

トルコ共和国の窯業原料資源

藤井紀之(鉱床部)
Noriyuki FUJII

1. はしがき

トルコ共和国の鉱物資源開発に対する日本の技術協力は昭和41年に井上英二現海洋地質課長が鉱物調査開発研究所(Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü=MTA研究所)に派遣されたのを最初とし以後現在に至る迄継続的に行われており、単に資源開発だけでなく日本—トルコ間の友好関係の維持に大きな役割を果たして来た。この協力事業の大部分は銅・クロム鉄鉱などの金属鉱物探査を目的とするものでその概要については高島清氏の総括的な報告(高島 1976)その他によって既に紹介されている。

筆者は昭和53年9月末から2年間に亘り窯業原料専門家として国際協力事業団から上記MTA研究所(写真1)に派遣され主として陶磁器・耐火物原料の調査指導に当たって来た。既に帰国後1年以上を経過しておりニュースとしてはや、旧聞となる恐れもあるが窯業原料プロジェクトは今回始めてとり上げられたものであり特に筆者が担当した粘土質原料の総括的な報告はトルコ国内でも殆どなされていないので極めて不十分ではあるが筆者の見聞した結果にトルコ側の資料を加えてその概要についてとりまとめを行った。

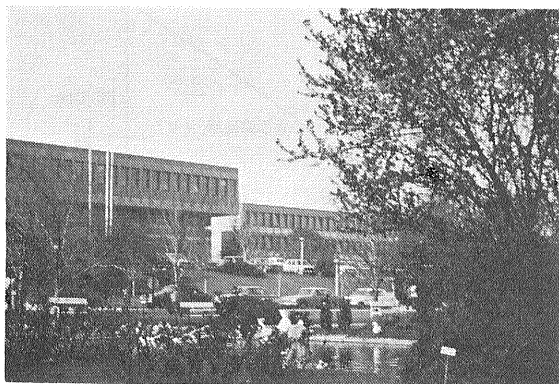


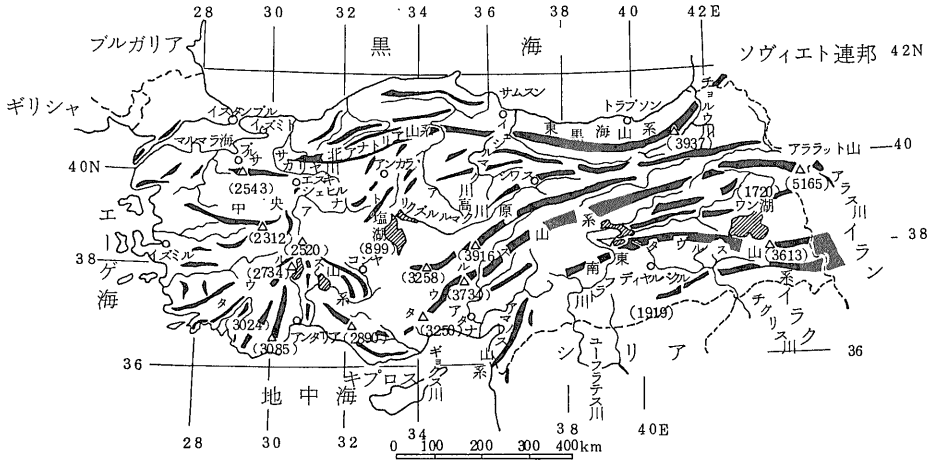
写真1 MTA 研究所本館 エネルギー天然資源省に属し国立研究所としてはトルコ最大の機関である。1935年に設立されて以来石油を除くエネルギー鉱物資源探査に大きな役割を果たしている。研究者 技術者1,800人 事務職1,200人 常勤労働者2,000人が本部(アンカラ)及び12の支所に勤務している。

トルコに産出する広い意味の窯業原料としては粘土の他にガラス原料としての珪砂・硼素鉱物、石灰石などのセメント原料、耐火物・鉄鋼原料としてのマグネサイト・クロム鉄鉱などがありなかでも硼素鉱物(世界の生産量の約40%埋蔵量では80%を産出する)マグネサイト(約5%)クロム鉄鉱(約9%)が著名である。しかしこれらの鉱物については筆者も調査する機会が少なかつた上MTA研究所の手によって既に一応の総括も行われている。従ってここではカオリン・耐火粘土・ろう石などの粘土質原料を主に紹介しその他については簡単に述べるにとどめた。

2. 地理的背景

現在のトルコ共和国(1923年建国)の版図はアジア大陸の西端アナトリア半島(小アジア)からボスフォラス海峡・マルマラ海・ダーダネルス海峡を挟んでヨーロッパの東端トラキア東部迄及んでいる。国土はほぼ東西に延びた長方形をなしており東西約1,600km・南北の中は最大650km・総面積は約78万km²(日本の約2倍)に達する。そしてその大部分(97%)はアジアトルコ側(アナトリア)に属している。この国は北は黒海・南西部は地中海及びエーゲ海に面しアジア側ではソ連・イラン・イラク・シリアとヨーロッパ側ではブルガリア・ギリシアと境を接し文字通り東西の懸け橋の位置に当たっている。

国土の大半を占めるアナトリアはアルプス—ヒマラヤ造山帯の中に位置しており地形的には黒海沿岸に沿って走るポンティック山系群・南半部を複雑に湾曲し乍らほぼ東西に走るタウルス山系群によって特徴付けられる。いずれも2~3,000m級の高峰が連続する急峻な山系でイランのエルブルツ・ザグロス両山系へと続くものである。この両山系に挟まれた部分は所々に緩やかな起伏を伴う高原状を呈しアナトリア高原と呼ばれている。アナトリア高原は中心のアンカラ付近で8~900mの標高を有し、東へ向って次第に高度を増しシラス付近では1,600m前後となる。山岳地帯に源流を持つ多くの河川は山系群に支配されて極めて複雑な流路を辿り黒海・地中海或いは国境を越えてイラク・シリアへと流れ



第1図 トルコ国の地形概念図

ている。おもな河川としてはチグリス・ユーフラテスを始め チョウル・イエシルマク・クズルルマク・サカリヤ川などがあり アナトリアの農業を支える源泉となっている(第1図)。一方トラキア東部からイスタンブルを経てイズミットに至る黒海沿いの地域には 標高150~200mの平坦な丘陵がよく発達する。また南東タウルス山系の南側のイラク・シリア国境沿いの一帯は 標高500~2,000mの比較的なだらかな山岳地帯で 次第に高度を減じながら南方シリア高原へ続いている。

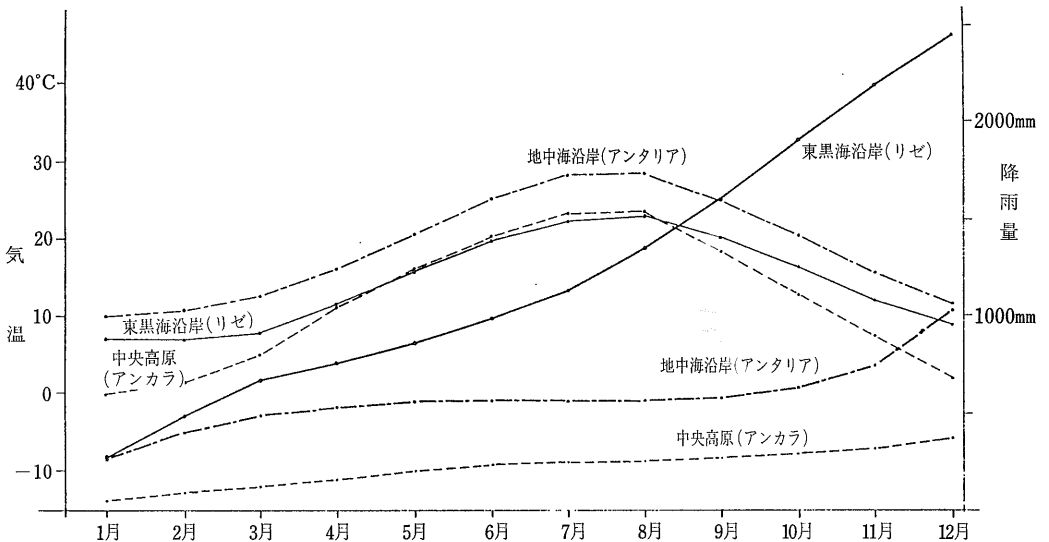
トルコ国は北緯36°から42°の間に位置し 日本での東京以北から函館付近に至る範囲に相当する。気候はいわゆる地中海型に近く 降雨は冬季に集中し夏季は乾燥した晴天が続く。しかし海岸地方と中央高原では 気温・雨量ともかなりの差がある。海岸地方・特に黒海

沿岸では年間降雨量が2,000mmを越す地区もあるが 中央高原及び南東部国境地帯の降雨量は500mm以下で 準乾燥地帯に属している(第2図)。

トルコ国の人口は約4,500万(1980年)である。最大の都市はイスタンブルで現人口は500万人に近いと言う。首都のアンカラは約250万人 ユーゲ海に臨む良港イズミルは約100万人である。トルコのGNPは途上国の中では上位の水準にある(1人当りのGNPは約1,200ドル・1980)が 基本的には農業国で総人口の約60%が農業に従事している(トルコ商工会議所・経済レポート 1981より)。

3. 窯業の歴史と現状

窯業・特に陶磁器関係の産業はトルコでは比較的早くから発達した。しかしそれは全て家内工業的なもので



第2図 海岸地方及び内陸部の月間平均気温と降雨量累積曲線(太線は降雨量を示す)(Campbell ed. 1971 による)

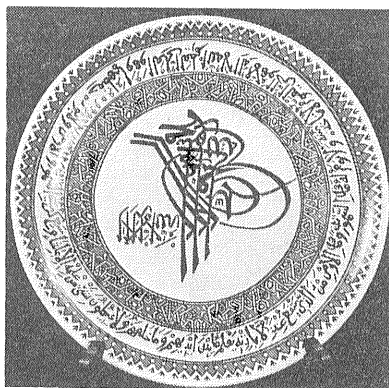


写真2

キュタヒヤ産の飾り皿。アラビア文字を図案化した文様が印象的である。現在でもトルコの代表的な民芸品の一つであり、キュタヒヤには小規模な窯元が群集している。



写真3

キュタヒヤ・ポースレイン(株)製の手描き文様の花瓶。小規模ながらコンピューター制御の近代的焼成設備を持ち、その製品は現在トルコで生産される磁器の中で最も良質のものに属する。

キュタヒヤ（アンカラ西方約300 km）一帯で製造されている民芸風の飾り皿（写真2）・花瓶・水指などが代表的なものであった。その後オスマン王朝の興隆と共に陶磁器に対する需要も大きくなり、1896年にはイスタンブル市内の高台に王室直轄の工場が設立された。この工場はその後再興され、スュメルバンク・ユルドゥズ工場として現在でも彩飾豊かな美術陶器を生産している（写真4）。しかしオスマン朝の没落と共に陶磁器だけでなく全ての産業は急速に衰退し殆どその活動を停止するに至る。従って現在のトルコを支える工業はすべて1923年のアタチュルクによるトルコ共和国建国以後に発達したものである。特にイスタンブルからマルマラ海の内湾沿いにイズミットに至る一帯はトルコの心臓とも言える工業地帯で全人口の30%がここに集中している（写真5）。

現在操業中の窯業関係の工場は第3図に示すよう（一部不明のもの及びセメント工場を除く）なかでもスュメルバンクのヤルムジャ・ボズユックの両工場・チャナツカレ・セラミックス(株) イスタンブル郊外及びメルシン

のガラス工場が規模の大きなものである（写真6、7）。

陶磁器・タイル関係の諸工場には西独からの技術導入による近代的な焼成設備を有するものが少なくなく、焼成技術の面では余り大きな問題はないように思われる。技術的な問題点としては、一般的に原料の品質管理技術が未熟な点があげられよう。後述するようにトルコの粘土質原料には熱水性のものが多く同一鉱床内でも質の変化が著しい。しかし原料地では原始的な手選が行われているだけで、製造工場の一部に簡単な水ひ設備があるに過ぎない。デザイン等では優れた面も多いのでこの辺りに品質改善の鍵がありそうである（写真3）。陶磁器関係の生産量は不明であるが1979年から81年に至る3年間はトルコ経済が不振の底に喘いだ時期であり、外貨不足から生じた燃料不足などにより生産も著しく低下したものと推定される。2・3の工場での話では製品の大部分は内需向けで輸出向けの割合は非常に少ないとのことであつた。

耐火レンガの工場としてはフィリヨスのシヤモット・レンガ工場及びコンヤのマグネシア・レンガ工場の2つがあるが、製鉄・製鋼用レンガの大部分は輸入に頼っている状態で十分な技術水準にあるとは思われない。



写真4 スュメルバンク・ユルドゥズ工場。

1896年に設立されたトルコ最古の陶磁器工場であり、イスタンブル市内の高台にあり現在でも彩飾豊かな美術陶器を生産している。

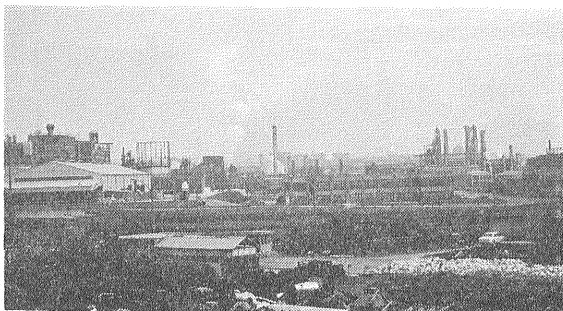


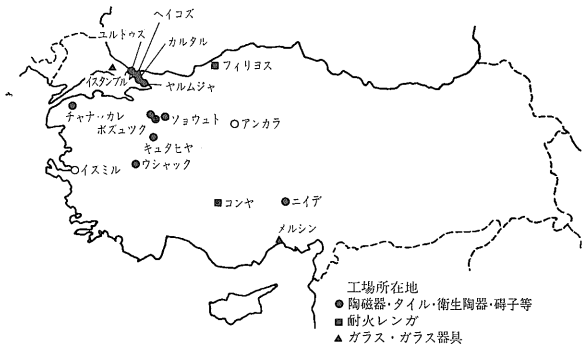
写真5 イスタンブル東方のヤルムジャにある工場群。

ここからイズミットに至る一帯はトルコの心臓とも言えるべき工業地帯で、多種類の工場が群集している。

この他 マグネサイトの主産地であるエスキュヒル～キュタヒヤ付近には マグネシアクリンカーの焼成工場が3ヶ所で稼動中である。 焼成能力は約40万t/年のでかなりの部分がオーストラリア・ソ連・ルーマニアなどへ輸出されている (第1表)。

前2者に較べるとガラス工業の技術水準はかなり高く食器などのガラス製品・板ガラスなどがヨーロッパ諸国・更にアメリカへも輸出されている。 ガラス工場はイスタンブル周辺及び地中海沿岸のメルシンにあり1978年の生産量は約33万トン・輸出額は2,600万ドルであった。1975年にはメルシンにソーダ工場(能力15万トン/年)も設立され 原料の自給体制も調べて来た。

この他の窯業関連産業としてはセメントがある。 原料の石灰石はトルコ国内に無尽蔵に賦存しており 現在国営公社15工場・民間企業12工場・半官半民企業6工場が稼動中で 更に増設の計画もある。 最近の年間生産量は1,200～1,300万トンであるが これは能力の70%にも充たず燃料供給その他の面で多くの問題を抱えている。



第3図 窯業関係主要工場の分布

このようにトルコの窯業関連産業は途上国としてはかなり高い水準にあり 主要原料も一部を除いては自給し得る能力を持っている。 窯業原料鉱物の生産量・輸出量はおよそ第1表に示す通りで 硼素鉱物・クロム鉄鉱物の輸出量が際立っていることが理解出来る。

この国では鉱業においても国営企業の占める比重が極めて大きく 例えば硼素鉱業は1976年から全面的に国有化され エティバンクが全ての生産活動を行っている。 エティバンクは銀行という名称を冠してはいるが銀行業務はごく一部に過ぎず 実体は非鉄金属を始め 硼素鉱物・クロム・エメリー・ボーキサイト・燐鉱・硫黄・パーライトなどの多くの分野で圧倒的な比重を持つ鉱業会社と言ってよい。 また窯業に直接関係するカオリン・耐

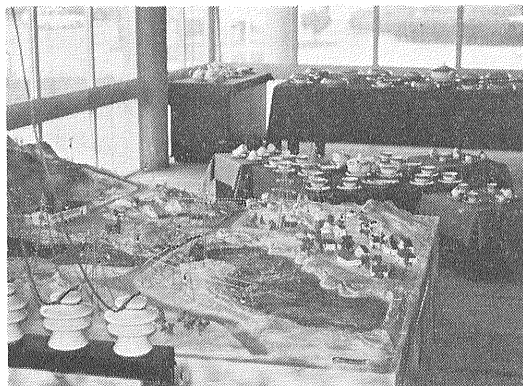


写真6 スュメルバンク・ヤルムジャ工場の展示室。陶磁器、衛生陶器、磚子、焼成用のさやなどを生産している。

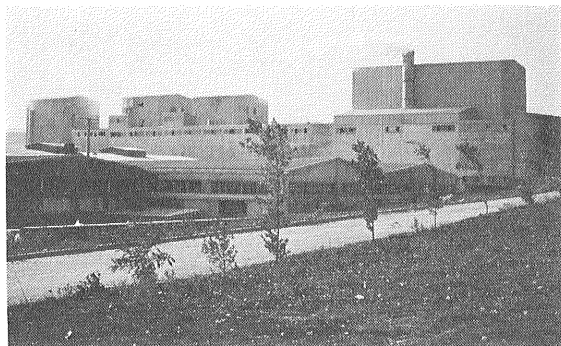
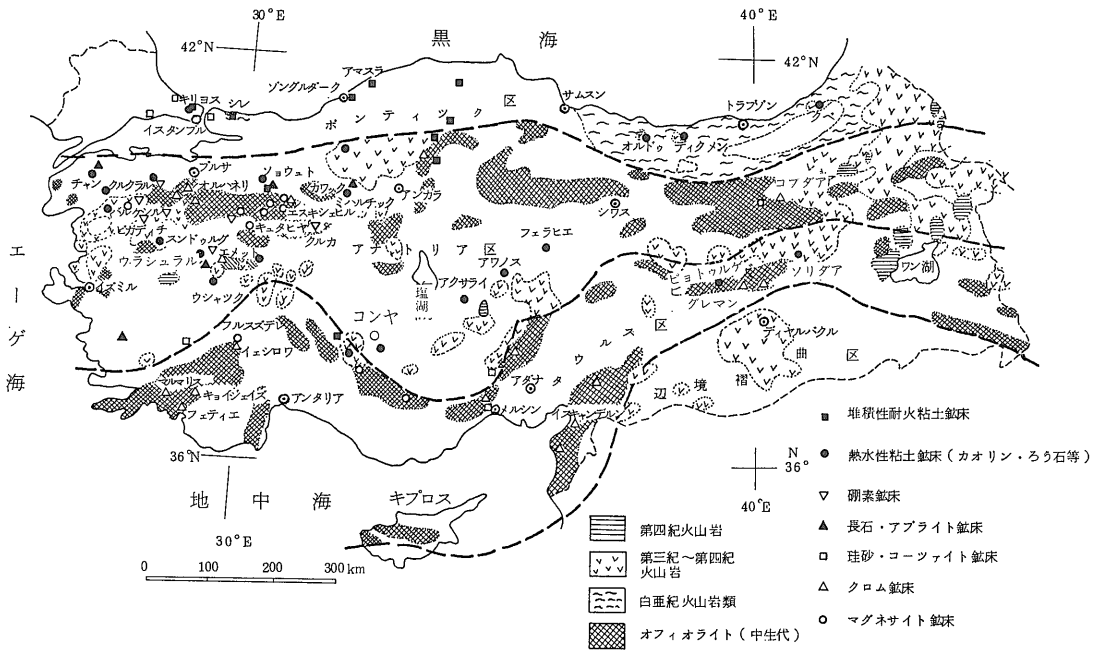


写真7 チャナツカレ・セラミックス(株)のタイル工場。エジザジバシ(株)と並ぶトルコ民間セラミックス大手企業の一つである。付近には陶磁器工場もある。

第1表 窯業原料鉱物の生産量

鉱種	1975	1978	
		生産量	輸出量
アスベスト	15,600トン	48,000トン	400トン
ボーキサイト	569,800	413,000	28,700
硼素鉱物・硼酸	970,000	835,000	750,000
セレストタイト	—	18,000	17,500
クロム鉄鉱	450,000	600,000	362,700
フリントクレー	20,900	81,400	0
カオリン	50,000	140,000	輸入 7,000
耐火粘土など	160,000	301,000	0
ダイアスポア	—	200,000	—
エメリー	70,700	65,000	57,000
長石	—	86,000	0
石膏・硬石膏	433,000	1,063,000	3,400
石灰石	7,000,000	22,069,000	—
マグネサイト	458,800	504,000	57,000
珪砂	—	384,000	0
タルク	—	51,000	—

資料は Minerals Year Book(1975), Uygun ed.(1979) による。1978の統計は一部推定値を含む。輸入カオリンはすべて製紙用である。



第4図 トルコの地質構造区分と主要窯業原料鉱床の分布
 (註)地質は主として Bingöl (1980)・鉱床分布は Uygun ed. (1979)・構造区分は平野 (1981) による。
 一部筆者が加筆 編纂した。

火粘土・マグネサイトなどについては 国営銀行のスュメルバンクが鉱業活動の一部も行っている。スュメルバンクは工業省に属し 繊維や陶磁器などのセラミックスの工場を持ち 銀行業務も併せ行なうという特異な組織である。但しこの分野では民間企業が50%以上の比重を占めており エティバンク程の独占性はない。

洋の東西を問わず国営企業の非効率率は定評があるがトルコでも国有化によって例えば礬素鉱物の生産量が減り 価格も上りかつ品質が低下するなどの現象が起り日本の関連業界でも大きな問題となっている。1980年9月の軍事政権樹立後 トルコ政府の間でも行き過ぎた国有化が反省され 一部の鉱種については民間へ返還する措置がとられつつある。トルコ経済の再建にはこのような国営企業の体質の改善が重要な課題の一つであることは言う迄もない。

4. 地質概説

トルコの地質については 1966～67年へかけて同じMTA 研究所に在勤された井上英二氏によって 本誌上で既に詳しく紹介されたことがある (井上 1970)。従ってここでは 窯業原料鉱物との関係に重点をおいてトルコの地質の概略を述べるにとどめ 構造発達史などについては省略する。

4-1 地質構造区分

トルコの地質構造については Nauman (1896) 以来多くの研究があるが 現在では Ketin (1966) が提唱した次の構造区分が多く用いられている。即ち北から
 ポンティック区 = Pontids, (トルコ名ポントス区)
 アナトリア区 = Anatolids,
 タウルス区 = Taurids, (トルコ名トロス区)
 辺境褶曲区 = Border folds.
 とほぼ東西に延びる4つの構造区に分けるもので それぞれポンティック山系・アナトリア高原・タウルス山系及び南東部国境沿いの褶曲山脈地帯にほぼ対応するものである。これに対し 沢村 (1971)・Brinkman (1976) などの異なる考えもあるが まだ広く認められるには至っていない。また筆者の不十分な知識と見聞ではこれらの諸見解の当否を論じるのは不可能であり この小論の目的に沿うものではない。

ただ筆者が Ketin のポンティック区に含まれる東部及び西部の黒海沿岸地域と西部アナトリア地方での調査から得た印象では これらを同一構造区とすることに疑問を持たざるを得なかった。幸い筆者と同じ時期にニッケル鉱床専門家として MTA に在勤された平野英雄氏が最近公表された Bingöl (1980) の地質図その他を基にして Ketin の区分を一部修正した試案を発表している (平野 1981)。この試案は少なくとも筆者が疑問とした地域に

についてもより合理的な区分がなされているので、ここでは平野の区分に従って記述する。第4図に構造区分と窯業原料に特に関係の深いオフィオライト岩層及び新旧火山岩の大よその分布、それに主な窯業原料鉱床の所在を一括して図示した。以下、主に Ketin (1966, 1977) İlhan (1971) 沢村 (1971) 等により、各構造区の地質を略述する。

4-2 ポンティック区 (Pontids)

黒海沿岸沿いにほぼ東西に延びる地域で、その南縁は東部を除けば大たい北アナトリア断層によって境される。北アナトリア断層は現在も活動を続けている横ずれ断層で、これに沿ってしばしば大きな地震が発生することも知られている。

この地域は東部と西部で地質にかなり相違がある。即ち西ポンティック区では、先カンブリア紀及び古生代前期の岩層を基盤とし古生代後期・中生代の地層が広く分布している。ゾングルダーク付近には石炭～二畳紀の夾炭層が分布し、トルコ唯一の粘結炭の産地として知られている。また炭層に伴ってフリントクレー（硬質耐火粘土）を産出する。西ポンティック区には小規模ながら花崗岩体も分布する。その生成時期は古生代後期及び中生代後期とされている (Kamitani & Akinci, 1979)。この他、西端のトラキア地方では始新世以後の地層が広く分布し、独立した沈降区が形成されていた。またトラキアからイスタンブル東方のシレに至る一帯は、前述したように標高150～200mの平坦面がよく発達している。これはほぼ準平原化された基盤の上に新第三紀の夾亜炭層が堆積して形成されたもので、新第三紀層中には珪砂・耐火粘土なども賦存している。

一方東ポンティック区では、白亜紀後期の酸性～塩基性火成活動によって形成された火山性堆積岩及び酸性火成岩が卓越している。この火山性堆積岩は日本のグリーン・タフと同質のもので熱水性の塊状・鉱脈型の銅・鉛・亜鉛鉱床を伴っており、ムルグル・チャエリーなどの著名な鉱山がある。またこの地区の東部及び西部から西ポンティック区へかけては、凝灰質砂岩・頁岩互層を主とする白亜紀末～古第三紀のフレッシュ型堆積岩が広く分布している。

4-3 アナトリア区 (Anatolids)

西部のエーゲ海沿岸からアナトリア高原を経て東部国境に至る一帯で、アルプス造山期にはタウルス区と共にアナトリア地向斜を形成した地域である。

この地域の基盤は上部古生層と先アルプス造山によって形成されたと思われる変成岩で、これを覆って中生層

・第三紀層が広く分布している。中生層特に白亜系には、地向斜発達の初期に形成されたオフィオライト岩層を多く伴いアナトリア全区に亘って帯状に分布している。超塩基性岩中にはしばしばマグネサイト・クロム鉄鉱などの鉱床が賦存しており、各地で採掘されている。又中生代後期から古第三紀へかけて中部及び西部で花崗岩類の貫入があり、これに伴って多くの金属鉱床が形成された。

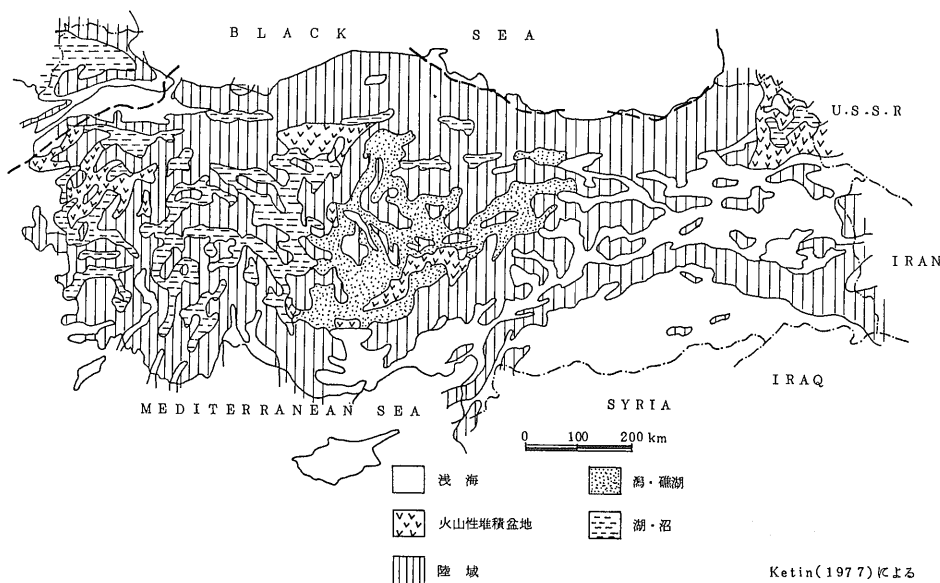
第三系・特に新第三系はアナトリア全区に亘って広く分布する。中新世初のアナトリアでは白亜紀末及び始新世の大規模な構造運動によって陸域が大きく広がっていた。そして陸域ではNE系・NW系・E—W系などの構造運動に支配されて、複雑な形状の堆積盆地が無数に形成されていた (第5図)。又活発な火山活動もアナトリア区の各地で始まった。このような環境を反映して、新第三系の堆積相は陸成・瀕海性・浅海性といった違いに加えて、所によっては火山性堆積物が卓越するなど、著しく変化に富んでいる。その上古第三紀以降のアナトリアは、大たいにおいて乾燥性の気候下にあった。従って新第三系中には石灰岩・亜炭が多く夾在する他に石膏・岩塩・硼素鉱物などの蒸発残留性鉱床がしばしば賦存している (写真8)。またアナトリア区中・西部には、凝灰質岩の熱水変質によって形成されたカオリン・明ばん石鉱床が多数分布している。

4-4 タウルス区 (Taurids)

エーゲ海岸南端部から地中海沿いに、更に東部のワン湖付近迄続く一帯である。タウルス区は北東及び南東方向の大きな湾曲を伴っており、キプロス島北半部も本区に含まれる。南側の辺境褶曲区との境界は、北から南へ衝上した南東アナトリア断層によって境されている。

タウルス区では古生代前期から中生代を通じて堆積作用が継続し、石灰岩・砂岩・頁岩などからなる一連の厚い地層が堆積した。古生層の一部は広域変成作用を蒙りビトリス岩体などの変成岩体となっているが、大部分は非変成の堆積岩である。アルプス造山が活発になった白亜紀には、塩基性～超塩基性の火成活動が激しくなり、各地でオフィオライト岩層が形成された。この火成活動に関連して有名なエルガニ鉱山 (銅・硫化鉄)・グレマン鉱山 (クロム鉄鉱) を始めとする多数の銅・クロム鉱床が形成された。また一部の石灰岩にはボーキサイト鉱床が賦存している。

第三紀層はアダナ付近その他に広く分布しており、一部に石膏・亜炭・珪砂なども賦存している。またタウルス区の北縁及び南縁沿いに火山活動が起っており、一



第5図
中新世初頭における
アナトリア古地理図

Ketin(1977)による

部に熱水性粘土鉱床も形成されている。

4-5 境界褶曲区 (Border folds)

アルプス造山帯の外縁にあたり またアラビア楯状地に続く陸棚の北縁に相当する。この地域では 古生代初期から新第三紀末に至るまで継続して堆積盆が存在していた。基盤の陸棚は地向斜の発達と共に徐々に沈降を続け その上に石灰岩・ドロマイト・砂岩などを主とする浅海性の堆積物が沈積して行った。この地区で大きな構造運動があったのは新第三紀に入ってからで 地質的にはイラク及びイラン南部と同一の構造区に属している。量的には少ないが石油の産出もあり また磷鉱の賦存が知られている。

鮮新世末のアルプス造山最後の構造運動により この

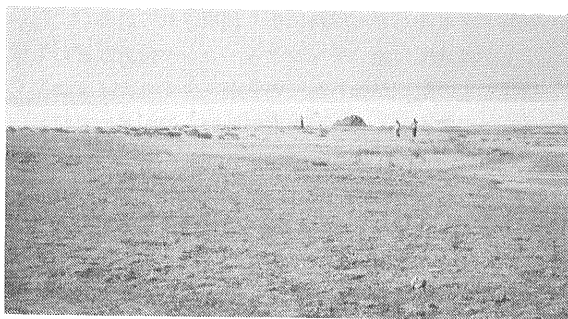


写真8 中央アナトリア高原の中心にある塩湖。
トルコ第2の大湖で琵琶湖の2倍半の広がり有する。湖岸近くの水面には塩が一面に晶出しているのが見られる。新第三紀のアナトリアにはこのような内陸湖に至る所に形成されていた。

境界褶曲区を含む殆ど全域が陸化しほぼ現在の形に近いアナトリアが形成された。第四紀以降もトルコの地では造陸運動が継続し また幾つかの地域では活発な火山活動が続いている。

5. 粘土質原料鉱床

この国に産出する粘土質原料としては 耐火粘土・カオリン・陶石・ろう石・タルク及びベントナイトがある。このうち タルク及びベントナイトについては実際に見聞する機会がなかったので 主にその他の原料について概要を述べる。

5-1 堆積性粘土鉱床

(1) フリントクレー (硬質耐火粘土) 鉱床

先に述べたように 黒海沿岸のゾングルダーク付近には上部古生代石炭系の夾炭層が分布し トルコ唯一の強粘結炭の産地として著名である。この夾炭層中にしばしばカオリン質頁岩が挟在し耐火物原料として採掘されている。この粘土は通常 flintclay 或いは Tonstein と称すべきものであるが トルコでは Schieferton と呼ばれている。

この地域を構成する地質は 著しい褶曲を蒙った古生層とこれを不整合に覆う白亜系からなっている。更に古生層は 下部石炭系と上部石炭系の間に存在する顕著な不整合によって二つに分けることが出来る (Ketin, 1977)。フリントクレーが賦存するのは 全層厚 600~1,200m に及ぶ上部古生層 (上部石炭系及び二疊系) の中の

石炭系最上部とされるウエストファリア統・Cに限られている (Ince, 1977). フリントクレー層は数枚に分れて賦存しており石炭層に直接伴われることが多く 厚さは1~2mである. その組成は層準及び地区によって若干違いがあり 一部には過剰のH₂Oを含む軟質のものもあるという. 筆者が2~3の試料の鉱物組成について調べた結果では 大部分結晶度の良いカオリナイトからなり 少量の石英・菱鉄鉱及び炭質物を含んでいる. 化学分析値 (第2表) から見ても それが極めて純度の高いカオリン質粘土であることが分るが これは岩手粘土など世界各地のフリントクレーに共通している.

(2) 新第三系中の堆積性耐火粘土

この型の耐火粘土鉱床は ボスフォラス海峡を挟む黒海沿岸地帯と アンカラ西方約250kmのソウユウトで探掘されているが 他は未稼行に近い状態である. これはトルコには比較的花崗岩の分布が少ないこと 白亜紀以降アナトリア・特にその北西部から継続的に陸域が広がって行ったにも拘わらず 気候的には乾燥性~半乾燥性の状態が続き風化作用の進行には不適当な条件下にあったためと考えられる. 上述の2地域の耐火粘土鉱床は何れも鮮新統中に賦存しており 恐らく鮮新世に温暖・湿潤な一時期があり 花崗岩などの風化作用によって生成されたカオリン質粘土が湖沼などに堆積したものと考えられる.

ボスフォラス海峡を挟む黒海沿岸地帯は 前にも述べたように標高150~200mの平坦面が広く発達する丘陵地帯である (写真9). この平坦面は 白亜紀以降陸地化し長期間に亘って風化・浸食を受けて形成された準平原の凹部を鮮新世の地層が埋積して出来たもので 平坦面に若干標高差があるのは黒海海岸線に平行する階段状の断



写真9 西黒海地方シレ付近に発達する平坦面. 白亜紀以降の長期間の浸食によって準平原化した基盤の上に鮮新統が堆積して形成された. 前方には亜炭や耐火粘土の採掘場が望まれる.

第2表 フリントクレーの化学組成

No	1	2	3
SiO ₂	34.37	43.62	43.12
Al ₂ O ₃	30.88	36.35	38.84
Fe ₂ O ₃	0.62	1.65	2.06
Ig-loss	33.46	17.50	15.20
Total	99.33	99.12	99.24
耐火度(sk)	35	34	33

(注) Ince (1977) による.

層運動によって生じたものである. 鮮新統は 複雑に褶曲した古生層・中生層及び花崗岩類を基盤とし 主に砂・細礫・粘土からなり数枚の亜炭層を挟有する. 現在イスタンブル北西のキリヨス付近・東方約60kmのシレ付近で 亜炭及び耐火粘土の採掘が活発に行われている. 一例としてシレ地区の鮮新統の柱状図を第6図に示したが 耐火粘土にはボールクレー (日本での木節粘土に類似する)・砂質粘土・それに恐らく凝灰岩の続成変質により生成されたと思われる白~灰白色の高アルミナ質粘土の3種類があり シヤモット原料・タイル原料などに利用されている (Fujii et al. 1979a).

一方ソウユウト地区はトルコ最大の耐火粘土の産地で 年間採掘量は20万トンを超えると推定される. この地区の基盤は石灰岩を主とする中生層と花崗岩で 鮮新統は数ヶ所の堆積盆に分れて分布している (写真10). この地区の鮮新統は粘土層に富み薄い亜炭層を挟有する (第6図). 耐火粘土はカオリナイト・石英の他イライトなどを混え 可塑性に富む所からボールクレーとして陶磁器・タイルなどの原料に広く利用されている.

上記両地区の他 チャンクル・コンヤ付近などにも堆積性粘土の賦存が知られているが カオリナイトよりもイライト等を多く含み耐火度の低いものが多いと言う.

5-2 熱水性粘土鉱床

アナトリアでは中生代以降・特に新第三紀に入ってから活発な火山活動が続いており 各地で熱水性のカオリン・陶石・ろう石などの鉱床が形成された. これらは地域的には東黒海地方とアナトリア西~中部に大別され 後者は更に基盤岩類を母岩とするものと新第三系の凝灰質岩を母岩とするものに分類出来る.

(1) 東黒海地方のカオリン・陶石鉱床

現在稼行中の鉱床はないが 1976年以来 MTA 研究所によって精力的な調査が行われ幾つかの鉱床が発見された。その中で注目されるのは ディクメンの陶石・オルドゥのセリサイト粘土及びクベのカオリンの諸鉱床である(第4図)。これらは何れも 白亜紀の火山性堆積岩中の酸性凝灰質岩が熱水変質を受けて形成されたものであるが 鉱床近傍にはドーム状或いは半ドーム状の新期火山岩が例外なく分布しており 第四紀の火山活動に関係する熱水作用による可能性が強い (Fujii, 1978)。

中でもディクメン陶石は 分布範囲 1 km 四方を超す塊状の大鉱床で深さも 100 m 以上が確認されている。中心部では特にカオリナイトを多く含むが、深部では黄鉄鉱の鉱染が目立っており 選鉱が今後の課題である。また白亜系の酸性凝灰岩はモンモリロナイト化していることが多く ベントナイト鉱床の賦存も期待出来る。オルドゥのセリサイト粘土は モンモリロナイト化凝灰岩の一部が熱水変質によりセリサイト化したものである (Fujii et al. 1980b)。

(2) 西・中部アナトリアの鉱床—基盤岩中に胚胎するもの—
熱水性粘土鉱床の大部分は新第三系中に賦存するが一部には基盤の変成岩類や花崗岩中に胚胎したものもあり それらの生成時期は不明である。

ピョトゥルゲろう石鉱床

アナトリア南東部のピョトゥルゲ変成岩体中に賦存する。この鉱床は従来変成岩層に調和的に挟在する層状のパイロフィライト鉱床と考えられていたが 筆者の調査の結果 変成作用後の熱水変質作用によって雲母片岩・砂質片岩などが変質されて生成されたものであること

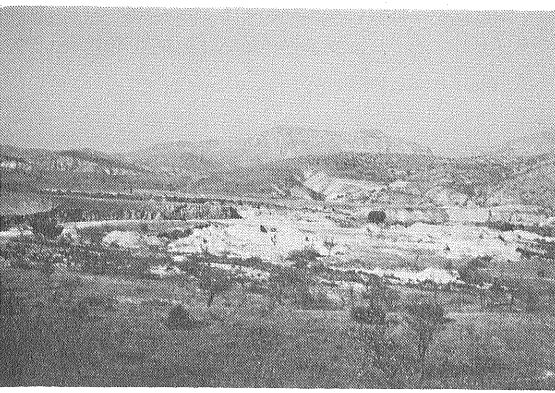
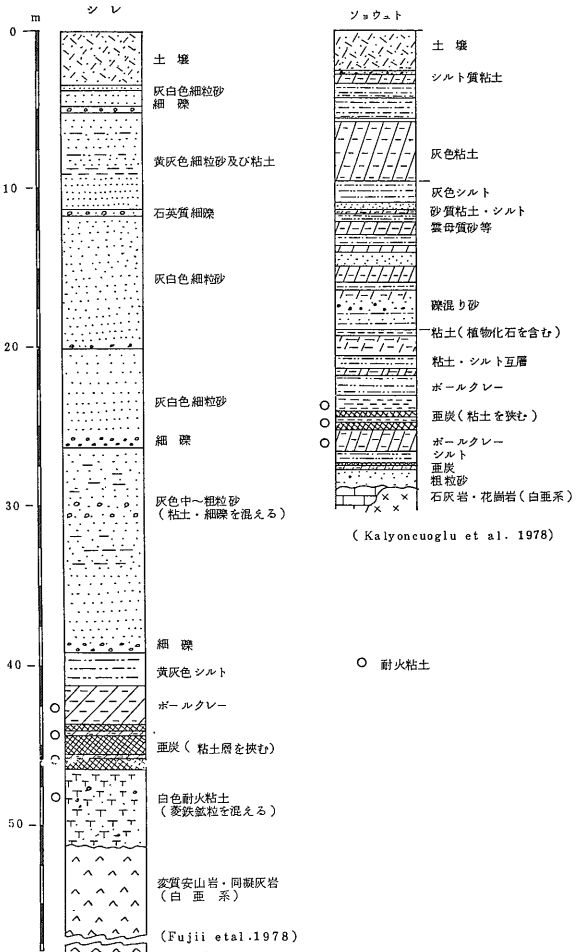


写真10 西部アナトリア・ソウウトの耐火粘土探掘場の一つ。

付近には花崗岩を基盤とする夾亜炭層が分布し良質の耐火粘土が賦存する。前方には北アナトリア山系の一端が望まれる。



第6図 新第三系夾耐火粘土層柱状図(シレ及びソウウト地区)

が明らかになった。変質帯は数条に分かれて分布しており 一部には巾100m・延長1km以上に及ぶものもある(写真11)。しかし現在はそのごく一部がタイル原料に使用されているに過ぎない。また組成鉱物としてはパイロフィライト質のものよりセリサイト質・カオリン質のものが多く 組成の変化も著しい。変質帯の規模は大きいが正確な評価は今後の調査にまたねばならない。
ミハルチック・カオリン鉱床

アンカラ西方約 120 km の位置にあり 現在トルコの重要なセラミックス原料産地の一つである。カオリン鉱床は花崗岩中に巾数mの脈状をなして賦存し 延長300 m以上が確認されている (Seyhan, 1977)。主としてカオリナイトと石英からなり時にギブサイトを混えている。
フェラヒエ耐火粘土鉱床

アンカラ東南東 250 km に位置する小規模な耐火粘土鉱床であるが 斑礫岩を母岩とする極めて特異な鉱床である。耐火粘土の主成分鉱物はカオリナイトで少量の

石英とモンモリロナイトを混えるが このような粘土が直接斑礫岩の変質によって生成されたとは考え難い。筆者が調査した結果では 斑礫岩体の一部が熱水変質を受け淡緑色の緑泥石質粘土になり 更にその一部が灰白色のカオリン質粘土に変わったものと結論された。斑礫岩中には含黄鉄鉱石英脈が幾条も貫入しており もともとこの石英脈のあった付近に耐火粘土が生成されていることから 風化作用によって石英脈中の硫化鉄物が分解されて酸性の強い地表水を生じ その作用によって緑泥石がカオリナイト及びモンモリロナイトに変化したと考えられる。資源的な重要性は乏しいが カオリナイトの特異な生成過程を示す点で興味深い鉱床である (Fujii et al. 1979 b)。

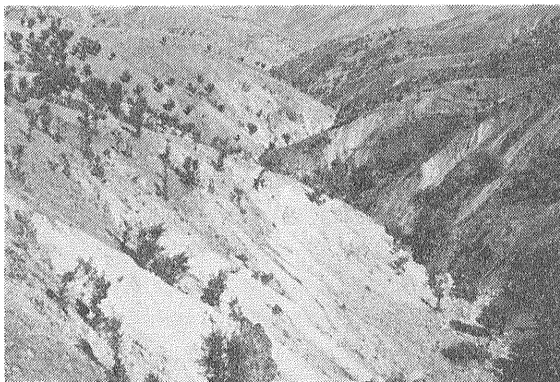


写真11 南東アナトリア・ピョトゥルグの変成岩体の中に発達する大変質帯。パイロフィライト・セリサイト・カオリナイト質のろう石が賦存し 一部では採掘が行われている。

(3) 西・中部アナトリアの鉱床—新第三系中に胚胎するもの

トルコのカオリンの大部分は 新第三系の凝灰質岩を母岩とする熱水性鉱床から産出する。従って熱水の性質に対応して 変質程度・鉱物組成の変化が著しい。更に主要鉱床に共通して見られるのは 変質後の構造運動の影響を強く受けていることで 鉱床はしばしば断層によって分断され、変位している。新第三系の堆積盆が NE 性・NW 性・E-W 性などの構造に支配されて極めて複雑な形状を示すことは既に述べた (第5図) が この構造運動は新第三系の堆積・変質の後も継続し 上述のような産状を呈するに至ったものと推定される。

主要な鉱床としては チャン・スドウルグ・ウラシュラルの3鉱床があげられる (何れも西部アナトリア：第4図参照)。これら3鉱床の産状を第7図に模式的に示す。この3鉱床にウシャック及び前述のミハルチックを加えた5鉱床がトルコの主要カオリン鉱床で カオリンの大部分を産出している。第3表及び第4表にこれら代表的カオリンの鉱物組成及び化学組成を示す。但しウシャック・カオリンを除いては 鉱物組成と化学組成は別々の試料について試験したものである。

第3表から明らかなように 鉱物組成の点ではウラシュラルのカオリンが最も純度が高く 白色度・焼成色も良好である。現在キュタヒヤ・ポースレイン燐の主要原料に用いられているが 適切な水ひ・選別工程を導入すれば製紙用カオリンにも利用出来よう。

スドウルグのデュワルテペ地区はトルコ最大のカオリンの産地で 現在スメルバンクなど5社8鉱山が稼行している (写真12)。流紋岩質凝灰岩が強酸性の熱水作用によって変質された鉱床で 一部にけい化帯・明ばん石帯も発達する。鉱床は微〜弱変質を受けた石英安山岩質凝灰石に覆われ更に多くの断層によって分断され

ているため 分布範囲は広いがまとまりを欠いている。このカオリンは石英含有量が高く 日本でいうカオリン質陶石に相当する。粘土質の部分はモンモリロナイトを多く含むため製紙用カオリンとしては利用出来ない。

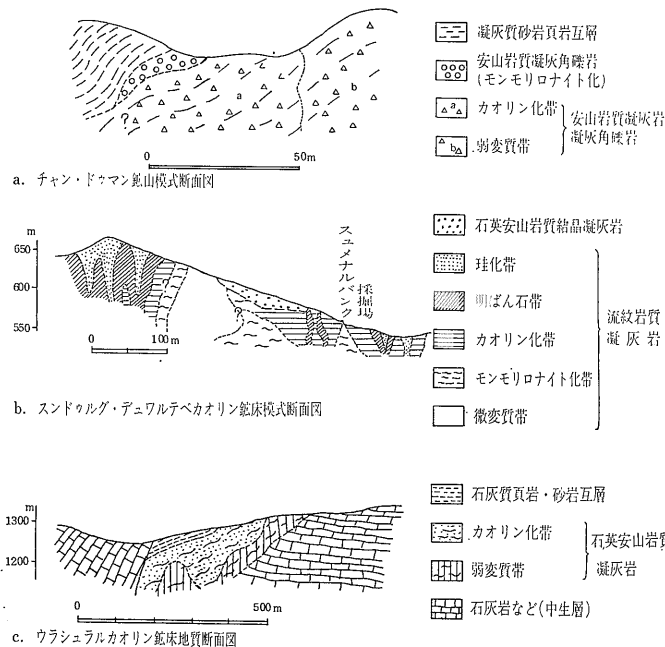
チャン地区のカオリンは チャナッカレ・セラミックス燐が主要原料として使用しているもので 中でもドゥマン鉱山は年間4万トンを産出する単一鉱山としてはトルコ最大のカオリン鉱山である。しかし現在では質がかなり低下して来ており 残留長石を多く含むなど組成に問題がある。

上記の他 アクサライ・ケマルパシャなど多くの鉱床があるが明ばん石を含むものが多く 利用面の開発が問題である。またチャン南方のクルラル鉱床は安山岩質凝灰角礫岩の熱水変質によって生成されたもので 良質の鉱石は殆ど純粋なハロイサイトからなり 風化により粉末化した部分にはギブサイトを含んでいる。チャナッカレ・セラミックス燐の陶磁器原料に使用されている (Fujii et al. 1980 a)。

第3表 主な熱水性カオリンの鉱物組成

鉱床	チャン (ドゥマン鉱山)	スドウルグ (スメルバンク鉱山)	ウラシュラル	ウシャック
カオリナイト	△	○	◎	×
石英	◎	○	×	◎
セリサイト			(×)	△
モンモリロナイト		(△)		×
斜長石	△			
文献	(1)	(1)	(1)	(2)

(注)1. ◎：多量 ○：中量 △：少量 ×：微量
 2. 文献(1)：Fujii et al, (1980・a)
 // (2)：Karaogc (1975)



第7図
新第三系中の熱水性カオリン鉱床の産状
(Fuji et al. 1980 a による)

6. その他の窯業原料鉱床

粘土質原料以外の鉱床については筆者も調査する機会がなかった為 正確な実情を紹介するのは難しい。ここではその主なものについて Uygun ed. (1979) 及び MTA 研究所の諸資料などによって概況を述べることとする。

6-1 ポーキサイト

地中海岸に沿って走るタウルス山系中には 激しい褶曲を受けた中生代の石灰岩層が広く分布している。ポークサイト鉱床は 白亜系の石灰岩中に形成された不整

合面の凹部(ドリーネなど)を埋積して不規則なレンズ状に発達するもので コンヤの南東方・アダナの東方などに点々と分布している。現在コンヤ南東方のセイデシエヒル・アクセキの2ヶ所で採掘を行っており 鉱石は1969年にソ連の技術協力で建設されたセイデシエヒルのアルミニウム製錬工場に供されている。この工場の処理能力は年間46万^ト(アルミナ20万トン)である。ポークサイト鉱床は 後背地の長石に富む岩層が風化分解されて堆積したと考えられており セイデシエヒル鉱床の品位は Al_2O_3 : 56~71%・ SiO_2 : 2~13% 可能鉱量500万^ト以上とされている。

第4表 主な熱水性カオリンの分析例

鉱床	チヤン(ドゥマン鉱山)	スンドウルク(スュメルパンク鉱山)	ウラシュラル	ウシヤック
SiO ₂	56.8	69.95	58.00	71.91
TiO ₂	—	—	—	0.10
Al ₂ O ₃	29.4	23.38	26.50	15.58
Fe ₂ O ₃	0.7	0.14	0.50	0.71
CaO	0.4	0.13	—	1.82
MgO	0.2	tr	—	1.24
Ma ₂ O	—	—	0.76	0.09
K ₂ O	2.3	—	0.24	2.15
Ig-loss	9.8	8.26	12.74	6.21
Total	99.6	101.76	100.99	99.81
文献	(1)	(2)	(3)	(4)

文献(1): Seyhan (1967), (2): Okut and Gök (1975)
(3): Okut et al. (1978) (4): Karaagc (1975)

6-2 硼素鉱物・セレストライト

硼素鉱床はエスキシエヒルからバルケシルに至る西部アナトリアー帯に数ヶ所以上に分かれて分布する。何れも新第三系の火山性堆積岩層中に賦存しており火山活動によって湖沼などの堆積盆中に放出された硼素が乾燥気候下で蒸発作用によって濃集し鉱床を形成したものである。鉱床の数は多いが中でもクルカ・エメット・ビガディチの3地区が代表的な産地である。

産出する硼素鉱物は地区によって若干異なるが コレマイト ($\text{Ca}_2\text{B}_6\text{O}_{11} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) が最も普遍的に産出する。その他クルカではケルナイト ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) ・ ビガディチではウレキサイト [$2(\text{NaCaB}_5\text{O}_9 \cdot 8\text{H}_2\text{O})$] の産出が知られている (Brown & Jones, 1971, MTA, 1976)。

含硼素新第三系は 通常石灰岩・マール・凝灰岩などからなり 硼素鉱物は比較的上位の層準に凝灰質粘土と共に賦存していることが多い。含硼素層準の厚さはクルカでは10~50cm・エメットで15~30cmであり ビガディチでは厚さ200cmの粘土・マール互層中に厚さ2~4mの含硼素層が5層に分かれて賦存している。コレマナイトは球果状をなして産出することが多く 径50cm以上に達することもある (写真13)。

トルコは世界一の硼素鉱物・硼酸輸出国であり日本にも64,000^ト (1979年) が輸入されている。現在最大の問題は 硼素鉱物が共生すること及び硼素の溶出により農作物に大きな被害が生じていることで 早急な対策が要望されている。

なお同じ蒸発成鉱物であるが世界的にも稀少なセレストライト (SrSO_4) がアンカラ東方約400kmのシワス付近に産出する。私企業によって採掘されているため地質・鉱床については不明であるが純度は極めて高く SrSO_4 : 95~98%という。セレストライトは 貴重なストロン

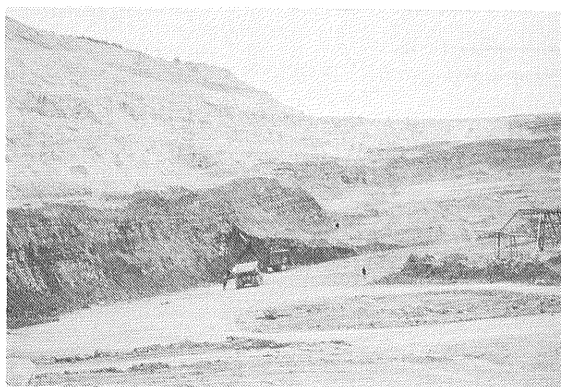


写真13 西部アナトリア・エメットにあるエティバンクのコレマナイト採掘場。やや黒ずんでみえるのがコレマナイト層で 現在採掘中の層厚は12mである。月産50,000トンの能力を持ちクルカと並ぶ代表的なボロン鉱山として知られている。



写真12 西部アナトリア・スンドゥルグのカオリン採掘場の一つ。

新第三系の流紋岩質凝灰岩が熱水変質を受けて形成された。この地区では現在8鉱山が採掘を行っている。トルコ最大のカオリンの産地である。

チウム資源としてカラーテレビのブラウン管などに必須のものであり 全て西ドイツ・時には日本へ輸出されている (Uygun ed., 1979)。

6-3 クロム鉄鉱

トルコは20世紀初頭までは世界一のクロム産出国であった。現在も南阿・ソ連には及ばないとは言えジンバブエ・アルバニア・フィリピンなどと共に重要な産出国の一つに数えられる。

クロム鉱床は全てオフィオライト中の超塩基性岩の中に不規則な形状で胚胎している。鉱床の分布はアナトリア区及びタウルス区の全域に及んでおり 有名なグレマン鉱山を始め大小多数の鉱山で稼働されている。しかし耐火物用クロム鉄鉱 (Cr_2O_3 30% 前後で Al_2O_3 を多く含むもの) として利用されているものは比較的少ないようで僅かに南西部のマルマリス・フェティエ地区の鉱石が耐火物原料に用いられた記録があるに過ぎない。しかしその他の地区でも西部のオルハネリなど数ヶ所に低品位クロム鉱床が部分的に存在する (MTA, 1966)。現在耐火物用クロム鉄の供給は世界的に不足気味でありトルコのクロム鉄はその面でも特に注目されている。

6-4 ダイアスポア・エメリー

アナトリア南西部のイズミルの南東一帯にメンデレス岩体と呼ばれる変成岩が広く分布する。ダイアスポア ($\text{AlO}(\text{OH})$) とエメリー (コランダム・スピネル・鉄鉱物などからなる) は何れもこの変成岩体中に相互に密接に関連して賦存している。鉱床は雲母片岩や大理石層に挟まれてレンズ状をなしており ボーキサイトが変成を受けて生成されたと考えられている (MTA, 1965 a)。

エメリーは人工研磨材の工業生産が可能になるまではレンズ・木材・金属などの研磨材としてコランダムと共に重用され、しかもトルコがその主産地であった（現在は世界の80%）。エメリーの鉱物組成は変化が著しくダイアスポアを多く含むものはアルミナ原料として採掘されている。年間生産能力はエメリー10万ト、ダイアスポア40万トとされている（Uygun ed. 1979）。

6-5 マグネサイト

既に述べたように オフィオライトに伴う超塩基性岩中にはクロム鉱床の他にマグネサイト鉱床がしばしば胚胎している。何れも熱水変質作用によって形成されたもので不規則な塊状・岩株状をなし、個々の鉱体は殆どが鉱量数100ト以下の小規模なものである。現在採掘されているのはエスキシェヒル～キュタヒヤー帯及びコンヤ南方の諸鉱床で、採掘された鉱石は付近の焼成工場及びマグネシア・レンガ工場でクリンカーやレンガに焼成される。

この他南西アナトリアのフルズズデレにはトルコ唯一の層状マグネサイト鉱床があり、新第三系中に2m以上の厚さをもって広く分布している。恐らく湖沼性堆積盆地で炭酸性温泉又はガスの広汎な噴出があり Mg・Ca と反応して生成されたものでドロマイト層も共生している。しかし MgO の他に CaO 数%・SiO₂ 数% を含むため耐火物に使用することが出来ず、現在は稼行されていない（MTA, 1965 b）。

7. 今後の問題点

以上極めて不十分ではあるが、粘土質原料を中心と



写真14 アンカラ南部チャンカヤの丘から市街を望む。チャンカヤはアンカラの高級住宅地で付近には大統領官邸もある。1980年初頭の燃料危機時にはチャンカヤ一帯ですら暖房の煙が全く途絶えたこともあった。

してトルコの窯業原料について紹介した。窯業原料に限って見てもトルコの鉱物資源は種類も多く、また広大な国土のなかには未探査地域も少なくない所から、かなり大きなポテンシャルがあると考えてよい。

しかし硼素鉱物のように偏在的に賦存しているためそのまま輸出出来る鉱物はむしろ例外であり、大部分は工業製品の原料に利用されて始めて資源と言えるもので存在するだけでは無価値に等しい。

最初の方でも触れたように、筆者が滞在した1978～80年はトルコ経済が深刻な不況に陥って行った時期にあたる。国際収支の累積赤字は240億ドルに達し、外貨不足のため石油が買えず、1980年1～2月には連日零度以下の寒さが続く時に、各家庭から学校に至る迄暖房用燃料が全く途絶えたことすらあった。年間上昇率100%を超すインフレのため労働争議や極右極左からのテロが頻発し、政治不安は拡大の一途を辿って行った。このような混乱は1980年9月12日、三軍総司令官エヴレン将軍（現大統領）をリーダーとする軍事政権が樹立され一応は収束された。1981年後半から経済もやや立直りを見せているがインフレはなお進行中であり、トルコ経済が正常な状態に戻るには少くも数年は必要であろう。

このような混乱の原因は石油価格の急激な上昇もさること乍ら、経済構造そのものに求めるべきであろう。約10年前からトルコ政府は農業国からの脱皮を目指して急激な工業化政策を進めて来た。しかしいくら先進国の協力で近代的工場を建設しても、基礎的な技術の伴わない工業化はポーランドの例を見る迄もなくやがて破綻せざるを得ない。

窯業関係を例にとれば、西独その他からの技術協力もあり製造工程そのものには殆ど問題はない。コンピュータ制御の近代設備を有する工場も、筆者が見ただけでも2～3に止まらない。それでいて製品の質・価格に問題が多く十分な輸出競争力を持ち得ない原因の一つは、原料の品質管理の技術にあると思われる。これは一方では原料鉱床の探査技術・評価技術、更に採掘・選別技術の低さとも関係がある。

中近東諸国の中でトルコはずば抜いて教育水準の高い国である。義務教育の就学率は90%を越し、文盲率は30%程度で、他の諸国の50%以上とは大きな開きがある。このような国に対する技術協力は、目先の華やかな成果や利益よりも、むしろ基礎技術力の向上を目指す息の長い協力関係が基本となるべきだと考える。

幸いトルコは食糧を自給出来る世界でも数少ない国の一つである。今後基礎技術力が充実されて行けば、その資源的ポテンシャルはトルコ経済復興の大きな原動力となることが期待できる。

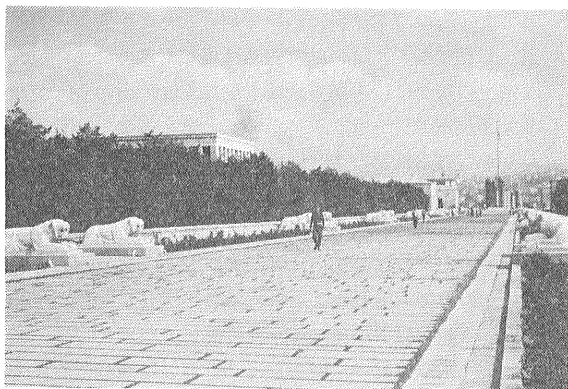


写真15 アンカラ市内の高台にあるアタチュルク廟。
石畳の路の両側に並ぶ獅子の彫像はヒツタイトの彫刻を模したものである。トルコは今1923年のアタチュルクによる建国以来の経済困難に直面している。

〔謝 辞〕

終りにのぞんで 2年間のトルコ在勤中終始お世話を頂いた国際協力事業団及び地質調査所の関係者の方々に厚くお礼を申上げる。また在トルコ日本大使館の方々同じ時期にMTAに勤務した日本人専門家の方々 更にSitki Sancar 総裁を始めとするMTAの友人達から受けた御親切は忘れ難いものがある。同僚の平野英雄氏からは本稿の執筆に際し多くの貴重な御意見を頂いた。また在日トルコ大使館のC. Kadioglu 参事官は経済関係の貴重な資料を提供して下さいました。これらの方々に深く謝意を表して本稿の結びとする。

参考文献

- Bingöl, E. (1980) 1/4,000,000 geological map of Turkey. トルコ地質技術者協会刊。
- Birkân, Ö., Fujii, N. and Irkeç, T. (1980) Kaolin clay deposits in Turkey. MTA—工業原料部報告, 20p. 5Fig.
- Brown, W. W. and Jones, K. D. (1971) Borate deposits of Turkey. in Campbell, A. S. ed. Geology and History of Turkey, pub. Petr. Expl. Soci. Libya, p. 483-492.
- Brinkmann, R. (1976) Geology of Turkey. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, 158 p.
- Dickson, T. (1979) Industrial Minerals in Turkey. Indust. Miner., no. 143, p. 21-41.
- Fujii, N. (1978) Draft proposal on future exploration work of ceramic raw materials in the eastern Black Sea region. MTA—工業原料部報告, 10 p., 2 Figs.
- Fujii, N., Küçükşille, N. and Irkeç, T. (1979a) Progress report on the refractory clay deposits in the Sile prospect, northwest Anatolia. MTA—工業原料部報告, 14 p., 4 Figs.
- Fujii, N., Sincan, M., Irkeç, T. and Küçükşille, N. (1979b) Mode of occurrence of the Felahiye refractory clay deposits, Kayseri region, central Anatolia. MTA—工業原料部報告, 14 p., 4 Figs.
- Fujii, N., Küçükşille, N. and Yalhi, T. (1980 a) Some kaolin deposits in the west Anatolia province. MTA—工業原料部報告, 18 p., 12 Figs., 2 tables.
- Fujii, N. and Küçükşille, N. (1980b) Preliminary investigation of the sericite deposits at the Sayaca prospect, Ordu district. MTA—工業原料部報告, 16 p., 4 Figs., 1 table.
- 藤井紀之(1981) トルコ共和国の窯業原料資源. 国際協力事業団報告書, 28 p.
- 平野英雄(1981) トルコの地質構造区分. Magma, no. 62, p. 21-27.
- Ilhan, E. (1971) The structural features of Turkey. in Campbell, A. S. ed. Geology and History of Turkey. pub. Petr. Expl. Soci. Libya, p. 159-170.
- Ince, I. (1977) Preliminary report on the flintclay deposits of Karadon-Kilimli area, Zonguldak region, MTA—工業原料部報告, 10 p. (in Turkish)
- 井上英二(1970) トルコの地質と石炭資源① 地形と地質の概要. 地質ニュース, no. 191, p. 48-63.
- Kamitani, M. and Akinci, Ö. (1979) Alpine granitoids and related tungsten-molybdenum deposits in Turkey. 鉱山地質, vol. 29, p. 341-350.
- Ketin, I. (1966) Tectonic units of Anatolia. MTA Bull., no. 66, p. 23-34.
- Ketin, I. (1977) Main orogenic events and palaeogeographical evolution of Turkey. MTA Bull. no. 88, p. 1-4.
- MTA Institute (1965 a) Emery, diasporite and bauxite deposits of Turkey. MTA Rep., no. 122, 21 p.
- MTA Institute (1965 b) Asbestos, magnesite and sepiolite deposits of Turkey. MTA Rep., no. 121, 23 p.
- MTA Institute (1966) Chromite deposits of Turkey. MTA Rep. no. 132, 108 p.
- MTA Institute (1976) Borate minerals inventory of Turkey. MTA Rep., no. 162, 57 p. (in Turkish)
- 沢村孝之助(1971) トルコの地質構造発展に関する考察. 地調月報, vol. 23, p. 669-676.
- Seyhan, I. (1967) Kaolin deposits of Turkey. MTA—工業原料報告, 11 p.
- Seyhan, I. (1977) Relationship between kaolinization and hydrothermal ore deposits of Turkey. Proc. 8th Intern. Kaolin Symp. Madrid, no. 7-16. 6 p.
- 高島 清(1976) トルコの地質・鉱物資源開発に関する技術援助計画についての報告書. 国際協力事業団, 65 p.
- Uygun, A. ed. (1979) Industrial minerals of Turkey. MTA—工業原料部資料. 34 p., 1 Fig., 6 tables.