

大和堆北西部山麓の岩石

小林和男*1

日本海中央部の海底高地の一つ大和堆北西麓（水深1,610~1,705m）に潜航し、急崖の麓に露出している火成岩及び堆積岩の大礫多数を「しんかい2000」の窓から観察、記載すると共に、7個の中礫をマニピュレーターによって採取し回収した。うち3個はシルト岩であったが、4個はかなり新鮮な火成岩で、カルクアルカリ安山岩の組成をもつ熔岩であった。岩石の化学成分や年代はなお研究中であるが、大和堆の成因を知る重要な鍵をにぎると思われる。

**Igneous and Sedimentary Rocks on the NW Flank of
the Yamato Tai in the Sea of Japan
observed and collected by the Submersible
“SHINKAI 2000”**

Kazuo KOBAYASHI*2

A number of boulders were observed by the submersible “SHINKAI 2000” on the northwestern flank of Yamato Tai in the central portion of the Sea of Japan at water depths of 1,610m to 1,705m. Seven medium-sized boulders were collected by the manipulator of the submersible. Of the 7 samples recovered on board the tender ship Natsushima and studied in the shore-based laboratory, three (3) are siltstone, which is supposed to be solidified sedimentary material, whereas three (3) of four are lava of calc-alkaline andesite in composition and mineral assemblage, and remaining one appears to be basalt. These igneous rocks seem to be affined not to the normal ocean basins but to the island arcs. From viewpoints of the occurrence and composition, it seems most likely that these rocks occurring in the upper slope of the Yamato Tai have been crushed by tectonic movements to form the talus deposit on its flank. Further petrological and geochemical analyses are in progress and will hopefully provide much crucial information on the origin of the Yamato Tai and the Sea of Japan.

*1 東京大学 海洋研究所

*2 Ocean Research Institute, University of Tokyo

1. 調査の目的

日本海の中央部にそびえ立つ大和堆の本性をさぐる一助として、その北西斜面下部に潜航し、露岩の観察及び採取を試みた。日本海は一般に堆積速度がきわめて速く、海盆部では1千年で1~2 mに及ぶ割合の所もあるので、古い平らな露頭はほとんどすべてが厚い泥で覆われてしまっているに違いない。今回は大和堆北西麓の急斜面直下に潜航し、急崖の観察と崖からの落下岩片の観察と採取をねらうことにした。

2. 地域的背景

日本海は中央部に大和海嶺と総称される高まりが、隠岐島から北へ向って突き出ている、日本海盆と大和海盆に分れる(図1)。これらの海盆はいわゆる海底拡大の機構により、本州がアジア大陸から分離し、東南方へ移動したために生じたと考えられている。本州各地の地層の古地磁気学的

測定(OTOFUJI, Y. et al., 1985)の結果、西南日本と東北日本が朝鮮半島に対してそれぞれ時計廻り及び反時計廻りに回転したのは約15Ma頃であることがわかった。本州のこの回転が日本海の生成拡大に伴うことは明らかであるので、日本海の一部、おそらくは大和海盆の生成がこの年代のでき事であると考えられる。日本海は本州の回転を伴わない平行移動によっても生成し得るので、日本海に15Maよりも著しく古い部分があればそのような機構でつくられた可能性もある(KOBAYASHI, K., 1985)。

大和海嶺は日本海の生成に際して中央部にとり残された大陸地殻あるいは島弧性地殻である(KOBAYASHI, K., 1985)。その証拠の一つは村内らによって2船屈折法で求められた地殻構造でモホ面の深さは20km以上とされている(村内必典, 1972)。

花崗岩層とみなし得る縦波速度6 km/s層の存

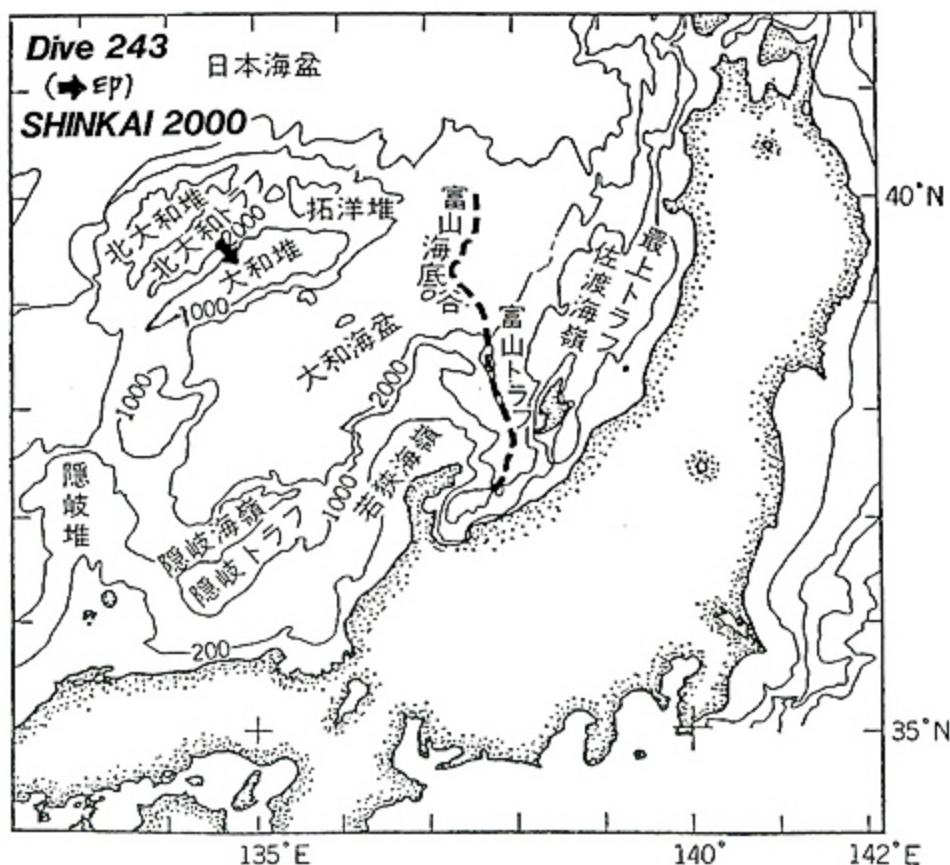


図1 大和堆潜航位置概観図

Fig. 1 General view of the diving point on Yamato Tai.

在もソノラジオブイによって確認されている。ただし、地殻の大部分はむしろ縦波速度3.5~5.0km/sの層（おそらくは厚い熔岩の積み重なり）から成り、6km/s層の厚さは大和海盆とそれほど異らないとの報告もある(LUDWIG, W., et al., 1975)。

大和海嶺は真中を北東-南西に走る北大和トラフによって、大和堆と北大和堆に分かれ、さらに北東端には拓洋堆と呼ばれるやや独立した高まりがある。それぞれの高まりの最浅部の水深は200~500mである。北大和堆と拓洋堆の山頂部からは同位体年代が2億年近い花崗岩や花崗閃緑岩がドレッジされていて、(上野直子ほか, 1971) 本州中央部の飛驒変成帯と同じ系統の産物と見なされている(岩淵義郎, 1968)。

これに対し、本州側の大和堆の上(水深約350m)から採られているのは普通輝石玄武岩の礫2個で、年代も約20Maである。この玄武岩は本州にも産出する島弧型の岩石で、おそらく大和海盆

拡大以前(大和堆が本州と隣接してマグマ溜りの直上にあった時期)に本州と共に生じた噴火活動によって生じたものであろう。

大和堆頂上部は底層流が強いいためか露岩の存在が確認され、「しんかい2000」からも観察されている(玉木賢策, 佐藤岱生, 1986)。その地点で潜水船から採取されたのは火山性礫岩であった。これら頂部は最終活動期の噴出岩から成る可能性が大きい、山体の内部または麓部をつくる岩石も山頂付近と同じ成分をもつかどうかを確かめる必要がある。

大和堆の大和海盆側は裾野の勾配はゆるく、大和海盆表層と一続きの第四紀堆積物に覆われていて、火成岩の露岩を見る可能性は少ない。北大和トラフはたぶん大和海盆の生成と同時期か少し前に生じた正断層と思われ、その崖はかなり急な斜面をもつところもある。ほとんどの場所はその後堆積物で覆われているだろうが、とりわけ急斜

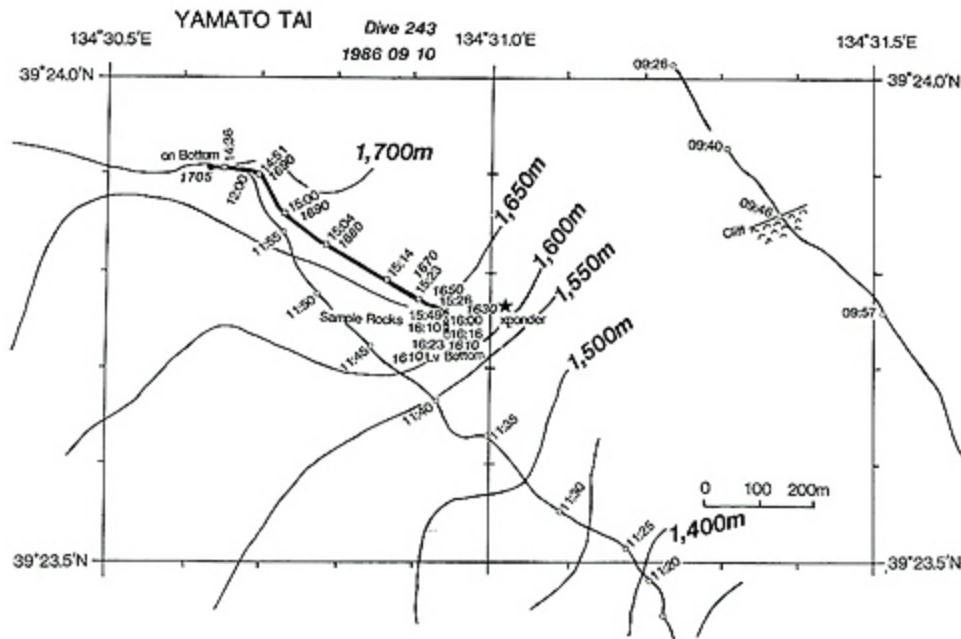


図2 「しんかい2000」海底行動経路

等深線は「なつしま」による予備調査(潜航当日早朝)で決めた。

太線: 潜航経路, ローマ数字: 時刻, イタリック数字: 圧力計深度, 細線: 曳航カメラ推定位置

Fig. 2 Cruising route of "SHINKAI 2000" on the sea bottom. Bathymetric contours were detailed by the preliminary survey of "NATSUSHIMA" (in early morning of the diving day). bold line: diving track, small figure: time, italic letter: depth on pressure gauge, fine line: estimated course of towed camera.

面を探し出して潜航すれば、崖そのものか、崖から崩れた崖錐あるいは崩落岩石片を目視することができるかと期待される。

3. 調査概要

母船「なつしま」は潜航当日の朝から曳航式テレビを用いて予備調査を行った。水深は1,300mから1,700mの範囲にあり、大和堆の北大和トラフ側の麓に近い斜面を選んだものである。測深からは1,550mから1,650mの深さに特に急峻（勾配45°以上）な崖が存在するらしく見えた。テレビによる船上からの観察では海底のほとんどは黄褐色の堆積物に覆われていたが、09時46分に高さ数mほどの崖が進行方向（南東）に向かって視野に入った。崖は最初の測線から約700m離して平行逆（北西）の向きに曳航した間の11:40頃にもそれらしい段差として認識されたが、曳航の向きが逆であったために露頭は眼に入らなかった。

潜航はこの崖をめざすこととし、39° 23.78' N 134° 31.02' E付近にトランスポンダーを設置し（図2）、13:12に潜航を開始した（表1）。着底時刻は14:33、圧力計深度は1705m、海底の水温0.10±0.02°C、塩分濃度34.13±0.04‰であった。東向きに約0.3ノットで海底上1m以内を、海底観察を続けながら航走した。14:40頃テレビを曳航したときのチェーン跡が海底面上に残って

表1 潜航記録

潜航番号：243
潜航年月日：昭和61年9月11日
潜航時間：13:12-17:23
（4時間11分）
海底滞在時間：14:33-16:23
（1時間50分）
潜航地点：39°23.90' N 134°30.62' E
（D=1,705m）→39°23.75' N
134°30.94' E（D=1,610m）
（日本海中央部の大和堆北西部
山麓（北大和トラフ内））
海底行動距離：約500m、最大潜航深度：1,705m
潜航研究者：小林和男
操縦者：田代・桜井

いるのが見られたので、しばらくそれに沿って航行した。チェーン跡から判断して海底土質はかなり固く、やや粗粒と思われる。

潜水船装備の前方ソナーによって左前方に崖らしい反射を認めたので、その方向へ船首を向けた。14:51頃から前方の海底にかなりの個数の礫を見出し1個を採取した。礫の大部分が泥に覆われている場合でも、礫上にはいそぎんちゃくが付着しているので、周囲の海底とは区別できることがわかった。礫の分布密度が急に大きくなったこと、海底の傾斜が30°をこえる急勾配になったことから、急崖直下に到達したと推定された。ソナーでは近くの崖は確認できなかった。15:26から水深1650~1610mの地点で試料採取にとりかかり、16:16までにさらに6個を採取した。コンピューターで持ち上げられない大きさの礫は回収し得なかったが、それ以外は、回収試料は海底に分布する礫種をかなりよく代表すると思われる（写真1）。

4. 採取岩石の岩石学

4個の火成岩（写真2,5~8）からは薄片が作られ、偏光顕微鏡によって観察された。以下は石井輝秋（東大海洋研）による検鏡結果である。

試料番号：243-2

形状：円礫

班晶鉱物：orthopyroxene, augite, plagioclase

石基：clinopyroxene, magnetite, plagioclase（結晶度が高い）

岩石名：orthopyroxene-augite-plagioclase
phyric andesite

起源：島弧性火山岩の可能性が大きい、ソレライト質玄武岩にも近い。
円磨度が他の3個に比較して大きい（丸くつるつるしている）ので、他所に起源を持ち、氷山、動物などによって運ばれて来た可能性も捨て切れない。

試料番号：243-3

形状：角礫

班晶鉱物：magnetite, orthopyroxene, augite
（2V=60）, plagioclase

石 基 : orthopyroxene, augite, magnetite,
plagioclase, glass,
岩石名 : magnetite-orthopyroxene-augite-
plagioclase-phyric mafic ande-
site
起 源 : 島弧性火山岩である。おそらく、カ
ルクアルカリ安山岩であろう。

試料番号 : 243-4

形 状 : 角礫

班晶鉱物 : magnetite, hornblende, ortho-
pyroxene, augite, plagioclase

石 基 : magnetite, plagioclase, glass

岩石名 : magnetite-hornblende-
orthopyroxene-augite-plagioclase
phyric andesite

起 源 : 島弧性火山岩である。おそらく、カ
ルクアルカリ安山岩であろう。

試料番号 : 243-5

形 状 : 角礫

班晶鉱物 : orthopyroxene, augite, plagioclase

石 基 : magnetite, plagioclase, glass

岩石名 : orthopyroxene-augite-plagioclase
phyric andesite

起 源 : 安山岩質スコリア。島弧性火山岩で
ある。

試料243-1, -6, -7はシルト岩であるの
で、含有ナンノ化石を田中浩紀(千葉県松戸南高
校教諭)に調べて頂いたが、残念ながら年代を決
められるようなナンノ化石は含まれていなかった。
243-6は石灰質であった(写真3,4)。

5. 大和堆岩石学との関連

採取した火成岩のうち、試料243-3~5はそ
の形状から見て、他源性の岩石とはきわめて考え
難い。産状も急崖の下にかなりまとまって積って
いることから、これらは大和堆をつくる岩体が大
和トラフをつくる断層運動またはその後の断層
によって露出し、柱状節理等によってさらに細か
く分割されたものが、地震等の折に急崖を滑落し
て、麓部に積ったものと思われる。試料243-2

は他の3個に比べて丸いことから、他所で、もし
かすると海面上で侵食をうけて円磨され、その後
にここまで運ばれて来た可能性を全く捨て去るわ
けにはいかない。しかし、地形的にはこの地点は
他源性の礫が集中的に蓄積されるような所ではな
く、岩質も他の3個とそれほどかけ離れているわ
けではないので、これも大和堆の1部に由来する
と見なすこともできそうである。

シルト岩は火成岩の上に積った堆積物が固結し
たもので、これも断層によって切られるか、また
は底層流などの力で侵食をうけ、割れやすい形と
なって崖から落下したと思われる。243-7は垂
鈴状をしていて、かなり激しい侵食をうけた形跡
を残している。もしかすると頂上付近で海面上か
ら露出して波食を受けたかもしれない。243-6
は石灰質で、日本海の炭酸石灰補償深度が1,000
mほどで、これより深いとCaCO₃の細粒は海
水中に溶けてしまって堆積しないことを考えると、
大和堆のかなり上部で堆積した可能性がある。

6. 島弧岩石学における重要性

3個の採取岩石に共通するカルクアルカリ安山
質の岩石は本州のような大型島弧に典型的なもので
あり、しかも沈み込み帯がかなり深く(200~300
km以上)に達した地域に主として産する。本州の日
本海岸(山陰や北九州)や、隠岐島、鬱陵島など
には第三紀末から第四紀のアルカリ岩が産出する。日
本海の大和海盆中の海山が同様な組成を有するもの
が多いことが最近のドレッジ試料からわかって来た
(玉木賢策, 佐藤岱生, 1986)。

大和堆のカルクアルカリ安山岩の噴出が、
(1)大和海盆拡大以前に起きた島弧火成活動、
(2)大和海盆の拡大と同時に起きた他に例をみない
マグマ活動なのか(拡大中の火成活動は中央海
嶺玄武岩とされている)、
(3)大和海盆生成後に起きた火成活動(大陸側にさ
え火山が生ずるので、あり得ないことではない)。
以上3通りの可能性のどれに当り、山陰地方や、
朝鮮半島、中国東北地区(例えば白頭山、七星山
など)、あるいは隠岐島や海山の火成活動とはど
のような関係にあるのか等については、さらに詳
しい岩石学的・岩石化学的比較(同位体を含む)
と年代決定をもとに検討する必要がある。

参考文献

- 岩淵義郎, 1968, 日本海南東部の海底地質, 東北大学理学部地質古生物学教室邦文報告No.66, 1-76.
- 小林和男, 1983, 日本海の拡大と日本列島の移動, 鉱山地質, 11, 23-36.
- KOBAYASHI, K., 1985, Sea of Japan and Okinawa Trough in "The Ocean Basins and Margins", vol. 7A, NAIRN, A. E. M., STEHLI, F. G. and UYEDA, S., Plenum Publ., N. Y., 419-458.
- LUDWIG, W., MURAUCHI, S. and HOUTZ, R. E., 1975, Sediments and structure of the Japan Sea, Bull. Geol. Soc. Amer., 86, 651-664.
- 村内必典, 1972, 日本海の地下構造, 科学, 42, 429-451.
- OTOFUJI, Y., HAYASHIDA, A. and TORII, M., 1985, When did the Japan Sea open? ... Paleomagnetic evidence from southwest Japan, in "Formation of Active Ocean Margin", NASU, N., KOBAYASHI, K., UYEDA, S., KUSHIRO, I. and KAGAMI, H. (eds.), Terra Sci. Publ., Tokyo & D. Reidel, Dordrecht, 230-255.
- 玉木賢策, 佐藤岱生, 1986, 「しんかい2000」による日本海大和堆の地質学的研究—第188潜航結果概報, 第2回「しんかい2000」研究シンポジウム報告書, 123-132.
- 上野直子, 兼岡一郎, 小嶋稔, 座主 繁, 佐藤任弘, 岩淵義郎, 1971, 日本海からドレッジされた火山岩のK-Ar年代, Sr同位体比およびK/Rb比, 浅野周三, G. B. Udintsev 編, 「島孤と縁海」, 東海大出版会, 305-309.

(原稿受理 1987年8月15日)



写真1 いそぎんちゃくが群生した海底の礫。目視した色はもう少し青が濃い(大和堆北西麓)

Photo. 1 A pebble on the sea bottom, with a lot of sea anemone living on it. Visual color was thicker blue than the photograph.



写真2 潜航243により採集された岩石(243-1~5,7)
(243-2~5が火山岩)

Photo. 2 Rock samples collected during Dive 243 (243-1~5,7).
(243-2~5: igneous rock)



写真3 潜航243により採取された石灰質シルト岩(243-6)
Photo. 3 Carbonaceous silt sample collected during Dive 243 (243-6).



写真4 シルト岩(243-1)を岩石カッターでスライスした面
Photo. 4 Cut face of silt rock (243-1), sliced by rock-cutter.

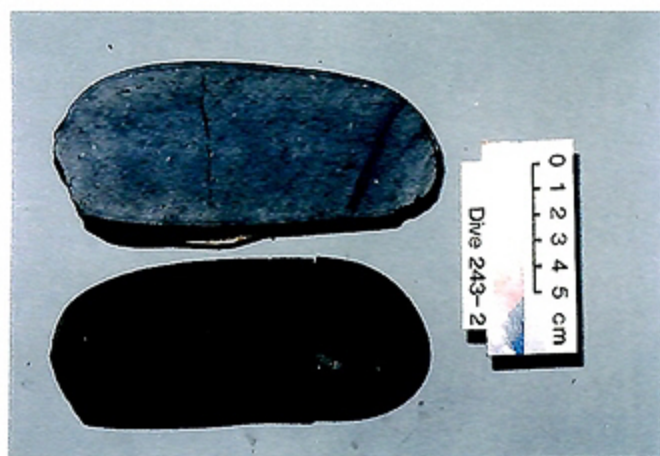


写真5 玄武岩 (243-2) の表面 (下) と切断面
 Photo. 5 Basalt (243-2): appearance (lower)
 and cut section.

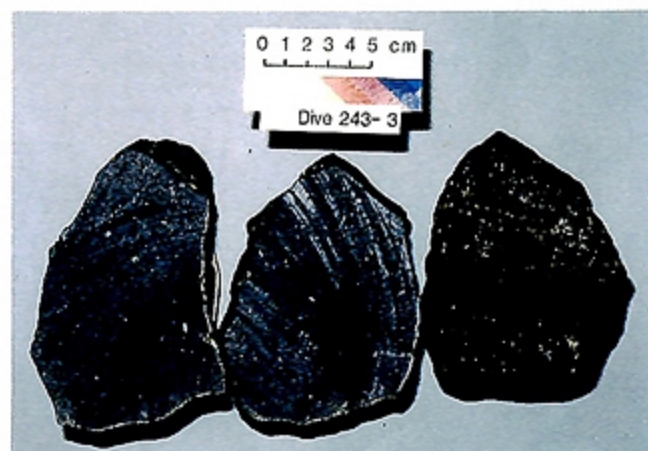


写真6 安山岩 (243-3) の表面 (右) と切断面 (左と中央)
 Photo. 6 Andesite (243-3): appearance (right)
 and cut sections (left and center).



写真7 安山岩 (243-4) の表面 (右) と切断面 (左と中央)
 Photo. 7 Andesite (243-4): appearance (right) and
 cut sections (left and center).

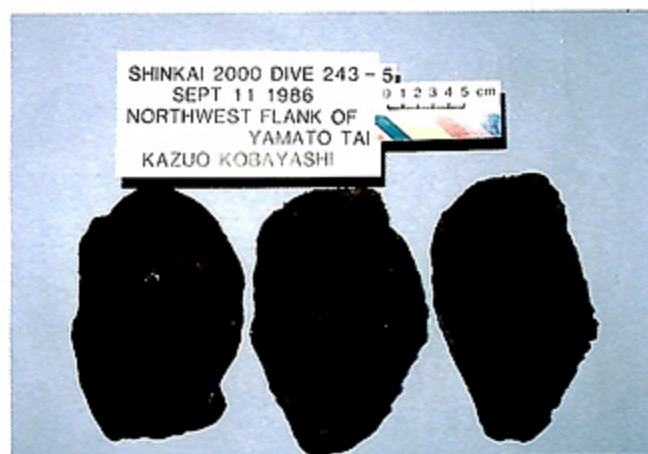


写真8 安山岩 (243-5) の表面 (左) と切断面 (右と中央)
 Photo. 8 Andesite (243-5): appearance (left) and
 cut sections (right and center).