



琉球大学学術リポジトリ

University of the Ryukyus Repository

Title	粘土鉱物のはなし - その生成と種類と性質について
Author(s)	大屋, 一弘
Citation	琉大農家便り(143): 4-8
Issue Date	1967-10
URL	http://hdl.handle.net/20.500.12000/21155
Rights	

粘土鉱物のはなし

— その生成と種類と性質について —

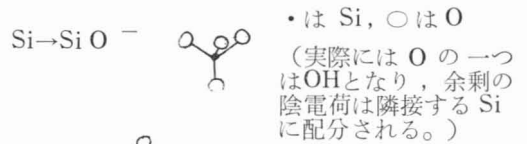
土壌の細かな無機組成分すなわち粘土鉱物について述べてみたいと思う。


土壌を手にとってみると、普通の場合は肉眼でもはっきりと認めることのできる岩石或は鉱物の破片と、それから肉眼ではどうしてもはっきり見分けることの出来ない小さな粒子がある。前者は花こう岩の破片であったり、石灰岩の破片であったり、或は石英の破片であったりして、その種類は土壌の母材料によって異なり、また破片の大きさは風化の程度によって種々のものがある。しかしこれらの破片の殆んどは大きさが粒径 0.002 mm 以上でありこれをわれわれは土壌の一次鉱物と呼んでいる。後者は非常に小さな粒子で、触った時の感じも岩石或は鉱物の破片とは異っている。一つの粒子の大きさは大体粒径 0.002 mm 以下であり、これをわれわれは二次鉱物と呼んでいる。

1. 粘土鉱物の生成

土壌の無機成分（粒子）は、このように直径 0.002 mm を境にして大きく一次鉱物と二次鉱物に分けることができる（遊り酸化物や炭酸塩などについては省略）が、ここで述べようとする粘土鉱物はこの二次鉱物を指すものである。そしてこの粘土鉱物は簡単にいうと、土壌の母材料である岩石或は鉱物の成分が溶出し、溶出した成分（中でも主として Si と Al）が再配列して結晶となったものである。このような岩石或は鉱物成分の溶出—再配列（結晶）—という現象は土壌或は土壌の母材料が a) 火山性の熱水や熱気的作用を受ける場合、及び b) 風化作用を受ける場合に起り、そして結晶化する時の温度、圧力、媒質の pH、媒質の移動速度、母材料の化学成分などによって粘土鉱物の種類が決まるといわれている。


粘土鉱物の主成分は珪素（Si）とアルミニウムであるが、これらの元素が集合して結晶化する時の様子は次の通りに考えると理解し易い。



これを  のような四面体として考えて珪酸四面体という。



（実際には OH のいくつかは O で置き換えられ、余剰の陰電荷は隣接する Al に配分される。）

これを  のような八面体として考えてアルミナ八面体という。

粘土鉱物の結晶単位は珪酸四面体とアルミナ八面体が脱水結合して下の(1)及び(2)図のようになると考えることができる。

(1) 1 : 1 型 (2) 2 : 1 型



これを平面への広がりを入れて便宜上次の(3)及び(4)図のように示すことにする。

(3) 1 : 1 型粘土鉱物 (4) 2 : 1 型粘土鉱物



このように粘土鉱物の結晶は珪酸の層（珪酸四面体層）と水酸化アルミニウムの層（アルミナ八面体層）が 1 : 1 或は 2 : 1 の割合に脱水結合したものである。

土壌中にみられる粘土粒子はこのような粘土鉱物の結晶が数百個重なって出来ている。

2. 粘土鉱物の種類

粘土鉱物の種類はかなり多く、分類の方法にもいろいろあるが、(グリム 1) を参考にすると次の

様に分類される。

- I 無定形 アロフェン類
- II 結晶形
 - A 二層型
 - 1 等デメンション型
カオリナイト類
カオリナイト, ナクライト
 - 2 延長型
ハロイサイト類
ハロイサイト
 - B 三層型
 - 1 伸長格子
 - a 等デメンション型
モンモリロナイト類
モンモリロナイト,
ソーコナイト
パーミキュライト類
パーミキュライト
 - b 延長型
モンモリロナイト類,
ノントロナイト,
サポナイト, ヘクトライト
 - 2 非伸長格子
イライト類
イライト
 - C 正常混層型
クロライト類
クロライト
 - D 鎖状構造型
アタパルガイト, セピオライト,
パリゴスカイト

限られた紙面で粘土鉱物の総ての種類について述べることは不適當なので、沖縄の土壤と関係の深いものについて取上げてみる。最近の報告²⁾によると沖縄本島の土壤に存在する主な粘土鉱物は次の通りである。

すなわち沖縄本島の土壤には主として、モンモリロナイト、パーミキュライト、及びハロイサイトなど（ギブサイト及び針鉄鉱は二次鉱物ではあるが粘土鉱物ではない）の粘土鉱物が存在する。

- 1) Grim, R. E. (1953) : Clay mineralogy
- 2) 小林, 品川 (1966) : 鹿児島大学農学部学術報告, 16号11-55

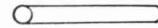
沖縄本島の土壤	主な粘土鉱物
泥灰岩を母材料とする土壤	モンモリロナイト, パーミキュライト, イライト, ハロイサイト,
粘板岩を母材料とする土壤	パーミキュライト, ハロイサイト, イライト
石灰岩を母材料とする土壤	ハロイサイト, (ギブサイト, 針鉄鉱)
国頭礫層を母材料とする土壤	イライト

この4種類の粘土鉱物について少し詳しく述べてみよう。

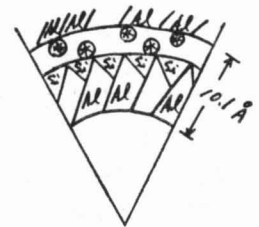
1) ハロイサイト

ハロイサイトは二層型で延長型の粘土鉱物である。ここでいう二層型とは粘土鉱物の結晶が珪酸四面体の層一つと、アルミナ八面体の層一つから出来ていることを意味するもので、別に1:1型ともいう。延長型とは外観が管状或は針状を示すものである。ハロイサイトの形と断面の一部を図解すると次の(5)及び(6)図の通りである。

(5) ハロイサイトの形 (6) ハロイサイトの断面の一部



(長さは1μ前後)



結晶の層間には水が含まれるが、この水と一緒に各種のイオン（作物養分）が存在する。カオリナイトもハロイサイトと同様に二層型の粘土鉱物であるが、両者間には次のような相違が見られる。

	ハロイサイト	カオリナイト
形状	管状	板状
結晶の厚さ	約 10.1 Å	約 7.2 Å
化学組成	$(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{Al}_4\text{O}_{10} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	$(\text{OH})_8\text{Si}_4\text{Al}_4\text{O}_{10}$

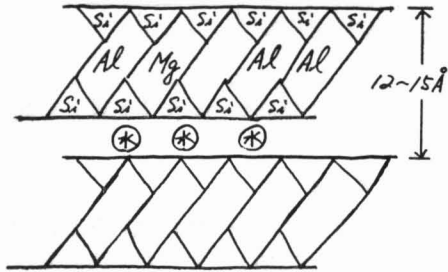
ハロイサイトの形がくずれ、結晶層間の水分が取り除かれるとハロイサイトの結晶は薄くなってカオリナイトに変化することは容易に考えられるであろう。

2) モンモリロナイト及びパーミキュライト

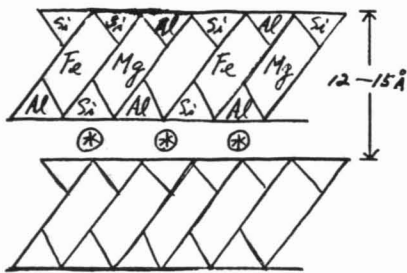
モンモリロナイト及びパーミキュライトは共に

三層型、伸長格子、板状の粘土鉱物である。三層型というのは、粘土鉱物の結晶が珪酸四面体の層二つとアルミナ八面体の層一つから出来ているもので、別に2：1型ともいう。モンモリロナイト及びパーミキュライトの結晶構造を図解すると次の(7)及び(8)図の通りである。

(7) モンモリロナイトの構造



(8) パーミキュライトの構造



ここで気が付くことは、モンモリロナイトにおいてはアルミナ八面体の層にマグネシウムが混入しており、パーミキュライトにおいては珪酸四面体の層にアルミニウムが、そしてアルミナ八面体の層にはマグネシウムと鉄が混入していることである。このように粘土鉱物の結晶にアルミニウムの代りにマグネシウムや鉄が入り、また珪素の代りにアルミニウムが入ったりすることを同形置換というが、このような現象によって粘土鉱物にはわれわれに興味のある性質が生じて来るのである。このことについては後に述べることにする。

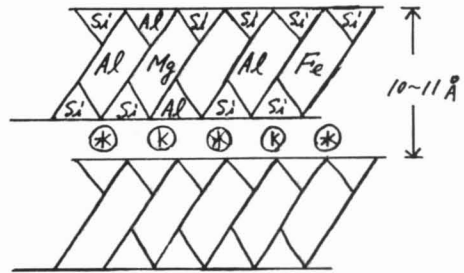
モンモリロナイト及びパーミキュライトの結晶と結晶の間には普通は水の分子が存在するが、この水の分子は乾燥によって取り去られたり、和 water によって再び結晶と結晶の間に入り込んだりする。そのため粘土鉱物の結晶は乾燥或は和 water によって厚さが水の分子の分だけ変化することになる。このようにしてモンモリロナイト或はパーミ

キュライトからできている粘土粒子は乾燥・和 water による収縮・膨脹が著しいので、モンモリロナイト及びパーミキュライトなどを伸長格子の粘土鉱物という。モンモリロナイト及びパーミキュライトを含む泥灰岩を母材料とする土壤(ジャーガル)が雨が降ると非常に軟らかくなってべたつき、早ばつにはかちかちに固くなって農作業に不便であることは周知の通りである。

3) イライト

イライトは三層型(2：1型)非伸長格子、板状の粘土鉱物である。前述のモンモリロナイト及びパーミキュライトと異なる点は、イライトが非伸長格子をもつということである。イライトの結晶構造を分かり易く示すと次の(9)図の通りである。

(9) イライトの構造



イライトの特徴は結晶内の同形置換が多い事と、結晶と結晶の間にカリ(K)イオンが存在することである。このカリイオンは珪酸四面体層の酸素シートの間隙に丁度落ち込む位の大きさで存在し、更に結晶内の同形置換によって生じた余剰の陰荷電(これはモンモリロナイトの場合の約2倍の強さがある)によって両側の結晶から強く引きつけられるので結晶の間隙を引締める役割をする。そのために和 water に際しても水の分子はイライトの結晶と結晶の間に侵入することができないで膨脹という現象が起らなくなるこれがイライトの特徴—非伸長格子—となって現われる。結晶間のカリイオンを取り除くと、イライトにおいてもモンモリロナイトのように和 water による膨脹が見られるようになる。

3. 粘土鉱物の性質

土壤が果す農業上の役割は何といっても栽培作物に対する水分と養分の保持供給であろう。水分及び養分の保持、供給能力は砂質の土壤よりは植

質の土壌の方が高いことは一般に認められるところであり、その能力が土壌の粘土分すなわち粘土鉱物に由来することも知られている（ここでは有機物については取上げない）。土壌の水分保持及び供給については粘土鉱物の性質の他に、構造、団粒などの問題が加わってくるので、ここではもっと直接に粘土鉱物の性質が関係する作物養分の保持、供給という事について考えよう。

作物は土壌から養分を主としてイオンの形（例— NH_4^+ 、 NO_3^- 、 H_2PO_4^- 、 HPO_4^{2-} 、 K^+ など）で吸収するわけであるが、このようなイオンを吸着保持し、作物に供給するためには土壌の粒子自体に陽イオンを引きつける陰性荷電と、陰イオンを引きつける陽性荷電がなければならない。この必要な陰性及び陽性の電気をもっているものが粘土鉱物である。

粘土鉱物の陰性及び陽性荷電の発生は、次の様なことが原因となっている。すなわち(1)珪酸四面体—アルミナ八面体層の結晶の破損。(2)粘土鉱物の結晶格子内における同形置換。(3)露出水酸基(OH)の水素のイオン化。(4)水酸基のイオン化。(5)珪酸四面体と同じ大きさの陰イオンが結晶内の珪酸四面体の位置に入り込んで結晶を構成する。

上に述べた5つの原因の中(1)~(3)は陰性荷電の発生となり、粘土鉱物の周囲に陽イオンを吸着することになる。(4)は陽性荷電の発生となり、粘土鉱物の周囲に陰イオンを吸着することになる。(5)は陽性荷電を発生することにはならないが、陰イオンが粘土鉱物の結晶内に取り込まれるので、現象として粘土鉱物の陰イオン吸収となる。これらのことは土壌が作物養分を吸着保持、供給するという作用に関係するものであり、重要な事項なのでもう少し詳しく述べることにする。

1) 珪酸四面体—アルミナ八面体層の結晶の破損。

これは粘土鉱物が陰性荷電を持つ原因となるものであり、特にカオリナイトやハロイサイトにおいてはこれが陽イオン置換容量の主力となっている。粘土鉱物の結晶が完全である時は、結晶格子を形成する各原子の結合手には空きがないが、結晶が破損すると結合手に空きが生じてこれが陰性荷電となる。結晶の破損は粘土鉱物結晶の水平面

に起ることは少なく、垂直面において起り、〔10図参照〕その部分の空いた結合手に植物養分の陽

(10) 粘土鉱物の結晶破損端における陰荷電の発生



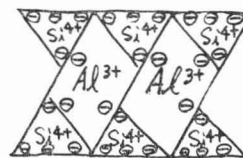
イオンが吸着される。このようなことから実験室において粘土鉱物を摩砕して、結晶を細かくすると陽イオン置換容量の増大が認められる。

2) 粘土鉱物の結晶格子内における同形置換

同形置換については先に少し触れたが、モンモリロナイト、パーミキュライト、イライイトなどにおいては、これが陽イオン置換容量の主力(80%)となっている。2:1型粘土鉱物のモンモリロナイトを例にとると、その結晶は珪酸四面体層二つと、アルミナ八面体層の一つが重なって出来たものであるが、アルミナ八面体層には部分的にアルミニウム(Al^{3+})の代りにマグネシウム(Mg^{2+})が置換して入り、結晶内の陽電荷と陰電荷のバランスがくずれている。すなわち陰電荷が余り陽電荷が不足している。この陽電荷の不足は粘土鉱物の結晶外から陽イオンが供給されることによって解決される。この現象が粘土鉱物の植物養分保持となって表われるわけである。同形置換の起っていない場合と同形置換の起っている場合の状態を図示すると次の通りである。

〔(11)及び(12)図〕。

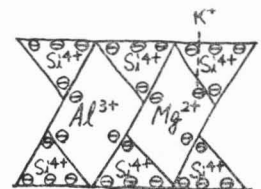
(11) 同形置換が起っていない状態（パイロフィライト）



結晶内の陰陽両電荷のバランスがとれている。

(12) 同形置換が起っている状態（モンモリロナイト）

MgがAlを置換したところでは陰陽両電荷のバランスがくずれている。結晶内の陽電荷の不足を外部の陽イオンで補う。



同形置換によって発生する陰荷電の量は1:1型粘土鉱物(カオリナイト, ハロイサイト)においては非常に少なく, 2:1型粘土鉱物において多い。これを2:1型粘土鉱物の中でモンモリロナイト, パーミキュライト, イライトの3種類について比較すると, パーミキュライトにおいて最も多く, モンモリロナイトにおいて最も少ない。

3) 露出水酸基(OH)の水素のイオン化。

この現象は1:1型及び2:1型粘土鉱物の破損部において起ることが考えられるが, 特に1:1型粘土鉱物において重要なものである。2:1型粘土鉱物においてはアルミナ八面体層は珪酸四面体層に夾まれているので結晶の面(水平面)に露出することはないが, 1:1型粘土鉱物においてはこれが結晶面に露出することになる。そのため, $=Al-OH + H^+ \rightleftharpoons =Al-O^- + H_2O^+$ のような現象が起り, 結果として1:1型粘土鉱物が陰性荷電をもつことになる。

4) 水酸基(OH)のイオン化

これは粘土鉱物が陽性荷電をもつ原因となる。この現象も1:1型及び2:1型の両粘土鉱物の破損部において起ることが考えられる。然し, 水酸基はアルミナ八面体層に存在するので, アルミナ八面体層が結晶(水平面)に露出するところの1:1型粘土鉱物においてこの現象(水酸基のイオン化)が起り易い。これは $=Al-OH \rightleftharpoons =Al^+ + OH^-$ のように表わされるであろう。この現象

によって1:1型粘土鉱物(カオリナイト, ハロイサイト)は2:1型粘土鉱物より多くの陽性荷電を持つことになり, 陰イオンの作物養分(NO_3^- , $H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-} など)をよく吸着保持する。

5) 珪酸四面体と同じ大きさの陰イオンが結晶内の珪酸四面体の位置に入り込んで結晶を構成する。

土壤が風化生成される際に, 溶出したSi及びAl成分が再配列して粘土鉱物の結晶が形成されることは先に述べたが, この結晶生成の時にSi成分が珪酸四面体(SiO_4^{4-})として並ぶべきところへこれと大きさが類似する他の陰イオンが侵入して並び, 粘土鉱物を形成する場合がある。珪酸四面体と大きさが類似する陰イオンにはりん酸イオン, 砒酸イオン, ほう酸イオンなどがある。

これは厳密には粘土鉱物の陽性荷電発生源とはいえませんが, 粘土鉱物が作物養分を吸収保持する一つの現象である。そして土壤がりん酸養分を固定(非可給態化)する原因の一つとも考えられている。

以上土壤の精髓ともいふべき粘土鉱物について, その生成, 種類, 性質を出来るだけ分かり易く述べてみた。畑の土を理解しようとするとき, そこに広大な興味ある分野が開けてくる。

(大屋 一 弘)

繊維製品品質表示法について

1. はじめに

各デパートの衣料品売場には多数の衣料品が色とりどりに並べられています。メーカーは繊維の種類を変えては, テレビ, ラジオ, 新聞, 雑誌などあらゆるマスコミを利用して私達に迫ります。ところが買って来た繊維製品が宣伝と違っていたり, 取扱いが分からないままに, 洗濯やアイロン掛けにより台なしになった, という話をよく耳にします。繊維製品の選び方や取り扱い方に関しては今まで各方面から論じられて参りました。しかし

ながら, それらの根本は表題にある品質表示法について関心を持つことと, 理解を深めることにあると考えます。

2. 繊維製品品質法の目的と沿革

「消費者は王様である」と言われています。しかし欧米, 特にアメリカ¹⁾に比べて, まだまだ日本, 沖縄に於ける消費者は力の弱い王様になりがちです。そこで, 行政的に消費者の利益を保護することはできないか, という考えから, 消費行政ということがいわれるようになって来ました。