

実技試験 1

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 4 月 2 日 21 時 (12UTC) |
| 図 2 | 300hPa 天気図 | XX 年 4 月 2 日 21 時 (12UTC) |
| 図 3 | 500hPa 天気図 | XX 年 4 月 2 日 21 時 (12UTC) |
| 図 4 | 850hPa 天気図 | XX 年 4 月 2 日 21 時 (12UTC) |
| 図 5 | 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 6 | 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 7 | 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 8 | 500hPa 高度・渦度 48 時間予想図 (上)
地上気圧・降水量・風 48 時間予想図 (下) | |
| 図 9 | 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 10 | 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 11 | 500hPa 気温, 700hPa 湿数 48 時間予想図 (上)
850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 48 時間予想図 (下) | |
| 図 12 | 850hPa 相当温位・風 12, 24 時間予想図 | |
| 図 13 | 地上風・気温の時系列図 伊良湖 (上), 飛島 (下)
XX 年 4 月 3 日 9 時 (00UTC) ~ 4 日 9 時 (00UTC) | |
| 図 14 | 沿岸波浪 12, 24, 36, 48 時間予想図 | |

予想図の初期時刻は、いずれも XX 年 4 月 2 日 21 時 (12UTC)

XX 年 4 月 3 日から 4 日にかけて日本付近を通過した低気圧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 4 月 2 日 21 時 (12UTC) である。

問 1

図 1 は地上天気図、図 2 は 300hPa 天気図、図 3 は 500hPa 天気図、図 4 は 850hPa 天気図であり、いずれも 2 日 21 時 (12UTC) のものである。これらを用いて以下の問いに答えよ。

- (1) 日本付近の気象概況と総観場について述べた次の文章の空欄 (①) ~ (⑬) に入る適切な整数値または語句を記入せよ。なお、⑦⑩は下のそれぞれの枠内から適切な語句を一つ選び、⑫⑬は十種雲形で答えよ。

地上天気図によると、黄海の北緯 37° 東経 (①)° に、前線を伴った 1006hPa の発達中の低気圧があつて、(②) へ 25 ノットで進んでいる。この低気圧には (③) 警報が発表されており、中心の南東側 900 海里以内と (④) 側 500 海里以内では、今後 24 時間以内に最大風速が (⑤) ノットに達する見込みとなっている。

300hPa 天気図では、日本付近を二つのジェット気流が流れており、南のものは亜熱帯ジェット気流、北のものは (⑥) ジェット気流と呼ばれている。黄海の低気圧は (⑦) のジェット気流に対応している。

500hPa 天気図では、華北から華中にかけて (⑧) があり、地上低気圧から 300hPa まで上方に向かって (⑨) が (⑩) に傾いている。

地上天気図で広範囲に雨が観測されているのは、黄海の低気圧と南西諸島の付近である。低気圧の北および西側では、前 1 時間内に止み間がない (⑪) 雨が観測されている。また、那覇 (沖縄県) の地上観測によると、(⑫) 雲と (⑬) 雲が観測されており、しゅう雨となっている。

⑦ 前者 後者

⑩ 弱い 並 強い

- (2) 300hPa 天気図で 100 ノット以上の風速となっているすべての領域において、問 1(1) で述べたジェット気流の強風軸を、解答図に解析済みの領域の例にならって、解答図に実線で記入せよ。
- (3) 図 4 から、黄海にある地上低気圧の発達を示唆している、850hPa の温度場の特徴と 850hPa の温度移流の状況を、それぞれ 15 字と 30 字程度で述べよ。

問 2

図 5～図 8 は 500hPa 高度・渦度 (上), 地上気圧・降水量・風 (下) の 12, 24, 36 および 48 時間予想図, 図 9～図 11 は 500hPa 気温, 700hPa 湿数 (上), 850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 (下) の 24, 36 および 48 時間予想図であり, 図 12 は 850hPa 相当温位・風の 12, 24 時間予想図である。これらを用いて, 低気圧に関する以下の問いに答えよ。

(1) 図 1 で黄海にある低気圧の 24 時間後の予想に関する次の問いに答えよ。

- ① 図 6, 図 9 および図 12 を用いて, 24 時間後に予想されるこの低気圧に伴う寒冷前線の位置を, 前線記号を用いて解答図に記入せよ。なお, 解答図には, 閉塞前線および温暖前線, または単独の温暖前線の位置が記入されており, 前線記号は省略されている。
- ② 図 9 を用いて, 24 時間後に予想されている低気圧中心付近の 500hPa と 850hPa の特徴的な温度分布を, 等温線の数値を示してそれぞれ 25 字程度で述べよ。
- ③ ②で着目した 850hPa の特徴的な温度分布が, 36 時間後にどこに移動すると予想されているかを地名で答えよ。

(2) 低気圧の移動と消長に関する次の問いに答えよ。

- ① 図 6～図 8 を用いて, 24, 36 および 48 時間後に予想されている, 中心気圧が 1000hPa 以下のすべての地上低気圧の中心の位置と中心気圧を, 12 時間後の例にならって解答図に記入せよ。また, 問 2(1) も参考にして, これらの低気圧の移動経路を, 中心位置を直線で結んで示せ。
- ② ①の解答図で日本海西部に例示されている低気圧の, その後の移動と消長の状況を, 地名を示して 40 字程度で述べよ。
- ③ ②で答えた消長の根拠となる 12, 24 および 36 時間後のこの低気圧と 500hPa トラフとの位置関係を 55 字程度で述べよ。

問 3

図 13 の (上), (下) は, それぞれ 4 月 3 日 9 時 (00UTC) から 4 日 9 時 (00UTC) までの伊良湖 (愛知県) と飛島 (山形県) で観測された毎正時の風と気温の時系列図である。これと図 5～図 7 を用いて以下の問いに答えよ。なお, 伊良湖と飛島の位置は, 図 1 の右枠内に示した。

(1) 図 13 を用いて, それぞれの地点の期間内の最大風速の値 (小数点以下を切り上げた整数値), およびその発現日時 (起時) を答えよ。

(2) 図 5～図 7 を用いて, 伊良湖と飛島における最大風速は, それぞれの地点に対して寒冷前線, 温暖前線または低気圧がどのような位置関係にあるときに出現したかを, それぞれ 25 字と 20 字程度で述べよ。

問 4

図 14 は沿岸波浪の 12, 24, 36 および 48 時間予想図である。これを用いて以下の問いに答えよ。

- (1) 下の表は、沿岸波浪予想図から飛島付近の格子点 X における風向、風速(ノット)、卓越波向、波高(m)を読み取ったものである。表の空欄(①)～(④)に入る適切な方位(16方位)と数値(整数)を答えよ。

	12 時間後	24 時間後	36 時間後	48 時間後
風向	南東	南西	(①)	西
風速(ノット)	20	(②)	35	25
卓越波向	南東	南西	西南西	(③)
波高(m)	1	2	(④)	5

- (2) 発達した低気圧の中心付近で発生した周期の長い波浪(うねり)は、遠くまで到達し被害をもたらすことがある。うねりの伝播速度 C (km/h) は、海が深い場合には $C = 3.6gT / (4\pi)$ で表される。ここで、 g は重力加速度 (m/s^2)、 T は卓越波の周期 (s) である。

卓越波の周期を 10 秒として、このうねりの 12 時間の移動距離を 10km 刻みで求めよ。計算にあたっては、 g を 9.8、 π を 3.1 とせよ。

- (3) 格子点 X の波高が 24 時間後から 36 時間後にかけて問 4(1) の表のように変化すると予想される要因を、飛島付近の風向・卓越波向の変化と低気圧周辺の波の卓越波向に着目して 60 字程度で述べよ。

- (4) 36 時間後から 48 時間後にかけて、東北太平洋側の沿岸より飛島付近の方が波高が高く予想される理由を風向に着目して 55 字程度で述べよ。

問 5

図 1, 図 5 ~ 図 12 を用いて, 急速に発達する低気圧に対する防災事項に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 日本付近を通過する低気圧と寒冷前線の予想とともに, それに伴う各地での防災上の留意事項を述べた次の文章の空欄 (①) ~ (⑨) に入る適切な語句または数値を答えよ。

2 日 21 時に黄海にある低気圧は 3 日には日本海で急速に発達し, 4 日には発達した低気圧がオホーツク海をゆっくりと東進する予想となっている。このため, 3 日から 4 日にかけて, 西日本から北日本の広い範囲で (①) や (②) に, 北日本では加えて (③) に警戒が必要である。

この低気圧から南西にのびる強い寒気を伴った寒冷前線は 3 日に日本付近を通過する見込みで, 3 日 9 時の 850 hPa 面では九州南東岸に (④) K の高相当温位が予想されている。また, 寒冷前線の前面では (⑤) 流が強くなり, 3 日 21 時には東海地方に (⑥) mm の前 12 時間降水量の極値が予想されている。

このため, 西日本から東日本にかけては, 太平洋沿岸を中心に大雨のおそれがあるほか, 前線の接近・通過時には, 落雷や短時間強雨, 強風, (⑦) などの激しい突風に注意が必要である。

北日本では, 低気圧の接近・通過に伴い雷を伴った非常に激しい雨のおそれがあり, 大雨や (⑧) による土砂災害, 河川の増水, 低地の浸水に注意が必要である。多雪地ではなだれ, さらに大雪や着雪にも注意が必要である。

また, 日本海側の沿岸では北日本を中心に, 発達した低気圧の接近・通過に伴う (⑨) 効果や吸い上げ効果により潮位が高くなることから, 高潮にも警戒が必要である。

- (2) 着雪による災害が発生しやすい気温の条件を下の枠内の選択肢から一つ選び記号で答えよ。また, 図 6 ~ 図 8 の地上気圧と図 9 ~ 図 11 の 850 hPa の気温に着目して, 日高地方 (位置を図 1 の右枠内に示す) の地上 (高度 0 m) で着雪に注意が必要な時間帯の始まりと終わりの時刻を, それぞれ予想図の予想時間で示せ。ただし, 1 hPa あたりの高度の差を 10 m とし, 気温減率は $0.6^{\circ}\text{C}/100\text{m}$ とする。

ア: $-4^{\circ}\text{C} \sim -2^{\circ}\text{C}$ イ: $-2^{\circ}\text{C} \sim 2^{\circ}\text{C}$ ウ: $2^{\circ}\text{C} \sim 4^{\circ}\text{C}$
--

- (3) 苫小牧 (北海道) では, 気圧が 963 hPa, 風速が 20 m/s のときに, 高潮による潮位偏差が 150 cm と予想されている。このときの吸い上げ効果の大きさと問 5(1) ⑨効果の大きさを, それぞれ 1 cm 刻みで求めよ。また, 風向および他の条件が同じで, 気圧が 973 hPa, 風速が 26 m/s としたときに想定される潮位偏差を 10 cm 刻みで求めよ。ただし, 気圧の影響を見積もるときの標準気圧は 1013 hPa とし計算せよ。

図 1

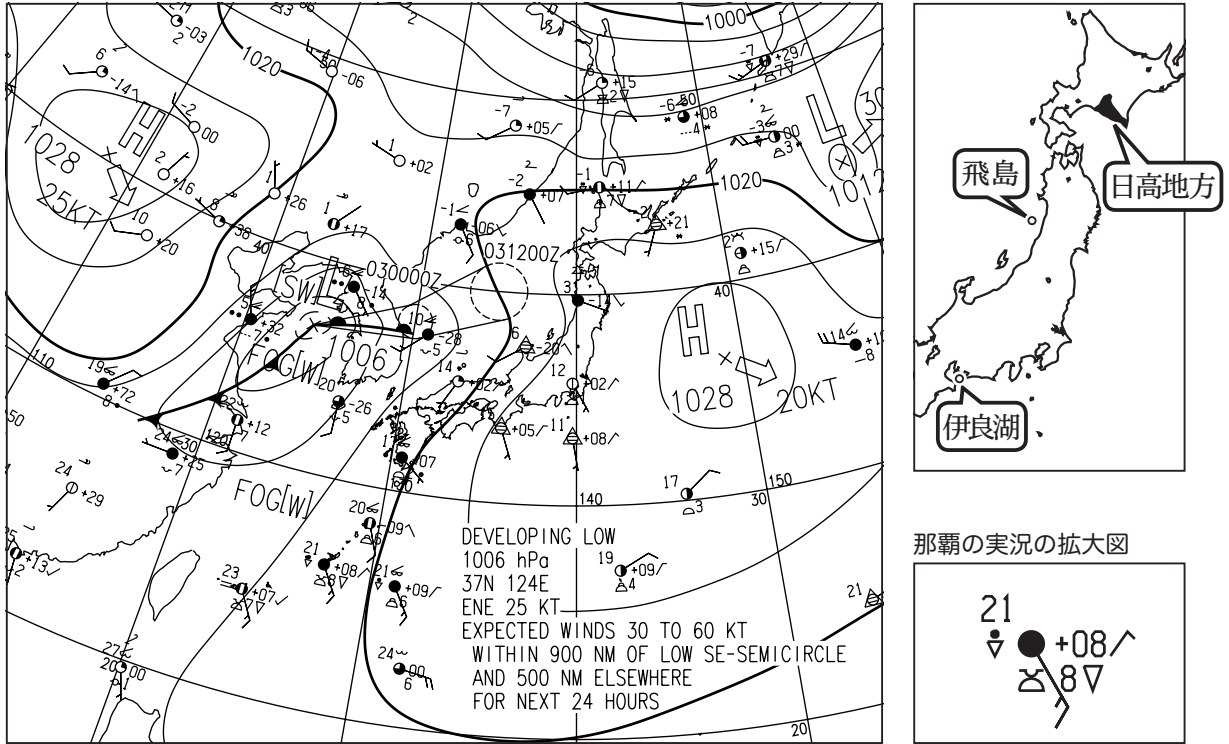


図 1 地上天気図

XX 年 4 月 2 日 21 時 (12UTC)

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。

図 2

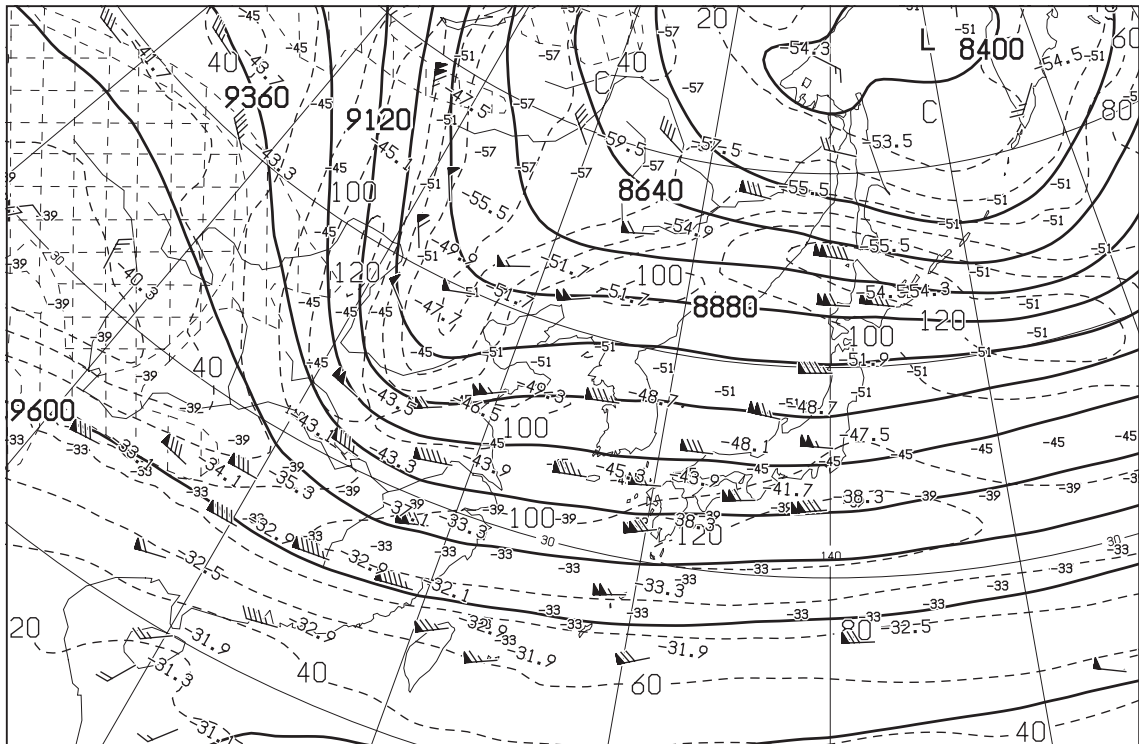


図 2 300hPa 天気図

XX 年 4 月 2 日 21 時 (12UTC)

実線：高度 (m)，破線：風速 (ノット)，数値：気温 (°C)

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)

☒ 3

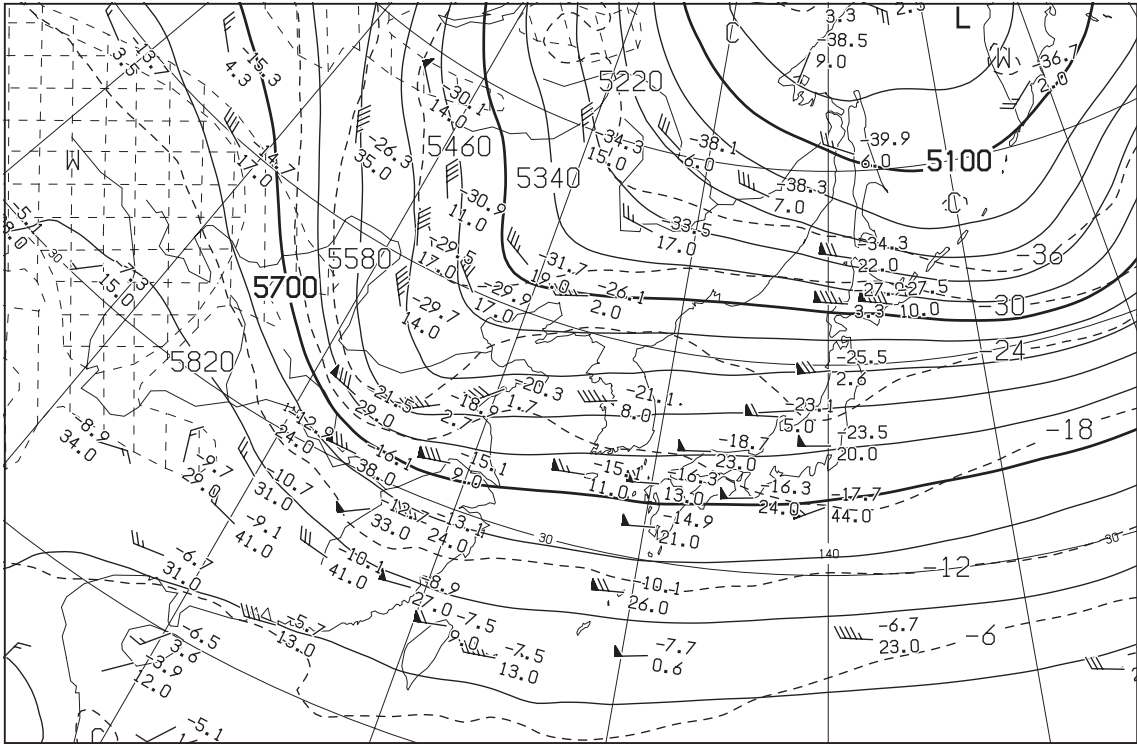


図3 500hPa 天気図

XX 年 4 月 2 日 21 時 (12UTC)

実線：高度 (m)，破線：気温 (°C)

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)

☒ 4

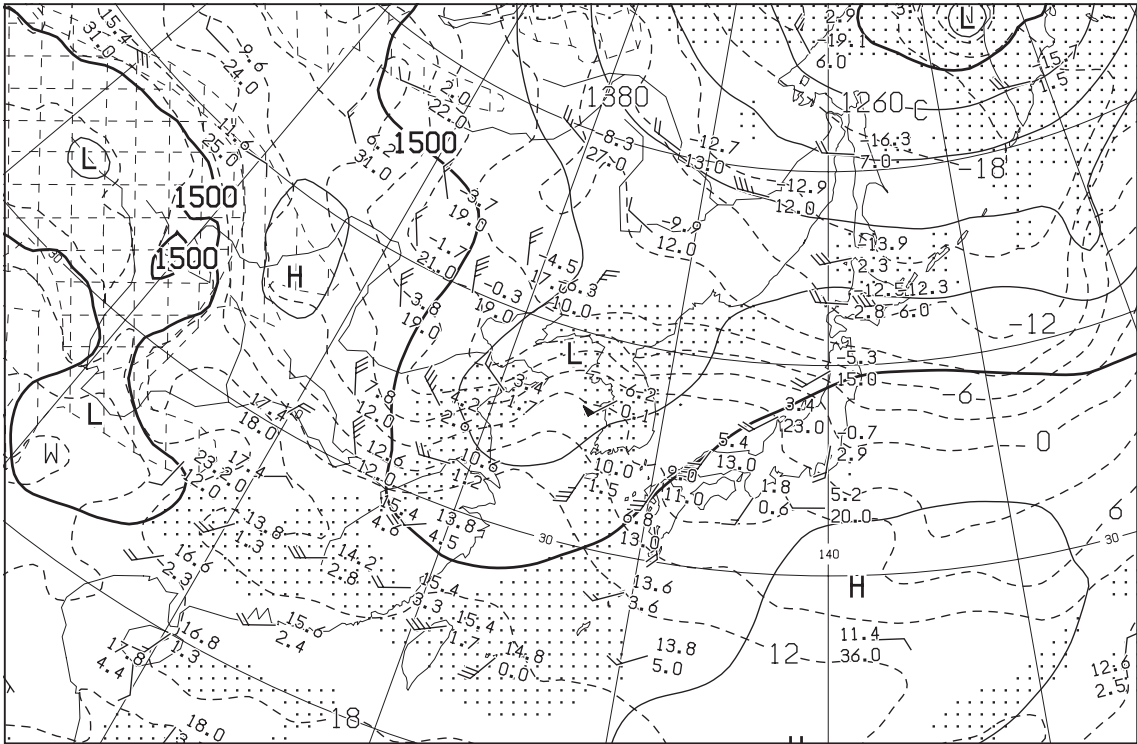


図4 850hPa 天気図

XX 年 4 月 2 日 21 時 (12UTC)

実線：高度 (m)，破線：気温 (°C) (網掛け域：湿数 $\ge 3^{\circ}\text{C}$)

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)

図 5

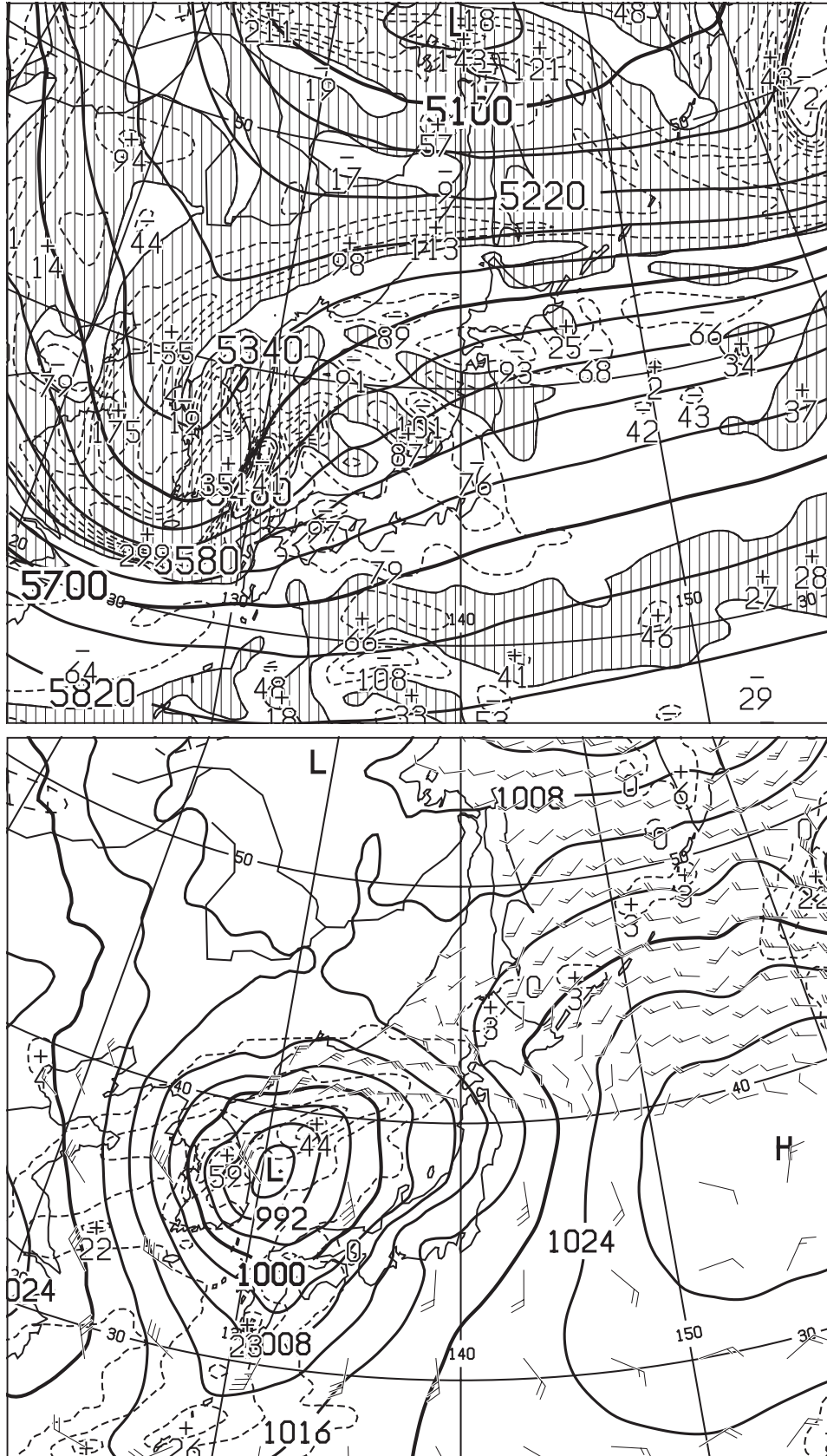


図5 500hPa 高度・渦度 12 時間予想図 (上)

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 4 月 2 日 21 時 (12UTC)

図 6

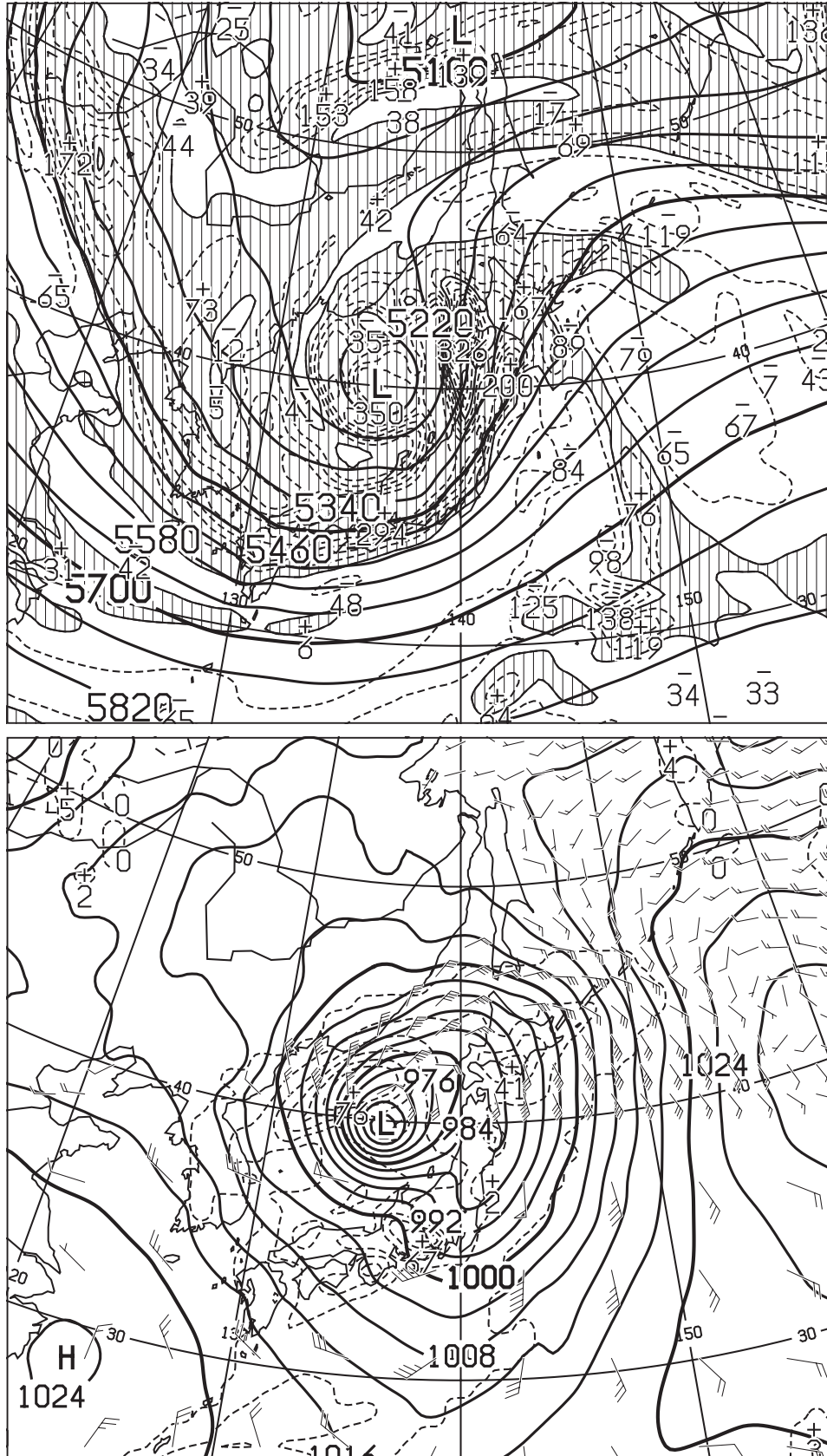


図 6 500 hPa 高度・渦度 24 時間予想図 (上)

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 4 月 2 日 21 時 (12UTC)

図 7

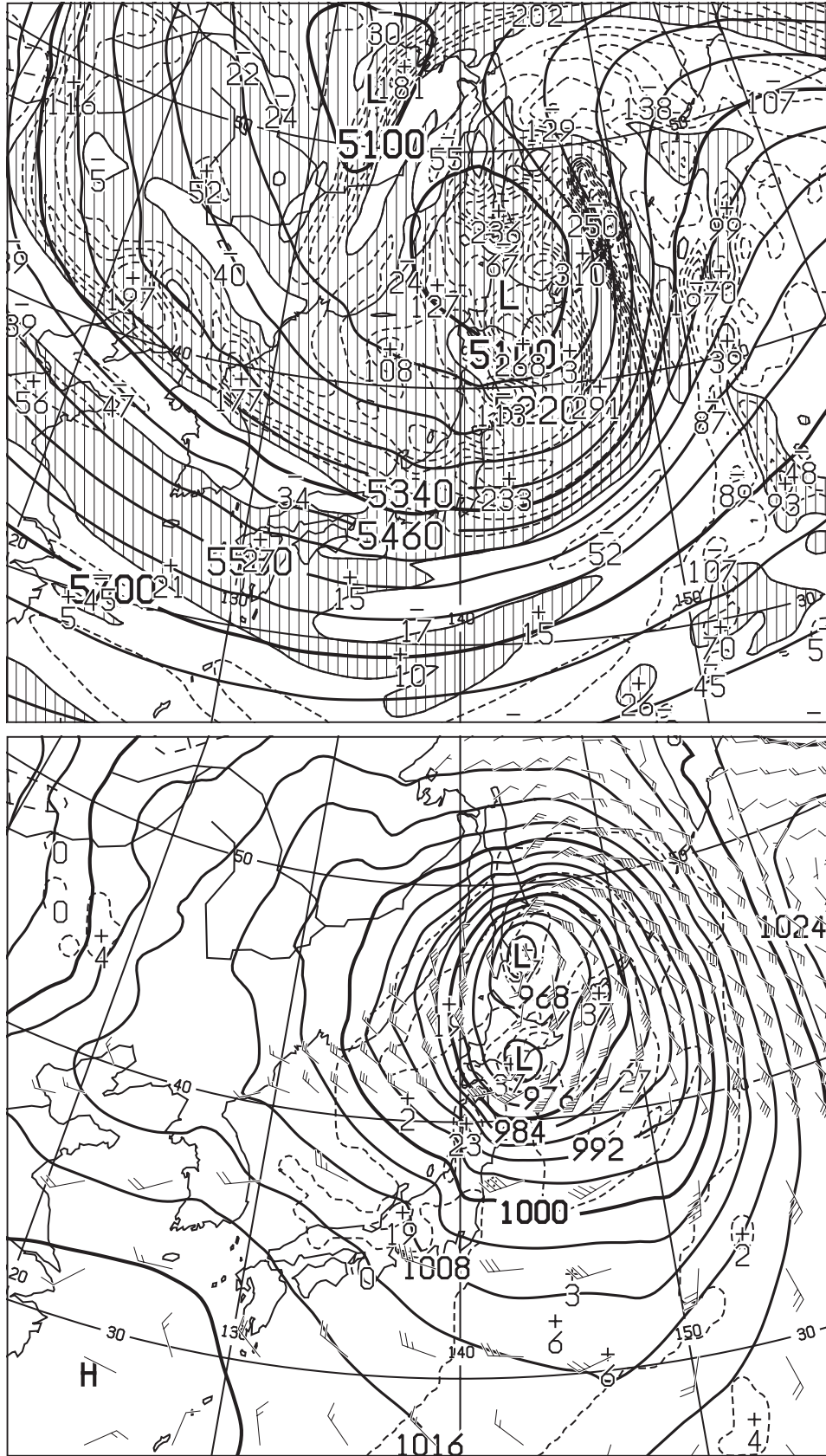


図 7 500 hPa 高度・渦度 36 時間予想図 (上)

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 4 月 2 日 21 時 (12UTC)

☒ 8

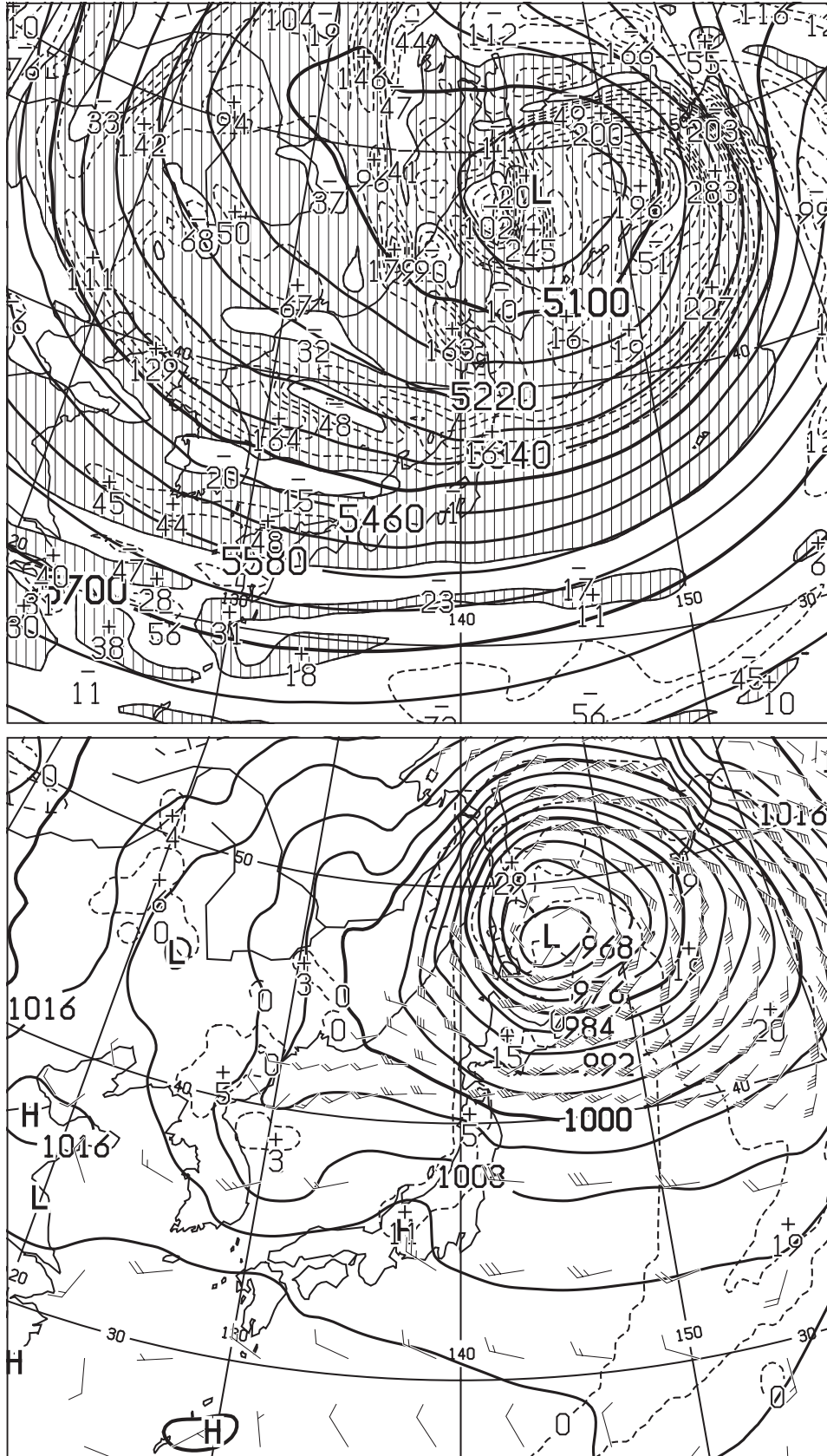


図8 500 hPa 高度・渦度 48 時間予想図 (上)

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 48 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 4 月 2 日 21 時 (12UTC)

図 9

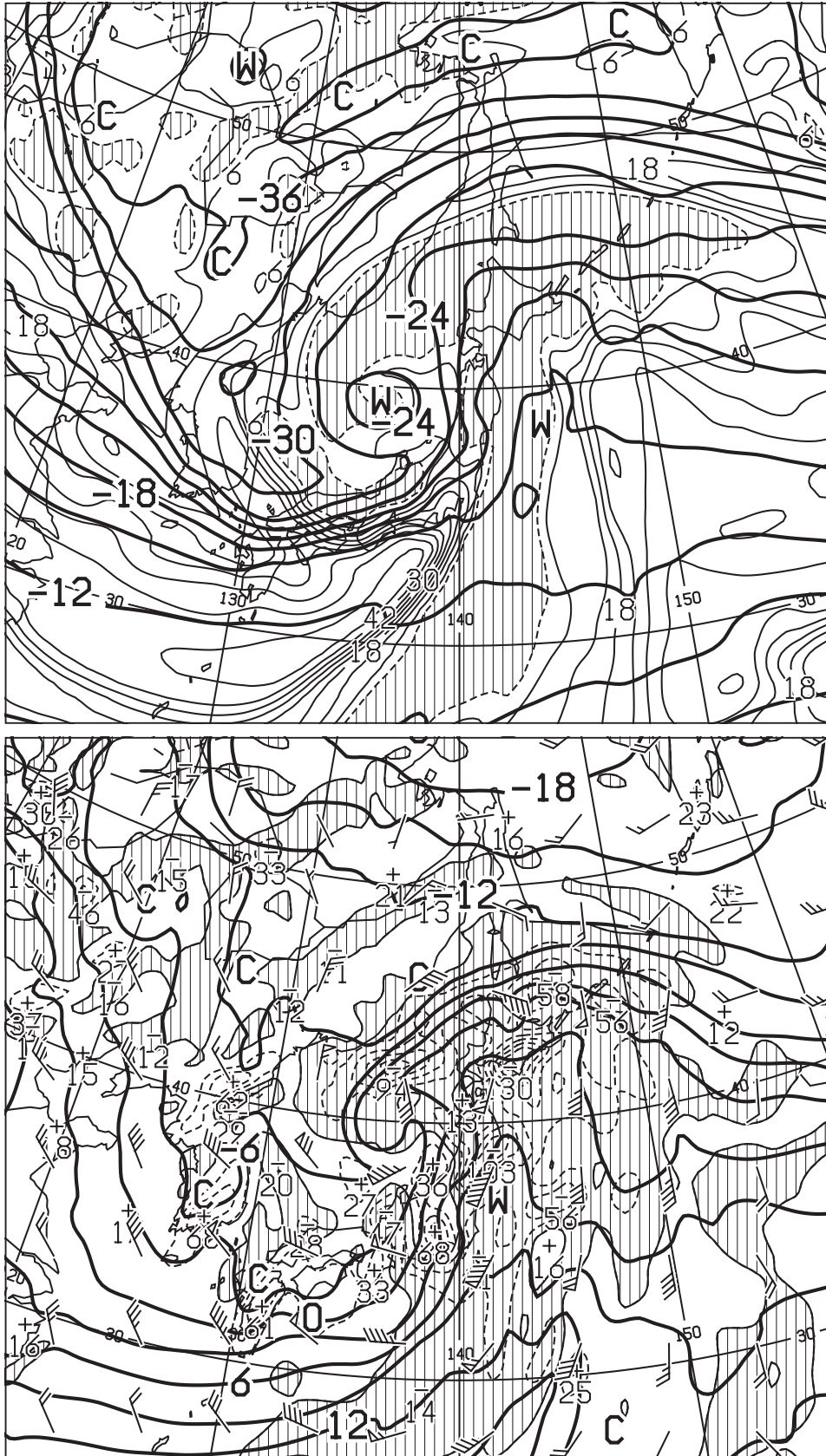


図9 500hPa 気温, 700hPa 湿数 24 時間予想図 (上)

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 p 速度 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 4 月 2 日 21 時 (12UTC)

図 10

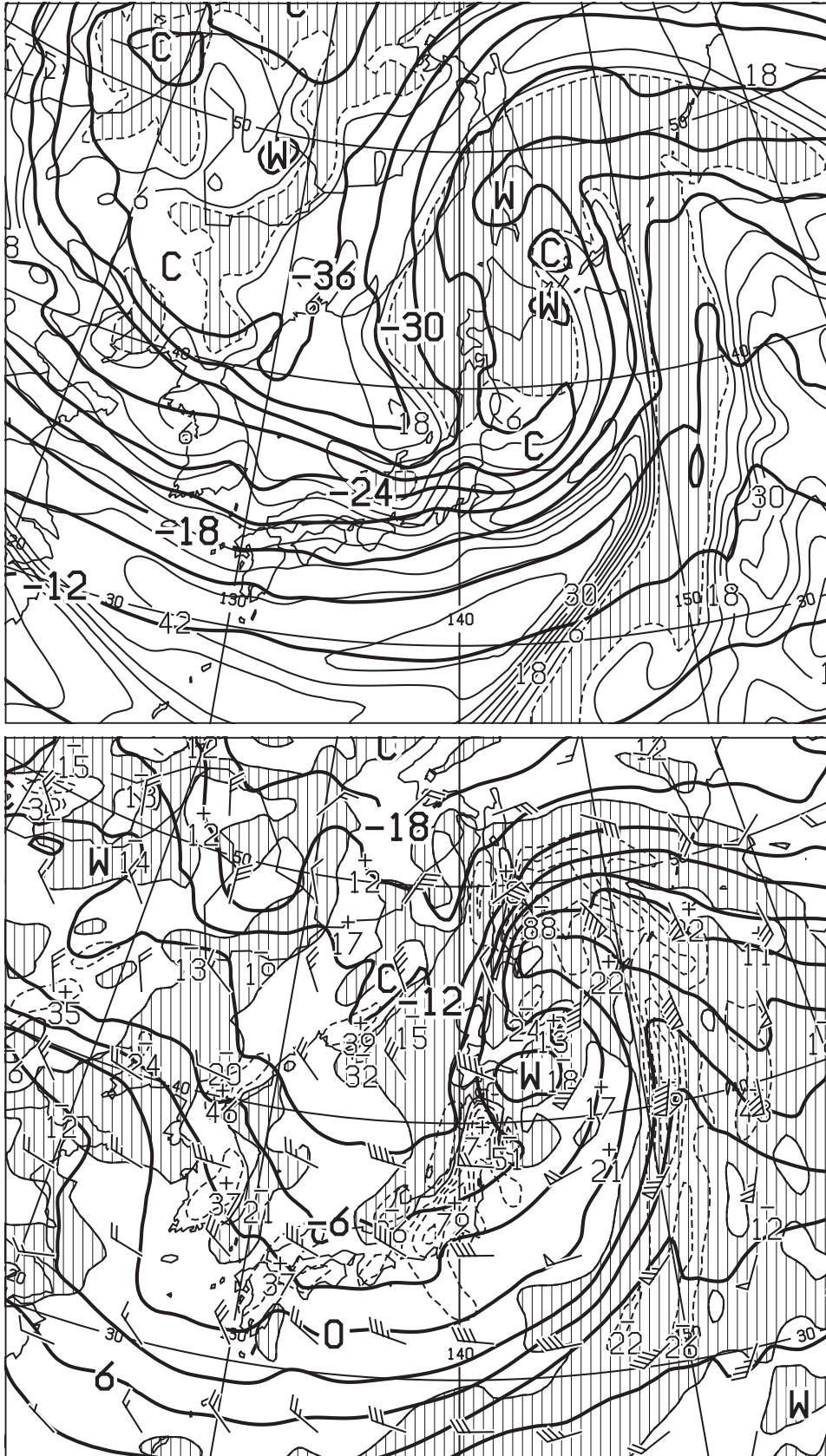


図 10 500hPa 気温, 700hPa 湿数 36 時間予想図 (上)

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 鉛直流 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 4 月 2 日 21 時 (12UTC)

(キリトリ)

図 11

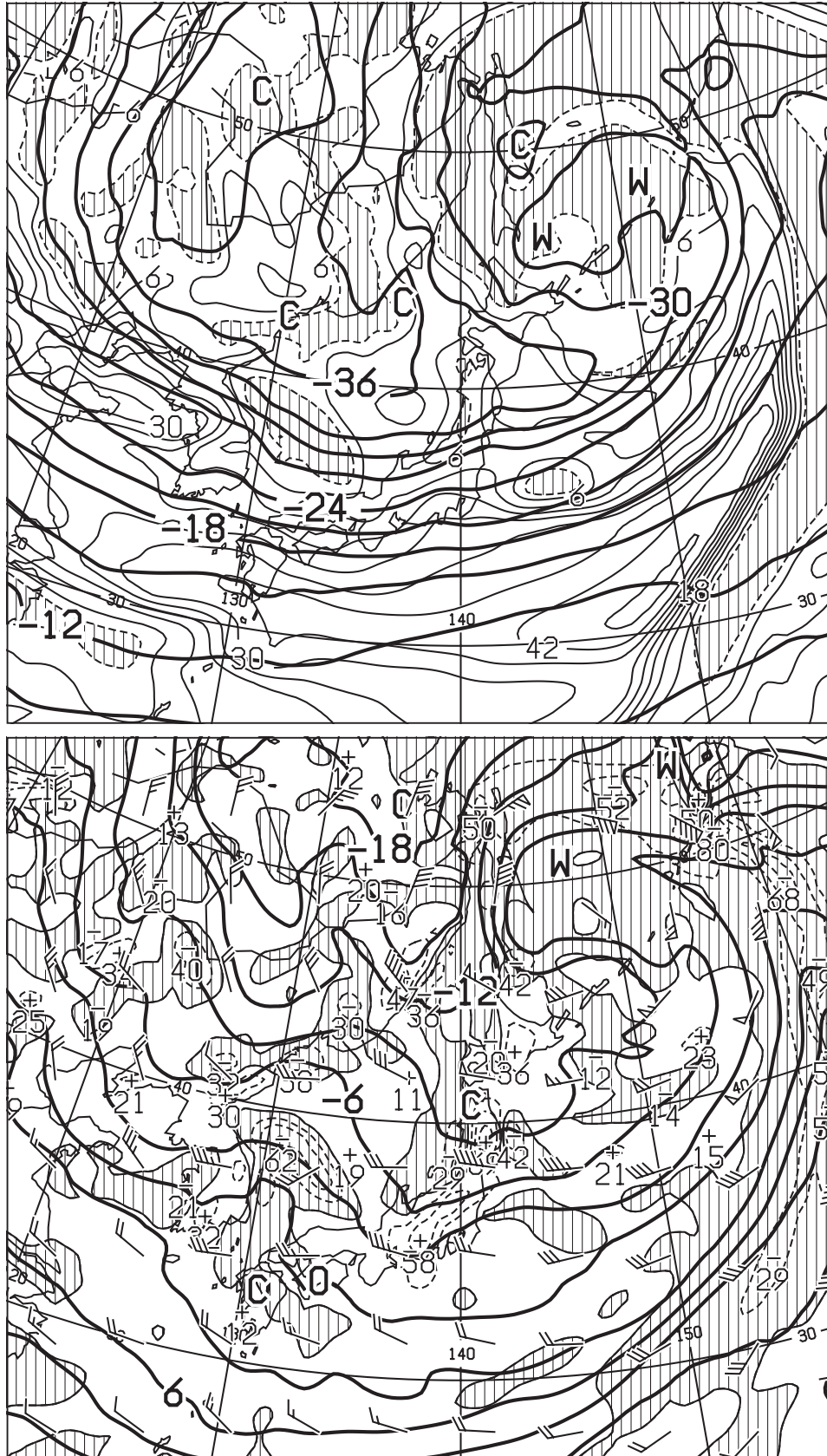


図 11 500hPa 気温, 700hPa 湿数 48 時間予想図 (上)

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 48 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 4 月 2 日 21 時 (12UTC)

(キリトリ)

図 12

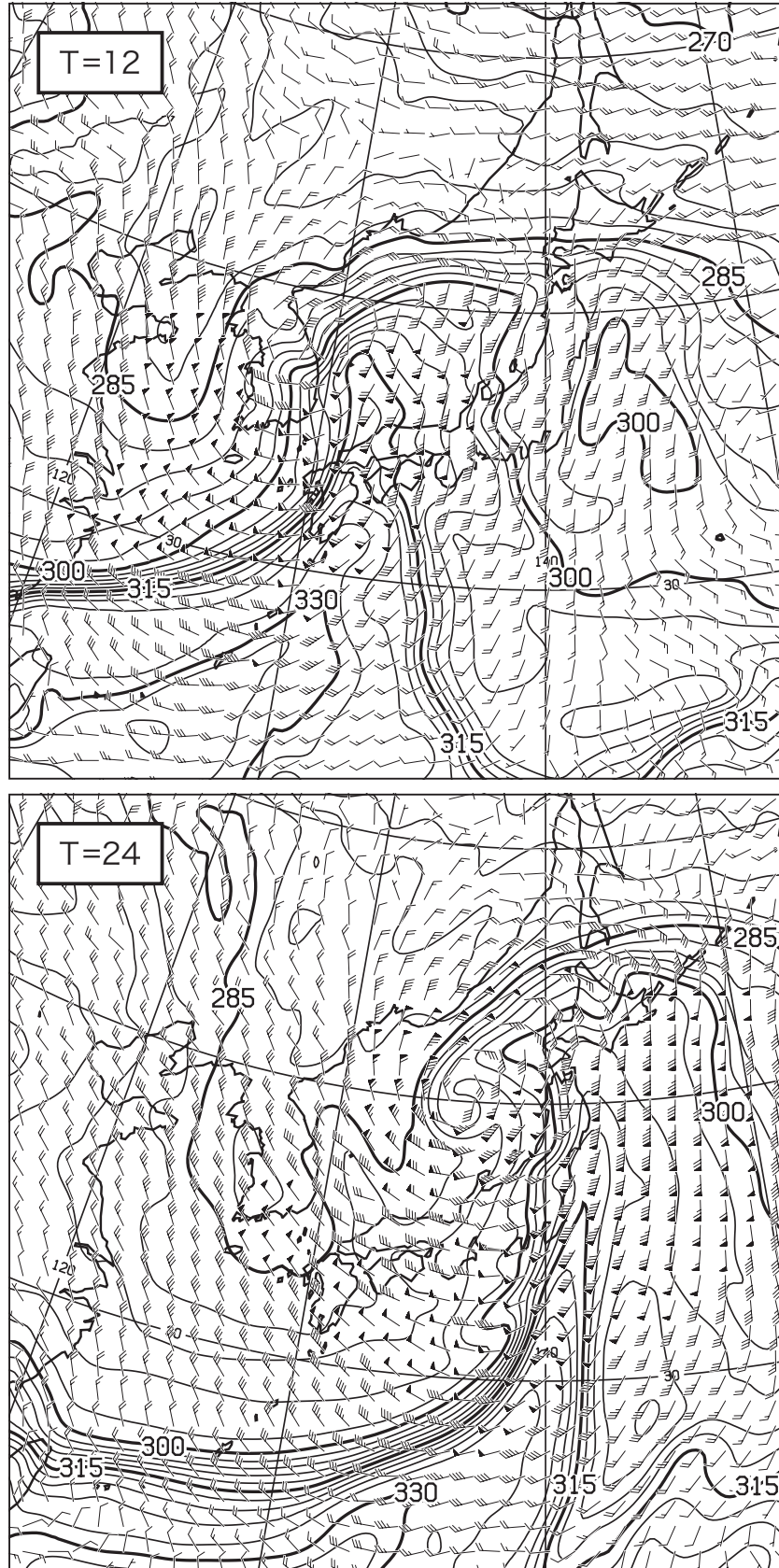


図 12 850hPa 相当温位・風 12, 24 時間予想図

T= で示す数値は予想時間

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 4 月 2 日 21 時 (12UTC)

(キトリトリ)

図 13

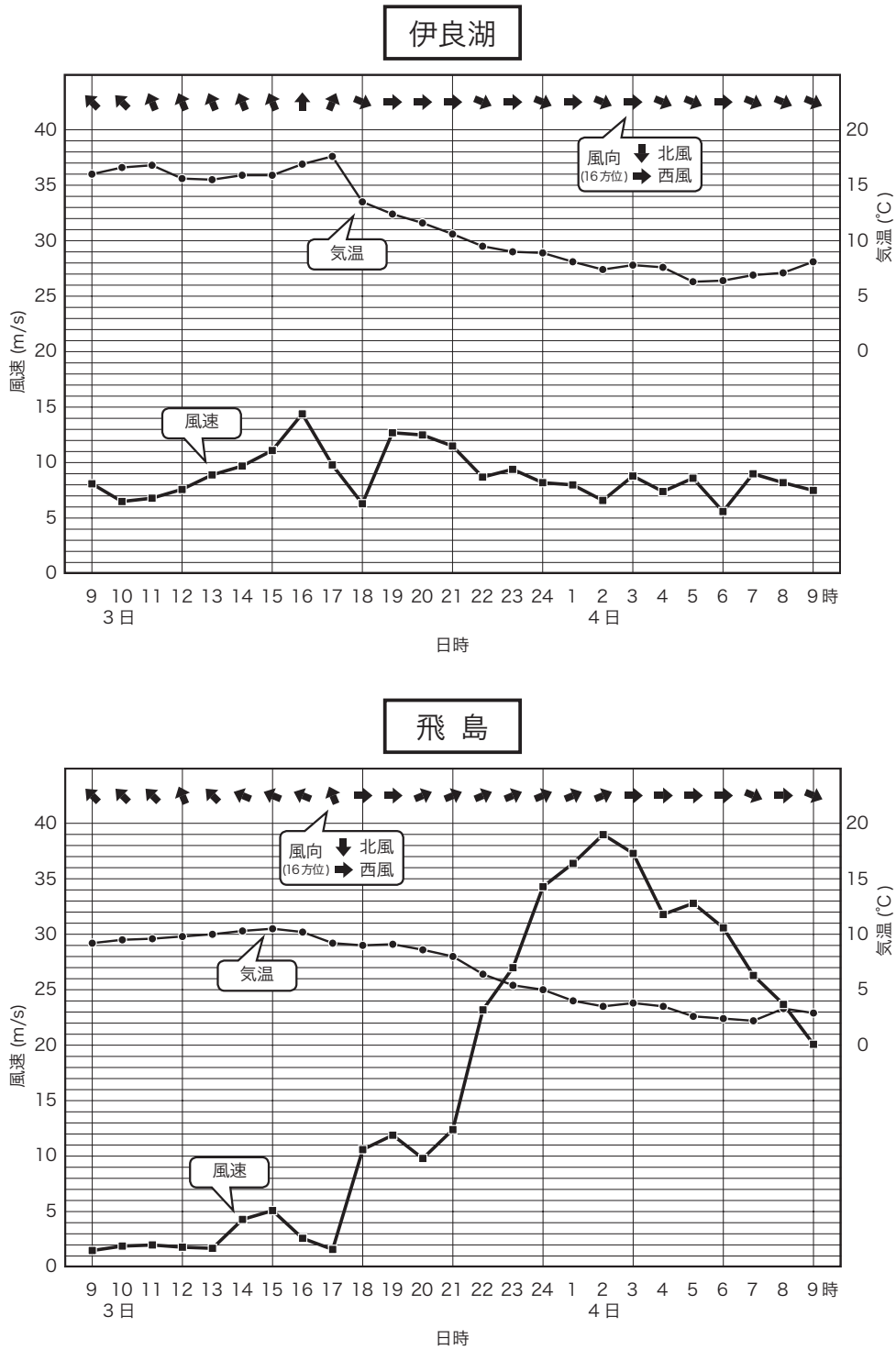


図 13 地上風・気温の時系列図 伊良湖 (上), 飛島 (下)
XX 年 4 月 3 日 9 時 (00UTC) ~ 4 日 9 時 (00UTC)

図 14

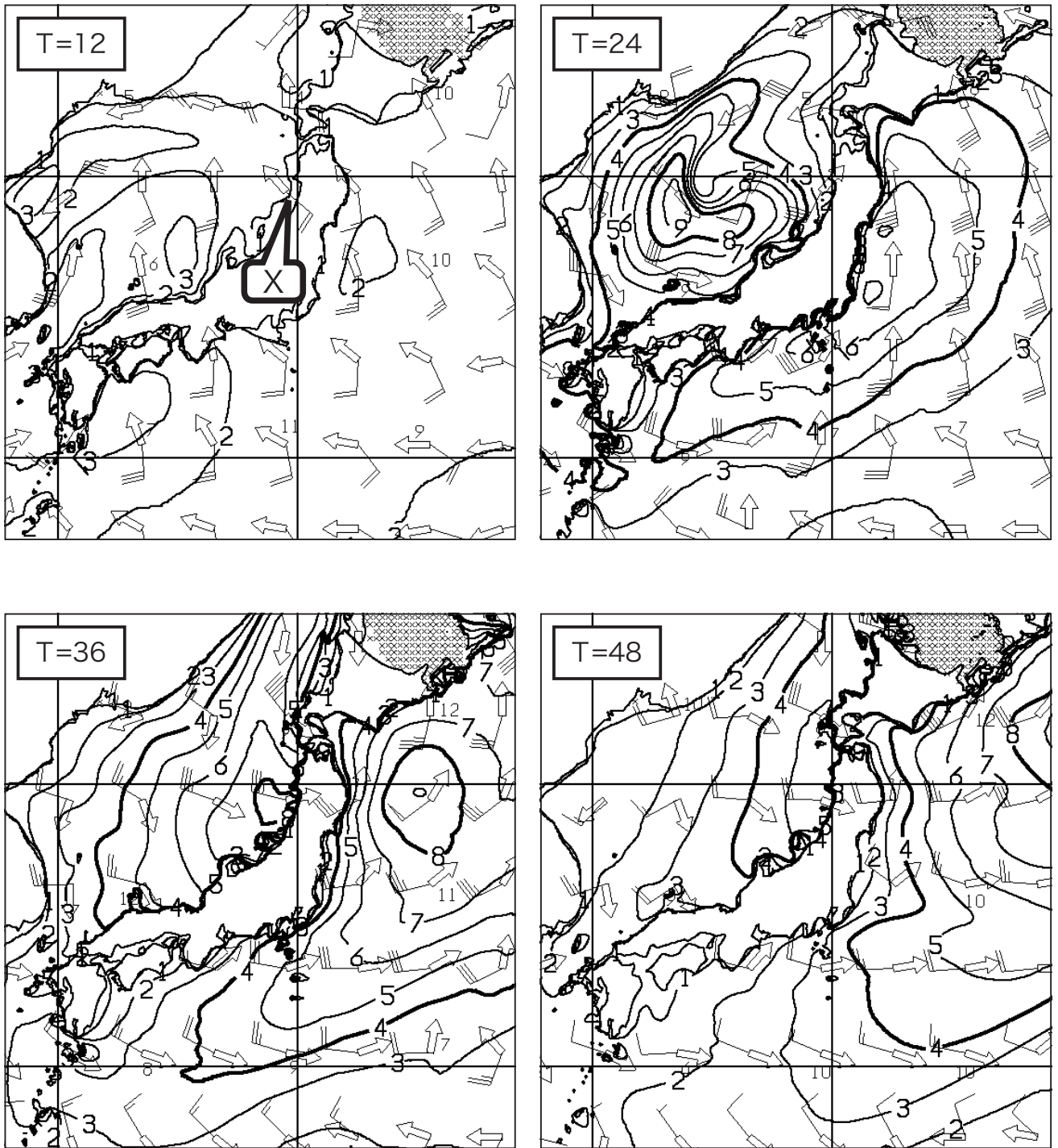


図 14 沿岸波浪 12, 24, 36, 48 時間予想図

T= で示す数値は予想時間

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)

実線：波高(m)，白抜き矢印：卓越波向(矢印が示す方向へ波が進む)，数字(細)：卓越波の周期(s)

網掛け域：海水域

初期時刻 XX年4月2日21時(12UTC)