8.　紙と水を使って色を分けられるか？

静岡市立中田小学校
5年　内野　優杜

1. 研究の目的

　水性ペンでかいた紙の上に、水をこぼしてしまったときに、かいた絵がにじんできた。これを次の日までほおっておいたら、緑のペンで　かいた部分から、黄色などのちがった色が出てきた。
　その時、
・なぜ色がにじんで、色が分かれるのか？
・他の色だとどうなるのか？
・同じ色のペンでも、ちがうペンだとちがう結果になるのか？
などと不思議に思ったので、いろいろな紙、ペン、水を使って以下のような実験を行った。

2. 研究の方法

2-1　研究に使用した道具

　ペンは、ペティット2、ラッションペン、ペンテルサインペン、ユニポスカ、紙用マッキーの黒および赤の合計10種類のペンを使用した（このうち、ペティット2、ラッションペン、ペンテルサインペンは水性、ユニポスカ、紙用マッキーは水性顔料)。紙は、ろ紙、半紙、コピー用紙、工作用紙を使った。水は、軟水として南アルプスの天然水、硬水としてコントレックスを使った。その他、プラスチックケース、割りばし、クリアファイルを使った。

2-2　研究方法

2-2-1　研究1　ペンや紙の種類によって色の分かれ方がちがうのかどうか調べるために、黒および赤すべてのペンと4種類の紙を使って、次のような実験をした。
①紙をはさみで0.5 × 20 cmに切り、下から2 cmのところにペンで印をつけ、それを「開始線」とした。
②紙の上にクリップをつけ、わりばしに紙をはさんだ。
③プラスチックケースに軟水を入れ、図1のように印をつけた部分が水にぬれないように紙をつるし、クリアファイルでふたをした。
④一定の時間がたったら、紙を引き上げ、紙をかわかして観察した。

図1　実験の様子

2-2-2　研究2　研究1結果の中から、軟水でろ紙を使って色がきれいに分かれた赤のペティット2の色の分かれ方の変化を細かく観察するために、研究1と同じ操作を行い、15、30、45、60、90、120分後の色の分かれ方を観察した。
2-2-3　研究3　水を軟水から硬水に変えて研究2と同じ操作を行い、色の移動距離を下の式のように求めて、結果を比べた。

色の移動距離(㎝)＝（開始線から色が一番移動した距離+一番移動してない距離）÷2

3. 結果および考察

3-1　研究1の結果および考察

　図2に5種類の黒および赤のペンをろ紙に軟水で120分展開したときの結果を示した。水性ペン

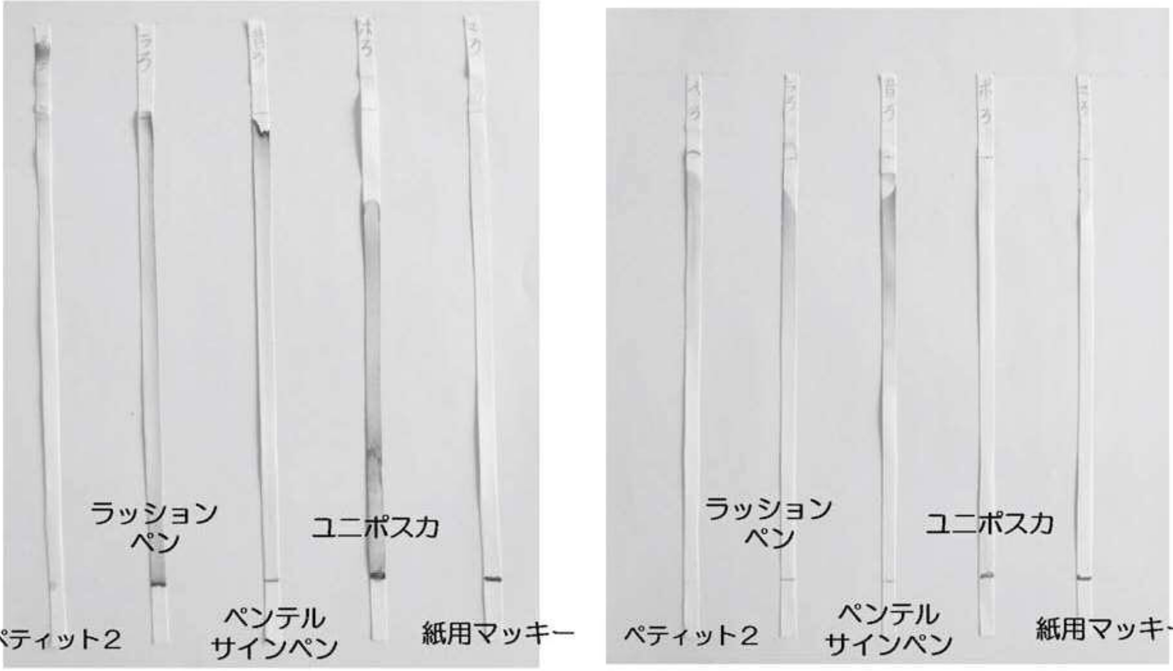

図2　5種類の黒および赤のペンをろ紙に軟水で120分展開したときの結果（左：黒ペン、右：赤ペン）

のペティット2、ラッションペン、ペンテルサインペンは、黒、赤のペンからいろいろな色が分かれて出てきた。しかし、水性顔料のユニポスカや紙用マッキーは色が分かれなかった。また、他の紙を使った場合、色が分かれたものもあったが、工作用紙を使った時は、色はほとんど分かれなかった。以上の結果から、色の分かれ方はペンや紙の種類にえいきょうされることが分かった。

3-2　研究2の結果および考察

図3に赤のペティット2をろ紙に軟水で120分まで展開した時の色の変化を示した。実験をはじめて15分後にはすでにピンクとオレンジの2色に分かれていることがわかったが、15分後ではオレンジとピンクはくっついていてはっきりと分かれていなかった。

しかし、展開時間が長くなるにつれて移動距離が長くなっていき、またオレンジとピンクの色が2色にはっきりと分かれていった。産総研のホームページによると、「ペンの中に入っているインクの色は、紙や水との仲のよさが色によってちがうので、色がわかれる」と書いてあった[1)]。

このことから、ピンクとオレンジの移動距離の違いは、ピンクとオレンジの紙や水との仲のよさのちがいによるものだと考えた。

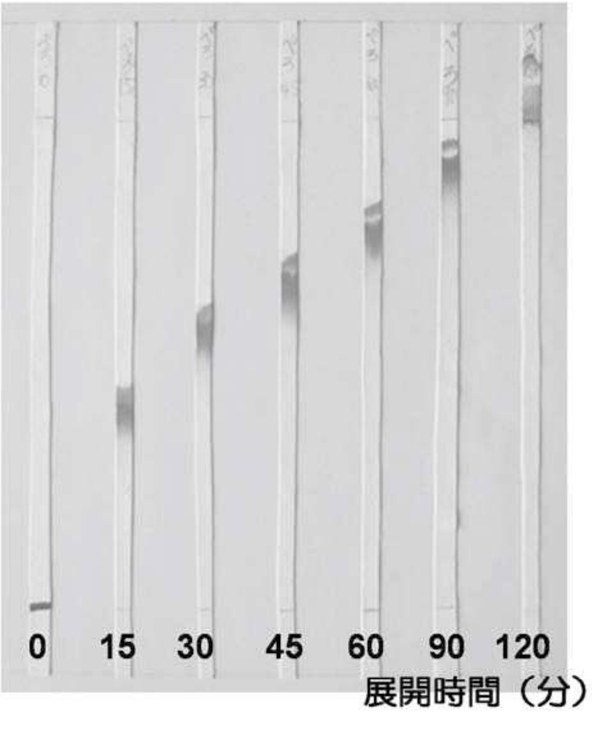

図3　赤のペティット2をろ紙に軟水で120分まで展開した時の色の変化

3-3　研究3の結果および考察

図4に赤のペティット2をろ紙に軟水と硬水で120分まで展開したときの色の移動距離と展開時間の関係をグラフに示した。この結果から、オレンジの移動距離は硬水と軟水で

違いはなかった。しかし、ピンクの移動距離は軟水と比べて硬水の方が明らかに短くなった。今回使った軟水と硬水の硬度はそれぞれの会社のホームページから、30 および 1468mg/L だった[2,3]。硬度は、水の中に入っているカルシウムやマグネシウムの量によって決まる。ペンの中に入っているインクの色は、紙や水との仲のよさが色によってちがう。この軟水と硬水でオレンジとピンクの移動距離がちがうのは、図5にあるようなことがおこっていると考えた。つまり、オレンジの移動は水の中のカルシウムやマグネシウムのえいきょうをうけないが、ピンクの移動はカルシウムやマグネシウムのえいきょうをうけるためにおこっていると思った。

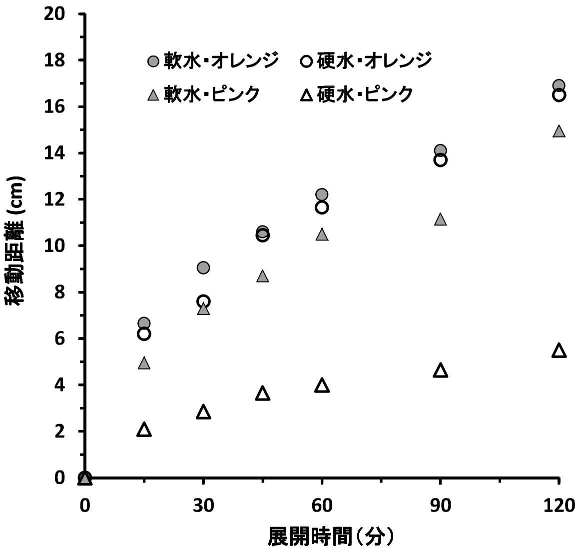

図４　赤のペティット２をろ紙に軟水と硬水で120 分まで展開したときのピンクとオレンジの移動距離

以上の結果から、水の中のカルシウムやマグネシウムも色の移動にえいきょうしていることがわかった。

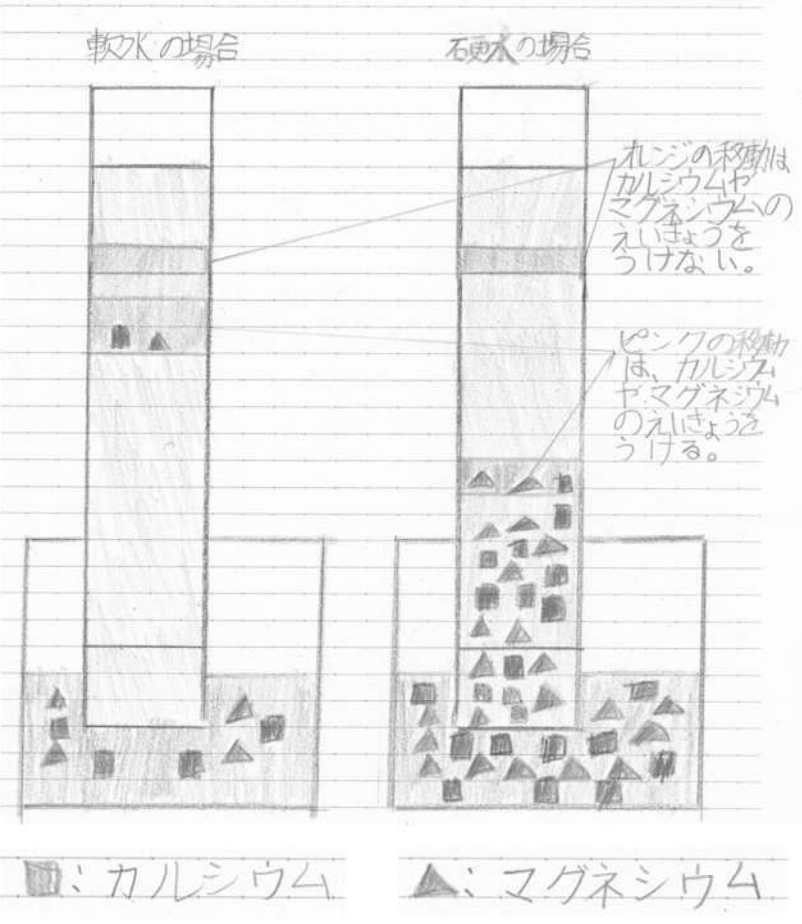

図５　軟水と硬水で色の移動がちがう理由についての考察

4. 結論

以上の研究から、次のようなことがわかった。

・水性ペンは紙と水で色が分かること（水性顔料のペンは色があまりわかれなかった）。

・ほとんどのペンは一色ではできていないこと。

色の分かれ方は紙や液体を変えるとちがうこと。

5. 参考ホームページ

1)産総研
https://www.aist.go.jp/aist_j/science_town/dream_lab/dream_lab_12/dream_lab_12_06.html
2)南アルプスの天然水
http://www.suntory.co.jp/water/tennensui/source/alps/
3)コントレックス
http://contrex.jp/about/component/index.html