

## 講演 1 「山で雷にあつたら」

芳野赳夫

### 1. 主な山岳落雷事故

1967年(昭和42年)8月1日、長野県松本深志高校恒例の2年生集団登山の生徒60名が、数名の教師に引率されて西穂高岳の独標(2701m)付近を、雷鳴を聞きながら1列になって急いで下山中、生徒の列に落雷し、鎖場を下山中の2名が転落死、尾根上に居たて9名が感電死、負傷者13名が出た。この事件の詳細は、深志高校西穂遭難追悼文集「独標に祈る」に述べられており、尾根上にいた生徒は雷が肩から足に抜け、金属部分が焼けて破損したキャラバンシューズの写真を記憶している。この遭難は日本最悪の雷惨事とされている。

この事件後の秋の日、降りしきる氷雨の中を深志高校の教員が筆者を来訪され、雷放電がなぜ山稜に沿って進み、行列を作つて進行中の生徒を串刺しにする形で死傷者が出了のかを知りたいとの事であった。そこで西穂独標付近で独標に似た形の30cmX30cmの岩石の標本を採取し、20cmの放電電極の間を独標に似せて三角状に設置したその岩石の標本を通過させて放電状態を測定した。その結果、岩石が乾いた状態では放電は岩石の側面を直線状に放電するが、岩石がぬれた状態のとき、約20%の確率で尾根上を通つて放電する事が観測された。更に岩石の一方の稜線に鎖場を想定した直径0.02mm長さ12mmの銅線をつけると、その確立は約40%にあがつたと記憶している。この結果は高校側に報告した。このことから、雨に濡れた山の稜線では、稜線上に居る事は可なり危険であり、稜線を避けて岩陰に避難する事が必要であることがわかつた。

また、その他にも学校行事で登山やキャンプ中に落雷に会い、多数の死傷者を出した例が可なり記録されており、特に多人数が隊列を組んで行動中が危険である。

### 2. 2004年、2008年は雷による遭難が多数発生

過去の山岳の雷遭難の発生には何かパターンがあることに気が付く。特に、2004年7月14,15日には落雷事故の集中発生日で、24日には帝釈山(福島)で死亡1名、負傷6名、大天井岳で一名負傷、25日は、不帰陥(北ア)で2件、1件は1名死亡と3名負傷、2件は3名負傷、爺が岳(北ア)で5名負傷、藏王八方沢で4名、御在所岳(三重)で2名負傷している。

2008年の夏は7月27日に白馬岳で2名負傷、31日に久住山(大分)で1名死亡、6日には檜尾岳(長野)で1名死亡、1名負傷、9日には富士山(6ー新7合目)で1名死亡、高尾山(東京)で1名負傷、子蓮華山(長野)で1名負傷している。この他にも毎年、落雷遭難が発生しており、前出の深志高校のような高・中学校の行事登山や講習会等の集団登山の場合に一時に多量の死者、負傷者が出てゐる。

これらの落雷遭難は、日本の場合は必ず猛暑の続く中で上空に寒気が流れ込んだ日に顕著に発生しており、また南海上に低気圧が居座つていて、下層大気に温かく湿った気団(湿舌)が流れ込み、大気の不安定な状態が続くときにおきている。

### 3.雷雲と雷の性質

#### (3-1)雷雲の発生条件

「大気が不安定」、大気上層に寒気が進入し、下層大気に水分を多量に含む高温大気(暖気)がある形を大気が不安定という。日本では四季を問わず寒気の流入が起こり、これがわが国の気象災害を引き起こす元となっている。NHK の天気予報で、寒のマークが天気図上に示されたときは、四季を問わず発雷の危険性がある。特に夏季に上空に寒気の入るときは、広い地域で激しい雷雨となることを明記すべきである。(北海道放送 HP の 500hpa 高層気象予報図で見る高度約 5700m の等温線に注意)

夏季の山岳地帯では、上空に強い寒気が無いときでも低層に湿度の高い湿舌の流入があると集中豪雨の発生が起こりやすく、山では朝早くから雷雲の発生が見られる。(北海道放送 HP の 850hPa 温度予想図を参照)、大体の雷雨発生地域を知るには日本気象の航空気象情報の悪天予想図(FBJP)が参考になる。

「きっかけの上昇気流」、雷雲が発生するときは、大気が不安定なときに、暖かく湿った下層大気が山腹に遮られ山越えのため上昇するときや、低気圧による前線などをきっかけとして発生する。

#### (3-2) 雷雲の構成

- ・雷雲はセル(雲の単位)で構成され、次の 3 種類がある。

- a.单一セル、(成熟期の直径は 4—10km)のみの雷雲
- b.多重セル、次々と多数のセルが発達する雷雲
- c.広域雷雨、多数のセルが同時に活動する雷雲

- ・雷雲の寿命

- a.单一セル、約 45 分間、それぞれ約 15 分の発達期、成熟期、減衰期から構成される。
- b.多重セル、広域雷雨の寿命は、数時間—半日。

- ・雷雲の移動速度

時速 5—40km で、单一セルは速く、多重セルは遅い傾向がある。

- ・雷雲の移動方向

单一セル、上空中層の風向による。多重セル、わが国では中層の風向より南東向きにずれることが多い。前線による雷雲は、前線の移動方向

- ・雷雲周辺の下降風(一陣の涼風)

雷雲が近くで発達している可能性。雲行きを注意深く観察する事。

#### (3-3) 雷放電

- ・雷放電の開始

雷雲が成長開始後約 10 分で、雲頂が  $-20^{\circ}$  C の温度層の高度(夏 7 km、冬 4km)を超える背丈に達する頃、雷放電活動を開始する。積乱雲が急速に発達していると数分後に落雷が始まる可能性が高い。積乱雲内の空気の上昇速度は秒速 20 m(時速 72km)。

- ・雷放電活動の時間長と強度

单一セル、約 35 分以下で、発雷数は少ない。多重セル・広域雷雨、数時間—半日、発

雷数が多い。(発雷頻度が低ければ短時間で終了、高ければ一般に長時間になる)。

#### (3-4) 落雷と雲放電

- ・雲放電(雲間放電)は、落雷(対地放電)と同程度の放電スケール。

夏季の発生比率、 雲放電:落雷 = 3:1

冬季雷の発生比率、雲放電:落雷 = 1:1 または昇雷のほうが多い

#### ・落雷間距離

落雷間距離は 0—30km、最も頻度が高いのは 3—4km 離れた場所。

10km 以上離れたところに落雷する確立は 20%、14 km 以上でも 11%。

雷鳴の可聴距離は、最長 10—14km。

#### ・落雷間隔時間

前の落雷から 10 秒経過以後に発生する事が多く、15—16 秒後が最も頻度が高いとされているが、0.1 秒後に再落雷した例もあるので、今までよく言われていた「落雷直後には次の落雷まで安全時間」があるというの、誤りである。

#### ・稲妻の経路と落雷場所

最近の研究では、直径数 cm 以下の稲妻の進行は 20—50m 毎に 10 万分の 1 秒の停止時間が有り次の 20—50m 進み瞬停するというステップを踏みながら、平均秒速 20 万 km で進行する。稲妻が地面・建物・木などに落雷する直前の最終ステップに到達すると、落雷場所の地面などから、上昇リーダと証する迎えの放電が発生する。

上から来た稲妻の最終ステップの長さ(20—50m)と上昇リーダの長さの合計を雷撃距離と定義されている。雷撃距離は稲妻の電流量に依存するが、通常 20—200m の確率は 98%、30—200m になる確立は 95% となる。

雷は背の高い物を狙って落ちるわけではなく、落雷直前の最終ステップの停止位置を中心とし、雷撃距離を中心とした半径の球体内にある最も近い物に落ちる事が放電実験により証明された。山の峰など背の高いものに雷が落ちる事が多いのは、稲妻のラストステップ位置との距離が雷撃距離以内となる確立が高いからで、落雷点の物(人体、樹木、ビニール、金属など)の導電率には関係ない。

#### (3-5) 雷雨

- ・落雷頻度のピークの約 5 分後に降水頻度のピークが来る。

雷雲の発達期は上昇気流が激しいので、雷放電は発生しているが、雨は落ち難い。降水活動が始まると上昇気流が弱められ、積乱雲も弱められ、雷は弱くなるが雨は続く。雷の危険は積乱雲が消滅して雨が止むまで続く。

落雷数が多いほど雷雨の降水量は多く、上昇気流の激しい積乱雲ほど背が高くなり、背の高い積乱雲ほど、雷は激しくなり、降水量も多くなる。

### 4. 雷による人身被害

落雷による日本での死者は、警察白書 1998—2007 年の 10 年間の統計で、15.1 名、死者・行方不明者は、年平均 2.9 名。(年により 1 名—6 名の犠牲者)、日本における最悪の雷惨

事は前述した 1967 年 8 月 1 日の深志高校のパーティによる西穂の遭難で、死者 11 名、負傷者 13 名である。

落雷人身事故 1 回あたりの平均死傷者数

直撃落雷(事故の 57%)、死者 0.7 名、負傷者 1.5 名 (被害者中の死者率 33%)

側撃事故(事故の 30%)、死者 0.9 名、負傷者 3.5 名 (被災者中の死者率 20%)

(側撃:誘導雷撃とも言われ、樹木等に落ちた雷電流が、木の幹を離れ、数 m 以内に

いる人体、電気伝導帯等を通って地面に達する現象。雷電流は樹木や岩より電気伝導度の良い人体などを回路に選ぶ)。

多点落雷(事故の 13%)、死者 1.0 名、負傷者 7.5 名 (被災者中の死者率 12%)

(多点落雷: 人体を含む複数の落雷点により、複数の死傷者がいる)

・落雷による直接死因、呼吸停止・心的停止

人体中の電流計路、電流の 80%以上が体内を流れる。(死亡率が高い)

電流の殆どが人体表面を通して地面に流れる。(直撃落雷の場合の生存者の大多数)

## 5. 雷から身を守る

### (5-1) 雷の性質(必ずこれだけは覚えておく)

- a. 大気が不安定の時に、上昇気流によって積乱雲が発生する。
- b. 積乱雲がもくもくと成長するのが見える場合は、まもなく落雷の危険が生ずる。
- c. 雷鳴が、かすかにでも聞こえ始めたら、既に落雷の危険がある。
- d. 雷は雨の降り出す前に発生し、落雷する。
- e. 落雷の危険は、雷雲が消滅するまで継続する。

### (5-2) 予報・注意報の利用

- a. テレビなど天気予報で「大気が不安定」との言葉が出れば、雷の発生が予測される。
- b. 気象庁の雷予報・注意報をチェックしその詳細を確認する。ただし、雷の予報・注意報は、隨時変更・解除され、この把握は山行中は確認不能で、狭い範囲の気象現象で、予報が外れることも多く、注意報が雷の発生に間に合わない場合も多い。雷注意報が発令されても、実際に発生するのは地域内的一部である。
- c. 雷注意報が出発前から出ているときは、逃げ場の殆ど無い山やハイキング森林内のキャンプ、川釣りなどは中止するか、安全なコースなどに変更する。

### (5-3) 雷接近の事前避難

「雷鳴が聞こえたときは、既に落雷の危険域に入っている」

厚い雲で暗くなった。積乱雲の成長を見つけたとき。既に逃げ遅れてしまった可能性が大きい。「激しい降雨が始まってからの退避は、完全な逃げ遅れ」。(人間の経験では、雷の危険域は認識できない)。(対策としては雷警報機の使用が考えられる。)

### (5-4) 雷遭遇時の緊急避難

緊急避難時に知っておくこと(2003 年に最近の研究結果に基づき大改正された。「注 1,2」)

- a. 樹木(小枝や葉先を含め) 4 m 以内に近づかない。「木のそばへの避難は自殺行為」

- b.絶対に傘を差さない。ピッケルを頭より高く持ち上げない。(20cmの高さの差が生死を分ける場合がある)
- c.長いものは、素材に関わらず、体から離して地面に寝かせる。
- d.ゴム長靴、ビニールレインコートなどは身に着けても全く無効。
- e.金属類は、そのまま身に着けておいても雷を引き寄せない。「注1」  
身に着けた金属類(ヘアピン、アクセサリー、金具つきの服、カメラ、水筒、カラビナ、ハンマー等)を気にする前に安全度の高いところに1秒でも早く逃げる。
- f.低い姿勢を取るときは、寝そべらず、両足の間隔を狭くしてしゃがみ、指で両耳をふさぐ。(足を広げておくと、落雷時に地面を流れる誘導電流が体を流れ、負傷する)。
- g.落雷の後、次の落雷までの安全時間はない。「注2」
- h.落雷の起きる直前

地電位変化で、「口中に鉄の味」髪の毛の逆立ち、皮膚のびりびりを感じる事がある。  
「注1」従来、金属が雷を引き寄せるので、体から外すと言っていたが、これは全くの誤り。落雷時に、人体より電流の流れやすい金属周辺の皮膚に軽度のやけどは負うが、雷電流の多くが金属内を流れるだけ人体内の流れが減り、生存確率が高くなる。  
「注2」従来 落雷後雷雲に電気がチャージされるのに10秒掛かるのでこの間は落雷はないという通説があったが、これは全くの誤りである事が実証されている。

#### (5-5). 落雷に対して安全な場所と危険な場所

##### a.充分に安全な場所（ここに避難する）

鉄筋コンクリート、戸建の本格的木造建造物の内部

2m以上はなれる：アンテナ、テレビ、無線機。

1m以上はなれる：電灯線、電話線とこれに繋がる電子機器類、ガス栓、水道蛇口、柱、天井、壁。

携帯電話、電池で駆動する電子機器はそのまま使用できる。

火災の危険に注意。夜間の雷には必ず1名起きて、火災の監視、電気器具の点検を。

山では充分張り出た岩陰、洞穴の奥などは安全、ただし酸欠に注意。

##### b.比較的安全な場所（5%以内の危険性がある）。

高さ5-30mの樹木の保護範囲。

張り出している葉や小枝の先から必ず4m以上離れる。「注3」

樹木の頂上を見上げる角度が45度以上の場所。

姿勢は両足を揃えてしゃがみ、指で両耳穴をふさぐ。地上に伏せてはいけない。

高さ30m以上の樹木の保護範囲。

葉や小枝の先端から必ず4m以上離れる。（送電鉄塔では2mでよい）

樹木から30m以内の位置 「注4」（仰角は関係ない）。

橋の下、乾いた窪地や溝

姿勢は何れも両足を揃えてしゃがみ、指で両耳穴をふさぐ。伏せてはいけない。

「注3」以前は2m離れると言われたが、2mの死亡例が多い。

「注4」電撃理論が確立されたため、2003年に避雷針のJIS A4201の保護範囲が改定され、以前は20m以上の樹木は45度の保護範囲があるとされたが改訂された。

c. 安全性の低い場所

林や森の中で木がまばらな場所、湿った窪地や溝、避雷針設備のない山小屋、トタン屋根の仮小屋、あずまや、柱や壁から出来るだけ離れる。姿勢は前述の通り。

d. 危険な場所

高さ5m未満の樹木、岩の周囲、保護範囲が無く、側撃雷による死亡事故が多い。

林や森の中は保護範囲の目測が不可能のため、4m離れる予知が無いときは少なくとも2m離れる。テントの中はポールに落雷し、側撃電流が襲う。山頂、尾根上は危険、側壁や岩の庇に隠れる。

落雷が多く逃げられない場合は、その場で両足をそろえ、目を閉じ、耳をふさいでしゃがむ。地上に伏せると、誘導電流により死亡事故が多い。

## 6. 避雷防止対策

最近はストライクアラートなどの携帯型の雷警報機(米国製)が発売されている。筆者はまだその効果を実際に試した事がないが、将来はこれらの機器で安全を期する方向に進む事は必定と思う。