

地球磁氣と地震 (I)

吉松隆三郎

緒 言

相當規模の大きい地震直後震央附近の磁氣測量をやつてみると大體或定つた地域的變化があることは屢々報告せられてゐる⁽¹⁾ また一地點の地磁氣變化と地震との關係に就いても論ぜられてゐる。⁽²⁾ 若し地震と前後して相當量の地磁氣變化が常に而も比較的急激に生ずるとすると適當な位置に於ては磁力自記紙上に可成明瞭な變化が現はれる筈である。この點に就いて柿岡に於ける日々の磁力記録をみてみると、震央距離 100 軒内外の顯著地震でも單に一目して通常の地磁氣變化と區別せられる様相を持つた比較的短時間の變化は認め難い。従つて一地點に於ける地震の地磁氣に及ぼす影響は適當な條件の具つた場所或は場合を除き震央から或程度離れてゐては一般に變化の量が小さいか、或は相當の大きさの場合では可成長時間に亘つて變化するものゝ様に思はれる、それ故本文ではまづ地磁氣永年變化と地震との關係に就いて調べる。これには地球上或は一地方の永年變化と、一地點に於ける永年變化とに分けて調べるのが順序であらう。由來永年變化は永久磁場の解明に甚重要な部門であると共に是が含む地域的性質により地球物理學的にみても興味ある問題を呈供してゐるが、何分その資料は長くとも數百年程度で而も大部分偏角で三要素充實したものは最近のことに屬してゐる。従つて永年變化といつても時間的にも空間的にも制限がある譯で、本文もまづ手近の柿岡と豊原との永年變化と本邦に於ける主要地震との關係から初めることになつた。その前に地球上に於ける永年變化の年變化の最も著しい地點の分布を眺めてみると、これが單に海陸分布といふ外に世界の地震帯の分布と何か多少關係がある様に思はれたのでまづこの點に就いて調べてみる。

I 地震帯に關聯せしめて觀た地磁氣永年變化の分布

各要素の永年變化の分布をみると地球上に一樣に變化してゐるのでなく、變化の著しい所謂中心とみられる部分が幾個宛か存在する。これを今永年變化の中心點と稱しておく。その分布は一般に大陸の縁邊部に多く例へば第 1 圖 (ロ) 及び第 1 表の如き状態である。⁽³⁾ これは永久的なものでなく時間と共に幾分變動する。地震の分布は理科年表により、その大正 15 年——昭和 7 年のものを基準とし、これ以前以後の地震はアフリカ南部、大西洋等の地震回數は比較的少いが屢發生して比

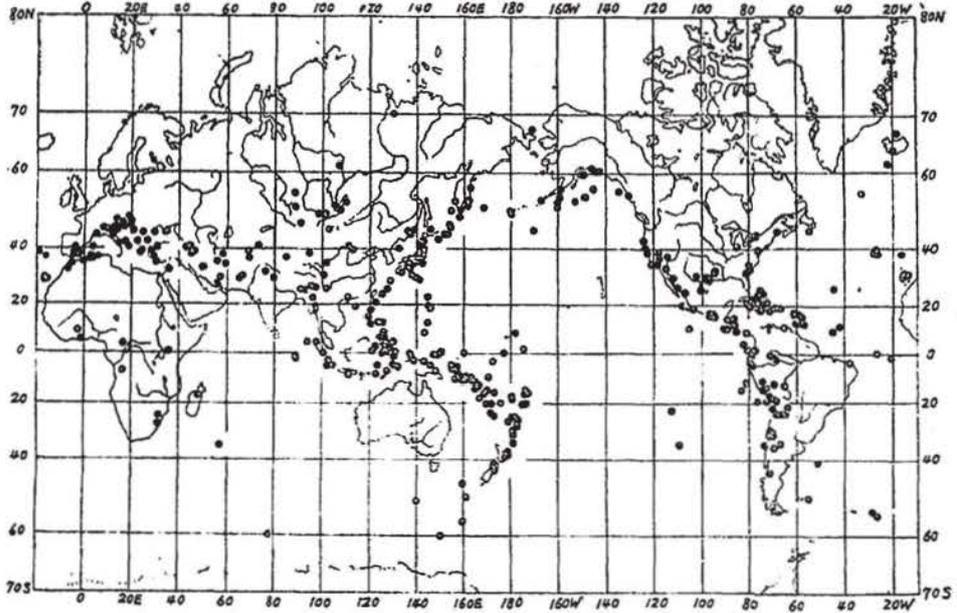
(1) Y. Kato: Sci. Rep. Tôhoku Imp. Univ. Ser. I. Vol. XXVII, No. 1.

(2) „ „ ; Jap. Jour. Astr. Geophys. Vol. X. No. 2.

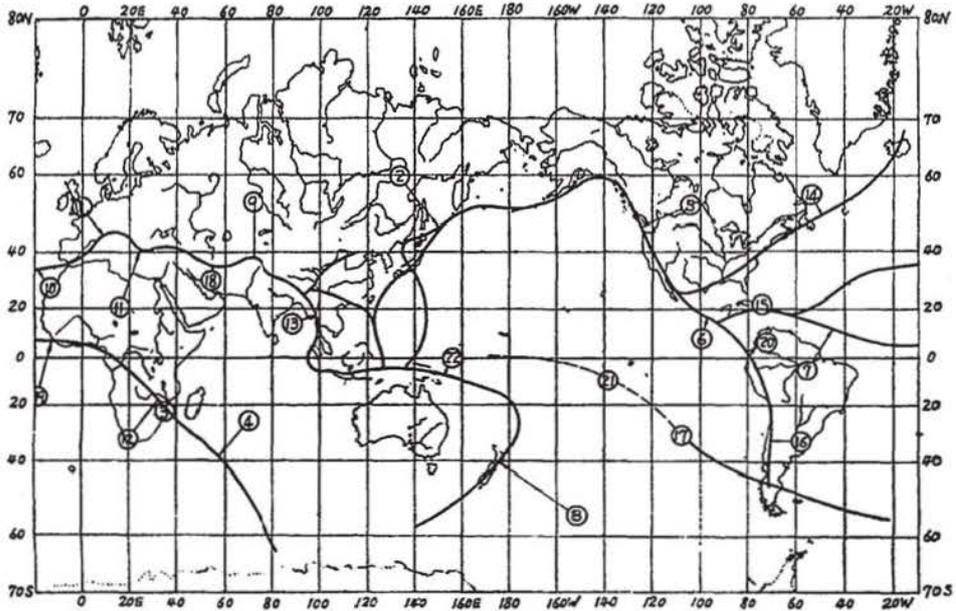
(3) H. W. Fisk: Terr. Mag., 37, 235-240(1932).

較的纏つた二、三の地域を見易くするために附加する程度にとどめた。(ロ) 圖中實曲線はこの(イ) 圖の地震帯の中心線に相當するものである。第 1 圖を眺めてみると次の様なことが氣付くであら

第一圖(イ) 地球磁気永年変化の中心線と地震帯



第一圖(ロ) 地球磁気永年変化の中心線と地震帯



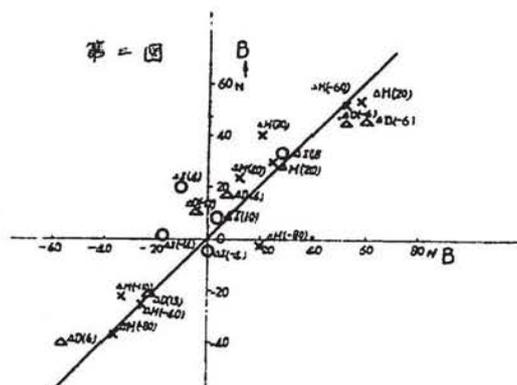
う 即ち、(1) 永年変化の中心點の位置は地震帶の縁邊またはこれからあまり離れてゐない所に在り、これの内部に入つてゐるものが尠い。

地震帶の幅とみるべき擴りは (イ) 圖の様に相當の領域を持つてゐるが中心點は上の様な分布を示してゐる。第 1 圖と同じであるが中心點の緯度 (B) と中心點に最も近い地震帶の中心線上の一點 (p) の緯度 (B') との關係を示すと第 2 圖で 45 度の直線と比較すると中心點は地震帶に接近して存在してゐることを示してゐる。以下この中心點と p 點の分布に就いて調べるのであるが、その數值的確度は現象本來の性質と資料の蒐集との點からみて幾分劣るのは已むを得ないと思ふ。これは又本文の目的でないので定性的取扱となる。

第 3 圖 P は點の緯度の代りにその點の伏角⁽¹⁾ (I) と中心點からこの點迄の距離 (Δ) を地球を球として任意尺度で表してある。 Δ の正負は中心點が地震帶の中心線より北及び南側に在ることにより區別する。 I の正負と中心點の頻度分布は第 2 表に示してある。表中分母は伏角正負各半

第 1 表 中心點の年變化

番 號	異 常	番 號	異 常
1	$\Delta D + 13'$	13	$\Delta H + 40^s$
2	$\Delta D - 6'$	14	$\Delta H + 20$
3	$\Delta D + 13'$	15	$\Delta H - 80$
4	$\Delta D - 14'$	16	$\Delta H - 80$
5	$\Delta D - 6'$	17	$\Delta H - 40$
6	$\Delta D + 4'$	18	$\Delta I + 8'$
7	$\Delta D - 12'$	19	$\Delta I - 14$
8	$\Delta D + 6'$	20	$\Delta I + 10$
9	$\Delta H - 60^y$	21	$\Delta I + 4$
10	$\Delta H + 20$	22	$\Delta I - 4$
11	$\Delta H + 20$		
12	$\Delta H - 110$		



ΔD ; 偏角, ΔH ; 水平分力, ΔI ; 伏角。

第 2 表 中心點の分布

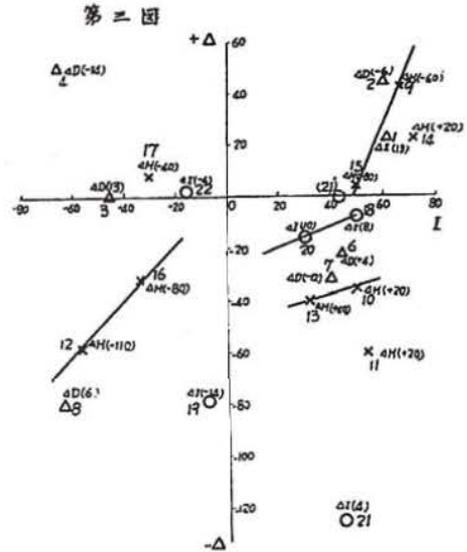
要 素 半球 \ Δ		ΔH		ΔI		ΔD	
		$\Delta H > 0$	$\Delta H < 0$	$\Delta I > 0$	$\Delta I < 0$	$\Delta D > 0$	$\Delta D < 0$
$I > 0$	$\Delta > 0$	$\frac{1}{6}$	$\frac{2}{6}$	$\frac{0}{3}$	$\frac{0}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
	$\Delta < 0$	$\frac{3}{6}$	$\frac{0}{6}$	$\frac{3}{3}$	$\frac{0}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$
$I < 0$	$\Delta > 0$	$\frac{0}{3}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{0}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{0}{2}$
	$\Delta < 0$	$\frac{0}{3}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{0}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{0}{2}$

(1) H. Haalck; Die magnetischen Verfahren der angewandten Geophysik.

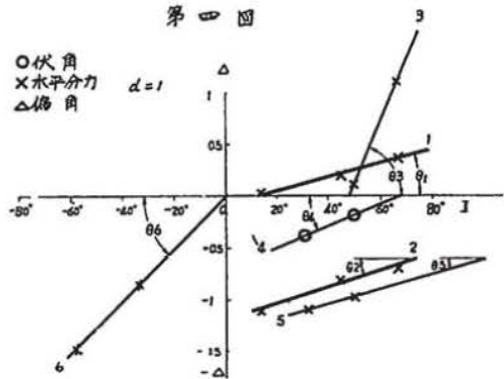
球毎に於ける中心點の總數である。中心點は必ずしも陸地或はその附近にのみ存在するとは限らず大洋の眞中にもある。この様な中心點に就いては沿岸或は内陸の中心點と同様に取扱ふのは無理で、恐らく大洋底の構造を考ふべきであらう。(1) 第 2 表から氣付かれることは次の様である。

(2) 水平分力の變化では $I > 0$ の半球に於て正變化は 4 個の中 3 個迄地震帶の中心線より、南方に在り、負變化は 2 個全部北方に在る。6 個の中心點を 3 個宛中心線の南北側に勝手に分布せしめたと考へてみると、この現在の分布は單なる偶然的分布と片付けられない。

$I < 0$ の半球に於ては正變化は存在せず全部負變化である。番號 16 の中心點 ($\Delta H = -80$) は中心線全體としては北側であるが P 點の東に位し單に北側と片付けられないが、そこでは偏角が東偏であるから磁氣子午線を考へると北側に在るといふことになり、3 個中 2 個は北側になる譯である。他の 1 個番號 17 ($\Delta H = -40$) は太平洋上に在り、寧ろその附近を通る様に見える地震帶について考ふべきであらう。さうすると位置は不確定であるが Δ は極く小さくなる。



(3) 次に伏角の中心點をみるに $I > 0$ に於ては中心點 3 個が全部南側に在る。太平洋上の番號 21 は前述の取扱にすると (21)' の如く Δ は小さくなる筈である。



$I < 0$ では 2 個共負變化であるが南北兩側に 1 個宛分布してゐる。但し南側のもは太西洋上陸地遠く離れた所に在る。

(4) 偏角 ΔD は $I > 0$ の半球では Δ は比較的纏まつてゐるが符號は前二者の様ではない。 $I < 0$ の半球では Δ の大きさも符號も一定してゐない

次に Δ の大きさに就いてみると概略であるが次の様なことが窺れる。

(5) まづ Δ の絶對値は概括的に云ふと或範囲内に纏つてゐることは既述の様である 特に $I >$

(1) 地球構造圖として R. Staub のものは例へば Terr. Mag., 38(1933), 100-101.

0 即ち陸地の多い北半球ではこれが著しい。これは知られてゐる様に海陸分布と永年変化が密接な関係にあることを示してゐる、

(6) $I > 0$ では地磁気, 主に $\Delta H, \Delta V$, は南側の正変化の Δ は伏角が大きくなると小さくなるに反して, 負変化の Δ は大きくなる, 第 3 圖及び第 4 圖にはこの一般的傾向を直線で示してゐる。第 4 圖の 1, 2 の直線は一様帯磁球による地表磁気異常の子午線方向に於ける垂直及び水平分力の正異常極大迄の距離を球の中心直上地表點から測つたものが伏角により如何に變るかを参考迄に併記してある。* 即ち中心點の群圖も細くみると Δ と I は或定つた関係にある様である。

(7) 次に注意すべき點は伏角の中心點 ΔI の Δ 絶対値はその正負に拘らず 3 要素中最も小さいことである。換言すれば伏角の永年変化の著しい地點は地震帯の位置に無關係に, 現在伏角は 30~70 度, 水平分力及び偏角のそれよりも地震帯に接近してゐる。

(8) 偏角の Δ は大體水平分力の夫れと大差ないが伏角との關係に於ては明瞭でない。

以上永年変化の中心點の地震帯に對する相對的位置及び符號の分布を通觀すると, これは單に偶然的結合といふよりは何か地震帯直接或はこれに關係ある原因による系統的なものがあるのでないかと想はれることは, 地下物體の地磁気による誘導作用による帯磁を考へてみるに, その一般的性質が上述諸項と可成一致してゐることである。例へば最も簡単な模型として球の誘導帯磁を例にとつてみる。磁氣子午面内に於ける地表の水平 (ΔH), 垂直 (ΔV) 分力の異常は x 軸を北に, z 軸を垂直下方にとり, 球の中心迄の距離 $z=d$ とすると,

$$\left. \begin{aligned} \Delta H &= \frac{\mu_0 - \mu}{2\mu_0 + \mu} \cdot \frac{R^3}{r^5} \{3Vxd - H(2x^2 - d^2)\} \\ \Delta V &= \frac{\mu_0 - \mu}{2\mu_0 + \mu} \cdot \frac{R^3}{r^5} \{3Hxd - V(2d^2 - x^2)\} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (1)$$

こゝに μ_0 は球の周りの物質の磁媒恒数, R は球の半球, $r^2 = x^2 + d^2$, 坐標原點は球の中心直上地表點である。これから知られることは⁽¹⁾,

(9) 正伏角の半球では ΔV の極大は原點の南にあり, 極少は北にある。且つ伏角の増大するに従ひ極値は次第に北方に移行する。その絶対値は極大値が大きくなるに反して極少値は次第に小さくなる。高磁気緯度では ΔV は殆んど正で且つ原點に極く接近して位置する。

(10) 正伏角では ΔH の絶対値は伏角の増大と共に大きくなり, 極大は伏角の増大と共に北方に移り原點に近づく。極少も矢張北方に移行し原點よりは遠ざかる。伏角の大なるところでは極大は

* $\Delta H > 0$ の Δ の平均を第 3 圖より求め, これを $I = 45^\circ$ とした時球による水平分力正異常極大迄の距離と等しいとした時に球の中心迄の距離 d は略々單位の大ききになる。

(1) 前註 (1), 或は Hands. d. exp. phys. Geophysik 3 Teil.

原點の南側，極少は北側に限定せられる。

上式によると例へば ΔH の極大となる $|\alpha|$ は d と同程度となるからこの様な場合が適用せられるとすると，今假想してゐる球の中心は數百軒或はそれ以上に推察せられる。勿論これは中心點が子午線に在り Δ が $|\alpha|$ と假定した時のことである。

以上 (1)–(8) に述べたことゝ (9), (10) の理論の結果と對照すると相當定性的に一致が見られる。この様な比較だけでは勿論現象の決定的な解答は得られない。 Δ の意味も今迄單に南北側といつてきたが實は理論の様な子午面内でなく，中心點を通る地震帯に垂直な面内のことで謂はゞ子午面の或投影に就いて考へてゐる譯である。また水平分力の中心點について云へば地震帯の南北に完全な對をしてゐないし，偏角に就いては偶然的にも見らる様な分布をしてゐることなど上に考へた簡単な模型とは可成異つたところもあるが，今の場合問題を複雑にする必要はなく，且つ永年變化が地球構造とその變化とに關係してゐるとすれば地震分布と何等かの關係の存すべきは考へられるところで，而も通常の磁氣異常，或は火山帯磁が地磁氣の誘導に原因してゐると考へられる場合が多いことを考へると，上に述べた比較も永年變化の變動に關して多少の參考となりさうである，尙次章に於て永年變化の年變化の變動に就いてやゝ具體的に述べる。

II 柿岡及び豊原に於ける永年變化と地震

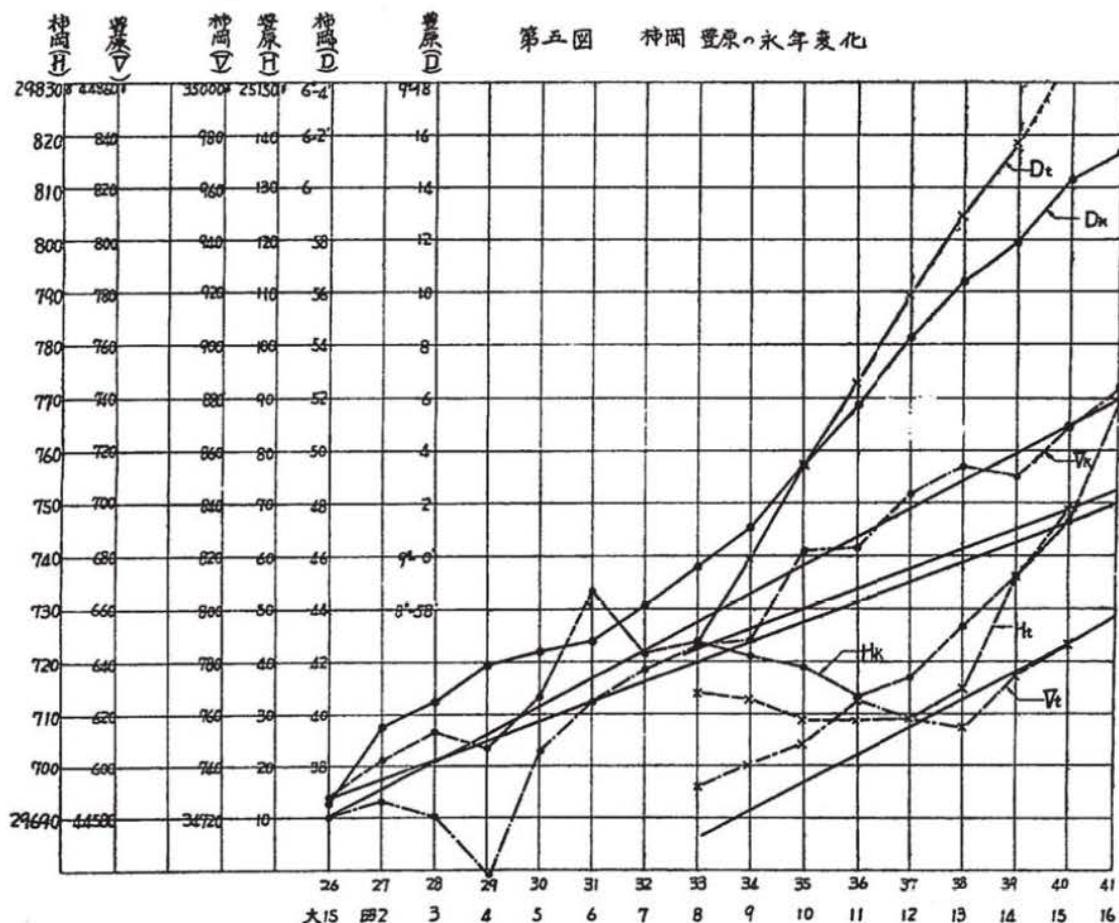
深發地震に就ても調べることにしたので資料は大正 15 年から昭和 15 年迄の最近 15 年間のものに限定した。地震材料は氣象要覽，驗震時報から，地磁氣は柿岡豊原の年報及び氣象要覽から集めた。従つて最近の地磁氣の値は若干變更がある筈であるが，こゝには各要素の年平均値を使用してゐるから大勢には影響ないと考へる。この變化の模様は第 5 圖に示してある。地震回數及び分布は第 6, 7, 13 圖に示す。

(1) 柿岡豊原永年變化の相對的變化

第 5 圖によると兩地の各要素は増大の過程にあるが單調な變化でなく年々相當の出入がある。細くみると兩地の變化は必しも對應しない。特に水平分力 (H)，垂直分力 (V) ではこれが甚しい。何か局部的の因子が混在してゐる様に思はれる。年平均値を採用したので通常の短週期磁氣擾亂は大體除かれてゐる筈であるが，例へば 11 年週期の様な長期變化はどうかといふ懸念がある。兩地の水平分力の較差の年平均値を見ると第 8 圖の様にこの週期的變化を示してゐるに拘らず，永年變化の變動は是れと一致しない。従つて兩地の年平均値の變化は大部分別の原因に因ると考へられる。それで兩地の個別的調査の前に概觀的意味から相對的變化をみってみる。このため簡單に H 及び V の兩地の差をとつてみる。これは第 9 圖 (イ) である。下方には地震回數を併記してある。

(B_0) は調査期間中に於ける顯著、稍顯著淺發地震の全回數、($36^\circ <$)、($40^\circ <$) は深發地震中緯度 39 度以北竝に 40 度以北に於て發生したものである。尙淺發地震回數の區別は第 7 圖に第 6 圖の象限毎に合計を示してある。第 9 圖 (イ) をみると H と V は共に次第に右下りの一般的變化をしてゐるが、年々の變動は兩者同様で地震發生回數の夫れとよく一致してゐることがわかつた。
 (B_0) 淺の中には三陸大地震及び昭和 13 年福島縣東方沖の大地震の多數の餘震を勘定に入れてないが、假に後者の餘震を入れると點線の様で年々の出入は完全に一致してゐる、また深發地震 ($36^\circ <$) の回數とも大部分に於て合つてゐる。第 5 圖 (第 7 圖参照) からすると、少くとも H の方は見掛上地震回數のみに就いてはあまり明瞭な一致が見られないが、上の様に差に就いては判然としてくる。更に上の相對的變化の模様を見易くするために、年變化の速度即ち第 $n+1$ 年と第 n 年の (H 柿- H 豊)、(V 豊- V 柿) の差 $\Delta(H$ 柿- H 豊)、 $\Delta(V$ 豊- V 柿) と、地震回數の同様な差 $\Delta N = N_{n+1} - N_n$ との關係をとると第 9 圖 (ロ) である。これは略次の直線で表はされやう。

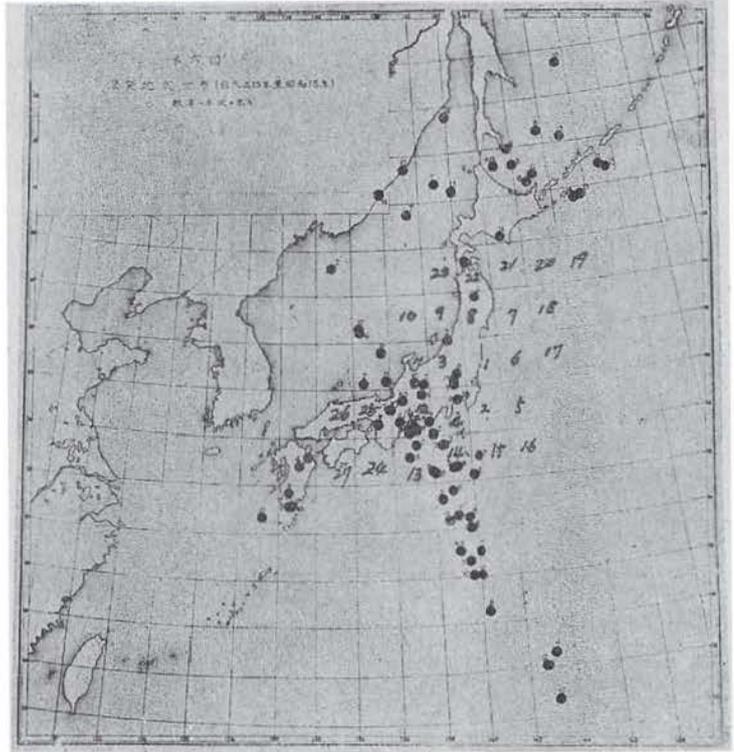
第五圖 神岡 豊原の永年変化



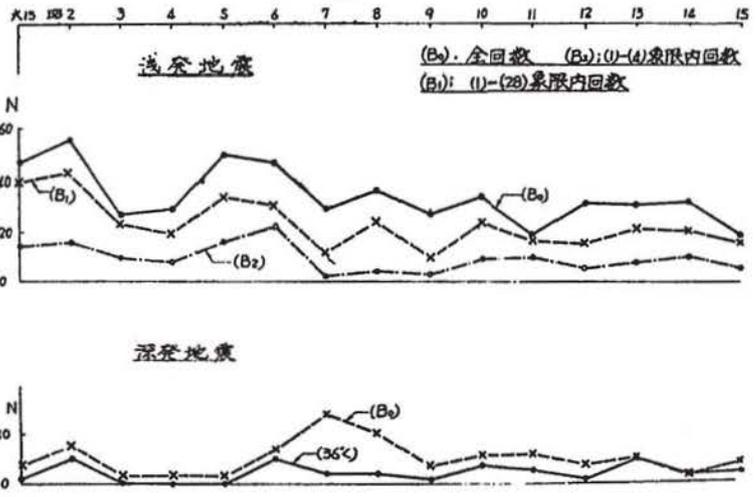
$$\left. \begin{aligned} \Delta(H \text{ 柿}-H \text{ 登}) &= 0.3 \Delta N \\ \Delta(V \text{ 柿}-V \text{ 登}) &= 1.6 \Delta N + 11 \end{aligned} \right\} \dots (B_0) \text{ 浅} \quad \left. \begin{aligned} \Delta(H \text{ 柿}-H \text{ 登}) &= 1.8 \Delta N - 2.5 \\ \Delta(V \text{ 登}-V \text{ 柿}) &= 6.8 \Delta N + 3.0 \end{aligned} \right\} \dots (36^\circ <) \text{ 深} \dots (2)$$

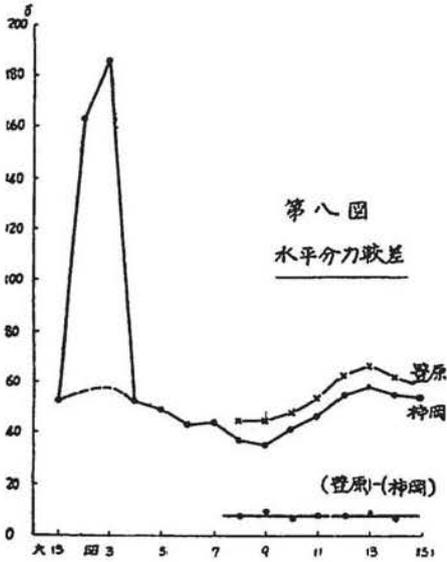
上の變化が兩地に於て如何な比率で關係してゐるか、また深發地震、淺發地震いづれに關係するかは今判明しないが、兎も角觀測地附近の地震と地磁氣の永年變化とは密接な關係があることはわかる。それで次にやゝ個別的な調べにうつることとする。

(2) 淺發地震と永年變化
 H, V の年變化速度、即ち相隣れる年の差 $\Delta V, \Delta H$ とを組合せた、全磁力のベクトル變化とこれに對應する ΔN との關係は第 11 圖 (イ), (ロ) に示す。第 10 圖は全磁力ベクトルの變化を示してある。測點傍の數字は測定年である。 $|\Delta R| = \sqrt{\Delta H^2 + \Delta V^2}$ で、 θ は ΔR が H 方向となす角で反時計に測る。而して $\tan \theta = \frac{\Delta V}{\Delta H}$ 第 11 圖 (イ) の ΔR は $\Delta H, \Delta V$ の増 (+), 減 (-), 即ち θ の正負により符號を附してある。地震回數の $(B_0), (B_1), (B_2)$ は前述第 7 圖に示したものである。第 11 圖 (ロ) は第 11 圖 (イ) を書き改

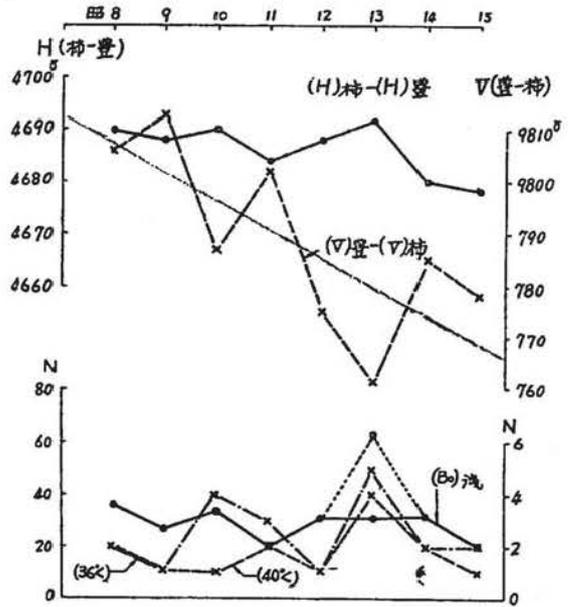


第七圖

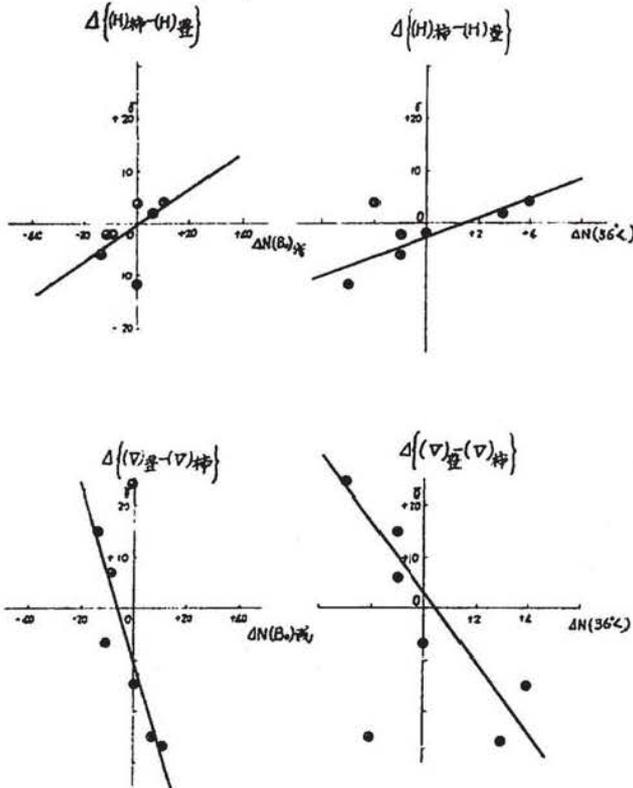




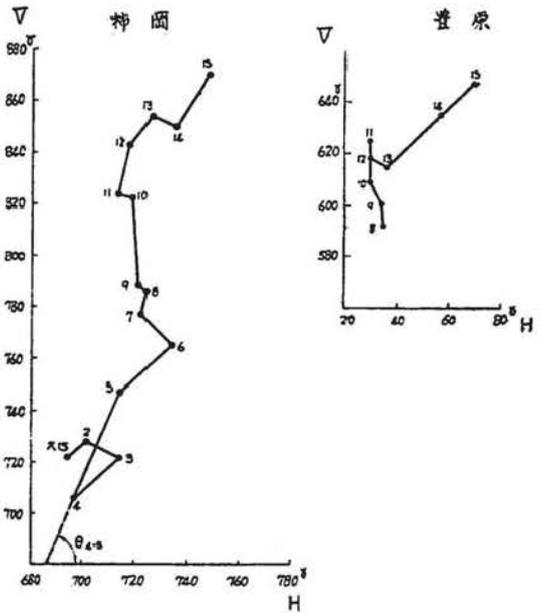
第九圖 (イ)



第九圖 (ロ)



第十圖 ΔR



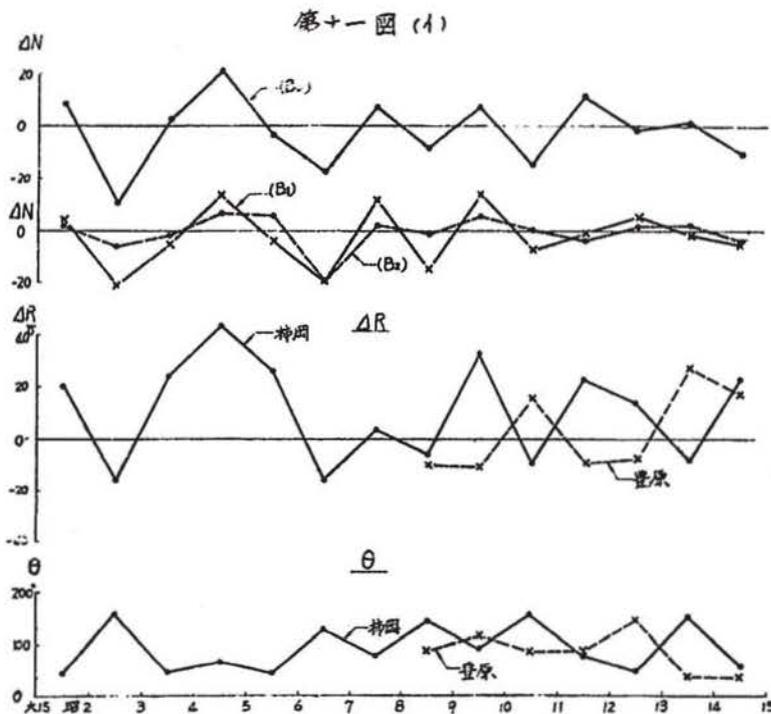
めたものであるが、 ΔR と ΔN の変化はよく似てゐて柿岡では略次の直線的關係をみる。

$$\left. \begin{aligned} \Delta R &= 1.3\Delta N + 15 \dots\dots\dots (B_0) \text{ 淺} \\ \Delta R &= 1.3\Delta N + 12 \dots\dots\dots (B_1) \text{ 淺} \\ \Delta R &= 3.4\Delta N + 8 \dots\dots\dots (B_2) \text{ 淺} \\ \theta &= -2.0\Delta N + 90 \dots\dots\dots (B_0, B_2) \text{ 淺} \end{aligned} \right\} \text{(柿岡) } \dots\dots\dots (3)$$

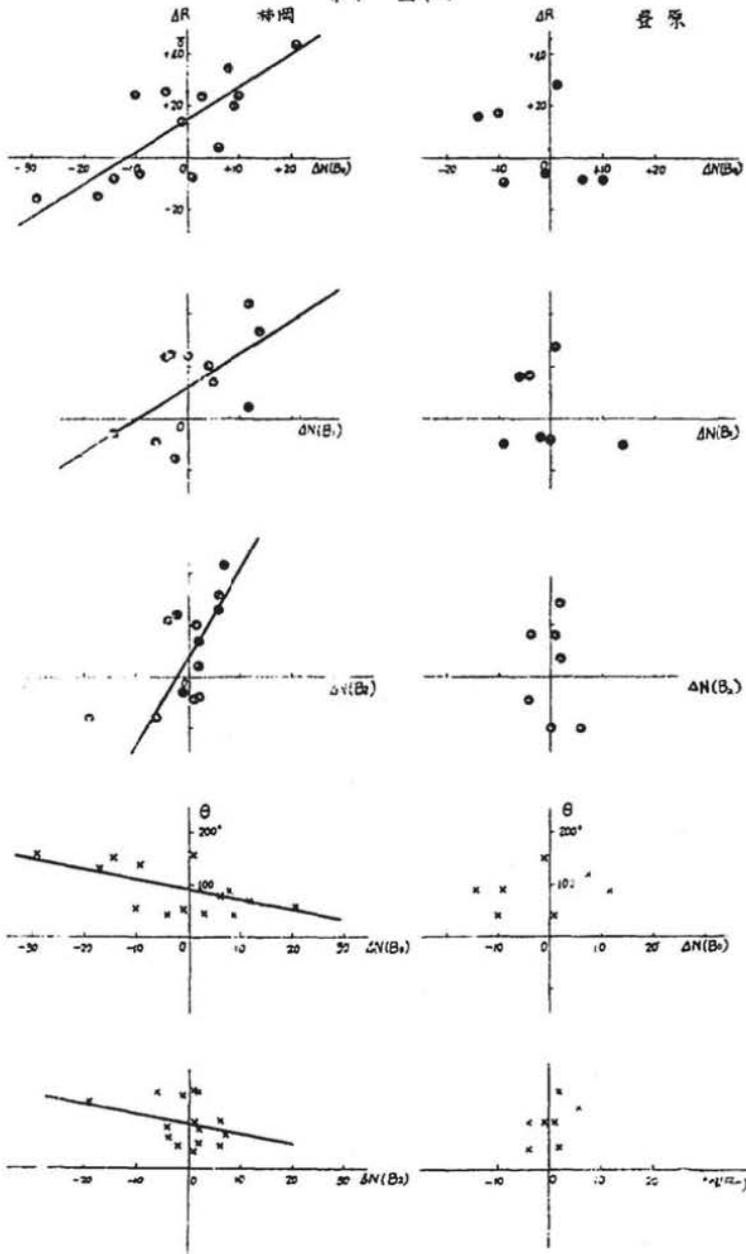
(B_2) に就いては他のものより幾分相關がよくない。これに反して豊原に於ては圖の如く測點が散在して關係が明瞭でない。豊原の期間が短いことに關係しないことは柿岡の同じ期間の分布と比較すればわかる。斷る迄もないことであるが、淺發地震の最多地域は關東、奥羽地方の、東方海底でありこゝに用ひた淺發地震もこの地方に集團し、柿岡は豊原に比して影響を受け易いとは容易に考へられるところである。

ΔR と ΔN の代りに N_n との關係をみると第 12 圖の様に兩地共點が散つて關係が明かでない。これは後述の如く深發地震の場合と異なる。

柿岡豊原の年平均値を H_k, V_k 及び H_t, V_t とし、これが一般永年變化の頂 ϕ_B, ϕ_V と地震回數 N 、こゝでは淺發地震のみを考へてゐる、の函數 φ_B, φ_V とに分けられるとする。 ϕ は第 5 圖からして概略直線的變化をするとみる。また φ は豊原では ΔR と ΔN の關係からみて他の頂に



第十一回 (四)



對して省略せられるとし、柿岡では N に比例すると考へてみると、

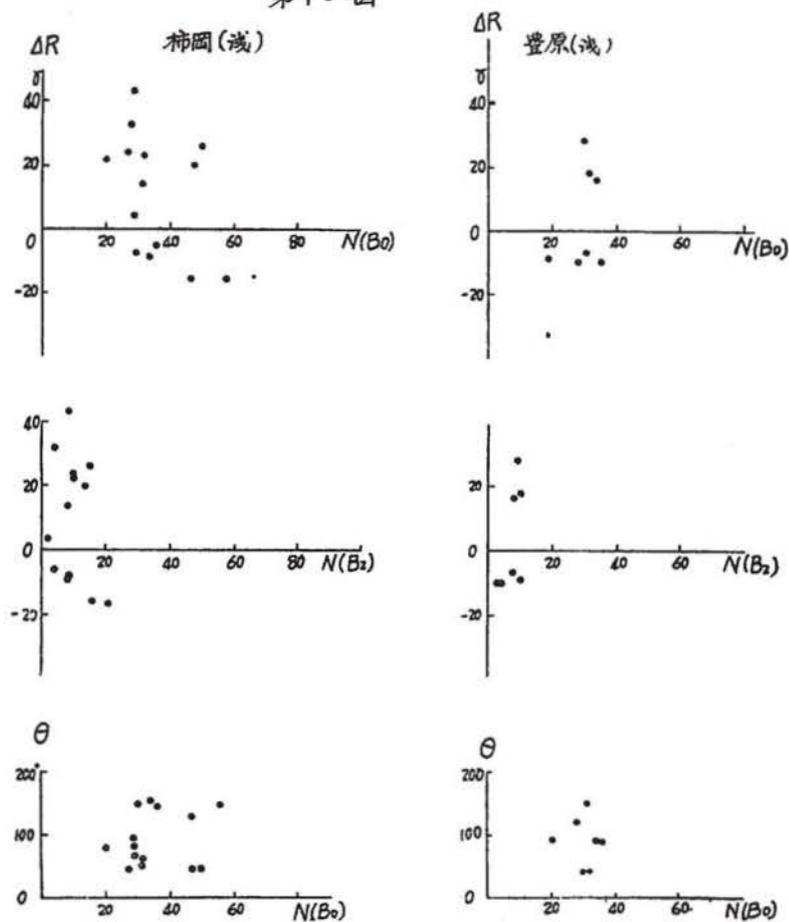
$$\left. \begin{aligned} H_K &= \phi_H^K + \varphi_H^K = c + \alpha t + \beta N \\ V_K &= \phi_V^K + \varphi_V^K = c' + \alpha' t + \beta' N \\ Ht &= c_1 + \alpha_1 t \\ Vt &= c_1' + \alpha_1' t \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4)$$

t は時間である。然るときは、

$$\left. \begin{aligned} \frac{\Delta(H_K - Ht)}{\Delta t} &= \alpha - \alpha_1 + \beta \frac{\Delta N}{\Delta t} \\ \frac{\Delta(V_K - Vt)}{\Delta t} &= \alpha' - \alpha_1' + \beta' \frac{\Delta N}{\Delta t} \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (4')$$

Δt は單位の 1 年とし、(1) 節で求めた (2) 式に合せると、

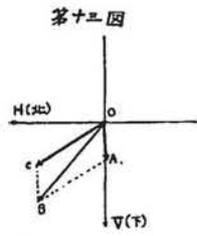
第十二圖



$$\left. \begin{aligned} \alpha &= \alpha_1, & \beta &= 0.3 \\ \alpha' - \alpha_1' &= 11, & \beta' &= 1.6 \end{aligned} \right\} \dots\dots\dots (5)$$

(2) 節で得た (3) 式の関係を上式から求めるに、 $\Delta R^2 = \Delta H_K^2 + \Delta V_K^2 = (\alpha + \beta \Delta N)^2 + (\alpha' + \beta' \Delta N)^2$ 、中に (5) と、後述の第 5 圖の直線から年々変化の概略値として、 $\alpha' = 10$ 、 $\alpha = 4$ を求め代入すると、 $\Delta R^2 = (1.3 \Delta N + 11)^2 + 7 \Delta N$ 、10% 程度以内に於ては略と $\Delta R = 1.3 \Delta N + 11$ 、即ち大體 (3) 式の $\Delta R = 1.3 \Delta N + 15$ と似たものを得る。

第 11 圖から $\Delta N = 0$ 、即ち謂ば平均状態から、地震回数が ΔN 丈け増したときの相対的偏差をしらべると、第 13 圖である。 \vec{OA} は $\Delta N = 0$ 、 \vec{OB} は $\Delta N = 29$ の場合の ΔR である。兩者の差が直接地震に関係すると考へられる。 \vec{OC} は ΔN の増加と共に絶対値を増すと共に伏角が小さくなる。これは地震回数の増加は影響も増大すると共に水平的擴りも擴大されると考へるとよからう、 \vec{OC} の説明は一地點丈けでは勿論決められないが、唯、柿岡 (0 點) より北方に位置する淺發地震最多地震帯の中心點の直下に (1) 式の如き球を假想することによつても説明が出来ることを附言する。

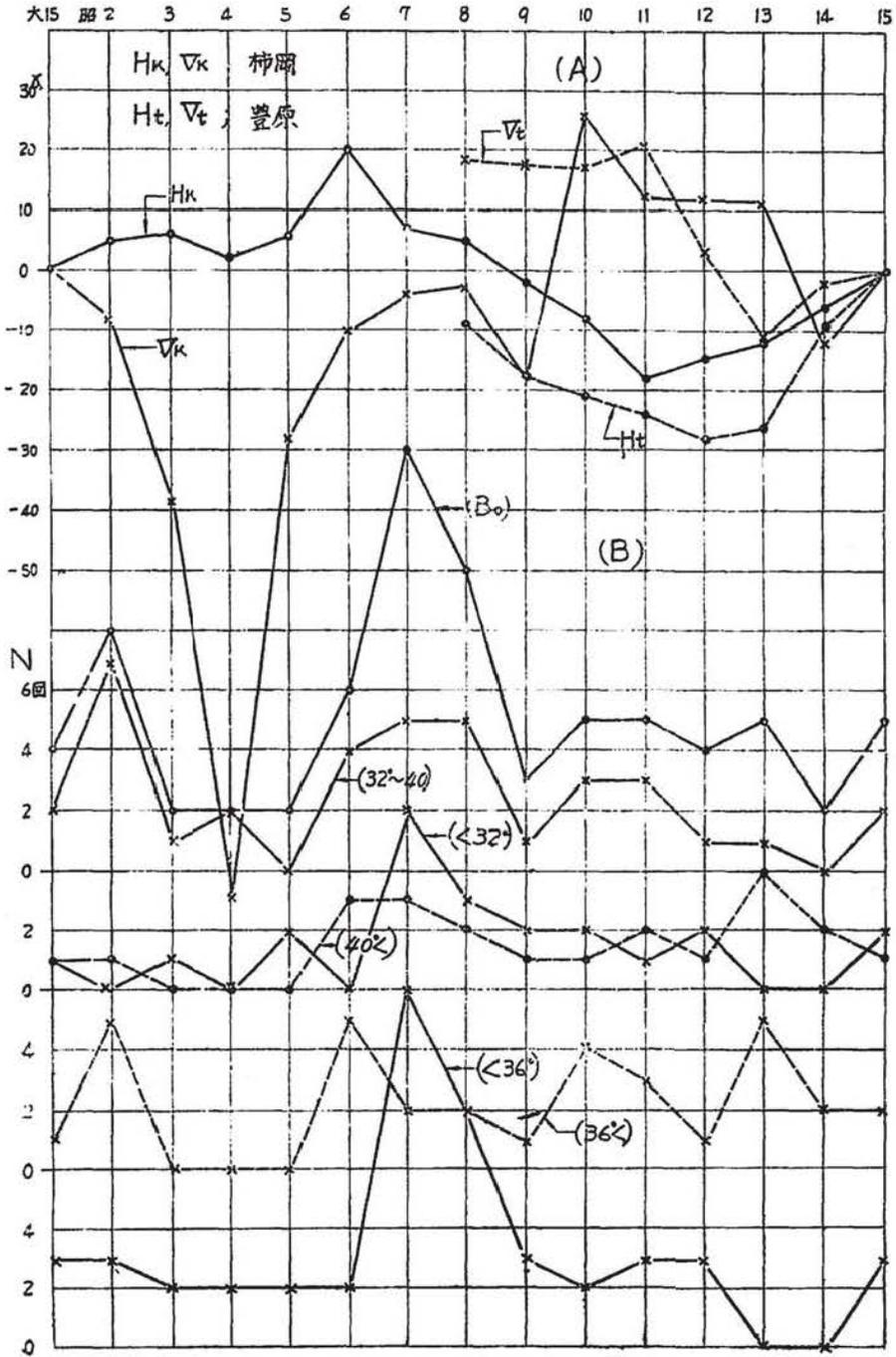


(3) 深發地震と永年變化

深發地震は特定の地域にのみ發生し且回数も少いので地磁氣永年變化と關係して調べたものは尠い。Visser⁽¹⁾ は垂直分力の永年變化の正異常が深發地震地域に伴つてゐるといふことを述べてゐる。これは第 5 圖柿岡に就いてはさうであるが豊原では異なる。兎も角第 5 圖を今少しく見易くする爲に變化の一般的傾向に應じて柿岡の大正 15 年と昭和 15. 年の兩年を直線で結んだものを既述の様に一般永年變化の概略の傾向とし、これからの偏差を求めると第 14 圖になる。地震回数は地域毎に分けて下方に示してある。(B₀) は全回数、(36°<) は緯度 36 度以北にあるもの、(36°>) はこれ以南のもの、(<32°) は 32 度以南のもの、(32°~40°) はこの間に在るもの、及び 40 度以北に震央を有するもの (40°<) である。第 14 圖からまづ注意せられることは V の變化で、柿岡 V_K では (B₀) 乃至 (32°~40°) の頻度曲線とは絶対値に於て必ずしも一致しないが (相関係數 $\gamma_{B_0} = 0.3$) 年々の増減の様子は一致してゐるし、豊原では (36°<) 乃至 (>40°) の曲線とよく似てゐる ($\gamma_{36^\circ <} = -0.6$)。但し上述の如く變化の様子は兩地で逆であることは注目せられる。今の場合深發地震は本州及びそれ以南の太平洋の地震帯に最も多いことを考へると、V の變化は測定地附近の深發地震回数と相關してゐるといへる。従つて兩者が因果關係になく、何か他の共通原因例へば地球、太陽自體による作用を考へるのは妥當でないと思ふ。H に就いては V の様に増減が一致しないが、

(1) S. W. Visser; Terr. Mag. Vol. 42. No. 4, (1937).

第十四回 永年変化と深発地震との関係



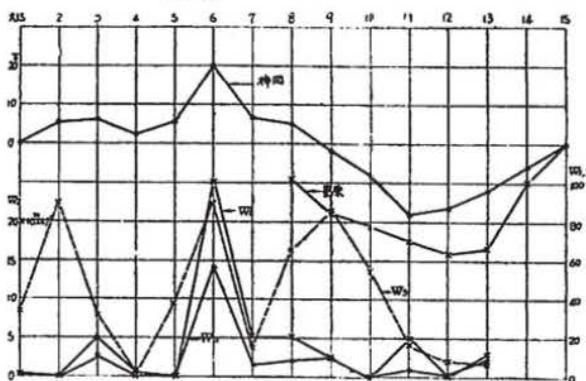
昭和 2~3 年, 6 年の極大, 昭和 11 年の極少値附近に地震回数が増加してゐることは一應注意せられる. 或は假に震源附近に磁気異常を起す原因があつて, これが磁気誘導によると考へてみると

震央附近では V が最大で且つ同符號の地域が相當の空間的擴りを持つてゐるので地震回数が有効に利くとも考へられるが, H は震央附近に於て正負相接し且つその極値はこれから比較的離れたところに在ることになるから, 利き方も正負或は回数との關係は V の様でないかもしれない. この様な意味から第 15 圖に地震の勢力 $W^{(1)}$ をとつてみると前にずれてゐた極値も一致して大體似たものが出てくる. 昭和 11 年のやゝ大なる W も柿岡を通る子午線で東西兩區域に分けて正負の區別をすると他の年とは反對符號になるので形の上ではもつと一致してくる.

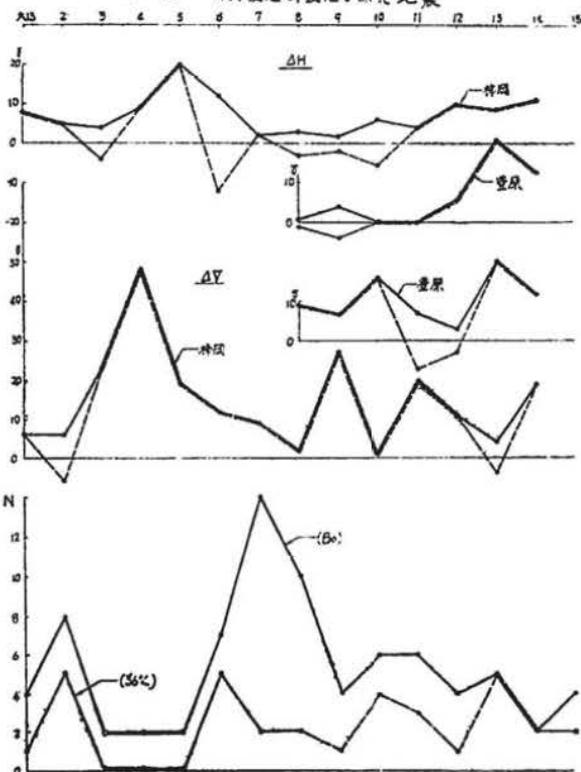
次に ΔV , ΔH , ΔR と地震回数, 即ち第 n 年の地震回数 N と第 $n+1$ 年と第 n 年との地磁氣の差との關係である. 第 16 圖には ΔH , ΔV と柿岡, 豊原に關係深い (B_0) 及び $(36^\circ <)$ とを示してある. 點線は既述の様に前年よりの増減により正負を附してある. ΔV と ΔH は 1 年位位相がずれてゐる様に見えるが, 兎に角 N と大體一致してゐる. 第 17 圖は $|\Delta R| = \sqrt{\Delta H^2 + \Delta V^2}$ と N との關係である. これによると柿岡では

比較的點が纏つてゐるが, これに反して豊原に於ては (B_0) とは關係明瞭でないが, $(36^\circ <)$ のもの

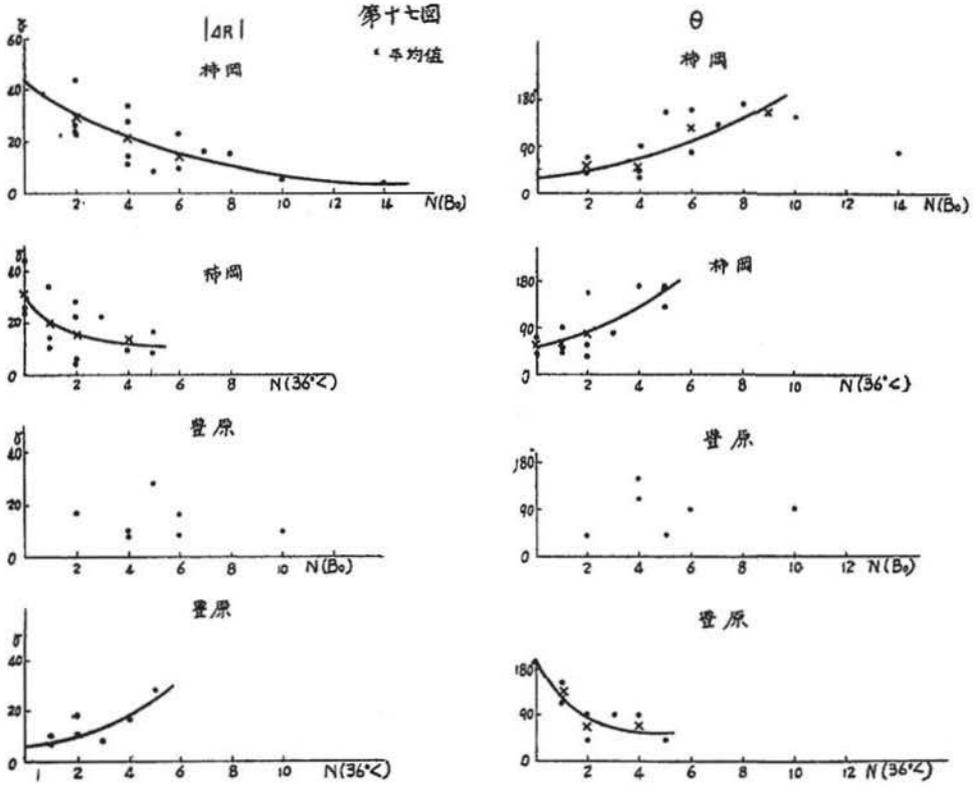
第十五圖



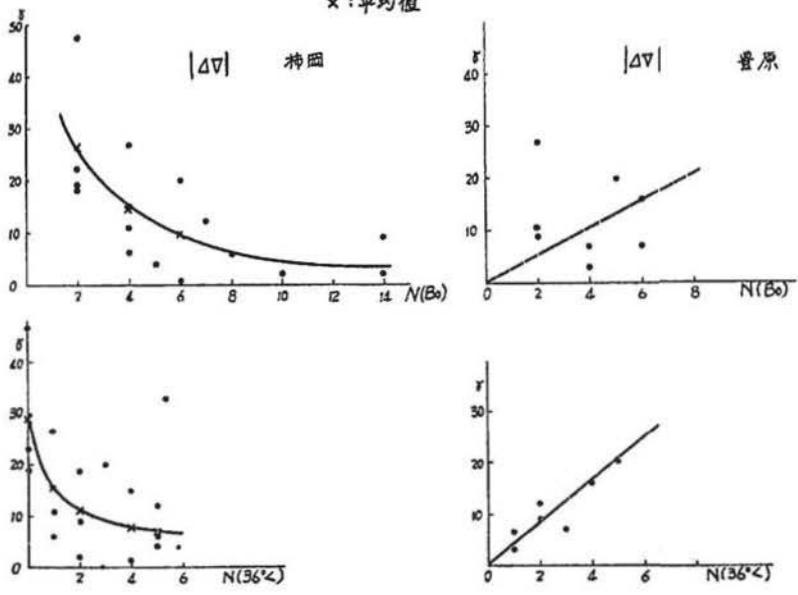
第十六圖 水年変化の年変化と深発地震



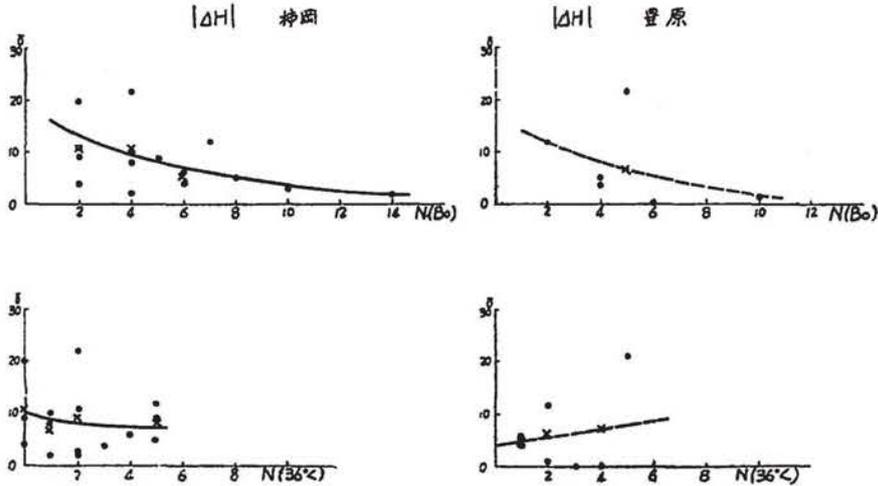
(1) 鷺坂, 福岡; 驗震時報; 第 10 卷, 第 3, 4 號.



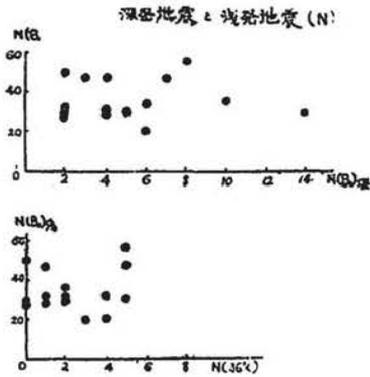
第八図 (1) 永年変化の年変化と深発地震
×: 平均値



第十八回 (ロ) 永年変化の年変化と深発地震
×: 平均値

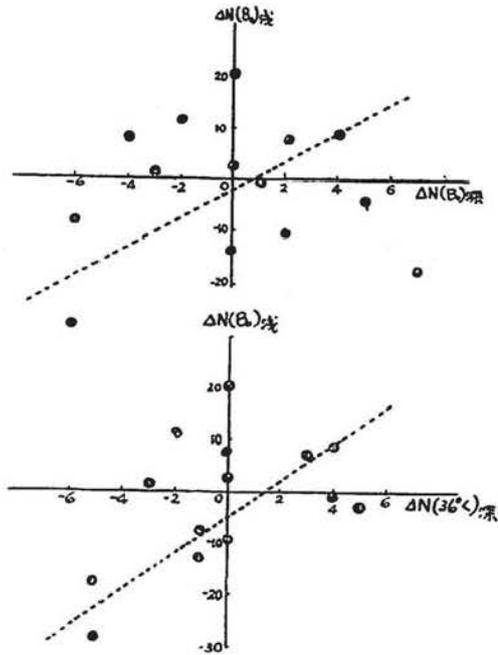


第 19 圖 (イ)



第 19 圖 (ロ)

深発地震と浅発地震 (ΔN)



とはまとまつてゐる。これは既に述べた處で且つ浅発地震の場合と異なる。第 17 圖の範圍では實驗式としては概略次の様になる

$$\left. \begin{aligned} |\Delta R| &= \beta e^{-\alpha N^2} (\gamma) \\ \theta &= \beta' e^{\alpha' N} (\text{度}) \\ \alpha &= 14.10^{-3} \\ \beta &= 27.9 \\ \alpha' &= 0.2 \\ \beta' &= 34.7 \end{aligned} \right\} \dots (\text{柿岡}) (B_0)$$

$$\begin{array}{l}
 |\Delta R| = B e^{AN} (\gamma) \\
 \theta = \frac{10^{\theta}}{A'N + B} \text{ (度)} \\
 A = 0.3 \\
 B = 5.3 \\
 A' = 3.6 \\
 B' = 4.8
 \end{array}
 \left. \vphantom{\begin{array}{l} |\Delta R| = B e^{AN} (\gamma) \\ \theta = \frac{10^{\theta}}{A'N + B} \text{ (度)} \\ A = 0.3 \\ B = 5.3 \\ A' = 3.6 \\ B' = 4.8 \end{array}} \right\} \dots\dots\dots (\text{豊原})$$

この様な相関は浅発地震の場合には見られなかつた處で、特に豊原の $|\Delta F|$ と N とは直線関係にあり、且つ浅発地震に関しては他の場合でも判然とした結果を得られなかつたことをこゝに想起する必要がある。勿論現在の場合には僅かに 15 ケ年程度で一般永年變化から云へば極く短期間であるが、將來に適用されるものなら、物理的意味は今觸れないが、兎も角も或年の深発地震の回数から翌年の地磁気の年變化を豫想することが可能である。適用せられる場合も永年變化の極値附近即ち曲線の曲率の變化が大きい様な時期はよくないと思はれる。

(最後に深発地震と浅発地震の相関を掲げる。第 19 圖にこれを示す。 N に就いては相関係數 $\gamma_{B_0, B_0} = -0.33$, $\gamma_{50, 300} < 0.03$ で悪いが、 ΔN では前者 -0.70 , 後者 0.45 で相當よい、従つて ΔN に就いての地磁気との關係は浅発地震と同様なことが云へる譯である。兩者の判然とした區別等に就いては) 深発地震は資料が少く立入つての議論に不便なので將來を待つて一應こゝで擱筆するが、唯一言附することは深発地震も浅発地震の様に個々に就いても時空的調査の價値が十分あることである。適當に分布した測點と、經年的反復磁気測定がこの爲め要用である。

終りに本調査に當り御便宜を與へられた今道所長竝に製圖を煩はした山田幸恵氏に謝意を表す次第である。

(昭和 18 年 4 月)

Memoirs of the Kakioka Magnetic Observatory

Vol. IV, No. 2. June, 2603 (1943)

Abstract of Memoirs

On the Electricity on Rain (part I)

By S. KIKUCHI.

Since Feb. 2601, the writer has carried out a measurement of the electricity on rain. As the first report we investigate the data from Feb. to Aug. of this year.

In ordinary rainfalls accompanied by atmospheric depression, the charge of both signs is about 0.1 e.s.u. per c.c. and not exceeds 0.5 e.s.u. per c.c. The current density due to the rainfall of this kind is in range from 10^{-14} to 10^{-13} amp. per square cm. Positively charged rains occur more frequently compared with negative ones.

In showers accompanied by fronts, the charge amounts over 1.0 e.s.u. and it occurs rarely more than 20 e.s.u. per c.c. The current density of this case is the order of 10^{-13} amp. per square cm.

The charge observed in rainy season is about 0.01 e.s.u. per c.c. and smaller than that of ordinary rainfalls.

When rainfall exceeds 1.5 c.c. per min., zero or negative charge is so slightly that we can not observed it, while positive charge shows a lower value in rainfall from 0.5 to 1.5 c.c. per min. and when it exceeds 1.5 c.c. per min., the charge tends to increase with rainfall.

As to the relation with the potential gradient, it is a predominant tendency in our case that the negative potential is exclusively accompanied by positively charged rain, while in the foreign countries the negative charge is also observed.

On the Mechanical Collector

By M. MISAKE.

In summer of 2601, two kinds of mechanical collectors designed by Mr. Y. Yokouti were installed at this observatory. Their constructions and some observed data are reported.

In the first type, the shielding plate is rotated over the two insulated plates which take the surface charge proportional to the existing earth's field when they are exposed. On the contrary, the insulated plate of the second type rotates under the fixed shielding which has two apertures. The former is shown in Fig. 1, and the latter in Fig. 7.

On the Atmospheric Potential Gradient at the Top of the Hill, "Kakioka Fujiyama"

By S. KIKUTI.

From Nov. 2600 to Mar. 2601, the writer carried out a measurement of the potential gradient near the earth's surface at the top of the hill so-called "Fujiyama". The observing point is located about 1 km. southward from this observatory. This hill stands alone at somewhat south from the center of the Kakioka basin. The top of the hill is flat and forms the circular ground about 30 m. in diameter, surrounded with pine trees excepting for northside, their height being nearly equal to the level of the top. The observing point is at an elevation of 128 m. above the sea level and about 100 m. higher than this observatory.

As the measuring apparatus, a Benndorff's selfrecording electrometer was used with a radio thorium collector which was apart 103 cm. from the wall and 193 cm. above the ground. Its reduction factor to a flat place is 1.23. On the other hand, at this observatory a water dropper collector is used which is 135 cm. apart from the wall and 200 cm. above the ground. Its reduction factor is 1.32.

From the results of the simultaneous observations we obtained, as an average value, 186.5 V/m at the hill and 150.5 V/m at this observatory. The former is 1.29 times as large as the latter, but the hourly ratios between them change considerably and the average ratio from 11 h to 16 h is 1.65.

It must be noticed that the value of the morning maximum at the hill is rather smaller than that at this observatory.

The diurnal variation in a fine weather shows the double maxima-type at both places, but there are some differences as below mentioned;

- (1) The amplitude at the hill is smaller than that at this observatory, that is, in the latter the morning maximum develops predominantly than evening maximum, while in the former these maxima being nearly equal.
- (2) The time of maximum in the morning at the hill is tending to retard about one hour than that at this observatory, while the evening maximum occurs almost the same time at both places.

Such differences may be attributed to those of the meteorological conditions at both places, especially to that the reversed state in the atmosphere near the top of the hill breaks earlier than that at this observatory.

The writer a'so discussed the diurnal variations on cloudy days and the potential variations during rainfalls.

The Earth's Magnetism and Earthquake (I)

By T. YOSIMATU.

(1) The world-wide distribution of the so-called foci of the secular variation of the earth's magnetism is well related to that of the land and ocean, and a more close investigation, considering the distribution of the principal earthquake zones, suggests a possible cause of these secular variations due to the induction by the present general field.

(2) The annual means of both horizontal and vertical intensities at the Kakioka and Toyohara Magnetic Observatories are statistically investigated from the point of view that some of local magnetic disturbances in the vicinity of the active crustal deformation should be expected to relate to the occurrence of earthquakes. The result obtained is just so that the general investigation of the secular variation must be attacked at first from this consideration.

On the Eruptive Solar Prominence on Mar. 4, 2603, and
the Group of the Sun-Spot, No. 2832.

By T. OSAWA.

Some observed facts are reported on a moderate but eruptive prominence appeared on the east limb of the sun disk and the associated sunspot, including their possible effects upon the earth's magnetic activity.

A Report of some Solar Measurements during the
Solar Eclipse, of Feb. 5, 2603.

By T. OSAWA

On the occasion of the total solar eclipse, a photographic measurement of the time of the end of the eclipse and others are reported. The error of the present photographic method is probably within the limit of two seconds of time.
