

令和元年6月5日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K00978

研究課題名(和文)理科教員が安心して連れて行ける地層観察地の開発

研究課題名(英文) Development of a stratum observation site where science teachers can take students peacefully

研究代表者

吉川 武憲 (YOSHIKAWA, takenori)

近畿大学・教職教育部・准教授

研究者番号：00757255

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,500,000円

研究成果の概要(和文)：香川県さぬき市にある雨滝山の露頭を対象に、まず、本露頭の形成過程の解明および産出した植物化石の整理・分析を実施した。その結果、本露頭が中期中新世にあった湖に堆積した地層であり、その後の断層運動等による変形によって現在の形を有することが明らかになった。また、産出する植物化石から当時の気温が現在よりやや暖かかったことが推測できた。

これらの研究成果を受け、雨滝山ガイドブックを作成し、地元のすべての小・中・高等学校等に配布するとともに、高校生を対象とした雨滝山の露頭の観察を実施し、本露頭における有効な地層観察のあり方を検討した。さらに、本露頭の風化による劣化を防ぐ目的で、強化保存剤を塗布した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

雨滝山の露頭の形成過程を解明できたとともに、本露頭から採取された植物化石(花粉化石・大型植物化石)を相補的に用いた分析により、中期中新世の植相およびそれらから明らかにできる当時の気温の状況等を分析できた。これにより、本露頭を対象にした形成過程を推測する地層観察が可能となったとともに、産出地に偏りがあつた中期中新世の日本の植物化石群の空白地帯を埋めるデータを得ることができた。また、ガイドブックの配布により、本露頭の観察価値を理科教育関係者に広く知らせることができた。

研究成果の概要(英文)：First, we clarified the formation process of the outcrop at Mt. Ametaki in Sanuki City, Kagawa Prefecture, and organized and analyzed the plant fossils from there. As a result, it was revealed that this outcrop is the stratum deposited in the lake which was in the Middle Miocene, and it has the present shape by the deformation due to the faulting and so on. Also, it was possible to guess from the plant fossils that the temperature at that time was slightly warmer than the present. Based on these research results, we prepared a guidebook for Mt. Ametaki and distributed it to all local schools, etc., and conducted observation of the outcrop at Mt. Ametaki for high school students, and examined the way of effective observation flow at this site. Furthermore, in order to prevent deterioration due to weathering of this outcrop, a reinforced preservative was applied.

研究分野：地学教育

キーワード：地層観察 理科教育 雨滝湖成層 中期中新世 大型植物化石

## 様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

### 1. 研究開始当初の背景

学校における理科教育において、野外の地層観察は実施すべきであるが、十分にはなされていない現状がある(三次、2008)。その理由は、校外学習の安全性の問題とともに、理科教員自身の専門性の欠如にもある(吉川ほか、2011)。安全性の問題については、適切な安全性を備えた観察地を設定することが重要である。また、理科教員自身の専門性の欠如については、専門家の得た知見を効果的に利用していくことが不可欠である。

### 2. 研究の目的

上記のような現状を打開するために、香川県さぬき市にある雨滝山の露頭を研究対象とし、そこに理科教員が安心して児童・生徒を連れていける観察地を構築することにある。ここでいう安心とは、安全性ならびにそこで得られる学習効果が高いという意味である。すなわち、本研究の目的を言い換えると、理科教員がそこで地層観察が安全だと認識できるとともに、そこでの学習内容を理解し、その学習が理科学習に対して効果的であると認識できる地層観察地を構築することになる。

安全という意味においては、本露頭の前にさぬき市が建設した雨滝自然科学館がある。この施設には館内に学習できるスペースやトイレなどが完備されている。また、駐車場もあることなどから、本露頭を観察するための周辺施設はすでに完備されていると考えられる。すなわち、本研究では、この露頭が安全に観察できることと、本露頭の形成過程などの科学的な裏づけを行い、教材化を成し遂げることが最も重要な目的となる。

また、せっかく地層観察を実施しても、スケッチなどの観察記録を効果的に残すことは、地層観察初心者である児童・生徒にとっては難しい。そこで地層観察初心者にもできる効果的な観察記録を残す手立てを合わせて検討する。

### 3. 研究の方法

本露頭を観察する際の安全性については2点の懸念がある。その1つは、本露頭が高さ約20mほどの垂直に近い面で構成されていることから、接近しての高所での観察がしづらい点にある。2つめは本露頭の主体が泥岩を中心とした湖成層であり、風化が著しい現状にあることである。長期的な展望を視野に入れれば、これらの風化を食い止め、観察しやすい露頭を保護することも必須条件となる。そこで本研究では、高所でも観察しやすい安全な観察路の設置と本露頭の保護の両面を視野に、管理者(さぬき市)と議論を交わしながら解決策を導くこととした。

学習効果を高めるという意味においては、まず、本露頭の形成過程を明らかにする必要がある。なぜならば、小・中・高等学校の理科学習指導要領からすれば、地層観察の大きな目的が、大地の変動を認識させることにあり、本露頭がどのように形成されたかを学習課題にすることが、理科教員が有効な地層観察地だと認識できる第一歩だと考えられるからである。さらに、本露頭からは多種の植物化石(大型植物化石・花粉化石)が産出する。植物化石は小学校、中学校、高等学校の理科学習で、過去の状況を知る重要な手掛かりとして取り扱われている。本露頭から産出する植物化石を整理・分析し、これらから明らかにできる当時の状況を観察者に考察させることは、大地の変動を示す教材として効果的だと考えられる。

さらに、地層観察記録の方法として、タブレットPCを用いた観察記録の作成を模索する。

### 4. 研究成果

#### (1)本露頭の安全性を高める

本露頭の安全性を高める方法として、安全な観察路の設置と風化防止の両面から有効な対策を検討してきた。その一つである観察路の設置については、管理者との協議の結果、台風などでも破壊されない強固な観察路でなければならないなどの安全上・管理上の問題があるとの結論に達した。そのような観察路を建設するには今回の予算では捻出できないことから、建設路の設置は断念せざるを得なかった。

一方、露頭保護については、兵庫県立人と自然の博物館の加藤茂弘氏に助言をいただき、自然環境をそのままに近い環境で保存でき、その後の観察にも支障が少ないとされる「石と土の強化保存剤TOT(以下、TOTとする)」を試験的に塗布し、その有効性を検証することから始めた。

その結果、露頭保存の効果が認められたことから、観察に必要な箇所を中心にTOTを塗布した(図1)。



図1 TOT塗布の様子

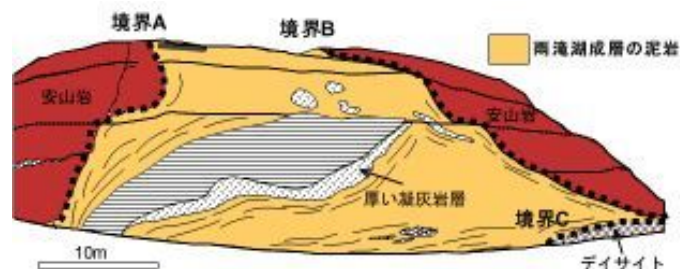


図2 研究対象となる露頭のスケッチ

## (2)学習効果を高める

### 本露頭の形成過程の検討

本露頭は、雨滝湖成層を主体とし、デイサイト溶岩ならびに安山岩溶岩に囲まれている(図2)。これらから3種のサンプルを採取し、まず、年代測定を実施した。さらに、含まれる堆積物や火成岩の特徴をもとに、本露頭の形成過程を推測した。

年代測定の結果では、3種のサンプルすべてが1400万年~1500万年の間に入った。また、形成過程については、デイサイト溶岩の流入、雨滝湖成層の形成、安山岩溶岩の雨滝湖成層の被覆の順に、本露頭の基盤となる層準が形成されたと推測できた。それ以後、断層運動等による変形が起こったことは明らかとなったが、今回の調査ではその詳細な過程は不明である。以上から、まだ不完全な部分も残されるが、本露頭の形成が1400万年前~1500万年前の中期中新世にできた地層に基づいてできたものであることが明らかになった。

### 植物化石の整理と分析

本露頭から産出する大型植物化石のうち木本類は23科58種であり、それらのすべてが広葉樹であった(表1)。また、花粉化石の分析を行った結果、コナラ属アカガシ亜属以下、図3のような産出割合であった。また、大型植物化石と花粉化石の共通性が強く示唆されたことから、本花粉化石が当時の周辺の植生をよく表していると推測できた。

大型植物化石の葉化石の全縁率は49%となり、年平均気温に換算すると約17~18となる。さらに、花粉化石で多数を占めるコナラ属アカガシ亜属やペカン属などの現生種が温暖な気候を好むことから、当時の気温が現在の香川県よりも少し高温であったことが推測できた。

### 研究成果の広報

本研究で得られた、の成果を中心に、「雨滝山ガイドブック ナマズ博士が追い求めた雨滝山のなぞに迫る」をまとめた(図4)。本著は、雨滝自然科学館の森繁館長を主人公(ナマズ博士)にしたもので、小学生高学年程度の読者にも読めるように、専門用語などをできるだけ使わないとともに、コラムを配置し、用語などの解説にも努めた。さらに、本露頭の位置づけを明確にするために、第2章として香川県全体がどのように形成されたかについてもまとめた。本ガイドブックを読むことにより、児童・生徒自身が雨滝山の地層に興味・関心を持てるようにした。さらに、地層観察の高い専門性を有しない地元の理科教員が、雨滝山についての理解を深められるとともに、雨滝山でどのような内容の学習ができるかを想起させることをねらった。具体的な章立てとしては、以下の通りである。

1. ナマズ博士とはだれのこと?
2. 雨滝山のなぞに迫る前に
3. 雨滝山との出会い
4. 雨滝山のなぞにせまる(1)  
雨滝山の地層はいつごろできたのか?
5. 雨滝山のなぞにせまる(2)  
雨滝山の地層はどのような場所で堆積したのか?
6. 雨滝山のなぞにせまる(3)  
雨滝山の地層ができたころはどのような気候だったのか?
7. 雨滝山のなぞにせまる(4)  
雨滝湖のまわりにどのような森林があったのか?
8. 雨滝山のなぞにせまる(5)  
雨滝湖成層はどのようにして残されたのか?

科	種数	科	種数
モクレン	1	ヤナギ	3
クスノキ	3	ウルシ	2
マンサク	2	トチノキ	1
マメ	11	ムクロジ	1
クロウメモドキ	2	カエデ	5
ニレ	3	シナノキ	1
アオイ	1	ミズキ	1
クワ	1	カキノキ	1
ブナ	6	マタタビ	1
ヤマモモ	1	ムラサキ	1
クルミ	4	ニシキギ	1
カバノキ	5	合計	58

表1 雨滝湖成層から産出した大型植物化石

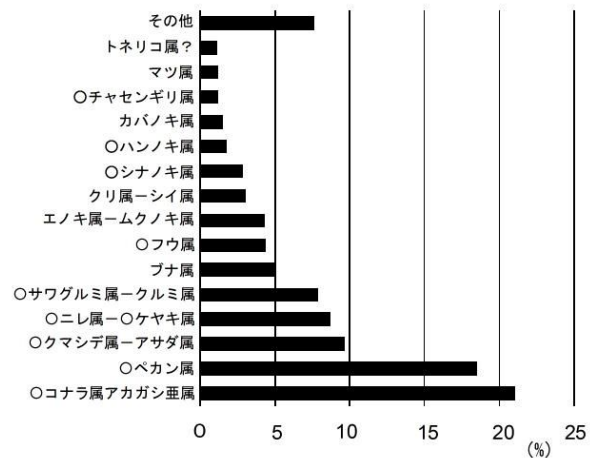


図3 雨滝湖成層から産出した主な花粉化石の割合 (は大型植物化石との共通性が示された植物)



図4 ガイドブックの表紙



## 9. ナマズ博士の願いと雨滝自然科学館での学習

完成した本ガイドブックは2000冊印刷され、地元の小・中・高等学校等に広く配布した。

また、さぬき市雨滝自然科学館のHP (<https://www.city.sanuki.kagawa.jp/education/culture/artame>)にもアップし、誰でもが手軽に読むことができるようにした。

### 新たな地層観察記録法の開発

タブレットPCを用いて、ソフト上に地層等の写真を取り込み、さらにそこに観察内容等を書き込む方法が、高校生等が容易に実施できるかを検証した。その結果、図5のような観察記録を残すことができたが、課題として文字などの書き込む方法に難点があることがわかった。その後も様々なスタイラスペンを用いた検証を実施したが、タブレットPCの性能により、画面上に文字等が正確に記録できず、それが記録者のストレスになることが明らかになった。地層などスケッチの難易度が高い対象を記録に残す方法の一つとして、本方法が地層観察初心者にとって有用であることが明らかになったが、ペン書きの性能などに課題が残された。この課題がクリアされれば、小学生等においても手軽に観察記録が残せると考えられる。



青色の線より上に凝灰岩、下に泥岩が堆積している。  
凝灰岩の層からは、菌の化石が産出した。  
泥岩にはリズマイトと呼ばれる層が確認でき、た。(赤色の線)

図5 高校生が作成した観察記録の一例

この課題がクリアされれば、小学生等においても手軽に観察記録が残せると考えられる。

### 引用文献

三次 徳二, 小・中学校理科における地層の野外観察の実態, 地質学雑誌, 第114巻, 2008, 149 - 156

吉川 武憲 他, 地層の野外観察に関する講義と野外観察を組み合わせた教員研修の実践 - 香川県高松市の中学校理科教員を対象に -, 地学教育, 第64巻, 2011, 93 - 106

## 5. 主な発表論文等

### 〔雑誌論文〕(計2件)

吉川 武憲, タブレットPCを用いた地層観察および顕微鏡観察における観察記録作成の試み, 近畿大学教育論叢, 査読有, 第30巻, 2019, 99 - 112

[https://kindai.repo.nii.ac.jp/?action=pages\\_view\\_main&active\\_action=repository\\_view\\_main\\_item\\_detail&item\\_id=20037&item\\_no=1&page\\_id=13&block\\_id=21](https://kindai.repo.nii.ac.jp/?action=pages_view_main&active_action=repository_view_main_item_detail&item_id=20037&item_no=1&page_id=13&block_id=21)

吉川 武憲, 森 繁, 檀原 徹, 讃岐層群“雨滝湖成層”の地質いかに形成過程を理解させるか - 高校生を対象とした学習展開例 -, 地学教育, 査読有, 第71巻, 2018, 31 - 43

### 〔学会発表〕(計5件)

吉川 武憲, タブレットPCを使った観察記録の作成 - 地層観察及び顕微鏡観察での利用 -, 日本地学教育学会第72回全国大会, 2018年08月

吉川 武憲, 森 繁, 香西 武, 中期中新統“雨滝湖成層”から産出する植物化石群, 日本古生物学会2018年年会, 2018年06月

吉川 武憲, 森 繁, 四国北東部中期中新統“雨滝化石層”から産出した植物化石, 日本地学教育学会第71回全国大会, 2017年09月

吉川 武憲, 四国北東部中期中新世雨滝化石層の特徴とその教材化に向けて, 日本理科教育学会第67回全国大会, 2017年08月

吉川 武憲, 森 繁, 形成過程に着目した“雨滝化石層”の教材化に向けた基礎研究, 日本地学教育学会第70回全国大会, 2016年10月

### 〔図書〕(計1件)

雨滝山ガイドブック ナマズ博士が追い求めた雨滝山のなぞにせまる!, 誠進社, 2019, 66  
<https://www.city.sanuki.kagawa.jp/education/culture/artame>

## 6. 研究組織

### (1) 研究協力者

研究協力者氏名: 森 繁

ローマ字氏名: (MORI, shigeru)

科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。