

# 八重山南岸沖の黒島海丘で発見された化学合成生物群集 と海底表面の破砕について (NT97-14次航海)

松本 剛\*1 木村 政昭\*2 西田史朗\*3 中村 俊夫\*4  
小野 朋典\*2

八重山諸島石垣島の南岸沖約40kmに位置する黒島海丘の頂部平坦面の潜水調査を行った。ここでは、1996年にシロウリガイのコロニーが発見されたため、その分布状況の確認と基盤岩の同定に関する調査を行った。頂部平坦面の東縁には、リップルマークを伴う軟泥の上にシロウリガイが分布していた。海丘中央部では、シロウリガイの死貝が折り重なる様に密集した地帯が確認された(化学合成生物群集)。この場所にチューブワームも棲息していた。その南北両側には、海底表面が圧縮応力を受け破砕した痕の様な海底の盛り上がりや角礫の転石、或いはマウンド状のものが多く分布していた。またその場所に近接した処で、石灰質砂岩のパイプ状の筒がチムニーのように立っているのが複数確認された。ほかに、島尻層群相当の泥岩、知念層以上(琉球層群)に対比される砂岩を含む岩石片、扁平で堅い石灰岩(チムニー破片?)などが採取されたことから、この場所は、新第三紀鮮新世~第四紀更新世初期の島尻層群の泥岩層の上部に更新世の知念砂岩層相当の堆積層、更にその上に一部現世に至る石灰質堆積物が分布する層序であることが推定される。また、海底下からガスと泥水が吹き上げる様な運動が起こり、その結果サンドパイプ状に石灰質砂岩チムニーなどが形成されたものと考えられる。採取された石灰岩片はそれらの破片もあるが、層状になったものもある。海域全体は断層破砕帯としての性質を持ち、またそれに伴い冷湧水が地質時代以降に繰り返し起こっていたことが推定される。おそらく海底下にはメタンガスハイドレード層の存在が予想される。

キーワード: 黒島海丘, シロウリガイ, 化学合成生物群集, 炭酸塩質チムニー, ガスハイドレート

## Chemosynthetic communities and surface ruptures discovered on the Kuroshima Knoll south of Yaeyama Islands (NT97-14 Cruise)

Takeshi MATSUMOTO \*5 Masaaki KIMURA \*6 Shiro NISHIDA \*7  
Toshio NAKAMURA \*8 Tomonori ONO \*6

Diving surveys were carried out on the top of Kuroshima Knoll off Ishigaki Islands using with "Dolphin 3K" (3K) and "SHINKAI 2000" (2K) in 1997. *Caloptogena* colonies have been discovered

\*1 海洋科学技術センター深海研究部

\*2 琉球大学理学部

\*3 奈良教育大学教養学部

\*4 名古屋大学年代測定試料研究センター

\*5 Deep Sea Research Department, Japan Marine Science and Technology Center

\*6 College of Science, University of the Ryukyus

\*7 Department of Education, Nara University

\*8 Dating and Materials Research Center, Nagoya University

at a part of the knoll in 1996. Distributional pattern of them and relationship between their situation and their basement rocks were observed. We found living, white *Caliptogena* colony (chemosynthetic communities) at the eastern edge of the knoll where ripple marks exit. Dense colony of *Caliptogena* is found at the central part of the top of the Kuroshima Knoll. Tube worm is living in this place. Doming structure and brecciated rocks or newly formed sedimentary mounds originated by something like compressive forces were found in the northeastern place. Standing, calcareous sandstone "chimneys" were discovered near the mounds. Rock fragments of semiconsolidated mudstone correlated with the Shimajiri Group, sandstone with younger one than the Chinen Sandstone Formation (Ryukyu Group) and younger limestone were collected. It is estimated that the top of the Kuroshima Knoll is composed of the Miocen to Early Pleistocene Shimajiri Group overlain with the Pleistocene Ryukyu Group and that they are covered with younger calcareous sediments including Recent ones a part. The whole survey area seems to be suffered from a fractured zone. It is estimated that movements with cold water seep and gas rush have been occurred since late Pleistocene time, accompanied with rock fracturing. At those times, calcareous sandstone chimneys might have been formed. Therefore it is supposed that there exists gas hydrate layers beneath the sea bed.

**Keywords :** Kuroshima Knoll, *Caliptogena* colony, Chemosynthetic community, Calcareous chimney, gas hydrate

## 1. はじめに

南西諸島八重山南岸沖約40kmに位置する黒島海丘(図1,2)は,1771年に発生した「八重山地震津波」の際の波源に当たる大規模な海底地じりの発生した可能性の高い場所として知られている(木村,1985;松本・木村,1993)。このことを目視観察調査で確認するため,1996年10~11月にかけて「かいよう」による「Mermaid Cruise」が実施され,JAMSTECディープトウカメラ曳航体による精密表層構造調査が行われた。その結果,同海丘南斜面の水深1,300~1,700m付近で上部から落下した鏝や新鮮な大規模崩落痕が確認されるとともに,海丘頂部平坦面上で堆積物の上に大量のシロウリガイの死貝の存在が確認された(松本ほか,1997)。これは死貝とは云うものの,南西諸島海域で最初に発見された冷水水性の生物群集であり,しかもこの群集の上を堆積物が覆っていないことから,この場所でごく最近まで冷水湧出が起こっていたことが推定され,また伏在する活断層もある可能性も示唆される。この生物群集の全体像・規模を確認し,併せて基盤岩や貝を採取し,その種を特定することが今回の目的である。これは,この場所に起こっている変動現象を明らかにするとともに,本調査海域の構造とテクトニクス,更には,1771年八重山地震津波の波源域での海底地じりの発生から津波発生に到るメカニズム,更にそれらの根本の原因となる広域テクトニ

クスを解明し,将来の津波被害の軽減・阻止に資するために極めて重要である。

以上の理由により,当該海域での潜航調査を計画することとした。

## 2. 調査航海概要

以上の点を考慮し,本海域において,1997年10月4~9日の間,「なつしま」NT97-14次航海Leg 5に於て,「ドルフィン-3K」(D3K)及び「しんかい2000」(2K)による精密調査を実施することとした。潜航地点は,24°07.0'N,124°10.0'E付近を中心とする黒島海丘の頂部(水深650~800m)に限定し,「ドルフィン3K」調査に於ては,当該海域の水深が1,000mよりも浅いことから,漁具等の接触事故を未然に防ぐための安全確認の意味もあって,24°07.0'N~24°08.0'N,124°11.0'E~124°13.0'Eの範囲のジグザグ航走を行い,これによってシロウリガイコロニーの分布状況の概要を把握した。ドルフィン-3K調査は,1997年10月4~7日の間実施された。10月4日17時に母船「なつしま」が石垣港を出港。調査海域に向かった。翌10月5日,06時34分,黒島海丘でXBT投下,06時44分~06時55分の間,PDRによる地形確認調査を行う。その後,08時51分~12時11分の間,第347潜航。14時13分~16時06分の間,第348潜航。10月6日08時50分~10時43分の間,第349潜航を行った。

その後、「しんかい2000」調査が実施された。24°07.7'N, 124°12.7'Eを最初の着底点とし、この点より西方に向かって細かいジグザグ航走を行うことによってシロウリガイコロニーの分布・規模を求め、またその微細な状況の観察を行った。10月7日08時石垣港着。同日17時石垣港発。10月8日10時09分～14時42分、「しんかい2000」第981潜航。10月9日08時石垣港へ戻り調査終了。

### 3. 調査結果

#### 3.1 「ドルフィン-3K」潜航調査

「ドルフィン-3K」第347～349潜航を通じて、黒島海丘頂部平坦面の東半分について、平坦面をほぼ南北に横切る計4本のジグザグ航走測線を設け、「しんかい2000」潜航事前安全確認を兼ねた調査を行った。結果は以下の通りである。尚、位置については、24°07.5'N, 124°12.0'Eを基準としたX(北向)-Y(東向)座標で表してある。

#### (1) D3K #347潜航 (図3, 4)

1997年10月5日

航走開始08:51 24°07.0'N, 124°13.0'E, 水深810m

航走終了12:11 24°07.2'N, 124°12.1'E, 水深706m

最深点824m

航走距離4,000m

本潜航は、黒島海丘頂部平坦面の東縁に沿ったLine-1(SSE→NNW)と、その西側のLine-2(NNE→SSW)とから成る(図4)。

Line-1着底点付近には半固結の泥岩が分布し、その1個を採取した(表1)。この地点から北上するにつれて、崩落の痕や段差などが見られ、またそれを過ぎると、黒色のマンガン(酸化物)コーティングされた礫が多く分布していた。これらのうち或るものは鳥尻層群相当の泥岩、また或るものは緻密な石灰質砂岩である。北部にはENE-WSW方向のリップルマークが確認された。形状から判断し、NNW方向からの底層流の存在が推定される。またその上に白色の貝のコロニーが分布している。

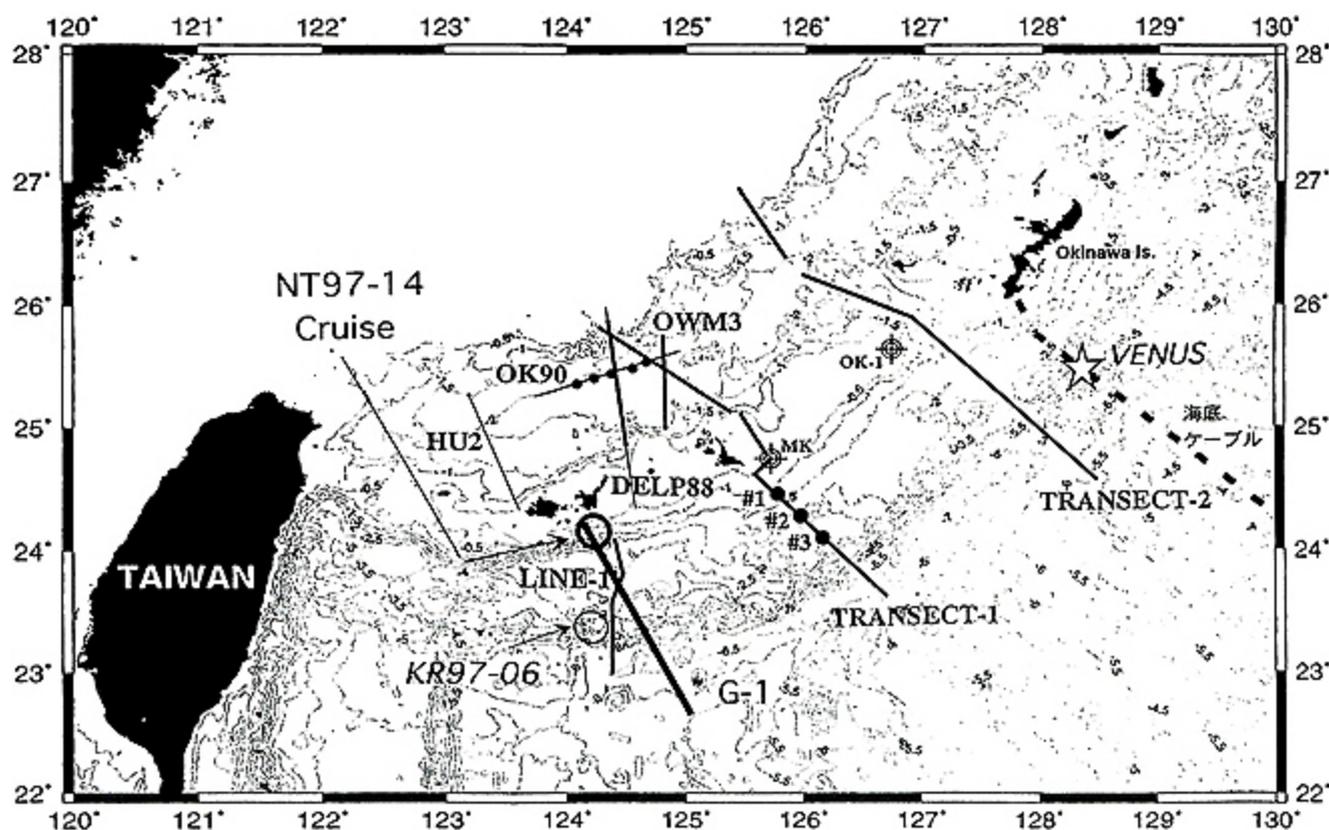


図1 NT97-14次航海で行われた潜水調査地(2K)。KR97-06: 1997年の「しんかい6500」及び「かいこう」による調査地地点。近年行われた地震探査反射法及び屈折法ほかの測線及び掘削地点(OK-1, MK)等が示されている(Park, 1996)。図のVENUS計画の測点及びケーブルも示されている。G-1は図8に示される。

Fig. 1 Diving Survey spot by NT97-14-Cruise (2K). KR97-06: Diving site by "SHINKAI2000" and "KAIKO" in 1997. Recent seismic reflection, refraction survey lines and drilling sites (OK-1, MK) are also represented by Park (1996). G-1 shows location of a profile in Fig. 8.

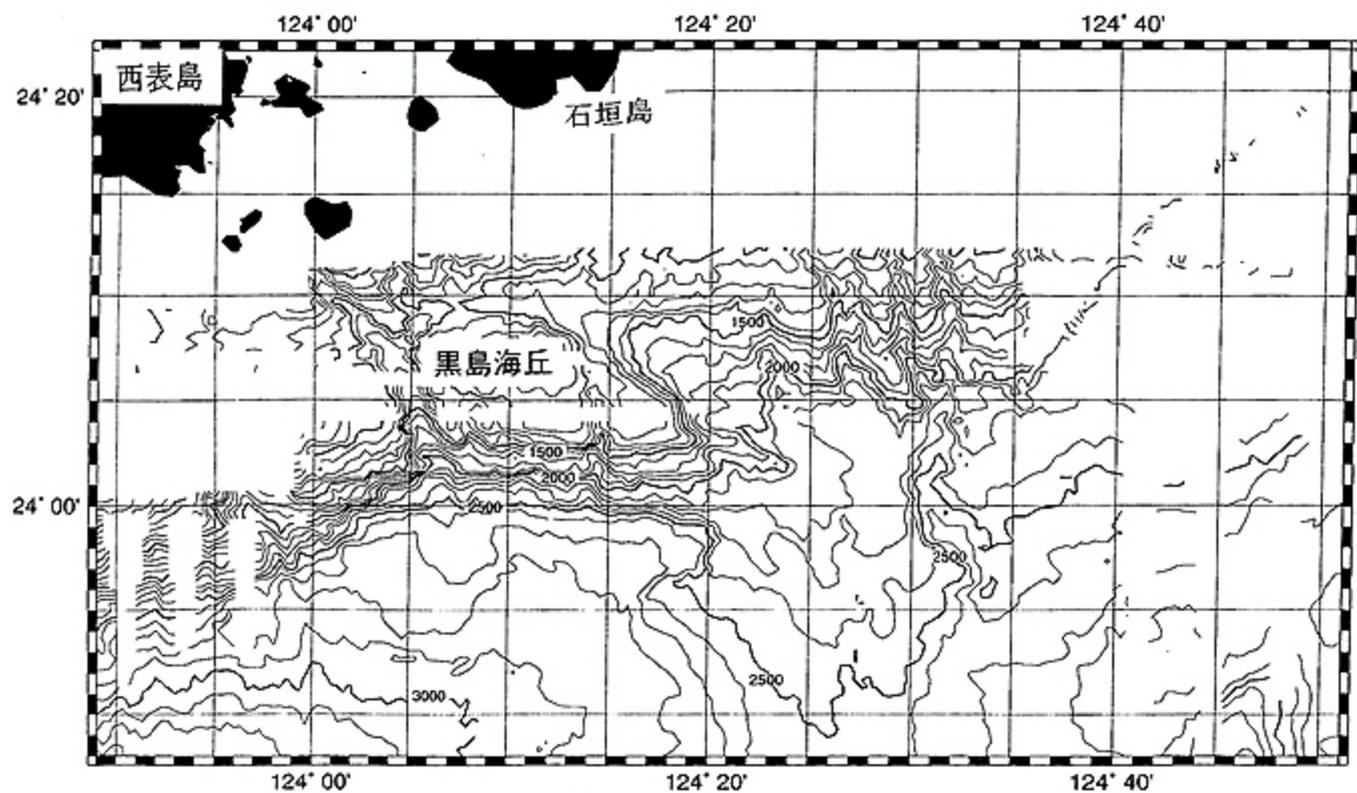


図2 黒島海丘調査海域図  
Fig. 2 Survey area of the Kuroshima Knoll.

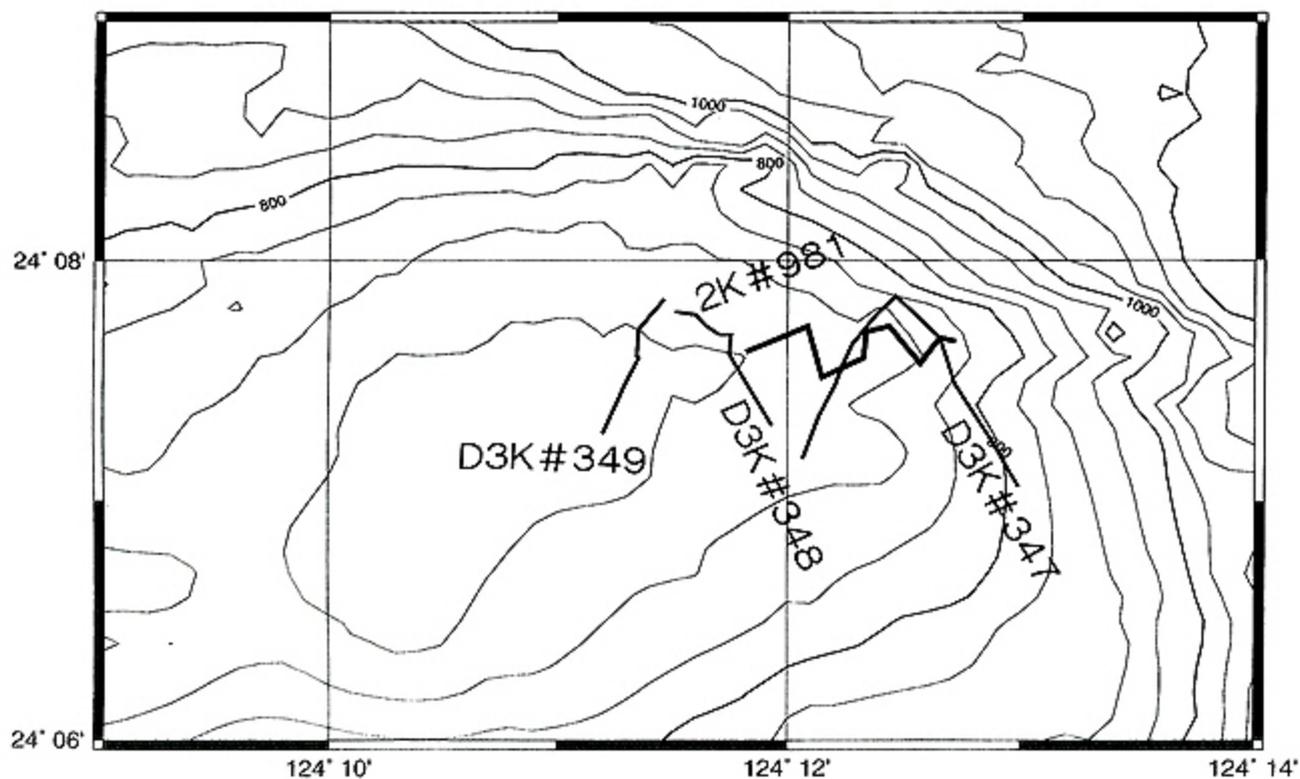


図3 「ドルフィン 3K」及び「しんかい2000」調査航路図  
Fig. 3 Survey lines of "Dolphin 3K" and "SHINKAI 2000".

Sample No.	Site feature	Equipment	Sample type	Date	Time	Latitude	Longitude	Water Depth (m)	Description
D3K347-1	Platy	Manipulator	Rock	5-Oct-97	9:04	24-07.060N	124-12.993E	825	粗粒凝灰岩
D3K347-2	Sediment	Manipulator	Rock	5-Oct-97	9:18	24-07.241N	124-12.880E	820	Sandy mudstone
D3K347-3	Sediment	Manipulator	Rock	5-Oct-97	9:41	24-07.486N	124-12.718E	808	中粒石灰岩質砂岩
D3K347-4	Biomass	Rake Sampler	Shell	5-Oct-97	10:09	24-07.681N	124-12.652E	812	生貝を冷凍保存
D3K347-4-2	Sediment	Manipulator	Rock	5-Oct-97	10:34	24-07.853N	124-12.453E	800	粗粒砂岩と細粒砂岩の互層
D3K347-6-1	Sediment	Rake Sampler	Rock	5-Oct-97	10:49	24-07.777N	124-12.381E	766	Medium to fine sandstone
D3K347-6-2	Sediment	Manipulator	Rock	5-Oct-97	10:49	24-07.777N	124-12.381E	766	緻密な石灰岩
D3K347-7	Sediment	Manipulator	Rock	5-Oct-97	11:31	24-07.490N	124-12.205E	718	Sandy mudstone
D3K347-8-1	Fauna	Rake Sampler	Shell	5-Oct-97	11:45	24-07.357N	124-12.134E	702	ビノスガイに似ている
D3K347-8-2	Fauna	Rake Sampler	Shell	5-Oct-97	11:45	24-07.357N	124-12.134E	702	貝片
D3K347-8-3	Sediment	Manipulator	Rock	5-Oct-97	11:45	24-07.357N	124-12.134E	702	Sandy mudstone
D3K347-6?	Sediment	Manipulator	Semi consolidated	5-Oct-97					砂質泥岩 Boring shellの孔が多い
D3K347-Line1	Sediment	Rake Sampler	Silt	5-Oct-97					Sandy Silt
D3K347-Line1	Sediment	Rake Sampler	Silt	5-Oct-97					Sandy Silt
D3K347-Line1	Sediment	Rake Sampler	Silt	5-Oct-97					Sandy Silt
D3K347-Line1,Line2	Fauna	Rake Sampler	Shell	5-Oct-97					貝片
D3K347-Line1,Line2	Sediment	Rake Sampler		5-Oct-97					岩片多数
D3K348-1	Sediment	Manipulator	Rock	5-Oct-97	14:15	24-07.788N	124-11.514E	688	円礫、ノジュール状石灰岩
D3K348-2	Sediment	Manipulator	Rock	5-Oct-97	14:21	24-07.776N	124-11.603E	688	石灰質泥岩 or shellの孔が多い
D3K348-3-1	Sediment	Manipulator	Rock	5-Oct-97	14:35	24-07.736N	124-11.641E	688	ノジュール状石灰岩
D3K348-3-2	Sediment	Rake Sampler	Rock	5-Oct-97	14:35	24-07.736N	124-11.641E	688	石灰質砂岩
D3K348-3-3	Sediment	Manipulator	Rock	5-Oct-97	14:35	24-07.736N	124-11.641E	688	ノジュール状石灰岩
D3K348-4	Fauna	Rake Sampler	Shell	5-Oct-97	14:51	24-07.698N	124-11.701E	686	貝生息時の砂岩付着
D3K348-4-2	Fauna	Rake Sampler	Shell	5-Oct-97	14:51	24-07.698N	124-11.701E	686	貝の破片小ビニール袋
D3K348-5	Sediment	Manipulator	Rock	5-Oct-97	15:00	24-07.969N	124-11.756E	686	表面は凹凸していて層序構造、緻密
D3K348-6	Fauna	Rake Sampler	Shell	5-Oct-97	15:23	24-07.698N	124-11.701E	682	貝生息時の砂岩付着
D3K348-6-2	Fauna	Rake Sampler	Shell	5-Oct-97	15:23	24-07.698N	124-11.701E	682	貝の破片小ビニール袋
D3K348-7	Sediment	Manipulator	Rock	5-Oct-97	16:00	24-07.317N	124-11.932E	688	砂質泥岩、チムニー状でも孔なし
D3K348-7-2	Fauna	Manipulator		5-Oct-97	16:00	24-07.317N	124-11.932E	688	くっついていた海綿
D3K348	Fauna		Worm	5-Oct-97					採集場所不明
D3K349-1	Sediment	Manipulator	Semi consolidated	6-Oct-97	8:55	24-07.839N	124-11.466E	675	砂質泥岩、小さな虫食いの穴多数
D3K349-2	Sediment	Manipulator	Rock	6-Oct-97	9:09	24-07.713N	124-11.354E	664	泥質石灰岩
D3K349-3	Sediment	Manipulator	Rock	6-Oct-97	9:24	24-07.601N	124-11.346E	660	泥質石灰岩、緻密、先端に浅いへこみ
D3K349-4	Fauna	Rake Sampler	Shell	6-Oct-97	9:30	24-07.595N	124-11.352E	663	シロウリガイ
D3K349-5	Sediment	Rake Sampler	Sand	6-Oct-97	9:30	24-07.595N	124-11.352E	663	貝採集時に熊手についたMuddy sand
D3K349-5-2	Fauna	Manipulator	Worm	6-Oct-97	9:45	24-07.595N	124-11.352E	663	
D3K349-6	Sediment	Manipulator	Rock	6-Oct-97	10:03	24-07.484N	124-11.292E	643	石灰質砂岩、緻密
D3K349-7	Sediment	Manipulator	Rock	6-Oct-97	10:30	24-07.272N	124-11.192E	640	非常に緻密なノジュールの様な石灰岩
D3K349	Sediment			6-Oct-97					サンプル箱に入っていた泥

表1 「ドルフィン-3K」第347・348・349潜航により得られた試料  
Table 1 Samples recovered by Dives 347, 348 and 349 of "Dolphin 3K".

Line-2北部には泥岩の他、細長いパイプ状の黒色の岩石(端部に孔が開いている)が多く分布しており、このうちの1本を採取して調べたところ、表面がマンガン酸化物で覆われた緻密な石灰岩であった。この南側2箇所白色の貝のコロニーが見られたが、その周囲には張力によると思われる新鮮な破碎の痕が見られ、現在も尚変形を受けていることを示唆している。

本潜航の主たる目的の一つは、冷水湧出の指標となる白色貝コロニーの詳細な分布状況の確認であった。Line-1,2潜航の結果、海丘頂部平坦面の東縁に近いLine-1上では群生地がx=200mのごく狭い範囲に限定されるのに対し、Line-2上ではx=150m及びx=-200mの2箇所

に分布していることが確認された。すなわち、西に向かうにつれて、白色の貝の分布範囲が南北に広がっているように見受けられた。途中観察された岩石の大半が角礫である(写真1)ことなどから、海域全体は断層破碎帯としての性質を持ち、またシロウリガイの分布状況から、近い過去に冷水湧出が起こっていたことが推定される。また、群生域に接近するにつれて、白色の貝が徐々に出現すると云う傾向が見られた。これらの貝は、通常のシロウリガイとは異なり、やや丸い形状のものであった。Line-1上の岩礫の軟泥上には生貝が棲息しており、これを採取した。



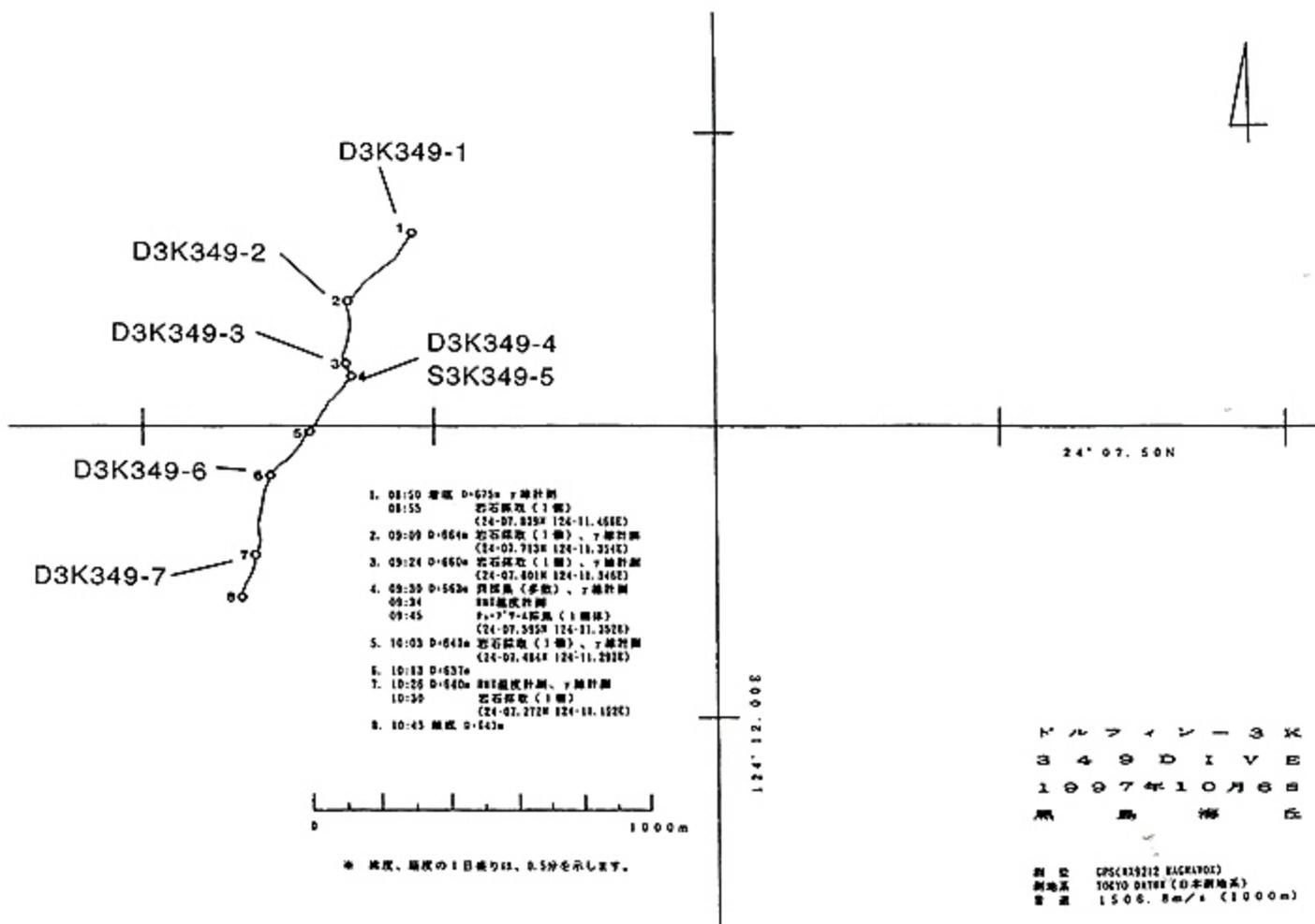


図5 「ドルフィン-3K」第349潜航航跡  
Fig. 5 Survey line of 349 Dive of "Dolphin 3K".

(3) D3K #349潜航 (図5)

1997年10月6日

航走開始 08:50 24°07.8'N, 124°11.5'E, 水深 675m

航走終了 10:43 24°07.2'N, 124°11.2'E, 水深 643m

最深点 675m

航走距離 1,200m

本潜航においては、海丘頂部平坦面の中部を NNE->SSW に移動する測線を設けた。

開始点付近には、半固結の泥岩や破碎された角礫岩などが分布していた。x=300m 付近には、Dive #348 と同様、細長く孔の開いたパイプ状礫 (緻密な砂質石灰岩と思われる) が確認された。シロウリガイコロニーは、x=100m, y= - 1100m 付近を中心として約 150m の幅に限られていた。この点、Dive#348 とは大きく異なる。ただし、コロニー内ではシロウリガイの死貝の折り重なる様

な分布が見られた。この場所にチューブワームも棲息していた。温度計が容易に刺さることを考慮すると、貝の重なりは深所までは達していない模様である。なお、シロウリガイ群生域とそうでない処の温度測定の結果、両者に差異は認められなかった。

貝の分布する周辺には、海底表面が圧縮応力を受け、破碎した痕の様な海底の盛り上がりや角礫の転石が多く分布していた。採取された扁平な堅い礫や白色の未固結の堆積岩の殆どが石灰岩 (琉球石灰岩相当) であることから、この場所は、島尻層群の泥岩層の上部に石灰岩が分布する層序であることが推定される。この他、シロウリガイコロニーの外では海綿が多く分布していた。本潜航の範囲に関しては、シロウリガイと海綿とは相補的な分布を示すと考えられる。

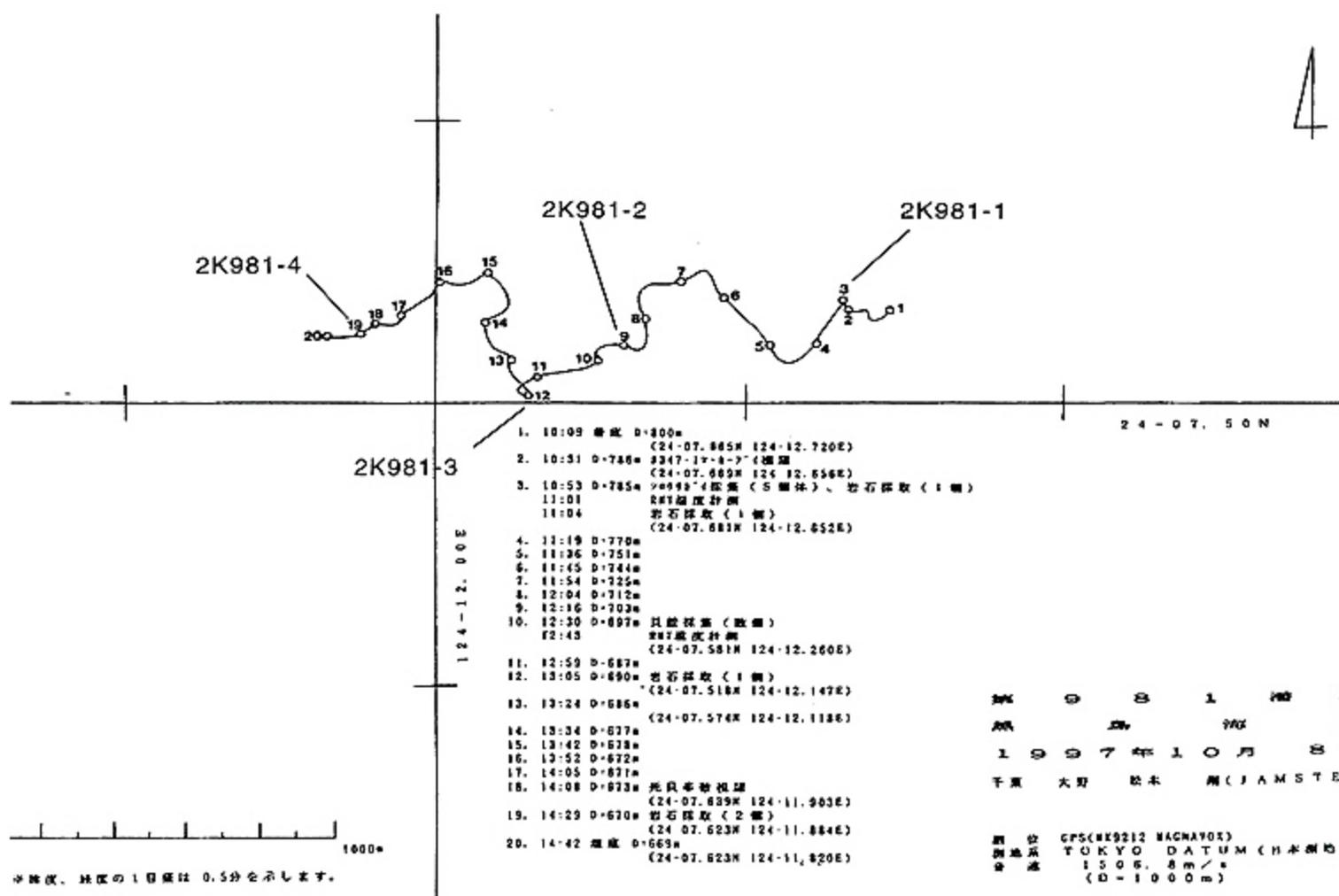


図6 「しんかい2000」第981潜航航跡  
 Fig. 6 Survey line of 981 Dive of "SHINKAI 2000".

Sample No.	Site feature	Equipment	Sample type	Date	Time	Latitude	Longitude	Water Depth (m)	Description
2K981-1-1	Fauna	Rake sampler	Shell	8-Oct-97	10:53	24-07.681N	124-12.652E	785	生貝を冷凍保存
2K981-1-2	Sediment	Manipulator	Rock	8-Oct-97	10:53	24-07.681N	124-12.652E	785	中粒砂岩と細粒砂岩との互層
2K981-1-3	Sediment	Manipulator	Rock	8-Oct-97	10:53	24-07.681N	124-12.652E	785	Siltstone
2K981-2-1	Fauna	Rake Sampler	Shell	8-Oct-97	12:30	24-07.581N	124-12.260E	697	一対はイノスガイに類似。シロウリガイらしき破片
2K981-2-2-1	Fauna	Manipulator	Shell	8-Oct-97	12:30	24-07.581N	124-12.260E	697	一対はイノスガイに類似
2K981-2-2-2	Sediment	Rake Sampler	Silt	8-Oct-97	12:30	24-07.581N	124-12.260E	697	981-2-2-1の貝の中に入っていた泥
2K981-3	Sediment	Manipulator	Rock	8-Oct-97	13:05	24-07.518N	124-12.147E	690	断面は円形の層構造で、中心が外側よりも弱い
2K981-4-1	Sediment	Manipulator	Rock	8-Oct-97	14:29	24-07.623N	124-11.884E	670	整った表面。目には見えないが、層構造がある
2K981-4-2	Sediment	Manipulator	Rock	8-Oct-97	14:29	24-07.623N	124-11.884E	670	縦に幾つもの割れ目がある
2K981-?	Sediment	Rake Sampler	Silt	8-Oct-97					Sample Boxの中に入っていた泥

表2 「しんかい2000」第981潜航により得られた試料  
 Table 2 Samples recovered by Dive 981 of "SHINKAI 2000".

### 3.2 「しんかい2000」潜航 (図6)

#### 2K #981潜航

1997年10月8日

航走開始 10:09 24°07.7'N, 124°12.7'E, 水深800m

航走終了 14:42 24°07.6'N, 124°11.8'E, 水深669m

最深点800m

航走距離2,200m

これまでの「ドルフィン-3K」による調査結果を受けて、冷湧水型生物群集の分布と表面

地形変動との関係を調べることに主眼を置いた調査を行った。最初の着底点(x=300m, y=1,220m)付近は砂に覆われており、生物群集の兆候は見られなかった。最初の生物群集域(x=310m, y=1,110m)では、転石のうち半固結の泥岩と表面がマンガンコーティングされた砂岩が採取され(表2)、また生物群集は砂の上に分布していた。この場所で、岩蔭に棲息する6個体の生きているシロウリガイの仲間を発見し(写真2)、うち5個体を採取した。更に、その群集の連続性を追跡すべく、西方に向かってジグザグ航走を行った(写真3)が、結果としてその群集の西方への連続性は確認出来なかった(写真4)。途中(x=100m, y=280m)より、一面のシロウリガイの死貝の群集が見られた。海丘中部(x=240m, y=130m)に於いては、シロウリガイの大量の死貝が埋もれ、ビーチロックの様になっていて基盤岩と見分けが付かない程になっており、また他の岩石と共にマンガンコーティングされて黒ずんでいた(写真5)。更に、ところどころに最近死んだと思われる白い貝も見られることから、海丘全体で冷湧水湧出が相当古い時代から繰り返し起こっていたことが推定される。

海域中部のシロウリガイの死貝の密集域(x=100m, y=280m)より先は、ところどころにパイプ状の細長い岩石(孔の開いていないものもある)、巨岩体(マウンド風—明らかに海底下から噴き出したものと思われる)、とぐろを巻いた礫、ドーナツ状の礫などが多く存在する。最終点付近(x=140m, y=200m)には、孔の径が岩の径の半分を占めるサンドパイプ、或いはサンドパイプ群が観察された(写真6)。パイプ状の石がチムニーの如く直立し、根のあるものなどが見つかった(写真7)。これによってそれらのパイプ状礫は現地性であり、しかももともと立っていたものであることが証明された。

### 3.3 サンプル鑑定および年代測定

#### 3.3.1 有孔虫

サンプルから有孔虫を取り出す作業を行ったが、固結化が進んでおり、以下の有孔虫を取り出すことができなかった。そこで、手法を変えて、薄片観察をした。

サンプル名	粒径	
D3K347-3	silty clay	浮遊性有孔虫あり、底生有孔虫認められず
D3K347-5	silty clay	有孔虫認められず
D3K348-7	silty clay	有孔虫認められず
D3K348-8	silty clay	浮遊性有孔虫あり、底生有孔虫認められず
D3K349-7	silty clay	浮遊性有孔虫あり、底生有孔虫認められず

以上、浮遊性有孔虫が認められ、底生有孔虫が認められないことから、このサンプルは、遠洋性のサンプルであると思われる。

また、薄片観察では有孔虫の数も少なく、種の同定もできないため、時代決定はできなかった。しかし、これらのサンプルは、岩相的には海尻層であると思われる。

#### 3.3.2 ナンノ化石

Line-1とLine-2のいずれかで、3K347-1,2Aと3K347-1,2Bのサンプルを採取した(very point 不明)(表1)。前者は灰色のシルト質泥岩で生痕らしい管状構造をもつ

表3 ナンノ化石鑑定表  
Table 3 Nanno fossil species.

species	occurrence
<i>Calcidiscus leptopora</i>	+
<i>Calcidiscus macintyreii</i>	+
<i>Ceratolithus cristatus</i>	+
<i>Coccolithus pelagicus</i>	+
<i>Gephyrocapsa oceanica</i>	+
<i>Helicopontosphaera kamptneri</i>	+
<i>Pontosphaera japonica</i>	+
<i>Pseudoemiliana lacunosa</i>	++
<i>Reticulofenestra japonica</i>	++
<i>Reticulofenestra pacifica</i>	++
<i>Rhabdosphaera clavigera</i>	+
<i>Syracosphaera pulchra</i>	+
<i>Umbilicosphaera mirabilis</i>	+

もので、後者は、灰色粘土質岩である。A,Bともにナンノ化石が産出し、化石の内容も同じである(写真8)。ただ、Bは火山ガラスが見られ、また化石の保存もAに比べると良くない。しかし両者は、ほぼ同じ同層準のものとしてよいと思われる(表3, 5)。他の資料については、ナンノ化石を全く検出できなかった。写真8は、電顕によるもので、*Reticulofenestra pacifica* でおおよそ20,000倍である。

これらのサンプルの時代については、*G. oceanica*が、少量ではあるが産出すること、*discoastres*が全く見られないことから、少なくとも、第四紀層である。*C. pelagicus*と*Cal. macintyreii*の産出から、第四紀層であっても下部である。そのことは、*R. japonica*と*R. pacifica*の多産からも肯定できる。これらの産出と併せて、*Ps. lacunosa*がふつうに産出する。こうした状況から、これらのサンプルは、*R. japonica*, *R. pacifica*の消滅前、*G. oceanica*の出現の直後の堆積と考えられる。日本列島周辺での*R. japonica*, *R. pacifica*の消滅は、1Ma前後である(西田, 1978)。また、琉球列島周辺での*G. oceanica*の出現は、知念層の中部以上で、知念層下部では産出しない(西田, 1980)。したがって本サンプルは、更新統下部層で知念層中上部に対比できると考えられる。

### 3.3.3 $^{14}\text{C}$ 年代

D3K # 349 潜航で、シロウリガイの死貝を採取し、AMS加速器質量分析計により $^{14}\text{C}$ 年代を測定した(サンプル3K349-4-1)。測定部位はその結果、 $2640 \pm 20\text{yrBP}$ と出た(表4)。

## 4. 考 察

以上述べた海底観察結果(図7)及び表1, 2に示す試料をもとに、本調査海域の地質層序の推定を試みた(表5)。

調査海域最下部より固結した淡黄色から淡灰色の固結泥岩が得られたが、これは岩相から判断して、烏尻層群に相当するとみられる。その上に半固結の淡青灰色の細粒砂岩～泥岩があり、これは知念層以上の第四紀に相当すると思われる。そして、その上にシート状に薄い層状石灰岩があり、知念層上部、あるいは知念層直上の石灰岩質層に相当する。その上には砂礫の層が薄く乗っているが、その中に礫として1m以上の長さのある巨大な砂質石灰岩の筒状の礫ものやブーメランのような形状の塊状石灰岩物質が見ついている。

この筒状の岩石の詳細な成因は不明であるが、一種のチムニーと見ることが出来、ガスなどの作用による海底下からの急激な噴出に原因を求めなければならない。海丘の表層にシロウリガイの大コロニーが見られた。これについては、ほとんど全てが死貝コロニーであるが、海丘頂部平坦面東端部には、同種類の貝ではあるが生貝が採取された。また海域中部にはチューブワームも見られることから、この海域で起こっていた(或いは現に起こっている)冷水湧出と深い関係にあることが推定される(化学合成生物群集)。

以上の層序が成立すると、琉球石灰岩は現在島棚の上で確認されているため、500mほどの相対的低下が推定される。これが海底地滑りによるとすると、潜水地点の岩盤のほとんどが角礫状になっていて破碎帯に見えることと矛盾がないようにみえる。

本調査においては、シロウリガイ群集とあわせて、炭酸塩でセメントされたチムニー様の岩石が採取されている。一方、御前崎沖南海トラフからも炭酸塩でセメントされたチムニー様の岩石が採取されている(倉本・上嶋, 1997)。南海トラフでは反射法音波探査記録上に見られるBSRの存在により、ガスハイドレートの賦存が示されている(前出)。本海域においては、これまでに地質調

試料番号	試料物質	$^{14}\text{C}$ 年代 (yr BP)	$\sigma^{13}\text{C}(\text{‰})$	Lab. code# (NUTA)	comment
D3K349-4-1-1	黒潮海丘シロウリガイ	$2640 \pm 120$	5.04	-5910	水深663m

- $^{14}\text{C}$ 年代値の算出においては、Libbyの半減期5568年を使用。0yrBPが西暦1950年に相当し、過去に遡った年数で示される
- 炭素同位体分別の補正は行っていない

表4 シロウリガイの $^{14}\text{C}$ 年代結果(名古屋大学年代測定資料研究センター)

Table 4  $^{14}\text{C}$  Age determination of *Caliptogena* sp. by AMS (Dating and Materials Research Center, Nagoya University).

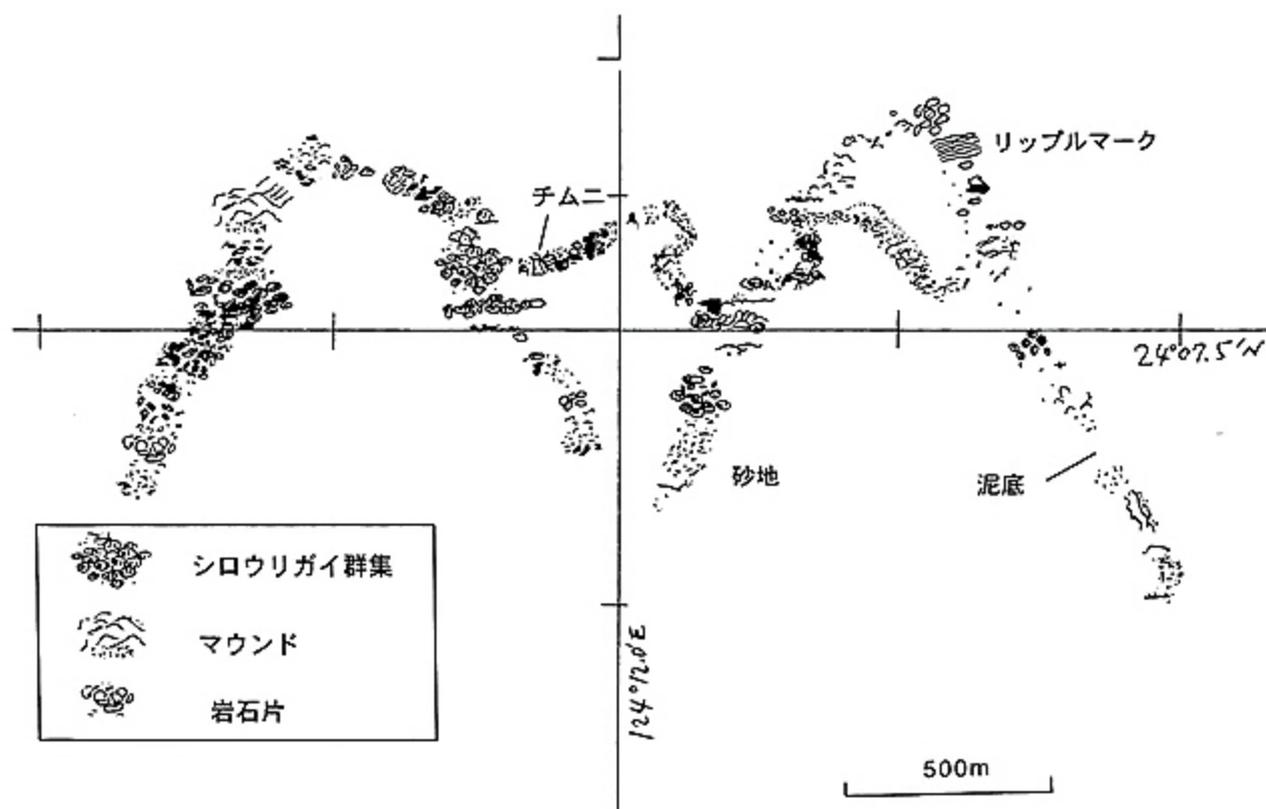


図7 海底観察記録をもとにしたルートマップ  
Fig. 7 Root map based on the submarine observation.

査所及び海上保安庁水路部によって、音波探査が行われている。また、国の基礎調査計画によるマルチチャンネル音波探査も行われている。BSRの存在については、今のところ沖縄本島南西方の南西諸島海溝陸側斜面域に天然ガスハイドレート（メタンハイドレート）の存在の一部指摘がある（佐藤ほか，1996のp26地点）ものの、音波探査記録などのデータが示されていない。しかし、海底下で同様な環境にあることが推定される（木村ほか，1997：図8）。詳細は今後の調査を待ちたい。

本研究により、八重山南岸沖黒島海丘の頂部平坦面上に様々な形態の冷水水型の生物群集の存在が確認され、この場所で伏在断層に伴う冷水湧出が起きていることが、シロウリガイの年代については、吟味が必要であるが（服部・大場，1996）、かなり古い時代から繰り返し起こっていたことが明らかとなった。1771年に発生し、宮古・八重山地方に甚大な被害をもたらした八重山地震津波の波源は黒島海丘の南側斜面の崩落である可能性が認められてきた（例えば松本・木村，1997）。その海丘上で明瞭な地殻変動痕が発見されたことにより、同海丘

Sample No.	ナノ化石年代	岩相対比	備考
(1) 2K981-1-2	?	島尻層群?	「しんかい2000」
(2) 2K981-1-3	?	島尻層群?	「しんかい2000」
(3) 2K981-3	?	琉球層群（チムニ片?）	「しんかい2000」
(4) D3K347-1-1	?	島尻層群?	「ドルフィン3K」
(5) D3K347-1-2	?	琉球層群?	「ドルフィン3K」
(6) D3K347-3	?	島尻層群?	「ドルフィン3K」
(7) D3K347-5	?	島尻層群?	「ドルフィン3K」
(8) D3K347-6-1	?	第四紀?	「ドルフィン3K」
(9) D3K347-8	?	島尻層群?	「ドルフィン3K」
(10) D3K347-1.2	1.0から1.5 Maのいつか	琉球層群（知念層中上部）	「ドルフィン3K」
(11) D3K348-2	?	島尻層群?	「ドルフィン3K」
(12) D3K348-3-2	?	島尻層群?	「ドルフィン3K」
(13) D3K348-7	?	島尻層群?	「ドルフィン3K」
(14) D3K349-1	?	島尻層群?	「ドルフィン3K」
(15) D3K349-2	?	島尻層群?	「ドルフィン3K」

表5 サンプルと地層対比  
Table 5 Samples recovered and their stratigraphic correlation.

が未だに活動的であることが確認された。今後、津波発生との因果関係を解明する必要がある。

### 謝 辞

本研究を実施するに当たり、「しんかい2000」／「ドルフィン-3K」の依田代志男司令以下運航チーム、母船「なつしま」の長谷川澄船長以下乗組員には、調査行動全般にわたって御尽力頂いた。また、琉球大学理学部学生の當山元進・倉富和幸の両氏は船上でデータ及び試料の処理・解析に当たった。本研究は、科学技術庁より予算配分を受け、海洋科学技術センターの平成9年度プロジェクト研究「深海調査研究」の一環として実施された。これら関係各位に謝意を表する次第である。

### 引用文献

服部隆男・大場忠道 (1996)：相模湾初島沖の冷水動物群集中のシロウリガイ殻の酸素・炭素同位対比とシロウリガイ殻及び炭酸塩類の<sup>14</sup>C年代，第13回しんかいシンポジウム予稿集，65-68.

Kimura, M., Honza, E., and Miyamoto, M. (1980) : Submarine geology around the southern Ryukyu Islands, with special reference to the Okinawa Trough. Geological Studies of the Ryukyu Islands. 4, 79-93.

木村政昭 (1985)：地震と地殻変動-琉球弧と日本列島-，九大出版会，福岡，195pp.

木村政昭 (1997)：太平洋に沈んだ大陸，第三文明社，281pp.

木村政昭・松本剛・小野朋典・中村俊夫 (1997)：黒島海丘の地質層序構造と八重山地震津波，第14回しんかいシンポジウム予稿集，47，および講演，東京。

倉本真一・上嶋正人 (1997)：ガスハイドレート層の精密重力探査，第14回しんかいシンポジウム予稿集，51.

松本剛・木村政昭 (1993)：1771年八重山地震津波発生域における精密地形調査と津波発生のメカニズムに関する一考察，地震，第2輯，45, 417-426.

松本剛・木村政昭・小野朋典・本山功・大森保 (1997)：八重山南岸沖黒島海丘で発見された冷水生物群集について，第14回しんかいシンポジウム予

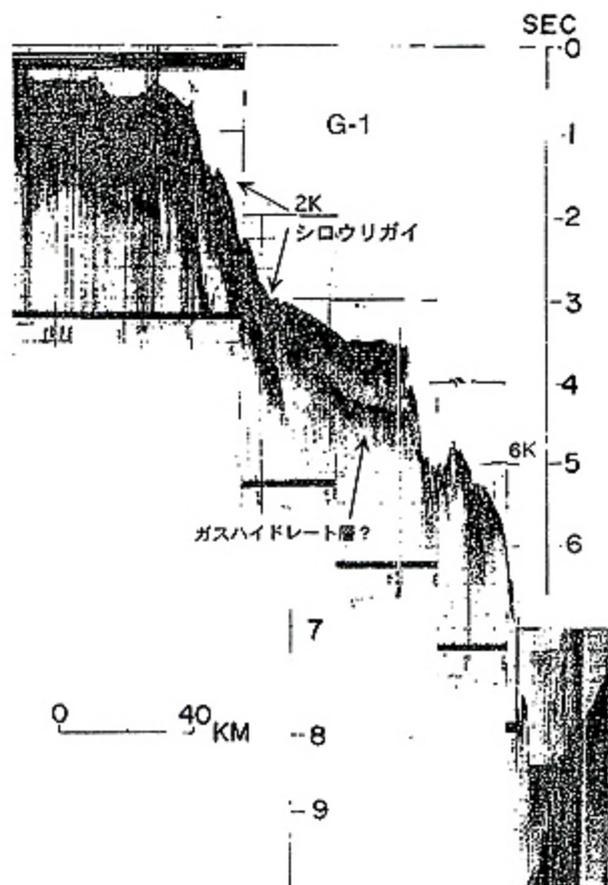


図8 ほぼ本調査地点を通るシングルエアガン記録 (地質調査所, Kimura et al., 1980)。位置 (G-1) は図1に示される。

Fig. 8 Single air gunning profile crossing survey area (Geological Survey of Japan, Kimura et al., 1980). Location (G-1) is represented in Fig. 1.

稿集, 90.

西田史朗 (1978): 超微プランクトンとその層位学的意義, 地学雑誌, 87, 237-249.

西田史朗 (1980): 沖縄南部の鮮新-更新統境界付近の石灰質ナノプランクトン層序, 地質学雑誌, 86, 525-536.

Park, J.-O. (1996): Seismic stratigraphy and tectonic evolution of the southern Ryukyu Islands Arc. Doctor

thesis, University of Tokyo (M. S.).

佐藤幹夫・前川竜男・奥田義久 (1996): 天然ガスハイドレートのメタン量と資源量の推定, 地質雑, 102, 959-971.

(原稿受理: 1998年7月16日)

(注) 写真は次ページ以降に掲載

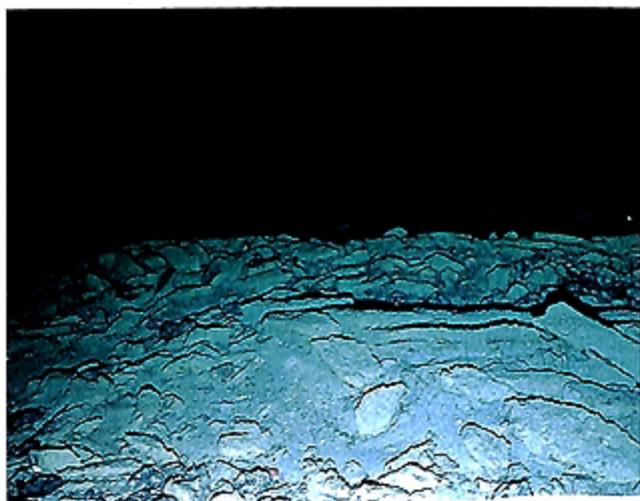


写真1 角礫群及び段差。D3K # 347 x=400m, y=500m, 水深800m  
 Photo 1 Fractured rock fragments and escarpments (D3K # 347, x=400m, y=50m, 800m deep).



写真2 黒島海丘頂部平坦面東端部に見られる生貝。2K #981  
 x=330m, y=1,100m, 水深785m  
 Photo 2 Living *Caliptogena* sp. at the eastern edge of Kusoshima Knoll (2K#981, x=330m, y=1,100m, 785m deep).



写真3 シロウリガイの死貝群集。2K #981 x=90m, y=280m, 水深785m  
 Photo 3 Dead *Caliptogena* sp. (2K#981, x=90m, y=280m, 785m deep).

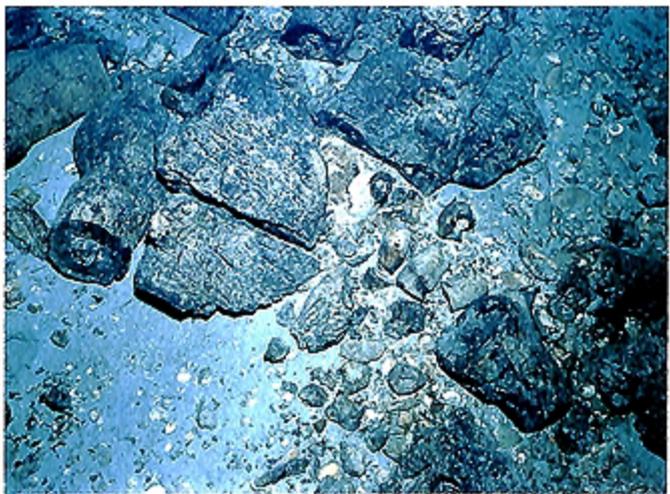


写真4 破碎された礫。2K #981 x=370m, y=10m, 水深690m  
 Photo 4 Split rock fragment (2K#981, x=370m, y=10m, 690m deep).



写真5 海底を覆い尽くしたシロウリガイの死貝群集。2K #981  
x=260m, y=160m, 水深697m

Photo 5 Dead colony of *Caliptogena* sp. covering sea-floor (2K#981,  
x=260, y=160, 697m deep).



写真6 石灰質砂岩チムニーの破片群。2K#981 x=220m, y=210m,  
水深697m

Photo 6 Fragments of calcareous sandstone chimnies (2K#981,  
x=220m, y=210m, 697m deep).



写真7 直立した石灰質砂岩チムニー。周辺にチムニーのかけら  
とシロウリガイの死貝が認められる。2K #981 x=220m,  
y=210m, 水深690m

Photo 7 Standing, calcareous sandstone chimney. Fragments of  
chimnies and dead *Caliptogena* sp (2K #981, x=220m,  
y=210m, 690m deep).

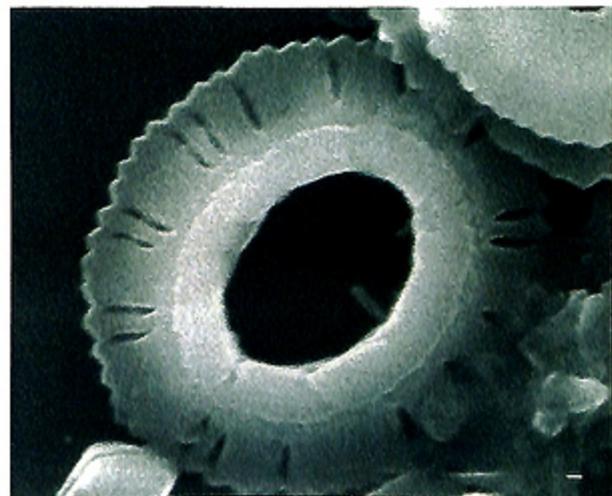


写真8 D3K347 潜航で得られたナanno化石 *Reticulofenestra*  
*pacifica* (D3K347-1, 2) の電顕写真 (約20,000倍)

Photo 8 Nanno fossil *Reticulofenestra pacifica* (about 20,000 times)  
(D3K347-1, 2).