

基礎知識、関連知識—総観場の解析・解釈

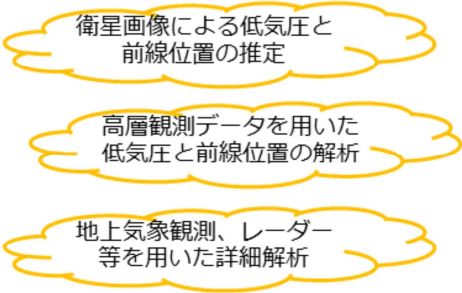
アジア太平洋地上天気図の標準的 な解析手法

元資料 : 平成30年(2018年)研修テキスト第5章

作成日 : 令和2年(2020年)3月24日

内容

- 日本付近で発達した温帯低気圧の事例
- 発生から衰弱まで段階ごとに解説
 - 0. 解析の考え方、根拠
 - 1. 衛星画像解析
 - 2. 高層天気図解析
 - 3. 実況データ解析
- 急速な発達の要因は？



平成29年度予報技術研修テキストでは、「アジア太平洋地上天気図の標準的な解析手法」と題して、天気図の作成目的と役割、天気図の種類、天気図解析の歴史等とともに、現在、気象庁で使用している低気圧及びそれに伴う前線に関する基本的な概念モデルを説明した。

その説明を踏まえて、日本付近で発達した温帯低気圧の事例を対象として、ベルゲン学派の低気圧モデルの低気圧の一生の各段階の解析の考え方や衛星画像の利用方法、実況データの着目点について解説する。

そして、典型的な低気圧の一生において、中心気圧や前線の解析の着目点について述べる。

なお、本章では時刻をUTC(Coordinated Universal Time：協定世界時)で記す。

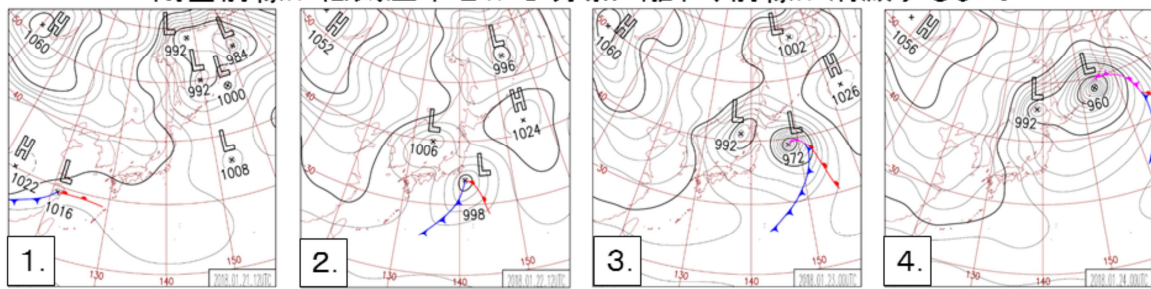
発生期から衰弱期毎に、低気圧と前線の解析過程を示す。

なお、解析の流れは、大まかに以下の3段階に分けて考えて、発生期から衰弱期までのそれぞれの段階毎に解説する。

- 1 衛星画像解析：衛星画像による低気圧と前線位置の推定
- 2 高層天気図解析：高層観測データを用いた低気圧と前線位置の解析
- 3 低気圧の解析・前線解析の根拠、注目する実況観測：地上気象観測、レーダー等を用いた詳細解析

低気圧の一生

1. **発生期** ... 1月21日06UTCから
 - 前線の解析開始～前線上に低気圧が発生するまで
2. **発達期** ... 1月21日18UTCから
 - 前線が閉塞する直前まで
3. **最盛期** ... 1月23日00UTCから
 - 前線が閉塞して、閉塞前線が低気圧中心から離れるまで
4. **衰弱期** ... 1月23日18UTCから24日12UTCまで
 - 閉塞前線が低気圧中心から明瞭に離れ、前線が消滅するまで

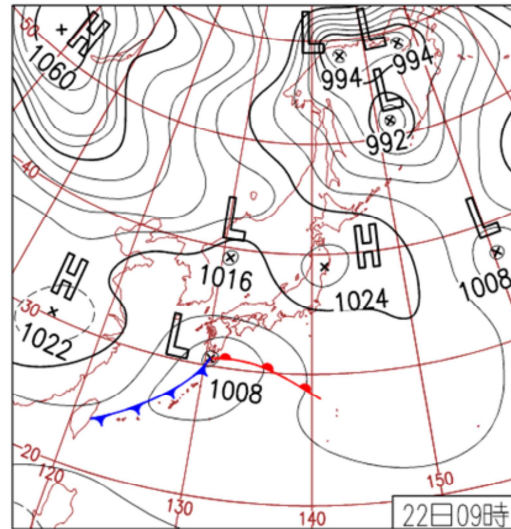


低気圧の解析結果から、この低気圧の一生における諸段階を以下の4つに分けて考える。

- ・発生期：1月21日06UTCの前線の解析開始から前線上に低気圧が発生するまで
- ・発達期：1月21日18UTCから前線が閉塞する直前まで
- ・最盛期：1月23日00UTCに前線が閉塞して、閉塞前線が低気圧中心から離れるまで
- ・衰弱期：1月23日18UTCに閉塞前線が低気圧中心から明瞭に離れ、24日12UTCに前線が消滅するまで

事例の概要

- 2018年1月21日から24日にかけて、華南から日本の南を経て千島近海に達した
- 22日は、北日本の一部を除き全国的に雨や雪
- 東京で**最深積雪23cm**を観測。20cmを超えたのは2014年2月以来4年ぶり
- 22日12UTCからの**24時間で38hPaの急速な発達**
 中心気圧は972hPa
- 23日00UTCには**最大風速は75kt**
- 低気圧は主に海上を進んだことから、**前線の構造は明瞭**
 上層トラフとの対応も明瞭



22日(月)東京で最深積雪23cm

20cm超は2014年2月以来4年ぶり。低気圧が南岸を進み夜は伊豆諸島付近へ。北日本の一部を除き全国的に雨や雪、関東中心に大雪。甲府・横浜など初雪。奄美市でヒカンザクラ開花。

4

2018年1月21日から24日にかけて、華南から日本の南を経て千島近海に発達しながら進んだ温帯低気圧とそれに伴う前線について述べる。

21日06UTCに華南で前線が発生、21日12UTCには前線上に低気圧が発生した。

低気圧は22日00UTCには九州の南に達し、中心気圧は1008hPaであった。

24時間後の23日00UTCには低気圧の中心は三陸沖にあって中心気圧は972hPa、最大風速は75ktまで急速に発達し、三陸沖東部海域では地方海上警報で海上暴風警報（最大風速は75kt）を発表するなど、日本近海にも大きな影響を与えた。

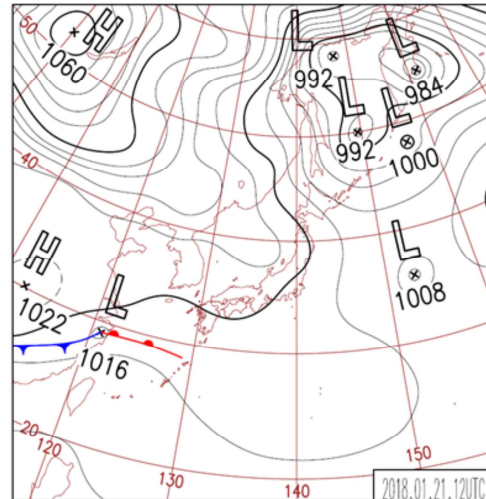
また、22日は、北日本の一部を除き全国的に雨や雪となった。

東京で最深積雪23cmを観測、20cmを超えたのは2014年2月以来4年ぶりのことであった。

低気圧は主に海上を進んだことから、前線の構造は明瞭で、上層のトラフとの対応も明瞭であった。

1. 発生期の特徴

- 華南に**前線**が発生
- 前線上に**低気圧**を解析
- **温暖前線**、**寒冷前線**を解析



5

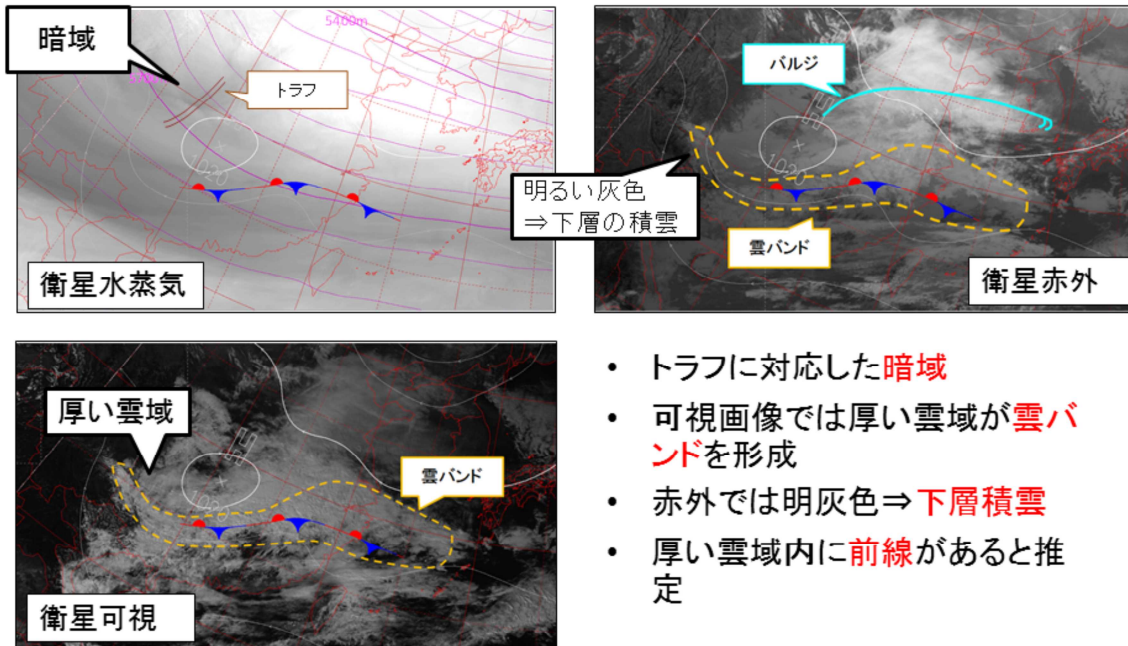
発生期 1月21日06UTC~21日12UTC

1月21日06UTCに華南に停滞前線が発生した。

前線は東進して、同日12UTCには北緯30度・東経120度付近で前線上に低気圧を解析、あわせて温暖前線、寒冷前線を解析した。

1. 発生期 ①(衛星画像解析)

(1)1月21日06UTC

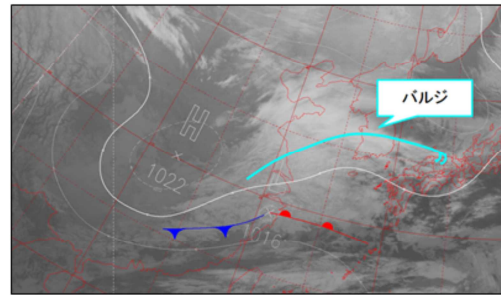
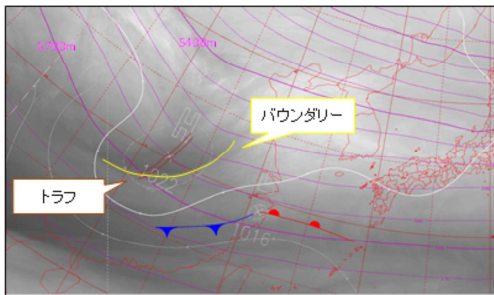


6

衛星水蒸気画像では、華南の北緯30度・東経110度付近に暗域がみられ、500hPaの5640m付近のトラフに対応している。
 また衛星可視画像では、トンキン湾の北の北緯25度・東経110度付近から東シナ海にかけてのびた厚い雲域が雲バンドを形成している。
 この雲バンドは衛星赤外画像では明るい灰色にみえることから、緩やかな対流活動によって下層の積雲が発生し、雲バンドを形成していることがわかる。

1. 発生期 ①(衛星画像解析)

(2)1月21日12UTC



- 暗域と明域の境界(バウンダリー)が明瞭
- 500hPaの5580~5700mのトラフがより深まりを見せている
- 衛星赤外画像でバルジが解析⇒低気圧の発生
- 低気圧中心はバルジの付け根のやや東と推定

7

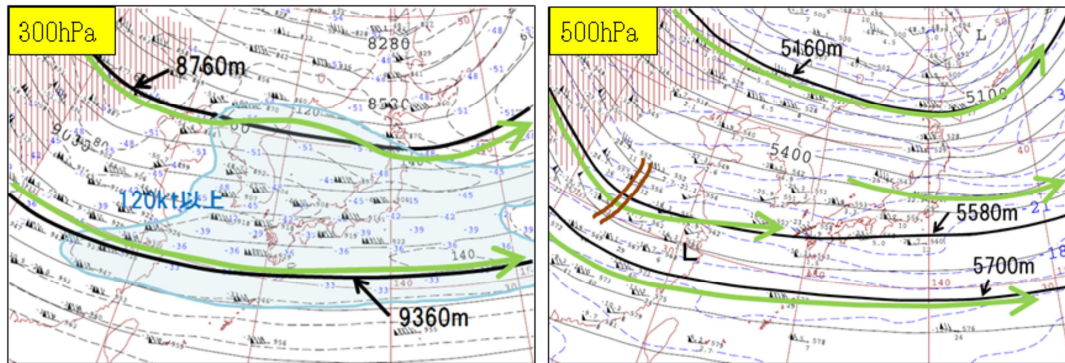
衛星水蒸気画像では、華中の北緯30度・東経115度付近で暗域と明域の境界(バウンダリー)が明瞭となり、500hPaの5640m付近のトラフがより深まりをみせている。

また、衛星赤外画像を見ると、長江河口付近から黄海付近でバルジが解析され、低気圧の発生が推定される。

低気圧の中心はバルジの付け根のやや東に推定。

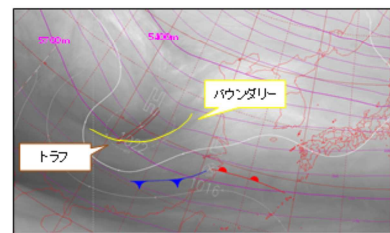
1. 発生期 ②(高層天気図解析)

(1)1月21日12UTC



高層天気図 緑矢印:強風軸、水色領域:風速120kt以上、茶色二重線:トラフ、L:地上低気圧の位置

- 華中から華南において、
300hPaでは8760m,9360m付近、
500hPaでは5580m,5700m付近に**強風軸**
- 500hPaでは華中付近で**トラフ**が明瞭
- **トラフ**が衛星水蒸気画像の**暗域**と対応
- **トラフ**の**前面**に**低気圧**が位置



21日12UTC 衛星水蒸気画像 8

➡ 今後、低気圧の発達が予想される

300hPaや500hPa高層天気図を見てみると、現在注目している華中から華南にかけての領域は、300hPaの9000mと9360m付近、500hPaの5580mと5700m付近に強風軸が解析できる。

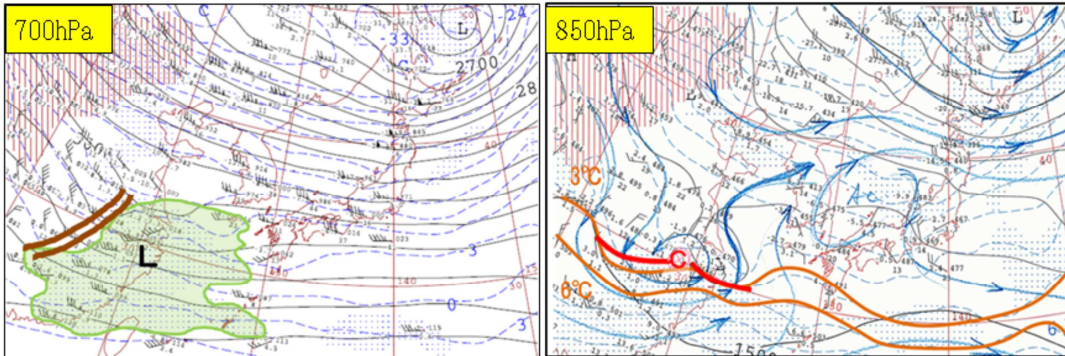
特に500hPaでは図で示した北緯30度・東経113度付近で北西風と西風の風向シアーから、トラフが明瞭となっている。

また、トラフは衛星水蒸気画像の暗域ともよく対応している。

この低気圧は500hPaトラフの前面に当たる南東に位置しており、今後、低気圧が発達していくことが予想できる。

1. 発生期 ②(高層天気図解析)

(1)1月21日12UTC



高層天気図 茶色二重線:トラフ、L:地上低気圧の位置、黄緑領域:湿数 3°C 以下、青矢印:流線、赤線:各高度の前線の位置、C:低気圧性循環

700hPa

- 華南から華中の沿岸域や東シナ海で湿数 3°C 以下の領域が広がる
- 華中ではトラフが明瞭

850hPa

- 上層の強風軸に沿って気温 6°C 付近に等温度線の集中帯⇒ここに前線を解析
- 上海付近の前線上(Cの位置)に低気圧性循環を解析

9

700hPaでは華南から華中の沿岸域や東シナ海で湿数 3°C 以下の領域が広がっている。

また、華中に北西風と西または南西風の風向シアーがあり、トラフが明瞭である。

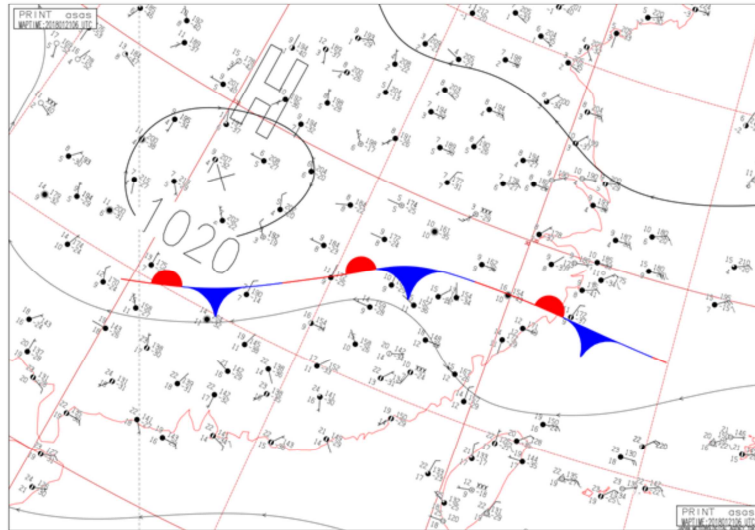
850hPaでは、300hPaや500hPaの強風軸に沿って気温 6°C 付近に等温度線の集中帯が解析できる。

この集中帯の暖気側の縁に沿って前線を解析でき、この北側と南側で風向シアーが明瞭である。

また、流線解析を行うと、上海付近の前線上(Cの位置)に低気圧性循環を解析できる。

1. 発生期 ③(低気圧の解析・前線解析の根拠)

(1)1月21日06UTC



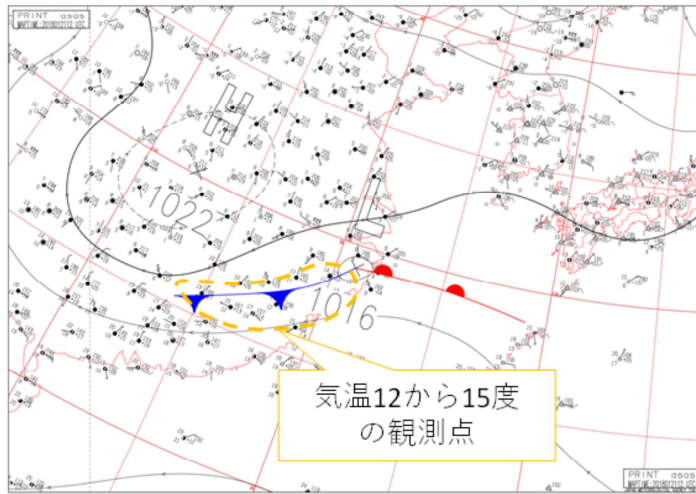
- 雲バンドの南側では地上気温が15°C以上である一方、北緯28度より北側や内陸部では地上気温が9°Cの地点が多く、温度の集中帯が顕在化
- そのため、地上気温12~15°Cを目安に前線を解析

10

最終的に解析された1月21日06UTCの地上天気図である。
 同時刻の衛星赤外画像や衛星可視画像で示した雲バンド付近の地上観測を見てみると、雲バンドの南側では地上気温が15°C以上である一方、北緯28度より北側や内陸部では地上気温が9°Cの地点が多く、等温度線の集中帯が顕在化している。
 そのため、地上気温12~15°Cを目安に前線が解析できる。

発生期 ③ (低気圧の解析・前線解析の根拠)

(2) 1月21日12UTC



- 気温12～15℃付近に**温度の集中帯**
850hPaの等温度線の集中帯に概ね対応
- 華南の沿岸部に**水蒸気の集中帯**
内陸地点では露点温度が11℃未満が多いが沿岸地点は11℃から12℃以上と高く、湿数も小さい
- この集中帯は上層のトラフの前面にあたる南東に位置するなど、**トラフとの対応**もよい
- 地上の**風向風速**にも着目し、地上気温12～15℃に沿って図中の位置に**前線**を解析

- **温暖前線**と**寒冷前線**として解析
 - 地上の等圧線解析を行うと前線上の北緯29度・東経121度付近に**低気圧**を解析し、中心気圧は**1016hPa**
 - 気圧の谷が上層に向かって**西に傾いている**
- 今後、低気圧の発達予想される

前線に動きがある

850hPaの低気圧解析位置に概ね対応

低気圧の位置が上層の低気圧の前面に位置

11

最終的に解析された1月21日12UTCの地上天気図である。

地上観測では、東シナ海沿岸では気温12℃から15℃の地点が多く（橙色破線部分）、気温12～15℃付近に等温度線の集中帯が確認できる。

また、内陸では露点温度が11℃未満の地点が多いが、沿岸の地点では11℃から12℃以上と高く、しかも湿数も小さくなっており、華南の沿岸部に水蒸気量の大きな変化も確認できる。

このように気温12℃付近にみられる等温度線の集中帯は、850hPaの等温度線の集中帯に概ね対応している。

この集中帯は上層のトラフの前面にあたる南東に位置するなどトラフとの対応もよい。これらに加えて地上の風向風速にも着目して、地上気温12～15℃に沿って図中の位置に前線を解析した。

また、850hPaでは北緯30度・東経120度付近に低気圧を解析できるが、地上の等圧線解析を行うと前線上の北緯29度・東経121度付近に低気圧を解析し、中心気圧は1016hPaであった。

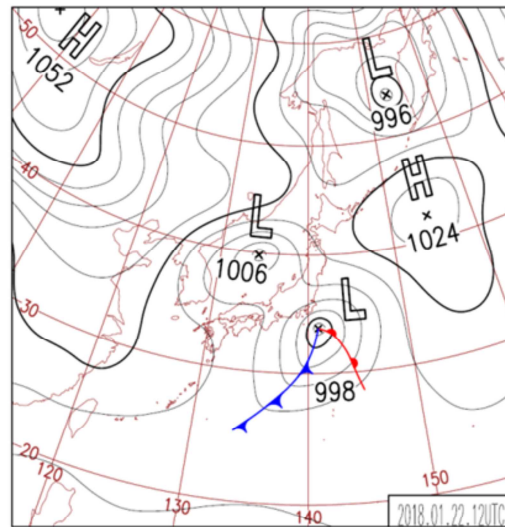
地上の低気圧位置は850hPaの低気圧解析位置及び500hPaのトラフの前面に位置し、気圧の谷が上層に向かって西に傾いている。

したがって温帯低気圧の発生期から発達期の特徴がみられ、低気圧が今後発達することを示唆している。

また、これまで停滞前線として解析していた前線は、その動きから温暖前線と寒冷前線として解析した。

2. 発達期の特徴

- 東シナ海を東進⇒発達しながら日本の南を東北東に
- 低気圧の中心気圧は、**1012hPaから984hPa**まで発達
- 最大風速は**75kt**に
- 寒冷前線が南西諸島と伊豆諸島を通過。地上でも風向の変化等を観測



12

発達期 1月21日18UTC～22日18UTC

発生した低気圧と前線は、22日朝には東シナ海を東進した。

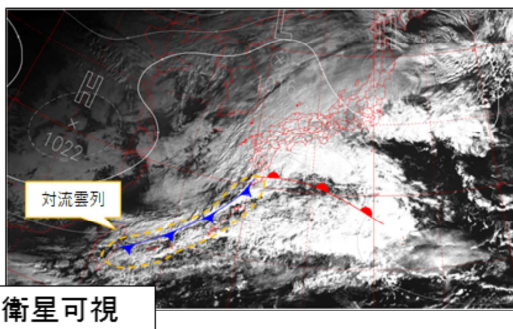
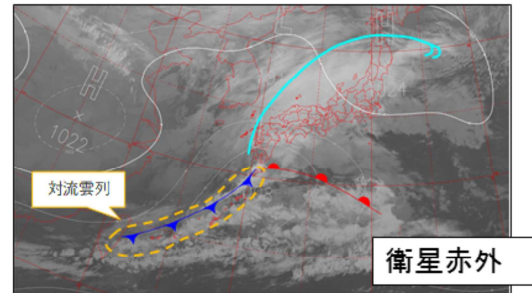
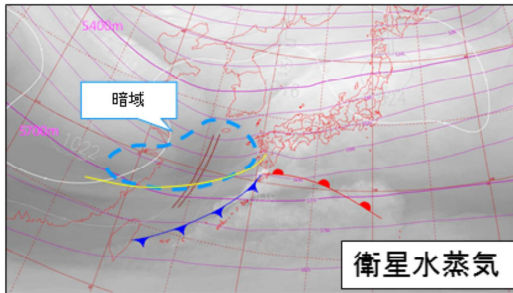
その後、発達しながら日本の南を東北東に進み、23日朝には日本の東に達した。

その間、低気圧の中心気圧は、1012hPaから984hPaまで発達し、最大風速は75ktに達した。

また、日本付近を進む間、寒冷前線が南西諸島と伊豆諸島を通過し、地上でも風向の変化等が観測された。

2. 発達期 ①(衛星画像解析)

(1)1月22日00UTC



- 水蒸気画像 **暗域**と**トラフ**がさらに明瞭
- 赤外画像 **バルジ**が明瞭で**低気圧中心**位置を示唆
- **寒冷前線**に相当する**対流雲列**
- 対流雲列は可視画像でも確認

13

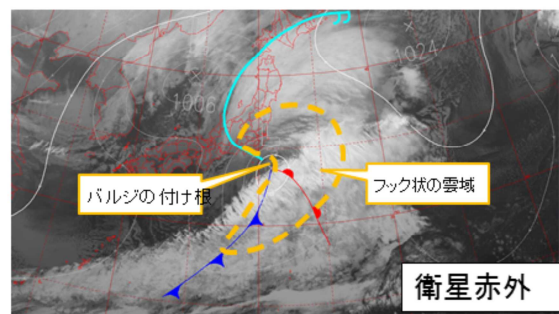
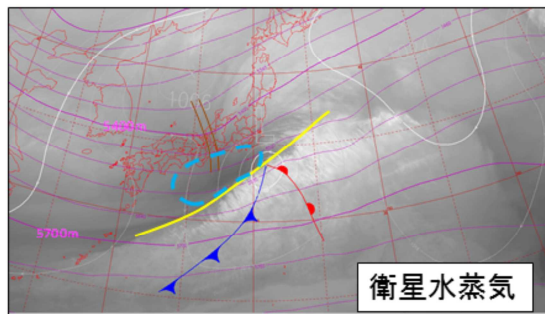
衛星水蒸気画像では、バルジの付け根の西側にあたる東シナ海で、トラフと対応する暗域がさらに明瞭となった。

衛星赤外画像では、対馬海峡から東北地方にかけてのバルジが明瞭となったほか、南西諸島に寒冷前線に相当する対流雲列がみられる。

この対流雲列は衛星可視画像でも粒状の雲列として確認でき、前線による対流雲の発達を示唆している。

2. 発達期 ①(衛星画像解析)

(2)1月22日12UTC



- **暗域**が西日本から東日本に達している
- **バウンダリー**は直線的な形状が明瞭に⇒中層の強風軸の位置を示唆
- **バルジ**がさらに明瞭となり、バルジの付け根のやや東に**低気圧中心**を推定

雲域（明域）と暗域の境界であるバウンダリーに強風軸が位置。ジェット気流平行型。

14

衛星水蒸気画像では、東シナ海の暗域が西日本から東日本に達している。暗域と明域の境界であるバウンダリーは直線的な形状を明瞭にしている。

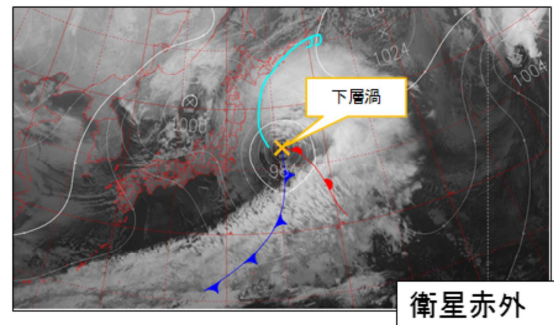
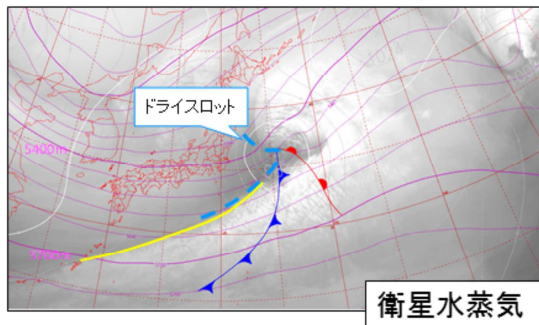
これは中層の強風軸に伴う雲域（明域）と極側の暗域との境界となっており、ジェット気流平行型（気象衛星センター，2002）と呼ばれる。

バウンダリーは中層の強風軸の位置を示唆し、トラフが深まっていることを示している。

衛星赤外画像では、伊勢湾から北日本にかけてのバルジがさらに明瞭となり、低気圧中心はバルジの付け根のやや東の伊豆諸島付近に推定される。

2. 発達期 ①(衛星画像解析)

(3)1月22日18UTC



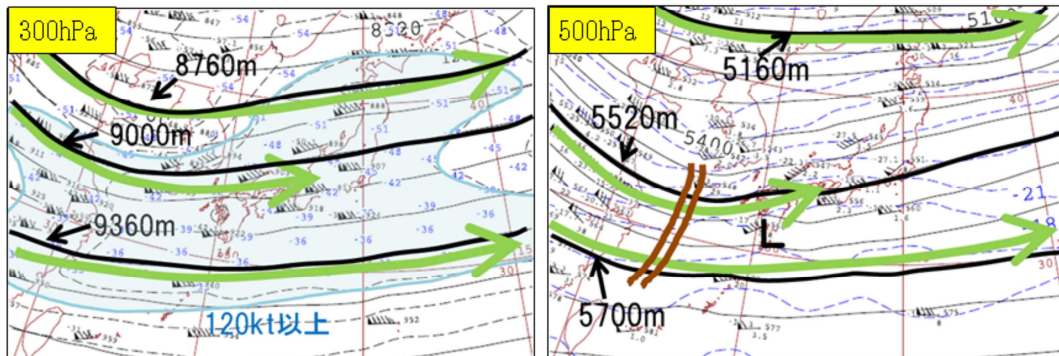
- **ドライスロット**が明瞭 低気圧中心に暗域が入り込む
 - **バウンダリー**が顕著に
 - 発達**の最盛期**を迎えつつある
 - バルジの付け根付近の**下層渦**が明瞭 . . .
 - 低気圧の後面に寒冷乾燥気塊が入り低気圧が発達することを示唆
- 閉塞過程に入る直前と考えられる
- 低気圧中心の目安

15

衛星水蒸気画像では、日本の東の北緯37度・東経145度付近の雲域で、低気圧中心に暗域が入り込むドライスロットが明瞭となり閉塞過程に入る直前と考えられる。これらのことより、低気圧は発達**の最盛期**を迎えつつあることが推察される。衛星赤外画像では、バルジの付け根付近の北緯37度・東経145度付近の**下層渦**が明瞭で、地上低気圧の目安となる。

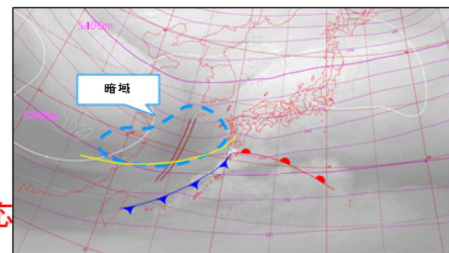
2. 発達期 ②(高層天気図解析)

(1)1月22日00UTC



高層天気図 緑矢印:強風軸、水色領域:風速120kt以上、
茶色二重線:トラフ、L:地上低気圧の位置

- ・300hPaでは9000m,9360m付近、
500hPaでは5520m,5700m付近に**強風軸**
- ・低気圧に対応する5520m付近の強風軸は
次第に高度場を下げ、**北側の高度線へシフト**
- ・5520mの強風軸は衛星水蒸気画像の**バウンダリーと対応**
- ・黄海から東シナ海にかけて深い**トラフ**があり、
衛星水蒸気画像の**暗域と対応**
- ・トラフの**前面に低気圧**が位置 **低気圧が発達段階**



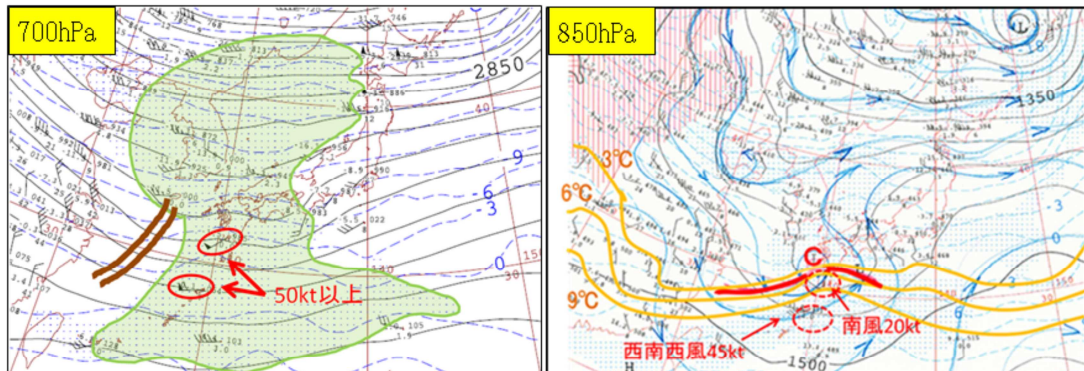
22日00UTC 衛星水蒸気画像

16

300hPa ・ 500hPa 天気図で強風軸解析を行うと、300hPaでは8880mと9360m付近、500hPaでは5520mと5700m付近に風速の極大があつて、強風軸を形成している。500hPaの強風軸は衛星水蒸気画像で示したバウンダリーと対応している。また、低気圧に対応する5520m付近の強風軸は次第に高度場を下げ、北側の高度線へシフトしている。黄海から東シナ海にかけて500hPa 5460~5700mの深いトラフが見られ、華南の西北西の流れと西日本付近の西南西の流れでの風向シアーも明瞭である。このトラフは衛星水蒸気画像の暗域とも対応している。後述する地上気象観測による低気圧解析位置はトラフの南東にあり、低気圧が発達段階であることを示唆する。

2. 発達期 ②(高層天気図解析)

(1)1月22日00UTC



高層天気図 茶色二重線:トラフ、L:地上低気圧の位置、黄緑領域:湿数3°C以下、青矢印:流線
赤線:各高度の前線の位置、C:低気圧性循環

700hPa

- 西日本から南西諸島に沿って湿数3°C以下の領域が広がる

名瀬や鹿児島では
非常に強い西・西
南西の風が観測

850hPa

- 九州西海上に低気圧性循環⇒この付近に低気圧を解析
- 気温6°C付近に等温度線の集中帯⇒ここに寒冷前線を解析
- 鹿児島では850hPaは南風で700hPaは西南西風⇒風向が高度とともに時計回りの回転⇒この間の高度で暖気移流
- 低気圧後面では流線が等温度線に直交⇒寒気移流

低気圧の発達を示唆

17

700hPa天気図では、西日本から南西諸島に沿って湿数3°C以下の領域が広がっている。

また、鹿児島や名瀬では50kt以上の非常に強い西または西南西の風が観測されている。

850hPa天気図では、鹿児島で南の風20ktが観測されるなど、九州西海上の北緯33度・東経128度付近に低気圧性の回転がみられることから、この付近に低気圧を解析できる。

鹿児島の700hPaの風向は西南西で、850hPaから見ると時計回りに風向が変化していることから、この間の高度で平均して風が暖気側から寒気側に吹いており、暖気移流が強いことを示している。

このことから、低気圧の前面で暖気移流が強くなっている。

また、低気圧の後面では、850hPaの流線が気温6°Cの等温度線にほぼ直行しており、寒気側から暖気側の流れとなって寒気移流場となっている。

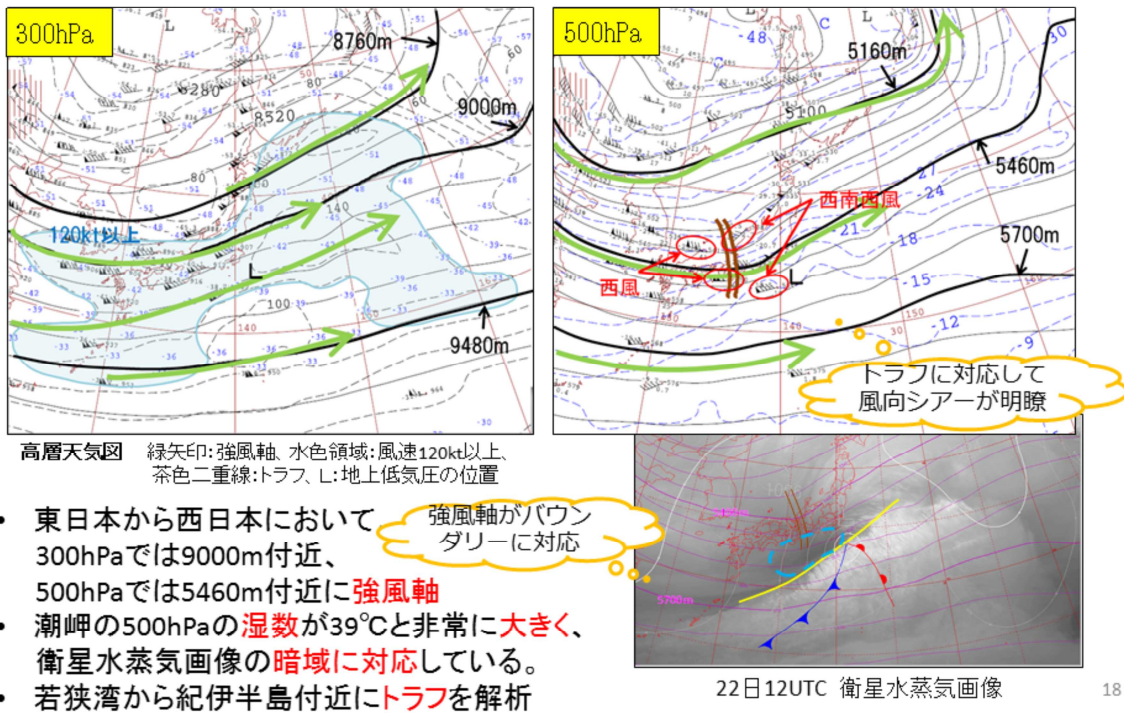
このことから、低気圧が発達することを示唆している。

気温6°C付近に等温度線の集中帯がみられ、北西と南西の風向シアーもあることから、これに沿って850hPa面での寒冷前線を解析できる。

前線の南側は湿数3°C以下の湿った領域となっている。

2. 発達期 ②(高層天気図解析)

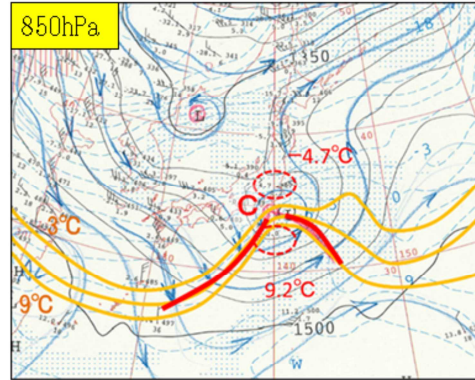
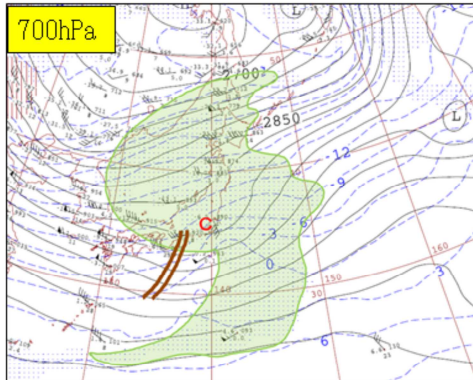
(2) 1月22日12UTC



300hPaでは9000mと9120~9360m付近等に強風軸が解析される。
 また、500hPaでは5460mと5700m付近等に強風軸が解析される。
 300hPa9120~9360m付近の強風軸は、衛星水蒸気画像のバウンダリーとよく対応している。
 500hPaでは若狭湾から紀伊半島付近にトラフが解析でき、高層観測をみると潮岬や松江では西風が観測されているのに対し、それより東側の輪島や八丈島では西南西の風となっており、風向シアーがみられる。
 また、潮岬では湿数が39.0°Cと非常に大きく乾燥域となっていて、水蒸気画像で暗域部分とよく対応している。

2. 発達期 ②(高層天気図解析)

(2) 1月22日12UTC



高層天気図 茶色二重線:トラフ、黄緑領域:湿数3°C以下、青矢印:流線、赤線:各高度の前線の位置、C:低気圧性循環

700hPa

- 伊勢湾から北日本に湿数3°C以下の領域が広がり、赤外面像での下層雲に対応
- 伊豆諸島から小笠原諸島を通過して南大東島付近にも湿数3°C以下の領域が広がる
- 関東地方付近で明瞭な低気圧性循環

850hPa

- 伊豆諸島付近で明瞭な低気圧性循環
- 館野と八丈島の気温差が13.9°Cと大きく、温度傾度が大きくなっている⇒暖気移流
- 低気圧後面では流線が等温度線に直交⇒寒気移流

低気圧後面では、潮岬で湿数が5.0°C等、乾燥もしている

引き続き低気圧が発達段階

19

700hPa天気図では、伊勢湾から北日本に湿数3°C以下の領域の膨らみがみられ、衛星赤外面像でもみられた下層雲が広がっている様子がわかる。

また、伊豆諸島から小笠原諸島を通過して南大東島付近にかけても湿数3°C以下の領域が広がっている。

風の観測をみると、関東地方付近で明瞭な低気圧性循環がみられる。

850hPa天気図では、700hPaと同様に、伊豆諸島付近で明瞭な低気圧性循環がみられる。

また、低気圧前面では南東からの流線が気温6°Cの等温度線と直行して暖気移流が強まっている。

館野の気温-4.7°Cに対して八丈島の気温は9.2°Cとなっており、200kmほどの距離に14°C近い温度差が生じるなど、水平温度傾度も大きくなっている。

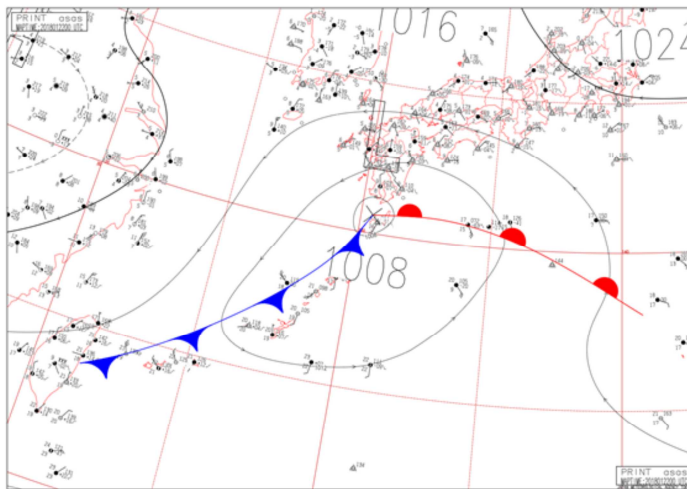
また、低気圧後面では北西からの流線が気温6°Cの等温度線と直行して寒気移流が強まっており、引き続き低気圧が発達していることを示している。

6°C線は低気圧中心から南西にのびているが、潮岬の湿数が5.0°Cとなっているなど低気圧より西側は乾燥しており、850hPaより下層では寒気を伴う乾燥域がさらに南下している可能性がある。

2. 発達期 ③(低気圧の解析・前線解析の根拠)

地上観測データ

(1)1月22日00UTC



東シナ海の500hPaトラフの東に位置しており、対応がよい

- 地上の等圧線解析の結果、屋久島の北の海上に1008hPaの**低気圧**を解析
- 地上気象観測で、**寒冷前線**は20°C付近に解析(この南北で気温の傾度が大きい)
- 前線の北側で北西風が卓越
- **温暖前線**は、船舶データの風向から推定

850hPaの気温6°C
付近の等温線集中
帯も前線の目安

20

地上の等圧線解析の結果、屋久島の北の海上に1008hPaの低気圧を解析できる。この位置は東シナ海の500hPaトラフの東に位置しており、トラフとの対応がよい。

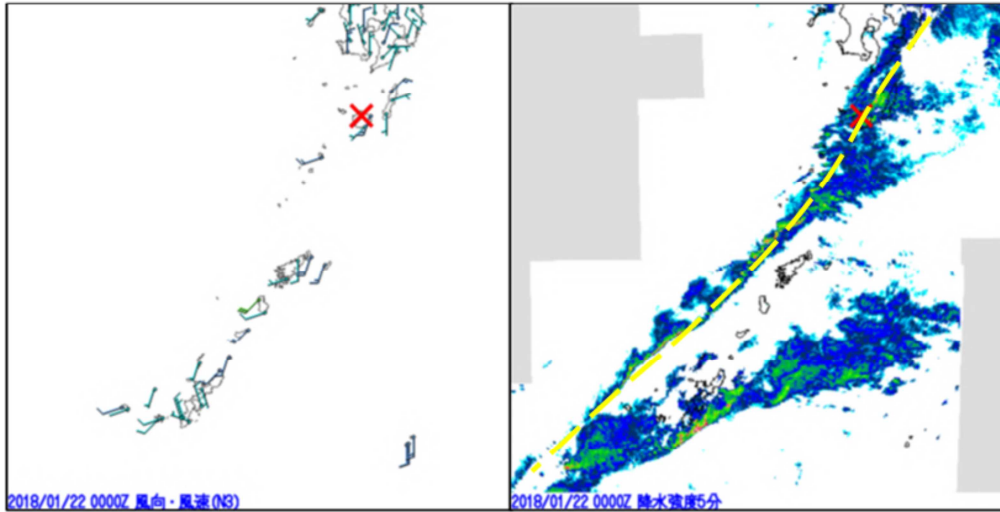
寒冷前線は、850hPaの気温6°C付近の等温度線の集中帯が地上の前線の目安となる。

低気圧と前線は、850hPa面での低気圧と前線の100km程度南東に存在し、高層解析との対応もよいことから、この位置に前線と低気圧を解析する。

2. 発達期 ③(低気圧の解析・前線解析の根拠)

(1)1月22日00UTC

その他データ



アメダス風向風速 赤色の×:低気圧の位置

レーダーエコー
赤色の×:低気圧の位置 黄色の破線:寒冷前線

- 低気圧中心位置でアメダスの風向が低気圧性の変化
- 寒冷前線に沿ってレーダーエコーがのびる
- アメダスの風向変化と寒冷前線に対応するレーダーエコーの走向が一致

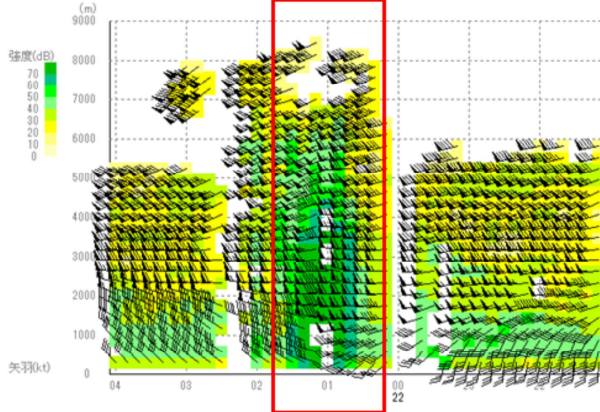
21

アメダスの風向もこの付近で低気圧性の変化を示している。
これは、低気圧中心から南西諸島に向かってのびる降水エコーの走向とも一致している。
これらは、明瞭な寒冷前線が降水エコーに沿って存在したことを示している。

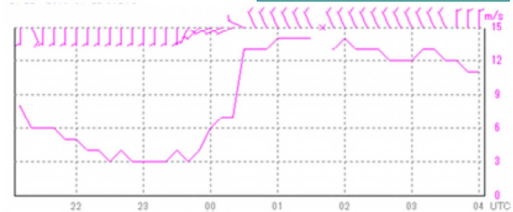
2. 発達期 ③ (低気圧の解析・前線解析の根拠)

その他データ

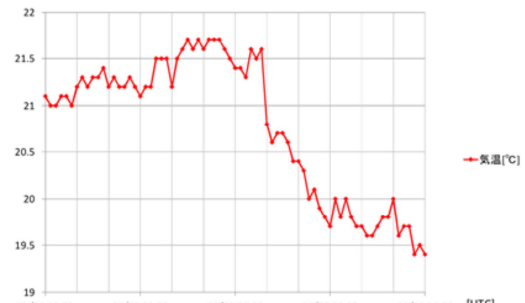
47909 NAZE FUNCHATOG 2018-01-21 22~2018-01-22 04UTC



名瀬のウィンドプロファイル
赤色の枠: 最下層の風向変化が激しい時間帯



北原(屋久島)のアメダスの風向・風速



宮古島アメダスの気温

寒冷前線通過時の変化

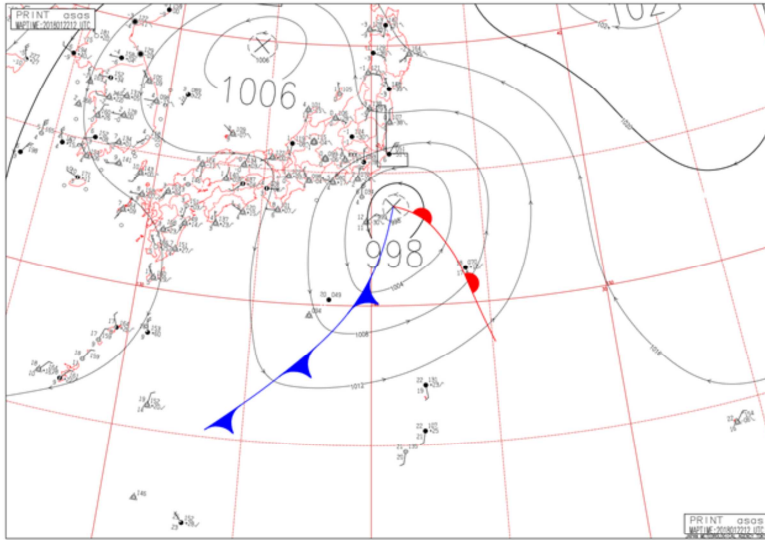
- 名瀬のウィンドプロファイルの最下層の風や、北原(久米島)のアメダスでは、22日01UTC頃には風向が南西から北西へ変わり、風向変化が明瞭 ●● 風速の増大も見られる
- 宮古島のアメダスでは、00UTCから03UTCにかけて、気温が21.4°Cから19.7°Cに下降 22

名瀬のウィンドプロファイルの最下層の風や北原(久米島)のアメダスでは、22日01UTC頃には風向が南西から北西へ変わり、風向変化が明瞭である。さらに宮古島のアメダスでは、00UTCから03UTCにかけて、気温が21.4°Cから19.7°Cに下降した。

2. 発達期 ③(低気圧の解析・前線解析の根拠)

(2)1月22日12UTC

地上観測データ



700・850hPaの
低気圧性の循環も
低気圧の目安

トラフは低気圧中
心に追いつきそう

- 地上の等圧線解析の結果、八丈島の東に998hPaの**低気圧**を解析
- 前線の位置は前述の00UTCと同様の考えで解析

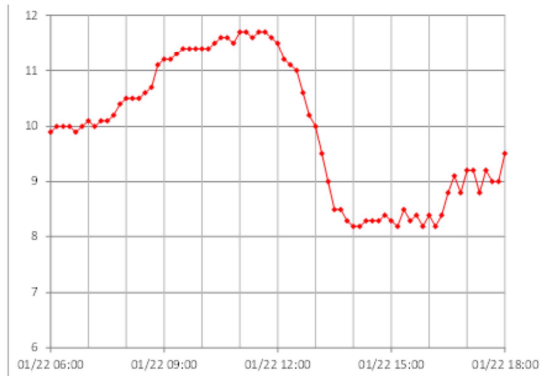
23

地上の等圧線解析を行うと、八丈島の東に998hPaの低気圧が解析できる。
700hPaや850hPaの高層天気図からも地上の低気圧に近い関東地方付近で低気圧性の風の循環が明瞭である。
また、トラフは若狭湾から紀伊半島付近にあり、低気圧中心に追いつきつつある。

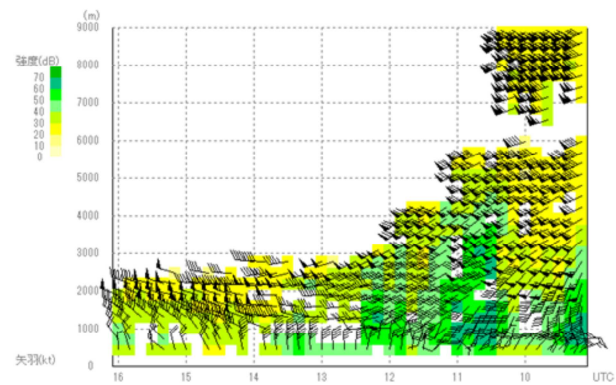
2. 発達期 ③(低気圧の解析・前線解析の根拠)

その他データ

(2)1月22日12UTC



八丈島アメダスの気温



八丈島のウィンドプロファイラ

低気圧・寒冷前線通過時の変化

- 12UTC過ぎに八丈島で明瞭な**気温の降下**
- 八丈島のWPRで、最下層の風が**北東から北西に反時計回りに風向変化**
- 風向が**高度とともに時計回りの回転から反時計回りの回転に変化**
⇒暖気移流場から**寒気移流場に変化**

24

低気圧は八丈島付近か、八丈島のすぐ南を通過したとみられ、八丈島の地上の観測でもその特徴がみられる。

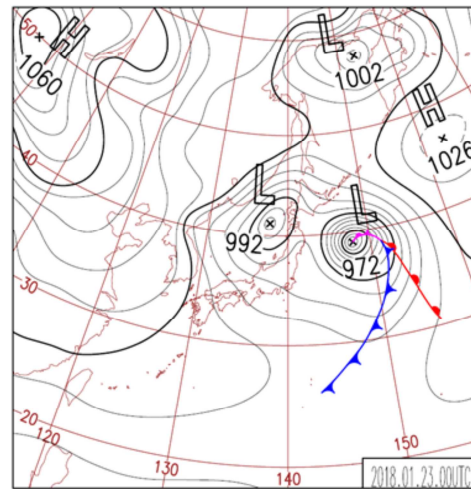
まず、22日12UTCから22日14UTCにかけて、気温が11.5°Cから8.2°Cまで下降し、低気圧通過後の寒気が流入したことを示している。

ウィンドプロファイラの最下層の風向も09UTCから15UTCにかけて北東から北、北から北西に反時計回りに変化して、低気圧の通過を示している。

また、下層における鉛直方向の風向の変化が、09UTCから15UTCにかけて、高度とともに時計回りの回転から反時計回りの回転に変わっていることから、暖気移流場から寒気移流場が変わったことを示している。

3. 最盛期の特徴

- 1月23日00UTCには、低気圧中心は三陸沖に達し**閉塞前線**を形成
- 上層のトラフが深まるとともに地上低気圧も**発達**しながら北東進
- 同日12UTCには低気圧が**閉塞前線をのぼ**しながら千島近海に



25

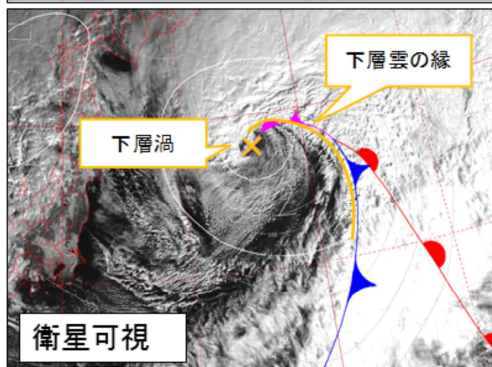
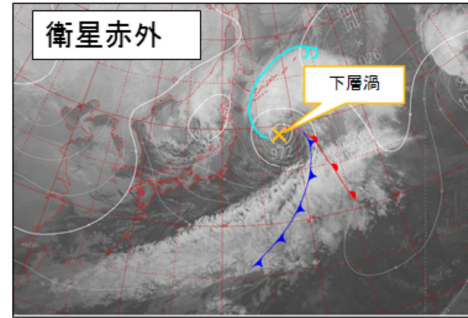
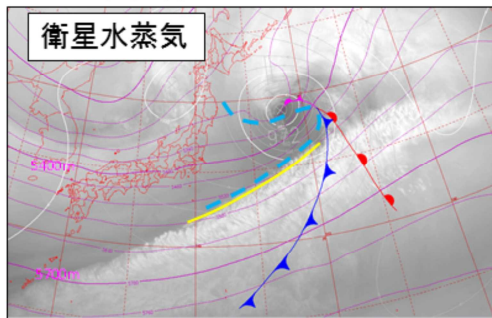
最盛期 1月23日00UTC～23日12UTC

1月23日00UTCには、低気圧中心は三陸沖に達し閉塞前線を形成した。

その後、中心付近への寒気流入が顕著になるとともに発達しながら北東に進み、同日12UTCには低気圧が閉塞前線をのぼしながら千島近海に達した。

3. 最盛期 ①(衛星画像解析)

(1)1月23日00UTC



- ドライスロットがさらに明瞭⇒閉塞過程に
- 赤外ではバルジ、下層渦も明瞭
- 可視では下層渦明瞭⇒低気圧中心位置の目安
- 湾曲した下層雲域も確認できる⇒下層雲の縁が閉塞前線の目安
- 閉塞点は、バウンダリーと閉塞前線の雲域の交点に推定

26

衛星水蒸気画像では北緯40度・東経150度付近のドライスロットが明瞭であることから、低気圧は閉塞過程に入ったことがわかる。

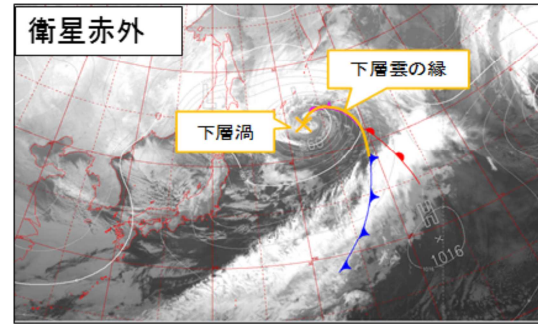
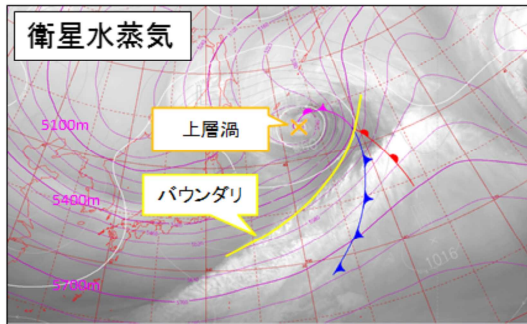
衛星赤外画像では、バルジがまだ明瞭で下層渦もよく見えているが、寒冷前線や温暖前線に対応する雲域はよくわからない。

また、衛星可視画像では低気圧中心に対応した下層渦がさらに明瞭となり、閉塞前線に対応した湾曲した下層雲域が明瞭で、ドライスロット内に寒気に伴う積雲域がみられる。

閉塞点は、衛星水蒸気画像のバウンダリーと衛星可視画像の閉塞前線から寒冷前線に対応した下層雲の縁の交点である北緯38度・東経152度付近に解析できる

3. 最盛期 ①(衛星画像解析)

(2)1月23日12UTC



- 低気圧の直上に上層渦が解析
- 渦管が垂直となり低気圧が最盛期に達した
- 衛星赤外面像では下層渦がさらに明瞭

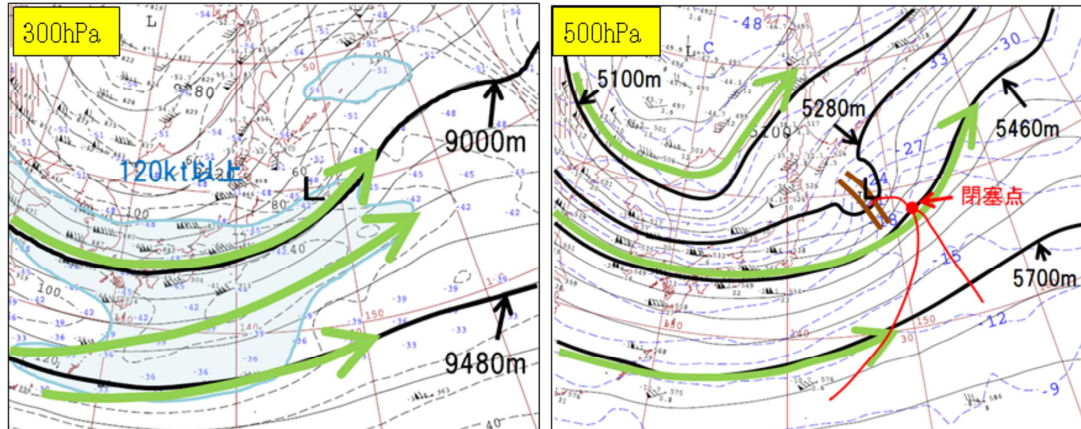
27

衛星水蒸気画像では低気圧の直上に上層渦が解析され、渦管が垂直となり低気圧が最盛期に達したことを示している。

衛星赤外面像では低気圧に対応する下層渦が、北海道東方海上でさらに明瞭となる。

3. 最盛期②(高層天気図解析)

(1) 1月23日00UTC



高層天気図 緑矢印:強風軸、水色領域:風速120kt以上、茶色二重線:トラフ、L:地上低気圧の位置

- トラフの深まりとともに日本付近で**閉界面**が500hPa程度まで**下降**⇒300hPa強風軸不明瞭化
- 東日本から日本の東において、300hPaでは9000m付近、500hPaでは5460m付近に**強風軸**⇒強風軸の**北側に低気圧**が位置
- 500hPaでは5280m付近に上層渦に対応する**トラフ**が位置⇒トラフが**低気圧の直上**に位置

➡ **前線が閉塞し、低気圧が最盛期**

※500hPaの強風軸上に閉塞点を解析

28

300hPa天気図では9000m付近と9240~9360m付近等に強風軸が解析される。特に9240~9360m付近の強風軸は、衛星水蒸気画像のバウンダリーと対応している。

衛星赤外画像や衛星可視画像では低気圧の下層渦が確認でき、それによって、低気圧が強風軸の北側に位置するようになったことがわかる。

また、500hPa天気図では、日本の東の5280m付近に上層渦に対応するトラフがみられ、これが地上の低気圧の直上に位置している。

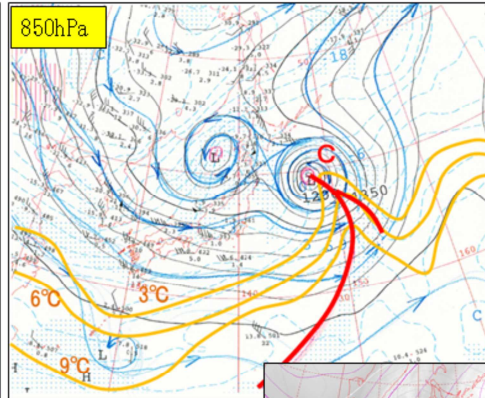
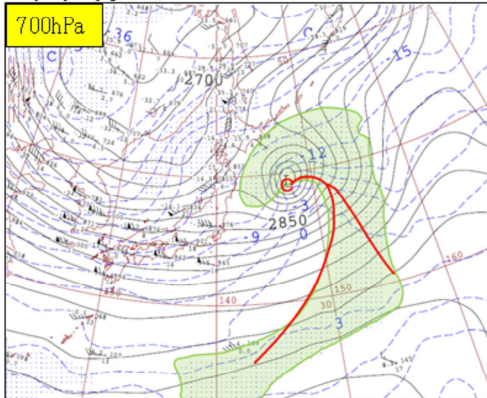
また、強風軸は5460mや5700m付近等に解析され、5460mの強風軸が閉塞点に対応すると考えられる。

500hPaでも300hPaと同様に衛星画像から解析された地上低気圧が強風軸の北側に位置するようになった。

これらのことから、低気圧に伴う前線が閉塞し最盛期に達したことがわかる。

3. 最盛期 ②(高層天気図解析)

(1) 1月23日00UTC

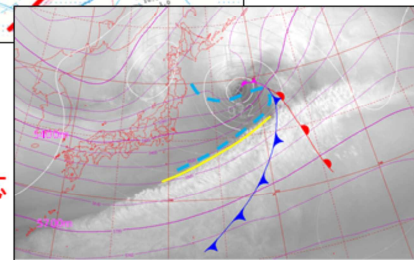


700hPa

- 閉塞前線から寒冷前線付近に沿って**湿り域**が広がる
- 低気圧の中心に向かって西側から**乾いた領域**がのびる
- 乾燥域は衛星水蒸気画像で見られる**ドライスロット**に対応

850hPa

- 3°C~9°Cの**温度線**が南から北に向かって**くさび状**に入る
 ⇒この**温度線の盛り上がり**の頂点と500hPaの5400m付近の**強風軸**との交点に**閉塞点**が解析できる



23日00UTC 衛星水蒸気画像

29

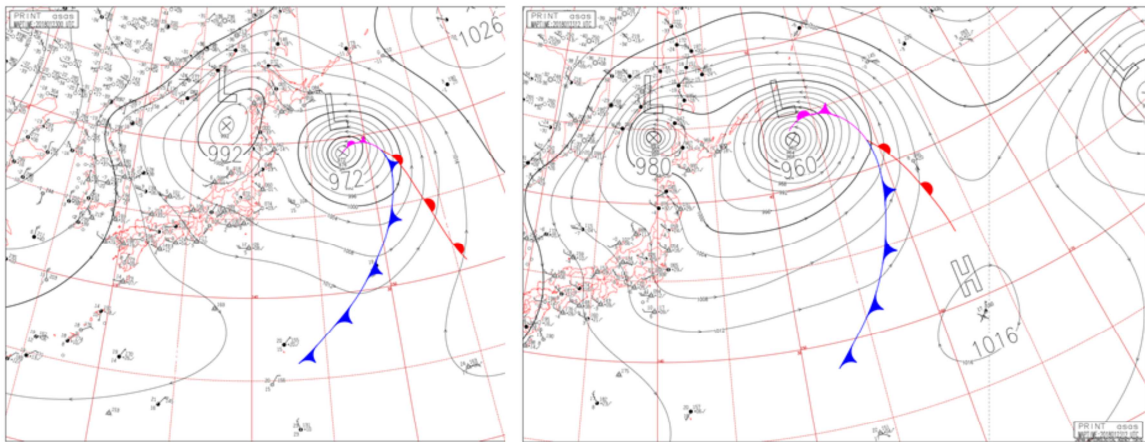
700hPaでは閉塞前線から寒冷前線にあたる領域に沿って、湿り域が解析されている。

また、低気圧の中心に向かって西側から乾いた領域がのびていて、衛星水蒸気画像で見られるドライスロットに対応している。

850hPa天気図では、北緯38度、東経150度付近に3°C~9°Cの温度線が南から北に向かってくさび状に入りこんでおり、この温度線の盛り上がりの頂点と500hPaの5400m付近の強風軸との交点には閉塞点が解析できる。

3. 最盛期 ③(低気圧の解析・前線解析の根拠)

(1)1月23日00UTCから12UTC



- **中心位置**について、低気圧付近の地上観測データはないので、**衛星画像解析**に基づいて決定
- **中心気圧**について、衛星画像で低気圧が明瞭化したことや、周辺の観測値から、低気圧の気圧を低めて、972hPa,960hPaと解析
- **前線**については、衛星解析や高層解析に基づいて決定

①衛星画像解析や
②高層天気図解析
で説明済み

30

22日18UTCから23日00UTC、23日12UTCにかけては海上であるため、低気圧付近の地上気象観測データはない。

ただ、衛星画像から中心位置は明瞭であることから、衛星解析に基づいて低気圧の中心を決定する。

中心気圧については衛星画像で低気圧の発達が顕著であることと、数値予報モデルでも23日夜にかけて低気圧の発達が予想されていることなどから中心気圧をさらに深めて解析する。

その結果、23日00UTCには972hPa、23日12UTCには960hPaとなった。前線についても、地上気象観測データがないことから、衛星解析に基づいて決定する。寒冷前線は、23日00UTCの衛星可視画像の雲バンドに沿って解析した。

この雲バンドは、850hPaの等相当温位線の集中帯にも一致する。

また、父島の850hPaの風向が北西であることから、前線は父島の南に解析した。

閉塞点は、500hPaの強風軸と低気圧近傍の下層雲の縁の交点に解析する。

衛星水蒸気画像においては強風軸と暗域との対応も確認する。

温暖前線は衛星画像からは不明瞭なので、これまでの解析に沿って、850hPa気温6°C付近を参考に、等相当温位線の集中帯と風向シアーも考慮しながら解析する。

閉塞点は、500hPaの強風軸解析を踏まえて、ドライスロット縁辺の対流雲の縁辺と衛星水蒸気画像のバウンダリーの交点に解析できる。

温暖前線は等相当温位線の集中帯の南端と風向シアーから推定した(図略)。

4. 衰弱期の特徴

- 低気圧は千島近海に達し、中心気圧は960hPa
- 閉塞前線が中心から離れて解析
- 低気圧は最盛期を過ぎて衰弱期に
- 上層の寒冷渦の直下に移動
- 中心付近の閉塞前線は徐々に不明瞭化
- 前線を持たない孤立した下層の低気圧性循環へと変化

31

衰弱期 1月23日18UTC～24日06UTC

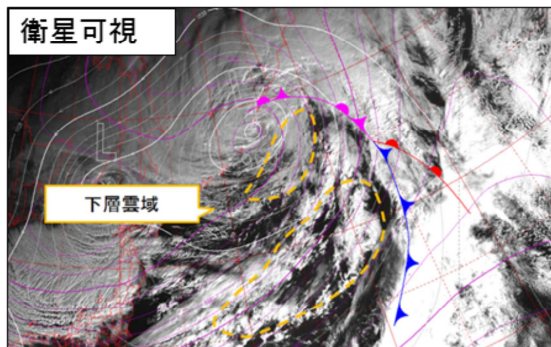
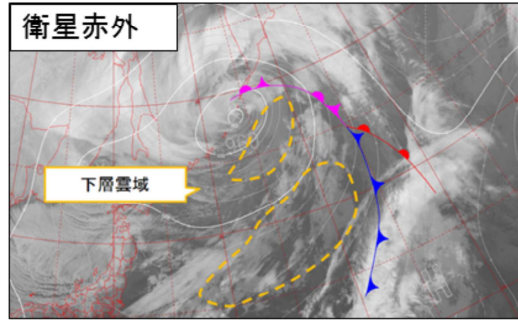
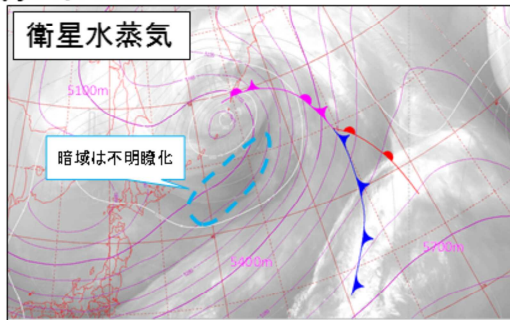
1月23日18UTCには低気圧は千島近海に達し、中心気圧は960hPaまで深まった。

23日12UTCには閉塞前線が中心から離れて解析され、低気圧は最盛期を過ぎて衰弱期に入った。

その後、低気圧は北西に進路を変えて上層の寒冷渦の直下に移動、それとともに中心付近の閉塞前線は徐々に不明瞭化して、低気圧は前線を持たない孤立した下層の低気圧性循環へと変化した。

4. 衰弱期 ①(衛星画像解析)

1月24日00UTC



- これまで明瞭にみられた**バウンダリー**が**不明瞭**
- 低気圧中心付近は**暗域**が**不明瞭**
- 赤外画像(橙色破線)では、明るい灰色
- 可視画像(橙色破線)では明るい灰色の層状の領域⇒**背の低い下層雲**
- 閉塞前線の雲域が不明瞭に
⇒低気圧は**衰弱期**へ

32

衛星水蒸気画像では、これまで明瞭にみられたバウンダリーが不明瞭となり、低気圧中心付近は暗域が不明瞭になった。

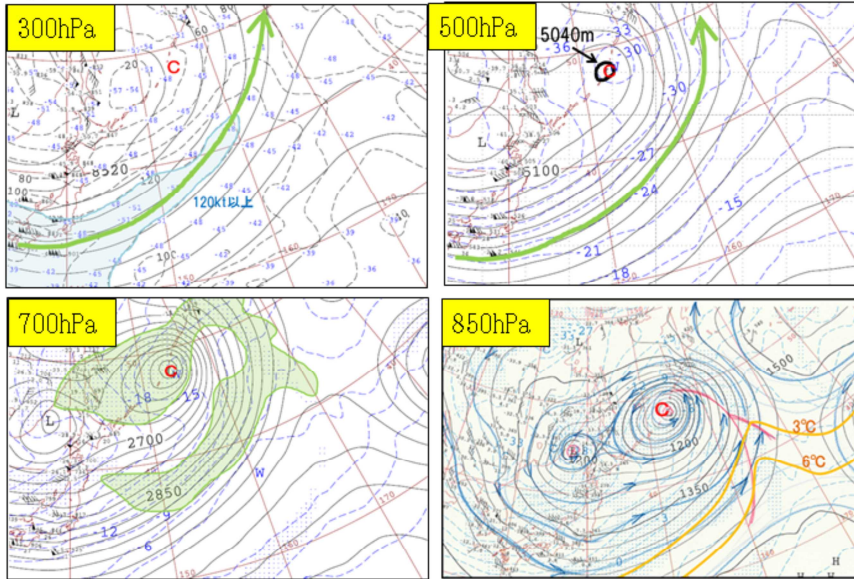
衛星赤外画像では、低気圧の南から南東にかけては明るい灰色となっているが、衛星可視画像では明るい灰色の層状の領域が広がっており、背の低い下層雲に覆われていることがわかる。

また低気圧近傍の下層雲の縁が不明瞭となったことから、閉塞前線が衰弱したと判断した。

以上のことから低気圧は衰弱期に入っていると考えられる。

4. 衰弱期 ②(高層天気図解析)

1月24日00UTC



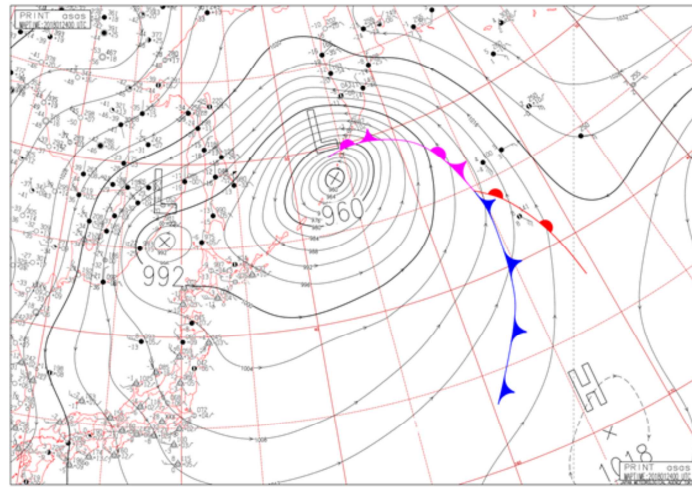
高層天気図 緑矢印: 強風軸、水色領域: 風速120kt以上、黄緑領域: 湿数3°C以下、青矢印: 流線、赤線: 各高度の前線の位置、
C: 低気圧性循環

- 500hPa天気図では、地上の低気圧の直上に5040mの渦がみられる
- 850hPaの等温度線の集中帯が弱まる → 前線が不明瞭

33

500hPa天気図では、地上の低気圧の直上に5040mの渦がみられる。
一方、低気圧の南東側の日本のはるか東では850hPaの気温3°Cと6°Cの間隔が
広くなるなど、最盛期に比べて寒冷前線に対応する850hPaの等温度線の集中
が弱まっていることから、前線が不明瞭になっていることがわかる。

4. 衰弱期 ③(低気圧の解析・前線解析の根拠)



- 中心付近の地上観測データはないが、千島列島の観測から、中心気圧は960hPaに解析
- 衛星画像で閉塞前線に対応する下層雲の縁が不明瞭となり、中心の下層渦が明瞭に確認できるようになったことから、低気圧から閉塞前線を剥離

34

中心付近の地上観測データはないが、千島列島の観測から、中心気圧は960hPaに解析できる。

しかし、最盛期に比べると周辺の等圧線の間隔は大きくなっており、最大風速も55ktと解析した。

衛星画像で閉塞前線に対応する下層雲の縁が不明瞭となり、中心の下層渦が明瞭に確認できるようになったことから、低気圧から閉塞前線を剥離。

急速な発達の原因

- 発生期から発達期にかけて、低気圧の西側に上層のトラフが位置して上層ほど気圧の谷が西に傾いた状態だった
- 発達期から最盛期では、高層気象観測やウィンドプロファイラ、地上の観測などで、低気圧の南側で南または南西の強い風が吹いており、低気圧や前線に向かって下層の暖湿気が流入していた
- 低気圧の西側では寒気の流入が顕著で、前線の南北での温度傾度も大きかった
- 発生期から衰弱期に至るまで低気圧や前線がほとんど海上に位置しており、地形による衰弱がなかった

35

今回取り上げた低気圧は、22日12UTCからの24時間で38hPaも中心気圧が深くなるような急速な発達となり、珍しい現象であったといえる。

急速な発達の要因としては、以下のようなものが考えられる。

- 発生期から発達期にかけて、低気圧の西側に上層のトラフが位置して上層ほど気圧の谷が西に傾いた状態だった。
- 発達期から最盛期では、高層気象観測やウィンドプロファイラ、地上の観測などで、低気圧の前面で暖気移流が強いことが裏付けられた。
- 低気圧の後面では寒気移流が顕著で、前線の南北での温度傾度も大きかった。
- 発生期から衰弱期に至るまで低気圧や前線がほとんど海上に位置しており、地形による衰弱がなかった。

まとめ

- 衛星画像解析や高層天気図解析によって低気圧の発達段階や3次元構造を把握することが重要
- 最終的に地上観測データなどで低気圧中心位置や中心気圧、前線の位置を決定
- 本事例では、日本付近を通過したため、正確な解析ができた
- 数値予報モデルの予想だけに頼らない

36

総観規模の低気圧解析では、衛星画像解析による雲の解析によって低気圧の発達段階を把握すること、高層天気図解析によって、強風軸の位置や下層の温度場を解析して3次元構造を把握することが重要である。

それに加えて、地上観測データなどを詳細に解析することで最終的な低気圧中心位置や中心気圧、前線の位置を決定することができる。

本事例では、日本付近を通過した際に詳細な地上気圧解析が可能であり、中心気圧の急速な発達を捉えることができた。

また、いくつかの観測点では、寒冷前線の通過に伴う気温の下降や、風向風速の急変を捉えることができ、前線位置をより正確に決定することができた。

数値予報モデルの予想だけに頼るのではなく、これらの観測データを丁寧に解析することで、より正確な低気圧の解析を行うことができる。

解析に当たっては、低気圧の発達段階を把握することも大事である。

それによって、低気圧がこれから発達するのか、衰弱に向かうのかを理解してより正確な解析が可能となる。

数値予報モデルと実況の差異を適切に把握することは、よりよい予報作業のために欠かせない。

本資料が日々の予報作業の一助となることを期待する。

理解度をチェックするための問題

天気図の解析手法の説明について、正しい選択肢を選びなさい。

- ① 地上天気図を解析することが目的なので、高層天気図などを使用して3次元構造を把握する必要はない。
- ② 低気圧や前線を解析するために低気圧の発達過程を把握することは重要である。
- ③ 低気圧がどこを通過しても、前線や低気圧の解析精度は同じである。

37

答え②

解説

衛星画像解析や高層天気図解析によって低気圧の発達段階や3次元構造を把握することは重要。

最終的に地上観測データなどで低気圧中心位置や中心気圧、前線の位置を決定。

本事例では、日本付近を通過したため、正確な解析ができた。

理解度をチェックするための問題

本事例における天気図解析の説明について、誤っている選択肢を選びなさい。

- ① トラフの前面に地上の低気圧が位置し、急速に低気圧が発達した。
- ② 低気圧周辺の温度移流が顕著でないにもかかわらず低気圧が発達した。
- ③ 低気圧が海上を通過し、陸地における摩擦による衰弱がなく発達した。

38

答え②

解説

発生期から発達期にかけて、低気圧の西側に上層のトラフが位置して上層ほど気圧の谷が西に傾いた状態だった。

発達期から最盛期では、高層気象観測やウィンドプロファイラ、地上の観測などで、低気圧の南側で南または南西の強い風が吹いており、低気圧や前線に向かって下層の暖湿気が流入していた。

低気圧の西側では寒気の流入が顕著で、前線の南北での温度傾度も大きかった。

発生期から衰弱期に至るまで低気圧や前線がほとんど海上に位置しており、地形による衰弱がなかった。

参考

本事例における、発達ステージ毎の低気圧・前線の解析ポイント、及び発達過程の判断ポイント

	① 衛星による解析			② 高層データによる解析			③ 地上データによる解析			④ その他データによる解析	
	低気圧の解析	前線の解析	発達過程の判断	低気圧の解析	前線の解析	発達過程の判断	低気圧の解析	前線の解析	発達過程における特徴など	低気圧の解析	前線の解析
1. 発生期（大陸から東シナ海）	・バルジの付け根	・薄い雲域内	・バルジ、槽域、 パウンダリーの形成	・低気圧性槽域	・等温線集中等	・トラフの深まり ・トラフ前部に低気圧	・等圧線解析	・温位、水蒸気集 中等 ・風向風速	・停滞前線発生 ・前線上に低気圧発生		
2. 発達期（日本の南岸） <small>※日本付近のための気層データが豊富</small>	・ドライスロット ・下層渦 ・バルジの付け根	・対流管列	・ドライスロット、 下層渦の形成 ・バルジ、槽域、 パウンダリーの明 瞭化	・トラフ前部 ・低気圧性槽域	・等温線集中等	・トラフの深まり ・トラフ前部に低気圧 ・低気圧対応の強 風軸が北側へシフト ・速度移流の強化 ・低気圧後部の羽 根の低下	・等圧線解析	・速度線集中等 ・風向風速（温フ レ不明瞭）	・温位、寒冷前線 低気圧性槽域	・アメダス風向の 低気圧性槽域	・レーダーエコー ・ウィンドプロ ファイア、アメダ ス風向変化 ・アメダス気温変 化
3. 最盛期（日本の東） <small>※海上のための気層観測データがほぼ無い</small>	・下層渦	・閉塞前線：湾曲 した下層渦の縁 ・閉塞点：パウン ダリーと閉塞前線 の裏側の交点	・ドライスロット ・下層渦、バル ジの明瞭化		・盛り域と形域域 の境界 ・閉塞点：強風軸 と速度線の弱気軸 の交点	・強風軸の北側に 低気圧 ・トラフが低気圧 の直上		・風向	・閉塞前線化		
4. 衰弱期（千島近海） <small>※海上のための気層観測データがほぼ無い</small>	・下層渦	・下層渦の縁	・パウンダリー、 槽域の不明瞭化 ・雲頂低下			・地上低気圧の直 上に地上低気圧 ・速度線集中等の 不明瞭化			・閉塞前線が低気 圧から離れる		

※最盛期や衰弱期は、海上で直接観測データが少ないので、数値予報も参考にした