

# 脈動の研究(第2報)

坂田 勝 茂

## §1 緒言

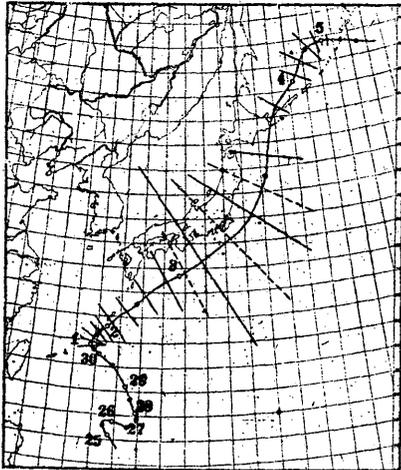
第1報<sup>(1)</sup>に於ては脈動の大體の觀測結果に就いて述べたが、本報にては氣象要素に因る脈動振幅の消長に就いて述べる。脈動振幅と氣象要素との關係は既に論ぜられてゐるが、之は大阪に於ける同様のことを調査し、特に波浪が海岸に撃突して起るのではないかと云ふ考へ<sup>(2)</sup>を基礎に置いて調査を進めた。今脈動勵起の氣象要素を前報の如く、颱風、颶風、季節風、不連續線、局所的低氣壓に分けて述べる。

## §2 颱風

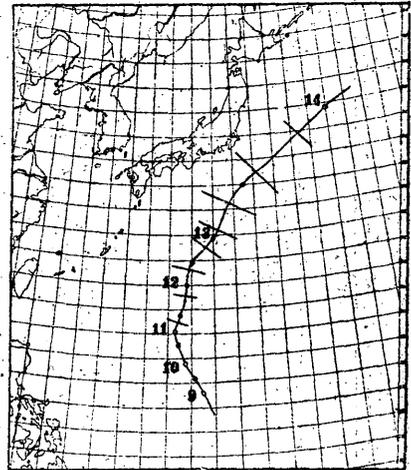
調査期間に於ける颱風の襲來は5回ある。第1圖は之等の颱風に就いて、

第1圖 颱風中心徑路と大阪の脈動振幅との關係

(a)  $T_1$  の場合



(b)  $T_2$  の場合

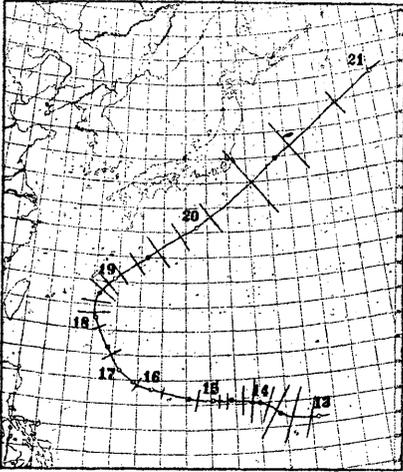


(1) 海と空、第18巻、第8號、1938.

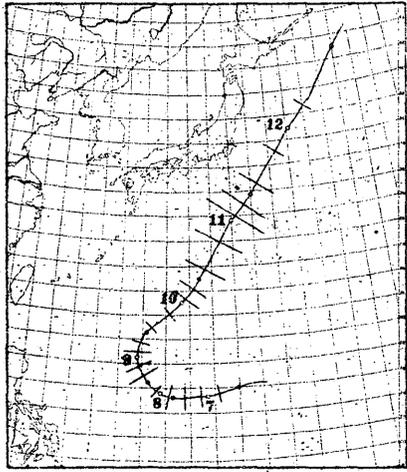
(2) 杵島磨; 富崎に於ける脈動の研究、氣象集誌、第2輯、第14巻、第9號、1936. その他。

(3) K. Wadati and K. Masuda; On Pulsatoric Oscillation of the Ground. Geophys. Magazine, Vol. 9, No. 3, 4.

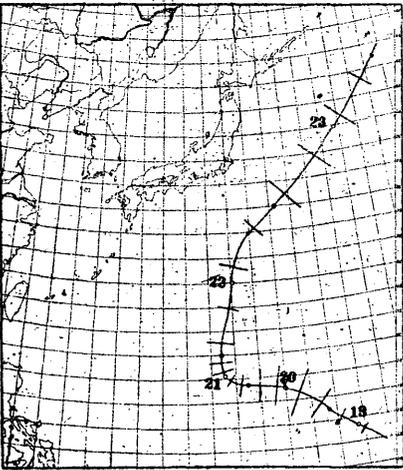
(c) T<sub>3</sub> の場合



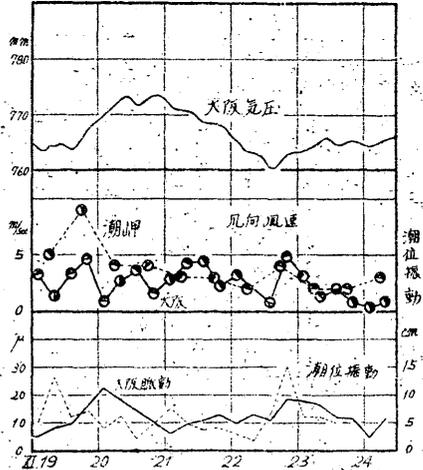
(d) T<sub>4</sub> の場合



(e) T<sub>5</sub> の場合

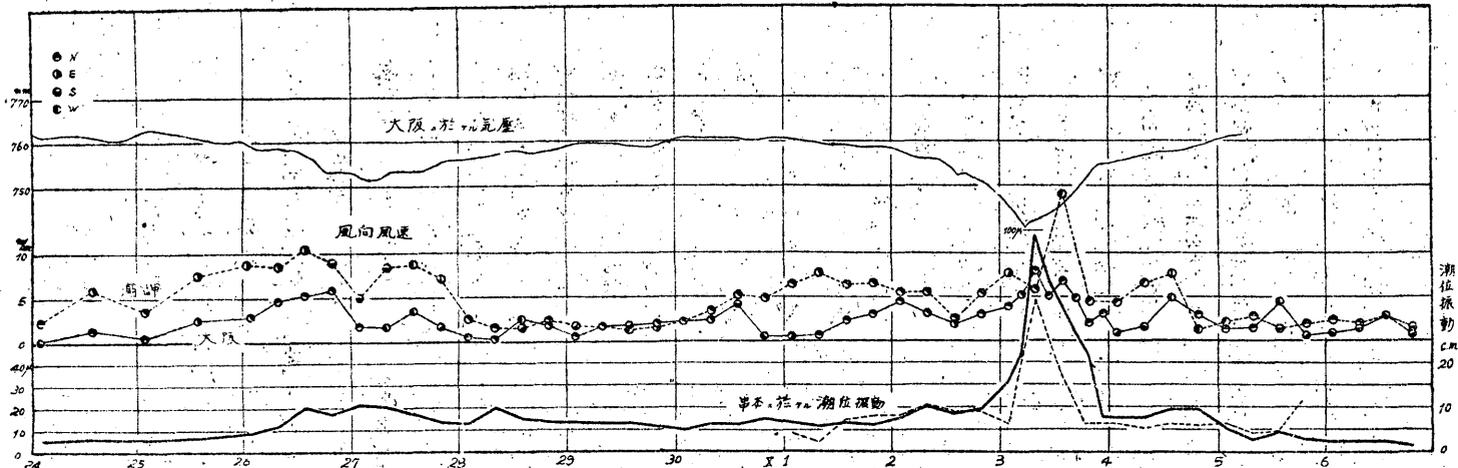


第 2 圖 (e) T<sub>5</sub> の場合

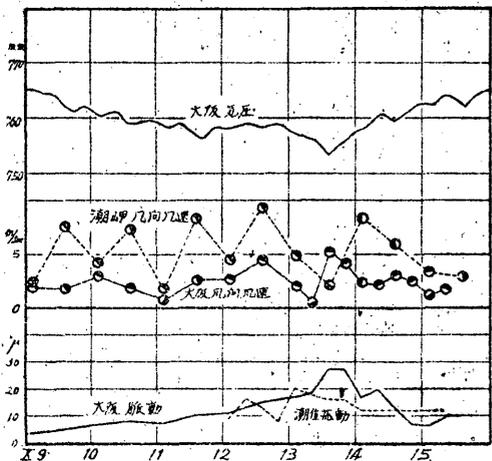


その経路と中心が、該点にある時の大阪の脈動振幅との関係を圖示したものである。颱風が南大東島に到る頃、内地では脈動の活動が地震記象上に現れ始め、接近すると共に振幅は大となることは周知の事である。大阪に於ても同様であつて以上の 5 個の颱風の個々に就いてみると次の如くである。

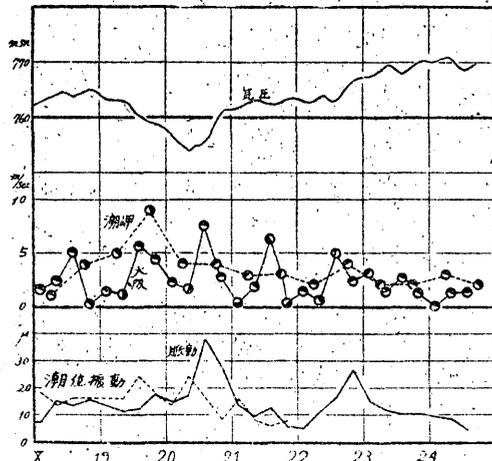
第 2 圖 颱風に因る大阪の脈動振幅と氣象要素の關係  
(a)  $T_1$  の場合



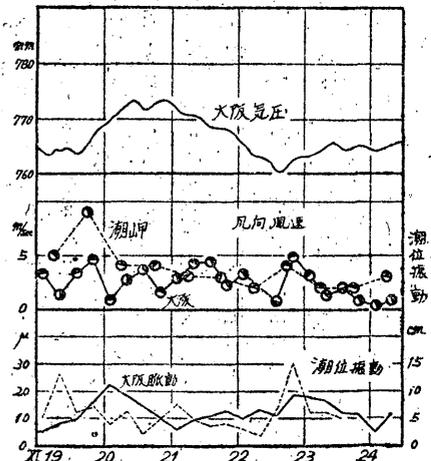
(b)  $T_2$  の場合



(c)  $T_3$  の場合

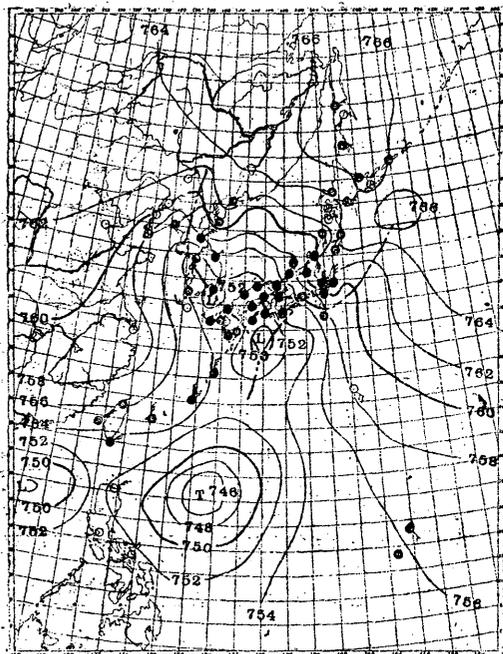


(d)  $T_4$  の場合



(1) 9月24日～10月6日(T<sub>1</sub>)<sup>(1)</sup> この時の脈動は第2圖(a)に示す如く、初めの間は平穩な脈動を續けてゐたが(振幅數ミクロン), 26日の午後より急に振幅を増大して20 $\mu$ に達してゐる。この時颱風は第1圖(a)に示す如く大阪の南南西2000kmの洋上にあり、颱風はこの脈動の原因ではない様に思はれる。天氣圖(a)(26日18時)に依ると朝鮮半島を縦斷する不連續線

天氣圖(a)  
1936年9月26日18時



と南海道より東海道に沿ふ不連續線があつた。又同日四國沖に750mmの低氣壓が停滯し、別に朝鮮半島又は對島海峡を横ぎり、日本海を通過したる低氣壓がある。併し一般に大阪にては日本海を通過した低氣壓は内陸に上陸せざる限り餘り脈動に影響しない事が判つてゐるから、この脈動は日本海の低氣壓ではなく南海道より東海道に沿ふ不連續線か又は四國沖の低氣壓に起因するものであらう。28日の夜より平

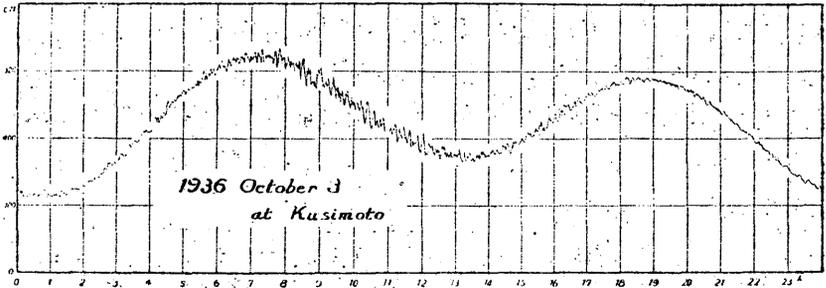
穩なる脈動に復し、内地はゆるやかな氣壓傾度を示し、颱風は10月1日に沖繩に到達してゐるが、脈動は比較的平穩であつた。3日の午前颱風が潮岬の南方200kmのあたりを通過する前後より増大して殊に通過後最大振幅を示す。之は東京に於て颱風が房總半島沖を通過後最大となるのと關係が似てゐる。

次に風速、氣壓との比較は第2圖(a)の如くであるが、大體に良く平行し

(1) 本報中にては颱風; T. 颱風; C. 季節風; M. 不連續線; D. 局所的低氣壓; L.C. なる略記號を用ひる。

てゐる。風速は氣壓程平行してゐない。同圖には潮岬の風速及び串本檢潮儀記  
 録に表れた潮位振動(波浪)を記入してあるが潮位振動は極めてよく平行する。  
 第 3 圖は當日の檢潮儀記録である。

第 3 圖 串本檢潮儀記録 ( $T_1$ ) に依る潮位振動



(2) 10月9日~10月15日 ( $T_2$ ) この颱風は第1圖(b)に示す如く我が國の南東洋上に北東に進んだ颱風であつて大阪よりの最短距離は約 600 km である。前述の颱風 ( $T_1$ ) が通過後脈動は静かであつたが 9日あたりより振幅の増大を見、13日の午後颱風の中心は八丈島の南方 200 km に達した時、振幅は最大 ( $27\mu$ ) となつた。

次に風速、氣壓を之に比較してみると前の例と同様に氣壓は相當に平行してゐるにも不拘、大阪の風速と左程平行してゐない。潮岬の風速も大體同様である。12日に風は可成り吹いてゐるが振幅の増大を見ないのは、風向が多く北東又は東北東であるので風浪が岸を打つことが出来ない爲と思はれる。

(3) 10月18日~10月21日 ( $T_3$ ) 颱風の徑路と大阪に於ける脈動振幅の關係は第1圖(c)に示した如くであるが、颱風がグアム島附近にある時振幅の大なるはこの颱風の爲でなく、 $T_2$ なる颱風が房總沖を通過した爲であつて、その理由は前述の如くである。18~19日頃沖繩附近に颱風が來た頃、大阪にては脈動の活動が盛んとなり始め、20日の午後颱風が房總沖を通過した時最大となり全振幅は  $37\mu$  である。第2圖(c)に於て氣壓との平行性は前と同様で風速も大體に於て良く平行してゐるが潮岬の風速が却つて平行してゐ

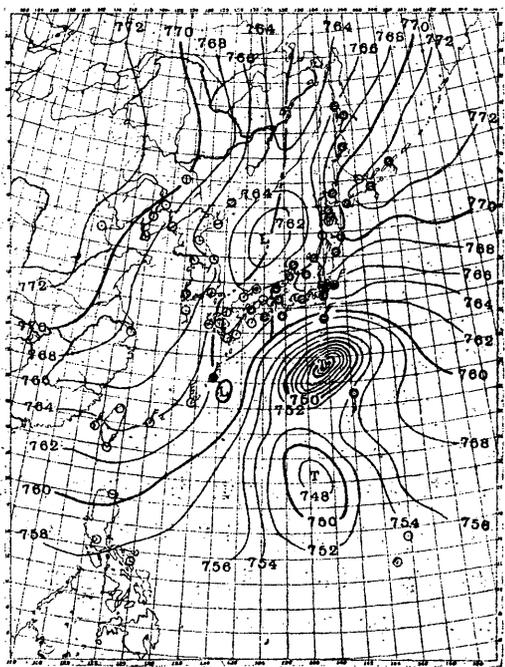
(1) 海洋氣象臺附屬串本檢潮所。

ない。亦、大阪の風が正午過ぎ 6~7m/sec 程度となるに平行して振幅も大になつてゐるのも興味あることと思ふ。

(4) 11月8日~11月12日 ( $T_4$ ) 脈動振幅と中心距離との關係は第1圖(d)に示す如く本例は典型的なものである。大阪の南南西 1600 km の洋上に於て颱風が北東に進むに従つて數ミクロンの脈動は漸次大きくなり 11日8時に中心は大阪の南東 350 km にありて振幅は最大となり  $31\mu$  となつた。

氣象要素と比較してみると第2圖(d)に示す如く前3例と異り氣壓は明瞭なる平行を示さない。風速も大阪、潮岬共に十數時間ずれてゐる。この時風向は  $T_2$  の場合と同様に北東、北北東である爲、風浪は岸に激突することは出来ない。この脈動の振幅増大の直接原因が颱風の中心域より發せられるウネリであることは勿論であらうが、こゝに11日6時の天氣圖(天氣圖b参照)に依ると内地は相當の氣壓傾度を有しており對島海峽と日本海を通る不連続線と大阪を南北に過ぎる不連続線がありこの後者の不連続線に依る影響も見落すことが出来ない。

天氣圖 (b)  
1936年11月11日6時



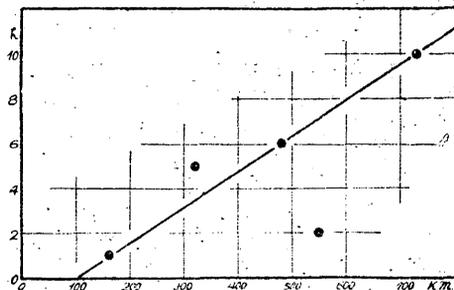
(5) 11月19日~11月23日 ( $T_5$ ) 第1圖(e)を見るとこの颱風に依る脈動の活動期は22日~23日で、この時の脈動は前例同様、颱風の中心距離が一般に遠いのでその影響も一般に小さい。この颱風に因る脈動の前(19日午後)にも少し發達してゐる。之は18日の午後、沖縄の西方に發生した低氣

壓が 19 日 8 時頃、潮岬沖を通過してゐる爲と思はれる。小低氣壓に限らず颱風、颶風等も觀測所が前面にある時は脈動現れず通過後數時間乃至 10 數時間後に最大となることは大阪のみならず東京、富崎に於ても既に云はれてゐる。氣象要素との比較は前數例の場合と大同小異である。

(6) 颱風に對する考察 颱風の中心徑路と大阪の脈動振幅との關係は第 1 圖に依つて明かにされてゐるが振幅の最大は何れも中心通過後である。大阪に於ける脈動發生の原因は波浪であらうが、若し風浪であるならば  $T_2, T_3, T_4, T_5$  の場合は何れも潮岬に於て北東風である爲に大した波浪は生じないわけである。夫にも不拘、振幅増大してゐるのは颱風に依るウネリであると考へねばならぬ。串本の檢潮儀に現れた潮位振動の驗測結果を第 2 圖の各々に點線を以つて記入すると  $T_1$  の場合は極めて脈動に平行してゐるが、他の場合は夫程でない。勿論、檢潮儀は構造上 2 分程度以上の波浪は描かぬ様にしてある爲に今讀取つたものが如何なる波浪であるかは明瞭を缺くが、海面動搖の大小を示す一つの標準には相違ない。

脈動振幅の消長は上述の如く風浪も原因するであらうが、より以上にウネリに因ると思はれる。第 1 圖に依つて明かに颱風の徑路が大阪よりより遠い場合は振幅の最大となる中心位置がより東へ移動してゐることが知れる。夫は颱風の中心附近より送り出されるウネリ波が海岸に到達するに要する時間の間に颱風は東又は北東に移動する爲に他ならない。第 4 圖に於て、潮岬より颱風の中心徑路に至る距離が最短となつた時刻より脈動振幅が最大となつた時刻までの時間  $\Delta t$  を縦軸に、潮岬より颱風の中心徑路に至る最短距離  $s$  を横軸にとると  $T_3, T_4$  は少

第 4 圖 最短距離と脈動最大時間のずれとの關係



(1) K. Wadati and K. Masuda; 前掲論文中 P. 314.

(2) 杵島磨; 前掲。

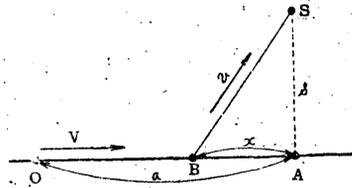
(3) 中心通過なる語は前掲杵島氏論文より借用す。

(4) 檢潮自記紙に現れた週期 2~3 分以上の不規則な振動を“潮位振動”と名付ける。

しはづれるが他は一直線上に乗る。

颱風の進行速度を考へに入れて、ウネリの速度を計算する。第 5 圖に於て O を原點とし、今颱風の徑路が直線であるとして OA で表す。S は觀測點にて、S より颱風の徑路 OA 上に至る最短距離を  $\overline{SA}=s$  とす。OA 上を  $V$  km/h なる速

第 5 圖 低氣壓中心位置と最大ウネリの進行方面との關係



さで進行する颱風が徑路上の B に來た時、颱風の中心附近より發せられたウネリが  $v$  m/sec なる速度で進み S に到達するとす。今颱風が原點 O を發して B に至り、そこを出たウネリが S に至る全時間を  $t$  とすると次の關係式が成立つ。

$$t = \frac{a-x}{V} + \frac{\sqrt{s^2+x^2}}{v} \dots\dots(1)$$

但しこゝに  $a=OA$   $x=AB$  である。時間  $t$  が最小なる爲には

$$\frac{dt}{dx} = -\frac{1}{V} + \frac{1}{v} \frac{x}{\sqrt{s^2+x^2}} = 0 \quad \text{又は} \quad x = \frac{s}{\sqrt{\left(\frac{V^2}{v^2} - 1\right)}} \dots\dots(2)$$

即ち最も早く S に波が到達する如き B 點は (2) 式にて與へられる。

亦颱風が O より徑路上を A に到る迄の時間を  $t'$  とすると

$$t' = \frac{a}{V} \dots\dots(3)$$

であつて、 $(t-t')$  は第 4 圖に於ける  $\Delta t$  である故に

$$\Delta t = t - t' = \frac{s\sqrt{V^2 - v^2}}{Vv},$$

$$\text{又は} \quad v = \frac{sV}{\sqrt{(\Delta t \cdot V)^2 + s^2}} \dots\dots(4)$$

この式を用ひてウネリの速度を求めると第 1 表の如くなる。

第 1 表

|                | S<br>(km) | $\Delta t$<br>(h) | V<br>(km/h) | $v$<br>(m/sec) |
|----------------|-----------|-------------------|-------------|----------------|
| T <sub>1</sub> | 160       | 1                 | 60          | 15.59          |
| T <sub>2</sub> | 480       | 6                 | 32          | 8.25           |
| T <sub>3</sub> | 320       | 5                 | 53          | 11.35          |
| T <sub>4</sub> | 550       | 2                 | 33          | 9.10           |
| T <sub>5</sub> | 730       | 10                | 53          | 11.90          |
| Mean           |           |                   |             | 11.24          |

トロコイド波の進行速度  $v$  は

$$v = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}$$

で、こゝに  $\lambda$  は波長、 $g$  は重力の加速度である。今週期を  $\tau$  とすれば

$$\lambda = \frac{2\pi}{g} v^2, \quad \tau = \frac{2\pi}{g} v.$$

である。上記の得た  $v$  の値を使用すると夫に對應する波長、週期は次の如くなる。

$$v = 11.24 \text{ m/sec} \quad \lambda = 79.4 \text{ m} \quad \tau = 7.2 \text{ sec.}$$

佛國のパリスの西太平洋及び東支那海の觀測に依れば第 2 表の如くにて、

第 2 表

|         | 波 速 $v$    | 波 長 $\lambda$ | 週 期 $\tau$ | 波 高 $H$ |
|---------|------------|---------------|------------|---------|
| 西 太 平 洋 | 12.4 m/sec | 103 m         | 8.2 sec    | 3.1 m   |
| 東 支 那 海 | 11.4 "     | 79 "          | 6.9 "      | 3.2 "   |

計算に依つて得たる結果はパリスの觀測値と可成り良く一致してゐる。但し此の結論をなすべく材料は不充分であるが、脈動成生機構を考へる上に於ては重要と思はれる。

### § 3 颶 風

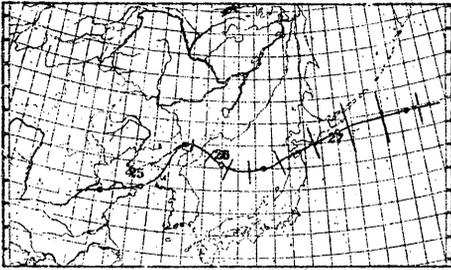
調査期間中に颶風の襲來は 8 回あつて、その中 3 例は日本海を、5 例は本州南方を通過してゐる。之等の徑路と大阪の脈動振幅との關係は第 6 圖に示してある。次に 8 個の颶風の個々に付き述べる。

(1) 10 月 25 日～10 月 27 日 (C<sub>1</sub>) 黄河河口に發生した大陸性低氣壓は第 11 圖 (a) に示す如く朝鮮北部、日本海中部を経て津輕海峡を東へ通過した。脈動振幅は低氣壓中心が北海道南部を東へ出た 27 日 8 時頃最大となつてゐる。一般に低氣壓が本州の南を通つた場合と日本海を通過した場合を比較すると時間のおくれが後者の方が遙かに大きい。風向風速は大阪、潮岬共に、この脈動には餘り與つてゐない。但し大阪の 27 日の風速は平行性を見せ、之は大阪に於ける低氣壓通過後の西風優勢の癖を示す爲と思はれる。大阪の氣壓は 26 日 18 時に最低 757 毫を示して振幅最大時刻と 10 數時間のず

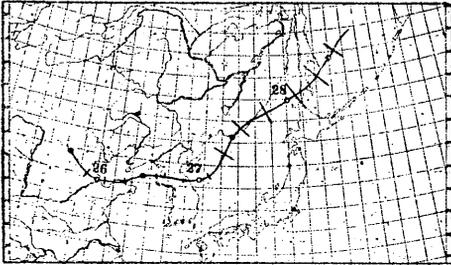
(1) 須田曉次; 海洋科學. P. 484.

第6圖 颶風の中心経路と大阪の脈動振幅の関係

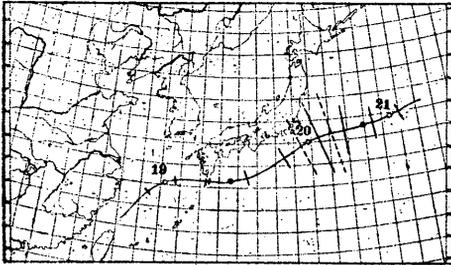
(a)  $C_1$  の場合



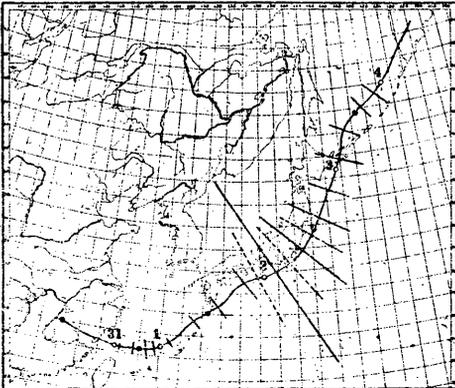
(b)  $C_2$  の場合



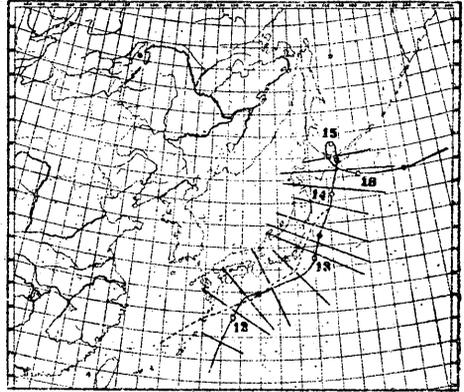
(c)  $C_3$  の場合



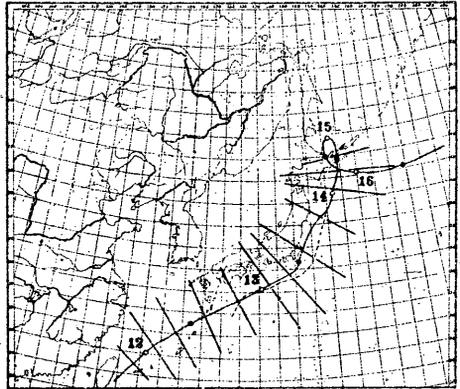
(d)  $C_4$  の場合



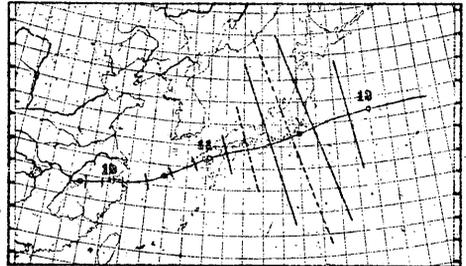
(e)  $C_5$  の場合



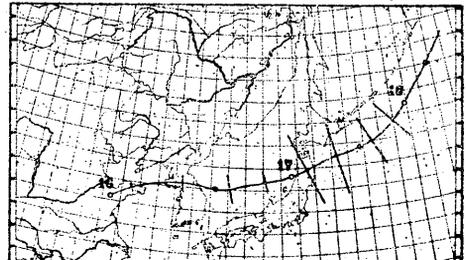
(f)  $C_6$  の場合



(g)  $C_7$  の場合

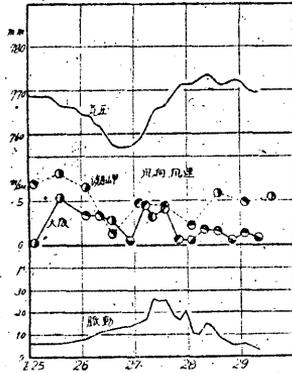


(h)  $C_8$  の場合

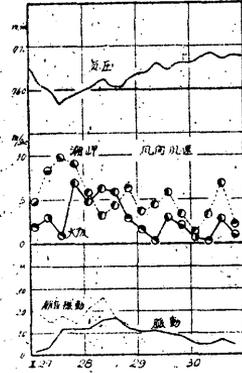


第 7 圖 颶風による大阪の脈動振幅と気象要素の關係

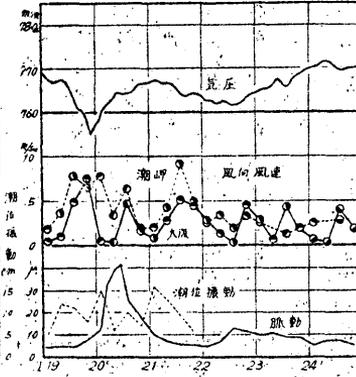
(a) C<sub>1</sub> の場合



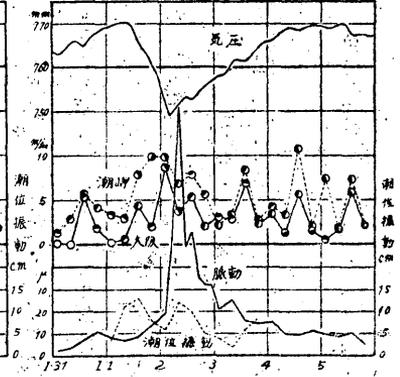
(b) C<sub>2</sub> の場合



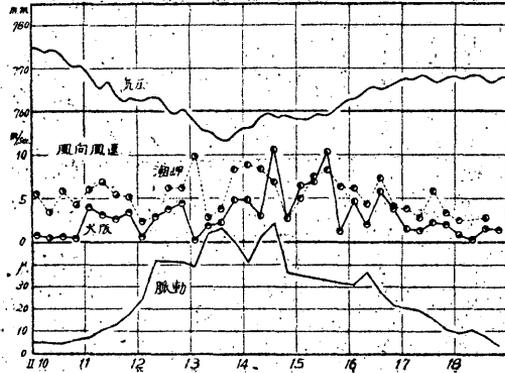
(c) C<sub>3</sub> の場合



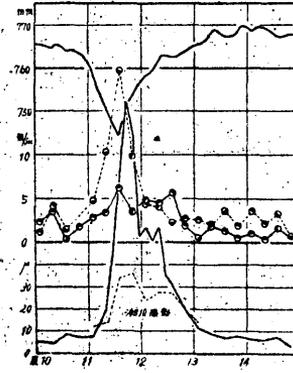
(d) C<sub>4</sub> の場合



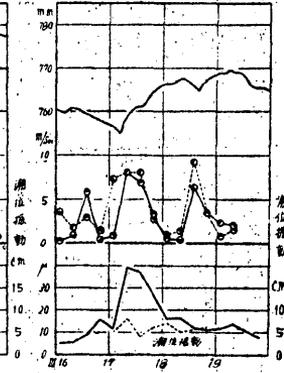
(e) C<sub>5</sub>, C<sub>6</sub> の場合



(f) C<sub>7</sub> の場合



(g) C<sub>8</sub> の場合



れがあるが、夫は颶風が日本海側を通過した爲に振幅最大時刻が中心通過時刻より極めておくれる爲である。

(2) 11月26日～11月28日 ( $C_2$ ) この低気圧も前例と同じ径路を経て日本海に出、740 耗の深度を保つて日本海北部を通過樺太の南部に上陸、北東に進んだ。振幅も  $C_1$  の場合と同様に樺太に到つた 28 日 8 時頃最大となつてゐる。但し本例は前例と異り本州を横断しなかつた爲その振幅も小さい。氣象要素との比較も前例  $C_1$  と同様である。気圧は 27 日 14 時頃最低 756 耗になつてゐるが振幅最大は夫より 20 時間程おくれてゐる。大阪の風速は稍平行するも潮岬の風速は平行せず、27 日の午後は西南西の強風で気圧とほぼ平行してゐる。串本検潮儀に現れた潮位振動は脈動振幅と大體に平行してゐる。

(3) 1月19日～1月23日 ( $C_3$ ) 之は前 2 例が日本海を通過したのに対して、本邦の南方を通過した例である。第 6 圖 (e) に依り颶風通過径路と振幅消長とを見ると 19 日 22 時頃潮岬沖を中心示度 754 耗を以つて東北東に進み、その頃脈動振幅は稍大となる傾向を見せ、颶風が房總半島南方洋上に出た頃振幅は最大 ( $40 \mu$ ) となつてゐる。この振幅消長は颶風の場合と丁度同様の型式である。径路が同様に本邦南方洋上を通過した爲であらう。氣象要素との比較は第 7 圖 (c) に示す如くこの場合も 10 時間餘りのおくれがあり、気圧は勿論時間のおくれを考へればよく合つてゐるが風速も大阪、潮岬、共に時間のおくれを考へれば可成り良く平行してゐる。このおくれは颶風の項にて述べた原因と同じである。22 日の午過ぎ第 2 の極大を作つてゐるのは 21 日の夜より 22 日の朝方にかけて 3 個の小低気圧が  $C_3$  とほぼ同じ径路を通過してゐる爲であるらしい。21 日 18 時頃大阪、潮岬共に北東の疾風が吹いてゐるが之は直接には大阪の脈動に影響してゐない。

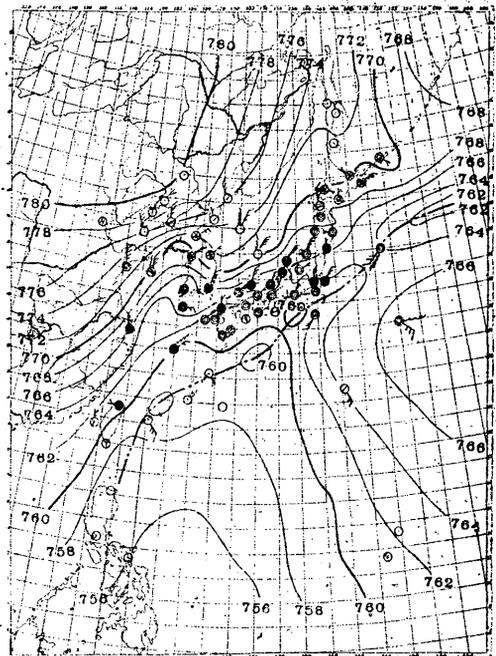
(4) 1月31日～2月4日 ( $C_4$ ) 1月30日夕刻揚子江下流に發生した低気圧は 31 日に支那海に出て、東北東に進み 2 月 1 日夕方九州南方海上を経て 2 日 5 時潮岬を中心示度 740 耗にて通過し、更に 12 時頃には房總半島をかすめて夕刻には金華山沖に達し、後北東に進んだ。第 6 圖 (d) より脈動振幅消長をみると 2 月 1 日迄小さかつた振幅は颶風が潮岬に達した頃  $50 \mu$  餘りとなり 8 時には最大 ( $110 \mu$ ) となつた。その後低気圧が本州に沿ふて北上

するに従ひ脈動は漸次減少してゐる。本例も氣壓、風速共に數時間おくれがあるが比較的によく平行してゐる。尙本例は調査期間に於ける脈動中振幅の大なること第 2 位であるがこの振幅の大なる理由は旋風が極めて觀測地に接近した爲である。振幅の消長が模範的な例である。

(5) 2 月 10 日~2 月 18 日 ( $C_5, C_6$ ) 第 6 圖 (e), (f), に示す如く、本例は 2 個の旋風が相繼いで潮岬を通過してゐる爲に第 7 圖 (e) に示す如き振幅の最大を數個有した特異な形になつてゐる。 $C_5$  が四國の南方 300 km の洋上にある時、既に第 1 の極大に到達してゐる。而して  $C_5$  は 12 日 18 時頃潮岬沖 150 km のあたりを北東に過ぎ脈動振幅は大して小さくならず、 $C_6$  が銚子沖に進んだ 13 日の正午頃、同日 5 時潮岬を通過した  $C_6$  は遠州灘に達しており脈動は第 2 の極大になつてゐる。第 3 の極大となる頃には  $C_5, C_6$  は合

して北海道の東部海岸にあつた。天氣圖 (c) に依ると 12 日の早朝小さい低氣壓が不連続線を伴ひつゝ潮岬を通過してゐるが、第 1 の極大はその爲と思はれる。第 2 の極大は  $C_5$  に依るものと一應は考へてみたが之は  $C_5, C_6$  に依るものより寧ろ  $C_6$  に依るものと考へられる。夫は氣壓等もより平行性を有し、中心示度も深い。第 3 の極大を作つた原因は不明であるがその頃大阪を不連続線が通過してゐるのではあるまいか。

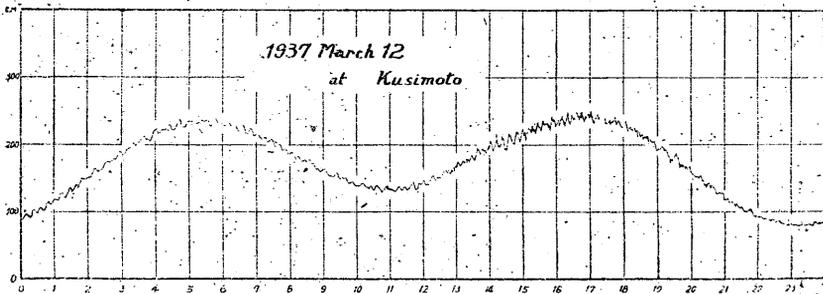
天 氣 圖 (c)  
1937 年 2 月 12 日 6 時



(6) 3 月 9 日~3 月 12 日 ( $C_7$ ) 9 日夕刻揚子江流域に發生した低氣壓は

10日には東支那海に出て、11日には九州に至り、中心示度 748 耗を示し、夕刻には南関東を東北東に 740 耗にて進んだ。第 6 圖 (g) に明かなる如く颶風が九州を越した頃より脈動は活動を始め颶風の移行と共に振幅は大となり、四國及び紀伊半島を横斷して 11 日 17 時頃振幅は最大 ( $119 \mu$ )<sup>(1)</sup> となつた。脈動振幅を氣象要素と比較すると、最大振幅が之と同程度の  $T_1, C_1$  と同様に氣壓は極めてよく平行してゐる。勿論、數時間のおくれはある。風速も良く平行してゐるが潮岬の風速は調査中に於けるもので最も良く相關を有してゐるものである。11 日 2 時には SSE で、8 時には S、14 時には SSW に變つてゐるが常に南成分を有し、太平洋の波浪は海岸に吹きつけられたと考へてもよい。第 8 圖に掲げた串本の檢潮儀に依ると 11 日の早朝は平常時と同様に灣の靜振が副振動の如き規則的な振動を記録してゐるが正午頃には稍々不規則となり、振動の振幅も大きく、週期も短くなつた。16 時より 17 時あたりが最も不規則且つ振動の振幅も大である。この潮位振動に依つても大凡の波浪の狀態をうかゞふことが出来る。

第 8 圖 串本檢潮儀記録 ( $C_2$  に依る潮位振動)



(7) 3 月 16 日～3 月 19 日 ( $C_8$ ) 3 月 16 日朝山東省に發生した低氣壓は可成り急速に東に進み、朝鮮半島を横斷して夕刻には江陵沖にあり、日本海を経て翌日の朝、秋田沖に達して 748 耗を示してゐた。この頃より脈動振幅は急に増大して約  $40 \mu$  となつた。即ち颶風が本州に上陸した頃より振幅大となり、北に遠ざかるに従つてゆるやかに減少した。氣象要素との比較は第 7

(1) 本調査期間中に於ける最大振幅である。

圖(g)の如く氣壓風速共によく平行し、潮岬の風向は南成分を有して海岸に波浪を送つたことが察せられる。

(8) 颱風に對する考察 以上の如く颱風に因る脈動 8 例に就て調査したが、颱風の徑路を大別すると、(1)本州南海岸に沿つて走る場合と、(2)日本海を東方へ横斷して奥羽地方又は北海道へ上陸する場合がある。前者を  $C_a$  型と名付け、後者を  $C_b$  型と名付ける。

振幅を比較すると明かに  $C_a$  型の方が大きい。夫は  $C_a$  型は比較的大阪の近くを通過する爲であらうが、波浪を海岸に打ちつけ易い事にも依るであらう。中心通過後振幅最大となるに要する時間は  $C_a$  型が短い。 $C_b$  型の場合は颱風が本州に上陸後に最大となる。上陸時頃の氣壓配置は後面の不連続線の存在、その他の原因に依り大阪の南方海岸にウネリの波浪を激しく打ちつける様になる爲と思はれる。

§ 4 季節風、不連続線、その他 颱風、颱風に亞いで脈動振幅の消長原因と考へられるものに季節風、不連続線、局所的低氣壓がある。

(1) 12 月 2 日~12 月 7 日 ( $M_1$ ) 2 日の正午頃より疾風乃至強風が約 1 週間に亘り本州全土を吹き募つた。之に平行して大阪の脈動も振幅が大となつた。即ち第 9 圖 (a) に示す如く大阪の風速は 2 日正午頃 6 m/sec となり以後續いてゐるが、脈動も夫と同様に大となり 7 日まで約  $20 \mu$  程度の振幅を保つた。風速は大阪、潮岬共に同程度で全国的に一樣に吹いたと思つてよい。大阪にてはこの期間に於て極めて明瞭に短週期脈動<sup>(1)</sup>が現出してゐる。短週期脈動の振幅は  $5 \sim 6 \mu$  であるが 5 日午前、大阪の風速が 8 m/sec に達した時急に大きくなり  $20 \mu$  近くになつてゐる。又風が無くなつた 4 日午前、8 日午前の數時間は短週期脈動も消失してゐる。大阪、潮岬、豊岡の通常週期脈動振幅を比較してみると一般に振幅の大きさは大阪、潮岬、豊岡の順であるが季節風の吹いた時は大阪、豊岡、潮岬の順序になる。之は北西風である爲に日本海岸に風に依つて打ちつけられる波浪の爲に脈動が惹起されるに他ならぬ。

(2) 12 月 14 日 ( $D_1$ ) 14 日正午頃最大  $30 \mu$  なる明瞭なる脈動が現れた。この時中部地方を太平洋より日本海へ貫く不連続線の他に大阪を通過した不連

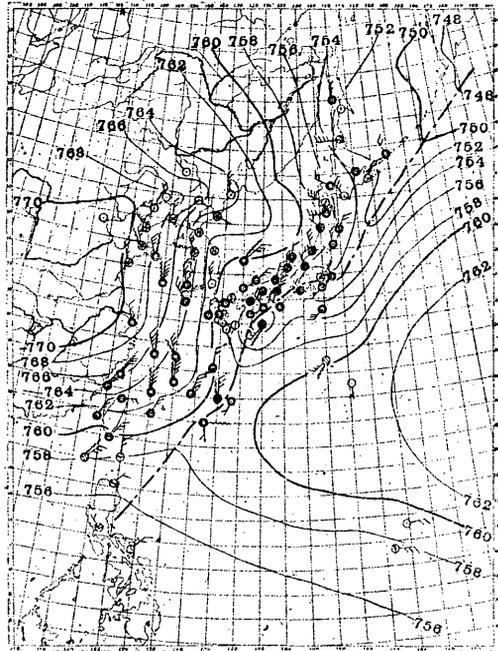
(1) 第 1 報、第 1 圖參照。

續線があつた。この脈動は後の不連続線に依りて勵起されたものと考へられる。本州全土が 770 耗の高氣壓圈内にあつて  $30\mu$  に達するは極めて稀である。

(3) 12 月 18 日～12 月 23 日 ( $D_2$ ) この期間には先づ 18 日 18 時頃  $17\mu$  の小さい最大があり、又 19 日の夜半より 20 日にかけて第 2, 20 日の午後第 3 の極大がある。次いで 21 日 22 時頃振幅  $35\mu$  に達する脈動が現出してゐる。第 1 の極大は不連続線を伴つた低氣壓が日本海を通過した爲であらう。第 2, 第 3 の極大は本州南方を通過した小低氣壓に依るものであらう。第 4 の極大は日本海と太平洋にある低氣壓を通る不連続線があつて、之が大阪を 21 日の夕刻通過してゐる。之に依るものであらう。

(4) 1 月 6 日～1 月 9 日 ( $D_3$ ) この不連続線は天氣圖 (d) に示す如くであつたが、日本海にあつた低氣壓が中部地方を太平洋に向つて、通過すると共に夕刻不連続線も大阪を通過した。脈動も夫と共に振幅増大したが不連続線通過の獨特の型ではない。小低氣壓が 6 日 21 時頃潮岬沖を通過してゐる爲に振幅が衰へないのであらう。

天 氣 圖 (d)  
1937 年 1 月 6 日 6 時



(5) 1 月 10 日～1 月 13 日 ( $M_2$ ) 10 日 8 時頃より脈動振幅は急に増大して  $20\mu$  に達して、後數日間  $15\sim 20\mu$  程度の振幅を持續した。9 日夕刻より 10 日早朝にかけて數個の

低氣壓が本州南海岸に沿つて北上してゐる。之に依つて先づ脈動が勵起され、而して 10 日の晝より吹き始めた季節風に依つて數日間持續されたものであ

る。

(6) 1月29日～1月30日(D<sub>4</sub>) 24日朝日本海にあつた低気圧は同日夕刻に會津地方を越へて太平洋に出た。その低気圧の後部にあつた不連続線は同じ頃に大阪を南方に通過した。その爲に發達した脈動は29日20時頃最大30 $\mu$ を示し所謂不連続線型となつてゐる。

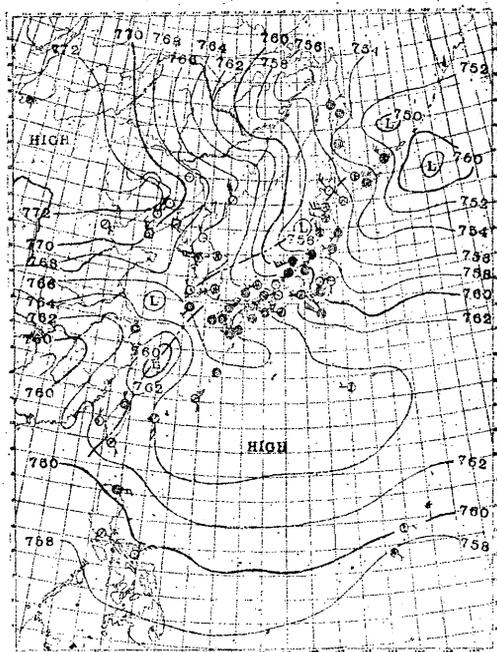
(7) 2月8日～2月9日(L·C<sub>1</sub>) 脈動は7日より漸次増大の形式をとり8日に至り急に増大して14時に最大26 $\mu$ となつた。北支那、滿洲に752耗の優勢なる高気圧があり、季節風が吹き始めてゐた。この脈動は7日の夕刻より8日朝にかけて本州南海岸に沿ふて北上した數個の小低気圧に依るものである。

(8) 2月20日～2月21日(D<sub>5</sub>) 20日18時の天気圖(e)に示す如く日本海より東支那海にかけて一本の長い不連続線が存在してゐる。之が低気圧の移動と共に同日夜半大阪を南へ通過してゐる。その爲脈動は同夜急に増大して21日2時に最大30 $\mu$ になつてゐる。

(9) 2月28日(L·C<sub>2</sub>) 沖縄附近に發生した三個の低気圧はオホーツク海中部より南下してゐる不連続線に沿つて本州南方洋上を北上した。爲に脈動は28日13時頃最大26 $\mu$ となつてゐる。

(10) 3月4日～3月5日(M<sub>2</sub>) 3日の夕刻より4日早朝にかけて、日本海沿岸に沿つて748耗の

天 氣 圖 (e)  
1937年2月20日18時



低氣壓が北東に進み、4日6時には、秋田沖に達した。第1の極大はこの低氣壓に依るものか否か疑問であるが、4日の午後より吹き始めた季節風に依つて2日間活動してゐる。此の時も  $M_1$ ,  $M_2$  と同様に短週期脈動が現出してゐる。通常週期脈動、短週期脈動の各振幅と夫々大阪、潮岬に於ける風向風速との關係は第9圖(c)及び別圖<sup>(1)</sup>に示してあるが通常週期脈動振幅は潮岬の風速と良く平行してゐるに反して短週期脈動振幅は大體兩方の風速に平行するが細い點に付いては寧ろ大阪の風速の方が良く平行する。

(11) 3月7日(L·C<sub>3</sub>) 九州南方洋上に發生した低氣壓は不連続線を伴ひ乍ら北東に進み750耗にて潮岬沖を通過したのは7日8時頃であつた。この低氣壓の後方に2,3の小低氣壓が続いた。本例の脈動は上の低氣壓に原因すると思はれる。

(12) 3月21日(L·C<sub>4</sub>) 本例も前例同様に局所的低氣壓が20日16時頃紀州沖を通過した爲に振幅が大きくなつたもので、夫は大阪の振幅に比して潮岬の夫が比較的大となつてゐることより判る。

(13) 3月24日~3月26日(M<sub>4</sub>) 本例の脈動振幅消長の型式はC<sub>5</sub>, C<sub>6</sub>の通過の際に似た特異の型式をなしてゐる。24日日本海側と太平洋側に2個の低氣壓が本州に平行して北上し、同日8時頃最も近づいた。この時より稍々おくれて不連続線が大阪を通過した。第1の極大はこの兩者に依るものであつて、その後全般氣象特報は發せられ風雨は可成り強くなり、夫と共に30~40 $\mu$ の振動が大阪にては26日まで續いてゐるが、潮岬にては始めの低氣壓の爲に8 $\mu$ の振幅を示したにも不拘、西北西の風に依つては左程大とならぬ爲漸次減少した。振幅と風速の關係は第9圖(d)に示した。亦此の時短週期振動は  $M_1$ ,  $M_2$ ,  $M_3$  と同様に明瞭に現れてゐる。

(14) 3月29日~3月30日(D<sub>6</sub>) 天氣圖(f)<sup>(2)</sup>に示す如く中部地方より大阪にかけての一本の不連続線が存在する。又低氣壓は日本海中部を東に進み、本州の大部分は低氣壓圏内にあつた爲に之等の素因に依つて26 $\mu$ の振幅となつたものであらう。

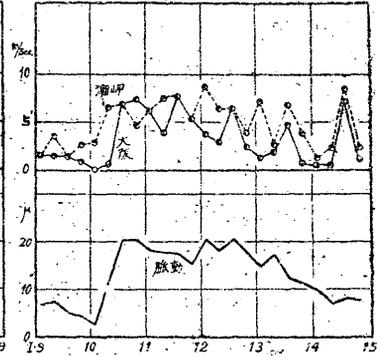
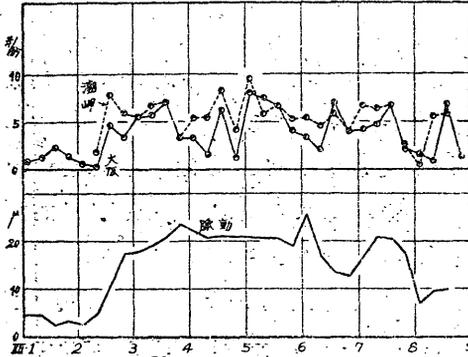
(1) 短週期脈動の振幅、週期と大阪、潮岬の風向風速との關係圖、第3報に掲載の豫定。

(2) 圖略。

第9圖 季節風に因る大阪の脈動振幅と氣象要素との關係

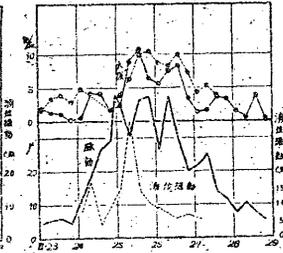
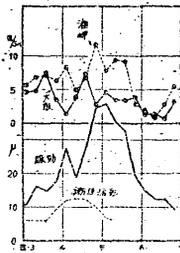
(a)  $M_1$  の場合

(b)  $M_2$  の場合



(c)  $M_3$  の場合

(d)  $M_4$  の場合



(15) 季節風、その他に對する考察 季節風に因る脈動は勢力は餘り強くないが、その性質上持続性を有してゐる。即ち、爲に脈動は數日間  $20\mu$  以上の振幅で持續されてゐる。吹き始めに他の原因を伴なつてゐる爲に一見急に増大したかの如く見受けられるがさうではない。季節風に依る脈動は軟地盤の場所によく現れるもので潮岬、神戸の如き地盤堅固の場所にては大して現れない。

不連続線の脈動に對する勵起力は季節風に比して遙かに強いものであるが夫は一時的のものである。而して第一報 第1圖に依り明かなる如く所謂不連続線型なる型をなしてゐる。

局所的低氣壓の勵起力は通過場所に依り異り  $L \cdot C_b$  型では大阪にては殆んど影響を認めないが  $L \cdot C_a$  型の時は可成りの勵起力を有してゐる。亦多くは不連

(1)  $L \cdot C_a$  及び  $L \cdot C_b$  なる記號は  $C_a$ ;  $C_b$  の場合に準ず。

續線を伴つてゐる爲に、不連続線に依るものか、局所的低氣壓に因るものか、判然としない場合が多い。

## § 5 結 び

以上は通常週期脈動の振幅消長と颱風を始め颶風その他の氣象要素との關係を調査したのであるがその大約を挙げると次の様である。

(1) 颱風及び颶風等が本邦南方洋上を通過する時はその低氣壓の中心が潮岬沖を通過後數時間にして大阪に於ける振幅が最大となる。之は東京、富崎に於ける場合と同傾向であつて、之に就て次項の考察がされる。

(2) 脈動の振幅消長は颱風の中心より送り出されるウネリに依つて勵起されるものであるとすると颶風の中心より出たウネリが陸地に到達するに要する時間だけ東へ颶風の位置が移動してゐる譯である。

この考へを以つて、脈動の消長よりウネリの速度  $v$  を計算して見ると  $v = 11.2 \text{ m. p. sec.}$  なる値を得る。之に對應する波長週期は  $\lambda = 79.4 \text{ m.}$ ,  $\tau = 7.2 \text{ sec.}$  である。ウネリの實測値とよく一致してゐる。

(3) 颶風の場合に大阪に於ける振幅は日本海を通過する場合より太平洋側の場合の方が大きい。一般に振幅は豊岡より潮岬の方が大であるが、日本海を通過した場合には却つて豊岡の方が大となる。

(4) 季節風の時は大阪の脈動はその期間中  $30 \sim 40 \mu$  の振幅を保つてゐるが潮岬にて振幅は増大せず稍々脈動を認め得る程度である。之に反して豊岡にては平常の場合よりも増大して  $7 \sim 8 \mu$  の振幅となる。

上記のことより脈動振幅消長の主因が太平洋側にある時は潮岬の振幅が大となり、日本海側にある時は豊岡の振幅が大である。即ち主因に依つて惹起される波浪が海に衝撃を與へることに依つて土地の振動が現れ、之が地表を傳播すると考へられる。

(5) 傳播性脈動<sup>(1)</sup>に付いては和達博士が既に指摘されてゐるが、本調査に於ても低氣壓に依る脈動は不連続線等の場合と異り、凡て傳播性脈動であると思はれる。海岸にて誘發された脈動は地盤堅固なる場所では振幅も小さいが大阪の如き場所では極めて大となる。この傳播性脈動に就いては何れ改めて調査す

(1) 和達清夫、杵島磨：室戸颱風に伴ふ地盤の脈動と傾斜、室戸颱風調査報告 P. 402。

るつもりである。

入體以上の如くであるが筆者は B. Gutenberg の如く普通脈動（週期 1~10 秒程のもの）は海波が海岸に到り、その衝撃が傳播すると考へるが、その脈動の生成機構に付いては後日稿を改めて述べる豫定である。併し乍ら S.K. Banerjé の如き海波の壓力變化が海底に及び土地の脈動を生じたり、Gherzi の如く氣壓變化そのものが原因となる考へ方は脈動の生成機構として疑問がある。

第二報の終りに臨み、終始御指導と御鞭撻を賜つた和達先生に深甚の謝意を表する次第である。

補 遺

#### 第 1 圖及第 6 圖の説明

白丸は 6 時、黒丸は 18 時に於ける颱風又は颶風の位置を示し、振幅を表はす線は實線は 2 時、8 時、14 時、20 時、點線は 5 時、11 時、17 時、23 時に於ける觀測値である。

（於、中央氣象臺大阪支臺）