

ろう石

上野三義

わが国でいわゆる「ろう石」と呼ばれている鉱石をおもな構成鉱物から分類すると

パイロフィライト質ろう石……パイロフィライト
石英 ディアスポール
カオリン 鉱物

カオリン質ろう石……カオリナイト又はデッカイト
石英 ディアスポール
ベーム石 ハロイサイト

絹雲母質ろう石……絹雲母 石英 カオリナイト

の3種類に分けられ それぞれ熱水交代作用の産物で特長ある鉱床の性状が示され わが国は世界的に著名な産地として知られている。

「ろう石」なる俗名は古く中国五代の頃から凍石に対して与えられ ろう感の強い緻密塊状のものが彫刻用に利用されたと伝えられる。わが国では徳川末期に岡山県和気郡三石町台山においてパイロフィライトが発見され明治年間に印材 石筆に「ろう石」と呼んで 加工されたのが用途の発祥で 日清戦争以後 1895 年ごろから近代製鉄業の発展と共に 耐火炉材原料用に供されてきた。以来「ろう石」はパイロフィライトに与えられた鉱石名と考えられ「ろう石レンガ」の主原料に使用されていたが 各種産業の発達と共に その用途は広がり現在では上記の3種類に属する緻密質塊状の鉱石を「ろう石」と総称することとして耐火物用 クレー原料その他に利用されている。

ろう石の用途

(A) パイロフィライト質ろう石

耐火物用……ろう石レンガ(石英 パイロフィライトよりなる真石系ろう石 パイロフィライト質粘土 S K 29~31) 高礬土質特耐火材 ガラス用増場(含ダイアス鉱 含コランダム鉱 ディアスポール+カオリン+パイロフィライト鉱 S K 32以上) モルタル(S K 26~28)

陶磁器用……タイル 釉薬 一般陶磁器 ($Fe_2O_3 > 0.3\%$ S K 28~30%)

粉材……高級製紙用(アート紙コーティング) 普通紙用 織布 医薬 農薬 ゴム充填材 塗料 化粧品 その他

(B) カオリン質ろう石

耐火物用……耐火レンガ用(S K 30~31)
シャモットレンガ材(S K 33~36)
モルタル(S K 28~29)

陶磁器用……タイル 一般陶磁器(S K 28~30
 $Fe_2O_3 > 0.3\%$)

粉材……製紙用 充填材 増量材 薬品
その他

(C) 絹雲母質ろう石

耐火レンガ モルタル クレー

パイロフィライト鉱床

パイロフィライト鉱床は 中国 韓国 アメリカ ベルギー スウェーデン等に知られているが わが国のパイロフィライト鉱床は規模および鉱石の品質ともによく世界第1位の名声を得ている。中国では寿山 青田 昌化等に産し アメリカの主要産地である北カロライナ州 Glendon, Robbins 鉱山等の鉱床は 石英粗面岩 安山岩質凝灰岩源の変成岩中に層状をなして胚胎されているといわれ パイロフィライト 石英 カオリン 紅柱石などが含まれている。わが国のパイロフィライト産地は 北は秋田県本荘市内「大築ろう石」を始め 山形県大峠 福島県月形 長野一群馬地区 兵庫県越知谷地区 岡山県三石台山および周辺 同立正・上建部等 広島県勝光山地区および周辺 豊巖 釜ヶ峯等 山口県西北沿岸地区宇久 その他長崎県五島鉱山等に分布し 中生代末期または第三紀の火山活動期に噴出した石英粗面岩類 安山岩類 およびこれらの碎屑岩類を母岩とする熱水成の塊状交代鉱床をなしている。

パイロフィライト鉱床は 一般に不規則な塊状 脈状 円筒状 レンズ状 層状等を示し 絹雲母化された脱色粘土化帯に囲まれ 珪質のパイロフィライト化帯 黄鉄鉱の鉱染する「黒パン」または「青パン」に接することが多い。また台山直下に群集する大規模鉱床の上部または鉱床周辺部は 著しい珪化帯が発達したり 勝光山地区の鉱床にみられるように成因的に密接な関連性をもって明礬石が生成されていることがある。パイロフィライト鉱床中には パイロフィライト 石英カオリン 鉱物(カオリナイト デッカイト)のほかにディアスポール($\beta-Al_2O_3 \cdot H_2O$) コランダム 紅柱石 ペーマイト($\alpha-Al_2O_3 \cdot H_2O$) 絹雲母等は普通の共生鉱物として認められ 不純鉱物としては黄鉄鉱 褐鉄鉱 赤鉄鉱 榴石 金紅石等が含まれる。また鉱床生成に前後して晶出した鉱物または母岩に由来する鉱物と考えられるものに方鉛鉱 閃亜鉛鉱 黄銅鉱 輝安鉱 螢石 明礬石 ズニ石 石膏 黄玉 電気石 長周期粘土鉱物等が知られ 四万

勝光山 五島鉱山には 含硼素珪酸塩鉱物〔デュモルティエル石 $8Al_2O_3 \cdot B_2O_3 \cdot 6SiO_2 \cdot 2H_2O(?)$ 〕が知られている。

近年粘土鉱物に対するX線回折試験が盛んに行なわれるようになってから パイロフィライト鉱床および鉱石の中には 絹雲母が伴われていることが各地のもので明らかにされ 大築ろう石 月形ろう石 台山地区鉱床 宇久鉱床等に含まれている。 微細な絹雲母とパイロフィライトとは 偏光顕微鏡下で判別し難いので 少量の絹雲母を含む場合の共生関係 両鉱物の生成環境の考察に興味深い問題を残しているが 鉱床を切った絹雲母脈も認められる。 また パイロフィライト鉱床には ディアスポール集合体が伴われ 五島鉱山では全国「ダイアス鉱」(SK36±)生産量の約80%を生産し 広島県明光山鉱床は 石英粗面岩質凝灰岩の層理に沿って広がり植物化石を置換した紅柱石の存在が知られている。 このようにパイロフィライト鉱床には多くの随伴鉱物を伴い 大規模鉱床は富鉄体 ディアスポールを含有する部分 並級鉄部 珪質貧鉄部 黄鉄鉱鉱染部によって構成されていることが多い。 パイロフィライトを主原料にした「ろう石レンガ」は一般工業炉に利用され とくに 鋳鋼用レンガ(取鍋レンガ 湯道レンガ)などに古くから使われている。

カオリン質ろう石鉱床

カオリン質ろう石

カオリン質ろう石が耐火物原料として着目されたのは 第1次世界大戦中と伝えられ 主要産業の沿革から推考すると 実用に供されたのは大正末期頃と思われる。

現在カオリンを主要鉱物とする「ろう石」はおもにシャモットレンガおよび高アルミナ質レンガ用に供され 鉱床の大半が兵庫県下に偏在している。 ここでいうカオリン質ろう石とは カオリナイトまたはデッカイトを主要構成鉱物とし 緻密塊状で脂肪感と透明感のある鉱石をいい 熱水成カオリン粘土ハロイサイトまたは加水ハロイサイトを主とする上信鉱山 カオリン 絹雲母 石英からなる板谷ジークライト鉱山の鉱石を除外した。

カオリン質ろう石は石英粗面岩 石英安山岩 安山岩 およびこれらの火山砕屑岩類を交代した熱水成の塊状鉱床から産し 鉱床が生成された後の風化作用によって粘土状または粉状を呈することがあるが 礫土頁岩など堆積性粘土とは成因を異にしており わが国特有のアルミナ質耐火物原料である。 鉱床は カオリナイト デッカイトと少量の石英で構成され 石英含有量の多い部分で耐火度 SK 28~30程度なのは陶磁器 モルタル用になる。 鉱床中には「ダイアス鉱」と称するディアス

ポール またはペーマイトの微晶を多量に含む鉱石があり明礬石 ハロイサイト 絹雲母が生成された所がある。 また兵庫県神崎郡大河内町の大沢鉱山には 細脈または鉱染状に重晶石が生成され 上夜久野鉱山では 陶磁器用の「特殊ろう石」のなかには カオリナイト デッカイト パイロフィライト 紅柱石 ディアスポール 石英黄玉の組み合わせをもつ鉱石のあることが報告されている。 鉱石の不純鉱物には 黄鉄鉱 褐鉄鉱 菱鉄鉱等がある。 カオリン鉱物と明礬石の生成には密接な関係があり パイロフィライト鉱床に伴われる明礬石鉱床よりも 明礬石+カオリナイトの鉱床 またはカオリン質ろう石鉱床中の明礬石集合部の方が規模 K_2O 含有量共にまさり その好例が 栃原鉱山 谷川鉱山 福山鉱山等でみられる。

従来 公表されたカオリン質ろう石鉱床の資料は少ないので 若干の代表的鉱床について概要を示してみよう。

福山 鉱山

位置 兵庫県神崎郡粟賀村福本地内 播但線鶴居駅の北東直距約 4 km にあり 鉱石は鶴居駅にトラック運搬される。

地質 鉱床 鉱床付近には古生層とこれをおおう石英粗面岩 同質凝灰岩が分布している ろう石鉱床は堂山と呼ばれる小丘陵地の石英粗面岩を交代して 塊状鉱床群をつくり さらにカオリン化作用を受けてNNW—SSE方向に約800m 続く変質帯中に 大小多数の鉱床が生成されている。 堂山鉱床群の上部には 珪酸質(SiO_2 90%以上)の多孔質珪化帯が発達し厚さ3~10m 延長10~40mの偏平状または不規則塊状の鉱体がほぼ石英粗面岩の流理面に沿ってゆるく南に傾斜している。 熱水交代作用に関連した鉱物の累帯配列は福山鉱山の場合上から下へ珪化帯→明礬石帯→カオリン化帯の順序となる。 ろう石鉱床は 珪化帯の下から明礬石帯 カオリン化帯に胚胎され 鉱床の周辺部には黄鉄鉱を含む「黒バン」または黄鉄鉱が酸化した「赤バン」に接することが多い。 明礬石およびディアスポールは各変質帯を切る脈状のものとなり ろう石鉱床の中にも含まれているものがある。

鉱石 鉱石は乳白 淡灰 淡褐色の透明感ある軟質緻密塊状物で デッカイトを主とし少量のディアスポール 石英を含む。 耐火度による鉱石の品質は「含ダイアス特級鉱」(SK36~37) 1級鉱(SK33~34) 特選鉱(SK35~36) 純白に分けられ特殊耐火原料 シャモットレンガ材クレーおよび一般陶磁器用に供される。 本鉱山はわが国の主要ろう石鉱床の1つに数えられ 年産約10万トンを出荷したが 積極的な開発を行なった結果 現在は最盛期を越した状態にある。

清滝 三方 江原 鉱山

位置 兵庫県城崎郡日高町頃垣および庄境地内にまたがり 鉱石は山元から山陰本線江原駅までの約 5 km をトラックで運搬される。

地質 鉱床 当地域は第三紀中新期の火山活動期に噴出した石英安山岩 安山岩 石英粗面岩およびこれらの角礫凝灰岩 凝灰岩等が累重し ろう石鉱床の母岩をなしている。 鉱床は上記火山岩類中に胚胎される熱水交代鉱床に属し 清滝 三方 江原の3鉱山は同一鉱化帯内に密集する鉱床を 近接区域で坑内から採掘している。 この地区の鉱床は 福山鉱床をさらに大規模にしたもので 最上部に珪化帯が発達し 鉱床密集範囲は約 40,000m² に及び山頂下約 100 m の深さまで開発されている。 カオリン化された母岩中には絹雲母と菱鉄鉱が含まれ鉱床と母岩中には 結晶度の高いデッカイト細脈 螢石 方解石脈が生成されており 明礬石にきわめて乏しいのが特長である。 鉱床は珪化帯および下部のカオリン化帯中に不規則塊状 レンズ状 芋状 偏平層状等をなし 数千トンから10数万トンまで 大小幾多の鉱床が密集しているが 大鉱床ほど不規則な形をなし 下部に「偽石」と呼ばれる珪質の中石が多い。 鉱石はカオリナイトまたはデッカイトの集合体からなる脂肪感のある緻密塊状のもので 乳白 淡紅 灰 淡緑 淡紫 褐色等を呈し 破面に貝殻状断口がある。

鉱石 を検討してみると 産状は明らかでないがカオリナイトとデッカイトの混合物であるもの「ダイアス鉱」と呼ばれているものに ディアスポールまたはペーサイトが含まれており カオリンのほかハロイサイト 絹雲母 石英 黄鉄鉱 菱鉄鉱等を含むことがある。 鉱石には「ダイアス鉱」(SK36+) 1級鉱(SK35~36) 並級鉱(SK33~34) があり 当鉱床にはSK32以下のものが少ない。 わが国のおもな塊状オカリン質

「ろう石」の化学成分は第1表のとおりである。(主として耐火物用原料)

絹雲母質ろう石

近年微細な絹雲母と石英からなり 耐火度SK26~28 K₂O: 1.5~2.5%の組成を示す塊状または角礫質粘土状の原料が絹雲母質ろう石として耐火物 クレー等に利用されている。 この種ろう石の代表的産地は 広島県庄原市川北町内の「勝光山カヤ野」鉱床と岡山県三石町の南部地区に当る梅谷 八木鉱山等で パイロフィライト化作用に関連した絹雲母化変質帯の中にしばしば生成されている。 鉱床は 不規則塊状で周辺の絹雲母化母岩に移化する場合があり まれにディアスポール カオリン 緑泥石鉱物等を伴い「カヤ野」鉱床中には絹雲母だけからなる富鉄部があり 鉱床の各所にパイロフィライトを含んでいることが判明した。

絹雲母質ろう石は 一般に珪質で石英と絹雲母の含有量の変化が少なく 黄鉄鉱の少ないものが耐火物 陶磁器に愛用される。 最近では 低温焼成で焼き締まる性質と 絹雲母質ろう石を配合したレンガの気孔率が小さいことが利点となり 製鋼用塊状レンガ原料として注目されている。 絹雲母質ろう石の利用されているものなかから分析値の1例を挙げると第2表のとおりである。

「ろう石」は従来主として耐火物原料に使用されていたため 製鉄・鋼業界の生産計画に大きな影響を受けてきた。 最近「ろう石」は各種用途のクレー原料として販路を拡張し 生産量も年々増加する傾向にあり 今日では 昭和27年度生産量に比べて約1.7倍を示している。

わが国の「ろう石」資源は量的に恵まれており 主要な国内資源の1つであるが 石英が多く低品位鉱とされている各種「ろう石」の用途についてはなお問題があり 今後急速な鉱床の探査と利用面の開拓が望まれている。

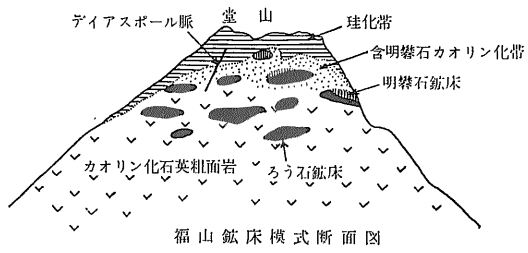
産地	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O+	H ₂ O-	Total	耐火度(SK)
福山鉱山	44.70	0.06	39.29	0.29	0.23	0.18			14.29	0.52	99.56	
大沢鉱山	43.32	0.06	40.06	0.52	0.48	0.21			Ig. loss	14.54	99.19	35+
滑鉱山	45.02	0.31	40.69	0.18	0.01	0.01	0.01	0.03	0.20	13.63	100.09	35
清滝鉱山	43.34	0.33	40.64	0.52	0.00	0.03	0.01	0.44	14.04	0.70	100.05	35+
三方鉱山 「ダイアス鉱」	38.53	0.27	44.69	0.64	0.00	0.03	0.01	0.31	14.30	0.74 S: 0.33	99.85	36+

← 第1表 わが国のおもな塊状カオリン質「ろう石」の化学成分 (地質調査所分析)

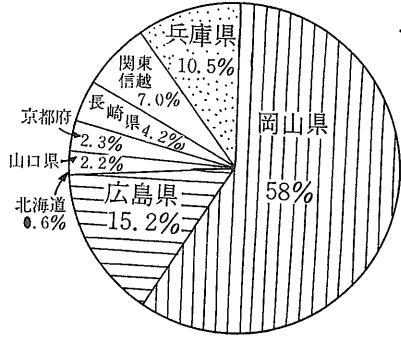
第2表 絹雲母質ろう石の分析値

産地	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	H ₂ O+	H ₂ O-	Total	耐火度SK
→ 1.カヤノ 鉱床並級	71.48	n. d	20.52	0.60	0.28	0.16	n. d	n. d	Ig. loss	2.96	95.06	28
2.同上 上級	54.90	0.19	32.06	0.21	0.06	0.01	6.98	0.13	4.52	0.40	99.46	
3.八木鉱床 角礫状 粘土	75.78	0.08	16.63	0.53	0.04	0.09	3.60	0.34	Ig. loss	2.82	99.91	28

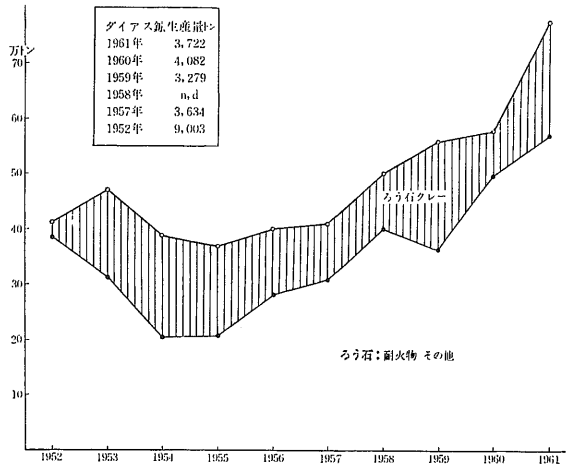
1. クレー原料 品川白煉瓦KK分析 2. クレー原料 地質調査所分析 3. レンガ原料 川崎耐火材KK分析



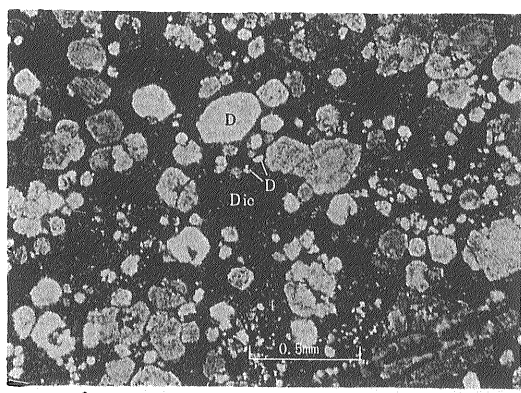
福山 鉱床 模式断面図



←昭和36年度県別ろ
う石生産量百分比
北海道 4,300トン
関東・信越 53,600トン
京都府 17,100トン
兵庫県 80,800トン
岡山県 441,000トン
広島県 115,400トン
山口県 16,000トン
長崎県 32,000トン
計 760,200トン

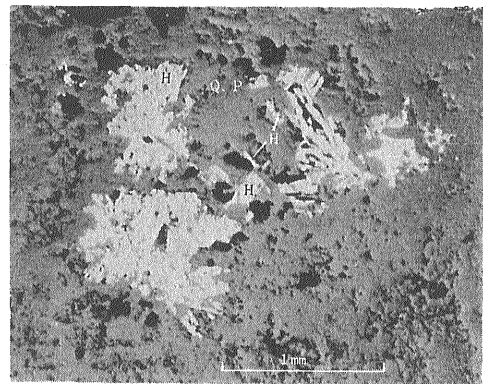


全国ろう石生産量 (上信ハロイサイト・板谷ジークライトを除く)

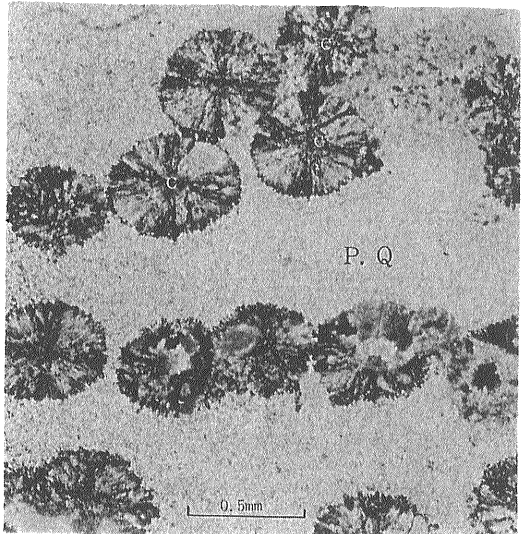


デッカイト中のダイアスポール結晶

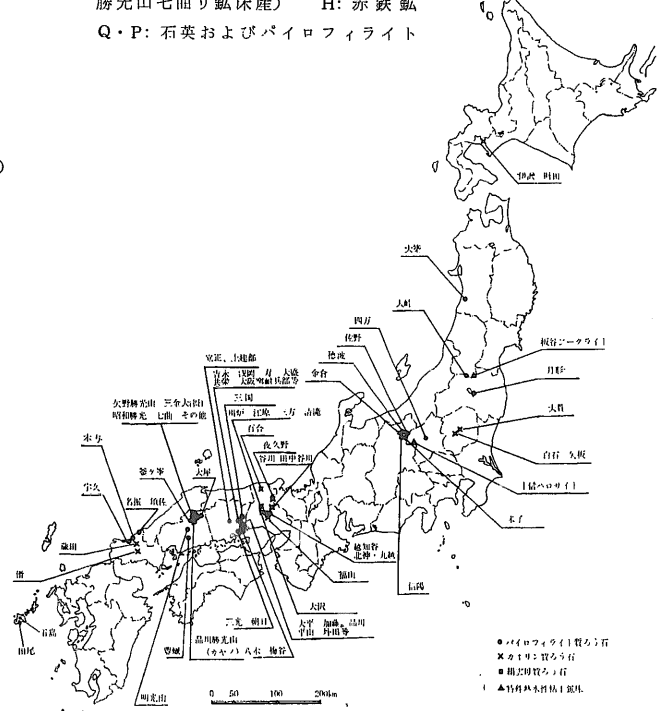
D: ダイアスポール Dic: デッカイト
(広島県勝光山滝ノ谷パイロフィライト鉱床から産する「ダイアス鉱」)



パイロフィライト中の赤鉄鉱反射顕微鏡写真 (広島県勝光山七曲り鉱床産) H: 赤鉄鉱 Q・P: 石英およびパイロフィライト



パイロフィライト中の放射状コランダム集合球
C: コランダム P・Q: パイロフィライトおよび石英
(広島県勝光山七曲り鉱床産「虎石」)



ろう石 鉱床 分布図