

2. 論 文 篇

2.1 台風と脈動との関係について

和達清夫* 井上宇胤** 広野卓蔵***

§ 1.

最近日本付近を通過した五つの台風について、全国12か所（秋田、小名浜、東京、前橋、富崎、静岡、御前崎、潮岬、大阪、高知、福岡、宮崎）の地震計（ $V=80$, $T=5\text{sec}$ ）に記録された脈動について調査した。

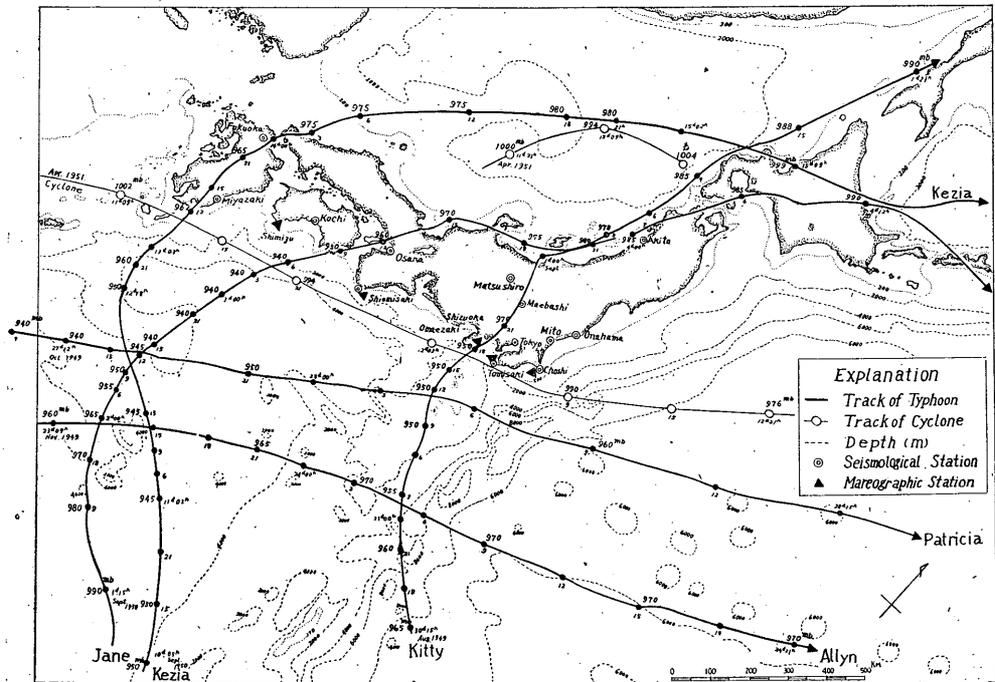


Fig.1. Tracks of the Typhoons and the cyclone

台 風	日 時	経 路
Kitty	Aug. 31~Sep. 2, 1949	Pacific—near Tokyo—Japan Sea.
Patricia	Oct. 27~28, 1949	Pacific (approached fairly near to land).
Allyn	Nov. 23~24, 1949	Pacific (passed off the coast of Japan).
Jane	Sep. 3~5, 1950	Pacific—near Osaka—Japan Sea.
Kezia	Sep. 8~15, 1950	Pacific—near Fukuoka—Japan Sea.

Tab. 1. 調べた台風の表

* 気象庁長官
 ** 地震課長
 *** 気象研究所地震研究部長（当時地震課）

脈動の記象は2ないし6時間ごとに、その前後5分間のみかけ上の最大振幅と、その周期を三分について読みとった。

§ 2.

調査した12か所のうち、小名浜は終始やく1 sec. の周期が卓越し、また、福岡はやく2 sec. の周期が顕著で、他所で見られるような3 sec. 以上の長い周期はほとんど見られなかった。また、どの観測所の上下動も水平動とは違って、一般に短周期振動で、特に台風がきわめて接近したときだけ水平動とほぼ一致した周期の振動を記録する。なお、大阪では長周期のほかに2 sec. 周期の脈動がしばしば現れる。大阪湾の波浪の観測によれば、卓越周期は2 sec. であるが、これと前者との関係は密接なものがあると考えられる。¹⁾ただし、現在の調査ではこれらの局所的な脈動は考えない。

§ 3.

上記台風について、各所で観測された脈動の振幅と周期とを Fig. 2 (7~9 ページ)に示した。

§ 4. 振 幅

台風がきわめて接近する場合を除いては、振幅が最大になるのは、台風の位置が最近点にあるときではなく、その通過後に主として起る。ただし、Kezia 台風のときは、その経路の関係で太平洋岸の観測所で、最近点よりはるか前に最大振幅を観測している。1942年8月に、九州の西岸を北上した台風の時も同様のことが起った²⁾。いずれにしても、これらのことは、(1) 脈動の源が台風の中心にないか (2) 中心にあるとしても台風の位置によって脈動の励起作用の強さ変るか、あるいは、(3) 中心からもまた他の場所からも発生しているかである。一方、Kitty や Jane 台風が上陸してからも脈動が盛んであること、また、川瀬二郎氏³⁾によると、1935年に台北で観測した脈動の振幅も、台風中心が台北付近と、中国本土に上陸した後との二つに極大があることなどからみれば、脈動の源は少なくとも台風の中心だけではないことを示している。Fig. 2 では、検潮儀がある場所はその記録から読みとった小振動の振幅 (roughness) も比較のため記入してある。東京の脈動に対しては、南へやく85 km の富崎、東へやく100 km の銚子、および南西へ100 km の伊東、また、大阪の脈動に対しては、南へ135 km の潮岬の検潮儀記録とを比較した。また、台風の中心から出たうねりが、観測所に最も近い外洋の海岸まで来て、そこで地殻の弾性波を起すと仮定し、また、振幅は仮に距離に逆比例するとして東京、あるいは大阪の脈動の振幅を計算してみた。ただし、うねりの速度を13 m/sec とし、計算した振幅の最大が観測値と一致するように調整した。これらの結果も Fig. 2 に記入してある。これらの検潮記録や計算値と、観測された脈動振幅との位相差はまとめて Tab. 2 に示した。まず一致すべきはずの推算と roughness があまり良く一致しないことがわかる。もしうねりの速度13 m/sec が正しいとすれば、これはうねりの中心が台風の中心と一致しないことを示している。また、これらと脈動振幅とも概してあわない。したがって、脈動の源が沿岸近くではないといえる。ただし、検潮儀記録の小振動といっても、比較的長周期を持つものであるので、いわゆる、Swell そのものではないが、その間に密接な相関があるとわれわれは仮定しているのである。

§ 5. 周 期

周期はそれぞれの台風の性質により、その位置により、また、観測場所によりかなり変化がある。また、異なる台風が同一地点を通過しても必ずしも同じ周期の脈動にならない。しかし、だいたいにおいて、台風が日本海にあるときより太平洋上にあるときのほうが周期が長い。日本海では 2~4 sec. くらいで、太平洋ではそれ以上である。太平洋上でも伊豆諸島から西と東でまた違い、前者は 3~5 sec. で、後者はそれより長く 6~7 sec. である。なお、波多正二氏⁴⁾は 1948 年の台風などによる新潟の脈動を研究し、日本海では 3 sec., 太平洋上では 6 sec. の周期が卓越したことを報じている。

さて、同じ台風であっても、観測所によって多少周期が違う。そこで、いま Allyn 台風について、大阪(最大 5 sec.)と宮崎(最大 7 sec.)の脈動の最盛期を中心にする 1 日間、毎分その最大振幅と周期とを読みとったが (Fig. 3 (p. 10)), それによれば、4 sec. から 8 sec. にわたる周期の発現回数の増減の変化は、両所よく類似し、ただ大阪では宮崎よりも 5 sec. 周期のひん度が多く、逆に宮崎は大阪よりも 7 sec. 周期が多いために、平均として周期が違うようにみえたのである。しかし、7 sec., 8 sec. の脈動の発現時刻が両所でほぼ同じであることは、これらの源が同じ場所であることを示し、台風が伊豆諸島からその東側の海溝にわたった小地域を通過するときに最も発達したことがわかる。この部分を過ぎて東京では 7 sec. 周期が卓越しているが、宮崎では 4 sec., 大阪では 5 sec. と全く変ってくる。これは台風中心の影響が薄くなったので、より近い場所から発生している脈動が眼につきやすくなったことを示している。これにより脈動は台風の中心に近いところのみならず、かなり離れた海からも脈動が発生していることがわかる。Bernard⁵⁾によれば、Morocco の観測では脈動の周期がうねりの周期のやく 1/2 になるということであるが、今回はうねりの観測がないので比較できない。しかし、実際うねりの周期が脈動の周期と平行して変化しているかどうか、すこぶる疑問である。なぜなら、1948 年に八丈島で観測⁶⁾したところによると、台風の遠近、強弱にかかわらず、ほとんど 13 sec. であったという。また、1937 年 9 月 11 日の台風のとて、坂田氏⁷⁾は潮岬でうねりの観測をし、12 sec. と 15 sec. の二点に極大をもつひん度曲線を得た。なお、この問題はいっそう精密に調査する必要はあるが、台風によるうねりの周期は現在までの日本付近の観測では、だいたい 13 sec. 前後となっている。そこで、今回の調査では、脈動の周期がうねりの周期の半分になっているのは、主として台風が伊豆諸島を通過してからで、それ以前の周期は 1/2 より短く、個々の台風で一定していない。

なお、うねりの周期との関係を調べるために、台風ではないが、1951 年 4 月 10~14 日に太平洋沿岸を進行した低気圧による脈動と、富崎におけるうねりを比較した。その結果を Fig. 2 に示す。うねりは 4 日間、ほとんど 9 sec. の一定した値であるに反し、脈動は東京の真南へ来るまでは 2~3 sec. で、通過してから 4.5~5.0 sec. となっている。これは台風の場合と同じ傾向である。

§ 6. 結 論

著者らは日本列島における脈動の調査を、地震観測網によって観測されたレコードによって行い、

その発生機構を特に台風との関連においてきわめようとした。その結果、次のような結論を得た。

東		京		
台 風	検 潮 所	潮 相	推 算	最近点通過 と最大脈動 発現時刻差
Kitty	Tomisaki	-4h	0h	+2h
	Itō	-2h	-	-
Jane	Tomisaki	-(4~0)h	-	+3h
Kezia	Tomisaki	0h	-	+72h
Patricia	Tomisaki	-2h	-8h	-16h
Allyn	Tomisaki	-	+7h	-3h
	Choshi	+8h	-	-
大		阪		
Jane	Shionomisaki	0h	0h	0h
Allyn	-	-	+2h	-10h

Tab. 2

測所に伝ばすると考えるよりも、台風の中心からでたうねりが海岸まで伝わってきて、そこで土地の振動を起すと仮定したほうが實際を良く説明できるが、しかし、それでもまだ食い違いがだいぶある。

(5) しかし、うねりをいちばん強く発生する場所を台風の中心でなく、付近の適当な地域にあると仮定すれば、上述の食い違いは小さくなる。

(6) 台風がはるかに過ぎ去った後にも、その後の海上から振幅の程度は別として、脈動が起っていると思われる。

(7) 脈動の周期は付近海岸のうねりの周期の $1/2$ になることもあるが、いつもそうとはかぎらない。

(8) 台風が深い海の上を通過しているときに振幅が発達し、また、周期がのびる傾向がある。また、脈動の周期がうねりの周期の $1/2$ となるのは、台風の中心が深い海の上にあるときに顕著である。

(9) 台風の場合については、脈動の周期は、台風中心が日本海にあるときは $2\sim 4$ sec., 太平洋において、伊豆諸島より西方の海上にあるときは $3\sim 5$ sec., 東方の海上にあるときは $6\sim 7$ sec. であった。また、一低気圧が太平洋を通過した際には、西方のときには $2\sim 3$ sec., 東方のときには $4.5\sim 5$ sec. であった。この場合のうねりの周期はやく 9 sec. であった。なお、日本海、太平洋の伊豆諸島より西方の海、および東方の海のだいたいの海深は、それぞれ $2\sim 3$ km, $3\sim 4$ km および 5 km である。

(10) 各土地の特性と、そこに起る脈動との関係は本問題に対し重要であるが、これは次の機会にゆずる。

(1) 観測所付近の海岸の roughness と脈動の振幅とを比較すると、互にその変化の形が良く似ている。

(2) $3\sim 8$ sec. の一般的脈動(局地でない)は、海水の disturbance と密接な関係があることは明らかである。

(3) しかし、roughness と脈動の振幅とは時間的にかなりずれている。前者が後者より早く現れるときもその逆のときもある。

(4) 台風の中心付近の海底において脈動が励起され、それが地震観

Fig. 2 MICROSEISMS DUE TO TYPHOON KITTY

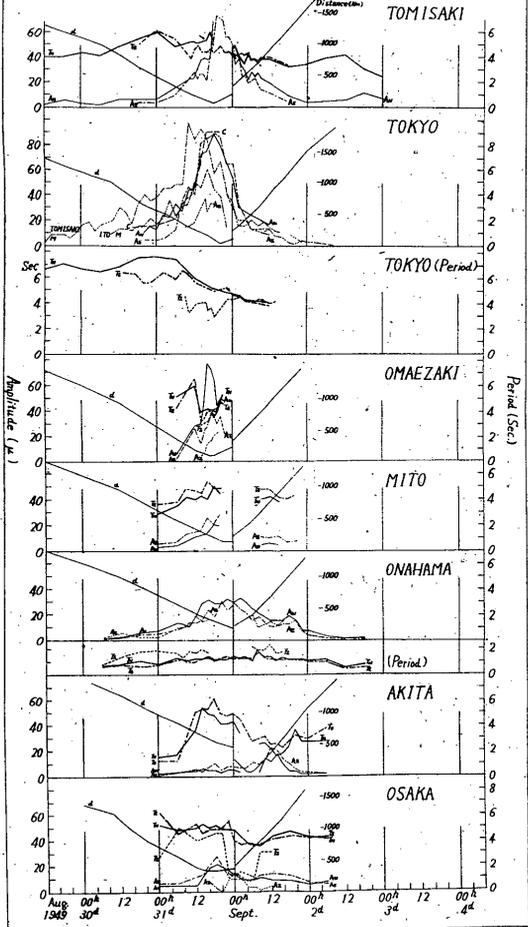
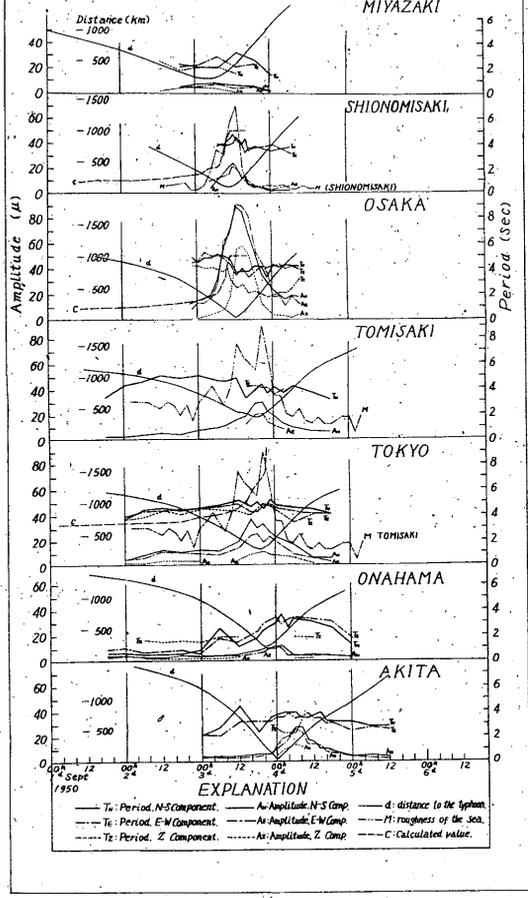


Fig. 2 MICROSEISMS DUE TO TYPHOON JANE



EXPLANATION

- T₁ - Period, N-S Component
- T₂ - Period, E-W Component
- T₃ - Period, Z Component
- A₁ - Amplitude, N-S Comp.
- A₂ - Amplitude, E-W Comp.
- A₃ - Amplitude, Z Comp.
- d - distance to the system
- M - roughness of the sea
- C - Calculated value

Fig 2 MICROSEISMS DUE TO TYPHOON PATRICIA

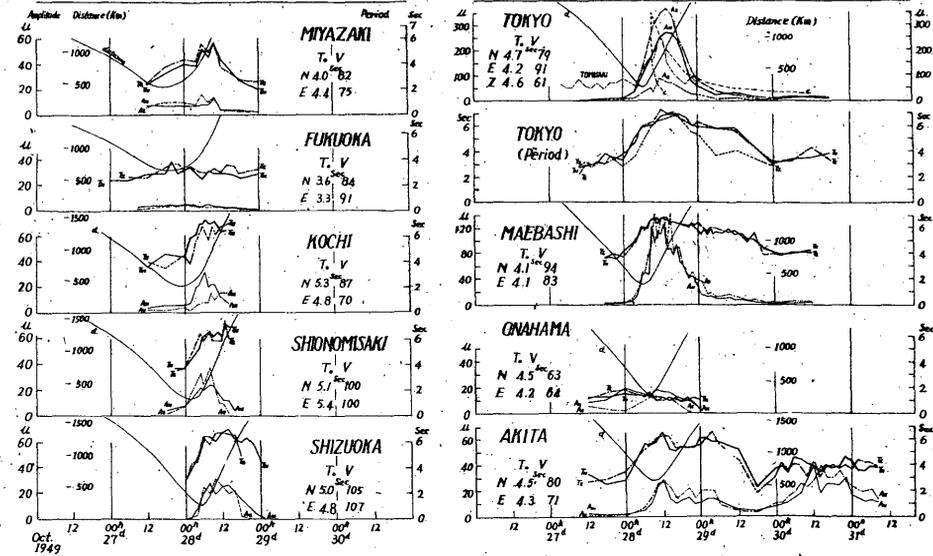


Fig 2 MICROSEISMS DUE TO TYPHOON ALLYN

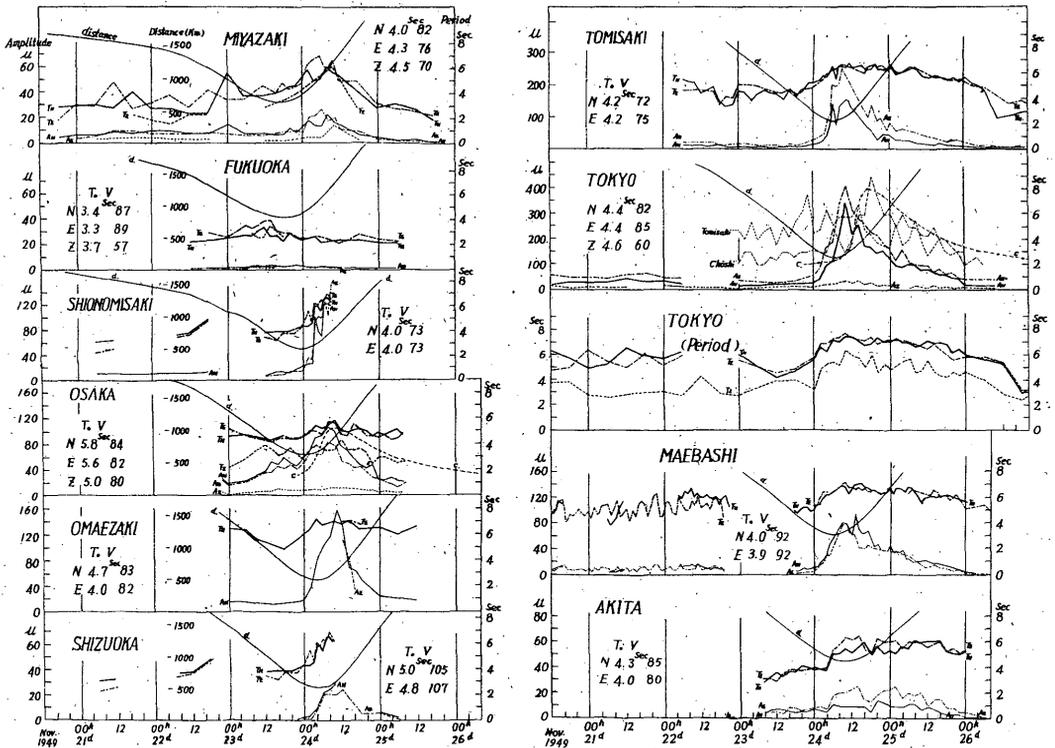


Fig 2 MICROSEISMS DUE TO TYPHOON KEZIA

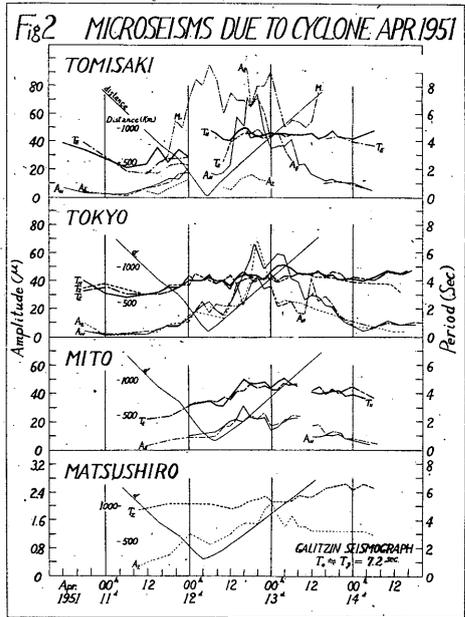
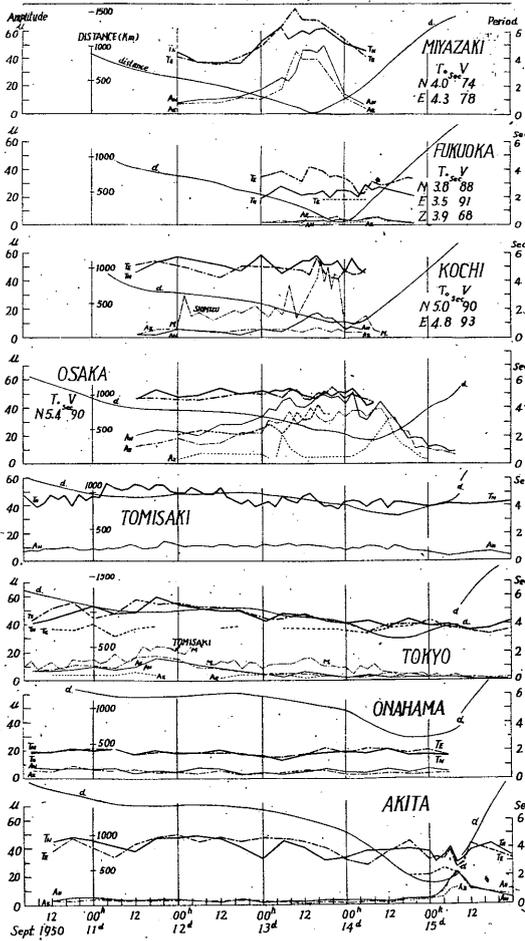
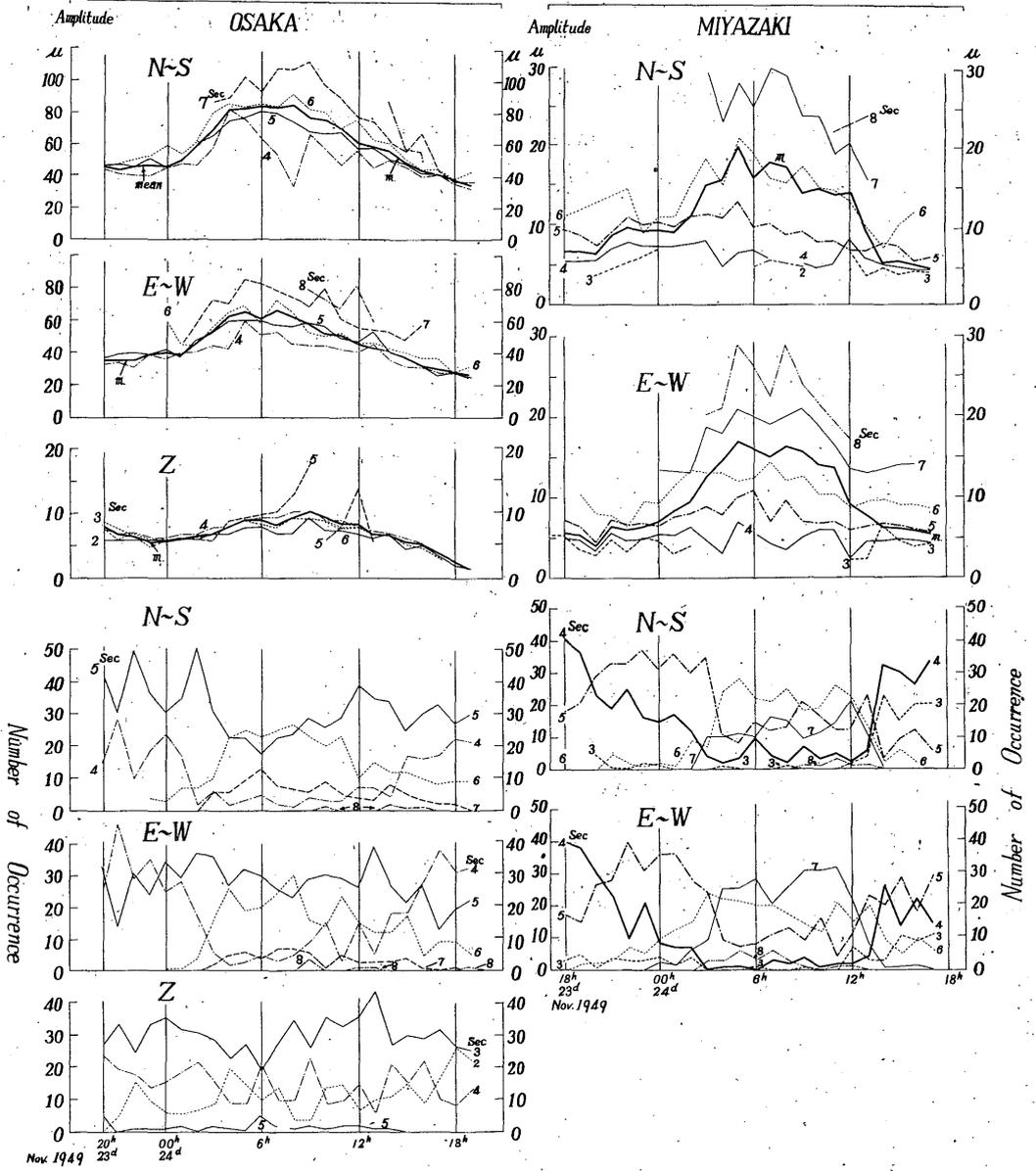


Fig 3 FREQUENCY AND MEAN AMPLITUDE FOR EACH PERIOD (ALLYN)



〔文 献〕

- (1) 坂田 勝茂: 脈動の研究(第3報) 驗震時報 **11** (1941), 518-529.
- (2) 鷺坂清信ほか5名: 台風による地盤脈動の調査, 中央気象台秘密気象報告 **6** (1943).
- (3) 川瀬二郎ほか2名: 脈動の研究(台北における脈動), 驗震時報 **12** (1942), 75~90.
- (4) 波多 正二: 新潟における脈動について, 驗震時報 **16** (1952), 95~102.
- (5) Bernard: C. R. Acad. Sci. Paris, **205**, 163.
- (6) 樺沢 実: 台風とうねりの関係について, 研究時報 **1** No. 7.
- (7) 坂田 勝茂; Loc. cit.

2.2 脈動と波浪

井上 宇胤* 広野 卓蔵** 村井 五郎***

§ 1. は し が き

Longuet-Higgins は, その論文, "A Theory of the Origin of Microseisms" (Phil. Trans. Roy. Soc. London, Ser. A **243**, 1950) の中で, 脈動は大洋上の表面波の干渉に起因する定常波によって起されるものであり, また, 脈動の周期はそれらと関連した海洋波の周期の $1/2$ であることを示した.

かれは, また, 干渉波の生ずる適当な条件は, 低気圧中心付近で起りうる, あるいは, 多分海岸からの反射波があって干渉波を生ずるのであろうということを示唆した.

この理論を確かめるため, われわれは, 1952年3月16日から10月31日までの期間, 東京の脈動と東京の南方やく60 kmの城ヶ島における波浪とを比較調査してみた.

脈動の振幅と周期の多くはウィーヘルト地震計 ($V=100$, $T=5.0 \text{ sec}$) の N~S 成分から1時間ごとに読みとった. それらは正時のタイムマークの前後5分間に得られた五つの卓越波列中の最大波についての平均である. 読みとり振幅は振動倍率で割って地面の変位に直した. 波浪の振幅と周期は倍率 $1/30 \sim 1/40$, 記録紙速度 5.5 mm/min の圧力型波浪計の連続記録から1時間ごとに海洋課において読みとったものである. 波浪振幅もまた正時をはさむ10分間の最高波であり, 周期は10分間の平均値である. かくして得られた結果によって, この調査の全期間にわたって, Fig. 1, Fig. 2. のときグラフを描いた (Fig. 1, Fig. 2 はその一部で他は別項に集録してある). われわれはこれらのグラフを基としてそれらの周期と振幅とを研究した.

§ 2. 周 期

脈動の周期と波浪の $1/2$ 周期とは, Fig. 1 で見られるように大変良く一致した. そしてこの二つの周期間の関係は時にはいくらかのずれはあったけれども, われわれの調査した期間についてはかなり良く保持されていた.

* 地震課長

** 気象研究所地震研究部長 (当時 地震課)

*** 北海道大学 (当時 地震課)