

ナローマルチビーム測深機による伊豆・小笠原海溝の海底地形[†]

瀬田英憲*・長岡信治**・加藤 茂***

LANDFORMS OF THE IZU-OGASAWARA TRENCH BY THE NARROW MULTI-BEAM ECHO SOUNDER[†]

Hidenori Seta*, Shinji Nagaoka** and Shigeru Kato***

Abstract

The narrow multi-beam bathymetric survey in the Izu-Ogasawara Trench conducted by the survey vessel "Takuyo" of Hydrographic Department of Japan. The survey area is from 27°-30' N to 32°-20' N and about 45km wide along trench axis.

The Izu-Ogasawara Trench extends in N-S direction along the east of the Izu-Ogasawara Arc, and is situated on the boundary between the Philippine Sea Plate and the Pacific Plate.

The trench is subdivided into three major geomorphological units as follows : 1) the landward wall of the trench, 2) the trench floor, 3) the seaward wall of the trench which are arranged from west to east.

On the landward wall of the trench, many gentle slopes originated from submarine landslides are recognized. The size of landslides in the southern part of the trench become more largescale than those in the northern part. In the southern end of the survey area, there is a gigantic landslide which moves the landward wall of the trench to east and narrows the trench floor.

The trench floor is separated into several basins by the ridges which extend in the NNW-SSE direction. On the central trench floor, there is a subducting seamount which is deforming by normal fault.

The seaward wall of the trench has many horsts and grabens which formed by normal faults. The normal faults are subdivided into two types as follows : 1) faults with the strikes parallel to the trench axis, 2) faults with the strikes oblique to the trench axis. The parallel faults are formed by the bend of the oceanic plate (the Pacific Plate) which is subducting beneath the Philippine Sea Plate. In the southern part, the oblique faults is more well distributed than those in the northern part. The strike (NW-SE) of the oblique faults correspond to that of the faults of the fracture zone : the Bōsō Fracture Zone, the Ogasawara Fracture Zone on the western part of the Pacific Plate. The fact supports the idea that the plate bending also forms oblique faults which make use of the lineament of the fracture zones.

1. はじめに

海洋性プレートの収束境界のうち、付加帯などの厚い堆積物が少ない海溝では、地形そのものから直接プ

[†] Received 30th November 1990

* 航法測地課 Geodesy and Geophysics Division

** 大陸棚調査室 Continental Shelf Surveys Office

*** 企画課 Planning Division

レートの沈み込み様式を観察することができる。海上保安庁水路部では、測量船「拓洋」搭載のナローマルチビーム測深機（シービーム）を用いて、伊豆・小笠原海溝の中央部の測量を行ない、海溝軸付近の海底地形図を作成した。測量区域は、北緯27°30'から32°20'までの海溝軸に沿った幅約45kmの範囲であり（Fig. 1）、測線はほぼ南北方向に8本で（Fig. 2）、1985年から1989年の間に測量された。

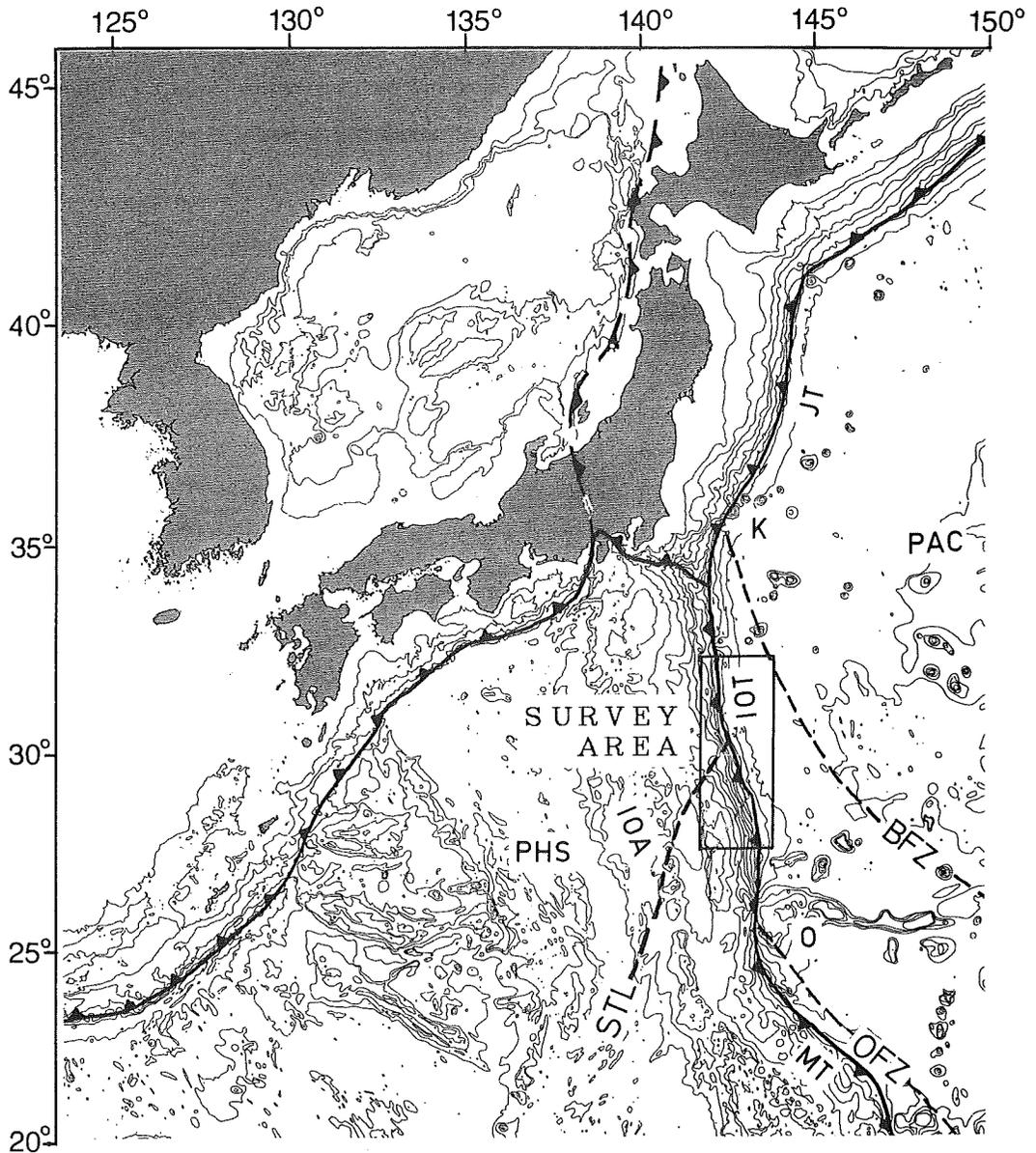


Figure 1. Location map of survey area contour interval : 1000m

- | | |
|-------------------------------|----------------------------|
| BFZ : Bōsō Fracture Zone | JT : Japan Trench |
| OFZ : Ogasawara Fracture Zone | MT : Mariana Trench |
| STL : Sofugan Tectonic Line | IOT : Izu-Ogasawara Trench |
| K : Daiiti-Kasima Seamount | IOA : Izu-Ogasawara Arc |
| O : Ogasawara Plateau | PHS : Philippine Sea Plate |
| | PAC : Pacific Plate |

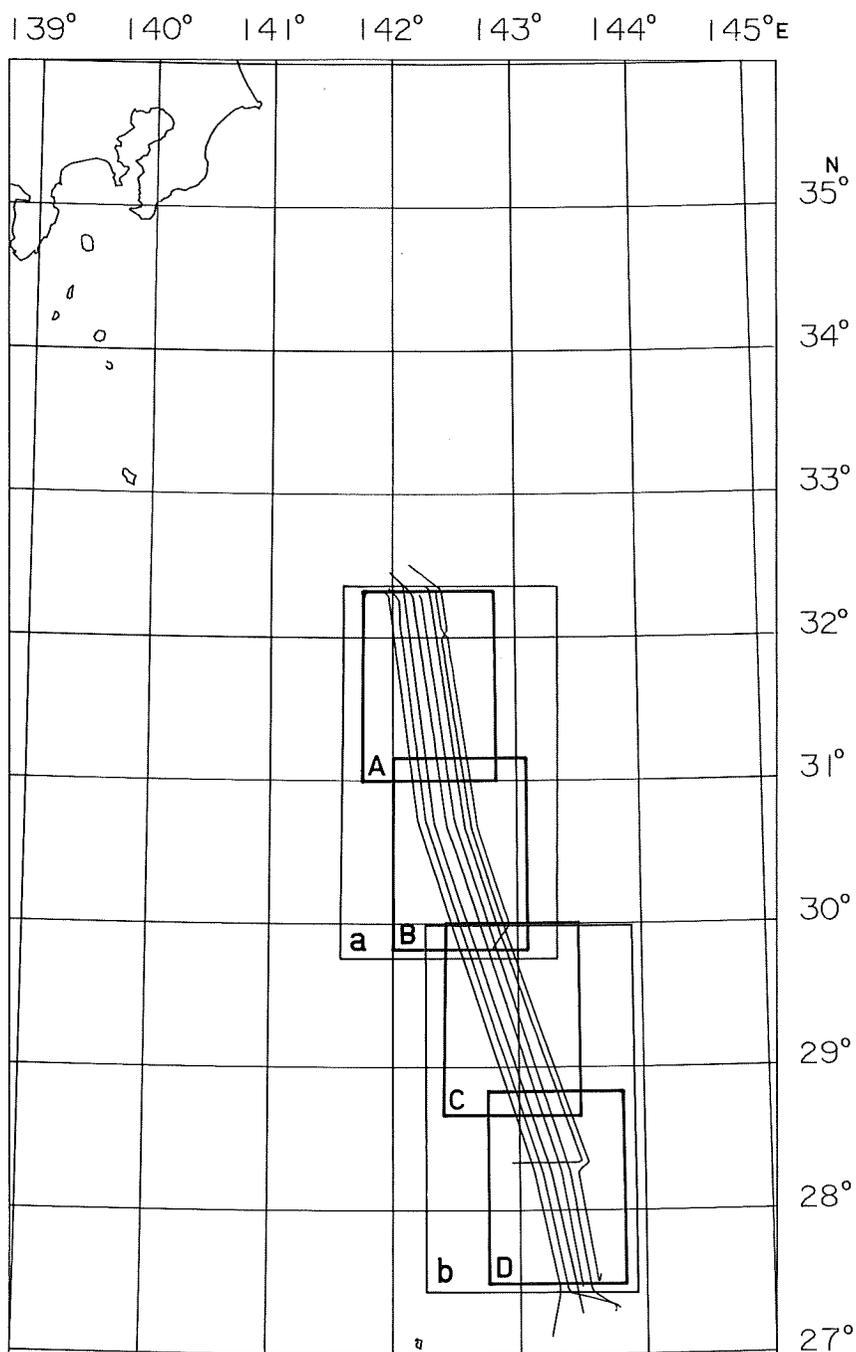


Figure 2. Survey tracks and the areas of the maps in Fig 3. and Fig 4.

- | | | |
|---|-------------------|------------|
| a | shows the area of | Fig. 3 - a |
| b | " | Fig. 3 - b |
| A | " | Fig. 4 - A |
| B | " | Fig. 4 - B |
| C | " | Fig. 4 - C |
| D | " | Fig. 4 - D |

伊豆・小笠原海溝は、西七島海嶺、七島・硫黄島海嶺、小笠原海嶺の高まりが並走する伊豆・小笠原弧と平行してその東側に位置し、南北におよそ850kmにわたって延びている。その北端は第一鹿島海山で、南端は小笠原海台で区切られており、北は日本海溝へ南はマリアナ海溝へと続いている。伊豆・小笠原海溝は、フィリピン海プレートと太平洋プレートの境界にあっている。

海溝海側斜面の断層については、すでに加藤ほか(1990)により報告されているので、ここでは、その後実施された調査測線のデータを加えて作成された海溝軸付近の精密な海底地形図を紹介し、海溝陸側斜面や海溝底を含めた全体の地形の特徴について記載し、その成因について若干の考察を加える。

2. 海底地形図の作成

ここで紹介する海底地形図は、ナローマルチビーム測深機によって得られた水深値データをもとに電子計算機処理によって描画されている(浅田・中西, 1986)。まず、得られた水深値に複合測位による位置情報を結合し、ランベルト正角円錐図法(二標準緯線)上のX-Y座標値に変換する。次に、すべてのデータを指定したメッシュ内に振り分け、ビームの斜角度によるデータのばらつきを抑えるためにビームの斜角度に応じて加重平均をとって各メッシュ内の最適な位置と水深値を決定し、メッシュデータとする。できるだけ細かく地形を表現するために、これら4×4のメッシュデータから3次曲面近似法により、さらに細かくメッシュを分割したサブメッシュデータを作成する。こうして作成されたメッシュデータ及びサブメッシュデータからコンターを計算し、プロッターで描画させている。概ね、以上のフローで海底地形図が作成されるわけであるが、シービーム測深では荒天による船体の動揺が大きい時や、急傾斜な地形を呈する所では不良データが生じやすい。これらのデータは連続性がなく突発的に現われてくるので判別しやすく手作業で削除している。シービーム測深の音速度改正は、英国水路部刊行の音響測深値改正表(NP 139)に基づいて行い、船位はロランC、NNSS、GPS等による複合測位装置で測定され、その精度はおよそ0.1海里以内である。今回の測量では、海溝という大深度で急傾斜な地形であったがおおむね良好なデータが得られ、測量区域のおよそ80%の地形をカバーすることができた。

Fig.3-a, 3-bの地形図は、メッシュ幅800m(実際上の距離)でサブメッシュの分割は行っていない。データの欠損部については近似3次曲面式を用いて補間してある。この時作成されたメッシュデータを断面表示した図(鉛直方向を水平方向の4倍に強調している)を右側に示した。Fig.4-A~4-D(巻末)はメッシュ幅600m(実際上の距離)、サブメッシュの分割数は3で処理しており、本来の海底面を表現するためデータ欠損部の補間を行っていない。

3. 伊豆・小笠原海溝の地形学的特徴および成因

この新たに作られた地形図および断面図(Fig.3-a~Fig.4-D)に基づいて、伊豆・小笠原海溝の地形の特徴を述べる。

(1) 海溝陸側斜面

今回の地形図では、陸側斜面の下部の地形しか表現できなかった。しかし、そこには、地滑り起源と考えられる緩斜面や凹地、階段状地形が多数認められる。地滑り地形は、比較的小規模の馬蹄形滑落崖を持つタイプと大規模で直線的な崖を持つタイプに分けられる。前者は図幅北部に多い。北部域で地滑りによる崩壊物質の一部がタービダイトとなって海溝底に流れ落ち、海底扇状地を作っているところもある。一方、後者は顕著な海底谷が発達しない南部(藤岡・吉田, 1989)に多い。その滑落崖の多くは斜面に平行であり、両

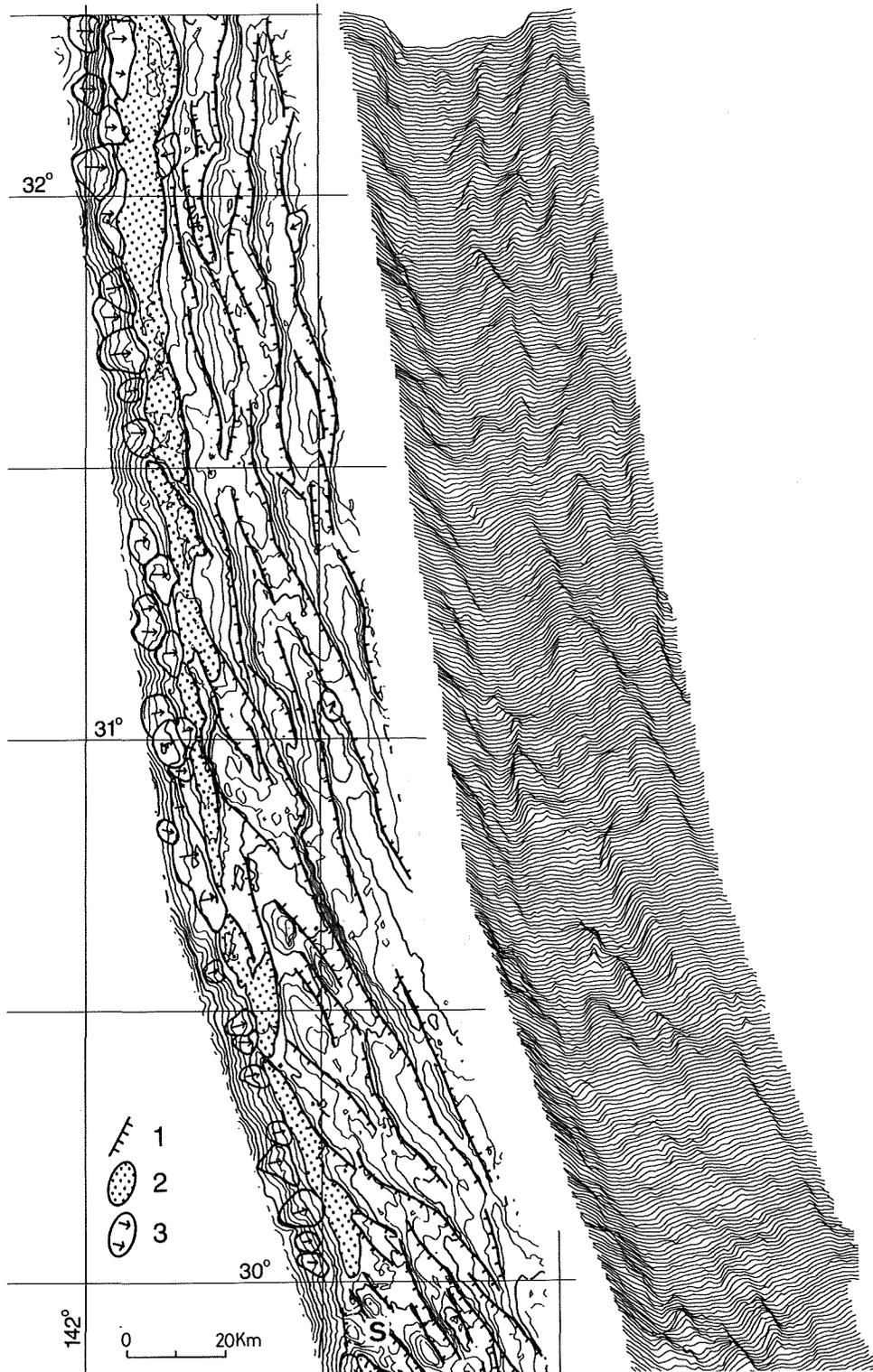


Figure 3 - a. Landform classification and profiles of the northern part of the Izu-Ogasawara Trench
1 : Fault scarp 2 : Trench floor 3 : Landslide

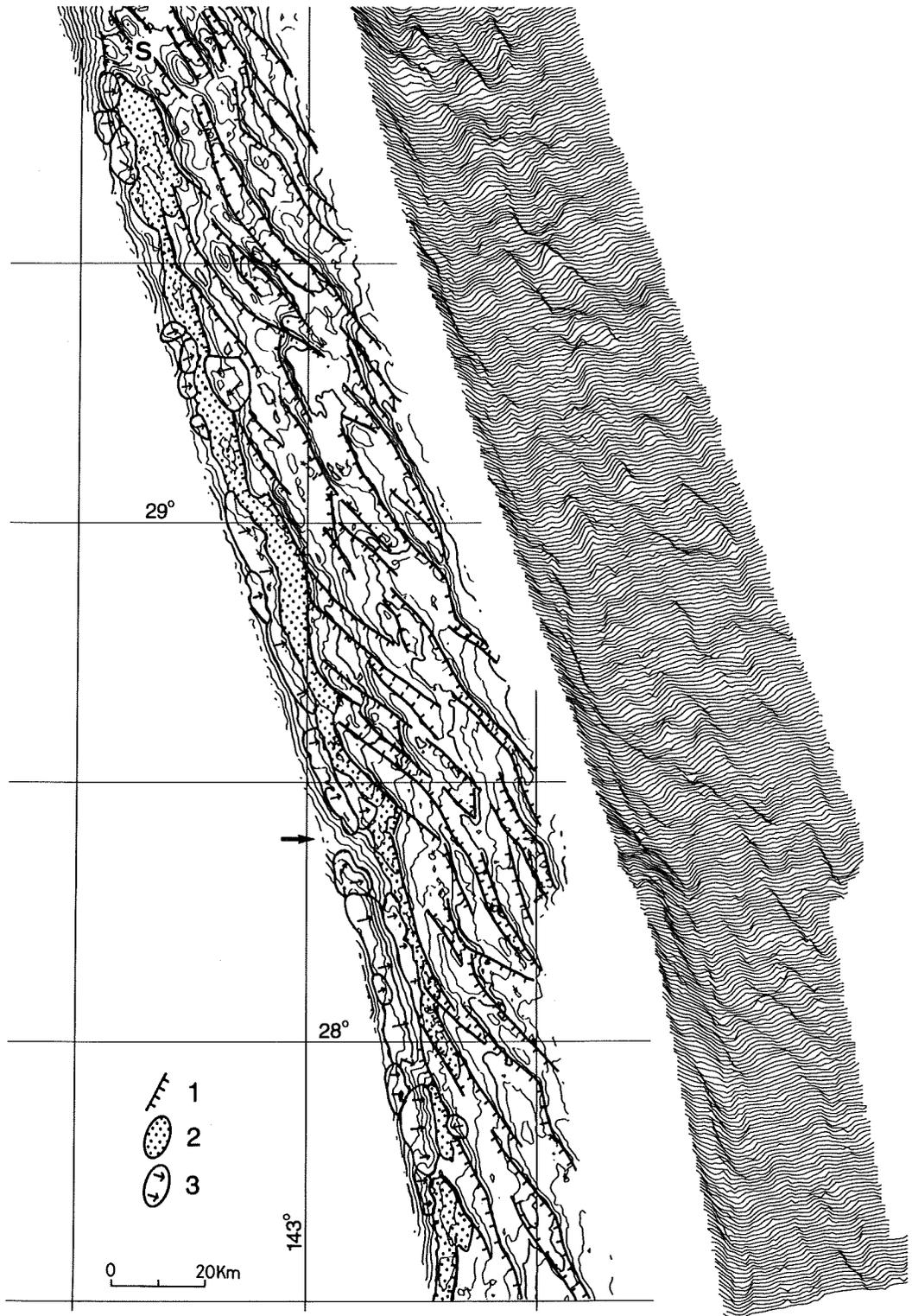


Figure 3 - b. Landform classification and profiles of the southern part of the Izu-Ogasawara Trench

1 : Fault scarp 2 : Trench floor 3 : Landslide

端部は陸側へ小さく弧を描く。滑落崖下の移動体上には線上の凹地がしばしば見られる。おそらく、これらの凹地は移動体のスランプ等でできたと推定される。

なお、娯婦岩構造線（湯浅, 1983, 湯浅・村上, 1985, Yuasa, 1985, Fig.1）の北東部への延長と思われる北緯30度30分付近では、陸側斜面がやや東へ屈曲する程度で、顕著な変位地形は認められなかった（Fig.3-a）。このことから、この構造線は現在あまり活動していないと考えられる。なお、北緯28度20分付近ではNNE-SSW走向のリニアメントをはさんで、陸側斜面が6～7kmほど左横ずれ変位している（Fig.3-bの→）。しかし、このリニアメントは北の海溝軸を越えることはない。これまで、この付近には大規模な断層は報告されていない。おそらく、このリニアメントは地滑りの滑落崖の末端部の可能性が高い。海溝陸側斜面の巨大地滑りなどにより、海溝陸側斜面下部が海溝底側へ移動したと考えられる。この大規模崩壊は小笠原海嶺の東への傾動（藤岡・吉田, 1989）に伴うものであろう。

(2) 海溝底

海溝底は、単一の連続した細長い形態をしているのではなく、海溝軸に沿って配列した平行四辺形状の小盆地の集合体からなっている。これら小盆地の幅及び長さは北へ行くに従い大きくなっており、北部で幅が8～12km、中部で5～8km、南部で3～5kmとなっている。各小盆地の境界は北北西—南南東方向の比高500m以下のリッジである。海溝底の水深はおよそ9500m前後であり、最も深い所で約9800mである。南部の北緯28度20分付近、前述のリニアメント付近では、北側で9700m、南側で8700mと、1000m近く水深が急に浅くなる。それと同時に、海溝底の幅が小さくなる。これは、海溝陸側斜面が巨大地滑りにより海溝側に移動して海溝底が狭まり、底揚げ状態になったためと考えられる。

南部の北緯30度付近には、海溝底から1000mの比高を持つ双耳峰の海山が認められる（Fig.3-a, 3-bのS）。双耳峰は北東—南西に配列し、二つのピークの南西、中央、北東側には北北西—南南東走向の断層がある。この双耳峰は単独峰であったものが、サブダクションに伴う断層により分割された可能性が高い。この海山は、太平洋プレートのサブダクションに伴って、断層変位を受けながら海溝底にまさに沈み込んで行こうとしていると考えられる。

(3) 海溝海側斜面

海溝海側斜面には、海溝軸と平行およびそれと斜交する二つの走向の断層が多数発達することが指摘されている（加藤ほか, 1990）。前者はNNW—SSE走向で海溝北部に多く、後者はNW—SE走向で南部に顕著であり、北緯29°30'付近及び北緯28°30'付近に密集している。断層崖の比高は500～1000mで、断層の間隔は、断層の少ない北部で5～10kmで、密度の高い南部で3～5kmである。これらの断層によって地塁・地溝が形成されている。これらは、北部では直線的に細長く連続しているが、海溝軸と斜交する断層の顕著な南部では平行四辺形状に細かくブロック化されている。海溝軸に平行する断層は、単にプレートの沈み込みに伴う撓みによる正断層と考えられるが、斜交する断層群は、太平洋プレートの拡大時に形成された断層帯（例えば小笠原断層帯, Tamaki, et al., 1987など, Fig.1）の走向に一致していることから、これら断層帯方向の構造的弱線がプレートの撓みにより再活動したものと考えられている（加藤ほか, 1990）。北部と南部におけるNW—SE走向の断層の分布密度の差異は、もともとの断層帯の断層密度の違い、すなわち南ほど小笠原断層帯の中心部に近いためと考えられる。

4. まとめ

海溝陸側斜面には地滑り地形が発達する。南部ほど規模が大きく、海溝南端部の海溝底はスランプ堆積物

により埋積されている。海溝底はNNW—SSE方向のリッジにより小盆地に分割されており、それらの幅は北部ほど大きくなっている。また、中央部には正断層で変位しながら沈み込みつつある海山も見られる。海溝海側斜面にはプレートの撓み（海溝軸に平行な断層）および断裂帯の再活動（NW—SE方向で海溝軸に斜交する断層）による正断層が斜交しながら形成されており、斜交する断層群は南部において顕著であり局所的に存在する。

今回の調査は、海溝軸付近における狭い範囲の地形測量のみであったが、今後より広範囲に調査され、多くの地形・地球物理データが整備されて議論されることを期待する。

謝 辞

本調査の実施に際しては、測量船「拓洋」の船長以下乗組員の方々に大変御世話になりました。心から御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 加藤 茂ほか：伊豆・小笠原海溝の変動地形—とくに海溝海側斜面の断層地形について—，変動地形とテクトニクス，古今書院，p.130—143，(1990)
- 浅田 昭・中西 昭：シービームデータによる海底地形図の作成，水路部研究報告，21，p.89—112，(1986)
- 湯浅真人：伊豆・小笠原弧の地学現象にみられる南北対立，月刊地球，5，p.459—463，(1983)
- Yuasa, M : Sofugan tectonic line, a new tectonic boundary separating northern and southern parts of the Ogasawara (Bonin) Arc, Northwest Pacific. Nasu et al., (ed) "Formation of Active Ocean Margins", TERRAPUB, Tokyo, p.483—496, (1985)
- 湯浅真人・村上文敏：小笠原弧の地形・地質と孀婦岩構造線，地学雑誌，94，p.115—134，(1985)
- 藤岡換太郎・吉田晴子：伊豆・小笠原前弧域の海底谷の特徴とその成因，日本火山学会講演予稿集，1989年度秋季大会，p.93，(1989)
- Tamaki, K., Nakanishi, M., Sayanagi, K. and Kobayashi, K. : Jurassic magnetic anomaly lineations of the western Pacific Ocean and the origin of the Pacific Plate, Eos. Tras. Am. Geophys. Union, 68, p.19—43, (1987)