

沖縄島西方海域における空中磁気異常の特徴について

大熊茂雄* 中塚 正*

OKUMA, S. and NAKATSUKA, T. (1987) Aeromagnetic anomaly in the western offshore of Okinawa Island. *Bull. Geol. Surv. Japan*, vol. 38(3), p. 131-138.

Abstract : Aeromagnetic surveys in the western offshore area of Nansei Islands have been conducted by Geological Survey of Japan since 1982. An aeromagnetic anomaly map of the western offshore area of Okinawa Island was compiled from the data obtained by aeromagnetic surveys during 1983-1985. As a general trend, magnetic anomalies range northeast to southwest along the outer margin of the Tunghai Shelf, whereas a distinct fault zone is found in the map. The fault zone (a) extends northwest to southeast in the Tunghai Shelf and is bounded by the other zone (b) on the shelf edge. The magnetic high anomalous zone (b) originates from the shelf edge and extends southward across the Okinawa Trough. Further southern extension of this zone seems to reach the Kerama Gap, which is considered to be one of the large tectonic lines crossing the Ryukyu Arc.

1. はじめに

南西諸島は九州南端から台湾北東端との間に弧状に続く島々であり, その西方には中国大陸との間に東シナ海が位置する. 東シナ海は地形的に南西諸島西方の沖縄トラフと中国大陸寄りの東海陸棚とに区分される(第1図).

沖縄トラフは幅が約100 km, 長さが1,000 kmを越える細長い窪地であり, 水深は南に向かって深くなり, 最深部では2,000 mを超える. 沖縄トラフは地殻熱流量が高いことなどから, 縁海の拡大する初期の姿を示しているものとの議論がある(HERMAN *et al.*, 1979). 現在この件に関して賛否両論の立場から地球物理学的調査が行われ, 詳細が解明されつつある.

東海陸棚は, 朝鮮半島から台湾海峡にわたる広大な大陸棚である. この海域における先駆的な海洋調査がEMERY *et al.* (1969)によってなされ, 主にスパーカーを音源とする音波探査により堆積層の発達が推定された. この調査以来本海域は炭化水素資源の賦存有望地域と判断され, 石油関連企業及び各機関によって積極的な探査活動が行われている.

以上の二海域は, 地形的には異なるが連続した海域であり, 沖縄トラフ及び琉球弧の成因を考える意味でも相

互に関連させて考えることが必要となる(木崎, 1978).

地質調査所では1982年以来, 南西諸島西方海域の沖縄トラフから東海陸棚にかけての海域において, 空中磁気探査を実施してきている(第1図). この探査の主目的は堆積盆の規模・形態及び海底地下構造を明らかにすることであるが, その成果の一部はコンター間隔5 nT(ナノテスラ: 10^{-9} テスラ)の空中磁気図として既に公表されている(中塚ほか, 1984; 大熊ほか, 1985).

ところで1985年に行った探査の結果によって作成した空中磁気図と, これ以前の空中磁気図とを接合したところ, 磁気異常に東海陸棚と沖縄トラフを横断する大構造区分を示すと推定される明瞭な磁気異常の断裂帯の存在が確認された. 本報告では, この磁気異常の特徴について述べる.

2. 地質構造の概要

琉球弧の中心を成す琉球地背斜区は, これを横断する地形的な窪地によって, 北方より東北琉球・中部琉球・西南琉球に三分される(第1図). 東北琉球と中部琉球を分ける凹地は, トカラ海峡であり, 中部琉球と西南琉球を分けるのは, 慶良間海裂(宮古凹地)である. 各々の凹地の南北で, 地質構造の横ずれが推定されている(小西, 1965).

沖縄トラフの海底には新第三系及び第四系が広く分布

* 物理探査部

するが、久米島以北においては、トカラ火山列が火山フロントになり、その内側に数多くの火山岩、及びその貫入体が分布している。一方、南域のトラフ中心域には火山活動は少ない。宮古北方の宮古島海山(小野寺海山)には地背斜区の本部帯に対比される古期岩類が分布している(本座, 1977b)。

東海陸棚には、大陸と朝鮮半島を結ぶ福建-嶺南陸塊と陸棚外縁部の台湾-宍道褶曲帯の両隆起帯が存在し、この間に台湾堆積盆地が存在する(EMERY *et al.*, 1969; WAGEMAN *et al.*, 1970)。最近の詳しい研究により、台湾堆積盆地は北から順に五島堆積盆、東海堆積盆及び尖閣堆積盆に分けられる(加賀美ほか, 1971; 木崎, 1978)。また陸棚外縁隆起帯である台湾-宍道褶曲帯(EMERY and NIINO, 1967)は、幾つかに細分され、北方の隆起帯

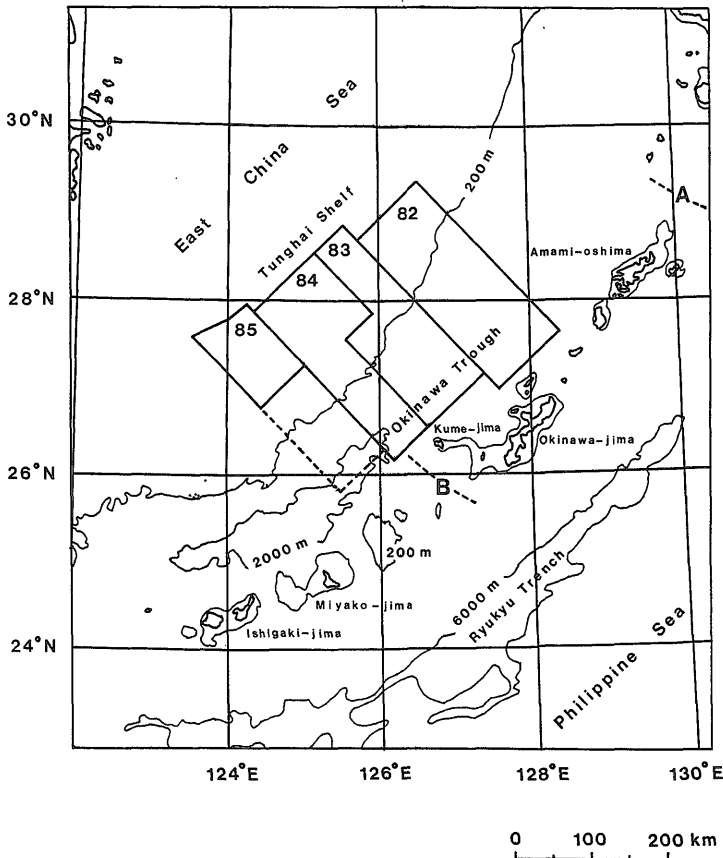
を五島隆起帯(加賀美ほか, 1971)、南西方の隆起帯を尖閣隆起帯(相場・関谷, 1979)と呼んでいる。東海陸棚には厚い第四系と新第三系が広く分布している(本座, 1977b)。また陸棚外縁部においては、音波探査の結果、音響上の基盤が隆起していることが分かっている(本座ほか, 1976)。

第 2 図に以上を整理した沖縄-東シナ海の構造区分図(天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 1982)を示す。

3. 空中磁気探査の概要

南西諸島西方海域における空中磁気探査について、その年度毎の探査範囲を第 1 図に、探査の諸元等を第 1 表に示す。

本海域の空中磁気探査では、データが 5 km の主測線



第 1 図 空中磁気探査範囲図 数字は探査年度(西暦)を示す
 実線及び破線で囲まれた範囲は、各々主測線間隔が 5 km 及び 15 km で測定され区域を示す
 A: トカラ海峡, B: 慶良間海裂(宮古凹地)

Fig. 1 Location of aeromagnetic surveys
 A: Tokara Channel, B: Kerama Gap (Miyako Depression)

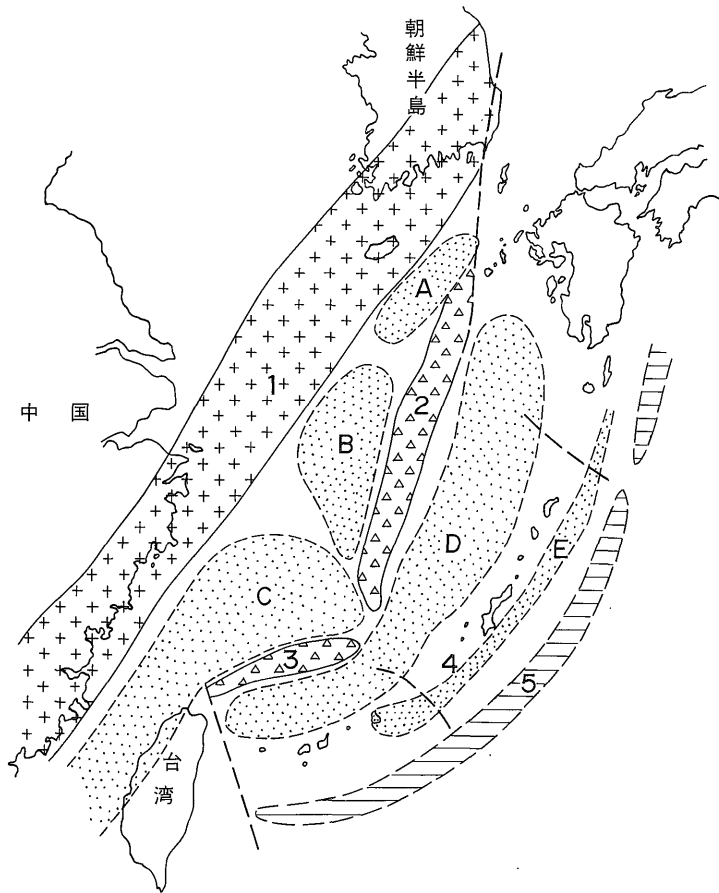
間隔で取得されているが、第1図の破線で囲まれた区域は、約15 kmの間隔でデータが取得されている。したがって破線部に相当する範囲の磁気図は、その他の区域に比べ短波長の磁気異常が正しく表現されない傾向が見られる。

探査は、地質調査所におけるハードウェアシステム(中塚, 1984a)を用いて行っている。第1表にあるように、1983年から空中磁力計が、1984年から機上データ収録装置が更新されているが、システム自体に本質的な

変更はない。

4. 磁気異常分布及び磁氣的構造の概要

1983年-1985年の探査データから、地質調査所の磁気図作成システム(中塚, 1984b)を用いて作成した磁気図を第3図に示す。本図は全磁力値より国際標準地球磁場(IGRF: International Geomagnetic Reference Field)(IAGA DIVISION I WORKING GROUP 1, 1985)を差し引いたIGRF残差磁気図である。



- 1. 福建-嶺南隆起帯
- 2. 五島隆起帯
- 3. 尖閣隆起帯
- 4. 琉球地背斜
- 5. 琉球海溝
- A. 五島堆積盆
- B. 東海堆積盆
- C. 尖閣堆積盆
- D. 沖縄トラフ
- E. 琉球外帯堆積盆

第2図 沖縄-東シナ海の構造区分図
天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会(1982)を加筆修正
Fig. 2 Tectonic map of the study area

磁気異常の概要について述べる。東海陸棚においては、顕著な磁気異常が少なく、NE-SW 方向に低磁気異常が伸長して分布する。その西方には磁気異常の弱い高まりが存在し、最西端には波長約 20 km・振幅約 270 nT のダイポール型の磁気異常が存在する。東海陸棚外縁部においては、短波長・高振幅の磁気異常が多数分布する。これらの磁気異常は、概して ENE-WSW の方向に規制された分布を示すが、全体としては NE-SW 方向に幅約 80 km 程度の磁気異常帯を形成している。沖縄トラフにおいては、長波長・低振幅の磁気異常が卓越して分布するが、久米島西方では、短波長・高振幅の磁気異常が複数存在する。磁気図南端のトラフ中央部においては高磁気異常が存在する。

以上の磁気異常は、大局的には探査海域の地質構造(天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会, 1982)の伸長方向に沿うように NE-SW の方向性を有し、帯状に分布する。これらの磁気異常は分布形態の特徴より、長波長・低振幅の異常が卓越する東海陸棚内の異常帯、短・中波長・高振幅の異常が卓越する東海陸棚外縁部付近の異常帯及び長波長・低振幅の異常が卓越する沖縄トラフ内の異常帯に三分できる。

大熊ほか(1984)及び大熊・中塚(1985, 1986)は本海域の磁気異常の定量解析(磁気基盤深度解析)結果について報告している。これらによると東海陸棚内の磁気異常帯においては、海面下 3-7 km 程度の磁気基盤の沈降が解析され、相対的に堆積層の発達が推定される。このことから本区域は陸棚内の堆積盆(東海堆積盆及び尖閣堆積盆)分布海域に相当すると判断される。東海陸棚外縁部の磁気異常帯においては、海面下 1-2 km 程度の磁気基盤の隆起が解析される。この結果は、音波探査の調査結果(EMERY *et al.*, 1969; WAGEMAN *et al.*, 1970)及び反射法地震探査の調査結果(相場・関谷, 1979)等と整合的であることから、五島隆起帯や尖閣隆起帯と呼ばれる陸棚外縁隆起帯に対応するものであると判断される。沖縄トラフの磁気異常帯においては、磁気基盤深度が 5-8 km と解析され、厚い堆積層の発達が推定される。堆積の場の中心はトラフ西部の陸棚斜面脚部付近と解析されるが、この結果も反射法地震探査の調査結果(相場・関谷, 1979)と整合的である。

以上より各磁気異常帯は、北西側より、陸棚内堆積盆・陸棚外縁隆起帯・トラフ内向斜構造に対応するものと理解される。

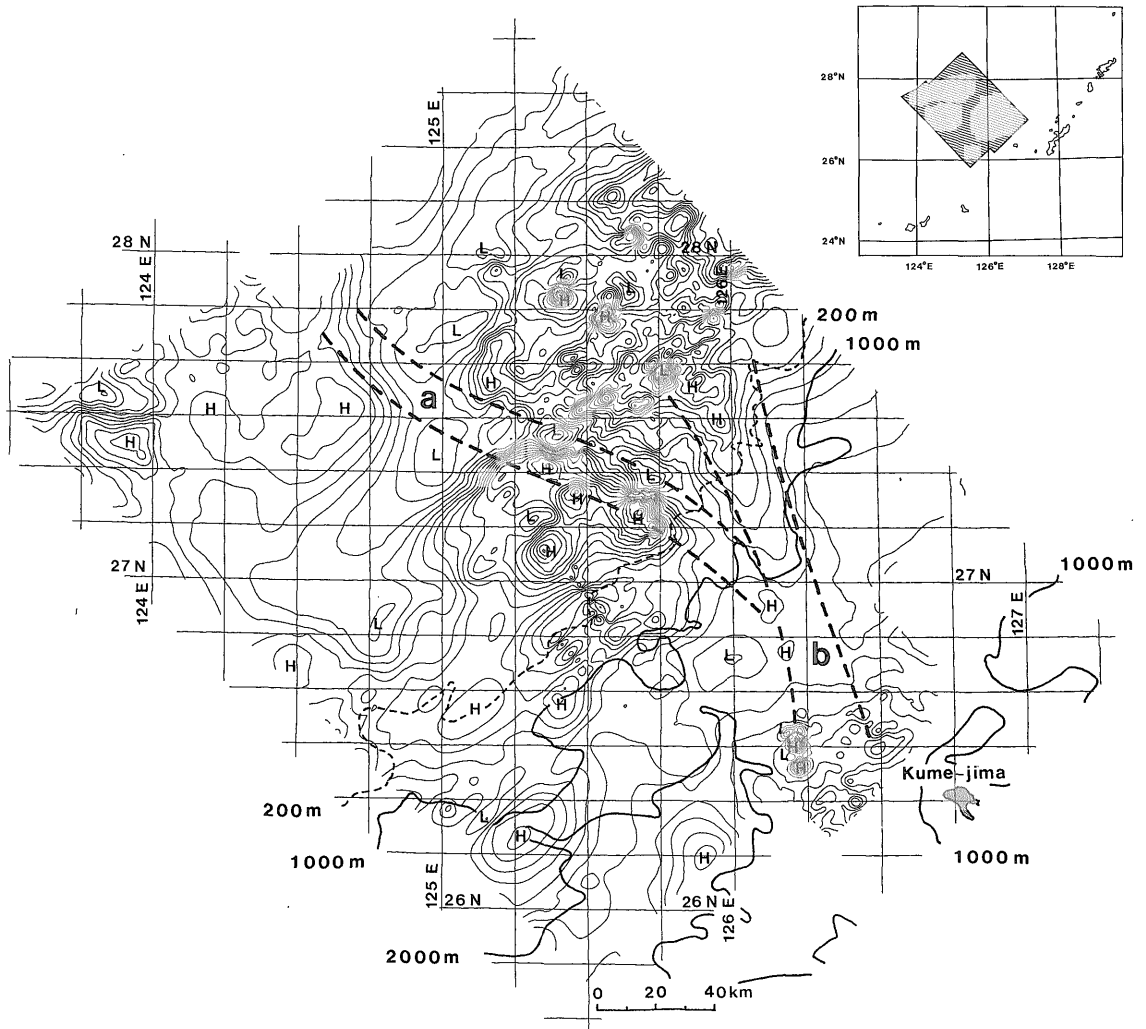
第1表 沖縄周辺海域空中磁気探査(1982-1985)の概要
Table 1 Outline of aeromagnetic surveys (1982-1985)

期	間	1982-1985年, 4ケ年, 延 63日(現地作業:空輸日~空輸日)	
	内訳	1982	8.5~8.21:17日間
		1983	6.30~7.20:21日間
		1984	7.1~7.13:13日間
		1985	11.1~11.12:12日間
		計 63日間	
探査区域	第1図参照		
使用航空機	JA5264(1982-1983年), JA5267(1984-1985年)		
作業飛行時間	計 122時間 20分		
飛行高度	1,500 フィート A.S.L. (above sea level: 海拔)		
測線延長	約 16,600 km (探査面積: 約 74,000 km ²)		
主測線方向・間隔	NW-SE・5 km		
航法	ロラン円航法, ドップラー航法		
航跡標定	ロラン円航法データおよび陸域の対地映像(ビデオ)		
飛行基地	那覇国際空港		
日変化測定地点	沖縄県国頭郡今帰仁村諸志		
使用機材	米 GeoMetrics 社製	G804 型プロトン磁力計(1982年)	
	米 EG & G GeoMetrics 社製	G813 型プロトン磁力計(1983-1985年)	
	米 GeoMetrics 社製	G704 型データ収録装置(1982-1983年)	
	丸文(株)製	82100/83100/83200 型収録装置(1984-1985年)	
	丸文(株)製	M8002 型セシウム磁力計 その他	

5. 磁気異常分布の特徴

磁気図(第3図)をより詳しく参照すると、東海陸棚内の27°30' N・125° E付近において、NE-SW方向の低磁気異常の伸長が屈曲しており、この付近を境界として低磁気異常の中心軸がNW-SE方向に約50 km程度左横ずれしているように見える。前章で述べたように、この区域は陸棚内の堆積盆分布海域に相当するので、この付近が東海堆積盆と尖閣堆積盆の境界に相当するかもしれ

ない。この横ずれの延長部に当たる東海陸棚外縁部の27°20' N・125°30' E付近には、一連の波長約15 km・振幅約400 nT程度の磁気異常がNW-SE方向に存在する。これらはNW-SE方向に規制された一連の磁性岩体の貫入構造を示唆するものであり、この方向に東海陸棚と陸棚外縁部を結ぶ磁気構造線が推定される。ところでこの構造線は、磁気異常としては大局的な磁気異常帯の伸長方向(NE-SW)と斜交するものであるため、磁気異常の断裂帯に相当する。したがって本報告では、これを断



第3図 IGRF 残差空中磁気図

コンター間隔25nT 図中のH及びLは、それぞれ高磁気異常及び低磁気異常を示す。太い破線は磁気異常トレンドを示す。なお200m, 1000m及び2000mの等水深線を書き加えてある

Fig. 3 Residual aeromagnetic map of the study area. Contour interval is 25 nT

裂帯 a と呼ぶ。この断裂帯 a は、東海陸棚内における磁気異常の左横ずれに対応することから、この区域における地質構造の横ずれを示唆する。一方沖繩トラフを挟んだ琉球弧においては、2章で述べたように琉球弧を地形及び地質的に三分する構造線の一つである慶良間海裂の存在が知られている。地質調査の結果、慶良間海裂においては、先新第三紀基盤の左横ずれ配置が報告されている(小西, 1965)。また、慶良間海裂は著しい垂直落差を伴う左横ずれ断層であり、中部-上部更新世の琉球石灰岩を切って存在するとの報告もある(氏家, 1983)。

ところでこれらの構造の間には、27°40' N・126° E 付近の陸棚外縁部から大陸斜面脚部の隆起部の伸長方向に沿って南下し、沖繩トラフ内に延びる高磁気異常が存在する。沖繩トラフ内でも、この方向に振幅を減じつつ高磁気異常が存在している。これらは磁性岩体の隆起域に相当するものであり、これに沿った磁気構造が推定される。本報告ではこれを高磁気異常帯 b と呼ぶ。さらに b の延長部の久米島西方では、短波長・高振幅のダイポール型の磁気異常が見られる。定量解析によると、これらの磁性岩体の上面深度は海底面付近に位置し、海底に露出するかもしくは薄い堆積層で覆われた磁性岩体の分布が予想されている(大熊・中塚, 1985)。この磁気異常は高磁気異常帯 b の西縁に相当する位置にあり、高磁気異常帯 b をもたらす隆起構造の弱線部に沿って噴出した磁性岩体によるものと見ることが出来る。一方高磁気異常帯 b の西縁は、本海域の海底地質図(本座, 1977a)によれば、中部琉球の火山岩分布の南西端にあたる。また、沖繩トラフにおける水深 2000 m の等水深線の北東端にもあたる。したがって高磁気異常帯 b の西端に沿って、地形的及び地質的な境界が存在することになり、磁気異常との関連が示唆される。

ここで磁気異常の断裂帯 a が、高磁気異常帯 b を介して慶良間海裂に連続するものであれば、トラフを隔てた東海陸棚内の左横ずれ構造と琉球弧を横断する基盤の左横ずれ構造との関連が示唆されて興味深い。

6. ま と め

地質調査所における 1983-1985 年の空中磁気探査のデータを用いて、沖繩島西方海域の空中磁気図を作成したところ、東海陸棚内に NE-SW 方向に延びる磁気異常帯が見られ、これを NW-SE 方向に横断する顕著な断裂帯が確認された。この断裂帯は、陸棚外縁部を経て南下し沖繩トラフ内に伸長する高磁気異常帯を介して、慶良間海裂に連なると思われる。

謝辞 本稿をまとめるにあたり有益な助言をいただい

た海洋地質部本座兼一海洋物理探査課長に深謝の意を表す。

文 献

- 相場博一・関谷英一(1979) 南西諸島周辺海域の堆積盆地の分布と性格。石油技術協会誌, vol. 44, no. 5, p. 329-340.
- EMERY, K.O. and NIINO, H. (1967) Stratigraphy and petroleum prospects of Korea strait and the East China Sea. Korea Geol. Survey, Rept. Geophys. *Explor.*, vol.1, p. 249-263.
- , HAYASHI, Y., HILDE, T.W.C., KOBAYASHI, K., KOO, J.H., MENG, C.Y., NIINO, H., OSTERHAGEN, J.H., REYNOLDS, L.M., WAGEMAN, J.M., WANG, C.S., and YANG, S.J.(1969) Geological structure and some water characteristics of the East China Sea and Yellow Sea. *United Nations, ECAFE, CCOP Tech. Bull.*, vol. 2, p.3-43.
- HERMAN, B.M., ANDERSON, R.N., and TRUCHAN, M. (1979) Extensional tectonics in the Okinawa Trough. *A.A.P.G. Memoir*, vol. 29, p.199-208.
- 本座兼一・乗船研究者一同(1976) 琉球列島 白嶺丸 GH75-1 次, GH75-5 次航海の調査結果。琉球列島の地質学的研究。vol. 1, p. 153-162.
- (1977a) 琉球島弧周辺広域海底地質図。100 万分の1, 海洋地質図シリーズ No.7. 地質調査所。
- (1977b) 琉球島弧の島弧変動と南北両域にみられる変動の違い。海洋科学。vol. 9, p. 607-611.
- IAGA DIVISION I WORKING GROUP 1(1985) International Geomagnetic Reference Field Revision 1985. *J. Geomag. Geoelectr.*, vol. 37, p.1157-1163.
- 加賀美秀雄・奈須紀幸・新野 弘(1971) 東支那海の海底地質。九州周辺海域の地質学的諸問題。日本地質学会シンポジウム資料, p.81-87.
- 木崎甲子郎(1978) 琉球弧構造発達史の基本的な問題。琉球列島の地質学的研究, vol. 3, p.1-9.
- 小西健二(1965) 琉球列島(南西諸島)の構造区分。地質学雑誌。vol. 71, no. 840, p.437-457.
- 中塚 正(1984a) 空中磁気探査のシステム化につい

- て(I)―ハードウェアシステム―. 地調月報, vol. 35, p. 341-364.
- 中塚 正(1984b) 地質調査所の空中磁気探査システムの現況について. 物理探査, vol. 37, p. 268-278.
- ・大熊茂雄・中井順二(1984) 沖縄島北西方海域空中磁気図(1,2), 20 万分の1 空中磁気図シリーズ XXXII. 地質調査所.
- 大熊茂雄・中塚 正(1985) 沖縄西方海域空中磁気探査について. 物理探査学会昭和 60 年春季講演会講演予稿集, p. 118-119.
- ・————(1986) 宮古島北方海域北部空中磁気探査について. 物理探査学会昭和 61 年春季講演会講演予稿集, p. 131-132.
- ・————・中井順二(1985) 沖縄島西方海域空中磁気図(1,2), 20 万分の1 空中磁気図シリーズ XXXIII. 地質調査所.
- 大熊茂雄・中塚 正・津 宏治(1984) 沖縄西北西方海域空中磁気探査について. 物理探査学会昭和 59 年春季講演会講演予稿集, p. 111-112.
- 天然ガス鉱業会・大陸棚石油開発協会(1982) 日本の石油・天然ガス資源, 340 p.
- 氏家 宏(1983) 沖縄本島西方沿岸海域の地質と琉球弧形成史. 地質学論集, vol. 22, p. 131-140.
- WAGEMAN, J. M., HILDE, T. W. C. and EMERY, K. O. (1970) Structural framework of East China Sea and Yellow Sea. *A. A. P. G. Bull.*, vol. 54, no. 9, p. 1611-1643.

(受付: 1986 年 8 月 25 日; 受理: 1986 年 12 月 16 日)