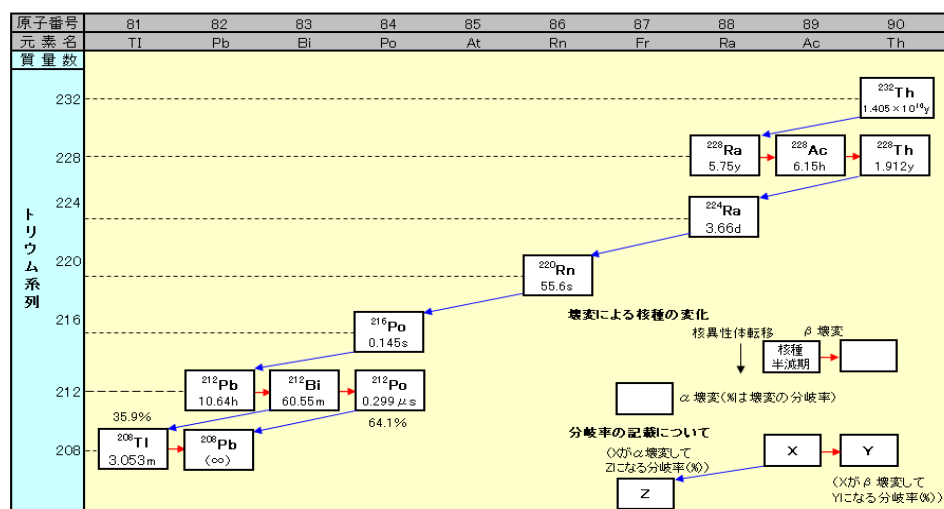


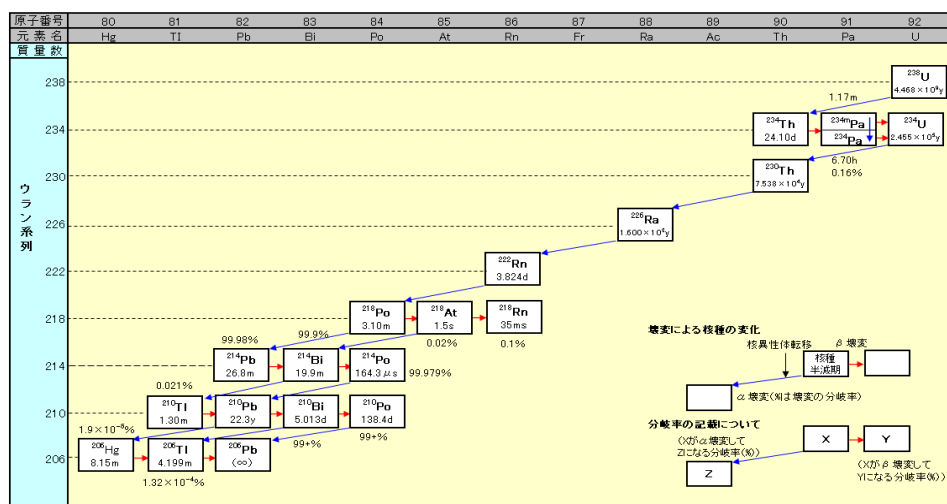
ラドンで地質を探る

～断層との関係性～

2年1組 柿崎天空 滝澤光冬 遠山桃子 若林みう
指導教員 佐々木重宏



半減期の記号;s(秒), ms(10⁻³秒), μs(10⁻⁶秒), m(分), h(時), d(日), y(年)



半減期の記号;s(秒), ms(10⁻³秒), μs(10⁻⁶秒), m(分), h(時), d(日), y(年)

[1][2]トリウム系列、ウラン系列の壊変系列図

要旨

本研究では、秋田県の横手市に流れる横手川と横手盆地東縁断層帯が交差する地点付近において、横手川の石に含まれているラドンに変化があるか調査した。先行研究から、断層の通る地点で川の水のラドン濃度が上昇していることが報告されており、今回はあらかじめ断層が通っていると分かっている川において、川の石のラドンを計測することによって断層とラドンに関係があるか調査した。

1. 背景

ラドンはウランとトリウム崩壊の過程で生成される希ガスの放射性物質で、約3.8日の半減期でアルファ線を出して崩壊し、ポロニウムになる。自然放射線ラドンは放射線濃度が低く、ラドン温泉のように健康に良い効能を示すものとして知られている。私達は以下の先行研究に着目しラドンの分析が応用できるのではないかと考えた。

京都府の川で行われた先行研究(1)(石田ら、2003)[3]では断層と川が交差する地点でラドン濃度が上昇するという事例が見られた。しかし、この研究では断層付近での地下水湧出に起因する可能性が示唆されているだけであった。これまで、断層がラドン濃度上昇の直接の原因であるかの研究は行われておらず、ラドンと断層の関係は明確には分かっていない。そこで本研究の目的を断層におけるラドンの系列の特徴や含有量の変化などの関係を明らかにすることとした。

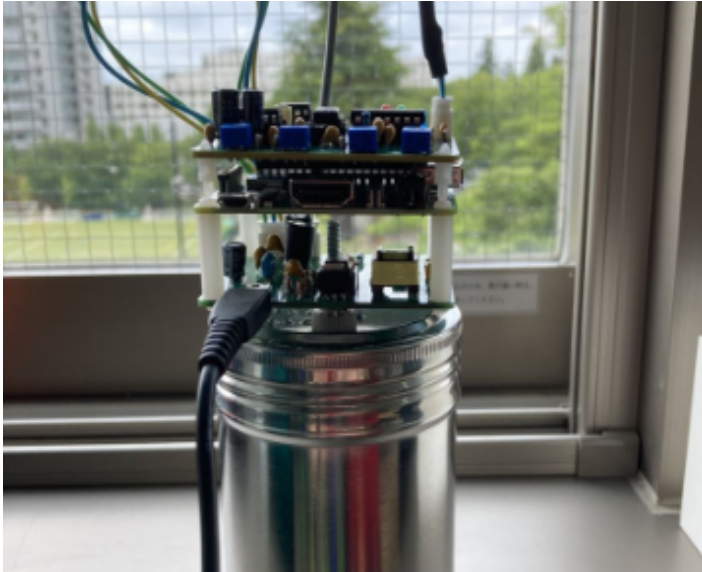
仙台白百合高校で行われた先行研究(2)(庄司、2022)[4]では、ラドン検出器を用いて川の石に含まれるラドンを計測している。この手法を参考に、私たちは川の石からラドンを計測することにした。

2. 方法と結果

2.1. 実験装置

ラドン検出器[5]を用いた。シリコンで作られた検出器が設置された缶に対して検出器側をマイナス極になるように電圧を加えることで(検出器を負電圧を印加することで)、

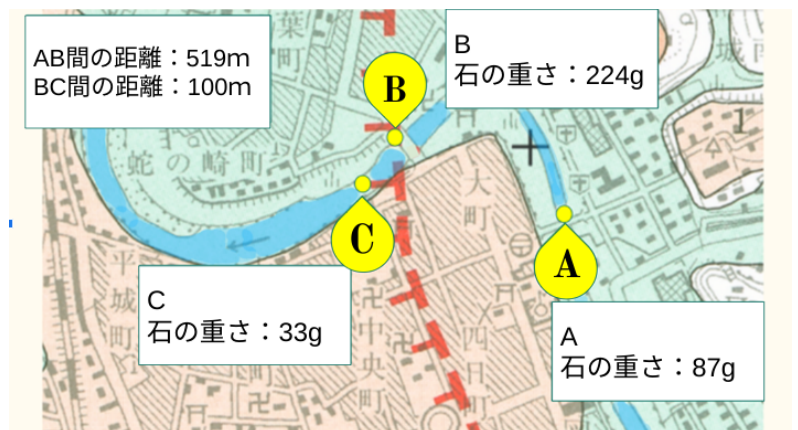
ラドン崩壊時に生じたポロニウムイオンを回収することができ、このポロニウムのアルファ崩壊を測定することで間接的にラドンを観測することになる。検出器からの信号は増幅・整形後Arduinoによって波高を取得する。今回は早稲田大学の田中香津生教授に依頼して、計測を行った。



[5] ラドン検出器

2.2. 石の採取場所と計測結果

1896年にマグニチュード7.2の大地震（千屋地震）が起きたことによって発生した千屋断層が横手盆地東縁断層帯と交差している川（横手川）の地点を地点Bとして、そこから519m上流を地点A、100m下流を地点Cとした。石は堆積岩を意識的に外すようにし、火成岩の大きさや種類はランダムで採取した。



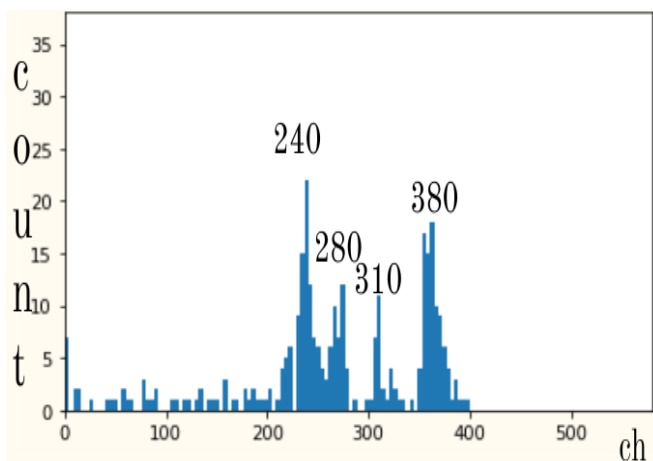
[6] 赤字のT字の連続しているところが横手断層, 水色が横手川

各地店で採取したのは次の表 1 のとおり

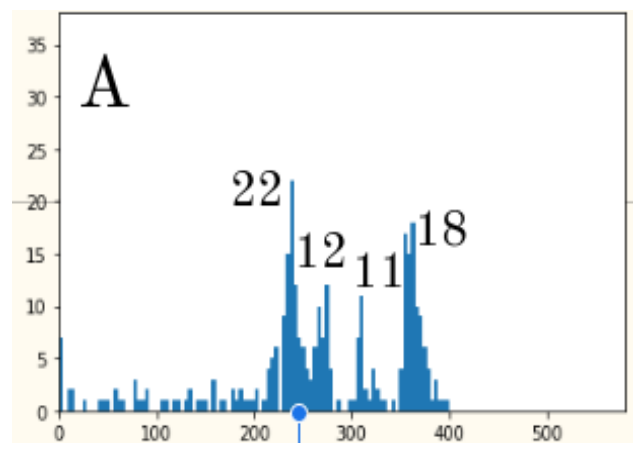
地点	地点Bからの距離	重さ(g)	計測時間
A	519	87	42時間36分
B	0	224	51時間42分
C	100	33	50時間16分

表 1. 石を採取した地点、石の重さ、距離、計測時間をまとめたもの

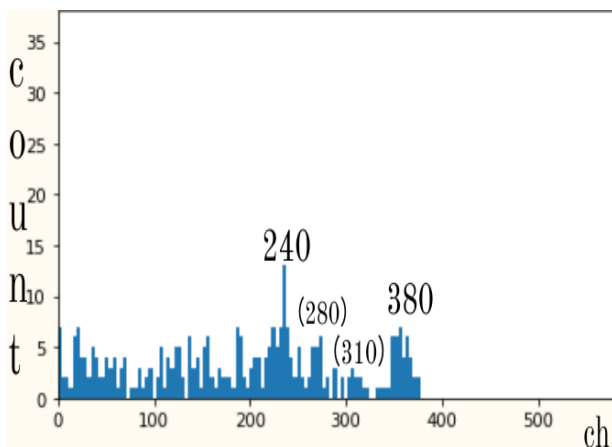
計測の結果からADC値（グラフの横軸）の240ch、280ch、310ch、380chのところにピークが見られた（グラフ1～グラフ3）。



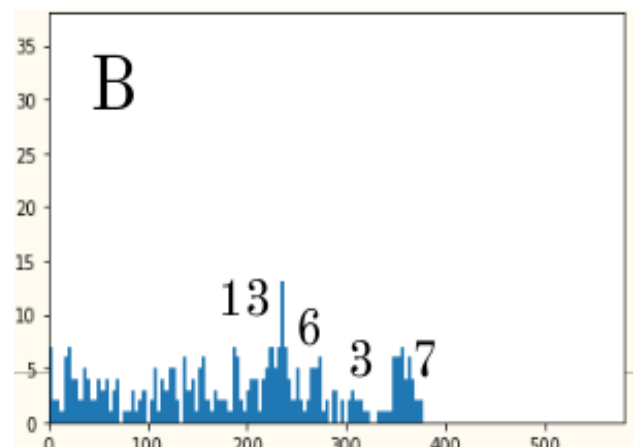
グラフ 1 Aの石の放射線



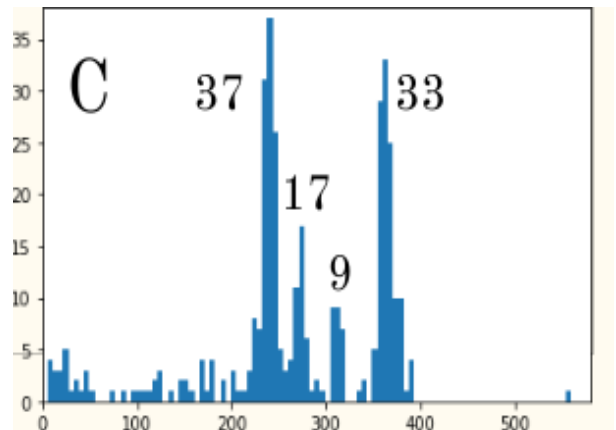
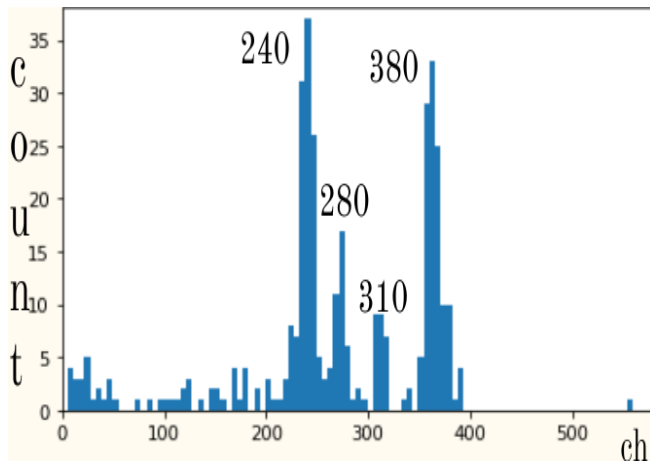
カウント数



グラフ 2 B の石の放射線



カウント数



グラフ 3 Cの石の放射線

カウント数

2.2のカウント数からA～Cの240chのカウント数を1として比にまとめると次のようになる[表2]。AとCの比が310ch以外でほとんど同じことが読み取れる。Bはカウント数が少なかったことから比がうまくできなかったことが予測される。

	240ch	280ch	310ch	380ch
A	1	0.55	0.50	0.81
B	1	0.46	0.23	0.54
C	1	0.46	0.24	0.89

表2. カウント数の比

2.3. エネルギー値の算出

ラドン検出器の故障によりデータの校正(グラフの横軸のADC値を一般的な崩壊するときのエネルギー値MeVに変えること)が進まなかったため、ポロニウムの崩壊のエネルギー値を校正した先行研究(2)のグラフより比較した。ポロニウムの崩壊はウラン系列では6.003MeV、7.687MeVのエネルギーを持つアルファ線が検出される(図3)。同様にトリウム系列では6.779MeV、8.785MeVである(図4)。ここから先行研究(2)のエネルギー校正をしたグラフを参考にして、オレンジがウラン系列、青がトリウム系列と推察した(グラフ7)。先行研究(2)のグラ

フも地点Aの石のグラフもどちらもピークが4つだったことからトリウム系列のアルファ崩壊のエネルギー値とウラン系列のアルファ崩壊のエネルギー値を対応させたグラフを作った（グラフ8）。

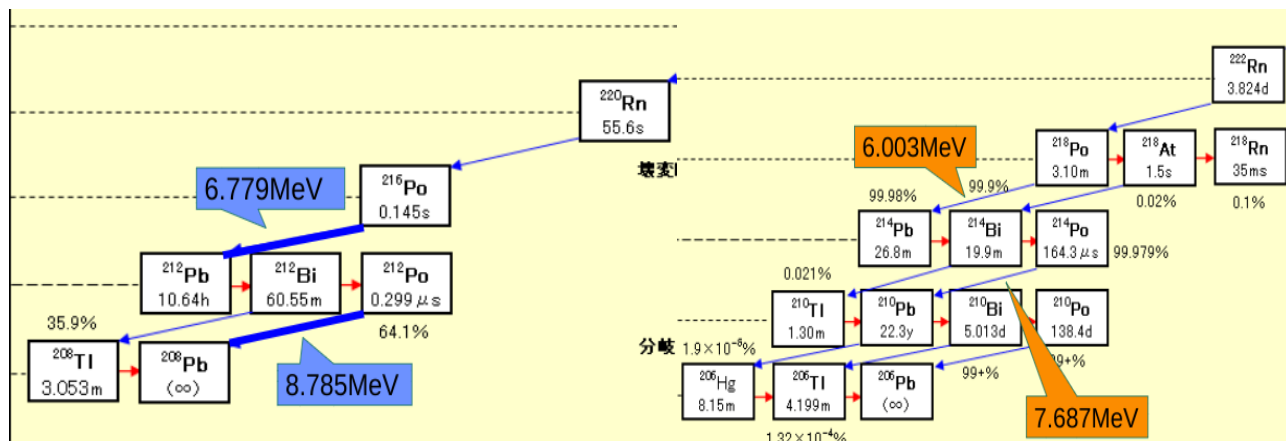
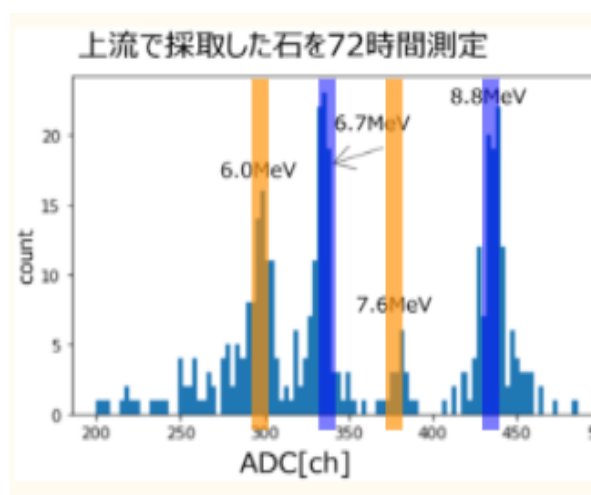
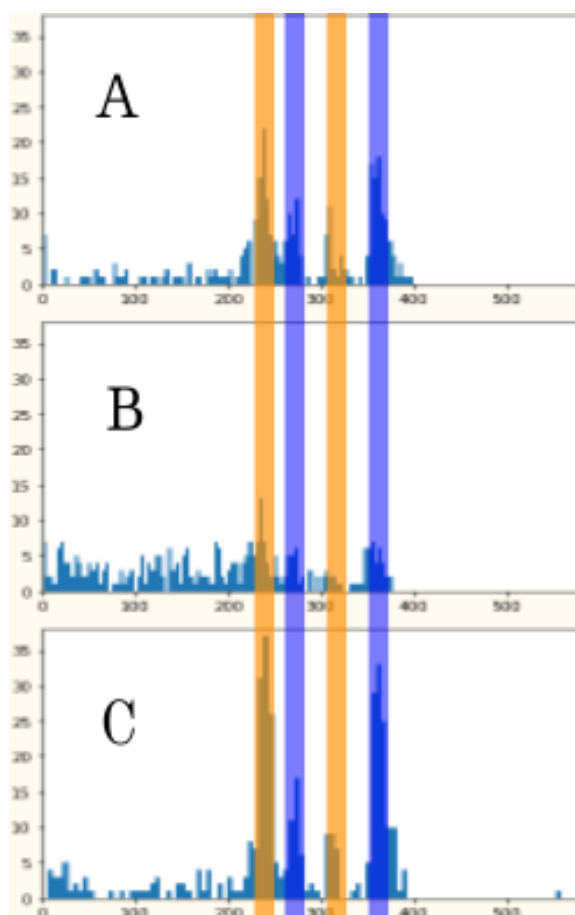


図3.トリウム系列とポロニウムが崩壊するときのエネルギー値[1]

図4.ウラン系列とポロニウムが崩壊するときのエネルギー値[2]

グラフ7.先行研究(2)を用いてウラン系列とトリウム系列の崩壊のエネルギー値を表したグラフ



グラフ8 先行研究(2)をウラン系列とトリウム系列の崩壊のエネルギー値を表したグラフ

3. 考察

地点A、Cで同じADC値にピークが見られたこととカウント数の比がその2地点で近かったことから、地点A、Cで採取した石のトリウム系列によるラドンとウラン系列によるラドンの構成比が近い、つまり石に含まれる放射線物質が地点A、Cの石では同じだと考えられる。一方、地点Bでは石の質量や計測時間を考慮してもカウント数が全体的に少なかった。ADC値のピークは地点A、Cのものと同じところに見られるが、ピーク値以外の値は他より多めになっており、トリウム系列、ウラン系列によるラドンの構成比が異なっている。今回は採取した石は堆積岩を意識的に除き、火成岩の種類などを意識せずランダムに石を採取しているため計測時の石の種類等による影響は少ないのではないと考えているが、地点Bでは石による影響が出たことが考えられる。しかし、断層の影響という可能性も排除できず、更なるデータの蓄積が必要である。

4. 展望

地点Bの計測においてグラフのピークの位置が明確に判断できるまでデータを増やしたい。また、地点Bのカウント数がすべてのADC値において全体的に低かった理由を探りたい。

三地点の距離が断層のスケールと比べて小さいため、より広範囲で石を採取し測定をし直したい。また、石の種類・重量・体積・計測時間等様々な条件を揃えてより正確な比較ができるようなデータを計測したい。

校舎の裏側にも断層が通っているので、そこからもデータを取って比較したい。

5. 参考文献

- [1]日本原子力研究開発機構,”天然放射線核種の壊変系列図(トリウム系列)”
https://atomica.jaea.go.jp/data/fig/fig_pict_18-03-01-01-08.html2022.12.2
- [2]日本原子力研究開発機構,”天然放射線核種の壊変系列図(ウラン系列)”
https://atomica.jaea.go.jp/data/fig/fig_pict_18-03-01-01-06.html2022.12.2
- [3]石田 聡、東 一樹、土原健雄、今泉眞之
ラドン濃度を指標とした河川中の地下水湧出地点の調査
- [4]広瀬川におけるラドン濃度の測定
仙台白百合学園高等学校3年 庄司亜胡
- [5] 加速キッチン,”ラドン検出器”.加速キッチン,[ラドン検出器 – 加速キッチン \(accel-kitchen.com\)](https://accel-kitchen.com) 2022.11.12
- [6] 国土地理院.”地理院地図 都市圏活断層地図”.国土地理院.[地理院地図 / GSI Maps](https://www.gsi.go.jp/geoinfo/geoinfo_maps/geoinfo_maps.html)
[| 国土地理院](https://www.gsi.go.jp/geoinfo/geoinfo_maps/geoinfo_maps.html)2022.10.15

謝辞

今回の研究においてご協力を頂いた以下の方々に深く感謝いたします。

- 早稲田大学理工学術総合研究所 田中香津生先生（探Q）
- 東京大学理科一類 熊谷洸希さん（探Q）