

地電流の変化と桜島火山活動について (第3報)

(地電流の降雨特性について)

野添俊雄・佐藤一三

Changes of Earth-Current Potentials and Activities of the
Volcano Sakurazima. (3)

(On the Rainfall Characteristics of Earth-Current-Potentials.)

By

Toshio Nozoe. Ichizō Sato.

Faculty of Education, University of Kagoshima.

I 緒 言

1955年10月、桜島火山が活動を始めて以来13年を経過した。その間複雑な周期性をもって山頂火口からは噴煙噴石をとまなう活発な活動をつづけている。桜島火山の研究については数多く行なわれているが、桜島火山活動と地電流の変化に関するものでは吉岡隆三郎博士の鹿屋における研究にみられるのみで外にはない。又他の火山についても、或は諸外国でも取扱ったものは、はなはだ少い。筆者等は数年来地電流の変化と桜島火山活動との相関々係について研究をすすめてきた。しかしこの問題は地電流の多様性と実験に関する困難さから、多くの未解決の問題を残している。

本論文においては地電流の本質的問題の一つである地電流の降雨による著明な観測資料を得たので報告することにした。観測点は桜島の野尻と始良カルデラの周縁に当る寺山とでそれに比較のため始良郡始良町に一時的に設けた。この論文では主として桜島の野尻観測所の観測資料によることとした。また電極としては、はじめは炭素電極を使用していたが後になって鉛管電極を使用することにあらためた。これは野尻観測所が文明熔岩台地の上であり、しかも土質が水を容易に浸透し易いので降雨の影響を受け易い地質構造をもっており、柿岡の地磁気観測所で行なっているように深く埋設することが極めて困難なため降雨による地電流の波形の乱れを知る必要があった。

II 観測の目的

地電流はいろいろの要因によって、大地に微弱な電流が流れる現象であるが、その主要なものは畠山氏によると

1. 地磁気の変化
2. 諸種の施設からの漏電

3. 地中の特殊鉱物があるための電池作用
4. 地中温度の不同
5. 電荷をもった雨滴
6. 放電効果
7. 潮の干満
8. 地震に先立つもの
9. 土圧差

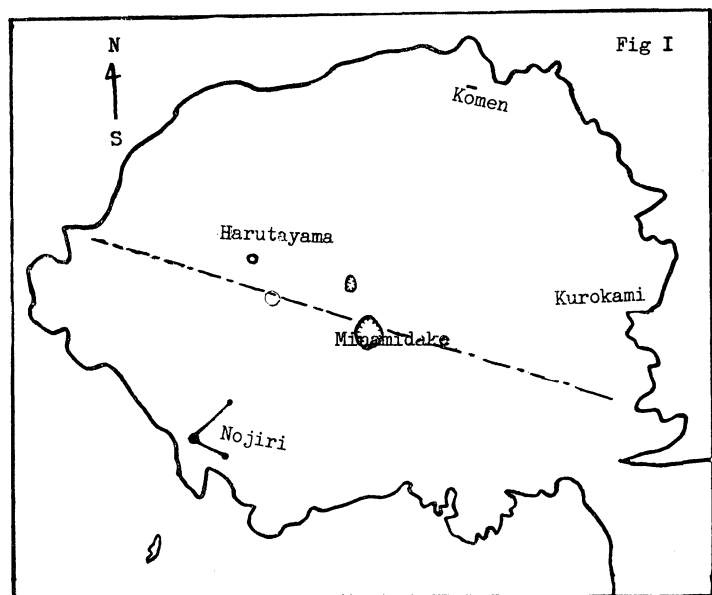
等とされている。これによっても地電流の要因の多いことが理解される。桜島でこれを考える場合は、当然その火山活動と関連すると予想される地電流の要因，1，4，8，9を検討しなければならない。ところで既に筆者等が「地電流の変化と桜島火山活動について」（第2報）において発表した地電流の波形は、当然上述したような要因によるものと考えるのは極めて自然である。波形が複雑であればある程、要因のそれぞれによってできる波形について、その特性を知る必要がある。それに地電流の其の地における日変化、年度変化等を考慮して地電流変化の波形を検討すべきである。ここでは降雨による波形の乱れを問題にした。

もっとも本研究の究極の目的は、火山活動にともなう起る地盤変動、地震、地温上昇、地下内部におけるマグマの移動、等によって起ると思われる地電流の乱れをとらえ、その規則性を見出して、桜島火山活動を電磁気学的に予知しようとするものである。

Ⅲ 観測の場所と方法

この観測がとくに降雨によって地電流の波形がどのように攪乱されるかを知ることにあつたので、もっとも雨の多い5，6，7，8月の季節をえらび、桜島の野尻観測所に記録装置をおき、基線300米の海岸方向、即ち東西方向の一方の電極を極めて浅く埋設して降雨の影響が鋭敏にあらわれるようにした。電極は柿岡の地磁気観測所で使用している同型のものを使用し、記録装置は「地電流の変化と桜島火山活動について」第2報で発表したものと同型のものを試作して用いた。

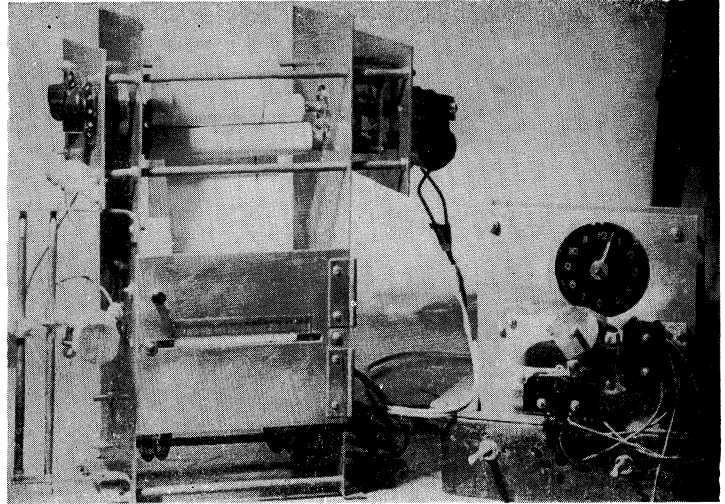
これについて簡単にのべると、ワレンモーターを歯車と適当に組合せて減速して、ゴムローラーを回転させる。したがって歯車の組合せによってどのようでもできるのだが記録をとる Oscillograph-Paper の経



済的方面から毎時1巻の速さのものを試作した。(特に地電流実験を自記する記録装置は市販されていない) 即ちゴムローラーの駆動力によって Oscillograph-Paper は毎時1巻の速さで送られる。この送られてくるペーパーに地電流の変化によって振動する検流計の鏡面にて反射するように調節した反射光線によって Oscillograph-Paper に記録させるようにしてある。

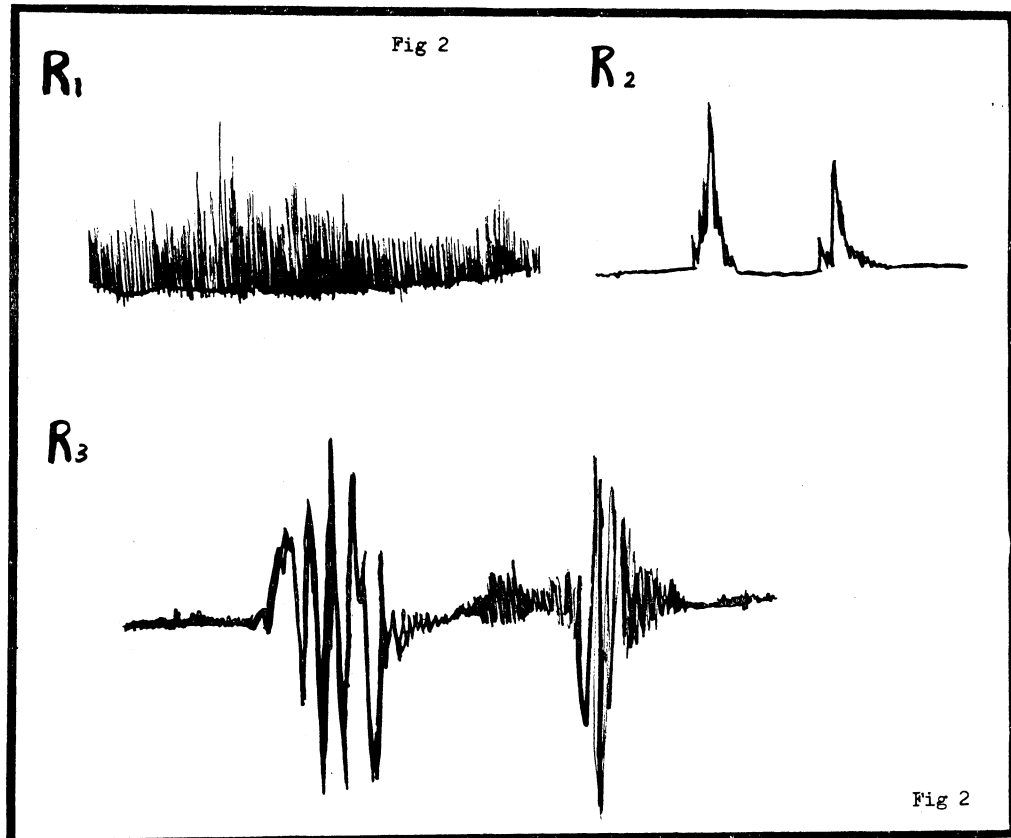
したがって地電流の東西成分及び南北成分を同一 Oscillograph-Paper に記録するために検流計は2個ならべて用いた。

使用した検流計は、可動コイル型弾動反照検流計で線輪抵抗 33Ω 、臨界抵抗 960Ω 、感度 $9.8 \times 10^{-10} \text{ A}$ 、 $9.8 \times 10^{-7} \text{ V}$ 、周期6.6秒のものであった。



IV 波形の類別と考察

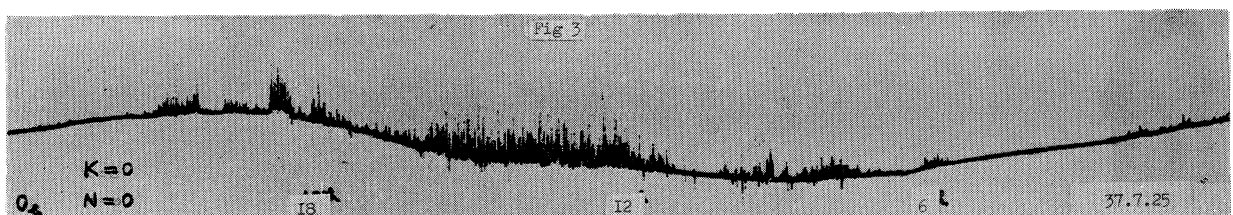
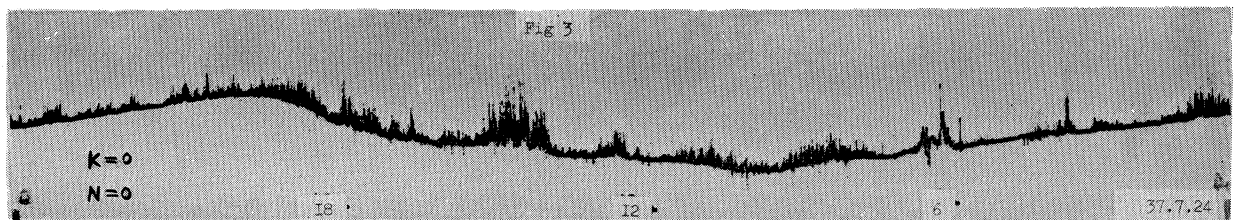
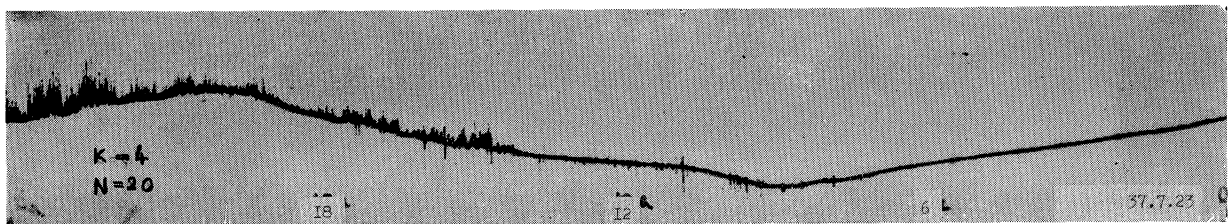
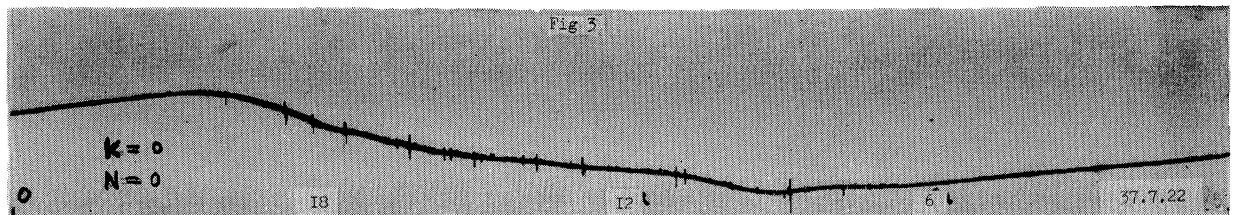
地電流の波形については「地電流の変化と桜島火山活動について」(第2報)においてA, B, C, D, E, G, の7型に分類したのであるが、ここでは更に新しい型として考慮するのが妥当と思

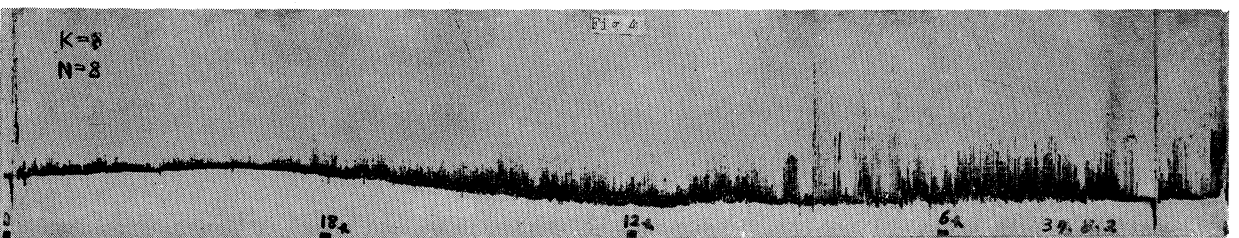
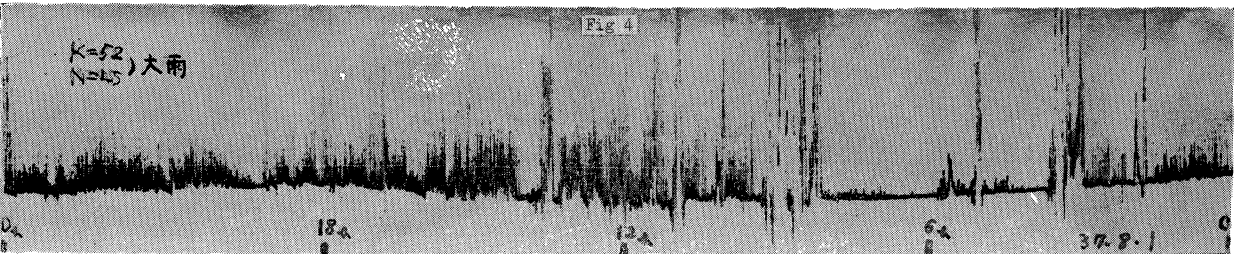
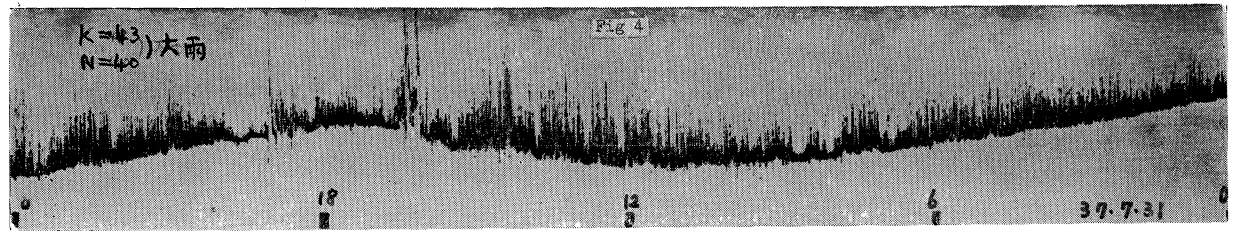
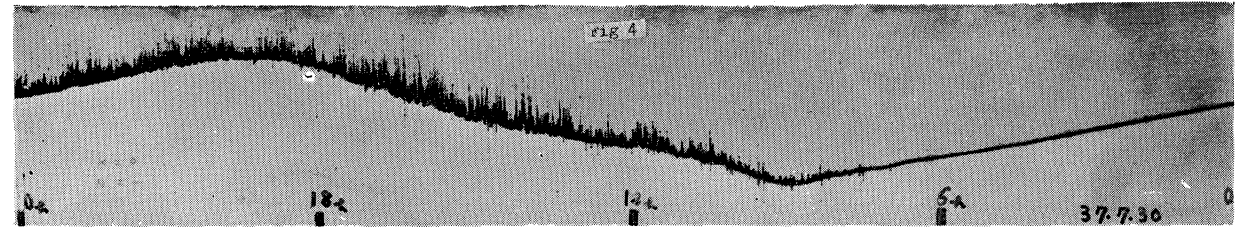
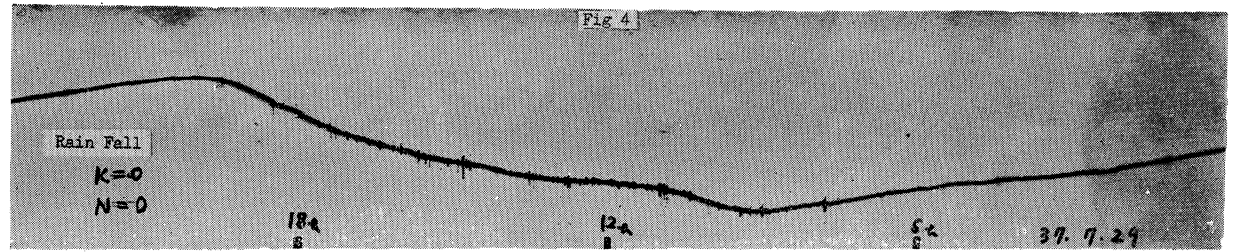
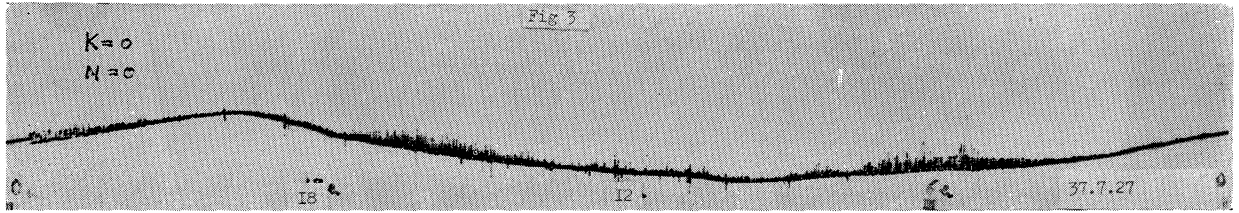
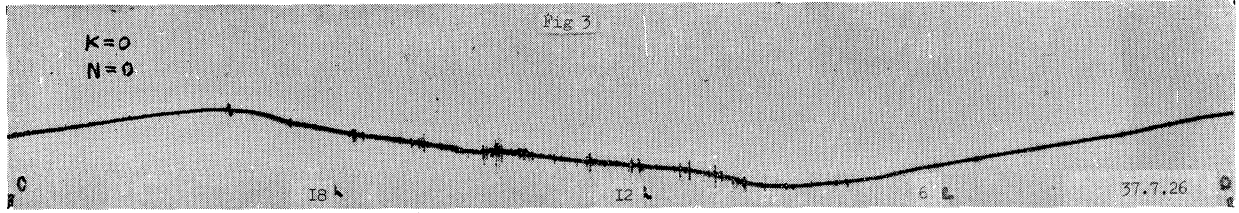


われる二三の型式に類別することにした。この観測資料はとくに降雨及びそれと密接な関連をもつ雲、雷、雨滴の電荷等によるものと考えられるので、A, B, C……の型と同一に論ずることはできない。Fig 2のようにその型式を R_1 , R_2 , R_3 型とした。

これ等の波型は単一に又は混合されて波形を構成している。 R_1 は振動の周期が短くはげしく振動をくりかえすもので、かなり長期間振動することを示している。7月22日より8月2日にわたる資料は通常の降雨現象が地表面の抵抗値を変化させると共に、空中の電位傾度の複雑な変化を誘起することを示すものと考えられる。図表の左側に記入されている $K \cdot N$ の値は鹿児島及び西桜島村の雨量をあらわすもので、野尻観測所では測定していないのもっとも参考になる雨量値として、これとの関連をしらべることにした。この図表によってわかることは、(Fig. 3, 4 参照)

1. 降雨があるとおそくとも数時間後には地電流に R_1 の如き波形の変化を見せる。
2. 降雨量の多少によって振巾の大小がみられる。
3. 降雨が終っても数日間はその影響がみとめられる。
4. 周期は5~10分程度で周期は降雨量には関係しない。
5. R_1 は振動が一方向的である。





R_2 は R_1 と異り鋭い振動波形を示しているもので、降雨中もみられるが突然周期40~50分程度で表れている。(Fig. 5 参照)

Fig. 5

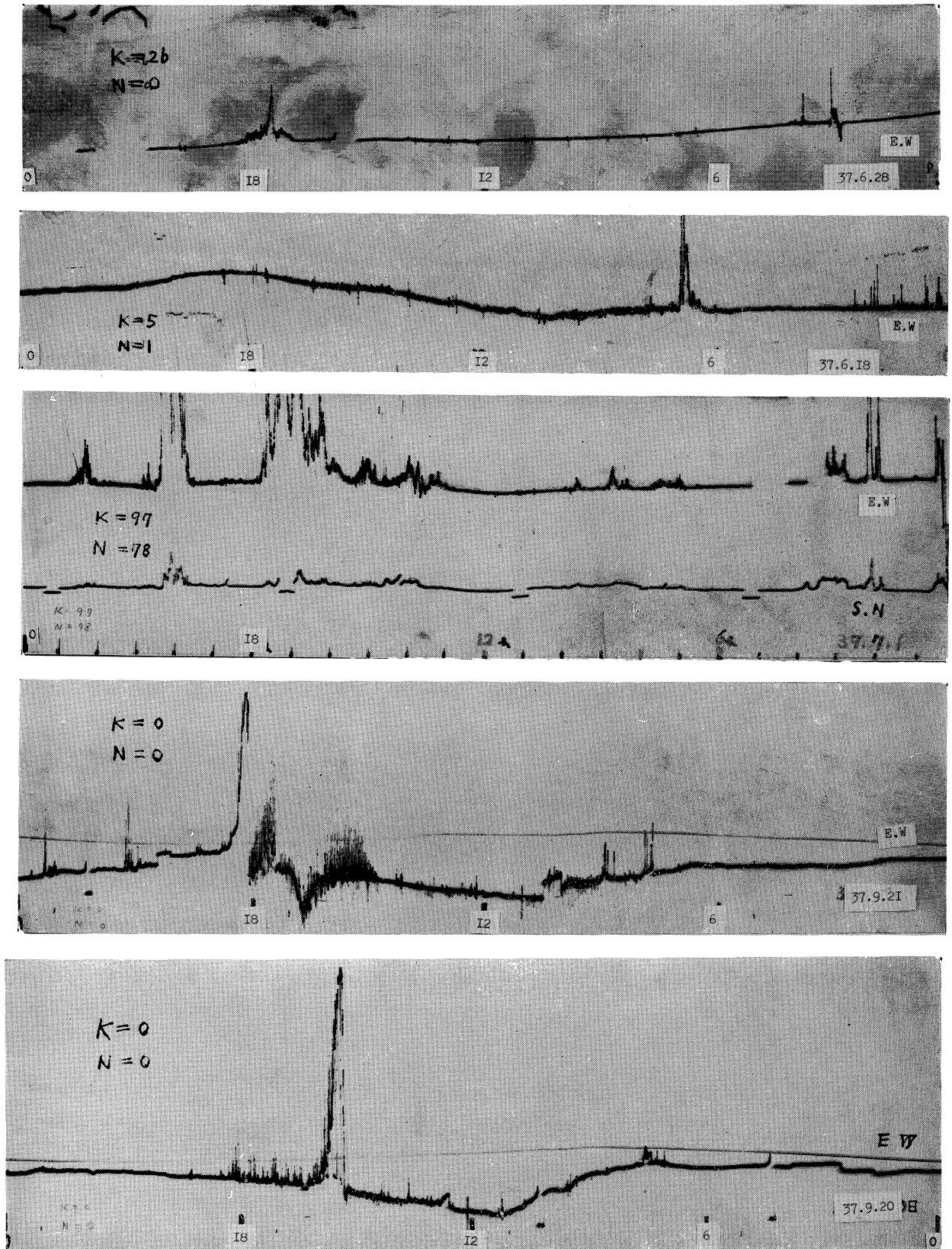


Fig. 6

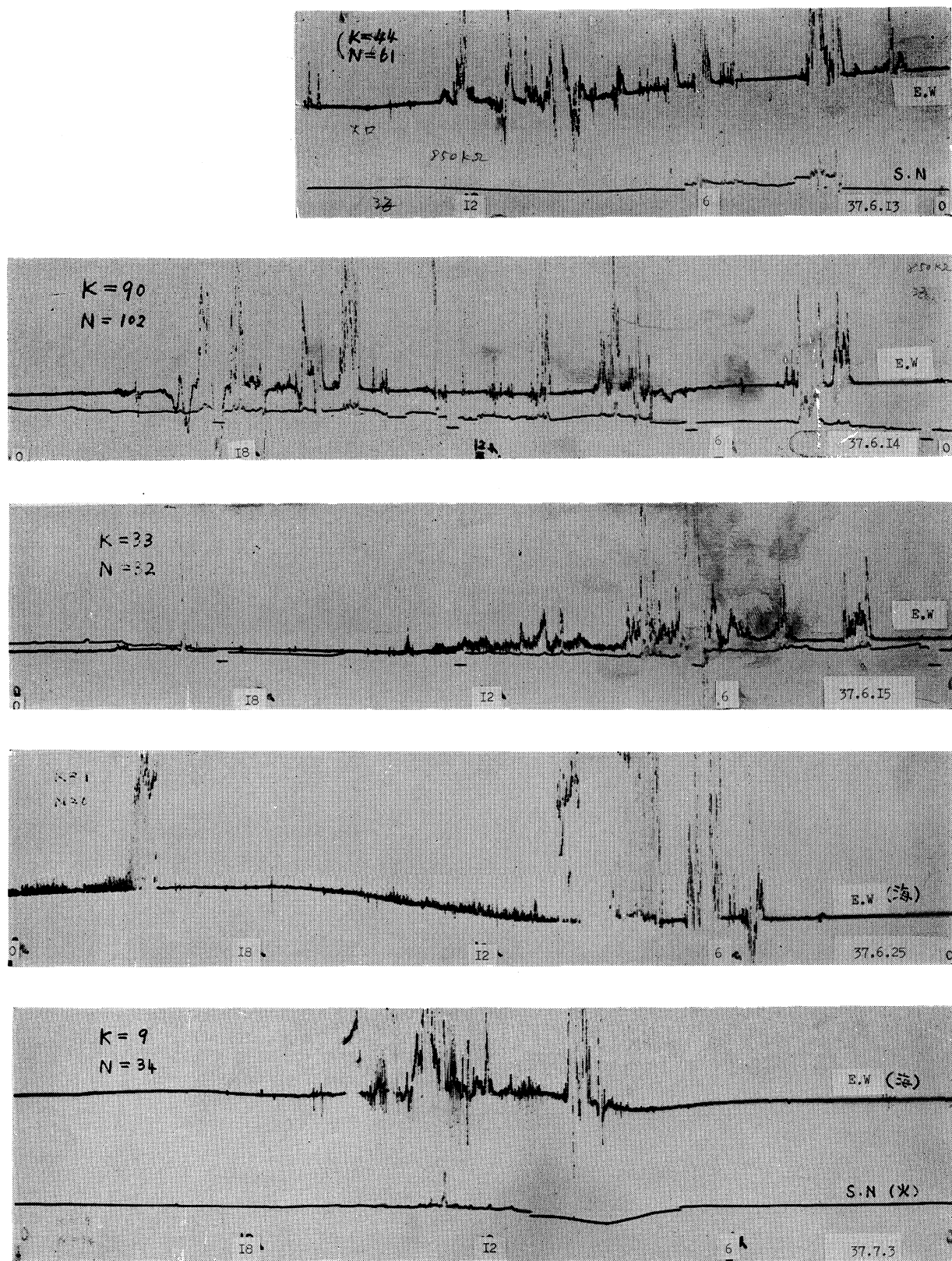
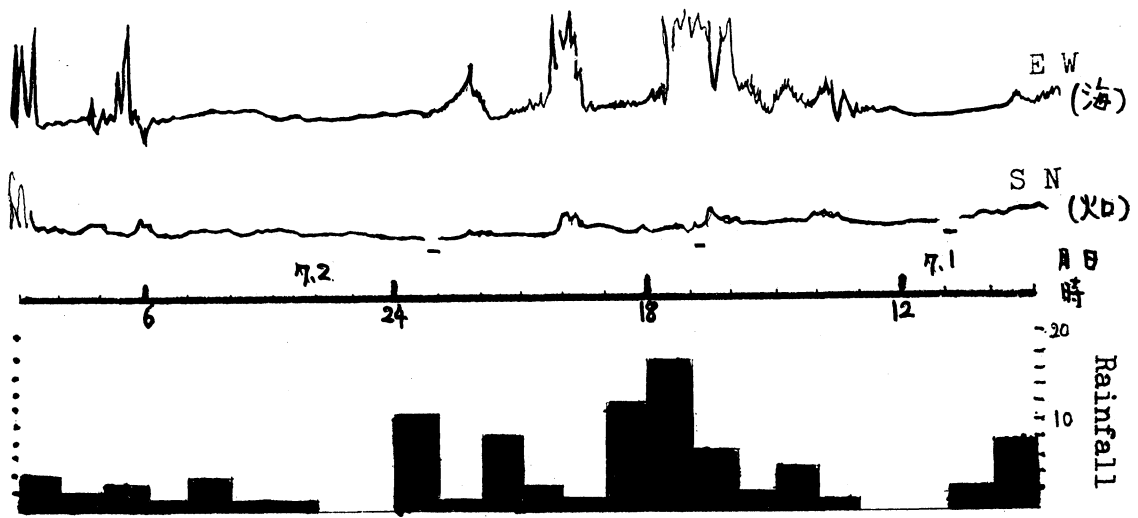
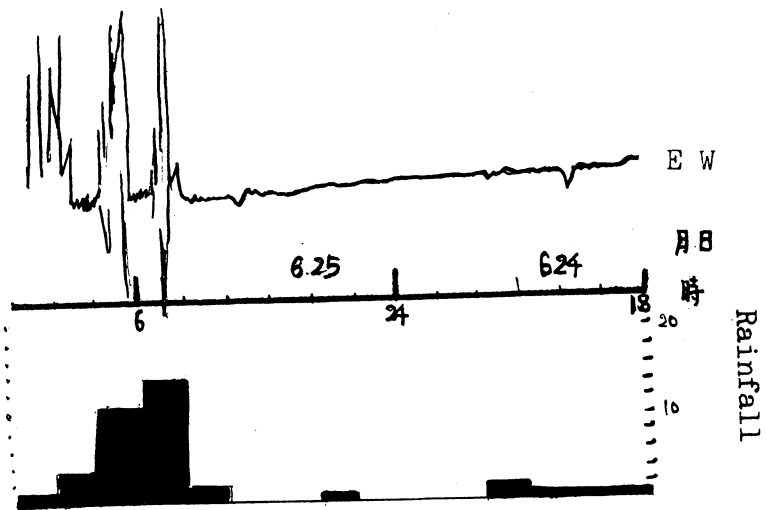
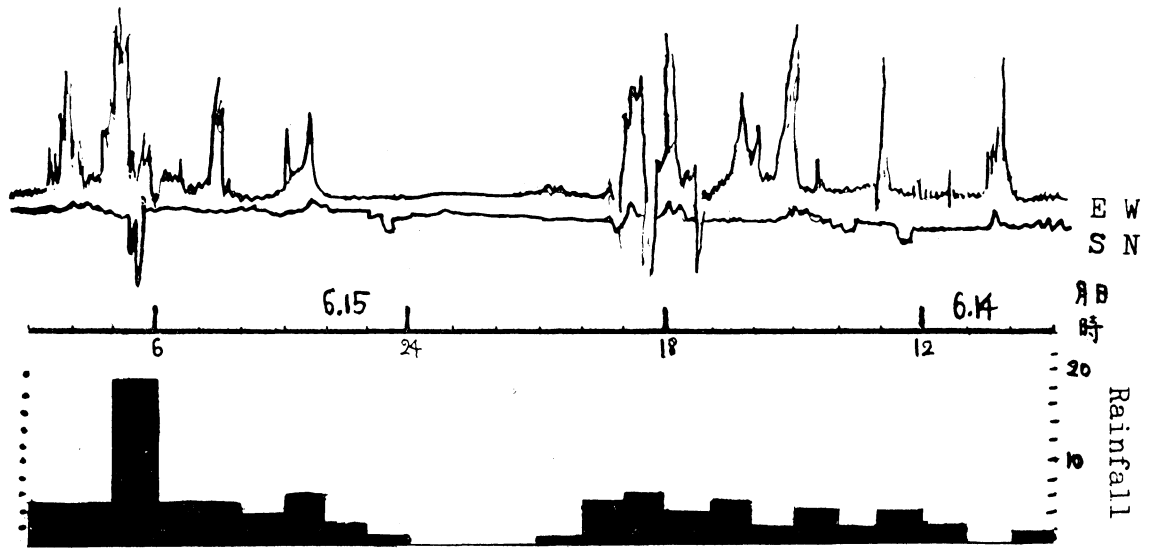
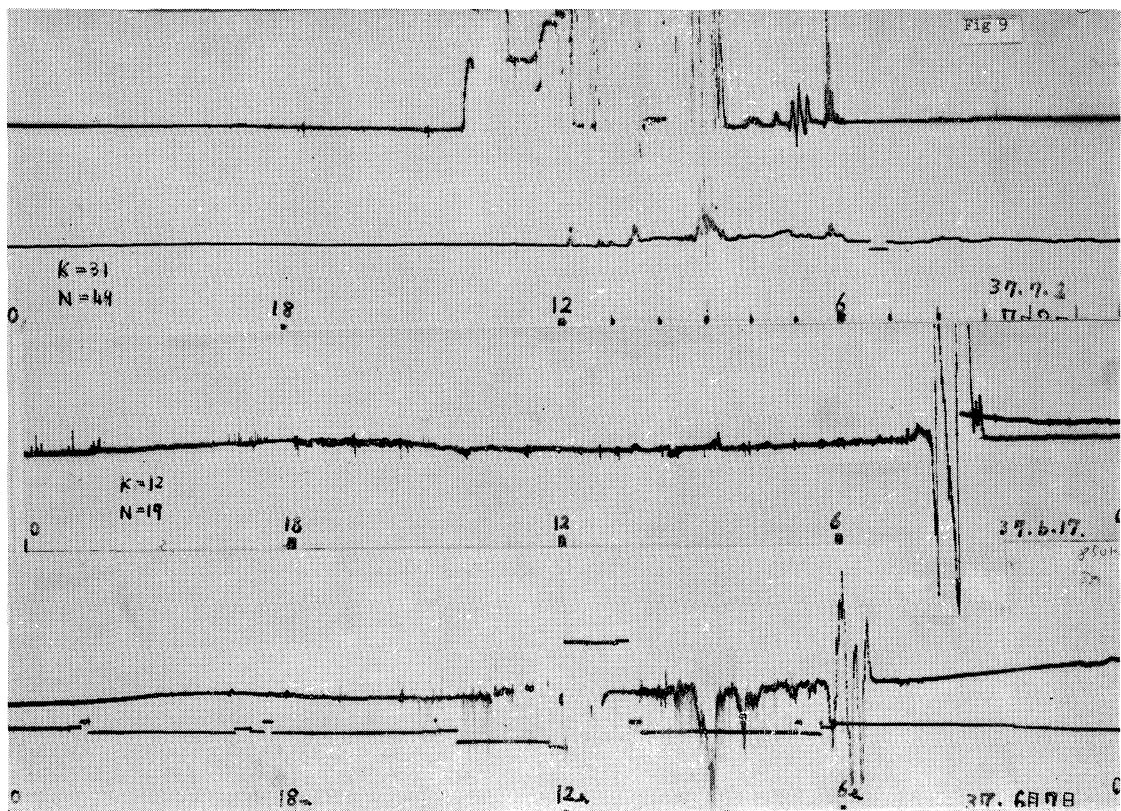
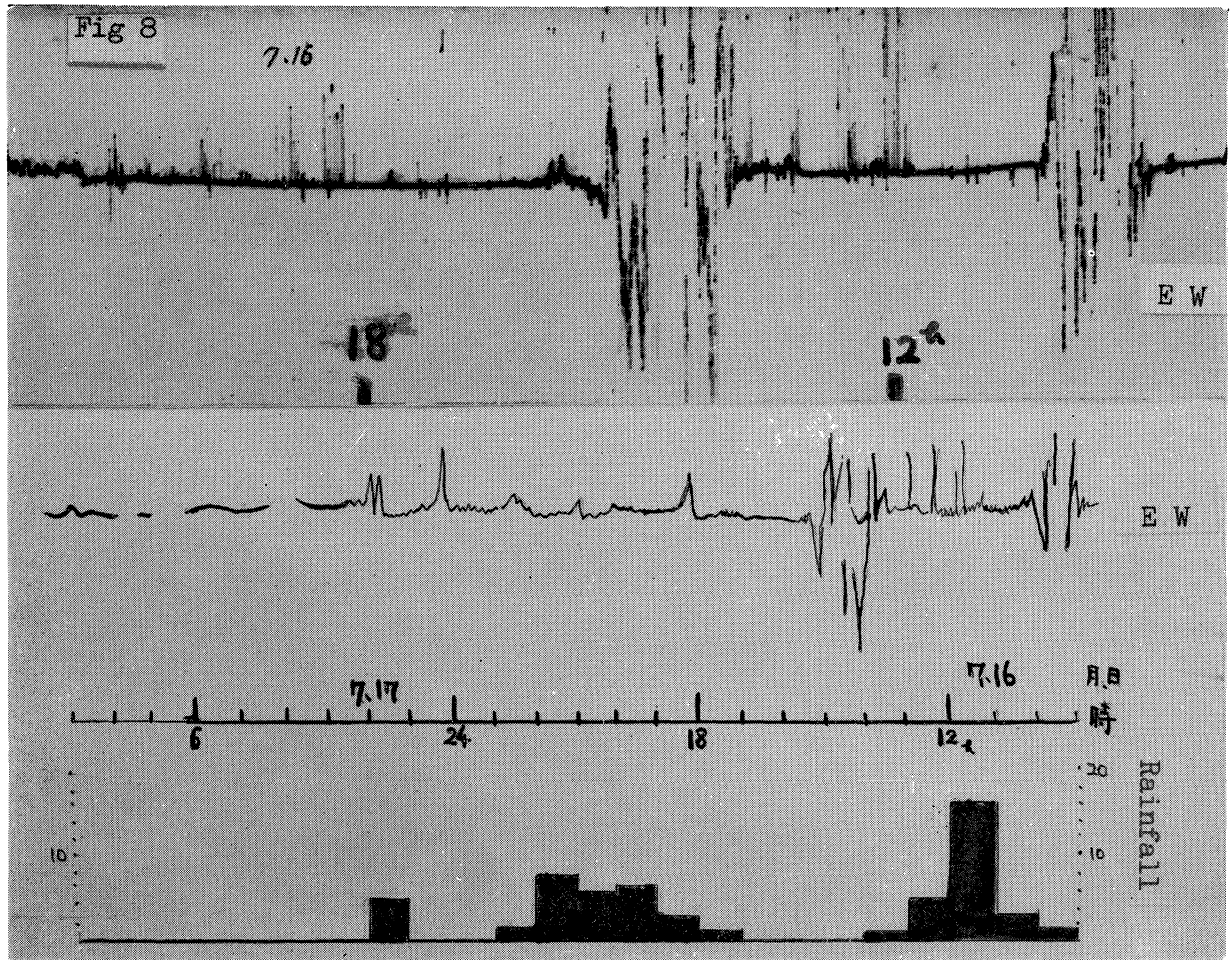


Fig. 7





図によってわかるように、

1. 小振動を繰返しながら全体として鋭い山形の波形をしている。
2. 周期は30分から70分程度で、しかも一方的である。
3. 晴雨にかかわらずみられる。

R_3 は図表に示すように激しく上下に振動している。6月中旬にみられるのは、その模式的なもので降雨と密接な関係をもっていることは図によってよく理解される。桜島の野尻観測所における特別降雨量がわかっていないので鹿児島気象台で測定している特別降水表との相関をみると、非常によく一致しているのがみられる。これは明かに降雨によるものであろう。その意味では R_1 と同類であるが、ただ R_3 の場合は降雨量が非常に多い場合で、このような場合には、大地の抵抗のみでなく、雨滴のもつ電荷の問題とか、また雲や雷等の電荷によって誘発される地電流の攪乱も考えられる。また火山灰地方にみられる気象条件による電位傾度の問題もあるであろう。

R_3 にみられることは (Fig. 6 参照)

1. 特別降雨量とよく一致していて、降雨量の多い程はげしく振動している。
2. はげしく振動するときは、上下に振動している。

Fig. 6 には東西成分と同時に火口方向の成分が記録され、両成分が振巾の大小はあるが同じように変化しているところをみる事ができる。火口方向は電極の深度が大きいために波形の変化が少い。

以上三つの波型に類別して、その特性を論じたが、その他にもいくつかの面白い波形をみる事ができた。(Fig. 9 参照) しかしその瀬度が少く、したがってその原因については降雨に関係するとはいいがたい点も考えられるので、他日豊富な資料を得て後論ずることにしたい。

これ等の波形については、いづれ数学的方法によって解析すべきだが、現在の段階では事象そのものを適格にとらえねばならない。そして種々の条件のもとに生ずる地電流の波形の原因を探究して論ずべきであろう。

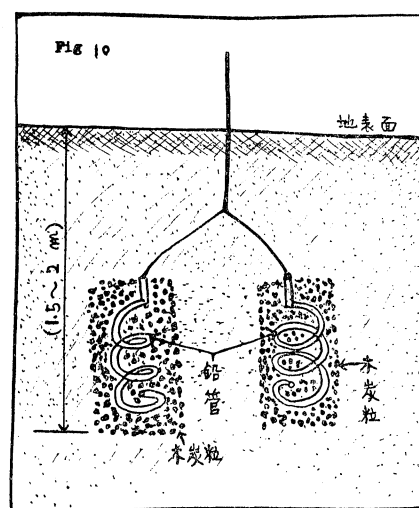
上述の観測資料によって、明瞭に決論されることは、次のように言うことができる。降雨現象(雲、雷等関連する気象条件を含む)は地電流に対して、明かな攪乱を生じ、その波型にはいくつかの特徴がみられる。

これ等の解決法としては、電極の埋設の問題があるが、Fig. 10に示す方法で鉛管電極を深く埋設して実験し、よい結果を示している。しかし鉛管電極にきりかえてからの資料は未だ乏しいので、寺山観測所の結果を含めて後日発表したい。

直接降雨及びそれによって誘起される気象条件によって、地電流が攪乱を起すことがわかったので、今後の問題として更に桜島、寺山における、

1. 空間電荷と電位傾度の相関関係。
2. 地電流の攪乱日変化。

の研究をすすめて行きたい。



Ⅴ む す び

地電流の波形に対して大きな影響をもつ、降雨現象について、その波形の方から考察してきた。これは今後電極の問題及びその埋設とか波形解析のためのよき資料となるであろう。本研究は研究の途上にあり、したがって基礎的問題で未解決のものが余りにも多い。その上観測にあたっては時間的、空間的、経済的面における困難さのため満足すべき状態にはない。然し幾多の地電流の要因を整理し、解決して、究極の問題として桜島火山活動による地電流の攪乱の形式を究明したい。

本研究を行なうについては茨城県柿岡の地磁気観測所所長吉松隆三郎氏の御指導をいただいたことを深く感謝する。尚本研究は鹿児島大学援助会より補助をうけ、また機関研究の一環として行なっているのので、その研究経過として報告する。

終りにこの研究に当って、手伝ってくれた池田、宝満君に厚くお礼を申し上げたい。

参 考 文 献

1. 野添, 佐藤: 地電流の変化と桜山火山活動について (第1報)
鹿大教研究紀要, 第12巻, 1960.
2. 佐藤, 野添: 同 (第2報) 第13巻, 1961.
3. 横内 幸雄: 鹿屋における地電流について, 地磁気観測所要報, 第9巻第1号, 1959.
4. 吉松隆三郎: 鹿屋における地電流の変化と桜島火山活動について, 地磁気観測所要報, 第9巻, 第1号, 1959.
5. 吉松隆三郎: 地電流の局地的特性, 地磁気観測所要報, 第6巻, 第2巻, 1953.
6. 吉松隆三郎: 地電流の局地的特性(Ⅲ), 地磁気観測所要報, 第7巻, 第2号, 1956.
7. 柳原一夫: 地電流日変化及び短周期変化の異同, 地磁気観測所要報, 第7巻, 第2号, 1956.
8. 柳原一夫: 柿岡における地電流の攪乱日変化, 第7巻, 第1号, 1954.
9. 長嶺 亘: 空中電位傾度の気象による影響 (第1報) 第6巻, 第2号, 1953.
10. 三崎方郎: 空間電荷と電位傾度との相関, 第6巻, 第2号, 1953.

Summary

It is 13 yaers since Mt. Sakurazima began to be active in Oct. 1955. During all that time the crater, which is the top of Mt. Sakurazima, has been active with complicated period. Though being studied in many fields about the investigation of Volcano Sakurazima, we have studied about "Changes of Earth-Current Potentials and activities of Volcano Sakurazima" for several years. But owing to both the variety of Earth-Current and the difficulty of this experiment, we have not any perfect solution of it yet, for there are too much unsolved problems in respect to Earth-Current. Probably, we will need many years to solve this great problem.

In this paper, we dealt with the Raining Characteristics of Earth-Currents, one of the most fundamental problem of Earth-Current. The point of the Sakurazima Obeservation is on the table land of lava, and it is important to solve the problem. As the type of wave, undoubtedly caused by rainfall, are classified, we state the work.

On this occasion, we thanks to instructions of kakioka Magnetic Observatory and Dr. Takasaburo Yoshimatsu the head of the Observatory.