

北海道・東北地方の各地域における日最大風速の Box-Cox 変換特性

法政大学 正会員 北川徹哉

1. はじめに 非正規過程のデータを正規化する手法の一つに Box-Cox 変換¹⁾があり、著者は文献 2)において関東甲信越地方の各地点における日最大風速の Box-Cox 変換特性を調べた結果を報告した。各地点の Box-Cox 変換パラメータ λ_y の値と地形との関係を調べたところ、平野や沿岸などの開放的な空間に位置する地点では λ_y は負の値、閉塞的な山間部に位置する地点では正の値となる傾向が示された。本論では検討対象エリアを北海道・東北地方へ広げ、それらの各地点における日最大風速の λ_y と地形との関係を調べるとともに、先の関東甲信越地方を対象とした検討結果との整合性を確認する。

2. Box-Cox 変換 y 年における元旦からの日数を t とし、日最大風速を $U_y(t)$ (>0) とすると、その Box-Cox 変換 $\hat{U}_y(t)$ は式(1)のように表される。パラメータ λ の最適値 λ_y は最尤法により求められ、式(1)の対数尤度関数 (式(2)) が最大となるときの λ の値が Box-Cox パラメータ λ_y であり、 $\lambda=\lambda_y$ のときの式(1)が求めるべき $\hat{U}_y(t)$ である。ここで、式(2)の n は年間日数 (=365 日)、 $i=1\sim n$ であり、 $\hat{\sigma}_y^2$ は λ における $\hat{U}_y(t)$ の分散である。また、本論では気象庁³⁾が公開している、表 1、2 に示す各地点で観測された日最大風速を検討対象とし、対象期間は $y=1961\sim 2017$ 年の 57 年間である。

$$\hat{U}_y(t) = \begin{cases} \frac{U_y(t)^\lambda - 1}{\lambda} & (\lambda \neq 0) \\ \ln U_y(t) & (\lambda = 0) \end{cases} \quad (1)$$

$$\ln L_y(\lambda) = -\frac{n}{2} \ln \hat{\sigma}_y^2 + (\lambda - 1) \sum_i \ln U_y(i) \quad (2)$$

3. 検討結果 平野・沿岸に位置する地点の例として $y=1975$ 年における仙台 (表 2) の年最大風速 $U_{1975}(t)$ とその Box-Cox 変換 $\hat{U}_{1975}(t)$ をそれぞれ図 1(a)、(b)に示す。ここで、 $\lambda_{1975}=-0.12$ であった。図 1(a)においては間欠的に大きな変動がみられる非対称な波形となっているが、図 1(b)ではそれが圧縮されて目立たなくなり、おおむね対称な変動となっている。仙台における各 y の λ_y を図 2 に示す。 λ_y には長期的なトレンドのようなものは観察されず、およそ

表 1 北海道の観測地点

地点	气象台, 測候所
稚内	稚内地方气象台
北見枝幸	北見枝幸特別地域気象観測所
紋別	紋別特別地域気象観測所
網走	網走地方气象台
羽幌	羽幌特別地域気象観測所
旭川	旭川地方气象台
岩見沢	岩見沢特別地域気象観測所
小樽	小樽特別地域気象観測所
寿都	寿都特別地域気象観測所
札幌	札幌管区气象台
室蘭	室蘭地方气象台
江差	江差特別地域気象観測所
函館	函館地方气象台
苫小牧	苫小牧特別地域気象観測所
浦河	浦河特別地域気象観測所
帯広	帯広測候所
釧路	釧路地方气象台
根室	根室特別地域気象観測所

表 2 東北地方の観測地点

地点	气象台, 測候所
むつ	むつ特別地域気象観測所
青森	青森地方气象台
深浦	深浦特別地域気象観測所
八戸	八戸特別地域気象観測所
秋田	秋田地方气象台
盛岡	盛岡地方气象台
宮古	宮古特別地域気象観測所
酒田	酒田特別地域気象観測所
山形	山形地方气象台
石巻	石巻特別地域気象観測所
仙台	仙台管区气象台
福島	福島地方气象台
白河	白河特別地域気象観測所
若松	若松特別地域気象観測所
小名浜	小名浜特別地域気象観測所

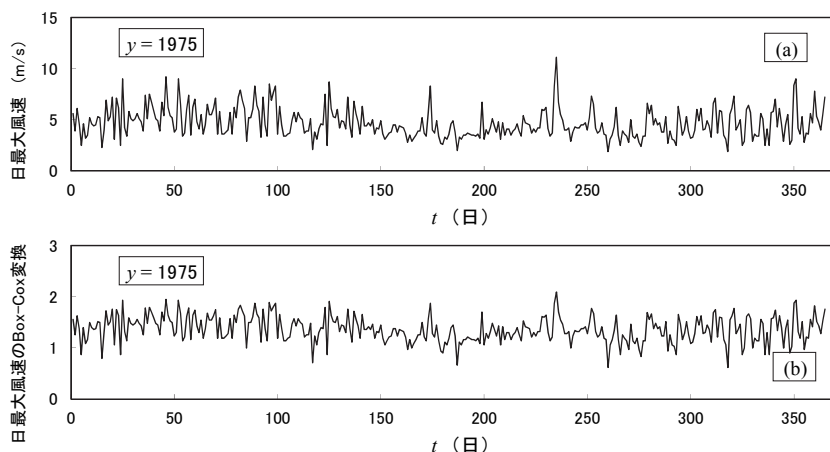
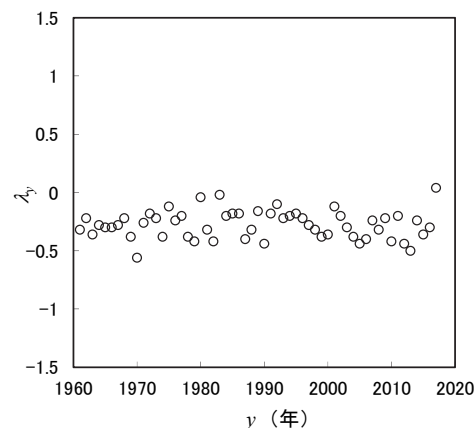


図 1 仙台における 1975 年の日最大風速 (a) とその Box-Cox 変換 (b)

図 2 仙台における λ_y

正規過程・非正規過程, 地形, 天候リスク, 日最大風速, Box-Cox 変換

〒102-8160 東京都千代田区富士見 2-17-1 電話: 03-3264-4921 FAX: 03-3264-9663

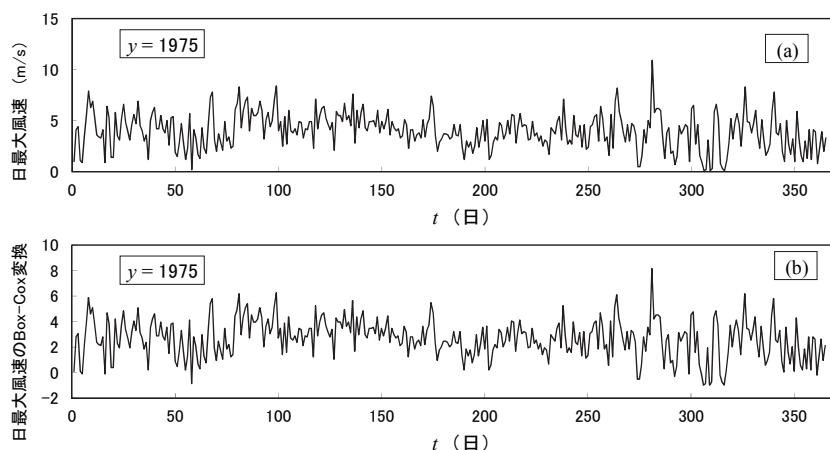


図3 旭川における 1975 年の日最大風速 (a) とその Box-Cox 変換 (b)

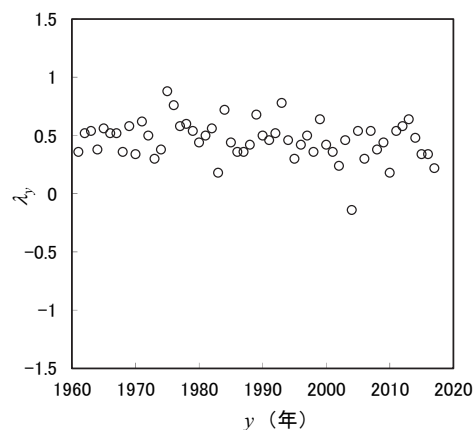


図4 旭川における λ_y

-0.3 を平均値として変動している。

山間部に位置する地点の例として、旭川 (表 1) における $U_{1975}(t)$ と $\hat{U}_{1975}(t)$ をそれぞれ図 3(a), (b) に示す。両者の変動のレンジは異なるが、波形は似ている。これは旭川の λ_{1975} が 0.88 であり、1 に近いことによる。すなわち、 $\lambda_y = 1$ のときの Box-Cox 変換 (式(1)の上式) は元のデータから 1 を差し引くだけであり、これは元のデータが正規過程であることを意味する。それゆえ、 $\lambda_{1975} = 0.88$ の場合はそもそも $U_{1975}(t)$ が正規過程に近く、Box-Cox 変換による変形がわずかであることから $\hat{U}_{1975}(t)$ は $U_{1975}(t)$ と似た波形となったのである。次に、旭川における各 y の λ_y を図 4 に示す。仙台 (図 2) の λ_y が負の値であったのに対し、旭川の λ_y は 2004 年を除いて正の値である。また、旭川の λ_y のばらつきは仙台よりもやや大きい。

図 2 および図 4 に見られたように λ_y は経年変動することから、以降では各地点の λ_y の y に関する平均値に着目する。北海道と東北地方の各地点における λ_y の平均値を地図にマッピングしたものをそれぞれ図 5, 6 に示す。ここで数値の大きさを円の大きさで表しており、その正・負をそれぞれ黒円・白円で区別している。図 5, 6 において、

図 2 に示した仙台 (図 6) などの沿岸に位置する各地点、あるいは開けた平野に位置する帯広 (図 5) などでは、 λ_y の平均値の符号はおおむね負となっている。これに対して、図 4 に示した旭川 (図 5) などの山間部に位置する各地点では λ_y の平均値の符号は正である。これらの傾向は文献 2) の関東甲信越地方を対象とした検討結果に整合する。ただし、北見枝幸 (図 5) や青森 (図 6) などのように沿岸にあっても山地を背にした地点、また、札幌 (図 5) などのように平野にあっても山地が近接する地点においては、 λ_y の平均値の符号は正となっている。

参考文献 1) Box, G. E. P. and Cox, D. R. : An analysis of transformations, *Journal of Royal Statistical Society, Series B*, Vol.26, pp. 211-252, 1964. 2) 北川徹哉 : 関東甲信越地方のいくつかの都市における日最大風速の Box-Cox 変換特性, 土木学会第 74 回年次学術講演会講演概要集, I-289, 2019. 3) 気象庁ホームページ : <http://www.jma.go.jp/jma/index.html>, 2018.

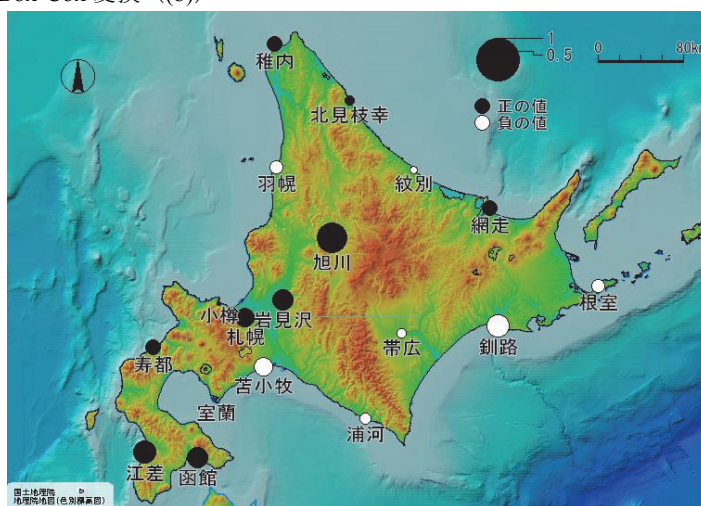


図5 北海道の各地点における λ_y の平均値

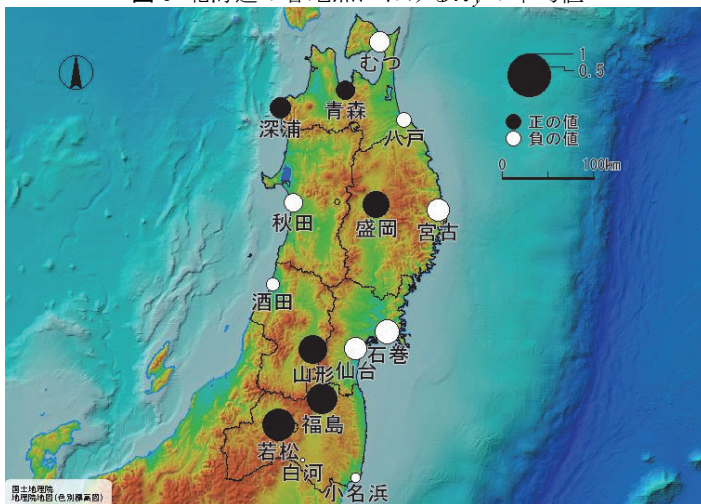


図6 東北地方の各地点における λ_y の平均値