

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8月17日9時(00UTC) |
| 図 2 | 300hPa 天気図 | XX年8月17日9時(00UTC) |
| 図 3 | 500hPa 天気図 | XX年8月17日9時(00UTC) |
| 図 4 | 850hPa 天気図 | XX年8月17日9時(00UTC) |
| 図 5 | 気象衛星水蒸気画像 | XX年8月17日9時(00UTC) |
| 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 48 時間予想図(上)
地上気圧・降水量・風 48 時間予想図(下) | |
| 図 8 | 850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 12, 24, 36, 48 時間予想図 | |
| 図 9 | 500hPa 気温, 700hPa 湿数 12, 24, 36, 48 時間予想図 | |
| 図 10 | 850hPa 相当温位・風 12, 24, 36, 48 時間予想図 | |
| 図 11 | 解析雨量図とその4時間後までの降水短時間予報図
初期時刻 XX年8月18日8時(17日23UTC) | |
| 図 12 | 八雲町内の地点 P を含む 5km 格子における
土砂災害警戒情報発表のための雨量判定図 | |
| 表 1 | 八雲町内の地点 P を含む 5km 格子における
前1時間雨量と土壌雨量指数の時系列
XX年8月18日6時(17日21UTC)～12時(03UTC)
予想初期時刻 XX年8月18日8時(17日23UTC) | |

予想図の初期時刻は図 11 および表 1 を除き、いずれも XX年8月17日9時(00UTC)

XX 年 8 月 17 日 から 19 日 にか け て の 日 本 付 近 の 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 図 11 お よ び 表 1 を 除 き , い ず れ も 8 月 17 日 9 時 (00UTC) 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 , 図 5 は 気 象 衛 星 水 蒸 気 画 像 で あ り , い ず れ も 17 日 9 時 (00UTC) の も の で あ る 。 ま た , 図 6 は 500hPa 高 度 ・ 渦 度 (上) , 地 上 気 圧 ・ 降 水 量 ・ 風 (下) の 24 時 間 予 想 図 で あ る 。 こ れ ら を 用 い て , 低 気 圧 お よ び 熱 帯 低 気 圧 に 関 す る 以 下 の 問 い に 答 え よ 。

(1) 地 上 天 気 図 で 沿 海 州 に 解 析 さ れ て い る 低 気 圧 に 関 す る 次 の 問 い に 答 え よ 。

① 気 象 衛 星 水 蒸 気 画 像 で は , 沿 海 州 か ら 中 国 東 北 区 に か け て 明 瞭 な 暗 域 が み ら れ る 。 次 の **ア** ~ **オ** の 中 か ら , こ の 水 蒸 気 画 像 の 暗 域 の 形 状 の 特 徴 に よ り 明 確 に 解 析 で き る も の を 二 つ 挙 げ 記 号 で 答 え よ 。 ま た , そ れ ら の 位 置 を 実 線 で 解 答 図 に 記 入 せ よ 。

- ア** : 地 上 の 前 線 の 位 置 **イ** : 上 ・ 中 層 の ト ラ フ の 位 置
- ウ** : 対 流 圏 界 面 の 位 置 **エ** : ジェット気流の位置
- オ** : 下 層 寒 気 移 流 の 先 端 の 位 置

② 沿 海 州 の 地 上 低 気 圧 と こ れ に 対 応 す る 500hPa の ト ラ フ と の 位 置 関 係 に 基 づ き , 今 後 24 時 間 以 内 に 低 気 圧 が 発 達 す る 可 能 性 を そ の 根 拠 と と も に 30 字 程 度 で 述 べ よ 。

③ 850hPa 天 気 図 お よ び 500hPa 天 気 図 に お い て , 低 気 圧 に 伴 う 前 線 に 対 応 す る そ れ ぞ れ の 等 温 線 の 値 を 答 え よ 。

(2) 図 1 の 三 つ の 熱 帯 低 気 圧 **A** ~ **C** に つ い て ま と め た 次 の 表 の 空 欄 ① ~ ⑥ に 入 る 適 切 な 語 句 ま た は 数 値 を , 必 要 に 応 じ 単 位 を 付 し て 答 え よ 。

	A	B	C
存在する地名・海域	日本の南	沖縄の南	①
中心気圧	1000hPa	②	996hPa
移動方向と速さ	③	南南東へ ゆっくり	④
24 時間以内に 予想される最大風速	⑤	⑥	

(3) 熱 帯 低 気 圧 **A** の 今 後 24 時 間 の 動 き が 図 1 の よ う に 予 想 さ れ る 理 由 を , 図 6(上) を 用 い , 等 高 度 線 の 値 を 示 し て 30 字 程 度 で 述 べ よ 。

(4) 17 日 9 時 に , 気 象 庁 か ら 熱 帯 低 気 圧 **A** ~ **C** の い ず れ か に 対 し て 「 発 達 す る 熱 帯 低 気 圧 に 関 す る 情 報 」 が 発 表 さ れ , そ の 中 で 「 6 時 間 後 以 降 に は , 同 じ 情 報 は 発 表 さ れ な い 」 旨 の お 知 ら せ が 付 加 さ れ た 。 そ の 熱 帯 低 気 圧 は **A** ~ **C** の ど れ か を 答 え , 発 表 さ れ な く な る 理 由 を 40 字 程 度 で 述 べ よ 。 な お , い ず れ の 熱 帯 低 気 圧 も そ の 後 の 発 達 の 程 度 は 同 じ も の と す る 。

問 2

図 7 は 500hPa 高度・渦度 (上), 地上気圧・降水量・風 (下) の 48 時間予想図, 図 8 は 850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流の 12, 24, 36, 48 時間予想図, 図 9 は 500hPa 気温, 700hPa 湿数の 12, 24, 36, 48 時間予想図である。これらと, 図 1, 図 6 を用いて, 図 1 で沿海州にある地上低気圧と前線の予想に関する以下の問いに答えよ。

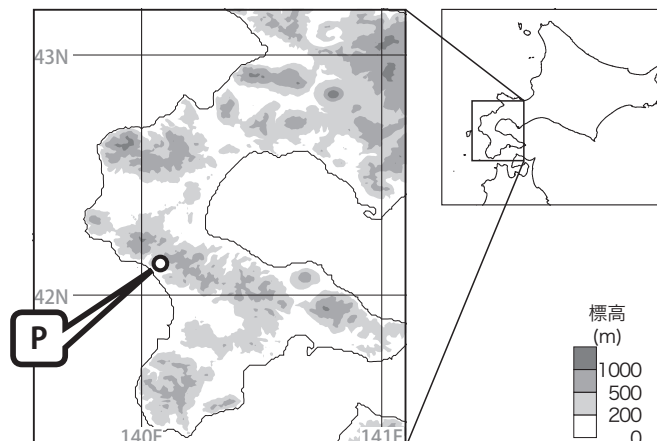
- (1) 24 時間後の低気圧に対応する 500hPa の渦度の極大値を, 符号と単位を付して答え, 低気圧との位置関係を簡潔に答えよ。
- (2) 低気圧の初期時刻から 48 時間後にかけて予想される移動経路を, 地名を用いて 20 字程度で述べよ。また, この間の中心気圧の変化を, 値を示して 25 字程度で述べよ。
- (3) 問 1(1) ③ の 850hPa および 500hPa の等温線に着目して, 寒冷前線の初期時刻から 48 時間後にかけて予想される動きを, 地名を用いて 15 字程度で述べよ。

問 3

図 10 は 850hPa 相当温位・風の 12, 24, 36, 48 時間予想図である。これと図 6, 図 8, 図 9 を用いて以下の問いに答えよ。

- (1) 次の表は下の地形図に示す北海道八雲町の地点 P における, 12 時間後から 48 時間後にかけての気象要素の予想値を示したものである。図 8 ~ 図 10 に基づいて表の空欄 ① ~ ⑦ に入る適切な数値を答えよ。ただし, 気温は 1℃ 刻み, 風速は 5 ノット刻み, 相当温位は 3K 刻みとせよ。

日 時 気象要素	17日 21時 (T=12)	18日 9時 (T=24)	18日 21時 (T=36)	19日 9時 (T=48)
500hPa 気温 (℃)	-4	-5	①	-9
850hPa 気温 (℃)	②	18	③	16
850hPa 風速 (ノット)	35	④	⑤	20
850hPa 相当温位 (K)	339	⑥	342	⑦



- (2) 地点 P における 500hPa と 850hPa の気温差が、17 日 21 時から 19 日 9 時にかけて、どのように変化するかを簡潔に答えよ。
- (3) (1) の表の予想値を用いて、17 日 21 時から 18 日 21 時における 850hPa の相当温位、水蒸気量および水蒸気フラックスの大きさに関する次の問いに答えよ。ここで水蒸気フラックスの大きさとは、水蒸気その流れに垂直な単位面積を単位時間に通過する量である。
- ① この期間に相当温位が最大になる日時を答えよ。
 - ② この期間に水蒸気量が最大となる日時を示し、その理由を 25 字程度で述べよ。
 - ③ この期間に水蒸気フラックスの大きさが最大となる日時を示し、その理由を 20 字程度で述べよ。
- (4) 図 6 によると、地点 P の北側の北海道の西海上で、18 日 9 時までの 12 時間に 48mm の降水量の極大が予想されている。この雨の成因を、図 8 および問 3(3) の水蒸気フラックスと問 2 で考察した前線に着目して 40 字程度で述べよ。

問 4

図 11 は 18 日 8 時の渡島半島周辺の解析雨量図およびその 4 時間後までの降水短時間予報図、表 1 は問 3(1) の地点 P を含む 5km 格子における、6 時から 12 時まで 30 分毎に解析または予想された前 1 時間雨量と土壌雨量指数であり、予想の初期時刻はいずれも 18 日 8 時 (17 日 23UTC) である。また、図 12 は表 1 の 6 時から 9 時までの値を用いて作成した雨量判定図である。これらと図 10 を用いて、渡島半島付近の降水現象および土壌雨量指数に関する以下の問いに答えよ。

- (1) 降水短時間予報によると、1 時間後に激しい雨が予想され、2 時間後にはその範囲が広がり 3 時間後にふたたび狭まっている。この結果、どのような地域で積算雨量が多く予想されているかを、問 3(1) の地形図、図 10 および降水短時間予報の手法に着目して 25 字程度で述べよ。3 時間後の予報までは、数値予報の予想雨量の影響は加味されていないものとする。

(2) 図 12 の太い実線は土砂災害警戒情報の発表の基準となる線であり、太い破線は大雨警報の基準となる線である。土砂災害警戒情報、雨量判定図および大雨警報について述べた次の文章の空欄 (①) ~ (⑥) に入る適切な語句を答えよ。なお、②~⑤は下のそれぞれの枠内から適切な語句を一つ選んで答えよ。

横軸に土壌雨量指数、縦軸に前 1 時間雨量をとった図は、「雨量判定図」と呼ばれており、(①) の危険度の判定に利用する。雨量判定図に実況または予想を記入し時刻順に結んだものをスネークラインという。スネークラインが上方向にのびるのは(②)とき、右方向にのびるのは(③)ときである。

土砂災害警戒情報の基準線は曲線部分と下限値と呼ばれる直線部分で構成される。下限値は、土壌雨量指数が(④)状態のときには、一過性の短時間強雨で土砂災害が発生する可能性が(⑤)のために、設定されている。

土砂災害警戒情報は、実況または予想によるスネークラインがこの基準線を超えたときに発表される。雨量判定図において、大雨警報の基準線は土砂災害警戒情報の基準線の(⑥)側に設定されているため、大雨警報は土砂災害警戒情報より前または同時に発表される。

- ②

短時間に大雨が降った	長期間大雨が続いた
------------	-----------
- ③

短時間に大雨が降った	長期間大雨が続いた
------------	-----------
- ④

小さい	大きい
-----	-----
- ⑤

低い	高い
----	----

(3) 土壌雨量指数は、土壌水分量をモデル化したもので、その時刻までに降った雨量の積算量から、河川への流出に相当する雨量を差し引いた量である。この土壌雨量指数と雨量の積算量との関係に着目して、表 1 の前 1 時間雨量および土壌雨量指数の時系列をもとに、表 1 の空欄 (①), (②) に適切な、それぞれ異なる数値を次の枠内から選び答えよ。

- | | | | |
|-----|-----|-----|-----|
| 130 | 146 | 158 | 171 |
|-----|-----|-----|-----|

(4) 表 1 をもとに、図 12 のスネークラインにならって、解答用紙の雨量判定図に 9 時 30 分から 12 時までの値を黒丸で記入するとともに、9 時以降の黒丸を時刻順に直線で結べ。

(5) 地点 P を含む 5km 格子において、土砂災害に関する大雨警報および土砂災害警戒情報の基準を超える時刻を 30 分刻みで答えよ。

図 1

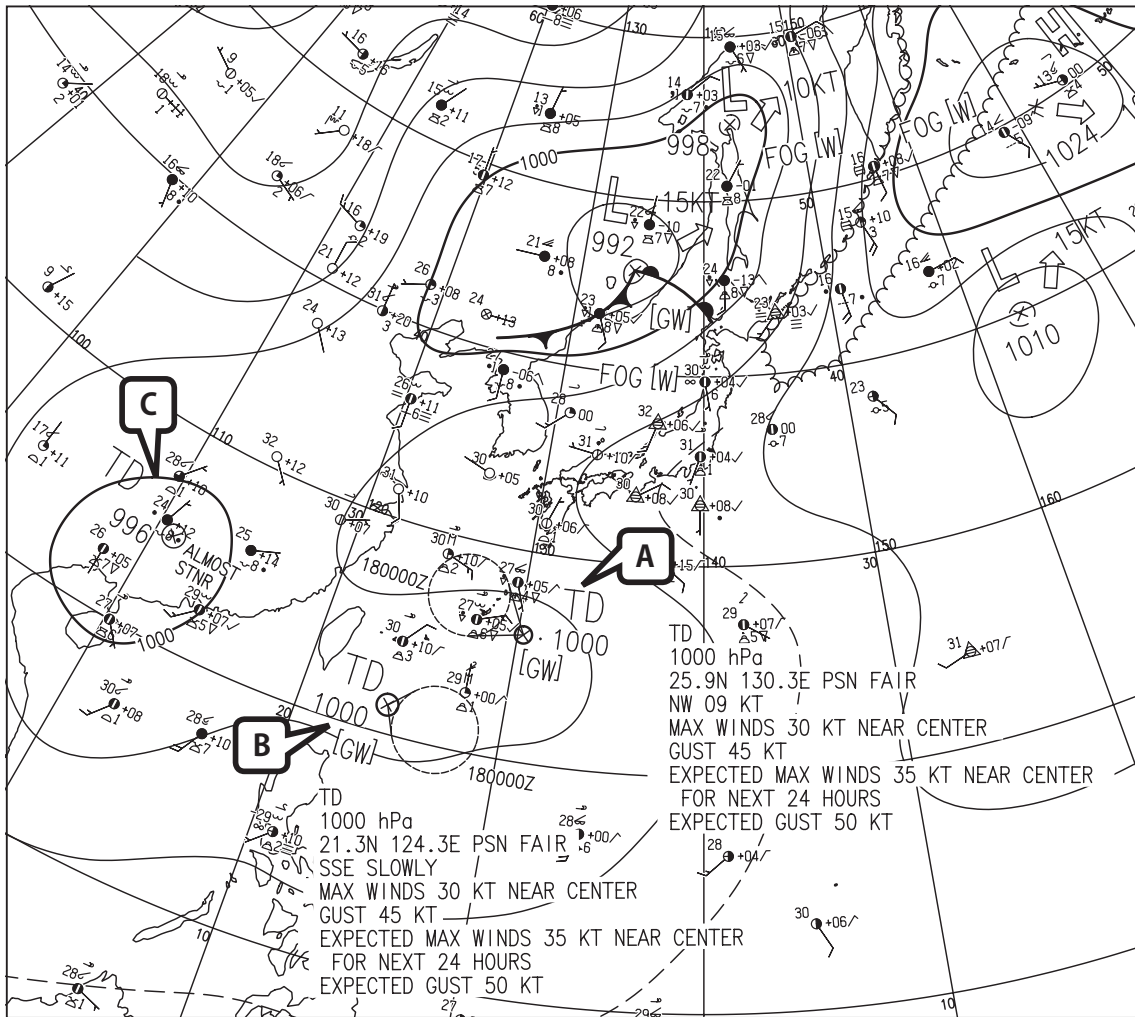


図 1 地上天気図

XX 年 8 月 17 日 9 時 (OOUTC)

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

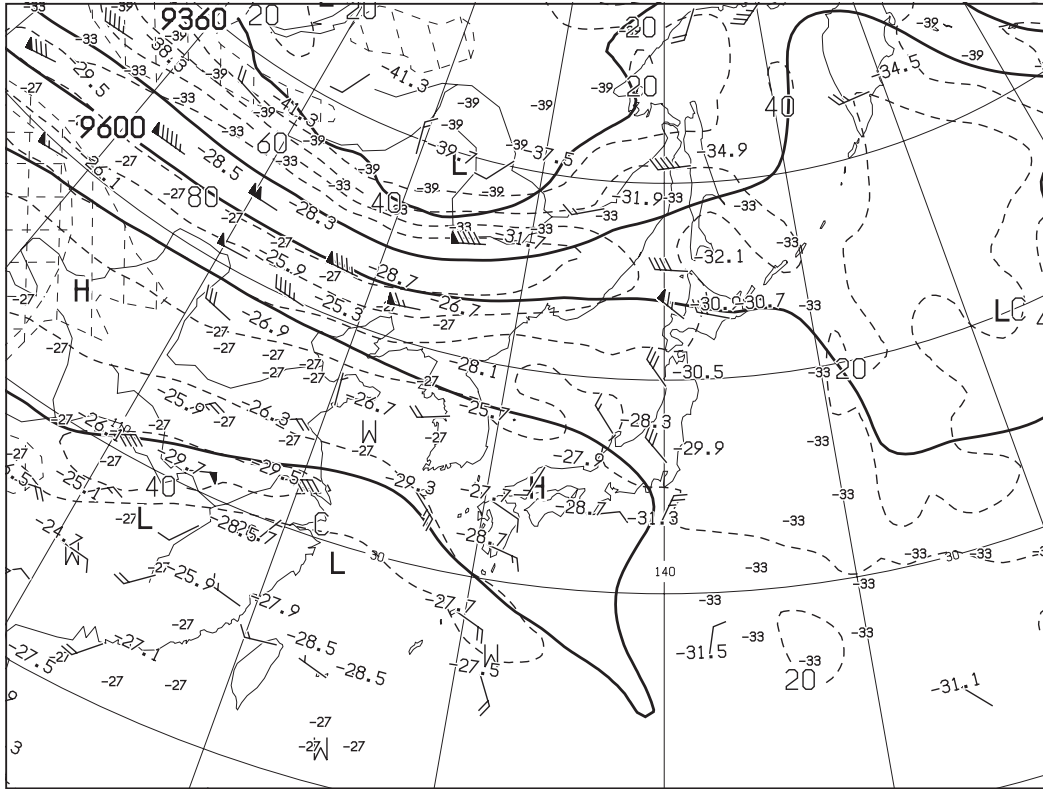


図2 300hPa 天気図 XX年8月17日9時(00UTC)

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

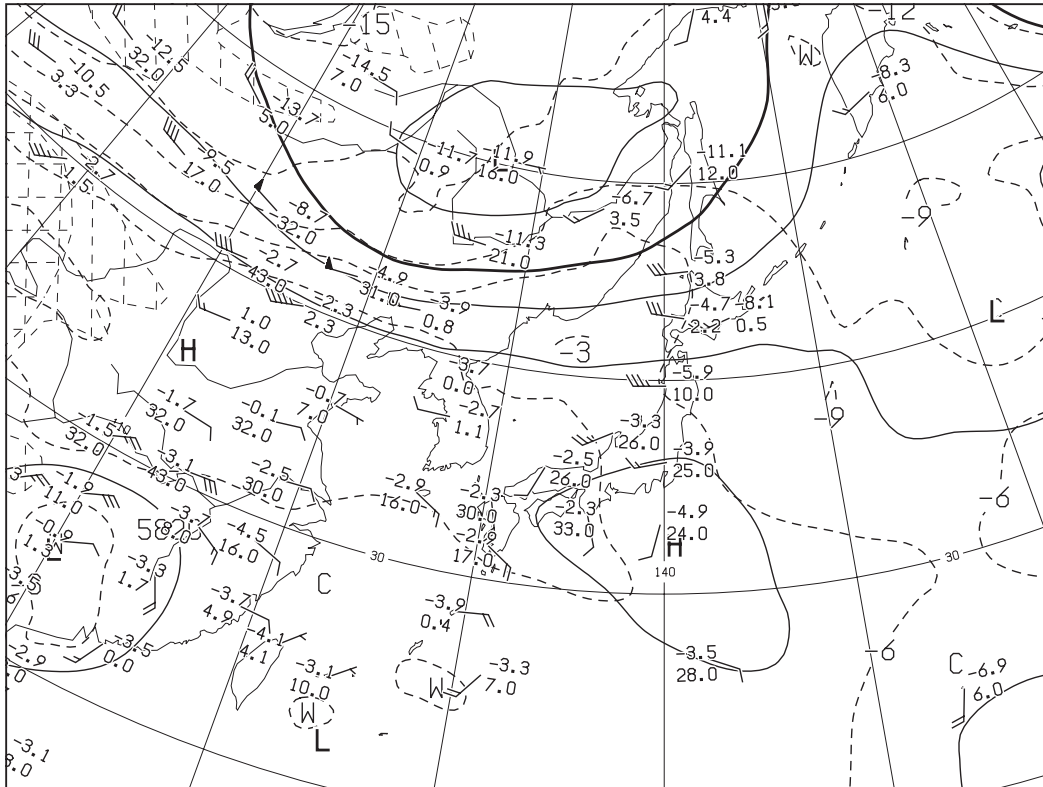


図3 500hPa 天気図 XX年8月17日9時(00UTC)

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

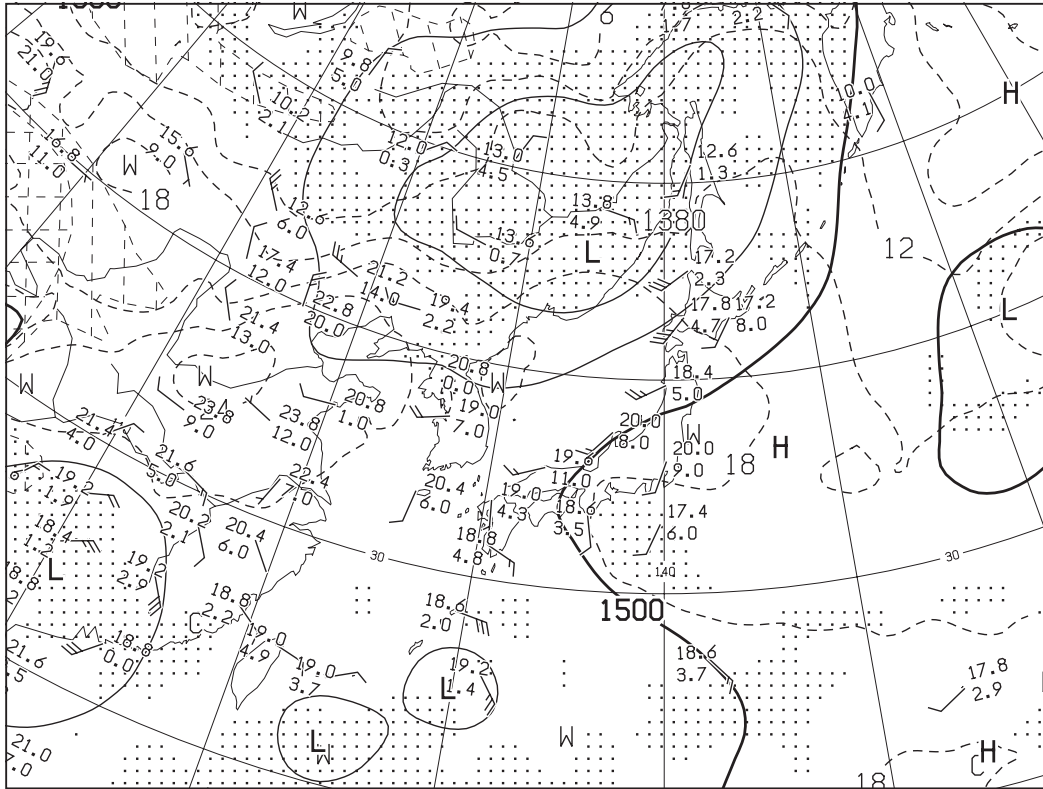


図4 850hPa 天気図 XX年 8月 17日 9時 (00UTC)

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

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)

☒ 5

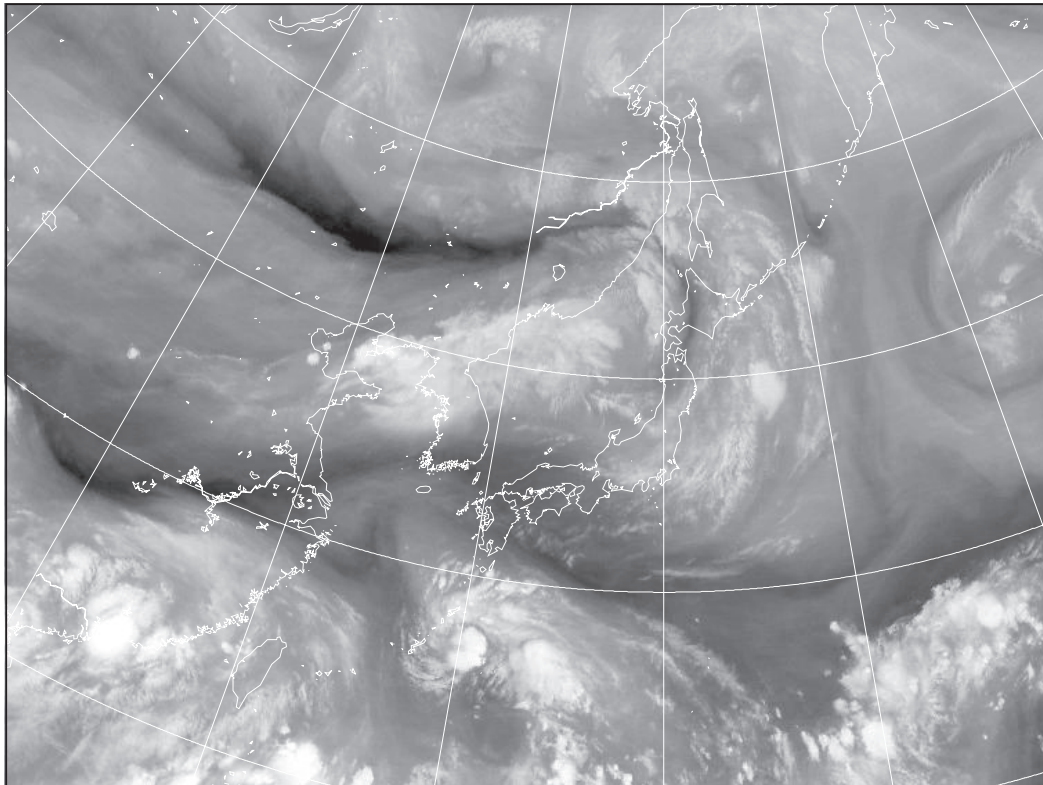


図5 気象衛星水蒸気画像

XX年 8月 17日 9時 (00UTC)

(キトリトリ)

図 6

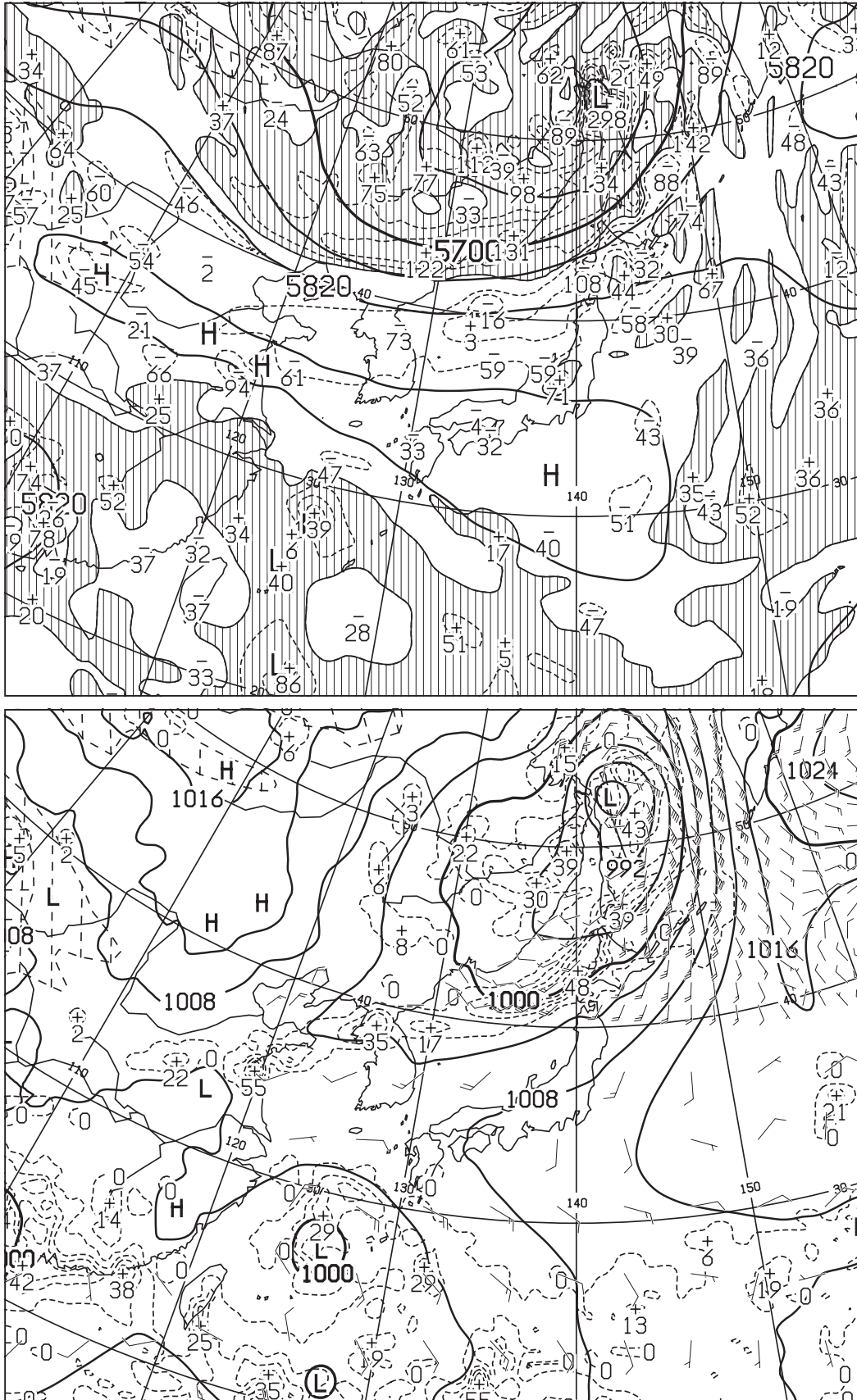


図 6 500 hPa 高度・渦度 24 時間予想図 (上)

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 8 月 17 日 9 時 (00UTC)

図 7

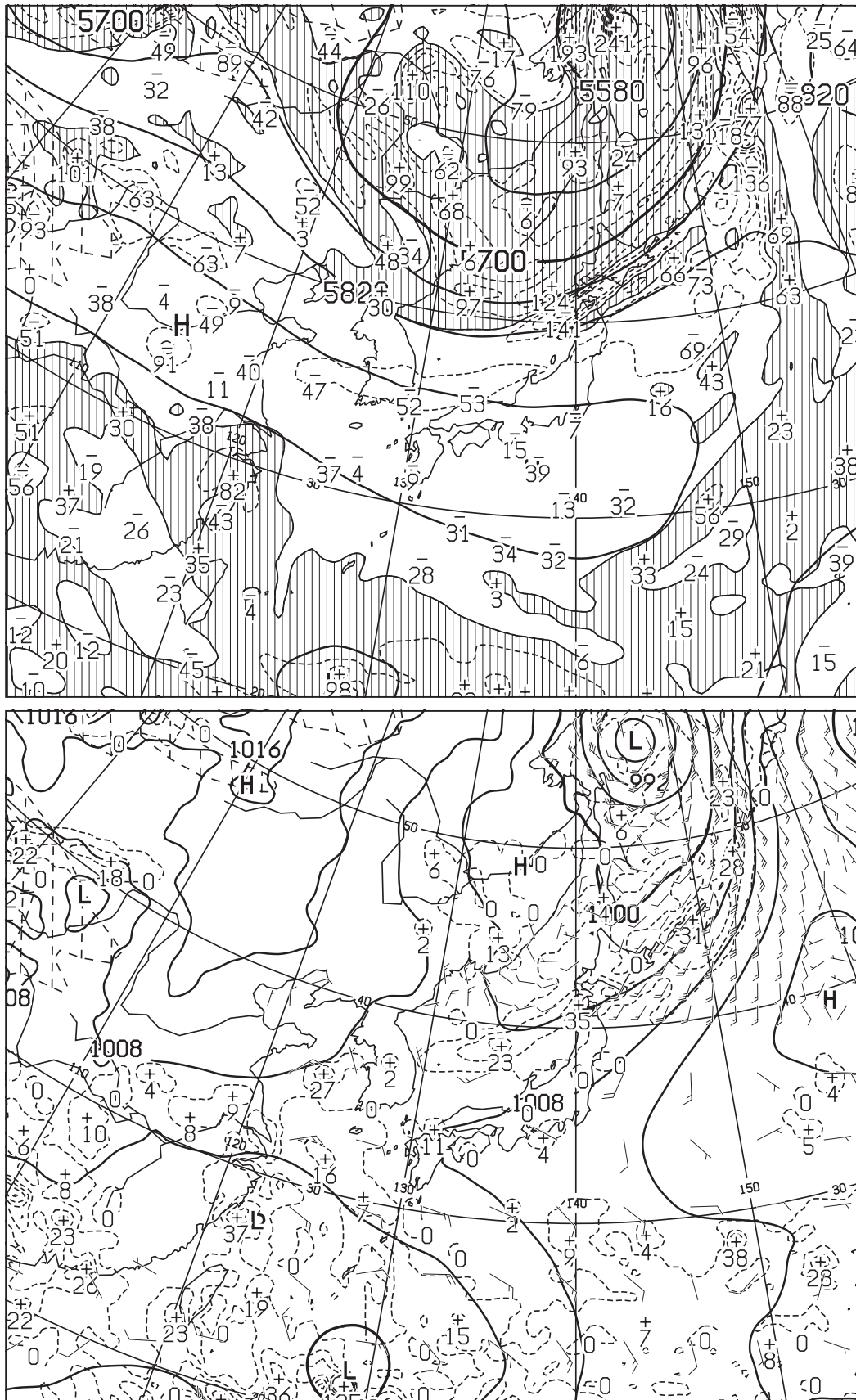


図 7 500 hPa 高度・渦度 48 時間予想図 (上)

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 8 月 17 日 9 時 (00UTC)

☒ 8

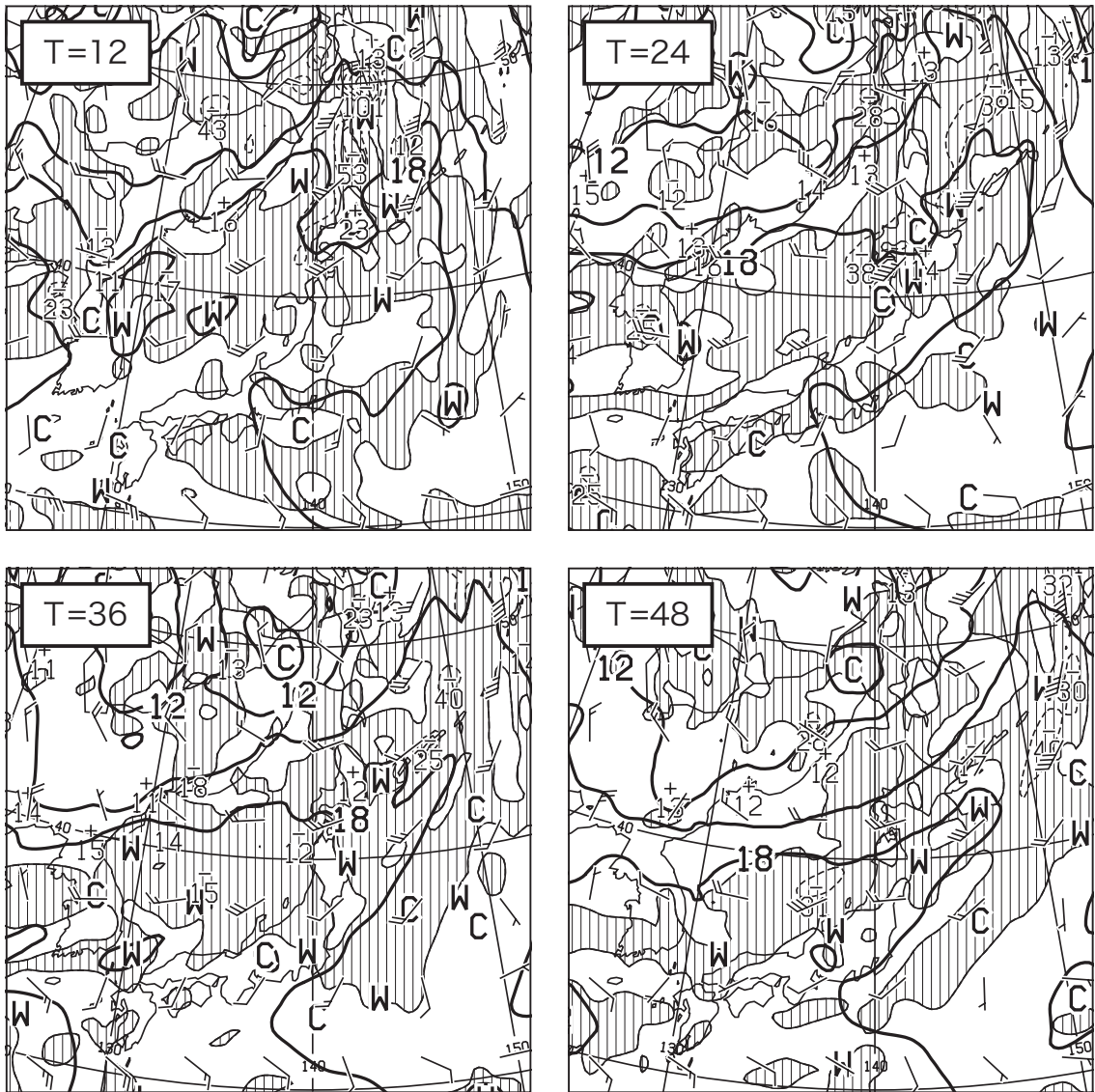


図8 850hPa 気温・風, 700hPa 鉛直流 12, 24, 36, 48 時間予想図

T= で示す数値は予想時間

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 8 月 17 日 9 時 (00UTC)

図 9

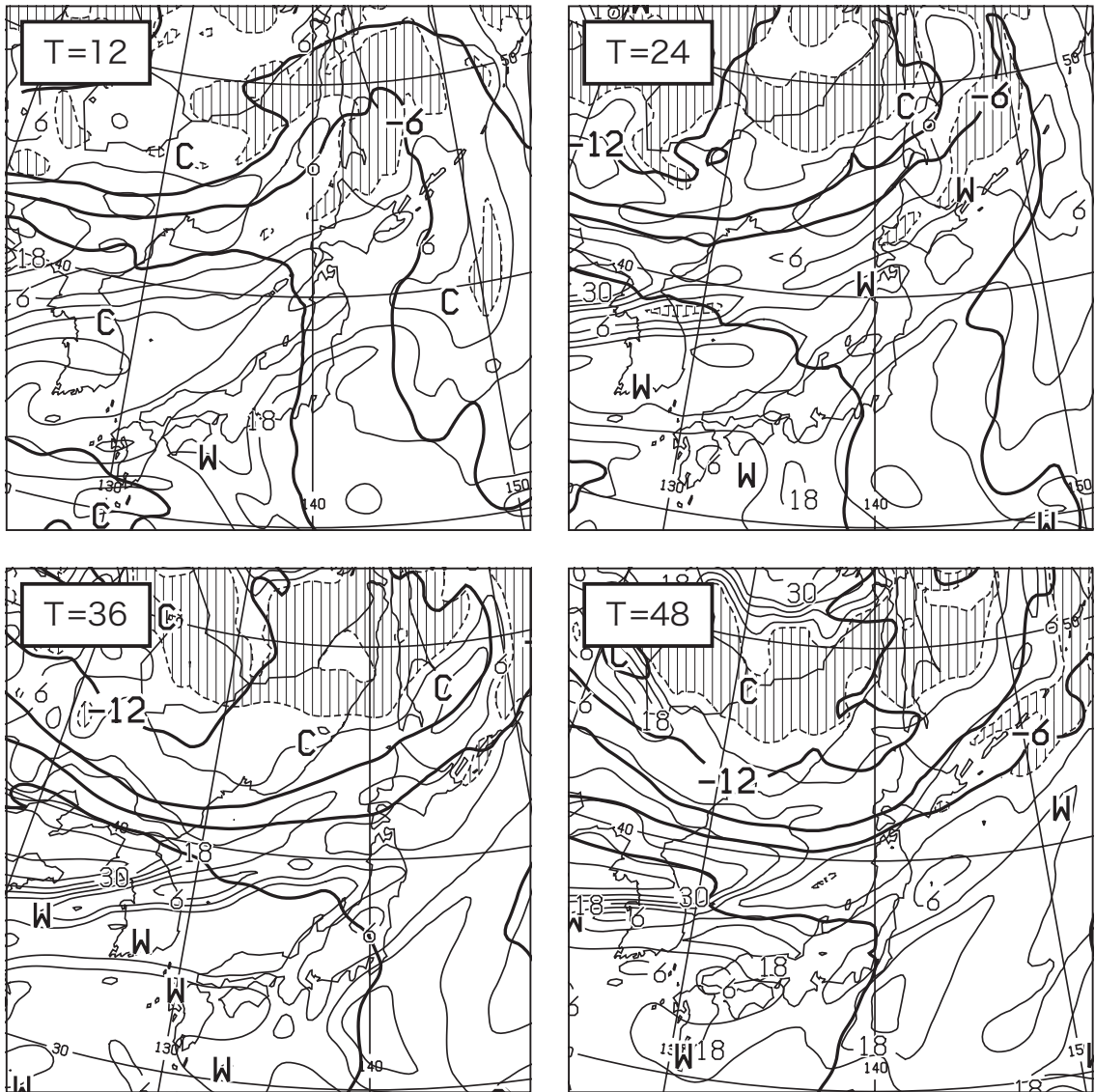


図9 500hPa 気温, 700hPa 湿数 12, 24, 36, 48 時間予想図

T= で示す数値は予想時間

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)

初期時刻 XX 年 8 月 17 日 9 時 (00UTC)

(キリトリ)

図 10

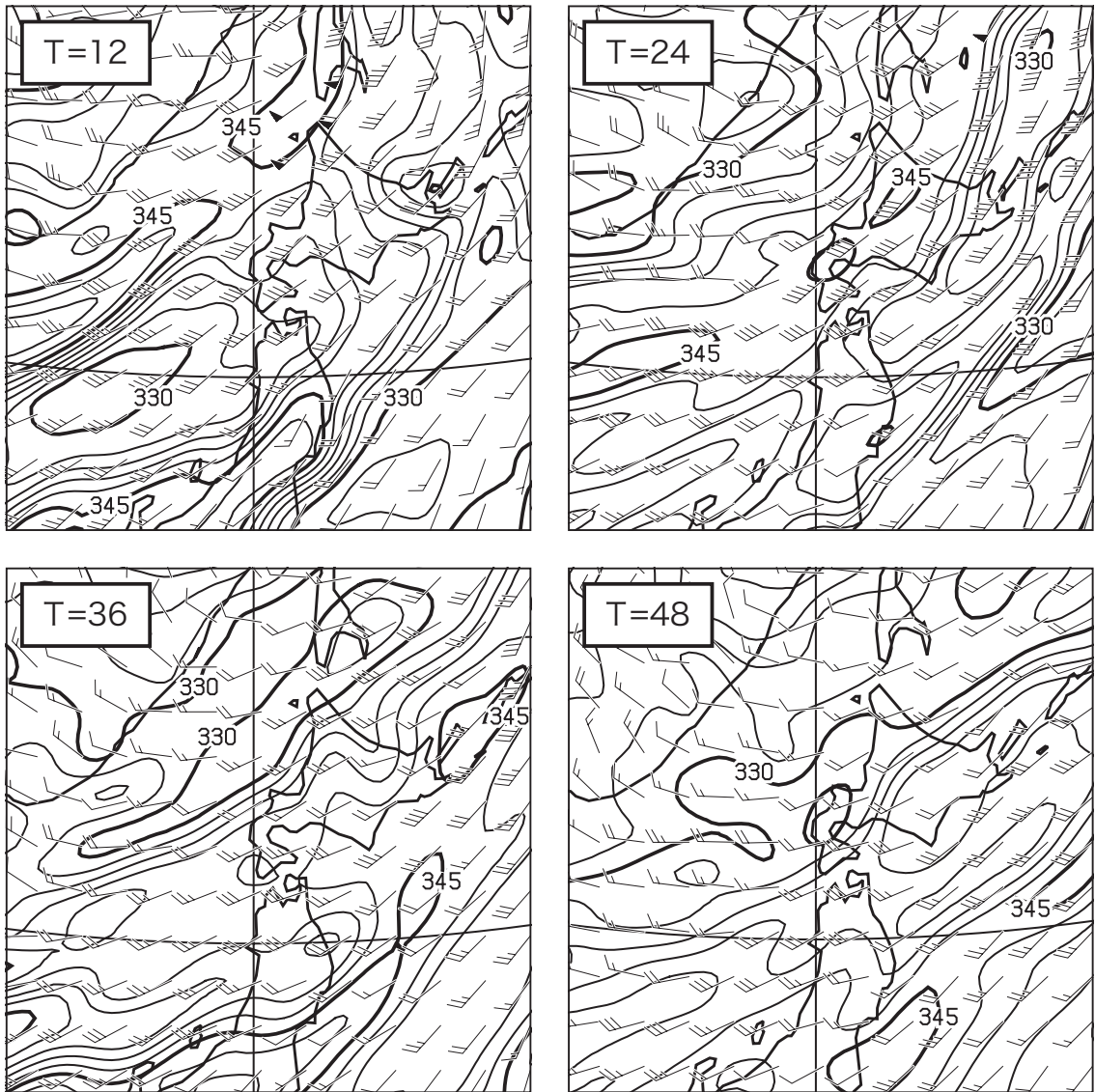


図 10 850hPa 相当温位・風 12, 24, 36, 48 時間予想図

T= で示す数値は予想時間

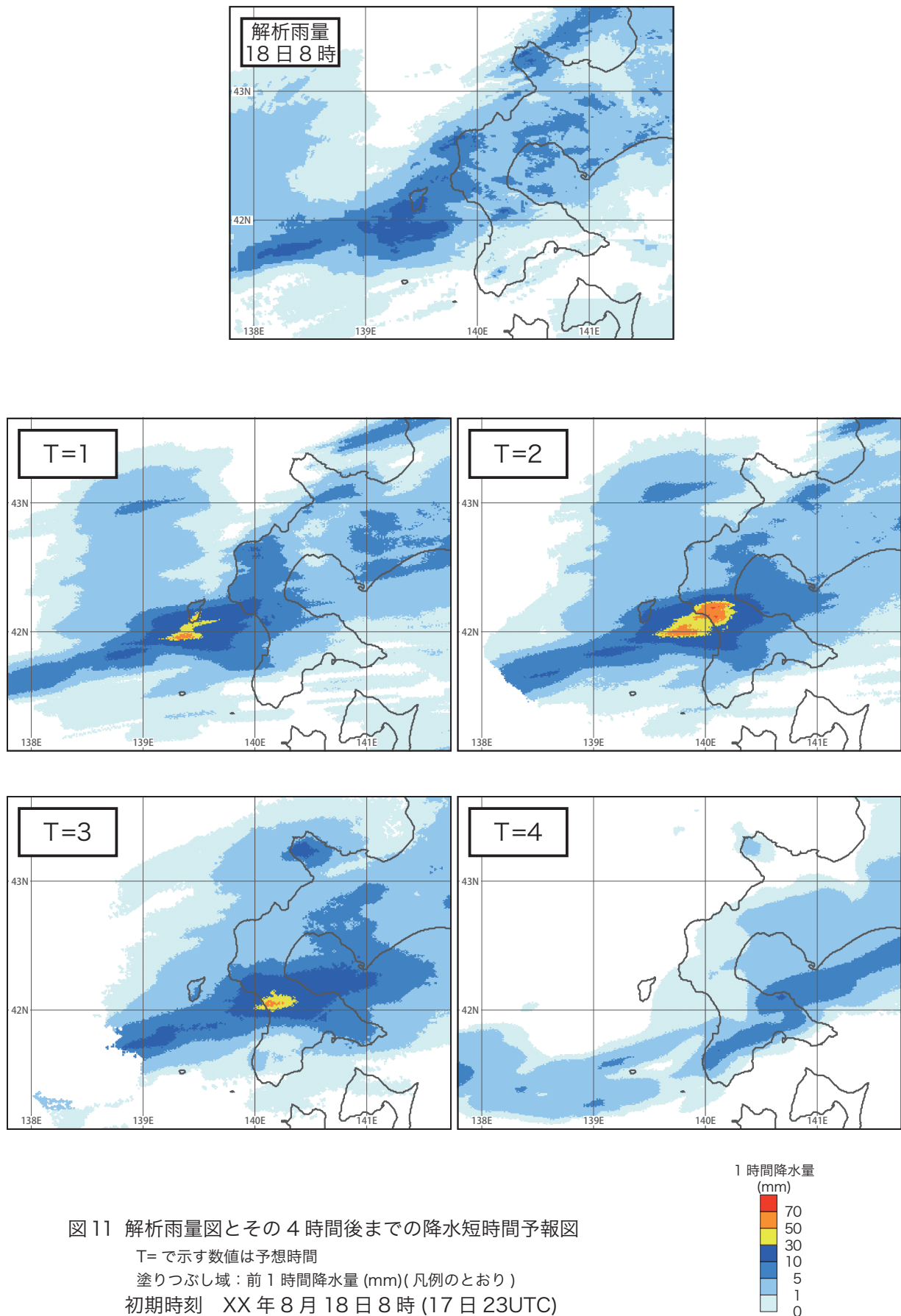
実線：相当温位 (K)

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 8 月 17 日 9 時 (00UTC)

(キリトリ)

図 11



(キリトリ)

図 12

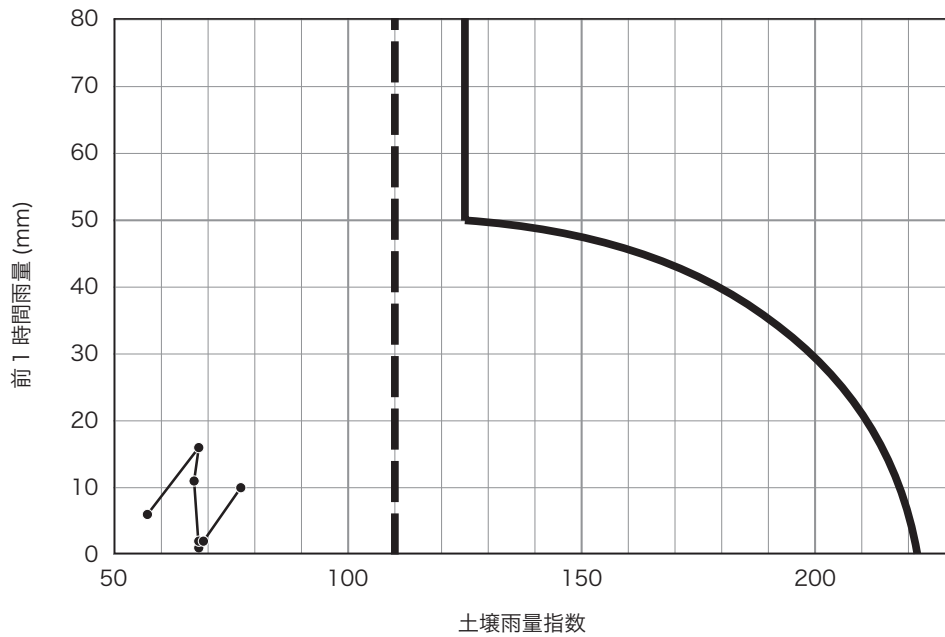


図 12 八雲町内の地点 P を含む 5 km 格子における土砂災害警戒情報発表のための雨量判定図

太実線：土砂災害警戒情報の発表の基準となる線

太破線：大雨警戒の基準となる線

表 1

表 1 八雲町内の地点 P を含む 5 km 格子における前 1 時間雨量と土壌雨量指数の時系列

XX 年 8 月 18 日 6 時 (17 日 21UTC) ~ 12 時 (03UTC)

予想初期時刻 XX 年 8 月 18 日 8 時 (17 日 23UTC)

時刻(時:分)	実況 (解析)					予 想							
	6:00	6:30	7:00	7:30	8:00	8:30	9:00	9:30	10:00	10:30	11:00	11:30	12:00
前 1 時間 雨量 (mm)	6	16	11	1	2	2	10	35	60	60	40	15	0
土壌雨量 指 数	57	68	67	68	68	69	77	101	(①)	150	157	152	(②)