

沖縄トラフ南西端に頻発した1986年3月の地震活動*

細野 耕司**・笹川 巖***・徳永 規一**・上地 清市****

Moderate-Size Earthquake Activity in the Southwest Area of the Okinawa Trough in March, 1986.

Kohji Hosono¹⁾, Iwao Sasakawa²⁾, Ki-ichi Tokunaga¹⁾ and Sei-ichi Uechi³⁾

1) Earthquake Prediction Information Division.

2) Earthquake and Tsunami Observation Division.

3) Okinawa Meteorological Observatory.

In March 1986, many earthquakes of moderate size were recorded by the 59-type seismograph (5 sec., 100 magnification) of the Ishigakijima Local Meteorological Observatory which is located in the southwest direction about 400 km away from the Okinawajima island. As the seismological network of Okinawa region is sparse and most stations in Okinawa region align along the Ryukyu islands, concerning to this activity, none of foci were determined by JMA (Japan Meteorological Agency) routinely. Epicenters reported by USGS are situated in the west-northwest area about more than 100 km far from the Ishigakijima island. Tectonically focal area corresponds to the southwest end of the Okinawa Trough. Earthquakes in the subducting slab have the 100-200 km depths in that region. Depths of all the earthquakes, however, are less than 100 km, then they must be not directly related with the subduction of the Philippine Sea plate. Several earthquakes of which focal mechanisms are determined have normal fault type solutions with north-south tension axis. These tension axes are mostly perpendicular to the trough axis. Then as many investigators insist, it would suggest that the Okinawa Trough is an expanding back-arc basin.

§ 1. はじめに

フィリピン海プレートの西縁における沈み込みは、南海トラフから、琉球海溝、さらに台湾を経て、フィリピン海溝へと続いている。琉球海溝の西側には九州から台湾に連なる1200kmにおよぶ弧状列島である南西諸島が点在し、さらにその西側には、島弧と平行に幅約100km、長さ1000km以上の沖縄トラフが続いている。

1986年3月に石垣島地方気象台の地震計にやや長周期の地震が多く記録され始めた。観測網の粗さのために、気象庁では震源決定できなかったが、US

GSの資料EDRによれば、震央は、石垣島の西北西約130kmの沖縄トラフの南西端に位置し、沈み込むスラブよりも浅いところで実体波マグニチュード(mb) 4-5の地震が多数発生している。以下に得られた資料に基づいて、この地震活動について報告する。

§ 2. 1985年から1986年にかけての地震活動

Fig. 1は1985年1月から1986年6月までの震央分布である。いずれもUSGSのEDRに報告されたものである。図には琉球海溝の軸と沖縄トラフの1000mと2000mの等深線を描いてある。フィリピン海プ

* Received Aug 10, 1987.

** 地震火山部地震予知情報課

*** 地震火山部地震津波監視課

**** 沖縄気象台

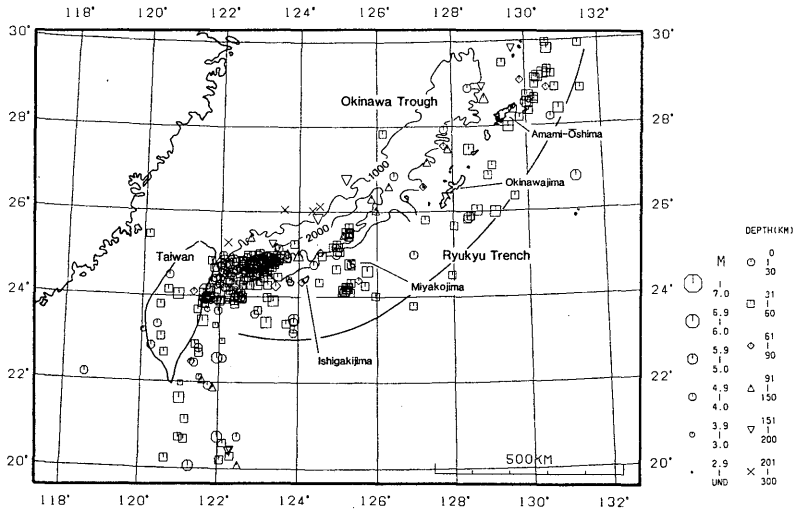


Fig. 1 Epicenters reported by USGS in the Ryukyu-Taiwan region since Jan., 1985 through June, 1986.

プレート沈み込みに伴う地震の深さ分布は、この期間においても、山本(1977)、Katsumata and Sykes(1969)などによる報告と同様に、琉球海溝からのフィリピン海プレートのもぐり込みに伴い、東シナ海に向かって地震の深さは深くなり、いちばん深い地震は、200-300 kmとなっている。また、宮古島と沖縄島の間の宮古凹地は、Fig. 1でも地震活動の低い様子がわかる。

東経123°、北緯25°付近に集中してみられる震央分布が今回報告する活動である。従来この地域では活発な地震活動はみられなかった。この活動を含む、石垣島の西北西海域における震央分布を拡大して示したものがFig. 2である。破線で囲んだ領域に震央の集中している様子がわかる。Fig. 3は1985年1月から1986年6月までの、Fig. 2の破線内に発生した地震の月別回数である。1986年1月に小さな活動が

あり、同年3月に大きな活動になったことがわかる。

Fig. 4はやはりFig. 2の破線内の地震の規模(mb) - 時間分布図、Fig. 5はFig. 2のABを投影面とした時空間分布図、Fig. 6は南北(左図)と東西(右図)の垂直断面図である。

Fig. 4をみると、Fig. 3と同様に、1月の活動の後、約2ヶ月休止してから3月の大きな活動に移ることがわかる。その大きな活動の直前の3月15日から20日までは規模の小さい前駆的な活動があった。

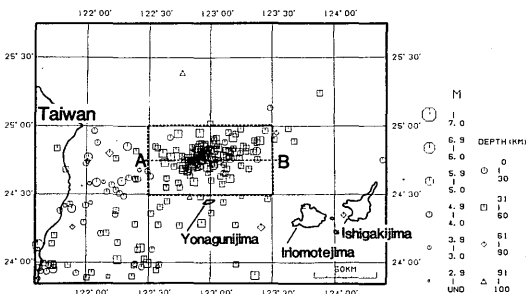


Fig. 2 The area studied and its neighbours.

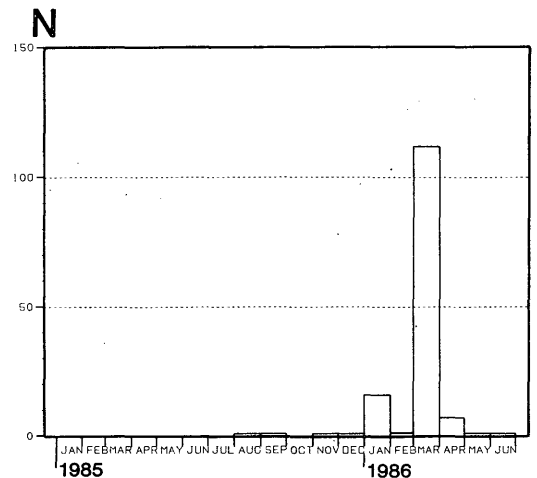


Fig. 3 Monthly number of earthquakes within the rectangular area surrounded by the broken lines in Fig. 2.

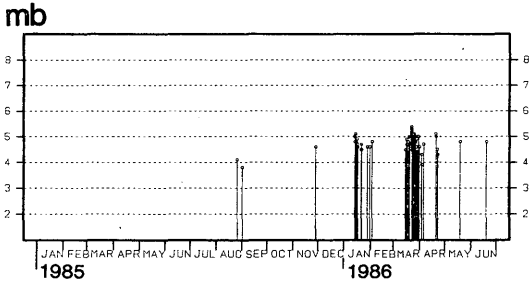


Fig. 4 Magnitude (mb) -time distribution of earthquakes within the rectangular area of Fig. 2.

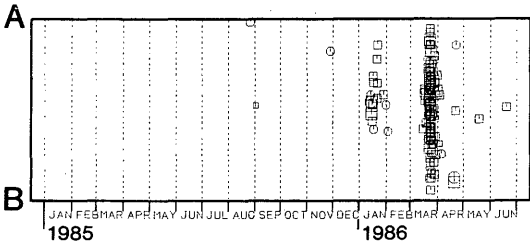


Fig. 5 Time-space plot of earthquakes within the rectangular area along the line AB in Fig. 2.

Fig. 6 では、この活動は、50km以浅で生じていることがわかる。33kmに集中してみられるのは、shallow = 33 kmをそのままプロットしたためである。

Fig. 7 は活動期間毎にくぎってみた震央分布である。a (左上図) は、1985年の1年間の活動で破線内にはほとんど活動がみられない。3個だけ範囲内に含まれているが、1986年3月の主活動の周辺で発生している。b (右上図) は、1986年の1月と2月

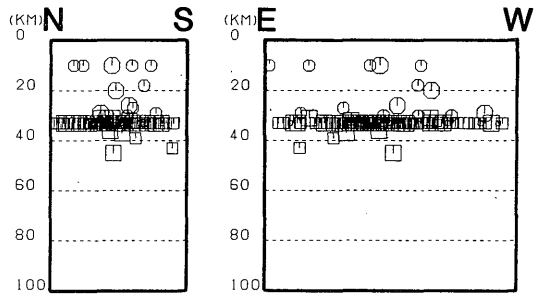
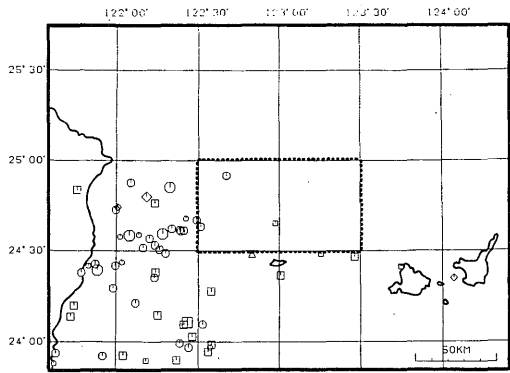
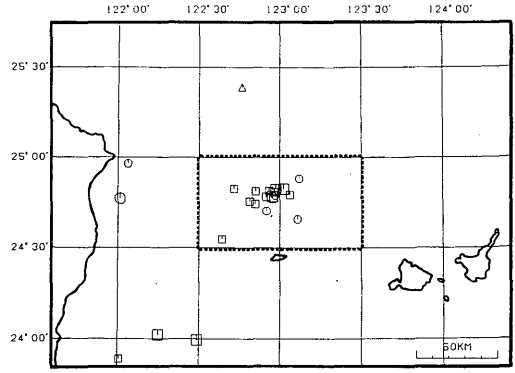


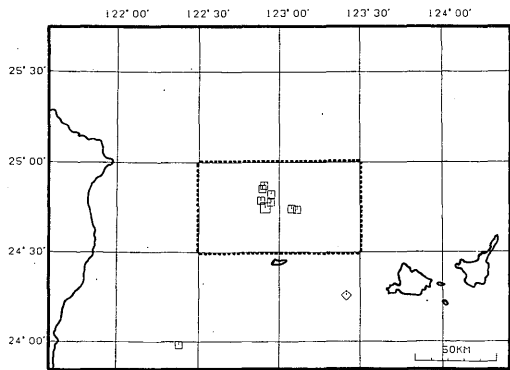
Fig. 6 Vertical cross section projected onto the north-south (left) and east-west (right) planes.



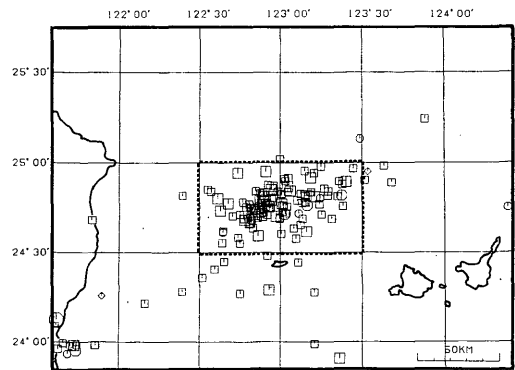
a. Jan. 1 - 31 Dec., 1985



b. Jan. 1 - 28 Feb., 1986



c. Mar. 1 - 20 Mar., 1986



d. Mar. 21 - 30 Jun., 1986

Fig. 7 Epicenter distributions for the four periods.

の2ヶ月間の震央分布であるが、この期間中、17個のうち、16個は1月中、下旬に、1個だけが2月上旬に発生している。この期間の活動は、3月の大きな活動とほぼ同じところで発生している。実際、石垣島地方気象台の地震記録をみても、3月のものとほとんど区別はみられない。c (左下図) は、3月22日から始まる主活動の直前の活動で、3月15日から20日の間に発生している。3月22日からは主活動が開始し、d (右下図) は、その震央分布図である。

§ 3. 石垣島の地震記録からみた地震活動

3.1 記象型による時間別地震回数

Fig. 8 は石垣島地方気象台の59型地震計 (固有周期5秒、100倍、変位計) の記象例で、一連の活動は、その波形からA、Bの2つの記象型に分類することができる。

A型は、P相、S相共に、立ち上がりが不明瞭で、顕著な表面波がみられた後、減衰してゆく。

B型は、P相、S相共に、立ち上がりがA型に比べ、やや明瞭で、A型よりは短周期成分が多い。

Fig. 9 は石垣島地方気象台の記録から数えた、3月22日から25日までの時間別地震回数を示している。

縦軸のNは地震回数で、横軸は時間を表している。上段の図は、この期間、この活動に関して計数できた総べての地震回数で、A型、B型、型の不明なものを含んでいる、22日に活動のピークがあり、その後徐々に回数が減少している。この期間には、総数344個の地震がかぞえられた。図には示していないが、26日以降は、散発的にしか発生していない。

Fig. 9の中、下段は、各々A型、B型の記象型に対応する地震の時間別回数で、A型のピークが過ぎた後に、B型の活動が開始し、その後A型は散発的になり、B型が継続するというパターンを示している。この期間の地震回数は、A型が69個、B型が77個数えられた。

3.2 記象型別震央分布と時空間分布

Fig. 10の上図は1986年3月22日から25日までのEDRの震央を記象型別にプロットしたもので、白丸はA型、黒丸はB型を示している。東経123°の経線を境にして、A型とB型がほぼ分かれている。A型とB型の震央の境界付近の記象を比べても、A型とB型の記象型の違いははっきりしており、震源の決定精度の範囲内で、記象型の違いが震央距離による

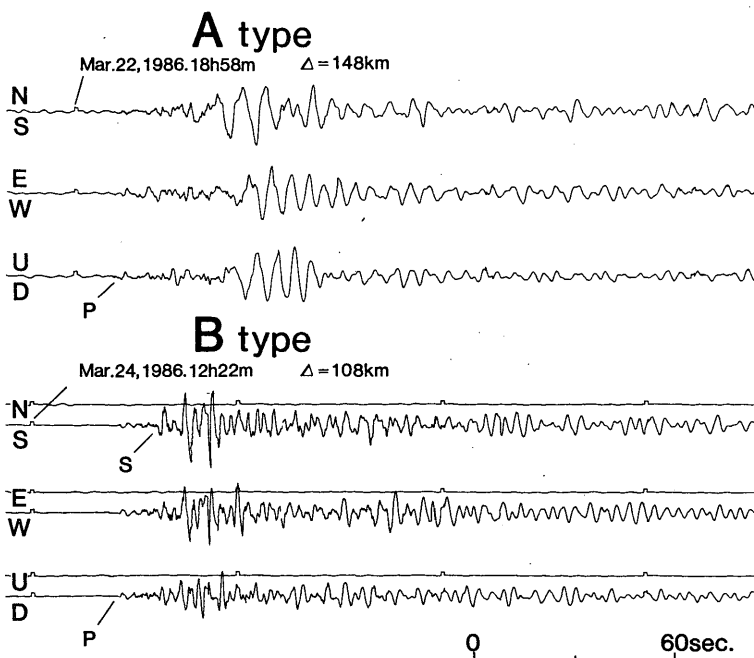


Fig. 8 Typical waveform of two types recorded by the 59-type seismograph of Ishigakijima Local Meteorological Observatory.

ものどとはいえない。

下図は、東西方向における震央の時空間分布で、上図の経線と下図の縦線は一致している。22日から23日にかけて、A型からB型へと移行していった様子が見える。また、比較的短時間で、A型の大きめの地震が発生した後、B型の大きめの地震が時間をかけて活動した様子が見える。

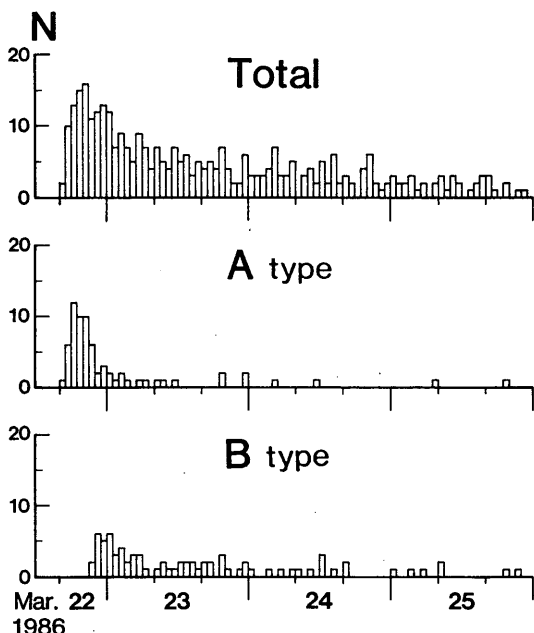


Fig. 9 Hourly number of earthquakes during the period from Mar. 22 through 25 recorded by the 59-type seismograph of the Ishigakijima Local Meteorological Observatory.

Upper : All earthquakes of this activity containing A, B and unclassified types.

Middle : Earthquakes of A-type.

Lower : Earthquakes of B-type.

§ 4. 発震機構と海底地形

Table 1はEDRに報告された6個の地震の震源要素で、番号は、Fig.10の上図のメカニズム解の番号に対応する。この図中のXとYを結ぶ破線は、Fig.11の音波探査断面図(Kimura, 1985)のX,Yに対応する。

No 2の地震以外は、正断層型の発震機構を有している。No 2は横ずれ型である。しかし、発震機構の

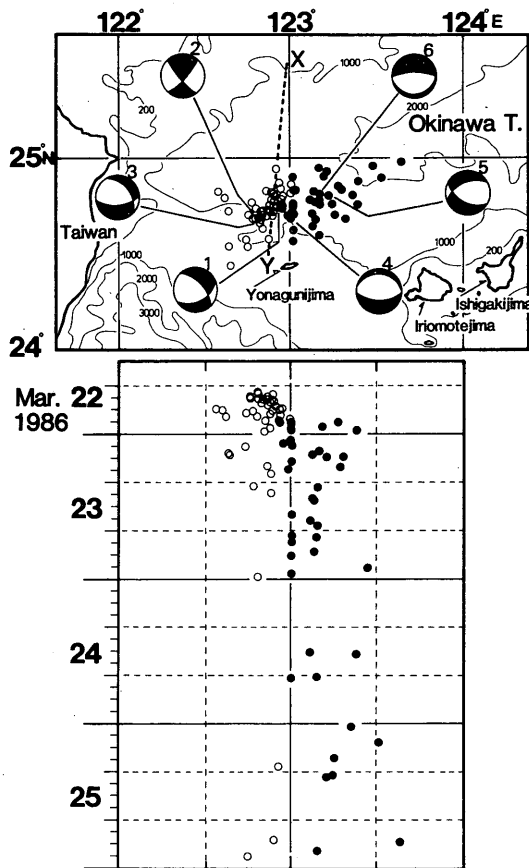


Fig.10 Top : Epicenters of A-type (open circle) and B-type (closed circle) with six focal mechanism solutions published by USGS (lower focal hemisphere). Bottom : Time-space plot of epicenters of the top figure, projected onto the east-west plane.

求められている6つの地震は、いずれも、ほぼ南北に張力軸をもっている。Fig.10とFig.11を比較すると、今回の活動は、X-YのY寄り、つまり、沖縄トラフの中軸部から南側斜面の下で起きているといえる。しかも、その活動のいくつかは、正断層型になっており、裂谷状の溝(小林, 中村, 1983)と関連があるのかもしれない。

No.	Date	Origin Time(JST)			Location		Depth km	mb(Ms)	Remarks
		h	m	s	Lat.(°)	Long.(°)			
1	Mar.22	19	31	07.3	24.753	122.921	33N	5.3(5.7)	A type
2	Mar.22	20	19	36.1	24.681	122.778	33N	5.4	A type
3	Mar.22	21	06	33.6	24.669	122.814	33N	5.4(5.7)	A type
4	Mar.22	23	27	17.7	24.726	123.015	33N	4.9(5.5)	B type
5	Mar.23	03	45	32.7	24.812	123.212	33N	5.2	B type
6	Mar.25	21	13	47.0	24.817	123.160	31	5.1(5.0)	B type

Table 1 Source parameters of earthquakes whose focal mechanism shown in the top figure of Fig.10.

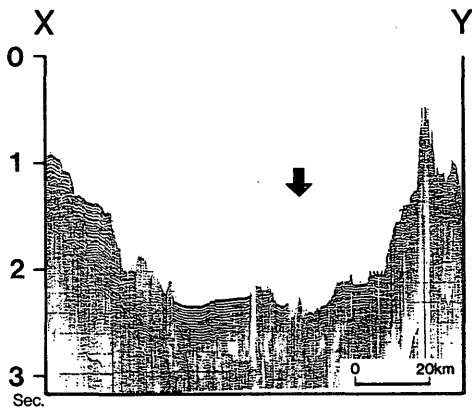


Fig.11 Seismic profile along X-Y broken line of the top figure of Fig.10. Arrow denotes the location of the central graben (Kimura, 1985).

§ 5. おわりに

沖縄トラフにおける100 km以浅の地震活動は活発である(木村他, 1983)が、今回報告した活動は、沖縄トラフの南西端における活動で、その付近での100 kmより浅い地震活動はあまり活発ではない。

沖縄トラフは、琉球弧の背弧海盆であり、Karig (1973)は、背弧における火山活動と背弧の拡大を関連付けて考えている。しかし、沖縄トラフの北部では、火山列の形成がみられるが、南部では、火山列を形成するほどに火山活動は認められていない(木村他, 1983)。今回の活動は、その南西端で発生し、トラフの拡大を示唆するような、ほぼ南北の張力軸をもつ発震機構となっている。トラフの中、北部においては、ほぼ南北に張力軸をもつ地震の発震機構が得られており(江口, 1982)、今回の活動

とあわせて、地質学的に3つに区分される(小西, 1965)トラフの全区域で、南北の張力場が確認されたことになる。

音波探査による断面図をみると、沖縄トラフの中軸部には、幅20 km程度の、裂谷状の地溝がみられ、そこにおける拡大応力場(多田, 1984)は、発震機構の張力軸とほぼ一致する。

Shiono (1984)は、フィリピン海プレートの沈み込みに伴うやや深発の地震の、北部と南部における発震機構の違いの原因として、プレートの沈み込み速度の違いか、火山活動に関連したマントル内の粘性や密度などの物性的性質の違いによるものだとしている。DELPの一環として、1984年に行なわれた沖縄トラフ中部の総合調査報告をみると、地震探査により、マグマシートからの反射がみとめられ(Nagumo et al., 1986)、熱流量も高い(Yamano et al., 1986)。少なくとも、トラフの中、北部における浅い地震は、火成活動と関連付けて考えられる。しかし、今回の活動は、A型からB型へと東側に、地震活動の移動がみられたことや、張力軸がトラフに直交することを、中、北部と同様に、火成活動と関連付けて考えるにはまだ直接的なデータが少ないように思われる。なお、先に報告した、父島近海の地震活動(細野他, 1987)も、位置としては、フィリピン海プレートの東縁と、今回の活動とはかけ離れているものの、同じ様な時期に、同じ様な構造のところに活動がみられたということは、興味ある現象である。

最後に、今回の報告を行なうに際して、地震予知情報課の横山博文氏の開発したプログラムを使用させていただいた。また、石垣島地方気象台技術課の地震担当の方には記象紙のコピーを送っていただいた。これらの方々に御礼を申し上げます。

参考文献

- 江口孝雄 (1982) : 沖縄トラフの拡大について, 地震学会予稿集, No 2, 77.
- 細野耕司・笹川 巖・徳永規一・勝又 護 (1987) : 1985年5月から始まった父島北西海域の特異な群発地震活動, 験震時報, 50, 51~59.
- Karig, D.E. (1973) : Plate Convergence between the Philippine and Ryukyu Island, Mar.Geol., 14, 153~168.
- Katsumata, M. and L.R.Sykes (1969) : Seismicity and Tectonics of the Western Pacific : Izu-Mariana-Calorine and Ryukyu-Taiwan regions, J.Geophys. Res., 74, 5923~5949.
- Kimura, M. (1985) : Back-Arc Rifting in the Okinawa Trough, Mar. Petrol. Geol., 2, 222~240.
- 木村政昭・麻植誠二郎・笠原順三 (1983) : 琉球列島及び周辺地域における地震活動, 月刊地球, 5, 753~758.
- 小林和男・中村一明 (1983) : 縁海拡大のテクトニクス, 科学, 53, 448~455.
- 小西健二 (1965) : 琉球列島 (南西諸島) の構造区分, 地質学雑誌, 71, 437~457.
- Nagumo, S., H. Kinoshita, J. Kasahara, T. Ouchi, H. Tokuyama, S. Koresawa, and H. Akiyoshi (1986) : Report on DELP 1984 Cruises in the Middle Okinawa Trough Part II : Seismic Structural Studies, Bull. Earthq. Res. Inst., 61, 167~202.
- Shiono, K., T. Mikumo, and Y. Ishikawa (1980) : Tectonics of the Kyushu-Ryukyu Arc as Evidence from Seismicity and Focal Mechanism of Shallow to Intermediate-Depth Earthquakes, J. Phys. Earth, 28, 17~43.
- 多田 堯 (1984) : 沖縄トラフの拡大と九州地方の地殻変動, 地震, 第2輯, 37, 407~415.
- Yamano, M., S. Ueda, H. Kinoshita, and T. W.C.Hilde (1986) : Report on DELP 1984 Cruises in the Middle Okinawa Trough Part IV : Heat Flow Measurements, Bull. Earthq. Res. Inst., 61, 251~267.
- 山本雅博 (1977) : 琉球弧のサイズミシティと発震機構, 地震学会予稿集, No 2, 33.