

京都府丹後地方および愛知県三河地方の 森林土壌の鉱物学的研究

服 部 共 生

TOMOYO HATTORI : Mineralogical studies of forest soils in Kyoto
and Aichi prefecture

摘 要 京都府丹後地方の酸性褐色森林土地帯と愛知県三河地方の赤黄色土地帯に分布する種々母材を異にする土壌の鉱物学的研究を行ない、次の結果を得た。

これらの2つの土壌生成作用に伴って起こる粘土の風化生成過程には著しい相違は両者の間に認められず、現気候条件下で安定と思われる風化最終産物はハロイサイト、ギブサイトであつた。しかし現在土壌中にみられる粘土鉱物は母材および土壌生成作用を受けた時間により差異があることを明らかにした。

1. はしがき

近畿地方の森林地帯は既報¹⁾ のようにごく一部にポドソール性土壌もみられるが、酸性褐色森林土と赤黄色土の2つの土地帯に分けられる。そして古生層頁岩を母材とする酸性褐色森林土および古生層頁岩、花コウ斑岩を母材とする赤黄色土の鉱物学的研究から、前者はおもに 14\AA 鉱物を粘土の主要構成鉱物とし、後者では母材と関係なくハロイサイトが主要構成鉱物となつてることが明らかにされた。また中部地方木曾国有林における酸性褐色森林土の粘土は母材が玄武岩や安山岩のような塩基性岩では 14\AA 鉱物が、石英

斑岩のような酸性岩ではハロイサイトと 14\AA 鉱物が主成分であるという²⁾。

このような母材や土壌型と土壌中の粘土鉱物との対応が一般的なものであるか興味ある問題と考え、種々母材を異にする京都府丹後地方の酸性褐色森林土地帯と愛知県三河地方の赤黄色土地帯の森林土壌について鉱物学的研究を行ない、粘土鉱物の生成過程と土壌生成作用および母材との関連を考察した。

2. 供試試料および実験方法

供試土壌の位置、母材、層位、その他2,3の性質を第1表に示す。これら試料採取位置の気象条件は第2

第1表 試料の採取地点、母材、および一、二の性質

試料番号	位 置	母 材	層 位	土 性	色 調* (マンセル 土色帖)	pH (H ₂ O)	全 炭 素 %	備 考
1-1	竹野郡上宇川村小脇 標高 50m	安山岩	AB	埴壤土	7.5YR $\frac{3}{2}$	6.7	0.17	
-2	丹		C	同上	10R $\frac{3}{4}$	6.1	0.10	
2	後 上夜野村 標高 450m	玄武岩	C	壤土	10R $\frac{4}{8}$	5.0	0.10	
3	丹後町間人 標高 20m	同上	火山灰層と母 岩との中間層	埴土	10YR $\frac{4}{6}$	5.4	0.52	
4	地 大江山不甲峠 標高500m	蛇紋岩	C	壤土	2.5YR $\frac{4}{8}$	4.6	0.21	
5	吉美村 標高 150m	斑レイ岩	A	同上	7.5YR $\frac{2}{8}$	6.6	5.92	
6	方 伊根一泊間 標高 100m	凝灰岩	A	埴壤土	5.0YR $\frac{4}{4}$	4.7	2.86	

7	八名郡宇利峠下 標高 100m	斑レイ岩	A	壤土	5.0YR $\frac{4}{4}$	4.4	1.67	桑園
8-1	三河地方 八名郡吉川峠 標高200m	蛇紋岩	0~14cm	砂壤土	10YR $\frac{3}{2}$	7.6	1.51	
-2			26~40cm	同上	10YR $\frac{2}{2}$	7.7	1.49	
-3			50~70cm	埴壤土	7.5YR $\frac{2}{2}$	8.0	0.95	
-4			80~100cm	埴土	2.5Y $\frac{2}{2}$	8.2	0.66	
-5			100~120cm	砂壤土	2.5Y $\frac{3}{4}$	8.3	0.46	
-6			100cm似下	—	—	8.4	0.19	基岩
9	方 本郷村 標高 100m	花コウ岩	B	砂壤土	7.5YR $\frac{5}{6}$	5.6	0.33	
10	鳳来山中復 標高 300m	流紋岩	A	同上	10YR $\frac{2}{2}$	4.2	6.48	

※湿潤状態における色調

第2表 供試土壌採取地方の気象条件

観測地点	年平均気温 °C	年平均降水量 mm	年平均湿度 %
京都府大野演習林	15.9°	1683	85
福知山	14.6	1697	
宮津	14.4	1984	
峰山	14.3	2204	
舞鶴			97
浜松	14.2	1513	77
豊橋	15.3	1755	72

	丹後地方	三河地方
N-S 係数	840~1800	106~189
雨量係数	446~478	106~115

表のようである。菅野⁹⁾により指摘されているが、このような気象条件下では丹後地方で褐色森林土が、三河地方で赤黄色土が生成されると思われる。しかし両地方の雨量係数や N-S 係数よりすると、褐色森林土出現の下限および、赤黄色土出現の上限の値を示し、標高、地形などの影響を受け、両地方とも、褐色森林土と赤黄色土の中間的性質をもつた土壌すなわち岩佐・近藤¹⁰⁾により報告された伊豆長者原の土壌と似た土壌の生成される可能性もあろう。

土壌番号(1-1~1-2, 5, 8-1~8-6)の試料は断面における層位の分化の不明瞭な点、pH が比較的高く中性ないしは微アルカリ性を呈していることおよび腐植含量の比較的すくないことなどよりみて土壌化の進んでいない土壌と思われる。

土壌より各フラクションの分別および各フラクション中の鉱物の同定は既報の方法¹¹⁾によつた。

3. 結果および論議

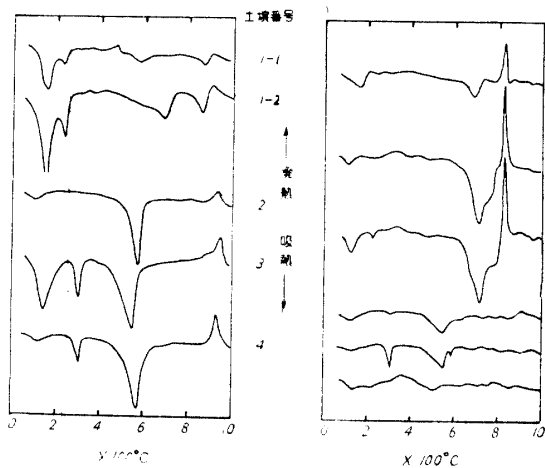
a. 細砂の鉱物組成：細砂の鉱物組成の特徴を第3表に総括して示す。また赤外線吸収スペクトル、示差熱曲線の代表例を第2,3図に示す。第3表からも明らかのように、丹後地方の土壌5,6を除いて、その細砂は岩石顕微鏡下の観察において単一粒子が一鉱物種として同定されるものは極めて少なく大部分が粘土塊として存在している。このことはX線回析結果、示差熱曲線、赤外線吸収スペクトルにも明らかに認められる。丹後地方の土壌5,6および三河地方の土壌中の細砂は前述と異なり、それぞれの母材を反映した種々の鉱物が同定され、粘土鉱物同定法により存在を推定される粘土鉱物の含量は極めて少ない。このような細砂中の粘土鉱物含量の相違は、母材の相違および土壌年齢によるものであろう。

細砂中に同定される粘土鉱物は安山岩土壌の表層(土壌1-1)でモンモリロナイトと少量の14Å 鉱物、下層(土壌1-2)でモンモリロナイトであり、玄武岩土壌(土壌2,3)、蛇紋岩土壌(土壌4)でハロイサイトであつた。土壌5,6,および三河地方の土壌では粘土鉱物含量が少なく粘土鉱物の種類を明らかにすることが出来なかつた。しかし丹後地方の斑レイ岩土壌(土壌5)で14Å 鉱物が、凝灰岩土壌(土壌6)でハロイサイトが同定され、三河地方の斑レイ岩土壌(土壌7)、花崗岩土壌(土壌9)でハロイサイトが、蛇紋岩土壌では表層(土壌8-1)でクロライトとハロイサイトが下層(土壌8-5)で蛇紋石が同定された。

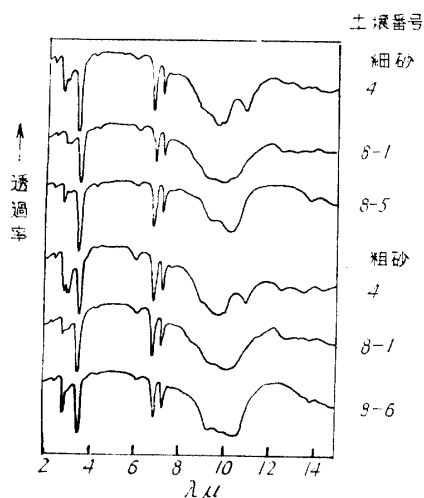
細砂中に多少とも粘土鉱物が含まれていることはすでに報告したが、マグネシウム還元法のような比較的

第3表 細砂の鉱物組成の特徴

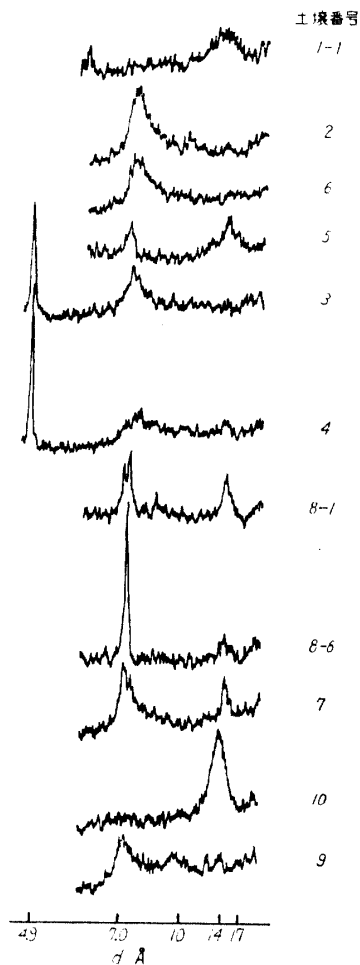
試料番号	岩石顕微鏡による観察同定	X線および示差熱分析による同定
1-1	植物起源のオパール, 粘土塊, クロライト群, 紫ソ輝石を主成分	モンリナイト, を 14Å 主成分
-2	粘土塊, クロライト群, 紫ソ輝石を主成分	モンモリナイトを主成分とし少量の 14Å を含む
2	粘土塊を主成分	ハロイサイトを主成分
3	粘土塊を主成分	ハロイサイト, ギブサイトを主成分
4	粘土塊を主成分	ハロイサイト, 14Å ギブサイトを主成分
5	クロライト化した輝石, 長石類, 植物起源オパールを主成分	少量のクロライトを含む
6	風化を受けた長石類を主成分	少量のハロイサイトを含む
7	植物起源のオパール, クロライト群, 斜長石を主成分	少量のハロイサイト, クロライトを含む
8-1	植物起源のオパール, 蛇紋石を主成分	蛇紋石を主成分とし少量の 14Å を含む
-2	蛇紋石, 植物起源のオパールを主成分	蛇紋石を主成分
8-3~8-5	蛇紋石を主成分	蛇紋石を主成分
9	石英, 加里長石, 風化黒雲母, 斜長石を主成分	少量のハロイサイト, イライト, ギブサイトを含む
10	屈折率1.53以下の等方性鉱物, 長石類を主成分	?



第1図 細砂の示差熱曲線



第2図 砂の赤外線吸収スペクトル



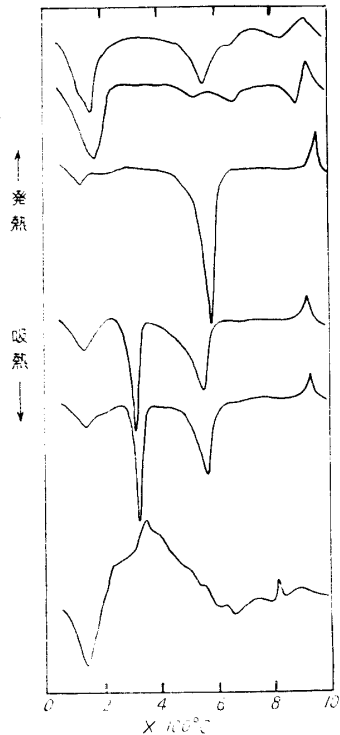
第3図 粘土のX線回折図 (H-粘土)

強力な結合物質除去法を用いてもなおかつ細砂中に粘土鉱物が含まれている。このことは母材を構成する鉱

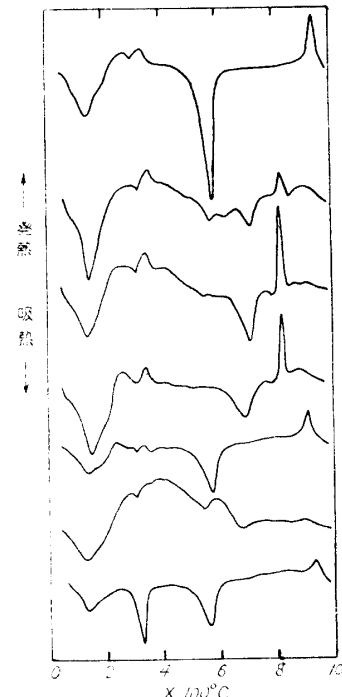
物粒子の風化に際して、粘土鉱物の生成が一次鉱物の構成元素へ完全に分解した後、再合成され結晶生長を

行なうという考え方より、一次鉱物粒子の表面での構造変化を伴う再合成が行なわれたものとするの妥当性を示すものでろう。

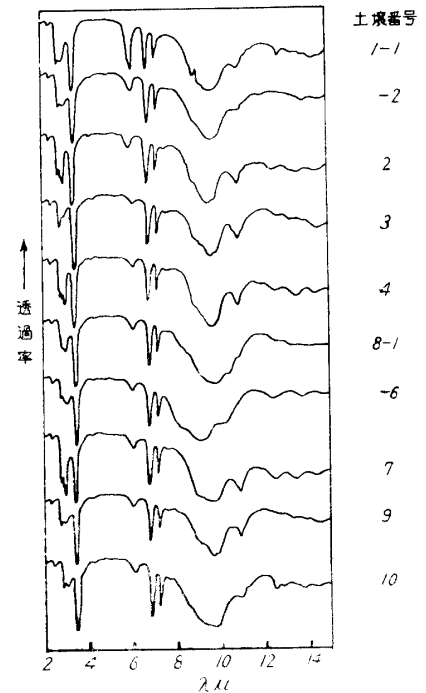
b. 粘土の鉱物組成：粘土部分のX線回析図、示差熱曲線、赤外線吸収スペクトルの代表例を第4, 5図に示す。また2,3の試料については各種処理を行なつ



第4図a 粘土の示差熱曲線 (H-粘土)



第4図b 粘土の示差熱曲線 (H-粘土)



第5図 粘土の赤外線吸収スペクトル (H-粘土)

第4表 粘土の鉱物組成の特徴

試料番号	主成分鉱物	副成分鉱物	随伴鉱物
1-1	モンモリナイト, 14Å 鉱物 (Al-パーミキュライト)	14Å 鉱物 (Al-パーミキュライト)	
-2	モンモリロナイト	14Å 鉱物 (Al-パーミキュライト)	
2	ハロイサイト	14Å 鉱物 (Al-パーミキュライト)	14Å 鉱物 (Al-パーミキュライト)
3	ハロイサイト	ギブサイト	蛇紋石, 14Å 鉱物 (クロライト?)
4	ハロイサイト, ギブサイト		ハロイサイト
5	14Å 鉱物 (クロライト?)		
6	ハロイサイト		
7	ハロイサイト		14Å 鉱物 (クロライト?)
8-1	ハロイサイト, 14Å 鉱物 (クロライト?)	蛇紋石	
-2	蛇紋石	14Å 鉱物 (クロライト?)	ハロイサイト
8-3~8-5	蛇紋石	14Å 鉱物 (クロライト?)	
8-6	蛇紋石		
9	ハロイサイト	イライト, ギブサイト	14Å 鉱物 (Al-パーミキュライト)
10	モンモリロナイト		

した後X線回析図を得ている。これらの結果から推定される粘土部分の鉱物組成の特徴を第4表に示す。

安山岩土壌 (土壌 1-1, 1-2) の粘土はグリセロール処理で 17Å に膨張し, K-飽和の風乾試料で 12Å に収縮するモンモリロナイトを主成分とし, 表層ではか

なりな量の, 下層ではグリセロール処理あるいはK-飽和で basal diffraction に変化のない 14Å 鉱物を少量含むものと思われる。この 14Å 鉱物は N 塩化カリ-0.1N 塩酸処理で 12Å に回析線を認めることから, モンモリナイトの層間にギブサイト層をはさんだ

ものと考えられる。粘土中の鉱物は細砂中のものとはほぼ同じであるが、粘土では細砂にくらべて 14\AA 鉱物の多くなっていることが示差熱曲線の 700° 付近の吸熱ピークの弱化和 $500\sim 600^\circ$ の吸熱ピークの強化にみることが出来る。

玄武岩土壌（土壌2,3）の粘土はハロイサイトを主成分としている。土壌3においてはギブサイトもかなりの量同定された。これを細砂中の鉱物組成と比較すると土壌2ではハロイサイト含量が、土壌3においてはギブサイト含量が粘土において高いようである。

蛇紋岩土壌では丹後地方の土壌4の粘土はハロイサイトとギブサイトで構成されているが、三河地方の土壌の表層（土壌8-1,8-2）でクロライト、少量のハロイサイトおよびかなりの量の蛇紋石が同定された。下層（土壌8-3~8-5）は母材（土壌8-6）とほとんど同じく蛇紋石のみより粘土は構成されている。

斑レイ岩土壌においては丹後地方の土壌5の粘土はおもに 14\AA 鉱物（グリセロール処理、N塩化カリ-0.1N 塩酸処理で回析線に変化のないことよりみて多分クロライトであろう）であるのに反し、三河地方の土壌7の粘土は 14\AA 鉱物とハロイサイトを含んでいた。

凝灰岩土壌（土壌6）の粘土はハロイサイトを主成分とする。

花コウ岩土壌（土壌9）の粘土はハロイサイトを主成分とし黒雲母に由来すると考えられる 14\AA 鉱物を含む。

流モン岩土壌（土壌10）の粘土はグリセロール処理で 17\AA に回析線の移行するモンモリロナイトを主成分とするようであるが、くわしい検討は今後の研究にまわりたい。しかしこの土壌のように酸性の比較的強い条件下でもモンモリロナイトの同定されることは興味ある問題を投げかけている。

粘土の鉱物組成は細砂中のものと鉱物種間に差異はないが、量的には変化がみられる。いずれの土壌においても細砂よりは粘土の方が常に風化の進んだ状態にあることは明らかである。

ここに試料とした土壌にはさきにも述べたように、土壌年齢の若い土壌化の進んでいないと思われるものも含まれているが、それらの土壌の粘土は Jackson ら⁹⁾ のいう風化序列の中期に相当する粘土鉱物が主成分となり、風化の進んだ土壌では風化序列の末期に相当する粘土鉱物を主成分としている。このことは丹後地方の褐色森林土地帯においても、三河地方の黄赤色土地帯においても土壌化に伴う最終風化産物はハロイサイト、ギブサイトであることを示し、両土壌化作用に伴う粘土の風化生成作用には大きな相異のないこと

を示すものといえよう。それゆえ両地方の同一母材の土壌については同一傾向の風化過程をたどるものと思われる。このような観点より、斑レイ岩土壌と蛇紋岩土壌の風化過程を考察する。

c. 斑レイ岩の風化：斑レイ岩は60%前後の曹灰長石と35%前後の輝石、カンラン石などの鉄苦土鉱物からなる塩基性岩であるが、斑レイ岩土壌の砂部分に風化の進んでいない丹後地方では相当量の斜長石、輝石（屈折率、干渉色、消光角などよりみてクロライト化したものをかなり認める）が主成分をなし、一方風化の進んだ三河地方のものでは前者にくらべ斜長石含量を減じ、輝石（クロライト化したものが多い）含量を増加している。粘土部分では風化の進んでいないものではクロライトが優越し、風化の進んだものではハロイサイト含量が高まっている。これらのことは青峰らの異別石の風化過程の研究とともに斑レイ岩の風化はその初期にまず輝石のクロライト化が起こり次いでクロライトの細粒化が進行する。風化の進行につれて斜長石のハロイサイト化が行なわれるものと思われる。

d. 蛇紋岩の風化：蛇紋岩は蛇紋石よりなりそれは 7\AA に basal diffraction をもつ Trioctahedral 型の 1:1 鉱物である。風化の進んでいない三河地方の土壌では下層の砂および粘土は母材の粉末と全く同じ X線回析図、示差熱曲線、赤外線吸収スペクトルをあたえるが、表層の砂および粘土は母材とはやや異なつた鉱物を生成している。X線回析図における 14\AA 回析線の強化、発現、示差曲線における 500° 付近の吸熱ピークの発現や 750° の吸熱ピーク、 800° 付近の発熱ピークの弱화가起つている。これらの結果は蛇紋石の風化がまず 14\AA 鉱物の生成に始まることを示している。一方風化の進んだ丹後地方の土壌では砂、粘土ともにハロイサイトとギブサイトで構成されている。しかし粘土の X線回析図には微弱ではあるが、三河地方の表層土の粘土のそれと類似の回析線も認められる。これらの結果は蛇紋岩の風化が basal diffraction として 7\AA に回析線を示す Trioctahedral 型の 1:1 鉱物が Trioctahedral 型 2:2 鉱物にまず変化し、ついで土壌の酸性化に伴うアルミニウムイオンの活性化により Dioctahedral 型 2:2 鉱物ないしは 1:1 鉱物へ変化することを予測させる。

試料は京都大学農学部川口教授によつて採取されたもので、本研究に試料を供与下され、発表を許可されたことに対し厚く謝意を呈します。また赤外線吸収スペクトルの測定は京都大学農学部農薬化学研究室の労をわずらはした。ここに厚く感謝の意を表わします。

文 献

- 1) 服部共生・山口桂三郎：京大食研報告 22号 40 (1959)
- 2) 川口桂三郎・服部共生・久馬一剛：未発表
- 3) 菅野一郎：土肥誌 20 12 (1949)
- 4) 近藤鳴雄・岩佐安：土肥誌 31 91 (1960)
- 5) Jackson, M. L. and Sherman, G. D. : Advance in Agronomy V 219 (1953)
- 6) Aomine, S. and Miyauchi, Y. : Soil Sci and Plant Nutrition 8 185 (1962)

Summary

The mineralogical studies of the forest soils in Tango of Kyoto Prefecture and in Mikawa of Aichi Prefecture, which are developed on the various rocks under the climatic conditions of the formation of brown forest soil and red yellow soil, were performed. The petrographic methods were applied for the studies of sand fractions and the X-ray diffraction procedure, the differential thermal analysis and the other methods for sand and clay fractions. The results were summarized as follows.

The sand fractions were containing the considerable amount of clay minerals in Tango soils, but the small amount in Mikawa soils except in

the serpentine soil. The species of clay minerals in sand fractions were resemble to the ones in clay fractions.

The various clay mineral species were detected in the clay fractions due to the variations of parent material and the differences of soil age. But it was considered that there were no marked differences on the processes of clay formation occurred during the forming processes of brown forest soil in Tango and red yellow soil in Mikawa, and the most stable weathering products were halloysite and gibbsite under present climatic conditions.