

伊豆・小笠原弧 海形カルデラの熱水変質帯 —「しんかい2000」による潜水調査—

湯 浅 真 人 (海洋地質部) ・ 浦 辺 徹 郎 (鉱床部) ・ 村 上 文 敏 (海洋地質部)
Makoto YUASA Tetsuro URABE Fumitoshi MURAKAMI

海形海山 (第1図および第2図) ではすでに本誌384号 (1986年8月号) に紹介されているように海山頂上部にあるカルデラの内壁から熱水性硫化物を含む変質した火山岩が採取されている (地質調査所「海底熱水鉱床」研究グループ 1986)。ここではカルデラ内の海水温度が外側の水温に比べ異常に高く現在も熱水の噴出が行われていることが期待された。そこで私たちは熱水活動の存在や熱水変質帯の位置・規模等を確認することと硫化物鉱石の採取およびカルデラ床での重力測定を目的として1986年11月に潜水調査船「しんかい2000」により海底地質調査を行った。その結果についてここに速報する。

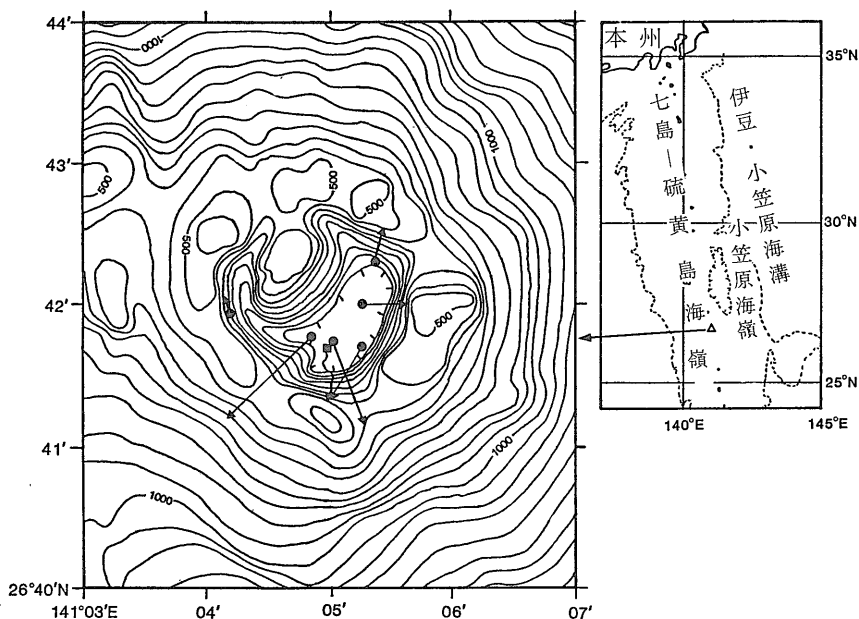
① カルデラ内には温泉沈澱物が漂う

潜水を開始した「しんかい2000」が深度560m付近に達した時海水中に黄褐色～赤褐色の浮遊物が見えはじめた。この水深は外輪山の頂上深度 (約410～620m) にほぼ対応している。この浮遊物は温泉作用に伴う鉄水酸化物の沈澱物と思われ水深700m付近より下では更にその量が増えた。カルデラ床 (水深約920m) には

この黄褐色～赤褐色浮遊物がうっすらと沈澱し「しんかい2000」の着底に伴う水の動きによって海底面から舞い上がった (口絵写真1)。この沈澱物はカルデラ壁にも付着しており特に厚く付着しているところでは海水中に温度あるいは化学組成の異なる液体の湧出することを示す「ゆらぎ」が観察された (表紙写真 ただし写真では「ゆらぎ」は見えない)。

浮遊物の量が増す700mという水深はカルデラ内の水温がほぼ一定になる深度と一致している。すなわち海水温は通常の海域と同様海面から深度を増すに従って徐々に低下していくが水深600m付近から温度低下の勾配が緩くなり水深700m付近より下では9.3～9.1℃でほとんど一定になった。第3図には「しんかい2000」に装備されているSTD (塩分濃度・温度・深度計) のデータに基づいて温度と深度との関係を示した。

このカルデラ内ではこれまでにも度々海水温の測定が行われつねに一定温度の水塊があることが分っているが水温が一定になる深度およびその時の温度は変動している (第1表)。海底近傍の水温は今回の潜水時が最も高く9.1℃に達した。カルデラの外側で測定した水温



第1図
海形海山の位置 (右) とカルデラの地形 (左)。
右図：海形海山の位置を三角印で示した。
破線は4,000mの等深線。
左図：黒丸—黒三角印はドレッジの着底—離底。黒四角—黒三角印は「しんかい2000」の航跡。等深線間隔は50m。

第1表 測定時期の違いによるカルデラ内水温の変動

測定年月	測定番号	温度が一定になる深度 およびその時の温度	カルデラ外の 920mの水温	備考
1985. 5	RC384(6TD)	540m 8.2~7.9℃		GH85-1 航海 GH85-3 航海 GH86-1 航海
1985. 8	C22(2TD)	700m 7.1~6.9℃	4.2℃	
1986. 5	RC447(6TD)	750m 8.4~8.3℃	4.6℃	
1986. 6	(XBT)	D828(2TD)	790m "	「なつしま」による。 カルデラ床直上の水温。 XBTは「なつしま」 STDは「しんかい2000」 による。
		D829(2TD)	770m "	
		D834(2TD)	750m "	
		(XBT)	650-750m 8.3℃	
1986.11	(XBT)	700m 9.3~9.1℃		測定番号欄の RC C D は白 嶺丸による停船観測番号。6 TD 2 TD はそれぞれ 6,000m 用および 2,000m 用深度センサーを使用した ことを示す。温度欄の数値の内 低い 方の温度は海底直上の水温である。
		潜水番号 253 (STD)	700m 9.3~9.1℃	

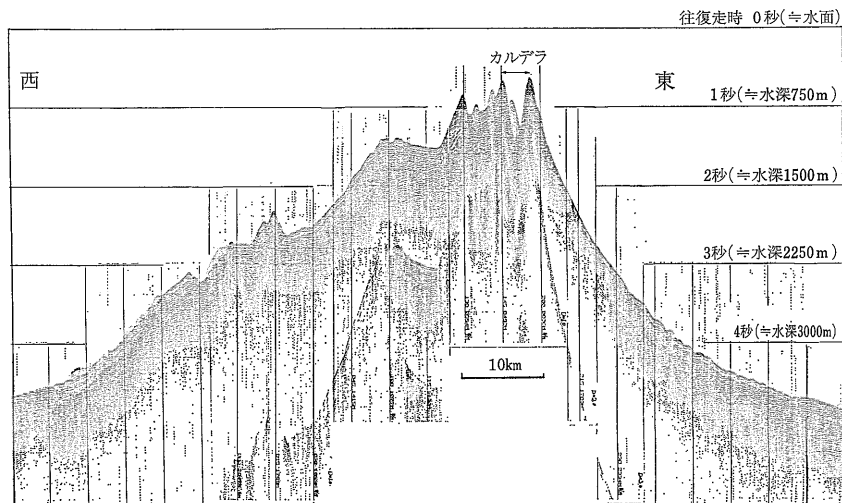
は、カルデラ床と同一水深の920m付近で4.6℃および4.2℃というような値である。

② カルデラ壁下部は熱水活動により変質している

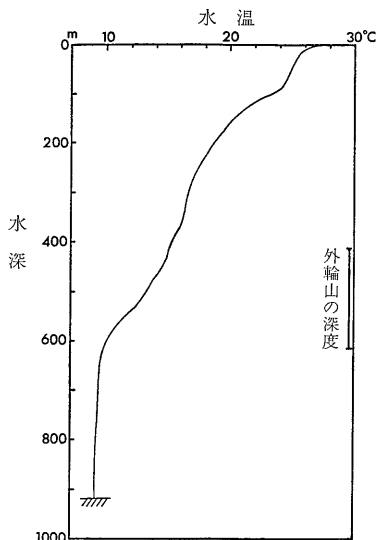
白嶺丸による海底調査(GH86-1航海)の結果によるとここに熱水変質帯があるとすればそれはカルデラ南壁であろうという予測はついていた。そのため潜水コースとしてはカルデラ床着底後南壁に向かい壁にとりついた後はその最下部に沿って転石を観察しながら移動し、変質岩の転石を見つけたらそこから壁を上って変質帯を捜すということにしていた。

カルデラ床を壁に向かって航走するとやがて緩い上り斜面にさしかかった。壁から落ちてきたと思われる径数10cm程度の岩石が転がっていて中には径数mというような巨大岩塊もある。転石の中に淡い緑色を帯びた岩石が見えた(口絵写真2)。これが熱水変質を受けた

岩石だった。潜水前には潜水船内からの観察で変質岩と新鮮な岩石とを区別できるものかどうか不安であったが実際に見てみると識別は容易であった。壁に近づくとつれてこの淡緑色の岩塊の量が増えてきた。海底に黄褐色沈着物と比較的厚くたまっているところにさしかかっていきなり変質岩の露頭が現われた。水深約900m。カルデラ壁の最下部である。ここから壁に沿って東方へ向かった。壁はところどころ上から崩れ落ちた岩塊に覆われている(口絵写真7)が中には変質岩らしい淡緑色~白色を帯びた岩石も混じっている。恐らくこの崖錐の下も変質岩の露頭なのであろう。時々現われる露頭では黄褐色~赤褐色沈物の下から淡い色の変質岩が顔をのぞかせている(口絵写真3)。このような変質帯の露頭の幅は「しんかい2000」で移動・観察した限りでは東西さしわたし少なくとも150mはあった。また上下方向では水深900mから800mにわたる100m



第2図
海形海山を東西に横断する音波探査プロファイル。縦横比は12.7倍に強調されている。



第3図 カルデラ内の水温と深度との関係
「しんかい2000」に装備された STD データ
による。外輪山頂上深度の範囲(約 410 m
～620m)を右側にバーで示した。

の範囲で観察された。変質帯の中でも上部のものは全体として白色味が強い。この変質帯の水深 824m 付近のところでは赤褐色沈澱物が厚くこびりつき前述の海水の「ゆらぎ」が観察された。

水深 800m 以浅ではカルデラ壁はほとんど垂直に感じられる傾斜になり変質岩は全く見られない。壁は後述するように火山角礫岩層とそれを貫く岩脈とからなるが水深 670m 付近の火山角礫岩の壁に淡褐色の脈状物質が観察された(口絵写真4)。この脈は幅数 cm で見かけ上は壁にこびりついているように見えややうねりながら上下方向に延びている。この脈状物質は採取することができなかったのどのようなものかわからないが熱水変質作用に関連した脈石鉱物なのかもしれない。

③ カルデラ壁には多くの岩脈が貫入している

熱水変質帯をぬけるとあとはカルデラの切り立った壁が続いている。壁はあるところでは一枚岩のように見えまたあるところでは火山角礫岩層である。ところどころにテラスがありそこには崖錐がたまっている。壁を上っていくと時々壁を乗り越えてしまうことがある。その時に壁の断面に見られる柱状節理の存在から一枚岩は実は垂直な岩脈であることが分かった(口絵写真6)。カルデラ壁を南へ向かって上りながらこのような岩脈を何枚も乗り越えた。1本のルートで

しか壁を上っていないので確実なことは言えないがこれらの岩脈はカルデラ南壁に並走しているらしい(口絵第1図)。

④ カルデラ床付近の海水中に異常が?

口絵に示した写真5では分かりにくいカルデラ床に着底し観察している間に一匹の小魚が観察窓の前でピクピクとけいれんを起こしながら横たわりやがて死んでいくのが観察された。このような死魚が海底で観察されることは滅多にないらしく日本海中部地震の震源域の海底で観察された際も極めて異常な海底環境とされている(堀田ほか 1985)。小魚が死んだ原因には色々あろうが突然けいれんを起こして死ぬという状況は海水中の何らかの異常によるというのが最も考えやすい。具体的には海水中の溶存酸素が少ないとか毒性を持つ物質を溶かし込んだ熱水が噴出しているとかいう理由が考えられるが今回は溶存酸素量の測定や採水を行っていないので確かではない。ただ写真でも分かるように手前にいる大きな魚は生きていて死んだ小魚をこのあとエビが食べにきたりしている。海水中の異常はより深い海で生息しているこれらの生物には致命的な影響を与えないようだ。

私たちはこのカルデラ内で3回の潜航調査を予定していた。1日目は天候に恵まれたものの2日目から海況が悪化し潜水を途中で中止せざるをえなかった。そのため当初予定していた熱水変質帯の詳細な観察や重力測定はできなかった。これらの観測については次年度(昭和62年度)の潜航調査に期待したい。

海形カルデラにおける潜航調査にあたっては山田章夫司令をはじめとする「しんかい2000」運航チームの方々および母船「なつしま」(浜中利夫船長)の乗組員の方々に大変お世話になった。海洋科学技術センター深海研究部の仲二郎博士には潜航地点の状況把握のために色々とお教えいただいた。記して感謝致します。

文 献

- 地質調査所「海底熱水鉱床」研究グループ(1986):伊豆・小笠原弧の火山フロントで熱水性硫化物発見さる。地質ニュース, No. 384, p. 39.
- 堀田 宏・門馬大和・大塚 清・橋本 惇・田中武男(1985):昭和58年日本海中部地震震源域の目視調査。海洋科学技術センター試験研報, 14, p. 37-53.