

ボルネオ島, サバ北西海域の海底地形と底質

東川勢二, 内山正樹, 日高正康, 吉永圭輔

Bottom Topography and Sediments in the Area Northwest of Sabar, Borneo Island

Seiji Higashikawa*¹, Masaki Uchiyama*¹,
Masayasu Hidaka*¹, and Keisuke Yoshinaga*¹

Keywords : Topography, Sediments, Median diameter (Md ϕ),
Sorting (So), Skewness (Sk).

Abstract

In 1989, T. S. Kagoshima Maru of Faculty of Fisheries, Kagoshima University and the University Pertanian Malaysia were engaged in the cooperative survey on the fish resources in the area northwest of Sabar, Borneo Island.

The writers were in charge of surveying bottom topography, sediments, bottom current and underwater TV camera. The following results were obtained.

1. Median diameter (Md ϕ) of the bottom sediments is ranging from 2 to 3 level.
2. Sorting coefficient (So) ranges from +0.82 to +1.66. As a whole, sediments are poorly sorted.
3. Skewness (Sk) ranges from -0.06 to +0.27. As a whole, the samples from the studied area represent plus value.
4. The bottom topography, from continental shelf off Sabar to the Palawan Trough is high relief of the bottom configuration.

ボルネオ島, サラワク西方海域には広大なスダ陸棚が広がっている。しかし, サバ沖合の陸棚は狭く, その幅は50~60海里になっている。そして, 陸棚内には距岸20~30海里の範囲内に北から南へEmerald Shoalをはじめとする多数の堆や浅瀬が陸岸線に平行に列をなして散在している。また, 沖合にはパラワン舟状海盆がある。

このように当海域の海底地形は沿岸の浅水域から, 陸棚, 陸棚内に散在する堆, 礁, 陸棚斜面, 舟状海盆へと複雑に変化している。沿岸海域の水深, 海底地形については, 鉱物資源

* 1 鹿児島大学水産学部練習船かごしま丸 (Training ship Kagoshima-maru, Faculty of Fisheries, Kagoshima University 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima, 890, Japan)

* 2 この調査はマレー半島東岸沖合およびボルネオ島北西岸沖合で1985年, 1986年, 1987年, 1989年の計4回実施した。

の開発,あるいは船舶安全航行に関する情報を得るために比較的詳細に調査されているが,陸棚外縁付近から沖合の海底地形や底質については殆ど調査されていない。かごしま丸はマレーシア農科大学水産海洋学部と共同で当海域の水産資源開発に関する総合調査^{1)・2)}を実施した。この調査の一環として筆者らは海底地形と底質調査を担当した。これらの試料をもとに解析した結果について述べる。

調査方法

調査はボルネオ島, サバの北西海域であり, 陸棚外縁から陸棚斜面, パラワン舟状海盆にいたる範囲である (Fig. 1)。7測線は南東～北西方向, 即ち陸棚から舟状海盆を横切るように設定した。測深には音響測深儀 (海上電機 WD-11M) を用い, 同時に陸棚およびその陸棚外縁付近11地点 (Stn. 1~11) でスミス・マッキンタイヤー型採泥器 (300mm×300mm×200mm) で海底堆積物を採取した。

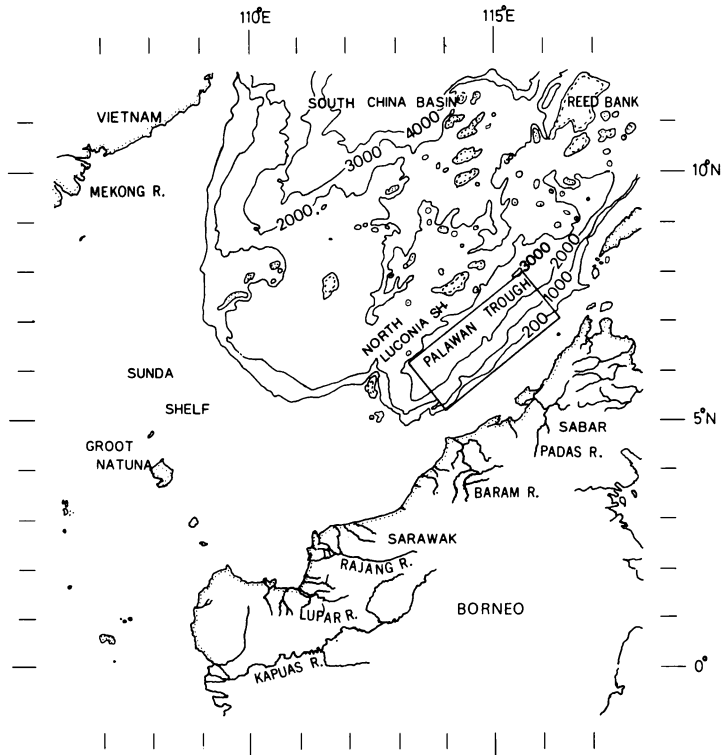


Fig. 1 Index map showing the studied area and the topographic features of the South China Sea.

Dolphin Bank 上では水中カメラ (OVS-300F) を用いて海底面の撮影を行った。また同地点 (Stn. 11) で採取した底質試料を直ちに甲板上で写真撮影した。

採取した底質試料は約10%のホルマリン液を添加し, 冷蔵庫に保管し, 帰港後, マルトー自動粒度分析機により粒径分析を行った。中央粒径値 ($Md\phi$) 淘汰度 (So), 歪度 (Sk) はそれぞれ Folk and Ward²⁾ の計算式によって求めた。ドップラーカラーグラフ (海上電機 DCG-20B) を用いて底層の流向流速も測定した。調査は1989年6月8日から13日までの間実施した。

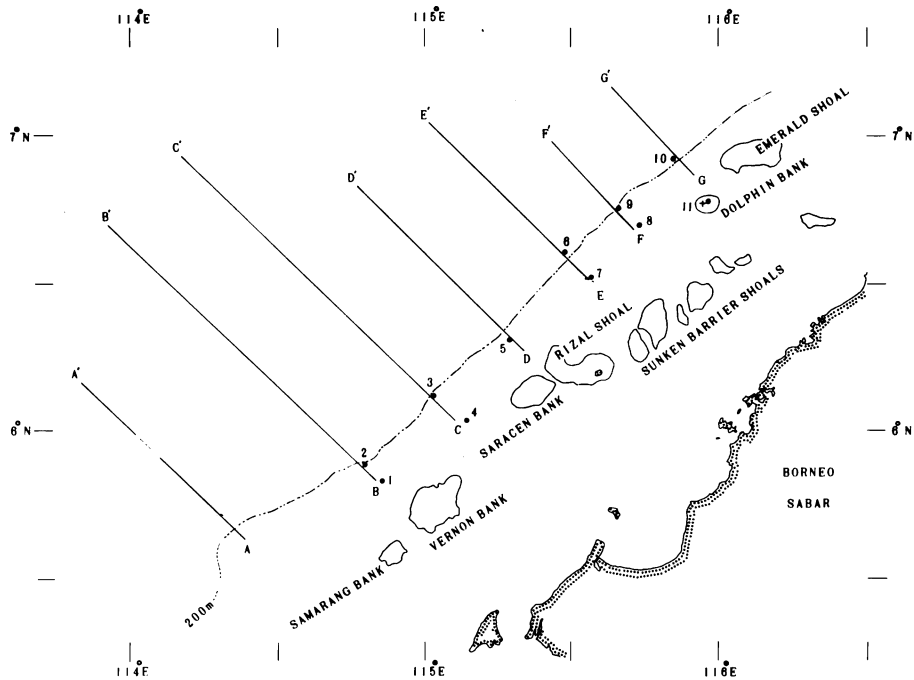


Fig. 2 Map showing the lines of sounding, sampling of bottom sediments (•) and point of underwater TV camera (+).

結 果

ボルネオ島のサラワク沖合は西方へ広い大陸棚が続いているが, サバ沖合は南シナ海海盆の南縁に近いので, 狭い陸棚となっている。その幅は約140kmである (Fig.1)。またこの海盆南東端にあたる部分にパラワン舟状海盆がある。この舟状海盆は北東端にパラワン島とその周辺の陸棚, 南西端には North Luconia Shoal と South Luconia Shoal, 北西海域には North Luconia Shoal から北東方向へ連なる礁, 堆があり, 南東側のボルネオ島北部に囲まれている。その海盆の長さは北東~南西方向, 約650km北西~南東方向約90~100km, 最大水深は3020mとなっている。

1. 堆

ボルネオ島サバ沖合には距岸35~55kmのところ北から南へ Emerald Shoal, Dolphin Bank, Sunken Barrier Shoal, Rizal Shoal, Vernon Bank, Samarang Bank など多くの堆、礁が雁行状に連なっている (Fig. 2)。

Emerald Shoal は最も北にあり、東西22km、南北10kmの楕円形をした礁で水深は8~12mである。Saracen Bank は多くの岩礁、暗岩があり、水深は2~9mで広大なサンゴ礁である。Vernon Bank は水深11m未満で、Samarang Bank の北東方9kmにあり、その長さは北東~南西23km北西~南東18kmである。最も南にある Samarang Bank は水深11m未満である。

2. 海底地形

測線 (A~G) は陸棚外縁付近からパラワン舟状海盆の南東側斜面、海盆中央部を横切るように設定し、この線に沿って測深を行った。A 測線 (200m~1000m) は急崖をなしており、勾配は 4° - $29'$ となっている。B 測線 2° - $33'$ 、C 測線 3° - $32'$ 、D 測線 3° - $23'$ 、E 測線 1° - $22'$ 、F 測線 1° - $24'$ 、G 測線 1° - $19'$ である。即ち陸棚斜面の北東部では緩傾斜面である

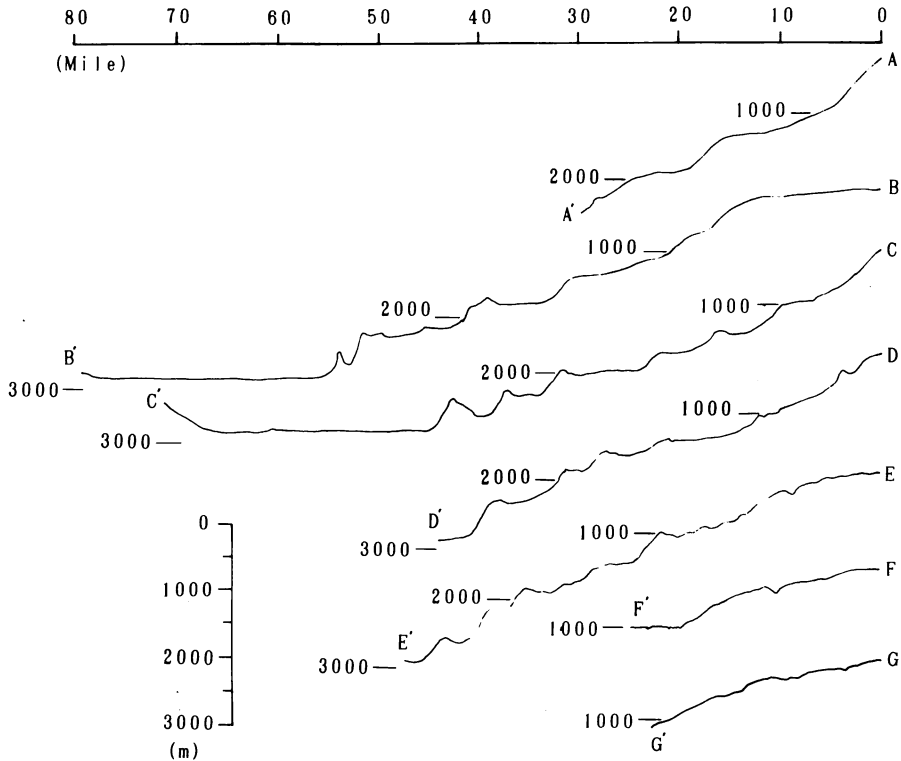


Fig. 3 Topographic profiles of the Palawan Trough and its adjacent region.

のに対して、南西部では急傾斜面となっている。また、水深1000~2000mの勾配は 1° - $30'$ から 2° - $22'$ の範囲にあり200m~1000mに比べて水深変化が全般に緩やかである。また陸棚斜面全域で起伏が激しく、比高200~400mの階段状の地形がみられ複雑な様相を呈している (Fig. 3)。B, C, Eの測線では1000m付近に凸地形がみられる。水深1000~2000mの全域で階段状の地形がみられ、形状は複雑である。水深2000mから海盆底までのところでは比高200~400mの小海丘が測線B, C, D, Eでみられる。舟状海盆底の水深は2800m台で極めて平坦であり、海盆底域の長さは約40kmと推定される (Fig. 3 測線B, C)。

3. 底質の粒度分布

採取した11点の試料を粒度分析を行い、試料毎に中央粒径値 (Md ϕ) 淘汰度 (So), 歪度 (Sk) を求めた (Table 1)。

Table 1. Data on the bottom sediments and the bottom current in the area off the northwest coast of Borneo Island, the South China Sea.

Station No.	Samp. Date	Lat.(N)	Long.(E)	Depth (m)	Md ϕ	So	Sk	Current Direction	Speed(kt) (50m layer)
1989									
1	Jun. 8	5-49.7	114-51.3	84	3.30	1.21	0.02	37	0.8
2	Jun. 8	5-53.1	114-47.6	158	3.03	1.29	-0.06	75	0.6
3	Jun. 9	6-06.5	115-01.6	180	3.35	1.20	0.11	198	0.2
4	Jun. 9	6-02.1	115-08.6	79	3.10	1.21	0.26	77	0.3
5	Jun.10	6-19.0	115-17.5	135	2.33	1.24	-0.02	81	0.1
6	Jun.11	6-36.0	115-28.5	266	3.00	1.66	0.18	280	0.4
7	Jun.11	6-31.7	115-34.0	98	2.60	0.96	0.09	234	1.0
8	Jun.12	6-42.3	115-43.8	110	2.85	0.96	0.03	153	0.3
9	Jun.12	6-46.7	115-38.8	275	3.19	1.55	0.27	202	0.2
10	Jun.13	6-55.9	115-50.9	220	3.08	1.64	0.19	249	0.5
11	Jun.13	6-46.5	115-57.6	32	2.02	0.82	0.08	25	0.6*

* 15m layer

3.1 中央粒径値 (Md ϕ) 11点の試料中、中央粒径値の最小値は2.02 (Stn. 11), 最大値は3.35 (Stn. 3) であった。これは細粒砂か、または極細粒砂の範囲で調査海域全域が砂質堆積物で覆われていることを示している。

100m以浅, 100m台, 200m台に分けて中央粒径値 (Md ϕ) と水深の関係を調べてみると平均中央粒径値はそれぞれ, 2.80, 2.89, 3.09となり水深が深くなるにしたがって粗粒砂から細粒砂域へ移行していることがわかる。同じように平均流速をみると, それぞれ0.68kt, 0.40kt, 0.36ktとなり, 沿岸で流速が早く, 沖合で遅くなっている。

即ち, 供給される堆積物は堆積する過程で海潮流の流速の強弱, 水深, 海底地形に対応し

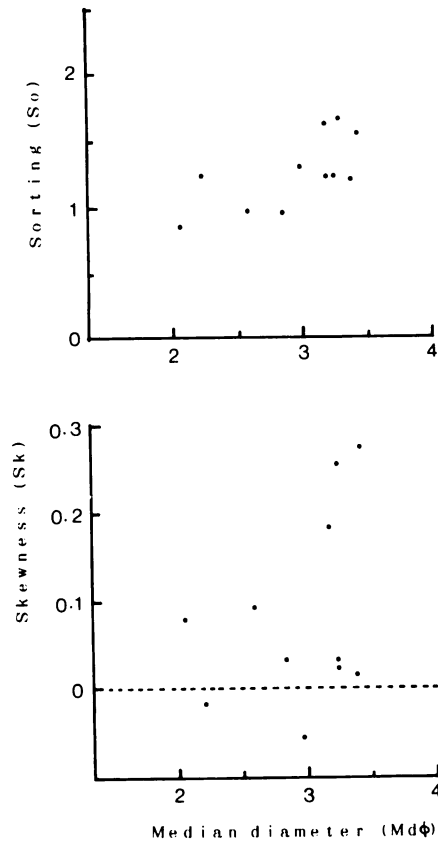


Fig. 4 Plot of Sorting (S_o) (upper) and Skewness (S_k) versus Median diameter ($Md\phi$).

て沿岸域には粗粒の堆積物が、沖合域には粒子の細かい堆積物が運搬されて堆積していることを示している。

3.2 淘汰度 (S_o) 試料から得られた淘汰度は0.82から1.66の範囲にある。その平均値は1.24であり全般に分級が悪い。Stn. 7, 8, 11 は分級が普通 (Moderately sorted) でありその他の地点は1.20~1.66の範囲の値を示し、分級が悪い (Poorly sorted) (Fig. 4)。200m 等深線に近い Stn. 2, 3 では S_o の値がそれぞれ1.29, 1.20を示し、Stn. 6, 9, 10 ではそれぞれ1.66, 1.55, 1.64と大きい値で分級が悪くなっている傾向がある。全般に中央粒径値が大きくなると分級が悪くなる (Fig. 4)。

3.3 歪度 (S_k) 底質試料から求められた歪度は-0.06~+0.27 (平均0.104) の範囲にある。ほぼ0に近い正規分布 (Stn. 1, 2, 5, 7, 8, 11) のものから、他は細かい方へ偏った粒度分布をとる。全般に頻度曲線において細粒部へ偏している粒度分布となっているが、Stn. 2, 5 では値は小さいが粗粒部に偏っている。中央粒径値が大きくなると歪度のばらつきが大きくなる傾向がみられる (Fig. 4)。

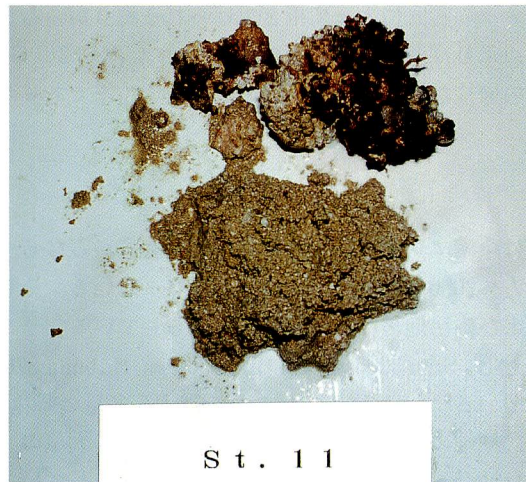


Fig. 5 Bottom sediment (upper), and sea bottom surface taken by under water camera.

4. 海底撮影

Dolphin Bank ($6^{\circ}-46' N$, $115^{\circ}-58' E$) 上の Stn. 11 (水深25~32m) で水中カメラで海底面の撮影と採泥を行った。また採泥した底質試料を直ちに甲板上で写真撮影した (Fig. 5 上)。水中カメラの写真 (Fig. 5 下) から Dolphin Bank 上のサンゴは一部は暗赤褐色に変色しているし、淡黄色の微粒砂がサンゴ上に付着して生育状態は極めて悪い状態となることが観察された。これは河川から海洋に運搬され拡散した細粒な砂がサンゴ上を覆って

いるためであろう。カメラの着底によって巻き上げられる濁りからもこれらのことが十分推定される。またこの地点より採泥した海底土は灰オリーブ5Y 6/2 (Grayish Olive)³⁾を呈し、少量のサンゴ貝殻の破片が混入する泥質をおびた粗い粒子であった。

考 察

ボルネオ島の北部には東南アジア最高峰と称される花崗岩からなるキナバル山 (4101 m) がある。これより南西方へ2000~3000m級の山々が連なっている。そして熱帯の高温多湿の気象条件がこの地域および山岳地帯に多量降雨をもたらしている。サラワク州のKuchinでは年間降雨量3937mmに達し、Sibu 3203mm, Bintulu 3860mm, Habuan 3766mmといずれも3000mmを越える降雨量となっている⁴⁾。山岳地帯ではこれを越える多量の降雨があるものと予想される。この大量の雨水は裸地の表土をはげしく削り、河川から大量の土砂を沿岸域に運搬する。そして細かい粒子は沖合へ流れ、粗い粒子は沿岸域に堆積しているものと考えられる。この付近の淡黄色の海水からもラテライトが溶け流れ出していることが容易に判断される⁵⁾。急峻な山地から大量の土砂が流出しているながら海域ではほぼ一様な堆積物になっているのは河口から内陸部深く標高差が小さいことが一つの理由と考えられる。例えばラジャン川の上流にあるSibu市は河口から80km、標高わずか1mである。このように川の流れは内陸部深くゆるやかであることがわかる。海流の流速はStn. 7において1.0 ktに達しているがその他は1.0 kt以下で全般に弱い。流向はStn. 6, 8を除き北東~南西方向となっておりほぼ200m等深線に沿った流れが予想される。沖合ほど流れは弱い。

今回始めて水中カメラによる海底面の撮影および観察を行った。今まで推定であった海底面上の事象を直接とらえることが可能となり、今後の活用が大いに期待される。

要 約

かごしま丸とマレーシア農科大学水産海洋学部は底魚資源の共同調査をボルネオ島サバ沖合で1989年実施した。その折、筆者らは海底地形、底質調査を担当した。その結果を述べる。

1. 海底堆積物の中央粒径値は2~3φ台である。
2. 淘汰度は0.82~1.66の範囲にある。全般に分級が悪い。
3. 歪度は-0.06~+0.27の範囲にある。全般に歪度は+値で細粒部に偏している。
4. 陸棚からパラワン舟状海盆への海底地形は起伏のはげしい地形である。

文 献

- 1) S. Higashikawa, M. Uchiyama and M. Hidaka (1988) Bottom Topography and Sediments in the Area Northwest of Borneo Island. 鹿児島大学水産学部紀要 37, 111~119
- 2) R. L. Folk and W. C. Ward (1957) Brazos River bar: A study in the significance of grain size parameters. J. Sed. Petrol., 27, 3-26
- 3) 小山正忠, 竹原秀雄 (1970) “新版標準 土色帖” 日本色彩研究所

- 4) 海上保安庁水路部 (1986) “南シナ海水路誌” pp. 352~356
- 5) 藤田和夫 (1983) “日本の山地形成論” pp. 272~274 蒼樹書房