

<山崎賞>

1 4 エコハウスの条件をさがせ

1 研究の動機

わたしたちは、昨年先輩達が行った地球温暖化防止対策の実験をさらに進めていくことにした。そこで先輩達の行った実験をたどってみた。実験結果から、二酸化炭素が多いと同じ条件で加熱しても温度上昇率が高いこと、温度上昇が色により異なることを導き出していたが、実行方法が統一されておらず、水や空気の温度上昇を計っていたり、試験管で行う場合とペットボトルで行う場合とあることが問題点だと考えた。そこを改善するために実験方法の見直しを行った。

また先輩達は温度上昇に着目して調べてきたが、温度上昇だけではなく、逆に「熱を逃がさない」「冷気を逃がさない」工夫でもおなじことが言えると考えた。色の違いにより熱吸収性だけでなく、保温効果（断熱効果）も違うのではないかと思った。また色の違いだけでなく建物や衣服の材質を工夫することで、少しでも「夏涼しく、冬温かく」生活することができるのではないかと考え、いろいろな材質についても断熱効果の違いを調べてみることにした。こうした実験結果から、地球温暖化に少しでも対抗するために、自分たちの工夫でできるエコハウスの条件を探してみることにした。

2 研究の目的

エコハウスの条件を探す。

◎ 夏すずしく冬温かい家

- ・色によって熱吸収力や保温力が違うかを調べ、エコハウスにふさわしい色を調べる。
- ・材質の違いにより熱吸収力や保温力が違うかを調べエコハウスにふさわしい断熱材や外壁素材を考える。

3 実験の仮説（予想）

(1) 色によって保温力が違うか。

黒や赤など濃い色のほうが断熱効果が高いと考えた。色の濃いもののほうが温度を保ちやすいと思う。したがって、温度上昇の大きかった黒などは、逆に温度が下がりにくいと考えた。

(2) 材質の違いにより保温力が違うか

これについては、みんなで断熱効果が高いと思うものを考えることにした。次のようなものが断熱効果が高いと予想された。

○ ダンボール

公園で寝ているホームレスの人がダンボールハウスを作っていると聞いたことがある。

○ 緩衝剤

荷物を梱包するときを使うビニールで空気を入れてある緩衝材は、間に空気が入っていてさわると温かい感じがする。

○ 新聞紙

冷凍品などを買うとドライアイスを新聞紙に包んで入れてくれるから。

みんなの予想からすると、紙のほうが布よりも断熱効果が高いように思った。

(3) 材質の違いにより熱吸収率も異なるか

(2) のことを考えると、断熱効果の高い物質は同時に熱を吸収しにくいのではないかと考

えた。熱を逃がさないものは、同時に外からの熱を中に伝えにくいのではないかと思ったからである。したがってダンボールや衝撃緩衝材は熱を中に伝えにくいと考える。

4 実験方法

(1) 色による温度上昇の違い

① 準備物

- ・アルミカン（緑茶カンのそろったもの）
- ・画用紙（白・赤・黒・紺・黄・水色・緑・黄緑）
- ・アルコール温度計
- ・ストップウォッチ
- ・100 w 白熱電球（コード・ソケット付き）

② 実験方法

ア 色画用紙を同じ大きさに切りそろえる。

イ アルミカンに巻き、セロテープで固定する。（条件をそろえるため、口のところはまかない。）

ウ 太陽光が当たる場所に同じ角度で置き、太陽光で 10 分間加熱する。かんの中の空気の上昇温度を 1 分ごとに記録する。



図 1 色画用紙を巻いた缶

(2) 色によって保温力が違うか。

① 準備物

- (1)に同じ
- ・電気ポット
- ・200ml ビーカー
- ・自動上皿秤

② 実験方法

ア、イは前述の方法と同じ。茶カンに色画用紙をまく。

ウ 電子天秤で質量を量る。（梱包材）の重さが違うため、誤差が生じることが考えられるので、後に質量補正をして考察するため。）

エ 電気ポットで 95℃にわかした湯を 200ml ずつ入れる。

オ アルコール温度計で 1 分ごとの温度をはかり、初めの温度から引き、何度温度が下がったかを計算する。

カ それぞれ色の下降温度をグラフにまとめる。



図 2 電子天秤で質量を計る

(3) 材質の違いにより保温力（断熱効果）が違うか

① 準備物

- ・アルミカン（茶のそろったもの）
- ・ダンボール
- ・トイレットペーパー
- ・タオル
- ・ガーゼ
- ・キルティング
- ・デニム
- ・ブロード（綿）
- ・新聞紙
- ・アルミホイル
- ・緩衝材（梱包材）
- ・アルコール温度計
- ・ストップウォッチ
- ・電子天秤
- ・電気ポット
- ・200ml ビーカー

② 実験方法

ア 保温効果の異なると思われる梱包剤をいろいろ集めてくる。

イ アルミカンに巻き付け、セロテープと輪ゴムで止める。底から熱が逃げることも考えて、底もしっかりくるむ。条件をそろえるためふたの部分はくるまない。

ウ 電子天秤で質量を量る。

エ 電気ポットで 95℃にわかした湯を 200ml ずつ入れる。

オ アルコール温度計で 1 分ごとの温度をはかり、初めの温度から引き、何度温度が下がったかを計算する。

(4) 材質の違いにより熱吸収率の違いはあるか

- ① 準備物 (3)の準備物に同じ
- ・100 w 電球（ソケット・コード付き）

② 実験方法（ア～ウは前述の方法と同じである。）

エ 理科室の椅子の中央に 100 w 電球を固定する。

オ 周囲の等距離にかんを固定する。

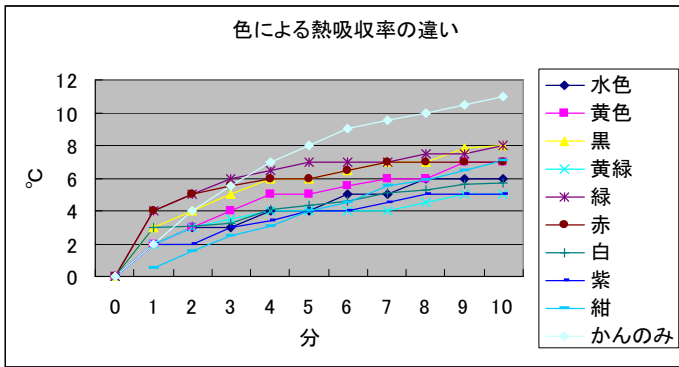
カ アルコール温度計で 1 分ごとの温度をはかり、初めの温度を引き、何度温度が上がったかを計算する。



図 3 測定の様子

5 実験の結果

(1) 色により熱吸収力が違うか。

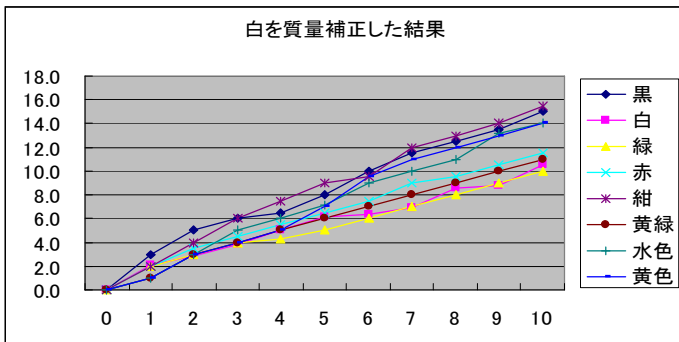


何も巻かないのが最も温度上昇が大きかった。結果は以下の順になった。

黒・緑>紺・赤・黄>水色・白>黄緑
比較的色の濃い黒、緑が最も熱吸収力が大きく、ついで紺・赤・黄となり、水色、白、黄緑は温度上昇が小さかった。

図 4 色による熱吸収の違い

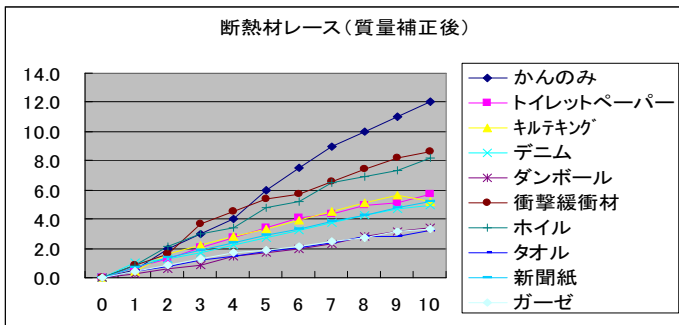
(2) 色によって保温力が違うか。



10 分後に温度が下がった順に 紺→黒→水色→黄色→赤→黄緑→白→緑 という結果であった。紺や黒は、熱吸収率が高く、温度上昇しやすい色であったが、同時に熱を逃がしやすい色であるという結果になった。

図 5 色による 10 分間の下降温度

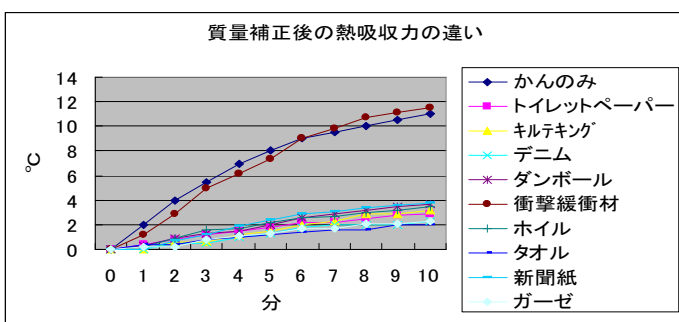
(3) 材質の違いにより保温力が違うか



同じ質量をかんに巻き付けたとして比較したときに、断熱効果の高いものは、タオル→ガーゼ→ダンボール→デニム→新聞紙→キルティング→トイレットペーパー→アルミホイル→衝撃緩衝材の順であった。

図 6 材質のちがいによる保温力のちがい

(4) 材質の違いにより熱吸収力に違いはあるか



中に空気が入った衝撃緩衝材が、ぐんぐん温度が上がっていくことにびっくりした。

6 分後にはかんのみで何も巻かないものよりも温度が上昇していた。熱吸収力が非常に高いことがわかる。

図 7 梱包する材質の違いによるかんの中の空気の温度上昇の違い

6 考察

<仮説1>について **黒や赤など濃い色のほうが断熱効果が高い。**

黒等の濃い色のほうが熱を吸収する力が大きく、同じ熱量を得た場合も温度上昇が大きい。したがって夏は黒っぽい色のカーテンや服を着ていると部屋や体温が上がり暑苦しい。温度が上がりやすいものは下がりやすいのか、それとも下がりにくいのか。実験結果によると紺や黒は熱を逃がしやすい。つまり温度が上がりやすいものは、逆に温度が下がりやすいということになる。これは、比熱の考え方と似ている。昼間太陽があたっているときに温度が上がりやすい金属や砂は、逆に夜になると温度が下がりやすいということである。

<仮説2について> **布よりも紙のほうが断熱効果が高い。**

わたしたちは、ダンボールやトイレットペーパーなどの紙の方が保温力があると考えた。

しかし実際に保温力があつたのは、ダントツでタオルやガーゼであつた。ダンボールもまずまずの保温力であつた。中に空気が入っているので保温効果がありそうな衝撃吸収剤はあまり効果がないことがわかつた。例えば、ペットボトルを凍らせて持ち歩くときに、タオルやガーゼでくるむと、中の氷が溶けにくくペットボトルが冷たくていのだなと思つた。持ち歩くときには、タオルで厚くまいてワゴムで止めておけばよい。カーテンも厚地でタオル地などのものであれば、部屋の中の温度を保つことができる。アルミホイルは金属であるから温かいまいるような気がしたが、熱を逃がしてしまふ。部屋の外壁を金属板で貼ると冬部屋の温度を下げてしまふということだろう。

<仮説3について> **熱を逃がしにくいものは、熱を伝えにくいだろう。**

断熱材について、かんに湯を入れた実験3の結果、熱を逃がしにくかつた素材は、熱を伝えにくいであろうと予想した。しかし実験結果は意外なことがたくさんあつた。たとえば衝撃緩衝材である。ビニール質で中に空気を入れた半球状のものが並ぶ衝撃緩衝材は、保温力としては決してすぐれているとはいへなかつた。つまり断熱効果は大きくないということである。しかし、実験4で熱吸収について調べたら、温度上昇が著しく高かつた。カンに何も巻かないものと比べれば、当然熱をさえぎるのがないカンのほうが温度が上昇しやすいと思つていた。しかし実際は衝撃緩衝材をまいたもののほうが温度が上がつた。これはいったいどういうことか。理由を次のように考えてみた。アルミニウムのカンはその表面に熱があつた際に、表面で少し反射してしまふのではないかと考えた。一方衝撃緩衝材は、熱が透明のビニールのところで屈折して、カンにあたりほとんどの熱が吸収される。もしカンで反射しはね返つても空気の層が熱を逃がさないで保持するためにカンのビニールの中の空気の層に熱がたまって温度があがりやすくなつたのだと思つた。これは、最近「空気ので湯をわかす。」というエコキュートに似ているような気がする。

もうひとつ以外だつたのはアルミニウムである。これは金属で熱を伝えやすいような気がしたが実際にはあまり中の空気の温度を上昇させなかつた。これは、アルミホイルの表面で熱がほとんど反射してカンの中に伝わっていかないためではないか。よく都会で、ビルの外壁が反射する素材を使つているために、気温が上昇し温暖化につながるという話を聞いたことがある。このことからアルミホイルをまくとカンの周囲の空気の温度が上がるのではないかと予想できる。

僕たちはこの研究を地球温暖化対策としてやりはじめた。ひとりひとりがエネルギーを効率よく使うことを心がければ、少しでも二酸化炭素の排出量を少なくすることができるので、今回の実験結果も役に立つのではないかと思つた。服の色やカーテンの色を選ぶことでずいぶん快適に過ごすことができるし、凍らせたペットボトルには、タオルを巻くのがとけない効果があることが今回の実験でわかつたのでそういうことは生活に応用していきたい。