

軌道気象衛星の鉛直分布観測から導出された水蒸気量 及び気温の精度評価 (その2)

A Comparison of Moisture and Temperature Fields Derived from Meteorological Satellite Vertical Sounding (NOAA-TOVS) Data with Rawinsonde Data (Part 2)

加藤 政勝*

Masakatsu Kato*

Abstract

A comparison of moisture and temperature fields near sea surface level derived from TIROS-N (NOAA-7) Operational Vertical Sounder (TOVS) radiance data with those from ship and bouy-robot reports (the conventional data) is performed.

To examine the seasonal dependence of the accuracy of remotely sensed data, the comparison was made in 3 cases of 5 consecutive days in 3 seasons; summer (Jul. 5-9 '82), autumn (Sep. 16-20 '82) and winter (Jan. 1-5 '83).

TOVS and observed data are objectively analysed by means of correction method on the polar stereographic projection maps (grid size is 76.2 km at 60°N).

Using the grid point values the difference of both data and RMS (root mean square difference of temperature or moisture) are calculated.

According to these results, the mean difference of absolute values ($|\overline{\text{TOVS}-\text{the observed}}|$) of surface level mixing ratio is about 2g/kg, which corresponds to the relative error of about 10-20% and RMS is around 2 g/kg. In temperature fields, the mean difference of absolute values is about 2°C and RMS nearly equals 2°C-3°C.

1. はじめに

本報告は気象衛星センターで、米国の極軌道衛星 TIROS-N (NOAA-7) から直接受信・処理している情報である水蒸気量 (可降水量) 及び気温の精度評価を、実測値の得られる地表 (海上) 近傍のみを対象とし試みたものである。両者の評価は季節による相異をみるため 1982年7月5日～9日, 秋期1982年9月16日～20日, 冬期1983年1月1日～5日の3例について行なった。

これら精度評価結果によれば季節による誤差の系統的な相異はみられず, 水蒸気量 (混合比) に関しては絶対誤差 (TOVS-実測) で 2 g 内外, 相対誤差で 10～20% である。気温については絶対誤差で 2°C 内外であり,

RMS (=乗差の平均) は 2°C～3°C であった。

2. データ

現在気象衛星センターでは NOAA-7 (TIROS-N シリーズ3号機) の TOVS (TIROS Operational Vertical Sounder) データを1日2回 (06Z, 18Z 近傍) 直接受信・処理している。

この処理で得た水蒸気や気温の鉛直分布データは気象庁電子計算室へ送信すると共に校正済 TOVS データなどと共に磁気テープに累積され保存されている。この累積磁気テープに含まれている気温・水蒸気情報はおよそ 35°N, 140°E を中心に半径 25°N の範囲 (日時によって若干異なる) 内で, ほぼ 50～100 km 四方の領域について1つのデータが得られている。

* 気象衛星センター解析課, Meteorological Satellite Center

これら観測点ごとに鉛直方向に水蒸気量に関しては、大気の上端から、400, 500, 700, 850 mb および 1000 mb 面までの可降水量が算出されている。これら層間可降水量を鉛直微分することによって混合比が求まる。今回の精度評価の対象とした水蒸気量（混合比）はこうにして求めた混合比を 1000 mb 面に線形に外挿したものである。

気温に関しては、1000, 850, 700, 500, 400, 300, 250, 200, 150, 100, 70, 50, 30, 20 mb 及び 10 mb 面のものが求められている。精度評価の対象とした気温はこの内の 1000 mb 面である。

尚、上記で求めた混合比・気温との比較に用いた実測値は Fig. 2a で示した範囲で陸上における高層観測地点及びアデス配信された船舶気象報で求められたものとピロボットによるものである。

3. TOVS データの精度評価法

実測値として用いた混合比・気温は高層観測地点及び船舶気象データ（ピロボットを含む）であり地表での気圧が 970 mb 以上のものを比較対象とした。混合比に関しては補正は行わず、気温に関しては断熱的に 1000 mb 面にもってきた値を用いた。これらの混合比・気温は 76.2 km メッシュ (60°N) のポーラ・ステレオ投影図上に客観解析（修正法による）された。又、全期間を通して、TOVS によるデータと実測値の測定時間差は最大で約 2 時間である。

一方、TOVS データで求めた混合比・気温は上記の実測データと同じ範囲で上記と同じ手法により客観解析を施した。尚、この際の客観解析に用いた初期推定値は、実測データの客観解析値を使用し、TOVS データは海上のみを用い、地表値は高層観測点の値で埋めた。

この様にして求めた同日時における両データの格子点値は XY プロッターにより等値線を描かせると共にその差の分布をも図示し、TOVS データの特徴（実測値に対するくせ）をみることにした。TOVS データは海上に限られているので実質的にはこの比較は船舶観測データ（ピロボットを含む）と TOVS データの比較ということになる。これら両データの格子点値について算術差の平均、差の絶対値の平均及び RMS 等を求めた。

尚、客観解析に用いた実測データの分布の平均格子点間隔は比較期間全体の平均で約 3.5 度、TOVS データのそれは約 1.5 度であった。

4. 結果の検討

比較検討は GMS 画像を参照しながら、はじめに混合比場を、次に温度場について夏、秋、冬の各代表及び 5 日平均場について述べる。

4-1. 混合比場

a) 1982年7月7日 06Z 及び 5 日平均場。

Fig. 1a, 1b によれば主たるじょう乱に伴う雲域は本州を広くおおっている、一方、はるか東方海上にももう一つまとまった雲域が認められる。この時刻における実測の混合比の分布を Fig. 2a の上段に、TOVS より求めた混合比分布を下段に示した。両分布図とも比較的均質にデータが分布しているといえよう。従って、両者間の比較に適したものと言える。

Fig. 2b は Fig. 2a を用いて客観解析した混合比分布図で上段が実測、下段が TOVS によるものである。Fig. 2b 上段の分布図を Fig. 1a 及び 1b の画像を参照して眺めると、140°E に沿う本州近傍における高混合比域の北側への突出、この西側である黄海南部及び東側 150°E (25°N~35°N) 付近の低混合比の南への突出が特徴的で、かつ、これら領域の 30°N 線に沿って混合比の傾度が大きく、画像から考えられる水蒸気分布を反映していると考えられる。

TOVS データの客観解析結果である Fig. 2b の下段と実測である上段を比較すると 140°E 付近に沿う 30°N ~40°N にかけての高混合比域の北側への突出部はみられず、又、黄海及び間宮海峡近傍（両地域とも陸地に囲まれた海域）は大きな混合比域となっている。

Fig. 2c 上段は Fig. 2a の上段図と下段図の差（実測-TOVS）を XY プロッターで作図したものである。下段の図は 1982年7月5日 06Z ~ 7月9日 06Z の 5 日間にわたる平均の偏差図（実測-TOVS）を示す。上段の図によれば前述したように陸地で囲まれた領域である間宮海峡付近、黄海近傍（この領域には実測値が不足しているので問題があるが）に大きな負の偏差がみられる。又、オホーツク海近傍にも若干大きな負の偏差がみられる。全体的にみて、中・高緯度（35°N 以北）で TOVS データの過大評価が、比較的低緯度においての過少評価がみられる。偏差は ±4 g 位におさまっているが、全体的に負の偏差が目立つ。

5 日平均偏差図である下段をみると、先ず全般的にみて 35°N 以北（相対的に低混合比域）において TOVS データの過大評価がみられる。特に、黄海近傍は TOVS データの混合比が大きくなる。続いて間宮海峡付近であ

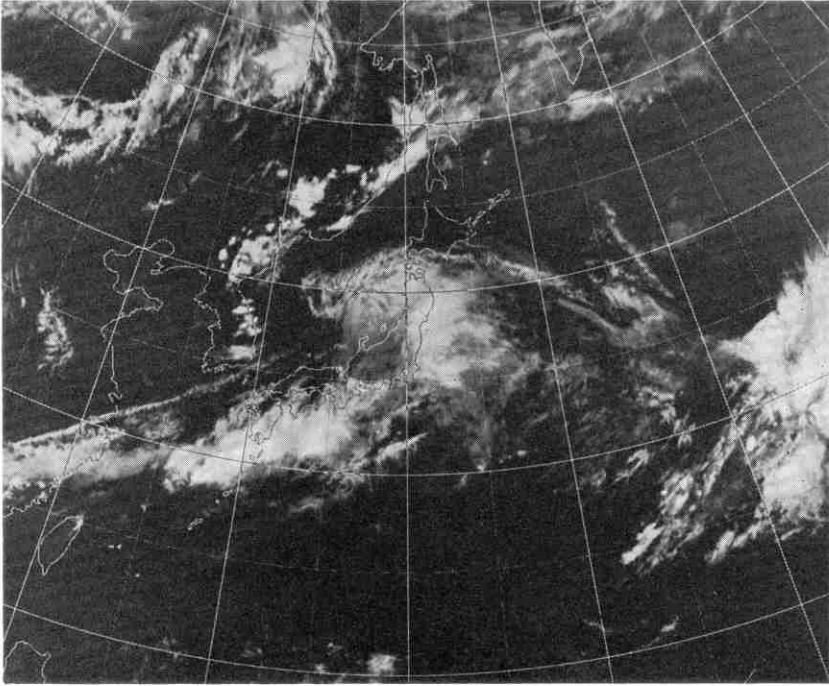


Fig. 1a IR picture taken from GMS at 06 GMT 7 July 1982.

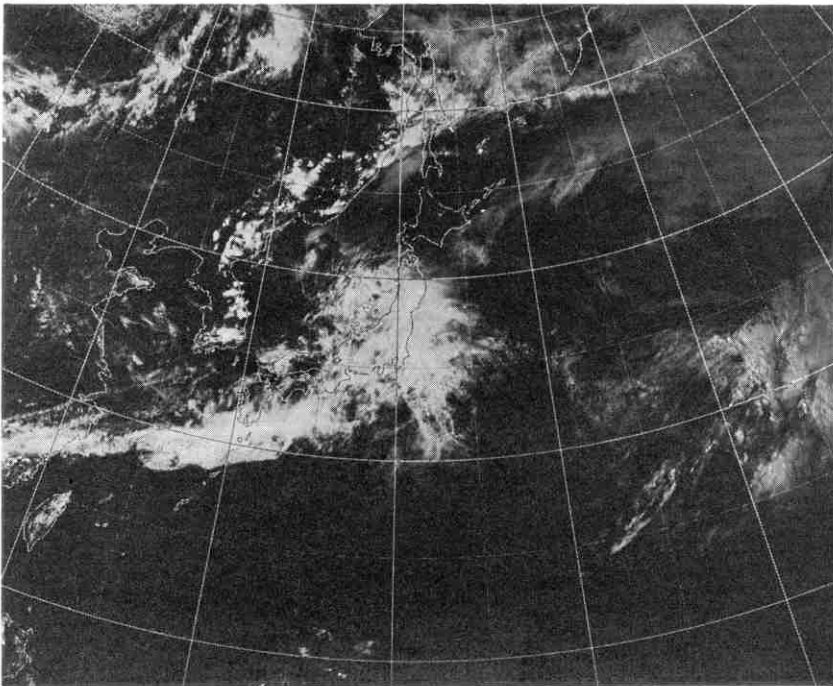


Fig. 1b Same as Fig. 1a except for VIS picture.

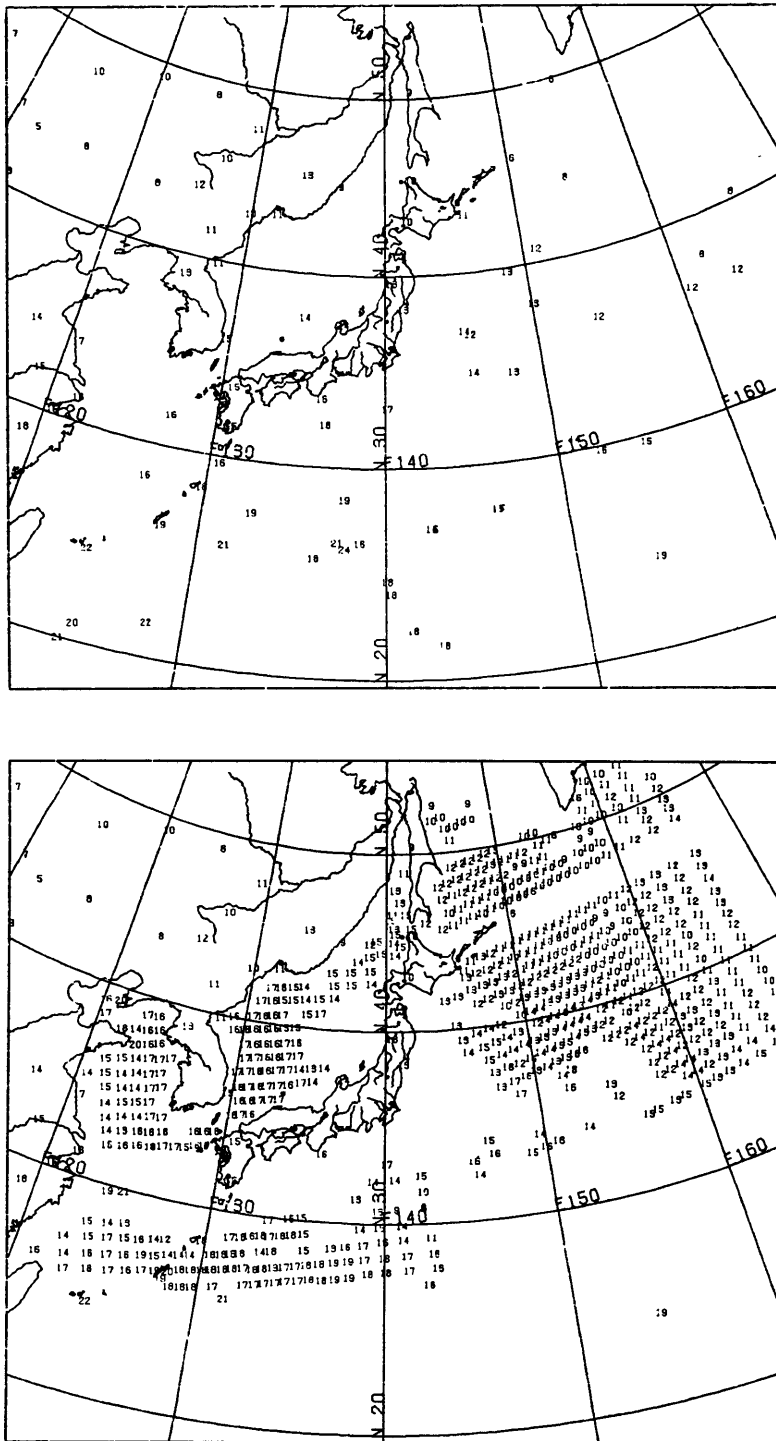


Fig. 2a upper; Distribution of mixing ratio derived from surface data (surface, ship and bouy-robot) at 06 GMT 7 July 1982. lower; Distribution of mixing ratio derived from TOVS data (at 1000 mb level) at 06 GMT 7 July 1982.

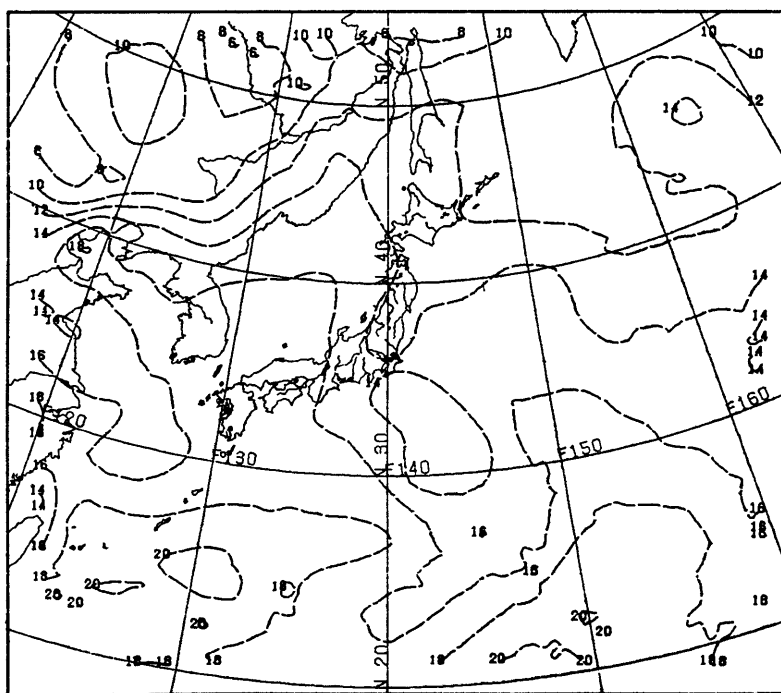
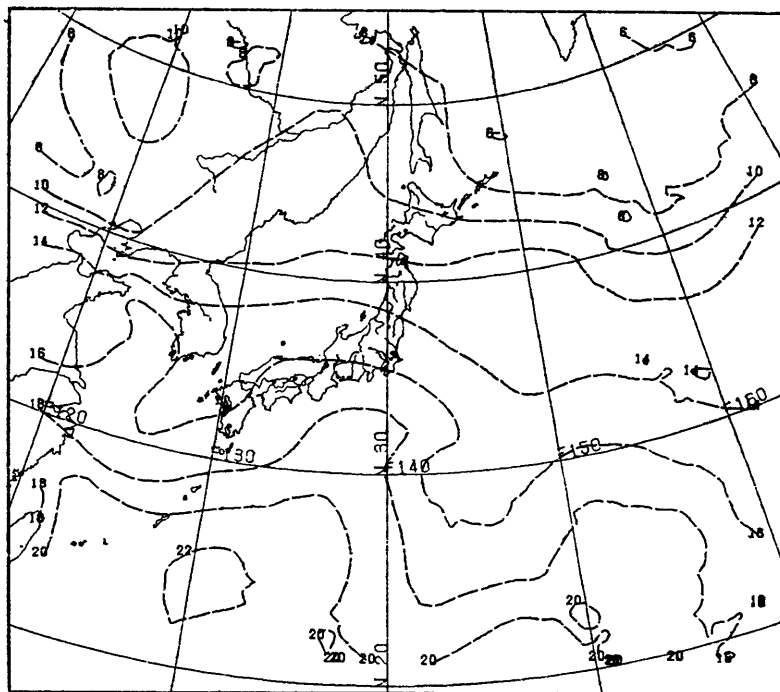


Fig. 2b upper; Objectively analysed mixing ratio using surface data (upper Fig. 2a).
lower; Objectively analysed mixing ratio derived from TOVS data (lower Fig. 2a).

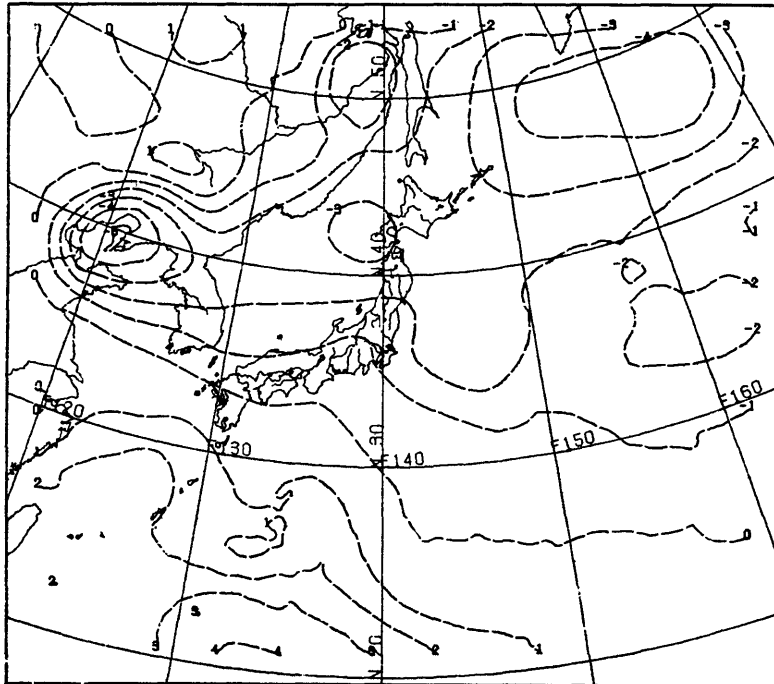
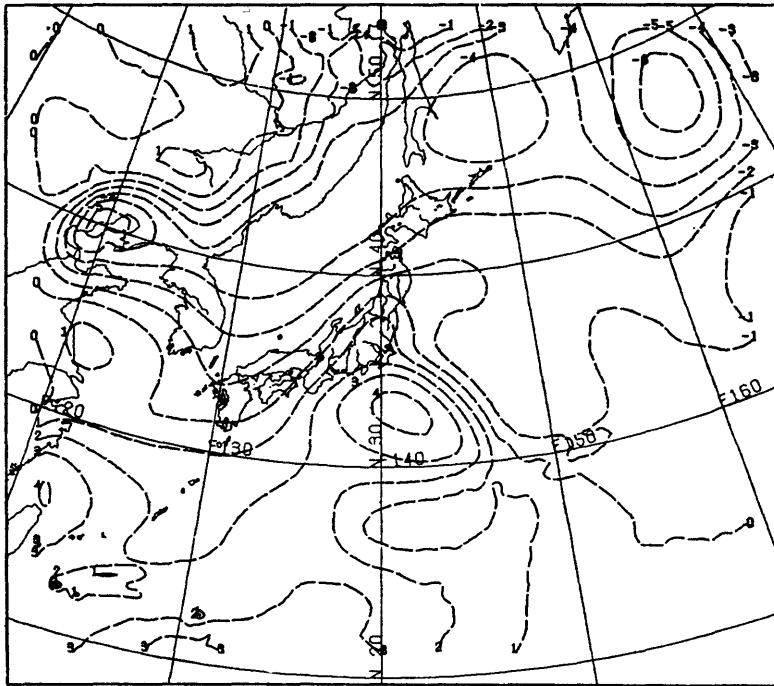


Fig. 2c upper; Anomaly of mixing ratio (surface-TOVS) at 06 GMT 7 July 1982.
lower; 5-day mean anomaly of mixing ratio (surface-TOVS) from 06 GMT 5 July
to 06 GMT 9 July 1982.

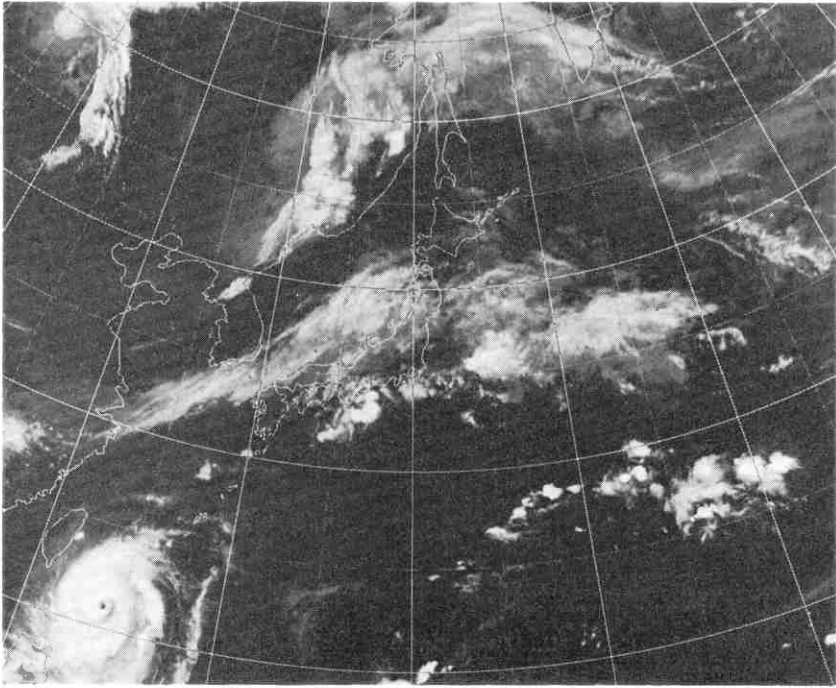


Fig. 3a IR picture taken from GMS at 06 GMT 20 Sep. 1982.

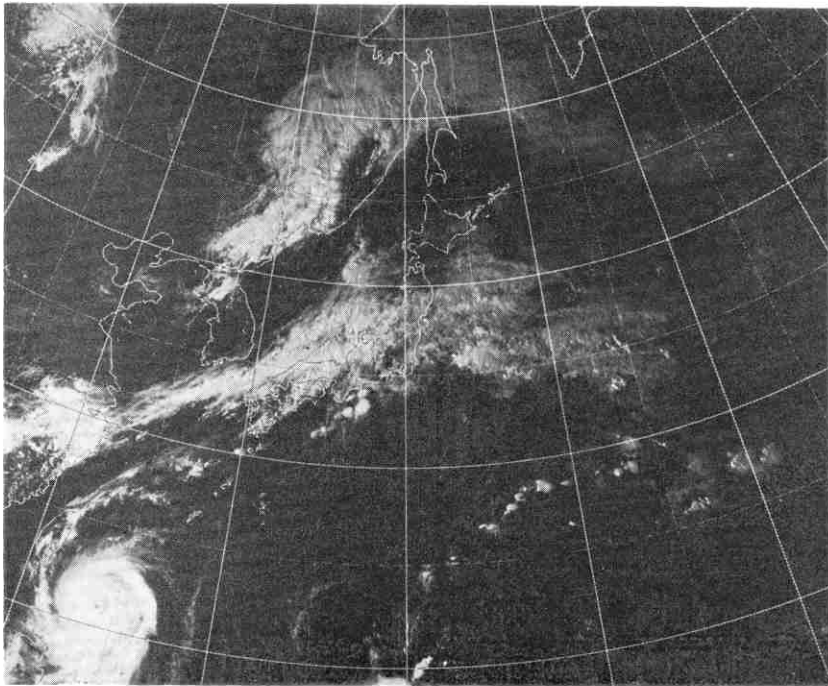


Fig. 3b Same as Fig. 3a except for VIS picture.

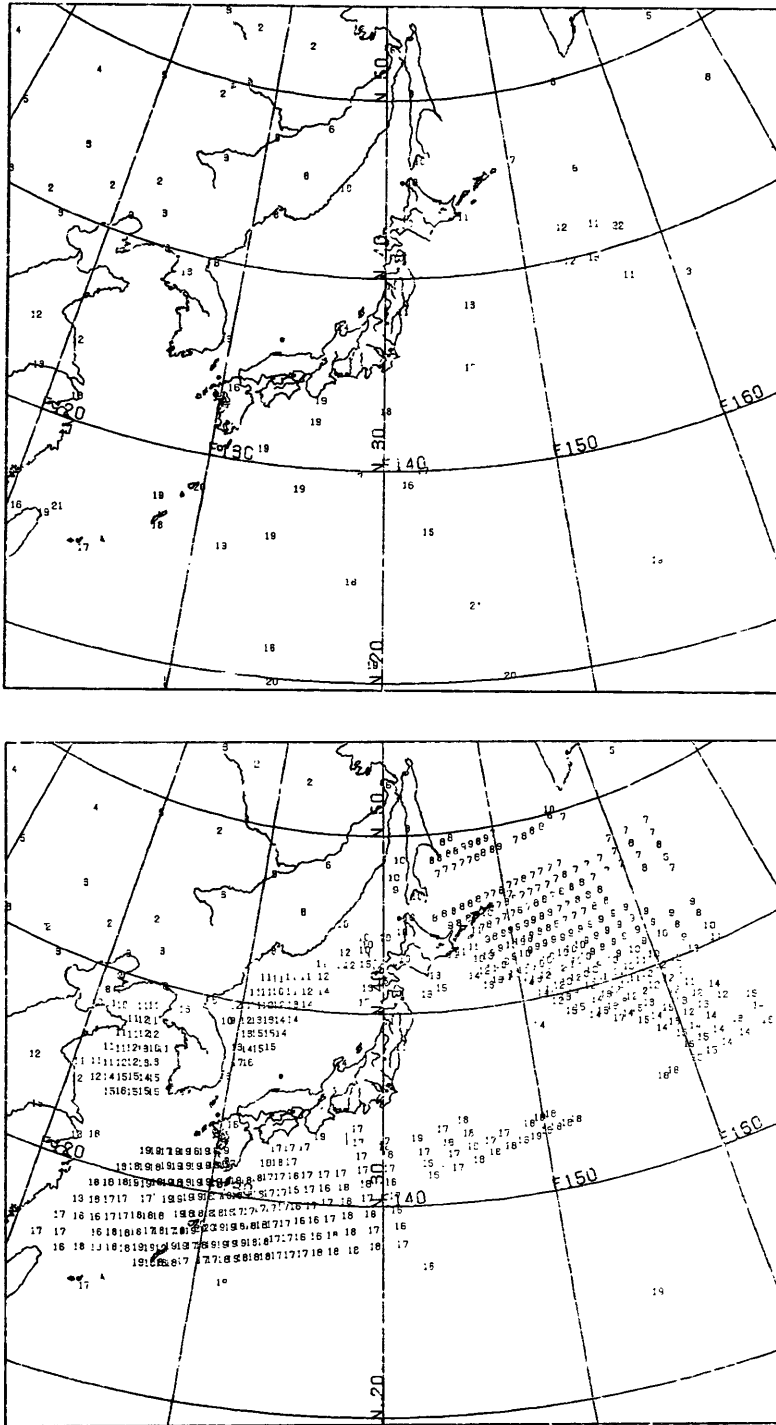


Fig. 4a Same as Fig. 2a except for at 06 GMT 20 Sep. 1982.

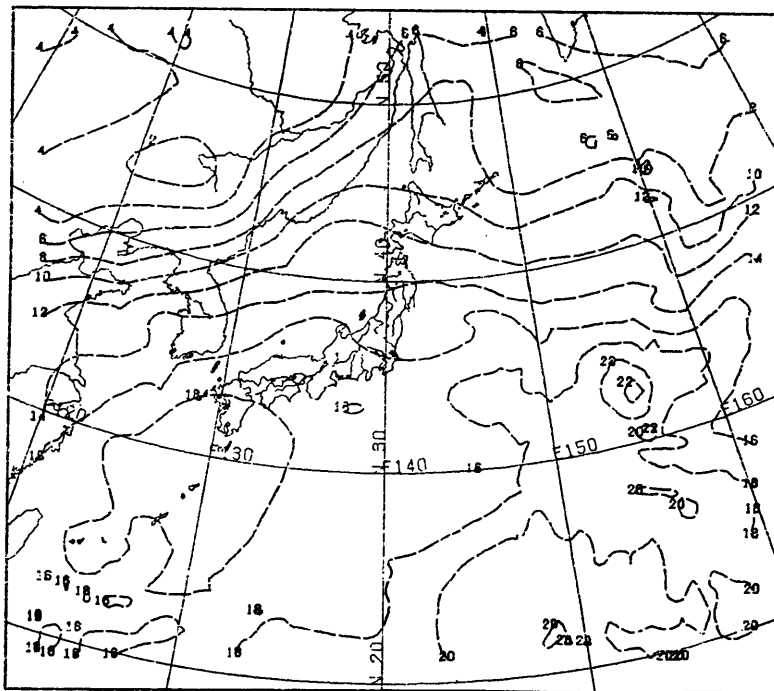
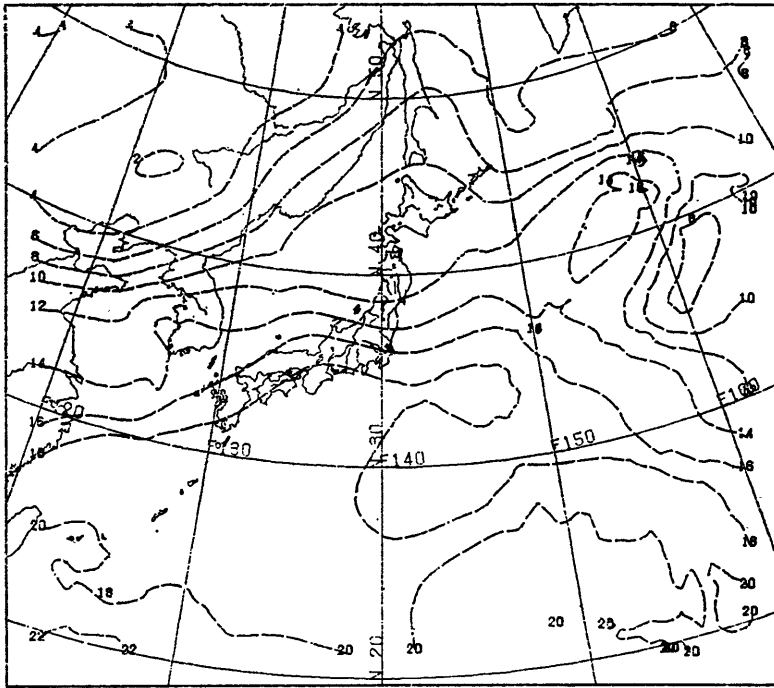


Fig. 4b Same as Fig. 2b except for at 06 GMT 20 Sep. 1982.

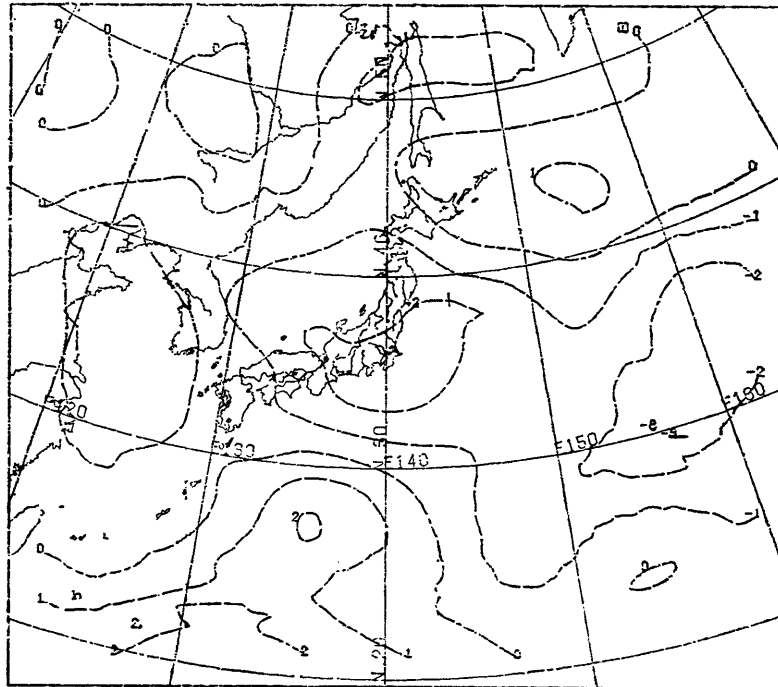
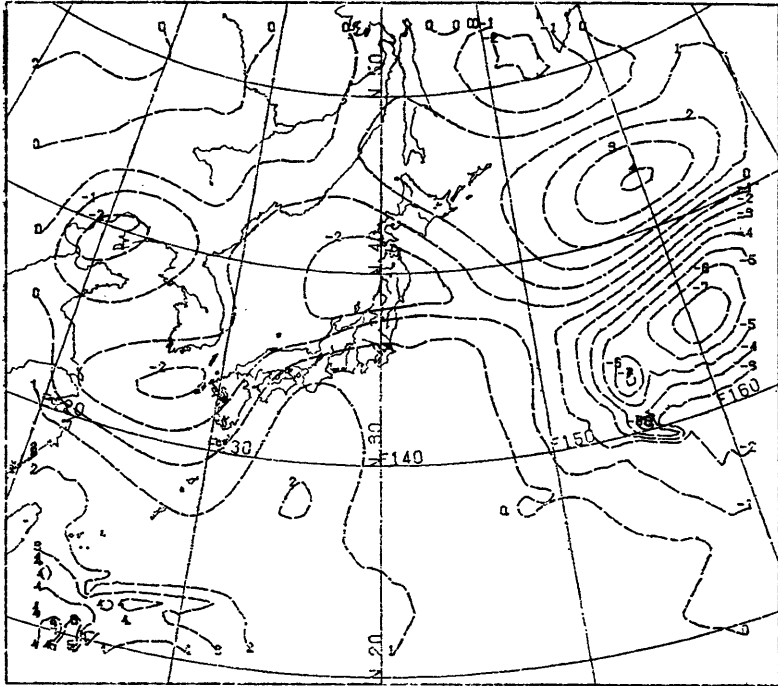


Fig. 4c Same as Fig. 2c except for at 06 GMT 20 Sep. 1982 (upper) and from 06 GMT 16 Sep. to 06 GMT 20 Sep. 1982 (lower).

る。これらの領域は前述してきたように陸地に囲まれた狭い海域に相当する。又、日本海北部、オホーツク海も TOVS データの値が大きく見積られる傾向がある。一方、30°N 以南の相対的高混合比域においては TOVS データが過少評価になる傾向がみられるが、北部領域程その程度は大きくなく、或る特定の場所に顕著にあらわれる傾向はない。全般的にみて平均の偏差分布は $\pm 3 \text{ g}$ 位に収まっていると言えよう。

b) 1982年9月20日06Z 及び5日平均場。

Fig. 3a, 3b は9月20日06Z の赤外及び可視画像である。これらによれば北系のじょう乱に伴う雲域は中国東北部から樺太にかけてみられ、一方、南系のじょう乱に伴う雲域が黄海南部から本州中央部を経て本州東方海上にみられる。この時の実測の混合比を Fig. 4a 上段に TOVS によるものを下段に示した。これらデータを基に客観解析した結果が Fig. 4b である。実測値が黄海南部域及び 30°N, 150°E~160°E にかけてみられないのでこの近傍での客観解析結果には若干問題があると思われるが、Fig. 4b の上段は前述した衛星画像の特徴をよく反映している。すなわち、沿海州から樺太にかけて、黄海から本州を経て東方海上にかけての混合比の傾度の大きな領域である。又、30°N 以南においての傾度の小さい高混合比域及び台湾近傍にみられる台風に伴う高混合比域である。35°N, 165°E にかけてみられる弱い寒気のブル域は低混合比域となっている。TOVS データによる客観解析結果である Fig. 4b 下段と実測値によるものとの全体的なパターンの類似度はよいと思われる。しかし、35°N, 165°E 近傍においては TOVS データが実測値に比して高値に、台湾東海上では低値となっている。

Fig. 4c 上段は9月20日06Z の偏差分布図(実測値-TOVS)、下段は9月16日06Z~20日06Z の5日平均の偏差分布図である。9月20日においては 35°N, 160°E 付近及びボツ海湾、黄海南部域での TOVS データの過大評価が、台風が存在する領域での過少評価が認められる。5日平均図によれば9月20日06Z と類似して中緯度帯(30°N~40°N) に経っての TOVS データの過大評価が 30°N 以南における TOVS データの過少評価がみられる。しかしながら a) で述べた夏期に比して偏差値の絶対値は小さく、相対的に高混合比域である低緯度域の TOVS の過少評価が目立つ他は、黄海、間宮海峡にみられた大きな負偏差域はみられない。平均場においては偏差は $\pm 2 \text{ g}$ の範囲に収まっている。

c) 1983年1月3日06Z 及び5日平均場。

Fig. 5a, 5b によれば日本を含む極東域は広く寒気の吹き出しにおおわれ、典型的な冬型のパターンとなっている。Fig. 6a には実測の混合比及び TOVS によるそれを示し、Fig. 6b にはそれらを用いての客観解析結果を示した。実測値は 40°N 以南において比較的均質に分布しており、この領域での TOVS データとの比較は良好と思われる。客観解析結果における両分布図においての類似度は高い。寒気の吹き出しに伴う大気気団変質が急激に起こりこれを表現して極東域での混合比の南北傾度は大きい。

1月3日06Z の偏差分布図である Fig. 6c の上段をみると 40°N 以南における TOVS データの過大評価が以北での過少評価が目につく。これらの傾向は5日平均図(Fig. 6c 下段)にもみられる。5日平均での偏差は $-4 \text{ g} \sim +2 \text{ g}$ に収まっている。冬期における混合比の絶対値が小さいことを考えると実測値に対する誤差の割合は大きい。この原因としては TOVS データによる混合比が夏期にみられたように絶対値が小さい領域において過大評価する傾向があること、又、もう一つとして気団が急激に変化する領域について適切な導出をしていないことに起因すると考えられる。尚、これら TOVS データのクセについては後にまとめて述べる。

d) 混合比比較に関するまとめ

これまで海面上における実測値である船舶・ピロポットデータと TOVS データより算出した混合比について検討してきた。TOVS データによる 1000 mb 面の混合比を大気上端から 1000 mb, 850 mb, 700 mb 面までの可降水量から外挿により求める方法によったということが1つ両者の比較に正確さを欠く事が考えられる。又、船舶データの分布が約 3.5 度、TOVS データの取得が 1.5 度とデータ密度の差は大きく、又、TOVS データと船舶データの取得時間差も最大 2 時間程度の差はあるものの両者間の定量的比較は可能と考えられる。a) ~ c) で各季節の代表的な1日間についてとその日を含む5日平均場についての両者の比較検討をしてきた、比較において各々のデータ分布は必ずしも満足できるというわけではなかったが、次の様なことは言えよう。

(1) 全季節を通して混合比の絶対値の小さい領域において TOVS データの過大評価が、絶対値の大きい領域での過少評価がみられる。

(2) 大気が急激に混合比を変える(混合比の傾度が大きい)領域において TOVS データの導出値が適切でない傾向がみられる。又、夏期において陸地で囲まれた狭

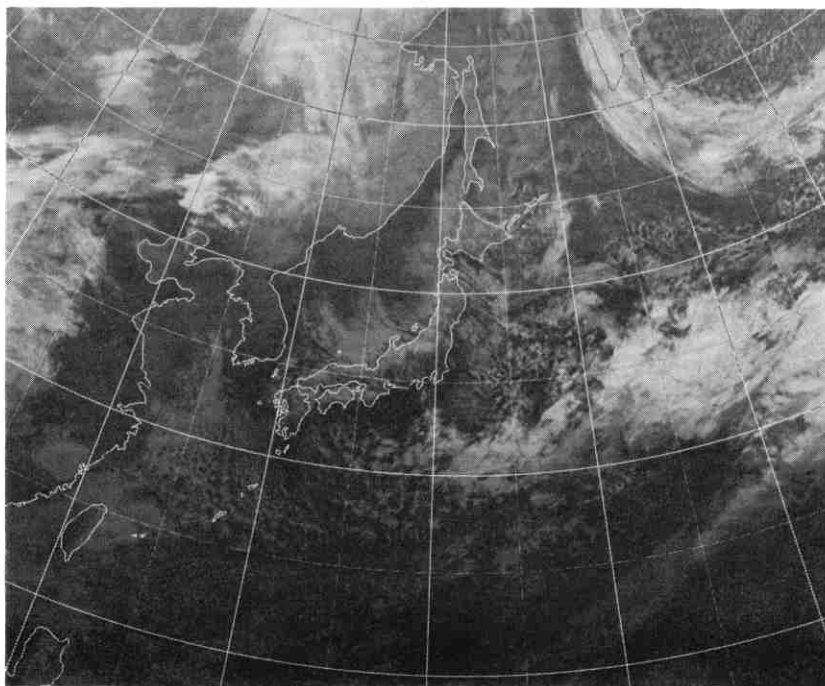


Fig. 5a IR picture taken from GMS at 06 GMT 3 Jan. 1983.

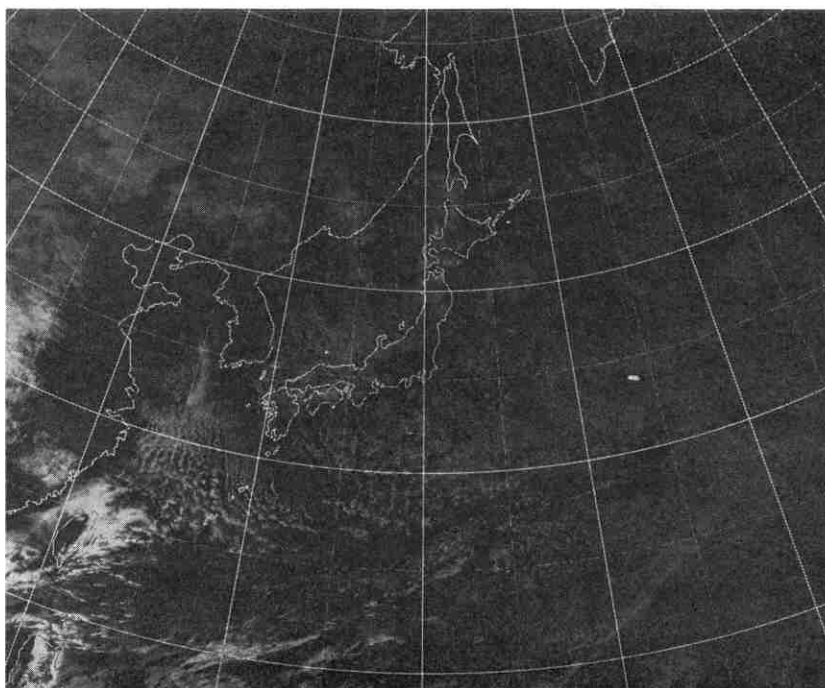


Fig. 5b Same as Fig. 5a except for VIS picture.

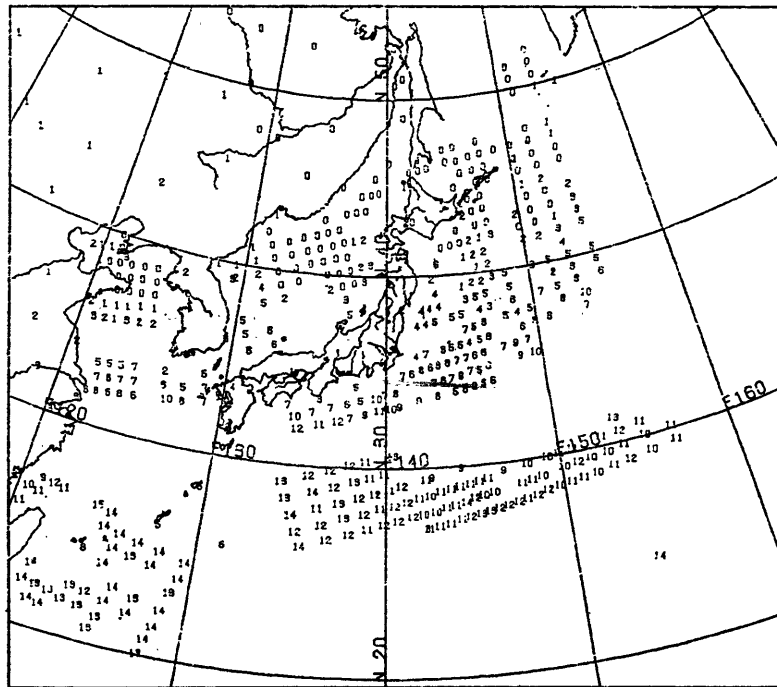
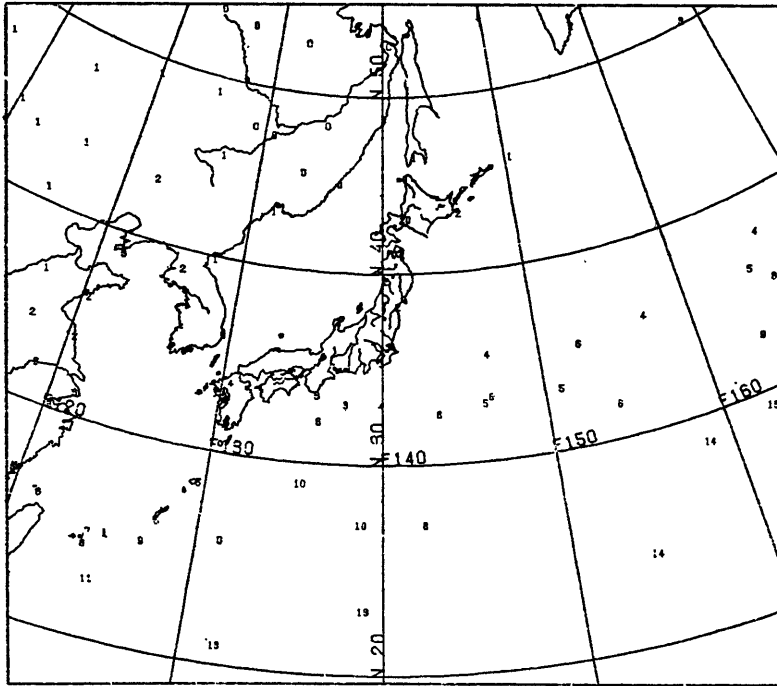


Fig. 6a Same as Fig. 2a except for at 06 GMT 3 Jan. 1983.

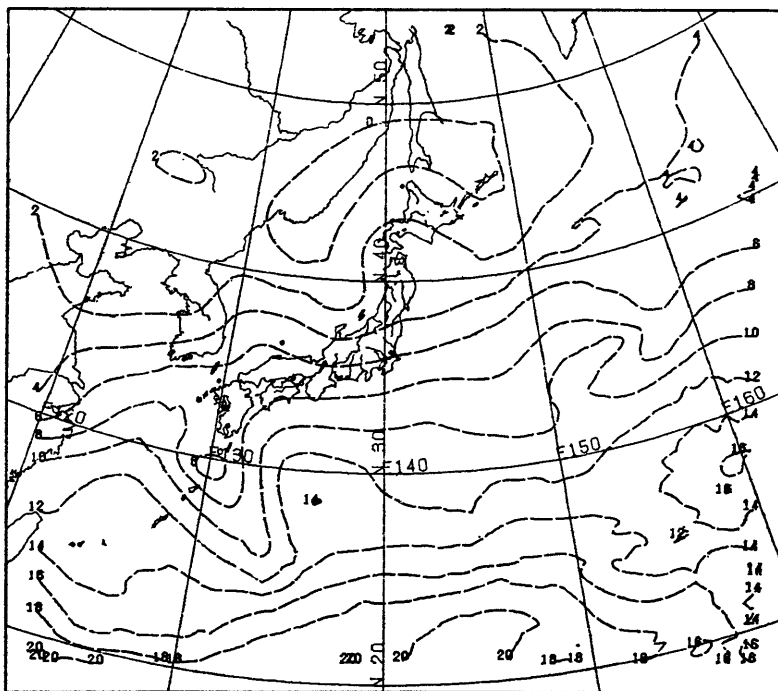
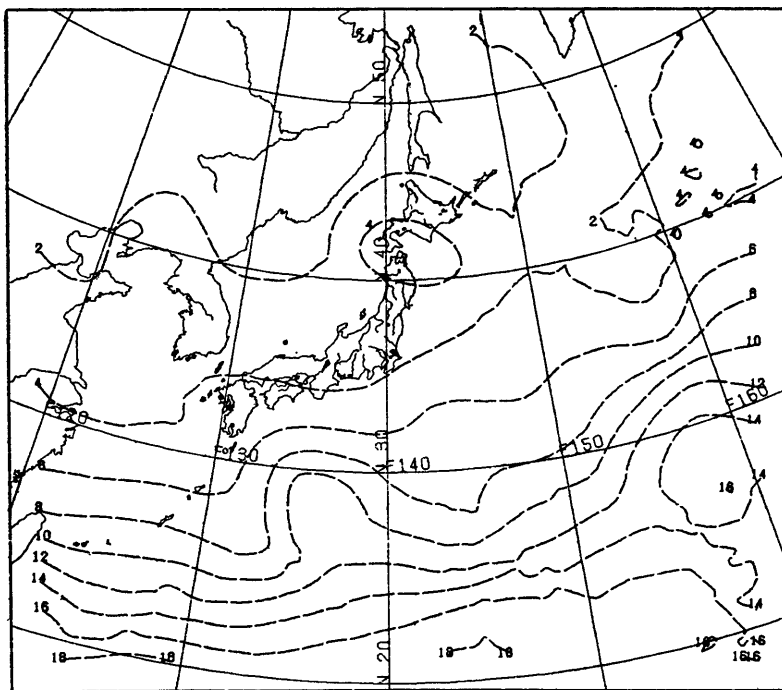


Fig. 6b Same as Fig. 2b except for at 06 GMT 3 Jan. 1983.

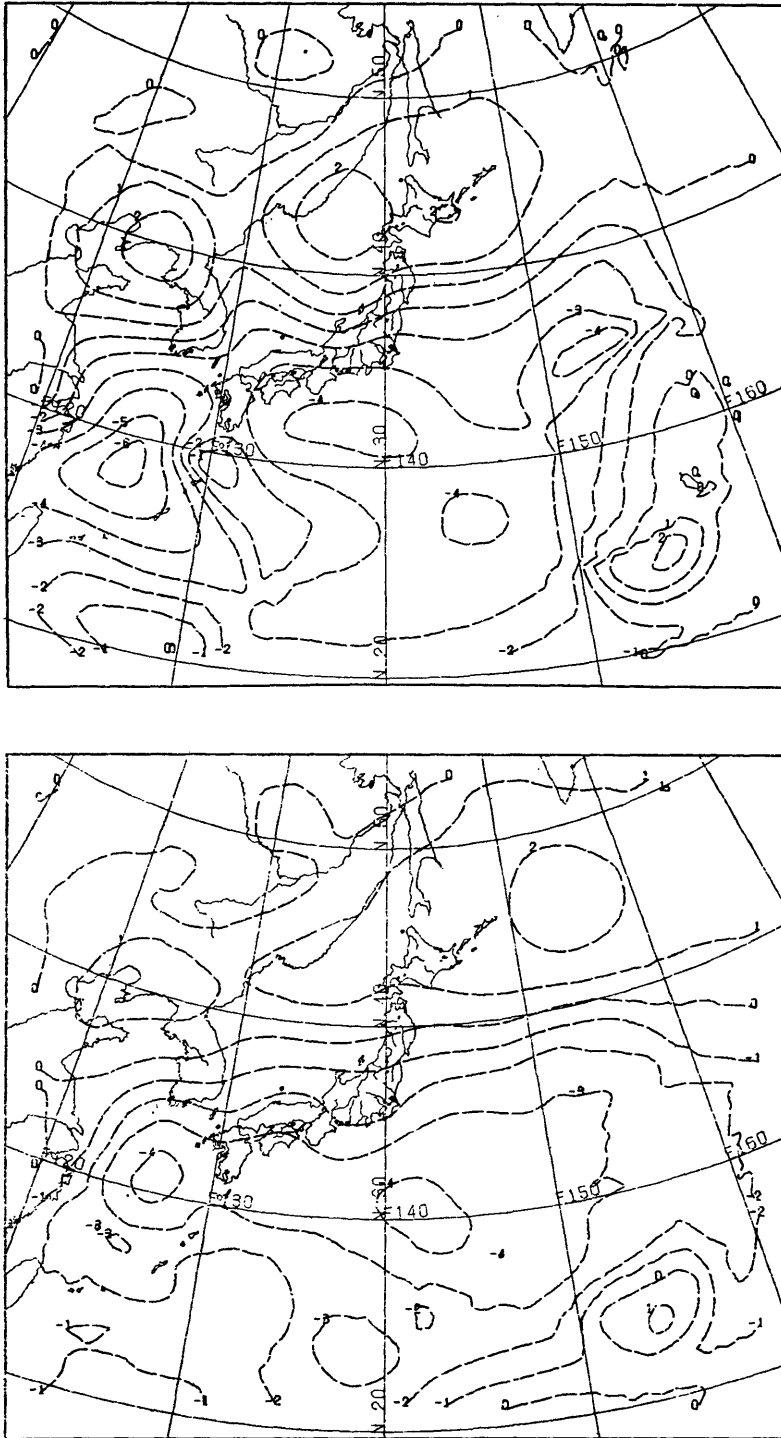


Fig. 6c Same as Fig. 2c except for at 06 GMT 3 Jan. 1983 (upper) and from 06 GMT 1 Jan. to 06 GMT 5 Jan. 1983 (lower).

Table 1 Comparison of Mixing Ratio of Surface (Ship) Data and TOVS Data at 1000 mb Level.

Date	1982. 7. 5. 06Z	7. 6. 06Z	7. 7. 06Z	7. 8. 06Z	7. 9. 06Z	Mean
Dif of Alg Mean	-1.05	-0.88	-0.49	-0.60	-0.45	-0.69
Dif of Ab Mean	1.90	1.91	1.86	1.41	1.82	1.78
$\frac{\text{Dif of Ab Mean}}{\text{Obs Mean}}$	0.13	0.13	0.13	0.10	0.12	0.12
RMS	2.36	2.53	2.34	1.80	2.30	2.27
Date	1982. 9. 16. 06Z	9. 17. 06Z	9. 18. 06Z	9. 19. 06Z	9. 20. 06Z	Mean
Dif of Alg Mean	-0.10	-0.58	-0.67	-0.98	-0.11	-0.49
Dif of Ab Mean	1.36	1.21	1.09	1.67	1.26	1.32
$\frac{\text{Dif of Ab Mean}}{\text{Obs Mean}}$	0.10	0.09	0.08	0.13	0.09	0.10
RMS	1.74	1.63	1.48	2.28	1.84	1.79
Date	1983. 1. 1. 06Z	1. 2. 06Z	1. 3. 06Z	1. 4. 06Z	1. 5. 06Z	Mean
Dif of Alg Mean	-0.43	-0.63	-1.11	-1.44	-0.84	-0.89
Dif of Ab Mean	1.73	1.79	1.64	2.00	1.92	1.82
$\frac{\text{Dif of Ab Mean}}{\text{Obs Mean}}$	0.26	0.27	0.25	0.34	0.31	0.29
RMS	2.23	2.24	2.17	2.62	2.40	2.33

い海域（例えば、黄海付近、間宮海峡近傍）で TOVS データの過大評価がみられる。

Table 1 は夏期、秋期及び冬期について各々 5 日間について及びそれらの 5 日間平均について客観解析した格子点 (60°N で 76.2 km 間隔) における混合比値を実測値 (地上、船舶及びパイロポットデータ) と TOVS (TOVS 及び地上データ) について種々の統計量についてまとめたものである。これらの統計量は比較領域が Fig. 2a 等で示してきた全格子点データ総てについて計算されている。前述してきたように陸地部は両データ共も同じ値を入れて計算しているので正確に実測値と TOVS データの比較とはなっていない。この表で示される範囲で陸地の占める割合は Fig. 2a 等を参照するとおよそ 20% である。従って、もし全域が海上であると考えるとこの表の値はもう少し大きな統計値となることを考慮に入れる必要がある。

統計値をみると季節及び日々によって若干の幅はあるものの全期間を通し、TOVS データが実測値に比して 1 g 内外過大評価する傾向がある。又、全期間を通して両者の差の絶対値で 1.5~2.0 g 内外であり、RMS は約 2 g である。実測値に対する差の絶対値の誤差の割合は夏期・秋期でおよそ 10% 内外、混合比の値が小さい冬期ではこの割合が大きくなって 30% 内外となっている。

このように混合比において実測値と TOVS データにおいて絶対値で 2 g 内外、誤差の割合で 10% 内外 (冬期は若干大きい) であるので、TOVS から導出された水蒸気情報は有効な気象要素として使用に耐えうると考えられる。

4-2. 温度場

1000 mb 面における温度場について、混合比場と全く同じ期間日時について、同手法によって実測値 (地上、船舶及びパイロポットデータ) と TOVS データの比較検討を以下に行なう。

a) 1982年 7月 7日 06Z 及び 5日平均場。

Fig. 7a 上段は 1000 mb 面における温度の実測値、下段は TOVS データによるものである。これらのデータを用いて客観解析したものが Fig. 7b である。対応する GMS 画像は混合比の比較のときに示した Fig. 1a, 1b である。

Fig. 7b の上段によれば 145°E 以東、40°N に沿ってと 130°E 以東、30°N に沿って傾圧帯がみられる。又、日本海中央部から東支那海北部にかけて相対的低温域が認められる。一方、下段の TOVS データによると 40°N に沿う傾圧帯はほとんど認められないが 30°N に沿う傾圧帯及び日本海から東支那海にかけての相対的低温域は

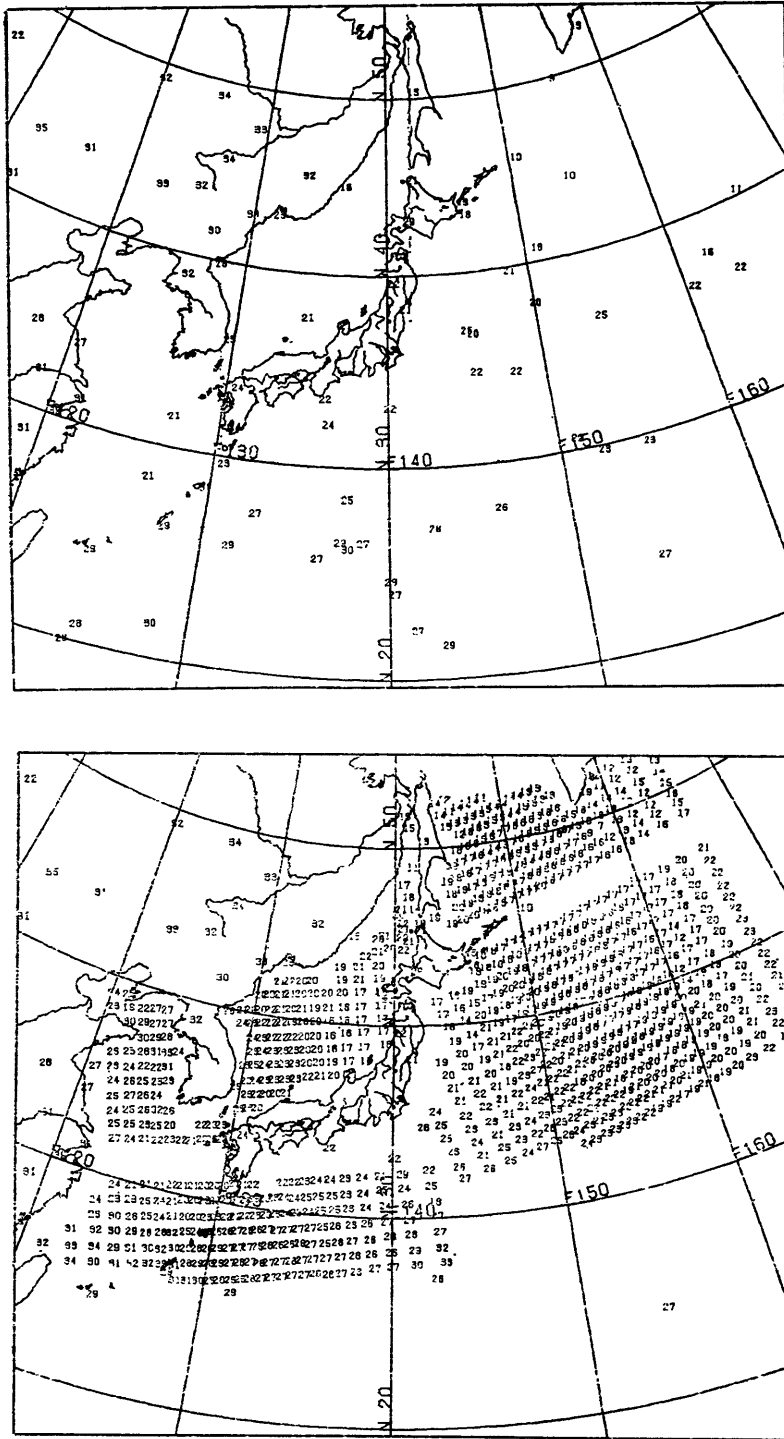


Fig. 7a upper; Distribution of temperature data derived from surface data (surface, ship and bouy) at 06 GMT 7 July 1982. lower; Distribution of temperature data derived from TOVS data (at 1000 mb) at 06 GMT 7 July 1982.

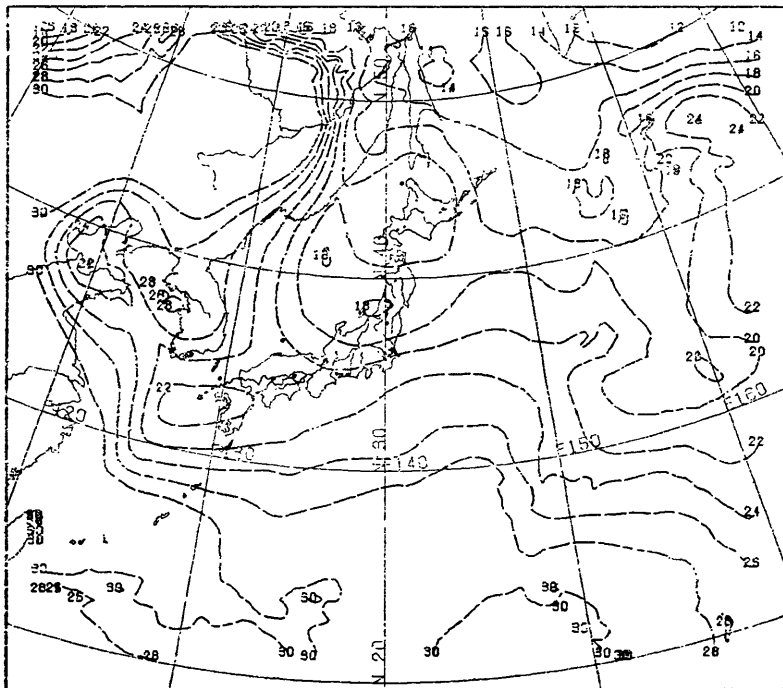
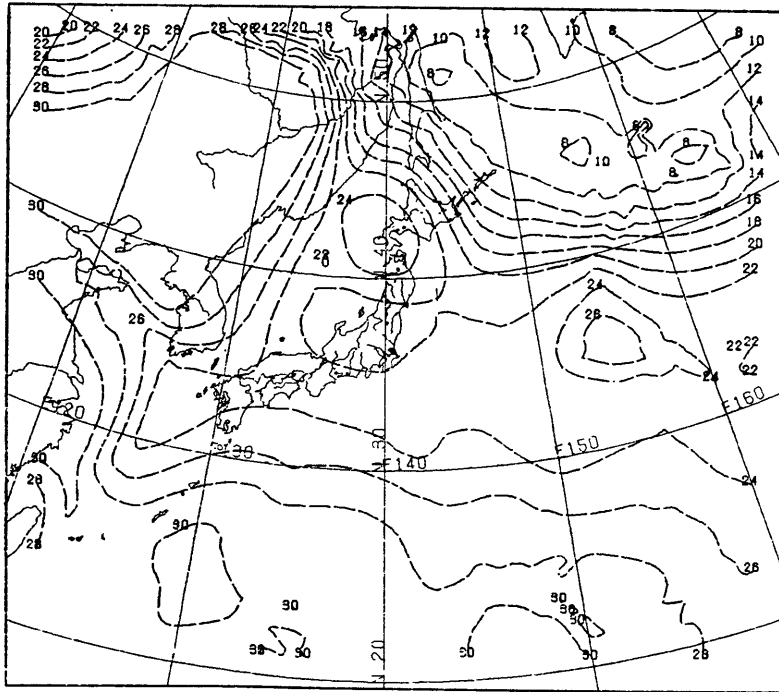


Fig. 7b upper; Objectively analysed temperature field derived from Fig. 7a (upper).
lower; Objectively analysed temperature field derived from Fig. 7a (lower).

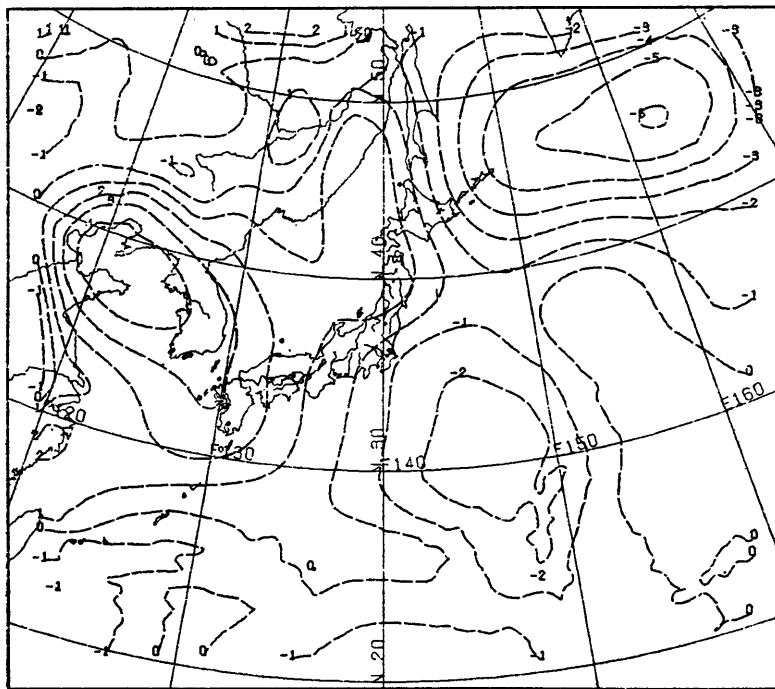
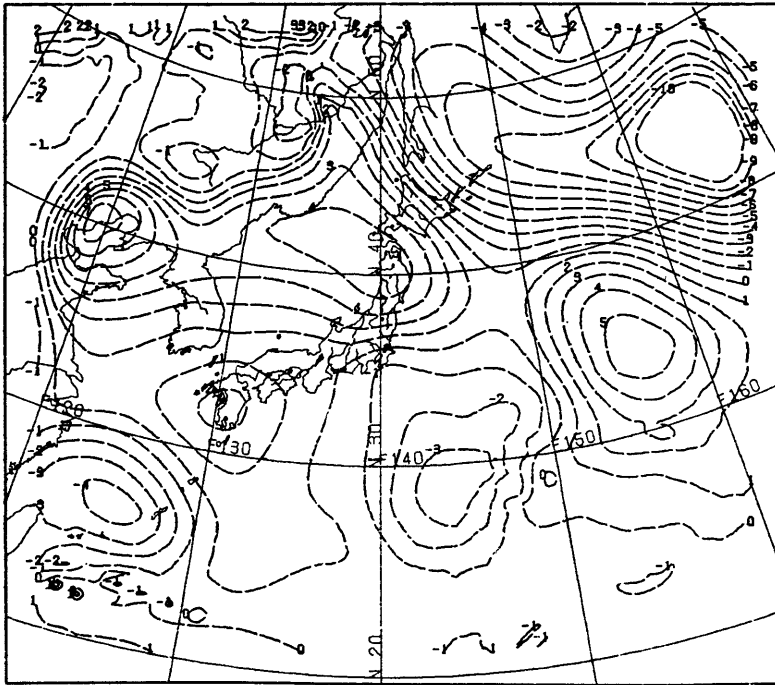


Fig. 7c upper; Anomaly of temperature (surface-TOVS) at 06 GMT 7 July 1982. lower; 5-day mean anomaly of temperature (surface-TOVS) from 06 GMT 5 July to 06 GMT 9 July 1982.

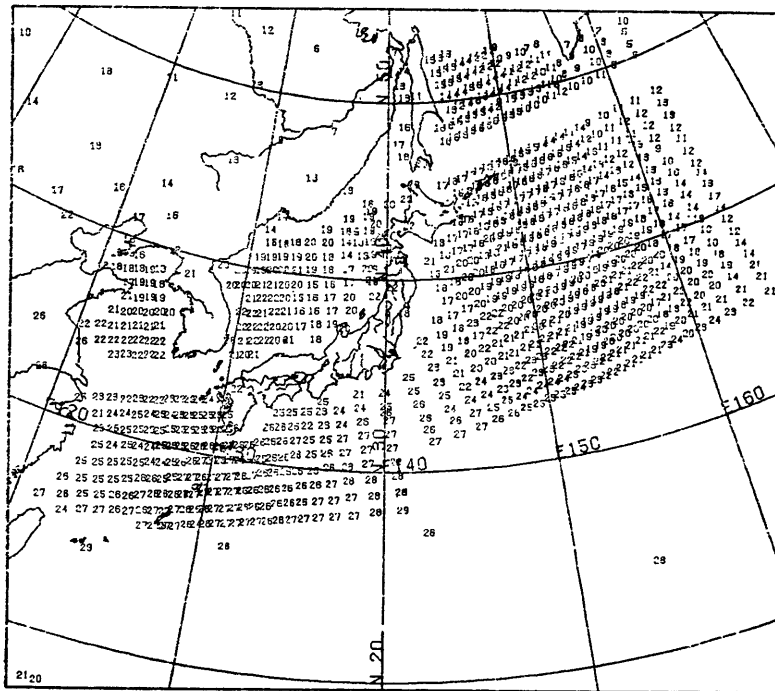
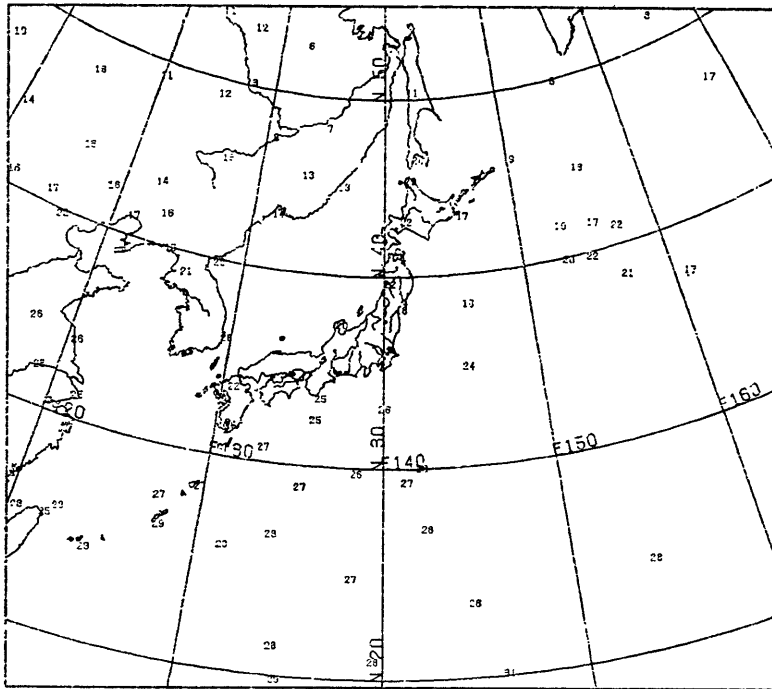


Fig. 8a Same as Fig. 7a except for at 06 GMT 20 Sep. 1982.

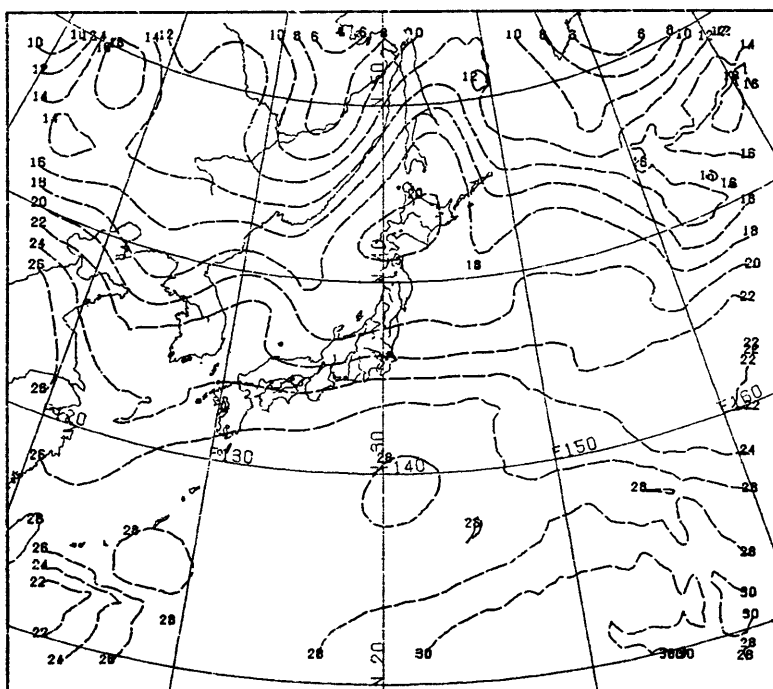
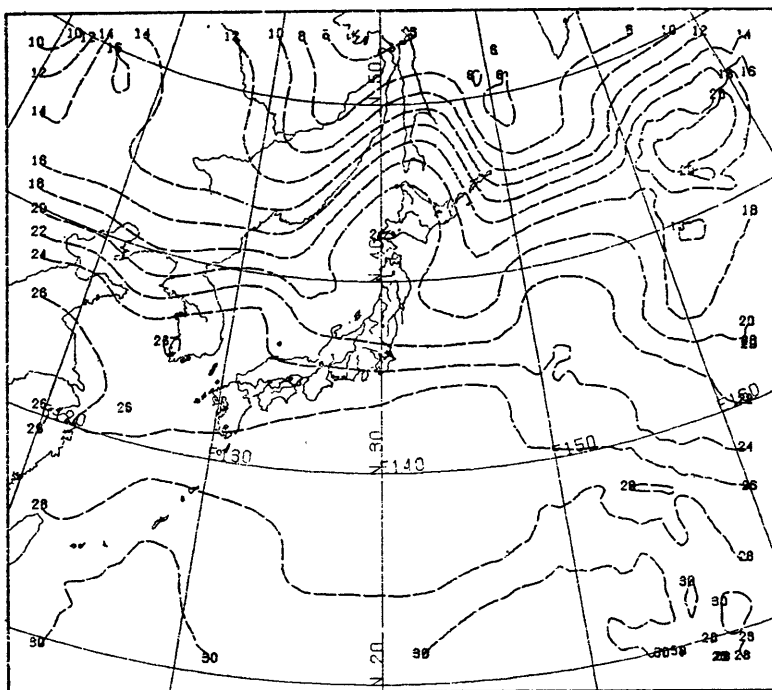


Fig. 8b Same as Fig. 7b except for at 06 GMT 20 Sep. 1982.

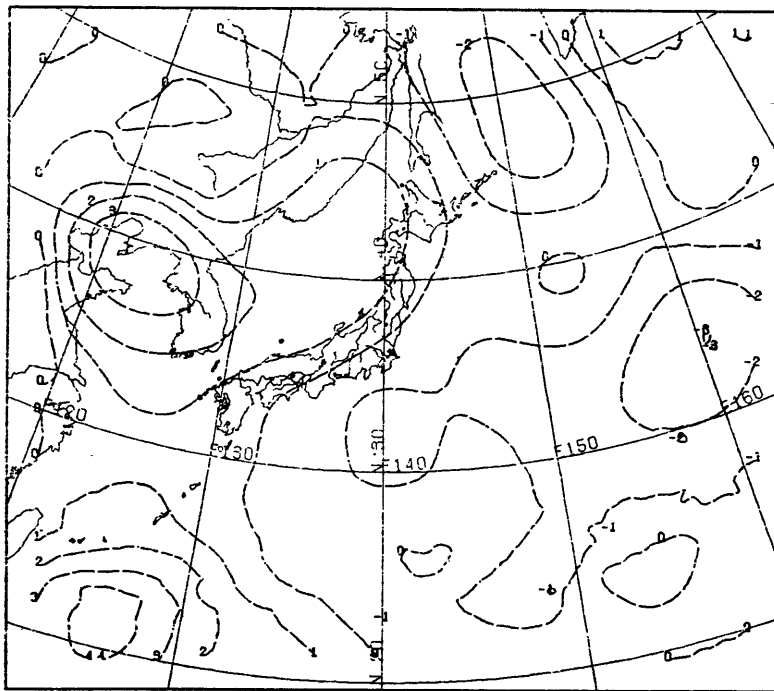
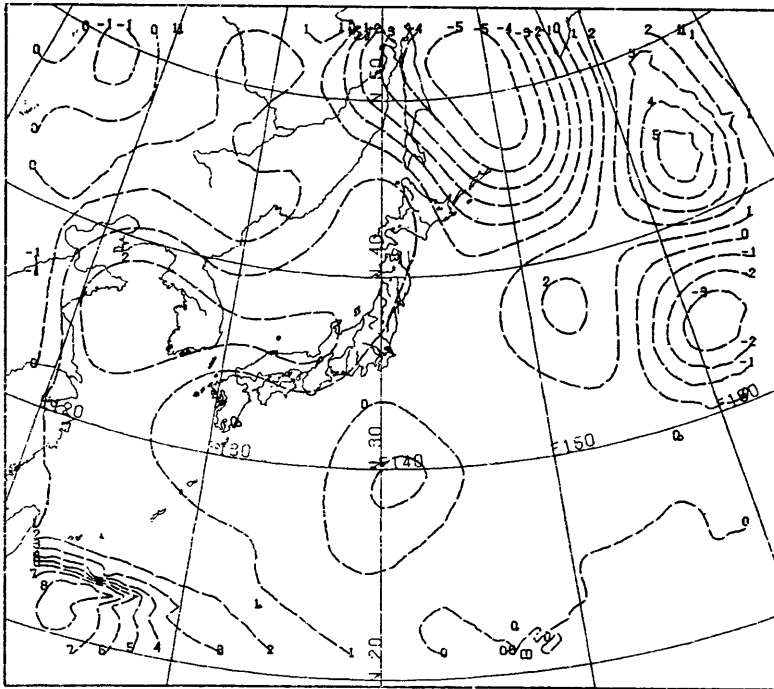


Fig. 8c Same as Fig. 7c except for at 06 GMT 20 Sep. 1982.

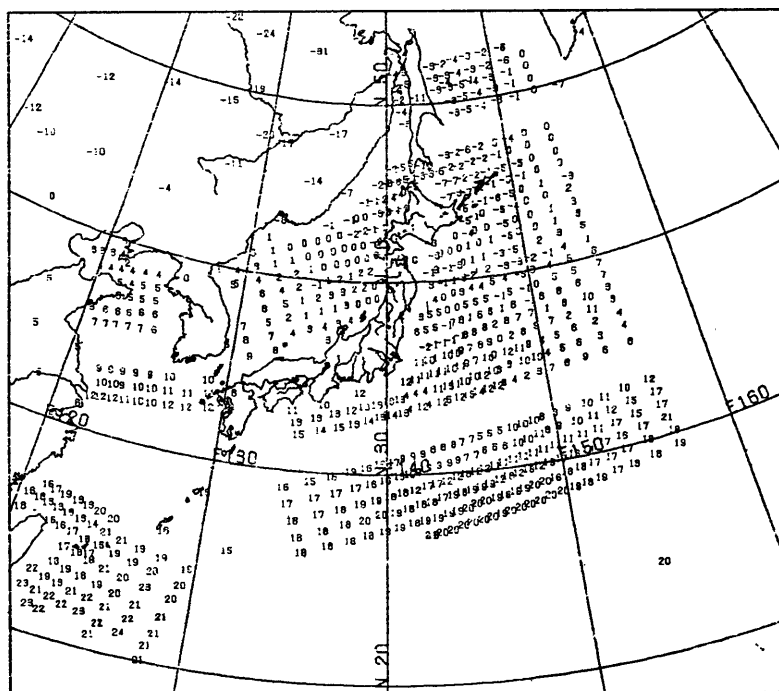
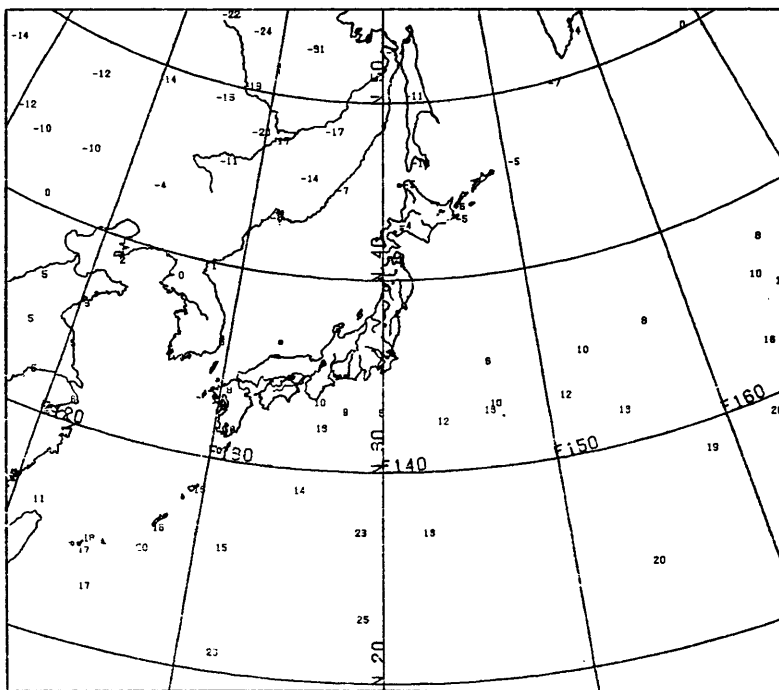


Fig. 9a Same as Fig. 7a except for at 06 GMT 3 Jan. 1983.

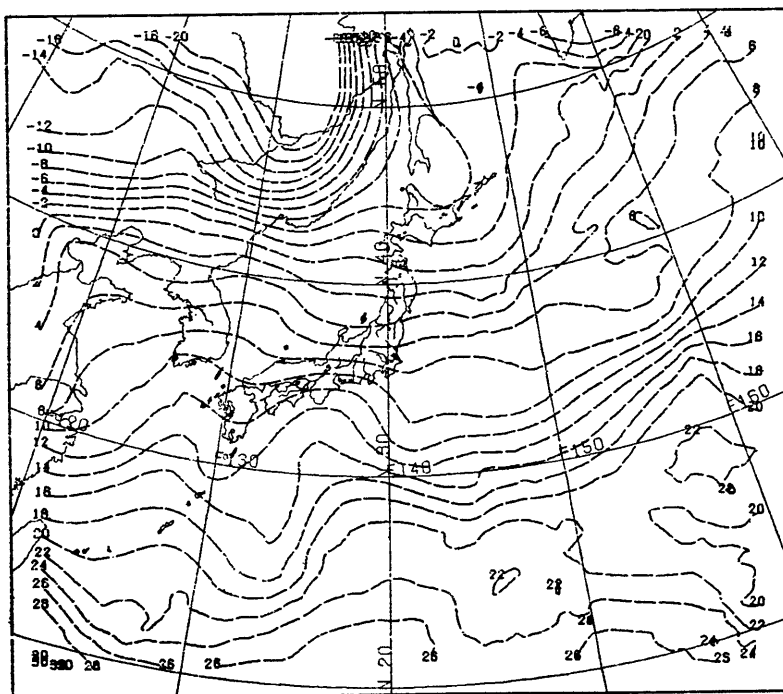
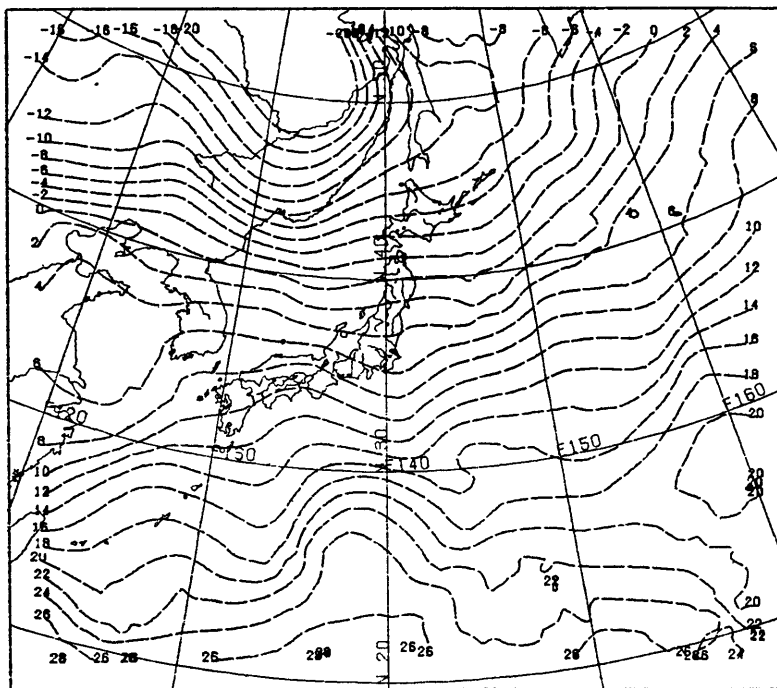


Fig. 9b Same as Fig. 7b except for at 06 GMT 3 Jan. 1983.

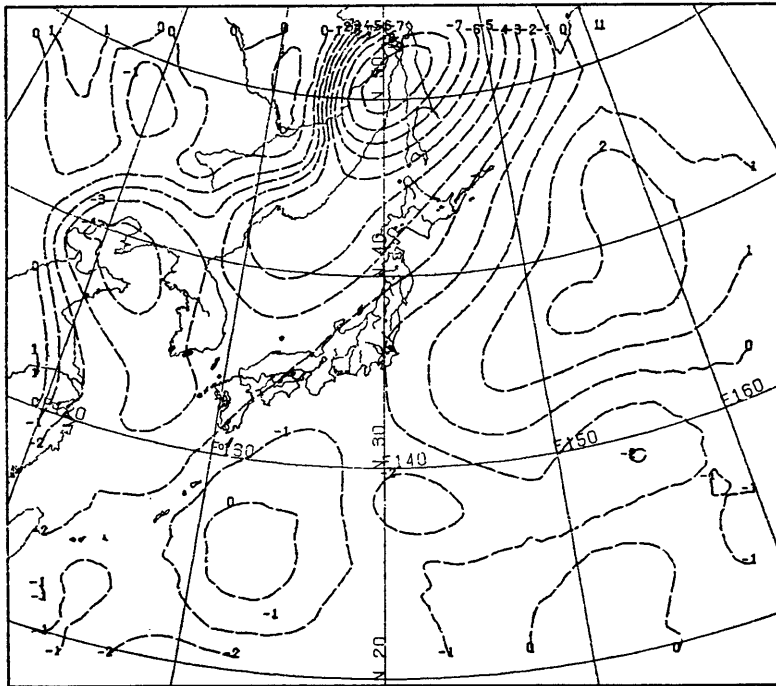
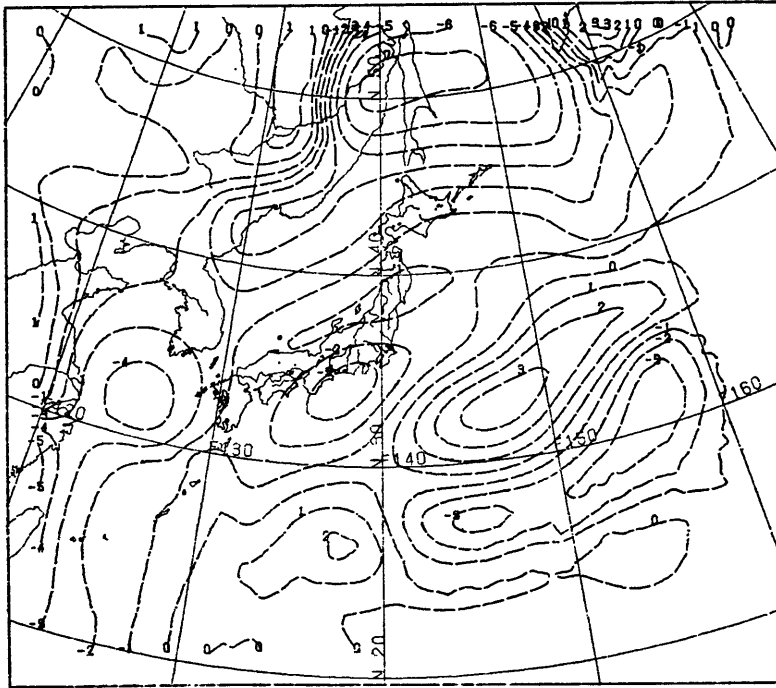


Fig. 9c Same as Fig. 7c except for at 06 GMT 3 Jan. 1983 (upper) and from 06 GMT 1 Jan. to 06 GMT 5 Jan. 1983 (lower).

上段の実測と同様である。黄海域には上段の図でみられなかった低温核がみられる。

Fig. 7c 上段は7月7日06Zの偏差(実測-TOVS)であり、下段は5日平均偏差(7月5日06Z~7月9日06Z)である。両図に共通してみられる特徴はおよそ日本列島を境に西と東で偏差が逆転しており西側でTOVSデータの過少評価が東側で過大評価が認められる。7日06Zの偏差はかなり大きな値がみられるが、5日平均偏差分布図では $\pm 3^{\circ}\text{C}$ 内外に収まっている。

b) 1982年9月20日06Z及び5日平均場

Fig. 8a 上段は実測の温度データを下段はTOVSによるそれである。客観解析結果をそれぞれFig. 8bに示した。 30°N , 150°E 付近に実測データがほとんどないためこの付近での両者の比較は確度を欠きらいはあるものの、客観解析結果であるFig. 8bの上・下段の類似度はよく、GMS画像(Fig. 3a, 3b)を参照すると、北海道東海上の低温域のくさび状の突っ込みや 35°N に沿う傾圧帯及びその南側の暖域の比較的等温域の広がり等はよく表現されている。又、夏期TOVSデータにみられた黄海近傍の低温域はみられない。

Fig. 8c 上段は9月20日06Zの偏差を下段は5日平均偏差(9月16日06Z~20日06Z)を示す。上段によれば 30°N 以北、東方海上における正負偏差が混在してみられるが 30°N 以南においては偏差は小さい。又、日本海から黄海にかけては夏期同様TOVSデータの過少評価がみられる(この領域には実測値が少ないので問題はあがる)。又、台風が存在する台湾東海上においてのTOVSデータの過少評価が目立つ。5日平均偏差を示す下段の

図にも上述した傾向がみられ、偏差はおよそ $\pm 2^{\circ}\text{C}$ である。

c) 1983年1月3日06Z及び5日平均場

Fig. 9a 上段は実測値を下段はTOVSデータの分布を示す。客観解析結果をFig. 9b上・下段に示した。これらに対応するGMS画像はFig. 5a, 5bであり典型的な冬型の雲分布をしている。Fig. 9bによれば全域に経って等温線が混んでおり、実測及びTOVSによるパターンの類似度はよい。しかしながら、両者の偏差を示すFig. 9cをみると客観解析図からははっきりしなかった両者の相違が明らかである。すなわち、 130°E 以东において北西から南東にかけて(寒気の流入方向)負又は正の偏差が交互に並んでいる。この傾向は5日平均偏差(1月1日06Z~5日06Z)にも平滑化された形で現われており、太平洋上で偏差はおよそ $\pm 2^{\circ}\text{C}$ である。

d) 温度場比較に関するまとめ

1000 mb面での実測値である船舶・パイロブットデータとTOVSデータより算出し温度についての比較検討をしてきたが、TOVSによる1000 mb面における温度が、他の層からの外挿ではないこと及び実測による温度が断熱的に1000 mb面にもってきたという以外は4-1のd)で述べた混合比値比較と同じ問題点が指摘できるが、両者の比較検討において次の様なことが言えよう。

(1) 4-1のd)の混合比の比較で述べたように総じて低温域でのTOVSデータの過大評価が、高温域での過少評価がみられる。しかしながら、高温域での過大評価は低温域より小さい。

Table 2 Comparison of Temperature of Surface (Ship) Data and TOVS Data at 1000 mb Level.

Date	1982. 7. 5. 06Z	7. 6. 06Z	7. 7. 06Z	7. 8. 06Z	7. 9. 06Z	Mean
Dif of Alg Mean	-0.14	-0.36	-0.57	-0.52	-0.40	-0.40
Dif of Ab Mean	1.65	2.47	2.27	1.33	1.87	1.92
RMS	2.31	3.54	3.28	1.86	2.47	2.67
Date	1982. 9. 16. 06Z	9. 17. 06Z	9. 18. 06Z	9. 19. 06Z	9. 20. 06Z	Mean
Dif of Alg Mean	-0.16	-0.45	0.03	0.17	0.50	0.02
Dif of Ab Mean	1.32	1.62	1.50	1.47	1.30	1.44
RMS	1.71	2.11	1.96	1.98	1.97	1.95
Date	1983. 1. 1. 06Z	1. 2. 06Z	1. 3. 06Z	1. 4. 06Z	1. 5. 06Z	Mean
Dif of Alg Mean	-0.51	-1.24	-1.35	-1.22	-1.30	-1.12
Dif of Ab Mean	1.81	2.10	1.74	2.55	2.08	2.06
RMS	2.47	2.75	2.38	3.40	3.00	2.80

(2) 混合比の比較で同じく述べたように大気が急激に温度を変える(温度傾度が大きい)領域において TOVS データの導出値が適切でない。

Table 2 は混合比の検討と同様、夏・秋・冬期の各々5日間について及びそれらの5日間平均についての統計量をまとめたものである。表によれば全シーズン中では秋期が相対的に精度がよく算術平均差(実測-TOVS)はほぼ 0°C に近く絶対値差で 1.5°C 内外である。RMS は 2°C 位である。夏期・冬期は平均して TOVS データの過大評価(1°C 内外)がみられ、絶対値で 2°C 内外、RMS は 3°C とかなり大きい。

混合比での検討結果と比較すると全体的にみて TOVS データより算出した温度値は精度が悪いと言えよう。

5. TOVS 及び高層データを用いての 850 mb 面温度場, 500 mb 面高度場の解析例

2章で述べたように TOVS データより算出される気温は鉛直に多層に経っている。そこで、それらの1つである 850 mb 面の温度場、及び各レベルにおける温度場から静力学関係から求められる 500 mb 面の高度場につ

いて、1980年9月20日00Z のケースについて解析した結果を述べる。

これらの温度場の客観解析は前述してきた手法により、高層資料のある地点は高層資料を用い、海上においては1982年9月19日18Z と9月20日06Z の TOVS データの平均を用いて行なった。

5-1. 850 mb における温度場

Fig. 10 は1982年9月20日00Z における高層資料による 850 mb 面の気温及び TOVS データ(9月19日18Z と9月20日06Z のデータを重ねて示したが、この両データを客観解析すると事実上両データの平均時刻、すなわち、20日00Z となる)のそれである。

Fig. 11 上段は Fig. 10 を基に客観解析した 850 mb 面における温度場である。下段は本庁電計室の10L-FLM の同時刻における温度場を示す。両図を比較すると、TOVS データによるものは若干小さな変動がみられるものの、大陸上のサーマル・トラフ(両図とも同じデータを使用)、本邦上にみられるサーマル・リッジ及び 160°E にみられるサーマル・トラフとはほぼ対応はよい。但し、45°N, 170°E 近傍は上段(TOVS)はデータ

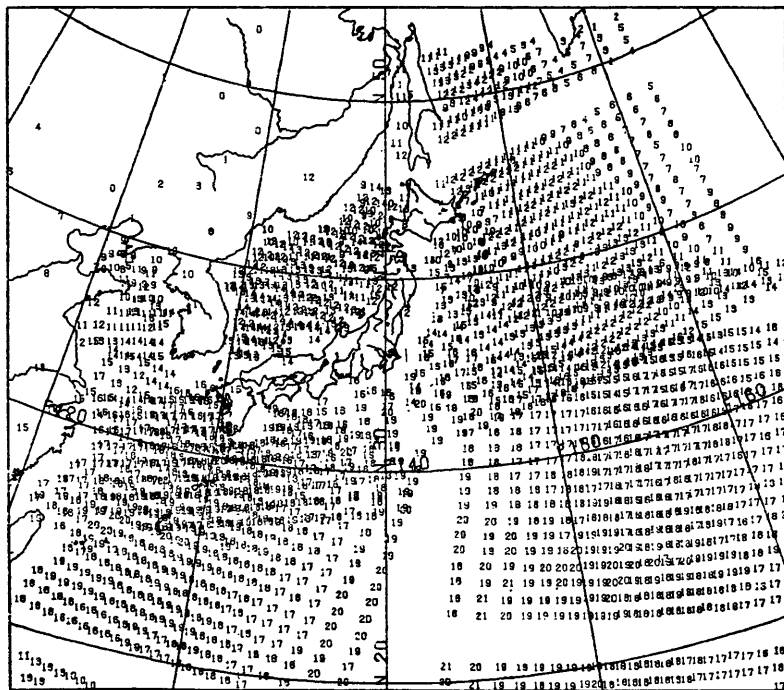


Fig. 10 Distribution of temperature data (at 850 mb level) taken from rawin-sonde and TOVS data at 00 GMT 20 Sep. 1982.

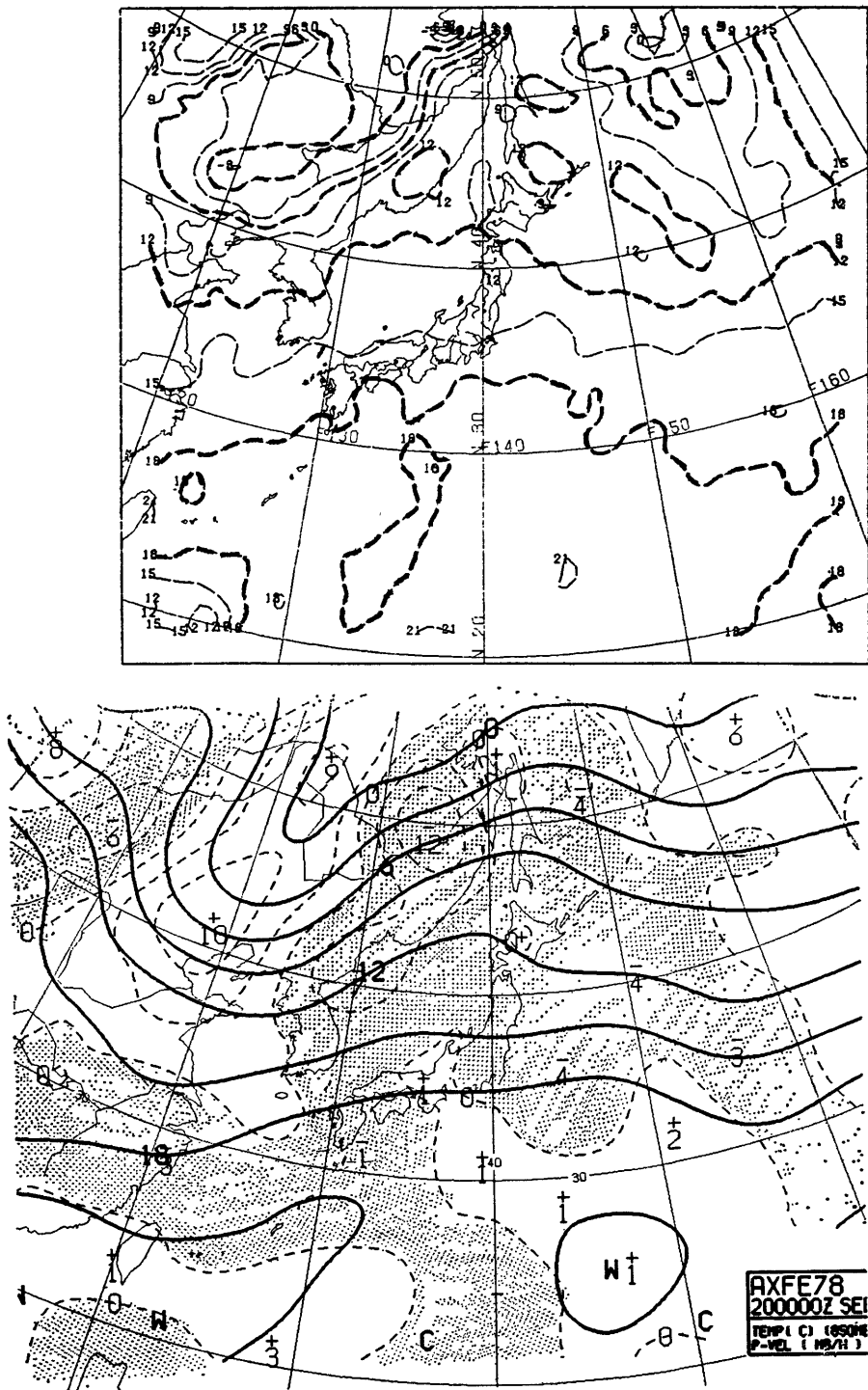


Fig. 11 upper; Objectively analysed temperature field (at 850 mb level) derived from temperature data of Fig. 10. lower; Initial temperature field at 850 mb level of 10L-FLM published by JMA at 00 GMT 20 Sep. 1982.

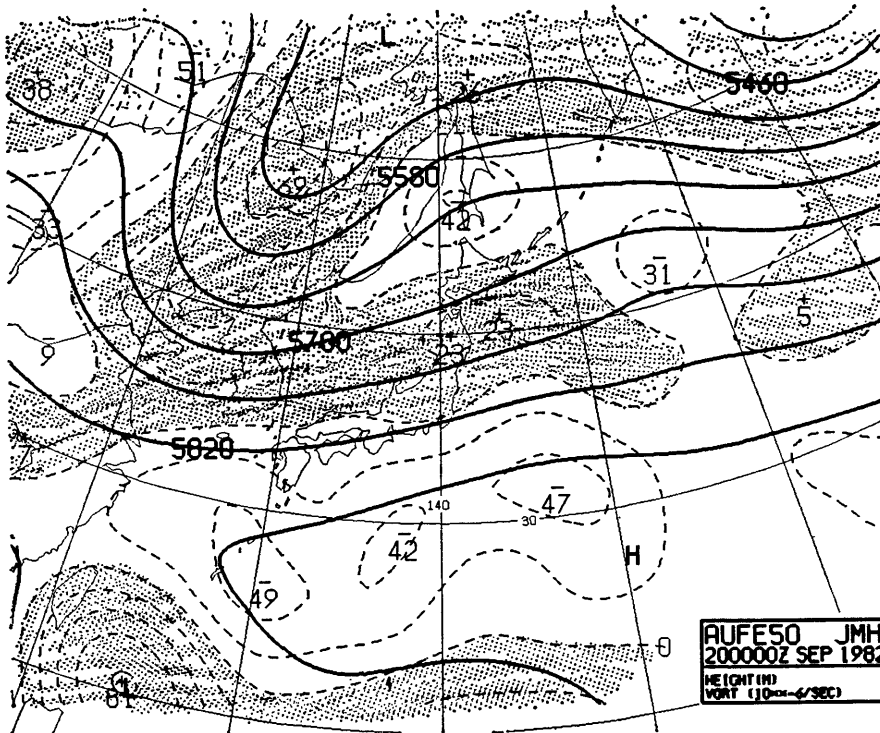
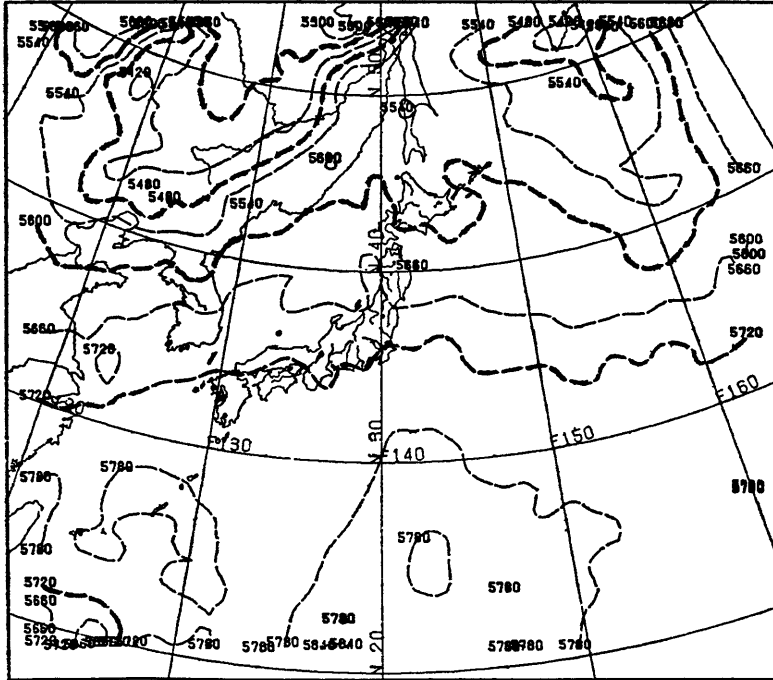


Fig. 12 upper; 500 mb level geopotential height calculated from hydrostatic equation using objectively analysed temperature fields from both data of rawin-sonde and TOVS at 00 GMT 20 Sep. 1982. lower; Initial 500 mb level geopotential height of 10L-FLM published by JMA at 00 GMT 20 Sep. 1982.

がないため（客観解析の初期値は全域平均値が入る，従ってデータの無い領域はその値が残る）不自然な値となっている。又，この日時は台湾東海上に台風が存在しているが，この領域でも若干の不適切さが目立つ。全体的にみてパターン及び値についても適切と言えそうである。

5-2. 500 mb 面における高度場

5-1 で述べた手法で 1000, 850, 700, 500 mb 面についての温度場を客観解析により求め，静力学方程式より 500 mb 面における高度場を求めたものが Fig. 12 の上段であり，下段は本庁電計室の 10L-FLM の 500 mb 高度場である。

両図を比較すると，850 mb 面の温度場にみられたように TOVS による高度場には小さな変動が目立つ。又，値そのものも全体的に TOVS データによるものが小さくでている。しかしながら，40°N 以北 150°E に沿うリッジ，160°E に沿うトラフ（TOVS データは 45°N, 170°E 付近で欠測）は両図に対応がみられ，又，25°N, 145°E 付近の高圧部も若干の対応がみられる。1000 mb 面における温度場が Fig. 8b に示す程度（9月20日06Z で時間差はあるが）850 mb 面においては Fig. 11 で示した程度であり，図示しなかったが 700, 500 mb 面についても同程度であるので，これらの積分結果である Fig. 12 の上段においてはかなりの誤差が累積されていると考えられる。従って，Fig. 12 の両図の対応はそう良いとは言えないが，パターンとしてみた場合はかなりの類似がみられる。

6. おわりに

TOVS データより導出された水蒸気量及び温度場について，地表近傍の一層についてのみ夏・秋・冬期の代表

日時についてその精度評価を試みてきた。これらに関する精度評価は水蒸気量について（加藤，1982，1983）によっても一部なされている。従ってそれらの結果及び今回の結果等を合せて考えると，TOVS から導出された水蒸気量はかなり気象要素として使用に耐えうらと思われる。しかしながら，温度場については水蒸気量に比して精度に若干の問題があるように思われる。衛星センターでの水蒸気量及び気温についての導出については青木（1982）によって詳細が述べられているが，その導出法は最小二乗法によって実測の高層資料と軌道衛星から求まる放射エネルギー量との関係をあらかじめ求めておき，その関係を用いて特定日の大気鉛直方向の水蒸気量及び気温を求めようとするものである。従って，求められる水蒸気量・気温はこの両データから求められる関係に大きく依存するわけで，このあらかじめ求められるべき高層資料と軌道衛星からの放射量との関係を最適な条件下に求める必要があるが，これらについては今後の課題となるう。

謝 辞

本稿をまとめるにあたり，本稿に目を通し，有益なコメントをくださった，編集委員の皆様へ感謝します。

References

- 青木忠生，1982：タイロスシリーズからの鉛直分布算出における理論的背景，気象衛星センター技術報告，3，25-32。
- 加藤政勝，1982：軌道気象衛星の鉛直分布観測から導出された水蒸気場の解析（ケース・スタディ），気象衛星センター技術報告，6，23-33。
- ，1983：軌道気象衛星の鉛直分布観測から導出された水蒸気量の精度評価（その1），全国予報技術検討会資料，1-11。