

瀬戸内海における風速・波高の再現確率値の再評価

Re-Evaluation for Return Values of Wind Speeds and Wave Heights in the Seto Inland Sea

山口正隆*・畑田佳男**・大福 学***・野中浩一***

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

Applying a method developed by Yamaguchi et al.(2009) to the wind data acquired at land stations located around the Seto Inland Sea, sea wind distributions in the concerned sea area are estimated for each of the 14 strong typhoons in the 1933-1960 year period, and the wave height distributions in 3 areas of the Sea are calculated on the basis of shallow water wave hindcastings for each typhoon driven by the above-mentioned wind conditions. Then, combining these hindcastings with the data samples of wind speed and wave height during the 1918-2005 year period estimated in our previous study, the largest value during the 1918-2005 year period and 100-year return value for any of wind speed and wave height are re-evaluated in the Seto Inland Sea. Main conclusions are that the spatial distributions of winds and waves are well-documented by the typhoon's characteristics such as its course and power and that some of the powerful typhoons during the 1918-1960 year period reinforced by the 14 typhoons in this study may have brought about the largest value of wind speed or wave height during the 1918-2005 year period in most areas of the Sea.

Key Words ; the Seto Inland Sea, wind speed, wave height, strong typhoons, year periods of 1933-1960 and 1918-2005, largest values and return values

1. 緒 言

東京湾や伊勢湾と同様に、人口、資産、産業が集中する瀬戸内海において高潮のみならず風や波浪の極値を適正に評価することは、その沿岸部の防災対策にとって非常に重要な課題である。畑田ら^[1]は瀬戸内海を囲むように位置する気象官署において観測風資料が得られるかぎりの古い時代から現在に至る異常ストーム（主として台風）時の風および波浪を計算し、それらの極値を推定してきた。しかし、膨大な作業の手間を考慮して、1960年以前の台風に対しては過去に重大な災害を引き起こした

*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

台風に限定せざるを得なかった。そのため、風速と波高の極値統計解析において資料採択率を年別最大値資料の上位 1/3 として、上位値に含まれるべき資料が欠落しないように細心の注意を払ったが、1960 年以前の資料において上位 1/3 に入るべき資料を見落している可能性を必ずしも否定できない。

そこで本研究では、瀬戸内海において過去の災害関連記録などを再調査して新たに抽出した 1933～1960 年の 14 ケースの台風に対して風および波浪の推算を行い、すでに畑田ら^[1]の研究で使用済みであるが、個々の結果を提示していない台風 (T) 6118 号 (第 2 室戸台風)、T6420 号、T6523 号の 3 ケースの台風と併せた 17 ケースの台風について台風経路、風および波浪の特性を検討する。ついで、1933～1960 年 14 ケースの台風別最大値資料と畑田ら^[1]による 1918～2005 年の年別最大値資料を併せて再作成した 1918～2005 年の年別最大値資料から 1918～2005 年 (88 年間) における風速と波高の期間最大値を求め、それらの特性を調べる。また、1933～2005 年 (73 年間) の年別最大値資料を用いて改めて極値統計解析を行い、風速と波高の再現確率値の特性を再検討する。

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^[1]

波浪推算にあたり外洋と内海でそれぞれ対象台風時の海上風分布資料を用意する。まず、外洋では 1948 年以降の台風に対して、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組み込んだ海上風分布の 1 時間間隔値資料^[2]を用いる。NCEP 風資料を入手しえない 1947 年以前の台風に対しては、円型気圧分布 (Myers 式) の仮定に基づく台風モデル風を使用する。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。

ついで内海では、瀬戸内海周辺に位置する気象庁気象官署における SDP 風資料を主体として、そこでの海上風分布を比較的高い精度で推定しうる山口ら^[3]の方法を用いる。すなわち、Fig. 1 に×印 (佐田岬と土佐沖ノ島の 2 灯台を含む) で示したように、気象官署において取得された SDP 風資料 (10 分単位で表された日最大風速を含む) と外洋境界上 7 地点 (□印) における上述の楕円型気圧分布に基づく台風モデル風を組み込んだ表面風再解析 (NCEP 風) 資料^[2]の 10 分間隔直線補間値に空間補間法を適用して、海上観測地点 (●印) および沿岸観測地点 (○印) における SDP 補間風を推定したのち、これらの地点における SDP 風と観測風の回帰関係を利用して観測相当風に変換する。ついで、海上・沿岸観測地点の観測相当風と外洋境界地点上の台風モデル風を組み込んだ NCEP 風資料に空間補間法を 2 段階で適用して格子間隔 2 km の瀬戸内海における海上風分布を 10 分間隔で推定する。図中の△印は海上の風速を増強して、より適正な海上風分布を得るために設けた中間地点である。NCEP 風資料が存在しない 1947 年以前の台風については、外洋境界地点上の風として円型気圧分布に基づく台風モデル風を用いる。

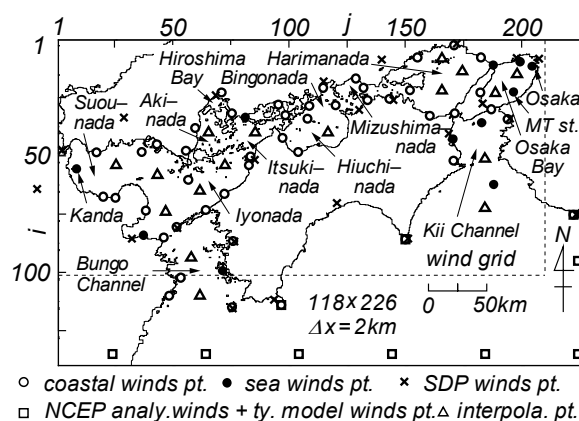


Fig. 1 Location of points where wind data are given in the Seto Inland Sea for estimating sea wind distribution.

2.2 波浪推算の方法^[1]

瀬戸内海における波浪推算は外洋を含めた大領域ならびに瀬戸内海を西部海域，中部海域，東部海域に分けた各海域の2段階で行う。まず，外洋を含む海域における波浪推算では，Fig. 2 に示す格子間隔 5 km の北西太平洋領域に格子間隔 0.5 km の瀬戸内海を組み込んだ高地形解像度 2 段階格子網において西部海域の豊後水道境界上 3 地点 (Fig. 2 の瀬戸内海領域図左下側の*印) および東部海域の紀伊水道境界上 4 地点 (Fig. 2 の瀬戸内海領域図右側中間位置の*印) に 1947 年以前では台風モデル風資料 (外洋) あるいは 1948 年以降では台風モデル風を組み込んだ NCEP 風資料 (外洋) と，SDP 風資料 (内海域) に基づく海上風分布を入力条件として 1 点浅海モデル^[4]により 1 時間ごとに方向スペクトルを計算する。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 0~360° を 20° で等分割した 19 個である。

ついで，瀬戸内海の 3 海域における波浪推算は SDP 風資料より推定した 2.1 の海上風分布を入力条件として，水深の制約に伴う砕波減衰を段波モデルで近似した格子点浅海モデル^[5]により 2~3 日の台風期間について時間間隔 1 分で行う。Fig. 3 は瀬戸内海の 3 海域 (格子間隔 1 km) と灘・湾・水道・海峡の名称や波浪観測地点名 (●印) および沿岸の都市名や地区名 (○印) を示す。格子間隔 2 km の海上風分布の入力時間間隔は 10 分であり，空間に関して 1 km ごとに 4 点双 1 次補間したものを 10 分の間一定として計算を進める。周波数データおよび方向データの個数と値は外洋の場合と同じである。しかし，巨大台風時に S 方向から異常波浪が内海・内湾に伝播するケースでは，方向スペクトルの不連続的伝播 (Garden Sprinkler 効果) を避

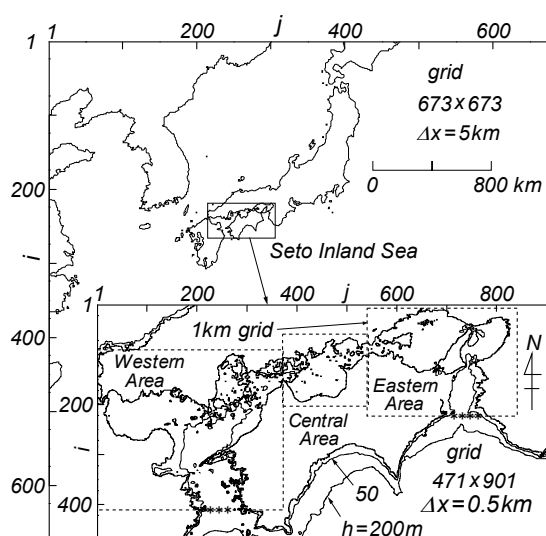


Fig. 2 A nested grid used in wave hindcasting based on backward ray tracing model.

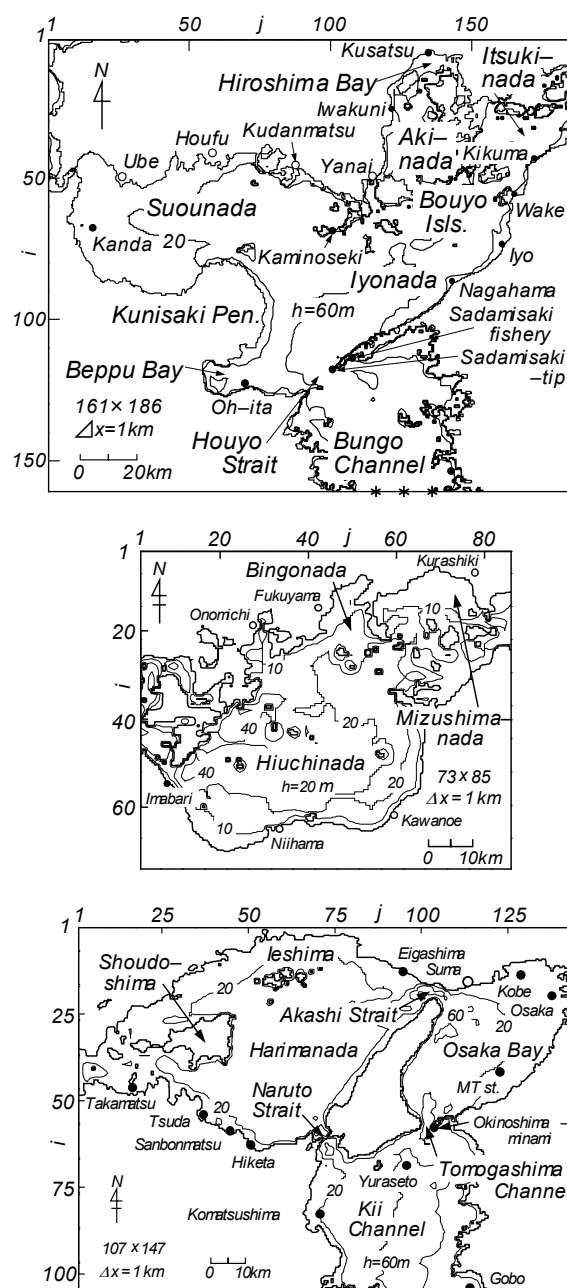


Fig. 3 Grids set on three areas of the Seto Inland Sea used in wave hindcasting and names of small sea area, bay, strait, channel, measurement station and city.

けるために、方向データの個数を増加させ、 $0\sim 360^\circ$ を $10\sim 20^\circ$ で不等分割した 24 個（西部海域）または 27 個（東部海域）とする。

西部海域と東部海域の波浪推算では、豊後水道境界上 3 地点と紀伊水道境界上 4 地点で 1 点浅海モデル^[4]によって 1 時間ごとに計算した方向スペクトルの値を時間に関して 1 分、空間に関して 1 km 間隔で線形補間したものを、さらに方向データが 24 または 27 の場合には 20° 間隔 19 個の方向スペクトルの値を方向に関して線形補間したものを与える。中部海域は周囲を陸地で囲まれた閉鎖海域と仮定する。

2.3 対象台風の選択

対象とする 1960 年以前の 14 ケースの台風は大阪をはじめとする各地の高潮の上位記録、中央気象台および気象庁による異常気象報告書と気象要覧、日本気象協会による台風経路図 30 年集^[6]、台風・高潮災害に係わる書物^{[7], [8], [9], [10]}、災害記事等を参照して抽出・選択している。

14 ケースの台風は年代順にならべると、①T3310 号（屋島丸台風）、②T3504 号、③T3507 号、④T4114 号、⑤T4125 号、⑥T4222 号、⑦T4416 号、⑧T4609 号、⑨T5313 号（テス台風）、⑩T5412 号、⑪T5522 号、⑫T5609 号（バブス台風）、⑬T6011 号、⑭T6016 号、である。また、1960 年代の巨大台風である⑮T6118 号（第 2 室戸台風）、⑯T6420 号、⑰T6523 号に伴う風および波浪については、これまで個々に説明を加えていないので、今回改めてそれらの結果を与える。3 台風に対する結果は 10 分間隔の風速・風向資料を用いて推定したものである。これらの資料の使用は時間間隔や日最大風速資料の取込みに関して高品質の SDP 風資料の利用により、海上風の精度の向上が見込まれることによる。

Table 1 は波浪推算を行った畑田ら^[1]による 15 ケースの台風と今回の 17 ケースの台風を併せた計

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

No. (1)	No. (2)	typhoon name	cal. period (m/d.t)	No. (1)	No. (2)	typhoon name	cal. period (m/d.t)
1		T18-Jul	7/11.18-7/12.18	17		T4902 ⁵⁾	6/20.18-6/21.18
2		T21-Sep	9/25.12-9/26.08	18		T5028 ⁶⁾	9/02.12-9/03.17
3	①	T3310 ¹⁾	10/19.02-10/21.22	19		T5029 ⁷⁾	9/13.14-9/14.10
4		T3412 ²⁾	9/20.14-9/21.12	20		T5115 ⁸⁾	10/14.10-10/15.10
5	②	T3504	7/27.02-7/29.18	21	⑨	T5313 ⁹⁾	9/24.00-9/25.23
6	③	T3507	9/23.15-9/25.15	22	⑩	T5412	9/13.03-9/14.12
7		T3706	9/10.18-9/11.18	23		T5415 ¹⁰⁾	9/25.12-9/26.15
8		T3805	9/05.00-9/05.18	24	⑪	T5522	9/29.00-9/30.21
9	④	T4114	8/14.06-8/16.06	25	⑫	T5609 ¹¹⁾	8/16.03-8/17.21
10	⑤	T4125	9/30.06-10/02.06	26		T5612 ¹²⁾	9/09.12-9/10.12
11		T4216 ³⁾	8/27.06-8/28.03	27		T5915 ¹³⁾	9/26.03-9/27.03
12	⑥	T4222	9/20.12-9/22.10	28	⑬	T6011	8/10.03-8/11.21
13		T4326	9/19.18-9/20.18	29	⑭	T6016	8/28.09-8/30.09
14	⑦	T4416	9/16.06-9/18.06	30	⑮	T6118 ¹⁴⁾	9/15.00-9/16.20
15		T4516 ⁴⁾	9/17.06-9/18.14	31	⑯	T6420	9/24.00-9/25.22
16	⑧	T4609	7/28.12-7/30.12	32	⑰	T6523	9/09.00-9/10.23

¹⁾Yashima-maru, ²⁾Muroto, ³⁾Suou-nada, ⁴⁾Makurazaki, ⁵⁾Della, ⁶⁾Jane, ⁷⁾Kezia.

32 ケースの台風番号と推算期間（m：月，d：日，t：時刻）の一覧を示す。番号欄は全ケースの通し番号 No.(1)と今回の推算における通し番号 No.(2)よりなる。また欄外には，特別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 は今回の 17 ケースの台風経路を 4 枚の図に分割して示す。

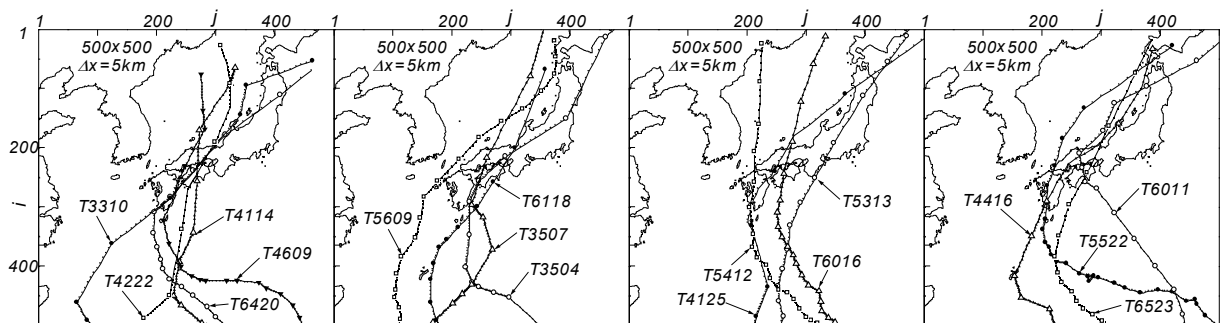


Fig. 4 Tracks of 17 typhoons used in wave hindcasting.

2.4 極値統計解析の方法^[1]

極値統計解析には，Gumbel 分布，Weibull 分布（形状母数 $k=0.5\sim10$ の 27 種類），FT-II 型分布（形状母数 $k=2.5\sim40$ の 20 種類）の計 48 種類を候補分布とし，標本資料に対する非超過確率値の割当てを合田^[11]のプロットング公式，尺度母数と位置母数の推定を最小 2 乗法，最適分布の選択を最大相関係数基準，再現確率値の分散（平方根は標準偏差）の推定を jackknife 法による Yamaguchi・Hatada^[12]のモデルを用いる．本研究では，1960 年以前の対象台風ケース数が少ないことおよび対象台風は巨大台風を中心に選択されていることを考慮して，畑田ら^[1]と同様に資料採択率 γ を年別最大値資料の上位 1/3 に設定する．

3. 個々の台風時の台風経路・風・波浪特性

ここでは，1960 年以前の 14 ケースの台風と 1961～1965 年の 3 ケースの巨大台風（T6118 号，T6420 号，T6523 号）について台風経路図（12 時間あるいは 6 時間ごとの台風属性，すなわち日時，台風中心の緯度 ϕ ，中心気圧 p_c ，台風半径 r_0 の数表を含む），瀬戸内海全域における台風別最大風速・風向の空間分布図，瀬戸内海の 3 海域における台風別最大波高・波向の空間分布図を台風の時期順に Fig. 5～Fig. 21 に与える．各台風に関する図の構成は同じであるので，図の表題の説明を省略する。

(1) T3310 号（屋島丸台風）（Fig. 5）

1) 台風特性と被災状況^{[6], [7], [8], [9]}

1933 年（昭和 8 年）10 月 11 日ヤップ島の南で発生した熱帯低気圧が台風に発達，NW 方向に進行して，19 日朝石垣島に接近した。中心気圧は大体 945 hPa である。ついで向きを NE 方向に変えて急速に進み，20 日 4 時頃九州南端をかすめ，豊後水道を横切って四国地方を斜めに直進，12 時頃兵庫県相生市付近に再上陸し，14 時頃若狭湾に出た。最低観測気圧は宇和島で 980.2 hPa，松山で 980.6 hPa，岡山で 982.6 hPa，洲本で 983.1 hPa，大阪で 985.6 hPa であり，上陸後も台風経路に近いそれぞれの地点で比較的低い気圧が記録されていることから，かなりの強風が吹送したと考えられる。この台風により 20 日 13 時 5 分，神戸市須磨沖で屋島丸が沈没し，66 名の死者がでた。台風に伴う全国の死者・行方不明者は 88 名，家屋被害は 1,600 棟，浸水被害は 3,100 棟，船舶被害は 517 隻に達する。

2) 最大風速・風向の空間分布

台風は宇和島方面から高松方面に向けて NE 方向に移動したことから、風の場合は時間的に急激に変化し、風向は反時計方向に変わる。最大風速は佐田岬の周辺海域の 25 m/s から四方に向けて 20 m/s あるいは 15 m/s に減少し、周防灘西端では 10 m/s を示す。風向はおおむね N 方向である。中部海域では 15 m/s 前後の値をとり、南側で 15 m/s より大きく、北東側で 15 m/s より小さい。風向は NW ~ W であり、北東側で E を示す。東部海域のうち播磨灘で 15 m/s から 25 m/s 弱を与え、南側で大きい。風向は S ~ SE ~ E を示す。大阪湾では北側の 20 m/s 弱から南側の 30 m/s 弱に向けて増加する。風向は SSW である。紀伊水道では 25 ~ 30 m/s で室戸岬周辺海域や御坊沖、北部海域において局所的に 30 m/s を越える。

3) 最大波高・波向の空間分布

最大波高は西部海域では豊後水道内で入口の 4 m から豊予海峡南側の 3 m である。波向はおおむね S を示す。内海では北側の 1 ~ 2 m から SE 方向に伊予灘の一部の 4 m に向けて大きくなる。波向は NE を与える。全体として波高はあまり大きくない。中部海域では北側の 0.5 ~ 1 m から南側の 2 m に向けて増大する。波向は南東側で W 方向、南西側で E 方向に傾く。東部海域では、紀伊水道で 8 m 波高域が広範に拡がり、波高は東岸と西岸に向けて小さくなる。紀伊水道入口東側では 9 m 域も現われる。波向は SSW である。播磨灘で波高 3 m、波向 SE の海域が小豆島の東側にみられる程度で、波高はあまり大きくない。大阪湾では友ヶ島水道の波高 7 m が淡路島中部沖合で 6 m、対岸の須磨付近で 4 m に減じる。大阪湾湾岸の東半分も 3 m 域に入る。波向は湾口の S から湾奥の SW に変わる。屋島丸が沈没した須磨沖で、風速は 20 ~ 25 m/s、波高は 4 ~ 5 m に達したと推測される。

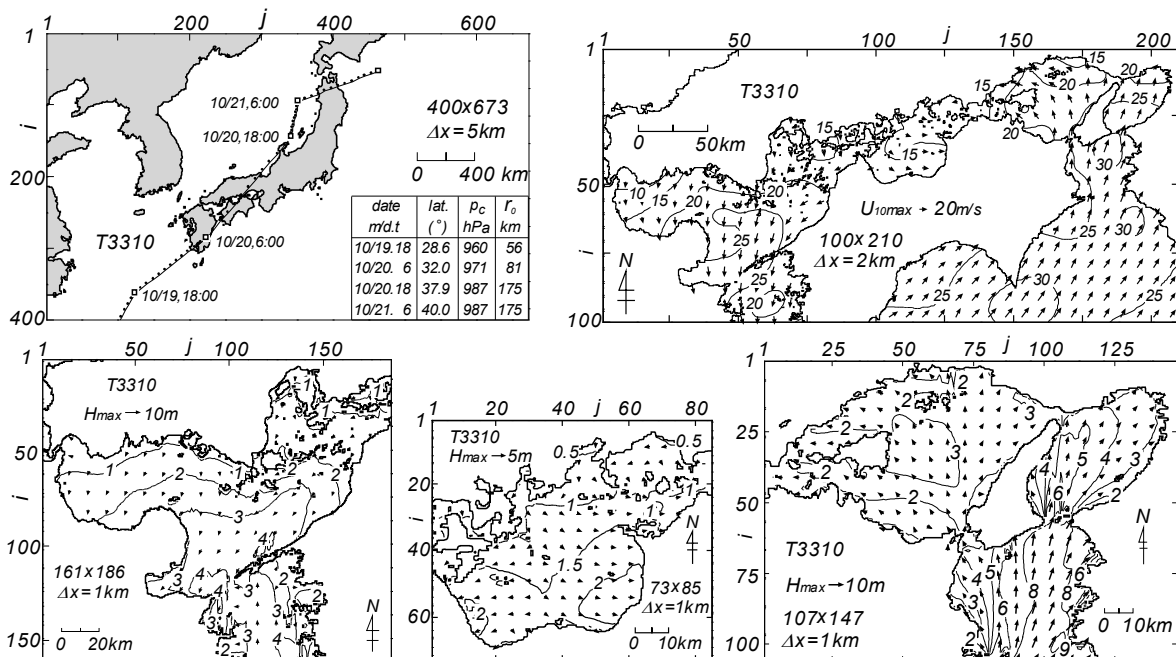


Fig. 5 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 3310.

(2) T3504 号 (Fig. 6)

1) 台風特性と被災状況 [6], [8], [9]

1935 年（昭和 10 年）8 月 20 日朝マリアナ諸島の東に現われ、W 方向に進行、22 日夕刻から NW 方向に進路を変えて 25 日朝南大東島の東方海上、27 日朝に同島の北方海上に達した。27 日から進路

を NNW から N 方向をとり、27 日夜半に種子島の東 100 km 付近で中心気圧 957 hPa 程度を与えた。台風はその後 N 方向への進行を続け 28 日 15 時頃足摺岬付近を通過したのち、四国地方を NE 方向に進んで 29 日朝神戸付近に再上陸後、本州中央部を通過した。最低観測気圧は清水で 957.3 hPa、高知で 974.1 hPa、徳島で 980.7 hPa、神戸で 984.4 hPa とかなり低いが、風速そのものは中心気圧のわりに強くない。この台風に伴う豪雨によって高知県など各地で水害が発生し、土砂災害も生じた。全国の死者・行方不明者は 73 名、負傷者 98 名、家屋被害は 1,500 棟、浸水被害は 62,000 棟に達する。

2) 最大風速・風向の空間分布

本台風は足摺岬付近に上陸後、比較的遅い速度で NE 方向に進行したことから、反時計まわりの渦状の風分布も同様の挙動を示す。最大風速は西部海域のうち豊後水道で 25 m/s 前後、周防灘で 15~25 m/s、伊予灘から安芸灘・広島湾で 25 m/s から 30 m/s 強である。風向は N 寄りの半平面内にあるものの、空間的な変化が著しい。中部海域では風速は 20 m/s から 25 m/s 強、風向は ENE~NNE をとり、西側で大きい。東部海域では播磨灘で 25 m/s 域が広い範囲を占める。風向は NNE~ESE である。大阪湾では 20 m/s 弱から 25 m/s、風向は E 寄りと W 寄りの混在状態、紀伊水道では 20 m/s から 25 m/s 強、風向は S 寄りである。

3) 最大波高・波向の空間分布

最大波高は、西部海域では豊後水道の境界で 6 m、豊予海峡で 5 m をとり、4 m 波高域が広い範囲を占める。波向は S~SSE である。内海では、周防灘の 2 m が伊予灘の 4 m に向けて増加し、伊予灘の中部沿岸（波向 NW）と豊予海峡（波向 NE）で 5 m に達する。別府湾の大分付近でも一部 5 m の波高域（波向 NE）がみられる。安芸灘・広島湾でも波高は 2 m から 3 m 以上になる。波向は N である。中部海域では北側（水島灘）の 1 m から SW 方向に増加し、燐灘の西側海域で 4 m（波向は NE）に達する。また燐灘の東側海域では、波高 2.5 m、波向 NW を与える。東部海域では紀伊水道の境界から 7 m の波高が入射し、6 m 波高域が北部に達する。波向は SSW から S である。紀伊水道内では波高 5 m 以上の海域がほぼ全域を占める。内海の播磨灘では 3 m 波高域が広い範囲を覆い、小豆島南側

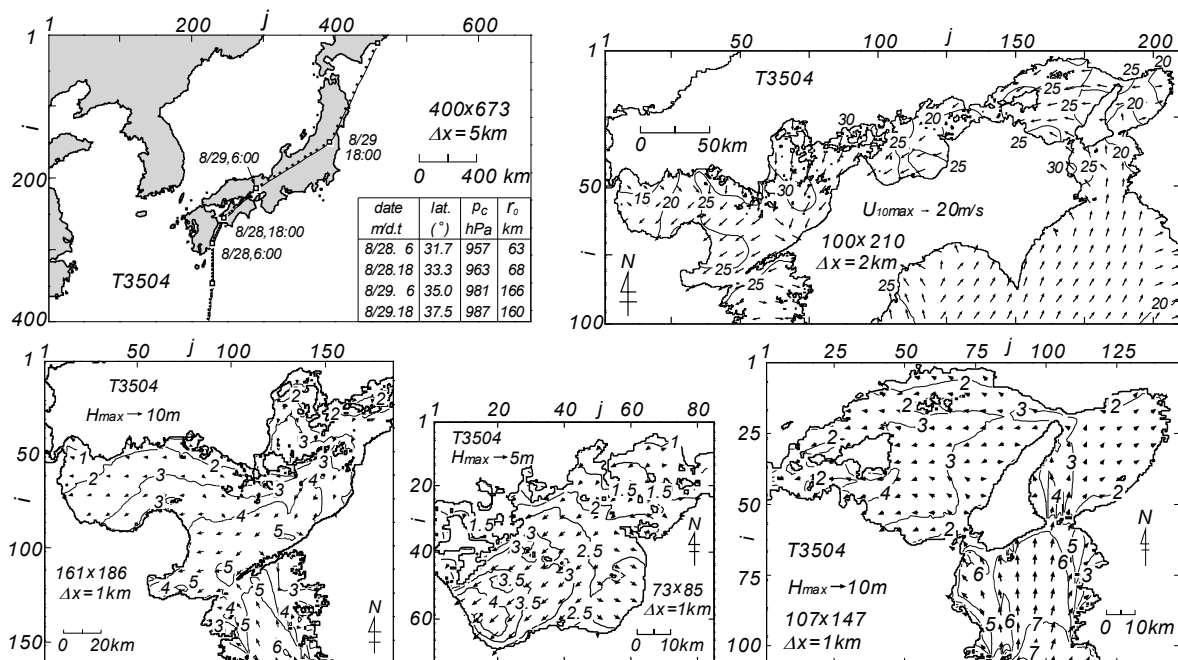


Fig. 6 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 3504.

で4 m域がみられる。波向はSEからNNEである。大阪湾では友ヶ島水道から波高5 mの波が入射し、対岸の須磨に3 mの等波高線が達する。大阪湾の中央から東側でも波高は2 mより大きい。波向がSからSW方向に傾くのは言うまでもない。

(3) T3507号 (Fig. 7)

1) 台風特性と被災状況^{[6], [8], [9]}

1935年(昭和10年)9月16日サイパン島の北西200 kmの海上に現われた熱帯低気圧が発達しながら台風としてNWあるいはWNW方向に進み、18日沖ノ鳥島付近に達した。その後、21日にNW, NEに進行、22日夜南大東島付近を通過して23日夕刻九州の南南東400 kmの海上を進路NさらにNWに転じて24日12時頃宮崎沖からNNE～NEに進んで愛媛県、岡山県を通過し、25日早朝日本海に抜けた。最低観測気圧は宮崎で968.8 hPa、大分で987.0 hPa、松山で985.3 hPa、徳島で986.4 hPaとかなり低い。この台風およびこれに関連する低気圧に伴う豪雨により、西日本各地のほか関東地方でも大水害が生じた。全国の死者・行方不明者は377名、負傷者は276名、家屋被害は3,400棟、浸水被害は10万棟である。この台風とはほぼ同時期に関東地方から東北地方の沖合を北上した別の台風によって三陸沖で第四艦隊の大損傷事故が生じている。

2) 最大風速・風向の空間分布

最大風速は西部海域では豊後水道の20～25 m/s、周防灘西側の15～25 m/sを除く広い海域で25 m/sを越え、伊予灘の東側で30 m/sを上まわる。風向はおおむねNWである。中部海域では東側の15 m/s弱(風向W)から西側の25 m/s強(風向NE～E)まで広範に変化する。東部海域では播磨灘西側で15～20 m/s(風向E～SSE)、東側で20～25 m/s(風向NE)とE方向に大きくなる。大阪湾では湾奥の15 m/sから湾口近くおよび明石海峡付近の25 m/sへSW方向およびW方向に増大する。風向は北側でE、南側でNEをとる。紀伊水道では風速は20 m/sを上まわり、風向はSW～Sをとる。

3) 最大波高・波向の空間分布

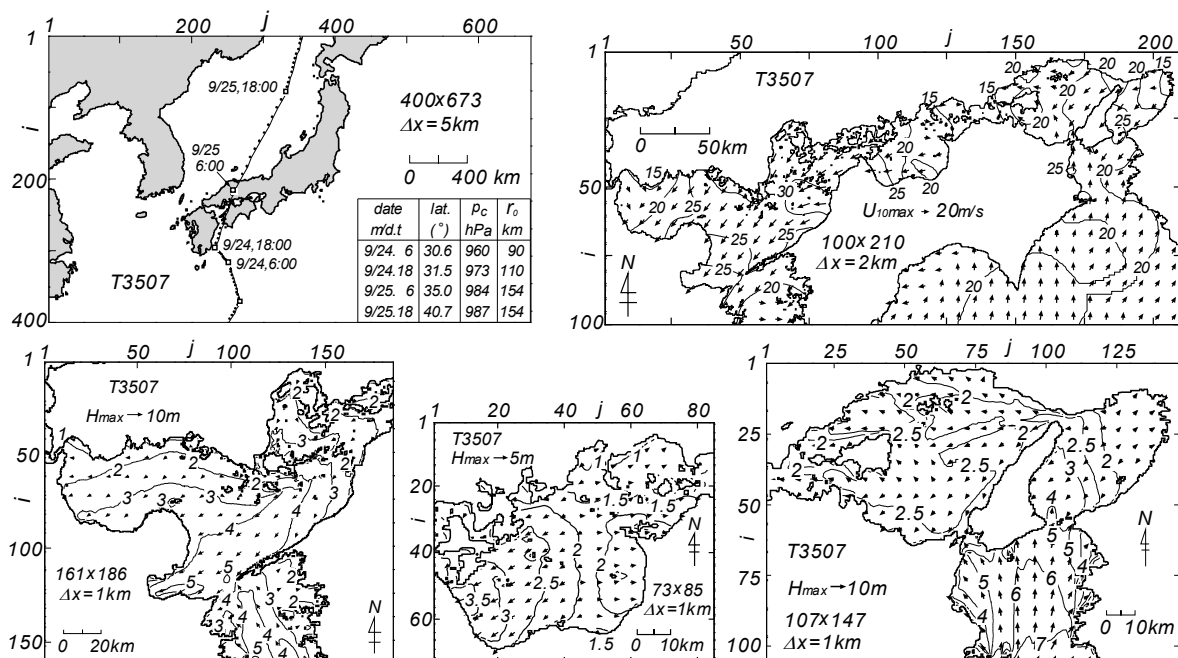


Fig. 7 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 3507.

最大波高は、西部海域では豊後水道境界で 5 m をとり、3 m 波高域が広範に広がる。波向は SE である。内海においては、伊予灘東部や周防灘の東西方向中央線の 3 m から SE 方向あるいは S 方向に大きくなって 4 m をはるかに越える。豊予海峡および別府湾の沿岸で 5 m 以上に達する。波向は NE である。別府湾沿岸における 5 m 以上の波高は既往最大級の値 (T0423 号時や T9313 号時の値) ^[1] を上まわる。これは風速 20~25 m/s, 風向 NE の強風が 10 時間近く吹続したことによる。中部海域では波高は南北方向中央線付近の 2 m を境に、西側海域で 3.5 m (波向 ENE) にまで大きくなり、東側で 2 m 強 (波向 W) の値をとる。東部海域では紀伊水道境界で 7 m, 水道内の広い範囲で 6 m をとり、5 m 波高域が水道内のほぼ全域を覆う。波向は S を中心とする。内海の播磨灘では波高はせいぜい 2.5 m に過ぎない。大阪湾では友ヶ島水道から波高 5 m の波が入射するものの、波高 3 m 以上、波向 NE の内海発生波浪と重合する。大阪湾の中央から湾奥で波高は 2 m 以下 (波向 NE) である。

(4) T4114 号 (Fig. 8)

1) 台風特性と被災状況 ^{[6], [9]}

1941 年 (昭和 16 年) 8 月 3 日ヤルート島の西方海上で台風として発現, WNW 方向ついで NNW 方向に進行したのち, 13 日頃から N 方向に向きを変え, 14 日以降沖縄の東方海上から NNE 方向に進んで 15 日 6 時前に室戸岬のすぐ西に上陸した。そこから四国を縦断, 広島県と岡山県の間を N 方向に進行して日本海に出たのち NE 方向に進行した。この間, 室戸岬で 965.3 hPa, 多度津で 965.8 hPa, 岡山で 971.5 hPa の最低気圧を観測している。台風通過中の中心気圧は 960 hPa から 980 hPa である。台風に伴う暴風と豪雨によって四国各県と岡山, 兵庫, 和歌山の各県で相当の被害がでた。死者・行方不明者 55 名, 家屋被害 1,300 棟, 浸水被害 15,000 棟, 船舶被害 260 隻である。

2) 最大風速・風向の空間分布

四国中央を縦断した本台風時には反時計方向の風場が台風の進行とともに N 方向に移動することから, 中部海域における風速・風向の変化が著しい。風速は西部海域においては佐田岬付近から広島

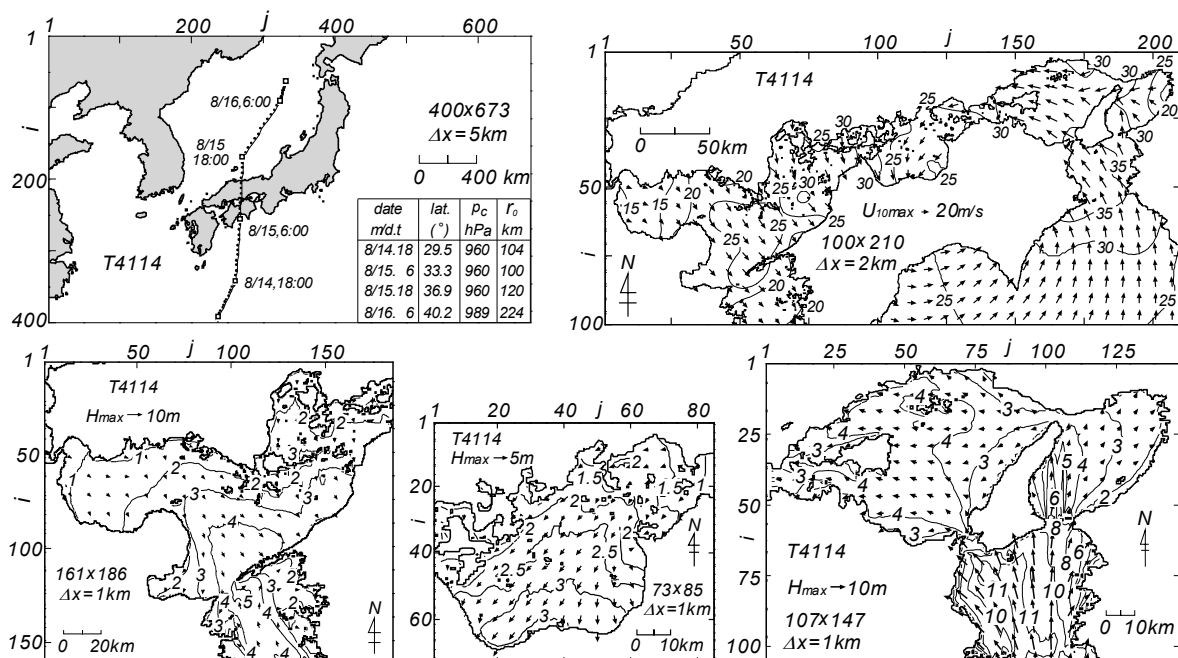


Fig. 8 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 4114.

湾・安芸灘に至る広い海域で 25 m/s を越える。風向は NW を主とし、広島湾で N 寄りをとる。豊後水道では風速 20 m/s 前後、風向 NW、周防灘では風速 15～25 m/s、風向 WNW～NW でやや低い。中部海域では風速は 20～30 m/s を与え、西側の今治方面では 30 m/s を上まわる。風向は N～NW である。東部海域では紀伊水道北西部から播磨灘の広い範囲で 30 m/s を優に越え、紀伊水道北西部では 35 m/s を上まわる。風向も SE から E 方向をとる。大阪湾では風速は 20 m/s から 30 m/s 強で、風向は ENE から SE あるいは SSE と北側から南側にかけて変化する。紀伊水道では南部の風速 25～30 m/s から北部・北西部の 35 m/s 強に向けて大きくなる。風向は SSE～SSW である。T4114 号時には紀伊水道北西部では 35 m/s、播磨灘の中央部にかけては 30 m/s を越える SE～ESE 方向のかなり強い風が吹送している。

3) 最大波高・波向の空間分布

本台風時には西部海域は逆風域に入ることから、豊後水道境界からの入射波高は小さく、内海では N 寄りの風が卓越する。すなわち、最大波高は豊後水道境界で 4 m、豊後水道内の主要部でも 4 m 強となっている。波向は SSE である。ただし、豊予海峡では 5 m 波高域が出現するが、波向からみてこれは内海発生波浪による。内海では波高は北西側から南東側に向けて増加し、海域中央で 3 m、伊予灘西部で 4 m、豊予海峡で 5 m に達する。波向は NW である。中部海域では波高は北側（備後灘）や北東側（水島灘）から増大し、南側の広い範囲で 3 m 以上をとる。波向は NE～NNW である。東部海域では紀伊水道境界から北西部に向けて 11 m 波高域が広がり、10 m 域は紀伊水道をほとんど覆う。播磨灘では南東側海域から等波高線が放射状に広がり、4 m の等波高線が広い範囲を占める。波向は主に SE であるが、北側では E 方向をとる。大阪湾では友ヶ島水道で波高は 8 m、淡路島北部沖合で波高は 4～5 m になる。湾中央部で 3 m の等波高線が南北方向に伸び、大阪湾の湾岸は 2 m 波高域に入る。波向は S から SW に変化する。

(5) T4125 号 (Fig. 9)

1) 台風特性と被害状況^{[6], [8], [9]}

1941 年（昭和 16 年）9 月 24 日日本のはるか南方のオロール島付近で発生、NW 方向に進行後、しだいに方向を N 方向に変え、9 月 30 日南大東島付近で中心気圧 960 hPa にまで発達した。その後も進路を N 方向にとって 10 月 1 日 11 時過ぎ鹿児島付近に上陸したのち、向きを NE 方向に転じ、宮崎県、大分県、佐田岬付近、広島県東部、鳥取県を通過して、日本海に抜けた。台風の中心気圧は上陸時で 960 hPa、佐田岬付近で 973 hPa、鳥取県通過時で 984 hPa で、最低観測気圧は宮崎で 970.6 hPa、大分で 972.5 hPa、広島で 980.5 hPa であるから、上陸後も強い勢力を保っている。台風経路にあたった大分、宮崎、福岡、広島、山口の各県を中心に豪雨に伴い大きな洪水災害が生じ、瀬戸内海では高波による被害がでた。死者・行方不明者 210 名、負傷者 169 名、家屋被害 6,500 棟、浸水被害 107,000 棟、船舶被害 320 隻となっている。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では最大風速は 20～25 m/s であり、大分、佐田岬、松山付近を通過した NE 方向への台風の進行に伴い、豊後水道と伊予灘における風の変化が著しい。風向は台風経路の南側で S 寄り、北側で N 寄りである。中部海域で風速 15～20 m/s、風向 SW～W を与える。東部海域では紀伊水道中央から北側および播磨灘南東側にかけて 30 m/s 域が広がる。風向は SSE～SE である。大阪湾では風速は 20～25 m/s、風向は S～SSW を示し、紀伊水道では 25 m/s から 30 m/s 強の海域が大部分を占める。風向は S～SSE である。

3) 最大波高・波向の空間分布

西部海域では豊後水道境界から 9 m 波高域が伸び、6 m 波高域が豊予海峡を含む広い範囲を覆う。内海では豊予海峡での 6 m は短い距離で 4 m に小さくなり、3 m の等波高線が内海中央や東側の一部

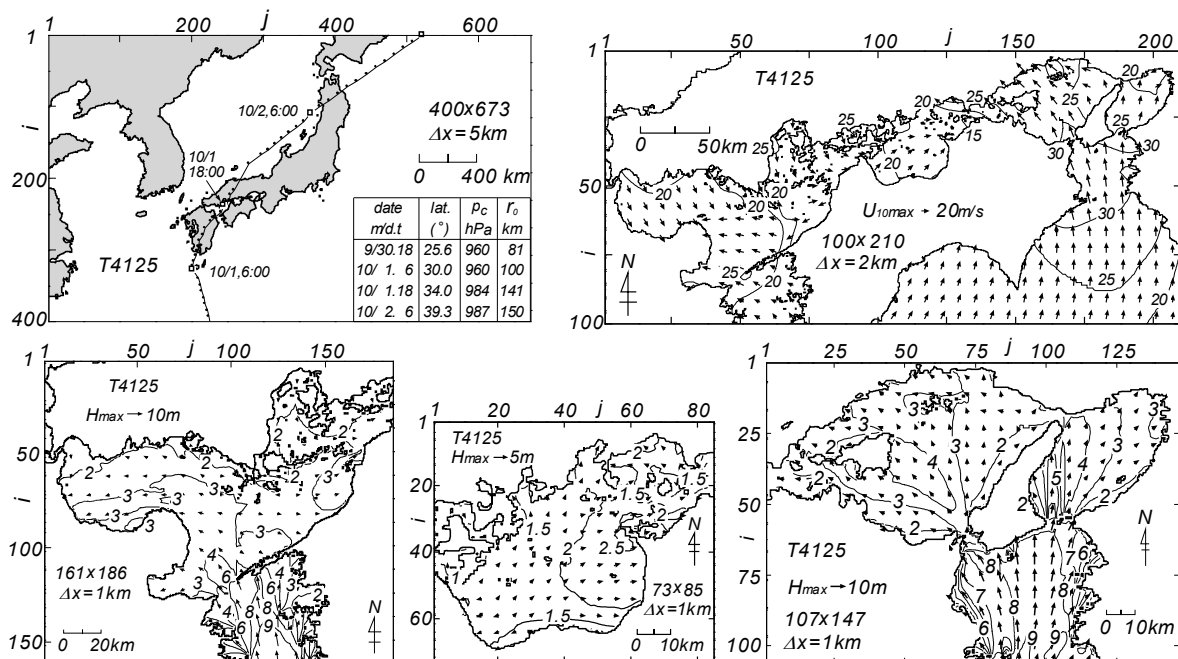


Fig. 9 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 4125.

に伸びる。波向は西に向かうほどE寄りを、東側海域でW寄りをとる。中部海域では西側で波高は1 m程度、東側（香川県観音寺付近）で2.5 mを示し、西から東に向けて大きくなる。波向はW寄りである。東部海域では紀伊水道境界で9 mの波高が入射し、8 m波高域が淡路島南岸に達するし、7 m波高域が紀伊水道全体をほぼ覆う。波向はSSW～SSEである。内海の播磨灘では南東海域（鳴門海峡付近）から3 mの等波高線が放射状に拡がり、小豆島南東海域に4 mの等波高線が現われる。波向は主にSEである。大阪湾では波高は友ヶ島水道で7 m、淡路島北部沖合で4～5 mをとり、湾奥では3 m前後になる。波向はSからSWに傾く。

(6) T4222号 (Fig. 10)

1) 台風特性と被災状況^[6]

本台風は1942年（昭和17年）9月中ばにルソン島の東方海上で発生した熱帯低気圧がW方向に進行し、9月19日正午頃北緯21°、東経128°で台風として発現、その後N方向への進行を続けて徐々に発達した。20日夜半には南大東島付近で中心気圧946 hPa、21日6時には鹿児島島の南方海上で947 hPaに達して四国に向かって進み、21日12時過ぎに土佐清水の東方に上陸した。台風は上陸と同時に急速に衰弱して数個の低気圧に分裂、そのうちの主台風は高知の西方を通過して21日夜半には能登半島より日本海に抜けた。最低観測気圧は足摺岬で959.1 hPa、高知で974.2 hPa、高松で985.7 hPa、神戸で990.7 hPaである。この台風に伴う被害はあまり記載されていないが、気象要覧によれば、とくに高知県では強風に伴う建物の損壊や田畑の流出、農作物被害が目立ったとのことである。

2) 最大風速・風向の空間分布

本台風は高知に上陸後分裂して衰えている。最大風速は西部海域では豊後水道で15 m/s、周防灘北西側の10 m/s、周防灘中央で15 m/s、伊予灘で西側の15 m/sから東側の20 m/sおよび安芸灘・広島湾の20 m/sとあまり強くない。風向はN方向である。中部海域でも風速は15～20 m/s、風向はN寄りである。東部海域では、紀伊水道で25 m/s前後、風向S寄りの比較的強い風が出現している。播磨灘

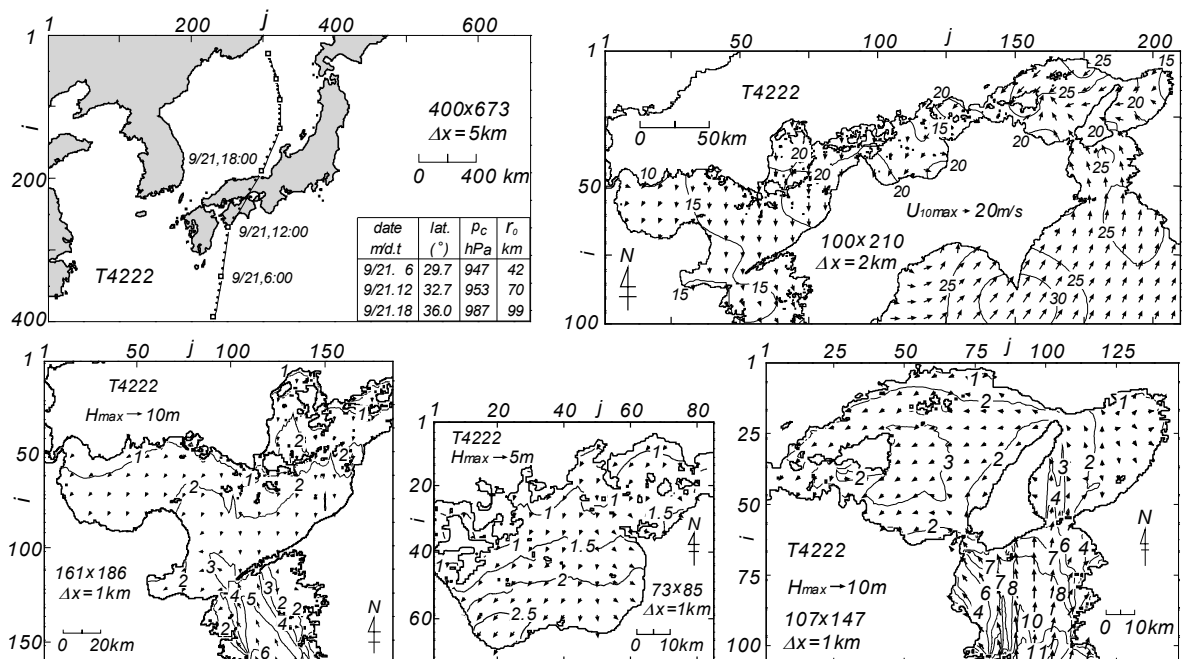


Fig. 10 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 4222.

でも 20 m/s から 25 m/s 強を与える。台風中心の通過に伴い風向は北側で NE 寄り、南側で S 寄りを示す。大阪湾では風速は 15~20 m/s をとり、西側に向けてやや大きくなる。風向は E 寄り、北側で NE、南側で SE をとる。上陸後の台風の衰弱と分裂によって最大風速はあまり大きくない。

3) 最大波高・波向の空間分布

最大波高は西部海域では豊後水道境界で 6 m、豊予海峡で 4 m を与え、4 m 波高域が豊後水道の南北方向軸を中心に 1/2 程度の海域を占める。波向は SE である。内海で波高は周防灘の 1 m から東西方向の中心線上で 2 m、豊予海峡北側で 3 m に達する。波向は N 寄りをとる。豊予海峡北側では外海からの入射波浪に伴い波向 SE をもつが、その影響が弱くなる豊予海峡西側から別府湾では波向は SE 方向から N~NE に傾く。安芸灘・広島湾と斎灘でも波高は北側の 1 m から南側の 2 m に増える。波向は N である。中部海域では、北側（水島灘、備後灘）の 1 m から南西側の 2.5 m に向けて SW 方向に大きくなる。波向は NE である。一方、南東側では波高は 2 m 強、波向は N~NW をとる。東部海域では紀伊水道境界で波高は 11 m をとり、7 m 波高域が淡路島南部に達する。6 m 波高域は紀伊水道のほぼ全体を占める。波向は SSW~SSE である。内海の播磨灘では南東側の鳴門海峡付近および北東側の明石海峡付近から 2 m の等波高線がそれぞれ NW 方向および WSW 方向に放射状に伸びており、小豆島東側で 3 m 波高域が出現する。波向は前者で SE 方向、後方で NE 方向である。大阪湾では友ヶ島水道での波高 5 m が北に向かって急減して 4 m になり、3 m 波高域が淡路島北部沖に達する程度である。大阪湾中央の南北線上で波高は 2 m、湾奥で 1 m であり、あまり大きくない。波向も S 寄り、N 寄り、W 寄りが混在している。

(7) T4416 号 (Fig. 11)

1) 台風特性と被災状況^[6]

1944 年（昭和 19 年）9 月 13 日北緯 20°，東経 134° 付近の海上で発生した熱帯低気圧がしだいに発達しながら NW 方向に進んで、14 日夜に台風になり、15 日夜半沖縄本島に迫った。このときの中

心気圧は 960 hPa 程度である。16 日に台風は進行方向を N 方向、ついで NE 方向に転じ、種子島を経て 16 日夜半に九州南部に上陸、大分、広島を経て丹後半島から日本海に抜け、能登半島を通過した。最低観測気圧は鹿児島県枕崎で 975.7 hPa、大分で 975.8 hPa、広島で 979.1 hPa、岡山で 980.1 hPa、鳥取で 978.2 hPa と上陸後もあまり気圧低下がみられない。台風は暴風・豪雨を伴い各地に多大の被害を与えたとのことであるが、太平洋戦争末期にあたるため、詳細は記載されていない。

2) 最大風速・風向の空間分布

最大風速は西部海域では豊後水道で 20~25 m/s、風向は NW、内海の佐田岬周辺海域や別府湾、伊予灘で 25~30 m/s、風向は NW、周防灘では 20~25 m/s、風向は西端部の NNE を除いて NW、安芸灘・広島湾で 30 m/s から 35 m/s 強、風向は NW、斎灘でも 25~30 m/s、風向は NW~WNW をとる。要するに、内海は周防灘西部を除いて風速 25 m/s を越える強風域になっている。中部海域でも風速 20 m/s から 30 m/s 弱、風向 WNW の海域が大部分を占め、燧灘の南西側と北側の水島灘で 20~25 m/s 域となつて、風速が相対的に小さい。東部海域では紀伊水道で南部の 25 m/s から北部の 35 m/s（風向は S 方向）と大きく、大阪湾でも 25~30 m/s の強風（風向は南側で SSE、北側で SW）を与える。播磨灘では北東側と南側の 20~25 m/s を除けば 25~30 m/s を示し、小豆島南西側で 30 m/s を越える。風向は S 寄り（SW から ESE と広い範囲）をとる。

3) 最大波高・波向の空間分布

最大波高は西部海域では豊後水道境界で 6 m 以上をとり、豊後水道内で 4 m に減少する。波向は S 方向であるが、豊予海峡南側では内海発生波浪（NNW 方向）の影響が強いことから、波向 NNW の地点と S 方向の地点が混在する。内海では波高は周防灘北側の 1 m から SE 方向に増大し、伊予灘中部沿岸で 5 m に達する。波向は NW である。これは後述するように、期間最大波高に相当する。豊予海峡付近では内海発生波浪が豊後水道にまで伝播し、そこでの波高に強い影響を与えることが波向からわかる。別府湾では波高は減少し、波向も N から NE に傾く。広島湾・安芸灘および斎灘では南側で波高は 3 m を与える。波向は安芸灘で NNW、斎灘で W である。中部海域では西側の 1.5 m から東

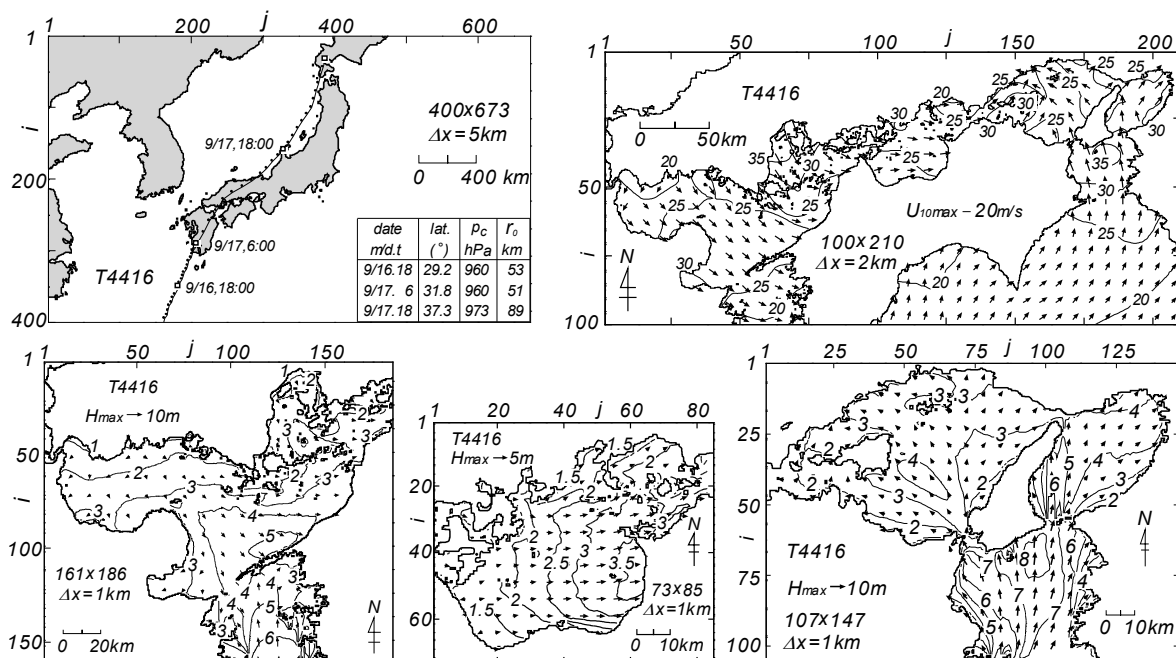


Fig. 11 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 4416.

側（観音寺付近）の 3.5 m に向けて E 方向に増大する。波向は W である。観音寺付近の波高はかなり大きい。これは台風通過後における W 方向の 25 m/s を越える強風の吹送による。東部海域では紀伊水道で 6 m 波高域が広い範囲を占め、淡路島南側に 8 m 波高域も出現する。本台風時には紀伊水道内の強風によって外洋からの波浪がさらに発達している。内海の播磨灘では南東側の鳴門海峡付近から 3 m 波高域が放射状に大きく拡がり、小豆島南東海域で 4 m 波高域が出現する。波向は主として SE である。大阪湾では友ヶ島水道で波高は 7 m から北に向けて短い距離で 6 m に減少するものの、淡路島北部の沖合でも 5 m 等波高線が伸びる。大阪湾全体に 4 m 波高域が拡がるが、大阪府南部の沖合では波高は 4 m 以下になっている。波向は S から SW 方向に傾く。大阪湾内の高波高は台風通過後に吹送した SW 方向、風速 25～30 m/s の強風による。

(8) T4609 号 (Fig. 12)

1) 台風特性と被災状況^{[6], [9]}

本台風は 1946 年（昭和 21 年）7 月 23 日サイパン島の東方海上で発生、NW 方向、NNW 方向、ついで NW 方向から W 方向に進行して 28 日 3 時南大東島の北東海上に達した。中心気圧は 960 hPa である。続いて本台風は進行方向を NW から N に変えて 29 日 3 時に九州南端の沖合に到達、6 時から豊後水道、伊予灘を N 方向または NNE 方向に縦断し、30 日 3 時頃呉付近に上陸して 10 時過ぎに松江から日本海に抜けた。宮崎沖から呉上陸までの中心気圧は 970 hPa から 984 hPa であるから、比較的低い中心気圧が保たれている。因みに、台風経路に近い気象官署における最低観測気圧は宮崎県細島で 973.4 hPa、宿毛で 978.5 hPa、宇和島で 975.8 hPa、大分で 975.4 hPa、松山で 981.7 hPa、広島で 984.4 hPa、松江で 987.8 hPa である。台風に伴う被害は九州や四国、中国の各県を中心に生じている。とくに宮崎県と高知県の被害が大きい。周防灘では高潮の発生をみている。死者・行方不明者は 39 名、家屋被害は 1,200 棟、浸水被害は 10,000 棟である。

2) 最大風速・風向の空間分布

本台風は豊後水道を北上していることから、西部海域では台風の接近・通過に伴い反時計まわりの渦状の風分布が出現し消滅していくが、台風中心の通過前に西部海域、とくに伊予灘で NE 方向の風が長時間吹続している。最大風速と風向は西部海域のうち豊後水道で 20～25 m/s（E 方向）、伊予灘で 25～30 m/s（NE 方向）、周防灘で 15～25 m/s（主に NE 方向）、安芸灘・広島湾で 20 m/s 弱から 25 m/s（NE 方向）をとる。中部海域では 20 m/s 弱から 25 m/s 以下（E 方向）である。東部海域では播磨灘で 25～30 m/s（ENE～ESE）、大阪湾で 15～25 m/s（NE～ENE）、紀伊水道北側で 20～30 m/s（SE 方向）、南側で 15～20 m/s（SE 方向）を与える。本台風は瀬戸内海全域に風速 20～30 m/s の比較的強い風をもたらしている。

3) 最大波高・波向の空間分布

西部海域では、豊後水道境界で波高は 5.5～6 m、豊予海峡付近で 4 m と、あまり大きくない。波向は SSE である。内海の周防灘では北西側で 1 m、東側で 3～4 m と E 方向に大きくなる。波向は E 方向である。伊予灘では東側で 3 m（波向 WSW）、中部で 4～4.5 m（波向 NE）、西側の別府湾で 5 m 強（波向 NE）をとる。これは風速 25 m/s 前後、風向 NE の強風が 8 時間以上吹続したことによる。広島湾・安芸灘では波高は 1～2 m、波向は NE、斎灘で 2～3 m、波向は SW を与える。中部海域では、東側の 1 m から南西側の 3 m に向けて大きくなる。波向は 2 m 以上の海域では E または ENE を示す。東部海域では、紀伊水道の北東側で 3～4 m、それ以外の海域で 4～5 m であり、波向は S を主とする。内海の播磨灘では東側で 2 m、西側で 3 m 強、波向は E 寄りである。大阪湾では湾奥で 1 m、湾中央で 2 m、淡路島北端付近や友ヶ島付近で 3 m をとる。波向は NE から E であるが、友ヶ島水道付近では S 寄りを示す。T3504 号および T3507 号時と同様に、本台風時には西部海域の伊予灘において NE 方向の強風が長時間吹続したことに伴い、別府湾で 5 m を上まわる波高が生起した点が注目される。

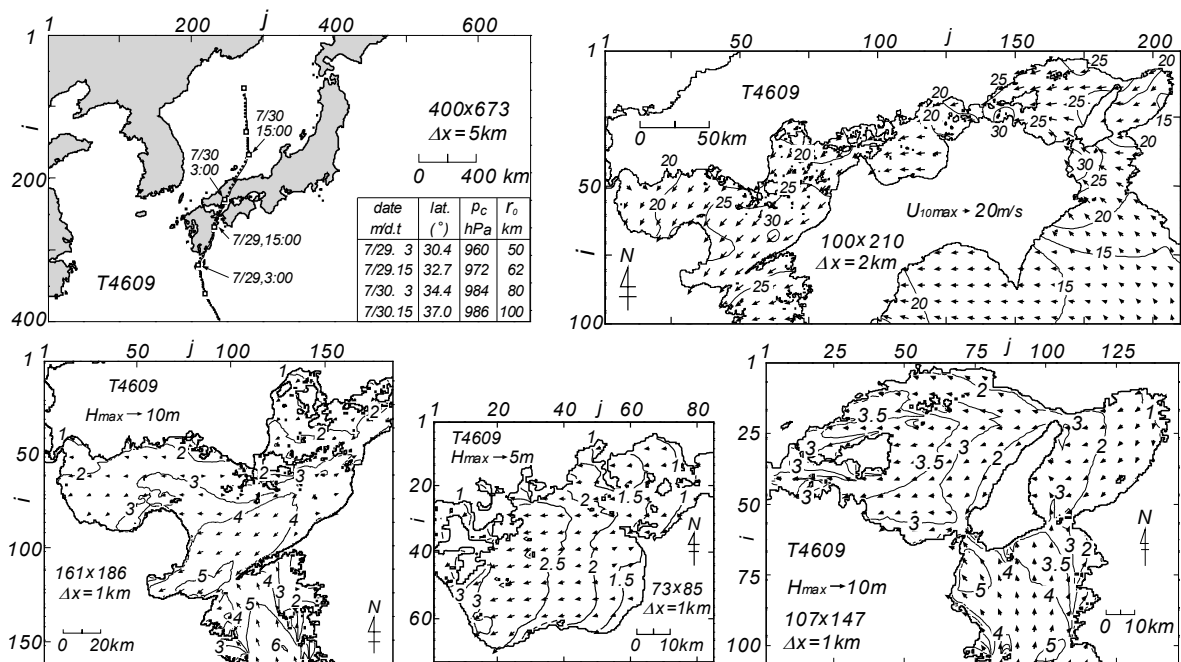


Fig. 12 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 4609.

(9) T5313 号 (テス台風) (Fig. 13)

1) 台風特性と被災状況^{[6], [7], [8], [9]}

本台風は 1953 年（昭和 28 年）9 月 18 日にグアム島の南東海上で発生，23 日から 24 日にかけて向きを N 方向から NNE 方向をとり，25 日に NE に転じて四国沖を通過，25 日 17 時頃三重県の志摩半島に上陸，伊勢湾を経て愛知県知多半島南端に再上陸後，中部・関東・東北地方を通過して三陸沖に抜けた。四国，近畿，中部の各地方では暴風雨に伴う甚大な風水害が発生し，伊勢湾に面する三重県，愛知県の沿岸では高潮による大被害が生じた。死者・行方不明者は 599 名，負傷者は 993 名，家屋被害は 22,000 棟，浸水被害は 434,000 棟，船舶被害は 1,581 隻となっている^[9]。被害は近畿地方と愛知県，福井県でとくに大きい。大阪湾でもかなりの強風が吹送し，大阪湾の湾奥にある大阪中央突堤で 1952～1967 年（16 年間）の最大風速 32.5 m/s が観測された。

2) 最大風速・風向の空間分布

本台風は伊勢湾口と湾外に暴風を生起し，伊勢湾の南部に高潮に伴う大災害をもたらした台風であるが，台風の左側半円に入った瀬戸内海のうち大阪湾から播磨灘および紀伊水道にもかなりの強風を出現させている。すなわち，西部海域や中部海域では風速 15 m/s 前後，風向 N 寄りの風場になっている。一方，東部海域のうち播磨灘で 20～30 m/s で東側ほど強く，大阪湾で 30～35 m/s，紀伊水道でも南から北に向けて 25～35 m/s をとり，風向はおおむね N 方向を与える。とくに大阪湾で著しい強風速が生じている。

3) 最大波高・波向の空間分布

瀬戸内海の西部・中部・東部の 3 海域とも台風の左側半円（逆風域）に入っている。最大波高は西部海域では豊後水道境界から佐田岬半島南側にかけて 5 m をとり，その西側と東側で小さくなる。波向は SSE～SE である。豊予海峡で波高は 4 m であるが，外洋からの波浪と内海発生波浪の両者の入射を受けるため，波向は一定しない。内海では山口県沿岸の 1 m から伊予灘南西部に向けて波高は 3 m

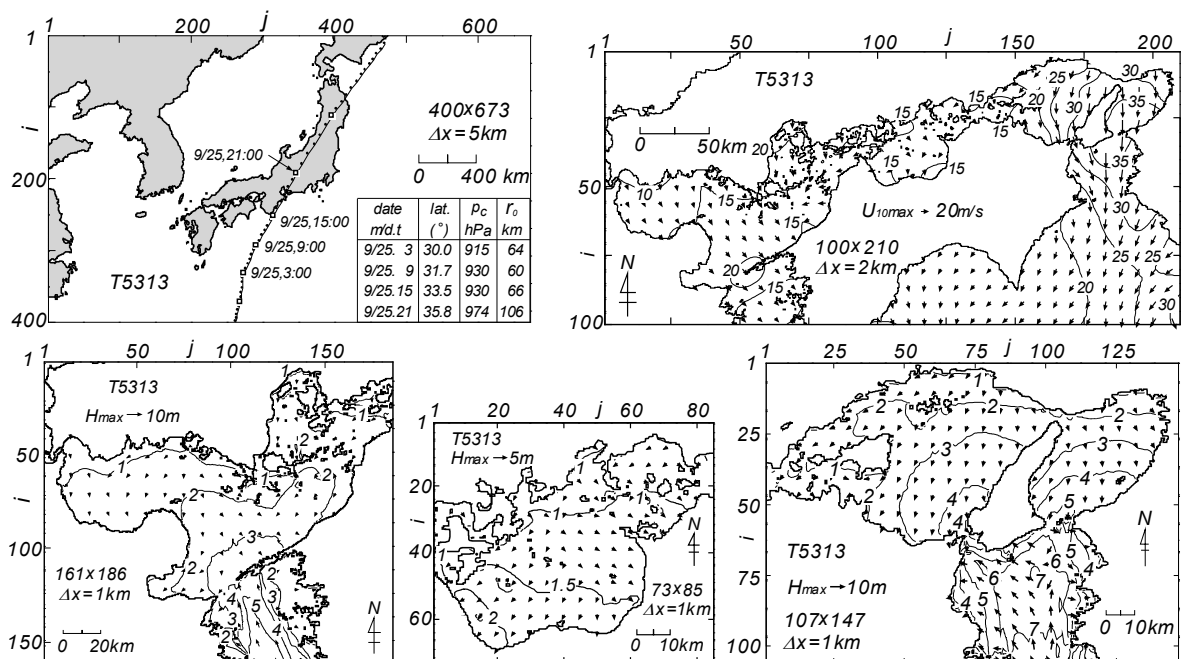


Fig. 13 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 5313.

にまで大きくなる。波向は主に NW をとる。中部海域では、波高は北東側の 1 m から南西側の 2 m に向けて増加する。波向は海域中央より南西側で NE 寄りである。東部海域では、紀伊水道境界で波高は 7 m 以上をとり、6 m 域が紀伊水道の広い範囲に広がる。波向は SSE から SE を示す。播磨灘では北側の 1~2 m から南東側の 4 m に向けて大きくなる。大阪湾でも北側の 2 m から湾口の 5 m に向けて増大する。波向は主に N である。播磨灘と大阪湾における最大波高分布はこれらの海域が台風の左側半円に入った特徴を反映する。

(10) T5412 号 (Fig. 14)

1) 台風特性と被災状況^{[6], [8], [9]}

1954 年 (昭和 29 年) 9 月 5 日マリアナ諸島の東海上で発生、発達しながら W 方向, NW 方向に進み, 11 日に南大東島に接近, 13 日には屋久島の西海上を N 方向に進行して 15 時頃鹿児島県枕崎市の東に上陸した。その後, 九州を縦断し, 14 日 0 時頃下関市付近を通過して日本海に出た。台風上陸時の中心気圧は 955 hPa と推測される。最低観測気圧は枕崎で 959.4 hPa, 鹿児島で 958.9 hPa, 宮崎で 960.7 hPa, 大分で 964.7 hPa, 下関で 963.6 hPa と, かなり低い値になっている。この台風時には西日本で強風が吹き荒れるとともに, 九州, 四国などで大雨が降り, この結果九州を中心に関東地方に至る広い地域で甚大な風水害や土砂災害が発生した。死者・行方不明者は 144 名, 負傷者は 311 名, 家屋被害は 6,900 棟, 浸水被害は 182,000 棟, 船舶被害は 688 隻に及ぶ。この台風は約 2 週間後 (9 月 26 日) に来襲した T5415 号 (洞爺丸台風) の前哨をなす。

2) 最大風速・風向の空間分布

台風の九州縦断に伴い, 風向は SE 方向から時計まわりに変化するが, S 寄りの風が卓越する。最大風速は西部海域では佐田岬付近の 30 m/s を中心に周防灘や豊後水道で 20~25 m/s 域, 伊予灘や広島湾・安芸灘で 25~30 m/s 域を形成する。中部海域でも西側で 25~30 m/s, 東側で 20~25 m/s をとる。東部海域でも播磨灘で 25~30 m/s, 大阪湾で 20~25 m/s であるのに対して, 紀伊水道では南部の 25 m/s

から北部の 35 m/s に大きくなる。風向は全体として SE をとる。本台風時には瀬戸内海全域で 20～35 m/s の強風域となっているが、台風中心から遠い紀伊水道北部から播磨灘にかけて風速が大きい。

3) 最大波高・波向の空間分布

最大波高に関して西部海域では豊後水道境界から水道内に 11 m 域が入り、豊後水道全体で 8～9 m 域が広がる。波向は SSE である。内海では波高は豊予海峡の 8 m から国東半島東側の 5～6 m を経て対岸の山口県防府方面の 4 m になる。波向は SSE である。周防灘、伊予灘中部、別府湾で波高は 4 m から 3 m、安芸灘・広島湾、斎灘で 3 m である。波向はそれぞれの地形的特性に応じて E 寄りあるいは S 寄りをとる。中部海域では波高は東側の 1～1.5 m から西側の来島海峡付近の 3 m に向けて W 方向に増大する。波向は E である。東部海域では紀伊水道境界付近で 12 m をとり、11 m 波高域が広範に広がり、10 m 域が大部分を占める。波向は S～SSE である。内海の播磨灘では波高は南東側の鳴門海峡付近から北西方向に小豆島南東海域および南側の 4 m に向けて増大する。波向は SE および E である。大阪湾では湾口の友ヶ島水道で 8 m、そこから淡路島北部で 4 m、さらに神戸付近と湾口東側を結ぶ線上で 3 m をとり、大阪湾沿岸の南東側で 2 m を与える。波向は湾口から湾奥に向けて S から SW 方向に傾く。T5412 号時には紀伊水道における高波高が顕著である。これは紀伊水道における強風を反映する。また同様に、豊後水道境界における波高も大きい。

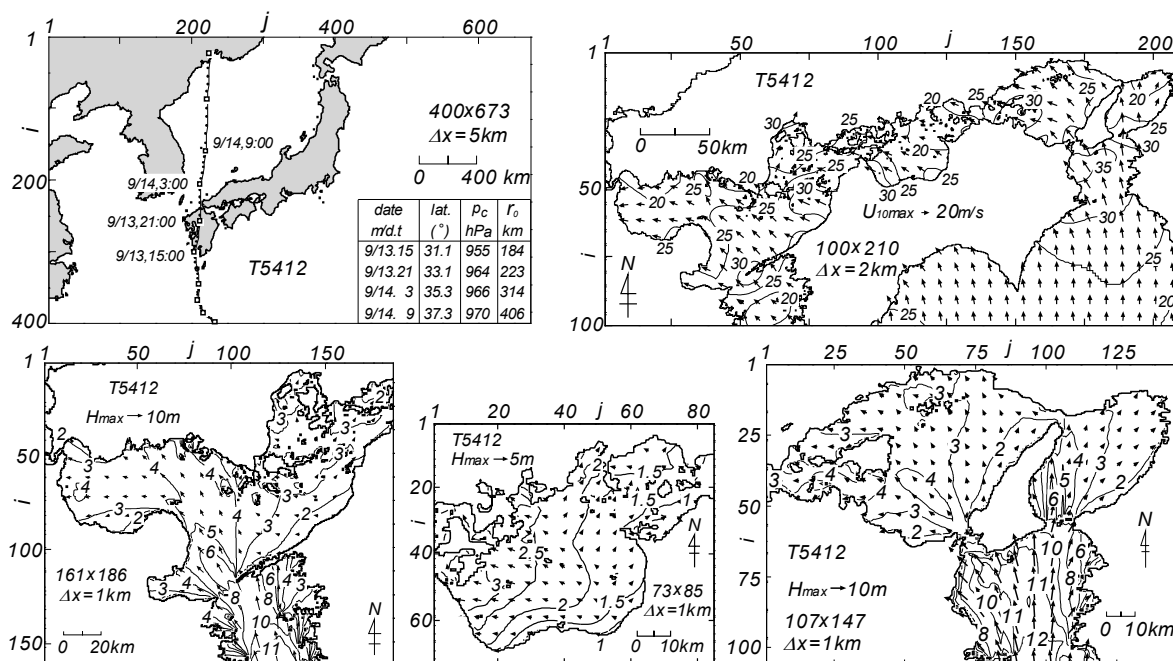


Fig. 14 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 5412.

(11) T5522 号 (Fig. 15)

1) 台風特性と被災状況 [6], [8], [10]

1955 年 (昭和 30 年) 9 月 20 日グアム島の東方海上で発生、25 日 21 時頃硫黄島付近で最盛期 (中心気圧 930 hPa) を迎えた。その後、NW 方向に進行し、沖縄の北東海上から進路を N 方向に転じ 29 日 19 時頃屋久島を通過して 29 日 22 時過ぎ鹿児島県薩摩半島に上陸した。上陸時の中心気圧は 945 hPa と推測される。台風は九州を縦断し日本海に抜けた。台風上陸前から日本海に出る経路は T5412 号のものによく類似する。最低観測気圧は鹿児島で 947.4 hPa、枕崎で 954.8 hPa、熊本で 964.7 hPa、飯塚

で 971.2 hPa, 下関で 973.9 hPa とかなり低い。九州, 中国, 四国の各地方では暴風が吹き荒れ, 大雨にも見舞われた。また, 松山や広島など瀬戸内海西部海域沿岸の一部では高潮が発生した。松山での最大高潮偏差は 1950 年以降の観測記録史上第 7 位にあたる 104 cm (第 1 位は T9119 号時の 145 cm) である。死者・行方不明者は 68 名, 負傷者は 314 名, 家屋被害は 19,000 棟, 浸水被害は 51,000 棟, 船舶被害 1,194 隻に達する。船舶の被害件数が非常に多い。

2) 最大風速・風向の空間分布

本台風は九州を縦断して日本海を NE 方向に進行したことから, 通過期間中に風向 SE~SW の強風が吹送している。最大風速は西部海域では佐田岬付近の 35 m/s から伊予灘・周防灘, 広島湾・安芸灘で 25~30 m/s, 豊後水道で 25 m/s 前後を与える。風向は SE である。中部海域では風速は 20~25 m/s, 風向は S であるが, 北部では 20 m/s を下まわり, 風向も SW をとる。東部海域では播磨灘で 20~25 m/s, 大阪湾で 15 m/s から 25 m/s 弱, 紀伊水道で南部の 20 m/s から北部の 30 m/s, 風向は S~SE で, 西部海域に比べて風速が 5 m/s 程度小さい。

3) 最大波高・波向の空間分布

最大波高は, 西部海域では豊後水道境界で 10 m を与え, 水道内で 8 m 域が広範に広がる。波向は SSE~SE である。内海では波高は豊予海峡の 7 m から NW 方向に向けて国東半島東側の 5 m を経て対岸の山口県沿岸の広い範囲で 4 m になる。周防灘では中部・西部で 5 m 波高域がみられ, 4 m 波高域はほぼ全域を覆う。波向は SE~E である。伊予灘東側で波高は 3 m あるいはそれ以下, 安芸灘・広島湾で 3~4 m であり, 波向はいずれも S 寄りを示す。別府湾の沿岸では波高 3 m, 波向 E を与える。中部海域では波高は南側の 1 m から北側の福山方面(備後灘)の 2.5 m に向けて N 方向に増加する。波向は高波高域で SSE を主とする。東部海域では波高は紀伊水道境界で 8 m, 友ヶ島水道に至る海域で 7 m をとり, 6 m 波高域が紀伊水道のほぼ全体に広がる。内海部の播磨灘では南東側から NW 方向に 3 m 波高域が放物線状に拡大するが, 波高はあまり大きくない。波向は SE である。大阪湾では波高は友ヶ島水道付近で 6 m をとり, 4 m 波高域が淡路島北部の沖合海域に, その東側に 3 m 波高域が広がる。

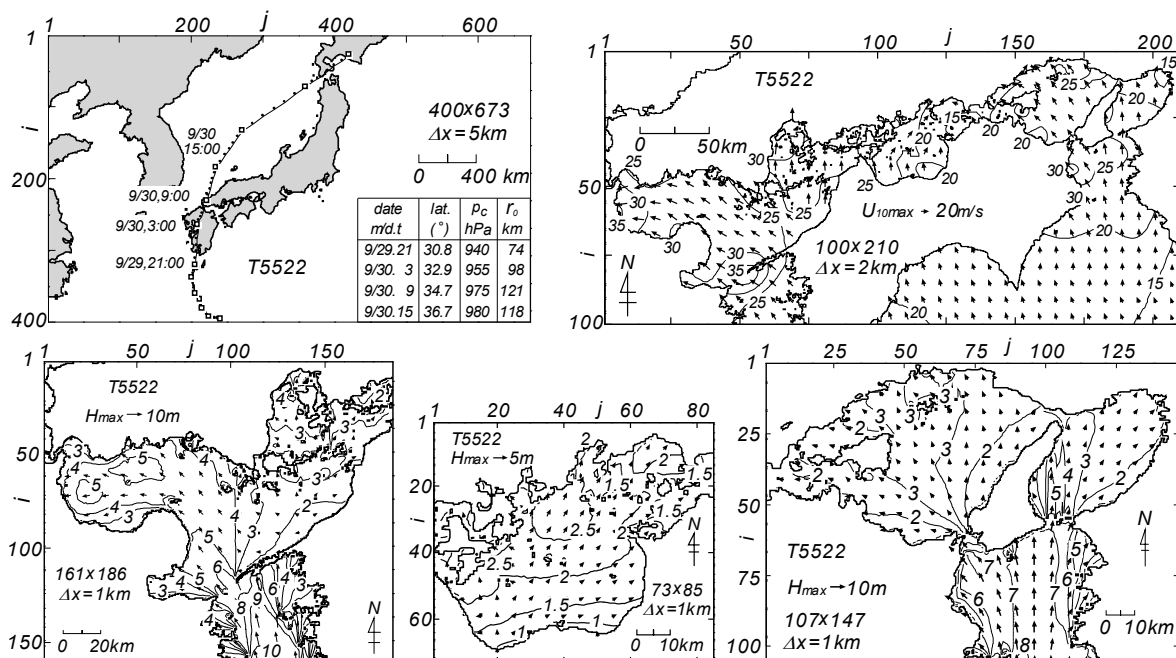


Fig. 15 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 5522.

る。大阪湾の沿岸では 2 m 程度である。波向は湾奥に向かうにつれて S から SW 方向に傾く。

(12) T5609 号 (バブス台風, Fig. 16)

1) 台風特性と被災状況^{[6], [8], [9], [10]}

1956 年 (昭和 31 年) 8 月 10 日ルソン島の東方海上で発生, 蛇行しながら N 方向に進行を続けて 15 日夜半沖縄の西方海上を通過, 16 日九州の西方海上に達したのち, NE 方向に転向して 17 日日本海に入った。この間の台風の中心気圧は 965 hPa で比較的強い勢力を保ったため, 台風の右側半円に入った九州や四国で強風が吹き高潮が発生した。とくに九州有明海の干拓地では高潮により甚大な被害が生じた。瀬戸内海の観測地点における最大高潮偏差は宇野で観測史上第 12 位にあたる 90 cm (第 1 位は 133 cm), 高松で 77 cm (第 34 位), 松山で 65 cm (第 22 位), 下関で 66 cm (第 19 位), 大阪で 90 cm (第 20 位), 神戸で 73 cm (第 23 位), であり, 中規模程度の高潮が生じている。また, 豪雨により東北地方で水害が生じ, 秋田県大館市で発生した火災が強風にあおられて大火災になった。死者・行方不明者 36 名, 負傷者 213 名, 家屋被害 36,500 棟, 浸水被害 10,400 棟となっている。

2) 最大風速・風向の空間分布

台風の日本海での NE 方向の進行に伴い, SE 寄りの風の場合 S, W 寄りに変化する。最大風速は西部海域では佐田岬付近の 35 m/s 域を中心に豊後水道で 20~25 m/s, 伊予灘西部と周防灘および伊予灘東部と安芸灘・広島湾で 25~30 m/s, 伊予灘中部で 25 m/s 以下となっている。風向は安芸灘・広島湾における S, それ以外の海域で SSE~SE である。中部海域では風速は 20~25 m/s, 風向は SSW~SW をとる。東部海域では播磨灘, 大阪湾, 紀伊水道の中部と北部で 20~25 m/s, 風向は S 寄りを与える。本台風は日本海を瀬戸内海からしだいに離れる方向に進行したので, 東部海域や中部海域における最大風速は西部海域に比べて 5 m/s 程度小さい。

3) 最大波高・波向の空間分布

西部海域では豊後水道において 6 m の最大波高域が豊予海峡にまで達している。波向は S から SE

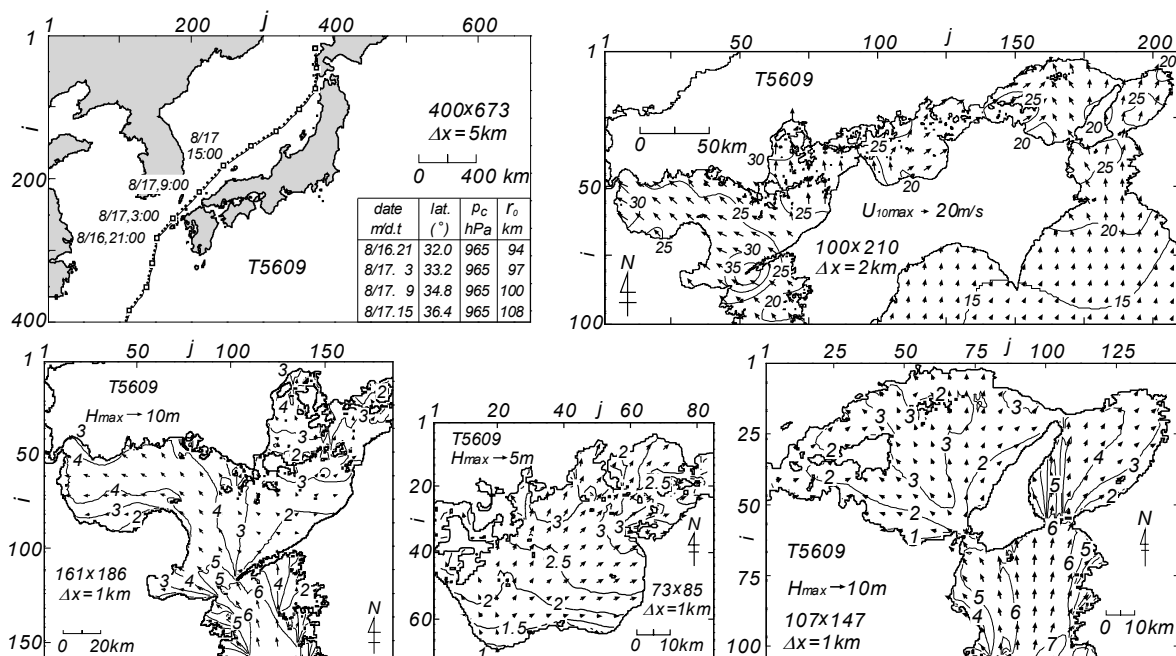


Fig. 16 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 5609.

である。内海では、波高は豊予海峡の 5～6 m、すぐ内側の伊予灘南西部でも 5 m、対岸の山口県沿岸と周防灘の広い範囲で 4 m を与える。波向は豊予海峡の SE から周防灘の E 方向に傾く。伊予灘東部で波高は 3 m 以上、安芸灘で 3～4 m 前後、広島湾では 3 m をとる。後者の海域の波向は S 寄りを示す。中部海域では波高は南西側の 1～1.5 m から北東側の 3 m に向けて増加する。波向は SW である。福山方面（備後灘）から倉敷方面（水島灘）にかけては、小島の存在により波高が 2.5 m 程度になる。東部海域では、波高は紀伊水道境界で 6～7 m をとり、6 m 域が友ヶ島水道に達する。波向は S 寄りである。内海の播磨灘では鳴門海峡近くの南東海域から NW 方向に 2 m 域が、小豆島にかけて 3 m 域が放射状に広がる。大阪湾では 5 m 波高域が湾口の友ヶ島水道から淡路島北部沖合にかけて延び、4 m 域が大阪湾の西側半分を占める。また大阪湾の東岸で 3 m 波高域が広がる。

(13) T6011 号 (Fig. 17)

1) 台風特性と被災状況^[6]

1960 年（昭和 35 年）8 月 9 日マリアナ諸島北西海域で発生、進路を NNW 方向ついで NW 方向にとり、10 日 9 時小笠原諸島西方海上を通過、11 日 3 時頃中心気圧 980 hPa で室戸岬付近に上陸後、高松、鳥取付近を経て日本海に抜けた。この台風はいわゆる豆台風と呼ばれるもので、室戸岬で 47.5 m/s という最大風速が観測されたが、暴風域は小さかった。最低観測気圧は台風経路に近い室戸岬で 980.2 hPa、多度津で 990.3 hPa、岡山で 995.3 hPa、鳥取で 996.1 hPa であり、台風が上陸後急速に衰えたことを表している。台風による被害状況は四国を中心とする 9 県に及んでいる。

2) 最大風速・風向の空間分布

本台風は四国地方から中国地方の中央を N 方向に縦断したことから、台風の通過に伴い風向・風速場が著しい時空間変化を伴う。最大風速は台風経路の右側にあたる播磨灘の小豆島付近や備讃瀬戸で 25～30 m/s をとり、そこから四方に向けて小さくなる。すなわち、播磨灘で 15 m/s 強から 25 m/s、燧灘や紀伊水道で 15～20 m/s、大阪湾で 15 m/s 前後、西部海域で 10～15 m/s を与える。風向は紀伊水道

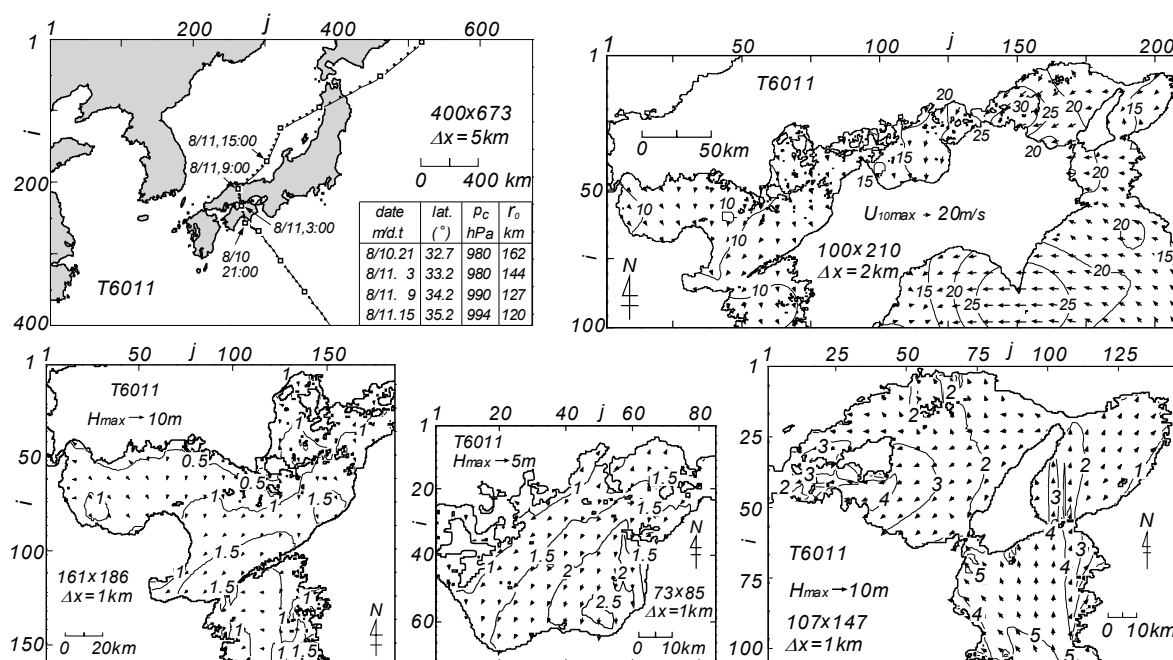


Fig. 17 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 6011.

で E 寄り、その他の海域で NE から NW である。いずれにしても、風速はそれほど大きくない。

3) 最大波高・波向の空間分布

最大波高は西部海域では 2 m 以下と小さい。波向は豊後水道では一定しないが、内海では N 寄りを示す。中部海域では波高は北西側の 1 m から南東側の 2.5 m に大きくなる。波向は NE~N である。すなわち、波高の増加方向 (NW から SE) と波向 (NE~N) が約 90° 異なる。波高は北東側 (水島灘) から南側の燧灘南側・南東側に向けても増加し、波向も NE から N をとるので、波高の増加方向と波向は符合する。一方、北西側から南東側への波高の増大と波向 NE~N の対応は最大波高の分布図だけではうまく説明できない。東部海域では波高は紀伊水道境界で 5 m を示し、4 m 波高域が紀伊水道全体を覆う。波向は S を中心とする。播磨灘では波高は明石海峡付近から SW 方向に増大し、小豆島南側で 4 m に達する。波向は NE から ENE である。大阪湾では、友ヶ島水道から 3 m 波高域が淡路島中部沖合にかけて延びる。大阪湾の中央部で波高は 2 m 弱、大阪湾の湾岸で 1 m 程度である。波向は湾口の S から湾奥の SW 方向に変わる。

(14) T6016 号 (Fig. 18)

1) 台風特性と被災状況^{[6], [8], [9]}

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、25 日北緯 22° 付近で進路を NNW 方向、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。鳥取での最低観測気圧は 980.0 hPa であるから、上陸後も勢力はあまり衰えていない。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。最大高潮偏差は台風の上陸地点にあたる高知で 1950 年以降の第 2 位にあたる 123 cm (第 1 位は T7010 号時の 235 cm)、台風の右側半円に入った小松島で 66 cm (第 14 位)、内海の宇野で 95 cm (第 10 位)、高松で 92 cm (第 12 位)、洲本で 74 cm (第 16 位)、神戸で 108 cm (第 12 位)、大阪で 106 cm (第 20 位) であり、外洋に面した高知ではかなり大きい値を、内海の各地で中規模程度の値を記録している。死者・行方不明者 61 名、負傷者 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

本台風も T6011 号と同様に、四国地方と中国地方を NNE 方向に縦断したことから、台風通過に伴い瀬戸内海における風向・風速場が大きく変化した。最大風速は台風経路の右側に入った東部海域の播磨灘や紀伊水道で 25~30 m/s、大阪湾でも 20~25 m/s、風向は SE から SSW の強風場となっている。台風経路にあたる中部海域で風速 20 m/s、風向 E 寄り、台風経路の左側にあたる西部海域で風速は 15~20 m/s、風向は安芸灘・広島湾の急変場を除いて N~W となっている。いずれにしても、風速はそれほど強くない。

3) 最大波高・波向の空間分布

最大波高は、西部海域では豊後水道境界で 4 m であり、3 m 波高域が豊予海峡近くにまで延びる。波向は SW である。内海では波高は北西側から南東側に向けて増加し、伊予灘西部から東部で 2 m、豊予海峡で 3 m をとる。波向は NW から N あるいは NNE に変化する。中部海域では波高は南東側の 1.5 m から北西側の 2.5 m に向けて NW 方向に大きくなる。波向は E~NE をとる。北側の備後灘や水島灘で波高は 2 m 以下、波向は SW である。東部海域では、紀伊水道で 8 m 波高域が淡路島南岸にまで広範囲に広がる。波向は S~SSE である。播磨灘では南東側の鳴門海峡付近から 3 m 波高域が放射状に広がり、小豆島周辺や南東側海域で 4 m 域が出現する。波向は SE をとる。大阪湾では、波高は友ヶ島水道で 6 m、淡路島北部沖合で 5 m、大阪湾中央の南北線上で 4 m、その東側の大阪湾湾岸の沖合で 3 m を示す。波向は湾口の S から湾奥に向かうにつれて SW 方向に傾く。

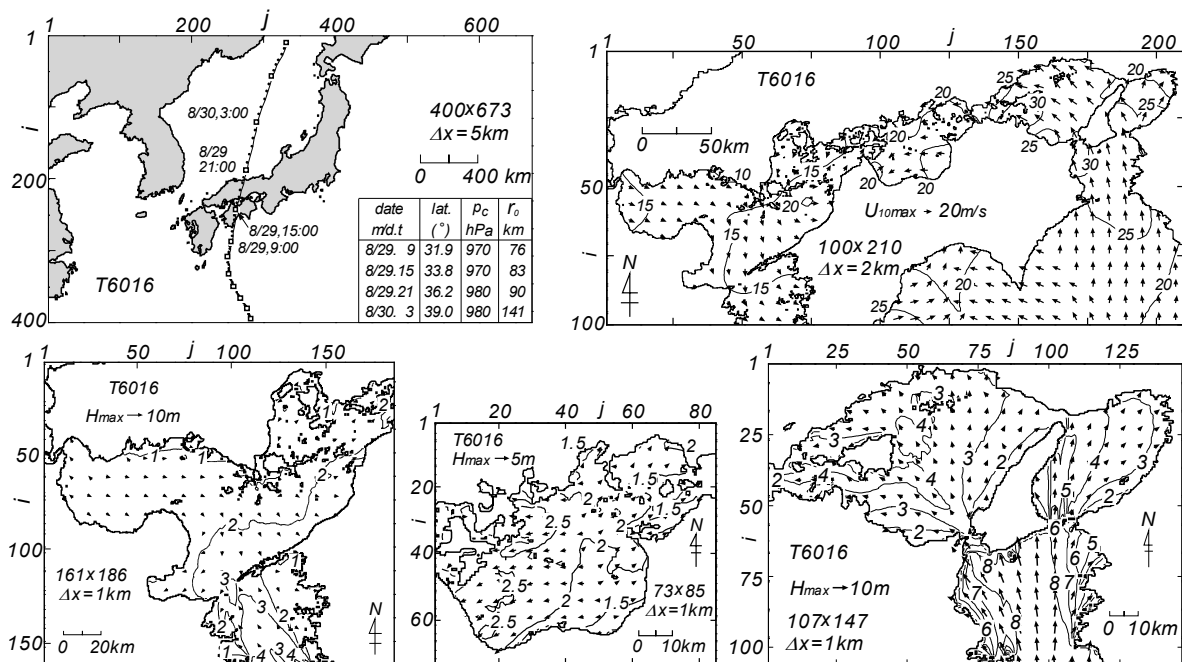


Fig. 18 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 6016.

(15) T6118 号 (第 2 室戸台風) (Fig. 19)

1) 台風特性と被災状況 [6], [8], [9], [10]

1961 年 (昭和 36 年) 9 月 8 日エニウェック島付近で台風に発達、W 方向、ついで WNW 方向、NW 方向と時計回りに向きを変えて進行し、14 日に沖縄の南東海上に達した。この間台風は猛烈に発達して中心気圧 890 hPa になったのち、少し衰えた 14 日時点でも 900hPa を維持した。その後、向きを N 方向から NE 方向に変えて 15 日朝奄美大島を通過し、16 日 9 時過ぎ室戸岬の西方に上陸、徳島・淡路島を経て 13 時過ぎに兵庫県尼崎市と西宮市の間に再上陸したのち、18 時に能登半島東部に達して日本海に出た。上陸時の中心気圧は 925 hPa である。台風経路に近い地点の最低観測気圧は室戸岬で 930.7 hPa、洲本で 934.7 hPa、大阪で 937.3 hPa であり、非常に低い。この台風時には暴風による被害が四国・近畿地方を中心に全国に及び、また大阪湾のほか紀伊水道や播磨灘の沿岸で大規模な高潮による浸水災害が生じた。因みに、最大高潮偏差は大阪湾では 1902 年以降で第 2 位にあたる 245 cm (第 1 位は T3412 号 (室戸台風) 時の 292 cm)、神戸では 1942 年以降で第 1 位にあたる 187 cm、洲本でも 1950 年以降で第 1 位にあたる 187 cm である。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 隻に及ぶ。ただし、高潮に伴う死者・行方不明者は皆無である。

2) 最大風速・風向の空間分布

台風の通過に際して台風の左側半円にあたる瀬戸内海の西部海域や中部海域では NW 寄りの風となる。一方、台風の右側半円にあたる紀伊水道や大阪湾および左側半円でも台風中心に近い播磨灘では風向は時計回りの経時変化を示す。最大風速は西部海域のうち周防灘で 25~30 m/s、伊予灘や佐田岬周辺海域で 30~35 m/s、広島湾・安芸灘や斎灘で 30 m/s をとる。風向は NW 寄りである。中部海域では隠灘で 30~35 m/s となり、東側の愛媛県川之江付近で 35 m/s を越える。備後灘で 25~30 m/s、水島灘で 25 m/s 以下である。風向は全体として NW 方向を示す。東部海域のうち播磨灘では中央の広

い範囲で風速は 30 m/s を越え、北側や南側のごく一部で 25 m/s 以下を示す。風向は主として NW 寄りを与える。大阪湾では風速は 30~45 m/s であり、東岸で大きい。風向は台風の通過特性を反映して W 寄りである。紀伊水道では 30~40 m/s をとり、東側半分で 35 ms/以上の海域となっている。風向は北側で W~SW、中部以南で S 寄りである。T6118 号時には大阪湾から紀伊水道の東半分の海域で風速が 35~40 m/s あるいはそれ以上の強風場、西半分と播磨灘中央・東側で 30~35 m/s の強風場となっている。沿岸の観測風資料に基づいて T6118 号時の東部海域における最大風速の等値線を描いた山元ら^[13]の結果によると、40 m/s 風速域が紀伊水道の中央から大阪湾の東岸にかけて、35 m/s 以下の風速域が大阪湾の西岸や播磨灘の東岸で出現しており、本研究の結果と比較的よく整合する。また船舶資料の解析より推定した矢吹^[14]の結果では、風力 12 の海域が大阪湾と紀伊水道北側から中央に、風力 10 の海域が播磨灘にみられる。これらはごく概略として本研究の結果と符合する。

3) 最大波高と波向の空間分布

西部海域において波高は豊後水道境界の 8 m から豊予海峡の 6 m になる。波向は境界では SE であるが、豊予海峡では NW をとる。つまり、豊予海峡では内海発生波浪の影響が外洋から伝播する波浪以上に強くなる。内海では山口県沿岸の 2 m から豊予海峡の 5~6 m に向けて増加し、波向は NW をとる。内海では内海発生波浪の影響が卓越する。中部海域では、波高は北西側の 1.5 m から南東側の愛媛県川之江市付近の 4.5 m に向けて SE 方向に増大する。波向は NW 寄りである。東部海域では、波高は紀伊水道の境界で 15 m、北側で 10 m をとり、9~10 m の波高が紀伊水道のほぼ全域を占める。波向は S を中心とする。播磨灘では、波高は北側で 2 m、中央で 3 m、南西側で一部 4 m を越える。波向は中央から南西側で NE 方向をとる。大阪湾では友ヶ島水道より北側に 5 m 波高域が多少延びる程度に過ぎない。大部分の海域では 4~5 m の波高域が広がり、東岸の沖合に一部 5 m 波高域が現われる。波向は SW である。T6118 号時には大阪湾や播磨灘は複雑な風の場の時空間変化を伴う台風半径内に入るので、大阪湾の東側海域を除いて強風のわりに波高が大きくなる。

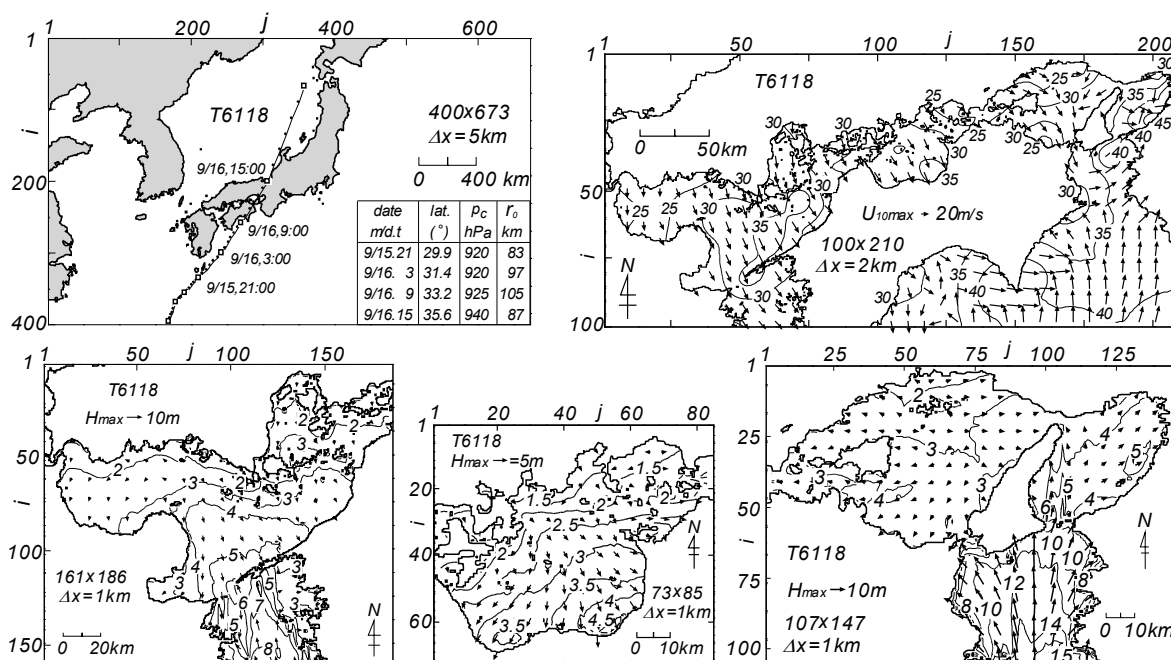


Fig. 19 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 6118.

(16) T6420 号 (Fig. 20)

1) 台風特性と被災状況^{[6], [8], [9]}

1964 年 (昭和 39 年) 9 月 17 日グアム島の南東海上で発生した低気圧が NW 方向に進んで 19 日 15 時に台風になったのち、21 日沖ノ鳥島の東方海上で中心気圧 895 hPa の激しい台風に発達した。ついで沖縄の東方海上を N 方向に進み、24 日朝九州南方で向きを NE 方向に転じて夕刻九州南端の佐多岬に上陸、速い速度で四国、本州を横断して 25 日午後三陸沖に抜けた。上陸時の中心気圧は 945 hPa と推測される。台風経路に近い地点の最低観測気圧は枕崎で 957.3 hPa、宮崎で 954.2 hPa、宇和島で 965.5 hPa、多度津で 972.8 hPa、岡山で 975.4 hPa、姫路で 979.4 hPa、神戸で 985.7 hPa となっており、九州から四国でかなり低い。西日本を中心に関東・東北地方に至る広い地域で豪雨と記録的な烈風による被害が続出した。また、大阪湾で大規模な高潮による被害が生じた。因みに、大阪では 1902 年以降の観測資料の中で第 5 位にあたる 182 cm (第 1 位は T3412 号時の 292 cm)、神戸では 1942 年以降の第 3 位にあたる 168 cm (第 1 位は T6118 号時の 193 cm) を記録している。死者・行方不明者 56 名、負傷者 530 名、家屋被害 10,000 棟、浸水被害 35,000 棟、船舶被害 594 隻となっている。

2) 最大風速・風向の空間分布

台風は四国を足摺岬から多度津方面にかけて NE 方向に進行したことから、瀬戸内海では風向は時間の経過とともに反時計方向に変化した。最大風速は、西部海域では周防灘と豊後水道および広島湾・安芸灘や斎灘において 20~30 m/s、周防灘の東側から伊予灘の広い範囲において 30~35 m/s であり、とくに佐田岬の周辺海域で 35 m/s を上まわる。風向はおおむね N~NNW である。中部海域では、備後灘や水島灘で 20~25 m/s、燧灘で 25~30 m/s を示す。この海域では台風中心が通過したことから、風向は場所的に大きく変化する。東部海域のうち播磨灘で風速は 25 m/s から 30 m/s 前後、大阪湾で 25~40 m/s、紀伊水道で 30~35 m/s であり、風向はいずれの海域でも S 寄りである。ただし、紀伊水道の南部から沖合では台風中心から離れるために、風速は若干小さい。このように、T6420 号時にはとくに大阪湾で猛烈な風が吹送している。沿岸や陸上における多数地点の観測風資料を用いて山元ら^[15]により推定された瀬戸内海における風速の空間分布図をみると、瀬戸内海の西部海域のうち豊後水道では 40 m/s 風速域が中央にまで、30 m/s 域が豊予海峡にまで入っており、内海では 20~25 m/s あるいは佐田岬周辺では 30 m/s をとる。中部海域でも 20~25 m/s、東部海域のうち播磨灘と大阪湾で 25~30 m/s、紀伊水道で 30 m/s となっている。これは今回の結果と比べて、大阪湾で小さく豊後水道で大きい点を除けば、比較的良好に符合する。

3) 最大波高・波向の空間分布

瀬戸内海西部海域のうち、豊後水道では境界からの波高 9 m が豊予海峡で 6 m になる。波向は SSE をとる。内海部では N 寄りの強風によって波高は周防灘北側の 1 m から豊予海峡の 5 m に向けて増加する。豊予海峡付近では外海からの波浪と内海からの波浪が混在する波浪場になっていると考えられる。広島湾・安芸灘では波高は 2~3 m、斎灘でも 2~3 m をとる。波向はいずれも N 寄りである。中部海域では台風が通過したことから、3~3.5 m の波高域が西側と東側の海域に出現する。波向は西側の海域で NE、東側の海域で WSW を示す。東部海域では紀伊水道で波高 10 m 以上の波が入射し、8~9 m 波高域が広い範囲を占める。波向は S である。播磨灘では鳴門海峡から 3 m の波高域が扇状に拡がり、小豆島の東側で 4 m 波高域が広い範囲を占める。波向は SE を中心に北側海域で SW 方向に、南側海域で E 方向に傾く。大阪湾では友ヶ島水道から北側に 7 m 波高域が若干延びる程度であるが、6 m 波高域は対岸の須磨に、5 m 波高域は神戸に到達する。大阪で波高は 4 m を与え、大阪湾の東岸から南東岸でも 3~4 m 波高域が広い範囲を占める。波向は湾奥あるいは大阪湾の東岸に向かうほど S 方向から SW 方向に傾く。T6420 号の通過経路から播磨灘を挟んで少し離れた位置にある大阪湾は、台風の最大風速域に入り、しかも湾軸方向に近い S~SW の強風が吹送したことから、湾のほぼ全域で波高 4 m を越える波浪が発生している。

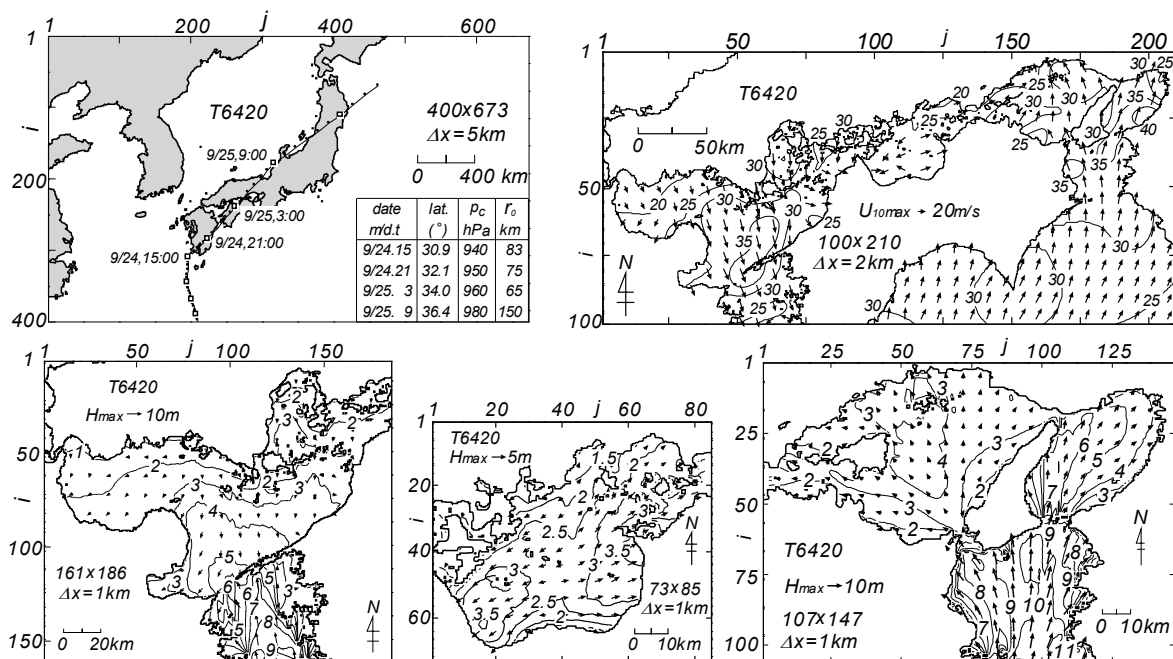


Fig. 20 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 6420.

(17) T6523 号 (Fig. 21)

1) 台風特性と被災状況 [6], [8], [9], [16]

1965 年 (昭和 40 年) 9 月 6 日に沖ノ鳥島の東海上に発生, NW 方向に進行してしだいに向きを N 方向に変え, 9 日南大東島付近に達した。中心気圧は 940 hPa である。その後, NE 方向に転向して 10 日 8 時過ぎに高知県安芸市付近に上陸, 香川県東部の引田付近, 播磨灘の中央, 兵庫県の加古川市付近を通って午後日本海に抜け, 能登半島をかすめて北海道を通過した。安芸市上陸時の台風中心気圧は 940 hPa である。最低観測気圧はそれぞれ台風経路に近い室戸岬で 946.9 hPa, 徳島で 952.5 hPa, 姫路 952.3 hPa, 豊岡で 964.1 hPa, 舞鶴で 966.1 hPa となっており, 上陸後も低い気圧が維持されている。台風経路にあたる四国東部と近畿地方では暴風雨による風水害が続出し, 大阪湾では高潮により大きな被害が生じた。因みに, 大阪では 1902 年以降の観測史上第 4 位にあたる最大高潮偏差 216 cm (第 1 位は T3412 号時の 292 cm), 神戸では 1942 年以降で第 2 位にあたる 190 cm (第 1 位は T6118 号時の 193 cm) を記録している。死者・行方不明者 73 名, 負傷者 883 名, 家屋被害 4,100 棟, 浸水被害 50,000 棟, 船舶被害 619 隻となっている。

2) 最大風速・風向の空間分布

室戸岬西側から播磨灘中央を経て兵庫県加古川市付近への台風の通過に伴い, 瀬戸内海の西部海域では NW 寄りの風, 中部海域では N から NW を経て W 寄りの風, 東部海域では E から SE を経て SW 寄りの風に経時変化している。最大風速は西部海域および中部海域で 20~25 m/s, 風向は NW 寄りを取り, それほど大きくない。東部海域のうち播磨灘では 30~40 m/s をとり, 兵庫県の加古川, 明石方面で 40 m/s を越える。風向は西側の NE~E から東側の SE と時計回りに変化する。大阪湾では風速は 25~40 m/s, 風向は S~SSE, 紀伊水道でも 30~40 m/s, 風向 SSW~SSE を与える。このように, T6523 号時には東部海域で風速 30~40 m/s の猛烈な風が吹送している。

3) 最大波高・波向の空間分布

西部海域では、豊後水道の境界から 6 m 波高域が豊予海峡近くまで延びており、豊予海峡でも波高は 5 m を与える。波向は SSE である。内海では波高は山口県沿岸の 1 m から SE 方向に向けて豊予海峡の 4 m へとしだいに大きくなる。波向は NW であるから、これは内海発生波浪による。中部海域では、波高は北西側の 1.5 m から南東側の愛媛県川之江付近の 3.5~4 m に向けて大きくなる。波向はおおむね N 寄りである。東部海域では、紀伊水道境界での 13~14 m から北側の 10 m になる。10 m 波高域は広範囲に拡がり、8 m 波高域が紀伊水道のほぼ全体を占める。播磨灘では鳴門海峡から 3 m 波高域が放射状に拡がり、4 m 波高域も小豆島や家島付近まで広い範囲を覆う。小豆島の南側では 5 m 波高域も出現する。波向は空間的に大きく変化するけれども、E 寄りが卓越する。大阪湾では友ヶ島水道より N 方向に延びる 6 m 波高域は淡路島北部沖合にとどまり、対岸の須磨には 5 m 波高域が、神戸には 4 m 波高域が達する。大阪湾の東岸では 3 m 波高域が全域を占める。波向は友ヶ島付近の S から湾奥に向かうほど SW 方向に傾く。T6523 号時の波高は T6420 号時の波高と比べて紀伊水道および播磨灘で大きいのにに対して、大阪湾で逆に小さい。これは大阪湾における両台風時の風速に全体としてそれほどの差はないが、T6523 号時と比べて T6420 号時に台風経路からより離れた大阪湾で波の発達に寄与する S~SW の風がより長い時間吹いたためと考えられる。なお、今回の結果は T6523 号は T6420 号以上の暴風と高波を大阪湾にもたらしたという報告^[16]と必ずしも整合しない。

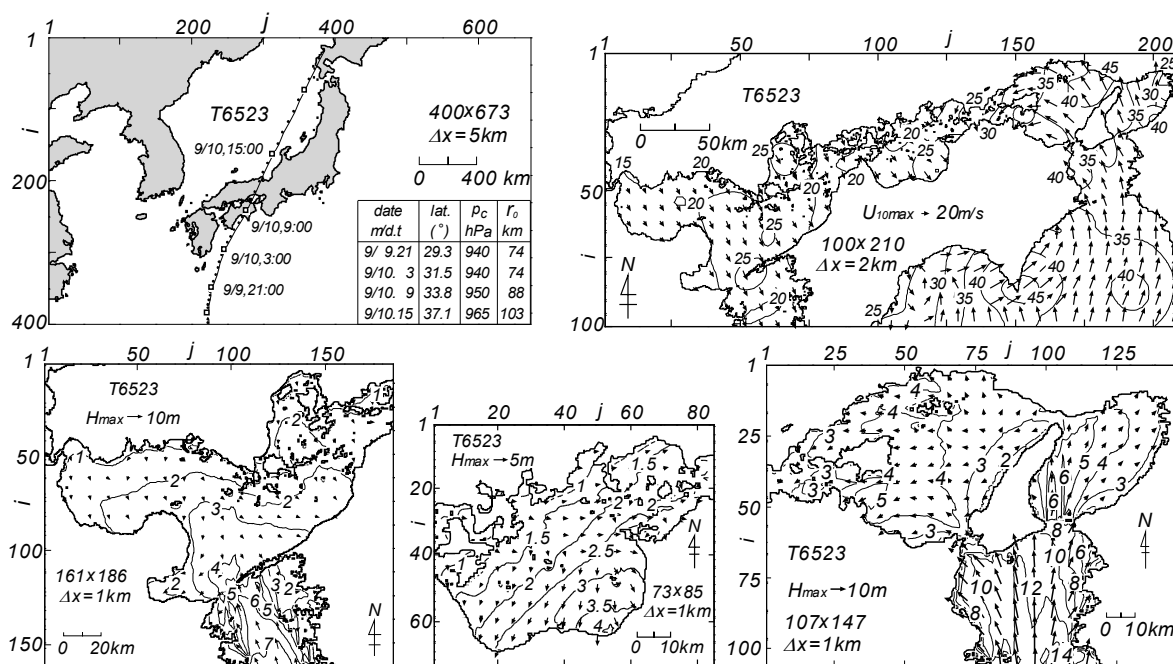


Fig. 21 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 6523.

4. 風速・波高の極値の空間分布

4.1 風速の極値

Fig. 22 は 1918~1960 年 (43 年間) 29 ケースの台風別最大風速資料と 1961~2005 年 (45 年間) の年別最大風速資料を併せて得た 1918~2005 年 (88 年間) の期間最大風速 U_{max}^{18-05} とその風向の空間分布

を表す。1918～1960 年において台風時最大風速資料がない年には異常風速が生じていないことが天気図や災害記録、気象要覧などから推察されるので、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ることはない。図によると、風速 50 m/s 域が紀伊水道沖合と佐田岬周辺でみられる。前者は T3412 号時に、後者は T5115 号時に生じた結果を反映する。ただし、紀伊水道中部以南の海域や土佐湾とその沖合海域では、

海上風分布の推定に用いる SDP 風観測地点の数や海上・沿岸観測地点の数が少ないことから、海上風分布の推定精度はあまり高いとは言えない。ついで、45 m/s 域が上述の海域周辺の海域に加えて大阪湾内と播磨灘北東部に現われる。これは T3412 号のほか T5028 号（大阪湾）および T6523 号（播磨灘）による。40 m/s 域は瀬戸内海全域でみられるが、豊後水道中部、周防灘、伊予灘中部と東部、安芸灘、斎灘、燧灘、備後灘・水島灘はむしろ 35 m/s 域に入っている。期間最大風速を発生した主な台風は、土佐湾、紀伊水道、大阪湾、播磨灘の中部と東部、燧灘、斎灘で T3412 号、備後灘・水島灘と播磨灘西部で T3706 号、広島湾・安芸灘で T4516 号、T4216 号、周防灘南部と東部で T4516 号、伊予灘西部と豊後水道で T5115 号、周防灘西部で T4216 号という 1959 年以前の台風であり、1961 年以降の台風については中部海域の燧灘西部、伊予灘東部で T7010 号、周防灘北部で T9119 号、播磨灘東部で T6523 号があげられるにすぎない。小さな海域では T6118 号、T5028 号、T6420 号、T18-Jul 台風などの寄与もみられる。なお、風向は多くの海域で SE～S であるが、伊予灘では NW 寄り、広島湾・安芸灘から燧灘では N 寄りをとる。これらは期間最大風速をもたらしたそれぞれの台風の特徴を反映するのは言うまでもない。

つぎに、極値統計解析は 1933～1960 年の台風別最大風速資料をそれぞれ該当する年の年最大風速資料とみなすことにより、1933～2005 年（73 年間）および 1961～2005 年（45 年間）の年別最大風速資料に対してそれぞれ資料採択率を 1/3 と設定して行った。資料期間の短縮は 1918～1932 年においては対象台風が 2 ケースのみで資料数が少なすぎることに、および小さい資料採択率の採用は 1933～1960 年（28 年間）においても 27 ケースの台風別最大風速資料（1935 年で T3504 号と T3507 号、1941 年で T4114 号と T4125 号、1942 年で T4222 号と T4216

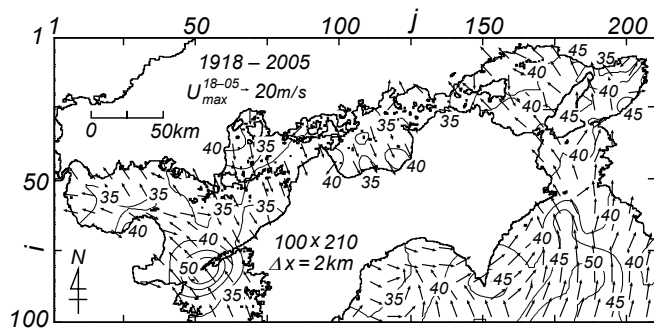


Fig. 22 Largest wind speed U_{max}^{18-05} and its wind direction in the Seto Inland Sea during the period of 1918 - 2005.

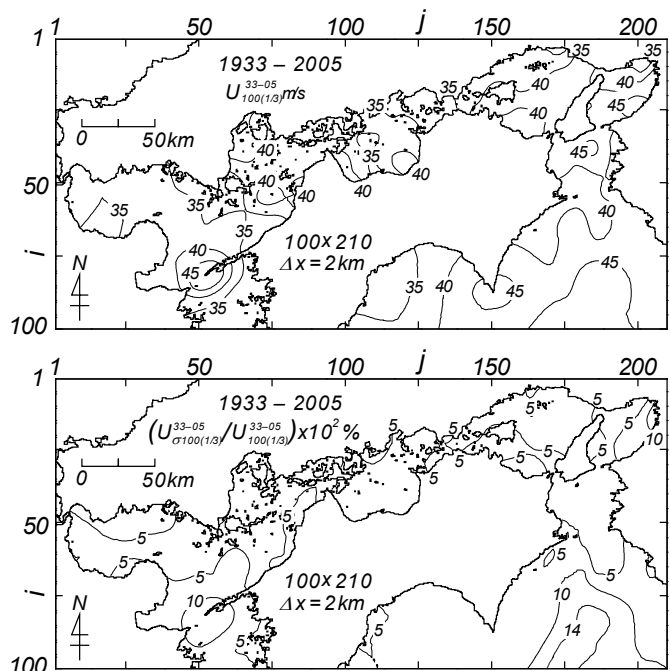


Fig. 23 100-year return wind speed $U_{100(1/3)}^{33-05}$ and percentage expression of its variation coefficient (standard deviation $U_{\sigma 100(1/3)}^{33-05}$ divided by 100-year return wind speed) $(U_{\sigma 100(1/3)}^{33-05} / U_{100(1/3)}^{33-05}) \times 10^2$ in the Seto Inland Sea estimated using the annual maximum data during the period of 1933 - 2005.

号, 1950 年で T5028 号と T5029 号, 1954 年で T5412 号と T5415 号, 1956 年で T5609 号と T5612 号, 1960 年で T6011 号と T6016 号の各年 2 ケースの資料) によって 20 年相当分の年別最大風速資料を得ているにすぎず, したがって中規模以下の値をもつと推定される年別最大風速資料(1936, 1939, 1940, 1947, 1948, 1952, 1957, 1958 の 8 年相当分) が除外されている可能性が高いこと, をそれぞれ考慮したためである。後者では, 28 年間 27 ケースの台風別最大風速資料と 1961~2005 年の年別最大風速資料によって, 1933~2005 年の 73 年間で最上位近くに分類される年別最大風速資料が瀬戸内海全域においてできるだけ漏れなく採択されることを期待している。

Fig. 23 は 1933~2005 年の年別最大風速資料のうち上位 1/3 の資料を用いて推定した 100 年確率風速 $U_{100(1/3)}^{33-05}$ とその変動係数 (100 年確率風速の標準偏差 $\sigma_{100(1/3)}^{33-05}$ を $U_{100(1/3)}^{33-05}$ で除した値) の % 値の空間分布を表す。100 年確率風速は佐田岬周辺海域, 広島湾・安芸灘, 斎灘から燧灘の西部と南東部の一部, 播磨灘から大阪湾, 紀伊水道とその沖合海域で 40~45 m/s を与え, とくに佐田岬周辺海域, 大阪湾の一部, 室戸岬周辺海域や紀伊水道沖合海域で 45 m/s を越える。これ以外の海域では, 35 m/s 以下を示す豊後水道, 周防灘南部や北東部, 伊予灘中部, 燧灘中央の一部, 水島灘を除き, 35~40 m/s をとる。変動係数は内海では佐田岬周辺海域や大阪湾の湾奥を除いて 10 % より小さく, 比較的広い範囲で 5 % 以下をとる。また前述の海域に加えて紀伊水道の沖合海域や室戸岬の周辺海域で 10 % を越える。

Fig. 24 は資料期間の延長 (45 年間で 73 年へ) に伴う 100 年確率風速の変化量の空間分布を示す。変化量は $(U_{100(1/3)}^{33-05}/U_{100(1/3)}^{61-05}-1)\times 10^2$ で定義される % 値で表す。ここに, $U_{100(1/3)}^{61-05}$ は 1961~2005 年 45 年間の年別最大風速資料のうち上位 1/3 の資料に対する解析より得た 100 年確率風速である。資料期間の延長に伴い, 最上位クラスの高風速資料が含まれる機会が増えることから, 確率風速の推定値は大きくなるが, その割合は瀬戸内海の多くの海域で 10 % 以下であり, 山口県沿岸から伊予灘中部にかけてはむしろ確率風速の推定値が若干減少する。同様の傾向は大阪湾の南東岸の一部, 足摺岬や室戸岬の周辺でみられる。一方, 佐田岬周辺海域, 周防灘南部のごく一部, 広島湾, 水島灘, 播磨灘北西岸部では確率風速の推定値が 20 % 以上増加する。これは 1959 年以前の巨大台風 (T5115 号, T4516 号, T4326 号, T3706 号など) に伴う最上位クラスの風速資料の影響を表す。紀伊水道の沖合でも T3412 号に伴う異常風速の影響が現われて, 10 % 以上の値をとる。

Fig. 25 は 1918~2005 年 (88 年間) の間の期間最大風速と 1933~2005 年の年別最大風資料に基づく 100 年確率風速 $U_{100(1/3)}^{33-05}$ の大小関係を相対差の % 値 $(U_{max}^{18-05}/U_{100(1/3)}^{33-05}-1)\times 10^2$ の空間分布として示したものである。資料期間は 88 年, 再現期間は 100 年とそれほど離れていないこと

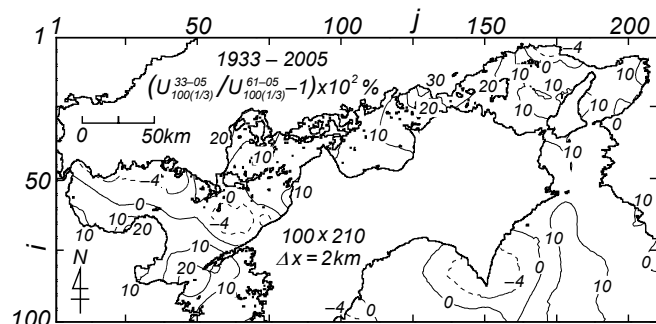


Fig. 24 Change of 100-year return wind speed $(U_{100(1/3)}^{33-05}/U_{100(1/3)}^{61-05}-1)\times 10^2$ in the Seto Inland Sea associated with extension of the data period from 45 years to 73 years.

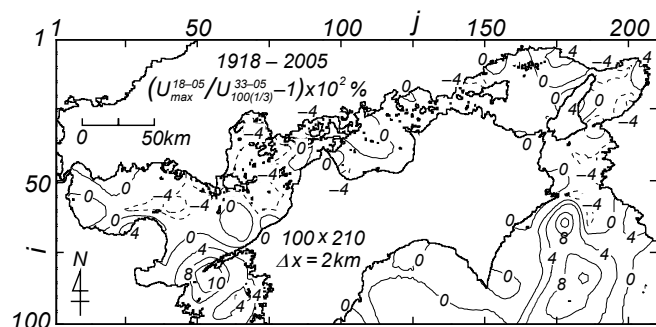


Fig. 25 Percentage expression of one-subtracted ratio of largest wind speed during the period of 1918 - 2005 to 100-year return wind speed $(U_{max}^{18-05}/U_{100(1/3)}^{33-05}-1)\times 10^2$ in the Seto Inland Sea.

から、期間最大風速と 100 年確率風速は同程度の値をとると期待される。相対差は瀬戸内海の大部分の海域で 0 よりやや小さい負の値か、やや大きい正の値をとることから、大略として期間最大風速が 100 年確率風速と同程度の値となっている。しかし、T5115 号により最強風速が生じた佐田岬周辺海域や外洋に接続する海域のうち T3412 号により最強風速が生じた紀伊水道の南部では、期間最大風速が 100 年確率風速より 8 %以上大きい。

4.2 波高の極値

Fig. 26 は 1918～1960 年 (43 年間) 29 ケースの台風別最大波高の格子点別値資料から抽出した 1918～1960 年の期間最大波高 H_{max}^{18-60} の空間分布を示す。まず西部海域についてみると、豊後水道では南部で 11 m、北部で 9 m の波高域が広がり、波向は SSE をとる。期間最大波高発生台風は南部で T5412 号、北部で T4516 号と T5115 号である。豊予海峡から対岸の山口県沿岸にかけて波高は 8～9 m から 6 m に減じ、波向は SSE をとる。主な発生台風は豊予海峡で T5115 号、そこから北西側で T5612 号と T4216 号である。周防灘では波高は東部の 6 m から西部の 4 m に減じ、波向は E を中心に SE～ENE、発生台風は T4216 号である。伊予灘では波高は西部西側の 7～8 m から東側で 5 m、波向は SE、中部で波高 5 m、波向 W、東部で波高 5 m、波向 W～SW を与える。伊予灘の中部から東部における発生台風は主に T4516 号、中部の北側と南側の一部で T4416 号などである。安芸灘では波高は北部で 4 m 以上、波向は SSE、発生台風は T4216 号、南部で 3～4 m、波向は NNW、発生台風は T4326 号、広島湾では波高は 3 m、波向は SSE、発生台風は T4216 号と T5609 号、斎灘では波高は 3～4 m、波向は S～SSW、発生台風は T5115 号と T4516 号である。別府湾では大分側で 5 m 波高域がみられる。波向は NE である。これは T3507 号と T4609 号時における NE 方向の強風の長時間の吹送による。ついで中部海域についてみると、波高分布の特徴は 3 つの小海域別に記述される。すなわち、燧灘西部では波向 NE の 4 m 波高域が、燧灘東部では波向 NNW の 4.5 m 波高域がみられる。前者は T3507 号と T3706 号時、後者は T3412 号時に生起している。燧灘中央から北東部では波向 WSW～SW の 4 m 波高域が広範囲に広がり、備後灘や水島灘でも 3～3.5 m 波高域が出現している。これらは T3706 号と T4516 号による。さらに東部海域についてみると、紀伊水道では境界付近で波高は 14～15 m、波向は S～SSW、水道内で波向 S 寄りの 10～12 m 波高域が大部分を占める。大阪湾では友ヶ島水道付近の 8～9 m の波高は湾奥に向けて 4 m に減少する。波向は S 方向から SW 方向に傾く。播磨灘では波高は広い範囲で 4～5 m をとり、小豆島沖のごく一部で 6 m に達する。小豆島沖で波向は SE である。期間最大波高発生台風は、紀伊水道では T3412 号、大阪湾でも主として T3412 号であるが、播磨灘では小豆島沖での T3706 号や北東部海域での T4516 号など小海域別に異なる。

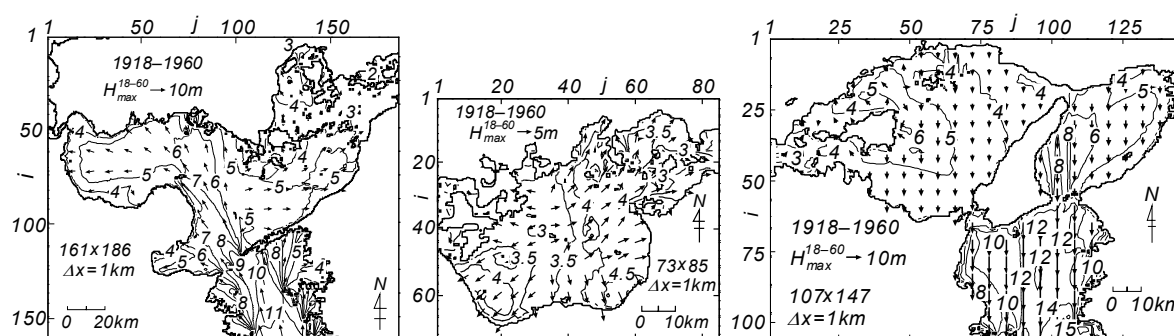


Fig. 26 Largest wave height H_{max}^{18-60} and its wave direction in the Seto Inland Sea during the period of 1918 – 1960.

Fig. 27 は 1918～1960 年 29 ケースの台風別最大波高資料と 1961～2005 年（45 年間）256（西部海域），174（中部海域），181（東部海域）ケースの台風別・低気圧別最大波高資料^[1]から得た 1918～2005 年（88 年間）の期間最大波高 H_{max}^{18-05} と波向の空間分布を示す。災害記録，気象要覧，天気図などの資料から，1918～1960 年の間で波高資料がない年には，瀬戸内海において巨大台風による異常波高は発生していないと推測されるので，これらの年の最大波高が少なくとも上記の期間最大波高を上まわることはないといなされる。西部海域においては，豊後水道で 10～11 m 波高域が広がり，豊予海峡で波高は 9 m，そこから対岸の山口県沿岸に 7 m 域が延び，周防灘中部の 6 m 域も西側に寄る。これらの海域における期間最大波高発生台風は豊後水道の広い海域で T8013 号，T0514 号，T0418 号など，伊予灘西部から周防灘東部で T0418 号，山口県沿岸で T9119 号，T7119 号，斎灘の半分で T7010 号，T9119 号など 1961 年以降の台風置き換わる。一方，豊予海峡周辺海域，別府湾，伊予灘中部から東部，安芸灘や広島湾における最大波高発生台風は 1960 年以前の台風である。斎灘では最大波高発生台風として 1960 年以前の台風と 1961 年以降の台風が混在するが，波高の値にあまり差をもたない。中部海域においては，燧灘の南北方向中央線より西側の海域で波高がより大きくなっており，燧灘の南西部で 5 m 波高域が出現する。これは T7010 号による。要するに，燧灘の南北方向中央線より東側および西側の海域における期間最大波高はそれぞれ 1960 年以前の台風時と 1961 年以降の台風時に生じている。東部海域においては，紀伊水道と播磨灘で波高の等値線は Fig. 26 とよく似た形状を示す。ただし，紀伊水道境界近くの 14～15 m 波高域は T6118 号時に生じているが，これ以外の海域で T18-Jul 台風および T3412 号時と同程度の波高を与えることから，上記の挙動が得られる。大阪湾では T6118 号時に生じた北東～東側海域の最大波高や T6420 号時に生じた北側海域の最大波高によって 5 m 波高域が N～NE～E 側に拡大している。各海域の波向の特性は Fig. 26 とほとんど変わらない。

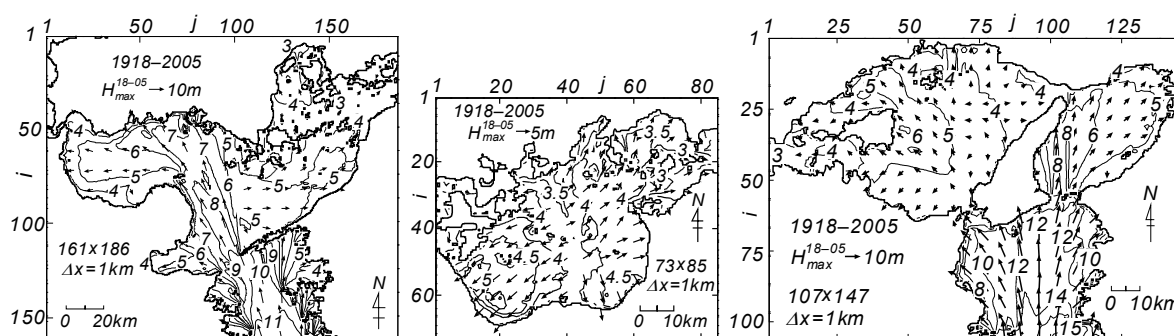


Fig. 27 Largest wave height H_{max}^{18-05} and its wave direction in the Seto Inland Sea during the period of 1918 - 2005.

Fig. 28 は 1918～2005 年の間の期間最大（第 1 位）波高 H_{max}^{18-05} と第 2 位波高 H_{max2}^{18-05} の比を用いた第 1 位波高の突出率の % 値 $(H_{max}^{18-05}/H_{max2}^{18-05} - 1) \times 10^2$ を表す。西部海域においては，突出率は大部分の海域で 10 % 以下であるが，伊予灘の中部北側や東部および国東半島西側の周防灘南東部と周防灘中部で局所的に 20 % を上まわる。安芸灘北西部でも 20 % を越える。前者は T4516 号時に，後者は T4216 号時に生じた異常波高による。中部海域においては，突出率は燧灘の西側および備後灘東部と水島灘西部で高く，広い範囲で 30 % を越え，局所的に 40 % を上まわる。他の海域では 20 % 以下である。さらに東部海域においては，突出率が 20 % 以上をとる海域が大阪湾内の淡路島沿岸と南部の一部や播磨灘の淡路島西側，香川県沿岸の一部でそれぞれみられるが，10 % 以下の海域が大部分であり，中部海域に

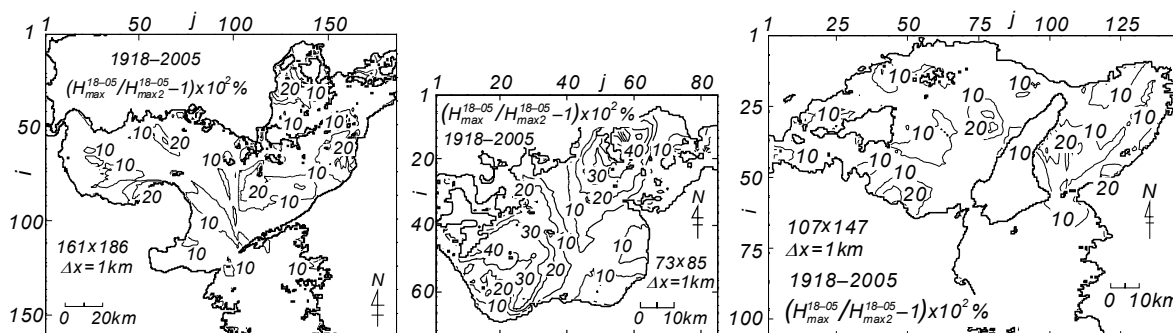


Fig. 28 Percentage expression of one-subtracted ratio of largest wave height to second largest wave height $(H_{\max}^{18-05}/H_{\max 2}^{18-05}-1)\times 10^2$ in the Seto Inland Sea during the period of 1918 - 2005.

おける突出率に比べてあまり大きくない。つまり、東部海域では第2位波高をはるかに上まわる第1位波高（期間最大波高）はほとんど生じていないことがわかる。

Fig. 29 は資料採択率を 1/3 とした 1933～2005 年（73 年間）の年別最大波高資料に対する極値統計解析から求めた 100 年確率波高 $H_{100(1/3)}^{33-05}$ とその変動係数（100 年確率波高の標準偏差 $H_{\sigma 100(1/3)}^{33-05}$ を $H_{100(1/3)}^{33-05}$ で除した値）の % 値の空間分布を 3 海域について示す。まず西部海域においては、100 年確率波高は豊後水道では 10～12 m，すなわち南部から北部にかけての中心線とその周辺で 11 m 以上をとり，東西の沿岸部に向けて減少する。内海では波高は豊予海峡の 9 m から対岸の山口県沿岸の 7 m に向けて減少する。周防灘では東部の 7 m から西部の 4 m に向けて小さくなる。別府湾では湾口付近の 6 m から大分市沿岸に向けて 5 m に，湾奥に向けて 4 m になる。伊予灘では西部で東に向けて 8 m から 6 m に

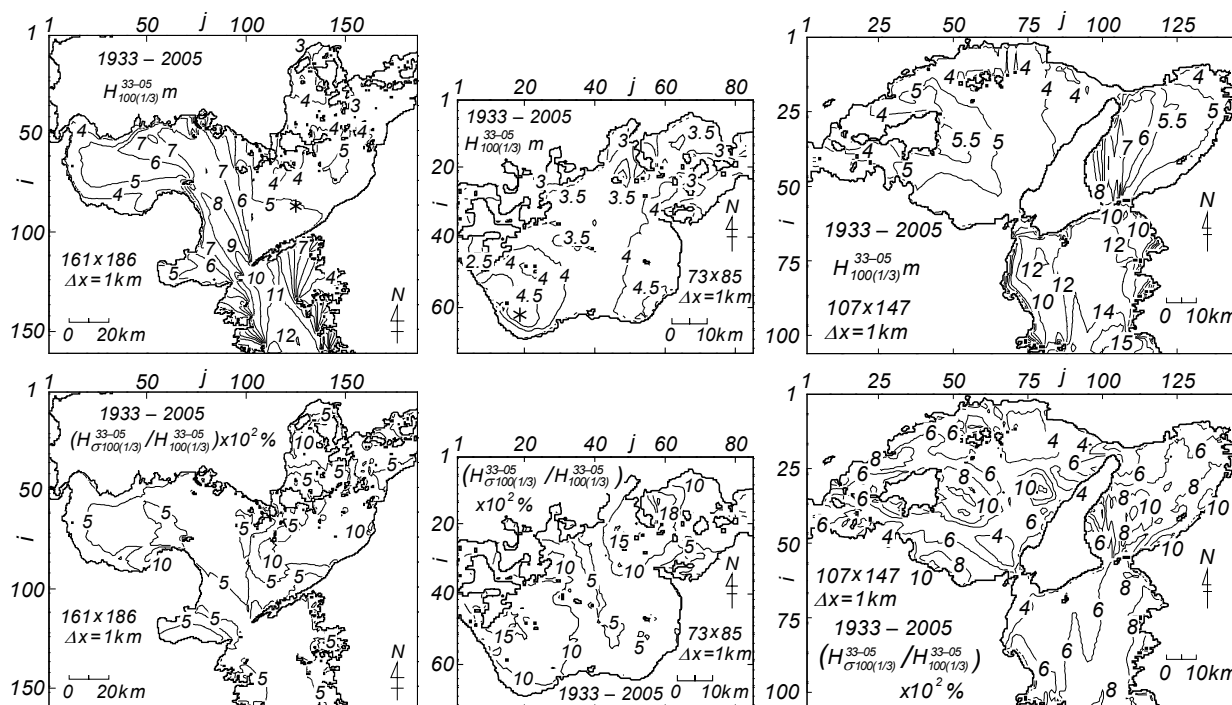


Fig. 29 100-year return wave height $H_{100(1/3)}^{33-05}$ and percentage expression of its variation coefficient (standard deviation $H_{\sigma 100(1/3)}^{33-05}$ divided by 100-year return wave height) $(H_{\sigma 100(1/3)}^{33-05}/H_{100(1/3)}^{33-05})\times 10^2$ in the Seto Inland Sea estimated using the annual maximum data during the period of 1933 - 2005.

急減し、中部で 6 m から 5 m、東部で 4~5 m の値をとる。安芸灘では 3~4 m、広島湾で 3 m を与え、斎灘では 3 m を上まわる。中部海域においては、100 年確率波高は燧灘西部および東部で 4~4.5 m、中央部の広い海域で 3.5~4 m をとる。備後灘と水島灘では 3~3.5 m である。東部海域においては、紀伊水道の南部で 14~15 m、ほぼ全域で 10~11 m 以上となっている。大阪湾では友ヶ島水道で 9~10 m、湾岸で 4 m となる。ここでは、5 m 以上の海域が大部分を占める。播磨灘では波高は東部を除いて 4 m 以上の値をとり、小豆島沖合で 5 m を越えるが、6 m には達しない。概略で言えば、資料数の増加により、別府湾で $H_{100(1/3)}^{33-05}$ 、 $H_{\sigma 100(1/3)}^{33-05}$ はともに増加、ほかの海域で $H_{100(1/3)}^{33-05}$ は変わらず、 $H_{\sigma 100(1/3)}^{33-05}$ はやや小さくなる。

変動係数は 3 海域ともに Fig. 28 に与えた期間最大波高 H_{max}^{18-05} の突出率の空間分布と類似した空間分布を与える。すなわち西部海域においては、変動係数は伊予灘の中部北側と東部、安芸灘北西部、周防灘南東部などで 10 % を越える。中部海域においても、変動係数は南西部と北東部の広い海域で 8~10 % を越え、それぞれ局所的に 15 % を上まわる。東部海域においては、大阪湾の中央部で西岸から東岸までの広い範囲、播磨灘の淡路島西側、小豆島の周辺、香川県沿岸で変動係数が 8~10 % をとる海域が存在するが、中部海域に比べて突出した値を示さない。こうした海域を除けば、瀬戸内海の西部海域、中部海域、東部海域のいずれにおいても変動係数が 6 %、あるいは 8 % より小さい値をとる海域が多い。

Fig. 30 は Fig. 29 の西部海域および中部海域の図中に*印でそれぞれ位置を示した格子点番号 (87, 125) 地点と (62, 19) 地点における 1933~2005 年 73 年間の年別最大波高資料 H_{AM} のうち、上位 1/3 の資料に対する最適分布のあてはめ結果および Q-Q プロット図を表す。ここに、 F は非超過確率を表す。最適分布は形状母数 $k=1.6$ の Weibull 分布および形状母数 $k=0.8$ の Weibull 分布である。第 1 位波高が相対的に突出した値を与える中部海域の (62, 19) 地点では、正側にやや長く裾を引く形状をとる。相関係数 ρ はそれぞれ 0.984 および 0.990 である。最適分布の資料に対する適合性は良好であるが、資料の変動幅が censoring (上位 1/3 資料) によって狭められるため、相関係数は必ずしも 1 に近い値をとらない。

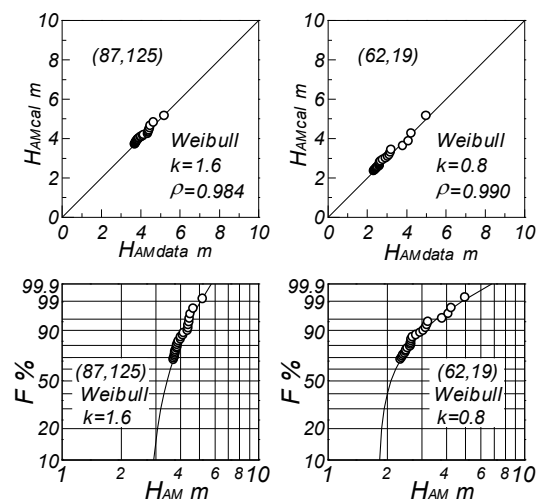


Fig. 30 Two examples for fitting of optimum distribution to annual maximum wave height data and its quantile-quantile plot at a selected point in the Seto Inland Sea.

Fig. 31 は 1961~2005 年 45 年間の年別最大波高資料^[1]において資料採択率を 1/3 とした解析に基づく 100 年確率波高 $H_{100(1/3)}^{61-05}$ と上記の $H_{100(1/3)}^{33-05}$ の比を用いることにより、資料期間の延長に伴う 100 年確率波高の増加率の%値 $(H_{100(1/3)}^{33-05}/H_{100(1/3)}^{61-05} - 1) \times 10^2$ を空間分布図として与える。西部海域においては、100 年確率波高の増加率は豊後水道の西側海域から豊予海峡を経て山口県沿岸に至る広い海域、さらに斎灘の中央部や東部で負の値をとり、資料期間 45 年から 73 年への延長に伴い確率波高は小さくなる。これは 1960 年以前の年別最大波高の規模が 1961 年以降のものを上まわらない特徴を反映する。一方、豊後水道の東側半分の海域、豊予海峡の西側と別府湾の沿岸、周防灘南部、伊予灘の中部北側と東部、安芸灘、広島湾、斎灘では増加率は正の値をとり、資料期間の増加に伴って確率波高の推定値が大き

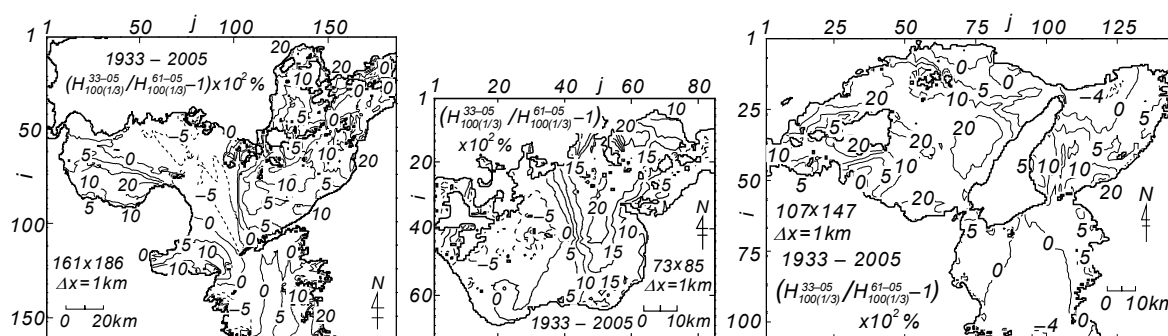


Fig. 31 Change of 100-year return wave height $(H_{100(1/3)}^{33-05}/H_{100(1/3)}^{61-05} - 1) \times 10^2$ in the Seto Inland Sea associated with extension of the data period from 45 years to 73 years.

くなる。この傾向は伊予灘の中部北側と東部、周防灘南東部および安芸灘北西部と広島湾で著しい。これは、T4516号、T5412号、T5115号、T4216号などによって生じた異常波高の影響が現われた結果と考えられる。中部海域においては、瀬灘中央部より西側の海域で増加率は負の値をとる。これは1933～1960年の間に1961年以降の期間最大（第1位）波高や第2位波高などを上まわる年別最大波高が得られていない特徴を反映する。逆に、瀬灘中央部より東側の海域で増加率は最大20%を越える。これは、この海域における1933～1960年の間の年別最大波高が1961～2005年の第1位波高を上まわるためである。東部海域においては、増加率は紀伊水道、大阪湾の北西部にあたる須磨～神戸の沖合、播磨灘の北部沿岸で負の値をとるが、その大きさはおおよそ-5%以内であり、あまり有意でない。北西部を除く大阪湾では、増加率は正の値を示し、とくに淡路島中部の沖合で10%を越える。播磨灘では全体として増加率は5%を上まわり、中央部の広い範囲で10%以上をとり、20%を越える海域も少なからず現われる。これは1933～1960年の年別最大波高が1961年以降の第1位波高を大きく上まわるためである。

Fig. 32は1918～2005年の期間最大波高 H_{max}^{18-05} と1933～2005年の年別最大波高資料に基づく100年確率波高 $H_{100(1/3)}^{33-05}$ の比を用いて定義した H_{max}^{18-05} の $H_{100(1/3)}^{33-05}$ に対する相対差の%値 $(H_{max}^{18-05}/H_{100(1/3)}^{33-05} - 1) \times 10^2$ の空間分布を示す。前者の資料期間88年と再現期間100年の差はあまり大きくないことから、 H_{max}^{18-05} と $H_{100(1/3)}^{33-05}$ は同程度の値をとると期待されるので、この値によって期間最大波高 H_{max}^{18-05} の突出度が表されよう。まず西部海域においては、期間最大波高は100年確率波高に比べて、豊後水道の南北方向中

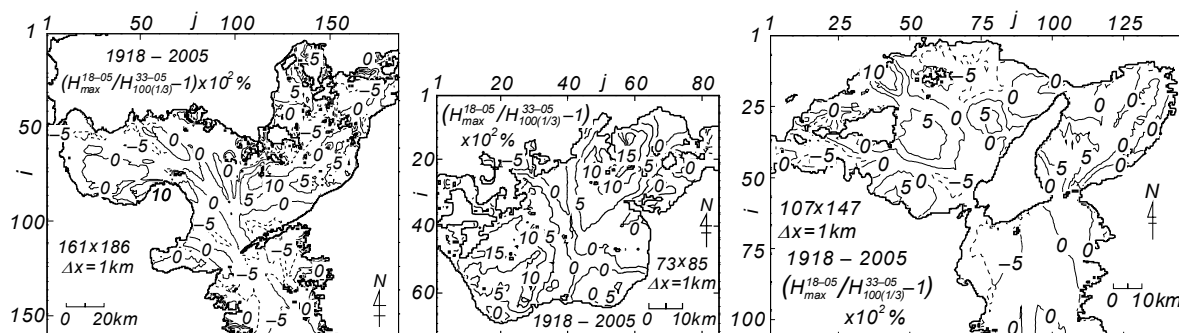


Fig. 32 Percentage expression of one-subtracted ratio of largest wave height during the period of 1918 - 2005 to 100-year return wave height $(H_{max}^{18-05}/H_{100(1/3)}^{33-05} - 1) \times 10^2$ in the Seto Inland Sea.

央線より西側と東側から伊予灘西部，別府湾，周防灘，安芸灘南部，斎灘で 0～5 %の範囲で小さく，豊後水道の中央線周辺海域や安芸灘南部・伊予灘東部北側など一部の海域で 5 %以上小さい。一方，残りの海域では期間最大波高が 100 年確率波高を上まわる。その程度は，国東半島北西部の周防灘南東岸，伊予灘の中部北側と中部沿岸，伊予灘東部の沿岸，安芸灘北部，広島湾のそれぞれ狭い範囲では 5 %以上大きく，とくに伊予灘中部北側では 10 %を上まわる。中部海域においては，期間最大波高は 100 年確率波高と比べて海域南西部（燧灘西部）と北東部（備後灘）で 10 %以上大きい，それ以外の海域であまり相違しない。これは燧灘西部では T7010 号，備後灘では T3706 号による期間最大波高が突出した値をとるためである。東部海域においては，期間最大波高は紀伊水道で 100 年確率波高と同程度の値をとり，大阪湾と播磨灘の大部分の海域でも両者の差が±5 %以内にある。大阪湾では淡路島の東側，播磨灘では淡路島の西側，小豆島の東側で 5 %を越え，小豆島北側の狭い海域で 10 %を上まわる。また，播磨灘の北部で 5 %を下回る海域も見出される。しかし全体的に，東部海域では期間最大波高が突出した値をとらないことから，資料期間と再現期間の差が小さい場合の期間最大波高と 100 年確率波高はそれほど相違しない。

なお，T6118 号，T6420 号，T6523 号を含む 18 ケースの台風時の最大風速分布はすでに山口ら^[17]によって公表されているが，その後の研究の進展に合わせた再検討により，上記 3 台風に対する今回の推定結果は前回のものと多少異なる。

5. 結 語

本研究では，SDP 風観測資料と気象資料を入手し得た 1933～1960 年の 14 ケースの台風および 1961～1965 年の 3 ケースの巨大台風（T6118 号，T6420 号，T6523 号）を対象として瀬戸内海における個々の台風時の海上風分布と波高分布を，その最大値に注目して考察するとともに，畑田ら^[1]による結果と合わせて，風速・波高の期間最大値や再現確率値を再評価した。得られた知見はつぎのように要約される。

(1)畑田ら^[1]の結果と同様に，瀬戸内海における海上風分布や波高分布が個々の台風の経路や勢力に応じて変化する特性が再現される。

(2)1918～2005 年の 88 年間では畑田ら^[1]が以前に選択した 1959 年以前の巨大台風によって瀬戸内海の多くの小海域で期間最大風速あるいは期間最大波高が生じている。すなわち，ほぼ同じ資料期間において新たに台風ケースを追加しても，風速と波高の極値の推定結果はほとんど変化しない。これは風速と波高の 100 年確率値についても言える。ただし，別府湾においては T4609 号および T3507 号時の最大波高のため，期間最大波高，100 年確率波高ともに 0.5～1 m 大きくなる。

(3)1918～2005 年の 88 年間において期間最大風速あるいは期間最大波高を生起した 1960 年以前の主な台風は，西部海域では T4516 号，T5115 号，T4216 号，T4326 号，T4609 号，T3507 号，中部海域では T4326 号，T3706 号，T3412 号，東部海域では T3706 号，T3412 号，T18-July 台風である。一方，期間最大風速あるいは期間最大波高をもたらした 1961 年以降の主な台風は，西部海域のうち周防灘の北側海域で T9119 号，T7119 号，豊後水道から豊予海峡を経て山口県東部沿岸に至る海域で T0418 号，中部海域のうち燧灘西部で T7010 号，東部海域のうち大阪湾で T6118 号，T6523 号，T6420 号である。

(4)100 年確率風速は豊後水道で 35 m/s 弱から 40 m/s，伊予灘と周防灘で 35～40 m/s，安芸灘・広島湾で 40 m/s 以上，燧灘・備後灘で 30～40 m/s，播磨灘で 35～40 m/s，大阪湾で 35～45 m/s，紀伊水道で 40～45 m/s を与え，とくに佐田岬周辺，大阪湾の一部，紀伊水道の一部では 45 m/s 以上をとる。

(5)100 年確率波高は外洋波浪が入射する豊後水道では境界付近で 11 m，その北部の豊予海峡で 9 m，

紀伊水道では境界付近で 14～15 m, その北部の友ヶ島水道で 9 m に達する。内湾・内海のうち外洋波浪の影響を受ける豊予海峡から対岸の山口県沿岸で 9 m から 7 m, 友ヶ島水道から対岸の須磨方面で 9 m から 6 m をとる。内湾・内海発生波浪が卓越する海域（別府湾, 周防灘中部から西部, 伊予灘, 安芸灘・広島湾, 斎灘, 燧灘, 備後灘, 播磨灘, 大阪湾の中央部より東側）では 6 m を上限とし, 周辺地形の状況に応じて 3～6 m の間で変化する。期間最大風速や期間最大波高も 100 年確率風速・波高と同程度の値をとり, 地域分布特性も類似する。

最後に, 本研究で利用した佐田岬・土佐沖ノ島灯台における風資料を閲覧させて戴いた気象庁や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] 畑田佳男・山口正隆・野中浩一・大福 学：瀬戸内海における 1918～2005 年の海上風・波浪推算資料を用いた風速と波高の極値の推定, 工学ジャーナル（愛媛大学）, 第 10 巻, pp.26-55, 2011.
- [2] 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.
- [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・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.
- [5] 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.
- [6] （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.
- [7] 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.
- [8] 力武常次・竹田 厚（監）：日本の自然災害, 国会資料編纂会, 637p., 1999.
- [9] 和達清夫監修：新版気象の事典, 付録 気象災害年表, 東京堂出版, pp.584-616, 1989.
- [10] 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.
- [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] 山元龍三郎・光田 寧・宮田賢二：第二室戸台風通過時の強風の分布について, 京大防災研究所年報, 第 6 号, pp.113-127, 1963.
- [14] 矢吹文太郎：第二室戸台風時の海上気象（船舶資料による）, 神戸海洋気象台彙報, Vol.170, pp.58-75, 1963.
- [15] 山元龍三郎・光田 寧・宮田賢二・田平 誠：台風 20 号にともなった暴風について, 京大防災研究所年報, 第 8 号, pp.595-604, 1965.
- [16] 気象庁：1965 年第 23, 24, 25 号台風調査報告, 気象庁技術報告, 第 53 号, pp.37, 1966.
- [17] 山口正隆・大福 学・野中浩一・日野幹雄・畑田佳男：1918～1965 年の 18 巨大台風時の瀬戸内海における海上風分布の再現, 海洋開発論文集, 第 26 巻, pp.441-446, 2010.