

山陰域における爆弾低気圧および台風の将来変化

鳥取大学 学生会員 ○竹内 翔真

鳥取大学 正会員 金 洙列

鳥取大学 正会員 太田 隆夫

1. 緒言

日本海沿岸部において、冬季に繰り返し起こる現象によって施設が被災に至る波浪の発生が見られ、防波堤が被災する事例がある。本研究は経済的損失を縮小する観点から、日本海沿岸部における偶発波浪諸元の検討に資するものである。このために、爆弾低気圧及び台風の将来変化を把握する必要がある。

春に広い範囲に強風をもたらす日本海低気圧や北日本付近で急発達する低気圧、冬に日本の東や千島近海で急発達する低気圧などが爆弾低気圧と呼ばれる。その構造は非対称性を有していることに加えて、日本付近で発達しながら進行し、長時間停滞することもあるといった台風とは異なる特徴がある。しかし、既往の研究では北海道周辺域を対象にした研究はあるが、山陰域を対象にした爆弾低気圧による高波の将来変化について調べられていない。これを踏まえて山陰域に高波浪と高潮をもたらす可能性のある爆弾低気圧を評価する必要がある。また、台風に関して将来の気候変化が台風特性に及ぼす影響評価は、偶発波浪諸元の検討において、とても重要な要因である。気候変動に対する具体的な社会の適応策を考える上で、これまで多数見られた海洋スケールの研究だけでなく、特定の海域・湾スケールの研究により台風特性の変化を知る必要がある。

本研究では、以上の背景から日本海沿岸を通過する低気圧を対象に、database for Policy Decision making for Future climate change (d4PDF と称する) より抽出した爆弾低気圧の評価および将来変化の解析を行った。さらに、日本海沿岸を通過する台風を対象に、全球確率台風モデルの予測データを用いて予測台風の評価および将来変化の解析を行った。また、クラスター分析を用いて主な台風経路の将来変化を調べた。

2. 用いたデータ及び手法の概要

爆弾低気圧の解析に用いるデータベースは、d4PDF である。d4PDF とは 5,000 年以上の長期積分が可能なデータセットであり、多数のアンサンブル実験によって極端現象の変化を議論すべく作成されたデータベースである。高ら(2018)の手法に基づいて爆弾低気圧の抽出を行なっている。10月～4月の冬季期間を対象に海面更正気圧を解析する。

台風の分析に用いるデータは、中條ら(2011)が開発した全球確率台風モデルより予測されたものである。現在気候は 1966 年～2008 年を対象に作成した 1000 年分のアンサンブルであり、台風数は 5,382 個である。将来気候は 2088 年～2099 年の 1000 年分のアンサンブルであり、台風数は 6,901 個である。現在と将来気候の台風データを対象に凝集型階層クラスタリング手法を用いてクラスター分析を実施した。具体的には、台風のデータのクラスタの割り当てを種類の分類と比較する。その後、重みのない平均距離メソッドと各座標の差(の絶対値)の最大値を 2 点間の距離とするチェビシェフ距離尺度を使用して、台風のデータについて 3 つのクラスタを計算し、系統樹図を作成していく方法である。

3. 対象とする領域の設定

山陰域に高波浪と高潮をもたらす可能性のある台風と低気圧を評価するために、図 1 に示す D01 の領域を設定する。この領域は北緯 20 度～44 度、東経 118 度～143 度である。

キーワード 気候変動, 爆弾低気圧, 台風, クラスタ分析

連絡先 〒680-8552 鳥取市湖山町南 4 丁目 101 番地

TEL 0857-31-0882

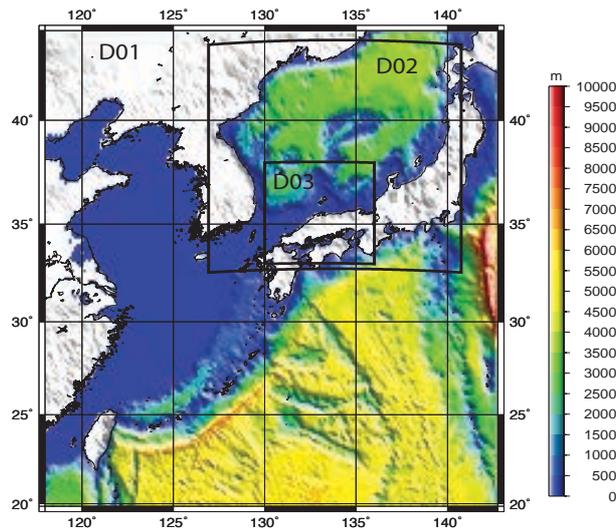


図1 山陰域に高波浪と高潮をもたらす可能性のある台風と低気圧を評価するための対象領域 (D01)

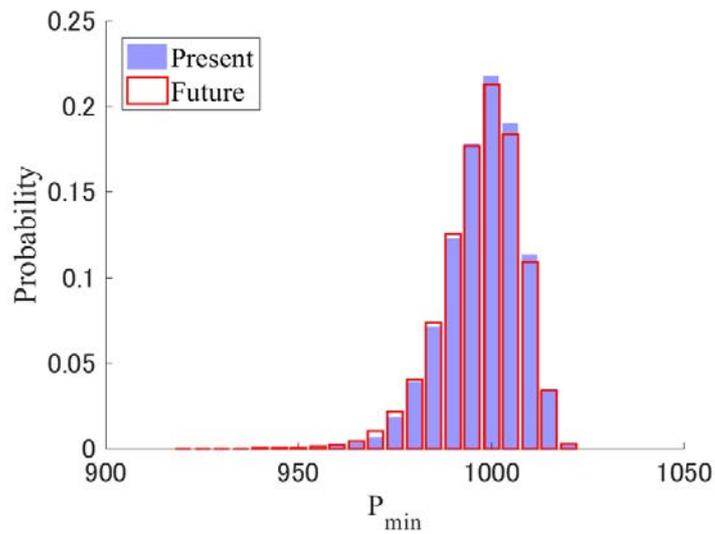


図2 緯度 20 ~ 44 度, 経度 118 ~ 143 度の最低中心気圧のヒストグラム

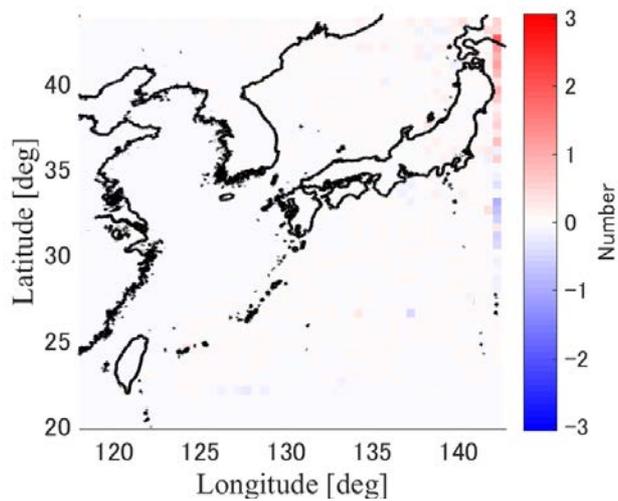


図3 領域内での最低中心気圧時の位置の将来変化

4. 爆弾低気圧の将来変化

緯度 20 ~ 44 度, 経度 118 ~ 143 度の範囲を対象に爆弾低気圧の将来変化を調べた. 範囲内の最低中心気圧のヒストグラムを図 2 に示す. 爆弾低気圧の将来変化に関しては, 990hPa 以下の強い低気圧の範囲では将来気候の爆弾低気圧の強度が増加し, その出現頻度も増加した. しかし, 990hPa 以上の弱い低気圧の場合は, 現在気候の爆弾低気圧の強度は強く, その出現頻度も高いことが分かった. 領域内の最低中心気圧の位置の将来変化を求めた結果を図 3 に示す. 爆弾低気圧数の将来変化量を求めると (=将来数-現在数) 将来気候における爆弾低気圧の数が最大 3 個多いことが分かる.

5. 台風の将来変化

現在と将来台風の中心気圧の分布を図 4 に示す. 対象領域内において中心気圧は現在台風と比べて将来台風の方が全体的に低下していることが分かる. 特に, 北緯 36 度~44 度の領域において現在台風は約 995hPa 程度だったが, 将来台風をみると対象領域全体が約 985hPa 程度に低下していることが分かった.

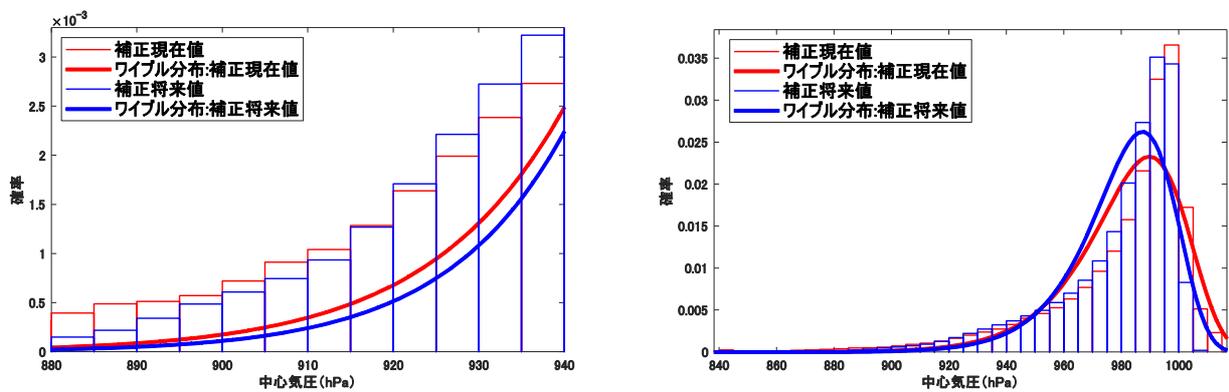
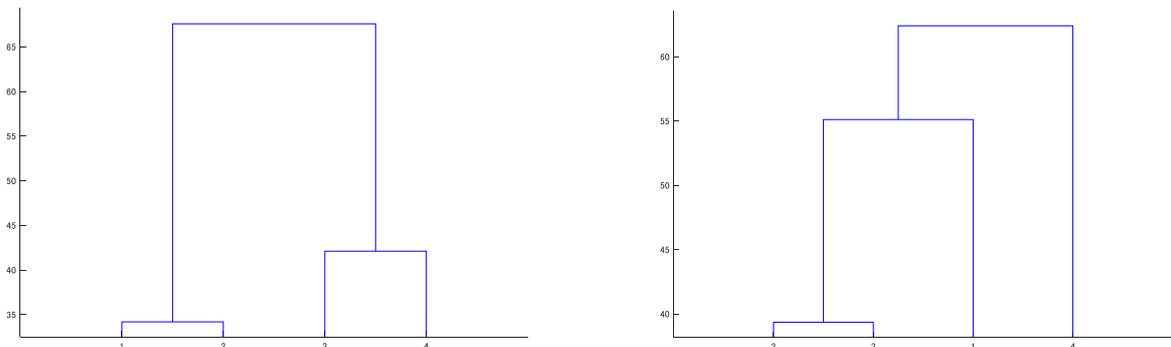


図 4 補正現在と補正将来台風の中心気圧の比較

台風の経路に関しては, 台風の経路に不確実性が存在させないようにするため, 中心気圧の 1 要素だけでなく, 緯度, 経度, 最低中心気圧, 移動速度の 4 要素を用い, 現在気候と将来気候のそれぞれについてクラスター分析によるグループ分けを行った. この際に, 用いたデータは各台風において最低中心気圧を持つ地点での 4 要素である. このクラスター分析による樹形図を図 5 に示す. 台風は大きく 4 つのグループに分けられる. この系統樹において, 現在の台風については, グループ 2 とグループ 3 が非常に似たグループであることが明らかになった. 将来の台風については, グループ 1 とグループ 2 が非常に似たグループであることが明らかになった.



(a) 現在気候

(b) 将来気候

図 5 クラスター分析による樹形図

クラスター分析により分けた4つのグループについて、現在気候、将来気候それぞれの台風経路を実際の領域と重ね合わせて、台風経路図を作成した。この際、対象とする台風経路は、領域上の北緯33度～34度の範囲内で着目し、経度を1度ずつの範囲内で1番低い最低中心気圧を取る点を持つ台風について抽出している。また、領域上の東経127度～128度の範囲内で着目し、緯度を1度ずつの範囲内で1番低い最低中心気圧を取る点を持つ台風についても抽出している。また、台風の経路を示すにあたって、台風が山陰沿岸における波浪に及ぼす影響が重要になってくる。これを踏まえると、短い台風経路では山陰沿岸の波浪に台風の影響が及ばないため、台風経路作成にあたって台風が少なくとも4点以上通るという条件も加えて台風経路を作成した。現在気候のグループ4と将来気候のグループ4であるに関しては、グループとして分けられた台風の数が多かったため、前述の条件を加えずグループ内の台風全ての台風経路を作成できた。この結果から、将来的に台風の移動傾向が南西側から北東側に移動する傾向から南側から北側に移動する傾向に変化していくことが考えられた。

6. 結言

本研究では、日本海沿岸においてd4PDFから爆弾低気圧を抽出して爆弾低気圧の将来変化を解析した。さらに、全球確率台風モデルより推定された現在台風と将来台風のデータを用いて台風特性の将来変化を分析した。

爆弾低気圧に関して、990hPa以下の強い低気圧の範囲では将来気候の爆弾低気圧の強度が増加し、その出現頻度も増加した。しかし、990hPa以上の弱い低気圧の場合は、現在気候の爆弾低気圧の強度は強く、その出現頻度も高いことが分かった。将来変化量を求めると(=将来数-現在数)将来気候における爆弾低気圧の数の平均が最大3個多いことが分かった。この結果から現在気候よりも将来気候の方が爆弾低気圧の勢力が強くなると考えられる。

台風の強度に関して、中心気圧を比較すると将来の平均中心気圧は現在よりも低くなり、台風の勢力が強くなる結果になった。緯度、経度、最低中心気圧、移動速度の4要素の数値を用い、現在気候と将来気候のそれぞれについて、クラスター分析によるグループ分けを行った結果、4つのグループに分けることができた。この結果から、将来的に台風の移動傾向が南西側から北東側に移動する傾向から南側から北側に移動する傾向に変化していくことが考えられた。

今後の課題として、この結果を踏まえて、山陰域における波浪場の推算が必要となる。爆弾低気圧に関しては、分析した経路及び中心気圧等の将来変化に基づいて、山陰域を対象に波浪場を推算していく。台風に関して、クラスター分析によってグループされたデータと決定した代表的な台風経路を用いて、山陰域を対象に波浪場を推算していく。

参考文献

- ・高 裕也, 二宮 順一, 森 信人: d4PDFを用いた北海道周辺域で停滞する爆弾低気圧による高波の将来変化, 土木学会論文集B2(海岸工学), 74巻2号, p. I_1327-I_1332, 2018
- ・中條 壮大, 森 信人, 安田 誠宏, 間瀬 肇: 全球確率台風モデルの開発と温暖化シナリオ下における台風特性変化の解析, 土木学会論文集B2(海岸工学), 67巻2号, p. I_1176-I_1180, 2011