

## 1911～2005年の巨大ストームに伴う東京湾の

### 風速と波高の極値の推定

#### **Estimating Extremes of Wind Speeds and Wave Heights Generated by Intense Storms during the 1911-2005 Year Period in Tokyo Bay**

山口正隆\*・畑田佳男\*\*・大福 学\*\*\*・野中浩一\*\*\*

Masataka YAMAGUCHI\*, Yoshio HATADA\*\*,  
Manabu OHFUKU\*\*\* and Hirokazu NONAKA\*\*\*

Shallow water wave hindcasting under the SDP measurement data-based wind condition is conducted for each of the 20-selected strong typhoons during the year period of 1911-1959 in Tokyo Bay, and spatial distributions of the maximum values of wind speed and wave height during a typhoon in the bay are discussed typhoon by typhoon. A gross finding is that the intensities of winds and waves depend strongly on the typhoon's characteristics such as its course and strength. Extreme value analyses are made using the annual maximum data samples of wind speed and wave height combined with those during the year period of 1961-2005. Maximum of the estimated 100-year return wind speed may be around 45 m/s in the bay. Also, maximum of the 100-year return wave height may be at most 4.5 m in the inner areas of the bay, while a much greater value is obtained in the outer areas of the bays exposed to open sea.

*Key Words* ; Tokyo Bay, wind speed, wave height, intense storms, year period of 1911-2005, the largest values and 100-year return values

## 1. 緒 言

わが国経済の中枢をなす東京湾は、多くの文献によりその歴史が明らかな近世に入って以降も、それ以前以上に台風に伴う高潮によって甚大な被害を受けてきたことから、近年における産業と人口の一層の集中を考慮するとき、できるだけ過去に遡って台風に伴う強風・高潮・高波の特性を明らかにし、将来起こりうる同種の異常海象に対する対応策の作成に資する努力が社会的に要請されている。とりわけ高潮時には、上昇した平均水面の上で高波が生じるので、高潮に加えて高波の適正な評価が

---

\*愛媛大学名誉教授

Prof. Emeritus, Ehime University

\*\* 愛媛大学大学院理工学研究科（工学系）生産環境工学専攻

Engineering for Production and Environment, Graduate School of Science and Engineering, Ehime University

\*\*\*愛媛大学工学部環境建設工学科

Department of Civil and Environmental Engineering, Faculty of Engineering, Ehime University

原稿受理 平成23年10月5日

重要になる。東京湾における過去の高潮に関しては、これが沿岸部の防災対策に直接関係することから、かなり詳細な検討が行われてきているが、ここで検討対象とする 1960 年以前の台風時の波浪に関する検討事例は、1958～1998 年の 20 台風のうち、台風 5811, 5821, 5915 号を対象とした波浪推算に基づく河合ら<sup>[1]</sup>の研究にほぼ限られる。

さて、内湾・内海における波浪や高潮の推定精度を高めるためには、その成因となる海上風を適正に評価する必要がある。最近では、MM5 のようなメソ気象モデルの利用によって内湾・内海における海上風分布の推定精度が改善されつつある。しかし、1960 年以前のように古い時代の台風に対しては、伊勢湾台風時の伊勢湾における海上風分布を推定した大澤ら<sup>[2]</sup>の研究を除いて、この種のモデルが適用されてきたことはほとんどない。これはモデルへの入力条件の不足や長大な計算時間によると推測される。一方、山口ら<sup>[3], [4]</sup>は内湾・内海の周辺に位置する気象庁気象官署において長年にわたり取得されてきた風観測資料（SDP 風資料）と内湾・内海の海上部と沿岸部の複数地点で取得された風観測資料との相関を利用して、海上部と沿岸部における観測相当風を求め、これらに対する空間補間によって海上風分布を算定する方法を開発した。観測相当風の観測風に対する再現性はかなり高いことが確認されている。

そこで本研究では、東京湾を含む関東沿岸海域において山口ら<sup>[3], [4]</sup>の方法により作成した 1911～1959 年の 20 台風時の海上風分布<sup>[5]</sup>を入力条件とする波浪推算の結果に基づいて、入力条件として与えた台風別最大風速の空間分布とともに、台風別最大波高の空間分布の特性を台風の生起年代順に考察する。ついで、1961～2005 年の 45 年間の海上風分布のデータセット<sup>[3], [4]</sup>から抽出した 100 ケース前後のストーム時海上風分布から得た年別最大風速資料およびこの海上風分布を入力条件とする波浪推算から得た年別最大波高資料<sup>[6]</sup>と本研究における 1959 年以前の結果をそれぞれ併せて極値統計解析を行い、東京湾における風速・波高の期間最大値および再現確率値の空間分布の特性を考察する。

## 2. 台風時の波浪推算と極値統計解析の方法

### 2.1 海上風分布資料

内湾（東京湾）における波浪推算は、外洋に接続する境界上格子点に外洋から入射する方向スペクトルを流入境界条件として与えるとともに、内湾海上風の入力条件のもとに波浪の発達・減衰計算を行うことから、海上風分布資料を 2 種類用意する。すなわち、1 つは北西太平洋に設けた格子間隔 80 km の格子網における表面風再解析値（NCEP 風資料）に楕円型気圧分布の仮定に基づく台風モデル風を埋め込んだ海上風分布資料の 1 時間間隔値のデータセット<sup>[7]</sup>（1948 年以降）、NCEP 風資料が存在しない 1947 年以前では円型気圧分布（Myers 式）の仮定に基づく台風モデル風による海上風分布資料の 1 時間間隔値のデータセットである。台風モデル風において傾度風速から海上風速への変換に際しては、台風半径相当距離地点で 1 をとり、遠方場で 0.6 に漸減する係数を乗じて台風中心付近の風速の増強をはかる。もう 1 つは Fig. 1 に示すように、東京湾・相模湾・駿河湾とその沖合海域からなる関東沿岸海域の周辺にそれぞれ位置する気象官署で取得された SDP 風資料に山口ら<sup>[3], [4]</sup>の方法を適用して格子間隔 2 km の格子網（100×91 の領域）上で 10 分ごとに作成した各台風時の海上風分布

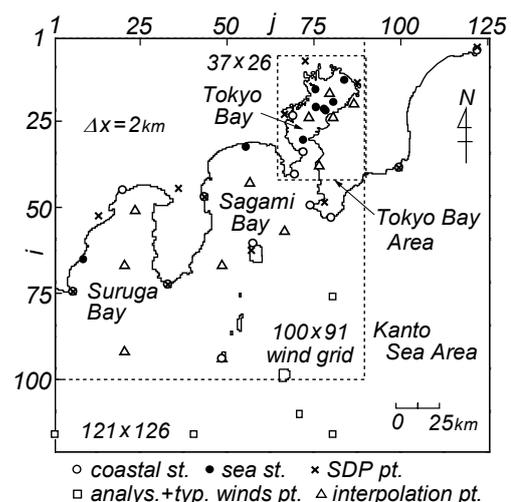


Fig. 1 Location of points where wind data are given in the Kanto Sea Area for estimating sea wind distribution.

のデータセットである。これは SDP 風資料と当該海域に位置する海上・沿岸観測地点における観測風資料との相関を利用して SDP 風資料から海上・沿岸観測地点における観測相当風を計算したのち、これらを空間補間して海上風分布を推定する方法であり、海上・沿岸観測風に対してかなり良好な再現性を示す。この方法の詳細は山口ら<sup>[3], [4]</sup>に、また本論文で対象とする 1911~1959 年の 10 台風に対する適用結果は山口ら<sup>[5]</sup>に与える。なお、図中の最も内側の点線枠は東京湾における海上風分布の抽出範囲 (37×26 の領域) を表す。

## 2.2 波浪推算の方法

波浪推算では Fig. 2 に示すように、まず東京湾の湾外で外洋に接続する境界上の格子点 (図中の○印, 4 地点) における波浪の方向スペクトルを 1 点浅海モデル<sup>[8]</sup>によって 1 時間間隔で計算する。用いる格子網は格子間隔 5 km の北西太平洋領域に格子間隔 1 km の関東沿岸海域, さらに格子間隔 0.1 km の東京湾 (図中の●印は波浪観測地点名) を組み込んだ 3 段階格子網である。入力条件とする海上風分布として, 2.1 で述べたように台風モデル風を埋め込んだ NCEP 風 (1948 年以降) あるいは台風モデル風 (1947 年以前) と, SDP 風資料に基づく内湾海上風の 1 時間間隔値の 2 種類を使用する。周波数データの個数は 0.047~1 Hz を不等分割した 20 個, 方向データの個数は全平面を 20° で等分割した 19 個である。計算期間は台風到着前の 3~4 日を含めて 4~5 日とする。湾内 (東京湾) における波浪推算では, 砕波減衰エネルギーを段波モデルで評価した格子点浅海モデル<sup>[9], [10]</sup>を適用する。周波数・方向データは境界地点における波浪推算に用いたものと同じである。

Fig. 3 は格子間隔 1 km で近似した東京湾 (69×54 に分割) を示す。図には, 外洋に接続する境界上に設けた流入境界地点 (○印, 4 地点) および沿岸地点名 (●印) を与える。波浪推算の時間間隔は 1 分, SDP 風より推定した海上風分布の入力時間間隔は 10 分であり, 格子間隔 2 km の海上風分布を 4 点双 1 次補間して 1 km 格子網上の値を求め, これが 10 分間不変とする。外洋に接続する境界上の格子点では, 境界 4 地点において 1 点浅海モデルにより計算した方向スペクトルを 1 分間隔で線形補間するとともに, 1 km ごとの境界格子点上に線形補間して与える。また, 外洋に接続する境界格子点において流出方向に方向スペクトルの完全流出条件を課し, 陸地境界地点では方向スペクトルの値を 0 とする。

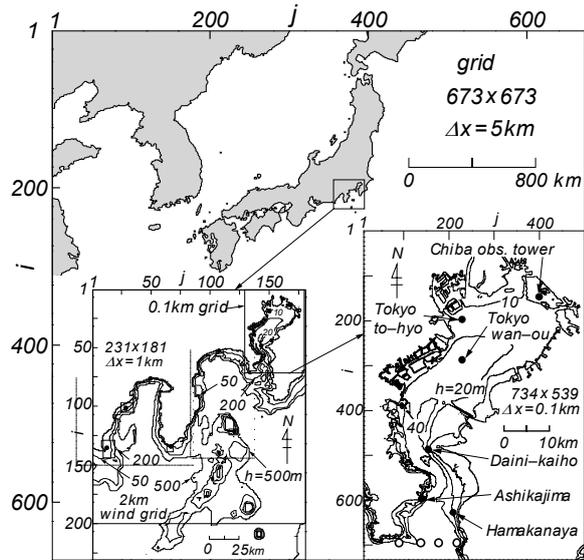


Fig. 2 A nested grid used in wave hindcasting at points along open boundary of Tokyo Bay by use of backward ray tracing model.

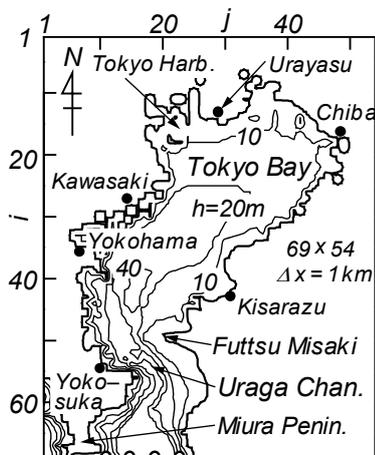


Fig. 3 Grid set on Tokyo Bay used in wave hindcasting and location name.

## 2.3 極値統計解析の方法

極値統計解析には、候補分布を Gumbel 分布、Weibull 分布（形状母数  $k=0.5\sim 10$  の 27 種類）、FT-II 型分布（形状母数  $k=2.5\sim 40$  の 20 種類）の計 48 種類とし、順序統計量のプロットポジションを合田<sup>[11]</sup>の公式、位置母数と尺度母数の推定を最小 2 乗法、最適分布の選択を最大相関係数基準、再現確率統計量の分散（平方根は標準偏差）の推定を jackknife 法による Yamaguchi・Hatada<sup>[12]</sup>のモデルを用いる。ここでは、このモデルを下限 censoring を受けた年別最大値資料の解析に適用する。

## 2.4 波浪推算対象台風

対象台風は、①1911 年（明治 44 年）7 月台風（T11-Jul 台風）、②1917 年（大正 6 年）10 月台風（T17-Oct 台風）、③1932 年（昭和 7 年）11 月台風（T32-Nov 台風）、④T3412 号（室戸台風）、⑤1938 年（昭和 13 年）9 月台風（T38-Sep 台風）、⑥T4021 号、⑦T4108 号、⑧T4327 号、⑨T4511 号、⑩T4709 号（カスリーン台風）、⑪T4821 号（アイオン台風）、⑫T4910 号（キティ台風）、⑬T5202 号、⑭T5313 号（テス台風）、⑮T5615 号、⑯T5811 号、⑰T5821 号、⑱T5822 号（狩野川台風）、⑲T5907 号、⑳T5915 号（伊勢湾台風）の 20 ケースである。これらは東京における高潮偏差記録、気象庁による異常気象報告書、日本気象協会による台風経路図 30 年集<sup>[13]</sup>、台風・高潮災害に関する書物<sup>[14]~[20]</sup>などを参照して、決めている。山口ら<sup>[5]</sup>はすでに主要な台風時の東京湾（⑥~⑪、⑬~⑮、⑲の 10 ケースを除く）における海上風分布の特性を議論しているが、今回の研究では波高分布の特性を新たに検討する立場から該当する台風に対して同じ図を採録している。

Table 1 は 20 ケースの台風番号（著者らが独自に番号名を付与した T11-Jul, T17-Oct, T32-Nov, T38-Sep の各台風を含む）と波浪推算の期間（m：月，d：日，t：時刻）の一覧を示す。欄外には特定の台風に対して気象庁により付与された名称あるいは英語表記の名前を与える。Fig. 4 は 20 ケースの台風の経路を 4 枚の図に分割して与える。

Table 1 List of name of wave-hindcasted typhoon and its day-period.

No.	typhoon name	cal. period (m/d.t)	No.	typhoon name	cal. period (m/d.t)
①	T11-Jul	7/25.10-7/26.06	⑪	T4821 <sup>3)</sup>	9/15.09-9/17.09
②	T17-Oct	9/30.08-10/01.12	⑫	T4910 <sup>4)</sup>	8/31.06-9/01.06
③	T32-Nov	11/14.10-11/15.10	⑬	T5202	6/23.00-6/24.15
④	T3412 <sup>1)</sup>	9/20.18-9/21.18	⑭	T5313 <sup>5)</sup>	9/24.12-9/26.12
⑤	T38-Sep	8/31.00-9/01.08	⑮	T5615	9/26.00-9/27.21
⑥	T4021	8/26.00-8/27.18	⑯	T5811	7/22.10-7/23.21
⑦	T4108	7/22.00-7/23.23	⑰	T5821	9/17.14-9/18.14
⑧	T4327	10/02.00-10/04.00	⑱	T5822 <sup>6)</sup>	9/26.00-9/27.09
⑨	T4511	8/22.00-8/23.22	⑲	T5907	8/12.15-8/14.15
⑩	T4709 <sup>2)</sup>	9/14.09-9/16.09	⑳	T5915 <sup>7)</sup>	9/26.03-9/27.16

<sup>1)</sup>Muroto, <sup>2)</sup>Kathleen, <sup>3)</sup>Ione, <sup>4)</sup>Kitty, <sup>5)</sup>Tess, <sup>6)</sup>Kanogawa, <sup>7)</sup>Isewan

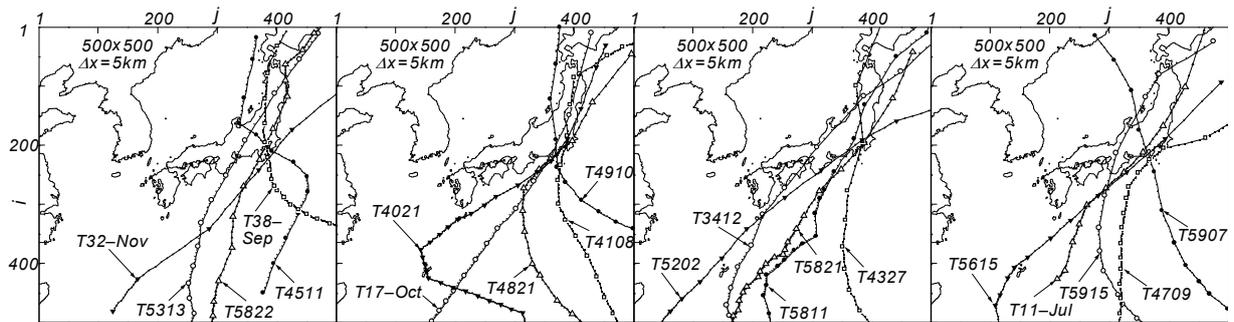


Fig. 4 Tracks of 20 typhoons used in wave hindcasting.

### 3. 台風特性と風速・波高の空間分布

#### 3.1 結果の提示方法

20 ケースの台風のうち個々の台風ケースについて、台風経路、(10 m 高度) 最大風速  $U_{10max}$  と風向、および最大 (有義) 波高  $H_{max}$  と波向の空間分布を台風の生起年代順に Fig. 5~Fig. 24 に与える。台風経路図は台風特性として日時 (日本への接近・通過時の 6 時間ごとの時点)、台風中心の緯度、中心気圧  $p_c$ 、台風半径  $r_0$  の一覧表を含む。ただし、1932 年以前の台風についての特性は 1 日 2~3 回の資料に基づく線形補間値である。これらは同じパターンの図であるので、本文の中で図の表題の説明は個別には行わない。東京湾における海上風分布は波浪推算領域に合わせて、関東沿岸海域で推定した結果から部分的に抽出している。

#### 3.2 各台風の特徴と最大風速・波高

(1) 1911 年 (明治 44 年) 7 月台風 (T11-Jul 台風) (Fig. 5)

##### 1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [14], [15], [16], [17]</sup>

この台風は 1911 年 (明治 44 年) 7 月 19 日マリアナ諸島の西方海上で発生、NW 方向に進行したのち 24 日早朝南大東島付近から進路を NE 方向に転じて、26 日午前 1 時頃静岡県沼津付近に上陸した。沼津における最低観測気圧は 967.9 hPa である。この時点の台風の中心気圧は 960 hPa、台風半径は 60 km と推定される。その後、台風は関東地方を NNE 方向に進行して午前 6 時頃福島県から太平洋に出た。因みに、東京では最低気圧 969.9 hPa を記録している。この台風に伴う豪雨と強風のため、関東地方一帯で多くの被害が生じた。とくに、東京湾湾奥の霊岸島で最大高潮偏差 190 cm (第 1 ピーク) と 130 cm (第 2 ピーク) を記録し、深川一帯で堤防決壊、家屋流出、人畜死傷などの著しい被害を生じた。死者・行方不明者、負傷者の人数や家屋被害や浸水家屋数などの具体的な数値は各資料に掲載されていない。

##### 2) 最大風速・風向の空間分布

この台風は東京湾の西側を NNE 方向に進行したことから、東京湾では風向 SE から S を経て SW 方向に経時変化する強風が吹送した。最大風速は湾外や湾口の 30 m/s から湾奥の 37.5 m/s に向けて大きくなり、風向も SW から S に変化する。

##### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外では境界付近で 7 m、浦賀水道北部の富津岬付近で 5 m、波向は SSW である。湾内では、湾口から 3 m の等波高線が広がっており、川崎沖合や湾奥の浦安方面で 3.5 m に達する。波向は S 方

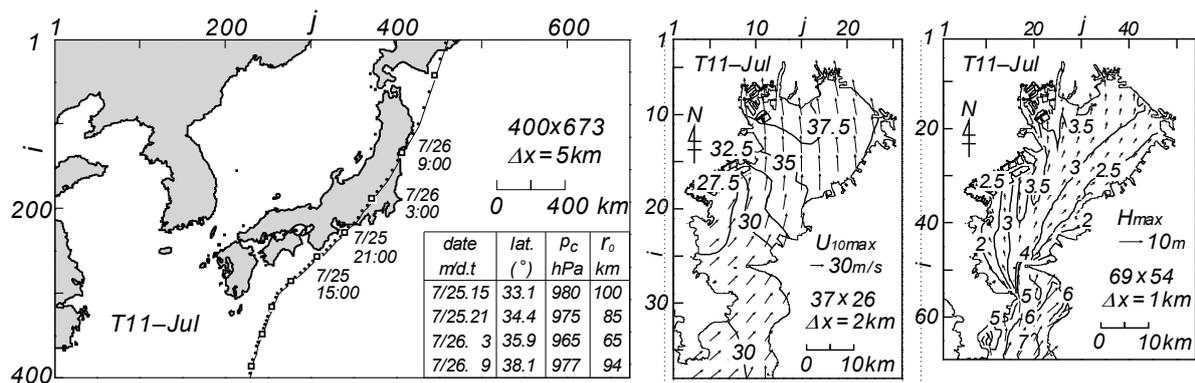


Fig. 5 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by Typhoon T11-Jul.

向を中心に東側海域で SW 方向に、湾口近くの西側海域で SSE 方向に傾く。湾内の東半分で見れば、波高は千葉県沿岸の 2.5 m から東京港や浦安方面の 3.5 m に向けて NW 方向に大きくなる。

## (2) 1917 年 (大正 6 年) 10 月台風 (T17-Oct 台風) (Fig. 6)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [14], [15], [16], [17]</sup>

1917 年 (大正 6 年) 9 月 25 日フィリピン諸島の東方海上で発生, 9 月 27 日に進路を NNW から NNE~NE に転じて 29 日南大東島付近を通過, 30 日夜半沼津付近に上陸した。沼津では最低気圧 952.3 hPa を記録した。台風はその後毎時 80~90 km という速い速度で進み, 10 月 1 日 3 時頃浦和を経て東北地方を縦断し, 北上した。10 月 1 日 1 時~3 時頃の台風勢力は中心気圧 945 hPa, 台風半径約 110 km と推測される。東京では最低気圧 952.7 hPa を観測した。この台風のため, 東海地方から東北地方にかけて大規模な風水害が発生した。とくに東京湾では, 満潮時近くで生じた観測史上第 1 位にあたる最大大潮偏差 230 cm という未曾有の高潮が, 湾奥の羽田, 品川から江戸川河口部にかけて激甚な災害をもたらした。死者・行方不明者 1,324 人, 負傷者 2,022 人, 家屋被害 60,000 棟, 浸水被害 303,000 棟, 船舶被害 8,182 隻の大被害となっている。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

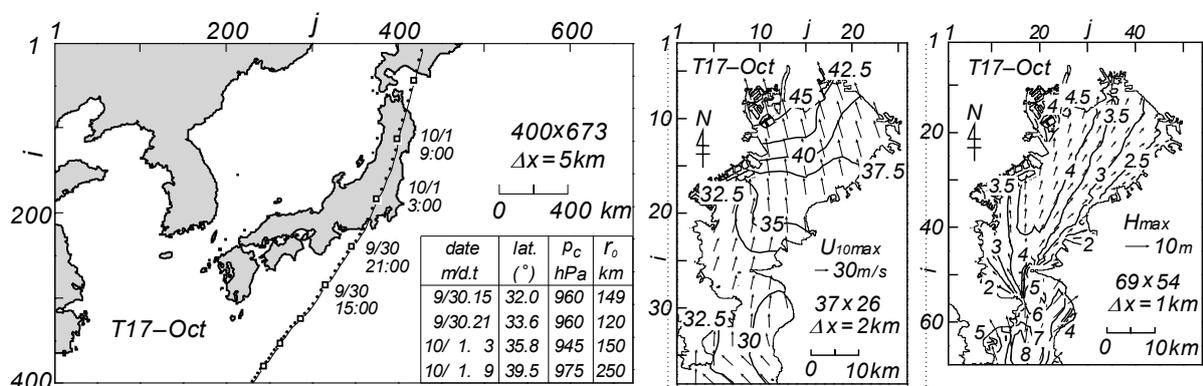


Fig. 6 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by Typhoon T17-Oct.

この台風も東京湾の西側を NNE 方向に進行したことから、台風の進行とともに風向は SE から S を経て SW に変化し、強風が吹送した。最大風速は湾外の 30 m/s から湾奥の 45 m/s へと急増している。風向は湾外で SE, そこから湾内に向けて SSW~S, SSE と変化する。東京港や浦安方面では 40 m/s を越える猛烈な風が吹送している。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外では境界で 8 m, 浦賀水道北部で 5 m, 波向は S~SSW である。湾内では湾口から 3 m の等波高線が、横浜の沖合から 4 m の等波高線が延びてそれぞれ湾奥にまで達し、浦安沖に 4.5 m 波高域も出現する。波向は S を中心に SSE 方向にやや傾く。千葉県側の東岸では 2.5 m に、横浜~横須賀でも 2~2.5 m に向けて小さくなる。

## (3) 1932 年 (昭和 7 年) 11 月台風 (T32-Nov 台風) (Fig. 7)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [16], [17]</sup>

台風は 1932 年 (昭和 7 年) 11 月 7 日ヤップ島の南方海上で発生, 12 日ルソン島北端近くから NE 方向に進行し, 14 日朝四国の南方海上を進んで, 18 時に伊豆半島沖を通過 (台風の中心気圧は 945 hPa 程度), 15 日 3 時に房総半島をかすめて, 9 時に仙台沖から NE 方向に去った。勝浦で 952.9 hPa, 銚子で 952.3 hPa の最低気圧を記録した。房総半島付近で台風の中心気圧は 945~950 hPa, 台風半径は 80 km と推測される。この台風に伴う強風と大雨によって, 関東・東北地方に重大な風水害が発生した。死者・行方不明者 235 名, 負傷者 357 名, 家屋被害 32,000 棟, 浸水被害 65,000 棟, 船舶被害 2,228 隻に及ぶ。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

台風は伊豆半島沖から房総半島沖を NE 方向に進行したことから, 台風左側半円に入った東京湾では台風の進行につれて風向 N から NW に変化する強風が吹送した。最大風速は湾外の 45 m/s から湾口の 40 m/s, 湾奥北部の 30 m/s へと湾内で急激に小さくなる。風向は NNW から N である。この台風は湾外で猛烈な風を伴ったにもかかわらず, N 寄りの風向をもったことから, 東京湾内では大きな高潮は生じていない。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

湾外で波高 5 m 程度の SSW 方向波浪の侵入がみられるが, N 寄りの烈風を伴った台風特性を反映して, 波高は湾奥での 2 m から湾内中央の 3 m を経て湾内南東側の 4 m に向けて増大し, 湾口の外側で 5 m に達する。波向は主に N である。湾内南東岸の 4 m 波高域はこの海域における期間最大波高域

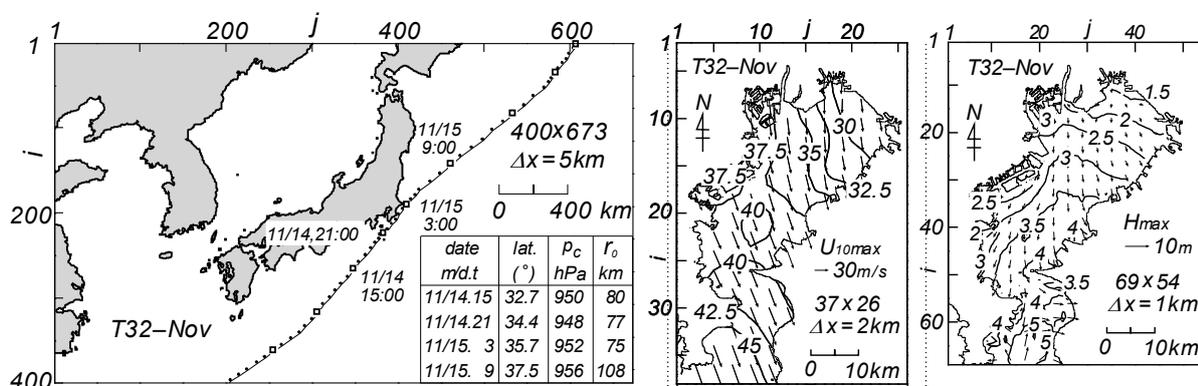


Fig. 7 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by Typhoon T32-Nov.

に対応する。

#### (4) T3412号(室戸台風)(Fig. 8)

##### 1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [15], [16], [17], [21]</sup>

1934年(昭和9年)9月13日頃カロリン諸島の南東海上で発生, 19日夜半沖縄の南東海上で進路をNNE方向に転じ, 20日夜半に宮崎の南東海上を通過して21日5時前に高知県奈半利町に上陸した。室戸測候所では最低気圧911.9 hPaを記録した。その後, 台風は淡路島を経て神戸近郊に再上陸, 9時頃敦賀付近に達し, 北陸・東北地方を経て太平洋に進んだ。超大型の本台風は猛烈な風と豪雨によって全国的に甚大な風水害をもたらし, とくに阪神地区では高潮によって未曾有の大被害を生じた。東京湾でも羽田で約20 cmの高潮偏差<sup>[17]</sup>が生じたことが述べられているが, 被害の状況は明らかでない。被害は大阪で最も大きく, 近畿・四国地方を中心に, 死者・行方不明者3,036名, 負傷者14,994名, 家屋被害93,000棟, 浸水被害401,000棟, 船舶被害27,594隻と膨大な数に達する。

##### 2) 最大風速・風向の空間分布

台風が敦賀付近に位置する9月21日9時で中心気圧952 hPa, 台風半径117 km, 秋田県に位置する15時で中心気圧967 hPa, 台風半径165 kmとかなり強い勢力を保っていたことから, 台風の右側半円に入った東京湾においてもSからSW方向の強風が吹続した。最大風速は25~35 m/sの範囲にあり, 湾内では中央より北側で30~35 m/sをとり, 湾奥の東京港付近で35 m/sときわめて強い。風向はSSW~Sである。

##### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外境界で6 m, 波向はSSW, 浦賀水道の北部で4.5 mとやや小さくなる。湾内では3 mの等波高線が湾口から湾中央部および北部にまで延び, 湾奥では4.5 mに達する。湾内の東岸では2.5 m, 西岸では2 m程度に減じる。波向はSを中心に東側海域でSSW~SW, 湾口近くの西側海域でSSEをとる。東京湾が台風経路から200 km以上離れているとはいえ, 強風によってかなりの高波が生じている。

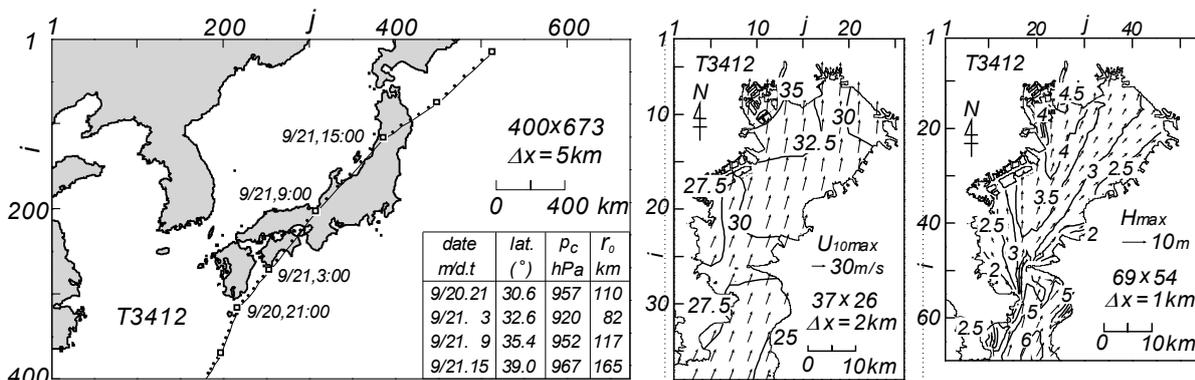


Fig. 8 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T3412.

#### (5) 1938年(昭和13年)9月台風(T38-Sep台風)(Fig. 9)

##### 1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [14], [15], [16], [17]</sup>

1938年(昭和13年)8月26日南鳥島の西方海上で発生, WNW~NW方向に進み, 8月31日朝八丈島付近から進路をN方向に転じた。9月1日1時前に三浦半島に上陸, 横浜・東京の西側を通過し

て関東地方を N 方向に進行したのち、進路を NNE 方向に変えて東北地方を日本海沿いに縦断した。三浦半島を通過中の台風の中心気圧は 965 hPa、台風半径は 105 km と推定される。横浜では最低気圧 970.9 hPa を記録した。台風の暴風域は小さかったが、中心付近で強風が吹送するとともに大雨が降ったため、関東・甲信越・東北地方の各地に甚大な被害がでた。東京湾では 194 cm の最大高潮偏差を記録したが、干潮時にあつたため、高潮による被害は少なかった。しかし、強風によって船舶被害が続出した。東京湾に巨大な高潮をもたらす台風の経路は四国沖や紀伊半島沖を経て東京湾の西側を NNE~NE 方向に進行する経路と、東京湾の南東海域を NW 方向に進行したのち N~NNW 方向に進路を転じて東京湾の西側を通過する経路に大別される。このケースは後述する T4910 号と同様に、後者に分類される。死者・行方不明者 245 名、負傷者 137 名、家屋被害 13,000 棟、浸水被害 159,000 棟、船舶被害 378 隻にのぼる。

## 2) 最大風速・風向の空間分布

台風の経路特性を反映して、強風を伴いながら風向は NE から E, SE, S に変化した。台風が三浦半島を N 方向に進行したことから、最大風速は湾内外の西岸で 40 m/s を越え、東岸でも 35~40 m/s を与える。風向は湾外から湾南側で SE~E~NE, 湾中央から湾奥で S をとる。

## 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外では境界付近の 6 m から富津岬付近で 4.5 m になる。波向は S~SSW をとる。湾内では湾北部で南東側の 2 m から北西側の羽田空港付近の 3.5 m に NW 方向に大きくなる。波向は S 向きである。湾中央より南側では中央の 2.5 m から SW 方向に向けて 4.5 m に大きくなる。波向は NE である。このように、台風の経路特性のため、湾内の中央より南側と北側の海域で波高の分布状況が全く異なる。

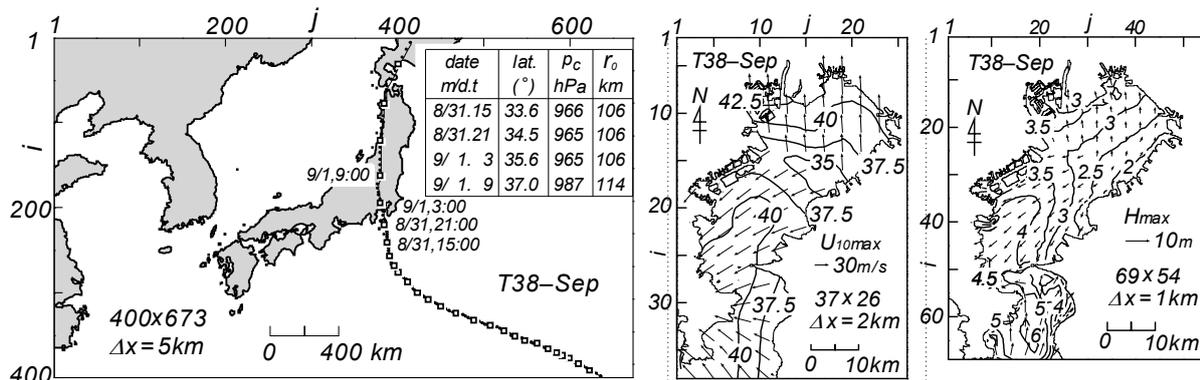


Fig. 9 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T38-Sep.

## (6) T4021 号 (Fig. 10)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[13]</sup>

本台風は 1940 年 (昭和 15 年) 8 月 18 日にサイパン島の西方海上で発生, NNW 方向に進路をとり, 22 日沖の大東島を経て 23 日沖縄本島に上陸した。その後, 東シナ海で進路を NE 方向に変えて 25 日鹿児島沖 (中心気圧 973 hPa), 26 日紀伊半島沖 (中心気圧 973 hPa) を通過したのち, 伊豆大島付近で NNE 方向に転じて 26 日夜半東京湾を縦断し, 27 日仙台付近 (中心気圧 973 hPa) から太平洋に出て, 北海道の根室を通過した。最低観測気圧は経路に近い大島で 965.2 hPa, 横浜で 977.6 hPa, 少し離れた勝浦で 986.9 hPa, 銚子で 989.1 hPa であるから, 上陸台風時の気圧としては比較的低いと推測される。この台風時の強風域は限られていたが, 大雨を伴い, 千葉県や茨城県で相当の被害が出たと

のことである。両県の死者・行方不明者は 19 人，家屋被害は 100 棟である。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

本台風は東京湾を湾軸方向（NNE 方向）に進行していることから，台風進行に伴って風向は反時計方向に急変する。最大風速は湾外で 32.5 m/s，湾口や湾央で 30 m/s，東京や横浜など西岸で 25～27.5 m/s であり，E 方向に大きくなる。風向は台風中心が通過した南側で S，湾内に入ると湾奥の E 寄りから湾口の N に反時計まわりに変化する。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外では境界近く 5 m から富津岬付近で 3.5 m に減じる。波向は S から SW をとる。湾内では湾口の 3.5 m から湾中央で 2.5 m，湾奥の北東側で 2 m，北端で 1.5 m と順に小さくなる。逆に言えば，湾奥北東側の 2 m から湾口の 3.5 m に向けて大きくなる。また北東側海域では北側の 1.5 m から東側の 2 m に増大する。波向は東側の 2 m 等値線付近で W 方向，西側の 2m 等値線から湾口の 3.5 m 等値線付近に向けて E から NE に変化する。

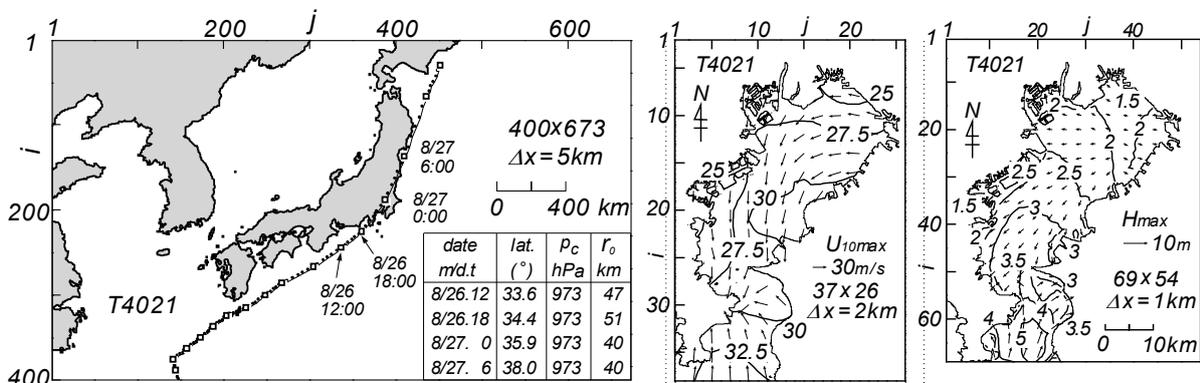


Fig. 10 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T4021.

## (7) 台風 4108 号 (Fig. 11)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [16], [18]</sup>

本台風は 1941 年（昭和 16 年）7 月 17 日にマリアナ諸島南東海域で発生，NNW～NW 方向に進行して 7 月 22 日 6 時には北緯 31°，東経 139° 付近に達した。中心気圧は 967 hPa である。台風はここから進路を N 方向あるいは NNE 方向にとって伊豆大島，房総半島先端（22 日 21 時，中心気圧 971 hPa），東京（22 日 23 時，中心気圧 979 hPa）を通り，仙台・盛岡方面に進み，太平洋に抜けた。最低観測気圧は富崎（房総半島先端の野島崎付近）で 977.4 hPa，横浜で 980.6 hPa である。この台風に伴う強風（東京，千葉，神奈川など）や大雨（福島，茨城など）により，台風の規模から想定される以上の被害が生じた。死者・行方不明者は 98 名，家屋被害は 1,000 棟，浸水被害は 214,000 棟であり，耕地被害も 202,000 ha に及ぶ。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

台風は東京湾の湾軸方向，つまり NNE 方向に進行したことから，風の場の時空間変化が著しい。最大風速は西岸の 20 m/s から東岸の 25 m/s 弱の範囲にあり，西から東に向けてやや大きくなる。風向は E～ESE である。本台風時の東京湾における風はそれほど強くない。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外に 3 m 域が広がる程度で小さい。富津岬付近では 2.5 m をとる。波向は S を中心とする。

湾内では東岸で 1.5 m, 西岸や湾口で 2 m, 波向はおおむね E を示す。いずれにしろ, 本台風時の波高は風速と同様にあまり大きくない。

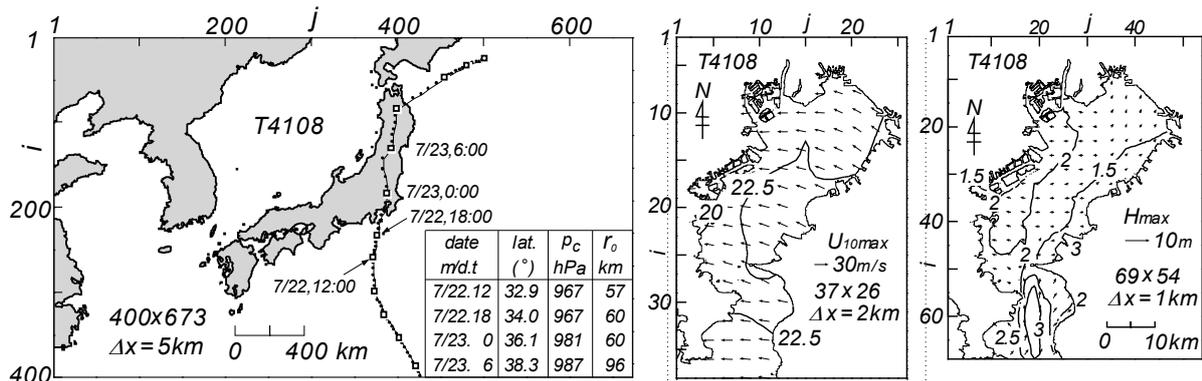


Fig. 11 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T4108.

(8) 台風 4327 号 (Fig. 12)

1) 台風特性と被災状況<sup>[13]</sup>

本台風は 1943 年 (昭和 18 年) 9 月 28 日にマリアナ諸島の東方海上で発生, NW 方向に進行し, 30 日には NNW 方向に転じて 10 月 2 日 6 時に北緯 25°, 東経 138° に達した。中心気圧は 953 hPa である。ここから進路を N 方向, ついで NNE 方向に転じて 3 日 6 時には八丈島南東海上で 947hPa をとり, 伊豆大島の東側海上を経て, 3 日 12 時頃房総半島先端の富崎付近に上陸, 東京湾の東岸に沿って進んで仙台, 盛岡に達した。最低観測気圧は台風経路に近い三宅島で 964.3 hPa, 富崎で 965.3 hPa, 東京で 973.0 hPa とかなり低い。本台風時には強風よりむしろ大雨による洪水災害が頻発した。全国の死者・行方不明者は 49 名, 家屋被害は 180 棟, 浸水被害は 36,000 棟である。

2) 最大風速・風向の空間分布

本台風も関東沿岸海域では前出の T4108 号と類似するが, やや西寄りの経路をとっている。しかし, 最大風速は東京湾の西側で 20 m/s, 東側で 22.5 m/s であり, E 方向に向けてやや大きくなる。一方, 風向は SW を主な方向とし, 湾奥で W 方向をとり, T4108 号時と 90° 以上異なる。

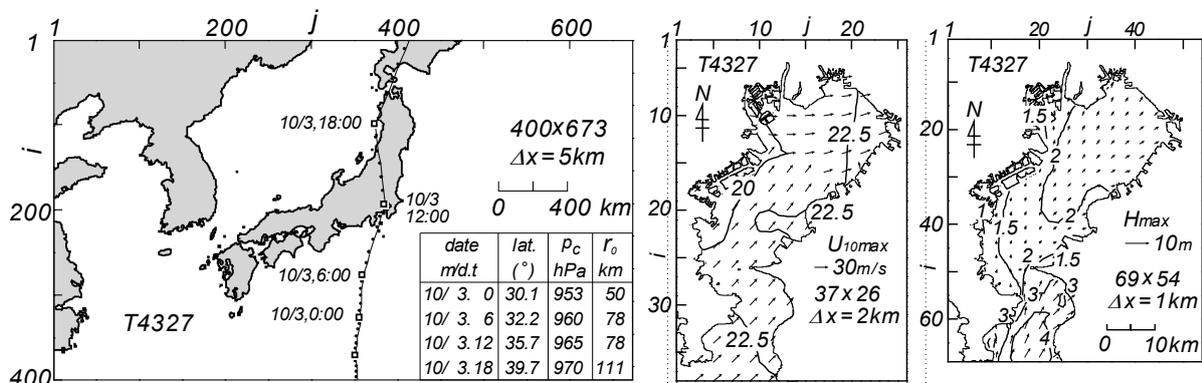


Fig. 12 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T4327.

### 3) 最大波高・波向の空間分布

湾外では境界から 4 m 波高域が延びるが、富津岬付近では波高は 2.5 m 程度である。波向は SSW から SE をとる。湾内では南西岸で波高は 1.5 m、湾中央で 2 m と NE 方向に向けて大きくなるが、湾奥の北東岸でも 2.5 m には達しない。波向は南部の S から北東部の SW に変化する。

## (9) T4511 号 (Fig. 13)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[13]</sup>

本台風は 1945 年（昭和 20 年）8 月 20 日頃マリアナ諸島北西海域で発生、N 方向、ついで NNE 方向に進行して、22 日 6 時北緯 32°、東経 143° 付近に達した。このときの中心気圧は 985 hPa である。続いて台風は進行方向を N、すぐに NW に転じ、房総半島南部や三浦半島を経て 23 日 6 時関東地方北西部に達した。この時の中心気圧は 1000 hPa と台風がかなり衰えている。最低観測気圧は勝浦で 978.4 hPa、横浜で 986.9 hPa である。台風は強風のほか関東一帯に雨を伴ったが、被害の状況は明かでない。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

最大風速は東京湾の湾奥で 35 m/s、湾奥東部から湾口部で 30 m/s、湾外で 30 m/s 弱となっているので、南から北に向けてかなりの強風が東京湾内で吹送している。風向は NNE から NNW あるいは NW と N 寄りの風場となっている。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外で 2.5~3 m、波向は SW をとる。湾内では湾奥北東岸の 1.5 m から湾中央の 3 m に大きくなる。波向は N 寄りを主とする。また、湾中央以南では 3 m 域が広範に広がるが、南西側では 2.5 m 域がみられ、やや小さい。要するに、E 方向に波高がやや増大する。波向は N であるが、羽田空港付近では逆に S 方向を示す。

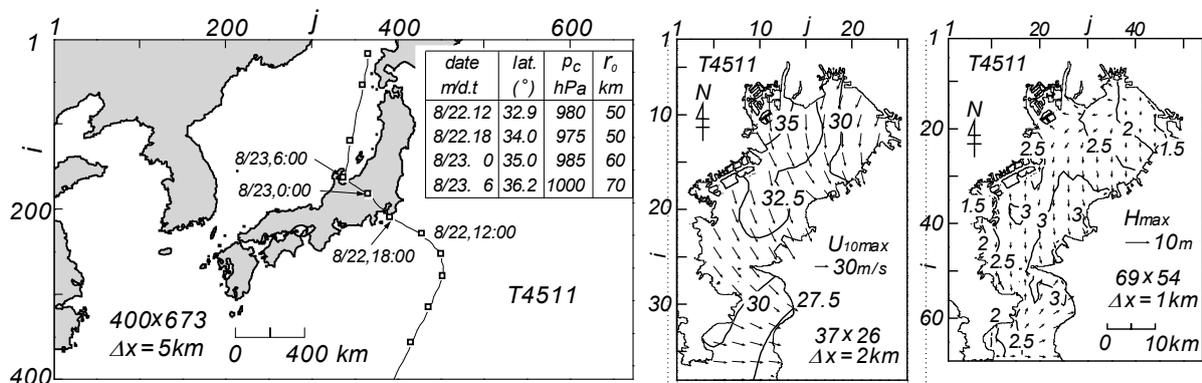


Fig. 13 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T4511.

## (10) T4709 号 (カスリーン台風) (Fig. 14)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [16], [18], [19], [20]</sup>

本台風は 1947 年（昭和 22 年）9 月 8 日にマリアナ諸島の東方海上で発生、W, WNW 方向に進行して 12 日北緯 20°、東経 136° に達したのち、進路を N, NNE 方向にとり 15 日 3 時紀伊半島の南東海上に達した。中心気圧は 970 hPa である。本台風はその後 NE 方向に進路をとり、15 日 22 時頃房総半島をかすめて三陸沖に至った。中心気圧は銚子沖にあった 16 日 3 時で 990 hPa とかなり衰えている。最低観測気圧は台風経路に近い大島で 986.6 hPa、富崎で 989.0 hPa である。本台風は強風よりもむしろ

ろ前線を刺激して関東地方から東北地方にかけて大雨をもたらし、その結果、未曾有の大水害が関東地方から東北地方で発生した。全国の死者・行方不明者 1,910 名、家屋被害 9,300 棟、浸水被害 385,000 棟にのぼる。

## 2) 最大風速・風向の空間分布

東京湾は本台風の左側半円に入ったので、風向は反時計方向に変化した。最大風速は湾奥で 20 m/s、湾口で 15 m/s、風向は N 寄りであり、風は強くない。

## 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外境界の一部で 4 m であり、浦賀水道付近で 2 m に小さくなる。波向は S をとる。湾内では湾奥で 1 m、湾中央から西岸と東岸で 1.5 m、湾口で 2 m になる。波向は湾中央より南西側で NE であるが、湾奥では E~N~NW と広い範囲をもつ。いずれにしろ、波高は小さい。

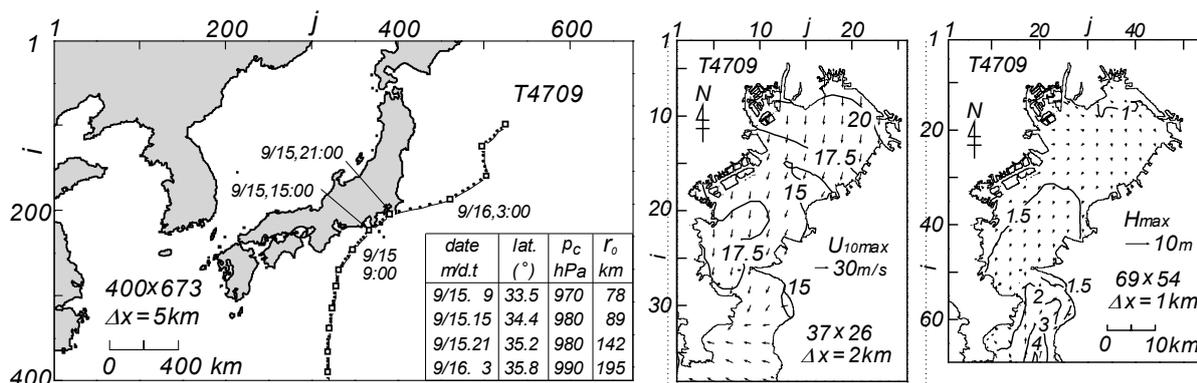


Fig. 14 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T4709.

## (11) T4821 号 (アイオン台風) (Fig. 15)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [16], [18], [22]</sup>

1948 年 (昭和 23 年) 9 月 7 日マーシャル諸島の東部海域で発生、進行方向を W 方向、ついで NW 方向にとり、15 日 3 時頃に南大東島の東方海上に達した。このときの中心気圧は 940 hPa である。台風はこのころから向きを N 方向に変え 16 日 3 時頃潮岬の沖合で NE 方向に転じて 16 日夜半千葉県富崎 (館山) と木更津の間に上陸し、房総半島を縦断、銚子付近から太平洋に出て東北地方・北海道の沖合を通過した。最低観測気圧は長津呂 (石廊崎) で 948.3 hPa、大島で 943.0 hPa、富崎 959.8 hPa (千葉県館山で 958.1 hPa)、横浜で 966.7 hPa、東京で 971.9 hPa、銚子で 963.5 hPa である。台風の進路にあたった千葉県を中心に甚大な強風災害が、岩手県を中心に宮城県と福島県で豪雨による前代未聞の土砂・洪水災害が生じ、1949 年 (昭和 24 年) の北上川上流改修計画の大幅な改定と 1950 年 (昭和 25 年) の国土総合開発法の制定・公布につながった。本台風時の死者・行方不明者は 838 名、負傷者は 1,956 名、家屋被害は 18,000 棟、浸水被害は 120,000 棟にのぼる。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

台風は東京湾の湾口から木更津付近を NE 方向に進行していることから、反時計回りの風向をもつ強風場がもたらされている。最大風速は NW-SE 方向に大きくなり、東京湾の西岸側で 30~35 m/s、東岸側で 40 m/s 前後の値をとる。風向は N から W と空間的に変化し、とくに湾外では W を示す。T4821 号は豪雨によって東北地方を中心に空前の洪水災害をもたらした台風としてよく知られているが、東京湾の東岸にあたる千葉県沿岸ではかなりの強風を出現させている。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外境界の一部で 9 m, 富津岬付近で 3.5 m と湾口に近づくとつれて急減する。波向は S から SW である。湾内では波高は北西岸沖合の 2.5 m から東岸の 3 m, 北東岸の 3.5 m に向けて大きくなる。波向は NW あるいは W をとる。これはこの海域における期間最大波高に相当する。また北西岸近くの羽田空港付近や横浜の沖合でも波向 S~SE の 2.5 m 波高域がみられる。湾口の内側では波高は 3 m をとるが, N 寄りと S 寄りの波浪が混在することから, 空間的には 90° 以上の波向の差が現われる。

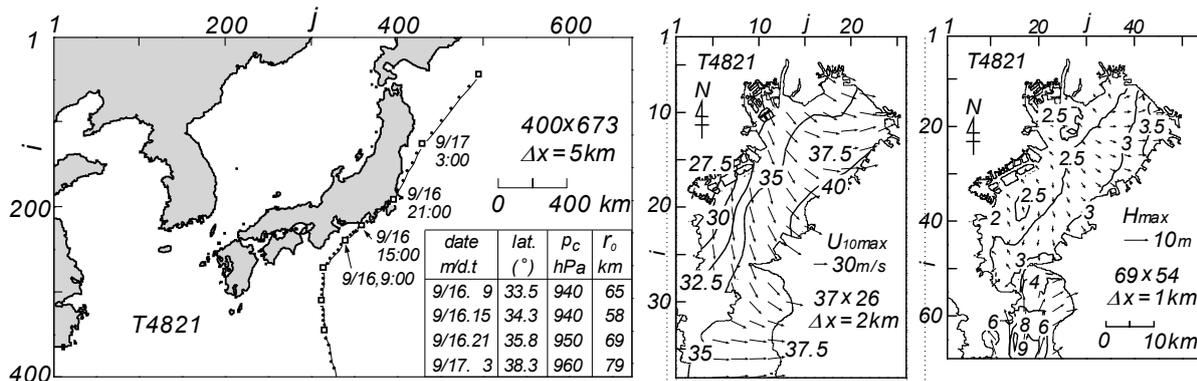


Fig. 15 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T4821.

## (12) T4910 号 (キティ台風) (Fig. 16)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[14], [15], [16], [17], [23]</sup>

1949 年 (昭和 24 年) 8 月 28 日南鳥島の東方海域で台風が発達, NW 方向に進行して鳥島の東方 200 km に達したのち, 伊豆諸島の西方を NNW 方向に進行して, 31 日 17 時伊豆半島の東岸から 19 時頃神奈川県網代の東方に上陸し, 熊谷, 柏崎を通過して日本海に抜けた。網代では最低気圧 966.2 hPa を記録した。上陸時点で中心気圧 960 hPa, 台風半径 70 km と推測される。この台風は T38-Sep 台風と同様に, 東京湾の西側を N~NNW 方向に進行して, 東京湾に巨大高潮をもたらす経路をとった。本台風時には関東地方を中心に大雨による洪水被害と強風および高潮による被害が広範に生じた。すなわち, 東京湾では霊岸島で最大高潮偏差 140 cm を記録し, しかも台風通過時刻と満潮時が重なったために, 東京湾一帯に高潮による大規模な浸水災害を生じ, 横浜港では甚大な船舶被害をもたらした。死者・行方不明者 160 名, 負傷者 479 名, 家屋被害 17,000 棟, 浸水被害 144,000 棟, 船舶被害 2,755 隻となっている。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

台風は T38-Sep 台風と同様に, 東京湾の西側 (伊豆半島) を N~NNW 方向に進行したことから, 時間の経過とともに風向は SE から S~SSW に変化した。最大風速は湾外で 35 m/s, 湾内で南側の 32.5~35 m/s から北側の 27.5~30 m/s に向けて減少するし, とくに湾奥では東西方向に傾きをもち, 西岸の 32.5 m/s から東岸の 27.5 m/s 以下に小さくなる。風向は湾外で S, 湾内で南側の S~SSE から湾奥の SE 方向へと反時計方向に変化する。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外で 5~7 m, 波向は S から SW, 湾内では 3 m 等波高線が西側半分にはびかり, 横浜沖合から川崎に向けて 4 m 域が延びる。波向はおおむね S である。また東側半分では 3 m から 2 m に向けて

小さくなる。波向はSからSW方向に傾く。また横浜方面の南西岸では3 mから2.5 mをとる。波向はSE方向に変化する。T4910号時には波高の最大域が他の台風時より西側に移動している。同じ海域で波向NEをとるT38-Sep台風時の波高の分布状況と全く異なる。

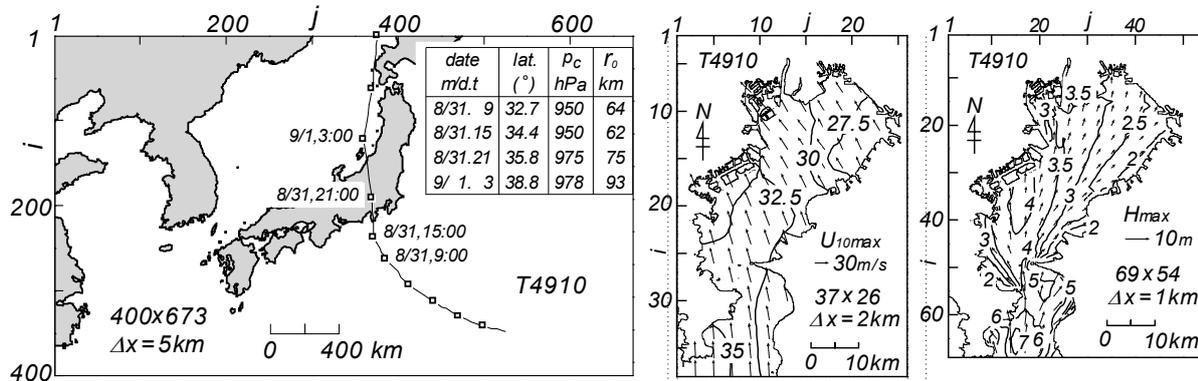


Fig. 16 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T4910.

(13) T5202号 (Fig. 17)

1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [16], [18]</sup>

本台風は1952年(昭和27年)6月19日フィリピンの東方海上で発生、WからNW方向に進んで21日9時北緯20°線に達した。中心気圧は982 hPaである。その後、NNE~NE方向に進路をとって23日北緯30°線(中心気圧978 hPa)を横切り、九州の大隅半島沖、四国沖を通過して、紀伊半島南部に上陸した。つづいて、台風は志摩半島南部をかすめ23日20時頃浜名湖付近(中心気圧976 hPa)から再上陸して24日3時前に東京を通過し、4時頃鹿島灘に出た。最低観測気圧は潮岬で969.7 hPa、浜松で977.5 hPa、御前崎で980.3 hPa、東京で984.6 hPaである。台風時には大雨による洪水災害や土砂災害が多く場所で頻発した。全国の死者・行方不明者は135名、家屋被害は400棟、浸水被害は40,000棟、船舶被害は182隻(漁船の被害大)である。

2) 最大風速・風向の空間分布

台風は東京湾より少し西側をNE方向に進行したため、風向はSEからS, SW, Wと時計まわりに

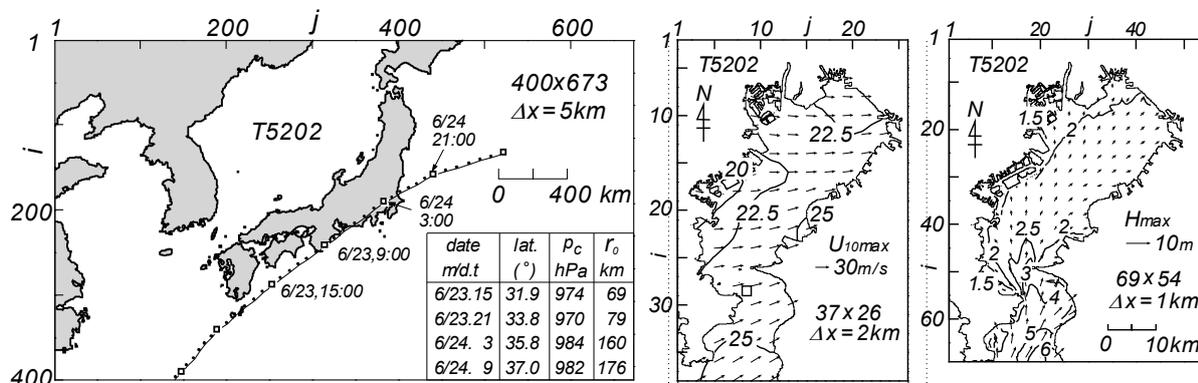


Fig. 17 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T5202.

急変した。最大風速は西岸で 20 m/s, 東岸の一部で 25 m/s で W から E 方向に向けて増大する。風向はほぼ W である。東京湾における風はそれほど強くない。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外境界の一部で 6 m をとり, 4 m 波高域が大部分を占める。波向は SSE から SE である。富津岬付近では波高は 3.5~4 m を示す。湾内では波高は湾口付近で 2.5~3 m であり, 湾内全体では 2 m の等波高線が広がる。つまり, 湾内の波高は 2~2.5 m の範囲にあるが, 湾奥北西側では 1.5~2 m の海域もみられる。波向は湾口の S から湾中央と湾奥の SW に変わる。

## (14) T5313 号 (テス台風) (Fig. 18)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [16], [18]</sup>

本台風は 1953 年 (昭和 28 年) 9 月 18 日にカロリン諸島海域で発生, WNW 方向に進み, 20 日に NW 方向に転じ, 北緯 20° 線を横切った 23 日 9 時には中心気圧 915hPa の強烈な台風が発達した。台風は N 方向に進んで 24 日 9 時にも中心気圧 915 hPa を示した。続いて, 方向を NNE 方向に変えて, 四国沖の北緯 32° 線にあった 25 日 9 時にも中心気圧 930 hPa と強烈な勢力を維持したまま, NW 方向に進行して 17 時頃志摩半島に上陸 (中心気圧は 950 hPa), 知多半島, 長野県を経て秋田県南部から三陸沖に出た。最低観測気圧は台風経路に沿って潮岬で 947.9 hPa, 尾鷲で 953.3 hPa, 伊良湖で 957.1 hPa, 飯田で 974.5 hPa である。この台風により三重県や愛知県の沿岸で大規模な高潮が発生した。近畿・東海地方を中心に暴風, 大雨, 高潮により甚大な被害が出た。また, 東京湾における高潮偏差は 100 cm に達した。全国の死者・行方不明者<sup>[16]</sup>は 599 名, 家屋被害は 21,000 棟, 浸水被害は 434,000 棟, 船舶被害は 1,581 隻である。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

最大風速は 25 m/s 前後であり, 湾奥西側と湾外で大きく, 湾中央の西岸で小さい。風向は SSW~S である。本台風時の強風域は東海地方にあることから, 東京湾における風はあまり強くない。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外境界の一部で 7.5 m, 浦賀水道北部で 4 m に小さくなる。波向は S を主とし, 東側で SW を示す。湾内では北東岸の 1.5 m から西岸と北西岸の 2.5~3 m に向けて大きくなる。波向は SW をとる。

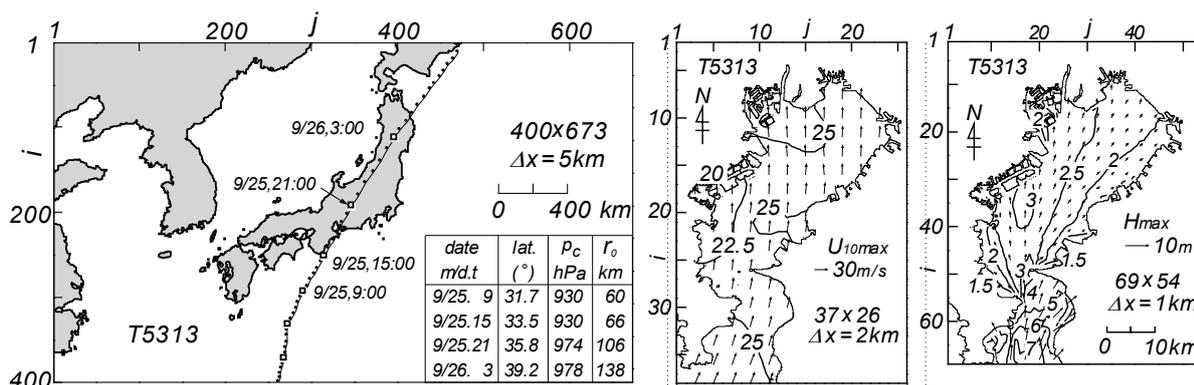


Fig. 18 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T5313.

## (15) T5615 号 (Fig. 19)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [18]</sup>

本台風は1956年(昭和31年)9月19日マリアナ諸島海域西側に現われた熱帯低気圧から発達、W, WNW, NW方向に進行して、24日9時に北緯20°線(中心気圧980 hPa)を通過、25日から26日にかけて進行方向をNからNE方向に変え、26日9時に沖縄北東海域で955 hPaにまで発達した。そしてそのままNE方向に進んで27日9時に紀伊半島東側(中心気圧968 hPa)を通過して御前崎付近に上陸、東京の西から鹿島灘に抜けた。最低観測気圧は潮岬で971.1 hPa、御前崎で974.6 hPa、網代で981.1 hPa、横浜で986.9 hPa、東京で989.0 hPaである。暴風雨による被害は四国から近畿、東海、関東の各地方に及ぶ。死者・行方不明者は31名、家屋被害は4,200棟、浸水被害は48,000棟である<sup>[18]</sup>。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

東京湾は台風の右側半円に入ったので、風向は時計まわりの変化を示す。最大風速は西岸から湾奥で20 m/s、湾口で25 m/s、湾外で27.5 m/sを与え、北から南に向けてやや大きくなる。風向は湾内で主にNWであり、湾外でW~SWをとる。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外境界の一部で7 mであるが、富津岬付近で3~3.5 mに減じる。波向はSSW~SWである。湾内では湾口付近から2 mの等波高線が扇状に伸び、川崎の北東海域にまで延びる。1.5 m波高域は湾内全域をほぼ覆う。波向は湾口付近のSから湾奥のSW~Wに向けて変化する。

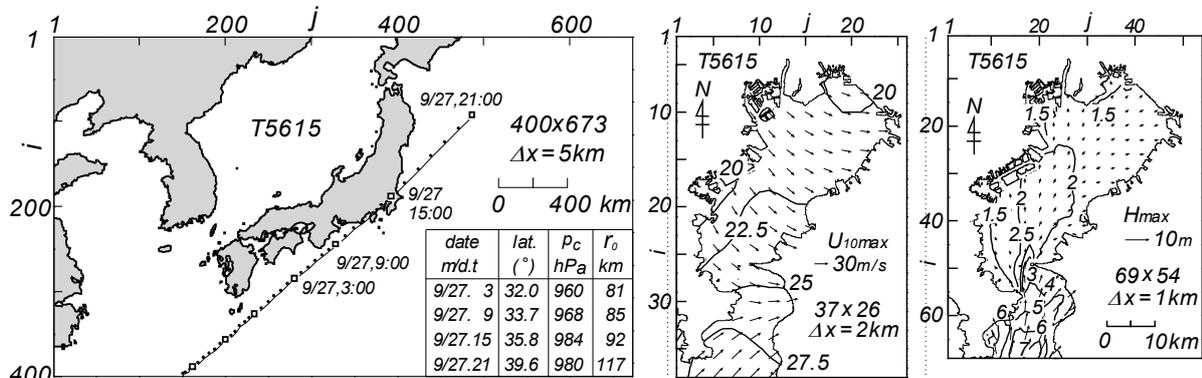


Fig. 19 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T5615.

## (16) T5811号 (Fig. 20)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[18], [24]</sup>

1958年(昭和33年)7月14日マリアナ諸島の南方海域で台風が発達、NW方向に進行して16日昼頃沖ノ鳥島の南方海上に到達、20日20時頃には南大東島付近で進路をNE方向に転じ、23日6時前に御前崎のすぐ西方に上陸、NE方向を維持したまま静岡、宇都宮、仙台の西方を経て太平洋に抜けた。上陸時点の台風の中心気圧は975 hPa、台風半径は135 kmと推測される。強風と大雨による被害は関東地方で大きい。とくに、この台風時には台風の右側半円内での風速が左側半円内に比べてかなり強かったため、東京湾では堤防の決壊や浸水などの高潮の被害を受けた。最大高潮偏差は観測史上8位にあたる114 cmを記録した。この台風に伴う人的・物的被害は死者・行方不明者40名、家屋被害1,100棟、浸水被害46,000棟である。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

台風は東京湾の西側をNE方向へ進行したことから、東京湾には風向SSEからS, SSWと変化する強風を生じた。最大風速は湾全域で25 m/sから30 m/s弱、風向は湾内のほぼ全域でSSE、北東側でSSWである。

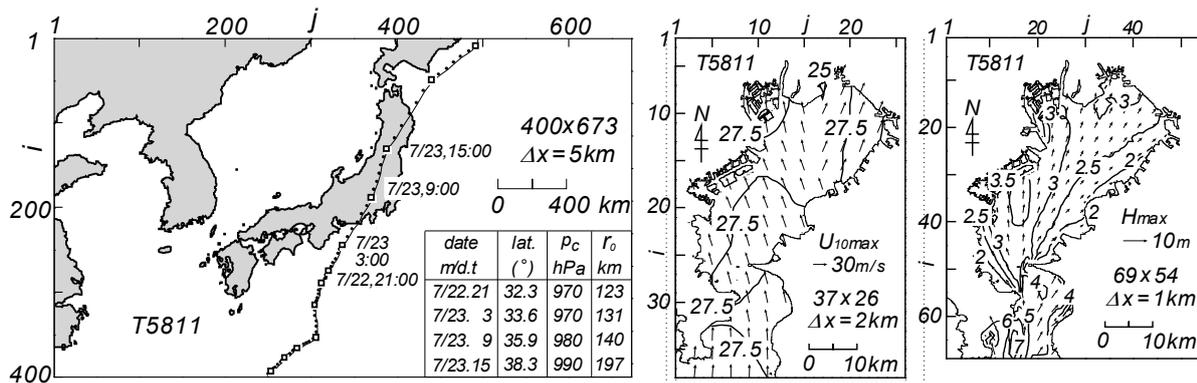


Fig. 20 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T5811.

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外境界での7 mから浦賀水道北部の4 mに減じる。波向はS~SSWである。湾内では、湾口から3 mの等波高域が湾内の西側半分を占め、川崎に3.5 m域が達する。波向はSを主とする。東側半分では波高は3 mから東岸の2 mに減じるが、湾奥で3 mを越える。波向はSW方向に傾く。

## (17) T5821号 (Fig. 21)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [18], [25]</sup>

1958年(昭和33年)9月8日ウルシー島の東方海上で発生、NW方向ついでN方向に進行したのち、15日に沖縄の南東海上で進路をNE方向に転じて17日21時潮岬の南方海上(中心気圧955 hPa)を通過、18日6時伊豆半島の南端をかすめて8時に神奈川県鎌倉市付近に上陸した。台風の中心気圧は962 hPa、台風半径は130 kmである。その後、横浜および東京を通過して鹿島灘に抜けた。最低気圧は横浜で962.6 hPa、東京で965.3 hPaを記録した。この台風は非常に強い勢力を保ったまま上陸した台風であり、関東各地で強風を吹送させるとともに、関東地方を中心に全国的に大雨をもたらした。東京湾では強風の吹送と満潮の重なりによって、潮位がかなり上昇した。しかし、最大高潮偏差は72 cmとT5811号時の114 cmと比べてもあまり大きくない。いずれにしろ、東京や埼玉では豪雨に伴う洪水による被害が多発した。全国の死者・行方不明者72名、負傷者111名、家屋被害5,600棟、浸水被害49,000棟、船舶被害384隻となっている。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

台風の接近・通過に伴い、風向はSEからSを経てWNW方向へと著しく変化した。最大風速は湾内西側の25 m/sから東側の30 m/sへ増加する。湾外でも同様に、西側から東側へ向けて22.5 m/sから25 m/sに大きくなる。風向はWNW~WSWである。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外境界の一部で10 mをとるが、浦賀水道北部の富津岬付近で3.5 mに急減する。波向はSを中心に東側でSW方向に、西側でSE方向に傾く。10 m波高域は期間最大波高域に相当する。湾内では、波高は湾中央の南北線上で2 m、北東側の千葉付近で2.5 m強と全般的に小さい。湾内で吹送した強風のわりに波浪があまり発達していないのが特徴的である。これは、東京湾のすぐ西側を著しい風の変化を伴う台風の中心が通過したことによると推察される。

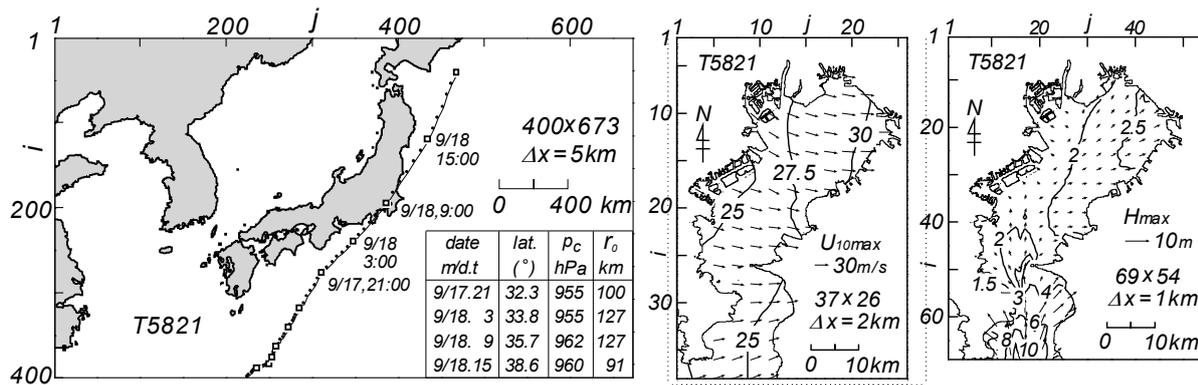


Fig. 21 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T5821.

(18) T5822号 (狩野川台風) (Fig. 22)

1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [16], [18], [19], [26]</sup>

1958年(昭和33年)9月21日グアム島付近の海上で発生、22日午後進路をNWからNに変えるとともに急激に発達し、24日13時30分中心気圧877hPaが飛行機観測によって得られた。その後、台風は衰えながら26日21時30分中心気圧955hPaで伊豆半島の南端をかすめて27日0時神奈川県江ノ島付近に上陸、横浜を経て27日1時に東京を通り、2時筑波山付近を通過して6時には三陸沖に抜け、北上した。江ノ島付近に上陸した時点の中心気圧は965hPa、台風半径130kmと推測される。最低気圧は石廊崎付近で955.4hPa、横浜で968.5hPa、東京で970.7hPaを記録している。この台風に伴う災害の際立った特徴は強風というよりも豪雨に伴う土砂崩れや崖崩れおよび洪水などに伴う災害であり、中伊豆地方の狩野川流域に空前の被害をもたらした。また東京、横浜で洪水被害や崖崩れによる被害が多発した。東京湾では高潮偏差は72cmとT5821号時と同様にあまり大きくなく、しかも台風通過時は干潮にあたったので、高潮被害は低めに抑えられた。この台風に伴う死者・行方不明者1,269名、負傷者1,138名、家屋被害17,000棟、浸水被害522,000棟であり、激甚な被害を受けている。

2) 最大風速・風向の空間分布

台風が東京湾の西側をNE方向に進行したことに伴い、東京湾では風向はNEからSEを経てSWと急激に経時変化した。最大風速は30m/sから32.5m/sであり空間変化を伴わない。風向は湾内中央より西側および湾外を含む南側でS~SSE、湾内中央より東側でSWを与える。1958年(昭和33年)7月と9月に相次いで来襲したT5811号、T5822号、T5821号は類似したコースをとり、東京湾からみて西側からこの順に東京湾に近い場所をNE方向に進行した。最大風速の風向場は台風の中心が東京湾の西岸近くを通過したT5821号およびT5822号と西側の少し離れた場所を通過したT5811号でかなり異なるのが特徴的である。

3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外境界で9m、北部で5mを与える。湾内では湾口から2.5mの等波高線が湾内全体に広がる。波向は主にSEである。湾内の南側では波高は湾口の4mから川崎沖合の3mに小さくなる。波向はS~SSEである。一方、湾奥北東側の千葉付近で3m波高域が局所的に現われる。波向はSからSW方向に傾く。

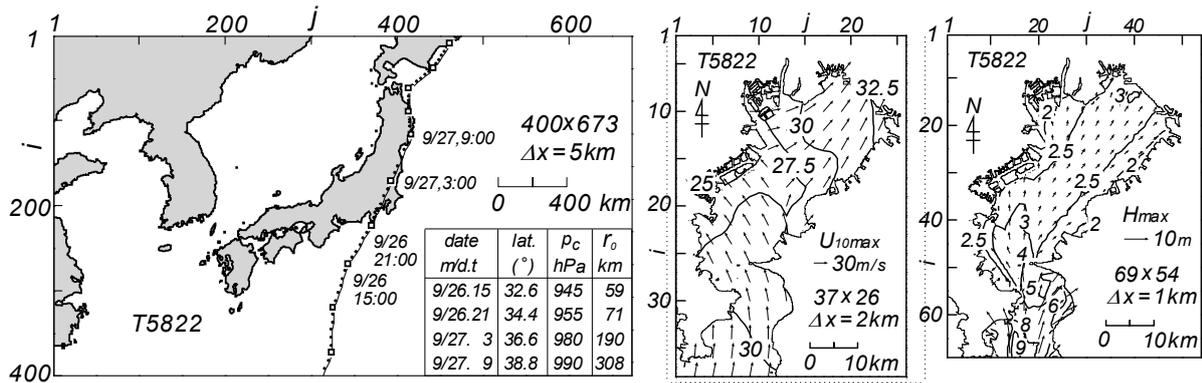


Fig. 22 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T5822.

(19) T5907号 (Fig. 23)

1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [16]</sup>

本台風は1959年(昭和24年)8月10日マリアナ諸島東方海域で発生、NW方向に進んで13日9時北緯27°線あたりに到達(中心気圧960 hPa)、その後NNW方向に非常に速い速度で進行して14日6時半頃駿河湾湾奥の富士川付近に上陸し、速い速度を維持したまま、10時には直江津付近(9時の中心気圧は978 hPa)から日本海に抜けた。最低観測気圧は、経路に沿って三宅島で986.1 hPa、大島で987.1 hPa、長津呂(石廊崎)で959.5 hPa、静岡で973.8 hPa、三島で977.5 hPaである。長津呂での最大観測風速48.8 m/sはそれぞれ約50 km西と東に離れた御前崎の29.6 m/sや大島の30.0 m/sに比べてかなり大きく、中心気圧959.5 hPaも御前崎の983.5 hPaや大島の987.8 hPaに比べてかなり低い。台風に伴う強風に加えて大雨のため、とくに近畿・東海・関東各地方で洪水被害が大きかった。死者・行方不明者は235名、家屋被害は14,000棟、浸水被害は138,000棟である。

2) 最大風速・風向の空間分布

最大風速は17.5~25 m/sの範囲にあり、湾央に比べて湾奥と湾口・湾外で大きい。風向はSSEである。

3) 最大波高・波向の空間分布

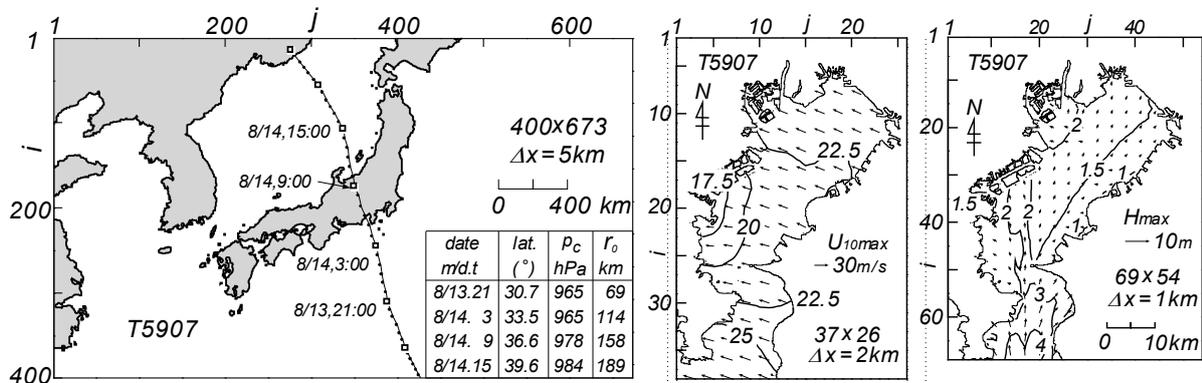


Fig. 23 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T5907.

湾外境界から4 mの等波高線が伸び、浦賀水道北部の富津岬付近で波高は2.5~3 mをとる。波向はS~SSWである。湾内では南東岸の1 mから北西岸の2 mに向けて大きくなるし、湾口から2 mの等波高線が川崎付近にまで伸びる。波向は湾口付近のSから湾奥のSWに変わる。

(20) T5915号(伊勢湾台風)(Fig. 24)

1) 台風特性と被災状況<sup>[13], [16], [18]</sup>

この台風は、1959年(昭和34年)9月26日18時に紀伊半島に上陸し、NNE~NE方向に進行した超大型台風であり、伊勢湾沿岸を中心に未曾有の高潮・洪水・強風災害をもたらした。東京湾でも強風により高潮偏差が100 cmに達する高潮が生じた。しかし、被害の中心は愛知県、三重県、岐阜県など中部地方である。全国の死者・行方不明者は5,098名、負傷者は38,921名、家屋被害は834,000棟、浸水被害は364,000棟、船舶被害は13,795隻に達する<sup>[16]</sup>。

2) 最大風速・風向の空間分布

紀伊半島に上陸後NE方向に進行した本台風時には、東京湾は台風の右側半円に入ったことから、風向SEからSの風が吹送した。最大風速は湾外から湾内の南側で25 m/s、湾内の中央で25 m/s前後、湾奥で27.5~32.5 m/sと、北に向けて大きくなる。風向はSからSSEである。なお、船舶からの報告に基づくT5915号時の東京湾における3時間ごとの風力の空間分布図が矢吹<sup>[27]</sup>によって与えられており、湾央や湾奥の海上部で風力が大きい挙動が示されているが、最大風速の空間分布は揭示されていない。

3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外で7 mから4 m、波向はSからSSWをとる。湾内では湾口から2.5~3 mの等波高線が湾奥まで放射状に拡がり、川崎の沖合や湾奥の浦安付近に3.5 mの波高域もみられる。波向はSを中心に東側でSW方向、南西側でSE方向に傾く。湾内での波高は風特性を反映して南東岸から北西岸に向けてNW~NNW方向に大きくなる。

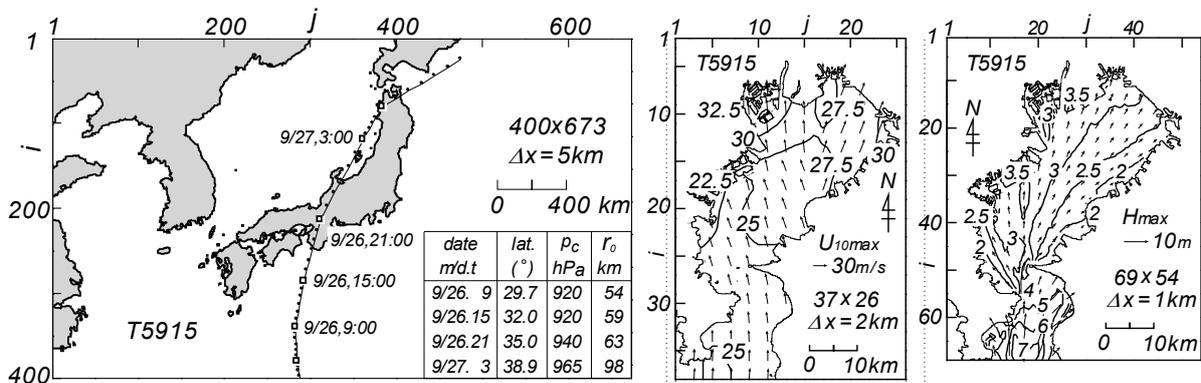


Fig. 24 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Tokyo Bay induced by T5915.

4. 風速・波高の極値の空間分布

4.1 風速の極値

Fig. 25は1911~1959年(49年間)20ケースの台風別最大風速・風向資料と1961~2005年(45年間)の年別最大風速・風向資料<sup>[4]</sup>を併せて得た、1911~2005年(95年間)の期間最大風速 $U_{max}^{11-05}$ とそ

の風向の空間分布を示す。ここで、 $U_{max}^{11-05}$  の上側の添字が資料期間を、下側の添字が最大値を表す。1911～1960年において台風時最大風速資料がない年に例外的な異常風速が生じていないことが災害記録、気象要覧、天気図などから推測されるので、これらの空白期間の風資料が上記の期間最大風速を越えないと考えられる。図によると、期間最大風速は東京湾の湾奥北西端で 45 m/s (風向 SSE)、湾奥北西部で 40～45 m/s (風向 SSE)、湾の東岸にあたる千葉県沿岸で 40 m/s (風向 W 寄り)、湾中央部で 37.5～40 m/s (風向 SSE または NE)、湾中央部から湾口にかけて 40 m/s 以上 (風向 NE または NW)、湾外境界付近で 45 m/s 以上 (風向は NNW) をとる。これらは北部から順に T17-Oct 台風, T38-Sep 台風, T4821 号 (アイオン台風), T32-Nov 台風など、主として 1950 年以前の台風時に生じている。これは東京湾における最大高潮偏差の上位値が 1950 年以前の台風時に記録されていることと符合する。

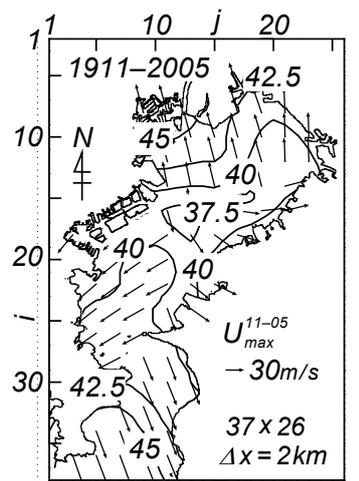


Fig. 25 Largest wind speed  $U_{max}^{11-05}$  and its wind direction during the year period of 1911 - 2005 in Tokyo Bay.

つぎに、極値統計解析は 1932～1959 年の台風別最大風速資料をそれぞれ該当する年の年別最大風速資料 (1958 年については T5811 号, T5821 号, T5822 号 (狩野川台風) 時, 1959 年については T5907 号と T5915 号 (伊勢湾台風) 時の最大風速資料のいずれか) とみなすことにより、1932～2005 年 (74 年間) の年別最大風速資料に対して資料採択率  $\nu$  を 1/3 および 1/5, 1/2 に設定して行った。1932～1960 年の 29 年間において 15 年相当の年別最大風速資料を採録しているにすぎないが、これら以外の年の年別最大風速資料が全資料期間 (74 年) で指定した上位の資料に入らないと仮定している。

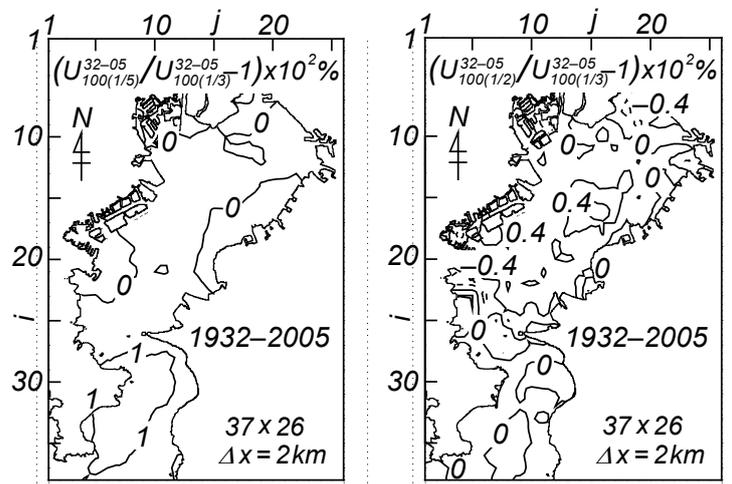


Fig. 26 Effect of data censoring ratio on the estimate of 100-year return wind speed  $U_{100}^{32-05}$  in Tokyo Bay.

Fig. 26 は 100 年確率風速  $U_{100}^{32-05}$  に及ぼす資料採択率  $\nu$  の影響をその相対差の % 値  $(U_{100}^{32-05} / U_{100}^{32-05} - 1) \times 10^2$  ( $\nu = 1/5$  または  $\nu = 1/2$ ) の空間分布として示す。下側の添字の最初の数字が再現期間を、括弧内の数値が資料採択率  $\nu$  を表す。相対差は、大きい値を示す  $\nu = 1/5$  の場合でもほぼ  $\pm 1\%$  以内 (局所的にも三浦半島東側海域で最大 1.25% 以内) に納まることから、100 年確率風速に及ぼす資料採択率の影響は無視しえよう。以下では資料採択率 1/3 に対する結果を標準とする。

Fig. 27 は資料採択率  $\nu$  を 1/3 とした場合の 100 年確率風速  $U_{100}^{32-05}$  およびその標準偏差  $U_{\sigma 100}^{32-05}$  を 100 年確率風速で除した値の % 値, すなわち変動係数  $(U_{\sigma 100}^{32-05} / U_{100}^{32-05}) \times 10^2$  の空間分布を与える。下側の添字  $\sigma$  は標準偏差を意味する。100 年確率風速は東京湾の湾奥北西端で 40 m/s 以上、湾北部から湾中央部で湾奥の 37.5 m/s よりやや小さい海域を除いて 37.5～40 m/s、南部で 40 m/s、湾外で 40 m/s から 42.5 m/s 以上を示す。概略で言えば、東京湾内と湾外の 100 年確率風速はそれぞれ 35～40 m/s および 40～45 m/s

をとる。変動係数は湾北部で 8 ~10 %, 湾央で 5 %弱から 8 %, 南部で 8 %強, 湾外で 8 %強から 12 %を与える。変動係数は湾央で小さく, 北側および南側に向けて増大する。100 年確率風速は湾外境界付近の三浦半島先端から房総半島先端に向けての海域で大きい値をとる。これは T32-Nov 台風時に生じた年最大風速が当該海域で突出した第 1 位値をとることを反映する。

Fig. 28 は 1932~2005 年 (74 年間) の年別最大風速資料に対する極値統計解析 (資料採択率  $\nu$  は 1/3) から得た最適分布を用いて求めた, 1911~

2005 年の期間最大風速  $U_{max}^{11-05}$  に対する再現期間  $R(U_{max}^{11-05})$  の空間分布を表す。再現期間は湾奥西側海域を除くほぼ全域で 80~150 年の値をとる。より詳細にみると, 湾奥西側で 200~500 年あるいはそれ以上, 湾奥東側で 100~150 年, 湾央から湾口で 80 年から 125 年弱, 湾外で 100~150 年となっており, 湾奥と湾外でやや長い。これは湾奥では T17-Oct 台風, 湾外では T32-Nov 台風に伴う最大風速の影響を表している。

Fig. 29 は 1911~2005 年の 95 年間の期間最大風速  $U_{max}^{11-05}$  に対する 100 年確率風速  $U_{100(1/3)}^{32-05}$  の相対差の % 値  $(U_{max}^{11-05}/U_{100(1/3)}^{32-05} - 1) \times 10^2$  の空間分布を表す。資料期間 95 年と再現期間 100 年の差は小さいことから, 両者の比較は可能であろう。相対差は -2 % から 10 % 強の範囲にあり, 再現期間の大きい海域で相対比も大きく, 再現期間の小さい海域で小さくなって, 両者は連動する。

Fig. 30 は年別最大風速資料の期間延長 (1961~2005 年の 45 年間から 1932~2005 年の 74 年間) に伴う 100 年確率風速の変化を相対差の % 値  $(U_{100(1/3)}^{32-05}/U_{100(1/3)}^{61-05} - 1) \times 10^2$  の空間分布として表す。極値解析における資料採択率  $\nu$  はいずれも 1/3 である。1960 年以前には T38-Sep 台風や T32-Nov 台風などの巨大

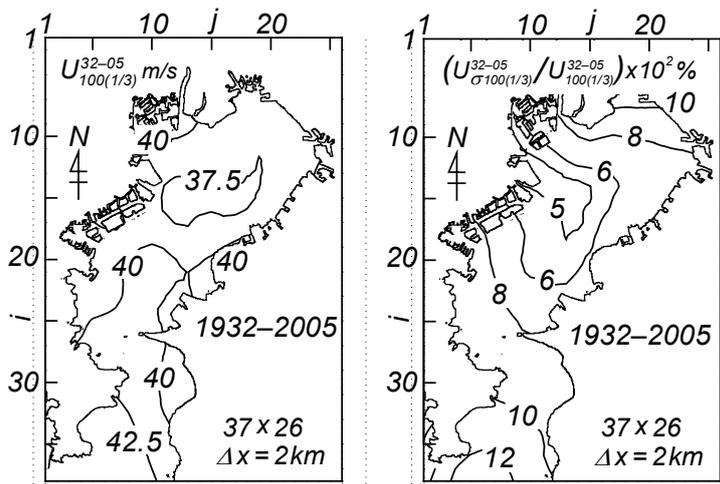


Fig. 27 100-year return wind speed  $U_{100(1/3)}^{32-05}$  and percentage expression of its variation coefficient (standard deviation  $U_{\sigma 100(1/3)}^{32-05}$  divided by 100-year return wind speed)  $(U_{\sigma 100(1/3)}^{32-05}/U_{100(1/3)}^{32-05}) \times 10^2$  estimated using the annual maximum data of the year period of 1932 - 2005 in Tokyo Bay.

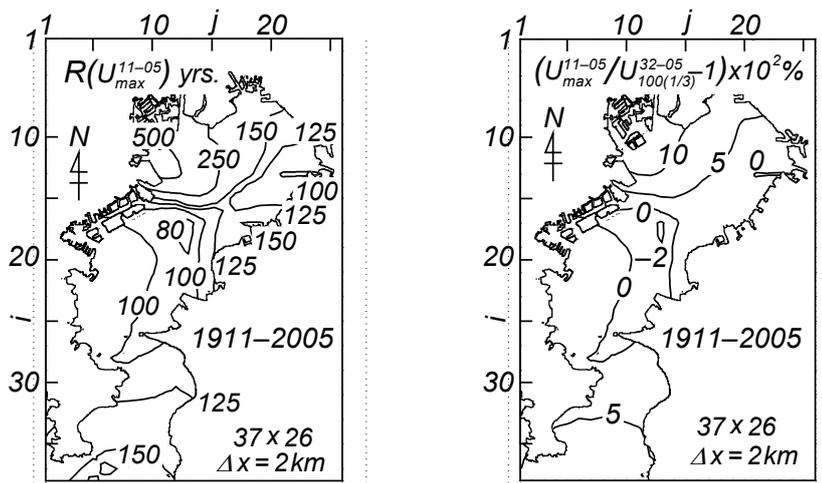


Fig. 28 Return year period  $R(U_{max}^{11-05})$  of the largest wind speed  $U_{max}^{11-05}$  during the year period of 1911 - 2005 in Tokyo Bay.

Fig. 29 Percentage expression of one-subtracted ratio of largest wind speed during the period of 1911 - 2005 to 100-year return wind speed  $(U_{max}^{11-05}/U_{100(1/3)}^{32-05} - 1) \times 10^2$  in Tokyo Bay.

台風に伴う最大級の強風が生起していることから、相対差は15~50%をとり、資料期間の伸長によって確率風速がかなり増大する。相対差は湾外で30~50%，湾内で15~40%を与え、上記の台風時最大風速などの影響により湾内の南西側および湾外で大きい。

## 4.2 波高の極値

Fig. 31は1911~1959年(49年間)20ケースの台風別最大波高・波向資料と1961~2005年の年別最大波高資料<sup>[6]</sup>を併せて得た、1911~2005年(95年間)の期間最大波高 $H_{max}^{11-05}$ と波向の空間分布を示す。1960年以前の台風のケース数が少ないけれども、これらは東京湾に来襲した最大級の台風として抽出されているので、資料期間全体(95年間)で期間最大波高をもたらした台風などの異常ストームを見落としている可能性はほとんどないと考えられる。

期間最大波高は湾外境界の中央で10m、浦賀水道北部の富津岬周辺で5mをとり、7m以上の波高域が湾外の南半分を占める。波向はSからSWである。湾外の西側海域ではT5821号、東側海域ではT7920号に伴う最大波高が主として期間最大波高をもたらしている。湾内では湾口から湾奥の浦安方面に向けて4m等波高線が伸び、その西側では4mを越える波高域となっている。このうち、横浜の沖合より北側の海域では波向はS~SSWをとる。この海域の期間最大波高はT17-Oct台風により生じており、湾奥で4.5mの波高域もみられる。このほか羽田空港や東京港の周辺ではT38-Sep台風やT3412号(室戸台風)により期間最大波高が生起している沿岸域も局所的にみられる。一方、横浜の沖合より南側の海域では波向はNEをとり、期間最大波高はT38-Sep台風時に生じている。横須賀の沿岸では4.5mの波高域も出現している。また、横浜周辺海域における期間最大波高の出現はT4910号の寄与による。ついで湾奥をほぼ南北に走る4m等波高線の東側の海域では4mから3mの波高域がほぼ全域を占める。北東部で波向SWをとる3.5~4mの波高を生起した台風はT17-Oct台風とT8506号、波向Wをとる3.5~4mの波高を生起した台風はT4821号(アイオン台風)、南東部で波向N~NNEをとる3.5~4mの波高を生起した台風はT32-Nov台風であり、沿岸部での波高は4mをやや上まわる。東京湾内の期間最大波高をもたらした台風はT17-Oct台風、T38-Sep台風、T4821号(アイオン台風)、T32-Nov台風、T4910号(キティ台風)、T3412号(室戸台風)、T8506号などであり、1950年以前の台風、とくにT17-Oct台風とT38-Sep台風の影響が大きい。

つぎに、1932~1959年(28年間)18ケースの台風別最大波高資料と1961~2005年(45年間)の年別最大波高資料より作成した1932~2005年(74年間)の年別最大波高資料に対して、資料採択率 $\nu$ を1/3および1/5、1/2とする極値統計解析を行った。1932~1960年でわずか15ケースの台風別最大波高資料を考慮しているに過ぎないけれども、年別最大波高資料を上位1/3あるいは1/5あるいは1/2

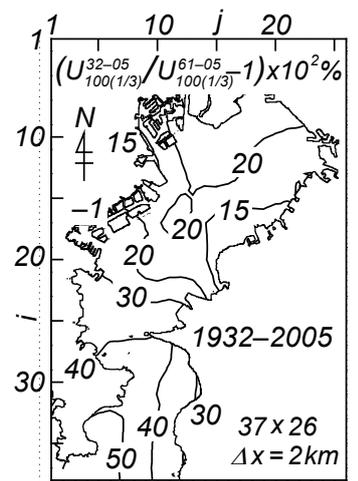


Fig. 30 Change of 100-year return wind speed  $(U_{100(1/3)}^{32-05}/U_{100(1/3)}^{61-05}-1)\times 10^2$  in Tokyo Bay with extension of the data period from 45 years to 74 years.

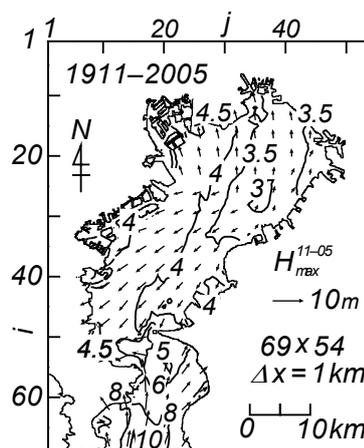


Fig. 31 Largest wave height  $H_{max}^{11-05}$  and its wave direction during the year period of 1911 - 2005 in Tokyo Bay.

に限定することによって、対象全期間の上位値資料がもれなく採択されていると仮定することになる。

Fig. 32 は 100 年確率波高  $H_{100}^{32-05}$  に及ぼす資料採択率  $\nu$  の影響をその相対差の % 値  $(H_{100(\nu)}^{32-05}/H_{100(1/3)}^{32-05}-1)\times 10^2$  ( $\nu = 1/5$  または  $\nu = 1/2$ ) の空間分布として示す。100 年確率波高の相対差は、その値が大きい  $\nu = 1/5$  の場合でもほぼ  $\pm 1\%$  以内、大きくても  $\pm 2\%$  以内に納まることから、下限 censoring 条件における資料採択率の影響は無視しうる。以下では資料採択率 1/3 に対する結果を標準とする。

Fig. 33 は 100 年確率波高  $H_{100(1/3)}^{32-05}$  と、その標準偏差  $H_{\sigma 100(1/3)}^{32-05}$  を 100 年確率波高で除した値、すなわち変動係数の % 値  $(H_{\sigma 100(1/3)}^{32-05}/H_{100(1/3)}^{32-05})\times 10^2$  の空間分布をそれぞれ示す。100 年確率波高は湾外境界中央の 9 m 強から浦賀水道北部の 5 m をとる。湾内では、湾口から湾奥に向けて 4 m 波高域が拡がり、湾奥の東京港付近では 4.5 m 波高域もみられる。湾内の北東側では波高は 3 m にまで小さくなり、南東岸では 3.5~4 m を与える。変動係数は 3~15% の範囲にあり、湾外・湾内ともに湾中央軸線周辺の海域で 3~5% と小さいが、その西側と東側では沿岸に向けて 10% 程度にまで大きくなり、湾内の南西岸や北東岸および東岸の一部のように 15% に達するところもある。

Fig. 34 は 1911~2005 年 (95 年間) の期間最大波高  $H_{max}^{11-05}$  に対する再現期間  $R(H_{max}^{11-05})$  の空間分布を示す。再現期間は 1932~2005 年 (74 年間) の年別最大波高資料において資料採択率  $\nu$  を 1/3 とした上記の極値統計解析より得られた最適分布を用いて求めている。これによると、再現期間は東京湾の多くの海域で 75~125 年程度であるが、湾中央から北東部に拡がる海域で 125 年を大きく上まわり、局所的に 400 年を越える小海域もみられる。これらの海域では最適分布として選択された Weibull 分布の形状母数の値が 3 以上と大きく、したがって最適分布が尖った形状をもつために、期間最大波高として選択された、主に T17-Oct 台風時の突出した最大波高に相当する再現期間が長大に評価されること

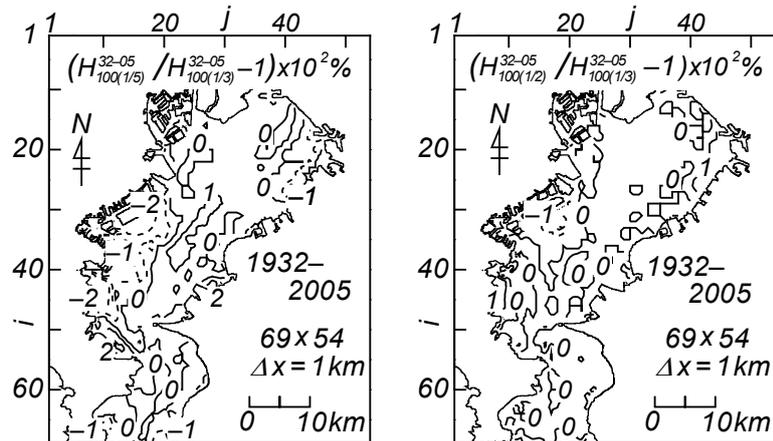


Fig. 32 Effect of data censoring ratio on the estimate of 100-year return wave height  $H_{100}^{32-05}$  in Tokyo Bay.

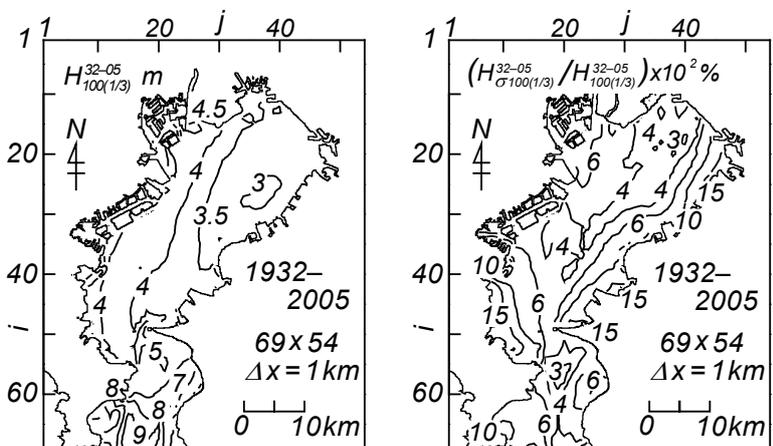


Fig. 33 100-year return wave height  $H_{100(1/3)}^{32-05}$  and percentage expression of its variation coefficient (standard deviation  $H_{\sigma 100(1/3)}^{32-05}$  divided by 100-year return wave height)  $(H_{\sigma 100(1/3)}^{32-05}/H_{100(1/3)}^{32-05})\times 10^2$  estimated using the annual maximum data of the year period of 1932 - 2005 in Tokyo Bay.

になる。また、再現期間が 75 年以下の小海域もあるが、50 年以下の海域は見出されない。

Fig. 35 は期間最大波高  $H_{max}^{11-05}$  に対する 100 年確率波高  $H_{100(1/3)}^{32-05}$  の相対差の% 値  $(H_{max}^{11-05}/H_{100(1/3)}^{32-05} - 1) \times 10^2$  の空間分布を表す。この相対比と再現期間  $R(H_{max}^{11-05})$  はほぼ同じ内容を表すので、Fig. 35 と Fig. 34 の等値線形状は類似しており、相対差 5 % および 2 % の等値線がそれぞれ再現期間 125 年および 75 年に大略相当する。要するに、T17-Oct 台風に伴う湾央から北東部にかけての突出した高波高域、T4821 号に伴う湾奥北東部の沿岸海域の突出した高波高域、T32-Nov 台風に伴う湾内南東部沿岸の突出した高波高域、T38-Sep 台風に伴う湾内南西部沿岸の突出した高波高域では、相対比および再現期間ともに大きくなる。とくに、最適分布として選択された Weibull 分布の形状母数が大きいほど、分布の裾を長く引かなくなるので、再現期間は大きく評価される。

Fig. 36 は資料期間 (1961~2005 年の 45 年間から 1932~2005 年の 74 年間) の延長に伴う 100 年確率波高の変化をその相対差の% 値  $(H_{100(1/3)}^{32-05}/H_{100(1/3)}^{61-05} - 1) \times 10^2$  の空間分布として表す。湾外では中央線とその東側海域、湾内では湾央南側から北側の海域で相対差は 10 % 以内とあまり大きくない。また、湾外の東側や湾奥の北東側で局所的に小さい負の値をとる海域もみられる。一方、湾外の西側海域で相対差は 20 %、湾内の南部沿岸で 20 %、さらに湾内の南西海側海域や南東側海域の一部で 80 % にも達する。これは 1950 年以前の巨大台風、とくに南西側海域では T38-Sep 台風、南東側海域では T32-Nov 台風時に生じた異常波高の影響による。以上のように、確率波高の推定値に及ぼす資料期間延長の影響は小海域でみれば有意であり、局所的には非常に大きい。

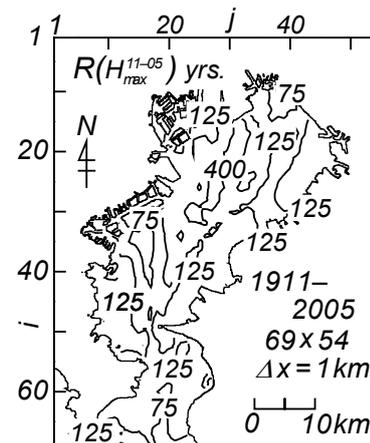


Fig. 34 Return year period  $R(H_{max}^{11-05})$  of the largest wave height  $H_{max}^{11-05}$  during the year period of 1911 - 2005 in Tokyo Bay.

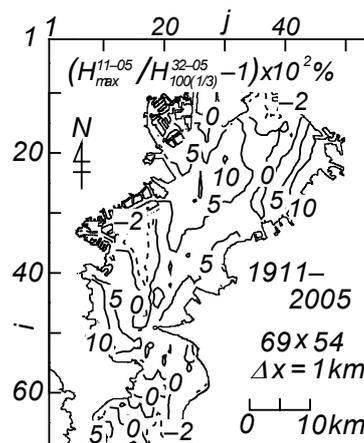


Fig. 35 Percentage expression of a one-subtracted ratio of largest wave height during the period of 1918 - 2005 to 100-year return wave height  $(H_{max}^{11-05}/H_{100(1/3)}^{32-05} - 1) \times 10^2$  in Tokyo Bay.

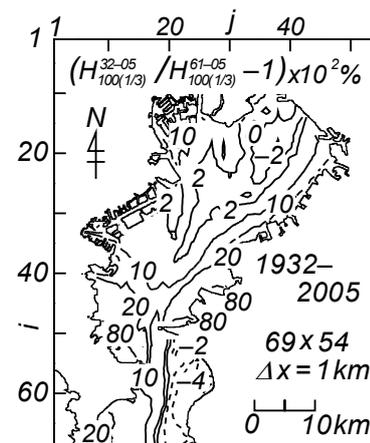


Fig. 36 Change of 100-year return wave height  $(H_{100(1/3)}^{32-05}/H_{100(1/3)}^{61-05} - 1) \times 10^2$  in Tokyo Bay associated with extension of the data period from 45 years to 74 years.

## 5. 結 語

東京湾における風速と波高の極値に関して本研究で得た知見はつぎのように要約される。

①SDP 風資料に基づいて推定した東京湾における 1911～1959 年の 20 ケースの台風別最大風速・風向の空間分布は各台風の経路や勢力に対応した合理的挙動を示す。同様に、SDP 風資料に基づく海上風分布を入力条件とする波浪推算から得た台風別最大波高・波向の空間分布も各台風の特性を反映した特徴を与える。

②東京湾の内外における過去 95 年間の期間最大風速は 35～45 m/s と推測され、湾奥北西部や三浦半島から房総半島にかけての海域で大きい。これらは湾内では 1917 年 (大正 6 年) 10 月台風 (T17-Oct 台風), 1938 年 (昭和 13 年) 9 月台風 (T38-Sep 台風) および台風 4821 号 (アイオン台風), 湾外では 1932 年 (昭和 7 年) 11 月台風 (T32-Nov 台風) により生じている。期間最大風速の再現期間は大部分の海域で 80～150 年, 局所的には 200～500 年あるいはそれ以上に相当する。また, 100 年確率風速は 35 m/s から 45 m/s 弱をとる。その変動係数は 5～12 % を与え, 確率風速が大きい海域で大きい傾向にある。

③東京湾の内外における過去 95 年間の期間最大波高は湾外境界の中央で 10 m, 湾内で 3～4.5 m をとる。湾内では湾口から湾奥の浦安方面にかけて大きく, とくに東京港付近では 4.5 m に達する。これらは上記の台風時に生起しており, その再現期間は 75～125 年, 局所的に 200～400 年あるいはそれ以上と評価される。また, 100 年確率波高は湾外境界の中央で 9 m 強, 湾内で 3～4.5 m をとる。このうち, 湾口から湾奥の広い内湾で 100 年確率波高は 4 m を越える。変動係数はおおむね 3～10 % の範囲にある。

④1950 年以前には巨大台風の来襲によって最大級の風速や波高が生じていることから, 1961 年以降の推算資料に基づいて得られた風速や波高の再現確率値に及ぼす資料期間延長の影響はかなり大きい。したがって, 風速や波高の極値解析では資料期間をできるだけ長くとる必要がある。

最後に, 本研究で利用した貴重な関係資料を提供戴いた関係各機関に深甚の謝意を表します。

## 参 考 文 献

- [1] 河合弘泰・竹村慎治・原 信彦: 東京湾における台風による高潮と高波の同時性と継続時間特性, 海岸工学論文集, 第 49 巻, pp.251-255, 2002.
- [2] 大澤輝夫・竹山剛生・安田孝志: メソ気象モデルと台風ボーガスを用いた伊勢湾台風時の風の場のシミュレーション, 海岸工学論文集, 第 48 巻, pp.281-285, 2001.
- [3] 山口正隆・大福 学・野中浩一・畑田佳男・日野幹雄: SDP 風資料を用いた内湾・内海における 45 年間の海上風分布データセットの作成, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.B2-65, No.1, pp.186-190, 2009.
- [4] 山口正隆・大福 学・野中浩一・畑田佳男: SDP 風資料に基づく内湾・内海の海上風分布の特性, 工学ジャーナル (愛媛大学), 第 9 巻, pp.1-13, 2010.
- [5] 山口正隆・大福 学・野中浩一・畑田佳男・日野幹雄: 1911～1972 年の 17 巨大台風時の関東沿岸海域および伊勢湾における海上風分布の再現, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.66, No.1, pp.396-400, 2010.
- [6] 山口正隆・畑田佳男・大福 学・野中浩一: 東京湾および伊勢湾における 1961～2005 年の波浪推算資料を用いた波高の極値の推定, 工学ジャーナル (愛媛大学), 第 11 巻, 2012 (投稿予定).
- [7] 畑田佳男・山口正隆・大福 学・高橋秀典: 表面風再解析資料を用いた波浪の長期推算システム

- の適用性の向上, 海岸工学論文集, 第 52 巻, pp.141-145, 2005.
- [8] 山口正隆・畑田佳男・宇都宮好博:一地点を対象とした浅海波浪推算モデルとその適用性, 土木学会論文集, 第 381 号/II-7, pp.151-160, 1987.
- [9] 山口正隆・畑田佳男・細野浩司・日野幹雄:エネルギー平衡方程式に基づく浅海波浪の数値予知モデルについて, 第 31 回海岸工学講演会論文集, pp.123-127, 1984.
- [10] 山口正隆・西岡賢嗣・田中浩二:構造物が存在する場合の不規則波に伴う海浜流の数値モデル, 海岸工学論文集, 第 37 巻, pp.190-194, 1990.
- [11] 合田良實:[増補改訂] 港湾構造物の耐波設計—波浪工学への序説—, 11.極値統計解析, 鹿島出版会, pp.267-326, 1990.
- [12] Yamaguchi, M. and Y. Hatada: An extremal analysis system and its application to the estimation of extremes of meteorological and oceanographic elements around the coasts of Japan, Proc. WAVES97, Vol.2, pp.932-946, 1997.
- [13] (財)日本気象協会:1940~1970 台風経路図 30 年集, 日本気象協会, 139p., 1973.
- [14] (財)日本気象協会:気象海象要覧 東京湾, 港湾気象海象シリーズ⑬, 417p., 1994.
- [15] 宮崎正衛:高潮の研究 その実例とメカニズム, 成山堂書店, 134pp., 2003.
- [16] 和達清夫監修:新版気象の事典, 気象災害年表, 東京堂出版, pp.584-616, 1989.
- [17] 黒田静夫・石綿知治:防災工学—台風に対する海岸と港湾の防災, 山海堂, 453p., 1960.
- [18] 力武常次・竹田 厚(監):日本の自然災害, 国会資料編纂会, 637p, 1999.
- [19] 饒村 曜:続・台風物語, (財)日本気象協会, 295p., 1993.
- [20] 宮澤清治:近・現代日本気象災害史, イカロス出版, 325p., 1999.
- [21] 中央气象台:室戸台風調査報告, 中央气象台彙報, 第 9 冊, 616p., 1935.
- [22] 中央气象台:アイオン台風および北九州大雨報告, 中央气象台彙報, 第 34 冊, 第 2 号, 1950.
- [23] 中央气象台:キティ, デラ台風報告, 中央气象台彙報, 第 35 冊 第 2 号, 1950.
- [24] 気象庁予報部:昭和 33 年 7 月 23 日東京西方をへて北上した台風第 11 号速報, 昭和 33 年度速報第 1 号, 1958.
- [25] 気象庁予報部:昭和 33 年 9 月 18 日東京附近を通過して鹿島灘に抜けた台風 21 号速報, 昭和 39 年度速報第 3 号, 1958.
- [26] 気象庁予報部:昭和 33 年 9 月 26 日東日本とくに伊豆半島および東京周辺に大水害を与えた台風第 22 号速報, 昭和 33 年度速報第 4 号, 1958.
- [27] 矢吹文太郎:第二室戸台風時の海上気象(船舶資料による), 神戸海洋气象台彙報, Vol.170, pp.58-75, 1963.