

552. 51 : 551. 781. 5+551. 782. 1(494)

Lausanne 地方における第三紀漸新統一中新統の
molasse に関する岩石学的研究*

I. P. Vernet**

牛 塚 統 六 訳

2万5千分の1のスイス国勢地図の Morges の図幅 (Morges の部分をあらわした測図) (No. 1242) は、ほとんど動物群がなく、そして全く単調な Chattien 層の地層学的指標に欠けていることをきわめて明瞭に示している。しかしながらこの測図は種々異なつた地帯(zone)の岩石学的性質に基づいた地層学的段階を定めることができた。

この結果によれば、きわめて判然たる性質を有するこれらの地帯は、はたして碎屑堆積物 (apports détritiques) や堆積条件の多くの変化に対応しうるかどうか、またこの場合これらの泥灰岩を構成する粘土鉱物は非常に変化がはなはだしいので、それらの一部に基礎をおいている地層学を許容しうるかどうかについて不審に思われる理由があつた。この場合、地帯の1から他への拡がり小さいために、典型的でない隆起や疑問の属性を結びつけることができたかもしれない。科学的探究に対するスイス国家資本はこの疑問に大いに関心をもっている。

スイス高台の molasse の Chattien 層においては、泥灰岩がきわめて有勢であり、そして砂岩質の泥灰岩と石灰岩に対して、すべての色調の sensu stricto の砂岩を随伴している。砂岩質と泥灰岩質の地層の傍になお光沢のある石灰岩と石炭とが発見される。

そこでこの地層の堆積条件を簡単に述べるのが適当である。漸新統の終りにアルプスの最初の碎屑堆積はその土地固有の堆積物たとえば石炭、光沢のある石灰岩および卵石 (Bersier および Vernet 1955) を妨害することなく、豊富に存在していた。

広漠たる (épannage) 地帯がすべてのスイス高原地域を占領していた。水面に浮び出たデルタの部分も水面から露出しないデルタ部分も碎屑の成分を運ぶ河流のまにまに絶えず移動を余儀なくされていた。この地方は海拔0に近かつた。ゆえに Chattien には沿岸盆地があつて、それが付近の海と一時的に連絡していたことは確かである。

各水準における Chattien 統における軟体動物の化石や鹹水や海水に棲む貝形類の存在によつて以上のことが実証される。この一時的な海が存在、この全体の盆地に拡大する必要はなかつた。それは盆地の不漸の沈下がこの不安定な均衡に便宜を与えずにはおかなかつたからである (Bersier : 1949, 1950 および 1953)。

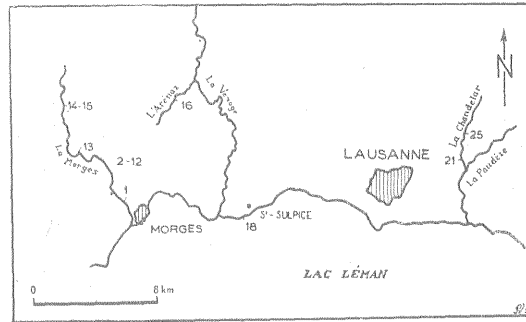
以上述べたことは Chattien だけにあてはまることで、Aquitaniens に関しては大部分の著者が明らかに海洋的として認めている。

検討された標本は Lausanne 付近で次のようにして収集された。すなわち Morges 河の地層学的断面図における地帯別 (parzone) の 2, 3 の標本に対しては、Lausanne の西の Léman 湖に注ぐ小川、—Venoge 河口の東の Léman 湖畔の Saint-Sulpice, 上流では Arénaz の凹地、上記小川の右側の支流—それと Lausanne 北東 4 km にある Paudèze および Chandelar の谷。または Lausanne の周囲 10~15 km 半径にある地域 (第1図)。

この地方の標本について得られた結果を与えたり、議論をしたりするまえに、Morges 河の

* I. P. Vernet : Étude Pétrographique des Sédiments Argileux Oligo-Miocènes de la Molasse de la Région de Lausanne, Revue de L'institut Français du Pétrole, p. 481~487, 1957

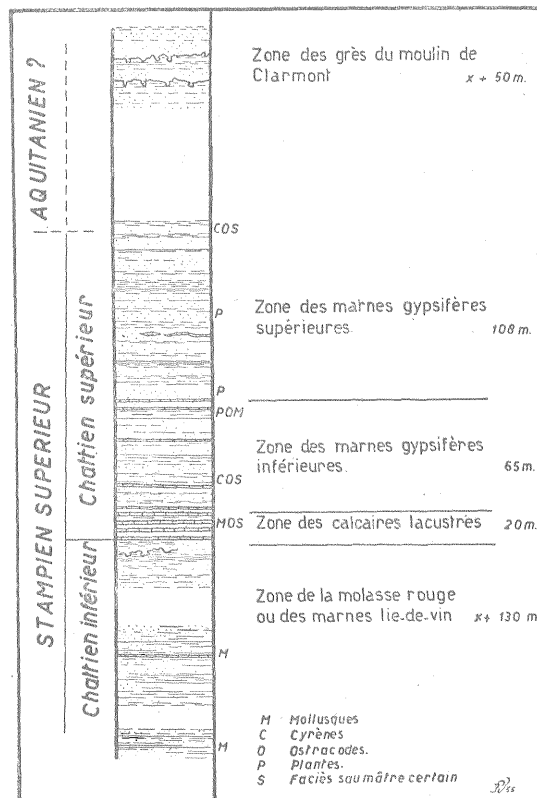
** Université de Lausanne et de Paris



第1図 試料の採取場所を示す図。数字は研究された試料の地層を示す。すなわち La Morge は no. 1~13 まではほとんど中絶のない統でそれに no. 14 と 15 が続く。L'Aréaz においては試料 no. 16, Saint-Sulpice では no. 18, Chandelar では no. 21~25 を示す。

凹地にも当てはめられたような Chattien の地層学的尺度の太線を考慮することが必要である。

第2図でみられるように、それを5つの岩石学的地帯に分けることができる(第2図)。地層の基盤はおそらく Rupélien を代表しているが、これに反し上部は Aquifanien になるであろう。しかしこの双方とも、なんら特徴のある動物化石も正確さももたらさない (Uermer : 1956)。



第2図 標本にとられた断面の地層学的段階

赤色 (Molasse) 帯

これは泥灰岩質の色づいた層で、lie-de-vin 泥灰岩と、緑紫色の泥灰岩質のそして雲母質砂岩の散在する薄い (petits) 粘土質砂岩層との単調な互層をなしている。

この層の頂部に湖成の (lacustres) 石灰岩の第一の層が露われている。同時に堆積物の若干

の変色がみられ、一般的な色調は暗緑色となり、そして縞のある石膏の最初の脈がみえる。

その堆積作用は絶えず平静ではなかつた。そして沼の水面 (niveaux palustres)、黒い粘土、赤い泥灰岩を伴つた緑色砂岩等の存在とこの地帯の頂部のところにある侵食された層とは河流や一時的な露出によつていろいろ堆積状況に変化 (remaniement) をうけた証拠を示すものである。

この“molasse rouge”帯では lie-de-vin 泥灰岩、炭質レンズを伴う黒色泥灰岩および沼の泥灰岩が収集された (標本 Nos. 1—3)。

湖成石灰岩帯

狭い間隔で多くの湖成石灰岩の層 (薄層) があるのが、この地帯の特徴をなしている。いくらか砂岩がかつた灰色の泥灰岩・黒色粘土、および不調和 (en discordance) な縞目の石膏脈が湖成石灰岩の間に挟まつている。

これは Chattien 層の中で動物化石に豊富な唯一の帯である。この地帯は Limée, Hélicidés, Ostracode の動物化石と Chareée の種子とを産出した。

Morges の地質断面図近くの断面図からとれる灰色泥灰岩は代表的な湖成的 (liminique) 外観を有し、鹹水の Ostracodes (貝形類) の動物化石を提供する。縞目のある石膏の脈のある灰色の泥灰土の標本、白い殻の軟体動物化石を伴つたその他の泥灰岩、および湖成石灰岩がこの地帯から収集された (標本 Nos. 3—6)。

下層石膏質泥灰岩層帯

石膏が非常に豊富になる。その形は縞目の石膏の discordants な脈もあればまた粒の形、すなわち堆積物の全体に散在する団塊 (nodules) や節理 (diaclasses) の中に縞のある岩瘤 (amas filandrenx) の形をしているものもある。この石膏はこの層の頂部近くなると消滅する。同時にそこには硫化鉄の層がある。植物の形の定まらない残骸は亜炭質岩瘤を形造つている。この層の頂部にいくと湖成石灰岩層の数が減少すると砂岩層が有勢になり、その数も多くなる。

この層では植物の残骸のある砂岩と石膏のレンズ (lentilles) を伴うところのいくぶん砂岩質の泥灰岩の標本が収集された (標本 Nos. 7 および 8)。

上層石膏質泥灰岩帯

このまへの層とかなりよく似ており、この層にも石膏が現われており、このまへの層と同様この層の頂部のところでそれがなくなつている。

一般的色調は暗緑色であるが、しかしこのまへの層よりも目立つており、植物の残骸もまたその数が多い。

この層において採集されたのは次のとおりである。すなわち暗緑色の薄い泥灰岩、暗緑色の粘土質砂岩、軟体動物の残骸のある黒色がかつた滲透性の砂岩、Cyrènes における痕跡のある砂岩、および凝固し暗緑色の泥灰岩 (標本 Nos. 9—13) がこれである。

なお Cyrènes の泥灰岩は典型的な海洋性を有する Haplocytheridea dacica (Hejjas) すなわち Ostracodes (貝形類) を含んでいる。

Moulin de Clarmont の砂岩帯

一つの時間的間隙によつて前記の層からへだてられている。この堆積物の一般的な色調は、この下層の頂部と同じく暗緑色であり、この層がすでに Cyrènes 砂岩の中に現われるのを否定しない。塊状砂岩の大きな層が乗つている泥灰岩にある2つの凹凸に注意しよう。これら海浸の岩相、有勢な砂岩層、動物化石の欠如、これが Aquitanien の石灰質青砂岩と Chattien のそれを区別する標識となる。

なおこの層を Aquitanien の基底部または Chattien の頂部へ含ませるかの問題は、この

層を区劃する動物化石がないので、現在のところ仮定的である。

この層からは lie-de-vin 泥灰岩と暗灰色の粘土質砂岩が採集された(標本Nos. 14および15)。

確定されたおのおのの岩石学的地層の中から採集された標本は、これらの層の典型的な堆積物を現わしている。それぞれの層におけるその頻度数によつてその地層の正確な個性を作つたのはこれらの標本である。これらの標本は明白な地層学的の目的をもつて採集された。われわれは種々の方法によつてこの領域の中で得られた諸々の結果を検討しよう。

われわれは Morges 地方以外で採集された標本について一瞥しよう。すなわち Saint-Sulpice においては、Ostracodes (貝形類) および軟体動物の化石がそれを証明しているとおり、この検討された泥灰岩は海洋型の環境に堆積したものである。Arenaz においてはその Ostracodes (貝形類) は湖沼的の堆積環境を示している。Chandelar で採集された標本は Aquitanien の年代のものである。この標本はその結果をその年代がおそらく Aquitanien であるところの Moulin de Clarmont の砂岩地層の堆積の結果と比較する目的で研究された。

粒 度 測 定

A. Rivière (Munire et Rivière, 1946, 1948) によつて述べられたところの簡單化された Andreassen の落滴管 (定量吸液管) の方法によつて得られた堆積曲線は、堆積過程における種々の段階を示す。

超微粒 (ultra-fins) においてはすべてが系統的に水平軸承層 (palier horizontal) をあらわす。

これらの曲線の実験が提起する問題は目下のところ解決の途中にあり、われわれはこの問題の広大なことを考慮し、この問題をそのみにあてられた覚書の中で検討することにしたい。

X 線による分析

X 線はいわゆる plaquettes orientées (方向を定めた小冊子) の技術に従い、ある程度 des dichromique (2つずつに分かれたスバナ) に似た方法を使用して行なわれた。この方法は A. Rivière によつて修正され、特別な場合を考慮して改良された (Rivière, Visse, Fridman et Verner : 1954)。

われわれはこの技術についての検討はしないことにする。それは A. Rivière の著述にすでに述べられ、こんにちでは人々によく知られているからである。

この一般的分析表でみると、雲母質粘土はいたるところ有勢である。われわれはよく雲母質粘土といっているが、しかし最も多くの場合これは白雲母、時としては illite またはその両者の混合物であることを決定することができた。

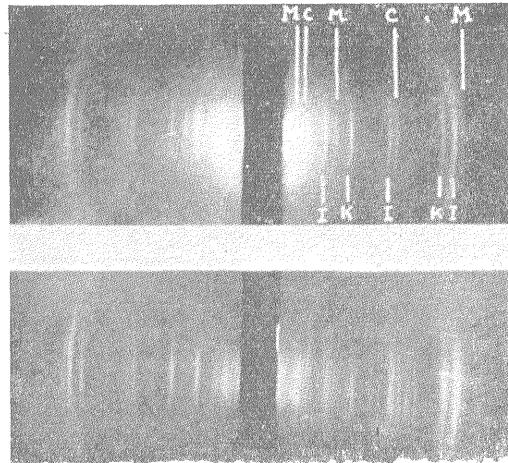
われわれの説明では普通の高陵石およびX線のスペクトルの中で 7.1\AA および 3.5\AA の光線によつて表わされる鉱物を "kaolinite" と呼んできた。

しかし普通の高陵石の光線に対応するこれらの光線は sensu stricto の高陵石で行なわれる時とは反対に、酸処理の後では消滅する。

第一の仮定は、 14\AA 光線の存在がこの仮説を道理あるものとするから、緑泥石が問題であることを考えるべきことであろう。しかしながら塩酸の攻撃の残留液の中では、われわれはマグネシウムの不確定な痕跡しか決定しなかつた。

他方において 7.1 および 3.5\AA の光線は約 530° 以上になると全々消滅する。このことはたとえ鉄分を含有する緑泥石でもその属性に対する疑問が起こるのである。そのうえ 14\AA および 7\AA の光線の強度のあいだにはなんらの不変性 (constance) はないように思われる。

最後にわれわれは緑泥石を含有しない標本と未確定の鉱物を含有する標本とに出会した。このことは緑泥石の属性をこれらの光線から決定的に除外することを考えさせる。であるからこれらの粘土の中に、普通の高陵石とは別のしかも高陵石のグループに入るところの、 7.1 および 3.5\AA 光線に対する一種の鉱物が存在することを考えざるをえない (第3図参照)。



第3図 鉱物の集合状態の方位によつてえられた X線スペクトル
 これらのフィルムは試料7および24からグリセリンフィルムを使用してえられたものである。これらは試料7においてモンモリロン石のスペクトル線約8.5Å(002)を除けば非常によく似ている。グリセリンは衝撃点(point d'impact)の側のスペクトル線をボカしている。
 M=モンモリロン石 C=緑泥石または蛭石 I=illite または 白雲母=雲母粘土
 K=高酸石または決定できない鉱物

緑泥石はほとんどいつでも存在しその量は場所によつて異なるがそれは決して少なくはない。これはほとんどの場合鉄を含有する。一度だけ膨張した緑泥石を随伴していた。

含水黒雲母(hydrobiotite)はまれで、これは附随的鉱物と考えるべきである。

蛭石の存在も含水黒雲母と同様である。しかしながらその決定はそれが緑泥石やモンモリロン石(montmorillonite)と結合しているときは、この研究の粘土の場合の大部分がそうであるように、なかなか面倒である。

蛭石を緑泥石から区別するには、いくぶん困難が伴うが塩化カルシウム処理が使用された。この処理方法は蛭石を15Åの光線へ、緑泥石を14Åに当てる。そして薄板にグリセリンを塗るとモンモリロン石を17Å光線の方へ遠ざける。この処理方法は緑泥石を14Åにあてモンモリロン石と蛭石を11Åにまとめる塩化アンモニア法よりもよく区別ができる。しかしながら周知のごとく、montmorilloniteの基準光線は一般的に多少散慢になるから非常に弱い網の目差(格子間隔 *écarts réticulaires*)を測定し区別することは不可能に近い。

モンモリロン石はほとんどの場合かなり大きい割合で存在し、そしてその起源も粘土質鉱物層のその他のものと同様必ずや碎屑的なもの(*détritique*)であろう。

斜長石・アルカリ含有長石・白雲岩および石英のような附随的な鉱物もX線の図表にあらわれる。方解石は全的に除外され、そして酸による炭酸除去(*décarbonatation*)の時に白雲岩の大部分も除外された。大部分の石英・長石ならびに重鉱物は網の目の大きさが40μ級の篩の上で除去され集められた。

示差熱分析(L'analyse thermique différentielle)

この分析図表はフランス石油協会で作られた。この図表はその得られた結果をX線によつて補足する。その装置や方法については、すでにこの雑誌の以前の号(Baron:1956)に発表されたから、ここでは述べないことにする。

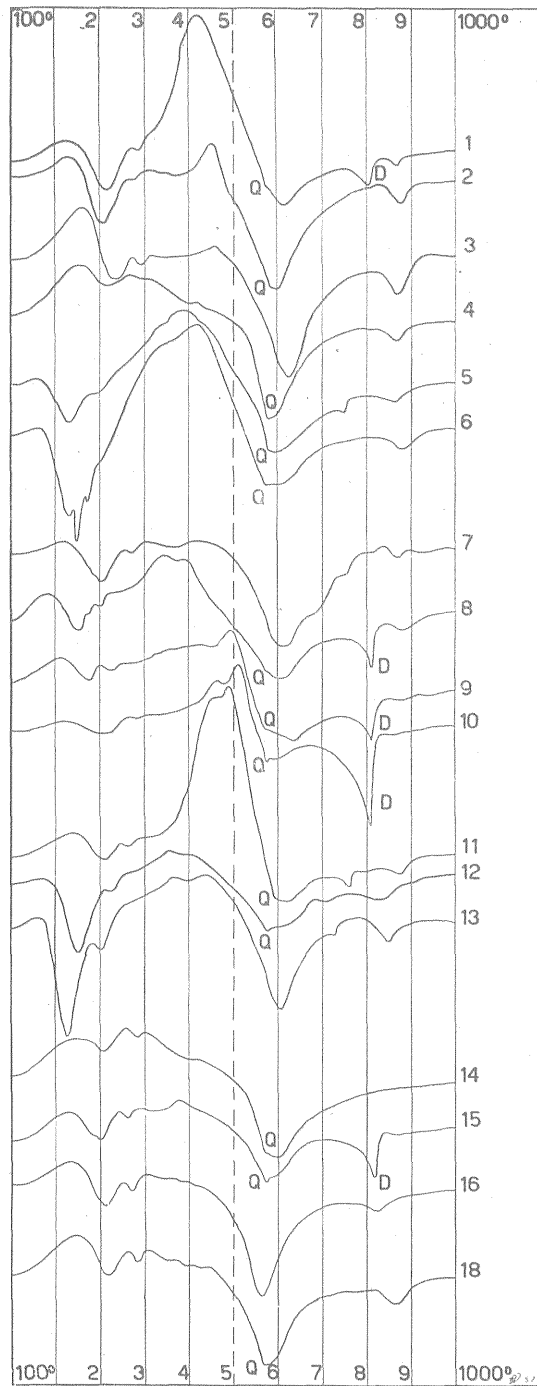
この層の図表(第4図)は非常に類似しているが、しかしそれらの解析は若干の興味ある参考資料をもたらす。すなわち

すべての粘土は水和作用を起こした3つの地層にある粘土鉱物の存在と有勢とを示している。この鉱物は100~200°のあいだにある2つの吸熱ピーク(*pics endo thermiques*)と500~600°のあいだの一つの新しいピークと800~900°のあいだにある最後のピークによつて図表に表わされている。

3つの水和した地層にあるこの鉱物はおそらく種々異なつた割合に存在するモンモリロン石

と illite との混合物であろう。

図表中の一つはこの3地層にある鉱物が他のすべての鉱物から分離していることだけしか示していない。これは No. 16 の図表である。100~200° のあいだにある最初の吸熱は常に次の吸熱よりも強い。



第4図 示差熱分析図
Q:石英, D:ドロマイト, 1~18:試料No.

石英は標本 Nos. 3, 7, 13 および 16 を除外すれば、すべての標本において大きな割合で表われている。この鉱物は約 570° の吸熱ピークで表わされる。その典型は図表 Nos. 10, 12, とくに 15 である。

白雲岩は一般的に 800° 以上の 2 つの吸熱ピークを表わす。実験された標本の場合においては、白雲岩のような二重炭酸塩 (carbonate double) に、作用を及ぼさずにはいられなかつた二酸化炭素の除去のことを考慮に入れる必要がある。

塩酸が白雲岩の組織を破壊することなく、マグネシウム分子をそのままにしておきながら炭酸カルシウムの一部分を除去しうることが可能性がある。この鉱物は図表の Nos. 1, 8, 9, 10 および 15 に表わされている。

300~350° のあいだのほとんどすべての図表の中に、場合によって簡単または複雑な吸熱ピークが表われている。その形は不確定的でそして時にはその結晶が悪くまた不純物に遭遇することもありうる。これはたいてい菱鉄鉱・硫黄または有機物である。

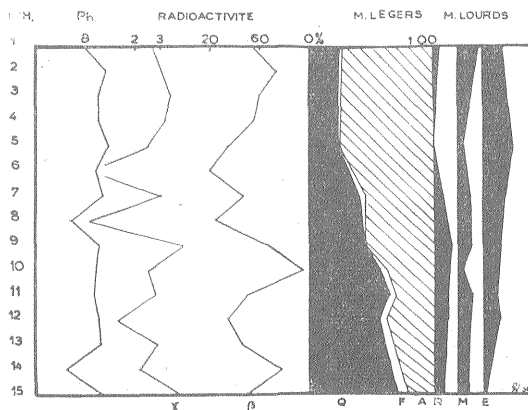
ここでいつておく必要のあるのは、緑泥石は示差熱分析には適さない鉱物であるということである。それにこの鉱物の割合が一般的に少ないことを附言すれば、それらが図表の上に全然表われないといつてもなんら驚くに足りない。

なお注意を喚起したいことは、これらの粘土の二酸化炭素除去が示差熱分析に対するその反動の上に影響を及ぼさないことはないということで、それはそのピークが鋭さを失ない、そして図表の線が活気を失なうことによつてもわかる (Kerr, Kulp et Hamilton : 1949)。

放射能

われわれはガイガー管の計数器を使用して、 β 線においては非常に高い効率また γ 線においては約 1% の効率の放射線を測定することができた。

β 線は標本によつて著しく変化するが、 γ 線はよりコンスタントである (第 5 図)。



第 5 図 Chattien と Morges 層との比較曲線図

γ : 放射線, β : 放射線, Q: 石英, F: 長石, A: 風化鉱物, R: 耐火鉱物, M: 変成鉱物, E: 噴出岩

湖成石灰岩、石膏の大きいレンズを伴なう泥灰岩および石灰セメント砂岩をそれぞれに現わしている標本 Nos. 6, 8, 12 を除けば、標本はすべて泥灰岩または砂岩質泥灰岩である。それらにおける β 線は非常に弱く、石灰岩の場合とはくに弱い。

標本 No. 10 と 12 とは非常に接近しており、しかも 10 の光線は 12 の光線の 3 倍である。ところが 10 は暗灰色の泥灰岩で 12 はさきに示した砂岩である。であるから砂岩の粒は放射要素を少なく含有する。このことは粘土がこれらの放射要素を吸収する可能性が大きいこと、およびいくぶんかの放射能を現わす可能性のある重鉱物を最も少なくまたは完全に欠如しているポタシウム鉱物 (主として illite および長石) の存在を示すものである。

顕微鏡的実験

軽鉱物

これは石炭と長石とその変質鉱物 (altérite) に区別される。このうちの第3クラスの中にはその区別ができないような非常に変質した鉱物が入れられた。この範ちうの中に多くの長石、とくに斜長石が入るのはもちろんである。多くの計算が行なわれたが、しかしこれらの計算では軽鉱物の真の混合物の説明はもたらされない。われわれにとつてはそれらはとくに堆積物の変質の度合を示してくれる。

この軽鉱物および重鉱物の問題は本誌のこの号に発表され、これよりもはるかに詳細にそして権威をもつて取り扱われている。この研究に対して A. Vatan は砂岩鉱物を選んだが、われわれはわれわれが使用した粘土の大きなものしか捕えなかつたところの40 μ の網の目の篩の上に残つた部分の研究しかなかつた。それで集められた実験試料はあまりに小さすぎて、しかもあまり豊富でなかつた。

重鉱物

使用された方法を記述することが問題点ではない。端的にいえばこの方法はこの研究の一部が行なわれた (Vatan : 1954 a および 1954 b) フランス石油協会の A. Vatan 研究室で使用された方法である。分類に使用された液体は液体化合物である。

計算は行なわれなかつたが、種々の鉱物の各組成の重要度について評価された順序を斟酌した単なる評価がなされた。

抵抗 (résistants) の強い鉱物・ジルコン・金紅石、および電気石はなんらの徴候をも示さない。その他の鉱物はより徴候的である (この問題についてはこの号に載っている A. Vatan, P. Rouge, F. Boyer のノート参照のこと)。

緑簾石および Chloritoïde は光沢ある片岩を特徴づける。Savoie 地方の十字石と藍晶石は多分中央高台の雲母片岩からきたものであるが、しかしわれわれの地方においてはアルプスの変質作用は méso 地帯まで到達し、同様にこれらの鉱物を包含することができるともかもしれない。とくに紫蘇輝石・輝石および褐色角閃石のような火山鉱物に注意することが必要である。

結 論

粘土質鉱物は水準層として興味を失なつていくように見え、それらの同質性はあまりに大きく、その附随的な鉱物のみが変化しており、そしてそれらの変化は完全に不規則であるようにみえる。

結論としてとくにこの場合これらの粘土は地層学的尺度を定めるための用をなさない。

合理的な希望がもてるどころの唯一の利用方法は重鉱物の方法である。

粘土の碎屑的起源 (origine détrique) はなんら疑問はないように思われる。すなわちそれはモンモリロン石を含めてアルプス山脈全体から生じている。それは Chattien の粘土に噴出岩の重鉱物を供給し、しかもその分布面積が Chattien 粘土のそれよりも広い範囲に及んでいるはずである。

アルプスの岩石を構成する粘土鉱物の岩石学的な知識は、かなり多数の地層 (niveau) の中にあるモンモリロン石の発見に導くであろう。

Chattien からモンモリロン石が存在することは、また温くなる気候の変化の徴候となることができるかもしれない。すなわちその存在に近代のそして局部的でない火山噴出に関係があるようである。

文 献

- BARON (G.) 1956. — Analyse thermique différentielle. Principe, appareillage et possibilités d'identification des minéraux argileux et des carbonates naturels. *Revue Inst. Fr. Pétrole*, **XI**, 6, juin, p. 818-831.
- BERSIER (A.) 1949. — La sédimentation cyclique de type molassique paralique en fonction de la subsidence continue. *Sédimentation et Quaternaire*, France, p. 9-15.
- BERSIER (A.) 1950. — Les sédimentations rythmiques synorogéniques dans l'avant-fosse molassique alpine. *Congrès géol. intern.*, 18^e session, Londres, p. 83-92.
- BERSIER (A.) 1953. — La sédimentation cyclique des faciès détritiques molasse et houiller, signification et causes. *Revue Inst. Fr. Pétrole*, **VIII**, n^o spécial, p. 51-57.
- BERSIER (A.) et VERNET (J.-P.) 1955. — Un cas d'oolithisation en faciès détritique. *Bull. soc. vaud. sc. nat.*, **66**, 290, p. 205-225.
- KERR (P. F.), KULP (J. L.) et HAMILTON (P. K.). — Differential thermal analyses of reference clay mineral specimen. *A. P. I. Research Project 49. Columbia University, New York*, May 1949.
- MUNIER (P.) et RIVIÈRE (A.) 1946 et 1948. — Contribution à l'étude argiles céramiques. *Publ. Inst. Céram. Franç.*, 2 fasc.
- RIVIÈRE (A.), VISSÉ (L.), FRIDMAN (R.) et VERNHET (S.) 1954. — Nouvelles recherches sur les argiles sédimentaires. *Bull. Group² franç. des Argiles*, **VI**, nouv. série, 1, p. 13-18.
- VATAN (A.) 1954. — Cours de pétrographie à l'École Nationale Supérieure du Pétrole et des moteurs. *Institut Français du Pétrole*; en vente: Société des Éditions Technip, 2, rue de Lubeck, Paris.
- VERNET (J.-P.) 1956. — La géologie des environs de Morges. *Eclog. geol. Helv.*