

第252回 (平成27年10月25日)

## 香焼 (香焼層・古第三系) ~ 岳路 (三ツ瀬層・白亜系?)

— 授業で使える地層の基本的な見方を研修する —

山川 続 (長崎市立桜馬場中学校)

### 1 観察場所

#### ① 香焼町浄化センター前

香焼層上部の蛇行河川堆積物 (れき岩、紫赤色頁岩、珪化木など)

#### ② 深堀町有海海岸

長崎変成岩類 (周防帯) と三ツ瀬層? (白亜系) の砂岩互層の接触部分

#### ③ 岳路海岸

野母変斑れい岩複合岩体と三ツ瀬層? (白亜系) の接触部分

### 2 主な観察内容

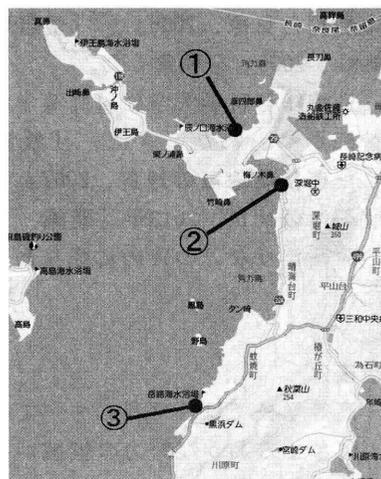
#### ① 香焼浄化センター前 (香焼層上部の蛇行河川堆積物)

海岸に降りると、緑色の溶結凝灰岩 (火砕流堆積物) の転石を見つけた。これは、五島に分布している“築地層”とよばれる火山砕屑岩である。火山礫・凝灰岩を主体としていて、層理がはっきりしない。新鮮な部分は溶結していきわめて硬いので、石材として使われている。全体が黒くなっているものは、溶結してガラス質になっているためである。この海岸では、テトラポットの重しとして使われているのだろう。

参加者から、海岸にある地層が河川堆積物とする理由は何かという質問があった。そこで、参加者の意見をまとめ、化石は出ていないが石炭や珪化木があること、多くのクロスラミナが発達しているので絶えず水流の向きが変わっていること、紫赤色頁岩があるので酸化鉄ができる環境であったことなどから河川堆積物であると説明した。

この海岸では、砂岩~れき岩と紫赤色頁岩の厚い互層が露出している。紫赤色頁岩の部分は侵食に弱いので、表面が削られ、ほぼ水平になっている。香焼層は多雨期の洪水から、乾期の乾燥への気候的变化を繰り返す陸域の環境のもとで堆積した地層である。紫色をした岩石 (紫赤色頁岩) が数枚ある。この紫色の原因は、酸化鉄や赤鉄鉱が含まれているため、現在のサバンナ型気候区の赤色土によく似ている。堆積当時の乾期の気候のため、気温が上昇して赤鉄鉱などが生じたと考えられる。

海岸に露出している地層は、蛇行河川の氾濫源に堆積したと考えられる。泥が多い氾濫源堆積物より、砂が多い堆積物である。河道から少し離れた場所 (自然堤防など) で堆積したのではないだろうか。砂とれきが交互に重なっているため、何度も洪水が起こり、あふれ出て堆積



したと思われる。そして、自然堤防からあふれた泥が静かに堆積し地表に露出し、酸化して紫赤色頁岩になったと考えられる。大洪水を繰り返すたびに河道が移動し、本流に近い場所ではれき、離れた場所では砂、自然堤防を越えた場所には泥が堆積することを繰り返したと考えられる。

地層の中に珪化木がある。すでに陸地の水辺でケイ酸成分(ガラスの主成分)がしみこんでいた木材は珪化木になり、他の多くは石炭になったと考えられる。しかし、その成分の量が少なかったためか、少し炭化している。石炭層には珪化木が含まれ、石炭を採掘した時に出た珪化木は、ボタ山に捨てられた。

以前、この場所で日曜地質巡検を行った時、鎌田先生から「世界中の砂浜は中粒砂でできていて同じなのはなぜか。」という質問を受けたのを思い出した。さざ波のエネルギーが全世界同じなので、そのエネルギーが中粒砂を運ぶのに合っているからだと説明されたように思う。

### ◎香焼層の堆積環境

**多雨期の洪水から乾期の乾燥への気候的变化を繰り返す陸域の環境**の下で堆積した地層である。雨季と乾期の交代は、れき質砂岩～砂岩～頁岩を単位とする輪廻層が繰り返されることと一致していると考えられる。

すなわち、雨期には土砂が運搬され下方に粒度の大きいものから順に堆積し、砂岩の部分ではクロスラミナの発達著しい。そして徐々に雨期から乾期へと移るとともに頁岩となり、気候が安定し頁岩の色が紫赤色化される。

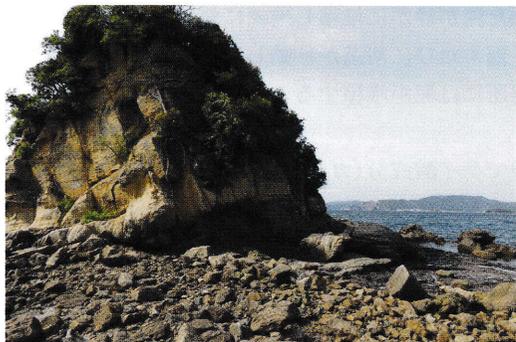
再び雨期となり土砂が運ばれ紫赤色頁岩の上に堆積する。紫赤色頁岩とすぐ上に重なるれき質砂岩との接触部は砂岩の重みや砂岩が運搬される途中で頁岩をけずりとり、頁岩の上面は凹凸になっている。

香焼層上部

- ・ 香焼島中央部に分布する。
- ・ 含れき粗粒砂岩の中に紫赤色頁岩が挟まれている。
- ・ 分級作用が良い層が重なり合っている（小堆積輪廻を構成）。  
 ※小堆積輪廻層  
 れき質砂岩→砂岩→紫赤色頁岩を単位とする。
- ・ 含れき粗粒砂岩中のれきは下部のものと大差ない。  
 ※結晶片岩類が極めて多くなっている。

香焼島下部

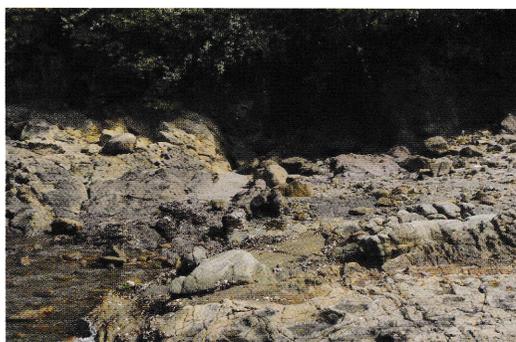
- ・ 香焼島北東部に分布する。
- ・ **含れき粗粒砂岩を主体**にし、頁岩、砂岩等をレンズ状に含んでいる。  
 れきはかなり円磨度は高いが分級作用は悪い。  
 ※れき種（砂岩、頁岩、石英、火山岩、花崗岩、ペグマタイト、赤色チャート、結晶片岩など）
- ・ **紫赤色頁岩はほとんど含まれず**、わずかにレンズ状に挟むだけである。



香焼浄化センター前の岩場



れき岩



紫赤色頁岩 (写真中央)



珪化木 (一部炭化)

② 長崎変成岩類 (周防帯) と三ツ瀬層? (白亜系) の接触部分

(長崎市深堀町有海海岸)

崖に長崎変成岩類 (周防帯)、海岸に三ツ瀬層? (白亜系) の砂岩・泥岩互層が分布している。両者が断層によって、不整合関係で接している部分を観察できる。この関係は、長崎市北浦町の赤崎鼻と同じだと思われる。

スラス (衝上断層) により、本地域に分布する地層 (白亜系～古第三系) の白亜系の部分が押し上げられたのではないだろうか。北浦町の赤崎鼻では三ツ瀬層の海成層を含む部分 (イノセラムスとアンモナイト化石を産出) が、長崎半島では河川堆積物の部分 (恐竜化石等を産出) が押し上げられ、上位の古第三系と同じ高さに露出しているのではないかと考えられる。



- 三ツ瀬層→約8, 100万年前
- 長崎変成岩類 (2種類に分けられる)
  - ・三波川帯→8000～6000万年前 (点紋帯の片岩)
  - ・三郡変成岩 (周防帯)→約2.2億年前 (千枚岩から無点紋片岩)

三郡変成岩（周防帯）と三ツ瀬層？の砂岩の接触部分を観察すると、黒い泥質状のものが周防帯の上に重なっている。

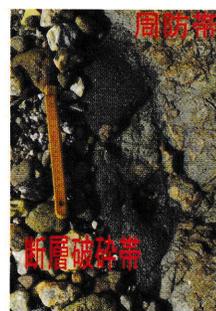
スラスト（衝上断層）による断層破碎帯の一部だと思われる。

動力の原因は、沖縄トラフによる西側からの力ではないかと考えられる。



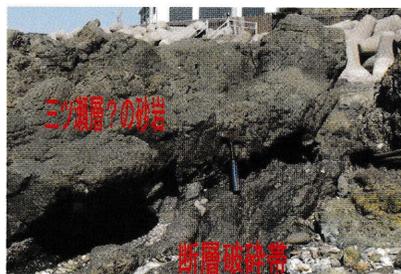
中央部の黒色部分が破碎帯の泥質部分である。約1mの厚さで断層破碎帯がある。

下見の時ははっきり観察できたが、当日は、砂や小石に埋もれて観察できなかった。



三ツ瀬層？の砂岩との境界部分も、粘土質の黒い部分が何層にも重なり、縞模様になっている。

筋状に伸びた黒色の圧碎部分を観察できる。



### ※三波川変成帯の上昇問題

低温高圧型の変成岩が地表にあらわれるためには、高温低圧型変成岩よりも、もっと深部から上昇しなければならない。低温高圧型の変成作用は、深部へ冷たい海洋プレートが沈み込んでいる先で起こる。そのような場所では、深部の冷たい海洋プレートに向かって地温が下がる「地温の逆転現象」が考えられる。つまり、深部の低温高圧領域と地表の間に、やや高温の中間領域が存在する可能性がある。

低温高圧変成岩が上昇するときに、そのような中間領域にとどまれば、変成作用が進んでしまい、もはや「低温高圧変成岩」でなくなってしまう。Nelson 教授によれば、現在の地球でみられる低温高圧変成帯は、上昇途中で変成が進まずに地表に到達できる条件を満たしたもので、上昇中に変成を受けて失われた低温高圧変成岩も多いと考えられる。

このように、三波川変成帯があらわれるためには、やや高温の中間領域を一気に通り抜けるか、冷たい海洋プレートが沈み込んでいるすぐ上の低温域を沈み込みと逆向きにたどる必要がある。三波川変成帯を急上昇させた原動力や経路も未解決である。

※長崎変成岩類の分類 (周防帯・三波川帯並列説)

<p>三波川帯</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・8800～7800万年前 (白亜紀後期)</li> <li>・点紋片岩 (Nishimura1998)</li> <li>・ざくろ石帯と黒雲母帯 (宮崎・西山1989)</li> </ul>	<p>西彼杵半島や天草下島西海岸に露出する長崎変成岩類のほとんど</p>
<p>(野母構造線)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・破砕帯を伴う明瞭な断層</li> <li>    脇岬—高浜間の走向はN15° E</li> <li>    高浜—蚊焼間の走向はN25° E</li> <li>    蚊焼—深堀間の走向はN60° E</li> <li>    ※傾斜はほぼ一定で30° NW</li> </ul>	<p>は三波川帯の延長とみなされる。周防帯はまだ確認されていない。</p>
<p>三郡変成岩 (周防帯)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>・約2.2億年前 (ジュラ紀前—中期)</li> <li>・無点紋片岩 (Nishimura1998)</li> <li>・緑泥石帯 (宮崎・西山1989)</li> </ul>	<p>天草下島西海岸あるいは西方海域が有望である。</p>

③ 岳路海岸

(1) 野母変斑れい岩複合岩体



長崎半島の先端、野母崎町の北部約4kmの海岸は、波に侵食を受けた海食崖が発達し、暗緑灰色の「野母変斑れい岩複合岩体」が露出している。この岩石は、玄武岩質のマグマが地下深部で徐々に冷えてでき、輝石や斜長石を主成分とする「斑れい (斑糲) 岩」が造山作用等に伴う高圧により変成を受け、地殻変動によって地表に露出したものである。この地域の変斑れい岩の放射年代を測定した結果、約5億年前という非常に古い形成年代を示すことが判明した。

斑れい岩は大洋の中央海嶺と呼ばれる海底火山脈のマグマ溜りで形成されることが多い。最近のプレートテクトニクスの考えを導入すれば、約5億年前に海嶺下でできた斑れい岩がプレートとともに長崎周辺へ移動したことも考えられる。この年代は日本列島の基盤岩「土台石」の年代に近いもので、九州最古の代表的な岩石であるといえる。変斑れい岩に伴って割れ目に沿って、方解石や石英の細い脈が見られる。また、その他の鉱物も、白い脈に伴って見られる。

野母変斑れい岩複合岩体と堆積岩との境界部分を参加者で探したが、砂に埋もれていて、見つからなかった。

(2) 三瀬層？



香焼層と似た環境で堆積したと考えられる。ほとんどの岩石が粗粒砂岩～れき岩で、特にれき岩が多い。頁岩層をはさむが、香焼層のようにはっきりとした紫赤色になっていない。

岳路の通称“弁慶岩”（どの大岩なのかは不明）で以前発見された骨化石が、恐竜なのかほ乳類なのかで、大きく堆積年代が違ってくる。その標本がどこにあるのかは不明である。そこで、参加者で骨化石がないか探したが見つからなかった。

小ヶ倉、深堀、岳路、野々串などの長崎半島西岸にある地層は、三ツ瀬層（白亜系）と考えられている。しかし、これらの堆積岩も、スラスト（衝上断層）によって押し上げられたと思われるので、白亜系～古第三系のどの部分になるのかは分からない。新しい化石の発見が待たれる。

右の写真は、この海岸で寺井会員が指摘したスラスト（衝上断層）の露頭である。他にも、強い圧力を受けたため、入り乱れている部分が多いので、かなり古い地層に間違いないと思う。



その他に、荷重痕（二次的な堆積構造）、偽れき、ベンガラなどを観察した。かなり水流が速い堆積環境だったと思われる。ベンガラは酸化第二鉄（赤色酸化鉄、酸化鉄(III)、 $Fe_2O_3$ ）

を主要発色成分とする。顔料として日本では、江戸時代にインドのベンガル地方産のものを輸入したために「ベンガラ」と名づけられた。ベンガラは温泉水が上がってくる途中で鉄イオンを溶かし込み、地表付近で酸化されてできたと思われる。



ベンガラ

偽れき

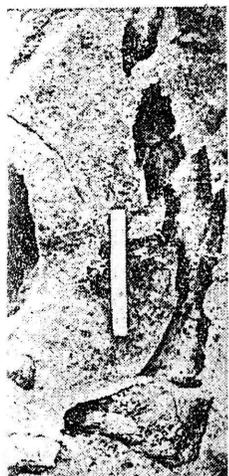
荷重痕

◎またも恐竜の化石？

長崎県西彼杵郡三和町岳路の通称“弁慶岩”と呼ばれる海岸の岩石地帯で恐竜の骨ではないかとみられる化石が見つかった。先にここから約4.5km離れた長崎港外高島の地底から恐竜トラコドンの化石が見つかっており、今度見つかったのは、その対岸で地層の年代も似通っているところから「日本、少なくとも長崎近郊には恐竜がのさばりまわっていたのではないか」という推定も生まれている。

化石は長さ約30cm、小石まじりの砂岩に埋められ、波で岩が侵食されたため表面に現れたもの。埋まってから地表のひずみの圧力が加わったためか七つに折れていた。全体は黒く、真ん中の骨髄らしい部分は朱色。

鎌田助教授の話：岳路付近の地層が高島の石炭層（古第三紀層）より古いことは以前からわかっている。高島坑底と同年代かどうかははっきりしないが、恐竜の化石であるという可能性は十分ある。恐竜の化石なら高島とは別の個体としか考えられず、かなりの大爬虫類が生息していたと推測してもごく自然だろう。



みつかった化石（右側の黒い部分）左側はタバコ（ハイライト）

◎国内初発見 高島の恐竜化石 実は“ほ乳類”の上腕

日本で最初に発見され恐竜の化石の第1号とされていた長崎県・高島炭鉱出土の化石が、実はほ乳類の化石であることが北九州市立自然史博物館の岡崎美彦学芸員の調査で



西日本新聞（1993・8・19）、長崎新聞（1993・9・6）

18日までに分かった。今回の鑑定により、国内初発見の恐竜化石は、1978年に岩手県・岩泉町で発見された大型草食恐竜ディプロドクス科のモシリユウになる。

この化石は1962年（昭和37年）に長崎県西彼杵郡高島町の三菱高島鉱業所高島炭鉱の地下917mで発見された。4個に分かれており、合わせると長さは約14cm。東大で調べて翌年、学術誌に草食恐竜カモノハシ竜の上腕骨の一部として報告された。

化石は東大資料館に保存されていたが、岡崎学芸員が北九州市立自然史博物館で今月初めから始まった展覧会のために借り受けて調べたところ、上腕骨のひじの関節面に恐竜にはない深いくぼみがあり、関節など骨の特徴が恐竜に比べると進化していることから、恐竜ではなく、ほ乳類の左上腕骨と分かった。

岡崎学芸員は「化石はウマカカモシカなどと同じ有蹄類のもの。年代についても、発掘された地層から中生代とされているが、その時代には大型のほ乳類は存在しないはずで、新生代（6500万年前以降）の化石では」と話している。

【引用文献・資料】

- ・地質調査所「5万分の1地質図幅説明書 肥前高島 付 野母崎」
- ・Dino Club「河川システム」[http://www.dino.or.jp/shiba/survey/sur\\_301.html](http://www.dino.or.jp/shiba/survey/sur_301.html)
- ・加藤寿俊「高島炭田のいわゆる“赤崎層群”の堆積学的研究」
- ・近藤 寛、浜田孝之「香焼島南部の古第三紀層の観察 長崎県地学会誌第27号」
- ・共立出版株式会社「日本の地質9 九州地方」
- ・長尾 巧「九州古代三紀層の層序」
- ・長崎県地学会「日曜地質巡検会資料、岳路海岸の地質略図」
- ・長崎県地学会編「長崎県の地学一日曜巡検ガイド」
- ・長崎県自然保護協会「大地は語る ふるさとの風景の歴史」
- ・長崎新聞「1993・9・6 国内初発見 高島の恐竜化石 実は“ほ乳類”の上腕」
- ・長田充弘・高地吉一・大藤 茂（富山大・理）・宮田和周（福井県立恐竜博）  
山本鋼志（名大院・環境）「九州西部長崎（野母）半島の地質（予報）」
- ・西村瑋希「野母半島高浜からオーソコーツァイト礫の発見」
- ・西村瑋希、服部 仁「九州最古の岩石、野母半島の変はんれい岩」
- ・西日本新聞「1993・8・19 日本初発見の恐竜化石 実は ほ乳類の腕骨」
- ・西村祐二郎・廣田佳子・塩崎大介・中原伸幸・板谷徹丸  
「長崎県茂木地域における長崎変成岩類とその地体構造一周防帯と三波川帯との並列」
- ・大鹿村中央構造線博物館「対の変成帯」  
<http://www.osk.janis.or.jp/~mtl-muse/subindex03-06pairedmetamorphism.htm>
- ・佐野市環境マップ「自然堤防」  
<http://www.city.sano.lg.jp/komoku/kankyuu/emap/shizenteibou.html>
- ・高地吉一、折橋裕二、小原北士、宮田和周、下條将徳、大藤 茂、青山正嗣  
赤堀良光、柳井修一「九州西端部からの四万十高圧変成岩類の発見」
- ・山賀 進のWeb site  
「第9章 火成岩（2）」 <http://www.s-yamaga.jp/nanimono/chikyu/kaseigan-02.htm>  
「第11章 変成岩と変成帯」 <http://www.s-yamaga.jp/nanimono/chikyu/henseigan.htm>

（参加者8名）浦嶋和義、阪口和則、山川統、大串須美子、森浩嗣、武内浩一、川原和博、寺井邦久

## 長崎県窯業技術センターに設置されている開放設備の紹介と利用方法

武内 浩 (長崎県窯業技術センター)

平成28年2月21日開催のジオツアーでは、長崎県窯業技術センターに設置されている装置を使って、岩石試料の切断、観察、分析手法の研修を行った。平成27年から、冬季のジオツアーではできるだけ寒さを避けて、屋内での見学会や研修会を加えた内容になっている。これまでに大村市の「子ども科学館」、佐賀県武雄市の「佐賀県立宇宙科学館」、長崎市の「長崎県立長崎東高等学校」で、展示品や収蔵品の見学や未整理標本の鑑定会が開催された。窯業技術センターでの室内研修会も、冬季の屋内ジオツアーの一環として実施された。当日のジオツアーの様子は「NESAニューズレター No. 56」に掲載されているので、ここでは窯業技術センターに設置されている機器の紹介と利用方法について紹介する。

窯業技術センターは県立の機関なので、例えば県立図書館と同じように、長崎県民であれば誰でも利用できる。法人でなければ利用できないとか、窯業に関係ない人は利用できない、などという制限はない。窯業技術センターの利用方法には、「開放設備の利用」と「依頼試験」の二つの方法がある。

開放設備はセンターに設置されている機器のうち、特別な資格を必要とせず、操作ミスや故障の時にも身体に危険が生じない機器を一般に開放する制度である。現在は約130種類の機器が利用できる。それぞれの機器に対して1時間あたりの使用料が決められている。利用を希望する人は使用したい機器の種類と時間を窓口で申請し、料金を支払う制度になっている。料金は1時間単位で計算するので、使用時間が10分でも50分でも、1時間の料金を支払うことになる。

依頼試験は一般の人が簡単に行うことができない特殊な試験(例えばJISに従った試験)について、センターの職員が依頼者に替わって行う制度である。化学分析やX線回折分析など、機器の操作について専門的な知識と技術が必要な約40種類の試験項目が指定されている。それぞれの試験項目に対して試料1件あたりの手数料が決められている。申し込み方法は開放設備と同じで、利用したい試験項目を窓口で申請し、事前に料金を支払う制度になっている。調べたい内容に合った適切な試験項目がわからないときは、職員に試験の目的を説明すれば、必要な試験項目を教えてもらえる。相談は無料なので、センターに試料を持って行き、職員と面談しながら試験項目を決めることを勧める。

「開放設備」と「依頼試験」の種類と金額を調べるには、インターネットの検索サイトで、「長崎県窯業技術センター、開放設備、依頼試験」で検索すると表示される。

以下、ジオツアーで見学し、また実際に使用した機器について紹介する。

- ・岩石カッター (大型) 大型のダイヤモンドカッターで、厚さ10cm程度の試料が切断できる。(写真1)(370円)
- ・岩石カッター (小型) 小割用のダイヤモンドカッターで、岩石薄片作製の前準備に使用する。(写真2)(60円)
- ・研磨機 カーボランダムを使った研磨に使用する。(写真3)(210円)
- ・研磨装置 耐水研磨紙を使って精密な研磨を行う。(写真4)(210円)

- ・ 双眼実体顕微鏡 岩石や化石の微細な模様や構造、鉱物などの観察に使用する。(写真5)(80円)
- ・ 偏光顕微鏡 岩石薄片の透過光観察や、不透明鉱物の反射光観察に使用する。(写真6)(80円)
- ・ 粉末X線回折装置 鉱物の結晶構造を調べる装置。(写真7)(1,680円)(依頼試験：1試料3,660円)
- ・ 蛍光X線分析装置 岩石の化学組成を測定する。(依頼試験：1成分1,840円)

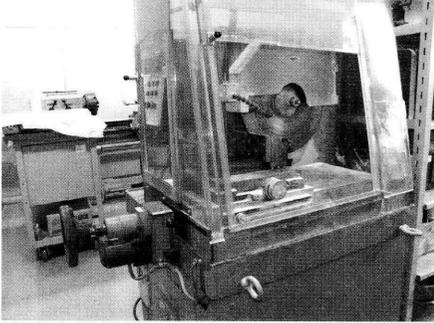


写真1 岩石カッター (大型)

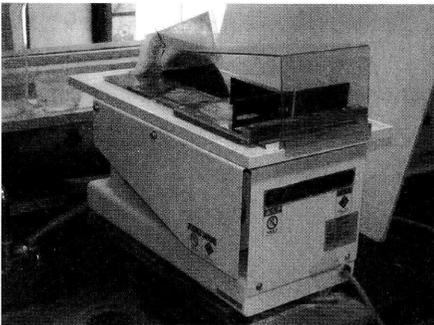


写真2 岩石カッター (小型)

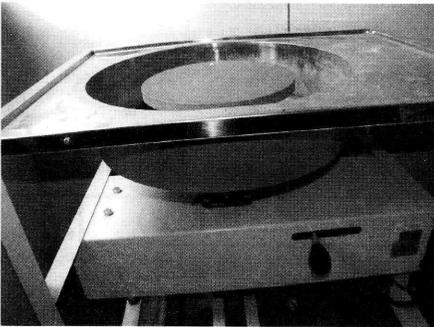


写真3 研磨機



写真4 研磨装置

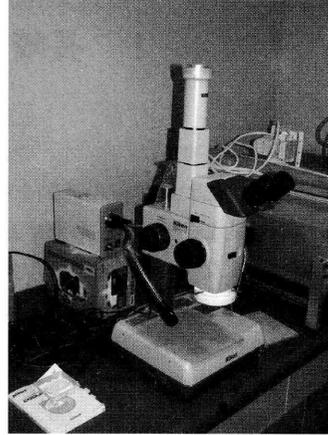


写真5 双眼実体顕微鏡

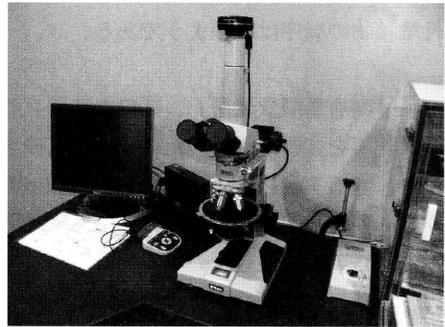


写真6 偏光顕微鏡

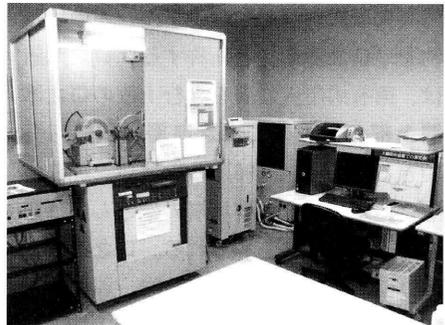


写真7 粉末X線回折装置