関 東 ロ ー ム 中 の 粘 土 鉱 物 に つ い て (2)

倉 林 三 郎*・土 屋 竜 雄**

(1959 年 3 月 3 日 受 理)

On the Clay Minerals of the Kantō Loam (2)

Saburo KURAHAYASHI and Tatsuo TSUCHIYA

(Abstract)

The writers reported in the previous first papers that in the upper part of the Kantō loam allophane is predominant and in the lower part hydrated halloysite.

Recently the writers estimated hydrated halloysite in the Kantō loam quantitatively.

1) They measured the hydrated halloysite content by means of X-ray analysis.

In the Tachikawa loam, most samples contain 0~20% hydrated halloysite. In the Musashino loam, the hydrated halloysite content increases gradually. In the Shimosueyoshi loam, most samples contain 80~100% hydrated halloysite and no sample contains less than 0~40%. In the Tama loam most samples contain 80~100%.

Therefore, it may be said that hydrated halloysite content increases toward the lower part of the Kantō loam.

2) The relation between the hydrated halloysite content and the variation of D. T. A. curve was studied.

The hydrated halloysite content increases the ratio of the second endothermic peak at 500°~600°C and the exothermic peak at 900°~1000°C and also increases the ratio of the area and the width of the second endothermic peak at half its amplitude. These ratios increase from the upper to the lower part of the Kantō loam.

I. ま え が き

筆者らは第1報¹⁾で, “関東ローム中の粘土鉱物は, 立川ローム中ではアロフェン, 武蔵野ローム中ではアロフェンと加水ハロイサイト, 下末吉ローム・多摩ローム中ではハロイサイト鉱物の混合型と加水ハロイサイトを主体とする”と報告した。

その後, 関東ローム総合研究の一部として, 関東ローム中に含まれる加水ハロイサイトの量をX線回折分析によつて定量した結果, その含有率は, 関東ロームのそれぞれの層序について特徴をもち, また上部より下部に向つて増大することがわかつた。また, 加水ハロイサイトの量の変化と示差熱曲線の関係についても検討したので, ここに第2報として報告する。

II. 関東ローム中の加水ハロイサイトの含有率

(1) 標準試料のX線回折曲線の特徴

関東ローム中の主な粘土鉱物はアロフェンと加水ハロイサイトであるから, 標準試料としては, 第1表のような割合にアロフェンと加水ハロイサイトを混じる人工的混合物を用いた。

アロフェンの試料は, X線回折曲線・示差熱曲線・電子顕微鏡写真から, ほぼ純粋と考えられる

* 東京都立江北高校

** 東京都立大森高校

地質学雑誌 第65巻 第768号 1959年9月

第1表 標準試料中の加水ハロイサイトと
アロフェンの混合率

試料番号	加水ハロイ サイトの重 量 (g)	アロフェン の 重 量 (g)	加水ハロイ サイトの含 有率 (%)
I-1	0.0	0.5	0
I-2	0.1	0.4	20
I-3	0.2	0.3	40
I-4	0.25	0.25	50
I-5	0.3	0.2	60
I-6	0.4	0.1	80
I-7	0.5	0.0	100

ものを用い、加水ハロイサイトの試料も同様の資料からほぼ純粋と考えられるものを用いた。

なお両試料とも、関東ローム中の粒径 2μ 以下の試料である。

この混合物中の加水ハロイサイトの量の変化とX線回折曲線の関係をしらべるために、標準物質として方解石を用いた。混合物 0.5 g に方解石 0.1 g をまぜたもののX線回折曲線で、つぎに述べるように特定の回折ピークの性質を利用した。

加水ハロイサイトの 10Å 附近の回折ピークと、方解石の 3.03Å の回折ピークの面積比は、混合物中の加水ハロイサイトの量が増すに比例して増加する (第1図・第2図)。第2図を標準曲線として用い関東ローム中の加水ハロイサイトを定量した。

(2) 関東ローム中の加水ハロイサイトの含有率の特徴

試料採集地点は第1報⁴⁾の地点に、つぎの地点を加えた。

下総台地……稲毛 (国電稲毛駅西方 500 m の線路ぞいの崖)

武蔵野台地練馬 (東上線東武練馬駅北方 1 km の道路切り割り)

多摩丘陵……御殿峠 (八王子駅南方 4 km の御殿峠の道路切り割り)

定量に用いた試料はすべて粒径 2μ 以下で、試料 0.5 g に方解石 0.1 g をまぜ、上記の標準曲線によつて、加水ハロイサイトを定量した。その代表的なX線回折曲線を第3図にしめす。

なお、加水ハロイサイトの含有率は、標準曲線の誤差も見込んで、つぎのような程度の重量百分率であらわした。即ち 0~20%以下, 20~40% 以下, 40~60%以下, 60~80% 以

第1図 標準試料のX線回折曲線 (試料番号は第1表を参照)

H.H.: 加水ハロイサイトの回折ピーク (10Å)

C: 方解石の回折ピーク (3.03Å)

第2図 標準試料中の加水ハロイサイトの
量の変化とX線回折ピーク
の変化の関係

縦軸: 加水ハロイサイトの量 (%)

横軸: 加水ハロイサイトの回折ピーク
の面積/方解石の回折ピーク
の面積

第3図 加水ハロイサイトの量の変化とX線回折曲線

Ⅱ-1: 木更津 No.2 (加水ハロイサイトの量 0%), Ⅱ-2: 岡本 No.4 (10%), Ⅱ-3: 北小金 No.4 (20%), Ⅱ-4: 川口 No.4 (40%), Ⅱ-5: 津田沼 No.2 (50%), Ⅱ-6: おし沼 No.4 (60%), Ⅱ-7: 北小金 No.8 (70%), Ⅱ-8: おし沼 No.7 (80%), Ⅱ-9: おし沼 No.8(90%), Ⅱ-10: 加住 No.2(100%)

80~100% 含む試料もある(第4図・第5図)。一般的に上部武蔵野ロームより下部武蔵野ロームにおいて、加水ハロイサイトの量は増加する(第4図)。

しかし、東京浮石は武蔵野ロームの下部に位置するにもかかわらず、加水ハロイサイトに乏しいものが多い(第4図)。このことから、褐色ロームと浮石では、風化過程を異にするのではないかという疑いがある。さらに東京浮石は、同一母材・同一層準でありながら、加住丘陵・多摩丘陵と武蔵野台地・大宮台地・下総台地とでは、加水ハロイサイトの含有量が異なるという地域的な特徴も認められる(第4図)。このちがいは、地下水による影響かも知れない。

(c) 下末吉ローム中の加水ハロイサイトの含有率

下末吉ローム中の加水ハロイサイトの含有率は、立川ロームと武蔵野ローム中のそれと非常に異っている(第4図・第5図)。即ち 0~40% 以下をしめす試料はなく、80~100% に最大の頻度をしめす。

第4図中で破線でしめしたものは、ハロイサイト鉱物の混合型⁴⁾であるが、

下、80~100% の5段階である。

(a) 立川ローム中の加水ハロイサイトの含有率

第4図と第5図にしめたように、立川ローム中の加水ハロイサイトの含有率は低く 0~20% 以下に最大の頻度をしめす。

稲毛と津田沼の試料では、褐色ロームにくらべ、黒色帯(埋没土壌)中では、加水ハロイサイトに富むという特徴がある(第4図)。このことは、黒色帯では加水ハロイサイト化作用が促進せられたことをしめすと考えられ、堆積環境と粘土化作用との関係をあらわすと思われる。

(b) 武蔵野ローム中の加水ハロイサイトの含有率

武蔵野ローム中の加水ハロイサイトの

含有率は、立川ローム中のそれにくらべ、0~20% 以下の頻度は減少し、より高い含有率をしめすものが多い。中には加水ハロイサイトを

第5図 関東ローム中の加水ハロイサイトの含量の変化(試料は粒径 2μ 以下)

今回の研究ではこれらは定量の対象から除外した。その理由は、標準試料を作るための適当な方法が考えられなかつたことと、ハロイサイト鉱物の混合型は、加水ハロイサイトの層間結合水の脱水によつてできるので、アロフェンから加水ハロイサイトになる過程と異っているからである。

(d) 多摩ローム中の加水ハロイサイトの含有率

下末吉ロームの特徴とほぼ同じであるが、低い含有率をしめすものがやや多い(第5図)。御殿峠の試料では、加水ハロイサイトの量が非常に少ないものがある(第4図)。この試料は示差熱曲線でも、550°C 附近の吸熱ピークの面積は少なく、後述の理由から加水ハロイサイトが少量で、アロフェンに富むといえる。この試料は浮石質ロームである。多摩ロームが下末吉ロームより古いロームであるにかかわらず、上述のような特徴をしめす理由は今のところ不明である。

関東ローム中の加水ハロイサイトの含有量は、上部から下部に向つて増加することがたしかめられた。とくに、立川ローム・武蔵野ロームと下末吉ローム・多摩ローム中の加水ハロイサイトの含有量とは非常に異っている。この理由は両者の堆積環境のちがひによるとも考えられるが、筆者らは、下末吉ロームの堆積時代と武蔵野ローム堆積時代との間にかんりの時間的なへだたりがあつたためと推察している。

加水ハロイサイト以外の粘土鉱物は、関東ロームの上部ではアロフェンと考えられるが、X線回折曲線からはアロフェンの定量はむずかしい。

III. 示差熱曲線の変化について

加水ハロイサイトの量の変化と示差熱曲線の関係については、須藤・小坂の研究³⁾によつて明らかにされている。筆者らは関東ローム中の試料について同様な研究をおこなつた。

(1) 標準試料の示差熱曲線の特徴

X線回折分析による加水ハロイサイトの定量に用いた人工的混合物について示差熱分析をおこなつた。

その示差熱曲線は第6図の1にしめた。500°C～600°Cの吸熱ピーク N_2 の面積 $[N_2]$ は、加水ハロイサイトの量が増すにつれて増加し、そのピーク的位置は高温側に移る。また 900°C～1000°Cの発熱ピーク X の面積 $[X]$ もわずかに増加する(第6図の2)。

第6図の1
標準試料の示差熱曲線
(試料番号は第1表に同じ)

第6図の2 標準試料の示差熱曲線の性質の変化

に、 $[N_2]$ と $[X]$ との比 $[N_2]/[X]$ をとると、 $[N_2]/[X]$ の値は第6図の2のように、加水ハロイサイトの量が増すとともにほぼ比例的に増加する。

また A. R. CARTHEW の示差熱曲線によるカオリナイトの定量法¹⁾²⁾を加水ハロイサイトの定量に応用した。 $[N_2]$ と N_2 のピークの半下巾 (W) との比 $[N_2]/W$ は、加水ハロイサイトの量の増加にほぼ比例して増加する(第6図の2)。

(2) 関東ローム中の加水ハロイサイトの量と示差熱曲線の関係

(a) X線回折分析によつて定めた加水ハロイサイトの量と示差熱曲線

X線回折分析によつて加水ハロイサイトを定量した試料中で、つぎの試料について示差熱分析をおこなつた。以下の()中の値は、X線回折によつて定めた加水ハロイサイトの量をしめす。ただしこの場合は、10%ごとの百分率でしめした。木更津 No. 2 (0%), 岡本 No. 4 (10%), 北小金 No. 4 (20%), 川口 No. 4 (40%), 津田沼 No. 4 (50%), おし沼 No. 4 (60%), 北小金 No. 8 (70%), おし沼 No. 7 (80%), おし沼 No. 8 (90%), 加住 No. 2 (100%)。

第7図の1 加水ハロイサイトの量の増加と示差熱曲線の変化 (試料番号は第3図に同じ)

その結果を、第7図の1・2にしめす。 $[N_2]$ の値は加水ハロイサイトの量が増すにつれて増加するが、それぞれの $[N_2]$ の値は、標準試料の $[N_2]$ の値より大きい。 N_2 の位置は加水ハロイサイトの量が増すにつれて高温側に移る。

$[N_2]/[X]$ の値は、分散して標準試料のそれと比較しにくい、加水ハロイサイトの増加につれて $[N_2]/[X]$ の値も増加の傾向をたどる。 $[N_2]/W$ の値と加水ハロイサイトの量の変化との関係も同様である。

標準試料と上記の試料の示差熱ピークの特徴が完全に一致しないのは、結晶度のちがいによる影響が考えられるので今後さらに検討しなければならない。

(b) 関東ロームの層序と示差熱曲線の関係

関東ロームの層序と示差熱曲線の性質をしらべるために、つぎの3地点の試料を示差熱分析した*。その結果を第8図・第9図にしめす。

岡本：立川ローム (No. 1~No. 3), 武蔵野ローム (No. 4~No. 7, No. 6')

千年：武蔵野ローム (No. 1~No. 3), 下末吉ローム (No. 4~11)

おし沼：(No. 1~No. 14)

第7図の2 加水ハロイサイトの量と示差熱曲線の性質の変化の関係

横軸：加水ハロイサイトの含量

点線は標準試料についての値をしめす

おし沼

第8図 示差熱曲線

* 地点の位置は第1報参照。

第9図 関東ロームの層序と示差熱曲線の性質との関係

t: 東京浮石, H.H%: 加水ハロイサイトの含量, 他の記号は前と同じ, ●: 岡本の試料, ×: 千年の試料, △: おし沼の試料

立川ローム中の試料では, $500^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ に吸熱ピークはみとめられず, 加水ハロイサイトはふくまれずアロフェンである。

武蔵野ローム中の試料では, $[\text{N}_2] \cdot [\text{N}_2]/[\text{X}] \cdot [\text{N}_2]/\text{W}$ の値は, いずれも下部に向つて次第に増加し, N_2 の位置も高温側に移る。東京浮石は, 岡本の試料 No. 6' では, $500^{\circ}\text{C} \sim 600^{\circ}\text{C}$ の吸熱ピークはなく, 千年の試料 No. 3 では, $[\text{N}_2]/[\text{X}]$ は No. 1 と No. 2 にくらべてやや小さい。

下末吉ローム中の試料では, $[\text{N}_2] \cdot [\text{N}_2]/[\text{X}] \cdot [\text{N}_2]/\text{W}$ の値はいずれも武蔵野ローム中の試料のそれより大きく, N_2 の位置は, 武蔵野ローム中の試料のそれと同じかあるいは高温側にある。

多摩ローム中の試料では, 多摩ロームの上部と下部とで, 示差熱曲線の性質にちがいがあ。上部の試料では, $[\text{N}_2] \cdot [\text{N}_2]/[\text{X}] \cdot [\text{N}_2]/\text{W}$ の値は下末吉ローム中の試料のそれと近似しているかあるいは大きい。下部の試料では, 上記の3つの値は減少するが, N_2 の位置は低温側には移らない。また 700°C 附近と $800^{\circ}\text{C} \sim 900^{\circ}\text{C}$ に非常に巾広く小さい吸熱ピークが認められる型は, 下部に多く認められる。このことは, 下部にモンモリロナイト鉱物の混在が考えられたので, ピペリデン処理して示差熱分析したが, 特有なピークはあらわれなかつた。またX線回折曲線にも $14 \text{ \AA}$ 附近のピークはあらわれない。

つぎに以上のような示差熱曲線の性質の変化と, X線回折分析によつて定めた加水ハロイサイトの含有量との関係を検討した(第9図)。

立川ローム・武蔵野ローム・下末吉ロームでは, 加水ハロイサイトの増減と示差熱曲線の性質の変化とは, ほぼ対比することができ, 関東ロームは上部より下部に向つて, 加水ハロイサイトが増し,

第4図 関東ロームの順序と加水ハロロサイトの量の関係

多摩丘陵 1: 鶴見, 2: 千早, 3: 下原, 4: おし召, 5: 御殿崎
 T.L.: 立川ローム, M.L.: 武蔵野ローム, S.L.: 下末吉ローム, Ta.L.: 多摩ローム, P.: 東京浮石, 数字は試料番号を示す。
 A: 表土または黒色帯, B: チョコレート色のローム, C: 褐色ローム, D: 褐色ローム, E: 浮石, F: 浮石ローム, G: 粘土または粘土質ローム, H: 砂, I: 砂と粘土, J: 砂と粘土, K: 泥炭, L: クロスマリナのある砂れき
 I: 立川ローム中の加水ハロロサイト, II: 武蔵野ローム中の加水ハロロサイト, III: 下末吉ローム中の加水ハロロサイト, W: 多摩ローム中の加水ハロロサイト, V: ハロロサイト鉱物の混合型, %は加水ハロロサイトの量を表す。

アロフェンが減少するといえる。しかし多摩ロームでは、X線回折分析からは加水ハロイサイトが少ないにもかかわらず、示差熱曲線からはそのような結論はでない (第9図おし沼 No. 6, No. 7)。これはX線回折分析による加水ハロイサイトの定量に誤差があるのか、多摩ローム中にアロフェン以外の粘土鉱物がふくまれるためなのか、あるいは加水ハロイサイトの結晶度のちがいによるためか今のところ結論できないが、今後電子顕微鏡観察などによつて検討してゆきたい。

IV. 総 括

(1) X線回折分析によつて関東ローム中の加水ハロイサイトを定量すると、上部から下部に向つて加水ハロイサイトの含有量は増加する。立川ローム中では0~20%以下の含有率をしめすものもつとも多く、武蔵野ローム中では、より高い含有率をしめすものが多い。下末吉ロームでは低い含有率をしめすものではなく、高い含有率をしめすものが非常に多く、多摩ロームでは、下末吉ロームと近似するが、低い含有率をしめすものがやや多い。

(2) 加水ハロイサイトの量は、下末吉ロームとその上に不整合に重なる武蔵野ロームとでは非常に異つている。これは両ロームの堆積時代のへだたりをしめすものと考えられる。

(3) X線回折分析によつて定めた加水ハロイサイトの量と、示差熱曲線の性質の間には、大体の連関性があり、関東ローム中の試料の示差熱曲線の形の変化の原因の1つとして、アロフェンと加水ハロイサイトの量比による影響が考えられる。

(4) 関東ロームの上部から下部に向つて、示差熱曲線の性質の変化に一連の変化傾向がみとめられる。立川ローム・武蔵野ローム・下末吉ローム中の試料では、アロフェンと加水ハロイサイトの量比にその原因をもとめることができるが、多摩ロームでは、加水ハロイサイトの量と示差熱曲線の性質との連関性ははつきりしない。

この研究にあつて、X線分析と示差熱分析についてつねに御指導いただいた東京教育大学須藤教授に深く謝意を述べる。また、試料の採集ならびに野外の観察について、御指導・助言をいただいた関東ローム総合研究のメンバーに深く感謝する。また筆者の1人倉林に、昭和33年度東京都教員研究生として、教育大学において研究の機会を与えられたが、ここで東京都教育委員会の各位ならびに都立江北高校校長土屋潤身氏に感謝の意を表する。また土屋は、勤務先の都立大森高校の職員諸氏に、いろいろ便宜をはかつてもらつたことを感謝する。本研究の一部に、昭和33年度文部省科学研究費をあてた。

参 考 文 献

- 1) CARTHEW, A. R. (1955): Quantitative estimation kaolinite by differential thermal analysis. *Amer. Miner.* 40 (1,2).
- 2) MACKENZIE, R. C. (1957): The differential thermal investigation of clays. *Miner. Soc. London.*
- 3) SUDO, T. and OSSAKA, J. (1952): Hydrated halloysite from Japan. *Jap. Geol. Geogr.* 22 (215).
- 4) 土屋竜雄・倉林三郎 (1958): 関東ローム中の粘土鉱物について (1), 地質雑, 64 (758).