

# トルコの工業原料鉱物 —その開発及び利用の現状—

アリ・イシジャン<sup>1)</sup>(訳・藤井紀之<sup>2)</sup>)

## 1. 開発の歴史と現状

### 1.1 黎明期～近代におけるトルコの工業原料鉱物

トルコ国土の大部分を占めるアナトリアにおいて、工業原料鉱物の利用が始まったのは約7～8千年前に遡る。ヒッタイト文明が栄えたのは紀元前2000年前後であるが、更にその以前から皿や碗などの土器が使われていたし、紀元前5～6世紀には西部アナトリアで大理石が劇場、神殿、石像その他の用途に広く使われ始めている。ローマ文明期(紀元前30年～紀元330年)にはレンガの製造が始まり、エスキュヒルの付近では既に海泡石の存在が知られていた(Ana Britanica, 1990; Toklu, 1947)。

アナトリアで始めてガラスが製造されたのは、セルチュク時代(11～14世紀)のことである。また14世紀の始めにはイズニク及びキュタヒヤで、トルコ最初の陶器が試作されたと言われる(IGEME, 1989)。1800年代に入ってから、1865年にバルケシルスルルクの礬素鉱床の開発がフランス人の手で始められた。イスタンブールのユルドウズ宮殿の敷地内で装飾磁器の製作が始まったのは1890年のことであり、1911年にはトルコ最初のセメント工場(生産能力2万トン)がイスタンブールのダルジャで生産を開始している。

アナトリアにおける工業原料鉱物の利用はこのように古い歴史を持っているが、鉱物資源の開発が促進されるようになったのは1922年の共和国建国以後のことで、1935年には鉱物資源の探査・開発を目的としてMTAとETI BANKが設立された。しかし本格的な工業原料鉱物の開発が始まったのは1960年代に入ってからと言って良い。

1923～60年におけるトルコの工業原料分野の鉱

山及び関連する工業の規模は極めて小さいものであった。幾つかの例をあげると、イスタンブールパシャバハチェのガラス工場は年間生産能力300トンのものであったし、ゾングルダークーフィリヨスの耐火レンガ工場(1947年設立)もごく小規模なものであった。1950年にはトルコでは4つのセメント工場が稼動していたが、生産能力は4工場を合わせても年間395,000トンに過ぎなかった。1954年にはイスパルタのケチボルルにETI BANK 硫黄精製工場(生産能力1万トン/年)が建設されている(ETI BANK, 1983)。その他1950年にバルケシルービガデイチの、1952年には同一ムスタファケマルパシャの礬素鉱床の開発が始まった。1960年にトルコで生産されていた工業原料鉱物は約10鉱種に達する(第1表)が、総生産量はまだまだ少ないものであった。この時期に生産されていた礬素及びエメリー(天然研磨材)は殆ど全部が輸出に向けられていたが、他の鉱物は主として国内需要を充たすために採掘されていた(ÇITOSAN, 1987; ETI BANK, 1983; IGEME, 1989)。

### 1.2 1960年以降における産業関連工業の発達

トルコでは、1960年代は工業原料鉱物及び関連する工業に対する最初の実質的な投資が始まった時期であり、1970年代以降が発展期に当たっていると言えよう。1960年代に200万トンに過ぎなかったセメントの生産能力は、1972年には1,000万トンに、更に85年には2,250万トン、90年には3,000万トンと着実に増加している。現在操業中のセメント工場での1990年の生産量は2,440万トンで、これは世界の国別生産量では13番目にランクされる。なおセメントの輸出量は170万トン、輸入は110万トン(いずれも1990年)である(DPT, 1987; 1992)。

キーワード：蒸発成鉱床、粘土質原料鉱床、超塩基岩に伴う鉱床、工業原料鉱物、MTA, ETI BANK

1) MTA 鉱物研究調査部工業原料担当調整官  
2) JICA 長期派遣専門家(在トルコ)

第1表 トルコの工業原料鉱物の生産と輸出入の推移(1000トン)

	1960	1980			1985			1990		
	生産	生産	輸出	輸入	生産	輸出	輸入	生産	輸出	輸入
明ばん石	—	25.0	—	—	15.0	—	—	14.0	—	—
アスベスト	1.0	39.2	—	16.7	29.0	—	25.5	—	—	26.0
重晶石	na	157.0	81.7	—	230.4	194.9	—	370.0	177.0	—
ベントナイト	na	65.0	5.4	1.2	42.0	29.3	—	97.0	29.0	—
硼素鉱物(精鉱)	97.4	865.0	764.9	—	980.4	719.1	—	1253.0	684.0	—
天青石(Sr 鉱)	—	—	—	—	100.0	—	—	94.0	75.0	—
珪藻土	—	80.0	—	—	7.1	0.1	—	—	—	—
ドロマイト	120.0	520.0	—	—	882.0	0.2	—	410.0	—	—
エメリー	8.0	45.8	40.2	—	7.9	7.6	—	10.8	16.1	—
長石	—	85.0	6.5	—	102.0	2.9	—	305.0	97.0	—
蛍石	—	5.0	—	—	9.8	—	—	13.0	—	—
黒鉛	na	—	—	0.5	3.5	—	0.6	18.0	—	1.4
カオリン	12.0	156.0	7.6	1.0	69.8	17.8	—	251.1	49.0	16.0
海泡石(箱)	—	250.0	—	—	336.0	—	—	80.0	—	—
マグネサイト	—	301.0	77.8	—	1136.4	159.4	—	1061.0	229.0	3.1
大理石等石材(m <sup>3</sup> )	14.6	75.1	41.0	—	158.7	40.3	—	176.0	20.0	na
ペーライト	—	1.9	—	—	113.5	94.8	—	159.0	118.0	—
燐鉱石	—	19.2	—	938.2	38.0	—	656.7	87.0	—	730.0
軽石	—	—	—	—	602.9	na	—	2250.0	117.0	—
耐火粘土	na	420.0	—	—	191.4	30.7	—	463.5	63.0	5.3
珪砂・石英	na	551.0	2.4	—	806.8	—	—	1792.0	—	9.0
塩	475.0	285.0	—	—	1065.0	16.3	—	1889.0	na	—
硫酸ソーダ	1.7	58.0	—	1.2	157.3	—	—	433.8	—	—
硫黄	17.4	36.1	—	41.0	37.5	—	11.1	20.0	—	161.0
滑石	—	56.2	1.7	—	29.5	1.7	0.4	5.5	—	1.0
ジルコン	—	—	—	na	—	—	0.4	—	—	8.0
チタン鉱	—	—	—	na	—	—	na	—	—	3.0

DPT, 1982, 1987, 1992

ガラス及びセラミック製品も1960年までは需要の大部分は輸入品によって賄われていた。現在ではガラス生産施設は118箇所を数え年間生産量は約100万トンである。またセラミック製品は50箇所以上の工場生産されており、生産能力は年間75万トンに達している。

ガラス産業では、フロート式、フルコール式及びピッツバーグ・ベンバーノン式などの技術を導入して建設された14の工場があり、ほぼあらゆる種類のガラス製品の製造が可能である。セラミック産業は長い歴史を持ち芸術的にも高いレベルの作品を作り出しているが、1960年以降に建設された工場では最新の技術の導入が図られ、現在では海外市場での競争も耐え得る様々な種類のセラミック製品を生

産し得るレベルにまで達している。第2及び第3表に、ガラス及びセラミック製品の年間生産及び輸出入の推移を示す(DPT, 1982; 1987; 1992)。

耐火物工業は当初鉄鋼業の発達に伴って成長してきたが、本格的な耐火物の生産は1960年以後に始まっている。1968年にコンヤにクロム・マグネサイト耐火レンガ工場が、1970年に入ってビレジク—ソユトの耐火レンガ工場、1977年にはキュタヒヤにマグネサイト耐火レンガ工場が相次いで設立されている。現在これら耐火物工場は、マグネサイト質レンガ46,000トン、クロマゲ質50,000トン、粘土質レンガ57,000トンの生産能力を持っている。その上キュタヒヤマグネサイト(株)を始めとするこれらの工場は、合計約24万トン/年の重焼マグネサイト、

	1980			1985			1990		
	生産	輸出	輸入	生産	輸出	輸入	生産	輸出	輸入
板ガラス	106	11	0.14	350	183	1.0	491	200	37
ガラス容器	75	20	—	200	67	0.2	266	84	1
ガラス食器等	32	5	—	70	25	1.2	114	46	4
その他	31	2	2.36	57	18	3.4	77	25	13
合計	244	39	2.50	677	283	5.8	948	355	55

第2表

板ガラス及びガラス製品の生産・輸出入の推移(1000トン)

	1980			1985			1990		
	生産	輸出	輸入	生産	輸出	輸入	生産	輸出	輸入
食器・ノベルティ	9.1	0.06	—	7.9	1.8	0.7	10.7	2.5	6.5
タイル	130.8	10.70	—	240.3	34.9	1.0	555.0	95.0	30.7
衛生陶器	24.0	2.20	—	41.9	10.9	10.9	63.5	14.6	0.5
カイン等	12.1	0.03	0.4	10.8	0.07	0.07	5.9	0.21	2.6
合計	176.0	12.99	0.4	300.9	47.67	12.67	635.1	112.3	40.3

第3表

セラミック製品の生産・輸出入の推移(1000トン)

3万トン/年の軽焼マグネサイトの生産能力を有している。

これらの工場設備は増大する耐火レンガに対する需要を充たすには不十分である。また最近ではジルコン、コランダム、黒鉛、カーボンブロックその他のレンガの需要に応ずる為に、大量の原料が輸入されている。第4表に耐火物製品の生産・輸出入の推移を示した。

### 1.3 最近の工業原料鉱物の開発状況

トルコにおける硼素鉱物の採掘は約125年の歴史を持っているが、硼素鉱業が顕著な発展を見せたのは最近30年程の間のことである。1960年に97,000トン程度であった硼素鉱物の生産量は、1990年には実に125万トンに達している。なお1978年までは、私企業と国営企業(ETI BANK)が共に硼素鉱業に参入していたが、この年の法律改定で硼素鉱業はすべて国営とする事が決められ、以後ETI BANKだけが硼素の生産を行っている。ETI BANKは1970年に降選鉱設備、硼素製品の製造施設などを整備し、今ではトルコはアメリカに次ぐ世界第2の硼素鉱物生産及び輸出国となっている。第5表にETI BANK各硼素鉱山の選鉱及び硼素製品生産能力を示す(ETI BANK, 1988; Helvacı, 1977)。

トルコの肥料用原料鉱物の開発については最近になって若干の発展が見られた。ETI BANKでは、

マルデイーン—マズダアの燐鉱床で平均品位22% ( $P_2O_5$ )の鉱石を処理して品位30%の精鉱を得る施設(年間生産能力125,000トン)を持っていたが、現在生産能力を550,000トン/年に増やす工事を進めており、精鉱品位についてもある程度は改善される事が期待される(ETI BANK, 1988)。

トルコの地質的特産物であり、かつ非常に古い歴史を持つ大理石鉱業は近年極めて大きな発展を遂げたと言えよう。現在トルコには約500箇所の大理石採掘場があり、約1,200の大理石加工工場がある。正確ではないが、大理石の年間生産能力は20万  $m^3$ 、製品で250万  $m^2$  との事である。しかし近年大資本のグループが特に花崗岩質石材に対し大きな投資を行っているとの事で、石材の分野では更に大きな発展があるものと期待される。

以上トルコの工業原料について要約を試みたが、トルコの工業原料に対する需要は大部分国内生産によって賅われてきた。これを金属鉱物資源と較べるならば、トルコは工業原料鉱物の分野では種類・鉱量とも遙かに恵まれていると言って良い。現在稼行されている工業原料鉱物は30鉱種以上にのぼる。第1表は1960年から今日に至る間にトルコで生産された工業原料鉱物の種類と生産量及び需要の増加を記録したものである。この中でトルコが国際的に重要な供給源となっている資源をあげると、世界第2位の硼素鉱物を始めとしてマグネサイト、重晶

第4表 耐火レンガ及びセメント製品の生産・輸出入の推移(1000トン)

	1980			1985			1990		
	生産	輸出	輸入	生産	輸出	輸入	生産	輸出	輸入
粘土質耐火物	130.1	—	3.2	130	0.8	7.7	132.0	0.9	8.6
Mg 質耐火物 <sup>1)</sup>	36.0	—	5.1	48	0.5	21.2	83.0	1.4	15.0
その他耐火物 <sup>2)</sup>	—	—	12.6	14.5	10.1	17.7	41.0	4.4	35.0
建築用レンガ	5,423*	—	—	6,060*	7.7	—	4,460*	4.9	—
屋根瓦	433*	0.3	—	500*	4	—	610*	2.9	—
アスベストセメント製品	200	7.5	—	177	11.3	—	320.0	28.4	—

<sup>1)</sup> : Cr-Mg, Cr 質耐火物を含む

<sup>2)</sup> : 電鍍レンガ, Zr, コランダム, 黒鉛レンガ等

\* : 100万個

DPT, 1982, 1987, 1992

第5表 硼素鉱山及び硼素精製工場の生産能力(トン)

鉱山名	主な鉱物	生産能力/年	製品名	バンドウルマ	クルカ
クルカ	Borax	500,000	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> 10H <sub>2</sub> O (Boraxdeca)	50,000	17,000
エメット	Colemanite	500,000	Na <sub>2</sub> B <sub>4</sub> O <sub>7</sub> 5OH <sub>2</sub> O (Boraxpenta)	5,000	160,000
ビガデイチ	Colemanite Ulexite	250,000	硼酸	135,000	—
			無水硼酸	—	60,000
ケステレッキ	Colemanite Ulexite	100,000	NaBO <sub>2</sub> H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> +3H <sub>2</sub> O (Sod · perborat)	20,000	—

石, エメリー, 軽石, 天青石(Sr 鉱)などが上位にランクされる。トルコ全体の鉱業生産の中でも、工業原料鉱物の占める割合は金額で53.2%に達している。ちなみに金属鉱物は8.7%, 石炭21.6%, 原油は16.5%である。

工業原料鉱物はトルコの輸出鉱産物の中でも極めて重要な割合を占めている。既に伝統的な輸出品となった硼素鉱物に加えて、1960年代からはマグネサイト, エメリー, 重晶石が、1980年代に入ってから天青石, 軽石, パーライト, 大理石, カオリンといった鉱物が輸出されるようになった。1990年における鉱産物の輸出総額3億2,800万ドルのうち、工業原料鉱物輸出額は2億4,000万ドルであり、金属鉱物の8,200万ドルより遙かに大きな割合を占めている。

一方輸入面では、トルコは磷鉱石, 硫黄, アスベストなどをかなり以前から輸入していた。輸入鉱産物の種類で見ると、第1位の原油, 第2位の鉄鉱石について、磷鉱石, 硫黄が3, 4位を占めている。これらの鉱物については、需要に見合うだけの鉱量

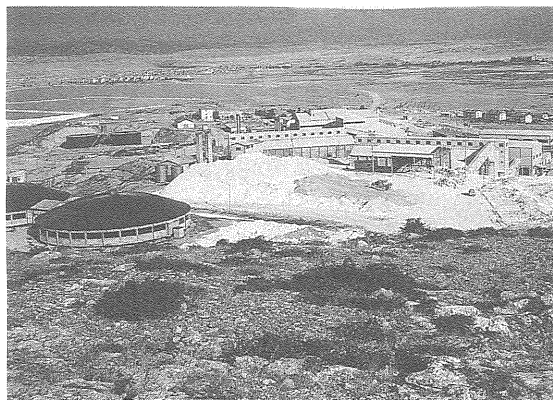


写真1 トルコで最も近代的なエスキュヒルクルカの硼素鉱石選鉱・精製施設(ETI BANK 提供)

を確保するために新鉱床探査の仕事が更に継続される事が期待される。そのほかにも黒鉛, 高品位カオリン, 滑石, ジルコン, チタン鉱といった鉱物が少量ながらも輸入されている。1990年の鉱産物の輸入総額は42億5,200万ドルであるが、そのうち原油が37億7,000万ドル, 鉄鉱石が7,000万ドルを占めて

いる。工業原料鉱物の輸入額は9,100万ドルであり、これらの鉱物の自給は当面解決されるべき課題であろう(DPT, 1992)。

以上概観したようにトルコには多種多様の工業原料鉱物が産出する。これがトルコの地質的条件と密接に関係していることは言うまでもない。トルコはアルプス—ヒマラヤ変動帯の上であり、恐らく先カンブリア系を含む変成岩類、各種の火成岩類、古生代以降の全ての時代の堆積岩によって構成されている。更に第三紀以後アナトリアで火山活動が続いたこと、乾燥～半乾燥気候が支配的であったことなどの諸条件が現在見る様な多種類の鉱床を生成する要因となった。以下トルコに産出する工業原料鉱物の産状について、その概略を紹介することとする。

## 2. 蒸発成鉱床

トルコでは二畳紀以降の全ての地層に蒸発成鉱物(例えば石膏)が見出される。しかし鉱床の規模が大きいこと、また経済的な価値という点では第三紀層が最も重要である。

アナトリアでは第三紀始めに大きな海進があり、特に始新世初期(5400万年前)にはアナトリアの大部分が海に被われていた。その後始新世中期から漸新世末期(2400万年前)にかけて海退が続き、そのため中央アナトリア(アンカラの北東及び南東一帯)、東部(シヴァス—イラン国境)、南東アナトリア(ディヤルパクル付近)などで陸域が広がった。中新世(2400—500万年前)に入って一時東からの海進があったが、中新世中期から再び海退期に入り鮮新世(500—200万年前)へかけて陸域はアナトリアのほぼ全域に広がっていた。気候的にも乾燥気候が続いたことから、漸新世～鮮新世のアナトリアには陸成の湖盆が多数存在し蒸発成鉱物が沈積し易い条件が形成されていた(Uygun, 1980)。第1図に当時の古地理図と主要な蒸発成鉱床の分布を示す。以下主な鉱床の産状について略述する。

### 2.1 礫素鉱物

礫素鉱物はトルコで最も重要な天然資源であり、バルケシル地方のピガデイチ、ススルク、ブルサーケステレッキ、キュタヒヤ—エメット及びエスキシェヒル—クルカなどが主な鉱床として知られている。この中で最初に開発されたのはバルケシルス

スルルク地区の鉱床で、1865年フランス人によって採掘が始められたという。主成分鉱物はPander-mite(H—Ca 礫素塩、Preceiteともいう)で、この名前は鉱山に近いバンドウルマという町の名に由来すると言う(Toklu, 1947)。鉱量枯渇のため1954年閉山した。現在稼行している主要な礫素鉱床は何れも1950年から60年にかけて発見されたものである。

礫素鉱床が賦存している西アナトリアの第三紀層は、各地で先第三系の基盤の上に形成された湖盆に堆積した。そして第三紀から第四紀にかけてこの地方では火山活動が続いていた。これら個々の鉱床はそれぞれ特徴的な産状、鉱物組成を示すが、地質的には次のような共通点が認められる。

(1) 鉱床は乾燥～半乾燥気候下の陸上の堆積盆地で沈澱・生成した。

(2) 鉱床が賦存する地層は、おもに礫岩、砂岩、凝灰岩、粘土岩、マール及び石灰岩などからなり、礫素鉱物は粘土岩、マール、凝灰岩などからなる層準に見出される。

(3) 鉱床胚胎層準の上下には一般に石灰岩質の岩層が賦存する。

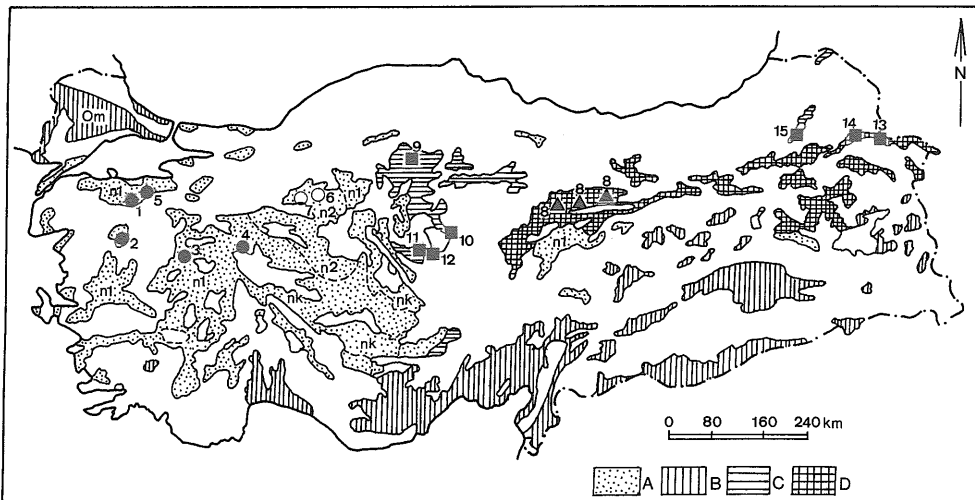
(4) 鉱床が賦存する盆地周辺には例外なく、安山岩質～流紋岩質の様々な火山岩が分布している。

(5) 典型的な蒸発成鉱物であるハライト(岩塩)とトロナ(重炭酸ソーダ石)は礫素鉱床には存在しない。

(6) 鉱床の下位の石灰岩層は中新統、上位の石灰岩層は鮮新統に対比される。

Helvaci(1989)によれば、西部アナトリアの第三紀の堆積盆地は、活発な断層運動や地溝形成活動を伴う火山活動によって形成された山岳地帯に発達した。各盆地は相互に繋がりを持つ塩分に富む内陸湖を形成し、これらの盆地で礫素鉱床が化学的に沈澱した。礫素鉱物はカルクアルカリ岩系火山活動によりもたされたもので、乾燥～半乾燥気候が卓越する条件で堆積したものである。

蒸発性環境下で鉱物が沈澱する順序として、炭酸塩鉱物の堆積に続いてCa 礫素塩鉱物(コレマナイト)が、蒸発が進むにつれてNa—Ca 礫素塩鉱物(ウレキサイト)が沈澱する。Naが濃集し易い環境になるとNa 礫素塩鉱物(礫砂、ケルナイト)が沈澱するが、環境が変われば再びコレマナイトが沈積する。礫素鉱床は上述の様な角度から見ると、Ca、



第1図 トルコの主要な第三系堆積盆地と蒸発成鉱床の分布

A: 湖沼成新第三系 nk=新第三紀~第四紀, n1=岩塩を伴う新第三系, n2=石膏を伴う鮮新統  
 B: 海成中新統; Om=海成漸新~中新統(岩塩を伴う), C: 湖沼成漸新~中新統(石膏を伴う), D: 海成中新統(岩塩を伴う)

●: 礫素鉱床 1=バルケシルススルルク, 2=同一ビガデイチ, 3=キュタヒヤーエメット, 4=エスキュヒルークルカ, 5=ブルサーケステレキ

○: 天然ソーダ鉱床 6=アンカラーベイパザル, 7=同一チャユルハン

▲: 天青石鉱床 8=シヴァス地域 ■: 岩塩鉱床 9=チャンクル, 10=ヨズガット, 11=クルシェヒル, 12=ネヴシェヒル, 13-14=カルス, 15=エルズルム

Na-Ca, Na の全ての鉱物を産出する完全沈澱型(エスキュヒルークルカ)と, Ca, Na-Ca 鉱物だけを産出する不完全沈澱型とに大別出来る。第2図にトルコの主要な礫素鉱床が賦存する各堆積盆地の第三系の総合柱状図を示す。以下各鉱床の特徴的産状について簡単に述べる。

〔バルケシルービガデイチ鉱床〕(Helvacı, 1989; MTA, 1976)

下位から上位に向けて, 基底火山岩, 石灰岩, 下部凝灰岩, 下部礫素鉱床, 上部凝灰岩, 上部礫素鉱床, 上部石灰岩, オリヴィン玄武岩という層序が認められる。どちらの鉱床層準にも粘土, マール, 凝灰岩, 石灰岩が挟在している。礫素鉱床はこれらの層準にレンズ状をなして賦存し, 厚さは0.25~4 m と変化に富んでいる。鉱床分布範囲は15 km<sup>2</sup> に及んでいる。主要鉱石鉱物はコレマナイトで, ウレキサイトがこれに次ぐ。コレマナイトはしばしば粘土中に放射状に成長した球顆状の形態で産出する。副成分鉱物として多種類の礫素塩鉱物が産出するが, 下位層準が比較的 Na-Ca 鉱物に富み, 上位層準では Ca 礫素塩が特徴的である。埋蔵量は約6億トン

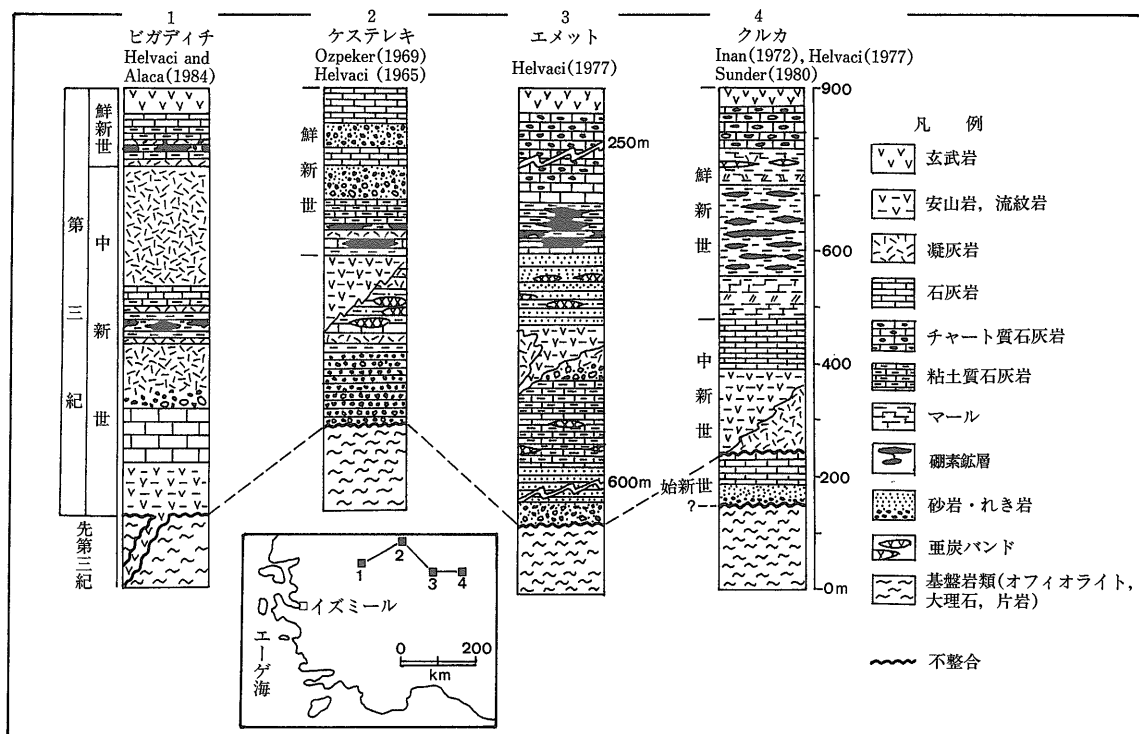
(平均品位31-32%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)が見込まれている。

〔ブルサームスタファケマルパチャーケステレッキ〕(Helvacı, 1989; MTA, 1976)

新第三系は基盤礫岩から始まり, 挟亜炭粘土層, マール, 石灰岩, 凝灰岩, 集塊岩と続き, その上に鉱床帯, 礫岩, 砂岩, 上部石灰岩が累重している。鉱床帯には3層の鉱体があり累計厚さは約6 m である。主要鉱物はコレマナイトとウレキサイトで, Probertite (Na-Ca 系)などの礫素塩鉱物の他, 方解石, 石英, 沸石, モンモリロナイト等を随伴する。鉱量は約1,000万トン(平均品位32-35%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)である。

〔キュタヒヤーエメット鉱床〕(Helvacı, 1977; MTA, 1976)

この地域の第三系は基盤礫岩から始まり, マールや凝灰岩のレンズを挟む下部石灰岩, 酸性凝灰岩・同集塊岩, 亜炭層や石膏が挟在する砂岩, 粘土岩, マール, 上部石灰岩, 玄武岩溶岩と続く。礫素鉱床は上部石灰岩の下位に胚胎している。鉱床は南及び北の2鉱床に分かれており, それぞれ異なる盆地に堆積した。鉱床層準の厚さは, 南鉱床で約20 m 北



第2図 硼素鉱床を産出する西アナトリアの新第三系対比図

鉱床では約80 mである。個々の鉱体の厚さは1～1.5 mであるが、北鉱床では鉱体の厚さは累計20 mに達する。主要鉱石鉱物はコレマナイトで粘土中に大小の球顆(最大直径1 m)として産出する。またウレキサイトや少量のCa系硼酸塩鉱物を随伴するほか、鶏冠石、石黄、硫黄、天青石、方解石、石膏などが見出される。推定鉱量は約9億トン(平均品位26～28.5%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)である。

〔エスキシェヒル—クルカ〕(Helvacı, 1990; MTA, 1976)

この地域では中新統の層序は火山砕屑岩を基底に、上に向かって下部石灰岩、マール、凝灰岩、硼酸塩帯、粘土・マール・凝灰岩、上部石灰岩となっている。最上部には玄武岩が分布する。本鉱床は前述の完全沈澱型(クルカ型とも言う)で、下部、上部、周縁部はCa系硼酸塩鉱物に富み、中心部にはNa系鉱物が産出する。従って硼砂、ウレキサイト以下硼素鉱物の種類もこの地域が最も多い。この他鉱床層準からはサポナイト、イライトなどの粘土鉱物、ドロマイト、ストロンチアナイトなど炭酸塩鉱物、グローバライト (Na<sub>2</sub>Ca(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>)、石膏等の蒸発成鉱

物が報告されている。鉱床層準の厚さは約140 mであるが、鉱体の累計厚さが80 mに及ぶ所もある。埋蔵量は約6億トン(平均品位26.40%, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)と報告されている。

## 2.2 天然ソーダ

トルコではソーダは主に海水から採取しているので、天然ソーダの採掘は行われていない。しかし最近のMTAの調査で、アンカラ西方約90 kmのベイパザルで鉱量2億トン以上と推定されるトロナ(重炭酸ソーダ石)の鉱床が、またチュルハンでもNa硫酸塩の鉱床が発見されたので、この機会に簡単に紹介することとした。

〔アンカラ—ベイパザルのトロナ鉱床〕(Dunder, 1988)

第3図に示すようにこの地域の新第三系は多量の火山放出物を含み、主として粘土岩、凝灰岩及び炭酸塩岩層などからなっている。このうち中・上部中新統とされるフルカ層(層厚350 m)中に、それぞれの厚さ40 m, 35-40 mの2層の天然ソーダに富む層準が見出された。上下層準の間は20～25 m隔っており、下位層準は8層のトロナ鉱体を含み厚さ

は累計16.7 m, 上位層準には累計厚さ20 mの9層の鉱体が賦存している。個々の鉱体の厚さは2~3 cmの薄いものから最大11.5 mまで様々である。主成分鉱物はトロナで他に Pirrsonite, Gaylūsite などの Na-Ca 炭酸塩鉱物を随伴する。フルカ層からは方解石, 方沸石などの他ドロマイト, サポナイト, セピオライトなど Mg 鉱物が多く報告されていることから, ソーダ鉱床は Mg に富み硼素に乏しい環境で堆積したと推定される。Na は堆積盆地北方で続いた火山活動によって供給されたものであろう。

〔アンカラ―チャユルハンの硫酸ソーダ鉱床〕  
(Çelik, 1988; Ergul, 1993)

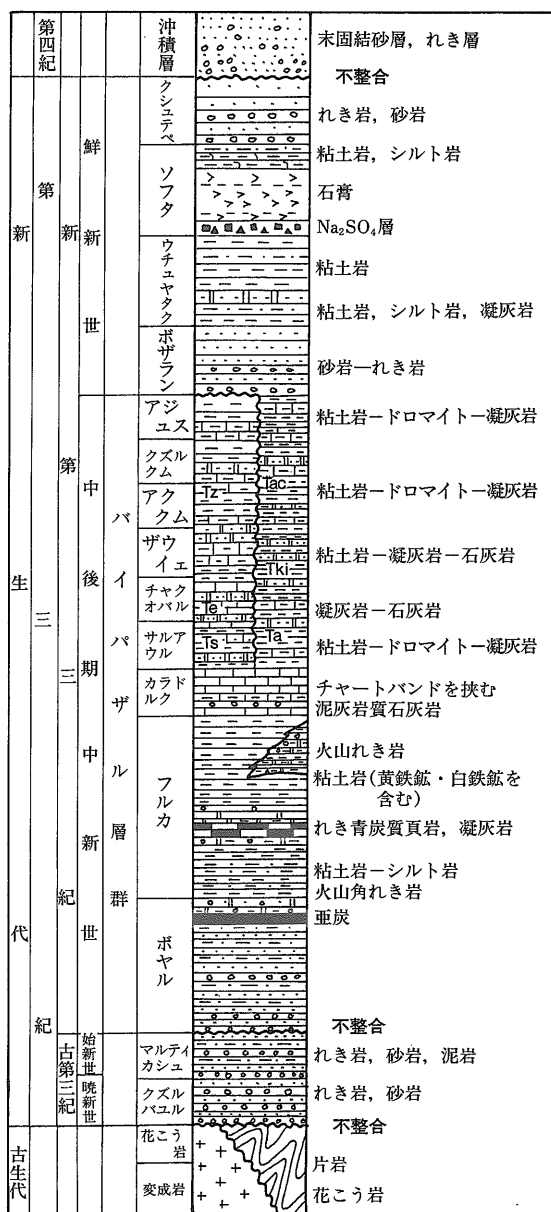
この地域の鮮新統は5つのメンバーに細分されている(第3図)が, 硫酸ソーダ鉱床が賦存しているのは下位から2及び3番目のウチュヤタク層とソフタ層の間である。前者は粘土や泥岩中にしばしば石膏を挟みし後者も石膏が卓越するところから, 鉱床は非常に浅い, 時には干上がる状態の湖で堆積したと推定される。硫酸塩帯は地表から65~80 mの深部に賦存している。鉱床層準の厚さは1.85~20 mで, 下盤側に緑色粘土を伴い, 上盤には厚さ70 mに及ぶ石膏層が発達している。鉱床はNW方向に伸びた分布を示し, 確認された延長は1,500 m, 巾最大600 mである。層準中には厚さ0.5~3 mのテナルダイト(Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)鉱体が発達する。またその外側にはグローバライト・テナルダイト・石膏などからなる帯が分布する。Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>品位で, テナルダイト鉱体は63~89%, その他の帯は26~60%である。Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 30%以上で計算した埋蔵量は2億トンに近く, テナルダイト鉱体だけでも350万トンの鉱量が見込まれている。

〔その他〕

西南アナトリアーデニズリ地方のアジュ湖, 中部アナトリアーコンヤ地方のボルルック及びテルサカン湖で, 塩水から硫酸ソーダを採取する計画が民間企業の手で進められている。

2.3 天青石(硫酸ストロンチウム)

天青石を産出するシヴァスの第三系堆積盆は, 古テーチス海の東北端と陸地の間に形成されたもので, 天青石鉱床は後期始新世, 漸新世, 前期中新世の地層に産出する。通常海浜性の環境で堆積したと考えられている。また一旦堆積した地層の中で間隙



第3図 アンカラ―ベイバザル・チャユルハンの新第三系模式柱状図

水の作用で Sr が濃集した可能性も議論されている。天青石層は一般に石膏の, 時には石灰岩や粘土岩, シルト岩のような碎屑岩の中に賦存している。石膏と共生する天青石は一般に粗粒で純度も高いが, 石灰岩や碎屑岩中に賦存するものは粒度もやや小さく純度も低い。シヴァス地方で発見された天青石鉱床は, ハフィーク, ウラシュ, ザラなどの各地域に散在し, その数は40箇所に達する。しかし鉱



床の大部分は規模が小さく、埋蔵量は1000トン~1万トン程度である。唯一つシヴァス南方のアクカヤ鉱床は規模も大きく、既に15年にわたって稼行している。鉱量は100万トンと公表されているが周辺地区も合わせた鉱量は300万トンに達すると予想される。現在石膏と共生する天青石鉱石は、選別採掘とテーブル選鉱により最低95%( $\text{SrSO}_4$ )以上の精鉱を得ることが出来る。炭酸塩などを伴う天青石についても、現在選鉱法の研究が行われている。

#### 2.4 岩塩(MTA, 1989; Uygun, 1980)

漸新世から鮮新世に至るまで、中部及び東部アナトリアでは内陸性の気候条件が続いていたため、各地で岩塩が沈澱した。中部ではチャンクル、チョルム、ヨズガット、ネヴシェヒルなど、また東部ではエルズルム及びカルス周辺で岩塩の採掘が行われたし、現在採掘されている鉱床もある(第4図)。これらの鉱床の埋蔵量は合計65億トンと言われる。しかしコストの問題もあるので、トルコでは岩塩以外にイズミールで海水からの製塩を行っており、コンヤでは塩水湖から塩を採取している。石油の試錐で発見された岩塩ドームも多く、潜在埋蔵量は莫大なものと言えよう。

### 3. 粘土質原料鉱床

#### 3.1 カオリン

トルコには50を数えるカオリン鉱床が知られており、その多くは新第三系の酸性凝灰岩が熱水変質を受けて生成された。一般に細粒の石英、長石の他明ばん石を混じえるものが多い。現在西部及び中央アナトリアで10数鉱床が稼行されている。以下主な鉱床の産状・組成鉱物などについて簡単に紹介する。

[バルケシル—スンドウルゲーデュヴェルテペ](Okut, 1984)

トルコ最大のカオリン鉱床で、カオリンの約半分以上はここから産出する。現在8社が20箇所以上の切羽で稼行中である。鉱床は新第三系の安山岩質~デイサイト質凝灰岩及び溶岩が熱水変質を受けて生成したもので、明ばん石帯—明ばん石・カオリン帯—カオリン帯のような累帯配列が見られる。カオリン帯は上下2つの層準に分かれており、厚さはそれぞれ25及び50 mである。下位層準は変質が特に

著しく、熱水作用の前に続成変質を受けていた可能性もある。組成鉱物はカオリナイト、デイックナイト、石英、明ばん石、長石などで、タイル・衛生陶器、白色セメント、紙などの原料に利用されている。

[チャナッカレーチャン](Özdemir and Sezer, 1988)

新第三系の安山岩質凝灰岩、凝灰角礫岩が熱水変質を受けたもの。カオリン帯—モンモリロナイト帯—弱変質帯といった累帯配列が見られる。主にカオリナイト、石英、長石からなる。タイル原料に利用。

[エスキシェヒル—ミハルチュク](Sincan, 1976)  
変成岩、オフィオライト、花崗岩などからなる基盤岩が新第三紀の火山活動に関連すると思われる熱水作用を受け、主に花崗岩などがカオリン化した。カオリナイト及び石英を主成分とする。

[アクサライ—ギュゼルコルト](Önemli, 1977)

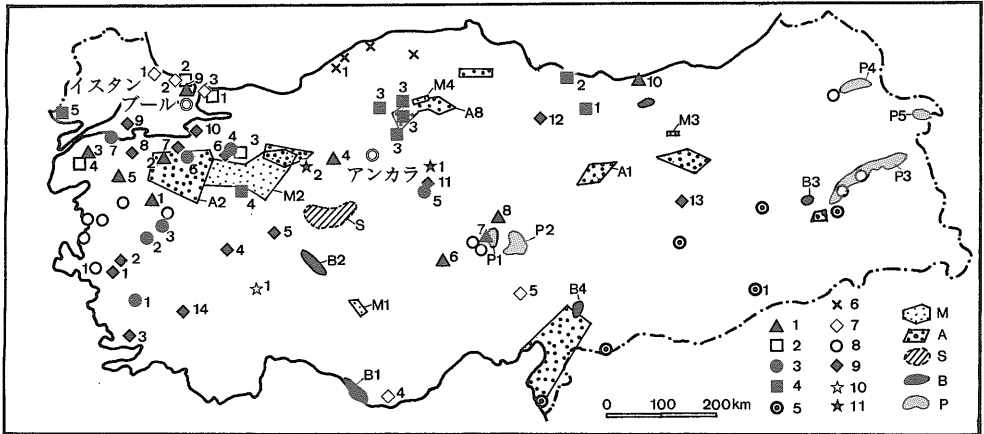
鮮新世の溶結凝灰岩が熱水変質を受けて生成された。変質作用は断層帯を中心に広がったもので、明ばん石(カオリン)帯—カオリン(明ばん石)帯—モンモリロナイト帯という累帯配列が観察される。また断層付近はオパール化しており若干の水銀の濃集も認められる。カオリンは白色度80%以上で製紙原料に使用されている。埋蔵量は600万トンと見積もられている。

[カイセリーフェラヒエ](Irkec and Sincan, 1979)  
斑れい岩が熱水作用で緑泥石化し、更に硫化鉱物などの分解で生じた酸性の風化変質によりカオリナイト化した珍しい鉱床である。カオリナイト、モンモリロナイト、石英などからなり、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  23~34%を含む。釉薬用に出荷されている。

[イスタンブール—アルナヴトキョイ]

1940年代から採掘されている鉱床で、風化作用によって生成したとされているトルコ唯一のカオリン鉱床である。母岩は上部白亜紀の安山岩類で、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  含有量は15~30%、鉱量は約10万トンである。

これらの他、ブルサ—ムスタファケマルパシャ、キュタヒヤ—クズルチュクル、バルケシル—アイヴァルック及びトウルプラ、ウジャック—カラチャユル、コンヤ—ベイシェヒル、ネヴシェヒル—アヴェノスなどで小規模な採掘が行われている(MTA, 1989)。代表的なカオリン及び堆積性粘土の化学組



第4図 トルコの工業原料鉱物の分布

- 1: カオリン鉱床[1=バルケシルーサンドウルク, 2=ブルサームスタファケマルパシヤ, 3=チャナッカレーチャン, 4=エスキュヒルーミハルチュク, 5=バルケシルートウルブル, 6=アクサライーギュゼルユルト, 7=ネヴシユヒルーアヴァノス, 8=カイセリーフェラヒエ, 9=イスタンブールーアルナヴトキョイ, 10=ギレスンーデイクメン]
- 2: 耐火粘土鉱床[1=イスタンブールーシレ, 2=同ーキリヨス・ケメルブルガス, 3=ビレジクーソユト, 4=チャナッカレーチャン]
- 3: 長石鉱床[1=アイドゥンーチネ, 2=マニサーデミルジュ, 3=キュタヒヤーシマウ, 4=ビレジク, 5=クルシユヒルーカマン(霞石閃長岩) 6=ブルサーオルハネリ(閃長岩) 7=チャナッカレーカラビガ(花崗岩)]
- 4: ペントナイト[1=トカトーレンジュデイエ, 2=オールドウーウニエ・ファツサ, 3=アンカラーチャンクル地方, 4=キュタヒヤーパシュオレン, 5=エディルネーエネズ]
- 5: 燐鉱床[1=マルデインーマズダア]
- 6: 硬質耐火粘土鉱床[1=ゾングルダークーコズル]
- 7: 珪砂・石英[1=テキルダアーサライ, 2=イスタンブールーヤルキョイ・テルコス, 3=同ーシレ, 4=メルシン, 5=アダナ]
- 8: バーライト[1=イズミールージュマオヴァス]
- 9: 大理石等石材[1=イズミールーセルチュク, 2=マニサ, 3=ムウラーミラス, 4=ウシャクーバナズ, 5=アフイヨンーイシジュヒサル, 6=ビレジク, 7=ブルサームスタファケマルパシヤ, 8=バルケシルーマニヤス, 9=マルマラ島, 10=ブルサーゲムリキ, 11=クルシユヒルーカマン, 12=トカトートルハル, 13=エラズウ, 14=デニズリ]
- 10: 硫黄鉱床[1=イスパルターケチボルル]
- 11: 螢石[1=クルシユヒルーカマン, 2=エスキュヒルーシヴリヒサル(レア・アースを伴う)]
- M: マグネサイト鉱床帯[M1=コンヤ地方, M2=エスキュヒル・キュタヒヤ地方, M3=エルジンジャン地方, M4=チャンクル地方]
- A: アスベスト鉱床帯[A1=シヴァス地方, A2=ブルサ地方]
- S: 堆積成セピオライト分布地域[エスキュヒルーシヴリヒサル]
- B: 重晶石[B1=アンタリヤーアランヤ・ガジパシヤ, B2=コンヤ・イスパルタ地方, B3=ムジュ地方, B4=カハラマンマラシ地方]
- P: 軽石[P1=ネヴシユヒル地方, P2=カイセリ地方, P3=ヴァン湖北方地域, P4=カルス地方, P5=アアル地方]

注) 硼素及び蒸発成鉱床の分布は第1図に示した

成を第6表に示した。

### 3.2 堆積性粘土

トルコでは第三紀は一般に乾燥～半乾燥気候が続いたとされているが、中新世末期から鮮新世には一部の地域が温暖湿潤な気候に支配されていたと思わ

れる。そしてこの時花崗岩や石英片岩などの基盤岩が風化・分解を受け、一部はカオリン化した。このカオリン質粘土が湖沼などに堆積して耐火粘土鉱床を形成した。主要な鉱床は、イスタンブール東方のシレ及び西方キリヨス付近の黒海沿岸地域とビレジ

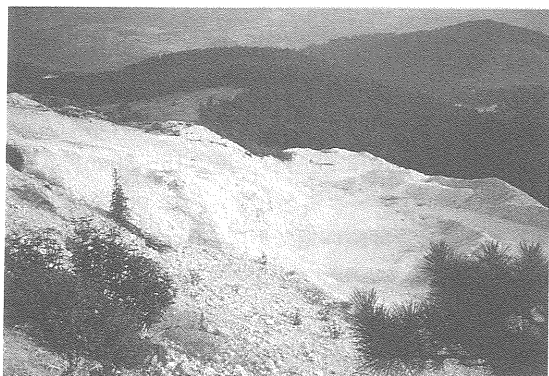


写真2 バルケシル—スンドルグのデュヴェルテベ・カオリン鉱床の採掘場。トルコ最大の鉱床で新第三紀のデイサイト質凝灰岩などが熱水変質を受けて生成した。

ク地方のソウトの2地域で、トルコの耐火粘土に関する需要は大部分この2地域で賅われている。

〔イスタンブール—シレ・キリヨス〕(Güldiken, 1983; Yahli, 1978)

シレ地域の基盤は片岩、砂岩、頁岩、石灰岩などの古期岩類と白亜紀の火山性フリッシュなどで、これらを不整合に覆って新第三系が堆積した。新第三系の下部層は粘土、シルト、亜炭などからなり(厚さ15~25 m)、上部層(層厚30~50 m)は粗粒の砂が卓越している。耐火粘土は亜炭層の上下及び中間に賦存し、厚さは0.5~5 mである。亜炭下盤の粘土は特に均質で可塑性は少ないがカオリナイトの他にギブサイトを含み、 $Al_2O_3$ 含有量は最高65%に達する。一方上盤及び中間の粘土は可塑性が強く、カオリナイト、石英、モンモリナイト、イライトからな

る。 $Al_2O_3$  15%以上の粘土の埋蔵量は2億トン以上とされており、毎年25~30万トンの粘土を出荷している。また上部層中に珪砂が賦存しており鑄物砂の原料として採掘されている。一方キリヨスの新第三系はシレと岩相はよく似ているが、粘土の質はやや落ちるとされている。埋蔵量は2500万トンが見込まれている。

〔ビレジク—ソウト〕(Kalyoncuoglu et al., 1977; Sincan, 1985)

この地域の基盤は変成岩と花崗岩類、白亜紀の石灰岩、古第三紀の凝灰質岩などからなり、特に新第三系基盤の花崗岩表層部はカオリン化が著しい。新第三系は3箇所の盆地に分かれて堆積したもので、一般に最下部の礫層から始まり、砂岩、シルト岩、粘土岩の頻繁な互層からなり亜炭層を挟有する。上部程砂岩や細礫に富み全体の層厚は25~35 mである。 $Al_2O_3$ 含有量は17~30%であるが、亜炭層下盤の粘土が最も $Al_2O_3$ に富み耐火度も高い。この地域の粘土は1950年代から採掘を続けているので、良質の粘土が次第に少なくなって来た。そのためビレジクに水処理施設を作り粘土の品位を高めることも行われている。

### 3.3 硬質耐火粘土(Üzer, 1989)

黒海沿岸のゾングルダーク地方はトルコ唯一の粘結炭の産地である。炭層は上部石炭系の地層に挟在し、炭層に伴って硬質の耐火粘土(Schiefertonと呼ばれている)が賦存している。この耐火粘土を原料としてトルコ最初の耐火レンガ工場が近くのフィリヨスに建設された。

第6表 代表的なカオリン及び堆積性粘土の化学組成

成分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
SiO <sub>2</sub>	67.7	56.8	49~73	62.9	46.4	48.5	66.5	19.13	52.1	21.5	59.5	56.6
TiO <sub>2</sub>	—	—	0.2~0.3	0.4	0.3	0.3	—	1.68	1.3	1.0	1.0	1.5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	22.4	30.2	17~37	25.4	36.5	22.0	22.7	48.1	29.6	49.8	26.0	25.5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.5	0.27	0.4~0.8	1.6	0.6	0.4	0.35	4.2	2.27	2.35	2.2	1.65
CaO	0.02	0.2	0.1~0.2	0.6	0.1	0.5	0.09	0.15	0.2	0.02	0.3	0.6
MgO	0.02	0.2	0.1~0.2	0.1	0.1	0.2	0.25	0.15	0.7	0.07	0.3	0.3
Na <sub>2</sub> O	0.02	0.4	0.1~0.2	—	0.2	0.3	0.05	0.13	0.2	0.06	0.2	0.6
K <sub>2</sub> O	0.07	0.2	0.1~0.2	—	0.3	2.5	0.24	0.07	1.36	0.06	2.0	1.95
Ig-Loss	8.12	11.2	8.0~18.0	9.2	15.5	25.6	8.80	25.7	10.9	25.0	8.5	8.66

試料産地 1, 2: バルケシル—スンドルグ, 3: ムスタファケマルバシヤ, 4: チャナッカレ—チャン, 5: バルケシル—トルブル, 6: アクサライ—ギュゼルユルト, 7: エキスシヒル—ミハルチュク, 8, 9: イスタンブール—キリヨス, 10, 11: イスタンブール—シレ, 12: ビレジク—ソウト

耐火粘土の主成分鉱物はカオリナイトで、 $Al_2O_3$  25~48%、 $SiO_2$  は40~60%である。個々の粘土層の厚さは2 m 以下で、埋蔵量は総計2,500万トンと見積もられている。耐火粘土は海面下1,000 m の深部まで賦存しているが、実際に採掘が可能なのは最大200 m までとされている。

### 3.4 ベントナイト鉱床

現在稼行中のベントナイト鉱床は、上部白亜系と新第三系の火山性堆積岩中に賦存しており、品質的には試錐用泥水、鉄鉱石ペレットや鋳物砂のバインダーに使う膨潤性のベントナイトと、吸着能が強く洗剤などに広く利用される白色ベントナイトに大別される。以下主な鉱床について簡単に述べる。

〔トカトーレシャディエ〕(Kalyoncuoglu et al., 1975)

上部白亜系の安山岩質凝灰岩が続成変質を受けて生成した。年間3万トンを採掘しているトルコ最大のNaベントナイト鉱床で、膨潤性が強い。付近は断層運動の活発な地域で、ベントナイト鉱床も断層や地滑りの影響を受け擾乱が著しい。この地域のベントナイト鉱床の埋蔵量は、総計2,000万トンと予想される。

〔オルドゥーウニエ・ファトサ〕(Gurcesme, 1977)

上部白亜系のデーサイト質凝灰岩が続成変質によりCaベントナイト化したもの。白色~桃色を呈しライト、クリストパライトを混じえる。白色ベントナイトとして採掘されている。

〔アンカラ・チャンクル〕(Kurhan, 1969)

ガラテイヤ火山帯周辺のカレジク、ハンチュルなど数カ所に、新第三系の凝灰岩から生成したNaベントナイト鉱床が分布している。一部には熱水性の鉱床もあるが、多くは続成作用により生成したと考えられる。しかし断層の近くなどで熱水作用によりベントナイト化が促進された可能性もある。カレジク・ハンチュル地域のベントナイトの埋蔵量は、合計7,500万トンと予想されている。

これらの他キュタヒヤーバシュオレンの白色ベントナイト、エディルネーエネズのCaベントナイトなどが知られている。代表的ベントナイトの化学分析及び試錐用泥水の試験結果を第7表に示す。

### 3.5 パイロフィライト鉱床

南東アナトリア、マラテイア地方のピョトゥルグ変性岩体中に、トルコ唯一のパイロフィライト鉱床

があり現在稼行中である。変成岩体は片麻岩、雲母片岩、変花崗岩、藍晶石—パイロフィライト片岩、クォーツアイトからなる。パイロフィライト鉱床は上記の藍晶石—パイロフィライト片岩、片麻岩及びクォーツアイト中に胚胎し、厚さ15~30 m、延長100×500 m のレンズ状をなす。パイロフィライトは藍晶石の後退変成作用で形成されたと考えられるが、断層沿いに生じた熱水変質作用により形成された軟質パイロフィライト(ディッカイト、明ばん石を含む)も見出される。埋蔵量は2000万トンと予想されており、白色セメント、セラミック原料として2.5~3万トンが採掘されている。各種パイロフィライトの分析結果を第8表に示す。

## 4. 超塩基性岩に伴う鉱床

### 4.1 マグネサイト(Demirhan, 1986; MTA, 1982)

トルコには堆積性の鉱床もあるが大部分は蛇紋岩化した超塩基性岩に伴う潜晶質のマグネサイトである。従ってマグネサイト鉱床は超塩基性岩の分布する地域、特に中央アナトリアのコンヤ、エスキュヒル及びキュタヒヤの各地方に集中的に分布している。

潜晶質マグネサイトは蛇紋岩化した超塩基性岩中に網脈状、脈状、小塊状をなして不規則に賦存しており、母岩の弱線、割れ目や空隙などを埋めて生成したと考えられる。鉱床の規模は大小さまざまで、一般に脈状鉱床の場合は巾10 cm~5 m、延長10~300 m、網脈状鉱床の場合は最大で延長600 m、巾300 m 程度である。最大の鉱床はキュタヒヤ地方のソブラン鉱山で、脈巾25 m、延長800 m に達する主脈に、巾0.5 m、延長20~30 m の支脈を伴っている。エスキュヒル・キュタヒヤ地方はトルコ最大のマグネサイトの産地であり、鉱石も $SiO_2$  やCaOなどの不純物が最も少ないことで知られている。

東部アナトリアのエルジンジャン—チャタクス鉱床は、蛇紋岩を基盤として堆積した新第三紀層中にマグネサイト層が挟在するもので、厚さは25~50 m である。鉱床の上部下部は $SiO_2$  が多く、中品位の耐火物原料に利用されている。その他アンカラ東方のチャンクル地方、東部のエルズルム、地中海岸のアダナ地方などにもマグネサイト鉱床が賦存す

	1	2	3	4	5	6	7
SiO <sub>2</sub>	63.93	55.93	74.9	59.1	60.98	68.00	68.69
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.75	20.26	14.00	19.87	17.76	14.75	14.65
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.40	3.58	1.1	6.20	2.81	1.05	1.72
CaO	1.60	4.40	1.7	1.40	2.81	2.4	1.20
MgO	1.65	2.86	1.9	2.5	4.81	2.28	1.61
Na <sub>2</sub> O	2.32	2.48	0.6	2.46	2.7	0.29	1.80
K <sub>2</sub> O	1.04	2.40	0.8	0.91	0.72	0.56	3.70
Ig-Loss	5.94	7.41	9.9	6.68	—	8.47	6.41
C.E.C.(meq/100 g)	53.00	43.00	—	64.00	113.0	—	—
PH	9.6	9.8	—	8.8	9.9	—	—
イールド bbl/s.t	103.6	70.8	—	75.9	86.0	—	—
白色度(%)			84			82	

第7表  
代表的ペントナイトの化学組成と  
物性

試料産地 1,2:トカト-レシャデイエ, 3:オールドウ-ウニエ, 4:アンカラ-カレジク, 5:  
チャングルクックチュックハジベイ, 6:キュタヒヤ-パシュオレン, 7:エディルネ  
-エネズ

る。第9表に主なマグネサイト鉱床の品位及び埋蔵量を示す。

#### 4.2 アスベスト(Gök and Irkeç, 1979; Irkeç, 1990)

トルコには113箇所のにぼるアスベスト鉱床が知られているが、アスベスト公害が問題になると共に生産は減少し、現在では全て休山している。このうち73鉱床が超塩基性岩に伴う蛇紋石質アスベストであり、残りは変成岩などにも賦存する角閃石質の鉱床である。特に著名な鉱床としてはシヴァス-ベイプナル、ブルサー-オルハネリなどがあるが、長繊維のアスベストは殆どなく、グレード5~7の短繊維のものが大部分である。

#### 4.3 海泡石

トルコ特産とも言える海泡石は中央アナトリアのエスキシェヒルの近くのセベッチ及びトルクメントカトなどで採掘されている。海泡石は超塩基性岩起源の碎屑物質を多く含む段丘性堆積物の中に、大小の角礫として産出する。恐らくマグネサイト礫が珪酸を含む地下水の作用で交代されたものと思われる。

### 5. その他の工業原料鉱物

#### 5.1 石英(Eren and Turgut, 1988; Sangan and Ayok, 1985)

現在稼行している重要な鉱床としては、トラキアのテキルダア・イスタンブール地方に分布する始新統中の珪砂鉱床と地中海岸のアダナー-メルシン地方の下部古生層中のクォーツアイト(以上ガラス原料)、イスタンブール-シレ・ヤルキヨイ一帯の新第三系中の珪砂鉱床(鋳物用)がある。また後述のチネ地域のペグマタイト中の石英は埋蔵量1,200万トンと見込まれている。

#### 5.2 長石(Eren and Turgut, 1988; Kun et al., 1986)

稼行鉱床としては、ペグマタイト脈が西アナトリアの数カ所で採掘されている他に、メンデレス変成岩帯中に賦存する鉱床があり、特にアイトウン-チネ地域は最も重要な長石の産地である。その一つは片麻岩と片麻状片岩の接触部に岩脈状をなして賦存する曹長石鉱床で、もう一つは片麻岩や片岩に貫入した中新世の正長石に富むペグマタイト岩脈や石英

第8表 各種パイロフィライトの化学組成

鉱石のタイプ	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	Na <sub>2</sub> O
藍晶石-パイロフィライト片岩	60-69	25-29	0.1-0.5	0.1-2	0.4-0.6	0.003-0.1
パイロフィライト片岩	65-70	20-25	0.1-0.5	0.1-1	0.4-0.6	0.1-0.5
含パイロフィライトクォーツアイト	76-81	14-20	0.1-0.5	0.1-3	0.4-0.6	0.1-2

第9表 代表的マグネサイトの化学組成と埋蔵量

鉱床名	MgO	SiO <sub>2</sub>	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	埋蔵量(1,000 t)
チャンクルー						1,080
サナラン	36.6~47.0	0.50~19.7	0.10~4.50	—	—	(地方合計)
エルジンジャン						
チャタクス	44~46	0.50~2.50	0.50~1.50	0.20~1.0	—	8,475
エスキシヒル						
ドウトルジャ	47.87	0.04	1.21	0.16	0.03	
ユカンカルタル	47.63	0.38	0.94	0.17	0.02	28,000
マルグ	46.2~47.8	0.04~0.60	0.81~2.69	0.24~0.36	0.03~0.04	(地方合計)
セペッチ	47.2~47.8	0.02~0.28	0.84~0.3	0.05~0.40	0.03~0.05	
コンヤメラム	44~47	4~7	1.0	0.1	0.05	38,000
チャユルバウ	42.0~47.5	0.05~6.12	>1.0	0.2	0.13	(地方合計)
キュタヒヤ						
ヤイラジュク	47.8	0.57	1.25	0.17	0.04	34,000
サカ	43.6~47.8	0.16~3.91	0.38~4.50	0.04~0.36	0.06~0.44	(地方合計)
ソブラン	46.43	0.49	0.75	0.22		

Demirhan (1986), MTA (1985)による

脈である。チネの曹長石は、Na<sub>2</sub>O:6-10%でFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>:0.5-1.5%を含んでおり、浮選により品位を高めて出荷している。個々の鉱床の幅は5-60 m、延長は40-450 mで、鉱量は約2億トンと言われている。なおチネのペグマタイト型鉱床の品位はK<sub>2</sub>O 5-11.5%, Na<sub>2</sub>O 1-3%である。カリ長石の埋蔵量は100万トンと予想されている。

### 5.3 ドロマイト (Irkeç and Kapkaci, 1989)

ドロマイトは全ての時代の地層から産出するが、経済的に重要なのは中生層特に三畳系と白亜系中に挟在する鉱床で、MgO 品位17~22%のドロマイトが各地で報告されている。現在採掘を行っているのは黒海沿岸のゾングルダークと地中海岸のハタイ及びメルシンで、主として製鉄副原料に向けられる他、ガラス、窒素、セラミック工業などでも使用されている。

### 5.4 燐 (Bayraktar, 1966; ETI BANK, 1983; MTA, 1989)

燐鉱床の存在は南東アナトリアの各地で知られているが、稼行されているのはマルデイン—マズダアの鉱床だけである。燐鉱床は古生層の基盤を不整合に被り白亜系の中に賦存し、分布範囲は200 km<sup>2</sup>に及んでいる。鉱床は白亜系の中の3部層に賦存するが、品位、採掘条件などで経済価値があるのはバトカスルック層の鉱床だけである。

稼行鉱床の厚さは2 m前後で、下盤には石灰岩

が上盤にはチャートが分布している。品位は最高38%(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)平均19.58%である。燐鉱石の77%は魚卵状の組織を持つ粘土質のもので、残りは石灰岩質の鉱石である。全体の鉱量は約7,000万トンと見積もられているが、露天採掘が可能なのはそのうちの45%である。現有設備によって処理した精鉱の品位は30%(P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)であるが、ETI BANKでは最近仮焼設備を含む増設工事を実施中で、これが完成すれば選鉱能率と精鉱品位の向上に寄与すると期待されている。

### 5.5 重晶石

重晶石はトルコには豊富に埋蔵されており、生産も近年着実に伸びて重要な輸出産物の一つとなっている。重要な重晶石鉱床は古生層あるいは古生代の変成岩中に賦存しており、常に銅、鉛、鉄などの硫化物を伴い、変成作用の前に熱水性鉱化作用と関連して生成されたと考えられる。以下主な稼行鉱床について述べる。

〔アンタリヤーアランヤ〜ガジパシャ〕 (Çelik, 1988; MTA, 1976; Tümer and Türk, 1974)

地中海岸に迫る変成岩中の鉱床である。重晶石鉱床はドロマイトなどの中では岩脈状またはポケット状を、片岩中では脈状をなして賦存している。岩脈状鉱床の規模は大きなもので延長200 m 巾50 m程度である。重晶石の純度は極めて高く、85~98%である。石英の他、鉄、銅、鉛鉱物を随伴している。

埋蔵量は500万トンと予想されている。

〔コンヤ・イスパルタ地方〕(Ayan, 1990; Denizci, 1986; MTA, 1976; 1989)

重晶石鉱床は低変成作用を受けた中期古生代の泥質岩、炭酸塩岩中に胚胎する。鉱体はこれらの変成岩と整合的に賦存することが多く、石英、黄鉄鉱、黄銅鉱、方解石などを随伴する。重晶石の純度は62～99%で、埋蔵量は500万トンと見込まれている。

上記2鉱床の他、東部アナトリアのムシュ地方、南東部のカハラマンマラン地方でも重晶石の採掘が活発に行われている。

**5.6 螢石**(Çagatay and Helke, 1977; Kayabali, 1988)

トルコには螢石の鉱床は多数知られているが殆どが小規模なもので、現在採掘されているのはアンカラ南東のクルシェヒル地方カマン付近の数カ所の鉱床だけである。鉱床は花崗岩や閃長岩の中及び周辺の石灰質片岩との接触部に巾10～50 cmの脈状をなして賦存する。

また現在まだ稼行していないが、最近エスキュヒル地方のシヴリヒサル北方でカーボナタイトに伴う螢石鉱床がMTAの調査で発見された。鉱床は重晶石及びバストネサイト(Ce, La, Nd)を伴い、レア・アースの鉱床としても注目されている。CaF<sub>2</sub>平均31%以上で鉱量2,000万トンと推定されている。

**5.7 硫黄**

硫黄鉱床としては火山性及び堆積性の2～3の鉱床が知られているが、稼行されているのはイスパルタ地方のケチボルル鉱山だけである。Saniz(1985)によれば、付近の地質は上部白亜系のオフィオライト岩層と古第三系の堆積岩からなり、鉱床はオフィオライトを古第三系の上に衝上させた断層付近に胚胎している。硫黄鉱床をもたらしたのは鮮新世の火山活動で、鉱床は石灰岩、蛇紋岩などを交代して生成した。既に60年近くも操業を続けている鉱山であり、最近では鉱量も枯渇しかけているという。

## 6. 建築用原料

最初に述べたように、トルコのセメント生産量は既に2,000万トンを越しており一部は輸出されてい

る。セメント原料については特に紹介する必要もないと思われるので、ここではその他の建材原料について述べることにしたい。

### 6.1 軽石

軽石は現在年間200万m<sup>3</sup>以上を輸出しており、生産も毎年増加している。主産地は第四紀の火山が分布する中央アナトリアのネヴシェヒル、カイセリ地方と東部アナトリアのヴァン湖北方の火山地帯である。軽石層の厚さは通常1 m内外の場合が多い。埋蔵量は膨大なもので、28億m<sup>3</sup>と見積もられている。

**6.2 パーライト**(Kamanli, 1978; MTA, 1982)

第三紀の火山岩類のなかに流紋岩質のものが少なくなく、これらの噴出に伴ってアナトリアの各地にパーライト鉱床が生成した。現在はイズミールの近くでETI BANKが採掘・焼成を行っているだけで、本格的な開発は今後の課題である。

### 6.3 大理石その他の石材

トルコで建築用石材に使用している岩石は、大理石、花崗岩などの火成岩、それにトラバーチンで、住宅やビルの外装、内装に欠かせない材料となっている。最近石材産業は活発な投資を行っており、生産も急増しつつある。

トルコにおける大理石の主産地は南西アナトリアのメンデレス変成岩帯と、中央アナトリアのコンヤからアフィオン、エスキュヒル、ビレジクを経て西アナトリアのバルケシルからマルマラ海に続く一帯である。これらの地域には再結晶した石灰岩、すなわち大理石が大量に採掘されており、産地によりそれぞれの特徴を待っている。

トラバーチンとは比較的若い時代に化学的に沈澱した石灰岩で、多孔質で縞模様富んでいる。北東部のトカト、南西部のデニズリなどで採掘されている。

また最近閃長岩、花崗岩、輝緑岩といった火成岩類が硬質大理石として利用されるようになった。これらはクルシェヒルを始め、アナトリアの各地で採掘が行われている(DPT, 1991)。

## 7. 今後の課題

最近30～40年間にMTAの主導で多くの工業原料鉱床が発見され、鉱業関係の会社に引き継がれ

第10表 各地の軽石の性状の比較

産地	SiO <sub>2</sub> (%)	SO <sub>3</sub> (%)	Cl(%)	Ig. loss	粒度 モード	粘土分(%)
ネヴシェヒル	65~72	<0.1	<0.05	3.5~4.5	4.04	1.36
カイセリ		<0.1	<0.05	4.0~5.5	5.08	5.7
ヴァン	67~70	<0.45	<0.05	4.0~5.0	3.48	3.84

た。調査の結果獲得されたこれらの鉱物の埋蔵量は、現在のトルコの工業界の需要に十分応え得るのである。しかし鉱物の埋蔵量は有限のものであり、工業の発展と共に原料に対する要求も拡大・増加して行くことを考慮するならば、将来原料が不足する時代が来る可能性を否定することは出来ない。

従って選鉱法などで問題のある鉱石に関する研究や、新鉱床探査のための新しい技術を開発して行く事が是非必要である。これは鉱業関係の民間企業の課題でもあるが、本来 MTA のような国家機関が担うべき問題である。何故ならば地表近くに賦存する鉱床については殆ど調査が終わっており、トルコのような複雑な地質条件下では、今後は更にきめの細かい科学的な探査作業が必要となるからである。

これらの業務を推進することによりトルコ経済の更に高いレベルへの発展に貢献する事は、MTA の義務と言えよう。

## 参考文献

〔注〕\* : トルコ語

Ana Britannica (1990) \* Chap. 21 Brick, p. 204, Istanbul.  
 Ayan, M. (1990) Genesis of barite deposits between Hüyük (Konya) and Sarkikaraağç (Isparta). Proc. Intern. East Sci. Cong. on Eagean Region, No. 12.  
 Bayraktar, S. (1966) \* Study on the Mazıdagi phosphate deposits. MTA Rep. No. 4130.  
 Çelik E. (1988) \* Geology of the çayırhan natural Na-sulphate deposits. MTA Rep. No. 8354.  
 ÇİTOSAN (1987) \* Brochure of ÇİTOSAN, Ankara.  
 Çagatay, A. and Helke, A. (1977) \* Carbonatite and its related mineral deposits. Men and Earth, Vol. 2, No. 2-3, pub. Assoc. Geol. Engineer.  
 Demirhan, M. (1986) \* Magnesite. Monograph of Maden Etüd Dept., MTA.  
 Denizci, M. (1986) \* Geology and mineralization of high-grade barite at Beyşehir-İlmen in the Sultandag Mountain range. MTA Rep. No. 5178.  
 DPT (State Planning Organization) (1982) \* Five Years Development PJan-1982 Programme.  
 DPT (State Planning Organization) (1987) \* Five Years Development PJan-1987 Programme.

DPT (State Planning Organization) (1991) \* Five Years Development PJan-1991 Programme.  
 DPT (State Planning Organization) (1992) \* Five Years Development PJan-1992 Programme.  
 Dünder, A. (1988) Ankara-Beypazar trona deposits. Indust. Miner., Mar., 1988, p. 41-43.  
 Eren, B. and Turgut, H. (1988) \* On the feldspar, quartz, quartzite, crystallin quartz deposits in the Çine-Bozdoğan area. MTA Rep. No. 8968.  
 Ergül, H. (1993) \* Evaluation of the drilling work ÖIR: 2563 at the Çayırhan Na-sulphate deposits. MTA Rep. No. 9437.  
 Eroglu, S. and Farsakoglu, K. (1983) \* Detailed survey at the Hançil-Demirtaşlı bentonite deposits, Ankara-Kalecik district. MTA Rep. No. 7440.  
 ETİBANK (1983) \* Phosphate deposits in the southeast province. Etibank Mag. Vol. 53.  
 ETİBANK (1988) \* Brochure of ETİBANK, Ankara.  
 Fujii, N., Küçükşille, N. and Irkeç, T. (1979) Clayey deposits in the northwest Anatolia. MTA Rep. No. 6525.  
 Gök, S. and Irkeç, T. (1979) \* Asbestos exploration by MTA and asbestos deposits in Turkey. Proc. of MTA 50th Anniv. Meet.  
 Güldiken, S. (1983) \* Exploration on refractory clay at the Sile area. MTA Rep. No. 7435.  
 Gürçesme, I. (1977) \* On the Ünye-Fatsa-Kavaklıdere and Tavuklu bentonite deposits. MTA Rep. No. 1092.  
 Helvacı, C. (1977) \* Geology and mineralogy of the Emet borate deposits. Bull. Geol. Engineer Assoc. Vol. 2.  
 Helvacı, C. (1989) \* Mineralogical approach to the mining and market problems of the Turkish boron industry. Bull. Geol. Engineer Assoc. Vol. 34-35.  
 Helvacı, C. (1990) Borate deposits. Pub. Intern. Earth Sci. Cong. on Eagean Regions, No. 4. Izmir.  
 Irkeç, T. and Sincan, M. (1979) \* On the refractory clay-kaolin deposits in the Kayseri-Felâhye and Bandanalık districts. MTA Rep. No. 6597.  
 Irkeç, T. and Kapkaçı, F. (1989) \* General review of dolomite for raw materials of refractories, glass, fertilizer and fillers; its importance and proposed new work. Monograph of MTA-Maden Etüd Dept.  
 Irkeç, T. (1990) \* Asbestos. MTA Educ. Series, No. 31.  
 İGEME (Export Promotion Center) (1989) Glass and Ceramic industries of Turkey.  
 Kalyoncuoglu, A., Yasar, M. and Karabulut, A. (1975) \* On the Resadiye bentonite deposits. MTA Rep. No. 5395.  
 Kalyoncuoglu, A., Özkan, Ü. and Aktaran, I. (1977) \* Refractory clay and kaolin deposits in the Bilecik-Söğüt district. MTA

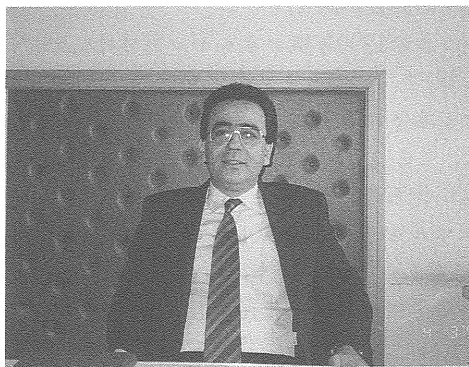


- Rep. No. 6461.
- Kamanli, A. (1978) \* Petrology and economic geology of the Sankamis perlite. Proc. Perlite Cong., p. 148-151. Ankara.
- Karayazici, F. (1988) Industrial structures. Indust. Miner., Mar. 1988, p. 13-21.
- Kayabali, I. (1988) \* Fluorite potentiality of Turkey, and the significance of the Beylikahir deposit. Proc. of MTA 50th Anniv. Meet.
- Kun, N., Dora Ö. and Candan, O. (1986) \* Quartz crystals in the Menderes Massif. Mag. 9th Sep. Univ.-Fac. Engineering and Construction, Izmir.
- Kurhan, M. (1969) \* Bentonite deposits in the Çankiri Province. MTA Rep. No. 4491.
- Kurhan, M. (1971) \* Detailed survey on bentonite deposits distributed near the boundary between Edirne and Enez districts. MTA Rep. No. 4465.
- MTA (1976) \* Boron inventory of Turkey. MTA Pub. No. 162.
- MTA (1976) \* Barite inventory of Turkey. MTA Pub. No. 163.
- MTA (1982) \* Magnesite inventory of Turkey. MTA Pub. No. 186.
- MTA (1989) \* Mines and mineral deposits in Turkey. MTA Pub. No. 185.
- Okut, M. (1984) \* Study on the Düvertepe Kaolin deposits in the Balıkesir-Sındırgı district. MTA Rep. No. 7573.
- Önemli, F. (1977) \* Geology and alunitic Kaolin deposits near the Güzelyurt village in the Niğde-Aksaray district. MTA Rep. No. 6500.
- Özdemir, H. and Sezer I. (1988) Clay potential of Turkey. Indust. Miner. Mar. 1988. P. 35-39.
- Özkan, O. T. and Erkalfa, H. (1978) \* Characteristics and approval for uses of the commercial bentonites in Turkey. pub. TÜBITAK. Gebze.
- Sangan, O. and Ayok, F. (1985) \* Quartz sand deposits in the Tekirdag-Saray and the Istanbul-Kilyos districts. MTA Rep. No. 7709.
- Saniz, K. (1985) \* Mode of occurrence of the Keçiborlu sulphur deposits. Pub. Anatolia Univ., Eskisehir. No. 91.
- Sincan, M. (1976) \* Study on the Eskişehir-Mihalıççık kaolin deposits. MTA Rep. No. 6125.
- Sincan, M. (1985) \* Drilling and reserve estimation of the clay deposits at Inhisar, the Bilecik-Söğüt district. MTA Rep. No. 7708.
- Taskin, C. (1978) \* General review of definition and distribution of perlite. Proc. Perlite Cong.
- Toklu, H. (1947) \* A note on the history of Turkish mining industry. Economy of Turkey, p. 45-47, 134-141.
- Tümer, T. and Türk, Y. (1974) \* Preliminary report of the Alanya Gazipasa barite deposits. MTA Rep. No. 5408.
- Uygun, A. (1980) \* Evaporites in Turkey, Men and Earth, Vol. 5, No. 3-4, pub. Assoc. Geol. Engineer., Ankara.
- Üzer, N. (1989) \* Review of the exploration work for the flintclay deposits in Turkey. Monograph. Maden Etüd Dept. MTA.
- Yalhi, T. (1978) \* Clayey deposits in the Istanbul-Kilyos district. MTA Rep. No. 1978.

---

 ALI İSCAN (1993): Industrial Materials in Turkey.
 

---



著者紹介 Ali İscan (アリ・インジャン)  
 (MTA 鉱物研究調査部工業原料担当調整官)  
 1967年ハジェテベ大学地質学部卒, MTA 入所. 工業原料部で各種非金属鉱床の調査に従事. 1987年鉱物研究調査部セラミック原料課長, 89年から現職.