

台風 7123 号の減衰過程について

——台風の移動に及ぼす海陸の分布の影響——

山元龍三郎・浅井 富雄・光田 寧
藤井 健・川平 浩二

STUDIES OF TYPHOON 7123 (TRIX) IN DECAYING STAGE

By Ryozaaburo YAMAMOTO, Tomio ASAI, Yasushi MITSUTA,
Takeshi FUJII and Koji KAWAHIRA

Synopsis

The characteristics of typhoon 7123 (Trix) were analysed in her decaying stage during the passage over the Japan Islands from 30th to 31st of August 1971. The velocity of the typhoon movement was nearly consistent with that of the upper current at 500 mb or 700 mb level. Detailed analysis shows that, when the typhoon center was over land, the typhoon was filling more rapidly and moved more slowly than the case over the sea. When the typhoon was passing over the mountain range, the isobaric pattern of the central part was deformed.

1. 結 言

1971年台風23号は同年8月20日に南島島南西海上で熱帯低気圧として発生、翌日台風強度にまで発達して西進、29日に北に転向した。そして29日23時30分頃には大隅半島に上陸し、徐々に減衰しながら、九州南部、四国を経て播磨灘に入り、向きを東に転じて、近畿南部、東海、関東南部を通過、31日21時頃に鹿島灘へ抜けた。この台風は九州南部に上陸して2日後に鹿島灘に抜けるまでの間日本本土にそって進行し、台風の中心は何度も海上に出たり上陸したりした。このように日本を縦断する形で進行した台風は今までも例が少なく、しかも比較的ゆっくりと進行し、台風の最初の上陸以後の減衰のようすを直接観測結果から調べる事ができるという点では珍しい台風であるので、この台風の日本本土通過中の特性について解析を行なって見た。その結果、進行の速さ、中心気圧の変化率、等圧線のひずみには、半日以下の周期の変動のあることが観測され、それは台風の海陸の通過と関連しているようである。以下にその解析の結果を述べる。

2. 台風の移動径路について

台風の移動径路は通常台風の中心の軌跡として表わされるが、一概に台風の中心といってもその定義によって多少その位置は異なる。ここでは、次のようにして中心を定義して、その位置の決定を行なった。すなわち、毎時の地上天気図を作製し、1 mb 毎に描いた等圧線のうち実測に基づいて描きうる最も内側の等圧線で囲まれた領域の幾何学的重心の位置をその時刻の中心の位置とした。当然、時刻によりその領域の広さは多少異なる。解析に使用した資料は気象台と測候所の毎時観測値であるが、気象庁管轄以外の一般観測所の観測資料（主として風向と風速）も参考とした。一方、各地の最低気圧とその出現時刻の分布図（Fig. 1）を作り、天気図の解析の際参考として利用した。各時刻における台風の中心気圧は台風の気圧中心を通る緯線上の気圧分布から推定した。このようにして解析した毎時天気図のうち6時間毎のもののみを Fig. 2 に図示する。そして、解析の結果得られた台風中心の径路と中心気圧の値は Fig. 3 に示すとおりである。

台風の中心としては、気圧分布の中心以外に、風の循環の中心、台風眼の中心などとして定義することも

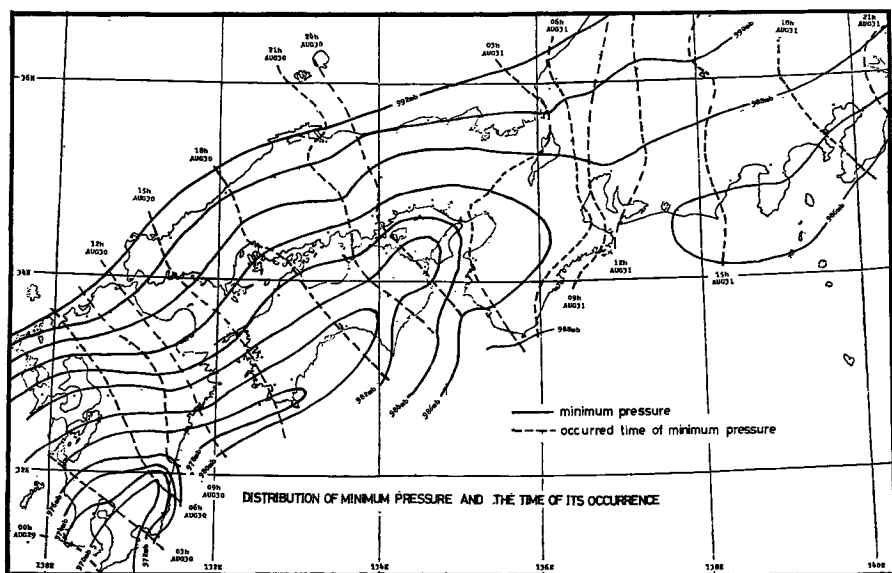
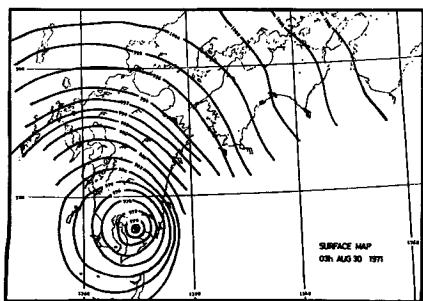
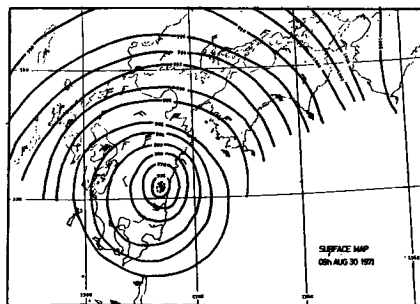


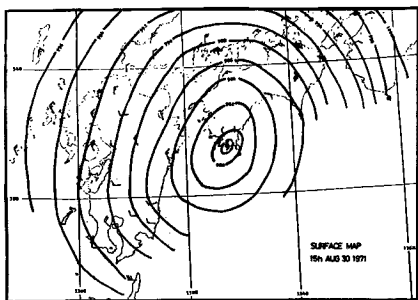
Fig. 1 Distributions of minimum pressure and the time of its occurrence during the typhoon passage.



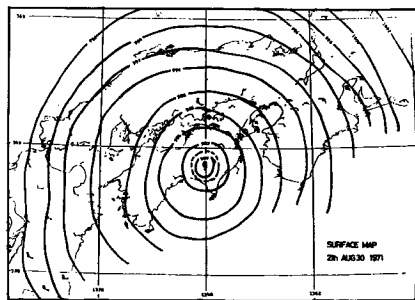
2 (a)



2 (b)



2 (c)



2 (d)

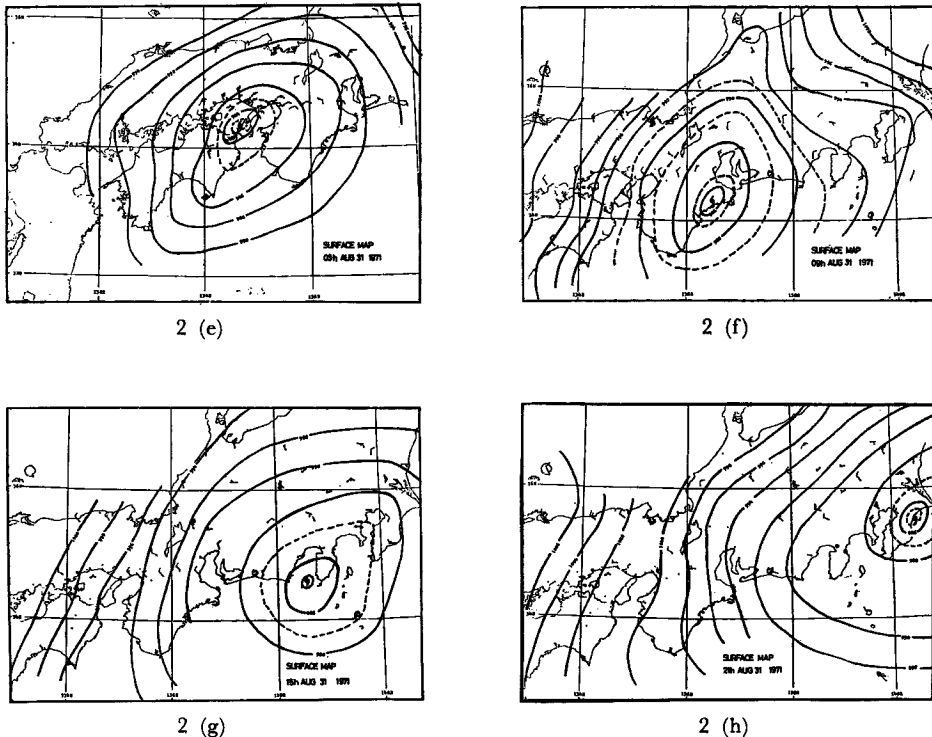


Fig. 2 Surface maps of (a) 03h Aug. 30, (b) 09h Aug. 30, (c) 15h Aug. 30, (d) 21h Aug. 30, (e) 03h Aug. 31, (f) 09h Aug. 31, (g) 15h Aug. 31 and (h) 21h Aug. 31 of 1971.

できる。風の循環の中心の径路は、風向の順転を示す領域と逆転を示す領域の境界線として求められるが、この台風について調べて見た結果 **Fig. 3** によれば、前に求めた気圧中心の径路は関東地方を除いて、この順転域と逆転域の境界とほぼ一致している。一方、台風眼の中心は、レーダー・エコーから決定することができるが、室戸岬と大阪高山山のレーダー観測によれば、台風眼は 30 日 18 時頃から 22 時頃までやや明確にとらえられているのみで、その後は判別が困難であった。そのため、台風眼の中心の径路の解析はここでは行なわなかった。

3. 台風の移動と上層の一般流

台風の移動は上層の大規模な流れ（一般流）によって影響をうけ、台風の移動速度はある高度の一般流の速度にほぼ等しいということは経験的に知られている。Miller and Moore (1960)¹⁾ によると、ハリケーンの場合その高度は、500 mb 面ないしは 700 mb 面である。この台風について、その中心の移動と一般流との関係を調べるために彼らの方法に従い、気象庁の印刷天気図等を利用して東西経度15度、南北緯度10度の範囲の平均の 300 mb, 500 mb および 700 mb 面における一般流の地衡風速を算出した。このようにして求めた一般流と前節で決定した台風の中心の正時の前後1時間の間の動きから求めた台風の移動速度との対比を行なった結果を **Fig. 4** に示す。同時に、この図には参考のため3時間毎の台風の移動速度の変化のようすをも示してある。一般流の速度と台風の移動速度との差をベクトルとして求め、その結果を **Table 1** に示す。この表において、方向は北から南に向う場合を0度として、時計まわりに測った角度で表わしてあり、また、 $|C-V_3|$, $|C-V_5|$, および $|C-V_7|$ は、それぞれ、台風の移動速度と 300 mb, 500 mb, および 700 mb 面

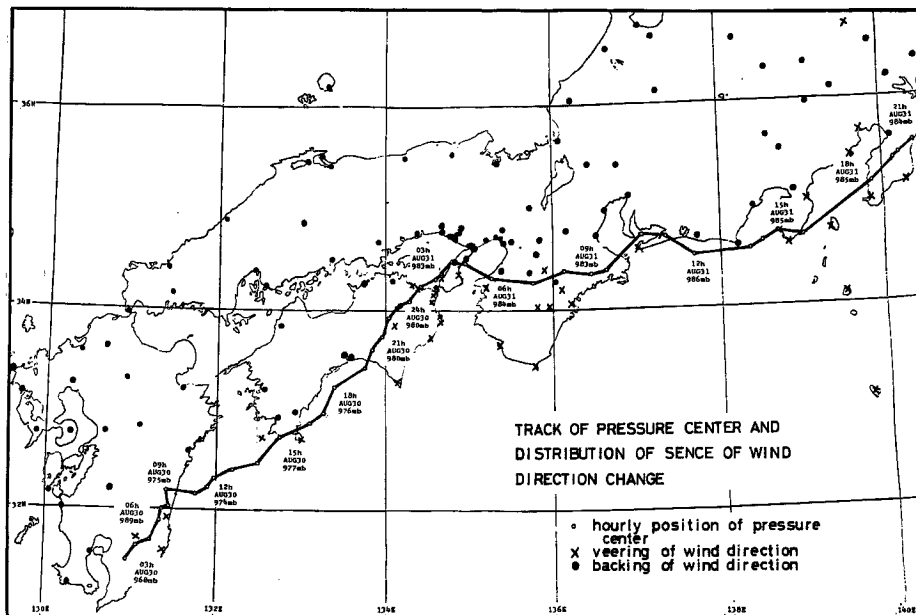


Fig. 3 Hourly positions of the pressure center of the typhoon and the distribution of the sense of wind direction change (X Veering, ● Backing).

の一般流の速度との間のベクトル差の大きさである。

これによると、この台風の移動は上層 500 mb ないし 700 mb の一般流に対して、最大50度、4.6 m/sec 程度の差のあることもあるが、大勢においては、その傾向は一致している。とくに、台風は30日夜半より31日朝にかけて播磨灘でその進行方向を東に転じ、その時の台風の進路予測にはかなりの困難があったが、上層風の解析を行なってみると、その時刻に一般流の風向にも同じような変化が見られ、因果関係ははっきりしているようであった。ただ上層風の変化は30日21時にすでに見られるが、移動速度に変化の生じたのは31日03時前後からであり、台風の一般流に対する応答時間の影響が見られるようであった。500 mb と 700 mb 面の一般流のうち、どちらの速度が台風の移動により近いかは、これだけの資料からは判断することが困難である。

4. 海陸の分布との関係

前節で述べたように、台風の移動と上層風の間には大勢として対応があるが、移動速度の時間的変化をさらに詳しく見ると(Fig. 5 (b) 参照)より短い時間の周期の変動成分が存在していて、これは上層風というよりはむしろスケールの小さい現象に関係していると考えの方がよさそうである。このような移動速度の変動とともに台風の中心気圧の変化にも同様な変動成分が見られた (Fig. 5 (a) 参照)。このような変動を生じさせる原因としては、台風が通過している地表面の状態、すなわち陸上を通過しているか、海上を通過しているかということが関係していると考えられる。そこで、台風の移動速度と中心気圧の上昇率を台風の中心付近の海陸の面積比と比較してみた。同様な調査を Hubert (1955)²⁾ が1900年から 1949年までの間にアメリカ合衆国に上陸したハリケーンについて行なっていて、中心から半径 70 カイリ (約 130 km) 以内の領域での平均気圧の上昇率と海陸の面積比との関係を調べているが、ここでは、台風の中心から半径 50 km および 100 km の円内での陸地の占める面積の割合を指標にして調べて見た (Fig. 5 (c) 参照)。その結果、台風の

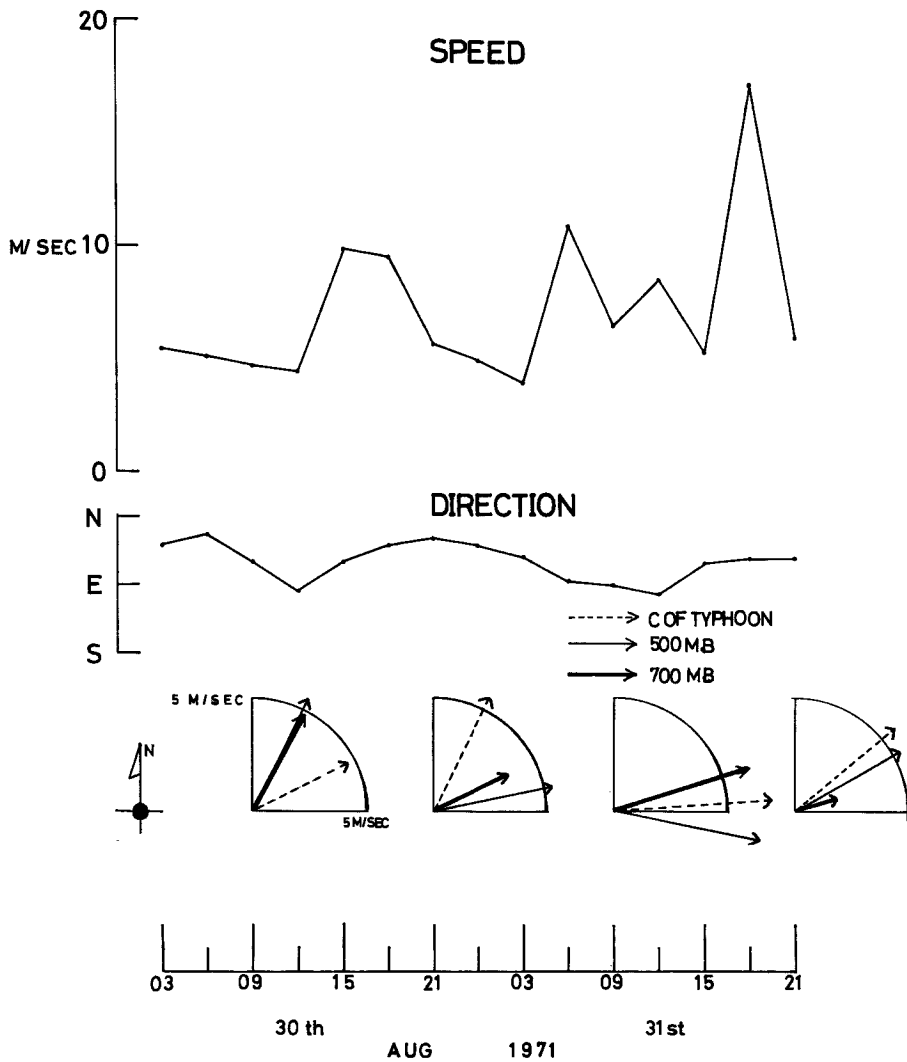


Fig. 4 Time change of (a) the speed of the typhoon movement, (b) direction of the typhoon movement and (c) comparison of wind velocities of general currents at 500 and mb 700 mb levels (thin and heavy real arrows, respectively) and velocity of the typhoon movement (broken arrows).

移動の速さと中心気圧の上昇率は、その時刻より 3 時間前の半径 50 km の領域内の海陸の面積比とよく対応していることがわかった。すなわち、Fig. 6 および Fig. 7 に図示するように、台風が海上にある（陸地の占める面積の割合の小さい）間は中心気圧の上昇率は小さく、移動の速さは相対的に大きかった。一方、台風が陸上を通過している（陸地の占める面積の割合の大きい）間は、中心気圧の上昇率は増加し、移動の速さは減少する傾向が見られた。

同様に、等圧線の円形からのひずみのようすにも半日以下の周期の変動が見られるようであった。ここでは、中心から 100 km 程度離れた等圧線の長径 (a) と短径 (b) の比 b/a でひずみの度合いを表わし、Fig. 5 (c) に図示してある。これによると、台風が海上を通過しているときは a/b は 1 に近く、あまりひずんでいないが、陸上を通過しているときはひずみは大きくなる。しかし、この対応は移動の速さや中心気圧の上昇率ほどよくはなく、海陸の面積比というよりはむしろ、竹永と山口 (1956)³⁾ が調べたように、山脈の影響、すなわち Fig. 5 (d) に図示される四国山地と紀伊山地の影響をうけてひずんだのではないかと考えられる。

これから見て、台風の中心気圧の時間的変化や移動の速さには地表面の状態がかなり影響していることはほぼ明らかである。これは台風のエネルギー・バランスから当然予想されることであるが、他の台風についても調べて見る必要がある。

Table 1 Velocities of the typhoon movement and general currents. Direction shows angle measured clockwise from southward direction (the direction of the north wind). $|C - V_p|$ shows the magnitude of vector difference between velocity of the typhoon movement and the velocity of general current at the ($p \times 100$) mb level.

Date	Time (LST)	Velocities of the typhoon movement		Velocities of general current						$ C - V_s $	$ C - V_5 $	$ C - V_7 $
				300 mb level		500 mb level		700 mb level				
		speed	direc- tion	speed	direc- tion	speed	direc- tion	speed	direc- tion			
	(m/sec)	(deg)	(m/sec)	(deg)	(m/sec)	(deg)	(m/sec)	(deg)				
Aug. 30	09h	4.7	236	8.6	264	3.5	207	4.8	208	4.6	3.3	3.0
	21h	5.6	208	7.4	248	5.3	258	3.4	243	4.7	4.6	3.5
Aug. 31	09h	6.4	267	13.0	252	6.8	281	6.3	252	6.9	1.7	1.7
	21h	5.8	233	10.9	255	6.5	240	1.8	250	5.8	1.1	4.0

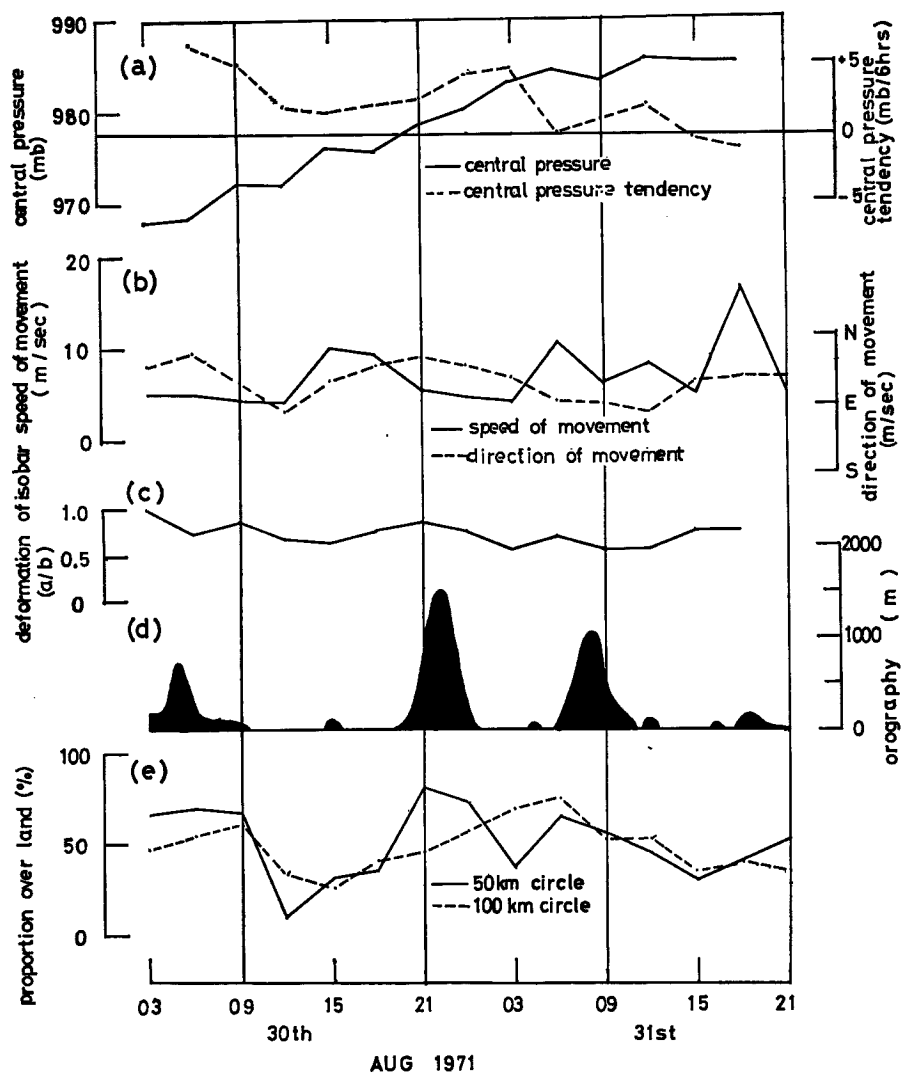


Fig. 5 Time change of (a) the central pressure and its tendency, (b) speed of the typhoon movement and direction of the typhoon movement, (c) distortion of the isobar, (d) orographic section along the track of the typhoon and (e) proportions of land area within the distances of 50 and 100 km from the typhoon center.

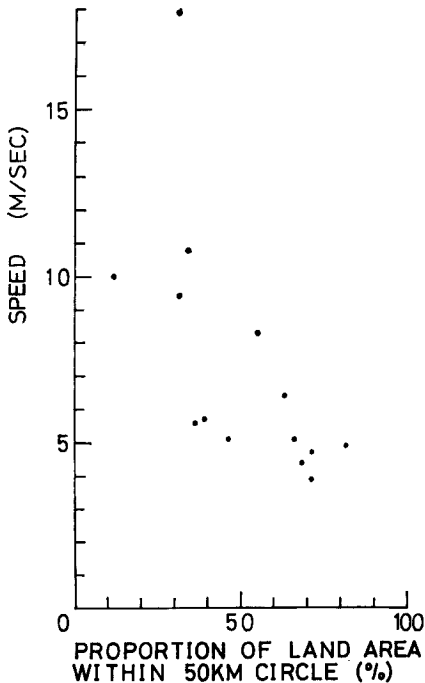


Fig. 6 The speed of the typhoon movement as the function of the proportion of land area within 50 km from the center of the typhoon at the time three hours before.

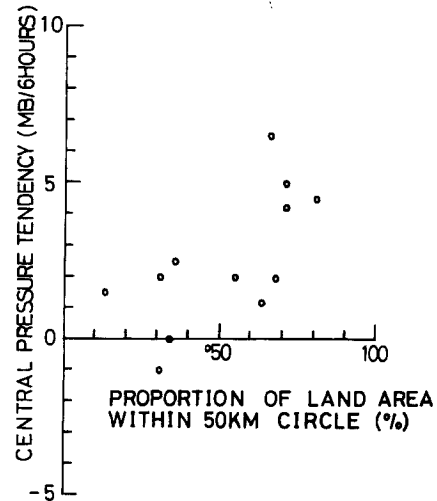


Fig. 7 The pressure tendency of the typhoon center as the function of the proportion of land area within 50 km from the center of the typhoon at the time three hours before.

5. 結 語

1971年台風23号について、同年8月30日および31日の2日間にわたって解析を行なった。毎時の地上天気図から台風の中心の径路を決定したが、これは風向の順転域と逆転域の境界とほぼ一致している。その径路図を基にして、台風の移動速度および中心気圧の時間変化について調べて見たが、台風23号の特色として次のようなことが言える。

(1) 台風の中心の移動速度を、500 mb 面および 700 mb 面の一般流の速度と比較すると、その差はベクトル差で 1~5 m/sec の大きさになる。そして大勢としてはほぼ一致していて、播磨灘での進路の急変も上層風の変化と対応づけられそうである。

(2) さらに、台風の移動を詳細に調べると、台風の性質は海上通過中と陸上通過中とで多少異なっているようで、海上を通過している間は、中心気圧の上昇率は小さく、移動の速さは相対的に大きく、しかも等圧線は円形に近い。一方、陸上を通過している間は、中心気圧の上昇率は増加し、移動の速さは減少し、等圧線は細長くひずむ。しかも、陸地に上陸したときの影響は、上陸と同時に生じるのではなくて、3時間程度の位相の遅れがあるようである。また、この場合陸地の影響を考えるに当たっては、中心から半径 50 km の円内の領域を考えるのがよいようである。

終りに、現地調査に当って貴重な資料を提供していただいた関係諸機関の方々の御好意に対して深く感謝の意を表したい。また、本研究は文部省科学研究費によって行なわれた。

参 考 文 献

- 1) Miller, B. I., and P. L. Moore : A comparison of hurricane steering levels. Bull. Amer. Meteor. Soc., 41, 1960, pp. 59-63.
- 2) Hubert, L. F. : Frictional filling of hurricanes. Bull. Amer. Meteor. Soc., 36, 1955, pp. 440-445.
- 3) 竹永一雄・山口弘一：台風中心域の地形変形について．研究時報，第8巻，昭31，pp. 29-36.