

4章 まとめ

本調査海域は、北フィジ海盆の三重点を含む海域である。調査海域全体の地形・磁気調査を実施し、三重点地域においてボーリング調査を主とする熱水鉱床の調査及び環境調査を実施した。地形・磁気調査の海域は、1999年度の「海域1」と同じ地域であり、特筆すべき新しい知見は得られていない。従って、熱水鉱床調査と環境調査について以下に述べる。

三重点は Central Spreading Ridge の N15° セグメントと N160° セグメント及び North Fiji Fracture Zone の三者が会合する地点で、N15° セグメントの北端部に Central Dome と呼ばれる火山性の地形的高まりが存在する地域である。ボーリング調査及び環境調査を行った三重点地域は Central Dome 中心部からやや北側に寄った地点で、西側の尾根、中軸谷（中軸グラベン）及び東側の尾根に至る斜面からなり、SO99 地点から Pere Lachaise 地点にかけての地域である。

4-1 熱水鉱床の調査

1999年度に行った7測線のFDC観察の結果をもとに、ボーリング地点を選定し、BMSによる22孔のボーリングを実施した。海象が悪くボーリング作業不可能な場合は表層の地質状況を把握するためLCを実施した。

三重点地域では全体的に玄武岩質の溶岩に覆われ、中軸谷底を覆って広く分布するシート状溶岩、地形的に比較的高い地点に分布する枕状溶岩、断層崖に見られる塊状溶岩の三つに区分される。

FDC及びBMSによる海底観察の結果、三重点地域における鉱徴地の分布は東経173°55.2を境にその西側とその東側に集中する傾向があり、それぞれ西部地区及び東部地区とした。鉱徴地は、高さ5~10m程度の高まりを成す、チムニーを伴う熱水性マウンドで、表層にはチムニーの残骸、鉱石片が分布し、一部、塊状硫化鉱が露出する部分も見られる。西部地区では11ヶ所、東部地区では22ヶ所で鉱徴地を確認し、これらの内でマウンドの広がり100m程度と規模の大きい鉱徴地は西部地区で4ヶ所、東部地区で7ヶ所において確認した。

各鉱徴地のマウンド上及びマウンド近傍で行ったボーリング調査からマウンド構成物の様相が明らかとなった。表層に塊状硫化鉱が存在し、その厚さはほぼマウンドの周囲の海底面からの盛り上がりの程度に相当し、マウンドの外側には塊状硫化鉱の分布は見られない。塊状硫化鉱の下部は変質したハイアロクラストイトが存在し、鉱体下盤の変質帯をなす。変質帯及びストックワーク帯がマウンド外側にも見られ、鉱体縁辺部の鉱化・変質作用を特徴づけている。主に黄鉄鉱、黄銅鉱、閃亜鉛鉱からなる塊状硫化鉱は、西部地区で鉱徴地W1、W3、W6、東部地区で鉱徴地E4、E12、E13で捕捉し、鉱徴地W3では2

孔のボーリングで塊状硫化鉱を、それぞれ、厚さ 5.96m 及び 7.62m で捕捉した。西部地区に比べて東部地区では厚い塊状硫化鉱を捕捉することが出来なかった。東部地区では鉱徴地が斜面に存在するものが多く、マウンド上で BMS を着底できる平坦な地形を見出せず、マウンドの近傍で掘削を行った場合が多い。更に、ボーリング作業中の硫化物を伴う割り粉から塊状硫化鉱が存在と推定されるが、塊状硫化鉱は採取されず、掘削時に流失してしまった場合もある。

玄武岩は石基にガラスを多く伴い、隠微晶質のものが多く急冷された岩石の特徴を示し、西部地区と東部地区の間で玄武岩にやや相違が見られ、西部地区の玄武岩では石基にカンラン石を伴うものがほとんどなく、東部地区では一般に石基中にカンラン石が見られ、アルカリ岩に類似した特徴を示す。化学分析の結果、西部地区ではソレアイト質で MORB に類似した化学組成を持ち、東部地区では MORB～海洋島のアルカリ玄武岩に類似した組成を持つ。これらの化学組成の相違は両地区間で連続的に変化する。

鉱徴地では鉱体の下盤に変質帯が見られ、鉱体に近接する石英、緑泥石及び緑泥石/スメクタイトを特徴とする変質帯が存在し、その外側にモルデン沸石やスメクタイトを特徴とする変質帯が存在する。鉱体中心部やストックワーク帯の脈では重晶石が見られる。

本調査の結果から三重点地域の鉱徴地のマウンドは、規模の大きいもので広がり 100m 程度、高さ 10m 程度であり、このマウンド上に高さ 3～5 m 程度のチムニーが存在する。チムニーの近辺ではチムニーの残骸から成る礫が集積する。鉱化作用の進行に伴いマウンドの表層部はチムニーの崩壊した礫の集積物を主な構成物とする鉱体が形成され、平均品位 Cu4.04%、Zn3.17%、Au1.83g/t、Ag71.20g/t の Zn、Au、Ag に富む鉱体を成す。これは、熱水溶液が海水と混合することにより、主に白鉄鉱、黄鉄鉱、閃亜鉛鉱などを中心に晶出したゾーンである。マウンドの成長に伴いマウンドの中心部では海水から遮断され、より高温の状態ですら主に黄銅鉱－黄鉄鉱を中心に晶出し、平均品位 Cu6.93%、Zn0.61%、Au0.85g/t、Ag24.39g/t の Cu に富む鉱体を形成する。西部地区のボーリングでは上部の Zu-Au-Ag に富む鉱体は捕捉されず、直接、Cu に富む鉱体が露出している部分があり、鉱徴地 W3 では Cu に富む鉱体は厚さ 6.0～7.5m 程度に達する。一方、東部地区ではチムニー片や厚さ 80cm と推定されるマウンドの試料を採取し、Cu に富む鉱体が捕捉されず、Zn、Au、Ag に富む鉱体の一部を捕捉したのみである。東部地区の鉱徴地は斜面に分布するものが多く、マウンド上にチムニーの残骸等の岩片が多く集積し、ボーリング調査でマウンドの主体を成す Cu 富む鉱体に到達できなかったと考えられる。鉱徴地 W3 調査結果を基に、マウンドの広がりをも 100m×30m と仮定し、鉱体の厚さを 7 m とすると推定鉱量は 7.35 万 t となる。FDC や BMS による海底観察の結果から三重点地域にはこのような鉱徴地が少なくとも 7ヶ所は存在すると思われる。

本調査により三重点地域に推定鉱量 7 万 t 程度で、平均品位 Cu6.93%、Zn0.61%、Au0.85g/t、Ag24.39g/t の鉱体が存在することが想定される。陸上の銅鉱床と比較すると

鉱体の規模は小さいが、品位はオープンピットの鉱床で Cu 1%程度、坑内採掘で 3~4% である点からすると Cu の品位は高い。海底観察の結果では上記の規模の鉱体が 7ヶ所程度存在すると思われ、更に詳細な調査を行うことにより、その数は増える可能性が有る。

本調査は、調査船の曳航による FDC や BMS に基づいており、位置決定の精度にやや欠ける。今後は、潜水艇等を用いるなどしてより正確な位置の決定を行い、鉱徴地の規模及び分布状況を把握することが望まれる。

4-2 環境調査

環境調査は深海資源開発に伴う海洋環境に与える影響を予測するためのベースライン調査として実施し、調査内容は水質・バクテリア調査及び底質・底生生物調査に分けられる。

水質・バクテリア調査において、水温、メタン濃度、光透過度及び浮遊性バクテリアの異常分布が海底面上の数十mで確認され、このことから熱水噴出に伴うプルームが存在していた可能性を示唆する。また、底質・底生生物調査において、01SFMC04 に限定された結果であるが、堆積物中の 5 cm 以深に極めて高い濃度で無機炭素が存在することが明らかとなり、熱水由来の炭酸カルシウムが堆積物中で析出していたことが推定される。

以上、今回の調査結果から当該海域における熱水活動の影響を示唆する兆候が認められた。しかしながら、光透過度低下の原因となる懸濁物を浮遊物質として捉えることができなかった。また熱水由来と推定した無機炭素の多かった測点とその他の測点において、底生生物量に大きな違いが見られなかった。これらのことから、将来において実施すべき課題として、調査項目の検討や試料数の増加などあげられる。

参 考 文 献

- Auzende, J. M., Eissen, J.P., Caprais, M. P., Gente, P., Gueneley, S., Harmegnites, F., Lagabrielle, Y., Lapouille, A., Lefevre, C., Maillet, P., Maze, P.P., Ondreas, H., Schaaf, A., and Singh, R., 1986, Accretion oceanique et deformation dans la partie meridionale du bassin Nord-Fidjien, Resultats preliminaires de la campagne oceanographique SEAPSO 3 du N.O.Jean Charcot (Decembre 1985): Academie des Sciences (Paris)Comptes Rendus, V.303, ser.2, 93-98.
- Auzende, J. M., Lafoy, Y., and Marsset, B. 1988, Recent geodynamic evolution of the North Fiji Basin (SW Pacific), *Geology* 16, 925-929.
- Auzende, J. M., Honza, E., and the STARMER Group, 1990a, Bathymetric map of the North Fiji Basin Ridge between 16° 10' S and 21° 40' S, published by IFREMER and STA Japan, six colored sheets edited by Beicip, Paris.
- Auzende, J. M., and the STARMAR Group, 1990b, Active spreading and hydrothermalism in the North Fiji Basin (SW Pacific). Results of Japanese-French cruise Kaiyo 87, *Mar. Geophys Res.*, 12, 269-283.
- Auzende, J. M., Urabe, T., Bendel, V., Deplus, C., Eisen, J. P., Grimaud, D., Huchon, P., Ishibashi, J., Joshima, M., Lagabrielle, Y., Mevel, C., Naka, J., Ruellan, E., Tanaka, T., and Tanahashi, M., 1991, In situ geological and geochemical study of an active hydrothermal site on the North Fiji Basin Ridge, *Marine Geology*, 98, 259-269
- Auzende, J. M., Pelletier ., Eissen J. P. ,1995, The North Fiji Basin. Geology, structure and geodynamic evolution. In B. Taylor ed. *Backarc Basin: Tectonics and Magmatism*, Plenum Press, New York, 1995, 139-175
- Bendel, V., Fouquet. Y., Auzende, J. M., Lagabrielle, D., and Urabe, T., 1993, Metallogenesis at a Triple Junction system: The White Lady -hydrothermal field (North Fiji Back-Arc Basin, SW Pacific), *Economic Geology*, 88, 2237-2249.
- Brocher, T.M. (ed.), 1985, Geological investigation of the Northern Melanesian borderland: CircumPacific Council for Energy and Resources. *Earth Sci. Ser., Am. Assoc. Pet. Geol.*, 3, 199 pp
- Carney, J.N. and MacFarlane, A., 1982, Geological evidence bearing on the Miocene to recent structural evolution of the New Hebrides arc. *Tectonophysics*, 88, 147-175
- Coleman, P.J. and Packham, G. H., 1976, *The Melanesian Borderlands and*

- India-Pacific plates' boundary. *Earth Sci. Rev.*, 12, 197-233
- Doutch, F. (ed.), 1981, Plate tectonic map of the Circum-Pacific region, southwest quadrant. *Amer. Assoc. Petrol/ Geol.*
- FU Berlin and Partner, 1998, Hydrothermal fluid development, material balancing and special biological activity in the North Fiji Basin. Technical Cruise Report , Hyflux II -SO134-, p148
- Halback, P., Blum, N., and Auzende, J. M., 1995, The So99 field-A new chimney field of massive sulfides in the North Fiji Basin, In Pasava, Kribek and Zak eds. *Mineral Deposits*, Balkema, Rotterdam , 225-228
- Honza, E., 1991, The Tertiary arc chain in the Western Pacific. *Tectonophysics*, 187, 285-303
- Huchon, P., Gracia, E., Ruellan, E., Joshima, M., and Auzende J., M., 1994, Kinematics of active spreading in the central North Fiji Basin (Southwest Pacific). *Marine Geology*, 116, 69-87
- Iizasa, K., Fiske, R. S., Ishizuka, O., Yuasa, M., Hashimoto, J., Ishibashi, J., Naka, J., Horii, Y., Fujiwara, Y., Imai, A., Koyama, S , 1999, A Kuroko-Type Polymetallic sulphide deposit in a submarine silicic caldera, *Science*, 283, 975-977.
- 国際協力事業団、金属鉱業事業団, 2000、海洋資源調査 SOPAC 海域、資源開発協力基礎調査報告書、フィジー共和国。
- Lagabrielle, Y., Auzende, J. M., Eissen, J. P., Janin, M. C., and Cotton, J., 1994, Geology and geochemistry of a 800m section through young upper oceanic crust in the North Fiji Basin (Southwest Pacific), *Marine Geology*, 116, 113-132.
- Louat, R., and Pelletier, B. 1989, Seismotectonic and present-day relative plate motions in the New Hebrides-North Fiji Basin region, *Tectonophysics*, 167, 41-55.
- Monzier, M., Maillet, P., and Dupont, J., 1991, Carte bathymetrique des parties meridionales de l'arc insulaire des Nouvelles-Hebrides et du bassin Nord-Fidjien, Institut Francais de Recherche Scientifique pour le Developpement en Cooperation, Editions de l'ORSTOM, Paris.
- Packham, G. H., 1982, Foreword to paper on the tectonics of the south west Pacific region. *Tectonophysics*, 87, 1-10
- Tanahashi, M., Kishimoto, K., Joshima, M., Lafoy, Y., Honza, E., and Auzende, J. M., 1991, Geological structure of the central spreading system, North Fiji Basin, *Marine Geology*, 98, 187-200.
- 浦辺徹朗、Jean-Marie Auzende, Christine Deplus, Jean-Philippe Eissen, Daniel

Grimaud, Philippe Huchon, 石橋純一郎、上嶋正人、Yves Lagabriele, Catherine Mevel, 仲 二郎、 Etienne Ruellan, 田中武男、棚橋 学, 1990, 北フィジー海盆中央拡大軸における熱水鉱床 - ノーチル号による潜水調査予報、鉱山地質、Vol. 40, 117-124

Urabe, T., Auzende, J. M., et al., 1992, Bathymetric map of the central part of the North Fiji Basin, southwest Pacific, between 12° 20' S and 21° 50' S, 2 colored maps, scale: 1/500,000, Published under the Special Coordination for Promoting Science and Technology (Japan).

Wakita H., Rey P. and Schmitt R.A., 1971, Abundances of the 14 rare-earth elements and 12 other trace elements in Apollo 12 samples: five igneous and one breccia rocks and four soils. *Proc. 2nd Lunar. Sci. Conf.* Pergamon Press, Oxford, p1319-1329.