

# ALC と関東地方のチャート資源

井上 秀雄<sup>1)</sup>

## 1. はじめに

現代の日本では、我々の生活に必要な衣・食・住のうち衣と食についてはほぼ満たされたと言ってもよいだろう。しかし、住については未だ満足の域には達しておらず、量・質ともに大幅な改善が必要である。質の点では、防火・防音・省エネ等の機能性を持つものが求められている。これらの機能を持つものに ALC という一種のコンクリートがある。水に浮き、鋸で切れ、釘も打てて、見栄えがたいへん良いという画期的なもので、従来3階建程度の建築物に使用されていたが、最近では一般住宅にも使用されるようになり、強い需要に支えられて、年間約400万 m<sup>3</sup> が生産されている。本稿では、ALC とはどんなものであるか、その原料は何であるか、またそれは関東およびその周辺では何処にどのようにしてあるのか等について、主としてチャート資源について述べてみたい。ALC については、櫻井(1979)の「セラミック材料技術集成」と、藤村・大場(1986)の「石灰石の用途と特性」による。

## 2. ALC

### 2.1 概要

ALC は軽量気泡コンクリートの略称で、正式には Autoclaved Light Weight Concrete という。明治大学の狩野春一教授が命名されたもので、外国ではセラー(Cellular)コンクリートと呼ばれている。ALC は以下のような特性をもつ(藤村・大場, 1986)。(1)軽量(比重はコンクリートとの1/4)。(2)不燃・耐火性に優れている。(3)断熱性と熱伝導率はコンクリートの約1/10。(4)補給鉄筋との一体化によって構造耐力が付与される。(5)品質・寸法が一定で、施行能率の向上が図れる。

ポルトランドセメント(普通のセメント)は1824年イギリスで発明されたが、その丁度100年後にスウェーデンのエリクソンという人が ALC を発明した。その後ヨーロッパ15ヶ国で生産されるようになり、わが国には、1962年スウェーデンから、続いて西ドイツ・オランダからも技術が導入され、現在独立の6企業17工場によって生産されている(第1-2表)。このうちほぼ半数の8工場が関東地方にあり、総生産量の50%以上を製造している。過去15年間の製造実績を見ると、毎年ほぼ10%以上の伸びを示していたが、1991年は385万 m<sup>3</sup> にとどまった(第1図)。

### 2.2 製造工程と原料

ALC の原料は珪酸原料・石灰質原料・石こう等である。まず、珪石と石灰石を微粉碎したものにアルミニウム粉末を混ぜてアルカリ性の混練水と反応させ、水素ガスを発生させて膨張させる。凝固が進むとパン状のケーキが出来る。ケーキを所定の寸法に切断したものをオートクレーブ(高圧蒸気缶)で180°C10気圧の条件下で10時間養生する。この工程で、CaO-SiO<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>O 間の水熱反応によってトバモライト水和物が生成される(第2図)。

トバモライトはスコットランド西海岸ムル島の Tobermort に産することから付けられた鉱物名で、CaO/SiO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O 比により4種類以上に分けられるが、ALC では主に11 Å トバモライト(CaO/SiO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>O = 5/6/5, 底面間隔11.3 Å)が合成されている(写真1)。11 Å トバモライトが選ばれたのは、合成が比較的容易なためである。

日本の主原料の珪石には通常数%のアルミナ成分が含まれている。これはシリカの溶解度を低下させ、反応を遅延させると言われているが、アルカリが共存すると遅延しないとされる。Al はトバモライト中の Si を16%まで置換し、Al を含まないトバ

1) 元所員：〒185 東京都国分寺市高木町2-2-25

キーワード：ALC, 珪酸原料, 再結晶チャート, 石英粒度, 接触変成帯

第1表 ALCの商品名と技術を導入した企業

商品名	導入企業名	技術導入国(時期)
イトン	日本セメント	スウェーデン(1962)
ヘーベル	旭化成工業	西ドイツ (1963)
デュロックス	小野田セメント	オランダ (1963)
シボレックス	住友金属工業	スウェーデン(1963)
シボレックス	旭硝子工業	スウェーデン(1963)

第2表 ALCの製造会社と工場の一覧

会社名(商品名)	工場名と所在地
日本イトン工業 (イトン)	千葉第一(千葉県市川市, E)
	千葉第二(千葉県市川市, F)
	大阪(大阪市高石市)
	九州(福岡県京都郡)
旭化成建材 (ヘーベル)	白老(北海道白老郡)
	境(茨城県猿島郡, C)
	松戸(千葉県松戸市, D)
小野田 ALC (デュロックス)	穂積(岐阜県本巣郡)
	岩国(山口県岩国市)
	群馬(群馬県伊勢崎市, B)
住友シボレックス (シボレックス)	名古屋(愛知県尾張旭市)
	国富(北海道岩内郡)
	栃木(栃木県那須郡, A)
旭硝子建材 (シボレックス)	横浜(神奈川県横浜市, H)
	三重(三重県関町)
	大阪(兵庫県尼崎市)
東日本シボレックス工業 (シボレックス)	川崎(神奈川県川崎市, G)

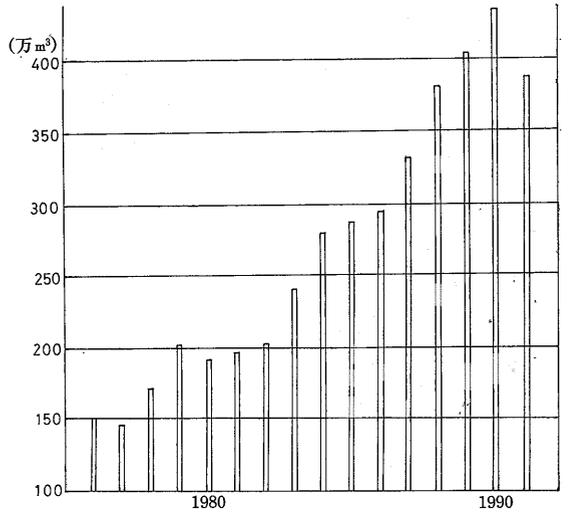
関東地方にある A—H は第3図に位置を示す。

モライトに比べて結晶成長が速く、かつ結晶度が高く、製品の収縮を小さくする効果がある。

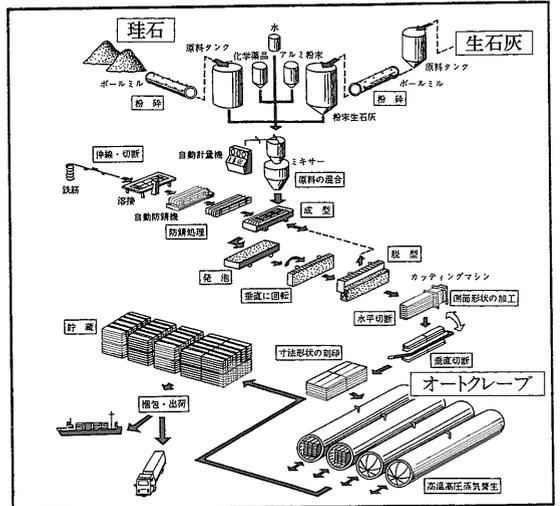
日本のメーカーの ALC 1m<sup>3</sup> あたりの原料はおよそ以下の通りである。石膏とセメントはメーカーによって使用しない場合もある。

珪石粉	0.2-0.4 t
石灰石粉	0.3-0.4 t
アルミ粉末	500 g
水	250-350 l
石膏	1.5-1.7%
セメント	50-150 kg

櫻井(1979)によると、北欧では珪石・珪砂・オイルシールの焼成物(SiO<sub>2</sub> 60-65%, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 15-17%),あるいはフライアッシュなどが珪酸原料と



第1図 ALCの生産推移。



第2図 ALCの製造工程図。日本イトン工業(株)提供。

して用いられているという。石灰質原料はわが国では極めて高純度のものが用いられているが、欧州では水硬性石灰(CaO: 30-35%, SiO<sub>2</sub>: 15-17%)やカーバイト滓なども用いられている。

### 2.3 珪石の規格

ALCの原料には、チャートが再結晶したものと、火山岩が熱水変質で珪化したものが使用されている。両者の間に原料としての差はないようであるが、化学組成上は以下の規格が要求される。

SiO <sub>2</sub>	93%以上
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2%以下
SO <sub>3</sub>	3%以下

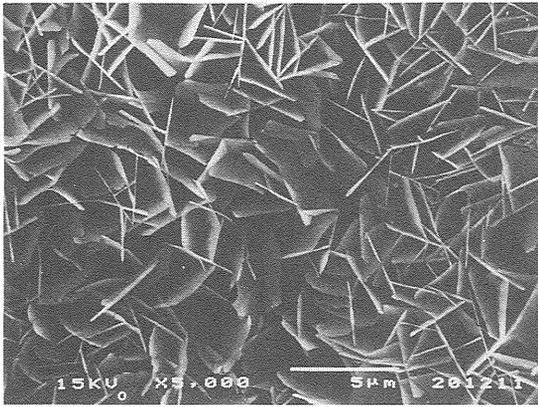


写真1 トバモライトの電子顕微鏡写真。ALCの空隙内壁に晶出したもの。空隙はALCの80%程度を占める。日本イトン工業㈱提供。

H<sub>2</sub>O 7%以下

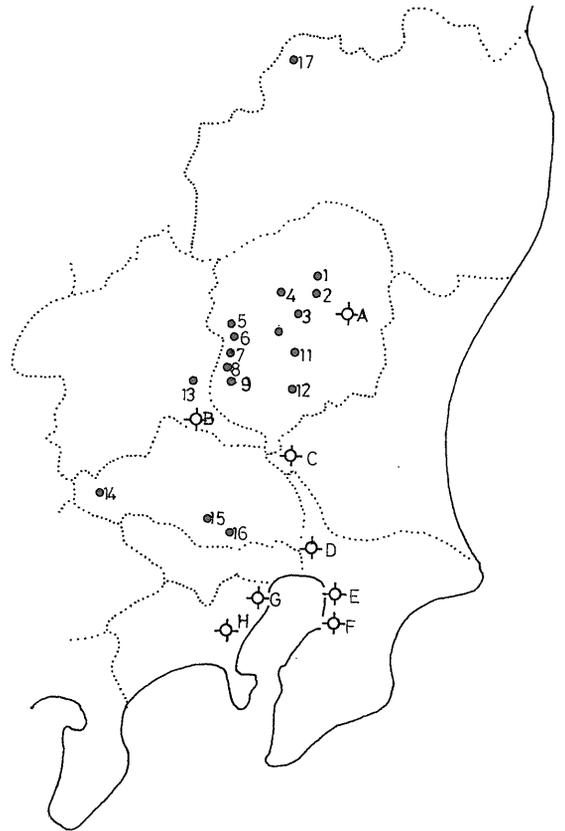
なお、細かい点としては、原料に植物等の混入は許されない。

珪石を構成する石英の粒度は非常に重要で、粉碎コスト、他原料との反応性、型枠に流し込む時の流動性等に大きな影響を与える。一般には50-100ミクロン台のものが望ましいが、メーカーによってはより細い傾向を好むところと、やや粗い傾向を好むところがある。ALC用に供される石英粉のブレン値は4000 cm<sup>2</sup>/gであるために、これ以上の粒径を有する原石であれば、関係ないようにも考えられるが、その影響は微妙らしい。細い粒径を好むメーカーが、粗粒の原石を使用すれば、所定のものより大きいトバモライトが生成し、亀裂の発生に関係するという。このため結晶粒が20-70ミクロン台のものが70%台になる原石が良いと言われている。要するに粗粒の原石はいくら粉碎しても、トバモライトの合成時に、その素性がでるとのことらしい。一方、粗い粒径を好むメーカーが細粒の原石を使った場合は、粉碎コストが上がるだけでなく、型枠へ流し込む時の流動性が増し、また反応が過剰に進んでしまうという。これらの点が窯業のむずかしいところである。

### 3. チャート質珪石鉱床

#### 3.1 関東地方のチャート資源

関東地方では、珪酸原料を必要とするALCをは



第3図 関東およびその周辺地域の珪石鉱床(●印)とALC工場(○印)の分布。

- 1.島金, 2.唐沢, 3.引田, 4.八岡, 5.逢小屋沢, 6.草久, 7.南草久, 8.蛇塚, 9.日瓢鉱山, 10.石裂, 11.水木鉱山, 12.藤坂砕石所, 13.津久原, 14.秩父鉱山, 15.御堂鉱山, 16.都幾川, 17.一ノ木鉱山(鉱山以外は未稼働)。工場の名称は第1表に示す。

じめ、セメント・珪カル板・ポールパイル・瓦・鉄鋼・鋳物等の製造が盛んに行われ、他の地方には余り見られない非金属資源の有効利用が行われている。前に述べたように、関東地方にはALCを生産する工場が8工場あり、栃木・埼玉・福島各県のチャートおよび伊豆半島の安山岩起源の珪石が活用されている(第3図)。

チャートは、関東・足尾・八溝・飯豊の各山地に多く、以前はチャートを見れば秩父古生層の特徴的な地層として簡単に片付けられ、学術的にも資源的にも話題の少ない堆積岩であった。ところが近年、放散虫など微化石の研究によって、かつて古生代とされた「秩父古生層」はジュラ紀のものであること

がわかってきた。

チャートを利用面とくに再結晶の程度から区分すると、未変成のもの、“弱”変成したもの、あるいは花崗岩類の貫入によって熱変成したもの等に分けられる(第3表)。未変成チャートは最も広く分布し、特に足尾山地の葛生地区に多いが、細粒なためALC原料には適さない。“弱”変成を受けたものは埼玉県小川町西方の三波川帯付近にのみ分布している。花崗岩類による熱変成で粗粒化したものは、飯豊山地の山都町、足尾山地の鹿沼から桐生を経て足尾にかけた地域、関東山地の埼玉県秩父地域から長野県佐久地域等に認められ、良好なALC原料となる。これらのチャートを野外および鏡下で観察すると、以下の特徴がみとめられる(写真2参照)。

- 1) 未変成のチャートは破面が鋭利で、透明感があるが、変成されたものはこれらの特徴を失う。
- 2) 未変成チャートの石英粒は通常5-10ミクロン台で、広域変成を受けたものは10-20ミクロン台、熱変成を受けたものは50-1000ミクロン台かそれ以上となる。とくに花崗岩中の捕獲岩では、石英粒が径5mm台に成長している事がある。
- 3) チャートと花崗岩体の間に粘板岩が産する場合(例えば、草久鉱床)、接触部の近く(50ミクロン台)よりも離れたところで粗粒になっている(50m上位で100-200ミクロン)場合があって、石英の粒径は接触部からの距離に必ずしもよらない。
- 4) 粘土質チャートが熱変成を受けると、石英は通常50ミクロン台で、多量の絹雲母が生成されている。粘土質物がある場合は、石英の粗粒化が妨げられるのかもしれない。

チャートは、ALC以外にも鑄物砂や碎石などにも使われる。第3表には、石英の粒度別に用途と鉱床例をまとめて示した。

### 3.2 鉱床各論

以下に関東・足尾・飯豊各山地の代表的な鉱床を紹介する。鉱山としたものは現在(1991年)稼行中、その他は未稼行。第4表に代表的な珪石試料の分析値を示す。

#### 1) 関東山地

関東山地には足尾・八溝両山地と同様チャートが広く分布し、未変成から広域変成、また花崗岩類によって熱変成を受けたもの等がある。チャートは、

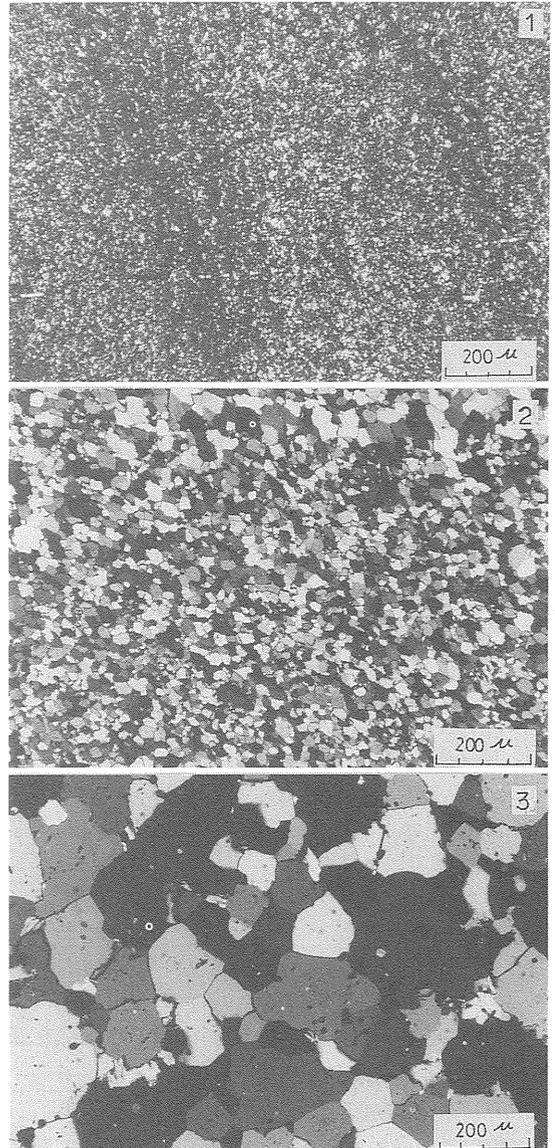


写真2 チャートの偏光顕微鏡写真(クロスニコル)。  
1.未変成チャート(藤坂碎石所), 2.熱変成を受けた中粒の再結晶チャート(一ノ木鉱山), 3.熱変成で粗粒化したチャート(草久鉱床)

第4図に示すように、埼玉県飯能から秩父を経て、大滝村へと東西約50km、南北10kmの範囲に分布する。飯能と武甲山を結ぶ線から南側は未変成に近いが、これより北側は北に向かって変成度が増し、小川町西方の御堂鉱山では弱変成したものを採掘しALCその他に供している。この地区一帯は赤色チャートが多く、白色のものは比較的少ない。一方、群馬県境の大滝村では中新世の花崗岩質岩体がチャ

第3表 関東および周辺の珪石鉱床（\*印：鉱山として稼働中，無印は未稼働）

変成	結晶度	石英粒径 ( $\mu\text{m}$ )	利 用	関東地方	足 尾 山 地	飯豊山地
未 変 成	未一微	5~10	碎石・建材		藤坂*	
広域変成	弱	10~20	ALC 建材	御堂* 都幾川		
花崗岩類 による 熱 変 成	中	20~50			石裂，八岡，引田，島金， 逢小屋沢，草久南	一ノ木*
	強	50~700	鋳物砂 ALC 建材	秩父*	草久，蛇塚，日瓢*， 水木*，唐沢，津久原	

第4表 ALC や鋳物砂に使われている再結晶チャートの化学分析値

産 地	SiO <sub>2</sub> (%)	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	Ig. loss
御堂鉱山(塊)	97.4	0.4	0.5	0.2	0.7			0.1
都幾川鉱床(塊)	99.22	0.25						
〃	93.07	2.87						
秩父鉱山(砂)	97.92	0.47	0.57	0.18	0.21			0.65
草久鉱床(塊)	96.16	2.16	0.77			0.05	1.34	
唐沢鉱床(塊)	97.55	1.02	0.36			0.05	0.05	0.77
水木鉱山(4号砂)	94.1	2.2	1.7					0.9
〃 (6号砂)	96.0	1.4	1.0					0.5
〃 (8号砂)	91.7	3.2	2.1					1.0
津久原鉱床(塊)	96.7	1.3	0.1	0.1	0.0	0.02	0.32	0.2
〃	92.3	4.0	0.8	0.0	0.4	0.02	1.03	1.0
〃	95.4	1.1	0.3	0.0	0.4			0.6
日瓢鉱山	96.91	1.02	0.36			0.06	0.55	0.77

ートに熱変成を与えており，秩父鉱山が粗粒部を採掘し鋳物砂を製造している。

(1) 御堂鉱山(埼玉県秩父郡東秩父村字御堂)

三波川帯にあるが秩父帯のメンバーとされる弱変成を受けたチャートで，灰白色—淡紅色—赤褐色等を呈し，東西走向で南に傾斜した層状鉱床。鉱体は地形と断層の関係で3つのブロックに分かれ，東西1.5 km，南北200—400 mで，各色のチャートが互層をなし，それぞれの層厚は50 m前後。いずれも，10—20ミクロンの不定形の石英の集合からなる。現在年間63万t生産され，以下の用途に利用されている(カッコ内は出鉱粒度)。ALC(水洗後20—10 mm)，瓦・壁材・ポールパイプ(3500 cm<sup>2</sup>/g)，セメント(5 mm 以下)，鉄鋼(水洗後 30—20 mm)。

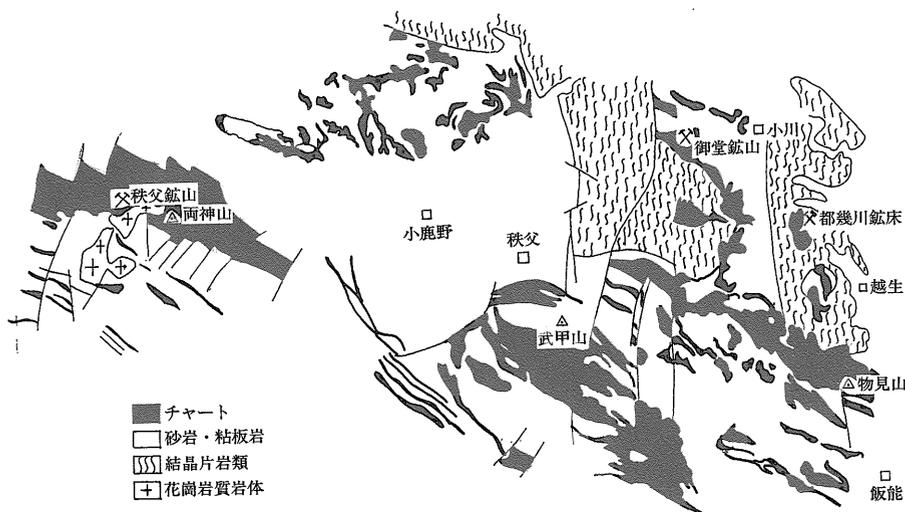
(2) 都幾川鉱床(埼玉県比企郡都幾川村)

御堂鉱山の南東8 km，東側の畑や住宅のある平

坦地と西側の山地との中間。鉱床は弱い変成作用を受けて再結晶したチャートで，緑色片岩の上位に層状に分布。色は灰白色—淡紅色—赤褐色などで，御堂鉱山のものより若干細粒。鉱床は道路を挟んで南北に分けられ，規模は北側鉱体で延長900 m，幅850 m，厚さ30 m，南側鉱体で延長400 m，幅500 m，厚さ40 m。南側に白色のものが多いが，道路から400 m以南はフリント質。

(3) 秩父鉱山(埼玉県秩父郡大滝村)

群馬県境沿いの急峻な山の南面にあつて，断続しながら1.7 kmにわたって発達。鉱体は花崗岩質岩体の北縁にルーフペンダント状，あるいは捕獲岩状に産する大小6鉱体からなる。比較的大きな2鉱体は，延長500 m，幅100—200 m，厚さ50—100 m。石英粒の大きさは100—700ミクロンで，モザイク組織を示し，粒間には絹雲母が生成され，幅1 mm



第4図 関東山地のチャートと珪石鉱床の分布。埼玉県秩父・入間・比企地方の地質図に加筆。

台の電気石脈が認められることがある。粗粒な特徴を利用して、年間約6万tが鑄物砂用に採掘。かつて秩父鉱山では、石灰岩を交代して出来たスカルン型Cu・Fe・Zn鉱床を採掘していたが、現在はチャートのほか結晶質石灰岩も採掘。

## 2) 足尾山地

渡良瀬川流域の足尾—桐生—足利—葛生—鹿沼を結ぶ東西約40km、南北30kmの範囲は、特にチャートが卓越した地域である(第5図)。この地域は日本でも有数のマンガングル鉱床地帯でもあり、196の鉱床が確認されている。

チャートはここでの分類による未変成のものが大半であるが、白亜紀の沢入花崗閃緑岩体と古峰原花崗閃緑岩体の周辺1-2kmの範囲に熱変成チャートが分布する。古峰原岩体の東側では、熱変成帯が幅8km・延長12kmの範囲に広がり、鉱床地帯を形づくっている。ここには、北から逢小屋沢・草久・草久南・蛇塚・日瓢の各鉱床が知られている(第6図)。この中の細—中粒の珪石鉱床は専らALC向きで、現在日瓢鉱床のみが中—粗粒チャートを鑄物砂の原料として採掘している。一方、沢入岩体の周辺には10数層の再結晶チャートが確認されているが、十分な調査は行われていない。

### (1) 逢小屋沢鉱床(栃木県鹿沼市草久逢小屋沢)

古峰原神社から産業道路沿いに、2.6km南下した逢小屋沢左岸から山腹の北斜面にかけて産する。周辺は流紋岩が覆っており、花崗岩体は露出してい

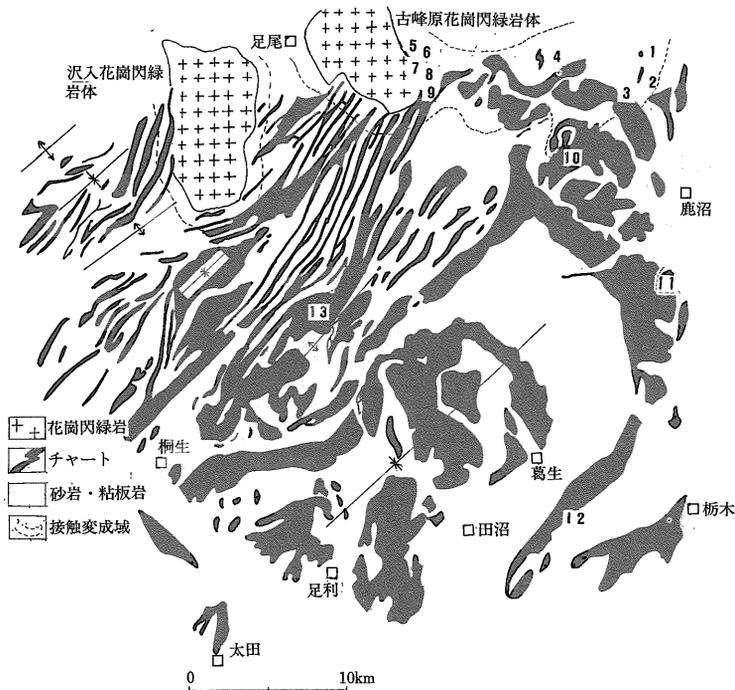
ない。鉱床の規模は延長400m、幅150m、厚さ50から80mの東西に長い塊状鉱体。石英の粒径をみると、西側の白色塊状チャートは50-100ミクロンで容易に粉碎できるが、東側の縞状チャートは、50ミクロン以下でやや硬い。

### (2) 草久鉱床(栃木県鹿沼市草久茸沢)

標高800mから1100mかけた急峻な4つの小陵線に、再結晶したチャート岩体が北東—南東方向に発達。これらの陵線は向斜軸にあたり、その間の背斜軸に当たる凹地には泥岩のホルンフェルスが露出(第7図)。これは風化に強いチャートが残丘状に残ったため、比高50mに及ぶ崖は挟みを全く含まない塊状チャートから成る。下位の泥質ホルンフェルスとの境界は漸移的で、下部ほど珪酸分が減少して石英の粒子は小さくなり、緑泥石・黒雲母が多くなる。下部ほど熱源の花崗岩体に近づくにもかかわらず、石英の粒子が小さくなる事が注目される。鉱床の規模は最も大きな本鉱体で延長450m、幅100-170m、厚さ10-30m。珪石は糖晶質塊状で、薄い部分は指先で砂状となる。鏡下では明瞭なモザイク組織を示し、絹雲母が石英の粒間に或は石英中に包有されている。

### (3) 日瓢鉱山(栃木県上都賀郡栗野上五月)

横根山東麓の花崗閃緑岩体接触部。東側に中粒珪石・粗粒珪石・泥質ホルンフェルス・粗粒珪石・細粒珪石の順に分布し、熱源と変成度の関係が複雑である。鉱床の規模は延長400m、幅100m、高さ50



第5図 足尾山地のチャートと珪石鉱床の分布。林(1986)に加筆。

1.島金, 2.唐沢, 3.引田, 4.八岡, 5.逢小屋沢, 6.草久, 7.南草久, 8.蛇塚, 9.日瓢鉱山, 10.石裂, 11.水木鉱山, 12.藤坂碎石所, 13.津久原(鉱山以外は未稼働)。

mで、挟まれるホルンフェルスは幅50 m前後。珪石は暗灰色—緑灰色のものが多く、石英粒は50-200ミクロン。鋳物砂用に年9万t生産。

(4) 唐沢鉱床(栃木県鹿沼市木戸沢)

標高450 mの南北に発達した陵線に黒雲母花崗岩体のルーフペンダントとして2鉱床が産する。主鉱床は延長700 m、幅20-120 m、厚さ20-80 m、西側鉱床は延長160 m、幅30 m、厚さ30 m。珪石は無層理塊状で、主鉱床は100-300ミクロン台の粗粒石英からなるが、西側鉱床は50-100ミクロン台の中—細粒の石英を主とする。ともに泥岩の挟みはなく、破碎性に富む良質の珪石からなる。鏡下ではモザイク組織を呈し、石英粒間には絹雲母が少量生成されている。なお、本鉱床の東方数100 m花崗岩中には、灰重石鉱床があって、戦後稼行されたことがある。

(5) 水木鉱山(栃木県上都賀郡西方村真名子)

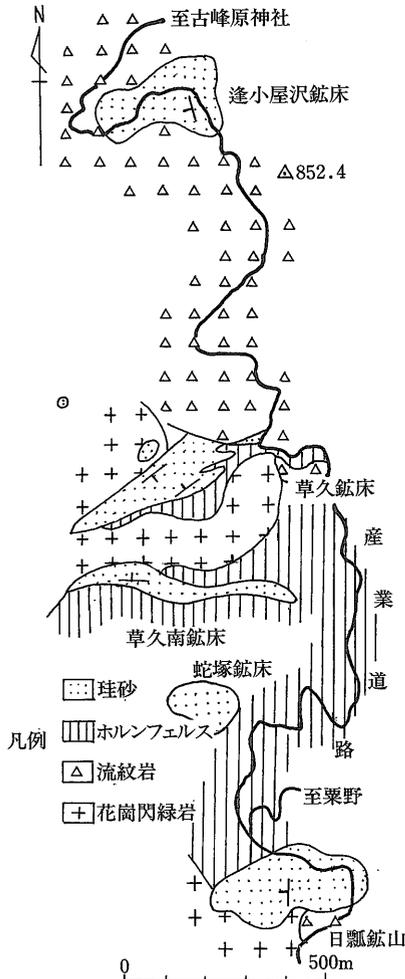
鉱床は栗野町から栃木市に至る道路の西側にあって、標高130 mから280 mにかけてたなだらかな東斜面に、南北にやや長い塊状鉱床として産する。鉱床の伸びは南北系で、西に急斜し上盤側に泥質ホル

ンフェルスが発達。局所的に花崗岩の小岩体が貫入。鉱床の規模は南北延長600 m、東西幅300 m、厚さ200 m以上。鉱床の下底部は確認されていないが、上位に厚さ50 mの細粒部分が、その下位に厚さ150 m以上の粗粒部分が産するという2層構造をなす。鏡下では石英が丸みを帯び縫合構造は示さず、粒間には絹雲母が比較的多く生成されている。石英粒径は粗粒部分で200-800ミクロン、細粒部分で20-100ミクロン。鋳物砂とALC用に年20万t生産。

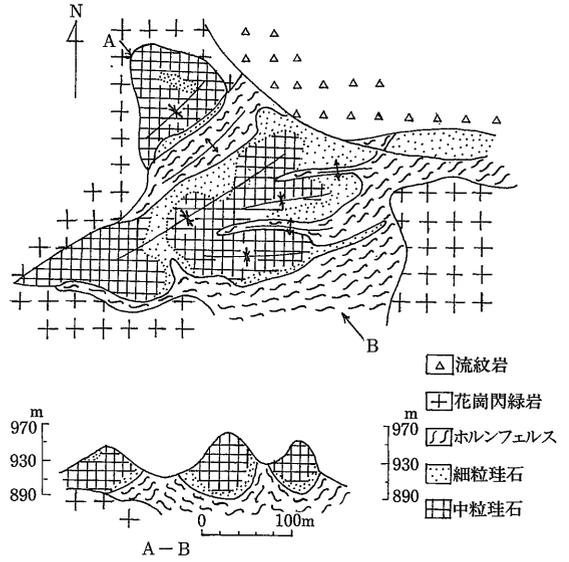
(6) 津久原鉱床(群馬県桐生市津久原)

桐生市北東15 kmの桐生川左岸、標高400-900 mのところ発達するチャートと泥岩の互層で、南東部に貫入した花崗岩体により熱変成を受ける。全体の変成域は2 km四方に及び、延長300 m-900 m、幅50-800 mに及ぶ11鉱床が認められる。珪石は中—粗粒で、最大2000ミクロンに及ぶこともある。

以上の他、足尾山地には、島金・引田・八岡・石裂などの鉱床が知られているが未だ詳しい調査が行われていない。なかでも石裂鉱床は規模の点で期待



第6図 古峰原岩体東縁部の珪石鉱床群。  
1.チャート, 2.泥質岩, 3.流紋岩類, 4.花崗閃緑岩



第7図 草久珪石鉱床の地質概略図。

をなすが、粒径の分布に規則性はみられず、どちらかと言えば均質。ALCと農薬キャリア用に年約4万t生産。

#### 4. おわりに

関東地方には多量のチャートが産し、未変成のものから変成されたものまで含めると1年間に、鋳物砂・セメント・ALC・珪カル板その他に約100万tが、また碎石用に未変成チャート数100万tが利用されている。本稿では、このうち特にALCに使われる変成チャートについて紹介した。

未変成のチャートは莫大な量があるが、変成を受けたものは関東地方では主に栃木・群馬・埼玉の3県に産し、確認された良好なチャート資源は将来に備えて必ずしも十分な量があるとは言えない。特に熱変成により再結晶の進んだチャートはALCと鋳物砂の原料として重要であり、今後新たな鉱床の発見が望まれる。

ALC用の珪石の価格は、砂利や碎石よりやや高い位で(約4000円台/t)、よく安いといわれている。しかし安いのがゆえに、逆に海外からの輸入が阻止されているという面もある。現在の価格では輸入は困難だが、ヨーロッパのように珪砂等を使えば、その可能性はないとはいえない。最後に、国産の良好なチャート資源が今後も活用されることを切望する

される。また、沢入岩体の西縁地域も今後の調査が待たれる。

#### 3) 飯豊山地

(1) 一ノ木鉱山(福島県耶麻郡山都町一ノ木)

一ノ木部落北方9km、新潟及び山形県境まで10km地点の標高600mから780mにかけて所に産する。鉱床は再結晶した縞状チャートから成る北東—南西に延びた厚さ50m程の層状鉱体である。表土剥ぎの結果、延長400m、幅300mの鉱体が全露出した。北方の延長は確認されていないが1km先の仙野沢まで連続している可能性が強い。下部に珪質のホルンフェルスが分布。珪石は塊状もしくは層状で、いずれも石英粒子が10-50ミクロンの定向配列

次第である。

謝辞：本文をまとめるに当たり、貴重な資料をいただいた9社(旭礦末資料(合資)、秩父鋳業(株)、筑麻礦業(株)、藤坂碎石工業(株)、鋼管鋳業(株)、川鉄鋳業(株)、日本イトン工業(株)、日室工業(株)、日瓢礦業(株))に厚く謝意を表したい。顕微鏡観察と写真は、パリノ・サーヴェー(株)取締役五十嵐俊雄氏の労を煩わした。ここに合わせ謝意を表したい。

#### 参考文献

- 地質調査所(1986)：20万分の1地質図「東京」。  
藤本治義(1961)：5万分の1地質図幅「栃木」および説明書，地質調査所。  
福島県(1955)：20万分の1地質図。  
藤村慶樹・大場教夫(1986)：Ⅶ建築，土木ⅠALC，石灰石の用途と特性。393-397。石灰石鋳業協会。  
林 信悟(1986)：中・古生界足尾山地，日本の地質3「関東地方」，大森昌衛他2名編。48-54，共立出版社。  
鋳物技術及び協会(1988)：国内の鋳物用資材について，JACT NEWS no. 383, 23-34。  
河田清雄・大沢 (1955)：5万分の1地質図「足尾」および説明書。

- 河内洋佑・井上秀雄(1962)：長野県南佐久郡下の鋳物用珪砂鋳床。岩鋳，47, 46-56。  
片山信雄他2名(1955)：長野県海瀬珪砂鋳床，鋳山地質，15, 64。  
小西建二(1971)：炭酸塩岩と珪質岩の生成とその環境。鋳山地質特別号4号，121-150。  
日本イトン工業(株)(1989)：日本イトン工業25年史，9-22。  
日室工業(株)(1955)：1万分の1「秩父」鋳山地質図。  
大久保雅弘・堀口万吉(1969)：5万分の1万場地域の地質，地質調査所。  
栃木県(1969)：20万分の1地質図及び説明書。  
埼玉県(1968)：5万分の1埼玉県秩父，入間，比企地方の地質図，林務課。  
桜井敏生(1979)：気泡コンクリート，セラミック材料技術集成833-844，産業技術センター。  
渡辺武男他14名(1957)：5万分の1足尾山地地質図及び説明書，栃木県。  
矢内桂三(1986)：足尾山地北部の火成岩類，日本の地質3「関東地方」，大森昌衛他2名編，58-62。共立出版。

---

INOUE Hideo (1992) : ALC and silica resources in the Kanto District.

---

〈受付：1991年6月13日〉