

論文

2004年に上陸した台風の気圧分布の特性について

藤井 健*

On a Pressure Distribution of Typhoons Having Made Landfall on the Japanese Main Islands in 2004

Takeshi FUJII*

Abstract

In 2004, ten typhoons (including tropical storms) made landfall on the Japanese Main Islands, and in some of them the high wind occurred over very wide area. The radial pressure profiles of these typhoons were approximated by the formula presented by Schloemer (1954). The analysis results indicated that at the time of landfall Typhoons Chaba (T0416), Songda (T0418) and Tokage (T0423) had the large values exceeding 50 hPa in the central pressure depth from the periphery, Δp , and exceeding 100 km in the radius of maximum wind, r_m . These results were compared with the statistical values based on the pressure analysis by Fujii (1998) for 51 typhoons from 1955 to 1994. As a result, it was indicated that the return periods of Δp at landfall for the 6 analyzed typhoons in 2004 correspond to 11 to 21 years per 100 km width in the mean invading direction. The values of r_m at landfall except Typhoon Meari (T0421) were larger than those for the past corresponding typhoons. The decay rate was large for Typhoons Dianmu (T0406) and Tokage, but Typhoon Songda showed little decay. In the pressure analysis for Typhoon Ma-on (T0422), an unreasonable value of central pressure below 900 hPa was obtained. So, by the reanalysis using the formula presented by Holland (1980), a reasonable pressure profile could be obtained. This profile was compared with the pressure record at the Yokohama Meteorological Observatory, and its reliability was confirmed.

キーワード：台風，上陸，気圧解析，最大風速半径，再現期間

Key words : typhoon, landfall, pressure analysis, radius of the maximum wind, return period

* 京都産業大学理学部
Faculty of Science, Kyoto Sangyo University

1. はじめに

著者 (Fujii, 1998) は、1955～94年に日本に上陸した51個の顕著台風 (上陸時の中心気圧980 hPa以下) について、Schloemer (1954) の気圧分布式を用いて気圧場の数値解析を実施し、日本を襲う台風の気圧分布の特性を明らかにした。この結果によると、強い台風ほど最大風速半径が小さく、また、上陸時の最大風速半径が小さい台風ほど上陸後の減衰率が大きい傾向があった。

一方、2004年には、10個の台風が日本に上陸し、台風の定義が域内の最大風速 17.2ms^{-1} 以上となった1951年以来の年間最大上陸数6個 (1990年および1993年) を大きく更新した。これらの台風の中には、発生直後から超大型であり、日本に來襲したころも大きなスケールを維持しているものがあつた。藤井 (2005) は、2004年の台風の性状を把握するための準備的研究として、京都府に影響を与えた6号、16号、21号、23号の4個について、気圧場について数値解析を実施した。その結果を過去の台風の解析結果 (Fujii, 1998) と比較したところ、21号を除いた3個の最大風速半径は、上陸時における中心と周辺の気圧差が同じ過去の台風と比べて大きい傾向があつた。そこで、2004年に上陸した他の台風の解析結果を追加して、気圧分布の特性が過去の台風と異なつた特性

をもっているのかどうかについて調べてみた。なお、22号は、Schloemerの式で解析を行うと、中心気圧が900 hPa以下の非現実的な結果が得られた。そこで、もう一つパラメータを追加したHolland (1980) の式により解析を試みた。

2. 2004年に上陸した台風の概要

本論に入る前に、2004年に上陸した10個の台風について、気象庁等の資料に基づき概括する。

まず、これらの台風の上陸時における諸要素は表1のようである。上陸時の中心気圧が最も低かつたのは18号で、945 hPaである。最大の死者・行方不明者を出したのは23号で、97名である。なお、気象庁ホームページ掲載の『気候変動監視レポート2004』(気象庁, 2005) では、死者・行方不明者が5名未満であつた台風については災害資料の記載が省かれている。4号と11号は、これに該当し、死者・行方不明者の数が分からなかつた。この2台風を除いた死者・行方不明者の総数は215名に達している。同レポートによると、住家の損壊については、18号が53,182棟、23号が18,794棟に達した。また、(社)日本損害保険協会 (ホームページ) によると、2004年の台風による災害に対して支払われた損害保険金は、16号が1,210億円、18号が3,874億円、21号が336億円、22号が272億

表1 2004年に日本に上陸した10個の台風の上陸時における諸要素、中心気圧および最大風速は気象庁台風経路データより引用した。なお、4号と11号の死者・行方不明の人数は上記資料に記載なく、不明である。

台風番号	上陸月日 (JST)	上陸時刻 (JST)	上陸場所	中心気圧 (hPa)	最大風速 (ms^{-1})	死者・行方不明者 (人)
T0404	6月11日	16時ころ	高知県東部	994	18	—
T0406	6月21日	9時30分ころ	室戸市付近	965	35	5
T0410	7月31日	16時すぎ	高知県西部	980	35	3
T0411	8月4日	22時すぎ	徳島県東部	996	20	—
T0415	8月20日	6時すぎ	津軽半島	980	30	12
T0416	8月30日	10時前	串木野市付近	950	40	17
T0418	9月7日	9時30分ころ	長崎市付近	945	40	46
T0421	9月29日	8時30分ころ	串木野市付近	970	30	27
T0422	10月9日	16時ころ	伊豆半島	950	40	8
T0423	10月20日	13時ころ	土佐清水市付近	955	40	97

円, 23号が1,380億円であった。この中で最高額であった18号の災害に対する支払額は, 風水害では, 1991年の台風19号の5,679億円に次いで過去2番目の高額であった。

次に, 青森県津軽半島に上陸した台風15号を除いた経路を図1に示す。3個が九州, 5個が四国, 1個が東海・関東に上陸している。進行方向については, 10号と11号は北西~北北西であったが, 他の台風は北北東~北東であった。

3. 台風気圧場の解析方法

台風は, 日本付近に達すると, 山岳や傾圧帯の影響を受けて変形し, 気圧分布は非対称化していく。とくに, 台風の進行方向に孤立した急峻な山岳がそびえている台湾島では, 台風が大きく変形することが知られている (たとえば, Lin *et al.*,

2002)。しかし, 本研究は, 数多くの台風について気圧分布の解析結果を比較し, これを通して日本に上陸する台風の性状を総括的に明らかにしようとするものである。このために, 解析の対象とする領域を中心から250km, 時間帯を上陸後5時間に限定し, さらに中心に近い観測値ほど重視する重みを掛けることによって, 第一近似として等圧線が同心円状に分布していると仮定することにした。この仮定のもと, いくつかの気圧分布式の中で, 著者らはSchloemer (1954) の気圧分布式を採用した (Mitsuta *et al.*, 1979)。

$$p = p_c + \Delta p \exp(-1/x) \quad (1)$$

なお, この式で, p は中心からの距離 r における海面気圧, p_c は中心気圧, Δp は周辺と中心の気圧差, x は r と最大風速半径 r_m の比で, r_m を基準

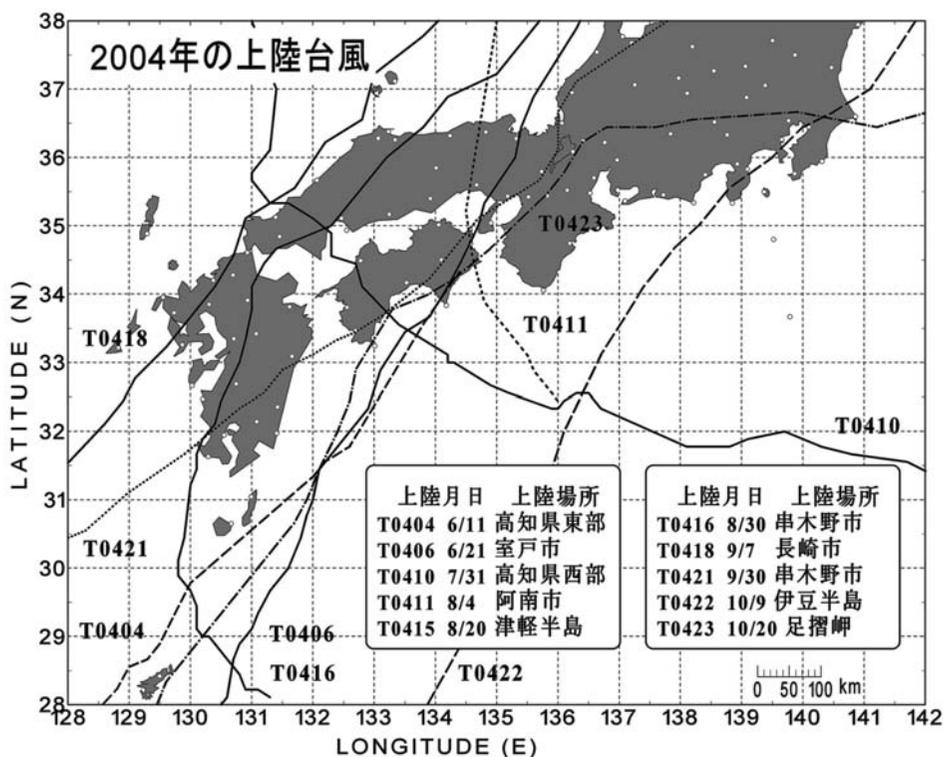


図1 2004年に日本に上陸した台風の経路, 中心位置は気象庁の速報値による。図中の○は気象官署である。上陸直前からの4号の経路は, 6号の経路とほぼ重なっている。また, 15号の経路は, この図内には現れていない。

とした無次元相対距離に相当する。ここでいう最大風速半径とは、旋衡風風速が最大となる半径であるが、大気境界層においては、地表面の摩擦により等圧線を横切って、回転しながら中心に向かって吹き込んでいく間に角運動量保存により風速が増して行き、地表風は r_m より小さい半径で最大となる。

Δp は、台風の強さを表すパラメータの一つである。台風の強さとしては、中心気圧も一つのパラメータであるが、周辺気圧との気圧差で表した Δp の方が最大風速との関係が深い。

一方、1977年に南西諸島を襲った台風5号のように小型で強い台風には、Schloemerの式での近似が無理である(藤井・光田, 1995)。このような台風のために、Holland(1980)は、Schloemerの式にパラメータ B を追加した次の式を提案し、オーストラリア周辺の熱帯低気圧の解析を行っている。

$$p = p_c + \Delta p \exp(-1/x^B) \quad (2)$$

本研究では、SchloemerやHollandの式で気圧分布を近似したが、その方法の概略は次のようである。

① 台風の仮の中心位置(緯度と経度)を与え、この位置から半径250km以内に存在する地点(気象官署)における r の値を計算する。

② 各地点の海面気圧観測値には、 r (km)の値に従属した重み w をつける。

$$\left. \begin{aligned} w &= 100/r & (r > 10 \text{ km}) \\ w &= 10 & (r \leq 10 \text{ km}) \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

③ r_m の仮の値を与える。

④ 式(1)による気圧計算値について、気圧観測値からの重みつきr.m.s.誤差が最小となるように、最小二乗法により Δp と p_c の値を算出する。

⑤ r_m の値を変えて、同様な計算を繰り返し、r.m.s.誤差が最小となる Δp 、 p_c および r_m の値の組み合わせを求める。

⑥ 台風中心位置を変えて、同様な計算を続け、r.m.s.誤差が最小となる台風の中心位置、 Δp 、 p_c および r_m の値の組み合わせを求め、この

値を暫定的な解析値とする。

⑦ 本解析では等圧線の同心円状分布を仮定するので、中心から250km以内の領域を対象とした。このため、外挿値である周辺気圧は時間的に不規則な変動することがある。一方、上陸時から5時間後までの移動距離は200~300km程度であり、周辺気圧はほとんど変動しないものと考えられる。また、上陸5時間後には、台風の後半円も陸上にあり、その気圧分布も含めた周辺気圧の推定が可能となる。そこで、上陸時から5時間後までの周辺気圧の平均値を求め、周辺気圧をこの値に固定することにする。そして、①~⑥の過程を繰り返して、中心位置、 Δp 、 r_m を算出し、これらの値を最終的な解析値とする。

4. 気圧場の解析結果

Fujii(1998)において解析の対象としたのは、九州地方から関東地方までの海岸線に上陸した台風の中で、上陸時の中心気圧が980hPa以下のものである。この基準に基づいて、2004年に上陸した10個の台風のうち、上陸時の中心気圧が980hPaより高い4号と11号、青森県津軽半島に上陸した15号を解析の対象から除外した。

残り7個の台風について、Schloemerの式の妥当性を調べるために、Hollandの式で B の値を変えて、上述の解析手順①~⑥により解析値の暫定値を求めた。上陸時から5時間後までのr.m.s.誤差の平均値を表2に示す。

この解析において、22号は B の値が1.5以下であると r_m が10km以下となり、解が収束しない時間帯があったが、この台風については、節6で議論することにする。残りの6個の台風、6号、10号、16号、18号、21号、23号については、誤差が $B=1.0$ 、すなわちSchloemerの式による解析において最小であった。そこで、これらの台風についてはSchloemerの式により解析を行い、その結果に基づいて、 Δp と r_m の間の関係について議論する。これらの台風の上陸時における解析結果を表3に示す。また、これらの解析結果における

r.m.s. 誤差の時間変化を図 2 に示す。この図によると、23号は上陸 3～4 時間後では 3.5hPa 程度で、上陸時よりも少し大きくなっているが、他の台風については、2.5hPa 以下である。このような差は、主として、同心円状気圧分布からの歪み、Schloemer の式の適合性および海面気圧観測データの誤差（海面更正による誤差を含む）から生じるものと考えられる。しかし、本研究の目的は、強い台風が多く来襲したと言われる 2004 年に上陸した台風を過去の台風と比較して、どのような位置を占めるのかを明確にすることにある。そこで、この程度の r.m.s. 誤差を認めた上で、同心円状の気圧分布の仮定のもと Schloemer の式により解析

した結果を過去の台風についての解析結果と比較することにした。

次に、上陸時刻から 5 時間後までの Δp の時間変化を図 3 に示す。一般に、強い台風ほど上陸後の減衰が大きい傾向がある。たとえば、Tuleya *et al.* (1984) は米国に上陸したハリケーンについて、上陸時の中心気圧が低いほど上陸 12 時間後の中心気圧上昇量が大きいことを示している。また、Matano (1956) は、上陸後における Δp の減少率が上陸時の Δp に比例することを理論に導いている。この理論に従って、 Δp の時間変化は Δp に比例すると仮定すると、 Δp の減衰率 a_p は、次の式で表される。

表 2 上陸後 5 時間における r.m.s. 誤差平均値の B の値による変化、“-” は解が収束しない時間帯があるため、r.m.s. 誤差の平均値が求まらない場合である。

台風番号	$B = 1.0$	$B = 1.2$	$B = 1.5$	$B = 2.0$	$B = 2.5$
T0406	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8
T0410	1.2	1.2	1.2	1.3	1.4
T0416	1.5	1.5	1.6	1.8	2.0
T0418	1.9	2.0	2.1	2.4	2.6
T0421	1.0	1.0	1.0	1.1	1.3
T0422	-	-	-	1.8	1.5
T0423	2.5	2.5	2.5	2.7	2.8

表 3 Schloemer の式による気圧場解析結果と気象庁発表値（気象庁台風経路データより引用）。なお、*印の数は Holland の式 ($B = 2.5$) による解析結果である。

台風番号	Schloemer の式による解析結果				(参考) 気象庁発表値 (確定値)		
	上陸時			減衰率	上陸時		
	p_c (hPa)	Δp (hPa)	r_m (km)	a_p ($10^{-2} h^{-1}$)	中心気圧 (hPa)	暴風域半径 (km)	強風域半径 (km)
T0406	969.8	34.3	123.5	6.9	965	SE150, NW70	SE560, NW370
T0410	990.6	30.1	258.5	2.3	980	全域90	SE370, NW220
T0416	958.3	52.8	161.5	2.7	950	E220, W190	E560, W410
T0418	952.1	54.4	106.5	-0.2	945	SE170, NW150	SE600, NW440
T0421	968.9	46.7	61.0	4.4	970	全域150	SE480, NW300
T0422	*969.1	*30.8	*33.5	-	950	E110, W60	SE410, NW330
T0423	957.3	53.8	129.0	7.5	955	E330, W220	E800, W560

【註】「暴風域半径」とは風速 $25 m s^{-1}$ 以上の風が吹いている領域の半径、「強風域半径」とは、風速 $15 m s^{-1}$ 以上の風が吹いている領域の半径である。

$$\frac{d\Delta p}{dt} = -a_p \Delta p \quad (3)$$

この微分方程式を解くと、 Δp は上陸後の経過時間 t とともに指数的に減少するという関係式が得られる。

$$\Delta p = \Delta p_0 \exp(-a_p t) \quad (4)$$

この式で、 Δp_0 は上陸時の Δp である。

最小二乗法により a_p の値を求めて、表 3 に示す。減衰率が最も大きいのは 23 号で、次いで 6 号である。一方、18 号は減衰率がほとんど 0 であり、5 時間後まで Δp が 60 hPa 前後の勢力を維持している。このように、18 号がほとんど減衰しなかった一因として、九州の北西端を通過しただけであり、陸地の影響が小さかったことが考えられる。

一方、 r_m は気圧分布の形状、すなわち、台風のスケーラを表すパラメータの一つである。上陸時から 5 時間後までの時間変化を図 4 に示す。いずれの台風の r_m も、上陸後の時間の経過とともに、ほぼ一定あるいは増加の傾向がある。減衰過程の台風において、最大風速半径の増加は一般に見られる現象である。これらの台風の中で 10 号と 18 号を除いては、時間とともに r_m が増加していく傾向が見られ、6 号は 5 時間後に 200 km を超えている。なお、九州北西部を通過した 18 号は、前述のように、 Δp の時間変化がほとんどなかったが、 r_m もほとんど変化がなく、110~150 km の値に維持されている。このことは、18 号が上陸時の気圧分布を維持して九州北西部を通過したことを意味している。また、10 号は上陸時から 5 時間後まで、200~270 km の大きな値をとっている。この台風は Δp が比較的にかさい台風であり、次節で述べるが、過去の Δp のかさい台風の中には、 r_m が 200 km を超えるものがあつた。

5. 従来の解析結果との比較

著者 (Fujii, 1998) は、1955~94 年の 40 年間に日本に上陸した 51 個の顕著台風について、Schloemer の式により同じ方法で気圧場の数値解析を実施し、その結果をまとめて日本に上陸した台風の特性を

明らかにしている。今回、Schloemer の式で解析を行った 6 個の台風について、この結果と比較を行うことにする。Fujii では、図 5 に示すように、上陸場所で 3 つの地域に分けて統計をとっている。Area A は九州地方の海岸線、Area B は四国・近畿

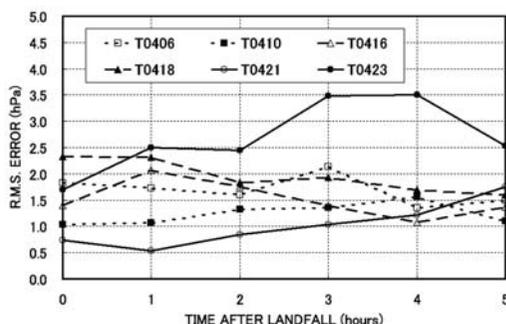


図 2 上陸時より 5 時間後までの r.m.s. 誤差の時間変化。

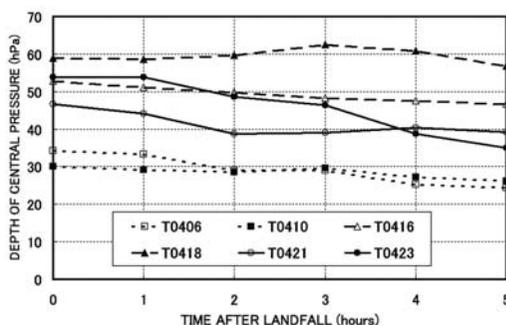


図 3 上陸時より 5 時間後までの Δp の時間変化。

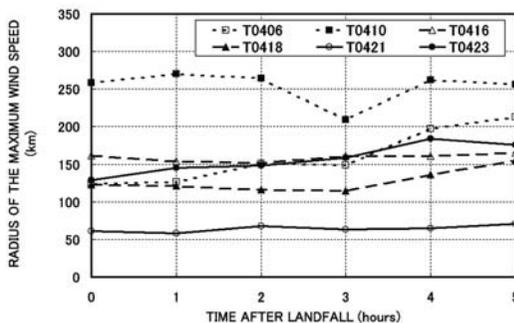


図 4 上陸時より 5 時間後までの r_m の時間変化。

地方の海岸線、Area Cは東海・関東地方の海岸線である。今回、解析した6個の台風のうち、16号、18号、21号はArea Aの海岸線を横切り、また、6号、10号、23号はArea Bの海岸線を横切って上陸している。本論文において、これらの台風の解析結果で比較を行うのは、上陸時の Δp の再現期間、上陸時の Δp と r_m の関係、上陸時の r_m と a_p の関係である。

5.1 上陸時における Δp の再現期間

図6には、1955~94年に上陸した顕著台風の上陸時における Δp の年最大値の再現期待値 (Fujii, 1998) を示す。再現期間は、Hazen (1930) の式により求めた。この図には、今回解析の対象とした6個の台風の Δp を横線で追加してある。この横線が1955~94年の台風の年最大値と交差する値として再現期間を求めた。これによると、上陸時における Δp の年最大値の再現期間は、6号が15年、10号が12年、16号が21年、18号が22年、21号が11年、23号が21年に相当する。この再現期間は、平均上陸方向 (図5の矢印の方向) の進入幅100km当たりの値であるので、各地域の海岸線上のある位置に上陸する再現期間を意味してはいない。平均上陸方向に対する進入幅は、Area Aが233km、Area Bが348kmであり、この値を使って補正を行うと、各台風の Δp を超える台風が該当地域の海岸線上のある位置に上陸する再現期間は、6号は4年、10号は3年、16号と18号は

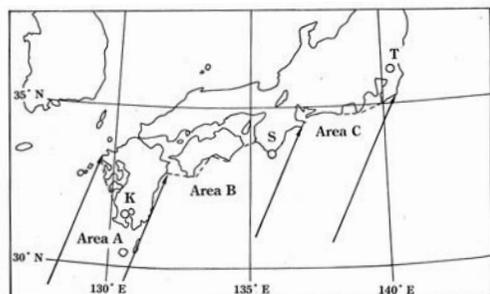


図5 上陸地域の分割、矢印は1955~94年の顕著台風の上陸時平均的進行方向。Fujii (1998) より引用。図中の○は、鹿児島 (K) 潮岬 (S)、館野 (T) の位置を示す。

9年、21号は5年、23号は6年となる。

5.2 上陸時における Δp と r_m の関係

Fujii (1998) によると、上陸時の Δp が大きいほど r_m が小さい関係があった。これは、 Δp が小さい台風は上陸時よりもかなり前から衰弱期に入っており、一方、 Δp が大きい台風は衰弱期の初めであり、上陸後、急速に減衰していくためであると考えられる。この関係を示す図に2004年の6個の台風の解析値を追加して、図7に示す。回帰曲線は、1955~94年の台風の解析結果から Δp が r_m とともに対数的に減少するとして、上陸地域別 (Area Cは除く) に求めたものである。21号を除いた5個の台風は、回帰曲線よりも上方にある。これは、過去の同じ Δp の台風よりも r_m が大きいことを意味している。とくに、上陸時の Δp

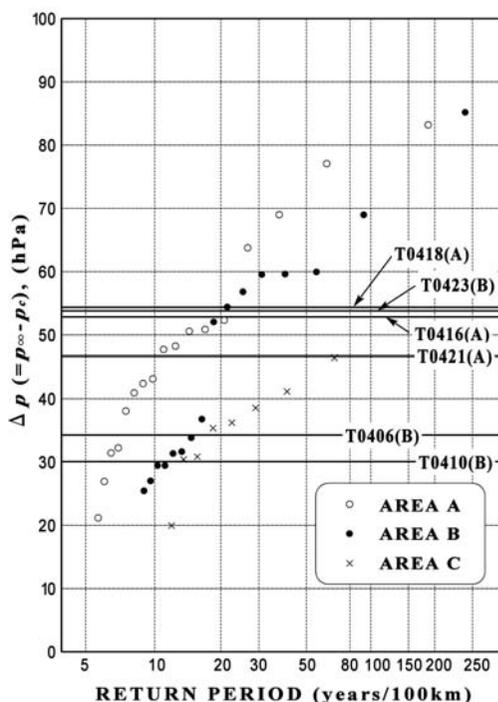


図6 上陸時の Δp の再現期待値、Fujii (1998) の Fig. 2に2004年に上陸した6個の台風の解析結果を追加してある。なお、横軸は二重対数目盛でとってある。台風番号の次のかっこ内は上陸地域を示す。

が50 hPa を超えている16号、18号および23号は、回帰曲線より上方にあり、強く大きい台風である。また、この図によると、これら3個の台風よりも Δp が大きい台風は、1955~94年において11個にすぎない。このことは、40年間に11個しか上陸しなかったような強い台風が2004年には3個も上陸したことを意味している。

なお、この図において、 Δp が最大 (85.2hPa) の台風は1959年の伊勢湾台風である。気象庁の発表による上陸時の中心気圧では、1961年の第2室戸台風が925hPaで、伊勢湾台風の929hPaよりも低い。しかし、本解析による第2室戸台風の Δp の値は69.0hPaで、伊勢湾台風より小さい。これは、周辺気圧の計算値が第2室戸台風の方が低いためである。

5.3 上陸時における r_m と減衰率 a_p の関係

1955~94年の台風解析の結果 (Fujii, 1998) によると、上陸時の r_m の値が大きい台風ほど、式 (3) で定義した減衰率 a_p の値が小さくなる傾向があった。これは、地表面摩擦や周囲の大気との混合による台風全体への影響は、一般に、大型の台風ほど小さく、減衰は遅い傾向があると説明した。新たに解析した2004年の台風について、過去の台風と比較するために、上陸時の r_m の値に対する a_p の値の関係を図8に示す。この図で、回帰

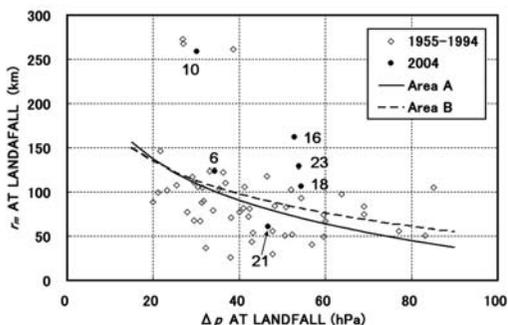


図7 上陸時における Δp と r_m の関係、図中の数字は2004年の台風番号。この図は、Fujii (1998) の Fig. 4に6個の台風の解析結果を追加したもので、回帰曲線は1955~94年の台風の解析結果による。

曲線は1955~94年の台風の解析結果から a_p が上陸時の r_m とともに対数的に減少するとして、上陸地域別に求めたものである。この図によると、6号と23号は回帰曲線よりも上方にあり、スケールの割には減衰率が大きい。一方、18号と21号は回帰曲線よりも下方にあり、スケールの割には減衰率が小さい。とくに、23号は、Area Bに上陸した同じ r_m の台風に対して減衰率が2倍くらい大きくなっている。

6. 台風22号の特性

10月9日16時頃 (以降、時刻はJST) に伊豆半島に上陸し、北東に進み、関東地方南部を通過した台風22号は強い勢力を持っており、横浜市金沢区で駐車場に停めてあったトラック38台が強風により横転するなどの被害が発生した。

22号の気圧場は、山岳や前線の影響で変形し、その非対称性が顕著である。しかし、スケールが小さいことを考慮して、解析の対象域を中心の初期位置から半径150 km 以内の領域とすると、非対称性はそれほど顕著ではなく、近似的に軸対称であるとみなすことができた。そこで、節3に示した解析方法に従って、Hollandの式により解析を行ったところ、 $B = 2.5$ のときに誤差が小さく、15時、16時 (上陸時) および17時について、妥当な気圧分布が得られた。気圧場解析による中心位

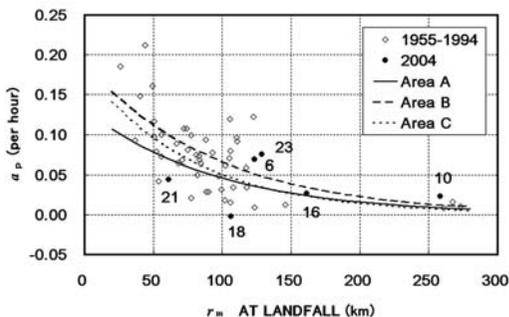


図8 上陸時における r_m と a_p の間の関係、図中の数字は2004年の台風番号。この図は、Fujii (1998) の Fig. 7に6個の台風の解析結果を追加したもので、回帰曲線は1955~94年の台風の解析結果による。

置と気象庁による経路(速報値)を図9に示す。気圧場解析による中心位置は、気象庁による位置とほぼ一致している。なお、半径150kmから外に向かっての外挿値である周辺気圧を求めるに当たっては、本台風に限って15~17時の平均値999.9hPaに固定した。

次に、解析による気圧分布を図10(a)~(c)に示す。 Δp の値は、15時に32.6hPa、16時に30.8hPaで、1.8hPaしか減少していない。しかし、17時には13.6hPaで、1時間に17.0hPaも減少している。いずれの時刻においても、中心から半径25kmあたりまでは、気圧の変化がほとんどなく、鍋底状の分布をしている。そして、その外側では40kmあたりまで、急激に気圧が上昇していき、大きな気圧傾度を示している。なお、100km付近より外側ではバラツキが大きくなっているが、この一因として、山岳を通過したことによる気圧場の変形が考えられる。また、 r_m は30~50kmの範囲の値であるが、これは、前述のように、旋衡風風速が最大となる半径であり、地表風風速は、これよりも小さい半径で最大となる。

この気圧分布が妥当なものかどうかを確認するために、横浜地方気象台(以下「横浜」と略す)の観測記録を調べてみた。これによると、図11に示すように、16時55分から17時23分までの28分間

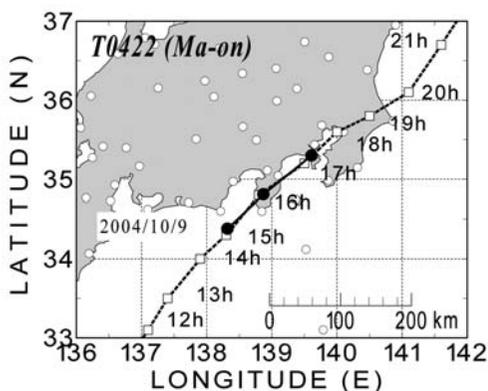


図9 台風22号の経路、破線は気象庁による経路(□は毎正時の速報値)、実線はHollandの式による解析に基づく中心の経路(15~17時の毎正時の中心位置)、×印は横浜市金沢区のトラック横転事故の場所。

にわたって気圧の下降は緩やかであり、その前後の時間帯で急激な気圧変化を示している。なお、横浜の記録において、急激な気圧下降が止まり、緩やかな下降に変わった時刻は16時55分である。本研究による解析結果の16時00分と17時00分の位置(図9黒丸)から内挿で求めた16時55分の位置

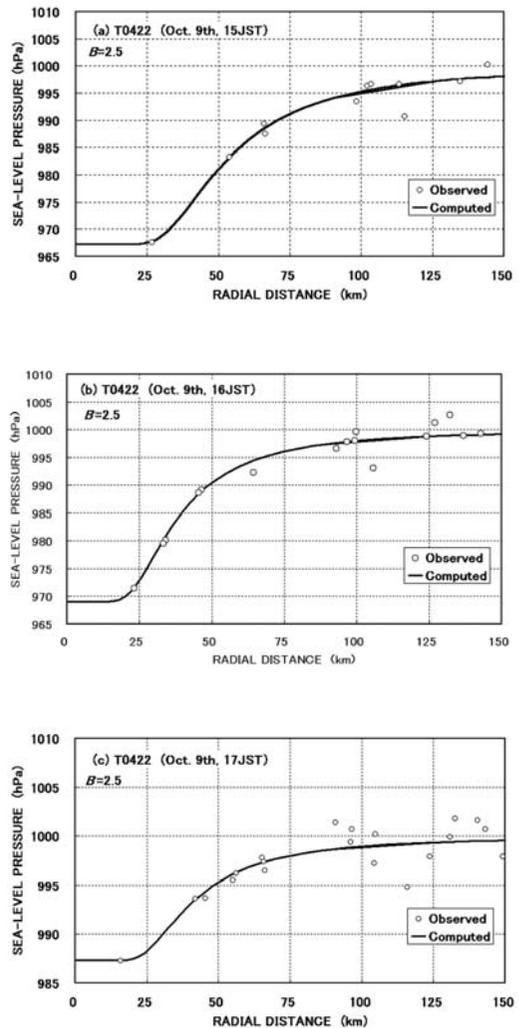


図10 Hollandの式による解析から得られた半径方向の気圧分布(実線)、○は気象官署における海面気圧観測値、(a)15時、 $p_c = 967.3$ hPa、 $\Delta p = 32.6$ hPa、 $r_m = 47.0$ km、(b)16時、 $p_c = 969.1$ hPa、 $\Delta p = 30.8$ hPa、 $r_m = 33.5$ km、(c)17時、 $p_c = 987.3$ hPa、 $\Delta p = 12.6$ hPa、 $r_m = 36.5$ km。

と横浜との間の距離を計算すると22kmとなる。この距離は、図10(c)における鍋底状部分の外縁に当たっている。

図9に示したように、横浜市金沢区のトラック横転事故の場所は、17時の解析による中心位置よりも北東に8km離れたところである。事故が起こったのは17時10分ごろであり、ちょうど中心が通過していたところであると推測される。横浜の記録によると、海面気圧の最低値は17時23分に記録されており、最大瞬間風速 39.9ms^{-1} (17時22分)が記録されたのとはほぼ同時であり。これが中心最接近時とすると、トラック横転事故を起こした突風は、時間差から考えて、同じ強風域の風に相当するのではないかと考えられる。

このような気圧と風速の時間変化の特徴は、中心経路のすぐ近くの網代測候所でも観測されている。すなわち、16時14分に最低海面気圧 974.1hPa 、16時13分に最大瞬間風速 63.3ms^{-1} が記録されている。したがって、少なくとも1時間は、中心通過時ころに突風が起こるとい構造が維持されていたようである。

なお、横浜の気圧の記録では、気圧上昇時の18時ころを中心として、約10分間にわたって気圧の唐突な降下と回復が見られる。このときには、最大瞬間風速 33ms^{-1} 程度の突風が記録されているが、これは時間的に見て、トラック横転事故を引

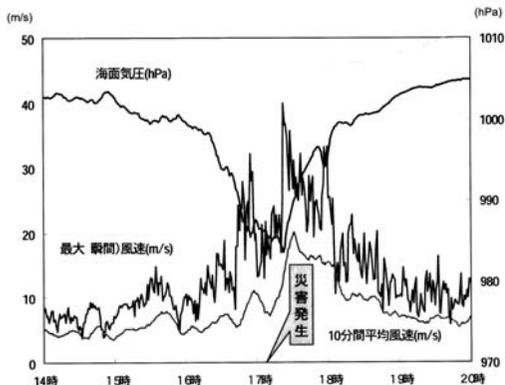


図11 台風22号来襲時における横浜地方気象台の海面気圧と風速の記録 (2004年10月9日、時刻はJST)、東京管区地方気象台・横浜地方気象台 (2004) より引用。

き起こした風ではない。このような気圧の降下は、Fujita (1952) により pressure dip と命名されたが、台風9119号のさい、これにともなう突風により災害が発生している (藤井, 1992)。

22号のように、Hollandの式で表さないと妥当な気圧分布が得られない台風としては、著者が解析の対象とした日本に上陸した顕著台風にはない。ただ、藤井・光田 (1995) は、1977年に八重山諸島を襲った台風5号 (通し番号7705号) の気圧分布をSchloemerの式で近似したところ、図12に示すように、中心気圧が非現実的に小さくなった。そこで、Hollandの式で近似すると、 $B=1.3$ の場合に合理的な気圧分布が得られた。この台風は、中心のすぐ近くまで大きな気圧傾度をもっているが、22号も最盛期には同じような気圧分布をもっており、上陸後急速に衰弱するとともに中心付近の気圧が上昇し、横浜の記録で見られる緩やかな変化になったのではないかと考えられる。このように考えると、南西諸島を襲った7705号のような非常に大きい気圧傾度をもった台風が関東地方を襲ったことになる。

7. まとめ

2004年において、発生数は平年値の26.7個より3個程度多い29個であったが、上陸数は平年値の2.6個の3倍以上の10個であった。このうち、6

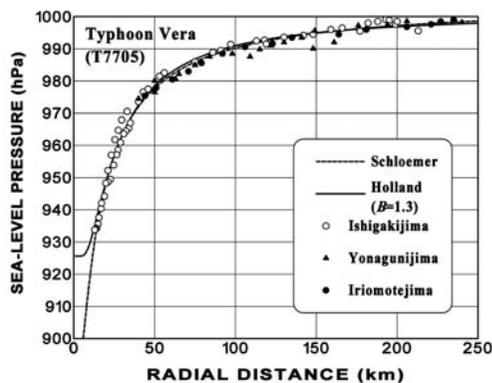


図12 台風7705号の半径方向の気圧分布、破線はSchloemerの式、実線はHolland ($B=1.3$)の式による。藤井・光田 (1995) より引用。

号, 10号, 16号, 18号, 21号, 23号の6台風について, Schloemerの気圧分布式により解析を行った。また, 22号はHollandの式により解析を行った。その結果を1955~94年に上陸した台風の解析結果(Fujii, 1998)と比較したところ, 次のような特徴が明らかになった。

- (1) 上陸時の Δp の年最大値再現期間は, 16号と18号は九州地方に上陸する台風として9年, 23号は四国・近畿地方に上陸する台風として6年に相当する。したがって, 2004年には, 各地域において, かつては数年に1回しか上陸しないような強い台風が3個も上陸している。
- (2) 16号, 18号, 23号は, 過去の同じ Δp の台風に比べて, r_m が大きく, スケールの大きい台風であった。
- (3) 23号の上陸後の減衰率については, 過去の同じ r_m の台風に比べて, 2倍程度大きかった。
- (4) 22号は, 1977年に八重山諸島を襲った5号のような小型で強い台風であったのではないかと考えられる。この台風は, 1955年以降では日本本土に襲例がない台風である。

なお, 2001年に発表されたIPCC第3次評価報告書(IPCC, 2001)によると, 地球温暖化に伴って, ある地域においては台風の最大風速が増大する可能性が高いとしている。地球温暖化に伴って日本を襲う台風の性状がどのように変化していくのか, 今後の台風活動に注目すべきである。

謝 辞

本研究の一部は, 科学研究費補助金基盤研究(C)「バイオリージョナリズムに基礎をおく京都の自然と生活文化に関する調査およびその展開」(研究代表者: 勝矢淳雄)の助成を受けた。また, 本研究における解析に使用した台風時における海面気圧および風速の資料は, (財)気象業務支援センターを通して入手した気象庁編集『気象庁月報(CD-ROM版)』から得たデータを使用した。さらに, 気象庁ホームページ掲載の各種発表資料および(社)日本損害保険協会ホームページ掲載の損害保険料支払に関する資料を使用させていただ

た。これらに対して厚く感謝の意を表す。

参考文献

- 藤井健: 台風9119号の気圧場の客観解析と強風の分布, 平成3年度文部省科学研究費突発災害調査研究成果報告「1991年台風19号による強風災害の研究」, pp.23-51, 1992.
- 藤井健・光田寧: 台風の気圧分布形について, 京都大学防災研究所年報, 第38号B-1, pp.101-116, 1995.
- Fujii, T.: Statistical analysis of the characteristics of severe typhoons hitting the Japanese Main Islands. *Mon Wea Rev.*, Vol.126, pp.1901-1907, 1998.
- Mon. Wea. Rev.*, Vol. 126, pp.1091-1097
- 藤井健: 2004年に京都を襲った台風の気象学的特性について, 京都産業大学総合学術研究所所報, 第3号, pp.89-98, 2005.
- Fujita, T.: Studies on typhoon and convection. *Report of Meteor. Lab., Kyushu Ins. Tech.*, Vol.2, Nos.1-4, pp.64-67, 1952.
- Hazen, A.: *Flood flows.* John Wiley and Sons, 200pp. 1930.
- IPCC, IPCC Third Assessment Report - Climate Change 2001, 英語, <http://www.ipcc.ch/>, 2006年5月25日
- 気象庁: 気候変動監視レポート2004, 68pp., 2005.
- Lin, Y. L. D. B. Ensley, and S. Chiao: Orographic influences on rainfall and track deflection associated with the passage of a tropical cyclone. *Mon. Wea. Rev.*, Vol.130, pp.2929-2950, 2002.
- Matano, H.: On the role of the lateral mixing in the cyclostrophic flow pattern in the atmosphere. *Journ. Meteor. Soc. Japan*, Vol.34, pp.125-136, 1956.
- Mitsuta, Y., T. Fujii and K. Kawahira: Analysis of typhoon pressure patterns over Japanese Islands. *Natural Disaster Science*, Vol.1, No.1, pp.3-19, 1979.
- 日本損害保険協会, 風水害による保険金の支払い, 日本語, <http://www.sonpo.or.jp/>, 2006年5月26日
- Schloemer, R. W.: Analysis and synthesis of hurricane wind patterns over Lake Okechobee, Florida. *Hydrometeorological Report*, USWB, No.31, 49pp., 1954.

東京管区气象台・横浜地方气象台：平成16年10月9
日に神奈川県横浜市で発生した突風による風害
について，現地災害調査速報，12pp.，2004.

Tuleya, R.E., M.A. Bender, and Y. Kurihara: A
simulation study of the landfall of tropical
cyclones using a nested mesh model. Mon.
Wea. Rev., Vol.112, pp.124-136, 1984.

(投稿受理：平成17年9月16日
訂正稿受理：平成18年6月1日)