

駿河湾奥部（富士川河口～田子の浦）の海底地形と海底面状況

村中康秀¹・神谷貴文¹・伊藤彰²・大山康一¹・渡邊雅之³・小野昌彦⁴・丸井敦尚⁴

(2016年10月31日受付 2017年9月1日受理)

Bottom topography and condition of seabed between the mouth of Fuji River and Tagonoura in Suruga Bay

Yasuhide MURANAKA¹, Takafumi KAMITANI¹, Akira ITO²,
Koichi OYAMA¹, Masayuki WATANABE³, Masahiko ONO⁴,
Atsunao MARUI⁴

要 旨

富士山南麓においては涵養された地下水が平野部に達していることは明らかになっているが、海底湧出地下水として湧出しているかは確認できていない。現在、筆者らのグループは駿河湾における海底湧出地下水の湧出位置の確認や採水・分析による涵養域の評価を試みている。本研究では、これら調査の基礎となる海底地形調査、海底面状況探査および地層探査を駿河湾奥部において実施した。海底地形調査を行い、駿河湾奥部における水深500m程度までの2mメッシュの海底地形図を作成した結果、田子の浦港沖西側で、水深120m～140m付近で比高30m程度の急崖域が海岸線に平行方向に幅3kmにわたり連続して確認された。その谷部の急崖域は馬蹄形を呈し、幅は200m程度、傾斜角は70度以上であった。奥駿河湾における海底面状況調査から、富士川河口周辺では海岸線沿いの浅海部に砂やシルト等の細粒土が厚く堆積している一方で、田子の浦周辺では海岸線沿いの浅海部には粗い砂や礫が堆積していると推定される。また、調査範囲全域において海底谷の谷筋には礫が堆積しており、尾根周辺では砂やシルト等の細粒土が堆積し、尾根の斜面では部分的に露岩があると推定される。さらに部分露岩域と海底地形調査で確認された急崖域の分布はおおむね一致していた。海底地形図や海底面状況図を基に遠隔操作無人探査機を用いて海底の状況を調査したところ、田子の浦港沖西側の急崖は岩から成っていることを確認され、崖の下には角張った大きさ数mの柱状の岩石が散在していたことから急崖は地すべりや崖の崩壊により現れたと推測される。

キーワード：駿河湾、富士川、田子の浦、海底地形、海底面状況、遠隔操作無人探査機

Key Words : Suruga Bay, Fuji River, Tagonoura, bottom topography, condition of seabed, remotely operated vehicle

I 緒言

富士山の地質や水収支に関しては村下(1982)、土(2004)、安原ほか(2007)らにより多くの研究が実施され、現在の富士山(新富士火山噴出物)の下には難透水性の古富士火山噴出物が存在するため、透水性に富む新富士火山噴出物が地下水を溜める帯水層であること、東麓の小浜池、柿田川、西・

南麓の湧玉池、白糸ノ滝、猪之頭湧水など規模の大きな湧水はいずれも新富士旧期溶岩流の末端に存在していることなどが明らかになっている。

また、富士山の南麓に接する駿河湾北岸平野においても地下水に関する研究が盛んに行われてきた。例えば池田(1982)によれば、我が国では3°C/100mの地下増温率があるといわれているが、本地域では富

1. 静岡県環境衛生科学研究所 2. 静岡県くらし・環境部環境局生活環境課

3. 静岡県工業技術センター 4. 国立研究開発法人 産業技術総合研究所

Corresponding author: Yasuhide MURANAKA E-mail: yasuhide1_muranaka@pref.shizuoka.lg.jp

士川系沖積層（深度 20m～80m）17.1℃、その下の富士溶岩層地下水（深度 30m～120m）15.7℃、さらにその下の古富士系集塊質泥流層中の地下水（深度 150m～250m）13.6℃のように深度を増す毎に低温を示し、愛鷹系火山砂礫層においても上部層（深度 30m～120m）15.7℃、下部層（深度 140m～250m）14.7℃と同様の傾向を示している。佐藤・鈴木（1996）は富士山山麓の湧水および地下水の水温と標高との関係について調べ、富士山山体内の主要な流動系はかなり大きく特に南側で発達しており、その規模は 600～1,000m で高地部において浸透した水が比較的早く流下したものとしている。

以上のように、富士山南麓においては涵養された地下水が平野部に達していることは明らかになっている。一方で、富士山地域の地下水と海水との相互作用については、落合（1969）が富士山南東麓に分

布する三島溶岩中の地下水が駿河湾に流出していること、村下（1982）が沿岸部の新富士溶岩地下水における塩化は海水侵入によるものとしていることや Kato et al. (2015) が塩分濃度を測定し田子の浦港東部の水深 95.5m において低塩分の海水領域が認められ地下水湧出による可能性を示唆したことなど散見される程度で、海底湧出地下水の確認やその涵養域など詳細に調査されていない。

静岡県環境衛生科学研究所と産業技術総合研究所では、これらの富士山地域の水循環に関する知見を踏まえ、現在、駿河湾における海底湧出地下水の湧出位置の確認や採水・分析による涵養域の評価を試みている。本稿では、これら調査の基礎となる海底地形調査、海底面状況探査および地層探査を、図 1 に示す富士川河口～田子の浦沖の駿河湾奥部において実施したので報告する。

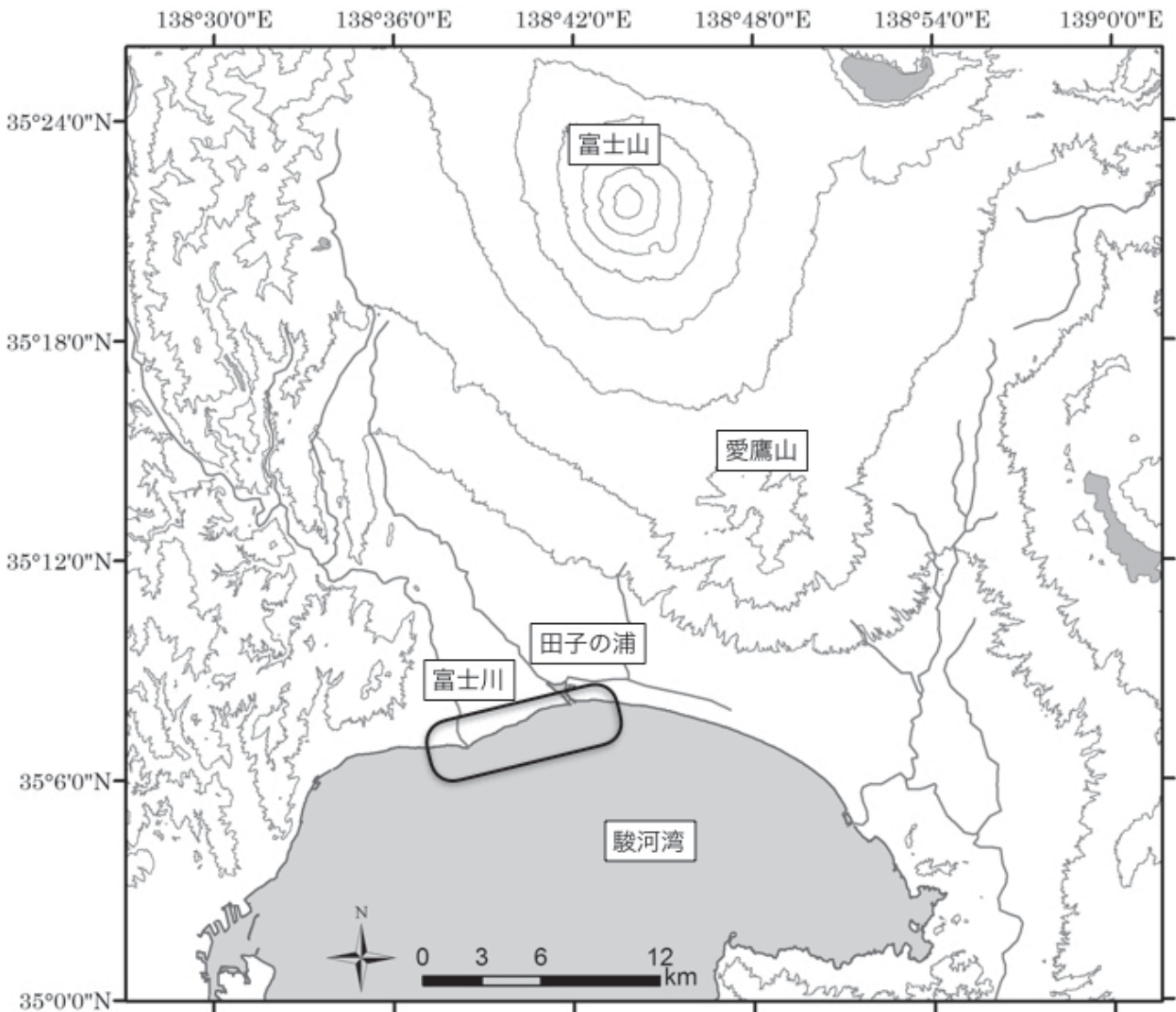


図1 調査対象海域
調査対象地域：○で囲んだ範囲

II 方法

海底地形調査、海底面状況調査および地層調査を実施し、作成した海底地形図や海底面状況図を基に抽出した急崖域かつ部分露岩域である区域を対象に、遠隔操作無人探査機（以下、ROVとする。）を用いた海底面状況調査を行った。各調査の時期は表1に、調査範囲や調査地点は図2に示し、詳細を以下に示す。

1 海底地形調査

富士川河口断層帯がある富士川河口周辺および新富士溶岩が分布する富士川河口～田子の浦間の駿河

表1 調査内容と調査時期

調査内容	調査時期
海底地形調査	2014年8月3日～27日： 水深5～250m程度の範囲 2015年8月3日～27日： 水深250～500m程度の範囲
海底面状況調査 および地層調査	2014年1月9日～23日： 富士川周辺 2014年12月1日～18日： 田子の浦周辺
遠隔操作無人探査機による 海底観察調査	2015年から2016年の間で5回

湾奥部を対象に海底地形調査を実施した（図2）。調査は、水深5～250m程度の範囲を2014年8月3日～27日、水深250～500m程度の範囲を2015年8月3日～27日に実施した（表1）。測線は南北方向に配置し、可能な限り高密度なデータが得られるように測線間隔は設定した。測線間隔は、水深50m以深では100m間隔とし、一度のスワスで得られる測定幅を140m以内に保つようにスワス角度を調整し測定した。水深50m以浅の浅海部では、岸方向に平行な東西方向の測線を設けて、測深データの未測域が生じないように測線間隔を調整しながら測定した。

海底地形調査で用いた機器を表2に示した。本調査は複雑な微地形を対象としているため測深機はクロスファンビーム方式とし、水深250m程度まで（2014年）はR2Sonic社製ナローマルチビーム測深機Sonic2024、水深500m程度まで（2015年）はSonic2026を調査船に取り付けて調査を行った。調査では船の速度を3～4ノット程度の等速度で実施した。調査船の位置はApplanix社製POSMVを用いて測位した。なお、作業開始前に調査区域内

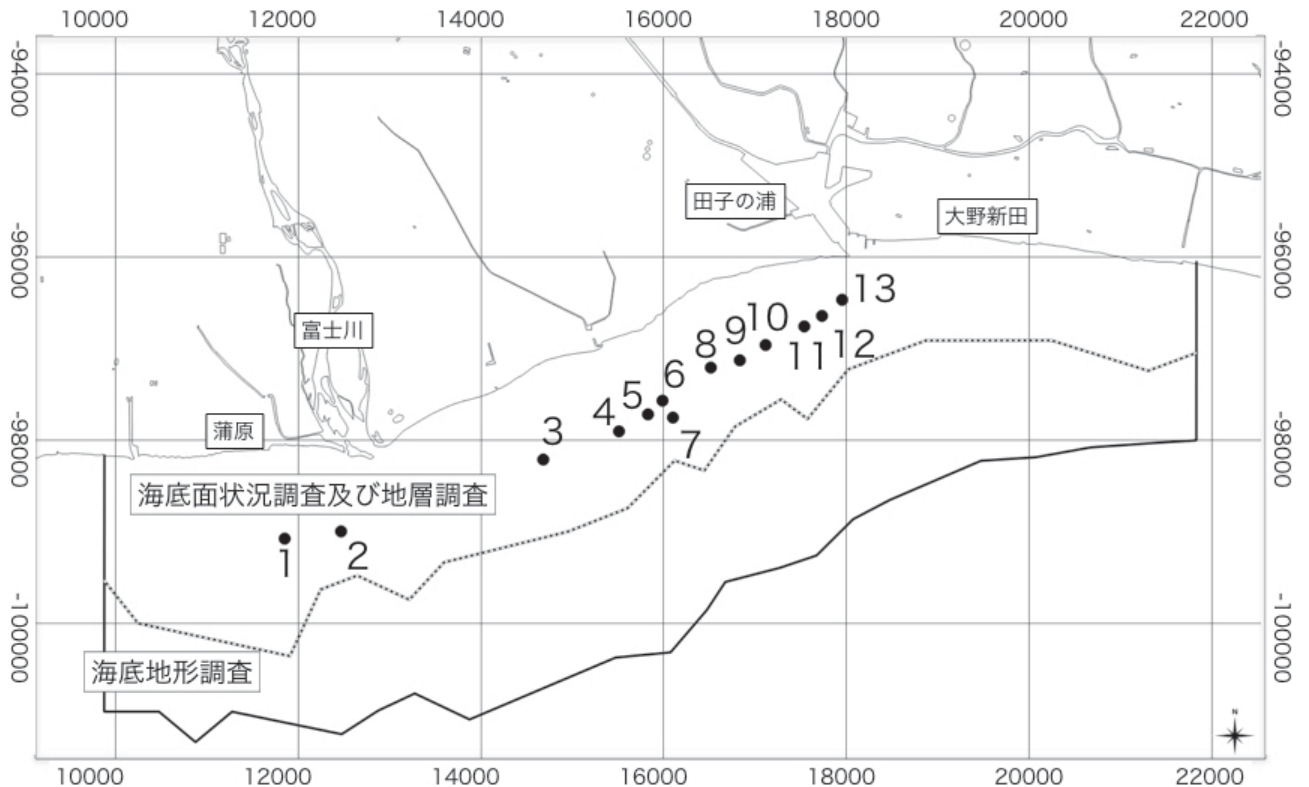


図2 海底地形調査、海底面状況調査および地層調査の範囲と遠隔操作無人探査機による調査地点
 平面直角座標Ⅷ系で座標の単位は m
 — で囲んだ範囲：海底地形調査（水深500mまで）
 で囲んだ北側の範囲：海底面状況調査および地層調査
 ●：遠隔操作無人探査機による調査地点

の6地点において、(株)鶴見精機製水中音速度計XCTD-4により水中音速データを測定し、測深データを補正した。また、本調査における水深データへの潮汐補正データは気象庁所管の清水港験潮所のリアルタイム験潮データを平滑化処理した値を用い東京湾平均水面(TP)とした。

表3に本調査で用いた水深帯毎の使用周波数の概略を示した。Sonic2024およびSonic2026は音波の発振周波数を10kHzごとに可変できる。本調査では、可能な限り高分解能の測深データを得る目的から、水深に応じて可能な限り発振周波数が高い音波を用いて調査した。

表2 海底地形調査に用いた機器

機器名・型式	性能・諸元
ナローマルチビーム測深機 R2Sonic社製 Sonic2024	周波数：200～400kHz 10kHzステップ可変 ビーム数：256本 スワップ幅：10～160° フットプリント： 左右0.5°～1.0° 前後1.0°～2.0° 測深分解能：12.5mm
ナローマルチビーム測深機 R2Sonic社製 Sonic2026	周波数：100～400kHz 10kHzステップ可変 ビーム数：256本 スワップ幅：10～160° フットプリント： 左右0.5°～2.0° 前後0.5°～2.0° 測深分解能：12.5mm
船位測定システム Applanix社製 POSMV (Position & Orientation System for Marine Vessel)	RTK-GPS方式(慣性計測) 測位：0.02～0.1m ロール・ピッチ：0.005° ヒープ：3.5cm(3.5%) 真方位：0.025° 船速：0.005m/s(RTK)
投げ込み式水中音速時計 (株)鶴見精機製 XCTD-4	計測深度：1850m 仕様最大船速：6ノット 計測時間：502秒

表3 水深と測深機の使用周波数

水深	使用周波数(kHz)
200m以浅	400
200m～300m	400～300
300m～400m	300～200

2 海底面状況調査および地層調査

図2に示した海底面状況調査および地層調査の範囲を二つに分け、富士川周辺を2014年1月9日～23日、田子の浦周辺を2014年12月1日～18日に実施した(表1)。海底面状況調査に用いるサイドス

キャンソナーは原理上、ソナー直下のデータが取得しにくいいため、ソナー直下も隣の測線でカバーできるように測線を配置した。また、海底地形が急勾配であることを考慮し、原則として測線の方向は南北方向とし、測線間隔は100m、探査幅は150mとした。また地層調査記録のデータ検証のため、東西方向に2014年1月の調査は5測線、2014年12月の調査では6測線の検測線を設定して、確認を行った。

海底面状況調査および地層調査に用いた機器を表4に示した。海底面状況および地層調査の探査機はサイドスキャンソナー音響画像と地層探査記録が同時取得可能なEdge-Tech社製2000-DSSを用いた。調査は、2000-DSSを積載した曳航体を船尾から5m～500mの長さで曳航し1～2ノット程度の等速度で実施した。船の位置はHemisphere社製船位測定システムVS100により測位し、曳航体の位置はKONGSBERG・SIMRAD社製水中測位機HiPAP350Pを用いて測位した。なお、水中測位では音波伝搬速度が精度に影響するため、作業開始前に調査海域において水中音速度を測定し補正を行った。

これらの調査で得られた結果を解析し、サイドスキャンソナー音響画像から底質判読基準(海洋調査協会2004)に基づき海底面状況図を作成した。サイドスキャンソナー音響画像の濃淡は、海底面状況探査で得られる後方散乱波の振幅に依存し、振幅が大きいと濃く、小さいと薄く記録される。砂やシルト等の細粒土のように柔らかい物質の後方散乱波の振幅は小さく、岩等の硬い物質の振幅は大きくなる。

表4 海底面状況調査および地層調査に用いた使用機器

機器名・型式	性能・諸元
海底面状況および 地層調査の探査機 Edge-Tech社製2000-DSS	海底面状況探査機 適応水深：耐圧2000m 周波数：100/400kHz 最大レンジ： 500m(100kHz) 150m(400kHz)
	地層探査機 送受信周波数： 2kHz～16kHz 最大探査深度： 砂6m、粘土80m
船位測定システム Hemisphere社製VS100	水平精度：<0.6m 方位精度：<0.15°rms@1.0m アンテナ間隔
曳航体の水中測位機 KONGSBERG・SIMRAD社製 HiPAP350P	周波数：21～30.5kHz
投げ込み式水中音速時計 XCTD-4	計測深度：1850m 仕様最大船速：6ノット 計測時間：502秒

3 遠隔操作無人探査機による海底面観察調査

作成した海底地形図および海底面状況図を踏まえて、ROVを用いて海底面の状況を観察した（図2）。なおROVによる調査地点を海底地形図上にプロットしたものを図4に示した。調査は2015年から2016年の間で5回に分けて実施した（表1）。ROVはSeaBotix社製LBV300-5を使用し、Teledyne BlueView社製前方監視ソナーM900-130により確認しながら運行した。ROVの位置はLinkQuest社製水中測位機Track Link 1500HA・TN1505BまたはKONGSBERG・SIMRAD社製LinkQuest社製HiPAP350Pを用いて測位した。

III 結果および考察

1 海底地形調査

本調査域は駿河湾奥部の駿河トラフ北端（根元2005）に位置しており、富士川河口沖に富士川扇状地が分布する（嶋村1986）。調査域の陸域には富士川河口断層帯の存在が知られ、入山瀬断層が海域部に南北方向に延長する海域である（静岡県1996）。根元（2005）によると駿河湾奥部の大陸棚は、幅0.5km～0.8km、外縁水深が50m～150mの範囲

であり、富士川河口沖から田子の浦港を中心に、ガリー状海底谷が大陸棚上から大陸斜面まで発達している。徳山ほか（1991）によると富士川沖の駿河湾北端部は通常海底扇状地とは異なり、多数の海底河川が堆積を行いつつ一点に集中する逆デルタの堆積環境を持つとしている。

本調査で得られた水深データから作成した2mメッシュの海底地形図を図3に示した。また断面の位置を図4、断面図を図5～8に示した。図3に示したとおり、水深20m以浅では比較的平坦な地形を示しているもののその幅は非常に狭く、水深20mを境に平均斜度10度～30度程度の急勾配をもつ斜面域となっていた。特に、水深100m～450mにおいて、南方向または南南東方向に尾根やガリー状の谷地形が認められ、比高150m程度の激しい起伏域が連続的に認められた。蒲原沖～富士川河口沖と田子の浦沖～大野新田沖の谷の等高線は北に凸の地形、富士川河口沖～田子の浦沖の谷の等高線は南に凸の地形となっていた。図5に示す東西方向の断面図のとおり、富士川河口沖～田子の浦沖の範囲で盛り上がっており、この間で堆積が顕著であると推定される。

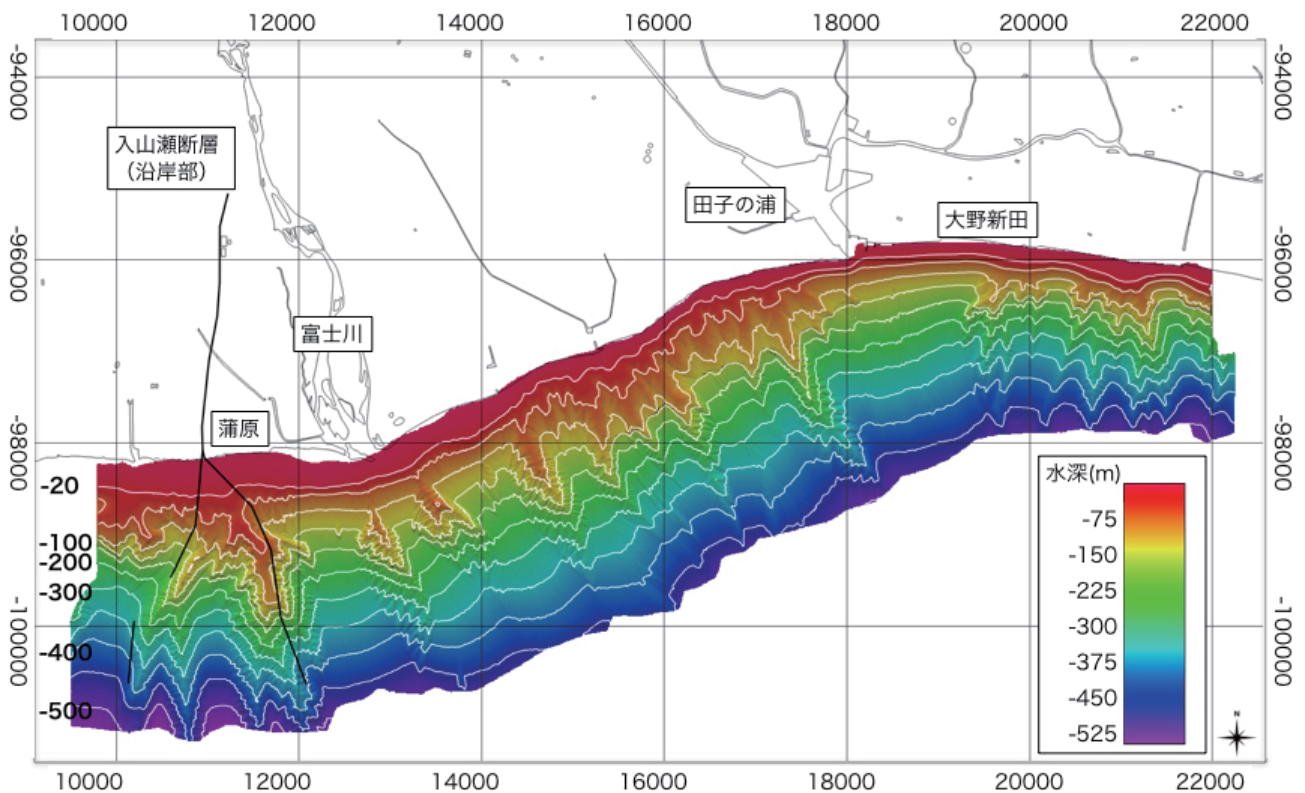


図3 調査から得られた海底地形と沿岸部の入山瀬断層位置
 平面直角座標Ⅷ系で座標の単位はm
 等高線は-20m、-50m以深は50m毎に示した
 断層の位置情報は静岡県（1996）から引用した

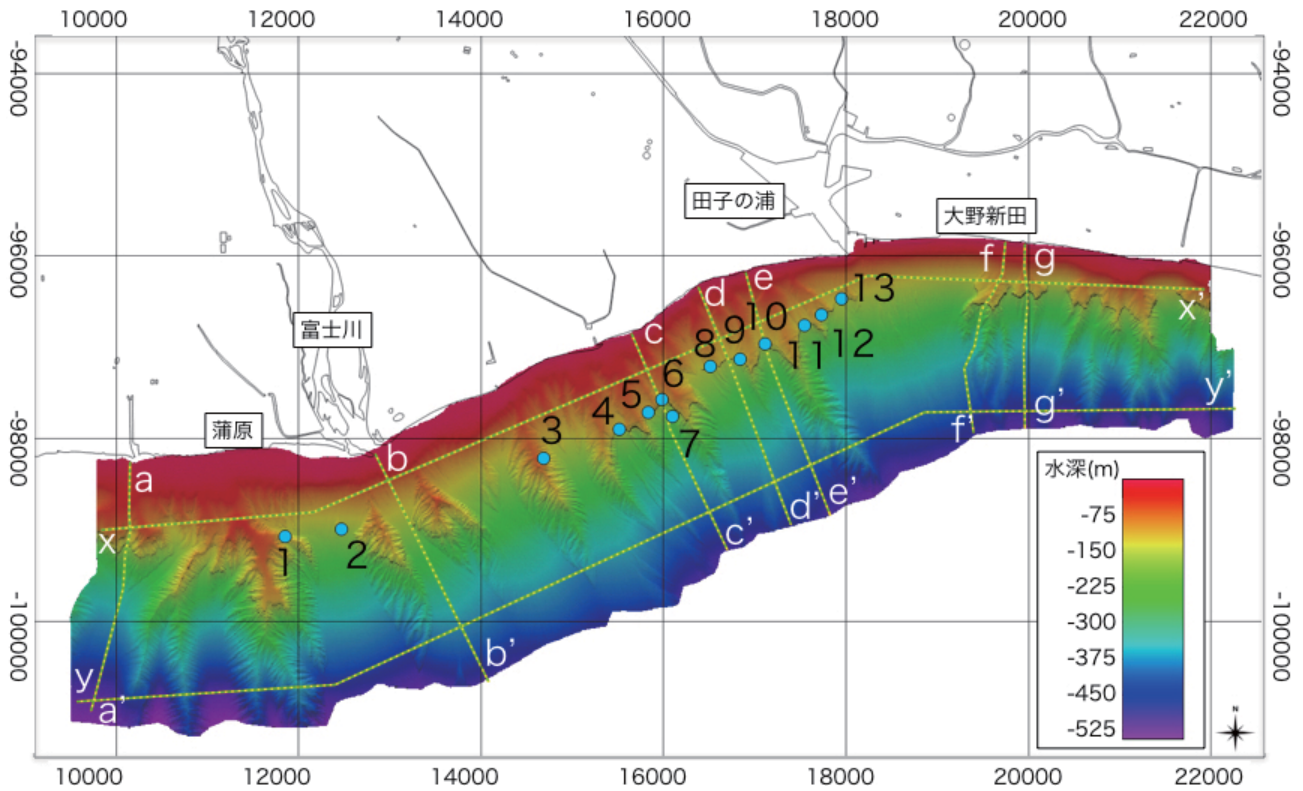


図4 断面位置およびROV調査地点
 平面直角座標Ⅷ系で座標の単位はm
 アルファベットは断面位置、数字はROV調査地点番号

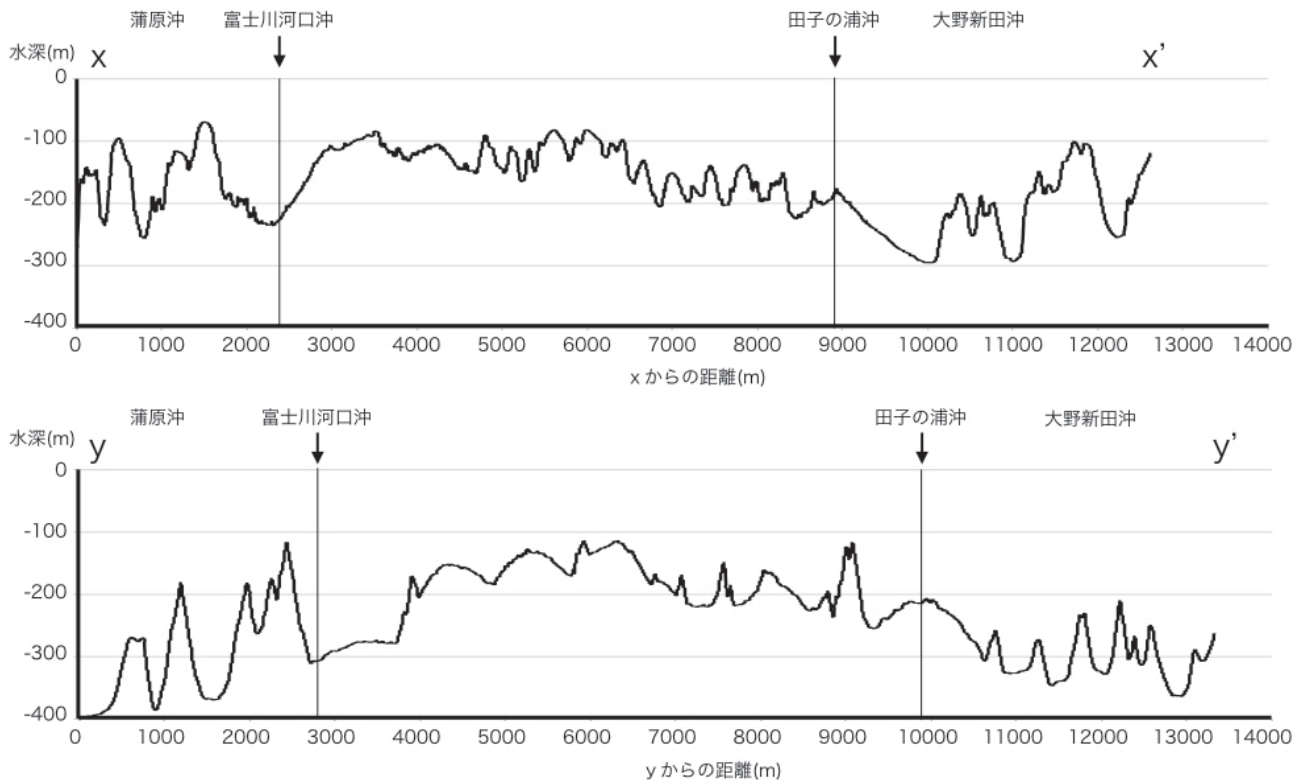


図5 海底地形断面図：x-x' および y-y'
 断面位置は図4による
 x-x' 断面は水深 -100m 程度、y-y' 断面は水深 -500m 程度
 図中の縦線は、断面内の節点の位置を示す

駿河湾奥部（富士川河口～田子の浦）の海底地形と海底面状況

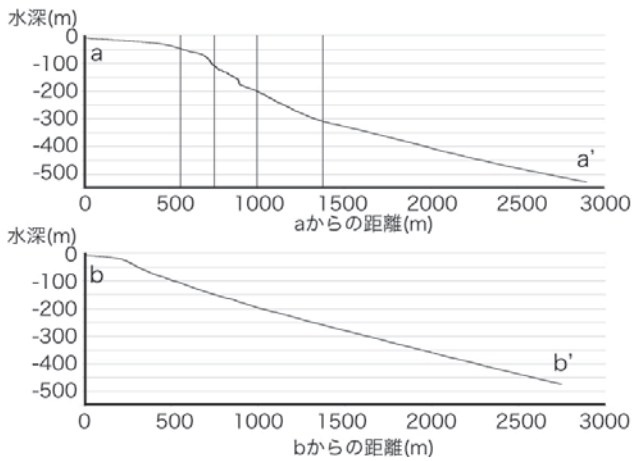


図6 海底地形断面図：a-a' および b-b'
断面位置は図4による
図中の縦線は、断面内の節点の位置を示す

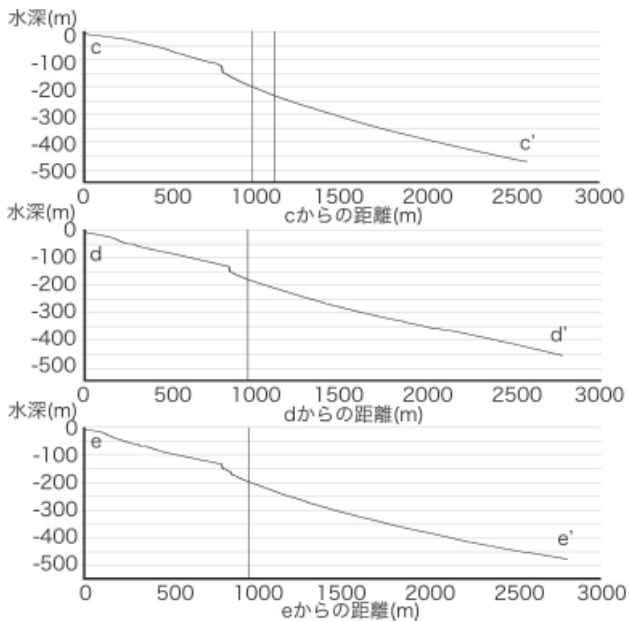


図7 海底地形断面図：c-c'、d-d' および e-e'
断面位置は図4による
図中の縦線は、断面内の節点の位置を示す

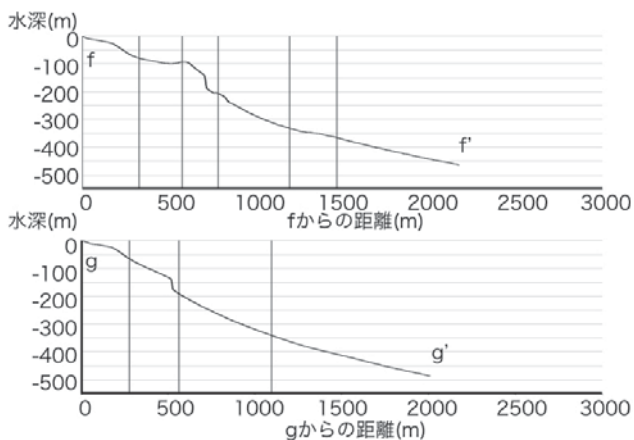


図8 海底地形断面図：f-f' および g-g'
断面位置は図4による
図中の縦線は、断面内の節点の位置を示す

蒲原沖～富士川河口沖の水深20m以浅では、海底地形は一様な傾斜を呈しており、その傾斜角度は3度程度の緩斜面域となっていた。海岸線から距離200m～400m沖合までの浅海域では、東西方向に波頭が延びた比高1m未満の砂漣が多数みられた。水深20m以深から沖合部では斜面が急になり、水深100mまでの傾斜角度は20度前後となった。また、この水深帯には幾筋もの谷地形が認められた。水深100m以深ではやや傾斜が緩くなり、傾斜角度は10度程度であった。北北西～南南東方向には尾根地形が複数認められ、尾根の頂部は水深70m～100m、尾根の幅は500m～700m程度で、尾根の頂部からガリー状に谷地形が複雑に分布していた。尾根地形は水深500mまで認められ、海岸線から沖に向かって3km程度の距離まで伸びていた。尾根地形全体の比高は100m～200m程度であったが、水深160m付近で部分的に比高30m程度の急崖が認められた(図6)。また、入山瀬断層が海域へ伸びていると推定される範囲では、推定されている入山瀬断層の位置の延長線上に尾根筋が認められ、東側の推定位置線上では幅100m程度の平坦面を呈していた(図3)。尾根の頂部の水深は40m～100mであった。

富士川河口沖～田子の浦沖の水深20m以浅の緩斜面域の幅は、海岸線から100m～150m程度であった。水深20m以深では傾斜を増し、水深300mまでの傾斜角度は10度前後であった。田子の浦沖西側では水深300～450m、海岸線から1.6km～2.6km程度まで尾根地形が分布していた。また水深120m～140m付近では比高30m程度の急崖(図7)が海岸線に平行方向に幅3kmにわたり連続して認められ、谷部の急崖域は馬蹄形で、幅は200m程度、傾斜角は70度以上であった(図3)。千木良(1998)によると地すべりの背後には馬蹄形の崖が残されるとされており、本調査で確認された特徴的な地形は地すべり地形の滑落崖であると推測される。

田子の浦沖～大野新田沖の水深20m以浅の緩斜面域の幅は海岸線から100m～300m程度である。水深20m以深では傾斜を増し、水深300mまでの傾斜角度は10度～15度前後である。大野新田沖では水深450m、海岸線から2km程度まで尾根地形がみられ、他海域のような幅広い尾根地形が認められず、海底には起伏は数m程度の谷地形が多く認められた。また、田子の浦港沖西側海域と同様に、水

深 140m 付近で比高 30～50m 程度の急崖 (図 8) が、幅 2.5km にわたり連続して認められ、谷部の急崖域は馬蹄形を呈し、幅は 100m 程度、傾斜角度は 70 度以上であった (図 3)。前述同様に、この特徴的な地形から地すべり地形の滑落崖であると推測される。

2 海底面状況調査および地層調査

海底面状況図を図 9 に示す。図 9 では、海底地形データから海底の傾斜角度を計算し、その傾斜角度が 50 度を超える場所を急崖域として抽出し、記載した。

富士川周辺の浅海部には砂やシルト等の細粒土が厚く堆積していると考えられ、その厚さは数 m～20m と推定される。田子の浦周辺の浅海部では粗い砂や礫が堆積していると考えられる。また、調査範囲全域において海底谷の谷筋には礫が堆積しており、尾根周辺では砂やシルト等の細粒土が堆積し、尾根の斜面では部分的に露岩があると推定される。また部分露岩域と急崖域の分布はおおむね重なる傾向にあった。

3 遠隔操作無人探査機による海底面状況調査

海底地形図 (図 3) や海底面状況図 (図 9) を基に抽出した急崖域かつ部分露岩域である区域を対象に、ROV を用いた海底面状況調査を行った。調査地点を図 4 に示した。調査地点 1 は富士川河口西に位置する大きな尾根の一部で、水深が 100m～130m、海底面状況調査から尾根は部分露岩域に相当すると考えられる地点である (図 9)。調査地点 2 は富士川河口南に位置する小さな尾根にあり、水深 150m～160m の部分露岩域で、近傍の海底谷では礫が堆積していると考えられた地点である (図 9)。また、調査地点 3 は富士川河口東に位置する大きな尾根で、水深 70m～120m、海底面状況調査から部分露岩域に相当すると考えられる地点である (図 9)。調査地点 4～13 は、海底地形調査の結果から判読した、概ね海岸線に平行する形で幅 3km にわたり分布する急崖域の中で、特に馬蹄形を呈する急崖域に位置する (図 3)。急崖の水深は 120m～140m で、比高は 30m 程度である (図 7)。また、海底面状況調査の結果から、調査地点 4～13 はいずれも部分的に露岩していると考えられる地点である (図 9)。

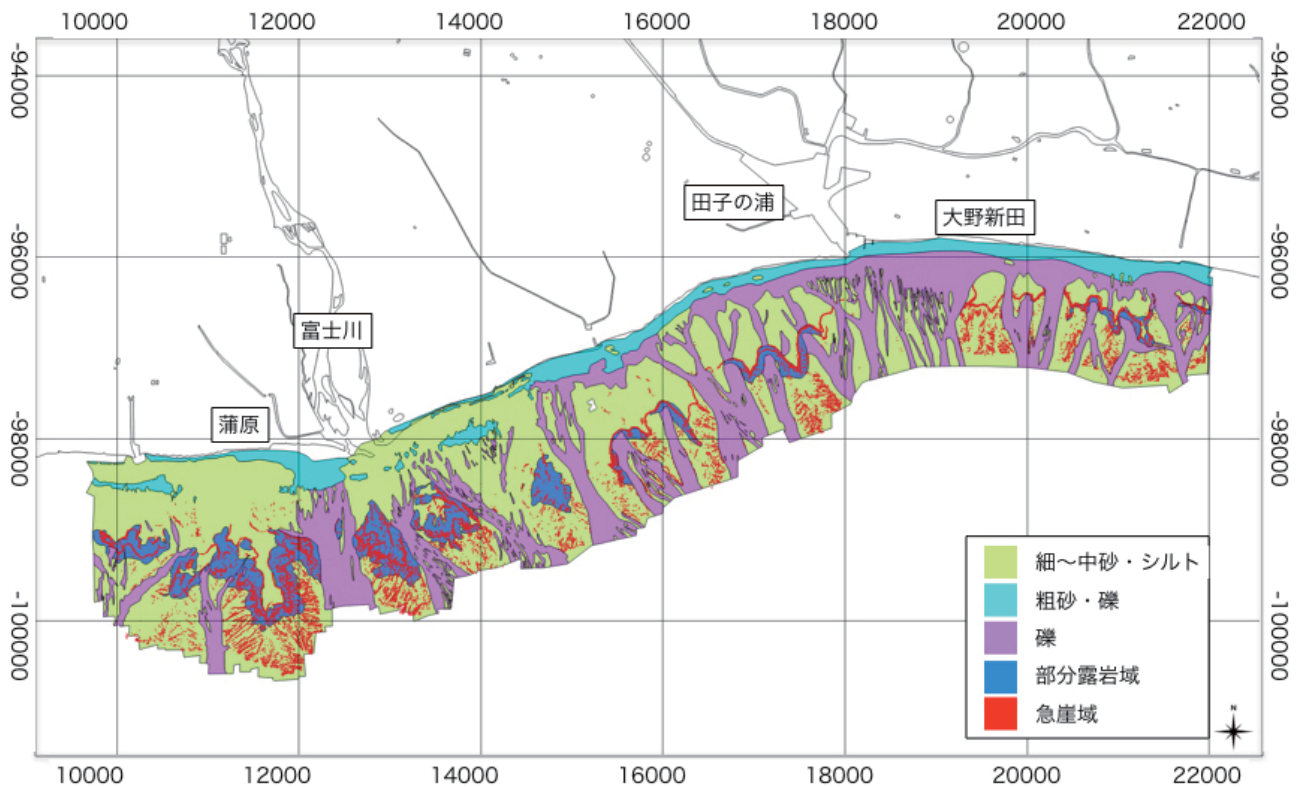


図 9 海底面状況図

平面直角座標Ⅷ系で座標の単位は m

急崖域：傾斜角度が 50 度を超える区域

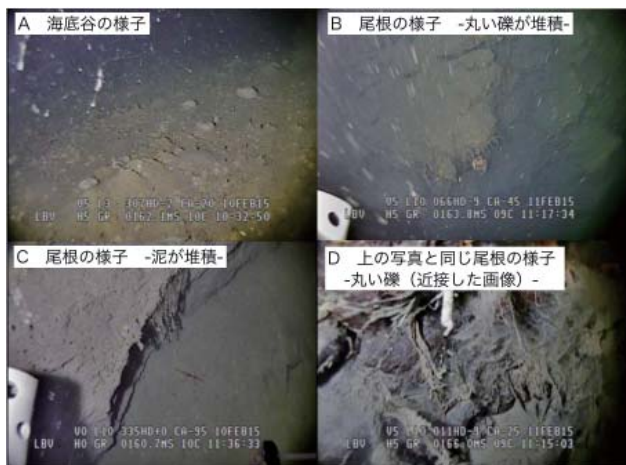


写真1 調査地点2の様子
調査位置は図4による

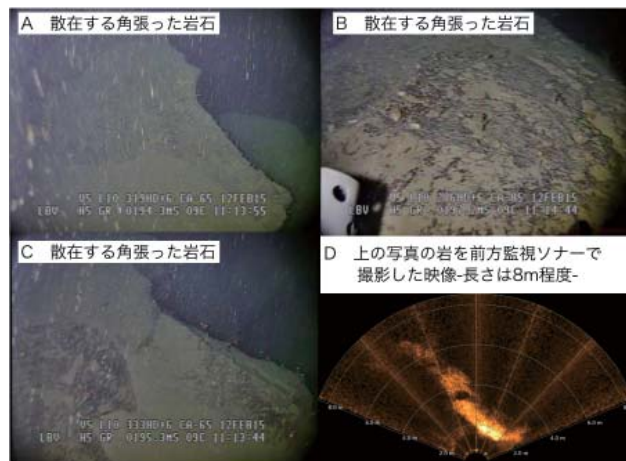


写真3 調査地点7の様子
調査位置は図4による

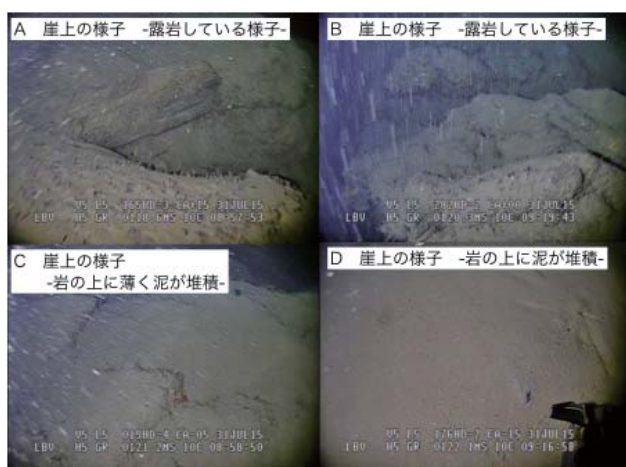


写真2 調査地点6の様子
調査位置は図4による

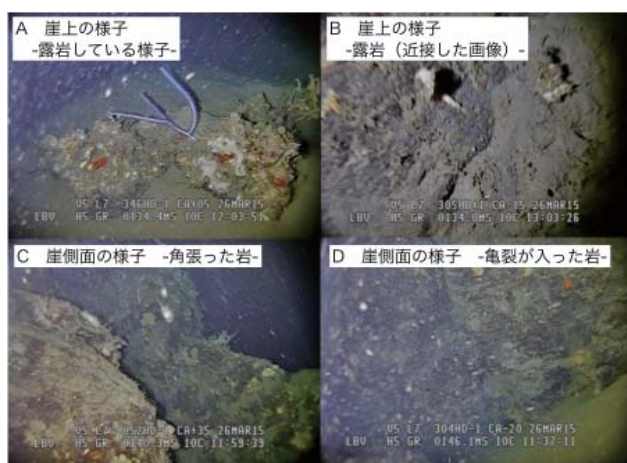


写真4 調査地点9の様子
調査位置は図4による

調査地点2における海底の様子を写真1に示した。海底谷には沈殿物が堆積し所々に丸い礫が確認された(写真1-A)。尾根の側面は、丸い礫が積み重なった様子(写真1-B、D)や細粒土が堆積した様子(写真1-C)が見られた。調査地点1や3も調査地点2と同様に、丸い礫や細粒土が層状に堆積している様子が見られた。

調査地点6、7、9の様子を写真2～4に示した。調査地点6は崖上の様子を捉えており、その水深は110m～120mで崖が大きな岩から成っていることがわかる(写真2-A～D)。調査地点7は、調査地点6の崖の下に位置しており、その水深は190m～200mである。海底の様子と Teledyne BlueView 社製前方監視ソナー M900-130 による映像を写真3に示した。海底には、角張った柱状の長さ数mの岩石が散在し(写真3-A～C)、長さ8mの岩石と推測されたものもあった(写真3-D:ソナーの映像)。

調査地点9は調査地点6の東側の崖(水深130m～150m)で崖上では露岩がみられ(写真4-A～B)、崖側面は角張った岩や亀裂の入った切り立った岩が確認され(写真4-C～D)、崖が岩から成っていると考えられた。崖上の岩の近接画像(写真4-B)を見ると、岩の表面は黒色で多くの小さな孔が確認されたことから、溶岩である可能性が示唆される。なお、調査地点4～13の内、調査地点6、7、9以外の調査地点(水深120m～140m)においても崖は岩から成っていることが確認された。海底地形調査やROVで撮影された画像から判断すると、これらの崖は地すべりや崖の崩壊により現れたと考えられる。一方で、海水準変動曲線(遠藤2017)を踏まえれば現時点では海食崖の可能性も否定できないため、引き続き調査が必要である。

以上のことから、田子の浦西の海岸線に平行方向に幅3kmにわたり連続して認められた水深120～

140m 程度の崖は、岩から成っていることが明らかとなった。この急崖域は馬蹄形の特徴を示していたことから、地すべり地形である滑落崖の可能性が高いと考えられるが、海食崖の可能性も含めたさらなる検討も必要である。崖の下には巨礫が散在しており、崖から崩壊したものが散在していると考えられた。なお、ROV で接近して撮影した露岩部の画像では、溶岩を想起させる岩相が確認されたことから、富士山の南麓低地に分布する新富士火山溶岩層の末端と対応する可能性がある。また、溶岩層と崖部が対応する場合、新富士火山溶岩が有効な帯水層であることから、海底地下水湧出が崖部に分布する可能性が示唆される。そのため、富士山南麓地域の水循環を解明する上で、水循環の末端である富士川河口周辺の沿岸部での詳細な調査や、海底湧出地下水の調査、崖部の成因を特定するための岩石試料の採取を含め詳細な調査が必要と考えられる。

IV まとめ

富士山南麓においては涵養された地下水が平野部に達していることは明らかになっているが、海底湧出地下水として湧出しているかは確認できていない。現在、駿河湾における海底湧出地下水の湧出位置の確認や採水・分析による涵養域の評価を試みている。今回は、これら調査の基礎となる海底地形調査、海底面状況探査および地層探査を奥駿河湾において実施し、その結果をまとめると次のようになる。

- 1 海底地形調査から奥駿河湾における水深 500m 程度までの 2m メッシュの海底地形図を作成した。田子の浦沖西側で、水深 120 ~ 140m 付近で比高 30m 程度の急崖域が海岸線に平行方向に幅 3km にわたり連続して認められ、谷部の急崖域は馬蹄形で、幅は 200m 程度、傾斜角は 70 度以上であった。
- 2 海底面状況調査から奥駿河湾における海底面状況図を作成した。富士川河口周辺では海岸線沿いの浅海部には砂やシルト等の細粒土が厚く堆積していると推定される。田子の浦周辺では岸線沿いの浅海部には粗い砂や礫が堆積していると推定される。海底谷の谷筋では礫が堆積していると推定される。尾根周辺では砂やシルト等の細粒土が堆積しており、尾根の斜面は部分的に露岩していると推定される。部分露岩域と急崖域とは重なる部分が多かった。
- 3 作成した海底地形図や海底面状況図を基に抽出

した急崖域かつ部分露岩域である区域を中心に遠隔操作無人探査機を用い海底の状況を調査した。田子の浦沖西側の海岸線に平行方向に幅 3km にわたり連続して認められた急崖は岩から成っていることを確認した。崖の下には角張った大きさ数 m の柱状の岩石が散乱していた。今回の調査では、これらの崖は地すべりや崖の崩壊により現れた可能性が高いと考えられるが、海食崖の可能性も含めたさらなる検討も必要である。

V 謝辞

現地調査に当っては田子の浦漁業協同組合、由比港漁業協同組合に多大なる便宜を図っていただいた。ここに記して深謝の意を表す。本研究は平成 25 年度、平成 26 年度、平成 27 年度の経済産業省資源エネルギー庁委託事業「海域地質環境調査確証技術開発」を受けて実施したものである。

VI 引用文献

- 千木良雅弘 (1998) : 災害地質学入門. 近未来社, pp.206
- 遠藤邦彦 (2017) : 日本の沖積層未来と過去を結ぶ最新の地層. 富山房, pp.475
- 池田喜代治 (1982) 静岡県富士市における地下水の水質の研究. 地下水学会誌, 24(2), 77-93
- 海洋調査協会 (2004) : 海洋調査技術マニュアル 海洋地質調査編. 一般社団法人海洋調査協会, pp.217
- Kato et al. (2015) Unveiled groundwater flushing from the deep seafloor in Suruga Bay. *Limnology*, 16, 79-83
- 村下邦夫 (1982) 本邦における地下水の塩水化. 地質調査所月報, 33(10), 479-530
- 根元謙次 (2005) 海洋地質. 日本の地質増補版 (日本の地質増補版編集委員会). 共立出版, 東京, pp.146-149
- 落合敏郎 (1969) 三島溶岩流中の岩罅地不水に関する研究 - 溶岩流断面における地下水の流速分布と間ゲキ率ならびに地下水流動量の算定 -. 地下水学会誌, 11 (1), 7-16
- 佐藤新・鈴木祐一 (1996) 富士山山麓の湧水および地下水の水温について, ハイドロロジー. 日本水文科学会誌, 26, 23-34
- 静岡県 (1996) : 平成 7 年度静岡県地域活断層調査

業務報告書, pp.49

- 嶋村清（1986）駿河トラフ底の地形及び地質構造－
衝突境界近傍の沈み込み帯についての地質学的
考察－. 地学雑誌, 95 (5), 1-22
- 徳山英一ほか（1991）IZANAGI による相模湾・駿
河湾の音響画像. 上田誠也教授退官記念論文集
－活動的縁辺域－. 地球, 3, 161-166
- 土隆一（2004）富士山の地下水涵養量について. 地
下水技術, 46 (6), 1-10
- 安原正也ほか（2007）富士山の地下水とその涵養プ
ロセスについて. 富士火山, 389-405