

ノート

## 帯電水滴によるイオン空間の形成

横山 敦士<sup>\*1</sup>, 村田 雄司<sup>\*</sup>

(2002年3月2日受付; 2002年8月12日受理)

Generation of Ionic Space Using Atomized Water Droplets  
Charged by Corona DischargeAtushi YOKOYAMA<sup>\*1</sup> and Yuji MURATA<sup>\*</sup>

(Received March 2, 2002; Accepted August 12, 2002)

For the purpose of elimination of the electrostatic charge, charged fine water droplets were generated using a corona discharger and a dry fog nozzle. By using charged water droplets, ion density away from the ion generator was increased in comparison with the case without them. This system will be effective in order to eliminate the static charge in the wide space.

## 1. はじめに

静電気の放電現象または力学的現象によりさまざまな静電気障害や災害が工業現場で発生している<sup>1)</sup>。

静電気により帯電した物体の電荷を取り除くために、コロナ放電で空気をイオン化し、帯電物の除電を行う方法がある。この方法では、空気中におけるイオンの再結合等によりイオン発生装置から距離が離れると急激にイオンの濃度が減少することが問題点にあげられる。そこで、我々は微小水滴をコロナ放電で帯電させることにより帯電水滴を生成し、密度の高いイオン雰囲気を経方まで搬送する実験を行ってきた<sup>2) 3)</sup>。最近では静電霧化を用い、パイプ内でのイオン搬送について帯電水滴の効果を確かめた報告もある<sup>4)</sup>。本報告では、微小帯電水滴を噴射した場合とイオン化された空気を噴射した場合について、空間のイオン密度と噴射装置からの距離の関係について調べた結果を報告する。実際の除電には交流コロナ放電を用いる必要があると思われる。本実験では基本的な特性を調べるために直流コロナ放電について実験した。

## 2. 実験装置および方法

本研究で用いた装置の概略を図1に示す。この装置はドライフォグノズルとエアコンプレッサーによって平均粒径 50.2 $\mu$ m の水滴を噴霧する。エアコンプレッサーの空気流量は 37 L/min

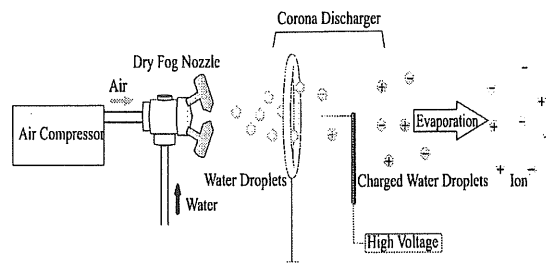


図1 イオン生成装置

Fig. 1 Ion generator system.

である。直流 6 kV, 8 kV および 10 kV の高電圧を印加した針状電極と接地したリング状電極 (内径 45 mm, 外形 60 mm) の間でコロナ放電を生じさせる。リング状電極は逆放電を防ぐため角を取ってある。ノズルとリング状電極の間隔は 20 mm, リング状電極と針状電極の間隔は 15 mm である。

ドライフォグノズルは、噴霧された微小水滴が全て大気中で蒸発するという特徴を持つとされている。この特徴を利用することにより、微小帯電水滴が空気中で蒸発しイオンとなる。水滴によって電荷が保持される間は質量が大きいため、再結合やドリフトが起こりにくく、より遠距離へのイオン到達が実現できる。水滴が蒸発する距離はおおよそ 2 m であるが、さらにファンで後方より風速 20 m/s の風を送った場合おおよそ 3 m であった。なお、本研究では便宜上、シリコンオイルが塗布されたガラス板に水滴を付着させ倍率 40 の顕微鏡で観察したときに、水滴が確認できない状態を蒸発とした。

内部に金属細線できている綿状フィルタを入れてある吸引式ファラデーケージを用いることにより、イオン生成装置から 1 ~ 5 m の位置での空間電荷密度を、空気のみを噴射した場合、微

キーワード: 除電, 帯電水滴, イオン空間

\*東京理科大学理工学部 (278-8510 千葉県野田市山崎 2641)

Faculty of Science and Technology, Science University of Tokyo,  
Yamazaki 2641, Noda Chiba, Japan <sup>1</sup>j7301667@ed.noda.sut.ac.jp

小帯電水滴を噴霧した場合、微小帯電水滴を噴霧しさらに後方よりファンで風を送った場合のそれぞれについて測定した。微小水滴の移動速度は風速と同じである。

3. 実験結果および考察

直流コロナ放電によるイオン生成で、印加電圧を 6kV, 8kV および 10kV としたときのイオンの空間電荷密度とイオン生成装置からの距離の関係を調べた。水滴を噴霧しない場合、水滴を噴霧した場合、水滴を噴霧した場合でより遠方まで水滴を到達させる為にイオン噴射口の後方よりファンで風を送った場合のそれぞれについて得られた結果を図 2, 3 および 4 に示す。

図 2 と図 3 を比べると、水滴を噴霧しない場合よりも水滴を噴霧するとより遠距離まで多くの電荷を運ぶことが確認できる。水滴を噴霧しない場合に対して水滴を噴霧した場合の空間電荷密度は、噴射口から 1 m の地点でおおよそ 23 倍であり、1.5 m の地点が最大で 80 倍となる。帯電水滴を用いない場合は同じく 1 m の地点を基準にすると、1.5 m では 77% の電荷が減少しており、遠くまで電荷が搬送できないことがわかる。しかし、帯電水滴を用いることにより、2.5 m の地点で 1 m の地点を基準とすると 74% の減少ととまる。これは、水滴が蒸発するのはおおよそ 2 m の位置であるため、水滴が蒸発しない範囲では電荷の減少が少なくなるためであると考えられる。5 m の地点では、帯電水滴を用いた場合と用いない場合共に 1 m の地点の 95% に減少している。これは、イオンのみの場合、電界の影響により高速でドリフトしてしまうのに対し、帯電水滴を用いると質量が大きいため、電界によるドリフトが少なくなるためであると考えられる。

図 3, 図 4 より、帯電水滴を用いた場合についてファンを使用した場合と使用しなかった場合を比較すると、前者ではより遠く

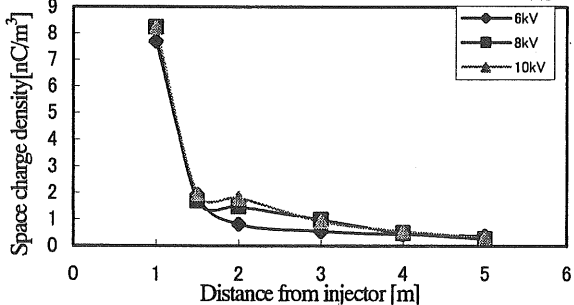


図 2 イオンの空間電荷密度 (水滴を用いない場合)  
Fig. 2 Relation between space charge density and distance from ion source (without atomized water).

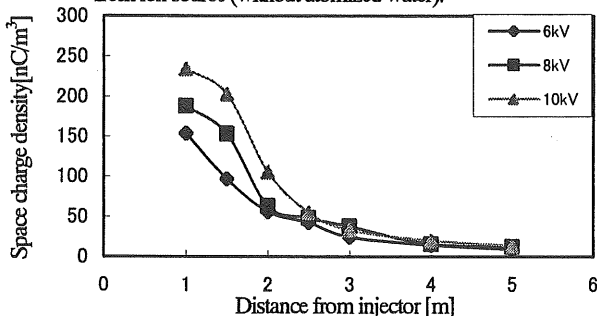


図 3 空間電荷密度 (水滴を用いた場合)  
Fig. 3 Relation between space charge density and distance from ion source (with atomized water).

まで電荷を運ぶことを確認できる。図 4 で 1 m の位置の空間電荷密度を基準に考えると、2 m の位置では 50% 減少している。3 m で 70% 減少し、5 m では 86% 減少している。

図 3 と図 4 の結果より、横軸を帯電水滴が生成されてからの経過時間、縦軸をイオン生成装置から 1 m の位置での空間電荷密度を 100% としたときの電荷の減少率とすると、図 5 のようになる。イオンが生成されてからの時間経過と減少率の関係は帯電水滴を用いた場合では、ファンを使用した場合、しない場合でほとんど同じであると言える。

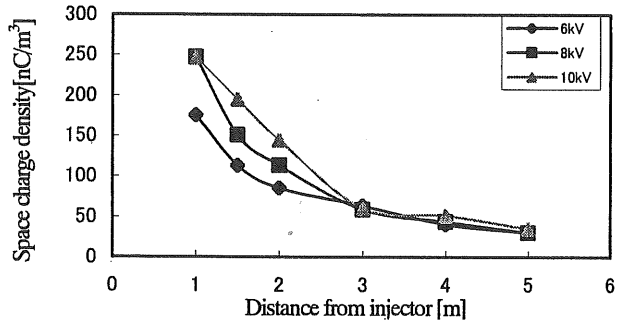


図 4 空間電荷密度 (水滴とファンを用いた場合)  
Fig. 4 Relation between space charge density and distance from ion source (with atomized water and fan).

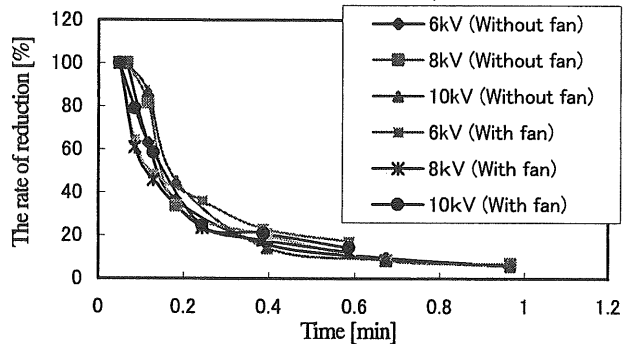


図 5 イオン生成後の経過時間と減少率の関係  
Fig. 5 Relation between time elapsed after ion generation and the rate of reduction of space charge.

4. まとめ

コロナ放電によるイオン生成で、空気をイオン化する場合に比べ、帯電水滴を用いることによりイオン生成装置から 1.5 m の位置で 80 倍の空間電荷密度となった。またファンで風を送ることにより、より遠くまでイオンを搬送できたが、イオン生成後の経過時間と減少率の関係については、ファンを使わない場合と変わらなかった。

参考文献

- 1) 静電気学会：静電気ハンドブック, p.17, 静電気学会(1998)
- 2) 竹田雄樹, 村田雄司：静電気学会講演論文集'00, p.293, 静電気学会(2000)
- 3) 横山敦士, 村田雄司：静電気学会講演論文集'01, p.287, 静電気学会(2001)
- 4) 鈴木政典, 佐藤朋且, 杉田章夫：空気清浄とコンタミネーションコントロール研究大会 19 回, p.73, (2001)
- 5) 上田 実：静電気の辞典, p.114, 朝倉書店 (1988)