

地学

放置ため池の多面的機能を持つ利用法の提案

兵庫県立加古川東高等学校自然科学部地学班

2年 福嶋陸斗 前田菜緒 米山玲緒

1年 高橋侑希 田畑陽彩 林晃太郎

1. キーワード

放置ため池とは、管理が行き届いていないため池のこと。洪水調節容量とは、ため池の洪水調節をおこなうための容量のこと。ため池の『湿原化』とは、ため池を、生態系豊かな状態で低水位管理をおこなうことにより湿原に近い環境にすること。

2. 動機・目的

兵庫県は約 38,000 箇所と、日本一多くのため池が存在する¹⁾が、近年、総農家数の減少による農業用としてのため池使用の減少を背景に、ため池の廃止やため池の放置が多発している。また、堤体の老朽化による決壊の可能性も指摘されている。

しかし、ため池には、農業用水の確保以外にも大雨の際に表流水を貯留する洪水調節機能²⁾や生物の生息地など様々な役割があり、ため池の埋め立てや廃止をすると洪水調節機能や多様な生態系が失われる。

そこで、農業利用がほとんど行われていない放置ため池で、防災や生態系の保全などの機能を活かした、ため池の新たな利用法として『湿原化』を提案する。この目的として、1つ目は、低水位管理により洪水調節能力を強化し、かつ洪水吐と堤体を下げることにより決壊しにくい構造にすること。2つ目は、東播磨のため池における生態系を保護すること。本報告では、1つ目のため池の低水位管理をおこなうことによる洪水調節能力の強化

と決壊しにくい構造について検証する。

3. 現地調査

東播磨県民局との協議の結果、兵庫県加古川市にある源太池が放置されていることがわかった。源太池は周辺の複数のため池と水路で連結しているため、ため池の現地調査として、源太池および、源太池と水路で繋がっているため池を含む下ノ池、新内池、寺田池、切ヶ池、新池、和田新池、和田上池を研究対象に選んだ。8箇所の池で、水面からため池の余分な水を安全に流す場所である洪水吐までの高さを箱尺で計測した。

また、源太池において、箱尺とハンドレベルを使用した簡易レベル測量で標高を測量した。なおこれらの現地調査は、2018年8月20日におこない、直近4日間には降水はない。

4. 検証1

現地調査で得られた水面から洪水吐までの高さ、それぞれのため池の満水位面積を掛けることで洪水調節容量を求めた。

その結果、8箇所のため池の洪水調節容量の合計は107,810 [m³]となり、うち2つのため池の洪水調節容量が0[m³]であることから、調査対象の地域において、ため池の貯水能力は向上の余地があることがわかった。

5. 検証2

現地調査で得た標高から、源太池の断面図を作製した(図1)。この断面図を用いて低水位管理をおこなう際の洪水調節容量の変化について検証した。

堤体の決壊防止のために堤体と洪水吐を0.25 [m] 下げ、低水位管理としてのため池の水位を0.5 [m] 下げるとする(図2)。洪水吐を下げることで堤体にかかる水圧を下げるため、堤体が決壊しにくくなると思った。また、堤体を下げることで堤頂の幅

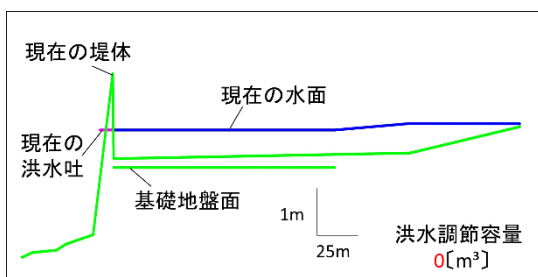


図1 源太池の現状の断面図

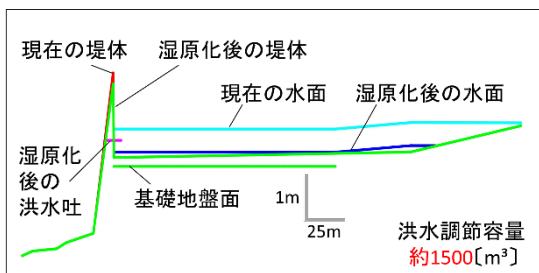


図2 源太池の低水位管理後の断面図

が広がり、さらに堤体の高さが低くなることで、堤体は崩れにくくなると考えた。

検証の結果、低水位管理をおこなった際の、源太池の総貯水量に対する洪水調節容量は0%から75%に増加し、その増加量は約1500[m³]であり、25mプール3個分に相当する。

これより、ため池を低水位管理することで洪水調節容量が増加するため、ため池の低水位管理は防災的観点で有効であるといえる。

5. 検証3

低水位管理の方法として底樋と土砂吐ゲートの利用を提案する。ため池の底にある取水施設である底樋を活用すれば、水位管理が容易である。土砂吐ゲートとは、底樋を囲い、土砂が樋に流入するのを防ぐものである。現在の土砂吐ゲートは水面近くまでの高さがあり、現状のまま低水位管理をおこなおうとしても、土砂吐ゲートまでしか水位が下がらない。しかし、土砂吐ゲートを完全に取り除くと、ため池が干上がってしまう。そこで土砂吐ゲートを、低水位管理をおこなう際の水面の高さまで下げることにより、ため池が干上がることなく低水位管理が可能になると予測

される(図3)。また、通常は低水位で管理し、洪水時に流入量が増加しても底樋からの流出量は流入量よりも小さいため、水はため池に貯留する。つまり、底樋を用いた水位管理は、洪水貯水能力を有すると考えられる。さらに流入量が増加すると、やがて水面が洪水吐の高さまで到達し、洪水吐から放出される。

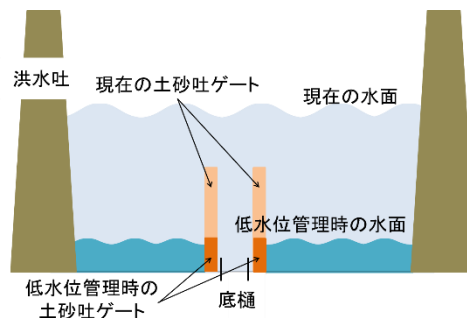


図3 底樋と土砂吐ゲート

6. 結論

東播磨のため池の洪水調節能力は向上の余地があることがわかった。源太池を低水位管理した際の洪水調節容量は増加することがわかった。これらのことより、ため池の低水位管理は、防災的観点で見ると有効であるといえる。

7. 今後の課題

底樋を用いた水位の管理を実験で検証すること。ほかのため池でも洪水調節容量の変化を検証すること。1. 動機・目的で述べたように、ため池を『湿原化』した際の生態系の変化を検証する必要がある。地下水面の標高を考慮することで、ため池に水を供給する湧水の調査をおこなう。

参考文献

- 1) 兵庫県農政環境部. “ひょうごのため池. https://web.pref.hyogo.lg.jp/nk10/af08_000000016.html.
- 2) 加藤敬. 農業用ため池の洪水低減機能に関する水文・水理学的研究. 農業工学研究所報告. 2005, no. 44, p. 1-22.

地学

節理面に発達する火山岩の流理構造の比較

兵庫県立西脇高等学校 地学部(流理構造班)

2年 足立大将, 友藤奈津歩, 西山壮人,
松井陵記, 村上由奈

1年 荻野幹太, 北口龍河, 小林裕和,
富田直希, 田中陽来, 伊藤大翔

1. はじめに～研究の動機と目的

地元を流れる加古川の氾濫で水害を被った部員が多数おり、原因とされる加東市の鬩竜灘について2014年以降継続的に研究を行っている。その過程で2017年に鬩竜灘安山岩の貫入岩体で発見した流理構造とよばれる微細な縞模様の形成条件に疑問をもった。マグマの成分が異なる豊岡市の玄武洞玄武岩や小野市の紅山流紋岩と構造が類似しているのはなぜか、その構造を比較する研究をはじめた。節理の形成に関する先行研究はあるが、流理構造に関する研究は発表されていない。

2. 試料岩石の産状

(1) 小野市の紅山流紋岩 (白亜紀)



図1 明瞭な流理構造をもつ流紋岩

紅山の頂上付近では、幅1mm程度に発達した流理構造が明瞭である(図1)。流理構造はほぼ水平で、貫入後に地殻変動を受けていない。流理構造が確認できるのは頂上付近の厚さ14m程度であり、山麓に向かって次第に不明瞭となる。山頂では、

同質の包有岩片を回避するように流理構造が蛇行し、包有岩片や斜長石、軽石が一方向に配列する。紅山の中腹では球顆が見られ、自破砕溶岩の特徴を示している。本地域には地層の逆転はみられない。地質調査をもとに描いた地質図を図2に示す。

(2) 加東市の鬩竜灘安山岩 (白亜紀)

鬩竜灘の主要な部分は神戸層群を貫く巨大な安山岩の節理群である。節理面には幅1mm程度の流理構造がみられる(図3)。

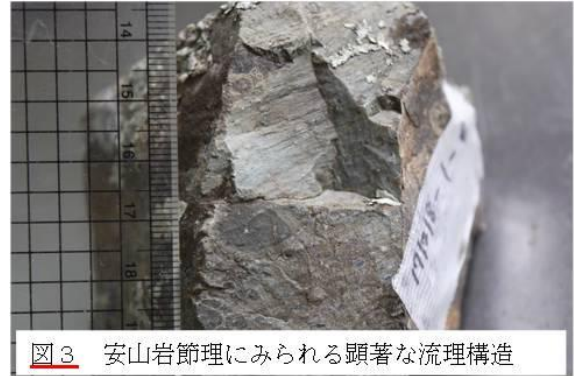


図3 安山岩節理にみられる顕著な流理構造

流理構造は水平で、凝灰質砂岩に貫入後地殻変動は起こっていない。下流に流理構造をもたない安山岩があり、流理構造をもつ部分の厚さは5m以上と推定できる。下流の凝灰質砂岩には連痕や斜交葉理が観察され、地層の逆転はない(図4)。

(3) 兵庫県豊岡市の玄武洞玄武岩 (更新世)

玄武洞玄武岩はほぼ垂直方向に貫入しており、露頭調査からその厚さは最低166mにおよぶ。流理構造は玄武岩節理の全面で発達している(図5)。玄武岩に包有岩片はない。地層の逆転はみられない。流理構造の縞模様の幅は2~3mmと広く、大きく波打っている。横方向の連続性が悪く、隣の流理と合流したり、枝分かれしたりする。

3. 偏光顕微鏡下での鉱物組織

(1) 紅山流紋岩

斜長石や石英は配列していない。流理構造をなす層には、急速に再結晶化したガラスが配列している。このガラスには石英やクリストバル石、斜

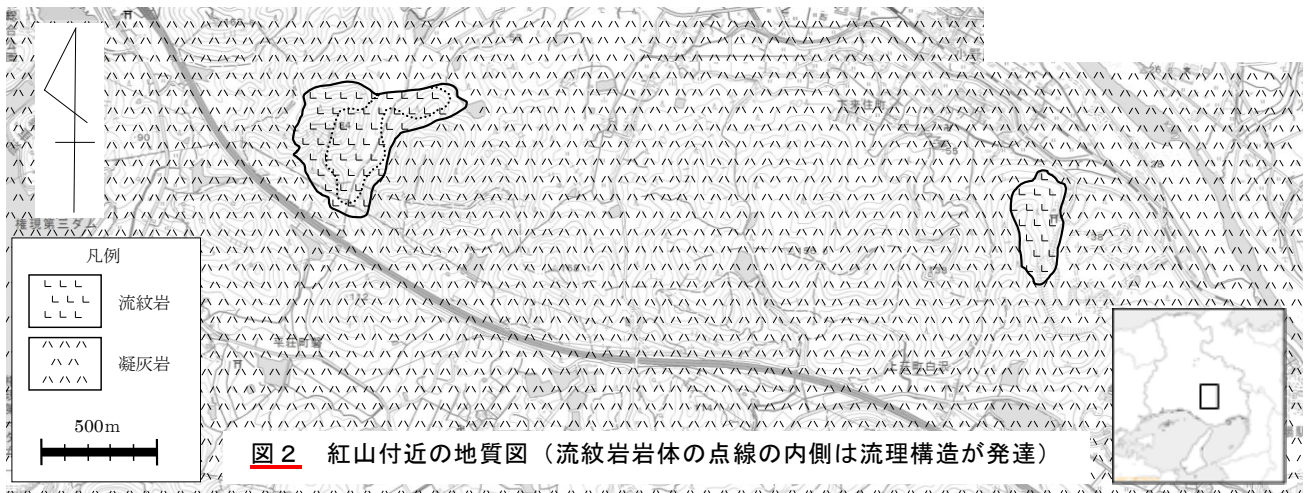


図2 紅山付近の地質図 (流紋岩岩体の点線の内側は流理構造が発達)

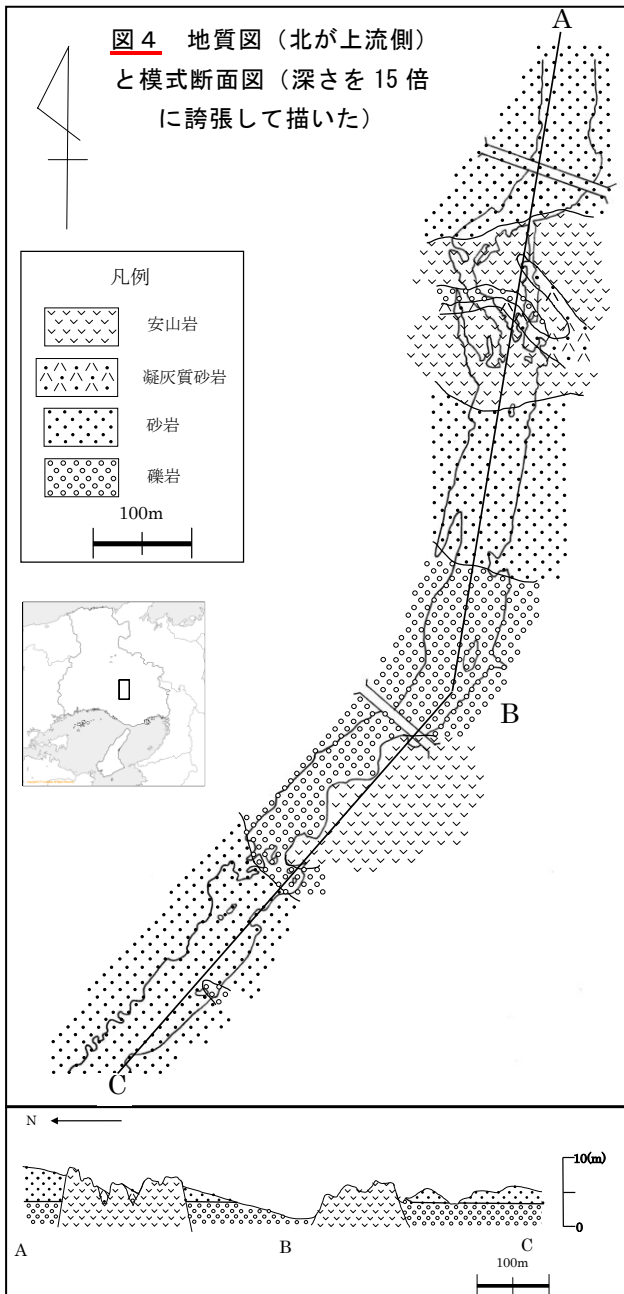


図5 玄武洞玄武岩の流理構造

長石からなる微細な結晶子がみられる。肉眼で流理構造が不明瞭な流紋岩ではガラスの配列が連続しない。

（2）鬮竜灘安山岩

流離構造がみられる安山岩は、石基が微細で斑晶は

みられない（図6）。縞模様の境界部には、やや大きめの斜長石を中心とした無色鉱物が一列に配列している。縞模様の有無と鉱物の組み合わせに関係はない。流理構造がみられない部分も、鉱物は微細で配列に方向性はない。

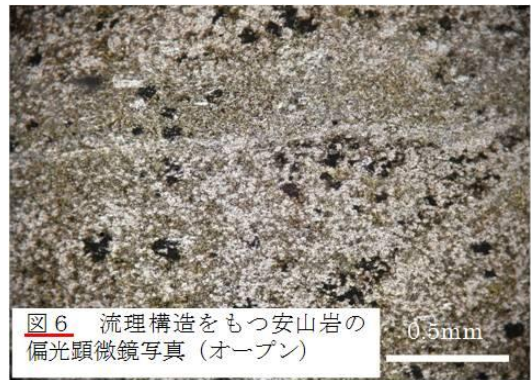


図6 流理構造をもつ安山岩の偏光顕微鏡写真（オープン）

（3）玄武洞玄武岩

成長した斜長石が一方向に配列しており、マグマの流れによって配列したことがわかる（図7）。自形のカンラン石や角閃石は細粒で、斜長石の間隙にみられる。縞模様は、斜長石の成長の程度が異なることによる。流理構造が波打つてみえたり、縞模様が一体となったりひとつの縞が分離したりするのは、成長した斜長石の配列が不規則で、あちこちにたまり場ができていていることによる。

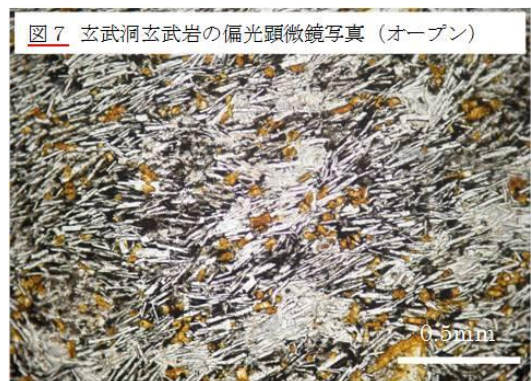


図7 玄武洞玄武岩の偏光顕微鏡写真（オープン）

4. 考察

紅山流紋岩と鬮竜灘安山岩は、包有岩片を回避するように流理構造が蛇行しており、球顆構造や自破碎構造をもち、生じたガラスが流理構造に沿って配列していることから、流理構造がマグマ周縁部で急速に冷却される環境で形成されたことを示している。一方玄武洞玄武岩は、斜長石やカンラン石の斑晶が目立ち、それらが幅数 mm の流理構造に沿って配列している。比較的時間をかけて成長した斜長石がマグマの流動によって流され、不規則に配列したと考えられる。同じ岩石であっても、流理構造の発達程度の差があるのは、流理構造が冷却速度を反映しているためと考えられる。

5. 今後の課題

豊岡市の流紋岩は斜長石や石英の斑晶が流理構造に沿って配列しており、ある程度早期に斜長石や石英が結晶化を始めていたことを示している。安山岩は、上昇する玄武岩マグマに地殻物質が混染したり、珩長質マグマとの相互作用によっても形成されるため、組織や組成は変化に富む。他の地域の岩石についても検討を重ねる必要がある。

地学

神戸層群の地質調査と化石の同定

兵庫県立東灘高等学校 自然科学部
 2年 池田善彦, 有井七海, 太田達実, 武田明樹
 1年 梅本咲希, 平出茉莉香, 福田にこ
 村上なみこ, 山田真也, 岡本善之

1. 動機及び目的

神戸層群は神戸市北部の三田盆地から神戸市西部に分布し、砂岩・泥岩・礫岩からなり、白色の流紋岩質凝灰岩を多数挟む第三紀の地層である。神戸層群から採取される植物化石は保存状態がよく種類も豊富であり、現在の植生に見られるコナラ属やブナ属のほかに、すでに日本から消滅したフウ属やヌマミズキ属などが採取される。

我々は神戸市西部の神戸層群を調査する機会を得た。神戸市西部の神戸層群は藍那累層、白川累層、多井畑累層に分けられ、いくつかの凝灰岩層を含んでいる。

まず1つ目の目的は、調査を基に神戸層群の堆積時の環境を推測することである。

2つ目の目的は、我々が調査した凝灰岩層が、どの凝灰岩層に属するのかを調べることである。

2. 方法

(1) 化石の同定

昨年度までに17か所の露頭から300個以上の化石を採取していた(表1)。今年度は種類と個数を整理し、参考文献と比較した。

露頭	採取した化石(記載のないものは葉を示す)
A	コナラ属(アベマキ, カシ, クヌギ), ツツジ属, トクサ属, バラ属, フウ属の葉や実, マツ属, 亜炭, 木炭, 珪化木
B	コナラ属(アベマキ, カシ, クヌギ), ツツジ属, トクサ属, バラ属, フウ属の葉や実, マツ属, 亜炭, 木炭, 珪化木, 植物の根か茎
C	細い完全形の葉(鋸歯がなく, 葉脈が見えない)
D	トクサ属の地下茎
E	葉脈のはっきりとした葉(風化が進んでいる為同定不可)
F	木炭
G	トクサ属の茎や節, フウ属, ヤマナラシ属(ハコヤナギ属), 木, 木炭, 年輪のある木炭, 鋸歯のある幼葉
H	カエデ属の翼果, マツ属, フウ属
I	数mm以下の植物片(同定不可)
J	トクサ属
K	トクサ属, フウ属, マンサク属, アンバー(琥珀)
L	ブナ科, クスノキ科(タブノキ属?), サワグルミ属, トクサ属, ヌマミズキ科, ヤマナラシ属(ハコヤナギ属), マツ属, マンサク属
M	ヤマナラシ属(ハコヤナギ属)
N	葉の破片(同定不可)
O	ケヤキ属, ヤマナラシ属(ハコヤナギ属)
P	木の实や葉(同定不可)
Q	木片や葉(同定不可)

表1 昨年度までに見つけた各露頭と化石 一覧

(2) 新規の露頭探し

今年度は台風等の影響で立入禁止区域が多かったが、調査可能な場所から新たな露頭を探した。右はこれまで発見した露頭の大まかな位置。



(3) 花粉化石探し

採取した凝灰岩の表面を削り、顕微鏡で根気強く花粉化石を探した。

(4) 薄片標本の作製

凝灰岩の薄片標本を作製し、他のサンプルと比較を行った。



図2 薄片標本

(5) ローマンコンクリートの作成

古代ローマのコンクリートは「火山灰と石灰と海水から作られた」との文献(Witze, 2017)を得て、神戸層群の形成過程のヒントにしたいと考えた。まず、火山灰と石灰を1:1で混ぜ合わせ混合剤Aとした。そして、A:砂:砂利の割合(表2)を変え、海水を混ぜた。型枠は牛乳パックを使い、縦横約7cm, 厚さ約1cmのブロックを作り、硬さを調べた。

	No. 1	No. 2	No. 3
混合剤A	1	1	1
砂	1	2	3
砂利	1	2	3

表2 A: 砂: 砂利の割合

(6) 化石づくり

早ければ数週間~数か月で化石ができるとの文献(吉田ら, 2015)を参考にして、化石づくりを試みた。火山灰, 石灰, 海水, 砂を混ぜた試料に葉を挟み、上から圧縮する方法(図3)を考え治具を作成した。

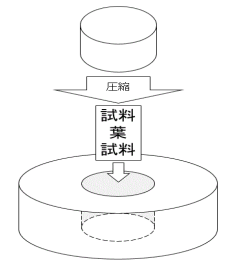


図3 治具のアイデア

3. 結果と考察

(1) これまで採取した化石の中で、同定可能な種類と個数は、フウ属が37個(内フウの実が5個), ブナ科コナラ属(アベマキ, クヌギなど)が30個, トクサ属が11個, ヤマナラシ属(ハコヤナギ属)が7個, マンサク属が5個, シダ植物の葉が1個, カエデ属の翼果が1個, ケヤキ属が1個, マツ属が1個, ヒシ科の実が1個, 珪化木や木炭やコパールは複数個などであった。同定した化石は温帯~亜熱帯の植物であり、当時は温暖な気候であったと考えられる。

白川地域 (230m+)			
露頭名	岩相	凝灰岩名	主な植物化石
藍	U	S14 新池	○ブナ
		S13 小河	●メタセコイア, イチョウ
		S12 水見峠	△
那	L	S11 木津	○フウ
		S10 布島橋	○ブナ, シュロチク
白	U	S9 白川大池第五	▲トクサ
		S8 白川大池第四	○スギ
		S7 白川大池第三	○松
		S6 白川大池第二	○ネオグタバマツ
		S5 白川大池第一	○ビロウ
		S4 白川時第二	△
		S3 白川時第一	○メタセコイア, セコイア
		S2 藻合池 (西舞臺台花石)	○マクリントキア
		S1 多井畑	○コンプトニア
		多井畑	

図4 宮津時夫, 松尾裕司著 神戸層群の植物化石層より引用 ©20種以上, ○10~19種, △1~9種, ▲1~9種(同種多産)

この結果を宮津ら（1996）の文献（図4）と比較したところ、S10 布施畑～S11 木津の凝灰岩層の可能性がわかった。ただ、J地点からはトクサ属が密集して見つかるため、一部は、S9 白川大池第五である可能性がある。

(2) 立ち入りが可能な場所でさらに3か所の露頭を見つけ、同定不明の植物の茎やブナ科の化石を得た。また、木炭の出る地層から非常に柔らかい繊維状のもの（図5）が見つかった。



図5 繊維状のもの

(3) 花粉化石はまだ見つからない。探し方、サンプルの削り方、などを工夫する必要がある。

(4) 凝灰岩の薄片標本（図6）は火山ガラスを含む、細かな粒でできていた。火山ガラス以外の部分は、砂岩のサンプル標本と似ていた。

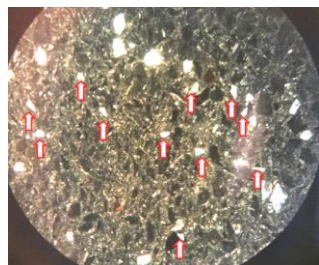


図6 薄片標本

(5) 試作品は手で触っただけで崩れるほど脆く、まるでお菓子のウェハースのようであった。



図7 ローマンコンクリートの試作品

(6) 本紙を作成した時は、1つ目の試作品（図8）を作成しているところである。



図8 化石づくりの試作品

4. 反省と課題

(1) 昨年度までは我々が調査している凝灰岩層が既知のどの凝灰岩層であるか不明であったが、目途がついた。また、今後は各地の第三紀の地層や化石との比較を行いたいと考えている。例えば、香川の土庄層群や岡山の海成層、北海道の第三系などである。

神戸層群からは多様な植物の化石が採取されることから、当時は森林が広がり、実りの時期には

ブナ科の実やフウ属の実が地面に落ち、動物もいたはずである。しかし、昆虫や哺乳類の化石は全くと言っていいほど見つからない。また、葉の化石の多さに比べて、幹や果実などの化石が少ない。これらは神戸層群の形成過程を知る手がかりになると考えている。

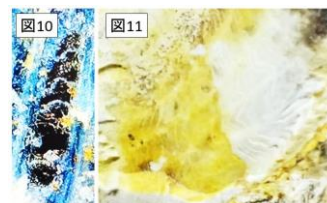
(2) 台風や地震の影響により立ち入り可能な場所が限られた。また、珪化木を一部はがし、実際にほぐすことができたため、繊維状のものは珪化木と考えられる。

(3) 花粉化石の発見は困難と感じたため、兵庫県立人と自然の博物館にて特別授業（図9）を行っていた。花粉化石や珪化木の見分け方について教わった。



図9 特別授業の様子

また昨年度までに採取した珪化木はパラフィラントキシロンコウベンセ（図10）とブナ科コナラ属（図11）であり、神戸層群で多く採取される種類であることがわかった。



(4) 異なる地点の凝灰岩の比較や、同じ地点の高さごとの薄片標本を作製して比較したいと考えている。

(5) 文献通りに海水に浸すなどの工夫を行ったが思うように固まらない。今後も試行錯誤する。

参考文献

- 1) 高岡得太郎著、散歩道で出会う身近な樹木たち、神戸新聞総合出版センター(2008)
- 2) 堀治三朗著、神戸層群産植物化石、日本地学研究会(1976)
- 3) 国土交通省、“地理院地図 電子国土Web”，<https://maps.gsi.go.jp/> (閲覧 2017年9月28日)
- 4) 吉田栄一、Early post-mortem formation of carbonate concretions around tusk-shells over week-month timescales, Scientific Reports (2015)
- 5) Alexandra Witze, Seawater is the secret to long-lasting Roman concrete, Nature.com (2017)
- 6) 宮津時夫、松尾裕司、神戸層群の植物化石層、地学研究 (1996)