

京都大学工学部

学生員 ○千綿 蒔

京都大学防災研究所

正会員 森 信人

京都大学防災研究所

正会員 間瀬 肇

1. はじめに

気候変動による極端現象のリスクの増加が懸念されており、その影響は沿岸環境にも及ぶと考えられる。爆弾低気圧は冬期日本周辺で発生し、急速発達しながら日本付近を通過することが特徴である。日本海沿岸地域を中心に波浪や高潮などの沿岸災害をもたらす。しかし、爆弾低気圧による波浪災害の定量的評価はこれまでほとんどなされておらず、不十分である。そこで、波浪の評価のためには過去の爆弾低気圧の特性を明らかにする必要があるため、気圧の時系列データから爆弾低気圧を抽出するアルゴリズムを構築し、JRA-55 を用いて過去の爆弾低気圧の抽出を行った。ついで抽出結果をもとに、壮観規模の気候変動と爆弾低気圧の相関関係の解析、爆弾低気圧の経路についての解析を行い、冬期の低気圧の長期特性を明らかにする。

2. JRA-55 を用いた爆弾低気圧の抽出

(1) 低気圧の抽出手法

過去の爆弾低気圧の抽出に使用したデータは気象庁 55 年再解析(JRA-55)の海面更正気圧(SLP)データで、空間解像度は緯度経度 1.25 度、出力は 6 時間間隔である。解析対象の領域は $110^{\circ}\text{E} - 180^{\circ}\text{E}$, $20^{\circ}\text{N} - 60^{\circ}\text{N}$ である。

爆弾低気圧の判定基準を定めるにあたって、以下のよう

$$\varepsilon = \frac{P_{t-12} - P_{t+12}}{24} \frac{\sin 60^{\circ}}{\sin \varphi}$$

P は SLP[hPa], φ は緯度を表す。 ε は 24 時間の気圧降下量を 1 時間あたりに換算した値である。 ε をタイムステップごとに求め、その最大値 $\varepsilon_{\max}$ が 1 以上の低気圧を爆弾低気圧とした。 ε による判定に加えて、気象庁と爆弾低気圧データベース(http://fujin.geo.kyushu-u.ac.jp/meteorol_bomb)を参考に低気圧の抽出アルゴリズムを構築し、1958 年 1 月から 2012 年 12 月までの 55 年間の低気圧及び爆弾低気圧を抽出した。構築したアルゴ

リズムを用いた低気圧の抽出の精度検証を、天気図と比較することによって行った。その結果、ほとんどの低気圧は妥当に抽出されていた。

(2) 低気圧の抽出結果

抽出された低気圧及び爆弾低気圧の最低中心気圧の頻度分布を図 1 に示す。赤が低気圧、青が爆弾低気圧の最低気圧の頻度分布を表している。抽出された爆弾低気圧の中には最低気圧が 1000hPa 以上のものが 10%程度存在し、これらの低気圧が災害を引き起こすとは考えにくい。ここで行った気象学的定義に当てはまる爆弾低気圧は必ずしも災害につながらないことには注意が必要である。爆弾低気圧の発生数の平均値は 37 個/year で、長期減少傾向が見られた。また、低気圧強度に関しては、強くなる傾向があった。

次に、抽出された爆弾低気圧の通過頻度を図 2 に示す。日本周辺で発生する低気圧の主要経路である南岸低気圧、日本海低気圧という 2 つの低気圧経路をそれぞれ確認することができる。南岸低気圧は、東シナ海などの日本の南の海上で発生し、東や北東方向に進む。また日本海低気圧は、日本海およびその周辺で発生し、北東方向に進み、アリューシャン列島周辺やオホーツク海に向かう低気圧である。このように、日本周辺の爆弾低気圧の経路には大きく 2 種類あり、その経路が抽出結果から確認できた。

3. 気候指数との相関解析

中長期的に複数の地点の気圧や海水温などが相関をもつて変動するテレコネクションが各地の気候に強く影響することが分かっている。こうした壮観規模の気候変動が日本周辺の爆弾低気圧とどのような相関があるのかを解析した。用いた気候指数は、北極振動指数(Arctic Oscillation Index: AOI), 北太平洋指数(Northern Pacific Index: NPI), 太平洋十年規模振動(Pacific Decadal Oscillation)指数, 西太平洋パターン(WP)指数の 4 種である。また、爆弾低気圧データには、爆弾低気圧の発生数

(number), 強い (最低気圧が 970hPa 以下の) 爆弾低気圧 (n_strong), 年間最低気圧(Pmin), 年間最低気圧上位 5 の平均値(Pmin 5), 最低気圧の全平均値(Pmin all)である。これらについて得られた相関係数を表 1 に示す。WP は爆弾低気圧の発生数との相関があり, 日本周辺における爆弾低気圧の発生と関係の深いテレコネクションパターンであると考えられる。気圧との相関が高かったのは NPI である。NPI はアリューシャン低気圧の勢力を表す指数であり, 日本周辺の爆弾低気圧の多くがアリューシャン列島付近に収束することから高い相関が得られたと考えられる。

4. 爆弾低気圧経路の解析

55 年間で抽出された爆弾低気圧の経路を対象に, クラスタ解析を行った。クラスタ解析では, 分類基準を予め, 設けずに低気圧の経路情報を入力し, その経路が類似したもの同士でクラスタを形成する。クラスタの分類方法は, Camargo ら[1]が台風経路のクラスタ分類に用いた方法である。今回は, 55 年間の爆弾低気圧経路を 5 つのクラスタに分類した。例として, 図 3 に cluster1 と cluster2 の全経路と平均経路を示している。cluster1 は日本北部で発生し, アリューシャン低気圧方向に進む経路が多く分類されており, cluster2 は本州の南の海上で発生する南岸低気圧の経路が多く分類された。これらについて, 気候指数との相関を解析したところ, 相関係数が±0.3 程度の相関が得られ, 多くの項目でその符号は反対になった。以上のように低気圧の経路について, テレコネクションとの関係を明らかにした。

5. まとめ

過去の爆弾低気圧の特性を評価するために, 低気圧を抽出するアルゴリズムを構築し, 過去の爆弾低気圧を抽出した。抽出された爆弾低気圧と気候指数との相関を解析したところ, NPI や WP と相関を示した。また, 抽出された爆弾低気圧をその経路によって, 5 つのクラスタに分類し, 解析を行った。

5. 参考文献

[1] Camargo, S. J., Robertson, A. W., Gaffney, S. J., Smyth, S., Ghil, M.: J. Clim. 20, pp.3635–3653.
doi:10.1175/JCLI4188.1, 2007

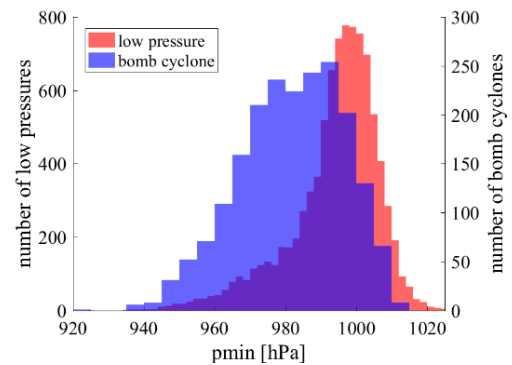


図 1 最低中心気圧の頻度分布

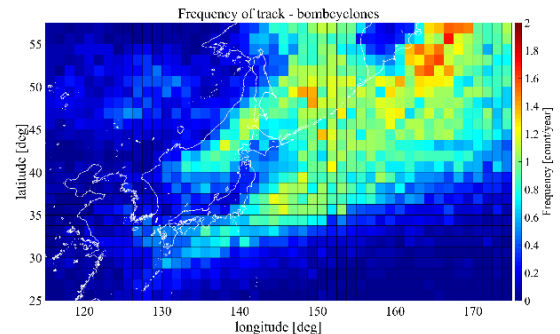


図 2 爆弾低気圧の通過頻度

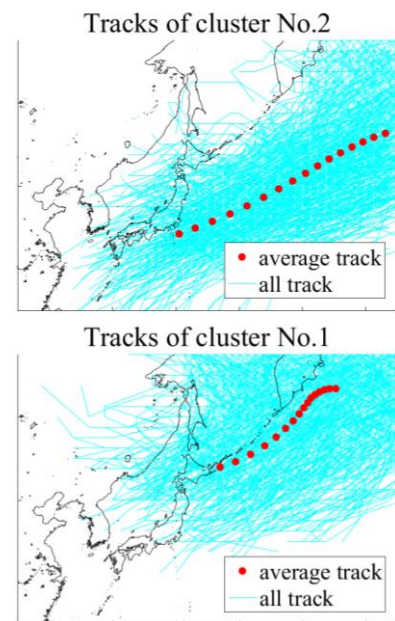


図 3 cluster1, cluster2 と分類された爆弾低気圧の全経路と平均経路

表 1 爆弾低気圧と気候指数との相関係数

	AOI	NPI	PDO	WP
number	-0.189	0.172	-0.031	0.272
n_strong	-0.147	0.246	-0.119	0.325
Pmin	0.039	0.045	-0.281	-0.096
Pmin 5	0.083	0.247	-0.346	-0.108
Pmin all	0.052	0.402	-0.317	0.143