太平洋岸沖合のブイ観測風資料を用いた 気象庁 MSM 風資料の精度評価

山口 正隆¹・野中 浩一²・井内 国光³・日野 幹雄⁴・畑田 佳男⁵

¹正会員 愛媛大学名誉教授 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3)

E-mail: myamag@dpc.ehime-u.ac.jp

²正会員 (前) 愛媛大学契約職員 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3)

E-mail: nonakahirokazu@gmail.com

³正会員 愛媛大学大学院理工学研究科准教授 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3)

E-mail: inouchi.kunimitsu.my@ehime-u.ac.jp

⁴正会員 株式会社テクノシステム (〒693-0034 島根県出雲市神門町735-3)

E-mail: m_hino@technosystem.co.jp

⁵正会員 愛媛大学大学院理工学研究科講師 (〒790-8577 愛媛県松山市文京町3)

E-mail: hatada.yoshio.mj@ehime-u.ac.jp

近年, 気象庁により公開されているMSM(Meso Scale Model)に基づく高地形解像度風資料 (MSM風資料) の精度を海上部で検証した事例はほぼみかけない. 本研究では, 1時間間隔のMSM風資料とわが国太平洋岸沖合の広い範囲に展開された4基のブイで取得された10年間前後の観測風資料を期間全体および36ストームについて比較検討し, つぎの結果を得た. 1)長期のMSM風速・風向はそれぞれの観測結果と全体平均としてよく符合するが, 低風速時にばらつきが大きく, 高風速時に対応が向上する. 2)MSM風資料の精度はモデル条件の高度化がはかられた最近のものほどやや高くなる. 3)個々のストーム時にMSM風は観測風の経時変化によく追従し, 良好な対応を与える. 暴風ケースでは, 両者の対応は一層向上する. 4)要するに, MSM風資料の精度はストーム時最大風速を含めてかなり高い.

Key Words : validation of MSM winds, offshore buoys of the Pacific coasts, long-year data, storm data

1. 緒言

近年, 気象庁によって MSM に基づく高い空間解像度をもつ解析風資料と予報風資料 (MSM 風資料) が公開されており, 最近では空間解像度 $0.05^{\circ} \times 0.0625^{\circ}$ の 1 時間間隔値が無料で入手可能となっている. そして MSM 風資料を入力条件とする波浪推算モデルが高い再現性をもつことが野中ら¹⁾により明らかにされている. しかし, MSM 風資料そのものの精度はほとんど検証されていない. こうした中で, 大澤ら²⁾は MSM 風速と衛星搭載の QuikSCAT 風速の比較から後者の過大傾向を示している. また, 壺内ら³⁾は太平洋岸のうち仙台沖合のブイ (JKEO), 房総半島沖合のブイ (KEO) および土佐湾沖合の2基のブイ (TB10, TB13) の4ブイにおける2年間 (2007~2008 年) の海上風等の観測資料を統計的に解析し, QuikSCAT による海上風の推定精度の改善評価を行っているが, MSM 風資料は取り扱われていない.

そこで本研究では, 気象庁MSM風資料を上記の4ブイでの観測風資料と比較検討することにより, MSM風資

料の精度を検証する. すなわち, 2014年までの10年前後の長期間に対してブイ地点ごとに両資料の比較から全資料期間および年別で求めた相関係数 ρ などの誤差統計量, さらに最大風速 U_{max} に対する両資料の比 $\gamma(U_{max})$ によって全般的な精度を調べたのち, 台風を中心とした38ケースのストーム時の風時系列に対して求めた誤差統計量の特性を検討して, 強風時の精度を明らかにする.

2. 海上風資料

(1) MSM風資料

気象庁は段階的に高度化した MSM 風資料を 2002 年 5 月 15 日以降公表しており, これらは 2006 年 2 月 28 日までの空間解像度 $0.1^{\circ} \times 0.125^{\circ}$ (10 km) の資料とそれ以降の空間解像度 $0.05^{\circ} \times 0.0625^{\circ}$ (5 km) の資料に大別される. ここでは, 上記の資料を組み合わせ作成した 1 時間間隔資料を用いる. 範囲は 2006 年 2 月 28 日以前とそれ以降 (括弧内) に対して $N22.5^{\circ}$ (22.4°) ~ 47.6° , $E120^{\circ}$ ~ 149.75° (150°) である. 関連資料をみるかぎり, MSM風

資料にはブイ観測風資料は同化されていない。

(2) ブイ観測風資料

図-1は4基のブイの位置（括弧内は資料数 N ）を示す。JAMSTEC（独立行政法人海洋研究開発機構）による JKEO ブイは仙台の東方約 500 km 沖合，NOAA（アメリカ合衆国海洋大気局）による KEO ブイは房総半島の南東沖合約 500 km に位置する。また，高知県による土佐黒潮牧場ブイ群のうち 10 号ブイ（TB10）は室戸岬沖約 20 km，13 号ブイ（TB13）は足摺岬沖合約 40 km に設置されている。このほか，土佐湾内に 12 号ブイと 9 号ブイも位置するが，前者の風観測資料の精度に問題があり，後者の観測開始年が 2015 年と期間が短いので，検討対象から省いている。表-1は4基のブイの名称，位置（緯度，経度），風向風速計高度 z (m)，解析対象とした観測資料の期間（年月日，Y.M.D.）の一覧を与える。時間間隔はいずれも 1 時間である。各ブイでは各種気象・海象要素が観測されているが，風資料の取得には JKEO と KEO で超音波風向風速計，TB10，TB13 で風車型風向風速計が用いられている。

各ブイの位置は観測期間の間に多少移動しているし，JKEO ブイでの観測資料には長い欠損期間が存在し，全体としての測得率は相対的に低くなっている。いずれに

しろ，太平洋岸の仙台沖合から房総半島沖合を経て土佐湾沖で 5 年間以上の海上風観測資料が得られている。

(3) 解析方法

4 基のブイ地点において MSM 風資料とブイ観測風資料の比較を全期間および年別について行ったのち，いずれかのブイで観測最大風速が 20 m/s を越える 36 ケースの，台風を中心とするストームについて 5～10 日のストーム期間に対する風速・風向時系列を比較する。この際，高度 z (m)での観測風速 U_z は 1/7 乗則の適用によって 10 m 高度風速 U_{10} に変換する，TB10，TB13 の高度は 10 m³であるので，適用対象は JKEO と KEO の 2 ブイになる。風向は比較すべき 2 つの風向の差が 180°を越える場合に，一方の風向に 360°を加え，0°～720°で再定義する。

解析では，比較に用いる 2 種類の風速あるいは風向資料の散布図や Q-Q プロット図を描くとともに，誤差統計量として両者の相関係数（ ρ_U ， ρ_θ ），散布図において原点を通る相関直線の勾配値（ a_{0U} ， $a_{0\theta}$ ），2 乗平均平方根値（ σ_U ， σ_θ ）を求め，これらの値によって両資料の平均的対応を代表させる。さらに，ブイごとのストーム時最大風速（ U_{10MSM}^{max} ， U_{10obs}^{max} ）に対して両資料の比 $\gamma(U_{max}) (= U_{10MSM}^{max}/U_{10obs}^{max})$ を得る。添字 'MSM' は MSM 風資料，'obs' は観測風資料，'max' は最大値を表す。

3. MSM風資料の精度評価

(1) 長期資料の検討

図-2 は全対象期間におけるブイ観測風速 U_{10obs} と MSM 風速 U_{10MSM} および観測風向 θ_{obs} と MSM 風向 θ_{MSM} の散布図を 4 ブイについて示す。図中には誤差統計量（ ρ_U ， ρ_θ ， a_{0U} ， $a_{0\theta}$ ， σ_U ， σ_θ ）と資料数 N を与える。風向に関しては $U_{10obs} \geq 5$ m/s あるいは $U_{10MSM} \geq 5$ m/s の資料に限定しているため，風速資料に比べて資料数が少なくなっている。また， θ_{obs} と θ_{MSM} の差が 180°以下でかつ 180°に近い場合に必ずしも適切な処理が行われていないので，それぞれの値が 0°付近や 360°付近で集中的に図示されるという不具合がみられる。風速についてはいずれのブイでも，風速が小さい場合，観測風速と MSM 風速の間のばらつきが目立つけれども，風速の増加とともに両者の対応が向上し，45°直線のまわりにプロットされる挙動がみられる。一方，風向についても資料値は 45°直線のまわりにプロットされるものの，そのばらつきは小さくない。

要するに，風速・風向ともに MSM 風は観測風と平均的に符合し，風速に関して高風速時にその度合が高まるものの，平均的挙動のまわりのばらつきが大きい。

表-2 は図-2 に与えた全資料期間についての誤差統計量の一覧を 4 ブイで示す。風速に関して $\rho_U = 0.846 \sim$

図-1 4基のブイの位置

表-1 解析対象としたブイ観測風資料の一覧

Buoy	Loc. (°N, °E)	z (m)	period (Y.M.D.)
JKEO	38.0, 146.5	4	2007.2.19-2012.8.14
KEO	32.4, 144.6	4	2004.6.16-2014.6.25
TB10	33.0, 134.1	10	2003.3.17-2014.12.31
TB13	32.2, 132.5	10	2003.1.1-2014.12.31

図-2 4基のブイにおける U_{10obs} と U_{10MSM} および θ_{obs} と θ_{MSM} の散布図

0.874, $a_{0U}=0.83\sim0.93$, $\sigma_U=2.3\sim2.4$ m/s である。勾配値 a_{0U} はTB10ブイとTB13ブイでやや小さいが、各ブイ間の差はあまりない。全4ブイで両者の対応はよいと言えよう。風向に関して、 $\rho_\theta=0.962\sim0.981$, $a_{0\theta}=1.00\sim1.08$, $\sigma_\theta=23\sim33^\circ$ である。TB13ブイで勾配値 $a_{0\theta}$ および2乗平均平方根値 σ_θ が他のブイでの値よりやや大きい。風向に対する平均的な対応も良好である。

図-3は風速に関する年別誤差統計量の経年変化をKEOブイとTB10ブイについて与える。いずれのブイでも各誤差統計量の全期間平均値まわりの変動はあまり大きくなく、経年的に比較的安定しているが、 ρ_U と a_{0U} は経年的に1に近づく弱い増加傾向に、 σ_U は弱い減少傾向にあるようにみえる。なお、同様の傾向はTB13ブイでもうかがえるが、資料期間の短いJKEOブイでは必ずしもこの傾向は見出されない。一方、風向についても同様の傾向がなくはないが、確定的に述べるのは難しい。

図-4は各ブイにおける全資料について全体的な対応の状況をみるために、 U_{10obs} と U_{10MSM} のQ-Qプロットを与える。Q-Qプロットは第1位から第 n 位までの順序づけされた各資料の間の同一順位資料の散布図として作

成されるので、それぞれの順位の出現時刻は考慮されない。各資料値は45°直線の近くにプロットされており、両資料がかなりよく符合する。しかし、細部においてJKEOとKEOの2ブイでは各資料値は45°直線のまわりに近いのに対して、TB10とTB13の2ブイでは低風速時に $U_{10MSM} < U_{10obs}$ の傾向、高風速時ほど $U_{10MSM} > U_{10obs}$ の傾向がみられる。この特性は誤差統計量のうち、 a_{0U} や σ_U に現れており、とくにTB10とTB13で σ_U の値が相対的に大きい。

(2) ストーム別資料の検討

表-3はいずれかのブイにおけるストーム時最大観測

図-3 誤差統計量の経年変化 (KEOブイとTB10ブイ)

表-2 全資料期間に対する誤差統計量の一覧

Buoy	ρ_U	a_{0U}	σ_U	ρ_θ	$a_{0\theta}$	σ_θ
JKEO	0.865	0.93	2.3	0.962	1.00	28
KEO	0.848	0.91	2.3	0.977	1.00	23
TB10	0.846	0.86	2.3	0.969	1.01	28
TB13	0.874	0.83	2.4	0.981	1.08	33

σ_U : m/s

図-4 4基のブイにおける U_{10obs} と U_{10MSM} のQ-Qプロット

風速 U_{max}^{obs} が20 m/sを越える36ケースのストームについてその資料期間(年月日Y.M.D.)を与える。これらのストームは*あるいは**で表した8ケース(Nos.12, 16, 18, 21, 22, 24, 28, 32)を除いて、台風に伴う強風を含み、括弧内の数値が当該年の台風番号を表す。

図-5はNo.33の2013年9月20日～30日のストーム(台風1320号)時のKEOブイにおける風速・風向の経時変化に対するMSM風資料と観測風資料の比較および風速と風向に対する両者の散布図の1例を与える。これは両者の対応が非常に良好な事例であり、MSM風資料は風速・風向に対して観測風によく一致して変化する。この特徴が散布図において45°直線まわりに集まる資料値や高精度を表す誤差統計量の値によって示される。

表-4は各ストームに対して得られた誤差統計量ならびに最大風速比 $\gamma(U_{max}) (= U_{10MSM}^{max}/U_{10obs}^{max})$ のブイ別平均値(m)と標準偏差(σ)、最大値(max)と最小値(min)の一覧を個々のブイおよび全4ブイ(それぞれの括弧内の数値は資料数)について示す。 ρ_U , ρ_θ は1000倍, °で提示した σ_θ を除く他の量は100倍値で表す。全4ブイの結果は全資料の場合およびストーム別最大観測風速 $U_{10obs}^{max} \geq 20\text{m/s}$ の場合について与える。後者は緩やかな風速変化によりしばしば生じる小さい相関係数 ρ_U のケースを削除するためであり、主として台風に伴う急激な風速の増減を示すケースが限定的に選択される。

風速についてみると、各ブイで平均値は $\rho_{Um} = 0.817 \sim 0.895$, $a_{0Um} = 0.90 \sim 0.95$, $\sigma_{Um} = 2.13 \sim 2.16$ m/s, $\gamma(U_{max}) = 0.97 \sim 1.02$ をとり、KEOブイの $\rho_{Um} = 0.817$ を除き、標準偏差 σ を考慮してもこれらの数

表-3 対象ストームの期間の一覧

No.	period (Y.M.D.)	No.	period (Y.M.D.)
1	2003.8.6-10(10)	2	2004.6.18-22(6)
3	2004.7.24-31(10)	4	2004.7.30-8.2(11)
5	2004.8.25-9.1(16)	6	2004.9.2-8(18)
7	2004.9.27-30(21)	8	2004.10.15-22(23)
9	2005.9.2-7(14)	10	2006.9.21-29(14)
11	2006.10.10-17(18)	12	2007.1.3-9*
13	2007.7.9-17(4)	14	2007.7.29-8.4(5)
15	2007.10.25-30(20)	16	2008.3.30-4.2*
17	2008.9.15-20(13)	18	2009.1.29-2.2*
19	2009.10.1-9(18)	20	2009.10.23-28(20)
21	2010.4.24-29*	22	2010.5.10-15*
23	2010.9.21-27(12)	24	2010.12.27-1.4**
25	2011.7.12-20(6)	26	2011.8.26-9.6(12)
27	2011.9.12-22(15)	28	2012.4.1-7*
29	2012.6.1-7(3)	30	2012.6.14-22(4)
31	2012.9.22-10.2(17)	32	2013.1.12-16*
33	2013.9.20-30(20)	34	2013.10.13-17(26)
35	2014.8.6-12(11)	36	2014.10.3-15(18)

(): Typ. Num., *, **: Low depression ** 2011.1.4

図-5 KEOブイにおける U_{10obs} , U_{10MSM} と θ_{obs} , θ_{MSM} の経時変化および散布図

値はMSM風速と観測風速の対応がかなり良好であることを示唆する。ただし、勾配値 a_{0Um} の値はMSM風速が観測風速より平均的に若干小さい傾向を表す。一方、風向についてみると、平均値は $\rho_{\theta m} = 0.923 \sim 0.972$,

表-4 ストーム別誤差統計量の平均値，標準偏差，最大値，最小値の一覧

Buoy(N)	$\rho_U \times 10^3$		$a_{0U} \times 10^2$		$\sigma_U \times 10^2 \text{ m/s}$		$\gamma(U_{max}) \times 10^2$		$\rho_\theta \times 10^3$		$a_{0\theta} \times 10^2$		σ_θ°	
	<i>m</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>	<i>σ</i>	<i>m</i>	<i>σ</i>
	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min	max	min
JKEO(11)	882	70	95	5	216	45	97	8	972	46	98	3	18	4
	937	709	103	88	305	153	113	84	994	836	104	94	26	12
KEO(30)	817	119	93	8	218	64	97	13	962	61	99	3	18	8
	955	503	112	75	350	121	133	74	998	744	108	93	45	9
TB10(35)	882	70	93	7	224	49	102	11	923	87	100	7	27	9
	968	625	105	80	368	113	127	78	997	628	110	85	53	14
TB13(35)	895	64	90	6	213	45	97	9	950	45	90	4	32	8
	974	666	102	80	295	105	116	82	995	810	102	83	50	12
all(111)	869	89	93	7	218	51	98	11	947	67	96	6	25	10
	974	503	112	75	368	105	133	74	998	628	110	83	53	9
$U_{10obs}^{max} > 20 \text{ m/s}$ (68)	904	50	94	6	231	50	101	10	953	50	96	7	26	10
	974	756	112	84	368	141	82	68	998	757	110	83	53	9

$a_{0\theta m} = 0.90 \sim 1.00$, $\sigma_{\theta m} = 18 \sim 32^\circ$ であり, $\rho_{\theta m}$ はTB10ブイでやや低い値 (0.923) を, $a_{0\theta m}$ はTB13ブイでやや小さい値 (0.90), $\sigma_{\theta m}$ はTB13ブイとTB10ブイで相対的に大きい値 (32° と 27°) をとるものの, 標準偏差を含めても, 以上の数値はMSM風向と観測風向がよく符合することを表す. また, 各統計量の最大値と最小値は平均値からの異常な隔たりを与えない.

全4ブイの結果では, 風速に関して平均値は $\rho_{Um} = 0.869$, $a_{0Um} = 0.93$, $\sigma_{Um} = 2.18 \text{ m/s}$, $\gamma(U_{max}) = 0.98$, 風向に関して $\rho_{\theta m} = 0.947$, $a_{0\theta m} = 0.96$, $\sigma_{\theta m} = 25^\circ$ をとるから, 全体としてMSM風速・風向は観測風速・風向とそれぞれかなりよく対応することを表し, 標準偏差も ρ_U と ρ_θ において若干大きめの値を示すものの, 全般的に個々の資料値の有意な変動を示唆しない.

ρ_U の標準偏差が相対的に大きい値をとる要因の1つは, 低風速で風速の時間変化が少ない場合に小さい ρ_U をとる傾向にあるためであり, それぞれのブイで $U_{10obs}^{max} \geq 20 \text{ m/s}$ のケースに比較対象を限定すれば, 全ケースの場合に比べて ρ_{Um} が0.869から0.904に増加, その標準偏差は0.89 m/sから0.50 m/sに減少し, かなりの ρ_{Um} の上昇がみられる. 他の誤差統計量の変化は有意でないが, 強風を伴うストームが限定的に対象となるので, σ_U の平均値は若干増加する. 要するに, 緩やかに増減するケースをブイごとに除外し, 風速の急増減を伴うケースに限定すると, 誤差統計量はMSM風速・風向がそれぞれ観測風速・風向と一層よく対応することを表す.

図-6は a_{0U} をパラメータとする ρ_U と σ_U の関係および $a_{0\theta}$ をパラメータとする ρ_θ と σ_θ の関係を全資料について示す. 全資料は $U_{10obs}^{max} \geq 20 \text{ m/s}$ と $U_{10obs}^{max} < 20 \text{ m/s}$ の2領域 (図では U_{10} と表示) に分けたのち, a_{0U} , $a_{0\theta}$ をそれぞれ >1.1 , $0.9 \sim 1.1$, <0.9 の3領域に色分けして分類してい

る. さて, 風速について $U_{10obs}^{max} \geq 20 \text{ m/s}$ の場合に ρ_U が1に近い特徴が見られるが, $\sigma_U > 3 \text{ m/s}$ をとる資料も現れる. すなわち, 高風速時には ρ_U が1により近くなる反面, σ_U も大きくなる傾向にあるし, 相関係数の減少とともに σ_U がやや増加する. $U_{10obs}^{max} < 20 \text{ m/s}$ の場合, ρ_U , a_{0U} , σ_U が相対的に小さくなるとともに, ρ_U , a_{0U} の変動幅が増加する. 風向については, $U_{10obs}^{max} \geq 20 \text{ m/s}$ と $U_{10obs}^{max} < 20 \text{ m/s}$ の場合の差はあまりない. いずれも ρ_θ は

図-6 誤差統計量間関係

σ_θ の増加とともにやや減少するとともに、 $\alpha_{0\theta} < 0.9$ の資料は $\sigma_\theta > 30^\circ$ の領域にほぼ限定される。つまり、MSM風向よりやや小さい値をとる観測風向の資料は相対的に大きい両者のばらつきを伴う。

図-7 はストーム時最大風速比 $\gamma(U_{max}) (= U_{10MSM}^{max}/U_{10obs}^{max})$ と観測最大風速 U_{10obs}^{obs} の関係を全資料について与える。各資料値は平均的に 1 に近い γ をとる。細部では U_{10obs}^{obs} が小さい場合、 $\gamma(U_{max})$ は 1 より小さく、 U_{10obs}^{obs} の増加とともに、若干増加した後やや減少する傾向になくもないが、その傾向はあまり明瞭でない。要するに、MSM 風資料は各ストーム時の最大風速に対して観測風資料とかなりよく対応する。

4. 結語

本研究の結果はつぎのように要約される。

- 1) 長期資料に対して MSM 風速・風向はそれぞれ観測風速・風向と全体平均としてよく符合する。風速に関して低風速ではばらつきが大きく、高風速では小さくなり両者の対応が向上する。
- 2) MSM 風資料の精度はおそらくモデル条件の高度化によって最近のものほどやや高くなる傾向にある。
- 3) 強風を伴う個々のストームに対して、MSM 風速・風向時系列は最大風速を含めて観測風速・風向時系列とそれぞれかなりよく対応し、とくに強風の時間変化が著しいケースに限定すれば、一層よく符合する。

最終的な総括として、気象庁による MSM 風資料の精

図-7 最大風速比 $\gamma(U_{max})$ と観測最大風速 U_{10obs}^{obs} の関係

度はストーム時最大風速を含めてかなり高いことが、わが国太平洋岸沖合の 4 基のブイによる観測風資料との良好な対応から確認されたと言える。

参考文献

- 1) 野中浩一, 山口正隆, 井内国光, 日野幹雄, 畑田佳男: 気象庁 MSM 風資料と第 3 世代モデル SWAN による波浪推算システムの日本海への適用性の検証, 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol.71, No.2, pp. 1109-1114, 2015.
- 2) 大澤輝男, 壺内伸樹, 嶋田 進, 香西克俊: 日本周辺海域の洋上風況マップに関する研究, 風力エネルギー, Vol.33, No.2, pp.92-97, 2009.
- 3) 壺内伸樹, 大澤輝男, 嶋田 進, 香西克俊: QuikSCAT 海上風データに基づく洋上風況データベースの作成, 日本風力エネルギー協会論文集, Vol.35, No.3, pp.1-6, 2011.

(2016.3.16 受付)

EVALUATING ACCURACY OF MSM-BASED WIND DATA PROVIDED BY JMA USING BUOY-BASED MEASUREMENT DATA IN OFFSHORE LOCATIONS OF THE PACIFIC COASTS OF JAPAN

Masataka YAMAGUCHI, Hirokazu NONAKA, Kunimitsu INOUCHI,
Mikio HINO and Yoshio HATADA

In recent years, the data sets of MSM(Meso-Scale Model)-based analysis winds and prediction winds with a high space resolution have been opened to the public domain by JMA(Japan Meteorological Agency), but validation for the accuracy of sea winds in the data sets may not be satisfactory due to the lack of observed sea winds data used in the comparison. This study investigates the accuracy of MSM winds data using measurement data over about 10 years at 4 buoys extensively deployed in the offshore areas of the Pacific coasts of Japan. The main findings are as follows: 1)MSM winds are in reasonable agreement with buoy-based measurement winds, although the relatively wide scatter of the data in lower wind speed cases becomes smaller with increasing wind speed. 2)The accuracy of MSM winds has become slightly higher in more recent years, probably due to some improvement in computational conditions. 3)Time-varying MSM winds in each of 36 storm cases follow well the corresponding measured winds and the degree of agreement becomes better in the case of stronger storms. 4)On the whole, it can be said that the accuracy of MSM winds is significantly high in not only normal winds but also severe winds.