

岡山県南部の風化花崗岩中の粘土鉱物

—— その2：総社市鬼城山について ——

坂 本 尚 史・小 林 祥 一*

岡山理科大学理学部基礎理学科

*倉敷芸術科学大学産業科学技術学部機能物質学科

(1997年10月6日 受理)

1. はじめに

岡山県南部一帯には、中生代白亜紀を中心とした火成活動が見られ、花崗岩および流紋岩が広く分布している。その中で、岡山市万成や笠岡市北木島では花崗岩が石材として盛んに採掘され、それぞれ‘万成石’‘北木石’などと呼ばれて珍重され、石碑、石垣、墓石、各種建造物用石材として古くから利用されてきた。

近年、酸性雨などの地球環境汚染による各種の建築用石材の汚染・破壊が全世界的に深刻な問題となっている。特に、堅牢で耐久性が高いため問題にされてこなかった花崗岩質石材にまでその被害が広がりを見せている (Kobayashi *et al.*, 1994¹⁾)。筆者らは、この事実を実験的に考察する目的で、花崗岩の酸性溶液による人工風化実験を行なっているが、その変質初期の挙動が岡山市の高松最上稲荷の仁王門に見られる酸性雨によると考えられる変質過程と極めて良く一致することをすでに指摘した (小林ら, 1993²⁾)。

花崗岩は天然環境でもしばしば風化変質を受け、その周辺では風化により生成した砂質土 (まさ, 真砂, 花崗岩サブロライト) が広く発達している。岡山県南部でもかなり多くの地点で‘まさ’が発達し、一部地域では庭土用に採掘が行なわれている。さらに、花崗岩中には多くの節理が認められ、それを満たすように、あるいは花崗岩を横切って粘土脈が発達している。これらの風化花崗岩の変質過程や粘土脈中に見られる粘土鉱物を検討することは、酸性雨の岩石鉱物に与える影響を検討する上でも、重要なデータを提供してくれるものと考えられる。また、近年の酸性雨が、これら天然での風化変質にまで影響を及ぼしているということも十分考えられる。

この様な観点から、筆者らは岡山県南部の風化花崗岩中の粘土鉱物の検討を続けており、前報では高松最上稲荷の仁王門の石材産地でもある、岡山県笠岡市北木島の花崗岩および‘まさ’中に見られる粘土鉱物について報告した (坂本・小林, 1997³⁾)。今回は、総社市鬼城山付近の花崗岩中の粘土脈および‘まさ’中に見られる粘土鉱物について報告する。

2. 鬼城山について

岡山県総社市北部から、賀陽町、加茂川町にかけて、南北約20km、東西約10kmの広い範囲に、いわゆる山陽帯に属する花崗岩質岩石が分布している。岩体は細粒ないし中粒の、主として黒雲母、斜長石、アルカリ長石、石英からなる黒雲母花崗岩で、これは濡木ら(1979)⁴⁾によりI型花崗岩に分類されている。岩体の北側および西側は流紋岩質岩により、東側は閃緑岩質岩、および砂質ないし泥質のやや変成した古生層により、そして南側は現世あるいは更新世の堆積物によって境されている。岩体の南部には、古代の朝鮮式山城として知られる史蹟「鬼ノ城」のある標高397mの鬼城山があり、本岩体の代表的な花崗岩の露頭が数多く見られる。この鬼城山の西側の総社市黒尾から岩屋に通じる道路に沿って、さまざまな程度に風化したいわゆる‘まさ’が露出している。試料は、図1に示すように鬼城山北西の岩屋付近、岩屋に通じる道路沿い、および、南方の黒尾付近で採取した。

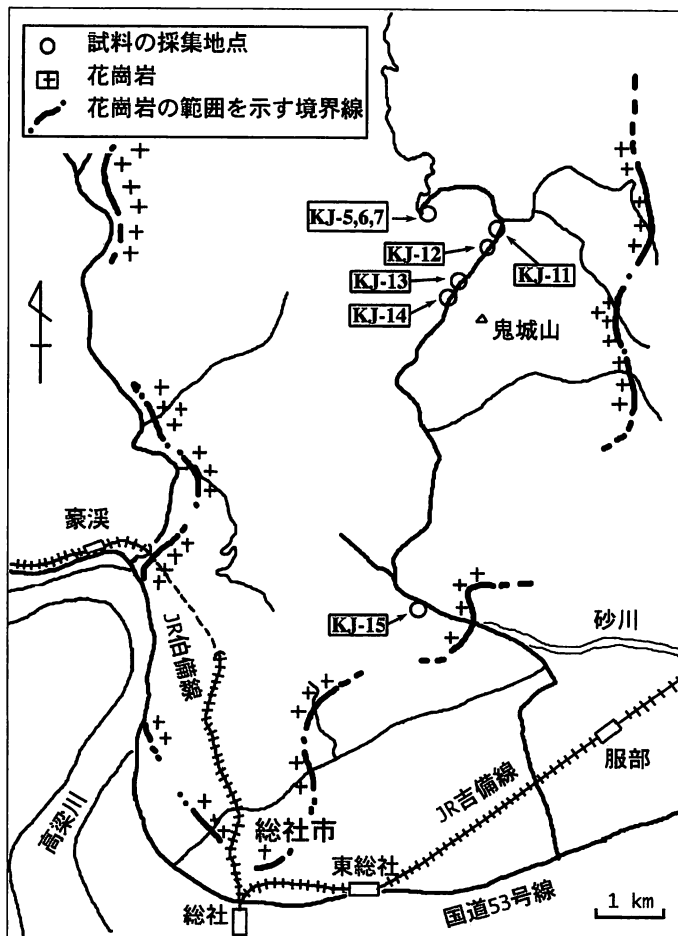


図1 試料採取位置

3. 実験方法

各地点で採集した試料からの粘土フラクションの採取と粘土鉱物同定の方法は前報に述べた北木島の場合と全く同様に行なった。すなわち、採取試料は分散剤として NaOH 水溶液 (0.5mol/l) を数滴加えて超音波により分散させた後、沈降法により 2 μm 以下の粘土フラクションを採取し、相対湿度 100 % のデシケータ中で半乾燥を行なった (以下の文中では未処理試料と記載する)。得られた粘土フラクションは、主として X 線回折により粘土鉱物の同定を行なった。この際、風乾、エチレングリコール処理 (65°C の蒸気による 1 時間の飽和处理)、100°C および 300°C 1 時間加熱処理を行なうとともに、Churchman *et al.* (1984)⁵⁾ の方法によりハロイサイトの検出を行なった。この方法はハロイサイトのみがホルムアミドとの複合体を形成することを利用したものであり、この処理によりメタハロイサイトおよびハロイサイトの回折線は 10.4 Å に移動するが、カオリナイトの回折線は移動しない。

4. 実験結果

4.1 総社市岩屋

総社市岩屋地区には、神社の参拝者のためかと思われる駐車場があり、その北西の崖面に風化花崗岩 (‘まさ’) が露出している。この崖面には何本かの幅数 mm の白灰色ないし淡黄色の粘土脈が発達している。また、崖面はかなり植物に覆われているが、その上方には神社に通じる小道がありその脇に新鮮な ‘まさ’ 化した風化面が露出している。今回は ‘まさ’ (KJ-5)、灰白色粘土脈 (KJ-6)、および淡褐色粘土脈 (KJ-7) の試料を採取した。

図 2 に ‘まさ’ 試料 (KJ-5) から得られた粘土フラクションの定方位試料の XRD パターンを示す。相対湿度 100 % で半乾燥した未処理試料では、14.6, 10.2, および 7.5 Å に回折線が認められる。14.6 Å の回折線はエチレングリコール処理で変化せず、加熱処理でも強度は減少するものの底面間隔にほとんど変化がないことから、パーミキュライトによるものと考えられる。10.2 Å の回折線は風乾により強度を減じ、100°C 加熱処理により 7.5 Å に移動する。さらに、エチレングリコール処理により約 11 Å、ホルムアミド処理により 10.4 Å に移動することからハロイサイトによるものと考えられる。しかし、加熱処理によっても 10.2 Å に弱い回折線が残ることから少量の雲母粘土鉱物も含まれるものと思われる。7.5 Å の回折線は、ホルムアミド処理により強度を減じるものの明瞭に残存することから、ハロイサイトとカオリナイトの両者によるものと考えられる。

図 3 に灰白色粘土脈試料 (KJ-6) から得られた粘土フラクションの定方位試料の XRD パターンを示す。未処理試料では、14.6 Å に強い回折線が認められ、さらに、10.2, および 7.5 Å にかすかな回折線が認められる。14.6 Å の回折線は風乾および 100°C 加熱で変化せず、300°C 加熱で約 10 Å に、エチレングリコール処理で約 17 Å に、さらにホルムア

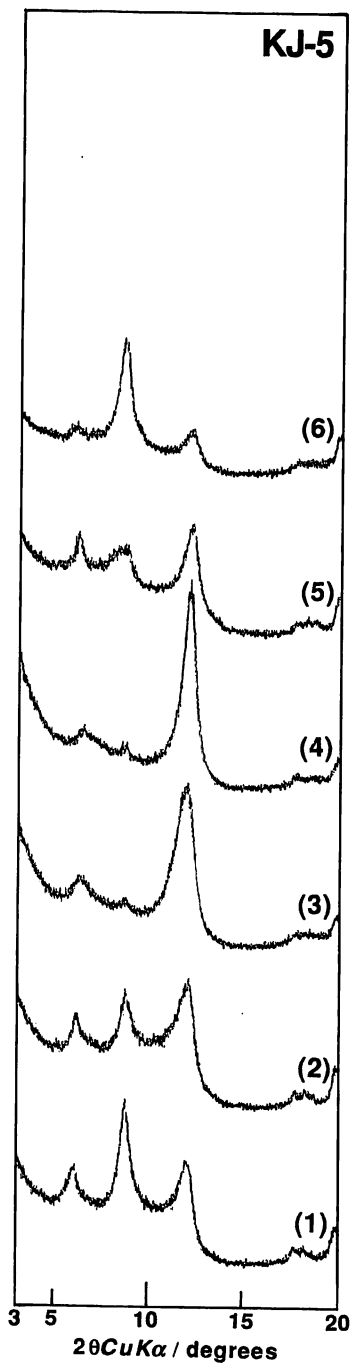


図2 岩屋駐車場上の露頭の黄褐色‘まさ’試料(KJ-5)の粘土フラクションのXRDパターン。
(1): 相対湿度100%下で半乾燥, (2): 風乾, (3): 100℃加熱, (4): 300℃加熱, (5): エチレングリコール処理, (6): ホルムアミド処理

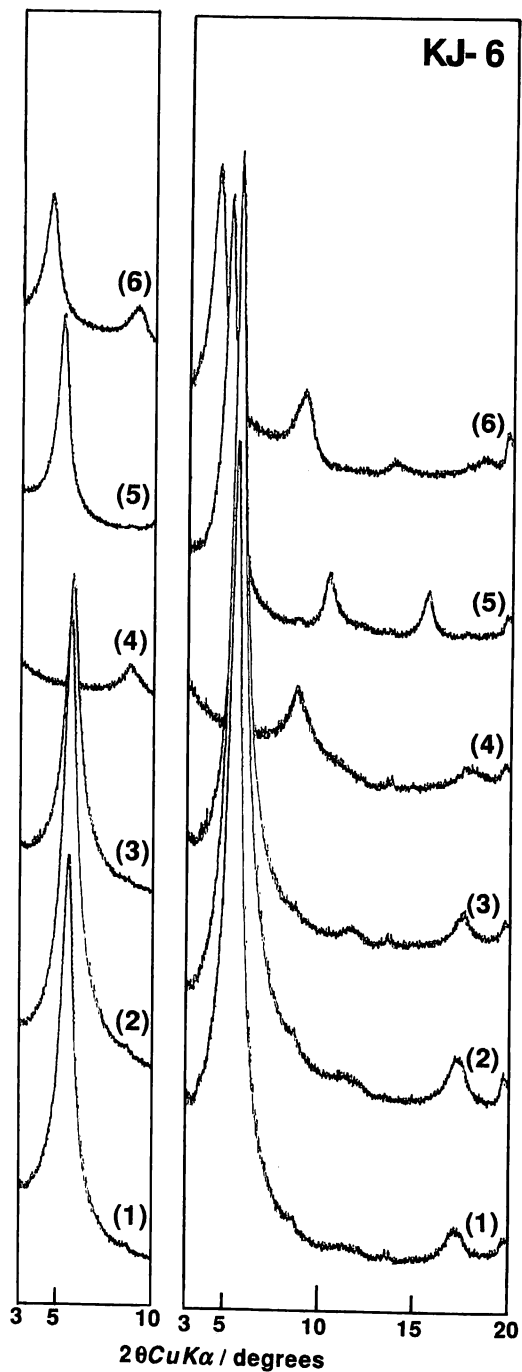


図3 岩屋駐車場脇の露頭の‘まさ’中の粘土脈試料(KJ-6)の粘土フラクションのXRDパターン。
(1): 相対湿度100%下で半乾燥, (2): 風乾, (3): 100℃加熱, (4): 300℃加熱, (5): エチレングリコール処理, (6): ホルムアミド処理

ミド処理で18.4 Åに移動することからスメクタイトによるものと考えられる。10.2 Åの弱い回折線はすべての処理で変化しないことから雲母粘土鉱物によるものと思われる。7.5 Åの回折線は、ホルムアミド処理により消失することから、ハロイサイトによるものと考えられる。

図4に淡黄色粘土脈試料(KJ-7)から得られた粘土フラクションの定方位試料のXRDパターンを示す。未処理試料では、14.6 Åに強い回折線が認められ、さらに、10.2, および7.5 Åに回折線が認められる。14.6 Åの回折線は風乾および100°C加熱で変化せず、300°C加熱で約10 Åに、エチレングリコール処理で約17 Åに、さらにホルムアミド処理で18.4 Åに移動することからスメクタイトによるものと考えられる。10.2 Åの弱い回折線はすべての処理で変化しないことから雲母粘土鉱物によるものと思われる。7.5 Åの回折線は、ホルムアミド処理により10.4 Åに移動することから、ハロイサイトによるものと考えられる。しかし、ホルムアミド処理後にも7.2 Åにかすかな回折線が残ることから、わずかなカオリナイトが含まれていることも考えられる。

4.2 道路沿いの露頭

史蹟「鬼ノ城」の入り口を通過して上記岩屋に通じる道路に沿って数カ所に風化花崗岩の露頭が観察される。これらの露頭のうち、4カ所から‘まさ’試料(KJ-11~14)を採取した。KJ-11は「鬼ノ城」の入り口から最も離れた地点の空き地奥の高さ3 m程度の崖面を構成するやや白色味を帯びた‘まさ’試料、KJ-12は道路際の高さ1 m程度の崖面の表土の下部の微粒でかなり風化の進行した白色風化花崗岩試料である。また、KJ-13およびKJ-14は「鬼ノ城」の入り口近くの高さ5 mほどの崖面を構成する‘まさ’試料であり、前者は淡黄褐色を示しほぼ完全に‘まさ’化して原岩の構造が見られないが、後者では黄褐色を呈し原岩の構造が部分的に残されている。4つの試料は、肉眼的には粒度および色調から13<14<11<12の順に強く風化を受けているように観察された。

図5に帯白色‘まさ’試料(KJ-11)試料から得られた粘土フラクションの定方位試料のXRDパターンを示す。未処理試料では、15.2, 14.6, 10.2, および7.5 Åに回折線が認められる。15.2 Åの回折線は風乾および100°C加熱で14.7 Åに移動し、300°C加熱で約10 Åに、エチレングリコール処理で約17 Åに、さらにホルムアミド処理で18.4 Åに移動することからスメクタイトによるものと考えられる。14.6 Åの回折線はエチレングリコール処理で変化せず、加熱処理でも強度は減少するものの底面間隔にほとんど変化がないことから、バーミキュライトによるものと考えられる。10.2 Åの回折線は、風乾により強度を減じ、エチレングリコール処理により約11 Å、ホルムアミド処理により10.4 Åに移動する。さらに、風乾および100°C加熱処理により強度を弱め、7.5 Åの回折線の強度が増加することからハロイサイトによるものと考えられる。しかし、加熱処理によっても10.2 Åに回折線が残ることから雲母粘土鉱物も含まれるものと思われる。7.5 Åの回折線は、ホルムアミド処理により強度を減じるものの明瞭に残存することから、ハロイサイトとカオリナイトの両

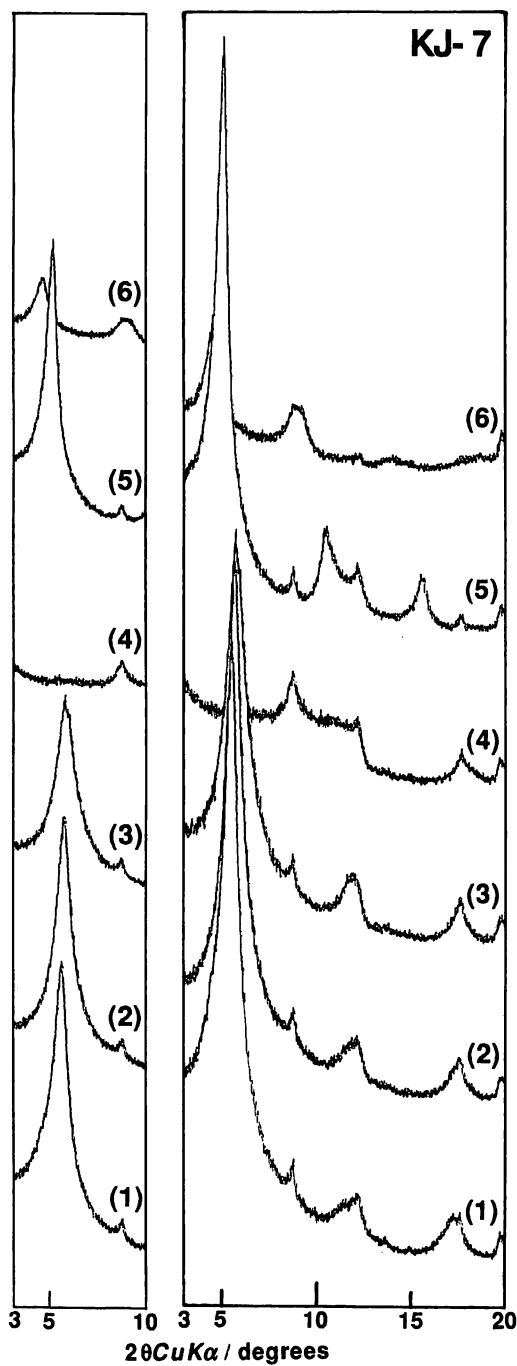


図4 岩屋駐車場上の露頭の‘まさ’中の粘土脈試料(KJ-7)の粘土フラクションのXRDパターン。
(1): 相対湿度100%下で半乾燥, (2): 風乾, (3): 100℃加熱, (4): 300℃加熱, (5): エチレングリコール処理, (6): ホルムアミド処理

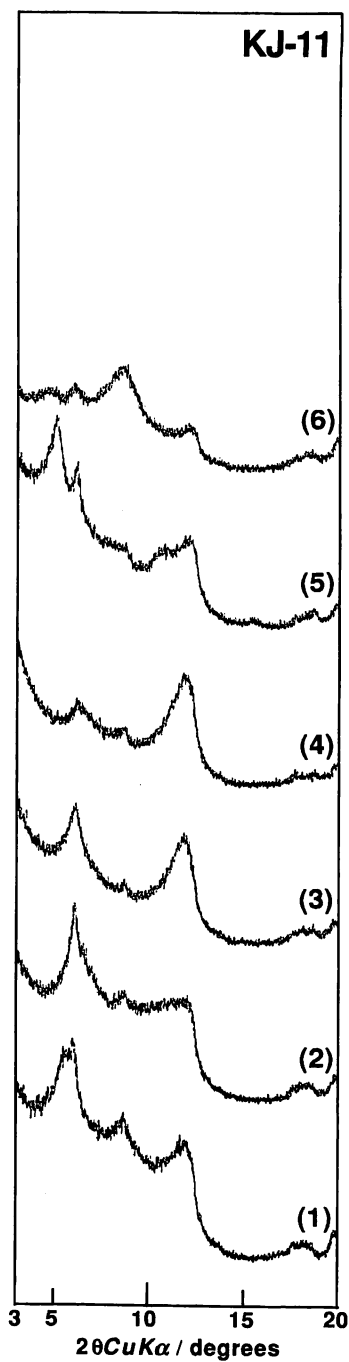


図5 道路沿い露頭の帯白色‘まさ’試料(KJ-11)の粘土フラクションのXRDパターン。
(1): 相対湿度100%下で半乾燥, (2): 風乾, (3): 100℃加熱, (4): 300℃加熱, (5): エチレングリコール処理, (6): ホルムアミド処理

者によるものと考えられる。

図6に白色風化花崗岩試料(KJ-12)試料から得られた粘土フラクションの定方位試料のXRDパターンを示す。全体に回折線は不明瞭であるが、未処理試料では約19, 14.6, 10.2, および7.5 Åに回折線が認められる。約19 Åの回折線は風乾および100°C加熱で14.7 Åに移動し, 300°C加熱で約10 Åに, エチレングリコール処理で約17 Åに, さらにホルムアミド処理で約19 Åに移動することからスメクタイトによるものと考えられる。14.6 Åの回折線はエチレングリコール処理で変化がないことから, バーミキュライトによるものと考えられる。しかし, 300°C加熱処理では13.2 Åに移動することから若干のスメクタイト層を含む混合層を形成していることも考えられる。10.2 Åの回折線は風乾により強度を減じ, 100°C加熱処理により7.5 Åに移動する。さらに, ホルムアミド処理により10.4 Åに回折線が現われることからハロイサイトによるものと考えられる。しかし, 加熱処理によっても10.2 Åに弱い回折線が残ることから少量の雲母粘土鉱物も含まれるものと思われる。しかし, 加熱処理によっても10.2 Åに回折線が残ることから雲母粘土鉱物も含まれるものと思われる。7.5 Åの回折線は, ホルムアミド処理により若干強度を減じるものの明瞭に残存することから, カオリナイトによるものと考えられる。

図7および8に淡黄褐色および黄褐色‘まさ’試料(KJ-13および14)から得られた粘土フラクションの定方位試料のXRDパターンを示す。両試料とも未処理試料では, 14.6, 10.2, および7.5 Åに回折線が認められる。14.6 Åの回折線はエチレングリコール処理で変化せず, 加熱処理でも強度は減少するものの底面間隔にほとんど変化がないことから, バーミキュライトによるものと考えられる。10.2 Åの回折線は風乾により強度を減じ, 100°C加熱処理により7.5 Åに移動する。さらに, エチレングリコール処理により約11 Å, ホルムアミド処理により10.4 Åに移動することからハロイサイトによるものと考えられる。しかし, 加熱処理によっても10.2 Åに弱い回折線が残ることから少量の雲母粘土鉱物も含まれるものと思われる。7.5 Åの回折線は, ホルムアミド処理により強度を減じるものの明瞭に残存することから, ハロイサイトとカオリナイトの両者によるものと考えられる。しかし, 10.2 Åと7.5 Åの回折線の強度比は両試料で異なり, 前者(KJ-13)の試料の方が後者(KJ-14)の試料に比べカオリナイト含有量が多いように思われる。

4.3 総社市黒尾

「鬼ノ城」への登り口である総社市黒尾の奥には砂川公園と称するキャンプ場を中心とする公園が整備されている。この公園事務所の道路を隔てた反対側に風化花崗岩の露頭があり, ここから‘まさ’試料(KJ-15)を採取した。

図9に‘まさ’試料(KJ-15)から得られた粘土フラクションの定方位試料のXRDパターンを示す。未処理試料では, 14.6および7.5 Åに回折線が認められる。14.6 Åの回折線は風乾および100°C加熱で変化せず, 300°C加熱で約12 Åに, エチレングリコール処理で約17 Åに, さらにホルムアミド処理で18.4 Åに移動することからスメクタイトによるも

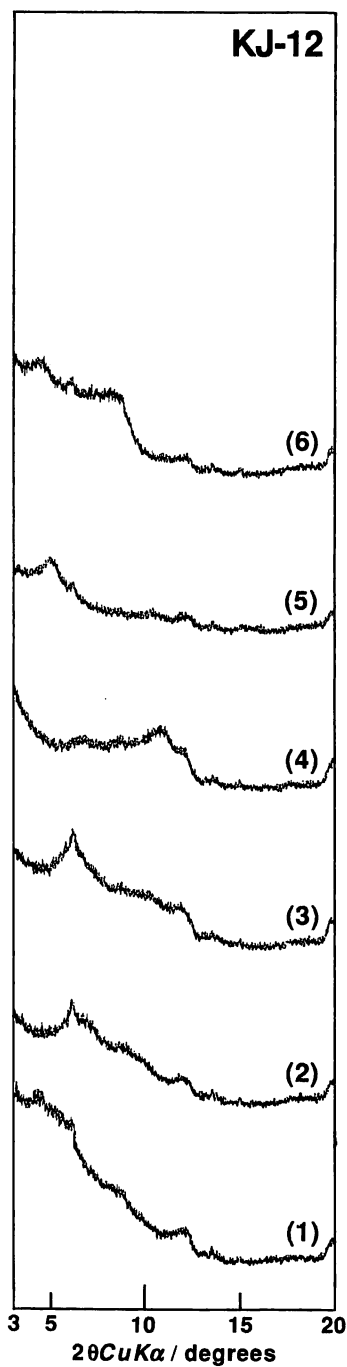


図6 道路沿い露頭の白色風化花崗岩試料(KJ-12)の粘土フラクションのXRDパターン。

(1): 相対湿度100%下で半乾燥, (2): 風乾, (3): 100℃加熱, (4): 300℃加熱, (5): エチレングリコール処理, (6): ホルムアミド処理

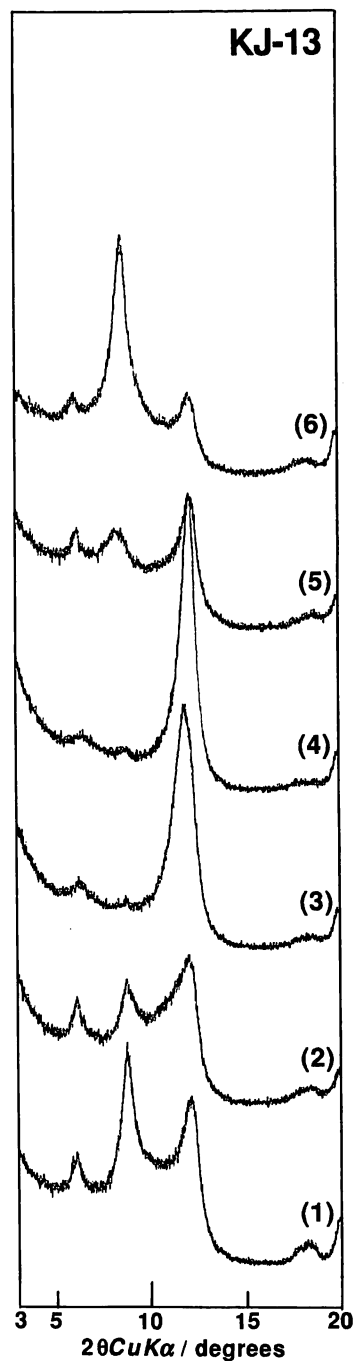


図7 道路沿い露頭の淡黄褐色‘まさ’試料(KJ-13)の粘土フラクションのXRDパターン。

(1): 相対湿度100%下で半乾燥, (2): 風乾, (3): 100℃加熱, (4): 300℃加熱, (5): エチレングリコール処理, (6): ホルムアミド処理

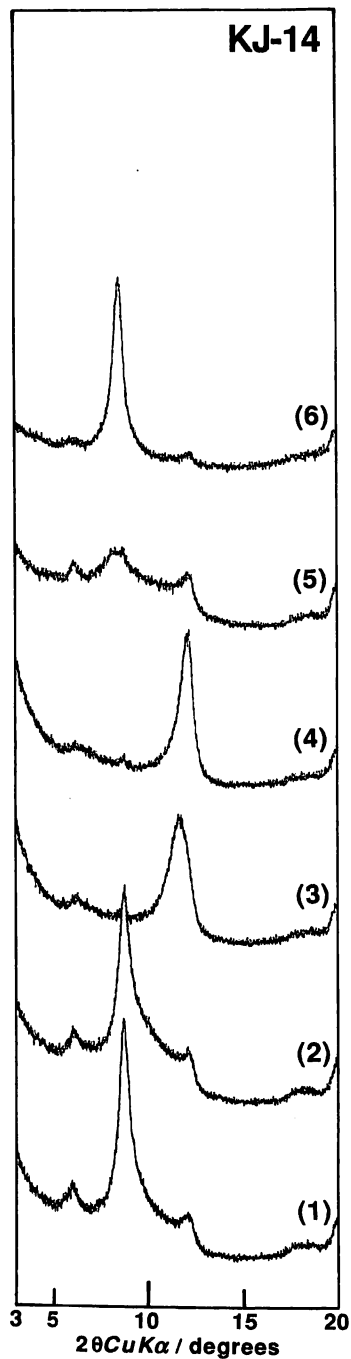


図8 道路沿い露頭の黄褐色‘まさ’試料(KJ-14)の粘土フラクションのXRDパターン。

(1): 相対湿度100%下で半乾燥, (2): 風乾, (3): 100℃加熱, (4): 300℃加熱, (5): エチレングリコール処理, (6): ホルムアミド処理

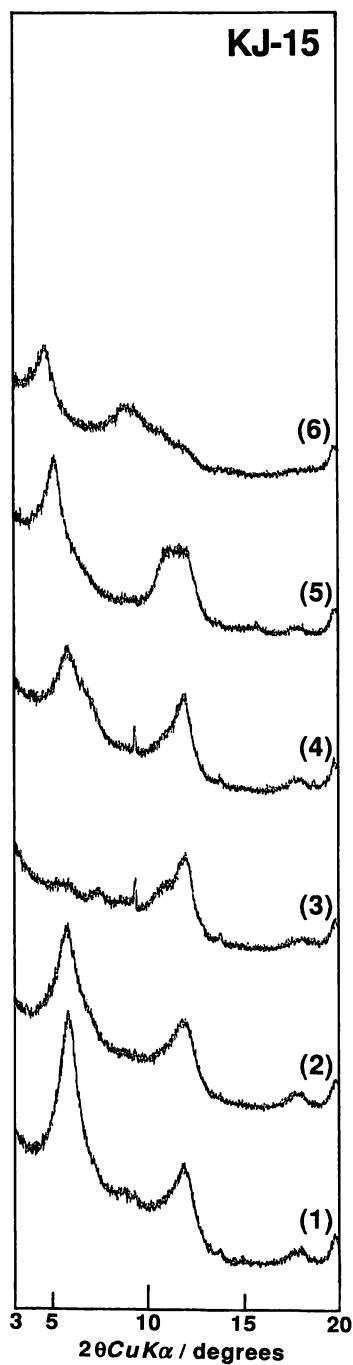


図9 黒尾の砂川公園脇露頭の‘まさ’試料(KJ-15)の粘土フラクションのXRDパターン。

(1): 相対湿度100%下で半乾燥, (2): 風乾, (3): 100℃加熱, (4): 300℃加熱, (5): エチレングリコール処理, (6): ホルムアミド処理

のと考えられる。しかし、300°C加熱試料で14.6 Åに弱い回折線が残ることから、少量のパーミキュライトも含まれているものと考えられる。なお、加熱処理によっても10.2 Åに弱い回折線が残ることから少量の雲母粘土鉱物も含まれるものと思われる。7.5 Åの回折線は、ホルムアミド処理により10.4 Åに移動することからハロイサイトよるものと考えられるが、同処理によっても7.3 Åにわずかながら回折線が残ることから、微量のカオリナイトも含まれているものと考えられる。

5. 考察およびまとめ

総社市鬼城山付近の風化花崗岩、‘まさ’、および粘土脈から見出された粘土鉱物およびその相対的含有量をまとめて表1に示す。なお、表に示した粘土鉱物の相対的含有量は、XRDにおける回折線の相対強度から推定したもので、各試料間の粘土鉱物量の多少は示していない。

岩屋の駐車場脇の露頭の‘まさ’中の粘土脈を構成する粘土鉱物はスメクタイトを主成分とし、少量のハロイサイト、雲母粘土鉱物、およびカオリナイトを含むものであった。ハロイサイト、雲母粘土鉱物、およびカオリナイトは、周辺の‘まさ’から混入したことも考えられることから、粘土脈中の粘土鉱物はスメクタイトを主体とするものであると考えることが出来る。前報³⁾でも述べたように、北川ら（北川・柿谷, 1977⁶⁾, 1978a⁷⁾, 1978b⁸⁾, 1978c⁹⁾, 1981¹⁰⁾: Kitagawa and Kakitani, 1981¹¹⁾: 北川ら, 1981¹²⁾）は、花崗岩中の粘土脈には白色でハロイサイトを主とするものと、緑色でイライトおよびスメクタイトを主とするものの2種類あると述べている。また、同じ脈中でも上部と下部とでは粘土鉱物組成が異なる場合があることを報告している。さらにその成因として、未だ不明な点が多々あるものの、花崗岩の貫入に引き続いた熱水活動と、その後の風化および地下水の作用によるものであることを推定している。従って、今回の粘土脈についても、色は違うものの、花崗岩の貫入に引き続いた熱水活動により生じたものと考えられる。

道路沿いの露頭に見られる白色風化花崗岩は肉眼的に原岩の組織や鉱物がほとんど認められない、微細な粒子から成るもので、かなり変質が進んでいるものと考えられる試料である。全体に粘土鉱物含有量は多くないものの、主体をなす粘土鉱物はスメクタイトで

表1 鬼城山の風化花崗岩中の粘土脈および‘まさ’中の粘土鉱物

産 出 地 点	産 状	試料番号	粘 土 鉱 物 (相対的含有量)
岩屋駐車場上露頭	黄褐色 ‘まさ’	KJ-5	ハロイサイト>カオリナイト=パーミキュライト>雲母粘土鉱物
岩屋駐車場露頭	‘まさ’中の粘土脈	KJ-6	スメクタイト>>ハロイサイト=雲母粘土鉱物
岩屋駐車場露頭	‘まさ’中の粘土脈	KJ-7	スメクタイト>ハロイサイト=雲母粘土鉱物>カオリナイト
道路沿い露頭	帯白色 ‘まさ’	KJ-11	ハロイサイト>パーミキュライト=スメクタイト>カオリナイト>雲母粘土鉱物
道路沿い露頭	白色風化花崗岩	KJ-12	スメクタイト>ハロイサイト=パーミキュライト=カオリナイト>雲母粘土鉱物
道路沿い露頭	淡黄褐色 ‘まさ’	KJ-13	ハロイサイト>カオリナイト>パーミキュライト>雲母粘土鉱物
道路沿い露頭	黄褐色 ‘まさ’	KJ-14	ハロイサイト>>カオリナイト>パーミキュライト>雲母粘土鉱物
黒尾砂川公園脇露頭	淡黄褐色 ‘まさ’	KJ-15	スメクタイト>ハロイサイト>パーミキュライト=雲母粘土鉱物>カオリナイト

あり、粘土鉱物組成は上記の粘土脈と類似している。これらの点を考え合わせると、風化のみにより生じたとするよりは、むしろ熱水の影響を強く受けて変質し、その後風化作用を被ったものと見ることが出来るかも知れない。

岩屋の駐車場脇の露頭における花崗岩の風化により生成した‘まさ’を構成する粘土鉱物は、ハロイサイト、バーミキュライト、およびカオリナイトであった。ハロイサイトとカオリナイトは長石類の風化により、バーミキュライトは黒雲母の風化により生成したものと考えられる。なお、少量の‘雲母粘土鉱物’ (XRD における 10.2 \AA の回折線) が認められたが、これは未変質の黒雲母が混入した可能性もあり、風化により生じた雲母粘土鉱物ではないことも考えられるため、本考察では除外した。前報³⁾に報告した笠岡市北木島における花崗岩の風化により生成した‘まさ’を構成する粘土鉱物も、ハロイサイト、バーミキュライト、およびカオリナイトであり、今回の岩屋の場合と同様であった。道路沿いの露頭から得られた‘まさ’試料においても、淡黄褐色 (KJ-13) および黄褐色 (KJ-14) ‘まさ’においては、構成する粘土鉱物は岩屋の場合と全く同様であった。花崗岩質岩石の風化については、これまでも多くの研究があり (三浦, 1966¹³⁾: 大八木ら, 1969¹⁴⁾: 柿谷・河野, 1972¹⁵⁾: 中川ら, 1972¹⁶⁾: 遠藤, 1987¹⁷⁾: 長沢・森嶋, 1990¹⁸⁾: 中川・津田, 1993¹⁹⁾, など), 黒雲母は風化変質により黒雲母/バーミキュライト混合層鉱物, バーミキュライトを経てカオリン鉱物へ, 長石類はハロイサイトを経てカオリナイトへ, それぞれ変わるとされており、場合によってはギブサイトが生成するとされている。上記3露頭の結果もこれらの報告と良く一致しており、特に、黒雲母とバーミキュライトの混合層鉱物が認められない点については、中川と津田 (1993)¹⁹⁾の報告した小豆島の例に良く一致している。

これらに対して、道路沿い露頭の帯白色 (KJ-11) および黒尾の砂川公園脇露頭の両‘まさ’試料は、相当量のスメクタイトを含んでいた。従来、花崗岩質岩石の風化により生じた粘土鉱物としてスメクタイトが報告された例は極めて少ない。スメクタイトは、ハロイサイトに比べ pH が比較的高く、さらに Na 濃度の高い条件下で生成しやすいと一般に言われている。中川と津田 (1993)¹⁹⁾は小豆島の池田における‘まさ’試料中からスメクタイトを見出し、海水のナトリウムイオンの影響によるものではないかと述べている。妹尾 (1996)²⁰⁾は岡山県西部地域の湧水の分析を行ない、海水の飛沫に由来するナトリウムの存在を指摘している。従って、これらの‘まさ’試料中のスメクタイトの生成が海水の影響によるものとも考えることも十分に可能である。しかし、前報³⁾に記載したより海水の影響を受けやすいと考えられる笠岡市北木島の‘まさ’試料中にスメクタイトが認められないことを考えると、スメクタイトの生成を海水の影響のみによるのは、無理があると思われる。前述した熱水起源と考えられる粘土脈、ならびに熱水の影響が予想される白色風化花崗岩 (KJ-12) 試料中にスメクタイトが優勢な点を考慮すると、これらの‘まさ’試料中のスメクタイトの生成にも熱水の影響を考慮出来るのかも知れない。さらに、風化変質は地表から浸透した天水の作用が主体であると考えられるが、地下水などの影響により

部分的に pH の上昇, Na 濃度の増加が生じたことも考えられる。スメクタイトの生成の主因を知るためには, より多くの事例について検討を加えなければならないものと思われる。

今後は, さらに岡山県南部の他の地域にも調査範囲を広げ, 花崗岩の風化変質について, 粘土の成因や酸性雨の影響の有無の観点からより詳細な考察を行なう予定である。

謝 辞

本研究をまとめるに際して, 岡山理科大学理学部基礎理学科柿谷 悟教授には貴重なご教示をいただいた。また, 真野恵美嬢(当時, 岡山理科大学学生)は実験に協力された。ここに記して篤く御礼申し上げる。

参 考 文 献

- 1) Kobayashi, S., Sakamoto, T. and Kakitani, S. (1994) Proceedings of the 7th International IAEG Congress, 3651-3658.
- 2) 小林祥一, 坂本尚史, 柿谷 悟 (1993) 粘土科学, **33**, 81-91.
- 3) 坂本尚史, 小林祥一 (1997) 岡山理科大学紀要, **32A**, 81-91.
- 4) 瀧木輝一, 浅見正雄, 光野千春 (1979) 地質学論集, **17**, 35-46.
- 5) Churchman, G.J., Whitton, J.S., Claridge, G.G.C. and Theng, B.K.G. (1984) Clays Clay Miner., **32** (4), 241-248.
- 6) 北川隆司, 柿谷 悟 (1977), 鉱物雑, **13** (特別号), 187-196.
- 7) 北川隆司, 柿谷 悟 (1978), 粘土科学, **18**, 1-10.
- 8) 北川隆司, 柿谷 悟 (1978), 粘土科学, **18**, 31-39.
- 9) 北川隆司, 柿谷 悟 (1978), 鉱物雑, **13**, 357-379.
- 10) 北川隆司, 柿谷 悟 (1981), 鉱物雑, **15** (特別号), 107-115.
- 11) Kitagawa, R. and Kakitani, S. (1981), Jour. Japan. Assoc. Min. Pet. Econ. Geol., **76**, 176-179.
- 12) 北川隆司, 柿谷 悟, 湊 秀雄 (1981), 粘土科学, **21**, 141-152.
- 13) 三浦 清 (1966) 岩鉱, **56**, 256-283.
- 14) 大八木規夫, 内田哲男, 鈴木宏芳 (1969) 防災科学技術センター研報, **2**, 21-44.
- 15) 柿谷 悟, 河野忠臣 (1972) 粘土科学, **12**, 51-62.
- 16) 中川善兵衛, 小坂丈子, 浦部和順, 山田久夫 (1972), 岩鉱, **67**, 283-290.
- 17) 遠藤則夫, 木宮一邦 (1987), 応用地質, **28**, 139-146.
- 18) 長沢敬之助, 森嶋 光 (1990), 粘土科学, **30**, 101-108.
- 19) 中川昌治, 津田隆幸 (1993), くろしお, **7**, 11-15.
- 20) 妹尾 護 (1996), 吉備国際大学社会学部研究紀要, **6**, 57-69.

Clay Minerals in the Weathered Granitic Rocks in the Southern Part of Okayama Prefecture, Japan — Part 2. Its Mineralogy and Occurrence in the Mt. Kinojo Area —

Takabumi SAKAMOTO and Shoichi KOBAYASHI*

Department of Applied Science,

Faculty of Science,

Okayama University of Science,

Ridai-cho 1-1, Okayama 700-0005, Japan

**Division of Earth Sciences,*

Kurashiki University of Science and Arts,

2640 Nishinoura, Tsurajima-cho, Kurashiki 712-8001, Japan

(Received October 6, 1997)

The constituent clay minerals of the weathered granite (saprolite) and veins in the Sanyo-type granitic body of the Mt. Kinojo Area, Soja-shi, Okayama Prefecture, have been examined by X-ray powder diffraction.

It was found that the saprolites were divided into two types according to the constituent clay minerals. One type contains halloysite, vermiculite, and a small amount of kaolinite, and the other type contains di-octahedral smectite, halloysite, vermiculite, and a small amount of kaolinite. In the veins, commonest clay mineral is di-octahedral smectite with subordinate amounts of halloysite and kaolinite. Mica clay mineral is found in all cases.

Halloysite, vermiculite, and kaolinite in the saprolites are considered to be formed during the process of chemical weathering. On the other hand, it seems that smectite in the saprolites and veins are formed by the action of the hydrothermal solution and/or ground water.