

# 愛知県三好層に含まれる礫と砂に含まれる重鉱物の研究\*

細山光也†・愛知教育大学附属高校課題研究グループ‡

key words : 三好層, 礫, 砂, 重鉱物, 課題研究, 地学教育

## 1. はじめに

愛知教育大学附属高等学校理科では、平成2年度より理系を中心とした生徒が、研究テーマを設定し自主的に実験を進め結果をまとめるという「課題研究」を継続実施している(細山ほか, 2003など)。地学分野でも多くのテーマが選択され、その成果を報告してきた(細山, 1994; 1995; 2003など)。平成16年度の課題研究では、身近な地形・地質を対象とした2つのテーマが選択された。「三好層に含まれる礫の研究」では、学校の建っている井ヶ谷丘を構成する地層である三好層に含まれる礫に注目し、チャートにはどのような礫があるのか、チャート以外の礫も含まれているのか、を調べ、井ヶ谷丘の表面の強い風化を受けた三好層の礫と比較して、その結果から土地の生い立ちを考えた。「砂に含まれる重鉱物の研究」では、平成15年度に本校で実施されたSPP(サイエンス・パートナーシップ・プログラム)招42「化石から見る生物の進化と歴史」で体験した「パンニング」という砂金採りの方法を使い、身近な土や地層の中に重鉱物や貴金属が残っているかを調べ、時代的に関連する地層の重鉱物と比較して、身近な土地の生い立ちを考察した。これらの内容を以下に述べる。

## 2. 三好層に含まれる礫の研究

### (1) 三好層の礫について

附属高校を含む愛知教育大学のキャンパスは、

\*名古屋地学会第258回例会で一部講演

†愛知教育大学附属高等学校

‡安真奈・高木栄実・恩田佳代子・北川菜美子・原田直之・立田真紀子

env@aeuhs.office.ne.jp

http://env.aeuhs.aichi-edu.ac.jp/

高低差10mほどの緩やかな丘陵地である井ヶ谷丘の上に位置する。井ヶ谷丘は、今から50万～70万年前にこのあたりを流れていた大きな河川によって堆積した、三好層という地層でできている(図1)。牧野内(1988)などでは、三好層はそのほとんどがチャート礫からなる礫層とされている。キャンパスのあちこちで目にする赤茶けた土に白っぽい石ころが混じったような地層は、三好層の一部で、強い風化を受けた表面の部分である。

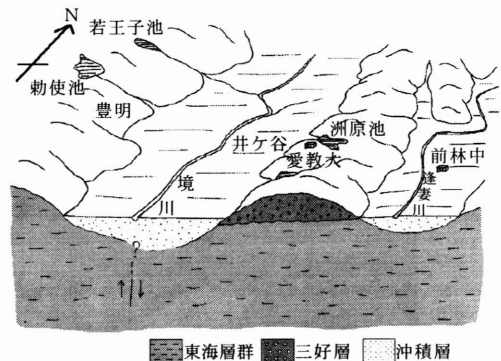


図1 井ヶ谷付近の地層の様子(細山光也, 2001より)



図2 礫の採取地点(MapionBBより)

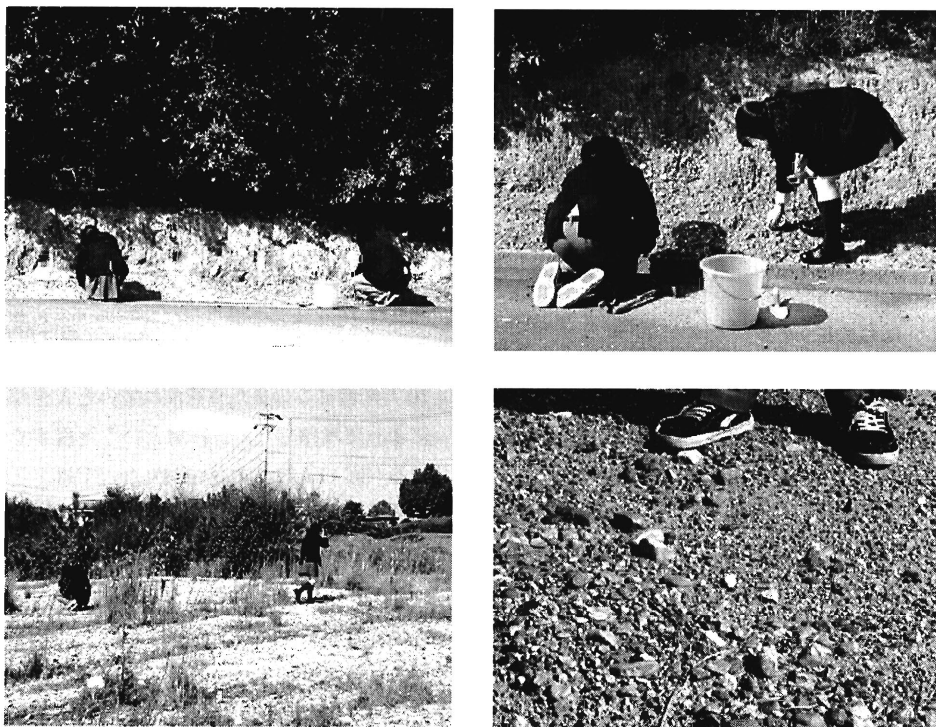


図3 礫の採取の様子 (上: Point 1, 下: Point 2)

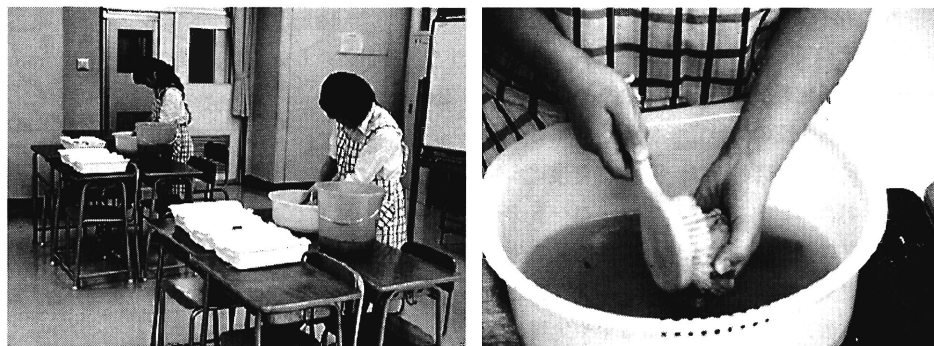


図4 礫の洗浄の様子



図5 礫の分類作業

(2) 礫の採取

井ヶ谷丘表面の強い風化を受けた三好層として、愛知教育大学附属高校の校内の Point1 で礫を採取した。Point1 は、高さ 1m ほどの小さな崖で、附属高校を建てる時に造成によってできたものである。また、あまり風化していない三好層として、三好町北部の Point2 で礫を採取した。Point2 は、最近の宅地造成によって三好層でできた丘陵地の表面が削られ、内部の礫層がむき出しになっている。風雨によって礫層が洗われ、礫がたまったようになっている。

(3) 礫の洗浄

採取してきた礫は、その特徴を観察しやすくするために、表面を水で洗浄した。礫に傷がつかないように、柔らかい毛のブラシを使って洗浄した。

(4) 礫の分類

洗浄した礫を、特徴によって分類し、岩石の種類を調べた。チャート礫は比較のために、色や模様などでさらに分類した。

(5) 結果

a. 礫全体について Point1, Point2 ともにチャート礫が全体の 9 割を越えた。牧野内(1988)などで、チャートを主とする礫層であると記載されていたことが裏付けられた。チャート以外の礫としては、硬砂岩、ホルンフェルス、結晶片岩、火山岩も若干含まれている。これらの礫は、強い風化を受けている Point1 では少なく、風化をあまり受けていない Point 2 では

やや多くなっている。礫の大きさは、Point1 ではほとんどが中礫サイズである。Point2 でも中礫サイズが主だが若干大きめで、大礫サイズのものも混ざりようになる。

b. チャート礫について チャート礫を主に色によって分けてみた。Point1 ではほとんどのチャート礫が風化によって白っぽくなっているため、礫の表面や内部に残された色から元の色を推定して分けた。チャート ((黒)) としてあるものは、Point1 でも白っぽくならず、黒色が残っているものである。

(6) 礫の起源について

a. チャート 中生代ジュラ紀の大洋底に、珪質な殻をもつ放散虫などの遺骸が降り積もり、プレート運動によって現在の日本列島の位置に掃き寄せられたものである。SiO<sub>2</sub> を主成分とし、緻密で硬質、風化には強い耐久性がある。美濃帯や秩父帯の中古生層として、広く分布している。

b. 硬砂岩 グレイワックとも呼ばれ、中生代に陸近くで堆積した砂岩である。風化にはやや強く、中生層としてチャートとともに分布する。

c. ホルンフェルス 中生層の堆積岩が、中生代白亜紀～古第三紀に変成した、黒くて緻密な岩石である。風化にはやや弱く、美濃帯や秩父帯の中古生層に伴って分布する。

d. 結晶片岩 中生層が、中生代白亜紀～古第三紀に広域変成を受けてできた変成岩である。風化にはやや弱く、領家帯や三波川帯といった変成帯に分布する。

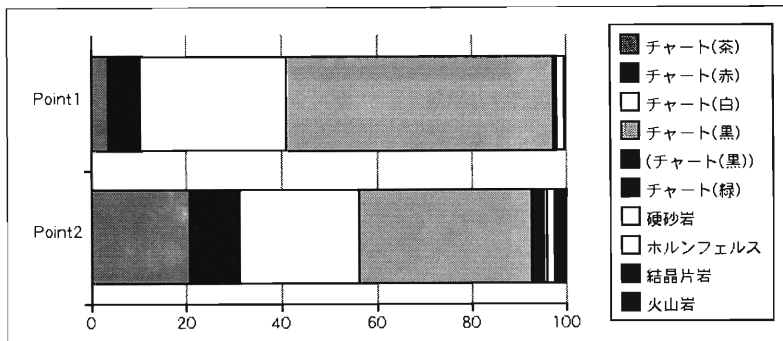
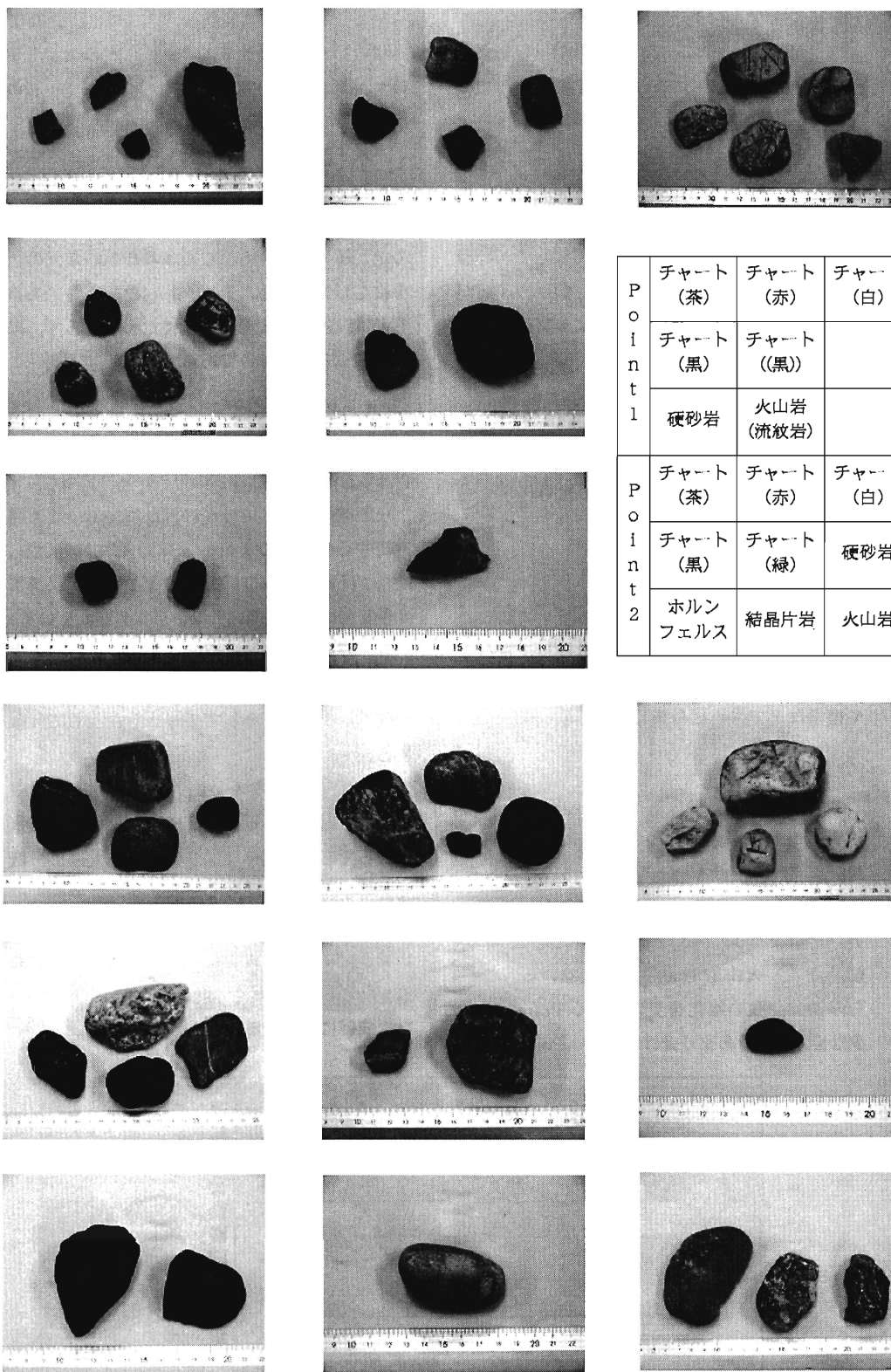


図 6 礫の割合



P o i n t 1	チャート (茶)	チャート (赤)	チャート (白)
	チャート (黒)	チャート (黒)	
	硬砂岩	火山岩 (流紋岩)	
P o i n t 2	チャート (茶)	チャート (赤)	チャート (白)
	チャート (黒)	チャート (緑)	硬砂岩
	ホルン フェルス	結晶片岩	火山岩

図7 礫の写真

e. 火山岩 第三紀中新世に東三河の設楽地方で起こった火山活動でできた、設楽層群のものである。今回見つかった礫の中では最も風化に弱く、くさり礫になりかけたものもある。

#### (7) 考察

三好層の礫からは、地層そのものよりはるかに古い歴史をたどることができる。最も古いのはチャート礫と硬砂岩礫で、1億年以上前につくられた、日本列島の骨組みの一部である。次に古いのはホルンフェルス礫と結晶片岩礫で、日本列島の骨組みができた後の大規模な地殻変動を記録している。最も新しいのは設楽層群の火山岩礫で、日本列島が大陸から離れ、現在の姿になっていく過程の一部を記している。これらの岩石は、新生代第三紀中新世の後期～鮮新世にかけて風化・侵食を受け「東海湖」に礫として堆積した。東海湖消滅後、東海層群が風化・侵食を受け、河川に運ばれて礫などが三好層に再堆積した。今から約12万年前には、このあたりは亜熱帯気候になり、三好層の表面付近は強い風化を受け、丈夫なチャート礫は色が変わって白っぽくなったが、礫としての形は残った。堆積をくり返すたびに他の礫は壊れ、チャート礫の割合が増えていった。

### 3. 砂に含まれる重鉱物の研究

#### (1) 砂に含まれる重鉱物について

最近、トルマリン（電気石）や水晶（石英）などの鉱物が、さまざまな取り上げ方をされている。重鉱物と呼ばれるガーネットやジルコンは比較的比重が大きく、貴石として利用されている。また、金やプラチナなどの貴金属は、より比重が大きく、ガーネットやジルコンとともに丈夫で腐食されにくいので、侵食と堆積を何度もくり返して地層に入っている可能性がある。

#### (2) 砂を採取した身近な地層について

今回、重鉱物を取り出すために採取した砂は、愛知教育大学附属高校の周辺に分布している三好層と瀬戸層群矢田川層のものである。

牧野内（1988）によれば、三好層は、新生代

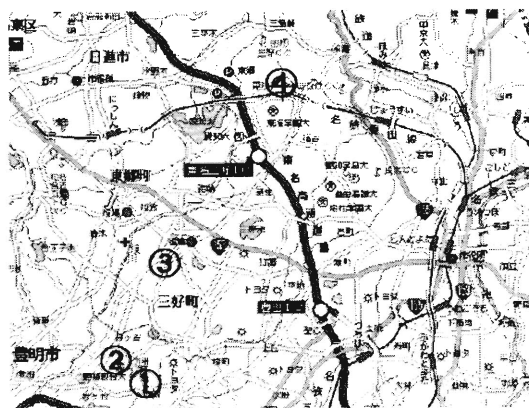


図8 地層の採取地点 (MapionBB より)

第四紀更新世の50万～70万年前に堆積したと考えられている地層で、瀬戸層群矢田川層はより古く、新生代第三紀鮮新世の300万～500万年前に堆積した地層である。三好層は、主に礫層や砂礫層でできていて、砂層や泥層を挟んでいる。瀬戸層群矢田川層は、主に砂層や泥層でできている。

#### (3) 地層からの砂の採取

三好層からは地点①～③の3カ所、瀬戸層群矢田川層からは地点④の1カ所で砂を採取した。地点①は三好層最上部の風化して赤褐色土壌化した砂礫層、地点②は三好層上部の赤褐色をした砂礫層、地点③は三好層中部の黄土色をした砂層、地点④は瀬戸層群矢田川層の灰白色をした砂層である。それぞれの地点で、地層の表面をはぎとり、なるべく風化していない砂層や砂礫層から300～500gくらい採取した。採取した砂や砂礫はビニール袋に入れて学校に持ち帰り、数日間乾燥させた。

#### (4) 採取した砂の処理

乾燥させた砂から大きな石などを取り除く。次にプラスチックのバケツに入れて水洗いし、泥分やゴミを取り除く。泥分が多いものは超音波洗浄器にかけ、砂の粒子に付着した泥分を落とす。洗浄が終わった砂は、1mmのメッシュの篩にかけ、粒度を揃える。こうしてきれいにした砂をパンニングして、重鉱物を集める。重鉱物が濃集された砂は、100mlのピーカーに入れて乾燥させる。



図9 砂を採取した地層の写真

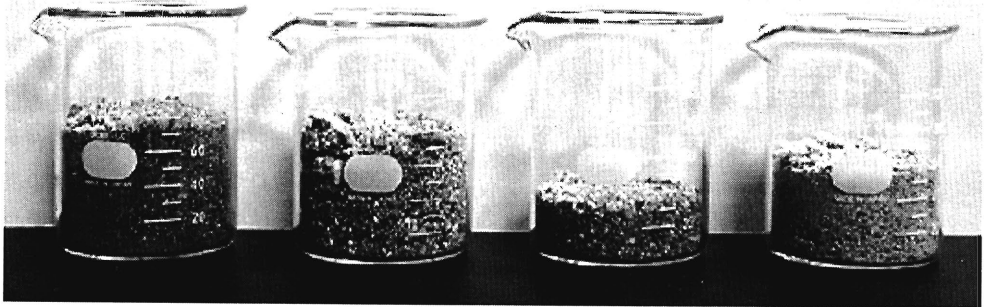


図10 採取した砂の写真 (左から①, ②, ③, ④)



図11 砂の処理 (バケツで水洗→篩で粒度を揃える→パンニング)





図 12 USB 顕微鏡での観察

#### (5) 重鉱物の観察方法

乾燥させた重鉱物が濃集された砂を、パソコンに接続した USB 顕微鏡 (Intel Play QX3 Computer Microscope) を使って観察し、野尻湖火山灰グループ (1989) を参考にして、重鉱物の種類、色や形の特徴などを記録した。

#### (6) 重鉱物の観察結果

a. 三好層最上部の砂礫層 重鉱物は非常に少ないが、4カ所の砂の中では最もたくさん含まれる。ほとんどが磁鉄鉱またはチタン鉄鉱で、角閃石らしき鉱物が若干見られる。磁鉄鉱は、外形が溶蝕されたようになっているものが多く見られる。重鉱物以外は、ほとんどが石英と長石である。

b. 三好層上部の砂礫層 重鉱物は非常に少なく、ほとんどが磁鉄鉱またはチタン鉄鉱である。磁鉄鉱は、三好層最上部の砂礫層と同じように外形が溶蝕されたようになっているものが多く見られる。重鉱物以外は、ほとんどが石英と長石である。

c. 三好層中部の砂層 重鉱物は非常に少なく、ほとんどが磁鉄鉱またはチタン鉄鉱である。磁鉄鉱は、三好層最上部の砂礫層と同じように外形が溶蝕されたようになっているものが多く見られる。重鉱物以外は、ほとんどが石英と長石である。

d. 瀬戸層群矢田川層の砂層 重鉱物は非常に少なく、ほとんどが磁鉄鉱またはチタン鉄鉱である。磁鉄鉱の割合は4カ所の中で最も多く、あまり溶蝕されていないのが特徴である。他の

重鉱物としては、薄桃色をしたジルコンが若干見られる。角閃石も少量見られるが、外形は割れたようになっている。重鉱物以外は、ほとんどが石英と長石である。

#### (7) 考察

今回研究した4カ所の地層は、時代的に近いものと離れたものがあるが、砂に含まれる重鉱物の特徴は全体として良く似た結果になった。これは、これまで言われてきたように、三好層をつくっている堆積物の多くは、瀬戸層群をつくっていた堆積物がリサイクルされてできた、という考えを肯定し裏付けるものだと考えられる。瀬戸層群ができるときには、むき出しになった花こう岩などが風化・侵食されて、その鉱物が砂となって堆積し、三好層ができるときには、すでに地層となっていた瀬戸層群が風化・侵食されて、もう一度堆積し直した、ということである。風化・侵食を1回受けただけの瀬戸層群より、2回受けた三好層の方が、重鉱物の種類が減ってより丈夫な磁鉄鉱の割合が増えていること、磁鉄鉱の溶蝕がより進んでいることは、当然の結果であると考えられる。

三好層最上部の砂礫層で、重鉱物の割合が最も多かったのは、これまで言われてきたように、三好層ができた後の今から約12万年前に温暖期が訪れ、このあたりが亜熱帯気候にまでなったことにより、地層表面の風化が進んで重鉱物が濃集したのだと考えられる。今回洗い流してしまった赤褐色の泥分は、そのときの亜熱帯気候でできたと言われている。以前の課題研究で、三好層最上部の泥分が赤褐色なのは、鉄 (III) イオンが含まれているからである、という結果が出ている (細山, 1994) が、その鉄の起源は、溶蝕された磁鉄鉱ではないかと、今回の結果から考えることができる。

#### 4. おわりに

愛知教育大学附属高等学校の立地する井ヶ谷丘構成する三好層の礫と砂を、課題研究の身近なテーマとして研究した。生徒たちは2グループに分かれて研究を行ったが、結果はまとめて第

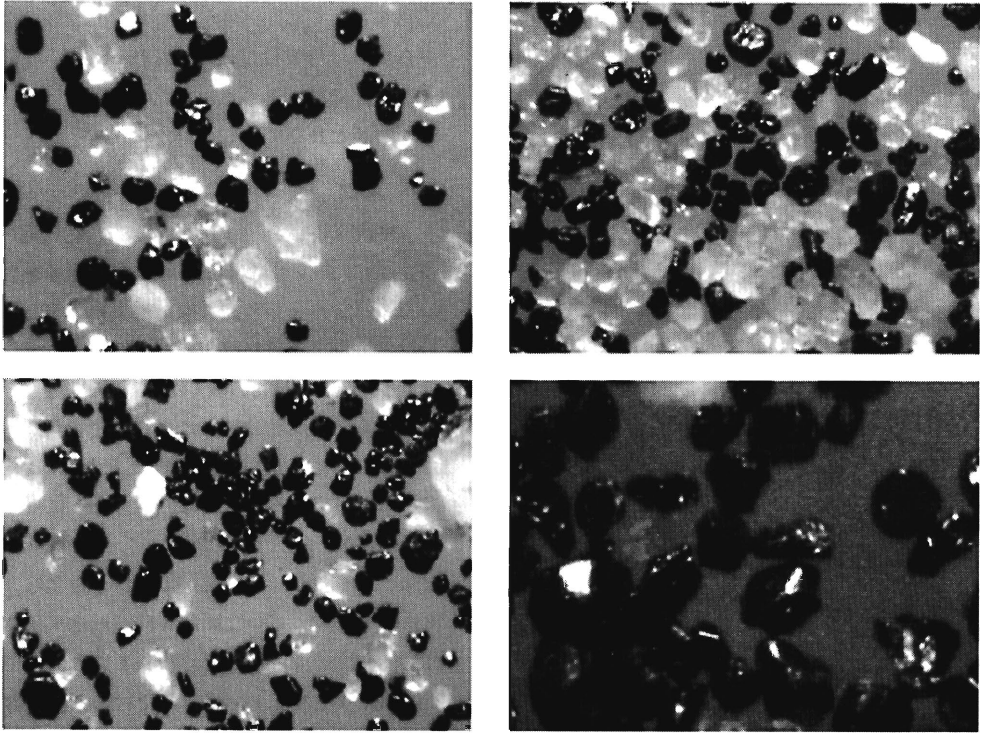


図 13 三好層最上部の砂礫層に含まれる重鉱物の写真 (右下のみ 200 倍, あとは 60 倍)

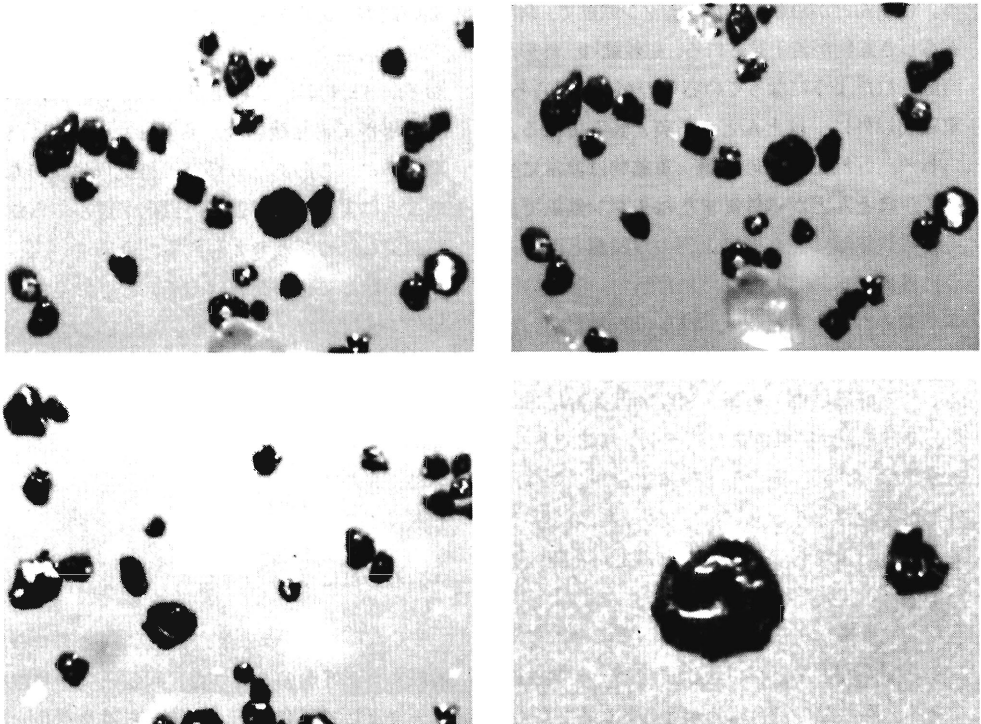


図 14 三好層上部の砂礫層に含まれる重鉱物の写真 (右下のみ 200 倍, あとは 60 倍)



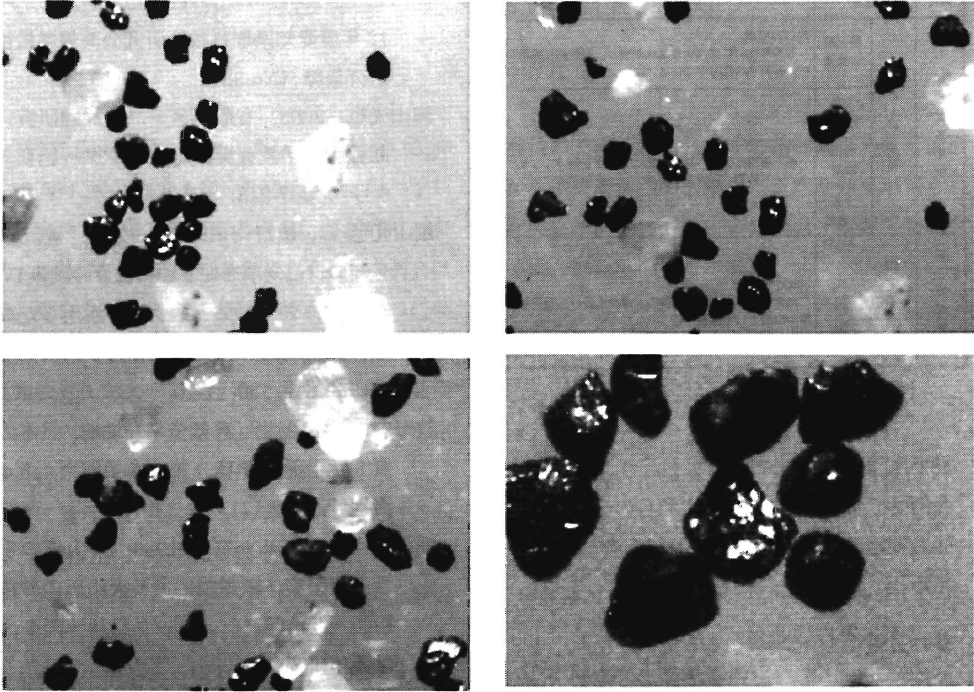


図 15 三好層中部の砂層に含まれる重鉱物の写真 (右下のみ 200 倍, あとは 60 倍)

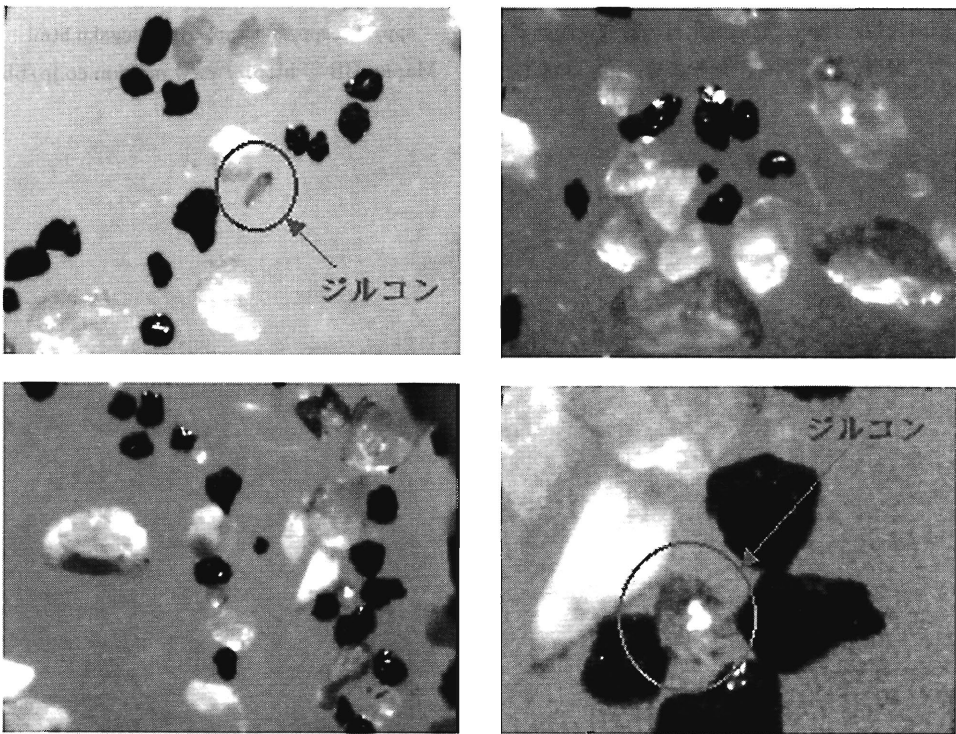


図 16 瀬戸層群矢田川層の砂層に含まれる重鉱物の写真 (右下のみ 200 倍, あとは 60 倍)

時代	地層	できごと	
第四紀更新世	三好層	最上部砂礫層	約12万年前 亜熱帯性の気候により風化が進み、磁鉄鉱は溶融を受け、赤褐色の泥分ができる
		上部砂礫層	50万～70万年前 瀬戸層群の砂層や泥層が風化・侵食を受け、リサイクルされて三好層の砂礫層や砂層として堆積する
		中部砂層	
		下部砂礫層	
第三紀鮮新世	瀬戸層群	300万～500万年前 廣岡の花こう岩などが風化・侵食を受け、瀬戸層群の砂層や泥層として堆積する	

図 17 井ヶ谷丘の生い立ちのまとめ

48回日本学生科学賞に応募したり、名古屋地学会例会会で発表したりした。これらのテーマは、今後も課題研究で継続して取り組んでいく予定である。

参考文献

細山光也, 1994, 主体的判断力を育成する理科課題研究指導－地学領域での実践－. 地学教育, 47, 209-218.  
 細山光也, 1995, 放散虫化石の研究－課題研究指導の実践例－. 地学教育, 48, 175-183.

細山光也, 2001, 郷土の自然と生い立ち. 平成12年度愛知県理科教育研究会高等学校部会研究集録 (No.38).

細山光也, 2003, 有殻アメーバの課題研究. 愛知教育大学教育実践総合センター紀要 (第6号), 207-213.

細山光也・櫛田敏宏・小田木俊一・足立 敏, 2003, 生徒の自己変革を促す理科教育の試み IV – パソコンやインターネットを活用した高校理科課題研究－. 愛知教育大学附属高等学校研究紀要, 30, 1-10.

牧野内 猛, 1988, (3) 知多半島地域. 日本の地質 5 中部地方 II 第5章第四系 5.4 東海地域, 169-171, 共立出版.

野尻湖火山灰グループ, 1989, 火山灰の手引き－双眼実体顕微鏡による火山灰の砂粒分析法－. 地学ハンドブックシリーズ4, 地学団体研究会.

(参考 URL)

2003SPP 「化石から見る生物の進化と歴史」  
[http://env.auehs.aichi-edu.ac.jp/fukouchigaku/spp/2003spp/2003spp\\_kiyou\\_chigaku.html](http://env.auehs.aichi-edu.ac.jp/fukouchigaku/spp/2003spp/2003spp_kiyou_chigaku.html)  
 MapionBB <http://www.mapion.co.jp/bb/>