

## 研究ノート

### 2005 年「福德岡ノ場」の海底火山噴火†

大谷康夫\*<sup>1</sup>, 笹原昇\*<sup>2</sup>, 矢吹哲一郎\*<sup>3</sup>, 服部敏一\*<sup>3</sup>, 宮寄進\*<sup>4</sup>, 及川光弘\*<sup>4</sup>, 野上健治\*<sup>5</sup>

Observation on Fukutoku–Oka–no–Ba submarine volcano eruption in 2005

Yasuo OTANI\*<sup>1</sup>, Noboru SASAHARA\*<sup>2</sup>, Tetsuichiro YABUKI\*<sup>3</sup>, Toshikazu Hattori\*<sup>3</sup>,  
Susumu MIYAZAKI\*<sup>4</sup>, Mitsuhiro OIKAWA\*<sup>4</sup> and Kenji NOGAMI\*<sup>5</sup>

#### Abstract

Fukutoku–Oka–no–Ba had erupted on July 2, 2005, accompanying the discharge of colored waters from the crater. The pumices and pyroclastic materials blew up from the crater of the sea bottom by this eruption, they floated on the surface of the sea with rising the steam. We clarified topography change between the eruptions in 2005 and 1986 by echo sounding investigations of the sea bottom topography, in order to grasp the condition of the sedimentation of the pyroclastic materials around the crater.

After the eruption in 2005, we investigated Fukutoku–Oka–no–Ba using the echo sounder installed on the unmanned ship “Manbo II”, and discolored seawater was also sampled. We found two new craters from the topographic change between this investigation and the one in 1999(after the eruption in 1986),and observed the air bubbles spouted out from the crater.

#### 1 はじめに

東京から南へ 1,300 km, 南硫黄島の約 5 km 北東の海底にある「福德岡ノ場」(Fig. 1) は, しばしば変色水を湧出するなど活発な海底火山活動が報告されている. 過去に島を形成した大規模な噴火活動は 1904 年, 1914 年及び 1986 年の間隔で発生しており, 島は何れも 2 ヶ月から 1 年 9 ヶ月経過後には波浪の浸食のため海面下に没している(笹原・千葉, 2005).

この「福德岡ノ場」において, 2005 年 7 月に島の形成を伴わない小規模な噴火活動が発生した.

同海域は, 1999 年 7 月に測量船「昭洋」で総合的な調査が行われ, 海底地形・地殻構造・地磁気及び重力等のデータを用いた詳細な成果が報告されている(海上保安庁水路部, 2000). また, この調査の音波探査解析及び P 波速度構造モデル解析から, 「福德岡ノ場」を中心としたカルデラが存在する可能性が報告されており(西澤・他, 2002), 今回の噴火もこのカルデラ内で発生したものと考えられる.

今回の噴火が「福德岡ノ場」のどの場所からどのような状況で起こったのか明らかにするため, 噴火後の比較的活動が穏やかな時期に, 無人測量

†Received December 15, 2005 Accepted February 24, 2006

\*1 技術国際課 Technology Planning and International Affairs Division

\*2 海洋研究室 Ocean Research Laboratory

\*3 海洋調査課 Hydrographic Surveys Division

\*4 大陸棚調査室 Continental Shelf Surveys Office

\*5 東京工業大学火山流体研究センター Volcanic Fluid Research Center, Tokyo Institute of Technology

船「マンボウⅡ」による海底地形調査を実施した。

本稿ではその調査結果を報告するとともに今後の課題について考察を行う。

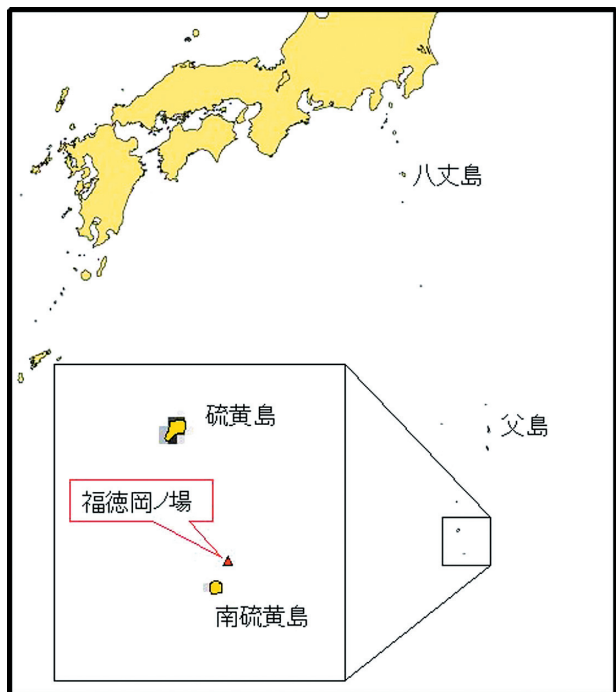


Fig. 1 Location map of the Fukutoku-Oka-no-Ba

## 2 活動経過

今回の噴火活動は、平成 17 年（2005 年）7 月 2 日 17 時頃、硫黄島在駐の海上自衛隊員によって最初に目撃された。この後、夜間ではあったが硫黄島基地から発進された海上自衛隊のヘリコプターにより浮遊物と赤光が視認された。3 日早朝に行われた同ヘリコプターによる再調査では、現場海面にて径 1~2 m の大きさの岩礁らしきものが視認された。3 日午後の海上保安庁航空機による調査では、これらの岩礁らしきものは広範囲に多数、浮遊していることから黒っぽい軽石（スコリア）であることが判明した。それぞれの黒っぽい軽石からは水蒸気が立ち上るのが見られた (Photo. 1)。その調査から約 1 時間後の同航空機の調査では、黒っぽい軽石の浮遊範囲の減少が確認され、海底に沈降したものと推定された (Photo. 2)。4 日には湧出痕や黒っぽい軽石等を

伴う活動はみられず、活動は急激に沈静化していった。7 月 4 日以降の観測では活発な活動は認められず、噴火前と同様に変色水が湧出している状態に戻っていた。

今回と同様に黒い岩塊の浮遊が認められた事例は、1984 年海徳海山における海底噴火活動の報告にある（土出・他，1985）。

今回の噴火活動に関する航空機による概略の観測結果を Table. 1 に示す。

## 3 測量船による調査概要

測量船「昭洋」に搭載されている無人測量船「マンボウⅡ」によって、2005 年 7 月 20 日から 22 日の 3 日間、火山活動が沈静化した「福徳岡

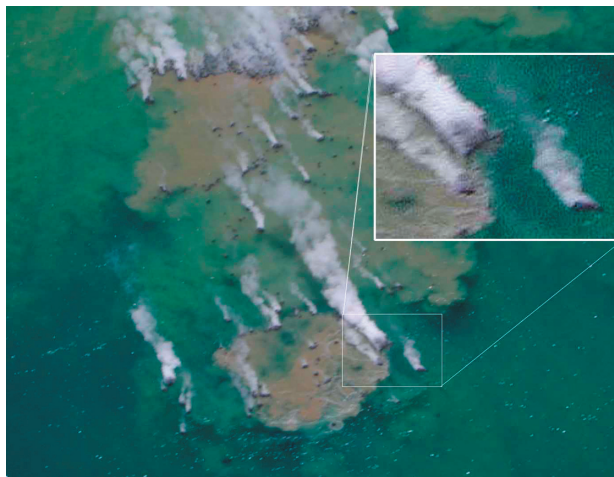


Photo. 1 Scoria and discolored waters floated on the sea at 11:36 on July 3, 2005.

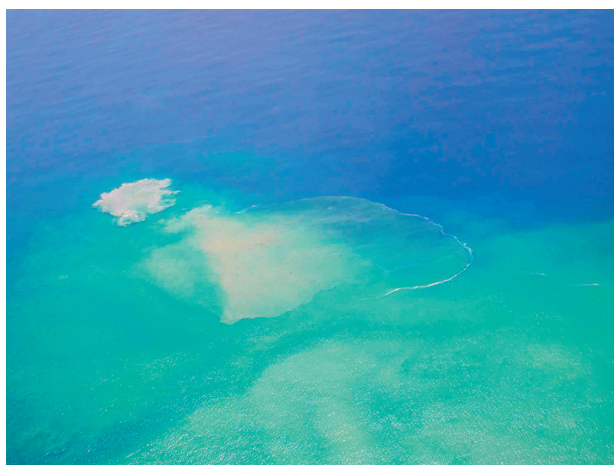


Photo. 2 Pyroclastic materials and discolored water floated on the sea at 12:36 on July 3, 2005.

| 年月日時分      | 活動状況                                   | 通報・観測者   |
|------------|--|----------|
| 7月2日1745   | 硫黄島にて水蒸気噴出目撃                           | 硫黄島隊員    |
| 7月2日1905-  | 高さ約1000mの水蒸気噴出、海面に浮遊物と赤光               | 硫黄島救難飛行隊 |
| 7月3日0450-  | 1-2mの岩が約30力所、岩から水蒸気噴出                  | "        |
| 7月3日1110-  | 茶色変色水湧出、その点から北東へ黒色噴出物点在、周辺に黄緑色変色水と白色軽石 | 海上保安庁    |
| 7月4日1225-  | 白っぽい緑色変色水                              | 海上保安庁    |
| 7月5日1215-  | 黄緑色変色水                                 | 海上保安庁    |
| 7月15日1138- | ライトグリーン変色水                             | 海上自衛隊    |
| 7月17日1115- | ごく薄い青色及び緑色変色水                          | 海上保安庁    |
| 7月20日1240- | 黄緑色変色水と帯状浮遊物                           | 海上保安庁    |
| 7月21日1405- | 黄緑色変色水                                 | 海上保安庁    |
| 8月31日1405- | 変色水なし                                  | 海上自衛隊    |

Table. 1 The time line of the eruption events in 2005

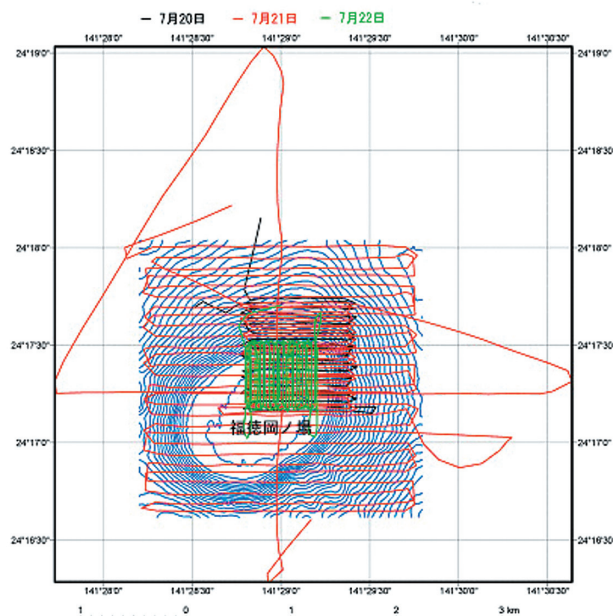


Fig. 2 Trail of echo sounding survey in 2005.

ノ場」の海底地形調査等を実施した。

「マンボウⅡ」は危険海域などをあらかじめ設定した予定線に沿って無人で航走可能な搭載艇で、音響測深器による測深と採水が母船側から無線制御できるように設計されている（小野・他，2002）。観測データとして、水深、測位及び水温等をデジタルで収録するとともに無線で母船に送信する。水深は記録紙上にアナログでも記録されている。

今回の調査では、「福德岡ノ場」周辺での測深と音響測深記録上で海底から気泡が出ている箇所の海面付近で採水を行った。この調査海域及び航跡図を Fig. 2 に示す。

本調査では、海底地形調査の他に噴火時に福德岡ノ場から南硫黄島周辺にかけて浮遊する白っぽい軽石（パミス）を採集する計画であったが、調査予定直前に台風が通過したため、この付近の海域から軽石等の浮遊物が流失し採取することができなかった。

海上保安庁では、海域における各火山の詳細な基礎データを収集するため、測量船による調査を行い「海域火山基礎情報図」を整備している。本海域の海底地形調査は、1999年7月6日から7日の2日間、「マンボウⅡ」によって行われ、そ

の結果が報告されている（小野・他，2002）。今回の調査と1999年の調査の結果を比較して2005年の噴火活動を検討する。

#### 4 調査結果

##### 1) 海底地形

過去の1986年噴火では噴出口の南西側に長さ約600mの半月状の新島（火砕丘）が形成されたが（小坂，1991），その後、波浪によって浸食され海没した。1999年の調査により判明した海底地形の特徴は、山頂が平坦な楕円形をした山体であり、平坦部の中心付近に最浅水深22mの山頂部分が存在していたことである（海上保安庁水路部，2000）。また、その北東側には1986年噴火口（土出・佐藤，1986）が埋まりながらも僅かに窪みが残っていたことも認められる。

今回の2005年噴火後の調査で得られた地形を Fig. 3 に3次元図で示した（矢吹，2005）。また今回調査の等深線図上に1999年と2005年の噴火前後の調査による水深の変化状況を Fig. 4 に示す。この図から山頂平坦部に南北に連なる2つのそれぞれ直径約200mの噴火口ができており、火口の深さは約40m以上あることが判明した。

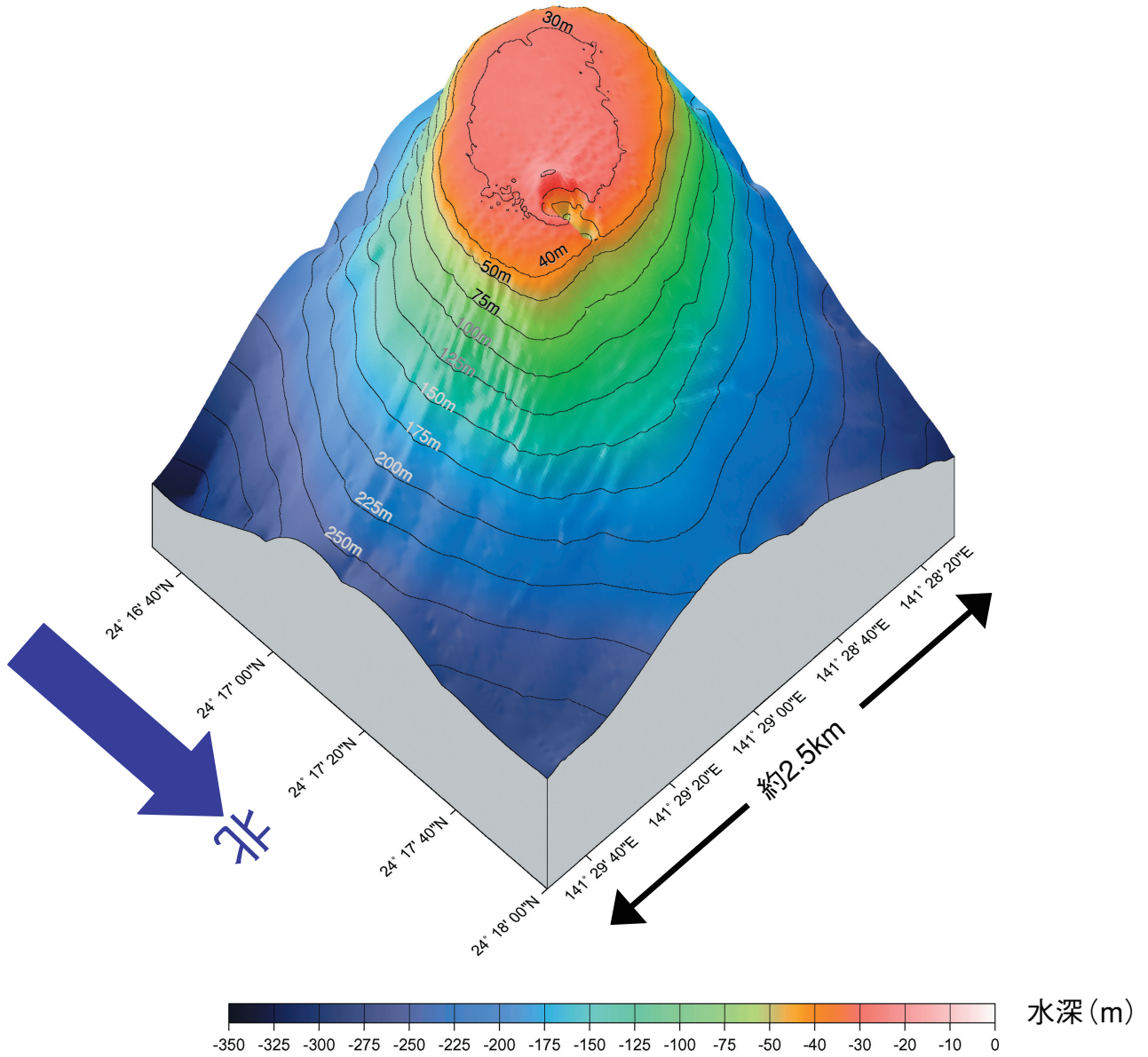


Fig. 3 3 D map of the topography by echo sounder in 2005.

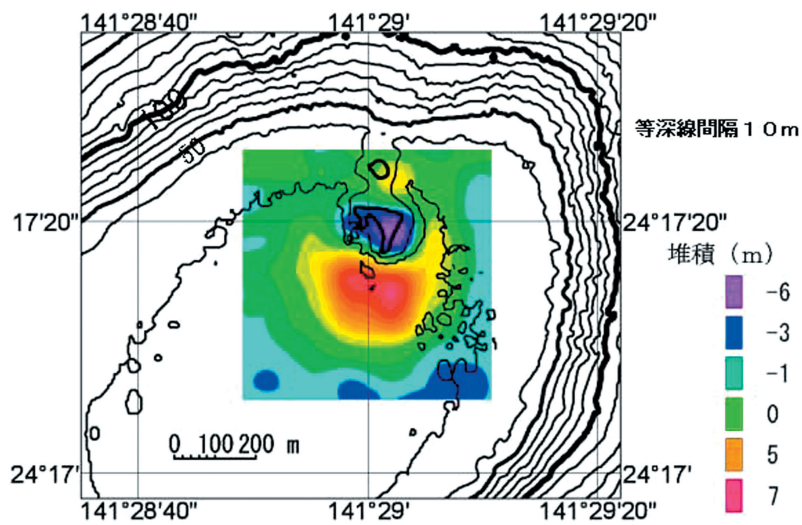


Fig. 4 Difference of depth between 1999 and 2005 and bathymetric map in 2005 by echo sounder. Contour interval is 10 m.

新たな2つの火口は1999年調査時の海底地形にある火口痕内の北部分に位置している。また、新火口南側にある地形変化の高まりは、これらの火口からの噴出物とその南側に堆積し火砕丘を形成したものと考えられる。その火砕丘は1999年調査時の火口の窪み内に形成され、2005年測量における「福岡ノ場」海底地形の最浅水深部(19 m)となっている。その周辺の山腹を含む1999年調査時の山頂平坦部は1~3 m浸食されており、特に平坦部周辺が多く削られている。今回の噴火の噴出量は、噴火前までの浸食や窪地堆積を計算に入れず単純に増加量を算出したところ約80~90万立方メートルで、噴出量からすれば火山爆発指数(Newhall and Self, 1982) 0~8段階の1に相当し、小爆発であるといえる。

## 2) 気泡

海中に気泡が存在すると、音響測深器のアナログ・デジタル記録上に海底反射の記録抜けが生じたり、海底から湧き上がる柱状のノイズが記録される。これらの記録を逆に利用して海底から噴出する火山ガスの位置と分布状況を把握することを試みた。

今回の噴火で新たにできた火口付近の海底から1999年と2005年とも気泡の噴出が確認され、それぞれ音響測深記録で捉えたものをFig. 5に示している。測線方向は東西(記録紙上は左から右方向)、記録上の最上部にある太線上部の位置が海面を示し、海底付近から海面付近まで達しているノイズのように見える記録が気泡である。1999年(a-a'断面)の記録には、2005年(A-A'断面)に比べ測線位置約70 m北側部分の数箇所から気泡が出ていることが認められる。それに比べて、今回の噴火後の2005年(A-A'断面)には、気泡が火口内からまとまった状態を出ているように見受けられる。また、前述した新火口南側に位置する火砕丘付近の音響測深記録をFig. 6に示す。これによると、1999年(b-b'断面)には窪地と気泡の噴出が認められるが、2005年(B-B'断面)では窪地は埋められ高まりとなり(火砕

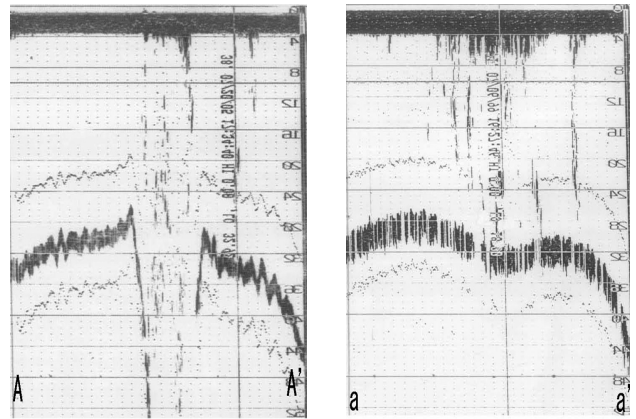


Fig. 5 Profiles of the new crater in 2005 (left) and 1999 (right) by echo sounder.

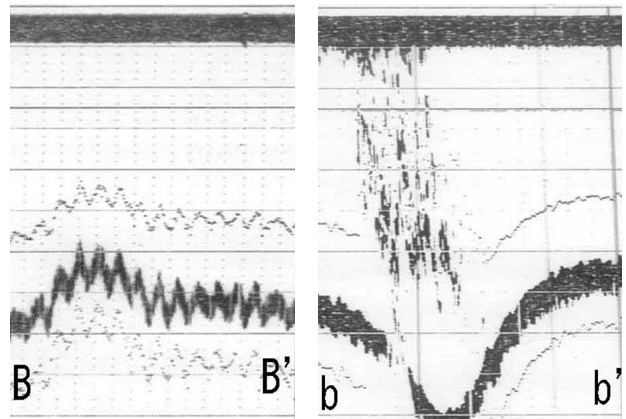


Fig. 6 Profiles of the old crater in 2005 (left) and 1999 (right) by echo sounder.

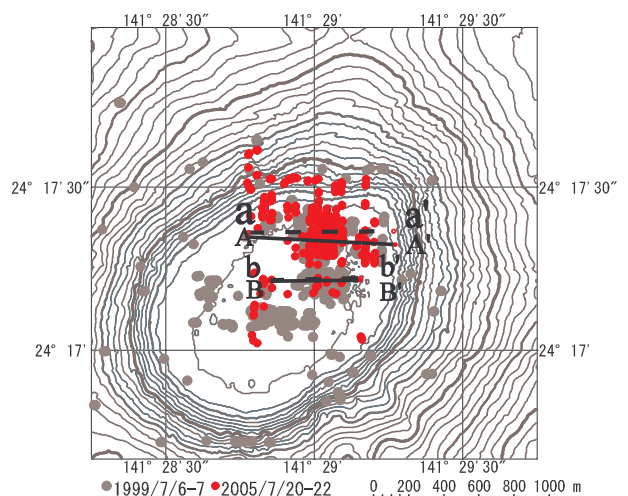


Fig. 7 Distribution of an air bubble in 1999 (black circle) and 2005 (red circle), bathymetric map by echo sounder in 2005. Contour interval is 10 m.

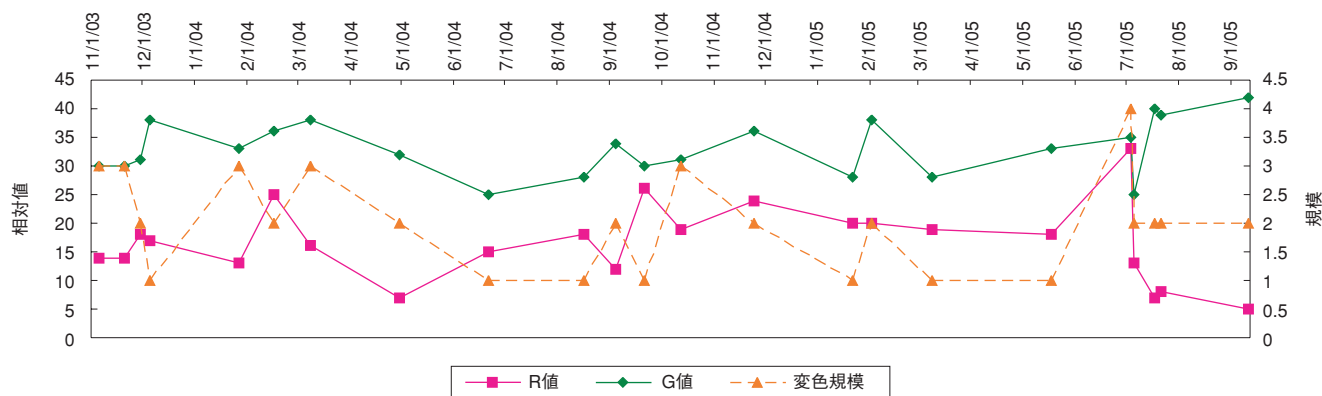


Fig. 8 A color change of discolored waters which were observed from 2003 to 2005.

丘) 気泡の噴出も見られない。ただし、2005年 (B-B' 断面) にある海底ののこぎり状の記録は、測量船の動揺により測深器 (送受波器) の海面からの位置が上下動したため生じたものである。今回の測量で得た地形図上に、1999年と2005年の断面位置と全記録紙上で確認された気泡の存在する箇所を Fig. 7 に図示する。この図から1999年に気泡の出ている箇所には山体の平坦部中央付近や前述した窪地に若干の集中が見られるが、山体山腹などにも気泡は存在していることがわかる。これに対して2005年の調査では新たな噴火口付近に大半の気泡が集中していることが判明した。山体周辺のまばらに点在する気泡は、記録紙上に海底からの湧出痕がないことから潮の流れによって山体の気泡が海中を浮流したためと考えられる。

### 3) 変色水

一般的な海域火山活動には、前述の気泡の噴出に伴って変色水が見られることが多い。変色水は、海底火山から放出される Si, Fe, Al 等を多量に含む酸性熱水が弱アルカリ性の海水と反応して沈殿物を生じさせ、その懸濁物が海面付近に到達・浮遊するため本来の海水の色と異なって見える現象である (小坂・他, 1996)。これまで活動の度毎に航空機から変色水の色を監視しているが、活動が活発になると変色水は、次第に青白色から緑色、さらには褐色へと変化して見えることが多かった。そこで、デジタルカメラによって撮

影された画像データから変色水の色相値を取り出し、観測日時の違いによる相対変化を Fig. 8 に示した。この図の中にある変色規模 (Fig. 8 右縦軸) は以下のように定義した。

- 規模 1: 海面に極薄い変色が認められる。
- 規模 2: やや濃い変色水で湧出痕がない。
- 規模 3: 湧出痕を伴い変色が認められる。
- 規模 4: 激しい噴火があり、土砂噴出を伴う。

また、R 値及び G 値は輝度補正後の赤及び緑の色相値の相対変化 (Fig. 8 左縦軸) を時系列で表現している。

この図を見ると2005年7月噴火は土砂流出を伴う規模4程度の火山活動であり、この時期に変色水の R 値が高く活動直後には下がっている。このことから一定規模を超える火山活動によって生じる変色水は赤みを帯びると考えられ、青白色→緑色→褐色と変化する実際の観測結果とも調和的である。

今回の測量船による調査において、7月22日に変色水を採水した。その pH の測定結果は 7.8~8.0 で、海水の pH 値 8.2 よりやや酸性である。この時点で既に変色水濃度は極薄であり、噴火初期における変色水の性質を分析することは困難であった。

### 5 最後に

「福徳岡ノ場」において新島を最後に確認してから既に20年が経過しており、その活動間隔や水深等を考慮すると再び新島が形成される可能性

地形変化量と噴火規模を推定できることである。このため、噴火前の海底状況を示す海域火山基礎情報図の整備を早急に進めていくことが必要である。また、「マンボウ」による変色水や浮遊物の採取手法に海底からのガスを採取できない等の問題点が明らかとなった。

以上のことから、今後さらに海底火山の新たな調査技術及び観測手法を検討する必要がある。

#### 謝辞

本調査にあたり、測量船「昭洋」船長をはじめ、乗組員の方々のご協力の下成果を上げることができました。また、防災科学技術研究所の鷓川元雄氏、産業技術総合研究所の浦井稔氏をはじめ、海上自衛隊硫黄島基地の方々からは、危険海域の調査において安全に万全を期すため、地震計データや衛星データなどの提供をいただき調査を無事終了することができました。ここに記して感謝いたします。

#### 要旨

火山性変色水など火山活動が活発な「福徳岡ノ場」において2005年7月2日に噴火が起こった。この噴火によって、海底から吹き上げられた軽石や碎屑物が海面に達し水蒸気を発して浮遊した。この噴火と過去の噴火(1986年)における火口の位置関係を明らかにし、噴出物の堆積等によって海底地形がどのように変化したのか把握するために海底地形調査を実施した。調査は無人測量船「マンボウ」搭載の音響測深器を使用して行い、変色水の採水を併せて実施した。今回の噴火前の1999年に海底地形調査を行っており、その時の地形との変化を調べた結果、2つの新火口の形成と火口からの気泡の噴出が確認された。

#### 参考文献

- 海上保安庁水路部(2000), 海域火山基礎情報図「福徳岡ノ場」資料整理報告書, 海上保安庁海洋情報部, 東京.
- Newhall, C.G. and S. Self (1982), Volcanic explosivity index (VEI), an estimate of explosive magnitude for historical volcanism. *Journal Geophysics Research*, **87C2**, 1231-1238.
- 西澤あずさ・小野智三・坂本平治・松本良浩・大谷康夫(2002), 海底火山「福徳岡ノ場」における海底地震観測, *水路部研究報告*, **38**, 101-123.
- 小野智三・大谷康夫・鐘尾誠・西澤あずさ(2002), 火山噴火予知調査における「マンボウ」による調査, *水路部技報*, **20**, 71-80.
- 小坂丈予(1991), *日本近海における海底火山の噴火*, 300pp、東海大学出版会, 東京.
- 小坂丈予・平林順一・野上健治・土出昌一・足立紀佳(1996), 福徳岡ノ場海底火山活動に伴う変色海水 - 海底火山活動の指標としての変色海水, *火山*, **41**, 107-113.
- 笹原昇・千葉達朗(2005), 日本周辺海域火山データベース, *火山*, **50**, 497-500.
- 土出昌一・加藤茂・打田明雄・佐藤寛和・小西直樹・小坂丈予・平林順一(1985), 海徳海山の海底火山活動, *水路部研究報告*, **20**, 47-82.
- 土出昌一・佐藤寛和(1986), 福徳岡ノ場(1986)の火山活動について, *写真測量とリモートセンシング*, **25**, 4.
- 矢吹哲一朗・服部敏一・井上渉・宮寄進・長野勝行・及川光弘・野上建治(2005), 福徳岡ノ場海底火山2005年活動の概要(ポスターP30), 日本火山学会2005年秋季大会, 札幌, 2005年10月5-9日.