

日本における地磁気変化異常と関連した浪江他 2, 3 点における地磁気観測およびその結果

今 実

概 要

UMP (地球内部開発計画) にもとずいて IQSY 期間を対象に, 日本における地下の電気伝導度の異常を探究するグループが構成された。地磁気観測所もその一員として, 主として福島県浪江において地磁気 3 成分の連続観測を担当したので, その観測と地磁気変化の特性について報告する。

1. は し が き

日本における地磁気短周期変化のうち, とくに鉛直成分が, わずか 200 km 程度離れた地点間もしくはそれ以下でもかなりの差を生ずるところがあり, それが地下の異常な電気伝導度の分布によるものであるという研究については, 以前から力武常次他により多くの論文が発表されているが^{(1)~(6)}, さらにその詳細について調査することを目的として, 1964 年春より稚内・浦河・浅虫・小名浜・内浦・御前崎・鳥取・須崎・八丈の 9 地点において, 地磁気 3 成分の連続観測が開始されることになった。地磁気観測所でもそのうちの 1 地点を担当し, 福島県小名浜において同年 3 月末より観測を始めた。しかしまもなく委託先の学校の焼失にともない観測の継続が不可能となったため, 同県の浪江町郊外に移転し, 同年 7 月より観測を再開した。以降 1965 年 10 月に長野県松代町に移転するまでの資料を使用して, 浪江における地磁気短周期変化の特性が得られたので報告する。

なお短期間ながら, 小名浜および松代の変化特性の一端についてもふれてみた。

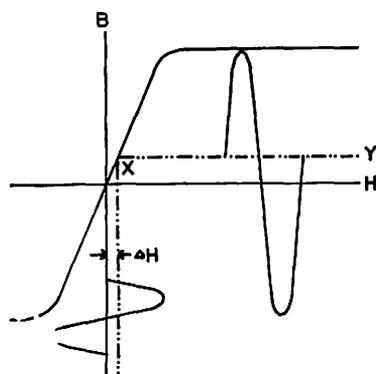


Fig. 1 Principle of the flux-gate magnetometer.

2. 測 器

観測に使用した測器は, フラックス・ゲイト型の GIT 直視磁力計で, その概略を述べる。

2.1 原 理

強磁性体のコアーに, それが充分飽和するような交流磁場を与えると, コアーの B - H 曲線 (B ; 磁束密度, H ; 磁場) の対称性により, 外部磁場 (ΔH) のある時, 第 1 図の XY を基準として B の上下振巾に差を生じる。すなわち ΔH とこの上下振巾差とは或る比例関係をもつ。それでコアーの 1 次コイルに前述のような交流磁場を加え, 2 次コイルよ

り dB/dt に比例して発生する高調波電圧を抽出すれば ΔH を測定できる。

2.2 構 成

検出部, 回路部, 記録計, 刻時用時計に大別される。

検出部 長さ 10 cm, 径 1 mm のパーマロイ・チューブ 2 本を並行にならべて差働結線したものに, 駆動・検出・打消し (HZ のみ)・校正・フィードバックの各コイルを巻いてあり, 3 成分を 20 cm 間隔にならべ木製箱に格納してある。

回路部 1 kc の発振器およびフィルター, (駆動コイル用), 2 kc フィルター (検出コイル用), 増巾器および位相検波器, 打消し回路 (測定地点の H または Z をほぼ打消し, 残留磁場が記録範囲内になるよう調整する), 校正回路 (感度測定および出力の直線性を確かめる) からなる。

記録計 電位差計形トランジスター自動平衡式連続ペン書きで, 記録紙は幅 15 cm 送り速度 20 および 60 mm/hour で使用する。

2.3 測器の温度特性

検出部と回路部にわけて, べつべつに温度の昇降試験をした。検出部の試験結果を第 2 図に示したが, $H \approx 4 \gamma/^\circ\text{C}$, $Z \approx 2 \gamma/^\circ\text{C}$ 程度となった。 $H \cdot Z$ に 150~200 γ のドリフトがあるのは, ノイズを軽減するための暫定措置として, 打消し回路の電源に乾電池を用いたためである。いっぽう回路部の温度係数は, 1~2 $\gamma/^\circ\text{C}$ で検出部に比し小さかった。

なお検出部の降温時 (第 3-a 図) と昇温時 (第 3-b 図) の記録にみられるように, 降温時には 10°C を下廻るとノイズが出始め, 記録曲線も異常になった。参考のために, 第 4 図に同時刻における正常な記録をあげた。昇温時にも 30°C を越える

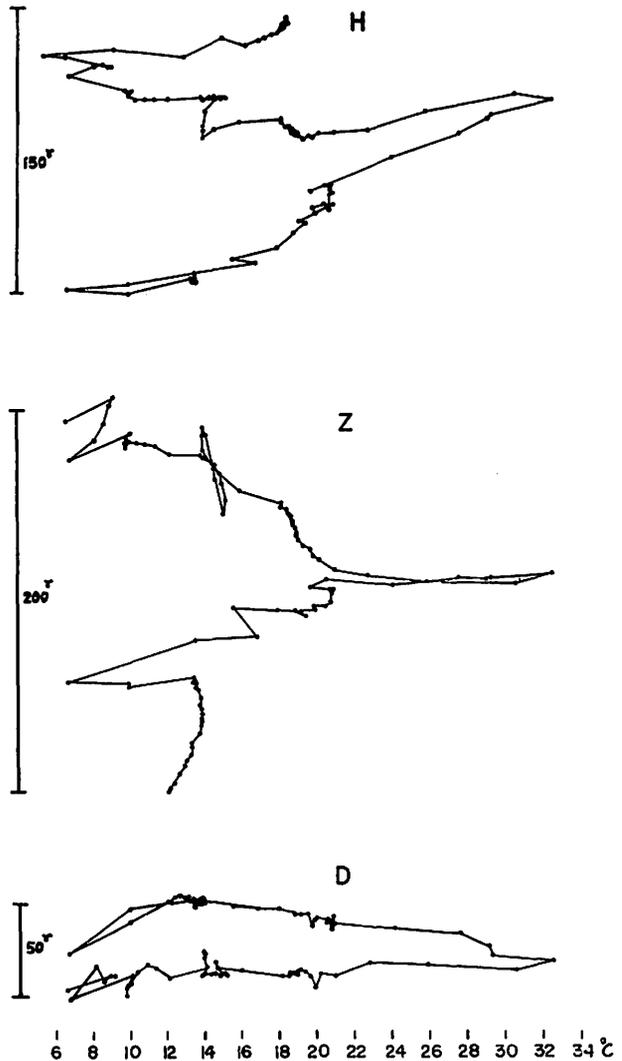
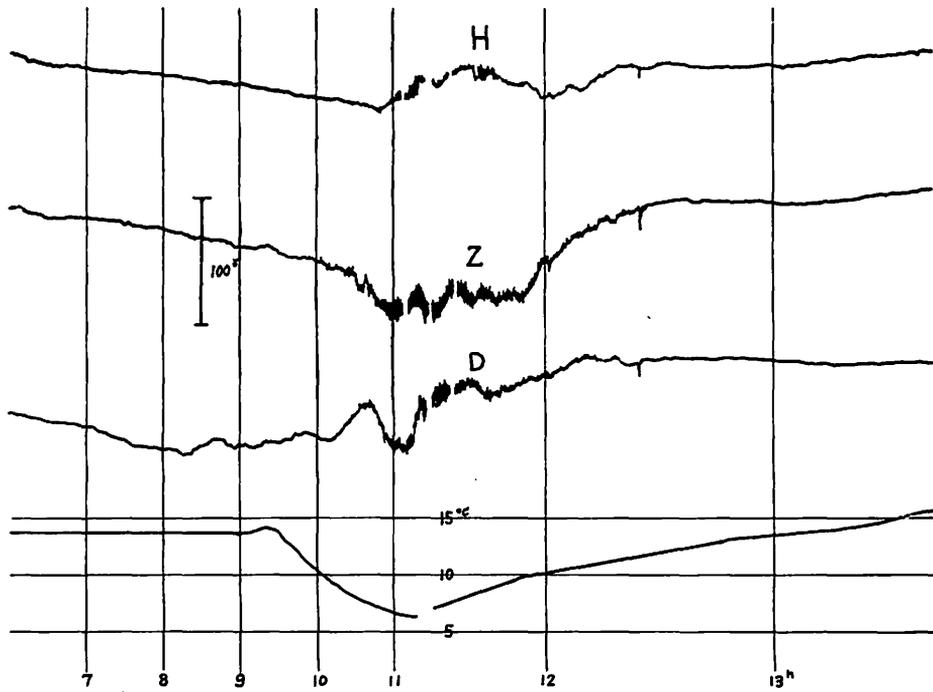
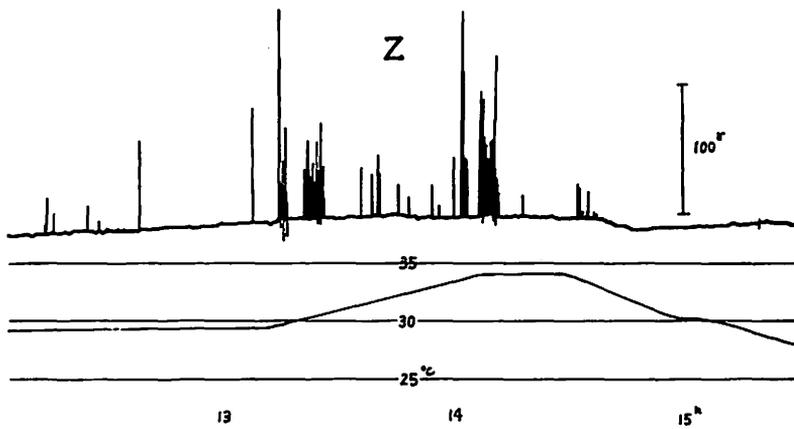


Fig. 2 Temperature coefficients of detector.

Fig. 3 Noise caused by temperature variation.



(a); case of falling temperature.



(b); case of rising temperature.

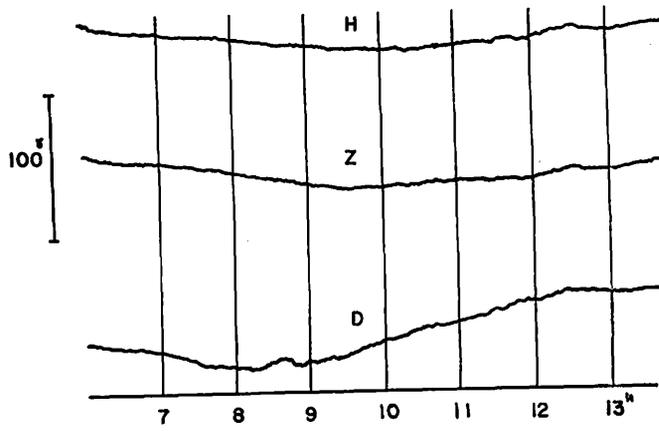
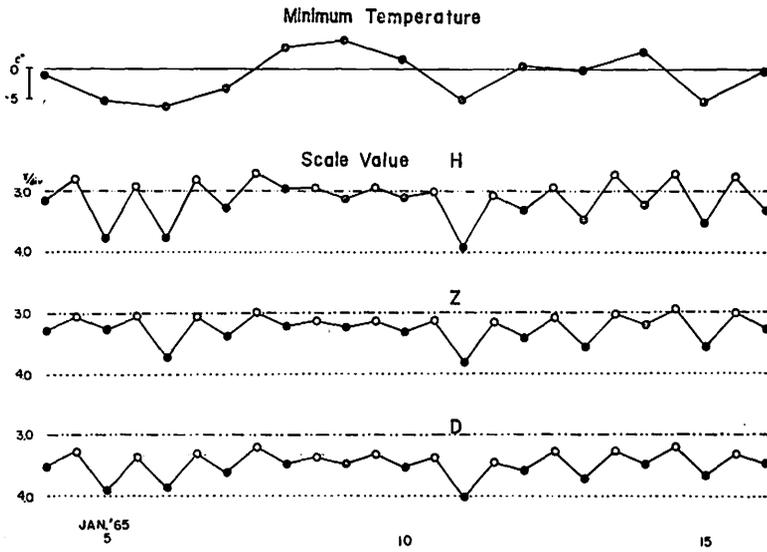


Fig. 4 Normal record observed during the period of noisy record in Fig. 3 (a).



●; scale value at 9h, ○; at 14h.

Fig. 5 Scale value fluctuation caused by temperature change.

あたりからパルス状のノイズが出始めて、ともに地磁気変化を正しく記録することが出来なくなることが判明した。しかしこれらの欠点も、検出部のパーマロイの取替、増巾器の改良、打消し回路の保温装置の変更、さらに夏季にはルームクーラーを使用して記録室内の昇温を防止するなどの処置をしたことにより、大幅に改善された。

また測器の感度が、気温がさがるにつれて悪くなる傾向がみられ、これはおもに回路部と記録計の機能低下が原因と考えられるが、第5図にその一例を示した。同図上段の曲線は、連日の戸外最低気温を、他はそれぞれ3成分の寸法値で、1日2回(9^h, 14^h)の測定値を結んだものであるが、9^hの値のみをつないだ曲線を考えると、最低気温のそれによく似ており、室温の低下に左右されていることがわかる。このため5cm厚のスチロポールを保温材にした覆を記録室内に設置して回路部と記録計を格納したが、これにより寸法値の変化は従の1/5程度に小さくなり、その使用に際してとくに考慮を要するようなことはなくなった。

3. 地磁気短周期変化の特性

浪江における1964年7月から1965年6月までの1年間の資料について、地磁気短周期変化のうち $si \cdot ssc \cdot bay$ について3成分の振巾を読取った。bayについては、鉛値成分の変化(以下 ΔZ という)が最大の時刻に相当する南北成分および東西成分の変化($\Delta H \cdot$

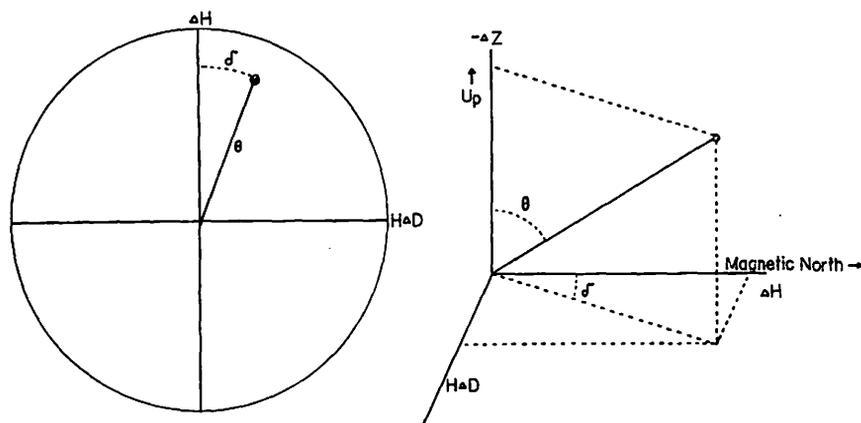
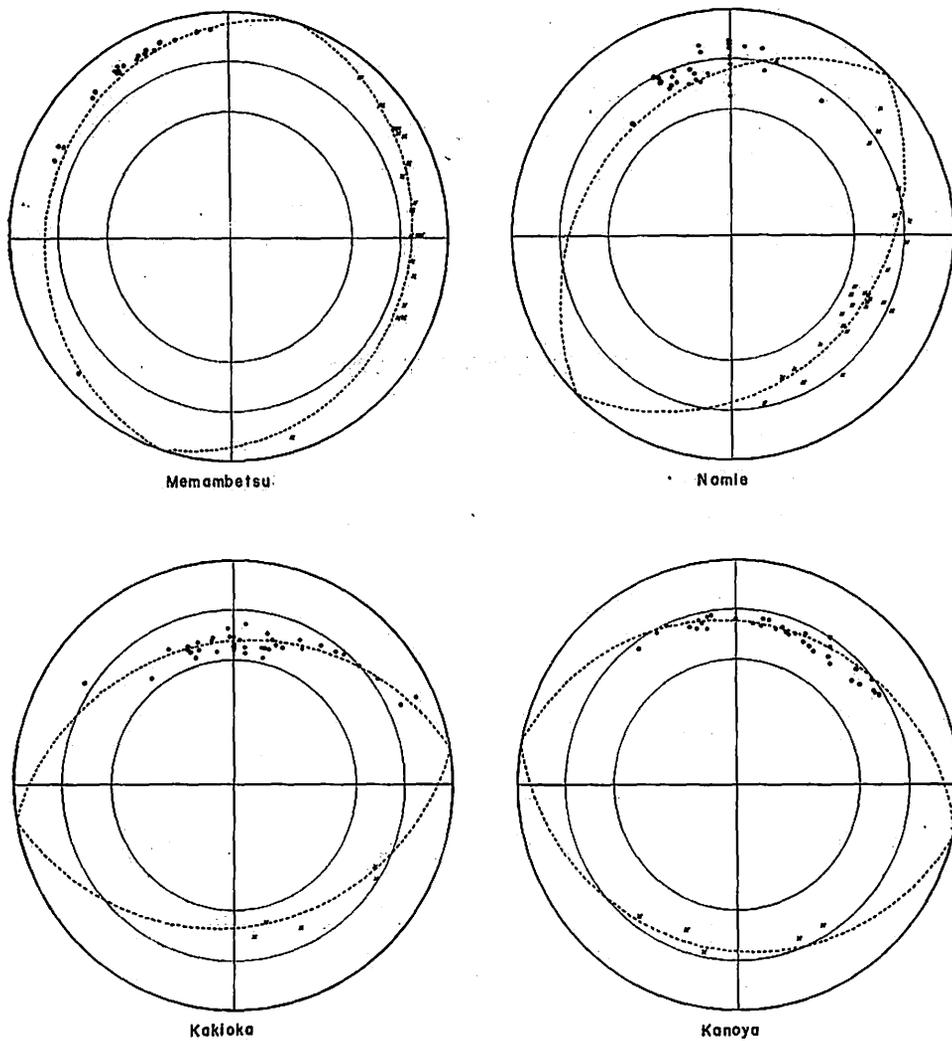


Fig. 6 Illustration of polar diagram.

$H\Delta D$)を対象にして、いずれも現象の始と終りを結んだ値線からの偏倚を求めた。これら3成分の変化量の関係を目でみるために、Parkinsonが用いたポーラー・ダイヤグラムの⁽⁴⁶⁾方法を使用した。ポーラー・ダイヤグラムの図示を第6図にかかげる。

第7図が浪江およびそれと同期間における女満別、柿岡、鹿屋のbayについてのダイヤグラムであるが、各点はその円周上にあるような大円の向きと傾斜は、それぞれ ΔZ が最大になる時の水平面内の成分(ΔR)の方向と、 $\Delta Z/\Delta R$ の値を表示している。これらの図からわ



●; Positive vertical change.
×; Negative vertical change.

Fig. 7 Polar diagram for bay at each station.

かるように、 ΔR の方向は女満別ではほぼ東～西、浪江では北西～南東、柿岡、鹿屋がともにほぼ南北となっている。

これを Parkinson ベクトルで表示したのが第 8 図である。ベクトルの方向は第 7 図における大円の方向で鉛直成分が上方になる向きを指しており、その長さは大円の傾斜角の正弦に比例している。参考のために女川・鹿野山・下里については久保木忠夫・大島汎海⁽⁷⁾による値を、油壺については力武常次⁽⁴⁾による値を引用してベクトルを加えた。

$\Delta Z/\Delta R$, $\Delta Z/\Delta H$ とその確率誤差を第 1 表にあげた。

第 1 表からわかるように浪江の bay についての比は、柿岡よりやや小さく、女満別よりはかなり大きい。これを力武が I G Y 期間の資料から求めた日本における $\Delta Z/\Delta H$ の分布図⁽⁴⁾

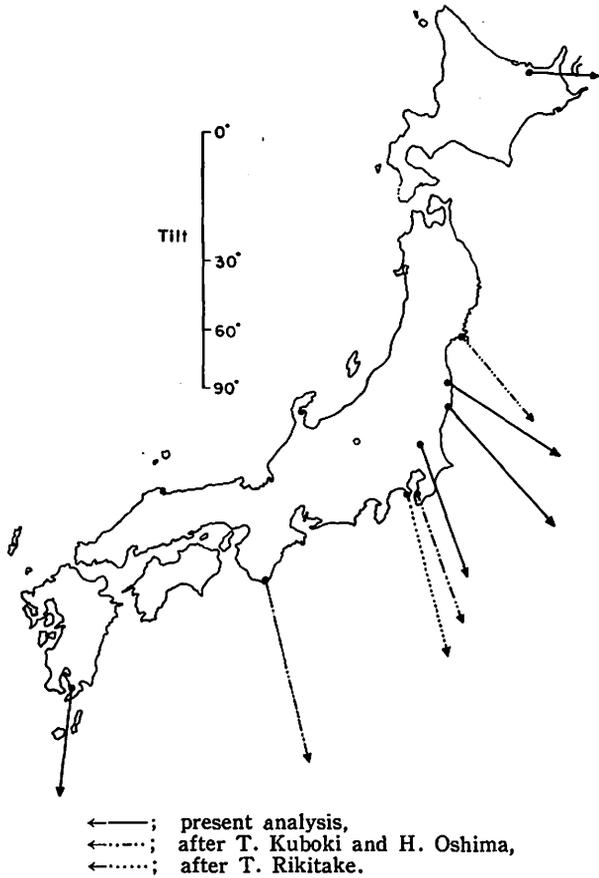


Fig. 8 Parkinson vector for bay at each station.

Table 1 Ratio of $\Delta Z/\Delta R$, $\Delta Z/\Delta H$.

Station	Geographic		$\Delta Z/\Delta R$		$\Delta Z/\Delta H$	
	Lat.	Long.	si, ssc	bay	si, ssc	bay
Memambetsu	43° 55' N	144° 12' E	0.16±0.01	0.18±0.005	0.17±0.01	0.25±0.01
Namie	37 29	140 58	0.25±0.01	0.45±0.01	0.26±0.01	0.63±0.03
Onahama	36 58	140 55		(0.78)		
Kakioka	36 14	140 11	0.52±0.01	0.59±0.01	0.57±0.01	0.64±0.01
Kanoya	31 25	130 53	0.47±0.01	0.46±0.005	0.50±0.01	0.55±0.01

(中部日本の太平洋岸がもっとも大きく、日本海側へ向かうにつれて小さくなる)と比較してみると、ほぼ全体の傾向に合うような結果である。なお現象の周期が短くなるほど変化量の比も小さくなる傾向のあることはすでに報じられているところであるが⁽⁴⁾、第 1 表でも

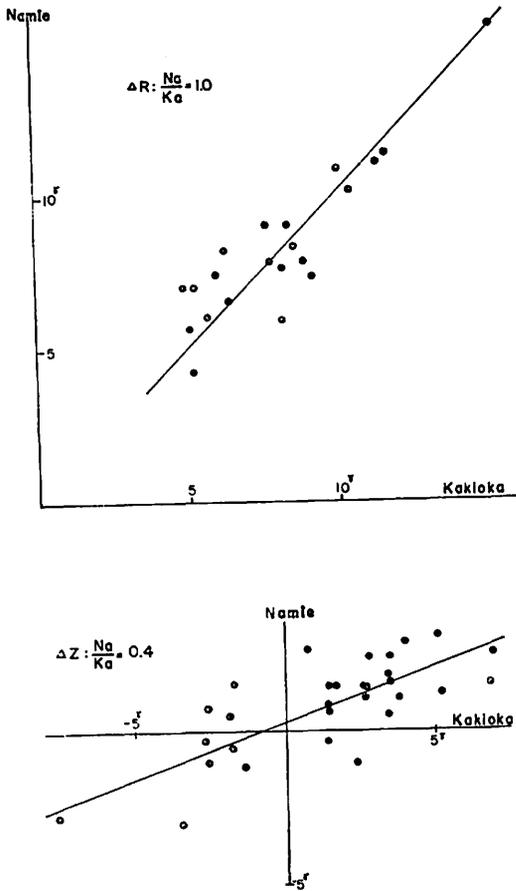


Fig. 9 Correlation of horizontal and vertical intensity between Namie and Kakioka for si, ssc.

浪江以外の地点ではわずかにその傾向が見られる程度であるのに反し、浪江の場合には $si \cdot ssc$ と bay との差が明瞭に出ている。それで $si \cdot ssc$ の ΔZ と ΔR について、浪江と柿岡を比較したのが第9図で、これからわかるように浪江の値が小さいのは、 ΔR の大きさはほとんど変わらないにもかかわらず、その ΔZ が小さいことに起因している。

また3成分の変化のあいだには次式のような値線的な関係があり、係数 a, b は観測地点毎にほとんど一定であることが力武常次により報告されている⁽⁴⁾。

$$\Delta Z = a \cdot \Delta H + b \cdot HAD$$

bay についての a, b の値を前述と同地点について、最小自乗法により計算した結果が第2表である。

Table 2 Coefficients of $\Delta H, HAD$ for Bay.

Station	a	b
Memambetsu	0.06	-0.23
Namie	0.36	-0.44
Onahama	(0.68)	(-0.39)
Kakioka	0.60	-0.10
Kanoya	0.52	+0.04

これによれば浪江における ΔZ は、 $\Delta H, HAD$ に同程度に依存することがわかる。

つぎに最近力武常次が bay およびそれと類似の変化に対する ΔH のみの比の分布について研究しているが⁽⁴⁾、これによれば柿岡の ΔH を 1.00 として柿岡と同時刻の ΔH の比を 10 地点について求めた。著者もこれにならって浪江の比を求めると、 1.01 ± 0.02 となり柿岡と変わらないことがわかった。長野県松代 (地理座標 $\varphi=36' 33' N, \lambda=138' 12' E$) および菅平 ($\varphi=36' 31', \lambda=138' 21' E$) の値はそれぞれ 1.14, 1.13 となる。これはまだ現象例が少なく信頼度が低い、力武の値 (小諸 $\varphi=36.3^\circ N, \lambda=138.4^\circ E$ で 1.18) とも符合し中部日本の値は柿岡、浪江等の東北日本太平洋岸の値よりも大きいことを示すものと思われる。

4. 絶対観測

地磁気3成分の変化観測とともに、その地点の絶対値も測定した。測器はMO-S型携帯用磁気儀（偏角、伏角の測定は磁気感应儀の方式で、水平分力の測定は吊磁石とヘルムホルツ・コイルによる形式のもの）を使用した。

浪江と小名浜の絶対値を第3表に示したが、両地点共に地磁気変化の静穏な日であり、国土地理院による等磁力線図の値^{(8), (9)}に比較してもとくに異状は認められない。

Table 3 Absolute values at Namie and Onahama.

Station	Date	D	H	Z
Namie	Mar. 24, 1964	6° 13' W	29795 γ	26260 γ
Onahama	Mar. 24~25, 1965	6 21 W	29765	35490

謝 辞

この観測を実施した当初より、自身でも観測に従事されたり、常に適切な御指導を受け、この報文に関しても有益な助言を頂いた柳原観測課長に深く感謝するとともに、観測に御協力下さった関係者の方々に厚く御礼申し上げます。

文 献

- (1) Rikitake, T. et al.: The Anomalous Behaviour of Geomagnetic Variation of Short Period in Japan and Its Relation to the Subterranean Structure. 1-10 Report. Bull. Earthq. Res. Inst., **30**, 207-221 (1952); **31**, 19-31, 89-100, 101-118, 119-127 (1953); **33**, 297-331 (1955); **36**, 1-20 (1958); **37**, 1-12, 545-570 (1959); **40**, 693-717 (1962).
- (2) Rikitake T. (1964): Outline of th Anomaly of Geomagnetic Variations in Japan. J. Geomag. Geoelec., **15**, 181-184.
- (3) Maeda, R., T. Rikitake and T. Nagata (1965): Sudden Commencements of Geomagnetic Storms and Their Local Irregularities. J. Geomag. Geoelec., **17**, 69-93.
- (4) Rikitake, T. (1965): Some Characteristics of Geomagnetic Variation Anomaly in Japan. J. Geomag. Geoelec., **17**, 95-97.
- (5) Rikitake, T. (1965): Mantle Conductivity Anomaly. J. Geomag. Geoelec., **17**, 473-479.
- (6) Parkinson, W.D. (1964): Conductivity Anomalies in Australia and the Ocean Effect. J. Geomag. Geoelec., **15**, 222-226.
- (7) 久保木忠夫・大島汎海 (1965): 日本における地磁気変化ベクトルの異常について (第1報), 研究時報, 17 卷2号, 57-86.

- (8) Geograph. Survey Inst. (1957): Magnetic survey of Japan. Bull. Geograph. Survey Inst., 5, parts 1-2.
- (9) Geograph. Survey Inst. (1961): Magnetic survey of Japan, 1951-1957. Bull. Geograph. Survey Inst., 7, Part 1.

**Geomagnetic Observations and Analyses at Namie and other
Several Stations with Special Reference to the Japan
Anomaly of Geomagnetic Variation.**

M. KON

Abstract

The research group of subterranean conductivity anomaly in Japan made a plan of routine observations of geomagnetic variation during the IQSY (International Quiet Sun Years) at 10 or more temporary stations in connection with UMP (Upper Mantle Project). As one of the research program, Kakioka magnetic observatory has taken charge of the observation in the southern part of the North-East Japan. The temporary station was set up initially at Onahama ($36^{\circ} 58' N$, $140^{\circ} 55' E$) and then it was removed to Namie ($37^{\circ} 29' N$, $140^{\circ} 58' E$).

Experimental tests of used instruments, which were flux-gate magnetometers specially designed for the routine use, were carried out before the start of routine observation, and necessary improvement was done.

Observed characteristics of geomagnetic variation is analysed and reported with special reference to the said Japan anomaly of conductivity.