

地磁気常時観測結果と地震 (I)

吉 松 隆 三 郎

Abstract

Using the monthly mean values of the horizontal (H) and vertical (Z) intensities and their deviations, ΔH and ΔZ , from the twelve-month running averages, which have been observed at Kakioka, Memambetsu, and Kanoya magnetic observatories during a few recent years, the author intended to trace some geomagnetic changes, if any, due to the principal shallow near-earthquake of which magnitude is $M \geq 6.0$ and epicentral distance from the observatory is less than about 300 Km.

Some statistical investigations by a Chree's superposed method show that monthly inequalities of ΔH 's and ΔZ 's between the observatories may attain their extreme values two or three months before the very month of near and larger earthquakes (Fig. 8 and 9).

It is strongly felt to the author through the present investigation that the establishment of dense nets of geomagnetic observations, each station being apart about fifty Km or less, in some frequent-occurrence regions of earthquakes as well as in the most infrequent-occurrence regions for reference could contribute more effectively to the fundamental physical investigation of the mechanism of the earthquake-occurrence from the field of geomagnetism.

§ 1. 緒 言

地磁気変化と地殻変動、地震、火山などの地象とが関係ありとすれば、測量とか臨時測定などの一時的な観測でなく常時地磁気観測結果にもとずいて、ずっとその時間的経過のあとをたどり、空間的分布を知りたいということは誰もが希望するところであろう。しかし正しい絶対値を出して長年月にわたって観測をつづける地磁気常時観測は仲々大変な仕事である。現在はプロトン磁力計や蒸気磁力計のような地磁気変化の記録も可能な新しい型の絶対測定器も出現してきたので昔日のような困難さはかなり減少され得る時代となつたが、それでも長年月にわたって装置の精密な保持には同様な困難さと注意が必要である。現在は勿論このような原子特性を利用した磁力計による観測資料は至つて少く、かつ短期間のものしかない。

現在わが国で常時地磁気観測を実施している所は地磁気観測所の柿岡、女満別、鹿屋の外水路部の下里、地理院の鹿野山、東北大学の女川、東京大学の大島、京都大学の阿蘇がある。その目的や観測種目、資料の取扱い方は各機関によつて多少異なるが、ともかくも狭い日

本としては見掛上外国などに比して稠密な観測網を形成している。このような資料をすべて利用したいがこのたびは時間の余裕がなかつたのとその他の理由で、とりあえず地磁気観測所の3ヶ所における常時観測資料のみを取扱うことにする。それにしても例えば地震との関係についてもその考えられる地磁気変化が数時間、数日或は数ヶ月またはそれ以上の長期にわたって起つているかどうかということは現在確実には知られていない。また磁気測量の場合でもかなり広い地域を対象とすると一ヶ月に一回以上にわたって繰返し測定することも実際問題としては困難であろう。一方あまり短い時間内しかその変化が現われない場合は自然外部磁場の変化の取扱いが比較的めんどうになるだろう。それでもまず第一報では地磁気水平分力及び鉛直分力の月平均値の変化をしらべることにした。しかし日を単位としたもつと短い期間の値の変化や年を単位とする経年変化のようなものについてもしらべる必要がある。従つて第一報では地震との関係を詳細にしらべることは資料不十分であるので、ただ予備的試みをやつてみたに過ぎない。ともかくも日本の中央及び南北両端にある3つの観測所の常時観測結果がどうなつているかを観測資料もだんだんたまつてきたので、特に地震予知研究計画等の立場から整理し初めたものである。

§ 2. 女満別, 柿岡, 鹿屋における地磁気鉛直分力月平均値の変化

鹿屋では1958年から常時観測が行なわれているので、これに合わせて3地点共通の最近の期間(1958年—1961年6月)における鉛直分力(Z)の月平均値とその12ヶ月移動平均値の各観測所での相互差とを Fig.2 に示した。女満別(地磁気緯度 $\Phi=34^{\circ}$, 地理坐標 $\vartheta=43^{\circ}55'N$, $\lambda=144^{\circ}12'E$), 柿岡($\Phi=26^{\circ}$, $\vartheta=36^{\circ}14'N$, $\lambda=140^{\circ}11'E$), 鹿屋($\Phi=20^{\circ}5'$, $\vartheta=31^{\circ}25'N$, $\lambda=130^{\circ}53'E$) 間の相互距離は大体 900~1000km であるが図にみるようにこの期間においては全体としての緯度変化や月々の変動は略々似た大きさで特に飛びはなれたような

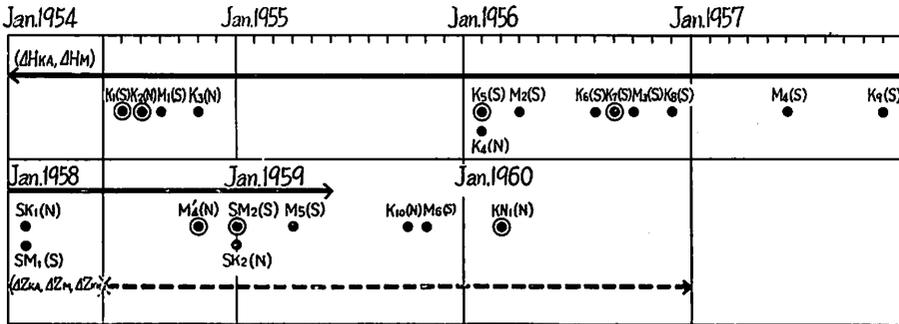


Fig. 1 Data on geomagnetism and principal shallow earthquakes near Memambetsu, Kakioka and Kanoya.

←→ intervals of utilized geomagnetic data.

●, earthquakes with $M \geq 6.0$, $\Delta = \Delta_1$,

⊙, earthquakes with $M \geq 6.0$, $\Delta = \Delta_2$

K (S), K (N) (M(S), M(N)), earthquake which occurred southward or northward from Kakioka (Memambetsu)

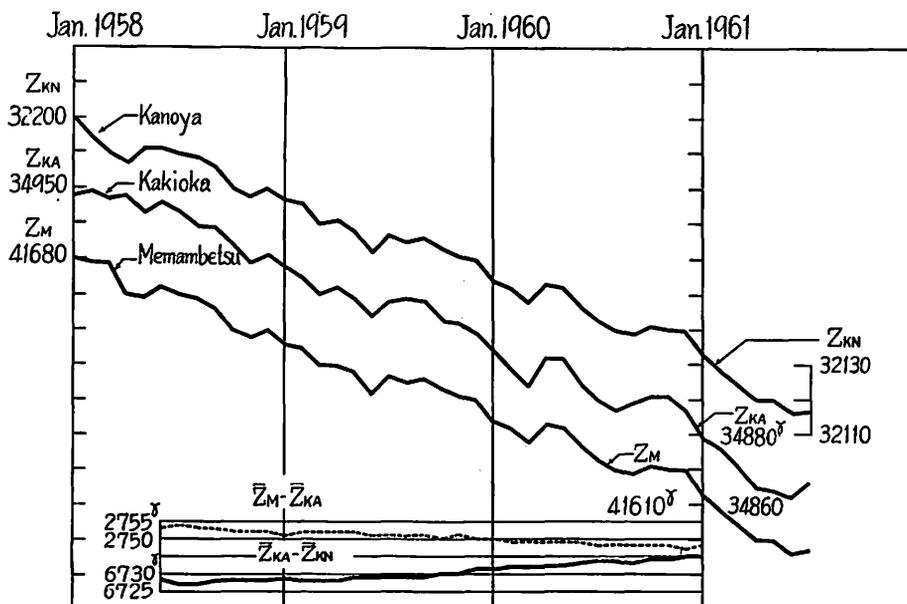


Fig. 2 Monthly mean values of the vertical intensities (Z 's) and the differences of their twelve-month running averages (Z 's) between the Observatories. Z_{KA} : Kakioka, Z_{KN} : Kanoya, Z_M : Memambetsu.

ものはない。即ち、

[1]. 12ヶ月移動平均値, Z_M (女満別), Z_{KA} (柿岡), Z_{KN} (鹿屋) を求めてみると図には示していないが3者とも非常に平滑で殆んど直線的に減少している。従つて観測所相互の差も図の下方に示した2つの曲線のごく平滑な直線に近い上昇或は下降の単調な経過をたどつていて、月々の変動には一見特別な様子はみられない。なおその相互差の大きさの変化量は31ヶ月間で数ガンマーである。

次に毎月平均値の上記移動平均値よりの偏差 (ΔZ) について観測所相互関係をみると Fig. 3 である。略々直線とみて、これからのずれ, $A = \Delta Z_{KA} - 1.03 \Delta Z_{KN}$, $B = \Delta Z_{KA} - 1.25 \Delta Z_M$, $C = A - B$ を求めると Fig. 4 となる。これからわかることは、

[2]. ΔZ の観測所相互間の相対差は月々かなり変動しているが、その大きさの絶対値は高々数ガンマー以内におさまっている。Cの変動はA, Bに比して小さいことも注目される。

§ 3. 地磁気水平分力月平均値の変化

水平分力月平均値について Z と同様のことをやったのが Fig. 5 ~ 6 である。 H_M 及び H_{KN} の1960年以降の計算が間に合わなかつたので資料の取扱いは3観測所とも1959年まで

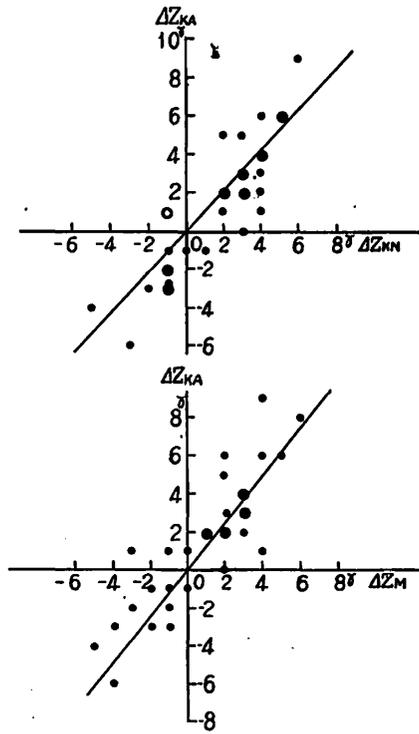


Fig. 3 Relation between the deviations of the monthly mean values of the vertical intensities from their twelve-month running averages at Memambetsu, Kakioka and Kanoya. June, 1958-1960.

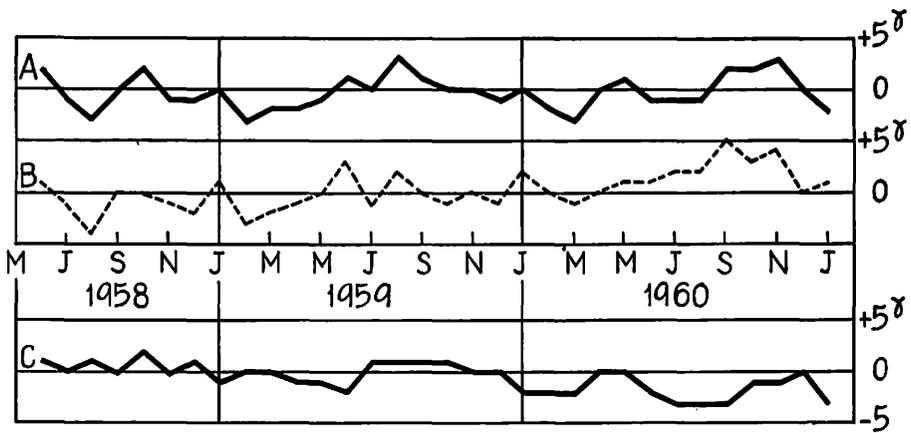


Fig. 4 Differences of the deviations ΔZ 's between the Observatories.
 A : $\Delta Z_{KA} - \Delta Z_{KN} \times 1.03$ B : $\Delta Z_{KA} - \Delta Z_M \times 1.25$ C : A-B

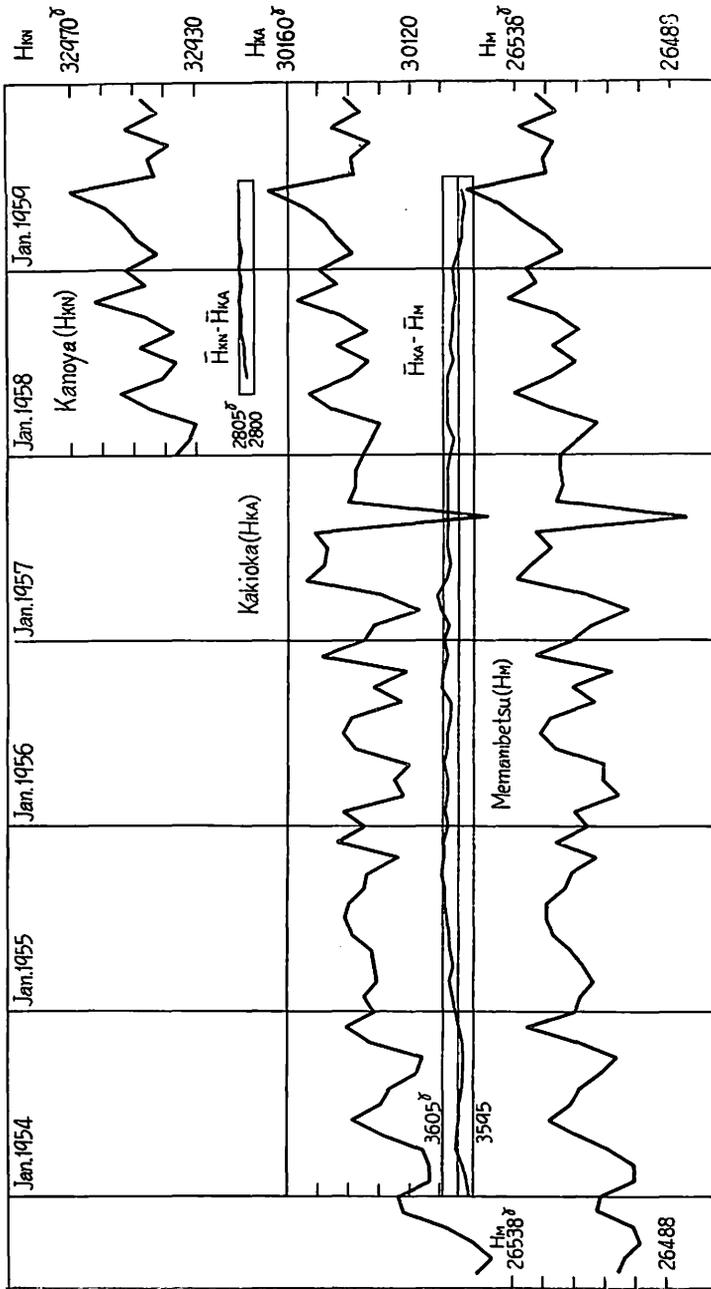


Fig. 5 Monthly mean values of the horizontal intensities (H 's) and the differences of their twelve-month running averages (\overline{H} 's) between the Observatories.

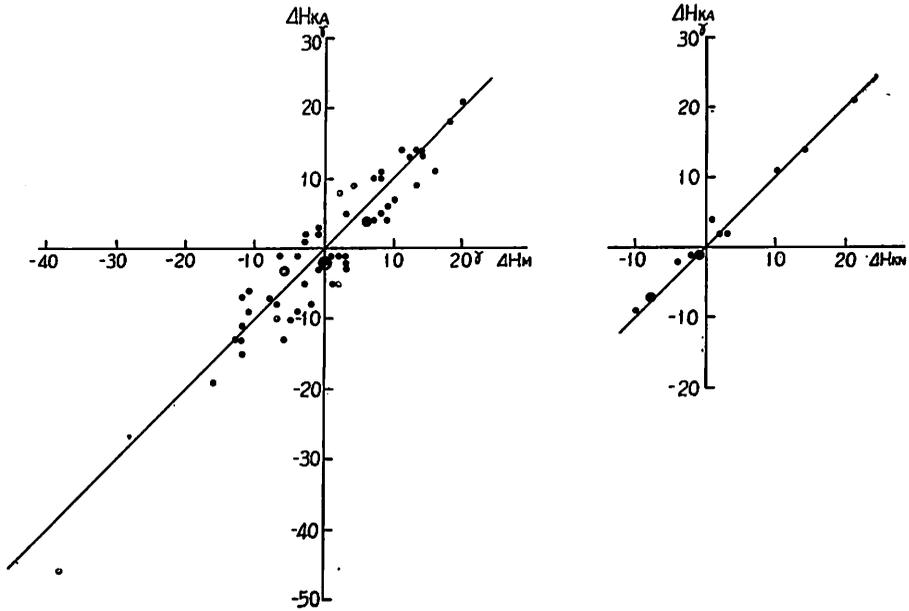


Fig. 6 Relation between the deviations of the monthly mean values of the horizontal intensities from their twelve-month running averages at Memambetsu, Kakioka and Kanoya, June, 1958-June, 1959 for $(\Delta H_{KA}, \Delta H_{KN})$ and Jan. 1954-June, 1959 for $(\Delta H_{KA}, \Delta H_M)$.

とした。統計的取扱いをするために H_M, H_{KA} は Z よりもずっと長い期間を図示した。この図からわかることは、

[3]. H の観測所相互間の差は Z の場合と同様に平滑な経年的変化曲線を示し、その毎月の変動はせいぜい 2 ガンマー位である。また ΔH は 3 地点とも略々等しい。それで $\Delta H_{KA} - \Delta H_M$ 及び $\Delta H_{KN} - \Delta H_{KA}$ を求めると後者が前者の同期間の値に比してずっと小さいことは注目されるが、 ΔZ の場合のようにそれらの毎月の変動は数ガンマー以下である。

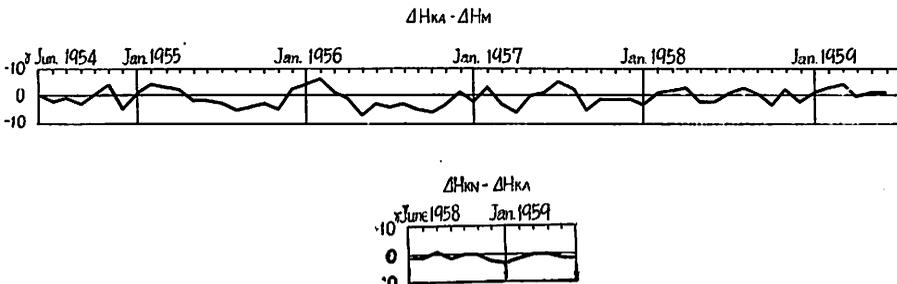


Fig. 7 Differences of the deviations ΔH 's between the Observatories.

Table 1. Principal shallow earthquakes. KA : Kakioka, M : Memambetsu, KN : Kanoya

Date	Magni- tude (M _{1,2})	Epicentral distance ($\Delta_{1,2}$)			No. of earthq.	Date	Magni- tude (M _{1,2})	Epicentral distance ($\Delta_{1,2}$)			No. of earthq.	
		KA	M	KN				KA	M	KN		
1954	II 22	1	1			1956	IV 23	2		1	M ₂	
		25	1	2			26	1	2			
		26	1	1			VI 29	1	1			
		IV 5	1	2			VIII 2	1		1		
		19	2		1		13	2	1		K ₆	
		VII 10	1		1		IX 30	2	2		K ₇	
		18	2	2		K ₁	X 12	2		1	M ₃	
		VIII 28	2	2		K ₂	15	1	1			
		30	1		1		XI 12	1			1	
		IX 12	2		1	M ₁	XII 22	2	1		} K ₈	
		X 5	1	1			23	2	1			
	XI 19	2	1		K ₃	1957	I 9	1	1			
1955	II 2	1		1		II 10	1		1			
	III 28	2			2	IV 27	1		1			
	V 12	1	1			V 21	1	2				
	VI 13	1	1			VI 12	2		1		M ₄	
		15	1	1		X 23	1		1			
		23	1	1		XI 8	1		1			
		29	1		1		11	2	1		K ₉	
		IX 5	1		1		1958	I 29	1			
		XII 26	2		1		II 15	2		1	SM ₁	
	1956	I 7	1	1			16	2	1		SK ₁	
		14	1	1		IV 17	1	2				
II 10		2	1		K ₄	19	1		1			
		14	2	2		VIII 26	1	1				
III 6		1		2		IX 15	1			2		
						XI 7	2		2		M ₄ '	

Date	Magni- tude (M _{1,2})	Epicentral distance ($\Delta_{1,2}$)			No. of earthq.	Date	Magni- tude (M _{1,2})	Epicentral distance ($\Delta_{1,2}$)			No. of earthq.
		KA	M	KN				KA	M	KN	
1959	I 22	2	1		SK ₂	1959	X 26	2	1		K ₁₀
		22	1	2	} SM ₂		XI 8	2		1	M ₆
		31	2	2			XII 23	1	1		
	II 5	1	1			1960	III 4	2		2	KN ₁
	IV 15	2		1	M ₅		IV 15	1		1	
	VI 2	1		2			VI 4	1		1	
	IX 8	1	2								
	X 19	1		1							

§ 4. 観測所附近の主要浅発地震と地磁気要素月平均値の変化

(4.1) ここでは上に得た月平均値の偏差 ΔZ , ΔH と各観測所附近の主な浅発地震（深さ 60km以内）との関係をみようとして一つの試みをやつた結果を述べる。

月平均値には各種の自然外部磁場変化を含んでいる。勿論地象と関連して局所変化があれば月平均としてやはりはいつている。その変動は主として磁気嵐の大きさ、頻度、地理的分布に関係していると考えられる。1954~1959は地磁気活動の最も盛んであつた I G Y 期間も含まれており、月平均においても H では月々変動量が50ガンマーを越す時もある。しかし観測所相互間の ΔH の直線関係よりの偏倚になると高々数ガンマーであることは上にみた通りである。従つて地震と関係する地磁気変化は月平均の偏差についてはごく小さい量であろうと推測される。

まず観測所附近の主要な浅発地震を第1表に示した。（気象庁日本附近の主要地震の表（1926~1956）及び地震月報による）余震は省く。その月に柿岡又は女満別附近のみに起つている地震は夫々 K_n , M_n ($n=1, 2, \dots$) 又両方同じ月に起つている地震は SM_n , SK_n と記入してある。地震規模 M は、 $M_2 \geq 6.0$, $6.0 > M_1 \geq 5.5$ のもの、各観測所からの震央距離 Δ は Δ_2 (100km 以内), Δ_1 (100~300km) とする。従つて M が大きくとも Δ_1 より大きいもの、或は Δ は Δ_2 の範囲にあつても M が 5.5 以下の小地震などは一応考えないことにした。但し 1958 年 11 月 7 日のものは $M=8 \sim 8\frac{1}{4}$ (Pasa) で Δ も Δ_1 に近いのでこれだけは考慮してみた。なお Δ_1 , Δ_2 はごく概略のもので震央が観測所からどの位離れているかをみる目安とする程度である。1957 年以降は月報によつたので M の未決定のものがあれば将来追加することにした。

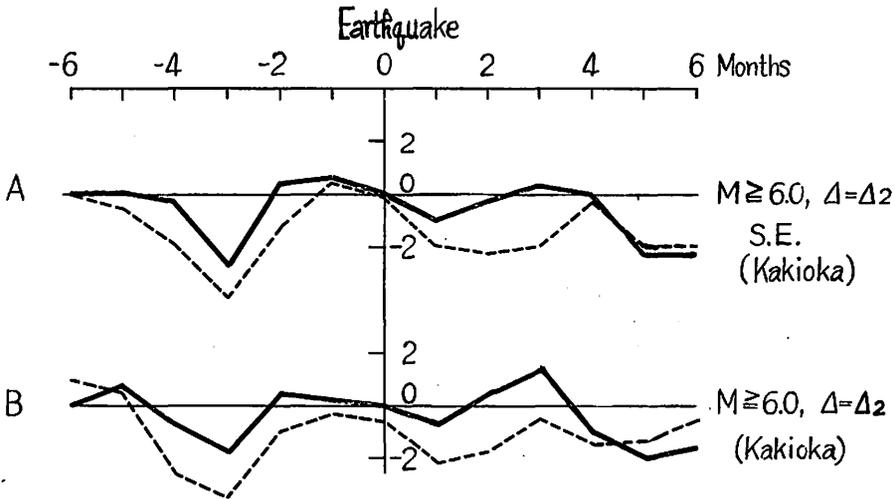


Fig. 8 a. Relation between $\Delta H_{KL} - \Delta H_M$ and principal shallow earthquakes near Kakioka.

M : Magnitude, Δ : Epicentral distance

S. E. : Southward epicenter N. E. : Northward epicenter

地磁気と地震とを対照してみるに地震が毎月相ついでかたまつて起つている傾向もあり、同じ月に柿岡と女満別附近に起つているものもあるので、一つ一つの地震をどの地磁気変化と対応せしめるべきかはすぐにはむずかしいようにみえる。それでChreeの重ね合わせ方法を利用しながらつぎのような統計的試みをやつてみた。地震の規模 M_2 のもののみをしらべることにする。(Fig.1参照)

(4.2) まずFig.7の $\Delta H_{KA} - \Delta H_M$ をとりあげて、地震の起つている月を0月とし、その前後6ヶ月の値を逐次重ねてその平均をとることをする。Fig.8aは $M \geq 6.0$, 柿岡よりの震央距離は100km程度で、地震に伴つた変化が出ていれば見掛上は最も有望と思われる場合である。地震は地震番号 K_1, K_2, K_3, K_7 の4ケで重ね合わせの結果はB図の破線である。地震前3ヶ月目の値が特に大きい。実線は1954~1958年間の $\Delta H_{KA} - \Delta H_M$ の各月平均値を求め、それについて地震の場合と同じ重ね合わせをした平均値を破線より引き去つたものである。地震前においてはやはり同様の変化である。地震後では2, 3ヶ月の値がかなり大きく出ている。つぎに震央は K_2 のみ柿岡の北側象限にあり他3ケは南側象限にあるのでA図は南側象限にあるもののみについての同様な結果である。これで見ると地震前3ヶ月目の変化はやはり卓越し実線の地震後の2, 3ヶ月の変動はごく小さくなつてしまつた。その代り4ヶ月目少し変化が出た。地震の出現間隔からみて0月より遠く離れた月のことはあまり問題にしない方がよからう。これから、

[4], $M \geq 6.0$, 震央距離100km程度以内のような比較的規模の大きい近い地震では月平均として2~3ガンマー位の変化が地震前3ヶ月目位に出るのではないかと思われる。

(4.3) 次に $M \geq 6.0$ で震央距離が100~300km程度のやや遠い地震で柿岡又は女満別より南側或は北側にあるものいつしよにしてしらべてみよう。南側にある8ケの地震を一緒にしてやつたものはFig.8bのC図である。Fig.8aほどは明瞭でないがひいきめでみる

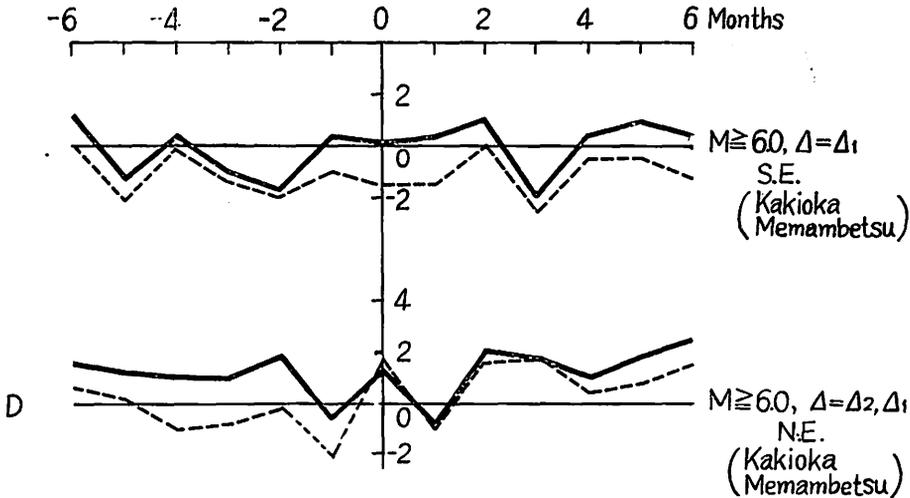


Fig. 8b. Relation between $\Delta H_{KA} - \Delta H_M$ and principal shallow earthquakes which occurred southward (C) and northward (D) from Kakioka and Memambetsu.

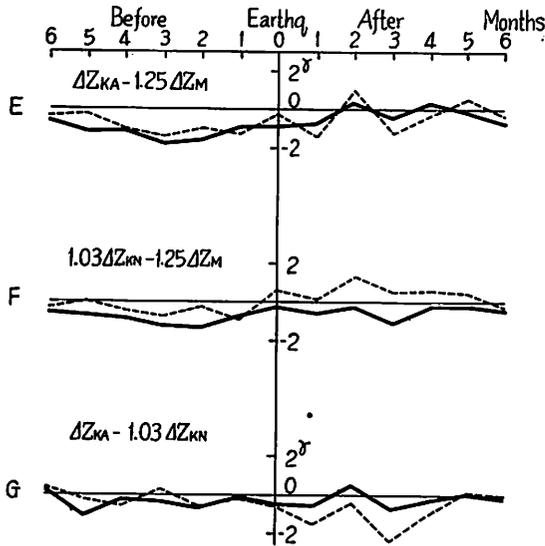


Fig. 9 Relation between ΔZ 's and principal shallow earthquakes near Memambetsu.

する地震はもつと多くの例についてやつてこれらを確めてみる必要がある。

(4.4) 次に鉛直分力についてしらべる、取扱つた期間が短いのであるが水平分力の場合と同様なことをやつた結果は Fig. 9 に示した。E, F, G, 各図の実線、点線の意味は前と同じである。この期間中での $M \geq 6.0$ のものは鹿屋附近のもの一回 ($\Delta = \Delta_2$); K_{10} , SK_2 (ともに $\Delta = \Delta_1$); SM_2 ($\Delta = \Delta_2$), M'_4 ; M_5 , M_6 (ともに $\Delta = \Delta_1$) である。 SK_2 と SM_2 は Δ の大小からみて影響は或は SM_2 の方が優勢かもしれないと考え、この ΔZ の期間は女満別附近の地震活動が優勢に利いてくると思われる。(Fig. 8 参考) それで M 及び SM 符号の上記 4 枚の地震に関して E 図 ($\Delta Z_{KA} - 1.25 \Delta Z_M$), F 図 ($1.03 \Delta Z_{KN} - 1.25 \Delta Z_M$) 及び G 図 ($\Delta Z_{KA} - 1.03 \Delta Z_{KN}$) について求めてみた。柿岡附近の場合のように震源を南北地域分けてない。E, F 図からは、

[6]. E, F 両曲線はともに ΔZ_M の項を含むが、ともに殆んど同じでしかも平滑な変化をしている。地震前 2~3 ヶ月の値が [4] の場合と同様に最大である。 Δ については両区分のものが交つているが、変化量は大体 2 ガンマー位で、 ΔH の場合と同程度になつている。

G 図には ΔZ_M の項がはいつてないので、また [2] にのべたように E, F 図のような変動はみられないだろうと想像されるが、実際の結果は図のように、

[7]. G 図には予想の如く殆んど E, F 図のような系統的変化がみられなく略々直線的である。これは地震前 2~3 ヶ月目に地磁気変化が最大になるかもしれないということのより

と地震前 2~3 ヶ月の変化はあるようにみられる。8 枚の地震とは M_i ($i=1-5$) と K_i ($i=6, 8, 9$) である。Fig. 8 b の D は地震が北側に起つたもののみをとつてやつたもので、地震は K_2 , K_3 , SK_1 , SK_2 , 及び M'_4 の 5 枚である。これを見ると地震の前及び翌月に変化がみられる。

Fig. 8 b の C の地震後 3 ヶ月目のやや大きい値は M_i ($i=1-5$) の群と (K_6, K_8, K_9) の群とを別々に同様な取扱いをした結果にともにその月は大きく出ている。しかし地震のとり方にも問題があるので C D の変化はよくしらべる必要がある Fig. 8 b からは、

[5]. $M \geq 6.0$ でも震央距離が大きくなると [4] 結果は次第に不明瞭になつてくる。震央距離が Δ_1 に相当

考え易い資料の一つとなるであろう。

第一報は〔1〕—〔7〕の結果で終るが①問題とした変化量がいたつて小さいので今後もつと多くの材料でしらべてみることに、この調査を通して感ずることはこのような目的には更にもつと②短い期間或はもつと長い期間の平均による調査等の外に、③100km 或は数10 軒間隔の観測網が必要であり、とりあえず臨時研究観測網を作る場合は、④地震頻発地域とともに最も地震の起り難い地域でも観測してみることが大切であろうということである。後者は気象庁地震課資料によれば恐らく奥羽地方の太平洋沿岸からだいぶ内陸にはいつた地域のようなものである。
(1962. 1. 5.)