

鹿児島湾における地方磁気に関する研究—I

湾口における地方磁気の存在について

源 河 朝 之

Studies on the Local Attraction in Kagoshima Bay—I.

Local Attraction at the Entrance of the Bay

Tomoyuki GENKA

Abstract

Preliminary observations in 1960 demonstrated the presence of terrestrial magnetism in Kagoshima Bay, especially at its entrance. Further investigations were carried out on board a wooden ship (18.46 ton, 60 H.P.) in June, 1963. Results are as follows:

(1) Magnetic attraction was perceived in the bay throughout the vicinity of the entrance, the maximum value amounting to 2.7° . The deviation of obtained values was inferred to be about $\pm 0.2^\circ$.

(2) The magnetic attraction was more marked along the coast of the Satsuma Peninsula than along the opposite coast, i. e. off the Ōsumi Peninsula. In the north and south direction, the magnitude of attraction increased progressively towards north. The attraction was generally directed westerly, with an exception that a less marked, easterly attraction was observed in the neighbourhood of the Nagasaki-Bana Point located at the head of the Satsuma Peninsula.

(3) The last-mentioned exceptional case is presumably due to a stretch of iron-sand deposits near the place in question. A comparatively marked, westerly attraction occurred off the north coast of the Ōsumi Peninsula. This apparently is an influence from iron-sand deposits stretching near Nejime-Cho.

(4) The distribution of horizontal and vertical forces of terrestrial magnetism was measured on the both peninsulas near the bay entrance. The distribution corroborates the presence of local attraction in the mouth region of the bay.

緒 言

日本における全国的地磁気測量は、1887年（明治20年）から始められ、1955年までの6回にわたって実施され、地方磁気の測量については、1957年の三宅島に始まり、1958の奥尻島に及ぶ、12箇所て調査されている。これらの研究成果は数多く発表¹⁾されているが、調査した島嶼における地磁気異常の分布は、主として地下物質の帯磁によるものであると云われ、火山、並びに火山島周辺、及び火山帯に存在する場合は一般的であると云われている²⁾。

力武（1957）³⁾は、地磁気の変化は火山の爆発と関係が深いことを述べている。

地磁気の異常（地方磁気の存在）が magnetic compass を使用する船舶にとって重要な関心事でなければならぬことは云うまでもなく、海難事故の発生原因にもなりかねないので、航海者は特に認識を深めなければならないと思う。

筆者は、嘗て乗船中に、鹿児島湾口付近を通過の際、cross bearing による船位決定に、

deviation を加減しても必ず cocked-hat が生ずることに気付く、地方磁気存在の疑いを持ったが、実際に調査する機会がないままに過ぎていた。ところが、鹿児島湾周辺で砂鉄の採取が行われていることを知り、1960年6月、予備調査を行った結果、湾口に地方磁気存在を認めため、1963年8月、再調査を行い検討の結果、地方磁気存在を確かめたのでその原因について考察し、第一報として報告する。

観測及び資料

1. 測定方法

地磁気異常の測定方法^{4)~10)}については、調査研究の目的、及び使用計測器によって種々あるが、筆者は、塚本、歌代(1961)¹⁰⁾等が行った方法と同様に、本学練習船「しろやま」(木船, 18.46 ton, 60 H.P.)を使用して、Fig. 1に示した各観測点において、Fig. 2に掲

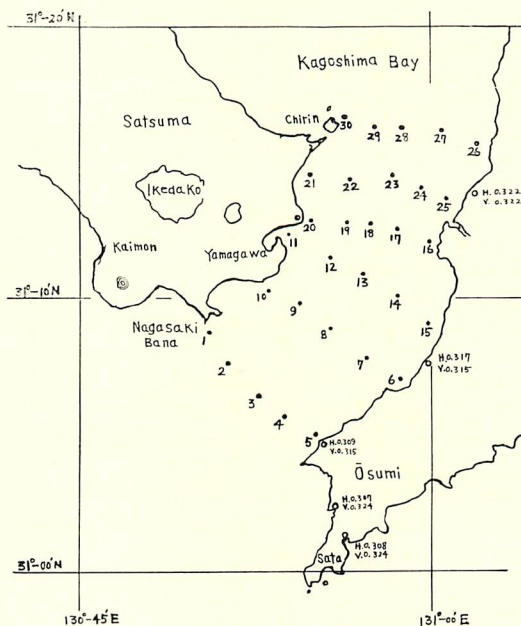


Fig. 1 Map showing the station number at the entrance of Kagoshima bay.

げた様な magnetic compass (布谷精器製, 卓上修正式) と azimuth mirror (T. K. S. 製) を使用して、或る船首方位に対する物標の compass bearing を測定し、同時に sextant を使って三点両角法による正確な船位を、三杆分度儀によって海図上に定め、その位置から物標の magnetic bearing を出し、compass bearing と比較してその方位差を求めた。そして、Fig. 3 に示した船体自差測定点において、遠標方位法によって自差を求め、(左右旋回を行ってその平均値を求める) 検討の結果「しろやま」固有の constant deviation* を定め、各観測点で測定した compass bearing と比較して「しろやま」の compass

* 自差係数Aのことではなく、8点方位で求めた deviation を云う。

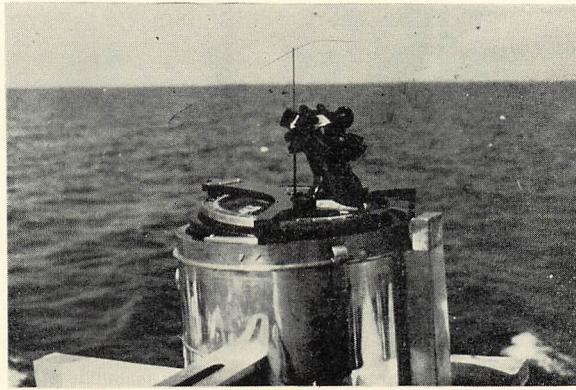


Fig. 2 Magnetic compass and azimuth mirror.

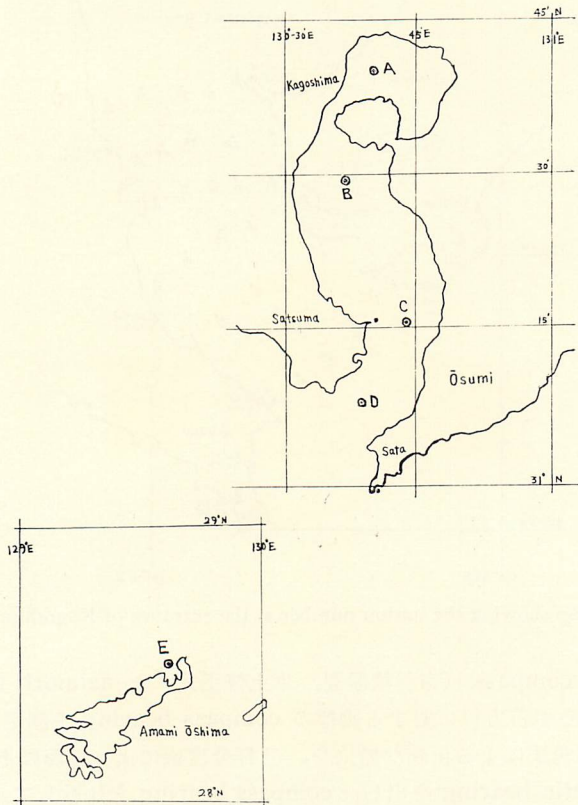


Fig. 3 Map showing the stations of observation in the ship's deviation.

に生ずる地方磁気の値を求め、Fig. 4 に示した、constant deviation の適正の検討は、後述する方法によって吟味した。

次に陸上における地磁気の水平力、垂直力の測定には、Fig. 5 に掲げた水平力測定器

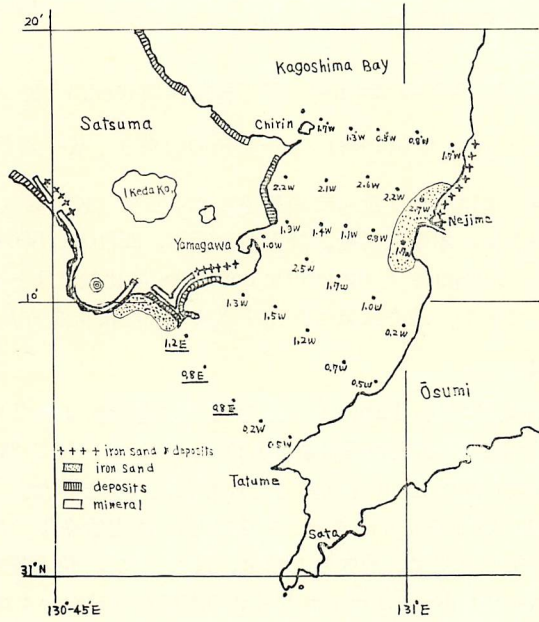


Fig. 4 Map showing the local attraction value in the stations and distribution of iron-sand or deposits.

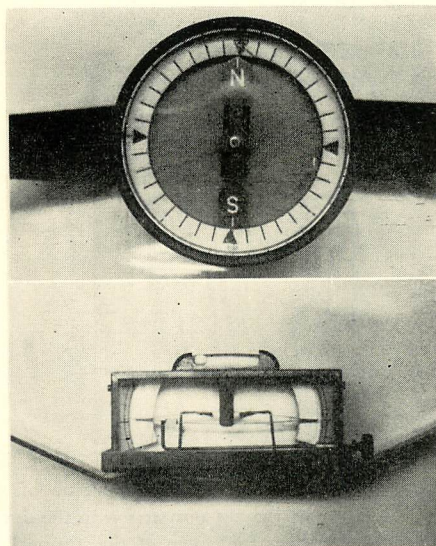


Fig. 5 Horizontal force instrument and vertical force instrument.

(T. K. S. ** 1960年製作), 垂直力測定器 (又は傾針儀; T. K. S. 1960年製作) を用いて測定

** 東京計器製造所

し、次式によってその値を算出した。

$$H = \frac{K}{T^2}, \quad H \cdots \text{水平力 (gauss)} \quad T \cdots \text{振揺周期 (sec.)} \quad K \cdots \text{常数 } 3.64$$

$$Z = nK, \quad Z \cdots \text{垂直力 (gauss)} \quad n \cdots \text{重錘の目盛り} \quad K \cdots \text{常数 } 0.0235$$

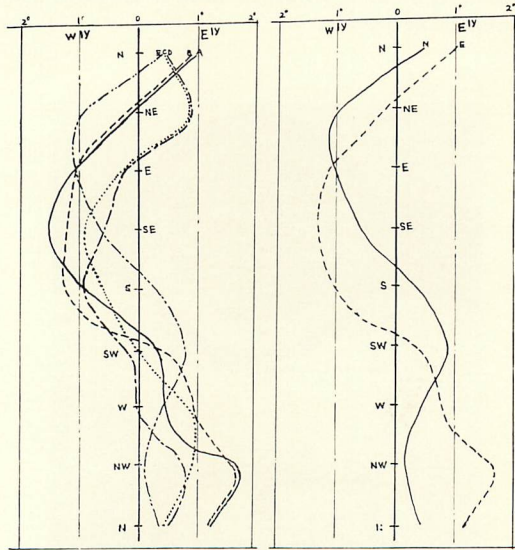
尚、両測定器とも取扱いには充分注意して衝撃等による常数 (K) の変化を予防した。

又、1960年の予備調査は、本学練習船、敬天丸 (鋼船, 267ton, 500 H. P.) によって行った。観測方法は、gyro compass と magnetic compass の比較によって行ったが、資料の信頼性が充分でなかったため、地方磁気の影響を認める程度に止まった。

2. 観測資料

各観測点における測定資料を Table 1 に示した。選定物標 1~2 については、慎重に compass bearing を測定し、測定瞬間の船首方位を読み取り、その船首方位に対する「しろやま」固有の constant deviation を加減して地方磁気の値とした。各観測点毎に、物標までの距離、物標の鮮明度等を充分に考慮して検討し、測定値を1つに選定した。(Table 1 に○印で示す) 測定値の誤差は、吟味した結果、最大 $\pm 0.2^\circ$ 位と推定される。

「しろやま」の constant deviation (地方磁気の影響を受けないもの) は Fig. 6 に示し



M... Mean value of station A to B.
 Change in the curve of the ship's deviation at the each station. Comparison in the deviation curve of the station E to M.

Fig. 6 Comparison of the ship's deviation at the stations.

た様に、A点とB点の平均値を求め、E点と比較検討した。即ち、constant deviation に地方磁気の影響が入っているか否かを確認するために、各観測点の測定自差から最小自乗法

Table 1. Results of observation on the local attraction.

Station number	Position	Ship's head	Object	Compass bearing	Magnetic bearing	Compass error	Constant deviation for ship's head	Local attraction
1	lat. 31°—08'—30''N long. 130—35'—36''E	S/E	Kaimon-dake	N55.5°W	N55.5°W	0°	1.2°W	1.2°E
2	07—51 37—12	SSE	Nagasaki-bana	N44.5W	N45.0W	0.5W	1.3W	0.8E
3	07—12 38—22	SSE	Nagasaki-bana	N48.5W	N49.0W	0.5W	1.3W	0.8E
4	06—39 39—34	SSE //	Uomidake Tatsume	N5.0E S9.5W	N3.5E S8.0W	1.5W 1.5W	1.3W 1.3W	○ 0.2W 0.2W
5	05—50 41—15	SE	Takeyama	N27.0W	N28.9W	1.9W	1.4W	0.5W
6	07—06 43—40	S/W //	Uomidake Takeyama	N18.0W N49.5W	N19W N50.5W	1.0W 1.0W	0.8W 0.8W	○ 0.2W 0.2W
7	07—52 41—54	S/W SE/S	Uomidake Takeyama	N10.0W N46.5W	N11.5W N45.0W	1.5W 2.0W	0.8W 1.3W	0.7W 0.7W
8	08—51 40—26	S S/E	Tatsume Nagasaki-bana	S17.0W N79.0W	S15.0W N81.5W	2.0W 2.5W	1.3W 1.3W	0.7W ○ 1.2W
9	09—42 39—18	S //	Nagasaki-bana Tatsume	S88.5W S6.0W	S85.8W S3.5W	2.7W 2.5W	1.2W 1.2W	○ 1.5W 1.3W
10	10—21 38—12	S/E	Nagasaki-bana	S71.5W	S68.5W	3.0W	1.2W	1.3W
11	12—18 39—02	S/E	Tatsume	S4.5W	S2.3W	2.2W	1.2W	1.0W
12	11—16 40—56	SSW	Nagasaki-bana	S77.0W	S74.0W	3.0W	0.5W	2.5W
13	10—48 42—15	WSW	Takeyama	N80.0W	N81.0W	1.0W	0.7E	1.7W
14	10—09 43—39	N	Kitamine	N47.0E	N47.5E	0.5W	0.5E	1.0W
15	09—03 44—36	N NW/N	Kitamine Uomidake	N21.5E N31.0W	N22.5E N29.5W	1.0E 1.5E	1.0E 1.7E	0 ○ 0.2W

(Table 1 のつづき)

16	12—10	W	Takeyama	S87.5W	S83.5W	1.0W	0.7E	○ 1.7W
	45—02	W	Uomidake	N49.5W	N50.0W	0.5W	0.7E	1.3W
17	12—20	ENE	Takeyama	S81.5W	S80.0W	1.5W	0.7W	○ 0.8W
	44—10	E	Uomidake	N45.0W	N47.0W	2.0W	1.0W	1.0W
18	12—30	SW/W	Tatsume	S25.0W	S24.5W	0.5W	0.6E	○ 1.1W
	43—10	W/S	Takeyama	S76.0W	S75.6W	0.4W	0.7E	1.1W
19	12—47	S	Uomidake	N26.0W	N28.5W	2.5W	1.1W	1.4W
	41—26							
20	12—54	SW/S	Chirintō	N22.0W	N20.2E	1.8W	0	○ 1.8W
	39—50	//	Tatsume	S9.0W	S7.0W	2.0W	0	2.0W
21	14—27	E	Takeyama	S38W	S34.8W	3.2W	1.0W	2.2W
	39—50							
22	14—34	S	Takeyama	S47.0W	S43.8W	3.2W	1.1W	○ 2.1W
	40—58	S	Kaimon	S70.0W	S67.0W	3.0W	1.1W	1.9W
23	14—33	S	Takeyama	S59.0W	S55.3W	3.7W	1.1W	2.6W
	42—45							
24	13—56	E/S	Takeyama	S70.5W	S67.2W	2.3W	1.1W	○ 2.2W
	44—30	E	Uomidake	N63.5W	N65.2W	2.7W	1.0W	1.7W
25	14—06	N/E	Takeyama	S71.0W	S69.0W	2.0W	0.7E	2.7W
	45—21							
26	15—44	N/E	Chirintō	N76.5W	N77.5W	1.0W	0.7E	1.7W
	46—55							
27	15—50	N/W	Kitamine	S2.0W	S2.5W	0.5E	1.3E	○ 0.8W
	45—31	N/E	Chirintō	N77.0W	N77.0W	0	1.0E	1.0W
28	16—15	S	Takeyama	S52.5W	S50.9W	1.6W	1.1W	0.5W
	43—35							
29	16—09	S	Takeyama	S47.5W	S45.2W	2.3W	1.1W	1.3W
	42—42							
30	16—36	S	Takeyama	S38.0W	S35.0W	3.0W	1.3W	1.7W
	41—20							

によって自差係数を算出し¹¹⁾、Table 2 に示し検討の資料とした。既知の砂鉄と鉸床の概略分布図を Fig. 4 に併載した。また、地方磁気の値が、湾口の東西線（横列）、及び南北線（縦列）でどのような変化の傾向にあるかを見るために Fig. 7 にその比較図を掲げた。また、

Table 2. Deviation table and Co-efficient of deviation in the stations.

Station	Position	* Magnetic elements	Ship's Deviation							
			N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
A	31°—40.3'N 131°—39.5'E	H 0.331 V 0.327	1.1E	0.1W	1.1W	1.6W	0.9W	0.4E	0.4E	1.9E
B	31—26.7N 130—37.1E	Dip44°—36'	1.0E	0.3W	1.1W	1.1W	1.3W	0.7E	1.0E	1.7E
C	31—07.2E 130—43.6E	H 0.333 V 0.322	0.5E	0.9E	0.3W	1.0W	0.5W	0	1.0E	1.0E
D	31—07.2N 130—38.4E	Dip44°—35'	0.5E	1.0E	0.3W	0.5W	1.0W	0	0	1.0E
E	28—28.5N 129—38.0E	H 0.338 V 0.286 Dip40°—17'	0.4E	1.0W	1.1W	0.6W	0.4E	0.9E	0.4E	0.1E

* Observation in 1944. Annual change $\left(\begin{matrix} H+0.00035 \\ V+0.00020 \end{matrix} \right)$

Relation between the deviation in the ship's head of the stations.

Station	Co-efficient of deviation					Place
	A	B	C	D	E	
A	+0.01	-0.75	+1.00	0	+0.22	North side of Kagoshima bay
B	+0.08	-1.05	+1.00	-0.05	-0.05	
C	+0.20	-0.65	0	+0.20	-0.18	South side of Kagoshima bay
D	+0.09	-0.15	+0.75	-0.12	-0.05	
E	+0.02	-0.75	0	+0.15	+0.38	Amami ōshima

Relation between the Co-efficient of deviation in the stations.

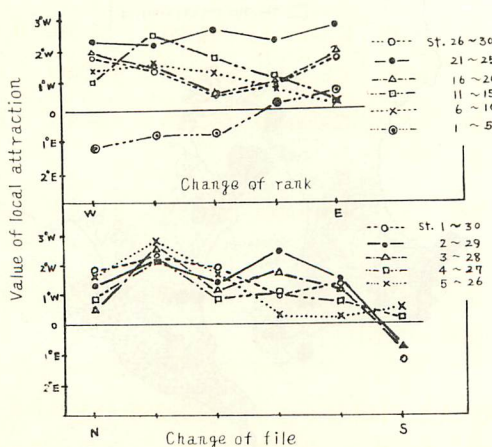


Fig. 7 Tendency of the distribution in the local attraction value.

考 察

1. 「しろやま」固有の deviation の検討

上述の様な方法で求めた地方磁気の測定値の信頼度は、十分に検討されねばならないので、その点について先ず考察する。理想的に云えば、観測に使用する船舶は無磁力船でなければならない。無磁力船であれば、船体固有の deviation を求める必要はなく、観測した bearing は正しい magnetic bearing であるので、海図上の船位から求めた物標の magnetic bearing と比較して、直ちに地方磁気を求めることができるのである。然し、今回使用した「しろやま」は木船であっても船固有の自差があるので、先ず固有の自差を求めなければならない。そこで、鹿児島湾内で地方磁気の存在しないと思われる地点 (Fig. 2 参照) を定め自差測定を行った結果、桜島北側の A 点と、南側の B 点では Table 2, Fig. 5 に見られるように、測定した deviation は殆んど一致している。然も、両点における地方磁気の測定値は僅少差であって、観測誤差と見做されるので、一応、地方磁気の影響はないものと判定した。然し、若し湾内全域に地方磁気が存在しているとすれば、A, B 両点の比較のみでは充分でないので、地方磁気の存在の心配がない奄美大島の観測点と比較して検討した。Table 2 の自差係数表を比較すると A, B 点と E 点とでは係数 C に 1° の差がある以外は殆んど変りがない。この係数 C の 1° について検討してみると、地理上の位置の変化による deviation の変化は、理論的 (永久磁気による係数 C は、地磁気の水平力に逆比例して変化し、垂直軟鉄による C は傾差 (Dip) の正切 (tan.) に比例する。係数 D, E. は変化しない。との定説) に見て減少しなければならないので、その誤差は、A, B 点の地方磁気の存在を意味することにはならない。従って、A, B 点の測定 deviation には地方磁気の影響はないものと云える。A, B 両点の測定 deviation には僅かな違いがあるので、その平均値を「しろやま」の constant deviation としたのである。この様な観測値には若干の測定誤差が伴うので、検討の結果、最大誤差 $\pm 0.2^\circ$ 位と推定される。

鹿児島湾口の C, D 点については、deviation 測定値、及び自差係数に相違が見られることから、地方磁気の存在を裏付ける事にもなると考えられる。

2. 観測された地方磁気の検討

Fig. 4 に示した地方磁気の存在を考察すると、その値の変化図である Fig. 7 にも見られる様に、最大値 $2.7^\circ W$ の地方磁気が測定され、全般的に偏西 ($W.$) の性質を帯びており、僅かに長崎鼻附近で偏東 ($E.$) の性質を示している。また、偏西誤差は縦列的に見ると薩摩半島側に大で、大隅半島側に小であり、横列的に見ると北部に大である傾向にある。この原因を検討すると、Fig. 4 の陸上における砂鉄、鉍床等の分布と関連性が見られ、大隅半島北側の根占町附近で偏西誤差が大きいことは、明らかに、砂鉄、鉍床の存在が影響していると云える。長崎鼻附近の偏東誤差の原因は、長崎鼻周辺の砂鉄、鉍床等の自然残留磁気の極性に影響されていると考えられるが、その詳細な解析は、今後の研究に負う所が大である。

測定結果に見られる地方磁気の値とその性質は、砂鉄、鉍床等の持つ自然残留磁気の極性と帯磁の状態に関連して考察することができる。即ち、砂鉄、鉍床の分布から、その自然残留磁気の極性を推定し、これが magnetic compass に及ぼす影響を推察することによって、解析する事が可能であると考えられるが、今後の研究の進展に俟ちたい。

次に、Fig. 8の両半島における地磁気の水平力、垂直力の分布について検討すると、Table 2の湾口の磁気要素と比べ、薩摩半島側に於けるその値の変化が大きいので、地磁気の異常が推察できる。その絶対値については、水路部発表の標準値¹²⁾(Table 2参照)と若干の差があるので、或は、前述の測定器のKの値が幾らか変化したものとも考えられる。

Fig. 9の湾内周辺の地質分布図を見ると、磁気を帯びていると見做される安山岩、玄武岩、及び灰砂層の分布は、薩摩半島と、大隅半島の一部に当る根占町周辺に見られるが、前述した地方磁気の原因と同様に、関連性が見られる。

従って、地質分布を知ることによって地方磁気の原因を推察することができることと云える。特に開聞岳周辺における地磁気要素の局地的変化(Fig. 8参照)及び地質分布(Fig. 9参照)から、この附近における地方磁気の原因が予想されるので、更に調査研究を進める予定である。

結 び

研究の結果を要約すると次の様である。

- (1) 鹿児島湾口における「しろやま」の compass に生ずる地方磁気は、最大 2.7° に達しており、含まれる観測誤差は $\pm 0.2^{\circ}$ 位と推定される。然し、その絶対値は装備される compass の指力によって異ってくるのではなからうか。
- (2) 地方磁気の原因は、主として薩摩半島側の砂鉄、鉍床等の存在に原因すると云える。また、その分布は、湾口全般に偏西誤差として現われ、その量は、湾口の北側(薩摩半島北側)に大きくなっているが、南西側に僅かながら偏東誤差が存在する。
- (3) 大隅半島北部の根占町附近に、地方磁気は比較的大きいのは、明らかに砂鉄、鉍床の存在が原因となっている。
- (4) 湾口の地方磁気分布は、湾口周辺の地磁気の水平力、垂直力の分布と関連性が見られ、また、地質分布にも関係があると云える。
- (5) 陸上に分布する砂鉄、鉍床等は、自然残留磁気を帯びていることが認められ、その極性が観測場所によって性質(偏東か偏西)の異った地方磁気の原因となるものと推察される。以上の様に、鹿児島湾には地方磁気は若干存在するが、船舶の航過に大きな支障をもたらす程の値ではない。然し、船位測定に誤差を生ずることにはなる。湾口は通過距離が、短かく、湾巾が割合に広いので、特殊な場合を除き、一般航海に際しては、大きな影響はないものと云える。

本研究は、火山帯に属する鹿児島湾の地方磁気に関する研究の一報であり、機会を改めて桜島周辺の地方磁気について発表する予定である。

最後に、観測に御協力いただいた「しろやま」の高橋船長、外乗組員の諸氏、並びに、漁業学専攻学生坂本吉守君に感謝の意を表す。

文 献

- 1) 須田皖次 (1959) : 水路部における全国地磁気測量について. 水路要報60, 1~6,
- 2) 川村文三郎・杉浦邦郎 (1959) : 奥尻島地方磁気の測量について. 水路要報60, 20~21.
- 3) 力武常次 (1953) : “地磁気のはなぞ”. 26~30 (恒星社厚生閣, 東京).
- 4) 歌代慎吉・滝川宇一 (1958) : 磁気測量解析の一方法(1). 水路要報56, 1~4.
- 5) 川村文三郎・歌代慎吉・滝川宇一 (1958) : 地磁気測量解析の一方法(2). 水路要報57, 19~25.

- 6) 川村文三郎・今井清一・杉浦邦郎 (1958) : アスカニア製携帯型磁力計を使用した最近の地磁気測量. 水路要報56, 4.
- 7) 川村文三郎・杉浦邦郎 (1958) : 青ヶ島地方磁気測量について(1). 水路要報57, 29~34.
- 8) 加藤愛雄・松尾正之・桜井彰・高木章雄・川村文三郎・杉浦邦郎 (1958) : 航空磁気測量について(序報). 水路要報57, 15~18.
- 9) 高木三郎 (1959) : “磁気コンパスの理論と自差修正”. 187~196 (海文堂, 東京).
- 10) 塚本裕四郎・歌代慎吉 (1961) : 本邦近海の磁針偏差について. 日本航海学会誌24, 22.
- 11) 波多野浩 (1948) : “航海計器の実用と理論”. 235~237 (海文堂, 東京).
- 12) 源河朝之 (1962) : ブロック式建造漁船の船体磁気の一考察. 日本航海学会誌28, 101.
- 13) 海上保安庁水路部 (1960) : 日本磁気測量. 水路部報告14, 163~241.