

## 1921～2005年の巨大ストームに伴う伊勢湾の

### 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 1921-2005 Year Period in Ise 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 14-selected typhoons during the year period of 1921-1972 in Ise 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 6.5 m in the inner bay areas of the bay, while a much greater value of 15 m is obtained in the outer areas of the bay exposed to open sea.

*Key Words* ; Ise Bay, wind speed, wave height, intense storms, year period of 1921-2005, the largest values and 100-year return values

## 1. 緒 言

沿岸の防災対策にとって高潮と高波の適正な評価は津波とならんで重要な課題であり、そのためにはできるだけ過去に遡って異常事象を検討する必要がある。とくに伊勢湾では伊勢湾台風 (T5915号) によってわが国の近世史上最悪の高潮災害が生じていることから、伊勢湾台風時の高潮に関して詳細な検討が現在に至るまで数多く行われている。しかし、そのときの波浪に関しては、古くは有義波法による井島ら<sup>[1]</sup>や岩垣・柿沼<sup>[2]</sup>の推定結果や、最近ではスペクトル法による柴木ら<sup>[3]</sup>や小林ら<sup>[4]</sup>の推定

---

\*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

結果が目に着く程度で、他にあまり見当たらないし、伊勢湾台風以前の台風時の波浪に対する検討事例はほとんど見出されない。唯一の例外は、国土交通省中部地方整備局名古屋港湾空港調査技術事務所<sup>[5]</sup>によりインターネット上で公開されている伊勢湾内5地点における確率波高の推定値である。これは1955～2003年の49年間における146ケースのストームに対する波浪推算に基づいて推定されていることから、本研究で主な検討対象とする1960年以前のいくつかのストームも推算対象になっているはずであるが、該当する台風名などは明らかでない。

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、伊勢湾台風の伊勢湾における海上風分布を推定した大澤ら<sup>[6]</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>[7], [8]</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。

また、山口ら<sup>[9]</sup>は上記の海上風分布を入力条件とする1961～2005年45年間の104ケースの気象擾乱（台風、低気圧）に対する波浪推算の結果に基づいて50年確率波高などの波高極値の空間分布を調べている。しかし、対象期間に既往最大級の突出した異常値（風速、高潮偏差など）を生起したT5915号（伊勢湾台風）を含まないことから、確率波高が過小評価されている可能性がある。したがって、確率波高の適正な評価のためにはT5915号を含め利用可能な資料を入手しうるだけ過去に遡って、対象期間を延長する必要があると考えられる。

そこで本研究では、伊勢湾において山口ら<sup>[7], [8]</sup>の方法で作成した1921～1960年の12台風時およびT6118号（第2室戸台風）とT7220号時の海上風分布<sup>[10]</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各海域の台風別最大風速・風向の空間分布とともに、台風別最大波高・波向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45年間のストーム時海上風分布から得た伊勢湾の年別最大風速資料<sup>[7], [8]</sup>およびこれ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>[9]</sup>と上記の1960年以前の資料をそれぞれ併せて極値統計解析を行い、伊勢湾における風速・波高の期間最大値とその風向・波向および風速・波高の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（伊勢湾）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80km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>[11]</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、伊勢湾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>[7], [8]</sup>の方法を適用して格子間隔2kmの格子網上で10分ごとに作成した、

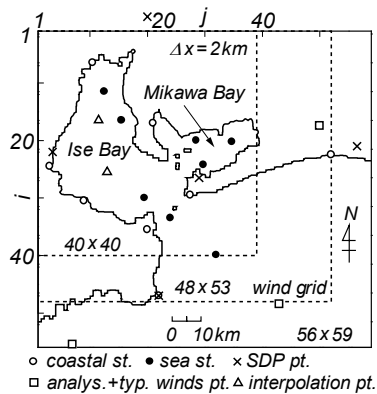


Fig. 1 Location of points where wind data are given in Ise Bay for estimating sea wind distribution.

伊勢湾における各台風時の海上風分布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>[7], [8]</sup>に、また本論文で対象とする1921~1972年の台風に対する適用結果は山口ら<sup>[10]</sup>に与える。なお、図中の外側の点線枠(48×53の領域)は伊勢湾における海上風分布資料の作成範囲、内側の点線枠(40×40の領域)は海上風分布の作図範囲を表す。

## 2.2 波浪推算の方法

波浪推算ではFig. 2に示すように、まず伊勢湾の湾外で外洋に接続する境界上の格子点(図中の○印, 5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>[12]</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5kmの北西太平洋領域に格子間隔0.1kmの伊勢湾(図中の●印は波浪観測地点名)を組み込んだ2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0.047~1Hz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。

つぎに伊勢湾領域における波浪推算では、碎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>[13], [14]</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1kmで近似した伊勢湾領域(80×77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, 5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

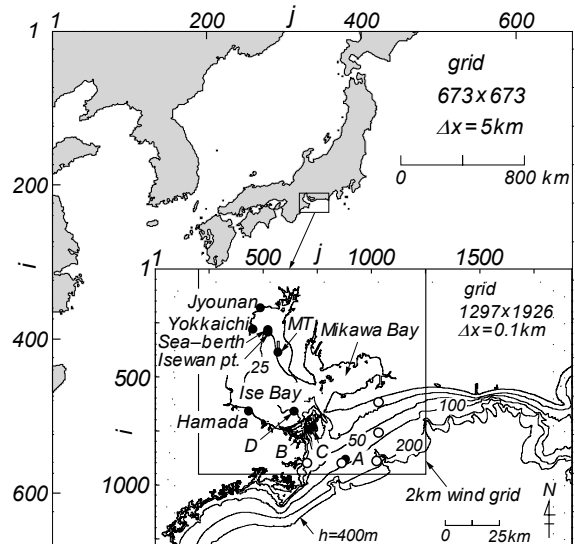


Fig. 2 A nested grid used in wave hindcasting at points along open boundary of Ise Bay by use of backward ray tracing model.

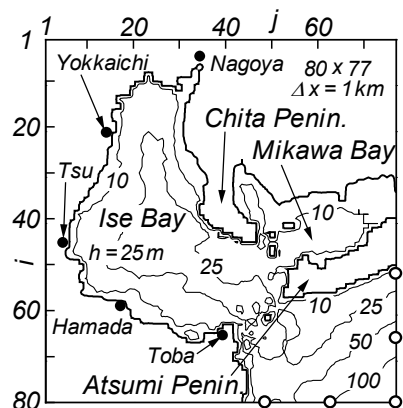


Fig. 3 Grid set on Ise Bay used in wave hindcasting and location name.

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 分間の間不変とする。外洋に接続する境界上の格子点では、境界 5 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。

### 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イングポジションを合田<sup>[5]</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>[6]</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、①1921 年（大正 10 年）9 月台風（T21-Sep 台風）、②T3412 号（室戸台風）、③T5028 号（ジェーン台風）、④T5202 号、⑤T5313 号（テス台風）、⑥T5415 号（洞爺丸台風）、⑦T5526 号、⑧T5615 号、⑨T5817 号、⑩5821 号、⑪T5915 号（伊勢湾台風）、⑫T6016 号、⑬T6118 号（第 2 室戸台風）、⑭T7220 号、の 14 ケースである。これらは名古屋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>[17]</sup>、台風・高潮災害に関する書物<sup>[18]~[24]</sup>などを参照して決めたものである。山口ら<sup>[10]</sup>はすでに主要な台風時（①、②、③、⑤、⑪、⑬、⑭の 7 ケース）の伊勢湾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。また T6118 号および T7220 号時の海上風分布も、山口ら<sup>[8]</sup>のケースより詳しい SDP 風資料を用いて得たものを採用している。

Table 1 は 14 ケースの台風番号名（著者らが独自に番号名を付与した T21-Sep 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 14 ケースの台風の経路を分割して示す。

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	T21-Sep	9/25.06-9/26.06	⑧	T5615	9/26.00-9/27.21
②	T3412 <sup>1)</sup>	9/20.16-9/21.12	⑨	T5817	8/24.09-8/26.09
③	T5028 <sup>2)</sup>	9/03.00-9/03.21	⑩	T5821	9/17.00-9/18.21
④	T5202	6/23.00-6/24.15	⑪	T5915 <sup>5)</sup>	9/26.01-9/27.12
⑤	T5313 <sup>3)</sup>	9/25.03-9/26.03	⑫	T6016	8/29.04-8/30.04
⑥	T5415 <sup>4)</sup>	9/25.00-9/26.22	⑬	T6118 <sup>6)</sup>	9/15.00-9/16.20
⑦	T5526	10/19.09-10/21.02	⑭	T7220	9/16.00-9/17.23

<sup>1)</sup>Muroto, <sup>2)</sup>Jane, <sup>3)</sup>Tess, <sup>4)</sup>Toh-ya-maru, <sup>5)</sup>Isewan, <sup>6)</sup>Daini-muroto

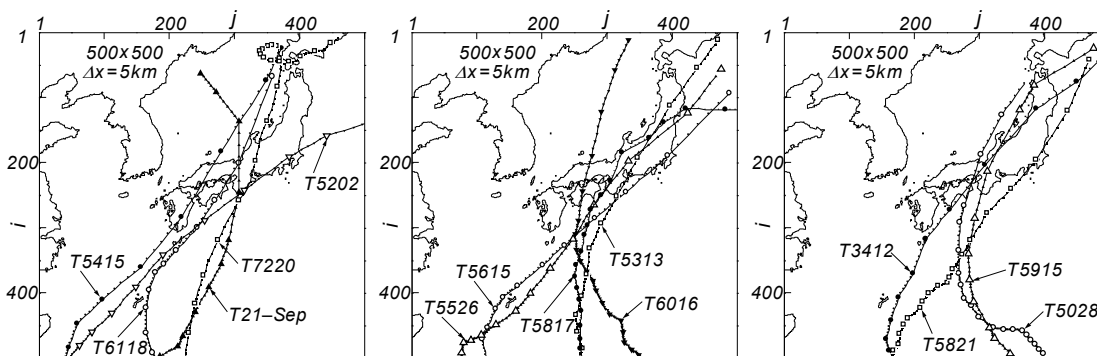


Fig. 4 Tracks of 14 typhoons used in wave hindcasting.

### 3. 台風特性と風速・波高の空間分布

#### 3.1 結果の提示方法

14 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. 18 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、1921 年 9 月の台風 (T21-Sep 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 of 図であるので、本文における図の表題の説明は個別には行わない。

#### 3.2 個々の台風特性と最大風速・波高

##### (1) 1921 年 (大正 10 年) 9 月台風 (T21-Sep 台風) (Fig. 5)

##### 1) 台風特性と被災状況<sup>[19], [20], [21], [22]</sup>

1921 年 (大正 10 年) 9 月 16 日北緯 20° 付近で発生が認められ、W 方向に進んだのち、23 日以降 NE, NNE, N と進行方向を変え、25 日夜紀伊半島を縦断、26 日朝に能登半島の西方海上に達した。潮岬、大阪、津、名古屋ではそれぞれ最低気圧 967.8 hPa, 971.5 hPa, 975.4 hPa, 985.3 hPa を記録した。この台風時には近畿・中部地方で暴風が吹き荒れ、豪雨および高潮と相まって、多大な被害が大阪や名古屋で生じた。全国の人的被害は死者・行方不明者 852 名<sup>[19]</sup>、負傷者 187 名、家屋被害 12,500 棟、浸水被害 25,900 棟、船舶被害 200 隻<sup>[22]</sup>にのぼる。愛知県においては名古屋の埋立地および熱田付近で浸水が甚だしく、死者・行方不明者 20 名、負傷者 17 名、住宅被害 1,000 棟、浸水被害 2,800 棟、船舶被害 55 隻以上という被災状況であり、防波堤・護岸・堤防の破壊や欠潰が多数みられた。三重県でも浸水被害 3,000 棟、船舶被害 100 隻とのことである<sup>[20]</sup>。

##### 2) 最大風速・風向の空間分布

紀伊半島を北上したこの台風時には、伊勢湾は台風右側半円に入ったので、風向 SE から S の風が吹送した。最大風速は湾外の 32.5 m/s から湾奥の 40 m/s に向けて増加し、沿岸より沖合で大きい。三河湾でも風速は 30~35 m/s の範囲にある。風向は S~SSE である。要するに、領域全体でかなりの強風が吹送している。

##### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外で 9~10 m、波向は SSW~S、湾内では湾口から 5 m 波高線が知多半島の先端に達するとともに 4 m の等波高線が湾奥までの広い範囲を覆い、北西岸沖合に 5 m 波高域がみられる。波向は



SE を中心とする。また、湾内の南西側海域では波高は 3 m 以下に低下し、波向も E 方向に傾く。同様に、湾奥の名古屋港付近で波高は 3 m 以下に減少する。三河湾では波高は湾入口で 4 m、中央で 2.5 m、東岸で 2 m 以下になる。波向は S~SSW である。強風に伴ってかなり大きい波高が湾内で得られる。

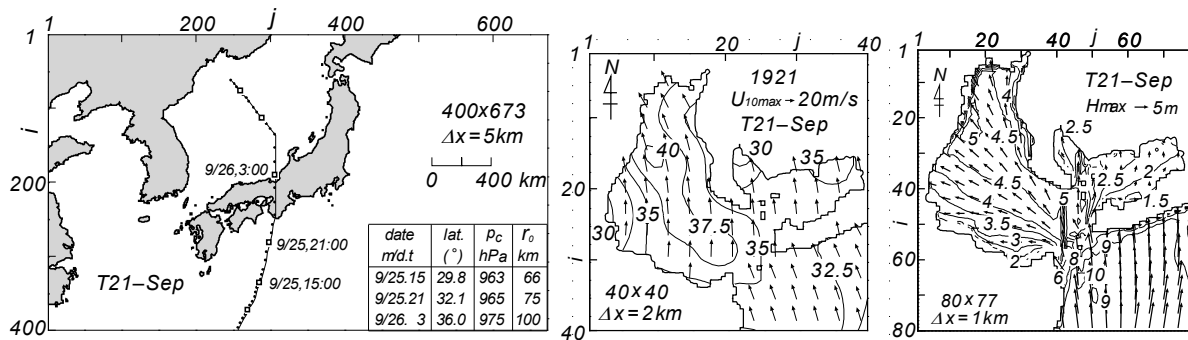


Fig.5 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Ise Bay induced by T21-Sep.

(2) T3412 号 (室戸台風) (Fig. 6)

1) 台風特性と被災状況<sup>[17], [19], [20], [23], [25]</sup>

1934 年 (昭和 9 年) 9 月 21 日高知県奈半利町に上陸し、淡路島を経て神戸に再上陸後、北陸・東北地方を通過したこの超巨大台風によって、大阪を中心に暴風雨や高潮に伴う空前絶後の大災害が生じた。伊勢湾でも強風が吹送し、潮位の上昇がみられたが、最高潮位の時刻が満潮後約 5 時間を経っていたため、最高潮位は満潮位とほぼ一致する程度でほとんど浸水しなかったとのことである<sup>[20]</sup>。愛知県・三重県における被害は死者 10 名、負傷者 99 名、家屋被害 2,400 棟、船舶被害 127 隻となっている<sup>[20]</sup>。

2) 最大風速・風向の空間分布

台風時に伊勢湾は台風の右側半円に入ったので、風向が SE から S, SW と経時変化をした。最大風速は湾外・湾内ともに大部分の領域で 35~37.5 m/s (40 m/s 以下) を与え、わずかに湾内の西側および三河湾の東側で 35 m/s 以下の値をとる。風向はおおむね S である。

3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外の境界付近で 13 m 以上、湾口で 6~7 m をとり、波向は SSW から S である。湾内では、

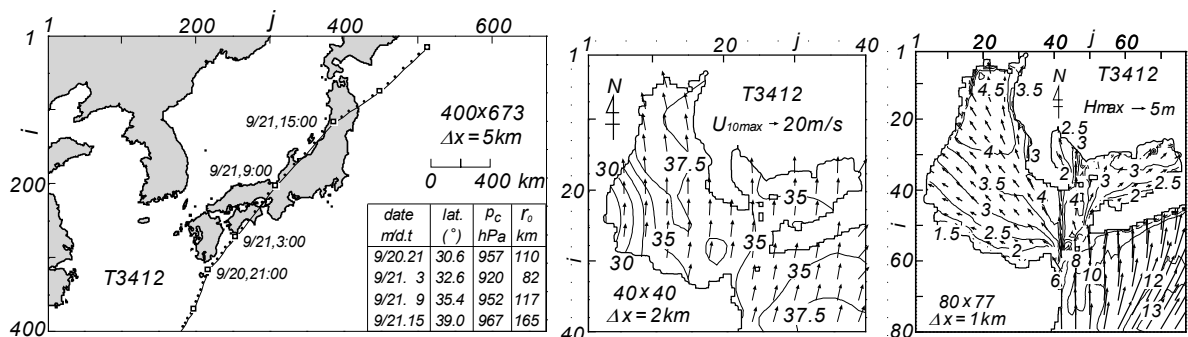


Fig. 6 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Ise Bay induced by T3412.

湾口から4 mの等波高線がN方向に伸び知多半島に達している。波向はSを中心にSSW～SSEをとる。また、4 m等波高線が湾中央から湾奥に拡がり、湾北西端で4.5 mの等波高線もごく局所的に出現する。波向はSEからSである。湾内の南西側で波高は2～3 m、波向はSSEをとる。三河湾では湾入口で4 m、東側湾奥で3 m、南側で2 mを与える。波向はSW方向に傾く。T3412号(室戸台風)時には波高は湾外においてかなり大きい一方、湾内では大きいとはいえ最大級の値を示していない。

### (3) T5028号(ジェーン台風)(Fig. 7)

#### 1) 台風特性と被災状況<sup>[17], [19], [20]</sup>

1950年(昭和25年)8月30日硫黄島の南西海上で発生、9月2日21時頃から進路をNNEにとつて進行し、3日9時頃室戸岬のすぐ東を通過して10時頃徳島県日和佐町付近に上陸、淡路島、神戸を経て若狭湾から日本海へ進んだ。近畿地方は暴風雨により、大阪湾沿岸ではこれに巨大な高潮が加わり大被害を受けた。全国の人的被害は死者・行方不明者539名、負傷者26,062名、家屋被害56,000棟、浸水家屋167,000棟、船舶被害2,798隻というきわめて大規模なものである。伊勢湾でも強風が吹き、高潮偏差146 cm(観測史上第6位)と143 cmの2回の山が現われたが、干潮時であったため浸水には至らなかった。しかし、名古屋の港湾施設に被害が生じ、船舶の損壊もみられた。愛知県では死者6名、負傷者36名、家屋被害190棟、船舶被害75隻となっている<sup>[20]</sup>。

#### 2) 最大風速・風向の空間分布

台風の通過期間中には台風の経路特性に応じてSE方向の風が卓越した。風速は湾外東側の27.5 m/sから湾口の32.5 m/sに増大する。風向はS～SSEである。湾内では風向SSE～SEの35 m/s風速域が広範に拡がり、一部37.5 m/sに達する。三河湾では風速は30 m/s前後、風向はS～SSEであり、風速は伊勢湾より5 m/s程度小さい。

#### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外の境界近くで9 m、湾口の外側で7～8 m、波向はSSWからSをとる。湾内では湾口から4 m波高域が全域に拡がる。湾中央から北西端では5 m域も広い範囲を占め、北西端で5.5 mに達する。波向はSEである。三河湾では波高は湾入口の3 mから湾奥の2 m以下になる。波向はS～SWをとる。強風・高波高の中心は大阪湾にあるが、伊勢湾でもかなり波高は大きい。

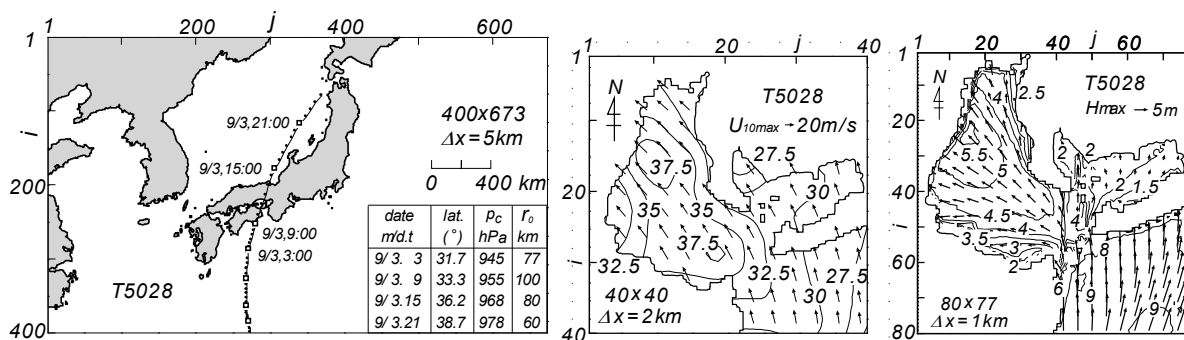


Fig. 7 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Ise Bay induced by T5028.

### (4) T5202号(Fig. 8)

#### 1) 台風特性と被災状況<sup>[17], [19], [23]</sup>

本台風は1952年(昭和27年)9月19日フィリピン東方海上で発生、NW方向に進行後、台湾南東海上でNNE、NNW方向に転向してそのまま進行し、23日9時九州南方海上(中心気圧970 hPa)、室

戸岬沖, 潮岬付近を経て 23 日 23 時過ぎ志摩半島の大王埼から浜名湖付近を NE 方向に通過している。この時点の台風の中心気圧は 976 hPa 程度, 伊良湖と浜松における最低観測気圧は 980.0 hPa と 977.5 hPa である。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 棟であるから, 少なからぬ被害がみられる。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

本台風時には伊勢湾は台風の左側半円に入っている。最大風速は湾口の内外における 27.5 m/s 以上 (30 m/s 以下), 風向 SE を中心として, 四方に向けて同心円状に減少しており, 伊勢湾の南側半分で 25 m/s 以上 (風向 E), 三河湾でも 25 m/s 以上 (風向 SE), 湾奥で 20 m/s 以下 (風向 NNE) となっている。T5202 号時には伊勢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

波高は湾外南東側の 7 m から湾口の 4 m に向けて小さくなる。波向は SW から S に変化する。湾内では湾口から中央付近に 3 m 波高域が広がるが, 北側の海域は 2 m 波高域になる。波向は SE から E, 北側の海域で SE から S をとる。三河湾では湾入口で 3 m, 湾内で 2 m をとり, 波向は S から SW に変化する。

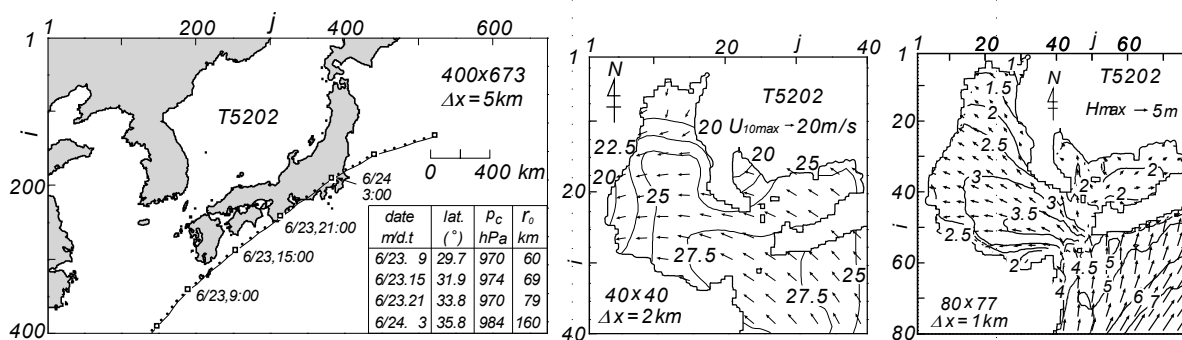


Fig. 8 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Ise Bay induced by T5202.

## (5) T5313 号 (テス台風) (Fig. 9)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[17], [18], [19], [20], [23], [24], [26], [27], [28]</sup>

1953 年 (昭和 28 年) 9 月 18 日にグアム島の南東海上で発生, 22 日には中心気圧 900 hPa に急速に発達し, N 方向に進行した。25 日 9 時には進行方向を NE に保って室戸岬の沖合を中心気圧 930 hPa で通過し, 17 時頃に三重県志摩半島に上陸, 伊勢湾を経て 18 時 30 分愛知県知多半島南端に再上陸し, 中部・関東・東北地方を通過して三陸沖に抜けた。台風経路に近い伊良湖岬では最低気圧 957.1 hPa を記録した。この台風時には暴風雨により四国・近畿・中部の各地方の広い範囲で大規模な風水害が発生した。また, 台風の接近・通過に伴い発生した高潮が満潮時と重なったため, 高潮偏差そのものは T5915 号 (伊勢湾台風) 時に遠く及ばないものの, 三重県沿岸や愛知県の三河湾・渥美湾沿岸一帯に壊滅的な打撃を与えた。因みに, 最大高潮偏差は名古屋で 90 cm (第 1 位は T5915 号時の 345 cm), 鳥羽で 101 cm (第 1 位は T5915 号時の 123 cm) である。本台風は, 裏込めが土で作られていた当時の海岸堤防を三面コンクリート張りに変える契機になり, また 1956 年に海岸法を制定する要因となった台風として知られている。死者・行方不明者 599 名, 負傷者 993 名, 家屋被害 22,000 棟, 浸水被害 434,000 棟, 船舶被害 1,581 隻となっている<sup>[19]</sup>。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

台風の伊勢湾横断に伴い, 風向は反時計回りに経時変化した。風速は台風の右側半円に位置した湾



外で 40 m/s に達し、湾口でも 35 m/s を与える。風向は S から SE である。湾内では湾口の 35 m/s から北側の 30 m/s に小さくなる。風向は湾奥の NNW を除いて、おおむね E 方向である。三河湾では風速は 30~35 m/s であり、東側で大きい。風向は SSE を示す。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

湾外の境界南東側で 12 m を越える波高は、湾口で 6~7 m に減じる。波向は S から SSE をとる。湾内では湾口から 4 m の等波高線が放射状に拡がり、3 m 波高域が湾の中央から南側を占める。湾内に進むにつれて波高は減少し、湾奥で 2 m 以下になる。波向は SE を中心に北東側では SSE 方向に変化し、南西側では E 方向に傾く。三河湾では波高は 3 m 以下であり、湾奥で 2.5 m をやや上まわる。台風の経路特性を反映して台風の勢力のわりに、湾内の波高はそれほど大きくない。

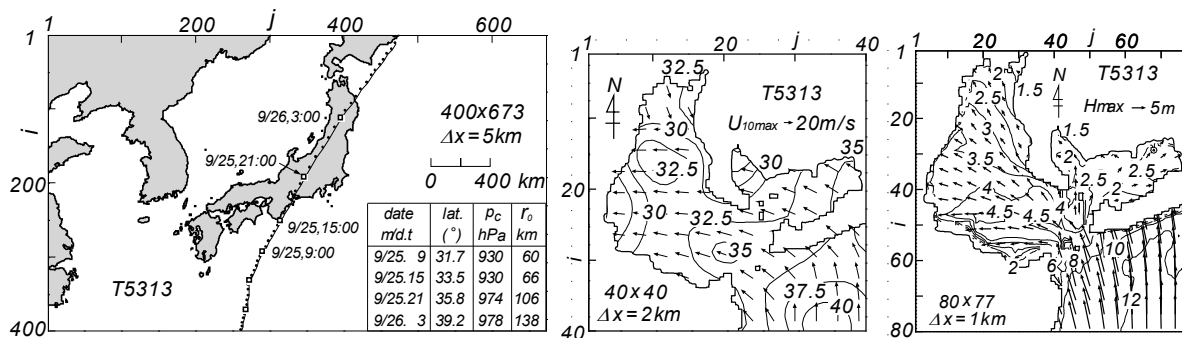


Fig. 9 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Ise Bay induced by T5313.

## (6) T5415 号 (洞爺丸台風) (Fig. 10)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[17], [21], [23]</sup>

1954 年 (昭和 29 年) 9 月 23 日フィリピン東方海上で熱帯低気圧から台風に発達した本台風は NW 方向, N 方向, NE 方向に進路を変えながら猛烈なスピードで進み, 26 日 2 時鹿児島に上陸, 大分から広島へと瀬戸内海を突っ切って日本海に抜け, 北海道のすぐ西側海域から宗谷岬を通過した。この台風は日本海を進行中にも発達し, しかも猛スピードであったので, 猛烈な風をとくに北海道にもたらした。その結果, 青函連絡船洞爺丸など 5 隻の沈没と死者 1,047 名, 行方不明者 92 名の大火事や北海道岩内町の大火を招いた。伊勢湾周辺における最低観測気圧は名古屋で 993.0 hPa, 津で 990.6 hPa, 伊良湖で 994.1 hPa とあまり低くないが, 陸上での最大観測風速は名古屋で 22.2 m/s, 津で 19.4 m/s, 伊良湖で 24.7 m/s とかなり強い。全国の死者・行方不明者は 1,761 名, 家屋被害は 34,000 棟, 浸水被害は 104,000 棟, 船舶被害は 5,581 隻にのぼる。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

本台風時には, 経路にあたる瀬戸内海の全域で強風が吹送した。伊勢湾沿岸でも伊良湖で日最大風速 24.7 m/s, 名古屋で 22.2 m/s とかなりの強風が記録されている。伊勢湾における最大風速に関して 27.5 m/s 域が広い範囲を覆っており, 伊勢湾の北側および三河湾の湾奥では風速は 30 m/s を上まわる。一方, 伊勢湾の南西岸や三河湾の北西岸で 22.5 m/s にまで風速は低下する。風向はおおむね S であり, 伊勢湾では北側に向かうほど SSE 方向をとる。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外で沖合の 7 m 強から湾口の 5 m, 波向は SSW から S に変わる。湾内では 4 m 波高域が知多半島先端に達するとともに, 3 m 波高域が北西側および北側の海域に拡がる。後者の波向は SE から S をとる。南西側海域では波高は 3 m から 2 m 以下になり, 波向は SE 寄りを与える。三河湾では波

向は湾の北西側で 2 m 以上，南側で 2 m 以下をとる。波向は S から SW に変化する。波高は全般的に大きくない。

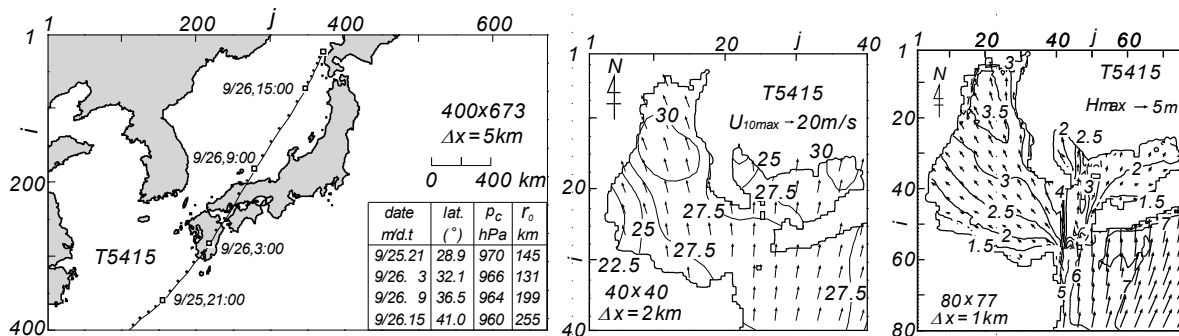


Fig. 10 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Ise Bay induced by T5415.

### (7) T5526 号 (Fig. 11)

#### 1) 台風特性と被災状況<sup>[17]</sup>

1955 年 (昭和 30 年) 10 月 17 日 15 時北緯 22°，東経 125° 付近で台風として確認された進行方向 N の本台風は 18 日 9 時頃 NW 方向に向きを変えてそのまま進み，20 日 12 時頃和歌山県田辺市付近に上陸した。中心気圧は 985 hPa である。その後，台風は 14 時頃名古屋付近を，18 時頃関東地方北部を経て福島県から太平洋に出た。最低観測気圧は潮岬で 986.3 hPa，尾鷲で 986.6 hPa，津で 987.3 hPa，名古屋で 989.7 hPa とあまり低くない。四国・近畿地方や中部以東の各地方は暴風雨にみまわれたが，中規模以下の台風強度や降雨のため，被害は軽微であった。

#### 2) 最大風速・風向の空間分布

本台風時には，台風中心が名古屋の北西側を NE 方向に通過しているという意味で，T5915 号 (伊勢湾台風) の経路と類似する。最大風速は伊勢湾の湾外から湾内にかけての広い範囲および三河湾の東側湾奥で 32.5 m/s を越える。風速 30 m/s 域は伊勢湾の西岸の一部と三河湾の北西端を除く伊勢湾と三河湾のほぼ全域を覆う。風向は湾外と三河湾で S，湾口から湾内で SE である。

#### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外で 6 m から 5 m，波向は SSW から S である。湾内では 4 m 波高域 (波向 S) が知多半島に達するとともに，知多半島沖合から北西方向に湾奥近くにまで延びる。波向は SE である。南西側

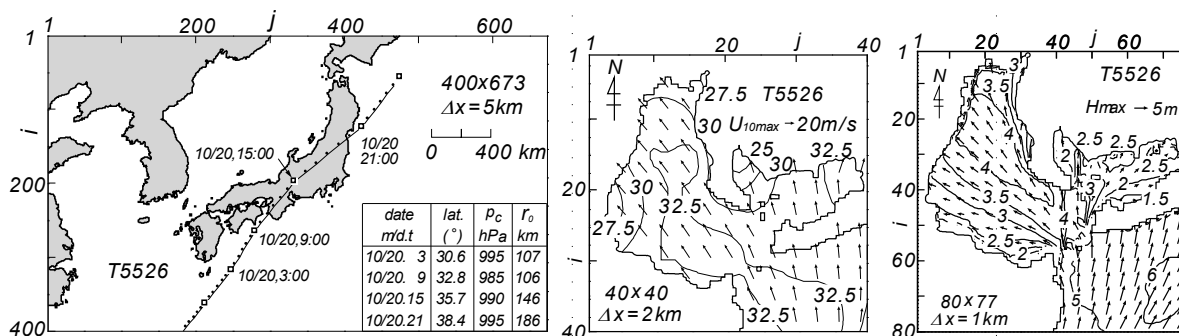


Fig. 11 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Ise Bay induced by T5526.

海域では沿岸部で波高は2 mにまで低下し、波向も SSE~E をとる。三河湾では波高は湾入口で3 m、湾内で1.5~2.5 mの範囲にあり、北側の海域で大きい。波向は S~SW を示す。

### (8) T5615号 (Fig. 12)

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

本台風は1956年(昭和31年)9月21日頃北緯15°、東経135°付近で発生、WNW、NW方向に進行後、25日台湾の南方海域(中心気圧970 hPa)で次第にNW方向に転向し27日9時紀伊半島沖(中心気圧968 hPa)を経て御前崎付近に進行し上陸、猛スピードで東京の西側から鹿島灘に抜けている。最低観測気圧は潮岬で971.1 hPa、伊良湖で982.1 hPa、浜松で976.2 hPa、御前崎で974.6 hPaである。被害は四国地方から関東地方に及んでおり、死者・行方不明者は31名、家屋被害は4,200棟、浸水被害は47,500棟に達する。

#### 2) 最大風速・風向の空間分布

本台風は、伊勢湾の沖合をNE方向に進行しており、伊勢湾は台風の左側半円に位置する。風速は湾口内外で32.5 m/sを上まわり、そこから四方に向けて風速が減少する。30 m/s域が伊勢湾の南側と三河湾のほぼ全域を覆う。風向はENEである。伊勢湾全体は22.5 m/s域に入っており、湾奥に向かうほど小さい。風向は湾南側のENEから反時計方向に傾き、湾奥でNをとる。

#### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外南東側の8 m強から、湾口外側の5 mに小さくなる。波向はSSWからSを経てSEに反時計まわりに変化する。湾内では湾口から3 mの等波高線が北西側(波向はE)に若干延びる程度であり、2 m波高域が多くを占める。波向はN寄りである。要するに、湾内での波高はあまり大きくない。波浪はN寄りの風によって発達している。三河湾では湾入口の3 m弱から湾奥の1.5 mへと小さくなる。波向はNE~Eであるが、波浪がNE方向の風によって湾奥から湾入口に向けて発達したと言ふべきであろう。

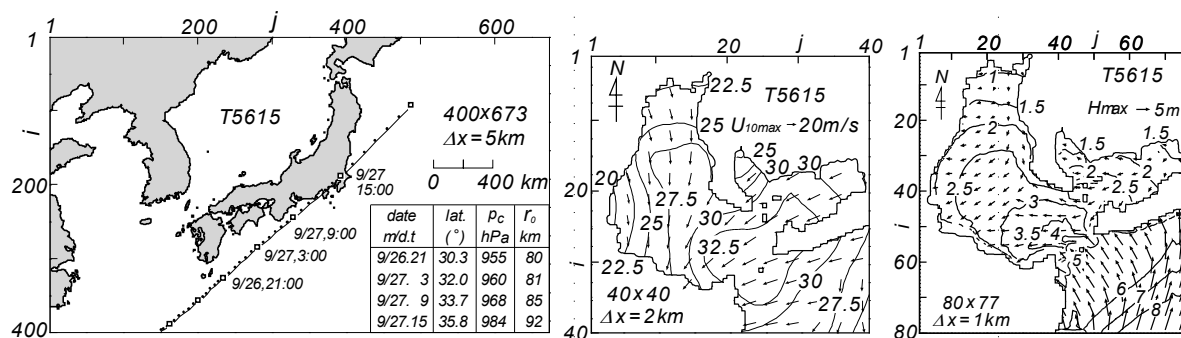


Fig. 12 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Ise Bay induced by T5615.

### (9) T5817号 (Fig. 13)

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

本台風は1958年(昭和33年)8月21日北緯18°、東経135°のフィリピンとマリアナ諸島の間海域で発生、進路をNW方向、ついで22日9時にN方向、24日9時からNNE方向に転じ、25日9時の四国沖(中心気圧970 hPa)を経て和歌山県御坊市付近に上陸した。その後、近畿・北陸・関東地方を通過して仙台付近から太平洋に出た。最低観測気圧は台風経路に近い和歌山で980.2 hPa、奈良で986.1 hPaであるが、東側に離れた名古屋では990.0 hPa、津では994.9 hPa、伊良湖では999.9 hPa

とあまり低くない。この台風により、通過経路にあたる近畿・中部地方で豪雨・洪水災害が生じた。死者・行方不明者は45名、家屋被害2,000棟、浸水被害は18,000棟に達する。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

本台風時には、伊勢湾は台風の右側半円に入ったことから、S寄りの強風が吹続した。台風の規模ははるかに及ばないものの、経路はT5915号（伊勢湾台風）のものに似ている。最大風速は湾外の西側から湾奥にかけて32.5 m/sの等風速線（35 m/s以下）が広がっている。風向は湾外でS、湾内で北に向かうにつれSE方向に変わる。湾内の西岸中央や東岸に沿って風速は30 m/sと相対的に小さい。風向は湾外でS、湾内でSEに傾く。さらに、三河湾では風速は25~27.5 m/sの範囲にある。風向は西側でSE、東側でSである。全般的にかなりの強風が吹送している。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外で6 m程度、波向はSSW~Sをとる。湾内では湾口から北西側海域に向けて3 m波高域が延びており、北西岸沖合に4 m波高域も出現する。波向はSEである。湾内全体では2 m波高域が大部分を占める。三河湾では湾入口で2 m、湾内北西側で1.5 m以上、南東側で1.5 m以下を示す。波向はSSWをとる。

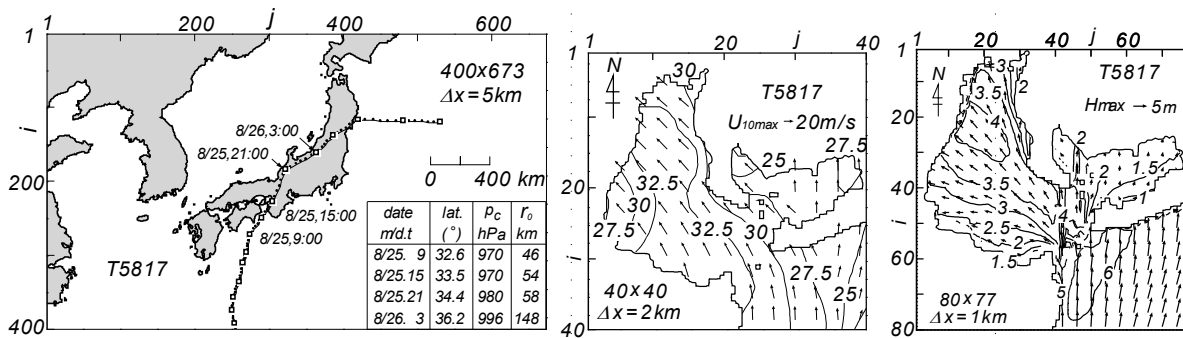


Fig. 13 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Ise Bay induced by T5817.

## (10) T5821号 (Fig. 14)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[17], [23], [29]</sup>

本台風は1958年（昭和33年）9月8日北緯10°、東経140°付近で発生、NW方向に進行して13日に台湾のはるか東方海上、北緯21°、東経129°付近からN方向からNW方向に転向し、そのまま17日夜半から18日の朝にかけて紀伊半島、伊勢湾の沖合をNE方向に進んで、18日8時鎌倉市付近に上陸、横浜、東京を通過して鹿島灘に抜けている。上陸時の中心気圧は962 hPaである。台風の左側半円に位置した伊勢湾沿岸においても、最低観測気圧は浜松で967.5 hPa、伊良湖で975.0 hPa、津で981.2 hPa、名古屋で981.3 hPaと、とくに台風経路に近い浜松や伊良湖でかなり低い値を記録している。本台風時には風というよりむしろ豪雨による被害が全国に及び、関東・東北地方に被害が集中した。死者・行方不明者は72名、家屋被害は5,600棟、浸水被害は49,000棟となっている。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

本台風は伊勢湾の沖合をNE方向に進行したことから、伊勢湾は台風の左側半円に入り、台風の接近・通過による反時計まわりの風向変化を伴いながら、風の方が著しく変わった。風速は湾外で35 m/sと強く、湾内の湾奥に向けて20 m/s程度にまで小さくなる。風向はNNW~NNEをとる。要するに、伊勢湾内で風速は北側の湾奥の20 m/sから南側の湾口の32.5 m/sに向けて増大する。三河湾でもほぼ全域で30 m/s前後（風向N）の風が出現している。



### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外の南東端で 9 m, 湾口の外側で 5~6 m をとり, 波向は S から SSE に変化する。湾内では波高は湾奥から湾口に向けて大きくなり, 北側海域で 1.5~2 m, 湾口近くで 3 m 強をとる。波向は N 寄りを中心とする。三河湾でも波高は北側の 1.5 m から南側の 2 m に大きくなる。波向は NE を主体とする。いずれにしる, 湾内での波高は湾外に比べて大きくない。

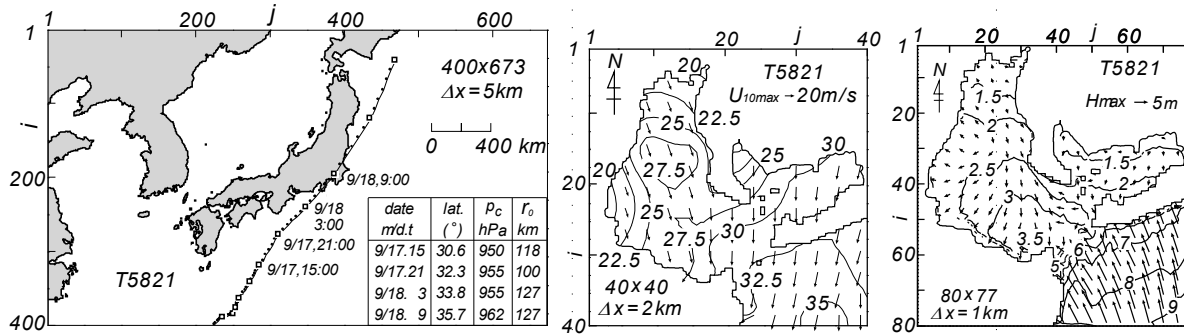


Fig. 14 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Ise Bay induced by T5821.

### (11) T5915 号 (伊勢湾台風) (Fig. 15)

#### 1) 台風特性と被災状況<sup>[17], [18], [19], [20], [21], [22], [23], [24], [27], [28], [30]</sup>

1959 年 (昭和 34 年) 9 月 21 日サイパン島の東方海域で発生, 進路を NW 方向にとって急速に発達し, 23 日 15 時に中心気圧 894 hPa, 24 日 15 時でも 900 hPa を示した。その後, 勢力をあまり衰えさせず次第に進路を N 方向から NNE 方向に転じて 26 日 18 時過ぎに和歌山県潮岬のすぐ西に上陸, 紀伊半島を縦断, 中部山岳地帯を経て 27 日 0 時過ぎに日本海に抜けた。上陸時には潮岬で最低気圧 929.5 hPa を記録した。伊勢湾でも最低観測気圧は津で 944.7 hPa, 名古屋で 958.5 hPa を与えた。この台風は超大型の非常に強い台風で全国各地に甚大な被害を与えた。とりわけ, 伊勢湾では台風の通過が満潮時と重なったため, 観測史上最大の高潮 (高潮偏差は名古屋で 345 cm, 鳥羽で 123 cm) が発生し, 烈風, 高波, 河川の洪水と相まって, 伊勢湾沿岸一帯に未曾有の大災害をもたらした。災害の原因として空前絶後の厳しい自然条件のほか, 避難誘導や住民への災害情報の伝達を含めた防災体制および防災施設の不備などがあげられた。この大災害は日本の防災体制に根本からの変革を迫るものであり, 1961 年の「災害対策基本法」の制定・公布に結びついた。死者・行方不明者 5,098 名, 負傷者 38,921 名, 家屋被害 834,000 棟, 浸水被害 364,000 棟, 船舶被害 13,795 隻と膨大な数にのぼる<sup>[19]</sup>。

#### 2) 最大風速・風向の空間分布

台風は伊勢湾の西を NE 方向に進行したことから, 風向は SE から S, SW に変化した。風速は湾外沖合で 40 m/s, 湾口付近で 45 m/s と猛烈な風になっている。風向は S である。湾内では湾口の 45 m/s から湾中央, 北側に向うにつれて 40 m/s と 5 m/s 程度小さくなるものの, 烈風であることに変わりない。風向は湾口で S, 湾内で SE あるいは ESE を与える。三河湾内でも風速は 40~45 m/s, 風向は S である。

T5915 号時の伊勢湾における海上風分布は気象庁<sup>[28], [30]</sup>, 山元・光田<sup>[31]</sup>, 柴木・後藤<sup>[32]</sup>, 大澤ら<sup>[6]</sup>によって調べられている。気象庁<sup>[28], [30]</sup>の結果では, 志摩半島先端の大王崎付近で 50 m/s 風速域が, 志摩半島から知多半島, 渥美半島にかけて 45 m/s 域が, さらに北側の松阪, 名古屋, 岡崎付近にかけて 40 m/s 域が形成され, 伊勢湾・三河湾全体で風速 35 m/s 以上となっている。9 月 26 日 20 時, 21 時, 22 時の風速分布を与えた山元・光田<sup>[31]</sup>の結果では, 湾外と湾内で 45 m/s 域が出現し, 35~40 m/s



域は湾外や三河湾を含む湾内全体を占める。この分布状況は今回の結果と定性的に符合する。柴木・後藤<sup>[32]</sup>の結果は等風速線で表されていないので、細部は判読不能である。メソ気象モデル MM5 による計算結果から 9 月 26 日 16 時～27 日 2 時までの 8 時点について風速・風向分布を与えた大澤ら<sup>[6]</sup>の結果では、最大風速は湾外と湾内中央部より南側で 40 m/s 以上となっており、湾内の沿岸部でも大部分の地区で 36 m/s を越え、32 m/s 域は伊勢湾全体を覆う。本研究の結果と比べると、大澤ら<sup>[6]</sup>の結果における風速が 2.5～5 m/s 小さい傾向にあるが、空間分布のパターンは類似する。要するに、山元・光田<sup>[31]</sup>の結果、大澤ら<sup>[6]</sup>の結果、本研究の結果は多少の風速の差を除くと、定性的にみて相互に類似した風速の空間分布を与えると言える。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外の南東側で 15 m を越えるが、湾口では 8 m に減じる。波向は SSW から SSE である。湾内では、5 m 波高域が湾内の北西部や北部に向けて広範に広がっており、北西側や知多半島沖合で 6 m 域、北西岸沖合で 6.5 m 域もみられる。波向は SE を中心に知多半島沖合で S、北東側で SSE～S、南西側で E をとる。三河湾では波高は湾入口で 5 m、東側湾奥で 2.5 m と小さくなり、波向は S から SW をとる。

T5915 号時の波浪推算は緒言で述べたように、井島ら<sup>[1]</sup>、岩垣・柿沼<sup>[2]</sup>、柴木ら<sup>[3]</sup>、小林ら<sup>[4]</sup>により行われている。有義波法に基づく井島ら<sup>[1]</sup>の結果では伊勢湾に沿った水深 8 m 地点における波高は 3.2～4.3 m、岩垣・柿沼<sup>[2]</sup>の結果では湾中央における波高は 4.5～6.4 m と推定されている。スペクトル法に基づく柴木ら<sup>[3]</sup>の結果では湾外の境界付近で 14～15 m、湾口で 10 m 前後、湾内では湾口の 6 m から湾中央および北西側で 3.5～4 m を与える。小林ら<sup>[4]</sup>の結果では波浪推算モデルにおける入力項の違いにより湾外部で 16 m あるいは 20 m をとり、湾内では入力項の違いにより 6 m 域あるいは 8 m 域が湾口から湾中央にまで広がるという空間分布のパターンになっている。今回の結果は湾外では柴木ら<sup>[3]</sup>の結果に、湾内では小林ら<sup>[4]</sup>の結果に近い波高を与える。T5915 号時には少なくとも風速 35 m/s を越える SE 方向の強風が 2 時間以上吹送していることから、湾内発生最大波高は 5 m を越えると推測される。

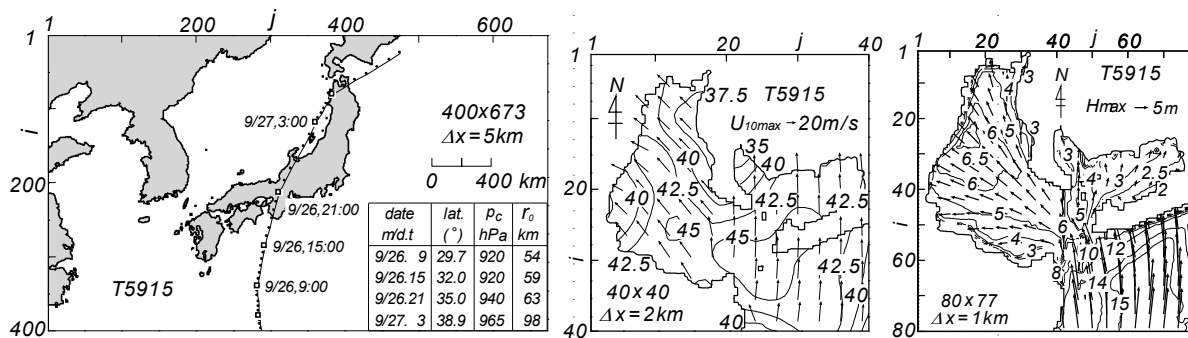


Fig. 15 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Ise Bay induced by T5915.

## (12) T6016 号 (Fig. 16)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[17], [19]</sup>

1960 年 (昭和 35 年) 8 月 18 日グアム島の東方海域で発生、NW 方向に進行したのち、8 月 25 日北緯 22° 付近で進路を NNW 方向、8 月 29 日早朝北緯 31° 付近で NNE 方向に転じ 14 時頃高知市付近に上陸した。高知市では最低気圧 969.8 hPa を記録している。その後、台風は中国地方中部を経て日本海に抜けた。四国・中国・近畿地方では暴風雨により、土砂崩れや堤防決壊などの土砂災害・洪

水災害が生じた。台風経路から少し離れた伊勢湾でも比較的強い風が吹き、名古屋で46 cmの高潮偏差が記録された。死者・行方不明者は61名、負傷者は145名、家屋被害600棟、浸水被害45,000棟、船舶被害54隻となっている。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

風速は湾外の17.5 m/sから湾内北西端の32.5 m/sに向って増大している。風向はSEである。台風経路から数百 km 離れた伊勢湾においても25 m/sを上まわる強風が吹送したことがわかる。また、三河湾でも風速20~22.5 m/s、風向SEの強風場となっている。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外で4 mから4.5 m程度、波向はSをとる。湾内では2.5 m以上の波高域が広い範囲に広がる。4 m波高域も北西端に出現する。南西側では波高は2 m以下である。波向はSEを主とし、南西側でE方向に、北東側でS方向に傾く。また、三河湾では1~2 mの波高域が形成されている。波向はS方向を主とする。

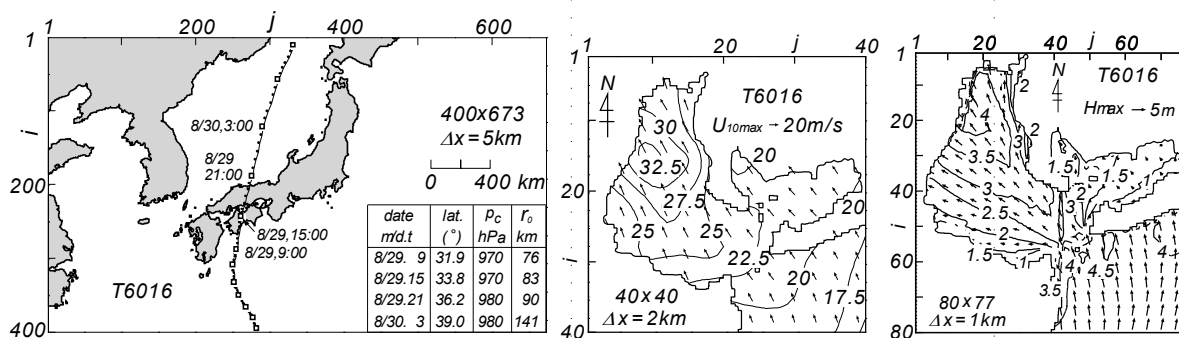


Fig. 16 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Ise Bay induced by T6016.

## (13) T6118号 (第2室戸台風) (Fig. 17)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[17], [18], [19], [20], [33], [34]</sup>

1961年(昭和36年)9月8日マーシャル諸島近海で発生、NW方向に進行して12日朝には900 hPa以下に発達、14日夜半沖縄の東海上で転向してNNE方向に進行し16日9時過ぎに四国の室戸岬の西方に上陸した。上陸時の中心気圧は925 hPa、台風半径は100 kmである。台風はその後12時に淡路島、13時30分頃に尼崎市と西宮市の間を通り、18時に能登半島東部に達し日本海に出た。台風の勢力は上陸後も衰えず、室戸岬で最低気圧930.7 hPa、洲本で934.7 hPa、大阪で937.3 hPaを記録した。T6118号は大阪湾に到達する前1週間にわたり中心気圧930 hPa以下を保持した超巨大台風であり、経路を含めて台風特性がT3412号(室戸台風)のものと類似することから、第2室戸台風と命名された。大阪では、観測史上第1位の292 cm(室戸台風)に次ぐ245 cmの高潮偏差が生じた。近畿・北陸地方を中心としたほぼ全国規模の暴風被害や、大阪をはじめ兵庫、和歌山、香川の各県における高潮被害は甚大であるが、雨による被害は少ない。伊勢湾でも名古屋で最低気圧971.7 hPaを記録し、また観測史上第2位にあたる高潮偏差197 cmを生じた。全国の死者・行方不明者は202名、負傷者は4,972名、家屋被害は61,000棟、浸水被害は384,000棟、船舶被害は2,540隻にのぼった。超巨大台風のわりに、高潮に伴う死者・行方不明者は皆無であった。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

台風の室戸岬付近への上陸と淡路島を経て福井県への通過に伴い、台風の右側半円に位置した伊勢湾では風向SEからSSE、Sの強風が吹送した。風速は湾外から湾内の非常に広い範囲で37.5 m/sを上

まわり、湾内の中央や北西端では 40 m/s を越える。風向は湾外で S，湾内で SE である。三河湾でも風速は 35 m/s 前後，風向は S をとる。

T6118 号時の伊勢湾における風力階級が気象庁<sup>[34]</sup>や矢吹<sup>[33]</sup>により，風速分布が山元ら<sup>[35]</sup>により与えられている。気象庁<sup>[34]</sup>の結果（当該箇所は矢吹による執筆）や矢吹<sup>[33]</sup>の結果では，9 月 16 日 11 時～15 時で風力階級 12 の等値線が伊勢湾の沿岸全体を覆っていることから，この時間帯には伊勢湾内で 35 m/s あるいはそれ以上の強風（風向は S～SE）が吹送したと推測される。また，山元ら<sup>[35]</sup>の結果によれば，伊勢湾の沿岸に沿って舌状に風速 30 m/s の等値線が引かれていることから，伊勢湾内での最大風速は 30 m/s を越えていたことが示唆される。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外の沖合で 12 m，湾口で 6～7 m，波向は SSW～S をとる。湾内では湾口から 5 m 波高線が北側の知多半島に到達するとともに，北西側で湾奥まで 4 m の等波高線が拡がり，北西岸沖合に 5 m の等波高線が出現する。また，南西側では波高は南西岸の 2 m にまで小さくなる。波向は SE を中心として南西側に向かうにつれて ESE 方向に，北側に向かうにつれて S 方向に傾く。三河湾では波高は湾入口の 4 m から東側湾奥の 2～2.5 m にまで小さくなる。波向はおおむね SSW～SW を与える。

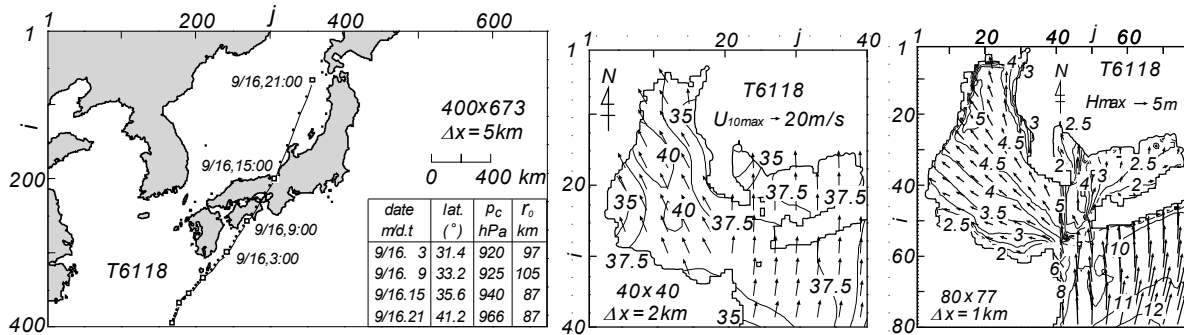


Fig. 17 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Ise Bay induced by T6118.

## (14) T7220 号 (Fig. 18)

### 1) 台風特性と被災状況<sup>[19], [28]</sup>

1972 年（昭和 47 年）年 9 月 13 日にフィリピンのはるか東方海上で台風が発達，NW 方向に進路をとったのち 9 月 15 日以降進行方向を N から NNE に転じ，9 月 16 日 19 時前和歌山県潮岬付近に上陸した。潮岬の最低観測気圧は 956.9 hPa である。その後，台風は三重県西部から岐阜・富山県を経て日本海に抜けた。名古屋における最低気圧は 974.8 hPa を記録した。台風は豪雨を誘発し，土砂崩れが続発，洪水と重なって被害は全国に及んだ。伊勢湾では観測史上第 3 位に当たる高潮偏差 196 cm を生じるなど，第 2 伊勢湾台風と呼ばれるほどの高潮を生起したが，高潮の起時が満潮時刻とずれていたため重大な高潮災害に至らなかった。この台風は北海道西方の日本海上でループを描く経路をとって日本海に長期間停滞し，その結果として生じた異常波浪が巨大なうねりとなって韓国東岸に襲来し，大きな海岸災害をもたらした事例として専門家の間では知られている。全国の被害は死者・行方不明者 38 名，負傷者 158 名，家屋被害 1,300 棟，浸水被害 78,000 棟，船舶被害 240 隻となっている。

### 2) 最大風速・風向の空間分布

本台風は伊勢湾のすぐ西側を NNE 方向に進行していることから，風向は SE から S，SW と変化した。風速は湾外と湾内の広い範囲で 37.5 m/s 以上をとり，湾外の沖合や湾内の湾口から北西側および湾奥において 40 m/s を越える。風向は湾外で S～SSE，湾内で SE である。三河湾でも風速は 32.5 m/s

から 37.5 m/s 弱, 風向は SE の場となっている。このように, T7220 号は伊勢湾全域にきわめて強い風  
の場を生起しており, 名古屋で 196 cm の高潮偏差を生じたことと相まって, 第 2 伊勢湾台風と呼ばれ  
る由縁となっている。

### 3) 最大波高・波向の空間分布

波高は湾外では沖合で 11 m 以上, 波向は S を主とし, 湾口で 6~7 m, 波向は SSE から S である。  
湾内では湾口から 5 m の等波高線が北西側にまで延びており, 局所的に北西岸沖合に 6 m 域も出現す  
る。湾奥を含めて 3 m 波高域はほぼ湾全体を覆う。波向は SE を主とし, 南西側で E 方向, 北東側で  
SSE~S をとる。三河湾では湾入口で 4 m, 湾中央で 2.5 m をとり, 東側の湾奥で 2 m 程度を与える。  
波向は主として SE である。T7220 号時には湾外と湾内でかなり大きい波高が生じている。

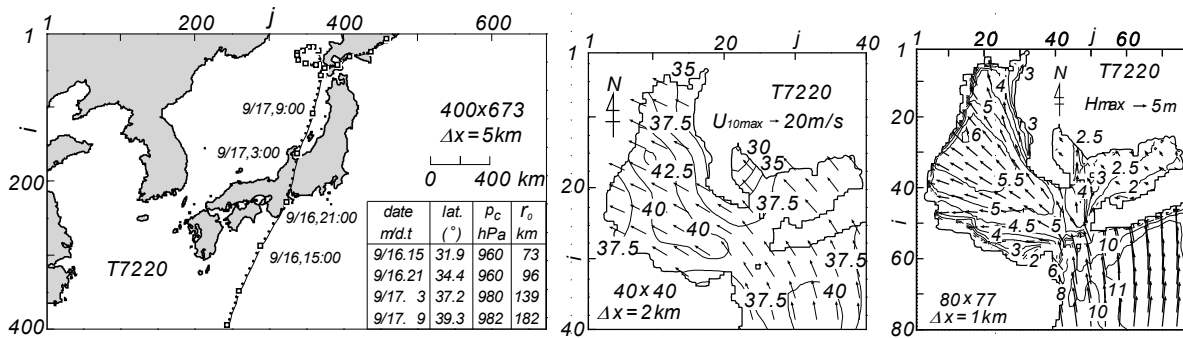


Fig. 18 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height in Ise Bay induced by T7220.

## 4. 伊勢湾における風速・波高の極値の空間分布

### 4.1 風速の極値

Fig. 19 は 1921~1960 年 (40 年間) 12 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>[8]</sup>より得た, 1921~2005 年 (85 年間) の期間最大風速  $U_{max}^{21-05}$  とその風  
向の空間分布を示す。この場合, T6118 号と T7220 号時の最大風速資料はそれぞれ本研究で得た各台  
風時の最大風速資料に置き換えている。これは細かい情報を含  
む SDP 風資料の使用によって, より高い精度の台風時最大風速  
資料が期待されるためである。85 年間の期間最大風速は渥美半  
島から西側の湾中央にかけて 45 m/s を越え, ここから周辺の海  
域に向けて放射状に小さくなり, 三河湾の湾岸で 42.5 m/s, 伊  
勢湾西岸の津付近, 湾奥を含めて北東側海域および湾外境界付  
近でそれぞれ 40 m/s 程度をとる。風向は伊勢湾海域の東側半分,  
すなわち湾外, 湾口, 湾奥のごく一部, 三河湾で S, 湾内の西  
側半分で SE~ESE を与える。期間最大風速を生起した台風は伊  
勢湾の大部分で T5915 号 (伊勢湾台風) であり, わずかに湾外  
の南東側で T5313 号 (テス台風) の寄与がみられる程度である。

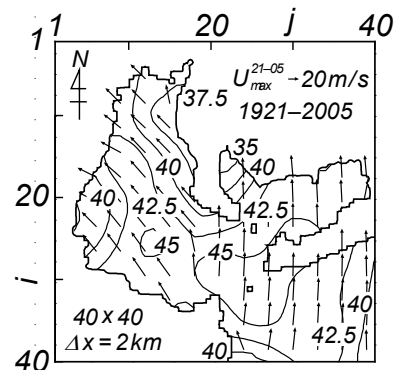


Fig. 19 Largest wind speed  $U_{max}^{21-05}$  and its wind direction during the year period of 1921 - 2005 in Ise Bay.

つぎに, 1959~2005 年 (47 年間) および 1950~2005 年 (56  
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 とする極値統計解析を行った。Fig. 20 は 100 年確率風速  $U_{100}^{50-05}$  に及ぼす資料採択率  $\nu$  の影響をその相対差の%値  $(U_{100(1/5)}^{50-05}/U_{100(1/3)}^{50-05} - 1) \times 10^2$  の空間分布として与える。両者の差はほぼ  $\pm 1.5\%$  以内に納まることから、その差は無視し得よう。

Fig. 21 は 100 年確率風速  $U_{100(1/3)}$  とその標準偏差  $U_{\sigma 100(1/3)}$  に及ぼす資料期間長の影響をその相対差の%値  $(U_{100(1/3)}^{50-05}/U_{100(1/3)}^{59-05} - 1) \times 10^2$  および  $(U_{\sigma 100(1/3)}^{50-05}/U_{\sigma 100(1/3)}^{59-05} - 1) \times 10^2$  の空間分布として与える。両資料において第 1 位値が湾外の南東側を除く伊勢湾内外のほぼ全域で同一であることから、資料期間の伸長に伴って確率風速は最大 3.5% 小さくなる。一方、湾外

のうち南東側では 1950~2005 年の年最大風速資料において T5313 号による風速が第 1 位値をとる。その結果、確率風速は資料期間の伸長に伴い最大 6% 増加するが、提示した図の範囲は対象海域よりかなり狭いことから、その大きさは最大で 2% にとどまる。また、100 年確率風速の標準偏差は資料期間の伸長に伴い、10~30% 小さくなり、信頼区間の幅が減少する。

Fig. 22 は 1950~2005 年 (56 年間) の別年最大風速資料に対して資料採択率  $\nu$  を 1/3 とした極値統計解析から得た、100 年確率風速  $U_{100(1/3)}^{50-05}$  とその変動係数の%値  $(U_{\sigma 100(1/3)}^{50-05}/U_{100(1/3)}^{50-05}) \times 10^2$  の空間分布を与える。100 年確率風速は知多半島周辺から湾奥にかけての海域を除く全域で 40 m/s を越え、湾口から湾内外にかけての広い範囲で 45 m/s (最大 46 m/s) をとる。変動係数は海域の東側半分で 8% から 10% 強を与え、とくに湾口の周辺で大きい。海域の西側半分では 6~8% で西側に向けて小さくなる。

Fig. 23 は 1921~2005 年 (85 年間) の期間最大風速  $U_{max}^{21-05}$  に対する再現期間  $R(U_{max}^{21-05})$  の空間分布を示す。計算には 1950~2005 年 (56 年間) の年別最大風速資料に対して資料採択率  $\nu$  を 1/3 とした極値統計解析により得た最適分布を用いている。再現期間は湾口付近の 100~120 年から周辺に向けて 60 年へと短くなる。資料期間長は 85 年で

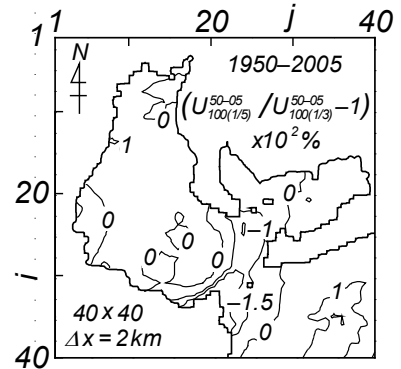


Fig. 20 Effect of data censoring ratio on the estimate of 100-year return wind speed  $U_{100}^{50-05}$  in Ise Bay.

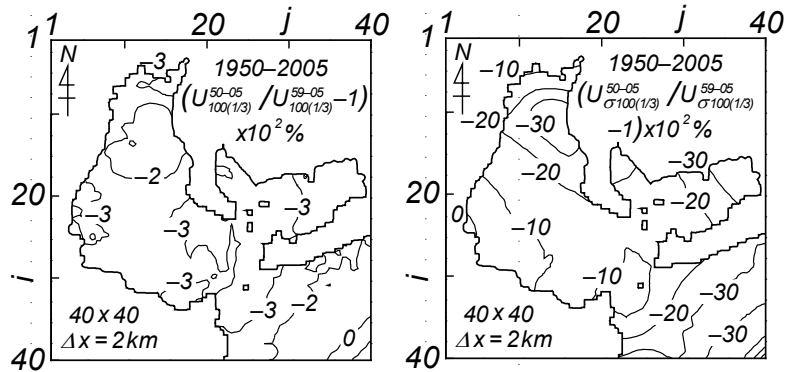


Fig. 21 Effect of data year-length on the estimates of 100-year return wind speed  $U_{100(1/3)}$  and its standard deviation  $U_{\sigma 100(1/3)}$  in Ise Bay.

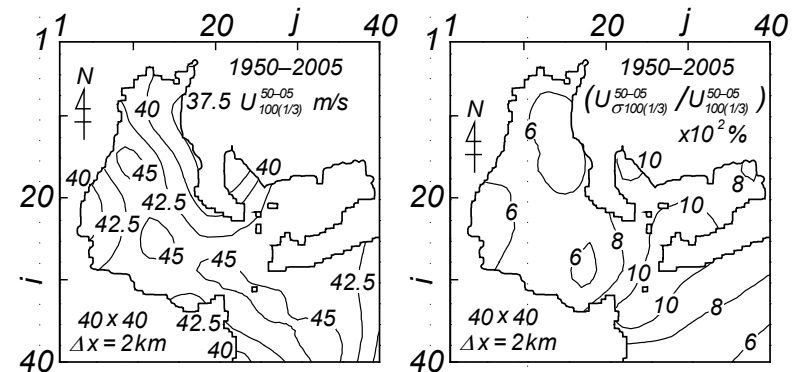


Fig. 22 100-year return wind speed  $U_{100(1/3)}^{50-05}$  and percentage expression of its variation coefficient (standard deviation  $U_{\sigma 100(1/3)}^{50-05}$  divided by 100-year return wind speed)  $(U_{\sigma 100(1/3)}^{50-05}/U_{100(1/3)}^{50-05}) \times 10^2$  estimated using the annual maximum data of the year period of 1950 - 2005 in Ise Bay.



あるから、期間最大風速は全体的には 100 年確率風速とそれほど離れていない値になっている。細部でみると、湾口付近では期間最大風速は 100 年確率風速よりやや大きめの値、湾内の北西側と湾外の南東側では小さめの値に相当する。

## 4.2 波高の極値

Fig. 24 は 1921~1960 年 (40 年間) 12 ケースの台風別年最大波高・波向資料と 1961~2005 年 (45 年間) の年別最大波高・波向資料<sup>9)</sup>を併せて得た、1921~2005 年 (85 年間) の期間最大波高  $H_{max}^{21-05}$  とその波向の空間分布を示す。ただし、T6118 号と T7220 号時の最大波高資料は SDP 風資料の充実に伴い、より高い精度の確保が期待される本研究の台風時最大波高資料によって置き換えている。85 年間の期間最大波高は湾外では 15 m 強から湾口の 7~8 m に小さくなる。波向は SSW から SSE をとる。湾内では湾口から知多半島に向けて 6 m 波高域が到達するとともに、5 m 波高域が湾の西側を除く大部分の海域に広がっており、湾口からみて北西側に位置する四日市沖合で 6.5 m 波高域も出現する。また、名古屋方面では 3~4 m、湾の南西岸でも 3 m にまで小さくなる。波向は SE を中心にそれぞれ S 方向および W 方向に傾く。三河湾では、波高は湾入口の 4~5 m から湾奥の 3 m に減少する。南側では 2.5 m をとる。波向は S から SW に変化する。期間最大波高はほぼ全域で T5915 号時に生起している。

つぎに、極値統計解析は 1950~2005 年 (56 年間) および 1959~2005 年 (47 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 として行った。1950~2005 年 (56 年間) の年別最大波高資料は 1950~1958 年の 9 年間のうち 1951 年と 1957 年を除いて毎年 1 ケースの台風 (1958 年では T5817 号と T5821 号の 2 ケースの台風) に伴う最大波高資料しか含まないけれども、これらの資料は上位に位置付けられる波高をもち、また資料を欠く他の空白年 (1951 年と 1957 年の 2 年) においても上位 1/3 に分類されるほどの年別最大波高資料の生起が各種の資料からみて推測されないことから、1950~2005 年の年別最大波高資料に対して資料採択率  $\nu$  を 1/3 あるいは 1/5 とする解析は有効と考えられる。

Fig. 25 は 1950~2005 年 (56 年間) の年別最大波高資料を用いて推定した 100 年確率波高  $H_{100}^{50-05}$  に及ぼす資料採択率  $\nu$  の影響をその相対差の % 値  $(H_{100(1/5)}^{50-05}/H_{100(1/3)}^{50-05} - 1) \times 10^2$  の空間分布として与える。相対差は大部分の海域で  $\pm 1\%$  以内にあることから、100 年確率波高に及ぼす資料採択率の影響は無視しうる。

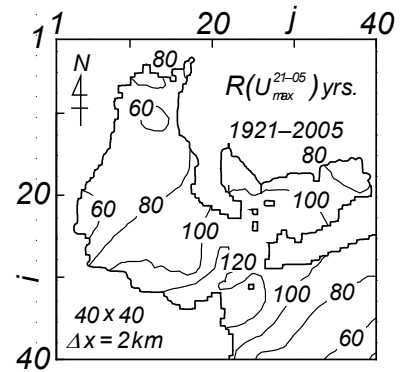


Fig. 23 Return year period  $R(U_{max}^{21-05})$  of the largest wind speed  $U_{max}^{21-05}$  during the year period of 1921 - 2005 in Ise Bay.

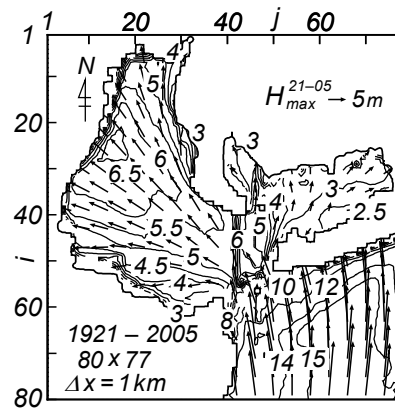


Fig. 24 Largest wave height  $H_{max}^{21-05}$  and its wave direction during the year period of 1921 - 2005 in Ise Bay.

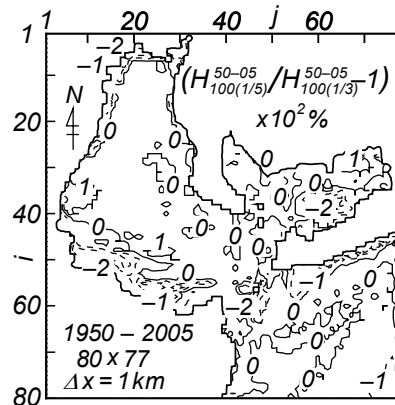


Fig. 25 Effect of data censoring ratio on the estimate of 100-year return wave height  $H_{100}^{50-05}$  in Ise Bay.

Fig. 26 は 100 年確率波高とその標準偏差に及ぼす資料期間長の影響をそれぞれ相対差の%値  $(H_{100(1/3)}^{50-05}/H_{100(1/3)}^{59-05}-1)\times 10^2$  および  $(H_{\sigma 100(1/3)}^{50-05}/H_{\sigma 100(1/3)}^{59-05}-1)\times 10^2$  の空間分布として表す。1959 年 (T5915 号) の年最大波高資料がほぼ全域で両資料期間における第 1 位値を占めることから、資料期間の伸張とともに 100 年確率波高は最大 3 %程度小さくなる。100 年確率波高の標準偏差も 15~30%減少し、推定値の統計的な信頼性が向上する。

Fig. 27 は 1950~2005 年 (56 年間) の年別最大波高資料に対する解析 (資料採択率は 1/3) から得た 100 年確率波高  $H_{100(1/3)}^{50-05}$  とその変動係数の%値  $(H_{\sigma 100(1/3)}^{50-05}/H_{100(1/3)}^{50-05})\times 10^2$  の空間分布を与える。100 年確率波高は湾外の沖合で 15 m, 湾口で 7~8 m をとる。湾内では湾口から 6 m 波高域が知多半島沖に到達し, 5 m 波高域が対岸の湾西側や北西側, 北側へと広範に拡がる。北西岸沖合では 6.5 m 波高域も出現する。湾奥のうち名古屋付近では, 100 年確率波高は 3~4 m である。三河湾では 100 年確率波高は湾入口の 5 m から湾奥の 3 m にまで次第に減少する。また, 南側沿岸で 2.5 m 程度をとる。変動係数は 4~12 %と広く分布する。海域別では, 湾外や湾奥, 三河湾の西側などで 8~12 %と大きい。

Fig. 28 は上記の解析で得た最適分布を用いて求めた, 1921~2005 年(85 年間) の期間最大波高  $H_{max}^{21-05}$  に対する再現期間  $R(H_{max}^{21-05})$  の空間分布を示す。再現期間は大略 80~120 年であるが, 湾内の南西側や湾口の一部で 40 年と小さく, 三河湾の湾奥で 200 年と相対的に大きい。

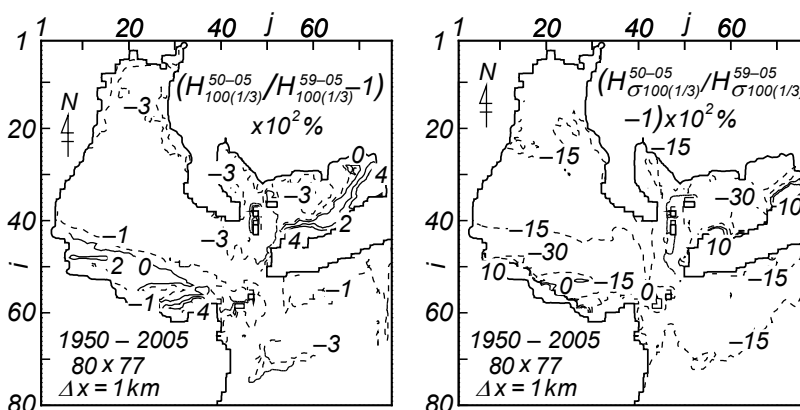


Fig. 26 Effect of data year-length on the estimates of 100-year return wave height  $H_{100(1/3)}$  and its standard deviation  $H_{\sigma 100(1/3)}$  in Ise Bay.

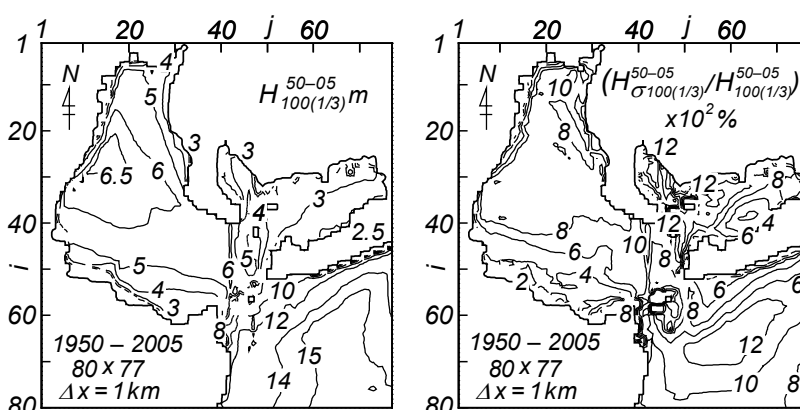


Fig. 27 100-year return wave height  $H_{100(1/3)}^{50-05}$  and percentage expression of its variation coefficient (standard deviation  $H_{\sigma 100(1/3)}^{50-05}$  divided by 100-year return wave height)  $(H_{\sigma 100(1/3)}^{50-05}/H_{100(1/3)}^{50-05})\times 10^2$  estimated using the annual maximum data of the year period of 1950 - 2005 in Ise Bay.

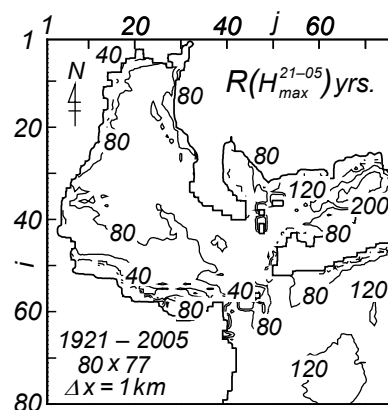


Fig. 28 Return year period  $R(H_{max}^{21-05})$  of the largest wave height  $H_{max}^{21-05}$  during the year period of 1921 - 2005 in Ise Bay.

## 5. 結 語

伊勢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伊勢湾における 1921～1972 年の 14 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風速・波高の再現確率値に及ぼす資料採択率の影響は無視しうる。また、突出した第 1 位値をとる T5915 号（伊勢湾台風）時の最大風速・風向を含んだ年別最大値資料に対する極値統計解析の結果によれば、資料期間の延長とともに第 1 位値が更新されない限り再現確率値の標準偏差が有意な程度に減少する。また、再現確率値はやや小さくなる。

③伊勢湾における 85 年間の期間最大風速は概略 40～45 m/s であり、局所的に 45 m/s を越える。最大風速は T5313 号（テス台風）により生じた南東側を除く湾外および湾内では T5915 号（伊勢湾台風）によりもたらされており、T5915 号の影響が圧倒的である。期間最大風速の再現期間は 60～120 年で比較的短い。100 年確率風速は 40～45 m/s、その変動係数は 6～10 % を与える。

④伊勢湾における 85 年間の期間最大波高は湾外で 15 m、湾口で 7～8 m、湾内で最大 6.5 m と評価される。湾内では湾口から伊勢湾内の広い範囲で 5 m 波高域が拡がり、伊勢湾の北西岸沖合で 6 m を越える。三河湾では湾入口の 4～5 m から湾奥の 3 m に減少する。これらは主として T5915 号時に生じており、その再現期間は概略 80～120 年と推測される。100 年確率波高は期間最大波高とほぼ対応し、湾外沖合で 15 m、湾口で 7～8 m、湾内の広い範囲で 5 m、湾内側の湾口付近から知多半島にかけて 6 m、湾内北西端で 6.5 m をとる。また、三河湾では湾入口の 4～5 m から湾奥の 2.5～3 m に小さくなる。変動係数は 4～12 % と広く分布し、湾外や湾奥、三河湾の西側で大きい。

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] 井島武士・伊藤昭二・青野 尚：伊勢湾台風による外海及び伊勢湾沿岸の波，第 7 回海岸工学講演会講演集，pp.149-161，1960.
- [2] 岩垣雄一・柿沼忠男：海岸波浪の予知に関する研究（第 1 報）—伊勢湾台風時における沖波の推算—，京大防災研究所年報，第 5 号 A，pp.284-295，1962.
- [3] 柴木秀之・渡辺 晃・磯部雅彦・三原正裕：浅海波浪推算モデルとその応用に関する研究，海岸工学論文集，第 42 卷，pp.341-345，1995.
- [4] 小林智尚・座沢慎一郎・安田孝志：波浪推算モデル SWAN による伊勢湾台風時波浪の再現，海岸工学論文集，第 50 卷，pp.181-185，2003.
- [5] 国土交通省中部地方整備局名古屋港湾空港技術調査事務所：管内設計沖波検討調査（[http://www.pa.cbr.mlit.go.jp/MEIGI/br\\_ex\\_report/h\\_17.html](http://www.pa.cbr.mlit.go.jp/MEIGI/br_ex_report/h_17.html)），2007.
- [6] 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 卷，pp.281-285，2001.
- [7] 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.
- [8] 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.
- [9] 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).
- [10] 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.
- [11] 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.
- [12] 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.
- [13] 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.
- [14] 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.
- [15] 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.
- [16] 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.
- [17] (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.
- [18] 宮崎正衛: 高潮の研究 その実例とメカニズム, 成山堂書店, 134p., 2003.
- [19] 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.
- [20] 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.
- [21] 饒村 曜: 続・台風物語, (財) 日本気象協会, 295p., 1993.
- [22] 宮澤清治: 近・現代日本気象災害史, イカロス出版, 325p., 1999.
- [23] 力武常次・竹田 厚 (監): 日本の自然災害, 国会資料編纂会, 637p, 1999.
- [24] 本間 仁 編: 海岸防災, 第3編 海岸災害の記録および防災計画, 防災科学技術シリーズ6, 共立出版株式会社, pp.361-378, 1973.
- [25] 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.
- [26] 中央气象台: 昭和28年台風第13号報告, 中央气象台彙報, 第39冊 第2号, 1955.
- [27] 岩田好一郎: 伊勢湾沿岸の高潮災害対策, 2006年度(第42回)水工学に関する夏期研修会講義集, Bコース, 土木学会水工学委員会・海岸工学委員会, B-6-1-B-6-20, 2006.
- [28] (財) 日本気象協会: 気象海象要覧 伊勢湾・三河湾, 港湾気象海象シリーズ⑬, 394p., 1996.
- [29] 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.
- [30] 気象庁: 伊勢湾台風調査報告, 気象庁技術報告, 第7号, 889p., 1961.
- [31] 山元龍三郎・光田 寧: 台風域内の風の分布の推算法, 京大防災研究年報, 第5号(10周年記念号), pp.139-146, 1962.
- [32] 柴木秀之・後藤智明: 陸上地形の影響を考慮した内湾海上風の推算モデル, 海岸工学論文集, 第40巻, pp.166-170, 1993.
- [33] 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.
- [34] 気象庁: 第2室戸台風調査報告, 気象庁技術報告, 第54号, 1967.

- [35] 山元竜三郎・光田 寧・宮田賢二：第二室戸台風通過時の強風分布について，京大防災研究年報，第6号，pp.113-127，1963.