

石灰岩と人との関わり

(1) 石灰岩は化石の宝庫！

岐阜県大垣市に金生山^{きんじょうざん}という消えつつある？山があります。フズリナの化石が日本で初めて報告された場所であり、「日本の古生物学発祥の地」ともいわれます。何回も化石採集に出かけたことがあります、現在も稼行中のため立ち入りがむつかしくなっています。化石（古生物）は、その進化から年代の推定や、地層の上下判定、古環境の推定などに役立ちます。石灰岩は国内需要を自給できる数少ない資源ですが、あと30年程度で枯渇するとも考えられています。

石灰岩地帯は、アルカリ性のため人骨を含めた動物化石の骨も残りやすくなっています。



図1 金生山の採石場（日に日に変化します）



図2 美祢市伊佐鉱山



図3 フズリナ（秋吉台）
多くのフズリナ化石などが入っています



図4 卷貝化石（金生山）
層準は不明



図5 エジプト ギゼーの石灰岩
化石は見当たりませんでした



図6（左）三ヶ日人が見
つかった只木石灰岩採
石場跡

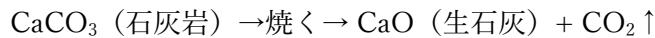
図7（右）沖縄玉泉洞内
のリュウキュウジカの
骨の化石



(2) 石灰岩(石灰石)・石灰の利用

こんなにも多くの場で利用しています！

石灰岩は古くからピラミッドなど建築用の石材として使われています。しかし日本は降水量が多いため、建物の内装材としての利用が多く、石灰岩が熱変成を受けた結晶質石灰岩(大理石)の利用が多いようです。石灰岩からつくる石灰には、生石灰と消石灰がありますが、土木建築、鉄鋼、化学、食品、医薬、水処理、公害防止など、幅広い分野で利用しています(図8)。石灰岩を焼くと生石灰(図9)が、生石灰に水を加えると消石灰(図10)ができます。



生石灰に水を加えると、 $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$ (消石灰) 発熱します

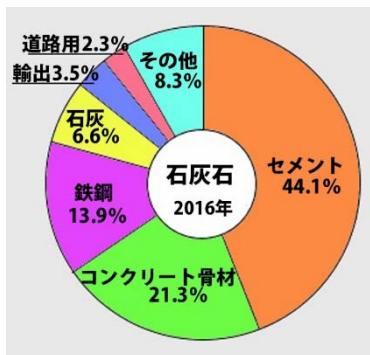


図8 石灰石用途別構成比(URL1を改)



図9 生石灰(URL2)



図10 消石灰(URL2)

生石灰は吸湿力が強く海苔やせんべいなどの防湿保存剤(乾燥剤)、アルコールや溶剤の脱水剤として、また、化学反応熱の利用で駅弁や防災食を温める加熱剤として利用されています。また、消石灰(水酸化カルシウム)は、グランドのライン引きなどで見られる白く微細な粉末ですが、水に溶けると「強いアルカリ性」を示し、この性質が環境保全や衛生管理に役立っています。

◎建設・建材での用途

- セメント原料・コンクリートの骨材として使われます。
- 地盤改良: 軟弱な土に混ぜて強度を高め、道路、鉄道、建物の基礎などに利用されます。
- 建築材料: 漆喰や三和土の材料。

漆喰: 消石灰に植物の纖維や海藻からとった糊と水を混ぜて、塗り壁材として使います。乾燥すると固まり、さらに空気中の二酸化炭素を徐々に吸収して炭酸カルシウムになってさらに硬くなります。調湿性、防火性、消臭効果があり、お城や商家などで使われました。高松塚古墳壁画などでも見られます。

三和土: 赤土・砂利・消石灰・にがりなどを混ぜ合わせて叩き固めた土間の床です。



図11 漆喰の壁 緑区有松

◎鉄鋼分野での用途: 高炉で鉄鉱石と生石灰と一緒に投入すると石灰石が不純物(シリカやアルミナなど)と溶融して融点の低いスラグ(のろ)を形成して、鉄と分離させ不純物を取り除きます。

◎化学工業での用途: ガラス・陶磁器・ソーダ・漂白剤・カーバイド・紙パルプ・海水マグネシア(にがりからつくった酸化マグネシウムで、耐火物、セラミックス、排煙脱硫材、医薬品(緩下剤)

などに利用)・金属マグネシウム・石油化学・歯磨き粉・ゴム製品・プラスチック・シーリング材(外壁などの隙間に充填)・塗料・印刷用インキ・ソーダ灰・苛性ソーダ・ベビーパウダー・チョーク・化粧品原料・入浴剤などに使われています。

◎土木での用途:セメント・コンクリート・骨材・アスファルト(見かけの粘度を高め、さらに材の間隙を充てんする)・土質安定処理などの製造原料として重要な役割を担っています。土質安定処理では、道路や建物の基礎工事、埋め立て地の改良、空港滑走路の強化などに利用します。

◎環境分野での用途:上下水道の浄化(脱臭・殺菌)、汚泥処理、赤水防止、重金属の沈殿・回収などに使われます。また、火力発電所やゴミ焼却施設からの排ガスから有害ガス(塩化水素や硫黄酸化物など)を除去します。

◎農業分野での用途:土壤のpH調整、肥沃度向上、石灰質肥料として利用されます。畜産糞尿処理・農薬・産卵用ニワトリや乳牛の飼料(カルシウムを家畜に与えるためにエサに配合)・鳥インフルエンザなどの伝染病予防などにも使用されています。石灰質肥料は、作物にカルシウムやマグネシウムといったミネラルを補給し、土中の有機物の分解を促す効果があります。同時に酸性土壤の中和改良も行われます。そして畜産業の家畜糞尿は、石灰を使って水分調製や殺菌処理をすることで窒素肥料やカルシウム肥料としてリサイクルされています。古くから使われてきたボルドー液(硫酸銅と生石灰を水に溶かして作られ、カビや細菌性の病害を防ぐ)の原料に使用されます。

◎食品での用途:石灰石(炭酸カルシウム)を粉碎し粒度を調整した微粉末を「タンカル」といい、工業用・農業用・食品用など幅広い分野で使われています。宮沢賢治が名付けたことでも知られます。食品分野では、パン(pH調整・乳化剤の保存用)・めん類(酵素の活性を抑え、製品の変色、変質を防止する)・米菓・チョコレート・味噌・漬物・かまぼこやソーセージの強度向上など、広い範囲で使用されます。消石灰は、こんにゃくの凝固、砂糖精製時の不純物除去に使います。

生石灰は水と反応するときの発熱を利用した食品加温剤(清酒、弁当、しゃうまい、おでんなどを温める)や、石灰の吸湿効果を利用した食品の乾燥剤、吸湿剤に使います。

◎医薬・試薬での用途:カルシウム錠剤・注射液・錠剤・粉薬・歯科材料・人工骨・外科用固定包帯(ギプス)などや、生体用金属材料や錠剤などの表面のコーティングにも使用されます。

◎観光分野などの用途:観光洞としての鍾乳洞、さざれ石、トルコのパムッカレのような段々畠状の石灰棚なども観光地となっています。ただ、石灰岩地域は地下に不規則な空洞が空いていることが多いため、建物などの構造物の荷重で空洞が崩壊し、沈下等の影響を与えたり道路の路面陥没が起こる可能性があります。



図12 ひめゆりの塔の石灰洞 沖縄



図13 さざれ石 (岐阜県揖斐川町)

また、鍾乳洞は軍事的な基地になったり、太平洋戦争時の沖縄のように、防空壕にも利用されたりしました（図 12）。秋吉台のようなある程度広がりのある台地は旧陸軍などの演習場にも利用されました。オーストラリアでは核実験場にもなりました。

さざれ石は石灰角礫岩で日本各地で見られます（図 13）。岐阜県揖斐川町のさざれ石公園のものは西にある伊吹山の石灰岩の角張った礫が固結したものです。

◎そのほかでは、粉末を利用した胡粉という白の岩絵の具や、チャップリンで有名になったライムライトなどがあります。ライムライトは石灰を、棒状、あるいは球形に成形したものに酸素と水素を混ぜた気体の炎で焼くと出る、強力で明るい光を反射板を使って舞台照明（スポットライト）に利用したものです。ライムライトのライムとは石灰を意味する lime のことです。1878 年に白熱電球が実用化され、その普及に伴って次第に廃れ、20 世紀初頭には使用されなくなりました。

（3）石灰岩地域の土壤　金生山の赤土はテラロッサではない？！

石灰岩地域の土は赤土が目立ち、赤坂という地名に関係する所が多いです。かつては石灰岩地域の土壤はテラ・ロッサと呼ばれる赤土と教えられてきました。しかし、近年ではテラ・ロッサは地中海沿岸地域のものだけを指しており、日本などのものはテラ・ロッサとは呼ばないといわれます。また、成因も石灰岩の風化では生成せず、アフリカのサハラ砂漠からの風（シロッコ〈ゲブリ〉）によって運ばれたレス（風によって運ばれたシルトが堆積してきた土壤で、黄土とも呼ばれる）が石灰岩上に堆積し、鉄サビが赤色に変化した土であるといわれます。このゲブリがスタジオジブリのジブリの語源です。まだ、様々な考えが出されている状態ですが、石灰岩に含まれる不純物（不溶解残渣）が土壤の主要物質になるという考え方、外部から運ばれてきた風成塵が主要物質になるという考え方、さらにその両方が原因という考え方があります。金生山の土壤ではその母材の多くが風成塵を起源とするという報告がなされています。

金生山付近では、鉄の鉱床があったという報告があります。私の印象では、金生山などでは玄武岩（以前は輝緑凝灰岩と呼ばれた）の岩脈が見られる（図 14）ことから、石灰岩が熱変成を受けてできたスカルン鉱床の鉄（その風化物？）があったように思われます。不純物として鉄分が含まれることで、金生山では茶褐色やピンク、灰色、黒、時には緑色などの様々な色合いの結晶質石灰岩（更紗大理石）が見られます。

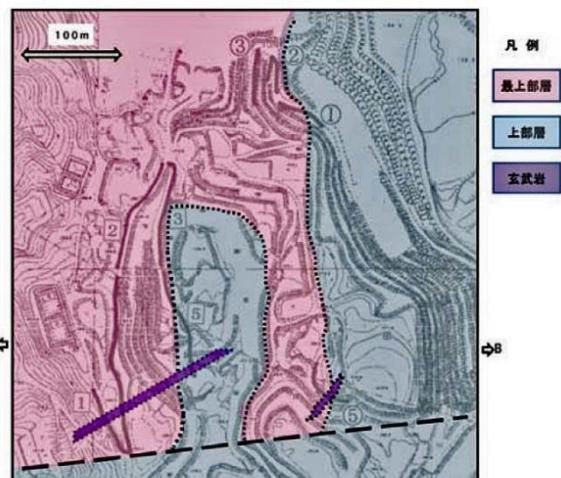


図 14 金生山 地質図（西脇ほか, 2011）

金生山化石研究会(編), 金生山-その文化と自然-.269p.

西脇二一・高木洋一・橋本秀雄・説田武紀・小野輝雄, 2011, ペルム紀赤坂石灰岩の地質古生物学的研究. 総合研究所報, 19, 33-43.

漆原和子, カルスト. 大明堂, 325 p.

URL 1 : <http://noukakuken.jp/lecture/lec1609.html>

URL 2 : <https://www.jplime.com/pages/52/>