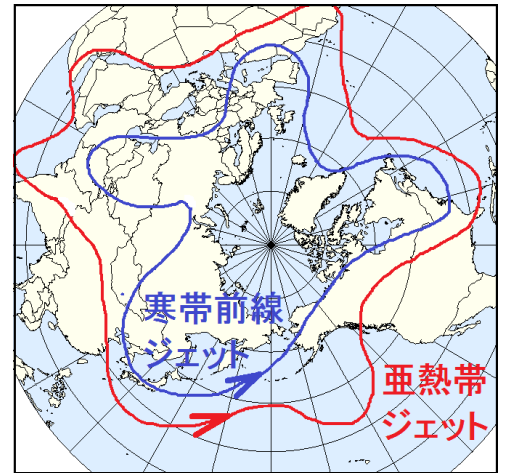


冬期の荒天を1分間(?)で予測する方法

気象庁の発表によれば、2017年のこの冬はラ・ニーニャ現象が発生しているようで、ラ・ニーニャ現象が発生している冬期には、日本列島の上空では偏西風が蛇行する度合いが大きくなることが知られています。偏西風の蛇行南下は日本列島の上空に寒気を呼び込み、その結果平地でも寒い冬になりますが、特に偏西風が日本付近で大きく南側に蛇行南下する時には、日本列島の脊梁山脈の日本海側の高山では大荒れの天気になります。冬期の高山は風雪などの厳しい天候が普通ですが、上空に厳しい寒気が入れば大気の対流活動が活発になって強い積乱雲が発生し、山は暴風雪が荒れ狂うこととなります。 (偏西風の蛇行の様子⇒)

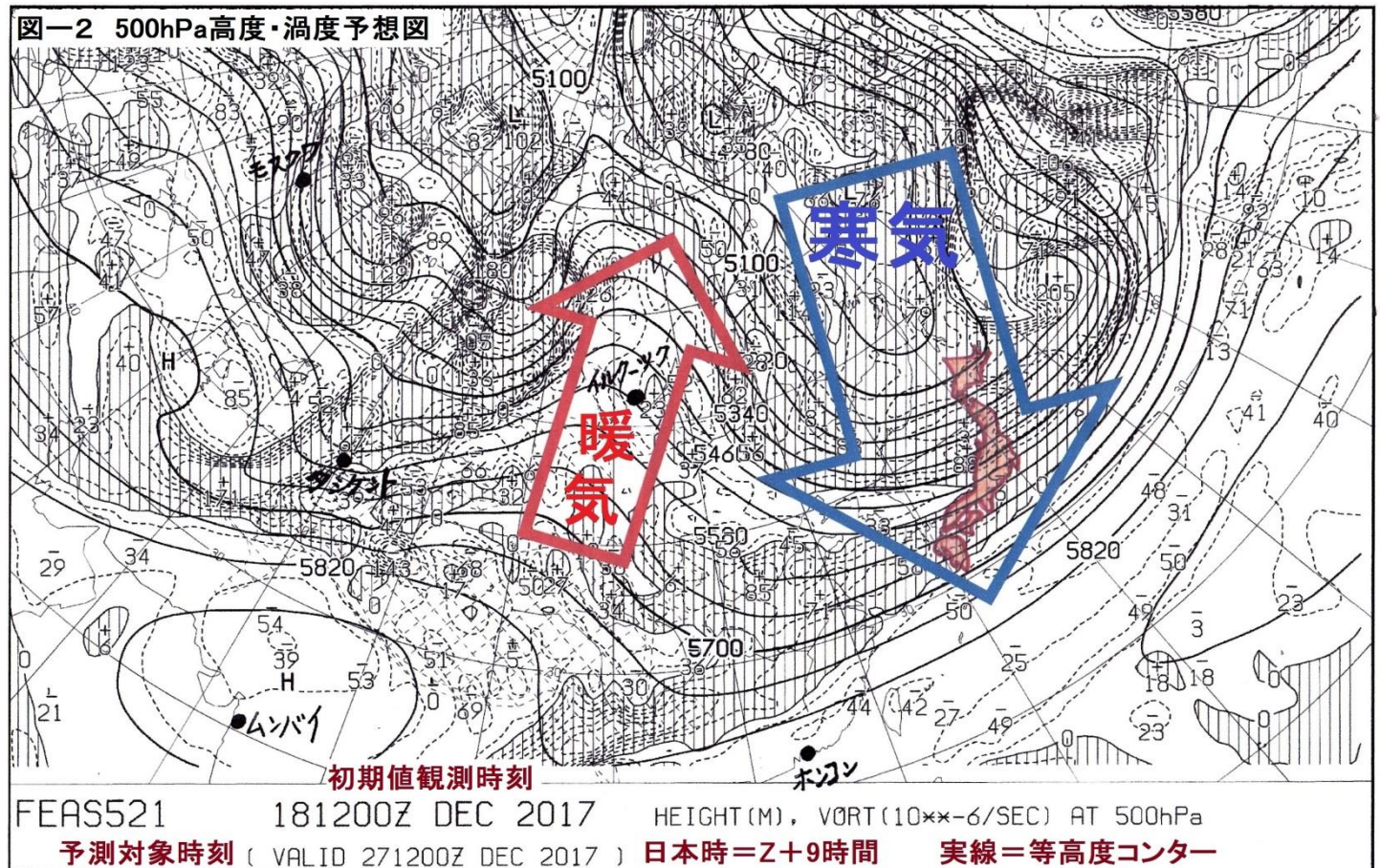


(図-1 偏西風蛇行の様子)

さて、日本列島の上空に寒気が入るかどうかの予測はどのようにすればできるのでしょうか。我々が山行の日程計画を作成する場合、一般的には気象庁や気象会社が発表する天気予報を参考にして日程を決める場合が多いと思いますが、殆どの天気予報は週間予報しか発表されず（日本気象協会の天気予報は10日間予報ですが・・・）、山行の日程を検討する場合にはちょっと予報期間が短いですね。また、発表される天気予報は予測した結果だけの発表ですから、求める解答を自分で考えるのではなく、他人が出した解答をそのまま右から左に取り込むだけという何とも淋しい解決策となります。まさに、欲しい結果が直ぐに手に入る一方、自分で考えて解答を出していくという思考力はドンドンと減退していくという悲しいことでもありますね。

マ、余談はともかく、どのような天気図の場合に大陸からの寒気が日本上空に流入して来るのかが分かれば、概略ですが、日本の脊梁山脈の日本海側の高山の荒れ具合が予測できますし、またその天気図の推移を追えば天気の推移の予想も分かってきます。そのような訳で、ここでは最長11日先までの予測が僅か1分間でできる荒天予測の方法を紹介します。まずは下の天気図をご覧ください。

(天気図引用：気象庁ホームページ[数値予報天気図]。地名、矢印、語句等は筆者追記、後記の図-3、4も同様)



ちょっと見慣れない天気図ですが、これは気象庁が数値計算で予測した「アジア地上気圧、850hPa 気温/500hPa 高度・渦度予想図」(FEAS) と呼ばれている予想図の内、「500hPa 高度・渦度予想図」を抜き出したものです。これは全球を 20km メッシュに分割して数値計算した数値をそのまま図化したもので、24 時間毎に 264 時間 (11 日) 先までの予想図で、毎日 1 回更新されます。

この天気図は気象庁の HP から誰でも自由に閲覧できます (<http://www.jma.go.jp/jp/metcht/suuchi.html>)。

何故ここで 500hPa の高層天気図を使うかという、500hPa の上空 (上空約 5,000~6,000m) が大気の対流圏を代表する高度であるからです。

種々の線がゴチャゴチャと輻輳して地形が見づらいので、日本の位置とその他の若干の地名を補記しました。画面中央最上部が北極、左下がインド、中央下部がベトナム北部、左端上部が東欧、右端上部がベーリング海です。

この予想図に描かれている実線は気圧 500hPa (日本付近では上空約 5400m 付近) の等高線、破線とハッチは渦度という気象要素を表わしています。渦度も擾乱の重要な指標のひとつですが話を簡単にするために割愛し、ここでは、実線の等高線だけに着目し、その蛇行の具合によって荒天かどうかを予測します。

ちょっと話がややこしくなりますが、気圧は、同じ高度でも気温などによって異なります。例えば、気温が低い北極上空では 500hPa の気圧面は高度 5000m 付近に存在するのに対して、暖かい赤道付近では北極より 1000m も標高が高い高度 6000m 付近にあります。日本付近では高度 5400m 前後になっています。これは同じ空気でも気温が低い空気は重く、逆に気温が高い空気は軽いので、同じ底面積で同じ重量の気柱の柱の高さを比べた場合、気温が低い気柱は柱の高さが低く、逆に気温が高い気柱は高くなっているためです。

この予想図では、波打っている気圧 500hPa 面に広げた風呂敷が場所によって波打っており、波打っている風呂敷の布の高低が同じ気圧 500hPa 面の高度を表わしているということになります。図で 5100 とか 5820 とかと記載されている数値がその地点の気圧 500hPa 面の高度です。

さて、ちょっと前置きが長くなりましたが、本論に戻りましょう。線がゴチャゴチャしているのでちょっと見づらいのですが、等高度線である太い実線の蛇行の具合に注目しましょう。画面の西 (左側) から東 (右側) へ眺めていくと、ウズベキスタンのタシケント付近ではこの実線が南側に凸状に南下し、そこから東に進むにつれて段々と北側に凸状に北上、この北側への凸状の蛇行はモンゴル、ロシアのイルクーツクから更に北部の中央シベリア、北極圏の近くまで達しています。更に東に進むと再び南下蛇行するようになり朝鮮半島や日本列島付近で南下が最大に達し、千島列島の東海上で反転してベーリング海では北上蛇行に変化するというパターンを辿っています。

このような 500hPa 面の高度コンターの蛇行は偏西風帯の蛇行 (図—1、これは他日の例) と似たようなパターンになっており、また、天気図の観点からは高度 500hPa の気圧配置図でもあります。図で南側に凸状になっている部分が上空 500hPa の「気圧の谷」、逆に北側に凸状になっている部分が「気圧の尾根」です。即ち、日本付近は「気圧の谷」に覆われています。この上空 500hPa の気圧の谷や尾根は、地球の自転や各地の気圧・気温の違いなどによって起こる長波振動 (傾圧不安定波ともいう) という総観規模の気圧の波動に起因し、波長数千 km の波が地球を西から東にグルグルと廻っています。従って、一地点で見れば、気圧の谷と尾根が交互に巡って来る寸法となります。波の数は地球一周で 4~6 波程度です。

さて、一般的に高緯度地域には寒気が溜まり低緯度地域には暖気が溜まりますが、この状態がそのまま継続すると、高緯度地域は冷凍庫に、低緯度地域は灼熱の地獄になります。このアンバランスを解消するためには、北の低温と南の高温を適宜相互に交流させて気温の均一化を図る必要があります。このために神様が創られた仕掛けがこの偏西風蛇行 (即ち上空の気圧の谷・尾根) という訳です。即ち、上空の気圧の谷に覆われている地域にはその谷を伝わって北からの寒気が流入し、逆に気圧の尾根に覆われている地域にはその尾根を伝って南からの暖気が入り込むという仕掛けになっています。上に示した図—2 では、日本には大陸からの寒気が南下しており、逆にイルクーツクから中央シベリアにかけては南からの暖気が北上している訳です (余談ですが、暖気と言っても上空 5 千メートルの気温ですから、氷点下 30℃以下となっています。気象用語でいう暖気/寒気とは、気温の絶対閾値による区分ではなく、周囲の気温に比べて寒気であるか暖気であるかという区分ですので、-30℃の暖気もあれば、+10℃の寒気もある訳です)。

さて、この蛇行する気圧の谷・尾根のパターンは、時とともに東進し、谷と尾根は通常は1日～数日間程度で交互に現れます。即ち、蛇行の大小や周期の長短はありますが、このような蛇行のパターンが地球を西から東にグルグルと廻っている訳です。このグルグル廻転は神様の御加護で言えば、同じ緯度ではどこの場所でも分け隔てなく同様に寒暖のバランスが得られるようにしてあるということでしょう。

さて、ここまでの説明で、気圧の谷がある地域には北からの寒気が上空に流入していることが分かりました。それでは、何故寒気が上空に入れば地上で大荒れの天気になるのかを考えてみましょう。一般的な大気の垂直分布では、下層には気温が高く軽い空気があり、上層には気温が低くて重い空気があるのが普通ですが、気温や湿度の垂直分布、気圧配置などが大気の垂直方向の対流を抑制している場合には積乱雲などの大規模な擾乱は発生しません。ところが、この上下の気温差が一定の限度を超えると一気に垂直方向の大気対流が発生し、空気が湿っていたりすると大規模な積乱雲が発生して暴風雪を惹起します。これは、軽くて暖かい下層の空気が上昇し、重くて冷たい上層の空気が下降して対流が発生し、また上層にあった重い空気の位置エネルギーが運動エネルギーに変化して地上低気圧の勢力を強めることにより大規模な積乱雲を発生させるためです。

この擾乱の度合いは、地上低気圧や前線の位置によっても異なりますが、図-2のような上層の気圧配置の場合には、大気がたっぷり湿気を含んでいる日本海側の地域では地上の気圧配置がどうであろうと、日本列島の日本海側の全域に積乱雲群が発生して、特に高山は激しい暴風雪に見舞われることとなります。積乱雲群という雲は、夏季に発生する入道雲などとは異なり、積乱雲が次々に継続して発生し、勢力が強く、また直径や寿命が長いのでそれだけ厳しい擾乱が長く続くこととなります。最近取り上げられることが多いスーパーセルやマルチセルと呼ばれるものもこの種類です。やがて気圧の谷が東に去って気圧の尾根が近づいてくれば、寒波も和らいで荒天も収まってくるという状況となります。

以上述べてきたように、この方法による荒天の予測域は山域別の予測ではなく、日本海側の全国一円が悪天になるかどうかという極めて荒っぽい予測ではありますが、どこの地域の山に行くにしてもせめてこのような大悪天の日を避けるという意味では、極く極く短時間でできる方法ですから、どうか皆さんも一度試してみてください。

ここまで理解しながら読んでくるには半時間くらいは掛かったかも知れませんが、理屈が分かれば、気象庁のHPにアクセスする時間も含めてものの1分もあれば、解が得られます。

最後に、この予想図を読む際の注意事項を記しておきます。

(1) 予想図に記載されている時刻表記は以下のようになっていますので、ご注意下さい。

①最下段の (VALID・・・) が予測対象時刻。時刻表記は、例えばこの例の「271200Z DEC 2017」は、「2017年12月27日12時00分」。ただし、数値予報天気図では時刻の標記が協定世界時 (UTC、ここではZと表記) で表記されているので、日本時間はこれに9時間をプラスすること。即ちこの例では21時現在となる。

ちなみに、その上段に記載されている「181200Z DEC 2017」の表示は、この数値計算に使用された初期値の気象要素の観測が行われた時刻 (左から日、時、分、月、年) である。つまり、この例でいえば、いずれも日本時換算で12月18日21時の気象観測値を初期値として数値計算した9日後の12月27日21時時点の予測である。

(2) 寒気流入の強さの度合いは、等高度線のコンターが混んでいるほど (即ち間隔が狭いほど) 寒気流入が強い。

(3) 目的の予想日の前後数日間の予想図を比較して、気圧の谷や尾根のある位置をチェックすることによって、蛇行パターンの移動の速さが予測できるので、天気推移の早さも予測できる。

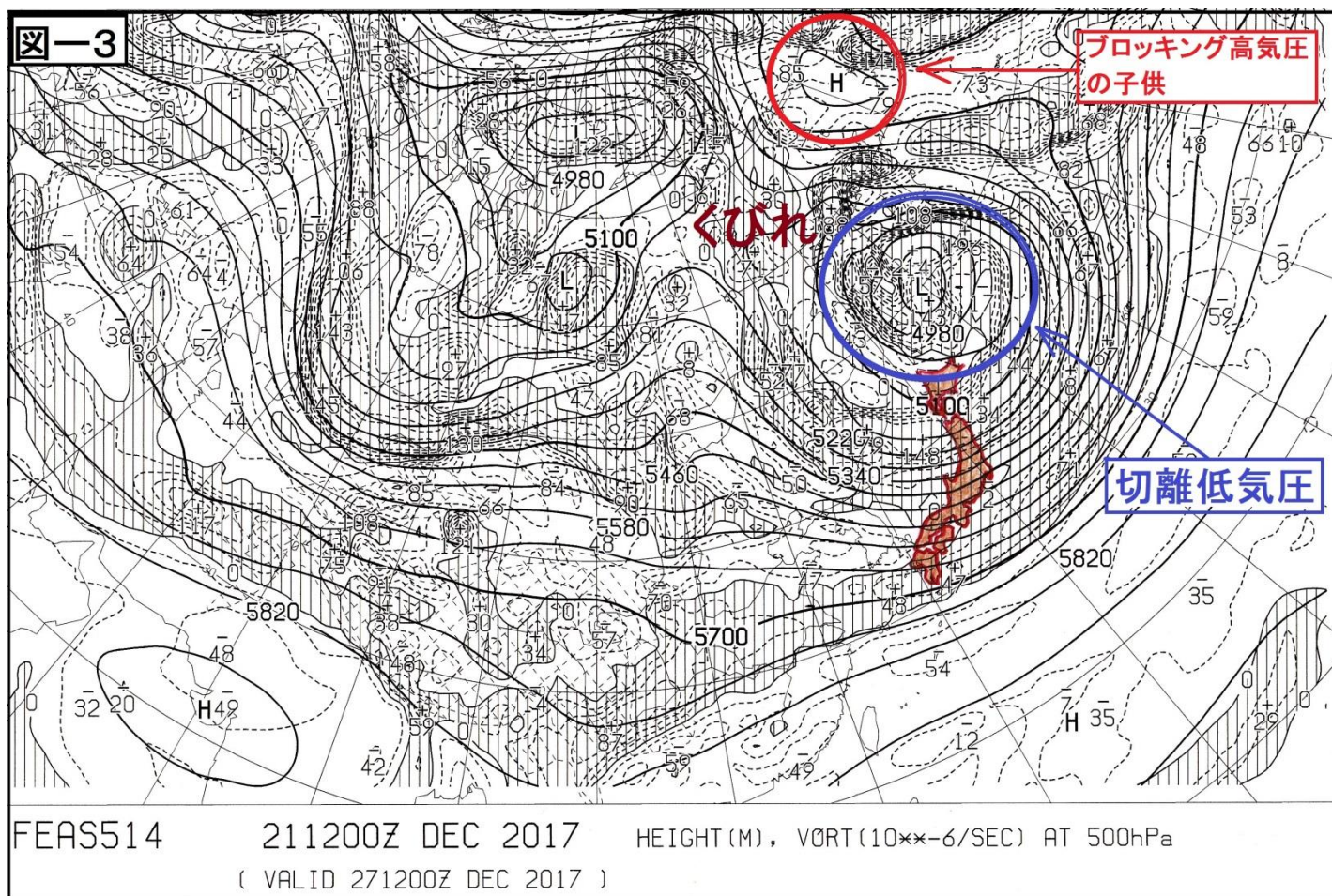
(4) これは非常に重要なことであるが、数値計算による気象予測は予測対象時刻までの時間が長いほど予測結果の確度が減少する。天気予報を行なっている気象庁も、1週間先以降の予想の確度は高くないと発表しているので、ここで使った数値予報天気図の予報図の確度も1週間先以降の予測の確度は高くないということを念頭に入れておく必要がある。高確度を期待できるのはせいぜい数日から最長でも1週間程度であろう。しかし、気象現象の推移のパターンは日々の天気予測に比べれば比較的確度が高いと思われるので、推移のスピードの遅速はともかく、推移のパターンを検討するには使えると思う。

- (5) 冬期に一般的な通常レベルの寒気流入時では太平洋側の山岳は晴天が多いが、偏西風が日本列島の南岸付近まで南下しているような場合には、八ヶ岳や南アルプスなどの大太平洋気候帯の山岳も大荒れとなるので注意。
- (6) ここで使用した数値予報天気図は、「数値予報天気図は、天気予報等の基礎資料である数値予報の計算結果から自動作成(画像化)したものですので、気象庁が実際に発表する天気予報や台風予報等と異なる内容が含まれる場合があります」という気象庁の発表のとおり、これは“天気予報”ではないので、この天気図から天気を予測すること、及びその結果は個人の行為と責任に属する。 (以上、2017/12/20 記)

【補足】 予測期間の差異による予測結果の相違、及び偏西風蛇行南下の停滞による擾乱の継続について

上記の予想天気は、日本時換算 (以下同様) で12月18日21時の気象観測値を初期値として数値計算した9日後の12月27日21時時点の予測であった。

改めて3日後の12月21日21時の気象観測値を初期値とした再計算で求められた結果と比較してみよう。上述したとおり、一般的に予測期間が短いほど予測の確度が高い。下の図-3は、予測対象時刻は上述の図-2と同じ12月27日21時であるが、数値計算に使用された初期値の観測時刻が上述の9日前に較べて6日前と3日間短縮されているので、上述の図-2よりも予測確度が向上していると考えてよい。



さて、前述の図-2と新しい図-3を比較してみると、上空500hPaの等高線の蛇行パターン(偏西風蛇行パターン)はほぼ同様となっているので、日本列島へ大陸からの寒気が流入していることには変わりない。

ただ、もう少し仔細に見てみると、図-2に比べて図-3では日本列島付近での500hPa面の等高線の蛇行がさらに増加し、気圧の谷に東西の括れができて気圧の尾根が分離し、北極点の直ぐ南の北極海付近(高度4980の記載があるすぐ北側のL印の位置)と北海道の北側のオホーツク海付近に独立した低気圧が発生している(青円)。特にオホーツク海の低気圧は完全に独立した純円形の低気圧である。

古い図-2でも、この気圧の谷には低気圧の微かな分離がみられるが(二つのL印の位置)、その分離の程度は大きくなく、全体としては一連の気圧の谷(等高線が閉じていない)になっている。一方、新しい図-3ではその気

圧の谷は二つの低気圧に完全に分離してそれぞれ等高線も閉じていて、特に南側の低気圧はオホーツク海付近で完全に円形に独立した低気圧となっている（青円）。

このように分離独立した上層の低気圧を上層の「切離低気圧」と呼び、ここには強い寒気が溜まっており、また空気が渦巻いているので「寒冷低気圧」、「寒冷渦」とも呼ばれている低気圧である。このような切離低気圧は、低気圧の中心に寒気が溜まっているためにその南西側の領域は強い寒波に襲われ、またこの低気圧中心の南側では低気圧を取り囲むように猛烈なジェット気流が吹いているので、これらが相俟って低地でも暴風雪や豪雪をもらす。このような豪雪を「里雪型」と呼ぶが、「山雪型」以上に大きな災害を引き起こし、この事情は高山においても同様であるので脊梁山脈から日本海側の山域では雪山登山の最も危険な要因となる。

更にもう一つ、高度 5100m の等高度線の南下が図—2 では北海道の中部で止まっているのに対して、図—3 では更に南下を強めて津軽海峡まで達している。このことは偏西風の蛇行南下にも当てはまることで、偏西風が日本列島を更に南下している状態を表わし、その結果図—2 に比べて図—3 の方が平地も含めてより低温になり、また日本海側での暴風雪もより厳しくなるということが予想される。即ち、この 3 日間で 12 月 27 日の天気が悪化する方向に変化してきたと考えてよい。

さて、上述した上層の切離低気圧は、地上での悪天を惹起する重要な擾乱の一つで、冬期に限らず梅雨時や夏季でも日本列島に天候不順をもたらす擾乱である。この低気圧には移動の動きが遅いという重要な特徴があり、そのためにこの低気圧が同じ場所に停滞するために悪天が長く続くということになる。

図—3 をよく見ると、北極圏の東側に小さいが高気圧（H 印、赤円）が現れている。これは図—2 には現れていないものであった。上層切離低気圧が発生すると、その極側に上記のような高気圧が発生することが多い。このような気圧配置になると、冷たい低気圧と暖かい高気圧が南北に対となってジェット気流を阻止（ブロック）するので、通常なら東進するはずの気圧の谷や尾根が停滞する。このような状態をブロッキング現象と呼び、この高気圧をブロッキング高気圧という。

気圧の谷や尾根は通常は 1 日程度で日本を抜けていくが、ブロッキング高気圧が発生していると 1 週間以上も同じ場所に停滞するという現象が起こり、日本海側を中心に豪雪や暴風雪をもたらすことになる。即ち、切離低気圧に輪をかけてこのブロッキング高気圧が悪天を継続させるという訳である。例えば、ある年の 1 月にはこのようなブロッキング現象が 1 週間以上も続き、南国の種子島や鹿児島市でも 20cm 以上、阿蘇山では 1m の積雪を見た。

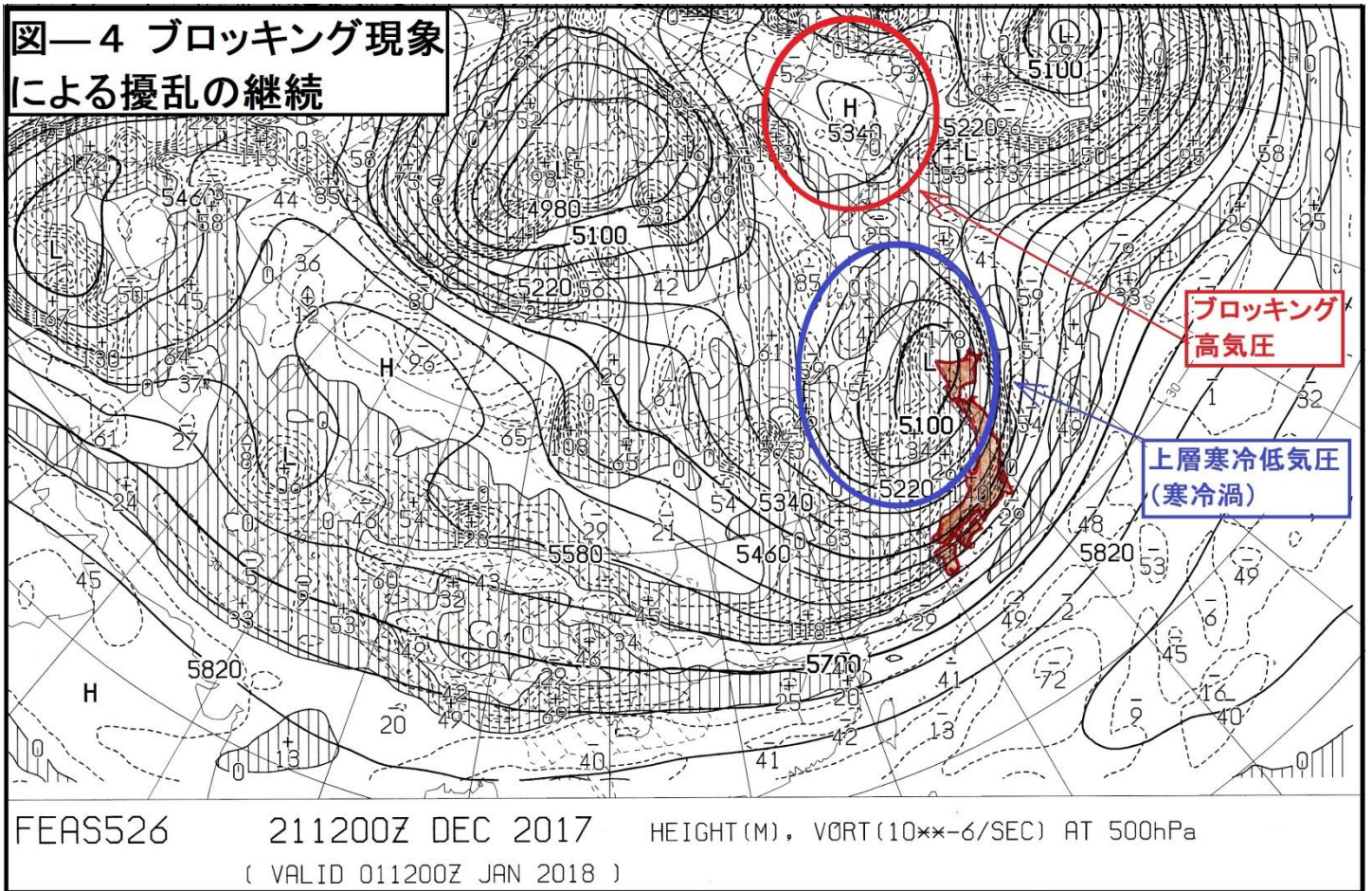
因みに、図—3 と同じ 12 月 21 日 21 時の初期値を使って数値計算した日毎の予想図を見ると、日本列島に流れ込む上層の気圧の谷は 12 月 25 日から来年の 1 月 1 日まで、北海道からオホーツク海に至る領域で切離低気圧（寒冷低気圧）が継続して居座っており、また、図—3 で見られるようなブロッキング高気圧も 27 日から継続して停滞しているので、ブロッキング現象による悪天の停滞は長期に及ぶと想像できる。このような予測から、今年の年末から来年の年始にかけては、日本海側の山岳は勿論のこと、強い寒気流入のために太平洋側の山岳でも大荒れになる可能性が高い。

次頁に 12 月 21 日 21 時初期値での来年元旦 2018 年 1 月 1 日の予想図（図—4）を掲げておく。

年末年始の休暇は現役のビジネスマンにとっては折角の貴重な山行のチャンスですが、天候には充分注意されて、安全な登山を楽しまれるよう祈っております。 （以上、2017 年 12 月 22 日記）

[次頁⇒2018 年 1 月 1 日 21 時の予想図](#)

図-4 ブロッキング現象
による擾乱の継続



(本項 完)

[「つれづれ通信」に戻る](#)