

■第4回（最終回）「真夏の落雷に撃たれないために」



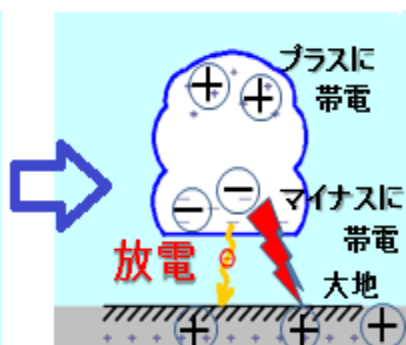
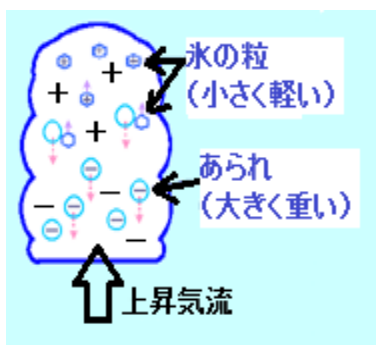
夏山の天候は他の季節に較べて圧倒的に安定しており、また、悪天を齎す気象要因も少ない。しいて言えば、初夏や梅雨末期に発生しやすい帯状低気圧の連続襲来による悪天（暴風雨）が継続した場合に、濡れた身体が強風に打たれ低体温症になって遭難する気象遭難程度であろうか。2009年7月、北海道トムラウシ山を縦走中のガイドツアーパーティーなど9人が、北海道付近を連続して通過した低気圧による暴風雨に遇って低体温症のために遭難死した事故が典型例であろう。

しかし、頻度は少ないが、もう一つのリスクも忘れてはならない。それは落雷である。既に半世紀前のことになったが、1967年8月、西穂高岳の稜線で松本深志高校パーティーが落雷に遭い、11名が死亡、14名が重傷を負った落雷事故は、世界の落雷死亡事故で最大のケースとなり、未だその記録は破られていない。最終回の今回は、夏山シーズン開幕を前にこの落雷を取り上げ、雷の発生メカニズム、種類や避雷の方法などをチェックしておきたい。

（1）雷の発生とそのメカニズム

雷は、上昇気流（積乱雲）の中で氷晶同士のぶつかり合い摩擦で起きた静電気が空気中での帯電容量を越えると、雷雲から地表面に向けて放電を起こす現象である。雷雲の中では大きくて重い霰^{あられ}がマイナスに帯電して雲の下部に滞留し、一方、小さくて軽い氷晶（小さな氷粒）はプラスに帯電して雲の上部に滞留する。地表面では雷雲下部のマイナス帯電を受けてプラスに帯電しているので、雷雲が空気中の帯電容量を越えると下部のマイナス電荷が地表面のプラス電荷に向けて放電するという寸法である。

下の右図は俵屋宗達の筆になる雷神であるが、ワッカの玉が雷雲の荷電粒子を表わしているようで、往時から雷エレキテルのメカニズムが知られていたのではあるまいか。



雷の強さは、電圧が数千万～2億ボルト、電流は数万～数十万アンペア（家庭用の数万倍）であるが、持続時間が10万分の1秒程度と極く短いので、感電死に至らない場合も多い。

雷が発生する気象要件は、①朝から陽射しが強く地表の気温が上昇していること、②湿度が高いこと、③上空に寒気が入っていることの3つであり、そこに何らかの原因で④上昇気流が発生すれば雷雲が発生する。上昇気流は、地表面での風のぶつかり合いにより気流が収束&上昇したり、山などに当たった風が山腹を滑昇したり、海陸風の海風や谷風が山腹を吹き上げたりすることによって起こる。いくら①、②が顕著でも、③がなければ雷は発生しない。

気象学的に言えば、地表面には暖湿な空気があり上空には寒気が入っていて、下層と上層の気温差が大きくなっている時に、何らかの要因で上昇気流が発生して、大気が不安定な状態になっている場合に雷が発生するという寸法である。

(2) 雷の種類

雷には、その発生の気象環境によって、以下の4種類がある。

- (i) **熱雷** 真夏の普通の雷。強い日差しで暖められた上昇暖湿流（積乱雲）により発生する。気温が上昇しやすい内陸部、盆地の低山で発生する場合が多い。発生の時間帯は午後～夕方が多い。
- (ii) **界雷** 前線に伴って発生する雷。冬期の雷は主にこれである。高標高の山岳でも発生する。時間を選ばず夜間でも発生する。
- (iii) **熱界雷** 熱雷と界雷が併合して発生したもの。発雷は広域で、しかも長時間持続する。発生時間を選ばず。山で一番恐ろしい雷である。雷は前線の南側の領域で発雷することが多い。
- (iv) **渦雷** 台風や低気圧自体による強い上昇流により発生するが、発生頻度は極く少ない。

(3) 雷発生の気象状況の予測法

雷発生の予測が必要になるタイミングは、最初は登山日程を検討する段階から、最後は登山中での時々刻々の瞬間まで長短合わせて種々の段階がある。この項ではそれぞれのタイミングでの予測方法を。確認しておきたい。それぞれの段階は以下のようなようになろう。

- (イ) 山行計画を検討する段階。通例は山行の1～2週間前程度以前であろう。雷に遭わない日程は？の検討、山行できる日程はこの日しか無いが、もし予定日が雷のリスクが予想される日と重なる場合には雷に遭わないようなコースに変更しなければならないのか？などの検討が必要になるが、何れも1週間以上先の予測になるので、精度が落ちるのはやむを得ない。
- (ロ) 出発1～2日前の段階での、雷に留意しなければならないかどうかの確認の段階。
- (ハ) 入山して、翌日の雷の有無を前夜にチェックする段階。
- (ニ) 当日の雷の有無を、朝出発前にチェックする段階。
- (ホ) 登山中の歩行の途次、同じ山域で雷が発生していないかどうか、雷が近づいていないかどうか、などを随時適宜チェックする段階。

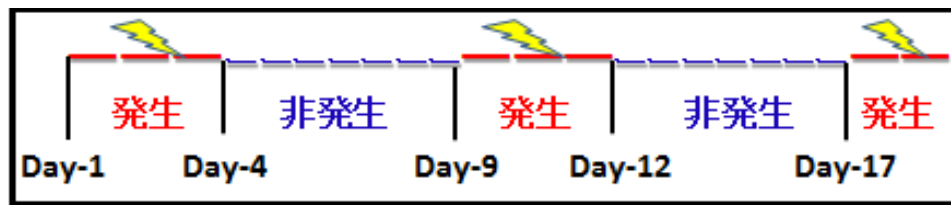
以下、それぞれのフェーズでの予測方法を説明する。

(イ) 山行計画を検討する段階

(a) 熱雷発生周期による予測

熱雷は、一旦発生すると3日間くらいは連続する（所謂「雷三日」）。また、一旦終了すると次の発生までに5日間程度かかる。これは、上空に一旦寒気が入ると3日間程度は滞留し、また寒気が無くなった後は、次の寒気が入るまでに5日間程度の時間が掛かることが多いという気圧配置のパターンのサイクル（気象学的に言うと、マクロスケール[総観規模]の気象現象を支配して

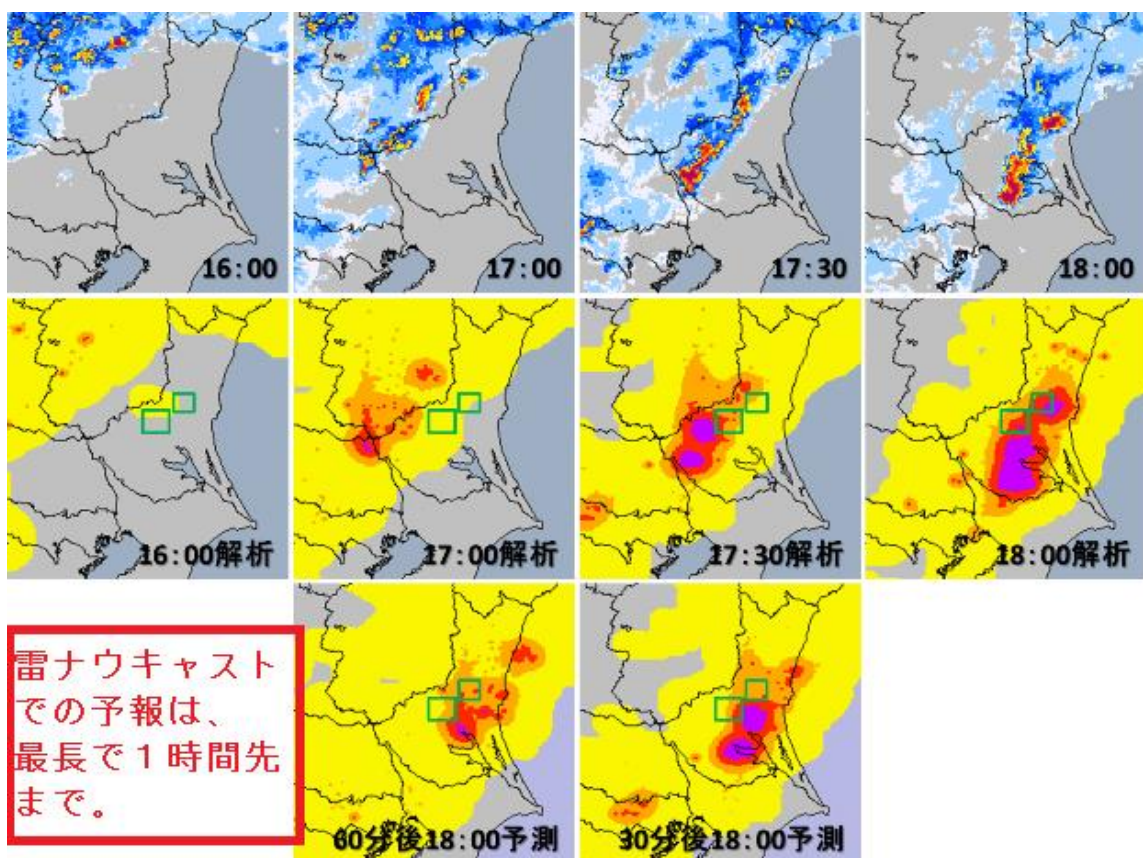
いる長波振動[地球をグルグル回っている波長数千kmの大気の波動]) のパターンがこのような周期になっているからである。下にそのダイアグラムを示した。



従って、目的の山の直近の雷発生日／終了日をチェックすることによって、登山予定日に発雷があるかどうかの予測をすることができる。ただし、時間が経つほど外れる確率が大きくなる。

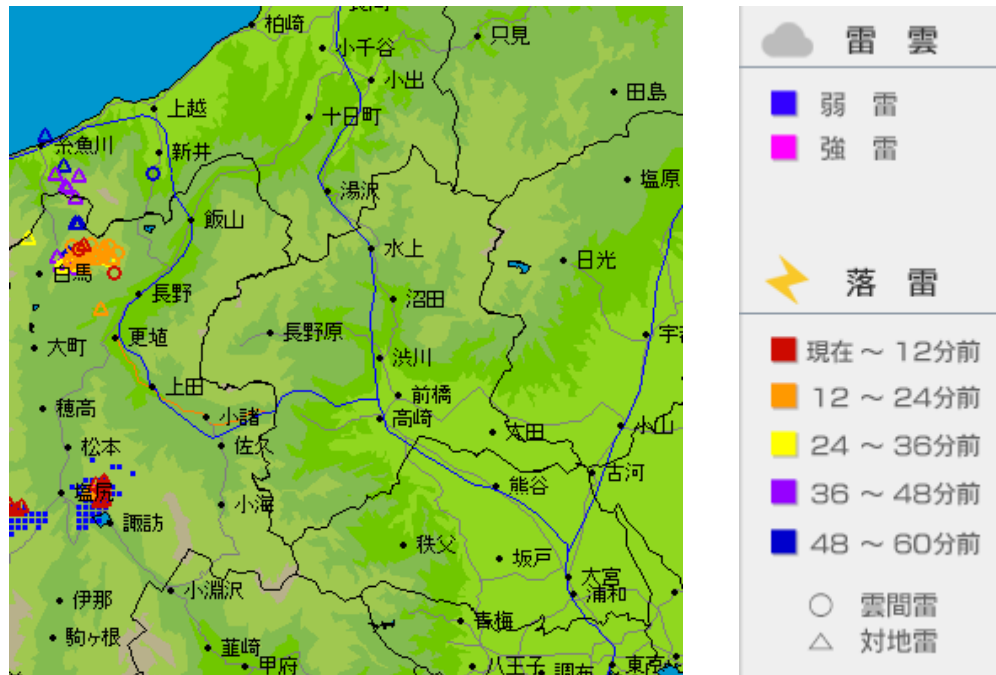
目的の山の直近の雷情報は、近くの山小屋に聞くのもよいし、また、気象庁 HP にも「雷ナウキャスト」という発雷情報が掲載されている (<http://www.jma.go.jp/jp/radnowc/>、但し当日の発雷情報&直近の予報のみ)。また、各電力会社でもそれぞれの送電地域の雷情報を HP で公開しており、特に東京電力、東北電力の HP には過去 1 週間分の発雷情報も掲載されているので、現在が発雷期間 (or 非発雷期間) のどの時期に該当するのかをチェックするのに便利であろう。
東京電力：<http://thunder.tepco.co.jp/> 東北電力：<https://www.tohoku-epco.co.jp/weather/>
中部電力：<http://www.chuden.co.jp/kisyo/index.html>

下図は気象庁の『雷ナウキャスト』の例である。



茨城県における雷ナウキャストの事例(2008年8月19日)。上段はレーダーエコー強度、中段は雷ナウキャストの解析、下段は雷ナウキャストの予測。
水戸市と石岡市(緑枠)の民家で落雷による火災が発生した。

また、東京電力の『雷観測情報』を下に例示する。データは6日前～現時点。予測は無い。

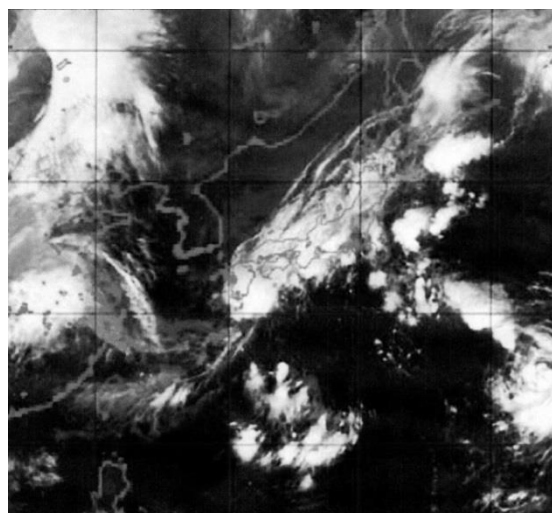
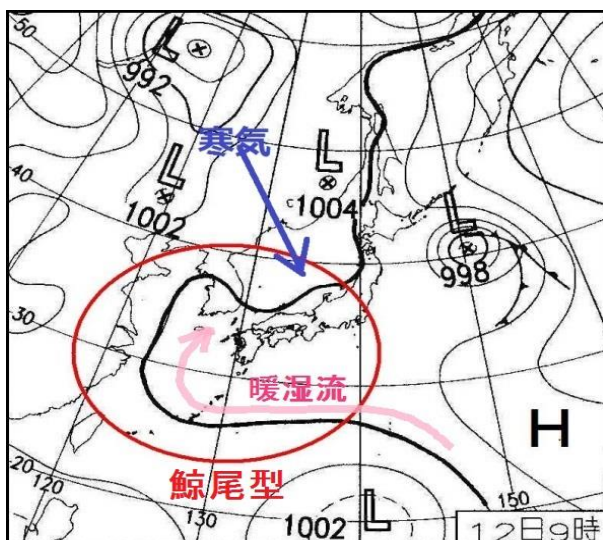


(b) 天気図による予測

地形性の低気圧（小さいローカル低気圧、主に内陸部で発生する）による上昇流のための発雷は、これらの低気圧が通常天気図には記載されないもので、上記（a）で述べた雷情報に頼るしかないが、発雷が比較的広い範囲で起きる場合には、地上天気図にもその気圧配置の特徴が明瞭に現れるので、予想天気図からチェックする手もある。

夏場の日本付近の天候を支配している大太平洋高気圧が西に張り出して日本全国を覆い、早朝から猛烈な陽光で気温が上昇しているのに加えて、地上では高気圧の南縁を廻って入ってくる南からの暖湿な大太平洋気流の為に湿度が増加している。このような折に上空に大陸からの寒気が入ると、雷神が喜ぶお神酒と御馳走が揃った訳で彼らは大宴会を行なって大暴れして騒ぐことになる。

このような折の天気図と、その時に発生した積乱雲の衛星画像を下に示した。西日本付近の等圧線の模様が鯨の尾のような形をしているので、“鯨尾型”と呼ばれている。このような天気図の



場合には、下層（地表）は猛暑、上層には寒気が入っている典型的なタイプで、日本付近の等圧線が上側に凹にへこんだ部分（鯨の背中部分）には上層の寒気が入り込んでおり、背中の南側の地域で発雷の危険性が高いので、注意を要する。

次に、一番怖い種類の雷である熱界雷の時の天気図を右に示す。前述の熱雷の天気図とは少し異なっていて、鯨尾型に加えて、本州中部を前線が横断していることに注意されたい。

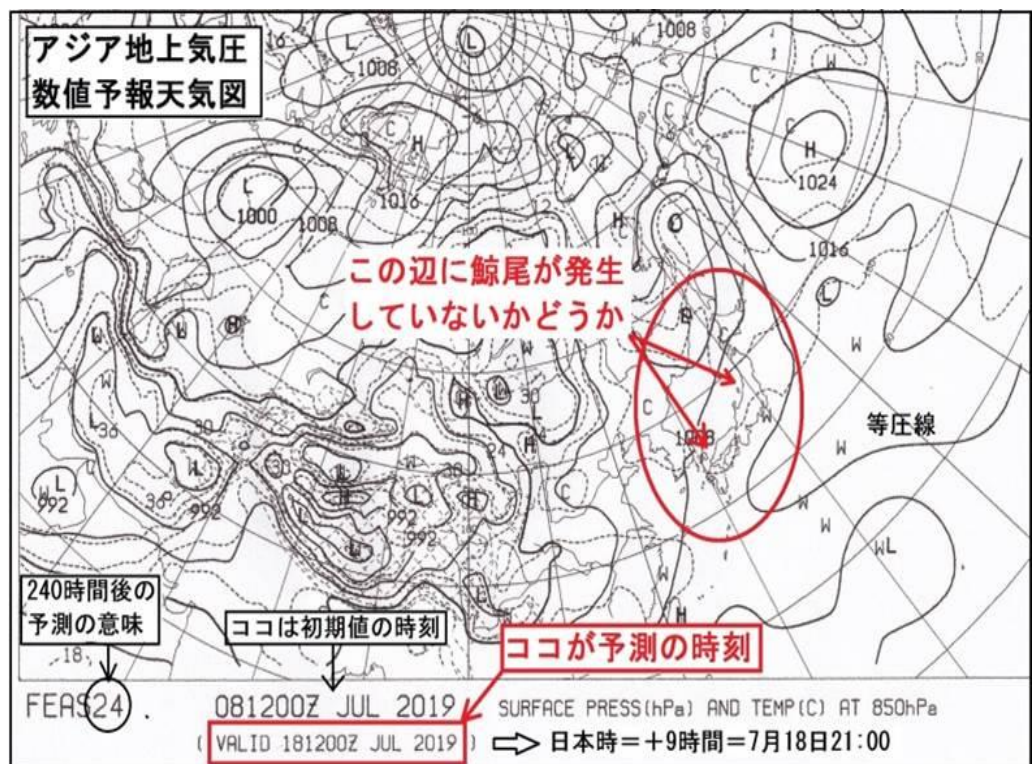
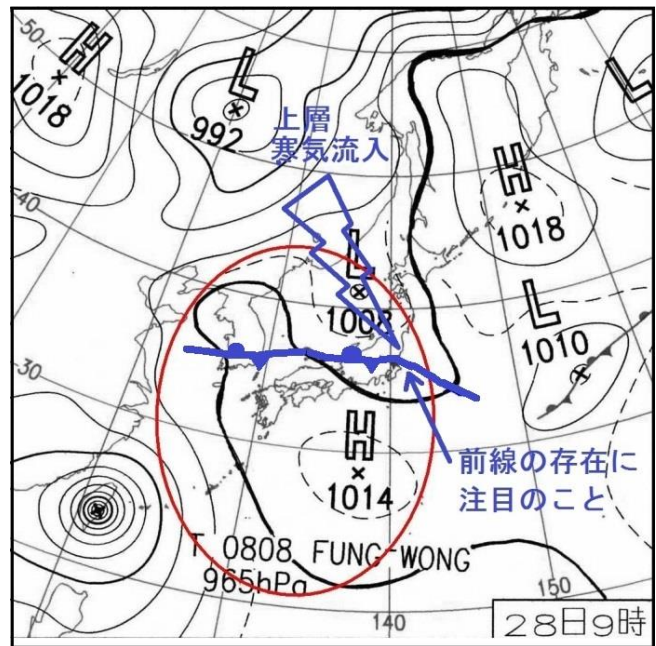
上で述べたように、鯨尾が熱雷をもたらし、それに加えて前線が界雷をもたらすという二重構造になっている。特に前線の南側・関東甲信から西側の西日本では界雷が広範囲に発生し、また北陸、東北、北海道などでは熱雷が発生して、日本全国で発雷があった。このような全国全域での同寺発雷は非常に珍しい現象である。

さて、理屈は分かったが、発雷があるかどうかの予測のための予想天気図をどこから入手するかという問題が残る。気象庁が HP で公開している一般的な地上「天気図（実況・予想）」は長くても 36 時間先まで、また、気象協会の予想天気図も最長で 72 時間先までしか掲載されていない。これらの予想天気図は登山を開始してからチェックには有効であるが、計画段階では予測期間が短かすぎて使えない。

それでは、少なくとも 1 週間先の予想天気図はどこから持ってこれるのか？

気象庁では、数値計算モデルによる予測計算を毎日行っており、この計算結果から「数値予報天気図」を公開している。この中に、『アジア地上気圧（FEAS）』という予想天気図が掲載されている（最長 264 時間先までの予測）。<http://www.jma.go.jp/jp/metcht/suuchi.html>

少々見づらい天気図であるが、慣れると通常の天気図と同様に読めるようになる。時刻表示が協定世界時（Z）であるので日本時は Z+9 時間であることに注意。



それでは次に、上層に寒気が入っているかどうかはどのようにすれば分かるのであろうか？

まず、現況（実況）については、“夏季の富士山頂の気温が5℃以下になっていること”がひとつの指標となる。

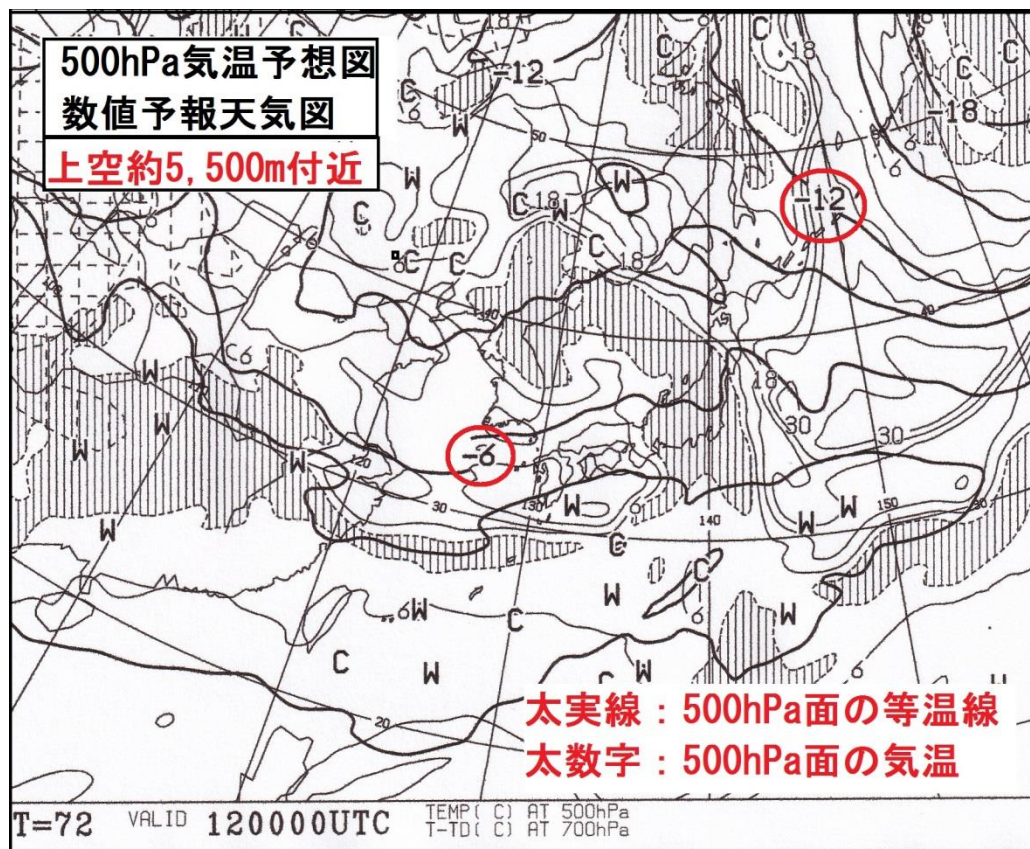
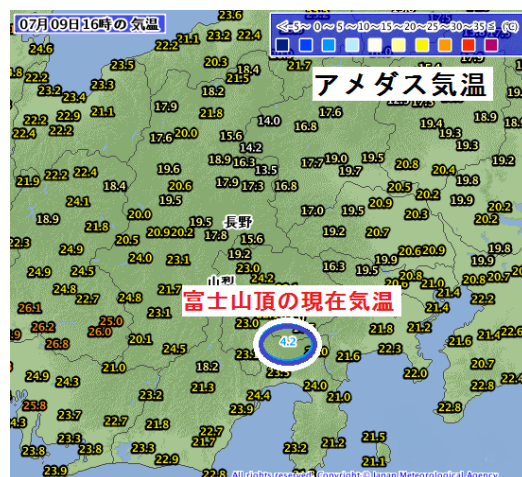
富士山頂の気温はアメダスで見ることができる（右図）。

<http://www.jma.go.jp/jp/amedas/210.html?elementCode=2>

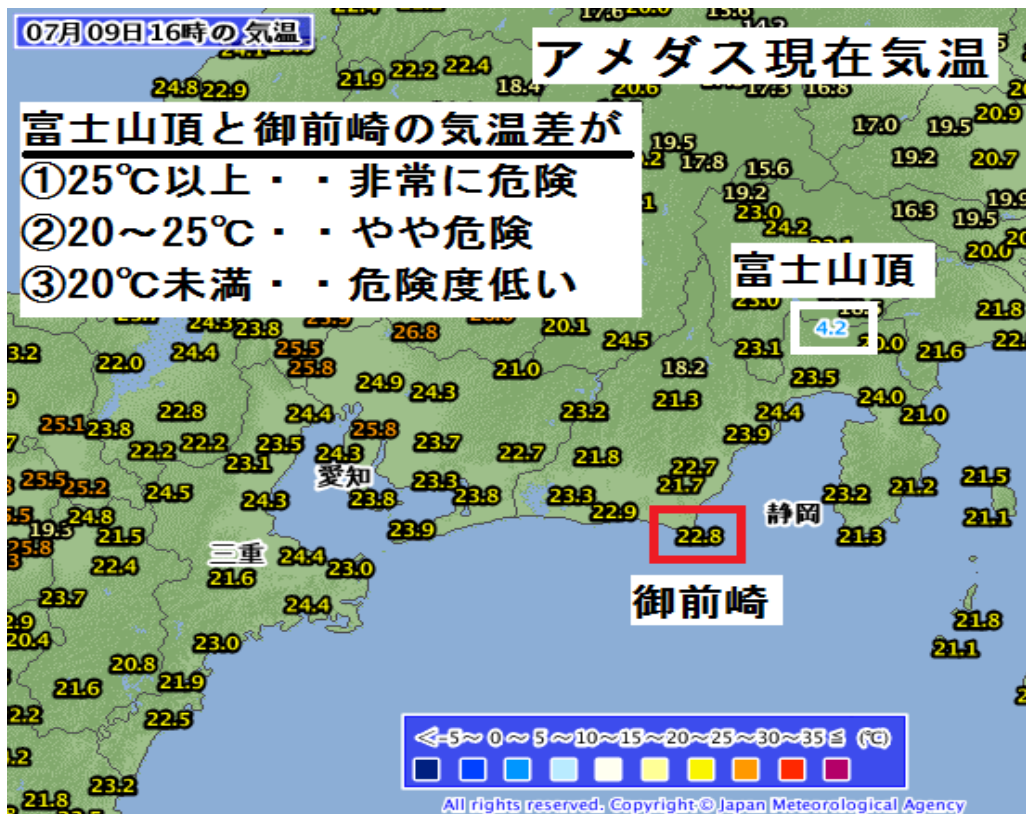
ただし、これは現況値であって予想ではないので、将来を予測する場合には使えない。予測値はやはり気象庁の「数値予報天気図」のうち、『極東 500hPa 気温予想図』で上空約 5,500m の気温が零下 6℃以下になっていれば、上空に寒気が入っていると判断できる。ただし、残念ながら最

長でも 72 時間先の予測値しか掲載されていない。<http://www.jma.go.jp/jp/metcht/suuchi.html>

下の例で−6℃のコンターを辿ると、対馬から日本海を通過して金沢付近で本州に入り、水戸付近から東北の太平洋沿岸を北上して宮古付近で太平洋に抜けているのが読み取れる。このコンターから北側が零下 6℃以下の領域となっている。時刻表示が協定世界時（UTC）であるので、日本時は UTC+9 時間。



なお、落雷の危険度については、例えば次ページのように、地表面と上空との気温差で判定できる（経験則）。



(ロ) 出発1～2日前の段階

- 地上（予想）天気図による鯨尾型の有無（熱雷）、及び、前線（特に寒冷前線、停滞前線）が当該山域周辺に伸びていないかどうか（界雷）のチェック
- 気象庁 HP：『気象警報・注意報』のうち「雷注意報」が出ていないかどうかのチェック
<http://www.jma.go.jp/jp/warn/>
- 気象庁 HP：『雷注意報』、『雷ナウキャスト』（これは殆ど現況値）
- 当該山域の現在の発雷の有無、及び、直近の雷がいつ発雷し、またはいつ終わったのかのチェック（「雷3日」の応用）⇒現地山小屋への問い合わせ

(ハ) 入山して、翌日の雷の有無を前夜にチェックする段階 及び (ニ) 当日の雷の有無を、朝出発前にチェックする段階

- スマホなどによる天気図、雷注意報、雷ナウキャスト、電力会社の発雷情報のチェック
- 観天望気（下記の状態は雷注意のサイン）
 - ◎朝から強い陽射しが照っていないか？
 - ◎朝から蒸し暑くないか？
 - ◎空気が異常に湿って（もやっとして）いないか？
 - ◎遠くの山が近くに見えないか？

(ホ) 登山中の歩行の途次

- ラジオに雑音、雷警報器（ストライク・アラート）
- 雷光/雷鳴の時間差、接近スピード・方向のチェック

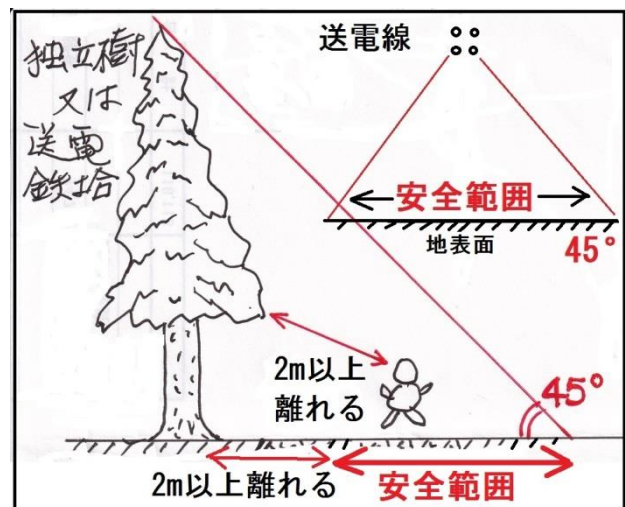
(4) 避雷の方法

- ①雷が鳴りだしたら（雷鳴が遠くであっても）、できるだけ低地に避難する。山小屋があれば、そこに避難すること。四阿状の狭い休憩舎などは落雷の危険性が高く、しかも柱などからの側撃流があるので、逆に危険である。
- ②金属類（ガチャ類など）が特に危険という訳ではない。むしろ、ザックから上に高く飛び出しているピッケル、ストックなどの突起物に落雷するので、それらを横に倒し、自分自身も脚を閉じて屈みこんだ姿勢をとること。開脚や立ったままの姿勢、地面に寝た姿勢は感電するので危険。
- ③樹林帯の樹木や独立樹の直下・傍は側撃流による感電で危険。幹や枝から2m以上離れれば安全。
- ④一か所に固まらないこと（犠牲者を増やさないため）
- ⑤案外知られていない安全地帯
 - 独立大樹、送電鉄塔、送電線の下。但し、迎角 45° の範囲内で、幹、枝葉から2m以上離れること（側撃流に撃たれないため）

（第4回 了）



（本図引用出典：猪熊隆之著「山岳気象大全」）



本項を以って、連続4回1年間に亘って連載してきました連載ワンポイント講座『山で気象遭難に遭わないために』を終了致します。

長期にわたり駄文にお付き合い頂き、ありがとうございました。
会員の皆様が気象遭難に遭われないことを祈って筆を擱きます。