

酸性雨の研究

～酸性雨から地球を守る～

鳥取大学附属中学校1年C組 松浦礼奈



Acid rain

1. はじめに

酸性雨とは、大気汚染物質の、二酸化硫黄 (SO_x) や窒素酸化物 (NO_x) などを起源とする酸性物質の硫酸や硝酸などが雨などに溶け込み、通常より強い酸性を示す現象である。被害としてはヨーロッパ、北アメリカ、アジア、アフリカなどで出ており、原因となる大気汚染物質は、ガソリンや重油、石炭などの化学燃料を使う、工場や自動車から排出される。主な被害としては、魚などの生息環境の破壊、森林の衰退、石像が溶けるなど、私たちの生活に大きく影響する。日本では、三重県の四日市や群馬県の前橋市など、各地で被害が出ている。そんな、酸性雨の実態と、解決策を研究した。

2. 研究の内容

- ・酸性雨の被害について調べる。
- ・雨が降っている日に、雨を採取し、雨の pH を調べる。{いろいろな pH}

レモンの絞り汁

石けん水



- ・酸性雨に見立てた、酸性の液体を、身近なものを使って中性にする方法を考える。
- ・実際に、雨の酸性度を低くする装置を作る。

3. 結果

<1・調査>酸性雨の被害状況

酸性雨は、湖沼の魚や森林に害を与えたり、コンクリートをとかしたりと、私たちの生活に影響する環境問題である。酸性雨の主な原因の SO_x と NO_x は図 1 のように、発電所や工場で多く排出される。対策として、他国では酸性雨を中和するために、空からヘリコプターで石灰がまかれたり、酸性化した湖にアルカリ性の石灰を投入して中和したりと、酸性雨が降っているときに、または酸性雨が降った後に中性にしている。酸性雨が降る前に中性にする手段もあり、酸性雨の主な原因となる、SO_x や NO_x を減らすために、水の節約や冷暖房を控えることが挙げられる。日本では図 2 のように被害が出ている。アジアでは、1998 (平成 10) 年より、東アジア酸性雨モニタリングネットワークが設立されている。

そんな対策がされているが、身近に降っている雨は本当に酸性か、調べてみる。

<2・調査>身近な酸性雨

雨の採取を、12か所で行った。

- ・ 附属中学校（鳥取県鳥取市）（5月18日）（6月6日）
- ・ 祖父母の家（福岡県福岡市）（8月2日）
- ・ 自宅（鳥取県鳥取市）（8月15日）（9月9日）（9月10日）（9月13日）（9月21日）（9月24日）（9月26日）（9月29日）（9月30日）

{条件}・雨は容器に入れる。容器に十分にたまった後、すぐにpH試験紙（万能試験紙）で測定をする。採取する容器の地面からの高さは、どの地点もおよそ145cmである。

*結果

1、附属中学校・一階テラスにて

（時間）5月18日・16:30～17:00（気温）24.6度（風向き）－（pH）pH8

2、附属中学校・一階テラスにて

（時間）6月6日・17:12～17:28（気温）18.7度（風向き）南東から4/s（pH）pH7

3、福岡県福岡市・テラスにて

（時間）8月2日・14:36～14:47（気温）34.8度（風向き）北西に3m/s（pH）pH5

4、鳥取県鳥取市・自宅玄関にて

（時間）8月15日・12:51～13:01（気温）30.8度（風向き）北に6m/s（pH）pH5

5、鳥取県鳥取市・自宅玄関にて

（時間）9月9日・15:25～15:30（気温）21.2度（風向き）北西に3m/s（pH）pH7

6、鳥取県鳥取市・自宅玄関にて

（時間）9月10日・21:35～21:37（気温）19.0度（風向き）南東に5m/s（pH）pH7

7、鳥取県鳥取市・自宅玄関にて

（時間）9月13日・21:12～21:15（気温）22.0度（風向き）南に1m/s（pH）pH7

8、鳥取県鳥取市・自宅玄関にて

（時間）9月21日・21:12～21:14（気温）26.9度（風向き）北西に4m/s（pH）pH7

9、鳥取県鳥取市・自宅玄関にて

(時間) 9月24日・16:12~16:15 (気温) 23.6度 (風向き) 北東に
2m/s (pH) pH6

10、鳥取県鳥取市・自宅玄関にて

(時間) 9月26日・21:25~21:27 (気温) 20.3度 (風向き) 北西に
1m/s (pH) pH6

11、鳥取県鳥取市・自宅玄関にて

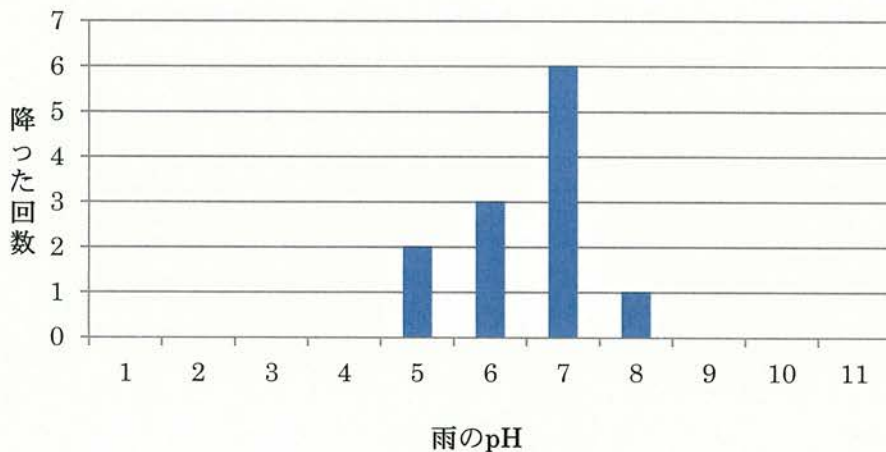
(時間) 9月29日・16:13~16:19 (気温) 17.8度 (風向き) 北東に
1m/s (pH) pH6

12、鳥取県鳥取市・自宅玄関にて

(時間) 9月30日・13:55~13:56 (気温) 20.1度 (風向き) 南西に
4m/s (pH) pH6

グラフに表すと、下のようになる。

雨のpH



～考察～

- ・雨の pH は、pH7 が一番多かった。
- ・pH には、ばらつきがあったが、福岡県で採った雨は酸性であり、車がたくさん通っているからと考えられる。
- ・今回だけの結果だと、気温が高いほど雨の酸性度が高かった。
- ・測定を通じて、やはり酸性雨は身近な環境問題だということが分かった。

<3・実験>雨の性質

酸性雨は、時間がたつと酸性度はどう変化するのか、福岡県福岡市の家のテラスで採取した酸性雨を数分間置いて、調べてみた。

{条件}・容器に入れた酸性雨は、ラップをして決まった時間になったら、ラップを開け、pHをpH試験紙(万能試験紙)で測定した。測定は5分ごとにした。

*結果

pH5 → pH5 → pH6 → pH6 → pH7

酸性

中性

#酸性雨は、時間がたつと酸性度が低くなり、中性になった。このことから、酸性雨の酸性度は時間がたつと、低くなることが分かる。

この2つの調査から、酸性雨は身近な環境問題であり、私たちの生活に大きな影響を及ぼしていることが分かる。そんな酸性雨から地球を守るためには、どうすれば良いのか考えてみる。

<4・実験>酸性雨を中性にする

酸性雨に見立てた、塩酸をうすめた液体を使用し、身近なもので中性にする。

*砂

- (実験) 1、水100mlに塩酸を少量入れて、酸性の液体にする。
2、学校の校庭の砂場で採取した砂260gと1の液体をビーカーに入れ、ビーカーのふたをおおう。
～これを3晩おいてみた。～

↓

酸性のまま、砂は酸性の液体を中性にできないとされる。

*植物

- (実験) 1、学校でヨモギ、シロツメクサ、ツツジを採取する。
2、水ですすいで、水12mlに塩酸を加えてpH3にした液体を入れた試験管にそれぞれ3種類の植物を入れる。そして、試験管のふたをおおう。
～これを2晩おいてみた～

↓

酸性のまま、植物は酸性の液体を中性にできないとされる。

*石

- (実験) 1、水100mlに5%の塩酸を少し入れて、pH2の酸性の液体をつくる。

2、自宅の庭で拾った、大きさが様々なたくさんの石を丁寧に洗い、1で作った液体と一緒にビーカーに入れる。ビーカーのふたをおおう。

～これを2晩おいてみる。～

↓

3、別のビーカーに、石につけた液体のみを注ぐ。また別のビーカーに、網をのせ、石につけた液体のみを注ぐ。この作業を20回繰り返す。(液体に含まれる小さな石や砂を取り除くため。)

この液体をpH試験紙(万能試験紙)で測定する。

↓

pH5の弱い酸性になっていた。

#酸性の液体に、石をつけると酸性度が低くなった。このことから、酸性雨も石の力を借りて中性にできるかもしれない。

しかし、今回使用した石には、小さい石がたくさん合わさってできた、堆積岩だと思われる石と、黒っぽく硬い、火成岩だと思われる石があった。この2種類の石を別々に調べてみる。

(写真1) 黒い石・・・後々調べてみると、この黒い石は火成岩のなかの玄武岩だと思われる。 ↓

玄武岩からなる洞窟・玄武洞

(写真2) 兵庫県北部・豊岡市赤石にある、玄武岩からなる洞窟。長さ70メートル、3室に分かれる。天然記念物に指定。

(写真1)



(写真2)



- (実験) 1、堆積岩だと思われる石 (きれいにすすいだもの) を、中性の水 100 ml と一緒にビーカーに入れる。
- 2、1のビーカーに BTB 溶液を 3 滴加える。この時点では、BTB 溶液は緑色だった。
- 3、火成岩だと思われる石 (きれいにすすいだもの) を、中性の水 100 ml と一緒にビーカーに入れる。
- 4、3のビーカーに BTB 溶液を 3 滴加える。この時点では、BTB 溶液は緑色だった。
- 5、この2つのビーカーにふたをし、4 晩おく。

↓

堆積岩を入れたビーカーの液体は黄緑色で、中性だった。しかし、火成岩を入れたビーカーの液体は青色で、アルカリ性だった。

この実験から、酸性の液体が石の影響で中性になったのは、火成岩だと思われる黒っぽい石の影響だと思われる。なので、堆積岩は酸性雨を中性にできないと考えられる。

?なぜ、用意した黒っぽい石をつけた水はアルカリ性になったのか。

調べてみると、火成岩には様々な種類があり、それぞれ特徴があるようだ。(図 1 参照)

(図 1) 火成岩の種類

	酸性岩	中性岩	塩基性岩	超塩基性岩
火成岩	流紋岩	安山岩	玄武岩	コマチアイト
深成岩	花崗岩	閃緑岩	斑レイ岩	かんらん岩
SiO ₂ 濃度	69 - 77% 以上	52 - 63%	42 - 52%	45% 以下

図のように、火成岩には主に、「酸性岩」、「中性岩」、「塩基性岩」があり、火成岩には火山岩と深成岩がある。用意した黒っぽい石が何岩かは決定的には特定できないが、ルーペでみた表面の様子は、斑状組織で、資料で予測してみると、「玄武岩」だと思われる。よって、SiO₂ が 45 - 52% の、塩基性岩だと分かる。

そもそも「塩基性」とは、アルカリ性のことだが、石の場合では「酸性岩」「中性岩」「塩基性岩」は SiO₂ (シリカ) の濃度で分類され、酸性岩からだんだんシリカ濃度が低くなる。ちなみに、シリカ濃度が 45% 以下の石は「超塩基性岩」と呼ばれる。酸性岩はシリカが多く、塩基性岩はマグネシウムと鉄が多い。

実際に酸性岩、中性岩、塩基性岩を別々に水につけてみると、比較的、酸性岩をつけた水は酸性の結果で、中性岩は中性の結果で、塩基性岩はアルカリ性の結果だった。

なので、酸性雨にみたてた酸性の液体に玄武岩をつけると中性にできたと考えられる。このことから、石は石でも酸性雨を中性にできるのは、火成岩のなかの、塩基性岩か超塩基性岩だけ、ということになる。どんな石でも酸性の液体を中性にできるとは限らない。

では、火成岩のなかの、塩基性岩・超塩基性岩を利用して酸性雨を中性にできないか。

<5・実験>酸性雨中和計画

今回は玄武岩を利用した酸性雨中和装置をつくる。

おさらい 「中和」とは

中和とは、酸とアルカリが等量ずつ反応して塩と水を生じ、中和になることである。化学式としては、 H^+ （酸）+ OH^- （アルカリ） $\rightarrow H_2O$ （塩と水）となる。酸性の性質を示す H^+ とアルカリ性を示す OH^- は、強く結合して水になる。つまり、酸性雨を中和させるためには、アルカリ性のものが必要である。

・簡易酸性雨中和装置

ペットボトルに玄武岩を入れて、**簡易酸性雨中和装置**を作る。

しかし、作成する上で調査しなければならないことがある。

<調査すべきこと>

- ① 玄武岩をつけた水はどれくらいの時間がたつと、アルカリ性の反応がでるか。
- ② ペットボトルに入れる石は、どれくらいの個数で、液体をいれてから出るまではどれくらいの時間か。



調べてみると、①は予想以上に時間がかかった。どうやら、ただ石につけて置くだけでは、なかなかアルカリ性にならないようだ。②は1.60秒だった。

*ふってみるとどうか。

玄武岩を入れたペットボトルを、上下にふってみると、すぐアルカリ性になるか。試してみる。

(実験1)

- 1、280mlサイズのペットボトルの中に、玄武岩を239g、フェノールフタレイン溶液を3ml入れる。
- 2、キャップをよく閉め、よくふる。
- 3、フェノールフタレイン溶液がピンク色になるまでの、時間をはかる。



実験してみると、フェノールフタレイン溶液を入れたところ、白くにごった。

(実験2)

- 1、280mlサイズのペットボトルの中に、玄武岩を239g、水を50ml入れる。
- 2、キャップをよく閉め、5分間よくふる。
- 3、ペットボトルの中の液体をろ過する。
- 4、ろ過した液体の90%はろ紙にしみこませる。10%はそのままにする。
- 5、液体をしみこませたろ紙に、フェノールフタレイン溶液を1滴と、BTB 溶液を数箇所
所に別々に垂らす。
- 6、ろ過した液体にpH試験紙(万能試験紙)をつける。

(図) ペットボトルの中に玄武岩と水をいれたところ



(図) 玄武岩と水を入れたペットボトルをふってできた液体をろ過したところ

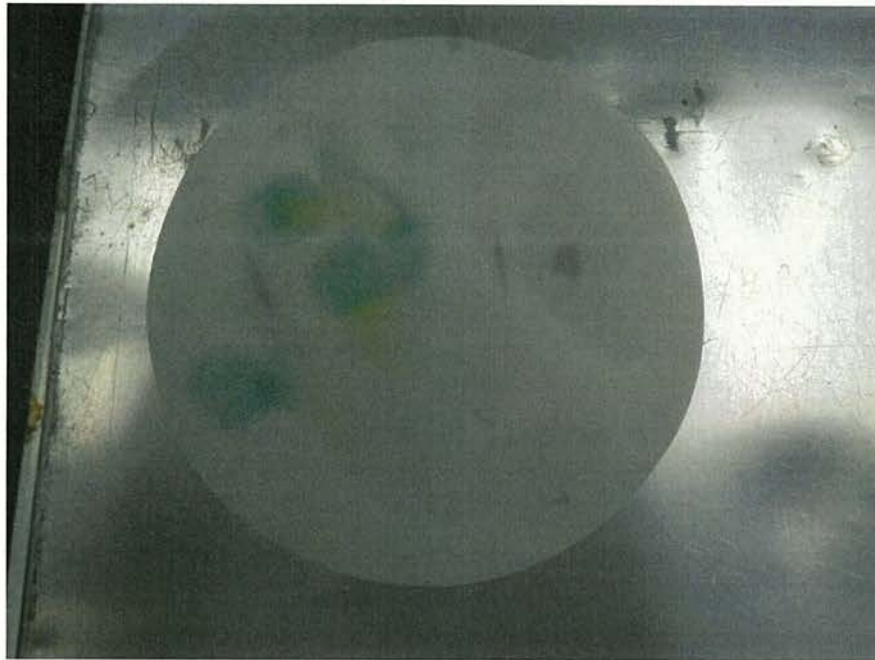


*結果

①フェノールフタレイン溶液

②BTB 溶液

(写真) 右側にフェノールフタレイン溶液をたらし、左側に BTB 溶液を数箇所、たらした。



玄武岩をつけた液体をしみこませたろ紙に、フェノールフタレイン溶液を1滴たらすと、何も変化がなかった。

一方、BTB 溶液をいろいろなところにたらすと、青色に変化した。

③pH 試験紙 (万能試験紙)

pH 試験紙 (万能試験紙) に出てきた液体をつけてみると、pH 8 の弱いアルカリ性だった。つまり、

玄武岩と水を入れたペットボトルを5分間ふると、水はアルカリ性になる。といえる。



弱い酸性の酸性雨だったら中性にできると思われる。

これで、簡易酸性雨中和装置をつくることができた。

4、研究のまとめ

今回の調査を通して、酸性雨はとても身近な環境問題であることがわかった。12ヶ所で雨の採取を行い、そのうちの6ヶ所が酸性雨だった。また、車が多く走っている福岡県で採取すると酸性度が高い雨で、都会など車が多く走っていたり、工場が近くにあると酸性度が高い雨が降るとされる。そんな酸性雨の酸性度を低くする方法を調べてみると、火成岩の中の、塩基性岩・超塩基性岩を酸性雨につけると酸性雨の酸性度が低くなった。今回は火山岩の塩基性岩・玄武岩を用いて簡易酸性雨中和装置を作成した。その簡易酸性雨中和装置を使うと、酸性雨を中性にできるとされる。今回は塩基性岩を使用したけど、超塩基性岩を使うと、さらに効果的だとされる。このように、酸性雨は身近なもので中性にできるとされる。実際に塩基性岩・超塩基性岩を利用すると、酸性雨が降る前に中性の雨が降るようにできるかもしれない。ちなみに、石灰岩という、水にとけるとアルカリ性の反応がでる石は、なかなか手に入りにくい。それに対して、玄武岩などの塩基性岩・超塩基性岩は手に入りやすい。今回、実験で使用した玄武岩は、自宅の庭で採取したものである。

5、簡易酸性雨中和装置の利用

今回、作成した「簡易酸性雨中和装置」を実際に生活に取り入れてみると、次のような利用法がある。

・川の水を中性に

酸性雨の被害で川に住んでいる魚のえらが動かなくなり、魚が住めなくなるという事態がある。このような被害の解決策として、塩基性岩・超塩基性岩を川に散らばせたらいい。そうすると、川の水に塩基性岩・超塩基性岩のアルカリ性が溶け込み、川の酸性度が低くなり、魚などの生き物が住めるようになるとされる。

6、参考文献

(画像) 雨 - <https://publicdomaing.net/rain-background-0005661> (10月3日閲覧)

万能試験紙 - kagakukan.sendai-c.ed.jp (10月3日閲覧)

フェノールフタレイン溶液 - corvet.jp COS050177 酸・アルカリとイオン (10月3日閲覧)

玄武洞 - <http://kitakinki.gr.jp/sport/501> (10月4日閲覧)

玄武岩 - <http://kotobanku.jp>

(書物参考)

- ・「含まれている鉱物や組織で種類を知る 薄片でよくわかる岩石図鑑」2014年発行
著・チームG 誠文堂新光社

- ・「世界はいま... 3 世界をむしばむ酸性雨」 轡田隆史・監修 1987年 佑学社
 - ・明鏡国語辞典第2版 大修館書店
 - ・広辞苑第6版（逆引き検索対応） 岩波書店
- (データ参考)
- 気温・風向き - NHK データ 気象情報