

雷災害についての調査研究

(社)全国クレーン建設業協会
安全対策委員会

1. 雷雲と雷の性質

(1) 雷雲

- ① 雷雲（積乱雲・入道雲）の発生条件＝「大気が不安定」×「きっかけの上昇気流」
「大気が不安定」

大気上層に寒気があり、大気下層に水分を多量に含む暖気がある状態を大気が不安定という。日本の上空には、四季を問わず、時折、比較的冷たい空気（寒気）が入り込み、嵐・雷雨・大雪など激しい気象現象が引き起こされ、気象災害が発生する。

「きっかけの上昇気流」

この大気が不安定な時に、暖かく湿った下層大気を上空に向けて押し出すきっかけの上昇気流があると、雷雲（積乱雲・入道雲）が発生する。

きっかけの上昇気流は、山にぶつかり山腹を駆け上る風や、低気圧に伴う前線・海風と山風の衝突などである。

冷たい空気の中に、暖かい乾いた空気の塊を入れると、暖気の塊は、比重差で上昇する。上昇する暖気の塊は、次第に周囲から冷やされ、周囲との比重差が減少し、上昇が止まり、大気は安定な状態を取り戻す。

しかし、暖気に水分が多量に含まれていると、冷えずらく、周囲の冷気との比重差は縮まらず、いつまでも、いつまでも上昇を続け、大気は不安定な状態になる。

- ② 雷雲は、雲の単位（セル）で構成され、次の三種類がある。
単一セルだけの雷雲（成熟期の直径は、4k～10km。）
次々と多数のセルが発生する雷雲（多重セル）
多数のセルが同時に活動する広域雷雨。

③ 雷雲の寿命

一つのセルの寿命は約45分間。（各約15分の発達期・成熟期・減衰期からなる）
多重セルや広域雷雨の寿命は、数時間～半日。

- ④ 雷雲の移動速度。 時速5k～40km程度。
単一セルは移動速度が速く、多重セルは遅い。

⑤ 雷雲の移動方向

単一セル：上空（中層）の風向き。 多重セル：中層の風向きより南東向き。
前線の場合：前線の移動方向。

⑥ 雷雲の周囲では、雷雲から一陣の涼風が吹く。

これを感じたら、雷雲が近くで発達している可能性があり、雲行きを注意深く観察する必要がある。この涼風はかなりの強風になることもあり、砂漠ではいわゆる砂嵐がこれにあたる。

(2) 雷雲の放電活動

① 放電活動の開始

積乱雲は、成長開始後 10 分程度で、雲頂が -20°C の温度層の高度（夏で 7 km、冬で 4 km）を越える背丈に成長し、放電活動を開始する。

「入道雲がモクモクと発達していたら、数分後に落雷が発生する可能性が高い。この時の入道雲内の上昇気流は、秒速 20 m（時速 72 km）に近い。」『10 km 先の入道雲の最頂部が、 35° の仰角になると高度 7000 m になる』

② 放電活動の時間の長さ・強さ

単一セルの場合：35 分以下と短く、発雷数は少ない。

多重セル・広域雷雨の場合：数時間～半日続き、発雷数が多い。

（発雷頻度が、低ければ短時間で終わり、高ければ長時間になる）

(3) 落雷

① 雲放電（雲中での放電）は、落雷（対地放電）と同程度の放電スケール。

夏季の発生比率は、雲放電：落雷 = 3 : 1

冬季の発生比率は、雲放電：落雷 = 1 : 1 又は、落雷の方が多い。

③ 次の落雷は、前の落雷位置から、0～30 km 離れた場所で起こる。最も頻度が高いのは、3～4 km 離れた場所。また、時間については、前の落雷が起きてから、0～10 分経過後で、最も頻度が高いのが、15～16 秒後であるが、「落雷直後に、また、すぐに落雷もある」

④ 稲妻の経路と雷の落ちる場所

稲妻（直径数 cm 以下）は、20～50 m 進んでは一旦止まる。およそ 10 万分の 5 秒後に、また 20～50 m 進む。稲妻は、このようにステップを踏みながら平均秒速 20 万 m で進んでいく。

稲妻が、地面・建物・木などに落雷する直前の停止位置まで来ると、今度は、落雷場所の地面・建物・木などから、「上昇リーダー」と呼ばれる迎いの放電が発生する。

上から来た稲妻の最終ステップの長さ（20～50 m）と、下から伸びてゆく上昇リーダーの長さの合計を「雷撃距離」と呼ぶ。雷の電流量に依存する電撃距離は、20～200 m になる確率が 98% で、30～200 m になる確率が 95% である。

⑤ 雷は、落雷直前の停止位置を中心とし、電撃距離を半径とする球内に存在する最も近い物に落ちる。雷は、背の高い物を狙って落ちるわけではない。

⑥ 山の峰や高層建築物など、背の高い物に落ちることが多いのは、稲妻のステップ停止位置とそれらの距離が電撃距離以内になる確率が高いためである。その際、落雷するもの（人体・樹木・建物・ビニール・金属など）の「誘導性」は、無視される。

2. 雷 発生時クレーン・オペレーターの対策

(1) いち早い雷発生のキャッチ。

- ① 1、の項目で述べたとおり、気象条件の不安定化等で雷雲が発生すると、非常に速い速度で落雷に見舞われ、対応が遅れると重大災害につながります。
- ② 先づは、作業に支障を来たさぬ程度に AM ラジオをつけておく。無線での作業時には普段と違う雑音などが入ったとき。積乱雲の成長を見つけたとき。急な風が気になったとき。など。一旦きりの良いときを見計らって、様子を伺ってください。厚い雲で周りが暗くなったり、雷鳴が聞こえた時には、すでに落雷の危険域に入っています。
 - ① 避難の段取り
- ③ 作業を中断し、油圧クレーンならば、ジブ・ブームを格納して姿勢を出来るだけ低くする。クローラー・クレーンの場合、タワージブを格納し、でき得る限り水平に倒す。その時フックは接地させないほうがベターである。

時間に余裕があれば安全な場所に避難して雷雲をやり過ごす。
- ④ 作業再開前には、必ず点検を確実に行うこと。

② 雷警報機（雷検知器）

- ⑤ ラジオの雑音や無線の異音など KKD（感・経験・度胸）の前時代の方法も多少は役に立つが、なにせ相手は親父より怖い雷さまが相手。最近では、非常にコンパクトで感度①の良い小型の雷検知器がお勧めです。
- ⑥ 携帯型パーソナル雷警報機〔雷検知器〕ストライクアラート（米国製）（別添資料参照）
日本 輸入元 あおば屋 TEL 079-565-7552

3. 雷から身体・機械を守るには

(1) 雷の性質を知る

- ① 大気が不安定な時に、局地的上昇気流によって、雷雲（積乱雲）が発生する。
- ② 積乱雲がモクモクと成長するのが見えたら、数分後に落雷の危険がある。
- ③ ゴロゴロと雷鳴が、かすかにでも聞こえ始めたら、そこに落雷する危険がある。
- ④ 雷は雨が降る前に発生し、落雷する。
- ⑤ 落雷の危険は、雷雲が消滅するまで続く。

(2) 緊急避難時の心得

- ① 樹木の4m以内に近づかない。雨が降っても傘はささない。金属類は、そのまま身に付けておいても雷を引き寄せない。
- ② 低い姿勢を取る時は、寝そべらず、両足の間隔を狭くしてしゃがみ、指で両耳穴をふさぐ。
- ③ 落雷のあと、次の雷が落ちてこない安全時間というものはない。
- ④ 落雷が起きる直前地面の電位が大幅に変化するため、「口の中に鉄の味が広がり、髪の毛が逆立ち、空気が静電気を帯びたように皮膚がビリビリと感じる」と被災者の証言あり。姿勢を低くして、出来るだけ早くその場を退避する。

(3) 十分に安全な場所

① 鉄筋コンクリート建築物・戸建て住宅などの本格的木造建築物

(出来るだけ室内の中ほどに避難する)

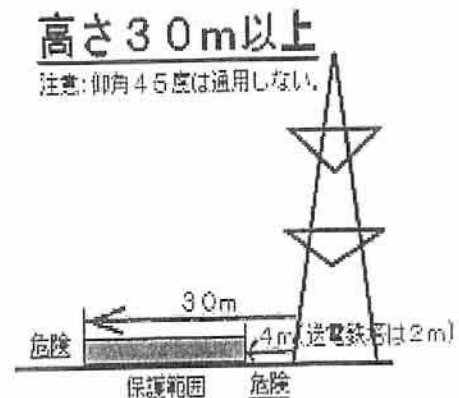
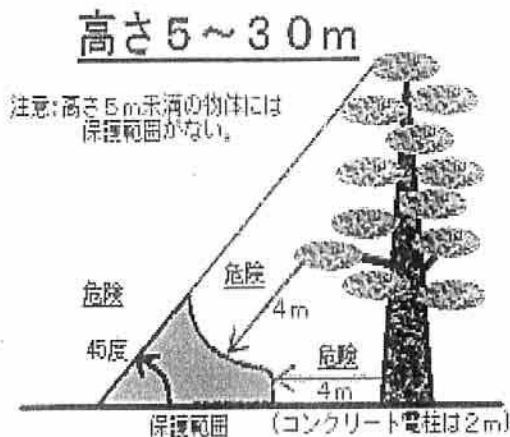
② 屋根が金属で出来ている自動車・バス・列車・飛行機の中

③ 洞窟(入り口には立たず、少々中に入る)

(4) 比較的安全な場所

① 高さ5～30m位の物体(樹木・建物・ポール・電線・電柱)の『保護範囲』

② 高さ30m以上の物体(高層建築物・ブームを伸ばしたクレーン(ユニーク車は除く)・煙突・送電線の鉄塔)の『保護範囲』



(5) 安全性が低い場所・危険な場所

① 林や森の中で、木のまばらなところ・湿った窪地や溝

② 避雷針設備のない山小屋・トタン屋根の仮小屋・あずまや

③ 高さ5m未満の物体(樹木・岩など)の周囲・テントやビーチパラソルの中

④ 屋根が布またはビニール製ほろで出来ている自動車(オープンカー)・列車

⑤ 自転車やオートバイ・開けた場所(山頂・尾根・河川敷・田畑・海岸・海上)

雷災害については、未だ解明されない発生メカニズムや、移動々線・落雷動線等見受けられるが、いずれにしても、夏に発生する雷については、発生速度は勿論、威力・落雷時(火災も含め)の被害たるや甚大なものがあります。

人的災害や、物的災害予防の為に、発生の早期発見とその対応について、平時より避難訓練等怠りなく対処方をお願いしたいものであります。雷雲発生・稲妻落雷はあなたが避難するまでは待つてはくれません!!ご安全に・・・