

O020-P17

会場: 国際会議室 日時: 5月22日 13:45-15:15

## オーロラの立体観測による高度測定

#友枝勝登、#中島麻莉菜

【長野県諏訪清陵高等学校】

### 1、始めに

オーロラの物性を理解するのに、高さは重要な要素である。私たちは 2011 年 2 月7日から SSH 科学セミナーでアラスカのフェアバンクスを訪問し、東京工科大学の片岡龍峰先生と 10km 離れた地点でオーロラの同時観測を試み、画像解析によりオーロラの高度を求めてみた。

### 2、研究方法

#### ①観測について

観測日時 2011 年 2 月 8 日  
 9 時 35 分～10 時 30 分 (UT)

観測点	Skiland	PI2
観測者	諏訪清陵高校	東京工業大学
緯度	N65.05	N65.13
経度	E147.41	E147.50
標高	745m	203m
カメラ	NikonD70s	NikonD3s
レンズ	SIGMA4.5mm F2.8	SIGMA4.5mm F2.8

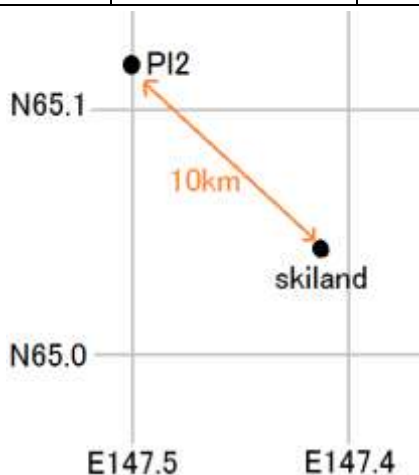


図 1

#### ②解析方法

i)スケールシート(100kmの場合)

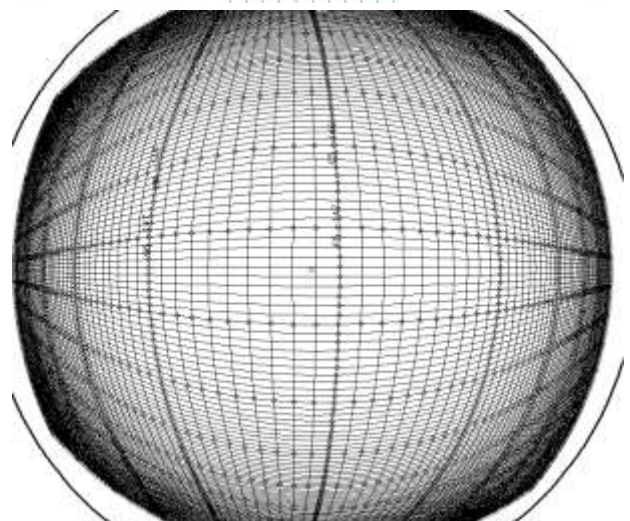
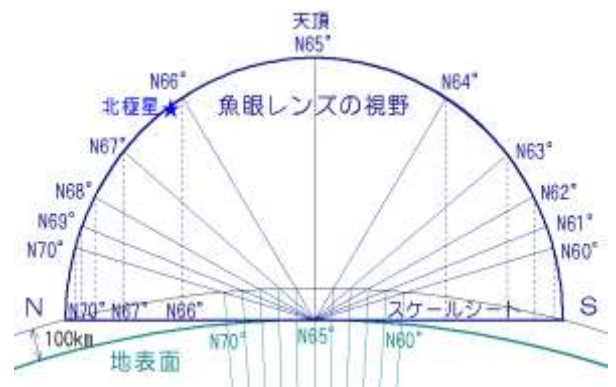


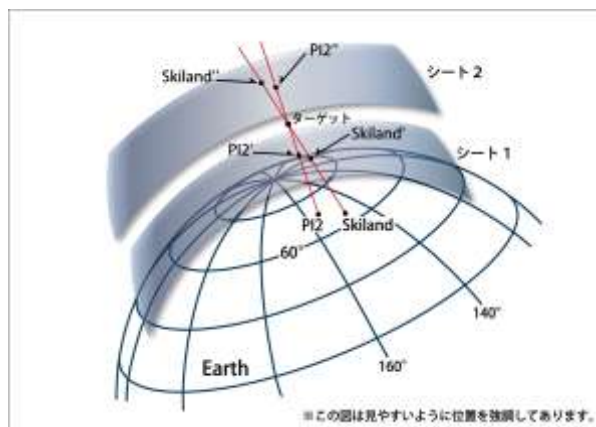
図 2

図2のように経線・緯線の交点を100km上空の弧に投影する。観測点とその点を結ぶ直線を延長し、魚眼レンズの視野を表す半円との交点を平面上に下ろしてスケールシートを作成する。

## ii) データプロット

北極星の位置から写真における北を割り出し、スケールシートを北が一致するように重ねる。オーロラの形状における特徴点をターゲットとし、その緯度・経度をスケールシートから読み取る。

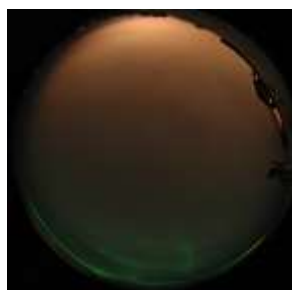
## iii) 評価法



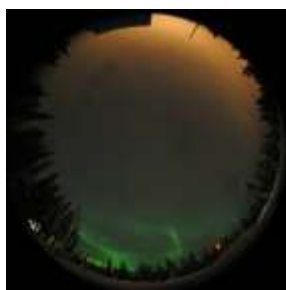
シート1のように、シートの高度がターゲットの高度よりも低いときは、地上での PI2 と Skiland の位置関係と、シート上での位置関係は同じになるが、シート2のように、シートの高度がターゲットの高度よりも高いときは逆になる。

## 3、結果

10時08分15秒(UT)



Skiland



PI2

実際にスケールシートを使って解析してみたところ、上の表のような結果になった。90 km、100 km、200 km、のシートでの Skiland と PI2 の位置関係と、地上での位置関係は、

	Skiland	PI2
80 km	N66.2 E145.7	N65.4 E145.5
90 km	N66.3 E144.4	N65.5 E145.2
100 km	N66.4 E144.1	N65.5 E145.1
200 km	N66.6 E140.8	N65.6 E142.6

逆になっているので、これらのシートは、ターゲットよりも高い位置にあると考えられる。また、80kmのシートでの Skiland と PI2 の位置関係は、同じになっているので、これらのシートは、ターゲットよりも低い位置にあると考えられる。以上のことから、ターゲットは 80km～90km の間にあると考えられる。

#### 4. 考察

2地点観測では撮影の同時性が重要となるが、私たちの方は手動でシャッターを押したので数秒の誤差を含むと思われる。また、2枚の写真でオーロラの同一点を見つけることは難しく、さらにオーロラは低い位置に出ていたため、スケールシートの周辺部でデータの読み取りをしなければならなかった。そのため、データの精度はあまり高いとは言えないが、私たちの求めたオーロラの高度 80km～90km という結論は妥当ではないかと思われる。

#### 5. 謝辞

東京工業大学・片岡龍峰先生がスケールシートを作成してくださり、また、PI2 写真も提供してくださいました。ありがとうございました。

O020-P20

会場: 国際会議室 日時: 5月22日 13:45-15:15

## 相模原市内の関東ローム層から見つかった“黒雲母”について

# 加藤裕介、石川春美、氏家義文、小野翔太郎

【相模原青陵高等学校】

### 1. はじめに

相模原青陵高校では、「環境フィールドワーク」という夏季集中科目があり、私たちは平成22年度の受講生である。この授業では、海洋研究開発機構や相模原市立博物館での学習、フィールドワーク・室内分析を通し、地域の相模川から地球の成り立ちを学んだ。

この授業のなかでたまたま採取した、東坂（図1①）の関東ローム層から採取した中から、関東ローム層にはあまり含まれていない、黒雲母と石英（水晶）が含まれていた。この黒雲母と石英の由来を解明することを目的に本研究を行なった。

### 2. 方法

まず、東坂（図1①）において、層位に黒雲母と石英（水晶）が含まれていたかを調べた。具体的には、相模野第一スコリア(S1S)を基準として、そこから上下に10cm間隔で採取し下は礫層に当たるまで採取した。

また、東坂と同じ田名原段丘崖の当麻市場（図1③）と、上位の相模原段丘崖の大正坂（図1②）で同様の調査を行なった。なお、大正坂ではローム層が厚く堆積しているため礫層までは採取することができなかった。

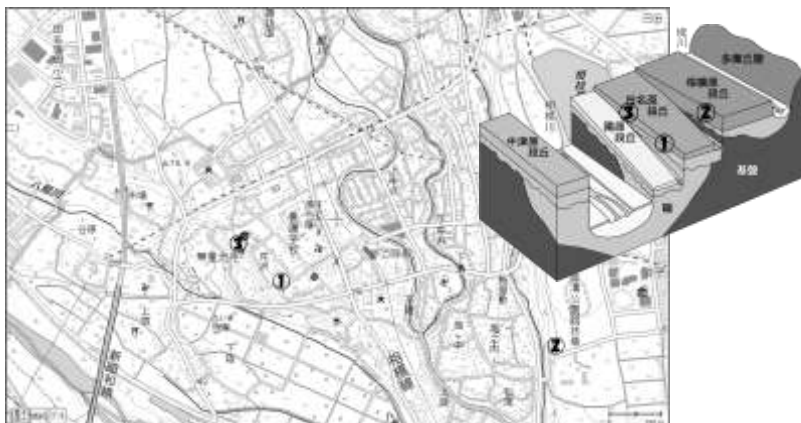


図1 調査地点 ①東坂 ②大正坂 ③当麻市場

(調査日 ①：2010年12月4日 ②③：2011年1月6日)

(相模原市立博物館 河尻清和氏の図、国土地理院2万5千分の1地形図「上溝」「原町田」を編集)

### 3. 結果

結果は、図2の通り。田名原段丘崖（東坂、当麻市場）では、礫層より30cm～60cm上のローム層から石英・黒雲母が確認できた。相模原段丘崖（大正坂）からは確認することができなかった。

また、田名原段丘崖（東坂、当麻市場）の礫層付近では石英・黒雲母が目立ち、粒径が大きい。環境フィールドワークの授業内で見た相模川の川砂に似ていた。S1S付近になるに従って、石英・黒雲母が少なくなり、粒径が小さいものが増えていく。

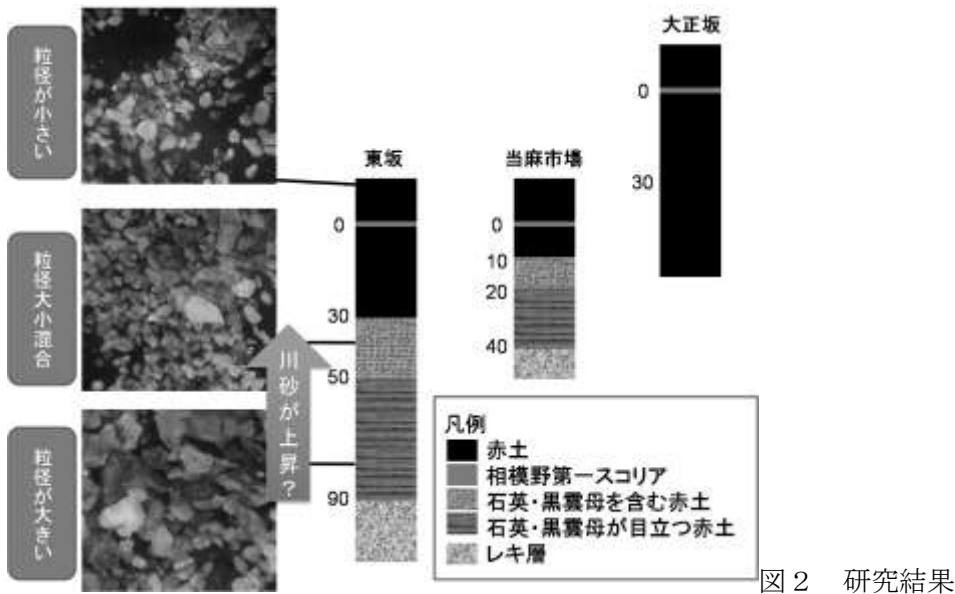


図2 研究結果

### 4. まとめ

本研究によって、旧相模川の川砂がローム層内で上昇していくことが示唆された。

この現象は、霜柱の形成によって川砂が上位に持ち上げられていったことが考えられる。

また、これまで川砂起源の鉱物（石英・黒雲母）がローム層内で見られたという報告がなかったのは、次の2つのことが考えられる。

- ・石英は、長石と混同しやすく、関東ローム層にはあまり含まれないという先入観があったのかもしれない。
- ・黒雲母は、硬度が2.5～3であり、他の造岩鉱物よりかなり柔らかい。このため、ローム層の洗い出しの際に壊しやすい。そのため、観察されづらいことが考えられる。

[謝辞] 本研究を行なうにあたり、海洋研究開発機構 小俣様、相模原市立博物館 河尻様、神奈川県立生命の星・地球博物館 飯島様、首都大学東京 南里様にはご指導いただきました。この場を借りて、お世話になった皆様に深く感謝いたします。

## 有珠山研究ブックと“うすごろく”の作成(SSH課題研究)

#高木晃・#飛山英里奈・#山本奈穂・#大和田涼太・#松本健吾・#庄司理沙子

【北海道室蘭栄高等学校】

### 1 研究目的

地域にある、世界的にも活動的な活火山であり世界ジオパークにも指定されている有珠山について調査研究を行い、その研究成果普及資料の作成、外国人対象の有珠山の現地ガイド、研究成果の発表や作成物の展示等を行うことによって、より多くの人々に有珠山の不思議や魅力を知ってもらうことを目的とした。

### 2 主な活動

#### (1) 現地観察

岡田弘北海道大学名誉教授(環境防災総合政策研究機構理事)を講師として、次のポイントで観察を行った。

- ①伊達市アルトリ岬南側の露頭観察(流れ山堆積物)
- ②アルトリ岬周辺の地質観察(過去の津波堆積物)
- ③有珠善光寺周辺の観察(過去の火山噴出物と災害)
- ④伊達市長和の採石場の露頭観察(流れ山の断面)
- ⑤有珠山山頂周辺の観察(1977年形成の噴火口)



#### (2) 流れ山の岩石と有珠山の岩石の比較

- ・両者の安山岩を肉眼及び双眼実態顕微鏡で比較観察。

#### (3) 津波堆積物の観察

- ・アルトリ岬で採取した津波堆積物とされる砂を、地域の海岸で採取した砂と比較観察。



#### (4) 昭和新山の色を再現する実験

- ・還元色の粘土を加熱し、酸化変色させることにより昭和新山の山肌の色を再現する実験。

#### (5) 粉体を用いた断層形成実験

- ・小麦粉を用いて、現地に多数見られた逆断層・正断層の形成を再現するモデル実験を行い、現地ではたらいた応力を推定。

(6) 幼稚園の壁の噴石のエネルギーの計算

- ・ 現地の巨大な噴石の重量や飛行曲線を推定し、噴石のエネルギーを算出。

(7) 「うすごろく」と「有珠山研究ブック」の作成

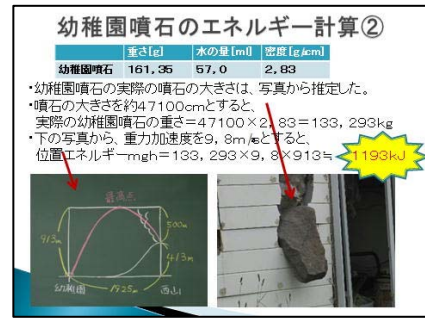
- ・ 研究成果や現地ガイド資料等をまとめた「有珠山研究ブック」と、有珠山の観察ポイントをゲーム（双六）形式で1枚のボードにまとめた「うすごろく」の作成。

(8) JICA 研修員の現地案内

- ・ 現地ガイド資料を作成してALTの協力を得て英訳し、外国人（JICA研修員）を現地案内。

(9) ジオ・フェスティバルへの出展

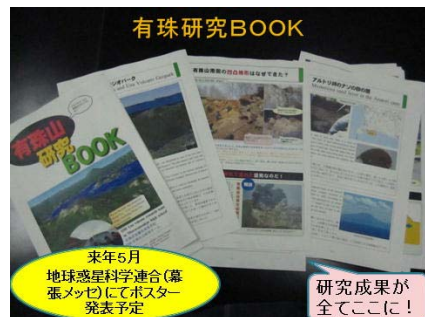
- ・ 地学系体験型イベント「ジオ・フェスティバル」に、作成した「うすごろく」を展示。



3 “うすごろく”と有珠研究ブック

有珠山の不思議や魅力を知ってもらおう目的で、『うすごろく』と名付けたゲーム（双六）形式のボードを作成した。うすごろくの各マスには、有珠山に関する豆知識などが書かれており、有珠山について楽しみながら学べるよう工夫した。また、研究・実験・経験したことをまとめた『有珠山研究ブック』を作成し、研究内容や、有珠山についてより深く学ぶこともできるようにした。有珠山研究ブックの内容は以下の通りである。

「有珠山について／洞爺湖有珠山ジオパーク／有珠山噴火の歴史／アルトリ岬のナゾの砂の層／有珠山南側の凹凸地形はなぜできた？／凹凸地形の正体／壁に突き刺さった岩／幼稚園噴石のエネルギーを計算する／道路が広がったり縮んだり？／断層／グラベン／西山火口群1／西山火口群2／金比羅火口群1／金比羅火口群2／2000年噴火の中心点を自分で探せ！／昭和新山／昭和新山の実験／銀沼火口／ドロノキのパワー／ロープウェイから見える鉄の柵／変わり果てた風景1／変わり果てた風景2／三松正夫さんって？／火山マイスター／人間と火山」



「有珠山について／洞爺湖有珠山ジオパーク／有珠山噴火の歴史／アルトリ岬のナゾの砂の層／有珠山南側の凹凸地形はなぜできた？／凹凸地形の正体／壁に突き刺さった岩／幼稚園噴石のエネルギーを計算する／道路が広がったり縮んだり？／断層／グラベン／西山火口群1／西山火口群2／金比羅火口群1／金比羅火口群2／2000年噴火の中心点を自分で探せ！／昭和新山／昭和新山の実験／銀沼火口／ドロノキのパワー／ロープウェイから見える鉄の柵／変わり果てた風景1／変わり果てた風景2／三松正夫さんって？／火山マイスター／人間と火山」

O020-P23

会場: 国際会議室 日時: 5月22日 13:45-15:15

## 三宅島・富士山の巡検から学ぶ火山学 ～火山の科学、防災、恵み～

#須田仁志、#秋元良太、#久原雅史

【栄東高等学校】

日本列島は4つのプレートの境界の上に位置しているため、地震および火山の数は世界でもまれなほど多い。その中で、三宅島と富士山を選んで巡検を行った。

まず、三宅島の巡検をみていく。三宅島は2000年に噴火をしたばかりで、今なおその影響が色濃く残っている。この巡検は、平成22年8月11日～13日に、千葉大学の津久井雅士准教授を講師に迎えて行った。1日目は、「火山噴出物と災害」をテーマとした。1日目に訪れたのは、七島展望台・村営レストハウス跡・新瀨池跡・三池集落・椎取神社・ひょうたん山ふもとである。七島展望台は、御蔵島・式根島・新島・利島などの7つの島を見ることが出来る展望台である。ここでは1983年の噴火によるスコリア堆積物を見ることができる。村営レストハウス跡は、1983年の噴火からの復興の象徴として整備されたが、2000年の噴火で廃墟と化した。周りには、噴石によって天井に穴が空いた建物や陥没した道路、火山ガスで腐食した自動車の残骸、立ち枯れた木々などがある。現在でもこの地域は一般の立ち入りが規制され、火山ガス濃度などを計測する装置などが設置されている。新瀨池跡は、1983年の噴火時のマグマ水蒸気爆発で、池の水が干上がった。椎取神社は、泥流で鳥居の一部を残して埋まってしまった神社であり、森も壊滅状態になった。現在では森も再生し、新しい鳥居も建設されている。三池集落は、火山ガスの濃度が高い状態が長期間続き、2010年8月の時点では集落の復興は進んでいなかった。本年4月より、高感受性者を除いて継続滞在ができるようになった。ひょうたん山のふもとでは、カンラン石・斜長石を含む玄武岩質の溶岩の観察を行った。2日目は「火山の歴史・防災・恵み」をテーマとした。訪れたのは、伊豆岬・旧三宅島測候所・金曾ダム・アカッコ館である。伊豆岬は、噴火の歴史を見ることが出来る地層がある。気象庁の職員の方々に案内していただいた旧三宅島測候所は、以前気象庁で使用されていたものであるが、現在でも観測機器があって観測を続けている。三七山のふもとの地震計も見学した。金曾ダムは、火山による泥流・土石流の被害を軽減する目的の砂防ダムである。アカッコ館では、2000年噴火の映像を視聴した後、自由見学も行った。3日目は「2日目のまとめ」をテーマとした。阿古地区を



訪れ、旧阿古集落・郷土資料館・めがね岩を見学した。旧阿古集落は、噴出物によって人が住めなくなってしまった集落である。郷土資料館には、火山の噴出物や島の学校の記録を展示してある。

次に、富士山の巡検を見ていく。富士山は、1707年に噴火をして以来大きな活動はしていないものの、歴史的には噴火で広範囲に影響を与えたことも多々ある。この巡検は、平成22年9月18日に、静岡大学の小山真人教授を講師に迎えて行った。まず訪れたのは、富士山の5・6合目である。ここでは、スパターを含んだガサガサとした質の岩盤が確認できる。また溶岩ボールという、スコリアの塊が見られる。次に、宝永火口を観察した。3つの火口から成っており、それぞれが非常に大きく、縁には岩脈も見られる。最後に、火山噴出物によって形成された地形の観察を行った。鮎壺の滝と稲荷神社である。どちらも、8000～11000年前の噴火の際に流れた三宅島溶岩流の影響を受けており、それぞれ溶岩樹型と溶岩塚を確認することができる。

最後に、この研究に関して行った実験について見ていく。三宅島巡検前には、地形図から地形断面図を作り、三宅島の凹凸を知った。巡検中には、富士山の麓と6合目の気圧を比べて、標高が上がるにつれ気圧が下がることを調べるために、菓子の袋を運んだ。巡検後は、火山の恵み実験、土石流実験、火砕流実験、火山爆発実験を行った。火山の恵み実験は、食パンと牛乳を使って、湖・地下水など火山のもたらす水の恵みを再現し考察する。土石流実験は、食パンや牛乳やココアを使って、川がなくても土石流が起きるといふ火山独特の地質に関して検証する。火砕流実験は、牛乳とお湯を使って、火砕流の流れを検証できる。火山爆発実験は、炭酸飲料であるコーラを使って、火山の爆発する様子を観察する。これらの巡検を通して、火山が人間生活に影響を及ぼすような災害であると同時に、温泉や地熱発電というエネルギー源であること、また美しい景色やたくさんの恵みをもたらすということを学んだ。たくさんの貴重な経験から、今後火山が噴火した際に適切な行動が取れるようになる必要があるとひしひしと感じた。

## 芝川の水質環境の現状と今後のあり方に関する研究

#川瀬響 #市川康介

【栄東中学・高等学校】

我々の所属する栄東中学・高等学校の脇を流れている芝川は、理科研究部が1988年から継続的に水質調査を実施してきた河川である。本研究では、芝川の水質環境の正確な把握と、芝川の環境の保全のために必要なことについて考えることを目的とした。そこで、生物学的視点からの河川環境の探求(講座①)、化学的視点からの河川環境の探求(講座②)、河川環境の保全のために必要なこと(講座③)の3つのテーマに分けて研究を進めた。講座①では、胴長を着用し、実際に川に入って生物を採集した。その結果、テナガエビ、アメリカザリガニ、モツゴ、カダヤシ、ウシガエル、ミズカマキリ、ヤゴの7種類の生物を採集することが出来た。これらは川岸から覗いただけでは見つからなかった生物ばかりであり、芝川には多くの生物が生息していることが分かった。講座②では、アルコール温度計を用いた気温や水温の測定、パックテストを用いたpHの測定、クリンメジャーを用いた透視度の測定、ケメットDO計(比色法)を用いたDOの測定、デジタル簡易水質計を用いたCOD、アンモニウム態窒素、亜硝酸態窒素の測定を実施し、1988年からのデータとあわせて考察した。その結果、季節変化では水質は秋ごろに良くなっていること、20年間の年変化では水質は次第に良くなっていることが分かった。また、芝川は、環境基本法に基づいて政府が制定した環境基準のE類型に分類されることが分かった。E類型の川では、日常生活において、不快感を生じない程度の水質を目標にしている。講座③では、埼玉県立川の博物館(大里郡寄居町)を訪れた。博物館の敷地内を流れている宮川を探索し、生物は川のどのような場所に生息しているのかを確かめた。その結果、生物は水草のある場所に多く生息していることが分かった。これは、川に生きる生物にとって棲み処、エサ、産卵場所が必要だからである。他にも川底の状態、蛇行の有無、魚の遡上しやすい環境、洪水の発生など様々な条件が関わっていることを学んだ。今後は生物にとって棲みやすい川とは何かを考えながら芝川の環境と向き合い、上流～下流までの生息生物や水質の調査を行いたい。芝川を生物にとって棲みやすい環境にする活動を行っていききたい。

O020-P27

会場: 国際会議室 日時: 5月22日 13:45-15:15

## Earthquakes: Why some places shake more than others

#Miyu Kumazawa

【Yokohama Municipal Yokohama Science Frontier High School】

Text :

### 1. Purpose

I knew the fact that there are places that shake more than other places at Science literacy class last year. And then I wanted to know the reason so I studied it.

In Japan, many large earthquakes hit many times in past and the damage was so serious. We should know more about earthquakes because we must reduce the damage.

### 2. Way of Research

#### (1) Choosing earthquakes for my research

There are 481 records of earthquakes in Yokohama from 1996 to 2010. I chose 15 that are the largest earthquakes and most of these hypocenters are not in Yokohama. I used a software that analyzes the wave of the earthquake (smda2).

#### (2) avs20(km/s)

An avs20(km/s) is a speed of secondary wave at 20 meters depth. All the places I chose have an avs20, so I compared seismic intensity of the places. I made a graph about these relations.

The vertical line shows the seismic intensity and the horizontal axis shows the avs20(km/s). These dots show each observation place and I wrote an approximation curve. [Fig.1]

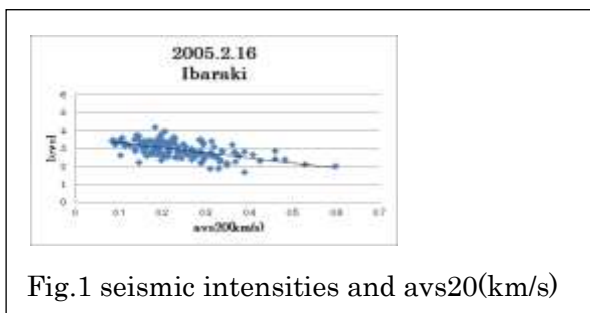


Fig.1 seismic intensities and avs20(km/s)

### (3) N value

I got these N values for each place from the web page of city Yokohama (Jiban view).

N value shows how hard each area's ground is, and the harder the ground is, the larger the value is.

I found out in each area, depth the N value becomes more than 50 at a certain. In short, if there is a point with a deeper position, the ground of the place is soft. [Fig.2]

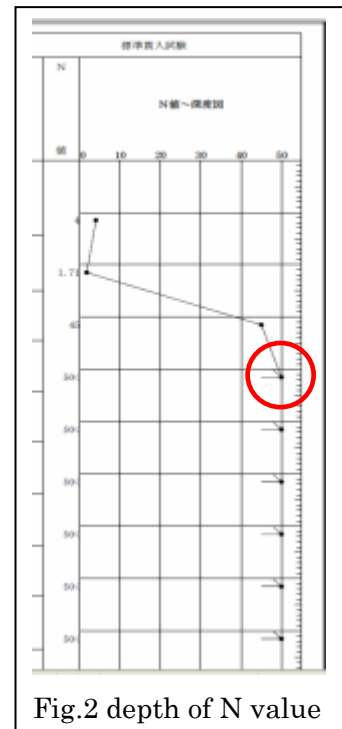


Fig.2 depth of N value

### 3. Result

#### (1) $v_{s20}$ (km/s)

All graphs about seismic intensity and  $v_{s20}$ (km/s) show this fact. The slower the speed of the secondary wave is, the larger the seismic intensity is.

#### (2) N value

The deeper the depth where the N value becomes more than 50 is, the larger the seismic intensity is.

In short, the softer the ground is, the larger the seismic intensity is.

### 4. Conclusion

We can guess how hard each ground of city Yokohama. If the place shakes much, the speed of secondary wave is slower and the ground is softer than other places. And when we use this fact, we can guess how large the seismic intensity will be not only in Yokohama but also out of Yokohama.

By using this fact, so we will be able to guess the size of shaking and therefore reduce the damage.

O020-P28

会場: 国際会議室 日時: 5月22日 13:45-15:15

震度と地盤の硬さの関係—横浜市高密度強震計ネットワークを用いた検証—

#小島香乃

【横浜市立横浜サイエンスフロンティア高等学校】

[はじめに] 地震は、震央からの距離が近い地点ほど震度が大きくなるということが一般的に言われており、地震の震度分布を見るとほぼ同心円状に震度に変化していく様子が見られる。しかしその傾向から外れている地点もある。横浜市立大学吉本准教授の、地盤が硬いほど震度が小さくなるという講義を受け、地盤の硬さが、震度に違いを生じさせている要素の一つであると考えた。そこで横浜市高密度強震計ネットワークを用いて、その検証をした。

[方法] 地震波形解析ソフトを用いて横浜市高密度強震計ネットワーク 150 カ所の観測点の地震波形記録を解析し、計測震度を記録した。扱った地震は 1999 年 5 月～2010 年 3 月に起こったものの中から 25 個を選択し、以下次の手順で解析を行った。

- 1)各地震について“計測震度・avs20 グラフ”を作成し、一次式で近似した。この近似直線の変数  $x$  に avs20 の値を代入し、仮定震度を求めた。
- 2)各地震について平均震度(計測震度の平均値)を求め、各観測点について偏差(計測震度－平均震度)を求めた。更に全地震のデータから各観測点の平均偏差を求め、“平均偏差・avs20 グラフ”を作成し、一次式で近似した。
- 3)土質柱状図を用いて観測点の支持層開始深度を記録し、平均偏差と比較した。

[結果]

- 1)計測震度・avs20 グラフより、S 波伝播速度が大きいほど計測震度が小さくなる傾向が示された。avs20 は地盤が硬いほど大きくなるので、地盤が硬いほど計測震度が小さくなる傾向が示された。
- 2)平均偏差・avs20 グラフでは、地盤が硬いほど平均偏差が小さくなる傾向を示すグラフが得られた。平均偏差はその値が小さいほど平均より震度が小さいことを表す。このことから地盤が硬いほど震度が小さくなることが示された。
- 3)平均偏差が小さい 2 地点の支持層開始深度は、平均偏差が大きい 2 地点に対して浅く、地盤が硬かった。地盤が硬いほど平均偏差が小さい、つまり地盤が硬いほど震度が小さく

なることが認められた。

[考察] グラフや平均偏差と支持層開始深度の比較から「地盤が硬いほど震度は小さくなる」という結果が得られ、この震度と地盤の硬さの関係は前述した講義内容と一致する。従ってこのことから、横浜市高密度強震計ネットワークを用いて震度と地盤の硬さの関係を検証することができたと考える。更に、研究に使用した仮定震度は地盤の硬さを示す **avs20** を用いているため、仮定震度の値は地盤の硬さが考慮されたものとみなすことができ、このことを利用して研究を発展させることが可能だと考える。

O020-P30

会場: 国際会議室 日時: 5月22日 13:45-15:15

## 東北地方太平洋沖地震による海洋潮汐への影響

#林拓実[1]、神田宗一郎[1]、杉浦瑛世[1]、志水茉衣子[1]、前田知馨代 [1]、三輪篤 [2]

【[1]滝高等学校；[2]滝学園】

国土地理院が web 上で公開している潮位データを利用し、潮位の周期的な変化を調べた。また東北地方太平洋沖地震による潮汐への影響も調べた。

データは30秒サンプリングで、2011年1月1日～3月31日まで3ヶ月間。場所は太平洋側に立地する験潮所を選び、北は勝浦（千葉県勝浦市）から、南は沖縄（沖縄県南城市）までの計10点を選んだ。

解析方法はフーリエ変換を利用した。潮位は太陽や月などの影響を受け、異なる周期が重なりながら変化をしていることが分かった。そして太陽や月の影響がそれぞれのくらい潮汐に影響しているか分かった。

また東北地方太平洋沖地震による潮位への影響も調べ、長期間にわたり遠く離れた沖縄まで影響を与えていたことが分かった。

## 付加体のアナログ実験～小麦粉層は海底の堆積物を同等か～

坂田有希、田中翔悟、#松本翔太、守家英斗

【兵庫県立神戸高等学校総合理学科 3年】

### 1. 研究の目的

身近な材料を使い付加体を再現し、海底の堆積物の変形や破壊と同等かを学ぶことが研究の目的である。

### 2. 研究活動

#### (1) ペットボトル実験

大型エキジョッカーを制作し、海底の堆積物がわずかな傾斜で流動する様子を観察した。

(2) 2010年8月7・8日に高知県室戸市で行われた第11回地震火山こどもサマースクールへ参加し、実験指導を行った。

#### (3) 付加体実験 1

スライドケース内にアクリル板と両面テープで作ったプレートの上に、小麦粉とココアを交互に乗せて層を作り、プレートを引いて褶曲や逆断層ができる様子を観察した。

#### (4) 付加体実験 2 (10秒間に2cmの速度でアクリル板を引く)

小麦粉層を4区間に分け、区間ごとの密度と層の変形を調べた。

- ・褶曲区間は体積増加 (密度が減少)
- ・逆断層区間は体積減少 (密度が増加)

#### (5) 傾斜実験

小麦粉塊のふるまいと密度の関係を調べるため、スライドケース内の小麦粉層を台に乗せて傾け、層の動きを観察した。

→密度  $0.5\text{g}/\text{cm}^3$  を超えると塊のまま滑り、密度  $0.5\text{g}/\text{cm}^3$  以下だと小麦粉は崩れて流動した。

《考察》

- ・小麦粉層は密度が  $0.5\text{g}/\text{cm}^3$  以上で固体としてふるまう
- ・密度と滑り角には関連性が無いと考えられる

《結論》

- ・小麦粉層は変位が与えられると端で褶曲を生じる。この区間の小麦粉の密度は減少してお



り、粉体として流動するために褶曲するものと考えられる。

- ・褶曲区間の隣に逆断層が生じる。この区間の小麦粉の密度は増加しており、レイノルズの紛体の法則に従って固体としてふるまうためと考えられる。

- ・逆断層は密度の小さい部分と大きい部分の境目に生じている。固体が破壊されて逆断層が生じているのではなく、小麦粉の紛体と固体の性質の境界に逆断層が生じていると思われる。

## 高級石材凝灰岩「竜山石」の色相変化のメカニズム

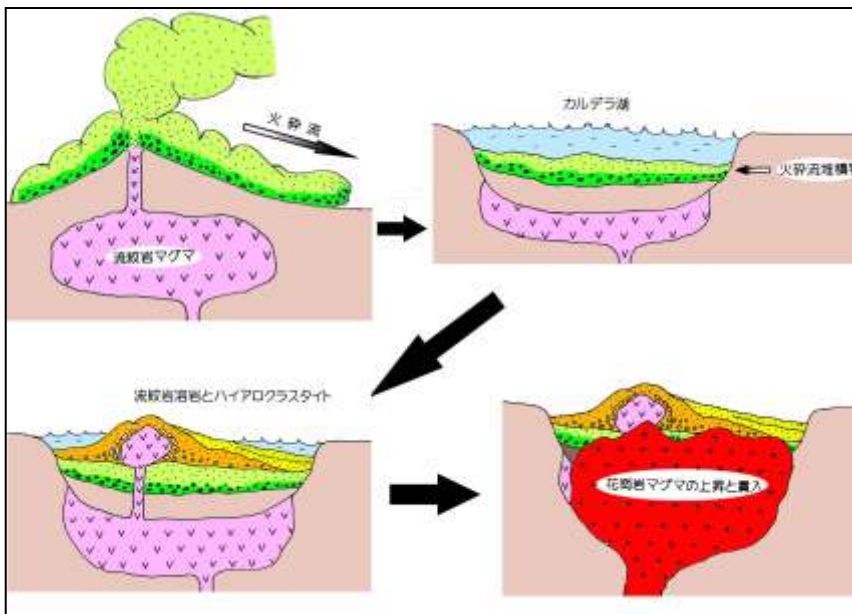
福本美南、赤松沙耶、井上紗智、江草麗子、江籠徳行、近江毅志、井角田優貴、田村優季、十倉麻友子、松本鉄平、岡島菜穂子、金光雄太郎、神戸麻希、井小松原啓紀、米今絢一郎、榊原暁、新庄研斗、高田千春、友藤優、平田真由佳、蓬莱明日、村主美佳、山本崇広

【兵庫県立加古川東高等学校 地学部】

### 1. はじめに

竜山石は高級石材として知られており、その色相によって、青・黄・赤の3色に分類される。とりわけ黄色は、古墳時代前期から石棺として畿内を中心に広く用いられてきた。近年でも皇居や国会議事堂、京都御所の壁材等に利用されている。青色は、建築礎石として用いられ、吸湿性と靱性に富む。赤色は脆弱でもろく、装飾的に利用されている。筆者らはかねてから、本校が立地する西南日本内帯兵庫県南東部加古川市～高砂市に広く分布し、石材として利用されている「竜山石」をよく知っていた。しかし、色相変化の原因は明らかにされておらず、経験的に使い分けられているにすぎなかった。さらに以前から、地元の石材業者が科学的に解明してほしいという要望をもっていたことも知った。そこで、メカニズムを明らかにして情報を石材店と共有し、その成果をもとに石材店と製品の共同開発をおこない、特性を利用した敷石としての利用などの都市開発計画に参画している。

### 2. 地質概説



加古川市～高砂市に分布する火山岩類および凝灰岩類は、8000 万年前～7000 万年前の白亜紀後期の、一連のカルデラを形成する火成活動によって生じた流紋岩質火砕流堆積物で



O020-P42

会場: 国際会議室 日時: 5月22日 13:45-15:15

## 植物の形から風をみる(その3) カイツカイブキの枝向きの意味

#小山田創、#平吹有香、#御子柴みなも

【東京都立戸山高等学校2年 SSH 探究基礎有志】

### 動機

生垣などとしてまとまって植えられたカイツカイブキの森から伸びる枝の向きそれぞれが違っている事に気づいた。また、一本の木でも垂直に生えている枝やななめ方向を向いている枝もあった。このような伸びた枝のさまざまな向きに興味を持った。

### 目的

一本の木、また生垣等の全体として枝向きに一定の傾向があるかどうか調べる。枝向きには地形や風、日射等が関与する可能性を想定して、それらに関わる項目の調査も行う。

### 調査

複数本まとまって植えられていて、剪定後成長した枝が見られるカイツカイブキを調査対象とした。また、カイツカイブキの植え込みのある建物周辺を調査範囲、範囲内の植え込みの一つのまとまりを調査グループとした。今回、4つの調査範囲で調査を行った。この際、各カイツカイブキと建物との位置関係、木と木の間の距離を記録した。

カイツカイブキの枝の伸びる向きが幹によって制限される範囲を側面、それ以外を上部として分けて調査をし、側面は建物の面に平行な線を基準に八等分し、各区分で時計回り、反時計回りの方向を向いている枝の本数を調べた。各区分の枝の向きと本数から各カイツカイブキの側面の代表方向を求めた。上部は8方向に分け、各区分の方向に伸びている枝の本数を数え、枝の向きと本数から各カイツカイブキの上部の代表方向を求めた。

地形の起伏を地図上に記録した。カイツカイブキと建物の高さの違いも調べた。

### 結果

求めた各木の側面と上部の代表方向、調査グループとしたカイツカイブキと建物との距離、地形的な特徴、枝のせい成長時期における風向の傾向などを考慮した結果、得られた推定について報告する。



## マルスダレガイ目二枚貝における殻の微細構造

# 上田裕尋

【武蔵高等学校】

二枚貝の殻は炭酸カルシウムを主成分とした結晶で層構造を成しており、種または属ごとに違った微細構造があることが知られている。生物が作り出す鉱物についてはバイオミネラリゼーションという分野で多くの研究がされており、二枚貝の殻の微細構造もそのひとつである。

本研究では、主にマルスダレガイ目の二枚貝に見られる殻の微細な層構造を観察し、種および科レベルでの微細構造の違いから系統や生息環境との関係性を解き明かそうと考えた。マルスダレガイ目は白亜紀以降、二枚貝綱の中でも様々な環境に適応放散したグループで、多くの種が含まれている。そのため、マルスダレガイ目の貝殻の構造を観察すれば、環境や系統による殻構造への影響などを考察しやすいと考えられる。

マルスダレガイ目とその近縁に属する、アサリ(*Ruditapes philippinarum*)、オニアサリ(*Protothaca jedoensis*)、ウチムラサキ(*Saxidomus purpurata*)、サラガイ(*Megangulus venulosa*)、エゾイソシジミ(*Nuttallia ezonis*)、バカガイ(*Mactra chinensis*)、ヤマトシジミ(*Corbicula japonica*)、トマヤガイ(*Cardita leana*)の6科8種と、イシガイ目のヨコハマシジラガイ(*Inversiunio jokohamensis*)の殻の断面に見られる微細構造を電子顕微鏡で観察し、微細構造の種間における違いについて考察した。ヨコハマシジラガイを除くこれらの貝は、日本近海に新生代第四紀から多く生息していることから、それぞれの種のニッチがある程度確定し、ある程度環境へ適応した貝と考えられるため、観察対象とした。観察部位は二枚貝綱の最も構造がはっきりと観察できると考えられた腹縁と殻頂の真ん中より少し腹縁側の断面とした。この観察により、殻の微細構造は、微細構造同士で漸移性を持つ物も存在しているが、薄板構造、稜柱構造、交差板構造、交差構造、微細交差構造、均質構造、板状構造、水平交差構造のおよそ8種類に分けることができた。構造の名はすでに報告されているものが多いが、微細交差構造、板状構造、水平交差構造は報告されている構造のどれとも特徴が合わなかったため、その構造から名を考え使用した。観察した二枚貝はこれら8種類のうち2~3種類の構造の組み合わせによって殻の構造を構成してい

た。また、薄板構造の一種である真珠構造は多くの場合、殻の内側に存在するという傾向があることも分かった。観察した貝について、殻の微細構造とその組み合わせを系統樹上で比較すると、マルスダレガイ科とマルスダレガイ科に系統的に近い種でしか見られない構造が在ることや、系統的に近い科に属する種同士では同一あるいは互いに漸移性を持つ構造を持っていることから、「二枚貝の殻の微細構造はその種の祖先の影響を受けて決定されている」と考えられる。また、生息環境と殻の微細構造の関係について考察するために、水深、生息域、底質と殻の構造を比較したところ、潮間帯で生息する貝の多くは真珠構造を持っている点やどんな底質の場所に生息する貝でも交差板構造を持つ貝が多い点などいくつかの傾向が見られた。しかし、それぞれの環境に適した層構造が一体どのようなものなのかをはっきりと読み取ることはできなかった。

今回観察した種の多くは新生代第四紀に出現したとされる現生種であるため、環境に適応した殻の層構造に完全になっておらず、祖先種の特徴を残している可能性がある。そのため、分化してから現在までの時間を考慮し、その期間にどれほど環境に適応し構造が変化するかという点に注目しなくてはならないと考えられる。

現時点では、観察した二枚貝の殻の層構造を系統樹上で関係づけるには不明瞭な部分が多いため、今回観察した科以外の貝も観察する必要がある。例えば、マルスダレガイ目の中でも特殊な環境に適応している、例えば岩に穿孔するイワホリガイ科などの殻の構造を観察することで、その環境への適応の結果どのような殻の構造が生まれるのか、また、マルスダレガイ目のそれぞれの科の相互的時間関係を明らかにすることで、マルスダレガイ目二枚貝の殻の層構造と系統や生息環境との関係を明らかにしたいと考えている。

## 地学 I の教科書の「条痕色」を定義する

#田村優季, 村主美佳, 井上紗智, 江草麗子, 江籠徳行, 近江毅志, 角田優貴, 十倉麻友子, 福本美南, 松本鉄平, 赤松沙耶, 岡島菜穂子, 金光雄太郎, 神戸麻希, 小松原啓紀, 米今絢一郎, 榊原暁, 新庄研斗, #高田千春, 友藤優, 平田真由佳, 蓬莱明日, 山本崇広

【兵庫県立加古川東高等学校 地学部】

### 1. はじめに

地学の教科書には、「金鉱も黄鉄鉱や黄銅鉱も金色に輝いているが、条痕板にこすりつけると、金は黄金色の、黄鉄鉱や黄銅鉱は黒い筋がつくことで区別される」とある。条痕板上の粉末を実体顕微鏡で観察すると、鉱物によって大きさが異なるにもかかわらず、それが鉱物同定の科学的根拠とされ、またどの専門書にもその粉末の大きさが具体的に示されていない。「条痕色とは、吸収、反射、屈折などのためにおこる散乱現象による鉱物の微粉末の色」とあるのみである。そこで、①条痕色を呈する粉末の大きさを明らかにする、② 鉱物によって条痕色を呈する粉末の大きさが異なるのか、その原因は何か、について研究することにした。

条痕色をもつ鉱物試料として、金鉱、黄鉄鉱、磁鉄鉱、閃亜鉛鉱（光学的等方体・不透明鉱物）、ホタル石（光学的等方体・透明鉱物）、黄銅鉱、赤鉄鉱、石墨（光学的異方体・不透明鉱物）、トパーズ、滑石（光学的異方体・透明鉱物）を用いた。各鉱物試料を粉碎し、その粉末を 10 $\mu$ m, 20 $\mu$ m, 30 $\mu$ m, 40 $\mu$ m, 50 $\mu$ m の大きさに仕分けした。すべての鉱物試料について、各サイズ 250 粉ずつ集め、実体顕微鏡の上方昼光色投影で観察した。

### 2. 条痕色を呈する粉末の大きさの違いの原因

光が結晶（鉱物）にあたると、一部は表面で反射され、内に入った光は屈折して結晶中を進む。実験から、条痕色を呈する粉末の大きさの違いを生じる主要な原因は、屈折率と反射率にある。鉱物の色は、自由電子の割合によって特定の波長部分が吸収されるために視覚される。金属は自由電子をもち大部分を吸収して不透明になり、共有結合やイオン結合の鉱物は自由電子がないため無色透明になる。不完全な電子殻をもつ遷移元素などは、電子がさまざまなエネルギーレベルにジャンプアップし、そのエネルギー差に応じた波長



の光のみを吸収するため、それらからなる鉱物はさまざまな色を呈する。

屈折率は光速度の変化によって決定される。結晶の方向によらず光速度が一定な光学的等方体（立方晶体）に対して光学的異方体では結晶方向によって光速度が変化する。光学的異方体では、入射光は複屈折して、光の振動面が互いに垂直な2方向の偏光にわかれる。光学的異方体には1軸性結晶と2軸性結晶がある。1軸性結晶（正方晶系・六方晶系）の光軸は、どのような波長の光であってもc軸と一致するが、2軸性結晶（斜方晶系・単斜晶系・三斜晶系）では波長によって光軸方向が異なる。光学的等方体よりも光学的異方体1軸性、さらに2軸性となるにつれて、波長による吸収の差が著しいため、鉱物は鏡下で多色性を強く示す。光学的異方体であっても、粉末の肉眼視で白色～透明な鉱物（トパーズ・滑石）は、光の透過度が高く、光沢の有無を除いて条痕色が肉眼視と異なる。

不透明鉱物の場合は透明鉱物よりも複雑で、屈折率と吸収を同時に考えなければならない。不透明鉱物の結晶粒の内部には光が入らないため、表面反射が色を決定している（表面色）。しかし粉末にして半透明になると内部反射がおこり、入射した光が再び外に出てくると、表面色と異なる色相を呈するようになる鉱物がある。このような鉱物では、表面色と条痕色が異なる。不透明鉱物は光をよく吸収する。石墨はいくら細かく粉末にしても光を通さない。層間結合にともなって自由に動く電子が、ほとんどあらゆる可視部の波長を吸収するため黒く見える。金属光沢をもつ鉱物では、自由電子が全ての波長の光をよく吸収し、電子の強制振動によって強い光沢の反射光を生じている。鉱物によって吸収しやすい波長が異なる。不透明鉱物で、鉱物粒の表面色と微粉末の条痕色が異なるものは、内部反射が特定の波長の光を吸収するからである。複雑な内部反射は光学的等方体よりも光学的異方体のほうがよりおこりやすい。

光学的等方体の不透明鉱物（金鉱・黄鉄鉱・磁鉄鉱・閃亜鉛鉱）は、 $30\mu\text{m}$ で鉱物特有の一定の条痕色を呈し、また実体顕微鏡で拡大しても同じ条痕色を観察することができた。一方、光学的異方体の不透明鉱物（黄銅鉱・赤鉄鉱）では、光の反射や屈折による散乱が著しく、 $20\mu\text{m}$ 以下にしなければ光の入射する角度によってさまざまな色相を呈し、その鉱物特有の条痕色を示さない。さらに、粉末の肉眼視で一定の条痕色を確認できても、鏡下では依然として光の入射角度による色相のばらつきが観察される。

### 3. 今後の課題

そもそも鉱物の色とは何なのか。光の干渉には結晶の原子配列や層間距離が関係する。その傾向が明らかになれば、それらの光の総体として鉱物の色は異なる。特定の波長の光で今回と同様の実験をおこない、傾向を確認することで解明したい。

O020-P48

会場: 国際会議室 日時: 5月22日 13:45-15:15

## 美味しい高野豆腐を目指してⅢ

#田中望羽、#宮澤絢子

【長野県諏訪清陵高等学校】

はじめに

私たちの住む長野県諏訪地方では、かつては冬期の厳しい冷え込みを利用し、民家の軒先で高野豆腐づくりが盛んであったという。ところが実際に自然条件下で高野豆腐をつくろうと試みると、ゴム状になったり層状(パイ状)になったり、おいしいスポンジ状構造のものはなかなかうまくできない。私たちは昨年度の先輩の研究を引き継ぎ、どのようにしたら高野豆腐のスポンジ状構造が形成されるのか、その条件とメカニズムを探った。

実験方法

実験に用いた豆腐は市販の森永乳業「きぬごし豆腐」(280g)で、厚さ1cmにカットしたものを用いた。豆腐は網にのせ、1週間をメドに田中宅(下諏訪町矢木町)・宮澤宅(下諏訪町大門)のベランダに吊した。できあがりをカットし、中の様子を観察して評価した。実験期間は、12月上旬(第Ⅰ期)、12月下旬～1月上旬(第Ⅱ期)、1月中・下旬(第Ⅲ期)および海外科学セミナー・アラスカの2月中旬(第Ⅳ期)である。また、第Ⅲ期においては豆腐を1/2・1/4・1/8・1/16サイズに刻み、乾燥による質量の変化を測定した。

実験結果

### I 自然条件下

諏訪測候所の気温および湿度・降水量の推移グラフを図1～3に示す。

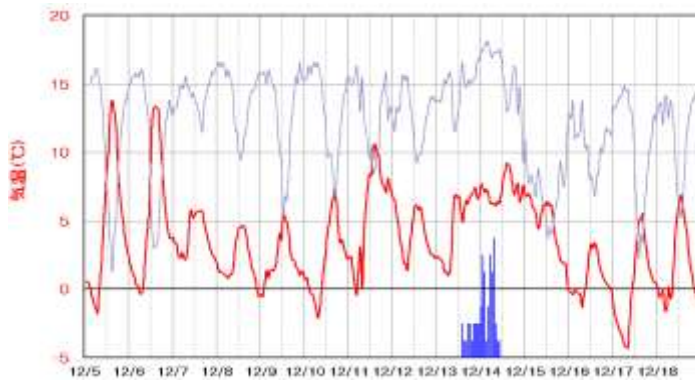


図1 第Ⅰ期(0～5℃)

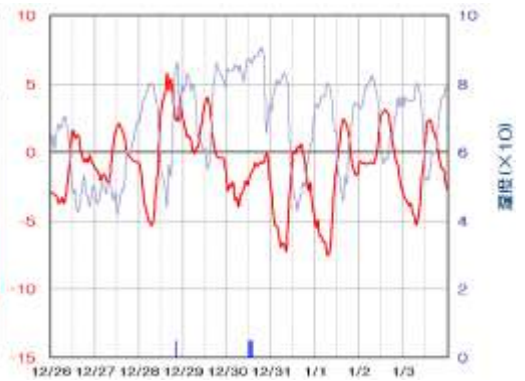


図2 第Ⅱ期(-5～

5℃)

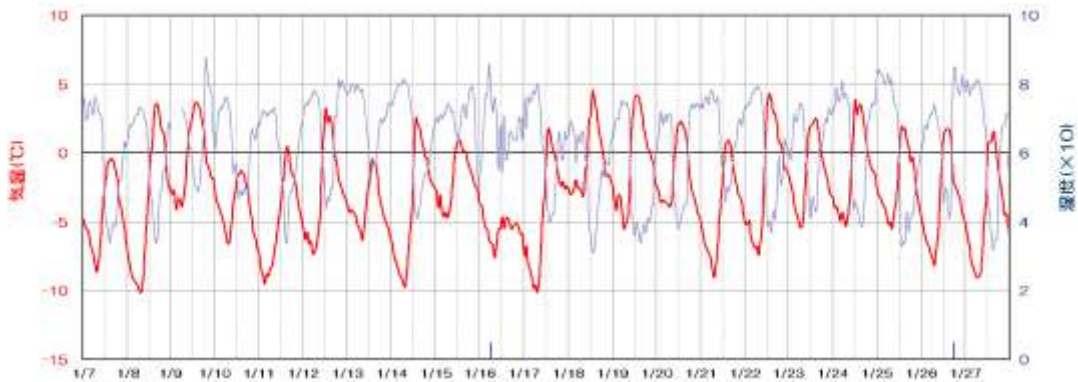


図3 第Ⅲ期(-10～5℃)

①気温変化 0～5℃ (第Ⅰ期 '10.12.5～18 図1): 田中宅

ゴム状にのっぺりした感じで非常に硬く、茶色に変色した。水やお湯に戻らず食べられなかった。

②気温変化 -5～5℃ (第Ⅱ期 '10.12.27～'11.1.3 図2): 宮澤宅

引き締まった硬いゴム状になった。水で戻してもゴム状のままであり、美味しくない。

③気温変化 -10～5℃ (第Ⅲ期 '11.1.8～1.26 図3): 田中宅

平均気温は氷点下で、非常に硬く弾力の強い層状のものができた。

④気温変化 -20～-5℃ ('11.2.8～10): アラスカ・フェアバンクス・リージェンシーホテルの庭

きめの細かい、ふわふわと溶けるような層状のものが出来た。製作期間が3日間と短かったためか、まだ生豆腐のような感じがした。

## II 人工の環境下での実験

①冷凍庫 -22℃ (7日間定温) 層状構になった。

②冷凍庫 -22℃ ⇔ 冷蔵庫(3℃～5℃) (7日間12時間ごと交互に入れ替え)

スポンジ状構造の高野豆腐になった。また、冷蔵庫でなく、クーラーボックスに入れ替えたものも同様にスポンジ構造になった。

## 考察

豆腐を十分凍らせず、ただ乾燥させるとゴム状になり、やがて乾ききって固くなる。その一方で、凍らせたままだと氷晶は層状に成長してすきまをつくり、そこから水分が昇華してパサパサになる。スポンジ状構造を形成するには、まず、豆腐が氷点下になって凍結し、氷晶が適度なすきまをつくる。その状態で融解することによって、乾燥で層状に裂けることを防ぎながら表面から水分が蒸発していく。このように凍結・融解をくり返すことによって豆腐は徐々に乾燥し、スポンジ状構造ができると考えた。

諏訪の気候は冷え込みが厳しく日較差も十分で、一見して上記の条件を満たしているように思えるが表面がゴム状で中が層状といったものもできたり、総じてうまくいかなかった。これは十分凍結せずに乾燥してしまったり、真冬日で日中も豆腐の内部が融解しなかったり、自然条件下では凍結・融解・乾燥といった微妙なバランスを保つことが難しかったからだと考えられる。このように、自然条件下でおいしい高野豆腐をつくるには、最適な温度変化や乾燥速度を与えるための設置条件や豆腐の切片の大きさなど、さらに条件を絞り込んでいく必要がある。

## まとめ

この研究をしてみて、改めて市販されているスポンジ構造の高野豆腐は厳密な管理の結果つくられた食品だと思ったのと同時に、ここまで厳密な条件でないとスポンジ構造ができない高野豆腐は、繊細で手のかかる食べ物なのだと分かった。