

電子機器類の雷リスクと対策の基本

相澤 敦

株式会社昭電 雷対策システム部

1. はじめに

古くから人類は、雷に怯え雷のことを神様として祈ってきた。それに伴う気象現象も神様のなせる業と考えられ、我々の生活環境の中で密接な繋がりがあったように感じる。また、雷という字は、「雨の下に田んぼ」という漢字を書く。そして「稲光（いなびかり）」や「稲妻（いなづま）」など、なぜか農業に結びついた用語が多い。



写真1 落雷

昔は、夏場の夕立など農業にとって欠かせない天の恵みであったが、近年では日本各地で最高気温の更新や記録的な大雨、大型台風の上陸など多くの異常気象が猛威をふるっている。これらの原因は、地球の温暖化とも言われており、それと同調するかのように雷の発生頻度も年々増加傾向にあり、さらに深刻な問題となっている。

近代農業では、常に最適な環境下で最大限の効果が得られるように温湿度や土壌水分・日射量・CO₂濃度などの植物の周囲環境をモニタリングし、ヒートポンプ、電照、灌水、循環扇、カーテ

ンなど連動した電気制御技術が導入されている。このように最新の太陽光型植物工場や人工光型植物工場は、安定した生産のための管理・監視システム（電気設備）が雷の脅威にさらされている。

日本国内における雷害対策の規格や基準は、年を追うごとに整備されつつある。しかし、それらの存在や認知度はまだまだ浸透しておらず、被害にあった後も雷対策をせずに修理または機器の入れ替えが行われ、再度雷被害にあうケースが非常に多い。

今回は、雷被害を未然に防ぎ安定した事業を継続するための雷対策の基本的考え方を紹介する。

2. 雷対策とは？

雷は、比較的高いところに落ちやすく、鉄塔や煙突、高層ビルなどが対象となる。

そういった高い構造物がない場所では樹木などに落雷する。

ここで注意したいことは、夕立など雨宿りのつもりが、雷が木に落ちて人間の方へ飛び移る側撃雷という現象があるので注意していただきたい。人間の体の大部分は水分でできているため、木よりも電気を通しやすいのでこのような現象が起きる（図1）。

雷対策と聞いて、多くの方が連想するのは「避雷針」だと思うが、そこが勘違いしやすいところである。避雷針とは、漢字から読み取ると「雷を避ける針」だが、実際は逆の意味で使用されている。雷は高い建築物に落ちやすいが、どこに落ちるかわからない。例えば避雷針がなければ、ビル



図1 側撃雷による感電

の側面に雷が落ちるとコンクリートが飛散し落下して、人命を脅かす大事故に発展する可能性がある。

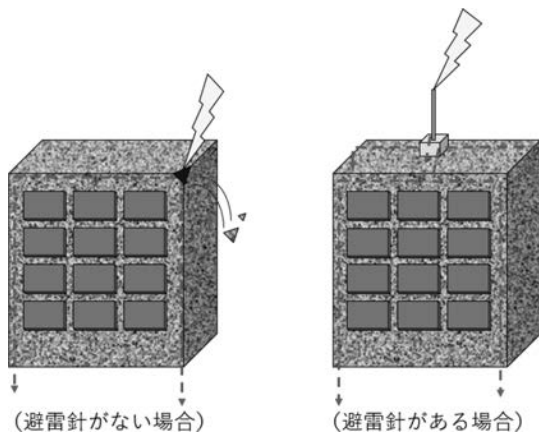


図2 避雷針の役割

しかし、避雷針を立てることで取って落ちやすい部分を作り、安全に大地（アース）に雷電流を逃がすことで人命や建物を保護することができる。そのために避雷針はある。

また、屋上には様々な電気設備が存在し、この部分に落雷した場合には大規模な火災に発展する可能性がある。そこで災害を未然に防止する意味で確実に雷を捕える必要があり、高さ20mを超える建築物は建築基準法で避雷針の設置が義務付けられている。

したがって、低層階の建物（ビニールハウスなど）に避雷針を追加したところで雷を呼び込むだけで、ヒートポンプなどの電気設備や周囲の環境観測機器を保護する対策にはならない。

雷から大切な装置を守るためには、電線から入ってきた雷を地面に逃がすためのSPD（サージ・プロテクティブ・デバイス）と言われる特殊な製品を取り付けなければならない。サージとは、雷による一時的に発生する大きな電圧（数千ボルト～数万ボルト）であるが、このサージからプロテクティブ（保護）するためのデバイス（装置）これらの頭文字をとったものである。

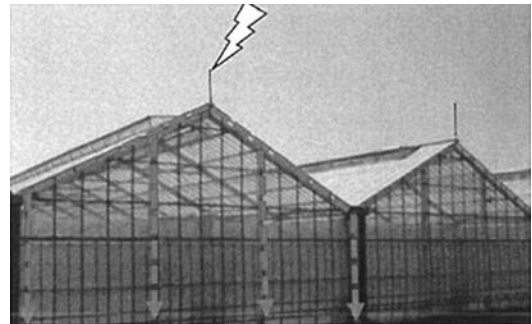


写真2 機器の保護にならない雷対策

日本国内では、従来「保安器」や「避雷器」などと呼ばれていた製品について、改めて必要な試験項目と合格基準を設けたJIS規格（2004年）が制定された。この基準を満たしたものがSPDと呼ばれている。

SPDは、外部からの引き込み線とアースとの間に取り付けることで、外部から侵入した雷サージ電流を機器側ではなくアース（接地）に逃がすスイッチのような働きをする（図3）。雷サージ消滅後は、SPDは自動的に復帰し通常の信号のやり取りまたは電源の供給状態に戻り、何度も繰り返し使用することができる。

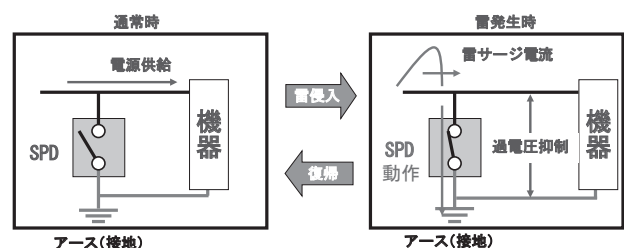


図3 SPDの働き

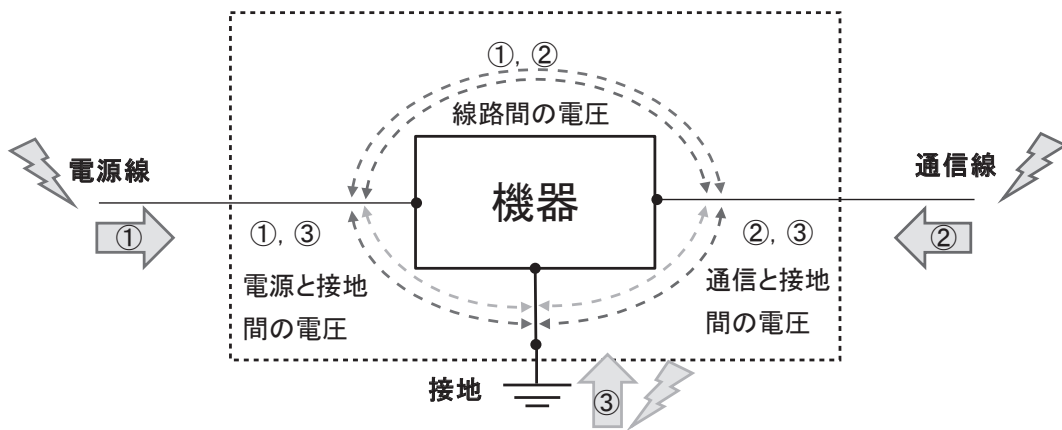


図4 雷侵入経路と接続構成例

3. 雷の侵入経路

雷対策を行う上で重要なポイントは、雷（サージ）の侵入ルートを見極めることが必要になる。雷で壊れる機器には、雷が通過するための入口と出口が必ず存在する。つまり複数の金属線（電源線、通信線ほか）が接続されている機器ほど雷に対して脆弱な機器といえる（図4）。

◇壊れやすい機器の例

- ・電源線と通信線が接続された機器
（パソコン・データ収集装置・制御装置・警報盤等）
- ・地面に接している機器
（アース線が接続・地面に設置されたヒートポンプなどの屋外機器）

◇壊れにくい機器の例

- ・電源線だけ、通信線だけ接続された機器
（ケースが完全に絶縁された電源線だけの機器・電池駆動の通信機器等）

では、なぜ機器が壊れるのか？

機器には、それぞれ耐電圧（機器に一時的な高電圧を加え、耐えることができる電圧の上限）が存在する。この耐電圧を超えると機器内部で半導体部品などの破壊が発生する。

3-1. 雷サージの種類

雷サージの種類は、以下のような3種類に大別できる（図5）。

①直撃雷（頻度は少ないが被害は大）

上空の雷雲から地上の落雷点までの大規模な放電現象

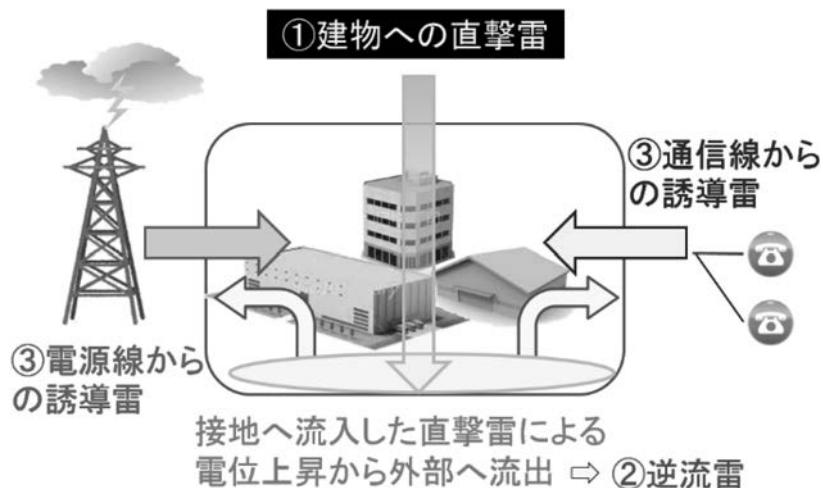


図5 雷サージの種類

②逆流雷（頻度は少ないが被害は大）

直撃雷電流が大地に放流し、地面の電圧が一時的に上昇することで配電線路や通信線路を介して雷の影響を受けてない接地点に向けて流出する現象

③誘導雷（頻度が多く被害は中小）

直撃雷または近傍への落雷により発生した放射電磁界により周囲の電源線や通信線へ誘導雷サージとして侵入する現象

4. 対策の基本

雷対策において最も重要なポイントは、接地（アース）の共通化と効率的な磁気遮蔽にある。一般に鉄筋コンクリート造の建物は、壁の中の鉄筋がシールド（遮蔽）の役割を果たすため、木造や屋外設備に比べ雷（電氣的磁氣的な結合により発生する電圧）の影響を受けにくいといわれている。それでも軽減できない雷サージに対して、最後の砦となるのがSPDである。SPDが、JIS規格として制定され10年以上が経過し、数回の改訂を経て安全面においても飛躍的に向上した。現在では、「建築設備設計基準」や「公共建築工事標準仕様書」といった公共施設の設計書にも明記されたこともあり、重要施設だけでなく一般建築物にも幅広く普及している。その要となるのが、次にあげる2つの項目である。

4-1. 雷等電位ボンディング接地

感電防止やノイズ対策の目的から単独接地（アース）を取得しなければならない場合は、雷の影響を受けたアースと受けていないアースとの間に大きな電位差（電圧）が発生し、その電位差により電気が流れて機器内部の半導体素子を破損させることがある。

それを防ぐためにも機器のアースは、可能な限り共通接地（雷等電位ボンディング接地）に接続し、機器間に異常電圧（電位差）が発生しないようにしなければならない。

4-2. SPDを使用した雷対策

大切な電子機器を雷から守るためには、SPDが有効である点を説明したが、当然のように費用が発生する。やたらと数を取り付ければ対策できる訳ではなく、必要最低限の数量で効率的に対策するためにも前述した共通接地（等電位ボンディング接地）の構築を徹底し、保護対象機器直近へのSPD設置が必要となる。



写真3 さまざまなSPD

5. おわりに

日本国内における雷被害による保険金の支払額は、年間600億円以上といわれており、これ以外にも雷被害とわからず単なる機器の不具合や故障として処理されるものや保険未加入事故を含めると年間で数千億円の損失となっている。

今回、雷被害のメカニズムと対策上の基礎について記述したが、この記事を読んで現在の対策状況が如何に無防備であるか。その点を見直し雷サージ侵入時のリスクについて今一度考え直してほしい。

具体的な対策例や取り付け時の注意点については、次の機会に説明したい。最後に掲載機会を頂いたことに感謝するとともに雷被害撲滅に向け皆様のお役に立てればと考える。