

北フィジー海盆のリフト系の地学： 日仏共同研究 KAIYO 88 の成果*

本座栄一・Jean-Marie AUZENDE・KAIYO 88 乗船研究者**

Geology of the rift system in the North Fiji Basin: Results of Japan-France Cooperative Research on board KAIYO 88*

Eiichi HONZA, Jean-Marie AUZENDE and KAIYO 88 Shipboard Party**

Abstract: A geological and biological cruise was conducted in the North Fiji Basin on board the R.V. KAIYO during 13 November to 19 December 1988 based on the Japan-France cooperative survey designated "STARMER PROJECT". This project is provided by Science and Technology Agency of Japan and IFREMER of France, and cooperated with CCOP/SOPAC. This is an initial report based on the geological observations.

The spreading pattern of the central N-S rift system in the North Fiji Basin is identified for past 3 million years from the magnetic anomalies. The northern margin of the N-S rift is bounded by the triple junction of R-R-R. The northeast-eastern rift is shorter and converted to the transform fault which is traced throughout the northern Fiji with E-W trend. The N-S fracture zone in the western Fiji Islands turns southwestward in the southern part and is in a 100 km wide zone with ridges and troughs throughout the zone. This might be once a rift or a chain of pull-apart basins developed along the whole of the fracture zone, despite such a feature is only reported in the northern part. Another possibility is that the ridge is a remnant of an arc, since weak magnetic anomaly is measured in the northwestern part of the ridge, suggesting remnant of continent. The southern margin of the central N-S rift is bounded by a NE-SW fracture. A shorter N-S rift develops southward on the 80 km off to the east of the northern rift. This rift consists of the northern and southern part overlapping at the central portion. The rift axis has some stages within its development suggested in the detailed surveyed northern, central and southern areas of the central N-S rift. The central rift is in an initial stage and the northern rift is in the later stage than the central rift. Hydrothermal activity is not associated with the rift in an initial stage, but is also associated with the later stage of rifting as is seen in the northern rift. A white smoker was observed in the northern rift where the hydrothermal vents develop along a step which is bound by fault scarps.

1. はじめに

本研究は南太平洋の背弧海盆とそのリフト系の海洋地学、海洋生物学に関する総合研究を昭和62年度から3年間にわたり、日仏及び南太平洋諸国と共同で実施するもので、STARMER 計画と名付けられている。日本は科

学技術庁、仏は IFREMER、南太平洋諸国は CCOP/SOPAC という政府間機構が窓口となっている。本論は本研究の2年目に当たり、海洋科学技術センター所管の「かいよう」で昭和63年11月13日—12月19日に北フィジー海盆とそのリフト系で実施された地学的調査成果の概要である。昭和62年度の成果の概要は既に公表されている (KAIYO 87 乗船研究者一同, 1988)。

KAIYO 87 調査の成果に基づき、今回は中央域の南北性リフト系の北端域、中央域、南端域の精査及び海盆

* 1989年3月5日受理 Received March 5, 1989

本報告は日仏両国の合意により、日仏両文で同時に公表される。

** 付表1参照

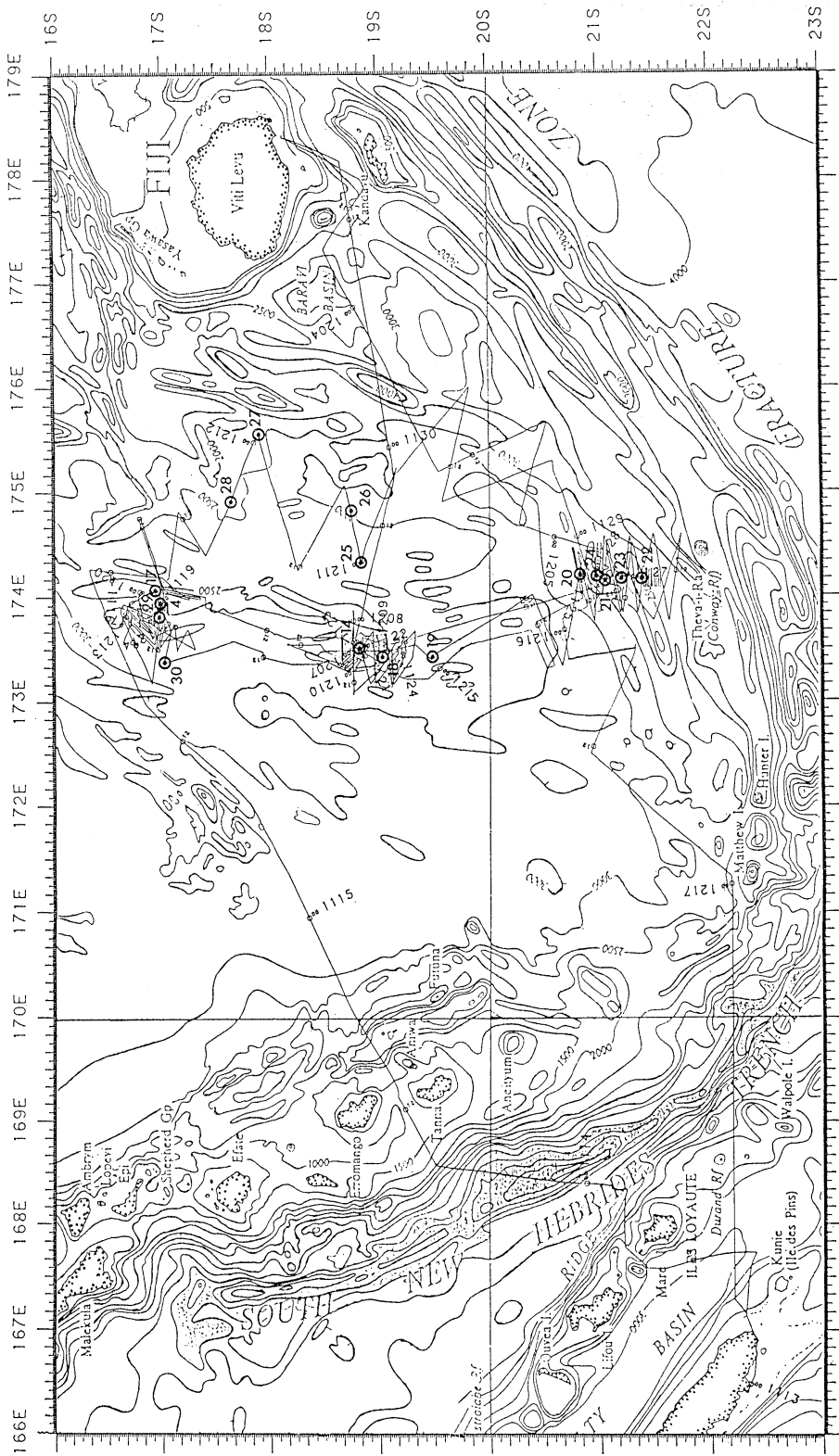


Fig. 1. Track lines and sampled sites in the North Fiji Basin by the KAIYO 88 cruise. Open circles with dots are sampled sites. Bathymetry is based on the chart compiled by KROENKE *et al.* (1983).

西域の調査を実施した (Fig. 1)。

調査手法は前年同様、シービーム、シングル及びマルチチャンネル音波探査、ソノブイ、OBShによる屈折法探査、地磁気、ヒートフロー測定、曳航式深海カラーTVシステムによる海底観察、海底設置カメラ及びCTDによる長期海底観測、ロゼット採水、ゴーフロ採水、CTD測定である。

2. 北フィジー海盆のリフト系

北フィジー海盆は現在拡大しているが、その拡大形態は大洋中央海嶺系と異なっている様子が見られる。その一つに不安定な拡大軸がある。現在最も明瞭な拡大軸は海盆中央域の南北性の拡大軸であり、その北端が三重点となり、北西と東北東方向に短い拡大軸がのびている (Fig. 2)。東北東の拡大軸はトランスフォーム断層であ

るとの解釈もある (AUZENDE *et al.*, 1988)。南北性のリフト系の形成は地磁気異常の2A (248-340万年前)まで確認できる。北フィジー海盆の形成は800-1000万年前からであり (MALAHOFF *et al.*, 1982)、初期には東西方向を軸として拡大している。従って南北性の拡大軸は海盆が蝶開き式に形成される後半期に新たに形成されたと解される。

海盆中央域のリフト系の南端部に北東方向のトランスフォーム断層があり、その南部の拡大軸は東へ約80kmずれていることが、今回の調査で判明した (Fig. 3)。

フィジー諸島北方の東西方向のトランスフォーム断層から枝分れた南北方向のトランスフォーム断層がフィジー諸島西方を縦断し、その南部方向にのびて、南北性リフト系南端部に達すると考えられる。フィジー諸島西方では複雑な海底地形となり、ここではブル・アパート

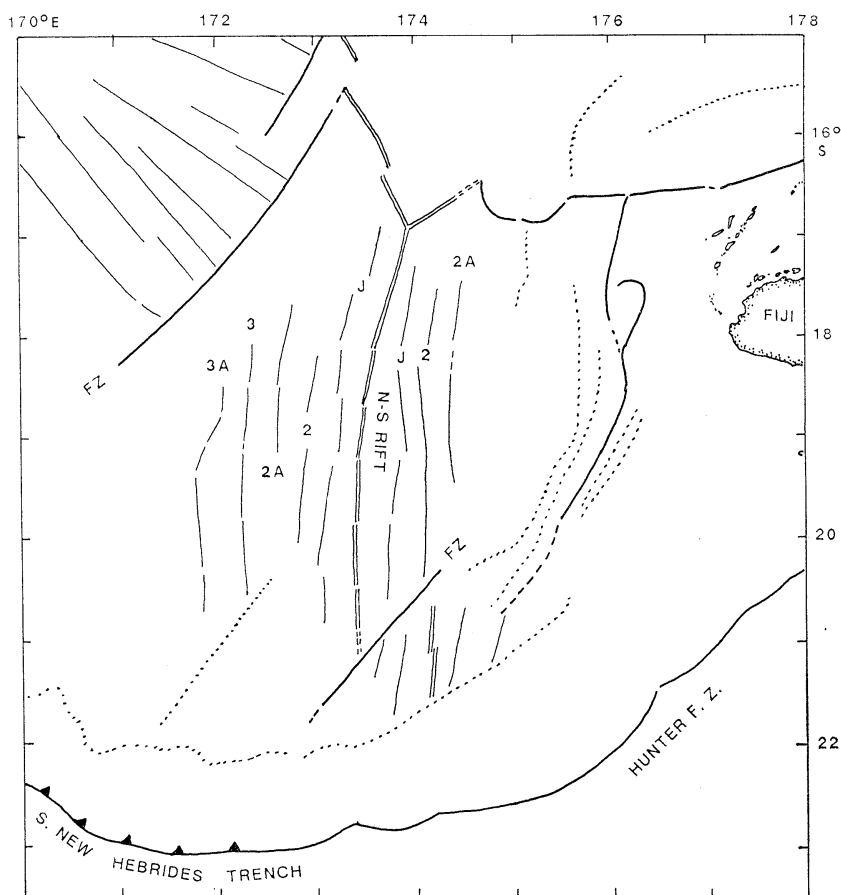


Fig. 2. Evolution of the North Fiji Basin based on the KAIYO cruises, MALAHOFF *et al.* (1982), AUZENDE *et al.* (1988) and MALAHOFF *et al.* (in press).

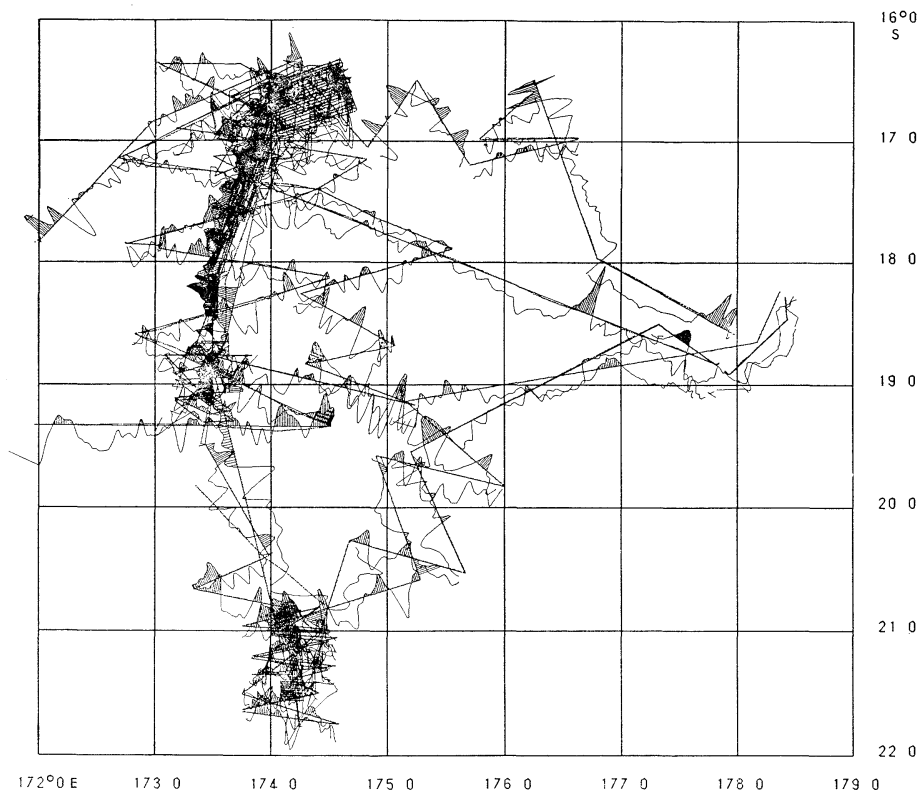


Fig. 3. Magnetic anomaly along the track lines of the KAIYO 87 and 88 cruises in the central and eastern North Fiji Basin.

海盆も見られる (AUZENDE *et al.*, 1988)。このトランスフォーム断層に沿って同構造の高まりが、幅 100 km 以上にわたり三列見られ、断裂帯に沿った特異な海嶺群を形成している。また、フィジー諸島西方のプル・アパート海盆の西側に水深約 2,000m の南北の高まりがあるが、ここでの地磁気異常が低く、大陸地殻からなっている可能性もある。

3. 海盆中央域のリフト系

海盆中央域の南北性リフト系の三ヶ所で精査を実施した。

その結果、リフトの発達に伴う諸現象を解明する鍵が得られたと考えられる。

1) 南北性リフト系の北端域

北端域のリフトは水深約 2,000m、幅約 2km の凹地であり、その両側に比高 100m の高まりが並走している (Fig. 4 A)。リフト凹地は南に深くなり、精査域南

限の南緯 17°03' では 2,200m 深である。

北端の平坦なリフト凹地に熱水活動が見られ、深海曳航 TV の観察で確認された。ここには南北性の裂かが数 10cm~数 m の幅で見られ、高さ 2~10 数 m の断層崖と見られる崖があり、テラスが形成されている。このテラスの一つに熱水活動が南北方向に点在している。今回の調査でホワイト・スモーカーが発見されている (Fig. 5)。このスモーカーは高さ約 80cm、直径 20cm で透明に近い熱水噴出現象が見られた。スモーカーの周辺には溶出鉱物が堆積している様子が見られ、生物活動も一部に見られる。海底上 2-5m 直上の曳航 TV に取り付けられた CTD による観察でも、生物活動が活発なところでは数度 C の温度上昇が見られ、熱水からの溶出物から成ると考えられるマウンドも見られる (Fig. 6)。

2) 南北性リフト系の中央域

南緯 19°、東経 173°30' 付近の精査域は 28nM/l と

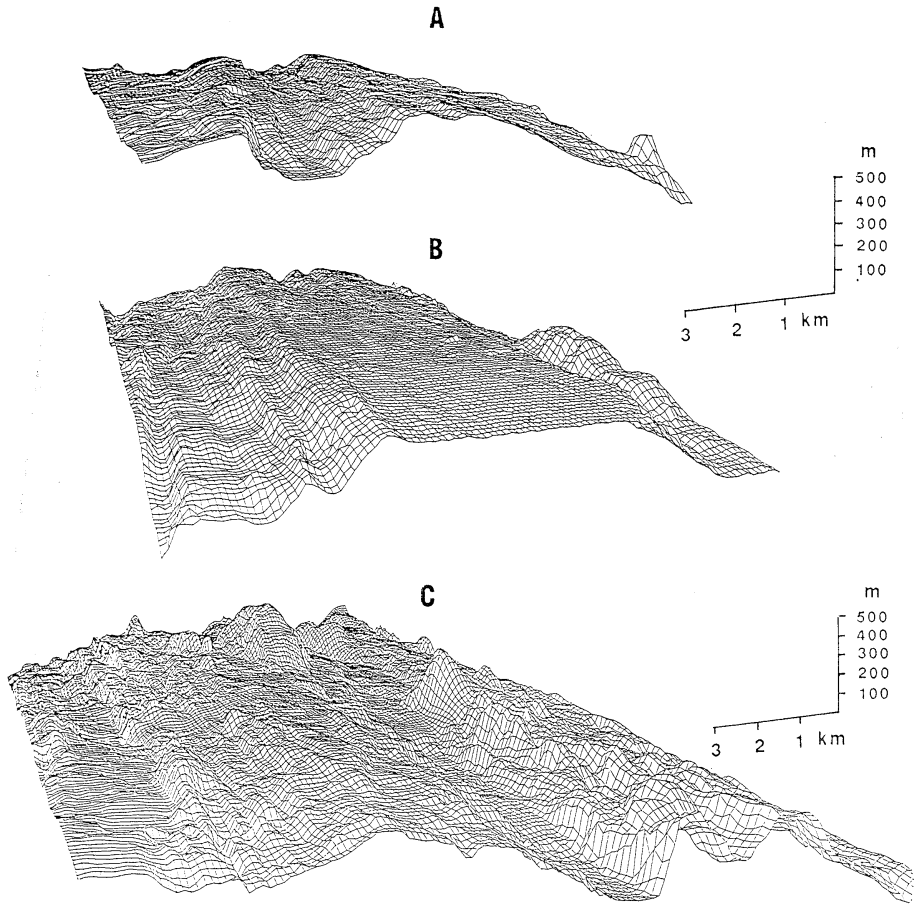


Fig. 4. Whale's eye views of the detailed surveyed areas in the central N-S rift. A, the northern margin; B, the central portion; C, the southern margin. Distance and height are based on the frontal section of the view.



Fig. 5. A white smoker in the northern detailed surveyed area in the N-S rift.



Fig. 6. Organisms in the hot vent of the northern detailed surveyed area in the N-S rift.



Fig. 7. Lava flow of the lava lake in the central detailed surveyed area in the N-S rift.

いう高マンガン異常が発見され、スモーカーの存在が推定されているところである。本域の精査の結果、リフト軸は幅 5km にわたる、水深2,760m の平坦面からなり、明らかに溶岩湖を形成していると考えられる (Fig. 4B)。曳航TVによる観察では堆積物はほとんど見られず、表面が光沢のある黒色ガラスからなる新鮮な枕状溶岩、線状、渦状の流理模様のあるシートフローが見られた (Fig. 7)。前述の北端の精査域にみられた裂かは本精査域の北端にのみ発達し総じて少ない。シートフローが広域にわたり陥没し、一部が残った柱状突

起 (ピラー) も多数見られたが、一部に曳航体が触れると黄色物の破片が飛び散るものもあり、ピラーのみでなく、チムニーが存在する可能性もある。今回の観察では一ヶ所に生物コロニーが見られた。

3) 南北性リフト系の南端域

南北性リフト系の南端域には北東方向の断裂帯が海底地形と地磁気異常に現われている。南北性リフト系の約 80km 東にさらに南に約 100km のびるリフト系があると考えられる。本域の精査の結果、幾分斜交する二つのリフト系からなると解される。北の断裂帯か

Table. 1. Results of the heat flow measurements.

Station (Core No.)	Latitude (S)	Longitude (E)	Water D. (m)	Them. C. (°C/m)	Ther. G. (W/m°C)	H.F. (mW/m)
St. 25 (PC1)	18°51.32'	174°20.27'	3039	0.211	0.884	187
St. 26 (PC2)	18°44.68'	174°47.63'	3098	0.261	0.870	227
St. 27 (PC3)	17°54.14'	175°31.12'	2496	0.172	0.878	151

ら南北に東経 174°08.5' に沿って南緯 21°10' 位までとその東に東経 174°08' 付近までの二系列である。鯨観図は南部のリフト系の一部である (Fig. 4 C)。拡大軸の両側の地形は対称的とならず、全体に複雑な構造となっている。

本域の拡大軸における三地点の採水と CTD 測定では熱水活動に伴う異常はほとんど検出されていない。曳航 TV による観察でも、溶岩の露出は少なく、広く軟泥等の堆積物が覆っている。

4. ヒートフローと底質

調査海域の北東域フィジー諸島と南北性リフト系の間で三点のビストンコアリングとヒートフロー測定を実施した。

ヒートフロー測定結果は 227, 187, 151mW/m であり、リフト系から離れると低くなる傾向が見られた (Table 1)。

ビストンコアは石灰質軟泥を主体として火山灰層などの粗粒物を介存したものであった (Fig. 8)。

5. 討 論

今回の拡大軸の精査から熱水活動を伴った活発な拡大軸と、熱水活動が見られず堆積物で覆われた不活発な拡大軸が見られた。この違いはそのリフト系固有の構造による可能性もあり、また、断裂帯による第 1 級の区分からオーバーラップ拡大軸、小波長区分と言った構造の地域毎の違いによるものと考えられる (MACDONALD *et al.*, 1988)。拡大速度の違いによる可能性もあるが、遅い拡大速度でもブラックスモーカー等の熱水活動が見られるところもある (RONA *et al.*, 1986)。

中央精査域の拡大軸は非常に新しいものであると考えられる。溶岩湖に堆積物、裂かが存在しないことから判断される。一方北端精査域の拡大軸には薄い堆積物も見られ、裂かも多く発達しているが、非常に活発な熱水活動が見られる。両者の違いはリフトを形成する発達段階の違いとして理解されるが、活発な熱水活動はリフト

の形成初期に形成されるとは限らないことも表している。

北フィジー海盆の形成史は、現在のところ完全には把握されていない。今回の調査で中央域の南北性リフト系はほぼ明らかになったが、断裂帯を挟んで南域の構造には不明な点も残っている。

北端の三重点から北西に伸びるリフト系は南緯 15° 東経 173° 付近まで追跡できるが、その北方は不明である (MALAHOFF *et al.*, in press)。三重点から東北東に伸びるリフト系は数 10km くらいで東西性のトランスフォーム断層へと移行している。このリフト系自体も前述の如くトランスフォーム断層であるという意見もある (AUZENDE *et al.*, 1988)。

フィジー諸島北側の東西性トランスフォーム断層から枝分れして、フィジー諸島西方に南北に伸びるブル・アパート海盆を伴った断裂帯には幅広く同系列の海嶺が並走している。この事はフィジー諸島西方のみならず南西方にも過去にブル・アパート海盆あるいはリフト系が存在した可能性も示している。また、本断層の北西部に見られる地磁気異常の小さい海嶺が大陸地殻からなっている場合には、取り残された大陸地殻の可能性と共に、過去に沈み込み帯があり、島弧を形成していた可能性も否定できない。

6. まとめ

KAIYO 88 航海の調査結果から以下の点が明らかになった。

1. 北フィジー海盆中央域のリフト系の過去 300 万年にわたる拡大パターンが地磁気異常から明らかになった。
2. 南北性リフト系の南端域の構造が明かとなり、一部不明なところもあるが、断裂帯をはさみ、南側に北側のリフト系の 80km 東方に新たな拡大軸が同定された。
3. 南北性リフト系の北端域、中央域、南端域の精査から、拡大軸の発達段階の概要が把握でき、熱水

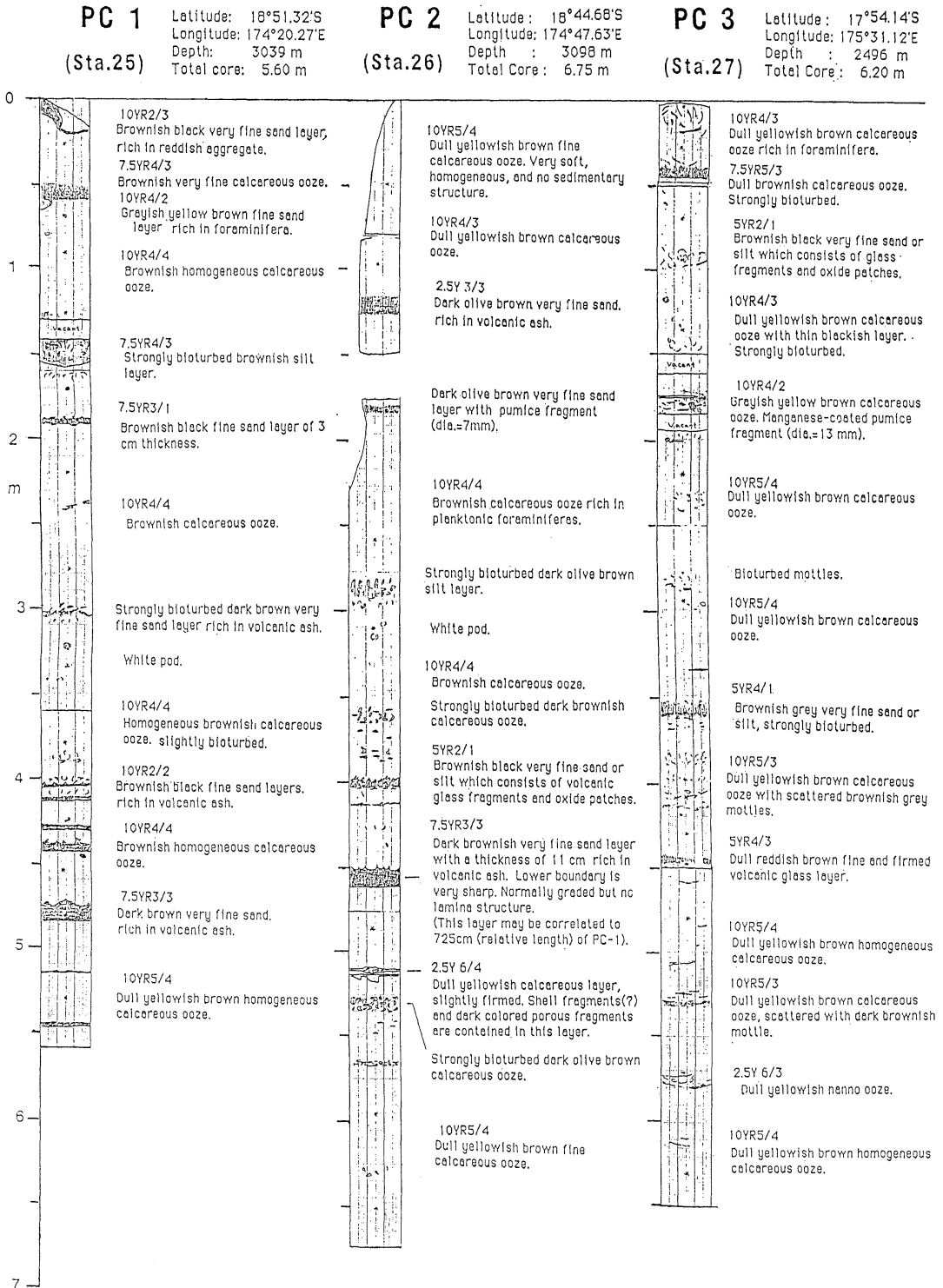


Fig. 8. Columnar sections of the piston cores in the northeastern part of the surveyed area.

活動の消長を判断する材料が得られた。

4. 北端の精査域でホワイト・チムニーが発見され、活発な熱水活動が特定の断層崖に沿って分布する様子が見られた。
5. 北フィジー海盆全体の発達史を解く上で多くの成果が得られ、特に中央域の南北性リフト系と東方のトランスフォーム断層の形成に関する考察が可能になった。

謝 辞

本研究は科学技術振興調整費の研究課題「南太平洋における海洋プレート形成域（リフト系）の解明に関する研究」に基づき、日仏共同研究として実施された。科学技術庁海洋開発課、Executive Committee, Scientific Committee の各委員、CCOP/SOPAC 技術顧問、南太平洋諸国の支援をいただいている。調査に当たり、海洋科学技術センターの関係者、「かいよう」乗船員の諸氏の支援をいただいた。

上記諸氏、諸機関に厚く御礼申し上げる。

文 献

AUZENDE, J.-M., Y. LAFOY and B. MARSSET (1988): Recent geodynamic evolution of the north Fiji basin (southwest Pacific). *Geology*, **16**: 925-929.

AUZENDE, J.-M., J.P. EISSEN, Y. LAFOY, P. GENTE and J.L. CHARLOU (1988): Sea floor spreading in the North Fiji Basin (SW Pacific). *Tectonophysics*, **146**: 317-352.

KAIYO 87乗船研究者一同 (1988): 北フィジー海盆のリフト系: 日仏共同研究 KAIYO 87 の成果. *うみ* **26**, 35-46.

KROENKE, L.W., C. JOURANNIC and P. WOODWARD (1983): Bathymetry of the southwest Pacific, chart 1 of the geophysical atlas of the Southwest Pacific, CCOP/SOPAC.

MACDONALD, K.C., P.J. FOX, L.J. PERRAM, M.F. EISEN, R. HAYMON, S.P. MILLER, S.M. CARBOTTE, M.H. CORMIER and A.N. SHOR (1988): A new view of the mid-ocean ridge from the behaviour of ridge-axis discontinuities. *Nature*, **335**: 217-225.

MALAHOFF, A., R.H. FEDEN and H.S. FLEMING (1982): Magnetic anomalies and tectonic fabric of marginal basins north of New Zealand. *J. Geophys. Res.*, **87**: 4109-4125.

MALAHOFF, A., *et al.* (in press): Magnetic and tectonic fabrics over the North Fiji and Lau Basins. *Amer. Ass. Petrol. Tech.*

RONA, P.A., G. KLINKHAMMER, T.A. NELSEN, J. H. TREFRY and H. ELDERFIELD (1986): Black smokers, massive sulphides and vent biota at the Mid-Atlantic Ridge. *Nature*, **321**: 33-37.

付表 1. KAIYO 88 乗船研究者名簿

本座栄一, GSJ	Jean-Marie AUZENDE, IFREMER	Etienne RUELLAN, CNRS
Sanil DUTT, MRD	橋本 惇, JAMSTEC	岩 瀨 洋, HDJ
Philip JARVIS, HIG	Didier JOLLIVET, IFREMER	上嶋正人, GSJ
河合崇欣, NIES	川本竜彦, KU	岸本清行, GSJ
Yves LAFOY, BU	松本 剛, JAMSTEC	満沢巨彦, JAMSTEC
長沼 毅, TU	仲 二郎, JAMSTEC	大塚 清, JAMSTEC
大槻 晃, NIES	Bhaskar RAO, MRD	棚橋 学, GSJ
田中武男, JAMSTEC	Jules S. TEMAKON, DGMR	浦辺徹郎, GSJ
Tivita VEIVAU, MRD	横倉隆伸, GSJ	

所属略語: BU, Bretagne University, France; CNRS, Centre National de la Recherche Scientifique/INSU-ENS, France; DGMR: Department of Geology, Mines and Rural Water Supply, Vanuatu; GSJ, 地質調査所; HDJ, 海上保安庁水路部; HIG, Hawaii Institute of Geophysics, University of Hawaii, USA; IFREMER, Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la Mer, France; JAMSTEC, 海洋科学技術センター; KU; 京都大学; MRD, Mineral Resources Department, Fiji; NIES, 国立公害研究所; TU, 筑波大学