

郷土の生い立ちを語る化石の見つけ方
— 学校内・学区内で見つけれられる化石を理科教材にする試み —
Way to find fossils revealing geological background of hometown
— Fossils found in school or in school district:
good science teaching materials —

細山光也*
Mitsuya HOSOYAMA

key words : 化石 微化石 放散虫 チャート 郷土の生い立ち

1. はじめに

小・中・高等学校理科の地学分野で地層と化石を学ぶ際、実物の化石に触れることは重要である。化石がどのようなもので、どのように産するのかを体感するためには、実物の化石標本に触れさせたり、化石の産地で発掘体験をすることが有効である。化石には地層や岩石と同じように、その土地の生い立ち（地球の歴史）が秘められている。しかし、化石を産出する地層は限られていて、ほとんどの学校内・学区内ではその土地（郷土）の生い立ちを秘めている化石を得ることはできないとされてきた。

愛知県やその周辺地域では、チャート (chert) という堆積岩が、地層またはそこから侵食・運搬・堆積された礫として広く分布している。チャートは、ネット上のフリー百科事典『ウィキペディア (Wikipedia)』によれば、「堆積岩の一種。主成分は二酸化ケイ素 (SiO_2 、石英) で、この成分を持つ 放散虫・海綿などの動物の殻や骨片 (微化石) が海底に堆積してきた岩石 (無生物起源のものがあるという説もある)。断面をルーペで見ると放散虫の殻が点状に見えるものもある。非常に硬い岩石で、層状をなすことが多い。

チャートには赤色、緑色、淡緑灰色、淡青灰色、灰色、黒色など様々な色のものがある。暖色系のものは、酸化鉄鉱物に起因し、暗色系のものは硫化鉄や炭素化合物に起因する。緑色のものは、緑色の粘土鉱物を含むためである。これらは、堆積した環境によって変わると考えられている。」と説明されている。下線部のように、チャートは放散虫などの微化石の塊である (図 1)。放散虫化石については、これまでに多くの研究がなされており、中生代における日本列島像や時代区分の解明に貢献してきた。

チャートの岩体の分布は、化石を産出する他の地層と同様に限られているが、チャート礫に

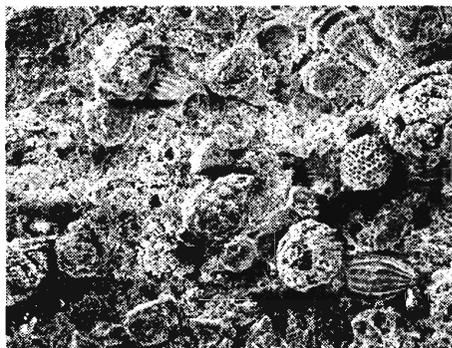


図 1 白亜紀チャートのフッ酸腐食面の走査電子顕微鏡像 (斎藤, 2006 より)

*愛知教育大学附属高等学校
Senior High School attached to Aichi University of Education
hosoyama@aeuhs.office.ne.jp, <http://env.auehs.aichi-edu.ac.jp/>

については、その性質「主成分は二酸化ケイ素」「非常に硬い」により風化侵食への耐性が高いため、普通の大型化石を産しない地層や、再堆積を繰り返した堆積物および土壌中にも普遍的に含まれている。すなわち、愛知県やその周辺地域では、ほとんどの学校内・学区内で、その土地（郷土）の地層や土壌中にもともとあったチャート礫を得ることができる。そして、チャート礫からは、その土地（郷土）の生き立ちを秘めている放散虫などの微化石を得ることができる。

その一方で「主成分は二酸化ケイ素」「非常に硬い」というチャートの性質は、放散虫などの微化石の取り出しを困難なものにしていた。これまでの研究では、フッ化水素酸 (HF) を使ってチャートの表面を溶解し、放散虫化石を分離していた。フッ化水素酸はきわめて危険な薬品であり、小・中・高等学校では使用することができない。最近、橋本ほか (2007) で、「水酸化ナトリウムによる放散虫化石の個体分離法」が紹介された。水酸化ナトリウム (NaOH) も危険な劇薬ではあるが、小・中・高等学校において、教員の指導のもとで使用することができる。

本稿では、橋本ほか (2007) の方法を参考にして、本校生徒による理科課題研究等の実践 (林田ほか, 2009, 足立・細山, 2009, 近藤ほか, 2009, 加藤ほか, 2008) を通して得られた、より安全かつ容易な方法について述べる。また、得られた放散虫化石から、学校内・学区内でその土地

(郷土) の生き立ちの組み立てを試みる。

2. 放散虫化石の取り出し

以下の方法でチャート礫から放散虫化石を取り出した。

(1) 試料 (チャート礫) の採取

校内および近隣の丘陵に露出する三好層の露頭から、チャート礫を採取した。三好層は、本校および愛知教育大学の立地する井ヶ谷丘の上半部を占める未固結の地層 (更新統) で、チャート礫を主体とした砂礫層からなる。三好層の表層部は、最終間氷期の風化作用により赤色土壌化している。校内で見られる三好層は、表層の赤色土壌化した部分 (図 2) で、含まれるチャート礫は、風化作用により溶脱されて白色になり脆くなっている (図 3)。風化作用で放散虫などの微化石が脱落したと思われる小孔が見られるものもある (図 4)。井ヶ谷丘に続く三好町南部の丘陵に露出する三好層の露頭からは、ほとんど風化していない硬いままのチャート礫を採取した (図 5)。

(2) 試料の破碎

チャート礫 1 個を鉄乳鉢に入れ、砕いて 1~2cm 大にする (図 6)。この後、ペットボトルに入れて処理するので、ペットボトルの口から入る程度の大きさにするとよい。

(3) クリーニング

砕いて 1~2cm 大にしたチャートを、細目の

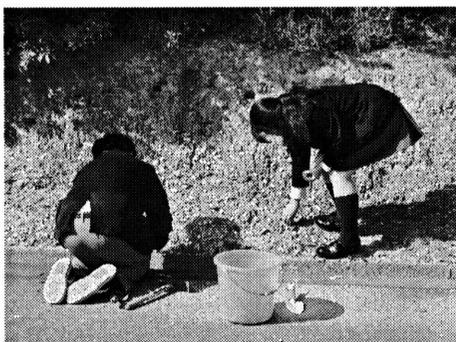


図 2 三好層表層の赤色土壌化部 (本校内の露頭)



図 3 風化作用により溶脱されて白色になり脆くなったチャート礫 (本校内の露頭で採取)

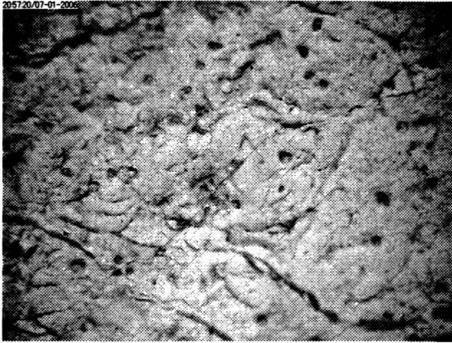


図4 風化作用によりチャート礫表面から微化石が脱落したと思われる小孔

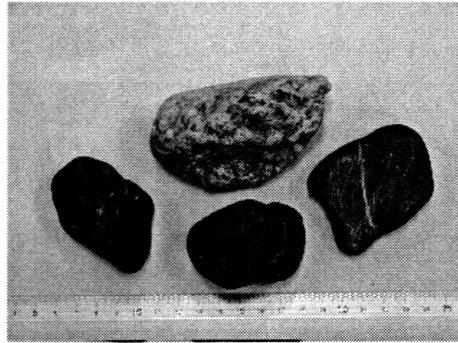


図5 ほとんど風化していない硬いままのチャート礫 (三好町南部の露頭で採取)

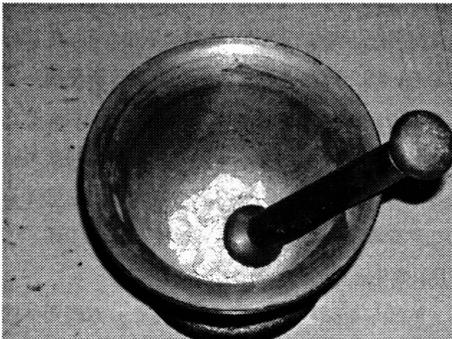


図6 鉄乳鉢でチャート礫を砕く

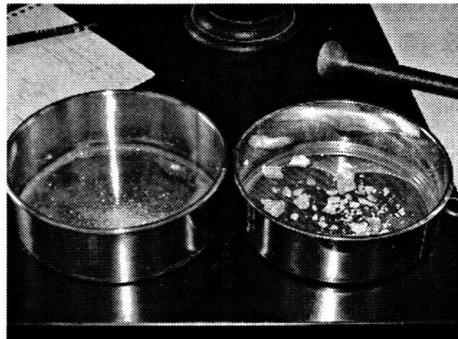


図7 砕いたチャートを細目のふるいにかけ細かい破片を除く

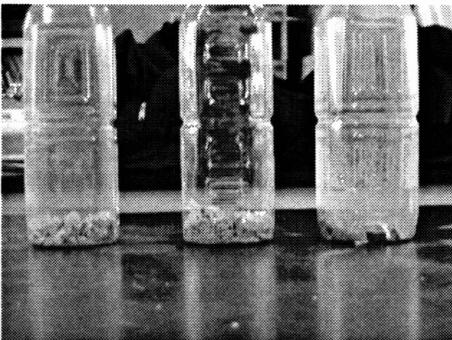


図8 砕いたチャートをペットボトルに入れ 20% 水酸化ナトリウム水溶液を注ぐ



図9 ペットボトルを 500ml ビーカーに入れホットプレートで 2~3 時間湯煎する

ふるいにかけ、細かい破片を除く (図7)。ふるいは、家庭用のものでもよい。風化したチャート礫からは大量の細かい破片が生じ、残しておくと検鏡の際に視野がゴミだらけになるので、可能な限り取り除く。

(4) 水酸化ナトリウム水溶液を加える

クリーニングした試料を、使用済みペットボトルに入れる。ペットボトルは、飲料水用の 500ml のものが扱いやすい。安全のため、なるべく肉厚なものを選ぶとよい。20%水酸化ナトリウム



図 10 中和した試料を茶漉しを使って濃集する

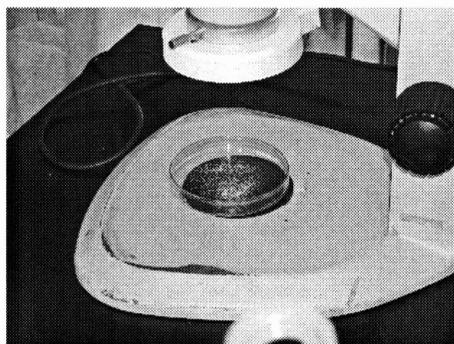


図 11 乾燥した試料をシャーレに移し双眼実体顕微鏡で検鏡する

水溶液をつくり、ペットボトルに試料が浸る程度（約 100ml）まで注ぐ（図 8）。

(5) 加熱処理（湯煎）

試料に水酸化ナトリウム水溶液を加えたペットボトルを、浮き上がらない程度に水を入れた 500ml ビーカーに入れ、ホットプレートで 2～3 時間加熱し湯煎する（図 9）。加熱終了の目安は、試料のチャートの色が水酸化ナトリウム水溶液に溶け出した時期である。90～100℃で加熱を続ける必要があるため、温度管理を容易にする目的でこのような湯煎法を考えた。オリジナルの方法では、試料をステンレス容器に入れ、温度調節機能付きのホットプレートで温度管理する。湯煎法では、温度調節をしなくても 90～100℃を維持することができる。ペットボトルの口を開けたままで 2～3 時間加熱を続けたが、水酸化ナトリウム水溶液の量はほとんど変化しなかった。500ml ビーカーの湯は蒸発により減少するので、随時補給する。安全のため加熱処理は、ドラフトチェンバー内か、十分に換気ができる実験室、または屋外で行う。

(6) 中和処理

加熱処理後の試料は、十分に冷ました後、20%塩酸をペットボトルに加えて中和する。試料に水酸化ナトリウムが残ると、乾燥後も潮解作用によって溶解を続けるため、化石が壊れてしまう。

(7) 微化石の濃集と洗浄・乾燥

中和処理をした試料を、細目のふるいを通し、

200～250 メッシュのふるいで濃集する。濃集した試料は、流水で十分に洗浄し乾燥する。細目のふるいは、家庭用のものか茶漉し等を使用してもよい。200～250 メッシュのふるいが用意できない場合は、細目のふるいを通した試料をビーカーに入れ、静かに沈殿させて上澄みを捨てることを繰り返し、洗浄・乾燥する（図 10）。

(8) 微化石の抽出

乾燥した試料をシャーレに移し、双眼実体顕微鏡で検鏡する（図 11）。放散虫などの微化石を見つけたら、面相筆等を使用して抽出し、微化石用スライドに固定する。これまでに処理したチャート礫のほとんどから、放散虫などの微化石を見つけることができた（図 12）。中和が不十分等、処理が十分でないものからは、微化石を抽出することは困難である。

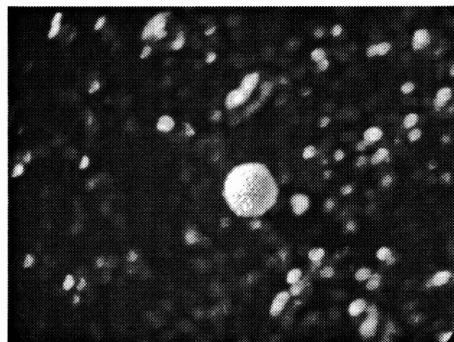


図 12 今回見つかった放散虫化石（写真撮影は名古屋大学大学院環境学研究所氏原研究室の協力による）

3. 土地（郷土）の生い立ちの組み立て

井ヶ谷丘をつくる三好層表層の赤色土壌化した部分に含まれるチャート礫から、放散虫化石が得られたことから、次のような土地（郷土）の生い立ちを組み立てることができる。

(1) 古生代後半～中生代前半（チャートの形成）

当時の海洋に生息していた放散虫などのプランクトンの遺骸が大洋底に堆積し、プレート運動により大陸の縁辺部に押し付けられる。これが日本列島の骨組みである付加体のチャートとなる。時代的には、恐竜と同じかより古いものである。

(2) 中生代後半～新生代第四紀更新世前半（チャートの露出）

海底でできたチャートは、地殻変動により上昇し陸上に現れる。この期間には、大規模な火成作用によりチャートが変質したり、日本列島が大陸から離れたり、愛知県周辺地域が海や湖になったりしていたが、チャート礫と含まれる微化石からは、その詳細を知ることはできない。第四紀更新世に日本列島の地殻変動は活発化し、現在見られるような険しい地形が形成されていた。地表に露出したチャートは侵食され、礫となって河川に運ばれ、河床に堆積して三好層などの地層となった。

(3) 第四紀更新世後半～現在（三好層の丘陵化と赤色土壌化）

氷期と間氷期の繰り返しによる海水面の上下変動と、引き続き土地の上昇によって三好層の堆積は終わり、侵食されて丘陵になっていった。約 12 万年前の最終間氷期には、愛知県周辺地域は現在の沖縄並みの亜熱帯気候になった。亜熱帯気候下の風化作用により、丘陵表層部の三好層は赤色土壌化し、含まれるチャート礫は溶脱されて白色になり脆くなっていった。

4. おわりに

水酸化ナトリウムを使用する安全かつ容易な方法により、小・中・高等学校の学校内・学区

内で得られるチャート礫から、その土地（郷土）の生い立ちを知ることができる放散虫化石を取り出すことができた。化石は決して特別なものでなく、身近な地層や土壌から見つけることができ、その土地（郷土）の生い立ちを知ることができるものである。化石についてこのように理解することは、地層と化石を学ぶ上で重要なことである。本稿で紹介した方法により、多くの学校で身近な化石を扱えるようになれば幸いである。教育大学の附属校である本校では、将来教員を目指す生徒がこの方法を習得し、小中学生に教えられる機会を考えている（足立・細山, 2009, 近藤ほか, 2009）。

謝辞

名古屋大学大学院環境学研究所の氏原 温准教授には、方法の改良への示唆を与えていただき、放散虫化石の写真撮影に便宜を図っていただいたことに感謝いたします。

参考文献

- 足立 敏・細山光也, 2009, SPP 中高連携『身近な物質・身近な環境』～身の回りのことを科学の目で見てみよう』の実践 ― 教え方を教える高校生から見えてくるもの ―. 愛知教育大学附属高等学校研究紀要, 36, 51-60.
- 橋本寿夫・村田 守・西村 宏・藤岡達也, 2007, 水酸化ナトリウムによる放散虫化石の個体分離法について. 地学教育, 60, 201-209.
- 林田香織・細山光也・安形和之・足立 敏・加藤 透, 2009, 生徒の自己変革を促す理科教育の試み V ― 高等学校における連携する理科教育の実施 (5) ―. 愛知教育大学附属高等学校研究紀要, 36, 1-14.
- 加藤みやび・富田弦奨・森喜代孝・植田雅生・近藤拳斗・柴田貞史・蔵座 豊・柴田剛志・福田雅之・三根健史・相木美紀・馬場美里, 2008, チャート礫に含まれる微化石の研究.

- 日本地質学会第 115 年学術大会 (2008 秋田大会) 「小さな Earth Scientist のつどい～第 6 回小, 中, 高校生徒「地学研究」発表会～」講演要旨, 9.
- 近藤敬宏・柴田 壘・竹内 誠・中山託矢・松井 隆, 2009, 身近なところで生命の歴史を見つけよう —高校生が小中学生に教えら
- れる身近な古生物の見つけ方の研究—, 第 50 回日本植物生理学会年会「高校生生物研究発表会」要旨集, 17.
- 齋藤靖二, 2006, チャートという岩石. 自然科学のとびら (神奈川県立生命の星・地球博物館広報誌) 12 巻 4 号, 26.