

無定位磁力計による地震前兆現象について*

高 木 聖**

550. 341

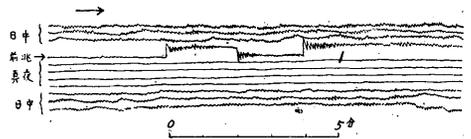
§ 1. 序

1959年、宮本貞夫(東京都雪ヶ谷高校教官)が、これから述べる方法(高木式地震予知法)により、気象庁が研究段階として、この器械の観測網を持つように、国会に請願して以来、再びこの方法がマスコミ、学界その他で問題になるようになり、各方面から、私が10数年前にやった研究の再公開を要望されますので、これからその概要を一括してここに再録したいと思います。この研究の詳しいことは「地震前兆現象について」第1報(1945年ガリ版)、同第2報(1945年ガリ版)、同第3報(1946年ガリ版)、同第4報(1947年神戸海洋気象台要報ガリ版)として発行してありますが、当時は戦後の疲弊時代であり、紙不足のため部数も僅か30部くらいしか印刷しなかったため、大部分の方は御存知なかったかと思われれます。

§ 2. 発 端

1943年、電気試験所田無分室の吉塚正志技手は、中央気象台長藤原咲平に手紙で、無定位磁力計使用の実験中、地震前兆と思われる現象に遭遇したから検討してみてくださいかといってきました。これと同文のものを東京大学地球物理学教室および地震研究所その他にも送付したのですが、返事があったのは中央気象台へ出したものだけだったと後で吉塚より聞きました。藤原台長はこの手紙を地震課に回して、誰か検討するよにとのことでした。当時地震課勤務の職員の中には地磁気関係に詳しい人が一人もなく、誰も検討しようという人がなく、結局私が検討を命ぜられるようなことになったのです。田無に行ってみますと、2坪くらいの大さきのトタン板張りの暗室のそばで、無定位磁力計による水成岩の帯磁方位を測定していました。この器械が大きな地震の2~3日前から測定不能になるということでありました。すなわち、

測定すべき水成岩をいくら回してみても無定位磁力計が全然ふれないというのです。何か大きな力である方向に引張られておるような感じだとのことでありました。私はその原因がトタン板の暗室にあると推定し、地震の資料は送るから観測を継続するように依頼して帰ったのです。しかし田無では10分ごとに目視観測をしていた関係で、十分な統計もとれませんでした。そのうち、田無も戦時研究に忙しくなったのと、研究員の応召等で、この観測もできなくなり、翌年(1944年)、私のほうに引続いてくれと依頼してきました。私は藤原台長の了解と援助のもとに、この研究を継続することにしました。地震計室の暗室がトタン張りであったので、これを利用して、この中に無定位磁力計を設置し、観測も目視観測でなく、24時間記録が取れるよう光学的に改めて、観測を開始したのが同年9月のことでありました。しばらく観測しているうちに、吉塚がいていた現象ではなく、第1図の示すような特殊な現象を発見しました。これに目をつけて地震との関係をみましたところ、第2図に示すように、この現象が出ない時は地震もなく、この現象が始めると地震も起ることがわかってきたのであります。それで私はこの現象を「無定位磁力計による地震前兆現



第1図. 地震前兆現象

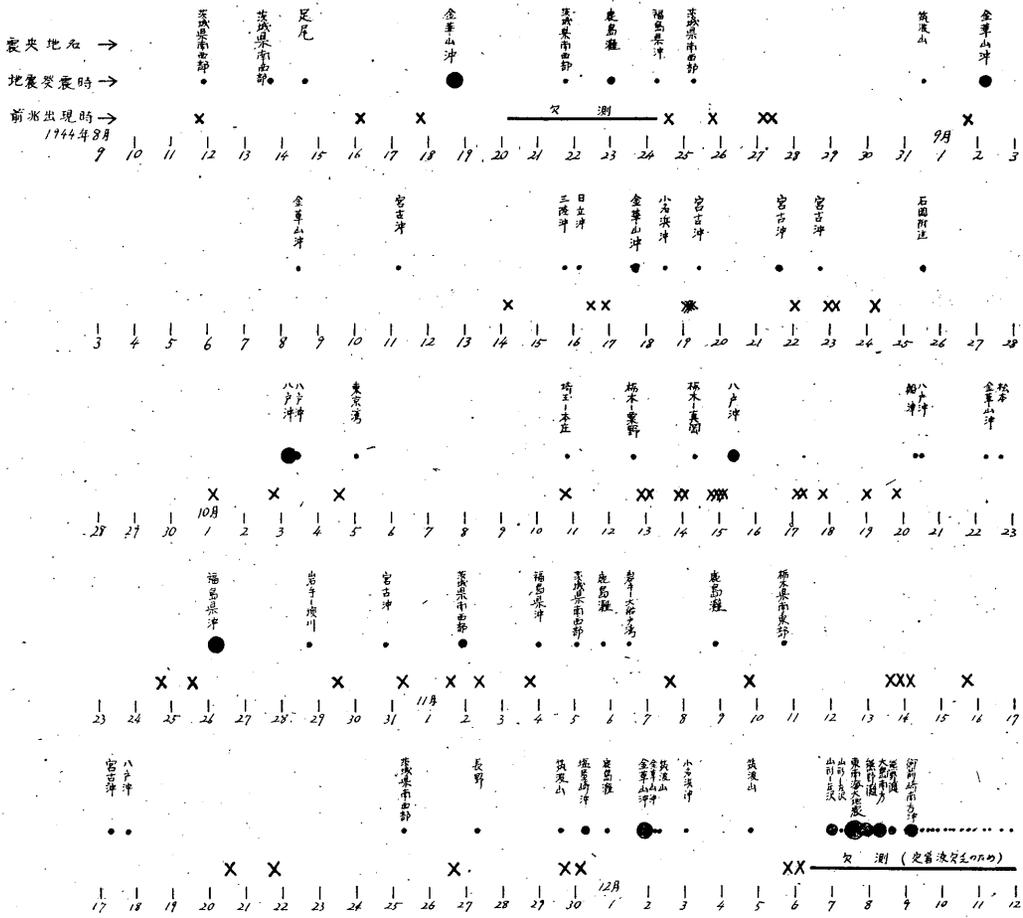
象」と命名して研究することにしたのでした。藤原台長は特に興味を示され、種々と援助を頂いたのですが、何しろ当時は敗戦への道程をたどっていた時代でしたから、物資の欠乏に悩まされ、特に定着液の入手難には、しばしば観測の中止もやむを得ませんでした。

§ 3. 装 置

この装置の主体である無定位磁力計は柏木好三郎(前中央気象台長岡田武松と同期に東京大学を卒業し、第8

* S. Takagi: On the Forerunning Phenomena of Earthquakes Observed by the Astatic Magnetometer (Received. Feb. 10, 1960).

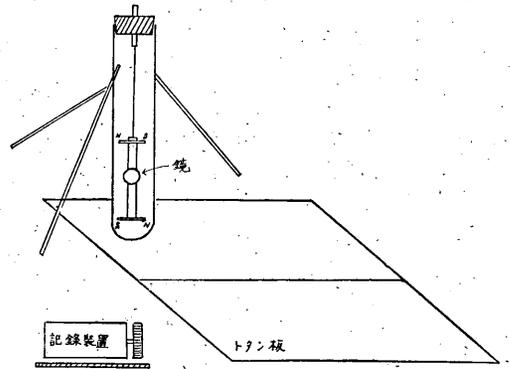
** 気象庁研修所。



第 2 図. 地 震 と 前 兆

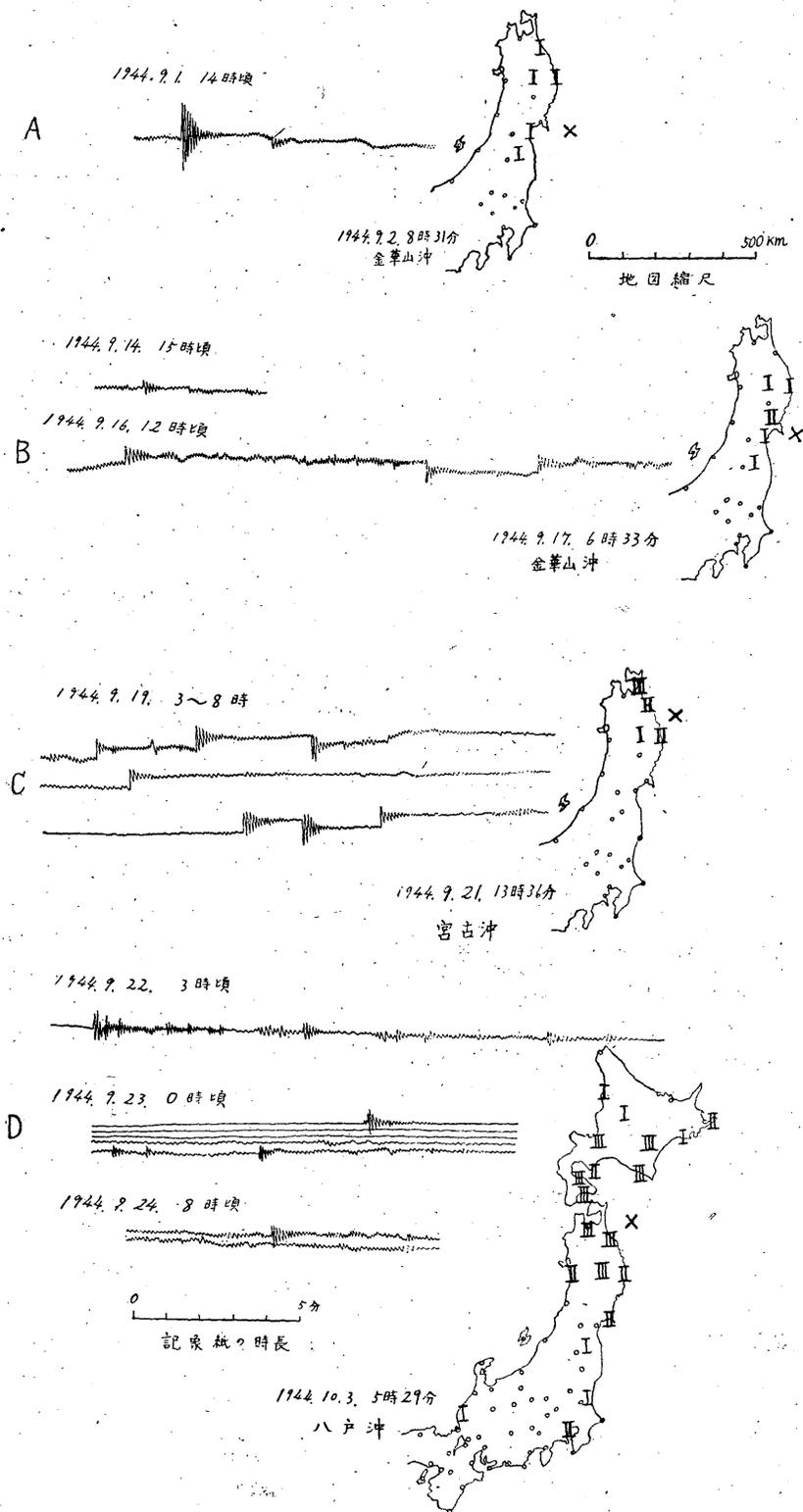
高等学校教授、後に気象技術官養成所講師)が發明したものであります。この装置には、長さ 20 cm の薄いアルミニウム板の両端に 200 maxwell の強さの棒磁石 (長さ 3 cm) を極を互に逆にして水平につけ、約 1 m のタングステン糸 (径 0.01 mm) で吊ったものを用いました。この無定位磁力計は径 6 cm のガラスの筒に封じてあります (第 3 図参照)。このガラスの筒の下方 10 ~ 20 cm の所にトタン板を 2 枚水平にくっつけて敷きました。

このトタン板 2 枚は接続してあります。またこの場合はトタン板を水平に敷いてありますが、場所によってはこれを垂直にたててかけてもさしつかえありません。このように無定位磁力計とトタン板との組合せを高木式地震予知器といっています。私が用いたものは、この装置をトタン板の上にぶらさげて自己振動周期が 4 秒程度に



第 3 図. 装 置

なっていました。この無定位磁力計の運動を記録させるため、アルミ板の中央に小さい反射鏡を取付け、前方 1 m の所に記録器を設置して、光学的に記録をとっています。



第4図. 前兆と地震

§ 4. 前兆と地震

第2図に地震と前兆との関係を並べておきましたが、次に個々の地震に対する前兆と思われるものを一つ一つ調べてみましょう。第4図がそれであり、第4図の左側の前兆に対し、第4図の右側の地震が起ったものと考えてみたのであります。最初ですから一応このように考えてみてさしつかえないと思いましたが、そうしますと、だいたい地震の3~4日前に前兆は出るものと思われるのですが、この法則がその後の観測にも当てはまるかどうかをみればよいこととなります。ところが、前兆現象のほうもかなりひんばんに出現しますし、地震のほうも同じようにひんばんに起るものでありますから、必ず前兆であるという証明もできなければ、前兆でないという証明もできないことがわかりました。しかし運よく観測中に、第2図の9月2日から13日の間のように、かなり長い間前兆の出現しない区間があったのですが、うまいことにその区間中に地震も起らなかったのであります。そうして再び前兆が出現し始めるとまた地震も起りだすということがわかりました。しかし、必ず3~4日前に前兆が現われるとは限りませんで、1日前であることもあり7~8日前であることもあったのです。これは当時まだ観測資料の積み方が短かかったためにこのような錯覚を起したものでありまして、その後数年にわたって観測してみたところ、小さい地震および大きくても遠い地震、または非常に深い地震に対しては前兆は現われていないと考えたほうがよく、近くで大きな地震に対して一ヶ月くらいまたは半月くらい前から引続き前兆が出ていたと考えたほうがより合理的であるように思いました。たとえば、第2図の9月14日から24日までのひんばんな前兆現象は10月3日の八戸沖の地震に対する前兆とみ、10月10日から19日までの前兆は10月26日の福島県沖の地震に対する前兆とみたほうがよいようです。第2図もそのように見なおしますと、全くよく合致しているように思われます。そこで全国に観測網を作ってみれば、地震と関係があるものであるかないかが、もっとはっきりするであろうと思いました。

§ 5. 前兆現象の追究

一方このような前兆現象が何によって起るのか、すなわち、地電流の変化によって起っているのか、地磁気の変化によって起っているのか、またはもっと他のものによって起っておるのか、これがわからなければ科学性を疑われてもしかたがないので、そのほうの研究も数年間

やってみました。

実験 1 トタン板がペコンペコンと動くためにこのような現象を呈するのだという考えがありました。そこで、このトタン板を踏みつけて、ペコンペコンさせてみたのでありますが、無定位磁力計は前兆現象類似の変位も示さなければ、振動もしないのです。ほとんど変化がないのであります。これで、トタン板のペコンペコンではないこともわかりました。

実験 2 無定位磁力計の上方の棒磁力に外方より他の棒磁力を近づけ振動させた後この棒磁力を取除くと、自己振動をしますが、この時は零線のずれが起りません。元のところに静止するのであります。これより、この現象を起させるものは、トタン板にヒステリシス様の現象を残すものであることがわかりました(前兆現象の中にはヒステリシスを残さないものもありましたが)。

実験 3 このような装置でありますから、無定位磁力計を動かす最後の力は磁力であることはわかるのですが、この磁力の原因には地電流と地磁気が考えられます。そこでまず地電流についての実験を試みました。トタン板の両端に銅線をハンダ付けして、トタン板の両端の電位差を計ってみると、 2.6×10^{-5} volt ありました。両端の距離は2mで、測定に用いたガルバの内部抵抗は345Ωのものであります。

普通地電流の電位差は1kmに対し10数ミリボルトの程度でありますから、トタン板の両端の電位差とだいたい一致しております。次にガルバをつないだままで、このトタン板の下にガイシを敷いて、地電流から絶縁すると、かなり長い時間の末、ガルバは徐々に零位置にもどります。これより床上におかれたトタン板には、地電流が流れておると考えてよいように思いました。そうしてその影響はかなり残留するようです。

実験 4 同様の装置を2組作り、一方の装置のトタン板はガイシで地電流から絶縁し、他方の装置のトタン板は絶縁しないままにしておいて、同時観測をしてみたところ、だいたい両方とも、前兆現象が現われますが、時々一方にしか出ないこともありました。これでだいたい地電流そのものによるのでないことはわかりましたが、どうしても疑問の点が残ったのであります。

実験 5 以上でだいたい磁気関係であることがわかったので、念のため、トタン板の替りに銅板を敷いたものと、トタン板を敷いたものとの2装置を同時に観測したところ、銅板のほうには全然前兆現象は出ませんでした。次に銅板の替りに鉄板(入手難のため、厚さ1.5mmのものを用いた)を敷いたものと、トタン板(厚さ0.3

mm) を敷いたものを同時に観測したところ、鉄板のほうには前兆らしいものは出ますが、トタン板の場合程はつきりしませんでした。

これらの実験から、地震予知のためには、トタン板を用いるのが最上だと思ったのです。

実験 6 そこで人工磁場を作ってみることにしました。用いたコイルは高さ 145 cm, 横 130 cm の四角な枠に被覆 20 番の銅線を 5 回巻いたものであります。これを、トタン板を敷いたままの装置の前方または横 100 cm から 250 cm 離して立てかけ、6 V または 3 V の電池につないで人工磁場を照射したところ、前兆現象類似の振動を示しました。しかしこの電流を切った時、元には帰らないで、幾分ヒステレシスが残ります。

次にトタン板を取払い同様の実験をくり返すと、磁力計の向きとコイルの位置との関係で、トタン板のある場合の半分しか変位しない位置と、同程度以上に変位する位置とができました。

このことから、この装置はトタン板のあるおかげで、ある程度いろいろな向きの磁場変化を等分に記録することがわかりました (幾分方向性はあるが)。

実験 7 以上でこの装置はだいたい磁場変化を記録しておられるので、無定位磁力計をトタン板 (当時金属板としてはトタン板しか入手できなかったため) ですっかり覆い、記録のため光線の入る穴だけは金網を使って記録をとって見たところ、やはり前兆現象が現われるのです。磁気的にはシールドされておるはずだから何も現われないうらうと思ったのですが、案に相違したわけです。これが私に疑問を抱かせた第 2 の点です。しかしこれは当時私がそう思っただけで、この実験はトタン板を用いてシールドした点に欠陥があったと思っています。

実験 8 そこで念のため、2 装置ともトタン板を敷いたままで、同時に観測してみることにしました。そうすると、だいたい両装置とも同じような時刻 (タイムマークを入れることができなかった) に前兆現象は現われるのですが、時として同時刻でない時もあるのです。これが私の第 3 の疑点でありました。しかし、この点については最近宮本貞夫が、この装置の周期特性を求め、ある周期の磁場変化に鋭敏である性質がわかってきました、あるいは、両装置の固有周期が同じでなかったことに原因しておるのではないかと考えています。

器械の特性 この器械の特性については、私は別に詳しくは検討しませんでした。しかし当時柿岡地磁気観測所に勤務していました石川業六は数学的に検討を試み、ある結果は出したのですが、残念ながら運動方程式の導

き方に間違いを生じていまして、全検討が無意味に終わっております (Journ. Met. Sec. Japan, 28. アスタテックマグネットバリオメーターについて参照)。それで次に数学的に検討してみることにします。

この器械の運動方程式は、主磁場 M の方向を角の主軸にとり、無定位磁力計の変位角を θ とし、付加磁場 ΔM の方向角を φ としますと、

$$I \frac{d^2\theta}{dt^2} = -MM' \frac{6r^2l + 2l^3}{(r^2 - l^2)^3} \sin \theta + \Delta MM' \frac{6r^2l + 2l^3}{(r^2 - l^2)^3} \times \sin(\varphi - \theta) - k\theta$$

となります。 θ を微小な角としますと、

$$I \frac{d^2\theta}{dt^2} + \left\{ (M + \Delta M \cos \varphi) M' \frac{6r^2l + 2l^3}{(r^2 - l^2)^3} + k \right\} \theta = \Delta MM' \frac{6r^2l + 2l^3}{(r^2 - l^2)^3} \sin \varphi \quad (1)$$

となります。ここに、

I は無定位磁力計の慣性エネルギー

M はトタン板が磁気感応で生じた磁力のエネルギー

ΔM は前兆現象を起させるとされる付加磁場によってトタン板が磁気感応で生じた付加磁力のエネルギー

M' は無定位磁力計の磁石の磁力のエネルギー

r は無定位磁力計の二つの磁石の中間からトタン板までの距離 (詳しくいえば少し違いますが、常に $r > l$ であります)

$2l$ は無定位磁力計の二つの磁石の間隔

k は吊り糸のねじりによって生ずる復元力のエネルギーの係数 (この装置ではほとんどこの項はきかない位小さくなっています)。

であります。

この器械では、 k はその前の項に比し省略してもよい程小さく作ってありますので、この器械の自己振動周期 T_0 は、 $\Delta M = 0$ の時の周期と同じですから、

$$T_0 = 2\pi \sqrt{\frac{I(r^2 - l^2)^3}{MM'(6r^2l + 2l^3)}} \quad (2)$$

となります。したがって無定位磁力計をトタン板に近づければ近づけるほど、自己振動周期は小さくなります。

次に付加磁場の項の ΔM は φ を一定とし大きさが周期振動的に変化するものと一応してみますと、

$$\Delta M = A \sin pt \quad (3)$$

とおけます。一方 k はこの器械では省略してもさしつかえありませんから、(1) 式は

$$\frac{d^2\theta}{dt^2} + (n^2 + \alpha^2 \sin pt) \theta = \beta^2 \sin pt \quad (4)$$

となります。ここに n , α , β はそれぞれ

$$n^2 = \frac{MM'(6r^2l + 2l^3)}{I(r^2 - l^2)^3}$$

$$\alpha^2 = \frac{AM'(6r^2l + 2l^3)}{I(r^2 - l^2)^3} \cos \varphi,$$

$$\beta^2 = \frac{AM'(6r^2l + 2l^3)}{I(r^2 - l^2)^3} \sin \varphi,$$

であります。もちろん M は地球磁場による項でありますから

$$M \gg A$$

と考えるのは当然と思います。したがって

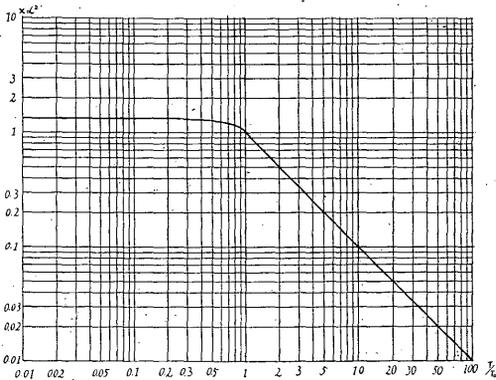
$$n^2 \gg \alpha^2 > \beta^2$$

となります。

次に (4) 式を解くのですが、この微分方程式はまだ誰も正式には解いていないようです。この詳しい解法はあまり長くなりますから、ここには述べませんが、この式を、初期条件 $t=0$ で $\theta=0$ (最初静止していた) および $\left(\frac{d\theta}{dt}\right)_{t=0} = \left(\frac{d\alpha^2 \sin pt}{dt}\right)_{t=0}$ のもとに、 $n^2 \gg \alpha^2 > \beta^2$ の場合として解きますと、

$$\begin{aligned} \theta = & \alpha^2 \left[\sin pt - \frac{1}{3 \cdot 2} \left(\frac{n^2}{p^2} - 1^2 \right) \sin^3 pt \right. \\ & + \frac{1}{5 \cdot 4 \cdot 3 \cdot 2} \left(\frac{n^2}{p^2} - 3^2 \right) \left(\frac{n^2}{p^2} - 1^2 \right) \sin^5 pt \\ & - \dots - (-1)^m \frac{1}{(2m+1)!} \left(\frac{n^2}{p^2} - 2m-1^2 \right) \left(\frac{n^2}{p^2} - 2m-3^2 \right) \\ & \left. \dots \left(\frac{n^2}{p^2} - 1^2 \right) \sin^{2m+1} pt + \dots \right] \quad m=0, 1, 2, \dots \quad (6) \end{aligned}$$

となります。これは面白い級数ですが、あまり長くなりますから詳しいことは省きます。この式から $\frac{n}{p}$ 、すなわち自己振動周期に対する ΔM の周期の比と θ の振幅の関係 (特性曲線) を求めますと第 5 図となります。



第 5 図. 装置の振動特性

これよりこの器械は自己振動周期よりも長い周期の ΔM に対しては急速に鈍感になる上に、 ΔM の周期に無関係にいつでも $\sin nt$ の振動をすることがわかります。そうして自己振動周期よりも早い周期の ΔM に対しては

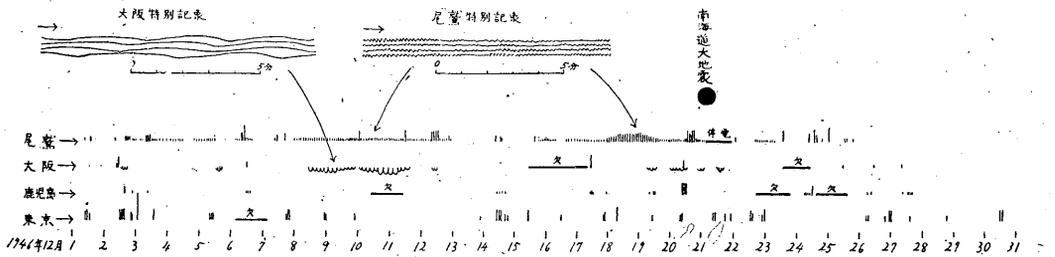
ほとんど同じ程度の敏感度ですが、この時は $\sin pt$ の振動をすることがわかります。前兆現象はだいたい $\sin nt$ の振動をしていることを考えますと、 ΔM は $\frac{n}{p} > 1$ となっておるように思います。

§ 6. 観測網の設置

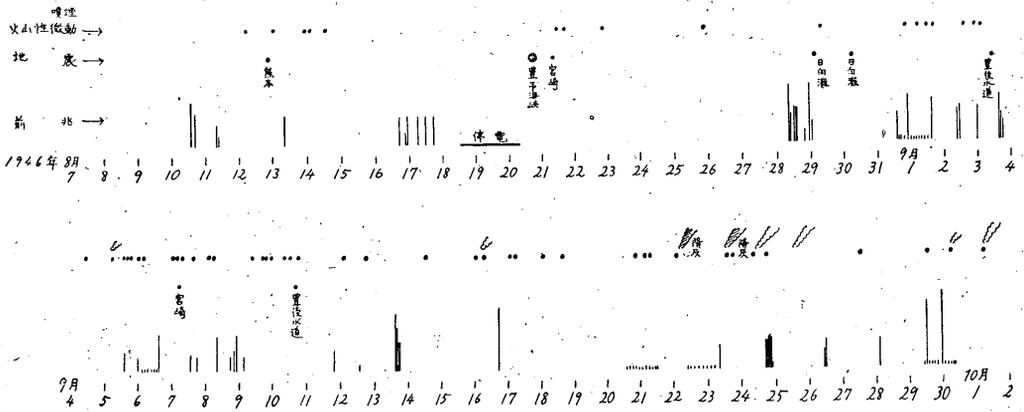
以上のように、一点の観測では、地震と関係がないということもできなければ、地震と関係があるということもできません。そこで全国に観測網を作ってみました。東京、大阪、尾鷲、鹿児島がそれでありました。観測資材の関係で、この 4 か所が欠測なく同時観測ができた期間はほんの僅かな間でありましたが、その僅かの間のうちに、歴史的な大地震 (1946 年 12 月 21 日南海道大地震) が起りまして、特殊な前兆をとらえることに成功しました。その模様を第 6 図に示しておきます。詳しいことは「地震前兆現象について第 4 報 (神戸海洋気象台要報)」を参照して頂くこととして、結果だけ述べますと、尾鷲と大阪だけに大地震前 2~3 週間前から特殊な前兆現象がはじめて大地震が起っており、東京、鹿児島にはそのような特殊な前兆現象はなく、普通の前兆現象しか現われていなかったのであります。これを見ましても、地震に近い観測所には、何か異常が現われるように思います。しかし全国 4 か所ではあまりにも観測網があら過ぎるように思いました。それでもやはり地震に近い所では、何か磁気的な変化が地震前にあったことは確かなように思われます (尾鷲では常時は全然振動がなくほとんど平行線を記録するだけです)。第 6 回の尾鷲の特別記象は東京の常時のように見えますが、これはこの時だけに出現した現象でありました。

§ 7. 火山活動と前兆現象

桜島火山が 1946 年 1 月より溶岩を流出するほどの活動を始めたため、当時の中央気象台長藤原暎平は、この器械を鹿児島にも設置するようにと要請されました。それで鹿児島に設置したのが、1946 年 5 月でありました。この観測点は後に 4 か所の観測網の一つとして利用されたのでありますが、それについては前項で述べました。器械を設置してみたところ、鹿児島でもやはり前兆現象が出るのであります。それで火山の活動との関係を調べましたところ、第 7 図に示しましたように、やはり活動前に前兆が出るように思われました。これは、火山と地震を全然別個のものとして取り扱っている人々には奇異な感じを抱かせることでは、火山と地震を全然同一の



第6図. 4点観測と前兆現象



第7図. 桜島火山活動と鹿兒島での前兆現象

ものとして取り扱っている人々には当然のことと考えられるでしょう。第7図は1946年7、8月の小休止状態から9月の小活動期に入った時の観測結果であります。第6回の9月11日から10月2日までを見て頂くとわかるように、火山活動は活発ですが地震は起っていないのです。しかしその期間、前兆現象は火山活動の前に起っています。これで火山活動の前兆としても出現することがわかりました。

§ 8. 終 末

こうして戦中戦後の物資不足の5年間努力してきましたが、1949年の大幅な人員整理が行われ、余分な人手がなくなったと同時に学会会議の中にあつた地震予知委員会も廃止されて、そこから出ている資金も来なくなりました。そこでこれ以上測候所に観測を依頼することも無理のように思いましたので、中途半把ではありますが、

一応観測は打切つて、また時期をみて研究を継続するつもりで中止しました。しかし、以上に述べましたように、何か地震と関係がありそうだという程度にはわかつたつもりであります。しかし、いろいろな疑点があることも述べておきました。

この研究調査にあたりまして、前中央気象台長藤原咲平および現在の気象庁長官和達清夫（当時中央気象台総務部長）を始めとして、多くの技術者および事務官ならびに一般市民の心からなる援助を受けました。それ故、一々名前を掲載して感謝の意を表すべきだと思いますが、あまりに多人数にわたつていて、とうてい全部を書きつくすこともできませんので記載しませんが、私の心の中で、それらの人々には常に感謝の気持を抱いております。

最後に参考のため地震予知年表をつけておきます。

地 震 予 知 年 表

時	人 名	内 容	文 献
1177年	安 倍 泰 親	地震を占い予報したが、はずれたため遠島となる	大森房吉著、地震学講話
1858	佐久間 象山	人造鉄塊を作り、地震予知を試む	地震、第4巻
1906	大 森 房 吉	激震地移動則より、チリー地震を予報、あたる	サンフランシスコ新聞
1910	同	火山活動の周期説提出	震災予防調査会報告, 67号
1924	白 鳥 勝 義	関東大地震の際、異常地電流認む	科学圏、第4巻
1927	石 本 巳四雄	地表傾動が地震の前兆として役立つことを主張	震研キ報、第2号
1929	今 村 明 恒	地殻変動が地震の前兆として認められることに注意	地震、第1巻
1931	武 者 金 吉	安政の江戸大地震の前駆現象を紹介	地震、第3巻
1932	加藤 愛 雄 中村左衛門太郎	地磁気異常が前兆として認められることを報告	東北大学キ報、第21巻
1935	水 上 武	浅間火山爆発と前駆微動との関係を明らかにする	震研キ報、第13号
同	武 者 金 吉	地震前の動物異常生態および南米土人の地震予知法紹介	地震、第7巻
同	本 間 不二夫	周期説より桜島火山噴火を予想す	地球、24号
1937	藤 原 咲 平	椋平虹による地震予知法を発表.	震研キ報、第15号
1938	吉 松 隆三郎	長短両基線の地電位差より地震予知が可能であると主張	柿岡地磁気観測所 要報、第1巻
1939	志 田 順	阿蘇火山爆発と年輪との関係より火山予知の可能性を示す	地球物理、第3巻
同	佐 々 憲 三	阿蘇火山微動より火山爆発の予知の可能性を論ず	同
同	南 葉 宗 利	阿蘇火山活動と鉛直地電位傾度との関係から爆発予知の可能性を論ず	同
1943	永 田 武	鳥取大地震と地電流との関係より地震前に異常があることを認める	科学圏、第4巻
同	吉 塚 正 志	無定位磁力計の異常と地震との関係を発見	高木聖著、地震前兆現象 について
1944	高 木 聖	無定位磁力計を用いた高木装置にて地震予知を試む	同
1945	江 原 真 伍	太平洋運動と地震活動との関係から地震予知の可能性主張	地学雑誌
1946	井 上 赴 夫	短周期電波の異常反射が地震の前兆に現われることを報告	講 演
1947	佐 々 憲 三	周期説、地殻伸縮計その他より淀川地震を予報し京都では大騒ぎとなり、住民は研究費を貢いだが予報ははずれた	佐々憲三著、地震
1948	井 上 宇 胤	特殊走時曲線より秩父地震を予報し、秩父では地代家賃が下がったが、予報ははずれた	新 聞
1949	早 川 正 巳	地震波伝ば速度の異常より地震予知が可能なることを主張	講 演
1950	中村左衛門太郎	磁気異常より新潟地震を予報したが、はずれた	新 聞
1951	木 沢 綏	有珠火山の微動と爆発との関係から、爆発予知ができることを主張	研究時報、第3巻
1956	太室 康 光 住 正 世	登別温泉の沃素イオン含有量の変化より、同地域の火山活動を予測し、あたる	日本化学会誌、77
同	田 沢 堅太郎	三原山火山微動の $P\sim S$ が短くなると火山爆発が起ることを発見	研究時報、第8巻
1958	関 谷 溥	周期説より浅間火山の爆発を予報し、あたる	験震時報、第24巻
同	安 井 豊	安井方程式により桜島火山爆発の予知を試みる	同
1959	宮 本 貞 夫	高木装置により初めて地震の予報をラジオを通じ発表し、あたる	ラジオ