

暴風をもたらす低気圧や台風

北海道大学大学院理学研究科 遊馬芳雄

1. はじめに

近年各地で盛んに行われるようになった風力発電によって、風への社会的関心が増えてきているものの、雨や雪といった降水現象に比べると風への関心はそれ程大きくはないように感じる。しかしながら、昨年9月8日に北海道を襲った2004年台風18号は道内だけでも死傷者130名(死者8名、行方不明1名を含む)、農林や土木被害を中心に512億円にも達する大きな災害をもたらした。この台風は私の属する北海道大学でもポプラ並木の倒壊を始めとしてキャンパス内の木々に大きなダメージを与えた。この講演ではこの2004年台風18号の事例を基に北海道で強風が観測される台風や低気圧について述べる。

2. 稚内と札幌の強風と総観場

表1に2000年1月から2004年12月までの5年間に稚内と札幌の気象台で観測した日最大瞬間風速を大きい順に10位までのリストである。表には発生年月日、最大瞬間風速・風向、日平均風速・風向、総観場の概要を示してある。この表からも札幌で観測された2004年台風18号の強風が如何に凄かったかが伺える。札幌でのこの強風を除けば、稚内と札幌での最大瞬間風速はほぼ同じ程度である。最大瞬間風速が大きくても一日で平均した風速(日平均風速)は必ずしも大きくはない。発生要因はほとんどの場合が低気圧や台風(温帯低気圧)といった総観規模気象現象に付随して発生している。台風(温帯低気圧)によるものは札幌3件、稚内2件で温帯低気圧となった台風は日本海上を北上している。低気圧が関連したものは低気圧が北海道東方沖の太平洋上やオホーツク海海上にあって稚内や札幌が低気圧後面になる場合が多く、稚内では上空を低気圧が通過する場合に大きな最大瞬間風速が観測されている。稚内と札幌での5年間の日最大瞬間風速のうち大きい方から100位までを取り上げ月別の発

表1 2000年1月から2004年12月までの稚内と札幌の日最大瞬間風速トップ10.

順位	発生年月日	最大瞬間		日平均		概要
		風速(m/s)	風向	風速(m/s)	風向	
1	2004.09.08	34.7	南	8.3	南南東	台風0418号
2	2003.05.01	34.1	南西	6.8	南西	低気圧通過
3	2002.11.18	33.2	南西	7.3	西	低気圧通過
4	2003.11.22	31.9	南西	8.4	西南西	低気圧後面
5	2004.02.23	31.0	北北東	13.4	北東	低気圧後面
6	2004.11.15	30.8	西	5.8	西南西	低気圧通過
7	2001.05.15	30.5	南南西	9.6	南西	局地循環
8	2000.12.24	30.2	東北東	12.9	北	低気圧後面
9	2004.11.27	30.1	西	7.1	西	低気圧後面
10	2002.10.02	29.9	西	10.9	東	台風0221号

順位	発生年月日	最大瞬間		日平均		概要
		風速(m/s)	風向	風速(m/s)	風向	
1	2004.09.08	50.2	南西	9.1	南南西	台風0418号
2	2001.12.30	34.4	北西	6.4	北西	低気圧通過
3	2000.12.24	33.6	北西	4.8	北西	低気圧後面
4	2002.10.02	32.2	南西	4.2	南西	台風0221号
5	2003.11.22	32.1	西	3.7	西	低気圧後面
6	2003.09.14	31.4	北西	7.6	南南東	台風0314号
7	2004.01.14	31.4	北西	12.9	北西	低気圧後面
8	2004.12.17	31.3	北西	—	北北西	低気圧後面
9	2004.11.27	30.7	西	7.0	西北西	低気圧後面
10	2003.12.26	30.3	北西	6.6	北西	低気圧後面

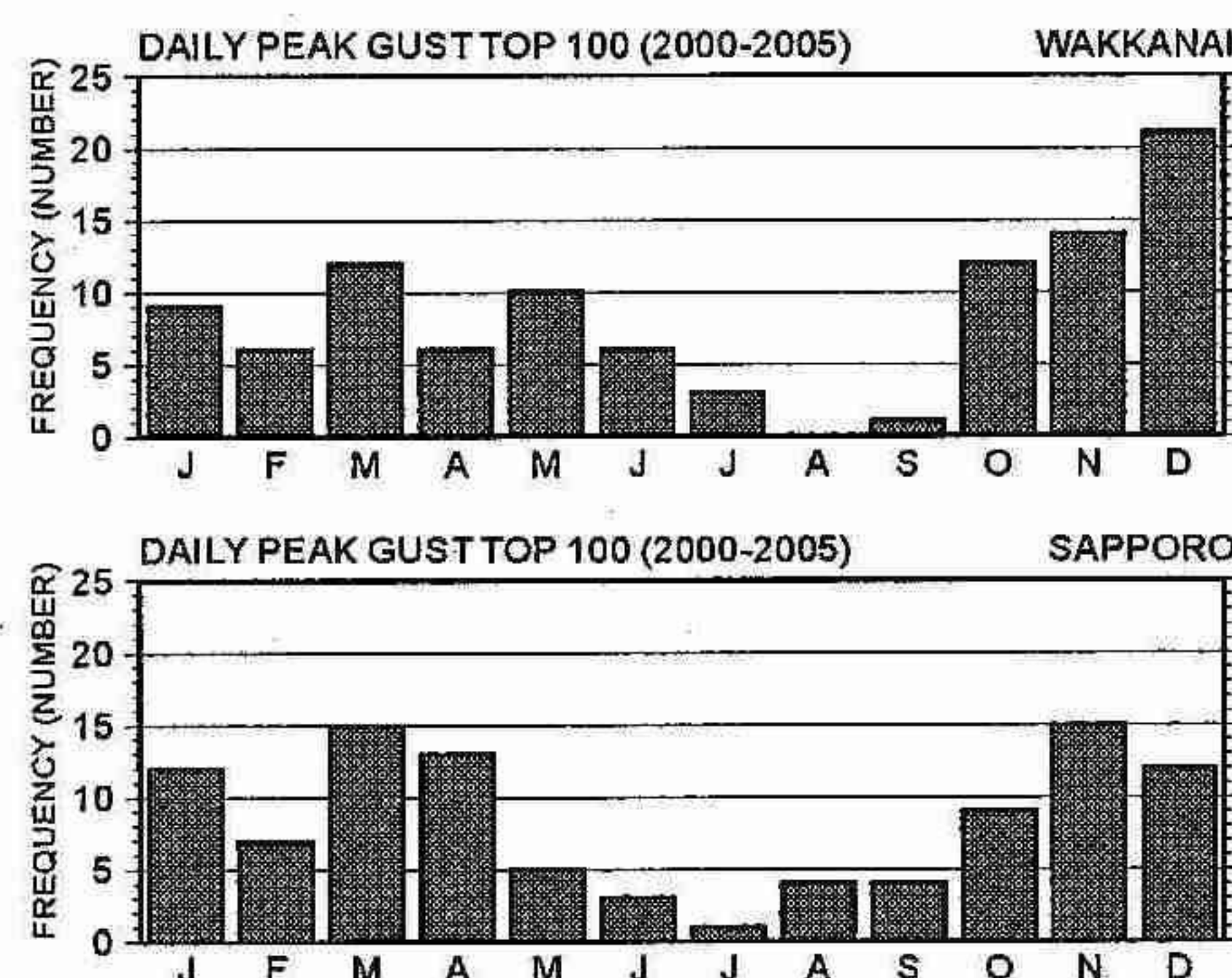


図1 稚内と札幌の2000年1月から2004年12月までの稚内と札幌の日最大瞬間風速トップ100の月別頻度.

生頻度を示したのが図1である。稚内では12月が最も発生頻度が高く8月は1件もない、秋から初冬にかけての頻度が高く10月から12月の3ヶ月で全体のほぼ半数が発生している。3月から5月にかけての春にも多い。札幌では3月と11月が最多で7月が少ない。10月から1月の秋から初冬にかけてと3月4月の春に多く発生している。稚内、札幌ともに真冬の2月に頻度が少なくなっている。夏に頻度が少ないのは稚内と同じである。

表1と図1は日最大瞬間風速についての統計であるが、一日で平均した風速、

つまり、日平均風速で比較すると若干傾向が変わってくる。10位までの日平均風速は稚内の方が札幌よりも強い。稚内での強風はほとんどの場合が低気圧後面で発生し、台風(温帯低気圧)による強風はなくなる。札幌でも台風によるものは2004年18号の1件で7位に下がってしまう。低気圧後面や通過、低気圧が大陸上にある低気圧に吹き込む低気圧前面による風がそれにとって代わっている。100位までの月別頻度は稚内では図1の最大瞬間風速と同様な傾向にあったが、札幌では3月から5月の春季に多くなり他の月はほぼ同程度であった。

3. 2004年台風18号の強風発生要因

前章でも述べたが、表1の札幌での値から昨年の2004年台風18号が如何に並はずれた暴風であったかがわかる。災害をもたらす気象現象は様々なスケール(大きさ)の現象が複合して起こる。低気圧や高気圧、台風は1000~3000km程度のスケールの現象で気象学ではこのスケールのことを総観規模現象と呼んでいる。北海道上空に存在しているジェット気流もこ

のスケールに対応する。個々の積雲は数10km程度のスケールを持ち、いくつかの雲が雲群として数100km程度のスケールでかたまり組織化される。このスケールをメソスケールと呼んでいる。雲群や前線がこのスケールに対応してしばしば大雨をもたらす。山や谷の地形もちょうどこのスケールに対応している。大きな被害をもたらす集中豪雨や豪雪も同じであるが暴風もいくつかのスケールの要因が組み合わさり強化されて起こる。その具体例として2004年台風18号の強風発生の要因を調べてみる。

図2に気象庁発表の台風経路と地上中心気圧を示した。2004年台風18号は2004年8月28日マーシャル諸島周辺で発生し発達しながら北西進し、9月5日には925hPaまで発達して沖縄本島を通過、7日には長崎に上陸し九州北部を横断して山陰沖に達した。その後、日本海上で構造を変えながら急速な速度で北東進し、8日3時には津軽海峡西方、9時には北海道留萌沖に達し温帯低気圧となり、15時にはオホーツク海へと抜けた。気象衛星画像で台風を追ってみると、台風18号は7日12時には下関上空に位置し、西方から乾燥空気が台風を追いつくように接近してきた。この乾燥空気は上層短波トラフに対応しジェット気流を伴っていた。こ

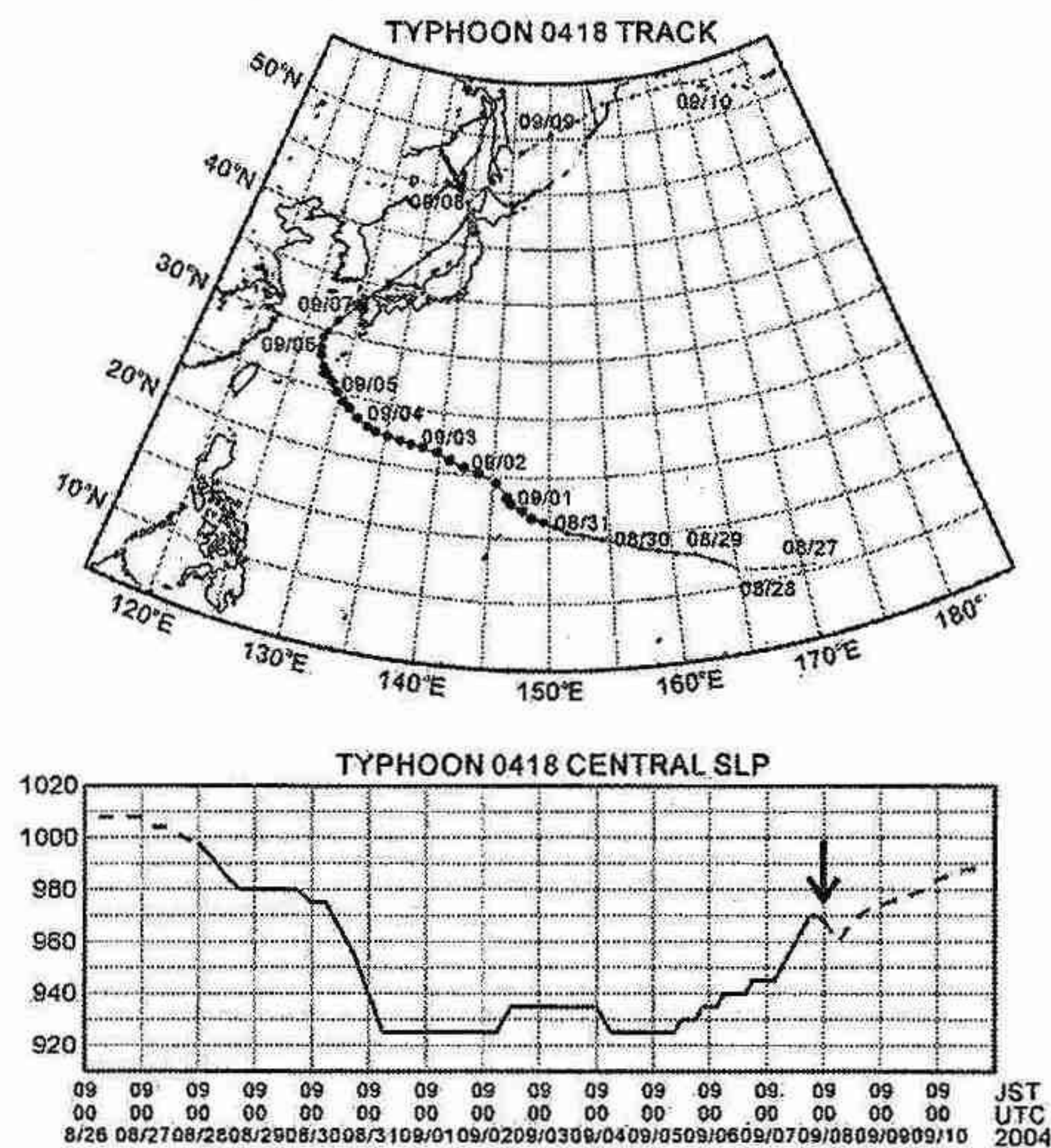


図2 2004年台風18号の経路図と中心海面気圧。実線は台風のステージ、破線はそれ以外を示す。矢印は、北海道に強風をもたらした2004年9月8日午前9時の位置と気圧を示す。

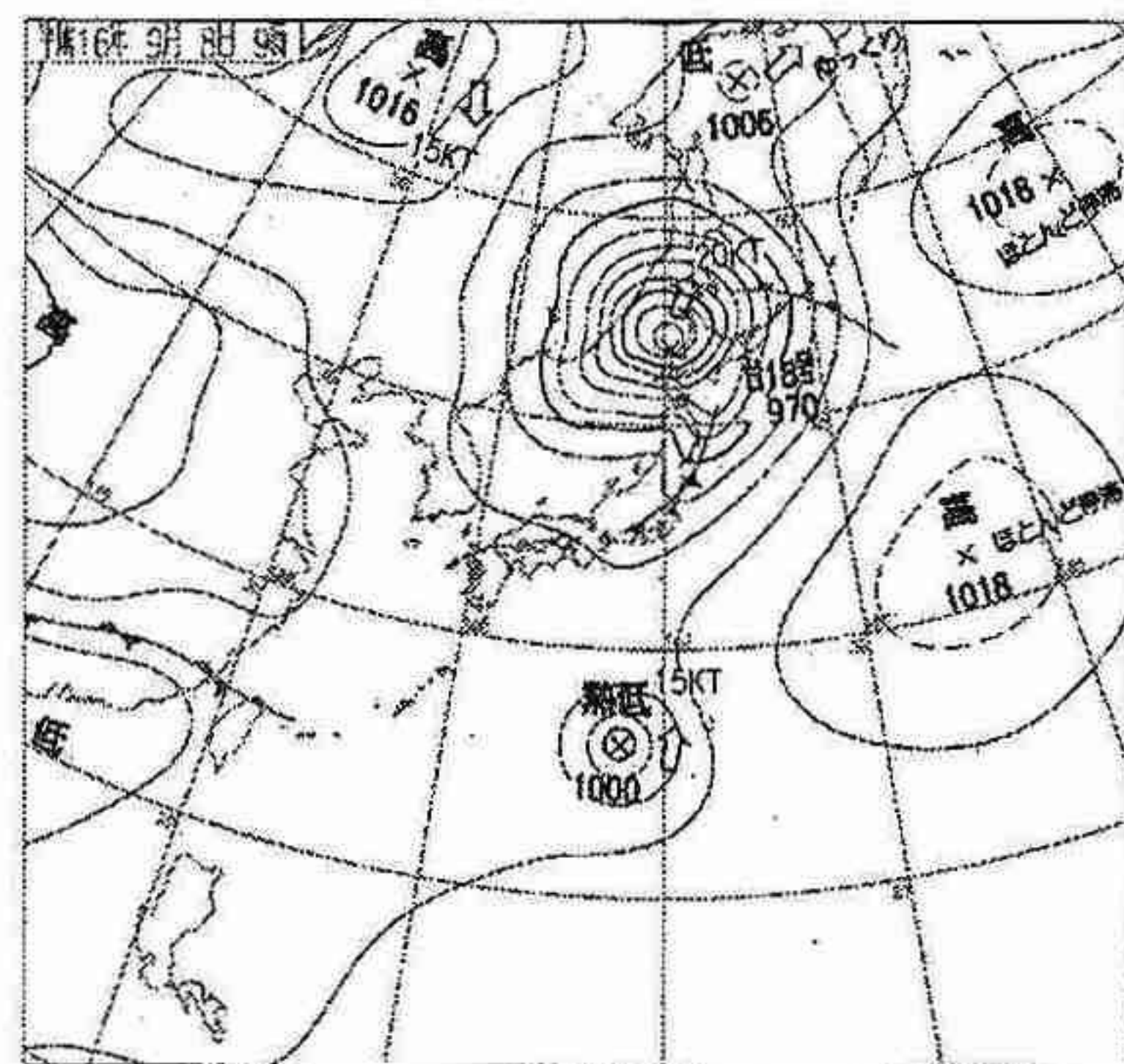


図3 2004年9月8日午前9時の気象地上天気図。

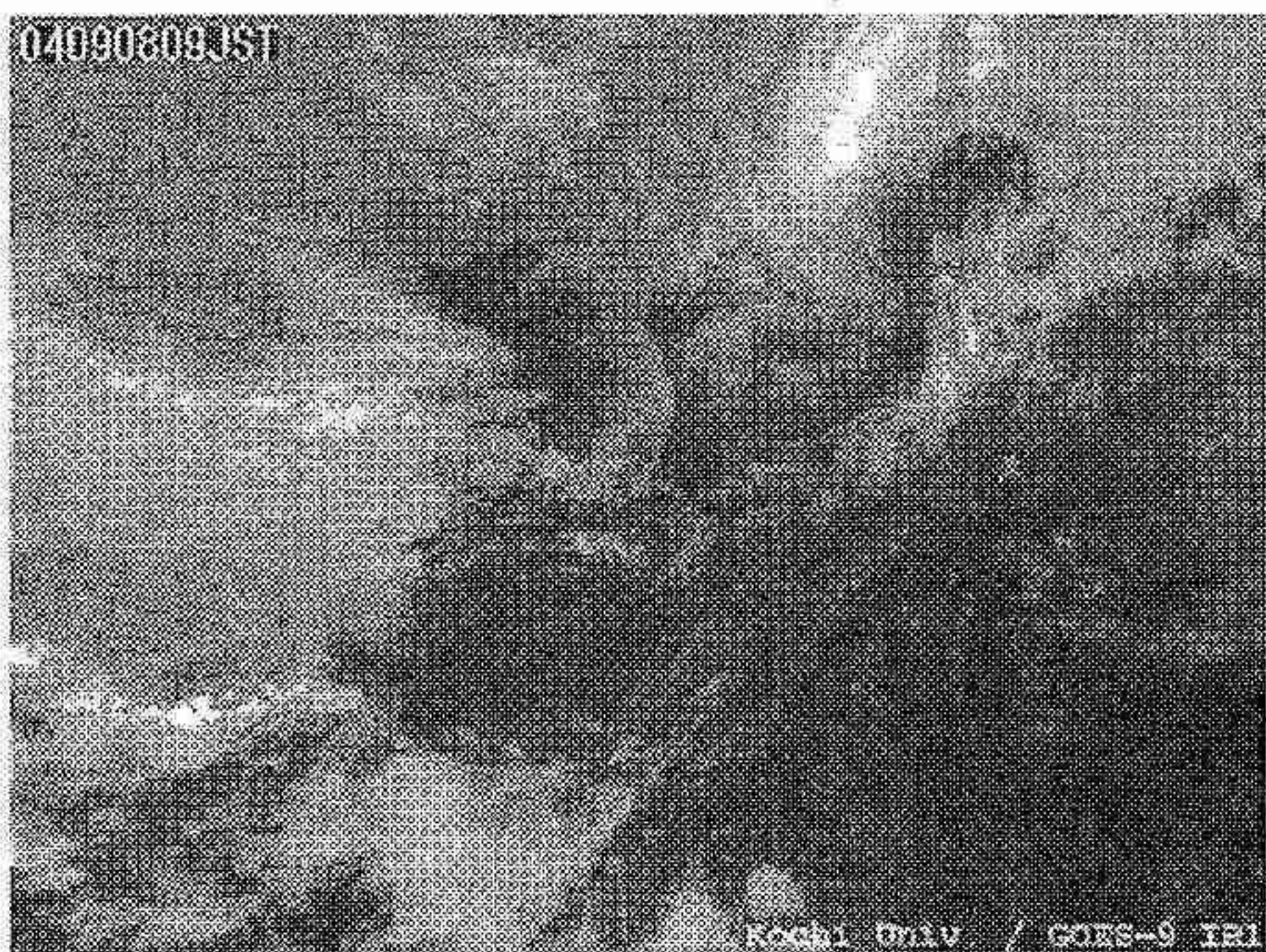


図4 2004年9月8日09JSTのGOES-9赤外画像。(高知大学気象情報頁より)

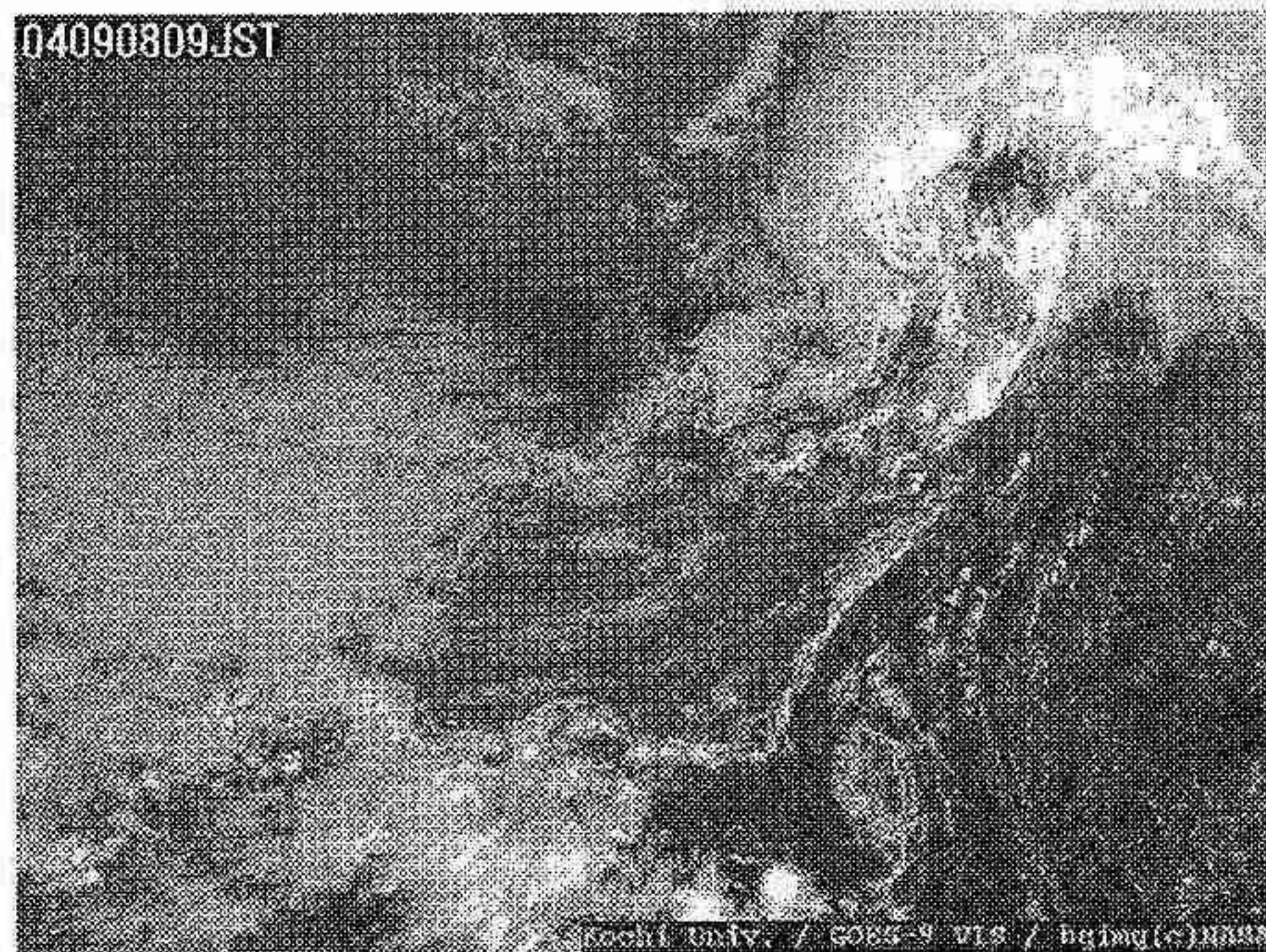


図5 2004年9月8日09JSTのGOES-9可視画像。(高知大学気象情報頁より)

の乾燥空気は7日深夜日本海上で台風を追いつき上層雲を蒸発させて消した。北海道に強風をもたらした8日午前9時の気象庁地上天気図を図3に、衛星可視画像を図4、赤外画像を図5に示した。赤外画像から北海道周辺では上層雲が消えているが可視画像から下層雲はしっかりと残っている様子が伺える。上層ジェット気流を伴う乾燥空気は高緯度起源の冷たい空気で、台風によってもたらされた熱帯起源の暖かい空気の領域に進入するので、水平温度傾度が強くなりジェット気流は高度を下げながら強化される。

札幌管区気象台で2004年9月8日に観測された1分毎の風の最大・最小瞬間風速、10分平均風速・風向、気温、露点温

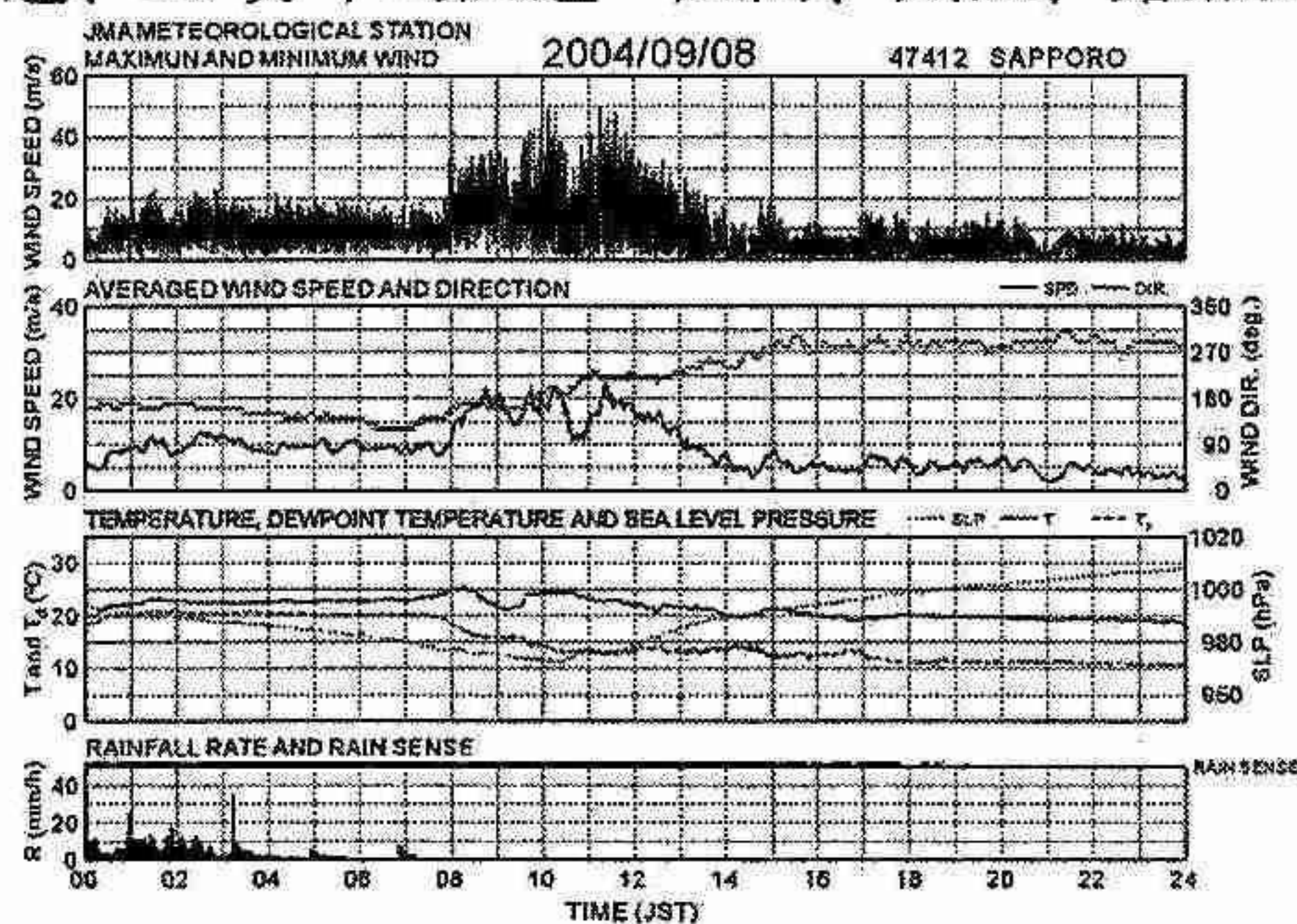


図6 2004年9月8日に札幌管区気象台で観測された最大・最小瞬間風速1分値(上段)、10分平均風速(実線)・風向(点線)(2番目の段)、気温(実線)・露点温度(破線)・地上気圧(点線)(3番目の段)、降水量(棒グラフ)・感雨計データ(グラフの上端)(下段)。

度、気圧、降水量、感雨計データを図6に示した。札幌での強風は午前8時から午後2時まで起こり、強風が1時間程度のかたまりとなって起こっている。強風時には気温が上昇し、露点温度が減少しているため空気は乾燥していたが、感雨計からわずかながら雨が降っていたことがわかる(降水量はゼロである)。気温変化をよく見ると強風に連動するように気温の低下が起こっている。また、図には示していないが留萌のウインドプロファイラーの鉛直ドップラー速度データから上層から下層にまで達する下降流の柱が見受けられた。これらの事柄は、雲や降水粒子の蒸発によって下降流が形成されていた可能性を示唆している。

さらに、メソスケール気象モデルを使

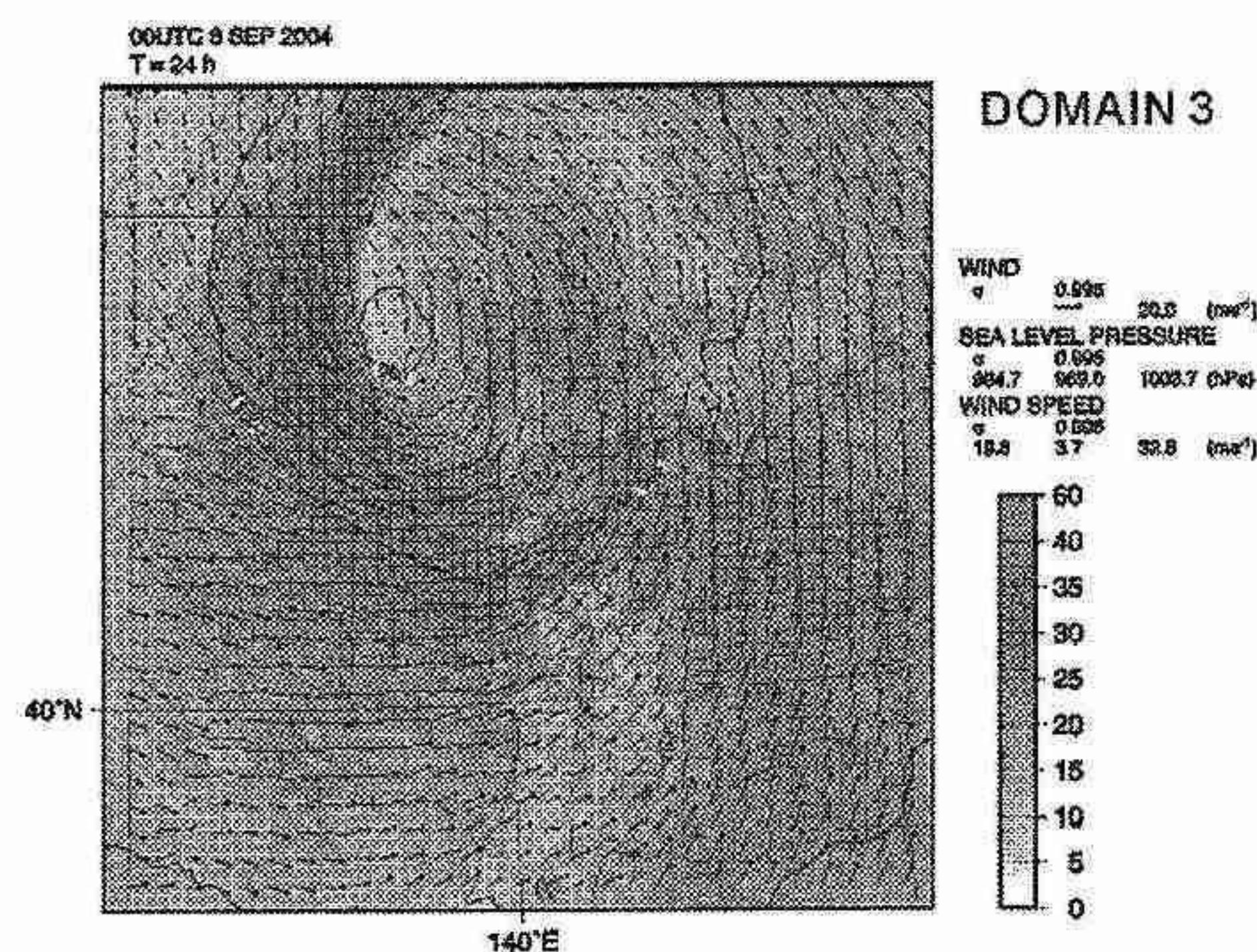


図7 メソスケール気象モデルが出力した地上海面気圧(実線)と地上風(矢印)、風速(グレースケール)。

ってこの台風の再現実験を行った。図 7 はモデルが出力した 8 日午前 9 時の地上気圧と地上風、地上風速である。台風は積丹半島沖にあって台風南西の日本海海上に強風域が形成され北海道南部の渡島半島に向かって吹いている。札幌周辺の地上風は 25m/s を越えている。札幌を通過して地上風方向に沿った鉛直断面図を調べると、日本海上の台風の流れ込む風が札幌南東上層の強風帯から札幌付近を通過して下層の湿った層内に閉じ込められている様子が見られ、札幌の風上に当たる南東の山岳地帯から吹き下ろすおろし風(down-slop wind)も強風発生に寄与していたことが再現されていた。この結果は、北海道開発局等で行ったヘリコプターによる森林被害調査で被害が山の風下や谷筋など地形的に風が集中する場所に多かったこととも整合的な結果である。

以上、2004 年 9 月 8 日に北海道に大きな風被害をもたらした 2004 年台風 18 号の強風発生状況と発生要因について述べてきた。北海道の強風は上層ジェット気流を伴う高緯度に起源を持つ乾燥した空気が熱帯起源の台風の湿った暖かい空気に進入し高度を下げジェットを強化させる(総観規模スケール)。上層からの乾燥空気は台風の雲や降水粒子を蒸発させ冷気を造る可能性を持つ(積雲スケール)。さらに、山岳地帯のおろし風(down slop wind)の影響(メソスケール)もあったことも数値モデルからわかった。すなわち、この章の冒頭で述べたいくつかのスケールの現象が連携して 2004 年台風 18 号の暴風をもたらしたと結論づけられる。この講演ではあまり述べななかったが、台風と上層短波トラフ(ジェット気流を伴い乾燥空気を伴う)との相互作用こそ台風の温帯低気圧化と関連していて、台風が高緯度で再発達する原因である。

4. 低気圧に付随する強風

2 章で稚内と札幌での強風発生は台風

以外に低気圧との関連が強いことを述べた。3 章で述べた台風と上層短波トラフの相互作用は低気圧でもよく起こり、しばしば冬季間海上で低気圧を急激に発達させる。上層トラフは西方から低気圧や下層前線帯に追いつくので、表 1 のような強風の統計をとると「低気圧後面」と表させる場合が多い。上層トラフの乾燥空気は安定度の高い(したがって雲のない)空気塊であるので山岳風下におろし風(down slop wind)を発達させる。我々は春先の 5 月メイスームと呼ばれる強風の嵐をしばしば経験するが、まさにこの典型となっていることが多い。

5. まとめ

稚内と札幌の強風の統計データと今年の 2004 年 9 月 8 日に北海道に大きな強風被害をもたらした 2004 年台風 18 号を中心に強風と台風や低気圧の関連について述べてきた。我々の住んでいる北海道は低気圧の通り道の真下に位置している。

最近、ホームページがだいぶ整備され気象データや気象衛星写真が比較的簡単に見ることができるようになった。大雪や強風で外に出られない日は、これらのページで気象を楽しんでみたらいかがでしょうか？自分なりに天気を解釈し予報をたててみるのもおもしろい。もっとも、停電になってしまったらそうはいかないが。

最後に、台風 18 号のデータ入手には、札幌管区气象台、気象庁観測課、北海道開発局の方々のご協力をいただいた。この場を借りて感謝の意を表したい。

参考ホームページアドレス

気象庁ホームページ：<http://www.jma.go.jp>
高知大学気象情報頁(気象衛星)：

<http://weather.is.kochi-u.ac.jp>

デジタル台風(台風情報)：

<http://www.digital-typhoon.org>