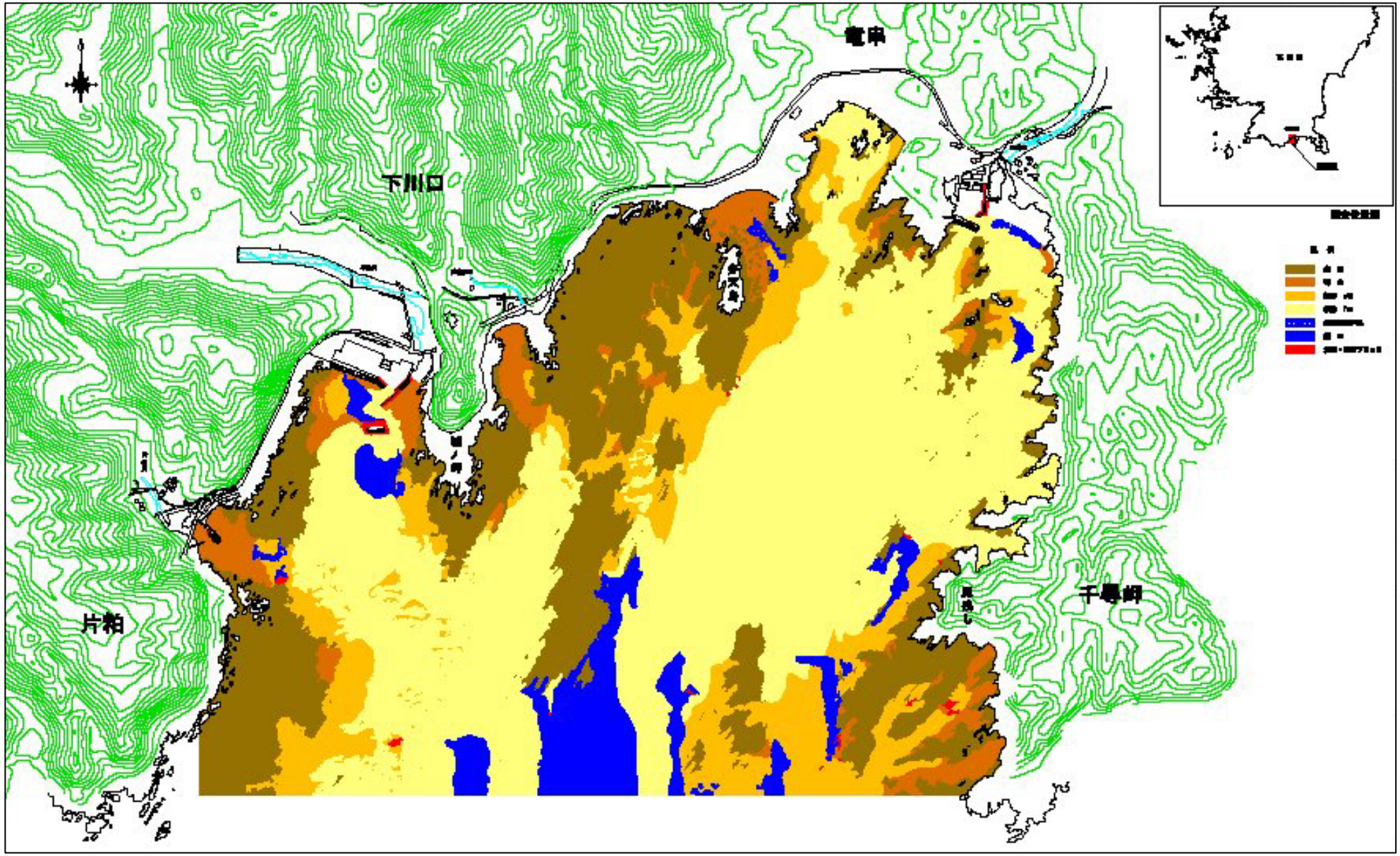
竜串湾における泥（M）の堆積は図－24 に示す青部分であり、湾東側より 3 号地周辺、弁天島東側、下川口、宗呂川河口および竜串湾沖合い水深約 30m 付近に確認された。

また弁天島東側は水中ビデオ調査、底質サンプリング、潜水調査より泥の堆積が確認されたものの、圧密により硬く締まった状態で堆積している為、軟弱な状態で堆積している泥土と異なりサイドスキャンソナーによる泥としての判別は出来なかった。従って泥の分布域は水中ビデオ調査及びマルチビーム測深機の水深データ等から推定した。なお水中ビデオ調査等の結果より砂礫に混ざった泥が薄く堆積していた部分を図中の編み掛けにより表現した。

ⅱ その他の分布

底質分布図からも窺える様に竜串湾の主な底質分布は岩（R）と砂（粗砂、細砂）であり、特に細砂が広範囲にわたり堆積していると考えられる。

潜水調査、底質サンプリング等の調査を実施した 3 号地周辺も、大碆東側の泥の堆積以外の場所では主に細砂の堆積が確認された。しかし、粒度分布の結果等から砂には数十%のシルト、粘土が含まれている為に、部分的には濁りの発生が確認された。これは下川口地区、離岸堤の前面に分布する細砂の堆積箇所でも同様の状況が確認された。このことから、泥の堆積が確認された付近では、砂と泥が混ざり底質分布上は砂の分布域であるが濁りが発生する可能性が示唆される。



図－24　底質分布図

（３）海底土砂堆積状況の調査

海底に堆積する土砂（細粒堆積物）量を把握するため、底質探査装置 SH-20 型音響測深機を用い、堆積層厚を測定した。SH-20 にて測定した測線の内、数測線にて潜水調査を実施、SH－20 のデータと実際の堆積層厚値（鉄筋貫入調査による測定値）の整合性を確認した。

また土砂堆積量の推定は SH-20、潜水調査にて収集したデータと海底地形調査及び海底面状調査にて収集したデータを複合的に解析し堆積層厚を推定し、海底面状況調査より明らかになった土砂（細粒堆積物）堆積箇所の表面積から算定した。

以下に、SH-20 、潜水調査の調査結果及び土砂堆積量の推定結果について示す。

① SH- 20 調査結果

当初、SH- 20 の調査区域は弁天島東側と 3 号地周辺の 2 箇所であったが、海底面状況調査等から下川口、宗呂川河口域に泥土と思われる軟弱な堆積物を確認した為、下川口の離岸堤周辺にても SH-20 のよる底質探査を実施した。

弁天島東側、3 号地周辺、下川口における SH-20 の探査結果のうち代表的な測定記録を図－25～図－27 に示す。

図－25 の弁天島東側では、潜水調査において泥土層が確認されたものの SH-20 の記録上では判断できなかった。これは海底面状況調査にて確認されたように弁天島東側の泥土の堆積状況が、砂礫等の上に薄く覆うように堆積していること、または起伏の激しい岩礁地形の根の部分に堆積が見られること等から、軟弱層での音の反射を受音することが難しい為と考えられる。

図－26 は 3 号地周辺（大潜東側）における調査記録である。この地点での軟弱層の層厚は 0.5m を示す。

また図－27 は下川口離岸堤周辺の調査記録であり、この記録からは最泥で 2.6m の軟弱層の層厚を示している。

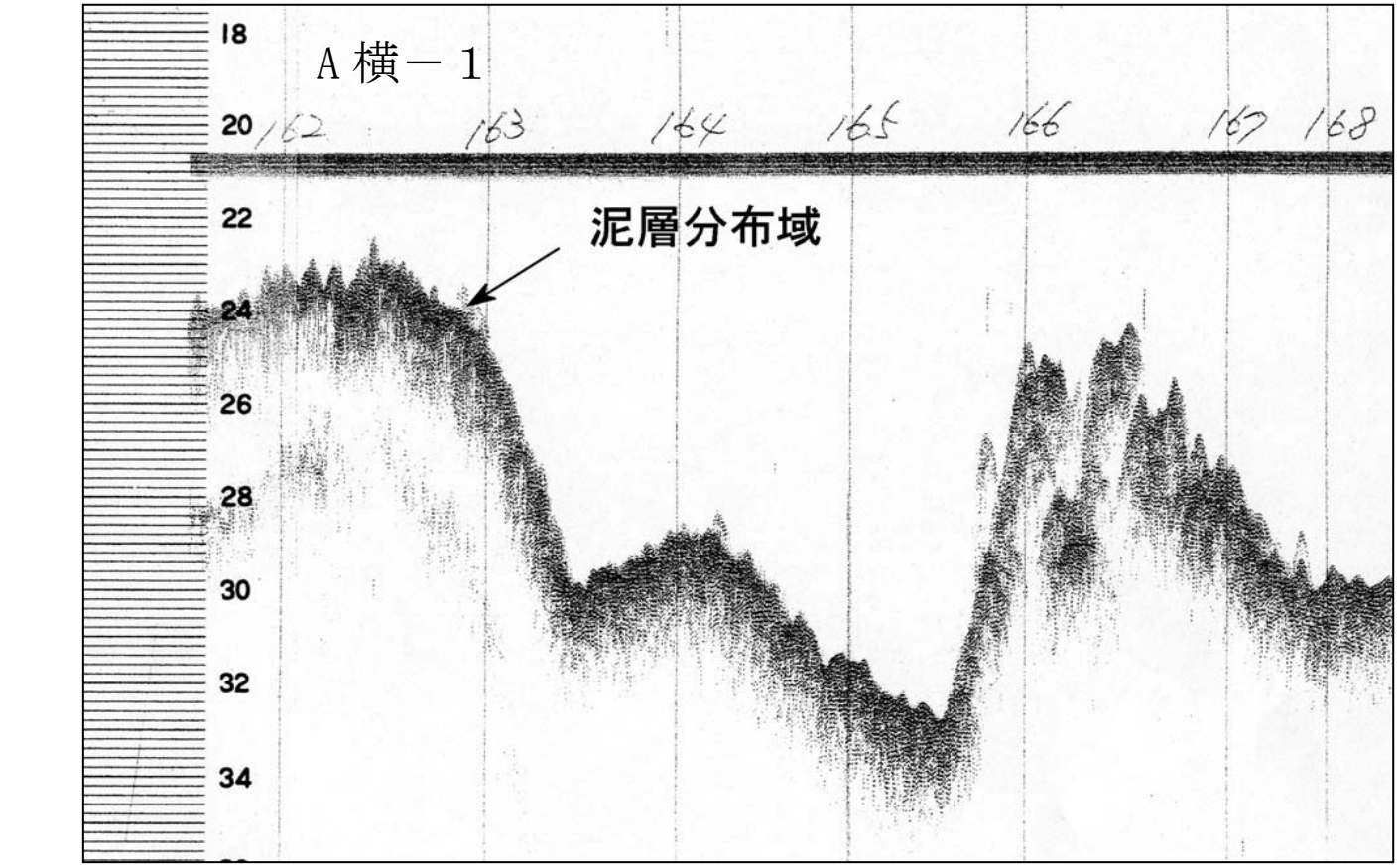
② 潜水調査

潜水調査では、10m の調査ライン（測線）を設定しライン上の数点にて鉄筋棒（φ22mm）の貫入量を測定し堆積層の厚さとした。表－13 は、潜水調査による堆積層厚の測定結果である。

地点名 St.B の測線は図－26 の SH-20 の測線上である為、潜水調査の結果と SH-20 のデータを比較すると、SH-20 の層厚データが 0.5m に対し、潜水調査の層厚の測定結果は、0.51m、0.57m、0.55m と同等の値を示しているため、Sh-20 のデータは妥当と考えられる。

表－13　潜水調査による堆積物層厚測定結果

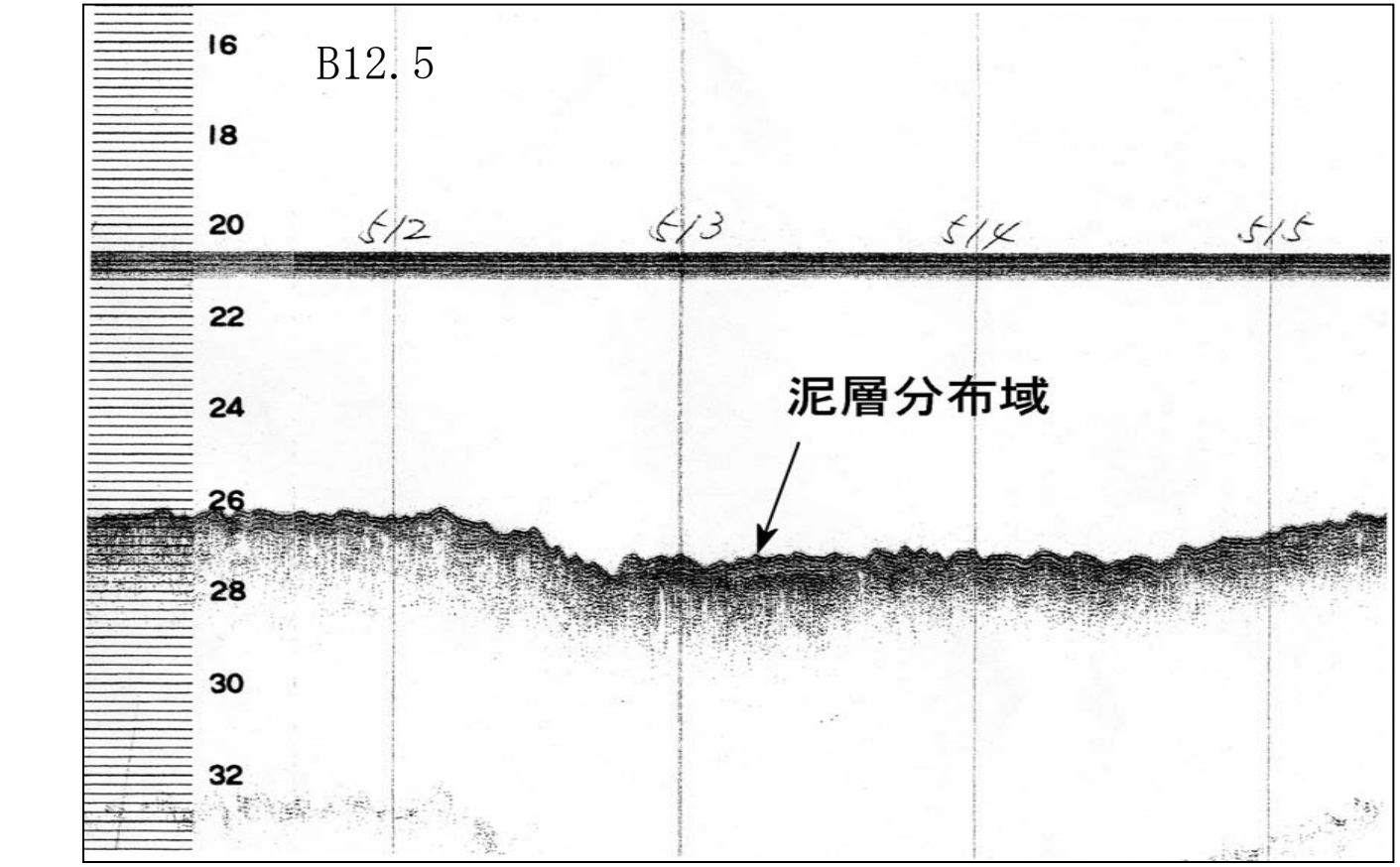
地点名	測定方法	堆積物の厚さ等			
St.A	測点(北→南)	2m	5m	8m	平均値
	鉄筋を手にて押込める深さ	―	―	―	
	ハンマーにて打込める深さ	100cm以上	100cm以上	100cm以上	100cm以上
St.B	測点(北→南)	2m	5m	8m	平均値
	鉄筋を手にて押込める深さ	51cm	57cm	55cm	54cm
	ハンマーにて打込める深さ	149cm	95cm	107cm	117cm
St.C	測点(北→南)	2m	5m	8m	平均値
	鉄筋を手にて押込める深さ	42cm	33cm	41cm	39cm
	ハンマーにて打込める深さ	117cm	95cm	107cm	106cm
St.E	測点(西→東)	6m	8m	10m	平均値
	泥土厚を測定	0cm	2cm	3cm	2cm



弁天島東側断面

西側斜面部の一部で泥層が潜水調査により確認されたが、記録上では判断できなかった。

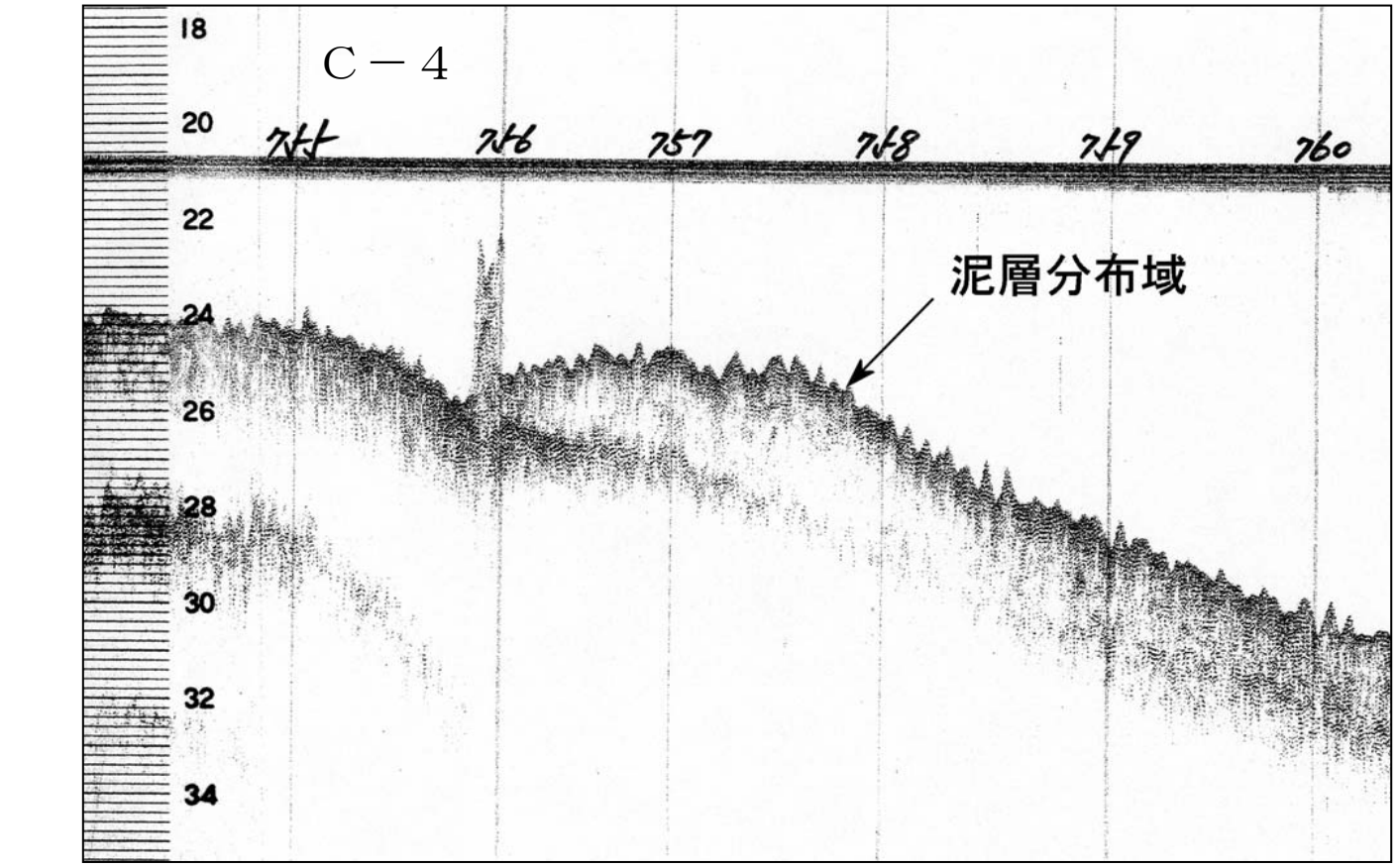
図－25　SH-20 記録



三崎川河口沖の南北方向断面

周囲が砂の堆積で、部分的に泥土分布が見られる。
本記録での層厚は 0.5m を示している。

図－26　SH-20 記録



下川口漁港前離陸岸堤付近の記録断面

記録髪測位番号 756 付近は離岸堤で、その沖側が泥質分の多い堆積地帯となっている。最大層厚 2.6m を示す。

図－27　SH-20 記録

③ 堆積量の推定

海底土砂（細粒堆積物）の堆積量をまとめた添付資料－6.1（弁天島東側）及び添付資料－6.2（3 号地周辺）の堆積層厚図の内容について以下に述べる。

ⅰ 弁天島東側

弁天島東側における海底堆積土砂（泥土；M）の堆積分布面積は、底質分布図の弁天島東側泥土分布域の面積より、分布面積；A＝1,759m^2になる。

本地点での堆積層厚は、SH-20 の記録から泥土の判別はつかなかったが、潜水調査による直接観測で 10cm～30cm 程度の泥の層が確認された。また海底地形調査によるマルチビーム測深機の地形データからは泥の分布範囲の縁にて最大で 1.1ｍの泥土層崖と考えられる地形を確認した。

今回の調査では SH-20 のデータから層厚が判断できないため、堆積土量の算定に用いる堆積厚は泥の分布域の縁のデータを用いる。従って泥土が 10cm～30cm の層厚にわたって堆積している場合を最小の堆積量とし、10cm～110cm（1.1m）にわたって堆積している場合を最大の堆積量として考える。

以上から、

最小平均厚さ h_{min}=(10cm+30cm)/2=20cm

最大平均厚さ h_{max}=(10cm+110cm)/2=60cm

として海底堆積土砂量を算定する。

従って、海底堆積土砂量;V_{min}、V_{max}は

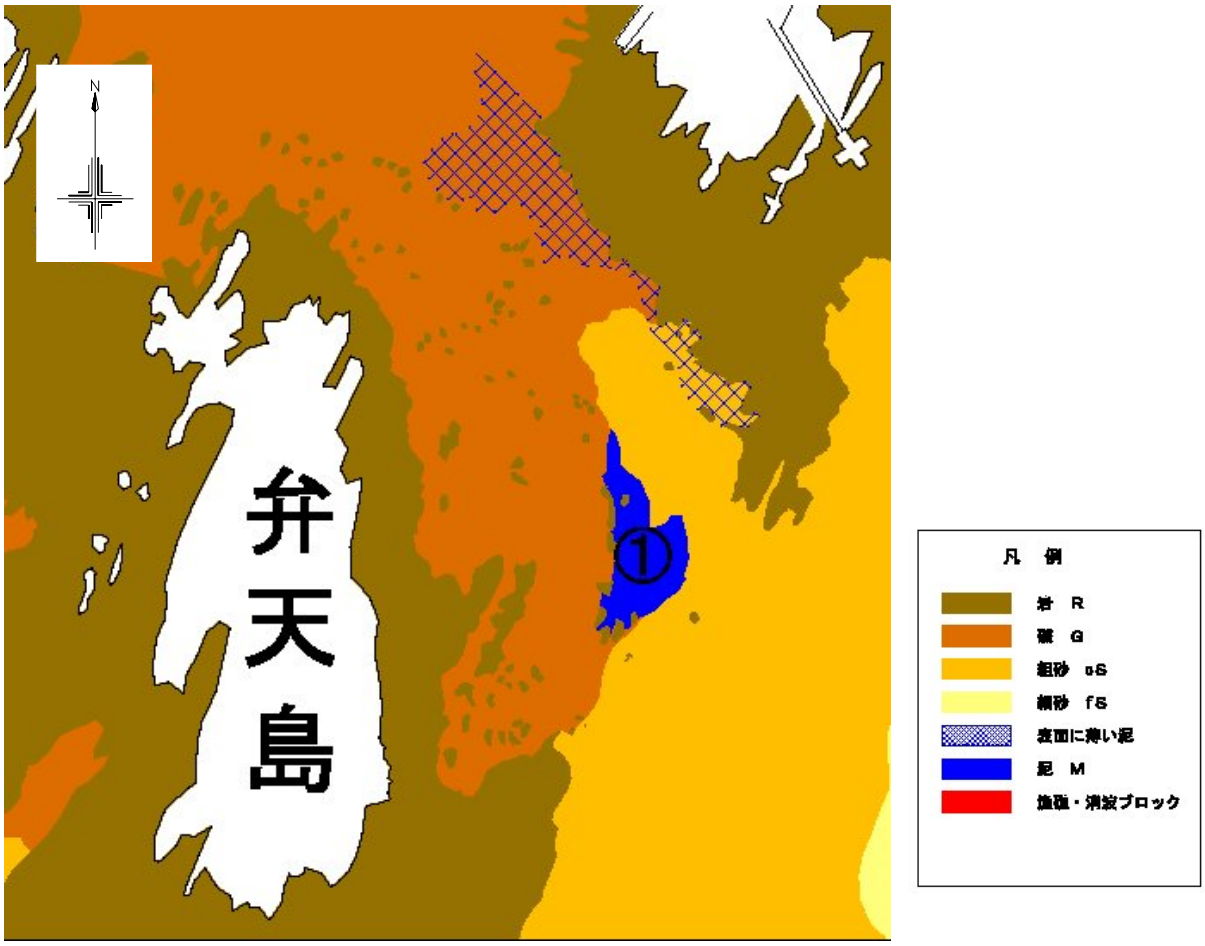
$$V_{①min}＝A×h_{min}$$
$$＝1,759m^2×0.2m$$
$$＝351.8m^3$$
$$＝約\ 350m^3$$
$$V_{①max}＝A×h_{max}$$
$$＝1,759m^2×0.6m$$
$$＝1,055.4m^3$$
$$＝約\ 1,060m^3$$

よって、弁天島東側の海底土砂量；$V_{①}$は、

$$V_{①}＝約\ 350m^3～約\ 1,060m^3$$

となる。図－28 に底質分布図の概略図を示す。

但し、底質分布図にて陸側に示した表層に薄い泥の堆積の部分に関しては、礫等の間隙に堆積している泥土層厚等が未解明である為、今回の調査では分布域（底質分布図、緑網掛け部）の推定のみに留めた。



図－28　底質分布

ii 3 号地周辺

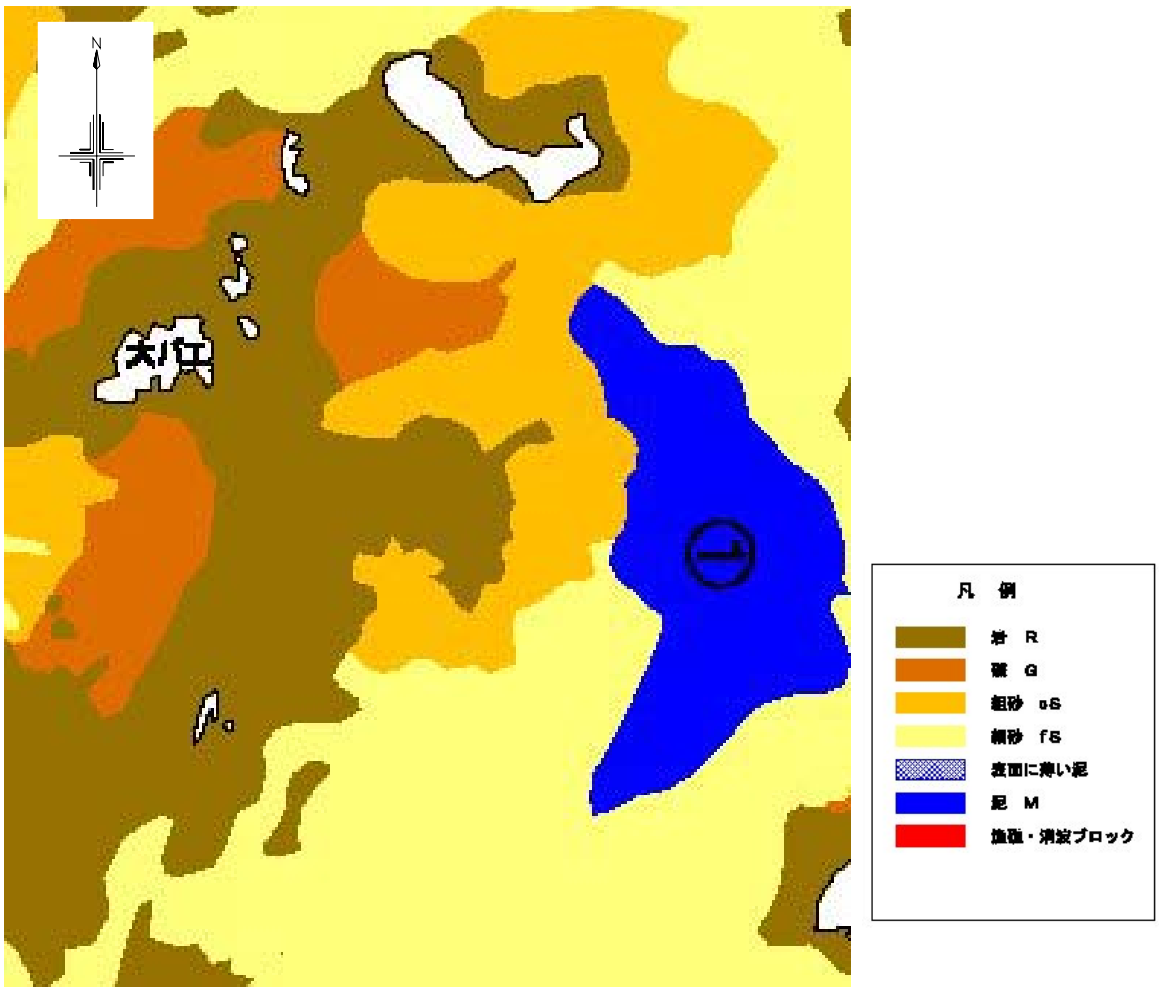
3 号地周辺における海底堆積土砂（泥土；M）の堆積分布面積は、底質分布図の 3 号地周辺（大碆東側）の泥土分布域の面積より、分布面積；A＝11,410m^2 になる。

また三崎川河口沖の大碆東側の泥土分布域（SH-20 記録２）では、記録紙上で 50cm 程の層厚を示している。同様に海底地形から読みとった泥層の水深差は、最大 0.8m あったが、記録紙上平坦に堆積する平均層厚を 0.5m として泥土量を推算した。

従って、弁天島東側における海底堆積土砂量;V は、

$$V_{①} = A \times h$$
$$= 11,410m^2 \times 0.5m$$
$$= 5,705.0m^3$$
$$= 約\ 5,700m^3$$

となる。図－29 に底質分布図の概略図を示す。



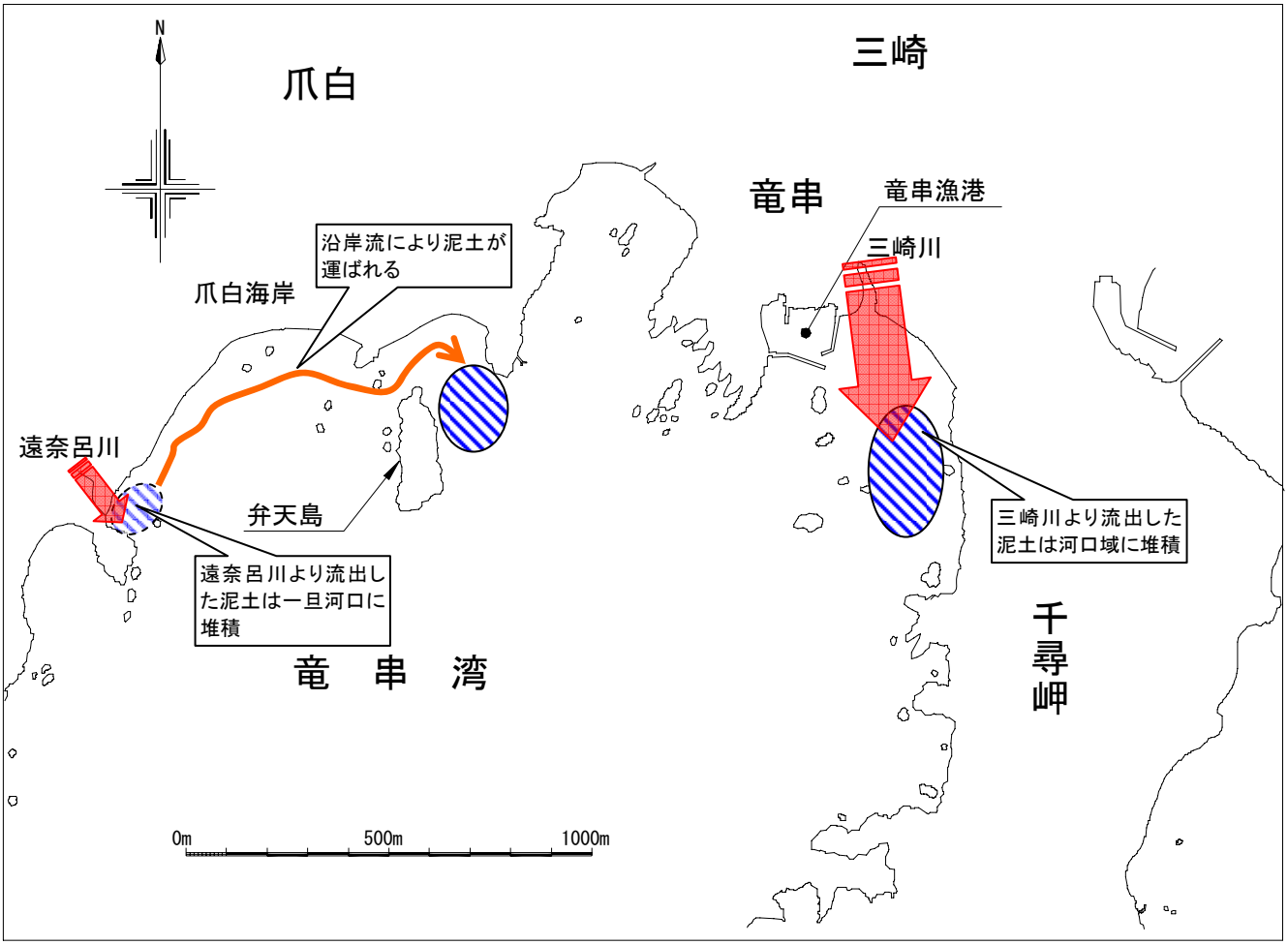
図－29　底質分布

５．弁天島東側および３号地周辺に堆積する泥土の発生源

平成 13 年に発生した西南豪雨（以下、災害時）によって、竜串湾内にもたらされた大量の泥土は図-30 に示す経路により弁天島東側および 3 号地周辺に堆積したことが、これまでの調査結果から明らかとなった。

弁天島東側の海域に堆積した泥土は災害時、遠奈呂川から流入し一旦河口部に堆積した泥土が沿岸流により弁天島東側へ移動、再堆積したと考えられる。また 3 号地周辺に堆積した大量の泥土は三崎川から流入し、その河口部にあたる 3 号地周辺海域に堆積したと考えられ、その周辺においては泥土の他、三崎川流域からもたらされたと思われる沈木等も漁業者等により確認されている。

以上より、今回の調査において確認された弁天島東側海域および 3 号地周辺海域に堆積する大量の泥土は、遠奈呂川、三崎川それぞれの流域から発生した泥土と考えられる。



図－30　弁天島東側海域および 3 号地周辺海域に堆積する泥土の起源

６．まとめ

今回の調査結果で、竜串湾内の海底地形・地質の全貌と泥土の堆積状況が明らかになった。その成果を以下にまとめる。

（１） 竜串湾内の海底地形の全貌

① 竜串湾の海岸付近は等深線が密に分布し起伏の激しい岩礁地形が広がっている。特に弁天島周辺から南西に走行している岩礁地形が特徴的である。

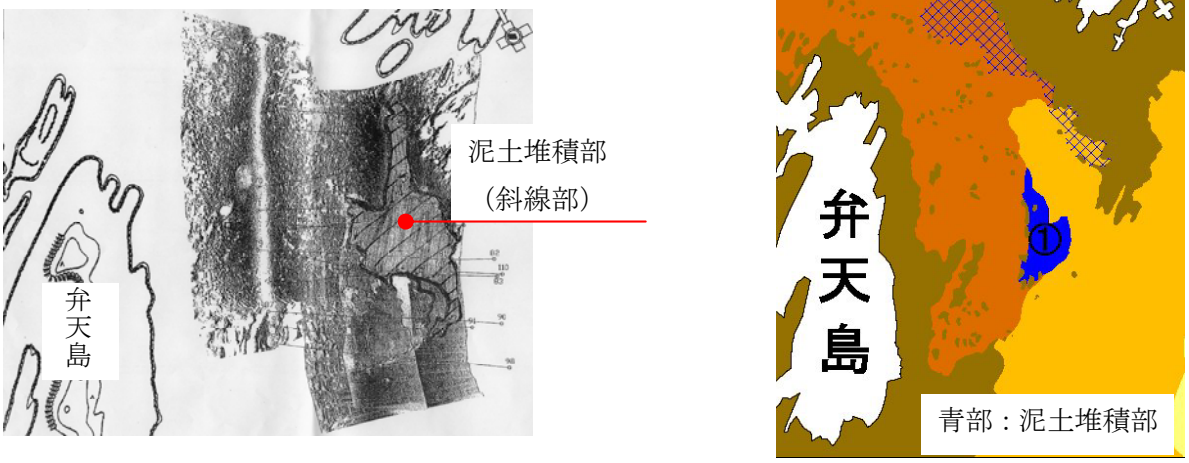
② 竜串湾の中央に走る岩礁にて分けられた東側は湾奥の三崎川河口から沖に向かい、平均 2/100 程度の緩傾斜の扇状地形を形成している。また西側は下川口漁港から沖に向かい、湾東側よりやや傾斜が強い平均 3～4/100 程の緩傾斜面を形成している。特徴的な地形として城ノ岬の東側は、弁天島から延びる岩礁地形に挟まれて平坦な堆積地形を呈し、沖側の水深 28m 付近に設けられている魚礁周辺は、魚礁を頂点とした陸側の平坦面が顕著に表れている海底地形を呈している。

（２） 竜串湾内の海底地質の全貌

① 弁天島周辺に分布する“竜串”と呼ばれる奇岩が南西方向に層状に延び、本調査区域を２分するように水深 30m付近まで至っている。岩盤域が岸線以外にも“大碆”や“見残し”西側の湾央付近にも独立して分布し、岩盤の間の凹地を砂礫が埋めている。

② 湾内の広い範囲に細砂が分布しており、調査海域の西側、あるいは沖側には泥混じりの砂が確認された。

③ 泥土の堆積は弁天島の東側、“大碆”の東側、および宗呂川で確認された。弁天島の東側では予備調査（５月）時に比べると範囲が小さくなっていた。今夏の記録的な（規模、数）台風の襲来により、海底泥の分布状況が変わったものと推定される。（図－31 参照）



図－31　泥土堆積状況の変化（左：５月予備調査時、モザイク図）
（右：今回調査結果、底質分布図）

（3） 竜串湾内における泥質堆積物の堆積状況

① 弁天島東の泥土堆積量は、$V_{①}$＝約 350m^3～約 1060m^3 と推定される。

② 大碆東の泥土堆積量は、$V_{①}$＝約 5,700m^3 と推定される。

③ 今回の調査結果で、下川口地区の宗呂川前面で泥土の存在が確認された。

④ 潜水士、ビデオカメラによる調査から、転石・砂礫間の泥の堆積が確認された。

7．今後の課題

平成 15、16 年度の調査結果を踏まえ、事業化に向けて以下の課題としてあげられる。

① 宗呂川河口部の泥土に関する検討

今回の調査で、宗呂川河口における泥土の存在が明らかになった。平成 15 年度の調査では宗呂川前面が調査対象外であったため、ここで発生する濁りが竜串湾内のサンゴに及ぼす影響についての検討がなされていない。宗呂川河口における泥土の堆積状況の詳細把握、流れの実態調査、影響予測が必要である。

② 堆積泥の移動に関する検討

海底地形・地質の詳細な調査結果を取り込んだベースマップをもとに、上記の宗呂川河口の条件を加えて堆積泥の移動を予測し、泥土除去区域の確定基礎資料とする。

③ 泥土除去区域の確定

現地調査、実証試験の実施過程で、泥土堆積場所以外でも濁りが発生することが明らかになった。現在実施中の河川水質、海域の濁度、海底土中の SS、サンゴ調査等を総合的に解析し、事業化（堆積泥土除去）を効率良く、効果的に行なうための対象区域（優先順位）の確定が必要である。

8．参考文献

・沿岸の海の基本図　「足摺岬」　　海上保安庁　1984 年 3 月

・「潮　汐　表」（平成 16 年版）　　海上保安庁　2003 年 1 月

・本州南・東岸水路誌（書誌第 101 号）　海上保安庁　2002 年 3 月

９．添付資料

●工程表（添付資料－１）

●成果図

- 水　深　図（添付資料－2）
- 海底地形図（添付資料―3）
- 海底面状況図（モザイク図）（添付資料－4）
- 海底面状況図（底質分布図）（添付資料－5）
- 堆積層厚図（弁天島東側）（添付資料－6.1）
- 堆積層厚図（3 号地周辺）（添付資料－6.2）
- 海底鯨瞰図（添付資料－7）

平成16年度　竜串地区自然再生推進計画調査　調査実施工程

計画工程　：
実施工程　：

平成16年10月

月		9																			10月	備　考
日		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
曜日		土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	金	土	日	月	火	水	木	
工　種	内　容																					
移　動	往路移動																					
	復路移動													先発					後発			
海底地形調査	SEABAT（マルチビームソナー）									午後中止（高波）				午後中止（雨）								
	PDR130（1素子測深）											機材落水										
海底面探査	ｼｽﾃﾑ3000（サイドスキャン）																					
	アイボール（水中ビデオ）																					
堆積泥調査	SH-20（泥厚測定）																					
	潜水調査																					
成果作成																						

竜串

下川口

片粕

千尋岬

城ノ岬

弁天島

見残し

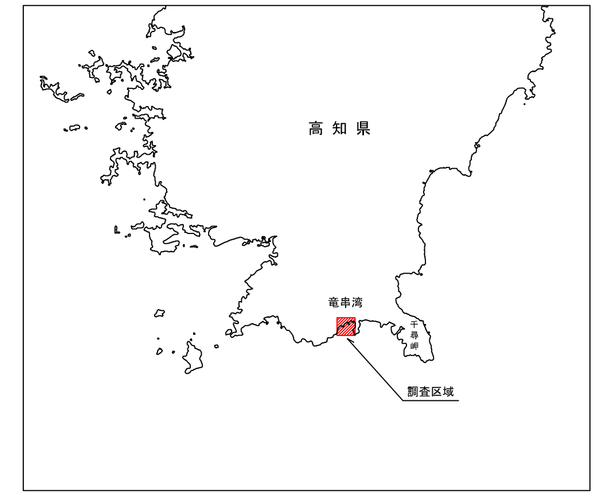
宗呂川

遠奈呂川

三崎川

片粕川

高下川



調査位置図

S=1:5,000

100m 0m 100 200 300 400 500m

業務名	平成16年度 竜串地区 自然再生推進計画調査（海底土砂堆積状況等調査）
図面名	水深図
年月日	平成16年11月
尺度	1:5,000
図面番号	第2-内
請負者	株式会社 東京久栄
発注者	環境省

竜串

下川口

片粕

千尋岬

弁天島

城ノ岬

見残し

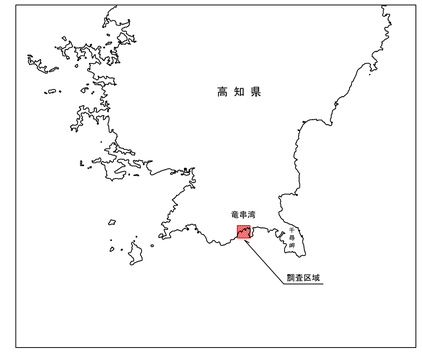
宗呂川

遠奈呂川

三崎川

片粕川

大鳴



調査位置図

S=1:5,000

100m 0m 100 200 300 400 500m

業務名	平成16年度 竜串地区 自然再生推進計画調査(海底土砂堆積状況等調査)
図面名	海底地形図
年月日	平成16年11月
尺度	1:5,000 図面番号
請負者	株式会社 東京久栄
発注者	環境省

竜串

下川口

片粕

千尋岬

弁天島

城ノ岬

見残し

宗呂川

遠奈呂川

片粕川

三崎川

竜串湾

調査区域

高知県

調査位置図

凡　例

St. A　採泥点

調査範囲

調査範囲（SH20）

S=1:5,000

100m　0m　100　200　300　400　500m

業務名	平成16年度　竜串地区 自然再生推進計画策定（海底土砂堆積状況等調査）
図面名	海底モザイク図（状況図）
年月日	平成16年11月
尺度	1:5,000　図面番号　其之六
調査者	株式会社　東京久栄
発注者	環境省

竜串

下川口

片粕

千尋岬

弁天島

城ノ岬

見残し

宗呂川

遠奈呂川

三崎川

片粕川

鳥ノ瀬

大瀬

調査位置図

凡　例

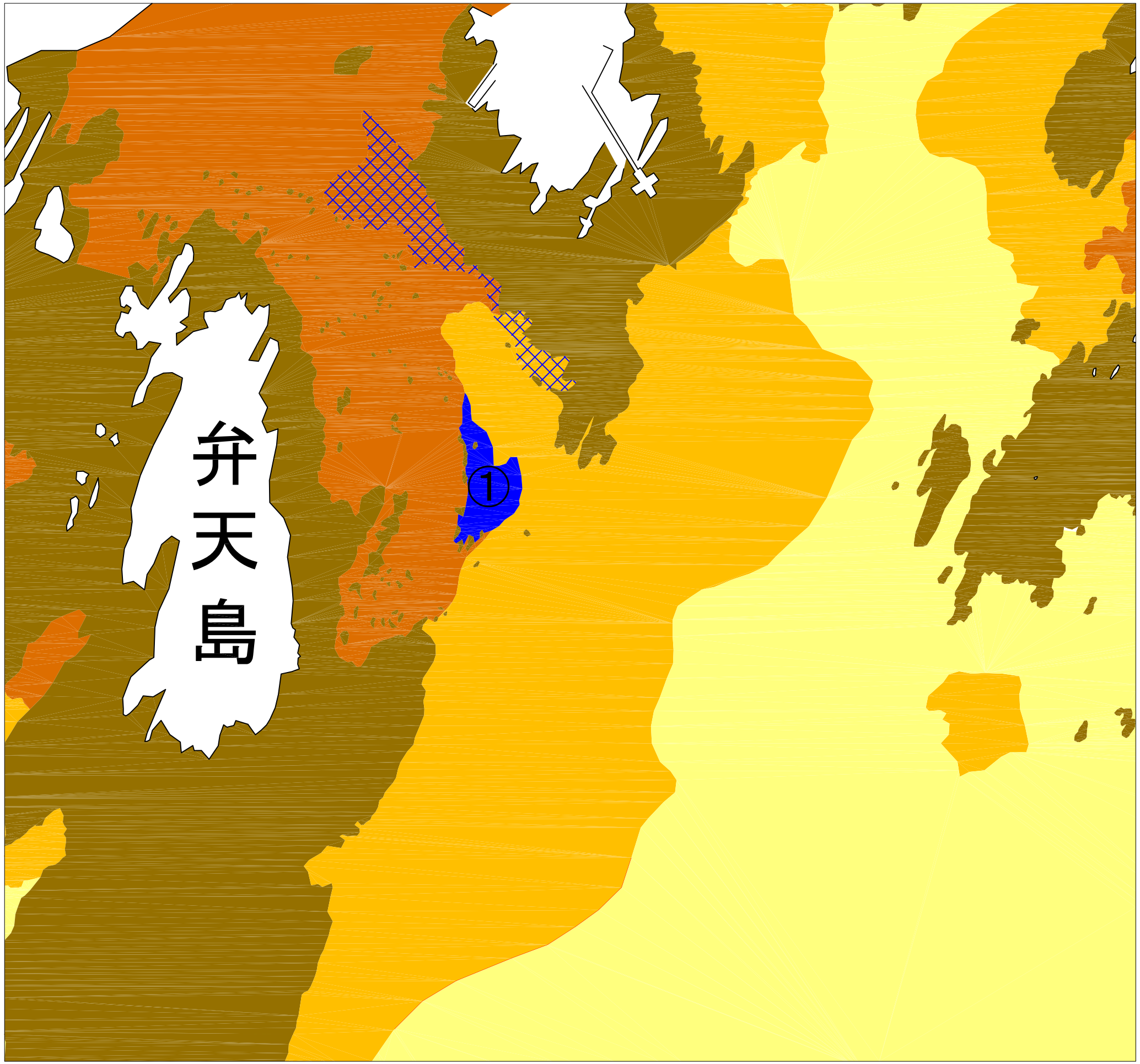
- 岩　R
- 礫　G
- 粗砂　cS
- 細砂　fS
- 表面に薄い泥
- 泥　M
- 漁礁・消波ブロック

S=1:5,000

100m　0m　100　200　300　400　500m

業務名	平成16年度　竜串地区 自然再生推進計画調査（海底土砂堆積状況等調査）
図面名	底質分布図
年月日	平成16年11月
尺度	1:5,000　図面番号　葉之内
請負者	株式会社　東京久栄
発注者	環境省

堆積層厚図（弁天島東側）



凡　例

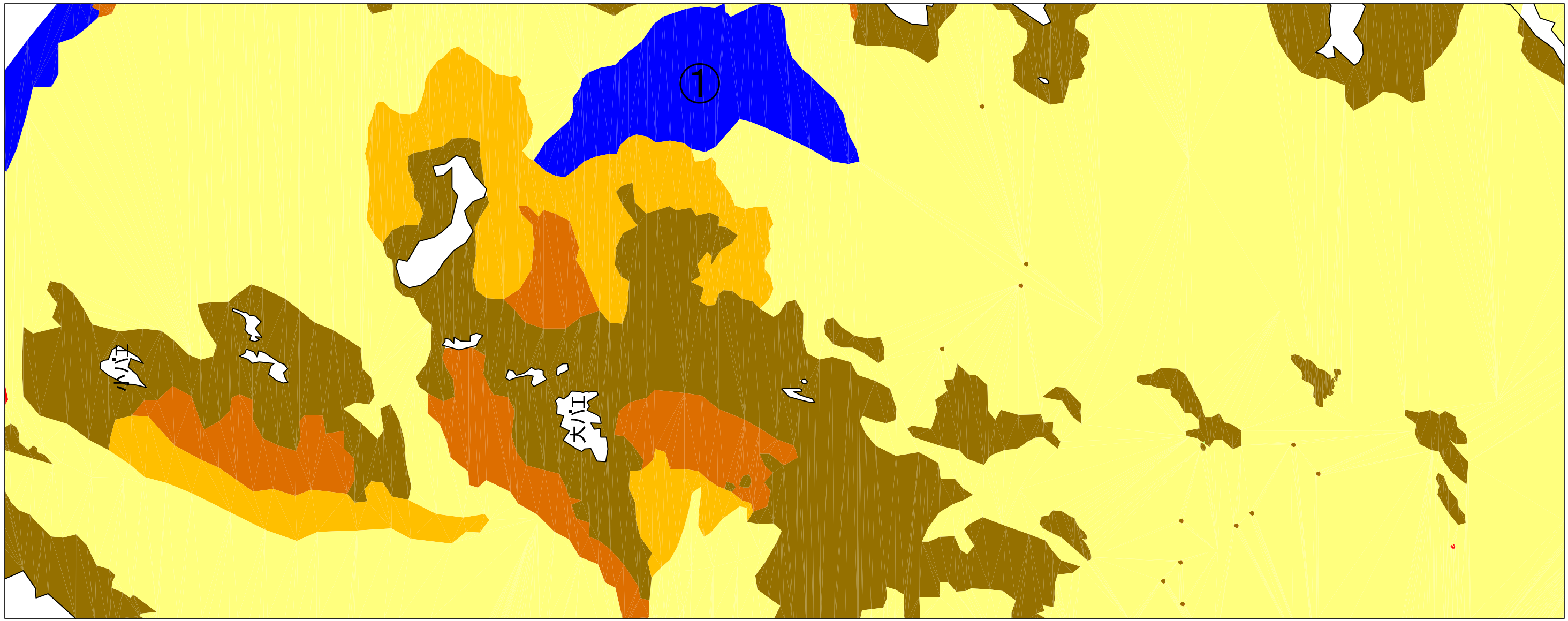
- 岩　R
- 礫　G
- 粗砂　cS
- 細砂　fS
- 表面に薄い泥
- 泥　M
- 漁礁・消波ブロック

泥質堆積物土量推算
泥層厚を0.5mとして算出

ブロック名	分布面積×層厚	土　量(m^3)
①	1,759×0.5	879.5
合　計		939.5

業　務　名	平成16年度　竜串地区 自然再生推進計画調査（海底土砂堆積状況等調査）		
図　面　名	堆積層厚図（弁天島東側）		
年　月　日	平成16年11月		
尺　　度	1:2,500	図面番号	葉之内
請　負　者	株式会社　東京久栄		
発　注　者	環境省		

堆積層厚図（三崎川河口）



凡　例

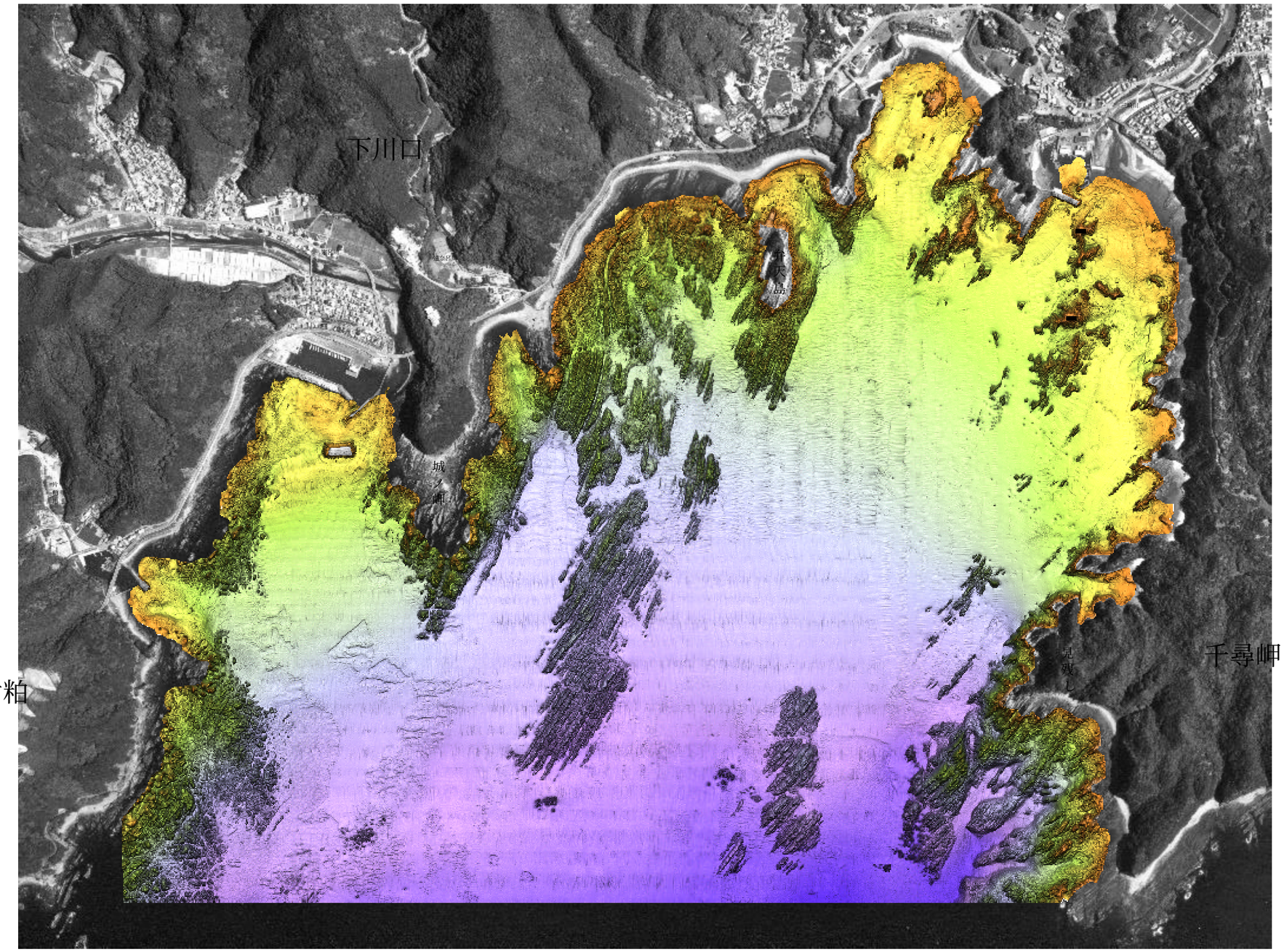
- 岩　R
- 礫　G
- 粗砂　cS
- 細砂　fS
- 表面に薄い泥
- 泥　M
- 漁礁・消波ブロック

泥質堆積物土量推算
泥層厚を0.5mとして算出

ブロック名	分布面積×層厚	土 量(m^3)
①	11,410×0.5	5,705.0
合　計		5,705.0

業 務 名	平成16年度　竜串地区 自然再生推進計画調査(海底土砂堆積状況等調査)		
図 面 名	堆積層厚図（三崎川河口）		
年 月 日	平成16年11月		
尺　　度	1:2,500	図面番号	葉之内
請 負 者	株式会社　東京久栄		
発 注 者	環境省		

竜串



調査位置図

S=1:5,000

業務名	[redacted]
図面名	海底地質図
年月日	平成16年11月
尺度	1:5,000
図面番号	
請負者	株式会社 東京久栄
発注者	環境省