



トルコからの便り(その2)

断層・地滑りそしてベントナイト

藤井紀之¹⁾

1. はしがき

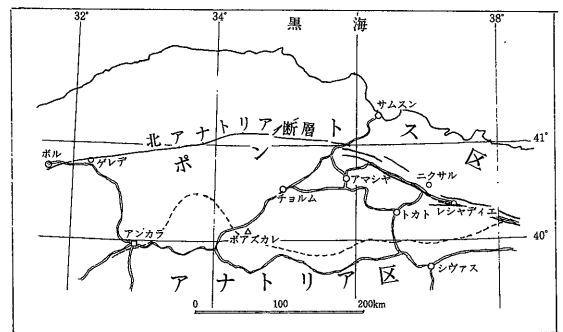
トルコからの便り(その1)を書いてからもう2年近く経ってしまいました。その間何度か続編を書きかけたのですがいろんな事情で中断せざるを得なくなり、編集担当の方に申し訳ないことをしてしまいました。この1年半の間に起こった最大の事件は何といっても湾岸戦争でしょう。この戦争はトルコにも様々な影響をもたらしました。石油の禁輸が始まる物価騰貴はもとよりですが、イラクから大量のクルド難民の流入と、それが落ち着いたと思ったらクルド独立戦線によるテロの横行、経済困難の状況下で5年振りの総選挙での政権党の敗北など、揺れ動く中東の情勢が色濃く反映しているように思われます。前置きが長くなりましたがすぐに旧聞になってしまう近況報告はこの位にして本論に入ります。

さてトルコからの便り(その2)として最初から考えていたのが表記のテーマです。地質家にとっては全く当たり前の関連の深い事柄ですが、目の前でその現象をまざまざと見るのは矢張り印象深いものがありました。私が表題のフィールドにあたるトカト県のレジャディエに行ったのは、1989年の10月と1990年の7月の2回です。ですから記事の内容の一部で時間的に前後することも出て来ますので、予めお断わりしておきます。以下はトルコでも地震の巣と言われる北アナトリア断層沿いに見られるベントナイト鉱床の御紹介です。なおベントナイトは大変用途の広い粘土でトルコ各地で採掘されています。しかしトルコのベントナイトのことは日本では殆ど知られていません。これはベントナイト鉱業の歴史が浅いためですが、現在年間約10万トンのベントナイトが採掘されており、そのかなりの部分が輸

出されています。ちなみに日本のベントナイト消費量は約60万トンですから、産業特に鉄鋼業の規模から考えるとトルコの生産量は相当のものと言えるでしょう。それでこの機会にトルコ全体のベントナイト鉱床についても簡単に御紹介してみたいと思いません。

2. レジャディエへの道

毎年10月ともなるとフィールドシーズンも終わりに近く、MTA(鉱物資源調査総局)ではキャンプから帰って来た地質家さん達の姿がちらほら見られる様になる。この頃翌年度の調査計画が作られるので、工業原料担当調整官(副部長)のアリ君から相談があり、調査候補地の一つであるトカト県レジャディエのベントナイトとシヴァス県のセレストタイト(ストロンチュウム鉱)の予察をすることになった。今回はアリ君と、前にケチボルルにも一緒に行ったヌスレット君の二人が同行してくれることになった。レジャディエはアンカラの東約400kmの道程である。私にとっては大部分が始めて通る道であり、途中の風物もそれぞれに興味深いものがあった



第1図 位置図

1) 元所員, 現在国際協力事業団派遣専門家: MTA-Mineral Analysis and Technology Dept., Ankara, Turkey.

キーワード: トルコ, ベントナイト鉱床, 北アナトリア断層, 地滑り, MTA

(第1図).

トルコの道路網は首都アンカラを中心によく整備されており、主要道路はアンカラから30~150 km 辺りまでは中央分離帯のある4車線道路となっている。アンカラから東へ行く道は途中で二つに分かれ、右の道はシヴァス、エルジンジャン、エルズルムなどアタチュルクの独立戦争の拠点となった諸都市を経てイラン国境へ、そして左の道は黒海沿岸の要港サムスンへと通じている。私達の車は左のサムスン道へ進む。この辺りはチョルム県に属し、小麦の他ビート(砂糖大根)、ひまわり油などの産地として知られている。紀元前18~8世紀にかけてアナトリア半島を支配していたヒッタイト族の本拠地があったのもこの付近で、その代表的な遺跡をサムスン道から20 km 程南に外れたボアズカレで見ることが出来る。石灰岩台地の起伏を巧みに利用して岩を刻んだ城壁と見張り台を周囲に巡らせた大遺跡で、古代の大都市をありありと髣髴させる。付近には戦いに出掛ける戦士や神の像を岩に刻んだ祭壇の跡も見られる。

同行したヌスレット君はなかなか博識でしかも大変親切である。道々地質の事からボアズカレの事、更にそれぞれの土地の名産に至るまで次々と説明してくれる。ただ大変生真面目な性格なので表現がややオーバーで、それがまた一つの愛嬌になっている。チョルムの街に近付くとヌスレット君が得々と話し出した。「ドクトル藤井、レブレビを知っているか。チョルムはトルコでも一番美味しいレブレビが採れる所だ」「レブレビって何だ」と聞くと日本の塩豆位の大きさの豆のことだった。トルコはナッツ類が美味しい所で、その豆ならビールのつまみで時々食べたことがある。チョルムは人口10万程であるが、トルコには珍しく街路もよく整備された美しい街である。街に入ると成程大通りにはレブレビの専門店が軒並みに並んでいる。ただ煎っただけのものと思っていたら、塩、唐辛子、砂糖などをまぶしたいろいろな種類がある。折角のヌスレット君の推薦なので各種揃えて半キづつ買いこんだ。

チョルムを出てサムスン道と別れ、東への道を進む。レブレビを食べながら向日葵畑の続くチョルム県の平原を暫く行くと、やがて前方は比高数百 m の険しい石灰岩(ジュラ紀)の山に遮られる。そしてチョルム平原を流れるエシルルマック川(緑川)がこ

の石灰岩の山塊の間を刻んで北へ抜ける峡谷に、紀元前からの歴史を持つ古都アマシヤがある。ヌスレット君によればアマシヤはりんごの産地だそうだが、トルコで一番美味しいとは言えないらしい。それよりも目を奪ったのは、細長い街の背後にそそりたつ絶壁のあちこちに洞窟となって残るポントス王国時代(3世紀頃)の王墓の跡であった。その上の山頂には古代の城も残っており、ここまで足をのばす観光客も少なくない。

アマシヤを過ぎるとエシルルマック川は広い渓谷に沿って東に流れを変え、間もなく東から流れて来たケルキット川と合流して北の黒海へ向きを転じる。北アナトリア断層はこのケルキット川とエシルルマック川の流れる渓谷と平行して走っている。以前 ITIT プロジェクトとして地質調査所と MTA の協力で実施した「地震断層、活断層及び地震予知に関する研究」(1982~84年)は、この付近から東方エルジンジャンへかけて延びる北アナトリア断層地域を対象として行われた。大規模な断層・地滑り地帯であるだけに所々に異常な起伏を伴う小丘が見られ、その多くの大小の角礫と砂、粘土からなる地滑り地塊である。時期的に悪かったためと思われるが、ケルキット川に沿う渓谷は一日中靄がうっすらとたなびき、その雄大な景観を写真でお見せ出来ないのが残念である。

レジャダイエの手前40 km 程のニクサルに近くなるとまたヌスレット君の紹介が始まった。「ドクトル藤井、ニクサルはトルコで一番良い水が出る所だ」。最近ではトルコでもエビアン水に似た天然水が売り出されており、その一つの銘柄がニクサルはトルコであることは私も知っている。丁度ニクサルの付近には石灰岩が分布しており、これから豊富な湧水がもたらされているようである。「それじゃトカトにはトルコで一番と言えるものが何かあるか」と調子を合わせると「ペキメズだ」と言う。聞いて見るとペキメズというのは葡萄を煮詰めて作ったジャムのようなもので、これを毎日食べていれば病気など吹っ飛ばしてしまう程御利益があると言う。結局その晩はトカトに泊まったのでペキメズも買うことになったのは勿論である。そして今回訪れる北アナトリア断層沿いの地域は、ヌスレット君流の言い方をすれば「トルコで一番地震と地滑りの多い所」と言うことになる。そしてレジャダイエではトルコで最

も良質のベントナイトが採掘されているという。

3. 地震の巣窟、北アナトリア断層

前回の「トルコからの便り(その1)」にも述べたが、トルコの地質構造は北からポントス区、アナトリア区、タウルス区及び辺境褶曲区の4つに区分されており、これが東西に伸びながら大きく湾曲しているのが特長である。そして北アナトリア断層はポントス区とアナトリア区との間の湾曲する境界を切ってほぼ東西に走っている。右横ずれの水平移動を示す世界的にも著名な活断層であり、今世紀に入ってからだけでもM7以上の巨大地震がこの断層沿いの地域で何回か発生している。つい3年程前にもこの断層の延長上に当たるアルメニアで大地震が起り、万を越す犠牲者を出したことはまだ記憶に新しい。トルコでもレジャデーエの東180 kmのエルジンジャンで1939年に、ニクサルの西方エルバア付近で1942年に、アンカラ北西のボルで1944年にM7以上の地震が発生し、それぞれ大きな被害をもたらしている(加藤, 1984)。活断層の詳しい性状、また研究協力の結果については本誌でも既に何回か紹介されているし(加藤, 1983; その他)、最近もアンカラ北方のゲレデ付近で行われたトレンチ発掘調査の結果が美しい写真入りで紹介されたので(吉岡ほか, 1991)、そちらを御参照頂きたい。

今回調査したレジャデーエ付近では活断層は丁度市街地のすぐ南を走っている(写真1)。ベントナイト鉱床が分布するのはレジャデーエの北方約5 kmのデリジェデレという峡谷を中心とする一帯で、こ

の付近にも北アナトリア断層群に属すると思われる東西性の断層が発達している。

4. ベントナイトの性質と処理工程

ベントナイトはスメクタイト鉱物、特にその中のモンモリロナイトを主成分とする粘土で、水中で著しく膨潤する性質があり粘性に富むところから、試験用泥水、鋳物砂や鉄鋼石ペレットのバインダー、農業の増量材など極めて多くの用途に利用されている。またイオン交換能に富むため、これを有機物質で処理して化学品や化粧品など付加価値の高い製品も作られている。

レジャデーエでは以前からベントナイトの小規模な採掘が行われていたが、本格的な採掘が始まったのは1978年であり、これがトルコのベントナイト鉱業の始まりでもあるという。現在SAMASという会社が開発を行っているが、年間出荷量は約30,000トでトルコ全体のベントナイト生産量の約30%に達している。

調査に先立って予備知識を得るためにまずSAMASの工場を見学させて貰う(写真2)。以下は工場長のアフメット氏から頂いた資料と説明、さらに工場見学から得た見聞の要約である。

4.1 ベントナイトの処理工程

SAMASのレジャデーエ工場では採掘した原土を乾燥し、粉碎・分級する処理を行っている。おおよその処理工程を第2図に示す。

ベントナイト原土はまず山元でおおよその品質別に採掘され、貯鉱場に隣接する露天の乾燥場に運ば

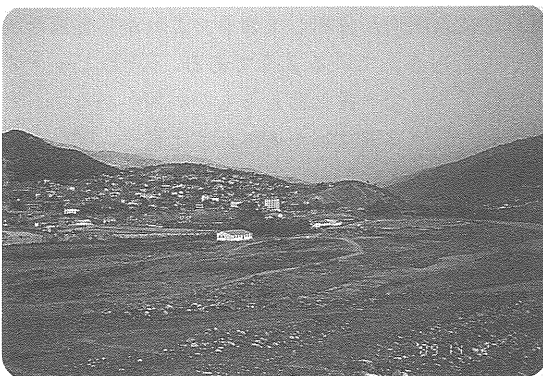


写真1 レジャデーエの町。北アナトリア断層は右側の山麓付近を走っている。

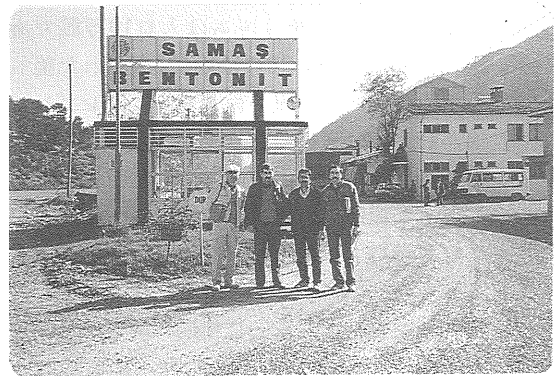
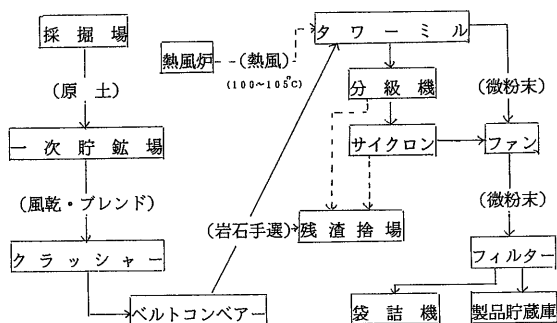


写真2 SAMASベントナイト工場。右からヌスレット、アリの両君と工場長のアフメット氏。



第2図 SAMAS ベントナイト工場粘土処理工程図

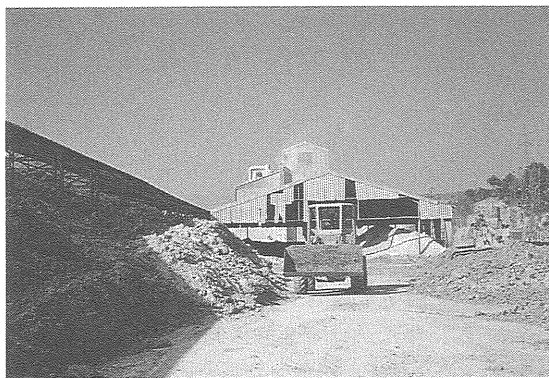


写真3 ベントナイトの乾燥・混合作業

れる。原土はここで数日間自然乾燥されるが、乾燥を早めまた品質を均質にする為にブルドーザーで絶え間なく混ぜ合わされ(写真3)、その上で屋根付きの貯鉱場にストックされる。

乾燥された原土は一次クラッシャーで破碎され、ベルトコンベアーで給鉱フィーダーに運ばれる。フィーダーからは一定の割合で原土がタワーミルに供給され、100~105°Cの熱風下で粉碎・乾燥される。この時発生する微粉末は別に吸引・分離されるが、

大部分はスピネル分級機とサイクロンを経て微粉末と粗粒物質に分級される。微粉末は全てファンで真空フィルターに送られて補集され、袋詰め工程に回される。工場の処理能力は1日120トであるが、積雪と低温の為冬季は作業を休止することが多いとのことである。

4.2 ベントナイトの品質

前に述べたように膨潤性ベントナイトの主成分はモンモリロナイトであるが、それも層間にNaイオンを多く持つNaモンモリロナイトである。Naの他にCa, Mg, K, Hなどを含むことが多い。交換性イオンとしてCaを多く含む粘土はCaベントナイトと言い、膨潤性には乏しいが石油などの精製に使う活性白土の原料に多く利用される。またCaベントナイトを炭酸ソーダで処理して膨潤性の大きいNaベントナイトを作る事も行われている。

SAMASのベントナイトは驚色を示し、粒度もこまかく膨潤性も大きいとのことだからかなり良質のベントナイトと見られた。後でX線粉末回折で調べたところ大部分が12Åの鋭い底面反射を示すことから、典型的なNaベントナイトであることが明らかになった。なおCaモンモリロナイトを始め一般のス멕タイトは15Åの反射を示すのが普通である。

ボーリング用泥水に使用されるベントナイトの品質規格は、主として「適度の粘性を有する泥水がどれだけ作れるか」という事によって決められる。この量を「イールド」というが、第1表に示すように、API規格では1トの粘土から見掛け粘度15cP(センチポアズ)の泥水を15.2kl以上作れる事を最低の品質基準として定めている。ヨーロッパではイギリスのOCMA規格が用いられているが、

第1表 ボーリング用ベントナイトの品質規格

| 規格名 | API規格 | OCMA規格 | TSE規格 |
|---------------|--------------|----------------|----------------|
| 見掛け粘度(AV) | >15 cp | >15 cp | >15 cp |
| イールド値 | <3×PV | | |
| 200 mesh 篩上残渣 | <4.0% | <2.5% | <2.5% |
| 水分 | <10% | <15% | <10% |
| “イールド” | 15.2 kl(ton) | 90 bbl(s. ton) | 80 bbl(s. ton) |

(注) API : American Petroleum Institute
 OCMA : Oil Companies Materials Association
 TSE : Türk Standartları Enstitüsü

第2表 SAMAS ベントナイトの品質試験データ

| 試験項目 | 1 級 | | 2 級 | | 並 級 | |
|---------------|---------------|-----------|--------------|-----------|---------|-----------|
| | 処理前 | 製 品 | 処理前 | 製 品 | 処理前 | 製 品 |
| 見掛け粘度 (AV) | 26 cP | 31 cP | 18.5 cP | 19.25 cP | 14 cP | 15 cP |
| プラスチック粘度 (PV) | 19 cP | 22 cP | 14 cP | 14.5 cP | 11.5 cP | 12.5 cP |
| イールド値 | 14 | 18 | 8.5 | 9.5 | 5 | 5 |
| 200 mesh 篩上残渣 | | 1.95% | | 1.5% | | 2.0% |
| 水分 | | 9.85% | | 8.96% | | 11.65% |
| “イールド” | | 94.22 bbl | | 85.79 bbl | | 76.51 bbl |
| 用 途 | ボーリング用 (OCMA) | | ボーリング用 (TSE) | | 鑄 型 用 | |

(注) SAMAS 提供資料による

OCMA の“イールド”は1ショートト(1ショートトは907.185 kg)の粘土から作られる粘度15 cPの泥水の量(但し単位はバレル)で示される。そして最低基準は“イールド”90 bblと定められている。この基準はAPI規格に換算すると16.22 klに相当するので最低基準はOCMAの方が厳しいことになる。なおトルコではOCMA規格を準用したTSE規格を用いている。これは最低基準を80 bblとしたものでAPI換算値は14.4 klになる。なお第1表の規格の項目の中にイールド値というのがあるが、これはレオロジーで一般に使用されているプラスチック粘度と泥漿の見掛け粘度の差から計算され、泥水が流動状態にある時流動を続けるのに必要な剪断力を示す測定値である(日本粘土学会, 1987)。

第2表はSAMASから提供されたグレード別の製品の試験結果であるが、この結果によるとSAMASの製品は1級品でもAPI換算で17.0 kl程度であり、これは日本の山形産やアメリカのワイオミング産ベントナイトの良質の物が20~23 klである(近藤, 1981)のに較べるとかなり低い。しかし個々のサンプルの試験結果ではAPI換算20 kl以上という結果がしばしば報告されているので、原土の性質そのものよりは選別工程に改良の余地があると考えられる。

なおSAMASのベントナイトは、技術提携を行っているドイツのSÜDCHEMIKA社に原土のまま年間1万ト輸出されている他、製品としては国内だけでなくイラク、ナイジェリア、リビア、スイスなどにも出荷されている。製品は95%がボーリング用で残りが鑄物産業用に利用されているとのこと

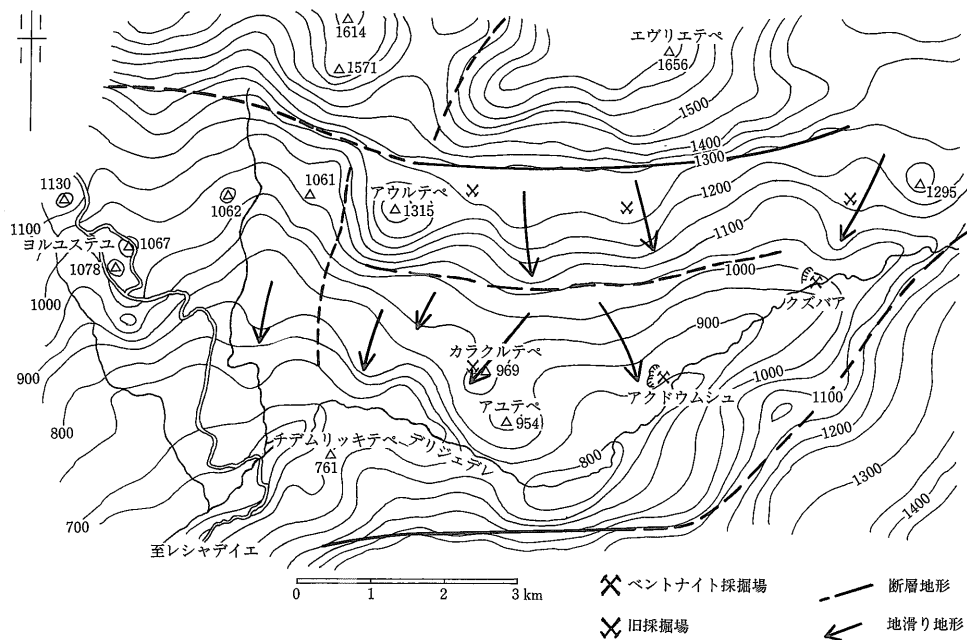
である。

5. ベントナイト鉱床見たまま

このSAMASベントナイトの原土を産出するデリジェデレ付近の鉱床の調査は、MTAによって1973から75年にかけて2回にわたって行われた。それによると鉱床の母材となったのは安山岩質凝灰岩ということで一致しているが、凝灰岩の堆積の時代は始新世(Birkan and Kartal, 1974)とも白亜紀後期(Kalyoncuoglu et al. 1975)とも言われ、いずれも明確な証拠をあげていない。ベントナイトの成因も、前者は単に変質作用とのみ書き後者は地表変質がなお続いているとしている。ただ両者とも一致しているのは、ベントナイト鉱床は断層運動および地滑りの活動によって著しく変動を受けていることである。事実、報告書に添付された地質図を見ると地質図学的な解釈など全く不可能なベントナイトの分布状態が示されている。明らかに地滑りの影響であり調査の担当者が大変な苦勞をしたことが読み取れる。こうなると現地に入る前にまず地形解析を行い、地滑りの状況を大まかにでも把握しておく必要があると考えられた。

5.1 地形接峯面図からの地質判読

若干余談になるがトルコで地質調査をする時にまず戸惑うのが地形図の使用規制である。トルコには1960年代に作られた立派な25,000分の1地形図が揃っており地質調査に使用するには十分である。しかし地形図のコピーは軍事的な理由により厳重に禁止されており、調査報告書にも地形図の上に表現し



第3図 レシャダイエーデリジェデレ付近の地形接峯面図

た地質図を添付する事は不可能である。従ってMTAといえども保有する地形図の数は限られており、調査に出る時にはきちんと借り出し証にサインしてから持って出ることになる。そのため1枚の地形図が繰り返し使用され、いろいろな人の手によって次々と書き込みがされている有様である。しかし地形は地質調査の最も重要な要素であり、地形を抜いた地質図ではその価値は半減してしまう。そこで私が考えたのは接峯面図を利用することであった。最近地質調査に接峯面図を利用することは余り行われていないが、比較的新しい地質特に新期の断層や平坦面、それに火山地形などの判読には驚く程有効である。私はこれを報告書の地形概説の説明と、地形と地質との関連を説明するのにしばしば利用し、地形の入った地質図を添付出来ない不便を補ったものである。

さて調査の前の晩トカトのホテルでベントナイト鉱床地域の接峯面図を作成してみたところ見事な程に地滑り地形が浮き出て来た(第3図)。図に見られるように、調査地の北部には顕著な傾斜変換点が東西に続いており、断層の存在を明瞭に示している。この断層の南側では接峯面等高線の異常な脹らみや乱れが何箇所かに認められ、これは比較的新し

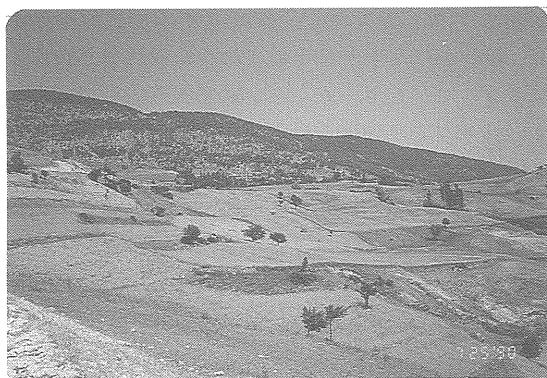


写真4 デリジェデレ北方の地滑り地形。赤色石灰質岩からなる山地の手前には千枚田ならぬ千枚畑の丘陵が続いている。

い時代の地滑りの跡を示すものと推定された(写真4)。またデリジェデレ渓谷の南側も傾斜 30° 前後の急崖が東西に続いており、これも断層によるものと推定された。この断層と北部の断層との間は地溝状になっている可能性がある。更に注目されたのは中央のアウルテベを始めとする大小のドーム地形である。これらについては翌年の踏査で、アウルテベは新期の流紋岩ドームである事が判明したが、南部のカラクルテベとアユテベでは予想が全く外れてい

た。カラクルテペの山頂には石灰岩の角礫が散在し、付近にはベントナイトの採掘跡も見出された。これから見ればカククルテペは地滑り地塊と考えた方がよい。しかしすぐ南に隣接するアユテペはそれだけで独立した丘陵を形成しており、石灰岩の破片もなく構成岩石も弱い変質を受けた軽石凝灰岩などであることから、地滑りで移動した地塊ではなく、むしろ地滑りの活動に対するバリアとなった可能性が大きいと推定された。

また西部のヨルユステテ付近には幾つかの小ドームが点在するが、これらは時代未詳の黒雲母安山岩からなることが確かめられた。この安山岩中の黒雲母は針状を呈するのが特徴で、後述するようにベントナイト中にも針状の黒雲母が未変質のまま含まれていることと関係があると考えられる。

5.2 地滑り地塊そのもののベントナイト鉱床

このような地滑りをもたらした要因としては当然ベントナイトの存在が考えられる。事実過去及び現在のベントナイト採掘場は全て、この地滑り地形の上または末端に位置している。また現在の主力鉱床であるアクドウムシュ、クズパアの採掘場を見ると、鶯色のベントナイト粘土の中に砂岩層が垂直に突き立っていたり、赤っぽい砂層が不規則に混じっていたり、正に地滑り地塊そのものがベントナイト鉱床である(写真5)。粘土自体は針状の黒雲母や淡赤色の斜長石粒を混じえるがほぼ均質・微粒で柔らかく、適度の粘りもあり正に良質のベントナイトと言えそうである。しかし地滑りの影響で部分的に挟雑物を多く含むのが問題であろうと思われた。

僅かな調査時間で新旧の採掘場で全部見て廻るのは不可能であるし、またこんなに擾乱を受けた地塊を一つ一つ調べるのは時間の無駄以外の何者でもない。そこで南側の高所を走る道路から予め見定めたアクドウムシュ北東方の峡谷沿いの露頭で、ベントナイト層とその上の赤色砂質石灰岩の整合的な層序関係がそのまま保存されている状況を確認し、まずベントナイト層の上限を確定する事が出来た(写真6)。更にこの石灰岩から採取した化石の破片の鑑定を依頼したところ、アンモナイトの1種で白亜紀後期のものとの結果を得た。有孔虫の鑑定結果も同様である。この露頭の観察からベントナイト層の厚さは少なくとも10 m以上と推定出来たが問題はその下限である。これについては翌年の調査で、ベン



写真5 ベントナイト採掘場。ベントナイトの中に砂岩が全く乱雑に混在している。

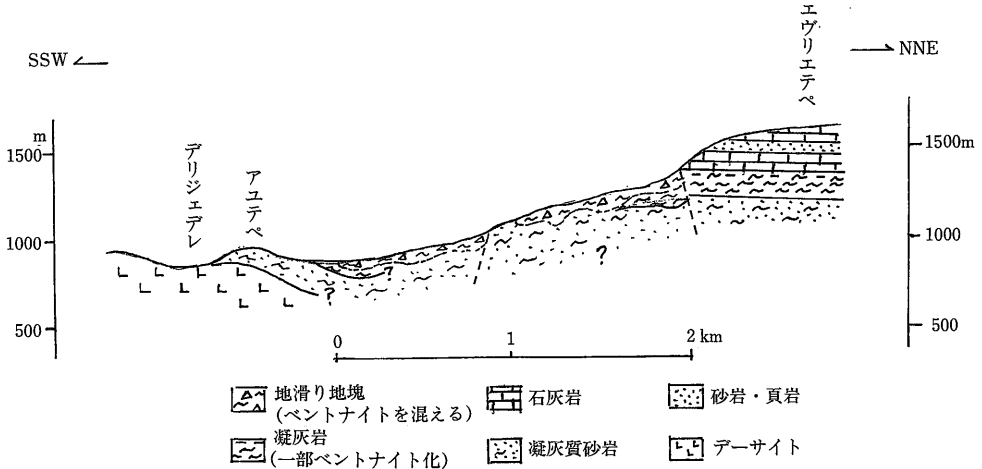


写真6 ベントナイトと上位の赤色石灰質岩(含アンモナイト)の整合的関係を示す露頭。

トナイト層の上の石灰岩層がチデムリッキテペ付近でデイサイトドームの上を覆っているのを確認し、漸く大よその結論を得ることが出来た。このデイサイトは接峯面図では全く現われていないことからかなり古い時代のもので推定される。アユテペの山麓及び南側対岸の崖には同じデイサイトが露出していることから、この付近ではデイサイトの上に凝灰質岩層が乗っていることが予想出来る。第4図は以上述べたような大まかな調査結果をもとに作成した予想模式図である。

たったこれだけのデータから何か結論めいた事を述べるのは難しいが、極めて大胆に推論を進めて見ると次のような生成過程が可能な一つの予想として浮かび上がってくる。

ベントナイト鉱床の母岩は白亜紀後期に堆積した安山岩質の凝灰岩である。この母層となった凝灰質の岩層は、基盤にデーサイト溶岩などが分布する堆



第4図 ベントナイト鉱床付近の模式断面図

積盆に堆積したもので、最上部付近に細粒の厚い凝灰岩が形成された。凝灰岩が広範囲にしかも一様に粘土化していることから、ベントナイトはこの凝灰岩が堆積後続成変質を受けて生成されたものと思われる。凝灰質岩層の堆積後域にわたる海進があり主として石灰岩及び砂岩からなる地層が堆積した。大規模な構造運動が起こったのは中新世以降であり、北アナトリア断層の運動が活発になると共にこの付近の地層も変動を受け、ベントナイトが分布することから大きな地滑りが誘発されたと推定される。地滑りにもみこまれた為にベントナイトの性質に何らかの変化がもたらされた事も考えられるが、この点は慎重な検討が必要であろう。

なお余談になるが、第1回の調査の後アリ君から翌年以後の広域概査の方針について聞かれたので、空中写真または接峯面図によって地滑り地形を探し、そこを重点的に調査することを勧めた。そして10万分の1地形図にグリッドを切って大まかな接峯面図を作らせて見たところ、1ヵ所に明瞭な地滑り地形を発見し、若干低品位ではあるが新しいベントナイト鉱床を見つけることが出来た。その他対象地域外で、住民からの情報で確認した鉱床もやはり地滑り地帯に分布するものであったことを付言しておきたい。

6. トルコのベントナイト鉱業

ところで最初にも述べた通り、トルコのベントナ

イトについては日本ではまだ殆ど知られていない。それも当然であって、1960~70年代の前半迄はアナトリアの数ヵ所で行われていたに過ぎなかった。これは隣接するギリシャがアメリカに次ぐベントナイトの輸出国であるのに較べて際立った対象をなしている。ここでは私の着任当初にアリ君とタネル君がわざわざまとめてくれた資料 (Iscan and Irkeç, 1989) を参照しながら、私自身の見聞も加えてトルコのベントナイト鉱業の概要を簡単に御紹介することとする。

ベントナイト鉱床は大きく分けて、膨潤性の大きいいわゆるベントナイトと、吸着能に優れた漂白土に分類される。前者はボーリング用泥水や鑄型の粘結材に使用されるもので、後者は通常Caベントナイトを熱硫酸で活性化して石油や油脂の脱色精製に利用される。しかしトルコで現在生産されている漂白土の多くは白色度が高いところから白色ベントナイトと呼ばれ、無公害洗剤や製紙用フィラーの原料として近年急速に注目されるようになった資源である。現在稼行されている主なベントナイト鉱床の産状および粘土の特徴を第3表にまとめて示す。

トルコでは白亜紀後期以来火山活動が続いており、しかも常に海域にくらべて陸域が広く発達していた。従って陸成ないし浅海成の凝灰質岩層が発達しやすい環境が存在していた。このことが多数のベントナイト鉱床の生成をもたらしたことは言うまでもない。現在開発されている主要なベントナイト鉱床は白亜紀後期あるいは中新世後期の地層に賦存す

第3表 トルコの主要なベントナイト鉱床

| 県名 | 産地 | ベントナイト鉱床のタイプ及び特徴 | 用途及び企業名 |
|-------|--------------------------|--|--------------------------------------|
| チャンクル | küçükhacıbey Hisarcik | 上部中新世の凝灰岩の変質したもの。NE-SW 性の衝上断層に挟まれて産出。イールドは時に120 bblを示す。 | 試錐用、鋳物用 KARAKAYA, SEYLAN |
| アンカラ | Hançili Çamlidere 地区 | 凝灰岩・砂岩・マールからなる上部中新統中に賦存。イールドは上質でも76 bbl。 上部中新世の火砕岩質岩層中に賦存。膨潤性に乏しいが吸着性に富む。 | MTA の試錐作業に使用。 洗剤用。現在は開発準備中。 |
| トカト | Resadiye | 上部白亜系の安山岩質凝灰岩が変質したもの。膨潤性大。周辺各地にも分布。 | 試錐用など。 SAMAS |
| エディルネ | Enez | 新世代の凝灰質岩層中に賦存。Ca ベントナイト質で膨潤性に乏しい。 | 活性白土用。 BENSAN |
| オルドゥ | Ünye | 上部白亜系のデーサイト質岩中に賦存。分布範囲も広く推定埋蔵量は5千万トに達する。吸着能が大きい。 | 製紙充填材、活性白土用。 KAYAÇ(SÜDCHEMIKAの系列) |
| キュタヒヤ | Basören | 新世代の凝灰質岩層中に賦存。白色度が高く、吸着能に富む。 | 一時白色ベントナイト用に採掘。 ESAN |

るものであるが、今後の探査によって更に多くの鉱床が発見される可能性が大きいと考えられる。そしてトルコの場合、ベントナイトに対する国内産業からの需要が拡大することは早急には望めないが、むしろその質的な特徴を生かして国外市場へアプローチすることはこれまでの実績から見ても十分可能であろうと思われる。

7. あとがき

この便りをはば書き終えて最後の見直しをしている時に、エルジンジャンでまたも M6.2の地震が発生しました。建築法の改善が遅れていた事もあって、判明した死者の数だけで400人に近いという大きな被害が出たことはよく御存知のことと思います。本当に痛ましい限りですが、これがきっかけとなってトルコでも地震災害に対する対策が早く確立されることを願ってやみません。

参考文献

- Birkan, Ö. and Kartal, G. (1974): Geological Study on the Resadiye bentonite deposits, Tokat Province. MTA Open-file Rept., 5152, 32 p. (in Turkish)
- Iscan, A. and Irkeç, T. (1989): Bentonite deposits in Turkey. Manuscript, 125 p.
- Kalyoncuoglu, A., Yasar, M. and Karabulut, A. (1975): Detailed survey on the Resadiye bentonite deposits. MTA Open-file Rept., 5395, 66 p. (in Turkish)
- 加藤碩一(1983): 北アナトリア地震紀行。地質ニュース, no. 342, 13-29.
- 加藤碩一(1984): 北アナトリア断層(トルコ)東部地域の地震断層について。地学雑誌, 93, No. 2 (861), 17-33.
- 近藤三三(1981): ベントナイト関連製品の物性と応用, 粘土科学, 21, 1-13.
- 日本粘土学会編(1987): 粘土ハンドブック。技報堂刊。
- 吉岡敏和・奥村晃史・Ismail Kusçu (1991): 北アナトリア断層のトレンチ発掘調査, 地質ニュース, no. 440, 60-66.
- FUJII Noriyuki (1992): Letters from turkey (2) —Faults, landslides and bentonite—.

〈受付: 1992年5月7日〉