

不思議な、
きれいな、

そして

意外に身近な

鉱物

の世界



企画展 ミネラルズ

minerals

minerals

企画展 ミネラルズ

開催にあたって

図鑑などで見る鉱物の標本は、色や形のおもしろさで目をひきます。蛍光性や複屈折などのさまざまな不思議な性質は、鉱物の種類を見分けるのに役に立ちます。その一方で鉱物は岩石の構成要素として、私たちの生活を支える天然資源として、意外に身近な存在でもあります。また、鉱物の産出には地域性もあります。四国では、愛媛県市ノ川鉱山産の輝安鉱や、結晶片岩にともなって産出した紅簾石やルチルなどの鉱物が特に有名です。

この度の企画展では、多くの鉱物標本の展示を通して、不思議な、きれいな、そして意外に身近な鉱物の世界をさまざまな角度から紹介します。

最後になりましたが、この企画展を開催するに当たって、貴重な標本を出品していただいたり、情報や写真を提供していただいた方々や機関に厚くお礼申し上げます。

平成19年4月

主 催 者

目 次

1. 鉱物とは

- 04 岩石と鉱物

2. 岩石をつくる鉱物

- 06 石 英
- 08 長 石
- 10 霞石・白榴石
- 11 輝 石
- 12 角閃石
- 13 黒雲母・白雲母
- 14 かんらん石
- 15 方解石
- 16 ざくろ石

3. 鉱物のもつさまざまな性質

- 18 孔雀石・藍銅鉱
- 19 菱マンガン鉱
- 20 黄鉄鉱
- 21 十字石
- 22 ダイヤモンド
- 23 螢 石
- 24 電気石
- 25 胆 礬
- 26 磁鉄鉱
- 27 燐灰ウラン鉱

4. 身のまわりの鉱物

- 28 辰 砂
- 29 カオリナイト
- 30 コランダム
- 32 自然金
- 33 緑柱石
- 34 しのぶ石
- 35 蛭 石

5. 生物・化石と鉱物

- 36 貝殻と真珠
- 37 燐灰石
- 38 オパール化した貝化石
- 39 珪化木
- 40 黄鉄鉱化した化石
- 41 藍鉄鉱化した化石

6. 四国の鉱物

- 42 輝安鉱
- 43 紅簾石
- 44 ルチル
- 45 ざくろ石
- 46 辰 砂

-
- 47 参考・引用文献
 - 43 協力者・協力機関

1. 鉱物とは

岩石と鉱物 *Rocks and Minerals*

鉱物とは、地球の地殻や惑星をつくる天然の均一な無機質の固体のことで、英語では mineral (ミネラル) といいます。多くの鉱物はほぼ一定の化学組成で、何らかの結晶としての性質をもっています。一般によく知られた鉱物には、たとえば石英やダイヤモンドなどがあります。鉱物の種類は、加藤(2005)によれば 2005 年 9 月現在で 4246 種です。しかし、日常的に目にする鉱物は、多く見積もっても 100 種類未満でしょう。

鉱物とよく混同されるものに岩石があります。ふつう、日常的に「いし」とよばれているのはほとんどが岩石です。たとえば花崗岩(御影石)や砂岩、結晶片岩(「阿波の青石」など)、石灰岩などは岩石で、それらを虫めがねや顕微鏡で拡大して観察すると、1 種類以上の鉱物が組み合わさってできていることがわかります。この意味で、鉱物は岩石の構成要素であり、「地球の細胞」ともよばれることがあります。

鉱物の種類は、化学組成と結晶構造によって定義されています。また、同じ種類の鉱物でもでき方や産地により、見え方がまったく異なることがよくあります。したがって、鉱物図鑑で肉眼的に鉱物の種類を決めようとしても、動物や植物の図鑑ほど役に立たないのがふつうです。この点が鉱物のおもしろいところでもあり、とくに初心者にとっては難しい点でもあります。

博物館に展示されている鉱物標本や、鉱物図鑑に掲載されている標本の多くは規則的な形をしています。鉱物はかならずしも規則的な形をとるとは限りません。一般的には、鉱物の結晶が成長するときにまわりに十分な空間があれば結晶そのものの形が現れやすくなります。その点で、大型で規則的な形をした鉱物標本はどこか特別な条件(環境)のもとでつくられたものということもできます。



GRO1004

図 1-1 黒雲母花崗岩【岡山県万成 左右 16cm】カリ長石(ピンク)、斜長石(白)、石英(灰色)、黒雲母(黒)の鉱物が組み合わさってできている。石英は他の鉱物粒子の間を埋めており、自分自身の結晶の形を示していない。



GMI1105

図 1-2 石英(水晶)【山梨県乙女鉱山 左右 4.7cm】岩石のすきまに群生した石英の結晶。石英は六角柱状に結晶しやすい。このような石英をとくに水晶とよぶ。

図 1-3

ペグマタイト【岐阜県中津川市 左右 20cm】
ペグマタイトとは粒のあらい特殊な火成岩のことで、しばしば空洞(晶洞^{しょうどう})が発達し、きれいな形をした鉱物が見られることがある。ここでは花崗岩の空洞(晶洞)に成長した長石や煙水晶^{けむりすいしょう}などがみられる。



GRO1940

図 1-4

オパール【オーストラリア 左右 7.5cm】
鉱物の中では例外的に結晶としての性質をほとんど持たない(非晶質^{ひしょうしつ})。乾燥剤のシリカゲルとほぼ同等の天然物質。



GMI1480

図 1-5

自然水銀

【アメリカ、カリフォルニア州 左右 2cm】

銀色で丸いものが自然水銀。赤い部分は別な鉱物(辰砂^{しんしゃ})。常温常圧で液体である天然物質のうち、自然水銀だけが鉱物として扱われている。



GMI1049

2. 岩石をつくる鉱物

ふつうの岩石を構成している鉱物は、^{そうがんこうぶつ}造岩鉱物とよばれています。とくに火成岩の造岩鉱物である^{せきえい}石英、^{ちようせき}長石、^{うんも}雲母、^{かくせんせき}角閃石、^{きせき}輝石、かんらん石は造岩鉱物の代表として教科書などでよくとりあげられます。

ここでは、これらの造岩鉱物の各グループについて、やや特殊な例もとりあげながら見ていきます。

石英 *Quartz*

^{せきえい}石英は、地表で最も多い鉱物である酸素（45.2%）と2番目に多い^{けいそ}珪素（27.2%）からなり（化学式 SiO_2 ）、おそらく単一の鉱物としては地表で最多です。火成岩（図 1-1）や^{たいせきがん}堆積岩、^{へんせいがん}変成岩の中にも普通に含まれるほか、場所により割合はさまざまですが、砂浜の砂粒の多くも石英でできています。地表では化学的に安定で^{まもつ}摩耗にも強いので、風化に耐える性質を持っています。

^{すいしょう}水晶というのは、六角柱状に結晶した石英のことです。小さい水晶ならば珍しくありませんが、大型で透明度が高い水晶がたくさん採掘できる場所はあまり多くありません。国内に入ってきている水晶のほとんどは外国産で、国内には現在、商業的に水晶を採掘しているところはありません。

石英は本来は無色透明（図 2-1）ですが、不純物の混入や放射線の影響などにより、さまざまな色がつきます。色つきの水晶としては、^{けむりすいしょう}灰色を帯びた煙水晶（図 2-2）や^{むらさきすいしょう}紫水晶（図 2-3）が有名です。ともに、微量の不純物と放射線を浴びたことによる結晶構造の乱れにより着色すると説明されており、人工品もつくられています。最も目にする機会が多い紫水晶は玄武岩の^{げんぶがん}晶洞の中に^{しんじょうけつ}群生したブラジル産のもので、^{みやげもの}土産物店などでよく売られています。その他、ルチルの^{しんじょうけつ}針状結晶を含んだ水晶（針入り水晶）（図 2-4）、^{りよく}緑泥石を含んでやや緑色を帯びたものや、^{せきてつ}赤鉄鉱を含んでやや赤くなったものなどもあります。



GMI1989

図 2-1 石英(水晶)【ペルー 横 11cm】
きわめて透明度が高い標本。



GMI1744

図 2-2 石英(煙水晶)【ロシア 長さ 52cm】
煙水晶としてはかなり淡色。大型結晶。

図 2-3

紫水晶 【ウルグアイ 横 15cm】

紫色の発色には、微量の鉄と放射エネルギーが必要であると考えられている。紫水晶の色は不安定で、熱したり日光に長時間当てたりすると、色が薄くなったり変わったりする。



GMI1549

図 2-4

ルチル入り水晶 【ブラジル 横 11cm】

透明な水晶の中に、ルチルの針状結晶（細長く黄色く輝いている鉱物）がみられる。水晶の内部を見やすくするため、この標本では表面が研磨されている。



GMI1562

図 2-5

日本式双晶 【山梨県乙女鉱山 幅 9.7cm】

水晶には、数種類の^{そうしょう}双晶（2つ以上の結晶が特定の対称性を保って接している集合体）がある。日本式双晶はバタフライ双晶ともよばれ、2つの結晶が約 90°の角度で接する。たいてい、周囲の結晶より大きく、平べったい形に成長している。最初に詳しく研究されたのが日本産の標本だったのでこの名がつけられた。



GMI1110

2. 岩石をつくる鉱物

長石 *Feldspar*

はこがた
箱形をした鉱物で、ガラス光沢を示します。多くは白色をしています、不純物や風化の程度により緑や赤などの色をもつこともあります。石英と比べると透明感があまりあまりなく、特定の方向に割れやすい性質(劈開^{へきかい})があります。

ちょうせき
長石とは大きなグループ名で、化学成分の違いによってカリ長石と斜長石^{しゃちょうせき}の2つのグループに分けられます。グループ全体で見ると、産出頻度は鉱物の中で最も高く、石灰岩などを除くほとんどの岩石に含まれていて、地殻^{ちかく}表層部では約60%を占めるといわれています。

カリ長石には、正長石^{せいちょうせき}・微斜長石^{びしゃちょうせき}などがあります。多くの場合双晶^{そうしょう}していて、箱型～四角柱状の形をとります。博物館などでよく展示してある大型の微斜長石^{びしゃちょうせき}や正長石^{せいちょうせき}(図2-6)は、たいていペグマタイトでできたものです。鉛を含んで青～緑色に色づいた微斜長石(図2-7)はアマゾナイトとよばれて、飾り石などに利用されています。ビルの外壁などによく使われている赤色花崗岩(赤御影^{あかみかげ})(図2-8)の赤い色は、カリ長石中の鉄分が錆^さびることによってできた色です。



GMI1665

図2-7 アマゾナイト
【アメリカ、コロラド州 結晶の長さ30cm】



GMI1407

図2-6 正長石または微斜長石
【山梨県甲府市 長さ22cm】

斜長石には、化学組成の違いによって、曹長石^{そうちょうせき}と灰長石^{かいちょうせき}、およびこれらの中間的なものがあります。ほとんどすべての火成岩に含まれるほか、大部分の変成岩や多くの堆積岩^{たいせきがん}にも入っています。

長石の中には、独特な輝きをもつものがいくつかあり、宝石や装飾用石材として使われています。ラルビカイト(図2-12)は閃光を放つ長石(月長石^{げつちょうせき})を含んだ装飾用石材で、世界中で使われています。また、ラブラドル長石は青白い光を放ちます(図2-13)。



GRO1993

図2-8 赤色花崗岩(赤御影)
【インド 石材名:ニューインペリアルレッド 左右6cm】



GMI1418

図 2-9 氷長石【スイス 左右 6cm】
低温で形成されるカリ長石。



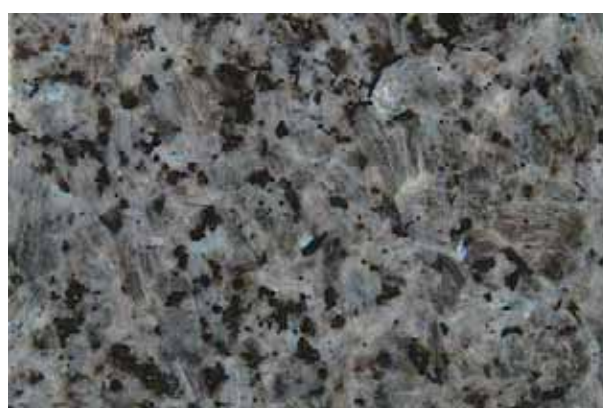
GMI1412

図 2-10 曹長石【岐阜県中津川市 左右 15.2cm】
ペグマタイトに生じたもの。



GMI6

図 2-11 灰長石【東京都三宅島 結晶の幅 2.1cm】
他の物質が覆っているせいで表面は黒いが、内部は
透明感のある白色。



GRO1994

図 2-12 ラルピカイト【ノルウェー南部ラルビック
地方 石材名：ブルーパール 左右 10.8cm】



GMI1419

図 2-13 ラブラドル長石
【カナダ、ラブラドル地方 画面の左右 9.8cm】
光の角度によって、青い光を放つ。



GMI1964

図 2-14 月長石(アノーソクレーズ)
【メキシコ 画面の左右 7cm】
一定の方向から見ると、月光を思わせるような光を放つ。

2. 岩石をつくる鉱物

霞石 *Nepheline* 白榴石 *Lucite*



GMI1754

図 2-15 霞石【カナダ 左右 25cm】

この標本は巨大な結晶で、やや小さい結晶を伴っている。



GMI1664

図 2-16 白榴石【イタリア 結晶の長径 3cm】

火山岩の斑晶として産出した結晶。

ともに珪酸分(SiO_2)に乏しい火成岩に含まれる鉱物です。性質のよく似た他の鉱物と併せて、じゅんちょうせき準長石というグループとしてまとめられています。石英と共存することはありません。世界的には大陸の火山などによく見られますが、日本ではかなり稀なグループです。

かすみいし霞石は、白色で六角柱状の形をしています(図 2-15)。玄武岩の一部やある種の深成岩の主要構成鉱物です。日本では、山陰地方の玄武岩に産出するものが有名で、天然記念物に指定されています。

はくりゅうせき白榴石(リュースイト)は、白色でざくろ石によく似た 24 面体の結晶になります(図 2-16)。カリウムに富み珪酸分に乏しい火山岩に産出します。日本では、今のところ見つかっていません。

輝石 *Pyroxene*

火成岩や変成岩に多く見られる鉱物グループです。カルシウム、マグネシウム、鉄などを含んでいます。結晶構造により、2つのサブグループ（単斜輝石と斜方輝石）に大別されます。

普通輝石は単斜輝石のひとつで、黒っぽい色をした短柱状をしています。安山岩などによくみられます。母岩が適度に風化している場合、図 2-17 のように単体で取り出すことができます。また、ひとつの安山岩の中に、普通輝石と斜方輝石の両方が見られることもあります。

透輝石は単斜輝石の一種で、これも特に珍しい鉱物ではありません。クロムを含んで緑色になった透輝石はクロム透輝石とよばれています（図 2-18）。

ひすい輝石（翡翠、硬玉）（図 2-19）も単斜輝石の一種です。鉱物本来の色は白色で、宝石として重要な緑色は、ひすい輝石の中に含まれる不純物や他の鉱物の混入によるものです。ひすい輝石の産出は世界的に見ても限られています。国内では、新潟県糸魚川市小滝および青海町が美しいひすいを産出する場所として知られており、天然記念物に指定されています。



GMI1320

図 2-17 普通輝石【佐賀県伊万里市西ヶ岳 画面中央の結晶の長さ1.7cm】一部に双晶した結晶も見られる。



GMI1926

図 2-18 クロム透輝石【フィンランド 左右 9cm】



GMI151

図 2-19 ひすい輝石
【新潟県糸魚川市小滝 左右 16cm】研磨面。

2. 岩石をつくる鉱物

角閃石 *Amphibole*

かくせんせき か せいがん へんせいがん
角閃石も、火成岩や変成岩にひろく見られる鉱物グループです。

ふ っ つかく せんせき はんしょう
普通角閃石は、火山岩の斑晶としてよく見られる、かなり複雑な化学組成の鉱物です(図 2-20)。黒っぽい色で、多くは長柱状の形をしています(図 2-21)。一見、普通輝石(図 2-17)によく似ていますが、より細長い場合が多いこと、柱に平行にできる2方向の割れ目(劈開)が、普通輝石では直角に近い角度で交わるのに対し、普通角閃石では60°で交わることで、肉眼的にも区別できます。

せんせき りょくせんせき とうりょくせんせき りょく
アクチノ閃石(緑閃石、透緑閃石)は緑色片岩(阿波の青石)の中によく含まれている角閃石で、緑色の発色の原因になっている鉱物のひとつです。ふつうの緑色片岩中の結晶は顕微鏡的なサイズですが、滑石と共産したものは長さ数 cm の大型結晶になることがあります(図 2-22)。一方、微小な結晶の緻密な集合体は、全体的に深緑でねっとりとした光沢を帯びます。これが中国で彫刻などの材料としてよく使われている軟玉です。



図 2-20 普通角閃石安山岩【大分県別府市高崎山 左右 16cm】黒っぽく細長い結晶(斑晶)が普通角閃石。



図 2-21 普通角閃石【熊本県西原村護王峠 最大結晶の長さ 3.1cm】安山岩から分離した大型の普通角閃石。



図 2-22 アクチノ閃石
【愛媛県四国中央市関川河床(転石) 左右 7.5cm】
緑色のアクチノ閃石の柱状～針状結晶。

黒雲母 *Biotite*

白雲母 *Muscovite*

雲母のなかまを代表する黒雲母と白雲母は、ともに6角形の板状に結晶し、たいへん薄くはがれやすい性質（劈開）をもっています。

黒雲母は黒褐色で、花崗岩などの中にふつうに見られます。白雲母は透明～白色で、一部の花崗岩やペグマタイトに入っていることがあります。また、泥質な結晶片岩や片麻岩には、絹雲母という細粒の白雲母が多量に含まれています。

天然の新鮮な黒雲母にはあまり用途はありませんが、風化して蛭石（バーミキュライト）という別種類の鉱物に変質したものは、熱を加え膨張させて防音材・断熱材・園芸材料として使用されています（図4-18, 4-19）。



GMI2049

図 2-23 黒雲母【カナダ 左右 17cm】
黒雲母の巨大な結晶。



GMI1745

図 2-24 白雲母【ブラジル 左右 23cm】
巨大な白雲母の結晶集合体。ペグマタイトから産出したもの。緑泥石が表面を薄く覆っているため、やや緑色を帯びている。

いっぽう、白雲母は大型の結晶が得やすく、透明で熱や電気を伝えにくい性質があります。そこで大型の結晶は電気アイロンの絶縁体や石油ストーブの窓などに、細粒の結晶は化粧品などの材料に使われています。やや特殊ですが、浮世絵で使われる「雲母刷り」という技法では、絵具の上から白雲母の粉（雲母粉）を塗ります。東洲斎写楽（役者絵で有名な浮世絵師）の代表的な作品の背景には、この技法が効果的に用いられています。白雲母の透明感と劈開と光沢を活かした用途です。

2. 岩石をつくる鉱物

かんらん石 *Olivine*

鉄とマグネシウムを含んだ鉱物で、両者の割合はいろいろ変化します。マグネシウムの多いものを苦土かんらん石、鉄の多いものを鉄かんらん石といいます。ふつうは苦土かんらん石の方が多く、たいてい緑がかかった色をしています。一方、鉄かんらん石は暗褐色～黒色です。

かんらん石を含んでいる主な岩石は、玄武岩がん はんれいがんや斑禰岩などの火成岩です。かんらん石を

主成分とする岩石（かんらん岩）や、金属とかんらん石が入り混じった隕石（石鉄隕石いんせき せきてついんせき）もあります。玄武岩にはかんらん石のボール状集合体（オリビンノジュール）を含んでいることがあります（図 2-25）。これはマントル物質であり、上部マントル（深さ 100km～200km）をつくる主要な岩石はかんらん岩であると考えられています。

かんらん石は高温に耐えることから、いもの 鋳物の砂としても使用されています。また、アップルグリーンの透明な大型結晶（図 2-26）は研磨して、ペリドットという名前で宝石として扱われます。



GMI1484

図 2-25

苦土かんらん石(オリビンノジュール)
【アメリカ、アリゾナ州 左右 9cm】
発泡した玄武岩の中に入ったオリビンノジュール。



GMI1907

図 2-26

苦土かんらん石(ペリドット)
【パキスタン 最大個体の高さ 2.4cm】
宝石質の大型苦土かんらん石。

方解石 *Calcite*

たんさん
炭酸カルシウム (CaCO_3) からなる鉱物
です。同じ化学組成を持った鉱物に霰石^{あられいし}が
ありますが、地表の温度・圧力条件では方解石^{ほうかいせき}
の方が安定なので、霰石は長い時間のうちに
方解石に置き換わる傾向があります。

方解石は堆積岩^{たいせきがん}に多い鉱物です。とくに、
アンモナイトや殻が合わさった二枚貝化石
の内部などに方解石の結晶ができてい
ることがあります。また石灰岩は、方解石を主成
分とする堆積岩です。熱や圧力をほとんど受
けていない石灰岩では肉眼的な大きさの方
解石結晶はありませんが、再結晶した石灰岩
(大理石：図 2-27) の破断面には、方解石の
劈開面^{へきかいめん}がよく見られます。また鍾乳洞^{しょうにゅうどう}をつ
くる鍾乳石^{しょうにゅうせき}も、おもに方解石からできてい
ます。これとは別に、日本からは産出しない
ものの、方解石など炭酸塩を主成分とした火
成岩 (カーボナタイト：図 5-3) もあります。

純粋な方解石は無色透明ですが、不純物を
含んでいて色づいていることがよくありま
す。鉱物としてはやわらかい方で、ナイフで
簡単にキズをつけることができます。特定の



GRO1761

図 2-27 再結晶石灰岩 (大理石)【中国雲南省大理】
「大理石」の名前はここ産地に由来する。

3 方向にきれいに割れる性質があり、塩酸を
かけると激しく発泡^{はっぼう}します。

方解石は、6 角錐状・6 角柱状^{りょうめんたい}・菱面体 (立
方体を斜めに傾けたような菱形の立体)^{ひしがた}・板
状など多種多様な形の結晶をとります。図
2-28 で示したものは長柱状の結晶です。

また、岩石のすき間に図 2-29 のような形
になって産出することもあり、山サンゴとよ
ばれています。山サンゴは方解石だけではなく、
霰石や両方の混合物からできていること
もあります。この標本では、透明感のある部
分が方解石、白色のところは霰石です。この
標本では、方解石本来の結晶の形は見るこ
とができません。



GRO1748

図 2-28 方解石【アメリカ、ミズーリ州 左右 8cm】
6 角柱状の結晶。



GRO1749

図 2-29 方解石と霰石【メキシコ 左右 15cm】
山サンゴ。

ざくろ石 Garnet



図 2-30 アルマンディン(鉄礬ざくろ石)
【中国雲南省 径 2.8cm(左) 2.2cm(右)】個人蔵
左の結晶は中間形の 36 面体、右はほぼ 24 面体の形態を示す。



GMI1923

図 2-31 ウバロバイト(灰クロムざくろ石)
【ロシア 横 2.6cm】緑色の 12 面体結晶。背後の紫色は堇泥石。

かなり複雑な化学組成を持つグループで、10 種類以上に分類されています。

よく 12 面体(図 2-35)や 24 面体(図 2-30 の右) さらに両方の入り交じった 36 面体(図 2-30 の左)の結晶になります(図 2-32)。球形に近い、対称性の高い形を示す鉱物の一つです。

種類や化学組成によって色はさまざまで、赤～茶褐色のほかに、緑(図 2-31)やほぼ白色(図 2-36)のものもあり、中には虹色を示すものもあります。

ざくろ石は、おもに^{へんせいがん}変成岩と^{かせいがん}火成岩に含まれています。産出が限定されている種類もありますが、グループ全体で見ると、ごくふつうの鉱物です。広域変成岩では、中に含まれるざくろ石の種類によって、変成作用の強さを知ることができます。一般に、変成度が上がるにつれ、スペサルティン(満礬ざくろ石: 図 6-8)、アルマンディン(鉄礬ざくろ石: 図 2-30, 2-33, 2-35, 6-7)、パイロープ(苦礬ざくろ石: 図 2-36)と変化することが知られています。

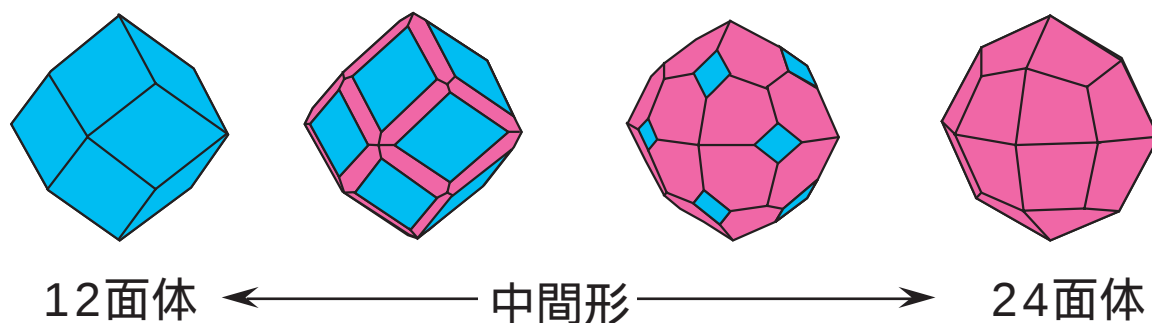


図 2-32 ざくろ石の結晶形態 2 面体と 24 面およびその中間形が多い。Hurlbut and Klein (1977) を改変。



GMI1955

図 2-33 アルマンディン(鉄簪ざくろ石)
【アメリカ、アラスカ州 左右 9cm】
結晶片岩の中に入っている。



GMI1947

図 2-34 グロシュラー(灰簪ざくろ石)
【マリ 径 4.0cm】



GMI2020

図 2-35 アルマンディン(鉄簪ざくろ石)
【オーストラリア 径 10cm】大型の 12 面体結晶。



GMI1938

図 2-36 パイロープ(苦簪ざくろ石)
【イタリア 左右 8.5cm】わかりにくいが 12 面体結晶。
このような自形結晶のパイロープは珍しい。



GMI2005

図 2-37 ウバロバイト(灰クロムざくろ石)
【フィンランド 結晶の幅 0.5cm】
クロム鉱石によくみられるが、大きいものはない。

3. 鉱物のもつさまざまな性質

鉱物を観察する場合、まず目が向くのはその色と形です。しかしそれ以外にも、鉱物の種類によって、光沢・硬さ・割れ方などにさまざまな特徴があります。肉眼で鉱物を識別する場合も、これらの特徴が識別の手がかりになります。

孔雀石 *Malachite*

藍銅鉱 *Azurite*



GMI1495

図 3-1 孔雀石【コンゴ 横 16cm】
右下に鍾乳石状の縞模様が見える。



GMI1991

図 3-2 藍銅鉱【中国湖北省 横 14.5cm】
緑色の部分は孔雀石と思われる。

孔雀石は濃い緑色の美しい鉱物です。銅を含む鉱物が雨水によって溶け出し二次的に沈着したもので、銅の鉱山の地表近くの風化帯にできます。銅の表面にできる緑色のさび（緑青）と同じような成分で、できかたもよく似ています。針状の結晶になることもあります。ふつうは塊状～腎臓状で、断面には鍾乳石に似た縞模様があります。これがクジャクの羽を思わせることから孔雀石の名前がつけられました。銅鉱石として、また色と模様をいかにしてアクセサリや工芸品に加工されるほか、粉末は顔料や日本画の岩絵具にも使われています。

でき方や成分が孔雀石とよく似ている鉱物に、藍銅鉱があります。よく孔雀石とともに産出します。名前のとおり濃い藍色をした鉱物で、光沢のある結晶をとることもありますが、多くは塊状です。藍銅鉱も銅鉱石として、また顔料やアクセサリに利用されます。

GMI1995

図 3-3 菱面体結晶の菱マンガン鉱
【アメリカ、コロラド州 左右 9cm】



菱マンガン鉱 *Rhodochrosite*

菱マンガン鉱は、ピンクから紅色で半透明の鉱物です。

菱面体（合同な菱形が6個集まってできる立体）の結晶（図 3-3）もありますが稀で、多くは塊状・皮殻状・ぶどう状・層状の集合体として産出します。アメリカ合衆国や中南米に多産します。日本では、北海道や青森県にみごとな標本を産出した鉱山がありました。

菱マンガン鉱は、マンガン（乾電池の材料

や、鋼・合金の添加物として使用される金属）の重要な鉱石のひとつです。また、色や模様の美しいものは加工してアクセサリーや工芸品として利用されています。特にアルゼンチンのもっとも古い鉱山から産出する、鍾乳石のように層状に積み重なったもの（図 3-4）は、インカローズという名前でよばれることもあり、アメリカではたいへん人気があります。



GMI1565

図 3-4 “インカローズ”（層状の菱マンガン鉱断面）
【アルゼンチン 左右 9cm】

3. 鉱物のもつさまざまな性質

黄鉄鉱 *Pyrite*

薄い真鍮色^{しんちゆう}の鉱物です。いろいろな種類の岩石に含まれています。金属光沢をした鉱物のうち、最も普通に見られる鉱物で、徳島県内では、「阿波の青石^{あおいし}」(緑色片岩^{りょくしょくへんがん})や四万十帯^{しまんとたい}の黒色泥岩のなかに肉眼的な結晶が入っていることがあります。

黄鉄鉱^{おうてつこう}は結晶の形をとりやすい鉱物です。立方体(図3-5)・五角12面体(図3-6)・正8面体の面が組み合わさって多様な形のものができます。

図3-7はパイライトサン(黄鉄鉱の太陽)とよばれるもので、石炭紀の泥岩の中に、地層の面にそって円盤状^{えんばん}に広がったものです。結晶本来の立方体の形は、中央部でわずかに見られます。同じ種類の鉱物でも、でき方が違うとまるで違った見かけのものになる好例^{こうれい}です。

なお電子顕微鏡^{けんびきょう}的なサイズの結晶集合体は、海で堆積した泥岩や泥層の中にごく普通



図3-5 変質した火成岩の中に入った立方体の黄鉄鉱結晶
【スペイン 横15.5cm】

に含まれています。このような黄鉄鉱は空気に触れるとすみやかに硫酸と酸化鉄に分解します。その結果、海成粘土特有の「硫黄くささ」の原因となるほか、酸性土壌^{さんせいどじょう}となって果樹を枯らせたり、地下に埋めた鉄を腐食させたり、人工的に切った斜面を崩壊させるなど、さまざまな困った現象を引き起こします。



図3-6 五角12面体の黄鉄鉱結晶
【スペイン 横14.5cm】



図3-7 黄鉄鉱の円盤状集合体
【アメリカ、イリノイ州 直径8.5cm】

十字石 *Staurolite*

十字石は鉄やアルミニウムを含む黒っぽい鉱物で、雲母片岩などの結晶片岩や片麻岩などの変成岩から産出します。世界的にはそれほど稀な鉱物ではありませんが、日本ではあまり産出しません。国内産地として最も有名な富山県宇奈月地方の標本でも、十字形はそれほどわかりやすくありません（図 3-9）。

この鉱物は、角柱状の2つの結晶が互いに貫通しあい、十字形になるのが特徴です。2つの結晶が直角に交わるもの（図 3-8）と60°の角度で交わるもの（図 3-10）があります。このような形は十字架を思わせるため、西洋では珍重され、お守りに使われることもあったといえます。

同じ種類の複数の結晶が、特定の幾何学的な対称性を持って接して成長した集合体を双晶といいます。十字石は、もっともわかりやすい双晶の例でしょう。鉱物の種類や双晶のタイプを問わなければ、ごく普通に見られ



GMI1928

図 3-8 直角で交わる十字石【ロシア 横 7.3cm】

る現象です。数多い双晶の中でも、水晶の日本式双晶（図 2-5）やダイヤモンドなどに見られるスピネル式双晶（図 3-12）などはわかりやすいため、よく知られています。双晶は単結晶より成長スピードが速く、周囲の単結晶より大型になっていることがよくあります。



GRO1128

図 3-9 十字石を含む結晶片岩
【富山県黒部市宇奈月町 左右 6.7cm】

GMI1391

図 3-10 60°の角度で交わる十字石
【アメリカ、ニューメキシコ州 右の結晶の高さ2.2cm】

3. 鉱物のもつさまざまな性質

ダイヤモンド *Diamond*



GMI1959

図 3-11 キンバライト中のダイヤモンド
【ロシア 画面の縦 1.2cm】
正八面体結晶の三角形の面がわかる。



GMI1537

図 3-12 キンバライト中のダイヤモンド
【南アフリカ、キンバリー鉱山 長径 8.5mm】
三角形の板状結晶。2つの八面体結晶が双晶したものの。一般にはスピネル双晶というが、ダイヤモンドの場合はマクルとよばれている。



GMI1534

図 3-13 立方体状のダイヤモンド【コンゴ 1辺約 0.5cm】
コンゴキューブとよばれるもの。宝石用としてはあまり質が良くないので、おもに工業用に利用される。

宝石としてすべての方が名前をご存じでしょう。ダイヤモンドは地球上で最も硬い物質です。炭素というごくありふれた元素だけでできていますが、生成にはかなりの高圧が必要で、大陸下の上部マントルのうち地下 140km より深い場所で形成されたと考えられます。肉眼的な大きさのダイヤモンド結晶は、大陸に分布するキンバライトやランプロアイトといった超苦鉄質の火山岩から発見されます。これらの火山岩のマグマはさらに深い地下 200 ~ 300km 付近で形成され、それが一気に地表に噴出する途中でダイヤモンドを拾ってくるのだと考えられています。

初めてキンバライト中にダイヤモンドが発見されたのは 1869 年のことで、それ以前は川の中や、川で堆積してできた礫岩の中からダイヤモンドが採掘されていました。日本からはこれまでダイヤモンドは全く発見されていません。



GMI1925

図 3-14 礫岩中のダイヤモンド
【ブラジル 径約 0.4cm】
礫岩の中に、礫として取りこまれたダイヤモンドの結晶。画面の中央に三角形の面が見える。

蛍石 *Fluorite*

ほたるいし
 蛍石はフッ素とカルシウムの化合物 (CaF_2) で、純粋なものは透明ですが、黄色や緑色、紫色などさまざまな色をしたものもあります。溶鉱炉の溶剤などに使われるほか、美しい縞模様をしたものは工芸品にも加工することがあります。また、人工的に再結晶させて純粋な結晶をつくり、高級光学レンズや赤外線用レンズに使うこともあります。

鉱物の中には、特定の方向に平面的にきれいに割れる性質を持ったものがあります。このような性質を劈開といい、蛍石にも顕著にみられます。

図 3-15 は透明の大型標本です。大きく 4 つの方向（正 8 面体の方向）に規則的にひび（割れ目）が入っているのがわかります。

図 3-16 はきれいな 8 面体の結晶のように見えますが、じつは立方体の大型結晶を、人



GMI1095

図 3-15 蛍石

【大分県豊後大野市豊栄鉱山 横 12.2cm】 無色透明の結晶。

の手（専門の職人さんがいたそうです）で割って、形を整えたものです。劈開の性質をうまく利用した細工ですが、かなり習熟していないとここまできれいに作ることはできないでしょう。



GMI1762

図 3-16

蛍石の劈開片

【アメリカ、イリノイ州 長径 1.5 ~ 2cm】

3. 鉱物のもつさまざまな性質

電気石 *Tourmaline*

ほうそ
硼素を含み、かなり複雑な化学組成を持った鉱物です。いくつかの種類があり、主要なものに鉄電気石（図 3-17）^{くど}苦土電気石（図 3-18）^{せつ}リチア電気石（図 3-19）があります。六角または三角の柱状で、ガラス光沢があります。ペグマタイトや接^{せつ}触^{しよくへんせいがん}変成岩から産出します。色は化学組成によって異なり、黒、褐色、^{かつしよく}ピンク、緑色などさまざまです。多くは不透明か半透明ですが、透明で色が美しいものは宝石に加工されることもあります。

電気石の単結晶に圧力や熱を加えると、電気石の両端に静電気^{せいでんき}が発生します。これらの性質は圧力に関しては圧電性^{あつでんせい}、熱に関しては焦電性^{しやうでんせい}とよばれています。電気石という少し変わった名前は、このような性質から来ています。

なお数年前、電気石（トルマリン）は“マイナスイオン”を発生させ空気や水を浄化させると宣伝されたことがありました。しかしこのような効果は、科学的には全く実証^{じっしやう}されていません。



GMI1711

図 3-17 鉄電気石【ブラジル 幅 19cm】

二つの鉄電気石の結晶が、たまたまぶつかったもの。双晶ではない。



GMI1761

図 3-18 苦土電気石
【オーストラリア 長さ 2.5 ~ 3cm】



GMI1982

図 3-19 リチア電気石
【アフガニスタン 高さ 10cm】

胆礬 *Chalcanthite*

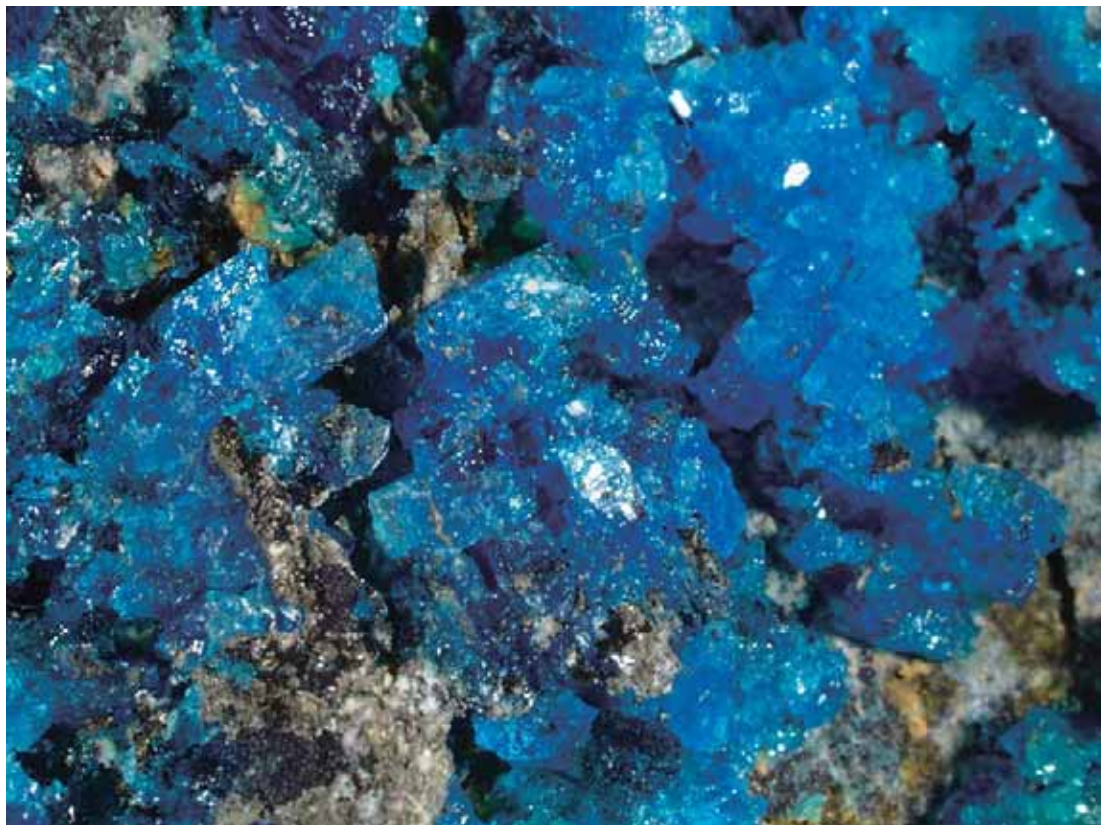
簡単に水に溶ける性質をもつ鉱物がいくつかあります。ここではその代表として胆礬^{たんぱん}を紹介しましょう。

胆礬は鮮やかな青色の鉱物で、その成分は硫酸銅^{りゅうさんどう} 5 水和物 ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) です。中学校や高校の理科（化学）の教科書に結晶の写真が掲載されたり、水溶液や結晶の成長実験の材料として取り上げられる物質で、あまり濃くない、きれいな青色をしています。実験で比較的大きな結晶を簡単に作ることができるので、ご存じの方も多いでしょう。

胆礬は、銅鉱山^{こうどう}の坑道の内壁などに、地下水に溶けた硫酸銅の成分が鍾乳石^{しょうにゅうせき}のように

に沈着してできる鉱物です。もろく、しかも簡単に水に溶ける性質があるので、宝石として使用することはできません。また、毒性があるので、取り扱いには注意が必要です。日本でも銅鉱山の坑道の中で産出したことがあります（図 3-20）。

水に溶ける鉱物としては、他には岩塩^{がんえん}（天然の食塩）などがあります。なお胆礬に限らず、鉱物の中には有毒のものが多くあります。市販の調理用岩塩は別として、鉱物をむやみに口の中に入れることはお勧めできません。



GMI1287

図 3-20 胆礬【和歌山県那智勝浦町妙法鉱山 画面の左右 1.8cm】

3. 鉱物のもつさまざまな性質

磁鉄鉱 *Magnetite*

磁鉄鉱は酸化鉄の一つで、赤鉄鉱とならんで重要な鉄の鉱石です。塊状のことも多いのですが、正8面体の結晶もよくあります（図3-21, 3-22）。

この鉱物の大きな特徴は、強い磁性を持つ

ことです。近くに磁石を持っていくと、磁鉄鉱が鉄製品のように引きつけられます。海岸や砂場などに磁石を持って行って、しばらく地面の上で転がすと、やがて磁石に砂鉄がくっついてきます。この砂鉄の正体が磁鉄鉱で、まわりにある岩石や、川の上流の風化した岩石から分離したものです。ルーペ（虫めがね）などを使わないとわからないかもしれませんが、正8面体やそれに近い形をしています。

逆に、落雷など何らかの理由で磁石としての性質を持つようになった磁鉄鉱もあります。これが天然磁石で、鉄製のクリップなどは簡単に引きつけてしまいます（図3-23）。



GMI1909

図 3-21 結晶片岩中の磁鉄鉱結晶【長崎県 高さ 10cm】



GMI1980

図 3-22 分離した磁鉄鉱結晶
【ブラジル 結晶の径約 1cm】
正8面体およびそれに近い形をしている。



GMI1653

図 3-23 天然磁石【アメリカ、ユタ州 左右 9cm】

燐灰ウラン鉱 *Autunite*

物質の中には、紫外線をあてると通常とは異なった色を発するものがあります。紫外線のエネルギーによって一瞬高められた構成元素の電子のエネルギーが、その直後に元の状態（基底状態）に戻る際によぶんなエネルギー

ギーを光として放射する現象で、このような光を蛍光といいます。照射する紫外線の波長によっては、異なる蛍光が見られることもあります。この現象を利用した工業製品には、たとえば蛍光灯や筆記具の蛍光マーカー、洗剤の中の蛍光材などがあり、日常的に使われています。

燐灰ウラン鉱は、うろこ状、薄い板状、皮膜状をした黄色～黄緑色で、閃ウラン鉱などウランを主成分とする鉱物が風化・変質してできます。鉱物の中にも蛍光を発するものがあり、種類などを見分けるのに役立ちます。燐灰ウラン鉱もこうした鉱物のひとつです。とくにこの鉱物は、比較的安価なブラックライト（長波長の紫外線を発する特殊な蛍光灯）で鮮やかで強烈的な黄緑色の蛍光がみられます。



図 3-24 燐灰ウラン鉱
【フランス 左右 9cm】タングステンライトで撮影。

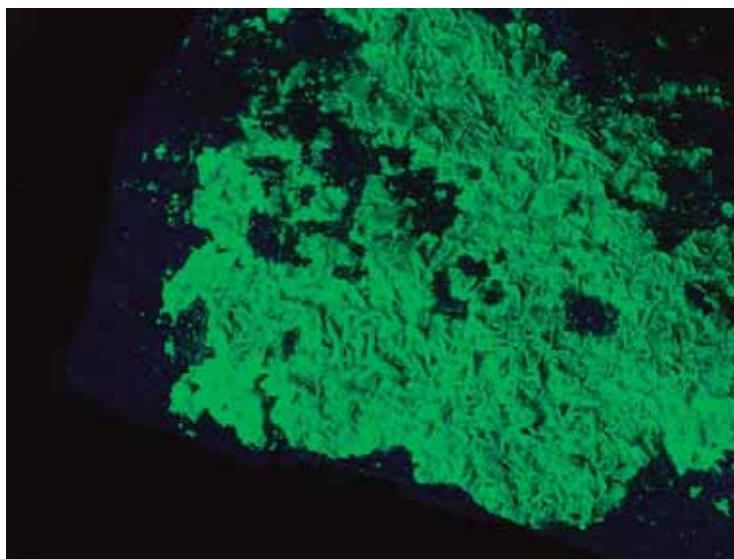


図 3-25 燐灰ウラン鉱
【フランス】 図 2-24 と同じ範囲をブラックライトで撮影。

4. 身のまわりの鉱物

人類は、古代から玉製品の材料や青銅器などの原料として鉱物を利用してきました。現代でも、人間の活動にかかわるあらゆるところで、鉱物を使った製品が用いられています。鉱物そのものの利用は最近では減っていますが、そのぶん純度を高めた人工の鉱物相当物質が多く使われています。ここでは、おもに利用という側面から鉱物を見ていきます。

辰砂 *Cinnabar*



GMI1781

図 4-1

塊状の辰砂 【中国雲南省 左右 7.3cm】



GMI1978

図 4-2

辰砂の結晶 【中国湖南省 左右 8.5cm】

辰砂は、^{りんしゃ}硫化水銀（^{りゅう か すいぎん}HgS）を成分とした^{せんこうしよく}鮮紅色の鉱物です。肉眼的な大型結晶（図 4-2）にはダイヤモンド光沢があります。

水銀の鉱石として、また赤色の顔料として古代から現在まで利用されています。古代中国で^{ふろうふし}不老不死の薬として服用されたり、漢方薬の原料とされたこともあります。

現在では^{いんかん}印鑑用の朱肉の顔料として、合成した硫化水銀が使われています。また、バーミリオンという鮮やかな朱色の油絵具にも硫化水銀が使われています、しかしこの絵の具は高価で扱いも難しいので、現在ではチント（^{ゆう き がんりよう}有機顔料による同一色）の方が広く使われています。

カオリナイト *Kaolinite*

粘土^{ねんど}も鉱物からできており、粘土の主要成分は粘土鉱物とよばれています。カオリナイトは代表的な粘土鉱物で、風化作用や熱水^{ねっすい}（温泉）のはたらきによって長石などの鉱物^{ちようせき}が変質・分解してできます。

多くの場合、白っぽい塊^{かたまり}～土のように見え（図 4-3）、肉眼で見てわかるほどの大きさの結晶になることはめったにありません。しかし、電子顕微鏡^{けんびきよう}を使って観察すると、6 角形の紙を束ねたような形をしているのがわかります（図 4-4）。カオリナイトに限らず、大部分の粘土鉱物^{けん}は、このような紙の束^{たば}のような形をしています。

焼き物の原料として、この鉱物を多く含んだ粘土が採掘されています。長石や他の粘土鉱物と合わせて窯の中で焼くと、ムライトなど別種の鉱物が生成され、陶器^{とうき}や磁器^{じき}ができます。

カオリナイトは、窯業原料以外にも、製紙・化学工業などにも利用されています。



図 4-3 カオリナイト
【北海道白老町白老鉱山 左右 4.7cm】

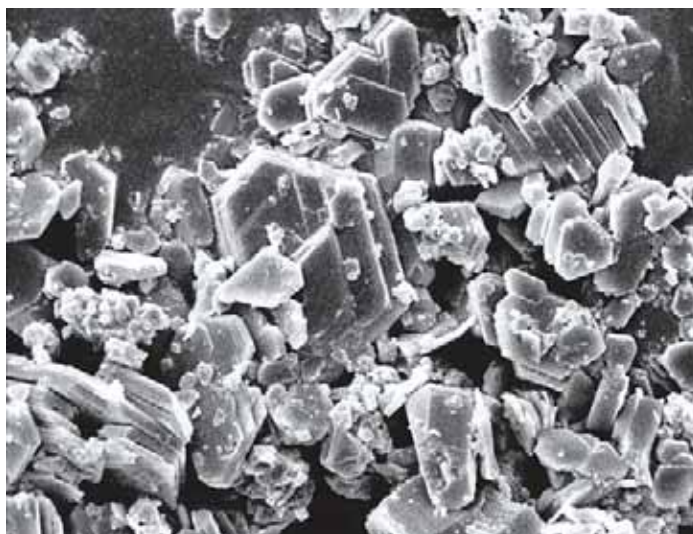


図 4-4 電子顕微鏡写真【白老鉱山 左右 36/1000cm】

4. 身のまわりの鉱物

コランダム *Corundum*

コランダム（こうぎよく鋼玉）とは、酸化アルミニウム（ Al_2O_3 ）からなる鉱物です。結晶の形は、六角形の板状（ばんじょう）～柱状（ちゅうじょう）です。とくにクロムを含んで赤色をしているものをルビー（図 4-5）、それ以外の色（青とは限らない）はサファイア（図 4-6）といいます。非常に硬い（かた）物質で、モースの硬度計（こうどけい）（鉱物の硬さを相対

的（てき）に示す基準）ではダイヤモンドに次ぐ硬度 9 とされています。粉末状の合成品は研磨剤として使われています。

ルビーは、人類が最初に合成した宝石です。このときの方法は、粉末にした原料を高熱の炎で溶かしてつくるというもので、考案者の名前をとってベルヌーイ法（別名、かえんようゆう火炎溶融



GMI1652

図 4-5 コランダム(ルビー)
【インド 画面の左右 6cm】



GMI1961

図 4-6 コランダム(サファイア)
【奈良県香芝市 左右 0.7cm】

ほう法)といひます。こひして細長く丸い棒状^{ぼうじよう}の結晶が得られます(図4-7)。また、ルビーに限らずスタールビーやサファイア、スターサファイア(図4-8)さらに、コランダム以外の鉱物もこの方法で合成されています。現在ではベルヌーイ法以外にもいろいろな合成方法が実用化され、さらに良質な結晶が生産されています(図4-9, 4-10)が、ベルヌーイ法は他の方法に比べて簡単で安上がり^{はうしよく}に製造できるので、現在でもよく採用されています。

合成ルビーは、宝飾^{ほうしよく}用のほか、時計の部品などの精密機械やレーザー^{はっしんし}発振子など、工業用にもいろいろな用途があります。



GMI1714

図4-7 ベルヌーイ法でつくられたコランダム(ルビー)
【左の長さ9cm】
ベルヌーイ法では、このような棒状の結晶ができる。



GMI1715, 1717, 1718, 1719

図4-8 ベルヌーイ法でつくられた合成コランダム
(ルビー、スタールビー、サファイア、スターサファイア)
【長径0.8~19cm】カット、研磨したもの。



GMI1917

図4-9 フラックス法という方法でつくられたコランダム(サファイア)【長さ2.45cm】
金属化合物(溶剤、フラックス)の中に原料を入れて溶かし、ゆっくり冷却して結晶を成長させる。ベルヌーイ法による結晶より天然に近い結晶ができる。



GMI1915, 1916

図4-10 フラックス法でつくられたコランダム(ルビー)
【画面の左右2.2cm】

4. 身のまわりの鉱物

自然金 *Native gold*



図 4-11 自然金(山金)
【アメリカ、カリフォルニア州 高さ 8cm】

GMI1746



GMI1556

金は、他の元素と結合して化合物となることは少なく、ふつうは単体で見つかります。鉱物としての金は自然金とよばれ、産状によって山金（やまきん 鉱脈の中に含まれているもの）と砂金（さきん 金を含んだ鉱脈が浸食され、川の砂の中に沈積したもの）に大別されています。

山金の場合、かなり高品位の^{こうひん い}鉱石でも金の存在は肉眼的にはわからないことが多いのですが、例外的に大きな集合体をつくることがあります（図 4-11）。ふつう山金は、不純物として多量の銀を含んでいます。

図 4-12 は大型の砂金で、なんとなく規則的な形をしています。一般に砂金は山金より^{じゅん ど}純度がやや高いことが多く、多くの場合、山金と比べてみると砂金の方が「黄金色」に近い色をしています。

金は美しい黄色で光沢があり、^さ錆びることはなく、ふつうの酸やアルカリには溶けません。またやわらかく、うすく延ばしやすく、電気をよく通します。金は古代から貨幣や金製品などの貴重品として使われてきました。現在でも装飾品・金貨のほか、^{きんぱく}金箔・メッキ・歯の治療の材料・電気部品の材料など、幅広い用途があります。

図 4-12 自然金(砂金)
【ベネズエラ 画面の左右長さ 7cm】

緑柱石 *Beryl*

りょくちゅうせき
緑柱石は、ベリリウムという元素を含んでいる六角柱状の鉱物です。名前と違って緑色とは限らず、宝石になるものだけでも緑色（エメラルド）、淡青色（アクアマリン）、ピンク（モルガナイト）、黄色（ヘリオドール）などさまざまな色があります。透明で美しいものは宝石として、それ以外のものはベリリウムの鉱石として利用されています。アクア

マリン（図 4-13）は主としてペグマタイト脈に含まれており、大きくキズのない結晶が得られます。熱処理してカットすることが多いようです。

エメラルド（図 4-14、4-15）は、昔からとても高価な宝石です。緑色になるのは、含まれるクロムやバナジウムが原因です。変成岩や方解石脈から産出し、あまり大きな結晶

はありません。天然産のものは、たいてい内部にヒビがあります。現在では、人工的に再結晶^{さいけっしょう}させたヒビのないものも作られています。



GMI1713

図 4-13
緑柱石（アクアマリン）
【パキスタン 画面の左右長さ
12cm】
白雲母（白い薄板状結晶）と共生。



GMI1482

図 4-14（左） 緑柱石（エメラルド）
【コロンビア、ムゾー鉱山 結晶の長さ 3.2cm】
方解石脈中に埋もれている様子を再現して見せた標本。



GMI1653

図 4-15 カットしたエメラルド
【ムゾー鉱山 左右 0.8cm】内部のヒビなどがよくわかる。

しのぶ石 *Dendrite*



GMI2044

図 4-16 し の ぶ 石

【インド北部 左右 9.3cm】

玉髄に生じたもので、美しく見えるように研磨・成型されている。



GFI1943

図 4-17 し の ぶ 石

【ドイツ 左右 7cm】

中生代ジュラ紀の石灰岩に生じたもの。岩石の割れ目に沿ってしのぶ石が生じているのがよくわかる。

岩石の表面に、シダの葉のような形をした黒い模様がみられることがあります。これがしのぶ石（樹形石、模樹石）です。シノブとは、古くから日本で観葉植物として親しまれているシダ植物です。

しのぶ石の正体は、岩石のすきまに生じた二酸化マンガン鉱です。岩石の割れ目（節理）へ雨水や地下水がしみ込み、マンガンが沈着してこのような模様ができます。したがって、しのぶ石がみられるのは節理の面に限られており、新鮮な破断面に見られることは決してありません。また化石は堆積岩に限って産出し、特別な例外を除いて火成岩や変成岩から産出することはありませんが、しのぶ石は安山岩や結晶片岩など、いろいろな種類の岩石にふつうにみられます。

しのぶ石をよく見ると、一部分が全体とほぼ同じような複雑な形をしています。このような形をフラクタル図形といいます。フラクタル図形は、自然物と人工物のいずれにもみられるほか、コンピューターを使って作図することもできます。しのぶ石は、自然界に見られるフラクタル図形の好例です。

蛭石 *Vermiculite*

風化した^{かこうがん}花崗岩からできた山砂（マサ土）の中に、褐色～金色をした、六角形の板状～柱状の結晶が入っていることがあります。層状に薄く剥げる性質があります。金色に光ってきれいなので、筆者は小学生の頃、運動場でこれを集めて遊んでいました。「猫^{ねこ}の金」というニックネームがあるそうです。どれくらい一般的なのかはわかりませんが、「ありのお宝」という名前も聞いたことがあります。

これが^{ひるいし}蛭石で、花崗岩の中に入っている黒雲母（図 2-23）が地表で水や酸素にさらされ、カリウムを失うかわりに水分を取りこんで二次的にできた鉱物です。ピンセットでつまんでガスコンロなどで熱すると、にゅーとのびて、10 倍以上の長さになります（図 4-18）。層間に入った水分子が熱によって水蒸気となる際に、層間を押し広げて長く伸びるのです。この様子が、ヒル（環形動物：吸血性のチスイビルなど）の動きを思わせることから、蛭石の名がつけられたのでしょう。いったんのびた蛭石は、冷やしても元には戻りません。

伸びた蛭石は、軽くて保温性があり、耐火性、保水性もあることから、バーミキュライト（英語名のよみ）の名前で土壌改良材や建築材、さらには使い捨てカイロの主原料など、多方面に利用されています（図 4-19）。



GFI1438

図 4-18 蛭石

【奈良県御所市 左右 4.6cm】

上段は加熱してのびた蛭石。中段と下段は加熱前。



図 4-19 市販されている加熱処理した蛭石

【産地不明 左右 6.5cm】

5. 生物・化石と鉱物

生物は硬い組織を作って体を支えたり外敵から身を守ったりします。生物がつくる「硬いもの」の中には鉱物に相当するものがあり、生体鉱物とよばれています。たとえば、脊椎動物の骨や歯は燐灰石、貝殻は方解石または霰石に相当する物質からできています。鶏卵の殻も、身近な生体鉱物の一例です。生体鉱物の多くは何らかの役に立っていますが、中には腎臓結石など病的に形成される、ありがたくない生体鉱物もあります。

これとは別に、化石の中にも鉱物でできているものがたくさんあります。これには、生体鉱物がそのまま残っている場合と、生物がつくったものとは無関係に、変質したり、まったく別のものに置きかわる場合の2タイプがあります。

貝殻と真珠 *Shell and Pearl*

貝殻は、炭酸カルシウム（方解石または霰石）とそれらをつなぐ有機物からできています。両者の組み合わせり方には何通りもあり、肉眼でも違いがわかります。また、貝の種類によって、方解石で殻を作るもの、霰石で殻を作るもの、両方で殻を作るものがあります。

アコヤガイ（養殖真珠をつくる二枚貝）の内面の中央部（図5-1）には真珠そっくりの色・光沢をした部分があり、縁の方は中央部と比べると光沢がありません。中央部の殻の作りは、真珠層と名づけられており、霰石と有機物でできています。真珠層はアワビ類などの巻貝や絶滅したアンモナイトなどに

もみられますが、マガキやシジミ類、ホタテガイのように、真珠層を持っていない貝類も多くいます。

真珠とは、貝の体内に貝殻と同じ成分が沈着してできるものなので、貝殻の内面と真珠の表面は同じ光沢をしています。また、どのような貝にあってもおかしくないものなのです。ふつうの宝石の真珠は、アコヤガイの体内に、異物（核）と貝殻を分泌する組織（外套膜）の切片を入れて作ります。稀にアサリからも真珠が出てくることがあります（図5-2）が、“真珠色”をしておらず、貝殻の内面と同じような色や光沢をしています。



図 5-1 アコヤガイの殻の内面
【海陽町 左右 6.3cm】個人蔵



GMI2055
図 5-2 アサリから出てきた真珠
【大きい方の長さ 1.85cm】

燐灰石 *Apatite*

りんかいせき
燐灰石は、ほとんどの火成岩や変成岩に、少しずつですがごくふつうに含まれている鉱物です。

燐灰石とは厳密には鉱物のグループ名で、フッ素を含むもの、塩素、炭酸基、水酸基を含むものなどがあり、鉱物学的にはそれぞれ別種として扱われています。最も普通に産出するフッ素燐灰石（図 5-3）の意味で使われることもあります。六角形の柱状のほか、六角形の板状、塊状、土状などのものもあります。透明で大きく美しい結晶はカットされて宝石に、あまり大きくないものはアクセサリー用に加工されます。経済的に重要なのは、燐灰石を主成分とした燐鉱石（図 5-4）です。これはアメリカ、中国、モロッコ、チュニジア、ヨルダンなどで大規模に採掘され、化学肥料の原料として使われています。

私たちヒトを含む脊椎動物の歯や骨は、水酸基を多く持った燐灰石（水酸燐灰石）を主成分としています。食べ物の中から磷を集め、体内でカルシウムと結合させて歯や骨を作っているわけです。したがって私たち自身の体の中の歯や骨は、それぞれの体内で合成した水酸燐灰石の相当物質ということができます。



図 5-3 フッ素燐灰石【カナダ 画面の左右 11cm】
カーボナタイトという特殊な火成岩に入った長柱状の結晶。



図 5-4 燐酸塩岩
【中国雲南省澄江県帽天山近く】

古生代カンブリア紀最初期 燐鉱石として採掘されている。小有殻化石群 (SSF) を多く含む。カンブリア紀初頭には世界的に燐酸塩岩が多く、硬い殻を持った動物の爆発的増加 (カンブリア爆発) と燐酸塩とが関連するのではないかという見解がある。

オパール化した貝化石 *Opal shells*

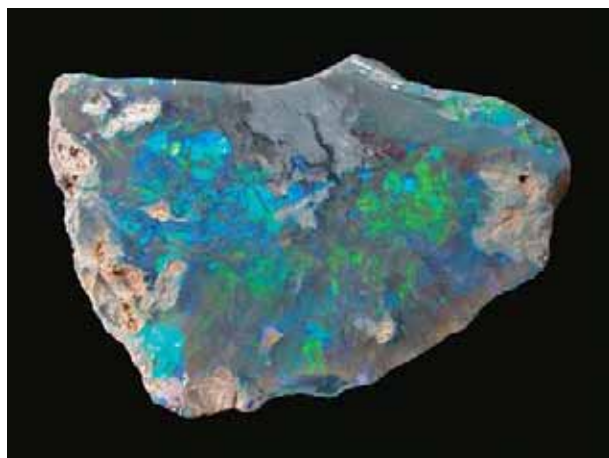
オパールは水を含んだ二酸化珪素の鉱物です。蛋白石（蛋白は卵白と同じ意味）ともいい、その名のとおり、多くはゆで卵の白身そっくりで白濁しています。たまに虹のような色を示す性質（遊色）のみられるものがあり、プレシャスオパール（またはノーブルオパール：図 5-5）とよばれます。オーストラリアとメキシコが主要な産地で、上質なものは

宝石に加工されます。日本人が特に愛好する宝石だそうです。

オーストラリア産のオパールは、主として堆積岩の中から見つかります。産地によっては、貝殻やクビナガリュウなどの脊椎動物の骨、植物の幹などの形をしたオパールが産出することもあります。これらは中生代白亜紀の化石です。

オパール化した貝化石は、貝殻が変質したり少しずつ置き換えられたものではなく、貝殻がいったん溶けて空洞になったところに、オパールの成分を含む地下水が長時間しみこんでできたものです。したがって、貝殻の内部構造などは全く残っていません。

オパール化した貝化石の多くは白濁した普通のオパール（図 5-6）ですが、遊色のみられるもの（図 5-7）もあります。



GMI1908

図 5-5 オパール

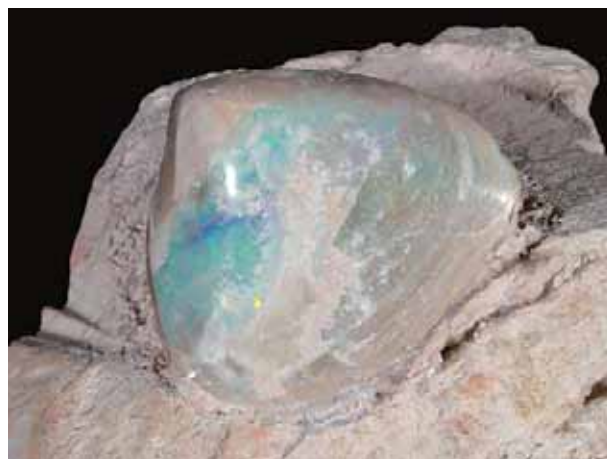
【オーストラリア、ライトニングリッジ 左右 2.5cm】
ブラックオパールとよばれる宝石質の石。



GMI1732

図 5-6 オパール化した貝化石

【オーストラリア、クーバーペディ 左右 16cm】
白っぽく濁った普通のオパール。



GMI1536

図 5-7 オパール化した貝化石

【オーストラリア、クーバーペディ 殻の長さ 4cm】
一部に遊色がみられる。

珪化木 *Silicified wood*

樹木の細胞内や細胞壁に珪酸分^{けいさん}がしみこみ、オパール^{ぎよくずい}や玉髄などの珪酸分に置き換えられて化石として残ることがあります。このような植物化石を珪化木^{けいかぼく}とよんでいます。植物化石としては特に珍しいタイプではなく、多産することもよくあります。保存状態がよい珪化木では、内部の年輪や細胞などを見ることができます。内部構造が残されていることにより、同じ珪酸質からなる化石でも、オーストラリアのオパール化した貝化石とはでき方が全く違うことがわかります。

珪化木はしばしば石炭といっしょに産出し、部分的に石炭と珪化木が入り交じっているものもあります。一般的な珪化木には商業的な価値はほとんどなく、むしろ石炭採掘のじゃまになる存在です。北海道や北九州に多数あった炭坑の近くには、他の質の良くない石炭や岩石片といっしょにたくさんの珪化木がボタ山として積み上げられていました。

珪化木は現在でも形成されています。富山県立山温泉で行われた実験の結果からは、条件が整っていれば、数年から数10年ほどのごく短い期間で形成される可能性があると言っています。



GFP1146

図 5-8 珪化木 【石川県小松市尾小屋鉱山 長さ 28cm】



GFP1046

図 5-9 珪化木

【アメリカ、アリゾナ州 中生代三畳紀 直径 75cm】

ナンヨウスギ科アラウカリオキシロン属の幹の断面。研磨してある。

黄鉄鉱化した化石 *Pyritized fossils*



GFI1858

図 5-10 黄鉄鉱化したアンモナイト(コスモセラス)
【ロシア 中生代ジュラ紀 長径 7cm】 黄鉄鉱化した化石の断面。



GFI1863

図 5-11 黄鉄鉱化した腕足類(パスビリファー)
【アメリカ、オハイオ州 古生代デボン紀 各個体の長さ 5.5cm】

硫化鉄の鉱物である黄鉄鉱 (FeS₂) はありふれた鉱物で、堆積岩の中からもよく産出します(図 3-7)。また化石の中には、石灰質の殻が黄鉄鉱に置換されたものがあります。このような化石が発見される地層は有機物を多く含んだ黑色泥岩で、母岩にも黄鉄鉱の結晶を伴っています。このような泥岩は、硫化水素に富んだ無酸素の海底でできたと考えられています。

黄鉄鉱化した化石としてよく紹介されるのはアンモナイト(図 5-10)ですが、それ以外にも腕足類(図 5-11)やウミユリなど、さまざまな種類の化石が知られています。また無酸素の海底には、生物の死骸を食べる腐肉食動物や分解する微生物も少ないので、すばらしい保存状態の黄鉄鉱化した化石が発見されることもあります。ドイツ西部のハンスクリュック頁岩(古生代デボン紀前期)がそのような化石を産出する地層として有名です。

藍鉄鉱化した化石 *Fossils replaced by vivianite*

藍鉄鉱は、鉄と^{りんさん}リン酸からできた鉱物です。金属^{こうしゅう}鉄床の風化した部分に二次的に生じるほか、淡水性の堆積岩の中などから産出します。

この鉱物は、地中から掘り出すと色が変わることで有名です。本来は無色透明ですが、掘り出すとすぐに灰青色に、さらに濃青色から濃緑青色に変わります。これは藍鉄鉱の表面の鉄分が、空気中の酸素により酸化されて起こる現象です。

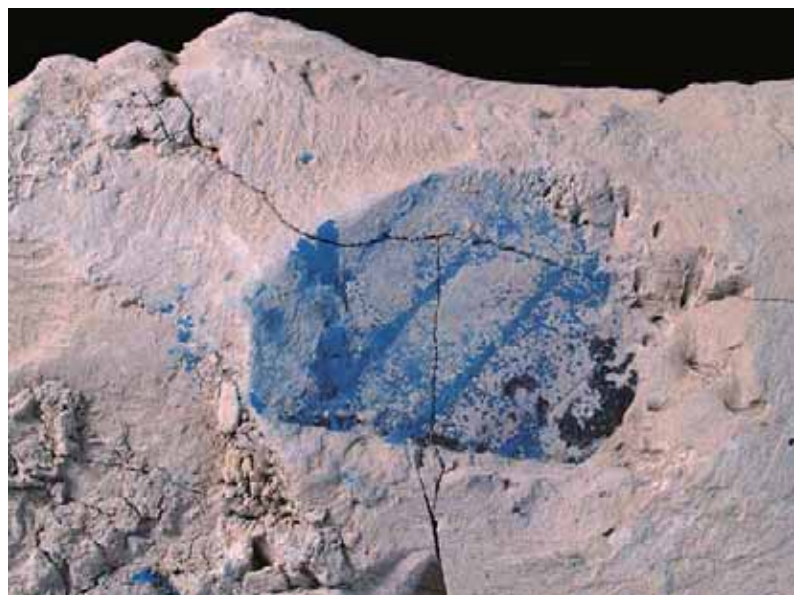
堆積岩に伴って産出する藍鉄鉱の中には、化石を置換したり、化石の内部に成長したものがああります。ウクライナからは、内部に多数の針状の藍鉄鉱が生じたり（図 5-12）、内部を完全に藍鉄鉱で充填されている貝化石が知られています。また熊本県からは、木の葉などの植物が藍鉄鉱に置き換わった化石が産出します（図 5-13）。



GMI1734

図 5-12 藍鉄鉱

【ウクライナ、クリミア半島 左右 5cm】二枚貝の殻の内部に生じた結晶。



GFI2050

図 5-13 藍鉄鉱

【熊本県熊本市 左右 5cm】

新生代第四紀更新世。淡水湖に堆積した泥岩層から産出する。この標本では、木の葉の一部が置換されている。

6. 四国の鉱物

四国は、時代やでき方のことなる地質体が東西に帯状に寄せ集められてできていて、産出する鉱物も地質体によって異なっています。また、同じ地質体でも、それぞれの地域や場所で微妙に異なる特徴を持っています。

輝安鉱 *Stibnite*

輝安鉱はアンチモンと硫黄からできている鉱物で、アンチモンの鉱石として採掘されています。県内では、牟岐町と那賀町西納に輝安鉱を採掘した鉱山がありました（図 6-1）。アンチモンは金属元素で、自動車用バッテリーや合金添加物として用途があります。

愛媛県西条市にあった市ノ川鉱山産の輝安鉱（図 6-2）は、結晶の大きさとみごとさで、日本を代表する鉱物としてよく取り上げられます。ふつうの輝安鉱の結晶は長さ 1 ~ 2cm ほどで針状ですが、市ノ川鉱山からは明治時代に 20 ~ 30cm（最長で 1m 近く）にもなる結晶が大量に産出しました。これらの結晶は、三波川帯の結晶片岩と第三紀の礫岩を貫く割れ目の中に、石英とともに含まれていたものです。

このとき採掘された結晶は、世界中の博物館や大学に収蔵・展示されています。一流品のほとんどは海外に流出していて、国内には良品が少ないとまでいわれています。



GMI1892

図 6-1 輝安鉱
【那賀町西納相生鉱山 左右 13cm】



GMI1514

図 6-2 輝安鉱
【愛媛県西条市市ノ川鉱山 全体の長さ 31cm】

紅簾石 *Piementite*

三波川変成帯の中にある徳島市眉山^{びざん}には、「阿波の青石」^{あおいし りょくしょくへんがん}（緑色片岩）などのさまざまな結晶片岩類が分布しています。その中腹の遊歩道ぞいの一角に、縞模様^{しまもよう}のある紅色～淡赤色のきれいな岩石が露出している場所があります。かなり以前に誰かがここで大量に採集をしたらしく、最も赤い部分が大きく掘

られて窪み、落ち葉や雨水が溜^たまっています。

この岩石は紅簾石石英片岩（紅簾片岩）で、紅簾石というマンガンを含んだ濃赤色の鉱物を多量に含んでいます（図 6-3）。この結晶は小さすぎて肉眼では見えないことが多いのですが、眉山産紅簾石は肉眼で結晶の形が分かるものもあります。



GMI1501

図 6-3 紅簾石石英片岩中の紅簾石【徳島市眉山 左右 2cm】



図 6-4 徳島城の石垣 【徳島市徳島中央公園】
ピンク色をした紅簾石石英片岩が一部（たとえば正面右辺中央の石）に使われている。

かつては紅簾石はマンガン^{こうしょう}鉱床特有の鉱物と考えられていました。ところが 1887 年（明治 20 年）に、東京大学地質学教室初代教授の小^こ藤^{とう}文^{ぶん}次^じ郎^{ろう}氏は、眉山（大滝山）の結晶片岩が紅簾石を含むことを見だし記載しました。それまで紅簾石のこのような産状はまったく知られていなかったため、眉山とそこから産出する紅簾石石英片岩は、世界中に知られるところとなりました。

紅簾石を多く含む結晶片岩は、その後、三波川変成帯の各地（埼玉県^{ながとろ}長瀬、愛媛県四国中央市など）や北海道、新潟などいろいろなところで見つかっています。四国の三波川帯変成帯では珍しい岩石ではありません。徳島城の石垣の一部にも紅簾石石英片岩が使われています（図 6-4）。

現在、紅簾石石英片岩の源岩は赤色チャートで、紅簾石のマンガンはもともとは深海底の赤色粘土中のマンガンに由来することが分かっています。

ルチル *Rutile*



GMI1901

図 6-5 ルチル 【徳島市眉山 画面の高さ 8.5cm】



GMI846

図 6-6 ルチル 【徳島市眉山 画面の左右 2.0cm】

酸化チタンの鉱物のひとつで、^{きんこうせき}金紅石ともいいます。高い屈折率（最高 2.9）を持った鉱物で、大量に産出する場合はチタンの鉱石として採掘されます。ルチル入りの水晶（図 2-4）は、アクセサリーに加工されます。国内から産出するほとんどのルチルは顕微鏡的なサイズで、大きな結晶はあまりありません。

徳島市眉山では、かつて大型のルチルを産出したことがあり、研究者やコレクターの間では有名です。全国各地の大学や博物館などに眉山産の標本が収蔵・展示されています。

図 6-5 は、^{せきえいみやく}石英脈の中に入った長柱状の結晶です。眉山産ルチル中에서도おそらく最大クラスで、結晶の長さは少なくとも 5.5cm あります。この標本の採集時期は不明です。

図 6-6 も石英脈の中に入った柱状結晶です。途中で折れているので長さは不明ですが、断面は見るができます。鉱物研究者・コレクターとして有名だった篠本二郎氏が明治時代に採集したと推定される標本で、ドイツの有名な標本商であるクランツ社から間接的に買い戻したものです。同時に購入した別の眉山産ルチル標本には、採集者の手によるラベルがついていました。

なお、かつてルチルを産出したと言われている場所に行っても現在は何も残っておらず、観察や採集を行うことは全く不可能になっています。

ざくろ石 Garnet

四国にもざくろ石（16～17ページ）の産地はたくさんあります。ここでは、愛媛県四国中央市土居町関川の河原で採集できるアルマンディン（鉄礬^{てつぱん}ざくろ石）と徳島市眉山^{びざん}のスペサルティン（満礬^{まんぱん}ざくろ石）を紹介しましょう。ともに変成岩に伴うざくろ石です。

関川の河原は、さまざまな種類の鉱物を手軽に拾える場所です。その中で特に目立つのが、角閃片岩の中に含まれる赤いアルマンディンです。多くは角閃片岩の表面に径1mmから2cmほどの多角形の断面として見えていますが、適度に風化した角閃片岩を割れば、斜方12面体（菱形が12個集まってできる立体）の結晶を単独で取り出すことができます（図6-7）。数は多くないものの、アルマンディン以外のざくろ石も2種類あります。それはパイロープ（苦礬^{くぱん}ざくろ石）とウバロバイト（灰クロム^{かい}ざくろ石）で、パイロープはエクログナイトという珍しい変成岩中に、ウバロバイトはかんらん岩中に含まれています。

眉山のスペサルティンは、雲母を多く含んだ石英片岩の中に入っています。硬くて風化



GMI1846

図 6-7 アルマンディン(鉄礬ざくろ石)

【愛媛県四国中央市土居町関川河原 大きい方の長径 1.8cm】



GMI1960

図 6-8 スペサルティン(満礬ざくろ石)

【徳島市眉山 大きい方の長径 3mm】

に強いので、眉山中腹の山道の地面をじっくり探すと、母岩から分離した結晶を拾うことができます（図6-8）。光沢が強く、黒っぽい色をした斜方12面体の結晶です。あまり大きなものはなく、大半は直径5mm以下です。

辰砂 *Cinnabar*

阿南市水井町付近は、かつては日本有数の辰砂の産地でした。この周辺は、古代と近代の2つの時代に、それぞれ異なった目的で辰砂の採掘が行われました。

水井町にある若杉山遺跡では、弥生時代の終末から古墳時代前期にかけて、顔料としての辰砂が採掘されていました。採掘や粉碎に使った多数の石臼や石杵が出土しており、中

には辰砂が付着した石杵なども見つかります。

その後江戸時代までは大規模な採掘は行われていませんでしたが、1888（明治19）年春から水銀鉱山（水井鉱山、のちに由岐水銀鉱山）として開鉱されました。1902（明治35）年頃には年約600kgを精錬し、奈良県の大和水銀鉱山とともに国内二大水銀産地

としてひろく知られるようになったといえます。昭和初期の休業状態をはさんで、日中戦争以後に再び採掘が始まり活気を取り戻したものの、鉱量がなくなり、1955（昭和30）年ごろ休山しました。

現在は、坑道などが残されています。しかし、普通に歩いても辰砂を含んだ鉱石はなかなか見ることができません。



GMI1848

図 6-9 辰砂 【阿南市水井町 左右 7.5cm】
篠本二郎氏が明治時代に採集した標本で、産地などの註記がある。



GMI1898

図 6-10 辰砂
【阿南市水井町 画面の左右 7cm】
石灰岩に伴うもの。

参考・引用文献

- 赤羽久忠・古野 毅・宮島 宏・後藤道治・太田敏孝・山本 茂．1999．温泉水の流れの中における珪化木形成実験 - 珪化の速度測定と珪酸の浸潤機構 - ．地質学雑誌 ．
- 秋月瑞彦．1993．山の結晶．裳華房 ．
- 秋月瑞彦．1995．虹の結晶．裳華房 ．
- 秋月瑞彦．2003．鉱物マニアになろう．裳華房 ．
- 阿南市史編さん委員会（編）．2001．阿南市史 第三巻（近代編）．阿南市 ．
- 石田啓祐・西山賢一・佐藤威臣・竹熊隆宏・長谷川修一．2006．泥質岩の風化指標としての微細黄鉄鉱抽出法．徳島大学総合科学部自然科学研究，第 20 巻 ．
- 岩崎正夫（編）．1979．徳島の自然 地質 1．徳島市民双書 13．徳島中央公民館 ．
- 岩崎正夫．徳島県地学図鑑．1990．徳島県地学図鑑．徳島新聞社 ．
- 愛媛県立博物館．1992．愛媛の自然（地学その 1，岩石・鉱物）．愛媛の自然文献資料 その 10，愛媛県立博物館 ．
- 加藤 昭．1989．主要鉱物一覧．櫻井欽一博士古稀記念事業会 ．
- 加藤 昭．2005．鉱物種一覧 2005.9．小室宝飾 ．
- 木下亀城．1963．原色鉱石図鑑．保育社 ．
- 木下亀城・湊 秀雄．1963．続原色鉱石図鑑．保育社 ．
- 久保亮五・長倉三郎・井口洋夫・江沢 洋編．1987．岩波理化学辞典 第 4 版．岩波書店 ．
- 産業技術総合研究所 地質標本館（編）地球 図説アースサイエンス．誠文堂新光社 ．
- 白水晴雄・青木義和．1989．宝石のはなし．技報堂出版 ．
- 高橋英一．2004．肥料になった鉱物の物語 - グアノ，チリ硝石，カリ鉱石，リン鉱石の光と陰 - ．研成社 ．
- 高島芳弘．2003．辰砂の精製．徳島県立博物館ニュース，No. 51 ．
- 辰尾良二．2004．宝石・鉱物おもしろガイド．築地書館 ．
- 地学団体研究会（編）．1995．新版地学教育講座 鉱物の科学．東海大学出版会 ．
- 地学団体研究会（編）．1995．新版地学教育講座 岩石と地下資源．東海大学出版会 ．
- 地学団体研究会（編）．1995．新版地学教育講座 地球内部の構造と運動．東海大学出版会 ．
- 地質調査所編．1992．日本の岩石と鉱物．東海大学出版会 ．
- 辻野泰之・中尾賢一．2006．奇跡の化石たち．徳島県立博物館企画展解説書 ．
- 徳島県立博物館．1997．辰砂生産遺跡の調査 阿南市若杉山遺跡．徳島県立博物館 ．
- 徳島新聞社調査事業局（編）．1981．徳島県百科事典．社団法人徳島新聞社 ．
- 中尾賢一．2003．徳島市眉山の鉱物．徳島県立博物館ニュース，No. 53 ．
- 中尾賢一．2005．アサリから真珠！．徳島県立博物館ニュース，No. 58 ．
- 中尾賢一・高島芳弘・長谷川賢二・魚島純一．2004．石とくらし．徳島県立博物館企画展解説書 ．
- 益富寿之助．1974．鉱物．保育社 ．
- 益富地学会館（監修）．1994．日本の鉱物．成美堂出版 ．
- 松井義人・坂野昇平（編）．1992．岩石・鉱物の地球化学．岩波書店 ．
- 松原 聡．1985．フィールド版鉱物図鑑．丸善株式会社 ．
- 松原 聡（監修）．1999．鉱物カラー図鑑．ナツメ社 ．
- 松原 聡．2006．ダイヤモンドの科学 美しさと硬さの秘密．講談社ブルーバックス ．
- 松原 聡・宮脇律郎．2006．日本産鉱物型録．東海大学出版会 ．
- 松原 聡（監修）．2006．鉱物の不思議がわかる本．成美堂出版 ．
- 森本信男・砂川一郎・都城秋穂．1975．鉱物学．岩波書店 ．
- 両角芳郎．2000．石を割った面にシダの葉のような模様がついていることがあります，それは化石ですか？徳島県立博物館ニュース，No. 40 ．
- 橋本光男．1987．日本の変成岩．岩波書店 ．
- 波部忠重ほか（編）．1994．軟体動物学概論上巻．サイエンティスト社 ．
- Fleischer and Mandarino. 1991. Glossary of mineral species 1991. The Mineralogical Record Inc.
- 堀 秀道．1990．楽しい鉱物学．草思社 ．
- 堀 秀道．1992．楽しい鉱物図鑑．草思社 ．
- 堀 秀道．1997．楽しい鉱物図鑑 2 ．草思社 ．
- 渡辺武男・沢村武雄・宮久三千年（編）．1893．日本地方鉱床誌 四国地方．朝倉書店 ．

石田啓祐

神野裕之

愛媛県総合科学博物館

株式会社 小室宝飾

ホリミネラロジー株式会社

徳島県立博物館企画展「ミネラルズ - きれいな、不思議な、そして意外に身近な鉱物の世界 - 」 展示解説書

ミネラルズ - きれいな、不思議な、そして意外に身近な鉱物の世界 -

発行日 2007年4月27日

執筆 中尾賢一

発行 徳島県立博物館

〒770-8070 徳島市八万町向寺山(文化の森総合公園内)

TEL. 088-668-3636 FAX. 088-668-7197

印刷 株式会社 栄青写真社

おことわり

この解説書は、1996年7月～8月に徳島県立博物館が開催した企画展「鉱物の世界」の展示解説書『鉱物の世界』を改訂、加筆して作成したものです。



minerals