

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

Estimating Extremes of Wind Speeds and Wave Heights on the Seto Inland Sea Using Hindcast Data for Intense Storms during the Period of 1918 - 2005

畑田佳男*・山口正隆**・野中浩一***・大福 学***

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

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 on the concerned sea area are estimated for each of the 15 strong typhoons during the period of 1918-1959, and the wave height distributions on 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 this with data samples of wind speed and wave height during the period of 1961-2005, the largest value during the period of 1918-2005 and the 100-year return value for any wind speed and wave height are evaluated on the Seto Inland Sea. Main conclusions are that the spatial distributions of winds and waves are well-documented by a typhoon's characteristics such as its course and power and that the powerful typhoons during the period of 1918-1959 may yield the most definite influences on the largest values of wind speed and wave height during the period of 1918-2005 and on their 100-year return values on extended areas of the Sea.

Key Words ; the Seto Inland Sea, wind speed, wave height, strong typhoons, periods of 1918-1959 and 1918-2005, largest values and return values

1. 緒 言

わが国の内湾・内海を代表する瀬戸内海は、東京湾や伊勢湾などと同様に、古来幾度となく巨大台風に伴う強風・高潮・波浪などによる災害を蒙ってきたことから、その時の気象・海象の状況をできる限

*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

**愛媛大学名誉教授

Prof. Emeritus, 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22年10月5日

り適正に再現することは今後の災害対策を一層推進するうえで有用と考えられる。しかし、災害の状況の記憶や災害の記録および気象・海象要素の観測資料は古い時代のものほど失われる傾向にあり、また観測資料は観測地点数が限られるうえに、測定法や周辺環境などの変化によって質的にも十分でない。こうした状況のなか、現時点で把握しうる資料を総合して当時の気象・海象状況を再現する研究は意味ある試みと考えられよう。

本研究では、瀬戸内海周辺に位置する気象庁気象官署で取得された 1918（大正 7 年）～1959 年の 15 ケースの巨大台風時における SDP 観測風資料（SDP 風資料）などを用いて推定した瀬戸内海の各台風時海上風分布、ならびにこれらを入力条件とする波浪推算によって得た波浪の空間分布の状況をまず調べる。ついで、1961～2005 年のストーム（台風、低気圧）時の風資料および波浪推算資料^[1]を併せてそれぞれ作成した風速および波高の極値資料を解析して、風速と波高に関する期間最大値の特性や再現確率値の空間分布と対象期間の延長に伴う再現確率値の変化を考察する。

瀬戸内海を西部海域（周防灘，伊予灘，広島湾，安芸灘，斎灘と豊後水道），中部海域（燧灘，備後灘，水島灘），東部海域（播磨灘，大阪湾と紀伊水道）に分けた場合，上記 15 ケースの台風時の瀬戸内海における風および波浪に関する既往の研究事例として，T4216 号（周防灘台風）時の西部海域における波浪推算の結果^{[2], [3]}があげられる程度であって，論文や報告書などに公表された研究事例はほとんどないし，前述の研究においても地形の影響を含まない台風モデル法に基づく風を入力条件としていることから，風および波浪の推定精度はあまり期待できない。

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

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^[4]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。この場合，入力条件とする台風属性（中心位置，中心気圧，台風半径）の推定は，過去に遡るほど気象資料が乏しくなることから，困難になる。ここでは，既往の報告書，気象要覧の記載事項，日本周辺の天気図（1 日 2 回），台風経路近くにある気象観測地点で取得された気圧観測値や Myers 式などを利用して，台風属性を決定する。ついで，推定した台風属性を 1 時間ごとに直線補間することにより，海上風分布を 1 時間間隔で得る。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，内海・内湾の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，内海・内湾における海上風分布を比較的高い精度で推定しうる山口ら^[5]の方法を用いる。すなわち，Fig. 1 に示す瀬戸内海の場合には，その周辺に位置する気象官署（図中の×印，佐田岬と土佐沖ノ島の 2 灯台を含む）で取得された 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

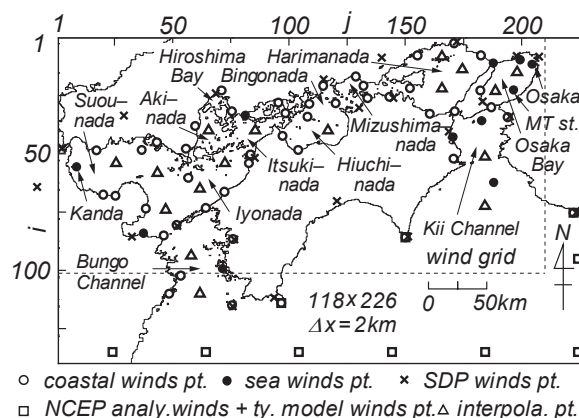


Fig.1 Location of points where wind data are given on the Seto Inland Sea for estimating sea wind distribution.

上7地点（□印）における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^[4]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、当該地点における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NCEP風資料に空間補間法を2段階で適用して格子間隔2km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。

山口ら^[5]の方法の適用に際して最も留意すべき点はSDP風資料の等質性をいかに確保するかということである。ここでは、年別平均風速があまり変化しない直近年代の期間（海上・沿岸観測地点における風観測資料が得られる期間を少なくとも部分的に含む）の平均風速とそれ以前の古い年代の期間平均風速が一致するように、係数を乗じて後者の風速資料の調整を行う。海上・沿岸観測地点においてSDP補間風向と観測風向の相関が高いことから^[5]、風向に対する調整は行わない。また、SDP風観測地点の数は古い時期ほど少なくなるけれども、対象台風ケースのうち最も古い1918年（大正7年）7月台風においても瀬戸内海を囲む主要な観測地点でSDP風資料が得られているので、海上風分布の推定にあたって不都合な点はあまりない。

2.2 波浪推算の方法

瀬戸内海における波浪推算は外洋を含めた大領域と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。すなわち、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5kmの北西太平洋領域に格子間隔0.5km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下側の*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^[6]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。

Fig. 3は瀬戸内海の3海域（格子間隔1km）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。瀬戸内海3海域の波浪推算は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、水深の制約に伴う碎波減衰を段波モデルで近似した格子点浅海モデル^[7]により2~3日の台風期間について時間間隔1分で行う。格子間隔2km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1km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）を避けるために、方向データの個数を増加させ、0~360°を10~20°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。

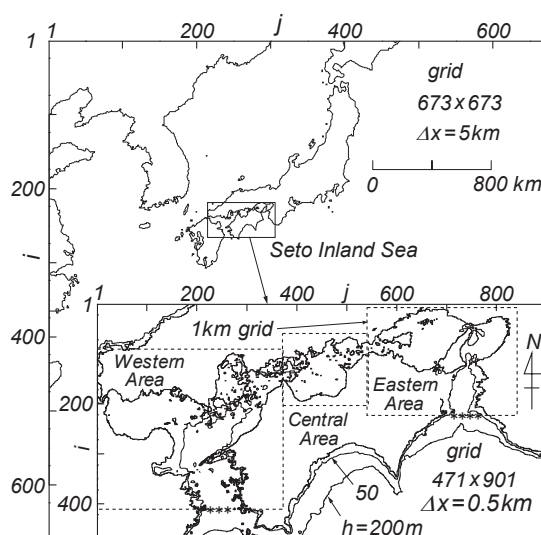


Fig. 2 A nested grid used in wave hindcasting based on backward ray tracing model.

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。なお、中部海域は周囲を陸地で囲まれた閉鎖海域と仮定する。本手法により、1970 年代以降のストームに対して行った波浪推算の精度はかなり高いことが畑田ら^[1]により示されている。

2.3 対象台風の選択

検討対象とする 15 ケースの巨大台風は大坂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^[8]と気象要覧、日本気象協会による台風経路図 30 年集^[9]と気象海象要覧^[10]、台風・高潮災害に係わる書物^{[11]~[19]}、災害記事等を参照して抽出・選択している。

15 ケースの台風は年代順にならべると、①1918 年(大正7年)7月台風(T18-Jul 台風)、②1921 年(大正10年)9月台風(T21-Sep 台風)、③台風3412号(T3412号;室戸台風)、④T3706号、⑤T3805号、⑥T4216号(周防灘台風)、⑦T4326号、⑧T4516号(枕崎台風)、⑨T4902号(デラ台風)、⑩T5028号(ジェーン台風)、⑪T5029号(キジア台風)、⑫T5115号(ルース台風)、⑬T5415号(洞爺丸台風)、⑭T5612号(エマ台風)、⑮T5915号(伊勢湾台風)、である。

これらの台風は瀬戸内海の沿岸域に暴風、高潮、高波を、沿岸域と陸域に暴風、豪雨、土砂崩れ、土石流、洪水などを伴い、甚大な被害をもたらしている。それぞれの台風の特性和被災状況を次章で個別に述べる。

2.4 極値統計解析の方法

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、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、再現確率値の分散の推定を jackknife 法による Yamaguchi・Hatada^[20]のモデルを用いる。本研究で計算対象とした1918~1959年15ケースの台風のうち1933年以

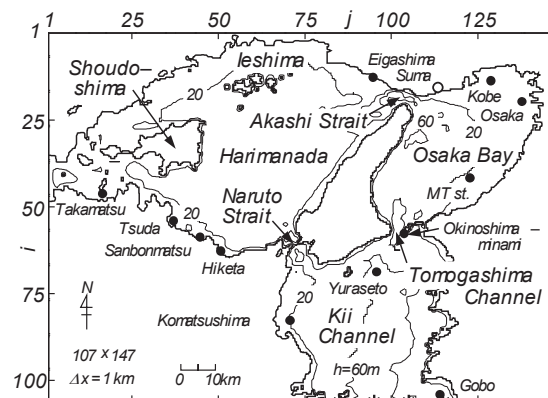
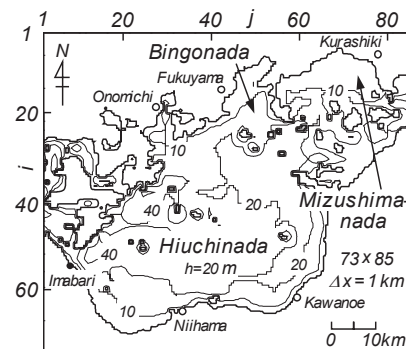
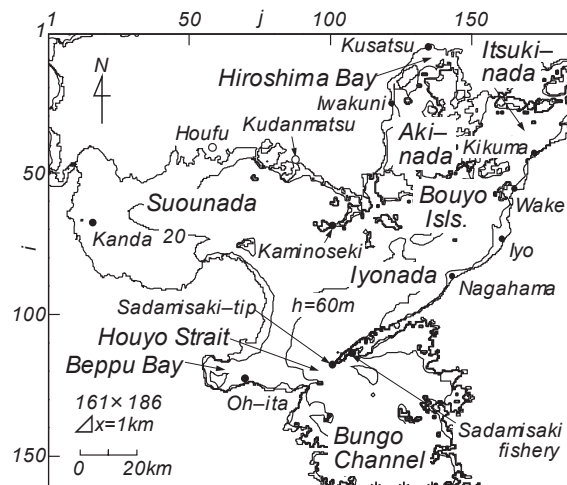


Fig. 3 Grids on three areas of the Seto Inland Sea used in wave hindcasting and names of small sea area, bay, strait, channel, measurement station and city.

前の台風は2ケースにすぎないことから、極値統計解析に用いる風速および波高資料としては、これらを除外する。すなわち、1934～1959年13ケースの台風時最大風速・波高資料と1961～2005年の年最大風速資料および瀬戸内海3海域におけるそれぞれ200ケース前後の台風時・低気圧時最大波高資料を用いて1934～2005年の年最大風速・波高資料を風速資料の場合には瀬戸内海全域で、波高資料の場合には海域ごとに作成する。13ケースは正確には3.1に述べるように、東部海域では11ケースである。1934～1959年の年最大風速・波高資料は毎年得られないが、最上位近くに位置づけられる異常風速・波高は13ケースのうちのいくつかの台風時に生起していると仮定し、採択する格子点別年最大風速・波高資料の上限値を資料数が極端に少なくならない範囲内でできるだけ高め（具体的には、上位1/3の資料に限定）に設定して1934～2005年の年最大風速・波高資料に対する極値統計解析を行う。この場合、資料年数 $K=72$ 年、資料数 $N=24$ 、資料総数 $N_T=K=72$ になる。

年最大値資料はデータ数を多く採れる極大値資料と比べて大きな再現確率値の標準偏差を与える傾向にあるけれども、年最大値資料は年別に定義されるため、個々の年最大値資料が資料採択率を小さくした解析に含まれるか否かが容易に明らかになることから、本研究においては極大風速・波高資料よりむしろ年最大風速・波高資料を極値統計解析に用いる。

3. 台風特性と海上風・波高の空間分布

3.1 結果の提示方法

Fig. 4は15ケースの台風の経路を3つの図に分割して与える。15ケースの台風は図に示すように、台風経路に応じて西から順に、西部海域の風・波浪に最も強く影響した①T5612号、②T4216号、③T4902号、④T5029号、⑤T4516号、⑥T5115号、⑦T5415号、⑧T18-Jul台風、中部海域の風・波浪に強い影響を及ぼした⑨T4326号、⑩T3706号、東部海域の風・波浪に最も強い影響を及ぼした⑪T3805号、⑫T3412号、⑬T5028号、⑭T21-Sep台風、⑮T5915、に並べられる。しかし、たとえばT5415号のように、より広い範囲に影響を及ぼした台風も多い。

以下では、15ケースの台風それぞれについて、台風経路、瀬戸内海全域の10m高度最大風速 U_{10max} と風向および瀬戸内海3海域の最大有義波高 H_{max} と波向の空間分布をFig. 5～Fig. 19に示す。台風経路図は、台風特性として日時、台風中心の緯度、中心気圧 p_c および台風半径 r_0 の一覧表を含む。これらは同じパターンの図であるので、以下では個別に図の表題を述べない。ただし、T5029号とT5612号時には東部海域で波高が小さいことから、波浪推算を行っていない。

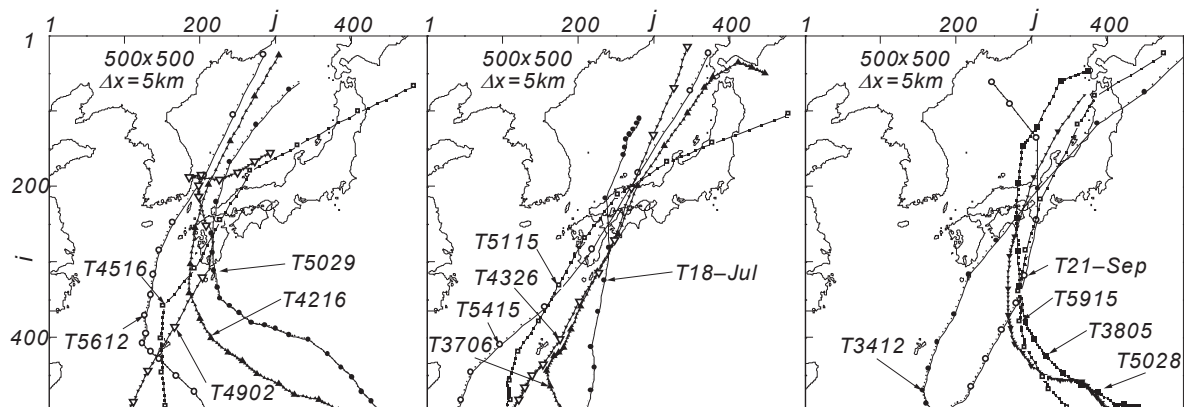


Fig. 4 Tracks of typhoons used in wave hindcasting.

3.2 個々の台風に対する結果

①T5612 号（エマ台風, Fig. 5)

1) 台風特性と被災状況^[17]

本台風は 1956 年（昭和 31 年）9 月 1 日硫黄島南西海域で発生，向きを 180° 変えるなど特異な動きをしたのち，東シナ海を北上し，9 日夜～10 日朝にかけて九州西方海上から対馬海峡を通り日本海に入った。台風が最も対象海域に近づいたときの中心気圧は 950 hPa，台風半径は 130 km である。台風通過の間，九州～中部地方は暴風雨に見舞われ，とくに沖縄，九州地方の被害が大きい。全国的被害は死者・行方不明者 43 名，負傷者 313 名であり，家屋被害は 37,000 棟，浸水被害は 11,000 棟に達する。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では，風速は広い範囲で 30 m/s を越え，周防灘東部で 35 m/s に達する。中部海域と東部海域では，15～20 m/s をとり，局所的に 20 m/s を越える。風向は瀬戸内海全域でおおむね SE 方向を示す。

3) 最大波高・波向の空間分布

西部海域では，外洋から入射した波浪があまり減衰することなく内海部に伝播し，周防灘東部に波向 SE，波高 6 m の海域を出現させている。一方，周防灘西部における波高は 4 m 以下，波向は E，伊予灘における波高も中部から東部で 4 m 以下，波向は S～SW である。安芸灘では 3 m 前後の波高が生じている。波向は SSE をとる。中部海域では，今治沖合で 2 m の波高が出現しているが，波高は全体的に小さい。波向は S 方向である。東部海域では，波高が小さいことから，計算していない。

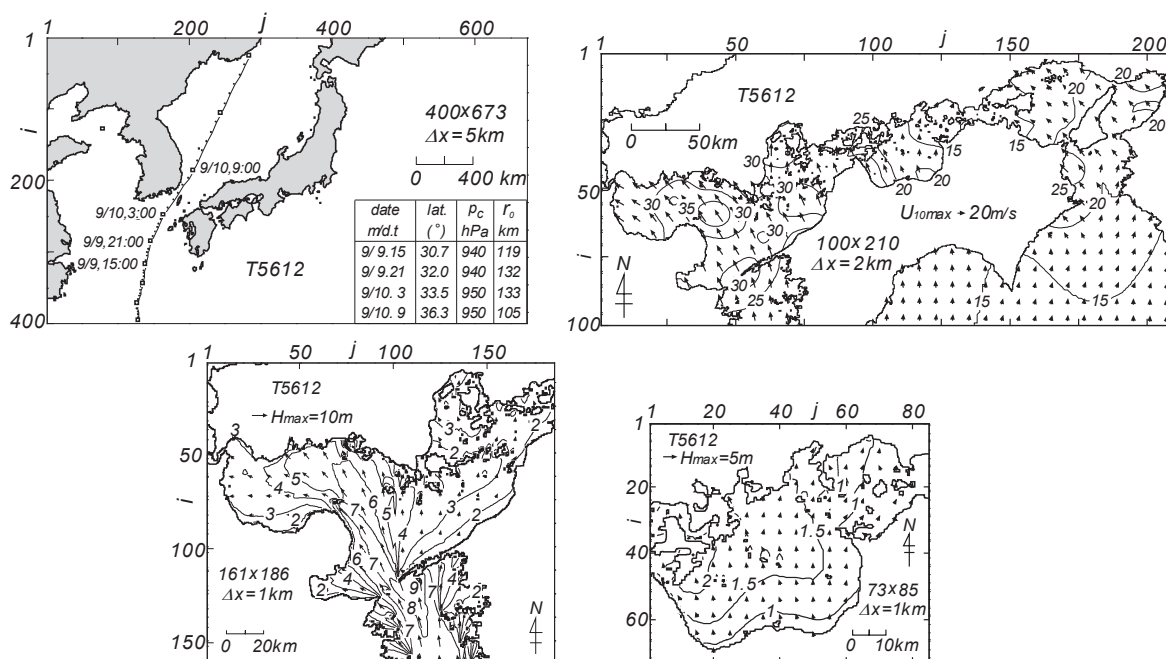


Fig. 5 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 5612.

②T4216 号（周防灘台風, Fig.6)

1) 台風特性と被災状況^{[12], [15], [16], [17], [18]}

本台風は 1942 年（昭和 17 年）8 月 21 日サイパン島の東約 500 km の海上で発生，26 日正午頃南大東島の北東海域に達したのち，向きを変えて九州西岸を N 方向に進んだ。27 日 15 時頃鹿児島県の阿

久根で 946 hPa の最低海面気圧を記録した。続いて、台風は日本海に入り、NNE 方向を進行した。台風が瀬戸内海に最も近づいたときの中心気圧は 950 hPa、台風半径は 73 km である。本台風時に近畿地方以西の各地は暴風雨に見舞われた。また、瀬戸内海西部海域の沿岸、とくに山口県の周防灘沿岸で大規模な高潮が発生し、当時の防災施設の整備不足や戦時下の情報統制と相まって、未曾有の大災害となった。全国の人的被害は死者・行方不明者 1,158 名（山口県で 794 名、広島県で 179 名）、負傷者 1,438 名、家屋被害は 102,000 棟、浸水被害は 132,000 棟に及ぶ。このうち山口県における死者・行方不明者の多くは高潮によるものと考えられる。船舶被害も 3,936 隻にのぼり、非常に多い。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では、風速は 30~35 m/s をとり、広島湾で 40 m/s に達する。風向は SE~ESE である。中部海域では、風速は 15~25 m/s を与え、燧灘西部で大きい。風向は SSE である。風速は他の海域に比べてやや小さい。東部海域のうち、播磨灘で風速は 20~25 m/s、大阪湾で 15~20 m/s、紀伊水道北部で 25~30 m/s であり、四国東岸側から香川県側で大きい。風向は SE~S をとる。

3) 最大波高・波向の空間分布

西部海域では、外洋からの波浪があまり減衰せずに内海域に伝播し、豊後水道境界近傍と同様に豊予海峡付近で波向 SSE、波高 8 m、周防灘東部海域で波向 SSE、波高 6 m の高波高域を形成している。周防灘西部では波高は 4~5 m、安芸灘でも 4 m を越えるが、伊予灘の中部と東部では 4 m 以下になっている。中部海域では、波高は南東部から今治と尾道を結ぶ北西部に向けて増加し、波向 SE、波高 2 m をとるものの、全体的に小さい。東部海域では、紀伊水道全体で 6 m の波高域が分布している。播磨灘では鳴門海峡から NW 方向に、大阪湾では友ヶ島水道から N 方向に、それぞれ放射状に 3 m あるいは 4 m の波高域となっている。大阪湾の中央部から東部では波高は 2 m 以下になる。

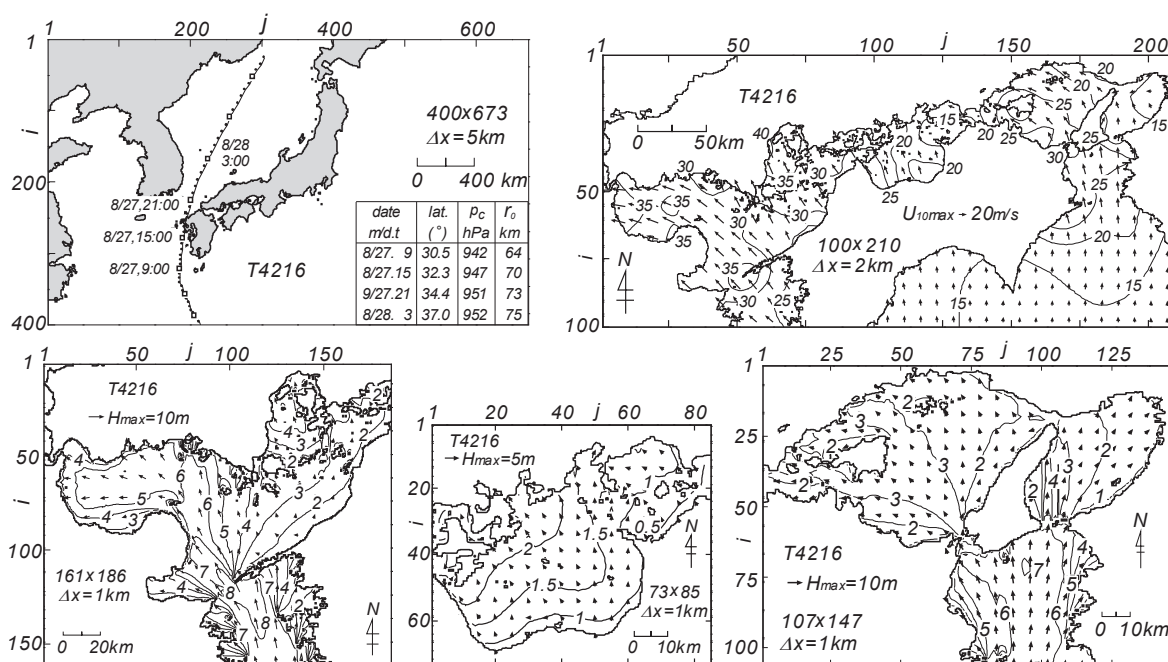


Fig. 6 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 4216.

③T4902 号（デラ台風, Fig.7)

1) 台風特性と被災状況^[17]

本台風は 1949 年（昭和 24 年）6 月 17 日フィリピン東方海上にあり、N 方向ついで NNE 方向に進

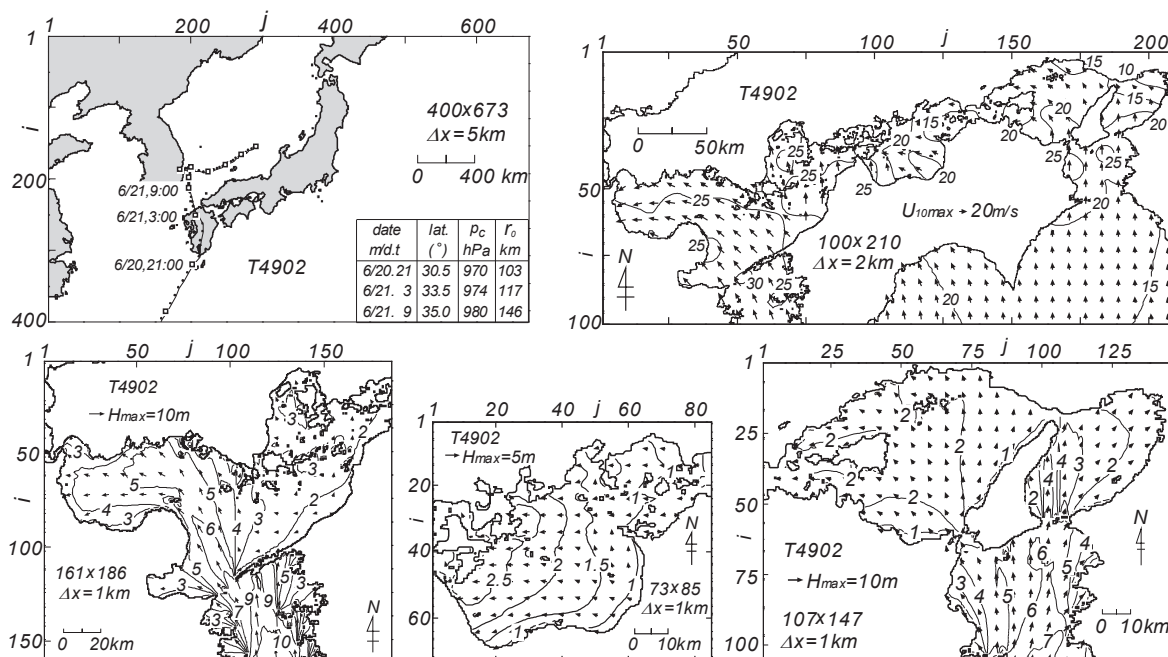


Fig. 7 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 4902.

行して 20 日 21 時屋久島を通過し、突然進路を N 方向に変えて 23 時すぎ鹿児島を通過した。続いて、台風は九州を縦断し対馬海峡に出て朝鮮半島の東で停滞したのち、能登半島付近で温帯低気圧に変わった。台風が最も対象海域に近づいたときの中心気圧は 976 hPa、台風半径は 120 km である。この台風時には西日本を中心に各地で大雨となり、重大な洪水災害が生じた。また台風進路の急変や台風情報伝達システムの未発達などのために、漁船・船舶の遭難による被害が多発した。愛媛県日振島では死者・行方不明者が 106 人に達し、大分県姫島沖では客船青葉丸の横転沈没により乗員乗客 134 人が死亡した。全国の人的被害は死者・行方不明者 468 名、負傷者 367 名、家屋被害は 5,400 棟、浸水被害は 58,000 棟に達する。船舶被害は 4,242 隻と非常に多い。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では、風速は 25~30 m/s を示し、とくに佐田岬付近で 30 m/s の強風域となっている。風向は SE を中心とし、周防灘西部の E、安芸灘や伊予灘東部で S をとる。中部海域では、風速は 15~25 m/s であり、今治付近に 25 m/s の強風域がみられる。風向は S~SE である。東部海域では、台風経路から離れているにもかかわらず、風速は比較的大きい。播磨灘と大阪湾で風速は 15~20 m/s、紀伊水道で 20~25 m/s を与える。風向は S~SE を示す。

3) 最大波高・波向の空間分布

西部海域では、豊後水道に外洋から波高 10 m の波浪が入射し、その波浪が周防灘東部から山口県沿岸で波高 5m となって到達している。周防灘西部でも波高は 4 m と大きい。一方、伊予灘の波高は中部から東部で 3 m 以下と小さい。安芸灘と広島湾では波高 3 m が出現している。中部海域では、西部で波高 2.5 m、中央部で 2 m、東部で 1m の波浪場となっている。波向はいずれも E である。東部海域では、外洋から波高 6~7 m の波浪が入射し、紀伊水道の広い範囲で波高 4~5 m をとる。大阪湾では友ヶ島水道から北側の海域で波高 3~4 m であるが、東側海域の波高はあまり大きくない。一方、播磨灘における波高は小さく、波高 3 m を越える海域は存在しない。

④T5029 号（キジア台風, Fig.8)

1) 台風特性と被災状況^[17]

本台風は 1950 年（昭和 25 年）9 月 7 日マリアナ沖で熱帯低気圧から台風に発達したのち、N 寄りの進路をとって 13 日早朝に種子島南東海上に迫り、13 日昼頃鹿児島県志布志湾に上陸、その後九州を縦断して 14 日早朝に日本海に抜けた。上陸時の中心気圧は約 960 hPa、台風が豊後水道のほぼ中央部にあたる北緯 33° 線を横切った時点の中心気圧は 964 hPa、台風半径は 70 km である。この台風に伴い、大阪以西の 17 府県に暴風雨や高潮による被害があった。とくに愛媛県では、高潮偏差そのものはそれほど大きくないが満潮時と重なった結果、高い海水位となり、広域的な高潮災害が生じた。全国の人的被害は死者・行方不明者 43 名、負傷者 75 名、家屋被害は 48,000 棟、浸水被害は 122,000 棟であり、船舶被害も 845 隻と比較的多い。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では、風速は 25~30 m/s であり、周防灘西部、豊予海峡、安芸灘の一部で 30m/s を越える。風向は SE~E をとる。中部海域では、風速は 15~20 m/s、風向は SE で、西側と南東側で 20 m/s を越える。東部海域では、播磨灘、大阪湾で 15~20 m/s、紀伊水道で 20~25 m/s をとり、北西部で 25 m/s を越える海域もある。風向はおおむね SE を与える。

3) 最大波高・波向の空間分布

西部海域では、豊後水道境界から豊予海峡付近で波高 8 m の高波高域が形成されている。また内海部では、豊予海峡を通して伝播した波によって、山口県の防府付近で波高 5 m、波向 SSE の高波高域が出現する。周防灘西部では 4 m 波高域が広がるのに対して、伊予灘では中部と東部で波高 3 m 以下と小さい。安芸灘で 3 m 波高域がみられる。中部海域では、今治から尾道にかけて波高 2 m、波向 E~SE の波が出現しているが、全体的に波高は小さい。東部海域では、波高は一層小さいと推測されるので、計算を行っていない。

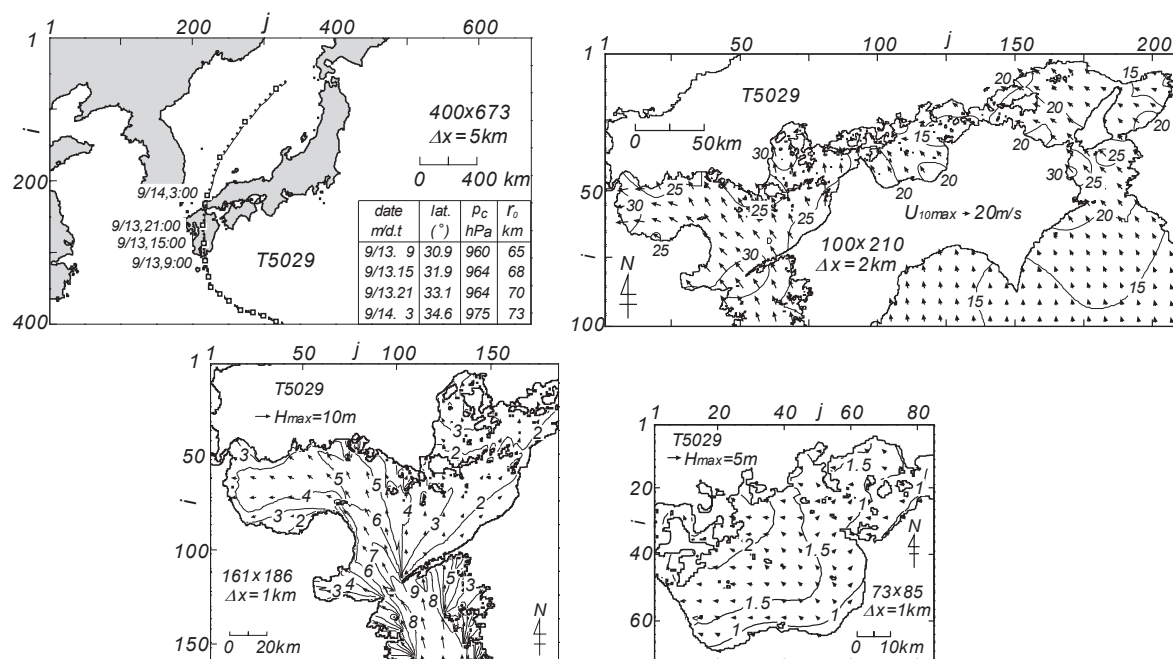


Fig. 8 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 5029.

⑤T4516 号（枕崎台風, Fig.9）

1) 台風特性と被災状況^{[16], [17]}

本台風は 1945 年(昭和 20 年)9 月 11 日グアム島の東海上で発生、W 方向から N 方向に進路を変えて沖縄付近を通過後、17 日 14 時 35 分鹿児島県枕崎市付近に上陸した。枕崎で観測された最低海面気圧は 916 hPa と非常に低い。その後、台風は NE 方向に進み、九州、四国、近畿、北陸、東北地方を通過して三陸沖へ進んだ。台風が豊後水道のほぼ中央部にあたる北緯 33° 線を横切った時点の中心気圧は 950 hPa、台風半径は 95 km である。本台風はきわめて強い勢力のほか、終戦直後の混乱期に襲来したことが大きな要因となって、全国的に大被害をもたらした。とくに広島県では土石流や河川の氾濫が続出した。全国の人的被害は死者・行方不明者 3,756 名、負傷者 2,452 名、家屋被害は 143,000 棟、浸水被害は 304,000 棟にのぼった。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では、風速 30~40 m/s の強風域が広範囲に拡がり、佐田岬周辺海域や広島湾で 40 m/s を越える。風向は西から東へ N~W~S と反時計方向に変化する。中部海域では、燧灘全域で風速は 30~35 m/s をとり、今治付近で大きい、風向は西部で SE、東部で W である。東部海域でも、風速 30 m/s 域が広範囲に分布し、局所的に風速 35 m/s に達する。台風から少し離れた紀伊水道では 25~30 m/s とやや小さい。風向は S 寄りである。このように、T4516 号は瀬戸内海全域に非常に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、豊後水道に外洋から波向 S、波高 9~10 m の波浪が入射し、豊予海峡で 6~7 m、そこから山口県沿岸に向けて波高を 4 m に減らしている。周防灘では、波高は中部の 4 m から西部の 3 m、波向は E である。一方、伊予灘中央部で波高 5 m、波向 W の高波高域が広範囲に拡がる。これは台風中心の通過後から 2~3 時間風速 30~35 m/s をもつ NW 寄りの強風が吹送したことによる。安芸灘では波高は 3 m 程度と、強風のわりに大きくない。中部海域では、3 m 波高域が広範囲に拡がり、燧灘の東側で波高 4 m、波向 W~WSW の高波高域が出現している。東部海域では、外洋から入射した

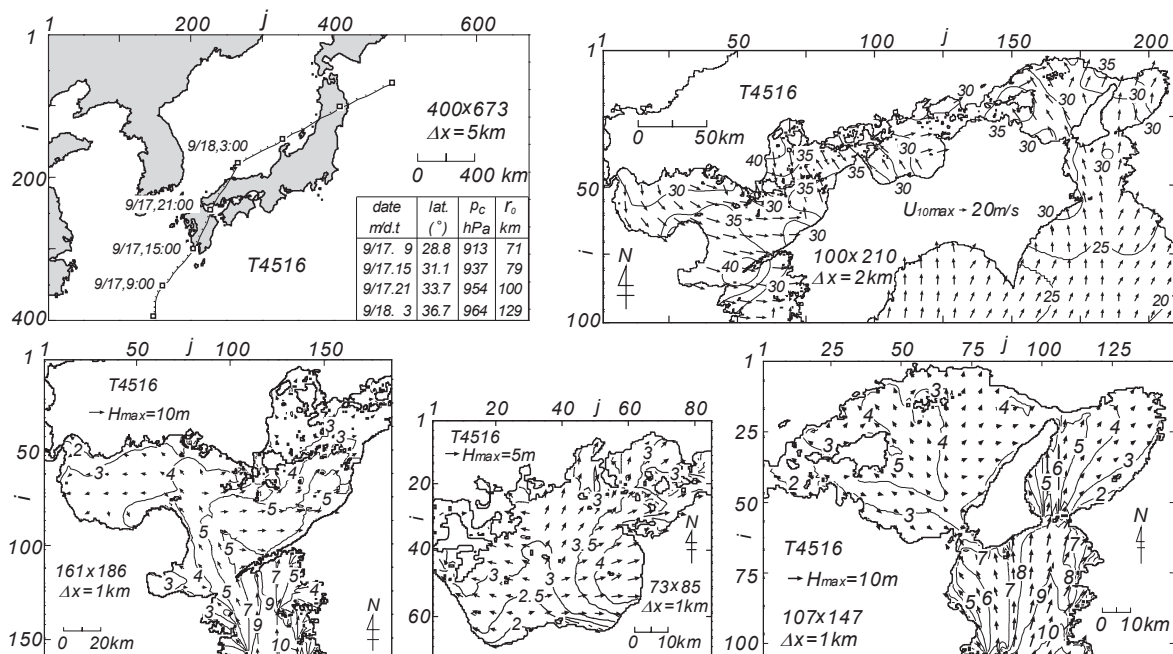


Fig. 9 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 4516.

波高 9～10 m の波浪に伴って、紀伊水道のほぼ全域で波向 S 寄りの 6～8 m 波高域が広がる。大阪湾では友ヶ島水道から対岸の北側海域で波高 5 m に達するが、東側海域では 3 m に減じる。波向は S から SW に変化する。播磨灘では鳴門海峡播磨灘側の波高 3 m から小豆島方向に向けて 5 m に増加する。明石海峡の西側でも 4 m 波高域がみられる。

⑥T5115 号（ルース台風, Fig.10)

1) 台風特性と被災状況^{[17], [18], [19]}

本台風は 1951 年（昭和 26 年）10 月 9 日グアム島西方海上で発生、12 日沖縄の南海上で 924 hPa にまで発達し、最盛期を迎えた。14 日 19 時には鹿児島県西岸の串木野付近に上陸し、毎時 80 km という猛烈な速度で山口県を経て山陰沖に達したのち、北陸、東北を通して太平洋に抜けた。台風が豊後水道のほぼ中央部にあたる北緯 33° 線を通過した時点の中心気圧は 965 hPa、台風半径は 165 km である。被害は北海道を除く各地方に及び、とくに鹿児島県における波浪と高潮による被害および山口県山間部の土石流による被害が顕著である。全国的被害は死者・行方不明者 943 名、負傷者 2,644 名、家屋被害は 221,000 棟、浸水被害は 138,000 棟にのぼり、船舶被害も 9,596 隻と非常に多い。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では、周防灘を除いて風速は 30 m/s を越え、伊予灘西部から豊後水道北部にかけて 40～45 m/s に達する。とくに豊後水道では風速 50 m/s を越える猛烈な風となっている。風向は西から東へ E～SE～S と変化する。中部海域では、燧灘東部を除いて風向 S～SW，風速 30 m/s を越える。東部海域では、播磨灘や大阪湾で風速 25 m/s，紀伊水道で風速 30 m/s をとる。風向は SE～S である。

3) 最大波高・波向の空間分布

西部海域では、豊後水道から入射した波高 10～11 m の波が豊後水道北部の強風によってその規模を維持し、佐田岬半島南側で波高 10 m，豊予海峡でも波高 9 m の高波高域となっている。内海部では豊後水道から豊予海峡を通して入射した波向 SSE の高波は周防灘の山口県沿岸で 4 m に減少する。伊予灘では波高は西部の 6～7 m から中部の 4 m 以下に小さくなるが、東部では SW 方向の風によって波

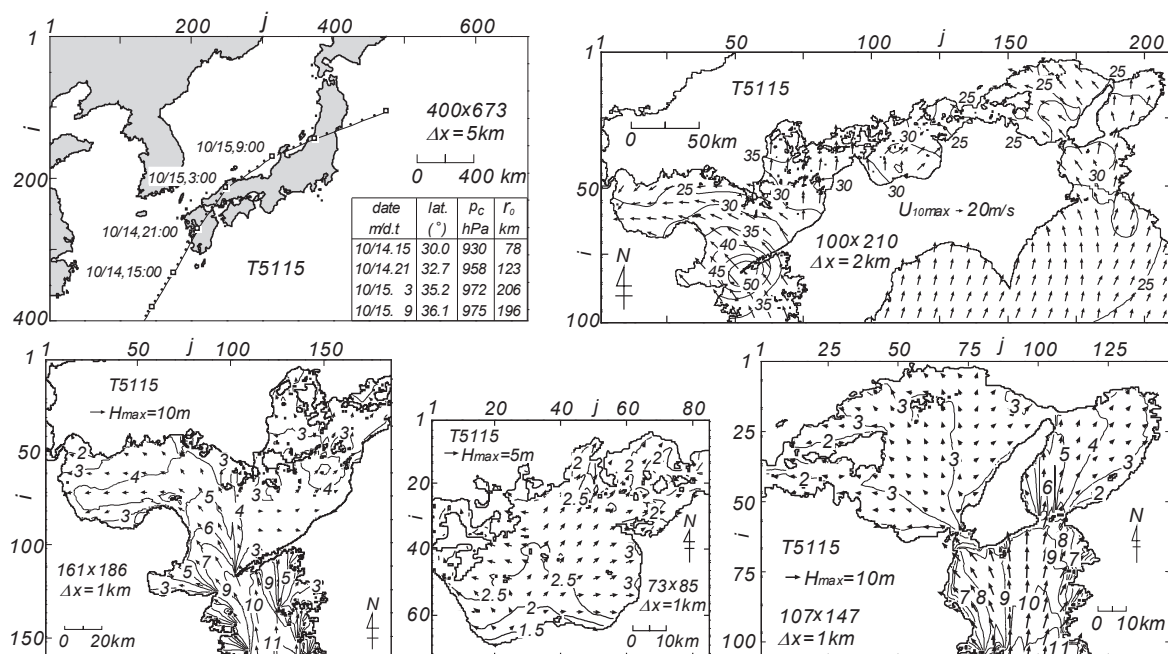


Fig. 10 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 5115.

が発達し波高は4 mを越える。安芸灘では波高は3 mを越え、波向はSをとる。中部海域では、波高は2~3 mをとり、波向は燧灘西部でSE寄り、東部でSW寄りである。東部海域では、外洋から入射した波高11 mの巨大な波浪の影響により紀伊水道の広い範囲で波高は8~9 mを越える。大阪湾では紀伊水道から入射した波高7 mの波が放射状に減衰し、湾央で波高4 m、東岸で3 mをとる。波向は湾奥に向うほどSW方向に傾く。一方、播磨灘では波高は3 mを越える程度であり大きくない。波向はSE方向を中心に左右に傾く。

⑦T5415号（洞爺丸台風, Fig.11）

1) 台風特性と被災状況^{[16], [17], [18]}

本台風は1954年（昭和29年）9月18日3時トラック諸島の北方海上で発生、25日21時奄美大島の西方海上を時速80 kmという高速で通過、26日2時に鹿児島に上陸した。その後、九州東部、中国地方、山陰沖を経て日本海を北上し、九州上陸からわずか15時間で北海道付近にまで到達した。台風が豊後水道のほぼ中央部にあたる北緯33°線を通過した時点の中心気圧は965 hPa、台風半径は160 kmである。この台風は速い速度のため非常に強い風を伴い、各地に主として風による被害をもたらしたが、瀬戸内海では1 mを越える高潮も発生した。全国の人的被害は死者・行方不明者1,761名（「洞爺丸」の沈没に伴う死者1,139名を含む）、負傷者1,601名、家屋被害は208,000棟、浸水被害は104,000棟であり、船舶の被害も5,581隻と非常に多い。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では、風速は25~30 m/sであるが、伊予灘東部で風速30~35 m/sを示す。風向は西から東へNW~W~Sと反時計まわりに変化する。中部海域では、風速は25~35 m/s、風向はS~SWである。とくに、燧灘の愛媛県沿岸今治付近で風速は35 m/sを越える。風向はS~SWである。東部海域では、播磨灘と紀伊水道で風速30~35 m/s、大阪湾で25~30 m/sの強風場となっている。風向はS寄りをとる。

3) 最大波高・波向の空間分布

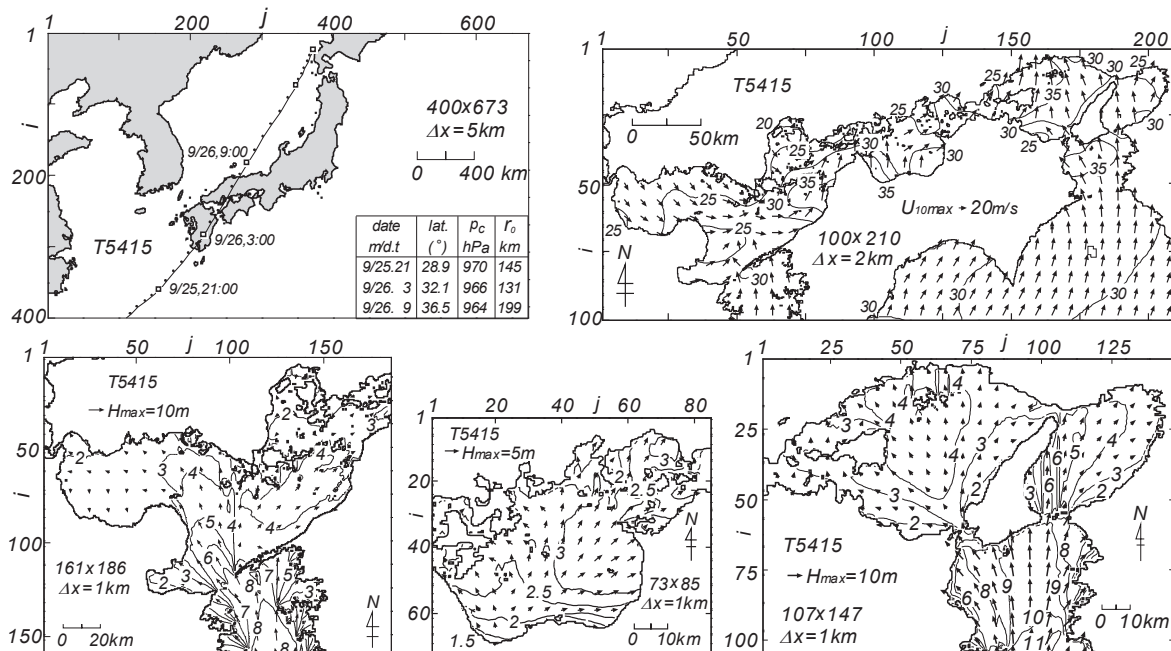


Fig. 11 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 5415.

西部海域では、波高は豊後水道で 8 m、豊予海峡で 7 m をとる。内海部では豊予海峡から入射した波が減少し、対岸の山口県沿岸で波高 3 m になっている。周防灘では波高は 3 m より小さいのに対して、伊予灘の中部から東部では SW 方向の風によって波が発達し、波高は 4 m を越える。中部海域でも、燧灘の西部から東部にかけて SW 方向の波が発達し、波高 3 m を優に越える。東部海域では、紀伊水道入口で波向 S 寄りの 11 m 波高域、北部でも 8~9 m 高波高域が出現している。大阪湾では波高は友ヶ島水道付近の 7 m から対岸の須磨付近で 5 m になり、放射状に 3 m 程度に減少する。波向は湾奥に向うほど S から SW 方向に傾く。播磨灘では波高は鳴門海峡北西側海域で 2~3 m であるが、NW 方向に増加して小豆島~家島付近で 4 m を優に越える。波向は SE を中心に放射状に変化する。

⑧T18-Jul 台風 (Fig. 12)

1) 台風特性と被災状況^{[9], [19]}

本台風は 1918 年 (大正 7 年) 7 月 8 日カロリン諸島の北西海上で発生、11 日に南大東島付近を通過した。ついで、12 日 6 時に九州宮崎の北東海上に達し、豊後水道、伊予灘を通過して午後には日本海に抜けた。台風が豊後水道のほぼ中央部にあたる北緯 33° 線を横切った時点の中心気圧は 953 hPa、台風半径は 130 km である。洪水や強風などによる被害は西日本全域に及び、高潮被害も発生した。全国の人的被害は死傷・行方不明者 211 名、家屋被害は 1,600 棟、浸水被害は 12,600 棟とされる。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では、風速は 20~30 m/s であり、周防灘西部で相対的に小さいが、伊予灘東部や広島湾では 35 m/s 域が出現する。風向は海域によって大きく異なる。中部海域と東部海域では、備後灘・水島灘や大阪湾北部を除く広い範囲で 30~35 m/s の強風が吹送している。風向は両海域で SE 寄りを示す。

3) 最大波高・波向の空間分布

西部海域では、外洋から波向 SSE、波高 8 m の波が入射するが、豊予海峡で 5~6 m に減じる。また、内海部では山口県の防府付近で波高は 3 m と小さくなり、周防灘では西に向かうほど減少する。伊予灘では 4 m 波高域がみられるが、西部で波向は NE、東部で SW と 180° 異なる。つまり、伊予灘

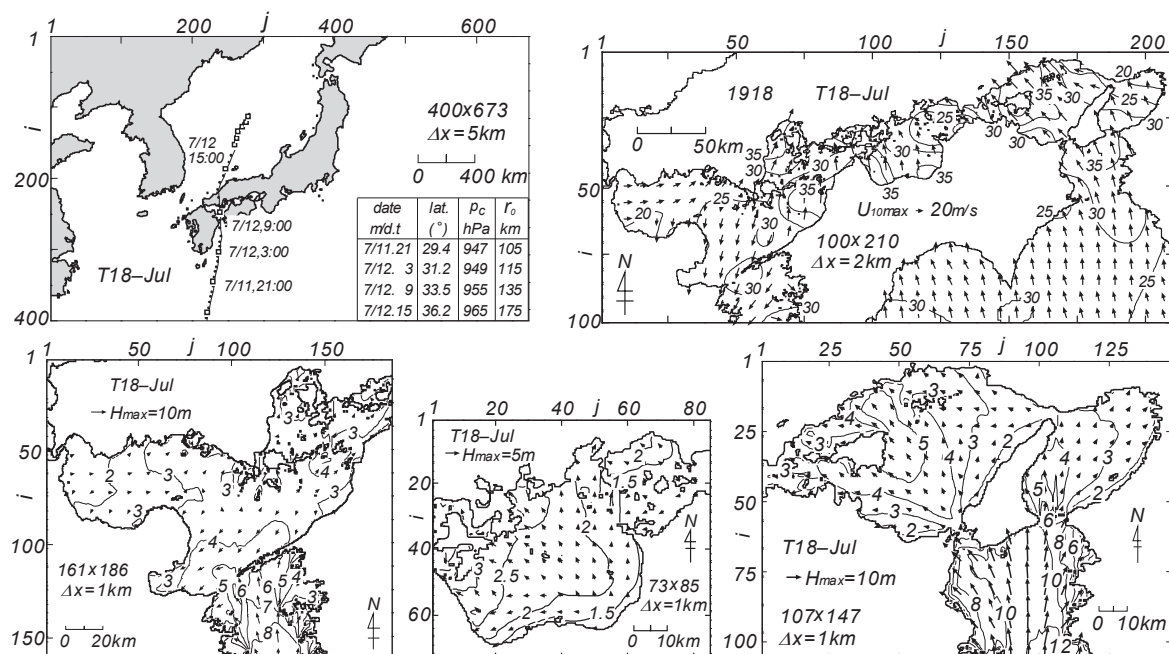


Fig. 12 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon T18-Jul.

西部と東部では台風の進行に合わせて最大波高の発生時刻に相違が現われる。安芸灘，広島湾，斎灘では波高は 3 m 程度である。中部海域では，波高は燧灘東部の 1.5 m から西部の 3 m に増加する。波向は SE 寄りをとる。東部海域では，外洋境界から入射した S 寄りの波高 12 m の波が紀伊水道北部に到達し，紀伊水道のほぼ全域に波高 8～12 m に及ぶ高波をもたらしている。大阪湾では友ヶ島水道から波高が急速に減少し，5 m 波高域が北側に若干延びるにすぎない。湾中央から東側で波高は 3 m 以下になる。また，播磨灘でも紀伊水道で生じた高波が鳴門海峡から波高を大きく減じて入射したあと，波高は放射状に増加しており，対岸の小豆島沖で 5 m を越える。波向は SE を中心に左右に傾く。

⑨T4326 号 (Fig. 13)

1) 台風特性と被災状況^[17]

本台風は 1943 年（昭和 18 年）9 月 14 日マリアナ諸島付近で発生，20 日には日向灘を NNE 方向に進行して高知県宿毛付近に上陸したのち，四国・中国地方を横断して鳥取付近から日本海に抜けた。宿毛では最低海面気圧 968 hPa が観測された。台風が豊後水道のほぼ中央部にあたる北緯 33° 線を横切った時点の中心気圧は 972 hPa，台風半径は 80 km である。この台風時には豪雨に伴って西日本各地で水害が発生し，とくに被害が大きい宮崎，大分，島根の各県のうちでも島根県の被害が際立つ。全国の人的被害は死者・行方不明者 970 名，負傷者 491 名，家屋被害は 22,000 棟，浸水被害は 72,000 棟に及ぶ。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では，広い範囲で風速 25～30 m/s の風が出現するが，安芸灘から広島湾で 35 m/s と大きい反面，周防灘西部では 15～25 m/s と小さい。風向はおおむね NW であり，広島湾で N をとる。中部海域では，燧灘で風速は 20～25 m/s，風向は NW～W である。備後灘や水島灘では風速は 15～20 m/s とやや小さい。東部海域では，風速は播磨灘や紀伊水道で 25～30 m/s とやや大きく，大阪湾で 20 m/s 前後を与える。風向は紀伊水道の S 寄りから大阪湾や播磨灘の SE 寄りに反時計方向に変化する。

3) 最大波高・波向の空間分布

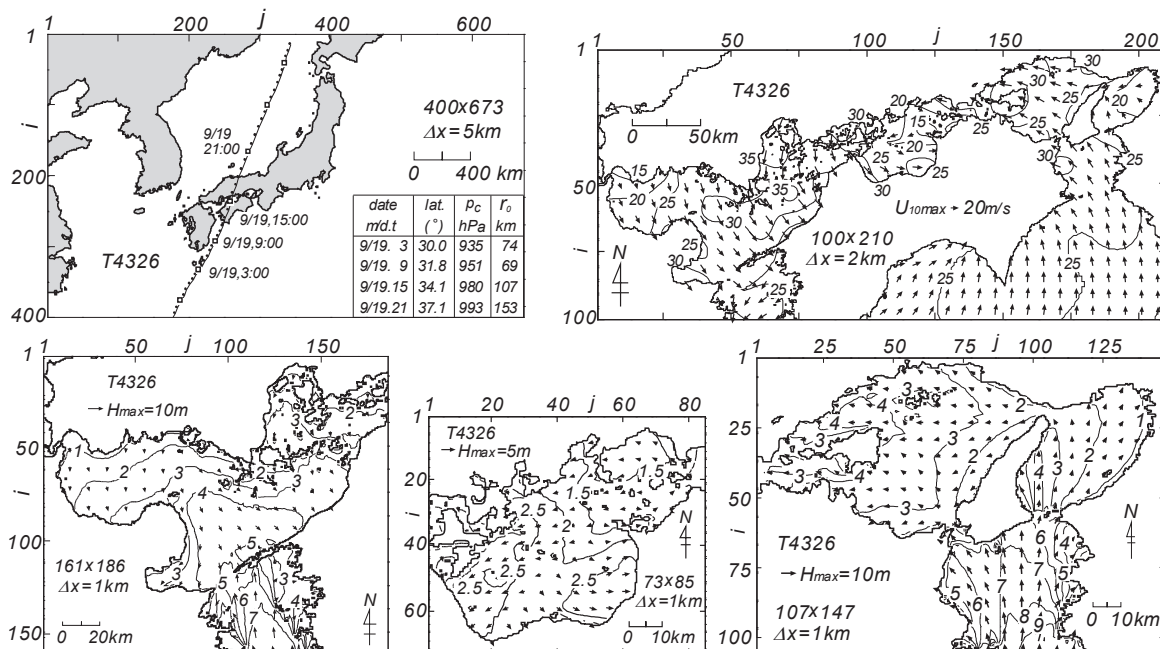


Fig. 13 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 4326.

西部海域では、豊後水道で波高 5～7 m の波が出現している。内海部では波高は豊予海峡の 5 m から海域中央部の波高 4 m、周防灘東部の 2～3 m に小さくなるが、波向からみて、これらは NW 方向の風によって発達した内海発生波である。伊予灘や安芸灘でも波高は 3 m を越える。中部海域では、燧灘で波高 2.5 m を越える波が出現しているが、3 m には達しない。東部海域では、波高 6～7 m、波向 S の波が紀伊水道の広い範囲で出現する。大阪湾では波高は友ヶ島水道から北側で 4 m、東側に向うほど 3 m から 1 m に減少する。播磨灘では波高は中央部で 3 m、小豆島付近で 4 m と、W 方向あるいは NW 方向に向けて大きくなる。

⑩T3706 号 (Fig. 14)

1) 台風特性と被災状況^{[9], [19]}

本台風は 1937 年（昭和 12 年）9 月 2 日フィリピンの東方海上で発生した弱い熱帯低気圧を起源とし、8 日に次第に発達して 9 日午後沖縄の東方海上を通過、進路を NNE～NE に転じて、11 日朝四国の足摺岬付近に上陸したのち、四国地方、中国地方を横断して日本海に出た。清水測候所では 5 時 10 分最低海面気圧 951hPa を記録した。台風が豊後水道のほぼ中央部にあたる北緯 33° 線を横切った時点の中心気圧は 947 hPa、台風半径は 60 km である。被害は四国・近畿地方を中心に全国に及び、全国の人的被害は死者・行方不明者 84 名、負傷者 375 名、家屋被害は 12,000 棟、浸水被害は 28,000 棟である。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では、周防灘西部の 15 m/s から東部の 20 m/s、伊予灘の 25 m/s、安芸灘・広島湾の 30 m/s と西から東に向けて大きくなる。風向は NW 寄りである。中部海域では、海域全体で風速は 35 m/s となっている。風向は西から東へ NW～SW と反時計方向に変化する。東部海域では、播磨灘と紀伊水道の広い範囲で風速は 30～35 m/s と非常に大きく、大阪湾でも 25～30 m/s をとる。風向は S～SE である。安芸灘・広島湾から大阪湾に至る内海や紀伊水道北部で風が非常に強い。

3) 最大波高・波向の空間分布

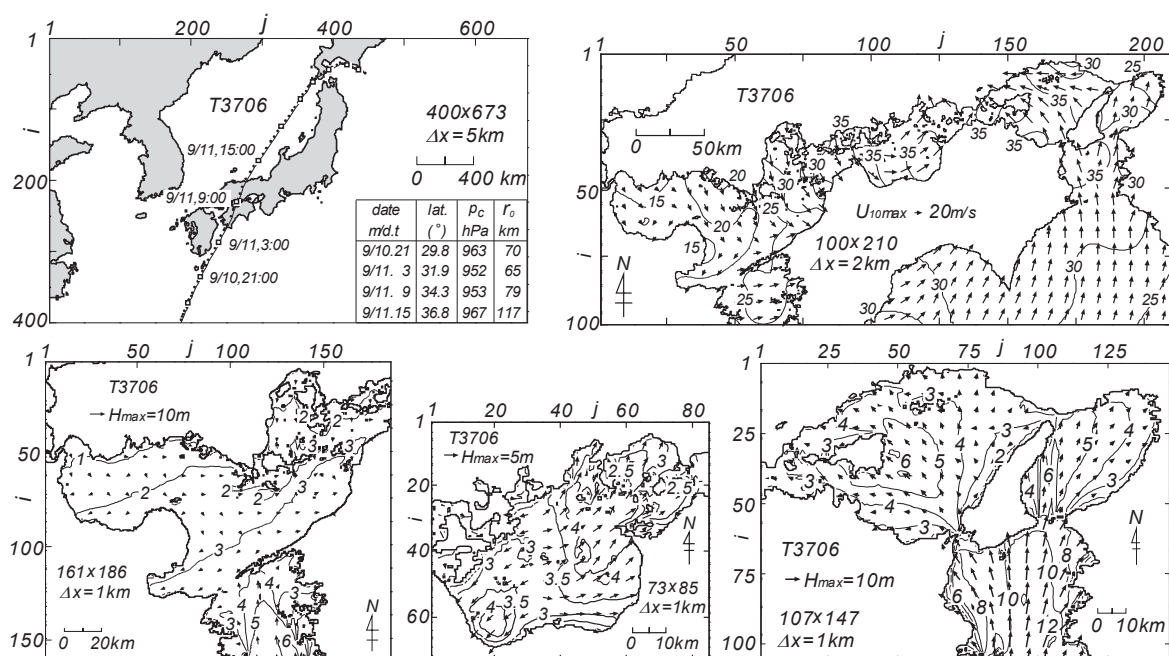


Fig. 14 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 3706.

西部海域では、外洋から入射した波の影響により豊後水道で波高 4～5 m をとる。内海部では別府湾から伊予灘東部にかけて波高 3 m の海域が存在するだけで、波高は全体的に小さい。中部海域では、燧灘西側で波向 NE 寄りの波高 3.5～4 m、東側や北東側で波向 W～SW、波高 4 m の波の場となっている。備後灘や水島灘では波高 2.5～3 m とやや小さい。東部海域では、外洋から入射した S 寄りの波高 11 m の波浪の影響により、8～10 m の高波高域が紀伊水道で広範囲に出現している。大阪湾では友ヶ島水道から北側の海域で 6～7 m の等波高線が延び、そこから大阪府沿岸の 3 m にまで波高が放射状に小さくなる。波向は S から SW 方向に傾く。播磨灘では鳴門海峡付近で 3 m の波高が NW 方向に 5～6 m にまで大きくなり、その線を中心に左右両方向に 3 m にまで小さくなる。波向もこれに伴い、SE 方向から E 方向や S 方向に傾く。

⑪T3805 号 (Fig. 15)

1) 台風特性と被災状況^{[9], [19]}

本台風は 1938 年 (昭和 13 年) 8 月 31 日マリアナ諸島の東方海上で発生後、進行方向を W 方向から N 方向に変えながら発達し、9 月 5 日 11 時頃徳島県南部に上陸して、夕刻日本海に抜けた。台風が紀伊水道のほぼ中央部にあたる北緯 34° 線を横切った時点の中心気圧は 956 hPa、台風半径は 52 km と推測される。四国東部で雨量が多く河川の氾濫などのため多大の被害を生じた。全国の人的被害は死者・行方不明者 105 名、家屋被害は 1,100 棟、浸水被害は 31,000 棟である。浸水被害のうち 16,000 棟は大阪において高潮により生じている。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では、風速は大きくても安芸灘で 20 m/s 程度にとどまり、残りの海域で 15 m/s 以下と小さい。中部海域では、西側の 25 m/s から東側の 30 m/s に増加する。風向は NNW である。東部海域では、播磨灘の東部や紀伊水道の北西部で風速は 35 m/s を越え、大阪湾で 25～35 m/s といずれも非常に強い。風向は播磨灘と大阪湾で NE 方向、紀伊水道で SE～E である。

3) 最大波高・波向の空間分布

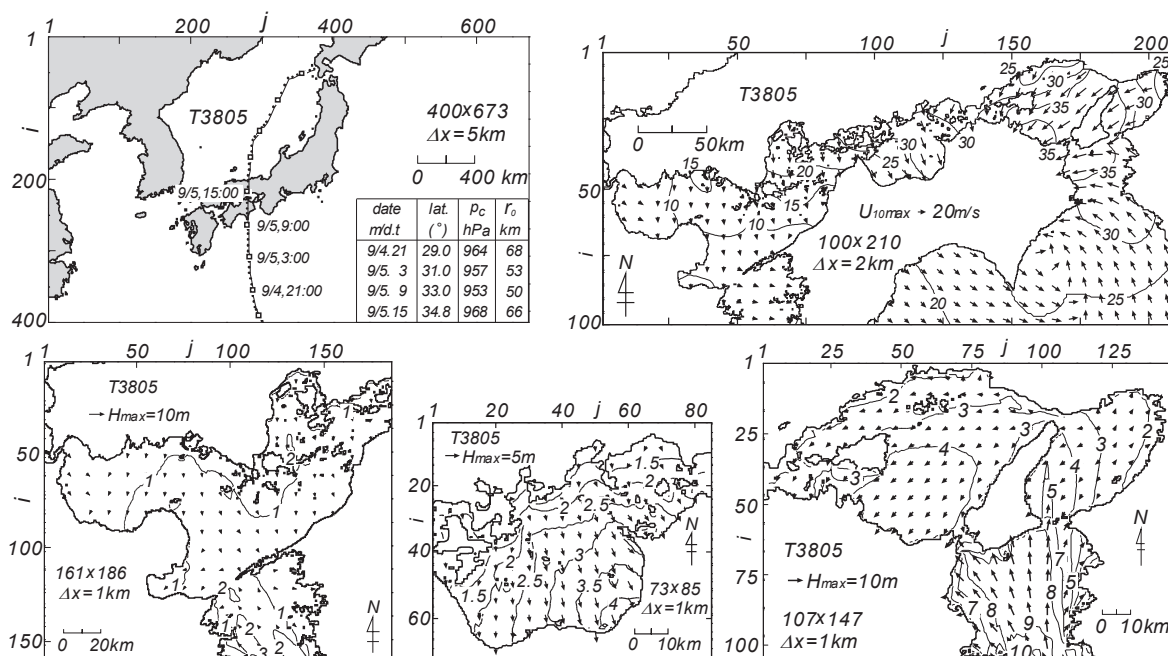


Fig. 15 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 3805.

西部海域では、境界付近で波高 3 m の波が出現しているが、それ以外の海域では 2 m 以下と、小さい。中部海域では、波高は北西部の 2 m から湾中央部の 3 m を経て南東部で 4 m に達する。波向は NNW である。東部海域では、外洋から入射した波高 9 m を越える波浪の影響により、紀伊水道の広い範囲で波向 SSE 寄りの波高 8 m の波が出現している。大阪湾では友が島水道付近での波高 6 m から湾奥の大阪方面に向けて 2 m にまで小さくなる。また、湾中央部より西側の海域では波高は 4 m を越える。その波向は NE 寄りをとることから、これは湾内発生波の強い影響を表す。播磨灘では波高は明石海峡付近の 3 m から香川県沿岸に向けて SW 方向に増加し、4 m を越える。香川県沿岸で高波高が生じているのが特徴的である。

⑫T3412 号（室戸台風, Fig. 16)

1) 台風特性と被災状況^{[8], [16], [17], [18]}

本台風は 1934 年（昭和 9 年）9 月 13 日頃カロリン諸島の南東海上で発生し、19 日夜半には沖縄の南東海上を通過、進路を NNE にとって 20 日夜半に九州宮崎の南東海上に達し、21 日 5 時少し前高知県奈半利町に上陸した。室戸測候所では 5 時 10 分 912 hPa の最低海面気圧を観測した。台風が紀伊水道のほぼ中央部にあたる北緯 34° 線を横切ったときの中心気圧は 940 hPa、台風半径は 100 km である。その後、台風は淡路島を経て 7 時 50 分頃に神戸の東方、深江あたりに再上陸し、NE 方向に進んで 9 時頃には敦賀付近に達し、北陸、東北地方を経て太平洋に進んだ。超大型の本台風は猛烈な風と豪雨によって全国的に甚大な風水害をもたらし、とりわけ大阪湾に発生した高潮によって阪神地区は未曾有の大被害を受けた。全国の人的被害は死者・行方不明者 3,036 名、負傷者 14,994 名、家屋被害は 93,000 棟、浸水被害は 401,000 棟である。船舶被害も 27,594 隻と膨大な数にのぼる。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では、周防灘や伊予灘で風速は 15~25 m/s であるが、豊予海峡で 30~35 m/s と強い。伊予灘東部から斎灘、安芸灘・広島湾でも風速は 35 m/s を越える。風向は NNW である。中部海域では、濠洲全域で風速 35~40 m/s、備後灘や水島灘で 30~35 m/s の強風が吹いている。風向は西部海域、中

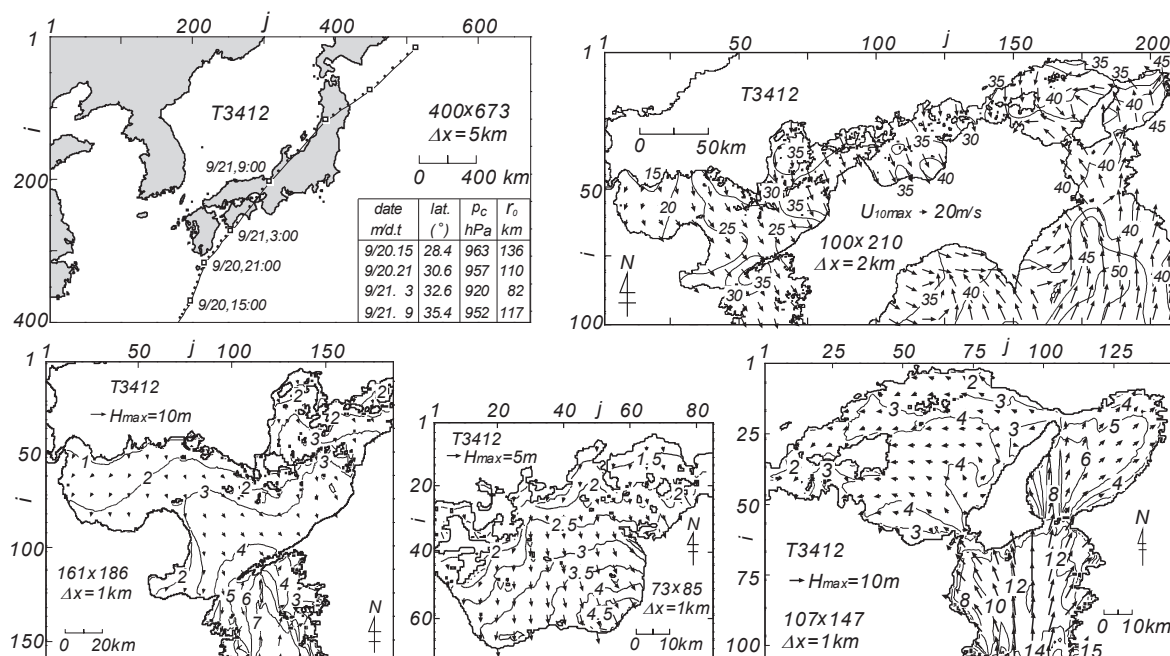


Fig. 16 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 3412.

部海域ともに NW～NNW である。東部海域では、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 の暴風となっている。風向は播磨灘北西部で N 寄り、南東部で SE 寄りと大きく異なるが、大阪湾と紀伊水道では S 寄りである。

3) 最大波高・波向の空間分布

西部海域では、外洋から入射した波高 7 m を越える波浪の影響により豊後水道で波高 6～7 m の波が出現している。内海部では波高は周防灘の山口県沿岸から愛媛県沿岸に向けて増大し、中央部で 3 m、佐田岬半島沖合で 4 m をとる。波向は湾内発生波を表す NW 方向を与える。安芸灘や斎灘では波高は 3 m 程度である。中部海域では、波高は北側の 2 m から中央部の 3 m を経て愛媛県東部の川之江付近で 4.5 m に達する。波向は N～NNW である。東部海域では、外洋から入射した S 寄りの波高 14 m を越える波の影響により、紀伊水道で 10～11 m あるいはそれ以上の高波高域が広範囲に広がる。大阪湾では友ヶ島水道から波高 8 m の波が伝播し、対岸の須磨から大阪湾岸の沖合海域にかけて 5 m 波高域が広がり、大阪湾沿岸一帯でも波高は 4 m に達する。波向は湾内に向うほど S 方向から SW 方向に変化する。播磨灘では、鳴門海峡付近から NW 方向の小豆島沖に向けて 4 m 波高域が広範囲に広がるが、小豆島沖でも 5 m には達しない。波向は SE を中心に E 方向に傾く。

⑬T5028 号 (ジェーン台風, Fig.17)

1) 台風特性と被災状況^{[17], [18]}

本台風は 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 にとって時速 30～35 km で進行し、3 日高知県室戸岬のすぐ東を通り、10 時頃徳島県日和佐町付近に上陸した。その後、台風は淡路島を通過し 12 時過ぎ神戸に再上陸、速度を上げて N 方向に進行し 13 時 30 分頃若狭湾から日本海に進んだ。台風が紀伊水道のほぼ中央部にあたる北緯 34° 線を横切った時点の中心気圧は 958 hPa、台風半径は 95 km である。本台風時には近畿地方の広い範囲で風速 30～35 m/s の強風が吹き荒れ、これに伴い大阪湾で発生した大きな高潮によって大阪市や尼崎市などの湾岸地域が浸水し、大阪湾や紀伊水道では多数の船舶が沈没あるいは破損した。全国の人的被害は死者・

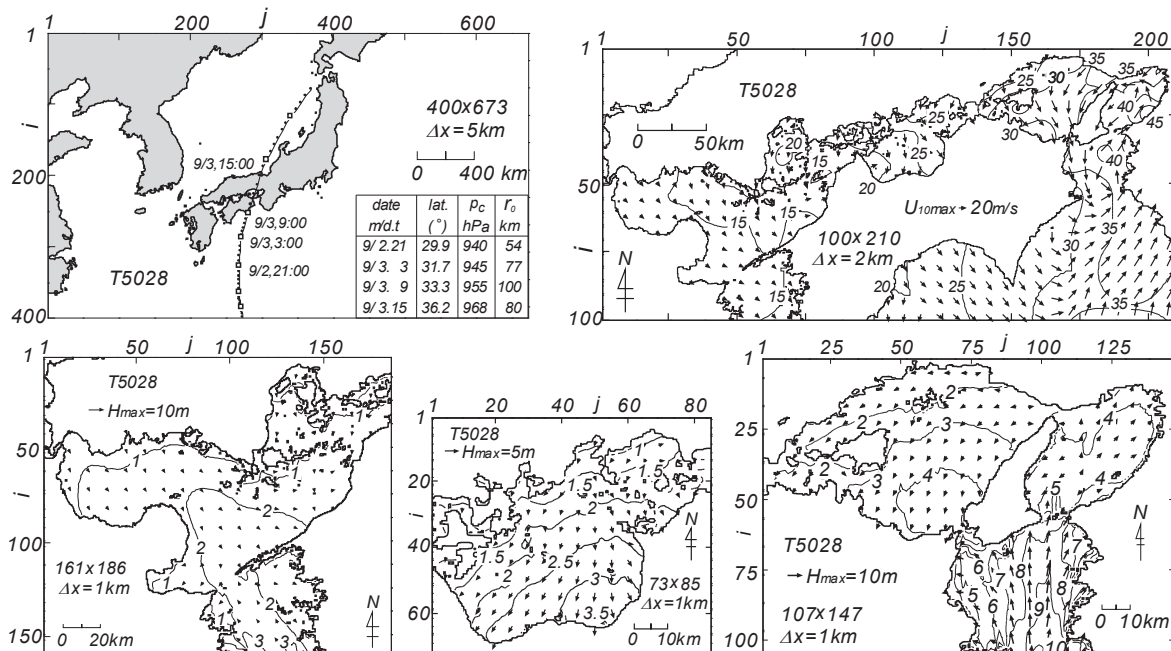


Fig. 17 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 5028.

行方不明者 539 名，負傷者 26,062 名，家屋被害は 56,000 棟，浸水被害は 167,000 棟にのぼる。船舶の被害も 2,798 隻に達する。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では，風速は 15 m/s 程度と小さい。中部海域では，風速は 20～25 m/s，風向は NW 寄りであり，燧灘東部や備後灘・水島灘で大きい。東部海域では，風速は紀伊水道で 30～40 m/s，大阪湾で 35～40 m/s をとり，そのうち大阪湾の南東部に 45 m/s の強風域がみられる。風向は台風の通過を反映して反時計回りの空間変化を示す。播磨灘では風速は 30～35 m/s，風向は NE～N となっている。本台風時には，紀伊水道北部から大阪湾で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，境界付近で波高 3 m の波が入射しているが，西部海域全域で波高は 2～3 m 以下と小さい。中部海域では，燧灘北部や備後灘から波が発達して，中央部で波向 N 寄り，波高 2～2.5 m，愛媛県東部の川之江付近で波高 3～3.5 m となっている。東部海域では，紀伊水道の境界付近で波高は 10 m，北部で 7～8 m であり，6 m 以上の波高域が大部分を占める。大阪湾では広範囲に 4 m の波高域が形成されている。波向は西部で NE，東部で SW というように，180° 異なる。播磨灘では波高は北部から南部に向けて大きくなり，鳴門海峡北西側海域で 4 m を越える。波向は ENE～N である。

⑭ T21-Sep 台風 (Fig. 18)

1) 台風特性と被災状況^{[15], [16], [19]}

本台風は 1921 年（大正 10 年）9 月 16 日日本の南方海上北緯 20 度付近で発生し，W 方向に進んだのち，23 日以降速度を増しながら NE，NNE，N と向きを変え，25 日夜紀伊半島を縦断，26 日朝に能登半島の西海上に達した。台風が紀伊水道のほぼ中央部にあたる北緯 34° 線を横切った時点の中心気圧は 967 hPa，台風半径 83 km と推測される。近畿地方では暴風雨となり，大阪と名古屋では高潮も伴って被害は甚大であった。全国の人的被害は死者・行方不明者 852 名，負傷者 187 名，家屋被害は 12,500 棟，浸水被害は 25,900 棟に及ぶ。

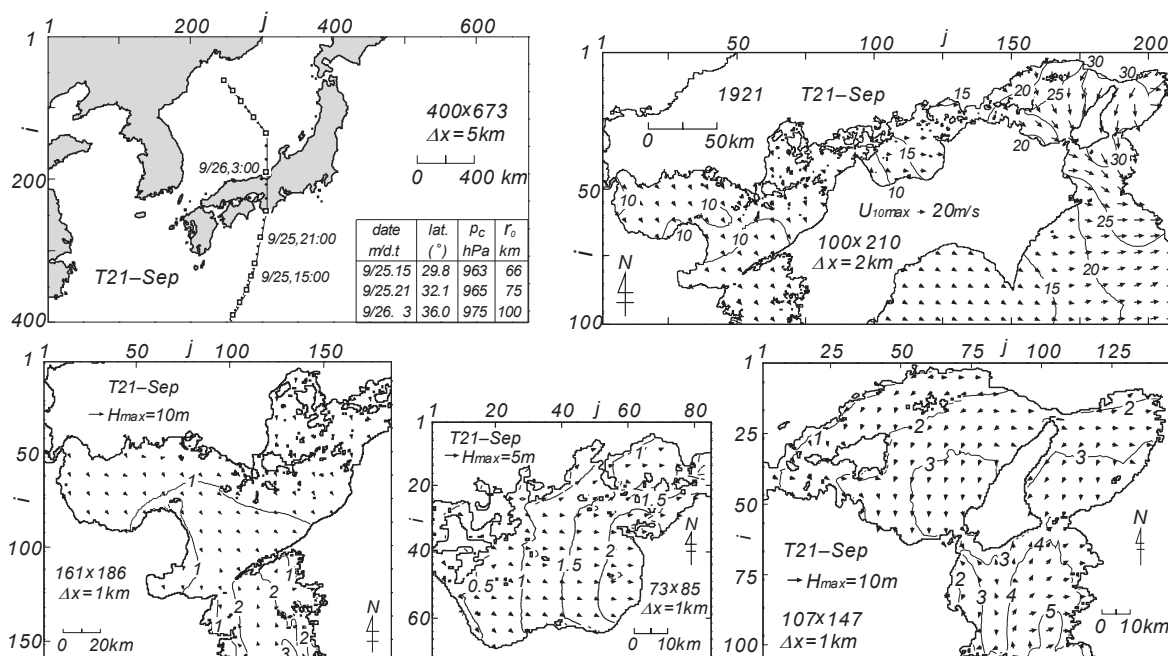


Fig. 18 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon T21-Sep.

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では風速は 10 m/s, 中部海域では 10~15 m/s と小さい。東部海域では紀伊水道で 20~30 m/s を与え、北東部ほど強い。風向は W~NW である。大阪湾では風向は N~W で 30 m/s 以上の強風が出現している。播磨灘では風速は 20~30 m/s であり、東部で強い。風向は NW 寄りである。

3) 最大波高・波向の空間分布

西部海域では、豊後水道境界付近に 3 m 波高域がみられる程度であり、豊予海峡付近でも波高は 2 m に過ぎない。波向は S~SSE である。内海域では波高は海域中央部より北側の海域と別府湾で 1 m 以下、伊予灘西部・中央部から豊予海峡周辺にかけて 1~2 m と小さい。波向は NW 方向をとる。中部海域では、燧灘東側に波向 W の 2 m 波高域がみられるが、全体として波高は小さい。東部海域では、紀伊水道の南部で外洋から伝播した波向 S~SSW の 5 m 波高域がみられるものの、中部から北部で波高 3~4 m, 波向 W, SW, SE をとり、波向の空間変化が著しい。大阪湾では波高は湾奥の 2 m から中央の 3 m になり、波向 NE をとりつつ友ヶ島水道付近に向けてさらに増加するが、4 m に達しない。播磨灘では南東部に 3 m 波高域がみられ、そこから鳴門海峡方面に向けて増大するが、4 m 以下にとどまる。波向は N 寄りである。移動速度の大きい本台風は風の場合に著しい経時変化を生じることから、風速のわりに波高は大きくない。

⑮T5915 (伊勢湾台風, Fig.19)

1) 台風特性と被災状況^[17]

本台風は 1959 年 (昭和 34 年) 9 月 21 日グアム島北東海域で発生、22 日 9 時から 23 日 9 時までの間で中心気圧が 1 日に 91 hPa 下がるなど猛烈に発達し、25 日昼頃まで 900 hPa 前後の猛烈な勢力を保ちつつ、進路を NW から N に転じて 26 日 18 時頃和歌山県潮岬の西に上陸し、時速 60~70 km で紀伊半島を縦断、中部山岳地帯を経て 27 日 0 時過ぎに日本海に抜けた。上陸時に潮岬では 930 hPa の最低海面気圧を観測した。台風が紀伊水道のほぼ中央部にあたる北緯 34° 線を横切った時点の中心気圧は 936 hPa, 台風半径は 62 km である。本台風は超大型の強い台風で、九州と北海道北部を除く全国各地

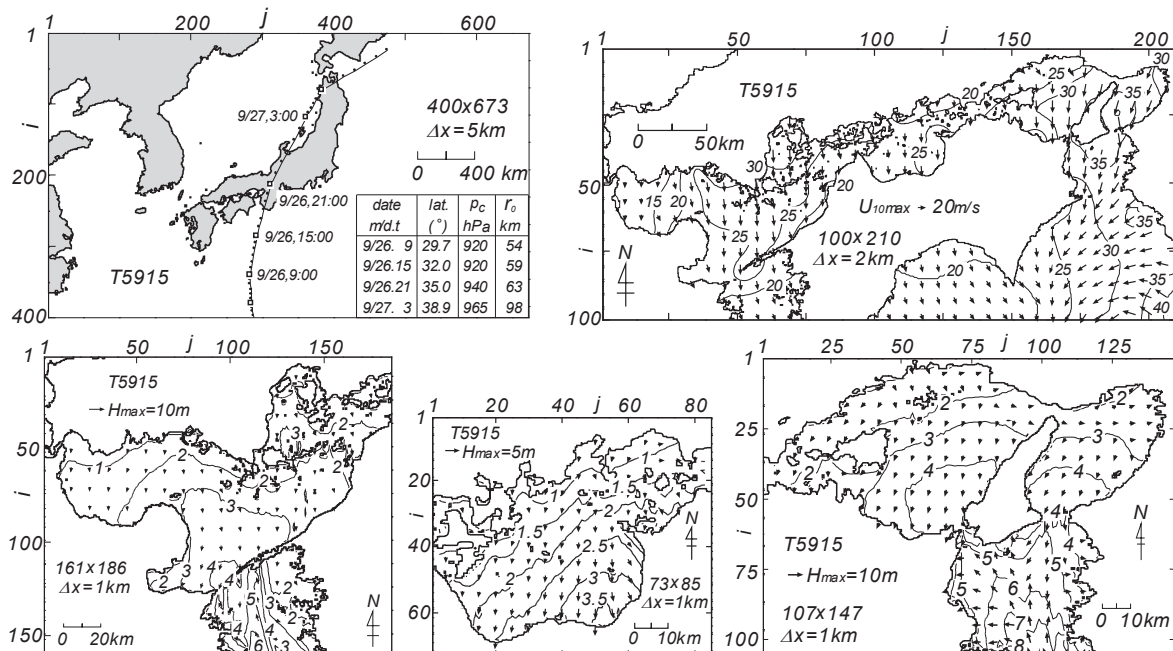


Fig. 19 Typhoon track diagram supplemented with a list of typhoon parameters and spatial distributions of maximum wind speed and maximum wave height induced by Typhoon 5915.

に被害を与えた。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に観測史上空前の高潮が発生し、猛烈な風、異常な高波と河川の洪水とが相まって、伊勢湾岸地域に未曾有の災害をもたらした。全国の人的被害は死者・行方不明者 5,098 名、負傷者 38,921 名、家屋被害は 834,000 棟、浸水被害は 364,000 棟である。船舶被害も 13,795 隻と膨大な数に達する。

2) 最大風速・風向の空間分布

西部海域では、風速は西から東へ向けて増大し、周防灘で 15～25 m/s、別府湾から伊予灘で 20～25 m/s、安芸灘・広島湾で 30 m/s をとる。風向はおおむね N である。中部海域でも、風速は 20～25 m/s で東側で大きい。風向は N である。東部海域では、紀伊水道で 30～35 m/s、風向は E～N であり、大阪湾でも同程度の風速・風向を与える。播磨灘では風速は 25～30 m/s、風向は N で南側ほど大きい。台風 5915 号は大阪から紀伊水道にかけて N 寄りの猛烈な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、豊後水道境界から波高 3～5 m の波浪が入射する一方、豊後水道内部で内海発生波の影響が強くなる。すなわち、内海において波高が SE 方向に増加し、海域中央部で 3 m、豊予海峡で 4 m をとる。波向は NW～N である。豊予海峡では北部における内海からの波浪と南部における外洋からの波浪が拮抗している。伊予灘中部から東部では波高は 2～3 m、安芸灘でも波高は 3 m 程度である。中部海域では、波高は瀬灘北部や備後灘から瀬灘南部に向けて大きくなり、灘中央で 2 m、愛媛県東部の川之江付近で 3.5 m に達する。波向は N である。東部海域では、波高は紀伊水道の外洋境界付近で 8 m、紀伊水道内の広い範囲で 5～7 m を与える。波向は S 方向であるが、北東部ではむしろ N 方向をとる。大阪湾では波高は SW 方向に増加し、湾央で 3～4 m を示すものの、友ヶ島水道付近でも 5 m に達しない。波向は NE である。播磨灘でも波高は北部から南東部に向けて増加し、4 m を越えるが、波高の最大域にあたる鳴門海峡北西側海域でも 5 m 以下である。波向は NNE～N を与える。大阪湾や播磨灘における波高の空間分布は T5915 時の強風特性、すなわち台風の左半円における N 寄りの強風特性を反映する。

4. 風速・波高の極値の空間分布

4.1 風速の極値

Fig. 20 は 1918～1959 年（42 年間）15 ケースの台風時最大風速資料と 1961～2005 年（45 年間）の年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に

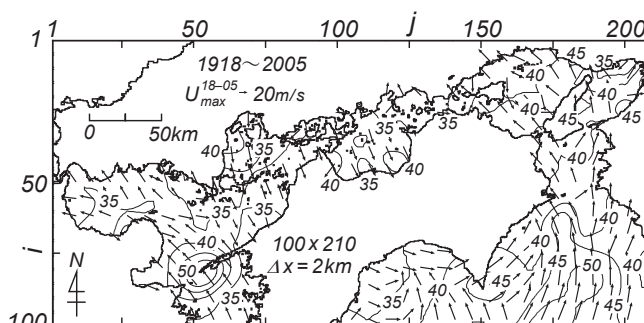


Fig. 20 Largest wind speed U_{max}^{18-05} and its wind direction on the Seto Inland Sea during the period of 1918 - 2005.

現われる。これは T3412 号のほか T5028 号による。40 m/s 域は瀬戸内海全域で見られるが、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 号があげられるにすぎない。小さな海域では T6118 号、T5028 号、T6420 号、T6523 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 W 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。

Fig. 21 は 1918～2005 年の期間最大（第 1 位）風速 U_{max}^{18-05} と第 2 位風速 $U_{2nd max}^{18-05}$ の比から 1 を引いた第 1 位風速の第 2 位風速に対する突出率のパーセント値 $(U_{max}^{18-05}/U_{2nd max}^{18-05}-1)\times 10^2$ の空間分布を示す。突出率は 30 %を越える紀伊水道南部や 20 %を上まわる佐田岬周辺を除く海域では、10 %程度あるいはそれ以下であるから、第 1 位風速は第 2 位風速からかけ離れた値となっていない。

つぎに、極値統計解析は 1934～1959 年の台風時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、1934～2005 年（72 年間）および 1961～2005 年（45 年間）の年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、1918～1933 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 1934～1960 年（27 年間）においても 13 ケースの台風時最大風速資料（1950 年のみ T5028 号と T5029 号の 2 ケースの資料）によって 12 年相当分の年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年最大風速資料が除外されている可能性が高いこと、を考慮したためである。後者では、27 年間 13 ケースの台風時最大風速資料と 1961～2005 年の年最大風速資料によって、1934～2005 年の 72 年間

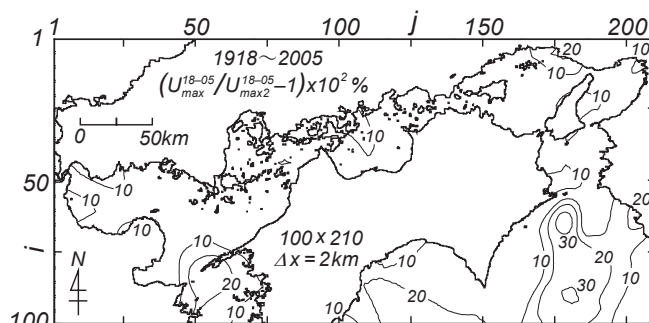


Fig. 21 Percentage expression of a one-subtracted ratio of largest wind speed to second largest wind speed $(U_{max}^{18-05}/U_{2nd max}^{18-05}-1)\times 10^2$ on the Seto Inland Sea during the period of 1918 - 2005.

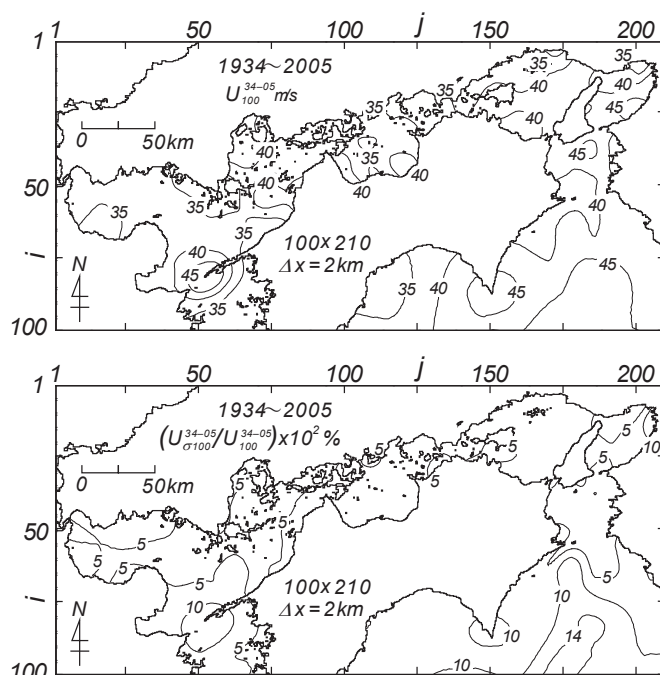


Fig. 22 100-year return wind speed U_{100}^{34-05} and percentage expression of its variation coefficient (standard deviation $U_{\sigma 100}^{34-05}$ divided by 100-year return wind speed) $(U_{\sigma 100}^{34-05}/U_{100}^{34-05})\times 10^2$ on the Seto Inland Sea estimated using the annual maximum data during the period of 1934 - 2005.

で最上位近くに分類される年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. 22 は 1934～2005 年の年最大風速資料を用いて推定した 100 年確率風速 U_{100}^{34-05} とその変動係数 (100 年確率風速の標準偏差 $U_{\sigma 100}^{34-05}$ を U_{100}^{34-05} で割った値) のパーセント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、周防灘西部、伊予灘中部から東部、燧灘中央の一部、水島灘を除いて 35～40 m/s をとる。変動係数は内海部では佐田岬周辺海域や大阪湾の湾奥を除いて 10 %より小さいが、これら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. 23 は資料期間の延長 (45 年間から 72 年間へ) 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 $(U_{100}^{34-05}/U_{100}^{61-05}-1)\times 10^2$ で定義されるパーセント値で表す。ここに、 U_{100}^{61-05} は 1961～2005 年 45 年間の年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大部分の海域で 10 %あるいはそれ以下であり、山口県沿岸や伊予灘中部ではむしろ確率風速の推定値が若干減少する。一方、佐田岬周辺海域、広島湾、水島灘、播磨灘北西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. 24 は 1918～2005 年 (88 年間) の間の第 1 位風速と 1934～2005 年の年最大風資料に基づく 100 年確率風速 U_{100}^{34-05} の大小関係を突出率のパーセント値 $(U_{max}^{18-05}/U_{100}^{34-05}-1)\times 10^2$ 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から、第 1 位風速と 100 年確率風速は同程度の値をとると期待される。突出率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、大略として第 1 位風速が 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、第 1 位風速が 100 年確率風速より 8 %以上大きい。

Fig. 24 は 1918～2005 年 (88 年間) の間の第 1 位風速と 1934～2005 年の年最大風資料に基づく 100 年確率風速 U_{100}^{34-05} の大小関係を突出率のパーセント値 $(U_{max}^{18-05}/U_{100}^{34-05}-1)\times 10^2$ 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から、第 1 位風速と 100 年確率風速は同程度の値をとると期待される。突出率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、大略として第 1 位風速が 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、第 1 位風速が 100 年確率風速より 8 %以上大きい。

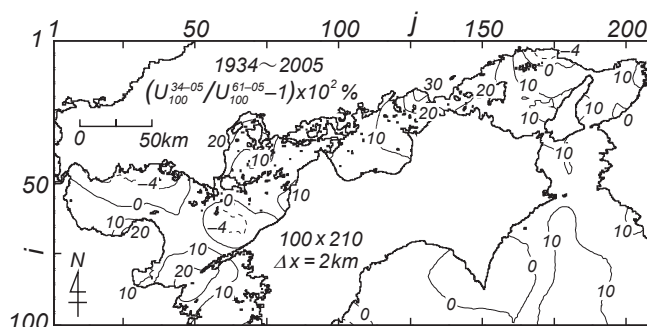


Fig. 23 Change of 100-year return wind speed $(U_{100}^{34-05}/U_{100}^{61-05}-1)\times 10^2$ on the Seto Inland Sea associated with extension of the data period from 45 years to 72 years.

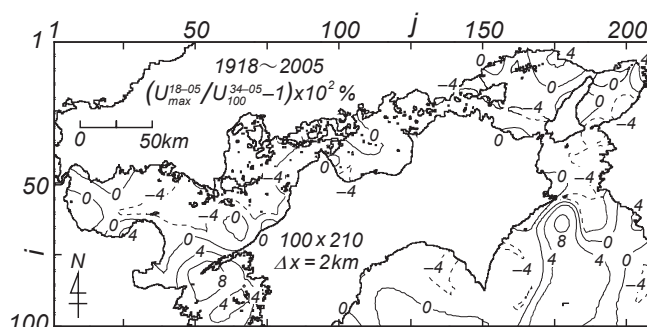


Fig. 24 Percentage expression of a one-subtracted ratio of largest wind speed during the period of 1918 - 2005 to 100-year return wind speed $(U_{max}^{18-05}/U_{100}^{34-05}-1)\times 10^2$ on the Seto Inland Sea.

4.2 波高の極値

Fig. 25 は 1918～1959 年 (42 年間) 15 ケースの台風時最大波高の格子点別値資料から抽出した 1918～1959 年の期間最大波高 H_{max}^{18-59} 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、波向は南部で S、北部で SSE をとる。期間最大波高発生台風は南部、北部ともに T4516 号と T5115 号による。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の 7～8 m から中部の 5 m、波向は SE から W、東部で波高 5 m、波向 W～SW を与え、発生台風はいずれも T4516 号である。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 NNE、発生台風は T4216 号と T18-Jul 台風、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。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 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 W～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、内部で波向 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 は 1918～1959 年 15 ケースの台風時最大波高資料と 1961～2005 年 (45 年間) 256 (西部海域), 174 (中部海域), 181 (東部海域) ケースの台風時・低気圧時最大波高資料^[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、1918～1959 年の間で波高資料がない年および 1960 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

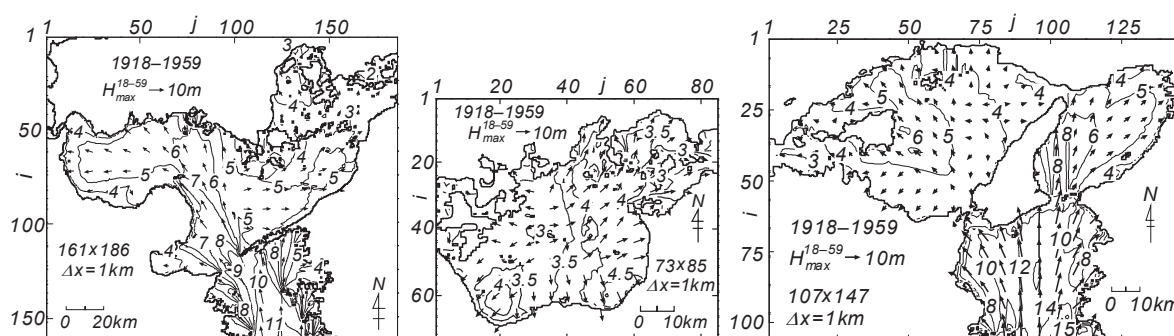


Fig. 25 Largest wave height H_{max}^{18-59} and its wave direction on the Seto Inland Sea during the period of 1918 - 1959.

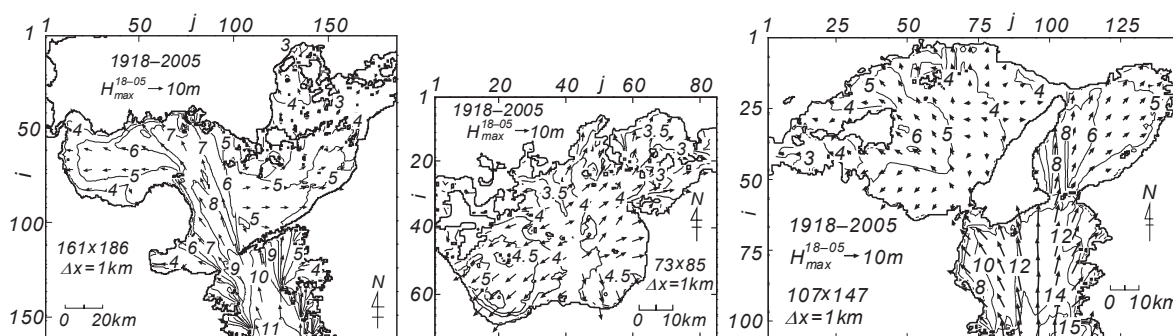


Fig. 26 Largest wave height H_{max}^{18-05} and its wave direction on the Seto Inland Sea during the period of 1918 - 2005.

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、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 1959 年以前の台風である。斎灘では最大波高発生台風として 1959 年以前の台風と 1961 年以降の台風が混在するが、波高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 1959 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. 25 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. 25 とほとんど変わらない。

Fig. 27 は 1918~2005 年間の期間最大（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 $(H_{max}^{18-05}/H_{max2}^{18-05}-1)\times 10^2$ の % 値を表す。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で局所的に 20 % を上まわる。安芸灘北西部でも 20 % をかなり越える。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

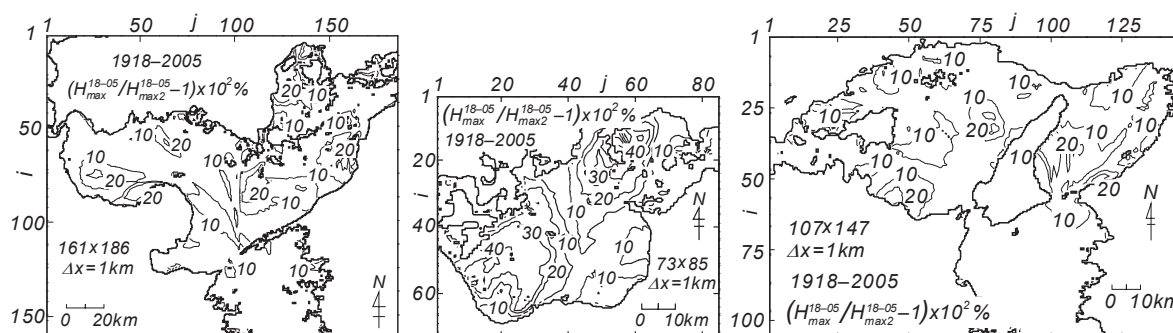


Fig. 27 Percentage expression of a one-subtracted ratio of largest wave height to second largest wave height $(H_{max}^{18-05}/H_{max2}^{18-05}-1)\times 10^2$ on the Seto Inland Sea during the period of 1918 - 2005.

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）は生じていないことがわかる。

Fig. 28 は資料採択率を 1/3 とした 1934～2005 年（72 年間）の年最大（AM）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}^{34-05} とその変動係数（100 年確率波高の標準偏差 $H_{\sigma 100}^{34-05}$ を H_{100}^{34-05} で割った値）のパーセント値の空間分布を 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 10～11 m，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。内海部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。別府湾では湾奥に向けて 6 m から 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，斎灘で 3 m を上まわる。中部海域においては，100 年確率波高は隠岐西部および東部で 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 m 以上となっている。大阪湾では友ヶ島水道で 9 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。

変動係数は 3 海域ともに Fig. 27 に与えた第 1 位波高 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 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

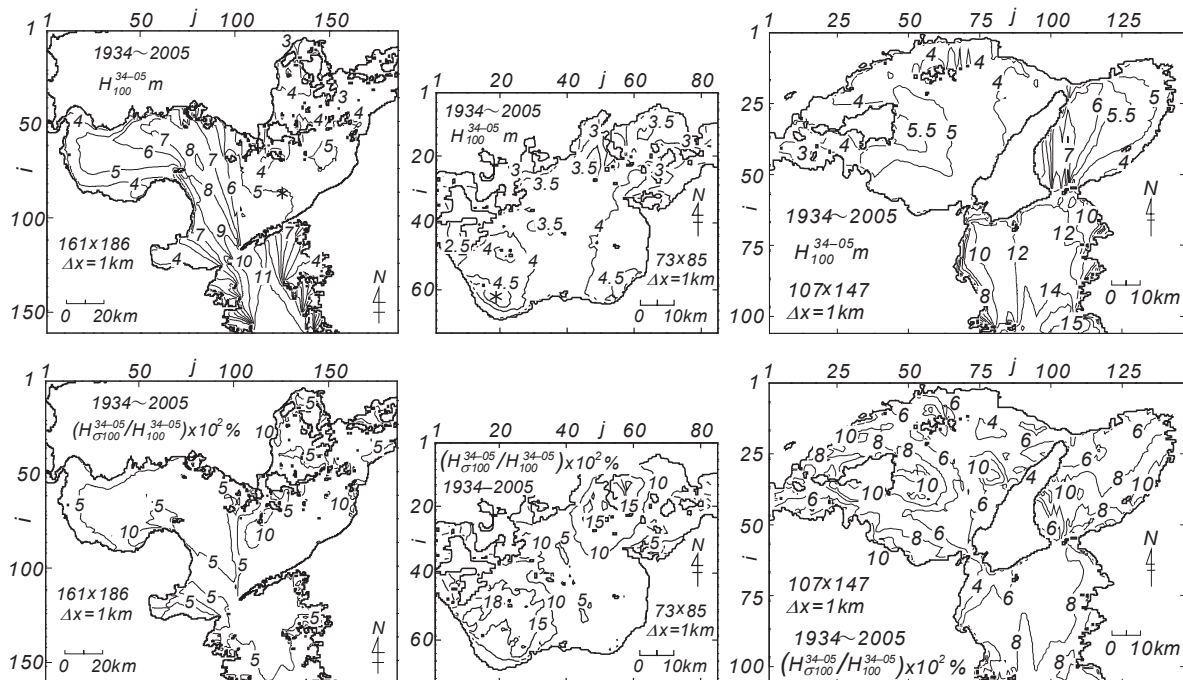


Fig. 28 100-year return wave height H_{100}^{34-05} and percentage expression of its variation coefficient (standard deviation $H_{\sigma 100}^{34-05}$ divided by 100-year return wave height) $(H_{\sigma 100}^{34-05}/H_{100}^{34-05}) \times 10^2$ on the Seto Inland Sea estimated using the annual maximum data during the period of 1934 - 2005.

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 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. 29 は Fig. 28 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 1934~2005 年 72 年間の年最大波高資料 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。第 1 位波高が相対的に突出した値を与えるこれらの地点では、最適分布は形状母数 $k=15$ の FT-II 型分布および形状母数 $k=0.7$ の Weibull 分布であり、いずれも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 0.995 および 0.994 であり、最適分布の資料に対する適合性は高い。

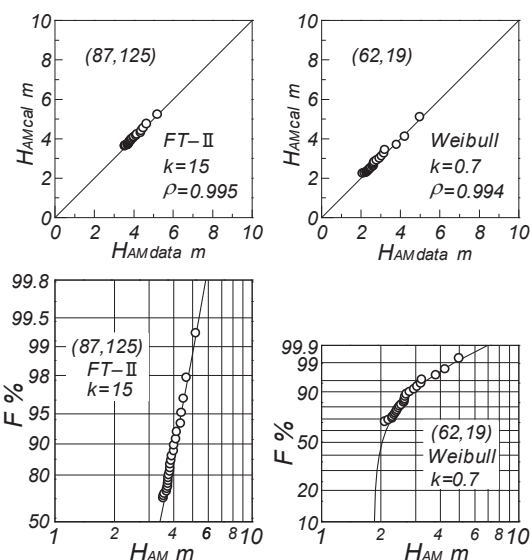


Fig. 29 Two examples for fitting of optimum distribution to annual maximum wave height data and its quantile-quantile plot at a selected point on the Seto Inland Sea.

Fig. 30 は 1961~2005 年 45 年間の年最大波高資料^[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}^{61-05} と上記の H_{100}^{34-05} 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パーセント値 $(H_{100}^{34-05}/H_{100}^{61-05} - 1) \times 10^2$ 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から豊予海峡の西側半分の海域、伊予灘西部、別府湾、周防灘東部および山口県沿岸とその沖合海域で負の値をとり、資料期間 45 年から 72 年への延長に伴い確率波高は小さくなる。これは 1959 年以前の年最大波高の規模が 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、豊予海峡の別府湾側、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で著しい。これは、T4516 号、T5115 号、T4216 号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、燧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 1934~1959 年の間に

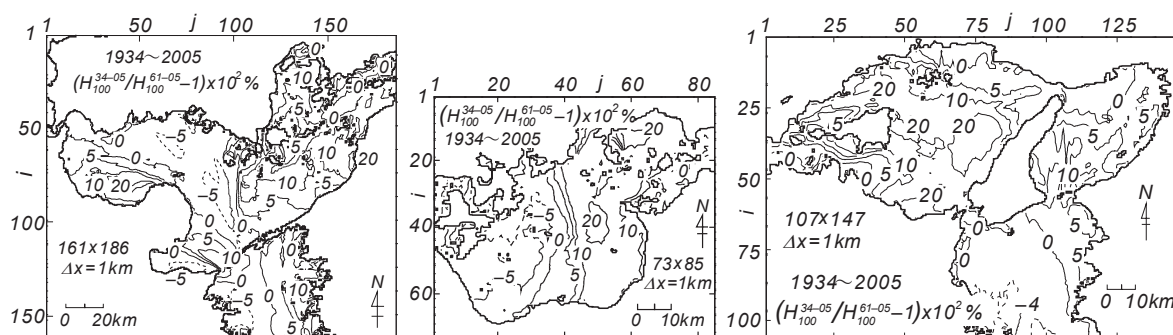


Fig. 30 Change of 100-year return wave height $(H_{100}^{34-05}/H_{100}^{61-05} - 1) \times 10^2$ on the Seto Inland Sea associated with extension of the data period from 45 years to 72 years.

1961 年以降の第 1 位波高や第 2 位波高などを上まわる年最大波高が得られていない特徴を反映する。逆に、燧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 1934～1959 年の間の年最大波高が 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、増加率は紀伊水道や大阪湾の北西部にあたる須磨～神戸の沖合で負の値をとるが、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 15 %をとり、20 %を越える海域も現われる。これは 1934～1959 年の年最大波高が 1961 年以降の第 1 位波高を大きく上まわるためである。

Fig. 31 は 1918～2005 年の第 1 位波高（期間最大波高） H_{max}^{18-05} と 1934～2005 年の年最大波高資料に基づく 100 年確率波高 H_{100}^{34-05} の比を用いて定義した H_{max}^{18-05} の H_{100}^{34-05} に対する突出率 $(H_{max}^{18-05}/H_{100}^{34-05} - 1) \times 10^2$ 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}^{34-05} は同程度の値をとると期待されるので、この値によって第 1 位波高 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、第 1 位波高は 100 年確率波高に比べて、豊後水道から伊予灘西部、周防灘、安芸灘南部、斎灘で 0～5 %小さく、豊後水道北東部など一部の海域で 5 %以上小さい。一方、国東半島北西部の周防灘南東岸、伊予灘の中部北側、安芸灘北部、広島湾のそれぞれ狭い範囲では 10 %大きい。中部海域においては、第 1 位波高は 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 号による第 1 位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、第 1 位波高は紀伊水道で 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 %を下回る海域もわずかに見出される。しかし全体的に、東部海域では第 1 位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第 1 位波高と 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^[21]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のため、上記 3 台風や T4216 号、T4516 号、T5115 号に対する今回の推定結果は前回のものと多少異なっている。

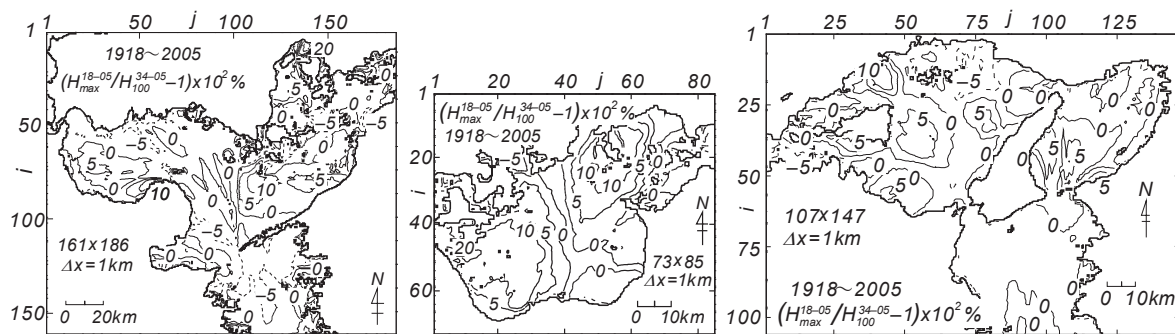


Fig. 31 Percentage expression of a one-subtracted ratio of largest wave height during the period of 1918 - 2005 to 100-year return wave height $(H_{max}^{18-05}/H_{100}^{34-05} - 1) \times 10^2$ on the Seto Inland Sea.

5. 結 語

本研究では、SDP 風観測資料や気象資料を入手し得た 1918～1959 年の 15 ケースの巨大台風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、風速・波高の期間最大値や再現確率値を評価した。得られた知見はつぎのように要約される。

- (1)瀬戸内海における海上風分布や波高分布が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 年間に於いて 1959 年以前の台風が瀬戸内海の多くの小海域で第 1 位風速あるいは第 1 位波高をもたらしている。その主な台風は、西部海域では T4516 号, T5115 号, T4216 号, T4326 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、第 1 位風速あるいは第 1 位波高をもたらした 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。
- (3)検討対象とする期間を延長することによって、瀬戸内海で生起した最上位クラスの風速や波高およびそれらの再現確率値が有意な程度に更新される小海域も出現することから、風速・波高の極値を評価する場合には、入手しうる気象資料が許す限り対象期間を長くとる必要がある。
- (4)100 年確率風速は紀伊水道で 40～45 m/s, 大阪湾で 35～45 m/s, 播磨灘で 35～40 m/s, 燧灘・備後灘で 30～40 m/s, 安芸灘・広島湾で 40 m/s 以上, 伊予灘と周防灘で 35～40 m/s, 豊後水道で 35 m/s 弱から 40 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（大阪湾の中央部より東側、播磨灘、燧灘、備後灘、斎灘、伊予灘、安芸灘・広島湾、周防灘中部から西部、別府湾）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。

参 考 文 献

- [1] 畑田佳男・山口正隆・大福 学・野中浩一：瀬戸内海における波浪推算に基づく確率波高の推定，土木学会論文集 B2（海岸工学），Vol.66, No.1, pp.126-130, 2010.
- [2] 本間 仁 編：海岸防災，第 1 編海岸災害の諸要素，第 2 章波と推算，防災科学技術シリーズ 6，共立出版株式会社，p.38, 1973.
- [3] （財）日本気象協会：高潮に関する水位上昇推算の研究（その 1）報告書，2005.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] 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.
- [8] たとえば中央气象台：室戸台風調査報告，中央气象台彙報，第 9 冊，616p.，1935.
- [9] (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.
- [10] たとえば(財) 日本気象協会：気象海象要覧 大阪湾，港湾気象海象シリーズ⑭，531p.，1995.
- [11] 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.
- [12] 本間 仁（編）：海岸防災，防災科学技術シリーズ 6，共立出版，402p.，1973.
- [13] 高橋 博・竹田 厚・谷本勝利・郡司嘉宣・磯崎一郎：沿岸災害の予知と防災—津波・高潮にどう備えるか—，白亜書房，408p.，1988.
- [14] 饒村 曜：台風物語，(財) 日本気象協会，250p.，1986.
- [15] 饒村 曜：続・台風物語，(財) 日本気象協会，295p.，1993.
- [16] 宮澤清治：近・現代日本気象災害史，イカロス出版，325p.，1999.
- [17] 力武常次・竹田 厚（監）：日本の自然災害，国会資料編纂会，637p.，1999.
- [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，付録 気象災害年表，東京堂出版，pp.584-616，1989.
- [20] 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.
- [21] 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，Vol.26，pp.441-446，2010.