

京都大学工学部 学生員 ○LIU WENBO  
 京都大学大学院工学研究科 学生員 張 東明  
 京都大学大学院工学研究科 学生員 張 騰月  
 京都大学大学院工学研究科 正会員 白土 博通  
 京都大学大学院工学研究科 正会員 安 琳

1. はじめに

本研究では、強風による自動車事故を防止する目的として、道路規制期間の決定のために、強風平均持続時間について検討した。さらに横風による横転に対する事前警告システム構築のため、風速予測について、ARIMA モデルによりサンプリング頻度の予測精度への影響を考察するとともに、VAR(ベクトル自己回帰)モデルによる 10 分後の 10 分間平均風速の予測を試みた。

2. 強風平均持続時間に関する研究

平均持続時間を次式により定義する。

$$\bar{t}(a) = \frac{t_1(a) + t_2(a) + \dots + t(a)}{j} \quad (1)$$

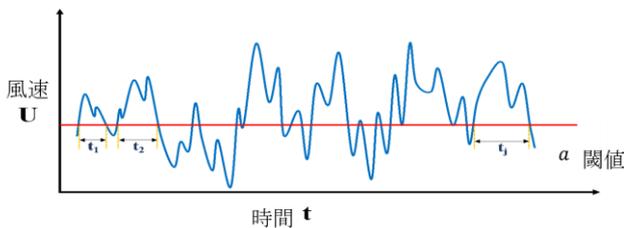


図 1 時間ごとの風速変化  
高松

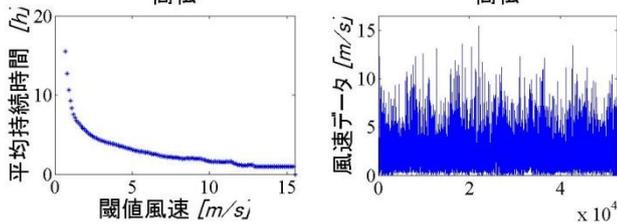


図 2 高松の平均持続時間  $\bar{t}(a)$  と風速データ

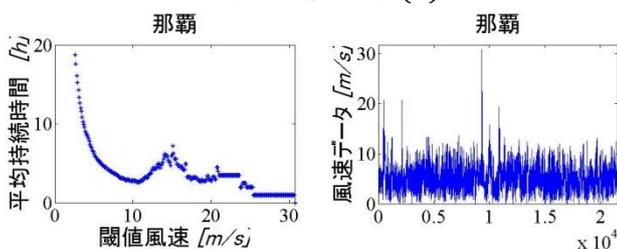


図 3 那覇全データの平均持続時間  $\bar{t}(a)$  と風速データここに、 $a$  は閾値、 $t_i$  は閾値を超過する風速の持続時間、 $j$  は超過回数、 $\bar{t}$  は平均持続時間である。平均持続時間は、ほとんどの地域は図 2 のように閾値の増大に従い減少する。しかし、一部地域において図 3 のようにピークが現れ、突出して高い風速が観測されたことによるものと考えられる。那覇における突出して高い風速は 2007 年 7 月 13 日に観測され、図 4 の天気図に示すように、台風 4 号が沖縄本島付近を北上し、沖縄県や鹿児島で 50m/s 以上の最大瞬間風速が観測されている。

このように、風速持続時間にピークが現れる地点は、交通規制解除の判断により慎重さが要求されるものと考えられる。

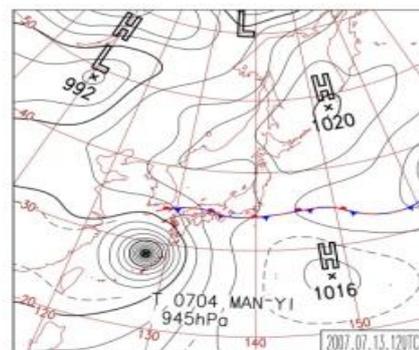
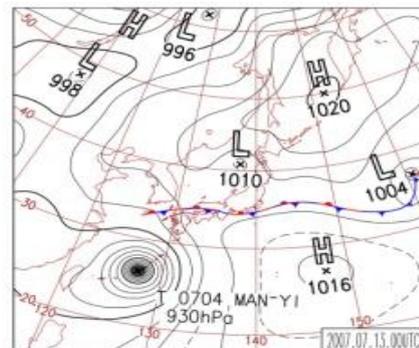


図 4 那覇 2017.7.13 気象図

Wenbo LIU, Dongming ZHANG, Tengyue ZHANG, Hiromichi SHIRATO, Lin AN

liu.wenbo.22e@st.kyoto-u.ac.jp

### 3. サンプリング頻度の予測精度への影響

ARIMA (自己回帰和分移動平均) 数値モデルを使って、10分毎に観測される10分間平均風速データの6ステップ先(1時間先)の予測精度と1時間毎に観測される10分間平均風速データの1ステップ先(1時間先)の予測精度を比較する。

ARIMAモデルは次式により表される。

$$\phi(B)(1-B)^d z_t = \theta(B)a_t \quad (2)$$

$\phi(B)$ は自己回帰パラメーター、 $\theta(B)$ は移動平均パラメーター、 $(1-B)^d$ は $d$ 階の差分を表す、 $a_t$ はホワイトノイズ、 $z_t$ は時系列データである。

精度への評価基準は平均絶対誤差(MAE)、平均絶対パーセント誤差(MAPE)、平均二乗誤差(MSE)、相関係数(R)である。結果は表1に示すように、実測データに対して、サンプリング頻度の高い方が予測精度が高いことがわかる。

表1 実測データの予測精度比較

大三島橋実測データ	MAE	MAPE	MSE	R
10分毎の10分間平均風速の1時間先の予測精度	0.754	0.087	1.011	0.913
1時間毎の10分間平均風速の1時間先の予測精度	0.814	0.095	1.077	0.903

### 4. VAR(ベクトル自己回帰)数値モデルで風速予測

また、VARモデルを用い、VARモデルとARモデルの10分先の平均風速予測精度を比較する。VARモデルはARモデルと同様である。

$$\phi(B)(Z_t - \mu) = a_t \quad (3)$$

ただし、VARモデルの変数 $Z_t$ はベクトルである。

$$Z_t = (Z_{1t}, Z_{2t})' \quad (4)$$

本研究では10分間平均風速を $Z_{1t}$ として、10分間最大風速を $Z_{2t}$ として用いた。一方、ARモデルの $Z_t$ は10分間平均風速のみである。

VARモデルの特徴は、他の時系列データを追加し、時系列データ間の相関性を追加情報として提供することで、予測精度の向上が期待される。

しかし、結果は表2に示すように、VARモデルとARモデルの予測精度がほぼ同様となった。

その原因として、以下が考えられる。

1)10分間最大風速のデータをもう一つの時系列データとして追加したが、追加の情報として十分ではなかった。

2)VARモデルは、定常ケースのモデルで、非定常の風速データに対しては予測精度に限界がある。

表2 VARとARモデルの予測精度の比較

場所		MAE	MAPE	MSE	R
Davies	VAR	0.289	0.119	0.421	0.977
	AR	0.286	0.113	0.423	0.977
Masig	VAR	0.363	0.035	0.492	0.907
	AR	0.363	0.035	0.502	0.903
Lizard	VAR	0.366	0.134	0.495	0.966
	AR	0.362	0.131	0.494	0.966

### 5. まとめ

本研究の主な結論は次のとおりである。

1)閾値を超過する風速の平均持続時間は、閾値の増大に従い減少する。しかし、一部の地域においてピークが存在する原因は、その地域では突出しては平均持続時間に極大値が現れる、この原因は台風等による突出して高い風速が観測されることによるものと考えられる。

2)サンプリング頻度の高い方が予測精度が高いことが明らかとなった。

3)VARモデルは予測精度を高める効果が見られなかった。

### 参考文献

1) George E. P. Box, Gwilym M. Jenkins, Gregory C. Reinsel, "Time Series Analysis: Forecasting and Control, 5th Edition"

2) <http://agora.ex.nii.ac.jp/digital-typhoon/>  
デジタル台風：台風画像と台風情報