

“炭の電磁波吸収性能”の比較 ～電磁波吸収時の温度上昇による測定～

化学班：増田 有紗、川下 凜太郎、砂子 歩輝、中谷 亮太、中川 哲

1. はじめに

近年、通信機器の発達によるデジタル化が進み、電磁波があらゆるところで使われるようになったが、その安全性にはまだまだ不明な点が多い。例えば、電磁波による生物効果として挙げられるものには体温を上昇させる熱効果や刺激作用、頭痛、白内障、発がんなどを含む非熱効果がある。電磁波による身体への影響をどうすれば防げるのか調べたところ、備長炭が電磁波を吸収するという記事を見つけた。そこで我々は、炭の電磁波吸収性能によって電磁波を遮断することができるのではないかと考え、炭の電磁波吸収性能についての研究を行った。

備長炭(以降「炭」と表記する)は多孔質で無数の微細な穴を有しており、これが水分や物質の吸着機能を生み出している。一般に、炭はこの穴の数やその他の性能の違いによって価格が異なる。したがって私たちは、様々な価格の炭を用意し、電磁波を照射して観察し、その様子を比較、検討することによって、炭のもつ電磁波吸収能力について詳しく考察しようとした。

2. 実験方法

(1) 実験の前に

私たちは価格の異なる3種類の炭(価格の安いものから低価格、中価格、高価格と表記する)を用意して、まずそれぞれの密度に違いがあるのかを調べた。ここで、本研究で用いた炭を、ハンマーである程度の大きさに砕いた後に、乳鉢と乳棒を用いて粉末状にしたものを用いた。密度の測定はメスシリンダーを用いて、3種類の炭をそれぞれ1.00×10ml計りとり、質量を測定した。密度測定の結果、3種類の炭の密度は大きな差はなかった。

今回の実験では、炭の温度上昇を測定することで電磁波の吸収が行われていることを証明しようとした。まず我々が「炭は電磁波を吸収する」と考えた理由は、前述した通り炭は多孔質であり他の粒子を吸着することができるため、電磁波についても同様の現象が起こるのではないかと考えたからである。物体に電磁波が当たると電磁波の透過、吸収、反射の3つの現象が起こり、この3つの間にはエネルギー保存則が成り立つと言われている。この中で透過、反射した電磁波はエネルギーを与えることなく、粒子に吸収された電磁波のみが粒子にエネルギーを与えられ、透過、反射は温度上昇には関係しない現象だと考えられる。

ここで私たちは逆説的に電磁波照射後に上昇した温度から増加した粒子のエネルギー量、つまり電磁波の吸収された量を測定し、そこから炭の電磁波吸収性能を評価できると考え電子レンジを用いて電磁波を照射して実験を行った。

(2) 実験1

炭が電磁波を吸収するかを調べるために、電子レンジを用いた実験を行った。電子レンジは

加熱の際、水に吸収されやすい電磁波の一種であるマイクロ波を食品に照射して加熱を行なっている。前述の密度測定から3種類の炭の密度は大差がなかったため、それぞれ同体積計りとり、サンプル管に入れて、電子レンジ600Wで10秒間加熱を行い、温度変化を調べた。加熱の際はサンプル管にはキャップはせず、温度測定は加熱前、加熱後に放射温度計を用いた。

(3) 実験2

前述の通り、炭は多孔質であり空気中に含まれる水分を吸着しており、炭をそのまま電子レンジで加熱しては、吸着されている水分も加熱されるため、実験結果に影響を与えると考えた。そこで、ガスバーナーと蒸発皿を用いて、100℃で30秒加熱し、炭に吸着されている水分を飛ばして、実験1と同条件で再度実験を行った。

(4) パラボラアンテナを用いた実験の方法

電子レンジを用いて実験以外に、パラボラアンテナを用いた実験を行った。まず、CS放送の周波数帯の電磁波を、一般家庭で用いられるCSチューナーで受信状況を確認しながらパラボラアンテナの向きなどを調節して集めた。その後、チューナーを外してダイオードと電流計を繋いで整流された電流の大きさを電流計で示される数値で測定した。この時、粉末状にした炭に水を加えてペースト状にしたものを、透明なアクリル板に塗り、それをパラボラアンテナの焦点の前にかざしアクリル板のペースト状の炭を塗った部分と、塗っていない部分で電流計に示される数値に変化が見られるかを調べた。

3. 結果

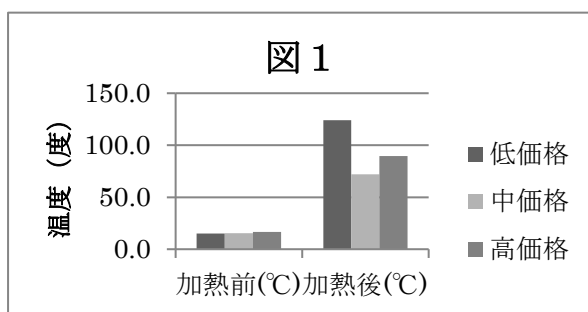
(1) 結果1

表1、図1より、全ての実験において炭の温度上昇が確認された。特に低価格の炭に電磁波を照射した際に大きな温度上昇(図2)が発生した。

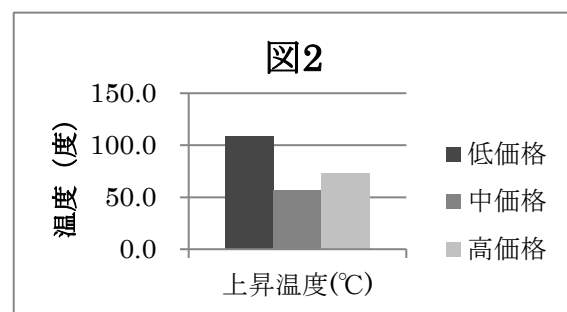
また、電磁波照射中に時折炭が発光し、小さな破裂音が断続的に聞こえた。

炭の価格	加熱前(℃)	加熱後(℃)	上昇温度(℃)
低価格	15.0	124.0	109.0
中価格	15.5	72.0	56.5
高価格	16.5	89.5	73.0

(表1 実験1の結果 電子レンジで電磁波を照射した時の上昇温度)



(図1 実験1 電磁波照射前後の炭の温度)



(図2 実験1 電磁波照射前後の上昇温度)

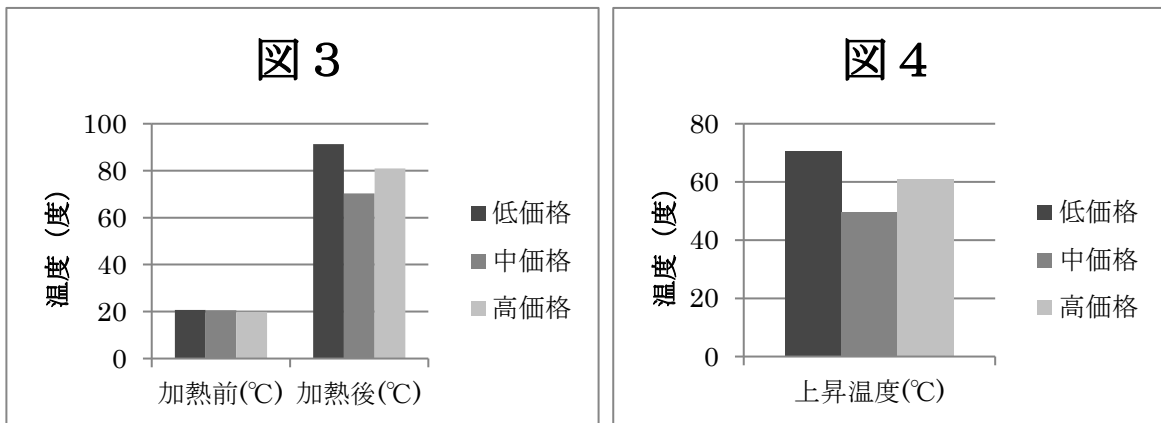
(2) 結果 2

表 2、図 3 より、実験 1 と同じく全ての場合で温度上昇が確認された。特に低価格の炭を用いた実験で大きな温度上昇（図 4）が確認された。

また、実験 1 と同じく電磁波照射中に時折炭が発光し、小さな破裂音が断続的に聞こえた。

炭の価格	加熱前 (°C)	加熱後 (°C)	上昇温度 (°C)
低価格	20.7	91.3	70.6
中価格	20.5	70.3	49.8
高価格	19.9	80.9	61.0

(表 2 実験 2 の結果 乾燥させた後電磁波を照射したときの上昇温度)



(←図 3 実験 2 乾燥後に測定した電磁波照射前後の炭の温度)

(→図 4 実験 2 乾燥後、電磁波を照射した時の上昇温度)

4. 考察

(1) 実験 1 の考察

結果 1 より、炭が電子レンジから照射された電磁波を吸収したと考えられる。しかし、炭は空気中の水分を吸着しているため、吸着された水分子によって炭が加熱された可能性も考えられた。また、低価格の炭の温度が最も大きく上昇した理由としては、より多くの電磁波を吸収した、内部で発生した熱が外部に放射されにくく他の炭に比べて温度が下がり難かった、より多くの水分を吸着しており温度上昇が起りやすかったという 3つの可能性が考えられる。

なお、観測された発光と破裂音に関しては、電磁波の照射によって内部に電圧差が生じたことにより火花放電が起こったと考察した。

(2) 実験 2 の考察

結果 2 より、水分子が吸着されていない場合に於いても炭が電磁波を吸収する可能性が示唆される。なお、低価格の炭の温度が特に大きく上昇した理由としては実験 1 での考察と同じく質量が大きいことが原因であると考察した。しかし、今回の実験に関して吸着されていた水分子や蒸発させた水分量の数値化が出来ておらず、実験 1 で考えられた水分子の影響を完全に排除したと断言することは出来ないため、炭の電磁波吸収効果の明確な立証は行えなかったと考

えられる。

また、発光現象と破裂音は実験 1 と同様、火花放電によるものと考察した。

5. まとめ

今回の研究では、温度上昇によって炭の電磁波吸収能力を実証しようとしたが、明確な立証は行えなかった。これらの失敗の原因は、吸着された水分量の不確定さや、放電による温度上昇以外のエネルギー損失などにあると考察した。

しかしながら、実験では実際に温度上昇が発生した上、水分量の具体的な測定も出来ていないため炭には電磁波吸収能力がないと断定することも出来なかった。

今後は、水分量の精密な測定や放電の防止などを行って実験を継続し、引き続き炭の電磁波吸収性能についての検証を進めていきたいと考えている。

また、他の電磁波吸収素材との比較や価格、大きさあたりの吸収量の測定なども並行して行い、実用性を考慮した議論、検討も重ねていきたい。

6. 参考文献ならびに参考 Web ページ

- (1) 電磁環境委員会 (2015 年 4 月 1 日) 「電波が人体に与える影響・暮らしの中の電波」
<https://www.arib-emf.org/01denpa/denpa03-01.html> 一般社団法人電磁波産業会
(2020 年 2 月 11 日)
- (2) 萩野晃也 (1996 年 44 巻 4 号) 「電磁波(場)の人体への影響(〈特集〉放射線・電波のリスクと物理教育)」P. 436～439 日本物理教育学会
- (3) 多氣昌生(1996 年 44 巻 4 号) 「電界・磁界・電磁波の生態影響(〈特集〉放射線・電磁波のリスクと物理教育)」P. 432～435 日本物理教育学会
- (4) 金宗煥, 松原英哉, 藤本孝文, 田中和雅, 田口光雄(1999 年 8 月 27 日) 「備長炭を用いた電波吸収体の研究」一般社団法人電子情報通信学会