

## 連載 業界人のための静電気入門④ 静電気と湿度の関係

プロマティック(株) 代表取締役 福島 和宏

### ◆ 相対湿度と絶対湿度とは?

日本のほとんどの地域とアジアの一部の地域には梅雨がある。蒸し暑くて嫌われるがちな季節であるが、静電気の観点からは年間で最も安心できる時期である。皆さん経験的にご存じのように、湿度が高くなると静電気は目立たなくなる。

ところで、湿度には相対湿度と絶対湿度の二つの表し方がある。前者はある温度で空気が保持できる最大の水分である飽和水蒸気量に対して

何%水分を含んでいるかを表すもので、単位は%RHまたは単に%が使われる。一方、絶対湿度とは、1立方m中に水分が何g含まれているかを表し、単位はg/m<sup>3</sup>である。重要なことは、普段湿度と呼んでいる相対湿度は、温度によって単位体積当たりに含まれる水分量(絶対湿度)との関係が変わるということである。例えば、相対湿度50%のとき、絶対湿度は気温25度Cの場合11.5g/m<sup>3</sup>、10度Cの場合4.7g/m<sup>3</sup>、30度Cの場合15.1g/m<sup>3</sup>となる。

### ◆ 地域による湿度環境の違い

天気図が冬型になると太平洋側では晴天、日本海側では湿った重い雪が降るので、湿度環境には地域差があることが予想される。

そこで、気象庁の気象統計情報より、東京と金沢の2009年における各月の平均気温と平均相対湿度を参考し、それから絶対湿度を計算してみた。図1に東京、図2に金沢のデータを示す。このように、絶対湿度

は東京と金沢でほとんど同じ傾向で、夏は約18g/m<sup>3</sup>、冬は約4g/m<sup>3</sup>程度である。これに対して相対湿度は東京では冬に50%以下になるのに対して、金沢では60%以上あることが判る。これは、絶対湿度が同じでも金沢の冬の気温が低いために、空気が水分を保持する容量(飽和水蒸気量)が低くなるため、少ない水分でも相対湿度が高くなるためである。

なお、図1と図2で示したデータは外気のデータであるので、室内の状態にそのまま反映される訳ではない

図1. 東京の年間平均気温、相対湿度、絶対湿度(2009年)

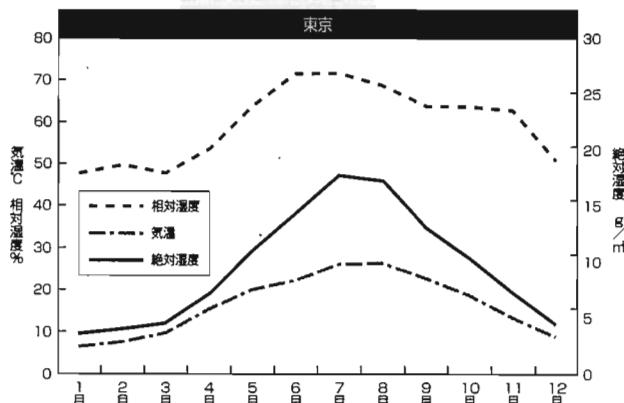
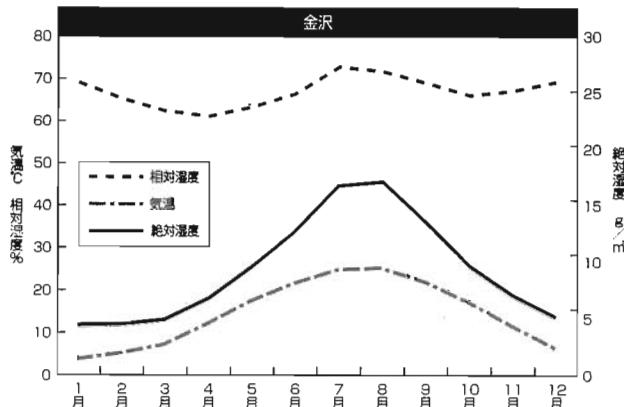


図2. 金沢の年間平均気温、相対湿度、絶対湿度(2009年)



が、完全密閉系でなければ絶対湿度は外気と屋内で大差はないと考えられる。そうすると、冬に暖房を使って気温を上げると相対湿度は下がることになる。具体的には、絶対湿度4g/m<sup>3</sup>で室温を25度Cにすると、相対湿度は17.4%まで下がってしまう。

### ◆ 相対湿度と表面抵抗の関係

湿度が高くなると、一般に物体の表面抵抗は低下する。この場合の湿度は絶対湿度ではなく相対湿度である。物体の表面に付着する水分量は空気中と同様に温度に依存する。つまり、絶対湿度が同じでも、物体表面の温度が高ければ乾燥し、低ければ加湿され露点温度以下では結露が生じる。

物体の表面抵抗と相対湿度との関係は、絶縁材料メーカーや電力会社などによる研究結果が報告されているが、一般的な材料に関しては多少の差異はあるがおおよその傾向は共



通している。具体的には、相対湿度が10%高くなると、表面抵抗は約1桁程度低下する。例えば、相対湿度20%で10の12乗の絶縁体でも、湿度60%では10の8乗と、ほぼ帯電しないレベルまで表面抵抗が下がる。ただし、撥水性の高い材料は相対湿度が高くなても表面抵抗は下がりにくいため注意が必要である。一方、ガラスやセラミックスなどは材料に含まれるナトリウムなどがイオン化する影響により、相対湿度の増加により表面抵抗は大きく低下する。なお、純水は絶縁性の液体であるが、水中または物体表面のナトリウムや硝酸などが溶け込むことにより導電性が生じる。

### ◆ 表面抵抗だけでは説明不可

第2回の連載で記載したように、弊社では帯電パターンをカラートナーで可視化し、それを基に現象解析している。帯電防止剤が添加されたシートの帯電状態を調べると、特有の帯電パターンを見ることができる。帯電防止剤を添加して表面抵抗が低下しても、接触帶電や放電痕の発生が抑制されるわけではない。接触帶電は「帯電リリーフ」に依存し、放電痕はシート表面の帯電量と剥離速度に依存する。例えば、帯電防止剤により表面抵抗が10の10乗程度まで下げられても、帯電した電荷が表面を移動して消失あるいは中和するまでには数分以上要する。従って、帯電直後の帯電防止剤入りシートを速やかに調べると放電痕などを確認することができる。ただし、絶縁性のシートの場

合と違って、その放電痕の輪郭は不鮮明にはやけている。これは、表面で帯電電荷が移動した証拠である。

一方、絶縁性のシートの帯電状態をいろいろ調べてきたが、夏場や梅雨の季節であっても放電痕などは見られ、しかもその輪郭は不鮮明にはなっていない。もし、梅雨時は湿度の影響で物体の表面抵抗が下がり、帯電電荷が漏洩するのであれば、帯電防止剤を添加したように帯電パターンの輪郭が不鮮明になってよいはずである。

### ◆ 水分による接触帯電の抑制

第1回の連載で「帯電列」について紹介したが、接触帯電は異なる2種類の物質の表面間で電荷が移動して生じる。相対湿度が0%でなければ、各物体の表面には水が吸着している。相対湿度で40%以上であれば、物質の表面には水の連続した膜ができると報告されている。従って、接触界面では2種類の異なる物体が直接接触しているというよりは、お互いの界面が水を介して接触しているといった方が正確である。すなわち、湿度の影響としては、帯電後の電荷漏洩だけでなく、いやむしろ接触帯電が抑制されることの影響の方が大きいと考えられる。このことからすると、ホットローラーやヒートシーラーなどの高温部分の表面は、部屋の相対湿度が高くても乾燥しているので、接触帯電が強くなることが懸念される。

### ◆ 除電器の性能への影響は?

湿度が高いと除電器の性能にはどのような影響が現れるであろうか? 答えは、相対湿度が高くなると、以外にも? 除電能力は低下する傾向となる。これは、コロナイオンのもととなる水蒸気の状態が湿度によって異なることに起因する。相対湿度40%以下では水分子が四つ合体したクラスターが主であるが、相対湿度50%以上では21個以上合体した大きくて重いものが主となることが知られている。湿度が高いと水クラスターから作られるコロナイオンも重くなるため、除電器の針先から電界で送られる速度が低下するため、除電器のイオン電流が低下し、除電能力が低下する。なお、最近では除電器針近傍から乾燥空気を出せるものが増えてきているため、湿度の影響は回避されつつある。

次回は、液体の帯電等について解説する予定である。記事の内容に関するご質問等がございましたら下記までお問い合わせください。

プロマティック株式会社  
代表取締役 福島和宏  
e-mail:

k.fukushima@promatequ.com  
Tel/Fax : 077-565-8817