

## 鹿児島湾における地方磁気に関する研究—Ⅱ—

### 桜島周辺の地方磁気について

源 河 朝 之\*

#### Studies on the Local-Attraction in Kagoshima Bay-II.

#### Local Attraction on the Sea Surrounding the Volcanic Islet of Sakurashima

Tomoyuki GENKA\*

#### Abstract

The measurements of the local-attraction on the sea surrounding the volcanic islet of Sakurashima were carried out chiefly in August, 1963 and in the same month of the next year, and the following items were ascertained.

(1) Polarity was found to be quite antagonistic; in the northern side of Sakurashima it being 'Westerly', while in the southern side of the same islet it being 'Easterly'.

(2) The maximum value obtained in the measuring was  $4.2^\circ$  in the north side, and  $3.8^\circ$  in the south side, respectively; the observational error was assumed to be  $\pm 0.2^\circ$ .

(3) The 'local-attraction' was assumed to be owing its origin to the residual thermo magnetism of the lava issued at the volcanic eruption of the islet Sakurashima; almost whole of the islet is supposed to be in possession of blue (-) polarity.

(4) The assumption of the existence of the 'local-attraction' may be justified by the correlation confirmed between the measured attraction and the 'local-attraction'.

本研究の第一報 (1964)<sup>1)</sup> として、湾口における地方磁気の存在について発表した。力武 (1951) は、火山地域における地方磁気の存在は、その構成する岩石中に発生した残留磁気、および地球磁場によって透導された二次的帯磁によるものであって、ほとんど疑いが無いこと<sup>2)</sup> と、湯村 (1944) が桜島火山の三成分磁気測量を行ったが、いちじるしい火山異常を認めなかったこと<sup>3)</sup> を述べている。桜島は、其の後、1946年に火山爆発を起し、また、現在でも小爆発はかなりの回数に達しているので、桜島の地磁気は、かなり変化しているものと推察される。従って、桜島周辺海上における地方磁気の存在が疑われるので、その実態を明らかにするため、本研究を計画した。地方磁気の存在は、磁気コンパスを装備する船舶に関係が深いので、本研究は航海学の立場から、主として偏角に関する研究を行うものであることを付言する。実験は、第一報で述べた方法によって行った。また、観測地域は、桜島を中心に主として海上において行った。観測の結果、桜島の北側海上と、南側海上に、地方磁気の存在を認めたので、第二報として発表する。観測には本学部実習船「しろやま」、およびカタマラン船 (本質的には無磁力船と見なされる。) を使用した。

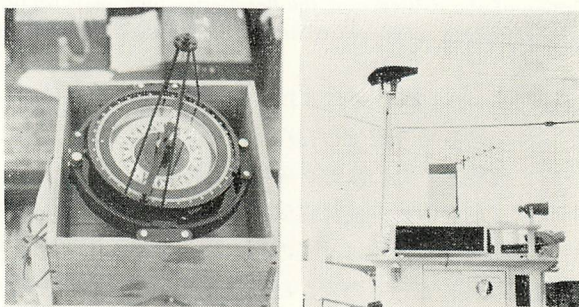
本研究を行うに当たり、観測に協力下さった、「しろやま」船長外乗組員、並びに、漁業学専攻卒業生、久保、坂元、和田、ユスフの諸君に感謝の意を表す。また、研究費の一部を

\* 鹿児島大学水産学部航海学教室 (Laboratory of Navigation, Faculty of Fisheries, Kagoshima University).

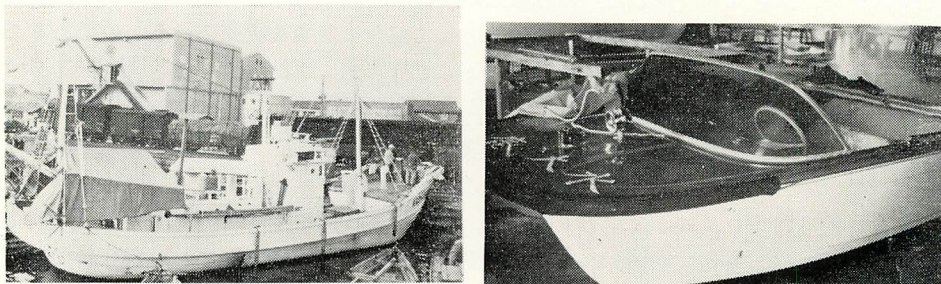
御援助下さった鹿児島大学桜島研究会に、併せて感謝する。

### 観測および資料

航海学上、地方磁気存在の有無を調べる方法としては、(1). 第一報に述べた方法と、(2). 天体の磁針方位をあらかじめ計算によって求め、磁気コンパスによる天体の羅針方位を測定して、両者の差を求め、それに船体固有の自差（観測点における正確な自差）を加減して地方磁気を検知する方法、(3). ジャイロコンパス（ジャイロエラーの正確に判明しているもの）と磁気コンパスで同一物標の方位を測定して、両者の差に、観測点における正確な偏差と、船体固有の自差、を加減して地方磁気を求める方法、とがあるが、今回も、(1)の方法を用いた。この方法は、船体に固有自差のないことが理想であるので、無磁力船と見なされる、カタマラン船（グラスファイバー製）も使用したが、自差測定の結果、若干の自差があることが判明した。この原因は座席に鉄管を使用していることと、推進機関が鋼製であるためである。さて、第一報の方法は、海図に記載された地理的位置が絶対でなければならないので、測定物標は測量の基準点から精測した物標でなければならない。第一報の資料は上述の点を十分考慮したが、今回も同様にして十分検討を加えた。使用した磁気コンパスは、T. K. S-165 型磁気コンパスのバウルを用い、別に木製の架台を作製して取付けた。その写真を Fig. 1-1. に掲げた。また、しろやま、およびカタマラン船の写真を Fig. 1-2 に掲げた。前述の加減すべき船体固有自差を求めるため、遠標方位法によって自差を算出し、それぞれ Table 1. Table 2 に示した。船体固有自差は重要な要素であるため、自差測定は慎重且つ入念に行



1-1 Compass bowl and wooden binacle.



1-2 'Shiroyama' and Katamaran boat.

Fig. 1 Photo. showing the magnetic-compass and observatory boat.



Table 1. Deviationtable of Shiroyama and Katamaran boat.

Ship's head	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW
Shiroyama	0°.69W	0.94E	1.19E	0.44E	0.83E	0.31W	0.31W	2.06W
Katamaran	0.75E	0.20E	0.31E	0.68W	0.63W	0.18W	0.43W	0.38E

Table 2. Co-efficient of deviation on the Shiroyama and Katamaran boat.

Co-efficient of deviation	A	B	C	D	E
Shiroyama	+0. '2	+45'	-46'	+34'	-12'
Katamaran	-2. '1	+22'	+41'	+ 5'	+ 2'

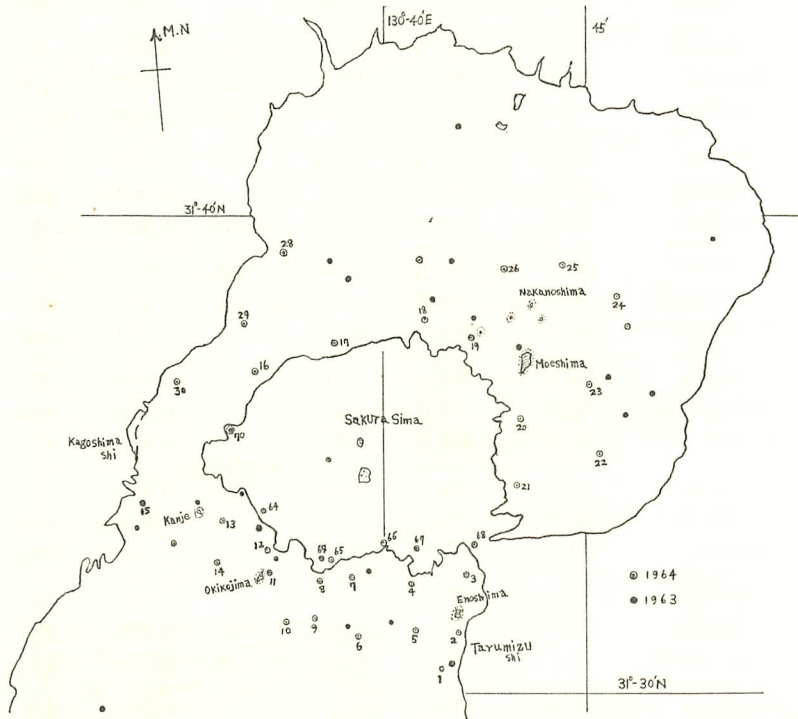


Fig. 2-1 Chart showing the station of observation on the sea surrounding Sakurashima.

った。1963年、及び1964年に、桜島周辺の海上、陸上において、Fig. 2-1. に示した観測点で、地方磁気の測定を行った結果、1964年の資料を Table 3. に掲げた。1963年の資料は省略し結果のみを Fig 2-2. に示した。測定資料に基づいて地方磁気を検討した結果、Fig. 2-2. の地方磁気分布図を得た。なお、方位測定には、方位鏡、および方位環を使用し、方位測定と

Table 3. Measuring data for values of local attraction at each observational station.

No. of Station	Observed object	Compass bearing	Magnetic bearing from chart	Error	Ship's head	Deviation for ship's head	Local attraction	
1	Kanje	306°.5	307°.0	0°.5E	180°	0°83E	0°.33W	
	Oniyama	176.6	175.0	1.6W	//	//	2.43W	2.0W
	Enoshima	18.8	15.0	3.8W	//	//	4.63W	
2	Kannonsaki	294.0	298.6	4.6E	45	0.94E	3.66E	
	Okikojima	286.5	289.5	3.0E	//	//	2.06E	3.3E
	Enoshima	14.0	19.0	5.0E	//	//	4.06E	
3	Enoshima	205.5	204.9	0.6W	10	0.62W	0.02E	
	Okikojima	277.0	277.0	0	//	//	0.62E	0.5E
	Kannonsaki	281.5	281.0	0.5W	20	0.25W	0.25W	
4	Okikojima	272°.0	276.0	4.0E	25	0.07W	4.07E	
	Kannonsaki	279.0	281.3	3.3E	20	0.25W	3.55E	3.8E
	Enoshima	128.5	127.6	0.9W	15	0.43W	0.48W	
5	Okikojima	293.0	293.5	0.5E	282	0.94W	1.44E	
	Moesaki	306.0	306.4	0.4E	280	0.87W	1.27E	1.0E
	Enoshima	76.5	76.0	0.5W	285	0.86W	0.36E	
6	Oniyama	151.0	149.5	1.5W	315	2.06W	0.56E	
	Moesaki	323.0	323.0	0	//	2.06W	2.06E	1.4E
	Enoshima	86.0	84.3	1.7W	323	1.66W	0.04W	
7	Enoshima	115.5	114.8	0.7W	290	1.18W	0.48E	
	Arimurasaki	96.0	96.4	0.4E	300	1.42W	1.82E	1.4E
	Okikojima	271.5	271.9	0.4E	310	1.59W	1.99E	
8	Enoshima	109.0	109.5	0.5E	5	0.79W	1.29E	
	Arimurasaki	93.0	94.0	1.0E	//	0.79W	1.79E	1.6E
	Kanje	304.0	304.8	0.8E	2	0.69W	1.49E	
9	Oniyama	143.2	142.3	0.9W	265	0.38W	0.52W	
	Enoshima	92.5	91.5	1.0W	255	0.07W	0.93W	1.1E
	Moesaki	339.9	338.8	1.1W	253	0.01W	1.09W	
10	Enoshima	90.5	89.5	1.0W	325	1.66W	0.66E	
	Okikojima	339.0	338.0	1.0W	345	1.39W	0.39E	0.5E
	Arimurasaki	73.5	73.3	0.2W	0	0.69W	0.49E	
11	Oniyama	141.2	141.0	0.2W	8	0.79W	0.59E	
	Enosima	112.5	114.9	2.4E	15	0.43W	2.83E	1.5E
	Arimurasaki	91.0	93.0	2.0E	20	0.25W	2.25E	
12	Okikojima	205.0	204.8	0.2W	352	1.19W	0.89E	
	Kanje	304.0	304.4	0.4E	353	//	1.59E	1.4E

13	Okikojima	155.0	153.2	1.8W	305	1.51W	0.29W	0.9E
	Moesaki	126.0	124.5	1.5W	320	1.64W	0.14E	
	Gass tank	305.5	305.5	0	325	1.66W	1.66E	
14	Gass tank	328.0	328.2	0.2E	146	0.46E	0.26W	0.5W
	Kanje	352.0	353.0	1.0E	//	//	0.54E	
	Okikojima	103.2	103.3	0.1E	//	//	0.36W	
15	Okikojima	126.5	123.0	3.5W	30	0.11E	3.61W	4.1W
	Kanje	95.8	91.5	4.3W	//	//	4.41W	
16	Hendakojima	48.5	49.7	1.2E	135	0.44E	0.76E	0.9E
	Ōsaki bana	11.7	13.0	1.3E	//	//	0.86E	
17	Hendakojima	41.0	42.5	1.5E	170	0.51E	0.99E	1.0W
	Sakurashima	88.2	87.4	0.8W	160	0.46E	1.26W	
	Gorōmine	6.2	6.0	0.2W	//	//	0.66W	
18	Niishima	112.2	112.0	0.2W	10	0.62W	0.42E	0.7E
	Hendakojima	28.7	29.0	0.3E	20	0.25W	0.55E	
	Nakanoshima	86.8	88.7	1.9E	45	0.94E	0.97E	
19	Okinoshima	70.0	70.4	0.4E	200	0.68E	0.28W	1.4W
	Wariishisaki	275.5	274.2	1.3W	//	//	1.98W	
	Hendakojima	17.5	16.3	1.2W	210	//	1.88W	
20	Okikojima	0.5	1.5	1.0E	190	0.63E	0.37E	0.6E
	Ontake	266.5	267.8	1.3E	//	//	0.67E	
	Gorōmine	339.5	339.0	0.5W	//	//	1.13W	
21	Okikojima	3.0	3.0	0	235	0.31W	0.31E	0.5E
	Wakaminebana	36.0	36.0	0.3E	225	//	0.61E	
22	Ontake	278.5	278.0	0.5W	20	0.25W	0.25E	0.1E
	Okikojima	349.0	348.9	0.1W	//	//	0.15E	
	Wakaminebana	26.2	26.0	0.2W	//	//	0.05E	
23	Ontake	262.3	261.7	0.6W	33	0.21E	0.81W	0.8W
	Okikojima	347.3	346.7	0.6W	//	//	//	
	Wakaminebana	34.5	33.4	1.1W	//	//	1.31W	
24	Ontake	245.0	246.0	1.0E	0	0.69W	1.69E	1.1E
	Okikojima	329.7	330.7	1.0E	//	//	1.69E	
	Gorōmine	318.5	320.0	1.5E	10	0.62W	2.12E	
25	Okikojima	342.5	342.0	0.5W	33	0.21E	0.71W	0.8W
	Fujinosaki	256.0	256.0	0	//	//	0.21W	
	Ontake	235.0	234.0	1.0W	22	0.18W	0.82W	

26	Gorōmine	328.0	328.3	0.3E	11	0.62W	0.92E	
	Okikojima	4.5	3.3	1.2W	23	0.18W	1.12W	1.0E
	Fujinosaki	249.5	249.8	0.3W	0	0.69W	0.99E	
27	Gorōmine	341.5	343.0	1.5E	0	0.69W	2.19E	
	Okikojima	35.5	37.3	1.8E	//	//	2.49E	2.3E
	Sakurashima	234.5	237.5	3.0E	//	//	3.69E	
28	Kajikinoyama	33.5	33.5	0	203	0.69E	0.69W	
	Okikojima	65.0	65.3	0.3E	//	//	0.39W	0.6W
	Gass tank	220.5	221.0	0.5E	214	0.67E	0.17W	
29	Okikojima	57.0	58.0	1.0E	169	0.50E	0.50E	
	Sakurashima	96.5	97.4	0.9E	//	//	0.40W	0.5W
	Gass tank	222.5	222.5	0	//	//	0.50W	
30	Kanje	179.0	172.7	6.3W	326	1.66W	4.64W	
	N.H.K.(T.V.)	255.5	248.7	6.8W	//	//	5.14W	4.1W
	Gass tank	217.5	212.9	4.6W	//	//	2.94W	
64	Gass tank	295.0	296.0				1.0E	
	Kanje	276.3	277.0				0.7E	0.8E
65	Arimurasaki	105.2	103.3				1.9W	
	Enoshima	120.3	118.4				1.9W	1.9W (1.7)
	Oniyama	155.5	153.8				1.7W	
66	Oniyama	166.5	165.7				0.8W	
	Arasaki	155.3	154.5				0.8W	0.7W
	Enoshima	141.5	141.0				0.5W	
67	Kannonsaki	261.0	259.8				1.2W	
	Oniyama	173.2	171.9				1.3W	1.2W
	Enoshima	156.0	155.0				1.0W	
68	Arimurasaki	238.0	237.1				0.9W	
	Arasaki	194.5	193.4				1.1W	0.9W
	Enoshima	188.0	187.2				0.8W	
69	Oniyama	157.0	152.5				4.5W	
	Enoshima	124.5	119.0				5.5W	5.0W
	Arimurasaki	111.0	106.0				5.0W	
70	Gass tank	253.5	252.0				1.5W	
	Port of Kagoshima. L.H.	269.0	267.4				1.6W	1.5W

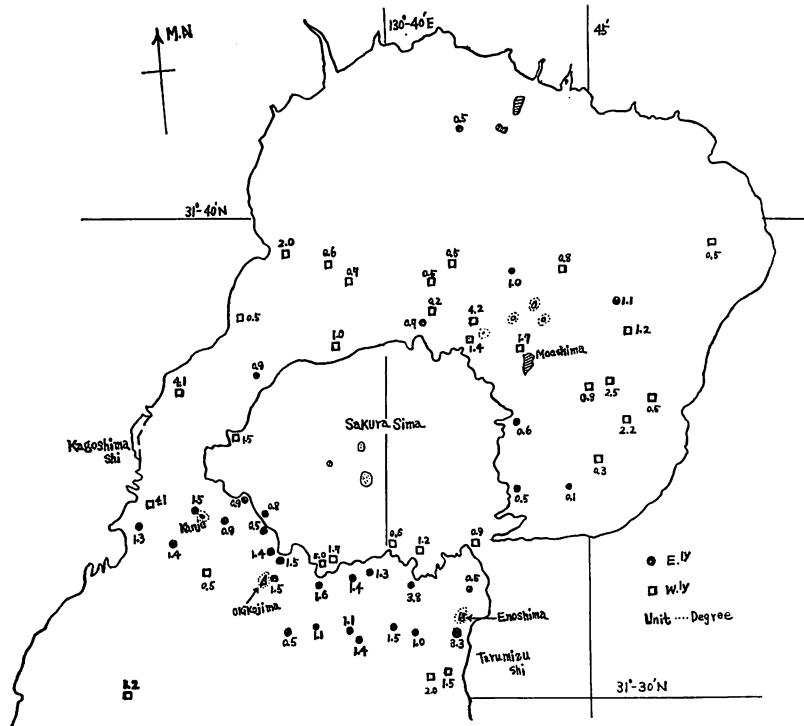


Fig. 2-2 Chart showing the distribution of local attraction on the sea surrounding Sakura-shima in 1964.

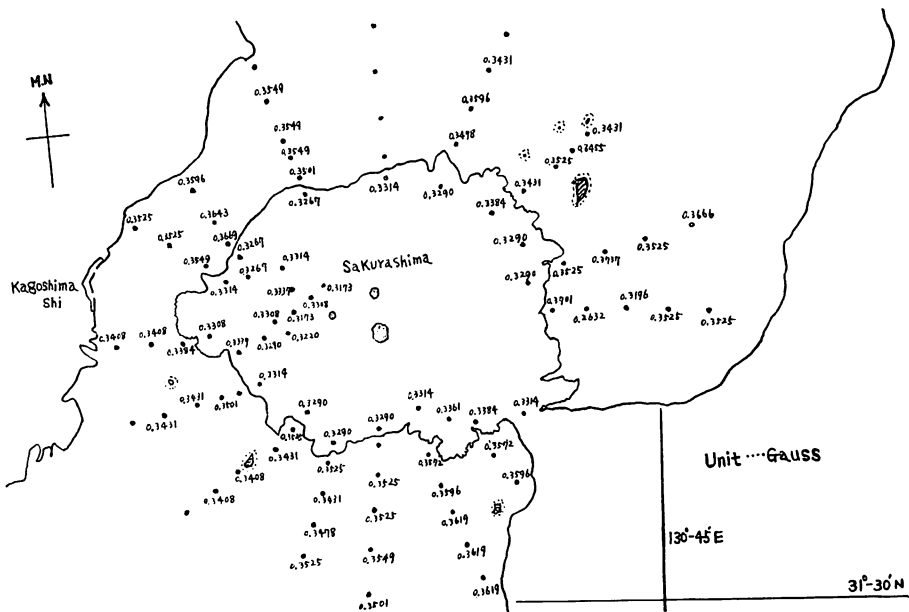


Fig. 3-1 Chart showing the distribution of horizontal magnetic force on the sea surrounding Sakurashima in 1962.



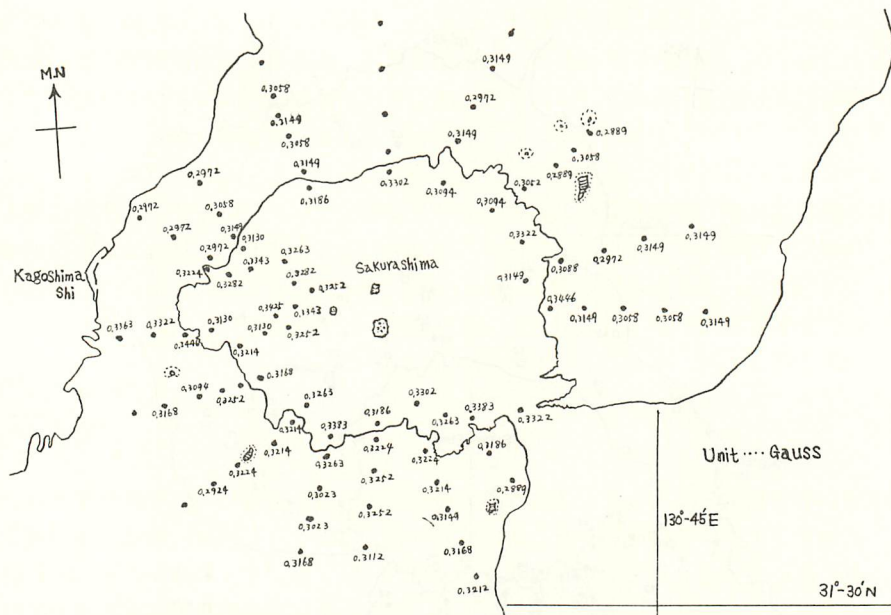


Fig. 3-2 Chart showing the distribution of vertical magnetic force on the sea surrounding Sakurashima in 1962.

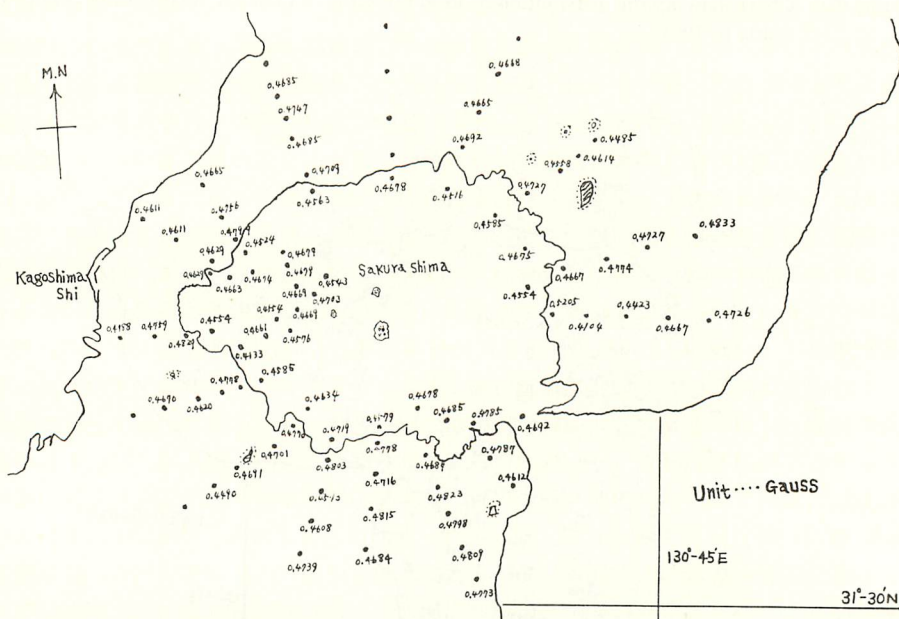


Fig. 3-3 Chart showing the distribution of total magnetic force on the sea surrounding Sakurashima in 1962.

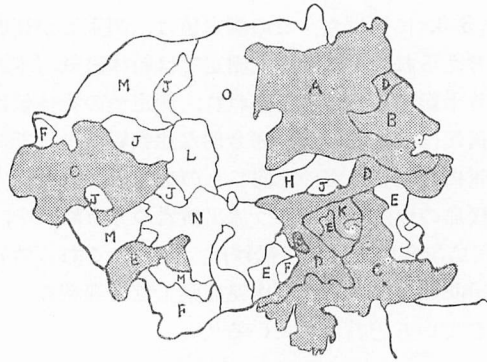


同時に船位測定を行って誤差発生防止に努めた。1962年8月に測定した磁気要素分布図を Fig. 3-1. Fig. 3-2. Fig. 3-3. に掲げた。この測定値は、測定器が精密測定器でないため測定誤差が含まれていると考えられ、更に、海上測定では船体磁気（木製ではあるが、若干の磁気を保有している）が若干影響していると思われ、測定値の絶対値は満足出来る程の精度を有しないので、十分な信頼は出来ないが、総合的な比較資料としては役立つものと言える。使用した測定器は第一報に発表したものと同じものを使用し、計算方法も全く同様である。

（第一報参照）なお、桜島の火山爆発に伴う流出熔岩の分布略図を、地方磁気の原因考察の資料として Fig. 4.（桜島記念館提供）に掲げた。また、これら熔岩（時代別）が含有する  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  の百分率表を Table 4. に示した。（鹿児島県工鉱業課調査）一般に、岩石の中に含まれる  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  が磁気を帯びていると言われている<sup>4)</sup>。

## 考 察

観測資料を考察するに当たって、重要なことは観測船固有の帯磁について検討することであるが、このことについては前述した。次に、方位測定の際の測定誤差、或は、錯誤等であるがこの点に関しては第一報でも述べた通り、十分に吟味したが含まれる誤差を  $\pm 0.2^\circ$  位と推定した。カタマラン船は無磁気船と見なしたが、念のため自差測定を行ったら若干の自差があったので、船内の設備は再考慮を要するものと言える。また船内固有の自差が位置の変化によって変化することを考慮しておかないと、思わぬ誤差が地方磁気に含まれることになるので、その点について十分検討しなければならない。今回も第一報同様十分吟味した。今後の実験はやはり無磁気船を使用することが理想であるので、カタマラン船の設備を再検討したいと考えている。さて、桜島周辺の地方磁気の内容は観測の結果、存在が認められたが、(Table 3. Fig 2-2. 参照) その分布は、桜島を中心にして北側海上と、南側海上では、その性質 (E. ly. または、w. ly.) が相反して見られる。このことの原因について考察すると、第一報に述べた地方磁気の内容は火山爆発に関係があると言う、力武の説に基づいて、桜島の長年月にわたる火山爆発によって形成された地質分布を知る必要がある。そこで、Fig. 4. の桜島の熔岩分布略図を見ると、島全帯が殆んど火山に関係した岩石によって覆われており、中でも熔岩の分布はかなり広い。Table 4. の  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  の含有量から、大正、昭和の両熔岩は特に帯磁が大きいものと推察される。また熔岩の帯磁は主として自然熱残留磁気によるものであるとすれば、Fig. 4. から桜島が全般に地球磁力線の方向に帯磁しているものと考えられる。このことは、Fig. 2-2. の陸地の地方磁気の内容からも裏付けられる。すなわち、これら陸地の観測点におけるコンパス磁針の反応が、偏西となる場所、及び、偏東となる場所、何れの場所も陸地の帯磁は青（一）極の性質でなければならない。例えば、Fig. 2-1. の観測点 No. 68. においては、磁針の北（赤）は青（一）極の帯磁が強いと考えられる鍋山熔岩（Table 4. 参照）の方向に引張られて、偏西となったものと考えられ、No. 70 においては、観測点の南部に大正熔岩が広く分布しているので、磁針の南（青）が熔岩（青）に反撥されて偏西になったものと考えられる。其の他の場所でも、熔岩の帯磁は青（一）極としての考察がなされることから、桜島は全般に青磁性を帯びているものと推定される。しかし、詳細については更に研究の要がある。さて、このように考察される桜島の帯磁の影響によって、北側では主に偏西、南側では偏東になることは、容易に理由付けが出来る。しかし、各観測点



- A. Lava of Anci era      F. Basal lava of Minamidake      M. Alluvium  
 B. Lava of Bunmei era      H. Lava of Nakadake      N. No.2 lava of Minamidake  
 C. Lava of Taishō era      J. Basal lava of Kitadake      O. No. 3 lava of Kita dake  
 D. Lava of Shōwa era      K. Lava of Nabe yama  
 E. Volcanic ashes      L. Volcanic eruption of Kitadake

Fig. 4 Sketch showing the distribution of lava in Sakurashima.

Table 4. Comparison of the component percentage of  $Fe_2O_3$  in the lava of Sakurashima

Name of lava	Percentage of $Fe_2O_3$ (%)	Name of lava	Percentage of $Fe_2O_3$ (%)
Lava of Anci era	1.92	Basal lava of Minamidake	2.07
Lava of Bunmei era	1.11	Basal lava of Kitadake	1.50
Lava of Taishō era	1.80	Volcanic eruption storn	1.96
Lava of Shōwa era	1.91	Alluvium	1.61
Lava of Nakadake	—	No. 2 lava of Minamidake	1.76
Lava of Nabeyama	3.00	No. 3 lava of Kitadake	1.44

における極性とその値は、かなり複雑な熔岩の影響を受けるものと見られ、特に、北側では、燃島、中の島等、火山爆発によってできたと言われる島々が散在しているので、それらが複雑な関係で影響を及ぼしていると考えられ、中には偏東となる場所も存在するので、詳細については明らかでない。桜島南東部に偏東の地方磁気大きいのは、Fig. 4に見られる大正熔岩の影響によるものと判断した。垂水市附近も地方磁気の値が大きい、この附近は砂鉄が存在するのでその影響によるものと思われる。また、鹿児島市に近い観測点 No. 15, No. 30で共に 4.1w の地方磁気を測定したが、その原因は陸上の建造物等の影響によるものと思われる。Fig. 4. の熔岩分布図と、Table 4 の  $Fe_2O_3$  含有量を対照して、Fig. 3. の磁気要素分布図を比較すると、熔岩の帯磁の状態が推察される。すなわち、 $Fe_2O_3$  の含有量の多い熔岩地帯は磁気要素の値も大きいと言える。また、同様に、地方磁気の大きい附近は磁気要素の測定値も大きい事がわかり、両者に関連性が見られるが、この事から磁気要素の測定を一層綿密に行う必要があると思う。

## 結 論

第一報に続いて、鹿児島湾の一部である桜島周辺の地方磁気が存在が認められたが、まだ明らかでない面もある。しかし、大凡の実態を知ることが出来た。今度の研究結果を要約すると次の様である。

1. 桜島周辺には地方磁気が存在が確かめられたが、その性質（極性）は、北側海上では偏西 (w. ly). 南側海上では偏東 (E, ly.) であり、誤差の最大値は、北側では  $4.2^{\circ}W$ , 南側では  $3.8^{\circ}E$  に達する。そして含まれる誤差は  $\pm 0.2^{\circ}$  位と推定される。
2. 地方磁気の原因は桜島熔岩の熱残留磁気によるものと言える。
3. 桜島周辺の地方磁気の極性から、桜島は全般的には青（－）極の性質を保有していると推定されるが、詳細については明らかでない。しかし、このことは熔岩の帯磁に関する有力な学説<sup>5)</sup> に一致する。
4. 桜島の陸地に近い観測点においては、近接陸岸の帯磁に影響されていると思われる。
5. 測定した磁気要素と地方磁気の分布には関連性が見られるので、このことから地方磁気が存在が裏付けられる。また、分布熔岩の帯磁の区別は、熔岩の  $Fe_2O_3$  の含有量と、磁気要素分布から、大凡の見当がつく。

なお、第一報、第二報の総合考察から、薩摩半島側は青（－）極、大隅半島側は赤（＋）極の性質を帯びているものと思われるが、資料不足のため判然としないので、今後の研究にまちなたい。

桜島周辺の地方磁気の存在は船舶にとって一応警戒を要するが、陸岸接近の航海以外はさほど心配する必要はない。しかも、この附近は小型船の航行がほとんどで、目視による航海が多いと見られるのでなおさらである。本研究は、鹿児島湾周辺の地方磁気に関する研究の一部であり、更に、湾中央部、池田湖周辺、および両半島の外海面、に研究を進展させて鹿児島湾周辺の地方磁気の全貌を明らかにしたいと考えている。なお、桜島の火山爆発と地磁気の変動との関係についての研究は、はなはだ興味ある研究であるので機会を得て研究を進めたいと考えている。大方の御助言をこう次第である。

## 文 献

- 1) 源河朝之 (1964): 鹿児島湾における地方磁気に関する研究一, 本誌, 12(2), 158-169.
- 2) 力武常次 (1951): "地球電磁気学の概観" 58 (丸善株式会社, 東京).
- 3) 力武常次 (1951): "地球電磁気学の概観" 59 (丸善株式会社, 東京).
- 4) 市川 渡 (1963): "地理学通論 (下巻)" 49 (広川書店, 東京).
- 5) 力武常次 (1953): "地磁気のなぞ" 31-33 (恒星社厚生閣, 東京).