

岐阜県春日鉱山の形成および珪灰石について

—期待される石綿の代替品—

下坂 康哉¹⁾

1. はじめに

天然に産する繊維鉱物に、どんなものがあるかと、質問されれば、まず最初に石綿(アスベスト)が思い出される。この石綿は安価で、丈夫、しかも世界各地から大量に産することから、その用途は多岐にわたり、大量に使用されてきた(第1表)(久保木, 1989)。ところがこの大変便利な繊維鉱物も、肺がんの原因になることが明らかになってから、大きな社会問題になっている。その使用が禁止されるべきであるが、これに取って替るような、安価で有用な天然の繊維状鉱物はなかなか見つからない。

そのような中で、岐阜県春日鉱山産の珪灰石は白色緻密、高純度高品質で、粉碎方法の開発により、アスベストの代替品として、有望視されるようになってきた。

春日鉱山は長年にわたり坑内採掘によって、主にドロマイトの生産を続けてきたが、採掘現場である切羽が、坑口より1 km以上に達し、作業能率が低下してきたので、最近坑内採掘を止め、中山坑西方の露天採掘に切り替っている。坑内採掘が盛んに進

められた当時から、坑内各所から珪灰石の存在が知られていた。最近まで珪灰石も小規模ながら、採掘・粉碎・窯業原料向けに出荷されていた。春日鉱山では、ドロマイトの坑内採掘中止後、坑内探査が進められた結果、層状をなす珪灰石の鉱体が確認された。またその埋蔵量(推定300万t)も多いことから、大規模な鉱山開発も可能になってきている。筆者は、1965年頃から、長期間にわたり、春日鉱山の坑内外の鉱物・鉱床の調査研究を行ってきた。これらの結果なども加え、当鉱山産の珪灰石の紹介をすることにした。

2. 地質概説

春日鉱山は岐阜市の西、岐阜県揖斐郡春日村の白川・美東(みつか)・中山の3ヶ所に分かれている。春日鉱山へは近鉄揖斐線の終点、揖斐駅よりバスの便がある(第1図)。

鉱山附近の地形は、山地の標高が1000 m以下と低い、著しく急峻である。地質の特徴は第2図に示すように、北に花崗岩が、南に堆積岩(美濃帯)が発達する。両岩類の境界線は北東から南西に伸びている。

花崗岩は貝月山花崗岩と呼ばれ、優白色粗粒の黒雲母花崗閃緑岩からなり、南側の美濃帯の地層に熱変質を与えている。

美濃帯を構成する岩石は、泥岩・砂質泥岩・砂岩・チャート・石灰岩・ドロマイト岩および玄武岩質火山岩類からなる。これらの岩石類は花崗岩との境界線にほぼ平行する北東—南西方向に帯状分布し、40~80°で南東に急傾斜している。

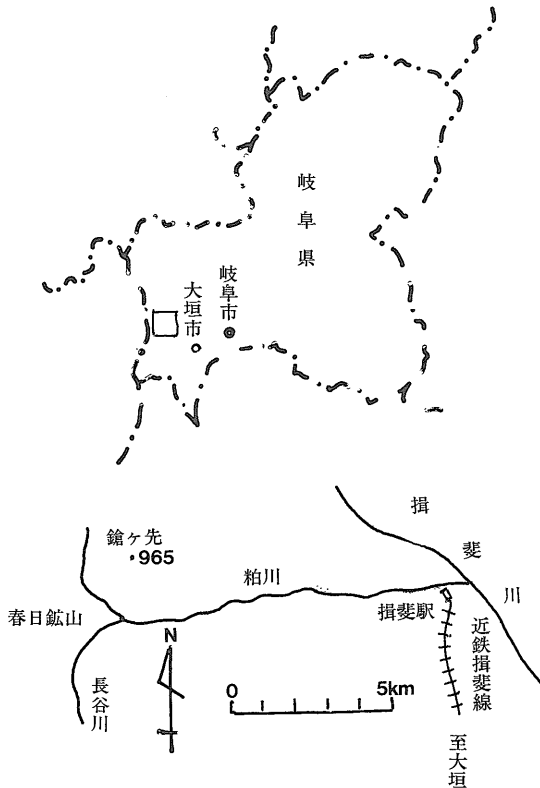
玢岩の岩脈群は南北方向に伸び、広域に見られる。

第1表 石綿の主な生産国と生産量。
Total は世界の総生産量を示す。(単位:1,000トン)

国\年	1981	1982	1983	1984	1985
Brazil (fiber)	138	146	159	131	135
Canada (shipments)	1,122	834	858	837	742
China	106	110	160	135	140
Italy	137	116	139	147	140
South Africa, Republic of	236	212	221	167	165
U.S.S.R.	2,105	2,180	2,250	2,300	2,400
Zimbabwe	248	194	153	165	165
Total	4,349	4,036	4,179	4,106	4,111

1) 元名古屋工業技術試験所: 〒462 名古屋市中区平手町1-1

キーワード: 春日鉱山, 岐阜県, 珪灰石, ドロマイト, 接触交代鉱床



第1図 春日鉱山の位置を示す

3. 春日鉱山の生立ち

春日鉱山の南東に、赤坂金生山や北東に、舟伏山などの石灰岩層が発達している。いずれもフズリナなどの化石を多産することから古生代末に生成したと考えられている。

ところが、岐阜市の北、山県郡美山町にある美山・宝谷の両ドロマイト鉱山、西の揖斐郡久瀬村の久瀬ドロマイト鉱山などと同じように、春日ドロマイト鉱山から化石は見つかっていない。これらのドロマイト層の原岩である石灰岩層の生成期は、古生代末か、或は中生代であるか不明である。しかし、美濃帯の構造からすると、古生代末になる可能性はある。

春日鉱山の堆積当時に復元してみよう。見掛上、下盤側の下部層の層厚は数m~20mで、珪質石灰岩からなっていた。上盤側の上部層は数10mの厚さがあり、石灰質に富んでいた。

ここでドロマイトの成因について考えてみよう。ドロマイトは実験室で直接合成されていない。自然

界において、次の二つの過程が知られている。1) 乾燥地の湖沼に沈殿堆積する。2) 熱帯の湿潤な気候帯で、石灰石と地下水で稀った海水中のMgとの置換反応による。日本の総てのドロマイトは、2)の成因による(勘米良, 1987)。

日本のドロマイトの成因を考えるのに、好実例がフィリピンのセブ島にある。海岸近くの隆起サンゴ礁が、化石を含めて、ドロマイト化している。現世に近い地質時代の鉱床形成と推定される。鉱石は軟らかく空隙に富む。最近ドロマイト鉱石として採掘され、日本へ輸出している。

これらの事実から、春日鉱山を含めて、日本の多くのドロマイトは、石灰岩堆積直後、または比較的短期間後に石灰岩から形成されたので、地層もほぼ水平であったであろうと推定できる。春日鉱山の石灰岩層の中央部が海水によるドロマイト化作用を受け、上・下盤がそのまま残ったのであろう。同じような例が栃木県葛生鉱山で見られる(和田, 1983)。

ドロマイト化後、しかも花崗岩の貫入以前に、美濃帯の中、古生層が著しい傾動化作用を受け、現在の姿に近くなってから、貝月山花崗岩が貫入したと推定される。この貫入の時期は白亜紀末(73Ma)のできごとであった。

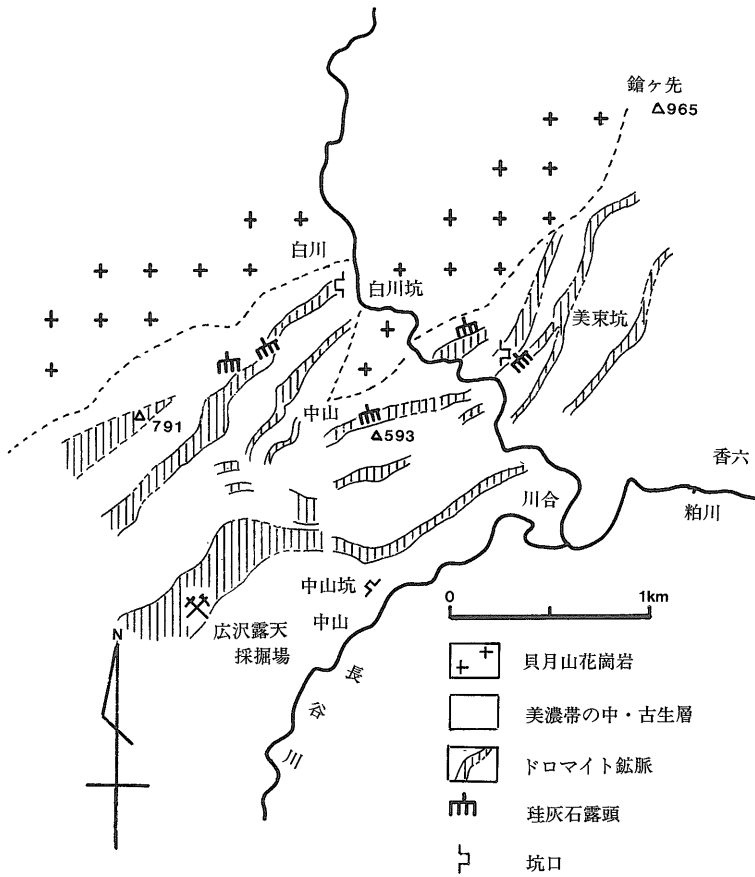
堆積岩の下部に貫入した貝月山花崗岩は、鉱体や堆積岩に広く熱変質を与え、鉱体の中央部は劈開面のよく見える細粒の結晶質ドロマイトに、下盤側の珪質石灰岩は珪灰石に、上盤側の石灰に富んだ層は寒水石に変わっている。周囲の堆積岩も3つの変質帯を形成している(鈴木, 1975)。

春日鉱山の白川・美東の両鉱体は、花崗岩に接し、鉱体の内外からスカンや種々の鉱物を産する。ドロマイト層の一部から、珪灰石が斑点状をなして産する。珪質の低品位ドロマイト層から、金雲母、透輝石、斜ヒューム石、スピネルなどを、美濃帯の泥質岩からザクロ石、黄鉄鉱などを産する。

花崗岩の貫入、冷却後玄武岩の迸入があり、南北方向に平行する垂直な岩脈群を形成している。岩脈幅は1m以内が多い。側壁の美濃帯の堆積岩やドロマイトに、熱変質を与えていない。

4. 珪灰石

珪灰石(Wollastonite)はCaSiO₃の化学組成をも



第2図
春日鉱山附近の地質概略図と鉱床分布を示す

ち、石灰岩が花崗岩貫入時の熱変成作用を受けたとき、接触部に生成するスカルン鉱物の一種である。

珪灰石が第二次大戦後、窯業原料のニューフェイスとして脚光を浴びるようになり、1955年頃より地質調査所を主体にして、国内調査が行われ、多くの産地が知られるようになった。春日鉱山以外に次の産地がある。

大和鉱山：山口県美祢市

洞戸鉱山：岐阜県武儀郡洞戸村

吉原鉱山：小倉市大字呼野

岡山県阿哲郡哲多町

熊本県八代郡竜峯山

愛媛県越智郡関前村小大下島

これらの他にも多くの産地が知られている(地質ニュース、日本地方鉱床誌、中国地方の工業用鉱物資源参照)。実際に採掘・出荷された実績のある鉱山は、大和鉱山と洞戸鉱山に過ぎない。大和鉱山(約80t)、洞戸鉱山(数10t?)とも生産実績は少なく、間もなく両鉱山とも休山した。

この鉱物は日本各地にあるスカルン帯から産するが、一般に他の鉱物、例えば硫化鉱物、スカルン鉱物、方解石、石英などのいずれかを伴うことが多い。混在するこれらの鉱物との分離が大変難しく、そのために利用されていない。

しかし春日鉱山産の珪灰石は、繊維状或は針状の結晶が放射状や束状に成長し、優白色絹糸光沢で、緻密塊状をなして産する。白川・美東の両鉱体から産する珪灰石は外観、化学組成、共生鉱物など、類似の性質を示す。繊維の長さは20cm以上に達するものが多い。化学分析の結果を第2表に示した。

春日鉱山産の珪灰石に含まれる不純物として、炭酸塩鉱物と稀れに石英が認められる。X線回折によると、全く不純物(異種鉱物)を含まないものから、比較的多量の方解石や少量のドロマイトを含むものまで、その組成は変化に富んでいる。概して10%前後の不純物を含むものが多い。このように、鉱物の組成とIg.loss(加熱減量)との結果がよく一致する。Ig.lossの増加は主に方解石による。また

第 2 表 春日鉱山産珪灰石の化学分析値と白色度

試料\成分	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	P	Ig. loss	Total	白色度
美東珪灰石-1	52.04	0.39	46.03	0.79	0.006	0.62	99.87	87.0
〃 -2	49.32	0.20	45.02	0.26	0.010	4.64	99.44	90.3
〃 -3	42.76	0.09	47.88	0.27	0.011	8.45	99.45	88.1
白川珪灰石-1	51.35	0.28	45.59	1.52	0.005	0.75	99.49	90.4
〃 -2	47.32	0.08	45.55	1.59	0.007	4.96	99.50	92.5
〃 -3	49.42	0.16	44.10	0.44	0.007	5.33	99.45	93.1
中山鍾珪灰石	50.95	0.27	45.99	0.87	0.006	1.13	99.21	90.3

(但し、磷(P)は Total から除いてある.)

(清水工業株式会社提供)

第 2 表に示したように、鉄や磷の含有量が著しく少なく、白色度が高い。

最近珪灰石についての粉碎の研究が進み、繊維状に粉碎が可能になってきた(写真 1)。肉眼で見ると、珪灰石の繊維は cm のオーダーであるが、粉碎後、100~600 μm、太さは10~30 μm と比較的長く、棒状に見える。写真によると粒状鉱物が少量混在しているが、これは方解石である。これを除く分離技術が、ほぼ確立し、その大部分は除去できる。したがって、高純度・高品質の繊維状(棒状)珪灰石の生産が可能になってきた。また、珪灰石と肺がんとを関係付ける報告はなく、繊維の大きさや、Ca 塩であることなどから、危険性も少ないだろうと考えられている。

5. 珪灰石の起源

春日鉱山産のドロマイトは緻密・塊状・高品質である。鉱体の一部にシリカの比較的高い箇所もある。割れ目を全く観察できない部分から、斑点状にできた珪灰石もしばしば見られる。粘土鉱物は割れ目に沿って少量産する。しかし石英脈は鉱体内から全く確認できない。特に珪灰石を作ったシリカは、石灰石と同時に堆積した珪質物質によるものであろう。また硫化鉱物は、稀れに標本程度産するのみである。

珪灰石鉱体はドロマイトの場合と同じように、その鉱体内から石英脈は見つかっていない。

珪灰石鉱体の各所から採集した鉱石をよく調べると、次のように分類できる。ほぼ純粋な組成を持つ。少量の方解石を含む。比較的多くの方解石を含む。逆に、石英を極く稀れに含む。石英は数 cm 大

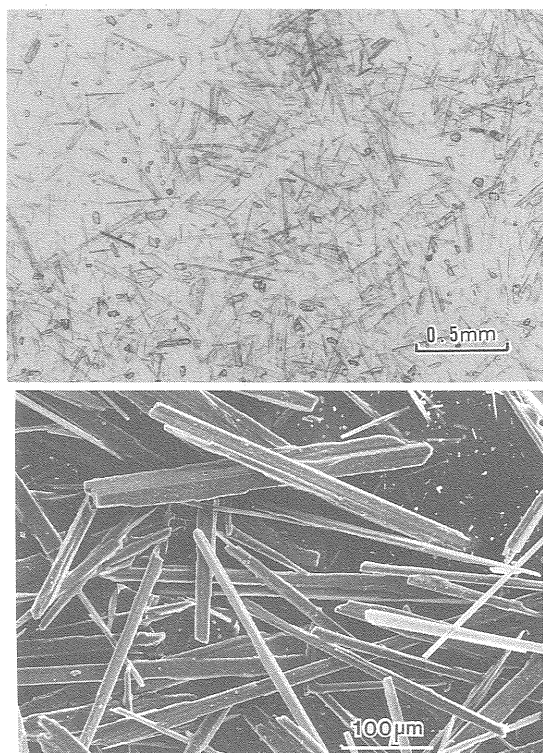
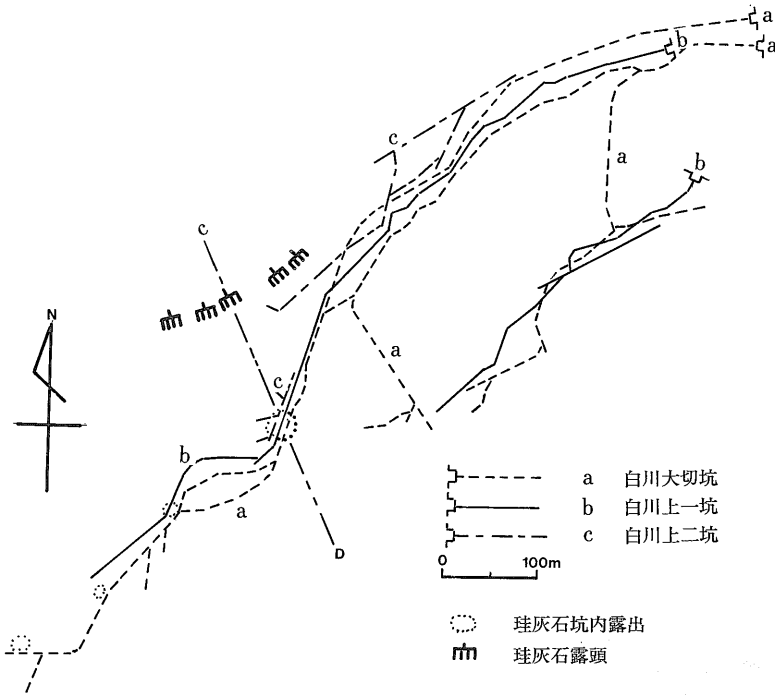


写真 1 春日鉱山産珪灰石の粉碎物。
上：偏光顕微鏡写真，平行ニコル。
下：電子顕微鏡写真(SEM)
(神山宣彦氏による)。

で、乳白色、半透明、塊状である。

これらの産状からすると、珪灰石の源岩はドロマイトの場合と同じように、石灰岩と一緒に堆積したのであろう。ただ珪質物質の含有量が高く、Ca と Si との比率がほぼ 1 : 1 に近かったと推定される。

このように、大量の珪灰石をもたらした珪質な石灰岩層が、その後の花崗岩貫入時の熱によって珪灰



第3図A.
白川坑の坑道配置及び珪灰石の露頭

石へと変化したものと推定できる。この時花崗岩からの物質供給が著しく少なかったので、高品質の珪灰石になりえたのであろう。

6. 春日鉱山の特徴

イ) 白川坑

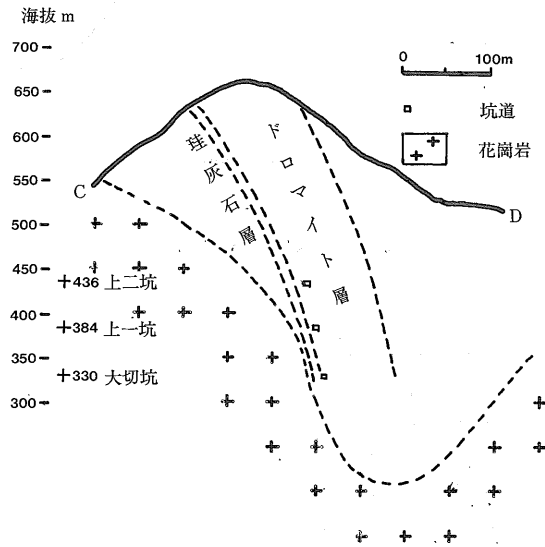
ドロマイト採掘中止後、春日鉱山において珪灰石や寒水石(結晶質石灰岩)などの探査が鋭意進められてきた。その結果は第3図-A、-Bに示した。

珪灰石の層は見掛上ドロマイトの下盤側、花崗岩との間に賦存する。周辺の地質構造からすると、地表に露出する珪灰石が大切坑(通洞)の位置まで連続していると推定されている。また層厚の変化は少ないようである。

珪灰石は坑口から700 m 附近より最先端(1100 m)までの、300 m 以上にわたり坑道の数ヶ所から確認されている。層厚は約10 m、高さ300 mの範囲まで調査が進んでいる。推定埋蔵鉱量は10 m(厚さ)×300 m(高さ)×300 m(延長)×2.8(比重)=2,520,000 tの値が得られる。確定鉱量を増すために、この範囲内の精査が必要である。

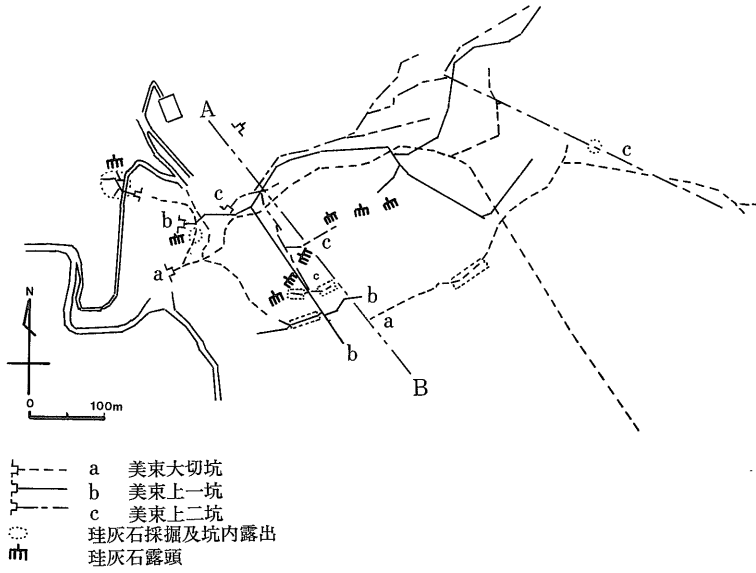
ロ) 美東坑

美東坑の坑内図および断面図を第4図-A、-Bに

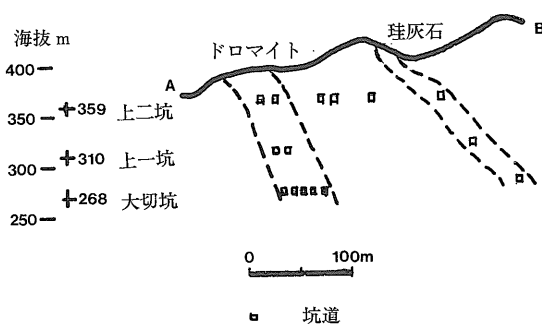


第3図B. 白川坑のC-D断面図

示した。この図に示すように、珪灰石層は白川坑と異なり、見掛上ドロマイト層の上盤側にある。これまでの調査の結果、珪灰石の層は厚さ2倍の約20 m、高さで130 m、水平延長は露頭で200 m、坑内で400 mの範囲内に賦存している。推定埋蔵鉱量は20 m(厚さ)×130 m(高さ)×300 m(延長)×2.8(比重)=2,184,000 tの値が得られた。更に精



第4図A.
美東坑の坑道配置及び珪灰石の
露頭分布



第4図B. 美東坑のA-B断面図

除く分離技術がほぼ確立している。今後高品質繊維状の珪灰石が安定供給され、アスベストの代替品としての利用が待たれている。

アスベストの代替品として、珪灰石がすでに中国やインドから輸入され、建材用などに利用され始めている。これらに比較して春日鉱山産の珪灰石は、高品質であることから、より高級品への利用が期待される。また安定供給が、珪灰石関連産業の発展に大きな貢献をするであろう。

謝辞：電子顕微鏡写真をお願いした労働省産業医学総合研究所の主任研究官神山彦彦氏に厚く感謝致します。

文 献

河田茂麿(1966)：岐阜県下のドロマイト鉱床。鉱山地質，16，249-260。
 勘米良亀齡(1987)：日本の堆積岩。岩波書店，134-142。
 久保木昭(1989)：アスベスト代替品のすべて。財団法人日本環境衛生センター，3-34。
 鈴木和博(1975)：岐阜県春日村の接触変成帯に発達する特異な交代変成岩と脈について。地質雑，81，487-504。
 和田米生(1983)：日本の石灰石。石灰石鉱業協会，312-320。

SHIMOSAKA Koya (1993): Gnesis of ore deposit and general character of wollastonite, Kasuga mine, Gifu Prefecture, -in anticipation of substitute materials for asbestos-

査を行い、確定鉱量を把握する必要がある。

ハ) 中山坑

中山坑においても、第2図に示すように、露頭が確認されている。鉱床周辺の地質構造からすると中山坑にも相当な埋蔵量が期待される。調査が進んでいないので、今後の問題である。

7. あとがき

これまで述べてきたように、春日鉱山の珪灰石は、珪質石灰岩層が熱変成作用を受けてできたものである。したがってその層厚も安定していて、相当の埋蔵量(両鉱体で少なくとも300万t)が見込まれる。また鉱石粉碎後、少量混在する方解石の大半を

〈受付：1992年8月14日〉