

地磁気常時観測結果と地震 (II)

— $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ の変化 —

吉 松 隆 三 郎

概 要

前報告では地磁気絶対値の月平均値について柿岡、女満別、鹿屋の各2点間の局所的と思われる差異を求める解析をやって、どうも浅い地震 ($M \geq 6.0$, $\Delta \leq 330$ km) の前、1~3ヶ月特に2~3ヶ月の値が他の月よりも異常であることを短期間の調査であるが指摘した。

この第2報では少し考える対象を変えて、短週期変化(継続時間数分~数十分程度)についての最大変化量 ΔZ , ΔH を多くの変化から吟味して求め、その月平均値 $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ について、柿岡(期間 1959—1960)、鹿屋(1960—1961)の両地で地震 ($M \geq 5.5$, $\Delta \leq 330$ km) との関係をしらべた。

その結果は本文第5節の結果の要約と問題点のところに列挙してあるが、特に面白いと思うことは、大部分の地震の起った月の前1~2ヶ月の $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ がこの曲線の谷となっており、しかもこの谷の値と地震の規模 M との間には両地点とも、ほぼ直線の関係がみられ、その直線の傾斜も大体等しいということである。若しこれが確実とすると一見地震の起ったときはもう地磁気(地中電気伝導度)には地震の影響は大部分消え去っている場合が多いことになる。

今後のことについて少し述べた。

1. 短週期変化の $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$

第1報では地磁気絶対値の月平均の一般変化よりの偏差について、柿岡、女満別、鹿屋のおたがい2つずつの地点間の差異と、その附近の比較的大きい地震 ($M \geq 6$) との関係をしらべたが、ここでは短い継続時間をもつ、いわゆる短週期変化について地震との関係をしらべることにする。その鉛直分力 Z と水平分力 H の最大変化量 ΔZ , ΔH についての $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ の時間的変化と地震との関係である。ここに短週期変化というのは変化の継続時間が数分から数10分程度のもので、例えば磁気嵐急始立上り(ssc), 急変化(si), 湾形変化(b)及び湾形変化に似た変化等のように比較的明瞭で孤立的にあらわれる変化である。もっと短週期の脈動(pt, pc)とか、またいくつかの短週期変化がたずいているような複雑なものは除外されている。そして柿岡と鹿屋では Z と H の位相が比較的よく一致しているが、ここで採用する変化についてはこの点に特に留意して位相のよく合うものを選び変化の最大の点の振

巾を通常の磁力自記紙から読取る。振巾読取りの基準線は変化の初りと終りを結んだ直線である。従って擾乱時の急な曲線傾斜のなかに現われた短週期変化や、静かな日でも日変化の傾度の大きい時期に出たものは特に明瞭のもの外は採用しないようにする。またときどき偏角の変化が特に大きくて、比の値が特に大きくなったり、小さくなる若干の場合は除いた。一方採用する変化の数はなるべく多いことがのぞましいが、実際では柿岡では1ヶ月平均30ケくらいが多かった。鹿屋ではもっと多くとるように心掛けた。しかしなるべく特別な日や時刻に集中しないようにした。

本文ではこのような規格と方法で求めた $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ の月平均 $\frac{\overline{\Delta Z}}{\overline{\Delta H}}$ を対象として、まずおおまかな調査の結果を報告する、期間は柿岡では1959—1962年、鹿屋では1960—1961年である。今後もっとと長年月のもの、他の地点のものなど順次しらべてゆくつもりである。

2. 柿岡と鹿屋における $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$

$\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ は勿論上層電流分布に依存するものであるが、実際上のような判別と注意のもとに数多くの変化にあたってみると、 ΔZ と ΔH とはかなりよい直線関係にあることがわかる。そして月平均値 $\frac{\overline{\Delta Z}}{\overline{\Delta H}}$ からの個々の値のばらつきは例えば X 1960—III 1961 における $\frac{\overline{\Delta Z}}{\overline{\Delta H}}$ の信頼度 99% 及び 95% (括弧内) の存在範囲を $\pm\alpha$ として第1表に示した。N は資料の数である。 α は平均して鹿屋では月平均値の 2~3%, 柿岡では N が小さいので 3~4 程度である。

Table 1. Monthly means of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)'$, and their limits of confidence.

Date	Kanoya		Kakioka	
	$\left(\frac{\overline{\Delta Z}}{\overline{\Delta H}}\right)_{ky} \pm \alpha_{99} (\alpha_{95})$	N	$\left(\frac{\overline{\Delta Z}}{\overline{\Delta H}}\right)_{ka} \pm \alpha_{99} (\alpha_{95})$	N
1960 X	0.517 \pm 0.008 (0.006)	50	0.659 \pm 0.031 (0.023)	26
XI	0.506 \pm 0.013 (0.010)	42	0.620 \pm 0.027 (0.020)	24
XII	0.466 \pm 0.019 (0.014)	48	0.663 \pm 0.006 (0.005)	38
1961 I	0.493 \pm 0.011 (0.008)	47	0.660 \pm 0.029 (0.022)	29
II	0.522 \pm 0.018 (0.013)	47	0.618 \pm 0.024 (0.018)	22
III	0.501 \pm 0.013 (0.010)	64	0.635 \pm 0.041 (0.030)	23

柿岡、鹿屋の $\frac{\overline{\Delta Z}}{\overline{\Delta H}}$ は第1図に示してあるが個々の $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ のばらつきに比して有意な変動をしている。

以下両地の $\frac{\overline{\Delta Z}}{\overline{\Delta H}}$ の変動についてしらべてみよう。

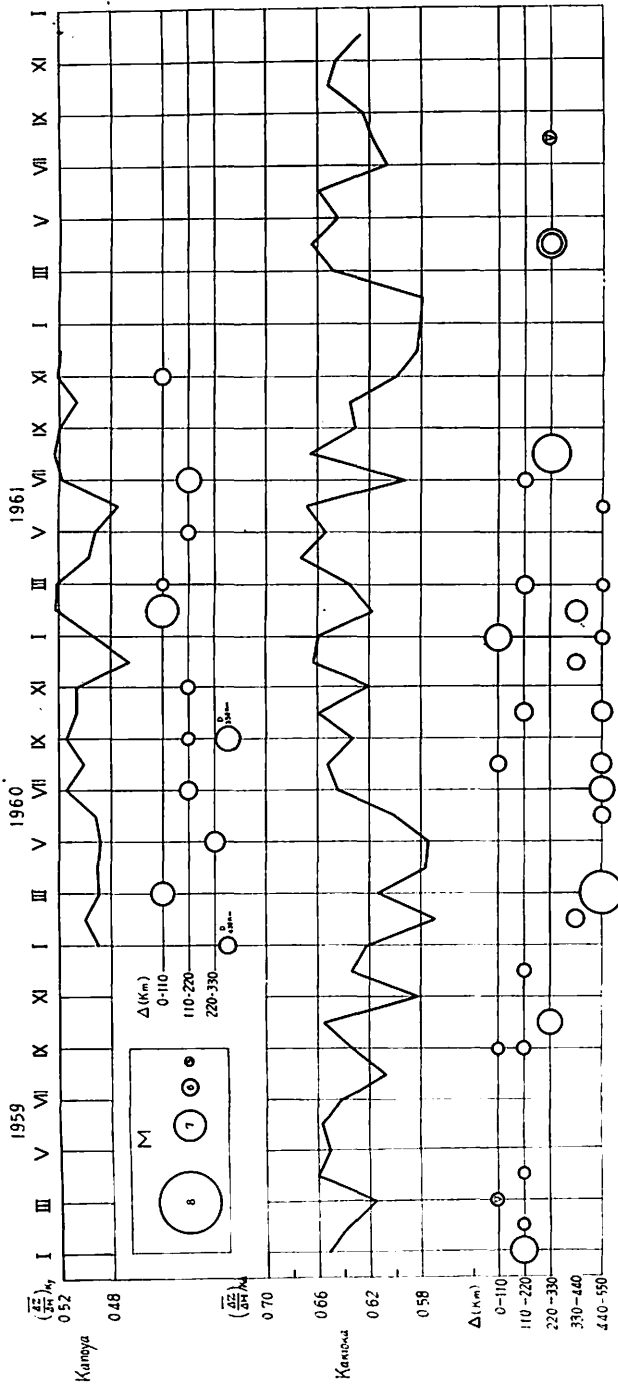


Fig. 1. Monthly means of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_K$'s at Kakioka and Kanoya and principal earthquakes with the magnitude $M \geq 5.5$ and intensity grade V. ΔZ and ΔH are the maximum amplitudes of the horizontal and vertical intensities. Δ is the epicentral distance in km from the station.

3. 柿岡における $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ と地震

柿岡を中心として震央距離 Δ を 110 軒間隔に区切り 550 軒までのうち各区間内に起った地震で規模 $M \geq 5.5$ 、深さ (h) 約 100 軒以内のものをとりあげ第 1 図に丸で示した。地震

Table 2. Earthquakes with the magnitude $M \geq 5.5$ and other ones with intensity grade IV or V near Kakioka.

Δ : Epicentral distance

h: depth of the earthquake

Date					Epicenter		M	h(km)	Δ (km)	Remark	
M	D	h	m	Lat. (N)	Long. (E)						
1959	I	22	14	10	37.7	142.3	6.8	30	110—220	福島県東方	
	II	5	19	06	36.3	141.7	5.6	shallow	110—220		
	III	20	12	21	36.6	141.2	IV	80	0—110		
			18	16	26	36.7	141.1	V	80	0—110	沖茨城県東方沖
	IV	29	07	01	34.9	140.7	5.5	70	110—220		
		VII	26	06	21	36.8	140.5	IV	80	0—110	茨城福島県境
		IX	08	19	03	36.4	140.7	5.6	50	0—110	
			24	07	23	35.7	138.4	5.8	10	110—220	山梨県西部
		X	26	16	35	37.6	143.2	6.7	20	220—330	福島県東方沖
		XII	23	02	20	37.7	142.0	5.7	40	110—220	
	1960	I	14	19	26	36.0	140.1	IV	80	0—110	茨城県南西部
		II	05	01	50	38.6	143.2	6.1	shallow	330—440	宮城県東方沖
III		21	02	07	39.8	143.5	7.5	20	440—550	三陸沖	
IV		15	20	39	40.9	141.6	IV	80	440—550	青森県東岸沖	
VI		16	00	37	40.1	142.5	6.0	40	440—550	岩手県沖	
			21	07	57	36.3	140.1	IV	60	0—110	筑波山附近
		VII	30	02	32	40.2	142.6	6.5	30	440—550	岩手県沖
		VIII	12	22	13	36.4	141.5	5.9	40	0—110	茨城県東方沖
			13	16	11	40.3	142.5	6.2	40	440—550	三陸沖
			25	17	38	35.1	140.2	IV	60—70	110—220	千葉県沖
		X	9	18	01	40.8	141.3	6 $\frac{1}{4}$ (Pasa)	100	440—550	青森県東部
			29	07	29	34.6	141.7	6.1	40	110—220	辰総半島南東沖
	XI	26	05	54	38.1	140.7	IV	100	110—220	宮城県南部	
	XII	26	10	45	34.2	136.2	6.0	60	330—440	三重県中部	
1961	I	15	20	53	39° 36'	143° 16'	5.8	80	440—550	岩手県沿岸沖	
		16	16	20	36 02	142 16	6.8	40	0—110	茨城県沖	
	II	23	13	16	38 16	143 30	6.4	0	330—440	宮城県沖	
	III	19	13	52	40 11	143 25	5.5	60	440—550	三陸沖	
		25	07	57	35 44	141 17	6.1	0	110—220	茨城県沖	
		VI	19	16	38	39 09	143 39	5.8	40	440—550	三陸沖
		VII	18	01	20	35 48	141 36	5.8	0	110—220	千葉県東方沖
		VIII	19	14	33	36° 0	136° 8	7.3	40	220—330	北美濃
1962	II	06	07	56	35.7	139.2	IV	100	0—110	多摩川上流附近	
	IV	12	09	53	37.9	142.8	6.8	40	220—330	金華山沖	
		30	11	26	38.8	140.9	6.4	10	220—330	宮城県北部	
	V	05	20	12	34.1	139.4	IV	20	220—330	三宅島附近	
	VII	15	15	47	39.5	141.5	IV	90	330—440	岩手県中部	
		VIII	26	15	49	34.1	139.5	V	20	220—330	三宅島附近
		XI	09	18	21	35.8	140.8	IV	60	0—110	利根川河口附近
			14	16	48	35.7	141.1	IV	40	0—110	銚子沖
		XII	28	03	18	39.7	142.0	IV	50	330—440	宮古附近

の規模は丸の半径の大小によつて区分してある。余震は記入しない。なお震度Vを観測した地震も図上V印で示した。第2表には更に震度IVのものも併記した。地震資料は気震要覧からとつたので1961年VIII月以降は地震速報(気象庁地震課)によらざるを得なかったが、この間には第1図に示すものの外著しい地震はなかったようである。

まず地震のことからはなれて第1図をみて、すぐ気づくことは10数ケの $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ の最大値はすべてほぼ等しい値、0.660に近く、頭うちのようなかつこうであることである。次に気づかれることは $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ の変動には2つの型がある。即ち最大値から次の最大値までが3ヶ月以内の短期変動と、X 1959—VII 1960, VIII 1961—IV 1962及びVI 1962—X 1962のように数ヶ月も継続する長期変動である。そして変化の巾は全期通して大体0.660—0.570の範囲におさまっていることである。

次に地震との関係にはいる。まず $\Delta=0\sim 330$ 軒の地震のみに着目する。第2図(a)はI 1959—IV 1962の期間中地震の起つた月の $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ に対するMの分布である。第2図(b)は $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ を0.570—0.579, 0.580—0.589, ……のように11ケの区間にわけたときの区間別 $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ の頻度分布(折線)と地震回数(縦線)を示してある。ここに取扱つた地震では規模の大きいものは $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ の大きい月に起つている傾向がわかる。し

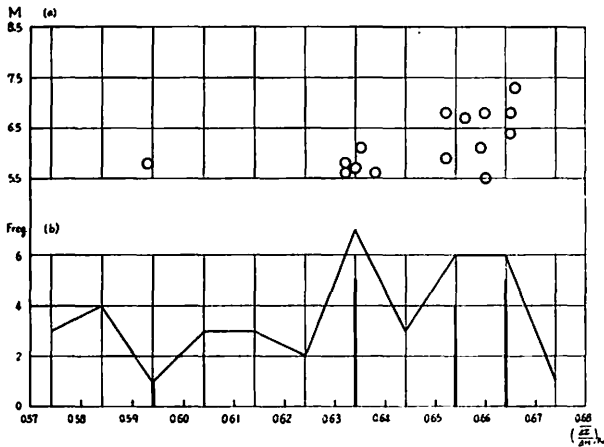


Fig. 2. (a). Distribution of the earthquake of which epicentral distance from Kakioka is $\Delta \leq 330$ km in respect to $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ during the period January 1959 to April 1962.

(b). Frequencies of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ and the earthquake for each interval of 0.009 of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$. Thin line : $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$. Thick line : earthquake.

かし更にMの大きいものでは $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ が更に大きくなるか、略これらの値と等しいかは今後の問題である。

第1図を更に注意してみると地震の起つた月の前月、或は前々月の $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ はII 1959, VIII 1960及びIV 1962の3つの地震を除くと、すべて一つの極小値となっている。それで地震の月の前月或は前々月の $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ とMとの関係を見ると第3図及び第3表のようになる。但しこの場合2つの地震が同一月に起つている場合、即ちIX 1959, IV 1962の両月に対してはMの平均、5.7及び6.6と、0.660と $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ の平均、0.651及び0.620とをそれぞれ対応させてある。

第3図では IV 1959 ($M=5.5$) 及び XII 1959 ($M=5.7$) の2つの地震に対応するものが著しく小さいので一応これを除いた残りの10ヶの地震について、直線関係とみて最小自乗法で求めると、

$$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{-1,2} = 0.849 - 0.0351 M_{Ka} \dots\dots\dots(1)$$

となる。比較的良好な点がのっている。 M は M_{Ka} としてある。

IV 1959 の地震は対応するものが過小であるのは偶然的誤差やいろいろあると思うが、III 1959 の震度 V の茨城県東方沖地震 ($\Delta=0-110$ km) がなにか変化を及ぼしているかもしれない。XII 1959 の小さいことも X 1959—VII 1960 の長期変動の影響が若干入

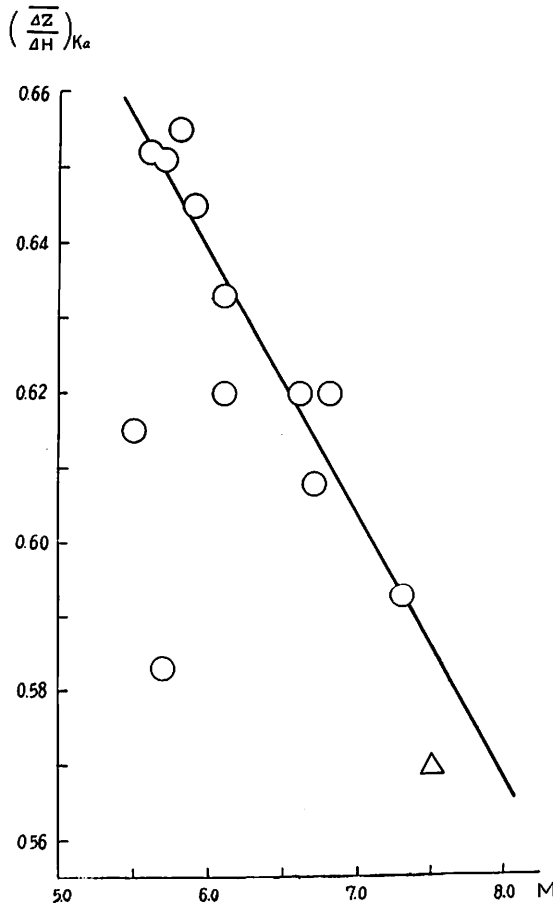


Fig. 3. Relation between the magnitude M of the earthquake of which epicentral distance from Kakioka is $\Delta \leq 330$ km and $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{ka}$, one or two months before the month of the earthquake.

っていると思われる。いずれにしても第3図にてもわかるように $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ の頭うちの0.660は $M=5.4$ に対応するので、恐らくこの2つの地震は特別大きい影響をもったものと考ええるよりは、地震以外の原因をしらべてみる心要がある。頭うちの0.660は地震のない月でも地震のある月でも現われており、地震の $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ に及ぼす影響の殆んどなくなった状態を示していると思われるからである。

それにしても(1)式の関係はここに初めて求められたもので注目すべき結果である。これは次の鹿屋における結果で更に確かめられることになった。

上に述べたゆっくりした長期変動が何によっているかはもっと多くの資料によって検討すべきであるが既に、VIII 1961—III 1962の長期変動の最低値(II 1962)は第3図に利用されており、そのときの地震はIV 1962の金華山沖 ($M=6.8$) 及び宮城県北部 ($M=6.4$) であった。またVI 1962—X 1962の長期変動期間中

Table 3. Relation between M and $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ at Kakioka, one or two months before the earthquake of which magnitude is M and epicentral distance is $\Delta \leq 330$ km.

Earthquake			$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{ka}$	
Month	M		Before one month	Before two months
1959	II	5.6	0.652	
	IV	5.5	0.615	
	IX	5.7		0.651
	X	6.7		0.608
	XII	5.7	0.583	
1960	VIII	5.9	0.645	
	X	6.1	0.633	
1961	I	6.8		0.620
	III	6.1	0.620	
	VII	5.8		0.655
	VIII	7.3	0.593	
1962	IV	6.6		0.620

には VIII 1962 の三宅島火山大爆発及び地震 V を含んでいる。そして X 1959—VII 1960 の長期変動期間中には三陸沖 ($M=7.5$) を初め、 $\Delta > 330$ km で上にとり扱わなかった大きい地震がある。なにか海底地震の特性に関係あるかもしれない。それで III 1960 の三陸大地震についてもその発生月の前月の II 1960 の $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ の極小値 0.570 を第 3 図に入れると三角で示したように、やや小さいがだいたい直線に近い位置をしめる。

ともかくも長期変動もかなりの部分まで短期変動と同様に考えてもよいと思われる。

(1) 式によると地震の規模の最大のものは $M=8\sim 8.5$ 位と考えられるので、このような場合 $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ の 0.660 よりの最大偏差はその 15% となる。

4. 鹿屋における $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$ と地震

鹿屋附近の地震は柿岡の場合と同様の基準で第 4 表にのせてある。第 1 図でもわかるように鹿屋でも柿岡と同様に数ケの最大値はすべてほぼ一定で 0.520 に近い。また III 1960 及び V 1960 の 2 ケの地震を除くと大きい地震は $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$ の大きい月に起っている。そして特に注目されるのは $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$ と $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ は全く対応する変化がない。しかし $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$ の変動の型は柿岡と同様で、長期変動は I 1960—VII 1960 の間にみられる。この期間中の

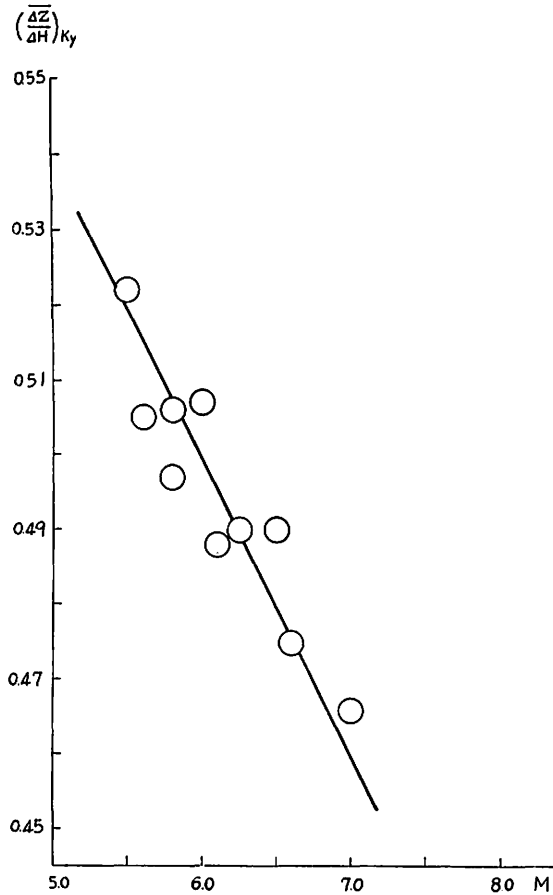


Fig. 4. Relation between the magnitude M of the earthquake of which epicentral distance from Kanoya is $\Delta \leq 330$ km and $(\frac{\Delta Z}{\Delta H})_{Ky}$, one or two months before the month of the earthquake.

地震は大隅半島沖 ($M=6\frac{1}{2}$ (Pasa), $h=140$ km) と奄美大島北東沖 ($M=6\frac{1}{4}$ *, $h=100$ km) であるが、ともに比較的深い地震であることに何か関係があるかもしれない。

柿岡と同様に地震発生月より1ヶ月または2ヶ月前の $(\frac{\Delta Z}{\Delta H})_{Ky}$ の極小値を目標として M との関係を示すと第4図及び第5表となる。ほぼ直線関係がみられるが最小自乗法で求めると、

$$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{-1,2} = 0.736 - 0.0394 M_{Ky} \dots\dots\dots(2)$$

Table 4. Earthquakes near Kanoya

Date				Epicenter Lat. (N) Long. (E)		M	h(km)	Δ(km)	Remark		
1960	M	D	h	m							
	I	31	14	08	32.9	135.0	6.1	shallow	330—440	室戸岬南東沖	
	III	04	12	53	30.9	130.7	6 ¹ / ₂ (Pasa)	140	0—110	大隅半島	
	V	18	15	35	29	130	6 ¹ / ₄ *	100	220—330	奄美大島北東沖	
	VII	08	21	51	30 ¹ / ₄	130 ³ / ₄	6.1	60	110—220	屋久島近海	
	IX	12	21	17	26 ³ / ₄	128 ¹ / ₄	6 ¹ / ₂ ~6 ³ / ₄ (Pasa)	60	440—550	琉球列島	
		26	20	36	32 ¹ / ₂	132	5.6	20	110—220	日向灘	
	XI	07	22	23	32.4	132.1	5.8	60	110—220	宮崎県東方沖	
	1961	II	27	03	11	30°36'	131°51'	7.0	40	0—110	宮崎県沖
		III	16	07	16	32 00	130 42	5.5	0	0—110	鹿児島県
		V	17	06	45	30 27	132 02	5.8	60	110—220	鹿児島県南東沖
VII		18	23	05	29 37	131 46	6.6	60	110—220	九州南方沖	
X		27	14	57	31.5	131.5	6.0*	20	0—110	日向灘	

Note. *: Provisional value

Table 5. Relation between M and $\left(\frac{\overline{\Delta Z}}{\overline{\Delta H}}\right)_{Ky}$ at Kanoya, one or two months before the earthquake of which magnitude is $M \geq 5.5$ and epicentral distance is $\Delta \leq 330$ km

Earthquake			$\left(\frac{\overline{\Delta Z}}{\overline{\Delta H}}\right)_{Ky}$	
Month	M		Before one month	Before two months
1960	III	6 ¹ / ₂		0.490
	V	6 ¹ / ₄ *	0.490	
	VII	6.1		0.488
	IX	5.6	0.505	
	XI	5.8	0.506	
1961	II	7.0		0.466
	III	5.5	0.522	
	V	5.8	0.497	
	VII	6.6	0.475	
	XI	6.0*	0.507	

となる。 M を M_{Ky} と書き改めてある。0.0394 に相当する柿岡の係数は 0.0351 であるのでほぼ一致しているが、将来もっと多くの data で確かめたい。(2) 式で $M_{Ky}=5.5$ とすると $\left(\frac{\overline{\Delta Z}}{\overline{\Delta H}}\right)_{-1,2}=0.519$ となり $\left(\frac{\overline{\Delta Z}}{\overline{\Delta H}}\right)_{Ky}$ の頭うちの最大値と等しい。従って $M_{Ky}<5.5$ の地震に対応する $\left(\frac{\overline{\Delta Z}}{\overline{\Delta H}}\right)_{Ky}$ の変化はほとんど無視される程度に小さいと思われる。これは勿論柿岡においてもみられた。

鹿屋に近い地震発生域は日向灘が主たるものであるが過去の日向灘の大地震は理科年表に

年	月	日	M
1909	XI	10	7.9
1939	V	1	6.7
1941	XI	19	7.0
1961	II	27	7.0

よると次のようである。それで $M=8$ とすると期待される $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$ の最小値は 0.421 となる。即ち最大変化は実測最大値 0.520 の 19% である。これは柿岡では 15% であった。

以上鹿屋の結果は柿岡の場合と同じものであることがわかった。異った 2 つの、しかも遠くはなれた地点で全く同様な結果

を得たことは上の結果の信頼性を増大するものである。

なお第 3, 5 表によると 22 回の地震に対応せしめられた $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ のうち地震の月の 1 ヶ月前のものは 14 回, 2 ヶ月前のものは 8 回であるが, 有意水準 20% 位なら 1 ヶ月前のものが 2 ヶ月前のものより多いといえる。

5. 結果の要約と問題点

通常磁力自記紙を使って, 柿岡では 1959—1962, 鹿屋では 1960—1961 の期間について, 毎月多くの短週期変化—継続時間数分乃至数 10 分の程度—の最大振巾—鉛直分力 ΔZ , 水平分力 ΔH —を読み取り $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ の月平均 $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ を求めた。これと震央距離 330 軒以内の地震— $M \geq 5.5$ —を主として関係つけてしらべた。その結果次のようなことが両地共通していわれる。

1). $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ ($\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$, $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$) は所定期間中個々の $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ のばらつきに比して十分有意な変動をしている。(第 1 表, 第 1 図)

2). $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ の変動中十数ヶ(柿岡)或は数ヶ(鹿屋)の最大値(変動の最大の山)は殆んどすべて一定値に近い値を示している。即ち柿岡では 0.660, 鹿屋では 0.520。最大値は地震の発生している月でも地震のない月にも現われている。(第 1 図)

3). $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ の変動の型は相隣る最大値の間隔が 3 ヶ月以内の短期変動と, 数ヶ月におよぶ長期変動とがみられる。(第 1 図)

4). 地震規模 M の大きいものは $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ の大きい月に発生している傾向をみる。(第 2 図)

5). 時間的に相接近(但し月単位で)して起っている地震を考慮するとほとんど大部分の地震の 1 ヶ月前或は 2 ヶ月前の $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ は一つの極小値を示している。(20% 有意水準で 1 ヶ前のものが多いといえる差)そして M とこれら 1 ヶ月前或は 2 ヶ月前の値 $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{-1,2}$ との関係はほぼ直線で次のように最小自乗法で求められる。

$$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{-1,2} = 0.849 - 0.0351 M_{Ka} \dots \dots \dots (1)$$

$$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{-1,2} = 0.736 - 0.0394 M_{Ky} \dots \dots \dots (2)$$

ここに M_{Ka} , M_{Ky} は柿岡及び鹿屋附近地震の M を別示してある。(第3, 第4図)

6). (1) 及び (2) 式は最も大きい規模 ($M=8\sim 8.5$) の地震でも実測最大値 (柿岡: 0.660, 鹿屋: 0.520) よりの $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{-1,2}$ の期望偏差は最大値の10数%であることを示している。

7). 柿岡で最も大きい長期変動 (X 1959—VII 1960) のなかに含まれる三陸沖地震 ($M=7.5$) を 5) 項と同様にしてその 1ヶ月前の $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ の極小値を第3図にいれると、これもやはりだいたい直線に近く位置する (第3図, 三角印)。これは既に(1)式中に考慮されている VII 1960—X 1960 の比較的小さい長期変動と併せ考えると、長期変動も短期変動と同様な機構で $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ への影響をしらべてもよい可能性がある。

以上は今回の調査でわかった主なことであるが、最も興味あるのは同じ形式の(1)及び(2)式の示す結果である。但し両式には個々の地震の Δ に関する項は入れてない。実際の Δ は少くとも 100~300 km にわたっている。これは或はこの程度の規模の地震に伴う $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ への影響は比較的広範囲にわたって起っていることかもしれない。要約 7) 項には三陸地震に関してこれに少しふれた。しかし或はまた柿岡をとりかこむ日本のこの部分の地殻構成に関係あるかもしれない。

今回の調査期間は両地、特に鹿屋では比較的地震が多い時期であったが、地震の起ってない適当な長さの期間での $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ が今回実測の最大値と恐らく等しいであろうことを実証することは必要である。これは少くとも短期変動の場合では地震発生日にはもう $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ への影響がほとんどみられなくなっているからである。

これらのためには更に長期にわたって調べるとともに柿岡、鹿屋以外のできるだけ多くの地点でも同様なしらべをしてみることが大切である。この最後の点に関しては UMP 或は地震予知グループ計画の実施に十分反影せしめられることを希望したい。

Results of Geomagnetic Routine Observations and Earthquakes

T. YOSHIMATSU

Abstract

Using the ordinary magnetograms at Kakioka (Geogr. Lat. $36^{\circ} 14' N$, Long. $140^{\circ} 11' E$) for the period 1959 to 1962 and for the period 1960 to 1961 at Kanoya (Geogr. Lat. $31^{\circ} 25' N$, Long. $130^{\circ} 53' E$), $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)$'s of short period changes are calculated through a crucial criterion for the selection of the changes. The time durations of

them are within about a few minutes to several tens of minutes and their maximum amplitudes in the vertical and horizontal intensities are denoted by ΔZ 's and ΔH 's. The monthly mean values $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)$'s are examined to be correlated to the earthquake of which magnitude is $M \geq 5.5$ and epicentral distance is $\Delta \leq 330$ km from each station. The following interesting results are found out at both stations.

1). Monthly means $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)$'s show statistically significant changes throughout the whole periods over the limit of fluctuations of individual values of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)$'s. (Fig. 1 and Table. 1)

2). There is a tendency that large scale earthquakes are apt to occur in the months of larger values of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)$'s. (Fig. 2)

3). All maximum values of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)$'s, which are appeared in both the month of earthquake and month of no earthquake, take nearly the constant value at each station, namely, 0.660 at Kakioka and 0.520 at Kanoya, respectively. (Fig. 1) It is desirable to check using more available data whether these maximum values are remained constant even in the period lasting several months without earthquake occurrences.

4). The change of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)$'s is distinguished as a whole in two types of mode, a short-interval change which lasts less than three months between two consecutive maximum values of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)$'s and another a long-interval change lasting several months, namely, Oct. 1959–July 1960, Aug. 1961–Mar. 1962 and June 1962–Oct. 1962. (Fig. 1)

5). Nearly each earthquake considered is preceded by a minimum value of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)$'s, one or two months before the earthquake. The relation between the magnitude M and the preceding minimum value is given by a least square method as follows;

$$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{-1,2} = A_{ka} - B_{ka} \cdot M_{ka} \quad (1)$$

$$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{-1,2} = A_{ky} - B_{ky} \cdot M_{ky} \quad (2)$$

where suffixes ka and ky represent Kakioka and Kanoya, respectively, and A's and B's are constants. (Figs. 3 and 4) It is desirable to confirm whether or not B_{ka} is equal to B_{ky} and also these formulae hold good for even minor earthquakes with $M < 5.5$, using more available data. It should be noted that (1) and (2) contain no terms of Δ .

6). It may be expected from (1) and (2) that even the greatest earthquake ever occurred in Japan with $M=8.0 \sim 8.5$ does not yield the minimum value of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)$ deviating by 20% from the maximum value 0.660 at Kakioka, or 0.520 at Kanoya.

7). A triangular mark in Fig. 3, which is slightly deviated from the regression line in the figure, represents $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{ka}$ just one month before a great earthquake with $M=7.5$, which occurred off the northeast coast of Honshu, Japan (Sanriku-oki). The epicentral distance Δ from Kakioka is far beyond the maximum boundary of Δ considered here. This earthquake is contained in the first long-interval change at Kakioka said above, while the second principal long-interval change, Aug. 1961-Mar. 1962, also is fully considered in the formula (1) in respect to the earthquake in Apr. 1962. The third long-interval change of June 1962-Oct. 1962 contains an earthquake with intensity grade V, now M not yet determined, in Miyake Island where the great eruption of the volcano Oyama occurred in Aug. 1962. From these facts it may be suggested that both short-and long-interval changes may be discussed on the same basis about the mechanism.