静電気の研究

～身近なものでマイクロプラスチック除去の方法を探る～

兵庫県立神戸高等学校　総合理学科2年　沖　美紗紀　　小林　陸　　清水　陽太

身近な物の表面状態，湿度，圧力，材質といった条件を変えた時の静電気の帯電量を測定した後，効果的なマイクロプラスチック除去の方法を探った。

- 静電気の帯電量は摩擦回数が増えるにつれて対数関数に近い形で増加し一定の収束値を持つ
- 空気中の水分量と帯電量には負の相関があり，グラフは直線形となる
- MPとガラスビーズは，同体積（直径300 μm球）においては帯電量0.14 kV以上効率良く吸着除去し，分離できる

1. 研究動機・目的

マイクロプラスチック（以下MP）が海，砂浜など残留し，生態系及び人間へ害を及ぼすことが問題になっている。現在砂からMPを分離する方法は，「比重選別・ろ過・ふるい分け・目視」等が用いられているが，有効な方法は確立されていない。

静電気の発生状態を調べ，それをもとに静電気を用いたMPの除去方法を探る。

静電気の帯電量の指標

「Simco-Ion 静電気測定器 FMX-004」（写真1参照」）を用いて測定したポリプロピレン板（以下PP板、面積 5.5×7.5 cm²）の電圧（単位kV）を利用した。

写真1　静電気測定器

摩擦方法　布試料を左右に水平移動させて行った。摩擦は1往復を1回として測定した。

データの記録について　日付・開始時刻・終了時刻・室温・湿度・荷重・布試料の種類・回数ごとの帯電量を記録した。摩擦回数と帯電量の関係は散布図でグラフ化した。

2. 実験Ⅰ

目的

1. 摩擦回数にしたがってPP板の帯電量がどのように上がるのかを把握する。
2. 空気中の水分量と静電気の帯電量の関係を調べる。

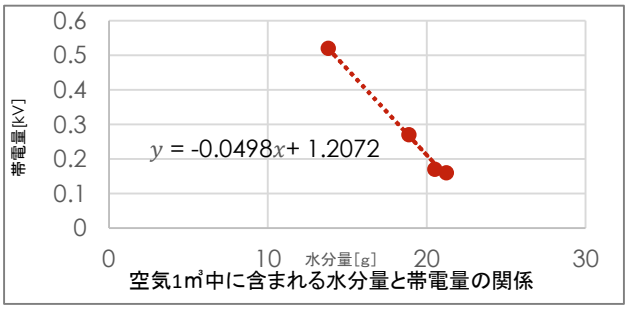
実験材料及び方法

綿・毛・アクリル・ポリエステル・ナイロンの5種類を1回ずつ摩擦させて30回までの帯電量を測定した。また，布試料とPP板を収束値に至るまで帯電させた。空気中1㎥あたりに含まれる水分量(g)に関しては，環境省の「温度に対する飽和水蒸気量の変化のデータ」より，測定した温度と湿度から算出し，収束値に至った際の帯電量と温度，湿度から算出される空気中に含まれる水分量（g）の関係についてグラフ化する。

結果及び考察

＊全ての布試料において摩擦回数30回以降では帯電量の変化は見られなかった。

1. 5種類の布試料全てにおいて，30回までの間に収束値に到達しているといえる。PP板の帯電量は摩擦回数が増えるにつれて近似曲線をとると対数関数に近い形で増加していき，収束値に至った後はほぼ一定となった。
2. 空気1㎥中に含まれる水分量xと帯電量yの関係は以下のグラフより，空気中の水分量が減るほど帯電量は増加する傾向があり，その形は直線形となった。湿度又は温度が下がれば空気中の水分量が減少するので静電気の帯電量は増加するといえる。



空気1㎥中に含まれる水分量と帯電量の関係

3. 実験Ⅱ

目的

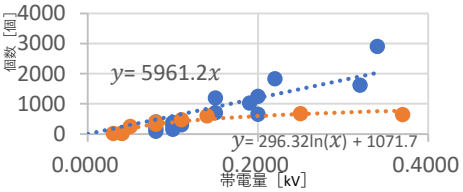
PP板の帯電量を変えた時，MP及びガラスビーズ（ともに300 μm）の吸着量（個）をそれぞれ測定し，MPを分離除去するための最適の帯電量を探る。

実験材料及び方法

PP板の質量を測定した後，実験Ⅰの結果をもとに摩擦回数を変えながらPP板の帯電量を変化させ，吸着実験を行った。MP（300 μm）をシャーレの上に均一になるように広げ、シャーレから0.1 ㎝離した状態でPP板をMPに近づけ，吸着させたのち，PP板の質量を測定した。

結果及び考察

左の図において，青色がMP，オレンジ色がガラスビーズを表している。



ガラスビーズの吸着量yは帯電量xが0.14 kV程になるまでは増加した後,ほとんど吸着量は変化しなくなった。MPはほぼ帯電量の増加に比例して吸着量が増加した。

ガラスビーズは誘電率がMPよりも大きいので，吸着されるにつれて板と粒子間の電場の大きさがより減衰したのではないかと考えらえる。

4. 今後の展望

- 実験を自動化することができれば，より正確で多くのデータを取ることができ，板にかける圧力といった他の条件と静電気の帯電量の関係も調べていくことができる。
- MPの吸着量も収束する可能性があるため，MPとガラスビーズの吸着量が収束する帯電量の区間を調べる。
- 実際の砂浜で吸着除去を行う。

参考文献・参考URL

1）高柳真：科学でひもとく楽しい静電気，日刊工業新聞社，2011　2）斎藤勝裕：プラスチック知られざる世界，C&R研究所，2018　3）ミヒル・ロスカム・アビング著，藤原幸一訳：プラスチックスープの地球-汚染される「水の惑星」，2019　4）［全国環境研会誌］：海岸漂流量の評価のためのマイクロプラスチック採取方法，2017　5）山口晴幸：海洋マイクロプラスチック汚染の現状，2019　6）［静電気学会誌］：絶縁体同士の摩擦帯電及び接触帯電に関する実験的検討，2017　7）村田雄司　帯電現象と材料表面 2005　8）環境省：「マイクロプラスチック採集調査」，2014～2016　9）https://www.data.jma.go.jp　，詳細（気温・蒸気圧・湿度）-気象庁｜過去の気象データ検索，2020/11/16参照