

実技試験 2

次の資料を基に以下の問題に答えよ。ただし、UTC は協定世界時を意味し、問題文中の時刻は特に断らない限り中央標準時(日本時)である。中央標準時は協定世界時に対して9時間進んでいる。なお、解答における字数に関する指示は概ねの目安であり、それより若干多くても少なくてもよい。

- | | | |
|------|--------------------------------------|---|
| 図 1 | 地上天気図 | XX 年 11 月 24 日 9 時 (00UTC) |
| 図 2 | 気象衛星赤外画像, 850hPa 相当温位解析図 | XX 年 11 月 24 日 9 時 (00UTC) |
| 図 3 | 500hPa 高度・渦度解析図 (上) | XX 年 11 月 24 日 9 時 (00UTC) |
| | 850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流解析図 (下) | XX 年 11 月 24 日 9 時 (00UTC) |
| 図 4 | 500hPa 高度・渦度 12 時間予想図 (上) | |
| | 地上気圧・降水量・風 12 時間予想図 (下) | |
| 図 5 | 500hPa 高度・渦度 24 時間予想図 (上) | |
| | 地上気圧・降水量・風 24 時間予想図 (下) | |
| 図 6 | 500hPa 高度・渦度 36 時間予想図 (上) | |
| | 地上気圧・降水量・風 36 時間予想図 (下) | |
| 図 7 | 500hPa 気温, 700hPa 湿数 12 時間予想図 (上) | |
| | 850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 12 時間予想図 (下) | |
| 図 8 | 500hPa 気温, 700hPa 湿数 24 時間予想図 (上) | |
| | 850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 24 時間予想図 (下) | |
| 図 9 | 500hPa 気温, 700hPa 湿数 36 時間予想図 (上) | |
| | 850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 36 時間予想図 (下) | |
| 図 10 | 850hPa 相当温位・風 12, 24, 36 時間予想図 | |
| 図 11 | 那覇の気象要素の時系列図 | XX 年 11 月 25 日 3 時 (24 日 18UTC) ~ 9 時 (00UTC) |
| 図 12 | 地上実況図・レーダーエコー合成図 (上) | XX 年 11 月 25 日 12 時 (03UTC) |
| | 地上実況図・レーダーエコー合成図 (下) | XX 年 11 月 25 日 14 時 (05UTC) |
| 表 1 | 那覇の地上気象観測表 | XX 年 11 月 25 日 午前 |

予想図の初期時刻は、いずれも XX 年 11 月 24 日 9 時 (00UTC)

XX 年 11 月 24 日から 25 日にかけての日本付近における気象の解析と予想に関する以下の問いに答えよ。予想図の初期時刻は、いずれも 11 月 24 日 9 時 (00UTC) である。

問 1

図 1 は地上天気図、図 2 は気象衛星赤外面像に 850hPa 相当温位図と地上前線を重ねたもの、図 3 は 500hPa 高度・渦度解析図(上)、850hPa 気温・風、700hPa 鉛直流解析図(下)で、いずれも 24 日 9 時 (00UTC) のものである。これらを用いて以下の問いに答えよ。

- (1) 次の文章の空欄(①)～(⑨)に入る適切な語句または数値を記入せよ。ただし、①は地名を、③⑥は符号と単位を含めた数値を、④⑦は方位(16 方位)を、⑨は 10 刻みの整数を答えよ。

地上天気図で、中国大陸東岸には前線を伴った低気圧があり、東北東へ 15 ノットで進んでいる。この移動方向と速さを維持すると、この低気圧は 24 時間後には(①)に進むとみられる。

850hPa 気温・風、700hPa 鉛直流解析図をみると、この低気圧付近は(②)流域となっており、低気圧中心のすぐ北に(③)の強い鉛直流が解析されている。また、その付近に記入された(④)30 ノットの矢羽で示される風は等温線の集中帯を横切るように吹いており、そこに強い(⑤)が存在することを示している。

500hPa 高度・渦度解析図をみると、この低気圧に対応するトラフの渦度極大値は(⑥)で、その位置は地上の低気圧中心からみて(⑦)におよそ 650 km 離れている。すなわち、この低気圧からのびる気圧の谷の軸は上空へ行くほど偏西風の上流側へ傾いており、地上～500hPa 間の平均の傾斜は、⑥の渦度極大値が(⑧)m の等高度線付近にあることを考慮すると、およそ(⑨)分の 1 である。

- (2) 図 2 の気象衛星赤外面像に記入されている矢印線 a～e のうち、中国大陸東岸にある地上低気圧に伴う雲パターンからみたジェット気流軸の位置として最も適切なものを一つ選び、その記号を答えよ。
- (3) 図 2 に示す雲域 Q に対応して、図 3 では 700hPa に強い上昇流がみられ、850hPa では南西の 30 ノットの風が吹いている。この雲域 Q は、850hPa 相当温位分布の、どのような場所に存在しているかを簡潔に答えよ。
- (4) 図 3(上)の 500hPa 高度・渦度解析図において、東北地方の日本海側で 5520m の等高度線の低気圧性曲率が大きく正渦度極大域となっており、この付近にトラフが存在している。また、図 2 によると東北地方には中層・下層雲がみられ、図 1 には記入されていないが仙台ではこの時刻に雨が観測されていた。このような状況に対応して、三陸沖から関東の東にかけての地上気圧(図 1)、850hPa 気温(図 3(下))および 700hPa 鉛直流(図 3(下))がどのような場になっているかを、それぞれ簡潔に答えよ。

問 2

図 4～図 6 は 500hPa 高度・渦度 (上) および地上気圧・降水量・風 (下) の 12, 24, 36 時間予想図, 図 7～図 9 は 500hPa 気温, 700hPa 湿数 (上) および 850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 (下) の 12, 24, 36 時間予想図, 図 10 は 850hPa 相当温位・風の 12, 24, 36 時間予想図であり, いずれも 24 日 9 時 (00UTC) を初期値としている。これらと図 1～図 3 を用いて以下の問いに答えよ。

- (1) 予想図によると, 初期時刻に中国大陸東岸にあった低気圧は, 24 時間後には既に閉塞過程にあると判断される。次の①と②の観点から, その根拠となる初期時刻からの変化を, それぞれ 30 字, 35 字程度で述べよ。また, ③の観点から, 12 時間後から 24 時間後にかけてみられる閉塞過程の特徴を 45 字程度で述べよ。

- ① 地上低気圧と 500hPa 渦度場の関係
- ② 地上低気圧と 500hPa 強風軸の位置関係
- ③ 700hPa 鉛直流・湿数の分布

さらに, 25 日 9 時における閉塞点の位置を, 1° 刻みの緯度, 経度値で答えよ。

- (2) 初期時刻に中国大陸東岸にある地上低気圧に対応する 500hPa のトラフを「トラフ A」, 初期時刻にモンゴルにある 500hPa のトラフを「トラフ B」とする。解答用紙の白地図には, 初期時刻から 36 時間後まで 12 時間ごとのトラフ A の位置が破線で, 地上低気圧の中心位置が×印で中心気圧とともに記入されている。また, 初期時刻のトラフ B の位置が実線で記入されている。この白地図に, 図 3～図 6 を用いて, トラフ B の 36 時間後までの 12 時間ごとの予想位置を初期時刻にならって実線で記入し, 日時を付記せよ。

- (3) 問 2(2) に留意して, 初期時刻に中国大陸東岸にある低気圧の 36 時間後までの発達について述べた次の文章の空欄 (①)～(⑧) に入る適切な語句, 記号または数値を記入せよ。

低気圧は初期時刻から (①) 時間後まではトラフ (②) の (③) にあって (④) に発達し, 低気圧がトラフ (②) の (⑤) に位置した後も, トラフ (⑥) の (⑦) により (⑧) に発達する。

- (4) 図 2 の雲域 P, Q に対応する場のその後の変化に関連して以下の問いに答えよ。

- ① 雲域 P は 850hPa 等相当温位線の集中帯に存在している。図 2 と図 10 を用いて, 初期時刻から 36 時間後までの, 北緯 30° 以南の 850hPa 等相当温位線の集中帯の幅と集中度の変化の予想を 20 字程度で述べよ。
- ② 雲域 P, Q は 700hPa 湿潤域に存在している。図 7～9 を用いて, 12 時間後から 36 時間後にかけて, 北緯 30° 以南の 700hPa 湿潤域の幅の予想される変化を簡潔に答えよ。
- ③ 図 2, 図 3, 図 8 および図 10 を用いて, 北緯 30° 以南の 700hPa 上昇流はどのようなところで大きくなっているかを, 初期時刻と 24 時間後を対比し, 850hPa 相当温位分布と関連付けて, それぞれ 30 字, 20 字程度で述べよ。

問 3

図 1 の 15 ～ 24 時間後にあたる 25 日の朝に、沖縄地方で顕著な大気現象がみられた。図 11 は 25 日 3 時 (24 日 18UTC) から 9 時 (00UTC) までの那覇の 1 分毎の気象要素の時系列図であり、表 1 は 25 日午前の那覇の地上気象観測表である。これらに基づいてこの現象の推移と構造の解析について述べた次の文章の空欄 (①) ～ (⑬) に入る適切な語句または数値を記入せよ。ただし、①⑥⑦は 16 方位の風向を、②③⑤は 10 分刻みの時刻を、④は 0.5 mm 刻みの降水量を、⑩は整数の温度差を答えよ。

那覇では、25 日未明に雨が降り始め、南または (①) の風が吹いていた。雨は (②) 頃から強まり、(③) 頃には瞬間的に降雨強度が 300mm/h を超える土砂降りとなった。7 時までの 3 時間降水量は (④) mm であった。

雨が強まった頃から風向の変動がやや大きくなったが、(⑤) 前後の約 10 分間に風向がそれまでの (⑥) から (⑦) に変わって風速が (⑧)。これに伴う (⑨) は 6 時 20 分に記録した 15.8m/s である。

風の変化とともに気圧、気温および露点温度にも変化がみられた。気圧は (⑤) 前後に約 1.2hPa 上昇した。気圧の変化に要した時間は風の変化に要した時間より短かった。気温と露点温度の変化は、風や気圧の変化より数分 (⑩) 始まり、10 分足らずの間にいずれも約 (⑪)℃ (⑫) した。これらの変化は性質の異なる空気に入れ替わったことを示すが、気温と露点温度の変化が風と気圧の変化より (⑩) 始まったことから、性質の異なる空気の到来は上空より地表付近の方が (⑬) かった。

問 4

図 12(上) は 25 日 12 時 (03UTC) における西日本の地上実況図にレーダーエコーを重ね、等圧線の一部を記入したものである。図 12(下) はその 2 時間後のものである。これらを用いて以下の問いに答えよ。

(1) 図 12(上) について以下の問いに答えよ。

- ① 図には 1006 hPa 以上の等圧線が 2 hPa ごとに記入されている。レーダーエコー分布に留意しつつ、解答用紙の図に 1004 hPa と 1002 hPa の等圧線を実線で記入し、低気圧の中心位置を×印で記入せよ。
- ② 25 日 12 時 (03UTC) における四国付近のレーダーエコー分布と気圧分布の対応の特徴を 30 字程度で述べよ。

(2) 図 12(下) を図 12(上) と比較して以下の問いに答えよ。

- ① この 2 時間における気圧の谷の変化および移動と、それに対応するじょう乱の移動状況を、地名を示して 35 字程度で述べよ。
- ② この 2 時間における低気圧付近のレーダーエコーの形状および強さの変化を、低気圧中心との相対的な位置関係を示して 55 字程度で述べよ。

(3) 図 12(下) が配信された 25 日 14 時 10 分以降、短時間のうちに発生する可能性が高く、防災上の観点から和歌山市の住民に注意喚起すべき現象を二つ挙げ、その根拠を 30 字程度で述べよ。

☒ 1

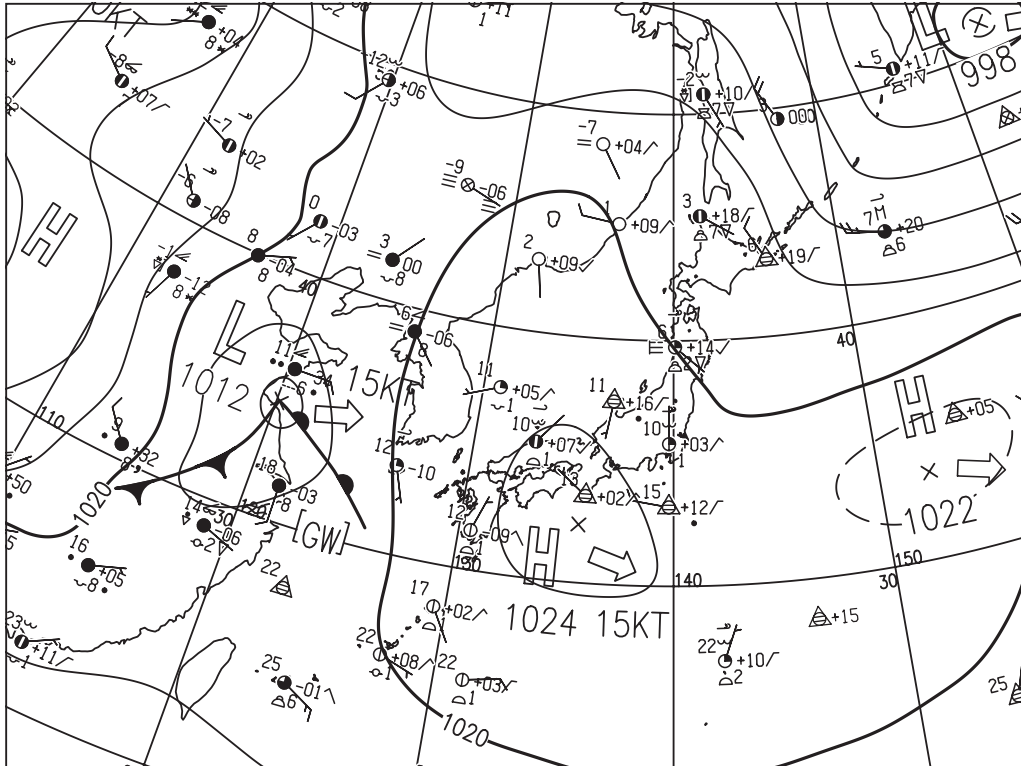


図1 地上天気図 XX年11月24日9時(00UTC)

実線：気圧 (hPa)

矢羽：風向・風速 (ノット)(短矢羽：5ノット，長矢羽：10ノット，旗矢羽：50ノット)

△の地点は自動観測であることを示す。全雲量の⊖は雲量の観測を行っていないことを示す。

☒ 2

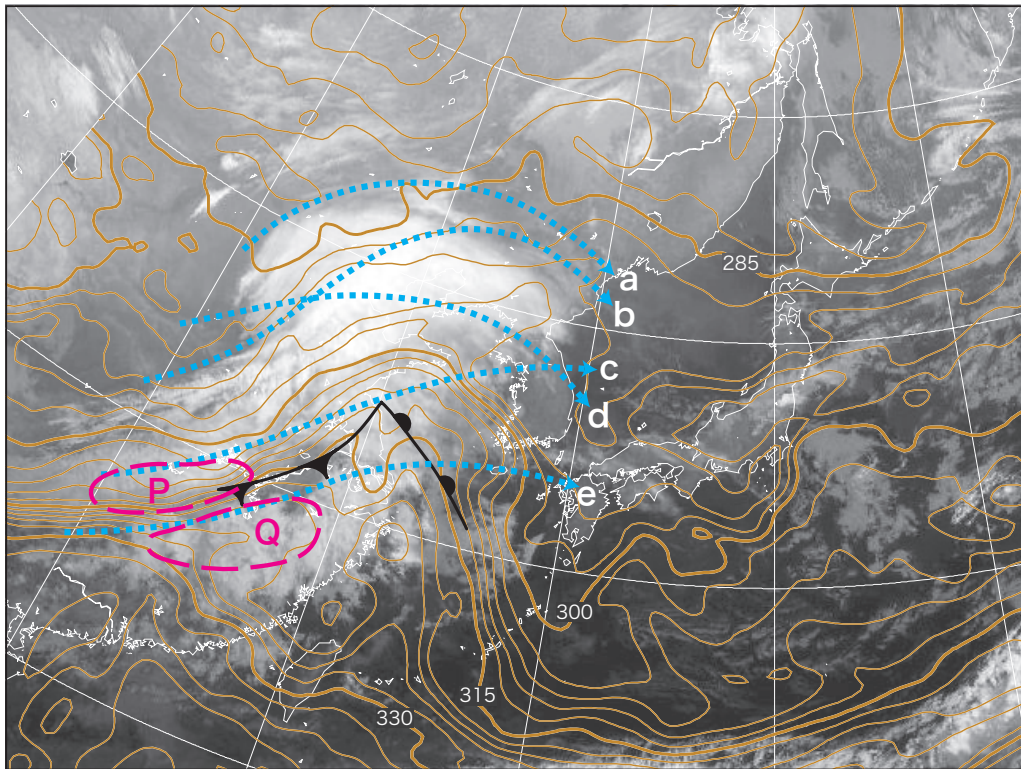


図2 気象衛星赤外面像, 850hPa相当温位解析図 XX年11月24日9時(00UTC)

実線：850hPa相当温位 (K)

前線記号は地上天気図 (図1) による。

図 3

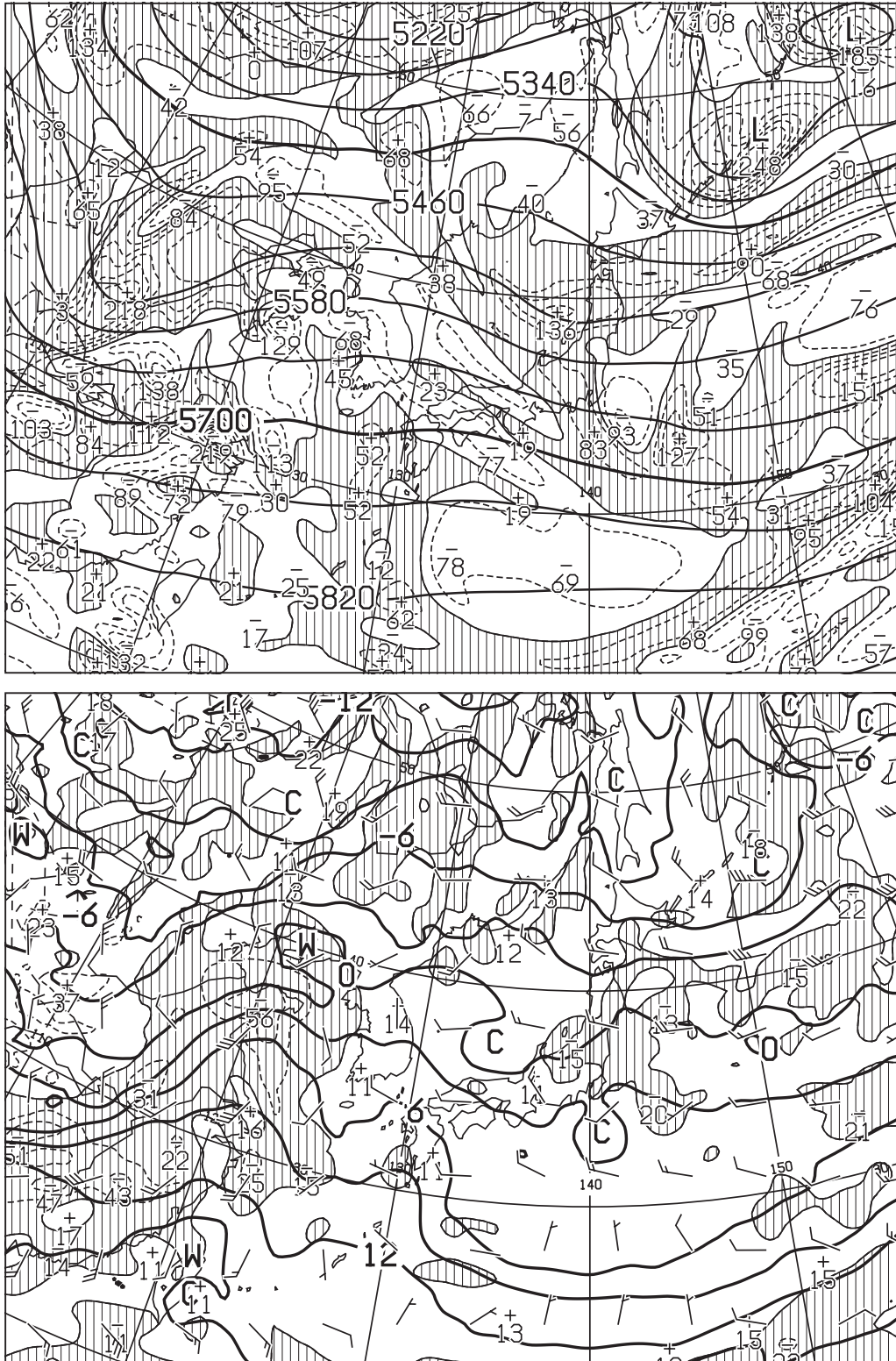


図3 500hPa 高度・渦度解析図 (上) XX年 11月 24日 9時 (00UTC)

太実線：高度 (m)，破線および細実線：渦度 ($10^{-6}/s$) (網掛け域：渦度 > 0)

850hPa 気温・風，700hPa 鉛直 p 速度解析図 (下) XX年 11月 24日 9時 (00UTC)

太実線：850hPa 気温 ($^{\circ}C$)，破線および細実線：700hPa 鉛直 p 速度 (hPa/h) (網掛け域：負領域)

矢羽：850hPa 風向・風速 (ノット) (短矢羽：5 ノット，長矢羽：10 ノット，旗矢羽：50 ノット)

(キリトリ)

☒ 4

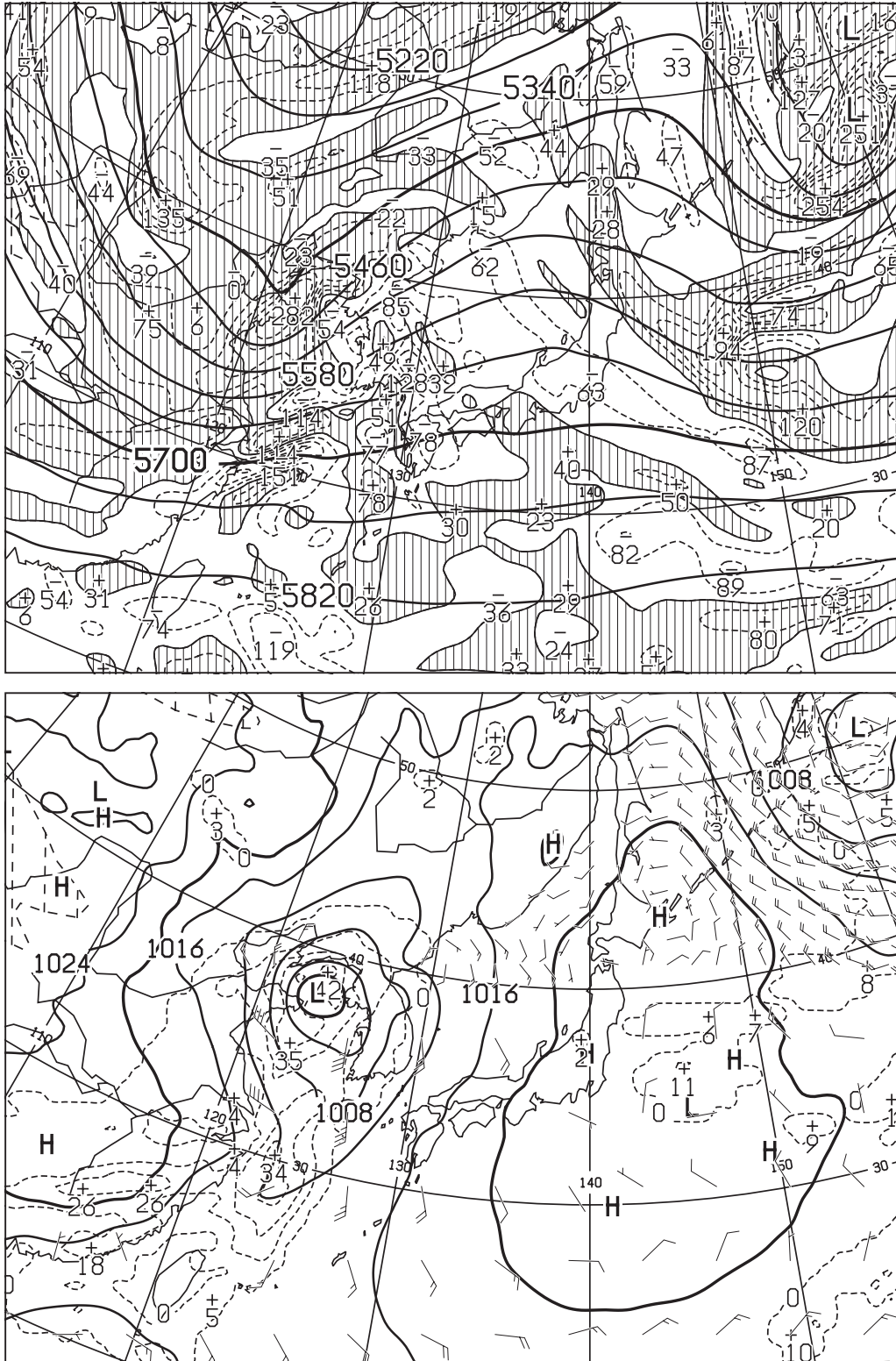


図4 500 hPa 高度・渦度 12 時間予想図 (上)

太実線：高度 (m)，破線および細実線：渦度 ($10^{-6}/s$) (網掛け域：渦度 > 0)

地上気圧・降水量・風 12 時間予想図 (下)

実線：気圧 (hPa)，破線：予想時刻前 12 時間降水量 (mm)

矢羽：風向・風速 (ノット) (短矢羽：5 ノット，長矢羽：10 ノット，旗矢羽：50 ノット)

初期時刻 XX 年 11 月 24 日 9 時 (00UTC)

図 5

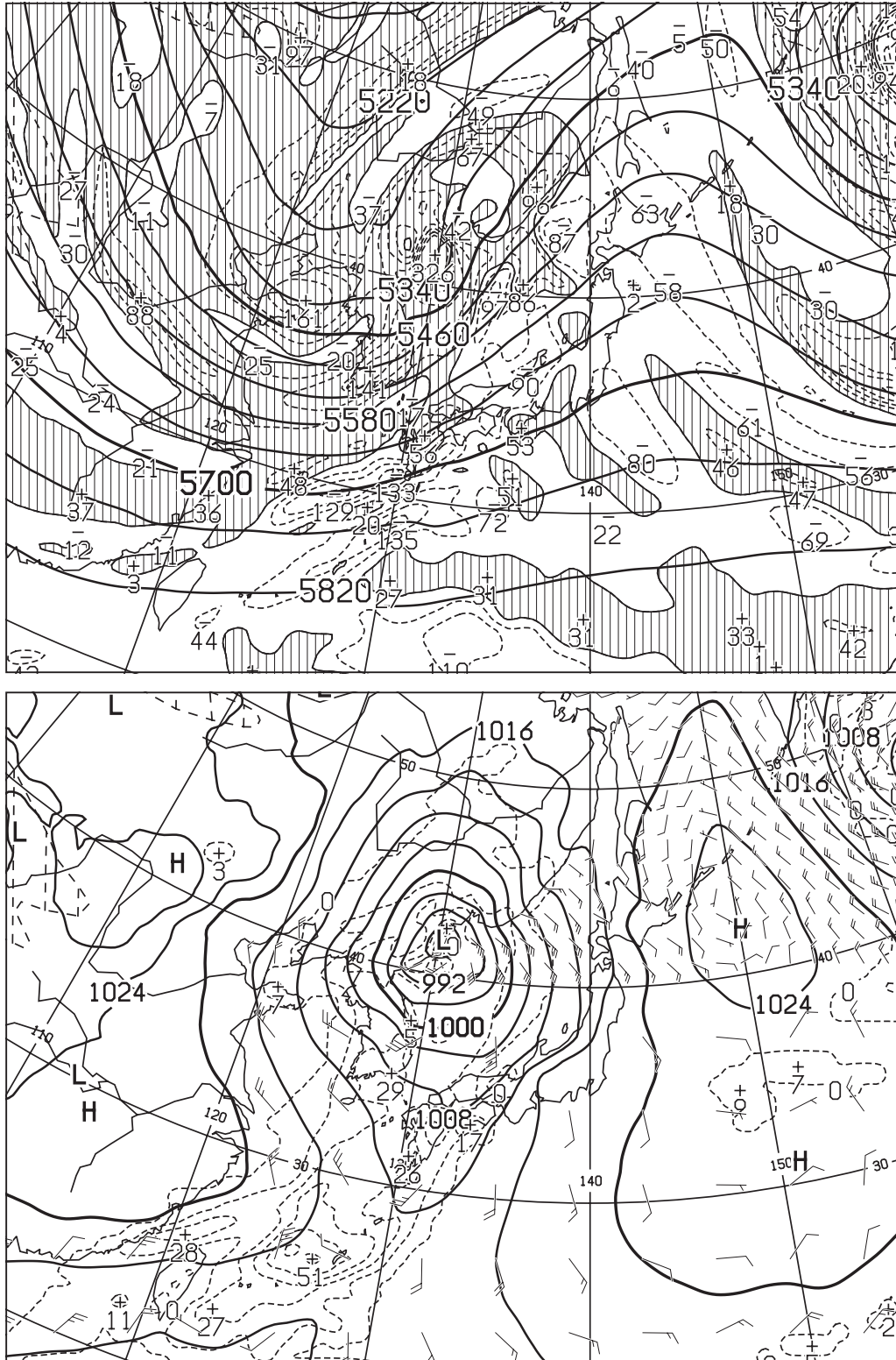


図 5 500 hPa 高度・渦度 24 時間予想図 (上)

太実線：高度 (m)，破線および細実線：渦度 ($10^{-6}/s$) (網掛け域：渦度 > 0)

地上気圧・降水量・風 24 時間予想図 (下)

実線：気圧 (hPa)，破線：予想時刻前 12 時間降水量 (mm)

矢羽：風向・風速 (ノット) (短矢羽：5 ノット，長矢羽：10 ノット，旗矢羽：50 ノット)

初期時刻 XX 年 11 月 24 日 9 時 (00UTC)

図 6

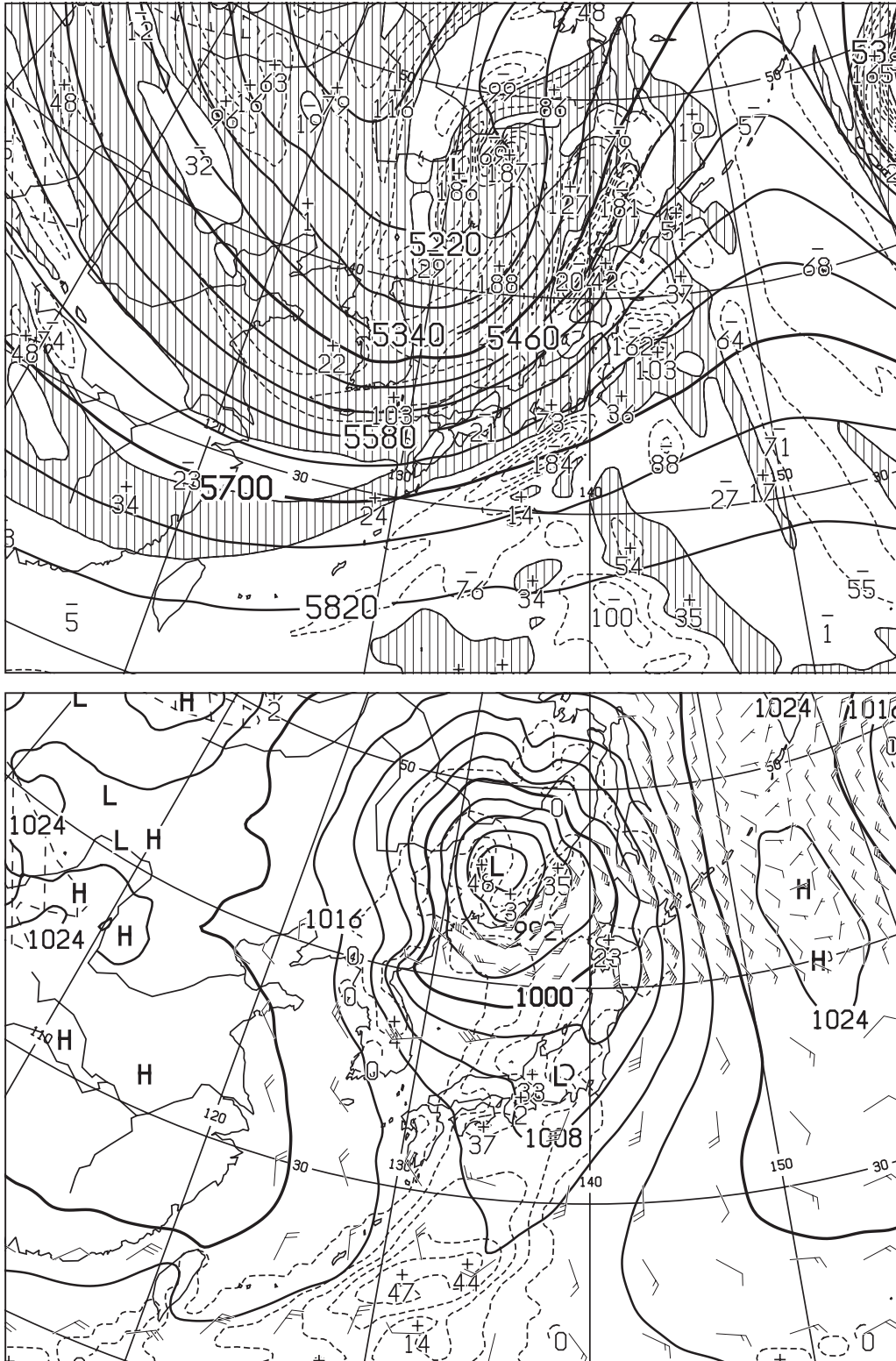


図6 500 hPa 高度・渦度 36 時間予想図 (上)

太実線：高度 (m)，破線および細実線：渦度 ($10^{-6}/s$) (網掛け域：渦度 > 0)

地上気圧・降水量・風 36 時間予想図 (下)

実線：気圧 (hPa)，破線：予想時刻前 12 時間降水量 (mm)

矢羽：風向・風速 (ノット) (短矢羽：5 ノット，長矢羽：10 ノット，旗矢羽：50 ノット)

初期時刻 XX 年 11 月 24 日 9 時 (00UTC)

図 7

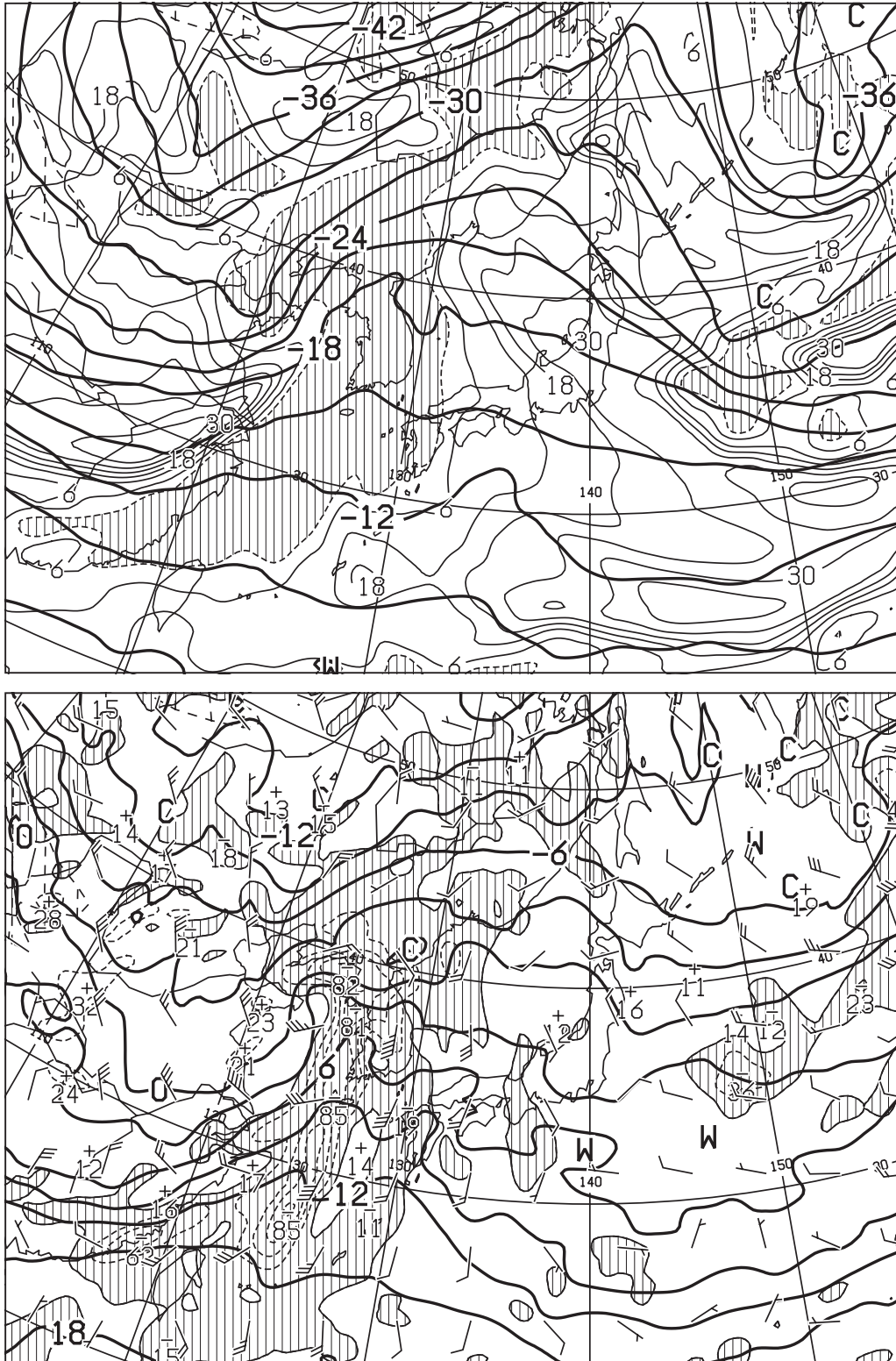


図7 500hPa 気温, 700hPa 湿数 12 時間予想図 (上)

太実線: 500hPa 気温 (°C), 破線および細実線: 700hPa 湿数 (°C) (網掛け域: 湿数 ≤ 3°C)

850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 12 時間予想図 (下)

太実線: 850hPa 気温 (°C), 破線および細実線: 700hPa 鉛直 p 速度 (hPa/h) (網掛け域: 負領域)

矢羽: 850hPa 風向・風速 (ノット) (短矢羽: 5 ノット, 長矢羽: 10 ノット, 旗矢羽: 50 ノット)

初期時刻 XX 年 11 月 24 日 9 時 (00UTC)

図 8

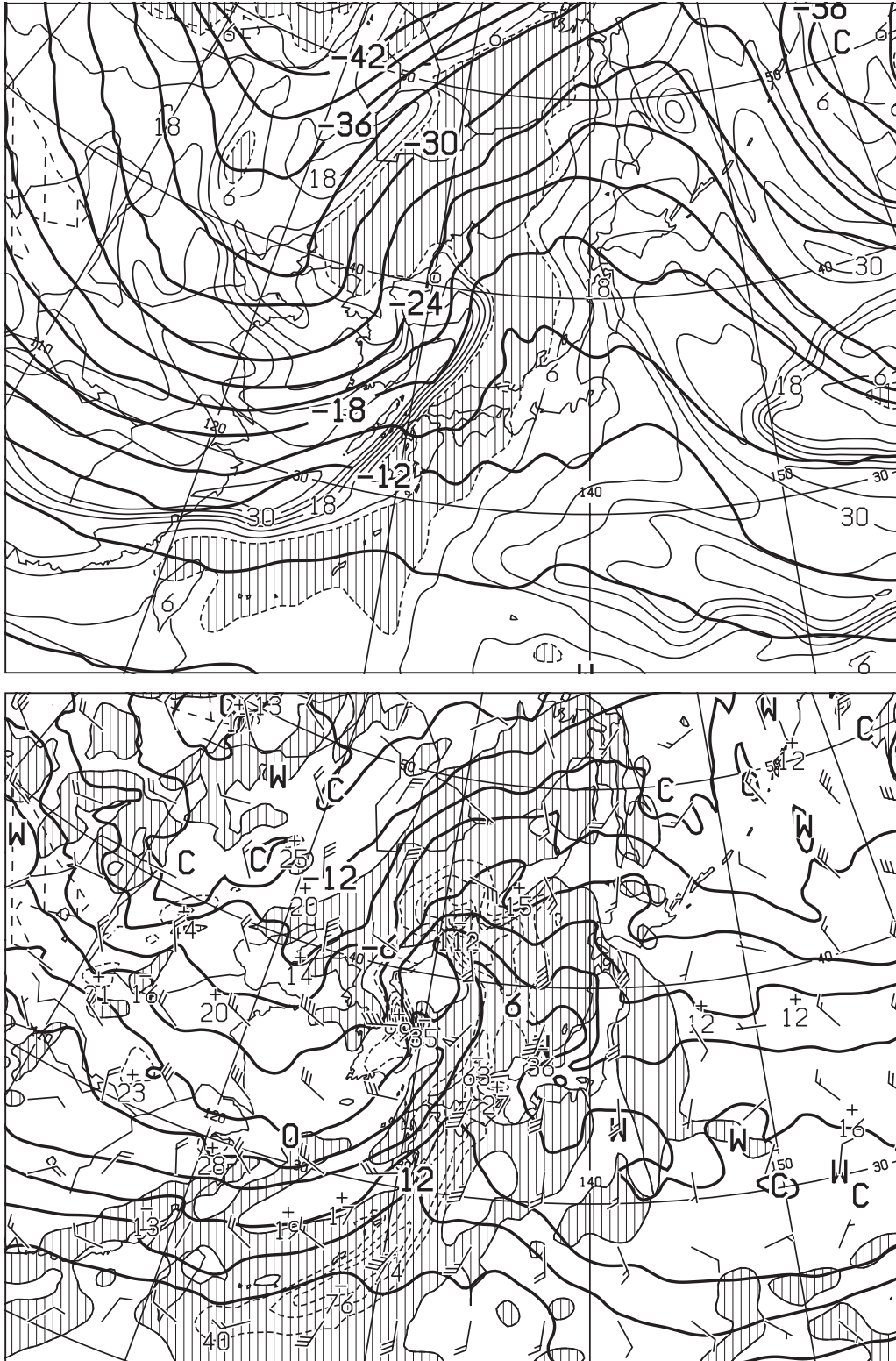


図 8 500hPa 気温, 700hPa 湿数 24 時間予想図 (上)

太実線: 500hPa 気温 (°C), 破線および細実線: 700hPa 湿数 (°C) (網掛け域: 湿数 ≤ 3°C)

850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 24 時間予想図 (下)

太実線: 850hPa 気温 (°C), 破線および細実線: 700hPa 鉛直 p 速度 (hPa/h) (網掛け域: 負領域)

矢羽: 850hPa 風向・風速 (ノット) (短矢羽: 5 ノット, 長矢羽: 10 ノット, 旗矢羽: 50 ノット)

初期時刻 XX 年 11 月 24 日 9 時 (00UTC)

図 9

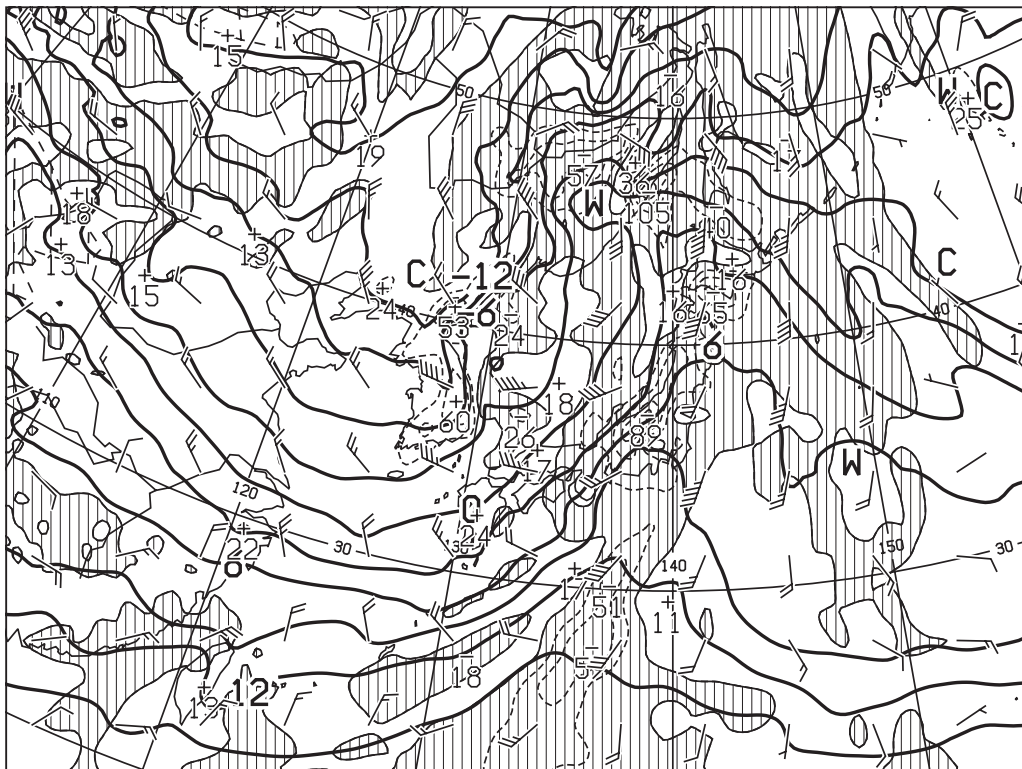
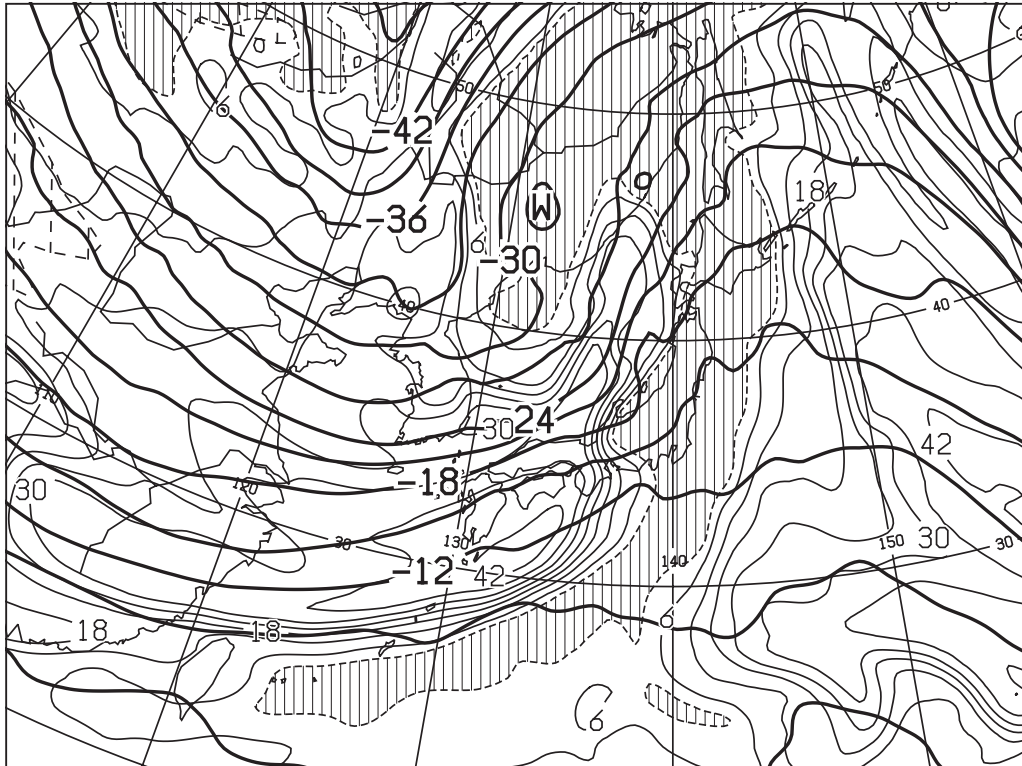


図 9 500hPa 気温, 700hPa 湿数 36 時間予想図 (上)

太実線: 500hPa 気温 (°C), 破線および細実線: 700hPa 湿数 (°C) (網掛け域: 湿数 ≤ 3°C)

850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直 p 速度 36 時間予想図 (下)

太実線: 850hPa 気温 (°C), 破線および細実線: 700hPa 鉛直 p 速度 (hPa/h) (網掛け域: 負領域)

矢羽: 850hPa 風向・風速 (ノット) (短矢羽: 5 ノット, 長矢羽: 10 ノット, 旗矢羽: 50 ノット)

初期時刻 XX 年 11 月 24 日 9 時 (00UTC)

図 10

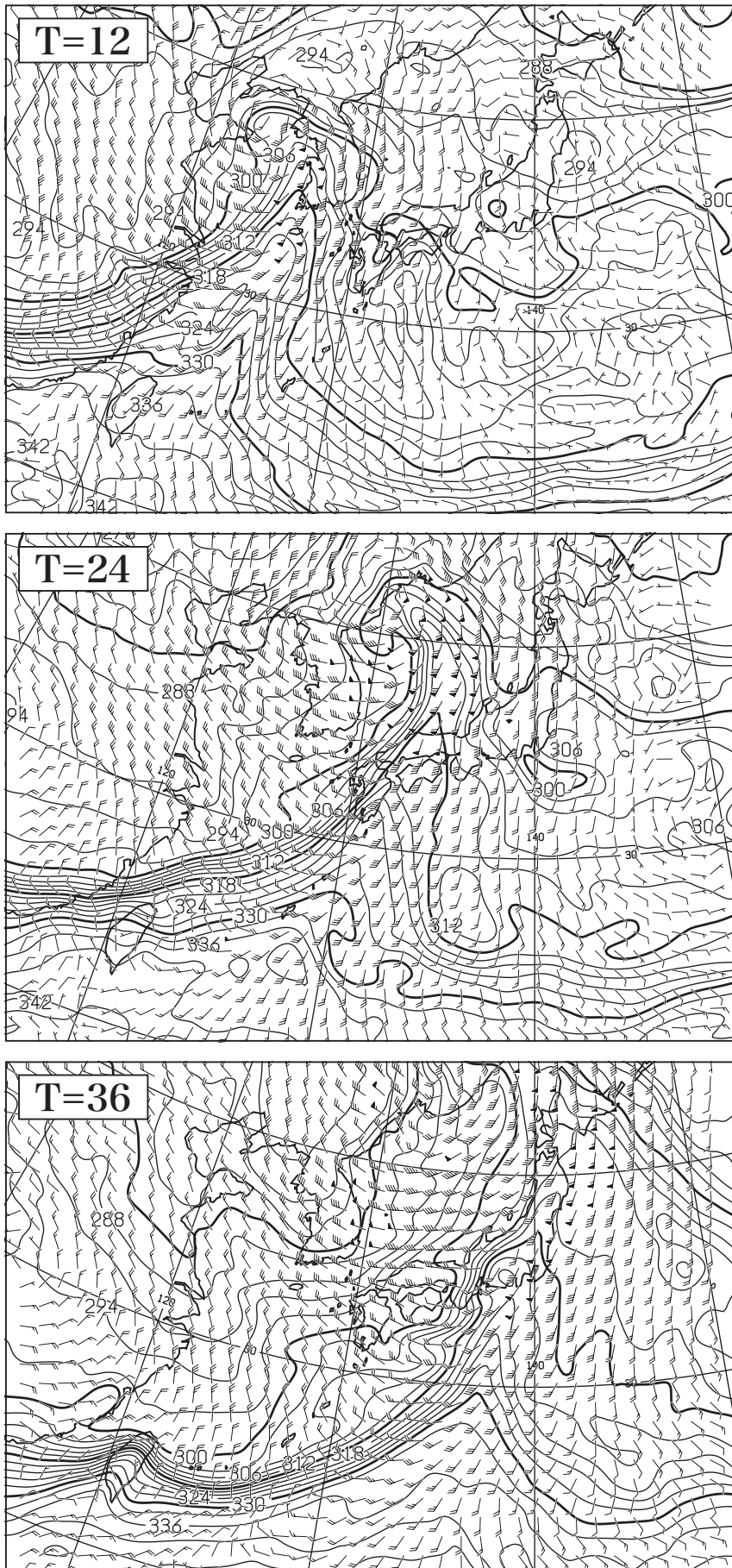


図 10 850hPa 相当温位・風 12, 24, 36 時間予想図

実線：相当温位 (K)

矢羽：風向・風速 (ノット) (短矢羽：5 ノット，長矢羽：10 ノット，旗矢羽：50 ノット)

初期時刻 XX 年 11 月 24 日 9 時 (00UTC)

図11

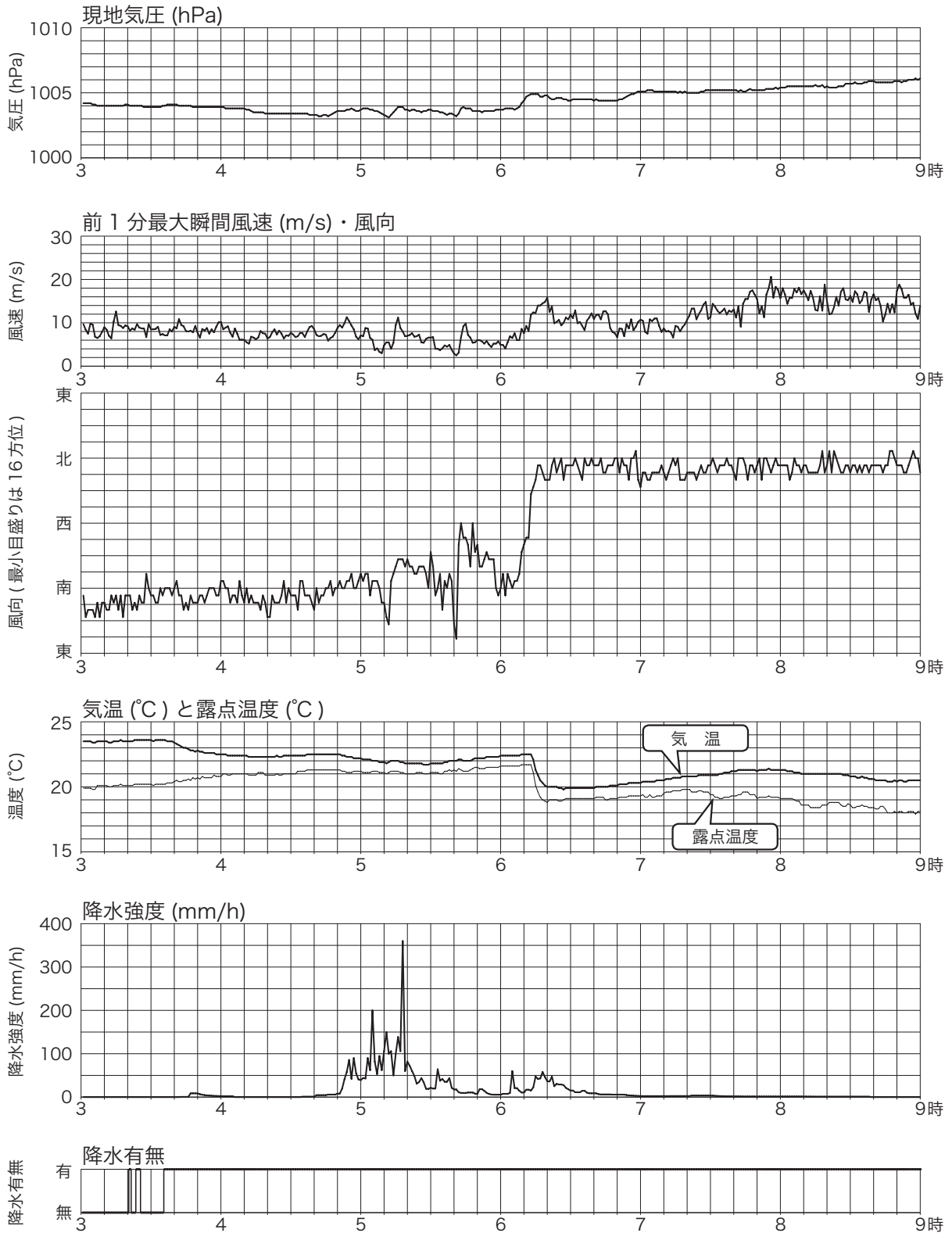
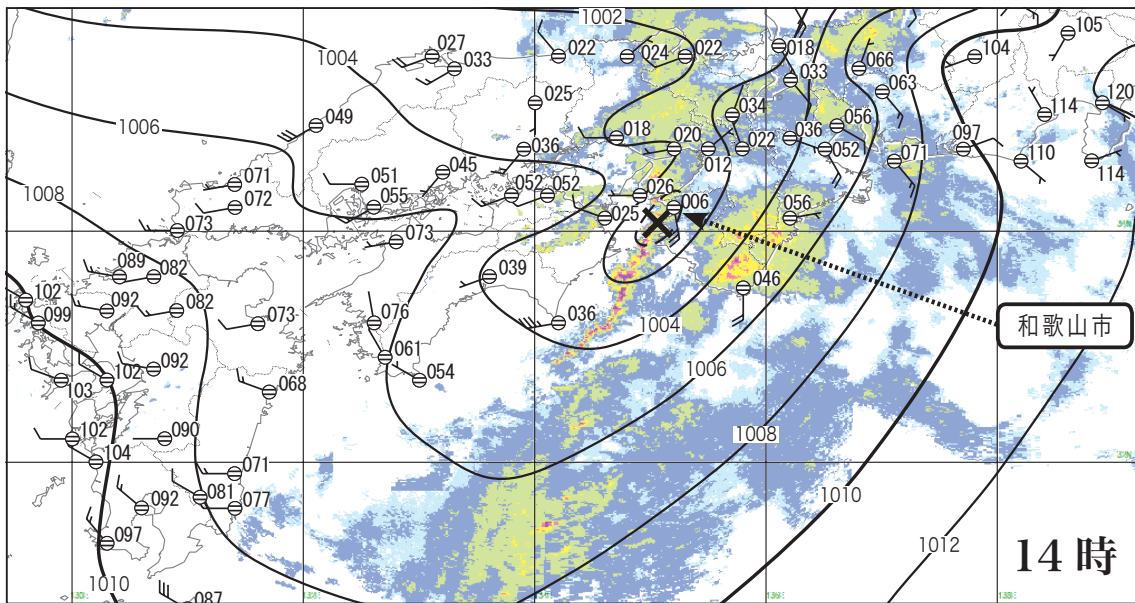
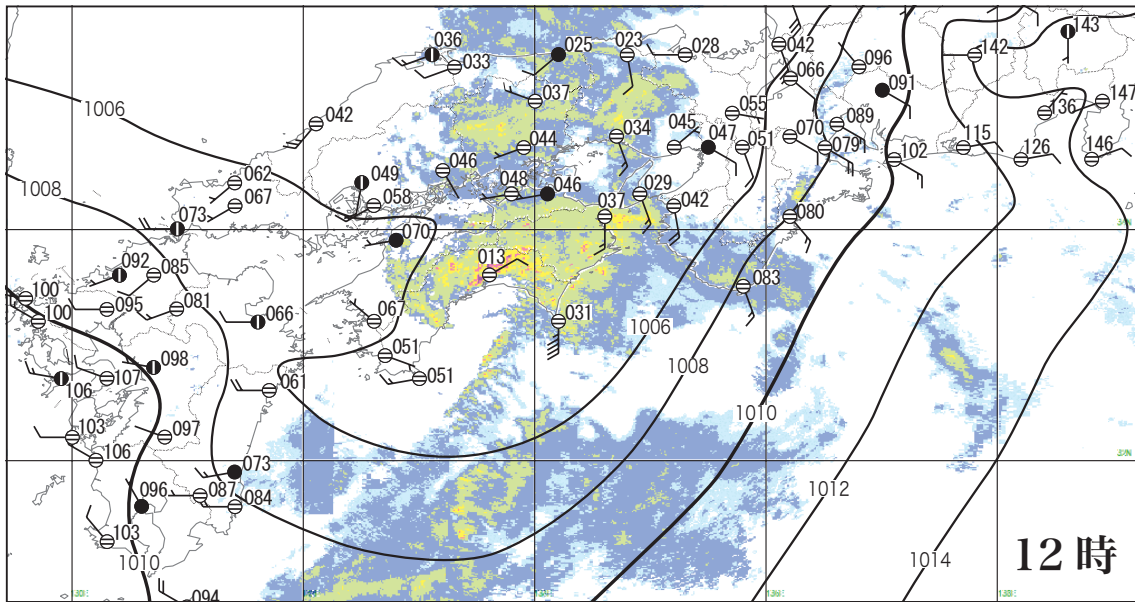


図11 那覇の気象要素の時系列図

XX年11月25日3時(24日18UTC)～9時(00UTC)

図12



降水強度
(mm/h)

- 64 ~
- 32 ~ 64
- 16 ~ 32
- 4 ~ 16
- 1 ~ 4
- ~ 1

図12 地上実況図, レーダーエコー合成図(上)

XX年11月25日12時(03UTC)

地上実況図, レーダーエコー合成図(下)

XX年11月25日14時(05UTC)

実線, 破線および数値: 気圧 (hPa)

矢羽: 風向・風速(ノット)(短矢羽: 5ノット, 長矢羽: 10ノット, 旗矢羽: 50ノット)

全雲量の☉は雲量の観測を行っていないことを示す。

塗りつぶし域: 降水強度 (mm/h)(凡例のとおり)

表 1

表 1 那覇の地上気象観測表

XX 年 11 月 25 日午前

記事欄の▲▲は寒冷前線の通過に伴う風の急変を示す。

時刻 (時)	気圧(hPa)		降水量 (mm)	気温 (°C)	露点温度 (°C)	湿度 (%)	風向・風速(m/s)		日照時間 (時間)	天気	雲量	視程 (km)
	現地	海面					風向	風速				
1	1006.6	1012.4	—	23.4	19.1	77	南南東	6.2				
2	1006.0	1011.8	0.0	23.2	19.8	81	南	6.0				
3	1004.2	1009.9	—	23.5	19.9	80	南南東	6.5		☉	10-	15.0
4	1003.9	1009.7	1.0	22.5	20.8	90	南	6.1				
5	1003.7	1009.5	10.0	22.2	21.2	94	南	7.2				
6	1003.7	1009.5	43.0	22.4	21.6	95	南南西	4.2		●	10	6.00
7	1005.1	1010.9	16.0	20.3	19.3	94	北北西	6.9	0.0			
8	1005.4	1011.2	2.0	21.3	19.1	87	北	11.7	0.0			
9	1006.1	1011.9	0.5	20.5	18.1	86	北	11.5	0.0	●	10	15.0
10	1007.4	1013.2	0.5	20.0	17.4	85	北	11.0	0.0			
11	1008.3	1014.2	2.5	19.3	16.5	84	北	10.6	0.0			
12	1008.2	1014.1	2.5	18.9	16.5	86	北	8.2	0.0	●	10	6.00

記事

0125☉-0135. 0320☉-0325. 0335☉-☉¹₀₆-☉⁰₀₉-1100●-●⁰₁₂-
0620▲▲SSW15.8NNW.