

## 風速計の変更と突風率の変化\*

山 岸 米二郎\*\*

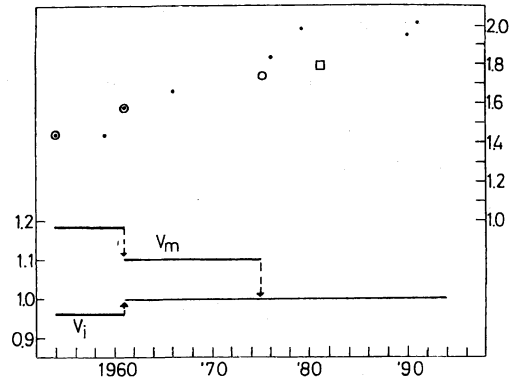
### 1. はじめに

桑形 (1993, 以下Kと略記) は突風率の長期変化を調べ、風速計の変更が突風率の大きさに及ぼす影響を論じている。ここではKが触れていない測定方法変更 (厳密には風速計を感部, 変換部, 記録部に分けた時, 風速計の変換部記録部の変更, 以下同じ) の影響を検討する。以下 (日最大瞬間風速/日最大風速) を突風率と定義する。

### 2. 測器の変更と突風率

Kは1954年から1991年までの間に日本に来襲した8個の台風の事例で、気象官署平均の突風率が1.44から2.01に増大していることを示し、この突風率の増大のかなりの部分は風速計の変更による見かけ上のものであること、残りは地表面粗度の増加によるものであると推定した。気象庁の風速計は過去3回大きく変更された。瞬間風速の測定は1961年から1966年にかけてダインス風圧計から風車型風向風速計 (以後風車型と略記) に (変更1), 平均風速の測定は1961年に4杯から3杯に (変更2), 1975年には更に3杯から風車型に変更 (変更3) された。

観測部統計課 (1966, 1979) は測器変更が風速測定に及ぼす影響を比較観測で調べている。それによれば (風速10 m/s以上の強風のみを対象にすると) 突風率は見かけ上、変更1と2により1.10倍、変更3により更に1.09倍、3つの変更全体で1.20倍になったとみなせる。これは測器の変更により見かけ上、平均風速は弱く、瞬間風速は強く測定されるようになったことによる。第1図にこれらの関係を示す。図の黒丸はKの



第1図 観測値から求めた突風率 (黒丸, Kより転載) と測器および測定方法の変更による突風率の見かけの変化 (白丸と白四角). 突風率は右縦軸の数値.  $V_m$  と  $V_i$  はそれぞれ風車型を1としたときの4杯と3杯による平均風速及びダインスによる瞬間風速 (値は左縦軸の数値).

第2表にある8個の台風時の突風率である。白丸は1954年の台風15号の時の突風率1.44が上述の3回の変更で1975年には1.74まで見かけ上増大したことを表している。また図下部の横線は同一条件で測定した平均風速 ( $V_m$ ) と瞬間風速 ( $V_i$ ) を風車型を1として示している。実測の突風率の増大は1975年の測器変更の頃までは1954年を基準にした見かけ上の変化でおおよそ説明できる。しかし1979年頃からは測器の変更が無いにもかかわらず急激に増大している。Kは見かけ上の増大で説明出来ない部分は気象官署周辺の地表面粗度の増加によるものと推定した。

### 3. 測定方法の変更と突風率

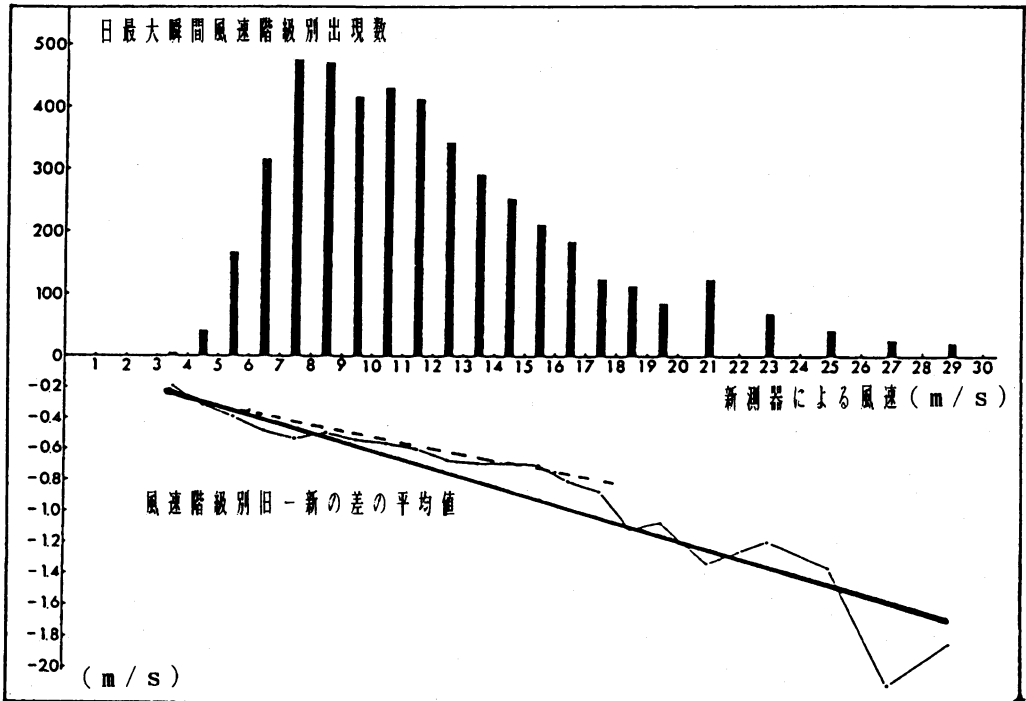
次に測定方法の変更が突風率に及ぼした影響を検討する。気象庁は1981年から風車型風速計の変換部記録部を発電式から光電式に変更した。発電式では瞬間風速 (プロペラの回転数) に比例する電圧をアナログ的に紙に記録していたが、光電式では回転数に比例する

\* Apparent variation of gust factor caused by change of transducers and recorders of wind observation.

\*\* Yamagishi Yonejiro, 気象研究所.

—1996年4月11日受領—

—1996年6月24日受理—



第2図 発電式(旧)から光電式(新)に変更したときの日最大瞬間風速の新旧差(下側の折れ線グラフ)と日最大瞬間風速の階級別出現数。観測部管理課統計室・測候課(1984)より転載。太直線と点線は著者の挿入。その他の説明は本文。

パルスの数で風速を測定する。これにより瞬間風速測定の評価時間が厳密に定義可能になると同時に、記録器の追従性による遅れの影響が少なくなり、突風率が見かけ上増大した可能性がある。

比較観測結果(観測部管理課統計室・測候課(1984))によると、新しい測定方法では風速が強く測定される。資料は示さないが平均風速の差は風がごく弱い部分を除けばおよそ0.3 m/sで風速に依存しない。瞬間風速の新旧差を第2図に引用する。図の横軸は光電式で測定した日最大瞬間風速、図上部の縦軸は日最大瞬間風速の階級別出現数、図下部の縦軸は日最大瞬間風速の新旧差(旧-新)、折れ線は新旧差の風速階級別の平均値を示している。この図から測定方法の変更に伴う突風率の変化を推定する。突風率 $G$ が一定なら、瞬間風速を縦軸に平均風速を横軸にとった平面上で、測定値は傾き $G$ の直線上にあり $G = \Delta i / \Delta m$ となる。ここで $\Delta m$ 、 $\Delta i$ はそれぞれ直線上の2点の平均風速と瞬間風速の差である。測定方法の変更によりこの2点の風の値が見かけ上変化し、 $\Delta m$ 、 $\Delta i$ がそれぞれ $\Delta m'$ 、 $\Delta i'$ に変わったとすると突風率も $G' = \Delta i' / \Delta m'$ に変わる。

風の弱い所を除くと $\Delta m = \Delta m'$ なので $G/G' = \Delta i / \Delta i'$ 。

測定方法の変更後も突風率は官署毎に一定値を示すと期待できる。第2図で折れ線を代表するように目の子で引いた太直線で突風率変化を推定する。瞬間風速の新旧差(旧-新)を $a$ とすると $\Delta i = \Delta i' + \Delta a$ 、 $\Delta i'$ と $\Delta a$ の関係が直線で表されると仮定すれば、 $G/G' = 1 + \Delta a / \Delta i'$ 。図の太直線で $\Delta i' = 10$ のとき $\Delta a = -0.6$ から $G/G' = 0.94$ 、これから $G = 1.3$ のとき $\Delta G = 0.08$ 、 $G = 1.8$ のとき $\Delta G = 0.11$ とかなり大きい差が期待される。但しこの値は第2図の太直線の傾きに大きく依存し、直線の引き方にも任意性があり、また一本の直線で表せるかもはっきりしないので一つの目安に過ぎない。以下ここで推定したような突風率の新旧差が実測の風の記録から検出できるか否か検討する。

地表面粗度の経年変化の影響が小さいと想定される室戸岬測候所と沖永良部測候所について調べる。用いたデータは測器更新前後各2年間の観測データで、室戸岬測候所(1983年2月4日変更)は、1981年2月~1983年1月及び1983年3月~1985年2月、沖永良部測

第1表 発電式から光電式に変更したときの突風率の変化。(a),(b)はそれぞれ室戸岬測候所のS方向とN方向,(c)は沖永良部測候所の場合。その他の説明は本文。

(a) 47899 (S)

平均風速 (m/s)	突風率	標準偏差	事例数	差	
10 ≤ IV < 12	1.27	0.09	68	0.06	Z <sub>a</sub> = 41.8 m ξ <sub>0</sub> = 3 cm GF : 1.29-1.72
12 14	1.22	0.08	84	0.00	
14 16	1.24	0.08	43	0.04	
16 18	1.28	0.09	41	0.04	
18 20	1.30	0.12	46	0.07	
20 22	1.31	0.07	32	0.02	
22 24	1.27	0.09	24	0.02	
24 26	1.24	0.06	13	-0.01	
26 28	1.31	0.07	11	0.10	
合計/平均			362	0.04	

(b) 47899 (N)

平均風速 (m/s)	突風率	標準偏差	事例数	差	
10 ≤ IV < 12	1.26	0.12	157	0.02	Z <sub>a</sub> = 41.8 m ξ <sub>0</sub> = 48 cm GF : 1.45-2.12
12 14	1.32	0.11	129	0.04	
14 16	1.33	0.09	96	0.07	
16 18	1.29	0.08	70	0.01	
18 20	1.31	0.09	36	0.05	
20 22	1.31	0.09	22	0.02	
合計/平均			510	0.04	

(c) 47942 IV ≥ 10.0 m/s, Z<sub>a</sub> = 13.6 m

平均風速 (m/s)	突風率	標準偏差	事例数	差	
IV ≥ 10.0 (S)	1.41	0.13	168	0.02	ξ <sub>0</sub> = 12 cm GF : 1.42-2.06
IV ≥ 10.0 (N)	1.57	0.09	195	0.02	

候所(1985年12月9日変更)は、1983年12月~1985年11月及び1986年1月~1987年12月である。安定度が中立に近いデータとするため、平均風速 10 m/s 以上の事例のみを対象とし、また日最大風速と日最大瞬間風速の風向が(2/16)方位以上異なるデータは除外した。

室戸岬測候所の場合を第1表 a, b に、沖永良部測候所の結果を第1表 c に示す。両測候所とも地表面粗度が方向により大きく異なるので、室戸の場合は西北西から時計回りで北東まで(N方向)とその他の方向(S方向)に、沖永良部の場合は西から東北東まで(N方向)とその他の方向(S方向)に分けて計算した。なお地表面粗度は桑形・近藤(1991)の値を使用した。室戸岬測候所は強風事例が多いので平均風速を2 m/s 毎に区分し、沖永良部測候所の場合は総ての事例の平均とした。表で突風率と標準偏差は変更後の値、事例数は変更前と後の合計(一方の事例数5未満は除外)、差は変更後の値から変更前の値を差し引いたもの。Z<sub>a</sub>は風速計の地表面高度、ξ<sub>0</sub>は各々の方向で平均した地

表面粗度。GFは中立の接地境界層の場合(Kの(4)式)の突風率の範囲を示す。

表によれば、変更後の突風率の風速依存性ははっきりしないが概ね変更前のそれより大きく、その差の平均は室戸が0.04、沖永良部が0.02である。各事例内での突風率のばらつき大きさに比して変更前後の突風率の差は小さいが、前出の比較観測の結果も考慮すると、測定方法変更による突風率の増大が実測データにもあらわれていると結論してよさそうである。データの多い室戸岬測候所の値0.04を採用して他の場合に拡張する。第1表から室戸岬測候所の突風率(G')を1.3とすると変更前の突風率 G = 1.26。G/G' = 1 + Δa/Δi' から Δa/Δi' = -0.03。第2図の点線の勾配がこの関係を満たしていて、データの多い部分により適合した直線となる。これから G = 1.74(第1図、1975年の白丸)のときは ΔG = 0.05 となる。これを第1図に四角で示す。

第1図からわかるようにここで求めた測定方法変更

による突風率の見かけ上の変化は、1970年代後半からの突風率の増大のおよそ20%を説明している。なおKが指摘しているように、突風率は地表面粗度と風速計高度に大きく依存するから、気象官署の平均値にあまりこだわるべきではないだろう。Kの第2図では1960年代までは、各地の突風率はほぼ1つの直線で表せるが1976年と1991年の台風では、突風率の大きい官署(突風率およそ2.0)と小さい官署(突風率1.4ないし1.6)の2つのグループに分かれているようにみられる。これは突風率の最近の変化に地表面粗度の増加の影響が大きいというKの主張を支持する材料であろう。

#### 4. あとがき

突風率は瞬間風速の評価時間、風速計感部の動特性にも依存する。風車型の評価時間は0.25秒、距離定数(L)は8mである。 $L = u\tau$  ( $u$ は風速、 $\tau$ は時定数)の関係から $u = 20$  m/s, 50 m/sの時、それぞれ $\tau = 0.4$ 秒, 0.16秒となる。これからすると0.25秒の評価時間は通常観測される大部分の風にたいしては必要以上に小さく設定されていて、突風率は風速計感部の動特性に大きく影響されるが、特に強い風では評価時間に影響されるようになり、風速により突風率の特性が変わる可能性もあり得る。しかしこの点は今回は議論しない。距離定数は発電式から光電式への変更で変わって

いないので、今回求めた突風率の見かけ上の増大は記録器の追従性の遅れが無くなったことによる変化と見なせる。

測器あるいはその一部変更による風観測値の見かけ上の変化について、測器管理面に携わる部門からの包括的な議論が期待される。

#### 謝 辞

気象庁観測部管理課統計室の神林技官にはアメダスデータの出力でお世話になりました。お礼申し上げます。レフェリーの有益な指摘にお礼申し上げます。

#### 参 考 文 献

- 気象庁観測部統計課, 1966: 日最大瞬間風速と日最大風速の比からみた測器変更の影響について, 測候時報, 34, 95-99.
- 気象庁観測部統計課, 1979: 風の測器変更に伴う統計の接続問題について, 測候時報, 46, 23-26.
- 観測部管理課統計室, 測候課, 1984: JMA-80型地上気象観測装置の導入に伴う比較観測の結果について, 測候時報, 51, 347-366.
- 桑形恒男, 1993: 大型台風ともなった気象官署の突風率の長期変化, 天気, 40, 91-97.
- 桑形恒男, 近藤純正, 1991: 西日本アメダス地点における地表面粗度の推定, 天気, 38, 491-494.

## 月例会「レーダー気象」の講演募集のお知らせ

標記月例会を下記の通り開催いたします。レーダー気象全般のほか、レーダーで観測される現象のシミュレーションをはじめ関連分野の講演を考えておりますので奮ってご応募ください。

#### 記

日 時: 1997年1月21日(火)

場 所: 気象庁

申込方法:

題目、講演者氏名、所属と要旨を横書きA4, 1枚に

まとめて提出。

申込先:

〒305 茨城県つくば市長峰1-1

気象研究所台風研究部 榊原 均

TEL 0298-53-8671

FAX 0298-53-8549

講演申込締切日: 1996年10月25日(金)