



2020年3月9日～

第5回

伊豆半島ジオパーク

学術研究発表会



要旨集

伊豆半島ジオパーク推進協議会

## 学術研究助成

伊豆半島ジオパーク推進協議会では、伊豆半島を対象とした調査・研究を支援し、学術成果の蓄積を図り、もって伊豆半島ジオパークに成果を還元する目的で調査・研究にかかる経費を助成しています。

この助成制度は平成 24 年に始めて本年度で 5 回目になりました。また昨年 4 月に伊豆半島ジオパークがユネスコの認証するユネスコ世界ジオパークになりました。ユネスコ世界ジオパークは、世界的価値を有する「大地の遺産」がある地域がノミネートされ、この学術的価値を IGGP が評価します。言い換えると、世界的価値を有する「大地の遺産」があるのならば、ここをフィールドとした研究が活発に行われ、査読を受けた論文がコンスタントに国際学術誌に掲載されていることとなります。そこで該当する先端の科学研究を奨励し、支援することにしました。本研究助成の広報に努めた結果、世界レベルの研究を含む多数の応募がありました。科学研究費の審査表にならった客観的な評価を行い、本年は 3 件の研究を採択しました。これらは身近な地域に着目したものから世界最先端の研究であり、ひいては先進的研究がここ伊豆半島で行われている。本発表会は、そうした研究を知る機会に位置づけました。

本年はさらに、要望のあった伊豆半島管内の高校、高等専門学校生徒・学生による正課・課外での日頃の研究成果を発表する機会も併催することとし、管内のすべての当該校に広く公募をしました。成果を発表するに留まらず、先端研究者からのアドバイスを貰い、ひいては研究に対する好奇心を励行して、研究・学習に対するモチベーションをさらに上げる機会になればと意図しています。

なお本助成の原資は東海自動車株式会社、三島信用金庫、アサヒビール(株)静岡支店のほか、趣旨にご賛同いただいた個人からの寄付によるものです。特に記してここにお礼申し上げます。

---

【助成対象研究】 伊豆半島を対象とする、あらゆる人文・社会・自然科学研究

【補助金額】 上限 30 万円（3 件程度）

【昨年度実績】 4 件

1. 高等学校の「課題研究」と結びつけた伊豆半島周辺の地質調査および植生調査の研究
2. 海岸植物スカシユリの系統地理学：伊豆半島のスカシユリはいつ、どこから侵入し、定着したのか？
3. 伊豆半島の深海、および浅海の沿岸域の動物相調査
4. 全方位ミュオグラフィによる大室山内部構造の 3 次元イメージ化に向けたテスト観測

昨年度の要旨はコチラ



## プログラム

---

### ✚ <第一部> 学術助成採択研究成果発表

- 01 下田地域の鮮新統白浜層群の化石底生生物相に見られる生態遷移－海底火山が育む種多様性  
延原尊美（静岡大学教育学部）…………… 5
- 02 井田、明神池堆積物にみる過去 1,000 年間の自然災害履歴の復元  
香月興太（島根大学エスチュアリー研究センター）…… 6
- 03 伊豆半島周縁に生息するスナイトゴカイの多様性と分散機構の解明  
波々伯部夏美（北海道大学大学院理学院）…………… 7

### ✚ <第二部> 高校生・高専生による研究成果発表

- 01 ひなんのススメ  
熱海高校 理科課題研究…………… 9
- 02 マイクロプラスチックによる海洋汚染  
菫山高校 理数科地学 1 班…………… 10
- 03 ドローンによる高精度 3D モデルと片栗粉実験による柱状節理形態の統計的観測とその成因に関する研究  
菫山高校 理数科地学 2 班…………… 11
- 04 小浜池の変化パターンについて～水質と水位データからの考察～  
菫山高校 理数科地学 3 班…………… 12
- 05 伊豆半島ジオパーク弁当  
菫山高校 写真報道部…………… 13
- 06 立体視で見る伊豆半島ジオパーク  
沼津高専 佐藤崇徳研究室…………… 14
- 07 深層学習を用いた伊豆半島における古文書の文字認識—画像水増しによる予備的調査—  
沼津高専 鈴木静男研究室…………… 15

伊豆半島ジオパーク  
学術研究発表会

<第一部>

学術助成採択研究成果

# 下田地域の鮮新統白浜層群の化石底生生物相に見られる生態遷移 -海底火山が育む種多様性-

延原尊美（静岡大学・教育学部）

キーワード：鮮新世，白浜層群，底生生物化石

## 1. はじめに

伊豆半島の下田地域には、白浜層群と呼ばれる、鮮新世中頃（約 400 万年前）の火山岩や火山噴出物からなる浅海性の地層が広く分布する。当時の伊豆地塊は本州の南方海上に位置する海底火山群であり、白浜層群産の貝化石群は、同時代の本州の地層には見られない伊豆固有の熱帯系要素を含んでいる。このため、その化石群は「白浜型動物群」と呼称され、古生物地理学の観点から研究が行われてきた。

一方、火山活動は溶岩形成等により海底環境を一変させ、海底生態系にも多大な影響を与えるが、そのような観点から白浜層群の化石群集の変化を研究した例はない。溶岩流や降灰による生態系破壊後の回復や変化（生態遷移）については陸上生態学において研究が進んでいる。その結果、火山活動による環境攪乱は日本列島の生物相の形成に重要な役割を果たしたことも指摘されている（井村，2016）が、海洋生態系に対する影響に関する知見は乏しい。

下田地域には火山活動の様子を物語る溶岩や火山砕屑岩の露頭が海岸沿いに連続的に見られることに加え、貝類などの大型底生動物の化石を多産する石灰質凝灰岩～凝灰質石灰岩（白浜石灰岩）もそこに挟まれている。本研究では、下田地域の板戸～白浜海岸を中心に、海底火山活動による堆積過程、貝類化石や腕足類化石など代表的な底生動物化石の群集構成、化石産状の変化を合わせて調査し、火山活動による海底生態系の遷移を提示することを試みた。

## 2. 調査ルート地の地質概要

板戸～白浜海岸は、白浜層群原田層の上部、白浜石灰岩が海岸沿いに連続的に露出する。原田層は、安山岩および石英安山岩、凝灰岩、白浜石灰岩よりなり、層厚は白浜神社から原田にかけては約 100 m になる（Utawaga et al., 2015）。白浜石灰岩には斜交層理やチャンネル構造が発達し、貝類のほか、腕足類、石灰藻類、コケムシ類、フジツボ類、ウニ類など多様な底生動物化石が豊富に産出する。松本ほか（1985）は板戸から柿崎弁天島にかけての岩相および地質構造をもとに、白浜石灰岩が板戸から柿崎弁天島にかけて発達した“下田水道”を埋めたチャンネル充填堆積物であると示した。Utawaga et al. (2015) はその化石群集は岩礁海岸から沖合にかけての要素が混合して形成されたとした。

## 3. 火山活動後の底生生物化石群集の変化

今回の調査によって、板戸から白浜海岸にかけての原田層は、下位より自破碎溶岩、含火山礫凝灰岩、大型化石密集石灰岩、ハンモック状斜交層理の発達する石灰質凝灰岩、

細粒凝灰岩よりなること、またハンモック状斜交層理の発達する石灰質凝灰岩には自破碎溶岩からなる水中土石流堆積物や大型化石が密集する小規模チャンネル充填堆積物が挟まれていることが判明した。このような岩相変化は、溶岩流出によって形成された岩礁海岸に始まる一連の底質環境の変化を示している。この岩相変化に対応した大型化石群集の種構成や化石産状の変化を明らかにするため、環境省の許可を得て化石採取や化石産状のスケッチを行った。

最下部の自破碎溶岩を覆う含火山礫凝灰岩からは、大型イタヤガイ類をはじめ、カキ類、ハネガイ類、ウミギク類などの多様な固着性二枚貝類が多産し、*Venus* や“*Crassatellites*”などの潜没性二枚貝類も認められた。腕足類については *Laqueus* などの殻長数 cm に及ぶ大型種の産出が目立つ。化石殻は比較的保存良好であるが、二枚貝類に関しては離弁であり、基質支持の状態で散在して密集層を形成する。これらは、溶岩流によって形成された岩礁底やその間隙の軟質底に生息していた底生動物が礫とともに近くの礫質底に運搬されたものと考えられる。

一方、その上位の大型化石密集石灰岩や、ハンモック状斜交層理の発達する石灰質凝灰岩では、固着性二枚貝であるヒヨクガイやベッコウガキが優占し、潜没性二枚貝類はほとんど産出しない。二枚貝殻のほとんどは細かく破碎され、それらの生砕物を石灰藻、コケムシ、カイメン類が被覆する。腕足類は小型の *Terebratulina* 属のみが多産し、本種のみが保存良好な合弁の状態と認められる。石灰藻などの被覆性固着動物は大量の貝殻細片で敷き詰められた底質を硬質底に近い状況に変化させたが、起伏に富む岩礁底とは異なり、入植する底生動物の多様性は極めて低いといえる。小型の *Terebratulina* 属は例外的にそのような被覆安定化した貝殻底に適応した仲間と思われる。

## 4. 火山活動と海底生物の多様性

海洋火山島周辺の浅海底では、火山活動が停止し火山砕屑物の供給が乏しい期間は、貝殻等の生物遺骸のみが集積を重ね、上記のような被覆性動物により安定化した単調な硬質海底が発達するものと考えられる。火山噴火による溶岩形成は、そのような硬質底をリセットし再び生物多様性の高い岩礁底を作り出すことにもつながる。このように火山活動には生態系の破壊と同時に創造の二面性があることは伊豆半島ジオパークのもつ重要なメッセージになると考えられる。下田地域はこのような海底火山活動に伴う生態遷移を地質学的な時間スケールで観察する上で、世界的にも類を見ない絶好のフィールドと言える。

# 井田，明神池堆積物にみる過去 1,000 年間の自然災害履歴の復元

香月興太・瀬戸浩二（島根大）・山田和芳・菅原大助（ふじのくにミュージアム）

キーワード：伊豆，歴史津波，海跡湖，堆積物，化学組成，珪藻遺骸

## 1. 堆積物を用いた歴史津波の復元とその経緯

特定の活断層やプレート境界で発生する大地震には、おおむね周期性があることが知られている。この周期性はプレート型地震に伴う大規模な津波災害においても同様に存在すると考えられている。津波の機器観測記録が過去百年程度しかない現在において、数百年～数千年スケールの古津波の周期を議論できるのは、過去の津波災害を文献記録や地質記録から復元できるからである。津波が発生すると、津波に由来する水流によって浅海底や沿岸の砂泥や礫が運搬され、別の場所へ再堆積することがあり、このようにして形成された堆積物を「津波堆積物」と呼称する。海岸沿いの湿地帯や海跡湖など堆積物がある程度連続して堆積する場所に形成された津波堆積物は、津波堆積物が堆積した年代を特定しやすく、歴史津波の周期やその規模を知るうえで重要な資料となっている。わが国における津波堆積物の研究は 1960 年頃に始まり、1990 年以降本格化した。津波堆積物を用いた地質学調査が津波災害の長期的評価に貢献できることを明確にしたのは、2003 年に報告された北海道太平洋沿岸の研究である (Nanayama et al., 2003)。2000 年代はこの北海道太平洋沿岸地域のほかに、津波堆積物の成果を基準とした防災対策が取られることはなかったが、2011 年の東日本大震災に際して、過去の巨大地震 (849 年貞観地震) の研究からその危険性が示唆されていたことを踏まえ、その年の中央防災会議において「今後積極的に古文書や津波堆積物の調査を行っていくべき」という趣旨の提言が行われた。現在では国内の各地に置いて防災対策の基礎情報として、津波堆積物の調査が実施されている。

## 2. 伊豆および駿河湾沿岸における津波堆積物の報告

駿河トラフを発生源とする歴史津波の影響を調査する為、沼津市井田の田園における津波堆積物の調査が 2016 年に報告されている (Sawai et al., 2016)。この研究では、紀元前 500 年から西暦 1460 年頃の間に 2 回津波堆積物が堆積するような巨大津波 (あるいは並外れて大きな高潮) が井田を襲ったことを明らかにしている。また、駿河湾を挟んで井田の向かいにある折戸湾の沿岸でも津波堆積物の調査が行われており、その成果として中・後期完新世において 500-1000 年周期で津波堆積物が堆積していることが確認されているほか、1498 年明応地震、1707 年宝永地震、1854 年安政地震に対応すると見られる津波堆積物が報告されている (Kitamura and Kobayashi, 2014)。

## 3. 井田・明神池における湖底堆積物調査

本研究では、伊豆半島西部における災害史を明らかにするために、沿岸海跡湖の湖底堆積物調査を行った。調査を行ったのは沼津市・井田の明神池で、2019 年 7 月に押し込み式不擾乱採泥器を用いて湖内の 2 地点から 2 本の柱状堆積物 (19MJ-1C, 19MJ-2C) を採取した。採取した 2 本の試料は、それぞれ長さ 1.00m (19MJ-1C) と 1.28m (19MJ-2C) であり、採取後堆積物を乱さないように立てたままふじのくに地球環境史ミュージアムまで運搬し、そこで堆積物を半割し、堆積物の記載や軟 X 線写真撮影用の連続試料および粒度・化学組成・珪藻群集解析用の試料の採取を行った。コア 19MJ-1C はコア全体を通してこげ茶色の有機物泥が主体であり、植物片が多数含まれ、ほとんどの層準で強い生物擾乱が見られたが、一部ラミナを形成する極細粒砂を含んだ層準が確認された。また、コア下部 10cm は極細粒砂を含んだ有機質泥が堆積し、特に下部 2cm は含水率が低く密度の高い塊状の有機物泥が堆積していた。一方で、コア 19MJ-2C では、上部 90cm の堆積物はコア 19MJ-1C 同様にこげ茶色の生物擾乱の影響が強い植物片を多数含んだ有機物泥を主体とする堆積層であったが、深度 90cm 以下で急激に堆積物密度が増加、含水率が低下し、90-110cm では塊状有機物泥が、110-128cm では細粒砂を伴う有機物泥が堆積していた。コア 19MJ-2C において 5 層準で植物片を採取し、14C 年代を測定したところ、コア下部 128cm における堆積年代は 1766 年 (1735-1806 cal AD) であった。またこのコアにおいて珪藻群集解析を行ったところ、深度 90cm 以浅は淡水性珪藻のみが多産する状況であったが、90cm 以深では珪藻殻自体の産出量が極めて少なくなり、100cm 以深では淡水珪藻に混ざって、海生植物付着性珪藻種の産出が見られた。おそらくコア 19MJ-2C において深度 90 cm 以深に見られる細粒砂を含んだ高密度の有機泥層は 1854 年の安政地震により池の外より運搬された津波堆積物だと推測される。また、このコアにおいてみられた津波堆積層の堆積組成や珪藻群集は、当時の津波は明神池と駿河湾を隔てる浜提を直接超えず、井田北部を迂回してその水田の土が明神池に堆積したことを示唆した。この堆積物から得られた考察は、断層モデル・砂移動モデルを考慮して再現されたシミュレーション結果と極めて調和的であった。

本研究では過去 1000 年における津波災害の復元を目的としたが、明神池の堆積速度が想像以上に速く、過去 200 年程の結果しか得られなかった。今後は採泥器を変え、より長い柱状堆積物の調査が必要だと言える。

# 伊豆半島周縁に生息するスナイトゴカイの多様性と分散機構の解明

波々伯部夏美（北海道大学大学院理学院）

キーワード：間隙性生物，環形動物，種多様性，多毛類，DNA バーコーディング

## 1. はじめに

海岸の砂の隙間には、体長が~数 mm サイズの間隙性生物が生息している。間隙性生物は、この隙間に含まれる間隙水の中で生活をしており、この微環境は「進化の実験場」とも呼ばれ生物の種多様性に富んでいる。また、その生息密度は 1m<sup>2</sup> 当たり 100 万個体以上に達するともいわれている (Giere 2009)。

本研究では、スナイトゴカイ属 *Stygocapitella* という環形動物（ゴカイ・ミミズ・ヒルの仲間）を対象として、本属の伊豆半島周縁における遺伝的多様性を明らかにするとともに、本属以外の環形動物・扁形動物について種多様性を解明することを目的とした。

## 2. 調査方法

2019 年 8 月及び 10 月に伊豆半島周縁の砂浜計 10 地点（図 1）で採集調査を実施した。採集した砂基質は淡水で洗い、泳ぎだした生物を抽出して実体顕微鏡下で観察・ソーティングした。写真撮影によって形態を記録した後に 10%ホルマリン（走査型電子顕微鏡観察用）及び 99%エタノール（DNA 抽出用）によって固定処理を施した。



図 1 採集調査地点

## 3. 結果と考察

伊豆半島周縁の砂浜計 10 地点での採集調査の結果、当初研究対象にしていたスナイトゴカイ属については標本を採集することができなかった。10 月の調査では台風 19 号の影響で砂浜の地形や様相が 8 月とは異なっている地点が複数みつかった。本属の生息場所の選好性や上記のような気候の影響を鑑みて、スナイトゴカイ属については今後も採集調査を実施することが本属の多様性解明につながると考えられている。

本研究では、アシナシムカシゴカイ科 Protodrilidae やムカシゴカイ科 Saccocirridae の環形動物を採集することができた。アシナシムカシゴカイ科は、日本からは学名がついた種はヒイロムカシゴカイ 1 種のみである。今回伊豆半島で採集した種（図 2）は、この日本産既知種とは形態学的に異なること、既知種との生息環境の大きな違いから別種であると判断できる。現在は海外産種との形態比較や、5 種類の遺伝子マーカーに基づいた系統解析によって伊豆産種が未記載種である可能性を検討している。ムカシゴカイ科は、2



図 2 伊豆半島周縁の砂浜で採集した間隙性生物の一例（線形動物・環形動物・扁形動物）

既知種が知られている。COI（チトクローム c オキシダーゼサブユニット I 遺伝子の部分配列）に基づいた DNA バーコーディングの結果、伊豆半島にはこれらの既知種とは異なる種が少なくとも 2 種生息するということが明らかになった（図 2）。本種についても海外産種を含め分子系統解析を進めているところである。そのほか、伊豆からは扁形動物門陰吻類の未記載種（形態学的・遺伝的に判断して、既知種のいずれとも異なると判断できる種）を採集することができた（図 2）。本種については現在共著者とともに学術雑誌に記載論文を投稿中である。

伊豆半島ジオパーク  
学術研究発表会

**<第二部>**

**高校生・高専生による研究成果**



# ひなんのススメ：～津波避難の提言～

静岡県立熱海高等学校 理科課題研究

キーワード：ハザードマップ 地域住民 防災教育

## 1. 取り組みの概要

東海地震発生危険が叫ばれてから、早や半世紀が経とうとしている。静岡県は他県と比べて防災の意識が非常に高いと感じる。その根拠として、平成28年の「社会基本生活調査」（総務省）によれば、静岡県民がボランティア活動で「安全な生活のための活動」を行う割合は、「8.9%」で全国1位である（全国平均5.0%）。しかし、熱海高校の生徒の実態は、地域防災訓練への参加率は、34.5%と決して高くはない。

理科課題研究の授業では、「防災」をテーマとした授業を展開することで生徒の防災意識の向上を目指した。ハザードマップを使用した防災意識の向上を目的とした授業を5月より月1回2時間、伊豆半島ジオパーク推進協議会に行っていた。その中で、初めて目にするハザードマップを使用し学校周辺の土砂災害の危険な場所の確認や、今後、発生するとされている相模トラフを中心とした地震により3分で13mの津波が襲来することなどを学んだ。津波による被害を防ぐためには「高校生の立場から何ができるのか」という視点をもって、地元の上多賀地区を実際に歩いてみると、危険な場所やものが多く生徒たちは、非常に驚いていた。ただ、高校生がいくら危険な場所を伝えたとしても、住民の方々の意識が変わらなければ何も変化は起きない。高校生としては、現状を変えてもらうのが一番の願いである。

一方、地域住民の願いは、有事の際に、中高生に「初期消火」や「炊き出し」などの主力として活躍してもらうことである。そのためには、高校生の意識の高まりが重要ではあるが、実際にはそれほどの意識はない。

したがって、高校生と地域住民の相互に利益が生まれるように、地域と一緒に真剣に防災について考える必要性を感じた。「日常の当たり前が、防災の視点では危険性を高めるものだということがはっきりとした。この課題を解決するために「地域と一緒に真剣に防災について考える必要性」を感じた。生徒がインプットしたことをアウトプットする場として、「目で見て」「肌で感じる」ことをコンセプトに「ひなんのススメ」を生徒の発案により実施することに至った。

## 2. 取り組みの成果

本取り組みは、生徒の防災意識を向上させることを目的として実施した。実施後の生徒の反省の中では、生徒の防災意識の向上が見受けられた。特に、「地元住民につたえることで生徒自身の意識が変わった」という、反省が多くみられた。また、参加者のアンケート結果からも「高校生の防

災意識向上に期待ができる」「一般市民にもやれることがありそうだ」など、双方にとってメリットのある機会となった。

## 3. 今後取り組むべきこと

今回は、生徒がインプットした知識をもとに、生徒たちの「津波による被害を減らしたい」という思いをスタートとして企画し、結果的に「ひなんのススメ」という形でアウトプットする場面を設定した。生徒の学びから引き出される思いを尊重したかたちとなったわけだが、いくつかの課題が見られた。

まずは、静岡県では「南海トラフ」「相模トラフ」など複数の場所を中心とした大きな地震が想定されている。その中で今回行った「ひなんのススメ～津波避難に関する提言～」では、熱海市が面している相模湾で起こるであろう「相模トラフ」を中心とした地震における、津波避難を想定とした。しかし、参加者へ想定が十分に伝わっていなかった面もあり、「いったいどんな地震を想定されているのですか？」と質問される場面があった。今後、同じような津波避難に関する提言を行う上で大きな改善点であると思われる。

また、今回の「ひなんのススメ～津波避難に関する提言～」には、地元の上多賀地区の自治会長・副会長様や静岡県・熱海市の防災関係の担当者様、多賀小学校の先生方など多くの方にご参加いただいた。しかし、実際に津波が発生した際には幼稚園生や小学生など防災に関する知識の乏しい世代の避難が難しくなると思われる。したがって、幼稚園生や小学生を対象とした防災講座を熱海高校生が実施するなど別の形をとることもできるのではないだろうか。さらに、上多賀地区の中でも特に長浜海岸周辺のツアー実施であったが、郵便局や商業施設の多い下多賀地区や網代地区など他地区での開催も可能となるのではないだろうか。

しかし、令和2年度は、「理科課題研究」の科目が開講されない。そのため、全く同じ形での実施が不可能である。考えられる方法としては、総合的な探究の時間に行っている「熱海ラボ」で熱海市役所の危機管理課と連携を図るなどが必要となるだろう。

理科課題研究：田中太一朗・羽成太陽・加来立樹  
神成美葉・菊間まりん・齊藤涼花・澁谷歩季  
新宮海太・田中鈴乃・中山信乃輔・原暢弘・星川桃子  
小俣翔吾・坂口大和・高田陽介  
授業担当：土屋善史・森祐介

# マイクロプラスチックによる海洋汚染

青野那々子 磯谷海斗 杉山康貴 中田有紀 矢野元暉 (韮山高校理数科 地学1班)

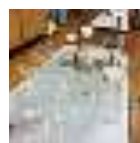
キーワード マイクロプラスチック、狩野川、駿河湾

## 1. 研究の背景

今日、マイクロプラスチック（以下、MP とする）による海洋の汚染が進行している。海洋生物が MP 自体と、それに付着した有害物質を摂取すると、生物濃縮によって海鳥や人間の健康にも影響を及ぼす可能性がある。汚染の度合いを調べるためには MP の量を把握する必要があるが、静岡県内にはその計測データが少ない。そこで、高校生でもできる MP の検出方法を確立し、伊豆半島の周辺の海、川にどの程度 MP があるかどうかを調べた。

## 2. 研究の手順

- ① 狩野川、静浦ダイビングセンター、静浦漁港センター、淡島、我入道(狩野川河口)、沼津港で試料採取を行った。
- ② それらの場所の水をポンプで汲み上げ 315  $\mu\text{m}$  のプランクトンネットを用い、500L ろ過して浮遊物を採取した。
- ③ プランクトンネットに残っていたものをろ紙でろ過し、乾燥させた。
- ④ 汲み上げたものには、MP 以外にも草、木、プランクトンなどの有機物があるため、10% KOH 水溶液でそれらを分解させるために、2日間放置した。
- ⑤ 2日後、溶液をろ過し、再び乾燥させた。
- ⑥ そのサンプルを 30%  $\text{H}_2\text{O}_2$  水溶液につけ 2日間放置し、有機物を分解した。
- ⑦ 2日後、溶液をろ過し、乾燥させた。
- ⑧ 乾燥したサンプルを双眼実体顕微鏡下で観察し MP を探した。
- ⑨ 70% NaI 水溶液に試料をつけウォーターバスで 60°C の湯煎をしながら、6時間以上放置。
- ⑩ その後、冷却して、NaI を再結晶させた。
- ⑪ 再結晶させたものの上澄み水溶液と、再結晶した上半分の結晶と試料を採取した。
- ⑫ 採取したものを水で薄め、ろ過し、乾燥させた。
- ⑬ ⑫ をブルーライトで当て、専用眼鏡で観察した。



## 3. 研究結果

地点	採取日	個数
狩野川	9/4	8
静浦ダイビングセンター	9/16	3
静浦漁港	9/16	2
淡島	10/19	2

我入道	11/4	5
沼津港	11/4	11

## 4. 現在までの成果

学校の設備では細かすぎると観察できないのでプランクトンネットの網目を 315  $\mu\text{m}$  にし MP の採取に成功した。採取した川や海の水から有機物等を取り除き、MP を検出しやすいサンプルを作ることに成功した。そのサンプルから MP を検出することにも成功した。サンプルにブルーライトを当てると一部のプラスチックが発光することが分かった。



## 5. 考察

高校生でも高校にある設備で伊豆半島及び狩野川に存在する MP を検出できることが分かった。研究結果から判断すると沼津港以外の海洋より、河川の方が検出された MP の数が多い傾向にあることからこの地域の海洋汚染の原因は河川からの MP の流出である可能性が高いことが考えられる。したがって、海洋汚染を進めないためには河川にごみを投棄しないことが重要であると考えられる。また、漁港である沼津港はプラスチックの使用頻度が高いことで検出数が多くなっていると思われる。MP の量は人間生活に深くつながっていると考えられる。

## 6. 今後の展望

各地点ごとに、検出されたプラスチックの種類を調べる。使用したプランクトンネットの網目が 315  $\mu\text{m}$  であるため、対象を 315  $\mu\text{m}$  以下のサイズの MP まで広める。今回の計測では台風 19 号の後に計測した値も含まれるため、試料の採取をより広範囲で、定点観測を行うようにして伊豆半島海岸域における MP の量や流出場所を推定する。また、ブルーライトを用いた MP の検出方法を確立させるほかにブルーライトでは反応しない MP の検出方法を見つける。

## 7. 参考文献

海岸域におけるマイクロプラスチックの調査手法の確立  
<http://www.pref.shizuoka.jp/kousei/ko-510/documents/412slide.pdf>

## 8. 謝辞

静岡県環境衛生科学研究所  
 平松 祐志様  
 筑波大学 下田臨海センター  
 佐藤 壽彦

# ドローンによる高精度3Dモデルと片栗粉実験による 柱状節理形態の統計的観測とその成因に関する研究

飯田真琴 青木諒 望月龍輝 奥村天翔 (葦山高校理数科 地学2班)

キーワード：ドローン, 柱状節理, 片栗粉実験, 浮島海岸

## 1. 研究概要

伊豆半島は火山活動によって形成されたため、柱状節理が多く存在する。柱状節理とは、溶岩などの流動体が冷却され、固化し、体積が収縮するとき、ほぼ等間隔に核が形成され、その核を重心として形成される、六角形に近い形状のひび割れのことである。私たちが伊豆の国市に位置する、旭滝、城山、白鳥山の柱状節理を観察したところ、六角形が主に存在している一方で、六角形以外の形状をした柱状節理も比較的多く存在した。そこで、柱状節理形態の統計的な解析と形成状況の関係を明らかにするために、本研究を行った。昨年度までの研究で、比較的厚みのある溶岩やマグマ中にできた柱状節理を対象にした結果、柱状節理の角数と冷却速度の均一さに相関があると結論付けた。

## 2. ドローンを用いた柱状節理のデータ収集と海外データの解析

薄い岩脈に形成された静岡県賀茂郡西伊豆町にある浮島海岸の柱状節理に対して、緯度・経度・高度情報を持った空中写真を、ドローンを用いて撮影した。空中写真から、ソフトウェアを用いて3Dデータ、平面図であるオルソ画像を作成した。QGISというソフトウェアを用い、複数人でオルソ画像の判読を行い、232個の柱状節理の多角形データを手作業で作成した(写真1)。その結果、岩脈でできており冷却環境の悪い浮島海岸の柱状節理は、角数のばらつきが大きいことが分かった。また、海外の柱状節理と日本の柱状節理の角数分布をグラフに示す。グラフ1より、浮島とBurntisland dyke以外は六角形の割合が一番多く、浮島とBurntisland dykeは角数にばらつきがある分布となった。



写真1

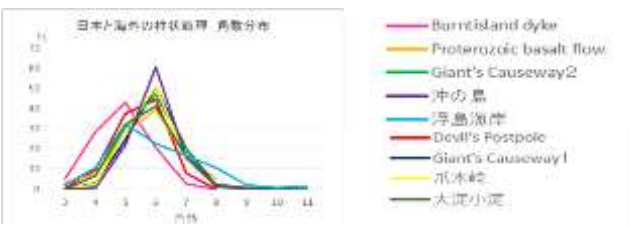
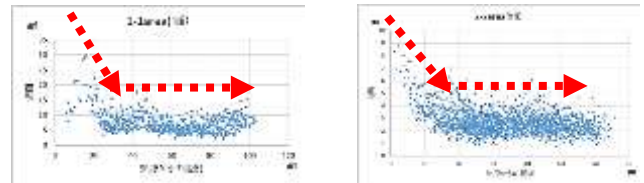


図1 (日本と海外の柱状節理 角数分布)

## 3. 片栗粉実験による人工柱状節理の観測

粉体と流体の混合物が乾燥し収縮するとき、溶岩の体積が収縮するのと同様に冷却されるとき、核が形成され柱状節理となる。そこで粉体に片栗粉、流体に水を使用し、柱状節理を再現することにした。冷却状況の不均一さを再現するため、熱源の位置を中央・端に変えた片栗粉柱状節理と、インキュベータによって均一に加熱した片栗粉柱状節理を作成した。作成した片栗粉柱状節理を撮影し、QGISを

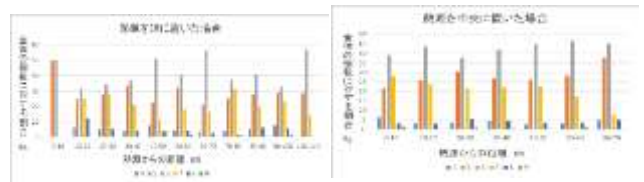
用い柱状節理形状をデータ化し、グラフを作成、分析した。その結果、どの条件下でも六角形の度数が大きいと分かった。一方、温度勾配の大きい場所に注目すると、不均一に加熱した試料は熱源に近いところほど面積が大きくなり、ある一定のところまで離れると熱の影響が小さくなり、均一に加熱した柱状節理と同じようになることが分かった。(グラフ2・3)



グラフ2 (熱源を端においた場合)

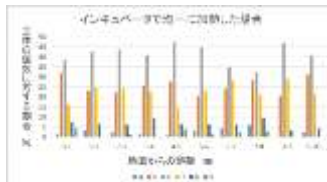
グラフ3 (熱源を中央においた場合)

次に熱源からの距離ごとに角数をヒストグラムにあらわした。熱源からの遠いと均一に加熱したときと同じになるので熱源からの距離が近いところを比較した結果、均一に加熱した場合(グラフ6)は六角形が突出した傾向があるが、熱源を端に置いた場合(グラフ4)と中央に置いた場合(グラフ5)では、均一に加熱した場合と比べて五角形と六角形の分布に差がなく、角数のばらつきが大きくなったことが分かった。ここから加熱が均一でなかったことが柱状節理の角数の分布に関係しているのではないかと考えられる。



グラフ4 (熱源を端においた場合)

グラフ5 (熱源を中央においた場合)



グラフ6 (均一に加熱した場合)

## 4. まとめ

昨年度調査した柱状節理、浮島海岸、海外の柱状節理の統計から、岩脈が厚いほうが角数分布にばらつきが大きかったため、冷却速度が均一であることが、六角形が多く分布する条件だと考えられた。片栗粉実験でも、加熱温度に不均一さを持たせた柱状節理には角数にばらつきが生まれたので、上記の考察を片栗粉実験によっても再現することができた。さらに、加熱温度に不均一さを持たせることで、面積にばらつきができることも分かった。

# 小浜池の水位変化パターンについて～水質と水位データからの考察～

静岡県立韮山高等学校 中田明里・山本綺羅・福士小春・武藤日菜向

キーワード：小浜池水位，湧水，降水量，電気伝導率（EC），箱根溶岩，三島溶岩

## 1. 研究目的及び調査方法

三島市の楽寿園内にある小浜池は湧水によって形成され、古くから人々の生活と密接な関係があるがその水位変化は謎が多い。よって、水位変化の原因と小浜池湧水の周辺水脈との関係性を降水量，電気伝導率（以下 EC）の 2 点から考察した。

三島市と御殿場市の過去（1958～2019 年）のアメダス気象データ、小浜池（1958～2019 年）と伊豆島田浄水場（2004～2019 年）の地下水のデータを用意した。

続けて、①谷津（長泉）②富沢不動【愛鷹山】③窪湧水【黄瀬川】④谷田切⑤竹倉【箱根】⑥小浜池⑦蓮沼川⑧菰池⑨三島梅花藻の里⑩源兵衛川⑪白滝公園⑫柿田川【三島溶岩＝富士山】⑬伊豆島田浄水場（【】内は水脈を示す）以上 13 地点で採水し、EC についてマルチ化学センサ 2（島津理化）を用いて測定したのち GIS を利用して地図上に示した。

## 2. 調査結果と考察

### 2-1 湧水の EC について

EC については①④⑤の愛鷹山と箱根由来の地点で高い傾向がみられ、反対に全体として三島溶岩由来と伊豆島田浄水場で低い傾向がみられた。EC の差の原因は三島溶岩と箱根系の溶岩の新旧の違いに関係すると考えられる。一般的に溶岩が若いほど地下水の流動速度が大きいこと、岩石から溶け出すイオンの量が流動時間に比例することから、より古い箱根溶岩と愛鷹山の水脈において EC が高い傾向が見られたと考えられる。

したがって、古い溶岩の水脈と比べて EC が低い伊豆島田浄水場の水は三島溶岩系、つまり小浜池と同水脈だと考えられる。



### 2-2 小浜池の水位変化パターンについて

(1) 降水量と小浜池の水位変化の関係を明らかにするため、2019 年に発生した台風 19 号以後に着目してグラフを作成した。11 月 17 日から 18 日にかけての御殿場市の降水量と小浜池の水位変化に相関性はないことに加え、御殿場市は小浜池が在る三島市から 32.9km あることから短期間（1～2 日）では影響しないとした。

(2) 2011 年を境に小浜池の平均的な水位に変化がみられた。同年 3 月 11 日三陸沖を震源に発生した東日本大震災を原因とした地層の変化が影響したと考えられる。

(3) 水位 0m を超えると伊豆島田浄水場の水位変化に比べ、小浜池の水位上昇が鈍くなった。0m を超えると湧水が拡散するためだと考えられる。したがって、地下水の増減と小浜池の水位の増減を同等のものとするにはできない。

(4) 小浜池の近くにある説明の看板に水位が 150 cm を超えると満水とし、7～8 年に一度満水になると書かれていたため、1958～2018 年の小浜池の最高水位をグラフ化し事実を検証した。結果、満水である 150 cm をこえた年は不定期であり 7～8 年に一度満水になるという記述は誤りであった。また、1970 年までは毎年満水になっていたが 1970 年以降は満水にならない年が多くみられた。



## 3. 今後の課題

2-2 (1) で述べた考察に加え、御殿場市の降水量と小浜池の水位変化の関係性の濃度をより明らかにするには長期的なデータの比較が必要である。

2-2 (2) で記した考察を裏付けるために、同時期他条件（気温や地下水の増減）を調べる必要がある。

2-2 (3) において、湧水の拡散の事実を検証するため小浜池の水位が最下点に達する春ごろに湧き出し口の調査を行う。

# 伊豆半島ジオパーク弁当

韮山高校写真報道部

キーワード：伊豆半島ジオパーク弁当，地学的ネーミングのおかげ，日本初のジオパーク駅弁，地域活性化

2018年秋、写真班を中心に伊豆箱根鉄道沿線とその周辺を含めた15市町20か所のジオスポットを部員自らがモデルとなって写真撮影し、さらに説明やクイズまで加えたステッカー20種類80枚を作成して車内に展示し、韮高と伊豆半島ジオパーク推進協議会のロゴをあしらったヘッドマークを付けた特別電車「ジオト레인」を提案した。「ジオト레인」は産官学コラボの特別電車として、2019年3月～9月末まで実際に運行し、メディアにも広く紹介された。

2019年春にジオト레인運行が決まったが、それが半年間の期間限定であったため、その後も伊豆半島ジオパークに関わる活動として思いついたのが駅弁の開発だった。顧問である上杉剛嗣先生が長年個人的に交流を持ち、以前「まち・ひと・しごと新聞」の「韮山反射炉弁当」取材でお世話になった駅弁会社の桃中軒に打診したところ、快諾を得た。そこで部内にプロジェクトチームを設置し、全校生徒に、駅弁で使いたい伊豆半島の食材アンケートを取り、伝統的な伊豆の食文化である伊豆稲取の金目鯛の煮つけ、松崎の桜葉、中伊豆の伊豆鹿などを入れたおかげで、ジオパークらしく溶岩、柱状節理などの地学的なネーミングと見栄えを意識したメニューを桃中軒と一緒に考えた。

半島ジオパーク推進協議会監修のもと、ジオマップもリーフレットの中に入れ込んだ。



▲制作したリーフレット

産官学及び趣味である顧問の上杉先生の駅弁サイト「駅弁の小窓」との協働で開発した初のジオパーク駅弁として、2019年8月22日にお披露目会とニュースリリースを行い、8月末より1年間の期間限定で三島駅、沼津駅での販売（税込み1,200円）が決定した。



▲伊豆半島ジオパーク弁当（桃中軒ホームページより）

また、駅弁の掛け紙やリーフレット、お品書きにはジオト레인でも使用したジオスポットの写真を使用し、伊豆



▲お披露目会に参加した写真報道部員

韮山高校写真報道部：加藤大智・吉村彩・中谷成葉・星谷好花・吉田明夏・窪田倫香

# 立体視で見る伊豆半島ジオパーク

稲葉 凧・伊藤彩乃・小川日菜子・中倉馨多（沼津高専）

キーワード： 立体視, アナグリフ, 伊豆半島ジオパーク

## 1. はじめに

伊豆半島には伊豆東部火山群などの火山が多数あり、スコリア丘である大室山をはじめとする特徴的な地形や温泉などの自然の恵みが多く存在する。この地域は「伊豆半島ジオパーク」として2018年にユネスコに認定された。

ジオパークの面白さ、楽しさはその地の特徴的な地形を理解してこそ得られるものである。しかし、その特徴的な地形の立体形状は地形図などの平面的な図ではイメージするのが難しく、また、断層や溶岩台地のような大きな地形は、現地を訪れたとしても全体像を見ることができない。たとえば、ある場所で溶岩が流れてこの土地ができたと言われても、実際にその場所を見ても理解しがたいものがある。上空から広い範囲を立体的に見ることができれば溶岩の流れや地形の特徴がわかる。空中写真を立体視することで普通の写真で見るとより地形の特徴が分かりやすく、より興味を持ってもらえると思われる。

立体視の方法にはいくつかある。裸眼立体視では立体的に見ることのできない人も多く個人差がある。実体鏡を用いる方法は高価な器具が必要となる。それに対して、アナグリフは安価な赤青メガネ一つあれば簡単に立体的に見ることができる方法であり、さらに多人数が同時に見ることができるという特徴もある。

そこで、本研究では伊豆半島ジオパークの特徴的な地形についてアナグリフ画像を作成し、地域住民や観光客に発信することを通して、地形やジオパークについての理解を広めるうえで地形立体視の有効性を明らかにすることを目的とする。地域住民がジオパークについてより理解を深め、また域外の人々にも伊豆の自然に興味を持ってもらうことで観光客の増加、地域振興につながることを期待できる。

## 2. 地形のアナグリフ画像の作成

人間の目は対象物を左右の二つの目で違う角度から見ている。左目と右目で見た画像が脳で一つにまとめられて、立体的に見ることができる。アナグリフは、裸眼立体視用の左右二枚一組の画像に対して赤青二色を割り当てて一枚の画像にカラー合成したものである。

アナグリフ画像の作成には、裸眼立体視などと同様、視差のある二枚一組の画像が必要となる。国土地理院が測量用に撮影した空中写真がインターネット上で公開されているので、それをダウンロードして使用した。二枚一組の画像からアナグリフ画像へは、パソコンを使って簡単に加工することができる。今回はインターネット上で公開されているフリーウェア「ステレオフォトメーカー」を使った。

アナグリフ画像を作成する具体的な場所については、「火山」、「断層」、「川や海が作る地形」、「人間の営みが関係した地形」の四つのテーマで、伊豆半島ジオパーク内にある地形を選ぶことにした。大室山、丹那断層、龍宮窟、堂ヶ島など17か所を選定し、アナグリフ画像を作成した。

## 3. アナグリフ画像の展示と来場客の反応

作成したアナグリフ画像はA3サイズのパネルに仕上げ、沼津高専の学園祭（高専祭）およびジオリアで展示をおこなった。その際に来場客にアンケート調査を行い、地形の立体視に対する反応を探った。

高専祭（2019年11月3日・4日）での展示では、アンケートの回収量は17件と少なかったが、全員が実際に立体に見ることができたと回答し、また、17人中15人が凹凸は分かったと回答した。来場客の中にはアナグリフに対して「空間の節約」と表現する人もいて、自分たちでは気づくことのできなかつた表現に、アナグリフの有用性を再認識することができた。

ジオリアでも同様の展示を行った（2019年12月14日～22日）。アンケート調査は、シールを貼ってもらう方式にし、見えたか、見えなかつたかと、面白かつたか、つまらなかつたかの度合いを計れるようにした。回答者全員が立体的に見たと答えていた。また、ほとんどの人が「面白かつた」と回答した。この結果から、アナグリフの利点である誰でも立体視を楽しむことができるという点がよく分かる。

併せて記述式のアンケートもおこなった。こちらは回収量が少ないものの、「断層のずれが一目で分かつた」、「川や山の高低差が直感的に見ることができてワクワクした」など肯定的な意見を得ることができた。来場者の様子を見てみると、親子連れも多く、子供の中には写真に手を伸ばして触ろうとしていた子もいて、子供でも立体的に見えて興味をもってもらえたと思われる。

## 4. おわりに

本研究では、伊豆半島ジオパークの特徴的な地形について空中写真からアナグリフ画像を作成し、展示した。画像を見た地域住民や観光客のほとんどがアナグリフ画像を立体的に見ることができた。面白かつた、地形の特徴が分かりやすかつたといった声も多く上がった。すなわち、立体視を利用することで地形の特徴についてより分かりやすく伝えることができた。このことから、多くの人々に地形やジオパークについて興味を持ち、理解を深めてもらう上で、地形立体視は有効な手段であるといえる。

# 深層学習を用いた伊豆半島における古文書の文字認識 —画像水増しによる予備的調査—

佐々木謙人<sup>1</sup>, 山路倍弘<sup>1</sup>, 橋本敬之<sup>2</sup>, 北本朝展<sup>3</sup>, 鈴木静男<sup>1</sup>

<sup>1</sup>: 沼津工業高等専門学校, <sup>2</sup>: NPO 法人 伊豆学研究会,

<sup>3</sup>: 情報・システム研究機構データサイエンス共同利用基盤施設人文学オープンデータ共同利用センター

キーワード: くずし字, ディープラーニング, 日本古典籍データセット

## 1. はじめに

近年, 深層学習を用いた画像処理による文字認識が発達し, 古典籍にも応用されるようになった(竹内ほか, 2019). これは, 人文学オープンデータ共同利用センターによる「日本古典籍くずし字データセット」により古典籍とくずし字認識に関する研究が, 盛んになったためである. 古典籍の1文字毎のくずし字認識では, 90%以上の正答率が得られるまでになったが, 古文書のそれに対しては未だ正答率は高くない(北本ほか, 2019).

伊豆地域では, 伊豆学研究会により旧家の史料調査が行われ, 多くの古文書が発見されている. 古文書の解読をコンピュータによって補助することで, 大幅な解読時間の短縮が見込まれる. 本研究は, 伊豆地域で発見された古文書画像に対して深層学習によりくずし字を文字認識することを目的とする. 佐々木ほか(2019)の報告に基づいて, 更に古文書画像を加えた予備的調査を行った.

## 2. 方法

本研究は, 佐々木ほか(2019)と同様の方法を用いた. 日本古典籍字形データセット(2017年6月公開版; 人文学オープンデータ共同利用センター, 2016)より籍字データを入手並びに伊豆地域の南条村(現在の伊豆の国市南条)における四つの証文画像を入手及び規格化した. 南条村における四つの証文画像のうち, 一つ(231文字種の270文字画像)を検証用に, 残り三つ(231文字種の927文字画像)を学習用とした. 学習用教師データは二種類を単独または組み合わせ及びこれらの水増し画像を用いた. 一種類は, 日本古典籍字形データセット(2017年6月公開版)3,999文字種の403,242文字画像の中から, 検証用画像に合わせて231文字種の61,101文字画像を採用した(A). もう一種類は, 上述した南条村の残り三つの証文画像から切り出した231文字種の927文字画像である(B). 水増し画像は, 平行移動(10%以内)と回転(30°以内)の組合せにより生成した.

各種の学習用教師データに対応する学習済モデルを識別器と呼び, 構築した各種の識別器に対して検証用画像を入力し, 出力された文字の正答率を求めた. 識別器A, 識別器B, 識別器ABにおいては, オリジナル画像全てに対して0倍から100倍までの水増し画像を加え, それを学習に用いた. 一方, 識別器Abにおいては, Aのオリジナル画像に対

しては0倍から100倍までの水増し画像を加え学習に用いたが, Bについては画像水増しを行っていないオリジナル画像のみを学習に用いた. 深層学習のアルゴリズムとして畳み込みニューラルネットワーク(CNN)を用いた. プログラムは, PythonライブラリのKerasを使用した.

## 3. 結果

識別器Aは, 南条村の古文書画像のみを教師データとし, 水増し画像を用いると30及び50倍で最も高い正答率30%が得られた(図1). 識別器Bは, 一貫して正答率が低い(図1). このことは, 古典籍のくずし字を教師データとして用いても古文書への適用は難しいというこれまでの傾向を支持している. 識別器ABは, 古典籍と古文書両方の文字画像を教師データとして用いており, 古典籍または古文書単独の場合の間に正答率は位置している(図1). 一方, 識別器Abは, 正答率が最も高く(水増し30回で42%), 古文書を水増しした教師データに水増ししない古典籍教師データを若干加えたものである. このことは, 若干の古典籍文字画像データが, 良好なノイズとなっている可能性がある.

## 4. 参考文献

- 北本朝展, カラーヌワット タリン, 宮崎智, 山本和明(2019) 電子情報通信学会誌, 102: 563-568.  
佐々木謙人, 山路倍弘, 橋本敬之, 北本朝展, 鈴木静男(2019) GIS-理論と応用, 27: 159-159.  
竹内正広, 早坂太一, 大野互, 加藤弓枝, 山本和明, 石間衛, 石川徹也(2019) 人工知能学会全国大会論文集, 3Rin209\_1-2.  
人文学オープンデータ共同利用センター(2016) 日本古典籍字形データセット<<http://codh.rois.ac.jp/char-shape>>.

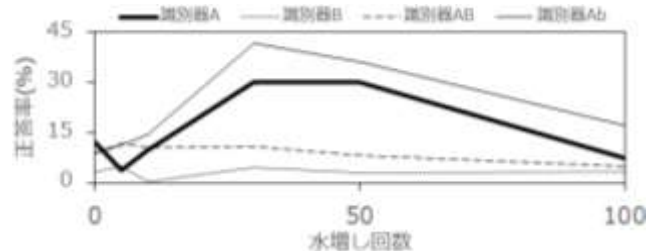


図1 画像水増しによる教師データの変化と正答率の関係



United Nations  
Educational, Scientific and  
Cultural Organization



• Izu Peninsula  
• UNESCO  
• Global Geopark



**伊豆半島ジオパーク**  
IZU PENINSULA GEOPARK