

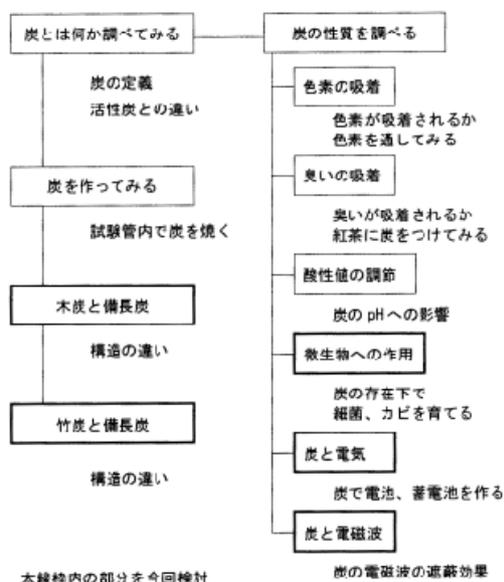
7 炭の性質

1 研究の動機

昨年、僕は、炭を自分で作り、炭の吸着性について実験した。今話題になっている脱臭作用だけでなく、いろいろな性質をもっていることがわかった。

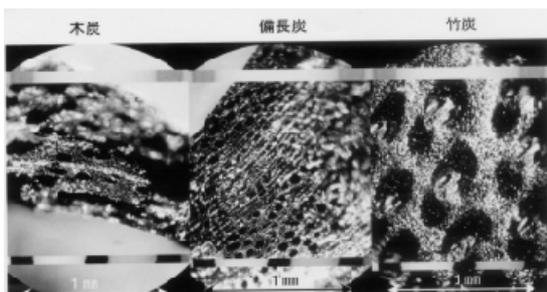
今回僕は、炭の特徴をさらに調べるために、炭の電気的な性質、微生物への影響、電磁波への関わりについてさらに検討してみたいと思った。

2 研究の構想 図1



3 実験内容と結果

(1) 木炭と備長炭、竹炭の表面のようす 図2



備長炭の断面はさわるとツルツルしていて、光を反射させた。だが、木炭はザラザラであり光が反射しない。顕微鏡で観察すると、備長炭はきめ細やかで、大きな穴は形も大きさもほぼ同じで並んでいるが、木炭は全体的に朽ちた感じで所々に色々な形の穴が空いていた。また、水に入れると木炭は浮いたが、備長炭は泡を出して沈んだ。

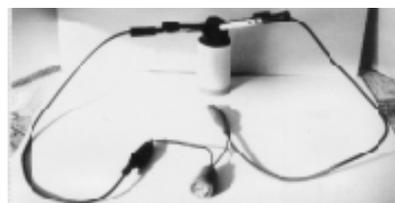
竹炭は炭の中で最も吸着力が高いと言われていた。大きな穴は0.3mmあり、備長炭の0.06mmよりずっとおおきかった。また、その大きな穴のまわりには無数の小さな穴があった。

(2) 炭と電気 図3



乾電池で代表的なマンガン電池は、亜鉛と炭素棒で電気を起こしている。そこで、炭素棒の代わりに備長炭、亜鉛の代わりにアルミニウム、電解液に飽和食塩水を用いた。炭とアルミニウムを2.2用の電球につなぐと豆電球が光った。電圧は1.06Vあった。

もっと便利な電池がよいと思い、乾電池のようにケースに入れてみた。 図4

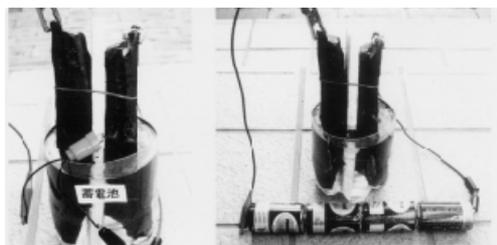


アルミ板を円筒形にしてフィルムケースに入れ、中に備長炭を入れた。アルミ板と炭の間にクッキングペーパーを入れ、飽和食塩水を入れた。2.2V用の豆電球につなげると光り、電圧は0.92Vだった。

さらに電解液を食酢とにがりに変え実験した。一回ごとに液を捨てて洗い、水気をふきとった。クッキングペーパーは毎回取り替えた。

| | 食酢 (酢酸) | にがり (塩化マグネシウム) |
|-----|---------|----------------|
| 1回目 | 0.8V | 1.05V |
| 2回目 | 0.67V | 0.5V |

次に炭に電気をためる実験をした。



備長炭2本で発泡スチロールを挟み、ゴムで止め、これを飽和食塩水に入れた。この二本の炭に2.2V用の豆電球をつないだが、光らなかった。そこで1.5Vのマンガン電池を4個直列に炭につないだ。すると十極につないだ炭からたくさんの泡が出てきた。そのまま5分間電池をつないでおいた。5分後豆電球を炭につなげるとよく光った。電圧は1.42Vだった。電池の十極につないだ炭は調べてみると十極になっていた。豆電球は6分半光り続けた。

次にもう一回実験をしたが、7～8分間充電したところでパキッという音をたてて一極につないだ方の炭が割れてしまった。そこで充電をやめて電圧を測ると、1.98Vあった。

(3) 炭と微生物

前回調べたところ、生ゴミを肥料に変えるときに炭の粉を入れるということを知った。分解菌という菌が生ゴミを分解するのだが、その住みかとして炭の粉を入れるらしい。そこで普通にゴミを分解させる方法と炭の粉を入れる方法で、分解の進み具合を比べてみることにした。

実験方法は次の順序のようにした。

杉チップに分解菌を入れ、チップ全体が湿る程度に水を入れてよくかき混ぜる。

毎日数回、チップに空気が入るようにかき混ぜる。

チップが乾いたら、水を入れる。日光の当たる暖かい場所に置く。

、を繰り返す。分解菌は納豆菌の仲

間を使った。

同じ大きさのプラスチック容器に同じ高さまで杉チップを入れ、1カップに対して同量の分解菌を少し入れた。そして同量の水を加えてよくかき混ぜ、炭を粉状にしたものを片方の容器に入れてかき混ぜた。次に縦1.2cm横1cmのキャベツの葉を1枚ずつ容器に入れる。容器を日の当たるところに置き、小さな穴が空いたフタをしてティッシュペーパーをかぶせた。毎日同時にかき混ぜ、両方が乾いてきたら同量の水を加えた。

1日目 炭を入れてない方はほとんど変化がなかったが、炭を入れた方は部分的に黄緑色になった。

2日目 変化なし

3日目 炭を入れてない方にカビが生えてしまった。しかし、炭を入れた方にはカビは生えていなかった。

4日目 カビが生えたためか、軽にかき混ぜただけでキャベツが簡単に破れるようになってしまった。これだけではキャベツの大きさが比べられないので、ここで実験を中止した。

実験中止から6日間、容器は放置したままだったが、依然として炭を入れた方にカビは生えていなかった。

(4) 炭と電磁波

炭の電磁波を遮るはたらきを確かめてみた。カードのように薄いAMラジオを用意した。ラジオの場所を動かさないようにして、まず普通に聞いてみた。

次に2つの備長炭でラジオを挟んだ。音を聞いてみると、備長炭で挟む前より明らかに音が小さくなっていることが分かった。これは備長炭が電磁波をたぶん遮ったためだと思う。しかしこの実験では音の大きさを正確に測ることができないため、違う実験をした。

携帯電話のアンテナ付近を備長炭で覆い、携帯電話の電波の受け取りやすさを調べた。備長炭、普通の木炭、竹炭、炭のもとになる木や手でアンテナを覆い調査した結果、下の表のようになった。電波を受け取りやすい順に3、2、1、0、圏外と表示した。(遮蔽物なしでは3)手でアンテナを覆ってみたところ3、2になったため携帯電話は机に置いたまま実験した。

| | | | | | | | |
|--------------|-----------|-----|-----------|----|---|----------|-----------------------|
| アンテナ 遮蔽条件 | 遮蔽物 無し | 備長炭 | 普通の 木炭 | 竹炭 | 木 | アルミ 箔 | アルミ箔 (ほぼ全体を 覆う) |
| 受信電波 の強さ | 3 | 1 | 3 | 3 | 3 | 0 | 圏外 |

竹炭は薄かったため、2枚重ねて実験してみたが、備長炭以外はほとんど効果がなかった。

電磁波の遮蔽について調べてみると、金網やアルミニウムを含んだシートで囲むと効果があることがわかった。実際、アルミ箔でアンテナを囲むと受信状態の表示は0になり、携帯電話全体を囲むと圏外になった。

4 研究のまとめ

(1) 木炭と備長炭、竹炭の比較 表3

| | | | | | |
|--------|-------|-----|------|------|-----|
| | 木炭 | 備長炭 | | 竹炭 | 備長炭 |
| 水に入れると | 浮く | 沈む | 断面の穴 | 多い | 少ない |
| 硬さ | 柔らかい | 硬い | 硬さ | 柔らかい | 硬い |
| 断面 | 粗い | 緻密 | 断面 | 粗い | 緻密 |
| 原材料 | クヌギなど | 樺など | | | |
| 焼成温度 | 低い | 高い | | | |

備長炭である条件は600 以上で焼成されていること。純粋な炭素を得るためには800 以上で焼成しなければいけないので備長炭が必ずしも純粋な炭素とは言えない。しかし市販の木炭の焼成温度はもっと低いので炭化の度合いは歴史としている。また、高温で炭を焼くと炭の中の揮発成分がなくなる。そのため備長炭は水に沈んだのだとわかった。このように原料となる木の違いや焼成温度などの作り方の違いが、炭の性質に大きな影響を及ぼしていることが分かった。

竹炭は吸着力が強いと言われているが竹炭の断面を顕微鏡で観察するとなるほど思った。小さな穴が他の炭よりもたくさんあいている。小さな穴が無数にあいていることで表面積が大きくなり、吸着能力が高いのだと思う。

(2) 炭と電気

備長炭と木炭、竹炭、HB鉛筆の芯の電気抵抗を測定し、平均をとってみた。 表4

| | | | |
|-----|----------------------|----------------------|--------|
| 備長炭 | 普通の木炭 | 竹炭 | HB鉛筆の芯 |
| 6 Ω | 測定不能 (200 万 Ω 以上) | 測定不能 (100 万 Ω 以上) | 4.3 Ω |

備長炭は他の炭に比べて電気抵抗が小さく、炭素結晶である黒鉛と同じように電気を良く通した。このことから備長炭は純粋な炭素に近いと思われる。

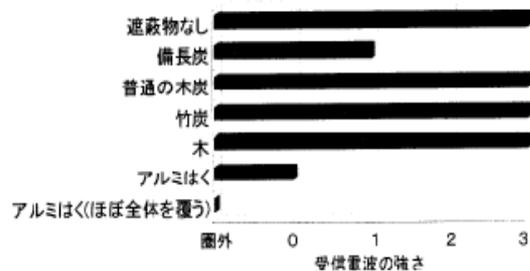
炭の電池作りではアルミホイルと食塩水という手に入りやすい材料で作ることができた。食塩水の変わりに食酢やにがりでも同じくらいの電圧が得られることに驚いた。しかし、2回目に実験すると電圧が下がってしまった。続けて使うとアルミ板の表面が変化してしまうことが電圧低下と考えられる。炭をブラシでこしたり、アルミ板をペーパーでこすったりすると電圧は少し上がった。電圧を維持するためにはアルミ板の表面を新しい状態に保つ工夫が必要だと思った。

最後に炭の蓄電池作りでは2本の備長炭で作った簡単な仕組みで、乾電池からの電気をためることができた。十極からガスが出たり、一極の炭が音を立てて割れてしまったりしたが新しい発見だった。

(3) 炭と微生物

生ゴミを分解する菌に炭の粉を混ぜる実験では、炭を入れた方のキャベツにはカビが生えなかった。炭を混ぜるとカビの発育を抑えることができた。カビを直接抑えたのか、分解菌を活性化させることができたのかどちらかが考えられる。

(4) 炭と電磁波 グラフ1



携帯電話のアンテナを備長炭、普通の木炭、竹炭、木で取り囲むと、電波受信状態の表示は上のグラフのようになった。

ラジオを備長炭で挟むと音が小さくなったが携帯電話でははっきりと備長炭だけが受信電波を弱くしていることが分かった。備長炭でも遮蔽のしかたを工夫すれば日常生活に電磁波を遮る製品を作ることができるのではないだろうか。

5 感想

1年生の時、バーベキューに使った炭に興味を持ち、脱臭作用が本当にあるのか調べてみた。するとおいだけでなく、色素や微生物も吸着することがわかった。その他なぜ酸性値が変わるのか、ごはんがおいしくできるのかなど調べるほどいろいろな性質がわかり大変おもしろかった。今年はさらに電気や電磁波について研究したが、あらゆる炭の中でも備長炭のパワーには驚くことが多かった。備長炭の炭素の純度がとても高く、炭素結晶の黒鉛と電気抵抗があまり変わらなかったばかりでなく、電磁波も遮ることができるとは思わなかった。

これだけ炭素の純度の高い備長炭を作るためには高温と長い時間を必要とし、作る人の大変さが想像される。

しかし、何よりも驚くことは、これは最新の科学技術が作り出したものではなく、何百年も前からの技術として受け継がれていることである。こういった炭のさまざまな特徴を生かし、現代の社会に更に役立つことが見つけられないか考えていきたい。