

軽石の理科教材的魅力

～津保川軽石の起源を探る～

ある中学生の科学作品から



1. 研究の動機



- 北海道有珠山→白い軽石
- 群馬県浅間山→白い軽石・黒い軽石



白い軽石は水に浮き、黒い軽石は沈んだ。



(1) 軽石はどのようにしてできたのか？

(2) なぜ、白い軽石と黒い軽石？

2. 研究の内容

軽石の穴(空洞)はどのようにしてできるのか？

軽石の成因について、各種モデル実験で再現しました。

①黒曜石の加熱・炭酸飲料水の発泡モデル実験

黒曜石は、マグマの急冷により、水などの揮発成分が閉じ込められているため、加熱することで揮発成分が発泡してふくらみ、人工的に軽石をつくることができました。

①栓を巻に抜いて圧力を下げると → ②発泡してマグマが噴出！ → ③泡の部分が軽石、液体の部分が溶岩



黒曜石のかけらをガストーチで十分に加熱し、発泡させま



真手前:発泡してふくらみ、体積が大きくなった黒曜石(軽

マグマ中に含まれている水などの揮発成分が発泡

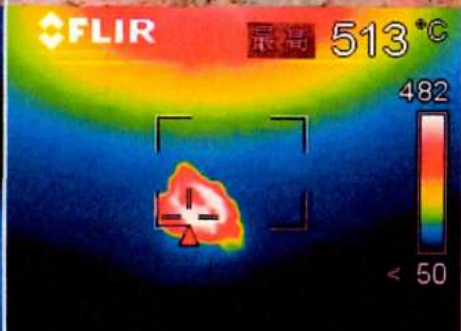
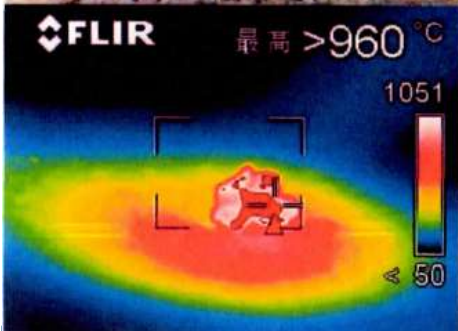
→泡状になった部分が冷えてできた

→多くの穴(空洞)ができた

2. 研究の内容

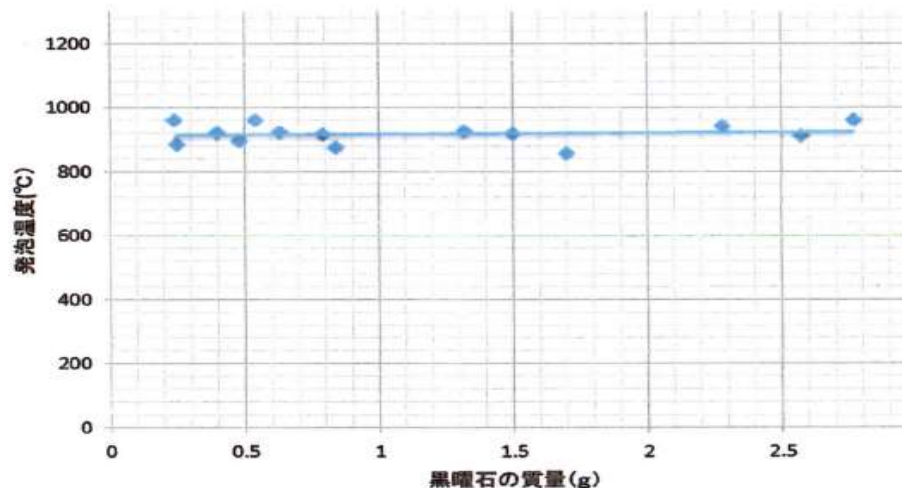
～できたばかりの軽石は熱い！～

加熱→発泡直後の黒曜石（軽石）は、色がまだ赤く、かなりの高温であると考えられました。



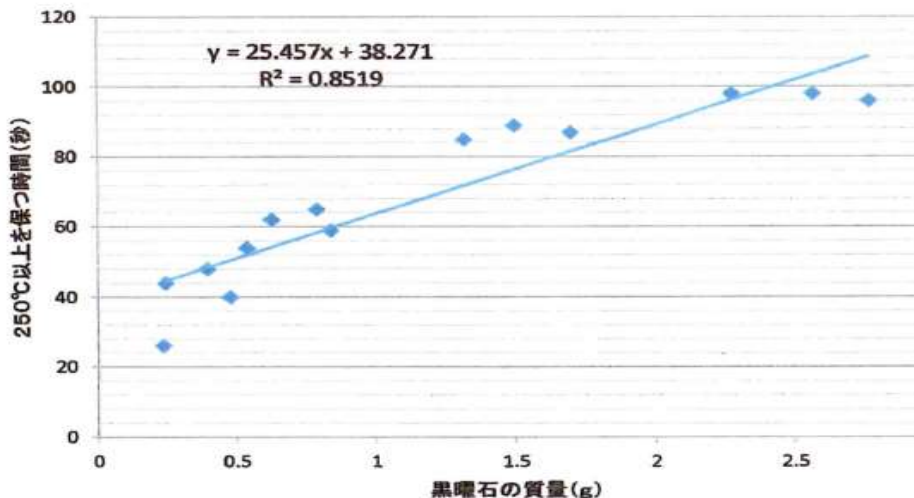
軽石ができる温度は920°C以上で、しばらくは高温を保つ。
※にぎりこぶし大の軽石→250°C以上54分11秒

図 10 黒曜石の発泡温度(°C)



質量とは関係なく、920°C前後で（平均は917°C）発泡することが分かります。

図 11 発泡した黒曜石が250°C以上を保つ時間(秒)



質量 (x) が大きくなると高温を保つ時間 (y) は長くなり、その関係は $y = 25.457x + 38.271$ の式で表すことができました。

2. 研究の内容

浅間山天明3年(1783年)の大噴火



古文書の記録では、火口から10km離れた「軽井沢の宿に **赤熱した軽石が大量に降り、焼けたりつぶれたりした**」。

図解 浅間山に白い軽石と黒い軽石がある理由

3. 研究のまとめ

④風による飛散

発泡して体積が大きくなった軽石は、高温のまま風の影響を受けて遠くまで飛散する（研究1-(3)③④より）。

③爆発的な噴火

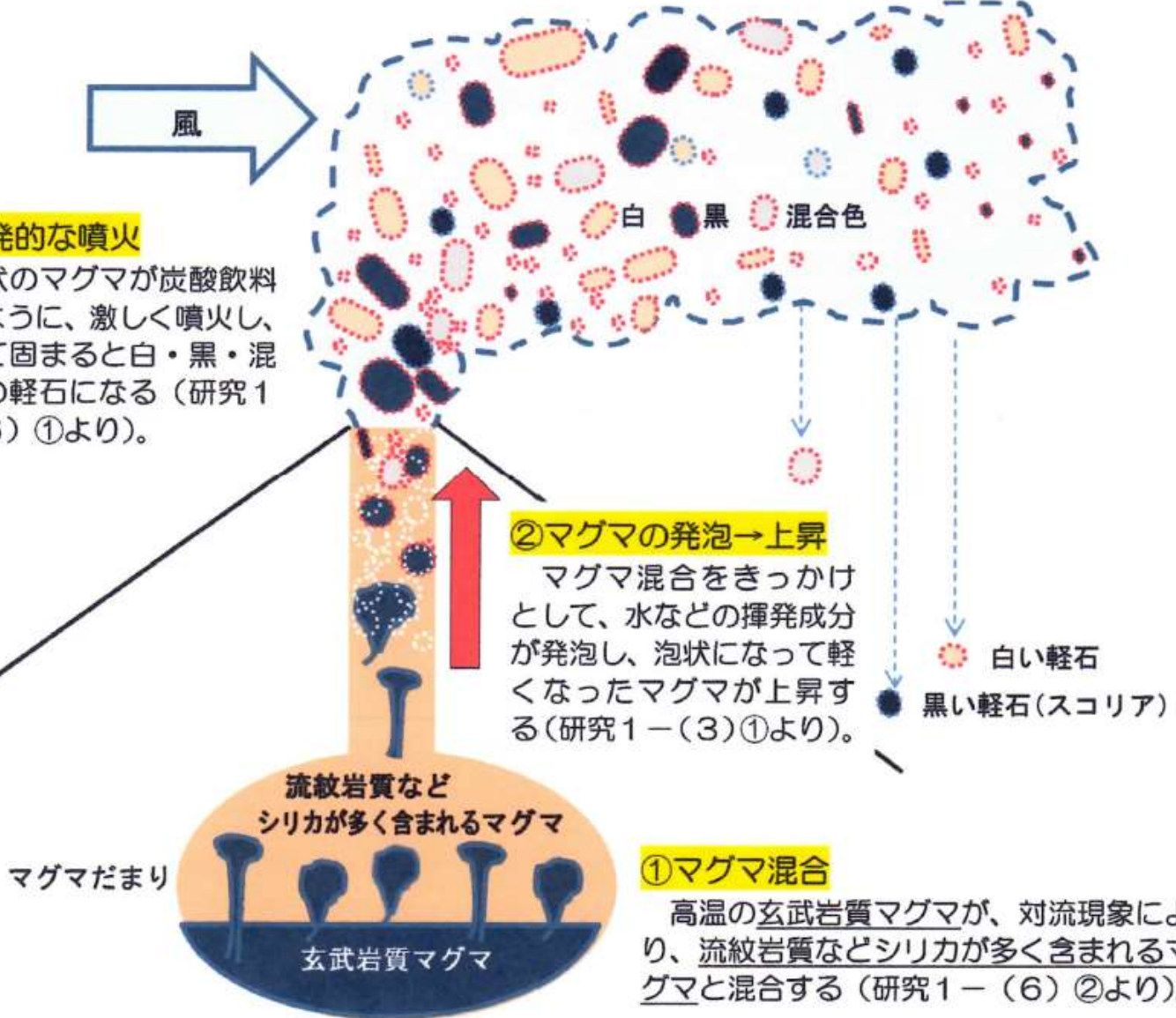
泡状のマグマが炭酸飲料水のように、激しく噴火し、冷えて固まると白・黒・混合色の軽石になる（研究1-(6)①より）。

②マグマの発泡→上昇

マグマ混合をきっかけとして、水などの揮発成分が発泡し、泡状になって軽くなったマグマが上昇する（研究1-(3)①より）。

①マグマ混合

高温の玄武岩質マグマが、対流現象により、流紋岩質などシリカが多く含まれるマグマと混合する（研究1-(6)②より）。



翌年、岐阜県関市 津保川で軽石層を発見！

図2 岐阜県関市津保川で発見した軽石層の露頭場所

岐阜県関市下倉知の津保川左岸約500mに軽石層の露頭を発見した。
(北緯35°28'40"、東経136°53'26"付近)

出典：国土地理院ホームページ (watchizu.gsi.go.jp/)



地質図などの文献に、岐阜県関市における火山噴出物の記載は無し。

そこで、**津保川軽石の起源を探る**ことを研究の目的とした。

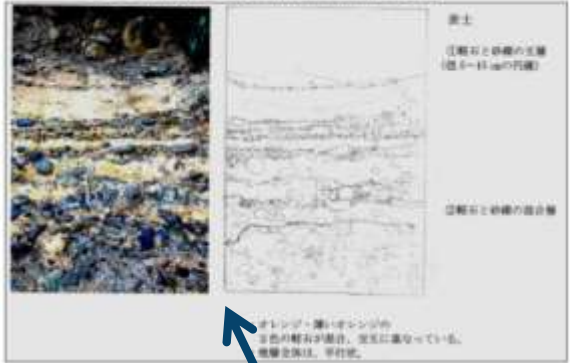
図2 岐阜県関市津保川で発見した軽石層の露頭場所

研究の内容

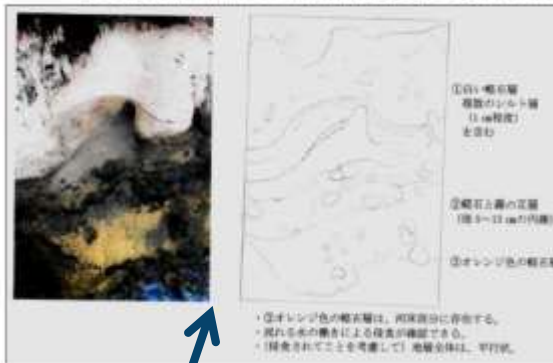
(1) まずは、津保川軽石の特徴



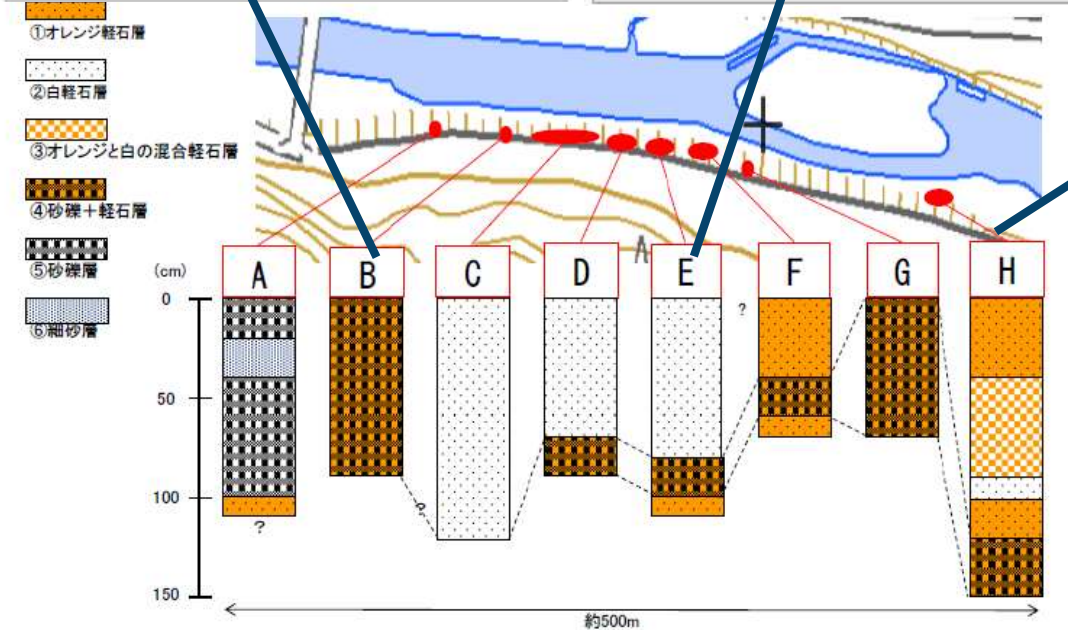
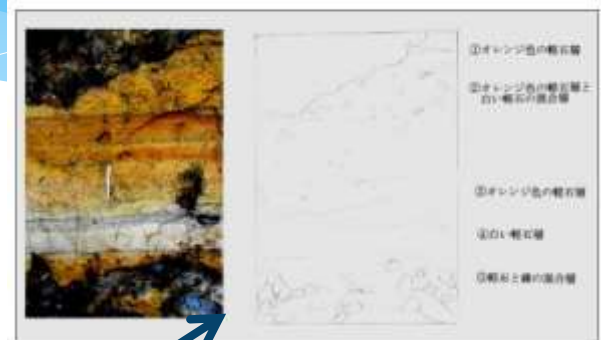
【露頭B】①軽石と砂礫の互層(約 30cm)、②軽石と砂礫の混合層(約 40cm)、軽石は白色とオレンジ色が混合している。他の河床礫が混在している。



【露頭E】①白色の軽石層(約 80cm)・薄層のシルト層を含む、②軽石と河床礫の互層(約 25cm)、③オレンジ色の軽石層(約 10cm)、径 5cm の大きな軽石、白色とオレンジ色の軽石が混在。



【露頭H】①オレンジ色の軽石層(約 40cm)、②オレンジ色の軽石と白色の軽石の混合層(約 50cm)、③オレンジ色の軽石層(約 20cm)、④白色の軽石層(約 10cm)、⑤軽石と河床礫の(約 30cm)。



4回にわたる現地調査を行い、

- * 約500mに渡って、
- * 断続的にA~Hの8か所の露頭を確認。
- * 表面をデッキブラシでこすり、新鮮な面を出して観察した。

(例) 津保川軽石層の
露頭Hでは、

① オレンジ色の軽石

② オレンジ色の軽石と白色の軽石が混在

③ 白色の軽石

④ オレンジ色の軽石

白色とオレンジ色の
2種類の軽石

色や大きさ(直径1~80mm)
が混合

円磨度が高い

他の河床礫と混在



図3 津保川軽石層の調査の様子（左・中）、サンプリングした軽石（右上）、露頭接写（右下）

これらの調査から、＜津保川軽石の特徴＞

白とオレンジ色の2種類、円磨度が高い、
色や大きさ・他の河床礫と混在。

➡ では、津保川軽石はどこからどのようにして関市まで来たのでしょうか？

そこで、

(2) 火山と軽石の広がり方の特定

① まずは、岐阜県周辺の5火山の特徴の比較

図 14 岐阜県周辺の5火山の特徴（気象庁の資料をもとにまとめた）

火山名	位置・標高	構成岩石 SiO ₂ 量	過去の噴火活動
白山	北緯 36° 09' 18" 東経 136° 46' 17" 標高 2,702m	56.4~66.6wt. %	火砕物降下を伴う噴火が主流。溶岩流出や溶岩ドームを形成する噴火も起きている。最新は、1554年に小規模火砕流。
焼岳	北緯 36° 13' 37" 東経 137° 35' 13" 標高 2,455m	61.0~65.0wt. %	現在も活動中。安山岩・デイサイトの成層火山、山頂部は溶岩ドームで、山腹には火砕流堆積物を伴う。最近1万年間にも溶岩や火砕流の噴火。千年に4回の割合で水蒸気爆発が発生している。
アカンダナ山	北緯 36° 12' 01" 東経 137° 34' 22" 標高 2,109m	61.0wt. %	溶岩ドーム、溶岩流、火砕岩による形成。有史以降の火山活動は記録にない。
乗鞍岳	北緯 36° 06' 23" 東経 137° 33' 13" 標高 3,026m	53.7~69.6wt. %	安山岩・デイサイトの溶岩ドーム、溶岩流を主体。火山砂、火山灰、スコリア、溶岩流の噴火・流出。最新は、約2000年前に火山灰、溶岩噴火・流出。
御嶽山	北緯 35° 53' 34" 東経 137° 28' 49" 標高 3,067m	50.3~72.6wt. %	岩石は、玄武岩・安山岩・デイサイト。約9~11万年前に 大量の流紋岩質の軽石（Pm-I）が噴火 。約8~9万年前には流紋岩~デイサイト質の継母岳火山群、約8万年前からは安山岩質の摩利支天火山群が活動。約5万年前の土石流堆積物が木曾川泥流堆積物として、木曾川沿いに約150kmに達する。最近では、1979年10月28日、2014年9月27日の水蒸気爆発。

※御嶽山の可能性が高い

(2) 火山と軽石の広がり方の特定

そこで、津保川軽石の

重鉍物組成を分析。白色＝御嶽山Pm- I、オレンジ色＝ Pm- II'。

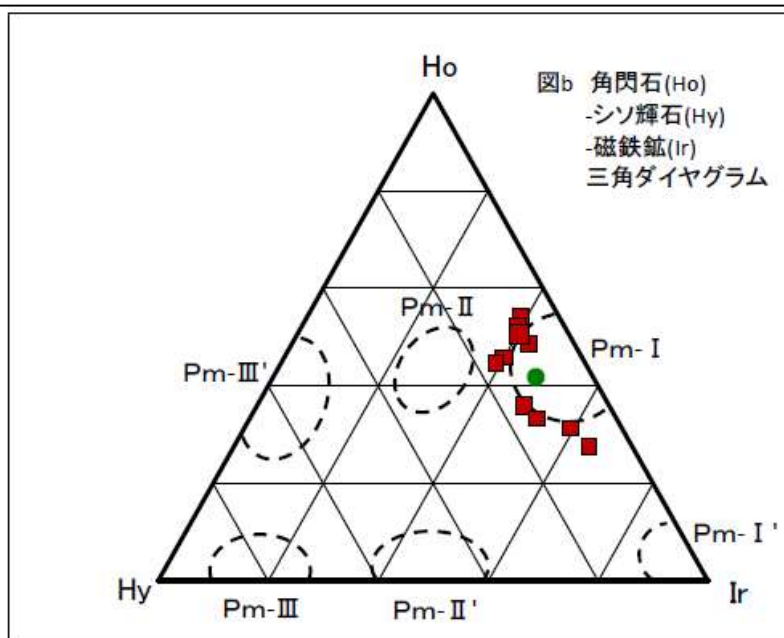
約6～9万年前に、御嶽山から噴出した
Pm- I～IIIと呼ばれるものであることが判明。

< 双眼実体顕微鏡で観察した津保川軽石の鉱物 (×40倍) >

・直接光



・透視光



白	角閃石(Ho)	シソ輝石(Hy)	磁鉄鉍(Ir)
1	8	3	20
2	9	3	17
3	17	3	16
4	9	4	14
5	8	2	7
6	11	3	9
7	7	3	9
8	11	1	8
9	9	1	7
10	16	3	13
平均	10.5	2.6	12
%	41.8	10.4	47.8

図18-W 津保川軽石(白1～10)のまとめ

津保川の白色軽石はPm- I と判別できる。

しかし、ここで新たな疑問
御嶽山から噴出した軽石が、なぜ南西の関市に？



ところで・・・（鹿野1990、青野・鹿野2010）先行研究より
古木曾川の分流が美濃加茂市～長良川方面へ流下して
いたという説がある。

**仮説：現在とは流路が異なる古木曾川の分流
によって関市まで運搬されたのでは？**



番号	軽石の写真	色
①各務原市		黄色～オレンジ色
②中津川市東下		白色
③美濃加茂市		オレンジ色

③仮説「現在とは流路が異なる古木曾川の の分流によって関市まで運搬されたの ではないか？」の検証



図9-a 津保川軽石層に含ま

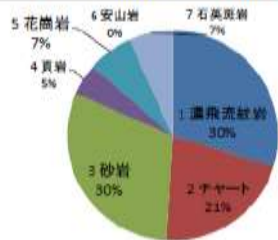
そこで、津保川軽石層と、
津保川・木曾川・長良川の
河床礫の種類と比較。



図9-b 川原の礫の種類調査場所(左)と調査の様子(右)

図19-a 津保川軽石層に含まれる礫の種類のもつとめ(%)

岩石名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	割合(%)
1 濃飛流紋岩	27.3	28.6	28.6	21.4	25.0	28.6	33.3	37.5	25.0	40.0	29.5
2 チャート	45.5	9.5	21.4	21.4	18.8	14.3	16.7	18.8	30.0	13.6	21.0
3 砂岩	13.6	14.3	28.6	35.7	31.3	35.7	41.7	31.3	40.0	31.8	30.4
4 頁岩	4.5	23.8	0.0	0.0	0.0	0.0	8.3	6.3	5.0	0.0	4.8
5 花崗岩	4.5	9.5	14.3	7.1	12.5	14.3	0.0	6.3	0.0	0.0	6.9
6 安山岩	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7 石英斑岩	4.5	14.3	7.1	7.1	12.5	7.1	0.0	0.0	0.0	13.6	6.6
8 その他	0.0	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

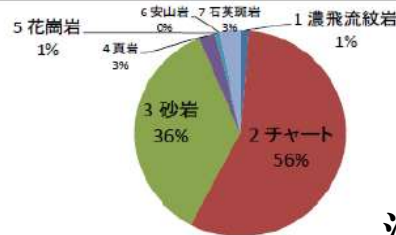


軽石層

津保川の軽石層に含まれる礫の種類は、濃飛流紋岩、砂岩、チャートが多く、8割以上を占めている。
特に、津保川にはほとんど含まれていない濃飛流紋岩と花崗岩の割合が多く目立つ。

図19-b 津保川の川原に含まれる礫の種類のもつとめ(%)

岩石名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	割合(%)
1 濃飛流紋岩	0.0	3.2	10.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.4
2 チャート	60.7	58.1	57.1	60.5	48.8	65.4	44.4	56.8	53.8	54.3	56.0
3 砂岩	28.6	29.0	28.6	28.9	51.2	30.8	33.3	37.5	46.2	42.9	35.7
4 頁岩	3.6	3.2	0.0	7.9	0.0	3.8	3.7	0.0	0.0	2.9	2.5
5 花崗岩	3.6	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.7
6 安山岩	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7 石英斑岩	3.6	3.2	3.6	2.6	0.0	0.0	14.8	3.1	0.0	0.0	3.1
8 その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.7	3.1	0.0	0.0	0.7
合計	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0



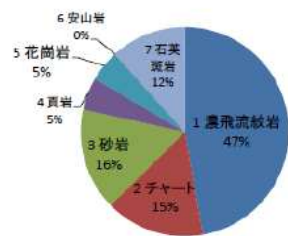
津保川

津保川に含まれる礫は、チャート・砂岩で9割以上を占めている。
津保川軽石層に30%含まれていた濃飛流紋岩、7%含まれていた花崗岩はほとんど含まれていないことが分かる。

その結果、津保川軽石層に含まれる礫の種類は、木曽川に酷似。

図19-c 木曽川の川原に含まれる礫の種類のもつとめ(%)

岩石名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	割合(%)
1 濃飛流紋岩	37.5	43.3	51.7	38.1	50.0	60.0	50.0	42.9	45.8	52.9	47.2
2 チャート	18.8	6.7	10.3	14.3	18.8	15.0	21.4	14.3	16.7	17.6	15.4
3 砂岩	15.6	20.0	13.8	14.3	18.8	15.0	7.1	17.9	20.8	14.7	15.8
4 頁岩	15.6	6.7	6.9	14.3	0.0	0.0	7.1	0.0	0.0	0.0	5.1
5 花崗岩	0.0	0.0	10.3	9.5	6.3	5	3.6	3.6	4.2	5.9	4.8
6 安山岩	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
7 石英斑岩	12.5	23.3	6.9	9.5	6.3	5	10.7	21.4	12.5	8.8	11.7
8 その他	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
合計	100	100	99.9	100	100	100	99.9	100	100	99.9	100.0



木曽川

木曽川の軽石層に含まれる礫は、濃飛流紋岩、チャート、砂岩が8割以上を占めており、特に濃飛流紋岩が47%と多い。
また、花崗岩4%、石英斑岩12%と比較的多いことが分かる。

図19-d 長良川の川原に含まれる礫の種類のもつとめ(%)

岩石名	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	割合(%)
1 濃飛流紋岩	14.3	9.4	10.3	16.1	14.0	12.9	23.1	23.1	20.7	23.1	16.7
2 チャート	28.6	15.6	34.5	25.8	30.2	35.5	23.1	34.6	37.9	11.5	27.7
3 砂岩	21.4	43.8	31.0	25.8	25.6	38.7	38.5	42.3	17.2	23.1	30.7
4 頁岩	4.8	9.4	0.0	12.9	9.3	0.0	2.6	0.0	0.0	0.0	3.9
5 花崗岩	2.4	3.1	0.0	12.9	9.3	3.2	0.0	0.0	0.0	0.0	3.1
6 安山岩	11.9	6.3	10.3	0.0	2.3	6.5	10.3	0.0	13.8	19.2	8.1
7 石英斑岩	0.0	0.0	0.0	0.0	2.3	3.2	2.6	0.0	0.0	0.0	0.8
8 その他	16.7	12.5	13.8	6.5	7.0	0.0	0.0	0.0	10.4	23.1	9.0
合計	100	100	99.9	100	100	100	100	100	100	100	100.0



長良川

長良川に含まれる礫の種類はチャート、砂岩が多い。
特に津保川軽石層には含まれていた濃飛流紋岩、花崗岩はあまり多くなく、特に含まれていなかった安山岩の割合が9%と目立った。
また、「その他」はすべて白鳥流紋岩。

以上のことから、

(3) 結論 「津保川軽石の起源」

約8～10万年前に御嶽山から噴出し、
堆積していた軽石が、古木曾川によって
侵食・運搬され、関市で再堆積したもの。



図6 木曾谷層の位置（左）と軽石調査（右上：各務原市、右中：中津川市、右下：美濃加茂市）

図8 a：御嶽軽石の分類法（左上）、b：鉱物同定の様子（左中下）、c：顕微鏡写真（右）

(4) さらに、これを使うと、古木曾川の流路の推測

図 25 ポーリングデータによる軽石の分布と想定される古木曾川の流路



関市以西の313か所のポーリングデータを調べ、軽石が含まれる地点をプロット。

古木曾川の分流経路を推測。

古木曾川の分流は、関市を通った後、2つのルートに分かれ、岐阜市や山県市に軽石を流入させていた。



令和5年4月20日の津保川軽石の露頭

白色の軽石

(Pm - I) 約10万年前
硬い、黒雲母や磁鉄鉱を含む

オレンジ色の軽石

(Pm - II?) 約8万年前
風化(軟らかい)、角閃石や
輝石、カンラン石を含む



中学校学習指導要領解説 理科編より

「大地の成り立ちと変化」

(ウ)㊦火山活動と火成岩

火山噴出物については、溶岩や軽石、火山灰などの色や形状を比較しながら観察させ、その結果をマグマの性質と関連付けて考察させる。

その際、異なる火山の火山灰について、例えば、実体顕微鏡を用いてその中に含まれる火山ガラスや鉱物の色、形などを比較しながら調べさせる。

わんかけ後マイクロスコープ(×40)撮影

Pm-I

石英

長石

黒雲母

磁鉄鉱



わんかけ後マイクروسコープ(×40)撮影 Pm-II?

シソ輝石

角閃石

輝石

<津保川軽石の教材としての魅力>

1. 自形の鉱物、種類が多い=鉱物の特徴・比較観察に最適。
2. 身近な火山の噴出物から、
大地の変化の時間的・空間的スケールを実感できる。

ご清聴ありがとうございました。

ご希望がありましたら、津保川軽石と黒曜石お分け致します。



真手前:発泡してふくらみ、体積が大きくなった黒曜石(軽石)

関市立桜ヶ丘中学校 山田 茂樹