

風計算業務の経緯と最近の衛星風の精度

A History of the Satellite Wind Estimation at MSC and the Present Accuracy of Satellite Winds

市 沢 成 介*

Jousuke Ichizawa*

Summary---Five years of the GMS satellite cloud winds derivation processing

Operational satellite cloud winds derivation processing was begun on 6th April 1978 at the Meteorological Satellite Center/Japan Meteorological Agency (MSC/JMA) using earth images of 30 minute interval taken by Japanese Geostationary Meteorological Satellite (GMS, now GMS-2). At the same time the dissemination of the derived winds was begun to possible users domestic and foreign through the Global Telecommunication System of the World Weather Watch.

Since then, during five years, many efforts have been made to improve the quantity and quality of the derived cloud winds. In this report are shown a brief summary of the modification and improvements on this processing achieved during these 5 years and also the present status of GMS clouds.

1 Major modifications and improvements achieved are as follows

(1) Change of the height assignment procedure (became effective from 21st Dec., 1981).

In the early days of GMS cloud winds derivation, climatological tropopause level was assigned as representative height to all upper level cloud winds (tracking of Cirrus clouds), but no height to low level cloud winds (tracking of shallow, isolated lower clouds). In reporting the derived winds with universal format SATOB, the top height of target cloud was added to each low level cloud winds and some users happened to take it for representative height. This manner of height assignment produced larger apparent differences between the cloud winds and nearby radio-sonde winds and also some confusion and complainments among users.

New height assignment procedure became effective from 21st Dec, 1981 and was based on the conception, "statistically best fit level". Heights to be assigned in this manner are shown in Table 1 and 2 of the text. Adoption of this new method reduced considerably the apparent difference (or error) as seen in Fig. 3.

(2) Adoption of automatic target cloud selection method in low level cloud tracking procedure

Man-machine interactive procedure (MM method) was used to select target clouds to be tracked in our early-day low level cloud winds derivation processing. Operational performance of this method depended largely on the skill of the operators. To reduce the daily fluctuation in the derived wind quantity and uneven spatial distribution, new automatic

* 気象衛星センターシステム管理課, Meteorological Satellite Center

(objective) target selection method (called as AS method) was adopted on 1st April 1982. Since then, the above drawbacks were considerably improved (for example, see the text, Fig. 6).

(3) Expansion of the matching template size in automatic target cloud tracking procedure (became effective from 10th Jan., 1983).

Soon after the introduction of the AS procedure, it was noticed that the quantity of the derived winds was increased a little at morning (00 GMT) observation but decreased by about 10% compare with the former MM procedure at night-time (12 GMT) observation. In our low level cloud winds derivation processing visible images have been used for morning observation processing but IR images for night-time observation processing.

As a result of some tests expanding of the matching template (matching of target cloud start and end positions in target tracking procedure) was found effective for increasing the number of derived winds, without any degradation in data quality.

The size of now enlarged matching template is:

for IR images 109 km × 160 km (32 pixels × 32 lines)

(former size 54 km × 80 km (16 pixels × 16 lines)),

for VIS images 111 km × 120 km (32 pixels × 32 lines) (not changed)

This modification was effective from 10th January 1983 and resulted in 40-50% increase in the quantity of night-time low level cloud winds (see Fig. 5 of the text).

At present more than 400 cloud winds are derived and disseminated in each observation after the man-machine and objective quality check procedures (200 for low level, 200 for upper level winds).

2. Problems unsolved

Since September 1982 monthly averages of the differences between the cloud winds and their nearby radio-sonde winds have been calculated as a part of the routine processing. Recent trends in these average differences are shown in Fig. 10 of the text. There have not been any indications of seasonal change in the differences (or error) in low level cloud winds. However, those for upper level winds experienced large seasonal variation, with much larger difference (error) in winter. It was found that there could be no single best-fit level in the winter in northern-hemisphere mid-latitudes, where the wind speed and its vertical shear could be the largest.

The most important and urgent task for us now should be the improvement in the accuracy of upper level cloud winds, especially in winter season.

はじめに

気象衛星センターでは静止気象衛星「ひまわり2号(GMS-2)」の連続画像データを用いて衛星風を算出し、オンライン配信を行っている。現在1日2回、約400個の衛星風を算出できるようになり、算出資料の精度も安定してきた。ここでは、風計算業務の開始以来、現在に至るまでの5年間の処理内容の変更等を簡単にまとめておくことにした。さらに、最近の衛星風の精度についても記述する。

1. 風計算業務の経緯

ここでの報告は衛星風の算出数増と精度向上に関連した主要な変更について簡単に記述し、小修正や処理パラメータの値の変更等の記述は行わない。

なお、風計算業務の概要や処理手順等についての解説は「静止気象衛星資料利用の手引き」および本誌特別号「GMSシステム総合報告、IIデータ処理解説編、その2」に記述してあるのでここでは省略した。用語等については上記資料を参考にされたい。

(1) 業務開始

1978年4月6日00GMT観測分の衛星風資料を算出し、初めて気象庁のADESSへ送信した。この時の資料数はLF法で算出した資料が109個、MM法で算出した資料が79個であった。LF法では主に上層風を求め、MM法では下層風を求めるが、LF法で中下層風を、MM法で中層風の算出も行った。また、LF法で算出した上層風の高度は1978年4月23日12GMT観測分までは300mbの一定高度を付加したが、4月24日00GMT観測分から圏界面高度(統計値=GMS標準大気(GMSSA)を使用)を付加するよう変更した。

オンライン配信する資料の通報型式はSATOB(FM-88-VI)の第2節と第3節を用いた。下層風は第2節を用いて、雲頂気圧高度と雲頂温度を合せ報じ、上層風は第3節を用いて設定された気圧高度を付加して報じた。

(2) MM法の処理パラメータ等の修正

LF法では雲の移動量は観測者が移動の始・終点を与えて求めるが、MM法では観測者は雲の始点のみを与え、相互相関法によるパターンマッチングで移動量を算出している。このマッチング処理には相関値のピーク値の下限や2次ピーク値に関する取り扱いに関するパラメータを設定している。これらのパラメータの設定によっては算出数に影響を与える。

このため、業務開始頭初は日々の処理を継続しながら、時々パラメータ値の修正を行った。

また、MM法では算出風の品質管理のため、連続する2つの風を算出(同一指定雲に対する前30分の移動と後30分の移動の2つ)し、速度差、高度差等のチェック機能を有している。一つの風を算出するのに粗マッチングと補正マッチングの2段のマッチングを行うが、1978年6月19日よりチェック用の風の算出は補正マッチングのみとし、計算時間の短縮を行った。

さらに、1978年8月14日00GMTより、相関値ピーク位置算出に画素間の補間を行うようにした。これにより画素間隔による量子化誤差を少なくした。

(3) 算出数の増加

Fig. 1からFig. 3に業務開始以来の月別平均算出数の推移を示した。業務開始頭初はLF法で算出する衛星風は上層風だけでなく、中下層風も算出していたが、写真処理により赤外画像の階調を低温域を見分け易くするように変更(1979年秋頃)して、上層風のみを算出するようにした。一方、MM法での算出処理も半年経過したころから安定し、算出数増加を計れるようになり、一年後にはLF法、MM法とも170個前後の衛星風が算出できるようになった。

この算出数の増加に伴い、1979年2月19日に、MM法による雲指定点数の上限を399個に拡大、アデス出力数の上限も500個から800個に拡大した。

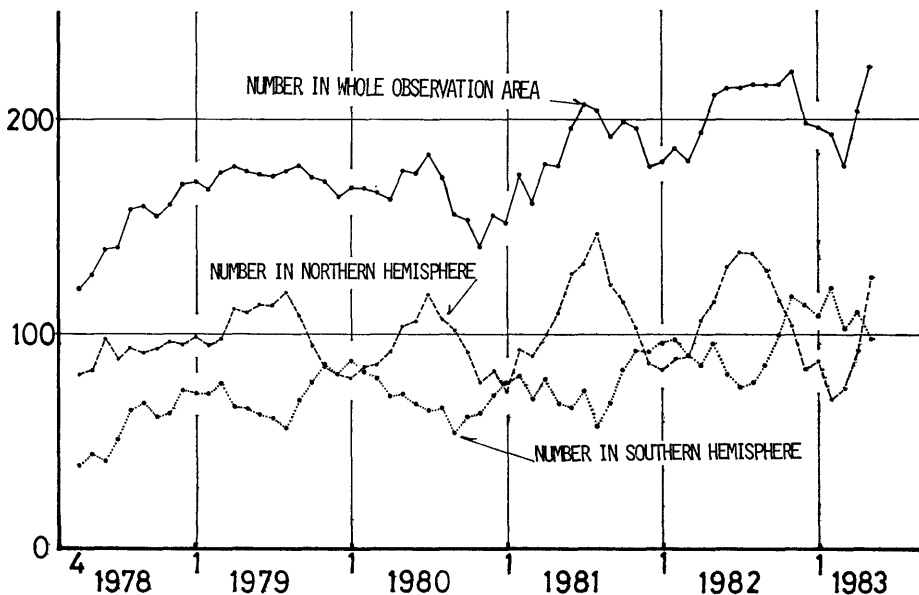


Fig. 1 Monthly mean number per an observation of high-level satellite winds derived by LF method.

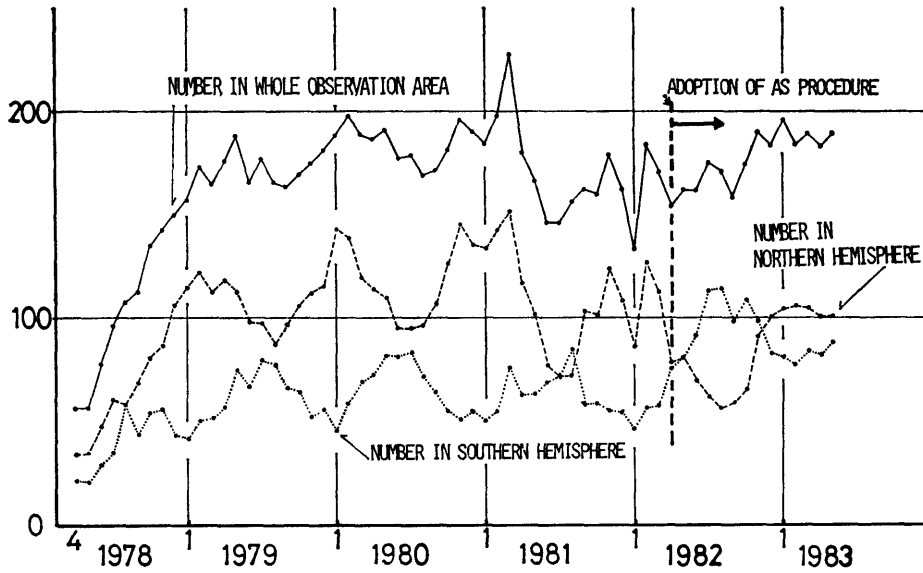


Fig. 2 Monthly mean number per an observation of low-level satellite winds derived by MM method using VIS images (00 GMT).

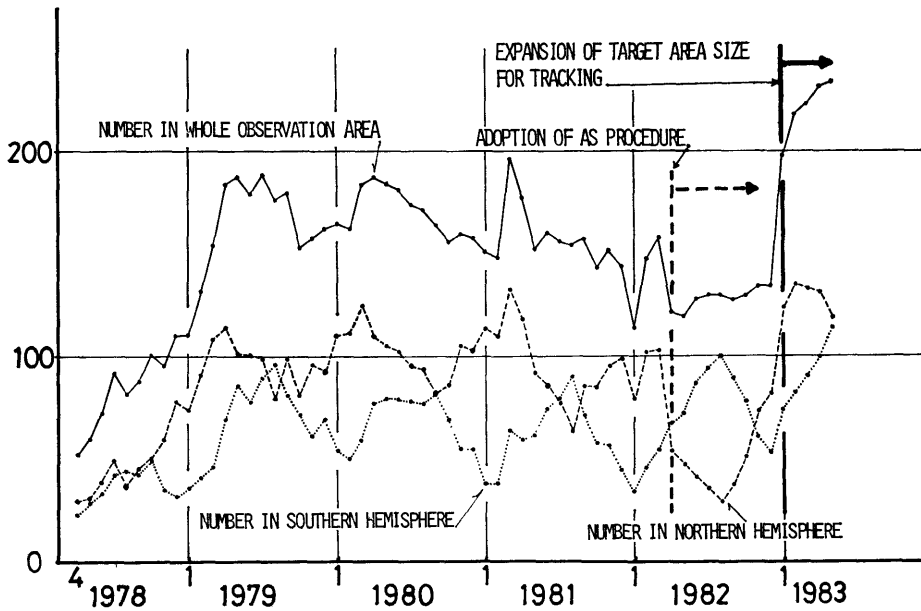


Fig. 3 Same as Fig. 2, but for using IR images (12 GMT).

なお、Fig. 1 から Fig. 3 に共通して見られる特徴は算出数が安定したと思われる1年後からの状態にもかなりの変動がある。特に南北両半球の算出数の変動が大きく、しかも逆周期で現れており、季節により衛星風の算出し易い雲の発生域が変化することを示している。

(4) 衛星風の高度設定方法の変更

1981年12月21日12GMT から、衛星風に付加する高度を一定高度に変更した。これまで上層風については圏界面高度(統計値)を、下層風については雲頂高度を付加していたが、これらの高度と衛星風との対応は決して良い相関がなく、利用者側からの不満が多かった。このた

Table 1 Fixed heights to be assignen to high-level Satellite winds.

Region	Season	Winter	Spring	Summur	Autumn
	Dec. 15	Mar. 15	June 15	Sep. 15	
35°N		400 mb	300 mb	250 mb	300 mb
25°N				200 mb	
25°S		200 mb	200 mb		200 mb
35°S			300 mb	400 mb	300 mb
		250 mb			

Table 2 The height limitation of the cumulus cloud top for deriving low-level satellite winds.

Region	Season	Winter	Spring	Summer	Autumn
	Dec. 15	Mar. 15			
Northern hemisphere		600 mb	650 mb		
Southern hemisphre		600 mb			

Table 3 Comparison of accuracy of satellite winds both before and after introduction of new procedure of height assignment.

	Sample No.	Mean speed of sat. winds	Difference (Vsat.-Vradio.)							
			Vector		Speed			Direction		
			Abs. mean	rms	Alg. mean	Abs. mean	rms	Abs. mean	Abs. mean	rms
((Low-level winds))										
Before (Winter '81)	202	7.6	7.1	8.6	-3.9	5.1	6.8	10.7	31.7	45.4
After (Winter '82)	353	8.4	4.4	5.7	-0.4	3.0	4.3	0.4	23.6	36.5
((High-level winds))										
Before (Winter '81)	220	27.4	20.3	40.7	-9.6	15.5	36.2	1.2	36.5	65.4
After (Winter '82)	190	27.9	11.0	14.6	-1.7	7.7	12.1	-1.1	16.0	22.5

め、衛星風とその近傍のラジオゾンデ風を比較したとき最も差の小さくなる高度 (B. F. L.) を代表高度として用いることとし、統計処理を行って、上層風については緯度帯と季節により Table 1 の高度を、下層風については算出された雲頂高度が Table 2 に示す値より低い場

合に 850 mb を指定付加することとした。

この変更で、対応する高度のラジオゾンデ風との差は Table 3 に見られるように相当の改善が見られた。変更についての詳細は Hamada (1982a, b) に報告されているので、これを参照されたい。

A) CLOUD WIND VECTORS DEC 1981

DAY GMT	LAT DEG	LONG DEG	DIR DEG	SPD M/S	P MB	T DEG	EM %	MTD	IMG	DAY GMT	LAT DEG	LONG DEG	DIR DEG	SPD M/S	P MB	T DEG	EM %	MTD	IMG
21 00	4.005	136.13E	295	9.8	680	7.7	100	MM1	VIS	21 00	5.108	134.74E	310	12.1	470	-9.2	100	MM1	VIS
21 00	2.445	134.12E	248	12.7	430	-15.7	100	MM1	VIS	21 00	3.268	170.30E	40	3.9	720	12.4	100	MM1	VIS
21 00	0.355	174.08W	88	6.8	740	12.1	100	MM1	VIS	21 00	3.135	176.70W	87	6.6	630	6.1	100	MM1	VIS
21 00	10.935	104.59E	180	1.9	800	14.2	100	MM1	VIS	21 00	9.845	115.39E	276	2.9	860	19.0	100	MM1	VIS
21 00	9.615	118.95E	295	2.5	770	14.1	100	MM1	VIS	21 00	7.805	137.47E	259	6.9	600	2.1	100	MM1	VIS
21 00	3.345	134.49E	501	9.2	570	-0.4	100	MM1	VIS	21 00	7.655	134.63E	104	15.6	470	-9.0	100	MM1	VIS
21 00	10.025	145.08E	328	4.9	620	4.6	100	MM1	VIS	21 00	8.675	152.43E	235	8.7	700	10.4	100	MM1	VIS
21 00	10.405	152.03E	182	3.1	710	10.6	100	MM1	VIS	21 00	14.335	105.87E	120	6.1	860	14.4	100	MM1	VIS
21 00	15.995	105.54E	118	7.5	490	15.6	100	MM1	VIS	21 00	15.215	104.35E	109	8.9	840	15.5	100	MM1	VIS
21 00	12.535	119.92E	92	14.9	590	-1.7	100	MM1	VIS	21 00	12.275	120.74E	107	15.9	490	-6.8	100	MM1	VIS

B)

DAY	LAT	LONG	DIR	SPD	Pw/CTM T	LAT	LONG	DIR	SPD	Pw/CTM T	LAT	LONG	DIR	SPD	Pw/CTM T	LAT	LONG	DIR	SPD	Pw/CTM T			
(GMT)	(0.1DEG)	(0.1DEG)	(DEG)	(.1M)	(10MB DEG)	(0.1DEG)	(0.1DEG)	(DEG)	(.1M)	(10MB DEG)	(0.1DEG)	(0.1DEG)	(DEG)	(.1M)	(10MB DEG)	(0.1DEG)	(0.1DEG)	(DEG)	(.1M)	(10MB DEG)			
21/12 024N	1377E	301	66	85/89	8	358N	1500E	296	101	85/75	-2	354N	1536E	305	151	85/76	-1	358N	1541E	298	151	85/79	1
21/12 055N	1509E	277	127	85/74	-3	345N	1579E	286	134	85/79	-1	354N	1559E	302	174	85/77	0	349N	1567E	289	119	85/78	-1
21/12 061N	1571E	291	185	85/70	-4	270N	1514E	344	58	85/81	4	298N	1539E	248	85	85/83	3	274N	1529E	238	81	85/81	10
21/12 080N	1333E	314	74	85/84	1	294N	1538E	213	71	85/74	1	309N	1400E	290	50	85/72	0	308N	1357E	257	65	85/83	6
21/12 270N	1386E	29	25	85/87	13	280N	1400E	14	46	85/77	3	309N	1362E	274	61	85/79	4	302N	1414E	290	75	85/80	4
21/12 306N	1407E	273	76	85/83	5	313N	1455E	281	64	85/85	7	189N	1184E	94	114	85/78	16	197N	1157E	97	51	85/84	3
21/12 217N	1267E	67	86	85/89	7	209N	1125E	89	73	85/82	14	189N	1184E	94	83	85/78	12	233N	1769E	94	67	85/86	14
21/12 167N	1146E	61	107	85/84	15	147N	1179E	46	67	85/86	17	85N	1011E	99	42	85/77	12	104N	1070E	29	37	85/80	13
21/12 103N	1078E	40	75	85/81	14	75N	1090E	113	67	85/79	15	112N	1139E	87	95	85/80	14	134N	1614E	93	127	85/81	13
21/12 179N	1715E	63	103	85/79	17	181N	1152E	84	103	85/79	17	112N	1139E	103	96	85/72	11	186N	1775E	63	106	85/88	14
21/12 159N	1753E	80	104	85/83	15	144N	1676W	14	77	85/93	21	70N	1770E	65	119	85/81	16	111N	1795E	62	151	85/78	16
21/12 108N	1743E	63	136	85/81	15	91N	1742W	49	113	85/85	16	27N	1261E	77	58	85/84	7	245	1281E	174	82	85/80	16
21/12 285	1600E	113	96	85/63	6	925	1357E	89	122	85/72	11	1605	991E	122	88	85/84	15	1435	1045E	88	82	85/69	8
21/12 1135	1046E	101	90	85/87	8	1495	1088E	95	26	85/65	6	1445	1371E	60	38	85/85	21	1645	1440E	157	63	85/65	6
21/12 1605	1494E	138	70	85/75	17	1645	1531E	139	105	85/73	11	1945	1001E	103	87	85/85	15	1835	945E	99	135	85/86	14
21/12 1895	1019E	70	67	85/86	16	2005	1042E	76	56	85/82	16	1795	1479E	100	98	85/85	15	1795	1479E	100	98	85/85	15
21/12 1795	1552E	144	103	85/61	2	2345	1794E	58	49	85/89	16	2645	1748E	90	95	85/73	8	479N	1028E	213	362	40/-	-
21/12 0499N	993E	366	260	40/-	-	415N	1189E	240	161	40/-	-	278N	1173E	247	174	40/-	-	292N	1129E	254	314	40/-	-
21/12 292N	1157E	261	421	40/-	-	466N	1687E	308	257	40/-	-	466N	1687E	308	257	40/-	-	392N	1718E	270	334	40/-	-
21/12 362N	1789E	257	624	40/-	-	343N	1773E	261	569	40/-	-	350N	1752E	254	654	40/-	-	325N	1694E	256	325	40/-	-
21/12 332N	1678E	155	589	40/-	-	219N	1053E	259	465	20/-	-	210N	1024E	266	345	20/-	-	199N	1014E	264	373	20/-	-
21/12 214N	986E	259	422	20/-	-	220N	995E	257	463	20/-	-	204N	951E	261	361	20/-	-	199N	952E	263	358	20/-	-
21/12 021N	1574E	400	153	20/-	-	189N	1515E	284	97	20/-	-	192N	1540E	316	88	20/-	-	182N	1565E	314	76	20/-	-
21/12 189N	1536E	304	85	20/-	-	163N	1533E	315	76	20/-	-	222N	1495E	249	235	20/-	-	217N	1509E	239	247	20/-	-
21/12 209N	1527E	246	200	20/-	-	190N	1499E	244	125	20/-	-	144N	1507E	205	79	20/-	-	167N	1449E	243	177	20/-	-
21/12 174N	1441E	202	183	20/-	-	154N	1477E	177	163	20/-	-	172N	1401E	198	174	20/-	-	172N	1401E	198	174	20/-	-
21/12 160N	1442E	194	161	20/-	-	209N	1463E	242	141	20/-	-	212N	1441E	203	243	20/-	-	202N	1424E	190	230	20/-	-
21/12 189N	1416E	188	164	20/-	-	201N	1406E	196	260	20/-	-	195N	1384E	171	263	20/-	-	198N	1371E	175	294	20/-	-
21/12 180N	1386E	180	199	20/-	-	169N	1328E	172	217	20/-	-	177N	1279E	183	244	20/-	-	163N	1240E	181	213	20/-	-
21/12 131N	1259E	150	217	20/-	-	113N	1259E	142	247	20/-	-	77N	1273E	121	213	20/-	-	102N	1114E	164	140	20/-	-

Fig. 4 Sample of cloud winds vectors printed in Monthly Report of Meteorological Satellite Center. Before (A) and after (B) Dec. 21, 1981.

なお、この変更に伴って、オンライン配信する資料はすべて SATOB (FM-88-VI) の第3節により風の高度を推定高度で報ずるようになった。また、気象衛星センター観測月報の記載方法も Fig. 4 の様に変更した。

(5) MM法における雲指定作業の自動化

1982年4月1日00GMTより、MM法における追跡雲の始点指定作業（雲指定）を自動化（自動雲指定：AS法）し、観測者が介在するのは最終段階での品質管理のみとなった。

自動雲指定は一定緯度間隔で与えた雲指定候補点の中から、赤外ヒストグラム解析により、追跡に適した雲の有無を判別し、雲指定点を客観的に指定する方法である。判別には雲指定候補点を含む一定領域内の赤外輝度分布の状態から、上層雲域でないか、海面でないか、層状雲域でないか等の条件がチェックされる。

雲指定点が399個発生した時点でこの作業は終了する

が、その日、その日の分布によって、チェック対象となる雲指定候補点の数は変動する。このため、一定地域から順番にチェックを行うと雲指定点が偏在する場合があるので、常に算出処理領域の全域から指定点を選択できるような雲指定候補点のチェックの順番を、ランダムにとるようにしている。

自動雲指定の導入により、常に399個の指定点についてマッチングにより追跡作業ができるようになった反面、マッチング処理途中で削除されるものが増加した。これは従来の観測者の目視による指定作業ではあらかじめ指定された雲の移動を確認してから行っていたのにくらべ自動雲指定では温度分布だけからの判断で、マッチングに適した雲形をチェックしていないことにもよる。このため、Fig. 2, Fig. 3で見られるように、算出数の増加には直接結びつかず、赤外画像を用いた処理では算出数はむしろ減少した。しかし、自動化後の南半球の算出数は明らかな増加が見られ、算出資料の偏在が少な

くなくなった。

なお、この変更に関しては加藤、浜田 (1982)、浜田 (1982c)、Hamada (1983) に処理概要と試験例の報告があり、近いうちに詳細の報告がされる予定である。

(6) 赤外画像による下層風の算出数の増加

1983年1月10日より MM 法の算出処理のうち、赤外

画像を用いた処理の追跡雲のマッチングに用いる領域 (テンプレート) の拡張を行い、算出数の増加を計った。

自動雲指定の導入後、赤外画像を用いた処理での算出数の減少が続いていたが、調査の結果テンプレートの大きさが算出数を大きく左右していることがわかった。これは観測者が目視により雲指定を行っていた時には指定点は雲の中央を指定するため、小領域の相関でも有意な

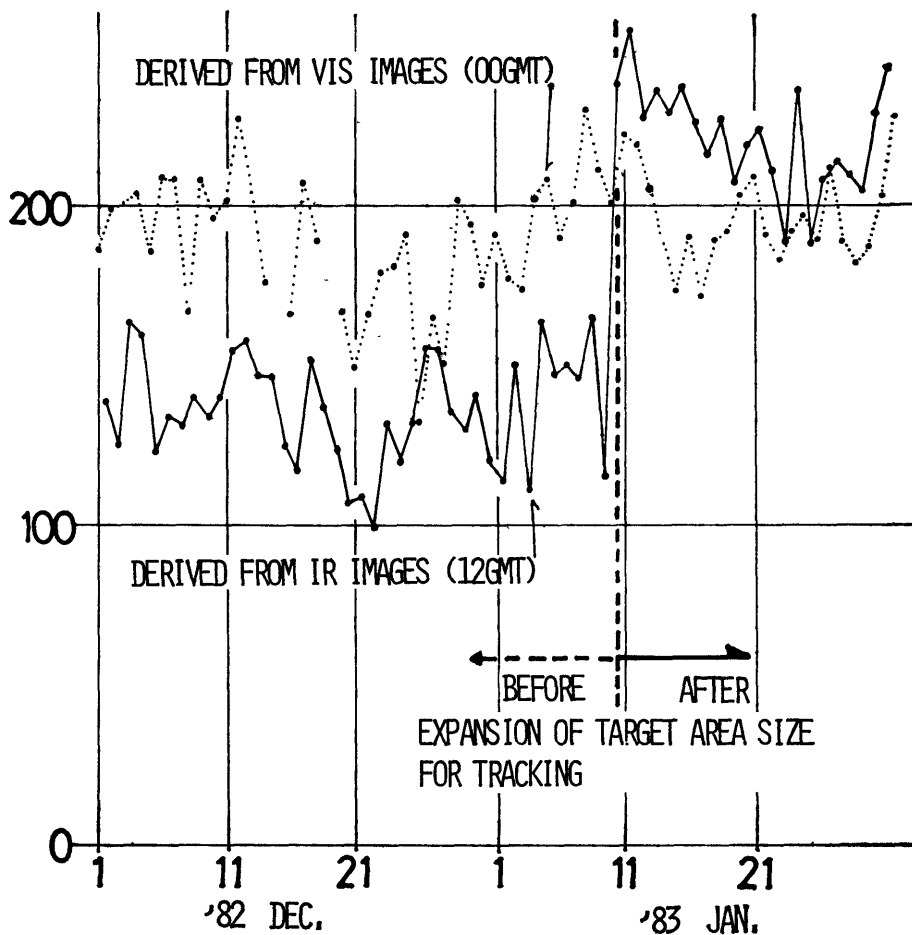


Fig. 5 Number of reported low-level satellite winds. Before and after expansion of target area size for tracking (Jan. 10, 1983).

Table 4 Differences between vectors derived from smaller target and from larger target area. Difference = $V(32 \text{ pixel} \times 32 \text{ line}) - V(16 \text{ sixel} \times 16 \text{ line})$

	Mean diff.	r. m. s.	Coefficient of correlation
U-comp. of wind speed	0.03 m/s	1.46 m/s	0.99
V-comp. of wind speed	0.02 m/s	1.53 m/s	0.95
Wind speed	-0.04 m/s	1.28 m/s	0.96
Wind direction	1.95°	22.26°	0.97

Sample No.=493

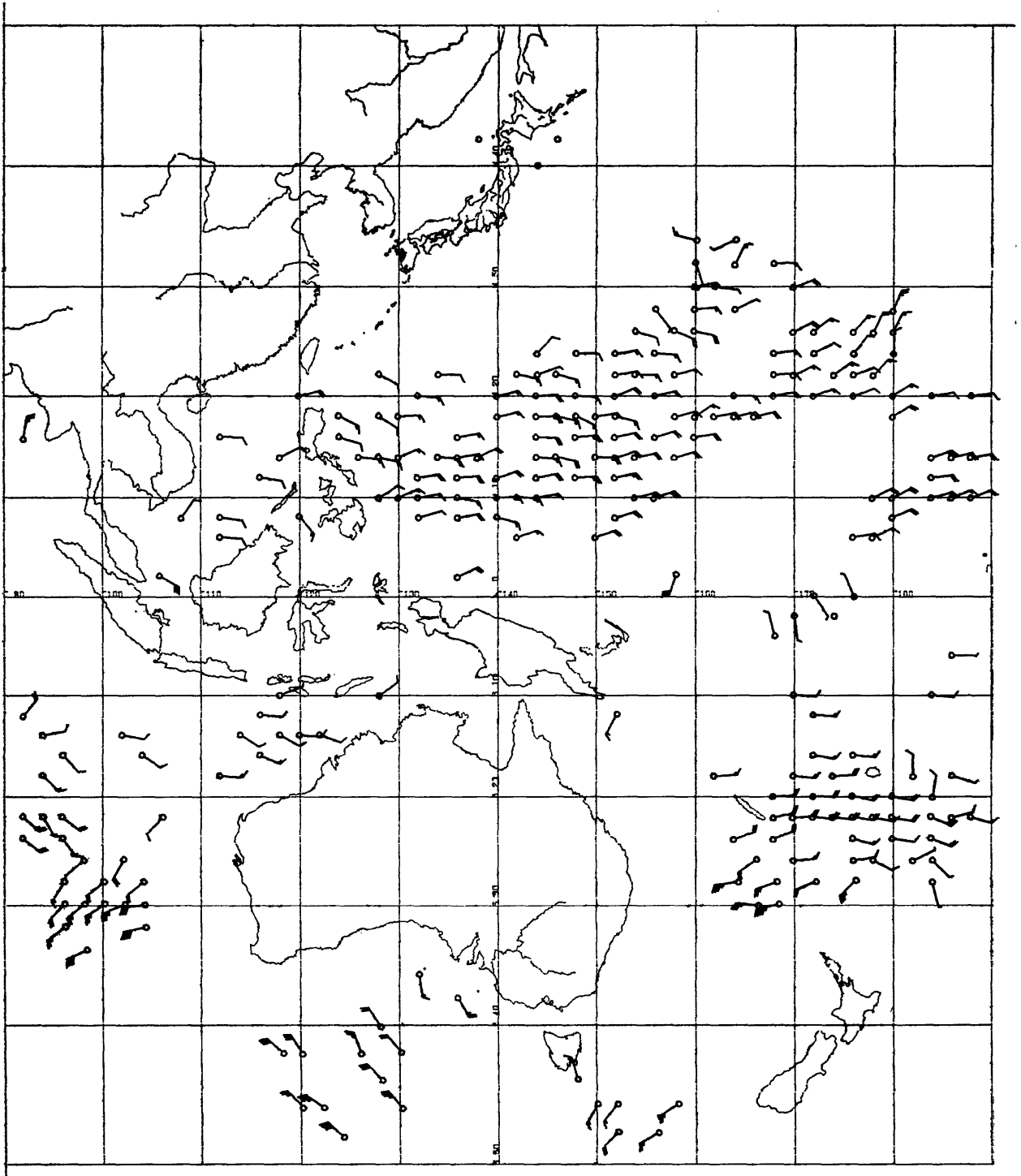


Fig. 6 A map of low-level satellite winds derived by MM method (00 GMT, May 2, 1983)

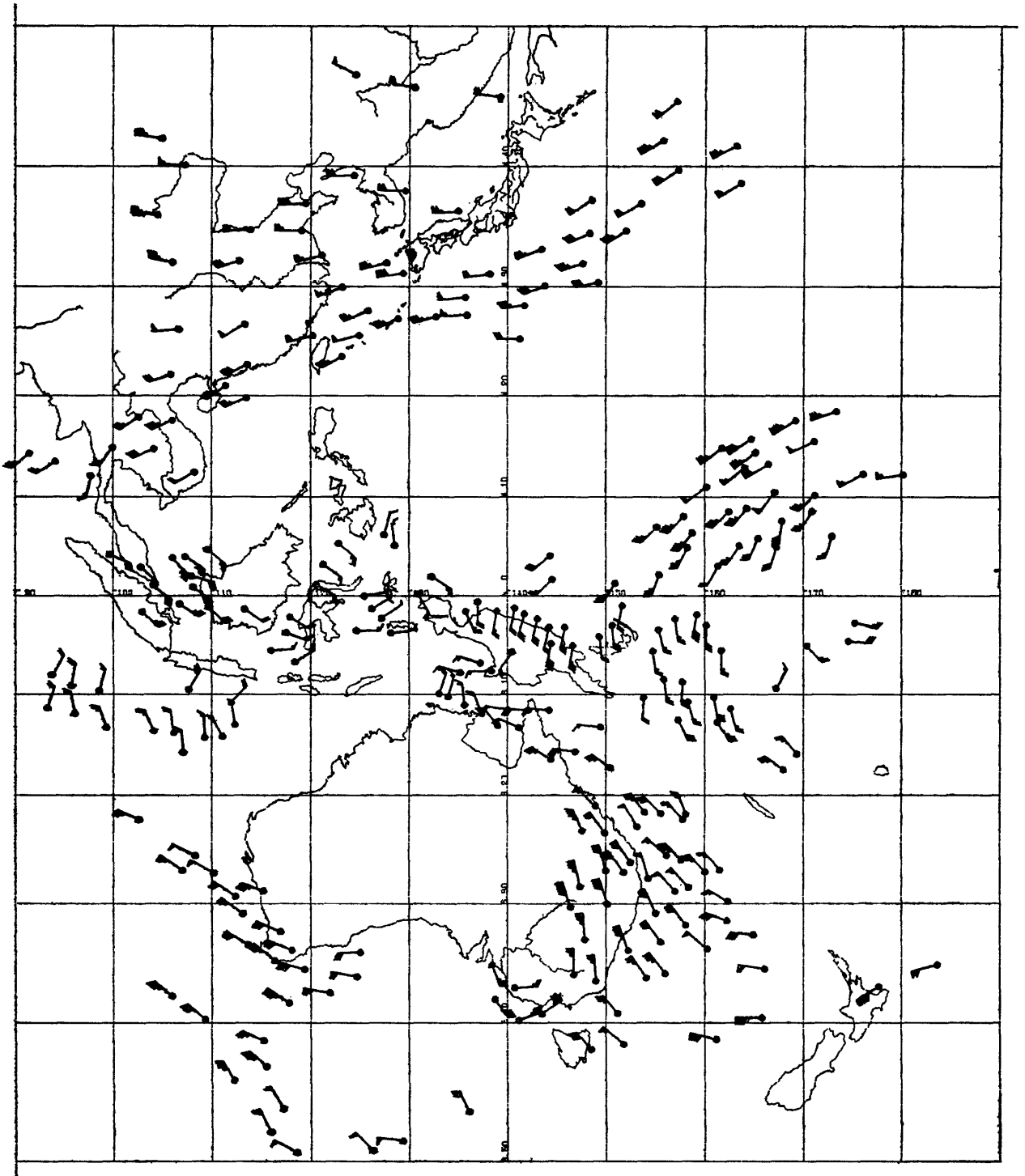


Fig. 7 A map of high-level satellite winds derived by LF method (00 GMT, May 2, 1983)

相関値を得られていたが、自動化による指定点は雲位置に無関係に一定格子点で設定されるため、小領域では雲の一部分が計算領域にかかる可能性が大きくなり、有意な相関が得られない場合があったが領域が大きくなることで、雲の形状を包み込む率が高まり、有意な相関が得られるようになる。

このため、テンプレートを16ピクセル×16ラインから32ピクセル×32ラインに拡張した（相互相関を求める時に処理時間の短縮を計るため、高速フーリエ変換を行う関係からテンプレートの大きさは $2^n \times 2^n$ で与えなければならない）。

この変更でテンプレートの大きさは衛星直下点で粗マッチングの場合 54 km × 80 km から 109 km × 160 km に拡張された。この大きさは可視画像の場合が 111 km × 120 km であるからほぼ同程度になったといえる。

変更前後の一観測当りの算出数の変化を Fig. 5 に示したが、一見できるように飛躍的な増加が現われた。

また、テンプレートの拡張に伴い、相関曲面が変化し、算出風にも影響がでるが、この量は Table 4 に示す通りで赤外画像1画素内の量であり、資料の質的变化は問題ないと判断した。

なお、最近の衛星風の算出例を上層風と下層風別 Fig. 6, Fig. 7 に示した。

2. 最近の衛星風の精度

衛星風の精度は国際的には CGMS の取り決めにより、毎年夏・冬の2期間、ラジオゾンデ風との比較調査を行っている（浜田, 1981）。当センターにおいても、この比較期間における調査を行っているほか、特定期間について同様の調査を行ってきたが、通年で精度調査はなかった。衛星風の精度向上のために、精度の継続調査と季節変動を把握する必要があり、1982年9月1日より、ラジオゾンデ風との比較資料の累積を始めた。

(1) 利用資料

ラジオゾンデ風との比較はあらかじめ選択した高層観測点から 310 km 以内の衛星風を対象にし資料の累積を行っている。累積される資料は衛星風とラジオゾンデの各指定面風および各特異点風の高度差、ベクトル差、風速差、風向差、東西成分差、南北成分差、両者の距離などである。

通年で資料累積を行うのに伴い、今まで比較に用いていた観測点の見直しを行い、11月16日から数点を追加した。さらに1983年2月25日から南半球の資料も一部加えることにした。参考までに観測所別に国際比較の基準内 (Table 5) に含まれる資料数を Fig. 8 と Fig. 9 に示した。図の◎は11月16日に加えられた観測点、●は1983年2月25日から累積を始めた観測点である。

(2) 精度調査

累積された資料をもとに、月毎のラジオゾンデ風との比較を Table 5 の条件で行った。この場合、ラジオゾンデ風との比較は下層風については高度差 ±50 mb 以内の、上層風については ±35 mb 以内の資料を用いた（指定面風がなく特異点風がある時に資料を得るため）。

比較は1981年末に衛星風高度の付加方法を一定高度にしてからの累積資料で行った。1982年9月以前の資料は国際比較期間と雲指定自動化後の精度調査によるものである。

Fig. 10に上層風と下層風に分けて比較した結果を示した。これによると下層風は年間を通じて、ラジオゾンデ風との偏差は安定している。対象とした資料は Fig. 9 に見られるように 30°N 以南が多く、やゝ資料に地域の偏りがあることに注意する必要があるかもしれない。上層風について見ると顕著な季節変化を示していることがわかる。月別の比較対象とした衛星風の平均風速との間に明瞭な相関があることがわかる。また、上層風の場合には緯度帯や季節により、設定高度が違うのでその変更

Table 5 The size of elliptical collocation area for International Comparison of Satellite Winds specified by CGMS.

Wind level	Satellite wind speed	Major Axis	Minor Axis
High-level and Mid-level wind (less 700 mb)	Less than 10 m/s	225 km	175 km
	10-25 m/s	250 km	140 km
	Larger than 25 m/s	300 km	100 km
Low-level wind (700 mb-Surface)	Any speed	225 km	175 km

* The major axis must be oriented along the satellite wind direction.

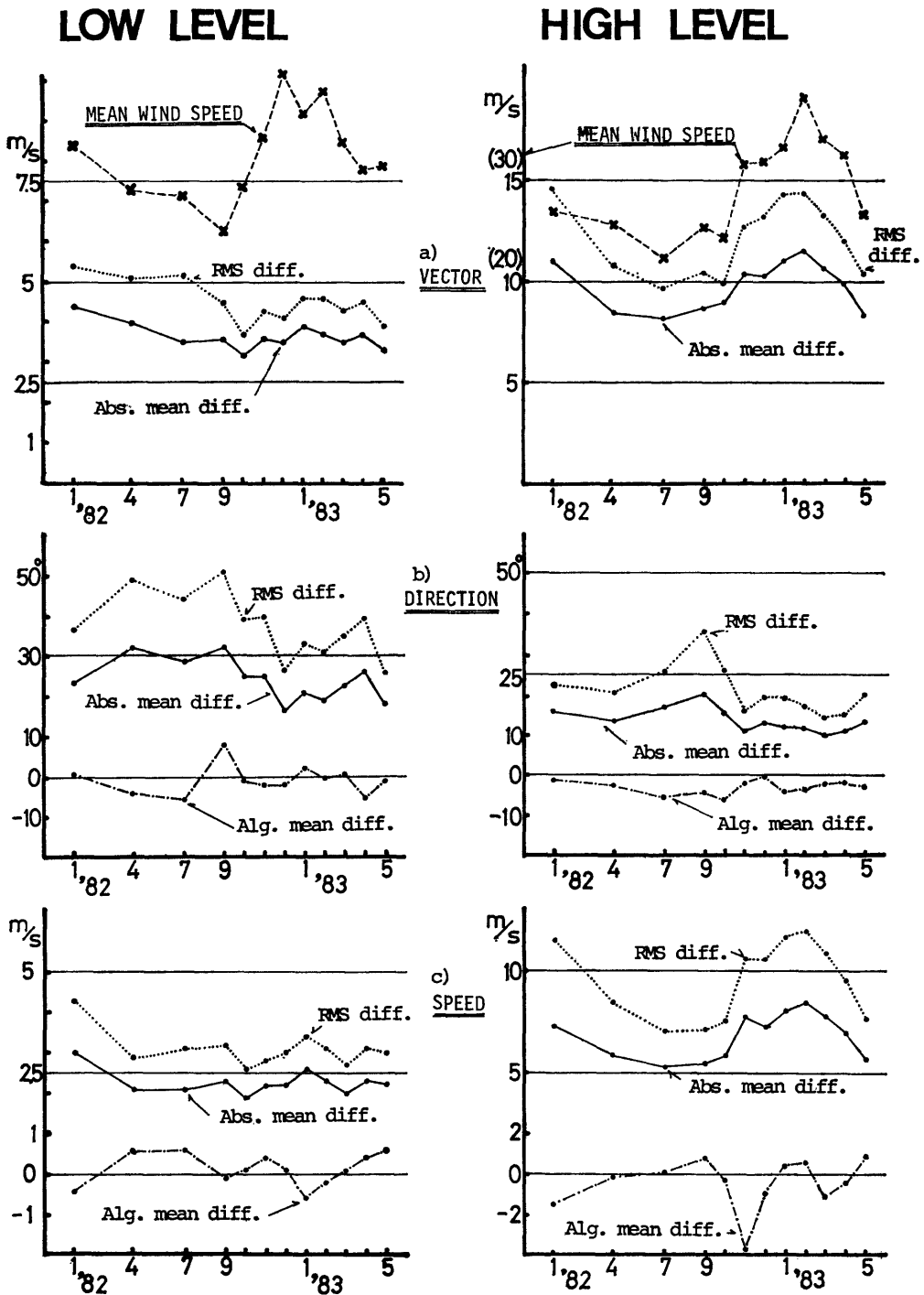


Fig. 10 Monthly mean differences between satellite wind and radiosonde wind. a) Vector difference, b) Direction difference, c) Speed difference.

Table 6 Comparison of accuracy between MSC/JAPAN satellite winds and NESDIS/U.S.A. satellite winds.

	Sample No.	Mean speed of sat. winds	Difference (Vsat.-Vradio.)								
			Vector		Speed			Direction			
			Abs. mean	rms	Alg. mean	Abs. mean	rms	Alg. mean	Abs. mean	rms	
((High-level winds))											
SUMMER	MSC	708	22.3	8.2	9.7	0.1	5.3	7.1	-5.6	17.0	25.6
	NESDIS	93	21.5	10.0	12.2	-1.3	6.5	9.2	5.4	21.8	33.0
WINTER	MSC	332	37.4	11.8	15.2	-0.1	8.8	12.7	-3.8	11.5	18.6
	NESDIS	92	32.0	13.2	16.0	-4.7	8.6	11.6	-1.5	16.4	22.2
((low-level winds))											
SUMMER	MSC	140	7.3	3.5	5.2	0.6	2.1	3.1	-5.7	28.6	44.1
	NESDIS	475	8.2	5.2	6.2	-0.0	3.1	4.0	10.6	30.1	43.6
WINTER	MSC	263	9.0	3.7	4.3	-0.6	2.4	3.2	1.9	20.2	30.8
	NESDIS	604	8.0	4.5	7.1	-0.9	2.9	3.7	6.6	28.5	41.8

Summer; 1982 July 1-30. Winter; 1983 Jan. 15-Feb. 13

時期に誤差の変化が現われている(風速誤差の平均の変化傾向が11月と12月, 2月と3月の間で変化している)。

衛星風の精度の変化を示したが, これだけでは当センターの算出する衛星風が良質の資料であるか結論することができないので, 他の衛星風を算出している機関のそれと比較する必要がある。Table 6 に GOES EAST と WEST により衛星風を算出している NESDIS との比較を示した。これを見ると, 当センターの算出している衛星風は NESDIS の算出風と同程度の精度を持っていることがわかる。

(3) 上層風の設定高度に関する調査

上層風の場合, 算出された衛星風がどのような高度の風を表現しているかが問題である。このため, 算出衛星風とラジオゾンデの各指定面の風との比較を試みた。まだ調査中であるので月別・緯度別調査例として, 10月(Fig. 11), 1月(Fig. 12)を示した。緯度帯の分割は亜熱帯高気圧圏内の赤道から 20°N までと, 偏西風帯の境界付近の 20°~30°N 帯, およびそれ以北の3通りに分割して見た。図の0線は衛星風の平均を示し, 各層毎の誤差と標準偏差を示した。衛星風—ラジオゾンデ風で計算したが風速については符号を逆にして表示し, その時期の平均風の鉛直分布が一見できるようにした。図中の風速の0線の上に()で衛星風の平均風速を示した。これで各緯度帯の平均場の変動の目安がつけられる。10月と1月の平均場を比較すると, 赤道から 20°N 帯まで

は両者ほとんど同じ(風速場も鉛直分布も)であるが, 20°~30°N 帯では平均風速にかなりの差が生じ, 1月は 30°N 以北のそれに一致し, 鉛直シャーも大きくなっている。

両図の図中に示した BFL は衛星風とラジオゾンデ風のベクトル差の最少のレベルを示した。前述の調査で風速の増大するとともに誤差が大きくなると述べたが, 例えば1月の 20°~30°N 帯の衛星風について見ると, 300 mb に高度を設定しても 400 mb に高度を設定しても, 鉛直シャーが大きいところであるため誤差が増大する要因となっている。

上層風の設定高度に関してはさらに, こうした調査を進め, 季節的な変化, 緯度変化も確認していく予定である。

おわりに

定常業務では現在の処理内容や方式については現業員をはじめ関係者の周知するところであるが, 処理内容や方式の変更等は次第に人々の記憶から去ってしまう。この報告はこうした事柄をメモしておくことに力点を置いた。このため各項目について説明が不足する点が多かったことは容認願いたい。

また, 精度調査についても現状の報告で結論までに至らなかったが, これらの調査を衛星風の精度の一層の向上を計る礎としたと思っている。

最後に本報告の作成にあたり, 門脇俊一郎データ処理

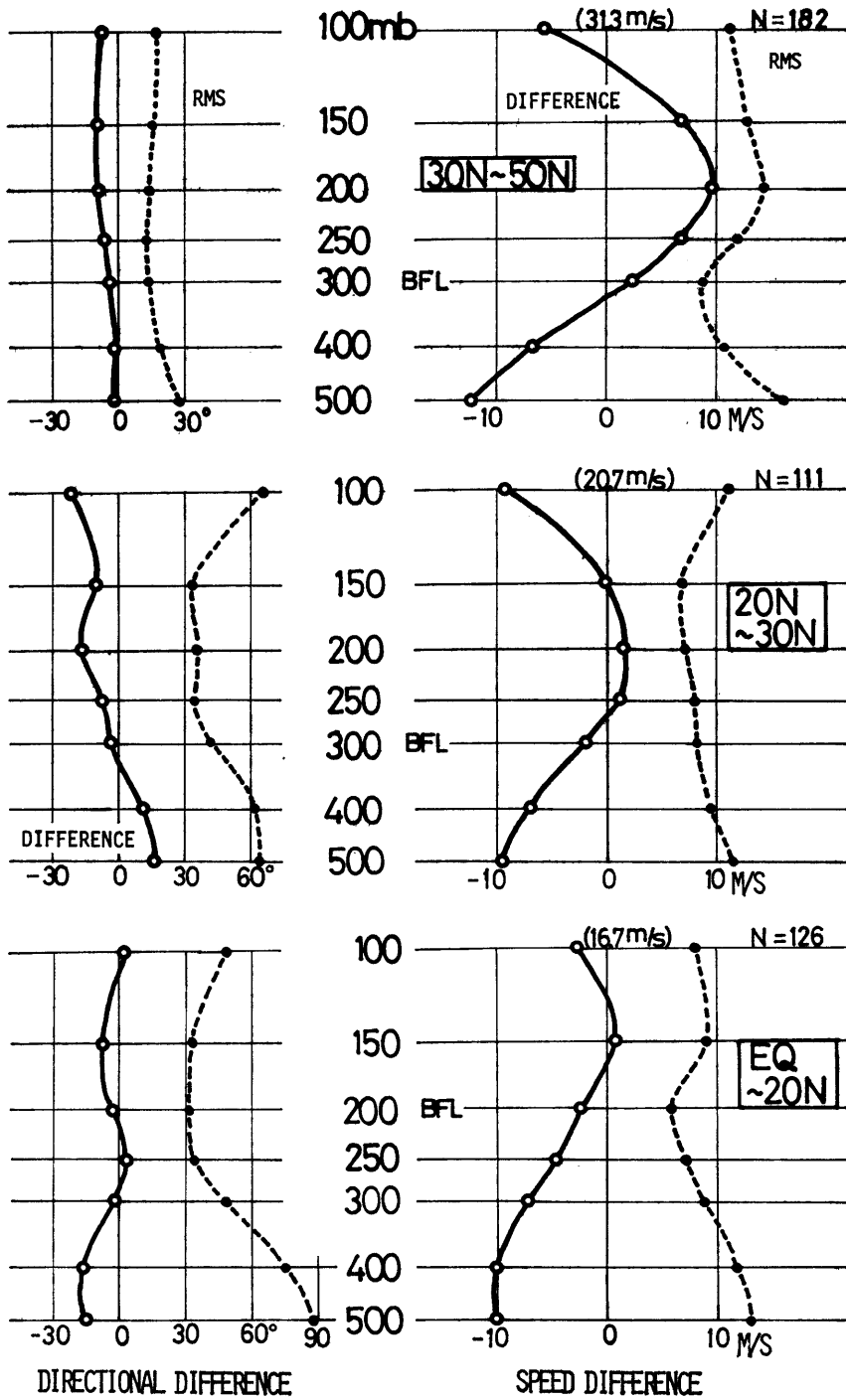


Fig. 11 Differences between a high-level satellite wind and radiosonde winds at standarder levels observed at a nearby station in October 1983. Left; Direction difference, Right; Speed difference, full line; Monthly mean diff. dashed line; r. m. s. diff.

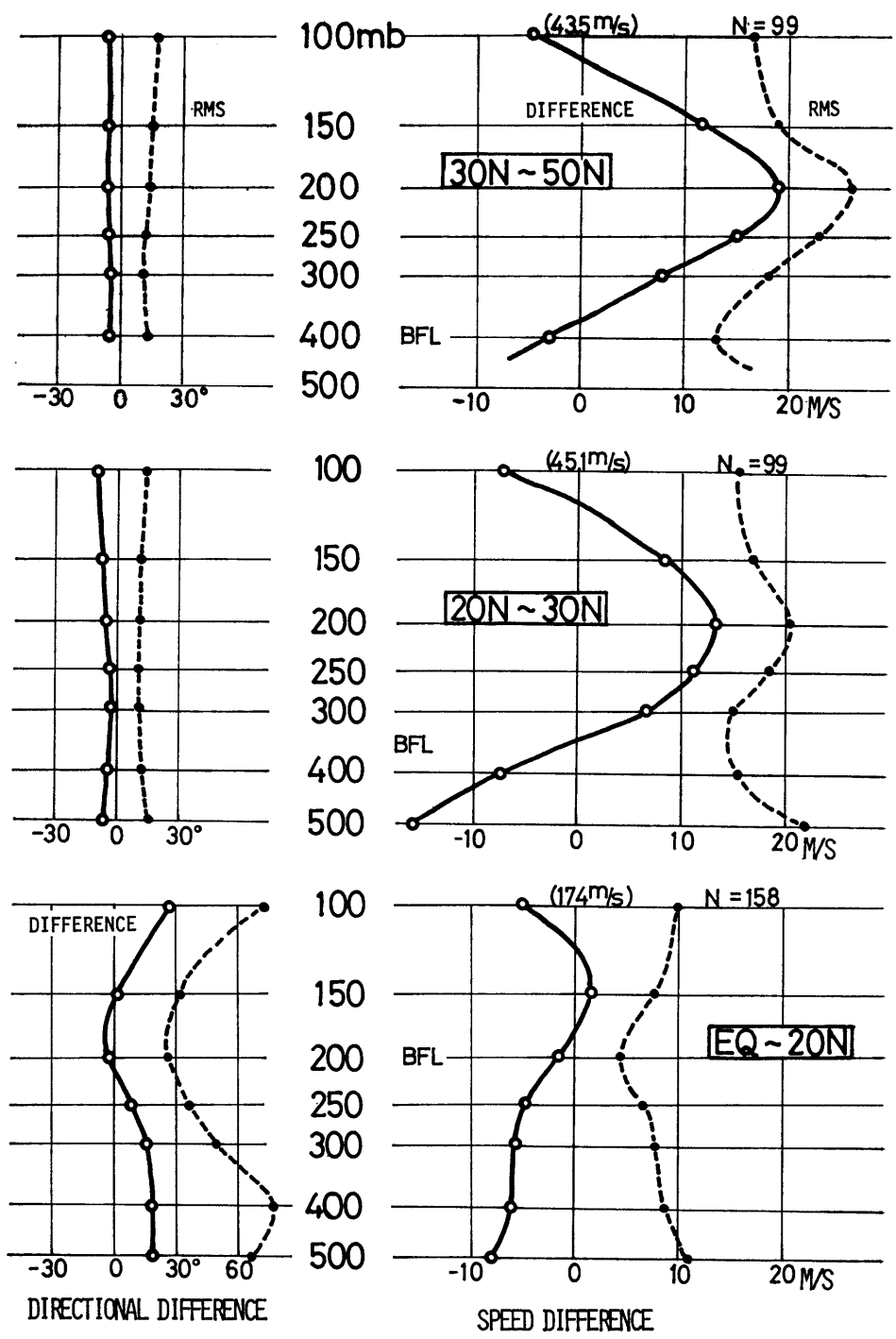


Fig. 12 Same as Fig. 11, but for January 1983.

部長からは有益な御助言と概要の英文作成をしていただきました。また、システム管理課浜田忠昭調査官には過去の業務変更についての資料をそろえていただきました。ここに感謝の意を表します。

参考文献

静止気象衛星利用の手引き, 1982, 9; 風ベクトル, 43-56, 気象衛星センター。
浜田忠昭, 1979; 風計算, 気象衛星センター技術報告, 特別号II-2, 15-42。
浜田忠昭, 1981; 風計算国際比較の概要, 気象衛星センター技術報告, 第4号, 117-132。
浜田忠昭, 1982c; ひまわりの風計算システムにおける

客観的雲指定法の開発—その2. 処理結果, 日本気象学会春季大会予稿集, 41, 333.

Hamada T, 1982a; New Procedure of Height Assignment to GMS Satellite winds, Meteorological Satellite Center Tech. Note, No. 5, 91-95.

Hamada, T, 1982b; Representative Heights of GMS Satellite Winds, Meteorological Satellite Center Tech. Note, No. 6, 35-47.

加藤一靖, 浜田忠昭, 1982; ひまわりの風計算システムにおける客観的雲指定法の開発—その1. ヒストグラム解析法, 日本気象学会春季大会予稿集, 41, 332.

Hamada, T. and K. Kato, 1983; The examination on the new procedure of objective target cloud selection for GMS Cloud Wind Estimation System (CWES), Interim Report at Meteorological Satellite Center of Japan, May 1983.