

推定活断層の位置を特定する ～国分平野の地下構造を探る～

鹿児島県立国分高等学校サイエンス部地学班

鮫島颯太 勝木彪太郎 益永真杜 川西諒斗 佐多健伸 天川琉葵 中野天響 平岡杏菜 美坂杏依 四元美結

1 はじめに

私たちが通っている国分高校の近くには天降川という川が流れている。天降川付近には活断層が推定されており、その変位

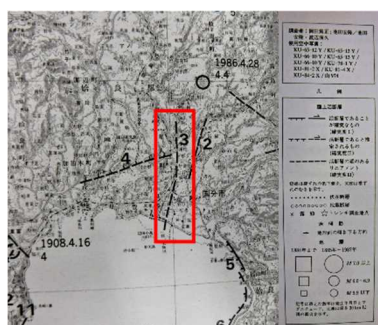


図1 推定活断層の位置

や活動度が不明瞭であることから、確実度は3段階中最も低い確実度Ⅲとされていた。(図1)

しかし、鹿児島県立国分高等学校理数科地学班(2019)により、始良市の露頭と国分平野のボーリング試料を比較することで、相対的に西側が隆起し、変位速度が最大で5.6mm/年の活断層が存在する可能性が強く示唆された。(図2)

～地殻変動と海水面～

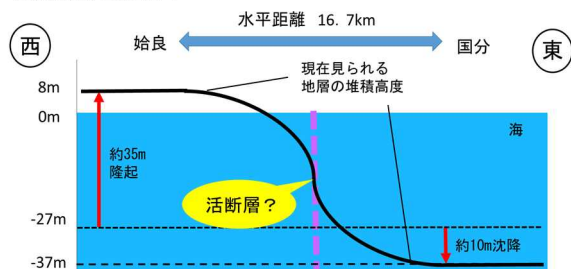


図2 過去8100年の地殻変動

そこで私たちは、ボーリング試料から同じ時代に堆積した地層のずれを可視化することができれば、推定活断層の正確な位置を特定できると考えて研究を始めた。

2 研究の問題点

一般的に、活断層を見つける際は航空写真からリニアメント(直線状の地形構造)を見つけたり、ボーリング調査やトレンチ調査を行ったりする。しかし、現在は市街地化が進んでいるため、このような一般的な方法で推定活断層の位置を特定するのは難しい。

3 仮説

市街地化される以前の地形図や航空写真を用いると、現在は失われたリニアメントを見つけることができる。また、ボーリング試料をもとに地下構造模型を作成して地下の地層のずれを明らかにすることができれば、リニアメントが生じていなくても活断層の位置を特定することができる。

4 研究方法

(1)過去の地形図の精査

国土地理院のウェブサイトから活断層が推定されている付近の市街地化される以前の地形図を購入し、リニアメントを見つける。

(2)過去の航空写真の精査

国土地理院のウェブサイトから活断層が推定されている付近の市街地化される以前の航空写真をダウンロードし、同じ年に撮影された航空写真2枚を比較することで立体視を行い、リニアメントを探す。

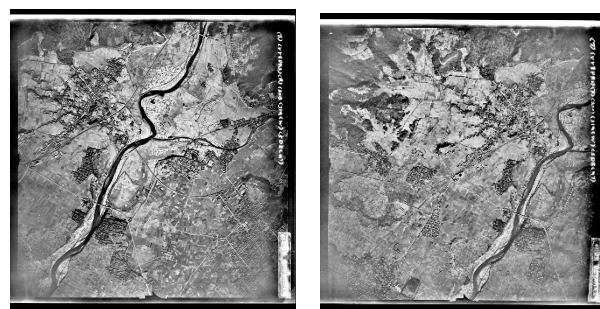


図3 国分平野の航空写真(1947年)

(3)国分平野の地下構造模型の製作

以下の要領で地下構造模型を作成する。

- ①鹿児島県建設技術センターのかごしま地盤情報システムから、推定活断層付近のボーリングデータを印刷する。
- ②各地点のボーリングデータから地層の特徴を読み取り、同じ地層ごとに竹ひごを色分けする。
- ③現在の国分の地図(25000分の1)を土台に張り付けて、実際にボーリング調査が行われた地点に作成した竹ひごをさす。

④竹ひごの本数を増やしていき、国分平野の地下構造を可視化することで、同じ時代に堆積した地層を対比し、地層のずれを見つけることで活断層の位置を特定する。

5 これまでの成果

現在までに発行されたものを表(図4)にまとめた。市街地化される以前の地形図が必要なので、最も古い地形図を用いることとする。また、さらに古い地形図も探索中である。

測量年	更新履歴	発行年月日
1966(昭41)	測量	1968/05/30(昭43)
1970(昭45)	修正	1971/12/28(昭46)
1980(昭55)	改測	1982/11/30(昭57)
1991(平3)	修正	1992/11/01(平4)
1999(平11)	部修	2000/04/01(平12)
2001(平13)	修正	2003/01/01(平15)
2007(平19)	更新	2009/12/01(平21)

図4 国分 25000分の1地形図 一覧

国土地理院ウェブサイトの地図・空中写真閲覧サービスを利用して、現在までに国分で撮影された航空写真を調べ、表にまとめた。(図5)

撮影年月日	撮影地域	枚数
1947/11/14(昭22)	国分	1
1947/12/05(昭22)	国分	6
1962/08/18(昭37)	鹿児島	3
1970/05/17(昭45)	国分	3
1982/05/21(昭57)	川内	2
1994/03/08(平6)	国分	3
2001/06/03(平13)	国分	2
2013/09/17(平25)	始良	4

図5 国分で撮影された航空写真 一覧

国土地理院ウェブサイトの地盤情報閲覧システムより、推定活断層付近の19か所(103本)のボーリングデータを集めることができた。これをもとにして国分平野の地下構造模型(図6)を製作している。



図6 国分平野の地下構造模型

地下構造模型は次のように製作している。

- ・1番下の土台を標高-30mとする。
- ・透明シートを標高0mとする。
- ・竹ひごの1cmを実際の1mとする。
- ・竹ひごの上端は孔口標高をあらわす。
- ・国分層群は赤色、沖積層を青色などで色分けをし、データがない部分は黒色で塗る。

本要旨の作成時点では、7地点分のボーリングデータが模型に反映されている。

6 今後の研究計画・目標

推定活断層付近の市街地化前の地形図や航空写真からリニアメントを見つける必要がある。また、模型の竹ひごの本数を増やすことで国分平野の詳細な地下構造を可視化し、活断層の位置を特定することが目標である。

発表会では、市街地化前の地表にリニアメントが認められるかという点と、国分平野の地下構造模型から活断層の位置が特定できたかについて報告する予定である。

7 謝辞

鹿児島大学大木公彦名誉教授には研究全般のアドバイスをいただいた。この場を借りてお礼申し上げます。

8 参考文献

- 鹿児島県立国分高等学校理数科地学班(2019):
 蒲生川河川敷に出現した貝化石層の堆積環境と鹿児島湾北部の完新世地殻変動. 鹿児島県地学会誌, 113, 7-15.
- 森脇ほか(2015): 鹿児島湾北岸, 国分平野における過去15,000年間の海面変化と古環境変化. 第四紀研究, 54(4), 149-171.
- 新編 日本の活断層—分布図と資料
 鹿児島県建設技術センター 鹿児島地盤情報閲覧システム
<https://kago-kengi.or.jp/map/geoMap.php>
 国土地理院ウェブサイト 地図・航空写真閲覧サービス
<https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>

火星の雲の出現傾向に関する研究

鹿児島玉龍高等学校サイエンス部天文班
岩元伶樹、上山桃佳、川口凜華

1. これまでの研究

- ・火星フィルターとレッドフィルターが火星の表面の様相、ブルーフィルターが砂嵐と極冠、グリーンフィルターが高層雲を確認しやすいことが判明
- ・南極冠が縮小、偏心傾向にあると判明
- ・グローバルダストストームの発生位置に共通性があることが判明

2. 研究の目的

10月6日の火星準大接近に伴い、火星の気象現象である雲が観測しやすいと考え、興味を持った。そこで、月惑星研究会と自分達の観測データから火星の雲発生の傾向を調べることを目的とした。

3. 研究方法

(1) 観測機材

(鏡筒)

- ・ CELESTRON C8-XLT (口径203mm
焦点距離2032mm)
- ・ 高橋製 FC-100DC (口径100mm
焦点距離740mm)

(赤道儀)

- ・ 高橋製 EM-11Temma2M

(カメラ)

- ・ ZWO ASI290MC (非冷却 CMOS)

(2) 観測について

観測期間 2018年6月16日～2020年10月

観測回数 10回

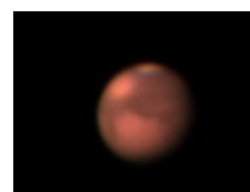
動画本数 284本

総フレーム数 591000フレーム

観測結果の例



2018年6月16日観測



2018年8月26日観測

(3) 画像処理

パソコンを用いて動画撮影。Auto Stakkeert2で動画をスタックする。RegiStax6.1でウェーブレット処理をし、ステライメージ7、DPPで画像仕上げをする。

4. 雲の発生傾向について

(1) 火星の雲について

地球の絹雲のように、薄く、細い筋状の雲で、水滴ではなく数ミクロンの大きさの水で出来ている(天文ガイドより引用)。

(2) Ls ごとの雲の分布

観測データをもとに過去10年の雲の発生場所を調べ、その分布図(図1～4)を作成した。各図の左上の数字は(観測された雲の数/観測された火星の数)

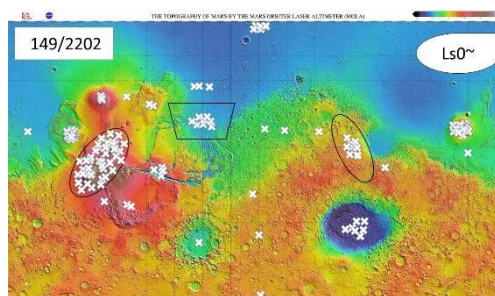


図1 雲の発生場所 (Ls0～89)

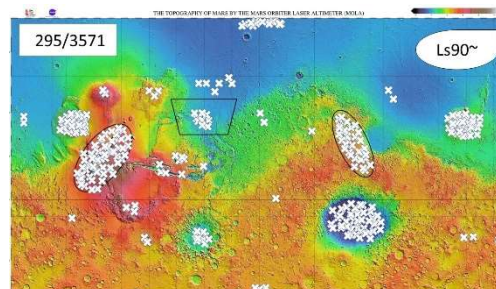


図2 雲の発生場所 (Ls90～179)

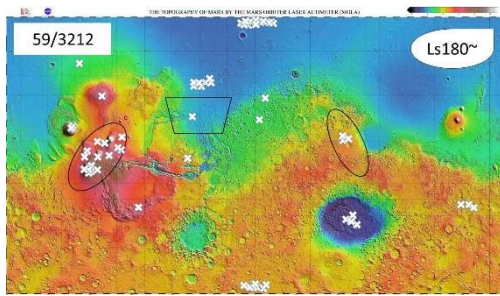


図3 雲の発生場所 (Ls180~269)

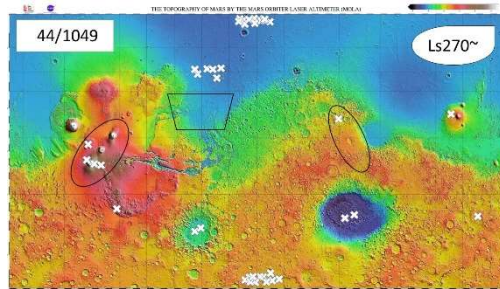


図4 雲の発生場所 (Ls270~359)

(3) 図から読み取ったこと

- ① Ls0~179では南極冠で雲はほとんど確認されなかったが、Ls180~359では南極冠で多くの雲が確認された。
 - ② Ls0~179では、Ls180~359に比べ比較的多くの雲が確認された。
 - ③ どの図でも山地で多く発生していた。
 - ④ 山地に多く確認されたが、高度の低いヘラス盆地でも多く確認された。
- これらをもとに雲の発生傾向を考察した。

(4) 考察

一昨年の研究で極冠はCO₂とH₂Oの二重構造で極冠が溶けるのはCO₂は気圧の低下または気温の上昇、H₂Oは気温の上昇のみで溶けると分かった。

火星の季節

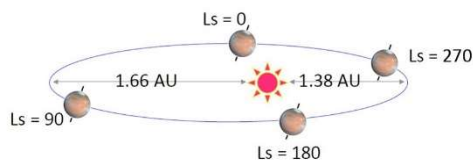


図5 火星の季節 (JAXA より引用)

① Ls0~179では北極側が太陽の方へ傾いている時期が多いため、北極冠の氷が溶けや

すく、Ls180~359では反対に南極の氷が溶けやすい。

② 北極冠の直径は約1000km、南極冠の直径は約400kmで北極冠の方がはるかに大きい。そのため、発生する水蒸気も多くなる。よってLs0~179はLs180~359より多くの雲が発生すると考察した。

③ 極冠で発生した水蒸気は、斜面を昇って冷やされることにより雲になるので、山地で多く発生すると考察した。

④ ヘラス盆地に多く雲が見られるのは、放射霧が発生し滞留するからだを考察した。

気圧が低下するとき、上昇気流が発生するため、上昇気流の発生原因は太陽放射、地形、低気圧のそれぞれが考えられる。

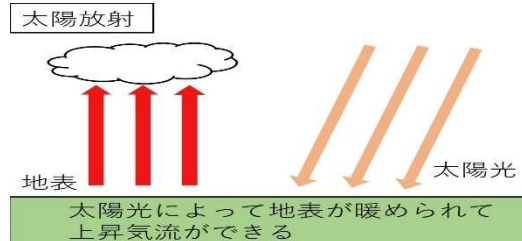


図6 太陽放射による上昇気流の発生

5. まとめ

2年に渡り火星の観測を行った。Ls0~179で多くの雲が発生し、特に極冠、山地、盆地に集中していた。極冠で発生した水蒸気が斜面を昇って冷やされ山地に発生し、盆地では放射霧が滞留するためだと考察した。

6. 今後の課題

- ・ フィルターを使った観測を継続する
- ・ 雲の発生傾向についてさらに調査を行う
- ・ 観測データの収集を継続する

7. 参考文献

- ・ NASA Web ページ
- ・ JAXA Web ページ
- ・ 月惑星研究会 Web ページ
- ・ 天文ガイド (2018年7月1日発行)
- ・ 火星を知る! (2018年12月31日発行)

発表分野	地学
発表題目	指宿火山群における火山ガス測定
学校名・ 団体名	指宿高等学校 物理化学部
生徒氏名及 び顧問氏名	高峯祥子 (2年), 有村絆 (1年), 坂田桜甫 (1年), 上堀内理斗 (1年) 中村隼 (1年), 迫田貴之祐 (1年), 久保俊介 (1年) 吉田陽一 (顧問), 山口真理子 (顧問), 樋之口仁 (共同研究者)
<p><研究の要旨>200字から300字以内</p> <p>我々は指宿火山群で火山活動の予知や地下の状態を調べるため昨年度から火山ガスを測定してきた。測定方法は、昨年度は火山ガス測定装置を作成し測定したが、高温や水蒸気の結露によりセンサーが故障することもあり、その解決のため今年度は希釈法を用い測定した。結果は、火山ガスのC/S比が活火山と同程度かそれ以上の値であり、地下が高温になった時に検出されるCOが発生している。このことから指宿火山群は地下の温度が高く火山活動が活発であると推測される。今回希釈法の検証ができたので、今後本方法により、測定の回数を増やし火山ガスのデータを蓄積していくことで指宿火山群の活動についてより詳細な研究を行っていきたい。</p>	

【1. はじめに】

指宿高校のある指宿市は、阿多カルデラの中に位置し、開聞岳など多くの火山群と隣り合い、多くの温泉や噴気帯があり、観光や発電などの恵みを受けている。その一方で開聞岳火山災害計画が策定されるなど火山防災が今日の課題になっている。

我々は、指宿火山群で火山活動の予知や地下の状態を間接的に調べるため、昨年度から火山ガス測定装置を製作し、二酸化炭素 (CO₂)・一酸化炭素 (CO)・硫化水素 (H₂S)・二酸化硫黄 (SO₂) を実際に測定して実証試験を行った。

【2. 方法】

昨年度から火山ガスの測定を実施している。昨年度は火山ガスを捕集した際に、そのまま流量計を通して密閉容器内のCO₂センサーや熱対温度計で測定していた。しかし、火山ガスをそのままの状態に捕集すると、水蒸気が多く、結露が発生するために計器が故障することがあった。そのため、今年度は希釈法で測定し、検証を行った。希釈の方法は、まず1Lビーカーに測定器を入れ、パラフィルムで気体を注入する部分を残して覆い、密閉容器として用いる。次に火山ガスを200 mL シリンジで100 mL 採取し、1 L ビーカーに注入後完全に密閉して均一な混合気体にする。この際に均一になった目安として測定器のCO₂濃度の値の変動がみられなくなった時とする。その後、CO₂, CO, H₂S, SO₂ のそれぞれのセンサーの値を読み、記録する。

更に、昨年度は業務用測定器を利用させて頂く機会があり、それを使用していた。しかし、今後の継続的な研究のための測定を実施するには、自分たちで機材を準備している必要があり、手に入りやすい安価な計測器に今年度から変更した。

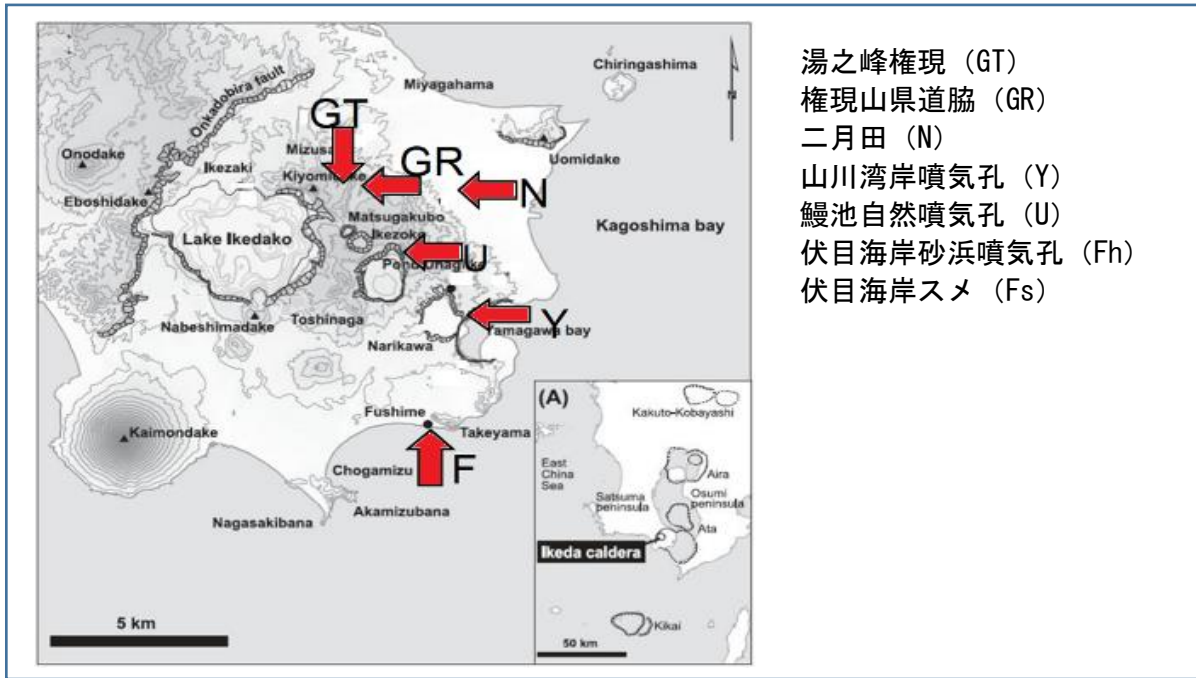


図1 調査地点 (指宿市, 2017 改定)

(1) 調査機器

- ・ COSMOS 社製 XP-302M (昨年度のみ使用)
- ・ 4-IN-1 GAS MONITOR ST8900 (H₂S, CO 濃度) (今年度から使用)
- ・ 二酸化炭素計 (カスタム社 CO₂モニター-CO₂-mini)
- ・ 北川式検知管 (硫化水素・二酸化硫黄・一酸化炭素)
- ・ Digital Multimeter With T-RMS/USB (DURATOOL)

(2) 調査地点

調査地点は、(川辺, 2005) を参考に自然露頭の噴気帯や源泉を選んだ (図1)。

【3. 結果と考察】

今年度の測定では、昨年度の課題であった高温と水蒸気の結露による機器の故障は全く起こらなかったため、希釈法により解決できた。

昨年度の表1と今年度の表2を比較すると、火山ガスの温度はGR点のみが20°C近く上昇していることが分かる。一方、火山ガスのCO₂濃度の変動は地点によって様々で、増加したところはGR点、減少したところはGT点、U点である。H₂S濃度は、GT点は25分の1、U点は5分の1に減少し、GR点では大幅に増加した。COの測定は、今年度から始めたので昨年度は観測データがないが、今年度はU点のみで観測された。そのため、U点の地下は他地点より高い温度だと推察される。なぜなら、COは、500°Cを超えないと発生しないという観測結果 (表4, 岩崎, 1966: 2) より考えられるからである。

次に、今回の観測結果と他の火山ガスの温度と成分 (表3) を比較した。噴気温度については、今回の調査結果の全ての地点の温度が九重より低かったが、木曾御岳や草津とは同じ値であった。観測結果の表にあるCO₂/H₂Sとは、CO₂とH₂Sの体積濃度の比がCO₂の中のCとH₂Sの中のSの体積比に等しいためC/S比とも表される。また、C/S比の増加速度 (変化率) が地下のマグマの活動規模を推測する上での指標になる可能性がある (代田, 2017: 36) という推測がされている。そのため、今回の観測結果のデータをもとに指宿火山群のC/S比を計算した。その結果、C/S比の場合は、表3のどの地点の値と比べてもU点はほぼ近い値だが、GT点、GR点は数倍大きい値がみられた。

表1 2019年 指宿火山群における火山ガス調査結果 (1月)

噴気帯	気温[°C]	噴気温[°C]	周囲CO ₂ [ppm]	CO ₂ [%]	H ₂ S[ppm]	H ₂ S臭	CO[ppm]	CO ₂ /H ₂ S
湯之峯権現裏(GT)	25	98	781	2.23	762	強	—	29.2
権現山県道脇(GR)	24	72	469	0.25	8	強	—	307.3
二月田温泉(N)	32	85	571	0.07	0	強	—	
鰻池自然噴気孔(U)	28	99	538	1.50	710	強	—	21.1
山川湾岸噴気孔(Y)	33	65	504	0.16	0	微	—	
伏目海岸スメ(Fs)※3	25	96	529	0.06	0	なし	—	
※1 国道の側溝から採取	※2 排気管から採取		※3満潮時のため、スメから採取					

表2 2020年 指宿火山群における火山ガス調査結果(8月)

噴気帯	気温[°C]	噴気温[°C]	周囲CO ₂ [ppm]	CO ₂ [%]	H ₂ S[ppm]	H ₂ S臭	CO[ppm]	CO ₂ /H ₂ S
湯之峯権現裏(GT)	25	100	527	0.47	283	強	0	16.6
権現山県道脇(GR)	26	91	501	0.33	226	強	0	14.4
二月田温泉(N)	31	85	547	0.09	0	弱	0	
鰻池自然噴気孔(U)	33	101	524	0.56	1243	強	160	4.5
山川湾岸噴気孔(Y)	31	69	527	—	—	微	—	
伏目海岸砂浜噴気孔(Fb)	26	93	532	0.58	0	弱	0	

表3 火山ガス温度と化学組成 (平林, 2016, 抜粋)

	温度	H ₂ S	CO ₂	C/S比
Kuju	185	0.202	0.506	2.50E+00
Kiso-Ontake	110	0.323	1.254	3.88E+00
Kusatsu	95	0.285	1.779	6.24E+00

表4 火成岩(玄武岩2, 安山岩2, 石英安山岩2, 流紋岩2, 黒曜石2, 花崗岩2)の加熱によって放出される火山ガスの最大量に対する割合 (岩崎, 1966: 2)

温度	H ₂ O	CO ₂	CO	S
300°C	70	30	—	20
500°C	90	85	—	50
800°C	95	90	10	90
1200°C		95	95	95

【4. 結論】

指宿火山群は、表3に示されている九重や木曾御岳、草津などの火山と比べて地下の温度が高く火山活動が活発な可能性があることが推測される。理由としては、まず今回の測定結果から算出したC/S比は、「火山ガスの組成比はマグマだまりからの距離によって変わり、新鮮なマグマが注入された場合、マグマに対する溶解度が低いCO₂が脱ガスし、CO₂に富んだガス組成となるため、CO₂/H₂S比やCO₂/H₂O比が増加する。」というC/S比(代田, 2017: 36)に関する記述から、C/S比の値が大きかったGT点、GR点は新鮮なマグマが注入されたと考えられる。そのため、表3にある各観測地点に比べ火山活動が活発なのではないかと推測できる。また、表4より火成岩を熱すると、800°CでCOが発生し始めることから、今回の観測結果よりCOが発生しているU点は地下の温度が、800°C以上の高温になっていると考えられる。この2点から指宿火山群は地下の温度が高く火山活動が活発であるということが推測できる。

今後は、CO₂ 濃度の測定や結果・考察で示した通り、C/S 比の増加速度（変化率）が地下のマグマの活動規模を推測する上での指標になる可能性があるため、測定の回数を増やし、季節ごとの火山ガスの成分データを蓄積していくことで指宿火山群の活動についてより詳細な研究を行っていききたい。

【5. 参考文献】

- ・ 指宿市，2017，「指宿市地域防災計画（開聞岳火山災害対策編）
- ・ 篠原宏志，2006，「産総研 TODAY 06」火山噴煙観測の新手法
- ・ 稲倉寛仁他，2014，「南九州，池田火山の噴火史」火山第 59 巻 第 4 号 255-268
- ・ 川辺禎久，坂口圭一，2005，「開聞岳地域の地質」，独立行政法人産業技術総合センター
- ・ 代田寧・大場武・谷口無我，2017，「箱根火山における活動活発化も連動した噴気組成（C/S 比）の変化」，神奈川県温泉地学研究所報告，第 49 巻，29-38
- ・ 平林順一，2016，「火山ガス」地質工学，Vol. 13，16-22
- ・ 岩崎岩次，1966，「マグマ発散物の分化現象と火山発散物」東京工業大学理工学部

フロントガラスについての桜島の火山灰の除去について

～柔軟剤で車のガラスを守る～

鹿児島県立錦江湾高校 2年 SR 化学班

上高原 紫峰 ・ 川上 貴愛 ・ 藤納 優翔 ・ 藤林 歩人

1. 背景

2010年4月14日にアイスランド共和国エイヤフィヤトラヨークトル火山が爆発し、30ヶ国の空港が閉鎖し、1週間で航空機10万便が運休する事態になった¹⁾。また、鹿児島の活火山である桜島では、100年前に起こった大正噴火で噴煙が8000mまで到達し大きな被害があった²⁾。現在も桜島は噴火を続け、令和元年に観測点62ヶ所で74kg/m²の降灰量³⁾があった。

桜島の降灰により、火山灰が車のフロントガラスに付着し視界不良のまま車を走行させると事故の発生にもつながる。また、灰を除去させるのに15分以上かかる場合もあり、時間の浪費につながっている。

2. 目的

一般に、桜島の火山灰には輝石・磁鉄鉱・長石・石英ガラスなどの鉱物が含まれており⁴⁾、ワイパーを使えばフロントガラスが傷付いてしまう可能性があるというホームページ等で紹介されている⁵⁾。そのため、流水で洗い流すか、走行して吹き飛ばすことが多いと聞く。しかし、これらの火山灰の除去は体験的な方法であり、科学的に検証したホームページや論文を見つけることはできなかった。そこで、本研究では、ガラスに火山灰が付着するのは、静電気が影響していると考え、静電気除去剤が入った衣類用の柔軟剤⁵⁾を用い火山灰の付着を防止することを目的とした。ただし、車のフロントガラスは高校では手に入りにくいので、スライドガラスで検証を行っていく。

3. 方法

スライドガラス上に付着させた桜島の火山灰を、ワイパーで除去し、その後光学顕微鏡で観察する。また、粒径63μm未満、63～125μm、125～250μmに分けた火山灰をスライドガラスに塗布し、それぞれの傷つき方の違いを光学顕微鏡を用いて調べる(図1)。

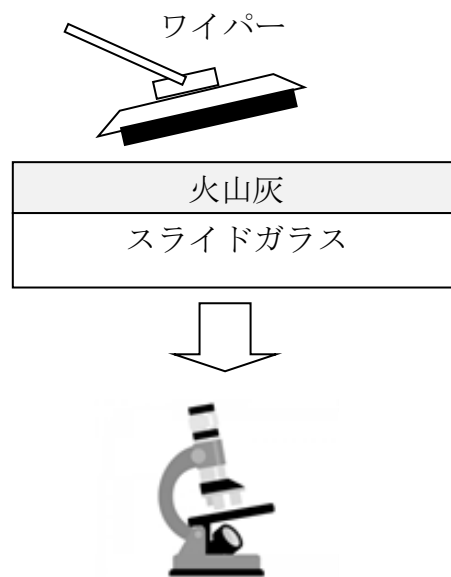


図1 測定の模式図

4. 結果

- ・ふるいを用いて桜島の灰を粒形63μm未満、63～125μm、125～250μm、250μm以上に分けた。
- ・ワイパーモーターの装置はほぼ完成した。
- ・ワイパーモーター用の穴あけ作業中に強化ガラスの点の衝撃に弱いという性質から、全壊してしまった。

5. 参考文献

- 1) 安田成夫「アイスランドにおける火山噴火と航空関係の大混乱」京都大学防災研究所年報 第54号
- 2) 桜島大正大噴火100周年事業実行員会「鹿児島の火山」防災ガイドBOOK
- 3) 「令和元年 桜島降灰量」鹿児島県のホームページ

<http://www.pref.kagoshima.jp/aj01/bosai/sonae/sakurajima/sakurajimakouhairyou2.html>

4) 鹿児島県総合教育センター「火山と火山噴出に関する指導の工夫」理科第270号 平成20年10月

5) 洗剤やスプレーで防ぐ！静電気を抑える洗剤・柔軟剤・静電気防止剤の選び方

ココカラファイン薬局のホームページ
https://www.cocokarafine.co.jp/f/dsf_006008075?accessmode=pc

木星の閃光現象についての研究Ⅱ

鹿児島玉龍高校サイエンス部天文班
原口真緒 下茂ゆう菜 奥天篤

I これまでの研究

- ・木星の展開図の作成
- ・大赤斑は高気圧であり、台風ではない。
- ・大赤斑の縮小の原因は外に吹き出していることである。

II 研究の目的

今年の7月2日と8月21日に関東に隕石が落下した。そこで、惑星に隕石が衝突するときに起こる現象に興味を持ち、木星の閃光現象の検出に挑戦することにした。



図1 7/2の火球（朝日新聞デジタルより）



図2 8/21の火球（朝日新聞デジタルより）

III 研究方法

(1)観測機材

[鏡筒]

- ・CELESTRON C8-XLT
(口径 203mm, 焦点距離 2032mm)
- ・高橋製 FC-100DC
(口径 100mm, 焦点距離 740mm)

[赤道儀]

- ・高橋製 EM-11Temma2M

[カメラ]

- ・ZWO ASI290MC
(非冷却 CMOS)

(2)観測について

観測期間 2020/7/31~2020/10/3

観測回数 6回

動画本数 185本

総フレーム数 369802 フレーム

(3)画像処理について

パソコンで動画を撮影し AutoStakkert2 でスタック処理、Registax6.1 でウェーブレット処理を行い、ステライメージ7、DDP で仕上げた。

(4)閃光現象について

Registax6.1 でフレームを一枚ずつみて閃光現象が起こっていないか探した。

IV 閃光現象について

(1)閃光現象の観測について

これまでの木星を撮影した映像に閃光現象が写っていないか探している。

(現在調査中です。)

(2)閃光現象の原因について

- ・雷説
- ・オーロラ説
- ・宇宙線説
- ・火山説
- ・小惑星・彗星の衝突説

などがあるが、先輩たちの研究より小惑星・彗星の衝突が原因であるとみられる。

(3)閃光現象の衝突痕

次の表のように木星においては、しばしば衝突痕が確認されている。

表 木星における閃光現象の衝突痕

日時	衝突した天体	衝突痕	衝突物
1994/7/16~7/22	シューメーカー・レヴィ第9彗星	有	分裂した彗星が60km/sの速さで衝突。
2009/7/19	天体	有	8000 km の衝突痕。500mほどの天体。
2010/6/3	天体	無	直径8~13m、質量500~2000 トンの天体。
2010/8/20	天体	無	直径8~13mの天体。
2012/9/10	小惑星	無	直径5~20mの小惑星。
2016/3/17	小惑星	無	直径5~20mの小惑星。
2019/8/7	小惑星	無	450 トンの小惑星。

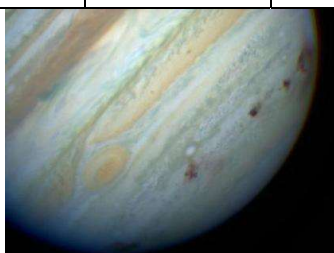


図3 シューメーカー・レヴィ第9彗星の衝突痕 (NASA images より)



図4 2009/7/23に観測された衝突痕 (Hubblesite より)

小惑星が衝突するとき、衝突痕は

- ・暗い影になる
- ・長くて3週間程度で消滅
- ・形が変化する

という特徴があることがわかった。

(4)閃光現象の頻度について

10m程度の大きさの天体の衝突は、地球では10年に1度程度の頻度で発生するが、木星では、質量が大きく重力場が大きいため、1か月に複数回発生しているとNASAジェット推進研究所のDonYeomans氏は話している(NASAサイエンスより)。しかし、閃光現象はこれまで数えるほどしか観測されていない。

私たちは、これを惑星での衝突発光現象が小規模で地球まで光が届いていないからだと考えた。その根拠は、2019年1月21日に月に衝突して閃光現象を起こした流星体が10kgであることにに対し、2019年8月7日の閃光現象を引き起こしたとみられる隕石が約450tであり、質量が遥かに大きいことである。

V まとめ

- ・閃光現象の原因は小惑星・彗星の衝突であることがわかった。
- ・閃光現象の観測される頻度が低いのは、小惑星の衝突が小規模で、地球では観測されていないからではないかと考察した。

VI 今後の課題

木星の撮影を中心とした観測を継続し、閃光現象の検出に挑戦する。

VII 参考文献

- ・星ナビ 2020年8月
- ・月惑星研究会 Web ページ
- ・NASA サイエンス
- ・NASA images
- ・Hubblesite
- ・ASTROARTS Web ページ
- ・ビジネスインデックス Web ページ
- ・鷹宏道 (2020.2.10) 恒星社厚生閣 木星・土星ガイドブック
- ・渡部潤一 (1994.4.11) 誠文堂新光社 巨大彗星が木星に激突するとき

疑似無重力空間でのクレーター形成実験

鹿児島市立鹿児島玉龍高校

サイエンス部天文班

2年 北川郁朗、野口知香、久木山圭祐

1年 有馬颯太

1. 動機及び目的

月と地球の環境を比べたときに大きく違うのが重力で、重力がクレーターにどのような影響を与えるのか疑問に思ったため実験を行い、考察することにした。

2. これまでの実験

- ・月のクレーターの直径による個数の変化
- ・エアガン、空気砲、爆竹を利用した単純クレーターの再現
- ・重リングクレーターの再現
- ・月のクレーターにみられる光条の研究

3. 実験の方法

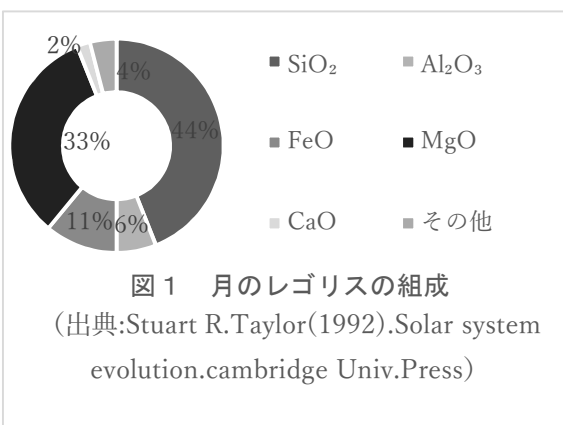
(1) 使用する素材について

鹿児島県指宿市開聞町川尻海岸の砂

(250 μ mの粒形で統一)

鉄球 直径 11 mm 5.5g

(2) 玄武岩質である川尻海岸の海岸砂は月の表面のレゴリスに似ているため使用。



(3) 月の環境により近い状態を作るため容器内に水をはり、通常よりも重力を少なくする。

(4) 実験方法

- ①容量 212 mlのプラスチックカップの中に砂を満たす
- ②直径 14 cm深さ 12 cmのバケツの中に①を入れ、20の水を注ぐ
- ③発生した光条を見やすくするためのプラスチック板を沈める
- ④長さ 2mの筒を通して鉄球を落とす
- ⑤発生した衝突孔の直径及び深さを測る

4. 実験と考察

(1) 予備実験

①用意した物：海岸砂

鉄球 11 mm 5.5g

②期間 昨年6月上旬から

③クレーターがどのようにできているか知るために水をはっていない砂に各高さから落とす実験を 2722 回行った。結果は、鉄球を落とす高さを高くすればするほど深さ/直径の値は大きくなっていった。また、光条の作られる様子を観察したところ、砂が塊となって飛び散っていることが分かった。

(2) 基本実験



図2 衝突実験の様子

7月上旬から行った基本実験の結果、回数はまだ不十分ではあるが基礎実験と比べて弱い放射状の砂の堆積物がみら

れ、予備実験の結果より浅くて直径の短い衝突孔を形成した。

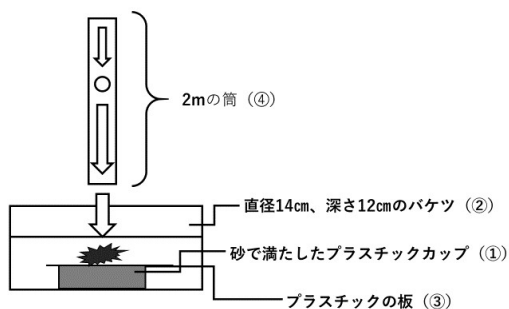


図3 基本実験の模式図

(3) 考察

予備実験の時の方が基本実験よりも、深くて直径の長いクレーターを形成していることが分かった。以上のことから、重力がクレーター形成に与える影響は存在すると考えることができる。そこで、月とその他の天体間で重力差があると考え、ほかの天体のクレーターについて調べることにした。

5. その他の惑星に関する調査

(1) 調査結果 (参考文献より)

惑星名	直径の平均	特徴
水星	43 km	高地に多く形成されている 大型クレーターには中央丘や多重リング
金星	22 km	満遍なく分布
火星	43 km	赤道に沿って延びるマリネリス溪谷のふちにボウル型クレーターのチェーン
月	58 km	裏側に多く分布する

(2) 考察

各天体、惑星の重力はそれぞれ月が

1.62 g/s²、水星が 3.70 g/s²、金星が

8.87 g/s²、火星が 3.71 g/s²となっていた。

(1) より、これは現在までの実験でたてた考察とは違うものであって、重力が小さいほどクレーターの直径が大きくなっていた。そして、実験では違う結果となってしまったのは、水の抵抗によって砂が飛び散りにくくなったからだと考える。そのため、より多くの試行を重ねて、正確なデータを取得する必要がある。

6. 反省と今後の課題

- ・実験を継続してより正確なデータを取得する。
- ・月のクレーター、そのほかの惑星のクレーター、実験で形成されたクレーターの類似点と相違点を考察する。
- ・本来であれば衝突物を打ち出す時点で無重力状態にしておくべきなので、さらにどのように実験の条件を変更するか。
- ・現在持っている惑星のクレーターのデータ数に差があるので全体平均以外の方法でクレーターの形成について考察する必要がある。

7. 参考文献

- ・-月世界からの報告- Moonlight
- ・Planetary Names: Search Results (火星)
- ・Planetary Names: Search Results (水星)
- ・Planetary Names: Search Results (金星)
- ・太陽系図鑑火星
- ・宮本英昭、平田成、橘省吾、杉田精司 (2008) 惑星地質学 東京大学出版会
- ・小森長生 (2012) 惑星地学序説 地学団体研究会

地学部門

「中村平左衛門日記」からみた江戸時代の福岡県の天気—詳細率と天気出現率の関係の考察—

池田学園池田高等学校 科学思考班①

1 研究の動機

過去5年間にわたり「関口日記」(神奈川)「二條家内々御番所日次記」(京都)「妙法院日次記」(京都)「守屋舎人日帳」(鹿児島)「弘前藩庁日記」(青森)「鶴村日記」(石川)の6つの古文書の天気の記述をデータベースにして、古文書ごとに気象を分析した。

今年度は北九州の古文書「中村平左衛門日記(以下、本日記)」を分析した。中村平左衛門は寛政五年、豊前小倉に生まれ、慶応三年に亡くなった庄屋である。文化9年(1812)から慶応2年(1866)までの55年間の日々の出来事や地元の行事など、地域の生活が記してある。

2 研究の目的

(1) 過年度に調べた「関口日記」「二條家内々御番所日次記」「妙法院日次記」「守屋舎人日帳」「弘前藩庁日記」「鶴村日記」と合わせてデータベースを作る。

(2) 本日記は、1812年から幕末の1866年に行くに従い天気記録が詳細になる。

そこで、先行研究を参考に、記録の精度を測る「詳細率」と天気の出現率との関係を考察する。

3 研究の方法

(1) 天気は現在の気象庁の分類に近づけて、雪>雨>曇>晴れと判別した。

また、「晴」と「曇」が併記されている日は、1日のうち、9割以上曇っていれば「曇り」、21.6時間未満であれば「晴れ」と、空間分布を時間分布に換算して判断した。

4 データの処理

取得したデータは55年間で、15,715日だった。

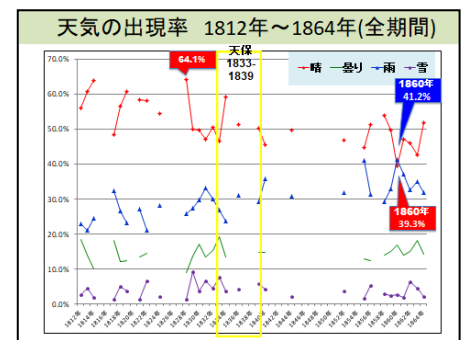
「詳細率」以外の「天気の出現率」の集計では、1年の1/3の欠測のある年と2月29日を集計から削除しました。先行研究では、日記記録数は、その年の詳細率に影響を与えないとなっている。

5 データ①

天保の飢饉は東北で被害が大きかったとされ、1836年は晴れの出現率が51.1%で、雨は31.2%で、本日記の書かれた北九州では晴れの出現率に大きな変化は見られない。

データ②

1828年の晴れの出現率が64.1%で最高で、最低は1860年の39.3%で、雨は1860年の41.2%が最高で1813年の20.9%が最低であった。



データ③

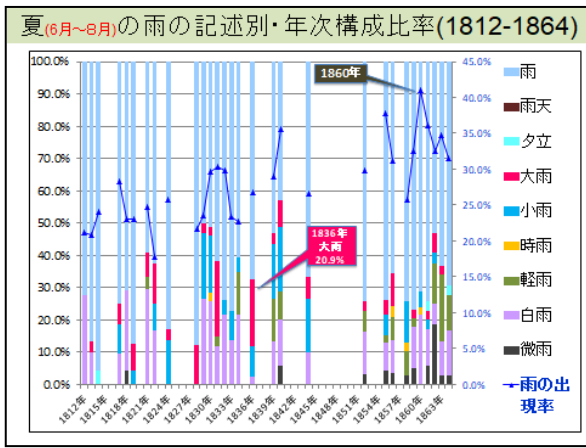
本日記の、1836年と1860年の天気の出現率をF分布棄却検定法(異常年検定)で調べたところ、1836年の晴れと雨は異常年と言えないが、1860年の雨の出現率は異常年

	晴れ	雨
1836年	F値 5.12>F ₀ 値 0.06	F値 5.12>F ₀ 値 0.02
1860年	F値 5.12>F ₀ 値 4.15	F値 5.12<F ₀ 値 5.47

と言える結果であった。F分布棄却法とは、正規分布をなす母集団から取り出した不良標本と見られるものを X_0 、その他を X_1, X_2, \dots, X_n とした場合に、 X_0 を除く他の n 個の平均を \bar{X} として、 X_0 と \bar{X} との差が有意ならば X_0 を棄却する方法である。

データ④

本日記は一人の人物によって書かれており、雨の表記パターンに注目して分析をした。全記述のうち単に「雨」と書いてあるのは、79.9%で、それ以外は「雨天」「夕立」「小雨」「時雨」「軽雨」「白雨」「微雨」という表記になっていた。「大雨」「雨強し」という雨量が大きいと考えられる記述のパターン構成は2.8%であった。



「雨強し」「大雨」という強い雨の表記と、雨量がそれ以下と考えられる日数の年次比率は上のグラフのようになり、1836年は「大雨」「雨強し」の比率が一番高い年だとわかる。

データ⑤

名古屋工業大学の庄建治朗先生の論文にある精度を表す詳細率を使って記録の精度を検討した。詳細率の定義は、「天気記録の総日数のうち「晴れ」「雨」と1語で記録されているのではなく、複数種類の天

気が併記されていたり、時間変化に関する記述や大雨などの降水規模の記述がある日数の比率をいう。上表の通り本日記の詳細率は「上武日記」と同じ 29.9%で高い。庄先生の論文では詳細率と、降水記録の閾値の関係を見ると、詳細率が高くなるほど、降水記録の閾値が低くなる関係を明確に認めることができ、詳細率 5%で降水量の閾値は7mm、30%で0.5mmの雨を拾う。

6 考察

(1)全期間のうち、雨の出現率が晴れの出現率を上回った1年である 1860年は、F 分布棄却

検定法においても F 値は 5.12 で、F₀ 値のほうが 5.47 と大きい結果となった。

(2) 本日記の全期間の「詳細率」は 29.9%で、先行研究の上武日記と同じである。55 年間の雨の出現率の傾向と詳細率の傾向が一致している。

(3)本日記の全記述のうち単に「雨」と書いてあるのは 79.9%で、それ以外は「雨天」「夕立」「小雨」「時雨」「軽雨」「白雨」「微雨」、「大雨」「雨強し」という記述で構成され、強い雨と考えられる記述は 2.8%である。強い雨の年構成比率が、10.2%であった 1836 年は、夏にのみ「大雨」と記されており、大雨の構成比率は 20.9%であった。

7 まとめ

(1)雨の出現率が晴れを上回った 1860 年は、F 分布棄却検定法においても F 値 5.12 < F₀ 値 5.47 で雨の異常年と考える。

(2) 1836 年の「大雨」の比率が 10.2%で、大雨が降った夏だったと考えられる。四季で見ると、夏の大雨の構成比率は 20.9%で例年に比べて特に高い結果となった。

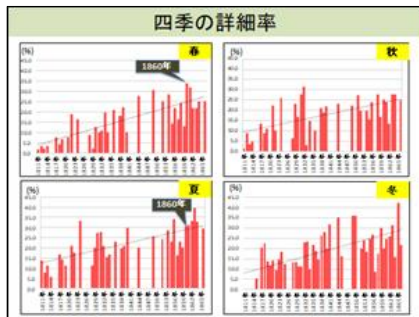
(3) 全期間の「詳細率」は 29.9%で、先行研究と比較しても記述の詳細率が高く、定量的な復元がしやすい資料と言える。詳細率が上がると、雨の出現率が上がるとされるが、本日記も先行研究と同様に相関関係が認められる。

8 今後の課題

過去6年で、中国・四国の古文書のデータを入手し分析出来ていないので、土佐藩の「真覚寺日記」のデータベースを作り、気象変動を調べて、本年までの分析と比較するとともに、今まで分析した古文書(「関口日記」「二條家内々御番所日次記」「妙法院日次記」「守屋舎人日帳」「弘前藩庁日記」「鶴村日記」)の詳細率と天気の出現率との関係を調べる。

9 参考文献

[1] 庄建治朗・鎌谷かおる・富永晃宏 (2017) 日記天気記録と気象観測データの照合による梅雨期長期変動の検討
 [2] 北九州市立歴史博物館 “中村平左衛門日記”



日記名	中村平左衛門日記	宅間日記	下鴨日記	関原家書	西條日記	松本日記	村西日記	西川日記	上武日記
記録地	北九州	京都(中京)	京都(上京)	京都(西京)	大津	大津	安芸(遠賀)	近江八幡	生駒
解析対象資料期間	1811-1886	1897-1914	① 1899-1902 ② 1916-1922	1907-1908	1882-1928	1894-1917	1900-1912	1900-1912	1899-1925
天気記録総日数	15,715	3,249	① 1,318 ② 2,800	720	9,393	5,120	4,061	4,103	9,517
天気記録詳細率(%)	29.9	3.5	① 12.6 ② 29.0	17.6	16.7	19.0	15.7	16.6	29.9
天気記録の例	晴 風	晴	晴 雨 午前六時晴	晴天	晴天 雨天折々風強く	晴天 晴天 晴天	晴天 晴天 晴天	晴 午前六時晴天 午後六時晴天	晴天 晴天 晴天 晴天 晴天

【引用】庄建治朗・鎌谷かおる・富永晃宏 (2017) 日記天気記録と気象観測データの照合による梅雨期長期変動の検討

観天望気の的中率

鹿児島県立甲南高等学校 自然科学部 1年 児玉 みやび

1. はじめに

観天望気とは、空や雲を見て天気の変化を予想することである。古くから経験的に培われてきた言い伝えだが、雲や空による観天望気は科学的根拠が多くある。天気予報のない時代は、これらを利用して天気を予測し、生活に生かしてきたそうだ。空を見て天気を予想できれば、様々な場面で役立つのではないかと考える。そこで、観天望気の的中率はどれくらいなのかを知りたいと思い、今回の研究を行った。

2. 研究の目的

本研究では、雲についての観天望気に着目した。毎日雲の観測を行い、実際の天気や気象庁のデータと比較して、観天望気の的中率がどれくらいか、数値化することを目的とした。

3. 研究の方法

6月9日～8月31日の間、鹿児島市において、朝と夕方の雲を観測した。観測できた雲から、観天望気で利用できそうな雲をピックアップし、その後翌日までの天気と比較した。

4. 結果

10種雲形のうち、今回の観測中に出現した雲と出現した回数を以下の表にまとめた。

表1 観測した雲と出現した回数

巻雲	4	巻積雲	7
巻層雲	18	高積雲	8
高層雲	25	積雲	24
層雲	1	層積雲	0
積乱雲	10	乱層雲	19

今回の観測では、高層雲の出現率が比較的多く、巻積雲と高積雲も観測することができた。これら

の雲に関する観天望気は多数存在する。

例) うろこ雲(巻積雲)は天候悪化の兆候

ひつじ雲(高積雲)が広がると天気は下り坂
高層雲は雨の前後に現れる

今回は、①「巻積雲や高積雲が現れたら雨」、②「高層雲がかかれば雨」の2つの観天望気について注目し、的中率を計算した。

①「巻積雲と高積雲が現れたら雨」

原理：巻積雲と高積雲はどちらも温暖前線の接近などにより、空気中の水蒸気量の増加に伴って現れるため、これらの雲が現れたあとには雨になりやすい。

表2 巻積雲および高積雲を観測した日と雨の有無

日付	時間	観測した雲	雨の有無
6/13	15:03	高積雲, 積雲	○
7/1	6:17	巻積雲	○
7/2	13:04	巻積雲, 巻層雲, 積雲	○
7/10	6:17	巻積雲, 高層雲	○
7/20	17:05	高積雲, 積乱雲	×
7/22	6:18	巻雲, 巻積雲	○
7/22	17:05	巻層雲, 高積雲, 高層雲	○
7/23	13:15	巻積雲, 巻層雲, 高層雲	○
7/28	6:16	巻積雲	○
8/9	15:42	高積雲, 高層雲, 積雲	○
8/10	18:47	巻積雲, 高層雲, 乱層雲	○
8/11	18:17	高積雲, 積雲	×
8/12	11:22	高積雲, 高層雲, 積雲	×
8/29	18:23	高積雲, 積雲, 積乱雲	×
8/31	5:58	高積雲	×

* 巻積雲, 高積雲が現れた日のデータを抜粋。

* 雨の有無は、雲を観測した後翌日までに雨が降ったかどうか。気象庁の過去のデータを参照。

表2より、巻積雲または高積雲が観測されたのは計15回。そのうち、その後翌日までに雨が降っ

た回数は10回だった。よって、観天望気の的中率は66.7%であった。なお、計15回のうち、巻積雲が観測されたのは7回。そのうち、その後翌日までに雨が降った回数は7回だった。また、高積雲が観測されたのは8回。そのうち、その後翌日までに雨が降った回数は3回だった。それぞれの的中率を求めると、巻積雲の場合が100%、高積雲の場合が37.5%であった。

②「高層雲がかかれば雨」

原理：低気圧が近づいていると現れることが多く、この雲自身が乱層雲などに変わりやすいため、雨が降る予兆とされている。

表3 高層雲を観測した日と雨の有無

日付	時間	雨	日付	時間	雨
6/13	18:13	○	7/11	15:35	○
6/14	13:03	○	7/12	9:27	×
6/19	18:33	○	7/22	15:50	○
6/20	17:19	○	7/23	13:15	○
6/21	16:27	×	8/1	10:42	×
6/25	6:27	○	8/8	18:21	○
6/25	15:33	○	8/9	15:42	○
6/27	13:01	○	8/10	18:47	○
6/28	10:30	○	8/12	11:22	×
6/30	15:25	○	8/16	5:50	○
7/4	7:00	○	8/20	6:18	○
7/6	12:28	○	8/24	6:17	○
7/7	18:17	○	8/25	18:50	○
7/10	18:17	○			

* 高層雲が現れた日のデータを抜粋。

* 雨は、雲を観測した後翌日までに雨が降ったかどうか。気象庁の過去のデータを参照。

表3より、高層雲が観測されたのは計27回。そのうち、その後翌日までに雨が降った回数は23回であった。観天望気の的中率は85.2%であった。

5. 考察

巻積雲が現れると非常に高い確率で雨が降ったが、高積雲は雨になる確率は低かった。高積雲に関しては、雲が厚く大きくなっていくと雨になるが、薄くなって数が減るときには天気が回復する予兆ともなり得るため、どちらの瞬間をとらえたかで結果が大きく左右されたものと思われる。

また、高層雲については85%の確率で雨になっており、観天望気の的中率は非常に高いと言える。しかし、雨を降らせる雲である乱層雲とこの高層雲は非常に似ており、雲を正しく見分けることは非常に難しいと感じた。もっと観測の回数を重ねて、的確に雲を識別する必要がある。

6. 今後の課題

今回は、時間や場所を固定せずに観測を行ったため、もう少し定点的に観測を行い、データを整理したい。また、その他の観天望気についてはどのような結果が出るのかを調べてみたい。インターネット上で桜島のライブカメラ映像を見ることができるので、笠雲の有無を調べ、「笠雲がかかると雨」という観天望気は的中するのかを調べてみたい。さらに、同じ雲でも晴れの予兆の場合と雨の予兆の場合があるので、雲の詳細な状況を確認し、大気中の水蒸気の量などとの関係性についても研究してみたい。

7. 参考文献

- ・気象庁 HP 過去の気象データ
- ・『雲の世界』 山田圭一 菊池勝弘 著 成山堂書店 2006年
- ・『空と雲の不思議』 池田圭一 著 秀和システム 2017年
- ・『空を見れば危険がわかる』 菅井大作 著 地球丸 2017年
- ・『世界でいちばん素敵な雲の教室』 荒木健太郎 著 三オプックス 2018年
- ・『今の空から天気を予想できる本』 武田康男 著 緑書房 2019年
- ・『ときめく雲図鑑』 菊池真以 著 山と溪谷社 2020年

火山灰を用いた防災

～火山灰でろ過を行い、災害時に水を確保する方法を見つけ出す～

錦江湾高校 SR 地学班

柳ゆうき

池内絢音

東和奏

前山遥翔

川添優摩

1、動機

日本は、毎年のように自然災害が発生している。自然災害時に不足してこまるものは、水(生活用水)であると考えられる。毎日約 320 L(サラスティア調べ)の水を私たちは、生活するために利用しているが、災害によって断水が発生すると、生活用水が使えず、いつも通りの生活を行うことが困難になる。そこで、私たちは、鹿児島県内で大量に処分されている火山灰を用いて水をろ過することを考えた。

2、背景

- ・ シラス台地
→天然水を生産している。消臭効果もある。
- ・ 2015 年 御岳山の噴火によって、
牧尾ダムに降灰がたまった。
→ 水質調査をした結果、
通常の水(ダムの水)と大きな変化はなかった。

3、目的

鹿児島県内に大量に処分されている火山灰を用いて水をろ過して、生活用水として活用する方法を確立する。

4、実験計画

実験① 短時間で水をろ過する。

① -1

- ・ 火山灰を1～10 g でそれぞれ試す。
- ・ 火山灰なしのものも調べる。

① -2

→火山灰と水をジッパーに入れて1分間振り、水質検査を行う。

① -3

天然水(店舗に売っているもの)と同じ結果になるまで複数回繰り返す。

実験② 水の種類による水質の違いを調査する。

②-1

雨水, 泥水, 水道水, プールの水, 池の水, 天然水それぞれ500 mL を火山灰を用いて、ろ過を行う。

②-2

ろ過した水の水質検査を行い、比較する。

5、仮説

実験①

火山灰の量に応じてろ過時間が比例するのではないかと。

実験②

飲み水の基準値に近づくのではないかと。

夜光雲の発生傾向

～人工夜光雲と自然発生夜光雲の比較～

鹿児島市立鹿児島玉龍高校サイエンス部天文班

二年 藤井柚香 瀬戸口柚妃 田島晴香

一年 寄迫駿斗

1. はじめに

今までの研究から、夜光雲が発生する可能性が高いと予想した H2B ロケット 9 号機の打ち上げで人工夜光雲が確認されなかった。その原因について、自然発生夜光雲の発生傾向と人工夜光雲の発生傾向を比較することで、考察した。

2. 仮説

夜光雲が観測されなかった原因について、3 つの仮説を立てた。

- ①夜光雲は発生したが、雲に隠れたため観測されなかった
- ②雲の移動速度が速く、観測されなかった
- ③夜光雲自体が出現しなかった

①/②については中間圏の大気の情報が入手困難であったため、検証できなかった。そこで、③について、自然発生夜光雲の観測状況を調べることで傾向が分かるのではないかと考えた。

3. 研究方法

- (1) 海外の天体写真投稿サイトで自然発生夜光雲の投稿数と観測場所を調べ、比較を行った。
- (2) これまで人工夜光雲が観測されたロケットの打上についてまとめ、その傾向を調べた。

4. 解析方法

天体写真投稿サイト『Spaceweather.com』を用い、全データ数と自然発生夜光雲の投稿数の推移や、観測された場所の分布を調査した。そこから見られた傾向と高緯度地域の気温の変化の関連性を考察した。

5. 解析結果

- (1) 自然発生夜光雲の発生傾向

2013 年 9 月 21 日から 2020 年 8 月 31 日の間に投稿された 79739 の総データから、夜光雲の投稿数は 21528

件だった。縦軸を件数、横軸を年月として次のような棒グラフを作成した。

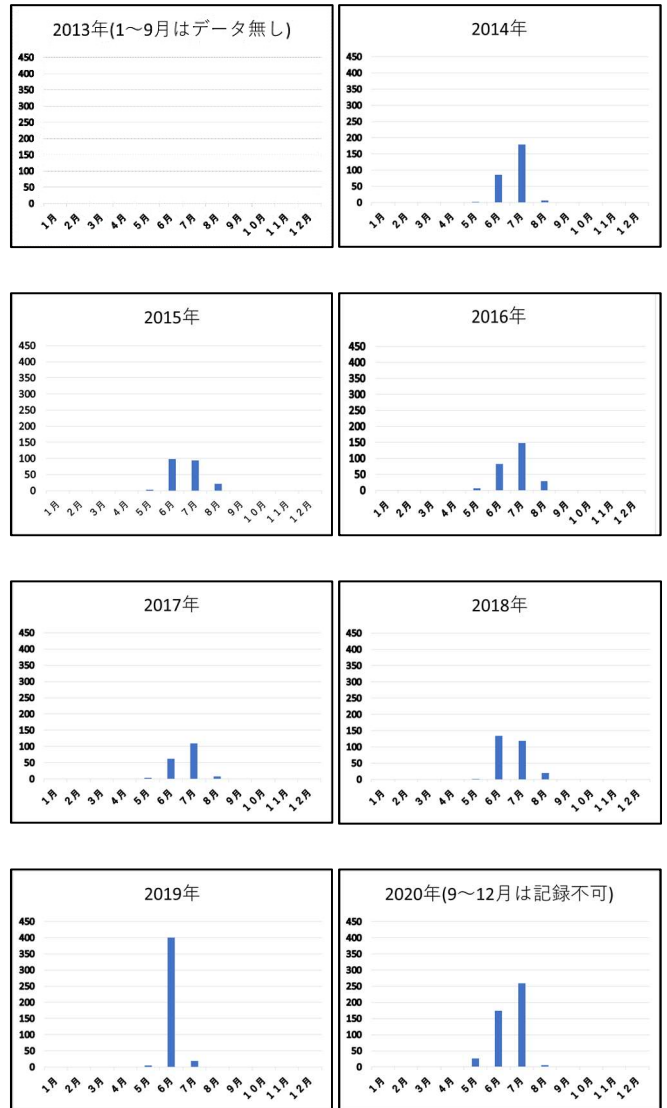


図 1 自然発生夜光雲に関する投稿数

2013 年～2020 年の間、自然発生の夜光雲は上図と同様に主に 6～7 月に多く観測されていた。



図 2 2014 年 7 月の自然発生夜光雲の発生分布 (図中の点は、夜光雲が撮影された地点を示す。ただしデータ数は 179 個である)

2015/7



図3 2015年7月の自然発生夜光雲の発生分布
(図中の点は、夜光雲が撮影された地点を示す。ただしデータ数は94個である)

図2、図3は自然発生夜光雲の発生分布の抽出例である。主に北緯45度から60度のヨーロッパ、北米で見られた。なお、南半球での発生例は今後調査する。

(2) 人工夜光雲の発生傾向

表 打ち上げ時に人工夜光雲が観測されたロケット

打上年月日	ロケット名	打上場所
2007/6/8	Atlantis	ケネディ宇宙センター
2010/4/10	Space Shuttle Discovery	ケネディ宇宙センター
2015/9/2	Atlas V	ケープカナベラル空軍基地
2015/11/24	H II A29号機	種子島宇宙センター
2016/7/18	Falcon9	ケープカナベラル空軍基地
2017/1/24	H2A 32号機	種子島宇宙センター
2018/1/18	イブシロンロケット3号機	内之浦宇宙空間観測所
2018/6/29	Falcon9	ケープカナベラル空軍基地
2018/9/23	H2B 7号機	種子島宇宙センター
2019/9/25	H2B 8号機	種子島宇宙センター

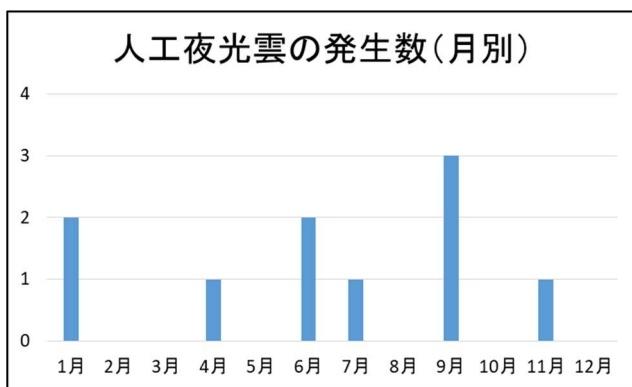


図4 人工夜光雲の月別発生数

人工夜光雲の発生時期に大きな偏りは見られなかった。日本でも観測されており、緯度による偏りは見られなかった。

6. 考察

自然発生夜光雲と人工夜光雲の発生傾向は、現時点では共通性が見られない。そこで、自然発生夜光雲と

人工夜光雲では発生メカニズムが異なるのではないかとこの仮説を立てた。これについては、現在検証を行っている。

7. 今後の課題

- ・自然発生夜光雲と人工夜光雲の発生メカニズムの違いについて考察する。
- ・同緯度地域での中間圏での気象条件の違いについて研究する。
- ・夜光雲の発生状況から中間圏の状態を推測できる手段について研究する。
- ・人工衛星 AIM(Aeronomy of Ice in the Mesosphere) のデータから南極の自然発生夜光雲の発生傾向を調べる。

8. 参考文献

- ・村山泰啓(2010): 「夜光雲：地球上で最も高い雲」
- ・Spaceweather.com REALTIME IMAGE GALLERY
- ・NASA ケネディ宇宙センターホームページ
- ・45TH SPACE WING(パトリック空軍基地公式 web)
- ・Optical studies of rocket exhaust trails and artificial noctilucent clouds produced by Soyuz rocket launches