

日本南方海域の背弧海盆に存在する急崖の形成過程[†]
—沈む背弧海盆と浮揚性島弧との力学的境界—

春日 茂*, 小原泰彦**

Evolution of the Escarpments located in the Back-arc Basins[†]
in the Southern Waters of Japan
—Mechanical Boundary Between Sinking Back-arc Basins
and Buoyant Active Island Arcs—

Shigeru Kasuga*, Yasuhiko Ohara**

Abstract

Swath bathymetric data, single channel seismic reflection profiles, magnetic and gravity anomalies in the northern part of the Philippine Sea were obtained through comprehensive surveys conducted by Hydrographic Department of Japan. The surveyed area covers Izu-Ogasawara Arc/Trench system, Shikoku and Oki-no-Tori-Sima (Parece Vela) back-arc basins, northern to middle Kyushu-Palau Ridge, Daito Ridge Regions and a part of the northern Philippine (West Philippine) Basin.

Our survey revealed that the eastern margin of the Shikoku Basin is marked by a steep escarpment with 500-800m relative height. This predominant escarpment is named Kinan Escarpment and it extends north-south for about 500km in length along the eastern part of the Shikoku Basin. A large escarpment (Oki-Daito Escarpment, tentative name) trending in a WNW-ESE direction, roughly parallel to the Oki-Daito Ridge was also recognized by our recent survey in the northern part of the Philippine Basin. The maximum relative height reaches about 1000 meters.

We propose that the Kinan Escarpment is a large normal fault that was formed due to the post-spreading deformation of the back-arc basin oceanic crust along the mechanical boundary between buoyant active island arc and isostatically sinking inactive back-arc basin. The Oki-Daito Escarpment was probably formed in a similar manner by this mechanism. The location of these large normal faults indicates that the vertical displacement concentrates along a zone of possible structural weakness which is characterized by an abrupt change in the trend of the topographic fabric and magnetic lineations of the seafloor in the trenchward side of back-arc basins.

1. はじめに

西太平洋は島弧—海溝系の背後に背弧海盆と呼ばれる比較的平坦な海盆が発達している海域として知られている。背弧海盆の形成過程については

数多くの調査研究がなされており、西太平洋で最大級の背弧海盆を有するフィリピン海はフィリピン海盆(西フィリピン海盆)、四国海盆—沖ノ鳥島海盆(パレスベラ海盆)、マリアナトラフの順に繰返し拡大して形成されたという説 (Karig, 1971,

[†] Received 1996 December 20th; accepted 1997 February 25th.

* 企画課 Planning Division.

** 大陸棚調査室 Continental Shelf Surveys Office.

など)が有力である。しかし、これらの背弧海盆の誕生から現在の姿になるまでの発達過程に関しては、まだ不明な点が多く残されている。

1983年に開始された水路部による大陸棚調査プロジェクトにより、日本南方海域の琉球及び伊豆・小笠原島弧海溝系とその周辺海域において均質な地形、音波探査、地磁気、重力データが整備されつつあり、フィリピン海北部の海底の姿が従来より詳細に明らかになってきている。これらのデータからフィリピン海北部の島弧海溝系において、背弧海盆の誕生から海溝に沈み込んで終焉するまでの過程を示す痕跡を読み取ることがある程度可能になってきた。

本論では、フィリピン海の代表的な背弧海盆である四国海盆の東部とフィリピン海盆の北部においてそれぞれ大陸棚調査により発見された大きな崖とその成因について報告する (Fig. 1)。従来から、背弧海盆の形成過程に関して、島弧のリフティ

ングから始まる背弧海盆の誕生と海底拡大による成長と拡大停止に至るまでの一連の過程については、海底地形、地磁気リネーション、深海掘削等のデータに基づいて、数多くの報告が出されている。一方、拡大終了後の背弧海盆の構造運動や背弧海盆が海溝から沈み込んで消滅するまでの過程については、まだ詳細は明らかにされていない。本論では、これまであまり議論されていない拡大終了後の背弧海盆の構造運動に着目して問題点を検討する。

2. 四国海盆と紀南海底崖

四国海盆はフィリピン海の北部に位置する伊豆・小笠原島弧一海溝系の背弧海盆である。従来から四国海盆には海底拡大の証拠となる明瞭な地磁気縞状異常が確認されており、また、深海掘削計画 (IPOD) により、海盆内に Site 442, 443, 444の3地点の掘削が実施された。これらのデータに基づいて、海底の拡大過程について多くの報告がなされており、(Kobayashi and Nakada, 1978; Shih, 1980, など)、四国海盆の拡大は30~26Ma頃始まり、途中2回の拡大方向の変化を経て15Ma頃に終了したと推定されている。さらに、大陸棚調査によって得られた従来より精密な地磁気縞状異常の分布から、四国海盆の海底は、リフティング後に拡大の伝播、拡大軸の方向変化やジャンプ、セグメンテーション等複雑な拡大過程を経て形成されたことが詳細に明らかになった (Okino et al., 1994)。ただし、四国海盆の東部は西七島海嶺の火山活動によって、拡大時の海底の特徴が隠されており、地磁気異常も明瞭でないため、形成過程の詳細はわかっていない。

四国海盆東部の大きな特徴は、比高最大800mに達する西落ちの急崖 (紀南海底崖)が発達していることである (春日ほか, 1992; 春日ほか, 1994; 沖野・藤岡, 1994)。この顕著な急崖は、北緯30度30分付近から東経137度30分のほぼライン上を南下し、26度付近まで約500kmをほぼ南北~N10°W方向に西七島海嶺に平行して走る長大な崖である (Fig. 1, Fig. 2)。Fig. 3に、北緯28度30分に沿っ

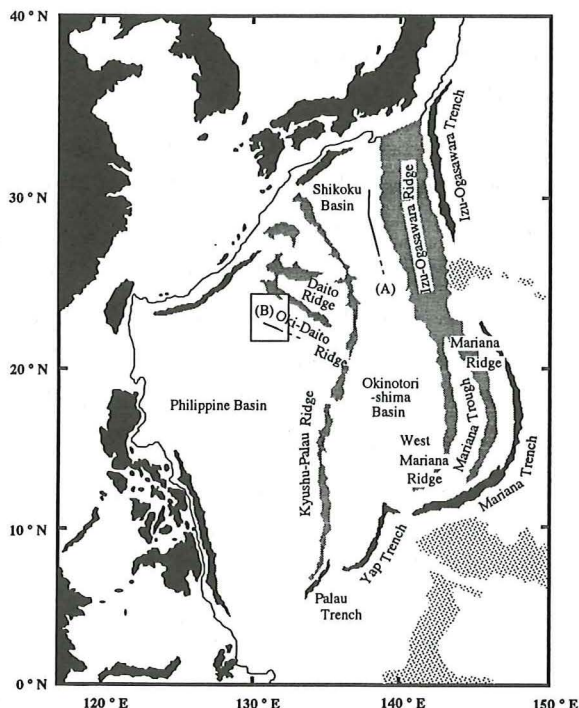


Fig. 1 Map showing major topography of the northern Philippine Sea and location of the Kinan Escarpment and the Oki-Daito Escarpment (tentative name), denoted by (A) and (B), respectively. Boxed areas show the location of Fig. 5 and Fig. 7.

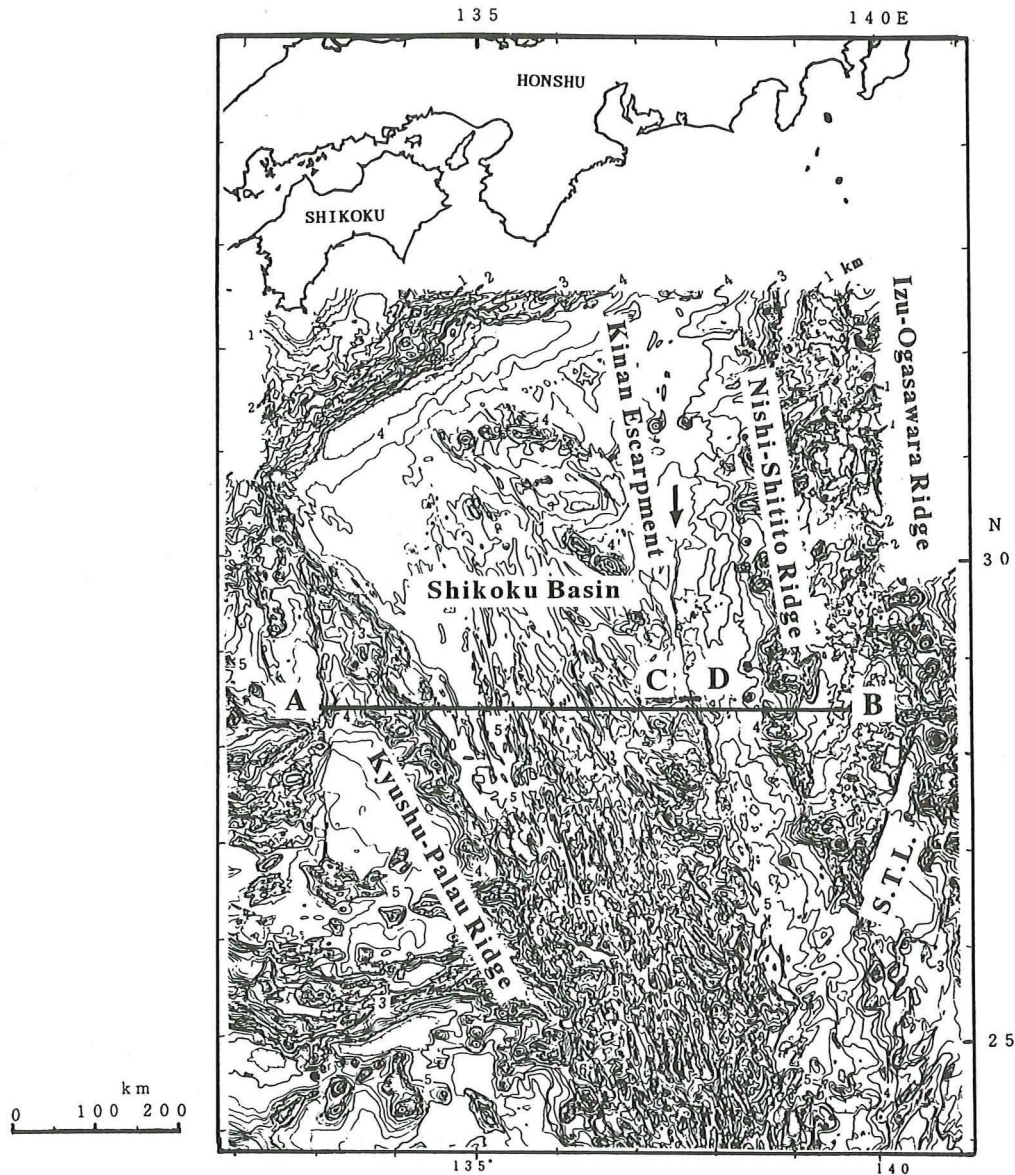


Fig. 2 Bathymetric map (200m contours) of the Shikoku Basin and its margins (from Kasuga et al., 1992 ; Okino and Fujioka, 1994 ; Kobayashi et al., 1995). An arrow indicates the location of the Kinan Escarpment. Line AB and Line CD indicate the location of seismic profiles shown in Fig. 3.

て九州・パラオ海嶺から西七島海嶺まで四国海盆を東西に横切るシングルチャンネル音波探査記録と、北緯28度35分に沿って紀南海底崖付近を東西に横切る24チャンネルのマルチチャンネル音波探査記録断面を示す。シングルチャンネル音波探査記録は、紀南海底崖において海底と堆積層下の音響基盤が西落ちに約1秒(750m)の段差を持つことを示している。マルチチャンネル音波探査記録動でみると、この断層崖はここでは3段に分かれて最上位層まで変位しており比較的新しい正断層群に見える。表層探査記録からは崖の東側には表

層に小規模な変動がみられことから、この崖はおそらく最近の変動を受けた正断層と考えられる。

紀南海底崖を境にして、海底地形の様相 (Fig. 2) と地磁気異常の方向 (Fig. 4) が明確に異なっている。崖の西側は、四国海盆中央部の北西-南東方向の走向を持つ起伏に富んだ地形であるのに対し、崖の東側は伊豆・小笠原弧の火山弧起源と推定される火山噴出物が厚く堆積し、比較的平坦な地形となっている。一方、地磁気リネーションの同定から、崖の西側は19~15Maの海盆拡大最後のステージに生成された北西-南東方向のり

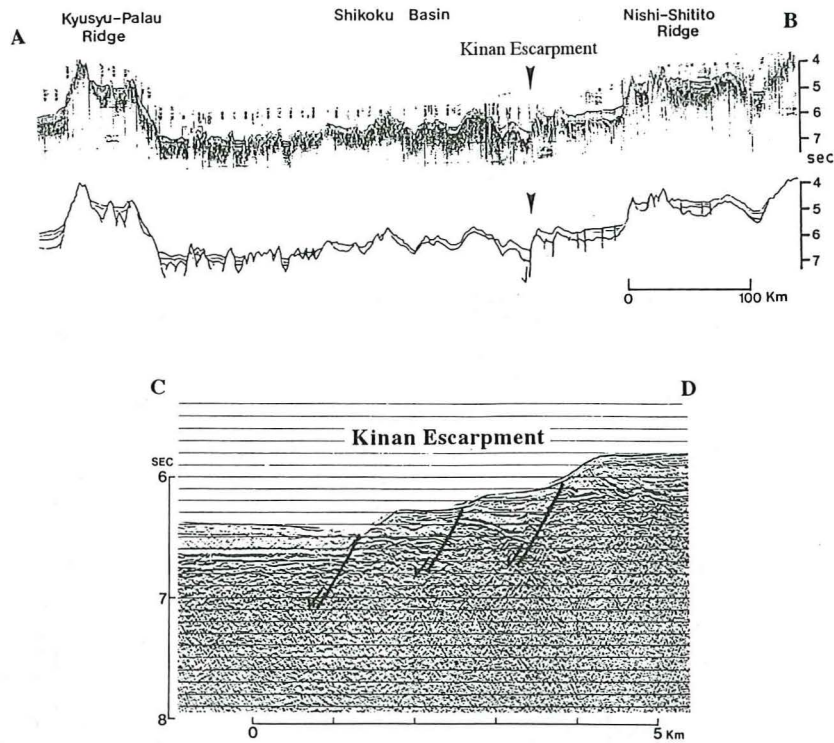


Fig. 3 Upper : single channel seismic reflection profile traversing the Shikoku Basin. Lower : 24-channel migrated seismic profile across the Kinan Escarpment.

ニエーションを持つ海底，東側は南北のリニエーションに特徴づけられる19~23Maのステージの海底と推定されている (Okino et al., 1994). さらに，紀南海底崖では，しんかい6500による2回の潜航調査が実施されている。潜航により崖がマンガクラストに覆われていること等が明らかになり，また，潜航地点のマルチビーム測深機による事前調査により，紀南海底崖が三型の雁行を示すセグメントからなること等が明らかになっている (沖野・藤岡，1994；藤岡ほか，1994)。

3. フィリピン海盆と沖大東海底崖 (仮称)

フィリピン海盆は，フィリピン海の西半分を占める大きな海盆である。この海盆の成因については，海盆中央を北西-南東方向に走るセントラルベーズン断層を拡大軸として拡大した背弧海盆であるとする考えと (Karig, 1971；Seno and Maruyama, 1984, など)，もともと太平洋海盆の一部であった大洋底が43Ma前の太平洋プレートの運動方向の変化に伴って，九州・パラオ海嶺の位置

にあったトランスフォーム断層がサブダクション対に転じて取り込まれた海盆であるとする考え (Uyeda and Ben-Avraham, 1972；Hilde and Lee, 1984, など) とに二分される。フィリピン海盆の形成年代は，地磁気リニエーションの同定や深海掘削の結果から，60~35Ma (Hilde and Lee, 1984) と推定されている。フィリピン海盆の水深は，概ね6000m程度であり，海底の年代と水深との関係から，フィリピン海の背弧海盆は同年代の一般的な大洋底より約800m深いことがわかっており (Park et al., 1990)，水深からみるとフィリピン海盆は背弧海盆とする方が調和的である。60~45Ma頃に活動していた古島弧と推定されている大東海嶺や沖大東海嶺などを含む大東海嶺群の存在 (水野ほか，1975) から，フィリピン海盆は大東海嶺群の北側から沖大東海嶺に向かっての沈み込みにより大東海嶺群の背弧海盆として形成されたとする考え (Karig, 1975；Klein and Kobayashi, 1980；小林，1983, など) が有力と思われる。

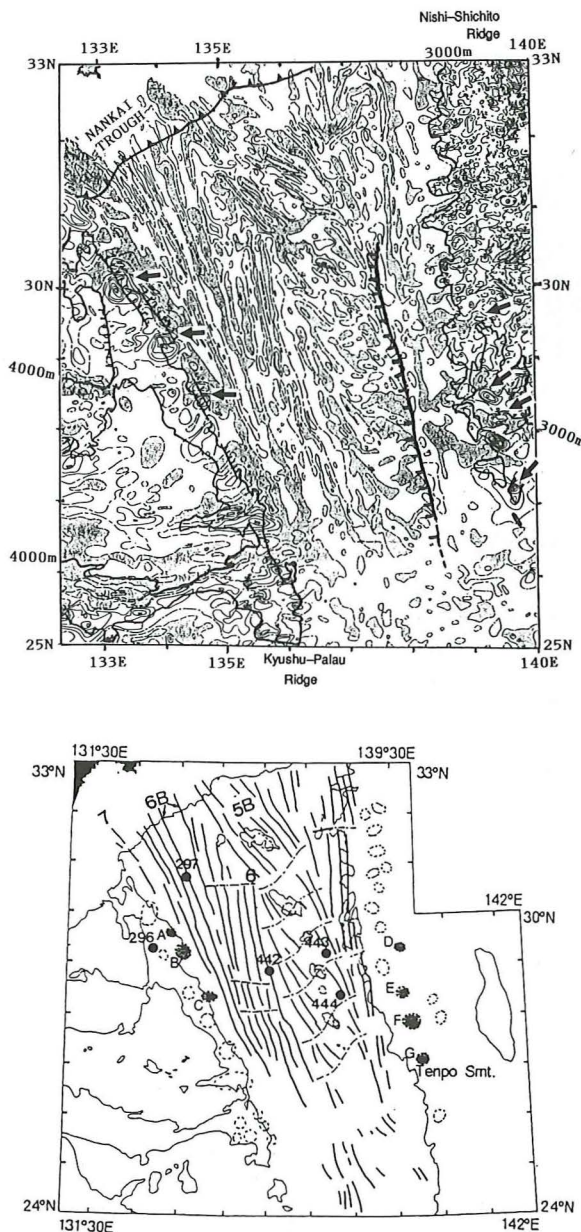


Fig. 4 Upper : The location of the Kinan Escarpment overlaid on the magnetic anomaly map of the Shikoku Basin and its margins (from Kasuga et al., 1992). The contour interval is 100nT. Areas with negative anomalies exceeding -100nT are shaded. Lower : Identifications of the magnetic lineations in the Shikoku Basin (from Okino et al., 1994).

最近の大陸棚調査により、沖大東海嶺の約250km南方のフィリピン海盆北部の海底に、顕著な南落ちの崖が確認された(Fig. 1, Fig. 5)。この崖は、Mrozowski et al. (1982), Tokuyama et al. (1986) に報告されている Lapu Lapu Ridge に

相当すると思われる。Lapu Lapu Ridge は、南落ちの比高最大1200mの崖を有し、崖の成因は不明であるが、フィリピン海盆の海底拡大終了後に形成されたのではないかと推測されている (Mrozowski et al., 1982)。本論ではこの崖を「沖大東海底崖」と仮称することにする。我々の調査ではマルチビーム測深機により崖とその近傍の詳細な地形が初めて明らかとなった。この崖の走向は西北西-東南東であり、北緯21度40分付近でわずかに屈曲しているが、全体として沖大東海嶺の走向にほぼ平行している。崖の比高は概ね800mにも及び、崖の長さは確認されている範囲で約300km程度である。Fig. 6 に崖を東西に斜めに横切るシングルチャンネルの音波探査記録を示す。崖の周辺の堆積物の厚さは100m程度で、崖の北側の方が堆積物がやや厚い。北側と南側で海底の様相は異なっており、北側の海底は比較的平坦なのに対し、南側の海底は、北西-南東方向に比高数10m程度の直線的に伸びる小さな起伏(リニアメント)に富んだ地形を呈している。ここで注目されることは、Fig. 7 の沖大東海底崖(仮称)近傍の海底地形陰影図からわかるように、崖の南側の海底にみられる北西-南東方向のリニアメントが西北西-東南東に伸びる崖の走向に斜交していることである。これはこの崖を境にして、崖の南北で海底の拡大の方向が変化したなどの原因により、海底が不連続な構造であることを示唆している。

4. 考察

4.1 海盆と島弧の差別的沈降に伴う背弧海盆の構造運動

ここでは、紀南海底崖や沖大東海底崖(仮称)の成因について若干の考察を加えてみたい。これらの崖は、いつごろどのようにして形成されたのであろうか。

四国海盆の海底は、拡大時には現在よりもずっと浅かったが、その後冷えて現在の水深まで沈降したことが深海掘削の結果等から判っている (Kobayashi, 1984)。一般に背弧海盆の海底は、拡大軸で海底が生産・拡大される一方、年代の経

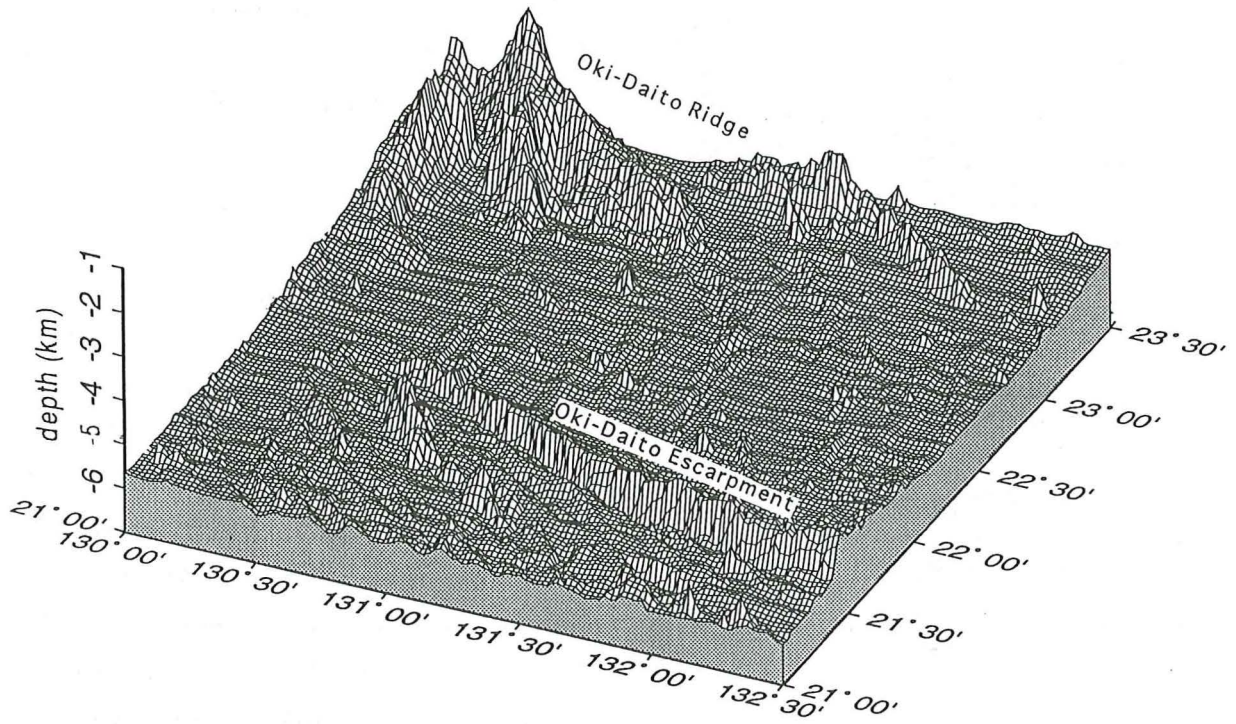


Fig. 5 Bird's eye view of the topography of the Oki-Daito Escarpment (tentative name) and its vicinity in the Philippine Basin.

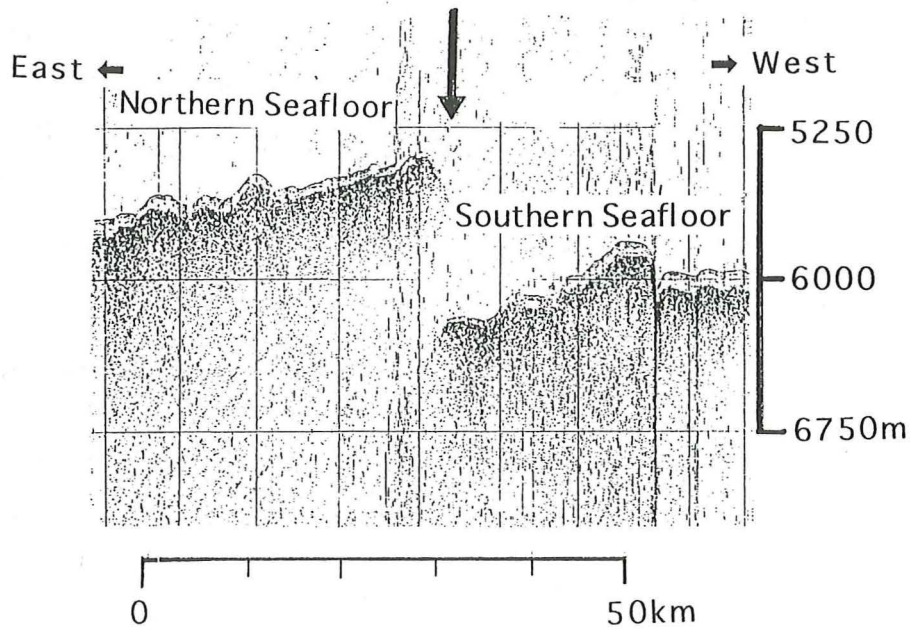


Fig. 6 E-W single channel seismic reflection profile obliquely traversing the Oki-Daito Escarpment

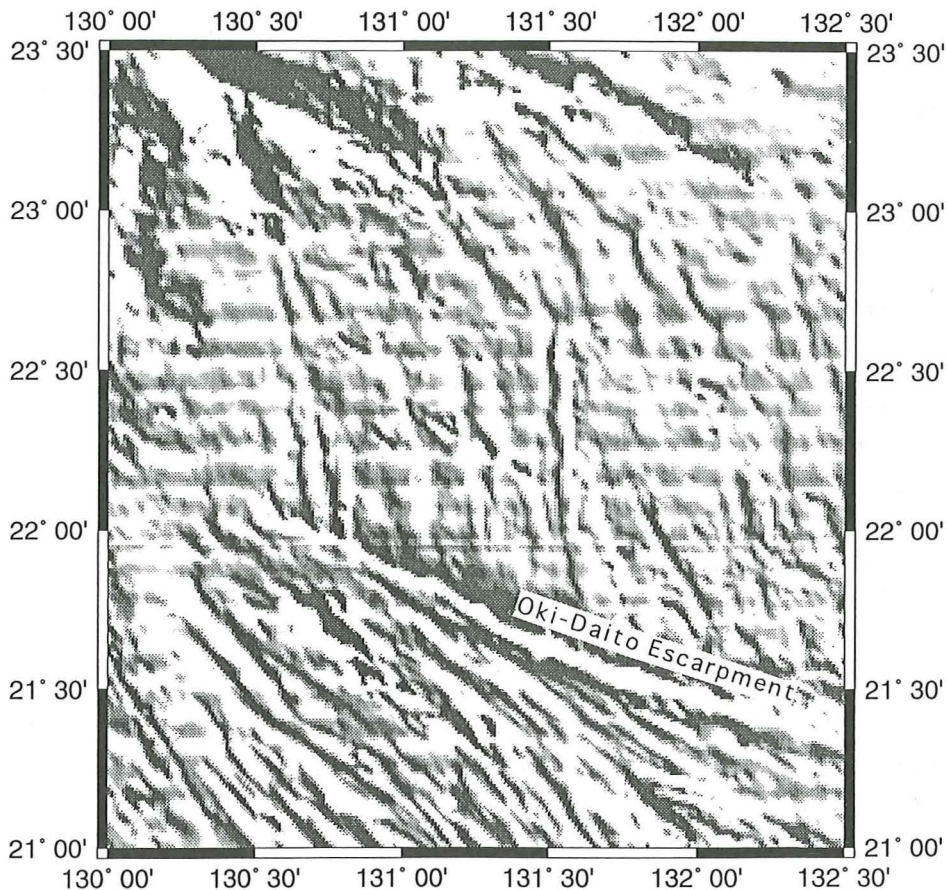


Fig. 7 Shaded topographic relief map in the vicinity of the Oki-Daito Ridge. Note that the trend in a NW-SE direction of the topographic fabric to the south of the Oki-Daito Escarpment is oblique to the WNW-ESE trending Oki-Daito Escarpment.

過とともに冷えて沈降する。海底の年代と基盤の水深にはフィリピン海の背弧海盆に共通して一定の関係式 $D=3222+366\sqrt{Ma}$ (D : 水深, Ma : 年代) が成り立つことが報告されている (Park et al., 1990)。四国海盆の正確な沈降量は判っていないが、四国海盆中軸部の海底の年代は15Maと推定されており、上記の水深と年代の関係式を用いると海底が誕生してから(想定水深約3200m)、15Maの間に中軸部は約1400m沈降したと推定される。Fig. 8に、北緯30度から北緯27度の範囲の四国海盆における海底地形メッシュデータから作られた、四国海盆拡大軸に直交する海底地形プロファイルと水深と年代の関係式による曲線を重ねて示す。この曲線の作成において、Okino et al. (1994)より四国海盆中軸の年代を15Ma、拡大速度は15-19Maは2cm/y、19-24Maは4.5cm/yとした。また、

四国海盆において海底の水深と堆積層の存在を考慮して補正された基盤の水深との差は平均的に240m程度と見積られているので (Park et al., 1990)、この値を補正值として使用した。四国海盆中軸の西側の水深は年代との関係式と比較的よく一致している。これに対し、海盆の東側は紀南海底崖を境にして崖の東側の水深は関係式から大きくはずれて浅くなり、崖において平均500m程度の段差が認められる。

四国海盆は時間的には連続的に開いたと考えられ、もともとの海盆底は、冷却による沈降量に大きな不連続が生じるとは考えにくい。海盆の東側では、紀南海底崖を境に大きく水深が変化しており、この崖は四国海盆が古小笠原弧のリフティング、海底拡大の過程を経て拡大が終了し、四国海盆全体の海底がリソスフェアの冷却によりアイソスタティックに沈降する際、東西の沈降量の差に

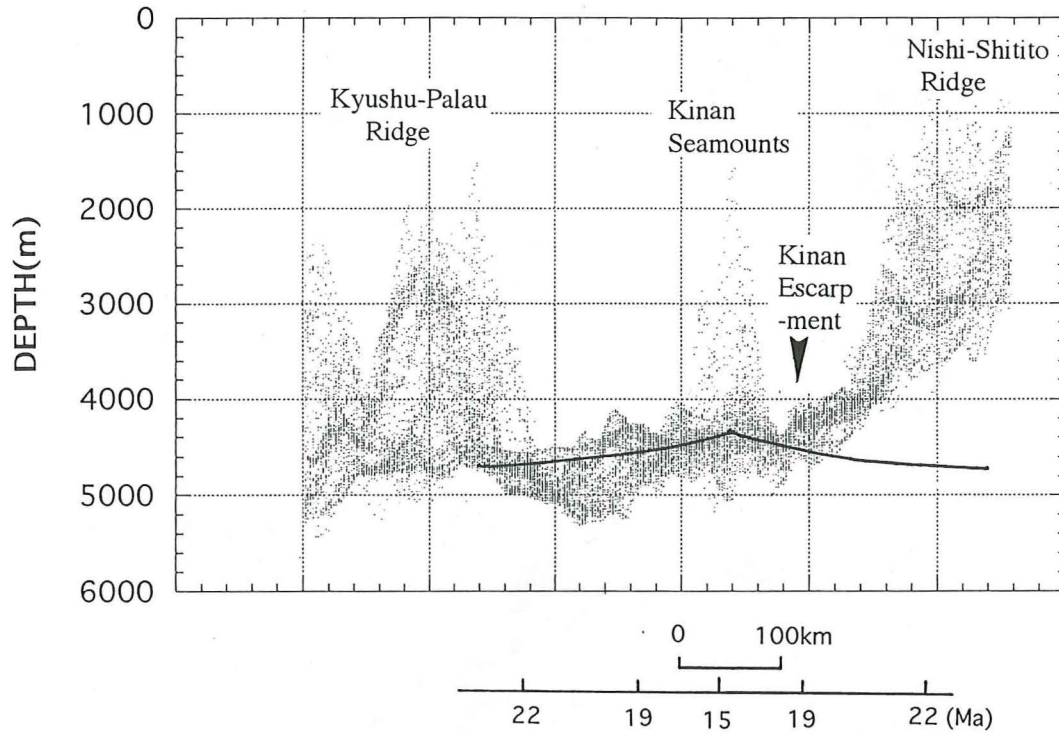


Fig. 8 Stacked profiles of the seafloor of the Shikoku Basin and a depth-age correlation curve for the Shikoku Basin derived from an empirical relation between the age and depth of the back-arc basins in the Philippine Sea proposed by Park et al. (1990).

よって、海洋性地殻が破断された結果形成されたものではないだろうか (Fig. 9)。崖の東西で沈降の差が生じた原因は、崖の東側の海洋性地殻が崖の約130km東方にある西七島海嶺を含む年代の若い伊豆・小笠原弧の軽い地殻に支えられて沈降しにくいためであろう。島弧と背弧海盆の浮揚性の違いにより形成される正断層が伊豆・小笠原弧と四国海盆との境界に存在する可能性は、既に Kobayashi (1984) により指摘されている。ただし、大きな正断層が伊豆・小笠原弧と四国海盆の地形的・地質学的な境界にあたる伊豆・小笠原弧西縁の西七島海嶺の脚部ではなく、四国海盆内の海洋性地殻が想定される場所に存在することが明らかになり、いわば島弧と背弧海盆の力学的境界として発達している点が特に注目される。なお、最大800mに及ぶ落差が全てアイソスタティックな沈降に伴って形成されたのかどうかは不明であり、四国海盆拡大中に拡大方向に変化に伴って形成された断層が活動・成長して現在のような落差の大きな断層崖になった可能性もある。Fig. 3の紀南海底崖の音波探査記録は、この断層崖の形成

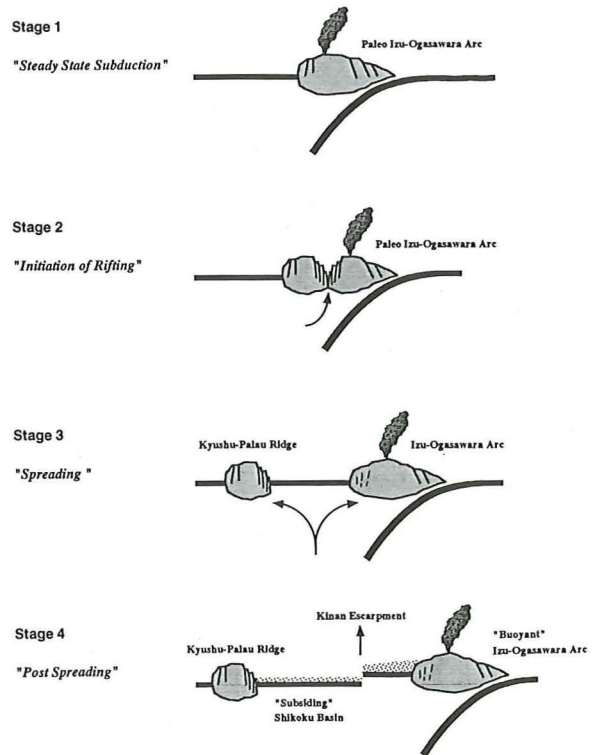


Fig. 9 A model showing the evolution of the Shikoku Basin; rifting, spreading and post-spreading activities.

過程において地殻の伸張を伴ったことを示唆している。これは、アイソスタティックな沈降差に伴う断層崖両側の海底の上下運動が、かつての海底拡大の方向変化に伴って伸張の場で形成された正断層を再活動させる地殻変動につながったためと考えられる。

ところで前述したように西七島海嶺と四国海盆の沈降差に由来する断層形成運動が西七島海嶺と四国海盆との地形的・地質学的な境界では顕著でなく、西七島海嶺から約130km西の四国海盆内の海洋性地殻に大きな断層が生じているのは何故であろうか。西七島海嶺から四国海盆東部にかけての地質構造(褶曲)、地磁気のトレンド、フリーエア異常の分布を見ると、雁行配列を示す西七島海嶺の構造的な西縁は紀南海底崖付近まで達していることがわかる(春日ほか, 1992)。また、この崖を境にして、地形の走向と地磁気リネーションの向きは異なっている。すなわち、崖の西側の海底は地形の走向と地磁気リネーションは北西—南東方向であるのに対し、崖の東側は地磁気リネーションが南北方向になっている。従ってこの崖が構造的に大きな不連続線になっており、いわば構造的な弱線に相当することを示している。従って海底の沈降差を解消すべく断層変位が集中したため、ここに大きな断層が生じているのであろう。

なお、この四国海盆東部の断層崖は、孀婦岩構造線(湯浅・村上, 1984)の延長部にあたる北緯25度付近より南部では消滅している。この理由はここより南では西七島海嶺からの地形の雁行配列が海盆の中軸まで及んでおり、断層崖の延長線は構造的な不連続線になっていないためであろう。また、北部で断層崖が地形的に顕著でないのは四国海盆北東部に位置する駒橋第三海山等の海山群の形成に伴う火成活動で消された可能性が考えられる。

一方、沖大東海嶺南方のフィリピン海盆北部の海域で発見された沖大東海底崖(仮称)についても、同様な成因が考えられる。フィリピン海北西部の顕著な高まりである奄美海台、大東海嶺、及

び沖大東海嶺は、大東海嶺群と総称され、採取された岩石試料などからこれらは白亜紀末から始新世にかけて(60~40Ma 頃に)活動していた古島弧であると報告されている(水野ほか, 1975; Klein and Kobayashi, 1980)。一方、フィリピン海盆の沖大東海底崖(仮称)近傍の海底形成年代は、地磁気リネーションの同定や深海掘削から、Hilde and Lee (1984)によれば53Ma 頃、Tokuyama et al. (1986)によれば、崖の北側は70Ma 頃に対し南側は50Ma 頃と推定されている。従ってこの付近の海底拡大後(50Ma)、大東海嶺群が active な島弧として40Ma まで活動していたと推定される。従って、沖大東海底崖(仮称)は、北側に存在する沖大東海嶺や大東海嶺を構成する浮揚性の島弧群と拡大終了後にアイソスタティックに沈降するフィリピン海盆との沈降差によりフィリピン海盆内の海洋性地殻が破断されて形成された断層崖であると考えられる。

さらに、沖大東海底崖(仮称)の南側に見られる海底地形のリニアメントの走向が崖の走向に斜交していることから、紀南海底崖と同様に崖の位置は背弧海盆拡大の方向が変化したなどの原因による地殻構造の不連続な場所であり、背弧海盆の海洋性地殻の構造的な弱線に対応すると考えられる。従って、この崖に断層運動が集中して、大きな基盤の段差を持つ海底崖が形成されたのであろう。

4.2 島弧と背弧海盆との力学的境界とその発達段階

このように島弧とその背後に広がる背弧海盆とのリソスフェアの沈降差に起因する大きな断層が背弧海盆内に形成される条件として、

- 1) 背弧海盆の形成時期がある程度古く、背弧海盆の海底の沈降量が大きいこと、
- 2) 一方、背弧海盆と対をなす島弧の火成活動が、背弧海盆拡大中あるいは拡大終了後も継続しており、島弧の浮揚性が強いこと、
- 3) 背弧海盆内において、海溝側に存在する島弧に近い側の海底に拡大方向の変化等に起因する構造的な弱線が存在し、そこに断層運動が集中

しやすいこと、
等が必要であると考えられる。

背弧海盆の拡大に先立つ島弧のリフティングと背弧海盆の海底拡大により、島弧は分裂し、海溝に近い島弧は活動が継続するが、海溝と反対側(陸側)の島弧は背弧拡大と共に沈み込み帯からの距離が大きくなって、活動を止めた後急速に沈降して、いわゆる古島弧となる。従って、背弧海盆の陸側に形成される古島弧側の背弧海盆海域には背弧海盆の沈降に由来する断層運動は生じにくいであろう。実際に深海掘削の結果から、九州・パラオ海嶺は四国海盆の拡大と共に30Ma頃前から急速に沈降し、九州・パラオ海嶺と四国海盆中軸部の大半は約3000mも沈降したことがわかっており、四国海盆西縁部と九州・パラオ海嶺は一体となって沈降したと推定されている(Kobayashi, 1984)。

フィリピン海をみると、マリアナトラフは海底の年代がまだ7Maより若く(Hussong and Uyeda, 1982)、海底の沈降量が少ないため島弧との間に大きな断層は生じにくいであろう。一方、四国海盆の南側に続く沖ノ鳥島海盆では、海盆東部海域の詳細なデータがないので未確定であるが、四国海盆東部の紀南海底崖のような顕著な断層崖は存在しないようである。これは沖ノ鳥島海盆の海溝側の島弧にあたる西マリアナ海嶺が、30Maから開始した沖ノ鳥島海盆の拡大が17Maに終了した後(Mrozowski and Hayes, 1979)、9Ma前頃に活動が終了し、7Maから開始したマリアナトラフの拡大(Hussong and Uyeda, 1982)に伴って古島弧となって沈降しているため(Scott and Kroenke, 1980)、現在も活動的な伊豆・小笠原弧に隣接する四国海盆に比べて、島弧と背弧海盆の沈降差に由来する大きな断層は生じにくい環境であるためではないかと思われる。

これらに対し、24Maから15Ma頃にかけて背弧拡大により形成された日本海盆(Tamaki, 1986)は海底の形成年代が四国海盆と同程度であり、島弧にあたる東北日本弧は現在も活動中であるため、浮揚性の強い島弧と考えられる。このよ

うな島弧とアイソスタティックに沈降する背弧海盆の間に大きな沈降差が生じ易いと考えられる。現在四国海盆は、南海トラフから日本列島下に沈み込んでおり、伊豆・小笠原弧の本州弧への衝突の影響を強く受ける四国海盆北東端部を除いて圧縮の場ではないと考えられるが、このような原因で生じた大きな正断層は、背弧域が何らかの原因で圧縮場に転じた場合は、日本海東縁部のように背弧海盆が島弧の下に沈み込む新生のサブダクション帯に発達する可能性も考えられる(中村, 1983; Tamaki and Honza, 1985)(Fig.10)。

このような観点から、拡大終了後の背弧海盆と島弧との間の構造発達過程を、第1表に示すような段階に分けてみた。一般に、背弧海盆は年代の経過と共に冷却して深く(重く)なるので、浮揚性のある活動的島弧との間には、沈み込み帯が生じやすい条件にあると言える。沖大東海底崖(仮称)については、沖大東海嶺を含む大東海嶺群が既に古島弧となって大きく沈降したので、沖大東海底崖(仮称)はこれ以上成長することがない、アイソスタティックな運動がほぼ終了した断層崖(failed escarpment)とみなされる。紀南海底崖

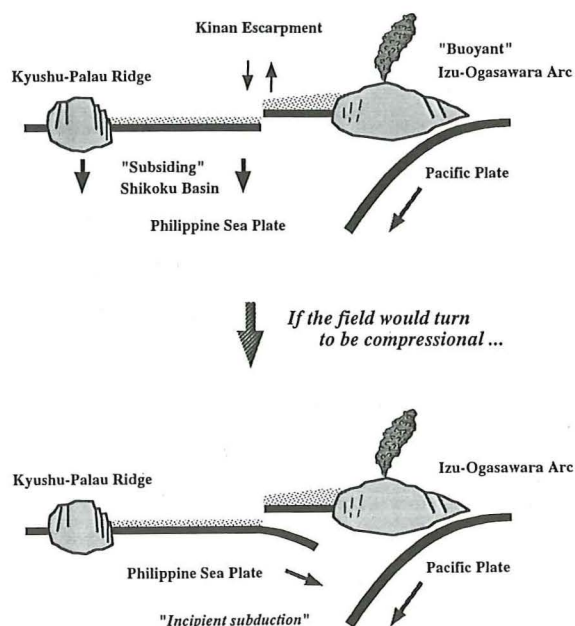


Fig.10 A model showing the conversion of a large normal fault in the back-arc basin into an incipient subduction zone.

Table 1. Examples of the evolutionary stages of the post-spreading activities in a boundary between back-arc and island-arc.

| Stage | Topographic Feature | Back-arc Basin ↔ Island Arc |
|---------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|
| (1) "Failed" escarpment | Oki-Daito Escarpment | Philippine Basin ↔ Daito Ridge Group |
| (2) "Isostatically active" escarpment | Kinan Escarpment | Shikoku Basin ↔ Izu-Ogasawara Arc |
| (3) Incipient subduction | Okushiri Ridge | Japan Basin ↔ Northeast Japan Arc |
| (4) Subduction | Manila Trench | South China Sea ↔ Philippine Arc |

は、伊豆・小笠原弧が現在も活動中なので、アイソスタティックな運動が継続する可能性のある断層 (isostatically active escarpment) に分類される。ただし、紀南海底崖に沿って顕著な地震活動などはみられず、また、紀南海底崖は潜航調査によりマンガクラストに覆われていた (沖野・藤岡, 1994; 藤岡ほか, 1994) ことから、必ずしもテクトニックに活動的な断層とは言えないかもしれない。これに対し、30Ma から15Ma 頃にかけて形成したと推測される千島海盆 (Kimura and Tamaki, 1986) の東縁では、千島弧との境界に沿って浅発の正断層地震の活動があり、千島弧と千島海盆の相対的な上下運動が継続している (Savostin et al., 1982)。日本海と東北日本弧の境界にあたる日本海東縁では、日本海盆の海底が東北日本弧に沈み込む初生的なサブダクションが始まっているとの仮説 (中村, 1983; Tamaki and Honza, 1985) が定説になりつつあり、活動的な島弧と拡大終了後の背弧海盆との間の構造運動がサブダクション帯にまで進展した段階 (incipient subduction) にある。一方、32Ma から17Ma にかけて背弧拡大したされる南シナ海 (Taylor and Hayes, 1980) とフィリピン弧との境界にあたる南シナ海東縁は、サブダクション帯 (マニラ海溝) が発達しており、日本海東縁の状況がさらに発展した沈み込みの段階 (subduction) にあると言える。このほか、西太平洋のソロモン海盆、ローヤルティ海盆は、それぞれソロモン海溝、バヌアツ海溝から活動的な島弧の下に沈み込んでおり、背弧海盆と島弧の境界がサブダクション帯まで進んだ段階にある。現存する全ての背弧海盆の年代が80Ma 以下であり、西太平洋の180Ma に及ぶ活動の間に形成されたであろう背弧海盆が存在しな

いことは (Tamaki and Honza, 1991)、海底拡大により形成された背弧海盆が拡大終了後に隣接する島弧の下に沈み込んで消滅しやすいことを反映しているのかもしれない。

5. まとめ

四国海盆の例にみられるように背弧海盆の誕生から終焉までの一生は、リフティングによる島弧の分裂に始まって、その後の海底拡大を経て背弧海盆が形成され、さらに拡大終了後も火成活動や背弧海盆内部に起こる構造運動による背弧海盆の変形が生じ、さらに海溝軸付近では沈み込みに伴う変形を受け最終的には陸側プレート下に沈み込んで消滅するまでの一連の過程となるであろう。

四国海盆東部に存在する紀南海底崖やフィリピン海盆北部に存在する沖大東海底崖 (仮称) は、拡大後リソスフェアの冷却に伴って沈降する背弧海盆と浮揚性の強い活動的な島弧との沈降運動の差により背弧海盆の海洋性地殻が破断して断層運動により成長した断層崖と考えられ、島弧と背弧海盆の力学的境界とみなすことができる。このような断層崖は、背弧海盆の拡大方向が急変するゾーンなどの構造的な弱線に沿って形成される傾向がある。日本海東縁のように、背弧海盆域が将来何らかの原因で圧縮の場に転じた場合は、この断層崖を活用して背弧海盆が前面の島弧下に沈み込むサブダクション帯に発展する可能性もある。島弧—海溝系の発達過程を考察する上で、背弧海盆の誕生・海底の拡大過程に加えて、拡大終了後の背弧海盆内で生じる構造運動を重視する必要があると考えられる。

謝 辞

大陸棚調査データ取得に苦勞された測量船「拓洋」の船長以下乗組員の皆様，大陸棚調査室の皆様，特にデータの処理について多大の協力を頂いた井上渉氏，研究室の浅田昭博士と議論して頂いた加藤幸弘博士，沖野郷子氏，また貴重な助言を頂いた東京大学の平朝彦教授に深く感謝致します。Fig. 5, 7については GMT software (Wessel and Smith, 1991) を使用して作成しました。

参 考 文 献

- 藤岡換太郎・和田秀樹・沖野郷子・スーザン デバリ・徳山英一・長沼毅・小川勇二郎・パトリシア フライアー・青池寛・加藤久佳・西村はるみ：伊豆・小笠原弧横断潜航一海洋地殻断面，蛇紋岩海山，マンガン舗装一，*JAMSTEC 深海研究*, **10**, 1-35 (1994)
- Hilde T. and Lee C-H.: Origin and evolution of the West Philippine Basin: A new interpretation, *Tectonophysics*, **102**, 85-104 (1984)
- Hussong D. M. and Uyeda S.: Tectonic process and the history of the Mariana Arc: synthesis of the results of Deep Sea Drilling Project Leg 60, *Init. Repts. DSDP*, **60**, 909-929 (1982)
- Karig D. E.: Origin and development of marginal basins in the Western Pacific, *J. Geophys. Res.*, **76**, 2542-2561 (1971)
- Karig D. E.: Basin genesis in the Philippine Sea, *Init. Repts. DSDP*, **31**, 857-879 (1975)
- 春日茂・加藤幸弘・木村信介・沖野郷子・大陸棚調査室員：本州南方海域の島弧海溝系及び背弧海盆の特徴一水路部による地球物理学的調査結果の概要，水路部研究報告，**28**, 19-53 (1992)
- 春日茂・加藤幸弘・沖野郷子・西澤あずさ：日本南方海域の島弧・海溝系の特徴とダイナミクス，*月刊地球*, **9**, 91-97 (1994)
- Kimura G. and Tamaki K.: Collision, rotation, and back-arc spreading: the case of the Okhotsk and Japan Seas, *Tectonics*, **5**, 389-401 (1986)
- Klein G. D. and Kobayashi K.: Geological summary of the North Philippine Sea, based on Deep Sea Drilling Project Leg 58 results, *Init. Repts. DSDP*, **58**, 951-961 (1980)
- 小林和男：フィリピン海の海底地学，*地質学論集*, **22**, 159-165 (1983)
- Kobayashi K.: Subsidence of the Shikoku back-arc basin, *Tectonophysics*, **102**, 105-117, (1984)
- Kobayashi K. and Nakada M.: Magnetic anomalies and tectonic evolution of the Shikoku inter-arc basin, *J. Phys. Earth*, **26**, 391-402 (1978)
- Kobayashi K., Kasuga S. and Okino K.: Shikoku Basin and its margins, *In Taylor B. ed. Backarc Basins; Tectonics and Magnetism, Plenum Press, New York*, 381-405 (1995)
- 水野篤行・奥田義久・玉木賢策・木下泰正・野原昌人・湯浅真人・中島信久・村上文敏・寺島進世意・石橋嘉一：大東海嶺群域の海底地質と地史についての一試論(1), *海洋科学*, **7**, 484-491 (1975)
- Mrozowski C. L. and Hayes D. E.: The evolution of the Parece Vela Basin, eastern Philippine Sea, *Earth Planet. Sci. Lett.*, **46**, 49-67 (1979)
- Mrozowski C. L., Lewis S. L. and Hayes D. E.: Complexities in the tectonic evolution of the West Philippine Basin, *Tectonophysics*, **82**, 1-24 (1982)
- 中村一明：日本海東縁新生海溝の可能性，*地震研究所彙報*, **58**, 711-722 (1983)
- Okino K., Shimakawa Y. and Nagaoka S.: Evolution of the Shikoku Basin, *J. Geomag.*

- Geoelectr.*, **46**, 463-479 (1994)
- 沖野郷子・藤岡換太郎：紀南海底崖の地形と地質—第176, 177潜航の結果—, JAMSTEC 深海研究, **10**, 63-74 (1994)
- Park C-H., Tamaki K and Kobayashi K. : Age-depth correlation of the Philippine Sea back-arc basins and other marginal basins in the world, *Tectonophysics.*, **181**, 351-371 (1990)
- Savostin L., Zonenshain L. and Baranov B. : Geology and plate tectonics of the Sea of Okhotsk., *In Hilde T. W. H. and Uyeda S. ed., Geodynamics of the Western Pacific-Indonesian Region, Geodynamics Series, AGU*, **11**, 189-221 (1983)
- Scott R. and Kroenke L: Evolution of back arc spreading and arc volcanism in the Philippine Sea : Interpretation of Leg 59 DSDP results, *In Hayes D. E. ed., The tectonic and geologic evolution of southeast Asian seas and islands, Geophysical Monograph, AGU*, **23**, 283-291 (1980)
- Seno T. and Maruyama S. : Paleogeographic reconstruction and origin of the Philippine Sea, *Tectonophysics*, **102**, 53-84 (1984)
- Shih T.-C.: Magnetic lineations in the Shikoku Basin, *Init. Repts. DSDP*, **58**, 783-788 (1980)
- Tamaki K.: Age estimation of the Japan Sea on the basis of stratigraphy, basement depth and heat flow data, *J. Geomag. Geoelectr.*, **38**, 427-446 (1986)
- Tamaki K. and Honza E.: Incipient subduction and obduction along the eastern margin of the Japan Sea, *Tectonophysics*, **119**, 381-406 (1985)
- Tamaki K. and Honza E.: Global tectonics and formation of marginal basins : Role of the Western Pacific, *Episodes*, **14**, 224-230 (1991)
- Taylor B. and Hayes D. E.: The tectonic evolution of the South China Basin, *In Hayes D. E., ed., The tectonics and geologic evolution of Southeast Asian seas and islands, Geophysical Monograph, AGU*, **23**, 89-104 (1980)
- Tokuyama H., Kagami H. and Nasu N.: Marine geology and subcrustal structure of the Shikoku Basin and the Daito Ridges region in the Northern Philippine Sea, *Bull. Ocean Res. Inst., Univ. of Tokyo*, **22**, 1-169 (1986)
- Uyeda S. and Ben-Avraham Z.: Origin and development of the Philippine Sea, *Nature*, **240**, 176-178 (1972)
- Wessel P. and Smith W. H. F.: Free software helps map and display data. *EOS, Transactions, AGU*, **441**, 445-446 (1991)
- 湯浅真人・村上文敏：小笠原弧の地形・地質と孺婦岩構造線, *地学雑誌*, **94**, 47-66 (1985)