

仙台西部 戸神山に見られる異常堆積構造の検討

宮城県仙台第三高等学校

我々は、仙台西部地域に位置する戸神山においてフィールドワークを行い、軽石凝灰岩の層を垂直方向に割り込む形で礫岩、砂岩などの堆積岩が異常堆積している露頭を発見した。露頭のスケッチと岩石のサンプリングを行い、岩石の鉱物組成を観察した結果、軽石凝灰岩とその間の堆積岩の鉱物組成が異なることと、堆積岩ブロックの向きが水平面に対して90°回転していることより、母岩の軽石凝灰岩の層を異地性の碎屑物が上下に移動してできた岩脈状の構造であることが分かった。また、露頭の位置する地層の上位にある層と露頭内の堆積岩の鉱物組成に類似点が見られなかったため、碎屑物が上位の地層から供給された可能性は低い。これより、戸神山で発見した露頭の構造は碎屑物が下位の地層から供給された貫入碎屑岩脈であると考えられる。

1 背景

現在発行されている仙台西部地域の地質図は1987年に地質調査所から発行された20万分の1地質図¹⁾と、1987年に宮城県から発行された5万分の1表層地質図²⁾であり、それらに断層などの地質構造の詳細な記載は少なく、地層の堆積年代や地層同士の関係の不明な点が多い。また仙台西部地域に限らず、東北地方では近年多数のカルデラの存在が明らかになっている³⁾が、前述の地質図には反映されていない。また、仙台第三高等学校58回生による先行研究⁴⁾では、仙台西部地域に位置する戸神山周辺で調査が行われ、2万5千分の1地質図と地質断面の推定図が作成されている (Fig.1a)。これにより、戸神山周辺には凝灰質シルト岩が広く分布していること、凝灰質シルト岩や砂岩などの堆積岩がほぼ水平に堆積していること、山頂部の鉛直方向に安山岩が貫入していることなどが示された。しかし、ここで示されている凝灰質シルト岩は宮城県の表層地質図²⁾より軽石凝灰岩の深野層であることがわかっている。本研究では先行研究⁴⁾における研究対象地域であった戸神山周辺でフィールドワークを行い、多種の地層が異常堆積している露頭が発見された。そこで我々はこ

の異常堆積構造を示す露頭の地質構造と成因を解明することを目的とした。

2 仮説

母岩である軽石凝灰岩が属する深野層は鮮新世に形成された地層であり、母岩はほぼ未固結の軟らかい状態であった。また、戸神山周辺の地層はほぼ水平であることが先行研究⁴⁾で示されており、その水平な地層に対して垂直に割り込む形で堆積岩が存在していた。これより、この構造は碎屑岩脈であるという仮説を立てた。一般に碎屑岩脈はその成因によって水成岩脈と貫入碎屑岩脈に大別される。水成岩脈は、水底の既存の開口裂罅を堆積物が充填して形成される構造である⁵⁾ (Fig.2a)。水底に形成されるため、埋積した堆積物は母岩の地層より上部に位置する地層から供給される。貫入碎屑岩脈は、堆積物が地震、暴浪、マスムーブメントによる急激な荷重増加などを引き金とした液状化作用が生じて高間隙水圧を有する液状の流動体となり、周囲の母層を破壊、変形して貫入することで形成される構造である⁶⁾ (Fig.2b)。この構造における堆積物は主に下部から注入するため、母岩の地層より下部に位置する地層から供給さ

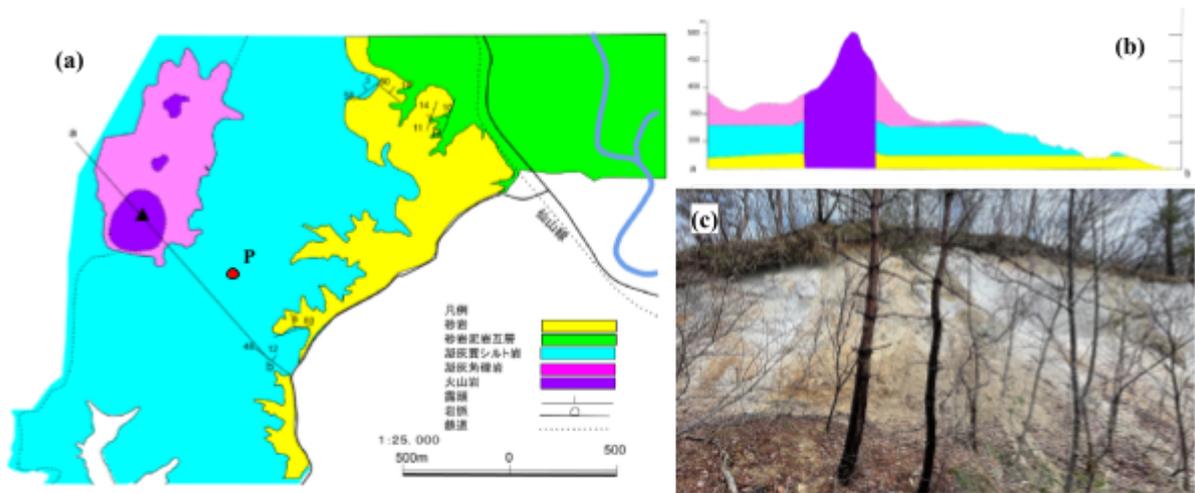


Fig.1. (a) 遠藤ら²⁾による先行研究で作成された戸神山周辺の2万5千分の1地質図. 図中の赤印の地点Pで異常堆積構造が発見された. (b) 遠藤ら²⁾による戸神山の断面推定図. (c) 異常堆積構造を示す露頭. 白色の軽石凝灰岩の間に淘汰の悪い堆積岩が存在している.

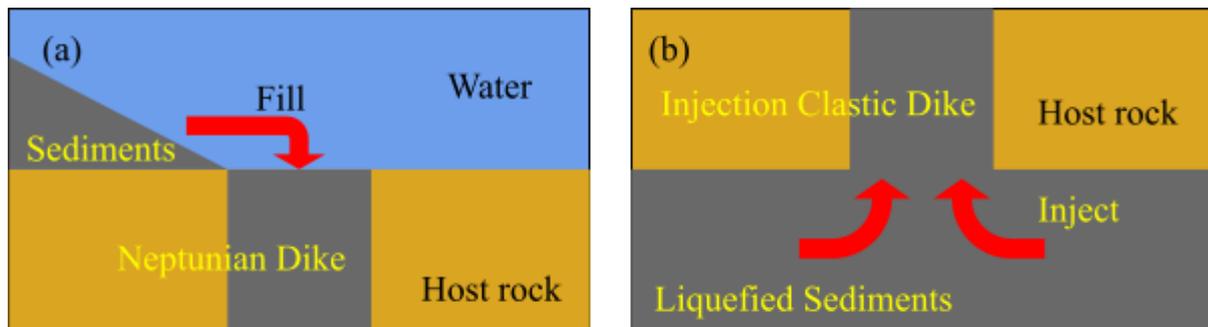


Fig.2. (a) 水成岩脈の模式図. 母岩上部の堆積岩が水底の既存の開口裂隙を充填して形成される. (b) 貫入碎屑岩脈の模式図. 母岩下部で高間隙水圧を有する液状の流動体となった堆積岩が母岩を破壊・変形して注入することで形成される.

れる. 本研究ではこの構造が碎屑岩脈であるかどうか, そして碎屑岩脈であるならこれらの構造のいずれが適切かを検証する.

3 研究方法

戸神山でフィールドワークを行った際に, 岩相の分布, 地層の姿勢, 地質構造などを示したルートマップ (Fig.3a) を作成し, 発見した露頭でのスケッチ (Fig.3b), クリノメーターを用いた走向傾斜の測定, 岩石のサンプリングを行った. 岩石サンプルは, 母岩である軽石凝灰岩, 礫質砂岩, 砂岩, 有色の岩片を含む砂岩の部分から採集した. また, 露頭を構成している地層に

含まれる鉱物組成を特定するため, サンプリングした堆積岩サンプルを水で軽く洗い乾かした後, 網目2mmのふるいにかけて砂の大きさ以下の粒子に分けてプレパラートを作り, 実体顕微鏡を用いて観察を行った.

4 結果

スケッチ (Fig.3b) に示されているように異常堆積構造を示す露頭の特徴として, 無色鉱物を主体とする軽石凝灰岩の層を垂直方向に割り込む形で厚さ約8mの別の地層が分布していることが挙げられる. 採集した4種類のサンプルの観察から軽石凝灰岩は軽石・石英・黒曜石・角

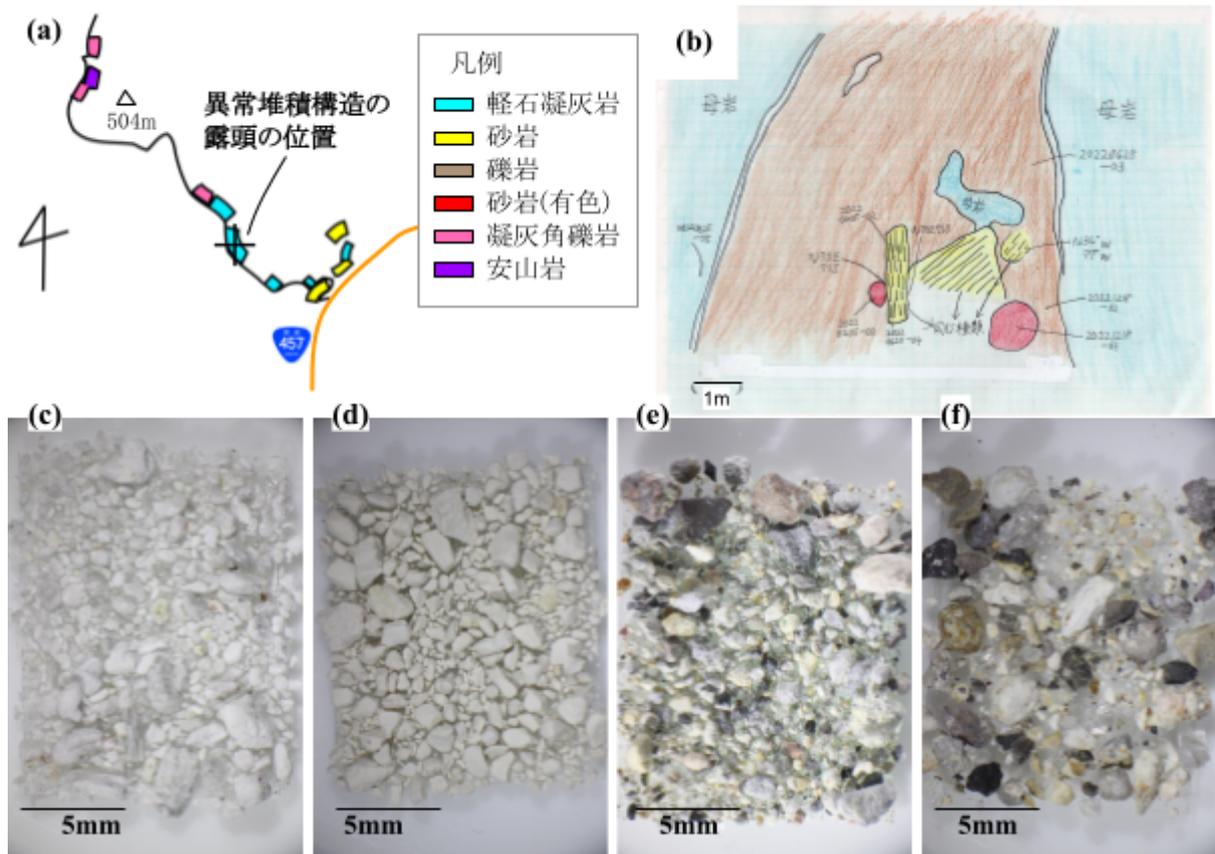


Fig.3. (a) 作成したルートマップ. 異常堆積構造の露頭は国道457号線からの戸神山登山道沿いに位置する. (b) 作成した露頭のスケッチ. Fig.1cの写真と同じ部分である. 礫質砂岩中に砂岩, 砂岩(有色), 軽石凝灰岩が不自然に取り込まれている. 砂岩ブロックには葉理が見られる. (c) 軽石凝灰岩のサンプル. 軽石・石英・黒曜石・角閃石を含む. (d) 砂岩のサンプル. 軽石・石英を含む. (e) 砂岩(有色)のサンプル. 有色の岩片・石英・黒曜石を含む. (f) 礫質砂岩のサンプル. 岩片・石英・角閃石・黒曜石を含む.

閃石, 砂岩は軽石・石英, 有色鉱物を含む砂岩は岩片・石英・黒曜石, 礫質砂岩は岩片・石英・角閃石, 黒曜石を含んでいた (Fig.3c-f). 但し, 軽石凝灰岩と礫質砂岩に含まれていた黒曜石, 角閃石は含有量がごく微量であり, ほとんどが軽石もしくは岩片で構成されている. 母岩である軽石凝灰岩はほとんど石英や白色の岩片で構成され, 有色の岩片を含む砂岩と礫質砂岩は比較的黒曜石や有色鉱物を多く含んでいたということから岩石を構成する鉱物が異なることが分かる. また葉理が見られる砂岩ブロックが, 本来水平に堆積してできるものであるにもかかわらず垂直に混入している.

5 考察

鉱物観察より, 岩石ごとに含まれている鉱物種類と含有量が異なることから内部の碎屑物は別の地層から供給された可能性が高い. また, 葉理を示す砂岩ブロックが垂直に混入していることから, 碎屑物が上下方向に流動したと考えられる. したがって, 発見された異常堆積構造は碎屑岩脈であると考えられる. 仮説で示した水成岩脈と貫入碎屑岩脈のいずれが適切かについては遠藤らによる地質断面推定図⁴⁾ (Fig.1b) に基き, 戸神山の地層のと異常堆積構造の露頭との関係性を検証した. 戸神山の地層は下から砂岩, その上に軽石凝灰岩, 凝灰角礫岩, 安山岩

で構成されており、異常堆積構造を示す露頭が位置するのは軽石凝灰岩の層準にあたる。異常堆積構造より上に位置する岩石は安山岩と凝灰角礫岩であり、これらはどちらも有色鉱物を含む。しかし、異常堆積構造から採集した堆積岩サンプルの中にこれらと同様の鉱物組成のものは見られないことから、異常堆積構造を構成する堆積岩ブロックが上部の地層から供給された可能性は低いと考えられる。過去に軽石凝灰岩の層の上位に別の堆積岩の層があり、水成岩脈が生成された後にその堆積岩の層が侵食によってすべて流出し、その上を火山噴出物が覆って現在のような可能性も考えられるが、噴火以前のなだらかな斜面で、一つまたは複数の地層をすべて流出させるほどの大規模な侵食が起こることは現実的ではない。さらに、異常堆積構造は深野カルデラの内部に位置していて、深野カルデラの深層地熱貯留層は非常に高いエネルギーポテンシャルを持っている⁷⁾ため、高温高压の水が上昇して堆積物が貫入するほどの高い圧力が掛かる可能性は十分に考えられる。ゆえに、異常堆積構造内の堆積物は下方から供給されたと考えるのが妥当である。したがって、現時点で異常堆積構造は、貫入碎屑岩脈である可能性が高いと考えられる。

6 展望

この異常堆積構造の成因についてより詳しく調べる方法として、堆積物の粒子配列の分析を考えている。安邊・佐藤⁵⁾によれば、走向に直交する断面内の堆積物粒子のかたちを楕円に近似することで配列を観察し、その堆積物の注入方向を調べる方法がある。母岩との境界付近で岩脈面と平行な方向に長軸が向いていて、碎屑岩脈の中央付近の粒子が長軸方向が岩脈面と斜交し、岩脈の中心線について対称に配列していれば、母岩との摩擦によって注入速度の傾斜方向成分に速度勾配があったと解釈できる。走向に

直交する方向にのみ摩擦の影響を受けていることから、堆積物が上向きに注入したと考えることができる。同様の調査を戸神山で見られた異常堆積構造に行った場合、その構造は貫入碎屑岩脈であるといえる。今後はこのように定量的な調査を行って、成因を解明したい。これに加えてこの異常堆積構造生成時に周囲の地盤に与える影響についても明らかにし、同様の地質構造が他地点で発見されたときの、その安全性についても検証したい。

参考文献

- 1) 大沢禮・三村弘二・久保和也・広島俊男・村田泰章. 地質図 仙台 1:200,000. 通商産業省工業技術院地質調査所. 1987
- 2) 北村信・中川久夫. 表層地質図 川崎・山形 1:50,000. 宮城県. 1987
- 3) 吉田武義・高嶋礼詩・工藤健・プリマ オキディッキ A.・前田 純伶・吉田圭佑・岡田知己・三浦哲・高橋友啓・長橋良隆・片岡香子. 東北日本弧における後期新生代の火成活動と地殻構造. 地学雑誌. 2020, Vol.129, no.12, p.529-563
- 4) 遠藤隼介・音道凜旺・小島熙平・福澄茉音. 仙台西部古カルデラ群における地質構造についての考察. 2021. 仙台第三高等学校58回生課題研究地学班
- 5) 安邊啓明・佐藤活志. 泥ダイアピル周辺の碎屑岩脈の方位解析による広域応力と局所応力の検出:中新統田辺層群の例. 地質学雑誌. 2021, Vol.127, no.12, p.709-725
- 6) 伊藤慎. 堆積構造の世界. 日本堆積学会. 朝倉書店, 2021
- 7) Amanda, F.F., Yamada, R., Uno, M., Okumura, S. and Tsuchiya, N. *Evaluation of Caldera Hosted Geothermal Potential during Volcanism and Magmatism in Subduction System, NE Japan.* geofluids. Hindawi. 3031586, p14, doi.org/10.1155/2019/3031586.