

小笠原海域，母島海山の岩石・鉱物

— 蛇紋石泥とアラゴナイト・沈殿性蛇紋石・コーツイン —

東 豊土*1・加藤孝幸*2・坂本 泉*3・金 容義*4

Rocks and Minerals from The Hahajima Seamount in Ogasawara Sea Area — Aragonite, Precipitated Serpentine and Quartzine in Serpentine Mud —

Toyoto AZUMA, Takayuki KATOH, Izumi SAKAMOTO and Yong Ui KIM

Abstract

The Hahajima Seamount is situated at about 20km west of the junction between the Izu-Ogasawara and the Mariana Trench. Tokai University's research vessel dredged amount samples from the 18 points on the Hahajima Seamount since 1984 have revealed the topography and geological feature of the seamount. The estimated area of distributions of serpentinites and serpentine mud accounts for only 2-5% of all surface of the Hahajima Seamount. Therefore, it is difficult to interpret the Hahajima seamount as the serpentinite seamount. The tectogenesis of the Hahajima Seamount is considered that the fragments of oceanic crust undergone island-arc magmatism are crushed and uplifted and of upper mantle intruded or injected to that. At the point 2003-St. 3 near northern summit of the Hahajima Seamount, serpentinites, serpentine muds with acicular aragonites and cherts were dredged. Serpentinites and serpentine muds composed of mostly lizardite and chrysotile with minor amount of antigorite. Some fracture of serpentinites and cherts include precipitated serpentine and quartzine. Roundness and grain size of these serpentinite and serpentine mud are not sorted, and serpentine mud is unconsolidated sediment. The modes of occurrence of serpentinite and serpentine mud are similar to the serpentinite landslide on the land. It is favor that a serpentinite submarine landslide occurred on the surface after emplacement of serpentinites of the Hahajima Seamount. The authigenic minerals such as acicular aragonite containing serpentine fragments, precipitated serpentine and quartzine are precipitated from the pore water in serpentinite and serpentine mud. It shows that the pore water is rich in Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{2+} and Fe^{3+} , because these ions are supplying from the seawater flowing surface and internal shallow level of the Hahajima Seamount with serpentinite.

1. 緒 言

母島海山は、伊豆—小笠原弧に属する小笠原群島母島の南東約110km、伊豆—小笠原海溝とマリアナ海溝との会合部の西約20kmに位置する地形的高まりである (Fig. 1)。この母島海山は伊豆—小笠原弧東縁に位置しており、その前面には、太平洋プレート上にある巨大海山である小笠原海台が衝突している。母島海山においては、多くの採

泥調査 (例えば、Ishii, 1985; 小川・日暮, 1984MS; Govorov et al., 1995; 高山ほか, 2002MS; 石渡ほか, 2005) が行われ、火成岩類として蛇紋岩化したマントルかんらん岩、玄武岩、斑レイ岩、ボニナイトが、堆積岩類としてチャート、凝灰岩、礫岩、砂岩、泥岩が採取されている。母島海山から採取された岩石の組み合わせはオフィオライト様で (例えば、Ishii, 1985; 前川, 1999; Govorov et al., 1995)、発生時期はナンノ化石やマンガンクラストの¹⁰B同位体年代から5~6Maとされる (Ishii, 1985; 石井ほか, 1994)。

2006年1月16日受理

*1 東海大学大学院海洋学研究所 (現・北海道大学大学院理学研究所) (Graduate School of Marine Science and Technology, Tokai Univ. (Presently at : Graduate School of Science, Hokkaido Univ.))

*2 アースサイエンス株式会社 (Earth Science Co., Ltd.)

*3 海洋研究開発機構 (JAMSTEC)

*4 東海大学海洋学部海洋資源学科 (Department of Marine Mineral Resources, The School of Marine Science and Technology, Tokai University)

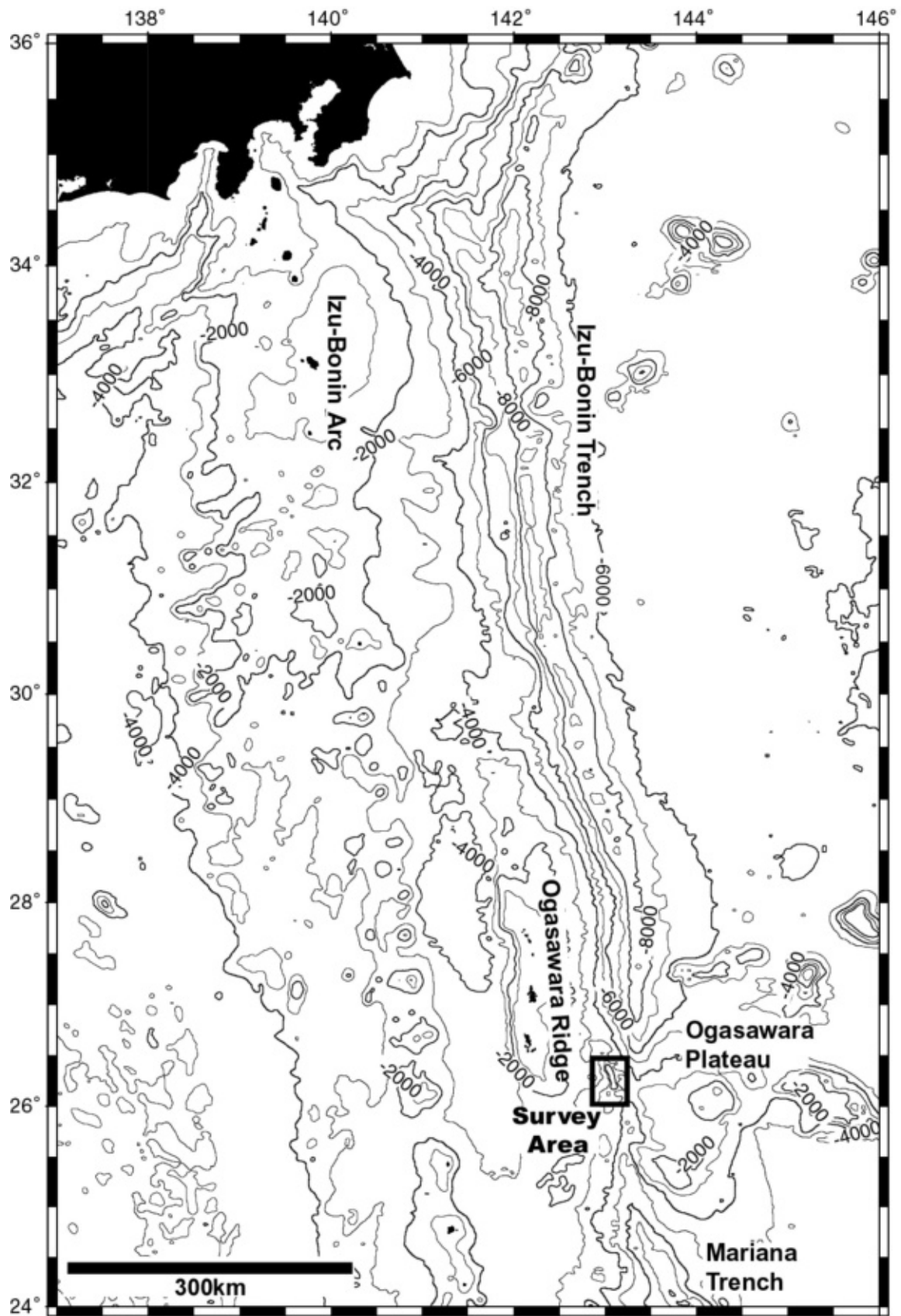


Fig. 1 Bathymetric chart in the Izu-Bonin Area.

母島海山における採泥調査によって，採取された岩石試料，近年の音波探査や重力探査から，母島海山の本体は，蛇紋岩海山（例えば，Ishii, 1985; Miura et al., 2004），オフィオライト（石渡ほか，2005），あるいはそのいずれとも異なる（藤岡ほか，2005）という見解がある。

東海大学海洋学部海洋資源学科専門海洋実習によって，母島海山の調査（1984，2000～2004年）が行われており，2003年の調査においては，母島海山北部で蛇紋岩やアラゴナイトを含む蛇紋石泥が採取された。本論では，母島海山において発見された蛇紋石泥とこれに伴うアラゴナイト・沈殿性蛇紋石・コーツィンについて報告し，母島海山形成の最終段階について考察する。

2. 母島海山の研究史

1980，1982，1984年には，東京大学海洋研究所・白鳳丸によって母島海山の本体および，その西約20kmの地形的高まり（母島海山の一部）において，採泥調査が行われ（KH80-3; Ishii et al., 1981, KH82-4; Ishii et al., 1983），1984年には，東海大学，東海大学丸II世の航海において，採泥調査が行われた（OPEX'84・D-1，D-2，D-3; 小川・日暮，1984MS）。

石井（1985），Ishii（1985）は，白鳳丸航海KH-80-3，KH82-4，KH84-1による採泥によって蛇紋岩，ハルツバージャイト，ダナイト，玄武岩，ドレライト，斑レイ岩，スコリア，パミス，砂岩，泥岩，凝灰岩が採取されたことを報告した。その結果から，母島海山において，① 採取された円礫や垂円礫の岩石が，波浪浸蝕によって形成されたことが推定されること，② 堆積岩中に含まれている有孔虫化石が更新世から鮮新世の時代を示すことから，中新世以前は陸化した時期もあると考え，「小笠原古陸」と呼んだ。しかし，母島海山における円礫質岩石については，構造的円磨の結果である可能性もあり，その形成過程については未解決である（石井，1986）。石井（1985）は，母島海山から採取された岩石について，① ハルツバージャイト，斑レイ岩，玄武岩およびボニナイトが島弧的であり，② 中央海嶺産の岩石学的性質とは一致しないことから，伊豆-小笠原島弧における火成活動の結果であると考えた。これらの岩石はいわゆる“オフィオライト”の岩石組み合わせを満たしており，母島海山のように前弧域に産出するオフィオライトの岩石を前弧オフィオライト（forearc ophiolite）と呼称した（石井，1985）。

Yamamoto et al.（1992）は，玄武岩，ドレライト，斑レイ岩および角閃岩の主要・微量元素分析を行い，岩石のREEパターンからMORB起源であるとし，沈み込む太平洋プレート起源の物質が前弧域に付加もしくはトラップされたと推定した。Maekawa（2000）は，パンペリー石-アクチノ閃石相を示す鉱物組み合わせ（パンペリー石+アクチノ閃石+マグネシオリーベック閃石+石英+ア

ルバイト）をKH-84航海における岩石試料から報告しており，高圧変成岩は伊豆-小笠原-マリアナ前弧海山において一般に認められると指摘している。しんかい2000による潜航調査（#632潜航; NT92-05航海，#686潜航; NT93-05航海）の再観察により，藤岡ほか（2005）は海山頂部周辺に蛇紋岩フローが分布すると指摘した。

2003年白鳳丸航海KH03-01では，母島海山から伊豆-小笠原海溝を越えて小笠原海台への音波探査・重力調査を行い，その結果，内部に顕著な反射面が見られない（藤岡ほか，2005）ことや，重力が周りに比べて小さい（Miura et al., 2004）ことが報告されている。KH03-03では，北部山頂付近（KH03-03-1）や南部山頂付近（KH03-03-4）からマントルかんらん岩であるハルツバージャイトやダナイトが大量に採取され，頂上以外からは島弧起源の火成岩が採取された（石渡ほか，2005）。藤岡ほか（2005）は，「母島海山は蛇紋岩海山でもオフィオライトでもなく，元来母島列島の延長としてその最南端に位置しており，パレスペラ海盆の拡大（20/19-15Ma; Okino et al., 1998）によって生じたNE-SW方向のトランスフォーム断層によって現在の位置へと移動したのち，太平洋プレート上にあるNW-SE方向のトランスフォーム断層の延長が海溝軸にかかりながら北上し，近い過去に母島海山の下に潜り込んだために断裂帯を構成していた岩石が海山の岩石とともに蛇紋岩フローによって断層沿いに搾り出された」と考えた。Miura et al.（2004）は，母島海山は蛇紋岩海山であるが，その根は小笠原海台の沈み込みによってテクトニックに削割された“根無し蛇紋岩海山（rootless serpentine seamount）”であると提唱した。石渡ほか（2005）は，母島海山は蛇紋岩海山ではなく，前弧の海洋地殻とマントルが一度海面上に露出し再び沈降した，断層運動によって著しく破砕されたオフィオライト岩体であると考えた。すなわち，母島海山の成因については，蛇紋岩海山か，オフィオライトか，そのどちらでもないか，で大きく分かれている（Table. 1）。

3. 母島海山の地形・地質概要

母島海山前面の海溝は周囲が水深6000～8000mであるのに対し，水深4000mほどと浅くなっている。山体は比高がおよそ2000m，NW-SE方向に延びており，長軸が60km，短軸が30kmの長方形を呈する（Fig. 2）。木村ほか（2003MS）によると，海山の東側斜面は海溝へ続く大陸斜面と連続しており，およそ水深3000m付近において母島海山本体と海溝陸側斜面とに区分できる（Fig. 2）。西側斜面が直線的な勾配約280/1000の急傾斜を呈している（Fig. 2-line 5～8）が，東側斜面においては水深2100m，3000m，3500m付近において遷急線が存在し，水深2100m以浅では勾配約70～100/1000，水深2200m～3000m付近では110～200/1000，水深3000～3500m付近で約

Table. 1 The origin of the Hahajima Seamount

| | | |
|--|--|---|
| Serpentine seamount by diapiric rise of serpentinite | Ishii (1985) Ishii et al. (1992) ...Etc | • possibility except serpentinite seamount |
| | Maekawa (1999) Maekawa (2000) Maekawa (2003) ...Etc | • high-pressure metamorphic rocks in pumpellyite-actinolite facies |
| | Miura et al. (2004) | • rootless serpentinite seamount that the root was tectonically eroded. |
| Ophiolite | Ishiwatari et al. (2005) | • The ophiolite rock body consisted of oceanic crust and mantle in forearc cropped out once on the sea level and subsided again and was remarkably crushed by faulting. It's not mainly serpentinites. |
| Island-arc volcanic island added minor serpentinites | Fujioka et al. (2005) | “The Hahajima Seamount was an extension of the Chichijima and Hahajima Islands and consisted of andesites, boninites and tuff breccias similar with the present Bonin Islands. The transform movements when the Parece Vela Rift cut the proto-Hahajima block NE-SW direction. The blocks slide down as to the trench axis before the transform fault on the Pacific Plate reached the present position. The transform fault on the Pacific Plate reached to the Izu-Bonin trench axis then subducted under the Izu-Bonin arc. The soft and buoyant materials consisting of serpentine mud with basalts, gabbros and peridotites, which were yielded at the paleo-transform fault squeezed out to the upper part that is the Hahajima Seamount forming a chaotic rock assemblage, like an ophiolite suite.” |

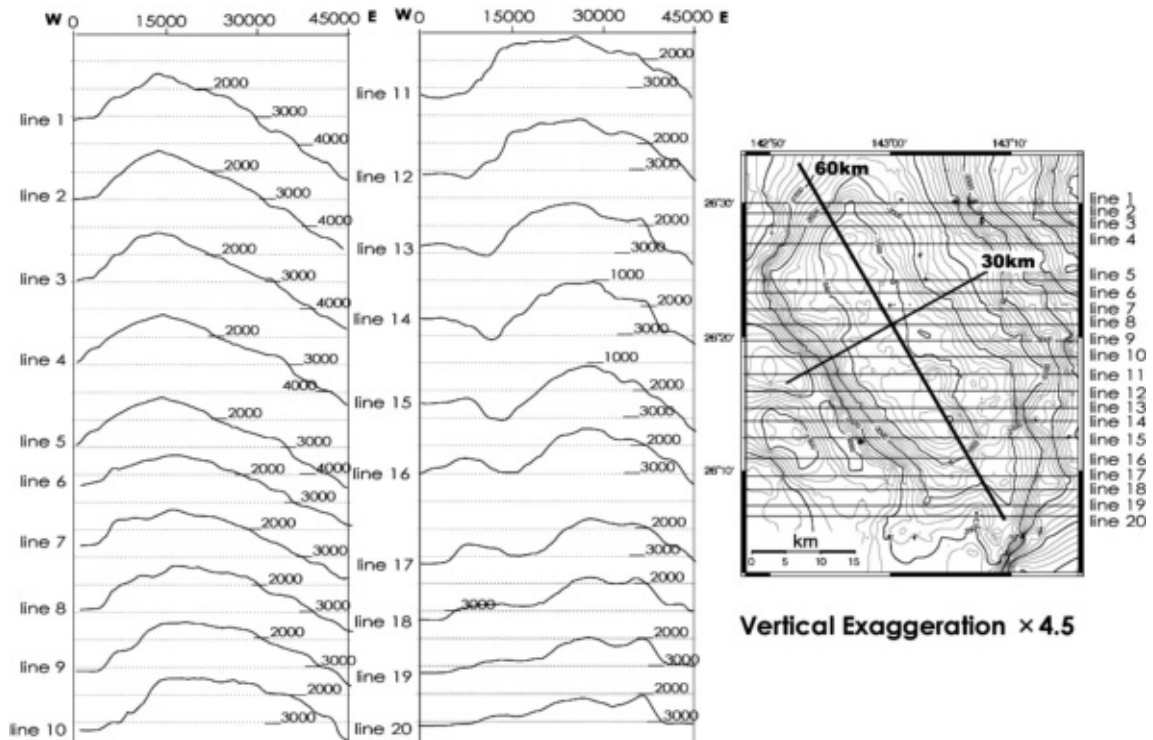


Fig. 2 Bathymetric chart and submarine geomorphological feature of the Hahajima seamount and the cross section of the Hahajima Seamount.

130~200/1000と比較的緩やかな傾斜を呈しつつ、水深が大きくなるにしたがって斜面の勾配は大きくなる特徴を示す。西側斜面に認められるような直線的な勾配約260/1000の急傾斜 (Fig. 2 Line 13・14) は、東側斜面にも一部水深約1800~3000m付近において認められる。東側斜面には、水深3000m以深の海溝陸側斜面においてベンチ地形が発達している。北部に水深約1150m (Fig. 2-Line 2~4)、南部に水深約950m (Fig. 2-Line 12~14) ほどの2つの地形的高まりが認められる。水深約1200mの海山頂上部平坦面からの比高は、北部の高まりがおおよそ200m、南部の高まりがおおよそ300mほどである。北部および南部の高まりの傾斜は海山の東側および西側斜面に比べて緩やかであり、その高まりの間には水深1200~1300mほどの平坦な地形 (Fig. 2-Line 9~11) が広がっている。以降、木村ほか (2003MS) に倣い、北部の高まりを北堆、南部の高まりを南堆と呼ぶ。

東海大学による母島海山における海洋資源学科専門海洋実習 (1984, 2000~2004年) では、東海大学丸II世や望星丸によって採泥調査が18回行われている。その詳細な記録をTable. 2に、岩石種別の分布をFig. 3に示す。

北堆付近では、2003年 St. 3, 2001年 St. 4の2地点で蛇紋岩がそれぞれ53.6%, 100%, の割合で採取されている。蛇紋岩以外の採取岩石は、2003年 St. 3では、石灰岩が30.4%, 玄武岩が10.7%, チャートが5.4%, 1984年 D-2では、砂岩が35.3%, 斑レイ岩が27.6%, ドレライトおよびマイロナイトが7.3%, スコリアが2.2%の割合で採取されている。南堆付近においては、2001年 St. 5, 2002年 St. 3, 2003年 D-1, 2004年 St. 1の4地点の採泥が行われており、2001年 St. 5, 2002年 St. 3では蛇紋岩がそれぞれ100%, 4%採取された。蛇紋岩以外の岩石は、

2002年 St. 3では、斜長岩21%, 斑レイ岩17%, マイロナイト9%, 玄武岩9%, 角閃石斑レイ岩9%, ウェブステライト9%, ハルツバージャイト4%, 輝岩4%, 角閃岩4%である。2003年 D-1, 2004年 St. 1において、蛇紋岩やかんらん岩類は認められず、2003年 D-1においては凝灰岩が92.3%, 斑レイ岩が7.7%, 2004年 St. 1においてはドレライトや斑レイ岩、破碎された斑レイ岩に取り込まれた角閃石斑レイ岩が採取されている。

中央部平坦面では、2002年 St. 1の1点の採泥が行われており、蛇紋岩が20%, 斑レイ岩が37%, 玄武岩が30%, チャートが9%, 礫岩が3%の割合で採取されている。

海山東側斜面では、1984年 D-1, D-3, 2003年 St. 1の3地点の採泥が行われている。D-1では砂岩が84%, 玄武岩が4%, スコリアが12%, D-3では砂岩が100%, 2003年 St. 1では蛇紋岩が3.2%とわずかに採取されており、斑レイ岩が3.2%, 玄武岩が16.1%, 礫岩が16.1%, 凝灰岩が71.3%である。

すなわち、母島海山北堆および南堆からは、主にハルツバージャイト・ダナイト起源の蛇紋岩、玄武岩、ドレライト、斑レイ岩といった超苦鉄質~苦鉄質岩が採取され、凝灰岩、軽石、礫岩、チャート、マイロナイトも採取されている。凝灰岩は生痕の認められるものもあり、固結度は低く脆い。中央部平坦面およびその斜面からは、蛇紋岩、ドレライト、玄武岩、斑レイ岩、斜長岩、角閃岩、破碎された斑レイ岩に取り込まれた角閃石斑レイ岩などが採取されている。蛇紋岩は、東海大学による採泥地点18地点のうち8地点に認められた。すなわち、母島海山では、全体としてマントルかんらん岩起源の蛇紋岩が北堆・南堆に限らず中央部からも採取されている (Fig. 3)。母島海山南方の

Table. 2 Dredge positions at the Hahajima Seamount (Tokai Univ.)

| St. NO | Date | On bottom position | | | Off bottom position | | |
|------------|-----------|--------------------|-------------|-----------|---------------------|-------------|-----------|
| | | Latitude | Longitude | Depth (m) | Latitude | Longitude | Depth (m) |
| 1984 D-1 | 1984.6.6 | 26°28.31N | 143°04.68E | 2535 | 26°27.75N | 143°02.48E | 2120 |
| 1984 D-2 | 1984.6.6 | 26°25.94N | 142°57.68E | 1300 | 26°25.95N | 142°57.14E | 1160 |
| 1984 D-3 | 1984.6.7 | 26°22.09N | 143°11.59E | 3200 | 26°21.59N | 143°10.27E | 2830 |
| 2000 St. 1 | 2000.4.17 | 26°06.194N | 143°07.443E | 2521 | 26°06.915N | 143°07.051E | 2515 |
| 2000 St. 2 | 2000.4.17 | 26°03.156N | 143°09.711E | 3110 | 26°03.107N | 143°09.363E | 2903 |
| 2001 St. 4 | 2001.6.6 | 26°26.357N | 142°57.572E | 1338 | 26°26.616N | 142°57.368E | 1288 |
| 2001 St. 5 | 2001.6.6 | 26°12.164N | 143°05.149E | 1114 | 26°12.588N | 143°05.498E | 1042 |
| 2002 St. 1 | 2002.5.28 | 26°21.900N | 143°02.005E | 1538 | 26°21.971N | 143°02.291E | 1577 |
| 2002 St. 2 | 2002.5.28 | 26°22.264N | 143°06.510E | 2338 | 26°22.283N | 143°06.162E | 2254 |
| 2002 St. 3 | 2002.5.28 | 26°17.673N | 143°03.866E | 1230 | 26°17.693N | 143°03.652E | 1228 |
| 2002 St. 4 | 2002.5.28 | 26°18.011N | 143°05.599E | 1516 | 26°17.935N | 143°04.981E | 1481 |
| 2003 St. 1 | 2003.5.17 | 26°24.704N | 143°01.848E | 1896 | 26°25.573N | 143°01.438E | 1857 |
| 2003 St. 2 | 2003.5.17 | 26°25.743N | 142°56.184E | 1303 | 26°25.970N | 142°56.339E | 1249 |
| 2003 St. 3 | 2003.5.17 | 26°26.755N | 142°55.989E | 1151 | 26°27.046N | 142°56.727E | 1149 |
| 2003 D-1 | 2003.5.28 | 26°14.385N | 143°05.574E | 1291 | 26°14.195N | 143°05.877E | 1402 |
| 2004 St. 1 | 2004.5.28 | 26°13.184N | 143°02.320E | 1174 | 26°13.829N | 143°02.769E | 1066 |
| 2004 St. 2 | 2004.5.28 | 26°16.023N | 142°55.201E | 2608 | 26°17.736N | 142°56.615E | 1514 |
| 2004 St. 3 | 2004.5.28 | 26°21.070N | 142°51.255E | 2486 | 26°22.005N | 142°54.552E | 1589 |

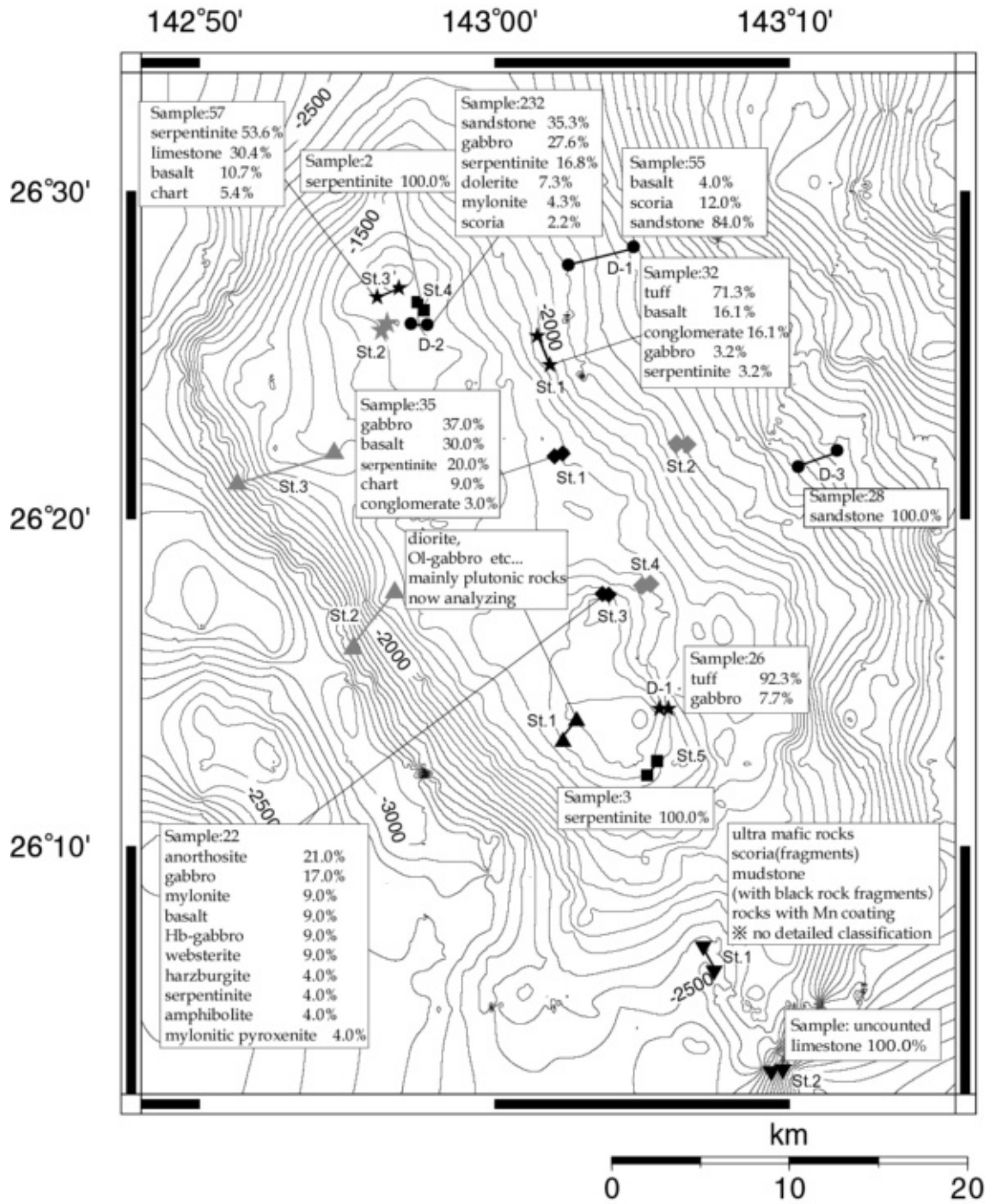


Fig. 3 The dredge sites in the Hahajima Seamount, and the dredged samples. No rocks were dredged at the sites shown by gray symbols. Sample means the number of samples. The ratio is for the number of the total samples in the site.

- ▲ : Bouseimaru, 2004 (Tokai Univ.)
- ★ : Bouseimaru, 2003 (Tokai Univ.) from Kamikawa and Amano (2003MS) in Japanese
- ◆ : Bouseimaru, 2002 (Tokai Univ.) from Takayama et al. (2002MS) in Japanese
- : Bouseimaru, 2001 (Tokai Univ.) from Takayama et al. (2002MS) in Japanese
- ▼ : Bouseimaru, 2000 (Tokai Univ.) from Terashita and Fukuie (2000MS) in Japanese
- : Tokai Daigaku Maru 2nd, OPEX'84 (Tokai Univ.) from Ogawa and Higure (1984MS) in Japanese

石灰岩からは，小笠原海台で見られる白亜紀のナンノ化石が認められており（寺下・福家，2000MS），母島海山南方では小笠原海台の付加が起こっていると考えられている。

岩種で見ると，蛇紋岩は北堆および南堆の採泥地点で採取された試料の50%以上と顕著であるが，中央部平坦面では20%，東側斜面では3%と少ない。堆積岩は東側斜面において顕著で採取試料の70%以上を占めている。玄武岩，ドレイイト，斑レイ岩といった火成岩類は，北堆および南堆周辺，中央部平坦面に多く分布しており，東側斜面ではほとんど認められない。変成岩は角閃岩のほか，Maekawa（2000）がKH84航海から低度の高圧変成岩（パンペリー石-アクチノ閃石相）を見出している。

4. 採取された蛇紋石泥とアラゴナイト・沈殿性蛇紋石・コーツィン

2003年度海洋実習航海においては，北堆頂上付近のSt. 3（Fig. 3およびTable. 2）近傍における高低差50mほどのくぼ地（Fig. 4）から緑灰色を示す蛇紋岩質の含礫泥が採取された（Photo. 1）。St. 3においては採取用コンテナ（容積57×34×20cm）2つで計62000cm³の試料が採取されており，そのうち23200cm³（全体のおよそ38%）が含礫泥であった（Photo. 2）。この採泥地点からは前章で述べた割合で蛇紋岩，石灰岩，玄武岩，チャートが採取されている。

4.1 蛇紋岩と沈殿性蛇紋石・コーツィン

同採泥地点で採取された蛇紋岩は，最大径21cm，平均径7~11cmの垂角礫~垂円礫であり，角礫や円礫はまれである。肉眼・偏光顕微鏡下の特徴は，母島海山における蛇紋岩の特徴（東，投稿中）と非常によく似ている。ほとんどが表面にフィルム状のマンガンコーティングが発達している。内部は緑灰色で塊状を示し，風化作用・変質作用の進んだものは黄褐色で崩れやすい。源岩はダナイトやハルツバージャイトで，プロトグラニュラー組織（Mercier and Nicolas, 1975）を示し，初生鉱物はダナイトの場合：かんらん石と微量のスピネル，ハルツバージャイトの場合：かんらん石と少量の斜方輝石，微量のスピネルであったと考えられる。かんらん石はリザルダイトやクリソタイル，斜方輝石はバスタイトにそれぞれ変質しており，大部分は仮像が残るのみである（Photo. 3）。斜方輝石の仮像は1mmを超えるような大きさで他形を示すものもある。スピネルは径0.2~3.0mm，濃赤褐色~黄褐色，他形で極めてまれに自形を示す（Photo. 4）。ハルツバージャイト中では，他形のスピネルのみの場合と，これに自形のスピネルが伴われる場合がある。ダナイト中では，自形のスピネルが目立つが，他形のスピネルも伴う。周りが磁鉄鉱に置換されており，小さなものは完全に磁鉄鉱に置換されている。二次鉱物は，リザルダイト，クリソタイル，アンチゴライト，磁鉄鉱，ブルーサイト，パイロオーライト，ゲーサイト（？）である。低温または低圧変成を示すリザルダイト-クリソタイルは，メッシュ状組織や砂時計組織を示す（O'Hanley and Wicks, 1987）。リザルダイトやクリソタイ

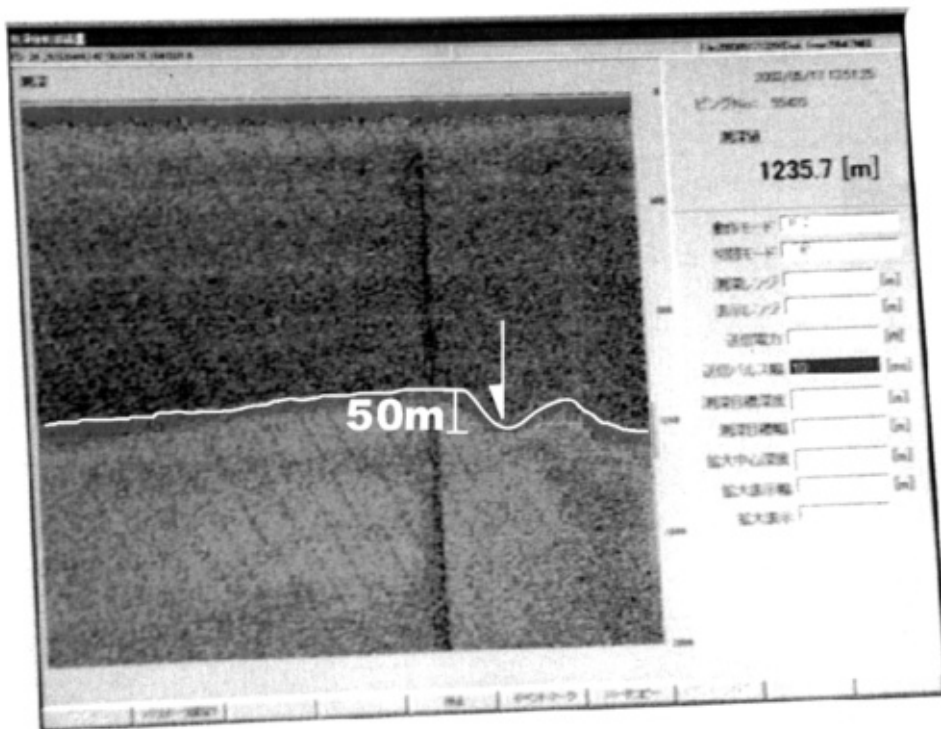
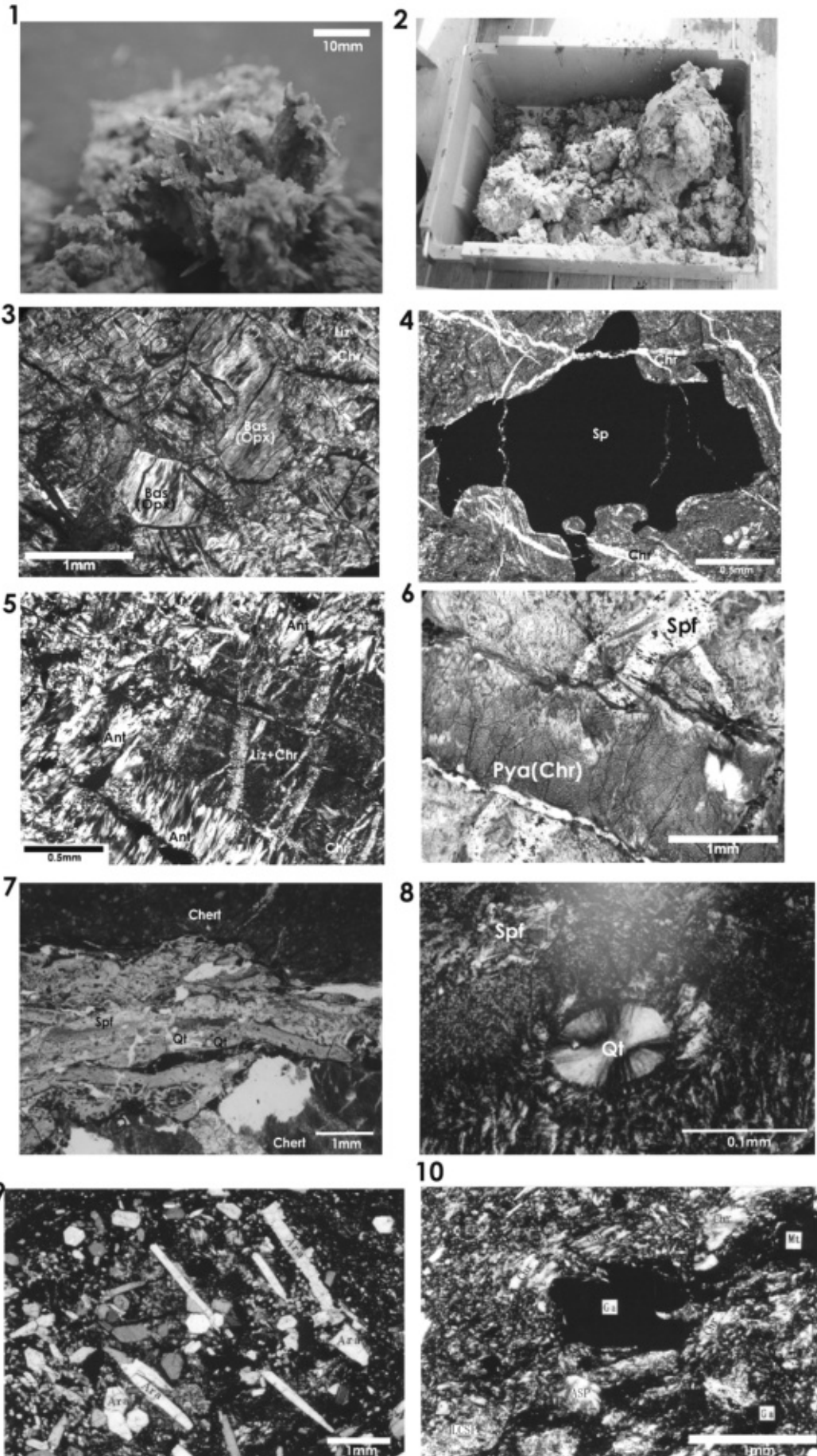


Fig. 4 The submarine topography in the near St. 3 in 2003 by precision depth recorder.



Explanation of photos

Ara=aragonite, Ant=antigorite, Chr=chrysotile, Liz=lizardite, Ga=garnet, Mt=magnetite, MX=matrix, ASP=antigorite serpentinite, LCSP=lizardite-chrysotile serpentinite, Pya=pyroaurite, Spf=precipitated serpentinite, Sp=spinel, Qt=quartzine, () means pseudomorph..

- Photo. 1.** Green-gray gravelly serpentinite mud with and needles of aragonite dredged at the point 2003-St.3 located near northern summit of the Hahajima Seamount.
- Photo. 2.** Gravelly serpentinite mud with and needles of aragonite dredged at the point 2003-St.3 located near northern summit of the Hahajima Seamount in container (57*34*20cm) used for dredge. The dredged quantity is about 60% of that container.
- Photo. 3.** Bastite altered orthopyroxene is observed. Mesh texture consisted lizardite and chrysotile is also observed around bastite.
- Photo. 4.** Anedral spinel cutting by chrysotile is observed.
- Photo. 5.** Antigorite is observed cutting mesh or sandglass texture consisted lizardite and chrysotile.
- Photo. 6.** Precipitated serpentinite is cut chrysotile altered to pyroaurite. Generation order is following; 1) weathering, 2) generation of precipitated serpentinite, 3) weathering.
- Photo. 7.** Precipitated serpentinite is observed in crack of chert. Quartzine is also observed in precipitated serpentinite.
- Photo. 8.** This photo is enlarged Photo. 7. Quartzine is a chalcedony characterized length-slow.
- Photo. 9.** Serpentinite mud dredged at the point 2003-St.3. The acicular and hexagonal aragonite is observed.
- Photo. 10.** Serpentinite mud dredged at the point 2003-St.3. Garnet is considered a grossular (?) or a hydrogrossular (?) and that occurred Ca-metasomatism. Dust-like magnetite is also observed.

ルに比べて高温または高圧側で安定なアンチゴライトは少量確認され，葉片状のアンチゴライトが Bladed-mat 組織 (Maltman, 1978) (=interpenetrating 組織; O'Hanley, 1996) を示し，リザルダイトークリソタイトのメッシュ組織を切って生成する (Photo. 5)。これらの組織をさらにクリソタイトが脈状に切っている。磁鉄鉱は，スピネルの一部または全体を置換するもののほか，径 0.03mm 以下のダスト状で蛇紋石脈中に散在または集合する。ブルーサイトは，帯褐色を示し，メッシュ組織の中心に塊状に，またはクリソタイト脈に伴って脈状に少量認められる。二次鉱物のうち，風化作用によると考えられる鉱物は，パイロオーライト (もしくはコーリンサイト)，ゲーサイト (?) である。パイロオーライトもしくはコーリンサイトと考えられる鉱物は赤褐色を呈し，クリソタイト脈の縁やメッシュ組織の中心を交代している。ゲーサイト (?) は赤褐色を示し，割れ目沿いに生成している。低結晶度の地表付近で沈殿したと考えられる蛇紋石 (例えば，Lapham, 1961; 水落ほか，2004; 加藤ほか，2004) も認められる (Photo. 6)。沈殿性蛇紋石は結晶度および複屈折が低く，暗色を示す。リザルダイトークリソタイトのメッシュ組織を切るように脈状に生成している例も認められる。このような沈殿性蛇紋石はチャートの割れ目にも認められる (Photo. 7)。その中にはまれに径 0.1mm ほどの微化石様の楕円状結晶も認められ，コーツインの集合体となっている (Photo. 7, 8)。コーツインはカルセドニーの一種であり，正の伸長を示すことで特徴付けられる。天然での産出例は比較的少なく，従来，ドロマイトや縞状鉄鉱床，枕状溶岩周辺の沈殿物などからの産出が知られており， Mg^{2+} (Folk, 1975; 水谷ほか，1987) や $Fe^{2+} \cdot Fe^{3+}$ に富む環境下 (加藤ほか，2001) で生成される可能性が指摘されている。

4.2 蛇紋石泥とアラゴナイト

蛇紋石泥は緑灰色を示す未固結の含礫泥である (Photo. 1, 2)。基質は粘性土質であるが，粒径 0.063mm 以下の泥だけでなく，砂質粒子が多く含まれる。ここでは蛇紋石泥を蛇紋岩礫が 50% 未満の，主として粒径 2 mm 以下の砂分や泥分からなる蛇紋岩粒子の集合として定義する。この試料中には，径数 cm~10 数 cm の角礫~亜角礫が約 10% 混入している。礫種は蛇紋岩およびチャートであり，蛇紋岩の特徴は 4.1. 節で述べた特徴と一致する。

採取された蛇紋石泥の含礫率は平均 6.5%，含砂率は平均 57.5%，含泥率は平均 36.0% であり，日本統一土質分類法による三角座標表示法 (土質試験法 (第 3 回改訂版) 編集委員会，1990) に基づく土質分類では，細粒土に分類される (Fig. 5)。礫分を除いた，砂分-粘土分-シルト分三角図においても，砂分の多いことが示され，神居古潭帯の蛇紋岩地すべり堆積物領域内にプロットされる (Fig. 6)。蛇紋岩質の粒子は緑灰色で，径 0.5~5.0mm，最大径 10mm の角礫~亜角礫である。礫種はリザルダイトークリソタイト蛇紋岩が主で，アンチゴライト蛇紋岩も少量含まれる。基質の粘土質泥は一部赤褐色を帯びており，風化作用を受けていると考えられる。径 5~20mm，灰白色~透明を示す針状~長柱状のアラゴナイトが 40~50% 含まれる (Photo. 9)。アラゴナイトの粒度分布は上述の範囲で漸移的である。

偏光顕微鏡下では，蛇紋石泥中のアンチゴライト蛇紋岩片は，葉片状のアンチゴライトが bladed-mat 組織 (Maltman, 1978) (=interpenetrating 組織; O'Hanley, 1996) を示す。リザルダイトークリソタイト蛇紋岩片は，かんらん石の仮像組織であるリザルダイトークリソタイトのメッシュ組織もしくは砂時計組織 (O'Hanley and Wicks, 1987)

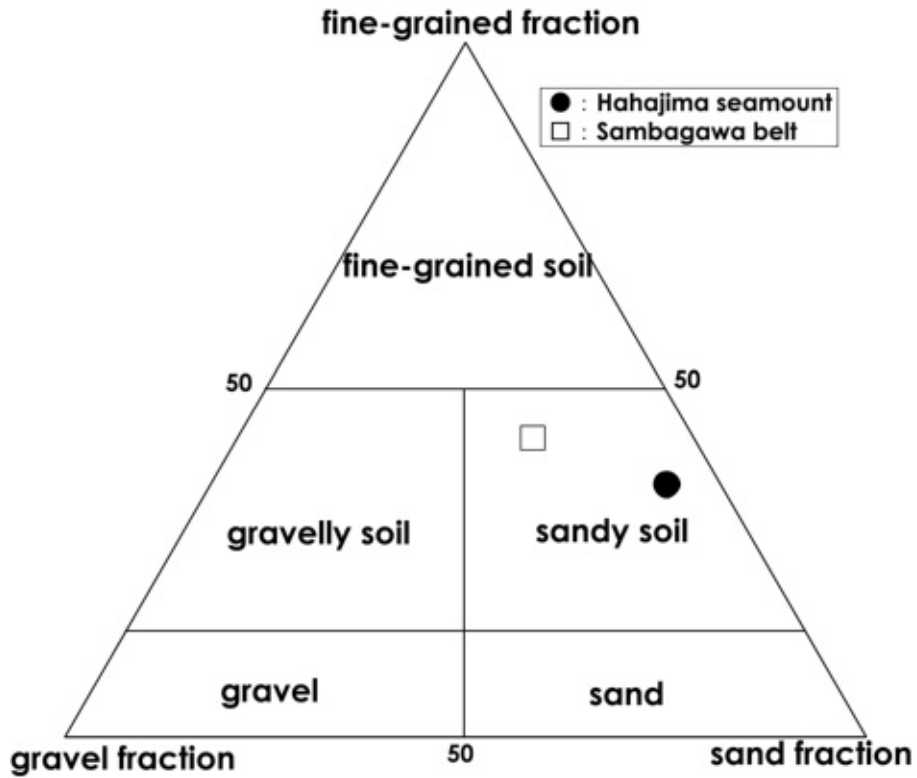


Fig. 5 The soil classification of serpentinite mud based on triangular coordinate display method of the unified soil classification system of Japan. Data for the Sambagawa belt is from Katada et al. (1994).

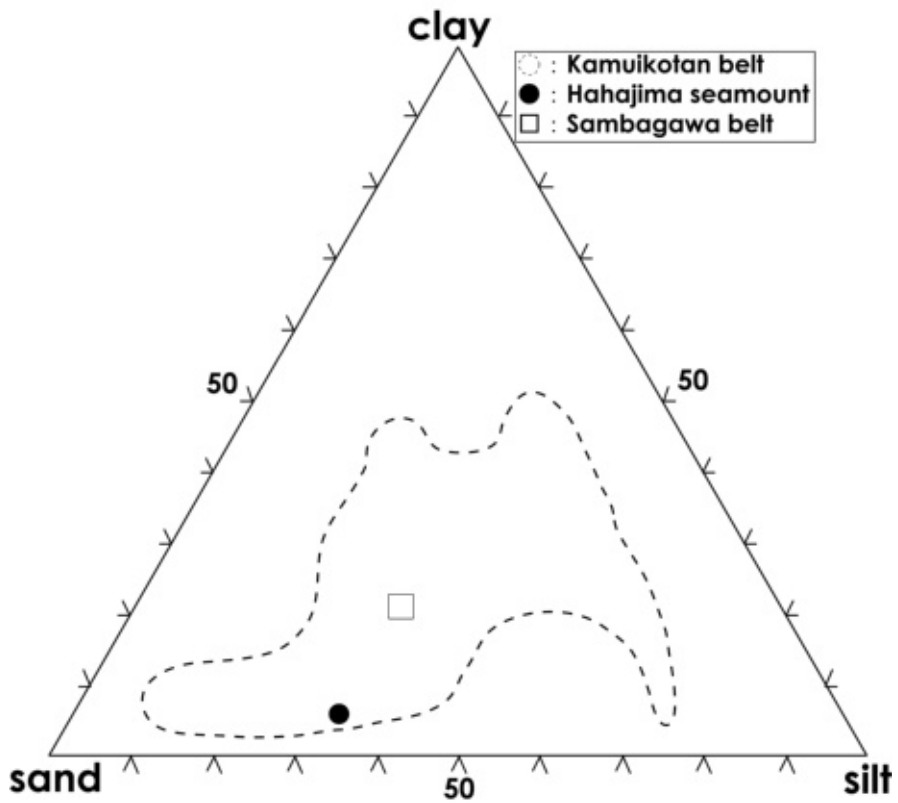


Fig. 6 The soil classification of serpentinite mud based on clay-sand-silt triangle coordinate. Data for the Kamuikotan belt (serpentinite landslide sediments) from Noji and Hori (1989), and the Sambagawa belt is from Katada et al. (1994).

を示し，一部クリソタイルが繊維状集合の脈として認められる。スピネルは径0.15~0.5mmでまれに磁鉄鉱への変質を免れ，濃赤褐色を呈する。径2mm以下の粒子からなる基質は，主に微細な蛇紋岩片，磁鉄鉱，アラゴナイトから成り，ガーネットも少量含まれる。(Photo.10)。蛇紋岩片は径1.0mm以下のものが多く，角礫~亜円礫である。礫種は主としてリザルダイト-クリソタイル蛇紋岩で，少量のアンチゴライト蛇紋岩を含む。磁鉄鉱は，かんらん石が蛇紋岩化する際に生じた径0.02mm以下のダスト状のもの，およびスピネルを交代した径0.15~0.5mmの塊状のものが認められる。アラゴナイトは長柱状で最大長径3.0mm，断面は六角形を呈する。アラゴナイトはまれに蛇紋岩片を包有する。ガーネットは径0.9mm以下の粒状・他形で黄褐色を呈し，グロッシュラーもしくはハイドログロッシュラー(?)である。

アラゴナイトの結晶および蛇紋石泥のX線粉末回折を行った。アラゴナイトの回折結果をFig.7に，蛇紋石泥

の回折結果をFig.8に示す。Fig.7は，アラゴナイトの回折線が顕著であるが，少量の蛇紋石の回折線も確認でき，顕微鏡下の記載とも一致する。Fig.8は，リザルダイトやクリソタイルの回折線が顕著であり，少量の緑泥石や磁鉄鉱の回折線も確認できる。鏡下観察で認められたアンチゴライトは，微量のためX線粉末回折においては確認できなかった。

5. 考察

5.1 蛇紋石泥の分布・成因と母島海山の性格

母島海山では，蛇紋岩やその源岩である超苦鉄質岩類が海山全体から採取されているが，北堆・南堆では採取試料の50%以上，中央部では20%，東側斜面では3%と，母島海山全体に占める蛇紋岩の割合は低い。むしろ，玄武岩，ドレライト，斑レイ岩などの火成岩の割合が高く，破碎されたものも採取されている。これら火成岩に関して

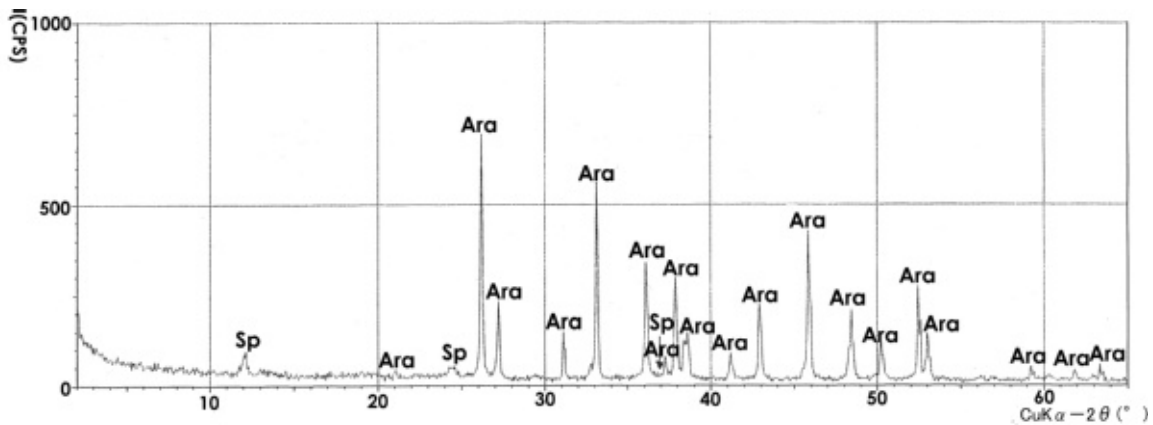


Fig. 7 The result of needle-like aragonites by X-ray powder diffractometer. Analyzed by Koki Saito. Conditions for X-ray diffraction measurement are following: Target: Cu, counter monochromator, Slit: $1^\circ - 0.3\text{mm} - 1^\circ$, 40kV, 20mA, Scanning speed: $2^\circ/\text{min}$, Preset time: 1.5sec, Scale range: 2000cps, Hardware: XRD-6000 (SIMADZU). Ara=aragonite, Sp=serpentine.

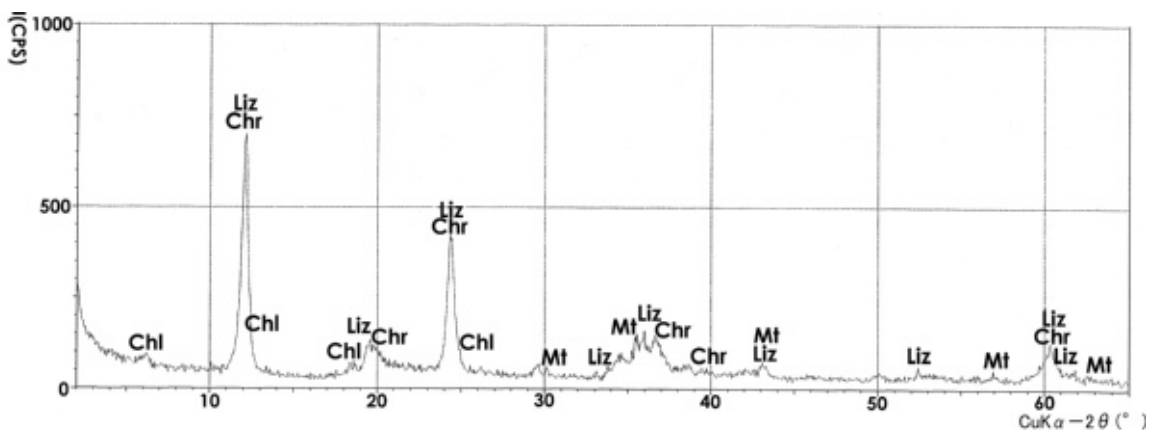


Fig. 8 The result of serpentine granule with mud-like matrix by X-ray powder diffractometer. Analyzed by Koki Saito. Conditions for X-ray diffraction measurement are the same as Fig. 7. Liz=lizardite, Chr=chrysotile, Mt=magnetite, Chl=chlorite.

は、Yamamoto et al. (1992) の MORB 起源の苦鉄質岩が前弧域に付加またはトラップされた、石渡ほか (2005) の島弧起源であるという報告がされている。堆積岩は母島海山斜面で顕著である。

蛇紋岩はリザルダイトークリソタイトのメッシュ組織が卓越しており、比較的低温低圧の状態では蛇紋岩化作用を蒙ったことを示す。アンチゴライト脈の存在はリザルダイトークリソタイト蛇紋岩の上昇中に高温の熱水が通過した事象があったことを示す。あるいはリザルダイトークリソタイト蛇紋岩上昇中に、すでに上部に存在していた若干高温・高圧タイプのアンチゴライト脈を伴う蛇紋岩を取り込んだ可能性もある。変成岩は低圧変成の角閃岩のほか、Maekawa (2000) が KH84 航海から低度の高圧変成岩 (パンペリー石-アクチノ閃石相) を見出ししている。リザルダイトークリソタイト蛇紋岩や角閃岩のような低圧変成岩と、Maekawa (2000) の示した高圧変成岩が混在しているような産状は蛇紋岩ダイアピルや蛇紋石泥火山によって説明することも可能である。しかし、後述するように母島海山全体をこのようにして形成された蛇紋岩海山として説明するには、蛇紋岩自体の分布が少ないという矛盾がある。

今回報告した蛇紋岩塊と針状アラゴナイトその他を含む蛇紋石泥は、表層からの採泥試料であり、これが直接に蛇紋岩の地下深部でのテクトニックな変形形態を示すと解釈するのは困難である。地下深部でのテクトニックな変形形態を示す蛇紋岩は、例えば、葉片状蛇紋岩や、葉片状部に塊状部が散在するような形態を示し、一般に未固結粘土状部を介在しない (例えば、加藤・樋掛, 1998)。陸上の蛇紋岩では、今回ドレッジされたような大小の蛇紋岩塊とそれを充填する未固結粘土状の蛇紋石泥からなる産状は、蛇紋岩地すべり地の典型的な特徴である。陸上の蛇紋岩地すべりの「粘土状基質」はアルカリ性の間隙水のため「ヌルヌルした」粘土質の印象を与えるが、粒度は粗い (野地・堀, 1989; Fig. 5, Fig. 6)。また、蛇紋岩地すべりがクリープを繰り返す、いわゆる粘土状の蛇紋岩が低角に何層も積み重なる例が多く知られている (例えば、野地・鈴木, 1977)。すなわち、本報告で示した蛇紋岩塊と蛇紋石泥が、初生的には蛇紋岩ダイアピルないし蛇紋岩フローを構成していた可能性を必ずしも否定するものではないが、少なくとも直接には海底の蛇紋岩地すべり堆積物である可能性が高い。このことは蛇紋岩の一部が急崖直下の凹地から採泥されているという地形的な特徴 (Fig. 4) から支持され、蛇紋岩体の本体の露出はかなり狭い可能性がある。平坦面の蛇紋岩が蛇紋岩地すべりであると解釈すると、上昇・露出時の蛇紋岩体の形は、幅 100~300m、長さ最大数 km 程度のレンズ状の小規模岩体であるとする解釈が可能である。このように考えた場合、母島海山の蛇紋岩の分布域は、母島海山の面積比にして約 2~5% を占めるに過ぎない (Fig. 9)。蛇紋岩全体の分布をみると、

円形をしておらず、むしろ細長く狭い範囲に分布しているように見える (Fig. 9)。すなわち、母島海山の蛇紋岩は断層沿いに上昇した可能性が高い。このことは母島海山が蛇紋岩海山ではないことを示すと考えられる。母島海山における岩石分布や、Yamamoto et al. (1992)、石渡ほか (2005) の報告を考慮すると、母島海山は島弧火成活動を受け、MORB 起源の苦鉄質岩が付加またはトラップされた上部マントルー地殻断片が破砕され、上昇・定置したものであろうと考えられる。

5.2 アラゴナイトほか自生鉱物の成因

今回採取されたアラゴナイトは、蛇紋石泥中に混在し、長柱状~針状の自形結晶で、微量の蛇紋石片を包有する。すなわち、海底面付近の蛇紋石泥中で自由生成したことがわかる。すなわち、蛇紋岩を含む海山に由来する流体との関連が考えられる。

このアラゴナイトを生成した Ca の供給源については以下のように考えられる。

超苦鉄質岩は蛇紋岩化作用に伴って Ca を系外へ放出する (例えば Coleman, 1971) が、蛇紋岩化作用が起こる下限温度は約 40°C と考えられるので (O'Hanley, 1996)、蛇紋岩体の少なくとも一部がこれ以上の温度になっていることが必要である。母島海山の蛇紋岩は、先述のように、地すべり堆積物を除けば実際の分布は狭いと考えられ、地温勾配が不明であるが、蛇紋岩体の内部が 40°C を超える部分は非常に深部となる。仮に、地表付近の基準温度を 4°C、地温勾配を 3°C/100m とすると、地温が 40°C となるのは海底面下 1200m となる。この深度に蛇紋岩化作用が完了していない超苦鉄質岩が存在すれば蛇紋岩化作用を起こしているであろう。しかし、海山背後に被圧地下水を形成する地形が認められないことから、被圧された Ca に富む地下水が海山表面へ上昇してくることは考えにくい。さらに、地表サンプルを見る限り、初生かんらん石が認められないことなどを考慮すると、蛇紋岩化作用はすでに停止している可能性が高い。しかし、Ca は Ca 含有鉱物の風化作用の過程でも供給される。すなわち、蛇紋岩中に含まれる Ca (や Mg) が海底風化作用に伴って放出される。また、海水からも Ca (や Mg) は供給される。Bonnati et al. (1980) は、中央海嶺の断裂帯付近に産する炭酸塩は、苦鉄質岩中を海水が循環し、その海水から炭酸塩が沈殿するとしている。蛇紋岩海山形成に由来する流体も、周囲の蛇紋岩や苦鉄質岩中を通ってくるので、その流体中には Ca^{2+} 、 Mg^{2+} や Fe^{2+} ・ Fe^{3+} が含まれていると考えられる。

母島海山の岩石試料からは今回、沈殿性蛇紋石、コーツィンといった Mg^{2+} や Fe^{2+} ・ Fe^{3+} が富む環境で生成すると考えられる鉱物が認められた。海底面からの採泥試料であるので、これらの鉱物は蛇紋岩や海水に接している。したがって、母島海山では、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} や Fe^{2+} ・ Fe^{3+} などが、海底表面周辺の浅部から供給されており、アラゴナイ

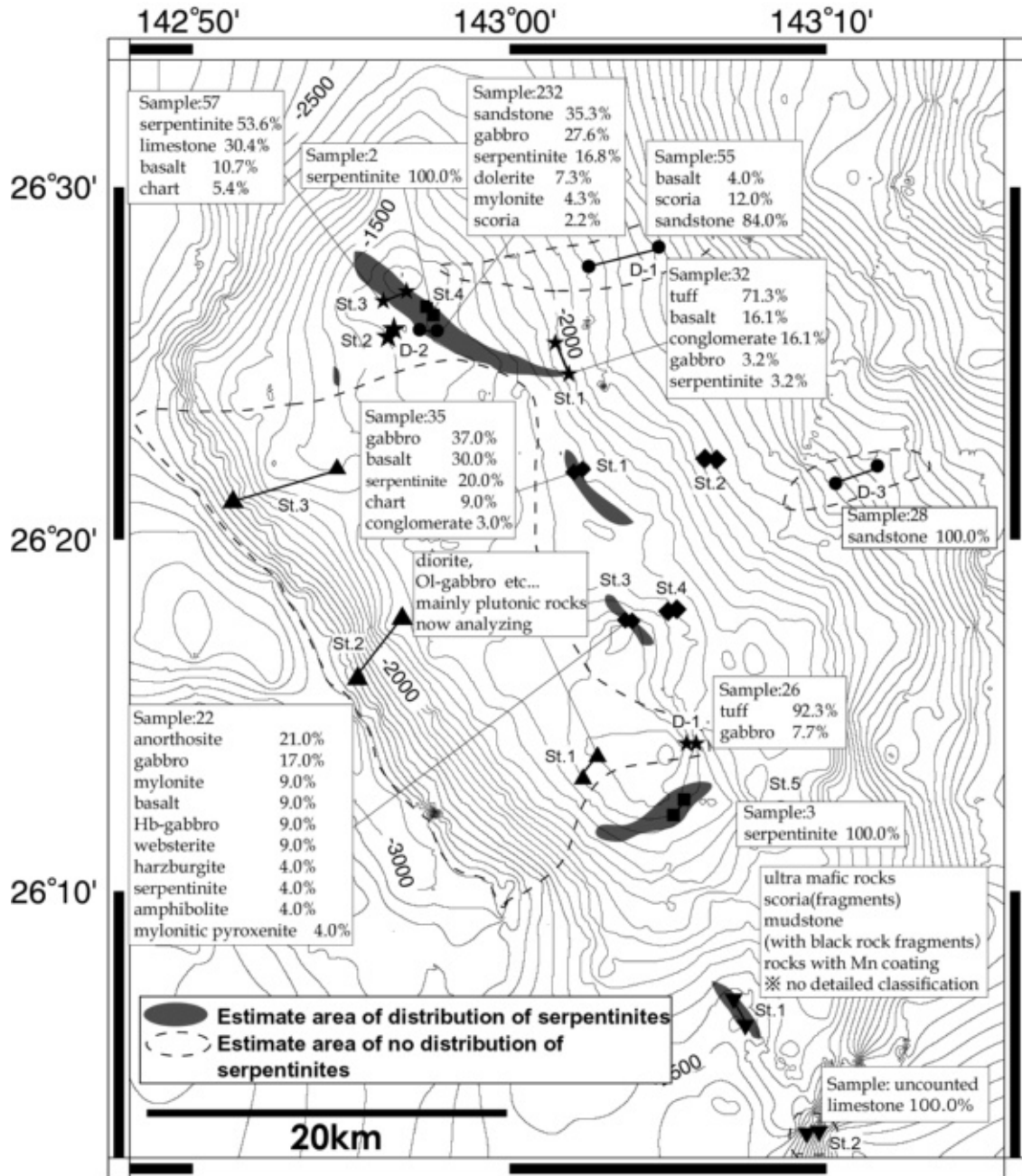


Fig. 9 The conception of distribution of serpentinites in the Hahajima Seamount. The area of no distribution of serpentinites is interpreted from the dredged points of no serpentinite to ridge. The uplifted area of serpentinites is estimated the dredged points of serpentinites, even if that amount is tiny, and topography of the Hahajima Seamount.

トや沈殿性蛇紋石，コーツィンを生成する条件が十分に存在すると考えられる。

アラゴナイトやカルサイトなどの炭酸塩鉱物は，陸上では，蛇紋岩化作用に伴う Ca に富む温泉水の沈殿物として (例えば，Barnes et al., 1978; 佐藤ほか，2001)，あるいは蛇紋岩中を通る Mg に富み，少量の Ca を含む低温地下水からの沈殿物として産する (例えば，水落ほか，2004)。海底からは Fryer et al. (1990)，加藤ほか (1999) が蛇紋岩海山であるコニカル海山でカルサイト・アラゴナイトか

ら成るチムニーを報告した。また，アラゴナイト・カルサイト・ブルーサイトから成る炭酸塩チムニーが北緯 30° の大西洋中央海嶺西方から数 10°C の温水の沈殿物として発見されており，蛇紋岩化作用を伴うと考えられている (Kelley et al., 2001)。

しかし，今回母島海山で報告したアラゴナイトは熱水噴出孔に伴うチムニーを形成しておらず，蛇紋石泥中の間隙に生成しているため，蛇紋岩化作用に伴う高 Ca 温水から沈殿したものとは考えにくい。アラゴナイトの生成は蛇紋

岩地すべり中の Mg や Ca に富む間隙水が, Mg に富む鉱物である沈殿性蛇紋石を生成した後の相対的な Ca 濃度の上昇に伴って結晶した可能性が高い。

6. ま と め

1. 母島海山における蛇紋岩の分布は極めて狭い(面積比約 2~5%), 堆積岩や島弧起源または MORB 起源の火成岩が多く, 母島海山が蛇紋岩海山であるという解釈は困難である。
2. 母島海山は島弧火成活動を受けた上部マントルー地殻断片が破碎され, 蛇紋岩は断層沿いにテクトニックに上昇・定置した可能性が高い。
3. 今回採取した蛇紋石泥は砂分が多く, 針状アラゴナイト, 沈殿性蛇紋石, コーツィンを含み, テクトニックに上昇した蛇紋岩起源の海底地すべり堆積物である。泥中のアラゴナイトは, 蛇紋岩地すべり堆積物中の Mg・Ca に富む間隙水から, Mg に富む沈殿性蛇紋石生成による Ca 濃度上昇によって結晶した可能性がある。コーツィンもこのような環境下で生成したと推定される。

謝 辞

本研究にあたり, 望星丸船長・荒木直行氏および望星丸乗組員の方々には, 海洋実習中の安全な航海および採泥調査の成功により, 本研究における重要な試料を採取していただきました。新井田清信助教授(北海道大学地球惑星科学専攻)には, 母島海山における岩石・鉱物学的議論をしていただきました。根元謙次教授(東海大学海洋資源学科), 鈴木康司(東海大学大学院), 木村仁子, 細部史任(東海大学海洋資源学科卒)の諸氏には, 母島海山の地形解析データの提供をしていただきました。

ここに記して厚く感謝の意を表します。

参考文献

- Barnes, I., O'Neil, J. R. and Trescases, J. J. (1978): Present day serpentization in New Caledonia, Oman and Yugoslavia. *Geochem. Cosmochim. Acta.*, **42**, 144-145.
- Bonnati, E., Lawrence, J. R., Hamlyn, P. R. and Breger, D. (1980): Aragonite from deep sea ultramafic rocks., *Geochem. Cosmochim. Acta*, **44**, 1207-1214.
- Coleman, R. G. (1971): Petrologic and geophysical nature of serpentinites. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **82**, 897-918.
- 土質試験法(第3回改訂版)編集委員会(1990): 土質試験の方法と解説。土質工学会, 東京, 615pp.
- Folk, R. N. (1975): Third-party reply to Hatfield-discussion of Jacka, A. D. (1974), "Replacement of fossils by length-slow chalcedony and associated dolomitization:

- Jour. Sed. Petrology*, V. 44, P. 421-427." *J. Sediment. Petrol.*, **45**, 952.
- Fryer, P., Saboda, K. L., Johnson, L. E., Mackay, M. E., Moore, G. F., and Stoffers, P. (1990): Conical seamount: SeaMARC II, ALVIN submersible, and seismic-reflection studies, in Fryer, P., Pearce, J. A., and Stokking, L. B., and the Leg 125 Shipboard Scientific Party, 1990, *Proceedings of the Ocean Drilling Program: Initial Reports, Leg 125: College Station, Texas, Ocean Drilling Program*, 81-94.
- 藤岡換太郎・徳長 航・横瀬久芳・笠原順三・佐藤利典・三浦 亮・石井輝秋(2005): 伊豆・小笠原弧とマリアナ弧会合部に位置する母島海山の成因に関する一試論。月刊地球 号外, **51**, 130-136.
- Govorov, I. N., Palandzhian, S. A., Tararin, I. A., and Kononov, Y. I. (1995): Ophiolites, Boninites, and Basalts of an Inner Slope of the Izu-Bonin Trench, in Tokuyama, H., Shcheka, S. A., Isezaki, N et al., eds., *Geology and geophysics of the Philippine Sea: Terra Scientific Publishing Company, Tokyo*, 279-309.
- Ishii, T. (1985): Dredged samples from the Ogasawara forearc seamount or "Ogasawara paleoland" - "forearc ophiolite", in Nasu, N., Kobayashi, K., Kushiro, I., and Kagami, H., eds., *Formation of active ocean margins: Terra Science Publishing Company, Tokyo*, 307-342.
- 石井輝秋(1985): オフィオライトの起源-島弧前縁部の上部リソスフェア由来のオフィオライト。月刊地球, **7**, no. 12, 680-688.
- 石井輝秋(1986): 小笠原海域から採集されたドレッジ試料-海底試料研究の1例。月刊地球, **8**, 510-521.
- Ishii, T., Konishi, K., and Okamura, A. (1981): Description of samples, in Kobayashi, K., eds., *Preliminary Report of the Hakuho Maru Cruise KH80-3: Ocean Res. Inst., Univ. Tokyo*, 105-163.
- Ishii, T., Konishi, K., Naka, J., Futakuchi, K. and Ohara, H. (1983): Description of samples from Ogasawara fore-arc seamount or "Ogasawara Paleoland", in Kobayashi, K., eds., *Preliminary Report of the Hakuho Maru Cruise KH82-4: Ocean Res. Inst. Univ. Tokyo*, 167-189.
- 石井輝秋・小原泰彦・田中浩紀・岡田尚武(1994): 伊豆・小笠原・マリアナ海溝沿いのマントル物質-前弧・島弧・古島弧・縁海域の上部マントルに至る地殻断面。月刊地球, 号外, **9**, 35-40.
- 石井輝秋・ポール ロビンソン・前川寛和・リチャード フィスケ(1992): 島弧前縁部の上部マントルに至る地質断面。
- 石渡 明・柳田祐樹・李 毅兵・原口 悟・石井輝秋・市山祐司・小泉一人・梅香 賢(2005): 小笠原前弧の母島海山はオフィオライトか蛇紋岩海山か-ドレッジ岩石学の成果。月刊地球, 号外, **52**, 140-148.
- 上川耕己・天野直秋(2003MS): 母島海山の地質-望星丸2003年度航海試料より。東海大学海洋学部海洋資源学科卒業論文。
- 片田良之・北村晴夫・坂口和之・松塚 浩(1994): 強風蛇

- 紋岩地帯の地すべり特性. 第33回日本地すべり学会研究発表講演集, 99-100.
- 加藤和浩・和田秀樹・藤岡換太郎 (1999): マリアナ前弧域, コニカル海山で採取された炭酸塩チムニーの炭素・酸素同位体. JAMSTEC 深海研究, **14**, 213-211.
- 加藤孝幸・樋掛鉄也 (1998): 蛇紋岩の形態分類再考. 日本応用地質学会北海道支部平成10年度研究発表会講演予稿集, **18**, 26-29.
- 加藤孝幸・川村信人・加賀 新・斉藤晃生・佐々木克久 (2001): 空知-エゾ帯, 沙流川層枕状溶岩に産する赤色のコロフォーム状カルセドニー, 日本地質学会北海道支部2000年度支部例会・個人講演要旨集, 1-3.
- 加藤孝幸・水落幸弘・二ノ宮 淳・斉藤晃生 (2004): 「白色蛇紋石」の常温・常圧下における沈殿. 日本地質学会第111年学術大会講演要旨, 143pp.
- Kelly, D. S., Karson, J. A., Buckman, D. K., Fruh-Green, G. L., Butterfield, D. A., Lilley, M. D., Olson, E. J., Schrenk, M. O., Roe, K. K., Lebon, G. T., Rivizzigno, P. and the AT3-60 Shipboard Party (2001): An off-axis hydrothermal vent field near the Mid-Atlantic Ridge at 30°N. *Nature*, **412**, 145-149.
- 木村仁子・鈴木康司・細部史任 (2003MS): 母島海山の海底地形と地質. 東海大学海洋学部海洋資源学科卒業論文
- Lapham, D. M. (1961): New data on deweylite. *Am. Mineral.*, **46**, 168-188.
- 前川寛和 (1999): 伊豆-小笠原, マリアナ前弧域における高圧変成帯の形成とマントル物質の付加. 月刊地球, 号外, **23**, 99-106.
- Maekawa, H. (2000) Comparison of genesis and tectonic setting of Jurassic and Cretaceous high-pressure metamorphic belts in the circum-Pacific regions, in Okada, H., and Mateer, N. J., eds., *Cretaceous Environments of Asia*: Elsevier-Science B. V., 169-180.
- 前川寛和 (2003) プレート沈み込み帯における蛇紋岩化作用. 月刊地球, 号外, **43**, 67-74.
- 前川寛和・勝瑞雅也・石井輝秋 (1989): 前弧オフィオライト, 地学雑誌, **98**, no. 3, 55-65.
- Maekawa, H., Shozui, M., Ishii, T., Saboda, C. and Ogawa, Y. (1992): Metamorphic rocks from the serpentinite seamounts in the Mariana and Izu-Ogasawara forearcs, in Fryer, P., Pearce, J., A., and Stokking, L., B., *Scientific Results, Ocean Drilling Program, Leg 125: College Station, Texas, Ocean Drilling Program*, 415-430.
- Maltman, T. J. (1978): Serpentine textures in Anglesey, North Wales, United Kingdom. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, **89**, 972-980.
- Mercier, J-C. C. and Nicolas, A. (1975): Textures and fabrics of upper mantle peridotites as illustrated by xenoliths from basalts. *J. Petrol.*, **16**, 454-487.
- Miura, R., Nakamura, Y., Koda, K., Tokuyama, H., and Coffin, M. F. (2004): "Rootless" serpentinite seamount on the southern Izu-Bonin forearc: Implications for basal erosion at convergent plate margins, *Geology*, **32**, no. 6, 541-544.
- 水落幸広・二ノ宮 淳・加藤孝幸・矢島達哉 (2004): 蛇紋岩地域における炭酸塩沈殿現象 - 蛇紋岩体へのCO₂固定に向けてのナチュラルアナログ研究 -, 資源・素材学会春季大会, 100-103.
- 水谷伸治郎・磯見 博・塚本 斉 (1987): 岐阜県大野郡清見村の length-slow chalcedony について. 地質調査所月報, **38**, 113-130.
- 野地正保・堀 俊和 (1989): 蛇紋岩地すべりと蛇紋粘土の性質. 日本地すべり学会北海道支部平成元年研究発表会論文集, 36-39.
- 野地正保・鈴木哲也 (1977): 北部北海道に分布する蛇紋岩地域の地すべり・崩壊地形. 第16回日本地すべり学会研究発表講演集.
- 小川秀夫・日暮久人 (1984MS): 小笠原前弧海山でドレッジされた岩石. 東海大学海洋学部海洋資源学科卒業論文.
- O'Hanley, D. S. (1996): *Serpentinites-Records of Tectonic and Petrological History.*, Oxford Monographs on Geology and Geophysics. 34, Oxford University Press, Oxford.
- O'Hanley, D. S. and Wicks, F. J. (1987): Structural control of serpentine textures in the Cassiar Mining Corporation's open-pit mine at Cassiar, British Columbia. *Geol. Assoc. Can.-Minral. Assoc. Can., Prog. Abstrs.* **12**, 77.
- Okino, K., Kasuga, S. and Ohara, Y. (1998): A new scenario of the Parece Vela Basin genesis, *Mar. Geophys. Res.*, **20**, 21-40.
- 佐藤 努・秋田奈生子・荒井章司 (2001): 北部オマーンオフィオライトに湧出する高アルカリ泉と沈殿物の地球化学. 地球惑星科学関連学会合同大会予稿集.
- 高山大介・河野裕次・宮城島 毅・山田 建・東 豊土 (2002 MS): 小笠原海域, 母島海山からドレッジされた岩石-父島のボニナイトと比較して. 東海大学海洋学部海洋資源学科卒業論文, 175pp.
- 寺下隆治・福家 誠 (2000MS): 小笠原諸島東方の母島海山より採取された石灰岩. 東海大学海洋資源学科卒業論文.
- Yamamoto, K., Matsutani, Y., Nakamura, N. and Ishii, T. (1992): REE characteristics of mafic rocks from a fore-arc seamount in the Izu-Ogasawara region, western Pacific, *Geochem. J.*, **26**, 411-423.

要 旨

母島海山は、伊豆-小笠原海溝とマリアナ海溝との会合部の西約 20km に位置している。蛇紋岩の分布は狭く、面積比で母島海山全体の約 2～5% に過ぎず、母島海山は蛇紋岩海山であるという解釈は困難であり、島弧火成活動を受けた上部マントルー地殻断片が破碎され、上昇・定置したと考えられる。2003年度 St. 3 における採泥では、蛇紋岩・蛇紋石泥、チャートおよび針状のアラゴナイトが採取された。蛇紋岩・蛇紋石泥はリザルダイト-クリソタイルが卓越し、アンチゴライトがまれに認められる。蛇紋岩やチャートの割れ目には沈殿性蛇紋石やコーツィンが認められる。円磨度や粒径は不淘汰で基質は未固結である。蛇紋岩・蛇紋石泥の産状は陸上における蛇紋岩地すべりの産状と似ており、蛇紋岩定置後の海底における蛇紋岩地すべり堆積物である可能性が高い。針状で蛇紋石を含むアラゴナイト、沈殿性蛇紋石やコーツィンは、海底面の蛇紋岩・蛇紋石泥中に生成している。これらは、海山浅部の蛇紋石泥中を流動する間隙水の本来の組成に加えて、表面における蛇紋岩の風化作用による成分が加わり、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} や Fe^{2+} ・ Fe^{3+} などに富んだために形成された。