

## 美濃高原に分布する赤色風化殻の化学的性質

メタデータ	言語: jpn 出版者: 公開日: 2015-05-07 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 木宮, 一邦, 国分, 直子 メールアドレス: 所属:
URL	<a href="https://doi.org/10.14945/00008401">https://doi.org/10.14945/00008401</a>

# 美濃高原に分布する赤色風化殻の化学的性質

## Chemical Properties of Red Weathering Crusts Distributed in the Mino Highland

木宮 一 邦・国 分 直 子

Kazukuni KIMIYA and Naoko KOKUBU

(昭和57年10月5日受理)

Red weathering crusts of granitic rocks and bedded chert distributed in Yaozu, Gifu Prefecture are investigated. In weathering crusts of granitic rocks, gibbsite is only seen in C zone, but kaolinite are seen in final stage of weathering. In weathering crusts of bedded chert, gibbsite is not seen in all zones, but kaolinite is seen from B zone to the final zone. These facts has revealed that chemical and mineralogical properties of red weathering crusts of the Mino Highland are very similar to those of the Mikawa Highland, and has suggested that red weathering crusts of the Mino Highland are fossil weathering crusts similarly to those of the Mikawa Highland.

### 1. はじめに

美濃高原のすぐ南東に位置する三河高原には、花こう岩類の厚い風化殻が存在し、点々と赤色マサも存在している。これらの風化殻は、現在の風化作用によって形成されたものではなく、過去の地質時代の風化により形成された化石風化殻であることがわかってきた(木宮・1981)。

美濃高原にも赤色風化殻が存在することはすでに知られているが(菅野・1964)、それらの性質や、化石風化殻であるかどうかについての研究はまだ行われていない。美濃高原と三河高原とは相接する位置にあり、非常によく似た地形を呈するので、美濃高原の赤色風化殻も化石風化殻である可能性は強いと思われる。ただ、三河高原にはごく一部の変成岩類を除いて花こう岩類が広く分布しているのに対し、美濃高原には、中古生層の堆積岩類が主に分布し、花こう岩類は所々に買入しているにすぎない。

筆者らは、美濃高原の赤色風化殻が三河高原の赤色風化殻と同様に化石風化殻であるかどうかを確かめるための第一歩として、まず美濃高原に分布する花こう岩、層状チャートの風化殻の化学的・鉱物学的性質について明らかにした。花こう岩の風化殻の性質を明らかにすることは、三河高原の化石風化殻との比較をする上で重要である。一方、チャートは一般に風化を受けにくいので、チャートの風化殻の性質を明らかにした例はきかない。よって、チャートの風化殻の性質を明らかにすることだけでも意義があるが、あらゆる風化条件が同一の花こう岩の風化殻と比較することにより、両岩石の風化様式の違いが明らかになれば、さらに有益である。ここでは、これらの結果について報告する。

なお、この研究を行うにあたって、東京大学理学部地質学教室の蛍光X線分析装置を使わせ

ていただいた。同教室の飯島東教授、歌田実助教授、松本良博士に深く感謝の意を表す。川井淳子、桐村あい子さんには原稿の清書を手伝っていただいた。また、研究費の一部として文部省科研費(自然災害特別研究402013)を使わせていただいた。あわせて深く感謝の意を表す。

## 2. 試料採取地付近の地形・地質

赤色風化殻の試料を採取したのは、岐阜県可児郡八百津町である。同町付近の美濃高原には秩父帯に属する中生代から古生代の地層が広く分布している。秩父帯は主に、砂岩・泥岩互層とチャート層とから成り、それが東西方向に帯状に繰り返して分布している。この秩父帯中にとりどころに頽家帯に属する花こう岩類が小規模ではあるが貫入している。さらに、これらの基盤岩類を覆って新第三紀鮮新世の瀬戸層群に属する堆積岩類が、八百津町の中心部や久田見に分布している。

一方、この付近の地形は、きわめて起伏の小さい平坦面が広く分布しているのが特徴である。この平坦面は北東から南西へ向かって700mから200mへと徐々に低くなるが、八百津町付近では標高400—600mの平坦面が分布している。この平坦面は、木曾川と飛驒川に囲まれた地域にあり、両河川に接する部分は遷急点を境にして急崖を呈するが、頂部はきわめて広大な平坦地形が広がっており、多くの集落や田畑が存在している。

花こう岩風化殻の試料を採取したのは、八百津から北に約6 km離れた標で、久田見から下麻生方面に走る道路と、八百津からの道路が交差するT字路の北側に位置する標高約500mの露頭である(図1)。

層状チャートの風化殻試料を採取したのは、花こう岩風化殻試料を採取した露頭から、下麻生方面に約500m進んだところにある標高約485mの露頭である。

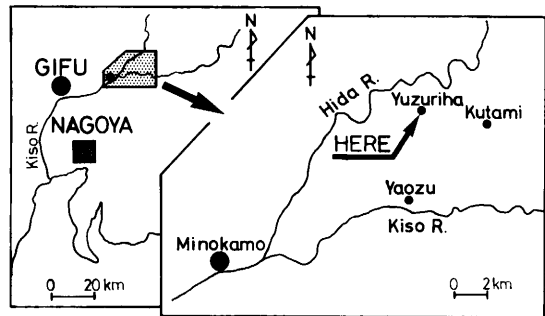


図1 位置図

## 3. 花こう岩風化殻の性質

### 3-1 露頭状態

試料採取露頭は、図2に示すように幅約16m、高さ約4 mの露頭である。この露頭の花こう岩はその風化状態によって、A, B, C, Dの4帯に分けられる。野外における肉眼観察による風化帯のⅠ—Ⅷ帯の区分けは、木宮(1975 a), 木宮ら(1982)に従った。それによると、露頭の東側(右側)に比較的新鮮なものが、西側(左側)に風化して赤色化したマサが存在し、東から西へ漸移的に風化が進んでいる。

A帯：この露頭においては最も新鮮であるが、風化作用をある程度受けており、有色鉱物の周囲が茶褐色に変質している。しかし、かなり硬くハンマーで軽くたたいたぐらいでは割れない。本帯は花こう岩B(Ⅱ帯)に相当する。

B帯：節理面などはよく残っており、岩盤としての組織は見られる。ハンマーで軽打しても岩塊内部には食い込まないが、表面のやわらかい部分は砂状に破壊される。A帯とは漸

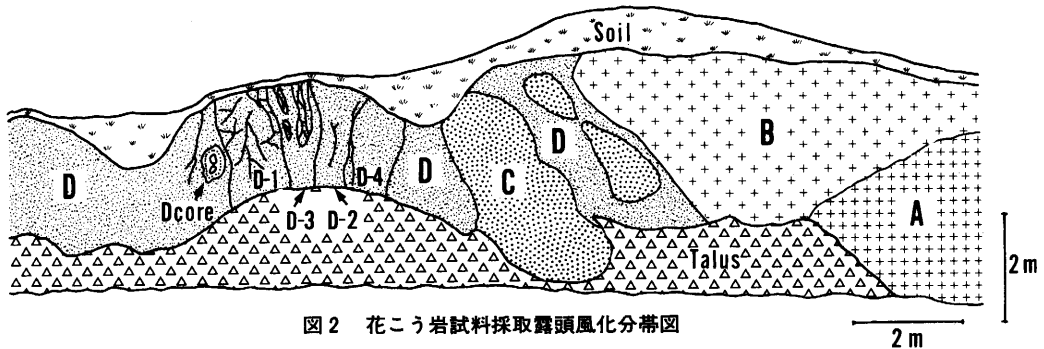


図2 花こう岩試料採取露頭風化分帯図

移関係にある。本帯は風化花こう岩A (III帯) に相当する。

C帯：やや不明瞭ではあるが節理面を残しており、岩盤としての組織も見られる。岩石全体がかなり風化しているが、一様な風化状態ではない。ハンマーで軽くたたくと砂状に破壊され、塊状にはならない。粘土分はほとんどない。B帯とは漸移関係にある。本帯は風化花こう岩B (IV帯) に相当する。

D帯：全体に赤いマサで、原岩の組織を残している部分とそうでない部分がある。ハンマーで軽打するとくい込み、全体に著しく粘土化している。割れ目にはマンガン土が脈状に存在している。C帯とは急激に変化しており漸移関係ではない。マサA (V帯)、マサB (VI帯) はこの露頭においては見られない。本帯は赤色マサ (VII帯) に相当する。本帯を、赤色マサの色、粘土化の程度によって、新鮮に近い方から最も風化したものまで順にD-1, D-2, D-3, D-4の4帯に分けた。各々の境は、幅0.5~1cmのマンガン土の脈によって区別される。D帯の中には、コアストーンが風化したものもみられた。これをD-coreと名付ける。

D-1帯：D帯の中では最も風化が進んでいない部分である。褐色を帯びた赤色マサで、0.3~1cmのマンガン土の脈が多く入っている。マンガン土の脈の入り方には方向性はなく、密度はD帯の他の部分よりも多い。粘土化はあまり進んでなく、手ざわりはざらざらしている。

D-2帯：鮮やかな赤色地に直径0.3~0.5cmの白い斑点がはいったマサである。かなり粘土化しており、手でにぎると団子状になる。

D-3帯：赤色の部分と白色の部分が線状に交互に存在しているマサである。いわゆる“しもふり”状になっているが全体に均一でない。D-2帯よりもさらに粘土化している。本帯の中にはやや風化様式の異なる縦長の部分が存在するが、ここでは詳述しないことにする。

D-4帯：赤色と白色のまだらのマサである。全体に均一である。この露頭において最も粘土化している。

D-core：色や粘土化の状態で、中心部と中間部分、外側部分の3帯に分けられる。中心部は、花こう岩の原形をわずかにとどめているが全体に黄色味を帯びている。風化花こう岩Bに相当すると思われる。中間部分は黄色で、マサ化しているが、粘土化はほとんどしていない。マサに相当すると思われる。外側部分は赤味がかかった白色で、赤色マサ化し、粘土化も進んでいる。

## 3-2 化学組成の変化

各風化帯の化学組成は、手製シリコニット電気炉で作製したガラス円板試料を蛍光X線分析装置(XRF)にかけて求めた。これらの方法は松本・浦辺(1980)によった。結果を表1に示す。表1に示された値は、各試料中での各成分の割合が示されているにすぎない。各成分の

表1 花こう岩試料の化学分析値(wt%)

Sample No.	A 81031810	B 81031811A	C 81031811B	D-1 81031815	D-2 81031818	D-3 81031816	D-4 81031819
SiO <sub>2</sub>	71.00	68.15	67.86	74.75	65.99	62.75	61.52
TiO <sub>2</sub>	0.37	0.47	0.47	0.72	0.44	0.61	0.38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.58	17.46	17.74	14.38	22.22	22.95	25.71
total Fe	2.36	3.32	3.11	5.07	3.36	3.96	3.11
MnO	0.02	0.04	0.01	0	0	0	0.02
MgO	0.56	0.77	0.52	0.29	0.23	0.21	0.52
CaO	1.82	0.64	0.10	0.10	0.13	0.11	0.12
Na <sub>2</sub> O	2.58	1.22	0.61	0.44	0.35	0.36	0.37
K <sub>2</sub> O	4.35	4.52	3.75	0.60	1.19	0.32	0.36
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.06	0.03	0.03	0.05	0.03	0.04	0.02
total	98.70	96.62	94.20	96.40	93.94	91.31	92.13

移動量の絶対値を求める方式はないが、それに近い方法として、風化により最も移動しにくいAl<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を全く移動しなかったと仮定して計算する方法がある。この方法により計算した化学成分の変化を図3に示す。

図3によると、風化が進むに従い、SiO<sub>2</sub>、K<sub>2</sub>O、Na<sub>2</sub>O、CaO、MgO、MnOなどは減少する傾向にあり、total Fe、TiO<sub>2</sub>は増加する傾向にある。各成分の変化の詳細は次の通りである。

SiO<sub>2</sub>: 風化を受けると、風化花こう岩Bに相当するC帯までは減少を続けるが、赤色マサに相当するD帯のうちで最も粘土化していないD-1帯で一度増加傾向を示し、D-2、D-3、D-4帯と粘土化が進むと再び減少する。

K<sub>2</sub>O: 風化が進むにしたがって徐々に減少する傾向にある。C帯までは、ほぼ同じ割合で減少する。赤色マサのD帯でも、全体としては粘土化が進むにつれて減少する。

Na<sub>2</sub>O: 全体として風化が進むと減少す

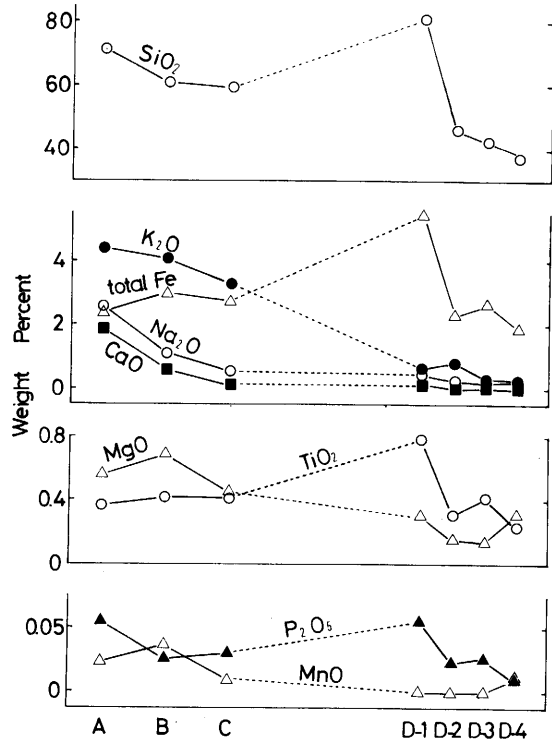


図3 花こう岩風化帯の化学成分の変化

るが、C帯になるまでにほとんど溶脱されてしまう。それ以上風化が進んでも、含有量が少なくほとんど変化はみられない。

CaO : Na<sub>2</sub>O と同じような減少傾向を示す。C帯までにほとんどが溶脱され、それより風化が進むと、含有量も非常に少なく、ほとんど変化はみられない。

total Fe : C帯までは、わずかに増加傾向がみられる。赤色マサ化したD-1帯では、C帯と比較して急激に増加しているが、D-2帯より風化が進むと急激にC帯と同じくらいまで減少し、これより粘土化が進むとわずかに減少する。

MgO : 花こう岩Bに相当するA帯から風化花こう岩Aに相当するB帯にかけてわずかに増加し、その後、C帯からD帯にかけて減少を続け、D-4帯で再びわずかに増加する。

TiO<sub>2</sub> : C帯までは、わずかに増加するが、D-1帯でかなり増加し、D-2帯で急激に減少する。D-3帯でわずかに増加し、D-4帯で再び減少する。total Fe と似た変化をする。

P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : SiO<sub>2</sub> と似た変化を示すが、原岩での含有量が非常に少ないため、その変化はわずかである。

MnO : 含有量が少ないため、変化はわずかであるが、全体としては減少している。

これらの結果は、三河高原の赤色マサの化学成分の変化の仕方と非常によく似ている。

### 3-3 粘土鉱物組成の変化

粘土鉱物の同定は、OINUMA et al (1961, 1967) の方法により、X線回折法により行った。その結果は図4に示す。図4によれば、A、B帯では粘土鉱物は全く見られない。C帯ではギブサイトの強いピークが見られたが、D帯

になるとギブサイトは見られず、カオリナイト、ハロイサイトが出現する。ただハロイサイトはD-1、D-2帯ではX線回折線のピークは弱く、D-3、D-4帯になると強くなる。従来ギブサイトが風化による最終産物だと言われてきたが、三河高原下山村の場合(木宮ら, 1982)と同じく、この露頭でもギブサイトは中間生成物にすぎず、風化による最終産物はカオリナイト、ハロイサイトであると言える。ギブサイトが消滅し、カオリナイトが出現するC帯からD帯に移る時に、SiO<sub>2</sub>が増加することも、下山村の場合とよく似ている。また、ハロイサイト、カオリナイトが出現した後、SiO<sub>2</sub>が再び減少しても粘土鉱物の種類に変化がないことも下山村の場合とよく似ている。

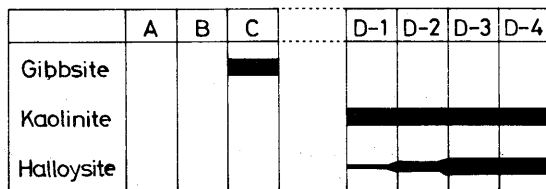


図4 花こう岩風化殻の粘土鉱物組成の変化

になるとギブサイトは見られず、カオリナイト、ハロイサイトが出現する。ただハロイサイトはD-1、D-2帯ではX線回折線のピークは弱く、D-3、D-4帯になると強くなる。従来ギブサイトが風化による最終産物だと言われてきたが、三河高原下山村の場合(木宮ら, 1982)と同じく、この露頭でもギブサイトは中間生成物にすぎず、風化による最終産物はカオリナイト、ハロイサイトであると言える。ギブサイトが消滅し、カオリナイトが出現するC帯からD帯に移る時に、SiO<sub>2</sub>が増加することも、下山村の場合とよく似ている。また、ハロイサイト、カオリナイトが出現した後、SiO<sub>2</sub>が再び減少しても粘土鉱物の種類に変化がないことも下山村の場合とよく似ている。

## 4. コアストーンの風化

D帯中にみられるコアストーンの3分帯についても、化学分析、粘土鉱物分析を行ってみた。その結果は、図5、図6、表2に示す。

図5によると、SiO<sub>2</sub>は中心から中間部分へは増加し、外側では減少している。これは、露頭全体でのC帯からD-1帯、D-2帯への変化と一致する。

total Fe は中心から中間部へは増加し、外側では減少している。これはC帯からD-1帯、D-2帯への変化と一致する。

$K_2O$  は中心から外側へ減少を続けるが、特に中心から中間部分への減少がめだつ。C帯からD帯への変化と一致する。

$Na_2O$  は中心から外側へ減少を続ける。しかし含有量が少なく、変化は小さい。C帯からD帯への変化と一致する。

$MgO$  は中心から外側へ減少を続けるが、中心から中間部分までは変化は小さく、中間部分から外側への変化が大きいの。これは、C帯からD-1帯、D-2帯への変化と一致する。

$CaO$  は含有量は少なく変化は小さいが、中心から外側へ減少の傾向にある。これは、C帯からD帯への変化と一致する。

以上のようにコアストーンの中心部分から外側への化学成分の移動は、C帯からD-1帯、D-2帯への変化と一致することがわかる。

また、図6によると、中心部分ではギブサイトが出現する。中間部分ではギブサイトのピークは弱くなり、ハロサイトの弱いピークがみられる。外側の最も風化した部分では、カオリナイトのピークと、ハロサイトの強いピークが

表2 コアストーンの化学分析値 (wt%)

Sample No	D-core		
	◎ (中心) 81031814	◎ (中側) 81031812	◎ (外側) 81031813
$SiO_2$	65.55	69.48	58.05
$TiO_2$	0.52	0.80	0.32
$Al_2O_3$	19.79	16.08	28.84
total Fe	3.46	6.24	2.78
MnO	0.02	0.02	0.08
MgO	0.71	0.57	0.35
CaO	0.20	0.10	0.10
$Na_2O$	0.75	0.34	0.28
$K_2O$	3.91	1.19	0.47
$P_2O_5$	0.03	0.03	0.02
total	94.94	94.85	91.29

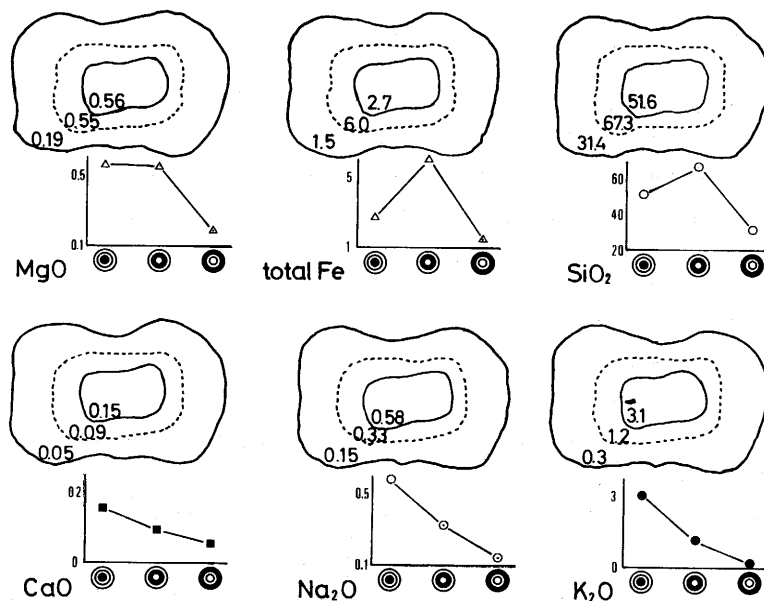


図5 コアストーンの化学成分の変化

みられる。

以上のことから、鉱物組成についても、C帯からD帯への変化と一致することがわかる。

コアストーンでは、外側が最も風化し、中心ほど新鮮であると考えられることから、コアストーンは露頭全体の風化過程の縮図を示しているといえる。

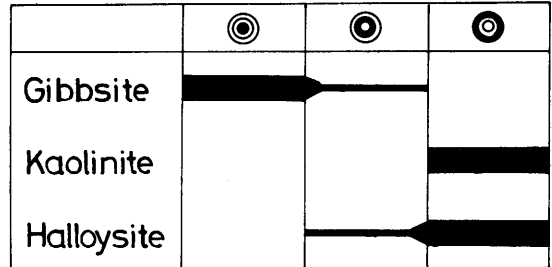


図6 コアストーンの粘土鉱物組成の変化

5. 層状チャートの風化

層状チャートは、厚さ5~10cmのチャートと厚さ1~3cmの泥質フィルムに分けられる。

両者の境界は最も新鮮な岩石でも肉眼で識別でき、やや風化した岩石では両者の境界に割れ目が入るため、よりはっきり区別できる。しかし、顕微鏡で境界付近を観察するとチャート部分にも泥質物質がかなり入っており、両者の境界はむしろ漸移的である。すなわち、顕微鏡サイズで見ると両者は漸移的に移り変わるが、露頭サイズでは急変していると言える。ここでは露頭サイズで分けしたチャートと泥質フィルムの風化殻の性質について述べる。

6. 露頭状態

試料採取露頭は、図7に示すように、幅約15m、高さ約4mある。この露頭のチャートを、その風化状態により、肉眼的にA~Fの6帯に分けた。全体的に見ると、中央部のF帯が最も

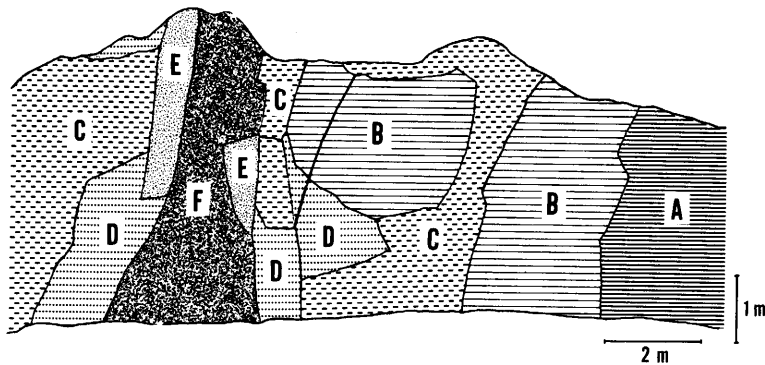


図7 層状チャート試料採取露頭風化分帯図

風化が進んでおり、その両側には、F帯よりも新鮮な岩石がみられる。特に東側（右側）ほど新鮮で、東側から中央部へと、漸移的に風化が進んでいる。F帯が最も風化しているのは、ここに断層破碎帯が存在し、風化作用に必要な水の供給が十分であったためと思われる。なお、この露頭では最も新鮮なA帯でも相当の風化を受けているため、化学分析値には、比較の意味で、八百津町五宝の滝で採取した新鮮なチャートを加えた。

五宝の滝の新鮮なチャート：青味を帯びた灰色のチャートで、ほとんど風化されていないと思われる。ハンマーで強打しても割るのは非常に困難である。泥質フィルムとの境は、



はっきりしているが、泥質フィルムの部分とチャートの部分は、お互いに密着固結しており、ハンマーでも割り分けることはできない。非常にち密で、水に入れても気泡はでない。

A帯：樫の露頭では最も新鮮なチャートであるが、五宝の滝のものと比較すると、かなり風化が進んでいる。チャートと泥質フィルムとの境は、一応はっきりしている。また、層理面に直交する割れ目が10cm～30cm間隔ではいっており、ハンマーでたたくとそこから割れる。

チャート——採取した岩塊は、ハンマーで強打しても割れにくい。色は、表面的には褐色であるが、ハンマーで割ってみると中はわずかに赤味を帯びた乳褐色で、灰色の新鮮な部分が不規則に残っている。その中に赤褐色の細い線が入っている。岩石試料を水の中に入れると、気泡が少し出るのがわかるが、表面はくずれ落ちない。

泥質フィルム——ハンマーでたたくと割れるが、砂状にはならない。表面の色は褐色であるが、割ってみると、中は薄い橙色と灰色がまじり合った色をしている。

B帯：チャートと泥質フィルムとの境は、はっきりしている。しかも、両者の結合は弱く簡単に2つの層に分けることができる。層理面に直交する割れ目は、約10cmの間隔ではいっている。A帯とは漸移関係にある。

チャート——採取した岩塊をハンマーで強打しても割れにくい。色は、表面的には、橙色に近い褐色であるが、割ってみると、中は乳橙色で赤褐色の細脈がみられる。岩石試料を水に入れると気泡が出るが、しばらくすると出なくなる。表面はほとんどくずれない。

泥質フィルム——ハンマーで軽打すると簡単に割れ、1cmほどの厚さのものは、手で割ることができる。しかし、砂状にはならない。表面の色は濃い褐色で、割ってみると、うすい褐色地に層理面を切るように赤い細脈がみられる。

C帯：チャートと泥質フィルムとの境は、はっきりしている。また、5～10cmの間隔の層理面に直交する割れ目が入っている。B帯とは漸移関係にある。

チャート——岩塊は、ハンマーで強打すると割れる。色は表面的には赤味を帯びた橙色で、中は表面よりも白味を帯びた橙色である。岩石試料を水に入れると気泡がしばらくの間出つづけ、表面の橙色の部分がわずかにくずれ落ちる。

泥質フィルム——ハンマーで軽打すると簡単に割れ、手でも割ることができる。やわらかい部分は、ハンマーでたたくと砂状にくずれる。表面の色は明るい茶褐色であるが、割ってみると中は橙色がかっており、赤い部分が不規則にみられる。

D帯：チャートと泥質フィルムとの境ははっきりしており、泥質フィルムが風化して脆弱になっているため、チャートだけが露頭面より突出している。層理面に直交する割れ目は、約5cmの間隔で入っており、そこでは部分的にくずれ落ちている。C帯とは漸移関係である。

チャート——岩塊をハンマーで強打すると金属音はするが、こわれやすい。表面の色は赤味を帯びた褐色で、中は赤色の地に白っぽい細脈がはいる。試料を水に入れると気泡が出続け、表面のやわらかい部分がくずれ落ちる。

泥質フィルム——手でさわると表面部分からくずれる。表面の色は赤味を帯びた黄色で、割ってみると中は黄色である。

E帯：チャートと泥質フィルムとの境はわかるが、非常に泥質フィルムが風化しているために、やわらかい泥質フィルムの中にチャートの4～5cmの岩塊が埋まっているように見える。D帯とは漸移関係にある。

チャート——岩塊はハンマーで打つとにぶい音がして、比較的簡単にくずれる。表面の色は紫色がかった赤色であるが、中は紫がかった桃色で、白っぽい部分が不規則にまじっている。岩塊を水の中に入れると、気泡が数ヶ所から続けて出るのがわかる。

泥質フィルム——手で簡単にくずれる。しかも、一部がかたまりとして残るが、ほとんどが砂状になってしまう。手ざわりからかなり粘土化していることがわかる。色は黄色味を帯びた赤色である。

F帯：チャートと泥質フィルムとの境は全くわからないほど風化している。そのため、両者を分けて採取することはできない。ハンマーで打つと先がくいこみ、かなり粘土化していることがわかる。朱色と紫がかった赤い部分がまざっており、その中に黒いマンガン土の脈がはいっている。

## 7. チャートの化学組成の変化

XRFによる化学分析値を表3に示す。これによると、五宝の滝の新鮮なチャートには $\text{SiO}_2$ が95.16%も含まれているが、E帯のチャートでは90.55%に減少している。逆に $\text{Al}_2\text{O}_3$ は1.86%から4.66%へと増加している。これがF帯になると $\text{SiO}_2$  44.90%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  30.81%に変化する。ただ、この値は、露頭状態の説明で述べたように、チャートと泥質フィルムの両方が混合したものの分析値である。よって、F帯の値を他の分帯の値と直接比較することはできない。

チャートと泥質フィルムでは、 $\text{SiO}_2$ はチャートに多く、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は泥質フィルムに多いので、仮に、F帯のチャートのみの化学分析値が測定されたとすると、 $\text{SiO}_2$ は44.90%より高い値に、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は30.81%より低い値になるはずである。さらに、チャートの体積が全体の7～8割を占めることを考えて推定すると、 $\text{SiO}_2$ は44.90%より増えるが、その値は増えても50%以下、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ は30.81%より大きく減って10%程度になると思われる。(チャートと泥質フィルムの各成分のF

表3 チャートの化学分析値 (wt%)

Sample No.	Fresh 81090501	A 81031821	B 81031825	C 81031823	D 81031827	E 81031829	F 81031831
$\text{SiO}_2$	95.16	94.94	94.89	92.79	90.54	90.55	44.90
$\text{TiO}_2$	0.07	0.12	0.13	0.17	0.26	0.26	2.05
$\text{Al}_2\text{O}_3$	1.86	2.17	2.52	3.10	4.29	4.66	30.81
total Fe	1.30	1.06	1.40	1.44	2.63	1.77	13.41
MnO	0	0	0	0	0	0	0.08
MgO	0.46	0.29	0.26	0.21	0.18	0.23	0.23
CaO	0.15	0.03	0	0	0	0.01	0.08
$\text{Na}_2\text{O}$	0.09	0	0.09	0.08	0.03	0.01	0.22
$\text{K}_2\text{O}$	0.47	0.39	0.44	0.53	0.33	0.56	0.23
$\text{P}_2\text{O}_5$	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.15
total	99.61	99.04	99.77	98.37	98.30	98.10	92.16

帯での割合がわからないため、たとえ体積比がわかっても即座に計算することはできない。よってこの数字はA～E帯での各成分の割合を参考にして大ざっぱに計算したものである。

そこで、新鮮なものからE帯までについて、風化による各成分の移動を考察してみる。表3に示された値は各帯での相対値が示されている。

花こう岩風化殻の場合には、 $Al_2O_3$ を不動と仮定して各成分の変化量の絶対値を計算したが、チャートの場合には $Al_2O_3$ 含有量が非常に少ないため、 $Al_2O_3$ のちょっとした値の違いが全体に大きく響いてしまう。そのため、この仮定を用いることは好ましくない。そこで、各帯のチャートのかさ比重を測り、その比重の変化が全体量の変化と比例していると仮定し、計算した。かさ比重の測定はGISの方法に従った。測定値は表4に示す。

風化分帯	五宝の滝	A	B	C	D	E
かさ比重	2.66	2.55	2.48	2.48	2.45	2.35

以上のようにして計算した各成分の計算値を図8に示す。

これによると、 $SiO_2$ は風化が進むに従って、95%から80%まで減少する。なお、これがF帯になると恐らく40%以下になると思われる。

$Al_2O_3$ は1.86%から4.1%まで増加する。なお、これがF帯になると恐らく、7～8%になるものと思われる。

total Feは増減しているが、全体としてはあまり変化がない。その他の成分は、図上では大きな変化を示しているように見えるが、いずれも含有量ごくわずかであり、実際にはそれ程でもない。しかし、全体としては、 $MgO$ 、 $CaO$ 、 $Na_2O$ などは減少傾向にあり、 $TiO_2$ は増加傾向にある。

これらの傾向は、他の岩石での傾向とよく一致する。

#### 8. チャートの粘土鉱物組成の変化

X線回折法による粘土鉱物同定結果を図9に示す。

これによると、A帯ではイライトとクロライトが見られる。イライトはE帯までは強いピークを示すが、泥質フィルムとの区別がつかなくなるF帯では非常に弱いピークになってしまう。クロライトはC帯までは強いピークを示すが、D帯で弱くなり、E、F帯では消滅してしまう。一方、A帯中には見られなかったカオリナイトがB帯から見られるようになり、特にF帯では強いピークを示す。また、ハロイサイトもF帯でわずかに出現する。

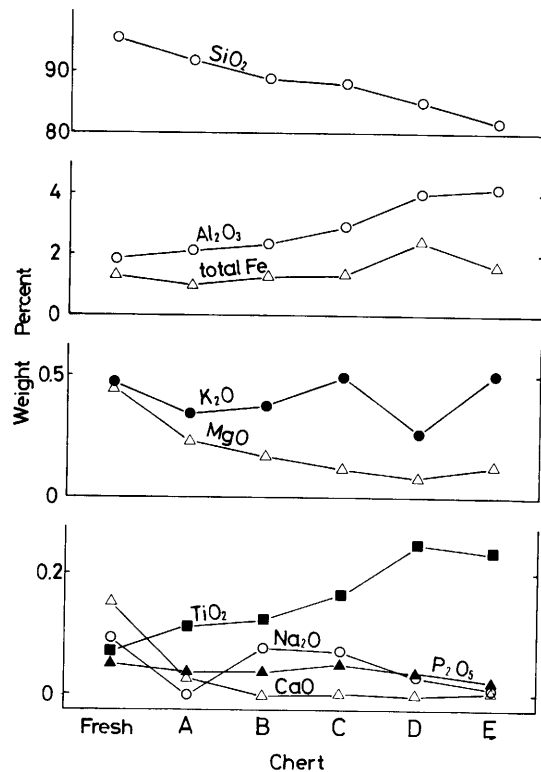


図8 チャートの化学成分の変化

花こう岩風化殻で見られたギブサイトはここでは認められなかった。しかし、カオリナイト、ハロイサイトが最終生成物であることは、花こう岩風化殻の場合と同じである。

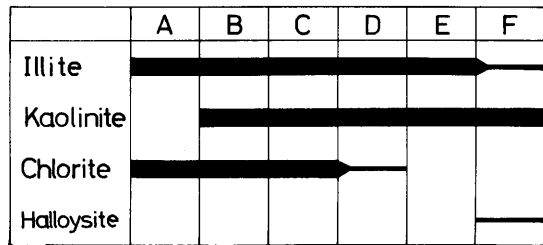


図9 チャートの粘土鉱物組成の変化

XRFによる化学分析値を表5に示す。F帯については、前述したように、チャートと混合したもので、表3に示されているので、ここでは割愛した。

表5 泥質フィルムの化学分析値 (wt%)

Sample No.	A 81031822	B 81031826	C 81031824	D 81031828	E 81031830
SiO <sub>2</sub>	71.07	66.35	50.86	69.17	64.81
TiO <sub>2</sub>	0.82	0.85	1.45	0.78	1.12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.69	17.19	28.56	19.16	21.02
total Fe	4.32	6.93	6.48	4.25	6.13
MnO	0.02	0.04	0.06	0.03	0
MgO	1.82	1.37	1.52	0.41	0.28
CaO	0.07	0.09	0.08	0.08	0.08
Na <sub>2</sub> O	0.35	0.35	0.42	0.40	0.31
K <sub>2</sub> O	2.85	2.72	5.34	0.92	0.61
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.04	0.16	0.05	0.04	0.07
total	97.05	96.05	94.82	95.24	94.43

各成分の変化量の絶対値としては、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を不動と仮定して計算した。結果を図10に示す。

これによると、SiO<sub>2</sub>は全体としては減少傾向にあるが、C帯で極端に少なくなる。よってC帯からD帯へ移るときには増加している。

total FeはB帯でかなり大きな値を示すが、他の帯ではあまり変化していない。K<sub>2</sub>O, MgOは、風化が進むにつれて、明らかに減少する傾向を示す。Na<sub>2</sub>O, CaOは含有量が非常に少ないため、これだけの資料だけではなんとも言えない。ただ、他の岩石でみられる減少傾向を、やはりとっているようにも見える。TiO<sub>2</sub>, MnOはほとんど変化しないと言える。

### 10. 泥質フィルムの粘土鉱物組成の変化

A帯ではイライトとカオリナイトが出現している。最も新鮮な岩石の資料がないので、なんとも言えないが、恐らく、イライトは一次粘土鉱物であり、カオリナイトは風化により生成された二次粘土鉱物であろう。

イライトはD～F帯にも見られるが、ピークは非常に弱くなる。それに対して、カオリナイトはすべての帯で強いピークを示す。一方、イライトのピークが弱くなるD帯以降では、ハロ

イサイトが出現する。

チャートの風化殻の場合と同様、ギブサイトは一切見られず、風化による最終生成物はカオリナイトまたはハロイサイトである。

	A	B	C	D	E	F
Illite				■		
Kaolinite	■	■	■	■	■	■
Halloysite				■	■	■

図11 泥質フィルムの粘土鉱物組成の変化

11. まとめ

八百津町樫に存在する花こう岩赤色風化殻は、野外での見掛けは、三河高原の赤色風化殻と非常によく似ている。しかも、その化学的、粘土鉱物学的性質の変化を調べた結果、それらの変化も大局的には非常によく似ていることがわかった。このうち特に注目されるのは、 $SiO_2$ は風化が進むにつれて減少する傾向を示すが、途中で一時的に減少から増加へ変化するところがあり、この変化するところで、ギブサイトが消失し、カオリナイトが出現することである。従来、花こう岩風化殻の最終生成物はギブサイトであるとされてきたが、ギブサイトは中間生成物にすぎず、カオリナイトが最終生成物であるという露頭が、すでに報告した三河高原梨野と今回の八百津町樫と2ヶ所になった。同様な性質を示す赤色風化殻が、今後どんどん発見される可能性が高い。

層状チャートの風化殻については従来ほとんど報告されていないので、ここで報告した資料そのものが意味のあるものと思われる。さらに、花こう岩風化殻との関連で重要なのは、やはり、 $SiO_2$ が減少から増加に変化するところが存在し、その点で粘土鉱物の種類が変化することである。ただし、チャートが $SiO_2$ を極端に多く含んでいる影響のためか、粘土鉱物は、ギブサイトが存在せず、クロライト、イライトが消失し、ハロイサイトが出現したり、カオリナイトのピークが強くなったりしている。

いずれにしても、層状チャート風化殻の最終生成物もカオリナイト、ハロイサイトであり、花こう岩風化殻の場合と共通性がある。

赤色風化殻の性質を明らかにしたのは、三河高原、美濃高原、共に1ヶ所ずつの露頭にすぎ

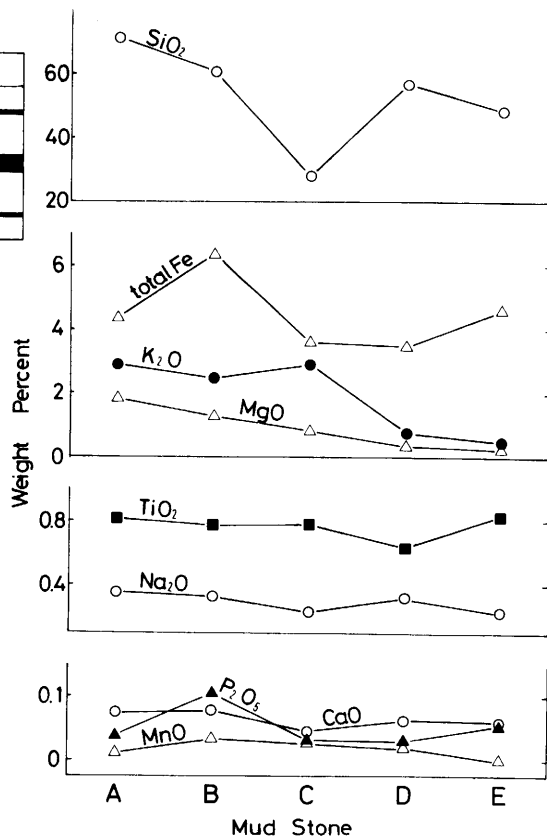


図10 泥質フィルムの化学成分の変化

ないが、それらの結果と他の露頭での予察的な研究結果から、両地域の厚い風化殻は現在の風化により形成されたものではなく、過去の地質時代（恐らく鮮新世以降）の風化により形成された化石風化殻である可能性が増々強くなった。

#### 引用文献

- 菅野一郎(1964), 日本の赤黄色土の性状と生成・分類学的考察. ペドロジスト, 8 (1), 33-37.
- 木宮一邦 (1975 a), 花こう岩類の物理的風化指標としての引張強度—花こう岩の風化・第1報—. 地質雑, 81, 349-364.
- (1975 b), 三河・富草地域の花こう岩礫の風化速度—花こう岩の風化・第2報—. 地質雑, 81, 683-696.
- ・高橋久美 (1980), コロンビア国アンティオキア花こう岩類の風化作用. 日本地質学会第87年学術大会講演要旨, 187.
- (1981), 三河高原の風化殻とその形成時期—花こう岩の風化・第3報—. 地質雑, 87, 91-102.
- KIMIYA, K. (1982), Physical, chemical and mineralogical properties of weathering crust of granitic rocks distributed in Antioquia, Colombia. Jour. Japan. Soc. Engin. Geol., 23, 76-82.
- 木宮一邦・滝川英彦・井谷浩子 (1982), 愛知県東加茂郡下山村の赤色マサの産状とその鉱物学的・化学的性質—花こう岩の風化・第4報—. 静岡大学地球科学研究報告, 7, 1-8.
- 木曾敏行 (1963), 木曾川流域の地形発達. 地理評, 36, 87-109.
- 松本 良・浦辺徹郎(1980), ガラス円板試料による珪酸塩岩石中の主要成分の自動蛍光分析, 岩鉱, 75, 272-278.
- OINUMA, K., KOBAYASHI, K. and SUDO, T. (1961), Procedure of clay mineral analysis. Clay Science, 1, 23-28.
- , and KODAMA, H. (1967), Use of infrared absorption spectra for identification of clay minerals in sediments. Jour. Toyo Univ., (Nat. Sci.), no. 7, 1-23.

## 図版の説明

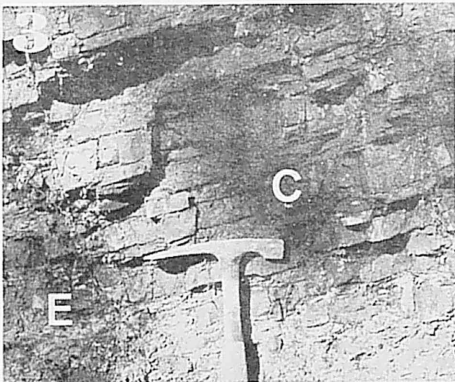
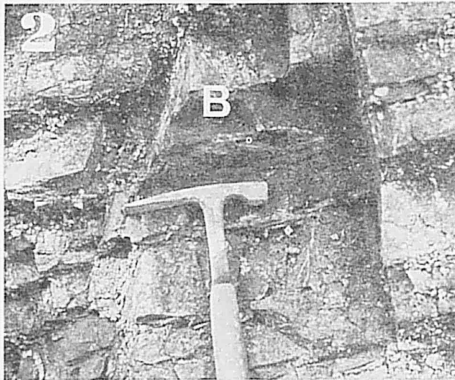
## 第I図版

- 写真1 層状チャート A帯 この露頭で最も新鮮，泥質フィルムとの境は一応わかる。  
写真2 同 B帯 泥質フィルムの風化が進み，チャートとの境が明瞭。  
写真3 同 C帯 チャートも赤味を帯びてくる。かなりもろくなっている。  
写真4 ほぼ垂直に分布するF帯とそのまわり F帯の部分に断層破碎帯が存在する。  
写真5 F帯の拡大図 チャートと泥質フィルムの区別がつかない程粘土化している。

## 第II図版

- 写真6 赤色花こう岩風化殻の露頭  
写真7 コアストーン部分の拡大 中心部は比較的新鮮，外側へ行くほど風化している。  
写真8 層状チャート D帯，E帯 泥質フィルムの風化が激しく，チャートも一部粘土化  
写真9 層状チャート D帯 層理面に直交する割れ目が多数発達。

第1図版





第II図版

