

岐阜県多治見・土岐地方の耐火粘土鉱床の研究
——第1報 小名田木節の産状および組成について——

藤 井 紀 之*

Study on the Fireclay Deposits in Tajimi
and Toki Districts, Gifu Prefecture

——The 1st Report Geological Occurrence and Some Mineralogical Properties
of So-called “Kibushi-clay” Deposits at Onada, Tajimi-shi——

By
Noriyuki Fujii

Abstract

Either of Tajimi and Toki districts is one of the main fireclay producing areas in Japan. The sedimentary processes and origins of the fireclay deposits in these districts have been investigated by the writer.

The name “kibushi-clay” is usually used for a soft and plastic underclay among sedimentary fireclays. At Onada, a few “kibushi-clay” beds are intercalated in the Pliocene Tokiguchi formation, which was deposited in a non-marine swamp, overlying on the Paleozoic and Miocene basement rocks.

Most of “kibushi-clay” in this area are composed mainly of disordered kaolinite and fine-grained quartz, accompanying dioctahedral montmorillonite. Small amounts of illite are included in some “kibushi-clay,” too.

In this report, it is considered that clay mineral distribution in the Tokiguchi formation is likely to be affected by its sedimentary process.

要 旨

多治見市小名田地区の夾粘土層（土岐口累層）は、古生層および中新統を基盤とする複雑な形状の湖盆に堆積したもので、ほぼ水平に近い分布を示し厚さは最大35mに達する。本累層は礫・砂からなる下部層と、おもに粘土・砂・細礫からなる上部層とに区分することができ、上部層には数枚の亜炭層が挟在し、その上下盤にしばしば木節粘土層を伴っている。またこれらの岩層を軽い不整合に覆って厚い砂礫層（土岐累層）が広く分布している。

夾粘土層の発達状況は基盤の古地形と、それに関連する水の流路によって顕著に支配されるもののようで、これは木節粘土層の消長はもちろん、粘土鉱物の分布とも密接な関係がある。

木節粘土を構成するのは主として disorder 型のカオリ

* 鉱床部

ナイトと細粒の石英で、しばしばモンモリロナイトを、また一部にはイライトをも随伴する。耐火度はSK26から33までで、ばらつきが激しい。とくにイライトの存在は耐火度を低下させる要因であると考えられる。なお当地区に賦存する木節粘土（SK26以上）の埋蔵量は約180万tと予想される。

1. 緒 言

木節粘土および蛙目粘土はわが国の代表的な耐火粘土として知られ、耐火性および可塑性に富むところから耐火物・陶磁器等の原料として広く使用されている。

そのおもな産地は、愛知県瀬戸市、西加茂郡西部と岐阜県多治見市および土岐市を中心とする一帯で、この地方だけで本邦の耐火粘土の約60%を産出している。この地方からは、他にもけい砂をはじめ多くの窯業原料資源が採掘されており、非金属資源の産地としては本邦でも重要な地域の一つである。

したがって、その地質・鉱床についても古くから多くの調査・研究が行なわれている。しかし夾粘土層の対比、あるいは耐火粘土の主成分であるカオリン鉱物の生成過程など、なお議論の余地の残されている問題も少なくない。

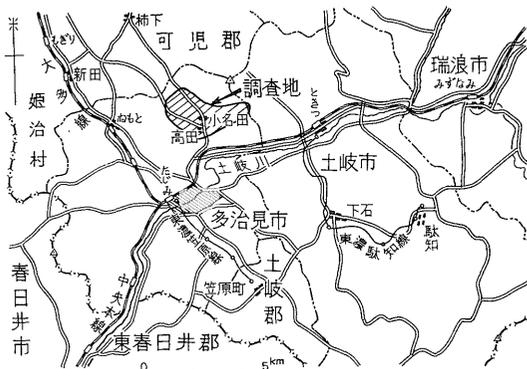
筆者は昭和36年以降5年間にわたって、岐阜県多治見市および土岐市一帯の耐火粘土鉱床の研究に従事してきた。同地区の耐火粘土に関する研究は瀬戸地区のそれに較べてやや乏しく、とくに個々の鉱床に関する記載が少ない憾みがある。したがってこの一連の報告では、まず各地区の鉱床の産状、粘土の組成などについてできるだけ詳細な記載を行なうこととし、夾粘土層の対比および堆積機構、粘土鉱物の起源などに関する総合的な考察はその後に予定している。

この報告はその第1報であって、多治見市北部の小名田・高田地区の耐火粘土について、その産状および性質を中心に記述した。調査に当たっては当所地形課野沢宇昭技官¹⁾の実測による5,000分の1地形図を使用した。なお現地調査の際、多治見市商工課および小名田木節共同組合の方々から種々御協力をいただいた。また岐阜県陶磁器試験場の太田転平・朽名重治両技師からは、多大の便宜を供与していただいたうえ、試料の耐火度試験も行なっていただいた。これらの方々はこの機会に深く謝意を表する所である。

2. 調査地域

2.1 位置および交通

調査地域は多治見市の北部、小名田町および高田町に跨る一帯で、高田・小名田両部落を中心とする東西約3km、南北約2kmの範囲である。中央線多治見駅からバスで15分程度の道程であり、道路の発達もよく交通至便



第1図 位置図

注1) 現応用地質部

といえる。

2.2 鉱業権

調査地域に存在する鉱業権は次表のとおりである。(調査当時)

第1表 小名田地区の鉱業権

登録番号	鉱種名	鉱山名	鉱業権者
岐阜県探掘権 869号	耐火粘土	小名田	小名田木節(尙)
” 試掘権 8404号	”	浅岡小名田	浅岡商店
” 探掘権 961号	”	愛誠	片山宗次
” 租鉱権41・42号	”	共立小名田	共立窯業原料(株)
” 探掘権 786号	耐火粘土・けい石	奥村小名田	奥村 譲児
” 960号	”	”	”
” 961号	”	”	”
” 試掘権 8611号	けい石	丸洋	伊藤 洋一

2.3 鉱業の現況

当地区において木節粘土の探掘が活発になったのは戦後のことで、それまでは自家用陶磁器原料として小規模な探掘が行なわれたにすぎない。

現在稼行の対象となっているのは、木節粘土のほかけい石があり、また陶磁器原料や窯土などに用いられるシルト質の陶土も若干量探掘されている。調査当時の月産量は、小名田地区全体で木節粘土約5,000t、けい石(丸洋、奥村第一の両鉱山のみ)約400t、他に陶土若干量である。各鉱山とも、大部分は機械力を利用して露天掘を行なっているが、奥村第一鉱山および浅岡北山鉱山では斜坑または立坑によって木節粘土を採掘している。

3. 地形

調査地域の周縁は標高200~250mの丘陵性の山地が囲み、その間を開析して流れた小名田川・西洞川および金蔵川が高田部落付近で合流して高田川となり、小規模な沖積平地を形成している。

丘陵性の山地は、一部古生層が露出する部分を除けば大部分が上部鮮新統とされている砂礫層からなり、一連の沖積平坦面の名残りと考えられるものである。しかしその最大標高は南西部では200m、北部では230m、東部では250mというように若干の相違が認められる。これは堆積後の傾動運動の影響である可能性が高い。

4. 地質および鉱床

4.1 地質概説

調査地域の地質は、主として古生層とこれを基盤とし

て狭い盆地内に堆積した中新統および下部鮮新統の地層、さらにこれらを覆って広く分布する上部鮮新統の厚い砂礫層からなっている(第2図)。古生層は主として調査地域の北部から高田区山の北方へかけて広く露出している。また金蔵川流域、高田川下流、奥村第一鉱山付近などにも小規模な露出が認められる。古生層を構成するのは大部分がチャートで、一部金蔵川流域では黒色頁岩が分布している。チャートはほとんどが板状を呈し、北部にはマンガンの採掘跡がみられる。全体として、走向はほぼEWでNまたはSに70°以上の急傾斜をなすことが多い。

なお当地区のチャートには、局部的ではあるが異常に脱色・変質されて、白色の脆弱なけい石を生じているものがある。鏡下での観察によると、新鮮なチャートの場合には微細ではあるが石英粒の形が明瞭に識別できる。しかし変質を受けたけい石の場合には異方性を示さない部分が多くなり、異方性を示すものも結晶の外周が不鮮明になっている。このけい石は丸洋・奥村第一の2鉱山で採掘されているが、いずれの場合にも鮮新統に直接覆われた基盤の表層部に賦存しており、変質作用は表層から下方へ向かって進行した形跡がある。けい石として稼行し得る部分は、厚さ10m以下である。産状からみて鮮新統堆積当時に著しい風化を受けて変質されたものである可能性が高い。

中新統は小名田川および西洞川に沿う低地に分布する。多くは淡緑色ないし褐色の凝灰質砂岩または頁岩で、一部には軽石凝灰岩も認められる。また小名田鉱山で行なった試錐の結果によると、基盤潜丘の近くでは厚い角礫岩に移化している。岩相から瑞浪層群の明世界層に相当するのではないかとされているが判然としない⁴⁾。概して10~15°の低角度の傾斜を示すことが多いが、露出範囲が狭少なので詳細は不明である。

鮮新統はいわゆる瀬戸層群³⁾であって、下位の土岐口累層と上位の土岐累層とに大別される⁹⁾。

土岐口累層は、上記の先鮮新系の岩層からなる不規則な形状の盆地に堆積した地層である。層厚は最大30m程度で、おもに花崗岩および古生層に由来すると思われる礫・砂・粘土等からなっている。数枚の粗悪な亜炭層を挟有し、亜炭層に伴っていわゆる木節粘土層が発達している。

土岐累層は調査地域全域にわたって広く分布する。下位の土岐口累層とは軽い不整合の関係にある。主として径5~10cm程度の円礫と、これを膠結する砂からなり、きわめて淘汰が悪い。礫の大部分は古生層のチャート・ホルンフェルス・頁岩などで、その他石英斑岩の礫もし

ばしば含まれている。層厚は当地区では最大40m程度と推定される。

土岐口累層は、その堆積盆地の形、堆積相などからみて、陸成の河川または湖沼成の地層と考えられる。これに対し土岐累層は、この地方一帯に広く分布し、広大な沖積平坦面を形成したとみられる地層で、その産状からいわゆる氾濫原堆積物と考えられている⁹⁾。なお調査地域の土岐口累層からは *Pinus sp.* の実を多く産し、三木茂²⁾ の *Pinus trifolia bed* (下部鮮新統) に対比し得ると思われる。

瀬戸層群はほぼ水平に近い構造を有しており、ほとんど変動を受けていない。わずかに西洞川沿いに2~3の小規模なNW性断層が確認された程度である。ただ土岐口累層の賦存水準、土岐累層上面の標高差からみて、調査地域のENE側が傾動運動で若干隆起した可能性がある。しかし隆起量はそれほど大きなものではなく、もっとも高く隆起した高田区山付近と中央部との隆起量の差は約20mと推定される。

4.2 夾粘土層(土岐口累層)の層序

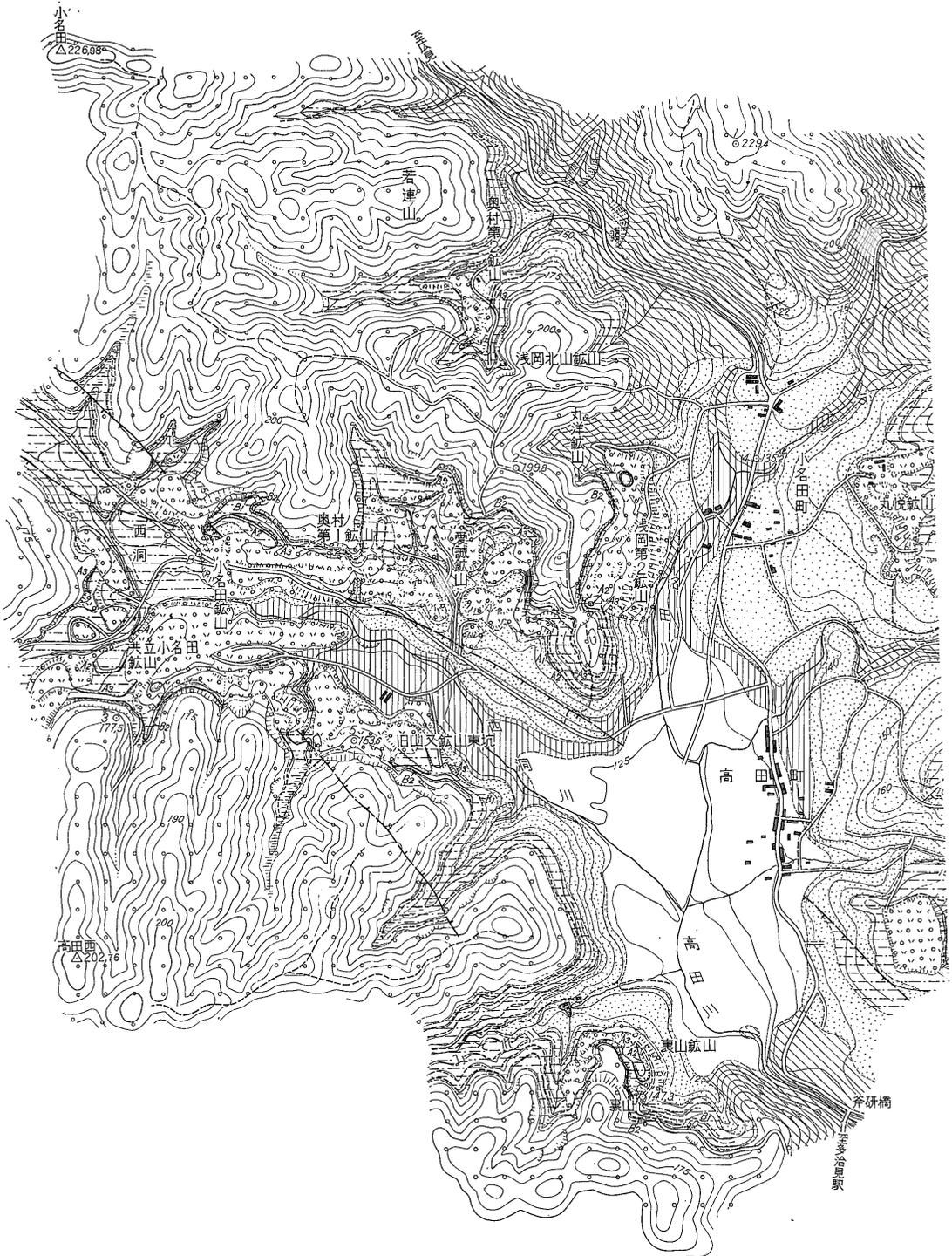
上述のように、木節粘土は土岐口累層中に挟在する。本累層は岩相によって、おもに石英質砂・礫からなる下部層と、粘土・シルトおよび砂(細礫を混じえる)の頻繁な互層からなる上部層に区分することができる。亜炭および耐火粘土はすべて上部層中に挟在する。一般に上下および水平方向への岩相変化が著しく、個々の単層の発達状況も場所によってかなり異なっている。層厚は最大35mに達する(第3図)。

4.2.1 下部層

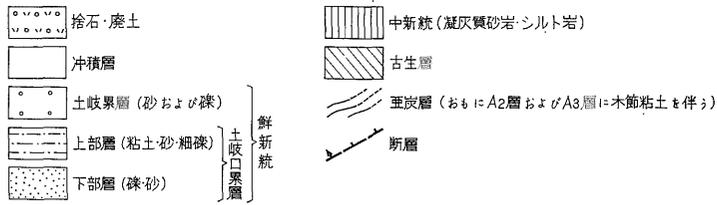
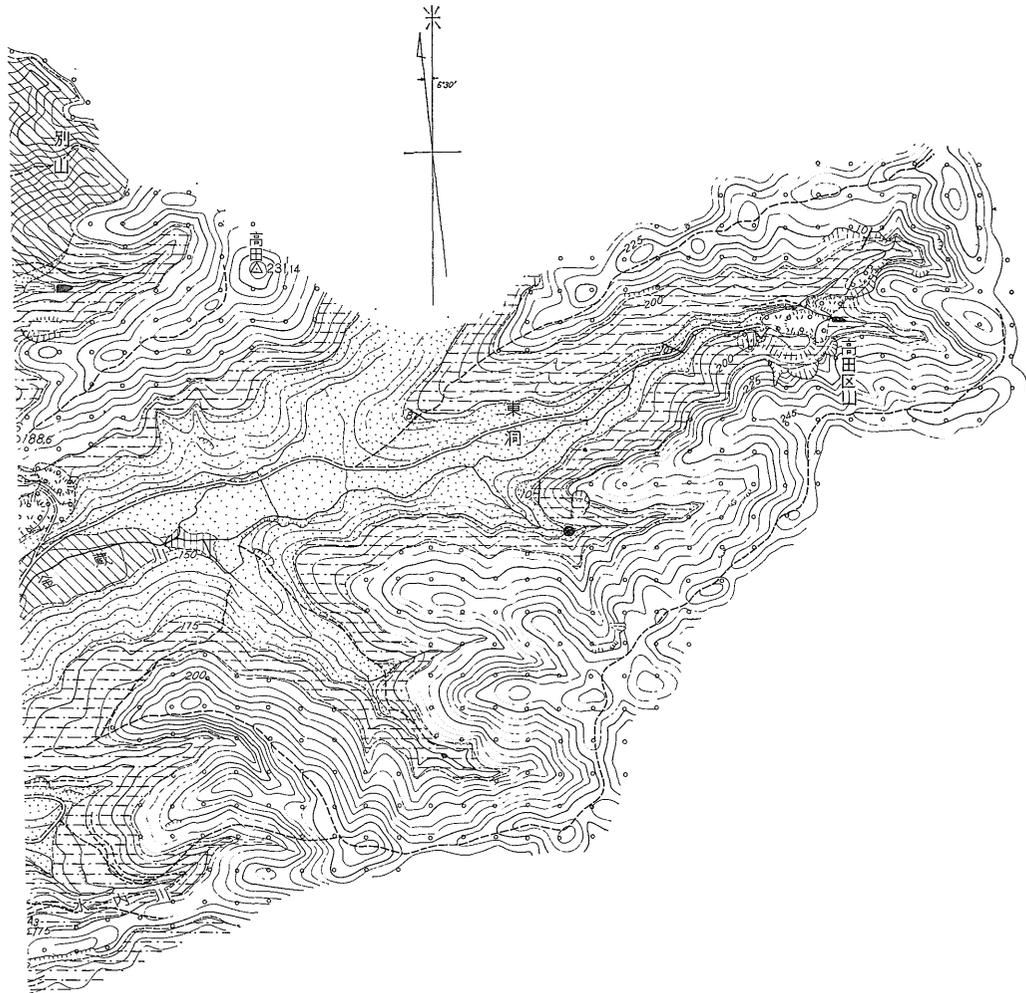
下部層は層厚0~20mと推定される。調査地の東部金蔵川流域一帯でもっともよく発達し、西部の西洞川沿いでは薄くなる傾向が認められた。とくに基盤の潜丘に接する所ではまったく尖滅して、上部層が基盤を直接に覆っている。主として、基底の礫層と中~粗粒の石英質砂層からなるが、ときに黒雲母質砂の薄層を挟み蛙目けい砂に類似する粗大な石英粒を混じえることがある。また高田区運動場北方の谷で、上部層との境界付近に厚さ10cmほどの白色粘土層がみいだされた。きわめて軟弱で均質であり、凝灰岩から変質したものである可能性がある^{注2)}。しかし連続性に乏しいため、正確な性質は不明である。

基底礫層は下部層の下底に広く分布するが、層厚、礫

注2) 類似の粘土は大洞地区に広く賦存し、神明カオリンの名で知られている。これは凝灰岩がハロイサイト化したものであることが判明している¹⁰⁾。詳細は第2報を参照されたい。

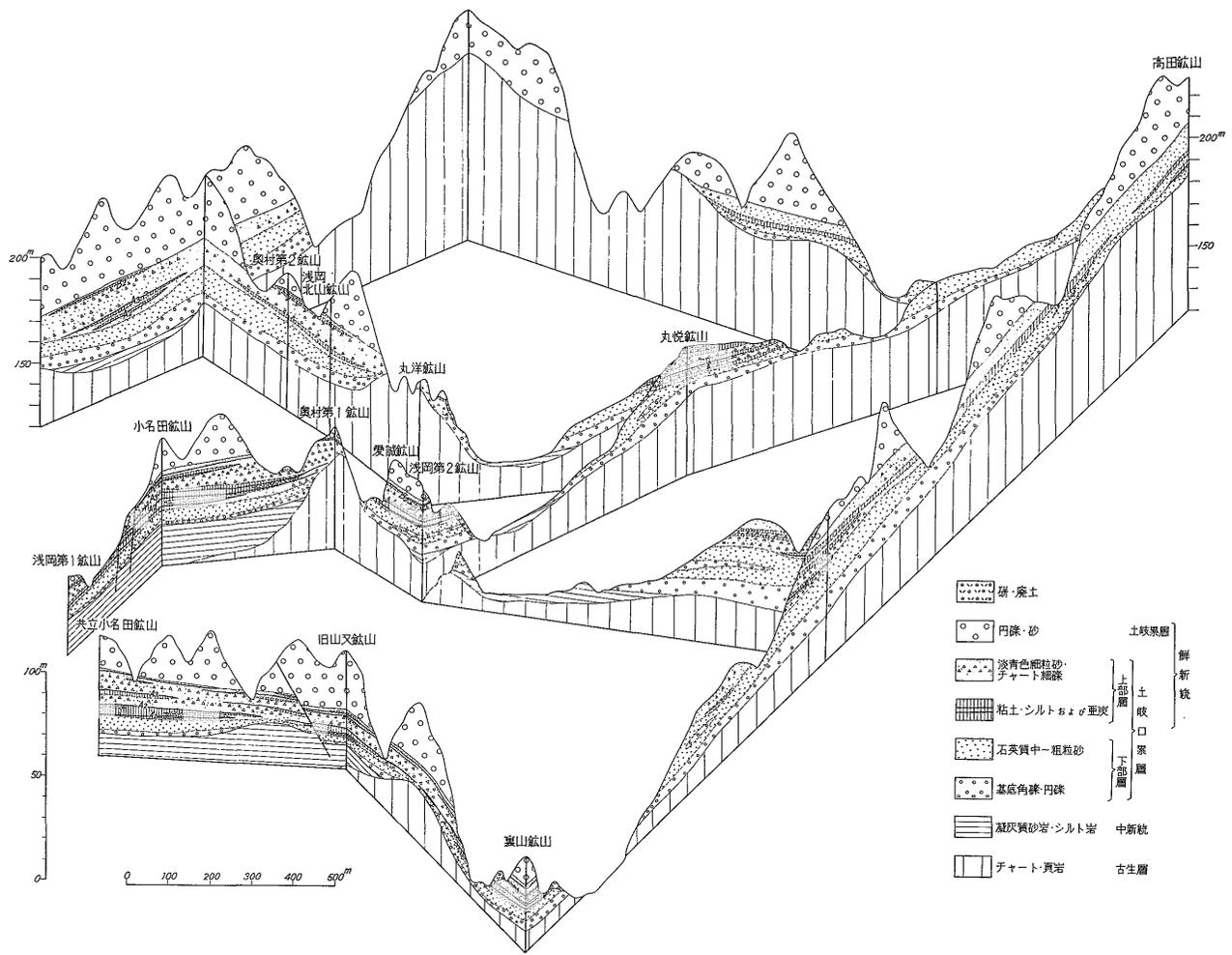


第2図 多治見市小名田



0 500^m

付 近 地 質 図



第3図 小名田付近立体地質断面図

の大小および円磨度などは基盤の地形と関連してかなり変化に富んでいる。すなわち基盤表面が平坦な所では礫も小さく厚さも薄いのにに対し、やや基盤表面に傾斜面が発達している東部地区では、チャート・砂岩・頁岩等の円礫(径10cm内外、最大50cm)が厚く堆積しているのが認められた。東部地区の礫層の厚さは最大10mに達すると推定される。また奥村第一鉱山付近に存在する潜丘の周辺や堆積盆地の北縁などのように、基盤がやや急な斜面を形成している所では、径10cm内外のチャート角礫(一部亜角礫)が崖錐状に堆積している。

次に石英質砂層は、かなり淘汰された中～粗粒の石英粒からなり、ときに相当量の黒雲母を随伴する。厚さは数m程度である。元来灰白色であったと考えられるが、上部層から溶脱されて沈着したと思われる水酸化鉄によって汚染され、褐色斑状の模様を呈することが多い。少なくとも愛誠鉱山以東の地域に広く分布し、高田区山西方ではしばしばシルトの薄層を挟んで偽層が発達している。

4.2.2 上部層

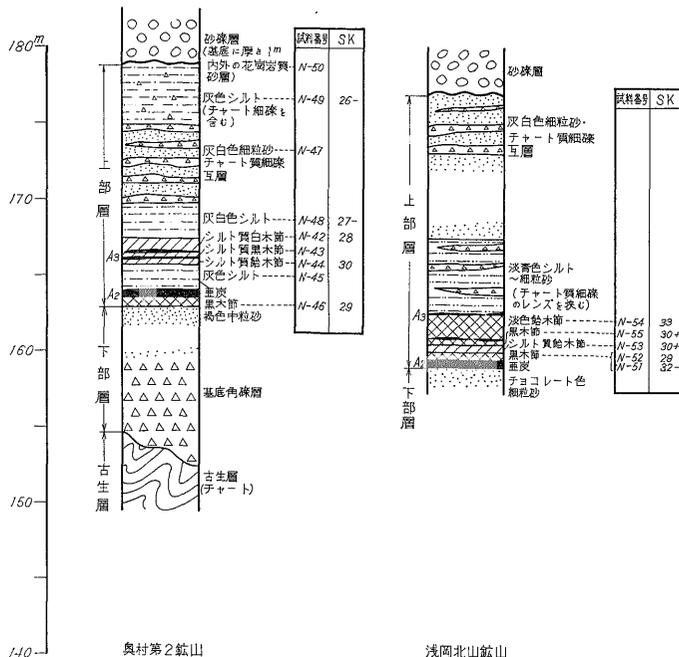
上部層は厚さ10～25mで、下部層とは対称的に調査地域の中央から西側へかけてよく発達している。一般に上下2つのグループの亜炭およびこれに伴う粘土・シルト層と、その間に挟在する淡青色砂とチャート細礫の不規則な互層からなっている。この層序は調査地の西部では

ほぼ共通しており、亜炭層を鍵層としておおむね正確に対比することができる。これらの亜炭層を下位からA₁、A₂、A₃層およびB₁、B₂層としてそれぞれの消長を検討した(第4、5、6図)。

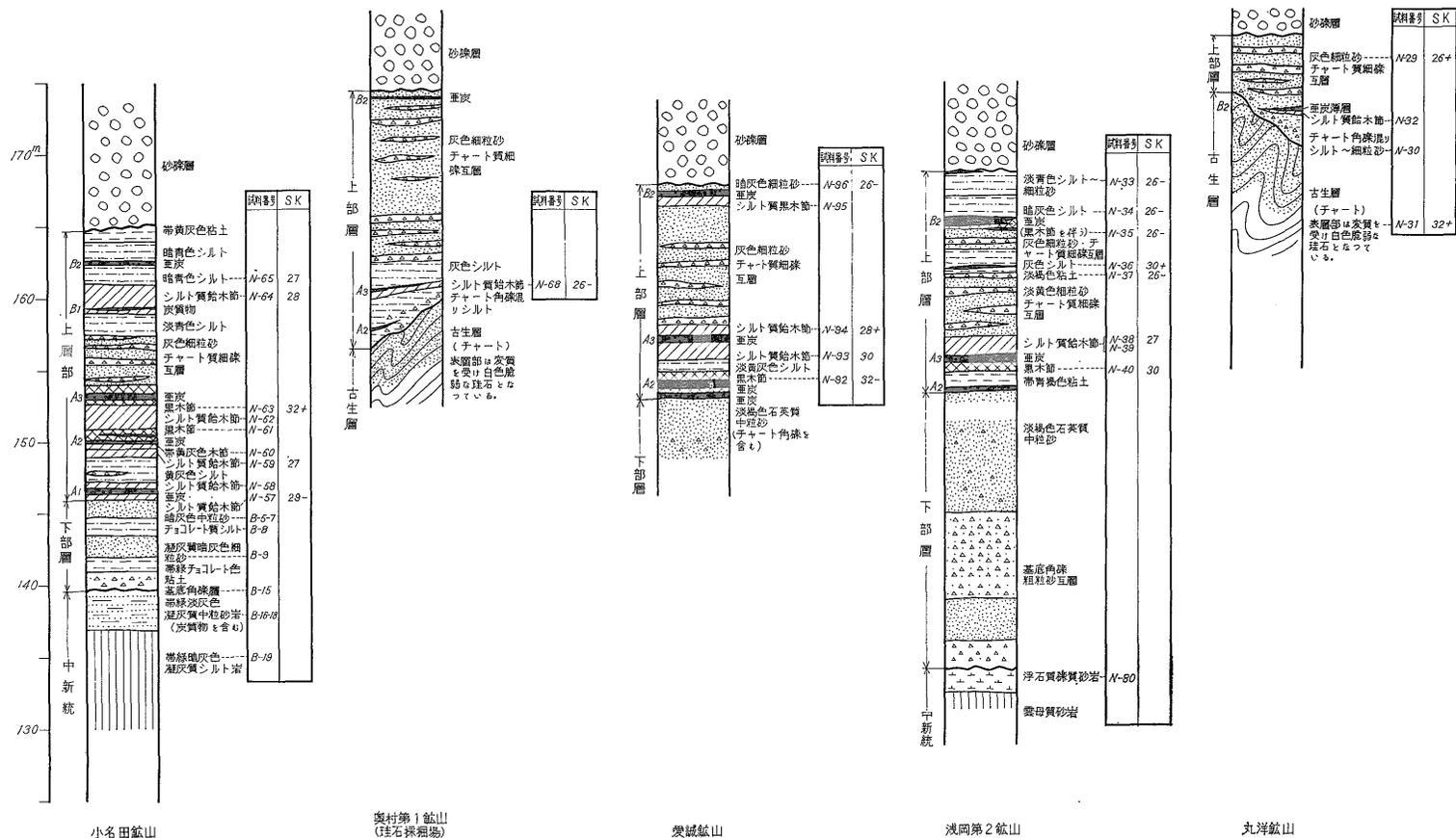
その結果A₂およびA₃層は比較的良好に連続するのに対し、B₁、B₂層はしばしば断続して安定せず、A₁層は西洞川上流地域のみ分布することが判明した。これら亜炭層の消長は木節粘土層の発達状況と密接に関連している。すなわち木節粘土層は通常亜炭層の上盤または下盤に接して賦存するが、A₂、A₃層に伴う層はもっとも安定し、それぞれ厚さ1～2mでよく連続している。これに対しA₁、B₁、B₂層に伴う木節粘土層は膨縮はなほだしく連続性に乏しい。

これら上下2群の亜炭および粘土層の間には淡青色細～中粒砂とチャート細礫の不規則な互層が挟在する。チャート細礫は径1cm前後で、大部分は白色の変質チャートの角礫である。ごく一部には未変質チャートの礫も混じっている。礫質の部分は砂の中に不規則なレンズ状をなして挟在し、きわめて不均質な層相を呈している。

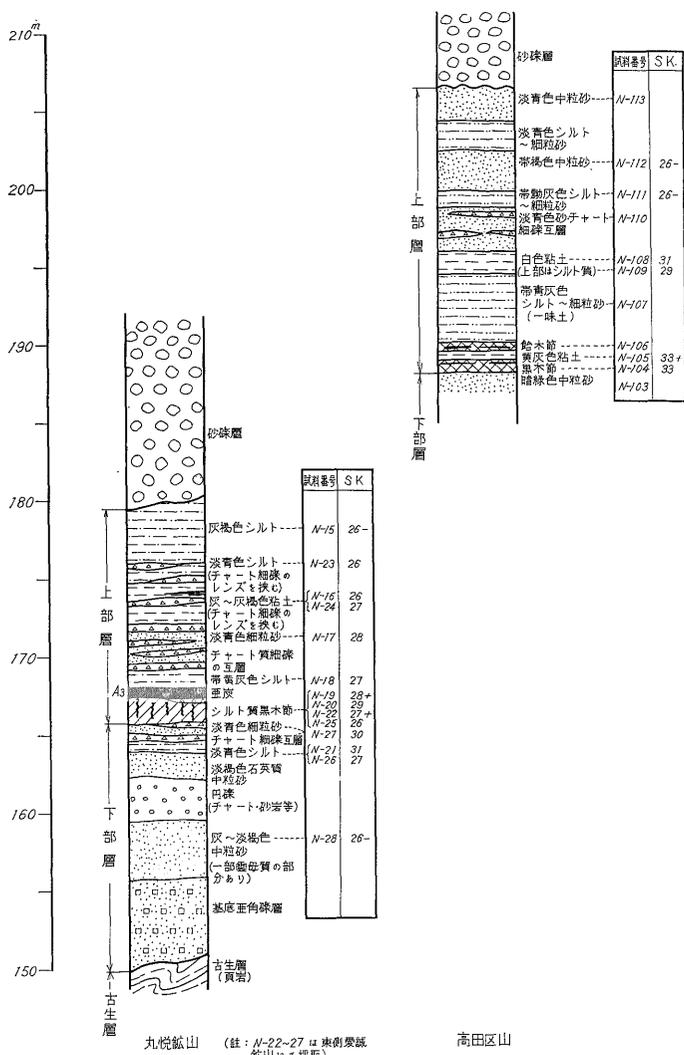
以上、上部層の一般的な層序について述べたが、調査地東部に分布する上部層の層序はこれとは若干異なっている。すなわち東部では亜炭層はほとんど発達せず、おもに淡青色シルト・砂からなる地層が分布する。ごく一部には薄い亜炭層に伴う木節粘土もみられるが、連続し



第4図 小名田北部地区地質柱状図



第5図 小名田中部地区地質柱状図



第7図 高田~小名田東部地区地質柱状図

た分布は認められない(第7図)。またチャート細礫の含まれる量も少なくなる傾向がある。

本累層と上位の土岐累層との関係は、(1)両者の境界面が層序的にほぼ同一層準にある。(2)局部的には土岐口累層の上部が約10m程度欠除している場合もある(浅岡第一鉱山)などの理由により、全体として平行不整合とみるのが妥当である。

4.2.3 構造

土岐口累層はほとんど水平に近い分布状態を示す。とくに上部層の場合には、精密な標高測定によって平均的な傾斜を算出した結果5°以上の傾斜を示すことはほとんどまれであった。しかし堆積盆地周縁および基盤の

barrierに接する所では、基盤地形と平行して10°以上の傾斜を有することも少なくない。下部層の場合は層厚の変化が激しいため、見掛上さらに大きな傾斜を示す傾向がある。しかし土岐口累層全体としては、SまたはSWに5°以下の緩傾斜をなすことが多い。なお瀬戸層群堆積以後の断層としては、西洞川に沿ってNW性のものが2~3確認された。いずれも小規模なもので、落差は最大10m程度と推定される。

4.3 耐火粘土鉱床各説

すでに述べたように、木節粘土は亜炭層の消長と密接に関連して賦存しており、その発達状況は場所によってかなり異なっている。ここでは便宜上、(1)北部地区、(2)

中部地区 (西洞川北岸沿いのブロック), (3) 南部地区 (同南岸沿いのブロック), (4) 東部地区, の4地区に分けて, それぞれの地区における木節粘土の賦存状況について説明する。

4.3.1 北部地区 (第4図)

奥村第二・浅岡北山の両鉱山がある。この付近では A_2 , A_3 の2枚の亜炭層が発達し, これに伴って木節粘土層が賦存する。しかし奥村第二鉱山付近は亜炭層の分布北限に当たるため, 粘土層も周縁相を呈し砂分を多く含有している。これに対し浅岡北山鉱山付近では粘土層の厚さは約3mに達し, 耐火度も高くなる傾向が認められた (最高SK33)。なお粘土層はおもに西および南西方に連続することが予想される。東および南東側は, 丸洋鉱山付近から南西方向に伸びる基盤の半島によって遮断されるので, あまり多くは期待できない。

4.3.2 中部地区 (第5図)

西洞川北岸には小名田・奥村第一・愛誠および浅岡第二の4鉱山がある。このブロックの耐火粘土鉱床は, 奥村第一鉱山付近に存在する基盤の潜丘 (前述の半島の延長に当たる) によって, 東西に分断され, 発達状況もそれぞれ異なっている。すなわち潜丘の東側では, 下部の石英質砂層が厚く発達し, 亜炭層としては A_2 , A_3 および B_2 層がよく連続する。木節粘土は主として A_2 および A_3 層に伴い, 厚さは1.5~2mに達する。また B_2 層にも木

節粘土を伴うが, 砂分が多く耐火度も低いため稼行価値は認められない。一方潜丘の西側では, 下部層が薄くなり, 上部層がよく発達する。木節粘土は A_1 , A_2 および A_3 層に伴い, 厚さは合計5m以上に達する。また B_1 , B_2 層に伴う粘土もSK27前後の耐火度をもっている。小名田地区全体を通じて, 鉱床がもっともよく発達しているブロックである。

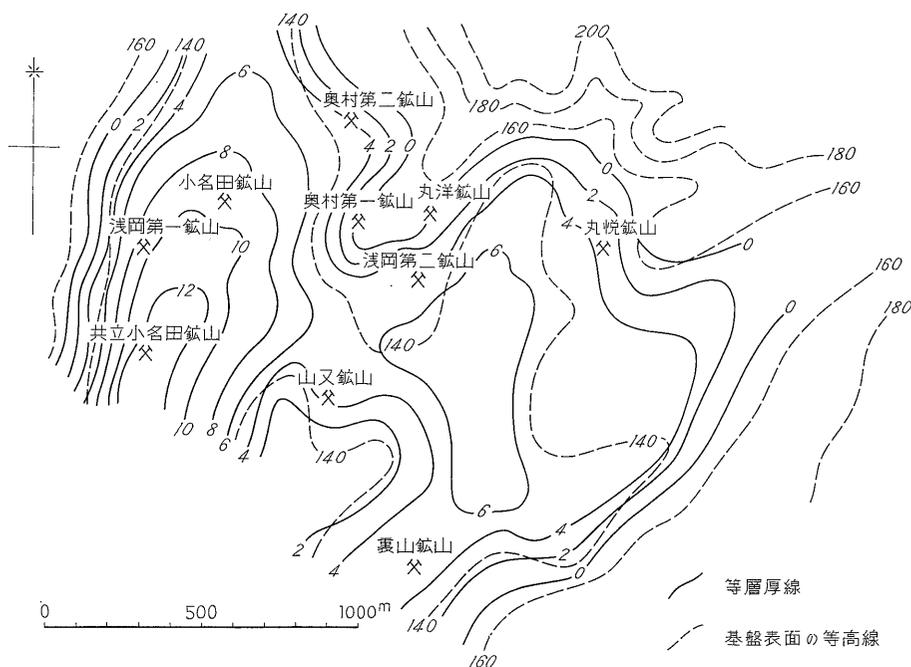
4.3.3 南部地区 (第6図)

西洞川南岸沿いのブロックである。西から浅岡第一・共立小名田・旧山又・裏山の各鉱山が配列している。

この地区でも, 中部地区とほぼ同様な傾向が認められる。ここでは中部地区ほど明瞭ではないが, 旧山又鉱山付近に低い潜丘の存在が予想され, 鉱床はその西側でもっとも発達している。しかし各亜炭層の間隔が開いているため, 木節粘土もそれぞれ厚さ1m前後の層として賦存し厚くまとまることがない。なお共立小名田鉱山では, 炭質物を含まない灰色粘土にもかなり耐火度の高い (SK31) ものがみいだされた。また潜丘の東側では, 木節粘土は主として A_2 層, A_3 層に伴って賦存する。下部層がやや厚くなる傾向も中部地区と同様である。

4.3.4 東部地区 (第7図)

小名田川以東の地域には, 稼行鉱山としては丸悦・高田区山の両鉱山がある。土岐口累層はその中間にも連続して分布するが, 木節粘土層はまったく認められない。



第8図 土岐口累層夾粘土部の等層厚線および基盤構造

地理的な関係からみても、丸悦鉱山が中部地区とほぼ一連の鉱床であるのに対し、高田区山にみいだされる木節粘土層はむしろ東方約 500mの距離にある五斗蔭地区の木節粘土層と連続する可能性が高い。

丸悦鉱山にみられる亜炭層は、層序から考えて A₃ 層と推定される。したがって A₁~A₃層の部分および B₁, B₂層はこの付近では堆積しなかったと考えられる。A₃層下盤には厚さ約 1.5mの木節粘土層が随伴するが、砂分がやや多く耐火度も SK28前後である。

また高田区山では、主として淡青色の砂およびシルトからなる陶土を採掘しているが、その下位に亜炭の薄層が賦存し木節粘土を伴っている。この粘土層の賦存水準は、東方五斗蔭地区のそれとほぼ同一であり、この付近が丁度五斗蔭地区の鉱床の分布周縁部に当たると予想される。

4.4 夾粘土層の堆積過程

上述のように、調査地域のようなごく狭い範囲内においても、夾粘土層の堆積相にはかなり著しい変化が認められる。これは主として、堆積盆地を形成していた基盤古地形と関連することが多い。

当地区の土岐口累層は、複雑な屈曲に富んだ狭い湖盆に堆積したと考えられる。堆積盆地は東部では東西方向に、西部では南北方向に伸びる形状を示す。また中間には北から南へ細長い半島が突出し、その延長には潜丘の存在が確認されている。

このような基盤地形と夾粘土層の発達状態との関連を知るために、もっとも主要な粘土層が挟在する上部層の下底から A₃層に伴う粘土層上面までの部分の層厚の変化を第8図に示した。

これからも明らかなように、夾粘土層の等層厚線は基盤地形とはほぼ調和している。しかし中央の潜丘の西側では層厚は12m以上にも達するのに対し、東側では4~6mで著しい差が認められる。これは礫・砂などからなる下部層が東側に厚く堆積したため、このような状況は碎屑物がおもに東方から運搬されたことを示している。下部層が潜丘東側に厚く沈積し堆積盆地を狭めた結果、一時的には湖盆は五斗蔭地区と小名田地区に分断され、それぞれの沼沢地で亜炭・粘土等が堆積したと考えられる。

この下位の亜炭 (A₁~A₃層) および粘土の堆積後ふたたび水面の上昇があり、チャート細礫と砂の互層が全域に亘って堆積した。このとき盆地はほぼ完全に埋積されわずかに沼沢の残った中央部に最上部の亜炭 (B₁, B₂層)・砂・粘土等が沈積したと考えられる (第3図)。

第2表 代表的試料の化学組成

No.	N-42	N-63	N-98
試料名	シルト質 白木節	黒木節	飴木節
SiO ₂	68.94	47.69	63.20
TiO ₂	0.87	0.94	0.94
Al ₂ O ₃	19.18	30.60	21.68
Fe ₂ O ₃	0.93	1.28	1.31
MgO	0.39	0.66	0.63
CaO	0.24	0.60	0.22
Na ₂ O	0.08	0.10	0.10
K ₂ O	1.38	1.12	1.48
+H ₂ O	6.34	10.62	7.06
-H ₂ O	1.50	4.64	3.02
Total	99.85	98.25	99.64
SiO ₂ /Al ₂ O ₃	6.1	2.7	5.0

分析：大森貞子
注) N-63は有機物あり

5. 粘土および粘土鉱物

5.1 外観および組織

木節粘土は亜炭層に伴って産するため、常に多少の有機物 (炭質物) を含んでいる。またしばしば炭化した植物の根・茎なども認められる。含まれる有機物の量によってチョコレート色から灰白色までの様々な色調を呈し、通常その色調によって黒木節、飴木節および白木節などと称している。良質のものは可塑性が強く、断口が滑らかで光沢に富んでいる。粘土の性質にもっとも影響するのは、その粒度組成で、一般に砂質のものほど光沢も乏しく可塑性も小さくなる傾向が認められる。色調だけで粘土の性質を判定することはできないようで、たとえば亜炭層に直接伴わない粘土のなかにもかなり高い耐火度を有するものがある (第3表)。

木節粘土を鏡下で観察すると淡褐色~帯褐灰色の部分がしばしば認められる。また一部には炭化した毛根・茎の破片などを伴っている。この褐色の部分は不定方向に細長く伸びた形状を有する。おそらくバクテリアなどの有機物か、有機酸の滲透の跡を示すものと考えられる。十字ニル下では、この部分はやや複屈折の高い粘土鉱物の集合である。複屈折が強調されているのは、粘土鉱物が局部的に定方位の集合を形成しているためでその配列方向は褐色部分の伸長方向と一致している。そのため褐色部分 (おそらく有機物) の混入状態によって、粘土鉱物集合体は樹枝状、網目状、せんい状などの複雑な組織を形成する。このような組織の発達は木節粘土の重要

第3表 粘土の組成および耐火度

No.	試料採取地	試料名	層準	鉱物組成				化学組成(%)				耐火度(SK)
				Q	K	M	I	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Ig. loss	Total	
N-1	旧山又鉦山西坑	シルト質鉛木節	B ₂ 下盤	◎	○		△	64.8	20.6	7.91	93.3	27
N-2	"	灰色粘土	A B層間上部	◎	○	△	×					27
N-5	"	灰褐色粘土 (シルト質)	A B層間下部	◎	○							26
N-6	"	シルト質鉛木節	A ₃ 下盤	◎	○	×						28+
N-8	"	灰褐色シルト	A ₂ 上盤	◎	◎	△						32+
N-9	"	黒木節	A ₂ 下盤	◎	○	△		60.0	22.8	10.5	93.3	31+
N-15	丸悦鉦山	灰褐色シルト	上部層中部	◎	△		×					26以下
N-16	"	"	"	◎	△							26
N-18	"	帯黄灰色シルト	A ₃ 上盤	◎	△							29-
N-19	"	シルト質黒木節	A ₃ 下盤	○	○	△		56.0	25.5	12.7	94.5	31
N-21	"	淡青色シルト	上部層下部	◎	○	△	×	60.0	24.3	9.0	93.3	31
N-25	"	シルト質白木節	A ₃ 下盤	◎	△	×		78.0	12.7	5.6	96.3	26
N-34	浅岡第二鉦山	暗灰色シルト	B ₂ 上盤	◎	△		△					26-
N-36	"	灰色シルト	B ₁ 上盤	◎	△	△		69.5	20.6	7.3	97.4	30+
N-39	"	シルト質鉛木節	A ₃ 上盤	◎	△	△						29-
N-40	"	黒木節	A ₃ 下盤	◎	○	△		63.4	22.1	9.4	94.9	30
N-42	奥村第二鉦山	シルト質白木節	A ₃ 上盤	◎	○			68.9	19.2	7.8	95.9	28
N-44	"	シルト質鉛木節	A ₃ 下盤	◎	○		×					30
N-45	"	灰色シルト	A ₂ 上盤	◎	○		×					29+
N-46	"	黒木節	A ₂ 下盤	○	◎		×	54.4	26.4	11.2	92.0	29
N-52	浅岡北山鉦山	"	A ₂ 上盤	◎	○							29
N-54	"	鉛木節	A ₃ 上盤	○	◎	×		52.8	29.9	11.1	93.8	33
N-55	"	黒木節	A ₃ 下盤	◎	○			66.5	17.8	12.3	96.6	30+
N-56	奥村第二鉦山 西方約100m	シルト質鉛木節	B ₂ 下盤	◎	×	×						26-
N-57	小名田鉦山	シルト質黒木節	A ₁ 下盤	×	○	△		50.3	32.1	12.3	94.7	32
N-58	"	シルト質鉛木節	A ₁ 上盤	○	△	△						26-
N-59	"	"	A ₂ 下盤	◎	△	×						29+
N-60	"	黄灰色鉛木節	A ₂ 下盤	◎	△	×						
N-61	"	黒木節	A ₂ 上盤	○	○	△		53.7	26.8	11.7	92.2	
N-62	"	シルト質鉛木節	A ₂ ・A ₃ 層間	◎	△	×	×	75.0	14.2	5.9	95.1	
N-63	"	黒木節	A ₃ 下盤	×	◎	△		47.7	30.6	16.2	94.5	32+
N-64	"	シルト質鉛木節	B ₁ 上盤	◎	△	△						28
N-65	"	暗青色シルト	B ₂ 下盤	◎	△		△					27
N-68	奥村第一鉦山 珪石採掘場	シルト質鉛木節	A ₃ 下盤	◎	×	×		77.0	13.0	4.8	94.8	26-
N-69	浅岡第一鉦山	灰色シルト	A ₁ 上盤	◎	△			66.8	20.0	7.0	93.8	28
N-70	"	鉛木節 (ややシルト質)	A ₃ 上盤	◎	△		×	63.7	20.9	7.9	92.5	27
N-71	"	鉛木節	A ₁ 上盤	○	◎	△		56.6	27.4	10.4	94.4	32
N-73	共立小名田鉦山	"	A ₁ 下盤	×	◎	×		49.5	31.9	12.6	94.0	33
N-75	"	帯黄灰色粘土	A ₂ 下盤	△	◎	△		52.2	29.2	11.4	92.8	33
N-76	"	鉛木節	A ₂ 上盤	◎	△			74.7	15.3	5.9	95.9	28-
N-78	"	"	A ₁ 上盤	◎	△	×		60.7	24.0	9.3	94.0	29-
N-81	裏山鉦山	黒木節	A ₂ 上盤	◎	△	△		60.5	23.4	8.7	92.6	30

No.	試料採取地	試料名	層準	鉱物組成				化学組成 (%)				耐火度 (SK)
				Q	K	M	I	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Ig. loss	Total	
N-82	裏山 鉦山	黒木節	A ₃ 下盤	◎	△	△		64.5	19.4	10.0	93.9	30
N-84	"	灰色粘土	AB 層間	◎	△	×						28-
N-85	"	シルト質鉛木節	B ₁ 上盤	◎	×	×		74.7	16.4	5.8	96.9	26
N-88	西方約 200m	黒木節	A ₂ 上盤	◎	△	△	×	66.8	19.5	8.3	94.6	28
N-92	愛誠 鉦山	"	"	◎	△	△		60.5	22.8	10.0	93.3	32-
N-93	"	シルト質鉛木節	A ₃ 下盤	○	△	△	×	54.5	26.4	11.4	92.3	30
N-94	"	"	A ₃ 上盤	◎	△	×						28+
N-95	"	シルト質黒木節	B ₂ 下盤	◎	△	△						26
N-96	"	暗灰色細粒砂	B ₂ 上盤	◎	△		△					26以下
N-98	旧山又鉦山東坑	鉛木節	A ₂ 下盤	◎	△	△	×	63.2	21.7	10.8	95.7	28
N-99	"	灰色シルト	A ₂ 上盤	◎	△	×	×					27
N-100	"	黒木節	A ₃ 下盤	◎	△	△		60.5	24.3	9.8	94.6	30+
N-101	"	灰色粘土	B ₁ 下盤	◎	×	×	×					26-
N-104	高田 区 山	黒木節		○	○			57.0	25.3	11.5	93.8	33+
N-108	"	白色粘土	上部層上部	○	○	×	×	54.7	29.0	10.0	93.7	31
N-109	"	白色シルト	"	◎	△	×	×	62.5	24.0	7.8	94.3	29
N-111	"	帯黝灰色シルト	"	◎								26-
N-114	白粉谷南沢											26以下
N-117	高田 神 社 東方約 100m	シルト質鉛木節	B ₂ 下盤									
N-118	高田グラウン ド 東側露頭	白木節	B ₁ 上盤		ハ ロ イ サ イ ト							26+
N-119	" 北 約 100m	白色粘土	下部層最上部	○	◎			51.5	31.6	11.7	94.8	34

分析: 大森貞子
耐火度試験: 岐阜県陶磁器試験場

な特徴の一つである。

X線その他の結果から粘土鉱物は大部分カオリナイトであると考えられる。したがってこのような組織が存在することは、粘土の堆積後に少なくともカオリナイトの成長があったことを示している。そしてそれが主として有機物の作用に起因することも明瞭である。炭質物の周縁にとくに複屈折の高いカオリナイトの集合体が認められることは、その有力な証拠となろう。

木節以外の粘土の場合には、このような組織は認められず、きわめて微細な雲母様鉱物が均質に散在しているものが多い。

なお木節を含めて大部分の粘土には、常に若干の石英が含有されている。その一部はチャートの破片であるが、多くはチャート以外の岩石から由来したものと考えられる。

5.2 粘土鉱物

耐火粘土の鉱物組成を明らかにするために採取した多数の試料について、X線粉末回折を行なった。その結果、

土岐口累層中に挟在する粘土はおもにカオリナイトと石英からなり、しばしばモンモリロナイトおよびイライトを伴うことが明らかになった。そのなかでも代表的な粘土 5 個の X 線回折パターンを第 9 図に、DTA 曲線を第 11 図に掲げる。選んだ試料 5 個は次のとおりである。

N-42 シルト質白木節 (奥村第二)

N-63 黒木節 (小名田)

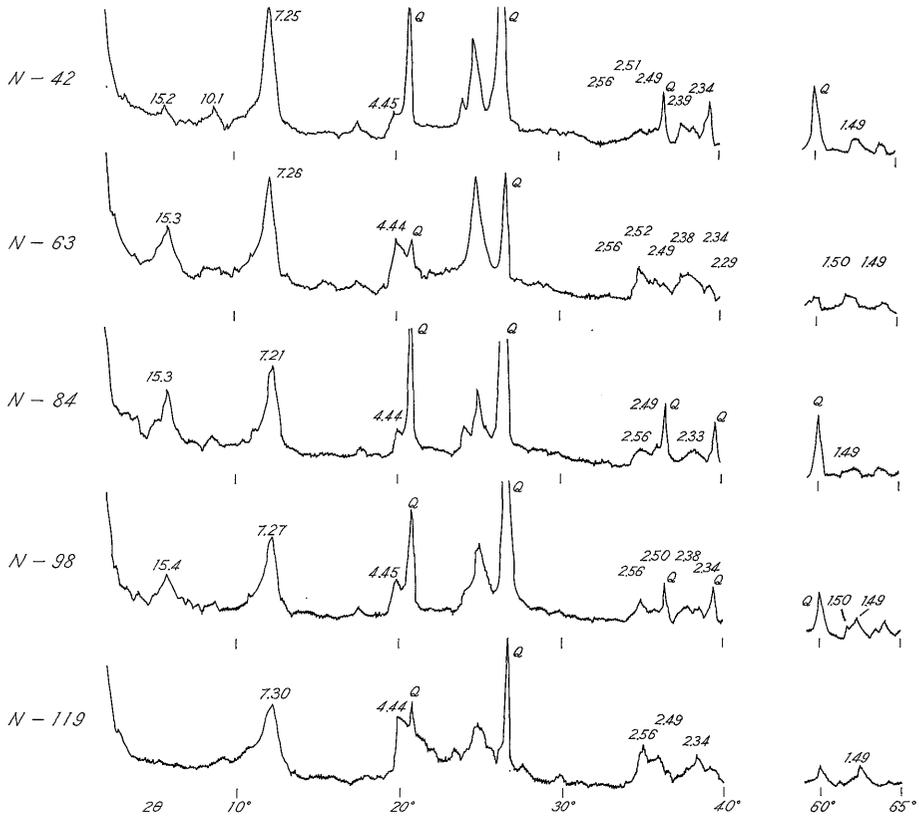
N-84 灰色粘土 (裏山)

N-98 鉛木節 (旧山又東坑)

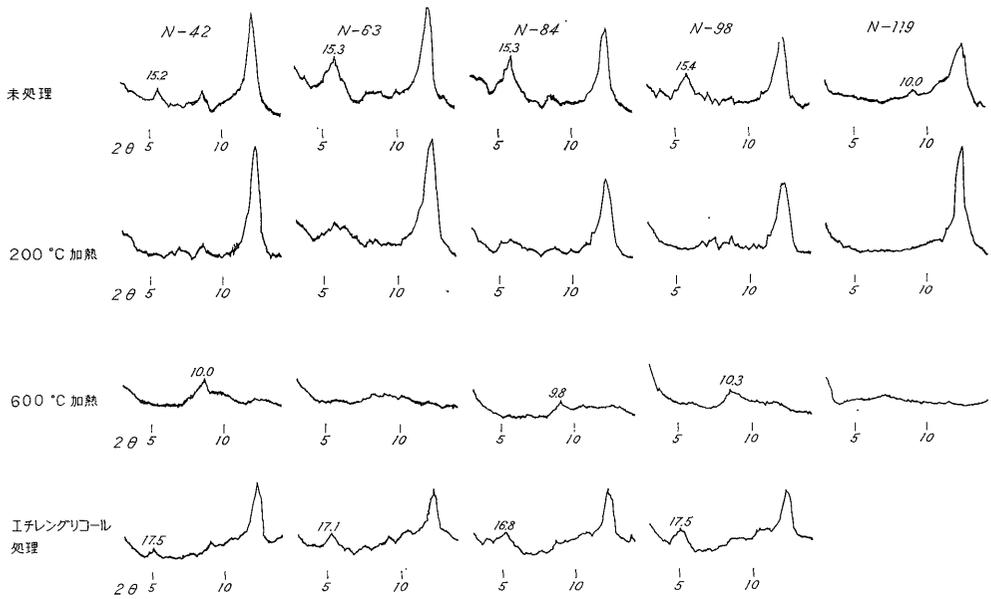
N-119 白色粘土 (高田区運動場北方の谷、厚さ 10cm 内外の薄層)

試料はいずれも bulk のまま風乾・磨砕したものを試験に供した。

また X 線試験に際しては、50 mg の試料を水で練ってスライドガラス上に沈殿させ、半定方位試料として試験を行なった。さらにカオリン鉱物の種類を決めるために、200°C、600°C で 1 時間加熱した試料について底面反射の変化を検討し、エチレングリコール処理によって



第9図 代表的試料のX線回折パターン



第10図 加熱処理エチレングリコール処理による底面反射の変化

モンモリロナイトの同定を行なった⁸⁾ (第10図)。

5.2.1 カオリン鉱物

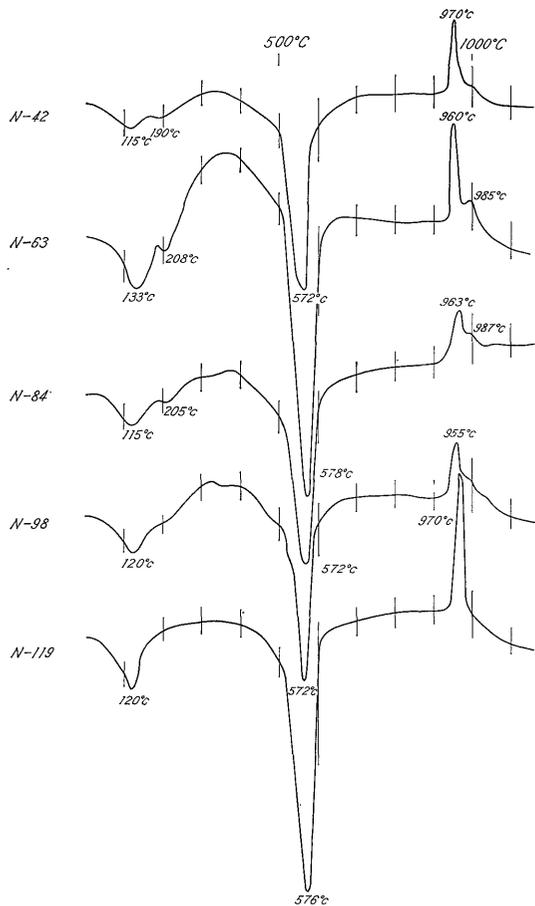
第9図に示すパターンはいずれの試料にもカオリン鉱物が主成分として含まれることを示している。しかし7.2 Å 前後の面間隔をもつ001面の反射は、いずれも低角度方向への非対称散乱を伴っており、N-119の試料ではそれがとくに著しい。200°Cに加熱した試料ではこの差がさらに明瞭になる。すなわちN-119の7.3 Åの反射は著しく鋭くなり、低角度方向にみられた散乱は消失している。他の試料ではこのような顕著な変化は認められない。このような底面反射の変化は、層間水の脱水によるものと考えられる。したがってN-119に含まれるカオリン鉱物は、一部脱水したハロイサイトと同定することができる。しかしハロイサイト特有の10Åの反射が著しく小さい点からみて、大部分はメタハロイサイトでありこれとハロイサイトとの不規則混合層と考えるのが妥当である。

他の4個の試料の場合は、7.2 Åの反射に非対称性散乱を伴うこと、200°C加熱による変化が認められないことからみて、メタハロイサイトかあるいは結晶度の低いdisorder型のカオリナイトとみることができる。

しかし7.2 Åの反射が4.45 Åのそれに較べ著しく強調されていること(N-119では両者はほぼ同じ強度を示す)は、カオリナイト特有の定方位配列を作り易い性質の反映と考えられる(第9図)。またカオリナイトとメタハロイサイトをもっとも明瞭に識別し得るのは、35度から40度までの間に現われる2組の3重の反射の分離状態である。N-42, 63, 98の3試料では、2.56~2.49Å, および2.39~2.28Åの2つの領域にそれぞれ2~3本の反射が明瞭に認められる。しかしN-84のパターンでは、2本の幅広い反射がみられるだけでその間の分離は認められない。N-119もほぼ同様である。

したがってN-42, 63, 98の3試料に含まれるカオリン鉱物は、disorder型のカオリナイトと同定することができる。N-84の場合は同じカオリナイトでもきわめて結晶度が低くメタハロイサイトに近いと考えられる。

なおDTA曲線にはモンモリロナイト混入の影響が強く現われているため、カオリン鉱物の種類の相違はあまり明瞭には反映していない。しかし960°C前後に現われる発熱反応はN-119のもののがもっとも鋭く、かつ高温で起こっている点などはその一つの現われとみることができる。なお500~600°Cの間にある吸熱ピークはN-63のもののがもっとも大きく、しかもかなり対称に近い形を有する点が注目される。これはN-63に含まれるカオリナイトが相対的にもっとも結晶度が高いことを示している。



第11図 代表的試料のDTA曲線

5.2.2 モンモリロナイト鉱物

第9図に示すように、N-119以外の4試料のX線パターンには、モンモリロナイト鉱物の底面反射と思われる15.4 Å 前後のピークが認められる。これらのピークは、エチレングリコール処理によっていずれも16.8~17 Åに移動した。また600°C加熱処理の結果、15 Åの反射は消失し、代わりに9~10 Åの範囲に幅広いなだらかな反射が認められた(第10図)。これらの現象はモンモリロナイト鉱物に特有のものである。なお060面の反射はいずれも1.48~1.50 Åの範囲に存在するので、これから dioctahedral型のモンモリロナイトであることが認定できる。

次に化学分析の結果からみると、Fe₂O₃はいずれも1%前後でありこれらのモンモリロナイト鉱物がノントロナイトである可能性はまったくない。したがってN-63の試料に含まれるモンモリロナイト鉱物は、dioctahedral型でモンモリロナイト-パイデライトの系列に属すると考えるのが妥当である。

DTA曲線ではモンモリロナイトのピークはカオリン鉱物のそれと重複することが多いので、あまり明瞭ではない。しかし 200°C前後に小さな吸熱反応がみられること、960°C付近にあるカオリン鉱物特有の発熱ピークに隣接して、1,000°C近くに小さな発熱がみられることなどは、モンモリロナイトに関係が深いと考えられる。これらの熱変化に関する検討は、別の機会に改めて行なうこととしたい。

5.2.3 イライトその他

カオリナイトおよびモンモリロナイトほど普遍的ではないが、イライトもかなり多数の試料に含まれている。10Åの底面反射が200°C加熱後もそのまま残ることにより、ハロサイトと区別し得る(N-42, 98)。ただしいずれも少量しか含有していないため、詳細については不明である。

また27Å付近に長周期混合層鉱物らしい反射の認められた試料も2~3あるが、分離が難しいため確認はできなかった。

5.3 粘土の組成および耐火度

上述の検討の結果、本地区の土岐口累層から採取した粘土は、いずれも石英およびdisorder型のカオリナイトを主成分とし、モンモリロナイトおよびイライトを伴うものであることが明らかになった。N-119だけはメタハロサイトを主成分とするが、これは例外的なもので他には認められない。

各試料のX線回折の結果から判定したおおよその鉱物組成を第3表に示す。また主要成分の迅速分析結果およ

び耐火度も、併せて表示した。迅速分析法については第2報で詳述する予定なので、ここでは省略する。

この表にも明らかなように、本地区の木節粘土の耐火度はSK26から33までかなりばらつきが激しい。

一般にカオリナイトの含有量が高いものほど耐火度も高くなるのは当然であるが、モンモリロナイトおよびイライトの含有量も大きな影響をもつと予想される。とくにイライトは少量でも耐火度を大きく低下させる要因になるものようで、イライトを含む試料18個のうちSK31以上は2個だけで他はすべてSK30以下であった。モンモリロナイトの場合には37個のうちSK31以上のもの12個を数えた。なかにはSK33に達するものもあり、イライトに較べると耐火度にはそれほど影響を与えないように思われる。

次に化学組成と耐火度の関係は第12図に示すとおりで、 $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比だけではあまり明確な相関は現われない。しかしSK31以上の試料の Al_2O_3 含有量は少なくとも22.8%以上であること、また Al_2O_3 27%以上の試料はすべてSK31以上の耐火度を有することなどは、ある程度の相関を示すものとして注目される(第12図)。

また耐火度との相関がかなりはっきりしているのはIg. lossの比率で、SK31以上の試料13個のうち12個まではIg. lossが10%以上であった。逆にIg. loss10%以上の試料は17個で、そのうちSK30以下は5個にすぎなかった。したがって本地区の粘土に関しては、Ig. lossを測定するだけでもある程度耐火度を予想することができよう。ただし、Ig. lossはすべて110°C乾燥試料について測定したものである。

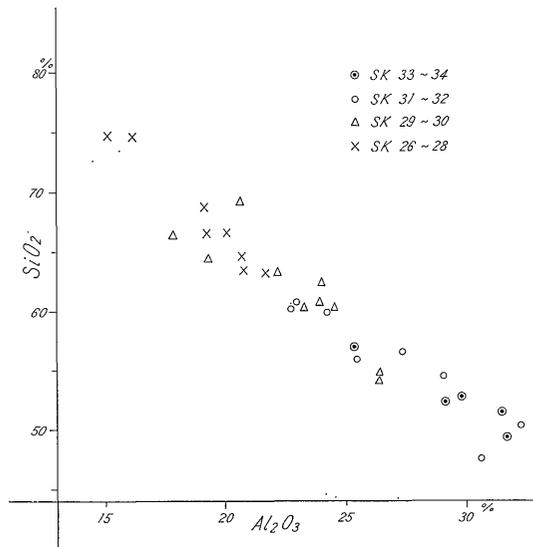
6. 粘土鉱物の分布と堆積環境との関係

第3表からも明らかなように粘土の鉱物組成は必ずしも一定していない。とくに注目されるのはモンモリロナイトとイライトとの分布傾向の相違である。

すなわち木節粘土の場合はモンモリロナイトの存在頻度は80%に達するが、その他の試料では45%にすぎない。一方イライトの存在頻度は木節粘土では20%であるのに、木節以外の試料の場合には60%となっている。この傾向は土岐口累層中における粘土の賦存層準に関係なくほぼ一定である。

イライトは堆積岩中にもっとも普通にみられる粘土鉱物であって、碎屑物として運搬・堆積されたとみるのが妥当である。

またモンモリロナイトは弱アルカリ性の環境下で、火山灰などから生成されることが多い。しかし本地区では亜炭層に伴う木節粘土のなかに多く存在する傾向があ



第12図 木節粘土の $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 比と耐火度との相関

る。亜炭層の付近は有機酸などの影響で弱酸性の環境下にあったと考えられるので、ここに含まれるモンモリロナイトが自生鉱物であるとは思われない。すでに野沢⁹⁾が指摘したように、中新統の凝灰岩層にその起源を求めののもっとも自然である。

モンモリロナイト、イライトの双方とも、砕屑物として運搬・堆積されたものであれば、当然その分布は堆積環境によって支配されたと考えられる。

モンモリロナイトは通常きわめて粒度が小さいので、静かな環境でなくては沈積し難い。またこのような微粒の鉱物は、酸性の溶液中では凝集し速やかに沈殿する性質がある。木節粘土のなかにモンモリロナイトが濃集しているのはそのためと思われる。また地域的な分布傾向としては、北部地区の木節粘土にモンモリロナイトがほとんど存在しないのが目立つ。これは運搬されてきた砕屑物の組成が、その供給地によってかなり異なることを示している。堆積盆地の形と堆積過程からみて、当地区の粘土を構成する砕屑物はおもに東方から運搬されたものと考えられる。北部地区だけは盆地中央に突出した半島の陸となったため著しい組成の変化がもたらされたものであろう。

最後にカオリナイトについては、堆積後有機物の影響で多少の成長があったことはすでに述べたとおりである。しかしこれから直ちにすべてのカオリナイトが自生鉱物であったとは考え難い。カオリナイトの起源については種々の説がある⁹⁾ので、この問題は全体の記載が終わった後稿を改めて考察することとしたい。

なおN-119の白色粘土は唯一の例外で、おもにメタハロイサイトとハロイサイトからなる。これはおそらく凝灰岩から変質したものと思われるが明確ではない。

7. 埋蔵鉱量

当地区に賦存すると予想される木節粘土の埋蔵量について次のような計算を行なった。計算の対象としたのは下位の亜炭層 A₁, A₂ および A₃ 層に伴う木節粘土層で、

B₁, B₂ 層に部分的に伴うものは除外した。また品位別の鉱量を算出するのは困難なため、SK26以上のものをすべて一括して計算を行なった。各地域別の計算過程および結果を第4表に示す。なお分布範囲、平均層厚については誤差がかなり大きいと思われるので安全率として50%を採用した。

その結果約180万tの埋蔵鉱量を予想した。このほかにかかなり耐火度の高い陶土も相当量賦存しているので、粘土資源全体の量はこれに倍するものと考えられる。

ただしこの鉱量は露天掘を前提として算出したものであるから、採掘方法、採掘条件によって実収率はかなり変動すると思われる。

8. 結 言

上述の研究結果は次のように要約することができる。

(1) 小名田地区の夾粘土層(土岐口累層)は古生層および中新統を基盤とする複雑な形の湖盆に堆積したもので、ほぼ水平に近い分布を示し厚さは最大35mに達する。

(2) 夾粘土層は、おもに礫・砂からなる下部層と粘土・シルト・砂の頻繁な互層からなり、ときにチャート細礫を混じえる上部層とに区分することができる。上部層には数枚の亜炭層が上下2群に分かれて挟在し、その上下盤に木節粘土層を伴っている。とくに下位の亜炭層に伴う木節粘土層はもっとも安定した分布を示し、厚さ1~2mでよく連続している。

(3) 夾粘土層の堆積盆地は複雑な凹凸に富み、これが堆積過程に大きな影響を与えた。とくに湖盆の中央には北から南へのびる半島があり、その延長と思われる潜丘が存在する。この潜丘の東側では下部層が厚く堆積しているが、西側では逆に上部の粘土層がよく発達するという傾向が認められた。

(4) 土岐口累層中に挟在する粘土は、おもに disorder 型のカオリナイトと石英からなり、しばしばモンモリロナイトおよびイライトを伴っている。

第4表 木節粘土の埋蔵鉱量計算表

鉱量計算の対象地域	賦存予想面積 (m ²)	平均の厚さ (m)	比重	安全率 (%)	鉱量 (t)
I 北西部 (小名田, 奥村第一, 第二鉱山付近)	350,000	2	2.2	50	770,000
II 西部 (浅岡第一鉱山付近)	20,000	1	2.2	50	22,000
III 南西部 (共立小名田, 山又鉱山付近)	270,000	2	2.2	50	600,000
IV 中部 (浅岡第二, 愛誠鉱山付近)	40,000	1.5	2.2	50	66,000
V 南東部 (裏山鉱山付近)	220,000	1.5	2.2	50	360,000
VI 東部 (丸悦鉱山付近)	40,000	1.5	2.2	50	66,000

総計 約180万 t

木節粘土の場合は，堆積後有機物などの影響でカオリナイトの結晶が成長し局部的に定方位集合体が形成されている。

(5) モンモリロナイトはとくに木節粘土中に偏在する傾向が強い。イライトはむしろ逆に比較的少なくなっている。

(6) イライトの存在は耐火度を低下させる重要な要因と考えられる。しかしモンモリロナイトの存在はそれほど影響していないようである。

化学組成と耐火度の関係では，とくに Ig. loss の比率と耐火度の間に明瞭な相関が認められる。

(7) 当地区における木節粘土（S K26以上）の埋蔵量は約 180 万 t と予想される。

参考文献

- 1) 清野信雄・石井清彦（1927）：7万5千分の1地質図“多治見”および同地質説明書，地質調査所
- 2) 三木 茂（1948）：“鮮新世以来の近畿並びに近接地域の遺体フロラについて”，鉱物と地質，9集
- 3) 槇山次郎（1950）：日本地方地質誌“中部地方”
- 4) 大塚寅雄・朽名重治（1953）：“多治見市小名田地方並びに土岐市土岐津神明地方の窯業地下資源調査報告”，岐阜県地下資源調査報告，第3輯
- 5) 赤嶺秀雄（1954）：“瀬戸市を中心とする陶土地帯の地質”，資源研彙報，no. 34
- 6) 野沢和久（1955）：“木節粘土中の montmorillonite について”，資源研彙報，no. 39
- 7) 末野悌六・岩生周一編（1958）：粘土とその利用，朝倉書店
- 8) G. BROWN（1961）：“The X-ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals,” *Min. Socie.*, London.
- 9) 松沢 勲・植村 武（1964）：“土岐構造盆地の地質と地質構造”，名大理・地球科学教室業績
- 10) 藤井紀之・大森貞子（1964）：“岐阜県神明カオリンと大洞木節の産状および性質”，第8回粘土科学討論会演旨