



講座 身近なプラズマ ～雷～

2. 雷を避けるには？

新藤 孝敏

(財)電力中央研究所 電力技術研究所)

How to Protect Yourself from Lightning

SHINDO Takatoshi

Central Research Institute of Electric Power Industry, Electric Power Engineering Research Laboratory, Yokosuka 240-0196, Japan

(Received 19 May 2004)

Lightning has caused lot of damages to not only human beings, but structures, power transmission and distribution systems and transportation systems. Furthermore, recent information-oriented society becomes more vulnerable to lightning than that of old days. To understand lightning, several kinds of lightning observations have been carried out and novel observation equipments using opt-electronics technology have been developed. Based on the observations and theoretical analysis, lightning protection design has been established. In this article, lightning hazards, lightning observation techniques and lightning protection design are reviewed. Problems for future studies are also demonstrated.

Keywords:

lightning, lightning hazard, lightning protection, lightning observation

2.1 雷による被害

昔から、地震、雷、火事、親父という言葉がある。最近では親父の権威はだいぶ落ちたかもしれないが、雷は相変わらず怖いものの代表であり、その被害も相変わらず起きている。

2.1.1 人への雷害

雷に打たれて人が死ぬというのは、極めて稀のことのようにも思えるが、Fig. 1に示す警察白書のデータからは、わが国だけでも、毎年少なくとも数千人の人が雷によって死亡もしくは被害を受けていることがわかる。

雷による人身事故のほとんどが、雷雨時に屋外にいた場

合であるが、その内容は山登りや海水浴、野球、ゴルフなどのアウトドアスポーツから、農作業、単に歩いていただけなど、さまざまである。わが国の雷による人身事故で有名なものが、松本深志高校の一行が山登りをしていて雷撃に会い、11名が亡くなった事例である。この時、一行は尾根を一行になって登っており、Fig. 2にあるように雷放電によって次々に被害を受けたものである。

サーフィンをしていた若者たちが雷で被害を受けたケースでは、直接雷を受けた人以外にも、雷電流が海水を通じて流れたため、その時の電気ショックで気を失い溺死した人が多かったようである。サーファーの間では海には雷は落ちないとの迷信が広く信じられていたようで、雷が近づいたのは知っていたがあえて避難しなかったらしい。

夏季に雷が多発する北関東地域のゴルフ場では雷が鳴ると警報を出し、プレーを止めるように警告するようにしているが、それに関わらず被害を受けることもある。茨城県のゴルフ場では、雨宿りをしていた木に雷が落ち、木の近くにいた3人が亡くなるという事故があった。これは、木に落ちた雷が、木からその近くにいた人に再び放電するという現象で、側撃と呼ばれている。確かに、高い木の近くにいれば人に直接落ちることはないが、この側撃現象があるため、高い木の近くはかえって危険であると言える。実際、海外の雷に関する安全ガイドなどでは、「雷雨時には高い木には近寄るべきではない」との記述がなされているものが多い。

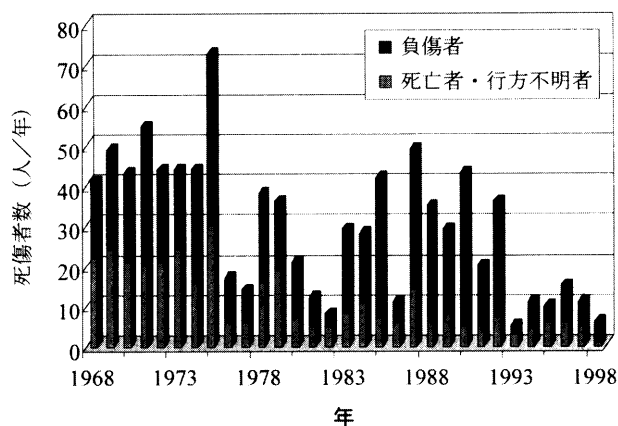


Fig. 1 Lightning-caused deaths and injuries in Japan.

author's e-mail: shindo@criepi.denken.or.jp

学会 Web に本講座で使用した図のカラー版を掲載しています。あわせてご覧ください。(<http://www.jspf.or.jp/journal/kaminari/>)

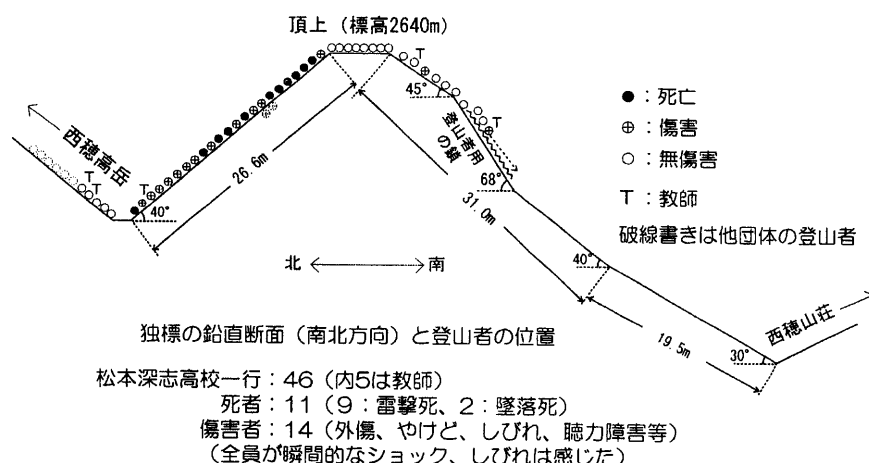


Fig. 2 The case of the Matsumoto-Fukashi high school.

2.1.2 建物や大地への雷撃

雷は高いところに落ちる性質があり、高い建物は雷の絶好の目標となる。18世紀までのヨーロッパでは教会に雷がよく落ちている。他に高い建物がないことが第一の理由であるが、確かにゴシック様式の教会は鋭角的であり、いかにも雷が落ちそうではある。雷は悪魔の仕業と考え、雷が鳴ると鐘楼で鐘を鳴らして悪魔を追い払おうとしている時にその鐘楼に落雷し、鐘撞男が死ぬという笑えない話もあったらしい。わが国でも大阪城の天守閣など、雷が落ちて火災となり、消失した建物も少なくない。

避雷針が用いられるようになってからは、建築物の雷被害もはるかに少なくなった。しかし、避雷針といえども完璧なものではなく、つい先ごろもわが国の国会議事堂に落雷があり、立派な御影石が欠けたことがあった。実は、鉄筋コンクリートなどの建物に避雷針が設置してあっても、建物の角に落雷しコンクリートが欠けたりすることは必ずしも珍しいことではない。

高い建物だけではなく、普通の家などにも雷が落ちて火災に至ることもある。今では茅葺の民家も減り雷そのもので火災になることは少なくなったが皆無ではない。また落雷で家庭にきている交流 100 V の線が絶縁破壊し、それがもとで火災になることもしばしば耳にする。

雷が森林に落ち、それによって森林火災となることもよくあり、カナダでは森林火災の原因の30%は雷によるものであるとの調査結果がある。後述するように、現在では、落雷時に放射される電磁界を多地点で観測し、それから落雷位置を標定するシステムが開発され、電力会社、気象情報会社などで活用されているが、この開発の目的の一つにカナダなどの大森林地帯において、落雷状況から森林火災を監視するということがあった。

2.1.3 電力設備への雷撃

エジソンが世界初の配電事業を始めたのが1882年のことであるが、その時から、電気事業と雷との戦いが始まったといえる。19世紀末と言え、放電現象の基礎である電子は未発見であり、交流計算についても $j\omega$ がやっと導入された時代である。放電現象も回路理論もほとんど手探り状態の時に、耐雷設計を行うのは大変な苦勞があったであ

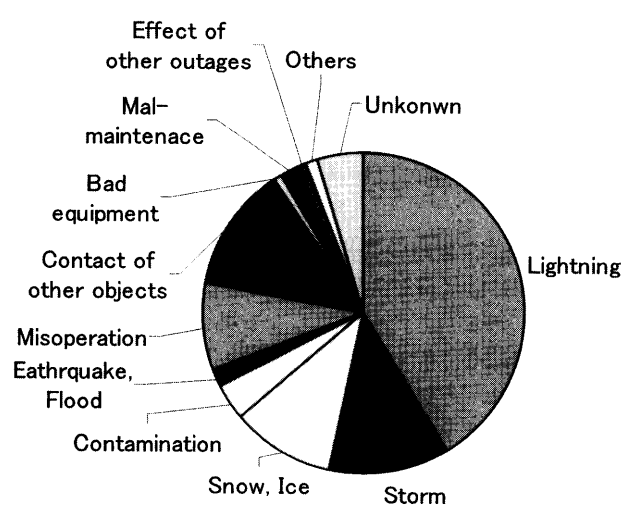


Fig. 3 Causes of outages of transmission lines.

う。

現在、わが国では50万 V 送電が実用化され、100万 V 送電設備も建設されている状況ではあるが、Fig. 3 に示すように、未だに送電線事故の原因は雷が一番多い。もっとも、電圧階級によって事故率は異なり、基幹送電線と言われる超高圧、超超高圧の送電線ほど事故率は小さく、500 kV 送電線では年間 100 km あたり 1 件以下となっている。

送電線では、電気を送っている電力線に直接雷が落ちるのを防ぐため、電力線の上部に架空地線と呼ばれる接地された線を張っている。避雷針ではなく避雷線というわけである。それでも架空地線をかいくぐって電力線に雷撃する場合もあり、これを遮蔽失敗と言う。現在の遮蔽理論によれば、電流が大きい雷は架空地線に効率よく捉えられ、遮蔽失敗が生じるのは電流が小さい雷であるとされている。ただし、電流が小さいと言っても数千～1 万 A のオーダーではある。

しかし架空地線で雷撃を捕らえ、遮蔽に成功しても、事故となる場合がある。それは、架空地線に落ちた雷の電流は鉄塔を通じて大地に流れるが、雷撃電流が著しく大きい場合には鉄塔に (鉄塔のサージインピーダンス $\times$ 電流) の電位上昇が生じ、鉄塔から電力線へ放電が生じるためであ

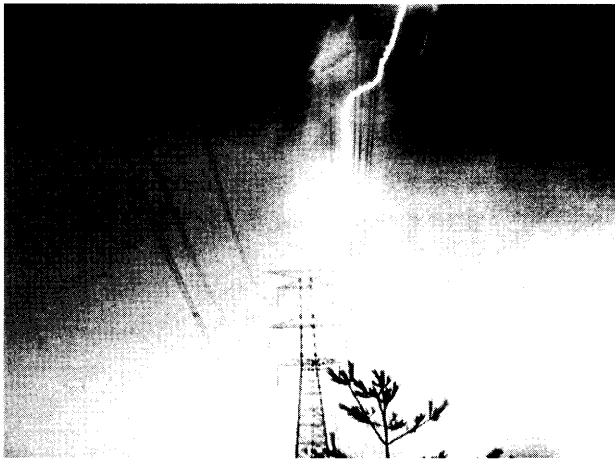


Fig. 4 Three-phase back-flashover.

る。これを逆フラッショバと言う。逆という意味は、電力線から通常接地電位である鉄塔へ放電する方向を正と考え、その逆という意味である。場合によれば、一つの雷撃で複数の相で同時に逆フラッショバが生じることもある。Fig. 4は3相同時に逆フラッショバが生じたのを捉えた写真である。

配電線では、線路の絶縁強度が送電線ほど高くないので、配電線に直接雷が落ちた場合はもちろんであるが、配電線近傍に雷が落ちて事故となる場合がある。これは、雷が配電線近くに落ちた時の電磁界変化により配電線に電圧が誘導され、その過渡的な過電圧によって配電線のがいしでフラッショバが生じるもので、誘導雷と呼ばれる。誘導雷の撮影例をFig. 5に示す。その他、山頂の無線鉄塔などに雷撃があった時に、その雷撃電流が雷撃のあった無線鉄塔に電気を供給している配電線に逆流して、配電線に事故を起こすことがあり、これは逆流雷と呼ばれている。

2.1.4 輸送設備への雷撃

地上の建物だけでなく、航空機などにも雷が落ちることがある。統計によれば世界中で飛んでいる1万機以上の大型旅客機の各機が毎年一回くらいは被雷しているそうである。航空機の場合、大地に接地されているわけではないが、雷雲のような強い電界の中におかれると、羽の先端部分などの電界が強くなりそこから放電が生じる。わが国では航空機に雷が落ちて民間航空機が墜落した例はないが、外国では例があり、宇宙ロケット打ち上げ時に雷による事故が起こったことがある。飛行機に雷が落ちて乗務員や旅客が感電するということが危惧されるかもしれないが、そのようなことはない。かつて米国では雷雲の調査のため、戦闘機を雷雲の中に飛び込ませて観測を行ったことがある。その時の写真をみると、尾翼などから盛んに放電が起こっているのが見えるが、飛行機は無事生還している。

船舶の場合には、通常鉄でできており、また水に浮かんでいるため十分な接地がなされていると考えてよい。ただし、木造船やFRP船では落雷で損傷や火災となる可能性はあり、実際に雷による事故も生じている。このため、そのような船舶については、マストなど船の一番高い場所に避雷針を設置し、十分な太さの引下げ導線で喫水線より十分

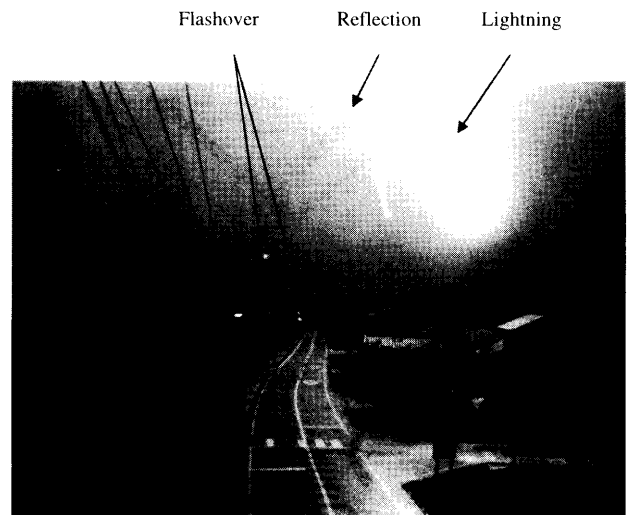


Fig. 5 Induced lightning.

下方まで導くこととなっている。これとは別に、タンカーなどでは落雷時に火花がおり、それが油タンク内に残っていた可燃性ガスに着火して爆発などの事故を起こした例もある。

鉄道各社でも電力設備を保有しており、それらに対する雷被害は通常の電力設備の場合と同様であるが、鉄道設備で特徴的なのは踏み切りなどでの信号設備への雷被害である。鉄道では、踏み切りの遮断器の制御にあたり、電車の踏切への接近および踏み切りから離れたことをレールを通じて検知している。昨今、これらの機器の電子化が進み、踏み切り制御装置近傍への落雷によって、踏み切りが誤動作するという事故が生じている。踏み切りの場合、フェイルセーフのため何かあれば遮断器を下ろすという動作にしているので、誤動作とは雷により遮断器が下がりっぱなしになるということである。

2.1.5 高度情報化社会での雷被害

最近では工場やオフィスだけでなく、一般家庭でもコンピュータが常備され、インターネット接続のための通信回線の設置、各種機器の電子化などが進んでいる。従来の雷被害は機器の損傷、破損といった、どちらかといえば雷のエネルギーによる機械的な被害が多かったが近年は被害の様相も変わりつつある。具体的には、機器の電子化が進み個別素子の過電圧耐性が低くなるとともに、動作電圧レベルの低下により、雷の電磁ノイズによる機器の誤動作も報告されるようになってきた。実際、インテリジェントビルに落雷があった場合、避雷針で建物は保護できたとしても、雷撃電流はビルの鉄筋を流れて大地へ流れるのが一般的であり、ビル内部にはその電流による過渡電磁界が発生し、ビル内のコンピュータや電子機器への悪影響、通信・制御ケーブルへの誘導などを起こす可能性がある。このような問題は、まだあまり顕在化していないが、今後ますます重要性を増すと考えられる。

2.2 雷観測

雷の被害を防止するためには、まず雷現象を理解するこ

とが必要であり、そのための各種観測技術が開発されている。

2.2.1 光学的観測

雷の観測と言えば、まず静止カメラによる雷観測である。これは一見簡単なようであるが、雷の発生時間、場所をあらかじめ正確に知ることはできないため、効率的なデータ収集のためには自動観測装置が必要である。現在、わが国でよく使われているのが、雷の発光を検知し、機械的シャッターの代わりに液晶をシャッターとして用いた方式のカメラである。前掲した Fig.5 はそのようにして撮影されたものであるが、その他冬季雷での上向き雷現象や多地点同時雷撃現象、風車への雷撃、UHV 送電線での遮蔽失敗など、雷現象のみならず、特異とも思える事故現象も多く観測されている。これらから得られる知見は耐雷設計の高度化に大いに役立っている。

静止カメラによる観測では、雷放電路は把握できるが、雷がどのように進展して雷撃に至ったか、その動的様相は明らかにできない。そのため、各種高速度カメラによる雷観測も古くから実施されている。自動観測の観点からは、市販のビデオカメラによる雷観測も有効である。最近ではデータ収集の効率化のため、ビデオ信号を一定時間部分だけ一旦ハードディスクなどの記録装置に記録し、雷の画像が含まれていればその部分をビデオテープに記録し、雷の画像がなければ次の信号を上書き記録する装置も開発されている。これにより雷画像部分だけがビデオテープに記録されることになり、後のデータ整理なども容易になる。

しかし、雷放電進展様相を詳細に観測するためには、通常のビデオ装置では時間分解能が必ずしも十分でない。そのため、古くから回転カメラが開発されている。これは、フィルムを高速回転させて雷放電路の進展を時間分解して



Fig. 6 The ALPS.

撮影するものであるが、夜間にしか観測できない、人がついている必要があるなど、操作性に難があった。

そのため、昼間でも自動観測可能な、雷放電様相自動観測装置 (ALPS: Automatic Lightning feature Progression observation System) が開発されている。ALPS は通常のカメラのフィルム部分をマトリックス状に構成した光ファイバーの束で置き換え、そこで得られた光信号を光電変換し、信号処理するものである。ALPS の外観を Fig.6 に、また観測結果の一例を Fig.7 に示す。

2.2.2 雷撃電流観測

雷撃電流は雷被害防止の観点からは、最も重要なパラメータの一つであるが、その観測には以下のような問題を解決する必要がある。

- a) 発生場所、時間の予測が難しい
- b) 電流値が大きく、そのダイナミックレンジも大きい

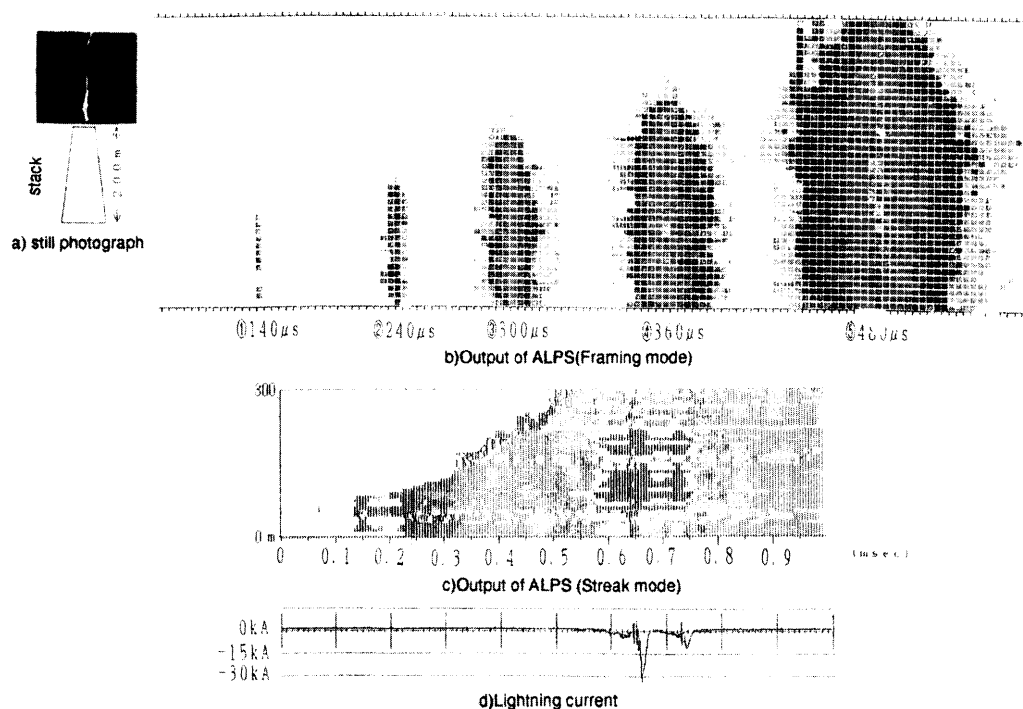


Fig. 7 Observation results with the ALPS.

(数百 A から十萬 A 以上)

- c) 電流峻度が大きい (夏季雷では立ち上がり時間数 μ 秒程度)
- d) 継続時間が大きい場合がある (冬季雷では数百 ms 継続する場合がある)

これまで、雷撃電流観測装置として用いられているものとしては、磁鋼片、電流シャント、ログスキーコイル、電磁界アンテナなどがある。

磁鋼片は、鉄塔などに取り付け、鉄塔雷撃時に鉄塔脚に流れる雷撃電流によって生じる磁化の大きさから電流ピーク値を推定するものである。鉄塔などに取り付けるだけで測定可能なので簡易であり、耐雷設計に用いられているわが国の雷撃電流分布曲線も磁鋼片による観測データが基本となっていた。しかしながら、磁鋼片では電流ピーク値しか分からず、雷撃電流波形まで考慮した詳細な耐雷設計に用いるには若干難がある。

電流シャントは小さい抵抗値 (通常 1Ω 以下) の抵抗に雷撃電流を通過させ、そこに発生する電圧から電流値を測定するものである。この場合には、電流ピーク値のみならず電流波形まで計測できるため、雷撃電流としては最も有効である。しかし送電線鉄塔などの既設設備への設置は容易でない。また記録装置へのノイズ防止のため、光変換して信号伝送するなどの工夫が必要である。

ログスキーコイルは雷撃電流が流れる導体をコイルで取り囲み、そこに誘起される電圧から電流を測定するものである。基本的に電流シャントと測定システムは同様であるが、鉄塔など既設設備へ設置するのは、後からコイルを構造物の周りに取り付けただけであるので、はるかに容易である。近年、冬季雷地域において風車への被害が多発しているためログスキーコイルを用いた雷撃電流観測が開始されている。しかし、一般にログスキーコイルは低周波領域での応答が十分でない場合が多く、冬季雷でしばしば発生する、長時間継続して大エネルギーとなるような電流波形の観測には、さらなる検討が求められている。

電磁界アンテナを用いた電流観測では雷撃時の放射電磁界から電磁界理論に基づき雷撃電流波形を計算するものである。原理的に非接触で観測できるため計測は容易である。しかし電流値は電磁界理論に基づいた推定値であり、雷撃電流モデルの妥当性を明らかにするとともに、遠方では伝搬による波形変歪なども考慮する必要がある。

2.2.3 電磁界観測

雷撃によって各種の電磁界が発生する。これらの電磁界を観測することにより、雷の各種の特性を明らかにすることができる。電磁界観測は本質的に非接触、遠隔測定であるので、効率的なデータ収集が可能となる。

大地雷撃が生じると雷雲中の電荷が中和され、それに応じて静電界が変化する。これらの静電界変化を多地点で観測することにより、中和された電荷の位置と大きさを推定することが可能である。また、静電界変化から放電現象の解析も行われている。

最近精力的に研究が進められているのが、帰還雷撃時に放射される電磁界波形からの雷撃電流モデルの構築であ

る。一般に電磁界波形の観測は比較的容易であるが、対応する電流波形の観測は一般には容易でなく、ワイヤを付けたロケットを地上から打ち上げ、そのワイヤに沿って雷撃電流が流れるロケット誘雷や雷撃点が固定される高建造物への雷撃時に限られる。その場合でも、測定可能なのは地上における電流波形であり、雷放電路上部での電流波形は推定せざるを得ない。そのため、各種の帰還放電モデルが提案されているが、まだ全般的に認められたモデルが開発されるまでには至っていない。

雷放電に伴って UHF 帯の電磁波が放射される。この電磁波を多地点で観測することにより、放電路の標定が可能である。このような手法により、光学的観測では不可能な雲内の放電状況などの観測も行われている。

雷から放射される電磁界観測の実用的な応用として最も活用されているのが落雷位置標定システムである。帰還雷撃時に放射される電磁界を多点で観測することにより、落雷地点を標定するものであるが、最新のシステムでは標定精度は数 km 以内、捕捉率は夏季雷では 80~90% 以上となっている。

現在、電力各社ではこれらのシステムを導入し、雷撃の標定をリアルタイムで行い、事故解析、系統運用などに活用している。また 10 年間にわたる落雷位置標定システムのデータに基づいた落雷頻度マップも作成され、年度や地域における雷発生頻度など各種統計データが明らかにされている。Fig. 8 にわが国の落雷頻度マップを示すが、季節や地域により雷撃発生状況が大きく異なることが明確に示されている。

2.3 雷害防止技術

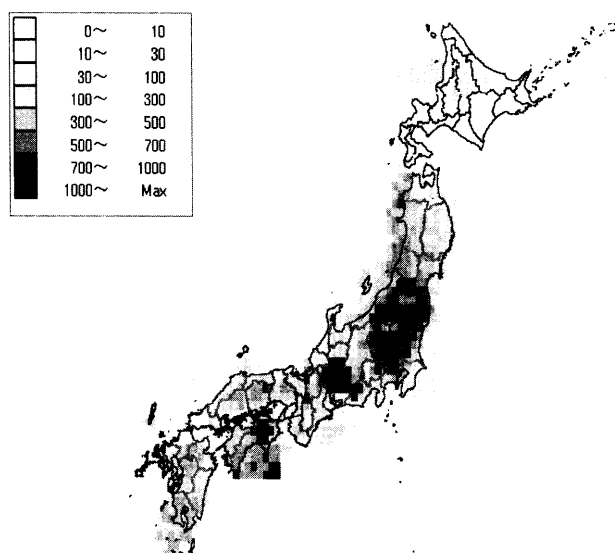
以下では、雷被害の防止技術として、屋外で雷に会った時の避雷心得について解説するとともに、電力設備での雷被害防止対策、建物の雷害防止対策について述べる。

2.3.1 人体の避雷

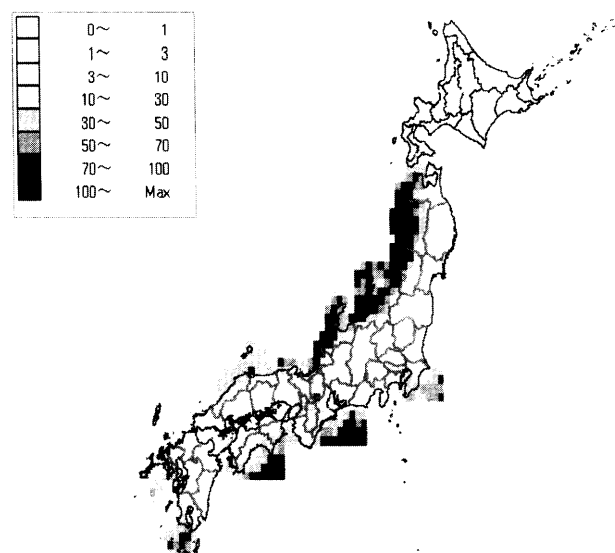
屋外にいる時に雷が発生したならば、高い木の近くは、前述したように側撃の危険があるので好ましくなく、すみやかに安全な場所へ避難することが望ましい。しかし山歩きの途中でみかける簡単な東屋のようなものは雨を防ぐことはできても、雷に対しては必ずしも安全ではない。実際に、そのような東屋に雷撃があり、柱の近くにいた人に火傷などの被害が生じたことがある。これも側撃の一種と言えよう。

安全な場所としては、鉄筋コンクリートなどの建物の中が理想的である。それは、鉄筋のような金属に囲まれていると、金属部分に電流は流れ、内部には侵入してこないためである。その意味では車体が金属である自動車の中も安全である。しかし実際に雷撃があると目が眩むであろうから、運転はしない方がよい。

金属といえば、雷の時にはネックレスなど身につけた金属を外す必要があるとの誤解があるが、それは意味がない。金属の有無に関わらず、高いところへ落ちる性質があるから、身を低くすることの方がはるかに効果的である。またゴルフのクラブや釣竿などを高く掲げていると、その



a) Summer (Average of 1992-2001)



b) Winter (Average of 1992-2001)

Fig. 8 A Lightning frequency map by lightning location systems.

分だけ雷撃の可能性が増すので、これらは背よりも低くする必要がある。また、やむを得ず屋外で身を低くして雷をしのぐ場合には、手足を広げていると雷撃時に手足の両端に発生する電位差によって被害がおこる可能性があるのので、手足は広げず、地面には一箇所だけ接するようにすべきである。

2.3.2 電力設備の雷害防止

電力設備では、架空地線により電力線への直撃雷を防ぎ、発生する過電圧は避雷器で抑制するというのが、基本的耐雷方策である。架空地線を設置しても100%直撃雷を防止できないのは既に述べたとおりであるが、超高圧の送電線などでは、遮蔽失敗をできるだけ少なくするため、架空地線を電力線よりも張り出すようにしている。

送電線の直撃雷や、逆フラッシュオーバーが発生した場合に

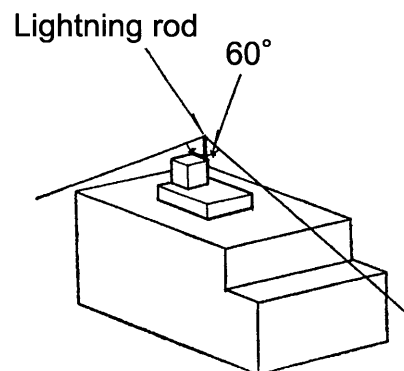


Fig. 9 The protection angle method.

は、電力線に侵入した雷撃電流はサージとなって電力線を伝搬し、場合によっては変電所まで到達する。これがそのまま変電所内に入ると、変圧器などの重要機器を破壊することになるので、変電所の入り口に避雷器を設置し、ある一定以上の大きさのサージが変電所内に侵入しないようにしている。最近では、送電線にも避雷装置を取り付け、雷による事故を少なくする試みも多く行われている。配電線においても、各種の耐雷機材が取り付けられており、雷事故防止の取り組みがなされているが、最近ではコストパフォーマンスを考慮した合理的な設備設計が重要な課題である。

2.3.3 建造物の雷害防止

建築基準法によれば、20 m以上の建築物には避雷設備を設置することとなっている。従来のわが国の避雷針の規格では、一般建築物の場合、Fig.9にあるように避雷針先端から60°の角度内に建物があるようにすることとなっていた（これを保護角法という）が、最近 IEC 規格に合わせる形でわが国の避雷針規格も改定され、原則として Fig.10にあるような回転球体法により保護範囲を定めるようになった。Table 1は保護レベルと回転球体半径の関係を示したものであるが、保護レベルが高いほど球の半径を小さくするようになっている。保護レベルをどのように選ぶかは使用者にまかされているが、一般建築物ではレベル IV

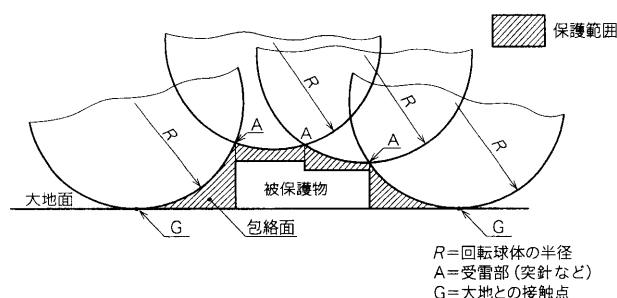


Fig. 10 The rolling sphere method.

Table 1 Protection levels and the corresponding radius of the rolling sphere.

I	20
II	30
III	45
IV	60

を、危険物の貯蔵、取り扱いを用途とする場合はレベルⅡを最低基準として設定すべきとされている。

避雷針は建物の代わりに雷を受け、その雷撃電流を安全に大地に流さねばならない。そのため雷撃電流は十分な太さを持った引下げ導線で大地まで導くが、鉄筋の建物では引下げ導線を鉄筋に接続することが推奨されている。一本の導体で引き下げても、引下げ線の持つサージインピーダンスによる電位上昇はかなり大きくなるので、建物の鉄筋などと完全に絶縁するのは難しく、電流を効率よく大地へ流す意味からは鉄筋と接続した方がよい。しかし、前述したように、鉄筋に雷撃電流が流れると、その周囲には過渡的な電磁界が発生し、それが建物内の電子機器や通信線に影響を与える可能性がある。現在、このような状況での建物内の過渡電磁界や内部の機器への影響については、理論、実験の両面から精力的に研究が進められているところである。

2.4 最近の問題

最近ではIT社会と言われ、サイバーテロなどという言葉もマスコミを騒がしているが、雷こそまさにIT社会における自然のサイバーテロである。既に述べたように、雷放電の作る過渡電磁界は各種電子機器、通信システムに対する大

きな脅威となるものであり、その対策の確立は、今後ますます進むであろう社会の高度情報化に必要な不可欠の課題である。

また最近ではわが国でも風力発電などの自然エネルギー発電が注目を集めているが、風車発電施設が建設されるに伴い、風車への雷被害が顕在化しつつある。特に日本海沿岸地域に建設された風力発電設備では雷によるブレード破損などの深刻な被害が多発している。風況の良い地点は日本海沿岸の丘の上など見通しの良いところで、しかも海岸からあまり離れていない場所が多いが、これは日本海に冬季に発生する、いわゆる冬季雷にとっても絶好の標的となる。また冬季雷はそのエネルギーの大きいのが一つの特徴であり、これも被害を大きくする一因となっている。

新しい雷被害防止対策として、雷放電を制御して任意の場所に誘導する、誘雷技術の研究も行われている。すでにワイヤ付きロケットを打ち上げて雷を誘導するロケット誘雷は国内外で多くの成功例がある。さらに高度な方法として、大出力レーザを用いて気中に電離したプラズマチャネルを形成して雷を誘導しようとする研究もある。まさに夢の耐雷技術であるが、昨今理工系離れが言われている中、このような夢のある研究がもっと行われてしかるべきであろう。



しん どう たか とし
新藤 孝敏

主な研究分野は、雷、電力設備の外部絶縁設計。1978年財電力中央研究所に入所、現在に至る。趣味は囲碁、読書（お気に入りの作家は、都筑道夫, E.D.Hoch）。家族は妻（一人）。最近は、ミーシャ、ケミストリーなどのコンサートに通うミーハーな私。次は宇多田ヒカルか？

コラム：避雷針こぼればなし

避雷針のアイデアは1749年に出されたフランクリン（あの嵐の実験で有名なフランクリンである）の提案が最初と思われるが、それが世界で認められるには、かなりの歳月がかかっている。フランクリンの住んでいた米国フィラデルフィアでは1760年に最初の避雷針がウェスト家に取り付けられた。まもなく避雷針の効果を試すがごとく、ウェスト家に雷撃があったが、避雷針の先端が溶けただけであり、その有効性が実証されると多くの家で避雷針が取り付けられた。避雷針の考え方はヨーロッパにも伝わり、パリでは避雷針付きの傘（!）や女性用の避雷針付きの帽子（!!）も流行した。しかし、実際の避雷針についてはなかなか認められず、フランスではある貴族が自宅に避雷針を付けると、危険だということで民衆から反対が起こり市当局も撤去を命じたため、その貴族が反発し訴訟となった。この時、避雷針側の弁護に立ったのが、後のフランス革命で有名なロベスピエールであり、見事に勝訴している。これが1783年のことであるが、この時、避雷針が公式に認められたと言って良い。ちなみに日本で最も古い避雷針は金沢の尾山神社に付けられたもので、明治8年(1875年)のものである。