

## 3-1. 地上気象観測について

札幌管区気象台技術部観測課 山下 正也・村島 巧

### 1 地上気象観測

日本の気象は変化に富み、国民の生活や経済に密接に関連しており、特に台風・梅雨前線による大雨などにより大規模な災害が発生することもある。気象庁に課されている使命は、「気象業務の健全な発達を図ることにより、災害の予防、交通の安全確保、産業の興隆等公共の福祉の増進に寄与するとともに、気象業務に関する国際協力を行う。」ことであり、その基盤業務として気象観測がある。防災情報や天気予報等を作成する上で不可欠な気象要素を観測すると共に、電子計算機、情報通信技術の急速な発達により、観測成果は、政府関係機関や地方自治体、報道機関、民間気象事業者等でもリアルタイムに利用できるようになった。また、地球温暖化問題のような気候変動に対する関心の高まりにより、精度の高い信頼できる観測データを確実に提供することが重要となっている。

#### ●地上気象観測網

全国約70ヶ所の気象台・測候所では、気圧、気温、湿度、風向、風速、降水量、積雪の深さ、降雪の深さ、日照時間、日射量、雲、視程、大気現象等の気象観測を行っています。また、全国約90ヶ所の特別地域気象観測所では、地上気象観測装置による自動観測のみを行っています。

これらの観測データは、注意報・警報や天気予報の発表等に利用されるほか、気候変動の把握や産業活動の調査・研究等に活用されています。



### 2 地上気象観測の分類

#### (1) 通報観測

定時通報観測：毎日定時に行う通報のための観測、観測装置から得た観測値と大気現象等を通報

自動通報観測：定時通報時刻を除く毎正時に、観測装置から得た観測値を自動的に通報する観測

臨時通報観測：台風臨時観測、特象臨時観測（最大風速 20m/s 以上の強風または最大瞬間風速 25m/s 以上の突風、台風接近時の最低気圧、初冠雪など）

※観測結果は、1日ごとに地上気象観測日表としてまとめられる。

地上気象観測日表（札幌の2010年7月12日の例）

地上気象観測日表															気象官署名 札幌管区気象台														
地点番号 47412 地点名 札幌 (石狩地方)															2010年 07月 12日														
観測時刻	気圧		気圧変化		気温		露点温度	湿気圧	相対湿度	風向	風速	日照時間	全天日射量	降水量	降雪の深さ	積雪の深さ	現在天気	天気	大気現象	視程	全雲量	雲の状態	個々の雲						
	現地 hPa	海面 hPa	型	量	℃	℃	℃	hPa	%	16方位	m/s	h	MJ/m <sup>2</sup>	mm	cm	cm				km	10分比	CL	CM	CH	量	形	高さ		
1	1003.7	1006.8	8	-2.3	19.8	17.2	19.6	85	ESE	2.3				0.5	×	×													
2	1002.7	1005.8	8	-2.6	19.0	17.2	19.6	89	ESE	2.8				1.5	×	×													
3	1001.6	1004.7	8	-3.1	18.7	17.0	19.4	90	SSE	1.8				1.0	×	×	80	晴		10.0	10	2	×	×	1 St	×	;	10 Cu	×
4	1000.8	1003.9	6	-2.9	18.9	17.4	19.9	91	SE	2.3		0.01		1.5	×	×													
5	999.9	1002.9	6	-2.9	18.9	17.6	20.1	92	SE	2.3	0.0	0.03		1.5	×	×													
6	998.9	1002.0	8	-2.7	19.0	17.9	20.4	93	ENE	1.8	0.0	0.06		1.5	×	×	80	晴	曇	2.00	10	7	×	×	10 St	×			
7	997.5	1000.6	8	-3.3	19.0	17.9	20.4	93	ENE	2.5	0.0	0.10		2.5	×	×													
8	996.6	999.6	7	-3.2	18.9	17.8	20.3	93	NE	3.3	0.0	0.12		4.5	×	×													
9	995.9	998.9	6	-3.0	18.9	17.6	20.1	92	NE	2.3	0.0	0.24		3.5	×	×	80	晴	曇	3.00	10	7	×	×	10 St	×			
10	994.8	997.8	8	-2.7	19.1	17.6	20.1	91	NE	4.9	0.0	0.52		2.0	×	×													
11	994.2	997.2	6	-2.4	18.8	17.3	19.7	91	NE	5.6	0.0	0.55		2.5	×	×													
12	994.3	997.3	5	-1.6	19.0	17.5	20.0	91	N	3.8	0.0	0.56		2.0	×	×	80	晴	曇	2.00	10	7	×	×	10 St	×	2		
13	994.1	997.1	6	-0.7	18.5	17.2	19.6	92	NNW	3.3	0.0	0.21		3.5	×	×													
14	994.7	997.7	3	+0.5	18.7	16.9	19.2	89	NW	2.2	0.0	0.48		4.0	×	×													
15	995.5	998.6	3	+1.2	18.4	16.9	19.3	91	NW	5.4	0.0	0.33		1.0	×	×	80	晴	曇	2.00	10	7	×	×	10 St	×	2		
16	996.4	999.5	3	+2.3	18.4	16.7	19.0	90	NW	7.3	0.0	0.48		0.5	×	×													
17	997.3	1000.4	3	+2.6	18.0	16.5	18.8	91	NW	5.8	0.0	0.24		0.5	×	×													
18	998.9	1002.0	3	+3.4	17.1	15.6	17.7	91	NNW	5.5	0.0	0.13		1.5	×	×	80	晴	曇	3.00	10	7	×	×	10 St	×	2		
19	1000.8	1003.9	3	+4.4	16.2	14.9	16.9	92	NNW	7.4	0.0	0.05		1.5	×	×													
20	1002.4	1005.5	2	+5.1	15.6	14.0	16.0	90	NW	5.9	0.0	0.01		1.5	×	×													
21	1004.2	1007.3	1	+5.3	15.5	13.7	15.7	89	NW	8.0				0.0	×	×	80	晴	曇	8.00	10	7	×	×	10 St	×			
22	1005.1	1008.2	1	+4.3	15.4	13.8	15.7	90	NNW	7.1				0.5	×	×													
23	1005.8	1008.9	1	+3.4	15.7	13.0	15.0	84	NNW	9.2				0.0	×	×													
24	1006.7	1009.8	2	+2.5	15.6	12.7	14.7	83	NNW	8.7				-	×	×													

気圧		気温				相対湿度		風速				最多風向	日照時間	全天日射量	平均雲量	降水量			降雪の深さ合計	最深積雪										
平均	最低海面	平均	最高	最低	平均	最小	平均	最大	最大瞬間	合計	最大1時間					最大10分間	降量	起時			降量	起時	降量	起時						
現地 hPa	海面 hPa	値 hPa	起時 h m	値 hPa	起時 h m	値 hPa	起時 h m	値 hPa	起時 h m	値 hPa	起時 h m	値 hPa	起時 h m	値 MJ/m <sup>2</sup>	10分比	値 mm	起時 h m	値 mm	起時 h m	値 cm	起時 h m	値 cm	起時 h m							
999.3	1002.4	996.8	1318	18.0	20.7	0021	15.4	2206	18.6	90	79	0030	4.4	9.6	NW	2040	17.0	NNW	2053	NNW	0.0	4.12	10.0	39.0	5.5	1328	2.5	1320	-	-

0500 - - | = 08 - = 09 - = 12 - | = 15 - | = 16 - 1910 VS2 = - 1940 = - = 21 - 2300.

1244 T<sup>0</sup>(N10~20) - 1248. 1312 T<sup>1</sup>(NES~10).

(2) 気候観測

長期にわたる大気の変動を監視・把握し、観測結果を統計し整理して得た基本的な気候資料を、さまざまな分野での利用に提供することを目的としている。観測結果は品質管理を経て統計処理され、デジタルデータとして保管され、最も基本的な気象資料として、さまざまな分野で利活用されている。

3 地上気象観測の方法

① JMA-95型地上気象観測装置 ⇒ 器械による観測

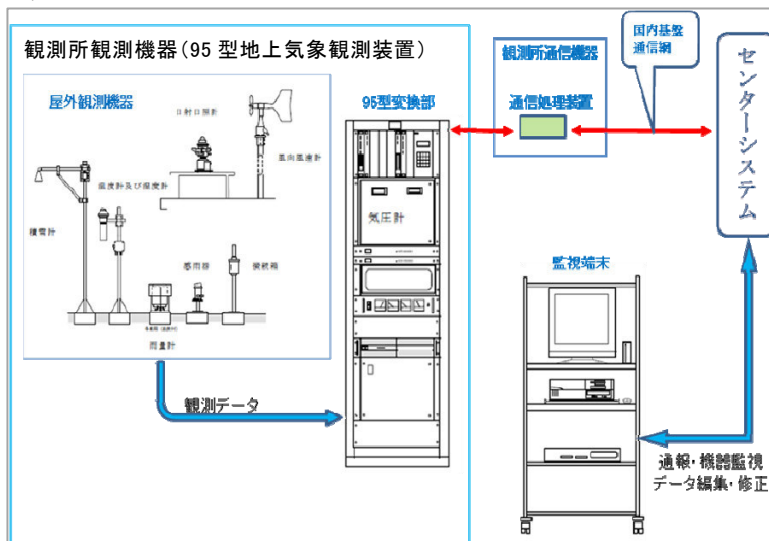
気圧、気温、湿度、風向、風速、降水量、積雪、降雪の深さ、日照時間、日射量、視程

② 目視による観測 ⇒ 観測者による観測

雲の種類や量、視程、大気現象

③ アメダスデータ等統合処理システム

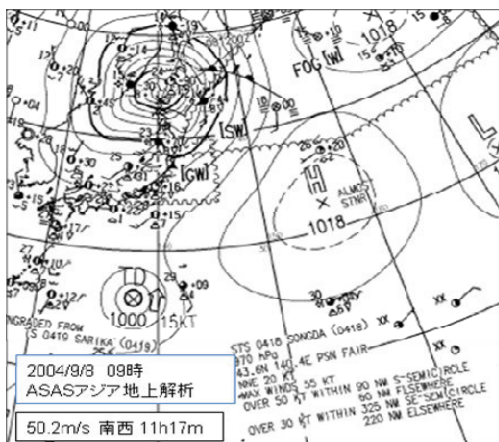
⇒ 観測データを一元的に管理するシステムデータ処理（通報・統計処理・品質管理）



#### 4 各気象要素ごとの観測目的

##### (1) 気圧の観測

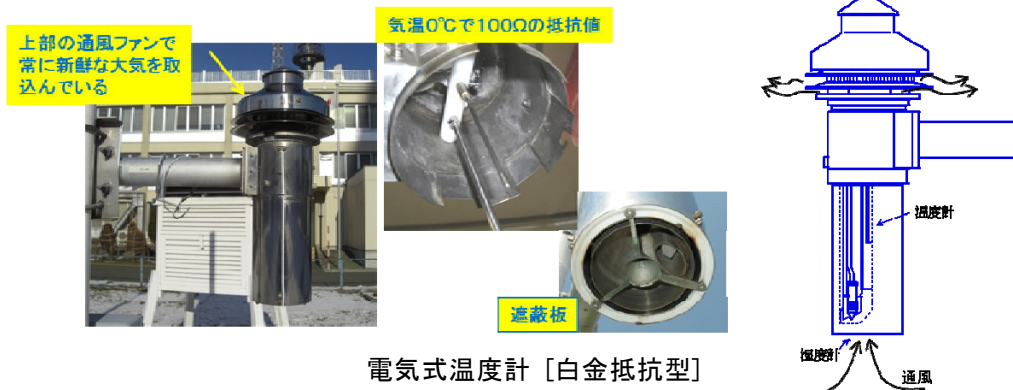
気圧は風や天気などの変化を知るための重要な指標で数値予報や天気図解析に利用され、予報作業の最も基本的な要素であり、気圧統計値は大気大循環等の基礎資料となる。



気圧計 [静電容量式気圧計]

##### (2) 気温の観測

大気の大気熱収支による地域的な温度較差は、大気の大気密度差となり、気圧差となって空気の流が生じる。地球自転の影響も加わり収束・発散場が生まれ雲や降水現象を伴うさまざまな擾乱が発生する。気温の観測結果は、総観的な気象解析を行う際の基本要素環境指標としても利用される。



電気式温度計 [白金抵抗型]

##### (3) 湿度の観測

大気中の水蒸気は、雲を生じて降水現象のもとになるほか、蒸発や凝結によって熱の輸送に関与している。水蒸気は、赤外線吸収・放射作用で大気放射量の変動を支配するほか、大気中に起きる現象及びその変化について重要な要素である。大気の乾燥または湿潤の度合いは、寒暖に次いで人間生活に関係が深く、火災予防など多くの方面で利用されている。



(4) 風の観測

風速の強さは、気圧の傾き（等圧線の間隔）に比例する。風向は、地球の自転や地表面の摩擦の影響などにより、地表付近では等圧線に対し陸上でおよそ 30 度、海上でおよそ 10 度の傾きをもつ。観測値は防災気象情報のほか、船舶や航空機の運行管理等にも利用されている。また、統計資料は建築設計や土地利用計画、風力発電など幅広い分野で活用されている。



風車型風向風速計 [FF-11型]

(5) 降水量及び積雪・降雪の深さの観測

降水量は局地性があり、水害等の影響も大きいので、最も密な観測網となっている。

貴い人命や、大切な財産を失うなどの気象災害をもたらす原因は、台風や集中豪雨・雷雨・大雪等による洪水や崖崩れによることが多い。降水量等の観測値は、防災気象情報の発表等に即時的に使用され、また、統計資料は土木建築やダム管理、農業営農対策等、災害防止や水資源の有効利用等に利用されている。



転倒ます型雨量計

[左から、RT-1、RT-4溢水式、転倒ます部]



積雪計、雪尺

(6) 日射量の観測

太陽からの日射エネルギーは、気象・海象現象のエネルギー源であり、観測値は地表の熱収支・水収支あるいは大気大循環などを解明する上で、大気や地表からの放射量と共に重要な観測要素となっている。日射量は、動植物の生育、人間生活に直接影響を与えていることから、農業・工業・建築・医学・太陽エネルギー利用計画などの幅広い分野で利用されている。



日射日照計

(稚内・網走・旭川・根室・帯広・室蘭で運用)



全天日射計

(札幌で運用)



精密日射放射観測装置

(国内 5 か所、道内は札幌に設置)

(7) 日照時間の観測

日照時間は、天気や雲量などの指標となっており、日射量の目安となる場合もある。気候変動を監視する上でも、重要な要素のひとつである。



日射日照計



太陽追尾式日照計

(8) 雲の観測（目視による観測）

雲は、日射や放射をさえぎり雨を降らせるだけでなく、大気や地表の熱収支と密接に関係している。雲の種類により生成のしくみが異なるので、雲の観測により、大気の状態等を知ることが出来、大気の運動過程を知ることができる。天気と密接に関連していることから、気象解析においても重要な資料である。

雲の観測は次のものについて行う。

- ① 全雲量
- ② 雲形別の雲量
- ③ 雲形
- ④ 雲の向き
- ⑤ 雲の高さ
- ⑥ 雲の状態

右の図は、下層雲の雲形観測結果を数符号化して通報を行う場合の表。

上層雲・中層雲の表もあり、通報には優先順位があり、解析上で情報価値の高いものが優先される。

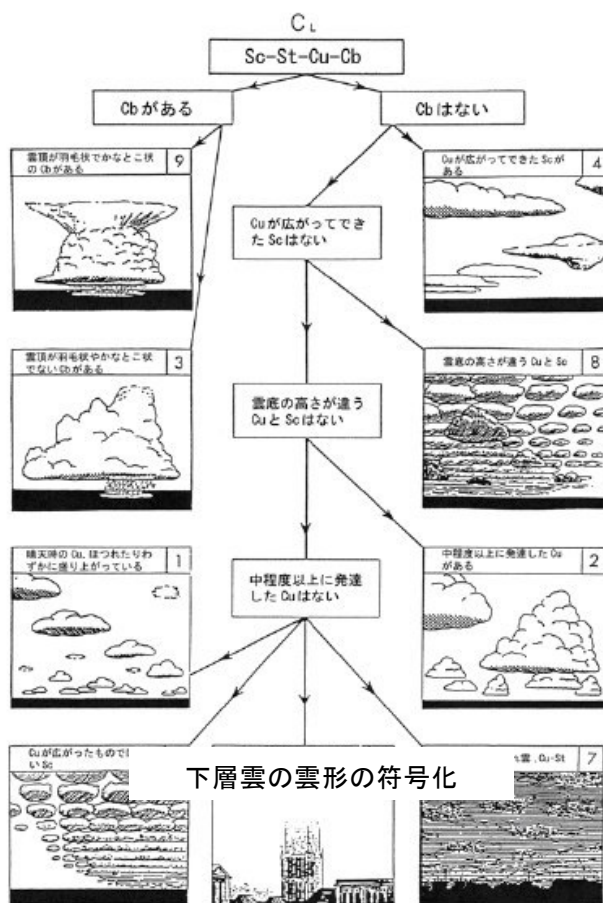


図10.3 C<sub>L</sub>の符号化

(9) 大気現象の観測（目視による観測）

大気現象は「大気水象・大気じん象・大気光象・大気電気象」に大別され、現象の定義の多くはWMO（世界気象機関）によって定められており、これに準拠している。

観測結果は気象解析に利用されるほか、気候資料として役立っている。

(10) 視程の観測（目視による観測）

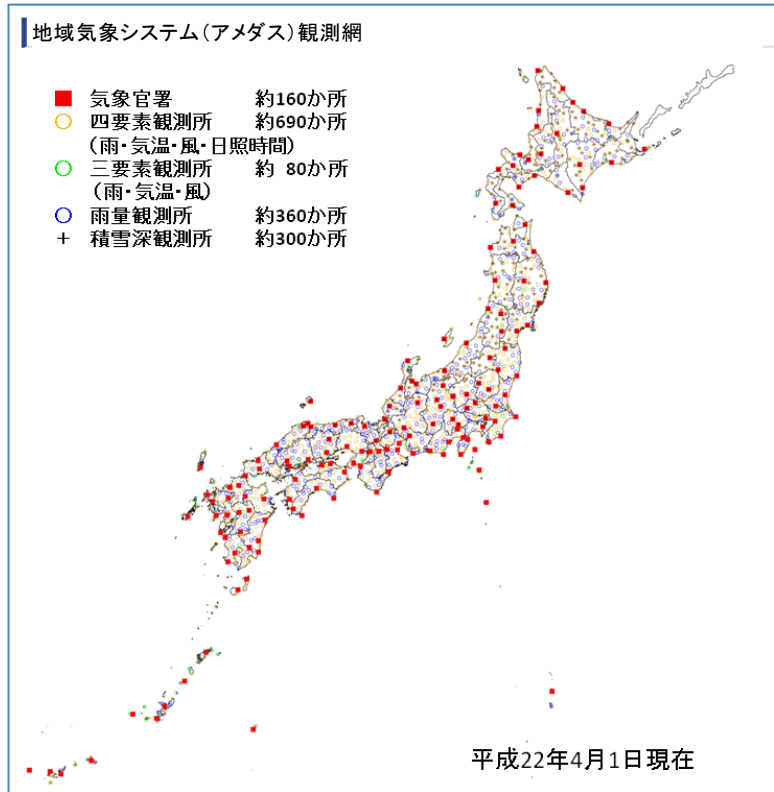
どの程度見通しがきくか、大気の安定度を表す一つの目安となっている。気象解析、交通機関の視程障害、大気汚染管理などの資料として利用されている。

## 5 地域気象観測システム

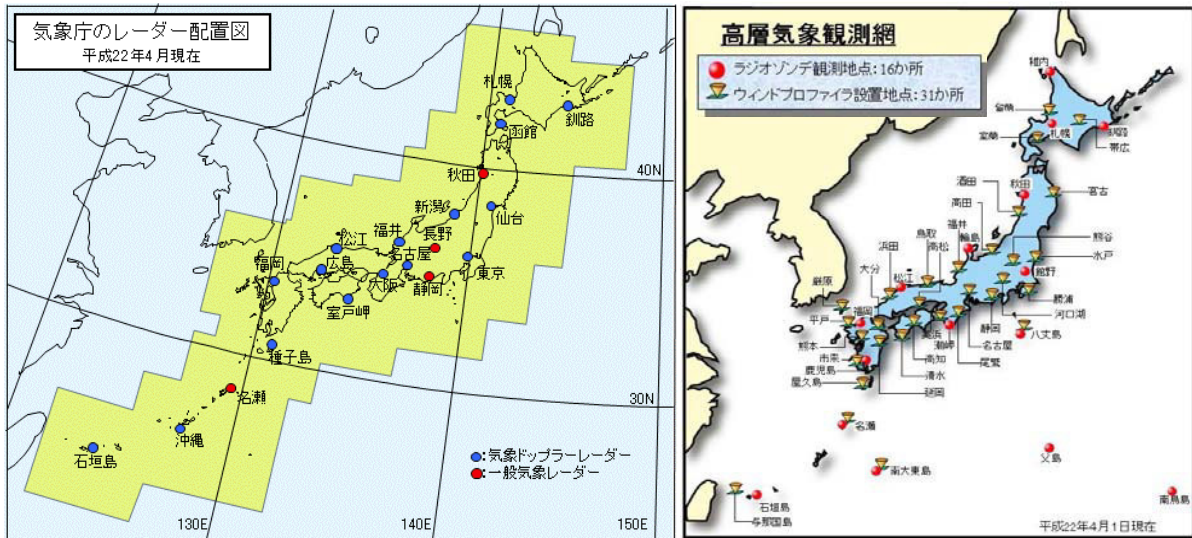
[ ※アメダス(AMeDAS) : 「Automated Meteorological Data Acquisition System」の略 ]

気象状況を時間的、地域的に細かく監視するため、降水量、風、気温、日照の観測を自動的におこない、気象災害の防止・軽減に重要な役割を果たす。運用開始は1974年11月1日で、現在では、降水量を観測する観測所は全国に約1,300か所あり、その内の約850か所(約21km間隔)では降水量に加え、風、気温、日照を観測している。また、雪の多い地方の約290か所では積雪の深さの観測も行っている。

地域気象観測所で観測されたデータは通信ネットワークを介して気象庁のセンターシステムに集められ、自動品質管理を行い品質を保っている。集信・処理したデータは、センターシステムから10分ごとに配信している。



## 6 その他 (気象レーダー観測・高層気象観測の地点)



※ 気象レーダーは20地点で観測 (気象ドップラーレーダー: 16地点、気象レーダー: 4地点)

## 3-2. 天気図や気象衛星画像の見かた

札幌管区気象台 瀧田 芳信

### I. 天気図の見かた

天気図は、気圧配置や大気現象とその変化を把握し、予報を行うために必要です。2007年9月27日から28日にかけて、北海道付近を通過した温帯低気圧を事例として、天気図の見かたと気象衛星画像を見るための着目点を解説します。天気図や気象衛星画像は連続性があることから、時間や現象の変化を考慮して見る必要があります。

#### 1. 天気図の種類

##### (1) 地上天気図

高気圧や低気圧、前線の位置などの気圧配置を把握します。また、多くの地点の大気現象や観測値を知ることができます。

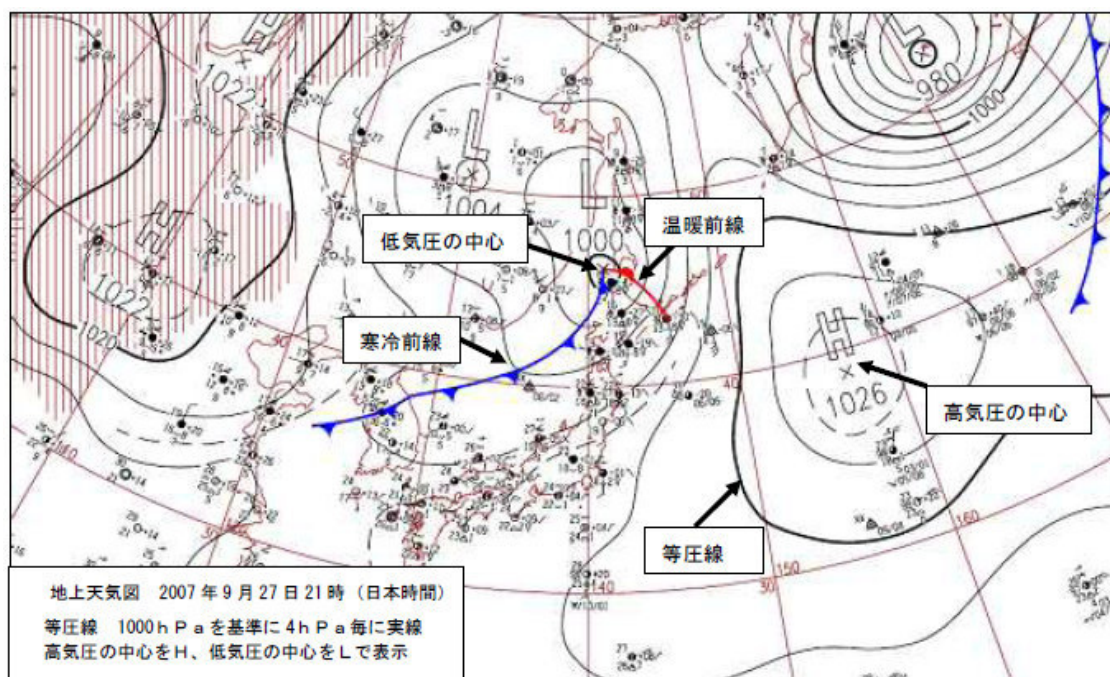


図 1.1 地上天気図

##### (2) 850hPa 天気図

地上から約1500m上空の大気の状態を知ることができます。高気圧や低気圧の中心と温暖域や寒冷域などの気温分布とを関連付けて着目します。また、等温線が混んでいるところや、風向や風速の変化によって解析される収束域は、地上の前線と対応しているので、前線解析の判断に利用します。湿域に着目して下層雲の分布を把握します。

風速がおおむね40kt以上の強風域は下層ジェットとして、暖湿気や寒気の流入の程度を把握し、強風や大雨、大雪など、顕著現象の予測の判断に利用します。

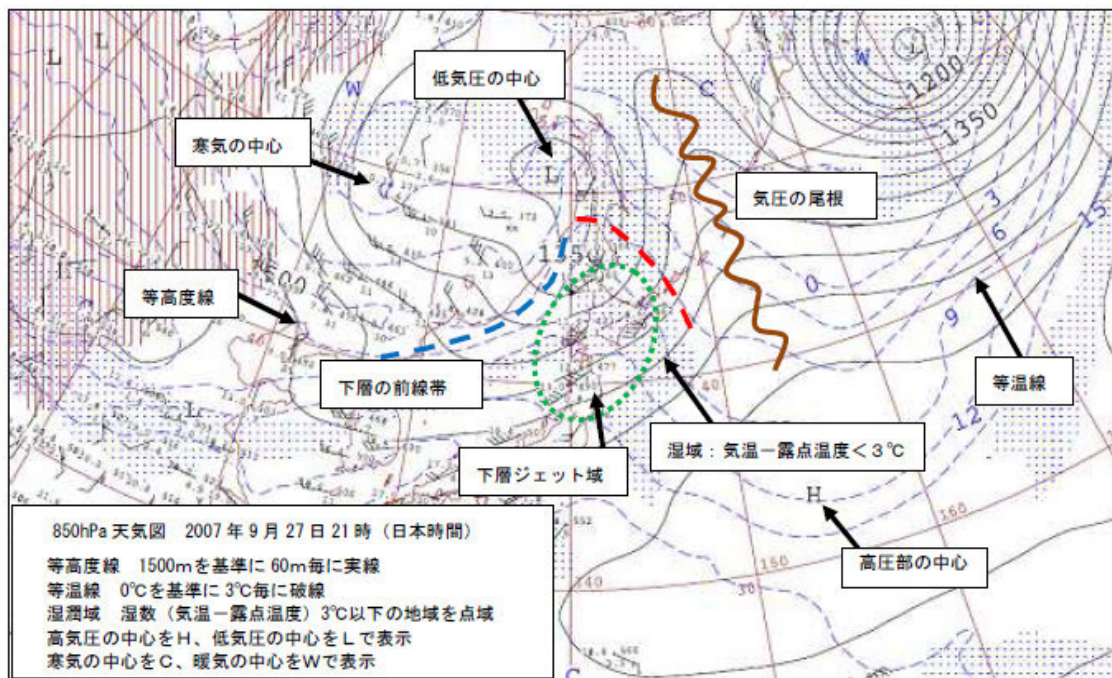


図 1.2 850hPa 天気図

(3) 700hPa 天気図

地上から約3000m上空の湿域は、低気圧や前線に伴う組織的な雲域を形成する中層雲や下層雲に対応していることから、湿域と雲域の分布や降水域の広がりに関連付けて解析します。また、上層の気圧の谷(トラフ)や気圧の尾根(リッジ)を示す等高度線と等温線の位置関係を把握することにより、低気圧の盛衰を判断することができます。

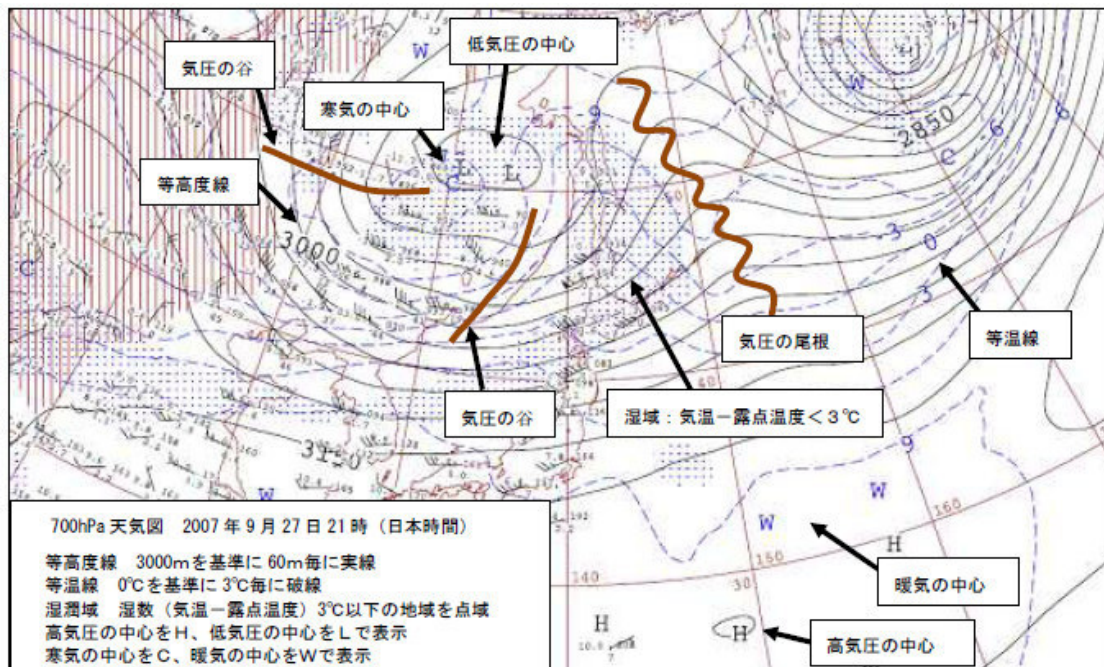


図 1.3 700hPa 天気図

(4) 500hPa 天気図

地上から約5500m上空に解析される上層の気圧の谷や気圧の尾根を把握します。高度の上昇や下降と等温線に関連付けて見たり、強風軸の位置に着目することで、地上の低気圧の発



達段階を把握します。上空に寒気が流入すると大気は不安定になり積乱雲が発達するため、上層と下層の気温差によって大気の安定度を知ることも大切です。

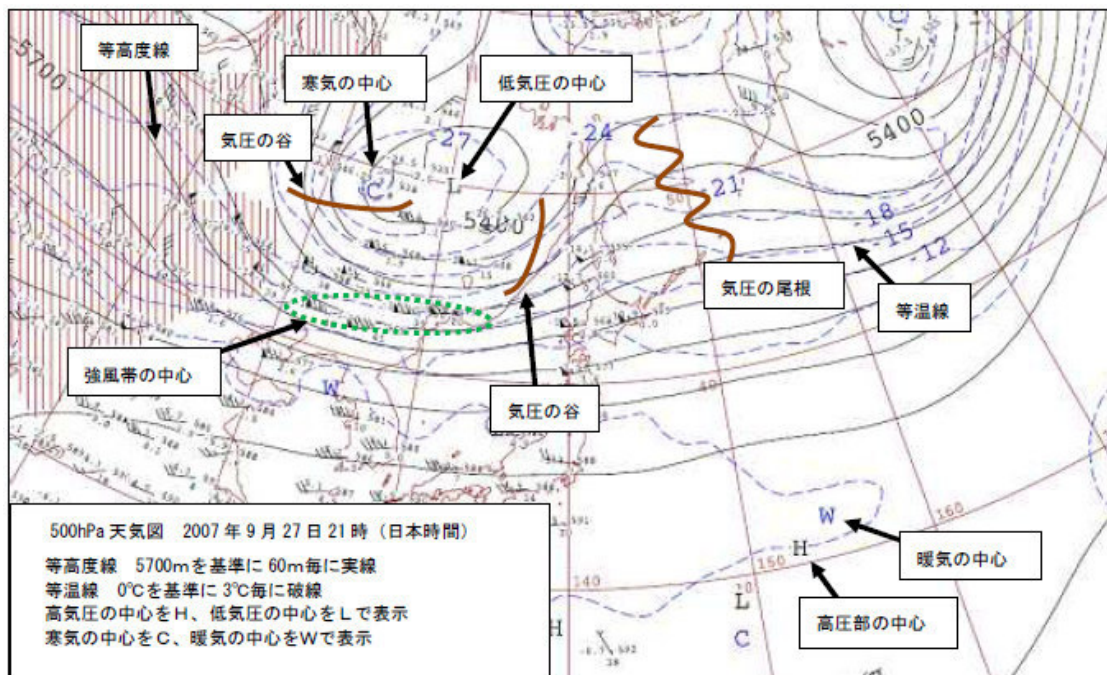


図 1.4 500hPa 天気図

(5) 300hPa 天気図

等風速線から強風軸の位置を確認し、ジェット気流を判断します。ジェット気流の近くには上層の前線帯があり、地上付近の前線と関係しています。また、低気圧の発達時期や閉塞時期を把握することができます。上層寒冷低気圧の動向の把握に利用します。

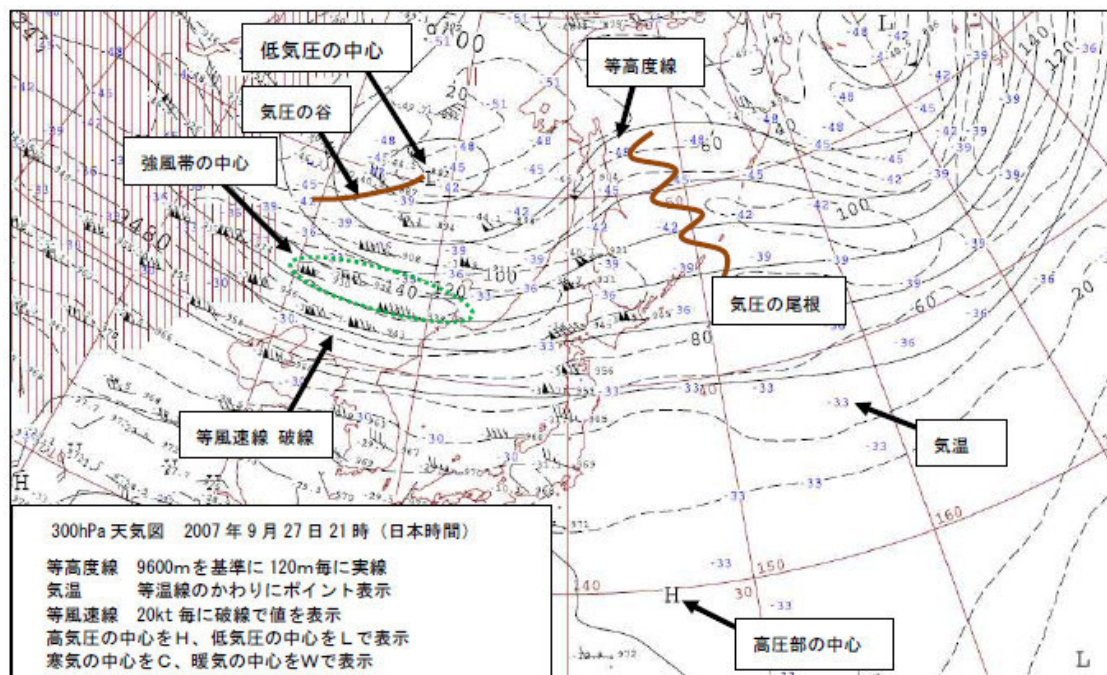
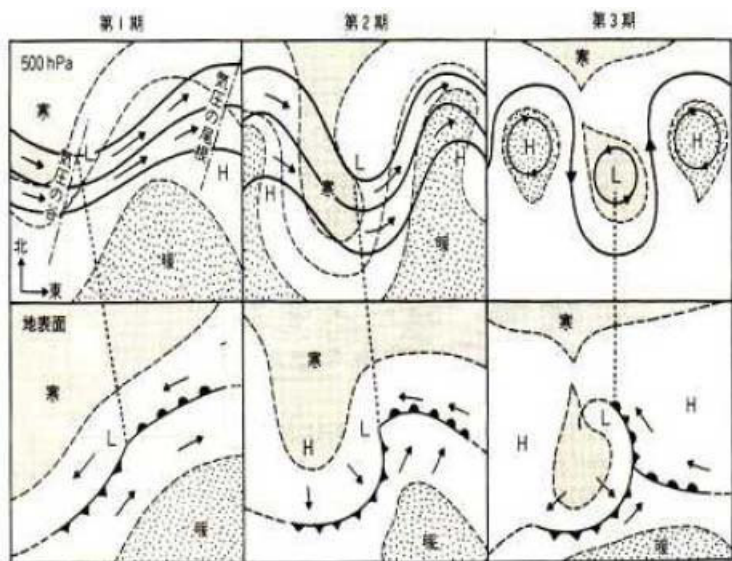


図 1.5 300hPa 天気図

(6) 低気圧の発達を立体的に考えるために

低気圧の発達から衰弱の過程を知るためには、地上天気図と各高層天気図を相互に関連付

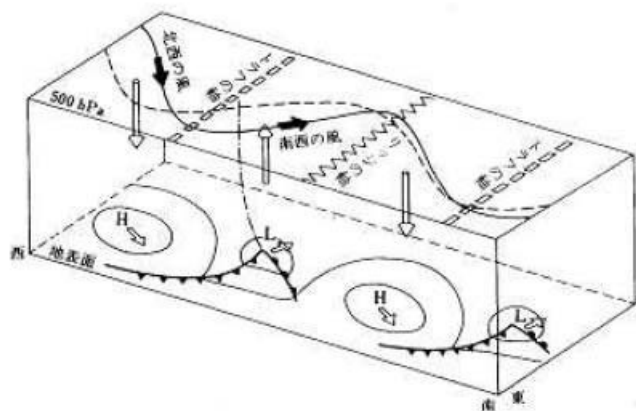
けて立体的に見る必要があります。気象に関する文献には、低気圧が発達するときの立体的な構造の模式図が掲載されており参考になります。その例を紹介します。



温带低気圧の発達の模式図

上段が 500hPa の天気図で下段地上天気図、実線は等高度線で破線は等温線、第 1 期は発達の初期、第 2 期では急速に発達中、第 3 期では完全に発達し、これ以後は衰退に向かう、HとLの記号はそれぞれ高気圧と低気圧の中心を示す。

「一般気象学 第 2 版」  
小倉義光 東京大学出版会



地上の高・低気圧と上層のトラフ、リッジの関係

細い実線は等圧線あるいは等高度線、破線は等温線、地表面の矢印は高・低気圧の進行方向。棒矢印は上昇または下降運動を示す。

「お天気科学」  
小倉義光 森北出版

図 1.6 低気圧を立体的に考えるための模式

## II. 気象衛星画像の見かた

気象衛星画像は、各画像の特性を考え、同じ時刻の画像を何度か切り替えながら見比べると、目的の雲域の状況を把握することができるでしょう。また、地上天気図による観測データと照らし合わせると雲の種類判断の参考になるでしょう。

### 1. 気象衛星画像の種類

#### (1) 赤外画像

雲や海など地球表面から放射される赤外線エネルギーを測定、これを輝度温度に変換し、濃淡表示した画像です。このため温度が低いほど白く、高いほど黒く表現されます。雲頂高度の高い雲は白くはっきり見え、海面や陸地は黒く表現されます。上層雲や発達した積乱雲の判別は慣れが必要です。雲頂高度の低い層雲や霧は判別が難しくなります。

#### (2) 水蒸気画像

水蒸気による吸収の大きい波長エネルギーを測定するため、雲がなくても大気の中・上層の水蒸気が多寡が画像に表現されます。水蒸気量の多い場所は「明域」、少ない場所は「暗域」として黒く表現されます。ジェット気流や寒気を伴った中・上層の気圧の谷や渦循環の解析に用います。

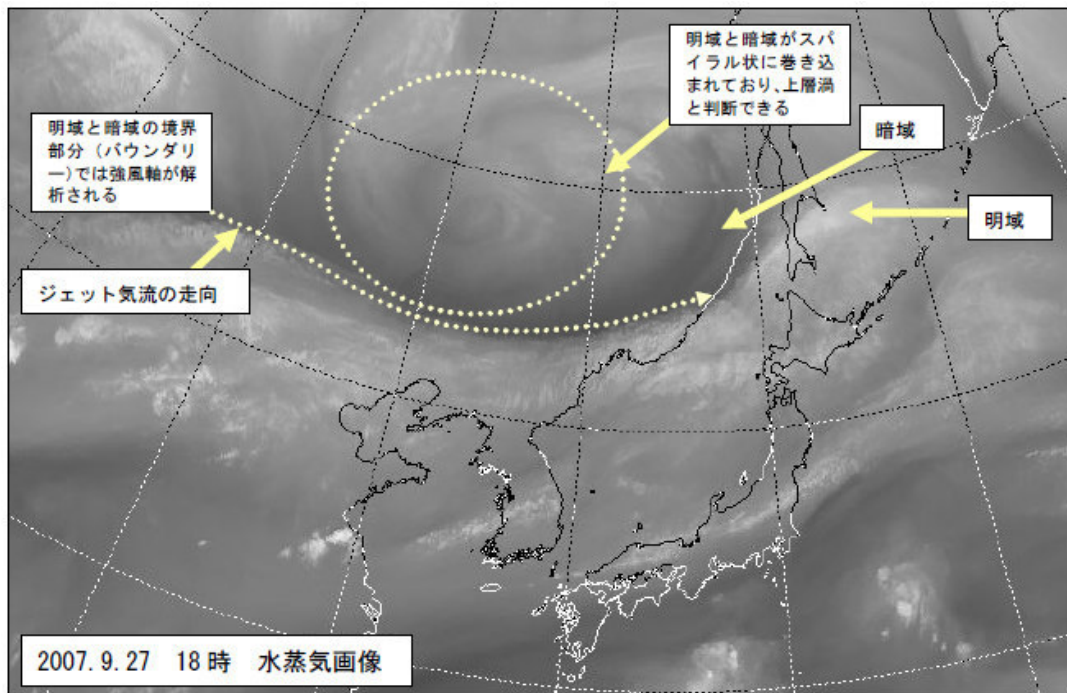


図 2.1 衛星赤外画像

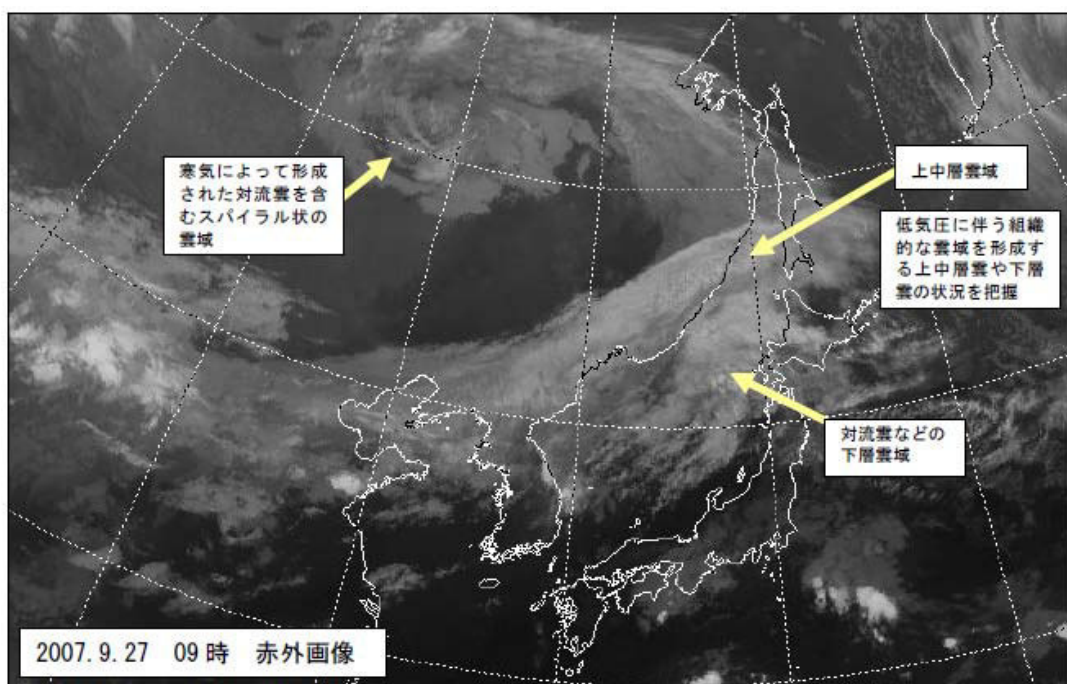


図 2.2 衛星水蒸気画像

(3) 可視画像

見たままの画像を表現しています。太陽光の反射が弱い海や陸地は黒く、反射の強い雲は白く表現されます。上層雲ほど白く見え、下層雲は黒く見えますが、雲の厚さや海面などから反射により、上層雲と積乱雲の判別が難しい場合があります。夜間は見ることができません。

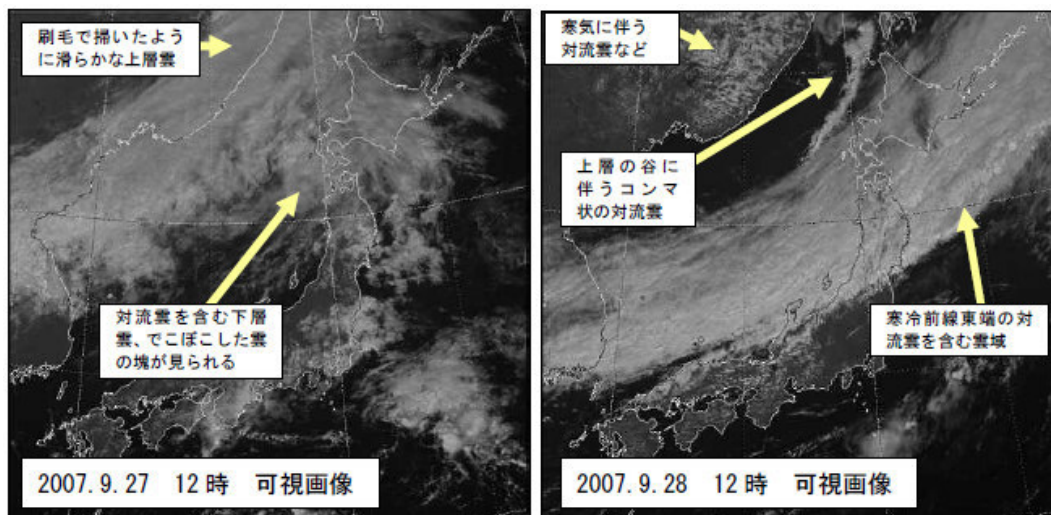


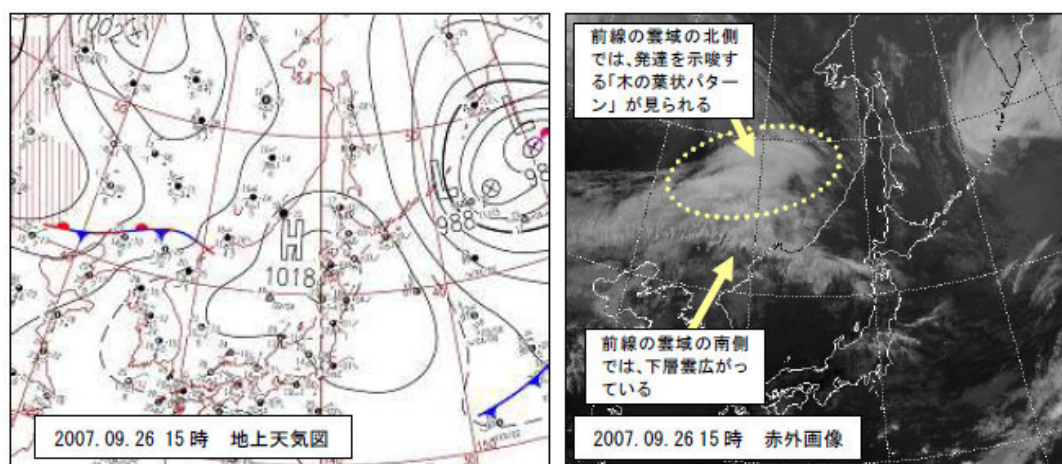
図 2.3 衛星可視画像

## 2. 低気圧の通過の事例で見られた特徴

2007年9月27日から28日にかけて、北海道付近を通過した低気圧の発生期から最盛期のふるまいを通して、気象衛星の赤外画像を見ながら、特徴を見てみましょう。

### (1) 前線の発生

停滞前線が発生、前線の近傍で下層雲が見られ北側では上・中層雲が広がっています。



### (2) 前線の活動が活発化

停滞前線の一部が北に盛り上がり、雲域は気圧の尾根を乗り越えて広がっています。

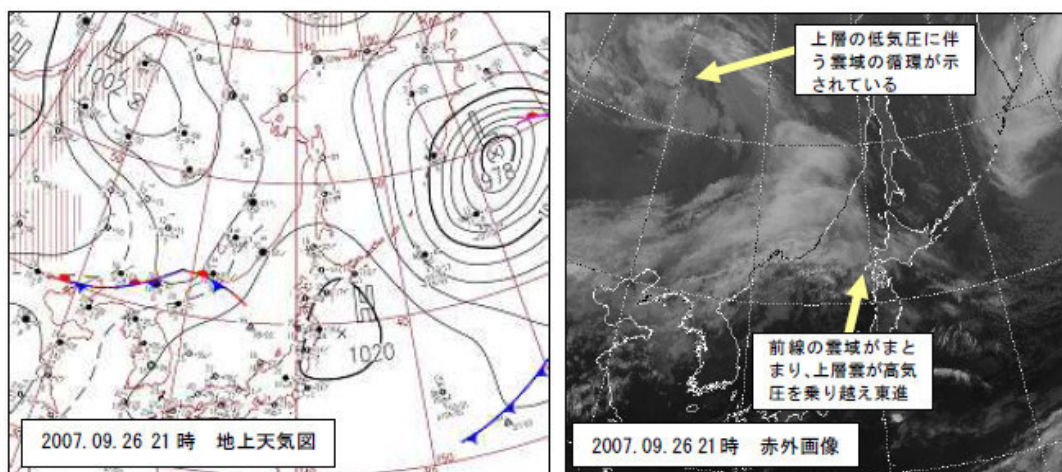
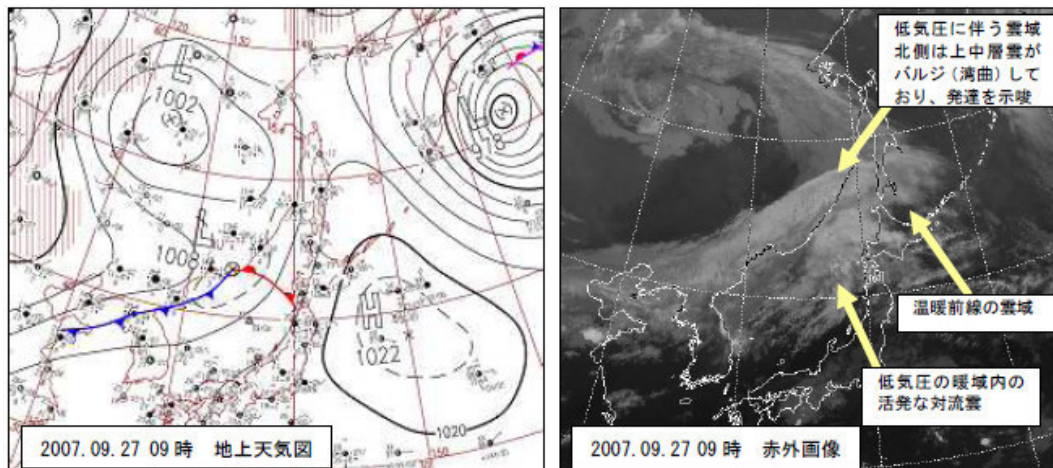


図 2.4 前線の発生(1)と活発化(2)を示す地上天気図と衛星赤外画像

(3) 低気圧の発生

前線上で低気圧が発生し、暖域内で活発な対流雲を含む雲域が広がっています。



(4) 低気圧の発達

発達中の低気圧から南西にのびる寒冷前線は、対流雲を含む高い雲域を伴っています。

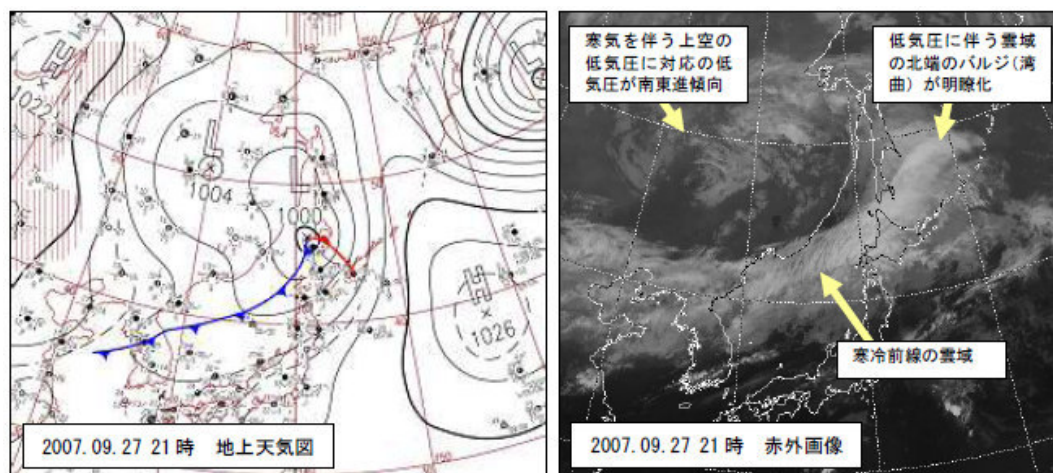
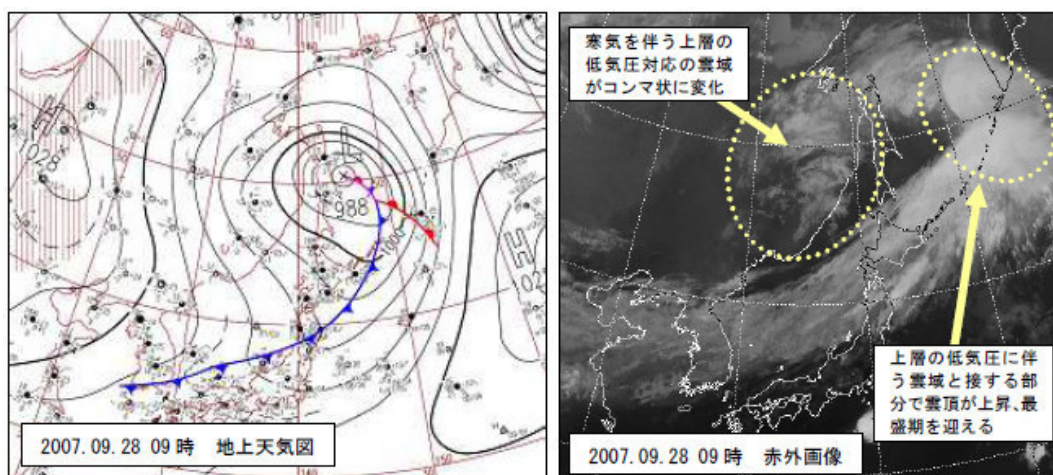


図 2.5 低気圧の発生(3)と発達(4)を示す地上天気図と衛星赤外面像

(5) 低気圧の最盛期

低気圧は上空の寒気の流入を受けオホーツク海で最盛期を迎え、雲域も発達しました。



(6) 上層の低気圧による新たな低気圧の発生

寒気を伴った上層の低気圧により新たな低気圧が発生し、対流雲域が南東進しました。

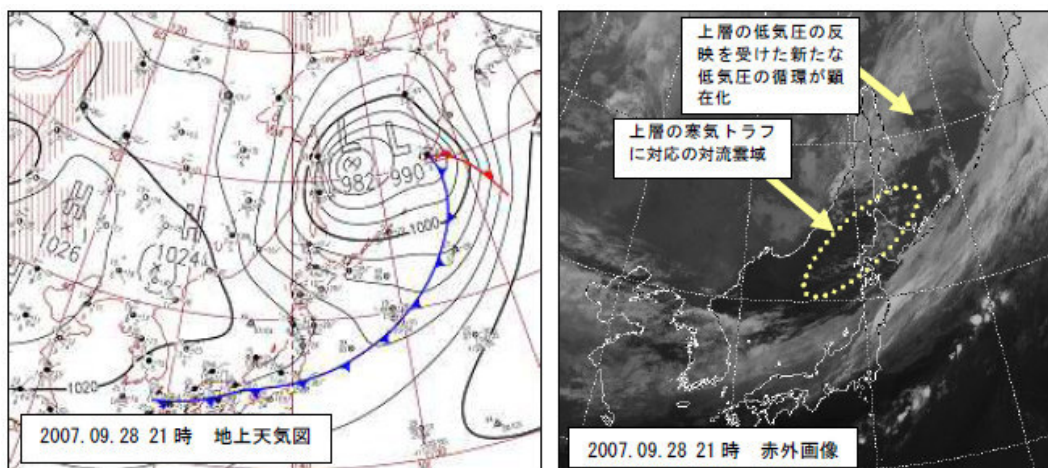


図 2.6 低気圧の最盛期(5)と新たな低気圧の発生(6)を示す地上天気図と衛星赤外画像

3. 低気圧の通過による北海道付近の顕著現象

2007年9月27日から28日にかけて、北海道付近を通過した低気圧による影響を気象観測結果から見てみましょう。

(1) 地上気象観測で捉えられた寒冷前線の通過

稚内地方気象台の観測記録では、27日昼ころから雨が降り出しました。風や気圧、気温の変化から寒冷前線の通過を21時ころにはっきり捉えています。夜にかけてやや強い雨が降っています。28日昼ころには、上層の気圧の谷に伴う気圧の谷が通過したと見られます。

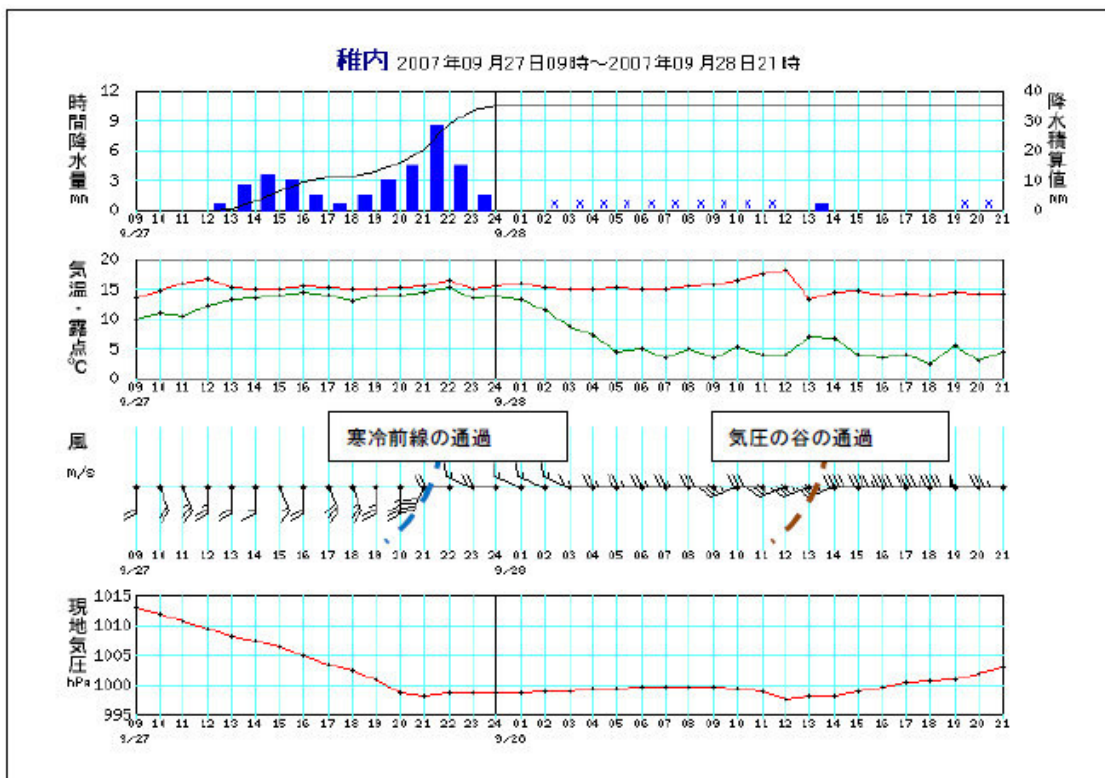


図 3.1 低気圧の寒冷前線や気圧の谷の通過を示す気象観測記録

(2) レーダー観測で捉えられた北海道周辺の顕著エコー

気象レーダーによる観測では、27日夜に北海道の西海上を東進する寒冷前線に対応の雨雲が捉えられています。その中にはライン状の活発なエコーが北海道の西海上で見られました。また、東北地方の日本海の西海上では、限られた地点から次々に湧き出すように活発なエコーが発生していました。これは低気圧の暖域内で下層の暖湿気が強い時に見られるものです。

28日昼前には、寒気を伴った上層の気圧の谷に対応するコマ状の対流雲域が、北海道の西海上で一時活発化しながら接近し、その後、弱まりながら北海道を通過しました。

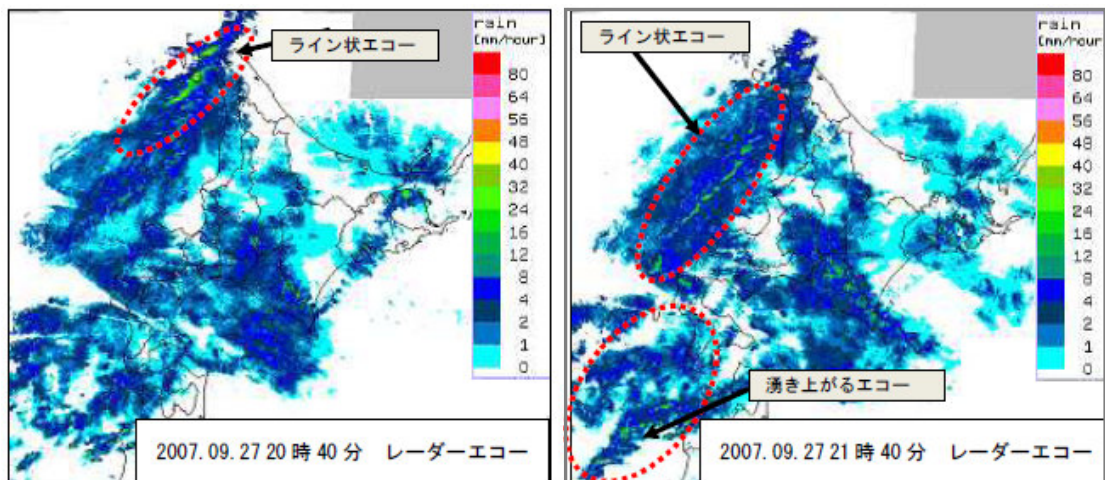


図 3.2 低気圧の暖域や寒冷前線通過時のレーダーエコー図

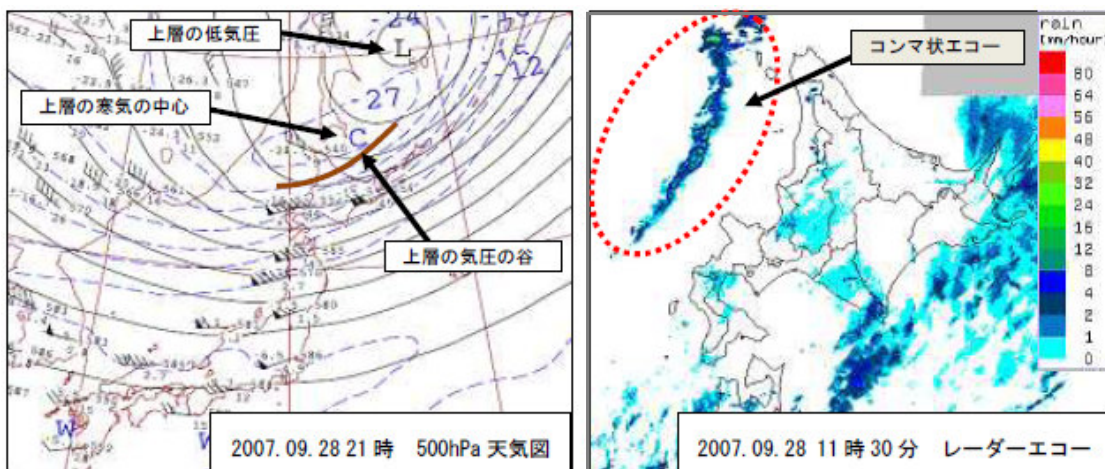


図 3.3 上層の気圧の谷とコマ状のレーダーエコー図

(3) 気象データベースによる記録

低気圧の通過による風と雨の記録を気象庁 HP データベースなどで調べてみました。風の記録を見ると、北海道内のアメダスなど 31 観測地点で「日最大風速・風向」が観測史上 1～10 位の値（極値）を更新していました。9 観測地点では 1～3 位以内の更新がありました。また、27日と28日両日の更新が 6 観測地点もありました。ほぼ全道的に強風となっていたことが分かりました。

次に、雨について見てみると、日高地方で 27日～28日にかけて、およそ 60～90 mm のまとまった雨が降っていました。南西の風が強かったため、地形の影響を受けたことが原因の一つと考えられます。

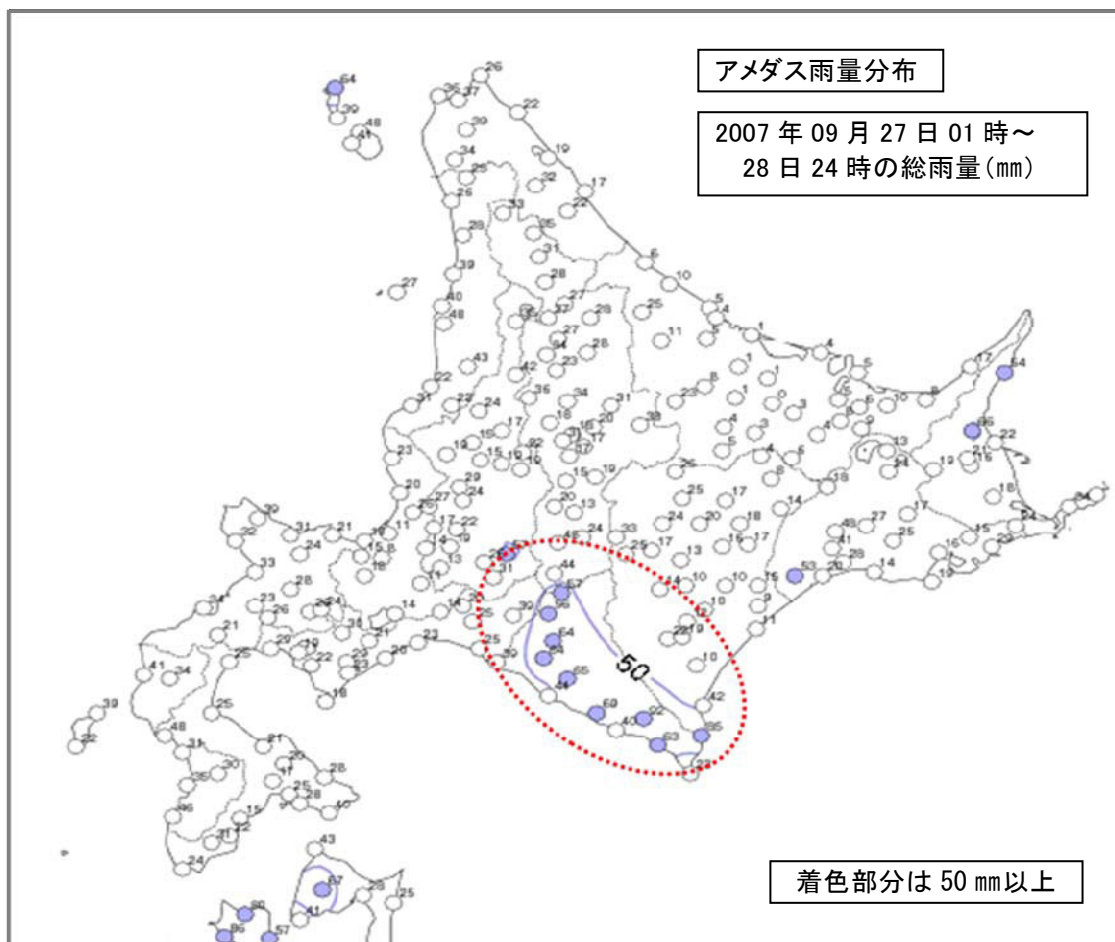


図 3.4 低気圧通過に伴う雨量分布図

### Ⅲ. 気象資料の入手について

天気への興味が深まり、天気図を使用したいと思われる方は、インターネットで入手することができます。

気象庁ホームページ、HBC専門天気図、地球気専門気象情報などのWebサイトを利用して、実況天気図や予想天気図をダウンロードすることができます。

なお、本資料で使用した実況天気図は、事例日の時間が経っていることから気象庁天気図(CD-ROM版)を使用しました。インターネットで入手できる天気図と少し違います。