

地磁気常時観測結果と地震(III)

—短周期変化の時間変化の局所性—

吉 松 隆 三 郎

概 要

第(II)報につづいて、柿岡では1958年、鹿屋では1958—1959年及び1962年、新に女満別と下里ではそれぞれ1958—1962年7月まで、及び1958—1959年の期間について、 $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ 及び $\frac{\Delta Z}{\Delta D}$ (女満別)の時間的変化をしらべた。

柿岡と鹿屋では第(II)報と同様な結果である。 $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ の極小値は各地独立に起つており付近の主要地震の起つている月の1~2ヶ月前に大部分が発現しており、地震規模 M との直線的相関は今回と第(II)報とを合わせた1958~1962年7月の期間について求めなおしておいた。女満別の $\frac{\Delta Z}{\Delta D}$ についても柿岡、鹿屋と同様な結果であるが、大部分の極小値が地震の月と一致していることが異つている。その原因については想像の域を出ない現状である。 $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i = A_i - B_i \cdot M$, i は3観測所、とかくと、 B_i/A_i は略々一定となる。これは M が5程度より小さい地震では今とりあつたつていような振巾比の月平均には殆んど変化が出ないだろうと推測されることを示している。下里では期間が短くかつ $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ の変化がかなり大きいものがあり、今後の資料に待ちたい。 $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)$ と震央距離や深さとの関係はいまのところ明瞭な関係を示していない。将来観測点と資料を多くしてしらべてみる必要がある。

1. 結 言

第(II)報にひきつづき短週期変化の振巾比の時間的局所変化についてしらべた。即ち鹿屋では1958—1959年及び1962年、柿岡では1958年を追加し、更に新に女満別の1958—1962年7月及び下里の1958—1959年を調査した。女満別では $\frac{\Delta Z}{\Delta D}$ を用いた。これら各地点における振巾比の特性並びに附近の比較的浅い主要地震との関係については前報告(II)で得たものと殆んど同じ結果であつた。但し下里においては $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)$ は他地点と同程度或はそれ以上変動があるにかかわらず他地点のように地震との対応が明かでなかつた。今後もつと多くの資料をしらべることが必要である。

2. 柿岡の $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ と地震規模 M との相関

これは第(II)報でも述べたが、1958年の資料を加えて再報告する。1958年の $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ の極小値と M とは第1表のように対応せしめられる。IV月の2つの地震のうち $M=6.5$ の方はエネルギーとしては他より著しく大きいのでこれを対応せしめてある。採用した主要地震は第2表である。相接近した余震は記載してない。第(II)報とあわせると最小自乗法で次の関係式を得る。

Table 1. Distribution of M in respect to the minimum of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$.

Minimum of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$		Earthquake				
		Before		Month of minimum of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$	After	
Date	$(\Delta Z/\Delta H)_{Ka}$	- 2 month	- 1	0	+ 1	+ 2
1958 I	0.627				6.1	
IV	0.624				6.5	
VI	0.654					5.5
XI	0.602					6.8

Table 2. Major earthquakes occurred near Kakioka in 1958.
 Δ : Epicentral distance from Kakioka, separated by successive 110 km interval.

Date			Epicentre		M	Depth (km)	Δ (km)	Remark	
d	h	m	Lat.(N)	Long.(E)					
1958 II	16	15	04	38.5	142.2	6.1	60	220—330	金華山沖
IV	08	03	05	38 ¹ / ₄	143 ³ / ₄	6.5	about 20	220—330	金華山東方沖
IV	17	20	33	37.1	141.3	5.7	60	110—220	福島県東方沖
VII	26	14	00	36.3	142.1	5.5	30	0—110	茨城県東方沖
1959 I	22	14	10	37.5	142.3	6.8	30	110—220	福島県東方沖

Table 3. Correlation coefficients between $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)$ and M .
 0-month means the month of earthquake occurrence.

M \ month	Before		Earthquake	After	
	- 2	- 1	0	+ 1	+ 2
(a)	-0.26	-0.40	+0.28	-0.28	-0.23
(b)	-0.11	-0.58	+0.37	-0.31	-0.33

(a). $M \geq 5.5$ (b). $M \geq 5.8$

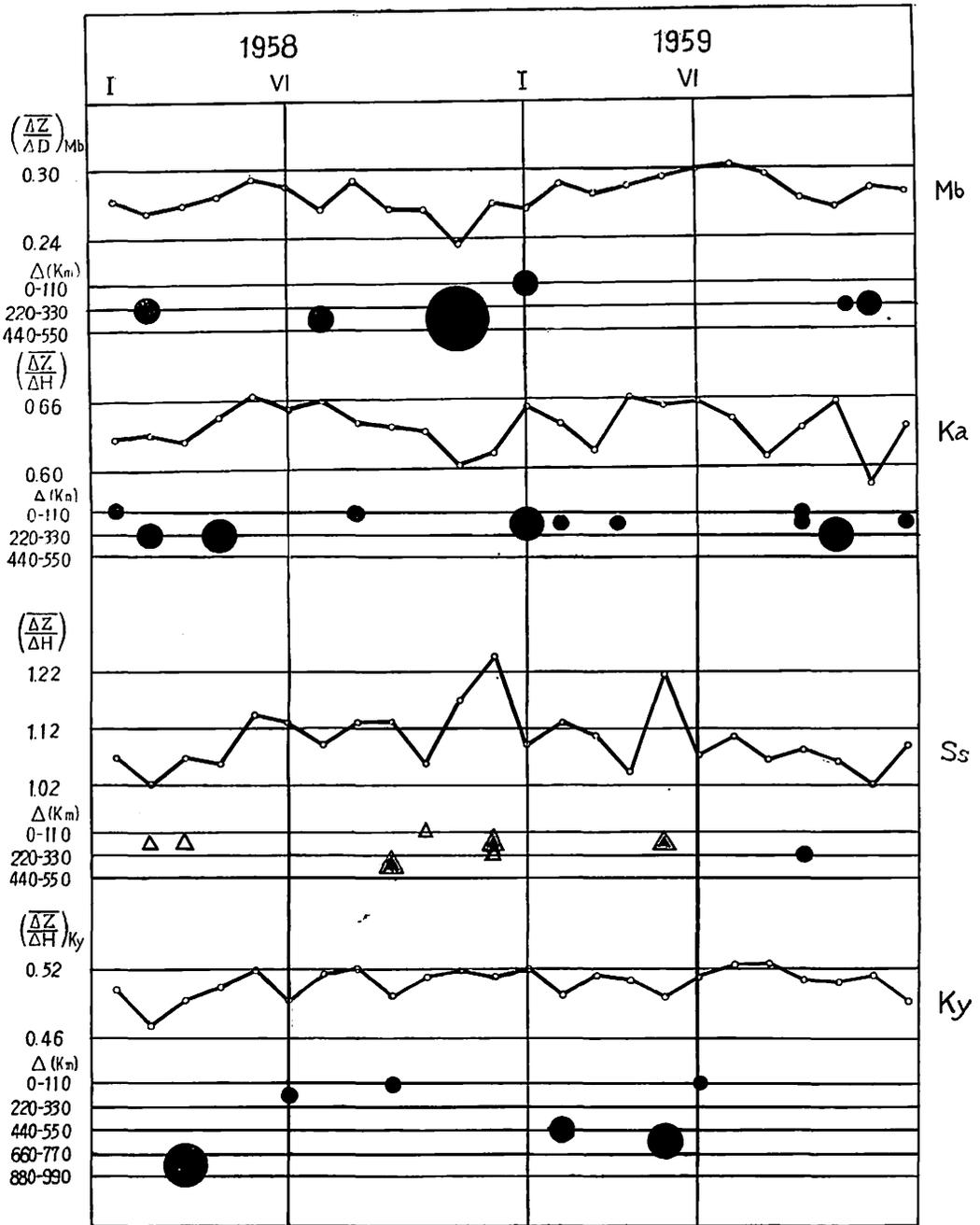


Fig. 1. Changes of monthly means, $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)$'s or $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)$'s at Memambetsu (Mb), Kakioka (Ka), Simosato (Ss), and Kanoya (Ky) and major earthquakes with magnitude $M \geq 5.5$ during the period from 1958 to 1959. Δ : Epicentral distance from the observatory.

$$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka} = 0.878 - 0.0397 M \dots\dots\dots (1)$$

また第(II)報の資料とあわせて $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ と M との相関係数を求めると第3表のようになる。表中0月は地震の起つた月で、その地震の M と地震の前後各2ヶ月の $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ka}$ との相関係数を求めてある。(a)は $M \geq 5.5$, (b)は $M \geq 5.8$ について求めた。(a)の -0.40 は7%の誤差で有意である。(b)の -0.58 は5%の誤差で有意, $+0.37$ は10%で有意である。

3. 鹿屋 ($\varphi=31^{\circ}25'N$, $\lambda=130^{\circ}53'E$) における $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$

第(II)報では1960—1961年についてしらべたが、今回は1958—1959年及び1962年を求めた。 $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$ は第1図(1958—1959)及び第2図(1962)に示してある。 $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$ の信頼性については一部の資料について第4表に例示した。

$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$ はだいたい0.520付近にあるが、いくつかの極小値がみられる。第(II)報では、このような極小値はそれぞれの地点に特有のもので他地点と無関係に現われており、従つて上層大気電流によるものでなく、また日本の大部分をおおうような広地域にわたつて同時に影響を及ぼすような地球内部原因によると思われぬ局所的のものであること、またその地点附近の比較的浅い主要地震 ($M \geq 5.5$ h~100 km, $\Delta \leq 330$ km) と関係あることを示した。今回の資料についても同様なことがあるかどうかをしらべてみる。主要地震は第5表に示す。 $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$ の8つの極小値と M とを対比せしめると第6表のようになる。すべての主要地震はこれら極小値の月かまたはその翌月のいずれかに起つている。第3図はこれをプロットしたもので、○印及び直線は第(II)報の第4図に示したものである。全体としては

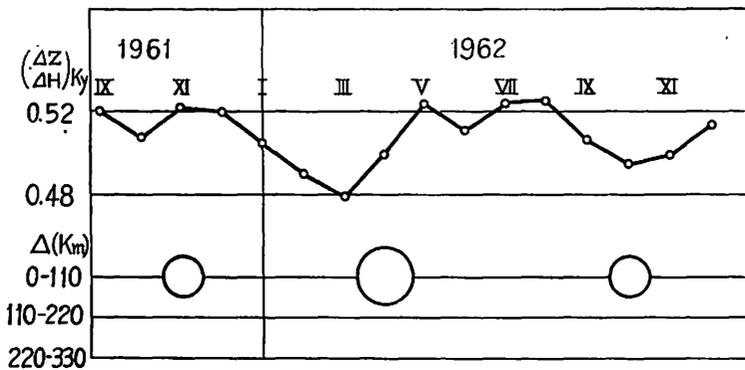


Fig. 2. Changes of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$ and major earthquakes near Kanoya.
 Δ : Epicentral distance from Kanoya.

Table 4. Some examples showing the confidence of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$.
 N: Number of materials.

Date	$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$	$\pm \alpha_{99\%} (\pm \alpha_{95\%})$	N
1958 VI	0.483	0.020 (0.014)	46
VII	517	23 (17)	54
VIII	521	21 (15)	56
IX	497	24 (18)	37
X	513	16 (12)	52
XI	518	30 (22)	36
XII	513	18 (13)	52

かなりよくまとまっている。今回も含めた全資料による $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$ と M との関係は (2)' となる。

$$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky} = 0.675 - 0.0299 M \dots \dots \dots (2)'$$

第6表では1959 V月の $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$ の極小値には1959 VI月の地震 $M=5.8$ を対応せしめてある。1959 V月の $M=6\frac{1}{2} \sim 6\frac{3}{4}$ を対比せしめると第(II)報第4図の直線よりの偏倚は約2倍大きくなる。しかし決定的とはいえない。

ここで注意されることは第(II)報では主要地震の震央距離は $\Delta \leq 330$ kmのもののみであつたが、今回の資料では M の大きいものに対しては Δ は数100 kmのものも考慮する必要があることを示している。これは鹿屋のみのことかどうかは、地震の発生頻度の都合よい期間又は地点について今後しらべてみる必要がある。 $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ と Δ との関係は現在判然とした結果が得られていない。

$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$ と短週期変化の継続時間 T との関係についてはその一例を第4図に示した。図中×印の T の小さいものは地下無鉄芯コイルによる $\frac{dZ}{dt} / \frac{dH}{dt}$ より求めたものである。

T が大体10分程度以上になるとほぼ一定となる。この範囲でなるべく多くの資料についてあつているわけである。

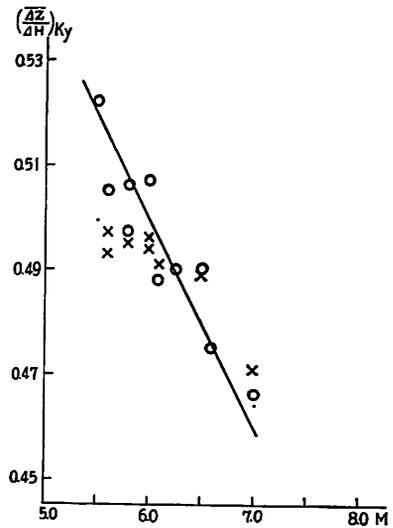


Fig. 3. Relation between $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$
 ○ : 1960-1961 in the second paper.
 × : 1958-1959 and 1962 in the present investigation.

Table 6. Distribution of M in respect to the minimum of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$.

Minimum of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$		Earthquake				
		Before		Month of minimum of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$	After	
Date	$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$	- 2 month	- 1	0	+ 1	+ 2
1958 II	0.471				7(Pasa)	
VI	0.493			5.6*		
IX	0.497			5.6		
1959 II	0.496			6.0		
V	0.495				5.8	
XII	0.491				6.1	
1962 III	0.478				6.5*	
X	0.494			6.0*		

* : provisional value

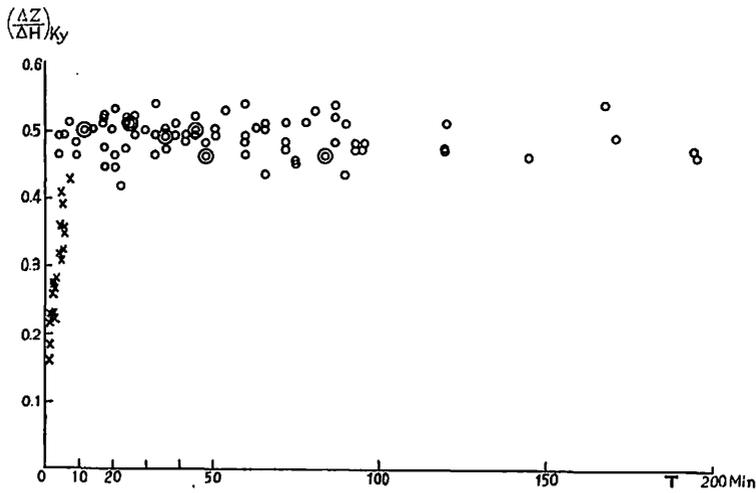


Fig. 4. Relation between $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{Ky}$ and duration time T of the short period change.

× : $\frac{dZ/dt}{dH/dt}$ by air-core induction magnetometer.

4. 女満別 ($\varphi=43^{\circ}55'N$, $\lambda=144^{\circ}12'E$) における $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$

女満別では ΔZ と ΔD がよく対応する特性があるので $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$ を用いる。期間は1958—1962 VII までである。 $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$ の 95% 信頼限界については一部を第7表に示した。

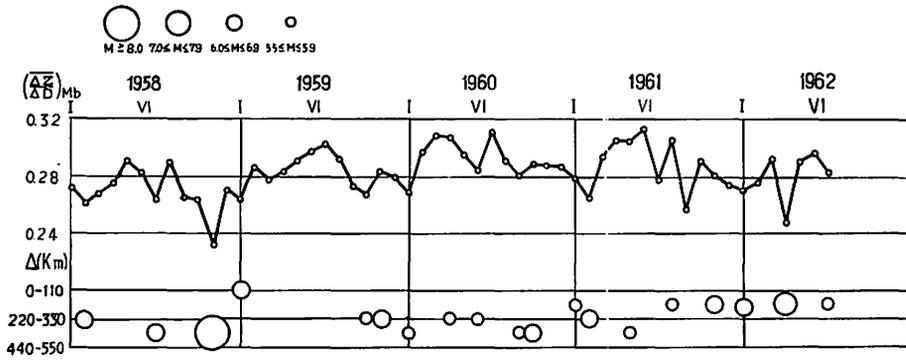


Fig. 5. $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$ and major earthquakes occurred near Memambetsu during 1958-1962 VII.
 Δ : Epicentral distance from Memambetsu.

Table 7. Some examples showing the limit of confidence,

$$\pm \alpha_{95\%}, \text{ of } \left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}. \quad \delta_{95} = \alpha_{95\%} / \left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}.$$

Date	δ_{95}	N	Date	δ_{95}	N
1958 I	0.03	59	1959 I	0.04	57
II	4	52	II	4	50
III	3	54	III	3	47
IV	3	39	IV	3	53
V	4	41	V	3	48
VI	4	39	VI	2	56
VII	5	38	VII	3	48
VIII	4	44	VIII	3	47
IX	4	37	IX	5	59
X	4	40	X	3	60
XI	5	36	XI	3	75
XII	3	45	XII	2	75

$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$ の変化の様子は第5図に示した。附近の主要地震は第8表のようである。また1959 X月に $M=6\frac{1}{4} \sim 6\frac{1}{2}$ (Berk) があるが $\Delta=550 \sim 660$ km で他の地震に比してこれだけが特に Δ が大きいので一応除外した。 $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$ の極小値と主要地震の対比は第9表に示した。第9表では同じ月に2ヶ地震の起っている1960 IX ($M=5.9, M=5.5$) 及び1961 I ($M=5.9, M=5.6$) の場合は2つの地震のエネルギーの和とした方がよからうと思うが $M=5.5 \sim 5.6$ が小さいので一応 $M=5.9$ をもってそれぞれの月を代表せしめた。また1960 IXの

Table 5. Major earthquakes occurred near Kanoya during 1958-1959 and 1962.

 Δ : Epicentral distance from Kanoya.

* : Provisional value.

Date				Epicentre		M	Depth (km)	Δ (km)	Remark	
d	h	m	Lat.(N)	Long.(E)						
1958	III	11	09	26	24 ³ / ₄	124 ¹ / ₂	7(Pasa)	80	860	琉球南方
	VI	25	10	49	30.2	130.1	5.6*	about 100	160	屋久島南西沖
	X	15	04	42	31.8	131.9	5.6	20	100	日向灘
1959	II	28	05	56	27 ¹ / ₂	128 ¹ / ₂	6.0	shallow	480	琉球列島
	V	26	13	13	27	127 ¹ / ₂	6 ¹ / ₂ ~6 ³ / ₄ (Pasa)	about 100	580	沖繩島沖
	VI	02	09	47	31.4	132.1	5.8	about 20	110	宮崎県南東
1960	I	31	14	08	32.9	135.0	6.1	shallow	400	室戸岬南東
1962	IV	23	04	15	32.2	130.8	6.5*	160	90	熊本鹿児島県境
	X	15	00	09	31.3	131.9	6.0*	40	100	日向灘

Table 8. Major earthquakes occurred near Memambetsu.

 Δ : Epicentral distance from Memambetsu, separated by successive 110km interval.

Date				Epicentre		M	Depth (km)	Δ (km)	Remark	
d	h	m	Lat.(N)	Long.(E)						
1958	II	15	10	47	43.5	147.7	6.0	60	220—330	千島列島南部
	VII	30	11	47	44	148 ³ / ₄	6.1	20	330—440	千島列島南部
	XI	07	07	58	44.3	148.5	8~8 ¹ / ₄	80	330—440	エトロフ島
1959	I	31	05	39	43.3	144.4	6.2	20	0—110	弟子屈付近
	X	19	11	47	43 ¹ / ₂	148	5.5	60	220—330	北海道東方沖
	X	27	15	53	45 ¹ / ₂	151 ³ / ₄	6 ¹ / ₄ ~6 ¹ / ₂	100	550—660	千島列島中部
	XI	08	22	55	43.8	140.6	6.2	0—10	220—330	北海道西方沖
1960	I	04	06	20	44 ¹ / ₂	148 ³ / ₄	5.6	60	330—440	エトロフ島南方沖
	IV	15	19	06	41.5	144.8	5.5	40	220—330	襟裳岬南東沖
	VI	04	01	18	41.5	142.0	5.7	60	220—330	尻屋崎東方沖
	IX	04	08	46	44	149 ³ / ₄	5.9	60	330—440	エトロフ島南東沖
	IX	07	00	24	41.9	142.7	5.5	60	220—330	浦河南方沖
	X	09	18	01	40.8	141.3	6 ¹ / ₄ (Pasa)	100	330—440	青森県東部
1961	I	06	10	20	42.0	143.8	5.6	40	110—220	十勝沖
	I	23	13	48	43.3	146.4	5.9	120	110—220	根室南東沖
	II	13	08	27	42.9	147.2	6.3	20	220—330	千島列島南部
	V	27	16	18	41.2	142.3	5.5	40	330—440	青森県東方沖
	VIII	12	08	34	42.8	145.6	5.8	60	110—220	釧路南東沖
	XI	15	16	17	42.7	145.6	6.9	60	110—220	釧路沖
1962	I	09	21	41	42.7	145.4	6.0	60	110—220	釧路沖
	IV	23	14	58	42.2	143.9	7.0	60	110—220	十勝沖
	VII	18	02	20	42.6	145.2	5.9	60	110—220	釧路沖

Table 9. Distribution of M in respect to the minimum of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$.

Minimum of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$		Earthquake				
		Before		Month of minimum of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$	After	
Date	$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$	-2 month	- 1	0	+ 1	+ 2
1958 II	0.262			6.0		
VII	0.264			6.1		
XI	0.232			8~8 1/2 (Pasa)		
1959 I	0.264			6.2		
X	0.266				6.2	
1960 I	0.269			5.6		
VI	0.283			5.7		
IX	0.282			5.9		
1961 II	0.264			6.3		
VII	0.277				5.8	
IX	0.256					6.9
1962 I	0.269			6.0		
IV	0.247			7.0		
VII	0.283			5.9		

$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$ の極小値0.282に対してはIX月の上記 $M=5.9$ 又はX月の $M=6\frac{1}{4}$ (Pasa)を対応せしめることも考えられるが後者は第6図に示す M の同程度の地震に比して直線関係より著しくはなれているので一応 $M=5.9$ の方を対応せしめてある。このような問題は今後資料及び理論的によくしらべてみる必要がある。次に $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$ の極小値でない月に起っている地震としては1959 IX ($M=5.5$), 1961 I ($M=5.9$ 及び 5.6) 及び1961 V ($M=5.5$) があるが, $M=5.9$ 及び 5.6 は翌月の $M=6.3$ と接近しており, また他の2つは規模小さく期待される変化も小さいので特にとりあげられるような極小値を示さないと思われる。

$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$ と M との関係をプロットすると第6図である。この関係は最小自乗法で求めると,

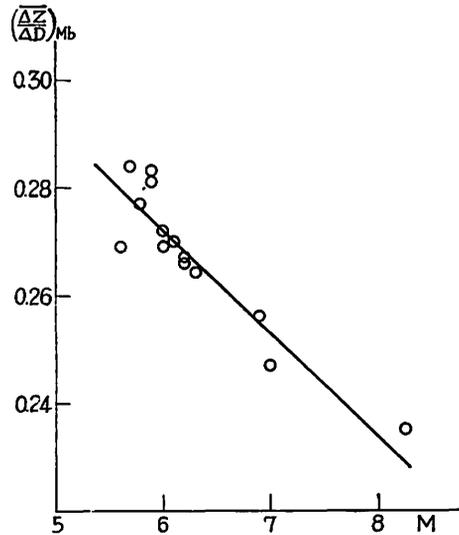


Fig. 6. Relation between $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$ and M .

$$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb} = 0.385 - 0.0190 \cdot M \dots \dots \dots (3)$$

このような振巾比と M との逆相関は既に柿岡，鹿屋でみたところであるが，ただ女満別のこの期間では地震の月と $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$ の極小値の月とが一致しておる場合が多いのが異つている。

5. 下里 ($\varphi=33^{\circ}35'N$, $\lambda=135^{\circ}56'E$) における $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{S_s}$

次に海上保安庁水路部の下里観測所の資料について上記と同様のしらべを行つた。下里はよく知られたように日本でも最も $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ の大きい地域にあるので，柿岡，鹿屋，女満別と比較するのは興味あることである。ここでしらべた資料は1958—1959の2ケ年である。 $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{S_s}$ をプロットすると第1図である。図の縦軸は他地点のもの1/2縮尺としてある。図にみるように $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{S_s}$ はかなりの変動をしているので，これらが若し他の3地点のように附近主要地震と対応があるとすればこの2ケ年間にかなりの数と規模の地震があつてもよい筈であるが，実際には1959V月24日の山梨県西部 ($M=5.8$, $h=10$ km, $\Delta=237$ km) が一ケあるだけである。従つてこの点については今後の資料にまつほかない。ただ変動のうち特に1958XII月及び1959V月の大きい値は ΔZ を $\Delta Z \leq 10.0\gamma$ 及び $\Delta Z > 10.1\gamma$ に分けたり， T を $T \leq 10.0$ 分及び $T > 10.1$ 分に区分したりして統計してもやはり残つて出てくる。その原因

Table 10. Some examples showing the limit of confidence,

$$\pm \alpha_{95}\%, \text{ of } \left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{S_s}. \quad \delta_{95} = \alpha_{95}\% / \left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{S_s}.$$

Date	δ_{95}	N	Date	δ_{95}	N
1958 I	0.10	56	1959 I	0.07	58
II	0.07	58	II	0.06	68
III	0.07	76	III	0.06	52
IV	0.07	58	IV	0.06	54
V	0.07	62	V	0.06	53
VI	0.06	51	VI	0.08	58
VII	0.06	70	VII	0.07	50
VIII	0.07	55	VIII	0.08	48
IX	0.09	37	IX	0.08	52
X	0.09	54	X	0.08	52
XI	0.06	64	XI	0.07	45
XII	0.05	97	XII	0.08	54

となるものは特にみあたらない。ただ想像されることは下里は他地点と異り横断深発地震帯が近くを通つているのでなにか ΔZ の変化に関係ありはしないかということである。第1図三角印は深発地震であるがちょうど上記 $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{S_s}$ の特に大きいXII月とV月には下里からそれぞれ $\Delta = 160$ km 及び $\Delta = 150$ km の近距離に深さ $h=400$ km 及び $h=450$ km の深発地震 Δ 印が起つている。他の深発地震は

$h=430 \sim 360$ km である。但し1958IX月日本海に下里から遠い $\Delta=490$ km, $h=400$ km の深発がある。深さ400 km 付近から地下電気伝導度が急によくなることは力武博士の力作(2)がある。これと上記2つの地震とをすぐにくつつけることができるかどうか分からないが、

従来本論文で取扱ってきた比較的浅い地震の外に深発地震についても配慮してみることも必要のように感ぜられる。すべては今後のことである。

なお $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{S_s}$ の信頼限界 $\pm \alpha_{95\%}$ の $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{S_s}$ に対する割合 δ_{95} は第10表のようである。また継続時間 T と $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{S_s}$ との関係は T が小さくなると $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{S_s}$ は急に大きくなるが、 $T \sim 10$ 分からは減小率はごく小さくなる。 $T \sim 30$ 分からは $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_{S_s}$ はほぼ一定値となる。このような点は他地点よりすこし異つている。ともかくも下里の方はもつと長期間の資料をしらべてみたい。

6. 総括と議論

(1) 柿岡、鹿屋の $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ 及び女満別の $\frac{\Delta Z}{\Delta D}$ については第(II)報を含めて1958—1962 7月の期間につきしらべたが、3地点ともその変化は他地点とは独立で、その極小値は附近の比較的浅い主要地震の発生頻度並びに規模 M とに相関がみられる。これらのことは前報告の結果と同様である。

この関係は $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i = A_i - B_i \cdot M$, i : 柿岡, 鹿屋, 女満別, とかかれ $M=8$ 或はそれ以上の大地震にも適用される。なお3地点の相互間距離は約1000 kmである。 A_i 及び B_i については(1)', (2)' 及び(3)式から第11表及び第7図のようになる。表に示すように、 A_i, B_i は各地それぞれ異なるにもかかわらず B_i/A_i はほぼ一定である。これが他の日本及び

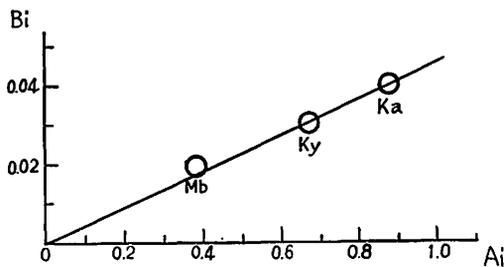


Fig. 7. Relation between A_i and B_i .

$$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i = A_i - B_i \cdot M.$$

Table 11. Relation between A_i and B_i ,

where $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i = A_i - B_i M$

	A_i	B_i	B_i/A_i
<i>Ka</i>	0.878	0.0397	0.045
<i>Ky</i>	0.675	0.0299	0.044
<i>Mb</i>	0.385	0.0190	0.049

その附近の各地域でも成立するかどうかは興味あることで将来調査することが大切である。力武博士によれば $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ は日本中央部において最大で地下深所と関連をもつた電気伝導度の異常に関係している。地震発生はこのような地下構造の広範囲というよりも局所的变化に関係しているものと思われる。

(2) 既に第(II)報にも述べたように $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i$ は地震の規模 $M < 5.5$ の場合や全く地震の起つてないときでもほぼ一定で、例えば柿岡では0.660、鹿屋では0.520である。従つて $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i$ と M との関係は次のようにかかれるべきである。

$$\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i = A'_i - B_i (M - M'_i),$$

$$A_i = A'_i + B_i \cdot M'_i.$$

Table 12. Frequencies in percent of minimum values of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i$ in the two months before and after the major earthquakes at i -observatory during January 1958 to July 1962. i =Kakioka, Kanoya and Memambetsu.

Observatory	Before		Earthquake	After		Total number of minimum
	-2 month	-1		+1	+2	
<i>Ka</i>	44	56	0	0	0	16
<i>Ky</i>	17	59	24	0	0	17
<i>Mb</i>	7	14	79	0	0	14

M'_i はそれ以下の値では地震に関する影響は殆んどみられないという M_i の最小値である。

柿岡では $A'_i=0.660$, 鹿屋では $A'_i=0.520$ であるので, $M'_{Ka}=5.5$, $M'_{Ky}=5.2$ となる。実際この論文では経験的に地震の規模は $M \geq 5.5$ を採用してきた。これは上の M'_i が両地点によらず略々一定で $M=5.5$ に近いことと合致している。他の地域の結果が待たれる。

(3) 地震の起つた月の前後2ヶ月における振巾比の極小値の出現分布は第(II)報も合わせてみると第12表のようになる。期間は1958 I ~ 1962 VII である。表のように柿岡では1ヶ月前, 鹿屋では1ヶ月前が最も多く起つている。これに対して女満別では地震の月と極小の月とが大部分一致している。このような差異が地震発生機構によるものか或は発生地域の特性によるものか等の物理的意味については全く想像の域を出ない現状である。

(4) $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ が日本で最も大きい地域にある下里の調査期間中には今考えているような規模 M , 深さ h 及び震央距離 Δ をもつた地震はただ一ヶだけであつたにかかわらず $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ にはかなりの変動がいくつかみられた。従つて将来もつと長期にわたり, 顕しい地震の場合を多くとつて調べてみる必要がある。

(5) $\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}$ と Δ , h 或は震央の方位等との関係については現在著しい結果は認められていない。将来多くの地点と資料につき調査, 考察が必要である。

本稿作製に当つては地磁気観測所の久保木忠夫氏その他の人々, 並びに下里観測所の資料について便宜をはかつて下さつた水路部関係の方々に厚く感謝します。

[追記]: この論文は日本地球電磁気学会昭和38年度秋の総会での講演を補足した一部省略したものである。後者は鹿屋の pt の $\frac{dZ}{dt}$ は $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ と同様な変化をしているが pc についてはそのような変化がみられなかつた点についてであるが資料不十分であるので今後のこととした。

Reference

- (1). Yoshimatsu, T., Results of Geomagnetic Routine Observations and Earthquakes (II) —Time changes of $\Delta Z/\Delta H$ —, Memo. Kakioka Mag. Obs., Vol. 11, No. 1, (1962).
- (2). Rikitake, T., Electromagnetic Induction within the Earth and Its Relation to the Electrical State of the Earth's Interior. Parts I-IV, Bull. Earthq. Res. Inst., Vol. 28-29 (1950-1951) .
- (3). Rikitake, T., The Anomalous Behavior of Geomagnetic Variations of Short Period in Japan and Its Relation to the Subterranean Structure, 1st-10th reports, Bull. Earthq. Res. Inst., Vol. 30-40 (1952-1962).

Results of Geomagnetic Routine Observations and Earthquakes

— Locality of Time Changes of Short Period Variations —

T. YOSHIMATSU

Abstract

The following data and investigations are added to the previous paper (II). (1)

(1) At Kakioka the monthly mean values $\left(\overline{\frac{\Delta Z}{\Delta H}}\right)$'s are calculated for the year 1958. The computation of $\left(\overline{\frac{\Delta Z}{\Delta H}}\right)$'s at Kanoya is extended to the years 1958, 1959 and 1962. The new data of $\left(\overline{\frac{\Delta Z}{\Delta D}}\right)$'s at Memambetsu are calculated for the period 1958 to July 1962, because of the very similar shape of ΔZ with ΔD instead of ΔH . Further, $\left(\overline{\frac{\Delta Z}{\Delta H}}\right)$'s at Simosato ($\varphi=33^{\circ}35'N$, $\lambda=135^{\circ}56'E$) are obtained for the years 1958 and 1959.

(2) The results given in the previous paper (II) are generally confirmed with the present data ; $\left(\overline{\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}}\right)$'s at any station are changed independently of those at the other stations during the same period, and their minimum, which may be responsible for reduced ΔZ 's, are related to both the occurrence frequency and magnitude M of the major earthquakes near the station. Some examples showing the limit of

confidence of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)$'s are given in the respective tables.

(3) The quantities A_i and B_i in the experimental formula, $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i = A_i - B_i \cdot M$, where the suffix i expresses the station, and M the magnitude of earthquakes are given in the table 11, being determined for the whole period 1958 to July 1962. The formula holds for the greatest earthquake with $M=8$ or more. It is interesting that the ratio B_i/A_i is almost constant, because the ratio $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ in Japan takes the maximum value in the central part of Japan and closely relates to the electric conductivity anomaly linked to the deeper part of the earth. (2) It is so desirable that the constant ratio of B_i/A_i obtained here may be confirmed in future in several different regions of Japan and her vicinity.

(4) The maximum values of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i$ keep nearly a constant level at each station, for example, 0.660 at Kakioka and 0.520 at Kanoya, even during the period in which there occurs the earthquake with $M < 5.5$ and further of no earthquake. Therefore, the formula $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i = A_i - B_i \cdot M$ can be written in more practical expression, $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i = A'_i - B_i (M - M'_i)$, $A_i = A'_i + B_i M'_i$. M'_i is the threshold value of M and the effect of an earthquake with $M \leq M'_i$ upon $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i$ is hardly expected. For example, taking $A'_{Ka} = 0.660$ and $A'_{Ky} = 0.520$, then $M'_{Ka} = 5.5$ and $M'_{Ky} = 5.2$ are derived. These values of M'_i are almost equal to $M=5.5$ which is the lowest limit of M adopted experimentally throughout the investigation.

(5) The frequencies of the minimum values of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i$ in respect to the major earthquakes occurred near the i -station are given in the table 12. At Memambetsu the most of earthquakes occur in the month of minimum of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta D}\right)_{Mb}$, while the minimum of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H}\right)_i$ precede one or two months, mainly one month, over the earthquake-month at Kakioka and Kanoya. The reason of the difference is only under a speculation at present.

(6) The Simosato observatory is situated in the region of the largest value of $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ in Japan. The monthly value $\frac{\Delta Z}{\Delta H}$ undergoes some comparable order or larger changes compared with the other stations, but there occur no corresponding earthquakes during the period concerned. It is desirable to investigate the matter for the longer period and larger earthquakes in shallow as well as deep origin.

(7) Concerning the dependence of the minimum of $\left(\frac{\Delta Z}{\Delta H(D)}\right)_i$ upon the epicentral distance Δ and depth h of earthquakes, no remarkable results are obtained at present to be entrusted in future works.